陆丰市东海镇乌坎渔港建设工程项目

海域使用论证报告书

（公示稿）

广州百川纳科技有限公司

91440101MA5CHTKJ1L

2023 年 12 月

项目基本情况表

<table>
<tr><td>项目名称</td><td colspan="4">陆丰市东海镇乌坎渔港建设工程项目</td></tr>
<tr><td>项目地址</td><td colspan="4">广东省汕尾市陆丰市东海镇</td></tr>
<tr><td>项目性质</td><td colspan="2">公益性（ √ ）</td><td colspan="2">经营性（ ）</td></tr>
<tr><td>用海面积</td><td colspan="2">110.5216ha</td><td>投资金额</td><td>79978.49 万元</td></tr>
<tr><td>用海期限</td><td colspan="2">40 年</td><td>预计就业人数</td><td>人</td></tr>
<tr><td rowspan="4">占用岸线</td><td>总长度</td><td>423.6m</td><td>邻近土地平均价格</td><td>万元/ha</td></tr>
<tr><td>自然岸线</td><td>0m</td><td>预计拉动区域经济产值</td><td>万元</td></tr>
<tr><td>人工岸线</td><td>423.6m</td><td rowspan="2">填海成本</td><td rowspan="2">万元/ha</td></tr>
<tr><td>其他岸线</td><td>0m</td></tr>
<tr><td>海域使用类型</td><td colspan="2">渔业基础设施用海</td><td>新增岸线</td><td>0m</td></tr>
<tr><td>用海方式</td><td colspan="2">面积</td><td colspan="2">具体用途</td></tr>
<tr><td>非透水构筑物</td><td colspan="2">0.2215 ha</td><td colspan="2">海堤坡脚改造 A 段</td></tr>
<tr><td>非透水构筑物</td><td colspan="2">0.2233 ha</td><td colspan="2">海堤坡脚改造 B 段</td></tr>
<tr><td>非透水构筑物</td><td colspan="2">3.3498 ha</td><td colspan="2">东拦沙堤</td></tr>
<tr><td>非透水构筑物</td><td colspan="2">3.3313 ha</td><td colspan="2">西拦沙堤</td></tr>
<tr><td>透水构筑物</td><td colspan="2">0.1009 ha</td><td colspan="2">1#引桥码头</td></tr>
<tr><td>透水构筑物</td><td colspan="2">0.0174 ha</td><td colspan="2">1#浮桥码头</td></tr>
<tr><td>透水构筑物</td><td colspan="2">0.0174 ha</td><td colspan="2">2#浮桥码头</td></tr>
<tr><td>透水构筑物</td><td colspan="2">0.0174 ha</td><td colspan="2">3#浮桥码头</td></tr>
<tr><td>透水构筑物</td><td colspan="2">0.1721 ha</td><td colspan="2">2#引桥码头</td></tr>
<tr><td>透水构筑物</td><td colspan="2">0.0174 ha</td><td colspan="2">4#浮桥码头</td></tr>
<tr><td>透水构筑物</td><td colspan="2">0.0174 ha</td><td colspan="2">5#浮桥码头</td></tr>
</table>

透水构筑物	0.0174 ha	6#浮桥码头
港池、蓄水	0.7683 ha	1#码头港池和内港池 1
港池、蓄水	0.3991 ha	内港池 2
港池、蓄水	0.3991 ha	内港池 3
港池、蓄水	0.2907 ha	内港池 4
港池、蓄水	0.2909 ha	内港池 5
港池、蓄水	0.3991 ha	内港池 6
港池、蓄水	0.3991 ha	内港池 7
港池、蓄水	0.9674 ha	内港池 8 和 2#码头港池
专用航道、锚地及其他开放式	99.1046 ha	水域疏浚
注：邻近土地平均价格是指用海项目周边土地的价格平均值。		

目录

摘要 **1**

项目用海基本情况 1

项目用海必要性 2

项目用海资源环境影响分析 2

海域开发利用协调 3

国土空间规划符合性 4

项目用海合理性分析结论 5

生态保护修复措施 7

1 概述 **8**

1.1 论证工作来由 8

1.2 论证依据 10

1.2.1 法律法规 10

1.2.2 规划依据 13

1.2.3 标准规划 13

1.2.4 项目基础资料 14

1.3 论证工作等级和范围 15

1.3.1 论证工作等级 15

1.3.2 论证范围 16

1.4 论证重点 17

2 项目用海基本情况 **18**

2.1 用海项目建设内容 18

2.2 平面布置和主要结构、尺度 20

2.2.2 设计主尺度 29

2.2.3 水工构筑物 38

2.2.4 疏浚工程 55

2.3 项目主要施工工艺和方法 56

2.3.1 施工依托条件 56

2.3.2 施工特点 56

2.3.3 主要施工方法 57
2.3.4 主要施工机械 59
2.3.5 施工进度计划 59
2.3.6 装卸工艺 62
2.3.7 土石方平衡 63
2.4 项目用海需求 65
2.4.1 拟申请用海情况 65
2.4.2 申请用海期限 66
2.5 项目用海必要性 81
2.5.1 项目建设必要性 81
2.5.2 用海必要性 83
3 项目所在海域概况 87
3.1 海洋资源概况 87
3.1.1 港口资源 87
3.1.2 航道和锚地资源 88
3.1.3 岸线资源 89
3.1.4 岛礁资源 90
3.1.5 矿产资源 91
3.1.6 旅游资源 92
3.1.7 海洋渔业资源及保护区 92
3.1.8 主要经济物种“三场一通道” 96
3.2 海洋生态概况 99
3.2.1 气象与气候 99
3.2.2 海洋水文 106
3.2.3 地形地貌与冲淤环境 107
3.2.4 区域地质及工程地质 118
3.2.5 主要海洋灾害 133
3.2.6 水文动力现状调查与评价 136
3.2.7 海洋水质环境现状调查与评价 184
3.2.8 海洋沉积物环境质量现状调查与评价 214

3.2.9 海洋生态环境现状调查与评价 216
3.2.10 生物质量现状分析 257
4 资源生态影响分析 263
4.1 生态评估 263
4.1.1 重点和关键预测因子 263
4.1.2 不同方案的影响分析 263
4.2 资源影响分析 264
4.2.1 对海岸线资源及海域空间资源的损耗分析 264
4.2.2 项目用海对海洋生物资源的影响 265
4.3 生态影响分析 271
4.3.1 水文动力环境影响预测分析 271
4.3.2 地形地貌和冲淤环境影响分析 291
4.3.3 海水水质环境影响分析 321
4.3.4 对沉积物环境的影响分析 329
4.4 对通航环境的影响分析 330
4.4.1 施工期对通航环境影响分析 330
4.4.2 运营期对通航环境的影响分析 331
5 海域开发利用协调分析 332
5.1 海域开发利用现状 332
5.1.1 社会经济概况 332
5.1.2 海域开发使用现状 333
5.1.3 海域使用权属现状 342
5.2 项目用海对海域开发活动的影响 346
5.2.1 对本渔港停泊和进出港渔船的影响分析 346
5.2.2 对乌坎货运码头的影响分析 346
5.2.3 对养殖活动的影响分析 346
5.2.4 对乌坎大桥的影响分析 346
5.2.5 对现状拦沙堤和护岸的影响分析 347
5.3 利益相关者界定 347
5.4 相关利益协调分析 349

5.4.1 与养殖户的协调 349
5.4.2 与陆丰市交通运输局和海事主管部门的协调 349
5.4.3 与陆丰市水务局的协调 350
5.5 项目用海与国防安全和国家海洋权益的协调性分析 355
5.5.1 与国防安全和军事活动的协调性分析 355
5.5.2 对国家海洋权益的协调性分析 355
6 国土空间规划符合性分析 355
6.1 项目与国土空间规划分区符合性分析 355
6.1.1 与《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》的符合性分析 355
6.1.2 与《汕尾国土空间规划（2021-2035 年）》的符合性分析 356
6.1.3 与《陆丰市国土空间总体规划》（2021-2035 年）的符合性分析 357
6.1.4 项目与“三区三线”划定成果符合性分析 360
6.1.5 与《广东省国土空间生态修复规划（2021—2035 年）》的符合性分析 363
6.1.6 与《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》符合性分析 364
6.2 项目与海洋功能区划符合性分析 365
6.2.1 项目所在海域及周边海域海洋功能区划 365
6.2.2 项目用海对海洋功能区的影响分析 372
6.2.3 与功能区划的符合性分析 372
6.3 项目与“三线一单”分区管控方案符合性分析 374
6.4 项目用海与相关规划符合性分析 380
6.4.1 与《广东省海洋主体功能区规划》符合性分析 380
6.4.2 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》符合性分析 381
6.4.3 与《广东省现代渔港建设规划（2016-2025 年）》符合性分析 382
6.4.4 与《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》的符合性分析 383
6.4.5 与《广东省海洋经济发展“十四五”规划》的符合性分析 384
6.4.6 与《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030 年）》的符合性 384
6.4.7 与《广东海洋经济综合试验区发展规划》的符合性分析 385
6.4.8 与《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》的符合性分析 386

6.4.9 与《汕尾市生态环境保护“十四五”规划》的符合性 386
6.4.10 与《汕尾市现代渔港建设总体规划（2015-2025 年）》的符合性分析 387
6.4.11 与《陆丰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》的符合性分析 389
6.4.12 与《陆丰渔港经济区建设规划（2021-2030 年）》（报批稿）符合性分析 390
7 项目用海合理性分析 391
7.1 用海选址合理性分析 391
7.1.1 选址区位和社会条件的适宜性 391
7.1.2 选址与自然资源、生态环境的适宜性分析 393
7.1.3 选址与周边其他用海活动的适宜性分析 395
7.1.4 项目选址合理性分析 396
7.2 用海平面布置合理性分析 396
7.2.1 平面布置合理性 396
7.2.2 用海方式合理性分析 400
7.2.3 占用岸线合理性分析 402
7.2.4 平面布置方案比选 403
7.3 用海面积合理性分析 407
7.3.1 用海面积合理性 407
7.3.2 宗海图绘制 416
7.4 用海期限合理性分析 421
8 生态用海对策措施 436
8.1 生态用海对策 436
8.1.1 生态保护对策 438
8.1.2 生态保护对策符合性分析 443
8.1.3 生态跟踪监测 444
8.2 生态保护修复措施 448
8.2.1 生态修复重点及目标 448
8.2.2 生态修复具体措施 449
8.2.3 生态修复实施计划及责任人 452
8.2.4 生态修复监管措施 452

9 结论与建议 454

9.1 结论 454

9.1.1 项目用海基本情况 454

9.1.2 项目用海的必要性结论 455

9.1.3 项目用海资源环境影响分析结论 455

9.1.4 海域开发利用协调分析结论 456

9.1.5 项目用海与国土空间规划符合性分析结论 457

9.1.6 项目用海合理性分析结论 458

9.1.7 项目用海可行性结论 460

9.2 建议 460

摘要

项目用海基本情况

本项目位于粤东碣石湾北岸的东海镇乌坎渔港。近期新建渔船卸鱼泊位 41m，1 个 400HP 渔船泊位，新建引桥 37m；远期新建渔船供冰和修船泊位 78m，2 个 400HP 渔船泊位，新建引桥 59m；新建水上浮桥 6 座，总长约 521m，浮桥两侧可系泊 384 艘 20HP 小渔船；疏浚港池、避风锚地及航道，其中航道总长度约 4422m，宽约 48m，港内避风锚地约 40.5 万 m^2，疏浚总计约 301 万 m^3；新建护岸约 1087m 和口门拦沙导堤约 1710m；改造海堤道路约 479m，改造排水渠约 300m；渔港陆域总面积约 5.5 万 m^2，新建渔港管理中心、水产品交易市场、制冰厂、垃圾中转站、污水处理站、渔需物资商店及仓储物流中心等基础配套设施；配套相关道路、导助航、水电、消防、绿化、环保、智慧渔港系统及渔港环境综合治理和渔港污染防治等设施设备。本项目计划工期为 24 个月。

本项目为陆丰市东海镇乌坎渔港建设工程项目，项目用海类型属于渔业用海（一级类）中的渔业基础设施用海（二级类）。

本项目用海方式包括：①1#引桥码头、1#浮桥码头、2#浮桥码头、3#浮桥码头、2#引桥码头、4#浮桥码头、5#浮桥码头、6#浮桥码头用海方式为构筑物（一级方式）中的透水构筑物（二级方式）；②海堤坡脚改造 A 段、海堤坡脚改造 B 段、东拦沙堤、西拦沙堤用海方式为构筑物（一级方式）中的非透水构筑物（二级方式）；③1#码头港池和内港池 1、内港池 2、内港池 3、内港池 4、内港池 5、内港池 6、内港池 7、内港池 8 和 2#码头港池用海方式为围海（一级方式）中的港池、蓄水（二级方式）；④水域疏浚（含港池航道、锚泊区等）用海方式为开放式（一级方式）中的专用航道、锚地及其他开放式（二级方式）。

本项目拟申请用海总面积为 110.5216 公顷，包括主体工程用海 11.417 公顷、施工期用海面积为 99.1046 公顷。其中，1#引桥码头、1#浮桥码头、2#浮桥码头、3#浮桥码头、2#引桥码头、4#浮桥码头、5#浮桥码头、6#浮桥码头透水构筑物用海面积为 0.3774 公顷；港池用海面积为 3.9137 公顷；海堤坡脚改造 A 段、海堤坡脚改造 B 段、东拦沙堤、西拦沙堤非透水构筑物用海面积为 7.1259 公顷；航道疏浚施工期用海面积为 99.1046 公顷。

本项目共占用岸线423.6m，占用岸线类型为人工岸线。其中包括引桥码头透水构筑物占用岸线15.2m，港池占用岸线9.4m，海底坡脚改造非透水构筑物占用岸线389m。

项目用海必要性

本项目为陆丰市东海镇乌坎渔港建设工程项目，拟建设渔港泊位、拦沙导堤等，建成后渔港的避风港池面积将得到有效增加，渔港基础配套设施也可进一步完善，渔港建设等级也可全面提高，项目建设是落实渔港建设相关文件政策精神的重要体现。

本工程用海是由工程本身的特性及项目建设的必要性决定的。根据渔货卸港量发展水平预测，本渔港乌2025年和2030年鱼获卸港量分别为0.8万吨、1.0万吨。根据渔港水产品年卸港量及卸鱼能力，结合《渔港总体设计规范》（SC/T9010-2000）计算，本渔港近期所需400HP卸鱼泊位数为1个，近期所需400HP供冰泊位数为1个，近期供冰由卸鱼泊位兼顾，远期考虑新建专用供冰泊位1个，近期不设修船泊位，远期拟设置1个专用的简单航修泊位。

根据渔港所处海域的波浪条件以及新建航道走向，本工程拦沙堤拟在现有拦沙堤基础上向东侧偏转约16°，口门朝向南偏东，通过束窄水流，加大导堤内侧水流流速，降低泥沙淤强，使进港航道水深保持基本稳定。

港池是满足船舶安全靠泊、装卸渔货物必须的。由于区域自然水深条件不满足船舶进出要求，需要在港池水域进行疏浚等作业活动，因此港池水域的临时性用海是必要的。

综上所述，本工程用海是必要的。

项目用海资源环境影响分析

（1）对水动力环境的影响

根据水动力环境影响预测结果，乌坎渔港海域水流基本为东西向为主的往复旋转流，涨急从东向西流，落潮从西向东流；涨潮时海流向北流入渔港航道内，最大流速为20-41cm/s，落潮时向南流，从渔港航道内向外海流出，最大流速为25-52cm/s。本工程的建设对水动力的影响主要为拦沙堤的建设导致口门处流速

变大，流速最大增大 2-8cm/s，拦沙堤东西两侧流速变小，最大变小 1-6cm/s，港池内流速变小 1-2cm。可见拟建工程的建设对流态的影响很小，是可以接受的，防波堤的延长和缩短对渔港的流态均没有太大影响。

（2）对地形地貌与冲淤环境影响

根据地形地貌与冲淤环境影响分析，拦沙堤建设导致港池东侧悬浮泥沙含量增大。由于航道由于流速较大，为冲刷状态，口门处最大，最大冲刷量为 0.1-0.11m 每年，口门外 300 米处呈淤积状态，最大年淤积量为 0.04-0.05m，这是由于潮流携带航道、港池内泥沙到此处由于流速变小沉降落淤导致。金厢银滩南部大部分海域呈冲刷状态，北部呈淤积状态。上海外滩沙滩呈淤积状态，淤积最大处淤积量可达为 0.05-0.18m。总体而言，本项目建成后对所在海区的地形地貌与冲淤环境的影响是可接受的。

（3）对水质、沉积物环境影响

根据海水水质环境影响分析，工程施工造成的悬浮泥沙扩散大于 10mg/L（超一类水质）增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 8.38km^2，大于 20mg/L 增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 6.49km^2，大于 50mg/L（超二类水质）增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 4.37km^2，大于 100mg/L（超三类水质）增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 2.69km^2。施工期间，悬浮泥沙会对周边海域造成一定的影响，但是悬沙所产生的影响是暂时和局部的，加之悬浮泥沙具有一定的沉降性能，随着施工作业的结束，悬浮泥沙将慢慢沉降，工程海区的水质会逐渐恢复原有的水平。

（4）对海洋生态资源影响

本工程造成生物损失合计为：东、西拦沙堤工程造成底栖生物损失量为 5300.1 kg，海堤改造 A、B 段非透水构筑物造成潮间带生物损失量为 119.3 kg，渔业码头工程透水构筑物造成潮间带生物损失量为 101.2 kg，潮间带生物损失量共 5520.6 kg；港池、航道、锚地等疏浚工程造成底栖生物损失量为 81724.4 kg；施工期悬浮泥沙导致的游泳生物损失量为 2785.77 kg，鱼卵损失量为 2.92 ×10^8 粒，仔鱼损失量为 7.99 ×10^7 尾。

海域开发利用协调

本项目的利益相关者为无证筏式养殖户。需要协调的责任部门为陆丰市交通

运输局、陆丰市水务局和海事主管部门。

本项目建设对乌坎渔港渔民的渔船停靠有一定的影响，但本项目的建设可为渔船靠泊码头提供更好的服务，保障了渔船靠泊需求。项目施工疏浚区域部分会与无证养殖区域重叠，施工产生的悬浮泥沙扩散会涉及到无证养殖区域，但所产生的影响是暂时和局部的。建议建设单位施工前征求附近渔民的意见并和无证养殖的清理工作的执行单位海洋综合执法队进行沟通，施工前做好相关宣传工作，取得群众理解。

同时，本项目施工期船舶的增加会对其周边海域及渔港内的通航环境造成一定的影响，而本项目距离乌坎大桥较近，船舶密度的增加可能会对其造成影响。因此，项目施工期和运营期间在一定程度上影响通航安全。为保证渔港周边海域海上交通的正常秩序，在项目建设及运营期间，应与陆丰市交通运输局、海事主管部门沟通协调，将施工期和运营期的通航风险降至最低。

项目急需增加拦砂堤长度，以保证渔船顺利安全进出港内。水域大部分仍需浚深，才能满足近千艘到港渔船的停泊避风。而本项目建设的拦沙堤在施工期间会产生一定的悬浮泥沙，但建设后能减少口门处泥沙淤积程度；疏浚范围与护岸均保持一定的距离，对护岸防洪能力的影响程度较低。项目建设及运营期间，应与陆丰市水务局沟通协调，采取措施尽量减少对现有拦沙堤和护岸的影响。

可见，本工程与周围的利益相关者有较好的协调性。

国土空间规划符合性

根据《陆丰市国土空间总体规划》（2021-2035 年），本项目位于陆丰市海洋空间保护利用分区中的渔业用海区-红海湾-碣石湾渔业用海区，项目符合所在渔业用海区的管理要求。

根据第六章分析，本工程符合国家产业政策准入，项目建设符合《广东省海洋功能区划》《广东省海洋主体功能区规划》《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》《广东省现代渔港建设规划（2016-2025 年）》《广东省海洋经济发展“十四五”规划》《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030 年）》《广东海洋经济综合试验区发展规划》《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》《汕尾市生态环境保护“十四五”规划》《陆丰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》《汕尾市现代渔港建设总体规划（2015-2025 年）》《陆丰渔港经济区建设规划（2021-2030 年）》等功能区划和相关规划，项目建设符合“三区三线”划定成果、广东省及汕尾市“三线一单”等要求。

项目用海合理性分析结论

（1）用海选址合理性分析

乌坎渔港由于地理位置优越，面临南海广大的渔场，当地渔船进出南海渔场南海诸岛及至国外生产十分方便。碣石湾是鱼、虾、贝类繁殖的优良港湾，200 米等深线外是本省、福建省及港、澳、台渔船云集生产的渔场，以上地区的渔船常到本港停泊避风和后勤补给。

项目为乌坎渔港建设，与本地区的渔业发展定位相符，与陆丰市的社会经济条件相适宜。

根据区域地质资料、结合现场地形地貌、本次钻探揭示的地层情况以及现场调查情况，场区内未发现有层位错乱、断层角砾岩、断层泥等代表断层特征的迹象；未发现有采空、滑坡、滚石、空洞、崩塌等不良地质现象；未发现埋藏的沟浜、墓穴等埋藏物，未发现洞穴、临空面等，但场地局部有孤石分布，对工程不利。场区内无断裂的迹象，目前场地基本稳定，场地砂土具液化影响、存在软土震陷的不良地质作用，综合评定，场地适宜本工程建设。

乌坎渔港位于碣石湾北部港内，是一个相对封闭的水域，仅通过狭窄口门与海湾相通，且港内水域面积有限，因此港内常年风平浪静，口门段的进港航道可受到来自碣石湾的 SW、W、S、SE 向浪的影响。但受渔港口门前大面积浅滩的影响和诸多岛屿以及已建防波堤的阻挡，传入到口门的波浪能量大幅度衰减，浪高较碣石湾口显著减小。

项目周边不存在军事设施，不会影响军事活动。本项目的建设与周边用海活动不存在功能冲突，与周边海洋开发活动分工较合理，不存在重复建设，减少了海洋资源的浪费。因此，本项目用海与周边其他用海活动是相适宜的。

综上所述，本项目的用海选址是合理的。

（2）平面布置合理性分析

本项目平面布置充分考虑：拦沙堤布置根据自然条件合理布置，尽可能提高港内泊稳条件、减小港内回淤，同时满足水体交换的需求；码头布置和锚泊水域布置采取深水深用、浅水浅用的原则；总平面布置促使现有码头、港池等设施的作用充分发挥；渔港建设充分考虑区域渔船应急避风补给的需要，为远期发展预留空间等原则，新建拦沙堤、渔船码头及海堤均根据渔港现状及面临的问题，结合海岸线走向和周边用海现状进行布置。

本项目港池、水域疏浚范围及底标高均根据渔港现状及预测发展水平确定，遵循港口总体布置的一般原则，统筹安排，合理布局。

项目建设与周边用海项目可以衔接，避免海域资源的浪费，体现了集约、节约用海的原则

项目设计过程中进行了方案的比选，选取现非透水构筑物长度更小、掩护水域面积更大、掩护条件更好、施工难度较低的现方案作为用海方案。

综上所述，本项目的平面布置是合理的

（3）用海方式合理性分析

本项目用海类型为渔业用海（一级类）中的渔业基础设施用海（二级类），拦沙堤、海堤坡脚改造的用海方式为构筑物用海（一级）中的非透水构筑物用海（二级），码头用海方式为构筑物用海（一级）中的透水构筑物用海（二级），水域疏浚用海方式为开放式用海（一级）中的专用航道、锚地及其他开放式用海（二级），港池用海方式为围海用海（一级）中的港池、蓄水等（二级）。

本项目不涉及填海工程。本项目拦沙堤、海堤用海方式为非透水构筑物用海，东、西拦沙堤采用扭王字块护面斜坡式结构，海堤采用桩基承台结构，相较透水构筑物的用海方式，能够对渔港提供更为充分的掩蔽和防护，提供稳固作用，虽然会使海洋生物资源遭到一定损失，但可利用非透水构筑物的斜坡式结构建设生态岸线，拦沙堤水下采用扭王字块压脚设计，可为鱼类、贝类等提供繁殖、生长、索饵和庇敌的场所，营造海洋生物栖息的良好环境，对海域基本功能的影响较小。

本项目码头透水构筑物对海洋环境影响较小，不会严重改变所在海域的整体流态，有利于维护海域基本功能，不属于彻底改变海洋环境的用海方式。

本项目共占用岸线 423.6m。其中包括引桥码头透水构筑物占用岸线 15.2m，

港池占用岸线 9.4m，海堤坡脚改造非透水构筑物占用岸线 389m。

综上，本项目用海总体对海域基本功能的影响较小。

（4）用海面积合理性

本项目拟申请用海总面积为 110.5216 公顷，包括包括主体工程用海 11.4170 公顷、施工期用海 99.1046 公顷。其中，1#引桥码头、2#引桥码头和 1~6#浮桥码头透水构筑物用海面积为 0.3774 公顷，港池用海面积为 3.9137 公顷，海堤坡脚改造 A、B 段及东、西拦沙堤非透水构筑物的用海面积为 7.1259 公顷；水域疏浚施工期其他开放式用海面积为 99.1046 公顷。

本项目为渔业基础设施用海，以 2022 年广东省政府批复岸线为海陆界址，项目用海面积能够满足工程运营期用海需要。本报告中的申请用海面积（范围）已体现了节约海洋资源的精神，避免了过度占海对周边用海活动的影响。因此，本报告认为项目用海不存在减少面积的可能性。综上所述，项目申请用海面积合理。

生态保护修复措施

根据本项目实际情况，拟选择渔港沿岸整治修复、海洋生物资源恢复等作为生态保护修复重点，本项目生态修复重点详细为：

（1）渔港沿岸整治修复工作：根据对渔港沿岸现场环境的了解以及主要生态问题，针对沿岸海岸带环境进行整治修复工作，主要分为三部分工作：①渔港沿岸环境整治，重点对港池周边海岸的环境卫生以及环卫基础设施进行整治；②对渔港外侧沙滩沿岸开展整治修复工作，于海岸线沿线植被稀疏区域种植本土植物，形成有利于渔港掩护、景观良好的海岸带生态系统；③建立环境卫生长效管理制度，加强宣传和长期治理环境卫生。打造成方便公众亲海游玩、生态环境良好、基础设施完善、垃圾污染长效预防的先行地区，在促进渔港渔业发展的同时，适当保障当地旅游业发展。

（2）海洋生物资源恢复：选择在渔港周边海域进行增殖放流，对本项目损失的海洋生物资源进行补偿和恢复。

1 概述

1.1 论证工作来由

渔业是我国第一产业的重要组成部分，渔港是渔业生产赖以生存的基础设施，渔业的发展直接关系到人民群众的生活和国民经济的发展。但长期以来，国内渔业生产受限于传统的生产方式，产品粗犷型、群众型，渔船吨位小，基础设施条件差，服务功能不齐全、不配套，多在近海捕捞，与现代化经济发展不相称。近年来国家在宏观经济调控中，强调发展第一产业，增加农业收入，把加强基础设施建设放在第一位。渔港的建设是贯彻这一调整方针的实际措施。

2018 年 4 月，《全国沿海渔港建设规划（2018-2025 年）》发布，提出推动形成十大沿海渔港群、建设 93 个渔港经济区，带动一二三产业融合发展，形成渔业的增长点和沿海经济社会发展的增长极。广东沿海渔港群包括 17 个渔港经济区，其中陆丰渔港经济区是广东 17 个渔港经济区之一，而乌坎渔港则是陆丰渔港经济区重要的渔港之一。

2022 年 5 月 10 日，汕尾市人民政府发布《汕尾市海洋经济发展“十四五”规划》，规划提出要加快建设现代渔港，加强渔港基础设施建设，强化渔港综合服务功能，提升渔港防灾减灾能力，重点推动建设汕尾市城区（马宫）海洋渔业科技产业园、陆丰（湖东）渔港经济区和甲子、碣石、遮浪、金厢、大湖、捷胜、**乌坎**等渔港升级改造项目。

本项目为陆丰市东海镇乌坎渔港建设工程项目，地处粤东碣石湾北部，南临大海，北靠陆丰市市区，隶属于陆丰市东海镇，乌坎港东侧为金厢镇、西侧为上英镇，水陆交通极为便捷。乌坎港条件优越，渔港南面由虎头山和沙洲围合成的水域为天然良港，港内水域面积达到 100 多万平方米。乌坎港地形属于海岸潟湖，航道水深 2 米左右，具有发展渔业生产的优越条件，渔港常年水产品总产量 4000 多吨，产值 12000 万元左右，同时还有制冰、冷藏、运输等有关产业。渔业作为乌坎的主要支柱产业，与阳江、阳西、西溪、神泉、汕尾市城区等地区交往较密切，海产品畅销远近各地，其中乌坎海鲜最为出名。乌坎渔港周边景色优美，红色旅游、滨海休闲资源丰富，交通便利，也具备发展休闲型渔港的良好基础。

乌坎渔港目前无正规渔用码头，主要通过简易的临时浮排码头进行鱼货装卸，

港内水域淤积较为严重，且缺乏陆域生产配套设施，无法满足中型渔船通航和靠泊生产作业，严重限制了渔港的生产和发展。同时乌坎渔港功能较为单一，陆域配套设施滞后，与区域经济和海洋经济的发展缺少有机的结合和紧密的联系，制约着旅游、休闲渔业等第二、第三产业的发展，无法有效支撑渔业转型升级，迫切需要完善渔港的服务功能。

此外，乌坎渔港还存在防污治污设备设施缺乏、环境亟需改善提升的突出问题，港区大部分污水收集和处理、垃圾收集等设施设备配套不完善，缺乏统一的处理处置系统，渔港环境“脏、乱、差”的现象比较突出，严重影响了渔港的形象和功能的拓展，迫切需要解决渔港的环境治理问题。

为完善陆丰渔港经济区建设，推动渔业可持续高质量发展，加快推进乡村振兴示范带建设，拓展渔港经济发展空间，繁荣陆丰市地区经济，实现港、产、城一体化，逐步塑造可参观、可复制现代化渔港样板区和休闲型渔港，陆丰市农业农村局拟将乌坎渔港建设为休闲型渔港。

2016 年农业部加大了柴油补贴专项资金对渔业基础设施的投入，主要用于码头、护岸、港池航道锚地疏浚、港区道路和通讯导航、系泊、监控、供电、照明、给排水、消防、公共卫生、污水油污处理等配套设施升级改造，这为渔港建设项目的资金渠道提供了有利的契机。2022 年陆丰市政府为加快陆丰市沿海经济的发展步伐，决定利用国债资金对包括乌坎渔港在内的全市五大渔港进行投资建设。

为此，陆丰市农业农村局拟开展陆丰市东海镇乌坎渔港建设工程项目，项目涉海建设内容包括新建 2 个引桥码头、6 个浮桥码头，海堤坡脚改造 2 段，新建东拦沙堤、西拦沙堤，新建 2 个码头港池和 8 个内港池，以及对港池航道、锚泊区等水域进行疏浚。项目用海类型属于渔业用海（一级类）中的渔业基础设施用海（二级类），项目用海方式涉及非透水构筑物、透水构筑物、港池、蓄水、专用航道、锚地及其它开放式。工程施工及运营可能会对水文动力、海水水质、沉积物及海洋生态环境造成一定程度的影响，为了科学、合理地使用海域，保障用海项目的顺利实施，为海域使用管理审批提供重要的依据，根据《中华人民共和国海域使用管理法》中相关规定，在中华人民共和国内水、领海持续使用特定海域三个月以上的排他性用海活动，应进行工程项目的海域使用论证。

受项目建设单位陆丰市农业农村局的委托（附件 1），广州百川纳科技有限公司承担本项目用海海域使用论证工作。论证单位接受委托后，根据有关法律法规和相应的技术规范，针对工程项目的性质、规模和特点，通过现场调查、资料收集分析、数值模拟分析等工作，编制了本论证报告书，形成《陆丰市东海镇乌坎渔港建设工程项目海域使用论证报告书》（送审稿），拟作为自然资源行政主管部门审核项目用海的依据。

1.2 论证依据

1.2.1 法律法规

（1）《中华人民共和国环境保护法》，由中华人民共和国第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议于 2014 年 4 月 24 日修订通过，自 2015 年 1 月 1 日起施行；

（2）《中华人民共和国海洋环境保护法》，2023 年 10 月 24 日十四届全国人大常委会第六次会议表决通过修订，自 2024 年 1 月 1 日起施行；

（3）《中华人民共和国海域使用管理法》，2001 年 10 月 27 日第九届全国人民代表大会常务委员会第二十四次会议通过；

（4）《中华人民共和国湿地保护法》，2021 年 12 月 24 日，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《中华人民共和国湿地保护法》，自 2022 年 6 月 1 日起施行；

（5）《中华人民共和国渔业法》，第十二届人大常委会六次会议修订，2013 年 12 月修正；

（6）《中华人民共和国防洪法》，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；

（7）《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》，国务院，2018 年 3 月 19 日修正；

（8）《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》，中华人民共和国国务院令第 698 号，2018 年；

（9）《防治船舶污染海洋环境管理条例》，国务院，2017 年 3 月 1 日第五次修订；

（10）《中华人民共和国海上交通安全法》，全国人大常委会，2021 年 9 月施行；

（11）《中华人民共和国水上水下活动通航安全管理规定》，2021 年第 24 号；

（12）《海域使用权管理规定》，国家海洋局，2006 年 10 月发布；

（13）《国务院关于进一步加强海洋管理工作若干问题的通知》，国务院，国发〔2004〕24 号；

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

（15）《自然资源部办公厅关于进一步规范项目用海监管工作的函》，自然资办函〔2022〕640 号；

（16）《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》，国务院办公厅，2019 年 11 月 1 日；

（17）《自然资源部关于积极做好用地用海要素保障的通知》，自然资发〔2022〕129 号，2022 年 8 月 2 日；

（18）《自然资源部办公厅关于进一步加强用地用海要素保障的通知》，自然资发〔2023〕89 号；

（19）《关于规范海域使用论证材料编制的通知》，自然资规〔2021〕1 号；

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

（21）《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；

（22）《自然资源部办公厅关于依据“三区三线”划定成果报批建设项目用地用海有关事宜的函》，自然资办函〔2022〕2072 号；

（23）《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；

（24）《自然资源部办公厅关于项目用海化整为零、分散审批认定标准的函》，自然资办函〔2021〕2178 号；

（25）《广东省环境保护条例》，根据 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《关于修改〈广东省水利工程管理条例〉

等十六项地方性法规的决定》第二次修正》；

（26）《广东省湿地保护条例》，2022 年 11 月 30 日广东省第十三届人民代表大会常务委员会第四十七次会议第三次修正；

（27）《广东省人民政府办公厅关于印发加强我省海岸带保护和科学利用工作方案的通知》(粤办函〔2015〕533 号)；

（28）《广东省海域使用管理条例》，2021 年 9 月 29 日修正；

（29）《广东省严格保护岸段名录》（粤府函〔2018〕28 号）；

（30）《关于推进广东省海岸带保护与利用综合示范区建设的指导意见》，粤自然资发〔2019〕37 号；

（31）《广东省项目用海政策实施工作指引》，粤自然资函〔2020〕88 号；

（32）《广东省财政厅广东省自然资源厅关于印发〈广东省海域使用金征收标准（2022 年修订）〉的通知》，粤财规〔2022〕4 号；

（33）《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，2020 年 12 月 29 日；

（34）《广东省自然资源厅关于下发生态保护红线和“双评价”矢量数据成果的函》（2020 年 12 月 24 日）；

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

（36）《广东省自然资源厅关于印发海岸线占补实施办法（试行）的通知》，粤自然资规字〔2021〕4 号；

（37）《广东省自然资源厅关于做好海岸线占补历史信息核对工作的通知》，粤自然资海域〔2021〕1879 号；

（38）《关于加强疏浚用海监管工作的通知》（粤海函〔2017〕1100 号）；

（39）《关于进一步明确开展涉海疏浚工程用海监管有关事项的通知》（粤海监〔2019〕99 号）；

（40）《关于进一步明确涉海港池航道疏浚工程执法监管有关事项的通知》，粤海综函〔2021〕157 号；

（41）《广东省人民政府办公厅关于印发广东省促进砂石行业健康有序发展实施方案的通知》，粤办函〔2021〕51 号。

1.2.2 规划依据

（1）《中国海洋渔业水域图（第一批）》（中华人民共和国农业部公告第189号）；

（2）《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》，广东省人民政府，2021年1月26日省十三届人大四次会议审议批准；

（3）《广东省海洋经济发展“十四五”规划》，2021年10月；

（4）《广东省海洋功能区划（2011～2020年）》；

（5）《广东省生态环境保护“十四五”规划》，粤环〔2021〕10号；

（6）《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》，粤环〔2022〕7号；

（7）《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》，2017年11月；

（8）《广东省国土空间总体规划（2021-2035年）》，2023年8月；

（9）《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030年）》，2017年10月；

（10）《广东省现代渔港建设规划（2016-2025年）》，2017年2月；

（11）《广东海洋经济综合试验区发展规划》，2011年7月；

（12）《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》，2021年11月；

（13）《汕尾市国土空间总体规划（2021-2035年）》，2023年10月；

（14）《汕尾市生态环境保护“十四五”规划》，2022年5月；

（15）《汕尾市现代渔港建设总体规划（2015-2025年）》；

（16）《陆丰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》，2021年4月；

（17）《陆丰市城市总体规划（2011-2035）》，2022年5月；

（18）《陆丰市海洋经济发展“十四五”规划》，2022年8月；

（19）《陆丰市国土空间总体规划（2021-2035年）》；

（20）《陆丰渔港经济区建设规划2021-2030》。

1.2.3 标准规划

（1）《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）；

（2）《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485-2014）；

（3）《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）；

（4）《海域使用分类》（HY/T 123-2009）；

（5）《海洋监测规范》（GB 17378-2007）；

（6）《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）；

（7）《海水水质标准》（GB 3097-1997）；

（8）《海洋生物质量》（GB l8421-2001）；

（9）《海洋沉积物质量》（GB l8668-2002）；

（10）《海域使用面积测量规范》（HY 070-2022）；

（11）《宗海图编绘技术规范》（HY/T251-2018）；

（12）《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》，中华人民共和国水产行业标准，（SC/T 9110-2007）；

（13）《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》（2002.04）；

（14）《中国地震动参数区划图》（GB 18306-2001）；

（15）《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）；

（16）《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》，全国海岸带和滩涂资源综合调查简明规程编写组编，海洋出版社，1986 年 3 月；

（17）《产业用海面积控制指标》（HY/T 0306-2021）；

《渔港总体设计规范》，SC/T9010-2000。

1.2.4 项目基础资料

（1）《陆丰市东海镇乌坎渔港建设工程项目可行性研究报告（修编）》，京延工程咨询有限公司，2023 年 12 月；

（2）《陆丰市东海镇乌坎渔港建设工程项目初步设计（报批稿）》，中交水运规划设计院有限公司，2023 年 5 月；

（3）《陆丰市东海镇乌坎渔港建设工程岩土工程勘察报告（初步勘察）》，建勘勘测有限公司，2023 年 7 月；

（4）《陆丰市乌坎渔港 1：2000 水深地形图》，中交水运规划设计院有限公司，2023 年 8 月；

（5）建设单位提供的其他资料。

1.3 论证工作等级和范围

1.3.1 论证工作等级

本项目用海类型为渔业用海（一级类）中的渔业基础设施用海（二级类），本项目新建的1#引桥码头、1#浮桥码头、2#浮桥码头、3#浮桥码头、2#引桥码头、4#浮桥码头、5#浮桥码头、6#浮桥码头用海方式为构筑物（一级方式）中的透水构筑物（二级方式）；海堤坡脚改造A段、海堤坡脚改造B段、东拦沙堤、西拦沙堤用海方式为构筑物（一级方式）中的非透水构筑物（二级方式）；1#码头港池和内港池1、内港池2、内港池3、内港池4、内港池5、内港池6、内港池7、内港池8和2#码头港池用海方式为围海（一级方式）中的港池、蓄水（二级方式）；水域疏浚（含港池航道、锚泊区等）用海方式为开放式（一级方式）中的专用航道、锚地及其他开放式（二级方式）。

项目用海总面积共110.5216公顷。其中非透水构筑物总用海面积为7.1259公顷（海堤坡脚改造A段用海面积为0.2215公顷，海堤坡脚改造B段用海面积为0.2233公顷，东拦沙堤用海面积为3.3498公顷，西拦沙堤用海面积为3.3313公顷），透水构筑物总用海面积为0.3774公顷（1#引桥码头用海面积为0.1009公顷，1#浮桥码头用海面积为0.0174公顷，2#浮桥码头用海面积为0.0174公顷，3#浮桥码头用海面积为0.0174公顷，2#引桥码头用海面积为0.1721公顷，4#浮桥码头用海面积为0.0174公顷，5#浮桥码头用海面积为0.0174公顷，6#浮桥码头用海面积为0.0174公顷），港池、蓄水总用海面积为3.9137公顷（1#码头港池和内港池1用海面积为0.7683公顷，内港池2用海面积为0.3991公顷，内港池3用海面积为0.3991公顷，内港池4用海面积为0.2907公顷，内港池5用海面积为0.2909公顷，内港池6用海面积为0.3991公顷，内港池7用海面积为0.3991公顷，内港池8和2#码头港池用海面积为0.9674公顷），专用航道、锚地及其他开放式用海面积为99.1046公顷（港池航道、锚泊区等）。

根据《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）中论证等级划分原则（具体判定依据见表1.3.1-1)，同一项目用海按不同用海方式、用海规模和海域特征判定的等级不一致时，采用就高不就低的原则确定论证等级。因此，本项目用海论证等级为一级，需要编制海域使用论证报告书。

表 1.3.1-1　海域使用论证等级判定表

一级用海方式	二级用海方式	本项目用海规模	论证等级判据		
			用海规模	所在海域特征	论证等级
构筑物	非透水构筑物	本项目海堤坡脚改造 A 段、海堤坡脚改造 B 段、东拦沙堤、西拦沙堤总长约 2189m，用海面积共 7.1259 公顷	构筑物总长度≥500m 或用海面积≥10 公顷	所有海域	一
	透水构筑物	本项目 1#引桥码头、1#浮桥码头、2#浮桥码头、3#浮桥码头、2#引桥码头、4#浮桥码头、5#浮桥码头、6#浮桥码头总长约 617m，用海总面积共 0.3774 公顷	构筑物总长度（400~2000）m 或用海总面积（10~30）公顷	敏感海域	一
围海	港池	本项目港池总用海面积为 3.9137 公顷	用海面积＜100 公顷	所有海域	三
开放式	航道	本项目进港航道长度约 4422m，疏浚长度约 5.8km	长度≥10km 或疏浚长度≥3km	所有海域	一
	锚地	/	所有规模	敏感海域	二
	其他开放式	/	所有规模	所有海域	三
综合判定					一
等级划分补充规定：同一项目用海类型、规模或者方式规定的等级不一致时，采用就高不就低的原则；其他用海根据用海类型、规模、方式，参照本表确定的海域使用等级。					

1.3.2 论证范围

根据《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）的要求，论证范围要求覆盖项目用海可能影响到的全部区域。一般情况下，论证范围以项目用海外缘线为起点进行划定，一级论证向外扩展 15km，二级论证 8km。本项目用海论证等级为一级，论证范围以项目用海外缘线为起点，向外扩展 16km 作为本项目论证范围，论证范围面积约 466.28km^2。论证范围边界点坐标见表 1.3.2-1，论证范围如图 1.3.2-1 所示。

表 1.3.2-1　论证范围边界点坐标

序号	经度	纬度
1	[redacted]	[redacted]
2	[redacted]	[redacted]
3	[redacted]	[redacted]

图 1.3.2-1　本项目论证范围图

1.4 论证重点

根据《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）的要求，结合项目用海类型及方式、项目所在海域实际情况，本项目海域使用论证重点确定如下：

（1）选址（线）合理性；

（2）平面布置合理性；

（3）用海方式合理性；

（4）用海面积合理性；

（5）资源生态影响。

2 项目用海基本情况

2.1 用海项目建设内容

项目名称：陆丰市东海镇乌坎渔港建设工程项目

项目性质：新建

建设单位：陆丰市农业农村局

建设内容及规模：

本项目建设规模及主要内容有：1.新建渔船卸鱼泊位 41m，1 个 400HP 渔船泊位，新建引桥 37m；新建渔船供冰和修船泊位 78m，2 个 400HP 渔船泊位，新建引桥 59m；2.新建水上浮桥 6 座，总长约 521m，浮桥两侧可系泊 384 艘 20HP 小渔船；3.疏浚港池、避风锚地及航道，其中航道长度约 4422m，宽约 48m，港内避风锚地约 40.5 万㎡，疏浚总计约 301 万 m^3；4.新建护岸约 1087m 和口门拦沙导堤约 1710m；5.改造海堤道路约 479m，改造排水渠约 300m；6.渔港陆域总面积约 5.5 万 m^2，新建渔港管理中心、水产品交易市场、制冰厂、垃圾中转站、污水处理站、渔需物资商店及仓储物流中心等基础配套设施；7.配套相关道路、导助航、水电、消防、绿化、环保、智慧渔港系统及渔港环境综合治理和渔港污染防治等设施设备。

本项目计划工期为 24 个月。

项目总投资：83770.68 万元

地理位置：拟建项目的乌坎渔港位于粤东碣石湾北部，南临大海，北靠陆丰市市区，地理座标为东经 115°39'52"，北纬 22°53′19"，隶属于陆丰市东海镇，乌坎港东侧为金厢镇、西侧为上英镇，水陆交通极为便捷。本项目地理位置图见图 2.1-1。

图 2.1-1　本项目地理位置图

2.2 平面布置和主要结构、尺度

本章节根据《陆丰市东海镇乌坎渔港建设工程项目 初步设计（送审稿）》（中交水运规划设计院有限公司，2023 年 11 月）中的设计内容阐述项目的平面布置和主要结构、尺度。

2.2.1.1 总平面布置原则

1、总平面布置应符合渔港产业规划以及用海、环保等相关规划的要求，并遵守国家、当地政府的有关法律、规定等。

2、总平面布置遵循渔港总体布置的一般原则，统筹安排，合理布局，远近结合，分期建设。

3、因地制宜，合理利用自然条件，并充分利用已有设施，减少工程量和降低维护费用。

4、水域布局时在满足渔船进出港作业安全、方便的基础上，根据本港渔船结构分区布置锚泊水域，减少港池开挖数量及增加水域稳定性。

5、与周边单位进行充分的协调，使工程建设尽量做到少拆迁或不拆迁，减少相互干扰，加快工程建设进度。

6、遵守国家有关环境保护、安全卫生的规范要求，尽可能减少对周围环境的影响与污染。

2.2.1.2 总平面布置方案

（1）码头布置

本工程顺岸布置 2 处固定式码头，并垂直岸线布置 6 条浮码头，固定式码头靠泊方式为顺靠，浮码头靠泊方式为丁靠。

1#码头位于整个码头区域的西南侧，布置 1 个 400HP 渔船泊位，码头长 41m，宽 15m，可兼做 1 个 200HP 渔船泊位或 2 个 20HP 小型渔船泊位。码头与后方海堤路通过 1#引桥连接，1#引桥长度 37m，宽度 10m，引桥端部做扩大角。码头面顶高程 2.5m，后方海堤路高程约 4.5m，1#引桥需从海堤路向码头面放坡，坡度 1:10。1#码头在本工程一期建设。

2#码头位于整个码头区域的东北侧，布置 2 个 400HP 渔船泊位，码头长 78m，宽 15m，可兼做 2 个 200HP 渔船泊位或 5 个 20HP 小型渔船泊位。码头与后方海堤路通过 2#引桥连接，2#引桥长度 59m，宽度 10m，引桥端部做扩大角。码头面顶高程 2.5m，后方海堤路高程约 4.5m，2#引桥亦需从海堤路向码头面放坡，坡度 1:10。2#码头在本工程三期建设。

本工程共设置 6 座浮码头，位于 1#和 2#固定式码头中间，其中 1#~3#浮码头位于避风塘公园水闸西南侧，4#~6#浮码头位于避风塘公园水闸的东北侧。每座浮码头由一条主浮桥作为主体结构，主浮桥两侧靠船，靠泊方式为丁靠。主浮桥宽度 2m，长度 86.8m，通过海堤路坡脚上新设的步级上下岸。浮码头在本工程一期建设。

（2）水域布置

本工程 2 座固定式码头分别占用岸线长度 41m 和 78m，码头前沿线与后方法定岸线的距离分别为 52m 和 74m，码头泊位前沿停泊水域宽度 12m，底高程-3.5m。回旋水域长度方向沿停泊水域全长布置，宽度为 48m，底高程-3.5m。

本工程 6 座浮码头以避风塘公园水闸为界，西南侧和东北侧各 3 座，水闸两侧的浮码头各占用岸线长度 165m，总计占用岸线长度 330m，浮码头根部与后方法定岸线的距离约 12m。每座浮码头单侧系泊水域长度 12.5m，系泊水域总宽度 86.8m，底高程-1.9m；系泊水域内航道和内支航道宽度均为 21m，底高程-1.9m。

进港航道总长度约 4422m，宽 48m。本工程一期进港航道起点位于口门外-5m 等高线处，终点位于 1#码头港池水域东侧端点处，长度约 3935m，考虑渔港内规划 1000 吨级货运码头的通航需求，其中起点至乌坎货运码头附近航道设计底高程-5.0m，剩余段设计底高程-3.5m。三期进港航道起点位于一期航道终点处，终点位于 2#码头港池水域东侧端点处，长度约 487m，设计底高程-3.5m。

锚泊区共有两处，一处位于口门内进港航道的西侧，一处位于避风塘公园内。进港航道西侧锚泊区总面积约 35.6 万 m^2，考虑渔港内规划 1000 吨级货运码头锚泊需求，设置有 1000 吨级货船锚位 2 个和 400HP 以下渔船锚位 48 个，底高程分别为-5.0m 和-3.5m；避风塘公园锚泊区主要供 20HP 渔船避风锚泊，面积约 4.9 万 m2，底高程-1.0m。

（3）拦沙导堤布置

为保持航道水深，保证口门附近的航道流速，延缓航道泥沙淤积趋势，继续达到束水攻沙的效果，本工程拟在现有拦沙堤基础上进行改造。为避开口门西侧的生态保护红线-乌坎港上海村海岸防护物理防护极重要区、东侧的生态保护红线-金厢镇山门村海岸防护物理防护极重要区，本次拦沙导堤走向在现有拦沙堤基础上向东侧偏转约 16°，新堤根部大致位于现有拦沙堤中间位置，堤头位于波浪破碎带以外，约-3.5m 水深处，口门朝向南偏东，新建西拦沙导堤长约 860m，新建东拦沙导堤长约 850m，两条拦沙导堤平行布置，堤顶高程 3.7m。需拆除现有东拦沙导堤堤头段约 255m 和堤头灯桩一座，在新堤头位置建设堤头灯桩 2 座。

（4）陆域布置

陆域位于码头西侧，总占地面积约 5.3 万平米，用地现状为主要是池塘。陆域道路布置与周边市政路或村道衔接，港内主干路宽 12m，次干道宽 8~9m。陆域共分为三大功能区，分别是水产品交易市场区、渔港管理中心区、仓储物流中心区。港区主干路位于水产品交易市场区和渔港管理中心区之间，北侧连接 G228 公路，南接海堤路及乌坎村道。由于港区主干道从现有排水渠上方通过，需对现有排水渠进行改造，改造排水渠长度约 300m。

本工程根据工程紧迫程度分期建设，一期建设内容有水产品交易市场区、渔港管理中心区及港区主干道路的陆域形成和地基处理，港区主干道建设及排水渠改造，海堤路扩建和堤脚改造、避风塘内新建护岸及桥梁，建筑单体包括渔港管理中心、制冰厂、垃圾中转站和污水处理站等；二期建设内容为新建水产品交易市场；三期建设内容有仓储物流中心及周边道路的陆域形成和地基处理，建筑单体包括仓储物流用房等。本工程陆域北接 G228 公路，南接海堤路及乌坎村道，陆域高程考虑与周边现状高程衔接，高程范围为 2.9~4.5m。

2.2.1.3 主要指标及工程量

本工程总平面布置方案主要指标及工程量详见下表。

表 2.2.1-1　主要指标及工程量表

序号	项目名称	单位	数量	备注
一期工程				
1	一期陆域形成	万 m^2	4.94	包含水产交易市场地块、渔港管理 中心地块及一期港区道路
2	一期地基处理	万 m^2	4.94	
3	一期港区道路	m^2	7084	总长约 398m,宽 15m
4	垃圾中转站	m^2	243	
5	制冰厂	m^2	350	
6	污水处理站	m^2	457	
7	渔港管理中心	m^2	396	
8	排水渠改造	m	300	位于南北向一期进港道路沿线
9	渔需物资商店	m^2	7526	
10	1#码头	m	41	宽 15m，顶高程 2.5m
11	1#引桥	m	37	宽 10m，顶高程 2.5~4.5m
12	浮桥	m	520.8	共 6 座，每座长 86.8m
13	泊位数	个	385	
13.1	400HP 渔船泊位数	个	1	无大船时可兼做小船泊位
13.2	20HP 渔船泊位数	个	384	浮桥两侧泊位数
14	海提路扩建（往避风塘侧）	m	479	宽 12m，长度包含桥梁 A
15	海堤坡脚改造（往海侧）	m	390	
15.	海堤坡脚改造 A 段	m	195	
15.2	海提披脚改造 B 段	m	195	
16	新建桥梁	m	41	
16.	桥梁 A	m	15	宽 12m,桥面高程 6.6m
16.2	桥梁 B	m	26	宽 5m,桥面整体放坡
17	避风塘内新建护岸	m	1087	与现有护岸形成整体
18	拦沙导堤	m	1710	
序号	项目名称	单位	数量	备注
18.1	新建东拦沙导堤	m	850	
18.2	新建西拦沙导堤	m	860	
18.3	拆除旧东拦沙导堤	m	255	
18.4	拆除堤头灯桩	座	1	

19	一期进港航道	m	3935	宽 48m
20	锚地	万 m^2	40.5	
20.1	1000 吨级杂货船待泊锚地	万 m^2	25.9	
20.2	400HP 及以下渔船避风锚地	万 m^2	9.7	
20.3	20HP 及以下渔船避风锚地	万 m^2	4.9	空载，避风塘公园内的面积
21	一期水域疏浚量	万 m^2	292	
22	一期灯浮标	座	17	
23	提头灯桩	座	2	
24	智慧渔港系统	项	1	
25	一期配套工程	项	1	供电照明、给排水、绿化等
二期工程				
26	水产交易市场	m^2	6330	
三期工程				
27	2#码头	m	78	宽 15m，顶高程 2.5m
28	2#引桥	m	59	宽 10m，顶高程 2.5~4.5m
29	三期进港航道	m	487	宽 48m
30	三期水域疏浚量	万 m^3	9	
31	仓储物流中心	m^2	48705	含地上和地下建筑面积
32	三期灯浮标	座	3	
33	三期配套工程	项	1	供电照明、给排水、绿化等

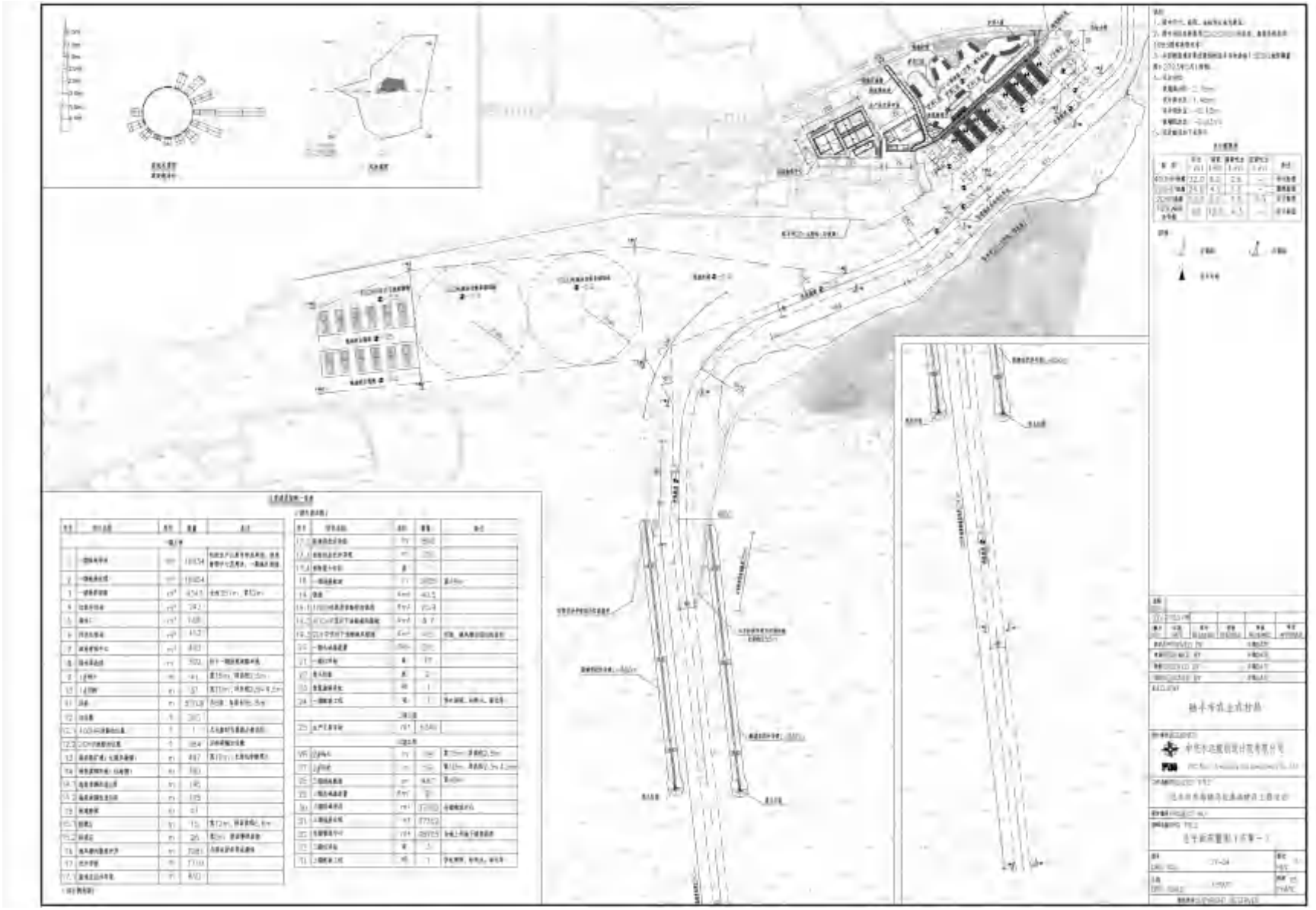


图 2.2.1-1a　总平面布置图

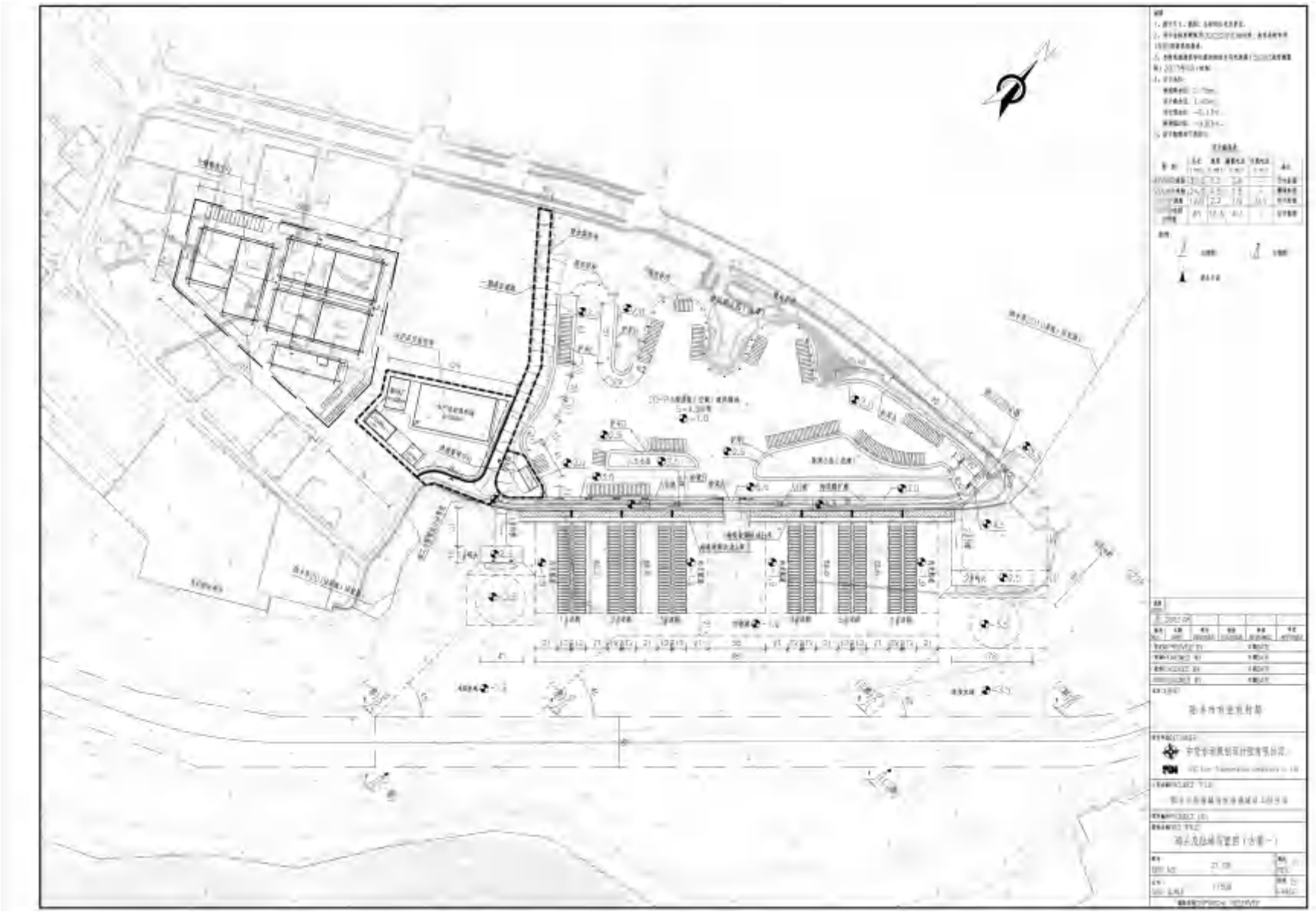


图 2.2.1-1b　码头及陆域布置图

图 2.2.1-1c　项目用海平面布置图

图 2.2.1-2　港区形势图

2.2.2 设计主尺度

本章节对推荐方案设计主尺度进行论述。

2.2.2.1 码头泊位数

根据渔货卸港量发展水平预测，本港渔货年卸港量按 1 万吨计算。根据《渔港总体设计规范》（SC/T 9010-2000），渔业码头泊位数计算如下：

（1）卸鱼码头泊位数

$$N_1=\frac{Q}{ZC_1K_1}$$

$$C_1=t_1P_1$$

式中：N_1——卸鱼码头泊位数；

Q——水产品年卸港量；

Z——年平均作业天数，取 215 天；

C_1——泊位日卸鱼能力；

K_1——卸鱼码头泊位利用率，取 0.54；

t_1——泊位日有效卸鱼时间，取 12h；

P_1——泊位有效卸鱼能力，取 8t/h。

（2）供冰码头泊位数

$$N_2=\frac{QW}{ZC_2K_2}$$

$$C_2=t_2P_2$$

式中：N_2——供冰码头泊位数；

W——每吨水产品加冰量，取 1.2 吨/吨；

C_2——泊位日加冰能力；

K_2——供冰码头泊位利用率，取 0.52；

t_2——泊位日有效加冰时间，取 6 小时；

P_2——碎冰机有效碎冰能力，取 30 吨/小时。

根据本渔港渔船数量及当地渔船供冰情况，经计算，本港近期所需 400HP 供冰泊位数为 1 个，近期供冰由卸鱼泊位兼顾，远期考虑新建专用供冰泊位 1

个。

（3）其他泊位

本工程定位为休闲型乡镇渔港，并以国家三级渔港为发展目标，根据《渔港总体设计规范》（SC/T 9010-2000），不再建设专用物资泊位和供油泊位，物资装卸由卸鱼泊位兼顾，根据渔船加油习惯以及操作便利性，渔船加油主要考虑水上加油船加油或陆运汽车加油，本工程不再设专用供油泊位和管道、油库等设施。

本港内没有渔业修造船厂，渔船简单航修拟在修船码头泊位上进行，根据规范要求，一、二、三级渔港根据需要可设 1~2 个修船泊位，本工程近期不设修船泊位，简单航修可在卸鱼泊位或锚地进行，大修需到周边修造船厂尽心，远期拟设置 1 个专用的简单航修泊位。

表 2.2.2-1　码头泊位数一览表

指标 码头性质	泊位数	备注
卸鱼泊位	1	二期建设
加冰泊位	1	三期建设
修船泊位	1	三期建设
合计	3	

2.2.2.2 水域主尺度

一、码头长度

（1）泊位长度

1）固定式码头

泊位长度根据《渔港总体设计规范》(SC/T 9010-2000)，同一前沿线连续设置多个泊位的泊位长度按以下公式进行计算。

端部泊位：L_b=Lc+1.5d

中部泊位：L_b=Lc+d

式中：L_b——泊位长度（m）；

Lc——设计代表船型全长（m）；

d——泊位富裕长度（m），宜取 0.1～0.15Lc，20HP 渔船取 1.5m，200HP 渔船取 3.0m，400HP 渔船取 4.5m。

单个泊位长度计算公式为：L_b=Lc+2d。

本工程最大设计船型为400HP渔船，船长为32m，二期新建1个泊位，三期新建2个泊位，则泊位长度计算如下：

1#码头1个泊位长度：L_b=Lc+2×d=32+2×4.5=41（m）。

2#码头2个泊位长度：L_b=2×（Lc+1.5×d）=2×（32+1.5×4.5）=77.5（m），取为78m。

2）浮码头

浮码头泊位长度参考《游艇码头设计规范》（JTS 165-7-2014），靠泊形式采用丁靠，则泊位长度按下式计算：

单泊位和双泊位：L_b=L+d_p

式中：L_b——系泊水域长度（m）；

L——设计船型长度（m），本工程20HP船长为12m；

d_p——富裕长度（m），本工程取0.5m。

则浮码头泊位长度计算如下：

浮码头单侧泊位长度：L_b=12+0.5=12.5（m）。

（2）码头长度

1）固定式码头

码头长度根据《渔港总体设计规范》(SC/T 9010-2000)，同一前沿线连续设置多个泊位的泊位长度按以下公式进行计算。

端部泊位：L_m≥0.8Lc+0.5d

中部泊位：L_m=Lc+0.5d

式中：L_m——码头长度（m）；

Lc——设计代表船型全长（m）；

d——泊位富裕长度（m），宜取0.1～0.15Lc。

参考《河港总体设计规范》（JTS166-2020），布置艏艉缆系缆设施时，单个码头长度计算公式为：L_m=Lc+2d。

本工程固定式码头长度计算如下：

1#码头1个泊位的码头长度：L_m=Lc+2d=32+2×4.5=41（m）。

2#码头2个泊位的码头长度：L_m≥2×（0.8Lc+0.5d）=2×（0.8×32+0.5×4.5）

=55.7m。

根据计算，1#码头结构长度与泊位长度取值一致，2#码头结构长度大于55.7m即可，本工程考虑到渔船大型化发展趋势，为适应将来船型变化，拟按泊位长度全长布置码头结构，码头长度均与泊位长度取值一致，即1#码头长度为41m，2#码头长度为78m。

2）浮码头

因浮码头垂直岸线布置，船舶采用丁靠方式靠泊，因此浮码头沿泊位长度方向对应的是主浮桥宽度。参考《游艇码头设计规范》（JTS 165-7-2014），主浮桥服务长度＜100m时，主浮桥最小宽度为2m，因此本工程主浮桥宽度取值为2m。

（3）固定式码头兼顾小船靠泊泊位数

本工程固定式码头可兼顾中小型渔船靠泊，泊位数量计算如下：

1）1#码头

靠泊200HP渔船时，码头最多布置1个泊位，L_b=Lc+2d=24+2×3.0=30m≤41m；

靠泊20HP渔船时，码头最多布置2个泊位，L_b=2×（Lc+1.5×d）=2×（12+1.5×1.5）=28.5m≤41m。

因此，1#码头在不停靠400HP渔船时，可兼做1个200HP渔船泊位或2个20HP小型渔船泊位。

2）2#码头

靠泊200HP渔船时，码头最多布置2个泊位，L_b=2×（Lc+1.5×d）=2×（24+1.5×3.0）=57m≤78m；

靠泊20HP渔船时，码头最多布置5个泊位，L_b=2×（Lc+1.5×d）+3×（Lc+d）=2×（12+1.5×1.5）+3×（12+1.5）=69m≤78m。

因此，2#码头在不停靠400HP渔船时，可兼做2个200HP渔船泊位或5个20HP小型渔船泊位。

二、停泊水域尺度

（1）码头前沿设计水深和底高程

1）固定式码头

根据《渔港总体设计规范》(SC/T 9010-2000)，为保证渔船安全靠离码头，顺利进行装卸作业，码头前沿设计水深按下式计算：

$$H=T+h+\Delta$$

式中：H——渔港码头前沿设计水深(m)；

T——设计代表船型满载吃水(m)；

h——富裕水深，根据底质主要为粉细砂，本渔港取 0.3m；

Δ——备淤富裕深度，根据本渔港池的泥沙回淤强度，取 0.4m。

码头前沿底高程=设计低水位-H

经计算，固定式码头前沿设计水深和底高程详见下表。

表 2.2.2-2　固定式码头前沿设计水深和底高程计算表（单位：m）

船舶吨级	T	h	Δ	H	设计低水位	码头前沿底高程	取值
20HP 渔船	1.0	0.3	0.4	1.7	-0.13	-1.83	-3.5
200HP 渔船	1.8	0.3	0.4	2.5	-0.13	-2.63	
400HP 渔船	2.6	0.3	0.4	3.3	-0.13	-3.43	

根据上述计算结果，本工程固定式码头前沿停泊水域底标高统一取为-3.5m。

2）浮码头

参考《游艇码头设计规范》（JTS 165-7-2014），系泊水域设计水深可按下式计算：

$$D=T+Z_1+Z_2$$

式中：D——系泊水域设计水深(m)；

T——设计船型满载吃水(m)；

Z_1——富裕深度（m），本工程取 0.3m；

Z_2——备淤深度（m），本工程取 0.4m。

则靠泊 20HP 渔船的浮码头系泊水域设计水深 D=1.0+0.3+0.4=1.7m。

浮码头系泊水域底高程=-0.13m-1.7m=-1.83m，取为-1.9m。

3）避风塘内水域设计底高程

本工程在现有乌坎避风塘公园水域沿岸补充建设缺失的护岸段，并对避风塘公园水域进行竣深，以满足 20HP 渔船避风靠泊需要。在台风来临时或休渔期 20HP 渔船可进到避风塘内锚泊，因此渔船均是空载状态进塘，参考码头前沿设计水深计算公式，设计水深应在空载吃水基础上加上富裕深度和备淤深度。本工

程塘内水域受进出水闸控制，水体交换频率不高，可不考虑备淤深度，偶有淤泥碍航时可采用维护性疏浚措施。

综上所述，避风塘内水域设计水深按 20HP 渔船空载吃水+富裕深度计算=0.5m+0.3m=0.8m，则设计底高程=-0.13m-0.8m=-0.93m，取为-1.0m。

（2）停泊水域宽度

1）固定式码头

根据《渔港总体设计规范》(SC/T 9010-2000)，渔船码头前沿停泊水域宽度按下面公式进行计算：

单船系泊：2Bc

多船并排系泊：2Bc+（m_1-1）Bc

式中：Bc——设计代表船型全宽；

m_1——并排船数；

本工程 400HP 渔船考虑单排系泊，兼顾的 200HP 渔船亦考虑单排系泊，20HP 渔船考虑四艘船并排系泊。停泊水域宽度计算结果见下表。

表 2.2.2-3　停泊水域宽度计算表（单位：m）

船舶吨级	Bc	m_1	B	取值	备注
20HP 渔船	2.2	4	11	12.0	四艘并排系泊
200HP 渔船	4.9	1	9.8		单排系泊
400HP 渔船	6.0	1	12.0		单排系泊

2）浮码头

因浮码头垂直岸线布置，船舶采用丁靠方式靠泊，因此浮码头沿主浮桥长度方向对应的是系泊水域总宽度。参考《游艇码头设计规范》（JTS 165-7-2014），系泊水域宽度按下式计算：

单泊位：$W=B_1+d$

双泊位：$W=B_1+B_2+1.5d$

式中：W——系泊水域宽度（m）；

B_1、B_2——设计船型宽度（m）；

d——系泊水域富裕宽度（m），船长 L≤12m 时，d 取 0.8m。

参考上述公式，多船并排丁靠时中间泊位的水域宽度可共用 0.5d 的富裕宽度，端部泊位的水域宽度应为 0.75d，则本工程主浮桥单侧并排丁靠 32 艘 20HP

渔船时的停泊水域宽度为：

W=30×（B_1+0.5d）+2×（B_1+0.75d）=30×（2.2+0.5×0.8）+2×（2.2+0.75×0.8）=83.6（m）。

考虑到主浮桥根部位置船舶靠泊操作不便，需留一定的富裕宽度，根据经验，富裕宽度值取 1~1.5 倍设计船宽，本工程取为 3.2m。

则本工程主浮桥单侧系泊水域总宽度取为 86.8m。

三、回旋水域尺度

（1）回旋水域长度和宽度

根据《渔港总体设计规范》(SC/T 9010-2000)，供渔船回转的水域，对顺岸码头应沿码头全长设置，宽度可取 1.5～2.5 倍设计代表船型全长。

本工程回旋水域长度沿码头全长设置，回旋水域宽度=（1.5～2.5）×32=48～80m，本工程位于天然潟湖内，波浪较小，取为 48m。

（2）回旋水域设计底高程

渔船回旋水域设计底高程与码头前沿底高程取值相同，为-3.5m。

四、拦沙导堤设计尺度

（1）拦沙导堤走向及长度

现有拦沙堤有两条，分别位于口门两侧，为西拦沙堤和东拦沙堤。西拦沙堤堤头位于-1m 等深线附近，且堤头位于“乌坎港上海村海岸防护物理防护极重要区”内，该生态保护区的部分管控要求为：“加强重要自然岸线邻近海域保护，禁止从事可能改变或影响其自然属性的开发建设活动。”，根据该管控要求，西拦沙堤拟保持现状。东拦沙堤堤头位于 0m 等深线处，距周边生态保护区较远。

为有效保持航道水深，保证口门附近的航道流速，延缓航道泥沙淤积趋势，继续达到束水攻沙的效果，本工程拟在现有拦沙堤基础上进行改造。为避开口门西侧的生态保护红线-乌坎港上海村海岸防护物理防护极重要区、东侧的生态保护红线-金厢镇山门村海岸防护物理防护极重要区，本次拦沙导堤走向在现有拦沙堤基础上向东侧偏转约 16°，新堤根部大致位于现有拦沙堤中间位置，堤头位于波浪破碎带以外，约-3.5m 水深处，口门朝向南偏东，新建西拦沙导堤长约 860m，新建东拦沙导堤长约 850m，两条拦沙导堤平行布置，需拆除现有东拦沙导堤堤头段约 255m 和堤头灯桩一座。

本地区强浪向为南向或西南向，改造后拦沙导堤口门虽无法完全避开强浪来向，但已偏离正向浪，进一步增强潟湖水域内的泊稳条件。本地区沿岸输砂强烈，改造后的拦沙导堤口门离开泥沙活跃区，对沿岸输砂起到有效的阻隔作用，对航道维持水深条件较为有利。

（2）拦沙导堤设计顶高程

根据《防波堤与护岸设计规范》（JTS 154-2018）的有关规定，对于基本不越浪的斜坡堤，堤顶高程宜定在设计高水位以上不小于 1.0 倍设计波高值处。

本阶段暂参考国家海洋局南海预报中心 2013 年 3 月编制的《陆丰市碣石渔港水文气象泥沙分析专题报告》中的波浪资料，取 100 年一遇时的 H13%推算值 2.2m 作为设计波高，则堤顶高程应不小于 1.46+2.2=3.66m，取为 3.7m。

五、口门设计尺度

渔船口门有效宽度根据《渔港总体设计规范》(SC/T 9010-2000)计算，取 1.5～2.0 倍设计船长，大船取小值，小船取大值。

20HP 渔船：B_0=2.0L=2.0×12=24m；

200HP 渔船：B_0=2.0L=2.0×24=48m；

400HP 渔船：B_0=2.0L=2.0×32=64m。

综上计算，口门有效宽度为 64m，本渔港口门有效宽度取为 153m，满足规范的要求。

2.2.2.3 陆域主尺度

渔港码头前方作业地带宽度为 15m，既是鱼货及渔需物资装卸作业的场地，同时也是鱼货直接进行现场交易的场所，另外码头还兼顾到部分晒网场的功能。本工程陆域位于码头西北侧，陆域总面积约 5.3 万 m^2。根据平面布置，本渔港的道路布置与周边市政路或村道衔接，港内主干路宽 12m，次干道宽 8~9m。陆域共分为三大功能区，分别是水产品交易市场区、渔港管理中心区、仓储物流中心区。

本工程码头后方是一条海堤路，现状为斜坡式海堤结构，顶部道路宽度约 4m，顶高程约 4.5~6.6m，海堤路中间有大小水闸各一座，其中大水闸位于海堤路中间位置，为避风塘公园防潮水闸；另一座小水闸位于 1#码头西侧，是乌坎

村的雨水闸。本工程考虑维持两座水闸现状不变，现有海堤路宽度不满足渔港上下鱼货通道要求，拟向海堤内侧进行扩建，扩建后宽度为 12m，两侧各有 2m 宽人行道，车道宽度为 8m。

对避风塘公园水域沿线的护岸进行补充完善，共设置 5 段护岸，总长度约 1087m，护岸宽度 3m。

2.2.2.4 高程设计

一、码头面高程

根据《渔港总体设计规范》（SC/T 9010-2000），码头前沿高程可按下式计算：

$$H_p=H_s+H_0$$

式中：H_p——码头前沿高程（m）；

H_s——设计高水位（m）；

H_0——超高（m），取 0.5～1.5m，特一级及一级渔港取大值，二三级渔港取小值。

H_P=1.46+（0.5～1.5）=1.96～2.96m。

码头后方海堤路高程约 4.5m，考虑本项目码头结构与现有海堤路的衔接和渔船装卸货的便利性，本工程码头面高程取为 2.5m。

二、陆域高程

码头后方陆域现状主要为池塘，需进行陆域形成，本工程陆域北接 G228 公路，南接海堤路及乌坎村道，纵深较大，陆域高程考虑与周边现状高程衔接，高程范围为 2.9~4.5m。

海堤路改造后堤顶高程与现状保持一致，为 4.5~6.6m。大水闸处路面顶高程为 6.6m，海堤路改造后往大水闸两侧放坡，坡度按可走电瓶车考虑为 3%，由 6.6m 放坡至 4.5m。海堤路在与乌坎大桥附近的 G228 公路衔接段亦采用放坡处理，坡度 3%，由 4.5m 提升至公路路面高程 5.5m。

避风塘内新建护岸段顶高程与现有路面高程保持一致，除两座小岛周边设置的护岸顶高程为 2.5m 外，其余护岸段顶高程为 2.0m。

2.2.3 水工构筑物

水工结构方案选型原则

（1）满足使用要求。

（2）充分考虑地形、地质、水文自然条件，因地制宜选择结构方案，以达到技术经济合理的目的。

（3）充分利用当地的建筑材料及当地现有的施工条件，尽量降低工程造价，加快建设进度。

（4）码头结构形式与装卸工艺相协调，提高装卸效率。

2.2.3.1 码头结构选型

码头结构选型对工程造价和施工工期有着重要的影响，必须满足使用功能要求，综合考虑场地现状、工程区域的地质条件、波浪水流条件、当地的施工条件、现行用海政策以及使用要求等选择合理的结构形式。

本工程为渔港泊位，属小型码头，常用的码头结构型式一般为高桩梁板式、重力式以及板桩式结构。高桩结构适用于持力层埋深较深的地基，利用桩基可以达到良好的持力层。适合于表层覆盖层软土较厚，砂石料用量少，砂石料来源缺乏的地区。重力式码头具有抵抗船舶水平荷载能力大、可承受较大集中荷载、坚固耐久等优点：尤其适应前方堆场荷载较大的码头，但其对地基承载力要求较高，适合于各类岩基，砂、卵石地基和硬黏土地基。板桩码头的工作特点是依靠板桩入土部分的侧向土抗力和安设在码头上部的锚碇结构来维持其整体稳定。除特别坚硬或过于软弱的地基外，一般均可采用。其结构简单，施工方便，但结构耐久性不如重力式码头，泊稳条件不如高桩码头。

根据地质资料，码头区域地质条件较好，上部土层为细砂，且码头为小型泊位，码头使用荷载较小，无大型装卸机械，高桩、重力式、板桩结构都使用本场地地基。但根据现行用海政策，码头构筑物要求为透水构筑物，此要求限制码头结构方案的选择范围，限定在高桩结构。因此，本工程对高桩结构采用不同的桩基进行结构方案比选。

2.2.3.2 码头及引桥结构方案

1、码头结构方案（PHC 桩结构）

码头采用高桩梁板结构，码头平台宽度为 15m，码头排架间距：1#6.6m、2#6.0m。码头桩基根据场地特点考虑为 PHC700 B 型管桩，每榀排架设 4 根桩，桩间距为 4.2m，桩顶设一桩帽，桩帽顶为现浇横梁。码头上部结构为正交梁板体系，横梁、纵梁均为现浇钢筋砼结构，面板为现浇钢筋砼实心板，板厚 300mm，顶面为 50mm 砼磨耗层。码头前沿设有靠船构件，构件上安装 SA300H L1.0m 超级拱形橡胶护舷，码头顶面设 150KN 系船柱，每个排架临海侧设置 2 个系船环，方便小型渔船低潮位系泊。1#码头设 1 个结构段，长度 41m，2#码头设 2 个结构段，构段长度 39m。

由于场地表层存在较厚粉细砂，为保护后方斜坡设置护底结构。护底结构为斜坡结构，护面坡度为 1:4，采用 50～100kg 块石护面和 100～150kg 块石护底，护面底分别铺设厚 400mm 碎石垫层和两层土工布。

2、引桥结构

由于场地标高限制，打桩船进入引桥区域困难，且原护岸区域存在抛石区域。因此引桥桩基采用灌注桩梁板结构。单个排架采用 3 根直径 0.8m 灌注桩，灌注桩上部设置桩帽梁，排架间距 7m，上部设置现浇纵梁连接排架。引桥现浇面板后 300mm。

3、浮桥结构

在海堤海侧 1#及 2#码头之前水域设置 6 座浮桥，每座浮桥宽 2m，长度 86.8m，供小型渔船系泊，人员上下船。浮桥整体随潮差升降，使浮桥走道与水面保持一定高度，方便渔民上下船只，并带来很好的景观效果。

浮桥头各处通水通电，配置渔船水电接口。

根据渔船靠泊及使用要求选择浮桥结构材料、锚碇方法，根据使用要求选择连接形式。

（1）浮桥主要组成部分：

a、主栈桥、辅栈桥，面板：采用防腐木板；

b、受力钢结构：热镀锌钢结构；

c、浮体：采用热固性树脂，防止水生物附生，内用闭孔泡沫填充；

d、浮桥两侧设置系船设施，系船柱 STS 316#　100kN。

（2）海堤与浮桥之间设置多级平台，实现不同潮位上下行人的目的。分级平台宽度 0.8m，共设置 5 级。

（3）浮码头定位方式：

浮桥采用 PHC 桩定位，具有有很好的稳定性及防腐蚀性，浮码头摆动不大，施工工序简易，对堤岸影响较小。

4、拦砂导堤结构

拦砂防波堤分为东、西防波堤，本工程拦沙堤自岸边延伸到-3m 水深位置，其中东防波堤长度 870m,西防波堤长度 860m，防波堤总长 1730m。

本工程波浪资料采用临近金厢渔港的波浪条件，设计高水位波浪 H1%=3.33m,Hs=2.63m,H13%=2.22m，堤顶高程按照越浪考虑，采用设计高水位 0.6 倍设计波高计，取 3.2m；防波堤采用扭王字块护面和预制方块进行方案比选。

（1）扭王字块护面方案

根据计算堤身内、外采用 4.0t 扭王字块护面，堤身堤顶宽度按照大于 1.1 倍的设计波高值，并且满足安放 2 个扭王字块的要求，取 6m，堤头段采用 6.0t 扭王字块护面，同样的要求，堤头段堤顶宽度取 6m，堤内外坡度均为 1：1.5。

堤身扭王字块下垫层为 300~400kg 块石 760mm 厚，堤头段扭王字块下垫层为 400~500kg 块石 860mm 厚。

堤心均为 10～100kg 块石，根据堤前底流速计算得护脚块体应大于 60kg，为保证堤脚的稳定性，本工程护底采用和护面块体同规格的块石，坡脚采用 2 块和坡上同规格的扭王字块压脚，外侧护脚宽度 5m，护底块石厚度 1000mm，堤头段护脚块石宽度加宽至 10m。

地勘揭示防波堤的持力层为粉砂层，为防止堤淘涮引起堤身沉降，在堤身下设置 300mm 厚的二片石垫层。

（2）预制方块

本方案采用预制方块，堤身预制方块宽度 6m，堤头预制方块宽度 8m，方块下为 10~100kg 块石基床，基床两侧为护底，堤身两侧护底宽度 5m，采用 300~400kg 块石，堤头两侧护底宽度加长至 10m，采用 400~500kg 块石。方块采用 C30 混凝土，单块方块长度 3m。

2.2.3.3 拦沙堤结构

拦砂防波堤分为东、西防波堤，本工程拦沙堤自岸边延伸到-3m 水深位置，其中东防波堤长度 870m,西防波堤长度 860m，防波堤总长 1730m。

本工程波浪资料采用临近金厢渔港的波浪条件，设计高水位波浪 H1%=3.33m，Hs=2.63m，H13%=2.22m，堤顶高程按照越浪考虑，采用设计高水位 0.6 倍设计波高计，取 3.2m；防波堤采用扭王字块护面和预制方块进行方案比选。

（1）扭王字块护面方案

根据计算堤身内、外采用 4.0t 扭王字块护面，堤身堤顶宽度按照大于 1.1 倍的设计波高值，并且满足安放 2 个扭王字块的要求，取 6m，堤头段采用 6.0t 扭王字块护面，同样的要求，堤头段堤顶宽度取 6m，堤内外坡度均为 1：1.5。

堤身扭王字块下垫层为 300~400kg 块石 760mm 厚，堤头段扭王字块下垫层为 400~500kg 块石 860mm 厚。

堤心均为 10～100kg 块石，根据堤前底流速计算得护脚块体应大于 60kg，为保证堤脚的稳定性，本工程护底采用和护面块体同规格的块石，坡脚采用 2 块和坡上同规格的扭王字块压脚，外侧护脚宽度 5m，护底块石厚度 1000mm，堤头段护脚块石宽度加宽至 10m。

地勘揭示防波堤的持力层为粉砂层，为防止堤淘涮引起堤身沉降，在堤身下设置 300mm 厚的二片石垫层。

（2）预制方块

本方案采用预制方块，堤身预制方块宽度 6m，堤头预制方块宽度 8m，方块下为 10~100kg 块石基床，基床两侧为护底，堤身两侧护底宽度 5m，采用 300~400kg 块石，堤头两侧护底宽度加长至 10m，采用 400~500kg 块石。方块采用 C30 混凝土，单块方块长度 3m。

2.2.3.4 海堤结构

本工程码头后方是一条海堤路，现状为斜坡式海堤结构（非透水构筑物），顶部道路宽度约 4m，顶高程约 4.5~6.6m，海堤路中间有大小水闸各一座，其中大水闸位于海堤路中间位置，为避风塘公园防潮水闸；另一座小水闸位于 1#码

头西侧，是乌坎村的雨水闸。本工程考虑维持两座水闸现状不变，现有海堤路宽度不满足渔港上下鱼货通道要求，拟向海堤内侧进行扩建，扩建后宽度为 12m，两侧各有 2m 宽人行道，车道宽度为 8m。

海堤结构再已有海堤基础上进行改造，改造长度 497m，堤顶高程 4.5m，其中现有水闸位置堤顶高程 6.6m。

海堤两侧 10m 范围内采用水泥搅拌桩加固细砂/淤泥混砂层，水泥搅拌桩置换率 27%，加固长度 13~15m。水泥采用普通硅酸盐水泥，水泥标号 OPC52.5，水泥掺入比暂定 20%，28d 桩身无侧限抗压强度≥0.8MPa。堤身结构采用桩基承台，临水侧桩基采用预应力混凝土空心板桩 B800×H380，连排布置，内侧采用 PHC600AB 型管桩，间距 3.5m。上部现浇 C40 混凝土承台。堤两侧设置 3m 宽通道，其中海侧高程 2.0m，避风塘侧高程 3.0m。堤顶宽度 12m，设置车道、绿化带及人行道。海侧放坡至下层平台，采用 500mm 灌砌块石进行护坡，并在浮桥对应位置设置人行踏步方便人员上下。现浇承台外侧设置 SA300H L1.0m 超级拱形橡胶护舷，方便渔船靠泊。

2.2.3.5 护岸结构

护岸结构采用桩基承台式结构，承台下方 10m 范围内采用水泥搅拌桩加固，水泥搅拌桩置换率 27%，加固长度 13~15m。水泥采用普通硅酸盐水泥，水泥标号 OPC52.5，水泥掺入比暂定 20%，28d 桩身无侧限抗压强度≥0.8MPa。堤身结构采用桩基承台，临水侧桩基采用预应力混凝土空心板桩 B800×H380，连排布置，内侧采用 PHC600AB 型管桩，间距 3.5m。上部现浇 C40 混凝土承台。

2.2.3.6 桥梁结构

（1）桥梁 A

桥梁 A 紧邻现状桥梁设置，新建引桥宽 7m，长度 15m。引桥桩基采用 Φ1000mm 灌注桩，桩间距 4.4m，上部现浇帽梁。上部梁系采用后张预应力箱梁，面层现浇混凝土及磨耗层。

（2）桥梁 B

桥梁 B 为人行桥，连接人工小道及海堤，桥梁宽 3.3m，长度 26m。桥梁采

用单桩连续梁结构，桩基采用 PHC600AB 型管桩，上部现浇 C40 连续梁板，上部设置景观扶手。

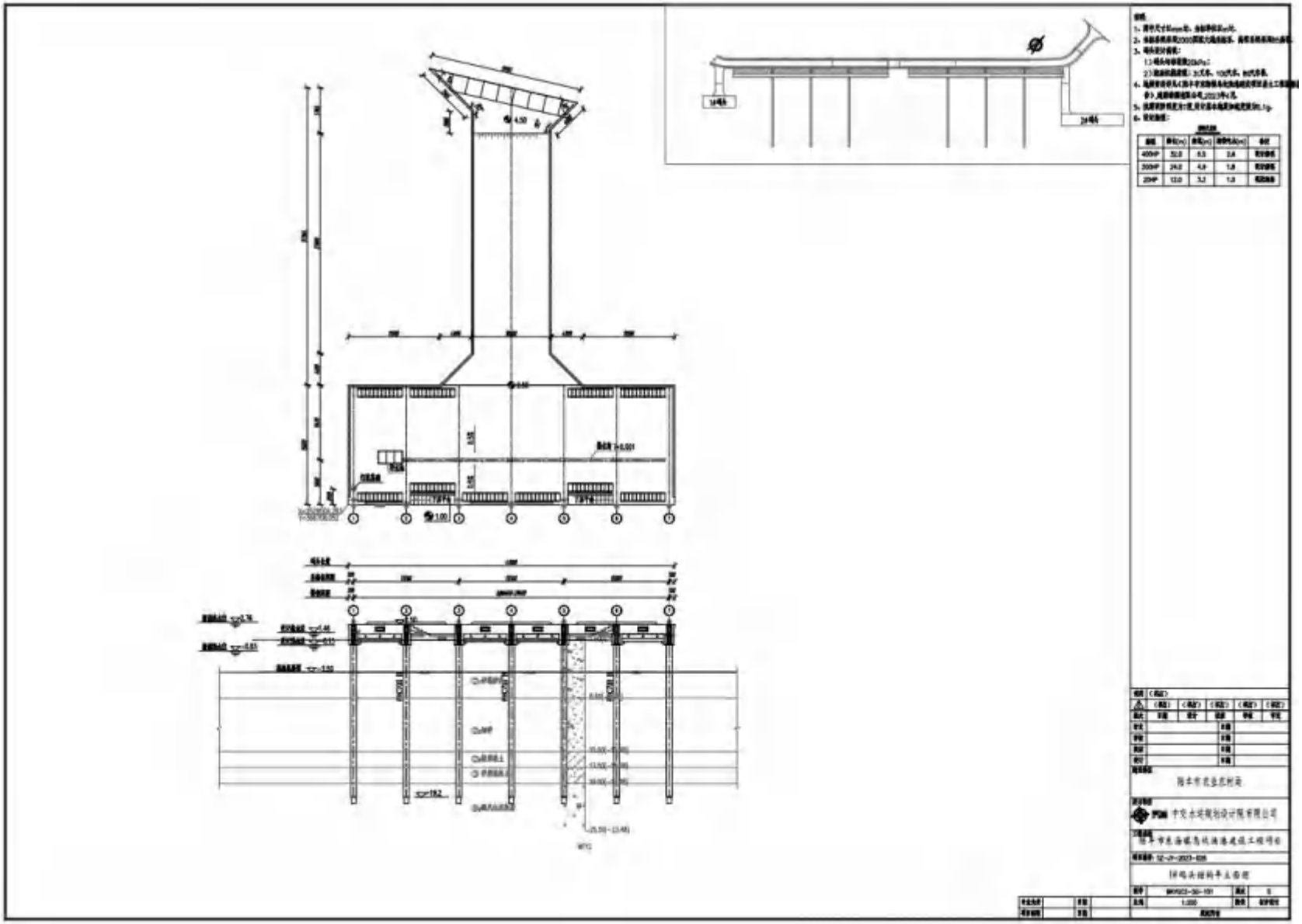


图 2.2.3-1a　1#码头结构平立面图

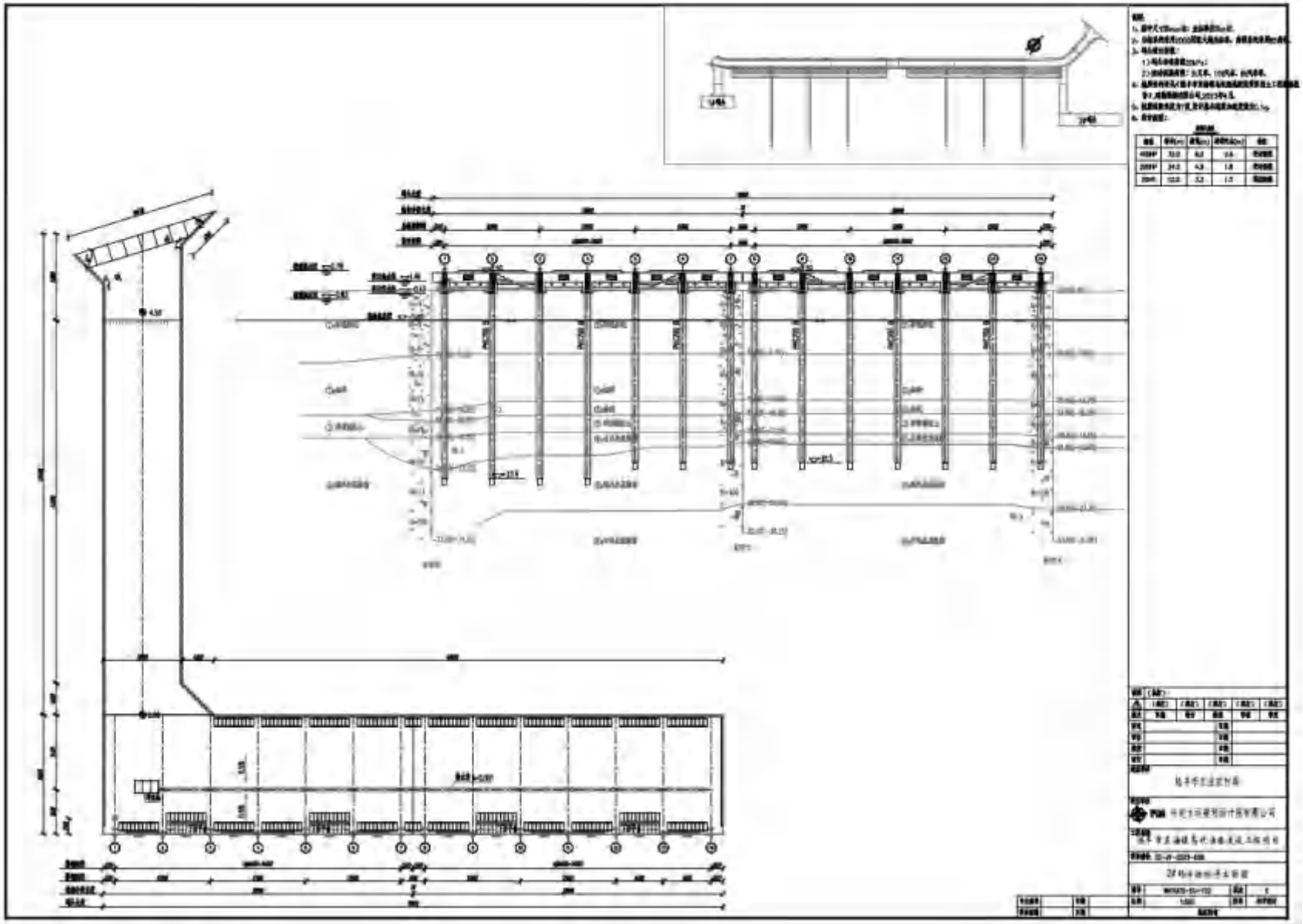


图 2.2.3-1b　2#码头结构平立面图

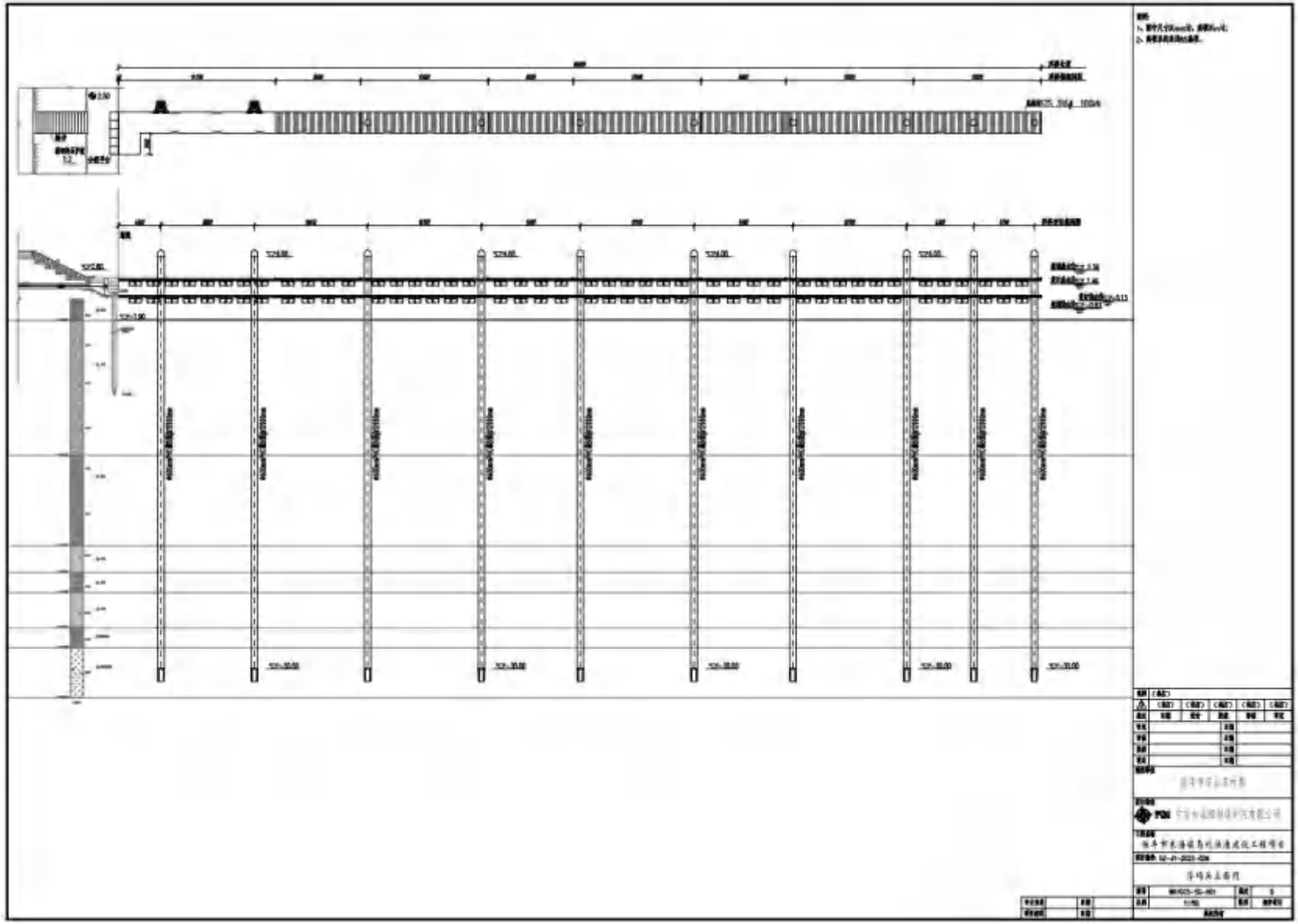


图 2.2.3-1c　浮码头立面图

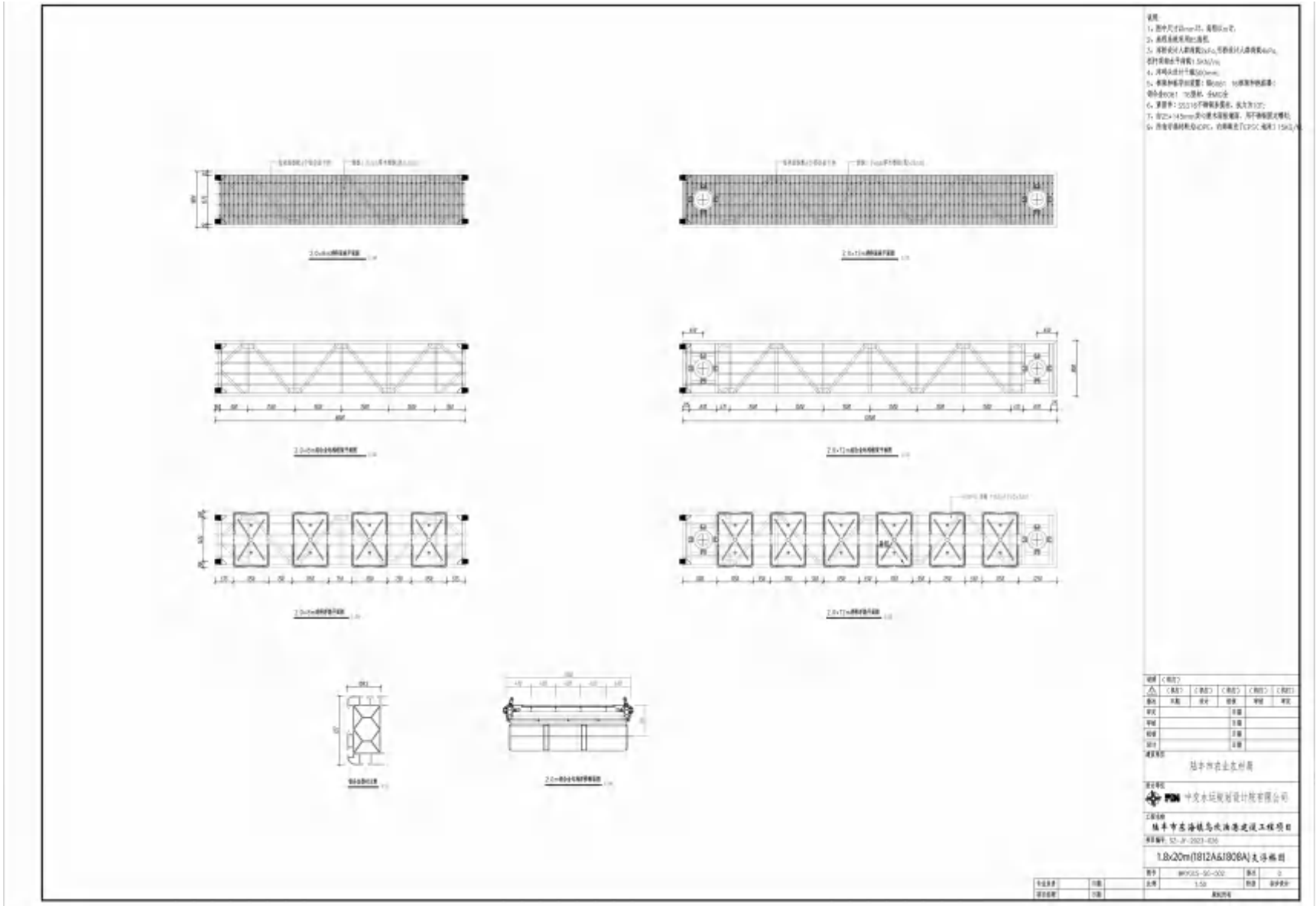


图 2.2.3-1d　浮码头结构立面图

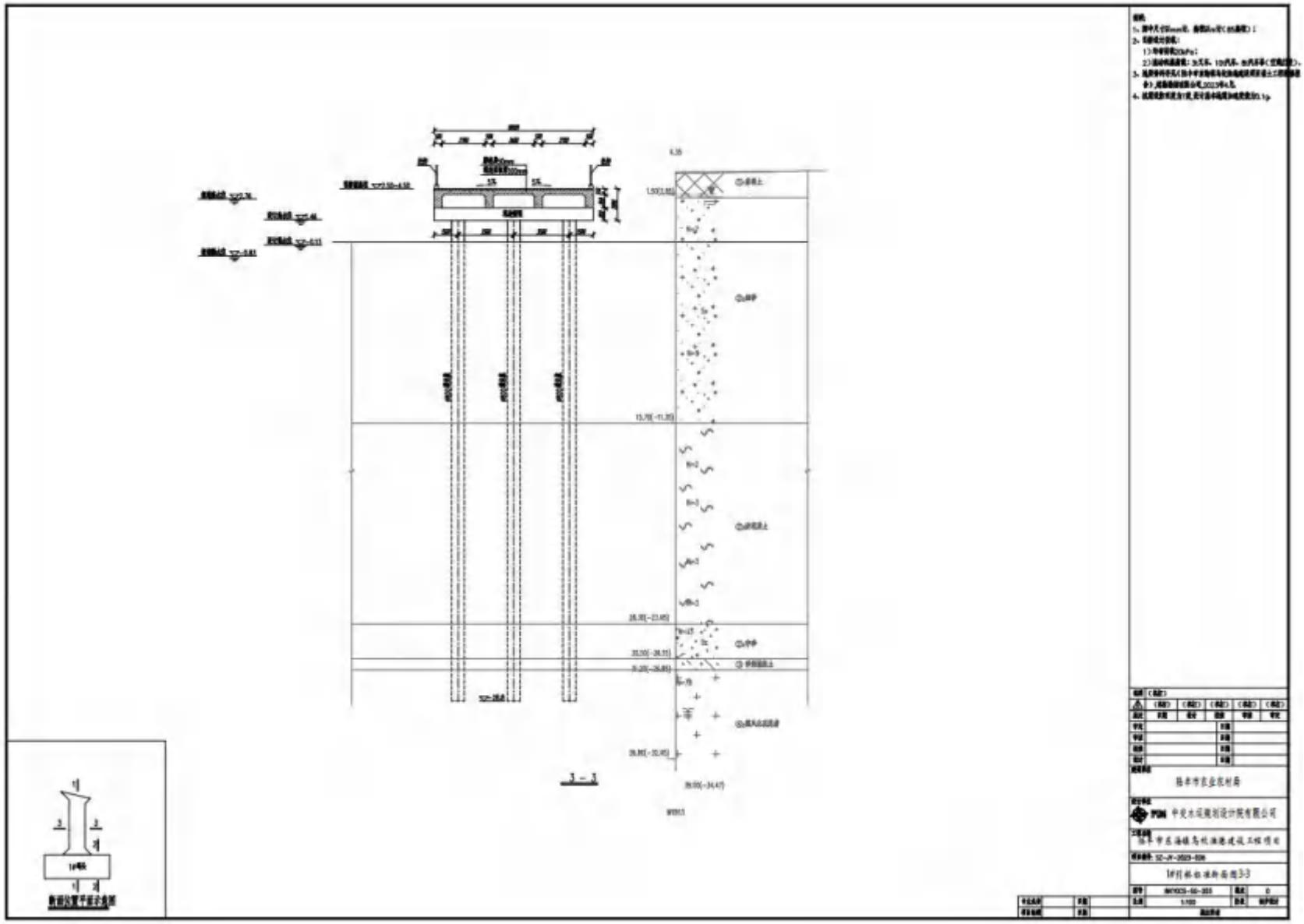


图 2.2.3-2a　1#引桥标准断面图

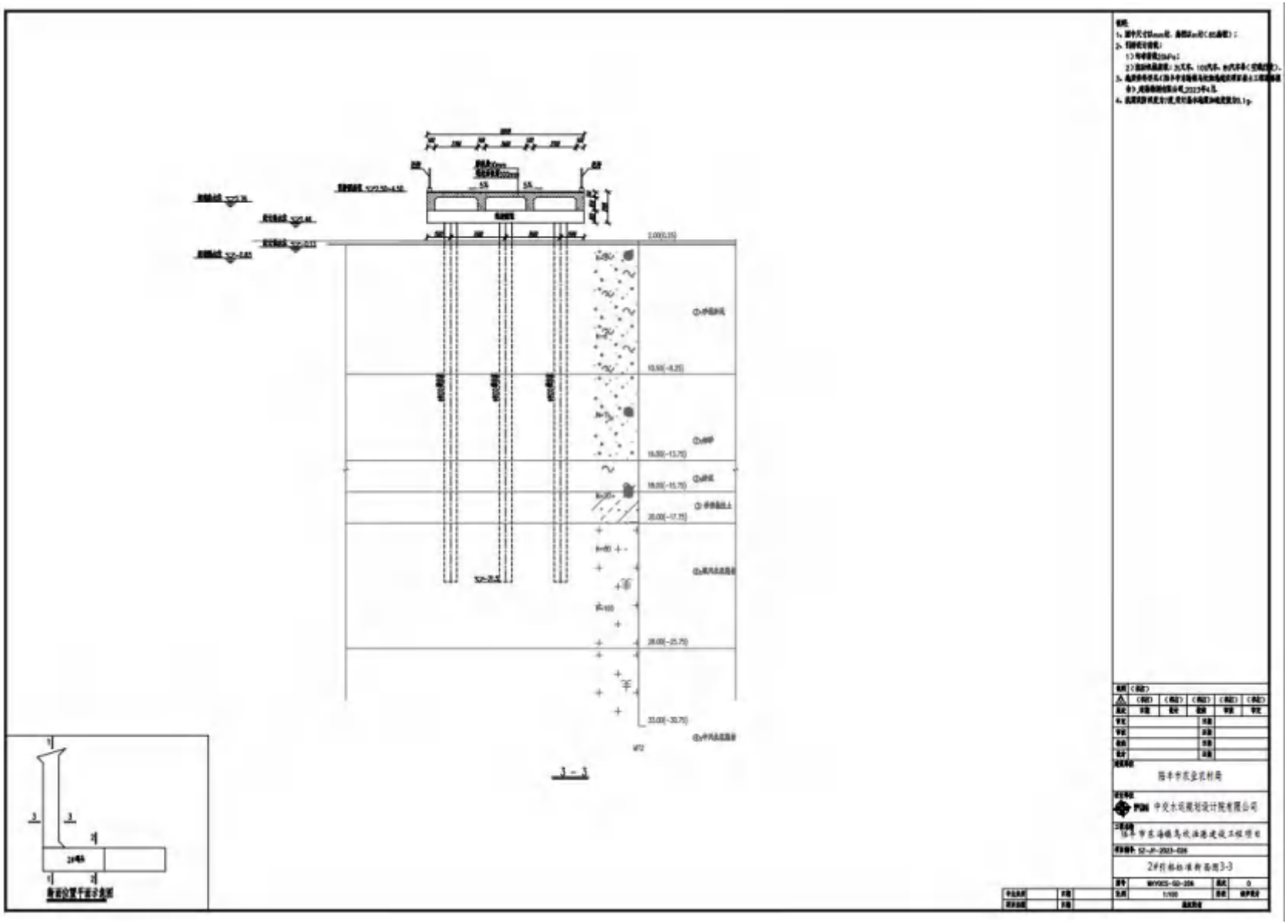


图 2.2.3-2b　2#引桥标准断面图

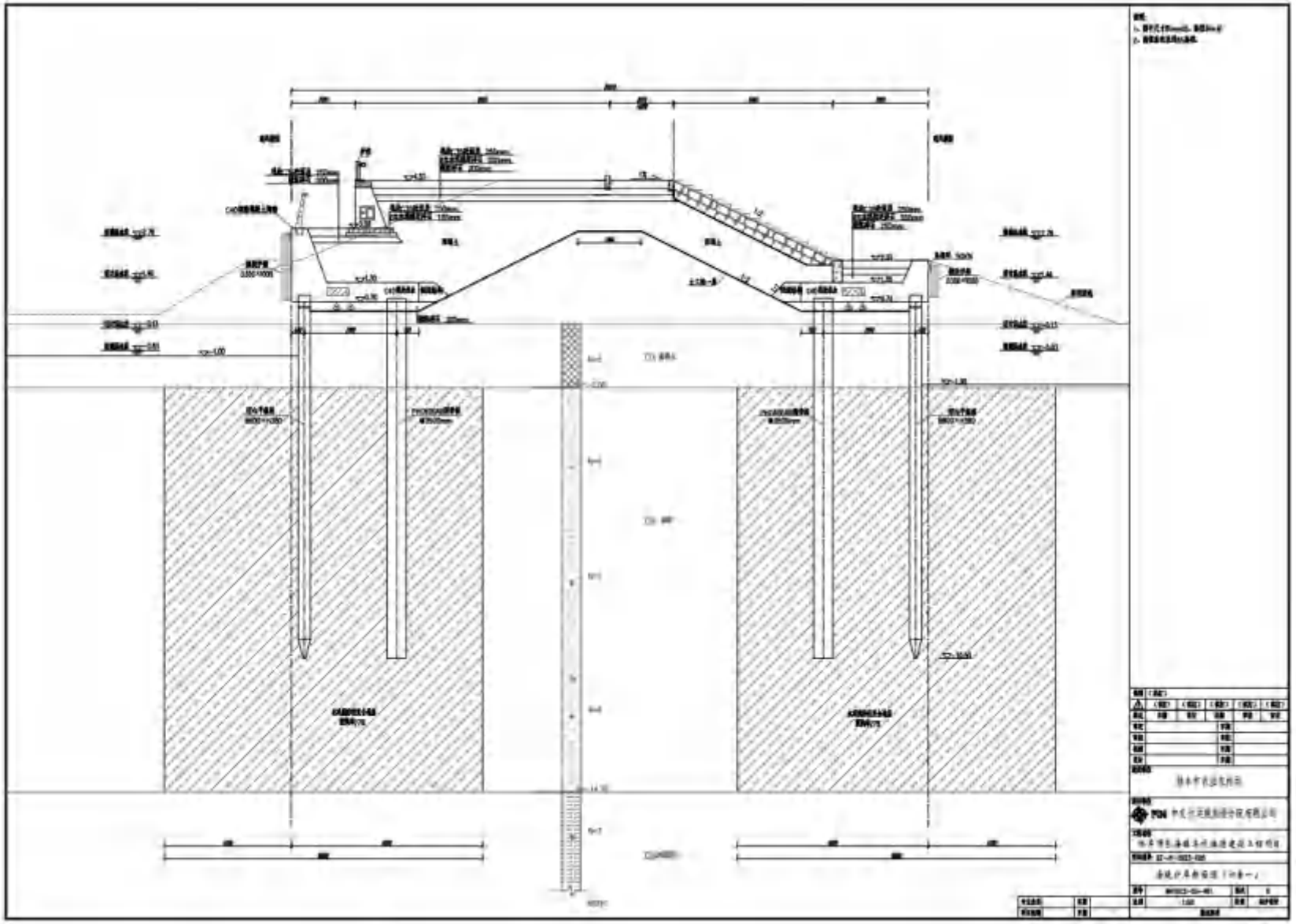


图 2.2.3-3a　海堤护岸断面图

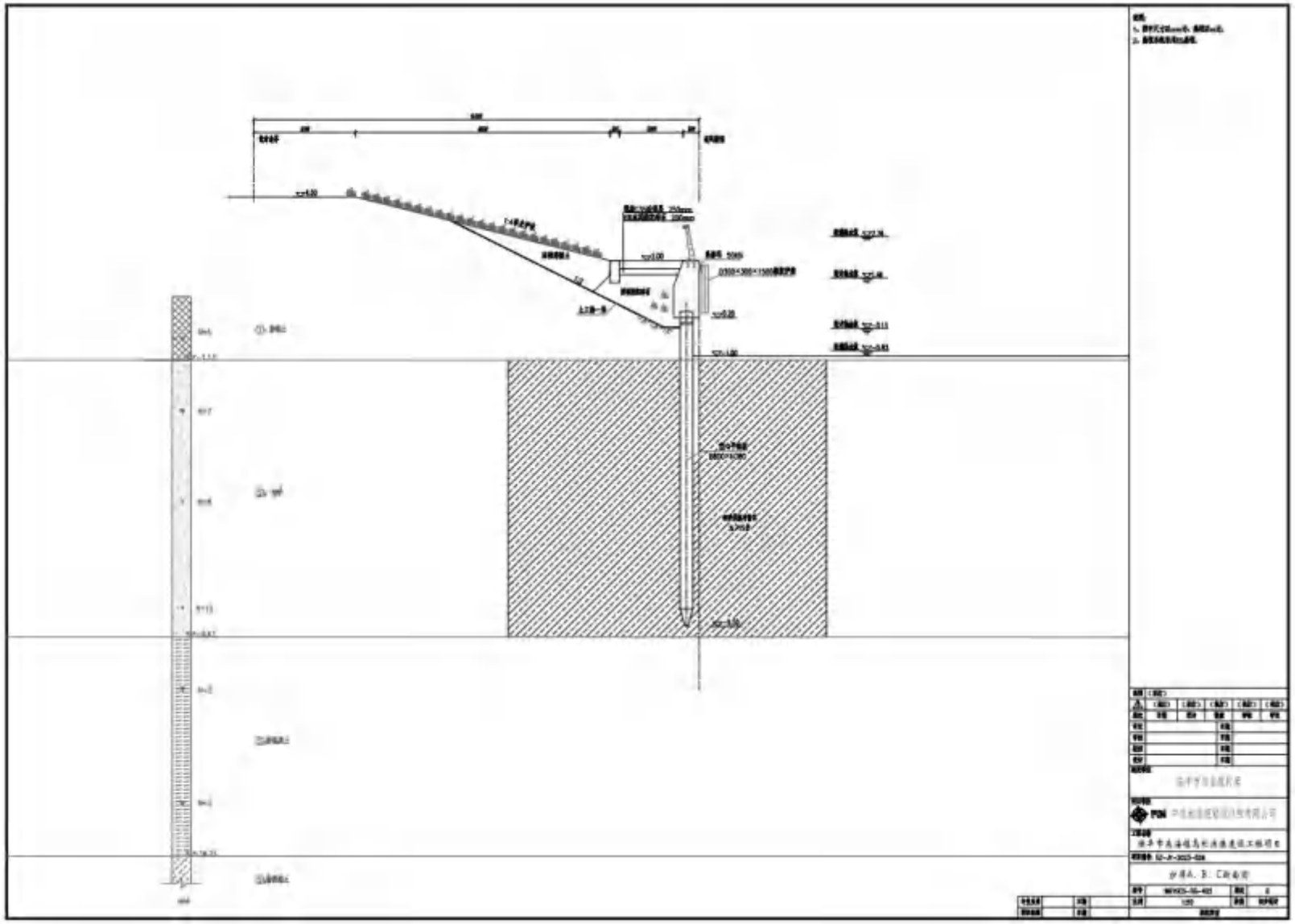


图 2.2.3-3b　护岸 A、B、C 断面图

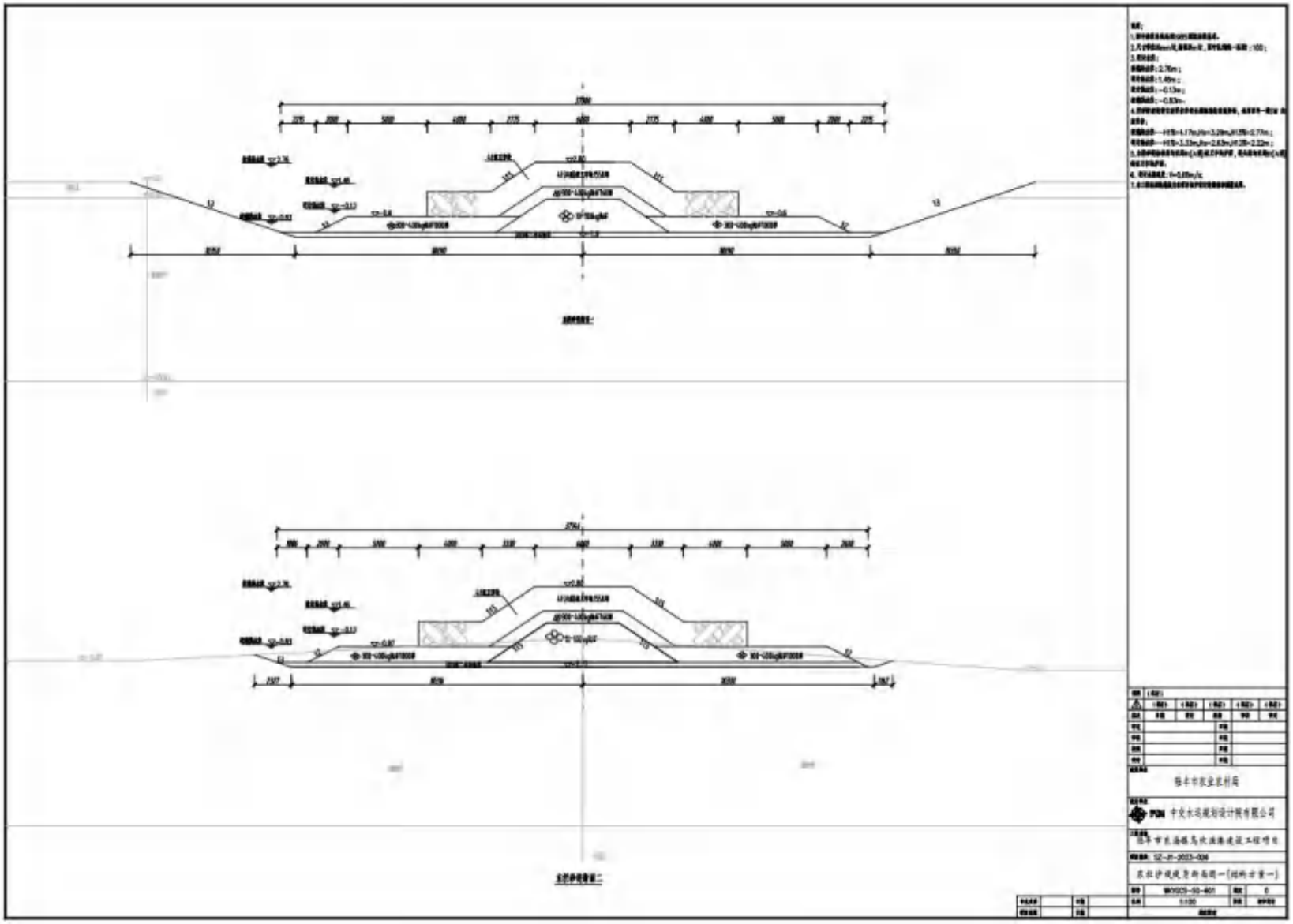


图 2.2.3-4a　东拦沙堤 堤身断面图一（结构方案一）

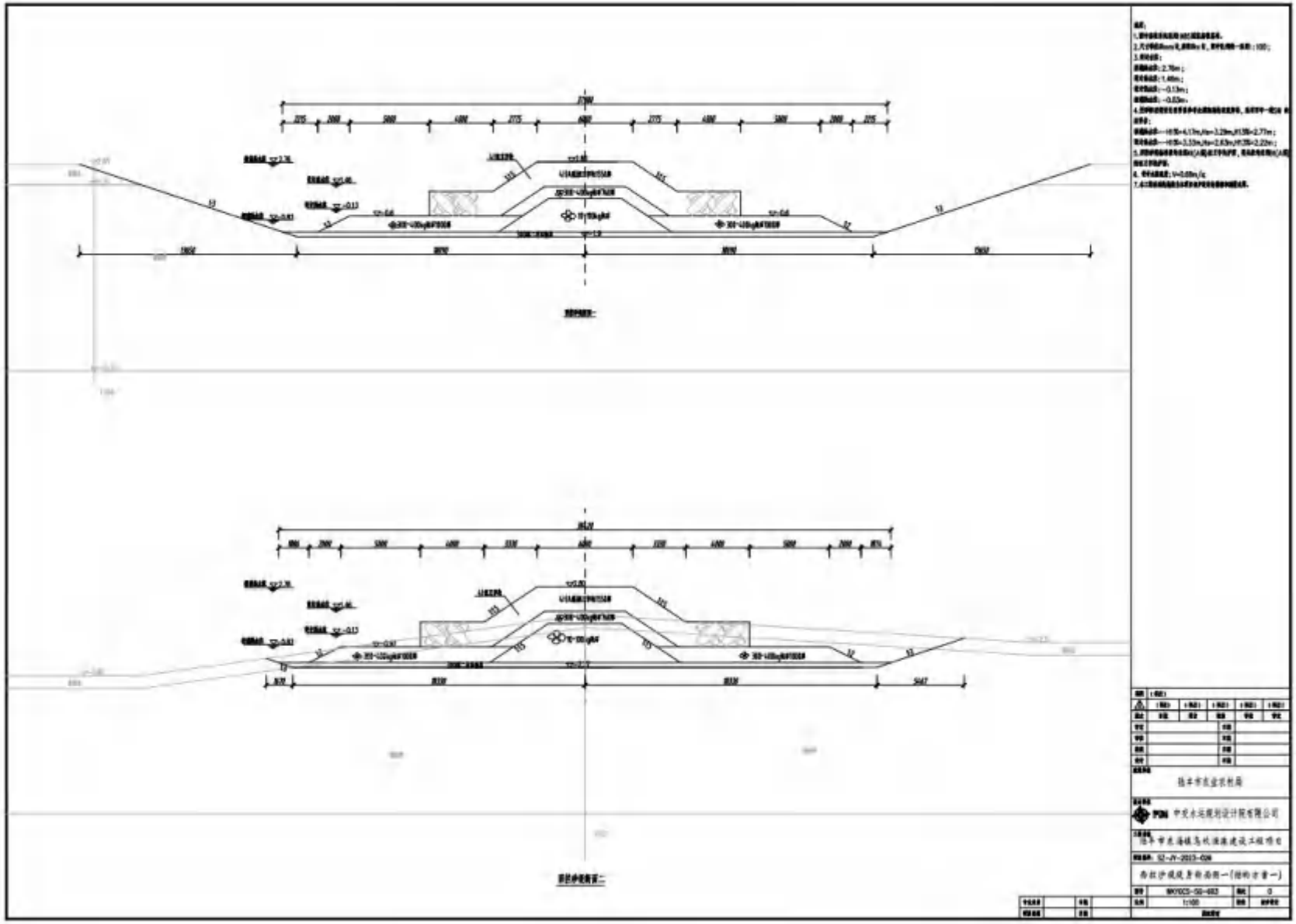


图 2.2.3-4b　西拦沙堤 堤身断面图一（结构方案一）

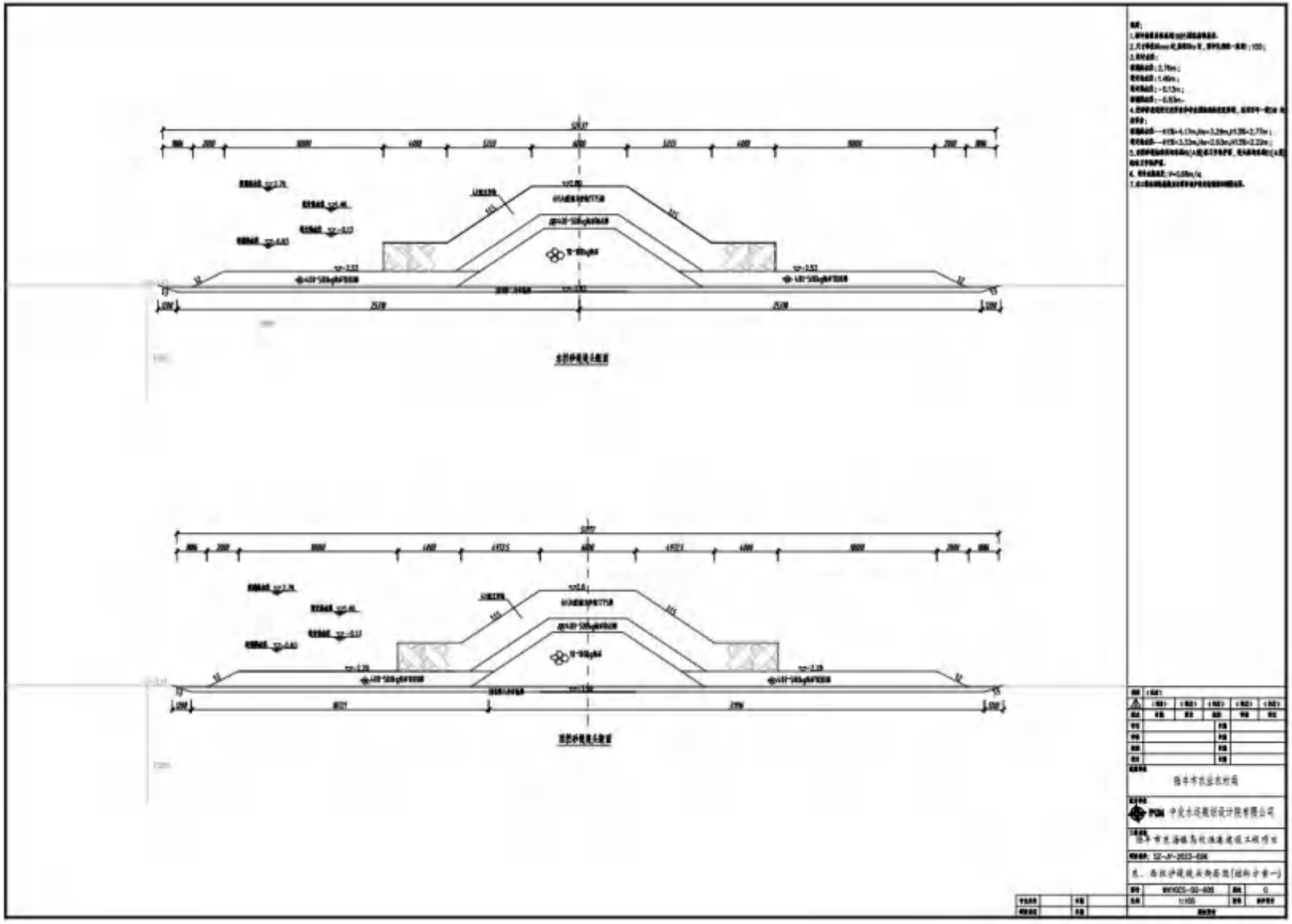


图 2.2.3-4c　东、西拦沙堤堤头断面图（结构方案一）

2.2.4 疏浚工程

根据地质勘察资料，疏浚范围内主要以砂混淤泥和细砂为主。疏浚土上岸沥干，本工程后方陆域作为临时沥干堆场，疏浚细砂部分留项目自用，作为回填料回填于后方陆域内，其余土方考虑外运处理。

避风塘公园内疏浚采用 1.5 方水上挖机进行，除避风塘公园外，其余水域疏浚均拟采用 2700kW 绞吸船。

推荐方案水域疏浚包括渔港生产作业港池、进港航道和锚泊区，进港航道疏浚底高程分界线在乌坎货运码头附近，往外海设计底高程为-5.0m，往乌坎河上游设计底高程为-3.5m；20HP 渔船港池水域设计底高程为-1.9m，避风锚地设计底高程-1.0m；400HP 渔船港池水域和锚地设计底高程为-3.5m；1000 吨级杂货船锚地设计底高程为-5.0m。疏浚按超宽 3m，超深 0.3m 考虑，开挖边坡按 1:7 进行控制。

由于本工程疏浚土中砂含量较高，具有一定的经济价值，除作为本工程陆域回填料的砂直接上岸处理以外，剩余疏浚土经陆丰市政府统筹主导，交由资源中心合理合规履行拍卖流程后，由竞得人自行完成处置。

图 2.2.4-1　疏浚土上岸回填位置示意图

2.3 项目主要施工工艺和方法

主要施工项目为：水工建筑物、港池航道锚地疏浚、道路、相应的配套工程等。水工建筑物包括：码头、引桥和拦沙堤等；配套工程包括：土建、供电、照明、给排水、消防、通信/智慧渔港等。

2.3.1 施工依托条件

一、交通条件

拟建工程后方紧靠市政公路路网，施工和运营均可利用该道路，陆上运输条件较好。渔港水域较为开阔，水上施工的水域面积较大，各类施工船舶干扰较少，有利开展多个作业面。因此，项目建设依托交通条件便利。

综上，本工程水陆交通条件十分便利。

二、供水、供电及通讯条件

拟建工程紧靠陆丰市东海镇，附近已有完善的供水、供电和通讯条件，可以满足施工需要。

三、建筑材料

本建设项目的主要大宗建筑材料包括砂石料、水泥、粗细骨料、钢筋及模板材料等。砂石料在广东地区供应较充足，其他建筑材料在汕尾及周边地市建材市场亦供应充足，可以满足本建设项目的需求，并可通过公路运到现场。

四、场地条件

乌坎渔港后方场地有限，可租用周边空地作为施工的临建和材料加工存储场地，场地整平后基本可以满足施工需求。

五、施工队伍

本地区有多家技术力量雄厚、经验丰富、施工机具和设备齐全的航务工程专业施工队伍，完全可承担该项目施工。

2.3.2 施工特点

①本项目主要包含水上和陆上两部分，可进行同时施工，增加施工作业面缩短施工工期；

②水上施工进度主要受拦沙堤和港区道路工程施工的控制，因此宜首先进行

拦沙堤和港区道路施工,对于水深较小区域可先期进行疏浚；

③码头工程施工进度主要受桩基分项工程的控制，宜首先尽快完成桩基工程。施工单位应科学安排，精心组织，关键工序坚决按计划完成；

④码头结构和拦沙堤的预制构件较多，构件预制场地、运输、存放等问题的解决是施工方法需要解决的主要问题之一，处理好构件预制问题，加快码头和拦沙堤施工进度，对渔港尽早投产起到推进作用；

⑤本工程的一大特点是工期要求紧、工程量大，须充分发挥平面及空间的优势，采用合理的施工组织方案，最大地发挥施工效率。

2.3.3 主要施工方法

1、施工测量方法

本工程施工测量采用常规测量技术，平面定位采用高精度全站仪或经纬仪控制结构物，高程采用水准仪控制。必要时可以采用 GPS 卫星系统定位，以便提高工效、加快施工。

按照一级导线技术规范要求，在稳定性和通视效果良好的陆上，布设从首级控制网点经基线点附合到首级控制网点的附合导线，或布设从首级控制网点经基线点闭合到首级控制网点的闭合导线。

水下地形测量采用专用测量船用无验潮方法进行水下地形测量。采用 GPS 卫星定位系统时，必需在陆上设多个 GPS 参考站。

2、码头主体工程施工

码头及引桥施工流程：

施工准备（船机调遣，施工前扫海测量等）→桩基预制→桩基沉桩施工→预制梁板构件→浇筑码头桩帽、横梁→预制梁板安装→现浇面层等→码头附属设施安装→设备调试。

3、码头附属设施施工方法

码头上的系船柱、橡胶护舷、系船环等附属设施在码头建设后期进行安装，但是需提前进行系船柱、护舷等构件的选型采购，并在水工结构施工过程中预先进行附属设施的定位、预埋件的预埋。

4、拦沙堤主体工程施工

（1）施工工序及方法：

根据本工程的特点，分为砼构件预制施工和现场水工施工两条主线。为了最大程度地满足施工进度要求，两条主线需同时进行，形成平行流水作业条件。

此外，考虑到本工程土石方量工程较大，现有陆域相接的通道不能满足施工进度要求，故拦沙堤采用堤身水上施工，施工工序如下所示：

（2）施工工艺

a.堤心石施工

本工程拦沙堤采用水上施工，拦沙堤堤身需通过方驳或民驳进行水上抛填块石形成。并利用甲板驳船配合反铲进行堤心石补抛和边坡石料补足等施工。在抛填过程中，为避免因风浪而遭受破坏，应及时覆盖护面块体。

b.方驳装运抛护底块石

护底离堤中心较远且较薄，一般利用甲板驳船配合反铲进行抛填，但应勤测水深，控制其抛填厚度。

c.抛填垫层块石

堤心石抛填完成并验收后，应尽快抛填垫层石，以提高堤的抗浪能力，特别是外坡。抛填垫层石采用汽车运至坡肩卸料。反铲挖掘机和推土机负责配合将石料向堤身范围堆填。垫层石抛填后，尚需做理坡处理，理坡方式采用滑线法。水上部分由长臂反铲负责对堤身边坡进行修整。长臂反铲无法触及的水下部分由潜水员进行检查、修整，标高不足部分采用平板驳补抛。

d.护面层施工（安放扭王字块）

为避免垫层石受风浪破坏，应分段由下而上安放人工块体，及时覆盖垫层石。扭王字块采用水陆两种方式同时安装，陆上安装采用吊机进行随机安放，水上安装采用甲板驳船配合吊机进行随机安放，安放标准按相应规范进行。

5、港池航道锚地疏浚施工方案

浚前扫床、测量：疏浚工程施工之前应对施工区进行浚前测量以作为核实工程量和组织施工的依据。测量前应对平面控制点、水准点进行检查复核，测量的方法和精度以及所用仪器应符合现行行业标准的规定。

绞吸挖泥船作业：挖泥船施工采用微波测距定位法以及定位法，应严格按照设计要求施工，施工中分段、分层进行，开挖过程中勤测水深，每进一船后立即测量水深，并做好自检记录，不符合要求立即重新开挖，保证开挖质量。按时对

DGPS 参数、水位进行校核，勤测水深，确保施工平面尺寸及开挖标高符合设计要求。施工中严格按测设样标开挖，水上开挖要及时校正船位，确保开挖断面的准确性，避免返工。

6、其他工程

其他工程如水、电配套工程、建筑工程、设备安装工程等，均按照专业施工方法，与码头、拦沙堤、陆域工程协调施工。

2.3.4 主要施工机械

本项目施工投入使用的主要施工机械如下表所示。

表 2.3.4-1　本项目主要大型施工机械一览表

序号	名称	规格	数量	备注
1	绞吸船	2700kw	1	挖泥吹填
2	水陆两用挖掘机	/	1	疏浚开挖
3	打桩船	50m 桩架	1	沉桩
4	方驳	2000t	2	运桩、材料运输
5	拖轮	800 匹	2	配合运桩及打桩
6	抛石船	100~500t	4	抛石、抛砂作业
7	起重船	250t	1	扭王字块吊装
8	汽车吊	50t	2	扭王字块、其他材料吊运
9	载重汽车	35t	4	材料运输
10	反铲挖掘机	PC300	2	开挖及护岸施工
11	混凝土搅拌车	10 方	4	扭王字块预制
12	混凝土输送泵	/	2	砼浇筑
13	推土机	D125	2	土方推填
14	锚艇	/	2	抛锚起锚
15	测量船	/	1	测量
16	全站仪	/	3	测量

2.3.5 施工进度计划

本工程专业性强，涉及的施工工艺和施工工序较多，应通过招标，选择专业化施工单位承建，确保施工质量和施工进度。为了在最短的时间内完成整个项目的施工建设，必须进行详细、科学的施工组织，并在施工外部条件和工程资金方

面予以充分的保证。

根据本项目的规模和施工特点，总施工工期拟定为 24 个月。各项工程项目的施工进度安排详见下表。

表 2.3.5-1　施工进度计划表

序号	项目名称	月											
		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
1	施工准备												
2	疏浚工程												
3	拦沙堤工程												
4	码头工程												
5	陆域形成及地基处理												
6	道路工程												
7	建筑物及配套设施												
8	设备安装												
9	交工验收												

2.3.6 装卸工艺

2.3.6.1 主要设计参数

1、设计年卸港量

本工程预测卸港量为：鱼货 1 万 t/年。

2、设计船型

设计船型为 20HP~400HP 渔船。

3、码头作业天数

除去休渔、天气影响，码头作业天数取 215d。

2.3.6.2 装卸工艺方案

本渔港渔业码头根据渔船到港的作业流程可分为卸鱼码头、供冰码头两大类，各类码头装卸工艺的选择依据装卸货种而定。本工程一期仅建设卸鱼泊位 1 个，兼顾供冰和物资装卸，三期建设供冰和修船泊位各 1 个。

1、卸鱼码头

一般情况下，来港靠泊卸鱼的渔货主要有散装渔获和箱装渔获两种。根据目前海洋渔业生产水平和发展情况，参照附近渔港卸鱼码头装卸工艺有：人工装卸、人工装卸结合利用渔船已有设备装卸、在码头上利用装卸设备进行渔获装卸三种。根据本港渔业生产情况，目前卸鱼量尚不大，卸渔采用人工及小型机械相结合的方式。

2、供冰码头

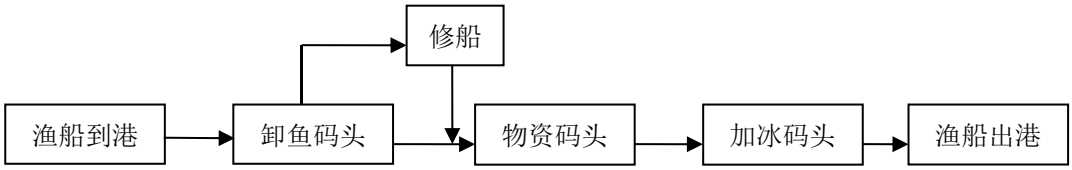
本工程根据用地条件，陆域仅简易配套必要的水电设施，暂不考虑制冰设施，后续可通过引入社会资本投资建设制冰厂。本工程采用流动加冰车船给渔船加冰，渔船加水采用软管直接输送到渔船。

本工程不单设物资码头，物资装卸由卸鱼码头兼顾。按照本港性质和功能，来港物资均是小吨位件杂货，属于渔业生产及满足市镇工农业生产、生活需要的配套泊位，装卸工艺采用配备 2 台轮胎式起重机(10 吨)可满足作业要求。

2.3.6.3 装卸工艺流程

1、渔船港内作业流程

渔船回港后因鱼货保鲜要求首先要卸鱼，然后进行修船、物资补给和加冰加水，其主要作业流程如下：



2、卸鱼工艺流程

渔货装卸工艺流程：

渔船→小型机械（或人力）→叉车或推车→水产品交易市场或装车外运；

3、供冰、供水工艺流程

供冰工艺流程：港外制冰厂→小平板车、自卸汽车→船吊→渔船（供冰块）；

远期供冰工艺流程：冰库→推车→提升机→输冰天桥→碎冰楼→输送带→渔船（供碎冰）；

供水工艺流程：由市政管网→给水管→码头前沿→用水计量器→软管→渔船；

4、物资装卸工艺流程

码头→起重机（或人力）→小平板车、自卸汽车→后方。

2.3.7 土石方平衡

（1）土石方平衡分析

本项目开挖产生的土石方量主要来源于码头引桥基槽开挖、海堤断面基槽开挖、护岸断面基槽开挖和港池航道锚地疏浚物。

根据设计资料，本项目码头引桥基槽开挖基槽开挖量 7956.41 m^3，海堤断面基槽开挖量 22383.96 m^3，护岸结构断面基槽开挖量 18272.71 m^3，港池航道锚地疏浚量为 292.3 万 m^3。

根据地质勘察资料，疏浚范围内主要以砂混淤泥和细砂为主，局部区域表层存在少量的淤泥。疏浚土细砂部分首先满足项目自用，作为回填料回填于后方陆域内，回填量约 10 万 m^3，剩余疏浚土经陆丰市政府统筹主导，交由资源中心合

理合规履行拍卖流程后，由竞得人自行完成处置，由竞得人自行选择外运方式或者堆存方式，外运和堆存需根据相关主管部门要求采取相关环保措施并办理相关手续，本项目中仅考虑采用绞吸船吹填 4 公里以内到达竞拍人指定的地点，超出距离部分由竞拍人负责。

项目码头、引桥、海堤、护岸及南北拦沙堤需抛填石料。根据项目工程量表，码头结构建设需抛填块石 2034.9 m^3，引桥结构需抛填块石 98.92 m^3，海堤结构需抛填碎石垫层 1395.85 m^3，护岸结构需抛填块石 3076.11m^3，东拦沙堤建设的抛石量为 60685m^3，西拦沙堤建设的抛石量为 59504m^3。项目所需石料量将通过外购取得。

本项目建设的土石方平衡见表 2.3.7-1。

表 2.3.7-1　项目土石方平衡表　　单位：m^3

项目组成		挖方	填方	弃方		借方	
				工程量	去向	工程量	来源
基槽开挖	码头引桥	7956.41	0	7956.41	上岸至指定临时纳泥区暂放，后由政府统筹拍卖	2133.82	外购石块
	海堤	22383.96	0	22383.96		1395.85	外购石块
	护岸	18272.71	0	18272.71		3076.11	外购石块
港池航道锚地疏浚工程		292.3 万	0	292.3 万	10 万方自用于陆域回填，其余上岸至指定临时纳泥区暂放，后由政府统筹拍卖	0	/
东拦沙堤		0	0	0	/	60685	外购石块
西拦沙堤		0	0	0	/	59504	外购石块
陆域形成和道路堆场		0	10.0 万	0	/	10.0 万	疏浚土回填

（2）本项目疏浚物处置和利用与相关监管措施要求的符合性

1）根据《关于进一步明确涉海港池航道疏浚工程执法监管有关事项的通知（粤海综函〔2021〕157 号）》，涉海港池航道疏浚工程所得疏浚物中的海砂在工程项目批准范围内可以自用，但是进行销售或者用于其他工程项目的，必须依法办理采矿登记手续。各地要进一步强化涉海港池航道疏浚工程执法监管，依法查处违法用海、未办理环评手续及以疏浚名义开采海砂等违法行为。同时，加强

疏浚物的监管，严厉查处向海洋违法倾倒和在海上通过直接冲洗方式取砂等违法处置疏浚物行为。

本项目为渔港工程建设项目，需对码头前沿停泊水域、回旋水域及航道、锚地进行疏浚，疏浚物主要为粉细砂，为可利用的海砂资源。本项目建设单位已与陆丰市地方政府沟通协商，项目疏浚土拟堆存至指定陆域的纳泥区暂存，疏浚土后续由当地政府部门进行公开拍卖处置，所销售收益所得均纳入地方财政管理。因此，本项目建设单位本身不涉及疏浚土的销售或用于其他工程，建设单位不涉及利用本项目疏浚产生的疏浚土进行海砂售卖并获利的行为，在建设施工过程中，疏浚土将完全堆存至陆丰市地方政府指定的地点进行存放，本项目建设单位应配合当地政府、相关部门的监管工作，严禁擅自倾倒或取砂等违法行为。

综上，本项目疏浚物的处置和利用符合《关于进一步明确涉海港池航道疏浚工程执法监管有关事项的通知（粤海综函〔2021〕157 号）》的要求。

2）根据《广东省人民政府办公厅关于印发广东省促进砂石行业健康有序发展实施方案的通知（粤办函〔2021〕51 号）》中规定：“（十一）推动工程施工采挖砂石统筹利用。对经批准设立的工程建设项目和整体修复区域内按照生态修复方案实施的修复项目，在工程施工范围及施工期间采挖的砂石，除项目自用外，多余部分允许依法依规对外销售；有关执法部门查处罚没的砂石，允许县级以上人民政府或其指定的管理部门通过公共资源交易平台公开销售，以上两项销售收益均纳入地方财政管理。销售的砂石土可用于生产建筑碎石和机制砂。”

本项目水域疏浚物主要成分为粉细砂，开挖上岸后堆放至政府部门指定地点，由当地政府部门公开拍卖出售疏浚物，销售收益纳入地方财政管理。因此，本项目疏浚物的处置和利用符合《广东省人民政府办公厅关于印发广东省促进砂石行业健康有序发展实施方案的通知（粤办函〔2021〕51 号）》的要求。

2.4 项目用海需求

2.4.1 拟申请用海情况

一、用海类型及用海方式

本项目为陆丰市东海镇乌坎渔港建设工程项目，项目用海类型属于渔业用海（一级类）中的渔业基础设施用海（二级类）。

本项目用海方式包括：①1#引桥码头、2#引桥码头、1~6#浮桥码头的用海方式为构筑物用海（一级方式）中的透水构筑物用海（二级方式）；②码头港池和内港池的用海方式为围海用海（一级方式）中的港池、蓄水（二级方式）；③海堤坡脚改造 A、B 段及东、西拦沙堤的用海方式为构筑物用海（一级方式）中的非透水构筑物用海（二级方式）；④水域疏浚施工期用海方式为开放式用海（一级方式）中的专用航道、锚地及其他开放式用海（二级方式）。

二、拟申请用海面积及占用岸线情况

本项目拟申请用海总面积为 110.5216 公顷，包括包括主体工程用海 11.4170 公顷、施工期用海 99.1046 公顷。其中，1#引桥码头、2#引桥码头和 1~6#浮桥码头透水构筑物用海面积为 0.3774 公顷，港池用海面积为 3.9137 公顷，海堤坡脚改造 A、B 段及东、西拦沙堤非透水构筑物的用海面积为 7.1259 公顷；水域疏浚施工期其他开放式用海面积为 99.1046 公顷。

本项目共占用岸线 423.6m。其中包括引桥码头透水构筑物占用岸线 15.2m，港池占用岸线 9.4m，海堤坡脚改造非透水构筑物占用岸线 389m。

本项目宗海图见图 2.4.1-1~2.4.1-8。

表 2.4.1-1　项目申请用海情况一览表

类别	序号	工程内容	用海方式	用海面积（公顷）	占用岸线（米）
主体工程	1	1#引桥码头	透水构筑物	0.1009	17.9
	2	2#引桥码头	透水构筑物	0.1721	7.3
	3	1~6#浮桥码头	透水构筑物	0.1044	0
	4	港池	港池、蓄水	3.9137	9.4
	5	海堤坡脚改造 A 段	非透水构筑物	0.2215	194.3
	6	海堤坡脚改造 B 段	非透水构筑物	0.2233	194.7
	7	东拦沙堤	非透水构筑物	3.3498	0
	8	西拦沙堤	非透水构筑物	3.3313	0
施工期用海	9	水域疏浚	专用航道、锚地及其他开放式	99.1046	0
合计				110.5216	423.6

2.4.2 申请用海期限

本项目为渔业基础设施用海，属公益事业，根据项目主体工程的设计使用年

限 50 年，以及《中华人民共和国海域使用管理法》第二十五条规定，“公益事业海域使用最高年限为四十年”，本项目主体工程拟申请用海期限为 40 年。本项目水域疏浚仅申请施工期用海，根据施工进度安排，水域疏浚施工期用海拟申请用海期限为 2 年。

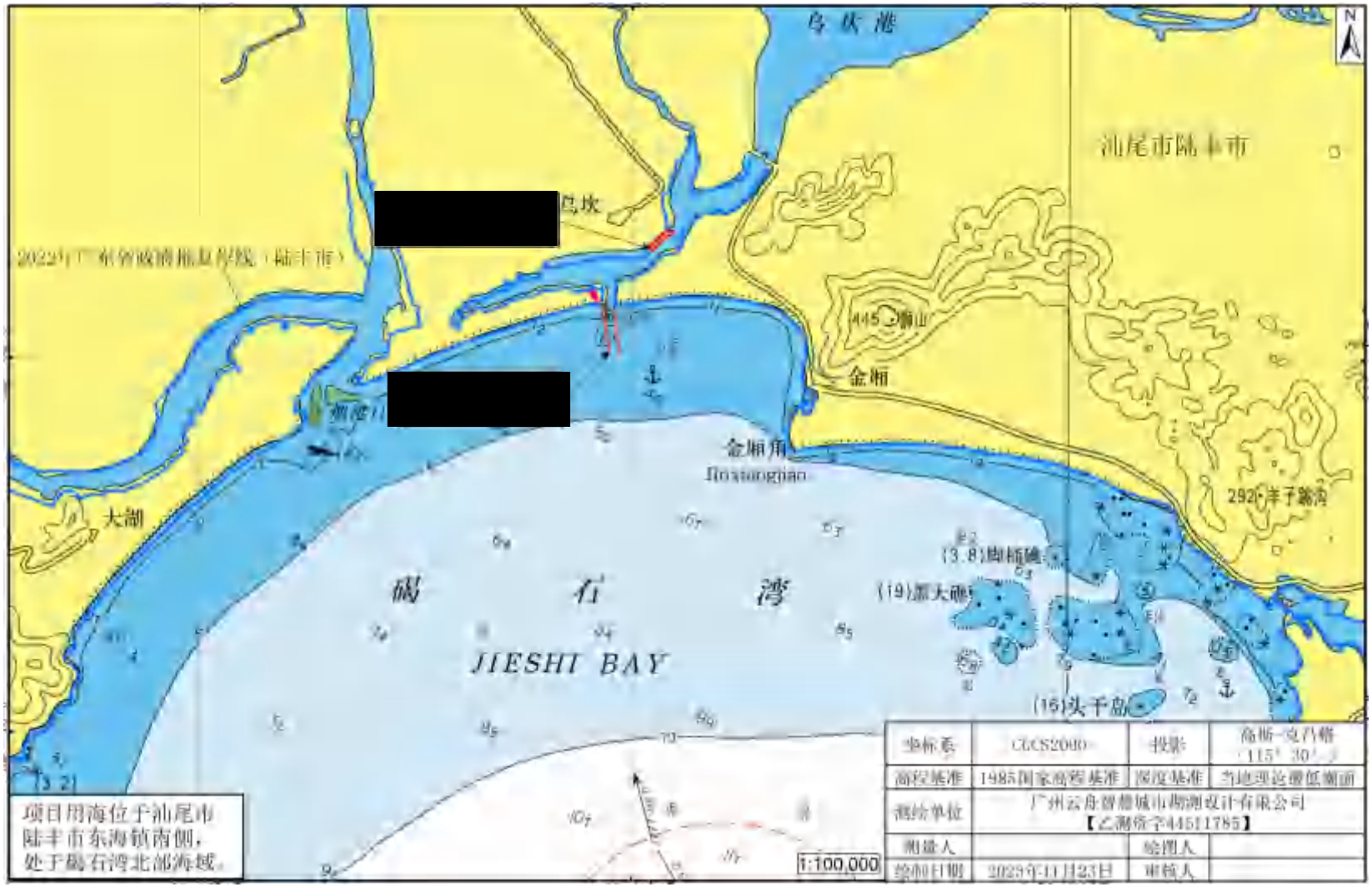


图 2.4.1-1　项目宗海位置图

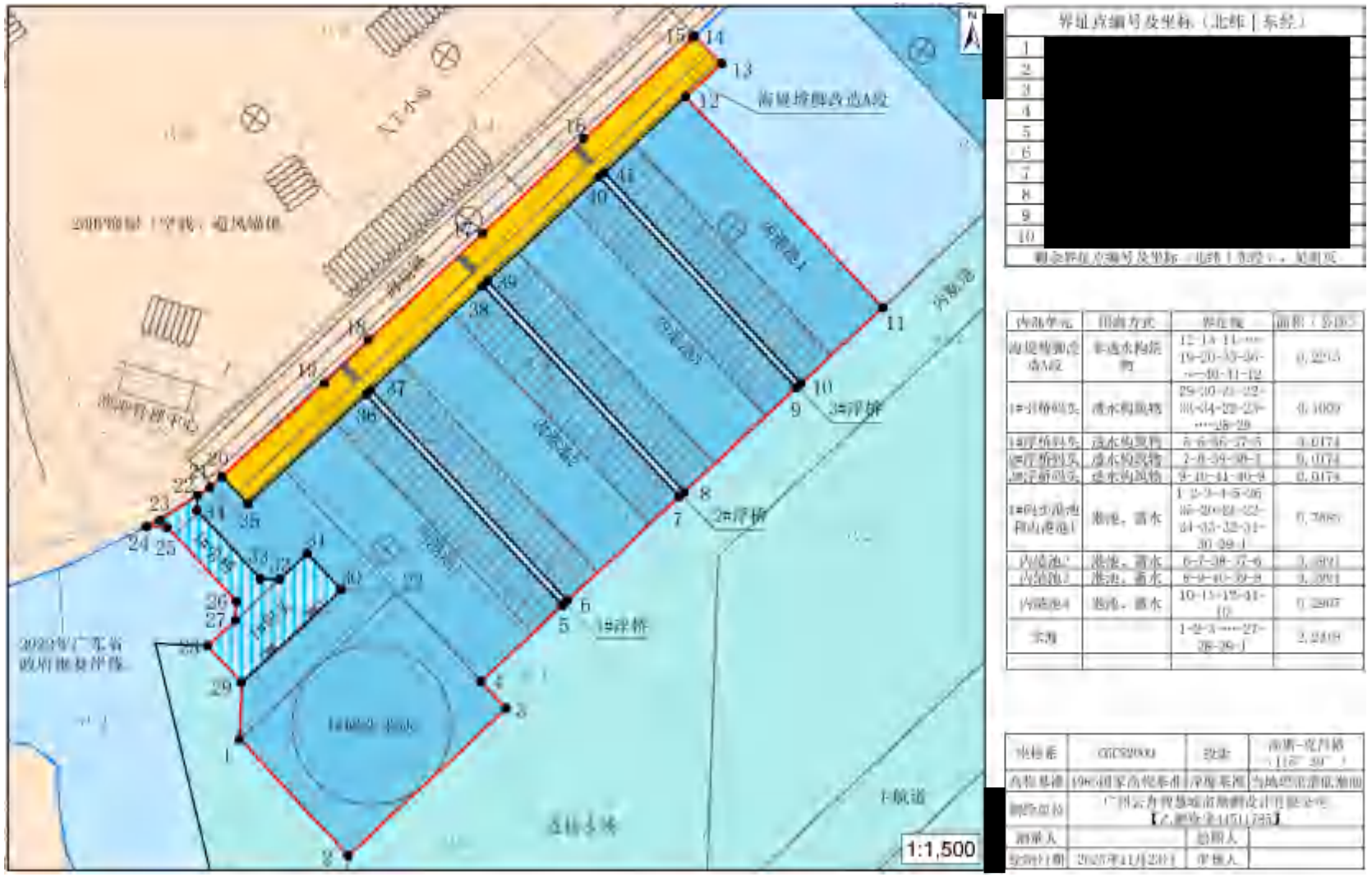


图 2.4.1-2　项目（1#码头港池）宗海界址图

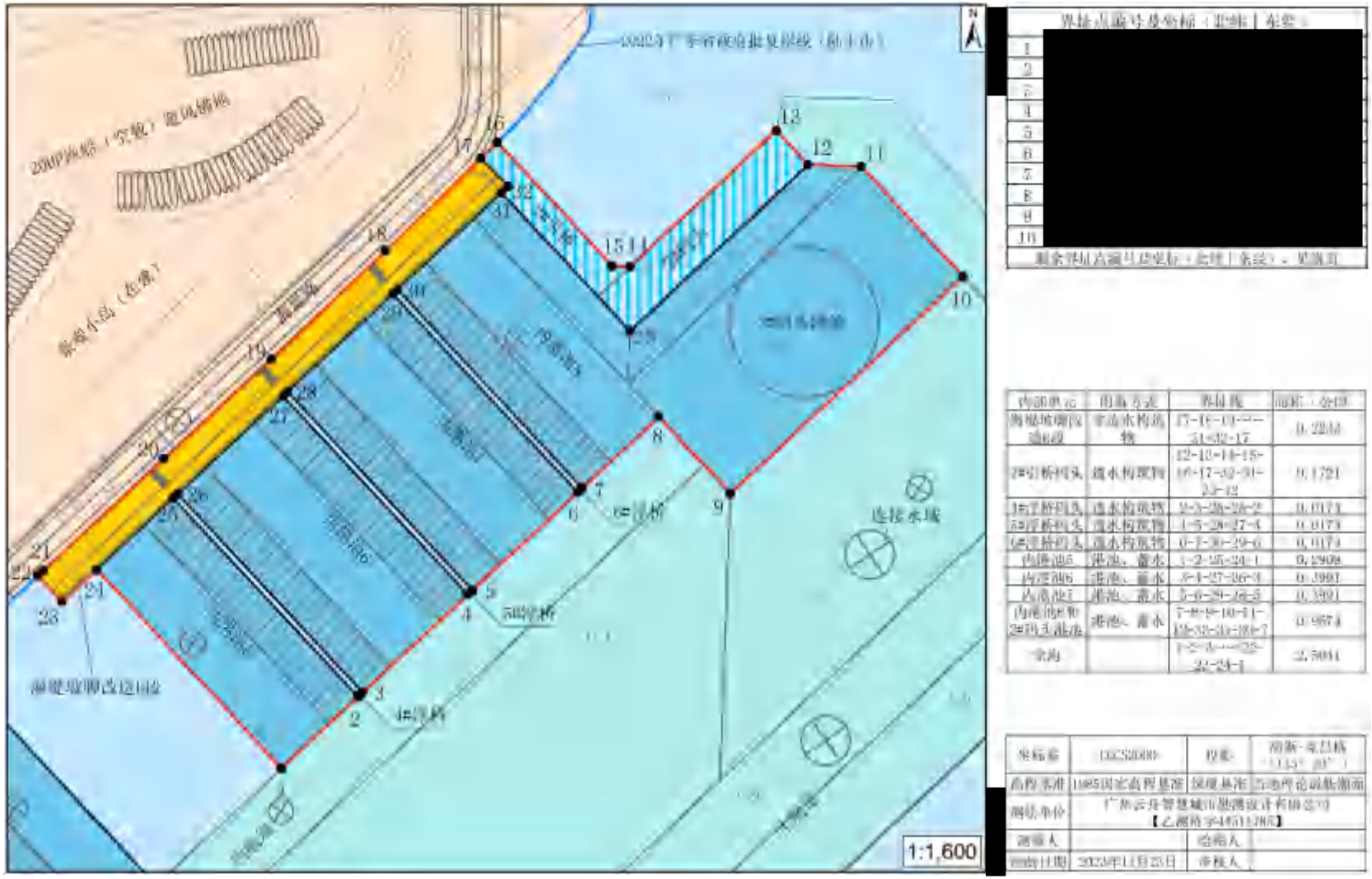


图 2.4.1-3　项目（2#码头港池）宗海界址图

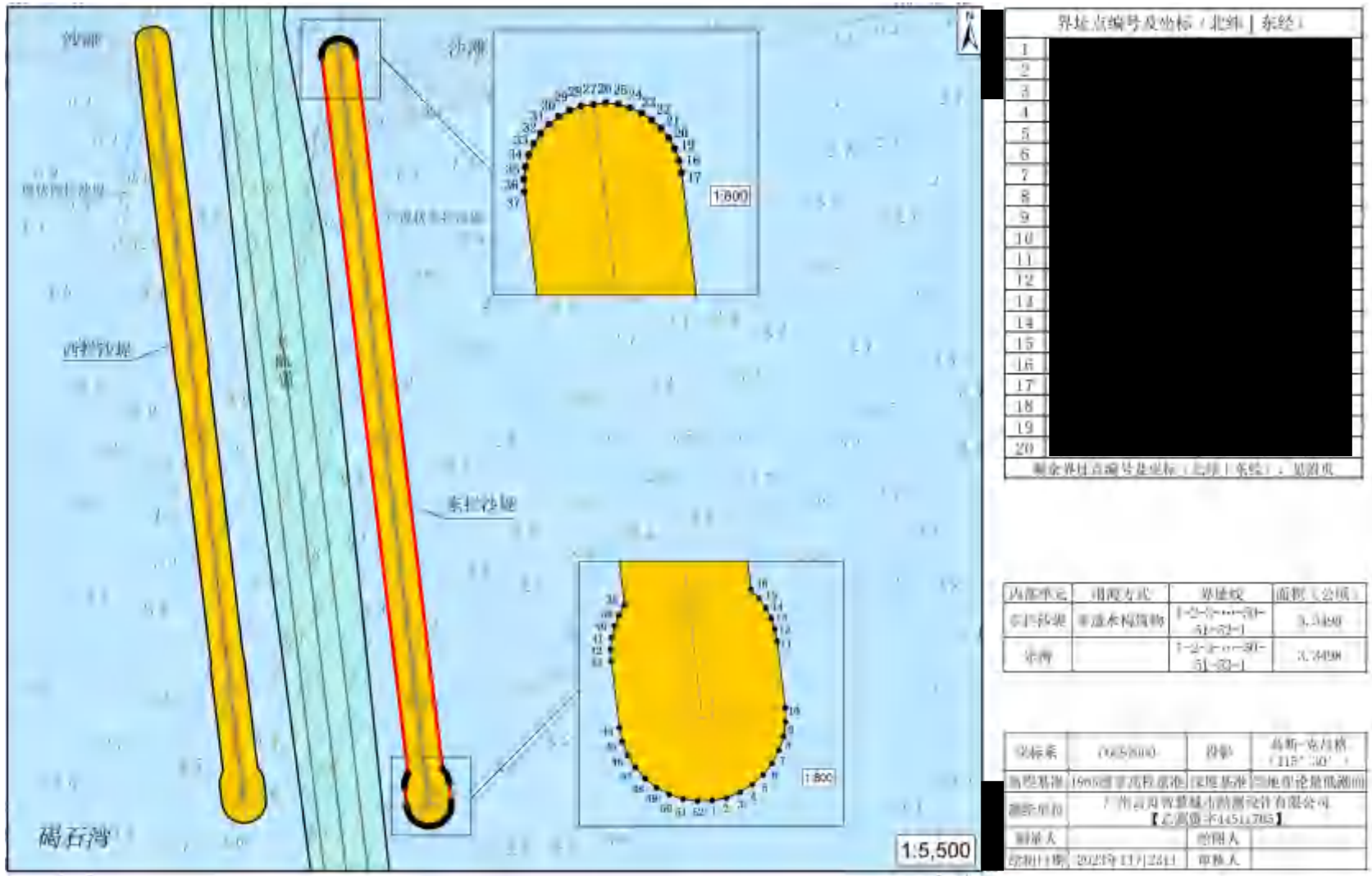


图 2.4.1-4　项目（东拦沙堤）宗海界址图

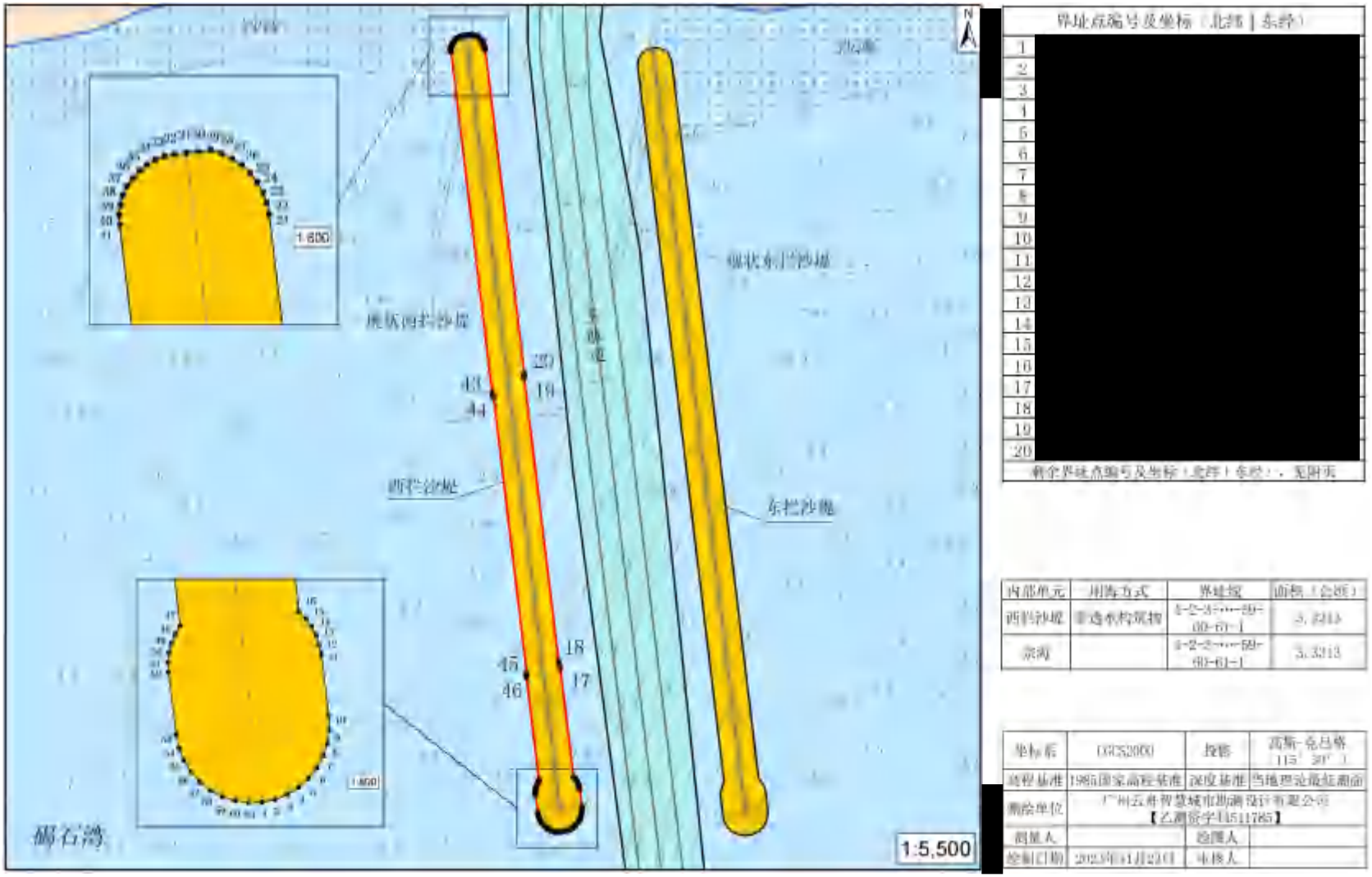


图 2.4.1-5　项目（西拦沙堤）宗海界址图

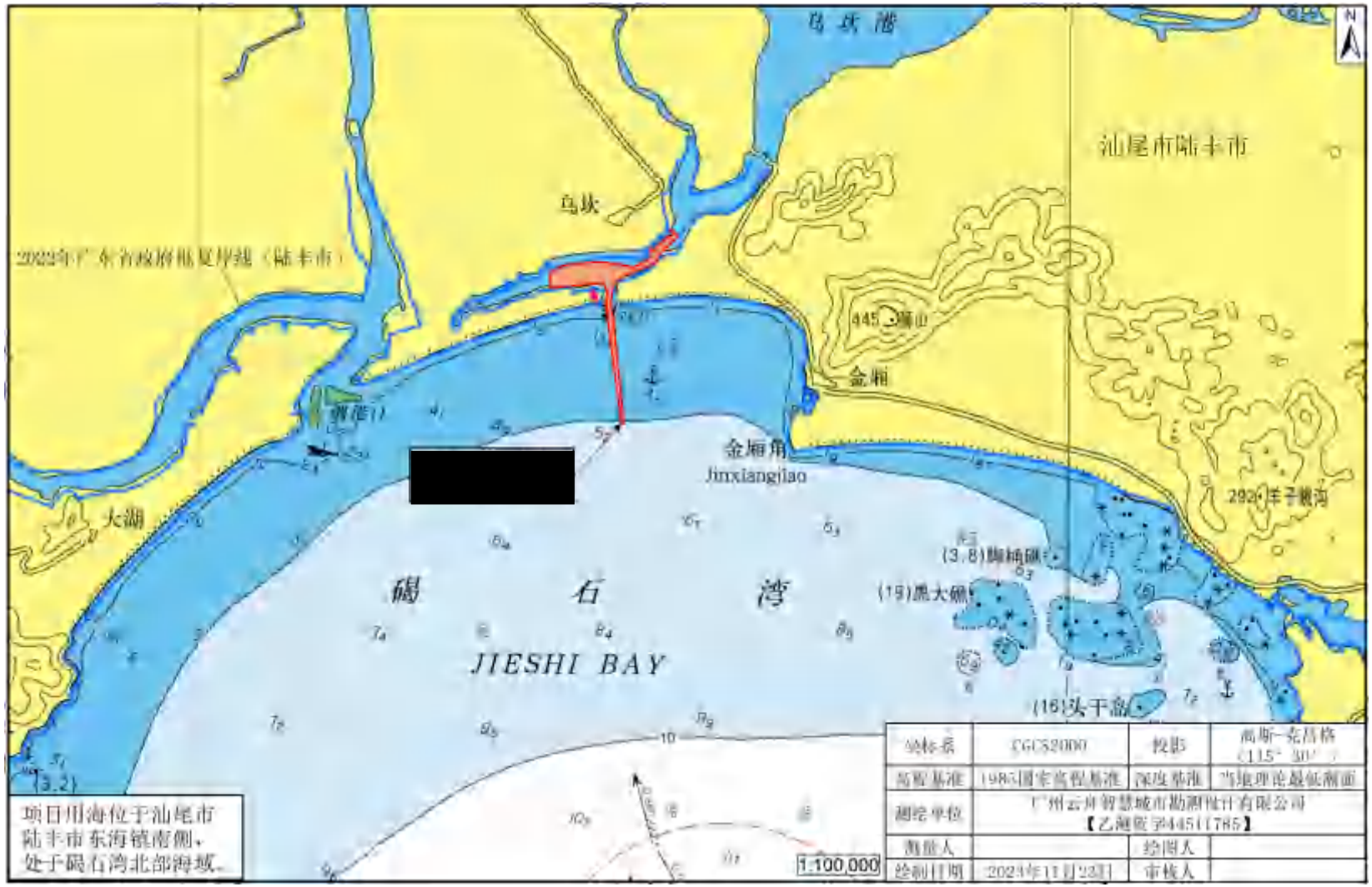


图 2.4.1-6　项目（水域疏浚）宗海位置图

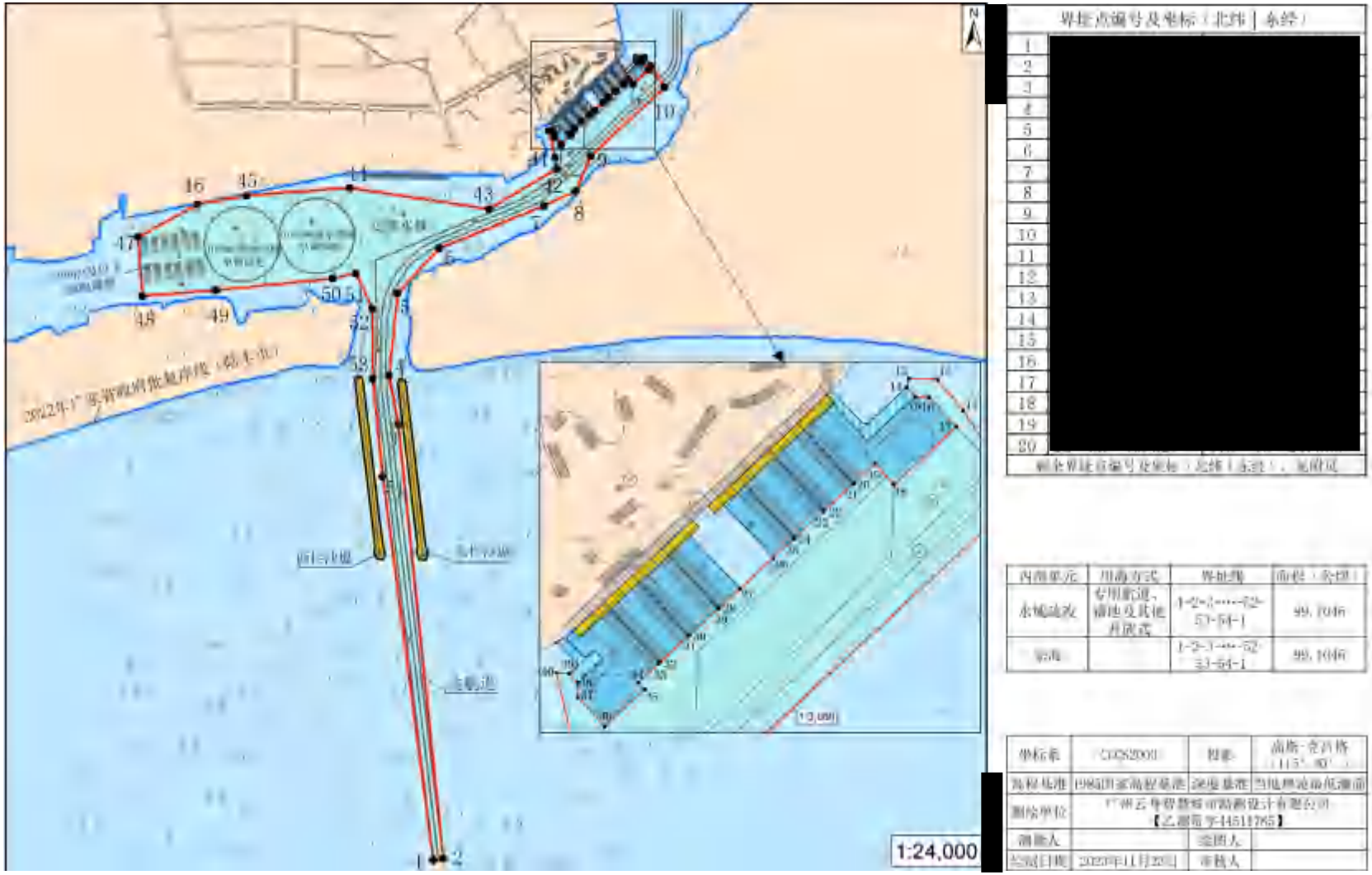


图 2.4.1-7　项目（水域疏浚）宗海界址图

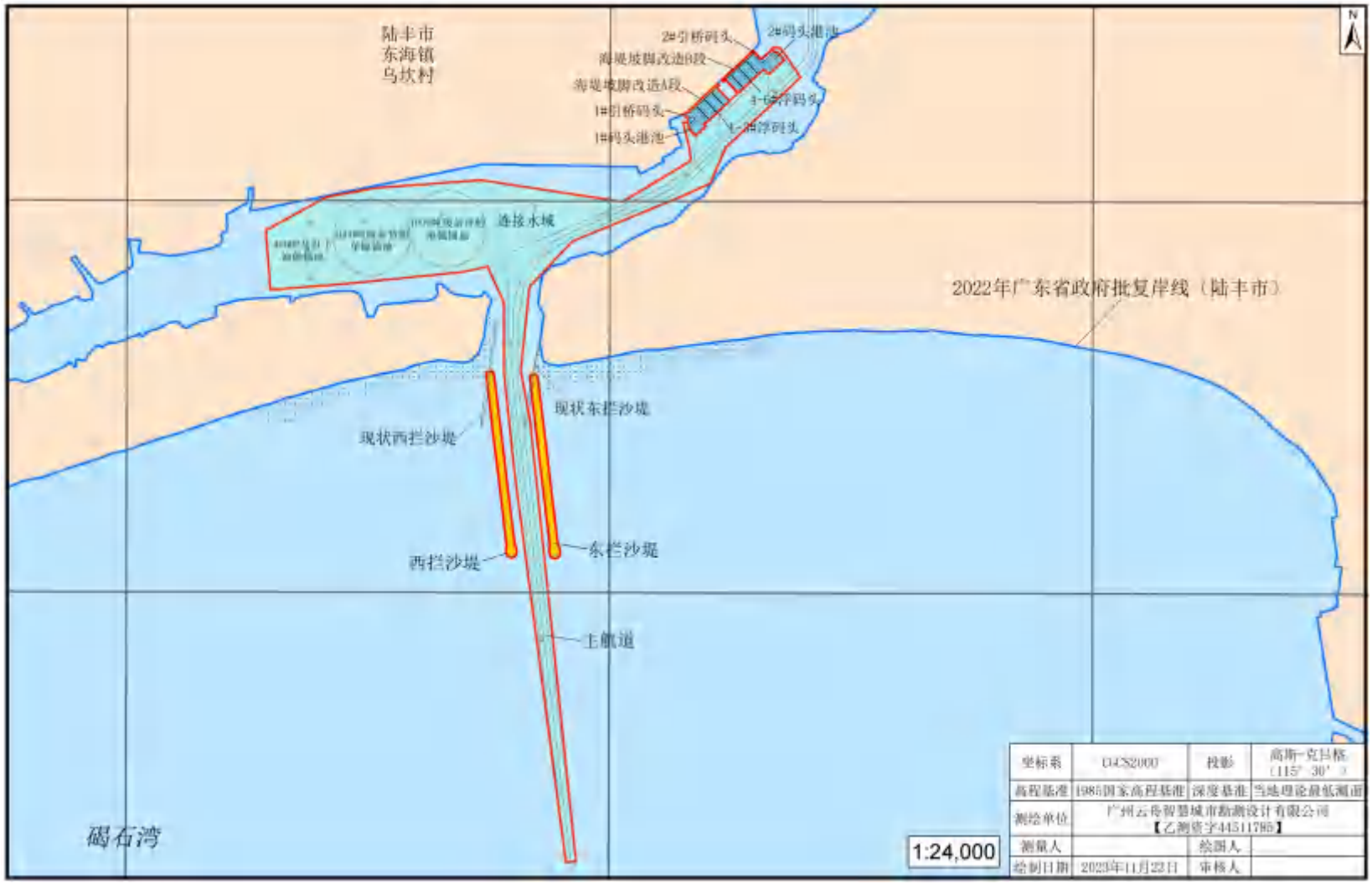


图 2.4.1-8　项目宗海平面布置图

附页　陆丰市东海镇乌坎渔港建设工程项目（1#码头港池）

宗海界址点（续）

界址点编号及坐标（北纬|东经）					
[redacted]					

测绘单位	广州云舟智慧城市勘测设计有限公司 【乙测资字 4451I785】		
测量人		绘图人	
绘制日期	2023 年 11 月 23 日	审核人	

附页　陆丰市东海镇乌坎渔港建设工程项目（2#码头港池）

宗海界址点（续）

界址点编号及坐标（北纬|东经）					
[redacted]					

测绘单位	广州云舟智慧城市勘测设计有限公司 【乙测资字 44511785】		
测量人		绘图人	
绘制日期	2023 年 11 月 23 日	审核人	

附页　陆丰市东海镇乌坎渔港建设工程项目（东拦沙堤）

宗海界址点（续）

界址点编号及坐标（北纬|东经）					
[redacted]					

测绘单位	广州云舟智慧城市勘测设计有限公司 【乙测资字 44511785】		
测量人		绘图人	
绘制日期	2023 年 11 月 23 日	审核人	

附页　陆丰市东海镇乌坎渔港建设工程项目（西拦沙堤）

宗海界址点（续）

界址点编号及坐标（北纬|东经）					
[redacted]					
38	22° 52′ 33.637″	115° 39′ 39.623″	59	22° 52′ 05.437″	115° 39′ 16.110″
39	22° 52′ 33.563″	115° 39′ 39.587″	60	22° 52′ 05.394″	115° 39′ 35.758″
40	22° 52′ 33.484″	115° 39′ 39.563″	61	22° 52′ 05.375″	115° 39′ 39.754″
41	22° 52′ 33.403″	115° 39′ 39.554″			

测绘单位	广州云舟智慧城市勘测设计有限公司 【乙测资字 44511785】		
测量人		绘图人	
绘制日期	2023 年 11 月 28 日	审核人	

附页　陆丰市东海镇乌坎渔港建设工程项目（水域疏浚）

宗海界址点（续）

界址点编号及坐标（北纬|东经）					
[redacted]					

测绘单位	广州云舟智慧城市勘测设计有限公司 【乙测资字 44511785】		
测量人		绘图人	
绘制日期	2023 年 11 月 23 日	审核人	

2.5 项目用海必要性

2.5.1 项目建设必要性

（1）本项目是完善陆丰渔港经济区建设，推动渔业可持续高质量发展的战略需要

乌坎渔港作为陆丰渔港经济区“五港”之一，是陆丰市休闲渔业旅游观光带起点，创建国际知名休闲渔业，打造陆丰市渔业文化创新发展平台的重要载体。为贯彻落实《全国沿海渔港建设规划（2018-2025 年）》，完善陆丰渔港经济区休闲渔业建设，本项目以休闲型现代渔港为发展目标，以建设乌坎渔港渔业基础设施、完善渔业安全管理和防灾减灾功能为主体，推进水产增养殖业、捕捞业、加工业、水产品流通业协调融合发展，优化渔业产业结构，促进传统渔业转型升级。同时突破传统渔港建设模式，打造现代休闲渔业和产业融合发展平台，围绕“文旅兴渔”目标，以渔港基础设施建设带动休闲渔业、文旅、文创产业等一二三产业综合开发，推动乌坎渔港传统渔业转型升级，完善陆丰渔港经济区建设，高质高效推动渔业高质量发展，促进陆丰市渔业经济可持续健康发展。

（2）本项目是加快推进乡村振兴示范带建设，实现乡村振兴的战略需要

党的十九大明确提出实施乡村振兴战略，作出了“产业兴旺、生态宜居、乡风文明、治理有效、生活富裕”的总要求。乌坎渔港所在东湖镇位于陆丰市“滨海走廊”和“山水画廊”两条乡村振兴示范带的交汇点，是乡村振兴示范带的重要连接节点。乌坎渔港在乡村振兴示范带建设、乡村振兴战略实施的背景下，迎来渔业转型发展的重大战略机遇。

本项目建设休闲型渔港，依托陆丰区位优势，结合湖东滨海城镇发展，提升乌坎渔港渔村基础设施水平，根据乌坎渔港的特色和渔村的风貌，修复、保护具有传承意义的渔业文化、非遗文化，全面改变渔港“脏乱差臭”的传统形象，以生态文明建设为根本，改善渔港落后面貌，以休闲渔业与滨海旅游业互动发展为目标建设现代休闲渔港。本项目建成后将带动乌坎渔港休闲渔业产业的发展，可促进近 1000 名渔民转产转业，为渔民从事水产品加工、流通和餐饮等服务业创造 3000 个就业岗位，通过提供有效的就业岗位和良好的就业环境，促进渔民转产转业，实现渔民增收致富，提高渔民群众的获得感、幸福感。

（3）本项目是建设平安渔港，提高渔港综合服务水平的重要手段

渔港作为海洋捕捞业的后方基地和渔区最重要的基础设施，是渔民及渔船锚泊、避风、补给的港湾。目前，乌坎渔港拥有较为开阔的停泊水域，但存在水深不足、码头设施简陋、避风能力不足等突出问题，无法满足渔船安全生产作业，对渔民的人身和财产安全均构成较大的隐患。亟需改善现有渔港基础设施，改善渔船进出港条件，提高渔船作业的安全性，增加渔船进出港效率，减少渔业安全生产隐患，提高渔港综合服务水平。

本项目通过平安渔港工程建设 4 个 200HP 渔船码头、进出港航道及护岸、拦沙堤、港内锚泊水域、渔港服务中心以及道路、卸鱼设备、供电照明、给排水、绿化等配套设施，满足渔港安全基础设施建设、渔业安全管理制度建设、渔船信息管理体系建设、渔港安全硬件设施建设等平安渔港建设需要，大大提升渔港基础设施水平、渔船进出港条件及效率，提高渔船作业的安全性。

（4）本项目是新形势下加快推进渔业综合管理改革的迫切需要

近几年来，国家高度重视渔船渔港建设和管理，大力提升基础设施建设和信息化水平，积极探索改革试点实践，渔船渔港综合管理改革开始破题。2019 年 4 月 19 日，全国渔船渔港综合管理改革现场会中，农业农村部副部长于康震在会议上强调，要按照党的十九大提出的深化改革总目标，对标建设现代渔业强国的总体要求，抓住机遇，加大工作力度，确保改革取得实效。加快渔港建设步伐，推进渔港经济区建设，完善法律法规和管理制度，理顺管理体制机制，深化渔船渔港综合管理改革。

通过本项目建设智慧渔港系统，统筹搭建数字渔港综合管理服务平台，建立和完善渔港经营管理制度体系，全面推动渔船渔港综合管理改革。聚焦渔业生态保护、渔港振兴和安全监管目标，推行船舶进出渔港报告、渔获物定港上岸、渔业船员违法记分、渔获物可追溯绿色标签等制度，全面推进渔港渔船综合管理，建渔业资源科学利用、依法管控的长效机制，实现依港管船、管人、管渔获、管安全。

（5）本项目是拓展渔港经济发展空间，繁荣地区经济的迫切需要

乌坎渔港目前以传统捕捞、养殖渔业为主，功能单一，渔业经济发展停留在第一产业，渔业经济发展的带动面窄。近年来随着渔业资源不断衰退，传统捕捞

业效益下滑，渔民转产转业压力增大。

未来，我国渔港已全面进入渔港经济区发展时代，将渔港建设与城镇发展规划相结合。因此，乌坎渔港的转型发展十分迫切，亟需以点带面、串珠成带、一二三产融合的辐射带动型渔港经济。根据陆丰渔港经济区规划，乌坎渔港规划抓住港、镇、村等要素，形成“一带，一港，三区”的发展布局，其中一带指渔业特色风情观光带，一港指乌坎渔港，三区分别为特色风情渔业小镇、绿色养殖示范区、虎舌沙洲休闲渔业基地。

本项目建设渔船码头及进出港航道、集散交易、加工、仓储物流基地、小型鱼船修造基地、休闲渔业码头、休闲渔业服务中心、渔业文化创意园、渔民广场等多元化基础设施。通过与乡村振兴、创新创业、城镇建设、区域产业发展衔接，把渔业特色、民俗传统、非遗文化、红色文化、时代精神进行有机融入，建设渔港功能布局合理、港区基础配套设施较完善、渔港一二三产业经济健康发展的乌坎休闲型渔港，积极培育美食、渔港渔村旅游、游艇、科普教育等多种休闲业态，促进休闲渔业产业与其他产业融合发展，打造国际性休闲渔业、滨海旅游胜地。构建起渔业产业链、价值链、创新链，构筑蓝海经济新支点，开创蓝海经济新局面，助力陆丰全域旅游做强、做大、做优，为陆丰市社会经济发展注入新动能，依港兴产、以产带城、以城促港，实现港、产、城一体化。因此，本项目是拓展渔港经济发展空间，繁荣地区经济的迫切需要。

2.5.2 用海必要性

本项目作为渔业基础设施建设，项目海域使用是由其工程建设的特殊性及项目建设的必要性决定的。

本项目用海方式包括：①1#引桥码头、2#引桥码头、1~6#浮桥码头的用海方式为构筑物用海（一级方式）中的透水构筑物用海（二级方式）；②码头港池和内港池的用海方式为围海用海（一级方式）中的港池、蓄水（二级方式）；③海堤坡脚改造 A、B 段及东、西拦沙堤的用海方式为构筑物用海（一级方式）中的非透水构筑物用海（二级方式）；④水域疏浚施工期用海方式为开放式用海（一级方式）中的专用航道、锚地及其他开放式用海（二级方式）。

引桥码头、港池、海堤、拦沙堤建设及水域疏浚的用海必要性主要体现在一下几个方面。

一、引桥码头透水构筑物用海的必要性

根据渔货卸港量发展水平预测，本港渔货年卸港量按 1 万吨计算。根据《渔港总体设计规范》（SC/T 9010-2000），本港近期所需 400HP 卸鱼泊位数为 1 个，所需 400HP 供冰泊位数为 1 个，远期拟设置 1 个专用的简单航修泊位。

本工程最大设计船型为 400HP 渔船，船长为 32m，二期新建 1 个泊位，三期新建 2 个泊位，为满足渔港各种类型渔船，用于卸渔、供冰供水、物资补给等工作，需建设泊位长度分别为 41m 和 78m 的 1#、2#码头。为满足渔港内 20HP 及以下小型渔船的靠泊需求，本项目拟建设 6 座浮码头，浮码头靠泊形式采用丁靠，单侧泊位长度为 12.5m。

码头泊位在建设过程中，需要使用海域进行水上结构施工。码头建成营运后，船舶靠岸停泊、装卸也需要使用海域，并要求具备一定的水深条件。码头泊位用于渔业生产活动，本项目码头选址于乌坎渔港内顺岸布置，码头利用水域面积不大，码头透水构筑物申请用海面积为 0.3774 公顷，对港内渔船避风锚泊水域的面积影响较小，且码头建设后可充分完善渔港基础设施建设，提高渔港服务功能。

综上，本项目渔港建设于乌坎港内，其用海主要依据渔港吞吐量发展水平、码头运营安全等进行布置，其用海是必要的。

二、港池用海的必要性

根据计算，1#码头结构长度与泊位长度取值一致，2#码头结构长度大于 55.7m 即可，本工程考虑到渔船大型化发展趋势，为适应将来船型变化，拟按泊位长度全长布置码头结构，码头长度均与泊位长度取值一致，即 1#码头长度为 41m，2#码头长度为 78m。

因浮码头垂直岸线布置，船舶采用丁靠方式靠泊，因此浮码头沿泊位长度方向对应的是主浮桥宽度。参考《游艇码头设计规范》（JTS 165-7-2014），主浮桥服务长度＜100m 时，主浮桥最小宽度为 2m，因此本工程主浮桥宽度取值为 2m。

港池属于码头的配套用海，是项目营运期靠泊、补给、调头、装卸必需的。在自然水深条件不能满足其停泊要求下，为满足安全营运需要，需要在港池区内进行疏浚等作业活动，因此需要申请港池用海。

三、东、西拦沙堤非透水构筑物用海的必要性

现有拦沙堤有两条，分别位于口门两侧，为西拦沙堤和东拦沙堤。

本工程拟在现有拦沙堤基础上进行改造，本次拦沙导堤走向在现有拦沙堤基础上向东侧偏转约 16°，新堤根部大致位于现有拦沙堤中间位置，堤头位于波浪破碎带以外，约-3.5m 水深处，口门朝向南偏东，新建西拦沙导堤长约 860m，新建东拦沙导堤长约 850m，两条拦沙导堤平行布置，需拆除现有东拦沙导堤堤头段约 255m 和堤头灯桩一座。

拦沙堤建设的主要功能是对渔港港区提供掩护，增加渔港的年允许作业天数，减小码头的设计波浪要素，防止波浪等海洋自然灾害对渔港的侵袭，确保船舶进港的安全和顺畅。两座拦沙堤可对渔港进行掩护，可有效提升港区的泊稳条件，拦截外海域的泥沙输送，降低港区泥沙淤积程度。拦沙堤需建设在渔港出海口外侧海域，其建设用海是必要的。

四、水域疏浚施工期用海的必要性

根据《渔港总体设计规范》，本工程进港航道分为两段，乌坎货运码头往外海段进港航道设计底高程按 1000 吨级杂货船取为-5.0m，乌坎货运码头往 2#码头段进港航道设计底高程按 400HP 渔船取为-3.5m。

本工程的疏浚主要包含港池、航道、锚地的疏浚，部分区域为方便水工施工和护岸结构需要需进行局部疏浚。推荐方案水域疏浚包括渔港生产作业港池、进港航道和锚泊区，进港航道疏浚底高程分界线在乌坎货运码头附近，往外海设计底高程为-5.0m，往乌坎河上游设计底高程为-3.5m；20HP 渔船港池水域设计底高程为-1.9m，避风锚地设计底高程-1.0m；400HP 渔船港池水域和锚地设计底高程为-3.5m；1000 吨级杂货船锚地设计底高程为-5.0m。疏浚按超宽 3m，超深 0.3m 考虑，开挖边坡按 1:7 进行控制。

船舶掉头、靠离泊等需利用回旋水域实现，由于本项目自然水深条件无法满足通航要求，为满足安全运营需要，回旋水域需进行疏浚作业。航道淤积严重影响船舶通航安全，对进港航道进行疏浚，可以使各渔港渔船可以全天候进出港作业，保证渔船进出港安全，能大大增加码头使用率和后勤配套设施的利用率，可以降低生产作业成本。因此对出现淤积的港池、航道及锚地水域进行疏浚是十分必要和迫切。

因此，本次水域疏浚施工期用海是为满足船舶进出港需求，其用海是必需的。

综上所述，本项目的用海是必要的。

3 项目所在海域概况

3.1 海洋资源概况

3.1.1 港口资源

陆丰海岸曲折，港口众多，主要港口有碣石港、甲子港、湖东港、乌坎港、金厢港。陆丰港区是汕尾港的重点发展港区，主要服务临港工业，以通用散杂货、油气化工运输为主。陆丰港区主要规划有田尾山作业区、湖东甲西作业区、甲子屿作业区、东海岸作业区、碣石作业区及乌坎作业区，共规划约 74 个 500 吨级～15 万吨级泊位，可形成码头岸线 21.1km。

本次论证范围内包括碣石渔港和金厢渔港。

碣石渔港东西两岸的陆域紧密与碣石镇区相邻，港内岸线长 11300m，其中 5500m 为原盐田的临时护岸，余为自然填土岸，1970 年在“向海要粮”的历史条件下建成碣南大堤，把潟湖面积缩减三分之二，只剩 2.05 平方公里，以至纳潮量大减，港内涨潮三角洲淤积扩大，口门砂坝不断向东偏移，1980 年与 1960 年测图对比，口门沙坝向东偏移 200 m，1981 年初，口门水深仅为-0.4m，20 吨位机动渔船需候潮才能进出港。在各级政府及主管部门的重视和大力支持下，1981 年～1989 年，修建了西拦沙堤 200 m，东护岸堤 381m 和东拦沙堤 220 m，1994 年东拦沙堤延伸 100 m。近几年，又对进港航道进行裁弯取直和航道浚深，使航道水深为-2.5m～3.0m，基本满足中小型渔船自由进港，大型渔船需乘潮进港。近几年，内港整治建设也在不断进行，建设东侧护岸 800m，渔业码头 177m，形成陆域 10.8 万平方米的后方渔业用地，建设 5000 平方米的简易水产品交易市场和冰厂、冷库等配套设施，内港避风水域和港池水域疏浚面积 13 万平方米。本港有制冰厂 3 间，日产冰 120 吨，船排（坞）5 个，碣石顺帆船舶修造有限公司 1 家，水产品加工厂 50 多个。

金厢渔港位于陆丰市南端，碣石湾北部，地处金厢镇境内。地理坐标为东经 115°41′49.244″，北纬 22°51′26.217″。该港交通方便，陆路与陆丰市的东海镇、碣石镇相距 15 公里，距甲子镇 45 公里。水路距汕头市 120 海里，距广州市 250 海里，距香港 125 海里。渔港内水域面积约 5.0 万平方米。金厢渔港后勤设施较

齐全，但规模小，比较零散，现有冰厂两间，造船厂 3 间，网厂 2 间，加油站 3 处，供水、供电各 1 间，海鲜市场 2 间，海鲜加工厂 30 多间。

3.1.2 航道和锚地资源

（1）航道

本项目论证范围内的航道有：

碣石港航道：长度为 2.8 海里，水深最浅处为-5.1m，可航水域最窄处为 60m，泥沙底。

乌坎港航道：航道为人工疏浚航道，自 22°52′26″N/115°39′42″E 处入口至乌坎码头总长度为 1.13 海里，基准水深-2.7~-6.0m，泥沙底。

（2）锚地

项目区域不涉及规划锚地和现存锚地。本项目论证范围内锚地有 10 号、11 号和 12 号锚地。

10 号锚地为碣石港过驳锚地：

以 22°45'00"N，115°41'02"E 为圆心、2 海里为半的水域内，水深 11 米~15 米，底质泥沙，用于船舶候泊、过验、防台。

11 号锚地为碣石港引航、检疫锚地：

以 22°47'00"N、115°45'02"E 为圆心、0.5 海里为半径的水域内，水深 8 米左右，底质泥沙，用于引航检疫、防台。

12 号锚地为乌坎港引航、检疫锚地：

以 22°50'00“N、115°40'02"E 为圆心、0.5 海里为半径的水域内，水深 6 米左右，底质泥沙，用于引航检疫、防台。

图 3.1.2-1　项目论证范围内航地、锚地分布图

3.1.3 岸线资源

根据本项目论证范围与阳江市 2022 年广东省政府批复海岸线叠图可知，本项目论证范围内涉及的岸线类型有人工岸线、自然岸线和其他岸线。

论证范围内涉及的海岸线长度约 75.006km，其中包括自然岸线 50.64km，人工岸线 24.325km，其他岸线 0.04km。

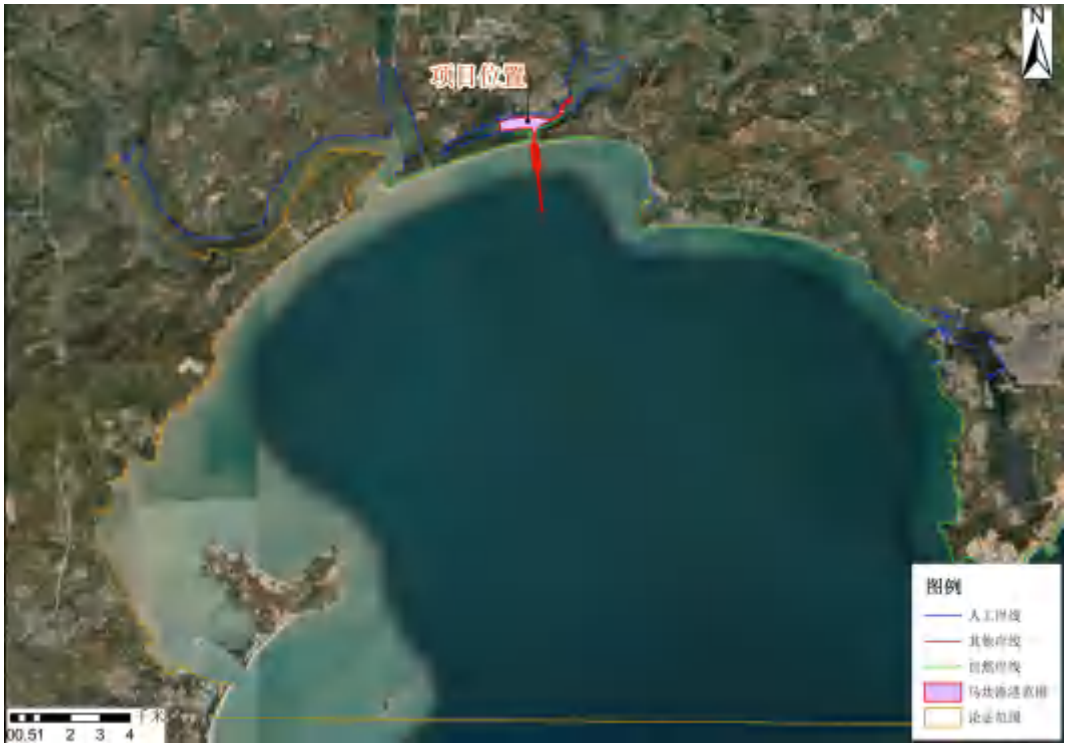


图 3.1.3-1　项目论证范围内岸线类型图

3.1.4 岛礁资源

项目所在的碣石湾岛礁有施公寮岛和金屿。与项目关系示意图见图 3.1.4-1。

施公寮岛：位于本项目西南面约 15.2km，在汕尾市东南 23.4 公里处。位于北纬 22°44.2′、东经 115°34.5′面积 10.05 平方公里，岸线长 20.78 公里，海拔 12.6 米。相传清乾隆 50 年（1785 年），有施姓人士在此搭察居住得名。村西北有清顺治年间（1644-1661 年）苏成和苏利抗清兵营遗址，北有炮台。2002 年 9 月，由广东集华风能有限公司投资 1.38 亿元，建设 25 台风发电机（单机功率 600 千瓦）首台机组开始发电并网投产。2003 年 11 月前，施公寮岛原有海堤连接遮浪。2003 年 12 月因建汕尾电厂，在电厂附近挖开海堤决口一处作为进港航道。2004 年 6 月在进港航道北面建起连岛公路，该岛为新增的有居民岛，2008 年人口约 3000 人。

金屿（又叫神秘岛）：位于本项目西南面约 18.2km，在遮浪半岛施公寮东部，西北距白沙半岛 3.4 公里，岛上约一半面积花岗岩裸露，多洞穴，其地表层为黄沙粘土，长有杂草、小灌木，植被茂密。岛长 880 米，宽 440 米，最窄处 90 米。位于北纬 220°46、东经 115°36，面积 0.13 平方公里，岛岸线长 2470 米。岛西侧是沙滩，岛上最高处海拔 36.7 米。岛北呷湾有小码头 1 座。岛上有一处

岩石天然堆成的屋，可供游人休息。

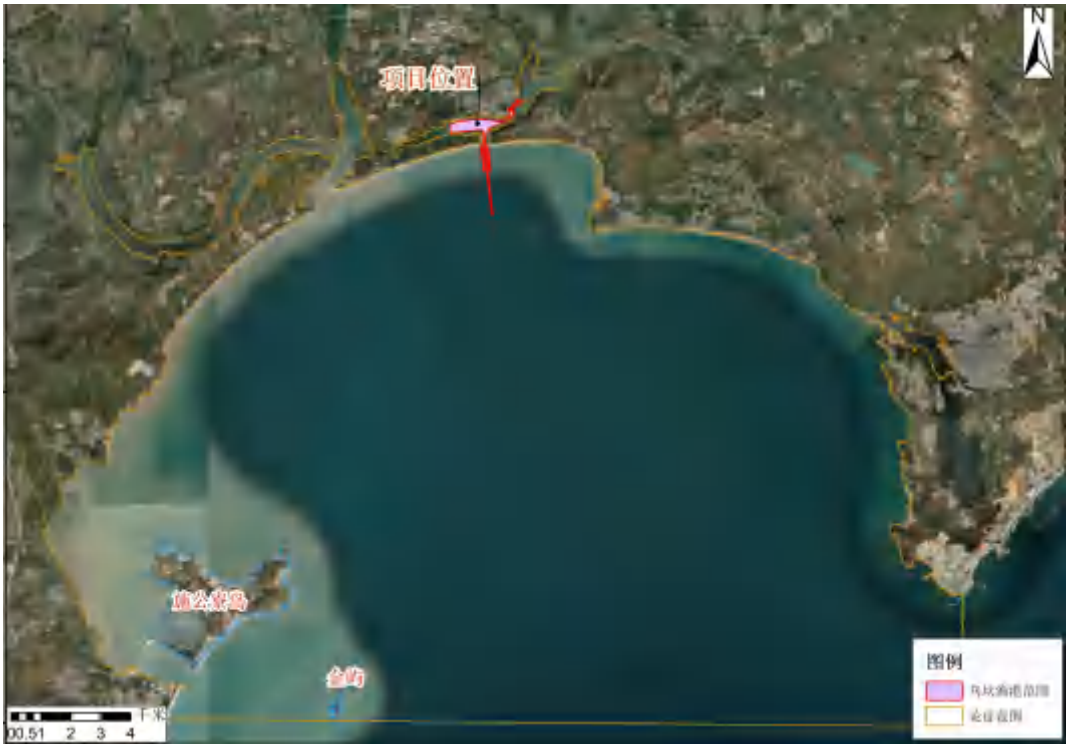


图 3.1.4-4　项目周边岛礁分布示意图

3.1.5 矿产资源

根据《汕尾市矿产资源总体规划（2021-2025 年）》，汕尾市处于武夷成矿带，是全国 26 个成矿区带之一，矿产资源比较丰富。目前已发现主要矿产 28 种，累计发现矿产地 69 处。

表 3.1.5-1　汕尾市矿产资源概况（引自《汕尾市矿产资源总体规划（2021-2025 年）》）

分类	矿种	矿产地（矿点）（个）
能源矿产	地热、泥炭	7
金属矿产	铁、钛、铜、铅、锌、钨、锡、钼、金、银、锆等	47
非金属矿产	石英砂、陶瓷土、高岭土、建筑用花岗岩、饰面用花岗岩、建筑用砂岩、砖瓦用砂页岩	11
水气矿产	矿泉水	4

金属矿产有开采价值的主要有锡、铜、钼、铅、锌、铁等，发现了胡坑锡矿、塌山锡矿、长埔锡矿、银瓶山锡矿等中型锡矿床。

非金属矿产开采价值较大的主要有建筑用花岗岩、高岭土、陶瓷土等。建筑用花岗岩分布广、资源丰富，矿产地 28 处，累计查明资源储量 7.19 亿立方米。

在海丰、陆丰、陆河等地发现有结构完整的建筑用花岗岩，经济价值较高。

汕尾市地热、矿泉水资源比较丰富。已发现地热 6 处，允许开采量 2661.33 立方米/日。矿泉水 4 处，允许开采量 499.86 立方米/日。

3.1.6 旅游资源

汕尾位于广东省粤东沿海地区的丘陵地带，与潮汕平原相邻，东临揭阳，西接惠州、深圳、东莞、广州，北抵梅州、河源，南濒南海，距香港仅 81 海里，是广东省珠三角地区和潮汕地区两大板块的重要连接点。现辖一市一区二县，分别为陆丰市（代管）、海丰县、陆河县和市城区。素被专家学者誉为“粤东旅游黄金海岸”，丰富的滨海风光、山地生态、革命史迹和宗教人文等构成汕尾“红、蓝、绿、古”四大特色旅游资源。

本项目论证范围内的旅游景点包括陆丰碣石玄武山景区（国家 AAAA 级景区）、陆丰金厢滩滨海景区。汕尾的美源自于大海的气息，天空下的白色风车，有着一种爱琴海上的浪漫；数不清的渔船带着收获的喜悦满载而归，嘹亮的汽笛声响彻云天；那一艘艘白帆，在海天之间掠过，是海上最亮丽的风景；还有那些被夕阳披上了外衣的金色沙滩，汕尾的海滩景色里，总是弥漫着一种温暖的味道。

碣石古镇作为卫所城市始建于明代，经过明末及清代的历次改建，至今仍保存有较为完整的空间格局，现镇区内仍留有明代古卫城城墙、炮楼、石刻等遗迹，“三横五纵”的古城空间格局仍可辨认。这里地灵人杰，文物古迹荟萃，有历史悠久的元山寺、巍峨耸秀的福星塔、综艺典雅的古戏台、轩昂富丽的巨型山门等古艺建筑，有“山不在高”“三台保障”“麒麟石”“起龙岩”“龙门石”“龟蛇石”等奇岩异石和摩崖石刻，有清同治皇帝和两江总督林则徐，陆路提督刘永福等题匾四十多面，其中林则徐的《水德灵长》和刘永福的《灵声满道》被列为“中华名匾”。

3.1.7 海洋渔业资源及保护区

3.1.7.1 渔业资源

根据《陆丰市水域滩涂规划（2018-2030 年）》陆丰市海水养殖面积 6659 公顷，占陆丰 10 米等深线内浅海面积的 34.71%。产量 91172 吨，占汕尾市总产

量的 27.2%。按养殖品种划分，贝类养殖产量最高，达 42467 吨，占海水养殖总产量的 46.6%。其次是鱼类，产量为 29711 吨，占海水养殖总产量的 32.6%。甲壳类和藻类产量分别为 12126 和 6846 吨，占海水养殖总产量的 13.3%和 7.5%。按养殖方式划分，有海水池塘养殖、吊笼养殖、传统网箱养殖、深水网箱养殖和工厂化养殖。主要的海洋经济水产品种有 14 类，107 科，173 种，其中年产量超过 2000 吨的有 20 多种。上述水产品种中，有相当一部分属于中上层鱼类，集中在辽阔的中深海渔场，尚有开发余地。龙虾、膏蟹、鲍鱼、鱿鱼等名贵水产种类繁多，渔业产值居全省之首。境内鱼、虾、蟹、贝、藻类齐全，渔业生产已有数百年历史。一般具有捕捞价值的鱼类达 200 多种。大量生产的有蓝圆鲹（巴浪鱼）、海鲶（赤鱼）、竹夹鱼、鲇鱼、大眼鲷（红目鲢）、大甲参、石斑等。甲壳类有墨吉对虾、近缘新对虾等。贝壳有近江牡蛎（蚝）、翡翠贻贝、蓝蚶等。

3.1.7.2 自然保护区

本项目目论证范围内汕尾碣石湾鳐鱼长毛对虾国家级水产种质资源保护区和汕尾海丰鸟类自然保护区。

项目附近海域海洋渔业资源保护区分布图见图 3.1.7-1 所示。

图 3.1.7-1　项目附近海域海洋渔业资源保护区分布图

（1）汕尾碣石湾鳙鱼长毛对虾国家级水产种质资源保护区

位于粤东汕尾市碣石湾。保护区范围为：A：22°49.14′N，115°37.38′E；B：22°47.22′N，115°37.38′E；C：22°47.22′N，115°40.448′E；D：22°49.14′N，115°40.44′E。保护区总面积1800hm^2，核心区面积675hm^2，实验区面积1125hm^2。主要保护对象为鳙鱼、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。保护区位于项目西侧，距离约14.4km。

（2）汕尾海丰鸟类地方级自然保护区

广东海丰鸟类省级自然保护区于1998年12月28日经省政府批准建立，由五个分区组成，即公平分区、大湖西分区、大湖东分区、联安围北分区和联安围南分区，同属于黄江河流域，总面积为11590.5公顷，保护区主要保护对象为：以黑脸琵鹭、卷羽鹈鹕等为代表的具有国际重要意义珍稀水鸟及其栖息地，复杂多样的滨海湿地生态系，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，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，候鸟及其栖息地，是中国生物多样性保护的关键性地区之一。保护区广阔的沿海湿地和丰富的淡水湿地，成为亚太地区南中国海迁徙水鸟的重要通道和国际濒危水禽重要的庇护栖息场所。本项目位于保护区大湖东分区东南侧约18.6km。

保护区物种：

1）动物：

保护区每年越冬鸟类数量达数万只，主要隶属于17目52科243种，其中属国家Ⅰ级保护鸟类1种，国家Ⅱ级保护鸟类34种，属省重点保护有39种。

保护区罕见鸟类

①紫水鸡：体长42厘米，头部和腹部呈灰黑色，背部呈褐色。腰部有一圈白色的羽毛。整个体羽蓝黑色并具紫色及绿色闪光。具一红色的额甲。虹膜为红色；短喙呈明亮的红色，向前额延伸，像一块皮质的盾牌。脚为红色。（大湖和东关联安围分别有一定种群数量，初步估计非繁殖期种群数量超过100只。）

②黑脸琵鹭是世界公认的极度濒危鸟类，全身羽毛大体上为白色，有黑嘴和

黑色腿、脚，前额、眼先、眼周至嘴基的裸皮黑色，形成鲜明的「黑脸」，并有生有一个似琵琶或汤匙状的长嘴。全球数量仅余二千多只，在海丰保护区最高记录 98 只，占世界现存总数的 4%。

③卷羽鹈鹕为大型涉禽。全长约 180 厘米。全身灰白色枕部羽毛延长卷曲；喙部下颌一个橘黄色或淡黄色大型皮囊。卷羽鹈鹕是全球易危鸟类，2004 年于越冬海丰保护区数量 22 只。

保护区常见的湿地鸟类

①翠鸟是国家三有动物，体型矮小，只有麻雀大小，头大身体小嘴壳硬，末端尖锐。体羽主要为亮蓝色。翠鸟是翠鸟科里数量最多、分布最广的鸟类之一。翠鸟常年留居在中国福建、广东。

②小白鹭是省级保护动物，体态纤瘦，乳白色：夏羽的成鸟繁殖时枕部着生两条狭小而软折矛状羽，状若双瓣；脸部黄绿色，嘴黑色，趾呈角黄绿色。通常简称为白鹭。

③黑嘴鸥被列入国际《濒危物种动物红皮书》。体长 32 厘米左右，成鸟头戴“黑帽”，墨色的嘴巴，浑身玉羽银翎。由于数量稀少，人们对其生活习性了解不多。它们主要栖息于河川、湖泊、沼泽地区。

④黑翅鸢是国家二级保护动物，是小型猛禽，体长 31—34 厘米，中国南方为主要分布地。虹膜为血红色。眼先有黑斑和须毛，前额羽毛为白色，到头顶逐渐变为灰色。羽色特点比较鲜明，容易与其他猛禽相区别。

2）植物

保护区周边地区的原生植被属亚热带常绿阔叶林和亚热带落叶季雨林。而水陆交接则有天然植被红树林植被和芦苇；其它区内优势草本植物有日照飘拂草、莠狗尾草、芦苇、咸水草、茳芏、雀稗等。

保护区记录有维管植物超过 435 种，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。另有栽培植物 67 种。

常见的红树品种

①桐花树也是常见的红树种类之一，为了适应含盐分较高的水环境能够通过盐腺将体内多余的盐分排出。

②老鼠簕主要分布在红树林的边缘。老鼠簕开的花为紫色，具有极高的观赏

价值。

③秋茄是沿海湿地上最常见的植物之一，胚轴如茄子状，这种树在发芽时会长出根，之后会脱落根部插入泥土中，便成长出新的红树了。

④白骨壤果实富含淀粉无毒，可作为人类食物或做猪的饲料，是红树林植被中被作为食物利用得最多最广的一种植物。

3）重点对象

黑脸琵鹭是世界公认的极度濒危鸟类，2011 年全球同步普查数量达 74 只，最高记录 99 只，约占全球数量的 4%；卷羽鹈鹕是全球易危鸟类，越冬数量最高记录达 22 只，约占全球数量的 3%；凤头鹰鹛每年越冬数量达 300 多只，约占全球数量的 1.5%；紫水鸡，数量极度稀少，100 多年来广东省内均未能确定，在保护区内每年均能发现 10 多只。2011 年 1 月 10 日，保护区内首次发现 3 只在广东极为罕见的冬候鸟、国家II级保护动物—小天鹅。

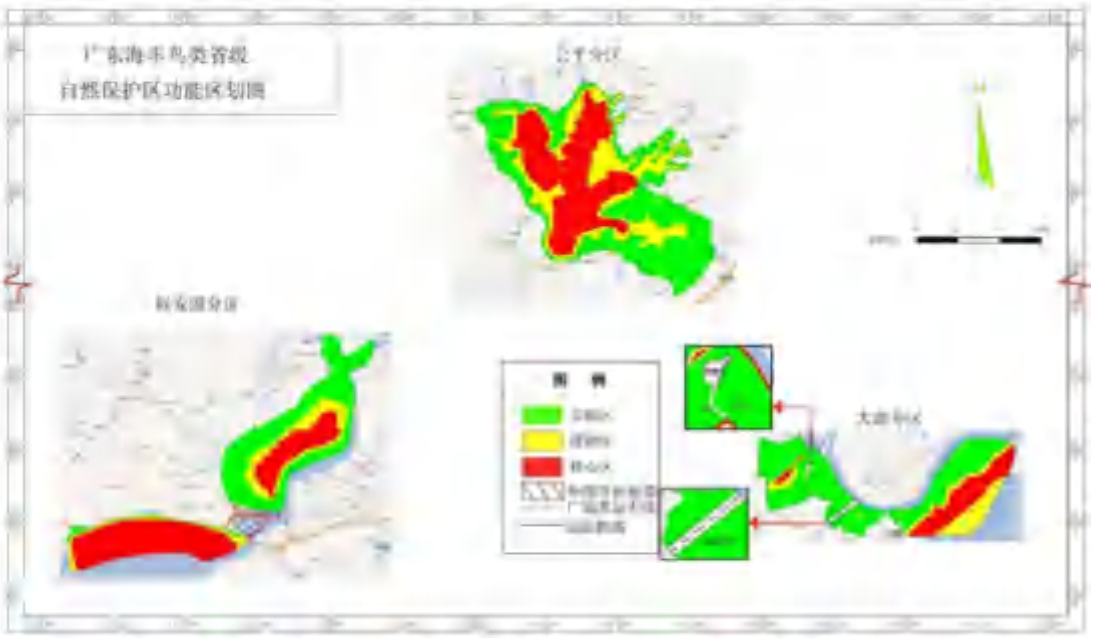


图 3.1.7-2　汕尾海丰鸟类保护区示意图

3.1.8 主要经济物种“三场一通道”

本项目海域是多种经济鱼类、虾类、蟹类、虾蛄类和头足类等渔业资源种类的繁育场，在渔业上占有极其重要的地位，水域内 20m 水深以内的范围是法定的幼鱼、幼虾保护区，保护期为每年农历 4 月 27 日到 7 月 20 日。

根据农业部公告第 189 号《中国海洋渔业水域图》（第一批），汕头海域主

要有南海北部金线鱼产卵场和南海北部长尾大眼鲷产卵场。南海北部金线鱼产卵场分布范围较广，由海南岛东岸一直延伸到汕尾附近（为东经 111°45′～115°45′），产卵期为 3～8 月。南海北部长尾大眼鲷产卵场位于海陵岛南部，约为东经 110°50′～112°45′，北纬 20°25′～21°30′，产卵期为 5～7 月，相关鱼类的产卵场见图 3.1.8-1、3.1.8-2。本工程海域不处于该海区上中层和底层鱼类产卵场内。

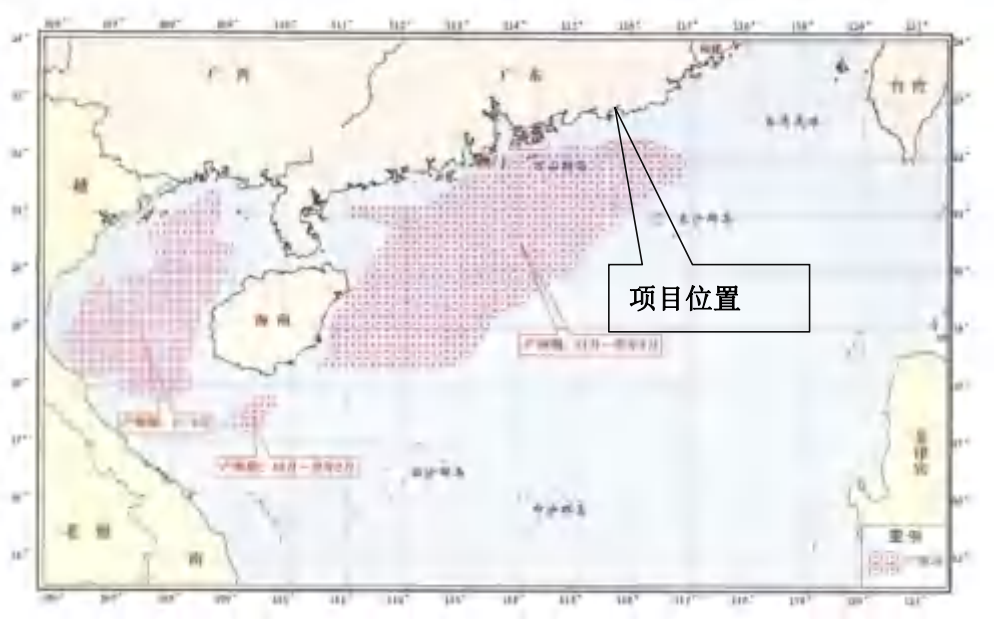


图 3.1.8-1　南海中上层鱼类产卵场示意图

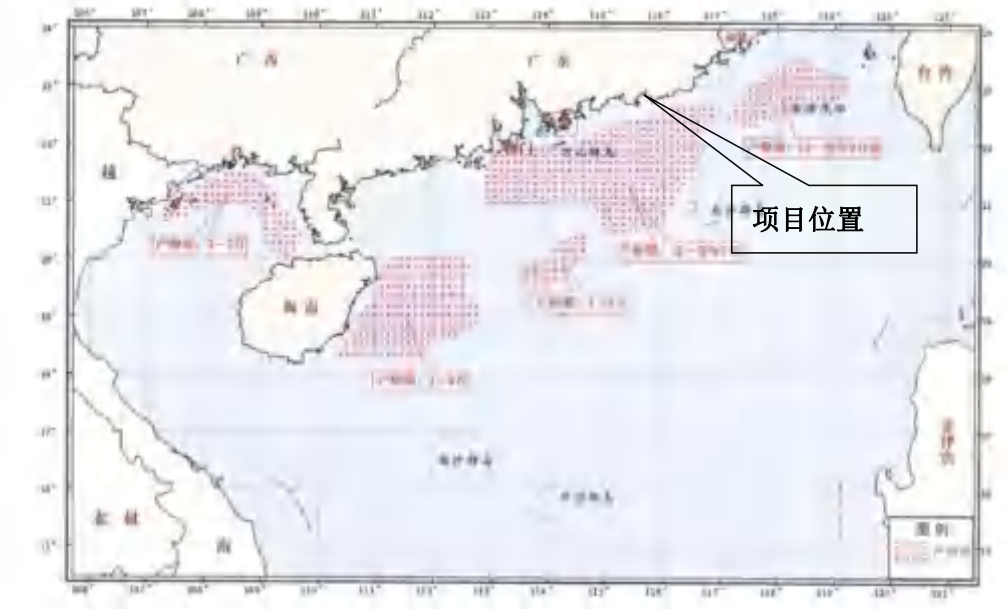


图 3.1.8-2　南海底层、近底层鱼类产卵场示意图

南海区幼鱼、幼虾保护区共有 4 处，一为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 20m 水深以内的海域，保护期为每年的 3 月 1 日至 5 月 31 日；二为海南省东部沿岸文昌县木栏头浅滩东北至抱虎角 40m 水深以内海域，保护期为每年的 3 月 1 日至 6 月 15 日；三为海南省万宁县大洲岛至陵水县赤岭湾 50m 深以内海域，保护期为每年的 3 月 1 日至 5 月 31 日；四为海南省临高县临高角至东方县八所港 20m 水深以内海域，保护期为每年的 3 月 1 日至 6 月 15 日。

划定的“经济鱼类繁育场保护区”共有二处。一为珠江口经济鱼类繁育场保护区，范围从珠海市金星门水道的铜鼓角起，经内伶仃岛东角咀至深圳市妈湾下角止三点连线以北，二为番禺市的莲花山至东莞市的新沙二点连线以南的水域，保护期为每年的农历 4 月 20 日至 7 月 20 日。

本项目位于南海区幼鱼、幼虾保护区，南海北部幼鱼繁育场保护区的范围内（图 3.1.8-3，图 3.1.8-4），在项目建设过程中必须重视幼鱼、幼虾的保护，施工过程中应尽量避开鱼虾产卵期。

图 3.1.8-3　本项目与南海北部幼鱼繁育场保护区示意图

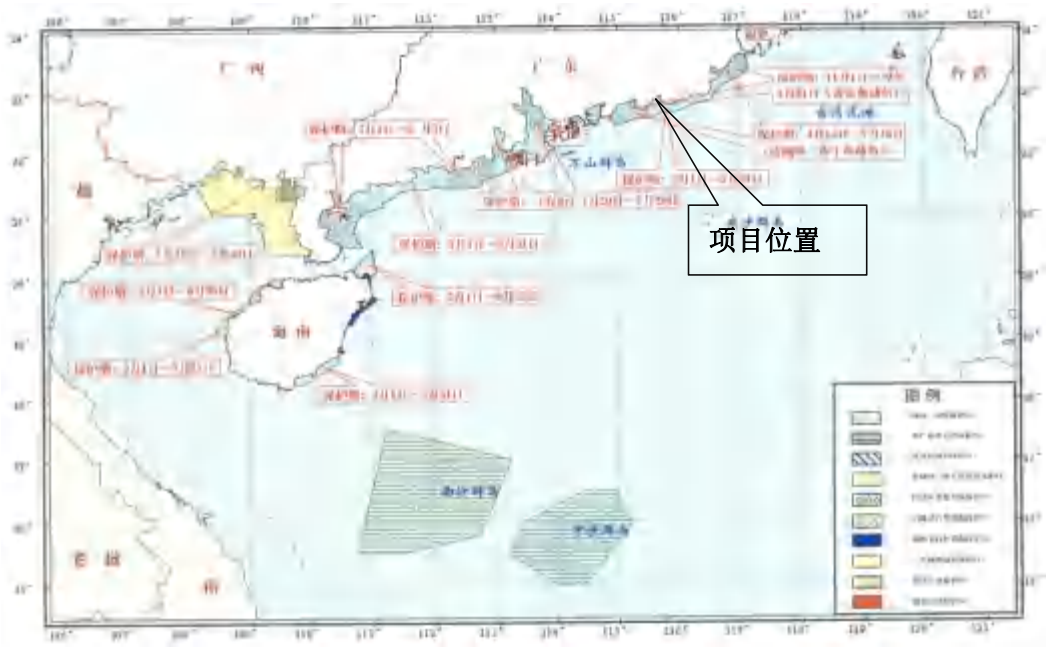


图 3.1.8-4　本项目幼鱼、幼虾保护区位置关系示意图

3.2 海洋生态概况

3.2.1 气象与气候

本报告采用陆丰气象站（59502）资料，代表项目区域的气候与气象特征，地理坐标为东经 115.652°，北纬 22.9652°。项目地处祖国大陆东南部，属南亚热带季风气候区，海洋性气候明显，光、热、水资源丰富。其主要气候特点是：气候温暖，雨量充沛，雨热同季，光照充足；冬不寒冷，夏不酷热，夏长冬短，春早秋迟；秋冬春旱，常有发生，夏涝风灾，危害较重。

根据 2000—2019 年气象数据统计分析，陆丰气象站气象资料整编表如表 3.2.1-1 所示。

表 3.2.1-1　陆丰气象站常规气象项目统计（2000-2019）

统计项目	*统计值	极值出现时间	**极值
多年平均气温（℃）	22.8		
累年极端最高气温（℃）	36.8	2005-07-18	38.3
累年极端最高气温（℃）	5.1	2016-01-25	2.0
多年平均气压（hPa）	1011.9		
多年平均水汽压（hPa）	22.5		
多年平均相对湿度（%）	77.2		
多年平均降雨量（mm）	2019.8	2015-05-20	402.5

灾害天气统计	多年平均沙暴日数（d）	0.0		
	多年平均雷暴日数（d）	45.6		
	多年平均冰雹日数（d）	0.0		
	多年平均大风日数（d）	1.9		
多年实测极大风速（m/s）、相应风向		23.9	2013-09-22	40.0 NNE
多年平均风速（m/s）		2.4		
多年主导风向、风向频率（%）		E 12.9%		
多年静风频率（风速≤0.2m/s）（%）		4.3		
*统计值代表均值 **极值代表极端值		举例：累年极端最高气温	*代表极端最高气温的累年平均值	**代表极端最高气温的累年

3.2.1.1 气温

（1）陆丰气象站 7 月气温最高（28.9℃），1 月气温最低（14.9℃），近 20 年极端最高气温出现在 2005-07-18（38.3℃），近 20 年极端最低气温出现在 2016-01-25（2.0℃）。

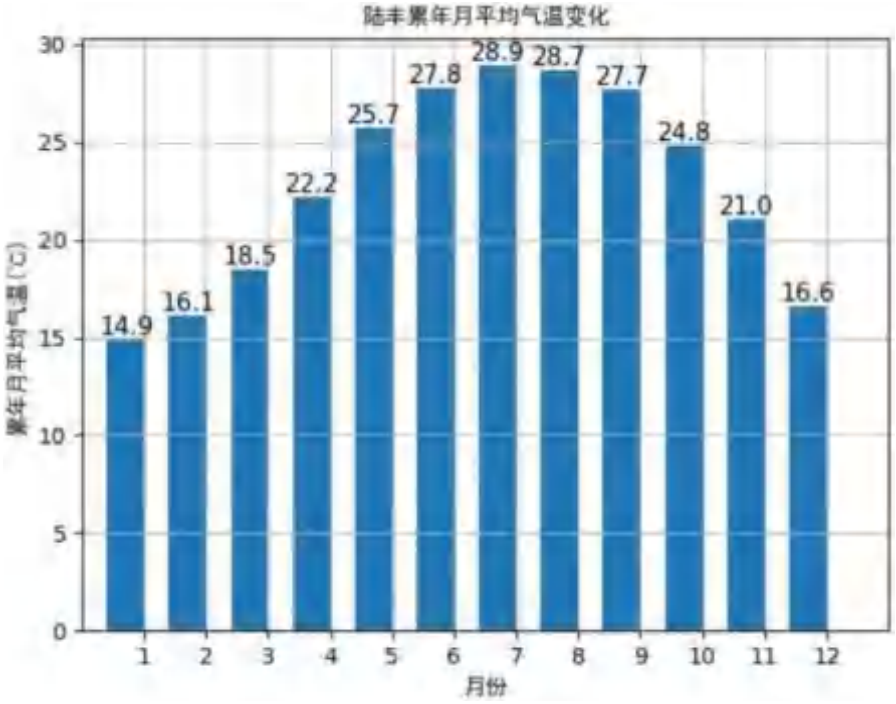


图 3.2.1-1　陆丰月平均气温（单位：℃）

（2）温度年际变化趋势与周期分析

温度年际变化趋势与周期分析陆丰气象站近 20 年气温无明显变化趋势，2002 年年平均气温最高（23.3℃），2011 年年平均气温最低（22.1℃），周期为 4 年。

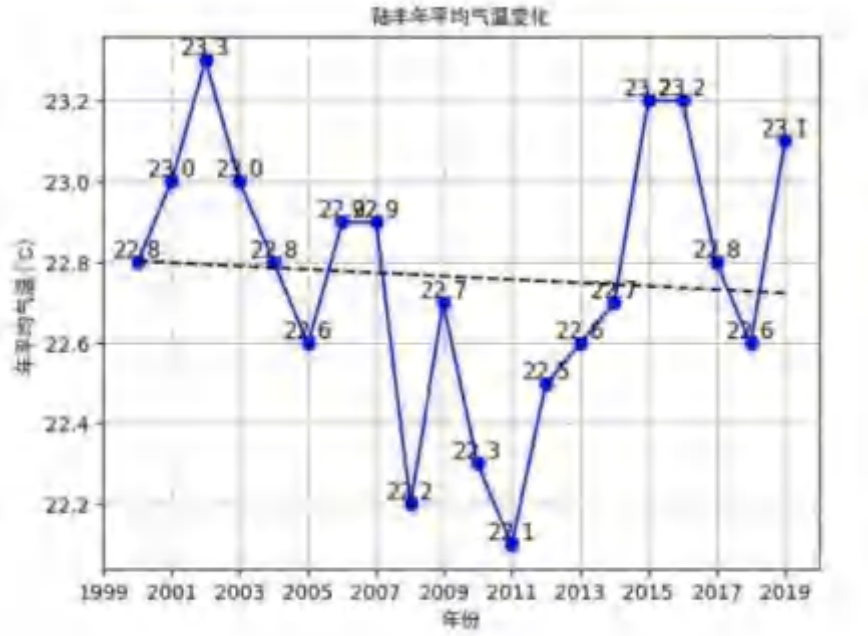


图 3.2.1-2　陆丰（2000-2019）年平均气温（单位：℃，虚线为趋势线）

3.2.1.2 降水

（1）月平均降水与极端降水

陆丰气象站 06 月降水量最大（523.0 毫米），10 月降水量最小（31.3 毫米），近 20 年极端最大日降水出现在 2015-05-20（402.5 毫米）。

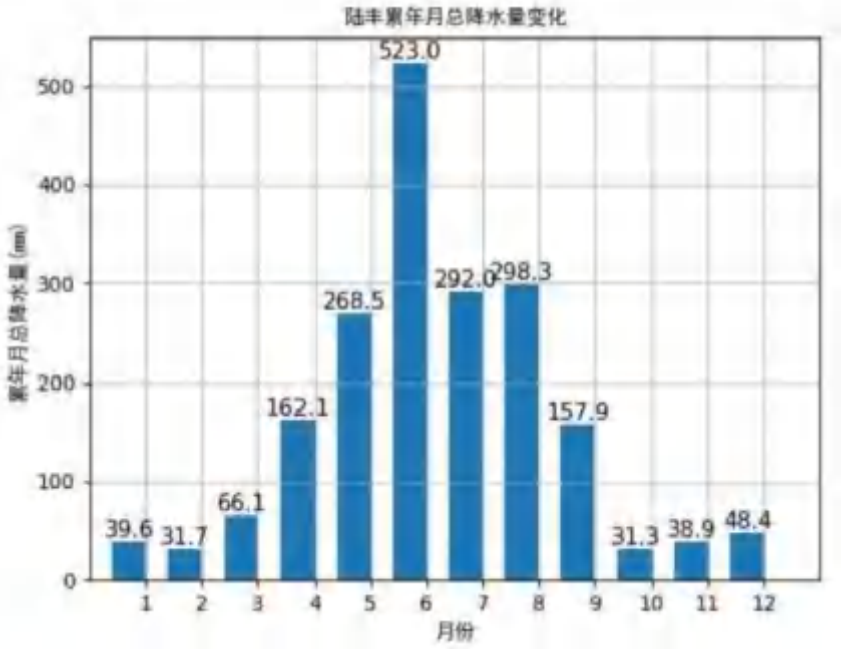


图 3.2.1-3　陆丰月平均降水量（单位：毫米）

（2）降水年际变化趋势与周期分析

陆丰气象站近 20 年的年降水总量无明显变化趋势，2006 年的年总降水量最

大（2790.9 毫米），2004 年的年总降水量最小（1502.3 毫米），无明显周期。

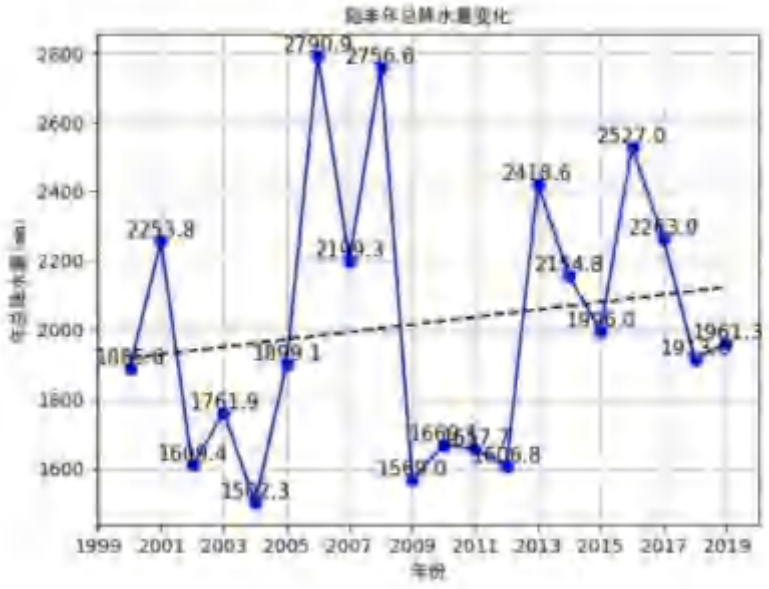


图 3.2.1-4　陆丰（2000-2019）年总降水量（单位：毫米，虚线为趋势线）

3.2.1.3 风况

（1）月平均风速

陆丰气象站月平均风速如表 3.2.3-2 所示，12 月平均风速最大（2.5 米/秒），04 月风速最小（2.2 米/秒）。

表 3.2.1-2　陆丰气象站月平均风速统计（单位，m/s）

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
平均风速	2.5	2.4	2.3	2.2	2.3	2.3	2.4	2.3	2.4	2.4	2.5	2.5

（2）风向特征

近 20 年资料分析的风向玫瑰图如图 3.2.1-3 所示，陆丰气象站主要风向为 E 和 NNW、N、S，占 46.8%，其中以 E 为主风向，占到全年 12.9%左右。

表 3.2.1-3　陆丰气象站风向频率统计（单位：%）

风向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S
频率	11.7	6.0	3.5	4.0	12.9	7.6	6.8	3.2	9.6
风向	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C	
频率	5.0	5.1	2.0	1.6	1.0	3.2	12.6	4.3	

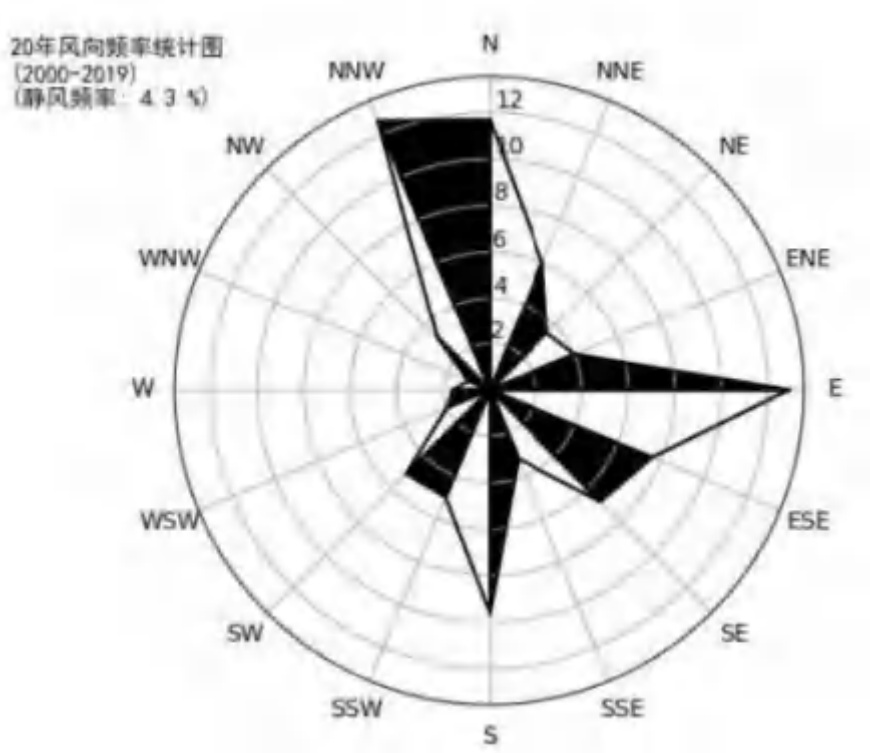


图 3.2.1-5　陆丰风向玫瑰图（静风频率 4.3%）

各月风向频率如下：

表 3.2.1-4　陆丰气象站月风向频率统计（单位：%）

风向 月份	N	NNE	HE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S
01	14.3	6.9	3.2	3.8	11.3	7.9	6.1	2.7	3.4
02	11.2	6.0	3.1	4.0	15.0	10.4	7.2	2.3	6.8
03	8.7	5.4	3.4	4.8	16.2	11.0	8.8	3.5	7.3
04	*7.6*	4 4	2.8	4.7	15.1	9.2	8.8	3.8	13.1
05	5.8	4.3	3.3	4.8	14.6	8.8	8.7	4.7	14.3
06	4.2	28	2.4	3.0	11.3	5.1	5.6	4.4	18.3
07	5.6	4.4	2.4	3.0	10.1	5.2	6.5	4.5	17.6
08	*9.9*	6.6	3.8	2.9	8.3	4.7	5.5	3.9	13.6
09	149	8.5	5.4	4.3	13.7	8.5	6.2	2.9	5.6
10	17.9	7.9	4.8	5.2	16.0	7.0	*7.6*	2.0	5.7
11	19.6	66	3.9	4.2	13.3	7.9	6.1	1.5	4.2
12	20.3	7.5	3.3	3.3	9.6	5.4	4.8	1.6	4.9
风向 月份	**SSW**	**SW**	**WSW**	**W**	**WNW**	**NW**	**NNW**	**C**	
01	2.2	2.2	1.1	0.4	1.0	43	24.1	4.9	
02	3.4	2.8	0.8	0.9	0.6	3.4	15.9	6.2	
03	4.2	3.6	1.8	0.9	0.5	2.8	11.8	5.2	

04	5.4	5.0	1.7	1.5	1.2	2.5	7.9	5.2	
05	6.5	6.8	3.0	1.6	0.9	2.5	5.6	3.7	
06	10.9	12.2	3.9	3.9	1.1	1.7	3.7	5.6	
07	8.8	10.6	4.9	3.7	2.0	3.1	4.5	3.2	
08	7.4	9.1	3.8	3.7	1.8	4.1	7.0	3.9	
09	4.2	3.4	1.7	1.1	1.1	3.7	11.9	3.1	
10	2.2	2.3	0.3	0.4	0.6	3.0	14.4	2.6	
11	2.7	1.3	0.6	0.5	0.4	4.0	19.0	4.2	
12	2.2	2.1	0.5	0.6	0.9	3.8	25.3	3.9	

（3）风速年际变化特征与周期分析

根据近 20 年资料分析，陆丰气象站风速无明显变化趋势，2000 年年平均风速最大（2.7 米/秒），2016 年年平均风速最小（2.0 米/秒），周期为 10 年。

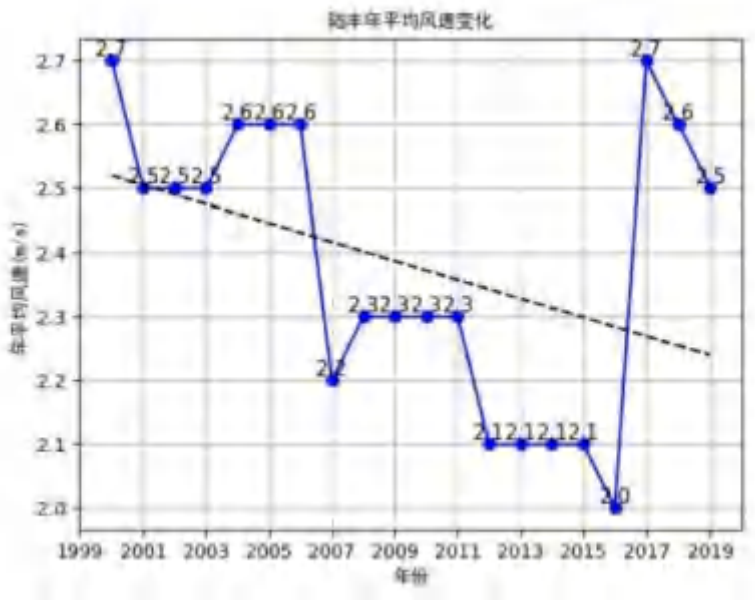


图 3.2.1-6　陆丰（2000-2019）年平均风速（单位：m/s。虚线为趋势线）

3.2.1.4 日照

（1）月日照时数

陆丰气象站 07 月日照最长（220.1 小时），04 月日照最短（107.9 小时）。

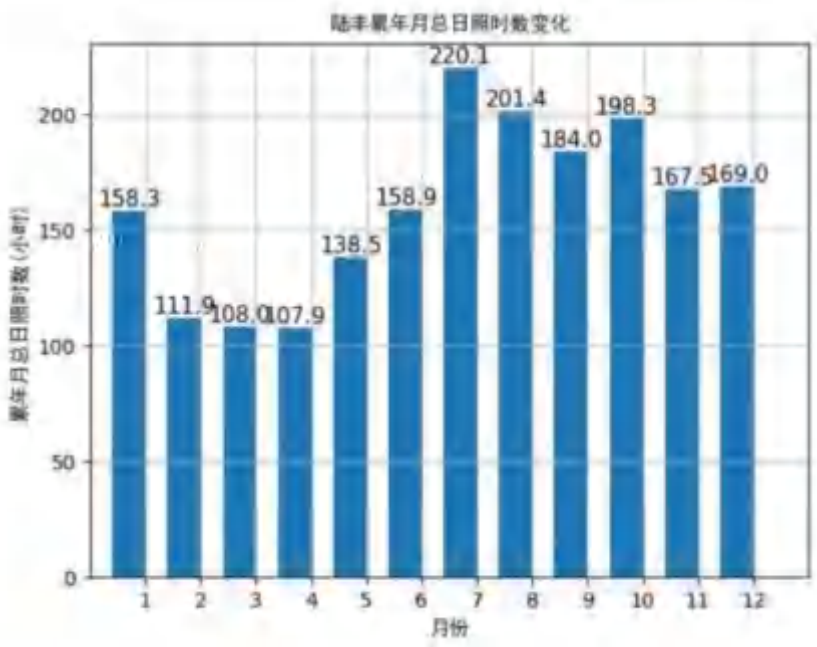


图 3.2.1-7　陆丰月日照时数（单位：小时）

（2）日照时数年际变化趋势与周期分析

陆丰气象站近 20 年年日照时数呈现下降趋势，每年下降 15.61%，2004 年的年日照时数最长（2203.8 小时），2016 年的年日照时数最短（1690.1 小时），周期为 2—3 年。

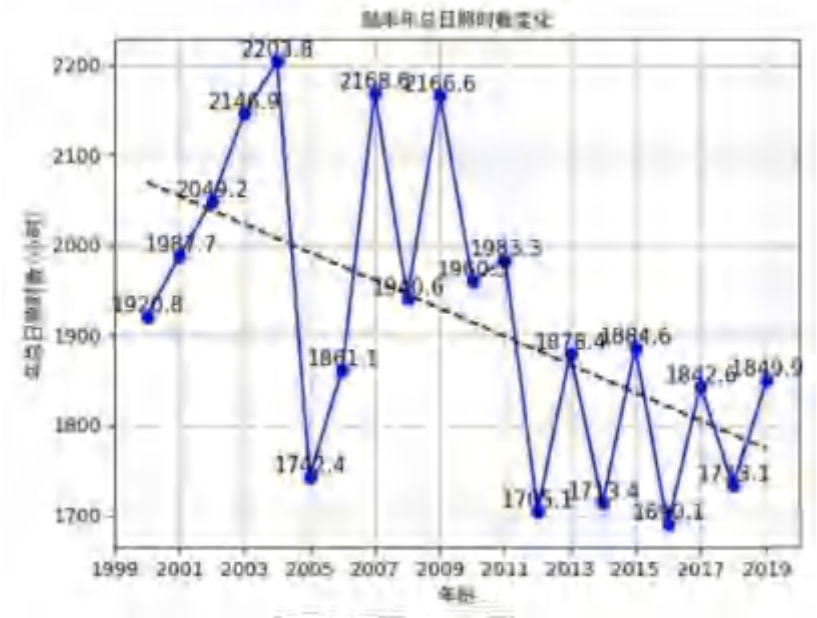


图 3.2.1-8　陆丰（2000-2019）年日照时长（单位：小时。虚线为趋势线）

3.2.1.5 相对湿度

（1）月相对湿度分析

陆丰气象站 06 月平均相对湿度最大（84.3%），12 月平均相对湿度最小（68.2%）。

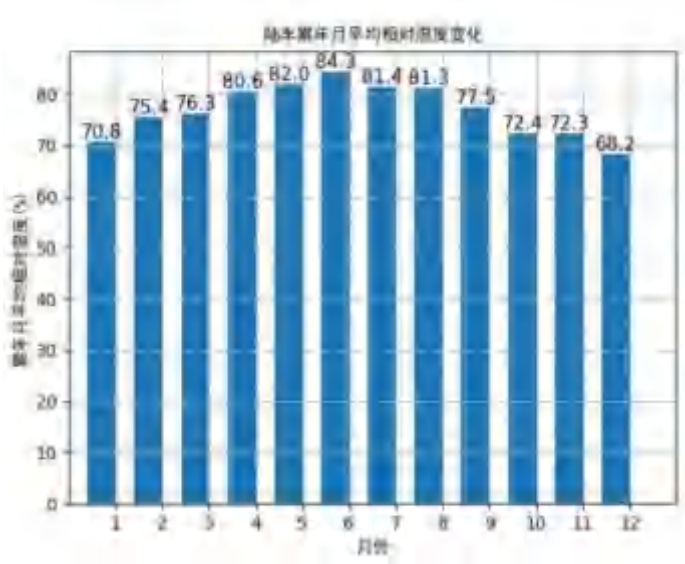


图 3.2.1-9　陆丰月平均相对湿度（纵轴为百分比）

（2）相对湿度年际变化趋势与周期分析

陆丰气象站近 20 年的年平均相对湿度呈现上升趋势，每年上升 0.30%，2019 年的年平均相对湿度最大（83.3%），2008 年年平均相对湿度最小（71.0%），周期为 10 年。

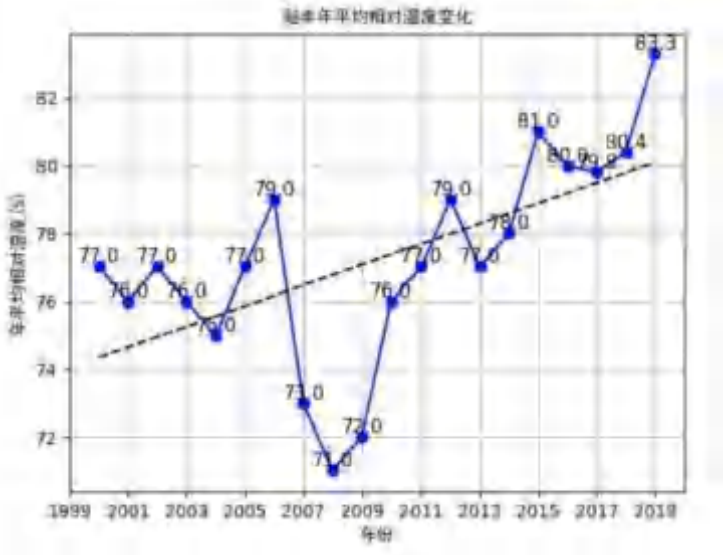


图 3.2.1-10　陆丰（2000-2019）年平均相对湿度（纵轴为百分比。虚线为趋势线）

3.2.2 海洋水文

根据汕尾海洋站潮汐资料的统计分析，本海域属于不正规日潮型。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。

根据汕尾海洋站 2001 年～2020 年的潮汐资料统计分析，工程所处海域主要潮位特征值如下：

表 3.2.2-1　汕尾海洋站 2001～2020 年潮位特征表

项目	特征值	项目	特征值
最高潮位	3.24m	最低潮位	0.03m
平均高潮位	1.81m	平均低潮位	0.86m
最大潮差	2.35m	最小潮差	0.11m
平均潮差	0.95m	多年平均海面	1.37m

汕尾海洋站潮汐资料潮高基准面与黄海基准面、珠江基准面及平均海平面的换算关系如图 3.2.2-1。

图 3.2.2-1　汕尾海洋站基面高程关系示意图

3.2.3 地形地貌与冲淤环境

3.2.3.1 地形地貌

（1）区域大地构造

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。

图 3.2.3-1　碣石湾地势图

碣石湾海岸地貌呈现平直的沙坝潟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 3.2.3-2 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，湾顶为滨岸沙坝潟湖平原和冲海积（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。

本海湾海底地貌是平坦的水下浅滩。沉积物为泥和砂质泥。水深浅于 15m，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 1×10^{-3} ~2×10^{-3}。

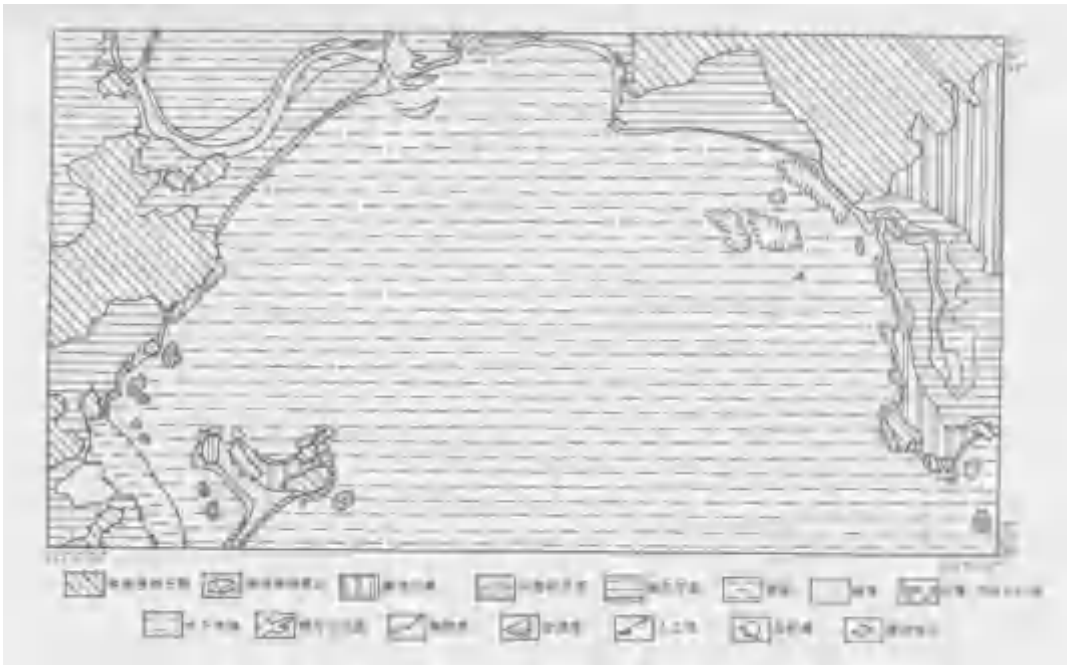


图 3.2.3-2　碣石湾地貌类型分布图

（2）项目海区水深地形

本项目所在海域水深地形如图 3.2.3-3，项目所在海域水深值介于-0.4m—-5.08m（高程基准：1985 国家高程基准）。

涉密 不公开

图 3.2.3-3　项目所在海域水深地形图

3.2.3.2 工程泥沙

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 Mdø为 0.42～0.34，分选系数 Qdø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 Mdø为 2.35～3.46，分选系数 Qdø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 Mdø为 3.62～5.26，分选系数 Qdø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。反映了同是该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 Mdø为 4.58，分选系数 Qdø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 Mdø为 5.64，分选系数 Qdø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 Mdø为 3.67～7.77，分选系数 Qdø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 Mdø为 6.58～7.87，分选系数 Qdø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）这类沉积物仅在金厢渔港有出现，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 Mdø为 8.01～8.24，分选系数 Qdø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。

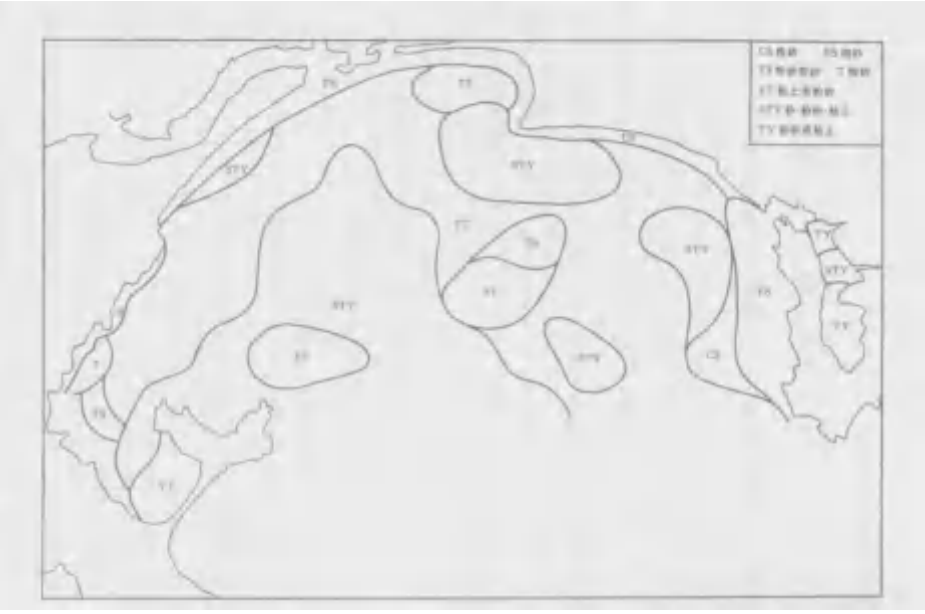


图 3.2.3-4　碣石湾沉积物类型图

3.2.3.3 沉积物粒度调查

广州百川纳科技有限公司委托汕尾市润邦检测技术有限公司于2022年11月（秋季）在广东省陆丰市乌坎渔港项目附近海域开展了一次沉积物粒度调查工作共布置11个站位，可见图3.2.3-3。

根据表3.2.3-2可知，该调查海域沉积物以粉砂质砂、粉砂质粘土和砂质粉砂组成为主，分选性良好的粉砂，当大浪传播至此地时，波浪发生破波，底沙被波浪掀起，造成水体悬沙含量急剧增加。

粉砂质砂（TS）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。调查海域砂的含量占绝大多数为53%，粉砂含量占28%，粘土含量占18%。中值粒径Mdø为7.5，分选系数Qdø为0.15。反映了同是该类沉积物其分选性为好。

粉砂质粘土（TY）调查海域砂的含量约占15%，粉砂含量约占26%，粘土含量约占56%，中值粒径Mdø约为3，分选系数Qdø为0.07，所以该沉积物的分选性还是属于中等。

砂质粉砂（ST）调查海域砂的含量约占25%，粉砂含量约占58%，粘土含量约占16%。中值粒径Mdø为4，分选系数Qdø为1.5，表明这类沉积物是在中低能水动力环境下形成的。

表 3.2.3-1　沉积物调查站位

站位	经纬度
L3	[redacted]
L5	[redacted]
L6	[redacted]
L7	[redacted]
L12	[redacted]
L13	[redacted]
L14	[redacted]
L16	[redacted]
L51	[redacted]
L52	[redacted]
L53	[redacted]

图 3.2.3-5　沉积物粒度调查站位图

表 3.2.3-2　海洋沉积物粒度检测结果

序号	粒度分析成果表																					沉积物名称
	砾石（G）		砂（S）					粉砂（T）				粘土（Y）			粒度系数					质量分数%				
	细砾		极粗砂	粗砂	中砂	细砂	极细砂	粗粉砂	中粉砂	细粉砂	极细粉砂	粗粘土		细粘土	平均粒径 Mz (mm)	中值粒径 Md (mm)	偏态值 Skf	峰态值 Kg	分选系数 σi(φ)	砾石	砂	粉砂	粘土	
	8～4	4～2	2～1	1～0.5	0.5～0.25	0.25～0.125	0.125～0.063	0.063～0.032	0.032～0.016	0.016～0.008	0.008～0.004	0.004～0.002	0.002～0.001	<0.001									
	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11									
L5	—	—	0.93	4.07	6.17	7.33	8.66	13.60	16.40	16.30	10.33	6.33	6.22	3.66	0.144	0.0718	0.286	1.512	0.206	—	53.16	28.41	18.43	粉砂质砂
L7	—	—	1.15	4.01	3.66	3.66	5.99	4.22	5.33	8.00	7.66	17.66	18.66	20.00	0.028	0.0030	0.103	9.710	0.097	—	18.47	25.21	56.32	粉砂质粘土
L12	—	—	0.66	1.09	3.00	4.33	5.00	5.79	5.44	6.99	9.01	20.11	19.36	19.22	0.017	0.0029	0.028	3.356	0.048	—	14.08	27.23	58.69	粉砂质粘土
L13	—	—	1.11	1.98	2.74	5.11	5.11	4.01	7.88	7.66	8.93	18.22	18.59	18.66	0.022	0.0032	0.044	6.460	0.06	—	16.05	28.48	55.47	粉砂质粘土
L14	—	—	1.00	4.00	6.10	6.33	8.56	13.43	15.99	17.50	11.00	5.33	5.99	4.77	0.055	0.0036	0.020	3.408	0.110	—	25.99	57.92	16.09	砂质粉砂

表 3.2.3-2　海洋沉积物粒度检测结果

序号	粒度分析成果表																					沉积物名称
	砾石（G）		砂（S）					粉砂（T）				粘土（Y）			粒度系数					质量分数%				
	细砾		极粗砂	粗砂	中砂	细砂	极细砂	粗粉砂	中粉砂	细粉砂	极细粉砂	粗粘土		细粘土	平均粒径 Mz (mm)	中值粒径 Md (mm)	偏态值 Skf	峰态值 Kg	分选系数 σi(φ)	砾石	砂	粉砂	粘土	
	8～4	4～2	2～1	1～0.5	0.5～0.25	0.25～0.125	0.125～0.063	0.063～0.032	0.032～0.016	0.016～0.008	0.008～0.004	0.004～0.002	0.002～0.001	<0.001									
	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11									
L16	—	—	0.66	1.03	3.66	3.86	3.88	6.06	6.69	7.90	8.54	18.66	19.84	19.22	0.016	0.0030	0.034	6.935	0.050	—	13.09	29.19	57.72	粉砂质粘土
L3	—	—	1.11	4.33	5.99	6.33	7.88	15.00	14.96	18.22	11.22	5.08	4.88	5.00	0.058	0.0202	0.133	3.663	0.115	—	25.64	59.40	14.96	砂质粉砂
L6	—	—	1.99	5.11	4.99	5.13	7.88	15.00	15.37	17.99	11.33	5.22	4.88	5.11	0.055	0.0201	0.182	4.539	0.127	—	25.10	59.69	15.21	砂质粉砂
L51	—	—	8.19	13.88	12.66	11.00	7.36	6.99	6.33	8.13	7.26	6.86	5.33	6.01	0.241	0.0836	0.150	0.000	0.159	—	53.09	28.71	18.20	粉砂质砂
L52	—	—	0.66	0.99	3.00	5.01	4.63	5.01	6.99	7.11	8.99	19.22	19.01	19.38	0.017	0.0030	0.027	5.788	0.047	—	14.29	28.10	57.61	粉砂质粘土

表 3.2.3-2　海洋沉积物粒度检测结果

序号	粒度分析成果表																					沉积物名称
	砾石（G)		砂（S)					粉砂（T)				粘土（Y)			粒度系数					质量分数%				
	细砾		极粗砂	粗砂	中砂	细砂	极细砂	粗粉砂	中粉砂	细粉砂	极细粉砂	粗粘土		细粘土	平均粒径Mz(mm)	中值粒径Md(mm)	偏态值Skf	峰态值Kg	分选系数σi(φ)	砾石	砂	粉砂	粘土	
	8～4	4～2	2～1	1～0.5	0.5～0.25	0.25～0.125	0.125～0.063	0.063～0.032	0.032～0.016	0.016～0.008	0.008～0.004	0.004～0.002	0.002～0.001	<0.001									
	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11									
L53	—	—	2.01	4.44	5.01	6.74	8.01	16.00	14.33	14.89	12.01	6.33	5.36	4.87	0.059	0.0212	0.103	3.940	0.126	—	26.21	57.23	16.56	砂质粉砂

3.2.4 区域地质及工程地质

根据《陆丰市陆丰市东海镇乌坎渔港建设工程岩土工程勘察报告（初步勘察）》（建勘勘测有限公司，2023 年 7 月），在拟建建筑场地范围内，结合现场地质条件，依据岩土工程勘察规范及甲方提供的总平面规划布置图等进行勘察，共布设 118 个勘探点（分港池航道区、码头区、护岸、防沙堤区四个部分，其中港池航道水域区布孔 44 个（编号 SY1-SY33、SYB1-SYB11）勘探点间距约 100~300m，码头区布孔 38 个（编号 MT1-MT16、MTB1-MTB22）勘探点间距约 50~100m，防沙堤区布孔 20 个（编号 FSD1-FSD10、FSDB1-FSDB10）勘探点间距约 100~150m，护岸区布孔 10 个（编号 HA1-HA10）勘探点间距约 50m，按规范要求确定取样钻孔和原位测试孔。本项目主要工程区域的地质条件如下。

3.2.4.1 区域地质构造

陆丰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，陆丰县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。本区地震水平较高，主要表现为断块滑动差异运动较强，地震震级较高。由新构造运动地壳断裂所引发的地震是最普遍和重要的一类地震，称为构造地震。其对现代人类正常活动影响较为强烈且范围广泛。

3.2.4.2 建设区工程地质条件

根据钻孔揭露和现场岩土性鉴定及原位标准贯入试验，场地岩土层按其成因、物质成分、力学强度自上而下可划分为人工填土层：第四系人工填土层（Qml）、

第四系海陆交互相层（Qmc）、第四系残积层（Qel）；基岩为燕山期花岗岩（γ52(3)），现分述如下：

表 3.2.4-1　场地分层综合表

时代成因	地层编号	岩土名称	岩土描述	标准贯入试验锤击数(击)	层顶埋深(m)	层顶标高(m)	揭露厚度(m)
——	——	水深	主要为乌坎渔港水系（水深）	——	0.00	-1.18 -3.22	0.60 -4.00
Q^{ml}	①	素填土	浅灰黄色，松散，由粉质粘土、细砂组成，属回填黄填土（或属小型陵难沉积物）。	4.0~6.0	0.00	1.55 ~6.55	0.80 ~2.60
Q^{mc}	②-1	砂混淤泥	灰黑色，饱和，松散，分选性一般，见黑色有机物，约占35%不等。	2.0~6.0	0.80 ~4.00	-4.65 -3.37	1.60 ~18.00
	②-2	细砂	灰白色，饱和，松散-稍密，分选性较好，质地较纯，局部含少量粘土充填。	5.0~10.0	0.00 ~11.00	-10.44 -4.45	1.00 ~14.70
	②-3	淤泥质土	灰色，黑色，流-软塑，韧性及干强度中等，无摇震反应，稍有光泽，含有机物，局部夹有腐木，具腐臭味。局部含细砂约占10%不等。	1.0~3.0	3.00 ~20.00	-15.21 -1.92	1.20 ~12.60
	②-4	中砂	灰白色，饱和，稍密为主，分选性较好，质地较纯，孔隙由少量粘土充填。	8.0~11.0	16.60 ~28.30	-24.79 -12.05	0.70 ~6.70
	②-5	粉质粘土	浅灰黄色，可塑为主，干强度、韧性中等，稍有光泽，局部含中、细砂粒约占15%不等。	6.0~9.0	15.00 ~25.60	-23.05 -11.65	0.90 ~3.40
Q^{el}	③	砂质粘性土	褐黄间灰白色，湿，可塑-硬塑，原岩结构清晰，遇水易崩解，软化，为下伏基岩风化而成。	11.0~36.0	15.90 ~31.20	-28.95 -13.65	0.50 ~7.30
$T_3^{2(3)}$	④-1	全风化花岗岩	褐黄灰白色，极软岩，岩石极破碎，岩体质量等级为V级，坚硬土状，岩体结构基本破坏，风化很强烈，岩芯呈土柱状。	30.0~38.0	19.40 ~33.00	-30.13 -16.90	0.70 ~5.00
	④-2	强风化花岗岩	褐灰白色，极软岩，岩石极破碎-破碎，岩体基本质量等级为V级，粗粒结构，块状构造，风化强烈，裂隙/节理很发育，岩芯呈碎块状，块状。	50.0~70.0	19.50 ~35.50	-31.71 -17.25	4.70 ~20.00
	④-3	中风化花岗岩	灰白色，较硬岩，岩体较破碎，岩体基本质量等级为IV级，岩芯呈短柱状，RQD=55。	——	28.00 ~48.00	-45.35 -25.75	0.70 ~8.30

依钻孔揭露深度资料，场地内分布的①层素填土和②-1 砂混淤泥、②-3 淤泥及③层砂质粘性土风化土，为场地主要特殊性土层。

1）场地内①层人工填土：成分简单，组成及密实度不均匀，多为粉质粘土、细砂有序堆填，填筑时间大于 10 年；分布厚度较小，承载力低，变形量大，属高压缩性土，其易湿陷、崩塌、变形，为不稳定地层；未经地基处理不宜作基础持力层。

2）②-1 层砂混淤泥：均匀分布，埋藏深度不一；呈松散状，承载力低，变

形量大，属高压缩性土，易变形，极易产生不均匀沉降，为不稳定地层。

3）②-3 层淤泥质土：不均匀分布，且埋藏深度也不一；其呈流~软塑状，承载力低，变形量大，属高压缩性土，易变形，极易产生不均匀沉降，为不稳定地层。

4）由花岗岩风化而成的残积土（砂质粘性土）：其孔隙率较大，具遇水易崩解、软化等。

5）风化岩：全、强风化花岗岩，遇水易软化，强度迅速降低等特点。

3.2.4.3 工程地质评价

1、场地稳定性与适宜性评价

根据区域地质资料、结合现场地形地貌、本次钻探揭示的地层情况以及现场调查情况，场区内未发现有层位错乱、断层角砾岩、断层泥等代表断层特征的迹象；未发现有采空、滑坡、滚石、空洞、崩塌等不良地质现象；未发现埋藏的沟浜、墓穴等埋藏物，未发现洞穴、临空面等，但场地局部有孤石分布，对工程不利。场区内无断裂的迹象，目前场地基本稳定，场地砂土具液化影响、存在软土震陷的不良地质作用，综合评定，场地适宜本工程建设。

2、地基均匀性评价

依钻孔揭露深度资料，场地内浅层的地层结构变化较大，①层素填土场地陆地或海岸堤上部有分布，厚度大小不一，其组成相对较杂，未经地基处理或压实，且下部不均匀存有②-1 砂混淤泥、②-3 层淤泥质土，上述两者均属高压缩性土，其易湿陷、崩塌、变形，而下伏残积风化层具中等压缩性，孔隙率较大，其遇水易崩解、软化等。

根据现场调绘、建筑物位置分布平面，再依钻孔揭露深度资料，绘制场地纵横工程地质剖面图的分析：浅层分布的地基土工程性质差异较大，相邻钻孔的压缩层范围内变化大，故浅层地基土为不均匀地基；岩土层风化强弱明显、囊状风化岩体发育、界面坡度差异亦较大，岩石亦属不均匀地基，对地基基础稳定性不利。

3、岩土层工程性质评价

根据本次勘察揭示的资料，拟建场地在海边或近海边地带，地层沉积上具有

典型的海陆交互沉积特点，形成砂-淤泥-砂-粉质粘土的海陆沉积地层结构，场区自上而下共划分为三大层，地层分布不稳定，各层地基土均匀性分析具体如下：

第四纪全新统人工填土层主要分布在陆地区域，稍有起伏变化。①素填土层结构松散，多数未完成自重固结，压缩性高，其土层性质极不均匀。

②-1 层砂混淤泥：海里钻孔大部分有分布，工程力学性质一般，力学强度中等。

②-2 层细砂：均有分布，工程力学性质一般，力学强度中等。

②-3 层淤泥质土：流~软塑为主，局部分布，其地基土工程性质差，力学强度低，且埋藏深浅不一。

②-4 层中砂：局部分布，分布厚度大小不均匀，其地基土工程性质较好，力学强度中等，埋藏深浅不一。

②-5 层粉质粘土：局部分布，可塑为主，地基土工程性质中等，力学强度中等，埋藏深浅不一。

③砂质粘性土：可~硬塑，地基土工程性质较好，力学强度较高，分布相对均匀、稳定，埋藏深浅不一。

④-1 层全风化花岗岩和④-2 层强风化花岗岩均属极软岩：其强度相对较高，变形小，但埋藏深浅不一，基岩面起伏较大。

④-3 层中风化花岗岩为较硬岩：其强度高，变形小，埋藏较深，基岩面起伏较大。

4、地基条件评价

勘察区地处滨海地貌单元，地层沉积上具有典型的海陆交互沉积特点。

1）拟建场地上部主要为①层人工填土层及②层第四系海陆交互沉积层。

（1）第四纪全新统人工填土层主要分布在场区陆地区域，起伏变化稍不稳定，陆地钻孔①素填土层较连续分布。

（2）第四系海陆交互沉积层分布较连续。②-1 砂混淤泥、②-3 层淤泥质土层整体为高压缩性和低强度的软弱土层，分布较深，对浅基础荷载要求不大的工程造成影响较少。②-2 细砂进行分层压实可作为天然地基持力层。对于桩基础，由于淤泥质土埋深较大，长期水浸饱和状态下，对桩基影响较小，可不考虑②-3 淤泥质土层对桩的负摩阻力效应。

2）勘区下部③层残积土、④-1 层全风化花岗岩、④-2 层强风化花岗岩、④-3 层中风化花岗岩，分布较稳定，连续分布且厚度较大，具有较高的承载力且工程性质良好，是工程深基础良好的持力层。

5、堤基沉陷变形及稳定性评价

工程场地已有的堤防多为简陋土堤，仅少部分建有砌石堤防，拟建设的河堤标准相对偏低，而且堤身堤面相对较低较窄，荷载强度相对较小。堤基表层主要是海陆交互沉积形成的粉质粘土层、细砂层，承载力相对加载强度为高，基本上可以满足工程要求，一般情况下，发生较大沉陷变形及滑动变形的可能性较小。

6、渗透稳定问题评价

工程场地内堤基土主要为具有强透水性的砂混淤泥、细砂层、中砂土层构成，海水在静水压力的作用下，其中细砂可以冲破填土层的阻碍涌出地表，因此发生管涌、流土的可能性较大，存在渗漏及渗透破坏的风险。根据工程的重要性及防渗要求的程度，对地基岩土层采取必要的防渗措施是十分必要的。

7、海岸堤抗冲刷及岸坡稳定性评价

根据地质测绘及现场踏勘的结果，航道岸堤有小型崩塌及滑坡，但其规模一般较小，对于岸堤的安全影响相对不大，主要影响是水土流失，淤积航道。若遇潮汐或不良天气影响，其土体会自重增加、静水压力增强，而土体抗剪强度明显降低，外露临空的岸堤发生失稳的可能性是存在的。事先对其进行稳定性分析，实施相应的工程处理措施，便可防患于未然，在堤脚处设置防滑墙或抛石护脚等，或加高培厚堤身等加固处理措施。

8、疏浚工程分析与评价

1）疏浚岩土的工程特性、分级

场地中港池航道水域疏浚工程为 44 个钻孔（SY1~SY33、SYB1-SYB11）。根据钻孔显示，开孔为砂混淤泥、细砂、局部为淤泥，按照《疏浚与吹填工程设计规范》（JTS181-5-2012），根据土的状态及判别指标，对本次勘察所揭示的砂土层的疏浚类别判定如表。

表 3.2.4-1　疏浚岩土类别及分级

岩土类别	状态	判别指标				岩土层	分级结果
		液性指数 IL	天然重度 γ（kN/m³）	压缩模量 Es	标贯击数 N（击）		
砂土类	松散	/	18.0*	4.00*	2-6（平均4.6）	砂混淤泥	6-7
砂土类	松散~稍密	/	18.5*	5.00*	5-10（平均7.5）	细砂	7-8
软黏土	流~软塑	1.44	15.1	1.45	1-3（平均1.8）	淤泥质土	2-3

注：带*为经验值。

2）疏浚岩土的可挖性评价

根据《疏浚与吹填工程设计规范》（JTS181-5-2012）对航道及连接水域区揭示的岩土层进行分级，并对其可挖性、用于管道输送性和用作填土的适宜性进行评价，评价结果见表 3.2.4-2。

表 3.2.4-2　航道及连接水域区岩土层的疏浚性质评价表

岩土层编号及名称	砂混淤泥	细砂	淤泥质土
岩土级别	6~7 级	7~8	2-3
挖泥船型	耙吸、绞吸、链斗、抓斗、铲斗		
可挖性	容易	容易	容易
用于管道输送的适宜性	很好	很好	很好
用作填土的适宜性	较好	较好	不适合

说明：1、大耙吸指耙吸挖泥船舱容≥9000m³，大绞吸指绞吸挖泥船绞刀功率≥1000KW，大链斗指链斗挖泥船生产率≥500m³/h，大抓斗指抓斗斗容≥8m³。

2、可采用链斗挖泥船开挖粉细砂。

3）疏浚岩土的指标与水下开挖边坡建议值

根据疏浚岩土的指标，岩土水下开挖边坡建议值如下：

表 3.2.4-3　岩土层指标及水下开挖边坡建议值一览表

岩土编号	岩土名称	岩土状态	标贯击数	天然重度	天然含水率	边坡坡比
			N	γ（kN/m³）	W（%）	参考范围值
②-1	砂混淤泥	松散	2-6（平均4.6）	18.0*	23.0*	1:1.75~1:2.00
②-2	细砂	松散~稍密	5-10（平均7.5）	18.5*	23.0*	1:1.50~1:1.75
②-3	淤泥质土	流~软塑	1-3（平均1.8）	15.1	60.8	1:2.00~1:2.50

注：带*为经验值。

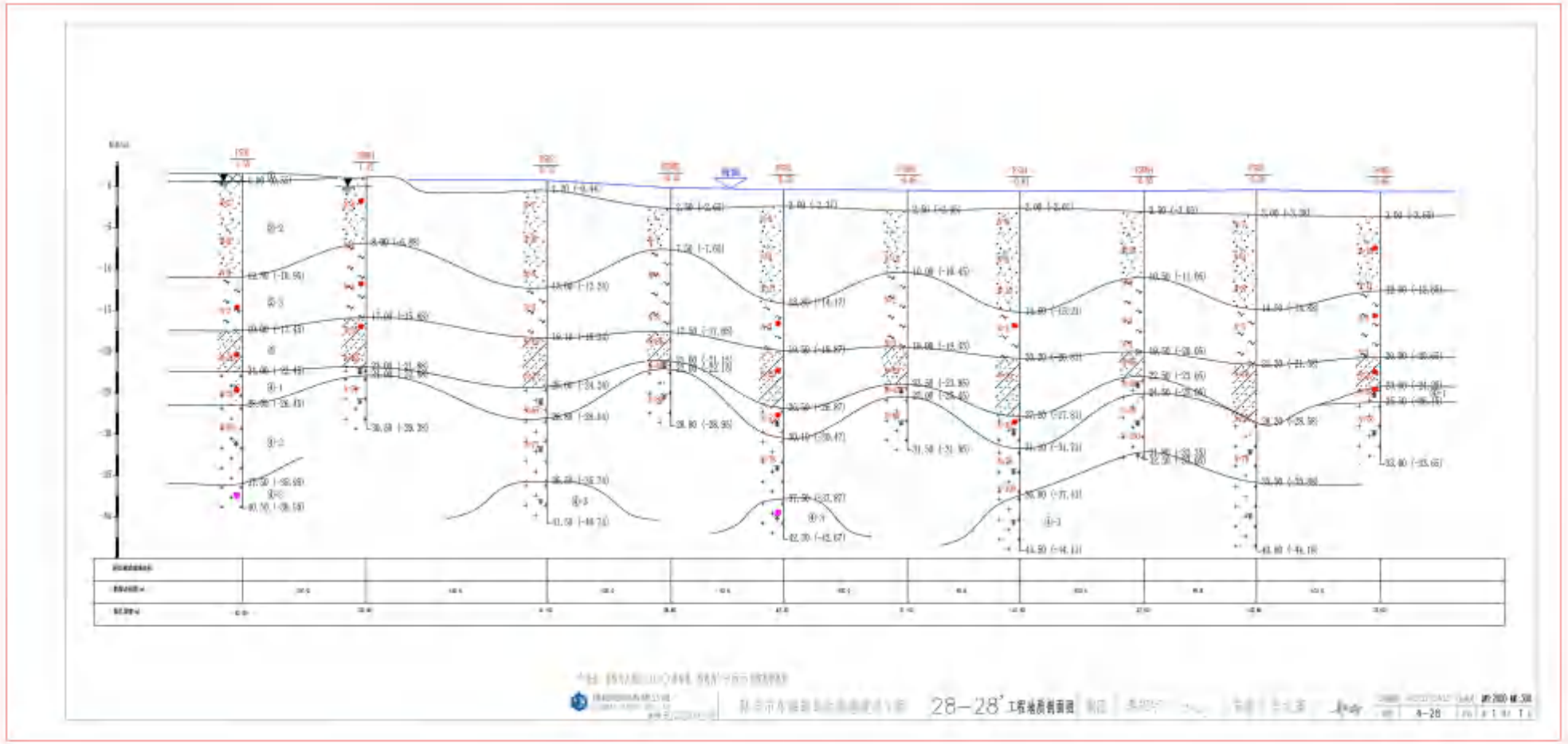
3.2.4.4 场地地震效应

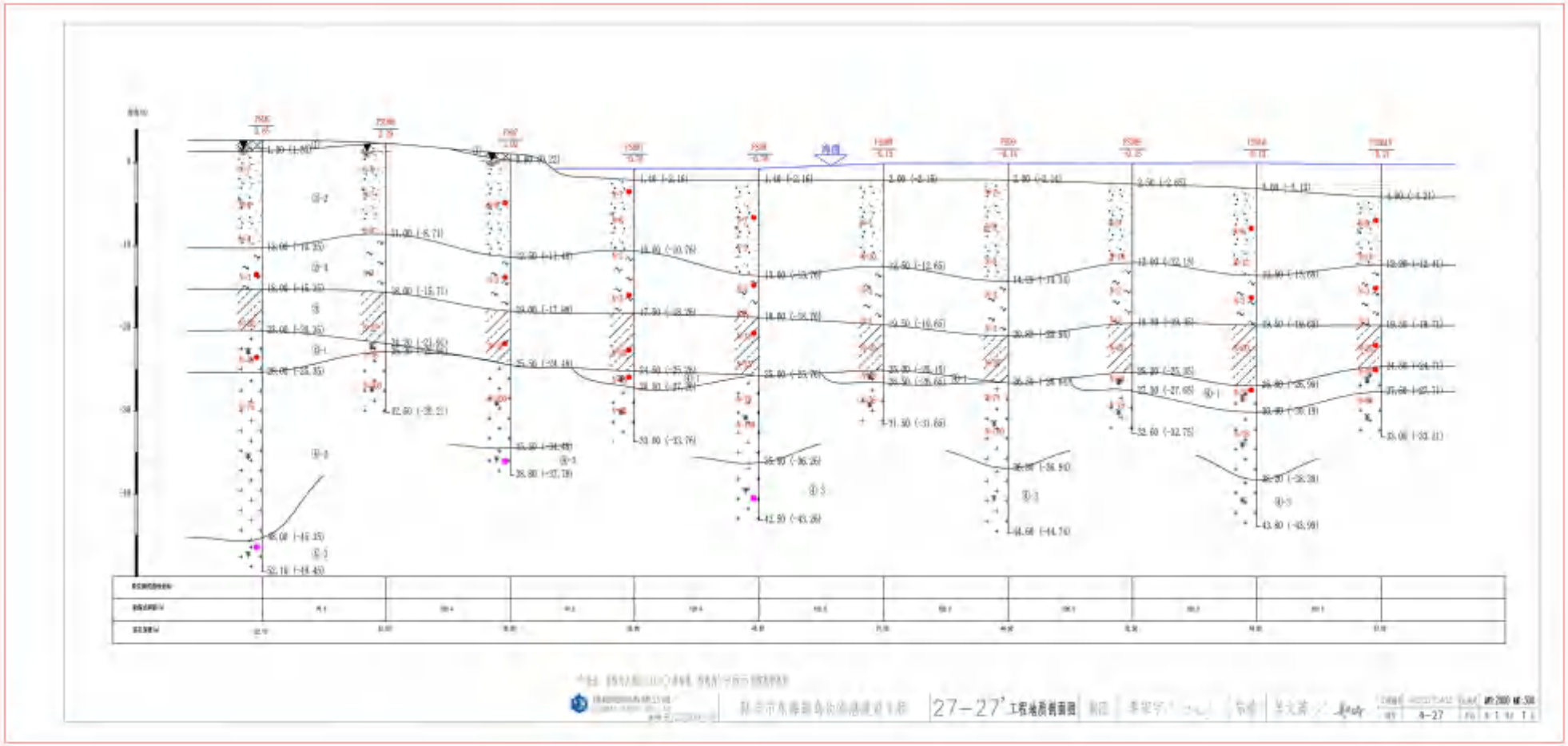
根据《中国地震动参数区划图》（GB 18306—2015），勘区抗震设防烈度为 7 度，设计基本地震加速度值为 0.10g，设计地震分组为第一组，地震动速度反应谱特征周期为 0.35s。

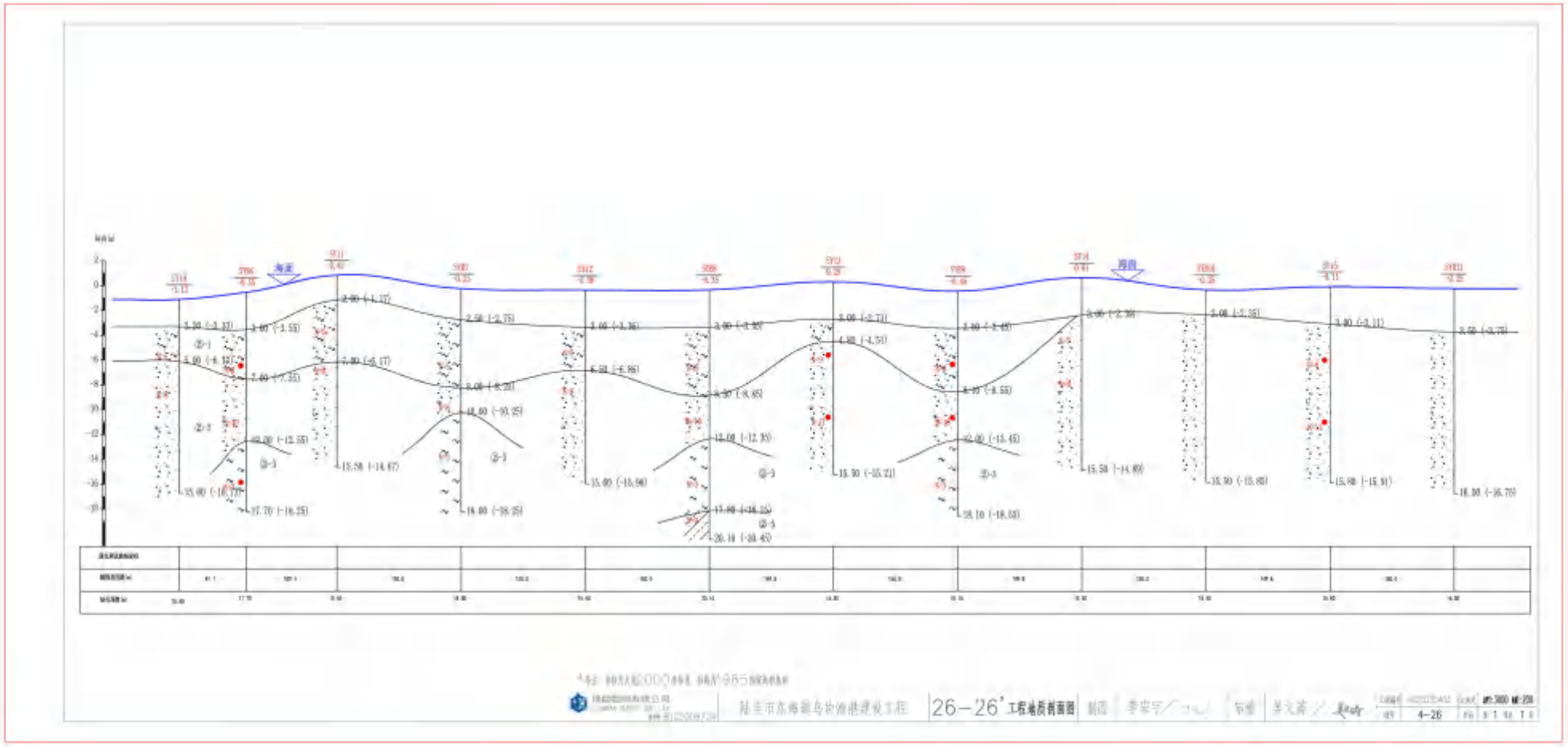
根据《建筑工程抗震设防分类标准》（GB 50223-2008），本工程海上建筑及陆地上建筑属标准设防丙类，应按本地区的抗震设防烈度确定其抗震措施和地震作用。

涉密 不公开

图 3.2.4-1　项目地质勘察钻孔平面布置图


28—28' 工程地质剖面图


27-27'工程地质剖面图


海面
26—26' 工程地质剖面图
4—26

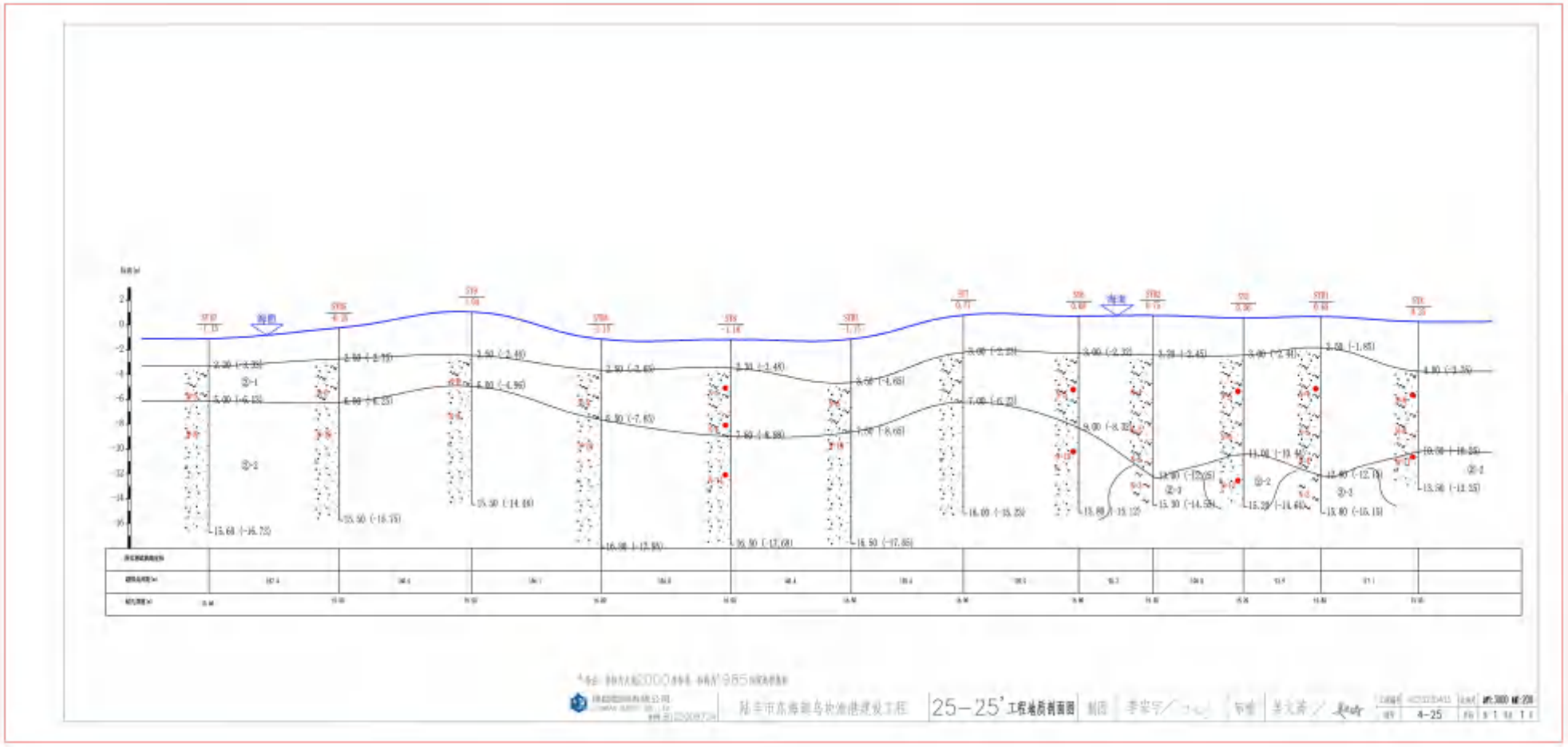
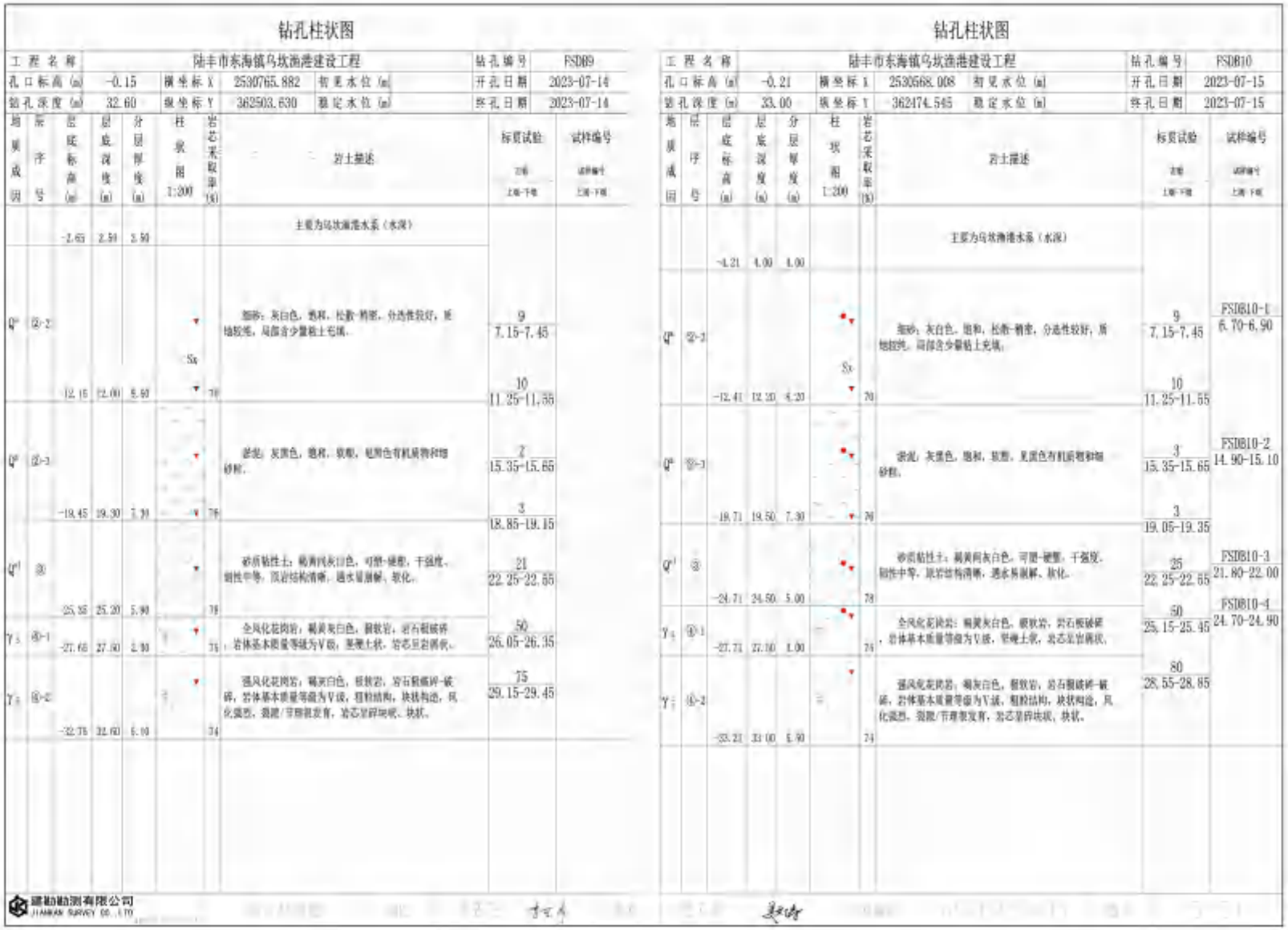


图 3.2.4-2　项目地质剖面



钻孔柱状图

工程名称	陆丰市东海镇乌坎渔港建设工程			钻孔编号	ZSD89
孔口标高(m)	-0.15	横坐标X	2530765.882	初见水位(m)	开孔日期	2023-07-14
钻孔深度(m)	32.60	纵坐标Y	362503.630	稳定水位(m)	终孔日期	2023-07-14

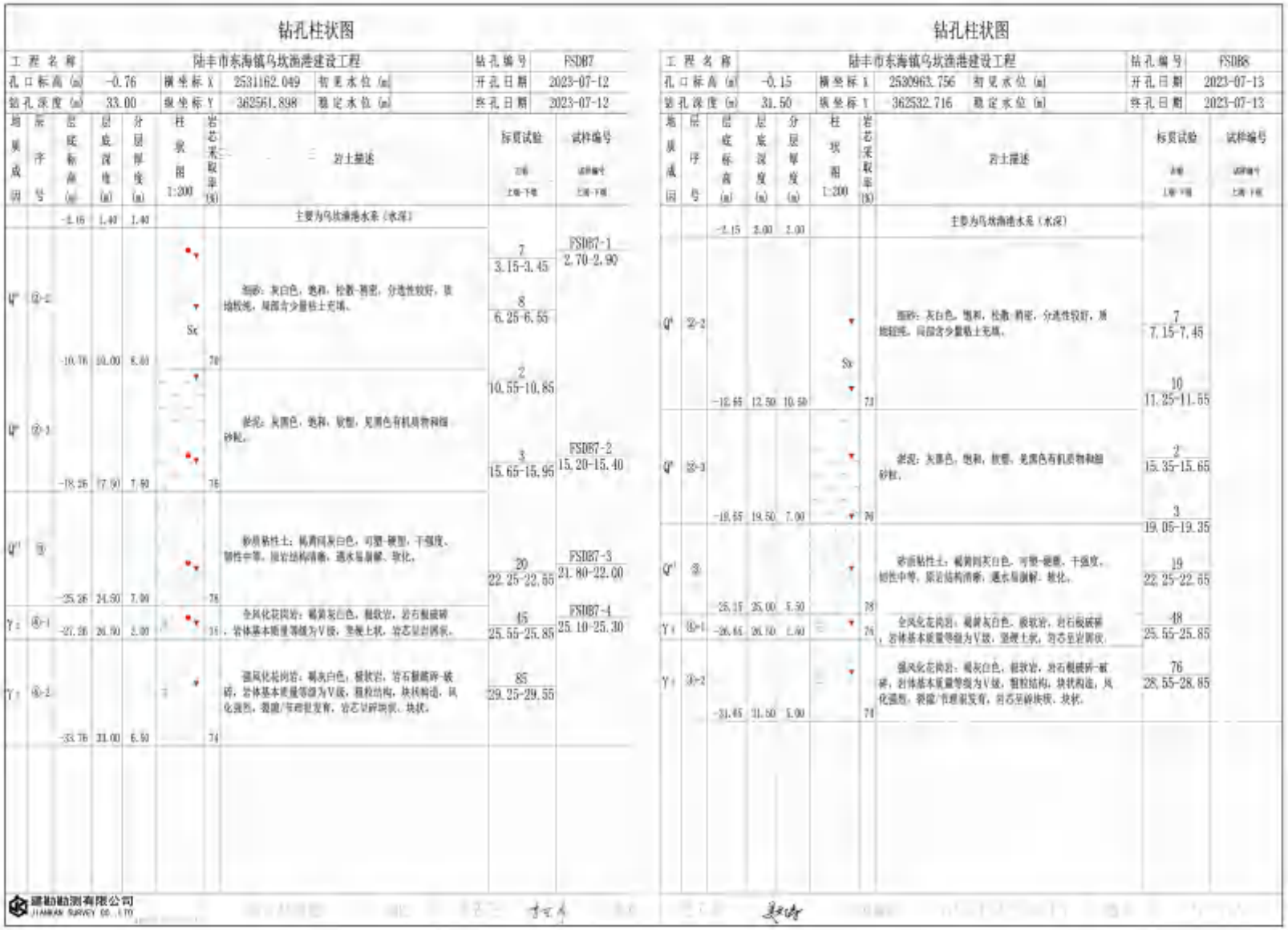
地质成因	层序号	层底标高(m)	层底深度(m)	分层厚度(m)	柱状图 1:200	岩芯采取率(%)	岩土描述	标贯试验 击数 上限-下限	试样编号 试样编号 上限-下限
		-2.65	2.50	2.50			主要为乌坎渔港水系（水深）		
Q^{al}	②-2	-12.15	12.00	9.50	Sx	70	细砂：灰白色，饱和，松散-稍密，分选性较好，质地较纯，局部含少量粘土充填。	9 7.15-7.45 10 11.25-11.55	
Q^{al}	②-3	-19.45	19.30	7.30		76	淤泥：灰黑色，饱和，软塑，黑黑色有机质物和细砂粒。	7 15.35-15.65 3 18.85-19.15	
Q^{el}	③	-25.35	25.20	5.90		78	砂质粘性土：褐黄间灰白色，可塑-硬塑，干强度、韧性中等，原岩结构清晰，遇水易崩解、软化。	21 22.25-22.55	
γ_5	④-1	-27.65	27.50	2.30		75	全风化花岗岩，褐黄灰白色，极软岩，岩石极破碎，岩体基本质量等级为V级，呈硬土状，岩芯呈岩屑状。	50 26.05-26.35	
γ_5	④-2	-32.75	32.60	5.10		74	强风化花岗岩，褐灰白色，极软岩，岩石极破碎-破碎，岩体基本质量等级为V级，粗粒结构，块状构造，风化强烈，强裂/节理极发育，岩芯呈碎块状、块状。	75 29.15-29.45	

建勘勘测有限公司 JIANKAN SURVEY CO., LTD

钻孔柱状图

工程名称	陆丰市东海镇乌坎渔港建设工程			钻孔编号	ZSD810
孔口标高(m)	-0.21	横坐标X	2530568.008	初见水位(m)	开孔日期	2023-07-15
钻孔深度(m)	33.00	纵坐标Y	362474.565	稳定水位(m)	终孔日期	2023-07-15

地质成因	层序号	层底标高(m)	层底深度(m)	分层厚度(m)	柱状图 1:200	岩芯采取率(%)	岩土描述	标贯试验 击数 上限-下限	试样编号 试样编号 上限-下限
		-4.21	4.00	4.00			主要为乌坎渔港水系（水深）		
Q^{al}	②-2	-12.41	12.20	8.20	Sx	70	细砂，灰白色，饱和，松散-稍密，分选性较好，质地较纯，局部含少量粘土充填。	9 7.15-7.45 10 11.25-11.55	FSD810-1 6.70-6.90
Q^{al}	②-3	-19.71	19.50	7.30		70	淤泥，灰黑色，饱和，软塑，灰黑色有机质物和细砂粒。	3 15.35-15.65 3 19.05-19.35	FSD810-2 14.90-15.10
Q^{el}	③	-24.71	24.50	5.00		78	砂质粘性土：褐黄间灰白色，可塑-硬塑，干强度、韧性中等，原岩结构清晰，遇水易崩解、软化。	25 22.25-22.55	FSD810-3 21.80-22.00
γ_5	④-1	-27.71	27.50	3.00		74	全风化花岗岩：褐黄灰白色，极软岩，岩石极破碎，岩体基本质量等级为V级，呈硬土状，岩芯呈岩屑状。	50 25.15-25.45	FSD810-4 24.70-24.90
γ_5	④-2	-33.21	33.00	5.50		74	强风化花岗岩，褐灰白色，极软岩，岩石极破碎-破碎，岩体基本质量等级为V级，粗粒结构，块状构造，风化强烈，强裂/节理极发育，岩芯呈碎块状、块状。	80 28.55-28.85	



钻孔柱状图

工程名称	陆丰市东海镇乌坎渔港建设工程			钻孔编号	ZSD87
孔口标高(m)	-0.76	横坐标X	2531162.049	初见水位(m)	开孔日期	2023-07-12
钻孔深度(m)	33.00	纵坐标Y	362561.898	稳定水位(m)	终孔日期	2023-07-12

地质成因	层序号	层底标高(m)	层底深度(m)	分层厚度(m)	柱状图 1:200	岩芯采取率(%)	岩土描述	标贯试验 击数 上限-下限	试样编号 试样编号 上限-下限
		-2.15	1.40	1.40			主要为乌坎渔港水系（水深）		
Q^ml	②-2	-10.76	10.00	8.60	Sc	70	细砂：灰白色，饱和，松散-稍密，分选性较好，级配较纯，局部含少量粘土充填。	7 3.15-3.45 8 6.25-6.55 2 10.55-10.85	ZSD87-1 2.70-2.90
Q^ml	②-3	-18.26	17.50	7.50		76	淤泥：灰黑色，饱和，软塑，见黑色有机质物和细砂粒。	3 15.65-15.95	ZSD87-2 15.20-15.40
Q^el	③	-25.26	24.50	7.00		78	砂质粘性土：褐黄间灰白色，可塑-硬型，干强度、韧性中等，原岩结构清晰，遇水易崩解、软化。	20 22.25-22.55	ZSD87-3 21.80-22.00
γ₅	④-1	-27.26	26.50	2.00		16	全风化花岗岩：褐黄灰白色，极软岩，岩石极破碎，岩体基本质量等级为V级，呈粗土状，岩芯呈岩屑状。	45 25.55-25.85	ZSD87-4 25.10-25.30
γ₅	④-2	-33.76	33.00	6.50		74	强风化花岗岩：褐灰白色，极软岩，岩石极破碎-破碎，岩体基本质量等级为V级，粗粒结构，块状构造，风化强烈，裂隙/节理极发育，岩芯呈碎块状、块状。	85 29.25-29.55	

建勘勘测有限公司 JIANKAN SURVEY CO., LTD

钻孔柱状图

工程名称	陆丰市东海镇乌坎渔港建设工程			钻孔编号	ZSD88
孔口标高(m)	-0.15	横坐标X	2530963.756	初见水位(m)	开孔日期	2023-07-13
钻孔深度(m)	31.50	纵坐标Y	362532.716	稳定水位(m)	终孔日期	2023-07-13

地质成因	层序号	层底标高(m)	层底深度(m)	分层厚度(m)	柱状图 1:200	岩芯采取率(%)	岩土描述	标贯试验 击数 上限-下限	试样编号 试样编号 上限-下限
		-2.15	2.00	2.00			主要为乌坎渔港水系（水深）		
Q^ml	②-2	-12.65	12.50	10.50	Sc	73	细砂：灰白色，饱和，松散-稍密，分选性较好，级配较纯，局部含少量粘土充填。	7 7.15-7.45 10 11.25-11.55	
Q^ml	②-3	-18.65	19.50	7.00		70	淤泥：灰黑色，饱和，软塑，见黑色有机质物和细砂粒。	2 15.35-15.65 3 19.05-19.35	
Q^el	③	-25.15	25.00	5.50		78	砂质粘性土：褐黄间灰白色，可塑-硬型，干强度、韧性中等，原岩结构清晰，遇水易崩解、软化。	19 22.25-22.55	
γ₅	④-1	-26.65	26.50	1.50		74	全风化花岗岩：褐黄灰白色，极软岩，岩石极破碎，岩体基本质量等级为V级，呈硬土状，岩芯呈岩屑状。	48 25.55-25.85	
γ₅	④-2	-31.65	31.50	5.00		74	强风化花岗岩：褐灰白色，极软岩，岩石极破碎-破碎，岩体基本质量等级为V级，粗粒结构，块状构造，风化强烈，裂隙/节理极发育，岩芯呈碎块状、块状。	76 28.55-28.85	

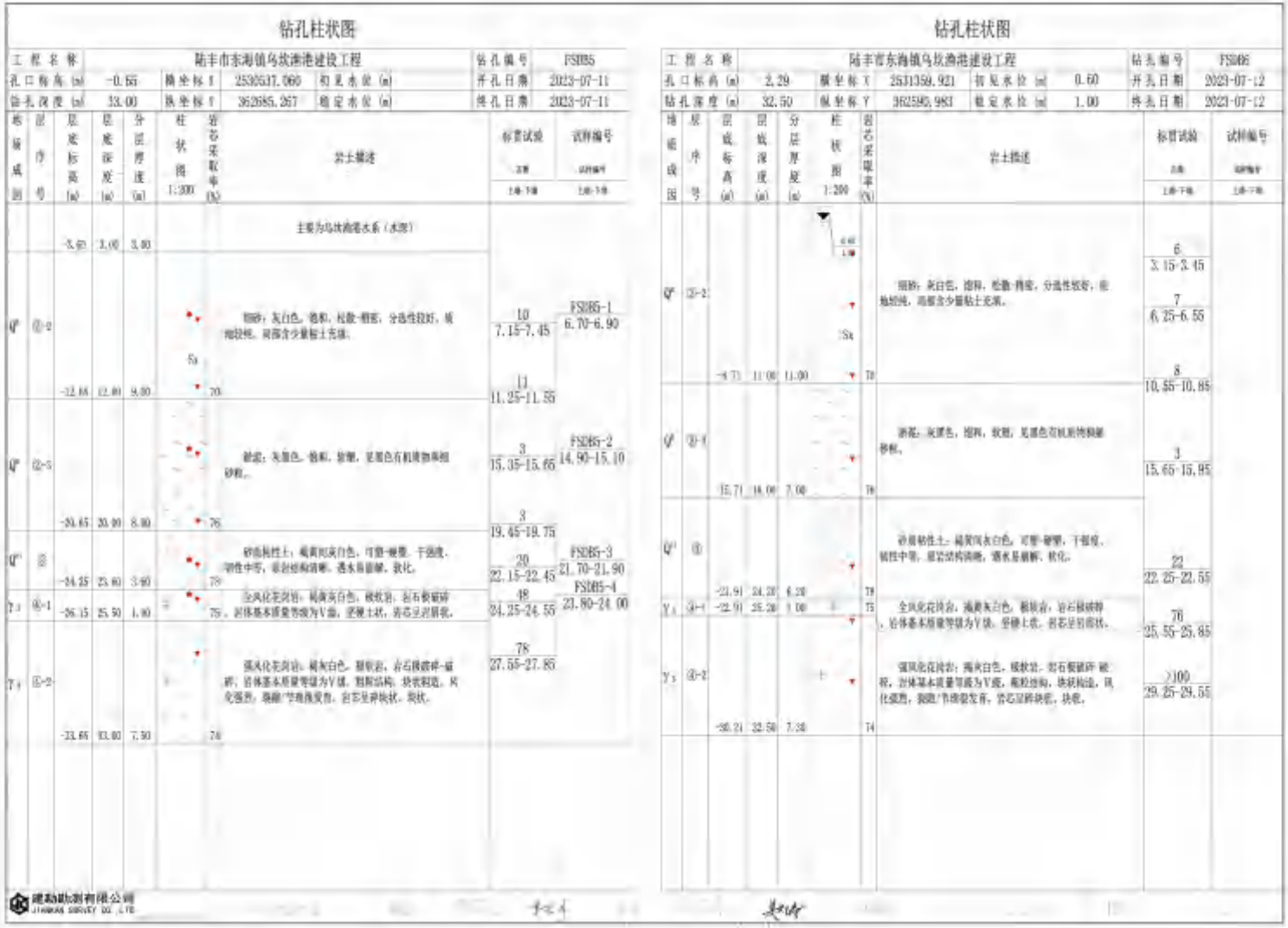


图 3.2.4-3　项目钻孔柱状图

3.2.5 主要海洋灾害

3.2.5.1 热带气旋

汕尾沿岸海域是热带气旋活动频繁的海区之一，影响本海域的热带气旋来自西太平洋和南海，热带气旋分为热带低压（TD）、热带风暴（TS）、强热带风暴（STS）、台风（TY）、强台风（STY）和超强台风（SuperTY）六个等级。

以遮浪海洋站风速达6级，台风中心位置进入20.9°N~24.9°N，114.3°E~118.3°E区域内为影响标准，根据台风年鉴资料统计，1949~2022年期间，登陆或影响本海域的热带气旋共有195个，年平均2.7个，年最多为9个（1999年），71年间仅1989年没有热带气旋登陆或影响本海域。热带气旋7~8月出现最多，占24％，其次是9月占23％，最早出现在4月10日（受6701强台风影响），最晚出现在12月2日（受7427强台风影响），1月至3月没有热带气旋影响本海域，1949年~2022年期间，热带气旋登陆时达到超强台风的有23个，强台风24个，台风36个，强热带风暴38个，热带风暴54个，见表3.2.5-1是登陆或影响本海域的热带气旋的统计。

表3.2.5-1 （1949～2022）热带气旋中心经过114.3～118.3°E、20.9～24.9°N的个数统计

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合计
01	0	0	0	0	2	5	2	8	2	1	0	0	20
02	0	0	0	0	1	13	12	8	14	4	2	0	54
03	0	0	0	0	1	4	9	13	11	0	0	0	38
04	0	0	0	1	3	3	12	8	6	3	0	0	36
05	0	0	0	0	1	2	3	5	9	3	1	0	24
06	0	0	0	1	0	0	7	6	3	4	2	0	23
07	0	0	0	2	8	27	45	46	43	14	5	0	195
08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	0.7	0.7	0.6	0.2	0.1	0.0	2.7
09	0	0	0	1	4	14	24	24	23	7	3	0	100

注：01~热带低压、02~热带风暴、03~强热带风暴、04~台风、05~强台风、06~超强台风、07~合计、08~年平均、09~频率(％)

1949~2019年期间，对汕尾沿岸海域最具影响的热带气旋有10个，遮浪海洋站记录的风速均在33m/s以上，分别是6903、7908、8805、9009、9509、2000

年 13 号、2003 年 13 号台风、2013 年 19 号台风、2017 年 13 号台风和 2018 年 22 号台风。

影响汕尾沿岸海域的西太平洋台风，7908 号台风是建国以来登陆广东省台风中较强的一次西太平洋台风，其特点是：风力强、范围广、移速快。1979 年 8 月 2 日 13～14 时，7908 号台风在广东省深圳市沿海登陆，登陆时中心风速达 55m/s，中心气压 940hPa（资料来自上海台风研究所），1979 年 8 月 1 日 24 时～2 日 12 时，汕尾沿岸海域平均风力 12 级以上（遮浪海洋站 1979 年 8 月 2 日实测风速 61m/s，风向东北，汕尾气象站实测阵风风速 60.4m/s），8 级以上大风时间持续 24 个小时，12 级大风时间持续 12 个小时。汕尾港妈屿站出现 3.81 米（当地水尺）暴潮水位，比正常潮位高出 1.78 米，妈屿站最大增水 2.51 米，出现在 1979 年 8 月 2 日 10 时 00 分，汕尾市区大部分街道受浸，水深 0.3～1.0 米，7908 号台风给汕尾沿岸海岛造成重大经济损失和人员伤亡。

9509 号台风是另一个严重影响汕尾沿岸海域的台风（见图 3.2.5-1），其特点是：也是风力强、范围广、破坏力强。1995 年 8 月 31 日 15 时前后，9509 号台风在广东省海丰与惠东县沿海登陆，登陆时遮浪海洋站实测风速 59.7m/s，风向东北，汕尾市 46.0m/s，海丰、惠东县 39.0m/s，惠来 35.0m/s，惠阳 34.0m/s，澄海 31.0m/s。这个台风影响范围之广，破坏力之大，为近年所罕见，台风所到之处输电线被吹断，树木、工棚被毁、沿海海堤被打坏，受 9509 号台风影响，国民经济直接损失 38.62 亿元和重大人员伤亡。

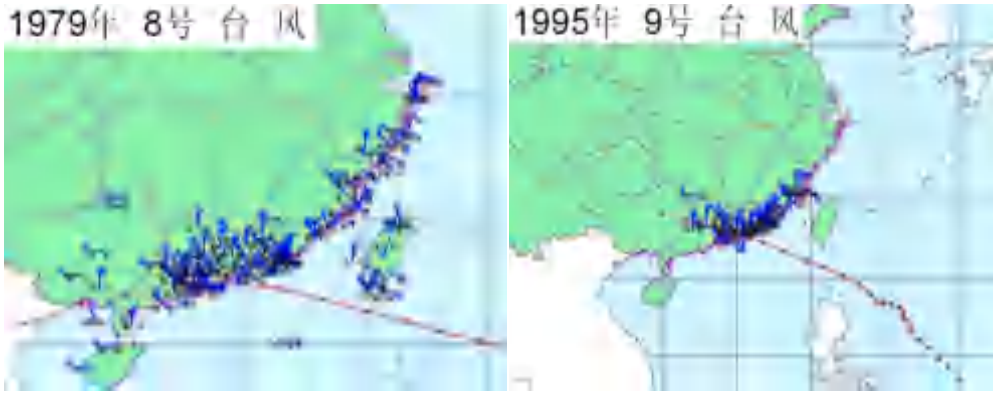


图 3.2.5-1　对汕尾沿岸海域最具影响的热带气旋路径图

3.2.5.2 风暴潮

风暴潮是发生在近岸的一种严重海洋灾害，它是由强风或气压骤变等强烈的

天气系统对海面作用导致水位急剧升降的现象，又称风暴增水，常给沿海一带带来危害。影响范围广，突发性强，灾害损失大，且主要危害经济发达的沿海地区影响工程水域的台风平均每年出现 2 次左右，一般多出现于 7~9 月。

3.2.5.3 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。

3.2.5.4 雷暴

汕尾沿岸海岛，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，汕尾沿岸海岛历年平均发生雷暴 52.9 天。

3.2.5.5 寒潮及低温阴雨

根据《广东省各类主要灾害性天气标准》的规定，单站寒潮指标为：日平均气温在 24h 内下降 8℃或其以上（或 48h 内下降 10℃或其以上），同时过程最低气温≤5℃，寒潮出现后天气回暖到日平均气温≥12℃，同时极端最低气温>5℃，作为寒潮结束。遮浪海洋站有气象记录以来有寒潮过程记录，发生在 1991 年 12 月 27～31 日，24 小时内日平均气温下降了 10.9℃，过程最低气温 3.9℃。汕尾气象站，24 小时内日平均气温下降了 11.8℃，过程最低气温也是 3.9℃，其降温幅度和最低温度均达到了寒潮过程的标准。

气象上表征低温阴雨天气有下列标准：（1）日平均气温≤12℃，连续 3d 或 3d 以上；凡在 2 月 1 日（可上跨）至 4 月 30 日期间，出现的天气过程符合上述要求，即统计为一次低温阴雨过程。汕尾沿岸海岛的低温阴雨天气出现次数，累年平均低温阴雨过程为 0.7 次，平均每次过程持续 5.7 天，最长为 17 天（1968 年 2 月），最短为 3 天，最多的年份有 3 次（1968 年），低温阴雨最早为 2 月 1 日，最晚为 3 月 3 日，有 24 年没有出现低温阴雨天气，约 51%年份会出现低温阴雨天气。汕尾沿岸海岛倒春寒天数最长的是 1970 年，共计 8 天。

3.2.5.6 地震

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）、《水运工程抗震设计规范》（JTS146-2012）及《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）（2016 年版）附录 A，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 0.35s。

3.2.6 水文动力现状调查与评价

本节内容引用《陆丰市渔港冬季水文观测海洋水文动力环境观测报告》（2023.01）和《陆丰市渔港春季水文观测海洋水文动力环境观测报告》（2023.07）。

3.2.6.1 调查站位

1、2023 年 1 月水文动力调查

广东创蓝海洋科技有限公司于 2023 年 1 月 7 日 14:00 至 2023 年 1 月 8 日 15:00（农历十二月初十六至十二月初十七），在 C1、C2 和 C3 站位分别布放 1 台潮位仪进行潮位观测。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。

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 3.2.6-1、图 3.2.6-1 所示。

潮位观测每 5min 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实测，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。

表 3.2.6-1　陆丰海域测量站点站位一览表

性质	编号	东经	北纬	水深(米)	测量内容
潮位站	C1	[redacted]	[redacted]	[redacted]	潮位
	C2	[redacted]	[redacted]	[redacted]	
	C3	[redacted]	[redacted]	[redacted]	
水文站	S1	[redacted]	[redacted]	[redacted]	各分层流速、流向、含沙量、温度、盐度和气象（S2、S5）
	S2	[redacted]	[redacted]	[redacted]	
	S3	[redacted]	[redacted]	[redacted]	
	S4	[redacted]	[redacted]	[redacted]	
	S5	[redacted]	[redacted]	[redacted]	
	S6	[redacted]	[redacted]	[redacted]	

图 3.2.6-1　陆丰海域潮位、海流、温盐和悬沙测量站点位置（冬季）

2、2023 年 4 月水文动力调查

广东创蓝海洋科技有限公司于 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），在本项目周边海域开展了一次水文动力现状调查，共设 3 个临时潮位站以及 6 个水文泥沙、温度、盐度观测站。具体站位布置情况见下表 3.2.6-2 和图 3.2.6-2。

其中 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 台潮位仪进行潮位观测。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。

潮位观测每 5min 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实测，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。

表 3.2.6-2　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	[redacted]	[redacted]	8.6	潮位
	C3	[redacted]	[redacted]	0.6	
	C4	[redacted]	[redacted]	0.5	

水文站	S1	[redacted]	[redacted]	8.2	各分层流速、流向、含沙量、温度、盐度和气象（S2、S5）
	S2	[redacted]	[redacted]	11.0	
	S3	[redacted]	[redacted]	8.5	
	S4	[redacted]	[redacted]	14.9	
	S5	[redacted]	[redacted]	9.7	
	S6	[redacted]	[redacted]	10.5	

图 3.2.6-2　陆丰海域潮位、海流、温盐和悬沙测量站点位置（春季）

3.2.6.2 潮汐

1、2023 年 1 月水文潮汐调查

（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 5min 一次。计算分析可得潮位曲线如图 3.2.6-3~图 3.2.6-5 所示。

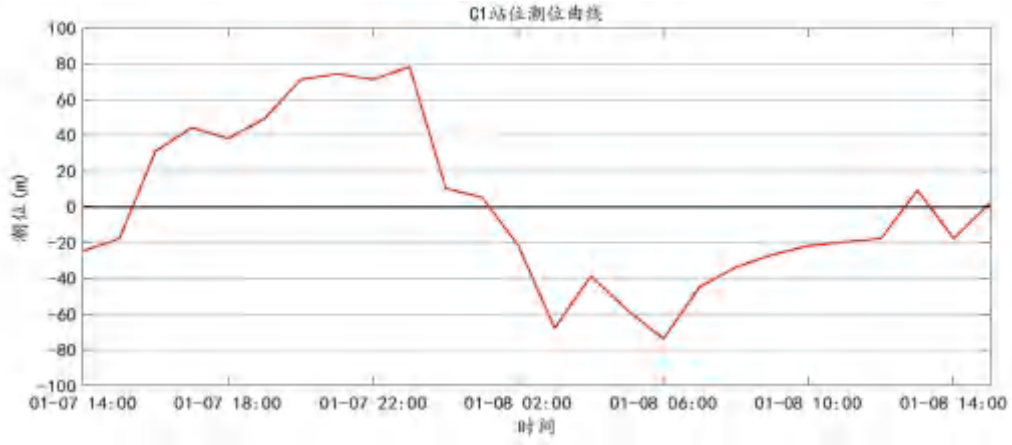


图 3.2.6-3　C1 站观测期间水位过程线）（基于观测期间计算的平均海平面）

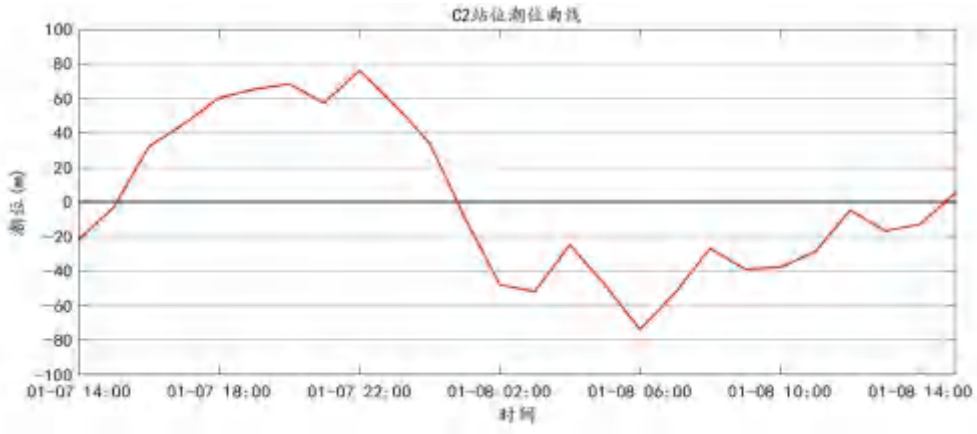


图 3.2.6-4　C2 站观测期间水位过程线（基于观测期间计算的平均海平面）

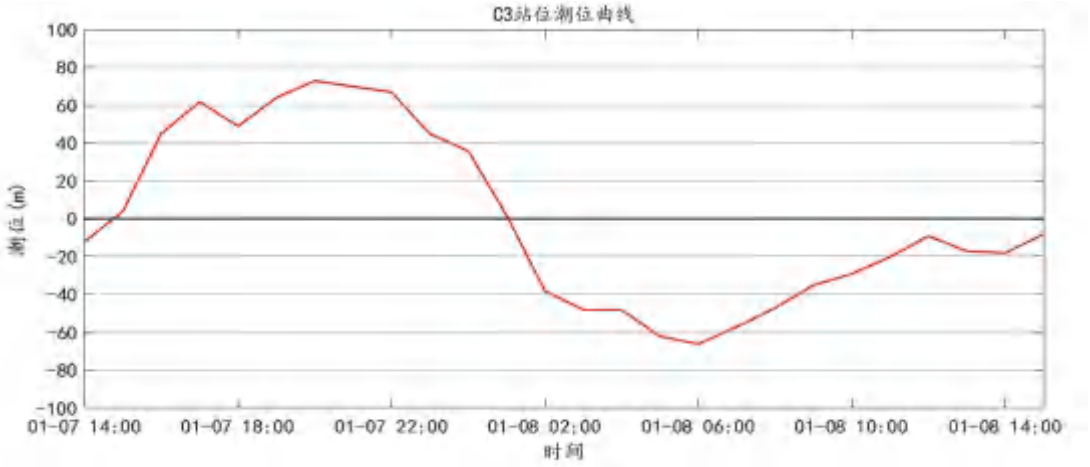


图 3.2.6-5　C3 站观测期间水位过程线（基于观测期间计算的平均海平面）

（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-73.8ccm，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-66.1ccm，最大潮差为 85cm，最小潮差为 57cm，平均潮差为 71cm。

2、2023 年 4 月水文潮汐调查

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 3.2.6-6~图 3.2.6-8 所示。

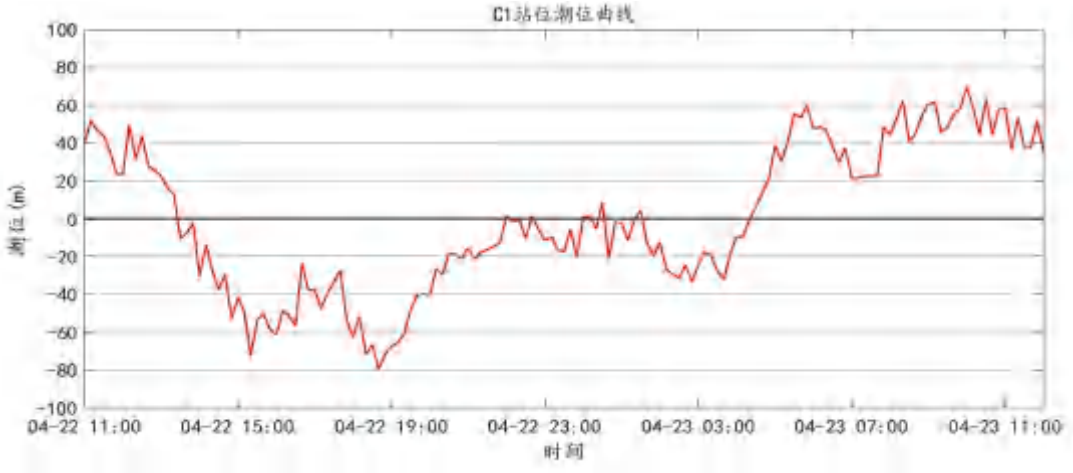


图 3.2.6-6　C1 站观测期间水位过程线(基于观测期间计算的平均海平面)

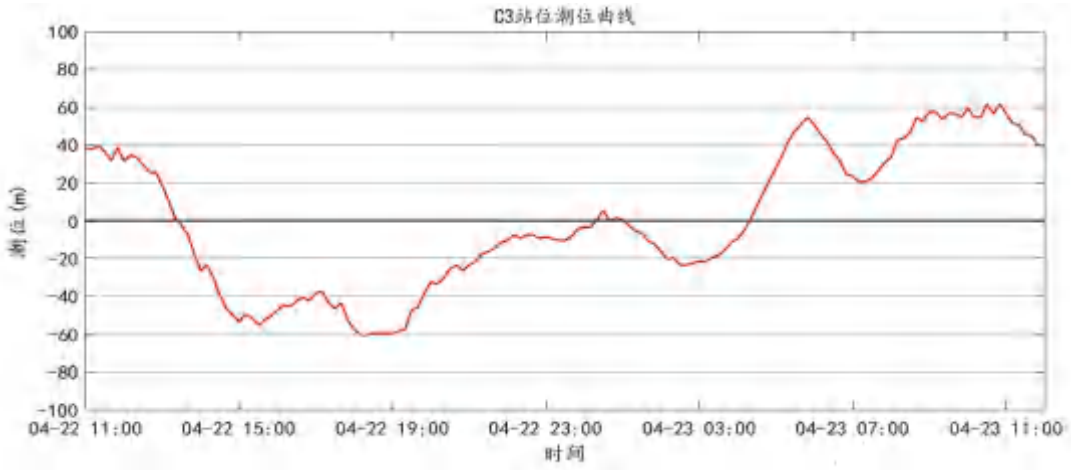


图 3.2.6-7　C3 站观测期间水位过程线（基于观测期间计算的平均海平面）

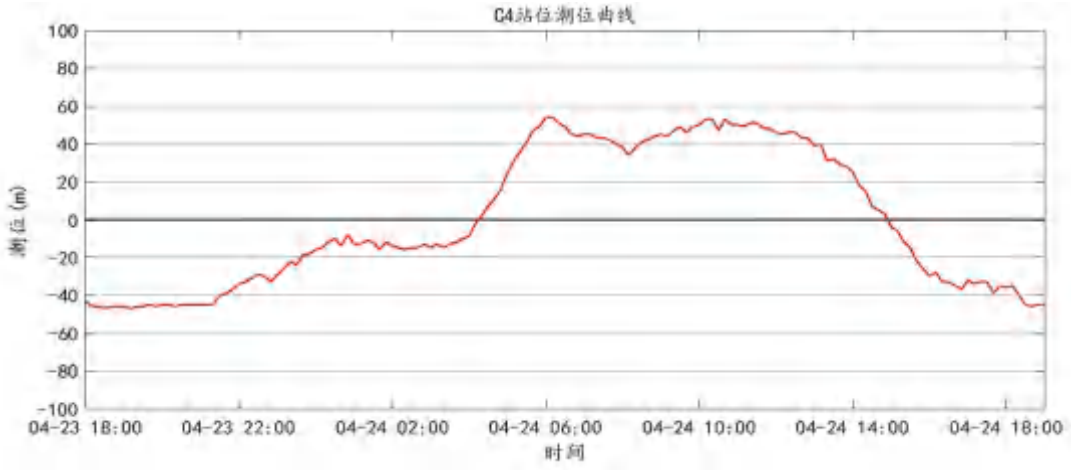


图 3.2.6-8　C4 站观测期间水位过程线（基于观测期间计算的平均海平面）

（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-60.4ccm，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-46.8ccm，最大潮差为 96cm，最小潮差为 93cm，平均潮差为 95cm。

3.2.6.3 潮流

1、2023 年 1 月（冬季）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 3.2.6-3 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 3.2.6-3 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 3.2.6-3 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 3.2.6-3　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 3.2.6-9~图 3.2.6-14。

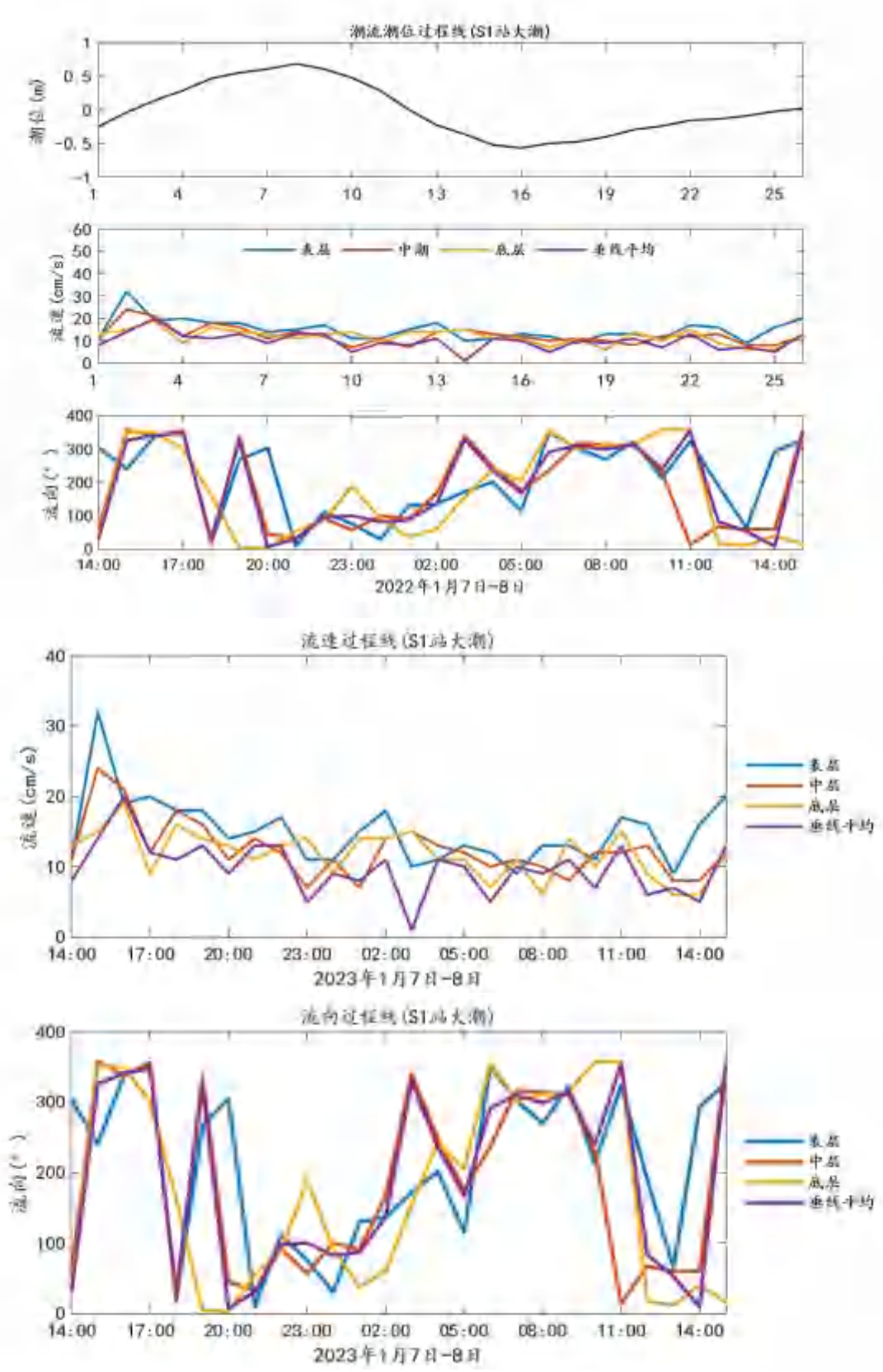


图 3.2.6-9　S1 站流速流向过程曲线

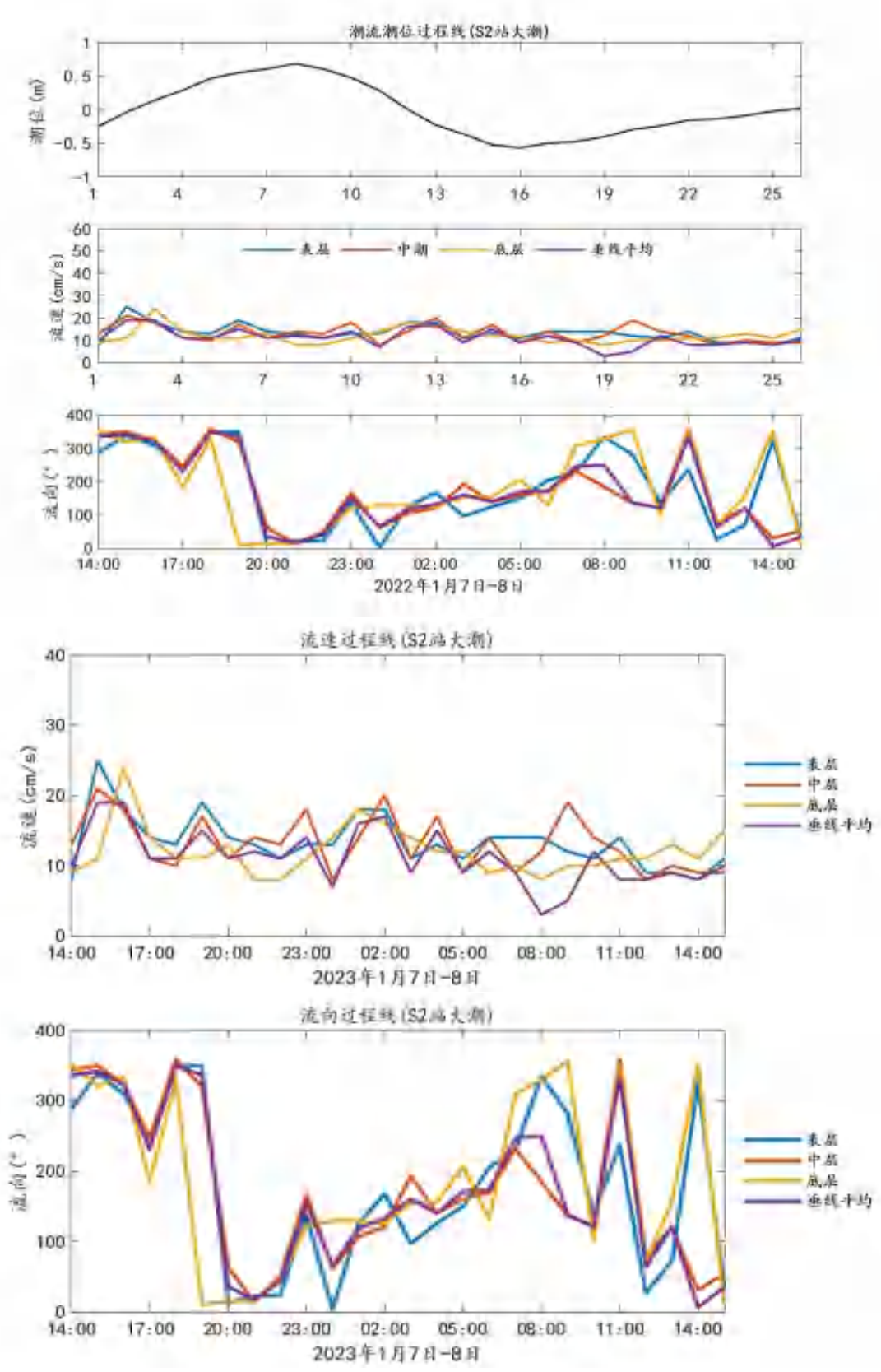


图 3.2.6-10　S2 站流速流向过程曲线

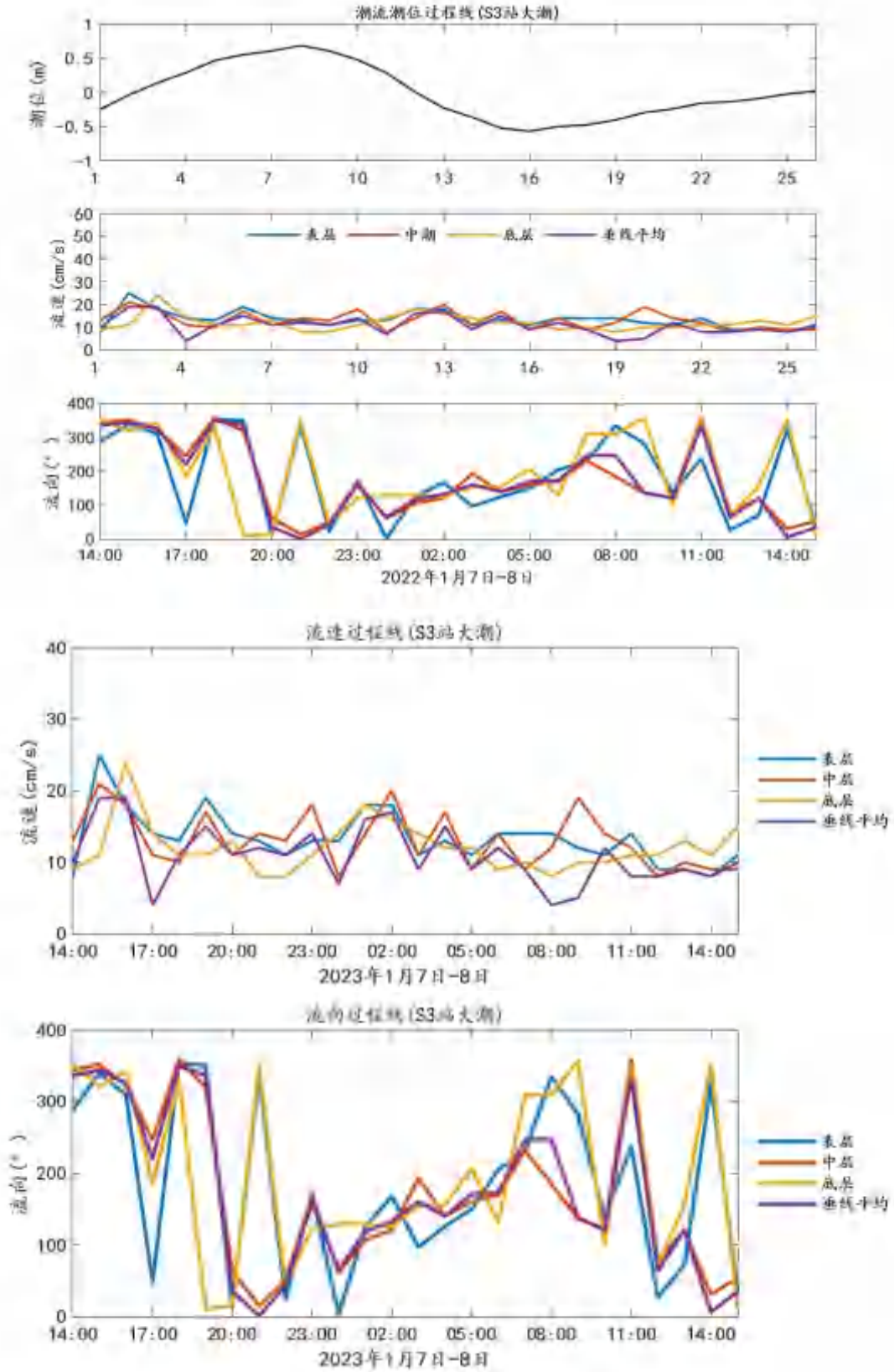


图 3.2.6-11　S3 站流速流向过程曲线

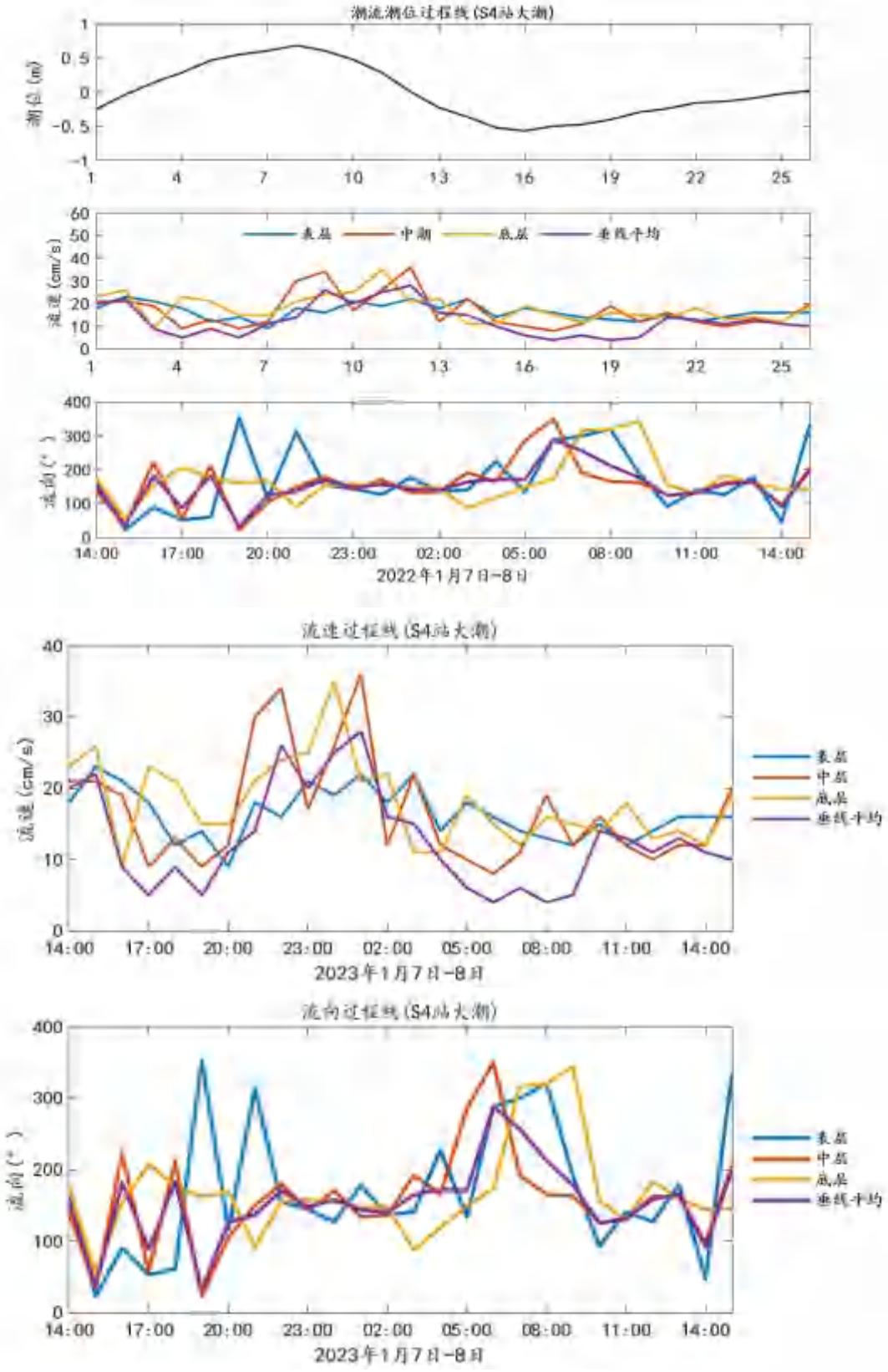


图 3.2.6-12　S4 站流速流向过程曲线

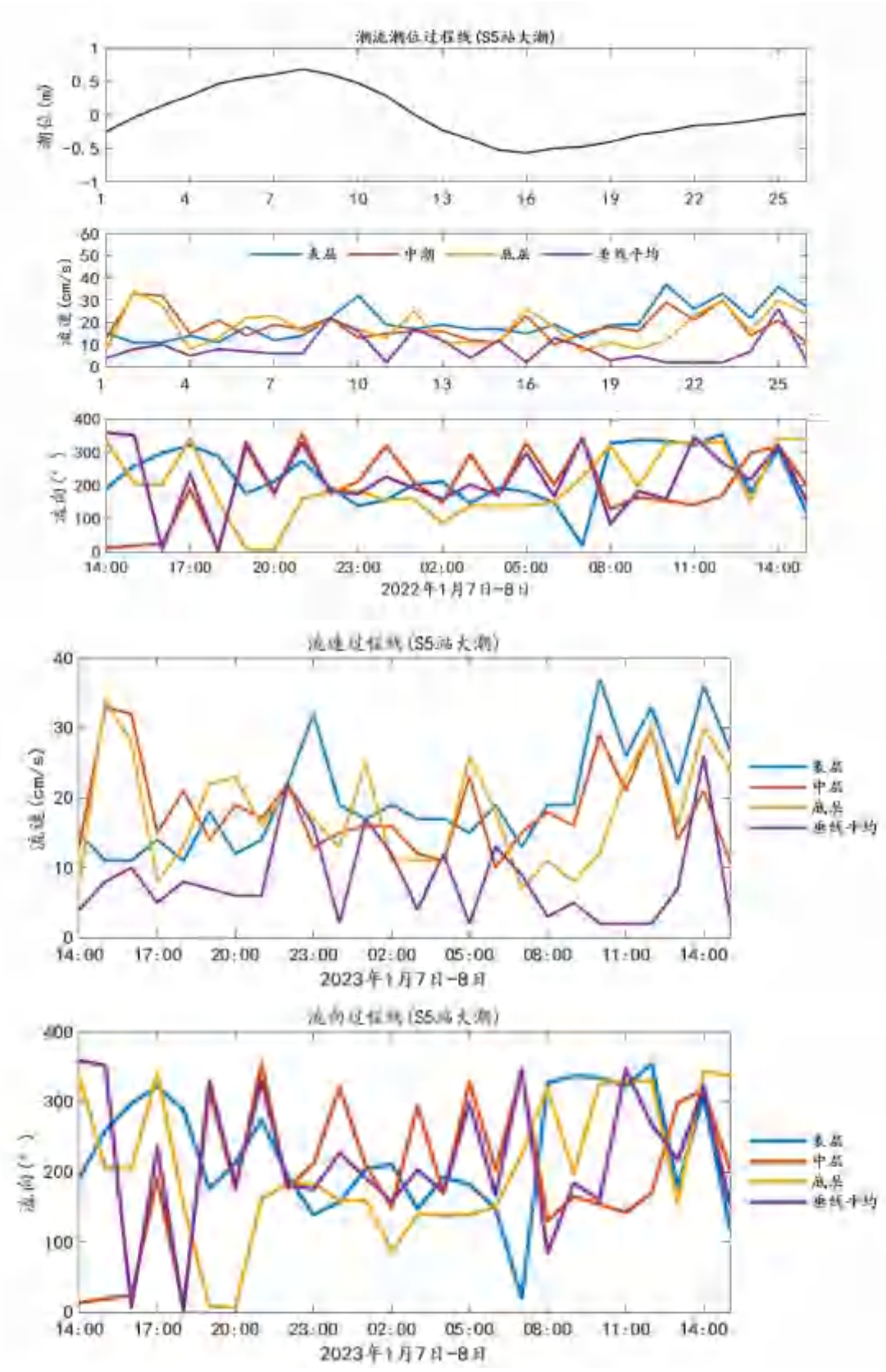


图 3.2.6-13　S5 站流速流向过程曲线

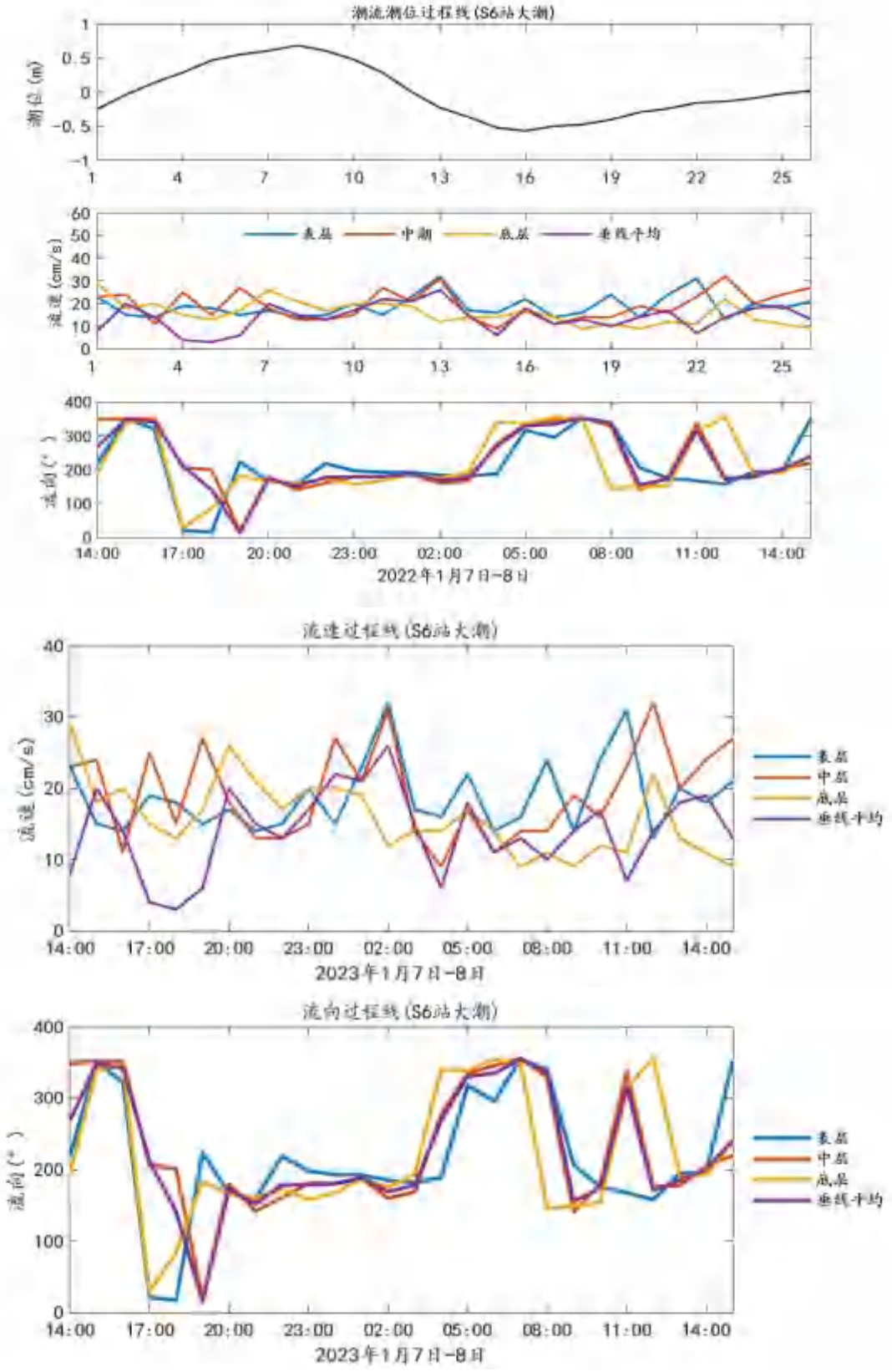


图 3.2.6-14　S6 站流速流向过程曲线

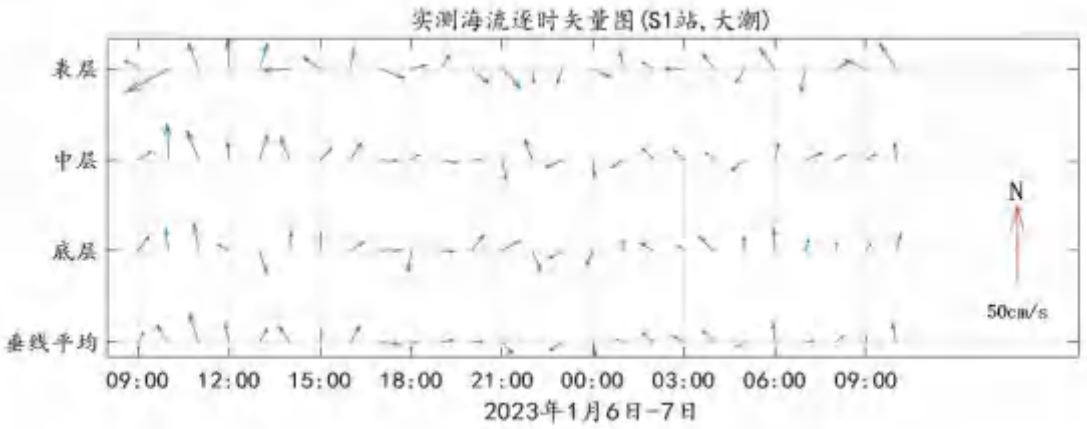


图 3.2.6-15　S1 站各层次逐时潮流矢量图

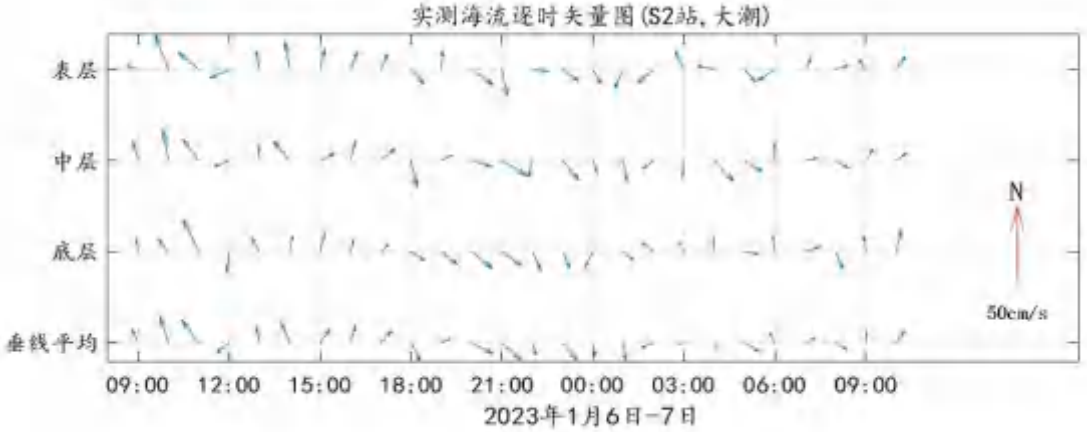


图 3.2.6-16　S2 站各层次逐时潮流矢量图

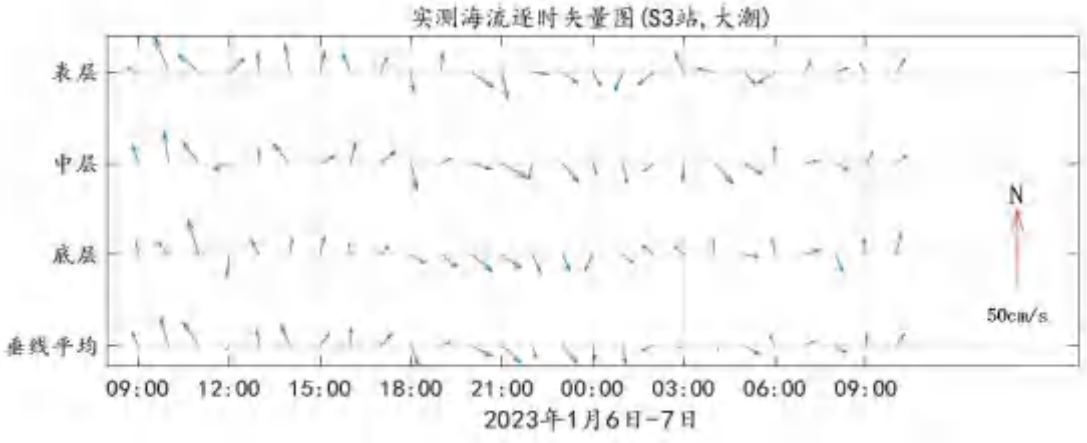


图 3.2.6-17　S3 站各层次逐时潮流矢量图

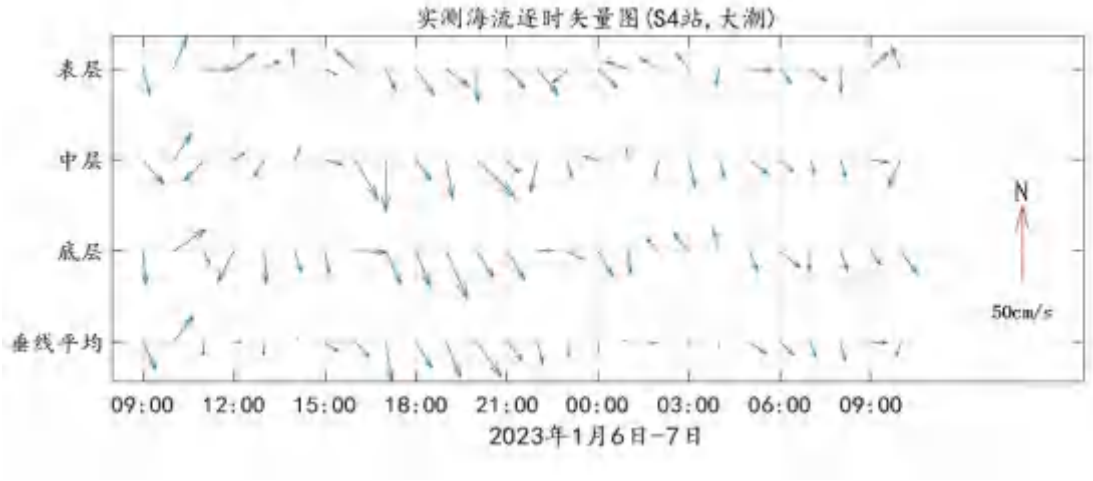


图 3.2.6-18　S4 站各层次逐时潮流矢量图

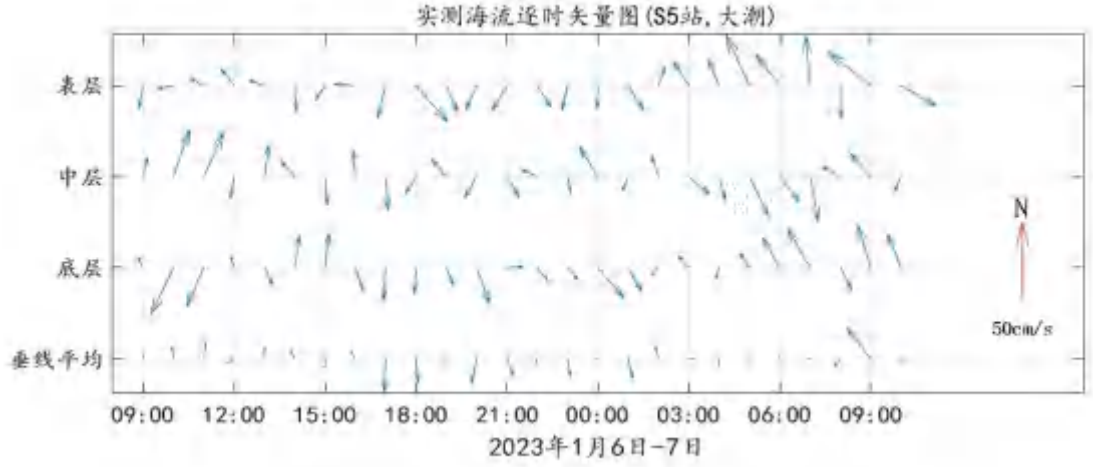


图 3.2.6-19　S5 站各层次逐时潮流矢量图

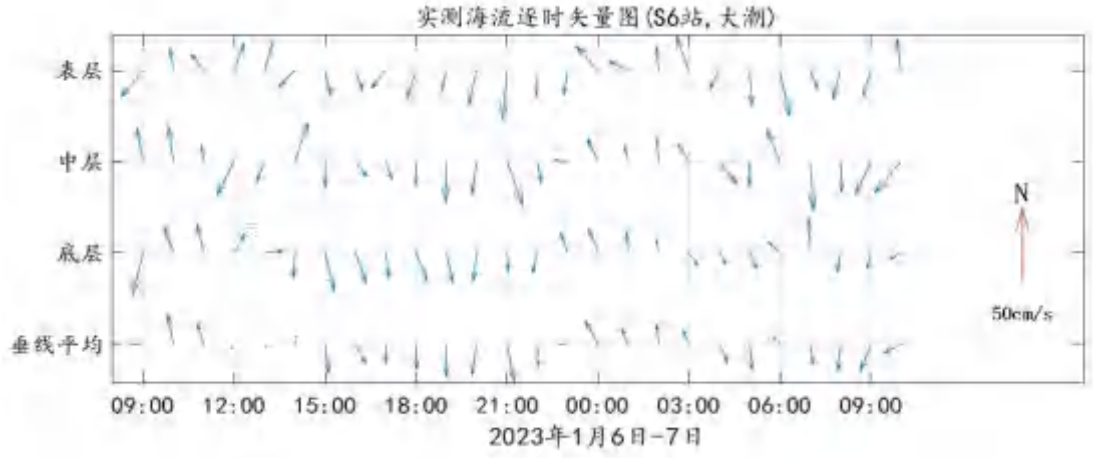


图 3.2.6-20　S6 站各层次逐时潮流矢量图

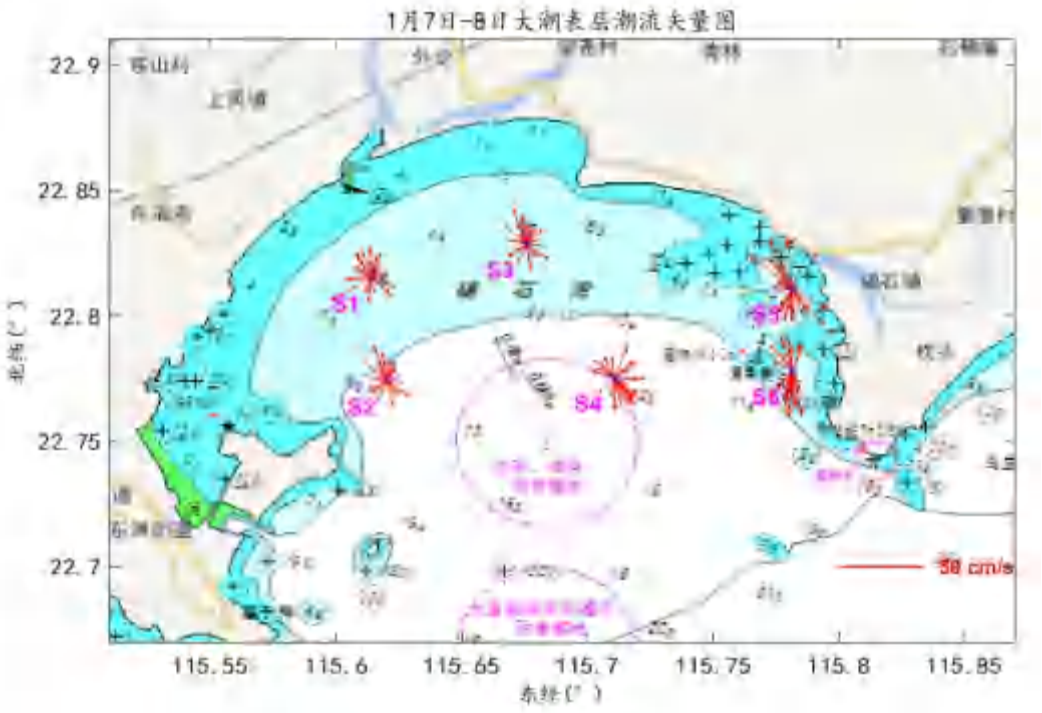


图 3.2.6-21　各站位表层潮流矢量图

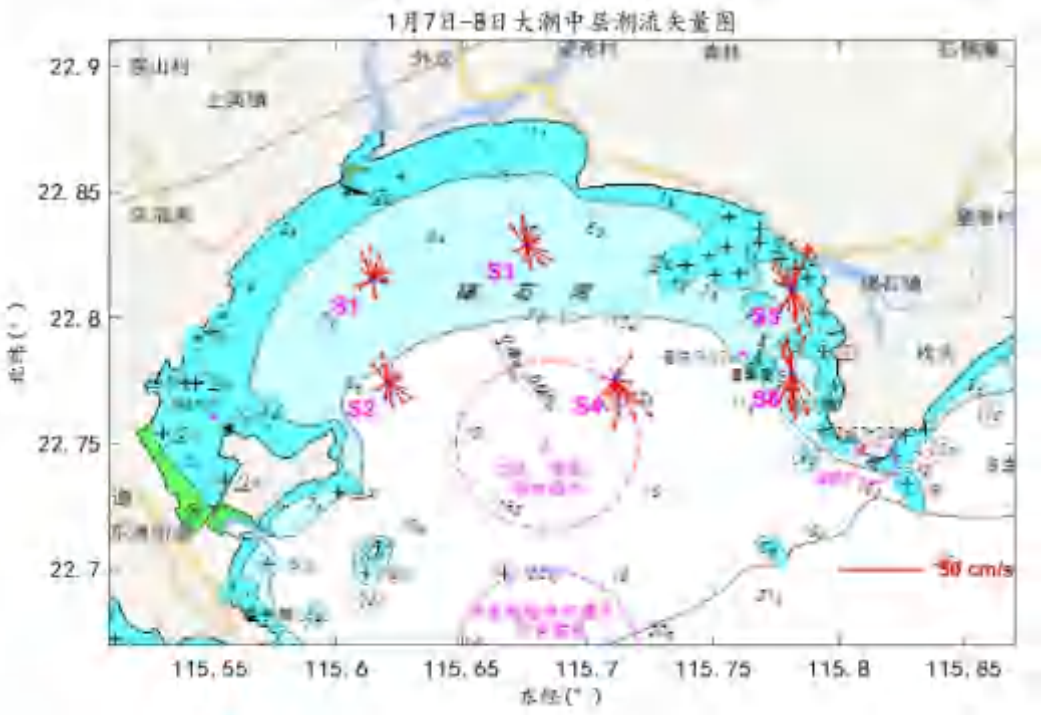


图 3.2.6-22　各站位中层潮流矢量图

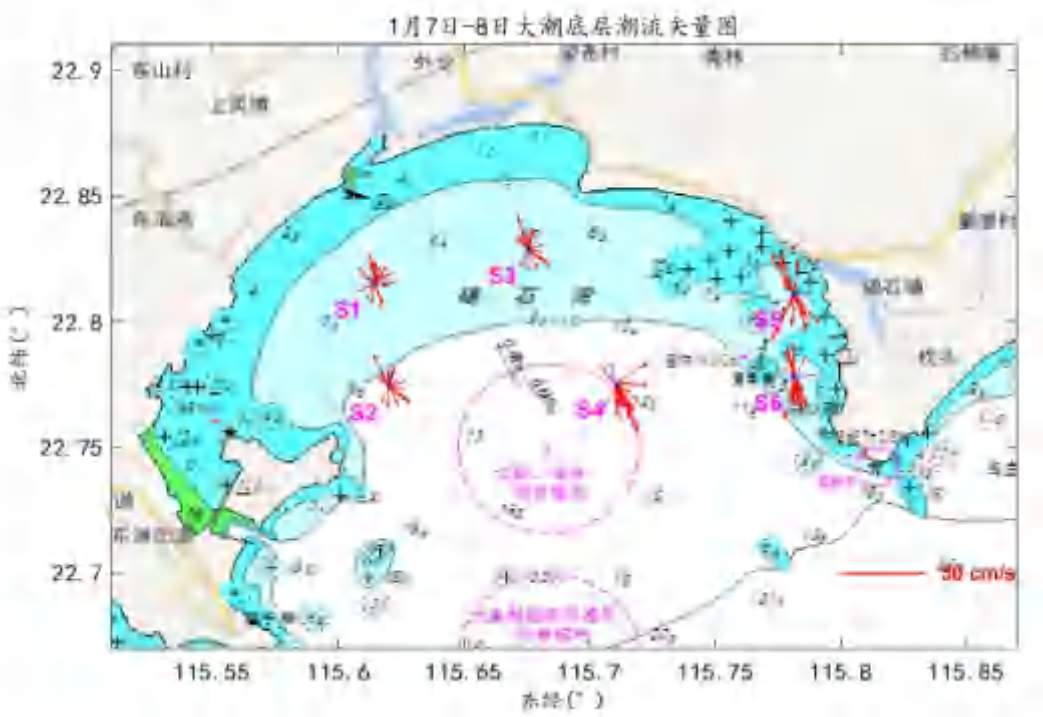


图 3.2.6-23　各站位底层潮流矢量图

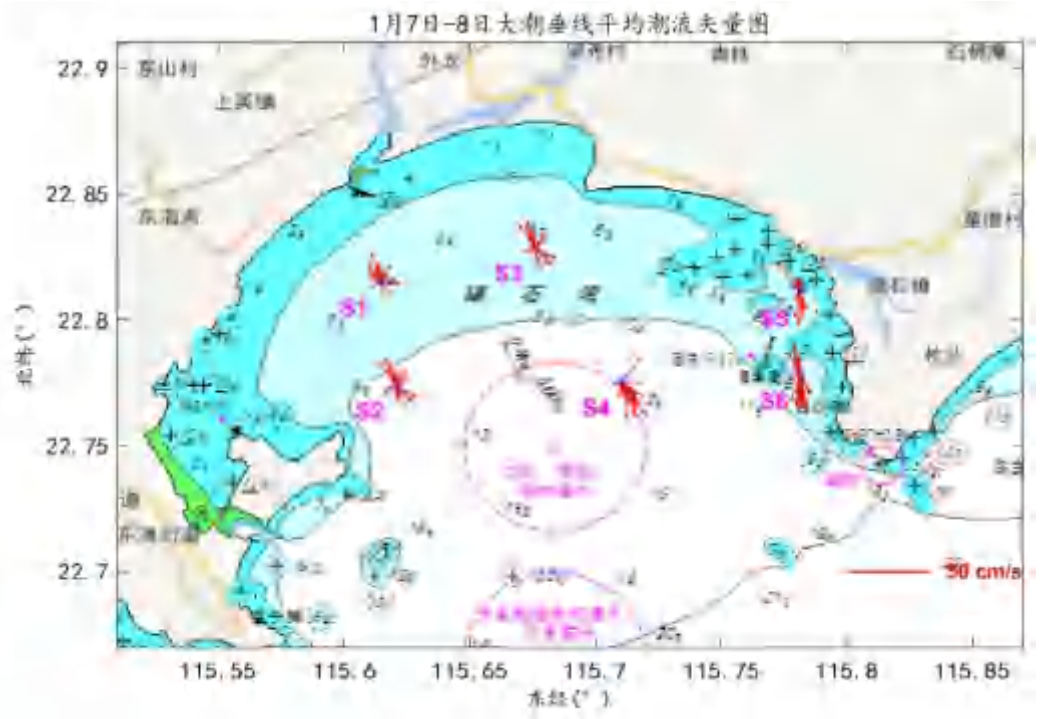


图 3.2.6-24　各站位垂线平均层潮流矢量图

（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分析计算，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分析。主要分潮符号及名称如表 3.2.6-4 所示，椭圆要素符号及名称如表 3.2.6-5 所示。其中，M2 被称为太阴主要半日分潮，因为 M2 分潮是由月亮对地球海水的引力引起的半日分潮。同理，S2 分潮是太阳对地球海水引力引起的半日分潮，K1 被称为太阴太阳赤纬全日分潮，O1 为太阴主要全日分潮。MS4 被称为太阴太阳浅水 1/4 日分潮，其主要是由太阴分潮 M2 和太阳分潮 S2 在浅水里发生非线性相互作用产生的。

表 3.2.6-4　主要分潮信息

分潮符号	名称
M2	太阴主要半日分潮
S2	太阳主要半日分潮
K1	太阴太阳赤纬全日分潮
O1	太阴主要全日分潮
M4	太阴浅水 1/4 日分潮
MS4	太阴太阳浅水 1/4 日分潮

表 3.2.6-5　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

a、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：

$(W_{O1}+W_{K1})/W_{M2}\leq 0.5$ 为正规半日潮

$0.5<(W_{O1}+W_{K1})/W_{M2}\leq 2.0$ 为不正规半日潮

$2.0<(W_{O1}+W_{K1})/W_{M2}\leq 4.0$ 为不正规日潮

$(W_{O1}+W_{K1})/W_{M2}>4.0$ 为全日潮

$(W_{O1}+W_{K1})/W_{M2}$ 称为潮流类型系数。

通过潮流调和分析计算出各实测海流观测站的潮型系数列入表 3.2.6-6。

表 3.2.6-6　各站潮流类型判别数$(W_{O_1}+W_{K_1})/W_{M_2}$

项目 \ 站位号		S1	S2	S3	S4	S5	S6
(Wo1+Wk1) /WM2	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 3.2.6-6 可见，各观测站各层的$(W_{O1}+W_{K1})/W_{M2}$值可以看出，本海域主要为不正规半日潮和不正规日潮为主。

b、潮流的运动形式

潮流的运动形式分为旋转流和往复流，通常以椭圆率 K 的绝对值大小来判断，当$|K|=1$时，潮流椭圆呈圆形，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 3.2.6-7 给出了两次观测站各层的潮流椭圆要素旋转率 K 值。

表 3.2.6-7　各站各层不同分潮流的 k 值表（S1~S6）

项目		分潮					
		O1	K1	M2	S2	M4	MS4
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

由于本海区是不正规半日潮和不正规日潮，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 M_2、S_2、O_1、K_1、M_4、M_{S4}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 3.2.6-8。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 3.2.6-8　各站可能最大流速

项目 / 层次 / 站位号		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：

$$\bar{L}_{\max}=1843\vec{W}_{M_2}+1712\vec{W}_{S_2}+2743\vec{W}_{K_1}+2959\vec{W}_{O_1}+712\vec{W}_{M_4}+699\vec{W}_{MS_4}$$

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。

计算结果列入表 3.2.6-9。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 3.2.6-9　各站水质点可能最大运移距离

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	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

按准调和分析得出观测期间各测站余流流速、流向，见表 3.2.6-10。

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 3.2.6-10 绘出各站各层余流矢量图，如图 3.2.6-25~图 3.2.6-28。

表 3.2.6-10　各站各层余流流速流向

站位号	层次 / 项目	余流	
		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

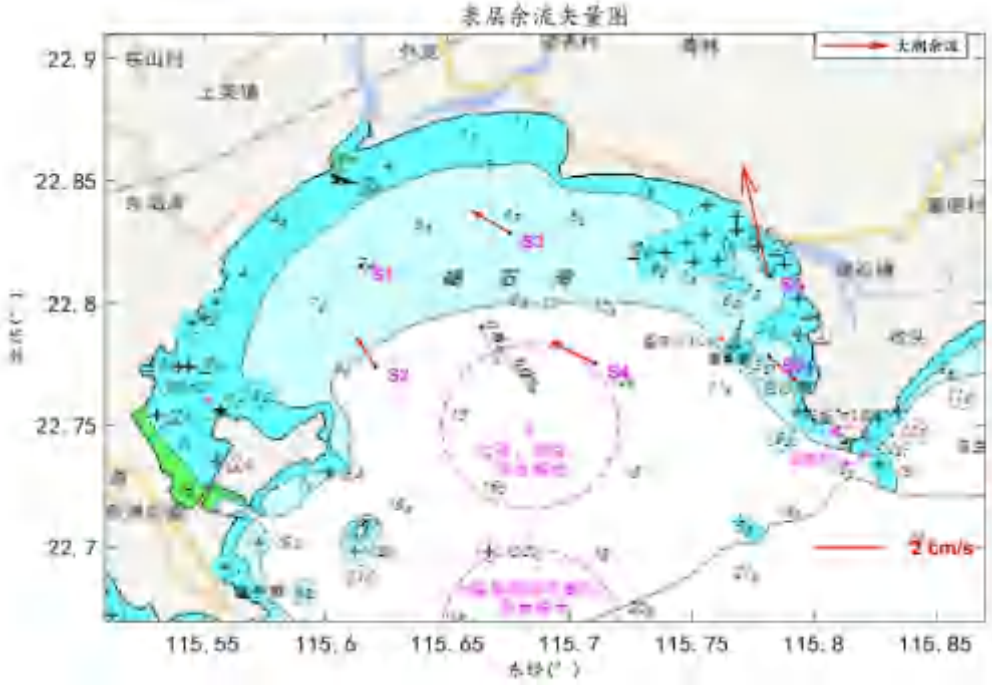


图 3.2.6-25　各站位表层矢量图

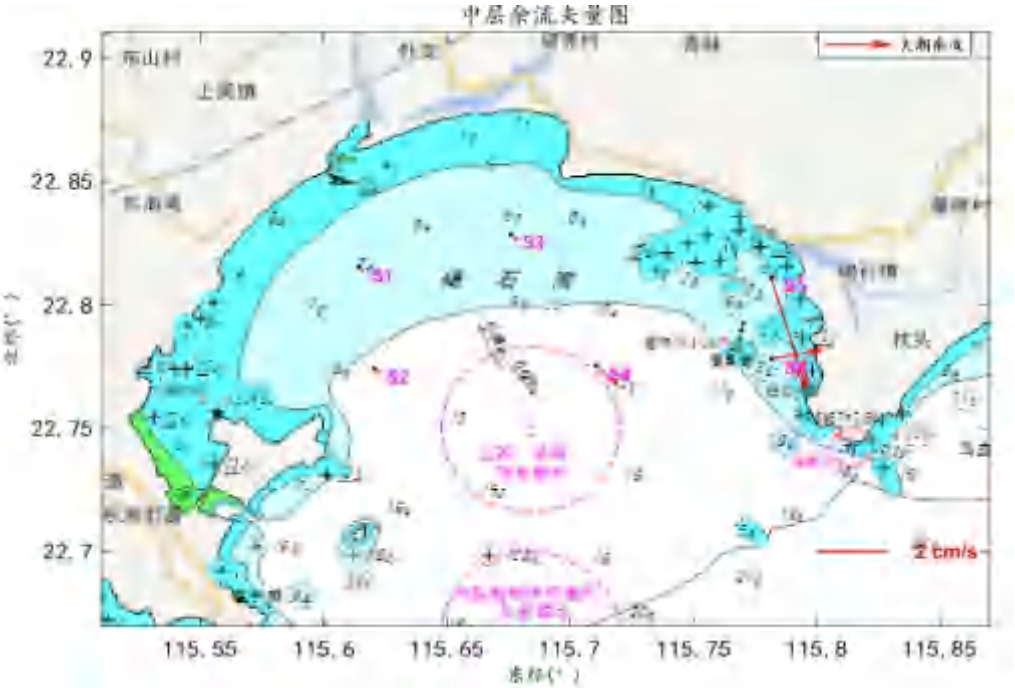


图 3.2.6-26　各站位中层矢量图

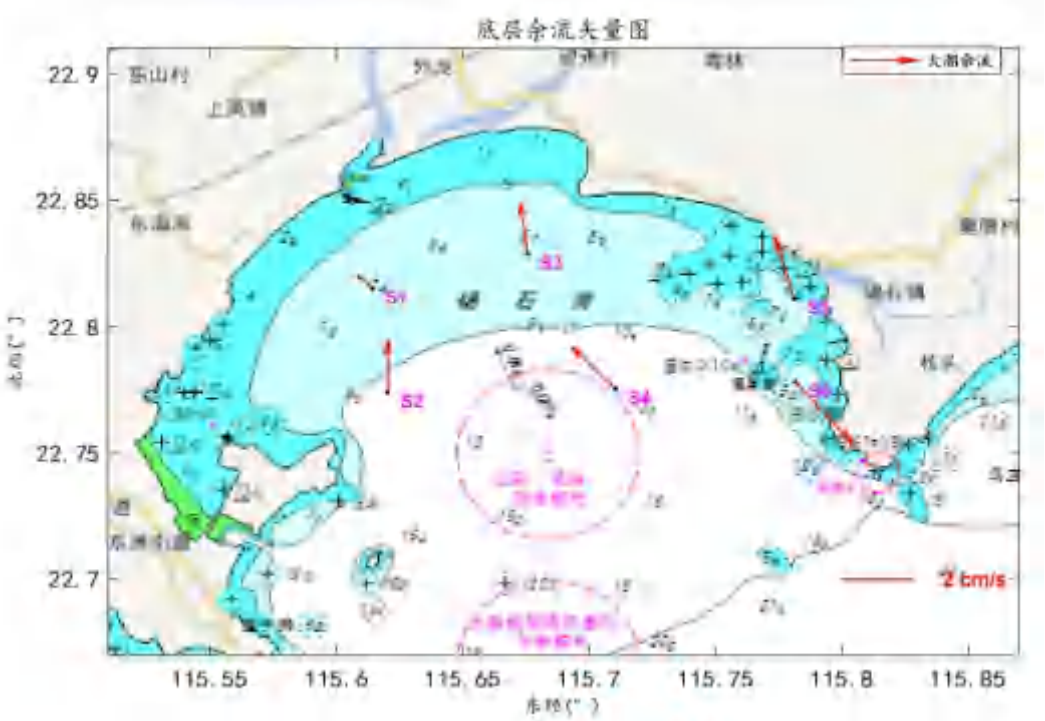


图 3.2.6-27　各站位底层矢量图

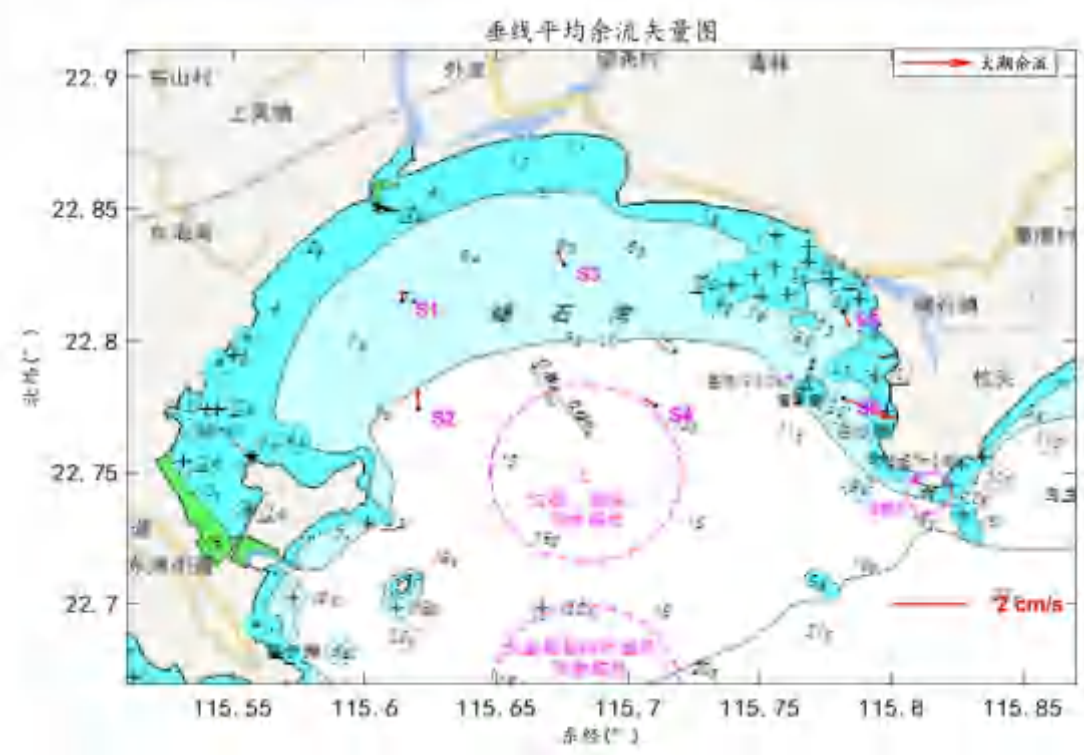


图 3.2.6-28　各站位垂线平均矢量图

2、2023 年 4 月（春季）水文调查潮流

（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 3.2.6-11 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 3.2.6-11 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 3.2.6-11 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 3.2.6-11　各站实测涨、落潮流平均及最大流速 V（cm/s）流向（°）

项目 / 位次		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 3.2.6-29~图 3.2.6-44。

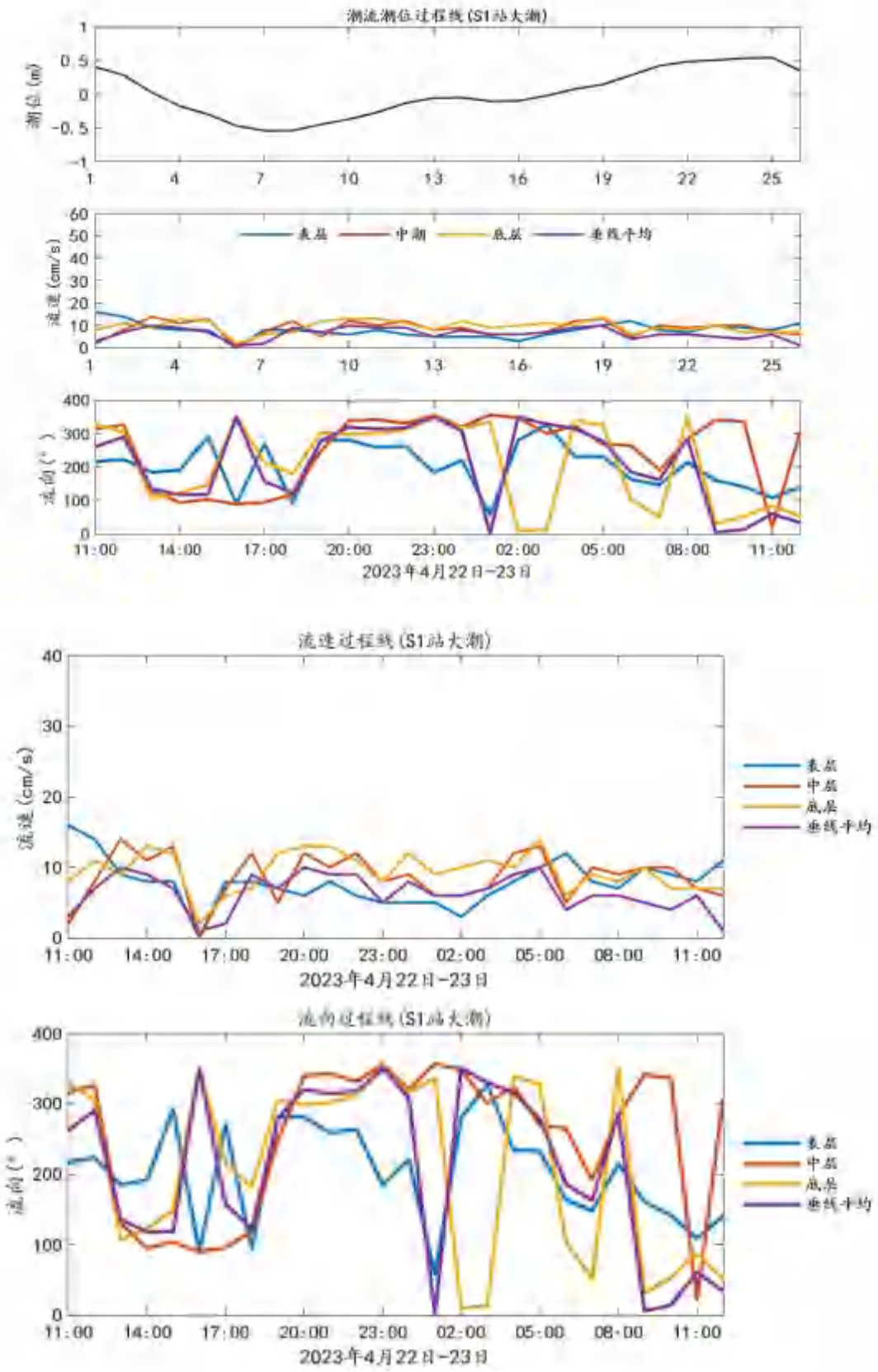


图 3.2.6-29　S1 站流速流向过程曲线

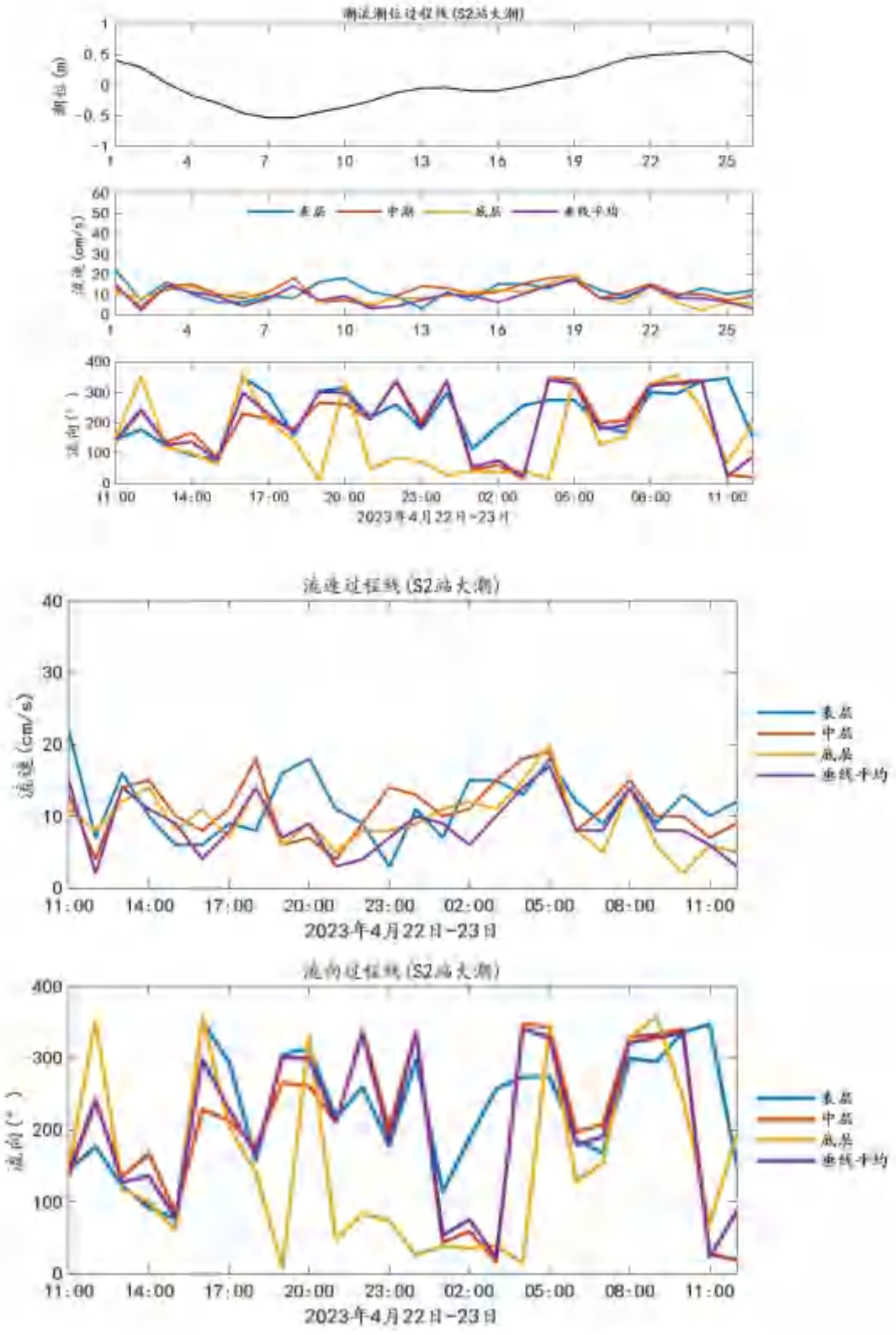


图 3.2.6-30　S2 站流速流向过程曲线

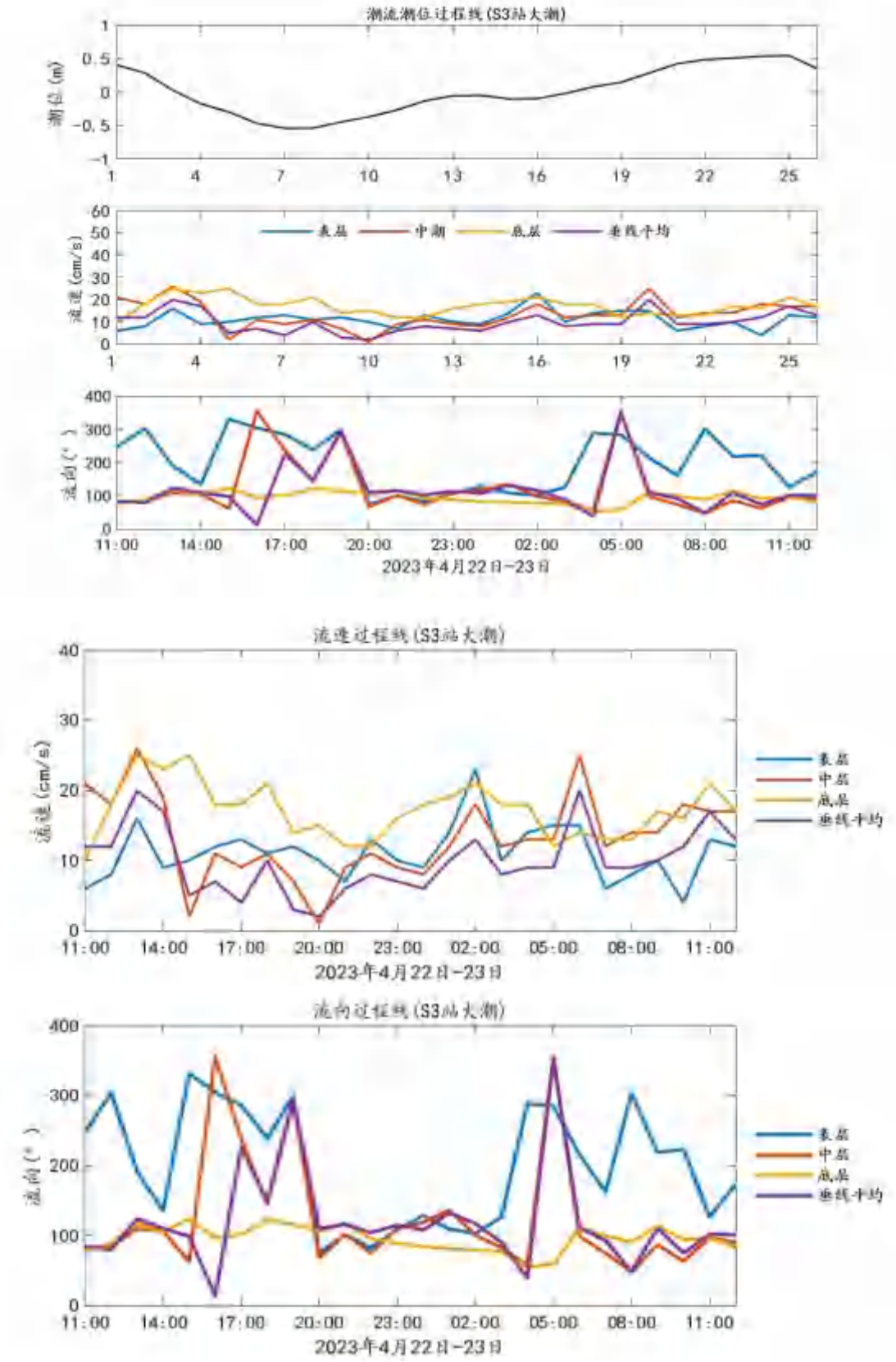


图 3.2.6-31　S3 站流速流向过程曲线

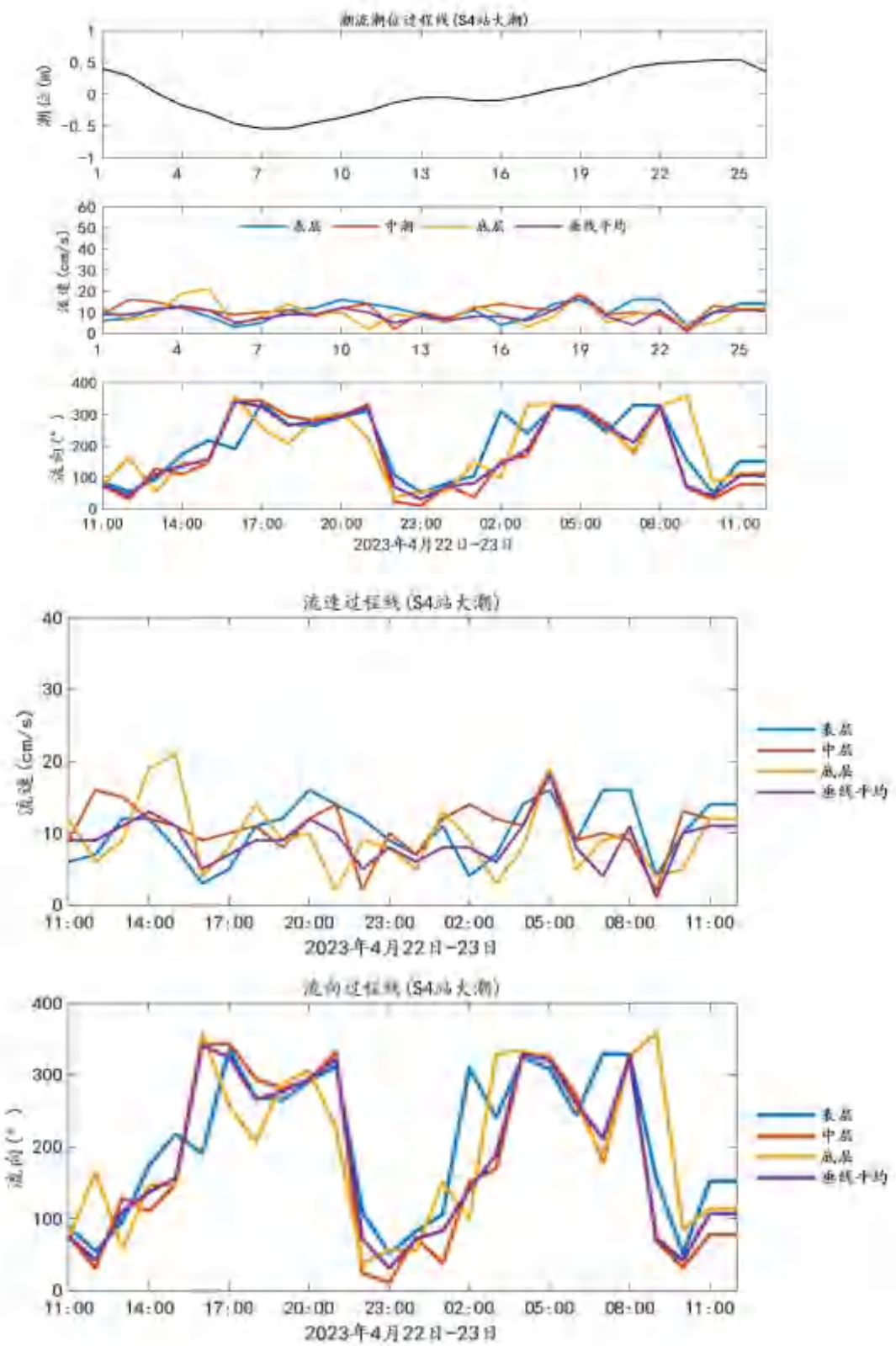


图 3.2.6-32　S4 站流速流向过程曲线

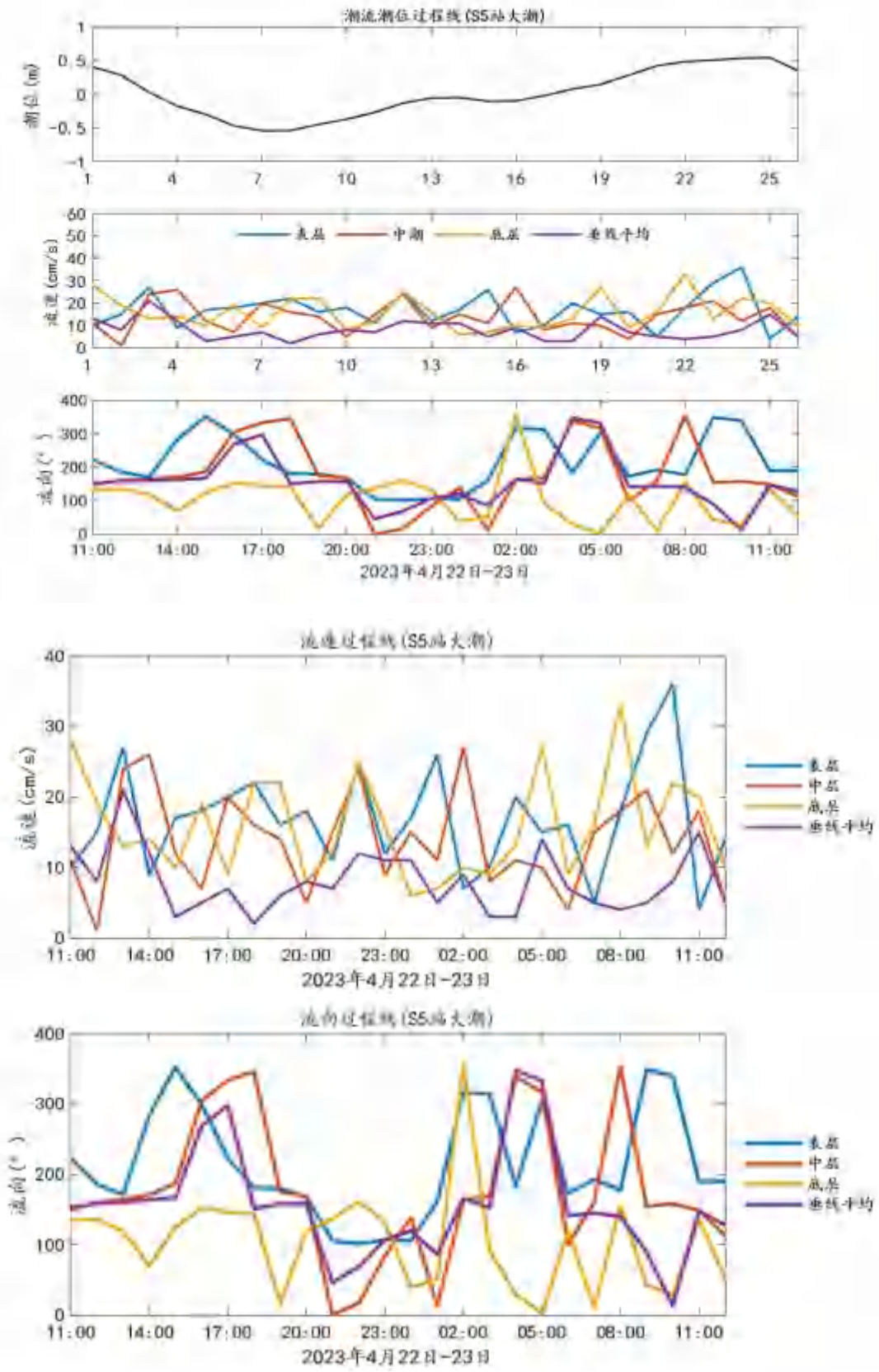


图 3.2.6-33　S5 站流速流向过程曲线

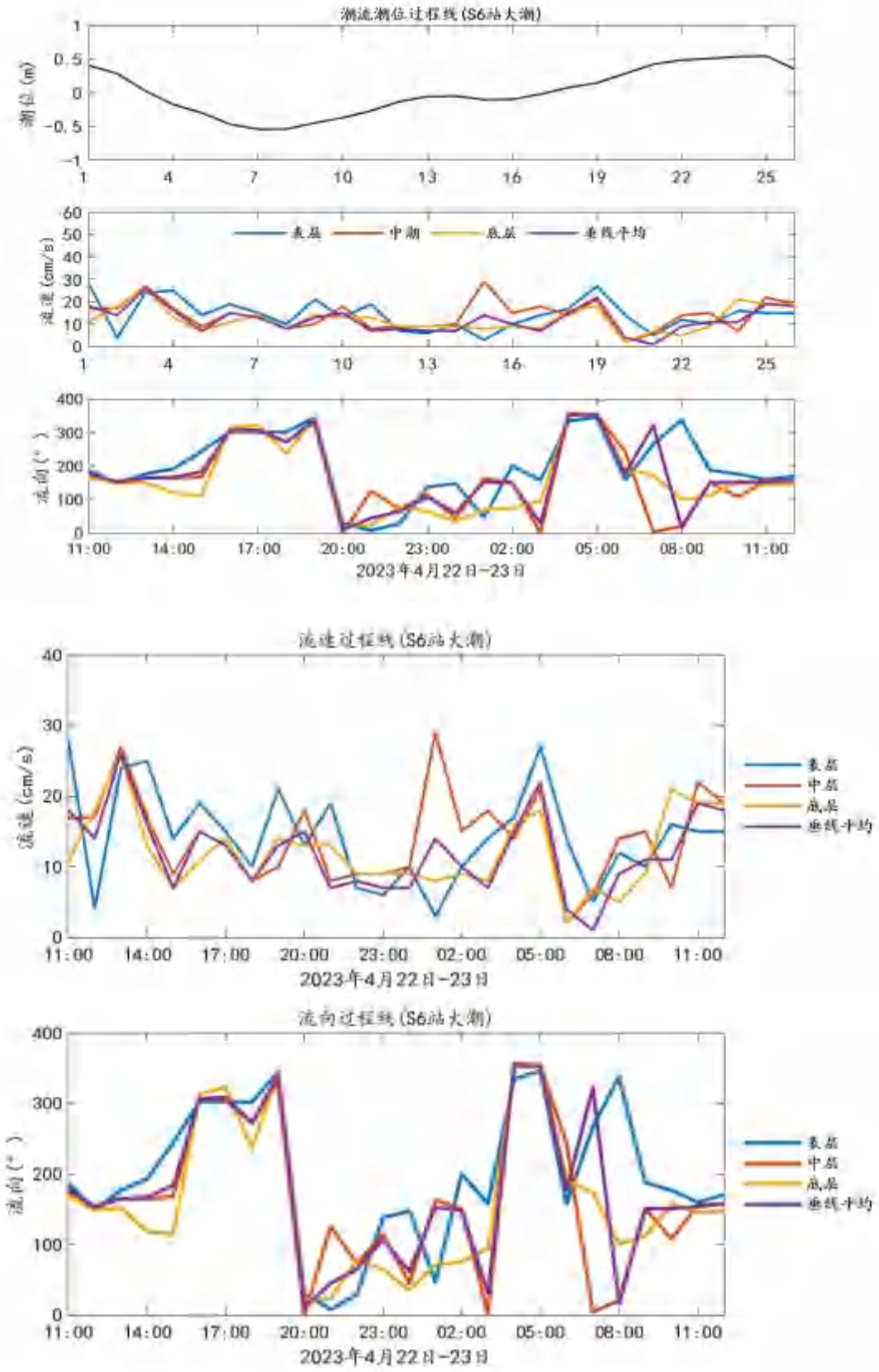


图 3.2.6-34　S6 站流速流向过程曲线

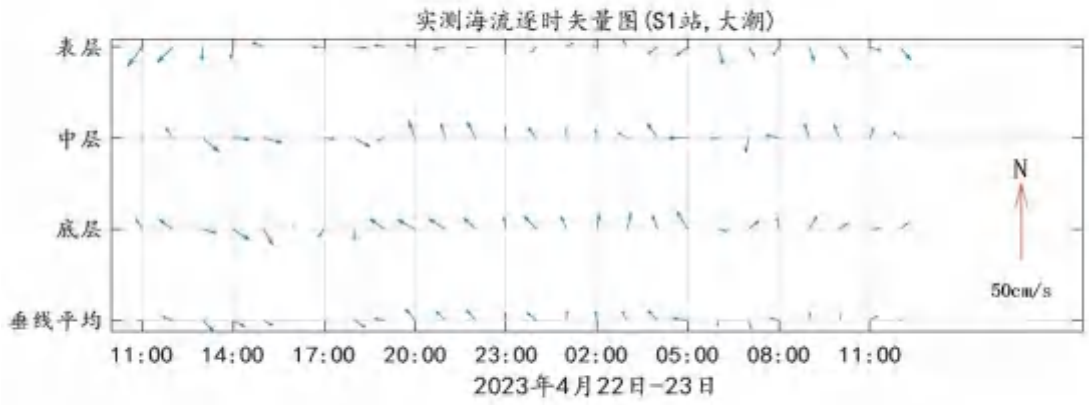


图 3.2.6-35　S1 站各层次逐时潮流矢量图

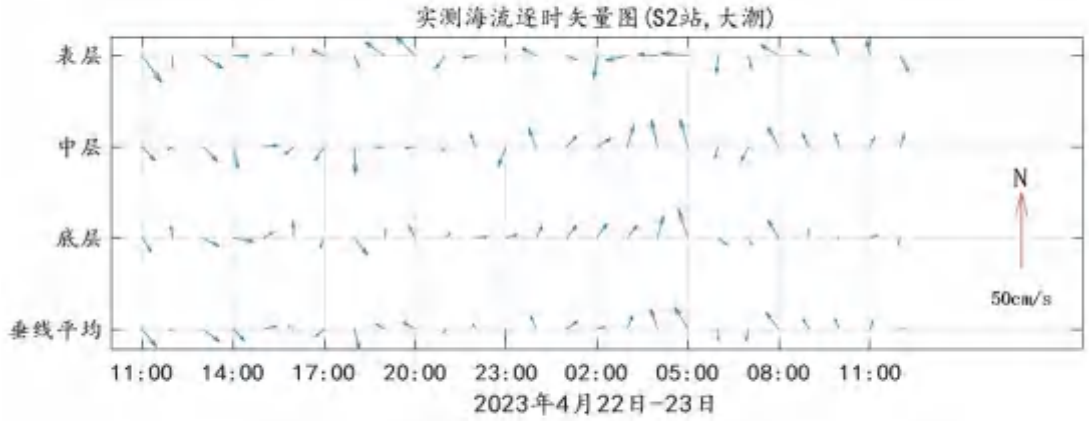


图 3.2.6-36　S2 站各层次逐时潮流矢量图

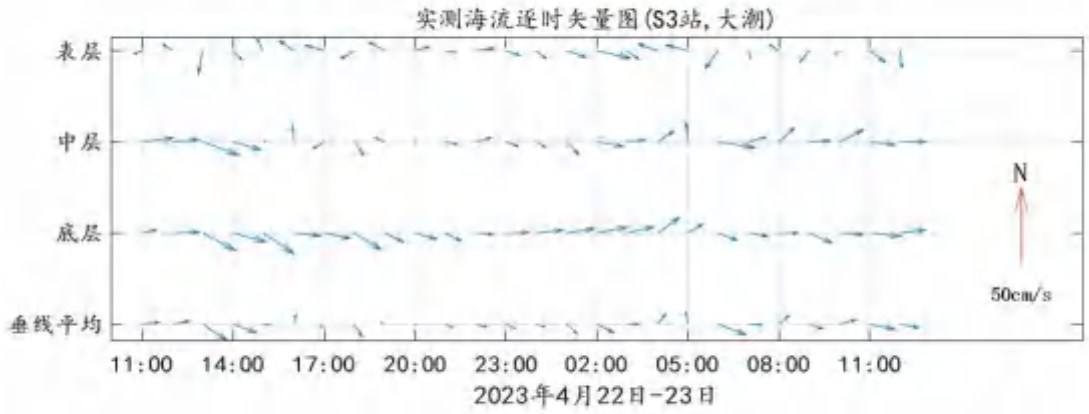


图 3.2.6-37　S3 站各层次逐时潮流矢量图

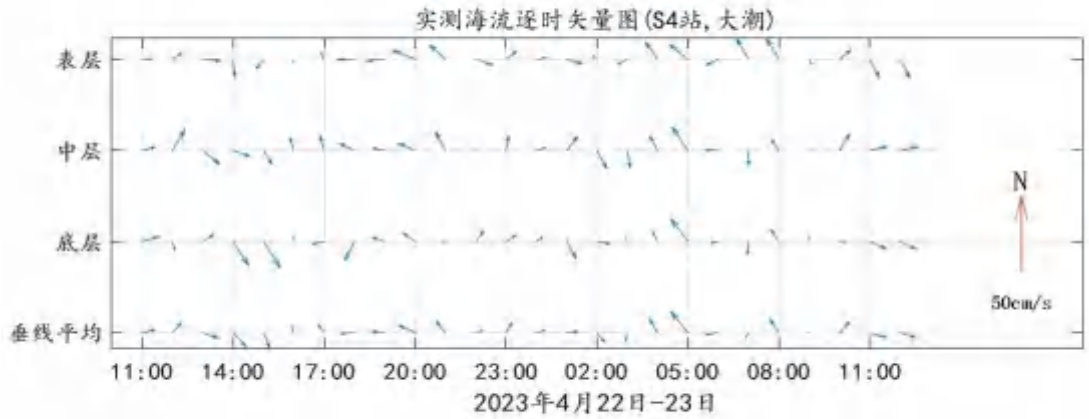


图 3.2.6-38　S4 站各层次逐时潮流矢量图

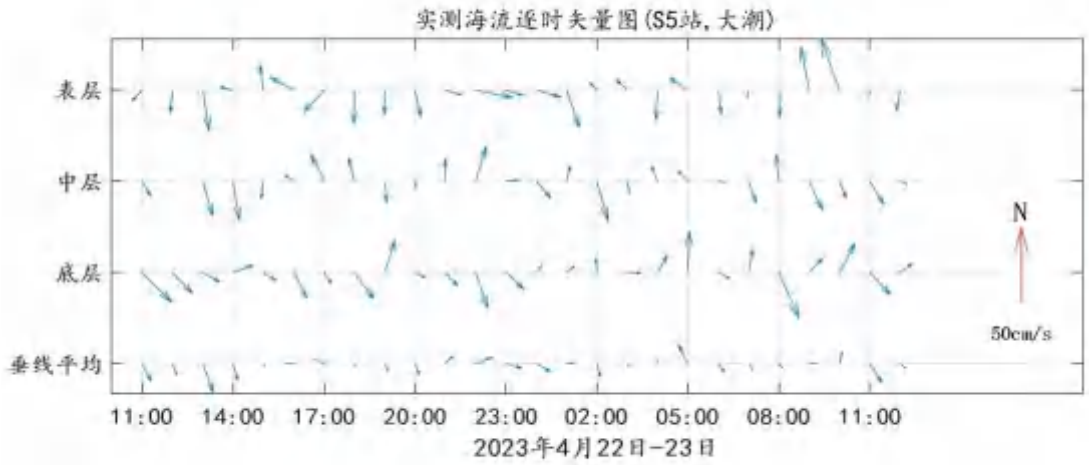


图 3.2.6-39　S5 站各层次逐时潮流矢量图

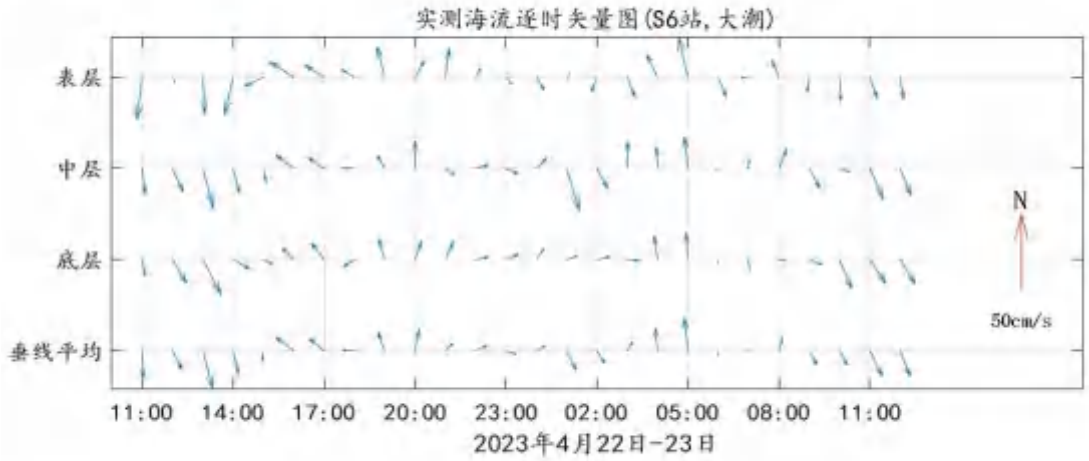


图 3.2.6-40　S6 站各层次逐时潮流矢量图

（2）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：

$(W_{O1}+W_{K1})/W_{M2}\leq 0.5$ 为正规半日潮

$0.5<(W_{O1}+W_{K1})/W_{M2}\leq 2.0$ 为不正规半日潮

$2.0<(W_{O1}+W_{K1})/W_{M2}\leq 4.0$ 为不正规日潮

$(W_{O1}+W_{K1})/W_{M2}>4.0$ 为全日潮

$(W_{O1}+W_{K1})/W_{M2}$ 称为潮流类型系数。

通过潮流调和分析计算出各实测海流观测站的潮型系数列入表 3.2.6-12。

表 3.2.6-12　各站潮流类型判别数 $(W_{O_1}+W_{K_1})/W_{M_2}$

站位号 / 项目		S1	S2	S3	S4	S5	S6
(Wo1+Wk1)/WM2	表层	1.88	0.73	0.66	0.41	1.04	0.67
	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，由表可见，各观测站各层的$(WO_1+WK_1)/WM_2$值可以看出，本海域主要为不正规半日潮为主。

a、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 3.2.6-13 给出了两次观测站各层的潮流椭圆要素旋转率 K 值。

表 3.2.6-13　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

由于本海区是不正规半日潮，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。

b、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 3.2.6-14。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 3.2.6-14　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

c、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：

$$\bar{L}_{\max}=1843\bar{W}_{M_2}+171.2\bar{W}_{S_2}+274.3\bar{W}_{K_1}+295.9\bar{W}_{O_1}+71.2\bar{W}_{M_4}+69.9\bar{W}_{MS_4}$$

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 3.2.6-15。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 3.2.6-15　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

（3）余流分析

按准调和分析得出观测期间各测站余流流速、流向，见表 3.2.6-16。

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 3.2.6-16 绘出各站各层余流矢量图，如图 3.2.6-41~图 3.2.6-44。

表 3.2.6-16　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

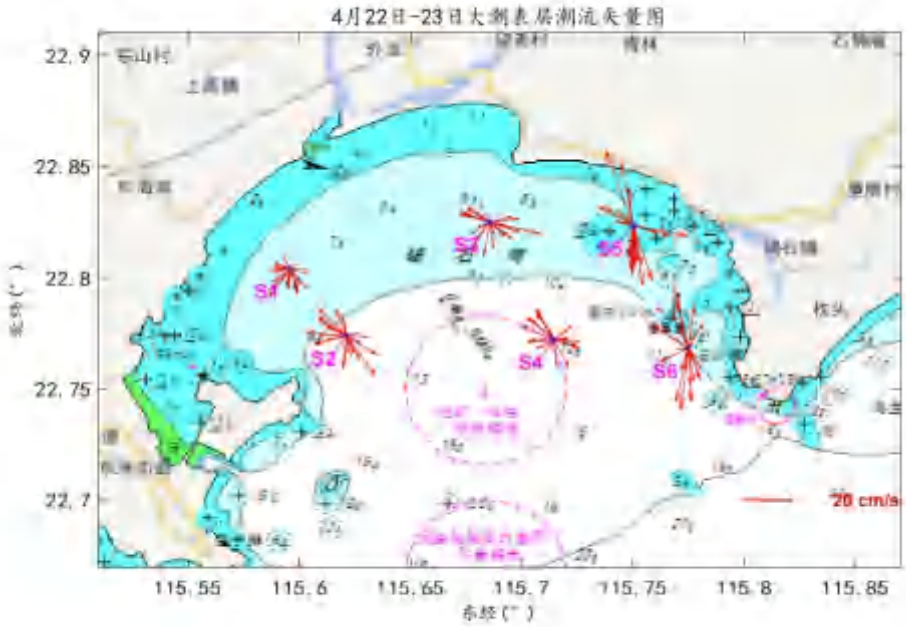


图 3.2.6-41　各站位表层潮流矢量图

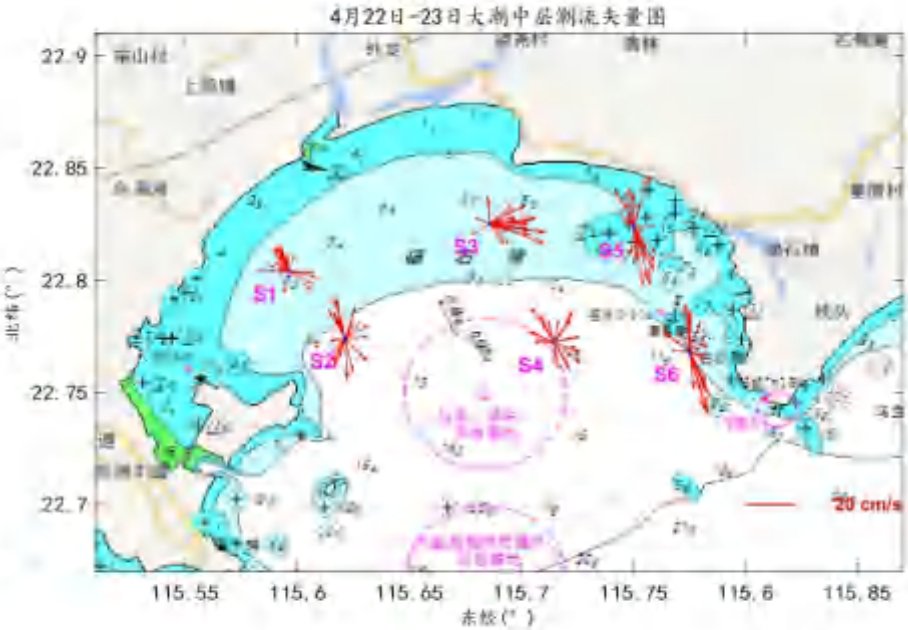


图 3.2.6-42　各站位中层潮流矢量图

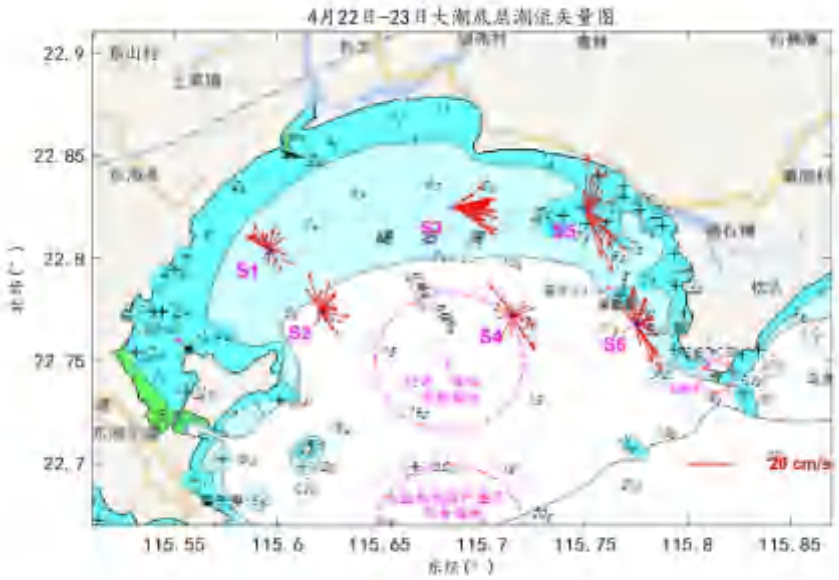


图 3.2.6-43　各站位底层潮流矢量图

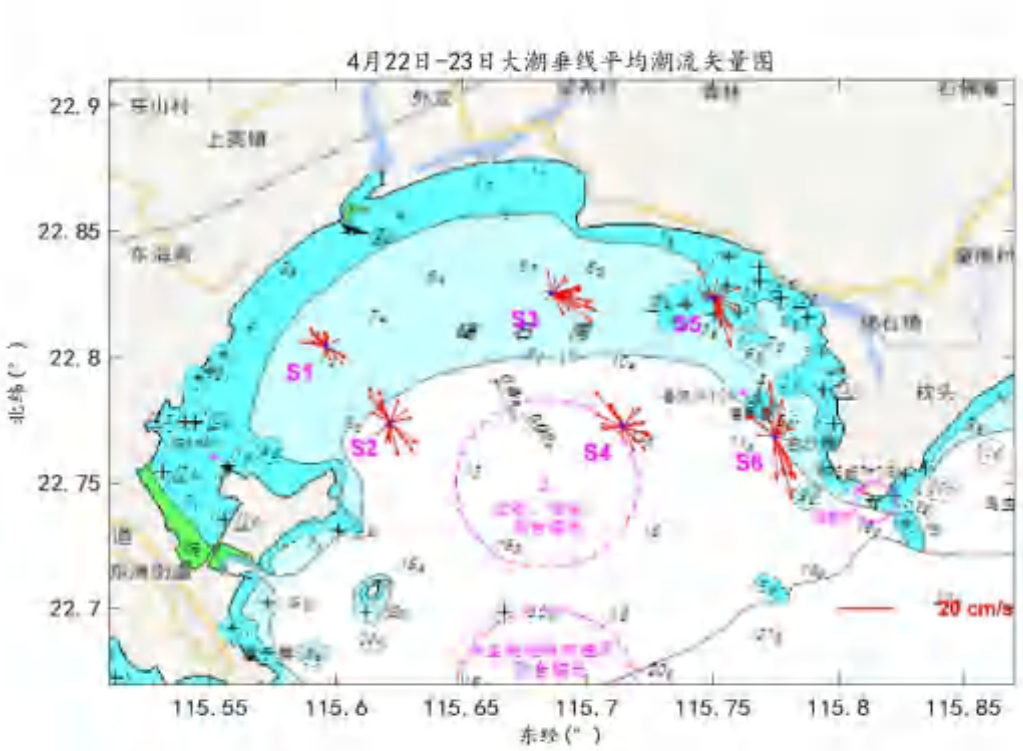


图 3.2.6-44　各站位垂线平均层潮流矢量图

3.2.6.4 含沙量

1、2023 年 1 月水文含沙量调查

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。

大潮期各站位极值含沙量如下表所示，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。

表 3.2.6-16　实测含沙量统计表 单位：mg/L

项目 / 站位 / 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

2、2023 年 4 月水文含沙量调查

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。

大潮期各站位极值含沙量如表所示，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 3.2.6-17　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

3.2.6.5 结论

2023 年 1 月水文调查结论：

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-73.8ccm，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-66.1ccm，最大潮差为 85cm，最小潮差为 57cm，平均潮差为 71cm。

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 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°。

本海域以不规则半日和全日潮流为主。由于本海区是不规则半日和全日潮流为主，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。

2023 年 4 月水文调查结论：

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-60.4ccm，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-46.8ccm，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半日潮流为主。由于本海区是不规则半日潮流为主，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。

3.2.7 海洋水质环境现状调查与评价

3.2.7.1 调查概况

（1）调查站位布置

春季：广州百川纳科技有限公司委托汕尾市润邦检测技术有限公司于 2023 年 4 月 13 日在广东省陆丰市乌坎渔港项目附近海域开展了一次海洋环境现状调查工作，包括海水水质现状调查和海洋生物质量和海洋生态现状调查，监测范围内共布设 22 个水质监测点位，同时布设站点采集 11 个沉积物（从水质站点中选取），SF1～6 采集游泳动物，CJ1～3 采集潮间带生物，其余生态调查项目在水质站点中选取 14 个采集样品。

表 3.2.7-1　春季海洋环境现状调查站位坐标信息一览表（2023 年 4 月）

监测点位编号	经纬度	监测项目
L1	[redacted]	水质、粪大肠菌群
L2	[redacted]	水质、生物生态、渔业资源、粪大肠菌群
L3	[redacted]	水质、生物生态、渔业资源、粪大肠菌群
L4	[redacted]	水质
L5	[redacted]	水质、生物生态、渔业资源
L6	[redacted]	水质、生物生态、渔业资源、粪大肠菌群
L7	[redacted]	水质、生物生态、渔业资源
L8	[redacted]	水质、生物生态、渔业资源
L9	[redacted]	水质
L10※	[redacted]	水质、粪大肠菌群
L11	[redacted]	水质
L12	[redacted]	水质、生物生态、渔业资源
L13	[redacted]	水质、生物生态、渔业资源
L14	[redacted]	水质、生物生态、渔业资源、粪大肠菌群
L15	[redacted]	水质、生物生态、渔业资源

监测点位编号	经纬度	监测项目
L16	[redacted]	水质、生物生态、渔业资源
L18※	[redacted]	水质、粪大肠菌群
L50	[redacted]	水质、粪大肠菌群
L51	[redacted]	水质、生物生态、渔业资源、粪大肠菌群
L52	[redacted]	水质、生物生态、渔业资源、粪大肠菌群
L53	[redacted]	水质、生物生态、渔业资源、粪大肠菌群
L54	[redacted]	水质、粪大肠菌群
CJ1	[redacted]	潮间带生物
CJ2	[redacted]	潮间带生物
CJ3	[redacted]	潮间带生物
SF1	[redacted]	游泳动物
SF2	[redacted]	游泳动物
SF3	[redacted]	游泳动物

监测点位编号	经纬度	监测项目
	[redacted]	
SF4	[redacted]	游泳动物
SF5	[redacted]	游泳动物
SF6	[redacted]	游泳动物
备注	带※监测点位采集平行样	

图 3.2.7-1　春季海洋调查站位示意图

图 3.2.7-2　春季海洋调查站位与广东省海洋功能区划叠加图

秋季：2022 年 11 月 28 日，汕尾市润邦检测技术有限公司在汕尾陆丰乌坎渔港建设项目附近海域合理布设站位进行海洋环境监测，监测范围内共布设 22 个水质监测点位，同时布设站点采集 11 个沉积物（从水质站点中选取），SF1～SF6 采集游泳动物，CJ1～CJ3 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 12 个采集样品。地理坐标和监测类别见表 3.2.7-2。

表 3.2.7-2　地理坐标及监测类别

监测点位编号	经纬度	监测项目
L1	[redacted]	水质、粪大肠菌群
L2	[redacted]	水质、生物生态、渔业资源、粪大肠菌群
L3	[redacted]	水质、沉积物、生物生态、渔业资源、粪大肠菌群

监测点位编号	经纬度	监测项目
L4	[redacted]	水质
L5	[redacted]	水质、沉积物、生物生态、渔业资源
L6	[redacted]	水质、沉积物、生物生态、渔业资源、粪大肠菌群
L7	[redacted]	水质、沉积物、生物生态、渔业资源
L8	[redacted]	水质、生物生态、渔业资源
L9	[redacted]	水质
L10※	[redacted]	水质、粪大肠菌群
L11	[redacted]	水质
L12	[redacted]	水质、沉积物、生物生态、渔业资源
L13	[redacted]	水质、沉积物、生物生态、渔业资源
L14	[redacted]	水质、沉积物、生物生态、渔业资源、粪大肠菌群
L15	[redacted]	水质、生物生态、渔业资源
L16	[redacted]	水质、沉积物、生物生态、渔业资源
L18※	[redacted]	水质、粪大肠菌群
L50	[redacted]	水质、粪大肠菌群
L51	[redacted]	水质、沉积物、生物生态、渔业资源、粪大肠菌群
L52	[redacted]	水质、沉积物、生物生态、渔业资源、粪大肠菌群
L53	[redacted]	水质、沉积物、生物生态、渔业资源、粪大肠菌群
L54	[redacted]	水质、粪大肠菌群
CJ1	[redacted]	潮间带生物
CJ2	[redacted]	潮间带生物
CJ3	[redacted]	潮间带生物
SF1	[redacted]	游泳动物

监测点位编号	经纬度	监测项目
SF2	[redacted]	游泳动物
SF3	[redacted]	游泳动物
SF4	[redacted]	游泳动物
SF5	[redacted]	游泳动物
SF6	[redacted]	游泳动物
备注	带※监测点位采集平行样	

图 3.2.7-3　秋季海洋调查站位示意图

图 3.2.7-2　秋季海洋调查站位与广东省海洋功能区划叠加图

（2）调查项目

春季和秋季：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。

3.2.7.2 评价标准与评价方法

（1）评价标准

春季：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 3.2.7-3）。

表 3.2.7-3　评价执行标准

站位	海洋功能区	环境评价执行标准	
		海水质量	海洋生物质量
L1~L4、L6~L7、L10~L11、L14、L50~L54	碣石湾农渔业区	二类	一类
L5、L8~L9、L12~L13、L15~L16	珠海-潮州近海农渔业区	一类	一类

L18	田尾山工业与城镇用海区	三类	一类

秋季：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 3.2.7-4）。

表 3.2.7-4　评价执行标准

站位	海洋功能区	环境评价执行标准		
		海水质量	沉积物质量	海洋生物质量
L1~L4、L6~L7、L10~L11、L14、L50~L54	碣石湾农渔业区	二类	一类	一类
L5、L8~L9、L12~L13、L15~L16	珠海-潮州近海农渔业区	一类	一类	一类
L18	田尾山工业与城镇用海区	三类	二类	二类

表 3.2.7-5　《海水水质标准》（GB 3097-1997）（摘录）mg/L

污染物名称	第一类	第二类	第三类	第四类
pH	7.8~8.5		6.8~8.8	
溶解氧（DO）＞	6	5	4	3
化学需氧量（COD）≤	2	3	4	5
悬浮物（SS） 人为增加的量≤	10		100	150
无机氮①≤	0.20	0.30	0.40	0.50
活性磷酸盐≤	0.015	0.030		0.045
砷≤	0.020	0.030	0.050	
总铬≤	0.05	0.010	0.020	0.050
铜≤	0.005	0.010	0.050	
汞≤	0.00005	0.0002	0.0002	0.0005
锌≤	0.020	0.050	0.10	0.50
镉≤	0.001	0.005	0.010	0.010
石油类≤	0.05	0.05	0.30	0.50
生化耗氧量（BOD）≤	1	3	4	5

污染物名称	第一类	第二类	第三类	第四类
注：①无机氮是硝酸盐氮、亚硝酸盐氮和氨氮的总和。				

（2）评价方法：根据监测结果，利用按《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018）规范性附录所推荐的水质参数法进行评价。

● 单项水质参数 i 在 j 中占的标准指数。

$$S_{ij}=C_{ij}/C_{sj}$$

式中：S_{ij}：单项水质参数 i 在第 j 点的标准指数；

C_{ij}：污染物 i 在监测点 j 的浓度，mg/L。

C_{sj}：水质参数 i 的海水水质标准，mg/L。

● DO 的标准指数为：

$$S_{DO,j}=DO_s/DO_j \qquad DO_j \le DO_f$$

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

式中：$S_{DO,f}$ —溶解氧的标准指数，大于 1 表明该数值因子超标；

DO_j—溶解氧在 j 点实测统计代表值，mg/L；

DOs—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，^{0}C。

● pH 的标准指数为：

$$S_{PH,j}=\frac{7.0-PHj}{7.0-PH_{sd}} \qquad PH_j \le 7.0$$

$$S_{PH,j}=\frac{PH_j-7.0}{PH_{su}-7.0} \qquad PH_j > 7.0$$

式中：$S_{PH,j}$ —pH 值的指数，大于 1 表明该数值超标；

PH_J —pH 实测统计代表值；

pHsu — pH 评价标准的上限值；

pHsd — pH 评价标准的下限值；

3.2.7.3 春季水质监测结果及评价

2023 年 4 月（春季）调查海域的海水水质监测与评价结果见下表 3.2.7-6 和表 3.2.7-7。

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、铅有不同程度的超标现象，具体如下：

调查区域有 25.0%的样品石油类超出海水水质第一、二类标准（≤0.05mg/L），属于第三类水质标准（≤0.30mg/L）。

调查区域有 3.1%的样品铅超出海水水质第一类标准（≤0.001mg/L），属于第二类标准（≤0.005mg/L）。

根据监测结果，监测海域站点一类水质占比为 59.4%，一、二类水质占比为 78.1%，劣四类水质占比为 0%，满足一类、二类≥60%且劣四类≤30%，目标海域水质状况级别为一般。

根据黄沛桓，王刚，黄子茵，管东生《华南近岸海域水质评价及其影响因素》（热带地理，2021 年 1 月第 41 卷第 1 期）：广东省近岸海域铅和石油类超标现象与港口船舶频繁往来有关。

表 3.2.7-6a　春季调查海域海水水质监测结果

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	CODMn	硫化物	悬浮物
			℃	‰	mg/L								
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
L2	表	7.99	21.5	28.2	-	0.0033	8.30	0.023	0.144	0.103	1.16	0.0013	19.7
L3	表	7.94	20.8	28.1	-	0.0374	8.56	0.016	0.119	0.115	0.96	0.0003	15.6
L6	表	7.98	21.3	32.5	-	0.0366	8.67	0.009	0.051	0.040	0.70	0.0004	15.4
L7	表	8.07	21.2	31.8	-	0.0117	8.55	0.006	0.041	0.029	0.62	0.0003	15.1
L10	表	8.02	20.5	32.8	-	0.0016	7.61	0.003	0.006	0.032	0.80	0.0007	18.6
L10 平行	表	8.04	20.4	32.8	-	0.0261	7.87	0.003	0.005	0.032	0.64	0.0005	14.1
L14	表	7.94	20.6	32.7	-	0.0493	7.56	0.008	0.017	0.030	0.70	0.0008	15.8
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
L51	表	7.96	21.1	31.7	-	0.0950	7.75	0.011	0.076	0.063	0.80	0.0013	29.2
L52	表	7.97	20.9	31.7	-	0.0736	8.90	0.010	0.069	0.049	0.88	0.0013	25.3
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

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	CODMn	硫化物	悬浮物
			℃	‰	mg/L								
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
L4	表	8.08	20.6	31.0	-	0.0361	7.85	0.007	0.054	0.029	1.53	0.0016	10.5
L5	表	8.16	20.8	31.0	-	0.0408	8.33	0.003	0.034	-	1.52	0.0015	12.5
L5	底	8.08	21.0	31.6	-	/	8.28	0.006	0.016	-	1.04	0.0016	8.7
L8	表	8.12	21.3	32.4	-	0.0284	8.44	0.002	0.009	-	1.12	0.0005	16.7
L8	底	8.14	21.4	32.4	-	/	7.46	0.002	0.010	-	0.88	0.0003	28.1
L9	表	8.10	21.0	31.4	-	0.0374	7.44	0.002	0.014	-	1.28	-	22.3
L9	底	8.06	21.2	31.8	-	/	7.73	0.005	0.009	-	0.92	-	19.5
L11	表	8.13	21.6	32.0	-	0.0503	7.79	0.001	0.004	-	0.64	-	17.7
L12	表	8.11	21.7	32.5	-	0.0396	7.86	0.004	0.005	-	0.80	-	11.3
L12	底	8.12	21.9	33.0	-	/	8.13	0.015	0.017	-	0.70	-	11.9
L13	表	8.11	22.0	33.2	-	0.0429	7.74	0.003	0.014	-	0.72	-	24.6
L13	底	8.06	22.1	33.3	-	/	8.13	0.007	0.031	-	0.80	-	9.6

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	CODMn	硫化物	悬浮物
			℃	‰	mg/L								
L15	表	8.10	20.7	32.0	-	0.0448	8.87	0.001	0.012	-	0.96	0.0005	40.8
L16	表	8.13	20.6	32.7	-	0.0357	8.15	0.002	0.012	-	0.72	0.0012	12.5
L16	底	8.13	20.8	32.7	-	/	7.73	0.007	0.012	-	0.72	0.0011	41.2
L18	表	8.10	21.0	32.9	-	0.0396	8.16	0.001	0.016	-	0.88	-	30.1
L18	底	8.07	21.2	32.7	-	/	8.55	0.007	0.023	-	0.74	-	37.1
L18 平行	表	8.10	21.0	32.4	-	0.0667	8.69	0.001	0.005	-	0.80	-	25.1
L18 平行	底	8.08	21.2	32.8	-	/	8.28	0.006	0.016	0.016	0.72	-	20.4

注：“-”表示-。

表 3.2.7-6b　春季调查海域海水水质监测结果（续表）

站号	采样层次	挥发酚 mg/L	铜 mg/L	铅 mg/L	镉 mg/L	铬 mg/L	汞 μg/L	砷 mg/L	锌 mg/L	粪大肠菌群个/L
L1	表	-	0.0028	0.00086	0.00005	-	-	0.0017	-	<20
L2	表	-	0.0023	0.00031	0.00005	-	-	0.0017	-	<20
L3	表	-	0.0018	0.00021	0.00006	-	-	0.0019	-	<20
L6	表	-	0.0019	0.00204	0.00007	-	-	0.0018	-	<20
L7	表	-	0.0015	0.00093	0.00013	-	-	0.0019	-	/
L10	表	-	0.0016	0.00061	0.00003	-	-	0.0018	-	<20
L10 平行	表	-	0.0011	0.00049	0.00007	-	-	0.0018	-	<20
L14	表	-	0.0012	0.00097	0.00009	-	0.012	0.0019	-	<20
L50	表	-	0.0015	0.00059	0.00010	-	0.021	0.0018	-	<20
L51	表	-	0.0012	0.00069	0.00004	-	0.021	0.0017	-	<20
L52	表	-	0.0018	0.00115	0.00003	-	0.041	0.0018	-	<20
L53	表	-	0.0027	0.00119	0.00002	-	0.016	0.0016	-	<20
L54	表	-	0.0016	0.00059	0.00002	-	0.020	0.0016	-	<20

站号	采样层次	挥发酚 mg/L	铜 mg/L	铅 mg/L	镉 mg/L	铬 mg/L	汞 μg/L	砷 mg/L	锌 mg/L	粪大肠菌群个/L
L4	表	-	0.0030	0.00064	0.00004	-	0.019	0.0016	-	/
L5	表	-	0.0015	0.00084	0.00005	-	-	0.0015	-	/
L5	底	-	0.0015	0.00048	-	-	0.022	0.0016	-	/
L8	表	-	0.0023	0.00079	0.00002	-	0.029	0.0018	-	/
L8	底	-	0.0031	0.00090	0.00002	-	0.028	0.0019	-	/
L9	表	-	0.0023	0.00057	0.00001	-	0.025	0.0018	-	/
L9	底	-	0.0011	0.00042	-	-	0.027	0.0018	-	/
L11	表	-	0.0018	0.00144	0.00009	-	0.032	0.0018	-	/
L12	表	-	0.0021	0.00142	-	-	0.026	0.0018	-	/
L12	底	-	0.0025	0.00087	-	-	0.027	0.0018	-	/
L13	表	-	0.0028	0.00095	0.00001	-	0.025	0.0018	-	/
L13	底	-	0.0028	0.00066	-	-	0.035	0.0017	-	/
L15	表	-	0.0019	0.00092	0.00002	-	0.024	0.0018	-	/
L16	表	-	0.0031	0.00067	0.00004	-	0.041	0.0016	-	/

站号	采样层次	挥发酚 mg/L	铜 mg/L	铅 mg/L	镉 mg/L	铬 mg/L	汞 μg/L	砷 mg/L	锌 mg/L	粪大肠菌群个/L
L16	底	-	0.0016	0.00072	0.00001	-	0.033	0.0018	-	/
L18	表	-	0.0017	0.00051	0.00001	-	0.032	0.0018	-	<20
L18	底	-	0.0022	0.00097	-	-	0.031	0.0018	-	<20
L18 平行	表	-	0.0036	0.00059	-	-	0.044	0.0019	-	<20
L18 平行	底	-	0.0039	0.00102	-	-	0.042	0.0019	-	<20

表 3.2.7-7　调查海域海水水质评价结果

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	0.03	0.23	0.46	0.25	0.21	0.006	0.11	0.15	0.19	0.026	0.002	0.02	0.06	0.03	/	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
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	0.03	0.72	0.11	0.30	0.51	0.032	0.11	0.30	0.13	0.008	0.002	0.10	0.05	0.03	/	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
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	0.03	1.01	0.18	0.02	0.21	0.002	0.11	0.18	0.29	0.018	0.002	0.16	0.06	0.03	/	0.001

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
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
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	0.87	4.71	0.92	0.90	0.76	0.080	0.11	0.62	1.42	0.050	0.004	0.82	0.10	0.08	0.01	1.315
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	25.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1

备注:“/”表示该项目无需检测。

3.2.7.4 秋季水质监测结果及评价

根据表 3.2.7-8 和表 3.2.7-9，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、溶解氧、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、L50、L52 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（＞6mg/L）。根据溶解氧标准指数计算公式，计算结果大于 1 的有 2 个。

调查区域有 46.9%的样品活性磷酸盐超出海水水质第一类标准（≤0.015mg/L），15.6%样品活性磷酸盐超出海水水质第二类标准（≤0.030mg/L），属于第四类水质标准（≤0.045mg/L），3.1%样品活性磷酸盐超出海水水质第四类标准（≤0.045mg/L），L50 站位属于劣四类。

调查区域有 16.7%的样品石油类超出海水水质第一、二类标准（≤0.05mg/L），属于第三类水质标准（≤0.30mg/L）。

调查区域有 9.4%的样品无机氮超出海水水质第二类标准（≤0.30mg/L），L14、L50、L52 站位属于劣四类。

调查区域有 37.5%的样品铅超出站位所属评价执行标准，属于第二类水质标准（≤0.005mg/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 3.1%，一、二类水质占比为 59.4%，一至三类水质占比为 84.4%，劣四类水质占比为 9.4%，满足一类、二类<60%且劣四类≤30%，目标海域水质状况级别为差。

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、L48 站位水体为中度富营养化；L47 站位为水体重度富营养化；其他站位均为轻度富营养化。活性磷酸盐、溶解氧、无机氮超标原因主要受到人为因素和沿岸陆源输入有关；石油类和铅超标主要原因与港口船舶频繁往来有关。

表 3.2.7-8a　秋季海水项目检测结果

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	CODMn	硫化物	悬浮物
			℃	‰	mg/L								
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
L2	表	8.12	24.2	29	0.008	0.0484	8.18	0.003	0.0036	0.006	1.04	0.0012	21.2
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
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
L5	表	8.10	24.3	32.2	0.009	0.07	8.79	0.003	0.0036	0.004	1.92	0.0009	49.2
L5	底	7.99	24.1	32.2	0.019	/	8.00	0.007	0.0154	0.028	0.94	0.0011	82.4
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
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
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
L8	底	8.10	24.1	32.6	0.014	/	7.35	0.004	0.0170	0.024	0.74	0.0016	6.7
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
L9	底	8.06	24.1	32.4	0.011	/	7.63	0.006	0.0579	0.024	0.75	0.0013	3.4
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

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	CODMn	硫化物	悬浮物
			℃	‰	mg/L								
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
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
L12	表	7.88	24.2	3.25	0.013	0.0651	7.33	0.004	0.0158	0.027	0.78	0.0012	10.9
L12	底	8.04	24.1	32.7	0.039	/	7.06	0.006	0.0094	0.034	1.31	0.0010	74.1
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
L13	底	8.09	24.2	3.28	0.015	/	6.57	0.006	0.0193	0.032	0.74	0.0007	5.7
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
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
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
L16	底	8.04	23.5	32.7	0.009	/	6.91	0.004	0.0076	0.033	1.09	0.0016	11.3
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
L18	底	8.00	23.4	32.6	0.011	/	6.65	0.009	0.1759	0.047	0.93	0.0010	18.5
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

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	CODMn	硫化物	悬浮物
			℃	‰	mg/L								
L18	底	8.07	23.4	32.5	0.012	/	6.60	0.005	0.2464	0.040	1.02	0.0014	13.6
L50	表	7.86	23.0	24.1	0.047	0.006	6.11	0.024	0.1078	0.410	1.44	0.0009	40.3
L51	表	7.98	24.3	31.9	0.009	0.0064	7.88	0.008	0.0110	0.024	0.88	0.0012	4.4
L52	表	7.95	24.2	24.8	0.042	-	7.78	0.025	0.0880	0.390	1.04	0.0010	23.7
L53	表	8.00	24.2	27.2	0.017	-	6.40	0.012	0.0415	0.053	1.04	0.0011	6.2
L54	表	8.06	24.0	28.0	0.023	0.0051	7.00	0.014	0.0286	0.073	1.44	0.0010	14.7

表 3.2.7-8b　秋季海水项目检测结果（续表）

站号	采样层次	挥发酚 mg/L	铜 mg/L	铅 mg/L	镉 mg/L	铬 mg/L	汞 μg/L	砷 mg/L	锌 mg/L	粪大肠菌群个/L
L1	表	-	0.0007	0.00362	-	-	0.025	0.0019	-	20
L2	表	-	0.0005	0.00413	-	-	0.034	0.0012	-	＜20
L3	表	-	0.0005	0.00089	0.00003	-	0.034	0.0022	-	＜20
L4	表	-	0.0007	0.00412	0.00002	-	0.033	0.0014	-	/
L5	表	-	0.0009	0.00332	-	-	0.048	0.0020	-	/
L5	底	-	-	0.00261	-	-	0.024	0.0016	-	/
L6	表	0.0012	0.0005	0.00139	0.00001	-	0.028	0.0029	-	80
L7	表	-	0.0033	0.00353	0.00004	-	0.040	0.0019	-	/
L8	表	-	0.0035	0.00244	-	-	0.034	0.0022	-	/
L8	底	-	-	0.00289	-	-	0.033	0.0019	-	/
L9	表	0.0012	0.0010	0.00462	0.00004	-	0.035	0.0022	-	/
L9	底	0.0016	0.0006	0.00227	-	-	0.038	0.0024	-	/
L10	表	0.0013	0.0010	0.00148	0.00001	-	0.037	0.0023	-	＜20

站号	采样层次	挥发酚 mg/L	铜 mg/L	铅 mg/L	镉 mg/L	铬 mg/L	汞 μg/L	砷 mg/L	锌 mg/L	粪大肠菌群个/L
L10	表	0.0017	0.0002	0.00094	-	-	0.034	0.0025	-	＜20
L11	表	0.0015	0.0005	0.00369	-	-	0.031	0.0019	-	/
L12	表	0.0018	0.0004	0.00171	-	-	0.032	0.0020	-	/
L12	底	0.0018	0.0006	0.00388	-	-	0.037	0.0020	-	/
L13	表	0.0018	0.0003	0.00249	-	-	0.031	0.0019	-	/
L13	底	0.0017	0.0009	0.00261	0.00003	-	0.033	0.0020	-	/
L14	表	0.0019	0.0015	0.00301	0.00001	-	0.027	0.0018	-	230
L15	表	0.0015	0.0013	0.00145	-	-	0.029	0.0023	-	/
L16	表	0.0011	0.0007	0.00143	0.00002	-	0.028	0.0017	-	/
L16	底	-	0.0004	0.00077	0.00003	-	0.028	0.0021	-	/
L18	表	-	-	0.00332	0.00002	-	0.031	0.0022	0.0043	＜20
L18	底	-	0.0006	0.00277	0.00002	-	0.033	0.0021	-	＜20
L18	表	0.0013	0.0003	0.00325	-	-	0.045	0.0019	0.005	＜20
L18	底	0.0016	0.0004	0.00266	-	-	0.056	0.0019	0.007	＜20

站号	采样层次	挥发酚 mg/L	铜 mg/L	铅 mg/L	镉 mg/L	铬 mg/L	汞 μg/L	砷 mg/L	锌 mg/L	粪大肠菌群个/L
L50	表	0.0021	0.0007	0.00170	0.00007	-	0.029	0.0024	-	540
L51	表	0.0012	0.0002	0.00240	0.00002	-	0.023	0.0022	-	50
L52	表	0.0015	0.0011	0.00196	0.00006	-	0.031	0.0019	0.0079	630
L53	表	-	0.0010	0.00064	-	-	0.032	0.0027	-	20
L54	表	-	0.0022	0.00164	-	-	0.033	0.0025	-	＜20

表 3.2.7-9　秋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	0.64	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	1.07	0.73	0.60	0.05	0.51	0.02	0.11	0.07	0.82	0.004	0.002	0.17	0.05	0.03	/	0.15
L5	表	0.73	0.60	1.40	1.74	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	0.70	0.95	0.74	0.33	0.35	0.02	0.11	0.33	0.71	0.008	0.002	0.20	0.06	0.03	/	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	1.06	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
L11	表	0.53	0.53	0.64	0.75	0.17	0.30	0.03	0.30	0.05	0.74	0.001	0.002	0.16	0.06	0.03	/	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

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
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
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
L50	表	0.57	1.57	0.12	0.82	1.81	0.48	0.02	0.42	0.07	0.34	0.014	0.002	0.15	0.08	0.03	0.270	8.15
L51	表	0.65	0.30	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
L52	表	0.63	1.40	0.04	0.17	1.68	0.35	0.02	0.30	0.11	0.39	0.012	0.002	0.16	0.06	0.16	0.315	4.88
L53	表	0.67	0.57	0.04	0.78	0.36	0.35	0.02	0.11	0.10	0.13	0.001	0.002	0.16	0.09	0.03	0.010	0.42
L54	表	0.71	0.77	0.10	0.71	0.39	0.48	0.02	0.11	0.22	0.33	0.001	0.002	0.17	0.08	0.03	0.005	0.85
最大值		0.75	2.60	2.10	1.74	1.90	0.96	0.08	0.42	0.70	4.62	0.040	0.004	0.96	0.12	0.16	0.315	8.15
最小值		0.51	0.27	0.04	0.04	0.04	0.22	0.01	0.06	0.00	0.13	0.001	0.001	0.12	0.04	0.02	0.005	0.02
超标率%		0.0	25.0	16.7	6.3	9.4	0.0	0.0	0.0	0.0	37.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.4

3.2.7.5 近岸海域水质监测结果与评价

本项目论证范围内的近海海域水质国控监测站位有 GDN14004、GDN14013、GDN14015 共 3 个监测站位，监测站位分布图如下图 3.2.7-3 所示，站位信息如下表 3.2.7-10 所示。

表 3.2.7-10　近岸海域水质国考监测站位坐标表（论证范围内）

所在城市	站位编码	经度	纬度
汕尾	GDN14004	115.6738	22.7713
汕尾	GDN14013	115.6743	22.8352
汕尾	GDN14015	115.7812	22.7919

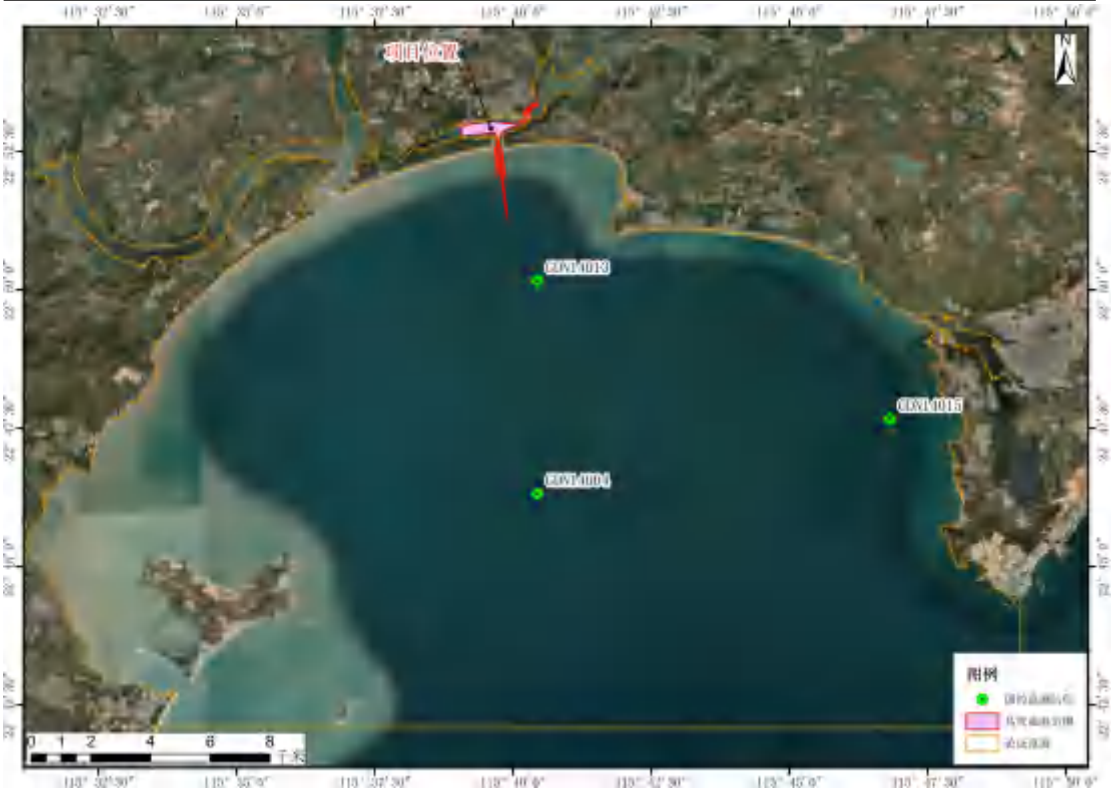


图 3.2.7-3　近岸海域水质国考监测站位分布图

本报告收集了广东省生态环境厅发布的 2021 年、2022 年 2 个年度共 6 期广东省近岸海域水质监测结果进行分析，监测结果见表 3.2.7-11 和表 3.2.7-12。

由评价结果可知，3 个监测站位所在海域各时期的监测因子均能满足相应的海水水质执行标准。

表 3.2.7-11a　广东省近岸海域水质监测信息（2021 年第一期）　单位：除 pH 外均为 mg/L

站位编码	经纬度	监测时间	监测指标						主要超标项目	水质类别
			pH	无机氮	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	化学需氧量		
GDN14004	E：115.6740，N：22.7721	2021-04-15	8.09	0.015	0.004	0.004	7.36	0.48		第一类
GDN14013	E：115.6741，N：22.8360	2021-04-15	8.09	0.007	0.002	0.004	6.48	0.87		第一类
GDN14015	E：115.7799，N：22.7928	2021-04-15	7.94	0.034	0.001	0.004	6.83	0.42		第一类

表 3.2.7-11b　广东省近岸海域水质监测信息（2021 年第二期）　单位：除 pH 外均为 mg/L

站位编码	经纬度	监测时间	监测指标												主要超标项目	水质类别
			pH	无机氮	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	化学需氧量	铜	汞	镉	铅	总氮	总磷		
GDN14004	E：115.6741，N：22.7717	2021-08-02	8.10	0.007	0.002	0.002	6.21	0.37	0.00072	0.000004	0.000005	0.00041	0.1560	0.0110		第一类
GDN14013	E：115.6744，N：22.8355	2021-08-02	8.25	0.003	0.001	0.008	6.86	0.63	0.00086	0.000004	0.000005	0.00139	0.1890	0.0140		第二类
GDN14015	E：115.7793，N：22.7952	2021-08-02	8.20	0.005	0.001	0.010	6.71	0.52	0.00123	0.000010	0.000005	0.00059	0.1840	0.0150		第一类

表 3.2.7-11c　广东省近岸海域水质监测信息（2021 年第三期）　单位：除 pH 外均为 mg/L

站位编码	经纬度	监测时间	监测指标						主要超标项目	水质类别
			pH	无机氮	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	化学需氧量		
GDN14004	E：115.6738，N：22.7713	2021-11-01	8.10	0.094	0.008	0.002	6.48	0.39		第一类
GDN14013	E：115.6743，N：22.8352	2021-11-04	8.24	0.022	0.001	0.009	7.32	0.41		第一类
GDN14015	E：115.7812，N：22.7919	2021-11-02	8.21	0.010	0.002	0.002	8.39	0.53		第一类

表 3.2.7-12a　广东省近岸海域水质监测信息（2022 年第一期）　单位：除 pH 外均为 mg/L

站位编码	经纬度	监测时间	监测指标						主要超标项目	水质类别
			pH	无机氮	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	化学需氧量		
GDN14004	E：115.6740，N：22.7721	2022-04-14	8.23	0.024	0.003	0.002	7.75	0.76		第一类
GDN14013	E：115.6741，N：22.8360	2022-04-14	8.22	0.020	0.001	0.002	7.35	0.93		第一类
GDN14015	E：115.7799，N：22.7928	2022-04-14	8.17	0.019	0.001	0.002	7.50	0.81		第一类

表 3.2.7-12b　广东省近岸海域水质监测信息（2022 年第二期）　单位：除 pH 外均为 mg/L

站位编码	经纬度	监测时间	监测指标											主要超标项目	水质类别
			pH	无机氮	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	化学需氧量	铜	汞	镉	铅	总氮	总磷	
GDN14004	E：115.6741，N：22.7717	2022-07-28	8.30	0.036	0.005	0.004	6.92	0.52	0.00041	0.000003	0.000015	0.00021	0.218	0.017		第一类
GDN14013	E：115.6744，N：22.8355	2022-07-28	8.35	0.012	0.001	0.004	6.86	0.57	0.00037	0.000003	0.000015	0.00016	0.221	0.012		第一类
GDN14015	E：115.7793，N：22.7952	2022-07-28	8.39	0.022	0.001	0.004	6.87	0.74	0.00057	0.000003	0.000015	0.00011	0.213	0.011		第一类

表 3.2.7-12c　广东省近岸海域水质监测信息（2022 年第三期）　单位：除 pH 外均为 mg/L

站位编码	经纬度	监测时间	监测指标						主要超标项目	水质类别
			pH	无机氮	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	化学需氧量		
GDN14004	E：115.6738，N：22.7713	2022-10-25	8.09	0.144	0.025	0.004	6.38	0.31		第二类
GDN14013	E：115.6743，N：22.8352	2022-10-25	8.07	0.146	0.021	0.004	6.38	0.33		第二类
GDN14015	E：115.7812，N：22.7919	2022-10-25	8.03	0.138	0.022	0.004	6.30	0.36		第二类

3.2.8 海洋沉积物环境质量现状调查与评价

（1）调查概况

秋季海洋沉积物质量现状调查站位坐标信息见 3.2.7 节。

（2）调查项目

秋季：粒度、pH、含水率、有机碳、石油类、硫化物、铜、铅、镉、总汞、砷、锌、铬。

3.2.8.1 评价标准与评价方法

1、评价标准：

秋季：根据《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》（2012 年）与监测站位叠加图，秋季调查站位执行《海洋沉积物质量》（GB 18668-2002）一类标准。

2、评价方法：评价采用单因子标准指数法进行，公式如下：

$$I_i=C_i/S_i$$

式中：I_i—i 项评价因子的标准指数；

C_i—i 项评价因子的实测值；

S_i—i 项评价因子的评价标准值。

评价因子的标准指数＞1，则表明该项沉积物质量已超过了规定的标准。

表 3.2.8-1　海洋沉积物质量标准

项目		石油类 $\times10^{-6}$	铜 $\times10^{-6}$	铅 $\times10^{-6}$	锌 $\times10^{-6}$	有机碳 $\times10^{-2}$	镉 $\times10^{-6}$	铬 $\times10^{-6}$	砷 $\times10^{-6}$	汞 $\times10^{-6}$	硫化物 $\times10^{-6}$
标准值（干重）	一类（≤）	500.0	35.0	60.0	150.0	2.0	0.50	80.0	20.0	0.20	300
	二类（≤）	1000.0	100.0	130.0	350.0	3.0	1.50	150.0	65.0	0.50	500
	三类（≤）	1500.0	200.0	250.0	600.0	4.0	5.00	270.0	93.0	1.00	600

3.2.8.2 秋季沉积物监测结果及评价

秋季海洋沉积物质量现状见表 3.2.8-2，评价指数见表 3.2.8-3。

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 1.15，超出海洋功能区沉积物质量第一类标准（≤60mg/kg）属于第二类沉积物标准（≤130mg/kg）。

本次沉积物监测结果中铅超标现象与港口船舶频繁往来有关。

表 3.2.8-2　海洋沉积物检测项目结果

站号	有机碳	硫化物	石油类	铜	铅	镉	总汞	砷	锌	总铬
	%	mg/kg								
L3	1.16	54.8	99.4	9.6	39.1	0.05	0.060	8.32	72.8	6.8
L5	0.38	164.8	9.1	2.6	19.0	-	0.032	2.88	33.6	13.7
L6	0.32	16.8	26.9	0.9	14.6	-	0.018	2.51	30.9	11.9
L7	1.88	152.8	21.7	14.6	68.8	0.10	0.113	11.26	112.0	34.6
L12	1.13	32.5	50.8	11.4	39.9	-	0.087	9.18	84.8	31.9
L13	0.69	25.9	40.4	17.1	35.7	-	0.070	7.43	82.1	28.8
L14	0.13	46.0	34.8	1.6	14.6	-	0.018	2.40	40.7	13.7
L16	1.12	30.5	57.9	14.2	42.2	-	0.101	8.23	91.3	32.1
L51	0.07	1.9	7.3	0.8	15.4	-	0.012	4.14	29.3	12.6
L52	0.07	36.4	66.8	7.8	29.8	0.05	0.065	7.66	57.9	5.6
L53	0.07	5.5	4.6	1.8	14.7	-	0.013	2.10	30.8	2.5

表 3.2.8-3　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

站位	有机碳	硫化物	石油类	铜	铅	镉	总汞	砷	锌	总铬
L13	0.35	0.09	0.08	0.49	0.60	0.04	0.35	0.37	0.55	0.36
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
L52	0.04	0.12	0.13	0.22	0.50	0.10	0.33	0.38	0.39	0.07
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	1.12	1.65	0.70	1.15	0.32	0.59	0.56	0.80	0.43
最小值	0.04	0.01	0.01	0.02	0.24	0.04	0.06	0.11	0.20	0.03
超标率%	0.0	0.0	0.0	0.0	9.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

3.2.9 海洋生态环境现状调查与评价

春季、秋季海洋生态现状调查站位坐标信息见 3.2.7 节。

3.2.9.1 调查方法

1）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，滤膜装入专用盒子放入保温箱中冷藏，带回实验室用紫外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。

2）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。

3）浮游动物：大中型浮游动物采用浅水Ⅰ型浮游生物网（网口直径为 50cm，网口面积为 0.2m^2，网长 145cm，筛绢孔径约为 0.505mm），从底层至表层进行垂直拖网采集样品，用 5%的甲醛（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。

4）底栖生物：定量样品采用 0.05m^2 采泥器，在每站位连续采集样品 4 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。

5）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，泥沙质滩涂站位用 25×25 厘米的正方形取样框取样，每站各取样 1 次，取样方法是在站位上随机抛投取样框，先拾取框内滩面上的生物，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 25×25 厘米正方形取样框，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；珊瑚礁站位取样同岩礁，并需敲碎珊瑚块，取出其中钻孔生物。各站采集的杨品，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。

6）鱼卵和仔稚鱼：用大型浮游生物网采集，每个断面水平拖 1 网，拖 30min，平均拖速约 3kn，所采样品用 5%的福尔马林溶液固定，带回实验室进行分类鉴定与计数。

7）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测定。租用当地拖网渔船（粤陆渔 58044）进行渔业资源调查。该船主机功率 250 kW，船长 18.6 m，宽 3.4 m，吃水水深 0.8 m；调查所用网具每张网的网衣长 15.0 m，网目 400 目，网口目大 20 mm，网囊目大 15 mm，浮纲长 4.0 m，网口高 1.0m，扫海宽度按浮纲长度的 2/3 计约 10m。调查放网 1 张，拖速约 3 节，拖时 30min 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测定。

3.2.9.2 评价方法

（1）初级生产力

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

$$P = C_a QLt / 2$$

式中：*P*—初级生产力（mg·C/m^2·d）；

Ca—表层叶绿素 a 含量（mg/m^3）；

Q—同化系数（mg·C/（mgChl-a·h））），根据以往调查结果，取 3.7；

L—真光层的深度（m）；

t—白昼时间（h），根据以往调查结果，取 11h。

（2）优势度（*Y*）：

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

（3）Shannon-Weaver 多样性指数（*H'*）：

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

（4）Pielou 均匀度指数（*J*）：

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

上述（2）~（4）式中：

n_i—第 i 种的个体数量（ind/m^3）；

N—某站总生物数量（ind/m^3）；

f_i—某种生物的出现频率（%）；

P_i—第 i 种的个体数与总个体数的比值；

S—出现生物总种数。

（5）鱼卵仔鱼

密度以水平拖网采获的总个体数除以滤水量计算：

$$V=N/（S\times L)$$

式中：V—鱼卵仔鱼的分布密度，单位为 ind/m^3；

N—每网鱼卵仔鱼数量，单位为 ind；

S—网口面积，单位为 m^2；

L—拖网距离，单位为 m。

（6）渔业资源

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

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

式中：S—重量密度（kg/km^2）或个体密度（ind/km^2）；

a—底拖网每小时的扫海面积（扫海宽度取浮纲长度的 2/3）；

y—平均重量渔获率（kg/h）或平均个体渔获率（ind/h）；

E—逃逸率（取 0.5）。

（7）游泳生物优势种

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

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

式中：*N*—某一种类的 ind 数占渔获总 ind 数的百分比；

W—某一种类的重量占渔获总重量的百分比；

F—某一种类的出现断面数占调查总断面数的百分比。

3.2.9.3 春季生态调查结果（2023 年 4 月）

1、叶绿素 a 与初级生产力

本次调查区域叶绿素 a 平均浓度为 1.99 mg/m^3，变化范围为 1.24～4.65mg/m^3，变幅一般（SD=0.92）。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，L2 站位叶绿素含量最高（见表 3.2.9-1）。

表 3.2.9-1　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	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
L51	1.46	110.38
L52	2.35	64.16
L53	2.70	28.35

变化范围	1.24～4.65	28.35～545.16
平均值	1.99±0.92	239.92 ±158.47

调查监测区内平均初级生产力为 239.92 mg·C/m^2·d，区域变化范围在 28.35～545.16 mg·C/m^2·d 之间，变幅一般（SD=158.47）。其中 L53 站位初级生产力最低，L8 站位初级生产力最高。

2、 浮游植物

（1）种类组成和优势种

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 3.2.9-2）；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 3.2.9-2 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

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 3 种，分别为中心圆筛藻(*Coscinodiscus centralis*)、中肋骨条藻(*Skeletonema costatum*)、柔弱伪菱形藻(*Pseudonitzschia delicatissima*)（见表 2.2.3）。这 3 种优势种丰度占调查海域总丰度的 45.09%。其中柔弱伪菱形藻为第一优势种，其优势度为 0.201，其丰度变化范围在 23.38～201.84×10^{4}cell/m^3，占各站位丰度的 11.77%～28.98%，平均丰度 68.49×10^4 cell/m^3，占区域浮游植物平均丰度的 20.08%。L2 站柔弱伪菱形藻丰度最高，为 201.84×10^4 cell/m^3；L13 丰度最低，为 23.38×10^4 cell/m^3。另外，中肋骨条藻的优势度居第二位，为 0.186，占总丰度的 18.64%。中心圆筛藻的优势度为 0.055，平均丰度在 21.74×10^{4}cell/m^3，这 3 种优势种在整个调查海域分布广泛。

表 3.2.9-3 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	*Pseudonitzschia delicatissima*	硅藻	0.201	68.49	20.08%
中肋骨条藻	*Skeletonema costatum*	硅藻	0.186	63.59	18.64%
中心圆筛藻	*Coscinodiscus centralis*	硅藻	0.055	21.74	6.37%

注：丰度单位为×10^4cell/m^3

（2）丰度

调查区域内浮游植物总丰度变化范围为 135.57～801.41×10^4cell/m^3，均值为 341.14×10^4 cell/m^3（见表 2.2.2）。不同站位之间的丰度差异一般，其中最高丰度出现在 L2；L3 次之，其丰度为 726.70×10^4 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 78.85%，在 14 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 14.89%，其他藻类丰度的占比在 1.36%～18.01%之间，占区域浮游植物平均丰度的 6.25%。

表 3.2.9-4　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%
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	341.14	268.25	78.85%	48.98	14.89%	23.90	6.25%

注：丰度单位为×10^4cell/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 15 种~ 32 种，平均 25 种（见表 3.2.9-5）。多样性指数范围为 3.429 ~ 4.328，平均为 3.920。均匀度指数范围为 0.585 ~ 0.739，平均为 0.669。多样性指数和均匀度指数均以 L5 最高，L2 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 3.2.9-5 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
L51	23	4.248	0.725
L52	15	3.593	0.613
L53	17	3.844	0.656
平均值	25	3.920	0.669

3、浮游动物

（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。

表 3.2.9-6 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

种类	种类数	种类组成比例（%）
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

以优势度 Y≥0.02 为判断标准，本次调查出现优势种 3 种（表 3.2.9-7），分别为桡足类幼体(*Copepoda larvae*)、叉胸刺水蚤(*Centropages furcatus*)、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 0.230，海域平均栖息密度为 146.86 ind./m^3，占浮游动物总栖息密度的 22.99%，在 14 个站位均有出现。

表 3.2.9-7　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	0.230	146.86	22.99	100
肥胖三角溞	0.091	67.69	10.60	85.71
叉胸刺水蚤	0.021	23.75	3.72	57.14

（2）栖息密度与生物量

从表 3.2.9-8 可以看出，14 个调查站位浮游动物密度变化范围为 324.68～1743.59 ind./m^3，均值 638.70 ind./m^3，变幅一般（SD=371.36）。14 个站位中以 L53 最高、L3（839.74 ind/m^3）次之，L13 最低。

14 个调查站位浮游动物总生物量变化范围为 198.14～1051.28 mg/m^3，均值 419.65mg/m^3，变幅一般（SD=222.28）。以 L53 最高，L3（589.74 mg/m^3）次之，L13 最低。

表 3.2.9-8　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

站位	全网数量（ind.）	密度/(ind./m³)	总生物量/（mg/m³）
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
L51	126	448.72	316.95
L52	80	788.95	502.96
L53	68	1743.59	1051.28
平均值	302	638.70±371.36	419.65±222.28

（3）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 3.13，变幅较小（SD=0.63），变化范围为 1.91~ 4.10，以 L8 最高，L5（3.80）次之，L53 最低；均匀度指数变化范围为 0.36 ~ 0.78，均值为 0.59，海区均匀度中等，变幅较小，以 L8 最高，L53 最低（见表 3.2.9-9）。

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 0.69 ~ 3.18，均值为 1.92，变幅较小（SD=0.72）。L8 最高，L53 最低；其中 L3、L5、L8 站位属Ⅱ类水平，多样性较丰富；L51、L52、L53 站位属Ⅳ类水平，多样性较低；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 3.2.9-9　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

站位	种类数	多样性指数（*H′*）	均匀度指数(*J*)	多样性阈值（*Dv*）
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
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	12	3.13 ± 0.63	0.59 ± 0.12	1.92 ± 0.72

4、大型底栖生物

（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 26 科 33 种。其中软体动物为主要生物群，为 12 科 16 种，占种类总数的 48.48%，其次为环节动物 7 科 8 种，占种类总数的 24.24%。（见表 3.2.9-10）

表 3.2.9-10　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	24.24
软体动物	12	15	45.45
节肢动物	4	6	18.18
棘皮动物	1	2	6.06
螠虫动物	1	1	3.03
星虫动物	1	1	3.03
总计	26	33	100

（2）优势种和优势度

本次调查，出现的 33 种生物中，优势度在 0.02 以上的优势种共有 5 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 0.051 ~ 0.112。

表 3.2.9-11　底栖生物各站位优势种组成

优势种	优势度（*Y*）
花冈钩毛虫（*Sigambra hanaokai*）	0.112
毛头梨体星虫（*Apionsoma trichocephala*）	0.109
奇异稚齿虫（*Paraprionospio pinnata*）	0.083
角海蛹（*Ophelina acuminata*）	0.051

（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 280.95 ind./m^2，总平均生物量为 69.98 g/m^2。栖息密度主要以环节动物为优势，栖息密度为 153.33 ind./m^2，占 54.58%；其次为星虫动物，栖息密度为 60.95 ind./m^2，占 21.69%。生物量的组成以软体动物为主，生物量为 30.61 g/m^2，占总生物量的 43.75%；其次为节肢动物，生物量为 23.00 g/m^2，占总生物量的 32.86%（见表 3.2.9-12）。

表 3.2.9-12　底栖生物的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	螠虫动物	总计
栖息密度（ind/m^2）	23.81	3.81	37.14	153.33	60.95	1.90	280.95
栖息密度比例（%）	8.47	1.36	13.22	54.58	21.69	0.68	100
生物量（g/m^2）	30.61	9.81	23.00	4.46	1.16	0.94	69.98
生物量比例（%）	43.75	14.02	32.86	6.37	1.66	1.34	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，12 个调查站位生物量范围为 19.08 ~ 159.05 g/m^2；栖息密度方面，12 个调查站位栖息密度范围为 106.67~533.33 ind./m^2，其中 L16 站位采集到的较多的软体动物生物量最高，为 159.05g/m^2；L6 站位的栖息密度最高，为 533.33 ind./m^2（见表 3.2.9-13）。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 153.33 ind./m^2，平均生物量为 4.46 g/m^2；其次为节肢动物，平均密度为 37.14 ind./m^2，平均生物量为 23.00 g/m^2。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 3.2.9-13　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	螠虫动物	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
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
L53	栖息密度	/	/	/	120.00	/	/	120.00
	生 物 量	/	/	/	2.03	/	/	2.03
平均	栖息密度	23.81	3.81	37.14	153.33	60.95	1.90	280.95
	生 物 量	30.61	9.81	23.00	4.46	1.16	0.94	69.98

注：生物量单位为 g/m^2，栖息密度单位为 ind/m^2，“/”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 3.2.9-14），平均为 1.94，多样性指数 L13 站位最高，L52 站位最低；均匀度分布范围在 0.16～0.51 之间，均值为 0.38。

表 3.2.9-14　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	0.33
L3	6	24	2.07	0.41
L5	7	38	2.51	0.50
L6	5	40	1.77	0.35
L7	7	22	2.48	0.49
L8	6	8	2.41	0.48
L12	5	25	1.90	0.38
L13	7	15	2.55	0.51
L14	7	22	2.02	0.40
L15	4	18	1.61	0.32
L16	9	35	2.31	0.46
L51	5	8	2.16	0.43
L52	2	4	0.81	0.16
L53	2	9	0.92	0.18
平均值	5	21	1.94	0.38

5、潮间带生物

（1）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 9 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 6 种，占种类总数的 66.67%；节肢动物 2 科 2 种，占种类总数的 22.22%；环节动物 1 科 1 种，占种类总数的 11.11%。

（2）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 21.90g/m^2，平均栖息密度为 34.67 ind./m^2，软体动物生物量和栖息密度都较占优势，详见表 3.2.9-15。

表 3.2.9-15　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/m²)	21.07	0.75	0.08	21.90
生物量百分比（%）	96.20	3.42	0.38	100
栖息密度(ind./m²)	28.89	4.44	1.33	34.67
栖息密度百分比（%）	83.33	12.82	3.85	100

（3）生物量及栖息密度

3 个断面定量采样中，生物量以 CJ1 号断面的低潮区采样点为最高，其生物量为 76.45 g/m²；其次是 CJ2 号断面的中潮区采样点，其生物量为 37.66 g/m²，最高生物量是最低生物量的 58.8 倍；栖息密度以 CJ2 号断面的中潮区最高；栖息密度为 84 ind./m²，其次是 CJ2 号断面的低潮区采样点，栖息密度为 76 ind./m²，最高栖息密度是最低栖息密度的 10.5 倍。各采样站位的总生物量及栖息密度的组成情况见表 3.2.9-16。

表 3.2.9-16　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
CJ1 高潮区	生物量	/	1.30	/	1.30
	栖息密度	/	8	/	8
CJ1 中潮区	生物量	2.49	3.03	/	5.52
	栖息密度	8	20	/	28
CJ1 低潮区	生物量	75.70	0.75	/	76.45
	栖息密度	56	4	/	60
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
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

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

在调查断面的在水平分布上，生物量高低排序为 CJ1＞CJ2＞CJ3，栖息密度高低排序为 CJ2＞CJ1＞CJ3，见表 3.2.9-17。

表 3.2.9-17　潮间带生物各断面水平分布

项 目	CJ1	CJ2	CJ3
生物量（g/m²）	83.27	65.38	48.46
栖息密度（ind./m²）	96	160	56

在调查断面的在垂直分布上，生物量高低排序为低潮区＞中潮区＞高潮区，栖息密度高低排序为低潮区＞中潮区＞高潮区，见表 3.2.9-18。

表 3.2.9-18　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/m²）	0.43	24.76	40.51
栖息密度（ind./m²）	2.67	44.00	57.33

（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 3.2.9-19，多样性指数的变化范围较小，在 1.183～2.266 之间，平均值为 1.580；均匀度的变化范围为 0.373～0.715，平均值为 0.498。

表 3.2.9-19　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
CJ1	6	24	2.266	0.715
CJ2	4	40	1.183	0.373
CJ3	4	14	1.292	0.408
平均值	5	26	1.580	0.498

6、鱼卵与仔稚鱼

（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.*)、鲻科(*Mugilidae*)、鰕虎鱼属(*Leiognathus*)、舌鳎科(*Cynoglossidae*)、小沙丁鱼属(*Sardinella*)共 5 种，而仔稚鱼则记录到鰕虎鱼属(*Leiognathus*)、小公鱼属(*Stolephorus.sp*)、美肩鳃鳚(*Omobranchus elegans*)和多鳞鱚(*Sillago sihama*)，共 4 种。

本次调查共采获鱼卵 43 粒，仔稚鱼 10 尾。鱼卵数量以小公鱼属最多，占鱼卵总数的 39.53%，其次是鳀属均占总数的 23.26%，鳀科占 20.93%，舌鳎科占 9.30%，小沙丁鱼属占 6.98%。仔稚鱼数量以多鳞鳢数量最多，占 40.00%，其次是小公鱼属占 30.00%，美肩鳃鳚占 20.00%、鳀属占 10.00%。出现的经济种类有多鳞鳢、小公鱼和鳀属等鱼类。

（2）数量分布

调查 14 个站位共采到鱼卵 43 粒，仔稚鱼 10 尾，依此计算出调查区域鱼卵平均密度为 3.593 粒/ m^3。在调查期间 14 个站位中仅 L2、L3、L5、L6、L7、L14、L15 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/m^3，其次是 L2 站位密度为 10.823 粒/m^3，详见表 3.2.9-20。

仔稚鱼采获数量一般，所有站位中仅在 L2、L5、L6、L14、L51 站位有出现，平均密度为 0.836 尾/m^3，以 L6 站位数量最多，密度为 4.785 尾/m^3，其次是 L2 站位，密度为 4.329 尾/m^3。

表 3.2.9-20　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	/	/
L51	/	2.525
L52	/	/
L53	/	/
平均	3.593	0.836

注：“/”表示没有出现。

（3）主要种类的数量分布

1、鳀科

鳀科，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。

本次调查出现的鳀科鱼卵共有 9 粒，在 L14、L15 有出现，平均密度为 0.75 粒/m^3，占本次调查鱼卵总密度的 20.93%；未采集到仔鱼。

2、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 0.84 粒/ m^3，占本次调查鱼卵总密度的 23.26%；仔鱼 1 尾，在 L51 站位出现。

3、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 1.42 粒/m^3，占本次调查鱼卵总密度的 39.53%；仔鱼 3 尾，在 L6、L14 站位出现。

7、渔业资源概况

（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、变态蟳、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 3.2.9-21　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 3.2.9-22）。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 3.2.9-22　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	
项目	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
平均值	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/km^2 和 26152 ind./km^2。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/km^2 和 45896 ind./km^2。

表 3.2.9-23　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

断面	重量密度（kg/km²）	个体密度（ind./km²）
SF3	409.83	45896
SF4	234.50	17927
SF5	417.44	31102
SF6	257.07	19222
平均	272.36	26152

（4）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 3.2.9-24，其平均重量密度为 36.74 kg/km²，平均个体密度为 1710 ind./km²。

表 3.2.9-24　鱼类资源密度

断面	重量密度（kg/km²）	个体密度（ind./km²）
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 3.2.9-25，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 0.27kg/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 3.2.9-25　鱼类的 *IRI* 指数

种类	出现频率 (%)	渔获重量		渔获尾数		*IRI*
		(kg)	(%)	(ind.)	(%)	
短吻鳐	33.33%	0.0460	2.25%	14	14.74%	566.34
卵鳎	16.67%	0.0065	0.32%	1	1.05%	22.85
鲾鱼	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
长颌棱鳀	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
鹿斑仰口鳀	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
斑鰶	16.67%	0.0180	0.88%	1	1.05%	32.24
多鳞鱚	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。

本次调查的鲷体长范围为 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。

（5）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 3.2.9-26，其平均重量密度和平均个体密度分别为 3.52 kg/km^2 和 396 ind./km^2。

表 3.2.9-26　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

（6）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 3.2.9-27，其平均重量密度和平均个体密度分别为 232.10 kg/km^2 和 24046 ind./km^2。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/km^2 和 43521 ind./km^2。

表 3.2.9-27　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

3.2.9.4 秋季生态调查结果（2022 年 11 月）

1、叶绿素 a 与初级生产力

本次调查区域叶绿素 a 平均浓度为 3.61 mg/m^3，变化范围为 1.37～9.99mg/m^3，变幅较大（SD=2.26）。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 3.2.9-28）。

调查监测区内平均初级生产力为 198.04 mg·C/m^2·d，区域变化范围在 34.59～629.37 mg·C/m^2·d 之间，变幅较大（SD=141.45）。其中 L14 站位初级生产力最低，L5 站位初级生产力最高。

表 3.2.9-28　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
L51	5.42	273.17
L52	3.14	79.13
L53	4.87	122.72
变化范围	1.37～9.99	34.59～629.37
平均值	3.61±2.26	198.04±141.45

2、浮游植物

（1）种类组成

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 3.2.9-29）；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 3.2.9-29　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

（2）丰度

调查区域内浮游植物总丰度变化范围为 97.12～861.68×10^4cell/m^3，均值为 231.65×10^4 cell/m^3（见表 3.2.9-30）。不同站位之间的丰度差异一般，其中最高丰度出现在 L5；L8 次之，其丰度为 251.21×10^4 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 23.08%～86.41%，占调查区域平均丰度的 65.04%，在 14 个站位均有分布。另外，甲藻门丰度百分比在 10.69%～48.41%之间，占区域浮游植物平均丰度的 21.87%，其他藻类丰度的占比在 0.00%～30.13%之间，占区域浮游植物平均丰度的 13.09%。

表 3.2.9-30　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%
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%
L51	203.27	139.35	68.55%	21.73	10.69%	42.19	20.75%
L52	177.27	40.91	23.08%	82.95	46.79%	53.41	30.13%
L53	143.18	44.32	30.95%	69.32	48.41%	29.55	20.63%
平均值	231.65	161.69	65.04%	44.53	21.87%	25.42	13.09%

注：丰度单位为×10^4cell/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 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 2.2.3）。这 6 种优势种丰度占调查海域总丰度的 48.82%。其中伏氏海毛藻为第一优势种，其优势度为 0.234，其丰度变化范围在 0.00～451.02×10^4cell/m^3，占各站位丰度的 0.00%～52.34%，平均丰度 63.14×10^4 cell/m^3，占区域浮游植物平均丰度的 27.25%。L5 站伏氏海毛藻丰度最高，为 451.02×10^4 cell/m^3。L52 和 L53 站未采集到伏氏海毛藻。另外，中肋骨条藻的优势度居第二位，为 0.066，占总丰度的 7.73%。其他 4 个优势种的优势度在 0.021~ 0.025，平均丰度在 6.45～8.96×10^4cell/m^3 之间，这 6 种优势种在整个调查海域分布广泛。

表 3.2.9-31　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	*Thalassiothrix frauenfeldii*	硅藻	0.234	63.14	27.25%
中肋骨条藻	*Skeletonema costatum*	硅藻	0.066	17.91	7.73%
微囊藻	*Microcystis*	蓝藻	0.025	8.96	3.87%
洛氏角毛藻	*Chaetoceros lorenzianus*	硅藻	0.024	9.71	4.19%
菱形海线藻	*Thalassionema nitzschioides*	硅藻	0.022	6.45	2.78%
梭角藻	*Ceratium fusus*	甲藻	0.021	6.91	2.98%

注：丰度单位为×10^4cell/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 13 种~ 34 种，平均 26 种（表 3.2.9-32）。多样性指数范围为 3.070～4.614，平均为 4.006。均匀度指数范围为 0.566～0.850，平均为 0.738。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 3.2.9-32　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

站位	种类数	多样性指数	均匀度指数
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
L51	19	3.998	0.737
L52	20	3.858	0.711
L53	13	3.396	0.626
平均值	26	4.006	0.738

3、浮游动物

（1）种类组成和优势种

经鉴定，本次调查浮游动物共出现 57 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 33.33%；浮游幼体次之，出现 16 种（28.07%）；其他类群出现种类较少。（见表 3.2.9-33）

表 3.2.9-33　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	5.26
浮游海樽类	1	1.75
浮游毛颚类	5	8.77
浮游桡足类	19	33.33
浮游幼体	16	28.07
浮游枝角类	2	3.51
浮游端足类	1	1.75
浮游磷虾类	2	3.51
介形类	1	1.75
腔肠动物水螅水母类	6	10.53
原生动物	1	1.75
总计	57	100

（2）密度与生物量

从表 3.2.9-34 可以看出，114 个调查站位浮游动物密度变化范围为 305.04～1581.20 ind./m^3，均值 713.35 ind./m^3，变幅一般（SD=374.46）。14 个站位中以 L6 最高、L14（1269.84 ind/m^3）次之，L5 最低。

14 个调查站位浮游动物总生物量变化范围为 103.89～1082.62 mg/m^3，均值 373.70 mg/m^3，变幅一般（SD=249.51）。以 L6 最高，L14（659.34 mg/m^3）次之，L5 最低。

表 3.2.9-34　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
L51	182	729.17	408.65
L52	88	940.17	373.93
L53	84	897.44	277.78
平均值	311	713.35±374.46	373.70±249.51

（3）优势度

以优势度 Y≥0.02 为判断标准，本次调查出现优势种 5 种（表 3.2.9-35），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*)和瘦尾胸刺水蚤(*Centropages tenuiemis*)。这 5 个优势种以桡足类幼体的优势度最高，为 0.224，海域平均栖息密度为 159.87 ind./m^3，占浮游动物总栖息密度的 22.41%，在 14 个站位均有出现。

表 3.2.9-35　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	0.224	159.87	22.41	100.00
多毛类幼体	0.076	54.39	7.62	100.00
针刺拟哲水蚤	0.053	48.42	6.79	78.57
鸟喙尖头溞	0.046	41.79	5.86	78.57
瘦尾胸刺水蚤	0.042	35.07	4.92	85.71

（4）多样性水平

本次调查，各站平均出现浮游动物 57 种（类）；浮游动物多样性指数中等，均值为 3.52，变幅较小（SD=0.56），变化范围为 2.03～3.98，以 L2 最高，L13（3.94）次之，L53 最低；均匀度指数变化范围为 0.35～0.68，均值为 0.60，海区均匀度中等，变幅较小，以 L2 最高，L53 最低（见表 3.2.9-36）。

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 0.71～2.71，均值为 2.17，变幅较小（SD=0.59）。L2 最高，L53 最低；其中 L2、L6、L13 和 L16 站位属Ⅱ类水平，多样性较丰富；L51 和 L52 站位属Ⅳ类水平，多样性较低；L53 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 3.2.9-36　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	2.71
L3	18	3.69	0.63	2.33
L5	14	3.58	0.61	2.20
L6	19	3.89	0.67	2.59
L7	17	3.67	0.63	2.31
L8	23	3.81	0.65	2.48
L12	16	3.71	0.64	2.35
L13	20	3.94	0.67	2.66
L14	16	3.59	0.62	2.21
L15	18	3.74	0.64	2.40
L16	19	3.90	0.67	2.61

站位	种类数	多样性指数（H′）	均匀度指数(J)	多样性阈值（Dv）
L51	9	2.77	0.47	1.31
L52	11	2.93	0.50	1.47
L53	8	2.03	0.35	0.71
平均值	16	3.52 ± 0.56	0.60 ± 0.10	2.17 ± 0.59

4、大型底栖生物

（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 22 科 28 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 35.71%，其次为节肢动物 4 科 4 种，占种类总数的 14.29%。（见表 3.2.9-37）

表 3.2.9-37　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	35.71
软体动物	7	10	35.71
节肢动物	4	4	14.29
棘皮动物	1	2	7.14
螠虫动物	1	1	3.57
星虫动物	1	1	3.57
总计	22	28	100

（2）优势种和优势度

本次调查，出现的 28 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*）和角海蛹（*Ophelina acuminata*）；这 3 种生物的优势度范围为 0.024 ~ 0.208。

表 3.2.9-38　底栖生物优势种组成

优势种	优势度（*Y*）
奇异稚齿虫（*Paraprionospio pinnata*）	0.208
毛头梨体星虫（*Apionsoma trichocephala*）	0.155
花冈钩毛虫（*Sigambra hanaokai*）	0.119
角海蛹（*Ophelina acuminata*）	0.024

（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 378.10 ind./m^2，总平均生物量为 72.17 g/m^2。栖息密度主要以环节动物为优势，栖息密度为 233.33 ind./m^2，占 61.71%；其次为星虫动物，栖息密度为 81.90 ind./m^2，占 21.66%。生物量的组成以软体动物为主，生物量为 46.15 g/m^2，占总生物量的 63.94%；其次为节肢动物，生物量为 10.08 g/m^2，占总生物量的 13.97%（见表 3.2.9-39）。

表 3.2.9-39　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	螠虫动物	总计
栖息密度（ind/m^2）	36.19	1.90	18.10	233.33	81.90	6.67	378.10
栖息密度比例（%）	9.57	0.50	4.79	61.71	21.66	1.76	100
生物量（g/m^2）	46.15	4.98	10.08	6.73	1.15	3.09	72.17
生物量比例（%）	63.94	6.90	13.97	9.32	1.60	4.28	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，14 个调查站位生物量范围为 2.29 ~ 191.77 g/m^2；栖息密度方面，14 个调查站位栖息密度范围为 93.33 ~ 840.00 ind./m^2，其中 L13 站位采集到的较多的软体动物生物量最高，为 191.77g/m^2；L7 站位的栖息密度最高，为 840.00 ind./m^2（见表 3.2.9-40）。最高生物量是最低生物的 83.7 倍，最高栖息密度是最低栖息密度的 9.0 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 233.33 ind./m^2，平均生物量为 6.73 g/m^2；其次为软体动物，平均密度为 36.19 ind./m^2，平均生物量为 46.15 g/m^2。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 3.2.9-40　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	螠虫动物	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

站位	项 目	软体动物	棘皮动物	节肢动物	环节动物	星虫动物	螠虫动物	总计
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
L51	栖息密度	13.33	/	13.33	280.00	66.67	/	373.33
	生 物 量	22.41	/	3.93	11.68	0.16	/	38.19
L52	栖息密度	/	/	/	93.33	/	/	93.33
	生 物 量	/	/	/	2.29	/	/	2.29
L53	栖息密度	13.33	/	/	160.00	/	/	173.33
	生 物 量	25.61	/	/	3.11	/	/	28.72
平均	栖息密度	36.19	1.90	18.10	233.33	81.90	6.67	378.10
	生 物 量	46.15	4.98	10.08	6.73	1.15	3.09	72.17

注：生物量单位为 g/m^2，栖息密度单位为 ind/m^2，“/”表示没有出现。

（4）生物多样性指数及均匀度

调查结果显示，本区域采泥底栖生物多样性指数变化范围在 1.56～2.79 之间（见表 3.2.9-41），平均为 2.30，多样性指数 L8 站位最高，L52 站位最低；均匀度分布范围在 0.32～0.58 之间，均值为 0.48。

表 3.2.9-41　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
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	0.49
L8	9	22	2.79	0.58
L12	8	33	2.66	0.55
L13	7	25	2.26	0.47
L14	6	14	2.12	0.44
L15	8	29	2.47	0.51
L16	10	32	2.64	0.55
L51	7	28	2.22	0.46
L52	3	7	1.56	0.32
L53	4	13	1.61	0.33
平均值	7	28	2.30	0.48

5、潮间带生物

（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 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 2 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 19.77g/m^2，平均栖息密度为 34.22 ind./m^2，软体动物生物量和栖息密度都较占优势，详见表 3.2.9-42。

表 3.2.9-42　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)	18.91	0.56	0.30	19.77
生物量百分比（%）	95.66	2.84	1.50	100
栖息密度(ind/m^2)	33.34	0.44	0.44	34.22
栖息密度百分比（%）	97.40	1.30	1.30	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 CJ1 号断面的低潮区采样点为最高，其生物量为 121.15 g/m^2；其次是 CJ1 号断面的中潮区采样点，其生物量为 34.67 g/m^2，最高生物量是最低生物量的 17.2 倍；栖息密度以 CJ1 号断面的低潮区最高；栖息密度为 136 ind./m^2，其次是 CJ2 号断面的低潮区采样点，栖息密度为 64 ind./m^2，最高栖息密度是最低栖息密度的 34 倍。各采样站位的总生物量及栖息密度的组成情况见表 3.2.9-43。

表 3.2.9-43　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
CJ1 高潮区	生物量	/	5.04	/	5.04
	栖息密度	/	4	/	4
CJ1 中潮区	生物量	34.67	/	/	34.67
	栖息密度	52	/	/	52
CJ1 低潮区	生物量	84.17	/	2.67	86.84
	栖息密度	132	/	4	136
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	/	/	/	/
	栖息密度	/	/	/	/
CJ3 低潮区	生物量	12.00	/	/	12.00
	栖息密度	12	/	/	12

注：生物量单位为 g/m^2，栖息密度单位为 ind/m^2，“/”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 CJ1＞CJ2＞CJ3，见表 3.2.9-44。

表 3.2.9-44　潮间带生物各断面水平分布

项　目	CJ1	CJ2	CJ3
生物量（g/m²）	126.56	39.35	12.00
栖息密度（ind/m²）	192	104	12

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 3.2.9-45。

表 3.2.9-45　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/m²）	1.68	17.09	40.53
栖息密度（ind/m²）	1.33	30.67	70.67

（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 3.2.9-46，多样性指数的变化范围较小，在 0.235～0.918 之间，平均值为 0.612；均匀度的变化范围为 0.091～0.355，平均值为 0.237。

表 3.2.9-46　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
CJ1	5	48	0.682	0.264
CJ2	2	26	0.235	0.091
CJ3	2	3	0.918	0.355
平均值	3	26	0.612	0.237

6、鱼卵与仔稚鱼

（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.*)、鲻科(*Mugilidae*)、鳙属(*Leiognathus*)、鲷科(*Sparidae*)、小沙丁鱼属(*Sardinella*)共 5 种，而仔稚鱼则记录到眶棘双边鱼(*Ambassis gymnocephalus*)、鳙属(*Leiognathus*)、小公鱼属(*Stolephorus.sp*)、美肩鳃鳚(*Omobranchus elegans*)和多鳞鱚(*Sillago sihama*)，共 5 种。

本次调查共采获鱼卵 37 粒，仔稚鱼 11 尾。鱼卵数量以小公鱼属最多，占鱼卵总数的 45.95%，其次是鳙属占总数的 24.32%，鲻科占 13.51%，小沙丁鱼属占 13.51%，鲷科占 2.70%。仔稚鱼数量以小公鱼属数量最多，占 45.45%，其次是鳙属占 27.27%，眶棘双边鱼、多鳞鱚和美肩鳃鳚分别均占 9.09%。出现的经济

种类有多鳞鱚、小公鱼和鳀属等鱼类。

（2）数量分布

调查 14 个站位共采到鱼卵 37 粒，仔稚鱼 11 尾，依此计算出调查区域鱼卵平均密度为 3.231 粒/ m^3。在调查期间 14 个站位中仅 L2、L3、L5、L6、L14 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/m^3，其次是 L6 站位密度为 20.202 粒/m^3，详见表 3.2.9-47。

仔稚鱼采获数量一般，所有站位中仅在 L2、L3、L5、L6、L14 和 L52 站位有出现，平均密度为 0.961 尾/m^3，以 L2 站位数量最多，密度为 8.457 尾/m^3，其次是 L52 站位，密度为 7.576 尾/m^3。

表 3.2.9-47　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	/	/
L51	/	/
L52	7.576	7.576
L53	/	/
平均	3.231	0.961

注：“/”表示没有出现。

（3）主要种类的数量分布

1、鳀科

鳀科，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。

本次调查出现的鳀科鱼卵共有 5 粒，在 L14 有出现，平均密度为 0.44 粒/m^3，占本次调查鱼卵总密度的 13.51%。

2、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 0.79 粒/ m^3，占本次调查鱼卵总密度的 24.32%；仔鱼 3 尾，在 L5、L52 站位出现。

3、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 1.48 粒/m^3，占本次调查鱼卵总密度的 45.95%；仔鱼 5 尾，在 L2、L5 站位出现。

7、渔业资源状况

（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 3.2.9-48　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~ 0.85kg/h，平均重量渔获率为 0.61kg/h；个体渔获率变化范围为 49~75ind/h，平均个体渔获率为 60.50ind/h（表 3.2.9-49）。其中，甲壳类个体渔获率为 28.50ind/h，占总个体渔获率的大部分；鱼类重量渔获率为 0.34kg/h，占总重量渔获率的大部分。

表 3.2.9-49　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	
项目	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
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）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 65.96kg/km^2 和 6533ind/km^2。其中，重量密度最高的是 SF5 断面，个体密度最高的也是 SF5 断面，分别为 92.01kg/km^2 和 8099 ind/km^2。

表 3.2.9-50　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	64.74	5832
SF2	44.49	5508
SF3	64.25	6587
SF4	46.54	5292
SF5	92.01	8099
SF6	83.69	7883
平均	65.96	6533

（4）优势种

将所有渔获物 *IRI* 指数列于表 3.2.9-23。从表 3.2.9-51 可得出，*IRI* 值在 1000 以上的有 5 种，分别为：鰕、龙头鱼、口虾蛄、变态蟳、中华管鞭虾，这 5 种渔获物平均重量渔获率之和为 0.41kg/h，占总平均重量渔获率（0.61kg/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（60.50ind/h）的 73.01%。由此确定这 5 种为优势种。

表 3.2.9-51　*IRI* 指数

种类	出现频率 (%)	渔获重量		渔获尾数		*IRI*
		(kg)	(%)	(*ind*)	(%)	
鰕	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
日本蟳	16.67	0.0105	0.29	2	0.55	13.96
变态蟳	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
大眼兔头鲀	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
黄鮹	33.33	0.0265	0.72	5	1.38	70.02
鲳鱼	16.67	0.0240	0.65	2	0.55	20.10
斑鰶	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

种类	出现频率(%)	渔获重量		渔获尾数		*IRI*
		(kg)	(%)	(*ind*)	(%)	
中华管鞭虾	83.33	0.1275	3.48	34	9.37	1070.48
多鳞鱚	50.00	0.0970	2.65	7	1.93	228.77

（5）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 3.2.9-52，其平均重量密度为 36.93kg/km^2，平均个体密度为 2916ind/km^2。

表 3.2.9-52　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
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 3.2.9-53，鱼类 IRI 值在 1000 以上的有 2 种，分别为：鳓和龙头鱼，这 2 种鱼类其平均重量渔获率之和为 0.27kg/h，占鱼类总平均重量渔获率（0.34kg/h）的 79.41%；这 2 种鱼类其平均个体渔获率为 19.83ind/h，占鱼类总平均个体渔获率（27.00ind/h）的 73.44%。由此确定这 2 种为鱼类的优势种。

表 3.2.9-53　鱼类的 *IRI* 指数

种类	出现频率 (%)	渔获重量		渔获尾数		*IRI*
		(kg)	(%)	(ind)	(%)	
鰳	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
卵鳎	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
鲾鱼	16.67	0.0240	1.17	2	1.23	40.07
斑鰶	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
多鳞鳙	50.00	0.0970	4.73	7	4.32	452.40

④主要经济鱼类生物学特性：

①鰳

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。鰳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，大个体鰳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。

本次调查的鰳体长范围为 85~100mm，体重范围为 8.5~12.0g，平均体重为 10.40g。

②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 105~180mm，体重范围为 12.0~20.5g，平均体重为 13.74g。

（6）头足类的资源状况

①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。

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 3.2.9-54，其平均重量密度和平均个体密度分别为 8.23kg/km^2 和 540ind/km^2。

表 3.2.9-54　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
SF4	10.96	756
SF5	11.56	432
SF6	18.14	1296
平均	8.23	540

（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 9 种，其中：虾类 3 种，蟹类 4 种、虾蛄类 2 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 3.2.9-55，其平均重量密度和平均个体密度分别为 20.79kg/km^2 和 3078 ind/km^2。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 31.53kg/km^2 和 4320ind/km^2。

表 3.2.9-55　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

3.2.10 生物质量现状分析

3.2.10.1 调查概况

（1）调查概况

春季、秋季生物质量现状调查站位坐标信息见 3.2.7 节。

（2）调查项目

春季、秋季：海洋生物体质量现状调查项目为物种体内的汞、铜、铅、锌、镉、砷、总铬和石油烃共 7 种。

（3）评价方法与标准

贝类生物体内污染物质含量评价标准采用《海洋生物质量》（GB18421-2001），软体动物、甲壳动物、鱼类生物体内污染物质（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》，具体标准值如 3.2.10-1 和表 3.2.10-2 所示。海洋生物污染物残留量评价方法采用单因子指数法。公式如下：

$$I_i=C_i/S_i$$

式中：I_i—i 项评价因子的标准指数；

C_i—i 项评价因子的实测值；

S_i—i 项评价因子的评价标准值。

评价因子的标准指数＞1，则表明该项生物体质量已超过了规定的标准。

表 3.2.10-1　海洋生物（贝类）质量标准（GB18421-2001）（鲜重：mg/kg）

项目	第一类	第二类	第三类
总汞≤	0.05	0.1	0.3
砷≤	1.0	5.0	8.0
镉≤	0.2	2	5
铅≤	0.1	2	6
铜≤	10	25	50（牡蛎 100）
锌≤	20	50	100（牡蛎 500）
石油烃≤	15	50	80
注：以贝类去壳部分的鲜重计			

注：第一类，适用于海洋渔业海域、海水养殖区、海洋自然保护区，与人类食用直接有关的工业用水区。

第二类，适用于一般工业用水区、滨海风景旅游区。

第三类，适用于港口海域和海洋开发作业区。

表 3.2.10-2　海洋生物体评价标准（湿重：mg/kg）

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	

3.2.10.2 春季生物质量现状分析

2023 年 4 月（春季）生物体残留量的测定结果见表 3.2.10-3。

鱼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，鱼类和甲壳类的石油烃含量采用《第二次全国海洋污染基线监测技术规程》（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。

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 3.2.10-3 生物体中污染物检测项目结果，评价指数见表 3.2.10-4。

表 3.2.10-3　生物体中污染物检测项目结果（湿重：mg/kg）

断面	样品名称	石油烃	总铬	铜	铅	镉	总汞	砷	锌
		mg/kg							
SF1	长叉口虾蛄	10.5	0.15	10.6	0.20	0.230	0.019	0.9	16.9
	变态蟳	8.7	0.26	13.1	0.29	0.080	0.013	1.2	19.0
SF2	长叉口虾蛄	8.9	-	5.8	0.21	0.197	0.014	0.8	12.2
	变态蟳	6.1	0.28	12.6	0.38	0.046	0.024	1.1	18.6
SF3	长叉口虾蛄	9.8	-	8.8	0.21	0.271	0.016	1.0	19.3
	鲜明鼓虾	7.1	0.12	10.7	0.31	-	0.011	1.3	19.4
SF4	长叉口虾蛄	6.5	-	7.5	0.20	0.135	0.010	1.1	17.0
	红狼牙虾虎鱼	9.1	-	2.2	0.44	-	0.019	0.5	14.3
SF5	长叉口虾蛄	5.4	-	9.4	0.28	0.285	0.013	0.9	20.4
	隆线强蟹	5.0	0.66	6.4	0.70	0.033	0.015	1.0	24.7
SF6	长叉口虾蛄	7.7	0.25	13.4	0.88	0.308	0.020	1.3	16.2
	龙头鱼	5.7	-	-	0.30	-	0.034	0.2	4.6

表 3.2.10-4　海洋生物体质量评价结果

序号	断面	样品类型	名称	评价结果							
				石油烃	总铬	铜	铅	镉	总汞	砷	锌
1	SF1	甲壳类	长叉口虾蛄	0.53	0.10	0.11	0.10	0.115	0.10	0.11	0.11
2		甲壳类	变态蟳	0.44	0.17	0.13	0.15	0.040	0.07	0.15	0.13
3	SF2	甲壳类	长叉口虾蛄	0.45	0.01	0.06	0.11	0.099	0.07	0.10	0.08
4		甲壳	变态蟳	0.31	0.19	0.13	0.19	0.023	0.12	0.14	0.12

序号	断面	样品类型	名称	评价结果							
				石油烃	总铬	铜	铅	镉	总汞	砷	锌
		类									
5	SF3	甲壳类	长叉口虾蛄	0.49	0.01	0.09	0.11	0.136	0.08	0.13	0.13
6		甲壳类	鲜明鼓虾	0.36	0.08	0.11	0.16	0.001	0.06	0.16	0.13
7	SF4	甲壳类	长叉口虾蛄	0.33	0.01	0.08	0.10	0.068	0.05	0.14	0.11
8		鱼类	红狼牙虾虎鱼	0.46	0.01	0.11	0.22	0.004	0.06	0.10	0.36
9	SF5	甲壳类	长叉口虾蛄	0.27	0.01	0.09	0.14	0.143	0.07	0.11	0.14
10		甲壳类	隆线强蟹	0.25	0.44	0.06	0.35	0.017	0.08	0.13	0.16
11	SF6	甲壳类	长叉口虾蛄	0.39	0.17	0.13	0.44	0.154	0.10	0.16	0.11
12		鱼类	龙头鱼	0.29	0.01	0.01	0.15	0.004	0.11	0.04	0.12
最大值				0.53	0.44	0.13	0.44	0.154	0.12	0.16	0.36
最小值				0.25	0.01	0.01	0.10	0.001	0.05	0.04	0.08
超标率%				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

根据表 3.2.10-3 和表 3.2.10-4，调查海域中生物体中石油烃、总铬、铜、铅、镉、总汞、砷、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。

3.2.10.3 秋季生物质量现状分析

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监测技术规程》（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。

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 3.2.10-5，评价指数见表 3.2.10-6。

表 3.2.10-5　生物体中污染物检测项目结果

断面	样品名称	石油烃	总铬	铜	铅	镉	总汞	砷	锌
		mg/kg							
SF1	鳓	9.8	-	-	0.30	-	0.039	-	31.0
	龙头鱼	12.1	-	-	0.05	-	0.032	-	3.8
SF2	鳓	15.8	-	-	-	-	0.036	0.4	22.2
	口虾蛄	8.5	-	15.9	0.19	0.371	0.043	0.8	15.8
SF3	口虾蛄	5.3	-	10.9	0.20	0.394	0.041	0.8	19.2
	鳓	12.0	-	-	0.21	-	0.031	0.4	20.1
SF4	龙头鱼	11.6	-	-	1.39	-	0.006	-	4.2
	火枪乌贼	37.5	-	14.8	-	0.118	0.037	0.7	12.1
SF5	龙头鱼	19.9	-	0.8	0.07	-	-	-	5.0
	口虾蛄	15.1	-	7.3	0.26	0.355	-	0.8	10.8
SF6	龙头鱼	14.4	-	-	-	-	-	-	2.1
	中国枪乌贼	19.9	0.05	11.6	-	0.223	0.052	0.5	10.5

表 3.2.10-6　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	总铬	铜	铅	镉	汞	砷	锌
1	SF1	鱼类	鳓	0.49	0.013	0.01	0.150	0.004	0.130	0.02	0.78
2		鱼类	龙头鱼	0.61	0.013	0.01	0.025	0.004	0.107	0.02	0.10
3	SF2	鱼类	鳓	0.79	0.013	0.01	0.010	0.004	0.120	0.08	0.56
4		甲壳类	口虾蛄	0.43	0.013	0.16	0.095	0.186	0.215	0.10	0.11
5	SF3	甲壳类	口虾蛄	0.27	0.013	0.11	0.100	0.197	0.205	0.10	0.13
6		鱼类	鳓	0.60	0.013	0.01	0.105	0.004	0.103	0.08	0.50
7	SF4	鱼类	龙头鱼	0.58	0.013	0.01	0.695	0.004	0.020	0.02	0.11
8		软体类	火枪乌贼	1.88	0.004	0.15	0.002	0.021	0.123	0.07	0.05

序号	断面	样品类型	名称	评价结果							
				石油烃	总铬	铜	铅	镉	汞	砷	锌
9	SF5	鱼类	龙头鱼	1.00	0.013	0.04	0.035	0.004	0.003	0.02	0.13
10		甲壳类	口虾蛄	0.76	0.013	0.07	0.130	0.178	0.005	0.10	0.07
11	SF6	鱼类	龙头鱼	0.72	0.013	0.01	0.010	0.004	0.003	0.02	0.05
12		软体类	中国枪乌贼	1.00	0.009	0.12	0.002	0.041	0.173	0.05	0.04
最大值				1.88	0.013	0.16	0.695	0.197	0.215	0.10	0.78
最小值				0.27	0.004	0.01	0.002	0.004	0.003	0.02	0.04
超标率%				8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

根据表 3.2.10-5 和表 3.2.10-6，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、总铬、铜、铅、镉、总汞、砷、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。

4 资源生态影响分析

4.1 生态评估

4.1.1 重点和关键预测因子

本工程涉海工程主要为东、西拦沙堤、引桥码头和浮码头以及施工期港池航道锚地等水域疏浚工程。本工程位于陆丰市东海镇乌坎渔港内，所在海域属于海洋生态环境敏感区，本工程建设重点关注的因子为水质环境、生态生物资源环境、海洋地形地貌与冲淤环境。

水质环境中关键预测因子为 SS，而水质环境、生态和生物资源环境中关键预测因子为底栖生物、鱼卵仔鱼。

4.1.2 不同方案的影响分析

本工程总平面布置共设计了两个方案，两个方案在技术上均是可行的。两个方案除码头布置不一致外，其他布置均一致。方案二固定式码头垂直岸线且集中布置，节约水域使用面积，增加了泊位数，另外浮码头增设了支浮桥，使渔船靠泊稳定性更好，通过栈桥和钢引桥连接浮码头和后方海堤路，可通行电单车，方便渔民上下岸，但固定式码头船舶垂直于水流方向靠泊，泊稳条件较差，且浮桥占用水域面积比方案一增多，增加支浮桥的靠泊方式不符合渔民操纵船舶习惯；方案一两座固定式码头顺岸布置，泊稳条件好，不同建设期的码头分离布置，施工期的相互影响较小，另外浮码头直接抵岸布置减少渔民上下岸行走距离，不设支浮桥也更符合渔民操船习惯，且工程投资较小。因此，经综合比较，本工程推荐总平面布置方案一。

总体来讲，本项目推荐方案与比选方案对资源生态的影响差别不大。本项目推荐用海面积更少且影响相对较小的推荐方案作为用海方案。

4.2 资源影响分析

4.2.1 对海岸线资源及海域空间资源的损耗分析

海洋资源共存于一个主体的海洋环境中，在同一个空间上同时拥有多种资源，有多种用途，其分布是立体式多层状的，其特点决定了该海域是多功能区，根据各功能的重要程度排出的功能顺序，其首位功能为主导功能。

本项目为陆丰市东海镇乌坎渔港工程项目，项目用海类型属于渔业用海（一级类）中的渔业基础设施用海（二级类）。

本项目用海方式包括：①1#引桥码头、2#引桥码头、1~6#浮桥码头的用海方式为构筑物用海（一级方式）中的透水构筑物用海（二级方式）；②码头港池和内港池的用海方式为围海用海（一级方式）中的港池、蓄水（二级方式）；③海堤坡脚改造 A、B 段及东、西拦沙堤的用海方式为构筑物用海（一级方式）中的非透水构筑物用海（二级方式）；④水域疏浚施工期用海方式为开放式用海（一级方式）中的专用航道、锚地及其他开放式用海（二级方式）。

本项目拟申请用海总面积为 110.5216 公顷，包括包括主体工程用海 11.4170 公顷、施工期用海 99.1046 公顷。其中，1#引桥码头、2#引桥码头和 1~6#浮桥码头透水构筑物用海面积为 0.3774 公顷，港池用海面积为 3.9137 公顷，海堤坡脚改造 A、B 段及东、西拦沙堤非透水构筑物的用海面积为 7.1259 公顷；水域疏浚施工期其他开放式用海面积为 99.1046 公顷。

疏浚工程用海为施工期用海，施工结束后将不再占用海域空间资源。项目拦沙堤和码头建设后占用了海域空间资源，对海域其他用海活动具有排他性。鉴于本项目为渔业基础设施，拦沙堤工程建设可有效提升渔港的防风避险能力，为海洋捕捞作业生产提供安全保障，为广大渔民群众的生命财产安全提供可靠的基础设施。项目建设可保障水产品安全稳定供给，逐渐实现渔港功能多元化，促进渔业增效、渔民增收和渔区社会经济和谐发展。

根据 2022 年广东省人民政府公布的海岸线，本项目共占用岸线 423.6m（均为人工岸线）。其中包括引桥码头透水构筑物占用岸线 15.2m，港池占用岸线 9.4m，海底坡脚改造非透水构筑物占用岸线 389m。

本项目港池用海不实际占用岸线，透水构筑物和非透水构筑物占用岸线形成

的海堤和码头有助于渔业生产经营和水产品上岸和加工。根据《广东省自然资源厅关于印发海岸线占补实施办法（试行）的通知》，提出海岸线占补制度，项目建设需要使用大陆海岸线，按照占用自然岸线 1:1.5 的比例、占用人工岸线 1:0.8 的比例整治修复岸线，形成具有自然海岸形态特征和生态功能的岸线，建议项目建设单位按照《广东省自然资源厅关于印发海岸线占补实施办法（试行）的通知》的要求，对占用岸线进行相应长度海岸线的整治修复工作。本项目占用岸线通过岸线占补平衡，采取一定的生态修复措施，进行岸线修复，形成具有自然海岸形态特征和生态功能的海岸线，提升生态涵养和灾害防御能力。

本工程作为渔港建设项目，渔船由进港航道出港后，向南方向进入外海作业。渔业码头充分发挥地理位置的优势，对海洋空间资源充分利用，此外完善了乌坎渔港码头的配套设施。项目建设利用了项目海区的海洋空间资源，丰富了项目周边的港口配套资源，集约、节约用海，提高码头的利用率。因此，项目用海不会对海洋的空间资源产生较大的影响。

4.2.2 项目用海对海洋生物资源的影响

4.2.2.1 对底栖生物的影响

本项目用海对底栖生物的影响主要是存在于工程施工期间的拦沙堤建设过程和港池航道锚地等水域疏浚过程中。

（1）拦沙堤建设过程

本项目拦沙堤建设采用非透水构筑物方式，拦沙堤形成后使得原有的海域变成非透水构筑物，抛石、开挖等彻底改变了施工海域的底质环境，除少量活动能力强的底栖生物逃往他处外，大部分的底栖生物被掩埋、覆盖而灭亡。而此，本项目拦沙堤建设对其占用海域底栖生物的影响是不可逆的。

（2）水域疏浚过程

本项目进出港航道、港池、锚地水域内水深不足以满足设计船型的通航，因此，需进行疏浚作业。航道疏浚过程中，绞吸船在开展疏浚作业的过程中，除少量活动能力强的底栖生物可逃往他处外，大多数的栖息于该海域的底栖生物由于来不及逃离，被绞刀击中而死亡或被吸至船舱后被填埋。

本项目水域疏浚施工将造成挖掘区底栖生物几乎全部损失。当底栖生物的影

响区域较小，并且受影响的时间为非产卵期时，其恢复通常较快，恢复后其主要结构参数（种数、丰富度及多样性指数等）将与挖掘前或邻近的未挖掘水域基本一样，但物种组成仍有显著的差异，要彻底恢复，则需要更长的时间。这是由于底栖生物的幼虫为浮游生物，只要有足够的繁殖产量，这些幼虫随海流作用还会来到工程海域生长。然而，如果受影响区域较大，影响的时间恰为繁殖期或影响的持续时间较长，则其恢复通常较慢，如果没有人工放流底栖生物幼苗，底栖生物的恢复期可能持续 5~7 年。

项目水域疏浚施工将导致所在区域底栖生物的损失。但施工停止后，所在海域底栖空间将形成新的底栖生物群落，但因水深变化较大，恢复的底栖群落与原群落相比将有很大差别。种类多样性将明显减少，某些先锋种的数量将有所增加，群落结构简单化，群落的稳定性下降。

4.2.2.2 对浮游生物的影响

1、浮游植物

从海洋生态角度来看，施工海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，降低单位水体内浮游植物数量，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。一般而言，悬浮物的浓度增加在 10mg/L 以下时，水体中的浮游植物不会受到影响；当悬浮物的浓度增加量在 10～50mg/L 时，浮游植物将会受到轻微的影响；而当悬浮物浓度增加 50mg/L 以上时，浮游植物会受到较大的影响，特别是中心区域，悬浮物含量极高，海水透光性极差，浮游植物基本上无法生存。

在海洋食物链中，除了初级生产者——浮游藻类以外，其他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，致使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，对整个海洋生态食物链的影响是多环节的。

2、浮游动物

施工作业引起施工海域内的局部海水的浑浊，这将使阳光的透射率下降，从而使得该水域内的游泳生物迁移别处，浮游生物将受到不同程度的影响，尤其是滤食性浮游动物和营光合作用的浮游植物受到的影响较大，这主要是由于施工作业引起的水中悬浮物增加，悬浮颗粒会粘附在动物体表，干扰其正常的生理功能，滤食性浮游动物及鱼类会吞食适当粒径的悬浮颗粒，造成内部消化系统絮乱。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。同时，过量的悬浮物质对鱼、虾类幼体的存活也会产生明显的抑制作用。从水质环境影响预测结果来看，施工引起的悬浮物增量大于 10mg/L 的范围只限于施工周边区域，覆盖范围为最大扩散范围 8.38 km^2。施工产生的悬浮泥沙对浮游生物的影响较小，且这种影响只是暂时的和局部的，当施工结束后，这种影响也随着结束。

4.2.2.3 对渔业资源的影响

施工过程对渔业资源的影响主要为悬浮物对渔业资源的影响，表现为直接杀死鱼类个体；降低其生长率及其对疾病的抵抗力；干扰其产卵、降低孵化率和仔鱼成活率；改变其洄游习性；降低其饵料生物的丰度；降低其捕食效率等。悬浮物对鱼类的影响，Biosson 等研究结果表明当水体悬浮物浓度达到 70mg/L 时，鱼类在 5min 内迅速表现出回避反应，迅速逃离施工地带。

此外，悬浮物对鱼类的影响还体现在对浮游动物与浮游植物食物供应所受到的影响上。浮游植物和浮游动物是海洋生物的初级和次级生产力，海水中悬浮物浓度增高会对浮游植物和浮游动物的生长产生不利影响，严重时甚至会导致死亡。从食物链的角度不可避免对鱼类和虾类的存活与生长产生明显的抑制作用，对渔业资源带来一定影响。

悬浮泥沙对渔业的影响不是永久性的，而是可逆的，会随着施工结束而逐渐恢复。施工结束运营一段时间后，浮游生物和游泳生物种群数量、群落结构会发生变化并趋于复杂，生物量也会趋于增加，使生态系统恢复生机。有关资料表明，浮游生物和游泳生物群落的重新建立所需时间较短，浮游生物的重新建立需要几

天到几周时间，游泳生物由于活动力强，也会很快建立起新的群落。如能在运营期内一定时间对部分水域采取增殖和禁捕等保护性措施，将对渔业生产带来一些好处。

4.2.2.4 海洋生物资源损失分析

一、项目用海对底栖生物资源的影响

本工程建设靠泊码头透水构筑物、拦沙堤非透水构筑物将会永久占用海域，破坏潮间带生物和底栖生物的生态环境。

参照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程（SC/T9110-2007）》（以下简称《规程》），拦沙堤与码头透水桩基位置将彻底破坏潮间带生物和底栖生物的生境，按以下公式进行计算：

$$W_i=D_i\times S_i$$

式中：W_i为第 i 种生物资源受损量，单位为尾、个或千克（kg）；D_i为评估区域内第 i 种生物资源密度，单位为尾/km^{2}或个/km^{2}或千克（kg）/km^2；S_i为第 i 种生物占用的渔业资源水域面积，单位为 km^2。

本项目拟申请用海总面积为 110.5216 公顷，包括包括主体工程用海 11.4170 公顷、施工期用海 99.1046 公顷。其中，1#引桥码头、2#引桥码头和 1~6#浮桥码头透水构筑物用海面积为 0.3774 公顷，港池用海面积为 3.9137 公顷，海堤坡脚改造 A、B 段及东、西拦沙堤非透水构筑物的用海面积为 7.1259 公顷；水域疏浚施工期其他开放式用海面积为 99.1046 公顷。

本项目共占用岸线 423.6m。其中包括引桥码头透水构筑物占用岸线 15.2m，港池占用岸线 9.4m，海堤坡脚改造非透水构筑物占用岸线 389m。

根据春季海洋生态调查结果，底栖生物的总平均生物量为 81.63 g/m^2，秋季海洋生态调查结果，底栖生物的总平均生物量为 77.03 g/m^2，则春、秋两季底栖生物平均生物量为 79.33 g/m^2；春季海洋生态调查结果，潮间带生物的总平均生物量为 24.55g/m^2，秋季海洋生态调查结果，潮间带生物的总平均生物量为 29.09 g/m^2，则春、秋两季潮间带生物平均生物量为 26.82 g/m^2。

春季调查结果中，鱼卵平均生物量为 3.322 粒/ m^3 ，仔稚鱼平均生物量为 0.787 尾/m^3，游泳生物平均生物量为 272.36 kg/km^2；秋季调查结果中，鱼卵平

均生物量为 1.539 粒/m^3，仔稚鱼平均生物量为 0.543 尾/m^3，游泳生物平均生物量为 65.96 kg/km^2。则鱼卵春秋两季平均量为 2.4305 粒/m^3，仔稚鱼两季平均量为 0.665 尾/m^3，游泳生物两季平均量为 169.16 kg/km^2。

表 4.2.2-1 两季调查平均生物量

类型	春季调查生物量	秋季调查生物量	两季平均生物量
底栖生物	81.63 g/m^2	77.03 g/m^2	79.33 g/m^2
潮间带生物	24.55 g/m^2	29.09 g/m^2	26.82 g/m^2
鱼卵	3.322 粒/ m^3	1.539 粒/m^3	2.4305 粒/m^3
仔稚鱼	0.787 尾/m^3	0.543 尾/m^3	0.665 尾/m^3
游泳生物	272.36 kg/km^2	65.96 kg/km^2	169.16 kg/km^2

本项目拟建东、西拦沙堤为离岸式结构，，占用为底栖生物；海堤改造 A、B 段及拟建渔业码头顺岸布置，该区域现状水深较浅，因此占用海域导致的海域生物资源损失按潮间带生物计算。

本项目东、西拦沙堤工程造成底栖生物损失量为：

（3.3498+3.3313）×10^4×79.33×10^{-3}＝5300.1 kg

本项目海堤改造 A、B 段非透水构筑物造成潮间带生物损失量为：

（0.2215+0.2233）×10^4×26.82×10^{-3}＝119.3 kg

本项目渔业码头工程透水构筑物造成潮间带生物损失量为：

（0.1009+0.1721+0.1044）×10^4×26.82×10^{-3}＝101.2 kg

本项目港池、航道、锚地等疏浚工程造成底栖生物损失量为：

（99.1046+3.9137）×10^4×79.33×10^{-3}＝81724.4 kg

4.2.2.5 对渔业资源的影响

按照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程（SC/T 9110-2007）》，施工悬沙在扩散范围内对海洋生物产生的持续性损害，按以下公式计算：

$$M_i = W_i \times T$$

$$W_i = \sum_{j=1}^{n} D_{ij} \times S_i \times K_{ij}$$

式中：

M_i 为第 i 种生物资源累计损害量；

W_i 为第 i 种生物资源一次性平均损失量；

T 为污染物浓度增量影响的持续周期数（以实际影响天数除以 15），个；

D_{ij} 为某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源密度；

S_i 为某一污染物第 j 类浓度增量区面积；

K_{ij} 为某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源损失率；

n 为某一污染物浓度增量分区总数。

1）污染物浓度增量分区总数（n）

由水质影响预测结果可知，疏浚工程、拦沙堤工程和码头工程同时施工时产生的悬浮泥沙扩散影响最大，由该工况施工造成的悬浮泥沙扩散大于 10mg/L（超一类水质）增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 8.38km^2，大于 20mg/L 增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 6.49km^2，大于 50mg/L（超二类水质）增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 4.37km^2，大于 100mg/L（超三类水质）增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 2.69km^2。

本工程施工入海悬浮物浓度增量分区总数取 4。

2）生物资源损失率（K_{ij}）

参照《规程》中的“污染物对各类生物损失率”，近似按超标倍数 1＜Bi≤4 倍损失率范围的中值确定本工程增量区的各类生物损失率（详见表 4.2.2-2）。由于悬沙浓度增量小于 10mg/L 对生物影响较小，造成的损失率很小，因此近似认为悬浮泥沙对海生物不产生影响。

表 4.2.2-2　项目工程悬浮物对各类生物损失率

分区	面积（km^2）	浓度增量范围（mg/L）	超标倍数（Bi）	各类生物损失率%（Kij）			
				鱼卵仔稚鱼	成体	浮游动物	浮游植物
I 区	1.89	10～20	Bi≤1 倍	5	1	5	5
II 区	2.12	20～50	1＜Bi≤4 倍	17	5	15	15
III 区	1.68	50～100	4＜Bi≤9 倍	40	15	40	40
IV 区	2.69	≥100	Bi≥9 倍	50	20	50	50

3）持续周期数（T）和计算区水深

本工程疏浚总工时计划为 9 个月，污染物浓度增量影响的持续周期 T 为 18；施工悬沙影响范围内水深在 0.30m～5.0m 范围，取平均水深 2.7 m。

根据上表 4.2.2-1 统计的两季调查平均生物量，鱼卵春秋两季平均量为 2.4305

粒/m^3，仔稚鱼两季平均量为 0.665 尾/m^3，游泳生物两季平均量为 169.16 kg/km^2。

游泳生物损失量=169.16×1.89×1%×18+169.16×2.12×5%×18+

169.16×1.68×15%×18+169.16×2.69×20%×18

=57.55+322.76+767.31+1638.15 kg = 2785.77 kg

鱼卵损失量=2.4305×1.89×10^6×5%×2.7×18+2.4305×2.12×10^6×17%×2.7×18

+2.4305×1.68×10^6×40%×2.7×18+2.4305×2.69×10^6×50%×2.7×18

=2.92 ×10^8 粒

仔稚鱼损失量=0.665×1.89 ×10^6×5%×2.7×18+ 0.665 ×2.12×10^6×17%×2.7×18

+0.665× 1.68 ×10^6×40%×2.7×18+0.665× 2.69 ×10^6×50%×2.7×18

= 7.99 ×10^7 尾

根据以上计算结果，施工引起的悬浮物造成的游泳生物损失量为 2785.77 kg，鱼卵损失量为 2.92 ×10^8 粒，仔鱼损失量为 7.99 ×10^7 尾。

综上，本工程造成生物损失合计为：东、西拦沙堤工程造成底栖生物损失量为 5300.1 kg，海堤改造 A、B 段非透水构筑物造成潮间带生物损失量为 119.3 kg，渔业码头工程透水构筑物造成潮间带生物损失量为 101.2 kg，潮间带生物损失量共 5520.6 kg；港池、航道、锚地等疏浚工程造成底栖生物损失量为 81724.4 kg；施工期悬浮泥沙导致的游泳生物损失量为 2785.77 kg，鱼卵损失量为 2.92 ×10^8 粒，仔鱼损失量为 7.99 ×10^7 尾。

4.3 生态影响分析

4.3.1 水文动力环境影响预测分析

4.3.1.1 模型介绍

采用丹麦水力学研究所研制的平面二维数值模型 MIKE21 FM 来研究项目海域的潮流场运动影响，该模型采用非结构网格剖分计算域，三角网格能较好的拟合陆边界，网格设计灵活且可随意控制网格疏密，该软件的优点是算法可靠、计算稳定、界面友好且前后处理功能强大。MIKE21 FM 采用标准 Galerkin 有限元法进行水平空间离散，在时间上，采用显式迎风差分格式离散动量方程与输运方程。

（1）模型控制方程

连续方程：

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

x 向动量方程：

$$\frac{\partial u}{\partial t}+u\frac{\partial u}{\partial x}+v\frac{\partial u}{\partial y}-fv=-g\frac{\partial \zeta}{\partial x}-\frac{gu\sqrt{u^2+v^2}}{c^2h}+\frac{\partial}{\partial x}(N_x\frac{\partial u}{\partial x})+\frac{\partial}{\partial y}(N_y\frac{\partial u}{\partial y})$$

y 向动量方程：

$$\frac{\partial v}{\partial t}+u\frac{\partial v}{\partial x}+v\frac{\partial v}{\partial y}+fu=-g\frac{\partial \zeta}{\partial y}-\frac{gv\sqrt{u^2+v^2}}{c^2h}+\frac{\partial}{\partial x}(N_x\frac{\partial v}{\partial x})+\frac{\partial}{\partial y}(N_y\frac{\partial v}{\partial y})$$

式中，

t—时间（s）；

x, y—原点 o 置于某一水平基面的直角坐标系坐标；

u, v—流速矢量 $\vec{V}$ 沿 x, y 方向的分量（m/s）；

ζ —相对于 xoy 坐标平面的水位（m）；

$h=d+\zeta$ —总水深（m）；

d—相对于 xoy 坐标平面的水深；

N_x, N_y— x, y 向水流紊动粘性系数（m^2/s）；

f—科氏参量；

g—重力加速度（m/s^2）；

c—谢才系数，$c=Mh^{1/6}$，M 为曼宁糙率系数。

（2）初始条件

$$\zeta(x,y,t)\big|_{t=0}=\zeta_0(x,y)$$

$$u(x,y,t)\big|_{t=0}=u_0(x,y)$$

$$v(x,y,t)\big|_{t=0}=v_0(x,y)$$

$$s(x,y,t)\big|_{t=0}=s_0(x,y)$$

式中，ζ_0、u_0、v_0 分别为 ζ、u、v 初始值。

（3）边界条件

固边界可按下列方法确定：

法向流速为零

$\vec{V}\cdot\vec{n}=0$

式中，$\vec{n}$—固边界法向单位矢量。

法向泥沙通量为零

$\frac{\partial s}{\partial n}=0$

开边界可采用已知水位$\zeta^*(x,y,t)$或流速$\vec{V}^*(x,y,t)$控制：

$\zeta(x,y,t)|_\Gamma=\zeta^*(x,y,t)$ （潮位）。

$\vec{V}(x,y,t)|_\Gamma=\vec{V}^*(x,y,t)$ （流速）。

4.3.1.2 模型设置

（1）计算区域设置及模拟方案

本项目所建立的海域数学模型计算域范围见，乌坎渔港码头拦沙堤工程附近海域潮流数学模型的计算区域、工程区位置如图 4.3.1-1 所示。

碣石湾附近港口较多，岸线曲折。因此采用非结构三角形网格可以较好地贴合自然岸线，提高计算精度和计算效率，并便于各种工程情况的准确布置，用动边界的方法对干、湿网格进行处理。计算区域的工程前网格剖分如图 4.3.1-2a 所示，根据设计，推荐方案的主体工程为拦沙堤结构，如图 4.3.1-2b 所示。工程前计算空间步长在码头拦沙堤海域附近精确到 5-10m，工程前网格单元 33860 个，网格节点 17972 个，工程后设置现有拦沙堤设计方案，网格单元 37768 个，网格节点 20021 个。

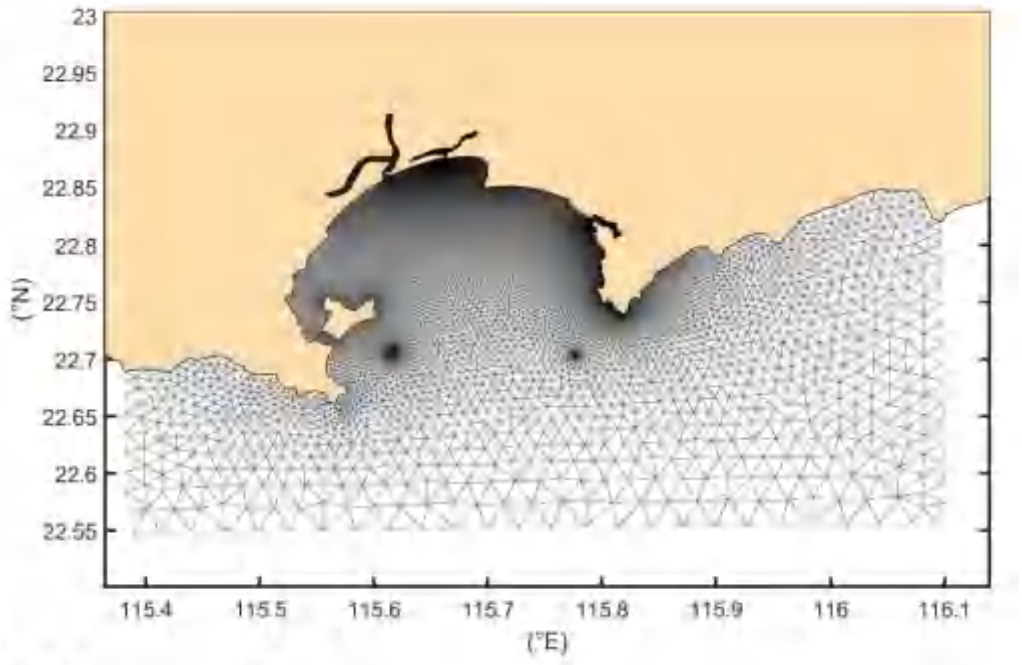


图 4.3.1-1　大海域计算范围和网格分布

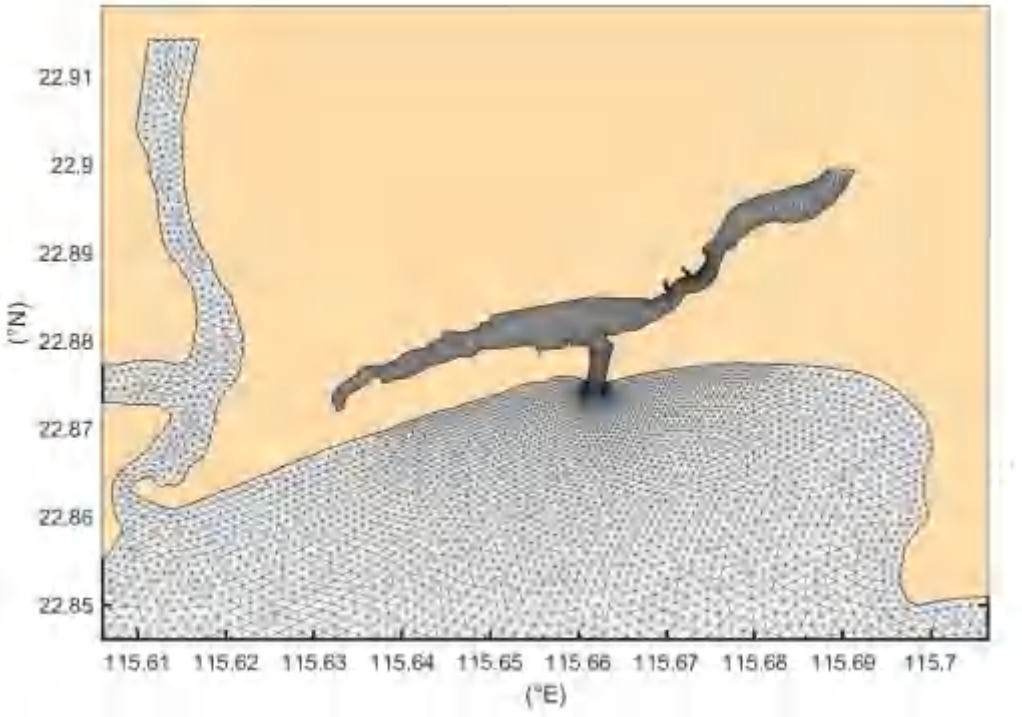


图 4.3.1-2a　工程前附近海域计算网格分布

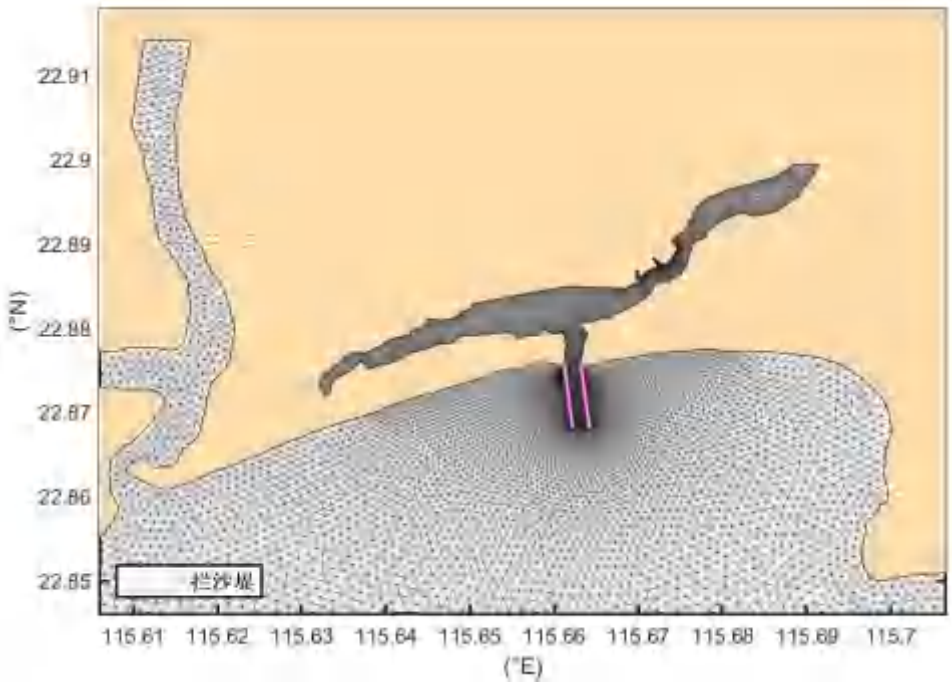


图 4.3.1-2b　工程后拦沙堤附近海域计算网格分布

（2）水深和岸界

工程附近海域选取中国人民解放军海军航海保证部制作的海图以及航道附近海域水深地形调查测量资料，具体海图号和版本信息如表，对于外海水深，本项目采用美国国家地学测量中心（National Geodetic Center，Boulder，Colorado）提供的 DBDB5（Digital Bathymetric Database Version 5.2）原始数据集，通过双线性插值方法插值到网格点上水深地形。岸线采用以上海图中岸界和 Google 岸线（2023 年岸线）资料以及工程附近海岸线勘测资料。计算大海域水深图 4.3.1-3a 所示，码头工程附近海域水深分布如图 4.3.1-3b 所示。疏浚后水深如图 4.3.1-4 所示。

表 4.3.1-1　工程附近海域使用的海图信息汇总

图号	版本时间	比例尺
C1511781	2017 年	1:95000

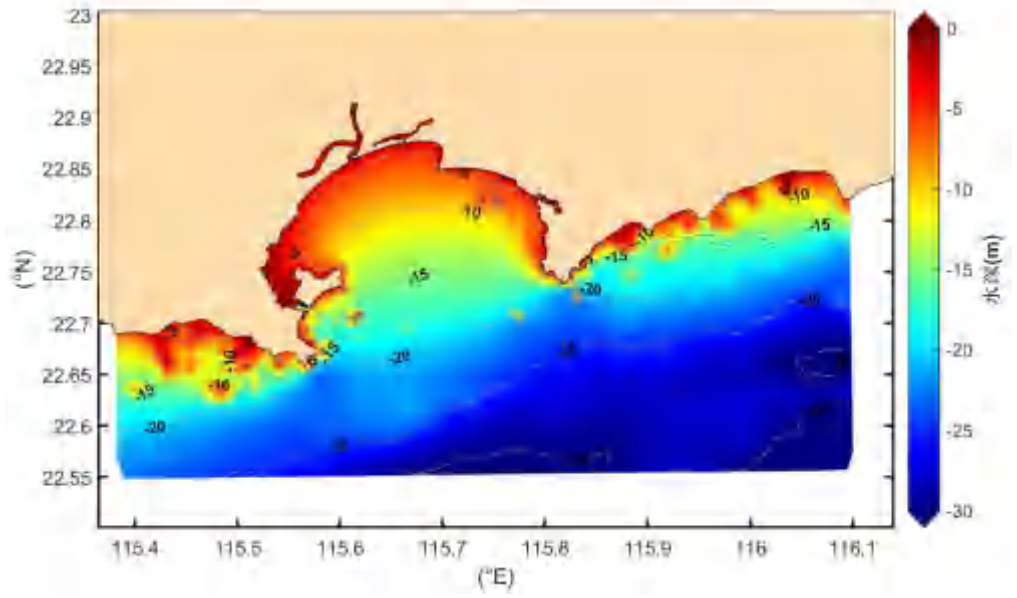


图 4.3.1-3a　大海域水深分布

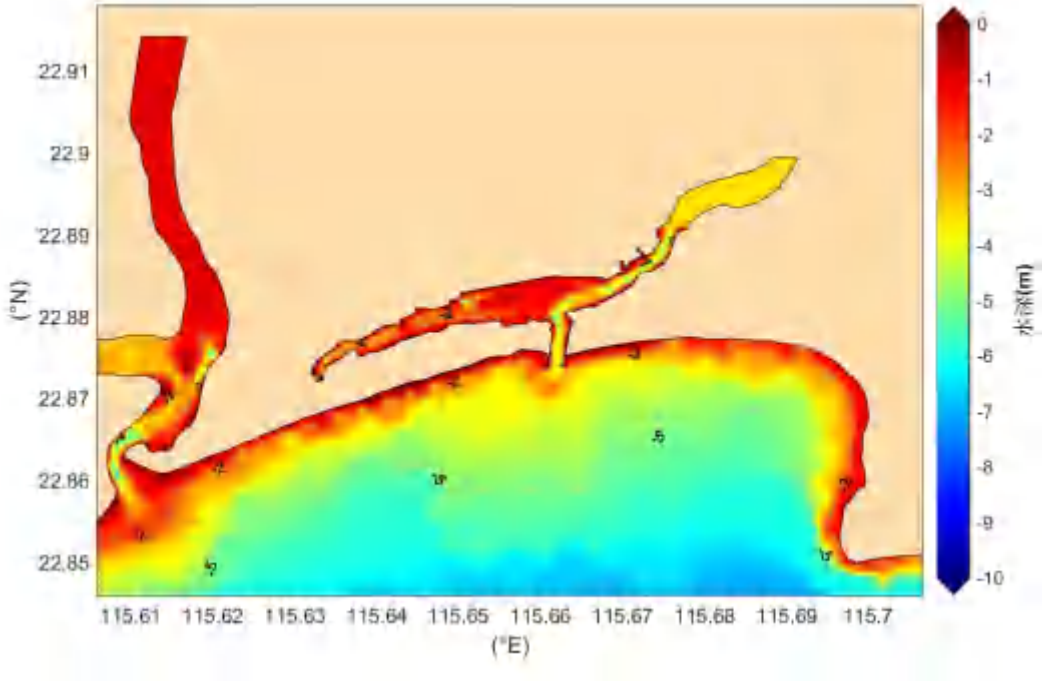


图 4.3.1-3b　工程前附近海域水深分布

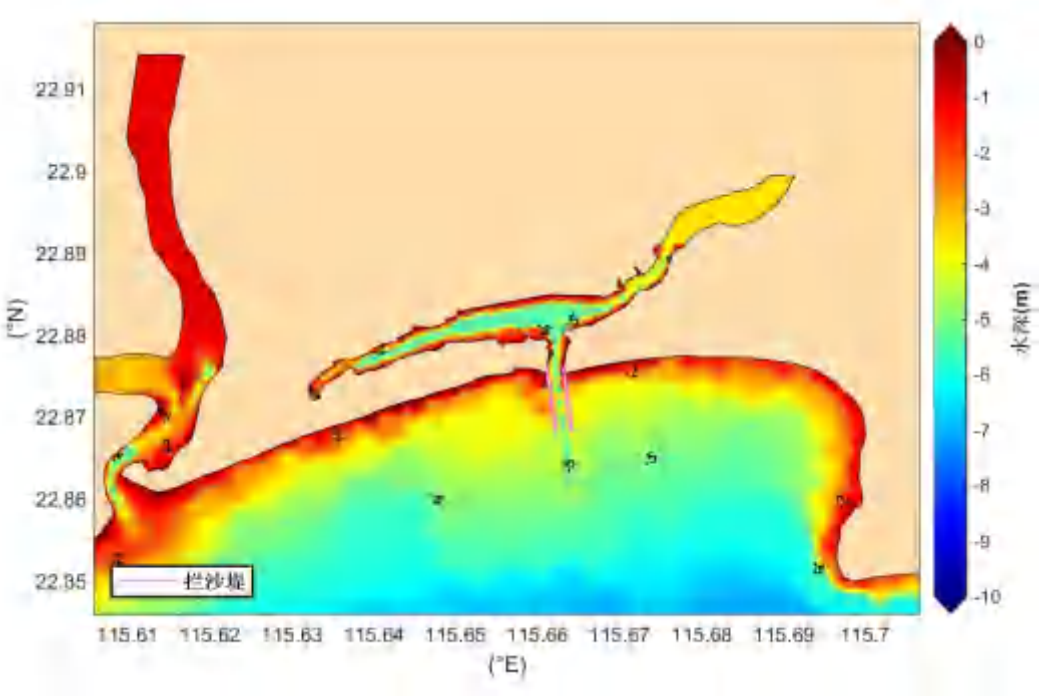


图 4.3.1-4　工程后项目附近海域疏浚后水深分布

（3）模型边界条件

开边界：潮汐在开边界的振幅、迟角和潮流流速等要素使用 TPXO9 数据。TPXO9 是 2018 年最新发布的版本，共包括（M2、S2、N_2、K2、K1、O1、P1、Q1）八个基本分潮，两个长周期分潮（Mf 和 Mm），以及 M4、Ms4、Mn4、2N2、S1 等分潮。本项目在开边界通过潮位输入了 M2、S2、N2、K2、K1、O1、P1、Q1 共 8 个分潮。

$$\zeta = \sum_{i=1}^{N} \{f_i H_i \cos[\sigma_i t + (V_{oi} + V_i) - G_i]\}$$

这里，fi、si 是第 i 个分潮（这里共取八个分潮：M2、S2、N2、K2、K1、O1、P1、Q1）的交点因子和角速度；Hi 和 Gi 是调和常数，分别为分潮的振幅和迟角；V0i+Vi 是分潮的幅角。

闭边界：所谓闭边界条件即水陆交界条件。在该边界上，水质点的法向流速为 0。

干湿边界处理：模型中对干湿边界的处理采用的是动边界技术，在计算过程中，会对每一个单元的水深变化值，根据对干边界（dry），漫水区（flood）和湿水区（wet）预先所设定的不同水深值，实时判断出计算单元的水深类型，从而采取相应的处理方法。简单地说，如果检测到单元的水深值小于干边界值，则

系统将把该单元从计算中移除，输入该单元的动量通量为 0。

（4）计算时间步长和底床糙率

模型计算时间步长根据 CFL 条件进行动态调整，确保模型计算稳定进行，最大时间步长为 120s，最小时间步长 0.1s。底床糙率通过曼宁系数进行控制。根据文献和观测结果，本次计算曼尼系数 n 取 $56m^{1/3}/s$。

（5）水平涡动粘滞系数

采用考虑亚尺度网格效应的 Smagorinsky (1963) 公式计算水平涡粘系数，表达式如下：

$$A = c_s^2 l^2 \sqrt{2S_{ij}S_{ij}}$$

式中：c_s 为常数，l 为特征混合长度，由 $S_{ij} = \frac{1}{2}\left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i}\right)$，（i，j=1，2）计算得到。

4.3.1.3 模型验证

为了验证模型的准确性，利用水动力模型模拟了工程海域的潮位和潮流状况。将模拟结果与 2023 年 1 月 7 日 14:00 至 2023 年 1 月 8 日 14:00 在工程海域的 3 个临潮位站和 2023 年 1 月 7 日至 8 日大潮期在碣石湾内设置的 6 个水文观测站所测数据进行了对比验证。水位模拟实测对比曲线如图 4.3.1-5 所示，大潮期间海流模拟实测对比曲线如图 4.3.1-6 所示。

通过对比验证结果表明，对应观测点上潮位和潮流模拟结果与实测潮位和潮流资料基本吻合，能够较好地反映项目周边海域水位和潮流状况。

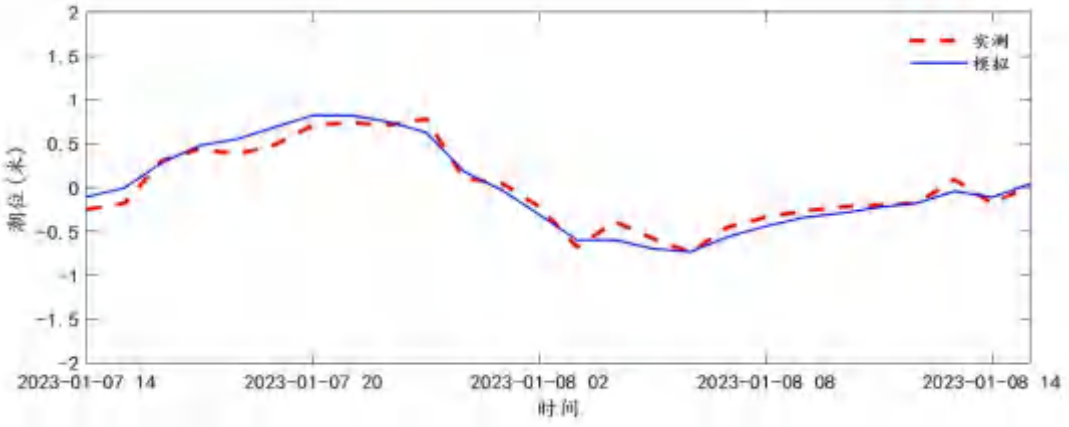


图 4.3.1-5a　C1 站位潮位模拟实测对比曲线（2023 年 1 月 7 日-1 月 8 日）

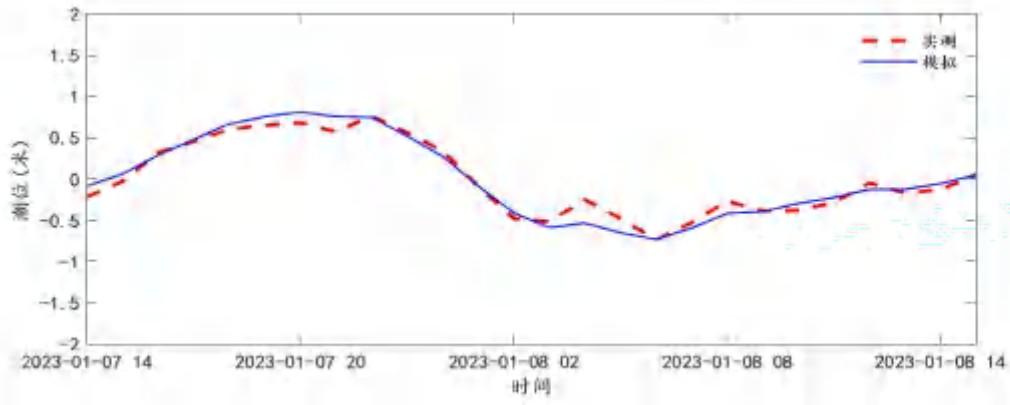


图 4.3.1-5b　C2 站位潮位模拟实测对比曲线（2023 年 1 月 7 日-1 月 8 日）

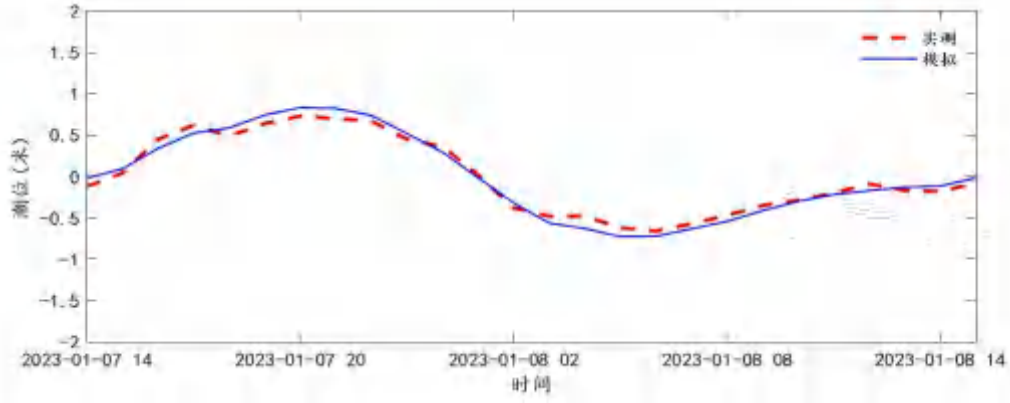


图 4.3.1-5c　C3 站位潮位模拟实测对比曲线（2023 年 1 月 7 日-1 月 8 日）

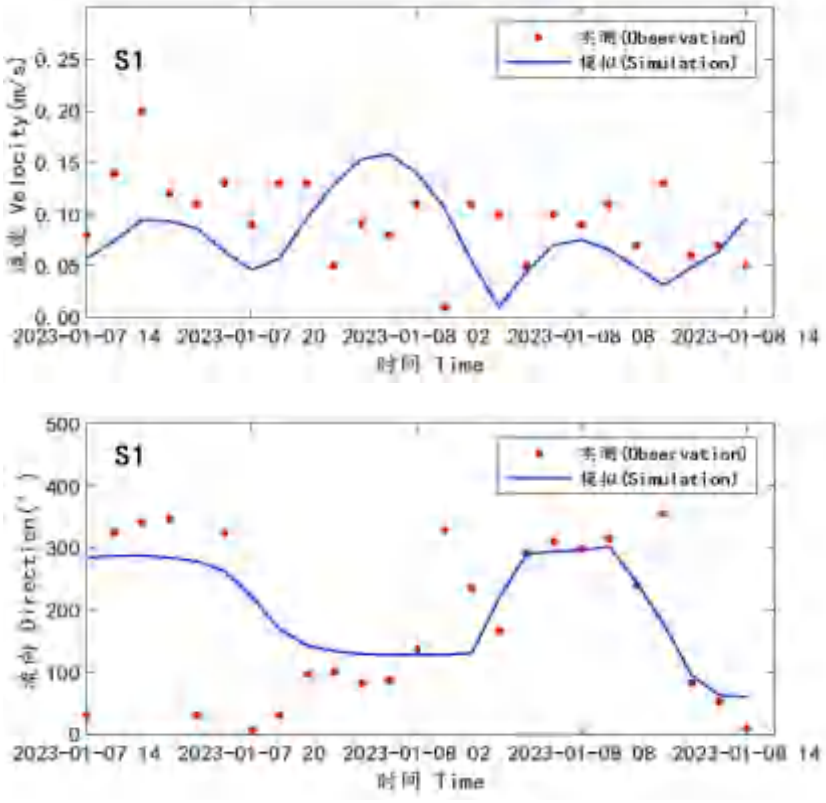


图 4.3.1-6a　S1 站位流速流向验证图（2023 年 1 月 7 日-1 月 8 日）

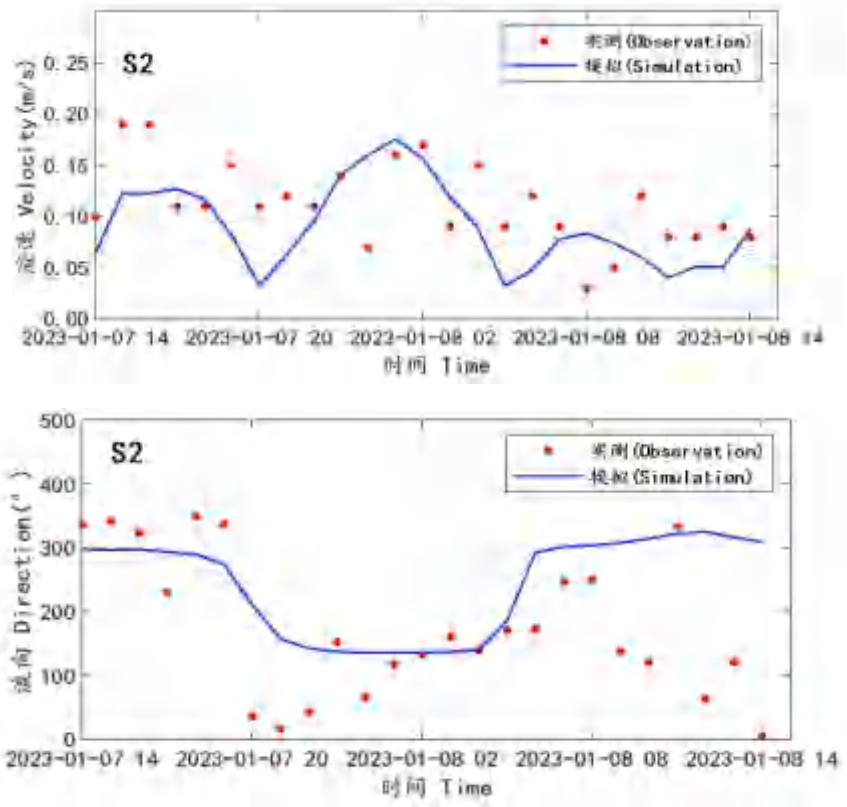


图 4.3.1-6b　S2 站位流速流向验证图（2023 年 1 月 7 日-1 月 8 日）

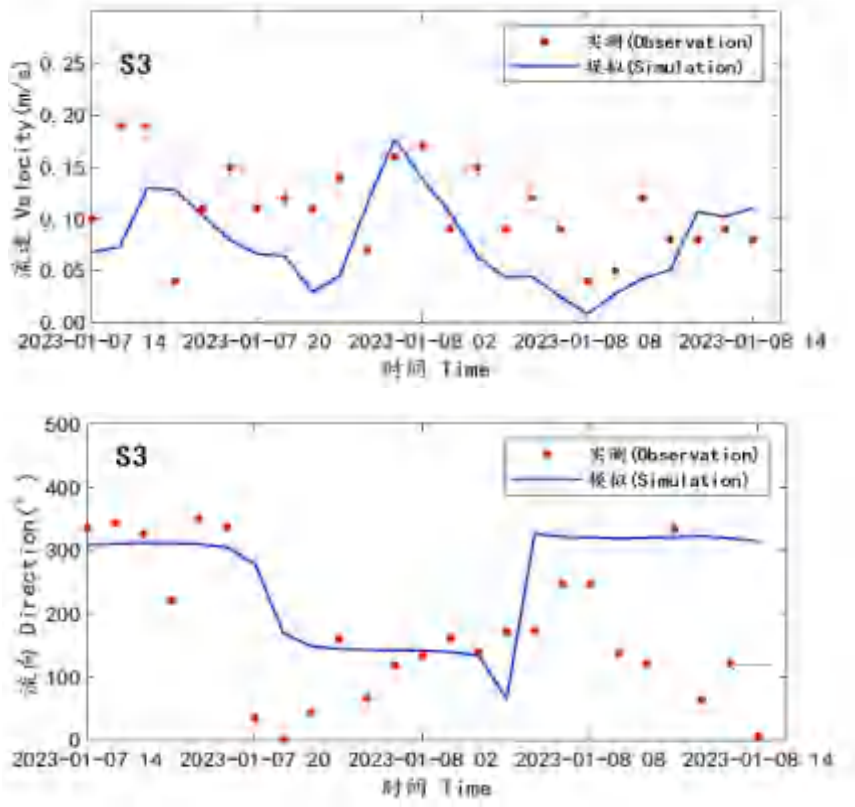


图 4.3.1-6c　S3 站位流速流向验证图（2023 年 1 月 7 日-1 月 8 日）

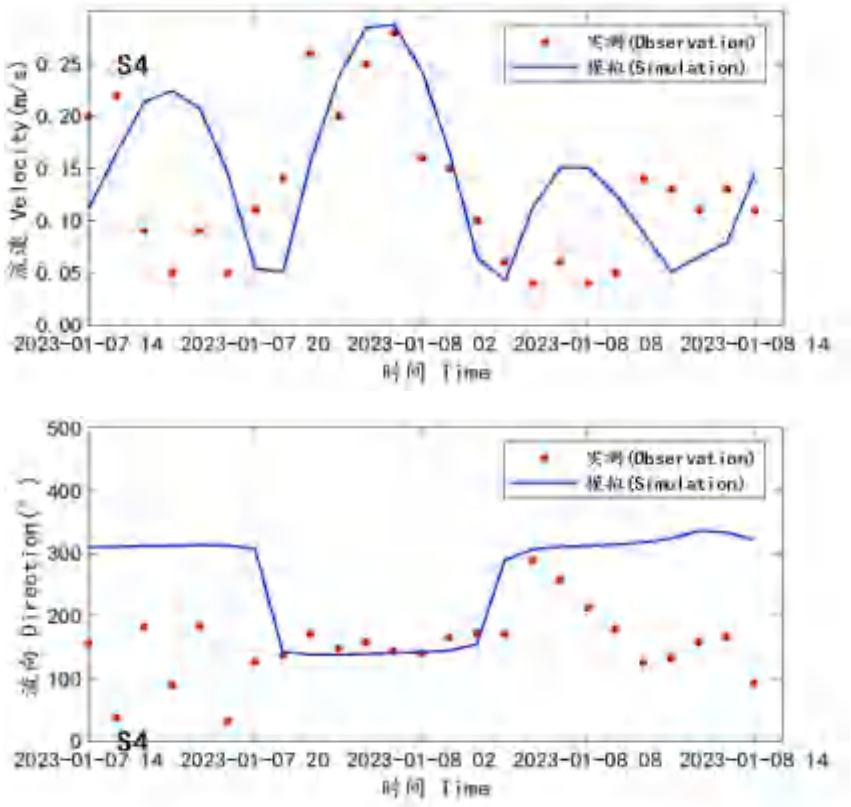


图 4.3.1-6d　S4 站位流速流向验证图（2023 年 1 月 7 日-1 月 8 日）

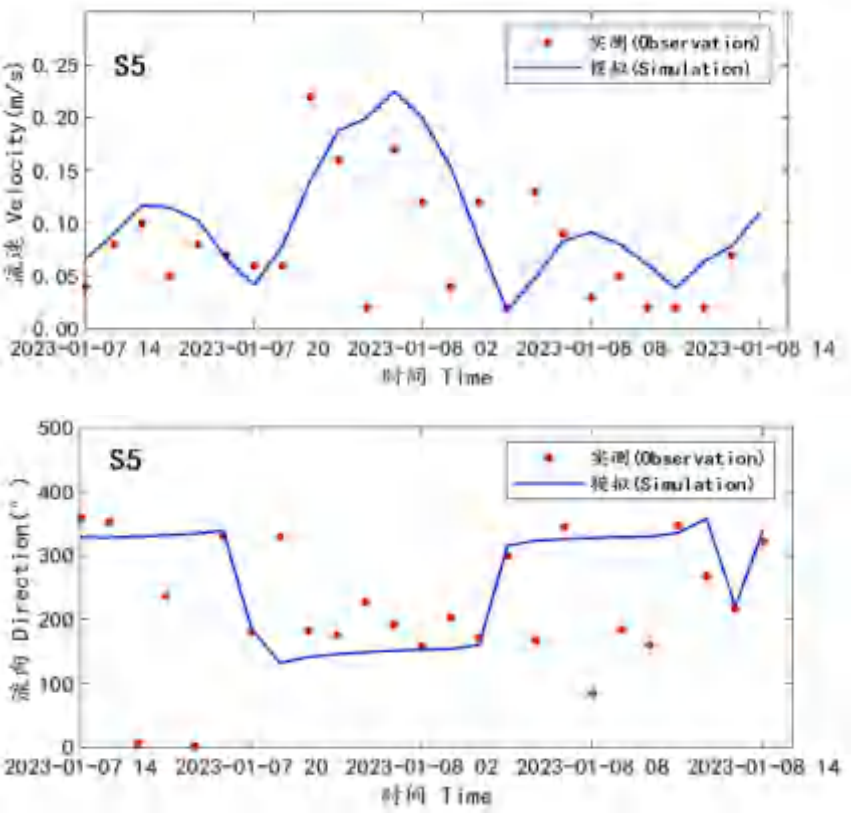


图 4.3.1-6e　S5 站位流速流向验证图（2023 年 1 月 7 日-1 月 8 日）

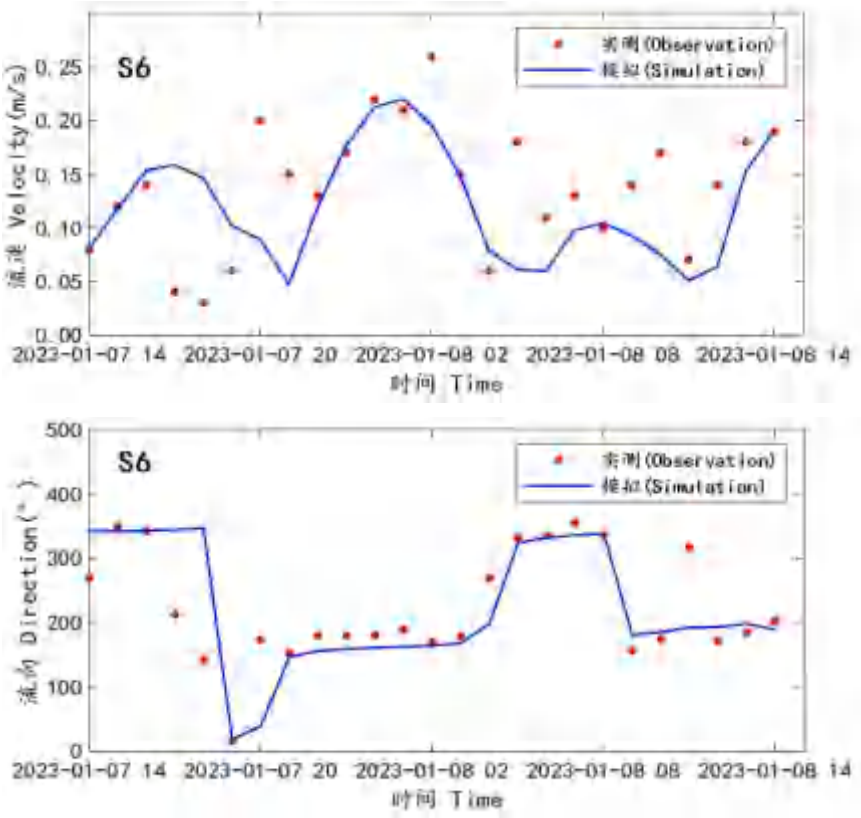


图 4.3.1-6f　S6 站位流速流向验证图（2023 年 1 月 7 日-1 月 8 日）

4.3.1.4 工程附近海域潮流场模拟分析

太平洋潮波从吕宋海峡传入南海后在粤东东部海域分为两支，一支潮波继续由东往西沿广东沿岸传播、一支折向东北进入台湾海峡南部，甲子海域为两支潮波的分支点，表现为半日潮的无潮点。根据已有研究，本海域潮汐较弱（测流大潮期间潮差仅 1.05m），天文潮流受季风、近岸环流影响明显。图 4.3.1-7 为涨落急时刻大海域流场图，碣石外海涨急潮流为偏西方向，碣石湾内潮流从东湾口绕海岸往西口门流动，落急时刻碣石外海涨急潮流为偏东方向，碣石湾内潮流从湾顶往东湾口流动。图 4.3.1-8~图 4.3.1-12 分别为乌坎渔港港附近海域工程前后涨落急时刻流场图和工程建设前后工程海域潮落潮流速流向变化，乌坎渔港海域水流基本为东西向为主的往复旋转流，涨急从东向西流，落潮从西向东流；涨潮时海流向北流入渔港航道内，最大流速为 20-41cm/s，落潮时向南流从渔港航道内向外海流出，最大流速为 25-52cm/s。本工程的建设对水动力的影响主要为拦沙堤的建设导致口门处流速变大，流速最大增大 2-8cm/s，拦沙堤东西两侧流速变小，最大变小 1-6cm/s，港池内流速变小 1-2cm，综合来看工程建设对港池流

场几乎没有影响。可见拟建工程的建设对流态的影响很小，是可以接受的。

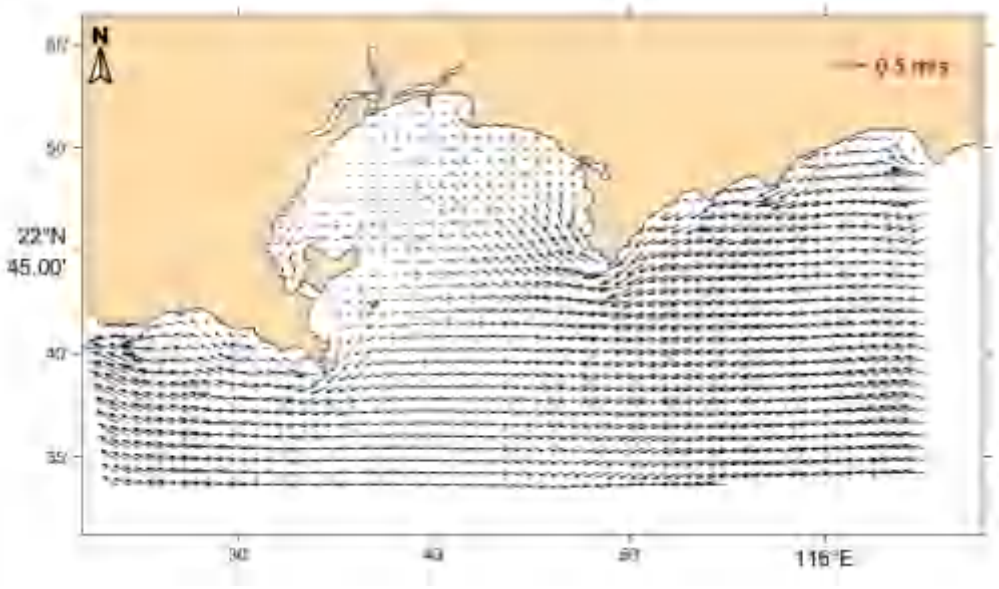


图 4.3.1-7a　涨急时刻大海域流场图

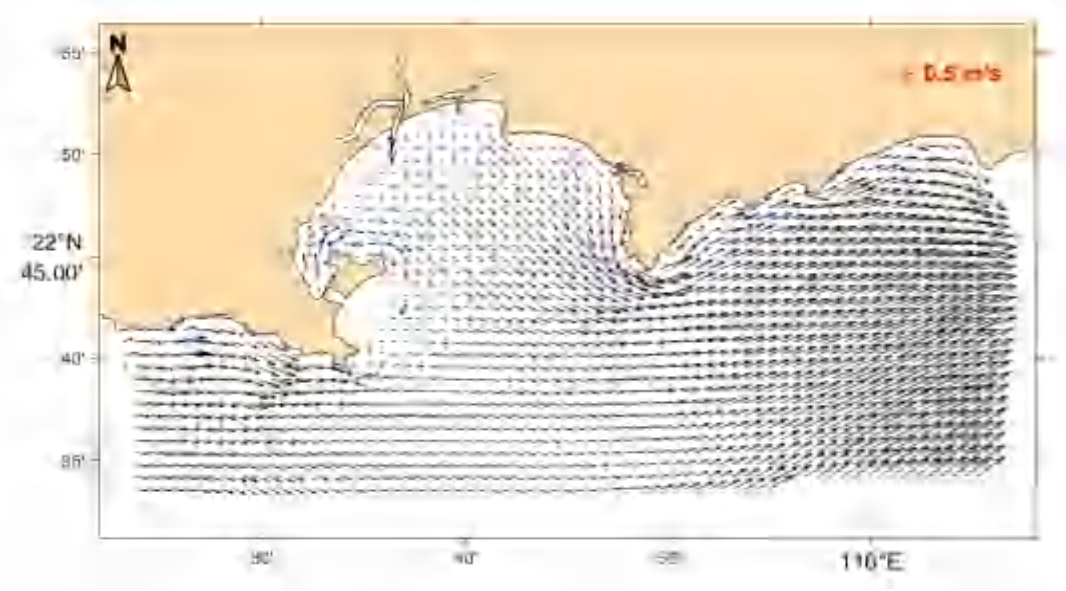


图 4.3.1-7b　落急时刻大海域流场图

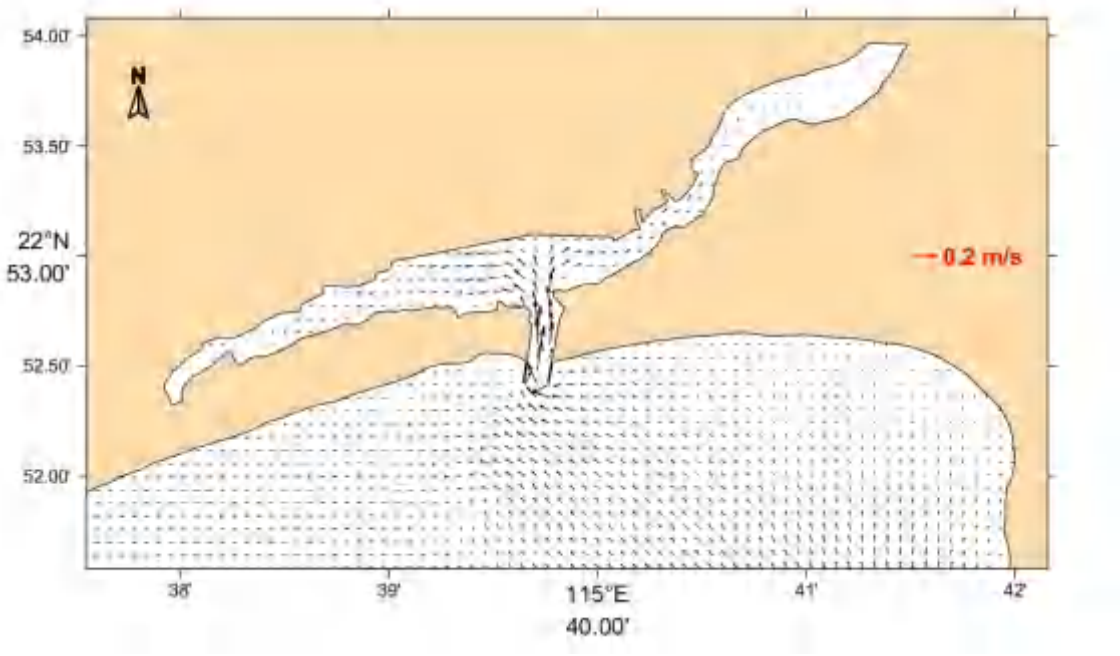


图 4.3.1-8a　工程前涨急时刻工程附近海域流场图

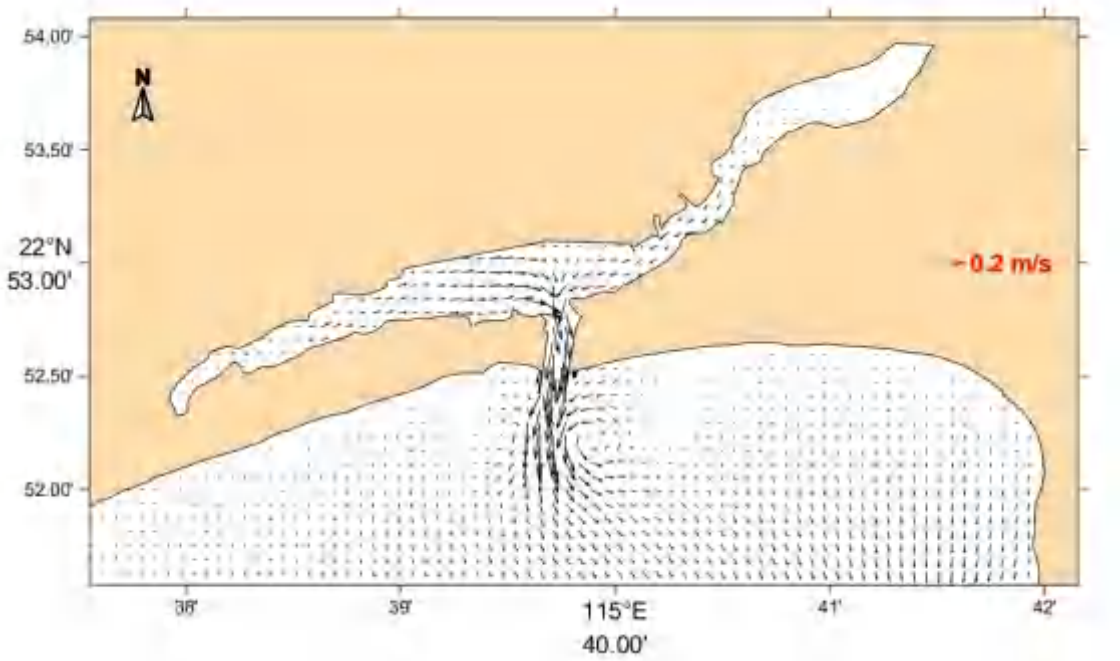


图 4.3.1-8b　工程前落急时刻工程附近海域流场图

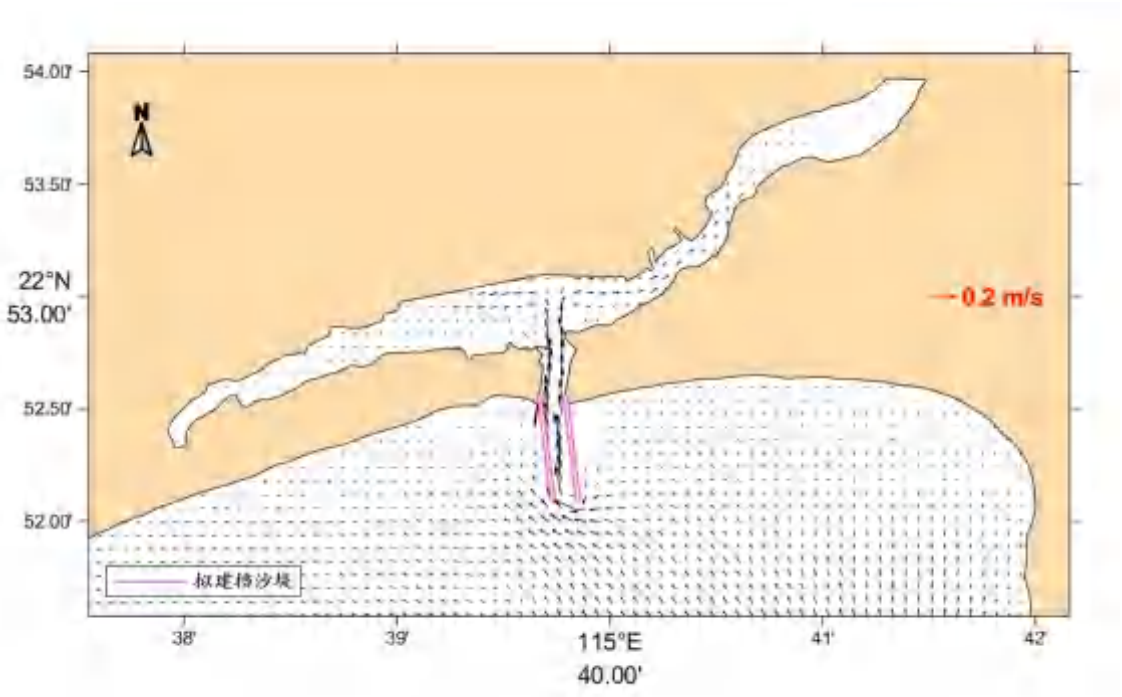


图 4.3.1-9a　工程后涨急时刻工程附近海域流场图

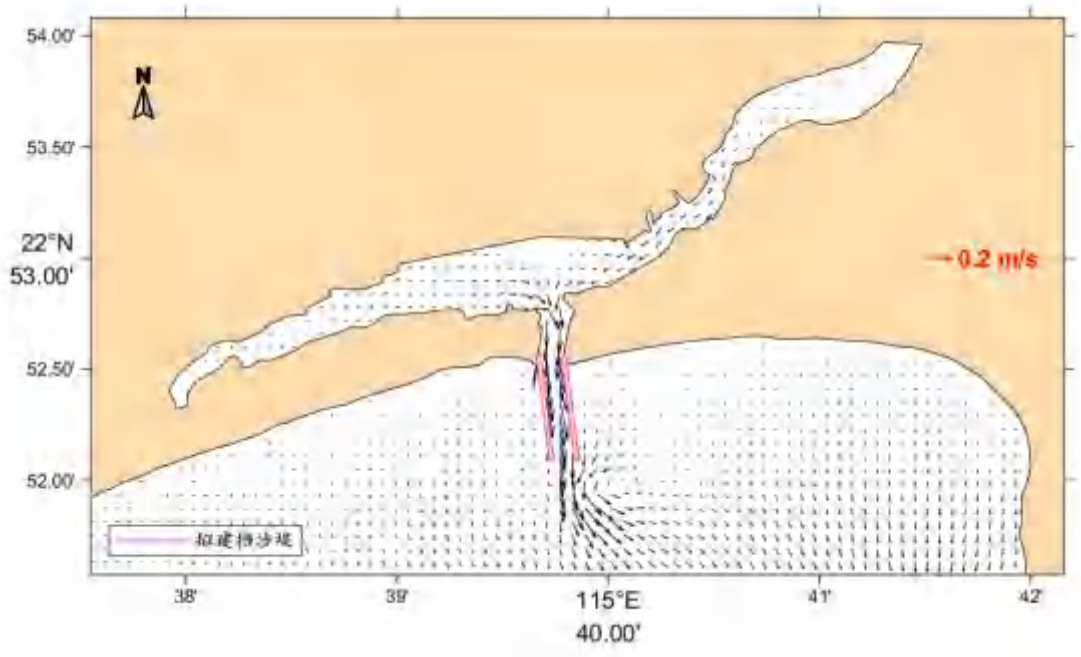


图 4.3.1-9b　工程后落急时刻工程附近海域流场图

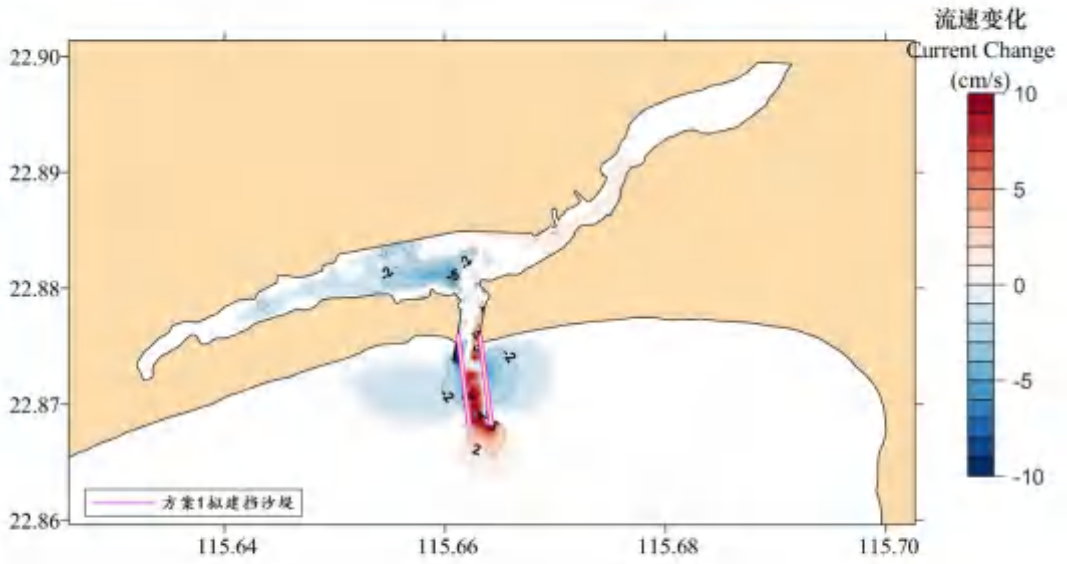


图 4.3.1-10a　工程前后涨急流速变化图

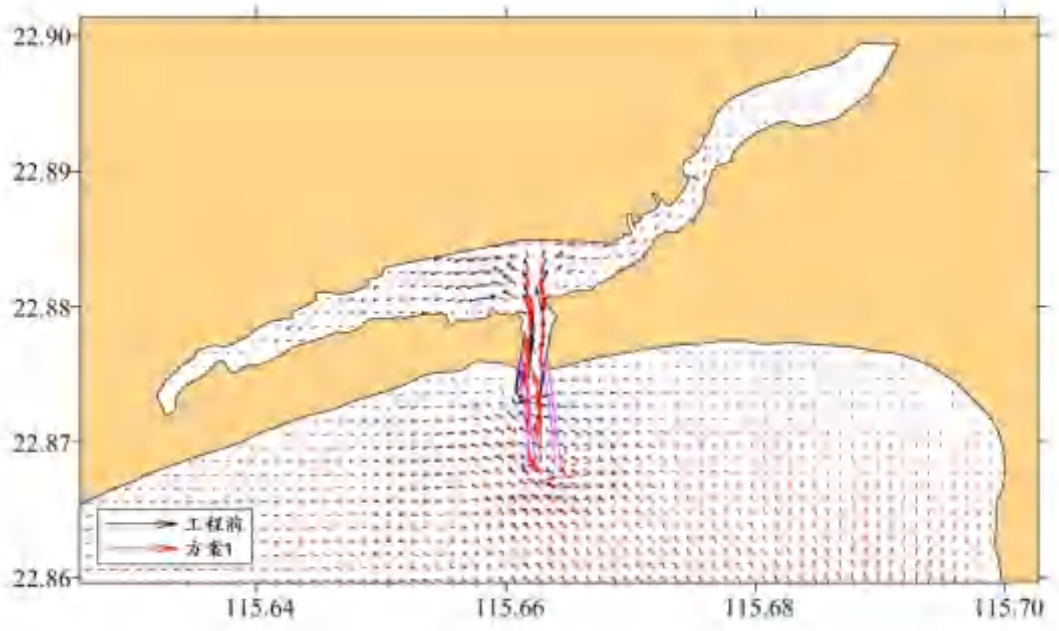


图 4.3.1-10b　工程前后涨急流向变化图

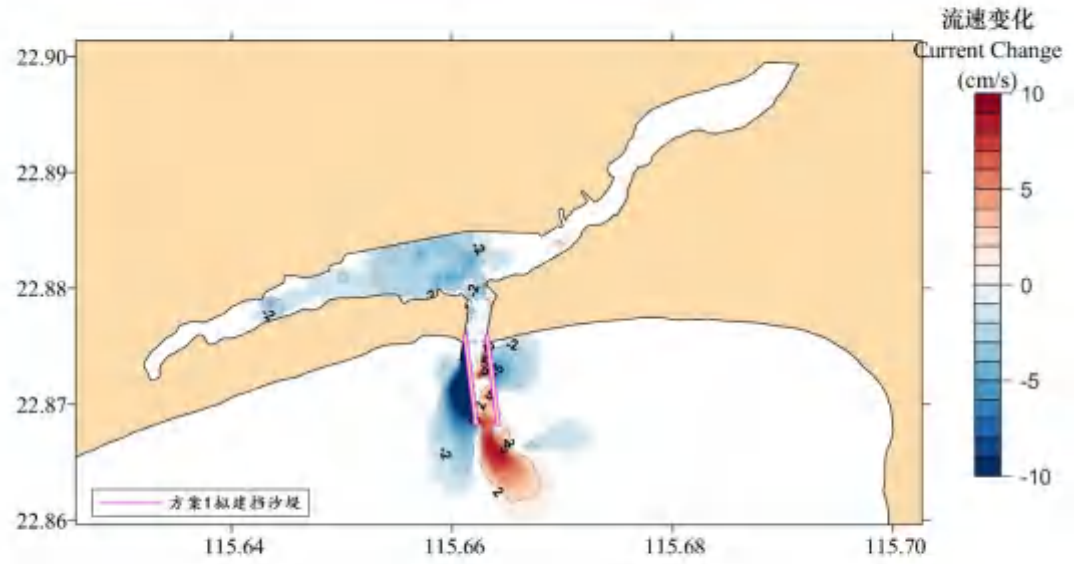


图 4.3.1-11a　工程前后落急流速变化图

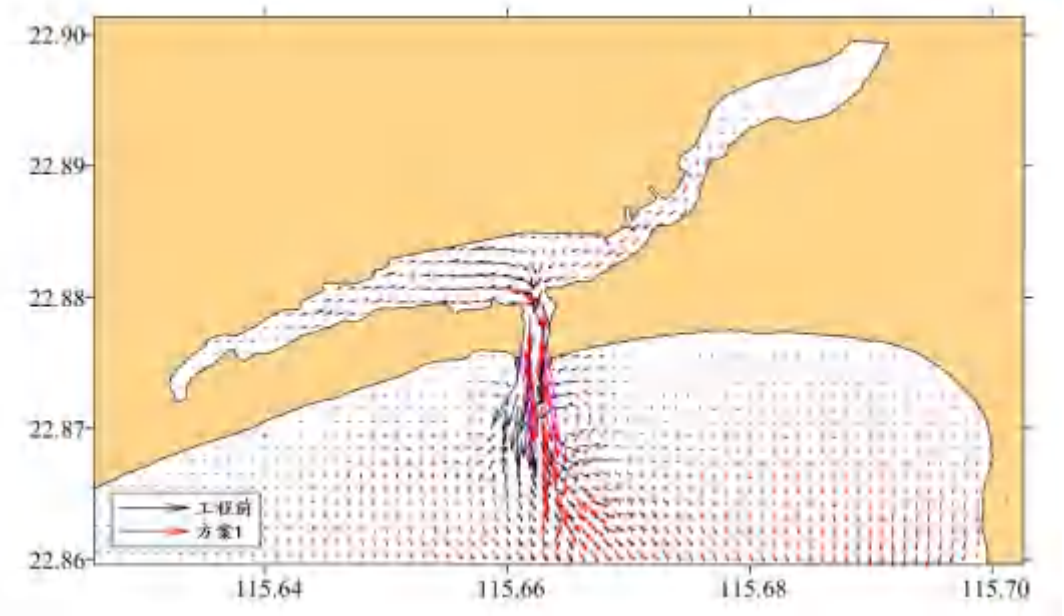


图 4.3.1-11b　工程前后落急流向变化图

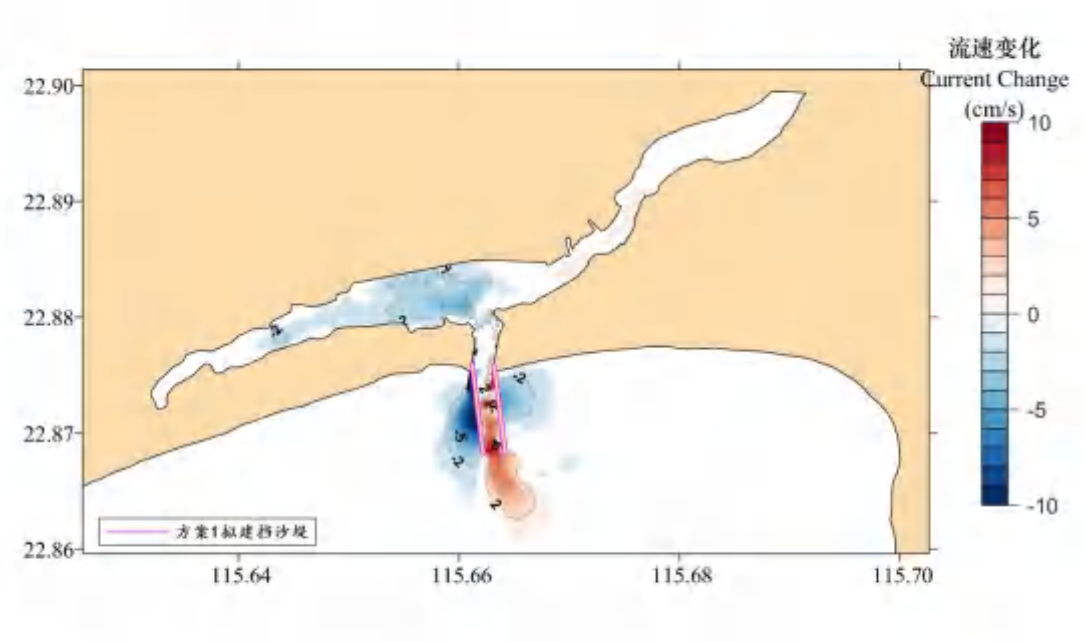


图 4.3.1-12　工程前后平均流速变化图

4.3.1.5 附近特征点流速变化研究

为从流速和流向上比较拦沙堤和码头工程前后的变化情况。选取工程附近16 个特征点（见图 4.3.1-13）的流速流向进行对比分析。可以看出，涨急时刻，口门处征点 1 和 4 工程后流速较工程前增大，分别增大 1cm/s 和 4cm/s，其他特征点由于航道疏浚、港池疏浚和拦沙堤阻挡，流速减小，7 号特征点减小量最大，减小 7cm/s。落急时刻，口门处征点 1 和 3 工程后流速较工程前增大，分别增大 8cm/s 和 1cm/s，其他特征点由于航道疏浚、港池疏浚和拦沙堤阻挡，流速减小，5 号特征点减小量最大，减小 7cm/s。

从流向的变化比较情况看，由于工程的建设，工程前后特征点的流向都发生了改变。涨急时刻，发生最大偏转的是 6 号特征点（69°）；落急时刻，其中 12 号特征点偏转角度最大偏转了 172°，流向变化比较大。

图 4.3.1-13　流速特征点位置

表 4.3.1-2　特征点序号及坐标

点位	经度（° E）	纬度（° N）
P01	[redacted]	[redacted]
P02	[redacted]	[redacted]
P03	[redacted]	[redacted]
P04	[redacted]	[redacted]
P05	[redacted]	[redacted]
P06	[redacted]	[redacted]
P07	[redacted]	[redacted]
P08	[redacted]	[redacted]
P09	[redacted]	[redacted]
P10	[redacted]	[redacted]
P11	[redacted]	[redacted]
P12	[redacted]	[redacted]
P13	[redacted]	[redacted]
P14	[redacted]	[redacted]
P15	[redacted]	[redacted]
P16	[redacted]	[redacted]

表 4.3.1-3　工程建设前后工程附近潮流特征点流速变化情况

代表点	涨潮					
	流速（m/s）			流向（°）		
	工程前	工程后	变化值	工程前	工程后	变化值
1	0.10	0.11	0.01	310	309	0
2	0.10	0.05	-0.05	302	314	12
3	0.09	0.08	-0.01	307	242	65
4	0.11	0.18	0.07	300	354	55
5	0.10	0.02	-0.07	302	325	23
6	0.09	0.02	-0.07	294	225	69
7	0.32	0.15	-0.17	10	355	25
8	0.03	0.01	-0.02	314	2	58
9	0.07	0.01	-0.06	268	285	16
10	0.26	0.13	-0.14	353	4	11
11	0.14	0.05	-0.08	345	354	10
12	0.05	0.04	0.00	62	61	1
13	0.03	0.04	0.01	46	45	0
14	0.04	0.04	0.00	351	4	13
15	0.08	0.02	-0.06	268	256	12
16	0.06	0.01	-0.05	252	253	0

表 4.3.1-4　工程建设前后工程附近潮流特征点涨潮流速、流向变化情况

代表点	涨潮					
	流速（m/s）			流向（°）		
	工程前	工程后	变化值	工程前	工程后	变化值
1	0.09	0.17	0.08	140	175	35
2	0.09	0.02	-0.07	168	120	48
3	0.08	0.09	0.01	116	227	112
4	0.27	0.15	-0.11	151	173	22
5	0.13	0.01	-0.12	218	168	50
6	0.09	0.03	-0.06	37	195	158
7	0.17	0.13	-0.04	189	178	11
8	0.06	0.01	-0.06	125	163	38
9	0.11	0.01	-0.11	260	186	74
10	0.15	0.11	-0.04	158	170	12

11	0.05	0.01	-0.04	143	3	140
12	0.03	0.03	0.00	69	241	172
13	0.05	0.01	-0.04	38	228	170
14	0.03	0.02	-0.02	359	190	169
15	0.03	0.02	-0.01	90	87	3
16	0.01	0.01	0.00	58	71	13

4.3.2 地形地貌和冲淤环境影响分析

4.3.2.1 地形地貌简介

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。

碣石湾海岸地貌呈现平直的沙坝潟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 4.3.2-1 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，湾顶为滨岸沙坝潟湖平原和冲海积（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。

本海湾海底地貌是平坦的水下浅滩。沉积物为泥和砂质泥。水深浅于 15m，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 1×10^{-3}~2×10^{-3}。

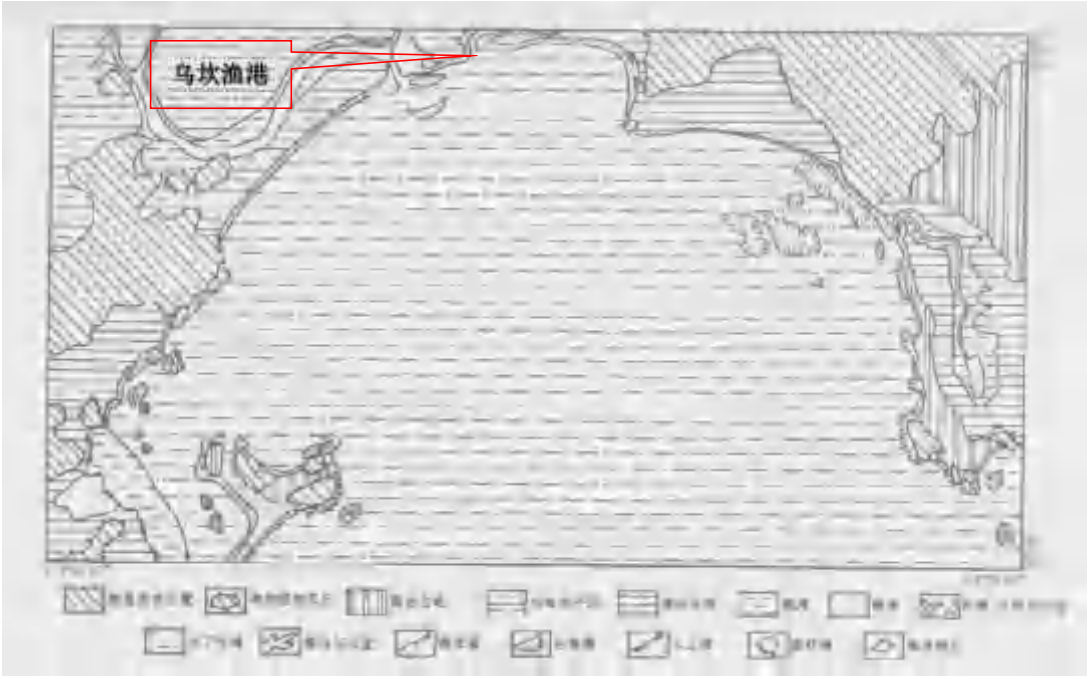


图 4.3.2-1　碣石湾地貌类型分布图

碣石渔港为一个完整的沙坝潟湖，由潮滩、水道和沙坝组成。港内呈半封闭状态，浪流小，泥滩发育，滩面平缓，坡度物质组成为泥和粉砂质泥。港内外通过水道相通。湾口沙坝，呈箭状，长约 2~3km，高约 3~5m，宽达百米至数百米不等，由中细砂组成。

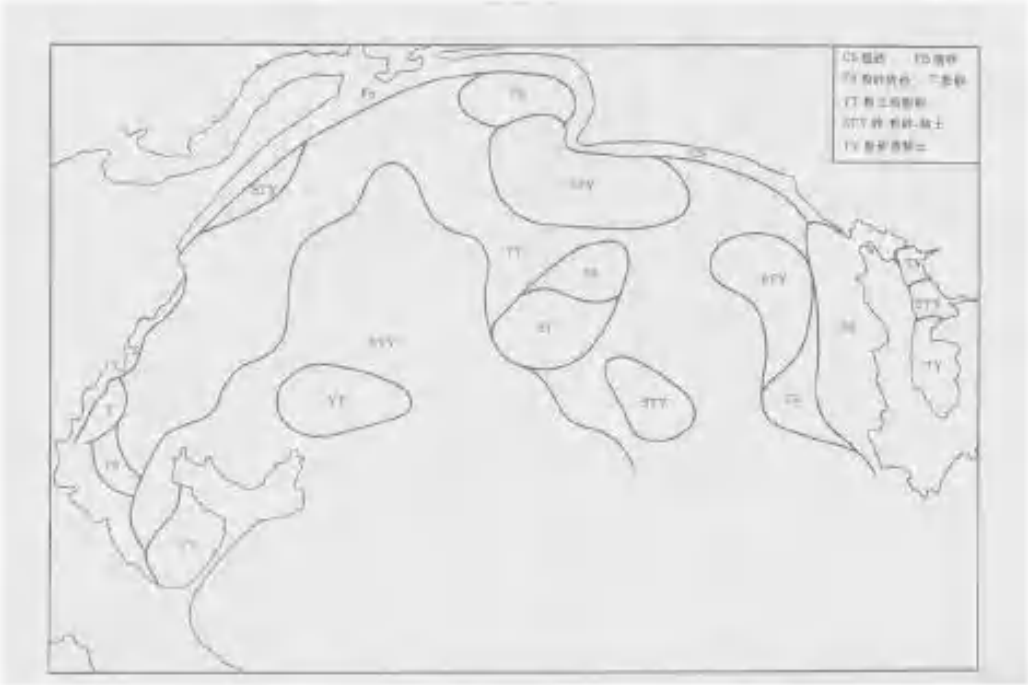


图 4.3.2-2　碣石湾沉积物类型分布图

4.3.2.2 碣石湾含沙量分析

碣石湾 2023 年 1 月 7-8 日大潮期含沙量观测结果显示：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。碣石湾 2023 年 4 月 22-23 日大潮期含沙量观测结果显示：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。

综合冬季和春季两季含沙量观测结果可知，碣石湾内水体含沙量较小。

4.3.2.3 河流来沙

在研究区附近入海的河流主要有乌坎河和东河（如图 4.3.2-3 所示），流域内无径流观测站，设计年径流的分析计算，应用《广东省水文图集》查得，流域内的多年平均径流深 800mm，碣石水闸断面以上多年平均径流量为 3880 万 m^3，变差系数 0.36，离差系数为 2。

图 4.3.2-3　陆丰市水系图

表 4.3.2-1　陆丰市内各主要河流年泥沙淤积量表

序号	河流名称	集雨面积（km^2）	年泥沙淤积量(万吨）	备注
1	螺河蕉坑站	1104	24.73	
2	东溪陆丰段	210.4	4.71	
3	龙潭河陆丰段	156	3.49	
4	长山河	148	3.32	
5	陂沟河	80.5	1.80	
6	乌坎河	506	11.33	
7	溪心河	53	1.19	
8	南溪河	51.9	1.16	含飞鹅行水库排洪渠淤积量

序号	河流名称	集雨面积（km^2）	年泥沙淤积量(万吨）	备注
9	飞鹅行水库排洪渠	3.2	0.07	
10	洗鱼溪	73.8	1.65	
11	潭西水	209	4.68	
12	田仔河陆丰段	66	1.48	
13	东河	——		
14	双坑河陆丰市段	18.33	0.41	
15	合计		54.85	

4.3.2.4 含沙量特征

工程建设前和建设方案下工程附近海域含沙量过程如图4.3.2-4~图4.3.2-5显示，可以看出工程前含沙量量级基本与实测含沙量一致，表明含沙量模拟较为准确。将乌坎河上游来沙（11.33 万吨）和年径流量（6.93 亿 m^3）作为源强输入模型。可以看出，乌坎河泥沙主要在港池内落淤积，3 种工况对悬浮泥沙分布影响趋势基本一致。拦沙堤建设导致港池东侧悬浮泥沙含量增大。

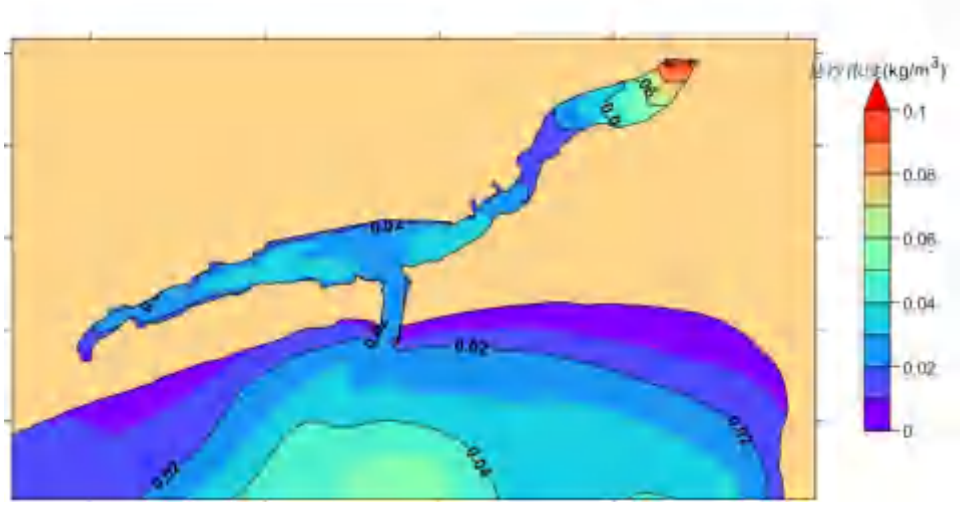


图 4.3.2-4　工程前含沙量分布状况

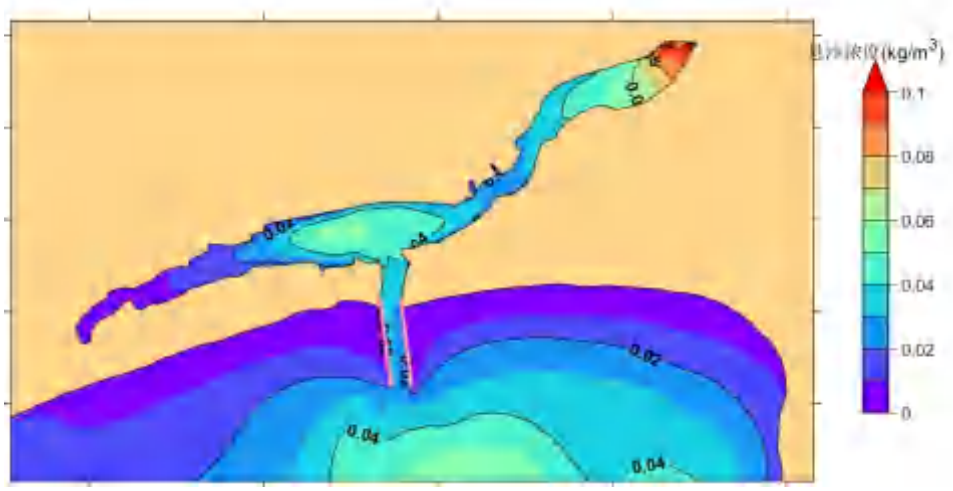


图 4.3.2-5　工程后含沙量分布状况

4.3.2.5 地形地貌变化分析

收集了 C1515311 碣石湾 1:40000 海图两期（2015 年版和 2012 年版）计算工程海域水深变化，来研究乌坎渔港附近海域冲淤状况。

一、2012-2015 年等深线变化

通过 2012 年-2015 年 0 米等深线、2 米等深线和 5 米等深线变化分析绘制等深线分布图，如图 4.3.2-6~4.3.2-8 所示。由图可知：2012~2015 年间，乌坎渔港海域从 0m、2m 和 5m 等深线来看，等深线没有太明显的变化，大部分海域基本处于冲淤动态平衡状态。

乌坎渔港附近0米等深线变化
N
115°40'0"E
22°52'0"N
图例
2012年等深线
2015年等深线
拟建防波堤
0
0

上海外滩附近0米等深线变化
N
115°38'0"E
115°40'0"E
22°52'0"N
图例
2012年等深线
2015年等深线
拟建防波堤
0
0

图 4.3.2-6　乌坎渔港、上海外滩和金厢银滩附近海域 0 米等深线变化

图 4.3.2-7　乌坎渔港、上海外滩和金厢银滩附近海域 2 米等深线变化

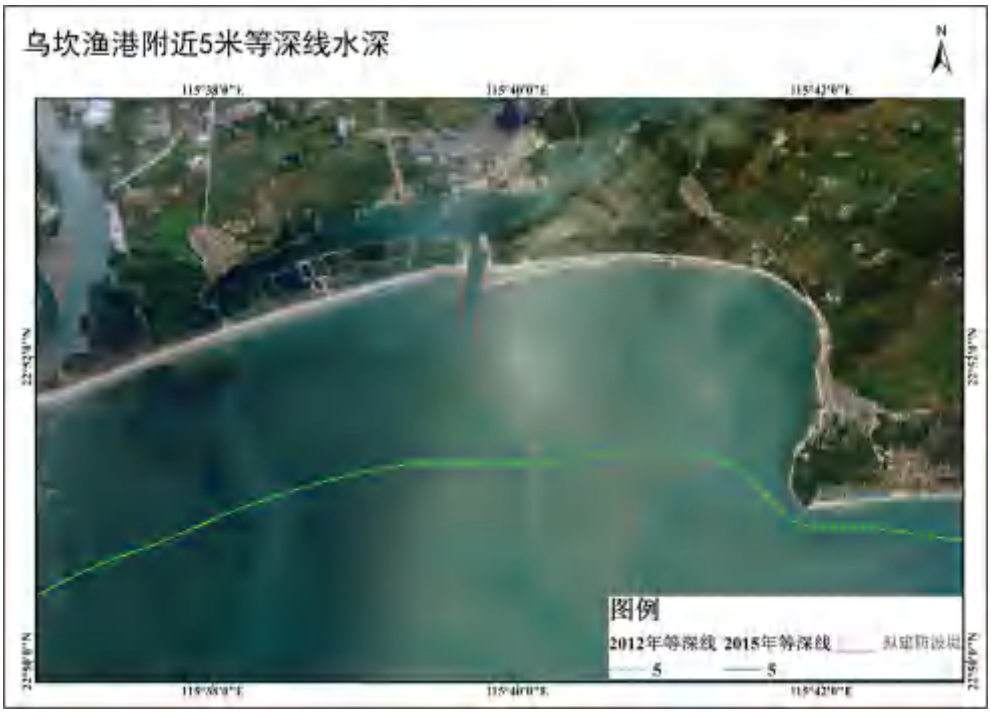


图 4.3.2-8　乌坎渔港、上海外滩和金厢银滩附近海域 5 米等深线变化

二、2012-2015 年实测冲淤变化分析

根据中国人民解放军海军司令部航海保证部出版的碣石湾 2012 年海图和 2015 年海图水深地形资料（等深线+水深实测散点）进行冲淤对比，水深年变化结果如图 4.3.2-9 所示。上海外滩 2012-2015 年海滩处呈淤积状态，年淤积量在 0-0.20 米之间，离岸稍远处呈冲刷状态，年冲刷量在 0-0.2 米每年，金厢银滩大部分区域现状呈冲刷状态，年冲刷量在 0-0.1 米，沙滩北部有小范围海域呈淤积状态年淤积量在 0-0.11 米之间，乌坎渔港口门处和附近海域冲刷区域占优，年冲刷量不大，基本在 0.07 米每年以下，大部分海域基本处于冲淤平衡状态。

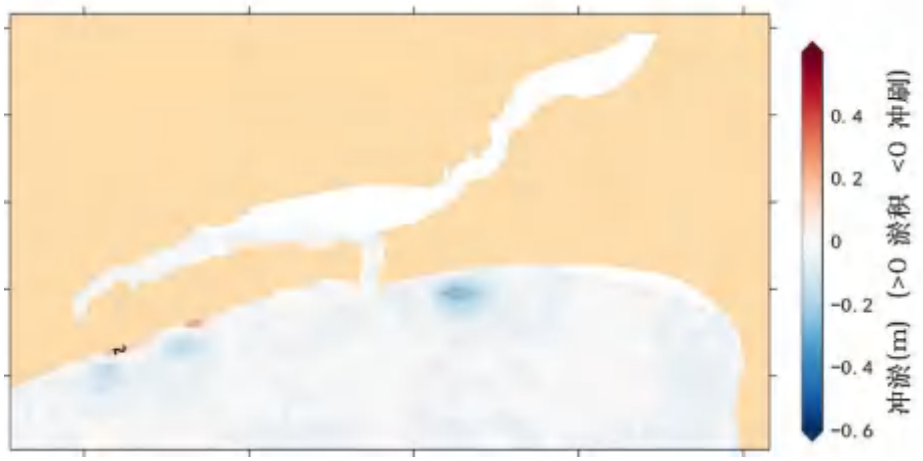


图 4.3.2-9　乌坎渔港、上海外滩和金厢银滩附近海域实测水深年变化

4.3.2.6 地形地貌与冲淤计算（经验公式）

从潮流模型计算结果分析可知，本工程实施对流态的影响主要在工程拦沙堤建设和港池疏浚海域，而对离工程区较远的海域流态影响较小。因此，可初步分析认为工程区附近水域有一定的冲淤变化，距工程区较远处冲淤影响则较小。为进一步确定本工程对周围海域冲淤变化的影响，采用近岸海域海洋工程已有广泛应用的半经验半理论的回淤强度公式进行冲淤估算。

一、一般天气下年淤积计算

1、冲淤计算公式

本评价采用曹祖德、肖辉等人研究的冲淤计算模式进行冲淤估算（潮流作用下淤泥质海床冲淤演变预测及应用. 曹祖德、肖辉.2009 年），该模式已被广泛应用于海洋工程冲淤估算中。该模式利用二维潮流数值计算模型得到工程前后流场分布变化，再利用该估算公式，计算得到各计算区域的冲淤强度。最终平衡淤积厚度计算公式如下：

$$P_{zong}=H_1\left(1-\left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{2/3}\right) \tag{1}$$

第一年冲淤厚度计算公式如下：

$$P=\frac{\alpha\omega St}{\gamma_c}\left(1-\left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2\left(\frac{H_1}{H_1-P}\right)\right) \tag{2}$$

式中，P 为冲、淤厚度，正为淤积，负为冲刷； ω为泥沙沉速，α为沉降几率；S 为水体平均含沙量（kg/m^3）；t 为淤积历时（s）；γ_c 为泥沙干容重；V_1、V_2 分别为工程实施前后计算流速（m/s）。H_1、H_2 分别为工程实施前后水深（m），$H_2= H_1-P$。

将 $H_2= H_1-P$ 带入公式（2）可得：

$$P=\frac{\alpha\omega St}{\gamma_c}\left(1-\left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2\left(\frac{H_1}{H_1-P}\right)\right) \tag{3}$$

令：$\beta=\dfrac{\alpha\omega S}{\gamma_c}$，$K=\dfrac{V_2}{V_1}$，则式（3）变为：

$$\frac{P^2}{\beta t}-\left(\frac{H_1}{\beta t}+1\right)P-H_1\left(K^2-1\right)=0 \tag{4}$$

对公式（4）求解，可得到 P 的两个解：

$$P=0.5\left[\left(H_1+\beta t\right)-\sqrt{\left(H_1-\beta t\right)^2+4\beta t H_1 K}\right]$$

$$P=0.5\left[\left(H_1+\beta t\right)-\sqrt{\left(\beta t-H_1\right)^2+4\beta t K^2 H_1}\right] \tag{5}$$

$$P=0.5\left[\left(H_1+\beta t\right)+\sqrt{\left(\beta t-H_1\right)^2+4\beta t K^2 H_1}\right] \tag{6}$$

$t\to\infty$时，式（6）所得$P\to\infty$，此解不符合实际情况，应舍去。对于式（5）式，当$t\to\infty$时，对式（5）分子分母同乘$\left[\left(H_1+\beta t\right)+\sqrt{\left(\beta t-H_1\right)^2+4\beta t K^2 H_1}\right]$可变为：

$$P=0.5\frac{\left[\left(H_1+\beta t\right)-\sqrt{\left(\beta t-H_1\right)^2+4\beta t K^2 H_1}\right]\left[\left(H_1+\beta t\right)+\sqrt{\left(\beta t-H_1\right)^2+4\beta t K^2 H_1}\right]}{\left[\left(H_1+\beta t\right)+\sqrt{\left(\beta t-H_1\right)^2+4\beta t K^2 H_1}\right]} \tag{7}$$

$$P=0.5\frac{4H_1\beta t\left(1-K^2\right)}{\left(H_1+\beta t\right)+\sqrt{\left(\beta t-H_1\right)^2+4\beta t K^2 H_1}} \tag{8}$$

在没有完整的现场资料情况下，淤泥质海岸海域的年平均含沙量场 S 可选择《海港水文规范》推荐的刘家驹挟沙力公式计算：

$$S=0.0273\rho_s V^2/\left(gh\right) \tag{9}$$

根据调查结果（2023 年），工程附近海域悬砂平均粒径平均值为 0.27mm。

根据刘家驹（刘家驹，淤泥质、粉砂质及沙质海岸航道回淤统一计算方法）的研究结果，只要海岸泥沙属悬移质运动，用于淤泥质海岸淤积计算公式也可用于粉砂质或砂质海岸。其中的关键之处在于，计算式中的泥沙因素如沉速ω、含砂量 S 和淤积物干重度γ_c等的取值，要如实反映泥沙的特性。由淤泥质海岸

冲淤计算方法拓展到粉砂质海岸和砂质海岸，其公式结构形式不变，只需在含沙量式（2）中引入泥沙因子 $F^{1/F}$，使之成为式（3）。从应用角度证明，含沙量公式中引入泥沙因子 $F^{1/F}$ 是合理的，从而将淤泥质海岸的回淤计算方法推广到粉沙质和沙质海岸是成功的，并得到实践检验。

$$S = 0.0273\rho_s V^2 / (gh) F^{1/F} \tag{10}$$

$$F = \frac{D_{k0}}{D_k + \frac{a}{D_k}} \tag{11}$$

式中：D_{k0} 称为特定粒径，取 0.275mm；a 为特定面积，取 0.2376mm^2，D_k 为粒径大于等于 0.03mm 的各种泥沙粒径组中值粒径(mm)，根据工程海域悬浮泥沙粒径调查结果，测验海域悬沙主要为粉砂和粘土为主。悬沙颗粒组成以粘土为主，平均含量为 55.90%；粉砂含量次之，为 26.20%；砂含量最低，为 17.90%。

根据《港口与航道水文规范》（JTS 145-2015），泥沙颗粒中值粒径小于等于 0.5mm 时，絮凝沉降速度ω取 0.04~0.05cm/s。

泥沙沉降机率α取值根据潮汐水流中的悬沙运动及冲淤计算（窦国仁, 1963年）文献中推荐公式：

$$\alpha = 0.5 + \Phi\left(\frac{\omega}{\sigma}\right) \tag{13}$$

其中函数 $\Phi\left(\frac{\omega}{\sigma}\right)$ 根据机率积分，可查下表得到；ω为泥沙沉速，0.0004m/s；σ 为脉动流速均方根，$\sigma = 1.25\frac{u\sqrt{g}}{C}$，$C$ 为谢才系数，工程区域谢才系数平均为 84；g 为重力加速度；u 为断面平均流速，工程区域全潮平均流速平均为 0.18m/s，计算得到工程区域沉降几率约为 0.46。

$\phi(\frac{u}{\sigma})$

表 4.3.2-2　泥沙沉降机率α表（窦国仁，1963 年）

$\frac{u}{\sigma}$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
$\phi(\frac{u}{\sigma})$	0.040	0.080	0.120	0.155	0.190	0.225	0.260	0.290	0.315	0.340

泥沙干容重按照公式$\gamma_c = 1750 D_{50}^{0.183}$计算，$D_{50}$为泥沙中值粒径，取 0.5mm，计算得到泥沙干容重为 1541.5kg/m^3。

采用第一章水动力模型计算出的工程前后潮平均流速的变化对淤积进行估算。潮平均流速如何计算目前没有规范规定，不同的学者使用不同的方法，根据李孟国等人的研究表明，积分平均法、算术平均法和矢量平均法计算的潮平均流速计算结果基本一致，因此本评价潮平均流速的计算采用算术平均法，即分别对全潮涨潮过程流速和落潮过程流速进行算术平均，得出涨潮平均流速和落潮平均流速，再取平均值得出潮平均流速。忽略工程前后含沙量的变化。

2、计算结果

根据冲淤计算模式，采用全潮平均流速的变化对工程实施后的冲淤变化进行估算。计算得出风电场区域达到冲淤平衡的工程区附近海域海床年冲淤和平衡冲淤变化平面分布情况，由图 4.3.2-10 可见，工程实施后航道疏浚区域以淤积为主，淤积区主要港池疏浚区，附近冲淤产生变化一年内最大淤积幅度为 0.11m，平均淤积幅度约 0.055-0.10m。拦沙堤堤头处呈冲刷状态，年冲刷幅度为 0.05 米以下。

由于本工程冲淤变化采用半经验半理论公式进行计算，一些参数的选取采用经验值，因此工程引起的冲淤变化计算值存在一定的误差，在后续施工期及运行期当加强对工程周边海域及敏感目标的冲淤监测，以真实反映工程引起的冲淤变化。

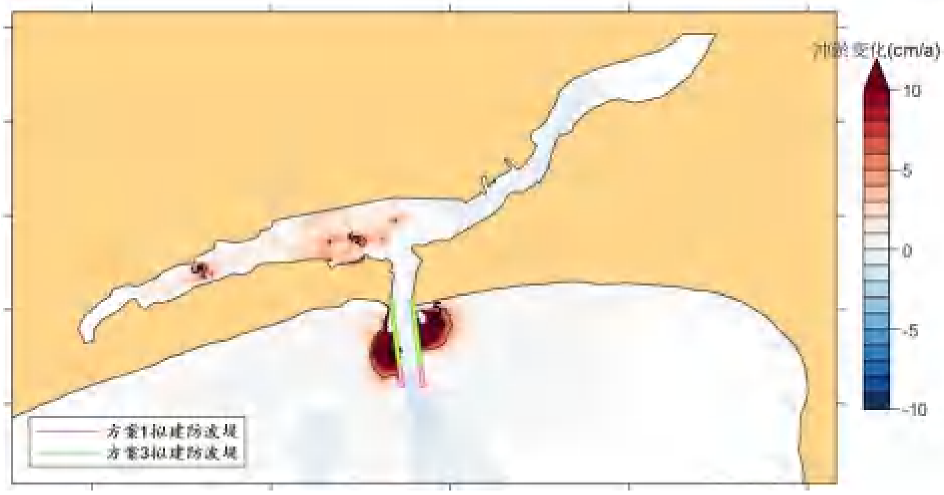


图 4.3.2-10　工程建设工程前后冲淤变化情况

二、极端天气过程下冲淤计算

有可能受风暴潮大浪等极端天气下破波掀沙的短时间回淤影响。

在风暴潮破波情况下，主要是代表潮流动力的 V_1 和代表波浪动力的 V_2 需要与风暴潮及破波动力条件相匹配，。这时的 V_1 和 V_2 应代之以 V_{11} 和 V_{22}，其含沙量以 S_{11} 表示，即：

$$S_{11} = 0.045\frac{\gamma_s\gamma}{\gamma_s-\gamma}\frac{(|V_{11}|+|V_{22}|)^2}{gd_b}F^{\frac{1}{2}}$$

$$\begin{cases} V_{11} = 1.8V_1 \\ V_{22} = \frac{1}{2}\left(\frac{gH_b^2}{d_b}\right)^{1/3} \end{cases}$$

式中：γ_s 代表淤积泥沙的颗粒容重，γ 为泥沙干容重，V_{11} 代表风暴潮的全潮平均流速，它是寻常潮全潮平均流速的 1.8 倍；V_{22} 代表破波水体的平均速度；H_b 为破波波高；d_b 为破波水深。根据《港口与航道水文规范》中缓坡海床破波波高与水深之比为 0.6，而乌坎渔港航道和拦沙堤水域周边水深为 3.5~5.0m(基于理论深度基准面)，叠加上极端高水位水深可达 6.26~7.76m，故破碎波高为 3.76~4.66m，根据《东海镇乌坎渔港建设工程项目波浪数学模型专题报告》波浪部分计算的波浪结果计算 50 年一遇有效波高最大在 3.05m 左右，所以该海域的破碎波高远远超过 100 年一遇有效波高最大值。本研究取极端情况破碎波高 4.66m 来进行极端风暴潮情况计算，大于 100 年一遇有效波高。在风暴潮波浪碎情况下，波浪掀沙和潮流输沙同时作用，造成 2 天内，港池水域最大淤积量 7.2cm。

因为港池水域和航道水域分别疏浚至 3.5m 和 5.0m，所以从计算结果来看即使如此，也不至于造成碍航骤淤。

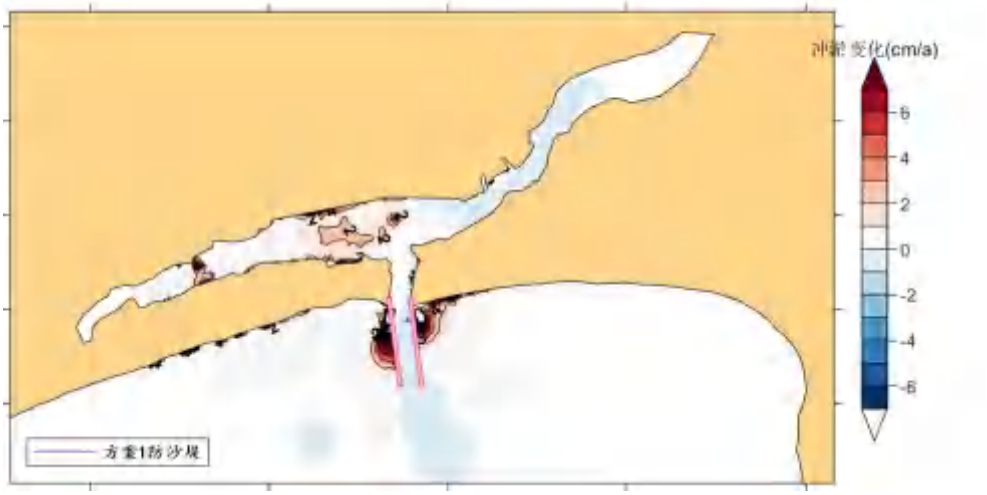


图 4.3.2-11　工程建设工程前后冲淤变化情况

4.3.2.7 地形地貌与冲淤计算（数值模型）

一、泥沙运移趋势

海岸地貌是在河流、海洋动力作用下，在既定地质基础上所产生的侵蚀或堆积作用的产物。工程的建设会改变原有的岸线形态，引起波浪和潮流等水动力改变，导致海底产生蚀淤变化。通过沿岸输砂计算分析工程建成后附近海域岸滩冲淤变化，进而分析其对周边环境的影响。

（1）海岸带泥沙运动规律

1）泥沙来源

海岸带附近泥沙来源有四个方面：河流来沙、由邻近岸滩搬运而来、由当地崖岸侵蚀而成、海底来沙。

2）泥沙运移形态

沙质海岸的泥沙运移形态有推移和悬移两种。淤泥沙海岸的泥沙运移形态以悬移为主，底部可能有浮泥运动或推移运动。海岸带泥沙运动方式可分为与海岸线垂直的纵向运动和与海岸线平等的横向运动。

（3）影响海底泥沙冲淤变化的动力因素

海底泥沙冲淤变化是在波浪和海流等动力因素综合作用下的结果。

1）波浪的作用

在沙质海岸，波浪是造成泥沙运动的主要动力。大部分泥沙运动发生在波浪破碎区以内。当波浪的传播方向与海岸线斜交时，波浪破碎后所产生的沿岸流将带动泥沙顺岸移动。沿岸泥沙流若遇到突堤等水工建筑物则将从其上游根部开始淤积。

在粉砂淤泥质海岸，波浪掀起的泥沙除随潮流进出港口和航道外，在风后波浪减弱的过程中会形成浮泥。此种浮泥除自身可能流动外，又易为潮流掀扬，转化为悬移质，增加潮流进港和航道的泥沙数量。

2）海流的作用

在淤泥质海岸，潮流是输沙的主要动力，在波浪较弱的海岸区，潮流可能是掀沙的主要因素，潮流携带泥沙入港和航道后。由于动力因素减弱，降低了携沙能力，导致落淤。在沙质海岸的狭长海湾等特定地形条件下，海流流速较大，可对泥沙运动起主导作用。这里的海流不仅起输沙作用，还起着掀沙作用。

二、基本方程建立

研究利用沉积物取样分析、海流观测等方法，结合水深地形、工程地质、风速资料，运用二维数学模型模拟潮流、波浪（施加风）作用条件下工程周围海域海底地形的演化。

（1）泥沙运动控制方程

模型采用标准 Galerkin 有限元法进行水平空间离散，在时间上，采用显式迎风差分格式离散动量方程与输运方程。

泥沙控制方程为：

$$\frac{\partial \bar{c}}{\partial t}+u\frac{\partial \bar{c}}{\partial x}+v\frac{\partial \bar{c}}{\partial y}=\frac{1}{h}\frac{\partial}{\partial x}\left(hD_x\frac{\partial \bar{c}}{\partial x}\right)+\frac{1}{h}\frac{\partial}{\partial y}\left(hD_y\frac{\partial \bar{c}}{\partial y}\right)+Q_L C_L\frac{1}{h}-S$$

式中：

$\bar{c}$为水深平均悬浮泥沙浓度（g/m^3）；u，v 为水深平均流速（m/s）；Dx，Dy 为分散系数（m^2/s）；h 为水深（m）；S 为沉积/侵蚀源汇项（$g/m^3/s$）；QL 为单位水平区域内点源排放量（$m^3/s/m^2$）；CL 为点源排放浓度（g/m^3）。

（2）沉积物沉积和侵蚀计算公式

1）粘性土沉积和侵蚀

①沉积速率

根据 Krone（1962）等提出的方法计算粘性土沉积，公式如下：

SD=wscbpd

式中：SD 为沉积速率；ws 为沉降速度（m/s）；cb 为底层悬浮泥沙浓度（kg/m3）；pd 为沉降概率；

沉降速度计算公式：

$$w_s = \begin{cases} kc^{\gamma}, c \le 10\ kg/m^3 \\ w_{s,r}\left(1-\dfrac{c}{c_{gel}}\right)^{w_{s,n}}, c > 10\ kg/m^3 \end{cases}$$

式中：c 为体积浓度；k，γ为系数，γ取值介于 1-2 之间；$w_{s,r}$为沉降速度系数；$w_{s,n}$为组分能量常数；c_{gel}为泥沙絮凝点。

沉降概率公式：

$$P_1 = \begin{cases} 1-\dfrac{\tau_b}{\tau_{cd}}, \tau_b \le \tau_{cd} \\ 0, \tau_b > \tau_{cd} \end{cases}$$

式中，τb 为海底剪应力（N/m^2）；τc 为沉积临界剪应力（N/m^2）。

②泥沙浓度分布

泥沙浓度分布计算包括 2 种方法：

Teeter 公式：

$$c_b = \bar{c}\beta$$

$$\beta = 1 + \frac{P_e}{1.25 + 4.75 p_b^{2.5}}$$

$$p_e = \frac{w_s h}{D_z} = \frac{6w_s}{kU_f}$$

式中，k 为 VonKarman 常数（0.4）；U_f为摩擦速度，$\sqrt{\tau_b/\rho}$。

Rouse 公式：

$$-\varepsilon\frac{dC}{dz} = w_s C$$

$$\varepsilon = kU_f z\left(1-\frac{z}{h}\right)$$

$$C = C_a\left[\frac{a}{h-a}\frac{h-z}{z}\right]^R, a \le z \le h$$

$$R = \frac{w_s}{kU_f}$$

底层悬浮泥沙浓度公式：

$$c_b = \frac{\bar{c}}{RC}$$

式中，ε为扩散系数；C 为悬浮泥沙浓度；z 为垂向笛卡尔坐标；h 为水深；C_a为深度基准面处的悬浮泥沙浓度；a 为深度基准面；$\bar{c}$为水深平均浓度；R 为 Rouse 参数。

③底床侵蚀

根据底床密实程度，侵蚀计算可以分为 2 种方式：

密实、固结底床侵蚀计算公式

$$S_E = E\left(\frac{\tau_b}{\tau_{ce}} - 1\right)^n, \tau_b > \tau_{ce}$$

式中，E 为底床侵蚀度（kg/m^2/s）；τ_b 为底床剪切力（N/m^2）；τ_{ce} 为侵蚀临界剪切力（N/m^2）；n 为侵蚀能力。

软、部分固结底床侵蚀计算公式

$$S_E = E\exp\left[\alpha\left(\tau_b - \tau_{ce}\right)^{1/2}\right], \tau_b > \tau_{ce}$$

式中，α 为参考系数。

2）非粘性土沉积和侵蚀

①无量纲颗粒参数的确定

根据 VanRijn（1984）等提出的方法计算非粘性土再悬浮，公式如下：

$$d^* = d_{50}\left[\frac{(s-1)g}{\nu^2}\right]^{\frac{1}{3}}$$

式中：S 为颗粒比重；G 为重力加速度；v 为粘滞系数；d_{50}为中值粒径。

②底床临界起动流速

泥沙悬浮的判定通过实际摩擦流速 U_f和临界摩擦流速 $U_{f,cr}$的比较得以实现。其主要通过两种方式，一种是利用泥沙运移阶段参数 T；另一种是利用临界摩擦

流速 $U_{f,cr}$ 和沉降速度的比值。

泥沙运移阶段参数 T：

$$T = \begin{cases} \left(\dfrac{U_f}{U_{f,cr}} \right) - 1, U_f > U_{f,cr} \\ 0, U_f \le U_{f,cr} \end{cases}$$

$$U_f = \sqrt{ghI} = \frac{\sqrt{g}}{C_z}\left|\vec{V}\right|$$

式中：I 为能量梯度；C_z 为谢才系数（$m^{1/2}/s$）（=18ln（4h/d90））；$\left|\vec{V}\right|$为流速（m/s）。

临界摩擦流速 $U_{f,cr}$ 和沉降速度的比值：

$$\frac{U_{f,cr}}{w_s} = \begin{cases} \dfrac{4}{d^*}, 1 < d^* \le 10 \\ 0.4, d^* > 10 \end{cases}$$

③沉降速度

非粘性土沉降速度公式：

$$w_s = \begin{cases} \dfrac{(s-1)gd^2}{18v}, d \le 100 \quad \mu m \\ \dfrac{10v}{d}\left\{ \left[1 + \dfrac{0.01(s-1)gd^3}{v^2} \right]^{0.5} - 1 \right\}, 100 < d \le 1000 \quad \mu m \\ 1.1[(s-1)gd]^{0.5}, d_b > 1000 \quad \mu m \end{cases}$$

式中：d 为非粘性土颗粒粒径；s 为非粘性土密度；v 为粘滞度；g 为重力加速度。

④悬移质运移

悬移质泥沙平衡浓度计算公式：

$$\bar{c}_e = \frac{q_s}{\bar{u}h}$$

$$q_s = \int_a^h c \cdot dy$$

$$a = k_s = 2d_{50}$$

式中：$\bar{u}$为水深平均流速（m/s）；q_s 为悬移质运移量（kg/m/s）；c 为距离底床 y（m）处的悬浮泥沙浓度（kg/m^3）；u 为距离底床 y（m）处的流速（m/s）；h 为水深（m）；a 为底床分层厚度（m）；k_s 为等效粗糙高度（m）；d_{50}为中

值粒径。

⑤非粘性土浓度分布

非粘性土浓度分布主要取决于湍流扩散系数ε_s和沉降速度w_s。

湍流扩散系数计算公式为：

$$\varepsilon_s = \beta\Phi\varepsilon_f$$

$$\beta = \begin{cases} 1+\left(\frac{w_s}{U_f}\right)^2, \frac{w_s}{U_f} < 0.5 \\ 1, 0.5 \le \frac{w_s}{U_f} < 0.25 \\ \text{不悬浮}, \frac{w_s}{U_f} \ge 2.5 \end{cases}$$

式中：β为扩散因子；Φ为阻尼系数。

非粘性土浓度分布由 Peclet 系数 Pe 确定：

$$P_e = \frac{C_{rc}}{C_{rd}}$$

式中：C_{rc}为 Courant 对流系数（$=w_s\Delta t/h$）；C_{rd}为 Courant 扩散系数（$=\varepsilon_f\Delta t/h^2$）；$\varepsilon_f$为水深平均流体扩散系数。

⑥非粘性土沉积

$$S_d = -\left(\frac{\bar{c}_e - \bar{c}}{t_s}\right), \bar{c}_e < \bar{c}$$

$$t_s = \frac{h_s}{w_s}$$

$$\bar{c}_e = 10^6 \cdot F \cdot C_a \cdot s$$

$$F = c/c_a$$

式中：$\bar{c}_e$为平衡浓度；s 为相对密度，取 2.65。

⑦非粘性土侵蚀

$$S_e = -\left(\frac{\bar{c}_e - \bar{c}}{t_s}\right), \bar{c}_e > \bar{c}$$

（3）输入参数确定

1）沉积物类型、粒度特征参数

根据该区近期和历史表层沉积物调查资料。

2）风的资料输入

根据工程附近海域风资料的统计结果，模拟了工程实施前后周边海域的蚀淤变化情况。

三、计算结果

本报告通过对乌坎渔港附近海域波浪状况进行分析，计算了现状冲淤状况（图 4.3.2-12），通过与实测年冲淤（图 4.3.2-13）对比可以看出，模拟的冲淤积趋势基本与实测趋势一致，可以为后续计算分析提供可靠的结果。通过看出航道由于流速较大，为冲刷状态，口门处最大，最大冲刷量为 10cm 每年，口门外 300 米处呈淤积状态，最大年淤积量为 4-5cm，这是由于潮流携带航道、港池内泥沙到此处由于流速变小沉降落淤导致。

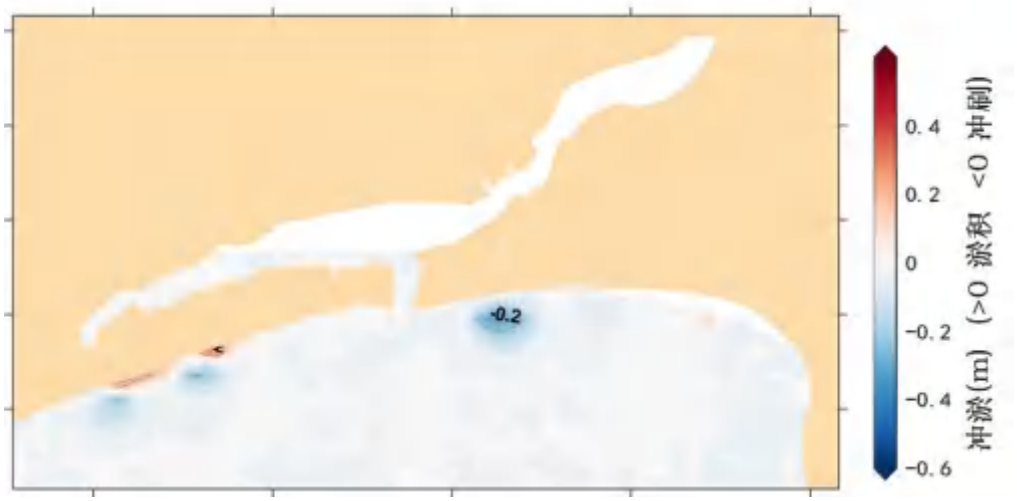


图 4.3.2-12　2012-2015 年冲淤变化分布图

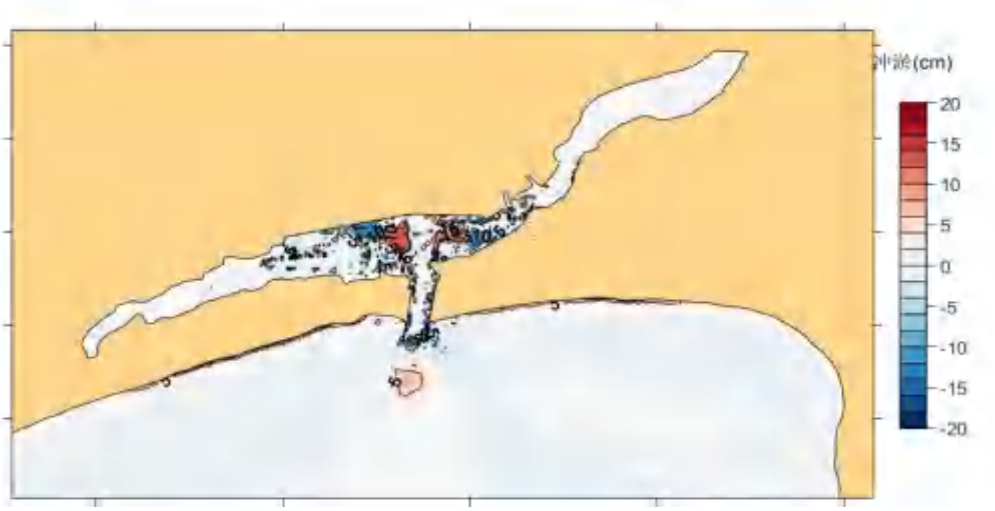


图 4.3.2-13　工程前冲淤分布图

1、一般天气过程下冲淤结果

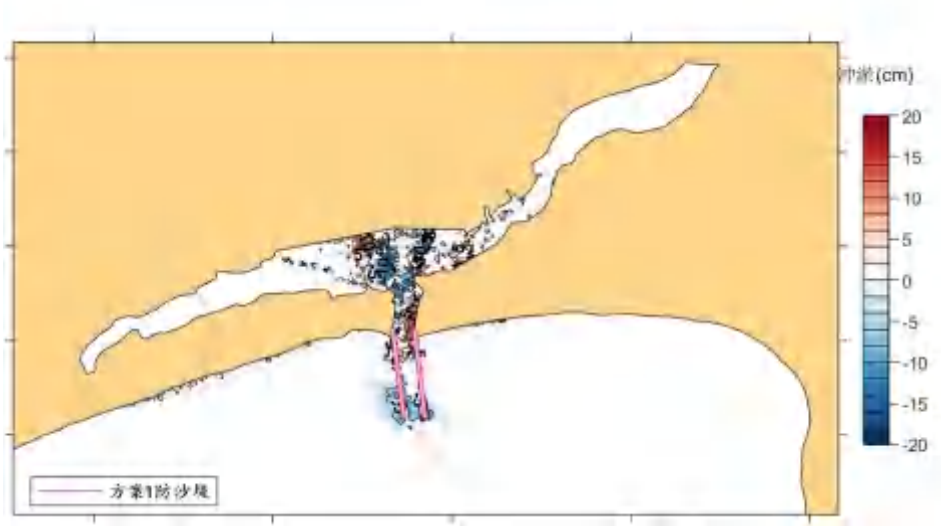


图 4.3.2-14　在年平均波浪作用下工程前后冲淤变化分布图

2、极端天气过程下冲淤结果

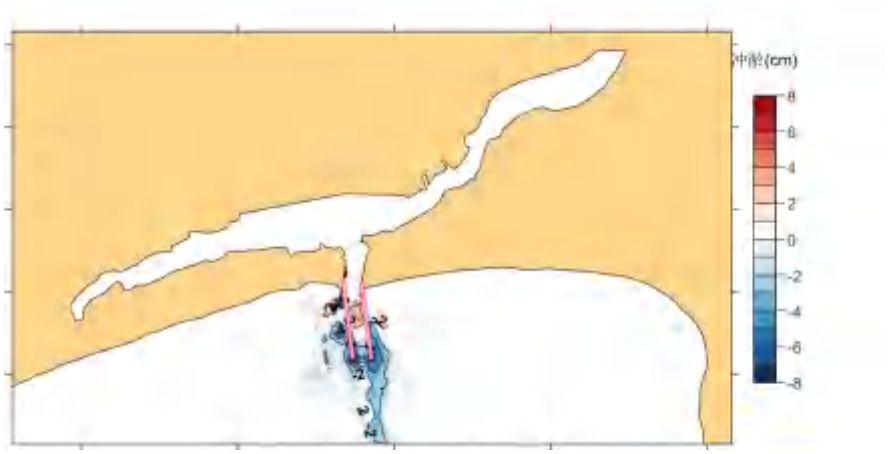


图 4.3.2-15　在 100 年一遇波浪作用下工程前后冲淤变化分布图

4.3.2.8 拦沙堤建设前后沙滩岸线变化模拟

一、模型介绍

对工程区域内的形态学变化的模拟，采用 MIKE 水动力模型中的岸滩演变模型进行模拟计算。该模型在每一步计算过程中通过计算净泥沙通量来更新计算区域的水深变化，这样可以有效避免由于底床变化导致水动力模拟不稳定。典型地区有必要这样做的地方是长期影响的浅层区域，在浅水地区考虑或进行疏浚/倾倒工程。底床变化的公式如下所示：

$$Z^{n+1} = Z^n + \Delta z^n \qquad (1)$$

其中，

Z^n，第 n 步水深；

Z^{n+1}，第 n+1 步水深；

Δz，第 n 步净泥沙通量；

n，时间步数。

模型中引入地貌演变加速系数，可以用来加速计算长时间的地形地貌演变。该加速系数不会影响悬移质的计算速度，只作用于底床。

$$Z^{n+1} = Z^n + \Delta z^n \cdot Speedup \qquad (2)$$

该模块沿岸输沙计算采用 Engelund & Fredsøe 输运计算公式，包括悬移质输沙和推移质输沙：

$$\theta' = \theta_p + \theta_1$$

推移质输沙计算式为：

$$q_b = 5p\left(\sqrt{\theta'} - 0.07\sqrt{\theta_c}\right)\sqrt{(s-1)gd} \quad (\theta' > \theta_c)$$

其中，p 为床面泥沙颗粒起动概率，θ'为 Shields 参数，与表面摩擦有关，θ c 为临界起动切应力。

$$\theta' = \frac{U_f'^2}{(s-1)gd}$$

$$p = \left[1 + \left(\frac{\frac{\pi}{6}\beta}{\theta' - \theta_c}\right)^4\right]^{-1/4}$$

悬移质输沙通过水流流速和对应垂线含沙量计算得到：

$$q_s = \frac{1}{T}\int_0^T\int_a^h cu\,dy\,dt$$

$$\frac{\partial c}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z}\left[\varepsilon_s \frac{\partial c}{\partial z}\right] + w\frac{\partial c}{\partial z}$$

式中：*c* 为含沙量，*T* 为波浪周期，*u* 为流速（为欧拉速度和拉格朗日质点漂移速度之和），*b c* 为床面附近泥沙含沙量，*a*=2*d* 为参考高度，*h* 为水深，*n k* 为 Nikuradse 粗糙长度，=2.5d *n k* ，d 为泥沙粒径。底部参考浓度 ca 取为，

$$c_a = \frac{0.65}{(1-1/\lambda)^3}$$

λ为线性浓度分布系数：

岸滩演变模型在海岸线形态模块中嵌入了海岸线演变的一维变化模型，波浪，水流和沉积物输运则采用二维方程计算。该模块是砂运输中一种可选择执行模块，在应用 MIKE 21/3 耦合模型 FM 时可以选择开启该模块，也可以选择不开启。如

果没有海岸线形态模型，砂运的形态模块仅根据以下内容更新每个网格元素中的床位局部沉积物连续性方程。这可能会导致长期的不稳定模拟。

如果选择不开启海岸线演变学模型，泥沙输运模型则仅仅靠局地泥沙连续方程来计算每个网格单元的底床变化，这可能导致长时间计算的不稳定性。开启海岸线演变学模型后，计算中消除了岸面内部在每个时间步长上沉积的沉积物量，并根据连续性方程对沿海剖面进行海岸线评估。从而消除了跨岸运输，从而可以使长时间模拟计算保持稳定性。

岸线演变模型基本方程如下所示：

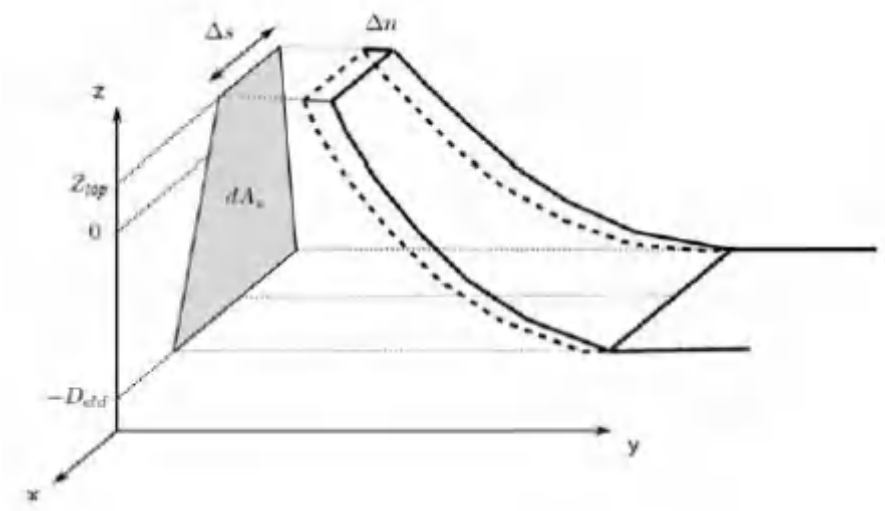


图 4.3.2-16　模型各变量展示图

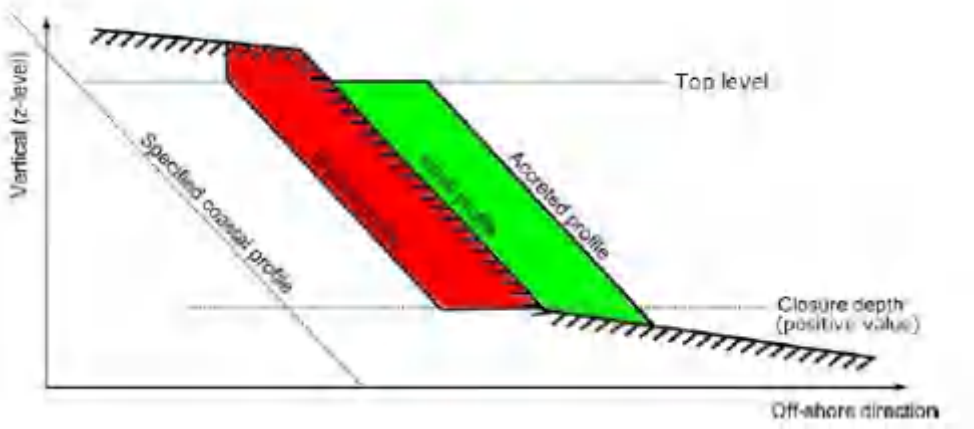


图 4.3.2-17　岸滩变化示意图

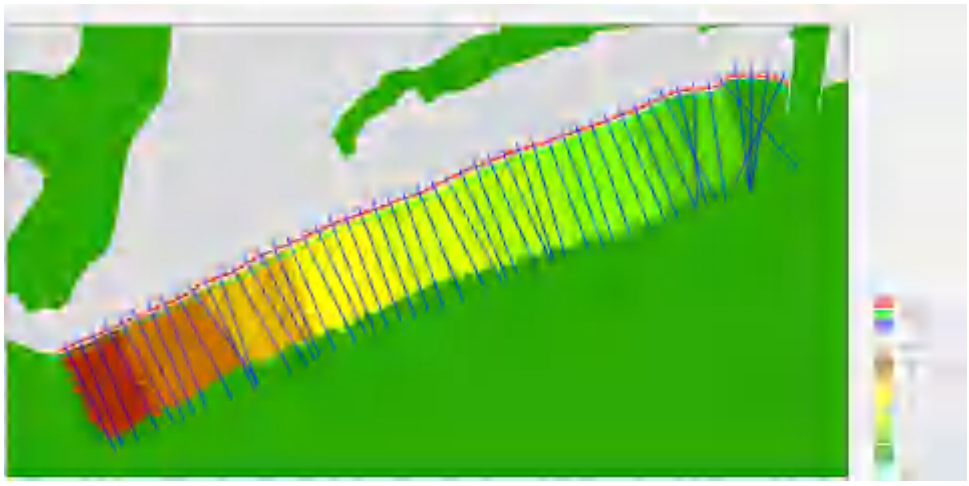


图 4.3.2-18a　上海外滩附近岸滩工程前沙滩演变模拟范围

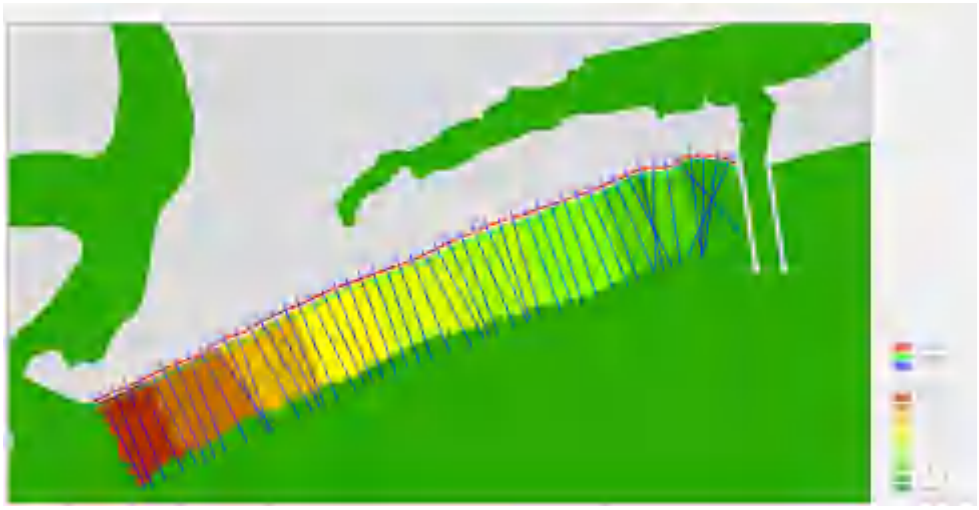


图 4.3.2-18b　上海外滩附近岸滩工程后沙滩演变模拟范围

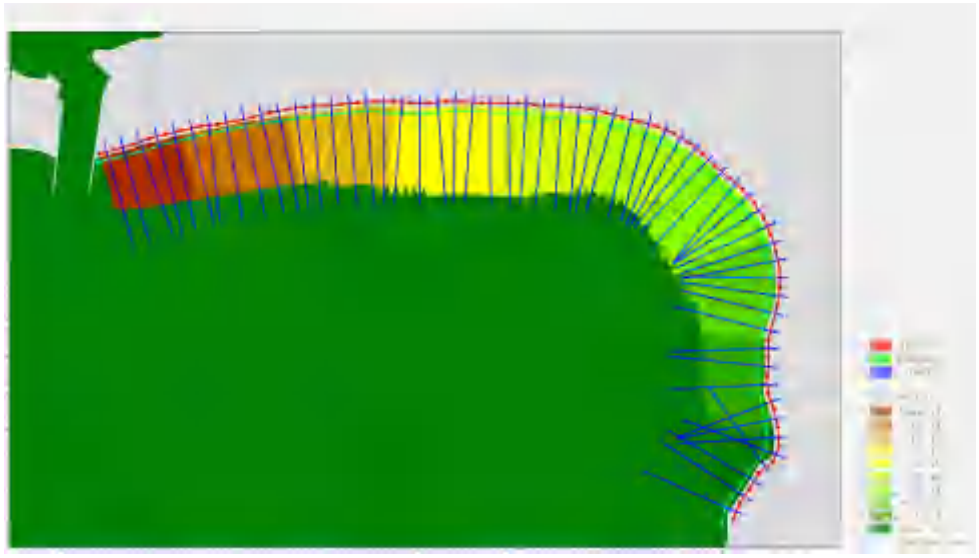


图 4.3.2-19a　金厢银滩附近岸滩工程前沙滩演变模拟范围

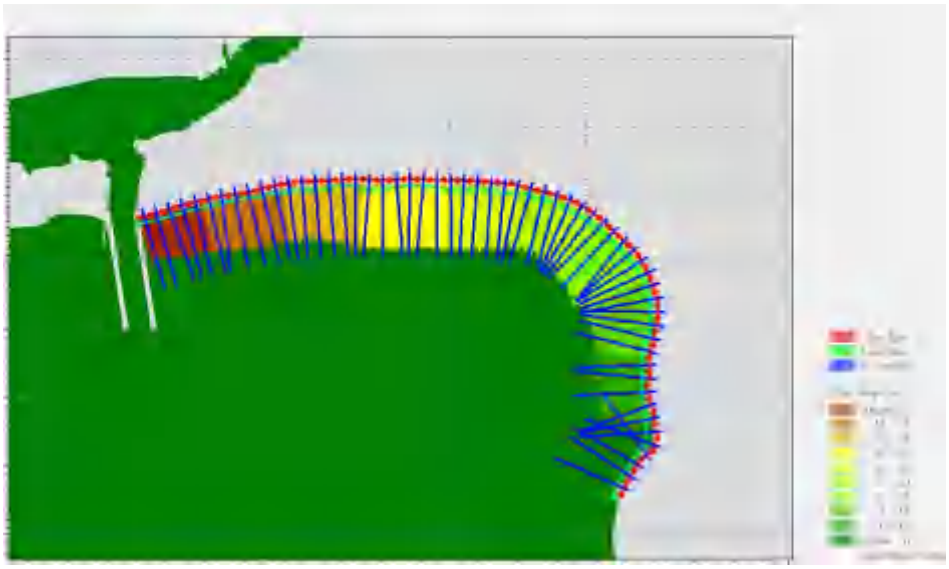


图 4.3.2-19b　金厢银滩附近岸滩工程后沙滩演变模拟范围

二、工程前后沙滩变化分析

图 4.3.2-18 和图 4.3.2-19 分别为上海外滩和金厢银滩沙滩自然条件下的沙滩变化过程和工程前后模拟结果。从图 4.3.2-18 中可以看出，模拟的上海外滩工程前后变化为：最大侵蚀距离为 0.08m/a，发生位置见如 4.3.2-20，最大淤积距离为 0.05m/a，发生于西侧拦沙堤处；最大淤积距离为 0.05m/a，发生于西侧拦沙堤西侧；从图 4.3.2-20 中可以看出，模拟的金厢银滩工程前后变化为：最大侵蚀距离为 0.08m/a，发生位置见如 4.3.2-21，最大淤积距离为 0.05m/a，发生于西侧拦沙堤处；从图 4.3.2-21 中可以看出，模拟的金厢银滩最大侵蚀距离为 0.08m/a，发生位置见如图 4.3.2-21（绿色五星处），最大淤积距离为 0.04m/a，发生于东侧拦沙堤东侧。

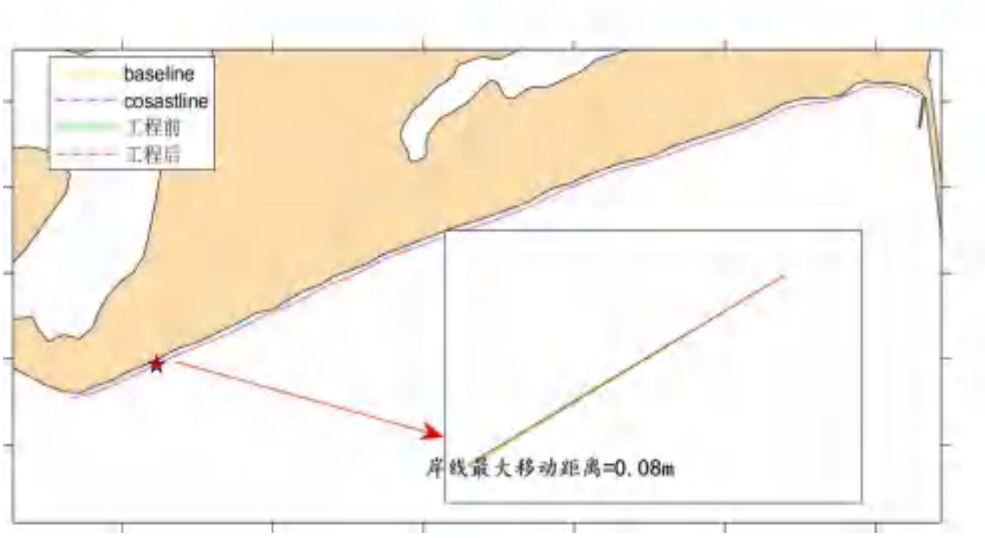


图 4.3.2-20　上海外滩岸线变化预测图

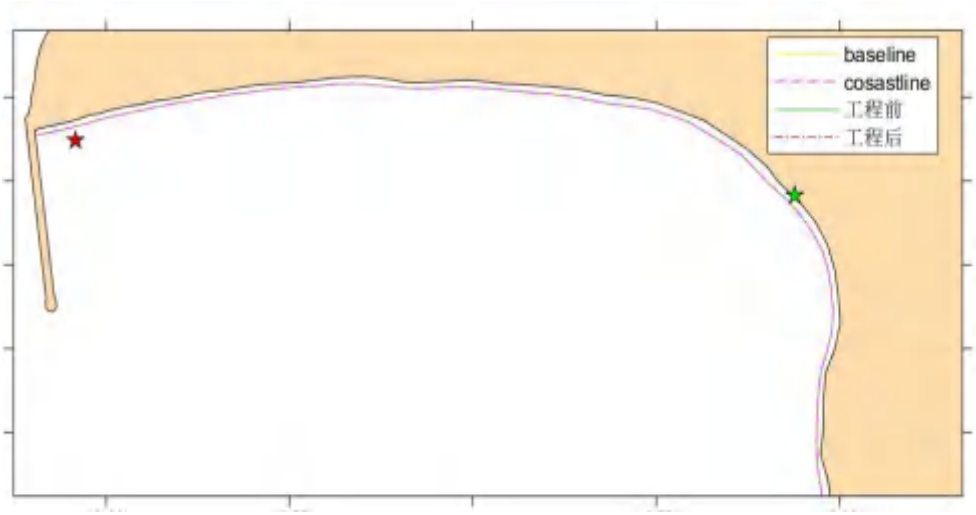


图 4.3.2-21　金厢银滩岸线变化预测图

表 4.3.2-3　上海外滩岸线变化统计表

距离	最大侵蚀距离	平均侵蚀距离	最大淤积距离	平均淤积距离
移动距离(m)	0.08	0.03	0.05	0.02

表 4.3.2-4　金厢银滩岸线变化统计表

距离	最大侵蚀距离	平均侵蚀距离	最大淤积距离	平均淤积距离
移动距离(m)	0.10	0.04	0.04	0.02

4.3.2.9 疏浚工程对岸线影响分析

本项目疏浚工程包括码头前沿港池、避风锚地及航道疏浚。为避免疏浚开挖对渔港内岸线造成影响，在工程设计阶段设计开挖边坡时已尽量避让了周边岸线。通过本报告 4.3.1 章节中对疏浚工程造成的水动力及冲淤环境预测影响分析，一般天气下工程实施后疏浚区域以淤积为主，淤积区主要港池疏浚区，附近冲淤产生变化一年内最大淤积幅度为 0.11m，平均淤积幅度约 0.055-0.10m。从计算结果来看，不至于造成碍航骤淤。

因此，本项目疏浚工程对岸线的影响是可接受的。

4.3.2.10 小结

（1）地形地貌与冲淤计算（经验公式）计算了一般天气下年淤积和极端天气过程下的冲淤计算：一般天气下工程实施后航道疏浚区域以淤积为主，淤积区主要港池疏浚区，附近冲淤产生变化一年内最大淤积幅度为 0.11m，平均淤积幅

度约 0.055-0.10m。拦沙堤堤头处呈冲刷状态，年冲刷幅度为 0.06m 以下。在风暴潮波浪碎情况下，波浪掀沙和潮流输沙同时作用，造成 2 天内，港池水域最大淤积量 0.072m。因为港池水域和航道水域分别疏浚至 3.5m 和 5.0m，所以从计算结果来看即使如此，也不至于造成碍航骤淤。

（2）通过对乌坎渔港附近海域波浪状况进行分析，利用冲淤模型计算了现状悬浮泥沙和冲淤状况：乌坎河悬沙泥沙主要在港池内落淤积。拦沙堤建设导致港池东侧悬浮泥沙含量增大。由于航道由于流速较大，为冲刷状态，口门处最大，最大冲刷量为 0.1-0.11m 每年，口门外 300 米处呈淤积状态，最大年淤积量为 0.04-0.05m，这是由于潮流携带航道、港池内泥沙到此处由于流速变小沉降落淤导致。金厢银滩南部大部分海域呈冲刷状态，北部呈淤积状态。上海外滩沙滩呈淤积状态，淤积最大处淤积量可达为 0.05-0.18m。

（3）对工程区域内的形态学变化的模拟，采用 MIKE 水动力模型中的沙滩岸线演变模型 Shoreline Morphology 模型进行模拟计算。该模型在每一步计算过程中通过计算净泥沙通量来更新计算区域的水深变化，这样可以有效避免由于底床变化导致水动力模拟不稳定。对上海外滩和金厢银滩沙滩自然条件下的沙滩变化过程和工程前后进行了模拟，从结果来看，模拟的上海外滩工程前后变化为最大侵蚀距离为 0.08m/a，最大淤积距离为 0.05m/a，发生于西侧拦沙堤处；模拟的金厢银滩工程前后变化为最大侵蚀距离为 0.08m/a，最大淤积距离为 0.05m/a，发生于西侧拦沙堤处；最大淤积距离为 0.04m/a，发生于东侧拦沙堤东侧。

（4）通过工程前后冲淤积和岸线演变来看，拦沙堤工程的建设对上海外滩和金厢银滩的地形地貌变化会产生一定程度影响，但影响相对较小。

4.3.3 海水水质环境影响分析

4.3.3.1 预测模型

潮流是海域污染物进行稀释扩散的主要动力因素，在获得可靠的潮流场基础上，通过添加水质预测模块（平面二维非恒定的对流—扩散模型），可进行水质预测计算。

（1）二维水质对流扩散控制方程：

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

式中：DX、DY 为 x、y 方向的扩散系数，扩散系数 [redacted]，Δx 为空间步长（桩基周边 2-3m），Δt 为时间步长（0.02s~120s），kl 为系数，其取值范围为 0.003~0.075，模拟中网格采用三角形非结构网格，每个网格时间步长和空间步长差异较大，故其扩散系数差异较大，模型中通过设置的时间步长和空间步长进行自主计算分配；c 为悬浮泥沙浓度；F 为衰减系数，F=p·ws，p 为沉降概率，ws 为沉速，根据沉积物粒径级配求得；s 为悬浮泥沙排放源强，$s=Q_SC_S$，式中 Q_S 为排放量，C_S 为悬浮泥沙排放浓度。

4.3.3.2 工程施工方案和模拟参数设置

一、悬浮泥沙发生预测点位置

根据施工组织计划安排和施工工艺，模拟中选取部分代表点进行模拟、预测和分析。本工程悬沙源强主要为拦沙堤建设施工悬沙源强和码头疏浚施工悬沙源强，其中拦沙堤建设施工源强设置 8 个泥沙点源，港池和码头疏浚设置 20 个泥沙点源，码头桩基施工设置 8 个点源，共计 36 个泥沙点源，悬沙发生点位置见图 4.3.3-1。

图 4.3.3-1　工况 1 施工悬浮泥沙发生点

二、悬浮泥沙源强计算

本项目悬浮物产生环节主要为：①疏浚工程；②拦沙堤工程；③码头工程。根据项目施工进度计划表，本次施工期悬浮泥沙计算源强分以下 4 个工况：

（1）疏浚工程施工产生悬沙；

（2）疏浚+码头施工产生悬沙；

（3）疏浚+拦沙堤+码头施工产生悬沙；

（4）拦沙堤+码头施工产生悬沙。

各分部工程施工产生的悬沙源强计算如下：

（1）疏浚工程施工产生悬沙

根据设计资料，本项目港池航道疏浚采用 2700m^3/h 绞吸船进行挖泥作业，300.9 万 m^3，计划疏浚工期约 9 个月，月工作日按 28d 计，日工作时长按 16h 计算，则本项目绞吸船施工效率 T=300.9 万 m^3/（9×28×16h）=**746.28 m^3/h**

绞吸船海上疏浚施工，参考《水运工程建设项目环境影响评价指南》（JTS/T 105-2021）中提出的施工期污染源分析，悬浮物发生量的计算公式如下：

$Q=R/R_0\times T\times W_0$

Q——作业悬浮物发生量（t/h）；

R——现场流速悬浮物临界粒子累计百分比（%），宜现场实测法确定，无实测资料时可取 89.2%；

T——作业效率（m^3/h），本项目绞吸船疏浚施工作业效率为 **746.28** m^3/h；

W_0——悬浮物发生系数（t/m^3），宜采用现场实测法确定，无实测资料时可取 $38.0\times10^{-3}t/m^3$；

R_0——发生系数 W 时的悬浮物粒径累计百分比（%），宜现场实测法确定，无实测资料时可取 80.2%。

则施工悬沙源强计算为：

$Q=R/R_0\times T\times W_0=89.2\%/80.2\%\times746.28\ m^3/h\times38.0\times10^{-3}t/m^3=8.761\ kg/s$。

（2）拦沙堤抛填块石产生的悬浮泥沙源强

拦沙堤形成过程需进行基床抛石料，会产生悬浮泥沙。基床抛石产生的水体悬浮物包括两部分，一部分为块石自身携带的泥土进入水体形成的悬浮物，一部分为抛填块石时扰动底床产生的悬浮物。

①抛填石料中颗粒物入水形成的悬浮沙源强

抛石作业悬浮泥沙的产生量按照下式计算（仅考虑石料中所含泥土）：

$$Q=E\times c\times\alpha\times\rho$$

式中，Q 为抛石作业悬浮物产生量（kg/h），E 为抛石作业效率（m^3/h），c 为石料中泥土含量（%），α为泥土进海水后悬浮泥沙产生系数，ρ为泥土密度（kg/m^3），本项目取 1390 kg/m^3。

本项目拦沙堤抛石片石、碎石规格主要为 10~500kg，本项目抛填块石中的泥土含量 c 很低，以 10~500kg 石块 5%计（体积），该部分泥沙进入海水后形成悬浮泥沙的比率α以 40%计，本项目东拦沙堤抛石量约 7.7 万 m^3，西拦沙堤抛石量约 7.5 万 m^3，抛石作业总量约 15.2 万 m^3，拦沙堤施工共约为 16 个月，月工作日计 28d，抛石日作业时间 4 小时，效率 E 约为 84.82 m^3/h，则抛填块石产生的悬浮物量约为 2358.04kg/h，即 0.655kg/s。

②拦沙堤抛石挤淤产生的悬浮泥沙源强

抛石挤淤形成的颗粒悬浮物源强按以下公式计算：

$$S_1=(1-\theta_1)\rho_1\alpha_1 P$$

式中：

S_1——为抛石挤淤的悬浮物源强（kg/s）；

θ_1——为海底沉积物天然含水率（%），取 42.1%；

ρ_1——为沉积物中颗粒湿密度（kg/m^3），取 1390 kg/m^3；

α_1——为沉积物中悬浮颗粒所占百分率（%），取 10%；

P——为平均挤淤强度（m^3/s），根据施工方案，施工效率为 84.82 m^3/h，则项目的抛石挤淤强度约为 0.024 m^3/s。

则根据前述计算公式及确定的参数，计算得本工程抛石挤淤产生的悬浮泥沙源强约为（1-0.421）×1390 kg/m^3×0.1×0.024m^3/s= 1.93 kg/s。

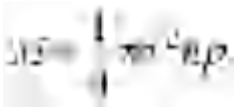
③抛石悬浮泥沙总源强

由前述计算结果可知，项目块石抛填过程产生的悬浮泥沙的最大总源强约为 2.585 kg/s。

（3）码头桩基施工产生的悬浮泥沙源强

本项目码头采用高桩梁板 PHC 直桩方案。码头桩基根据场地特点考虑为 PHC700B 型管桩，码头工程共设置 33 根 PHC 直桩。

对于 PHC 桩施工而导致的悬浮泥沙产生量采取以下公式进行测算：



其中 *M*：均单根管桩桩基施工产生的泥沙置换量；

d：PHC 桩直径，（比桩基本身略大 20cm），本工程码头桩基直径为Φ700mm；

h：各区段海底覆盖层厚度；Φ700mmPHC 桩基础入土深度取 20m。

ρ为砂质泥沙的湿容重，取 1390 kg/m^3；

本项目码头桩基共计 33 根，均为Φ700mmPHC 桩。根据施工进度，码头工程计划工期约 16 个月，其中码头桩基施工时间约 2 个月，即 56 天左右，每天打桩时间按 6 小时计算。据此计算得平均单桩悬浮物泄漏源强，见表 2。

表 4.3.3-1　桩基施工悬沙源强

项目工程	桩基类型	桩基直径	桩基个数	单桩泥沙置换量	悬沙源强
码头	PHC 桩	Φ700mm	33	10693 kg	0.218

经过计算，Φ700mmPHC 桩桩基施工悬浮物源强为 0.218 kg/s。

（4）源强汇总

经合计，本项目施工期悬浮物源强汇总见下表 4.3.3-2。

表 4.3.3-2　施工期悬浮泥沙产生源强汇总表

作业内容	悬浮泥沙源强（kg/s）
水域疏浚	8.761 kg/s
拦沙堤抛填块石	2.585 kg/s。
码头 PHC 桩桩基	0.218 kg/s

4.3.3.3 施工悬浮泥沙扩散对海水水质环境的影响分析

（1）疏浚工程施工产生悬沙扩散影响

由计算结果可知，工程施工造成的悬浮泥沙扩散大于 10mg/L（超一类水质）增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 8.04km^2，大于 20mg/L 增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 6.32km^2，大于 50mg/L（超二类水质）增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 4.19km^2，大于 100mg/L（超三类水质）增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 2.58km^2。

施工期间，悬浮泥沙会对周边海域造成一定的影响，但是悬沙所产生的影响是暂时和局部的，加之悬浮泥沙具有一定的沉降性能，随着施工作业的结束，悬浮泥沙将慢慢沉降，工程海区的水质会逐渐恢复原有的水平。

表 4.3.3-3　疏浚工程施工各层次产生悬浮物（SS）最大包络线影响范围

泥沙浓度增量（SS）	>10 mg/L	>20 mg/L	>50 mg/L	>100 mg/L
扩散面积（km^2）	8.04	6.32	4.19	2.58

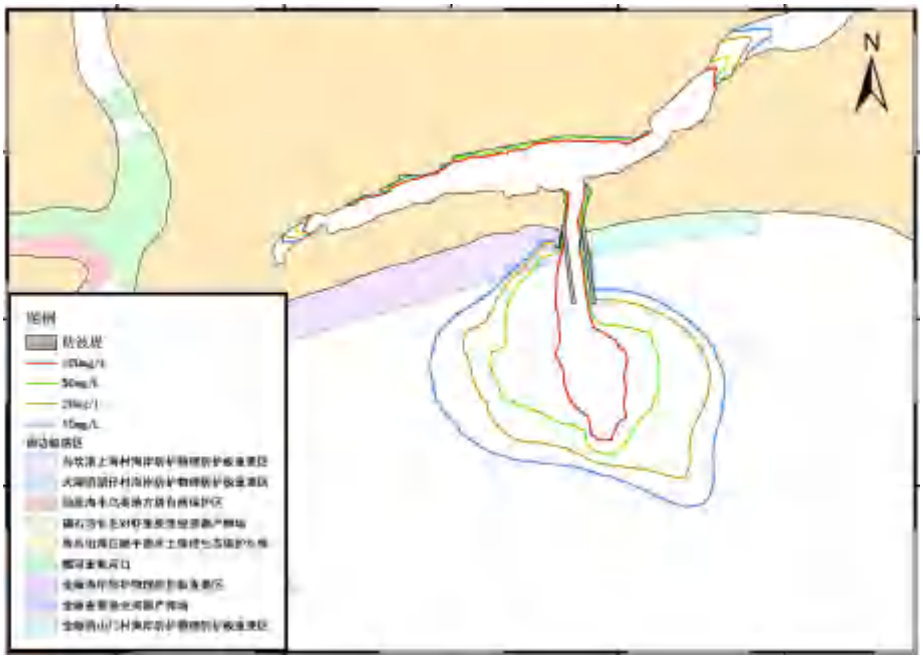


图 4.3.3-2　工程施工悬浮泥沙扩散范围

（2）疏浚+码头施工产生悬沙

由计算结果可知，工程施工造成的悬浮泥沙扩散大于 10mg/L（超一类水质）增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 8.07km^2，大于 20mg/L 增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 6.33km^2，大于 50mg/L（超二类水质）增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 4.21km^2，大于 100mg/L（超三类水质）增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 2.58km^2。

表 4.3.3-4　工程施工各层次产生悬浮物（SS）最大包络线影响范围

泥沙浓度增量（SS）	>10 mg/L	>20 mg/L	>50 mg/L	>100 mg/L
扩散面积（km^2）	8.07	6.33	4.21	2.58

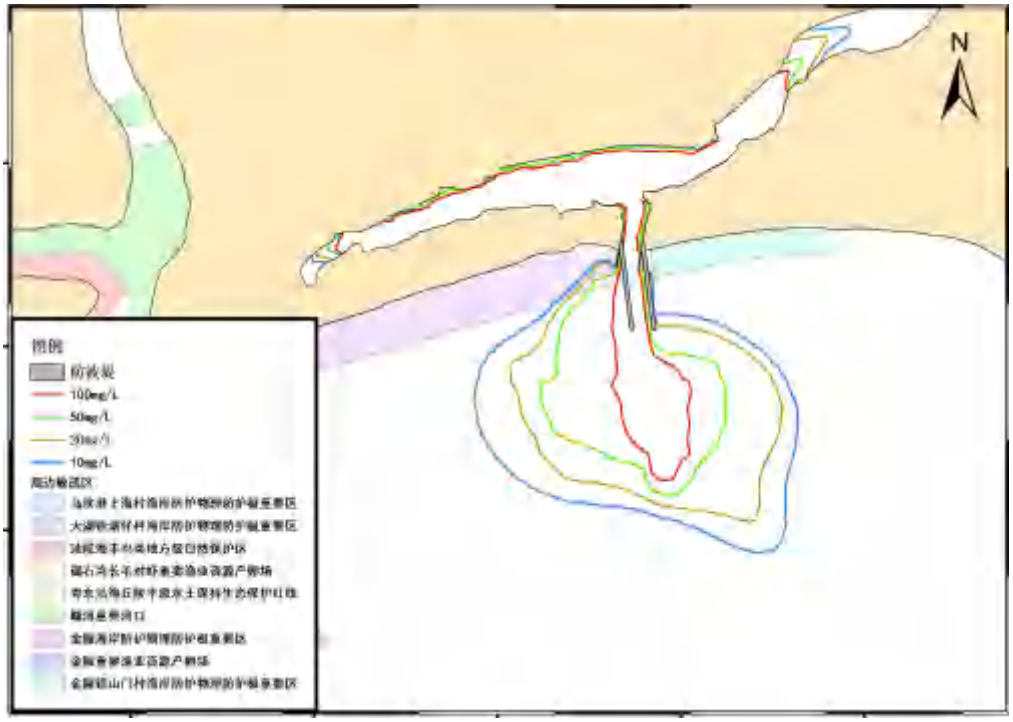


图 4.3.3-3　工程施工悬浮泥沙扩散范围

（3）疏浚+拦沙堤+码头施工产生悬沙

由计算结果可知，工程施工造成的悬浮泥沙扩散大于 10mg/L（超一类水质）增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 8.38km^2，大于 20mg/L 增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 6.49km^2，大于 50mg/L（超二类水质）增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 4.37km^2，大于 100mg/L（超三类水质）增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 2.69km^2。

表 4.3.3-5　工程施工各层次产生悬浮物（SS）最大包络线影响范围

泥沙浓度增量（SS）	>10 mg/L	>20 mg/L	>50 mg/L	>100 mg/L
扩散面积（km^2）	8.38	6.49	4.37	2.69

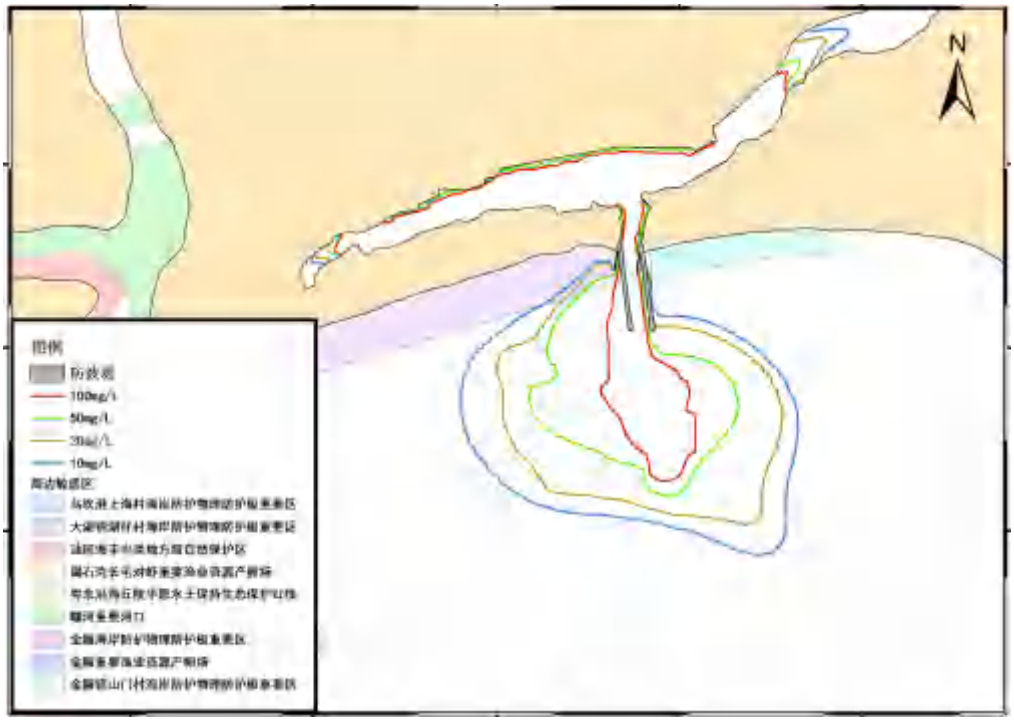


图 4.3.3-4　工程施工悬浮泥沙扩散范围

（4）拦沙堤+码头施工产生悬沙

由计算结果可知，工程施工造成的悬浮泥沙扩散大于 10mg/L（超一类水质）增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 2.54km^2，大于 20mg/L 增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 1.13km^2，大于 50mg/L（超二类水质）增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 0.31km^2，大于 100mg/L（超三类水质）增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 0km^2。

表 4.3.3-6　拦沙堤码头工程施工各层次产生悬浮物（SS）最大包络线影响范围

泥沙浓度增量（SS）	>10 mg/L	>20 mg/L	>50 mg/L	>100 mg/L
扩散面积（km^2）	2.54	1.13	0.31	-

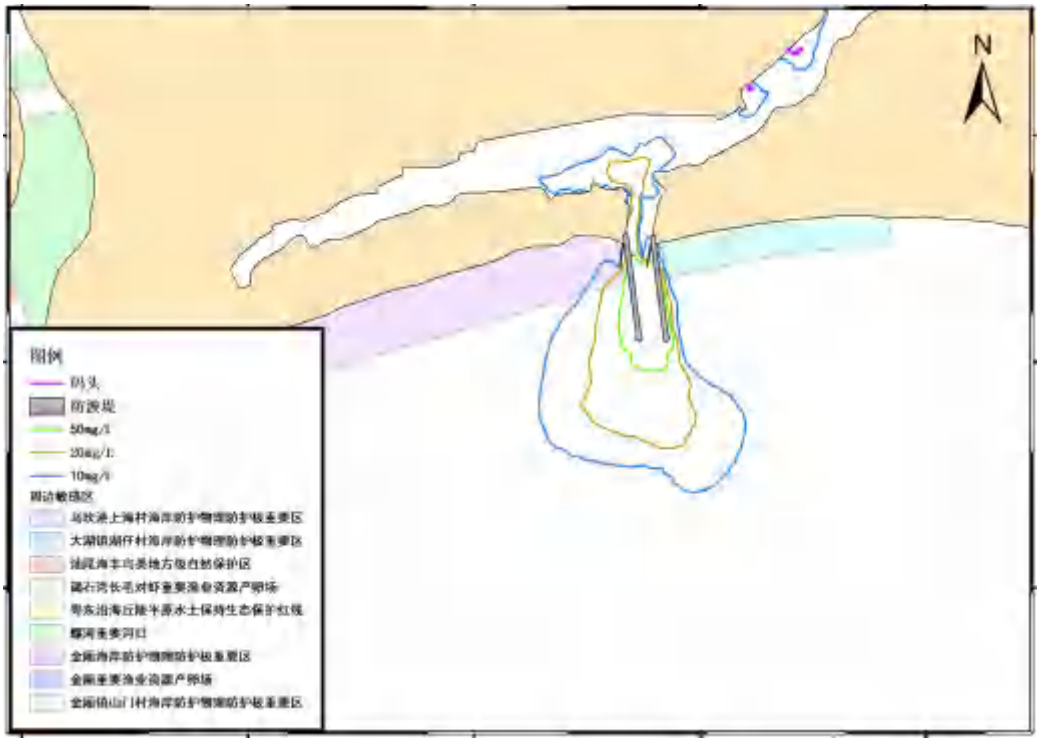


图 4.3.3-5　工程施工悬浮泥沙扩散范围

（5）小结

由上述不同工况下的计算结果可知，疏浚工程、拦沙堤工程和码头工程同时施工时产生的悬浮泥沙扩散影响最大，由该工况施工造成的悬浮泥沙扩散大于10mg/L（超一类水质）增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 8.38km^2，大于 20mg/L 增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 6.49km^2，大于 50mg/L（超二类水质）增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 4.37km^2，大于 100mg/L（超三类水质）增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 2.69km^2。

施工期间，悬浮泥沙会对周边海域造成一定的影响，但是悬沙所产生的影响是暂时和局部的，加之悬浮泥沙具有一定的沉降性能，随着施工作业的结束，悬浮泥沙将慢慢沉降，工程海区的水质会逐渐恢复原有的水平。

4.3.3.4 营运期水质影响分析

本项目运营期产生的废水主要是渔港工作人员生活污水、水产品交易市场生活污水、到港渔船生活污水、到港渔船含油污水、码头和水产品交易市场冲洗废水和初期雨水。

本工程排水体制采用雨、污分流制，雨水、陆域生活污水、码头区初期雨水、

冲洗污水、船舶生活污水、含油污水分别收集处理。陆域工作人员生活污水、生产污水收集后排入港区生活污水管网，经港区生活污水处理站处理达标后回用或排放。

码头区初期雨水及冲洗污水通过污水沟收集排至港区污水管网，经港区生活污水处理站处理达标后回用或排放。码头区后期干净雨水溢流排入雨水管道。

船舶生活污水和船舶底仓含油污水分别由码头前沿设置的污水收集泵组收集后，分别泵入后方陆域生活污水管网和含油污水管网。生活污水进入生活污水处理站处理达标后回用或排放，含油污水经陆域含油污水处理站除油处理后排入生活污水处理站处理达标后回用或排放。

综上所述，本项目运营期间水污染物得到妥善处置，不直接排放入海，项目运营期对周边海水水质是可接受。

4.3.4 对沉积物环境的影响分析

施工期对海洋沉积物环境的影响主要为：项目疏浚工程、拦沙堤工程和码头工程施工产生的悬浮泥沙扩散对海洋沉积物环境的影响；施工产生的施工人员生活污水、含油污水和施工人员生活垃圾等污染物对海洋沉积物环境的影响。

本项目疏浚、拦沙堤抛填块石、码头桩基等施工产生的悬浮泥沙在水流和重力的作用下，将在项目施工海域附近扩散、沉降，造成泥沙沉积在施工海域附近的底基上，但悬浮泥沙来源于自然环境，因此不会改变海底沉积物的理化性质。

根据水质预测结果，疏浚工程、拦沙堤工程和码头工程同时施工时产生的悬浮泥沙扩散影响最大，由该工况施工造成的悬浮泥沙扩散大于 10mg/L（超一类水质）增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 8.38km^2，大于 20mg/L 增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 6.49km^2，大于 50mg/L（超二类水质）增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 4.37km^2，大于 100mg/L（超三类水质）增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 2.69km^2。本工程海上施工过程将造成一定的悬浮泥沙影响，从分布趋势看，施工产生的悬沙扩散主要是在渔港附近，施工产生的悬沙扩散范围较小。

可见，本项目施工过程对海底造成扰动，导致悬浮泥沙随水流扩散并迁移，将在工程位置一定范围内迁移，将对项目周围海域沉积物环境造成一定的影响。由于本工程施工过程产生的悬浮泥沙主要来自本海区，因此经扩散和沉降后，沉积物的环境质量不会产生明显变化。而且这种影响是暂时的，会随着施工结束逐

渐消失。

根据上文运营期水质影响分析可知，本项目运营期水污染物均能得到妥善处置，不直接排入海域环境中，对项目及附近海域的沉积物环境产生影响的影响也较小。

根据上文 4.2 节项目用海对地形地貌冲淤环境的数模分析结果，冲淤变化的幅度很小，其影响是可控的，并且影响范围只集中在项目附近，项目的建设对沉积物环境影响较小。

现状调查结果表明，项目所在海区的沉积物环境质量良好。施工作业产生的悬浮物的性质与沉积物相似，污染物含量低，因此项目施工作业除了对海底沉积物产生部分分选、位移、重组和松动外，没有其他污染物混入，不会影响海底沉积物质量；产生的悬浮泥沙再沉降形成的新沉积物环境的质量仍能满足各海区执行标准，不会对周边海域沉积物环境质量产生不利影响，工程海域沉积物质量状况仍基本保持现有水平。

4.4 对通航环境的影响分析

4.4.1 施工期对通航环境影响分析

本项目在施工期间，会有绞吸船等施工船舶，增加了渔港范围内船只的数量，增加了船舶碰撞的风险，施工期间，建议采取以下办法达到施工船舶的通航安全。

①施工期间施工船舶占用部分渔港水域，使得该水域船舶会遇格局变得复杂，增加了渔船通行与避让难度，施工单位应申请发布航行通（警）告，并合理划分施工作业区域，设置临时助航、警示标志，为渔船留出航行通道，必须保证航道的畅通。

②水域疏浚时，每个疏浚点的附近会由于挖泥船等施工船的进出，使航道交通流量有一定增加，而且对过往船舶正常航行产生一定影响。因此，在施工过程中，要加强现场管理，实施水上安全警戒，设置临时助航标志等。

③工程施工中需移动部分助航标志，施工单位应征得航道管理部门同意。

④施工船舶和设施的照明光使航行者将照明光误解为导标或助航标志灯光而导致紧迫局面或水上交通事故发生。

⑤工程完工后要对施工现场进行扫测，以确保航道通航畅通。

⑥在整个施工过程中，如遇雷雨大风等恶劣天气影响施工时，船舶应遵守相关船舶防抗恶劣天气等相关规定，并应在开工前制定工程应急预案，以确保施工安全。施工船舶应遵守相关船舶防台作业规定，相应做好防台工作，应就近选择合适的锚地抛锚避风。

⑦施工期间，业主和施工单位应根据海事和航道部门的相关要求设置施工警示标志，并与海事等主管部门加强沟通，及时应对通航中的各种不安全情况。施工单位应规范、合理施工，施工组织计划应在施工中不断深入优化，最大限度降低施工对通航环境的不利影响。

⑧施工单位应确保所有施工的器械、工具和材料不占据规定的施工区以外的主航道水域，如有矛盾时，施工船舶要避让、停工让出航道，优先让进出港船舶通过，出于施工需要确需临时占据的，应向由海事部门申请维护，并在安全措施得到有效落实时方可作业。

4.4.2 运营期对通航环境的影响分析

项目的建成后，乌坎渔港将成为当地渔船中心避风场所之一，随着乌坎渔港功能不断完善，将吸引更多渔船来港装卸交易和后勤补给，从而会使来往船舶密度增大，各种船舶在运输过程中可能形成交叉会遇局面，可能会增加船舶的航行、避让困难。因此建议业主单位做好沟通工作，调度船只，避免发生船舶碰撞，尽可能减小对通航环境的影响，认真落实通航的安全保障措施，有关各方加强工程及其附近海域的安全管理，其不利影响将得到缓解或消除。

5 海域开发利用协调分析

5.1 海域开发利用现状

根据项目用海资源影响分析内容，项目用海对周边海域开发活动的影响一方面是施工产生的悬浮泥沙对这些用海活动区的海水水质的影响；另一方面是项目用海对项目区占用、对毗邻用海活动的影响。

根据 5.1 节开发利用现状的分析，本项目所在附近海域及近岸开发活动主要有无证筏式养殖、乌坎大桥、金厢渔港、金厢银滩、新建汕头至汕尾铁路项目和乌坎水闸等，项目用海对海域开发活动影响分析如下：

5.1.1 社会经济概况

1、汕尾市经济发展情况

根据《2022 年汕尾市国民经济和社会发展统计公报》数据显示，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%。

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%。

全年固定资产投资比上年下降 6.2%。分投资主体看，国有经济投资增长 10.9%，民间投资下降 16.5%；港澳台及外商投资下降 32.7%。分产业看，第一产业投资增长 42.9%，第二产业投资下降 5.3%，第三产业投资下降 8.8%。

全年全市居民人均可支配收入 29020 元，比上年增长 5.8%。按常住地分，城镇居民人均可支配收入 34766 元，增长 5.1%；农村居民人均可支配收入 21227

元，增长 6.8%。

全年全市居民人均消费支出 21635 元，比上年增长 5.6%，按常住地分，城镇居民人均消费支出 25379 元，增长 4.5%；农村居民人均消费支出 16558 元，增长 7.2%。全市居民恩格尔系数为 46.3%，比上年上升 0.7 个百分点，其中城镇为 46.3%，农村为 46.3%。

2、陆丰市经济发展情况

陆丰市地处广东省东南部碣石湾畔，位于东经 115.25°~116.13°、北纬 22.45°~23.09°之间。北面和陆河县、普宁市交界，东与汕尾市华侨管理区及惠来县接壤，西与海丰县和汕尾市城区为邻，南濒南海，全市陆地面积 1687.7 平方千米。

根据《2022 年陆丰市国民经济运行统计公报》（陆丰市统计局，2023 年 4 月），陆丰市 2022 年全年地区生产总值实现 412.24 亿元，同比下降 2.8%，两年平均增长 5.6%，高于汕尾市平均增速。其中，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%。三次产业比重为：20.1：32.2：47.7。

陆丰市 2022 年完成农林牧渔业总产值 138.02 亿元，同比增长 7.3%。其中渔业产值 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%。2021 年全年水产品产量 24.77 万吨，其中，其中海洋捕捞产量 10.00 万吨，海水养殖产量 12.89 万吨，淡水捕捞产量 0.09 吨，淡水养殖产量 1.79 万吨。

陆丰市共有渔业乡镇 11 个，渔业村 56 个，从事渔业的农户 20232 户，渔业人口达到 103708 人，其中传统渔民 7770 人。陆丰市渔业人口 98440 人。

5.1.2 海域开发使用现状

通过实地踏勘、遥感影像和收集项目附近资料，本项目周边海域开发现状主要有养殖围塘、水闸、渔港和跨海大桥等。由调查结果可以看出，项目附近的海域开发利用活动主要为旅游娱乐区、养殖围塘以及水闸等。项目所在海域海洋开发利用活动见表 5.1.2-1 和图 5.1.2-1。

1.金厢渔港

金厢渔港位于陆丰市南端，碣石湾北部，地处金厢镇境内。金厢渔港是广东省三类渔港，位于东经 115.42°，北纬 22.51°，金厢渔港长约 3500 米，港面宽

处 100 米，窄处 20 米。该港交通方便，陆路与陆丰市的东海镇，碣石镇相距 15 公里，距甲子镇 45 公里。水路距汕头市 120 海里，距广州市 250 海里，距香港 125 海里。金厢渔港岸线长 3500 米，护岸堤岸线长 1590 米，防护堤 650 米，渔船 574 艘，辅助船 15 只，堆积泥沙面积约 3100 平方米，渔港停船面积约 38515 平方米。

图 5.1.2-1　金厢渔港现状图

2.陆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。

3.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

本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，每个鱼礁群鱼布设礁单体个数为 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 49248m^3；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。

4.陆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 41431.5m^3。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.乌坎水闸

目前暂无过船设施，乌坎水闸于 2012 年进行重建，拟在水闸右侧预留了 50t 船闸一座，设计船闸有效尺度为 100×8.0×1.5m（长×宽×门槛最小水深），通航净空 4.51m，但由于各种因素限制，目前船闸尚未建设。乌坎水闸的运行情况：台风暴潮和洪水来临时，水闸运行调度按以下原则进行：1、当闸内水位低于外海水位时，关闸挡潮；2、当闸内水位高于外海水位时，开闸泄洪，开闸孔数与开度视内、外水位差而定，按“先中间孔、后两边孔，隔孔开启”的原则运行。乌坎水闸于 2009 年开始重建。重建后闸室全长 230.5m，共 24 孔，每孔净宽 8m，过水总净宽 192m，闸室采用整体结构，3 孔一联，其中中墩厚 1.4m，缝墩厚 1.0m，底板厚 1.2m。水闸两岸岸墙与闸室相配合，与闸墩平行布置，紧靠闸室边墩，仅以变形缝分隔开，使边墩免受侧向土压力的作用。闸底板高程为-3.0m，上下游采用底流消能。水闸于 2013 年初步建成。

6.乌坎大桥

乌坎大桥设单孔双向通航，净宽 18.5m，净高 4m。

7.新建汕头至汕尾铁路项目（螺东河大桥）

螺东河大桥主跨为 72m，采用（40+72+40）m 连续梁，通航孔设置单孔双向通航，承台为矩形，平面尺寸为 9.2m×10.6m（长×宽），厚度 3.5m，主墩承台顶标高为-2.515m（1985 国家高程基准）。

乌坎河大桥主跨 160m，采用（76+160+76）m 连续梁拱，通航孔设单孔双向通航，承台为矩形，左、右承台平面尺寸为 16.5m×29m（宽×长），厚度 3.5m，其中左承台（水中）面标高为-3.571m，仍位于规划航道底标高-3.32m 以下，右承台（岸侧）面标高为-1.031m。

8.虎尾水闸

虎尾水闸设计洪峰流量为 176.86m/s。

9.养殖围塘

本项目后方陆域分布有养殖围塘，主要为水产养殖。

10.海上养殖

本项目东南侧约 6.61km 分布有陆丰市茂潮种养专业合作社养殖区。

11.碣石渔港

碣石渔港位于陆丰市南端，地处粤东碣石湾东岸，毗邻港澳，位于东经 115°47′25″，北纬 22°48′00″～22°49′38″之间。南北长约 7km，水域面积约 2.5 平方公里。碣石渔港位于碣石镇区内，渔港配套设施基本齐全，是陆丰市重要的群众渔港之一。粤西、粤东及闽西的渔船长期在碣石渔港生产作业、避风和后期补给。碣石渔港水路交通方便，水路距香港 106 海里，距广州 206 海里，陆路距广州 370 公里，至汕头 142 公里，至深圳 266 公里，至广汕、深汕高速公路口 25 公里，至深厦高铁站 30 公里。

本项目陆丰市东海镇乌坎渔港建设工程项目：项目新建 600HP 渔船泊位 5 个、200HP 渔船泊位 4 个，新建港区连接道路和码头、护岸、导堤等水工建筑物，配套建设港区陆域设施设备，新建项目完成后渔获卸港量可达到 3.4 万吨/年，并满足 600HP 渔船全天候进港，水域能停泊大小渔船 600 艘以上。

图 5.1.2-2　碣石渔港现状图

12.碣石水闸

广东省汕尾市陆丰市碣石镇碣石内港，碣石镇南溪河河系下游出海口处。对现有碣石水闸进行拆除重建，恢复及发挥桥闸行洪、挡潮功能。水闸拆除重建后满足 P=5%洪峰流量 432.3m^3/s、P=2%洪峰流量 539.1 m^3/s 的过流能力，同时考虑上游淹没影响，要求满足闸上壅水高度不大于 0.3m 进行控制。

依据《水闸设计规范》（SL265-2016），本水闸工程等别为III等，主要建筑级别为 3 级、次要建筑级别为 4 级、临时建筑级别为 5 级。

图 5.1.2-3　碣石水闸现状图

13. 无证养殖

项目附近均存在一些无证筏式养殖。

14. 航道、锚地

根据本项目位置与汕尾港主航道、锚地叠加示意图分析可知，本项目用海不占用航道、锚地，本项目论证范围内涉及的主航道为乌坎东线航道、乌坎西线航道和碣石航道；锚地为 10 号锚地、11 号锚地和 12 号锚地。据调查，本项目所在海域为习惯航道，常有渔船等小型船舶通行。

表 5.1.2-1　工程周边海域开发利用现状活动

编号	开发现状项目		相对位置和距离
1	乌坎渔港项目		项目所在位置
2	陆丰海纳金滩海水浴场项目		东侧约 3.50km
3	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		东南侧约 6.27km
4	陆丰金厢南人工鱼礁区工程		东南侧约 10.69km
5	碣石水闸		东南侧约 17.35km
6	乌坎水闸		东北侧约 2.12km
7	乌坎大桥		相邻，北侧 66m
8	新建汕头至汕尾铁路项目		北侧约 1.03km
9	陆丰市茂潮种养专业合作社养殖区项目		东南侧约 6.61km
10	现状拦沙堤、护岸		项目附近位置
11	汕尾市白沙湖连岛公路		西南侧约 18.25km
12	广东汕尾电厂一期工程		西南侧约 20.02km
13	乌坎货运码头		项目附近
14	碣石渔港		东南侧约 13.18km
15	广东省汕尾市管辖海域 CB22-03 区块海砂开采		南侧约 13.98km
16	广东省汕尾市管辖海域 CB21-08 区块海砂开采		南侧约 16.11km
17	广东省汕尾市管辖海域 CB21-09 区块海砂开采		南侧约 13.97km
18	金厢渔港		东侧 3.66km
19	虎尾水闸		东侧 3.65km
20	无证养殖		项目所在位置
21	航道	乌坎西线航道	项目附近
22		乌坎东线航道	项目附近
23		碣石航道	南侧 13.8km
24	锚地	10 号锚地	南侧 8.55km
25		11 号锚地	东南侧 10.95km
26		12 号锚地	南侧 1.49km

图 5.1.2-4a　海域开发利用现状图

图 5.1.2-4b　海域开发利用现状图（局部）

图 5.1.2-5　项目海域开发利用现状图（航道、锚地）

5.1.3 海域使用权属现状

本项目周边已确权的用海项目有新建汕头至汕尾铁路项目、乌坎货运码头、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市茂潮种养专业合作社养殖区项目等。上述项目与本项目用海均无权属冲突。

本工程论证范围内的权属现状见图 5.1.3-1、权属信息见表 5.1.3-1。

表 5.1.3-1　项目所在海域权属分布表

序号	项目名称	使用权人	与本工程的相对位置关系	用海面积（公顷）	用海类型	用海方式	用海时限
1	陆丰海纳金滩海水浴场项目	[redacted]	东侧约 3.50km	5.5726	旅游娱乐用海	开放式用海、透水构筑物用海	25 年
2	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	[redacted]	东南侧约 6.27km	44.7814	渔业用海中的人工鱼礁用海和开放式养殖用海	透水构筑物用海、开放式养殖用海	40 年
3	陆丰金厢南人工鱼礁区工程	[redacted]	东南侧约 10.69km	392	渔业用海中的人工鱼礁用海	透水构筑物用海	40 年
4	新建汕头至汕尾铁路项目	[redacted]	北侧约 1.03km	20.5035	交通运输用海	跨海桥梁、非透水构筑物用海、透水构筑物用海	50 年
5	陆丰市茂潮种养专业合作社养殖区项目	[redacted]	东南侧约 6.61km	45	渔业用海	开放式养殖用海	15 年
6	广东省汕尾市管辖海域 CB22-03 区块海砂开采	[redacted]	南侧约 13.98km	195	工业用海	其他方式	3 年
7	广东省汕尾市管辖海域 CB21-08 区块海砂开采	[redacted]	南侧约 16.11km	195	工业用海	其他方式	3 年
8	广东省汕尾市管辖海域 CB21-09 区块海砂开采	[redacted]	南侧约 13.97km	230	工业用海	其他方式	3 年
9	汕尾市白沙湖连岛公路	[redacted]	西南侧约 18.25km	13.5400	交通运输用海	路桥用海	50 年
10	广东汕尾电厂一期工程	[redacted]	西南侧约 20.02km	42.7465	工业用海	电力工业用海	41 年

图 5.1.3-1a　海域使用权属现状图

图 5.1.3-1b　海域使用权属现状图（局部）

5.2 项目用海对海域开发活动的影响

5.2.1 对本渔港停泊和进出港渔船的影响分析

本项目防波堤、码头建设及水域疏浚等施工期间，会占用港内部分水域，对港内停泊和进出港渔船产生一定影响，但此影响是暂时的，且本项目的建设可改善渔船停泊和进出港的条件，可确保周边船舶航行安全，同时为渔民的渔船停泊、卸港、补给提供便利，渔船主为直接受益者，项目建设容易获得渔民支持，具有可协调性。项目施工期间应对作业船只的活动时间及活动范围进行规范，施工时设置相应的施工警示标志，合理规划正常作业和施工作业，尽可能降低对港内停泊和进出港渔船的影响。

5.2.2 对乌坎货运码头的影响分析

本工程附近有已建成的乌坎货运码头，共有 2 个 500 吨级通用件杂货泊位，码头总长度 124m，设计通过能力 18 万吨，归属陆丰市鸿祥港务有限公司所有。该货运码头目前处于停运状态，根据港口规划，该货运码头规划升级为 500~1000 吨级泊位，服务后方产业，在货运码头西侧规划 2 个 500~1000 吨级客运泊位，岸线长 236m，主要对接汕尾城区的水上观光、旅游休闲等运输需求。

本项目建设码头的位置与其不存在权属冲突，且该货运码头目前处于停运状态，因此对其的影响较小。

5.2.3 对养殖活动的影响分析

本项目周边分布很多无证筏式养殖，项目施工产生的悬浮泥沙可能对其养殖水质造成影响，因此，建议建设单位施工前征求附近渔民的意见，施工前做好相关宣传工作，取得群众理解。建议建设单位在项目实施前，与周边养殖户进行协调，告知工程建设过程中可能造成的不利影响，同时明确本项目建成后的积极作用，在开工前取得周边养殖户同意本项目建设的意见，确保项目顺利实施。

5.2.4 对乌坎大桥的影响分析

乌坎大桥位于本工程上游，与泊位之间的最近距离约 66m，本项目施工期船舶的增加会对其周边海域及渔港内的通航环境造成一定的影响，同时项目建成后，

随着渔港功能不断完善，将吸引更多渔船来港装卸交易和后勤补给，从而会使来往船舶密度增大。因此，项目施工期和运营期间的频繁船舶运输必定会增加航道通航密度，在一定程度上影响通航安全。

为保证渔港周边海域海上交通的正常秩序，在项目建设及运营期间，应与渔政管理部门、海事主管部门和陆丰市交通运输局沟通协调，与其建立有效联系机制，采取措施尽量减少对船舶正常通航和作业的影响。

5.2.5 对现状拦沙堤和护岸的影响分析

现有拦砂堤长度不足，拦沙效果不足，口门处泥沙淤积尤为严重，大大影响渔船进出港内避风和作业。本港进港航道水深为较浅，大马力的渔船仍然要乘潮进港，制约本港渔业生产的发展。满足水深的避风锚地水域面积太小。

因此，现急需增加拦砂堤长度，以保证渔船顺利安全进出港内。水域大部分仍需浚深，才能满足近千艘到港渔船的停泊避风。而本项目建设的拦沙堤在施工期间会产生一定的悬浮泥沙，但建设后能减少口门处泥沙淤积程度；疏浚范围与护岸均保持一定的距离，对护岸的防洪能力影响程度较低。

5.3 利益相关者界定

利益相关者指受到项目用海影响而产生直接利益关系的单位和个人，界定的利益相关者应该是与用海项目存在直接利害关系的个人、企事业单位或其他组织或团体。

根据本报告书海域使用现状的分析可知，本项目周围的海洋开发利用活动情况较多。通过对工程区附近用海现状的调查和项目用海对周边海洋开发活动的影响情况，按照利益相关者界定原则，经界定，本项目的利益相关者为无证筏式养殖户。需要协调的责任部门为陆丰市交通运输局、陆丰市水务局和海事主管部门。本项目利益相关者界定分析见表 5.3-1。

表 5.3-1　项目用海的利益相关者分析表

编号	项目名称	相对位置和距离	利益相关者或协调责任人	可能影响因素	是否为利益相关者	是否为利益相关协调部门
1	乌坎渔港	项目所在位置	[redacted]	乌坎渔港是直接为乌坎港渔民服务，对其利益基本无影响	否	否
2	陆丰海纳金滩海水浴场项目	东侧约3.50km	[redacted]	项目施工产生的悬浮泥沙可能会影响水质和生态，但项目距离较远，基本无影响。	否	否
3	金厢渔港	东南侧约6.27km	[redacted]	项目施工产生的悬浮泥沙可能会影响水质和生态，但项目距离较远，基本无影响。	否	否
4	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	东南侧约10.69km	[redacted]	项目施工产生的悬浮泥沙可能会影响水质和生态，但项目距离较远，基本无影响。	否	否
5	陆丰金厢南人工鱼礁区工程	西侧约3.79km	[redacted]	项目施工产生的悬浮泥沙可能会影响水质和生态，但项目距离较远，基本无影响。	否	否
6	虎尾水闸	东北侧约2.12km	[redacted]	施工期间产生的悬浮泥沙可能对水质产生影响，但项目距离较远，基本无影响。	否	否
7	乌坎水闸	北侧约1.03km	[redacted]	项目施工产生的悬浮泥沙可能会影响水质，但对其行洪、挡潮能力不造成影响	否	否
8	**乌坎大桥**	**相邻，北侧 66m**	[redacted]	**施工和营运期间船舶的增加可能对大桥的安全造成影响**	**否**	**是**
9	新建汕头至汕尾铁路项目	东南侧约6.61km	[redacted]	距离较远，基本无影响。	否	否
10	陆丰市茂潮种养专业合作社养殖区项目	东南侧约6.61km	[redacted]	项目施工产生的悬浮泥沙可能会影响水质和生态。	否	否
11	**现状拦沙堤、**	**项目附**	[redacted]	**项目附近位置**	**否**	**是**

编号	项目名称	相对位置和距离	利益相关者或协调责任人	可能影响因素	是否为利益相关者	是否为利益相关协调部门
	护岸	近	[redacted]			
12	无证养殖	项目附近	[redacted]	项目施工产生的悬浮泥沙可能会影响水质和生态	是	否

5.4 相关利益协调分析

5.4.1 与养殖户的协调

本项目航道疏浚区域分布有无证筏式养殖户，由图 5.4-1 可知，项目施工疏浚区域部分会与无证养殖区域重叠，施工产生的悬浮泥沙扩散会涉及到无证养殖区域，但所产生的影响是暂时和局部的，加之悬浮泥沙具有一定的沉降特性，随着施工作业的结束，悬浮泥沙将慢慢沉降，项目附近海水水质会逐渐恢复原有的水平。建议建设单位施工前征求附近渔民的意见并和无证养殖的清理工作的执行单位海洋综合执法队进行沟通，施工前做好相关宣传工作，取得群众理解。

5.4.2 与陆丰市交通运输局和海事主管部门的协调

本项目施工期船舶的增加会对其周边海域及渔港内的通航环境造成一定的影响，同时项目建成后，随着渔港功能不断完善，将吸引更多渔船来港装卸交易和后勤补给，从而会使来往船舶密度增大。而本项目距离乌坎大桥较近，船舶密度的增加可能会对其造成影响，需陆丰市交通运输局进行沟通协调。因此，项目施工期和运营期间的频繁船舶运输必定会增加航道通航密度，在一定程度上影响通航安全。为保证渔港周边海域海上交通的正常秩序，在项目建设及运营期间，应与陆丰市交通运输局、海事主管部门沟通协调，与其建立有效联系机制，采取措施尽量减少对船舶正常通航和作业的影响。同时，建设单位应积极配合陆丰市交通运输局、海事主管部门建立完善科学的海上交通监督管理系统和船舶交通管理系统，大大增强陆丰市交通运输局、海事主管部门对该海域的船舶交通管理力度，最大限度保证船舶交通安全，将施工期和运营期的通航风险降至最低。

5.4.3 与陆丰市水务局的协调

现急需增加拦砂堤长度，以保证渔船顺利安全进出港内。水域大部分仍需浚深，才能满足近千艘到港渔船的停泊避风。而本项目建设的拦沙堤在施工期间会产生一定的悬浮泥沙，但建设后能减少口门处泥沙淤积程度；疏浚范围与护岸均保持一定的距离，对护岸防洪能力的影响程度较低。

项目建设及运营期间，应与陆丰市水务局沟通协调，采取措施尽量减少对现有拦沙堤和护岸的影响。

图 5.4-1a　施工期悬浮泥沙扩散与开发利用现状叠加示意图

图 5.4-1b　施工期悬浮泥沙扩散与开发利用现状叠加示意图（局部）

图 5.4-2a　施工期悬浮泥沙扩散与权属叠加示意图

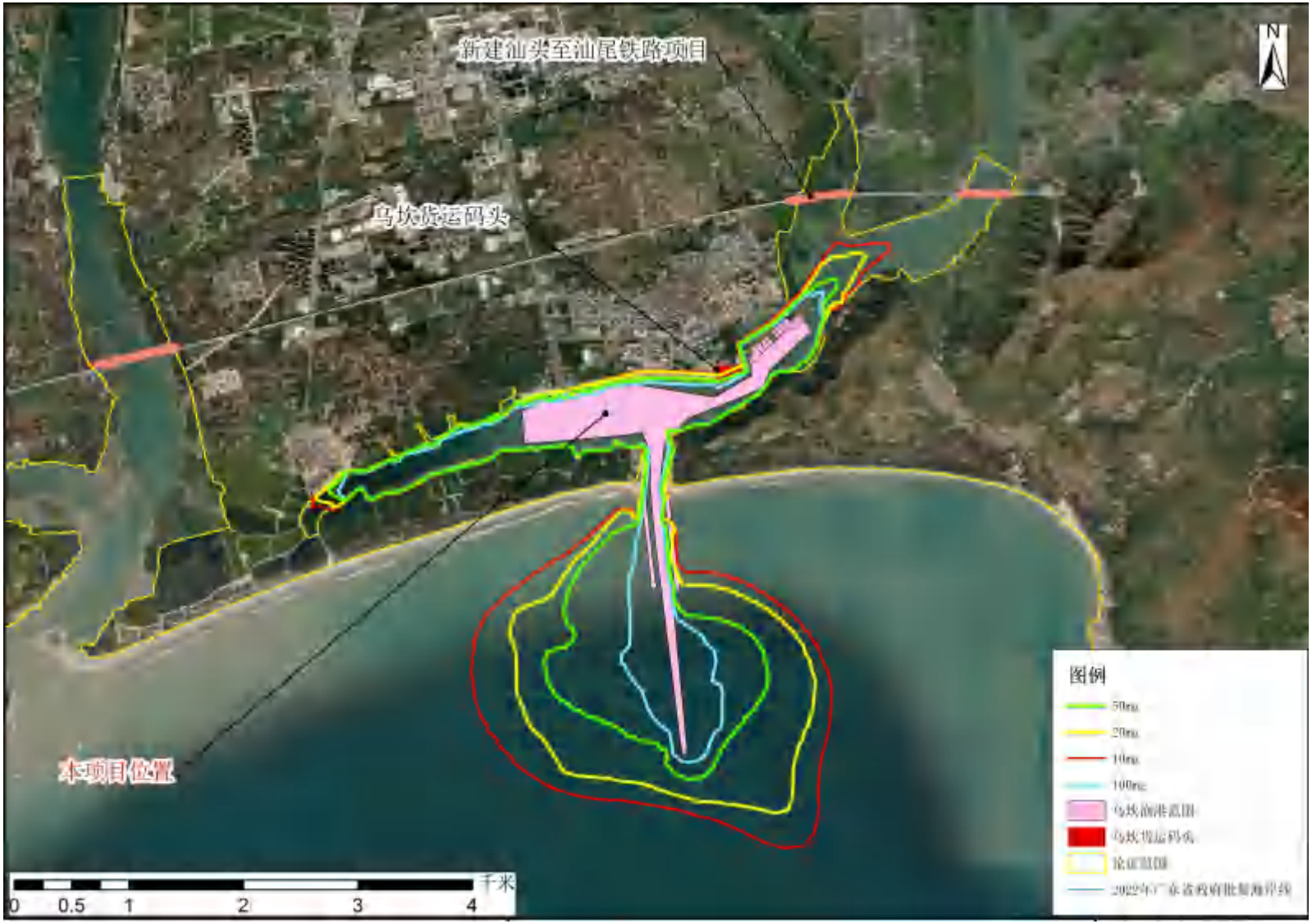


图 5.4-2b　施工期悬浮泥沙扩散与权属叠加示意图（局部）

5.5 项目用海与国防安全和国家海洋权益的协调性分析

5.5.1 与国防安全和军事活动的协调性分析

本项目用海区及临近没有对国家海洋权益有特殊意义的海上构筑物、标志物，本项目用海对国家权益不会产生不良影响。本项目工程不涉及军队的私密资料。本项目建设对基本不影响国防安全和军事活动。

5.5.2 对国家海洋权益的协调性分析

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

本项目用海没有涉及到领海基点，也没有涉及国家秘密，不会对国家海洋权益产生影响。

综上所述，本项目不会对国防安全和国家海洋权益产生影响。

6 国土空间规划符合性分析

6.1 项目与国土空间规划分区符合性分析

6.1.1 与《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》的符合性分析

根据广东省自然资源厅发布的《广东省国土空间规划（2021—2035 年）》，规划围绕“一核一带一区”区域发展新格局，全面构建安全、繁荣、和谐、美丽的高品质国土。本次规划包括“陆域土地面积 17.97 万 km^2（含岛屿面积 0.81 万公顷），海域面积 6.47 万 km^2（含东沙群岛及其海域）”。

国土空间开发利用格局：“一核两极多支点”增强汕尾、阳江的战略支点功能，打造珠三角产业转移承载地、产业链延伸区和产业集群配套基地；增强韶关、清远、云浮、河源、梅州等北部生态发展区地级市中心城区的综合服务功能，进一步提升中心城区人口和产业承载能力。规划提出，构建全域感知的灾害识别体系，推动建设全域覆盖、动静结合、三维立体的智能化基础设施和感知体系，协

同城市安全运营、应急响应和灾情评估与灾后恢复，提高智慧防灾减灾救灾能力。

本项目的建设，有利于优化乌坎渔港资源，促进安全渔业港口体系的构建，提高乌坎渔港的防灾减灾能力，构筑沿海防灾减灾体系，保障乌坎渔港沿海居民的生态环境和生态安全，科学合理地开发、利用和保护渔业资源，促进渔业经济的可持续发展。工程建设符合《广东省国土空间规划（2021—2035 年）》。

6.1.2 与《汕尾国土空间规划（2021-2035 年）》的符合性分析

根据汕尾市国土空间总体规划（2021-2035 年）》第六章市域国土空间功能优化与品质提升中提及：“加快现代渔港建设，围绕渔业高质量发展，培育发展现代渔港经济区，加快现代渔港建设，大力发展海洋捕捞和水产养殖业。以汕尾马宫渔港为中心，完善和升级甲子、碣石、湖东、金厢、大湖、捷胜、乌坎、遮浪等标准渔港的基础设施，发展海洋牧场、远洋捕捞、海水养殖、水产种业、水产品市场、水产品仓储物流、水产品加工业。”

“大力发展海洋经济，推动海洋经济高质量发展。发挥汕尾海洋资源优势，发展壮大以海工装备制造为核心、海上风电为特色的千亿级电力能源产业集群。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。坚持陆海统筹、港产联动，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。加快推进建设观湖路（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。”

本项目位于汕尾渔港群中的乌坎渔港，通过完善渔港配套设施，提高渔港建设等级。项目完成后提升乌坎渔港防灾减灾能力，使之建设成为当地渔船中心避风场所之一，为海洋捕捞作业生产提供安全保障，为广大渔民群众的生命财产安全提供可靠的基础设施。因此，本项目的建设符合《汕尾国土空间规划（2021-2035 年）》。

6.1.3 与《陆丰市国土空间总体规划》（2021-2035 年）的符合性分析

6.1.3.1 项目海域国土空间规划分区基本情况

紧紧围绕广东省委省政府“1+1+9”工作部署和“一核一带一区”区域发展格局，落实“百县千镇万村高质量发展工程”和汕尾市委“三五三”工作谋划，聚焦“奋力裂变发展，实现蓝色崛起”的总目标，坚持以人民为中心，坚持生态优先、绿色发展，立足新发展阶段，顺应新时代国土空间治理要求，建立国土空间规划体系的战略部署，按照统一底图、统一标准、统一规划、统一平台的“四统一”原则，围绕深化用途管制与“放管服”改革，构建高质量发展的国土空间格局和支撑体系，形成推进现代化新陆丰建设的一本规划、一张蓝图，努力建设宜居宜业宜游的美丽新陆丰。

第 32 条中提及：“构建海洋保护与开发利用带。依托虎舌沙洲、玄武山-金厢滩风景名胜区、金厢金沙湾海滨文旅小镇、观音岭、浅澳海滨浴场等生态文旅资源，依靠滨海旅游公路，打造集红色文化教育、海上运动、度假休闲等于一体的滨海生态旅游带。依托碣石海工基地、湖东能源基地、三甲海洋经济产业基地、汕尾市新材料产业园，串联旅游文化景区、**现代渔港**，打造集先进制造、能源科技、现代渔业、滨海旅游和特色农业等于一体海洋特色鲜明的滨海能源及装备制造产业带。”

第 46 条提及：“大力发展渔港经济区，总体形成“一核一带五港”的渔港经济区布局。“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。”

根据《陆丰市国土空间总体规划》（2021-2035 年），本项目位于陆丰市海洋空间保护利用分区中的渔业用海区-红海湾-碣石湾渔业用海区，项目相邻螺河口生态保护区。

根据《陆丰市国土空间总体规划》，“渔业用海区开发利用范围内采用“分区管理+用海准入”管理方式，严禁布局国家产业政策淘汰类、限制类项目，严格限制开展对海洋生态环境、海洋经济生物繁殖生长有较大影响的开发活动。海域利用区的污水和生活垃圾必须科学处置、达标排放，禁止直接排入海域，减少对海域环境的污染”。本项目为乌坎渔港建设项目，依据《陆丰市国土空间总体规划》中附表 9 重点建设项目安排表，本项目属于其中的新建重点建设项目，不属于国家产业政策淘汰类、限制类项目。施工期产生的生活垃圾统一收集，由环卫部门收集运走处理；产生的船舶污水均收集交由有资质的单位处理；生活污水排至陆域生活污水管网，再经市政污水管网送至东海镇污水处理厂进行处理，均不直接排入海域。

此外，本项目不涉及生态红线保护区、生态保护控制区、农田保护区。

6.1.3.2 项目对海域国土空间规划分区的影响分析

本项目位于红海湾-碣石湾渔业用海区，项目相邻螺河口生态保护区。见图 6.1.3-1。

本项目为建设乌坎渔港，新建渔船泊位、拦沙堤、码头等水工建筑物。项目施工期采取的生态保护措施：1、港池航道及避风塘疏浚采用抓斗挖泥船，应加强监控，防止漏泥污染环境。施工船舶含油污水及生活污水经收集后交由有资质单位处理；施工船舶应加强管理，防止发生机油泄漏事故。2、散装物料的运输车应当加盖覆盖物，且装载不宜过满，防止超载；同时控制车速以减免物料沿途散落；物料的堆放也应该加盖覆盖物以防止扬尘；对运输和施工过程中散落在地面上的泥土和粉尘要及时清扫，以减少车辆行驶过程中的扬尘；路面应定期洒水以防止扬尘。3、尽量使用低噪声机械设备，对于产生噪声的设备应加装防护隔音设备，加强对设备的日常维修和保养，尽量减少噪声的产生。4、施工单位必须严格遵守和执行余泥渣土排放的相关规定，按照规定办理好余泥渣土排放的手续，获得批准后方可在指定的受纳地点弃土。施工期产生的生活垃圾，包括食物残渣，包装物料等应统一收集，由环卫部门收集运走处理，不能就地丢弃或掩埋。

本项目营运期采取的生态保护措施：1、码头前沿冲洗污水和初期雨水（10mm）通过污水沟收集至陆域污水管网，再经市政污水管网送至后方陆域污水处理厂进

行处理。陆域生活污水、水产交易市场污废水排至陆域生活污水管网，再经市政污水管网送至东海镇污水处理厂进行处理。运营期渔船靠泊在排污泊位后，将船舶污水通过管道输送到码头后方陆域污水管网，生活污水经市政污水管网送至东海镇污水处理厂进行处理，含油污水排至陆域含油污水处理站，除油达标后排至陆域生活污水管网。2、对装卸作业的码头面和道路场地进行经常性清扫，并采用洒水车对道路进行定期洒水，控制二次扬尘的污染。3、装卸机械设备选用高效、低噪声动力设备，并设隔声、消声装置，加强机械的维修保养、保持其良好的运行效果，对高噪声设备采取吸声、隔声、消声和隔振等措施，为值班人员设置防护室或佩戴防护装置；车辆禁止鸣笛或使用低噪声喇叭。4、港区的固体废弃物由港区清洁工集中收集在容器内，安放于各处指定位置，再做工业垃圾统一处置；另外生活垃圾委托当地环卫部门统一收集，集中处理。在港船舶应严格执行国家《船舶污染物排放标准》（GB3552-2018）和 73/78 国际防止船舶污染海洋公约附则的规定，禁止在港区附近水域排放垃圾，船舶垃圾经检疫后由港监部门指定的清洁公司统一收集处理。

综上所述，本项目施工期和营运期均采取生态保护措施，落实保护措施，对项目周边海域造成的影响较小。

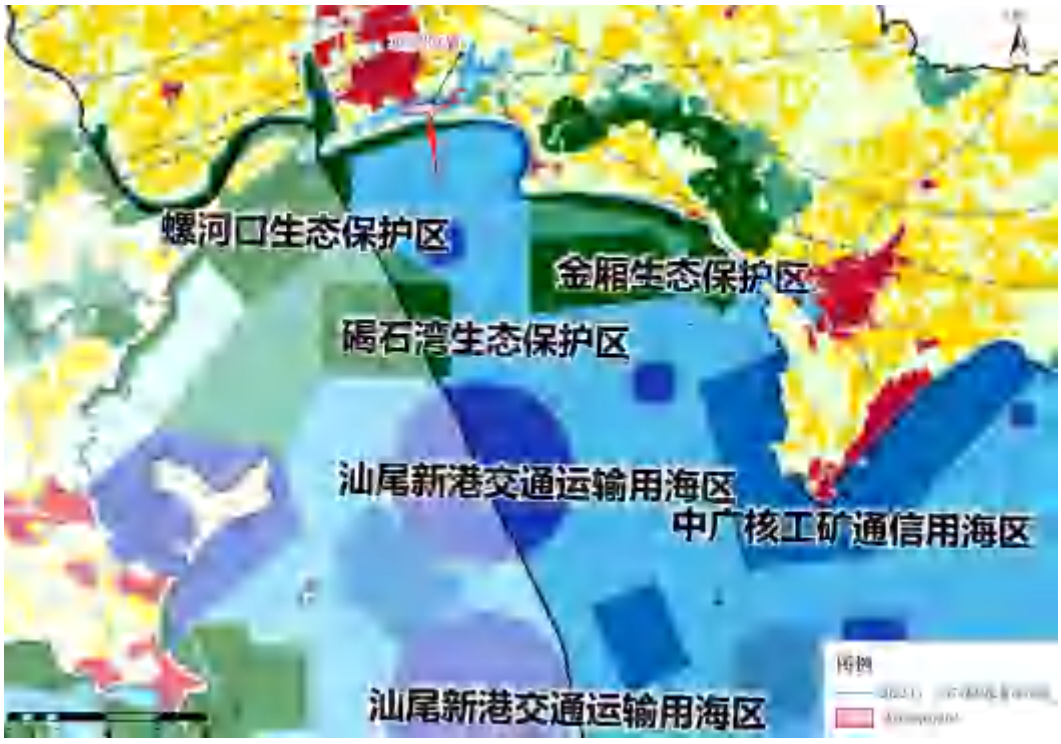


图 6.1.3-1 项目所处国土空间规划分区示意图

6.1.3.3 项目对海域国土空间规划分区符合性分析

根据《陆丰市国土空间总体规划》“渔业用海区开发利用范围内采用“分区管理+用海准入”管理方式，严禁布局国家产业政策淘汰类、限制类项目，严格限制开展对海洋生态环境、海洋经济生物繁殖生长有较大影响的开发活动。海域利用区的污水和生活垃圾必须科学处置、达标排放，禁止直接排入海域，减少对海域环境的污染”。本项目为乌坎渔港建设项目，依据《陆丰市国土空间总体规划》中附表 9 重点建设项目安排表，本项目属于其中的新建重点建设项目，不属于国家产业政策淘汰类、限制类项目。

本项目为渔港码头项目，属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 29 号）中第一类鼓励类中的“一、农林业类—12、远洋渔业、人工鱼礁、渔政渔港工程”。对照国家《市场准入负面清单（2022 版）》，本项目不属于禁止准入类。因此本项目不属于国家产业政策淘汰类、限制类项目。

根据第四章的生态影响分析内容，本项目施工建设将造成一定量的海洋生物损失，施工期间造成所在区域水质环境的影响，项目建成后区域水动力变化总体不大，工程建设对海洋生态环境、海洋经济生物繁殖生长的影响不大；项目施工以及运营期均将生活污水、生活垃圾收集后上岸处置，严禁排放入海，不会造成污染物入海。

综上，本项目建设符合《陆丰市国土空间总体规划》（2021-2035 年）中关于渔业用海区的管理与准入要求，项目建设与《陆丰市国土空间总体规划》相符合。

6.1.4 项目与“三区三线”划定成果符合性分析

根据中共中央办公厅、国务院办公厅印发《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》：在符合现行法律法规前提下，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动，包括允许必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施建设、防洪和供水设施建设与运行维护。

按照《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）的要求：“规范管控对生态功能不造成破坏的有限人为活动。生态保护红线是国土空间规划中的重要管控边界，生态保护红线内自然保护地核心保护区外，禁止开发性、生产性建设活动。在符合法律法规的前提下，仅允许以下对生态功能不造成破坏的有限人为活动。生态保护红线内自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区等区域，依照法律法规执行。”

2022 年 10 月 14 日，自然资源部办公厅印发《自然资源部办公厅关于北京等省（市、区）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），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。

（1）项目所在海域海洋生态保护红线

根据《广东省国土空间规划（2021~2035 年）》（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。本项目与 2022 年生态保护红线位置关系见表 6.1.4-1 和图 6.1.4-1。周边的生态保护红线有金厢海岸防护物理防护极重要区、金厢镇山门村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、螺河重要河口等。

根据“三区三线”划定成果，工程不占用任何生态保护红线，本工程东、西拦沙靠近金厢镇山门村海岸防护物理防护极重要区和乌坎港上海村海岸防护物理防护极重要区。

表 6.1.4-1　项目与生态保护红线区位置关系

红线名称	红线类型	相对工程的方位	与本项目最近距离
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	东南侧	3.63km
金厢镇山门村海岸防护物理防护极重要区		东侧	25m
乌坎港上海村海岸防护物理防护极重要区		西侧	20m
汕尾海丰鸟类地方级自然保护区	候鸟及其栖息地	西南侧	4.16km
螺河重要河口	重要河口	西侧	3.68km

涉密 不公开

图 6.1.4-1a　与生态保护红线位置示意图

图 6.1.4-1b　与生态保护红线位置示意图（局部）

图 6.1.4-2a　施工期悬浮泥沙扩散与生态保护红线叠加示意图

图 6.1.4-2b　施工期悬浮泥沙扩散与生态保护红线叠加示意图（局部）

（2）对本项目周边海域海洋生态保护红线的影响分析：

项目距离附近最近的海洋生态保护红线为金厢镇山门村海岸防护物理防护极重要区和乌坎港上海村海岸防护物理防护极重要区，距离分别为25m和20m，根据图6.1.4-2可知，施工期悬浮泥沙扩散会对金厢镇山门村海岸防护物理防护极重要区和乌坎港上海村海岸防护物理防护极重要区造成影响，但施工时引起的悬浮泥沙扩散影响面积不大，且所产生的影响是暂时和局部的，加之悬浮泥沙具有一定的沉降特性，随着施工作业的结束，悬浮泥沙将慢慢沉降，项目附近海水水质会逐渐恢复原有的水平。项目施工期和营运期产生的各类污染物进行收集处理，不排入项目附近海域。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的影响较小。

另外，项目距离附近其他海洋生态保护红线均较远，项目施工及运营对项目周边其他海洋生态保护红线影响很小。

因此，项目建设符合“三区三线”的要求。

6.1.5 与《广东省国土空间生态修复规划（2021—2035年）》的符合性分析

根据《广东省国土空间生态修复规划（2021—2035年）》中提及：以“蓝色海湾”综合整治、海岸带保护和修复重大工程、红树林保护修复专项行动计划为抓手，统筹推进海岸带生态保护修复。加强海岸线保护与利用管理，推进海岸线生态修 复，实现海岸线占补平衡。对严格保护岸线重点加强自然岸 线生态修复，对限制开发岸线重点加强人工岸线的改造，对优化利用岸线重点开展生态化建设。推动红树林、珊瑚礁、海草床等重要海洋生态系统修复，创建万亩级红树林示范区，巩固提升海洋生态系统碳汇能力。保护修复珍稀濒危物种关键栖息地，开展水鸟廊道、鱼类洄游通道等生态廊道建设，保护本土生物物种，防治入侵物种灾害，加强有害生物防控。推进海堤生态化，构筑海岸生态防线，完善沿海防护林体系，提升海岸带防灾减灾能力。

其中专栏9—3蓝色海洋生态屏障保护和修复重大工程中有提及：红海湾—碣石湾滨海湿地保护修复：退塘营造红树林，修复现有红树林湿地，提升鸟类栖息地质量，最大程度恢复黄江河口、大湖、白沙湖湿地公园、海丰国际滨海湿地

生态系统结构和功能。建设生态化海堤，整治修复砂质岸线，开展湾内清淤疏浚，完善岸基防风林体系，提升海湾防灾减灾能力。控制陆源入海污染物，恢复螺河口生态系统结构和功能。（牵头单位：省自然资源厅、省林业局、省水利厅、省生态环境厅；责任单位：汕尾市政府）

本项目对乌坎渔港进行新建码头和拦沙堤，对乌坎渔港航道水域进行疏浚，项目的建设能提升乌坎海湾防灾减灾能力，因此，本项目的建设符合《广东省国土空间生态修复规划（2021—2035 年）》中的要求。

6.1.6 与《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》符合性分析

海岸带是社会经济发展的重点区域，也是生态类型多样、生态功能重要、生态系统脆弱的区域。广东省人民政府、国家海洋局于 2017 年 10 月发布《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）。

《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》提出，到 2050 年，海岸带地区生产要素配置和产业结构日趋优化，科技支撑和创新引领能力进一步增强，湾区发展和构建开放型经济体制取得重大成果，沿海地区建成广东最美丽、最有魅力的地方，实现“四个坚持、三个支撑、两个走在前列”的总体要求和发展目标。

《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》以海岸线自然属性为基础，结合开发利用现状与需求，将海岸线划分为严格保护岸线、限制开发岸线和优化利用岸线三种类型。其中严格保护岸线针对自然形态保持完好、生态功能与资源价值显著的自然岸线以及军事设施利用的海岸线划定，主要包括优质沙滩、典型地质地貌景观、重要滨海湿地、红树林、珊瑚礁等所在岸段。广东省大陆海岸线共划定严格保护岸线 1583.6 千米，占总长的 38.5%，共 202 段。严格保护岸线要按照生态保护贡献有关要求管理，确保生态功能不降低、长度不减少、性质不改变。禁止在严格保护岸线范围内开展任何损害海岸地形地貌和生态环境的活动。广东省人民政府负责发布和定期更新本行政区域内严格保护岸线名录，县（区、市）人民政府负责落实并组织实施，明确保护边界，设立保护标识。

本项目建设渔船泊位，新建港区码头、拦沙堤等水工建筑物。不占有严格保护岸线，但占用人工岸线，在本项目完成岸线占补相关工作，做好申请用海区域的海岸线保护工作的基础上，项目用海可做到保持周边自然岸线与海域的自然属性，项目用海方式占用岸线是相对适宜的。

综上，项目用海符合《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》（粤府〔2017〕120 号）的管控要求。

图 6.15　项目与海岸带规划分区叠加示意图

6.2 项目与海洋功能区划符合性分析

6.2.1 项目所在海域及周边海域海洋功能区划

《中华人民共和国海域使用管理法》第四条规定：“国家实行海洋功能区划制度。海域使用必须符合海洋功能区划。”第十五条规定：“养殖、盐业、交通、旅游等行业规划及海域使用的，应当符合海洋功能区划。沿海土地利用总体规划、城市规划、港口规划涉及海域使用的，应当与海洋功能区划相衔接。”因此，需要对本项目与海洋功能区划的关系进行分析。

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》，项目所在海域海洋功能区为碣石湾农渔业区。项目周边海域海洋功能区还包括：珠海-潮州近海农渔业区、金厢旅游休闲娱乐区、田尾山工业与城镇用海区、碣石湾西部工业与城镇用海区和施公寮港口航运区。各功能区与本项目的位置关系见表 6.2.1-1，各功能区的海域使用管理和海洋环境保护管理要求见 6.2.1-2，各功能区分布见图 6.2.1-1。

表 6.2.1-1　本项目周边海域海洋功能区划分布直线距离表

序号	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	占用	农渔业区
2	金厢旅游休闲娱乐区	东侧 4.61km	旅游休闲娱乐区
3	田尾山工业与城镇用海区	东南侧 11.62km	工业与城镇用海区
4	碣石湾西部工业与城镇用海区	西侧 6.62 km	工业与城镇用海区
5	施公寮港口航运区	西南侧 12.80km	航运区
6	遮浪海洋保护区	西南侧 18.70km	海洋保护区
7	珠海-潮州近海农渔业区	南侧 19km	农渔业区

表 6.2.1-2　广东省海洋功能区划登记表（摘自《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》）

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
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	1.相适宜的海域使用类型为旅游娱乐用海； 2.保障解释渔港、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。	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。
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**	**1.相适宜的海域适用类型为渔业用海； 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。**	**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，防治外来物种入侵； 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。**

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	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。	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。
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	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。	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″	航运区	2207 5693	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洄游鱼类用海； 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。	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。
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。

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。

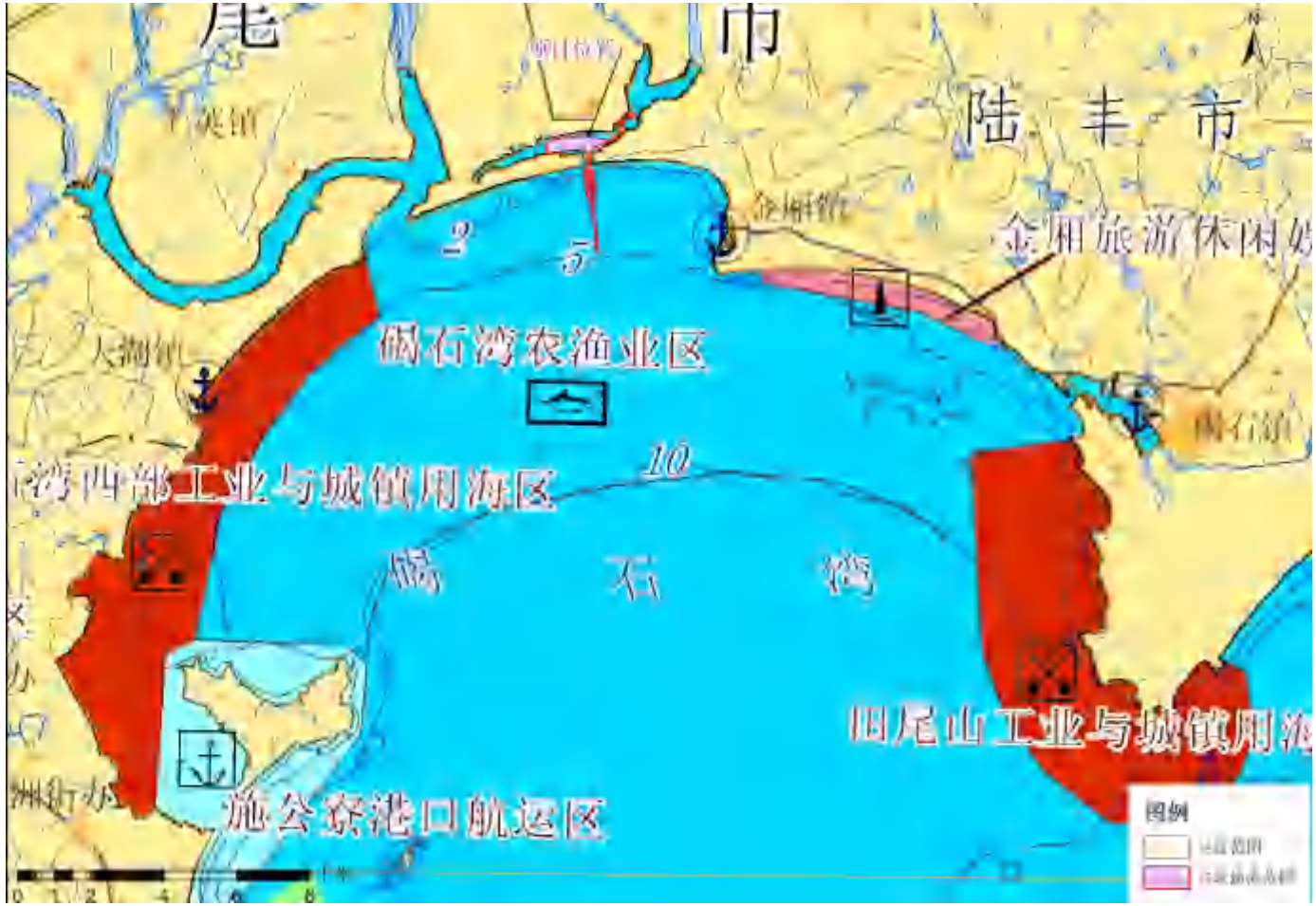


图 6.2.1-1 项目所在及周边海域海洋功能区分布图（广东省）

6.2.2 项目用海对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，本项目为陆丰市东海镇乌坎渔港建设工程项目。项目用海类型为渔业用海中的渔业基础设施用海，本项目建设渔船泊位，码头、导堤等水工建筑物。虽然本项目导堤对项目周围海域的自然属性所改变，但通过本项目的建设，提升渔港建设水平，扩大渔港建设规模，提升渔港防灾减灾能力，以保证渔船顺利安全进出港内，提升渔港功能定位，不仅能吸引更多的渔船前来生产、作业、避风，还可以带动社会资金到港区周边从事物资补给、水产品交易、休闲渔业等设施建设。在项目施工过程中，会产生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附近，其他海洋功能区距离本项目较远，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大的不利影响。

项目营运期主要产生的污染物有生活污水、生活垃圾、船舶含油污水和初期雨水，施工和营运期间的陆域生活污水、码头前沿冲洗污水和初期雨水通过污水沟收集至陆域污水管网，再经市政污水管网送至东海镇污水处理厂进行处理。施工期船舶含油污水由专业的环保公司的含油污水接收处理船接收处理或通过船舶配备的生活污水处理装置进行处理；施工船舶应加强管理，防止发生机油泄漏事故，因此，不会对项目所在海域和周边海域海洋功能区造成明显影响。

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）》有关的要求，加强管理，维护海洋功能区的正常运行。

6.2.3 与功能区划的符合性分析

项目占用的海洋功能区为碣石湾农渔业区，项目用海占用海洋功能区的海域使用管理和海洋环境保护管理要求符合性分析见表 6.2.3-1。

表 6.2.3-1 项目用海与所在海域海洋功能区管理要求符合性分析

功能区名称	管理要求		用海分析	相符性
碣石湾农渔业区	海域使用管理	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。	1.本项目为渔业基础设施用海； 2.项目为乌坎渔港基础设施建设，建成后能进一步保障乌坎渔港用海需求； 3.项目的建设占用乌坎港区用海，但是为了建设发展乌坎渔港； 4.项目的建设不影响核电等工业发展的用海需求； 5.本项目对乌坎渔港不进行围填海； 6.本项目不进行养殖活动； 7.本项目不在河口海域进行围填海施工，不占用规划航道，对河口海域的防洪纳潮功能不造成影响，也能维持航道畅通。	相符
	海洋环境保护	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.项目建设过程中采取生态保护措施，对碣石湾的影响较小； 2.项目为渔港建设项目，不进行捕捞活动，有利于保护鲍、海马等重要渔业品种； 3.本项目不进行养殖活动； 4.运营期渔船靠泊在排污泊位后，将船舶污水通过管道输送到码头后方陆域污水管网，生活污水经市政污水管网送至东海镇污水处理厂进行处理，含油污水排至陆域含油污水处理站，除油达标后排至陆域生活污水管网。 5.项目施工期和营运期不向海域排放污废水及其他污染物，并开展海洋环境的跟踪监测，加强对项目所在海域海洋环境的监管；环境调查结果显示，项目所在海域海洋环境基本与海洋环境保护要求相符，项目建设及营运对海洋环境的影响也较小。	相符

综上所述，本项目用海与《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》（2012 年）所属海洋功能区管理要求是相符的。

6.3 项目与“三线一单”分区管控方案符合性分析

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》（粤府〔2020〕71 号）（以下简称省“三线一单”）、《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）（以下简称市“三线一单”）基本原则：生态优先，绿色发展、分区施策，分类准入、统筹实施，动态管理；能源资源利用要求提出：保障自然岸线保有率。

因此市“三线一单”与省“三线一单”基本原则、能源资源利用要求对自然岸线保有率的要求基本一致，在此以省“三线一单”进行符合性分析：

生态优先，绿色发展。践行“绿水青山就是金山银山”理念，把保护生态环境摆在更加突出的位置，以资源环境承载力为先决条件，将生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线落实到区域空间，持续优化发展格局，促进经济社会绿色高质量发展。

分区施策，分类准入。强化空间引导和分区施策，推动珠三角优化发展、沿海经济带协调发展、北部生态发展区保护发展，构建与“一核一带一区”相适应的生态环境空间格局。针对不同环境管控单元特征，实行差异化环境准入。

统筹实施，动态管理。依据国家顶层设计，实行省为主体、地市落地、上下联动机制，构建共建共享、分级实施体系。结合经济社会发展和生态环境改善的新形势、新任务、新要求，定期评估、动态更新调整。

“能源资源利用要求”提出：保障自然岸线保有率，提高海岸线利用的生态门槛和产业准入门槛，优化岸线利用方式，提高岸线和海域的投资强度、利用效率。

（1）生态保护红线

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》（粤府〔2020〕71 号）、《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），一般生态空间内，可

开展生态保护红线内允许的活动；在不影响主导生态功能的前提下，还可开展国家和省规定不纳入环评管理的项目建设以及生态旅游、畜禽养殖、基础设施建设、村庄建设等人为活动。项目与广东省环境管控单元图叠加示意图详见图 6.4-1，项目与汕尾市环境管控单元图叠加示意图详见图 6.4-2，项目与广东“三线一单”平台截图叠加示意图详见图 6.4-3 和图 6.4-4。汕尾市环境管控单元准入清单（节选）详见表 6.4-1。

按照“三线一单”要求，全省生态保护红线暂采用 2020 年 9 月广东省人民政府报送自然资源部、生态环境部的版本；一般生态空间后续与发布的生态保护红线进行衔接参照《广东省国土空间规划（2021~2035 年）》，本项目海域范围位于“碣石湾农渔业区一般管控单元”（编码：HY44150030001）。

优先保护单元管控要求为：以维护生态系统功能为主，禁止或限制大规模、高强度的工业和城镇建设，严守生态环境底线，确保生态功能不降低。一般管控单元管控要求为：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。

根据表 6.3-1，项目本项目符合生态保护红线、一般生态空间的要求。

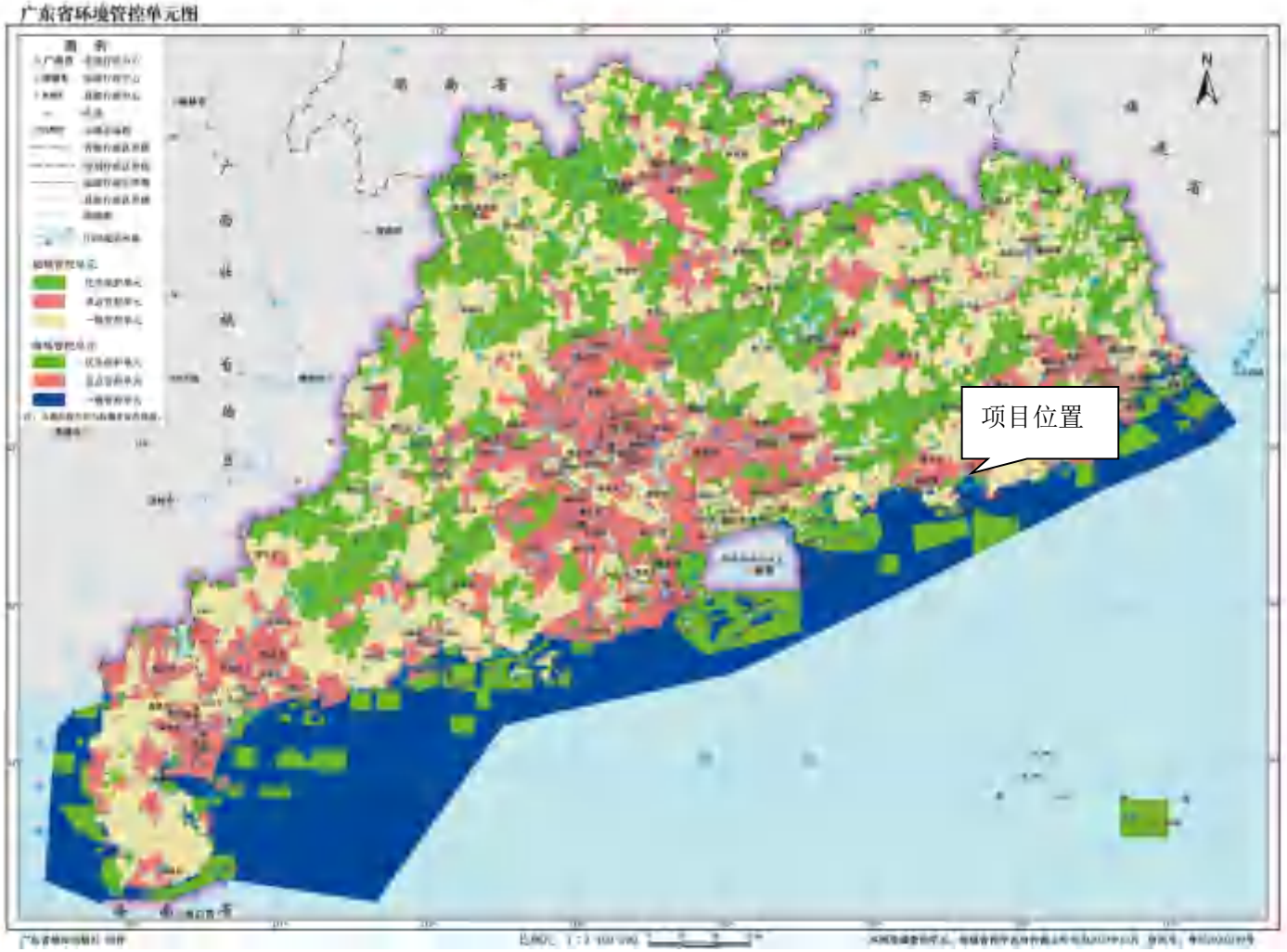


图 6.3-1　广东省环境管控单元图

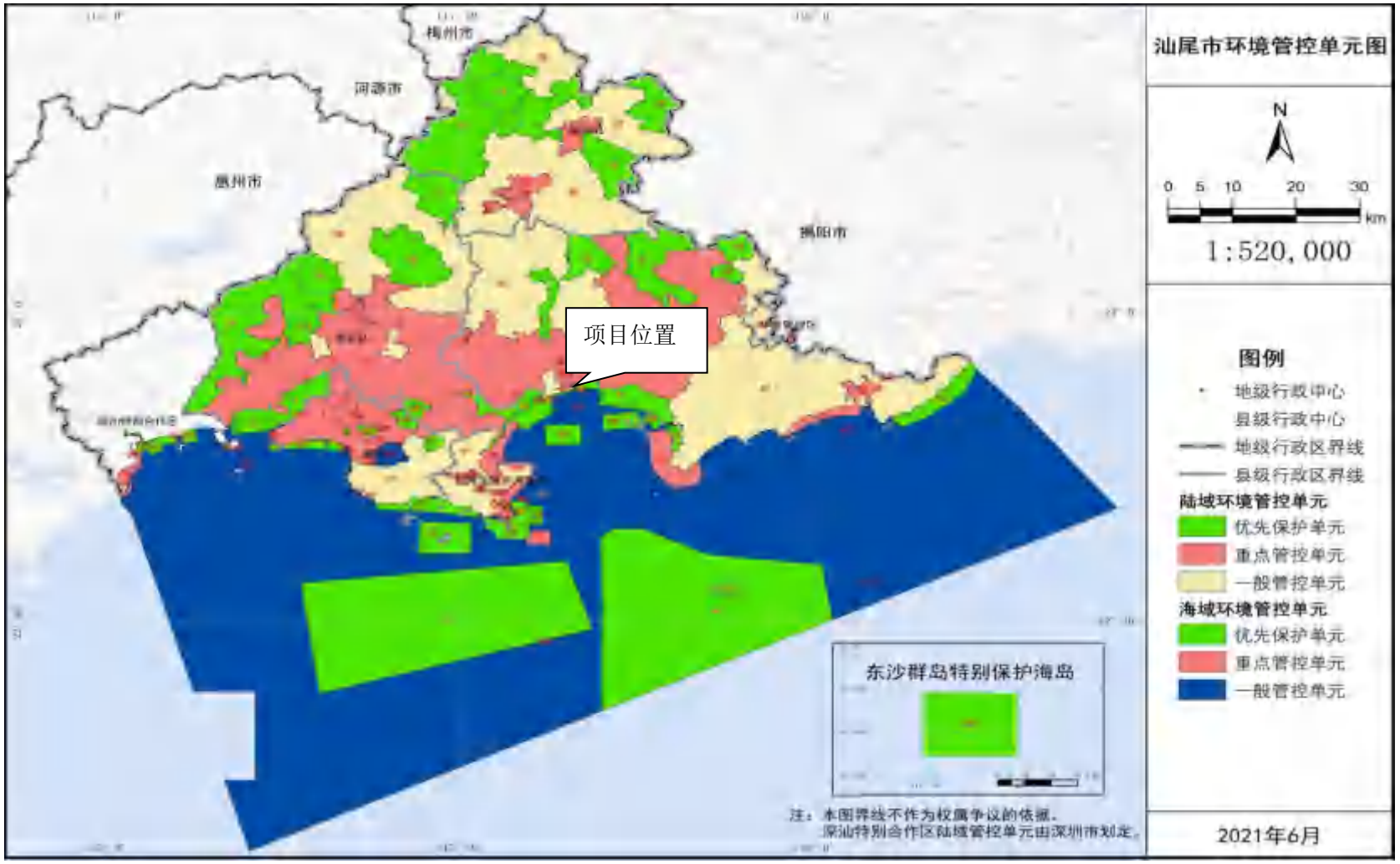


图 6.3-2　本项目与汕尾市“三线一单”生态保护红线叠加示意图

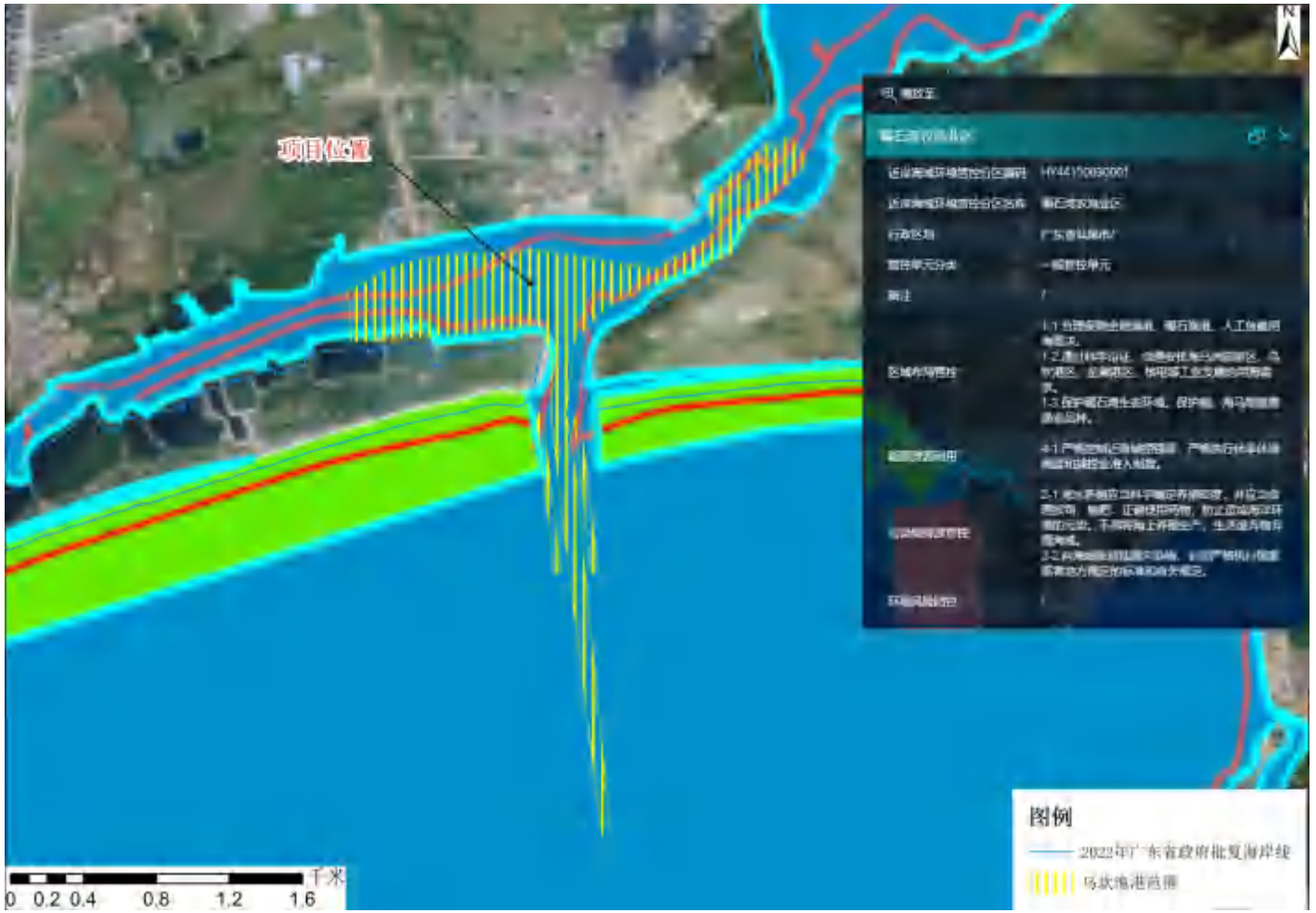


图 6.3-3　本项目与广东省“三线一单”平台近岸海域截图叠加示意图

表 6.3-1　项目与汕尾市环境管控单元准入清单——碣石湾农渔业区相符性分析表

近岸海域环境管控分区编码	HY44150030001		
近岸海域环境管控分区名称	碣石湾农渔业区		
行政区划	广东省汕尾市		
管控单元分类	一般管控单元		
“三线一单”要求		**符合性分析**	相符性
区域布局管控	1-1.合理保障金厢渔港、碣石渔港、人工鱼礁用海需求。	项目为乌坎渔港建设项目，不占用金厢渔港、碣石渔港、人工鱼礁用海需求。	相符
	1-2.通过科学论证，合理安排海马洲旅游区、乌坎港区、金厢港区、核电等工业发展的用海需求。	项目不影响海马洲旅游区、金厢港区用海需求，项目周边无核电等工业设施，距离核电工业规划范围较远。	相符
	1-3.保护碣石湾生态环境、保护鲍、海马等重要渔业品种。	项目不影响鲍、海马等重要渔业品种，另外针对受损渔业资源，报告书制定了生态补偿修复措施。	相符
能源资源利用	4-1.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。	项目不涉及近海捕捞活动。	相符
污染物排放管控	2-1.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。	项目不涉及海水养殖。	相符
	2-2.向海域排放陆源污染物，必须严格执行国家或者地方规定的标准和有关规定。	项目产生的污废水均妥善处置，接入市政污水管网，不直接排入海域。	相符
环境风险防控	/	/	/

（2）环境质量底线

根据本项目所在区域环境空气质量、海水环境质量、声环境质量监测结果显示，均能满足相关标准要求。

项目施工期港池疏浚、拦沙堤抛石、码头施工作业会对海域水质造成一定影响，但悬浮泥沙扩散范围不大，对海洋生物资源产生一定损害，然而仅在施工期产生环境影响，施工结束影响即消失。项目施工期和营运期主要产生的污染物有船舶含油污水、生活污水、码头冲洗废水及初期雨水、固体废物均得到妥善处置，不在项目海域排放，不会对周边海域海洋功能造成明显影响。

本项目排放污染物对环境空气、海洋水质环境、声环境影响在采取适宜的污染防治措施后，能够维持区域环境质量现状，符合环境功能区要求。

因此，本项目的建设不触及环境质量底线。

（3）资源利用上线

项目为渔港码头项目，电力能源主要依托当地电网供电，项目用水主要依托来源市政管网，船舶主要燃料是柴油，项目的基本原则是逐步淘汰效益差的小功率渔船，提高燃料的使用效率，因此，本项目耗费资源较少。

本项目防波堤、港池、码头不占用生态保护红线，位于碣石湾农渔业区，项目满足其管理要求。

综上所述，项目建设不会突破当地的资源利用上限。

（4）环境准入负面清单

根据《市场准入负面清单（2022 年版》，本项目建设不属于“禁止准入类”，属于需“许可准入类”中“50 未获得许可，不得从事特定水上运输业务及其辅助活动”，项目建设符合《市场准入负面清单》（2022 年版）。

因此，本项目建设与市场准入负面清单相符。

6.4 项目用海与相关规划符合性分析

6.4.1 与《广东省海洋主体功能区规划》符合性分析

《广东省海洋主体功能区规划》（2017）确定了广东省海洋主体功能区，包括优化开发、重点开发、限制开发和禁止开发 4 类，本项目位于碣石湾，属于限制开发区域中的“海洋渔业保障区”，如图 6.4.1-1 所示。

限制开发区域是提供海洋水产品和海洋生态功能的重要地区。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。其发展方向及布局包括：构建以粤东、粤西两大生态保护与渔业生产重点地区，加强生态环境保护，推进海水增养殖发展。

本项目为渔港建设工程项目，通过对现有渔港进行升级改造，建设基础设施，大幅提升渔港的生产和停泊能力，提高乌坎渔港的综合能力。能够实现渔民增收、渔业增效的需要，项目建设属于“积极发展现代海洋渔业。推进港口体系建设。加强沿海港口公共基础设施建设。”可对推动全省海洋经济持续增长有积极作用。与该区的功能定位与发展方向及布局是相符合的。

因此，项目建设与《广东省海洋主体功能区规划》（2017 年）是相符的。

图 6.4.1-1　项目所在海域及广东省海洋主体功能区分布示意图

6.4.2 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》符合性分析

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》提出：加强渔政渔港等基础设施建设，推动渔港经济区和渔区城镇融合发展。

构建以区域性避风锚地、示范性（一级）渔港为核心，以二、三级渔港为基础的现代渔港新体系，形成“一轴、三区、多群”的空间布局。以三百门、云澳、海门、神泉、莲花山、沙堤、闸坡、博贺、硇洲、乌石十大示范性（一级）渔港为节点构建全省现代渔港主轴。建设粤东、珠三角、粤西三大渔港湾区。粤东渔港湾区主要包括汕头、汕尾、潮州和揭阳 4 个沿海市，适当增加示范性（一级）渔港、二级渔港、三级渔港布局，重点建设 2 座区域性避风锚地、4 座示范性（一级）渔港、10 座二级渔港、6 座三级渔港。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”。

本项目建设渔港，利用乌坎渔港优越的建设条件，对现有的渔港进行改造升级，通过建设渔港基础设施，按照国家渔港标准，提高乌坎渔港综合能力及服务水平。

因此，本项目符合《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》。

6.4.3 与《广东省现代渔港建设规划（2016-2025 年）》符合性分析

根据《广东省现代渔港建设规划（2016-2025 年）》提及：以现有渔港的改扩建为主线，以提升避风能力和综合服务功能为核心，重点建设区域性避风锚地 6 座，示范性（一级）渔港 10 座，二级渔港 33 座、三级渔港 29 座，到 2025 年基本建成以区域性避风锚地、示范性（一级）渔港为核心、以二、三级渔港为基础的防台避风能力强、布局合理、功能完善、管理有序、生态良好的现代渔港新体系，形成“一轴、三区、多群”的空间布局结构，基本满足我省海洋渔船就近安全避风的需要，保障水产品安全稳定供给，逐渐实现渔港功能多元化，促进渔业增效、渔民增收和渔区社会经济和谐发展。

其中“多群”，即构建以沿海 62 座二级、三级渔港为基础、配套齐全的 9 大渔港群：潮州渔港群、揭汕渔港群、汕尾渔港群、珠江口渔港群、广海湾-川山群岛渔港群、阳江渔港群、茂名渔港群、雷州湾渔港群、琼州海峡-北部湾渔

港群。通过区域内示范性（一级）渔港与二级、三级渔港的同步建设，优势互补、形成合力，并将渔港建设与特色风情小镇建设紧密结合起来，发挥集群效应，为发展海洋经济搭建平台，有力促进沿海社会主义新渔村建设。

本项目位于汕尾渔港群中的乌坎渔港，通过完善渔港配套设施，提高渔港建设等级。项目完成后提升乌坎渔港防灾减灾能力，使之建设成为当地渔船中心避风场所之一，为海洋捕捞作业生产提供安全保障，为广大渔民群众的生命财产安全提供可靠的基础设施。

因此，本项目的建设是符合《广东省现代渔港建设规划（2016-2025 年）》。

6.4.4 与《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》的符合性分析

《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》提及：2025 年，基本完成珠江口入海排污口整治。深化船舶水污染物治理。严格落实《广东省深化治理港口船舶水污染物工作方案》，完善船舶水污染物收集处理设施，提高港口接收转运能力，补足市政污水管网与码头连接线。完善船舶水污染物联合监管制度，建设广东省船舶水污染物监管平台，全过程监督污染物的产生、接收、转运和处置。严格执行国家《船舶水污染物排放控制标准》，限期淘汰水污染物排放不达标且不能整改的船舶，严厉打击船舶向水体超标排放污染物行为。强化修造船厂的船舶水污染物管理，规范船舶水上拆解，禁止冲滩拆解。推进渔民减船转产和渔船更新改造。开展渔港环境综合整治。推进渔港污染防治设施建设和升级改造，规范含油污水、生产生活垃圾等污染物的收集、清理和处置，提高渔港污染防治监管水平。开展以防污治理提升港区风貌为重点的渔港综合管理试点工作。到 2025 年底，主要渔港污染防治监管能力有明显提升，渔港脏乱臭差现象得以改观。

乌坎渔港工程不设置入海排污口，渔港产生的生活污水依托市政污水管网，含油污水依托码头后方陆域的含油污水处理站进行处理。而渔港工作人员生活垃圾、船舶垃圾和建筑材料垃圾均交由环卫部门收集处理。项目营运期产生的污染物均不直接排放入海，则经采取措施后，本项目渔港码头运营期对附近海洋生态环境造成的影响较小。

因此，本项目建设符合《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》要求。

6.4.5 与《广东省海洋经济发展“十四五”规划》的符合性分析

《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。”

本项目为乌坎渔港工程，项目建设是利用渔港优越的建设条件，对现有渔港进行改造提升，完善渔港配套设施。通过建设渔港基础设施，项目旨在通过乌坎渔港工程的建设，大幅提升其生产和停泊条件，提高乌坎渔港综合功能及服务水平。因此，项目建设符合《广东省海洋经济发展“十四五”规划》的要求。

6.4.6 与《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030 年）》的符合性

广东省人民政府在 2017 年 10 月印发的《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030 年）》明确提出“四、优化现代渔港建设布局：加强渔政渔港等基础设施建设，推动渔港经济区和渔区城镇融合发展。构建以区域性避风锚地、示范性（一级）渔港为核心，以二、三级渔港为基础的现代渔港新体系，形成“轴、三区、多群”的空间布局。以三百门、云澳、海门、神泉、莲花山、沙堤、闸坡、博贺、硇洲、乌石十大示范性（一级）渔港为节点构建全省现代渔港主轴。建设粤东、珠三角、粤西三大渔港湾区。粤东渔港湾区主要包括汕头、汕尾、潮州和揭阳 4 个沿海市，适当增加示范性（一级）渔港、二级渔港、三级渔港布局，设

重点建设 2 座区域性避风锚地、4 座示范性（一级）渔港、10 座二级渔港、6 座三级渔港。珠三角渔港湾区主要包括广州、深圳、珠海、惠州、东莞、中山和江门 7 个沿海市，突出兼顾大中小型渔港，着力增加二、三级渔港布局，重点建设 1 座区域性避风锚地、2 座示范性（一级）渔港、8 座二级渔港、8 座三级渔港。粤西渔港湾区主要包括阳江、茂名和湛江 3 个沿海市，加大区域性避风锚地、示范性（一级）渔港建设，同时，加大二、三级性渔港布局密度，加强渔港避风能力、强化渔港综合服务功能，重点建设 3 座区域性避风锚地、4 座示范性（一级）渔港、15 座二级渔港、15 座三级渔港。以沿海 62 座二级、三级渔港为基础，构建潮州、揭汕、汕尾、珠江口、广海湾—川山群岛、阳江、茂名、雷州湾、琼州海峡—北部湾等 9 大渔港群。与渔区经济发展相结合，与当地城镇建设规划相衔接，将 10 座示范性（一级）渔港建设成为集渔船避风补给、鱼货集散、加工流通、旅游休闲为一体的高标准现代化综合性渔港，推进现代渔业产业转型升级。”

本项目为乌坎渔港建设及基础设施配套工程，为粤东渔港湾区中一座现代化综合性渔港，项目建设是利用现有优越的建设条件，建设渔船泊位，新建码头、导堤等水工建筑物，配套建设港区陆域设施设备，可大幅提升其生产和停泊条件，提高乌坎渔港综合功能及服务水平。

因此，项目建设与《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030 年）》是相符合的。

6.4.7 与《广东海洋经济综合试验区发展规划》的符合性分析

2011 年 7 月国务院批复的《广东海洋经济综合试验区发展规划》要求，构建安全可靠的渔业港口体系：按照政府主导、社会参与、突出重点、服务渔民的原则，大力实施标准渔港建设工程。以提高渔港防台风和后勤服务能力为核心，以现有渔港的改造、扩容、升级为重点，切实增强渔港在促进渔区经济发展、社会稳定和安全生产中的特殊支撑作用、按照渔港护岸、码头 50 年一遇，防波堤 100 年一遇的标准，规划建设 100 个标准渔港，重点建设博贺、乌石等中心渔港，加快建设草潭、达濠等一级渔港，支持建设北潭、博茂等二级渔港，推动澳头、陈村等三级渔港。

本项目的建设，有利于优化乌坎渔港资源，促进安全渔业港口体系的构建，提高乌坎渔港的防灾减灾能力，构筑沿海防灾减灾体系，保障沿海居民的生态环

境和生态安全，科学合理地开发、利用和保护渔港资源，促进渔业经济的可持续发展。项目以现有渔港的改造、扩容、升级为重点，以提高避风能力为核心，增加有效避风港池面积，完善渔港配套设施，提高渔港建设等级，是落实农业部加快渔港建设的决策的重要举措。

因此，本项目符合《广东海洋经济综合试验区发展规划》的要求。

6.4.8 与《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》的符合性分析

根据《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》提及：“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。”

通过本项目的建设，提升乌坎渔港建设水平，扩大渔港建设规模，提升渔港功能定位，不仅能吸引更多的渔船前来生产、作业、避风，还可以带动社会资金到港区周边从事物资补给、水产品交易、休闲渔业等设施建设，有效延伸渔业产业链条，提高产业关联度，拓展渔业发展空间，促进三产融合发展，对有效促进本地渔业产业升级具有重要意义，从而实现良好的经济和社会效益，为汕尾市的海洋经济发展助力。

项目的建设是“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”，因此，项目建设符合《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的建议》的要求。

6.4.9 与《汕尾市生态环境保护“十四五”规划》的符合性

《汕尾市生态环境保护“十四五”规划》第三章紧抓国家战略布局，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。加快转变海洋经济发展模式，严格环境准入与退出，整合优化海洋产业布局，优先支持海洋战略性新兴产

业、海洋特色产业园区等，推动沿海产业高端化、低碳化、绿色化发展。

第七章强化陆海统筹：推进入海排污口“查、测、溯、治”。规范入海排污口设置，加强入海排污口分类管控。加大非法和设置不合理入海排污口的清查力度，推进汕尾市入海排污口污染溯源工作，并建立健全入海排污口动态管理的长效机制，完善入海排污口的备案手续，编制非法和设置不合理排污口名录，确定各个排污口的具体整治要求，制订非法与设置不合理排污口清理工作方案，并组织开展整治工作，根据实际情况，依法处理。第二节深化海上污染源防治加强船舶和港口污染防治。持续推进船舶结构调整，加大船舶防污染执法检查和行政处罚力度，进一步加强船舶污染物的岸上监管。加强船舶修造厂和码头的船舶污染物接收处置工作，不断增强船舶与港口污染防治能力。沿海港口、码头、装卸站、船舶修造厂要配套废油等危险废物规范化贮存设施，具备船舶含油污水、化学品洗舱水、生活污水和垃圾等接收、处理能力，并做好与市政公共处理设施的衔接，实现船舶危险废物规范化处置及各类污染物的达标排放或按规定处置。2025 年年底前，按照船舶污染物排放标准，完成现有船舶的改造，经改造仍不能达到要求的，依法限期予以淘汰。

本项目的建设为乌坎港区可成为该区域海洋水产品购销集散地提供基础条件，带动陆丰市的海洋渔业经济发展，有利于推进建设特色鲜明的渔港经济区，带动当地渔民的收入。

乌坎渔港工程不设置入海排污口，渔港产生的生活污水依托市政污水管网送至后方陆域污水处理站处理，含油污水依托码头后方陆域的含油污水处理站进行处理。而渔港工作人员生活垃圾、船舶垃圾和建筑材料垃圾均交由环卫部门收集处理。项目营运期产生的污染物均不直接排放入海，则经采取措施后，本项目渔港码头运营期对附近海洋生态环境造成的影响较小。因此，本项目符合《汕尾市生态环境保护“十四五”规划》的要求。

6.4.10 与《汕尾市现代渔港建设总体规划（2015-2025 年）》的符合性分析

汕尾市现代渔港建设总体规划（2015-2025 年）空间布局：“重心开创先行”，即以品清湖区域性避风锚地、马宫示范性渔港为中心的沿海发展带，将各类渔港

协调同步发展，构建全市现代渔港核心区。该核心区是汕尾市海洋渔业重点产业区，具有渔船集中，渔业区位条件优越的特点。要打破行政区域界限，加强渔港产业的纵向沟通，实现防灾减灾资源共享，提高沿海防灾减灾能力和综合服务能力，促进人流、物流、信息流、资金流的流通，充分利用渔港滨海自然资源和人文资源，积极发展渔业休闲观光旅游产业，建设多功能渔港，努力打造全国一流的现代渔业基地和渔港经济强区。

“局部发展协调”，包括陆丰市、城区、海丰县（含深汕合作区）。

陆丰市：该区具有渔船分布集中、渔港资源集中、渔业区位条件优越的特点。区域内现有沿海渔港 5 座，其中一级渔港 1 座。渔港建设相对滞后，渔业防灾设施薄弱。本区域布局思路：在加大二级渔港建设的同时，着力加大三级渔港布局密度，建设上以加强渔港避风能力、强化渔港综合服务功能为主。发展方向：重点提升渔港避风能力和综合服务功能，构建区域联动的抗台防灾体系，优化渔业产业结构，发展二、三产业，实现渔港建设与产业发展互动。该区域建设 2 座二级渔港、3 座三级渔港。

城区：区域内现有沿海渔港 4 座，其中一级渔港 1 座。该区域渔港基础设施建设有一定的基础，但陆域配套较为完善，整体服务功能有待提升。本区域布局思路：重点建设 1 座区域性避风锚地和 1 座示范性渔港，建设上以完善避风能力、提升渔港配套功能及促进渔业综合经济区发展为主。发展方向：提高渔业防灾减灾能力和综合服务能力的建设，提升渔港传统功能，促进渔港产业的发展和小城镇建设，构建港镇一体化的现代海洋渔业产业发展的平台。该区域建设 1 座区域性避风锚地、1 座示范性渔港、2 座地方性渔港。

海丰县（含深汕合作区）：区域内现有沿海渔港 3 座，其中二级渔港 2 座。该区与经济发达地区相邻，有较大的经济发展潜力。本区域布局思路：兼顾中小型渔港及休闲船型，着力增加休闲渔港布局，建设上以提高避风能力、发展渔港功能多元化为主。发展方向：增加渔港避风能力，优化渔港产业结构，拓展渔港多元化功能，建设以休闲旅游经济为特征的多功能渔港。该区域建设 2 座二级渔港、1 座三级渔港。

表 6.4.10-1　各区渔港建设规划分布表

区域名称	区域内渔港规划分布
陆丰市	地方性渔港：碣石渔港（二级）、甲子渔港（二级）、湖东渔港（三级）、

	金厢渔港（三级）、**乌坎渔港（三级）**
城区	示范性渔港：马宫渔港 区域性避风锚地：品清湖避风锚地 地方性渔港：捷胜渔港（三级）
红海湾区	地方性渔港：遮浪渔港（二级）
海丰县（含深汕合作区）	地方性渔港：鲘门渔港（二级）、小漠渔港（二级）、大湖渔港（三级）

本项目为乌坎渔港工程，为汕尾陆丰市内规划的地方性渔港：乌坎渔港（三级）。项目建设符合《汕尾市现代渔港建设总体规划（2015-2025 年）》空间布局要求。

6.4.11 与《陆丰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》的符合性分析

根据《陆丰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》提及：“大力发展现代渔业。完善渔港基础设施建设，推进甲子渔港、碣石渔港、金厢渔港等沿海带渔港升级改造，建设交易市场、综合管理中心、深加工、冷链等渔港公共基础设施，着力发展海洋捕捞、海水养殖和海产品精深加工，带动冷冻冷链加工、仓储物流及休闲渔业等多元化产业发展，提升现代化渔港功能。聚焦产业升级，打造海洋牧场，谋划建设人工鱼礁项目，人工增殖水产苗种，移植大型藻类，引进海洋牧场项目，划定禁捕红线，逐步减少近海捕捞，推广生态健康养殖模式，扩大城东水墘蚝、金厢鱿鱼、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，探索试养高附加值养殖品种，推动传统近岸海域养殖向深远海科学养殖发展，培育现代渔业高质量发展新要地。推动海洋牧场与滨海旅游融合发展，依托海洋牧场海上多功能平台，建设海洋牧场休闲海钓基地，开发食宿康养、垂钓潜水、科普研学等旅游项目，提升海洋牧场知名度和影响力，辐射带动周边区域发展。”

本项目为乌坎渔港建设项目，其建设内容与《陆丰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》对其的要求一致。因此，项目建设符合《陆丰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》的要求。

6.4.12 与《陆丰渔港经济区建设规划（2021-2030 年）》（报批稿）符合性分析

根据《陆丰渔港经济区建设规划（2021-2030 年）》（报批稿）陆丰渔港经济区总体形成“一核、一轴、五港、八镇”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，布局合理科学、一、二、三产业融合发展的陆丰市海洋渔业核心产业。

“一轴”：陆丰市现代海洋渔业产业经济发展轴。

“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，推动湖东渔港建成国家一级渔港，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，并以甲子渔港为核心的陆丰市东海岸海洋渔业支柱产业集群。

“八镇”：以甲子、湖东、碣石、金厢、**乌坎**渔港为主要节点，涵盖甲东镇、甲子镇、甲西镇、湖东镇、碣石镇、金厢镇和东海街道共七个沿海乡镇的海域、陆域范围，以捕捞、养殖、加工、物流贸易、休闲渔业、渔业资源养护及利用等渔业产业融合体系，共同打造陆丰市现代海洋渔业可持续高质量综合发展平台。

虽然《陆丰渔港经济区建设规划（2021-2030 年）》尚未批复，但从规划的总体布局来看，本工程建设是符合《陆丰渔港经济区建设规划（2021-2030 年）》的要求。

图 6.5.12-1　陆丰渔港经济区规划结构图

7 项目用海合理性分析

7.1 用海选址合理性分析

7.1.1 选址区位和社会条件的适宜性

1.区位条件优越

陆丰市位于广东省汕尾市东南部碣石湾畔，北与陆河县、普宁市交界；东与惠来县接壤；西与海丰县和汕城区为邻，南濒南海，是中国海陆丰革命根据地的重要组成部分。

陆丰与周边重要城市联系紧密，陆丰距离广州约 250 公里，距离深圳约 170 公里，是联接粤港澳大湾区与汕潮揭城市群的黄金交汇点，是粤东地区面向珠三角的前沿门户，是粤港澳大湾区和珠三角产业转移和基础设施延伸的重要承接地，地理区位十分优越。

拟建项目的乌坎渔港位于粤东碣石湾北部，南临大海，北靠陆丰市市区，地理座标为东经 115°39'52"，北纬 22°53′19"，隶属于陆丰市东海镇，乌坎港东侧为金厢镇、西侧为上英镇，水陆交通极为便捷。

乌坎渔港由于地理位置优越，面临南海广大的渔场，当地渔船进出南海渔场南海诸岛及至国外生产十分方便。碣石湾是鱼、虾、贝类繁殖的优良港湾，200 米等深线外是本省、福建省及港、澳、台渔船云集生产的渔场，以上地区的渔船常到本港停泊避风和后勤补给。

因此，乌坎渔港有非常显著区位条件优势。

2.社会经济条件适宜

广东凭借优越的地理优势，水产品总产量全国第一，20 世纪 90 年代中期以来，广东水产品产量占全国水产品总产量的比例一直保持在 13.6%以上。水产品生产和出口在广东农业经济中占有非常突出的地位。2021 年广东水产品总产量 884.5 万吨，比 2010 年增长 21.3%；渔业经济总产值达到 4088 亿元，居全国第二位。

广东水产品生产中养殖占主导地位，其产量是捕捞量的数倍，淡水养殖的产量远高于海水养殖的产量。据统计，2021 年广东海洋捕捞产量 113 万吨，海水

养殖产量 336 万吨，居全国第三位；淡水养殖产量 421 万吨，居全国第二位，淡水捕捞产量 8.9 万吨。海洋捕捞方面，鱼类占全省海洋捕捞量的三分之二；水产养殖方面，鱼类占全省水产品产量的二分之一，其次是贝类和虾类。

陆丰拥有**乌坎**、金厢、碣石、湖东、甲子 5 个天然优质港口。预计到 2025 年，陆丰将初步建成“陆丰渔港经济区”，构建起渔业产业链、价值链、创新链，构筑蓝色经济崛起新支点，开创海洋经济新局面，实现沿海以渔业为主导的一、二、三产业融合发展，成为陆丰市“十四五”社会经济发展的重要增长极。

本项目为乌坎渔港建设工程，与本地区的渔业发展定位相符，与陆丰市的社会经济条件相适宜。

3.与功能区划和相关规划的符合性

本项目是完善陆丰经济区渔港基础设施布局、提升渔港综合功能及服务水平的重要举措，为渔业经济第一产业与渔业加工、休闲旅游等二三产业融合发展提供了重要基础，推进了渔业经济发展。

根据第六章分析，本工程符合国家产业政策准入，项目建设符合《广东省海洋功能区划》《广东省海洋主体功能区规划》《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》《广东省现代渔港建设规划（2016-2025 年）》《广东省海洋经济发展“十四五”规划》《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030 年）》《广东海洋经济综合试验区发展规划》《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》《汕尾市生态环境保护“十四五”规划》《陆丰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》《汕尾市现代渔港建设总体规划（2015-2025 年）》《陆丰渔港经济区建设规划（2021-2030 年）》等功能区划和相关规划，项目建设符合“三区三线”划定成果、广东省及汕尾市“三线一单”等要求。

4.外部协作条件的适宜性

工程区域陆路交通条件良好，距港区后方省道较近，可作为对外交通通道，项目所需的供电、供水、通信等配套基础设施可从港区附近的东海镇接引。一大批施工单位常年在广东沿海施工，熟悉该地区的地形地貌及施工特点，具有丰富的施工经验，施工设备齐全，施工技术有保障。项目所需的砂石料在广东地区供

应较充足，其他建筑材料在汕尾及周边地市建材市场亦供应充足，可以满足本建设项目的需求，并可通过公路运到现场，因此外部协作条件较好。

综上，本项目区位和社会条件适宜。

7.1.2 选址与自然资源、生态环境的适宜性分析

1.气候条件适宜性分析

本渔港地处亚热带，属亚热带季风性气候。夏半年受来自海洋的夏季风影响，温暖多雨，且受台风影响，暴雨频繁；冬半年受西伯利亚吹来的冬季风影响，干燥少雨，强冷空气可入侵渔港区域，偶有霜冻，本项目濒临南海，受台风影响较大，是主要的灾害天气，每年 5 月～10 月是热带气旋发生季节，其中 7 月～9 月是热带气旋盛行期。

总体看来，该区域虽然存在一些极端气候，但极端气候持续时间较短，而且可以通过禁止在极端气候条件下施工和采取相应措施来降低极端气候影响。因此，该区域的气候条件基本适宜本项目建设。

2.工程地质条件适宜性分析

项目位于陆丰市东海镇乌坎渔港，根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010（2016 年版））、《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），抗震设防烈度为 7 度，设计基本地震加速度值为 0.10g，地震动加速度反应谱特征周期为 0.35s，设计地震分组为第一组。

根据《建筑工程抗震设防分类标准》（GB50223-2008）第 3.0.2 条及 5.3 条规定，本工程海上建筑及陆地上建筑属标准设防丙类，应按本地区的抗震设防烈度确定其抗震措施和地震作用。

根据区域地质资料、结合现场地形地貌、本次钻探揭示的地层情况以及现场调查情况，场区内未发现有层位错乱、断层角砾岩、断层泥等代表断层特征的迹象；未发现有采空、滑坡、滚石、空洞、崩塌等不良地质现象；未发现埋藏的沟浜、墓穴等埋藏物，未发现洞穴、临空面等，但场地局部有孤石分布，对工程不利。场区内无断裂的迹象，目前场地基本稳定，场地砂土具液化影响、存在软土震陷的不良地质作用，综合评定，场地适宜本工程建设。

3.水动力条件适宜性分析

碣石湾内海流动力较弱，海流不仅受潮动力影响，地形和上边界风等因素的

作用也十分明显。

乌坎渔港位于碣石湾北部港内，是一个相对封闭的水域，仅通过狭窄口门与海湾相通，且港内水域面积有限，因此港内常年风平浪静，口门段的进港航道可受到来自碣石湾的 SW、W、S、SE 向浪的影响。但受渔港口门前大面积浅滩的影响和诸多岛屿以及已建防波堤的阻挡，传入到口门的波浪能量大幅度衰减，浪高较碣石湾口显著减小。

海流包括潮流、沿岸流以及风海流，而潮流是海流中的主要成分。工程所处海域的海流有如下特点：①该海域属不规则日潮混合潮流性质；②碣石湾内、外涨落潮流海水交换大致为气旋式环流，涨潮流时以湾口东侧进水为主，湾口西侧有少量潮量流出。落潮流时情况则刚好相反；③潮流流向不稳定，往复流性质不明显，流态比较紊乱；④涨落潮历时不等；⑥南海沿岸流在碣石湾的流速较小，一般不超过 10 cm/s，大部分流速在 5 cm/s 以下；⑦风海流影响比较明显，在余流场中起支配作用；⑧余流流速较小，流速比较一致。

综上所述，乌坎渔港内靠泊渔船的水文动力适宜。

4.波浪动力条件适宜性分析

乌坎掩护相对较好，受波浪影响小。

根据国家海洋局南海工程勘察中心于 2005 年 5 月 1 日 00 时至 2006 年 4 月 30 日 23 时进行的广东粤东田尾核电工程海洋波浪周年观测项目资料，工程海区常浪向为 SE、次常浪向为 ESE 和 S，频率分别为 38.6%，29%和 17.6%，强浪向为 S。夏季风期波向分布主要以 S-SSW 为主，占 55%上，冬季风期波向分布主要以 ESE~SE 为主，占 90%以上。年平均波高（$H_{1/10}$）为 1.2m，平均周期 4.8s。1.0m 以下波浪频率占 40.1%，1.5m 以下波浪频率占 79.4%，2.5m 以下波浪频率占 97.7%以上。年平均波高（$H_{1/10}$）为 1.2m，平均周期 4.8s。

根据周边波浪测站的观测资料，碣石湾海域常浪向为 SE、次常浪向为 ESE 和 S，强浪向为 S。乌坎港位于粤东海岸碣石湾顶，受碣石湾东南方向的岬角掩护，且乌坎港位于乌坎河口，通过一个宽度约为 110m 的口门与外海连接，港内避风条件较好，适宜渔港建设。

综上，该区域的波浪动力条件基本适宜本项目建设。

5.生态环境适宜性分析

本项目生态影响包括直接影响和间接影响两个方面。直接影响主要是由于疏浚施工、构筑物施工直接对底栖生物生境造成的破坏，构筑物建设将使得底栖生物栖息地部分被掩埋，水域疏浚会暂时破坏疏浚区底栖生物的栖息环境；间接影响是由于水域疏浚施工产生的悬浮泥沙使工程附近海域的悬浮物增加对海洋生态环境造成一定影响。本项目施工作业会改变附近水域的底质条件，破坏生物的原有栖息环境，使得活动能力强的底栖种类逃往他处继续生存外，部分底栖种类由于被掩埋、覆盖而死亡，对施工区潮间带和底栖生物群落的破坏是不可逆转的；施工期间还会造成海水浑浊，悬浮物质增多，削弱水体的真光层厚度，降低海洋初级生产力，使浮游植物生物量下降，对游泳生物和浮游生物的影响也是不利的，但随着施工结束水质会逐渐恢复，生物重新植入，这种影响是局部的、暂时的，随施工结束而消失。在加强工程的环境保护、环境管理和监督工作，采取积极的预防及环保治理措施，并进行生态补偿的前提下，可以减轻对生态环境的影响程度，工程项目与区域生态环境具有较好的适宜性。

7.1.3 选址与周边其他用海活动的适宜性分析

经界定，本项目的利益相关者为无证筏式养殖户。需要协调的责任部门为陆丰市交通运输局、陆丰市水务局和海事主管部门。

本项目建设对乌坎渔港渔民的渔船停靠有一定的影响，但本项目的建设可为渔船靠泊码头提供更好的服务，保障了渔船靠泊需求。项目施工疏浚区域部分会与无证养殖区域重叠，施工产生的悬浮泥沙扩散会涉及到无证养殖区域，但所产生的影响是暂时和局部的。建议建设单位施工前征求附近渔民的意见并和无证养殖的清理工作的执行单位海洋综合执法队进行沟通，施工前做好相关宣传工作，取得群众理解。

同时，本项目施工期船舶的增加会对其周边海域及渔港内的通航环境造成一定的影响，而本项目距离乌坎大桥较近，船舶密度的增加可能会对其造成影响。因此，项目施工期和运营期间在一定程度上影响通航安全。为保证渔港周边海域海上交通的正常秩序，在项目建设及运营期间，应与陆丰市交通运输局、海事主管部门沟通协调，将施工期和运营期的通航风险降至最低。

项目急需增加拦砂堤长度，以保证渔船顺利安全进出港内。水域大部分仍需浚深，才能满足近千艘到港渔船的停泊避风。而本项目建设的拦沙堤在施工期间

会产生一定的悬浮泥沙，但建设后能减少口门处泥沙淤积程度；疏浚范围与护岸均保持一定的距离，对护岸防洪能力的影响程度较低。项目建设及运营期间，应与陆丰市水务局沟通协调，采取措施尽量减少对现有拦沙堤和护岸的影响。

可见，本项目与周边其他用海活动的影响具有较好的协调性。

7.1.4 项目选址合理性分析

乌坎渔港作为陆丰渔港经济区“五港”之一，是陆丰市休闲渔业旅游观光带起点，创建国际知名休闲渔业，打造陆丰市渔业文化创新发展平台的重要载体。根据《陆丰渔港经济区建设规划》对乌坎港的整体规划，拟打通渔港至螺河水域，联动水道北侧渔港城镇区域与南岸休闲旅游渔业基地，打造渔业特色风情观光带。

乌坎渔港位置正对原拦沙堤口门，台风期港内大部分区域仍受外海波浪影响（尤其是 S 向和 WS 向波浪），不具备避风的条件。港内规划建设渔业休闲码头，靠堤岸采用浮码头结构形式，受波浪影响结构容易受损，无法长期正常使用。

港内受外海波浪及内湾涨落潮影响，湾口位置水流紊乱容易造成港内的淤积。拦沙堤堤头水深不足，且受内湖纳潮量不足影响落潮流速相对较小，外侧已逐渐形成拦门砂。湾内受水域平面布局影响，水流不顺畅，流速相对较慢，使湾内外水体交换不足，水质相对较差，尤其以西侧水域为甚。

目前，乌坎渔港拥有较为开阔的停泊水域，但存在水深不足、码头设施简陋、避风能力不足等突出问题，无法满足渔船安全生产作业，对渔民的人身和财产安全均构成较大的隐患。项目建成后将带动乌坎渔港休闲渔业产业的发展，促进渔民转产转业，实现渔民增收致富。

本项目在原乌坎渔港位置建设，故项目选址是合理的。

7.2 用海平面布置合理性分析

7.2.1 平面布置合理性

7.2.1.1 是否体现节约集约用海原则

本项目平面布置充分考虑：拦沙堤布置根据自然条件合理布置，尽可能提高港内泊稳条件、减小港内回淤，同时满足水体交换的需求；码头布置和锚泊水域

布置采取深水深用、浅水浅用的原则；总平面布置促使现有码头、港池，锚泊水域等设施的作用充分发挥；渔港建设充分考虑区域渔船应急避风补给的需要，为远期发展预留空间等原则，新建拦沙堤、渔业码头及海堤均根据渔港现状及面临的问题，结合海岸线走向和周边用海现状进行布置。

本工程顺岸布置 2 处固定式码头，并垂直岸线布置 6 条浮码头，固定式码头靠泊方式为顺靠，浮码头靠泊方式为丁靠。

1#码头位于整个码头区域的西南侧，布置 1 个 400HP 渔船泊位，码头长 41m，宽 15m，可兼做 1 个 200HP 渔船泊位或 2 个 20HP 小型渔船泊位。2#码头位于整个码头区域的东北侧，布置 2 个 400HP 渔船泊位，码头长 78m，宽 15m，可兼做 2 个 200HP 渔船泊位或 5 个 20HP 小型渔船泊位。

本工程 6 座浮码头以避风塘公园水闸为界，西南侧和东北侧各 3 座，水闸两侧的浮码头各占用岸线长度 165m，总计占用岸线长度 330m，浮码头根部与后方法定岸线的距离约 12m。每座浮码头单侧系泊水域长度 12.5m，系泊水域总宽度 86.8m，底高程-1.9m；系泊水域内航道和内支航道宽度均为 21m，底高程-1.9m。

进港航道总长度约 4422m，宽 48m。本工程一期进港航道起点位于口门外-5m 等高线处，终点位于 1#码头港池水域东侧端点处，长度约 3935m，其中起点至乌坎货运码头附近航道设计底高程-5.0m，剩余段设计底高程-3.5m。三期进港航道起点位于一期航道终点处，终点位于 2#码头港池水域东侧端点处，长度约 487m，设计底高程-3.5m。

锚泊区共有两处，一处位于口门内进港航道的西侧，一处位于避风塘公园内。进港航道西侧锚泊区总面积约 35.6 万 m^2，设置有 1000 吨级货船锚位 2 个和 400HP 以下渔船锚位 48 个，底高程分别为-5.0m 和-3.5m；避风塘公园锚泊区主要供 20HP 渔船避风锚泊，面积约 4.9 万 m^2，底高程-1.0m。

为保持航道水深，保证口门附近的航道流速，延缓航道泥沙淤积趋势，继续达到束水攻沙的效果，本工程拟在现有拦沙堤基础上进行改造。为避开口门西侧的生态保护红线-乌坎港上海村海岸防护物理防护极重要区、东侧的生态保护红线-金厢镇山门村海岸防护物理防护极重要区，本次拦沙导堤走向在现有拦沙堤基础上向东侧偏转约 16°，新堤根部大致位于现有拦沙堤中间位置，堤头位于波浪破碎带以外，约-3.5m 水深处，口门朝向南偏东，新建西拦沙导堤长约 860m，

新建东拦沙导堤长约 850m，两条拦沙导堤平行布置，堤顶高程 3.7m。需拆除现有东拦沙导堤堤头段约 255m 和堤头灯桩一座，在新堤头位置建设堤头灯桩 2 座。

据调查，东海街道及临近的上英镇共有大小渔船约 500 艘，而上英镇目前无成规模的渔港设施，该镇渔船均习惯到乌坎渔港锚泊装卸；另外附近的金厢渔港由于港池水域小，无法满足大量渔船停泊，也经常到乌坎渔港锚泊。据统计长期在乌坎渔港锚泊装卸的渔船数量约 550 艘，约 90%为小型渔船，10%为中大型渔船，本工程按 500 艘 20HP 小型渔船和 50 艘 400HP 大型渔船锚泊需求进行考虑。

根据业主要求，渔港建设需考虑助推周边货运码头功能的进一步发挥，加快附近地区工业化进程，推动渔旅产业进一步壮大，促进“港产城”融合发展。本工程附近的乌坎货运码头规划等级为 500~1000 吨级，结合业主要求，本工程考虑在一期工程内建设 2 个 1000 吨级杂货船单锚锚位。

根据渔货卸港量发展水平预测，本港渔货年卸港量按 1 万吨计算。因此，为满足渔船的靠泊需求以及考虑到渔港经济区未来发展需要，项目拟新建渔船卸鱼泊位 41m 和渔船供冰和修船泊位 78m，新建水上浮桥 6 座，总长约 521m，浮桥两侧可系泊 384 艘 20HP 小渔船。疏浚港池、避风锚地及航道，其中航道长度约 4422m，宽约 48m，港内避风锚地约 40.5 万㎡，疏浚总计约 301 万 m^3；新建护岸约 1087m 和口门拦沙导堤约 1710m；改造海堤道路约 479m。

本项目港池、航道及锚地疏浚范围及底标高均根据渔港现状及预测发展水平确定，遵循港口总体布置的一般原则，统筹安排，合理布局，所申请的用海范围则主要依据《海籍调查规范》界定。项目用海方式包括透水构筑物、非透水构筑物、港池、蓄水以及专用航道、锚地及其他开放式，其申请用海面积符合相关规范。

本项目在充分研究、分析拟建港区自然条件及现状的基础上，综合考虑投资规模及建成后的效益发挥，有效利用海域和岸线资源，对提升渔港功能、推动当地渔业经济发展、提高本港综合功能和服务水平等各方面都有积极的促进作用。

因此，本项目平面布置体现了集约、节约用海的原则。

7.2.1.2 是否有利于生态保护，并已避让生态敏感目标

项目设计阶段为避开口门西侧的生态保护红线-乌坎港上海村海岸防护物理

防护极重要区、东侧的生态保护红线-金厢镇山门村海岸防护物理防护极重要区，拦沙导堤走向在现有拦沙堤基础上向东侧偏转约 16°，新堤根部大致位于现有拦沙堤中间位置，堤头位于波浪破碎带以外，约-3.5m 水深处，口门朝向南偏东。

因此，本项目在平面布置设计中已避让了生态敏感目标，项目用海不占用生态保护红线。项目建设虽然会造成一定的生境退化和生物多样性的减少，但可以对项目建设造成的海洋生物资源损害进行补偿，即通过生态恢复的方式，补偿生态的损失，使项目周围海域在工程后能够逐步恢复原来的生态状况，保持区域海洋生态的平衡。总体来说，在充分采取各种保护和保全区域海洋生态系统措施的前提下，本项目不会对海洋生态环境造成大的不利影响。

7.2.1.3 能否最大程度地减少对水文动力环境和冲淤环境的影响

本项目工程建设对水动力环境的影响主要为拦沙堤工程非透水构筑物的建设对附近水道水动力环境的影响，以及渔港水域浚深改变海床形态，导致该水域流场发生变化，从而对周边的冲淤环境带来影响，工程附近局部水域水动力有所变化。

根据水动力影响预测分析：通过工程前后流速变化来看，本工程的建设对水动力的影响，拦沙堤的建设导致口门处流速变大，流速最大增大 2-8cm/s，拦沙堤东西两侧流速变小，最大变小 1-6cm/s。流速变大区域主要集中在延长段东西两侧，而的口门处的流速反而减小。可见拟建工程的建设对流态的影响很小，是可以接受的，防波堤的延长对渔港的流态没有太大影响，防波堤缩短使港池的连接处（航道北端）流速略减小，减小值在 1-2cm/s。

通过对乌坎渔港附近海域波浪状况进行分析，利用冲淤模型计算了现状悬浮泥沙和冲淤状况：乌坎河悬沙泥沙主要在港池内落淤积。拦沙堤建设导致港池东侧悬浮泥沙含量增大。由于航道由于流速较大，为冲刷状态，口门处最大，最大冲刷量为 0.1-0.11m 每年，口门外 300 米处呈淤积状态，最大年淤积量为 0.04-0.05m，这是由于潮流携带航道、港池内泥沙到此处由于流速变小沉降落淤导致。金厢银滩南部大部分海域呈冲刷状态，北部呈淤积状态。上海外滩沙滩呈淤积状态，淤积最大处淤积量可达为 0.05-0.18m。

通过工程前后冲淤积和岸线演变来看，拦沙堤工程的建设对上海外滩和金厢

银滩的地形地貌变化会产生一定程度影响，但影响相对较小

项目建成后周边海域水文动力、冲淤环境总体变化不大。

因此，本项目平面布置与水文动力环境和冲淤环境较适宜。

7.2.1.4 能否最大程度地减少对周边其他用海活动的影响

本项目的建设不会对周边其他用海活动产生严重不利影响，在落实了各项对策措施后，本项目用海平面布置不存在引发重大利益冲突的可能，与周边用海活动无不可协调的矛盾。因此，本项目平面布置与周边用海活动相适应。

7.2.2 用海方式合理性分析

本项目用海类型为渔业用海（一级类）中的渔业基础设施用海（二级类），拦沙堤、海堤坡脚改造的用海方式为构筑物用海（一级）中的非透水构筑物用海（二级），码头用海方式为构筑物用海（一级）中的透水构筑物用海（二级），水域疏浚用海方式为开放式用海（一级）中的专用航道、锚地及其他开放式用海（二级），港池用海方式为围海用海（一级）中的港池、蓄水等（二级）。

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

本项目不涉及填海工程。

本项目拦沙堤、海堤用海方式为非透水构筑物用海，东、西拦沙堤采用扭王字块护面斜坡式结构，海堤采用桩基承台结构，相较透水构筑物的用海方式，能够对渔港提供更为充分的掩蔽和防护，提供稳固作用，虽然会使海洋生物资源遭到一定损失，但可利用非透水构筑物的斜坡式结构建设生态岸线，拦沙堤水下采用扭王字块压脚设计，可为鱼类、贝类等提供繁殖、生长、索饵和庇敌的场所，营造海洋生物栖息的良好环境，对海域基本功能的影响较小。

本项目拦沙堤和海堤的非透水构筑物的用海方式，是渔港靠泊安全的需要，其用海面积 7.1259 公顷，项目在设计阶段已充分优化导堤结构布置，尽量减少用海面积。

7.2.2.2 能否最大程度地减少对海域自然属性的影响，是否有利于维护海域基本功能

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》，项目所在海域海洋功能区为碣石湾农渔业区。

本项目位于《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》（2012 年）中的碣石湾农渔业区，本项目建设乌坎渔港，不影响该功能区保障金厢渔港、碣石渔港、人工鱼礁用海需求，对海马洲旅游区、金厢港区的用海需求没有影响，能 保障乌坎港区用海需求；项目也不涉及养殖活动，建成后能维护海域防洪纳潮功能，维持航道畅通。其实施对水文动力环境影响较小，不会严重破坏水文动力环境，对冲淤环境影响也较小。

项目建设及运营通过采取一定的环境保护措施，能够减小对附近海域环境的影响，与所属海洋功能区主导功能相符合，与《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》（2012 年）中的碣石湾农渔业区海域使用管理要求和海洋环境保护相符。本项目建设可满足区域渔船应急避风补给的需要，促进乌坎渔港建设发展。

因此，项目用海方式与维护海域基本功能是相符的。

7.2.2.3 能否最大程度地减少对区域海洋生态系统的影响

本项目用海方式对海洋生态系统的影响主要是非透水构筑物完全改变了海洋属性，对生物栖息环境造成破坏；且项目建设过程中会造成施工范围内一定的生境退化和生物多样性的减少，但可以对项目施工过程造成的海洋生物资源损害进行补偿，即通过生态恢复的方式，补偿生态的损失，使项目周围海域在工程后能够逐步恢复原来的生态状况，保持区域海洋生态的平衡。总体来说，在充分采取各种保护和保全区域海洋生态系统措施的前提下，本项目用海方式不会对海洋生态环境造成大的不利影响，有利于保护和保全区域海洋生态系统。

7.2.2.4 能否最大程度地减少对水文动力环境和冲淤环境的影响

本项目建设对水动力环境的影响主要为拦沙堤工程的建设对附近水道水动力环境的影响，以及渔港水域浚深改变了海床形态，导致该水域流场发生变化，

从而对周边的冲淤环境带来影响，工程附近局部水域水动力有所变化。

根据水文动力影响预测结果：本工程拦沙堤的建设导致口门处流速变大，流速最大增大 2-8cm/s，拦沙堤东西两侧流速变小，最大变小 1-6cm/s，港池内流速变小 1-2cm，流速变大区域主要集中在拦沙堤延长段东西两侧，而口门处的流速反而减小，对港池流场几乎没有影响。可见拟建工程的建设对流态的影响很小，是可以接受的，防波堤的延长对渔港的流态没有太大影响，防波堤缩短使港池的连接处（航道北端）流速略减小，减小值在 1-2cm/s。

拦沙堤的建设增大了口门处和港池与航道连接处的冲刷，有利于通航，但是会稍微增大航道中段的淤积，但是量级较小。通过工程前后冲淤积和岸线演变来看，拦沙堤工程的建设对上海外滩和金厢银滩的地形地貌变化会产生一定程度影响，但影响相对较小。

项目建成后周边海域水文动力、冲淤环境总体变化不大。因此，本项目用海方式与水文动力环境和冲淤环境较适宜。

7.2.3 占用岸线合理性分析

本项目拟申请用海总面积为 110.5216 公顷，包括包括主体工程用海 11.4170 公顷、施工期用海 99.1046 公顷。其中，1#引桥码头、2#引桥码头和 1~6#浮桥码头透水构筑物用海面积为 0.3774 公顷，港池用海面积为 3.9137 公顷，海堤坡脚改造 A、B 段及东、西拦沙堤非透水构筑物的用海面积为 7.1259 公顷；水域疏浚施工期其他开放式用海面积为 99.1046 公顷。

本项目共占用岸线 423.6m。其中包括引桥码头透水构筑物占用岸线 15.2m，港池占用岸线 9.4m，海堤坡脚改造非透水构筑物占用岸线 389m。

港池申请用海范围占用岸线长 9.4m。根据广东省自然资源厅关于做好海岸线占补历史信息核对工作的通知》（粤自然资海域〔2021〕1879 号），“以下情形可不纳入占用岸线：建设过程中不造成岸线原有形态或生态功能改变的项目，如空中跨越或底土穿越的跨海桥梁、海底隧道、透水构筑物、海底电缆管道等，无需对海岸线进行改造施工的港池、蓄水，以及离岸取、排水口；用海方式为开放式的项目，如开放式养殖、浴场、游乐场、专用航道、锚地及其他开放式”，港池、蓄水属于无需对海岸线进行改造施工的用海方式，且本项目疏浚范围主要位于航道、锚泊区以及码头前沿停泊水域范围，其疏浚部分与海岸线保持有一定

距离，与海岸线相接处的港池水域主要因防波堤圈围后具有排他性属性方需申请用海，与海岸线直接相连水域并不涉及疏浚施工，不会造成海岸线的破坏、损失。

综上，本项目占用岸线总长 423.6m，构筑物实际占用长度为 404.2m，其余 9.4m 为港池间接占用岸线，属于不造成岸线原有形态或生态功能改变的部分，在本项目完成岸线占补相关工作，做好申请用海区域的海岸线保护工作的基础上，项目用海可做到保持周边自然岸线与海域的自然属性，项目用海方式占用岸线是相对适宜的。

7.2.4 平面布置方案比选

7.2.4.1 总平面布置方案一（推荐方案）

项目总平面布置方案一（推荐方案）在本报告第二章有详细介绍，本章节不再赘述。

7.2.4.2 总平面布置方案二

平面方案二与方案一的主要区别在于码头布置的不同，其余布置均和方案一一致。

方案二固定式码头集中在整个港区西南侧布置，浮码头则集中布置在港区东北侧。方案二仅对海堤路往避风塘侧进行扩建，不对外侧堤脚进行改造，因此为保证海堤的安全，码头前沿线均往外侧偏移。固定式码头均垂直岸线布置，两侧均可靠船，从西往东依次为 1#码头和 2#码头，分别在一期和三期建设，当只建成 1#码头时码头两侧水域按独立泊位布置，当 2#码头建成时，两者相邻泊位共用港池水域进出，可节省水域使用面积。由于本方案固定式码头两侧均可靠船，因此固定式码头的泊位数是方案一的 2 倍。

方案二 1#浮码头位于避风塘公园水闸西南侧，2#~6#浮码头均位于避风塘公园水闸的东北侧。每座浮码头由一条主浮桥和若干支浮桥作为主体结构，主浮桥两侧布置支浮桥，主浮桥两侧靠船，靠泊方式为丁靠，每座支浮桥之间可靠泊 2 座 20HP 渔船。主浮桥宽度 2m，单根长度 101m，支浮桥宽度 1m，单根长度 12.5m。每座主浮桥均通过栈桥和钢引桥连接至海堤路，栈桥顶高程均从 4.5m 放坡至 1.8m，1#~5#栈桥坡度约 1:7，长度约 22.4m，6#栈桥坡度约 1:16，长度约 43m，

钢引桥长度均为16.8m。

方案二总平面布置图见图7.2.4-1。

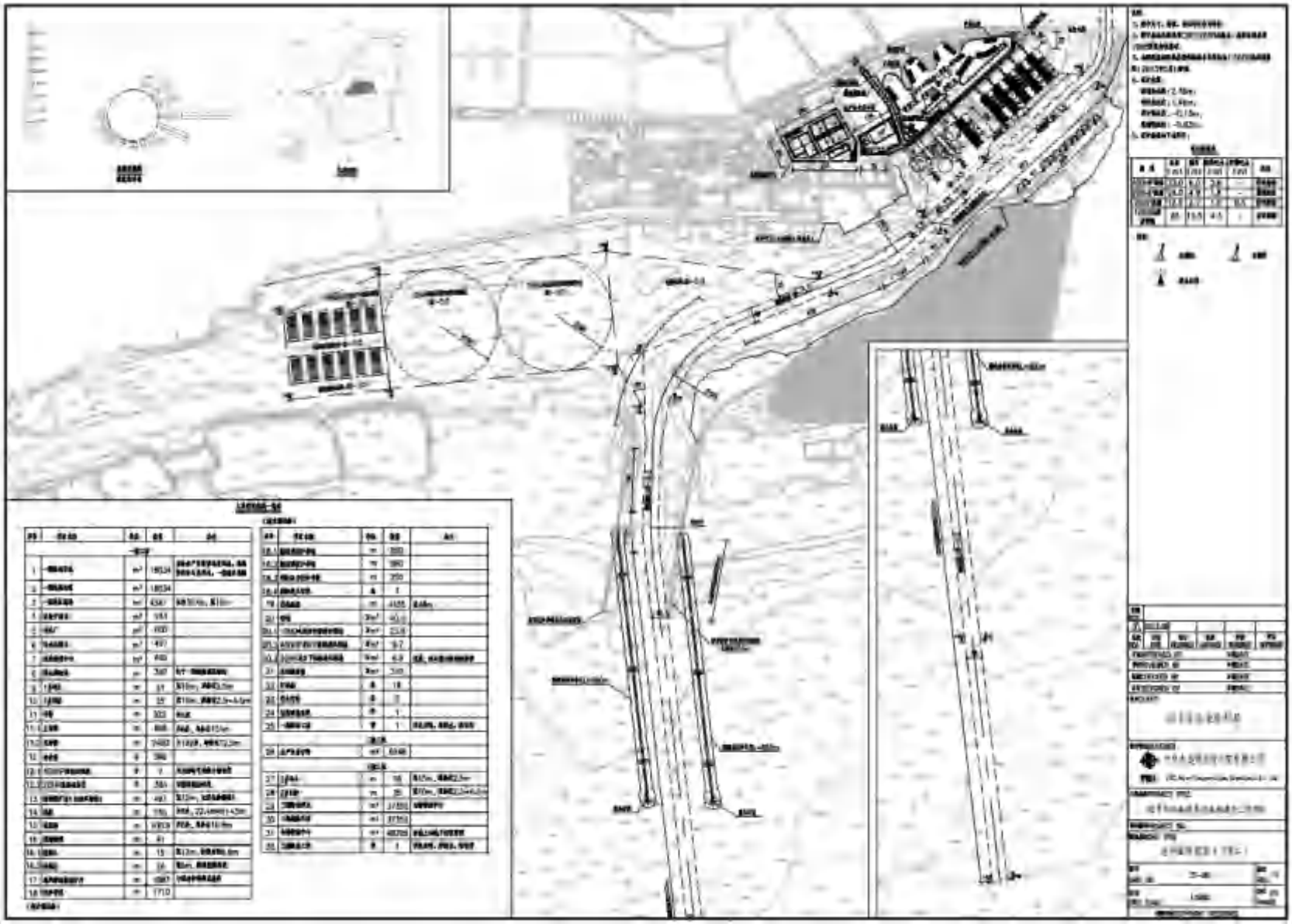


图 7.2.4-1a　总平面布置图（方案二）

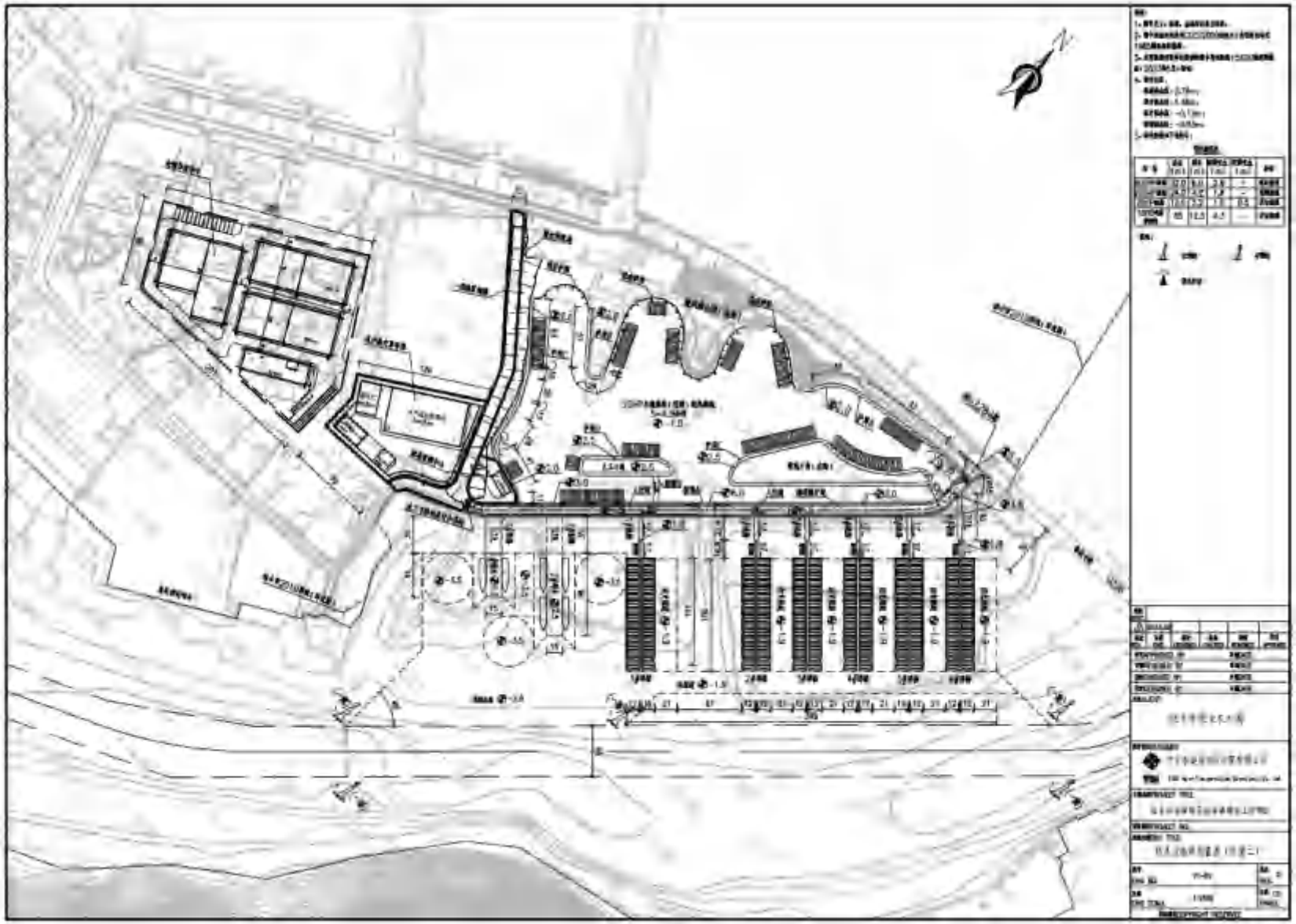


图 7.2.4-1b　码头及陆域布置图（方案二）

7.3 用海面积合理性分析

合理的用海面积主要表现为用海面积既能满足项目用海的实际需求，又能有效地利用和保护海域资源。而不合理的用海面积往往带来海域资源的浪费和环境的破坏，甚至会引发用海矛盾。

本项目用海类型为渔业用海（一级类）中的渔业基础设施用海（二级类），拦沙堤、海堤坡脚改造的用海方式为构筑物用海（一级）中的非透水构筑物用海（二级），码头用海方式为构筑物用海（一级）中的透水构筑物用海（二级），水域疏浚用海方式为开放式用海（一级）中的专用航道、锚地及其他开放式用海（二级），港池用海方式为围海用海（一级）中的港池、蓄水等（二级）。

本项目拟申请用海总面积为 110.5216 公顷，包括包括主体工程用海 11.4170 公顷、施工期用海 99.1046 公顷。其中，1#引桥码头、2#引桥码头和 1~6#浮桥码头透水构筑物用海面积为 0.3774 公顷，港池用海面积为 3.9137 公顷，海堤坡脚改造 A、B 段及东、西拦沙堤非透水构筑物的用海面积为 7.1259 公顷；水域疏浚施工期其他开放式用海面积为 99.1046 公顷。

7.3.1 用海面积合理性

7.3.1.1 是否满足项目用海需求

1、满足渔业码头透水构筑物用海需求

本工程顺岸布置固定式码头 2 个，1#渔业码头长度 41m，水工结构按 400HP 渔船设计；2#渔业码头长度 78m，水工结构按 400HP 渔船设计。本工程布置 6 座浮码头，以避风塘公园水闸为界，西南侧和东北侧各 3 座，每座浮码头每座长 86.8m，宽 2m。浮码头上可停泊 20HP 渔船约 384 艘，共可停泊 20HP 渔船数量约 502 艘。

根据《海籍调查规范》（HY124-2009）中对“渔业基础设施用海”中对顺岸开敞式渔业码头的用海界定原则，本工程固定式码头及浮码头透水构筑物用海以码头外缘线为界，固定式 1#、2#引桥码头岸侧以 2022 年广东省政府批复岸线为界，1#~6#浮码头向岸一侧以海堤坡脚线为界，以此确定本工程渔业码头透水构筑物用海面积为 0.3774 公顷。

综上，本项目申请 1#引桥码头透水构筑物用海面积 0.1009 公顷，2#引桥码头透水构筑物用海面积 0.1721 公顷，1~6#浮桥码头透水构筑物用海面积 0.1044 公顷，共申请透水构筑物用海面积 0.3774 公顷，可以满足码头的建设需求。

2、满足非透水构筑物用海需求

本工程拦砂导堤位于原拦沙堤南侧，分为东西两段，新建西拦沙导堤长约 860m，新建东拦沙导堤长约 850m，两条拦沙导堤平行布置，需拆除现有东拦沙导堤堤头段约 255m 和堤头灯桩一座。拦砂导堤总长度约为 1710m。

海堤改造长度 479m，堤顶高程 4.5m。海堤原水闸位置扩建桥梁 A，宽度 7m，长 15m。

根据《海籍调查规范》（HY124-2009），防波堤以非透水构筑物及其防护设施的水下外缘线为界，申请海堤坡脚改造 A 段非透水构筑物用海面积为 0.2215 公顷，海堤坡脚改造 B 段非透水构筑物用海面积为 0.2233 公顷，东拦沙堤非透水构筑物用海面积为 3.3498 公顷，西拦沙堤非透水构筑物用海面积为 3.3313 公顷。

综上，本项目申请海堤坡脚改造 A、B 段及东、西拦沙堤非透水构筑物的用海面积为 7.1259 公顷。，可以满足两座拦沙堤及海堤改造的建设需求。

3、满足港池用海需求

本工程 2 座固定式码头泊位前沿停泊水域宽度 12m，底高程-3.5m。回旋水域长度方向沿停泊水域全长布置，宽度为 48m，底高程-3.5m。

本工程 6 座浮码头以避风塘公园水闸为界，西南侧和东北侧各 3 座，每座浮码头单侧系泊水域长度 12.5m，系泊水域总宽度 86.8m，底高程-1.9m；系泊水域内航道和内支航道宽度均为 21m，底高程-1.9m。

本项目申请停泊水域和回旋水域港池用海根据《海籍调查规范》“C.9 顺岸码头”确定，计算得港池用海面积为 3.9137 公顷，可满足停泊水域及回旋水域的用海需求。

4、水域疏浚施工期用海

进港航道总长度约 4422m，宽 48m。本工程一期进港航道起点位于口门外-5m 等高线处，终点位于 1#码头港池水域东侧端点处，长度约 3935m，其中起点至乌坎货运码头附近航道设计底高程-5.0m，剩余段设计底高程-3.5m。三期进港航

道起点位于一期航道终点处，终点位于2#码头港池水域东侧端点处，长度约487m，设计底高程-3.5m。

锚泊区共有两处，一处位于口门内进港航道的西侧，一处位于避风塘公园内。进港航道西侧锚泊区总面积约35.6万m^2，设置有1000吨级货船锚位2个和400HP以下渔船锚位48个，底高程分别为-5.0m和-3.5m；避风塘公园锚泊区主要供20HP渔船避风锚泊，面积约4.9万m^2，底高程-1.0m。

项目计划疏浚港池、避风锚地及航道，其中航道长度约4422m，宽约48m，港内避风锚地约40.5万m^2，疏浚总计约301万m^3。

本次水域疏浚施工期用海范围根据疏浚设计边坡线进行确定，除却港池申请用海范围后，申请疏浚区施工期用海面积为99.1046公顷，可满足疏浚施工的用海需求。

7.3.1.2 是否符合相关行业的设计标准和规范

一、码头长度及泊位长度

1、码头长度

（1）固定式码头

码头长度根据《渔港总体设计规范》（SC/T 9010-2000），同一前沿线连续设置多个泊位的泊位长度按以下公式进行计算。

端部泊位：$L_m \geq 0.8Lc+0.5d$

中部泊位：$L_m=Lc+0.5d$

式中：L_m——码头长度（m）；

Lc——设计代表船型全长（m）；

d——泊位富裕长度（m），宜取0.1～0.15Lc。

参考《河港总体设计规范》（JTS166-2020），布置艏艉缆系缆设施时，单个码头长度计算公式为：$L_m=Lc+2d$。

本工程固定式码头长度计算如下：

1#码头1个泊位的码头长度：$L_m=Lc+2d=32+2\times4.5=41$（m）。

2#码头2个泊位的码头长度：$L_m \geq 2\times（0.8Lc+0.5d）=2\times（0.8\times32+0.5\times4.5）=55.7$m。

根据计算，1#码头结构长度与泊位长度取值一致，2#码头结构长度大于55.7m即可，本工程考虑到渔船大型化发展趋势，为适应将来船型变化，拟按泊位长度全长布置码头结构，码头长度均与泊位长度取值一致，即1#码头长度为41m，2#码头长度为78m。

（2）浮码头

因浮码头垂直岸线布置，船舶采用丁靠方式靠泊，因此浮码头沿泊位长度方向对应的是主浮桥宽度。参考《游艇码头设计规范》（JTS 165-7-2014），主浮桥服务长度＜100m时，主浮桥最小宽度为2m，因此本工程主浮桥宽度取值为2m。

2、泊位长度

（1）固定式码头泊位

泊位长度根据《渔港总体设计规范》（SC/T 9010-2000），同一前沿线连续设置多个泊位的泊位长度按以下公式进行计算。

端部泊位：Lb=Lc+1.5d

中部泊位：Lb=Lc+d

式中：Lb——泊位长度（m）；

Lc——设计代表船型全长（m）；

d——泊位富裕长度（m）,宜取0.1～0.15Lc，20HP渔船取1.5m，200HP渔船取 3.0m，400HP渔船取4.5m。

单个泊位长度计算公式为：Lb=Lc+2d。

本工程最大设计船型为400HP渔船，船长为32m，二期新建1个泊位，三期新建2个泊位，则泊位长度计算如下：

1#码头1个泊位长度：Lb=Lc+2×d=32+2×4.5=41（m）。

2#码头2个泊位长度：Lb=2×（Lc+1.5×d）=2×（32+1.5×4.5）=77.5（m），取为78m。

（2）浮码头泊位

浮码头泊位长度参考《游艇码头设计规范》（JTS 165-7-2014），靠泊形式采用丁靠，则泊位长度按下式计算：

单泊位和双泊位：Lb=L+dp

式中：Lb——系泊水域长度（m）；

L——设计船型长度（m），本工程 20HP 船长为 12m；

dp——富裕长度（m），本工程取 0.5m。

则浮码头泊位长度计算如下：

浮码头单侧泊位长度：Lb=12+0.5=12.5（m）。

3、固定式码头兼顾小船靠泊泊位数

本工程固定式码头可兼顾中小型渔船靠泊，泊位数量计算如下：

1）1#码头

靠泊 200HP 渔船时，码头最多布置 1 个泊位，Lb=Lc+2d=24+2×3.0=30m≤41m；

靠泊 20HP 渔船时，码头最多布置 2 个泊位，Lb=2×（Lc+1.5×d）=2×（12+1.5×1.5）=28.5m≤41m。

因此，1#码头在不停靠 400HP 渔船时，可兼做 1 个 200HP 渔船泊位或 2 个 20HP 小型渔船泊位。

2）2#码头

靠泊 200HP 渔船时，码头最多布置 2 个泊位，Lb=2×（Lc+1.5×d）=2×（24+1.5×3.0）=57m≤78m；

靠泊 20HP 渔船时，码头最多布置 5 个泊位，Lb=2×（Lc+1.5×d）+3×（Lc+d）=2×（12+1.5×1.5）+3×（12+1.5）=69m≤78m。

因此，2#码头在不停靠 400HP 渔船时，可兼做 2 个 200HP 渔船泊位或 5 个 20HP 小型渔船泊位。

二、停泊水域尺度

1、码头前沿设计水深和底高程

（1）固定式码头

根据《渔港总体设计规范》（SC/T 9010-2000），为保证渔船安全靠离码头，顺利进行装卸作业，码头前沿设计水深按下式计算：

$$H=T+h+\Delta$$

式中：H——渔港码头前沿设计水深（m）；

T——设计代表船型满载吃水（m）；

h——富裕水深，根据底质主要为粉细砂，本渔港取 0.3m；

Δ——备淤富裕深度，根据本渔港池的泥沙回淤强度，取 0.4m。

码头前沿底高程=设计低水位-H

经计算，固定式码头前沿设计水深和底高程详见下表。

表 7.3.1-1　固定式码头前沿设计水深和底高程计算表（单位：m）

船舶吨级	T	h	Δ	H	设计低水位	码头前沿底高程	取值
20HP 渔船	1.0	0.3	0.4	1.7	-0.13	-1.83	-3.5
200HP 渔船	1.8	0.3	0.4	2.5	-0.13	-2.63	
400HP 渔船	2.6	0.3	0.4	3.3	-0.13	-3.43	

根据上述计算结果，本工程固定式码头前沿停泊水域底标高统一取为-3.5m。

（2）浮码头

参考《游艇码头设计规范》（JTS 165-7-2014），系泊水域设计水深可按下式计算：

$$D=T+Z_1+Z_2$$

式中：D——系泊水域设计水深（m）；

T——设计船型满载吃水（m）；

Z_1——富裕深度（m），本工程取 0.3m；

Z_2——备淤深度（m），本工程取 0.4m。

则靠泊 20HP 渔船的浮码头系泊水域设计水深 D=1.0+0.3+0.4=1.7m。

浮码头系泊水域底高程=-0.13m-1.7m=-1.83m，取为-1.9m。

2、停泊水域宽度

（1）固定式码头

根据《渔港总体设计规范》（SC/T 9010-2000），渔船码头前沿停泊水域宽度按下面公式进行计算：

单船系泊：2Bc

多船并排系泊：2Bc+（m_1-1）Bc

式中：Bc——设计代表船型全宽；

m_1——并排船数；

本工程 400HP 渔船考虑单排系泊，兼顾的 200HP 渔船亦考虑单排系泊，20HP

渔船考虑四艘船并排系泊。停泊水域宽度计算结果见下表。

表 7.3.1-2　停泊水域宽度计算表（单位：m）

船舶吨级	Bc	m_1	B	取值	备注
20HP 渔船	2.2	4	11	12.0	四艘并排系泊
200HP 渔船	4.9	1	9.8		单排系泊
400HP 渔船	6.0	1	12.0		单排系泊

（2）浮码头

因浮码头垂直岸线布置，船舶采用丁靠方式靠泊，因此浮码头沿主浮桥长度方向对应的是系泊水域总宽度。参考《游艇码头设计规范》（JTS 165-7-2014），系泊水域宽度按下式计算：

单泊位：W=B1+d

双泊位：W=B1+B2+1.5d

式中：W——系泊水域宽度（m）；

B1、B2——设计船型宽度（m）；

d——系泊水域富裕宽度（m），船长 L≤12m 时，d 取 0.8m。

参考上述公式，多船并排丁靠时中间泊位的水域宽度可共用 0.5d 的富裕宽度，端部泊位的水域宽度应为 0.75d，则本工程主浮桥单侧并排丁靠 32 艘 20HP 渔船时的停泊水域宽度为：

W=30×（B1+0.5d）+2×（B1+0.75d）=30×（2.2+0.5×0.8）+2×（2.2+0.75×0.8）=83.6（m）。

考虑到主浮桥根部位置船舶靠泊操作不便，需留一定的富裕宽度，根据经验，富裕宽度值取 1~1.5 倍设计船宽，本工程取为 3.2m。

则本工程主浮桥单侧系泊水域总宽度取为 86.8m。

三、回旋水域

1、回旋水域长度和宽度

根据《渔港总体设计规范》(SC/T 9010-2000)，供渔船回转的水域，对顺岸码头应沿码头全长设置，宽度可取 1.5～2.5 倍设计代表船型全长。

本工程回旋水域长度沿码头全长设置，回旋水域宽度=（1.5～2.5）×32=48～80m，本工程位于天然潟湖内，波浪较小，取为 48m。

2、回旋水域设计底高程

渔船回旋水域设计底高程与码头前沿底高程取值相同，为-3.5m。

四、拦沙导堤结构

根据《防波堤与护岸设计规范》（JTS 154-2018）的有关规定，对允许越浪、顶部无胸墙的斜坡堤，堤顶高程宜定在设计高水位以上不小于 0.6 倍设计波高值处。参考国家海洋局南海预报中心 2013 年 3 月编制的《陆丰市碣石渔港水文气象泥沙分析专题报告》中的波浪资料，取 100 年一遇时的 $H_{13\%}$推算值 2.2m 作为设计波高，则堤顶高程应不小于 1.46+1.32=2.78m，取为 2.8m。

五、口门设计尺度

渔船口门有效宽度根据《渔港总体设计规范》（SC/T 9010-2000）计算，取 1.5～2.0 倍设计船长，大船取小值，小船取大值。

20HP 渔船：B0=2.0L=2.0×12=24m；

200HP 渔船：B0=2.0L=2.0×24=48m；

400HP 渔船：B0=2.0L=2.0×32=64m。

综上计算，口门有效宽度为 64m，本渔港口门有效宽度取为 153m，满足规范的要求。

综上，本项目设计根据《海港总体设计规范》（JTS165-2013）、《河港总体设计规范》（JTS166-2020）、《渔港总体设计规范》（SC/T 9010-2000）、《游艇码头设计规范》（JTS 165-7-2014）、《港口与航道水文规范》（JTS145-2015）、《防波堤设计与施工规范》（JTS154-1-2011）、《港口及航道护岸工程设计与施工规范》（JTJ300-2000）、《疏浚与吹填工程设计规范》（JTS181-5-2012）等现行有关规范、规程和标准，以技术和经济相统一的原则，确定了本工程的主要技术指标。设计中同时考虑国家通用规范、行业规范对本工程进行论证分析，确保结构安全、经济、适用并满足安全性、抗灾害性等要求。

根据《海籍调查规范》（HY/T124-2009），

“5.3.2 构筑物用海”：

1）非透水构筑物用海，水中以非透水构筑物及其防护设施的水下外缘线为界；

2）透水构筑物用海以构筑物及其防护设施垂直投影的外缘线外界。安全防护要求较低的透水构筑物用海以构筑物及其防护设施垂直投影的外缘线为界。其

它透水构筑物用海在透水构筑物及其防护设施垂直投影的外缘线基础上，根据安全防护要求的程度，外扩不小于 10m 保护距离为界；

3）围海用海岸边以围海前的海岸线为界，水中以围堰、堤坝基床外侧的水下边缘线及口门连线为界。

“5.4.1 渔业用海”：

渔港和开敞式渔业码头按以下方法界定：

1）以透水或非透水方式构筑的渔业用码头、堤坝、引桥，以码头外缘线为界；

2）开敞式渔业码头港池（船舶靠泊和回旋水域），以码头前沿线起垂直向外不少于 2 倍设计船长距离为界（水域空间不足时视情况收缩）；

3）渔港航道，以审核认定的范围为界。

本项目依据《海籍调查规范》（HY/T124-2009）进行用海范围界定，申请用海面积符合规范要求。本项目严格按照规范要求进行内外业作业，确定用海面积。

7.3.1.3 项目用海减少用海面积的可能性

乌坎港位于广东省陆丰市粤东碣石湾北部，南临大海，北靠市区，港口所在的东海镇总面积 56 平方千米，建成区面积 23 平方千米，常住人口 21.5 万人。乌坎港所在的乌坎村户籍人口数约 15000 人，外来务工人员约 3500 人，海岸线长约 4 公里，可锚泊水域面积 100 多万平方米。东海镇共有传统渔业人口 1100 多户近 1.1 万人，渔业劳动力近 2300 人，是汕尾市经济重镇和陆丰市工业最发达的地区之一，以海洋渔业和房地产业为重点的对外贸易港口城镇。

乌坎渔港渔获卸港量来源于海洋捕捞和水产养殖，2020 年乌坎渔港鱼获卸港量约 1.3 万吨，其中捕捞量 0.3 万吨，养殖量（码头卸港）1 万吨。随着乌坎渔港的转型升级，港内设施不断完善，必将促进渔船的不断升级，带动后方相关产业配套的建设和完善，带动相关产业的升级。根据《广东省现代渔业发展"十三五规划"（2016-2020 年）》、《关于印发广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030 年）》、《陆丰市养殖水域滩涂规划（2018-2030）》等相关文件以及于当地实地调研情况，同时结合《陆丰渔港经济区建设规划（2021-2030 年）》

对本港的功能定位和预测结果，综合预测乌坎渔港 2025 年和 2030 年鱼获卸港量分别为 0.8 万吨、1.0 万吨。

陆丰市 2016-2020 年机动渔船数量、渔船吨位及渔船功率均呈下降趋势。其中捕捞渔船数量持续下降，符合国家关于控制渔船总量的发展要求。2020 年末陆丰市拥有各种机动渔船 2488 艘，其中捕捞渔船 2302 艘，养殖渔船 15 艘，辅助渔船 171 艘。

东海镇拥有各类渔船 287 艘，在册的海洋捕捞渔船有 287 艘，其中国库渔船 107 艘，涉渔乡镇船舶 180 艘，总功率 3000 多千瓦，总吨位 1000 多吨。我镇港口渔船管理共涉及三个村，分别为乌坎村、上海村、深埔村。其中乌坎村网格管理共有 265 艘船舶，分 12 个网格管理；上海村网格管理共有 17 艘船舶，分 3 个网格管理；深埔村网格管理共有 5 艘船舶，分 1 个网格管理。

根据《陆丰渔港经济区建设规划（2021-2030 年）》，渔港经济区包括乌坎、金厢、碣石、湖东、甲子预计 2030 年末渔船数为 1950 艘。

本项目拦沙堤、海堤非透水构筑物用海均根据渔港现状及面临的问题，结合海岸线和原有导堤走向和周边用海现状，基本走向和位置已确定。同时充分考虑工程区的地质、水文等客观条件，根据相关设计规范及标准确定结构型式及尺寸，在满足拦沙堤及海堤整体功能的前提下用海面积已无法减少。

项目码头及泊位的尺度是根据本渔港水产品年卸港量及码头卸鱼能力、本渔港渔船数量及当地渔船供冰情况等确定的。

由于乌坎渔港港内水域以及航道、锚地的水深均不满足要求，将制约本港渔业生产的发展，需浚深。本项目航道疏浚范围及底标高均根据渔港现状及预测发展水平确定。

本项目在充分研究、分析拟建港区自然条件的基础上，综合考虑投资规模及建成后的效益发挥，有效利用海域和岸线资源，项目用海面积已无减少的可能，项目用海面积是合理的。

7.3.2 宗海图绘制

（1）宗海测量相关说明

根据《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）《海域使用面积测量规范》和《宗海图编绘技术规范》，广州云舟智慧城市勘测设计有限公司承担了本工程海域使

用测量及宗海图绘制工作，测绘资质证书号为：乙测资字 44511785。

（2）执行的技术标准

《海域使用面积测量规范》（HYT 070-2022）；

《海域使用分类》（HY/T123-2009）；

《海籍调查规范》（HY/T124-2009）；

《宗海图编绘技术规范》（HY/T251-2018）。

7.3.2.1 宗海界址点的确定方法

本项目划分为 5 个宗海单元，各个宗海单元内部用海单元的界址点确定依据汇总于下表 7.3.2-1。

表 7.3.2-1　各用海单元的界址点确定依据一览表

宗海 1			
内部单元	**用海方式**	**界址线**	**界址点确定依据**
海堤坡脚改造 A 段	非透水构筑物	12-13-14-…-19-20-35-36-…-40-41-12	①界址线 14-15-16-17-18-19-20 为 2022 年广东省政府批复岸线； ②界址线 20-35-36-37-38-39-40-41-12-13-14 为海堤改造的水下坡脚线。
1#引桥码头	透水构筑物	29-30-31-32-33-34-22-23-…-28-29	①界址线 22-23-24 为 2022 年广东省政府批复岸线； ②界址线 24-25-26-27-28-29-30-31-32-33-34-22 为引桥码头的设计外缘线。
1#浮桥码头	透水构筑物	5-6-37-36-5	①界址线 36-37 为浮码头与海堤坡脚线的界线； ②界址线 36-5-6-37 为浮码头的设计外缘线；
2#浮桥码头	透水构筑物	7-8-39-38-7	①界址线 38-39 为浮码头与海堤坡脚线的界线； ②界址线 38-7-8-39 为浮码头的设计外缘线；
3#浮桥码头	透水构筑物	9-10-41-40-9	①界址线 40-41 为浮码头与海堤坡脚线的界线； ②界址线 40-9-10-41 为浮码头的设计外缘线；
1#码头港池和内港池 1	港池、蓄水	1-2-3-4-5-36-35-20-21-22-34-33-32-31-30-29-1	①界址线 29-1 为码头前沿线 29-30 延长线的斜线； ②界址线 1-2、3-4 为码头前沿线的垂线； ③界址线 2-3 为回旋水域的外切线；

			④界址线 4-5 为浮码头前沿线的垂线，并平行于海堤坡脚线 35-36； ⑤界址线 5-36 为浮码头的外缘线； ⑥界址线 36-35-20 为海堤坡脚线； ⑦界址线 20-21-22 为 2022 年广东省政府批复岸线。
内港池 2	港池、蓄水	6-7-38-37-6	①界址线 6-37、7-38 为浮码头的外缘线； ②界址线 37-38 为海堤坡脚线； ③界址线 6-7 为浮码头的垂线，并平行于海堤坡脚线 37-38。
内港池 3	港池、蓄水	8-9-40-39-8	①界址线 8-39、9-40 为浮码头的外缘线； ②界址线 39-40 为海堤坡脚线； ③界址线 8-9 为浮码头的垂线，并平行于海堤坡脚线 39-40。
内港池 4	港池、蓄水	10-11-12-41-10	①界址线 10-41 为浮码头的外缘线； ②界址线 41-12 为海堤坡脚线； ③界址线 10-11 为浮码头的垂线，并平行于海堤坡脚线 41-12； ④界址线 11-12 为 3#浮码头的平行线，与浮码头前沿线 10-41 相距两倍设计船长。
宗海		1-2-3-…-27-28-29-1	
宗海 2			
内部单元	**用海方式**	**界址线**	**界址点确定依据**
海堤坡脚改造 B 段	非透水构筑物	17-18-19-…-31-32-17	①界址线 17-18-19-20-21-22 为 2022 年广东省政府批复岸线； ②界址线 22-23-24-25-26-27-28-29-30-31-32 为海堤改造的水下坡脚线。
2#引桥码头	透水构筑物	12-13-14-15-16-17-32-31-33-12	①界址线 16-17 为 2022 年广东省政府批复岸线； ②界址线 31-33-12-13-14-15-16 为引桥码头的设计外缘线； ③界址线 17-32-31 为海堤坡脚改造的坡脚线。
4#浮桥码头	透水构筑物	2-3-26-25-2	①界址线 25-26 为浮码头与海堤坡脚线的界线； ②界址线 25-2-3-26 为浮码头的设计外缘线。
5#浮桥码头	透水构筑物	4-5-28-27-4	①界址线 27-28 为浮码头与海堤坡脚线的界线； ②界址线 27-4-5-28 为浮码头的设计外缘线。

6#浮桥码头	透水构筑物	6-7-30-29-6	①界址线 29-30 为浮码头与海堤坡脚线的界线； ②界址线 29-6-7-30 为浮码头的设计外缘线。
内港池 5	港池、蓄水	1-2-25-24-1	①界址线 2-25 为浮码头的外缘线； ②界址线 24-25 为海堤坡脚线； ③界址线 1-2 为浮码头的垂线，并平行于海堤坡脚线 24-25； ④界址线 1-24 为 4#浮码头的平行线，与浮码头前沿线 2-25 相距两倍设计船长。
内港池 6	港池、蓄水	3-4-27-26-3	①界址线 3-26、4-27 为浮码头的外缘线； ②界址线 26-27 为海堤坡脚线； ③界址线 3-4 为浮码头的垂线，并平行于海堤坡脚线 26-27。
内港池 7	港池、蓄水	5-6-29-28-5	①界址线 5-28、6-29 为浮码头的外缘线； ②界址线 28-29 为海堤坡脚线； ③界址线 5-6 为浮码头的垂线，并平行于海堤坡脚线 28-29。
内港池 8 和 2#码头港池	港池、蓄水	7-8-9-10-11-12-33-31-30-7	①界址线 11-12 为码头前沿线 12-33 延长线的斜线； ②界址线 10-11、8-9 为码头前沿线的垂线； ③界址线 9-10 为回旋水域的外切线； ④界址线 7-8 为浮码头前沿线的垂线，并平行于海堤坡脚线 30-31； ⑤界址线 7-30 为浮码头的外缘线； ⑥界址线 30-31-32-17 为海堤坡脚线。
宗海		1-2-3-…-22-23-24-1	
宗海 3			
内部单元	**用海方式**	**界址线**	**宗海界址点确定依据**
东拦沙堤	非透水构筑物	1-2-3-…-50-51-52-1	界址线 1-2-3-…-50-51-52-1 为防波堤的水下护坡坡脚线。
宗海		1-2-3-…-50-51-52-1	
宗海 4			
内部单元	**用海方式**	**界址线**	**宗海界址点确定依据**
西拦沙堤	非透水构筑物	1-2-3-…-59-60-61-1	界址线 1-2-3-…-59-60-61-1 为防波堤的水下护坡坡脚线。
宗海		1-2-3-…-59-60-61-1	

宗海 4（施工期用海）			
内部单元	**用海方式**	**界址线**	**宗海界址点确定依据**
水域疏浚	专用航道、锚地及其他开放式	1-2-3-…-52-53-54-1	①界址线 1-2-…-13-14、26-27、39-40-…-53-54-1 为水域疏浚开挖边坡线；； ②界址线 14-15 为 2#引桥码头透水构筑物的用海界址线、界址线 38-39 为 1#引桥码头透水构筑物的用海界址线； ③界址线 20-21、22-23、24-25、28-29、30-31、32-33 为 6#~1#浮码头透水构筑物用海界址线； ④界址线 15-16-17-18-19-20、21-22、23-24、25-26、27-28、29-30、31-32、33-34-35-36-37-38 为港池用海界址线。
宗海		1-2-3-…-52-53-54-1	

7.3.2.2 宗海图的绘图方法

（1）宗海界址图的绘制方法：

项目宗海界址图是以项目的总平面布局图为底图，结合项目的实测资料、海岸线等，根据《宗海图编绘技术规范》（HY/T 251-2018）的要求进行分宗，补充其他海籍要素，规范图框和文字等格式，形成宗海界址图。

（2）宗海位置图的绘制方法：

本项目宗海位置图是以中国航海图书出版社出版的海图为底图，图名是石碑山角至红海湾，坐标系是 2000 国家大地坐标系，比例尺是 1：150000，墨卡托投影（20°42′），高程基准为 1985 年国家高程基准，深度基准为当地理论最低潮面。根据宗海界址图界定的宗海范围，根据《宗海图编绘技术规范》（HY/T 251-2018）所要求的其他海籍要素，形成该项目宗海位置图。

7.3.2.3 项目用海面积量算

用海面积是根据宗海界址点确定后形成的封闭区域计算出来的。

项目用海面积是各界址点在 CGCS2000 坐标系，高斯-克吕格投影（中央经度为 115°30′E）下的面积。本项目面积量算采用南方 CASS 软件对各用海单元形成的封闭区域进行面积查询，该项目用海界址点的选择和面积量算符合《宗海图编绘技术规范》（HY/T 251-2018）和《海域使用面积测量规范》。

本项目拟申请用海总面积为 110.5216 公顷，包括包括主体工程用海 11.4170 公顷、施工期用海 99.1046 公顷。其中，1#引桥码头、2#引桥码头和 1~6#浮桥码头透水构筑物用海面积为 0.3774 公顷，港池用海面积为 3.9137 公顷，海堤坡脚改造 A、B 段及东、西拦沙堤非透水构筑物的用海面积为 7.1259 公顷；水域疏浚施工期其他开放式用海面积为 99.1046 公顷。

7.4 用海期限合理性分析

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的规定：海域使用权最高期限，按照下列用途确定：

①养殖用海十五年；

②拆船用海二十年；

③旅游、娱乐用海二十五年；

④盐业、矿业用海三十年；

⑤公益事业用海四十年；

⑥港口、修造船厂等建设工程用海五十年。

本项目用海类型为渔业用海（一级类）中的渔业基础设施用海（二级类），拦沙堤、海堤坡脚改造的用海方式为构筑物用海（一级）中的非透水构筑物用海（二级），码头用海方式为构筑物用海（一级）中的透水构筑物用海（二级），水域疏浚用海方式为开放式用海（一级）中的专用航道、锚地及其他开放式用海（二级），港池用海方式为围海用海（一级）中的港池、蓄水等（二级）。

根据项目主体工程的设计使用年限 50 年，项目为渔业基础设施用海，属于公益事业用海，根据《中华人民共和国海域使用管理法》第二十五条规定：“公益事业用海最高期限为 40 年”，本项目主体工程申请用海期限为 40 年。

本项目的建设对陆丰市海洋与渔业经济的发展、对推动渔港经济区的建设及对本港渔业和渔民的和谐发展均有重大的现实意义，为公益事业用海，申请用海期限 40 年符合《中华人民共和国海域使用管理法》的规定，是合理的。海域使用权期限届满，海域使用权人需要继续使用海域的，应当至迟于期限届满前二个月向原批准用海的人民政府申请续期。

根据本项目的施工进度安排，总工期为 24 个月，其中疏浚工程工期约为 9 个月，为施工期用海，考虑到施工前期准备以及海况、台风天气等不确定因素，施工期用海期限拟按总工期申请，因此施工期申请用海年限为 2 年。

综上，本项目主体工程申请用海期限 40 年、水域疏浚施工期用海申请用海期限 2 年是合理的。

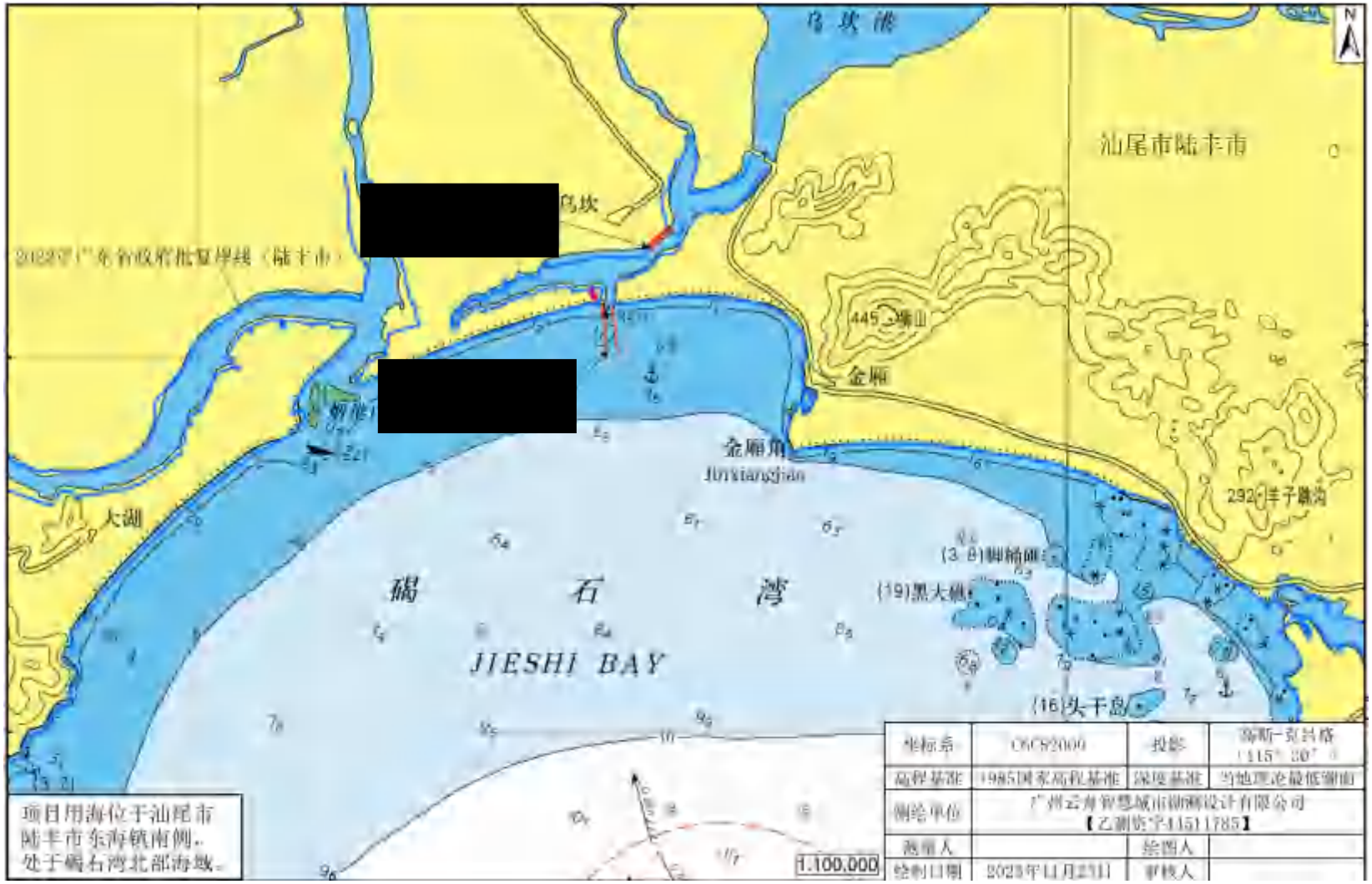


图 7.3.2-1　项目宗海位置图

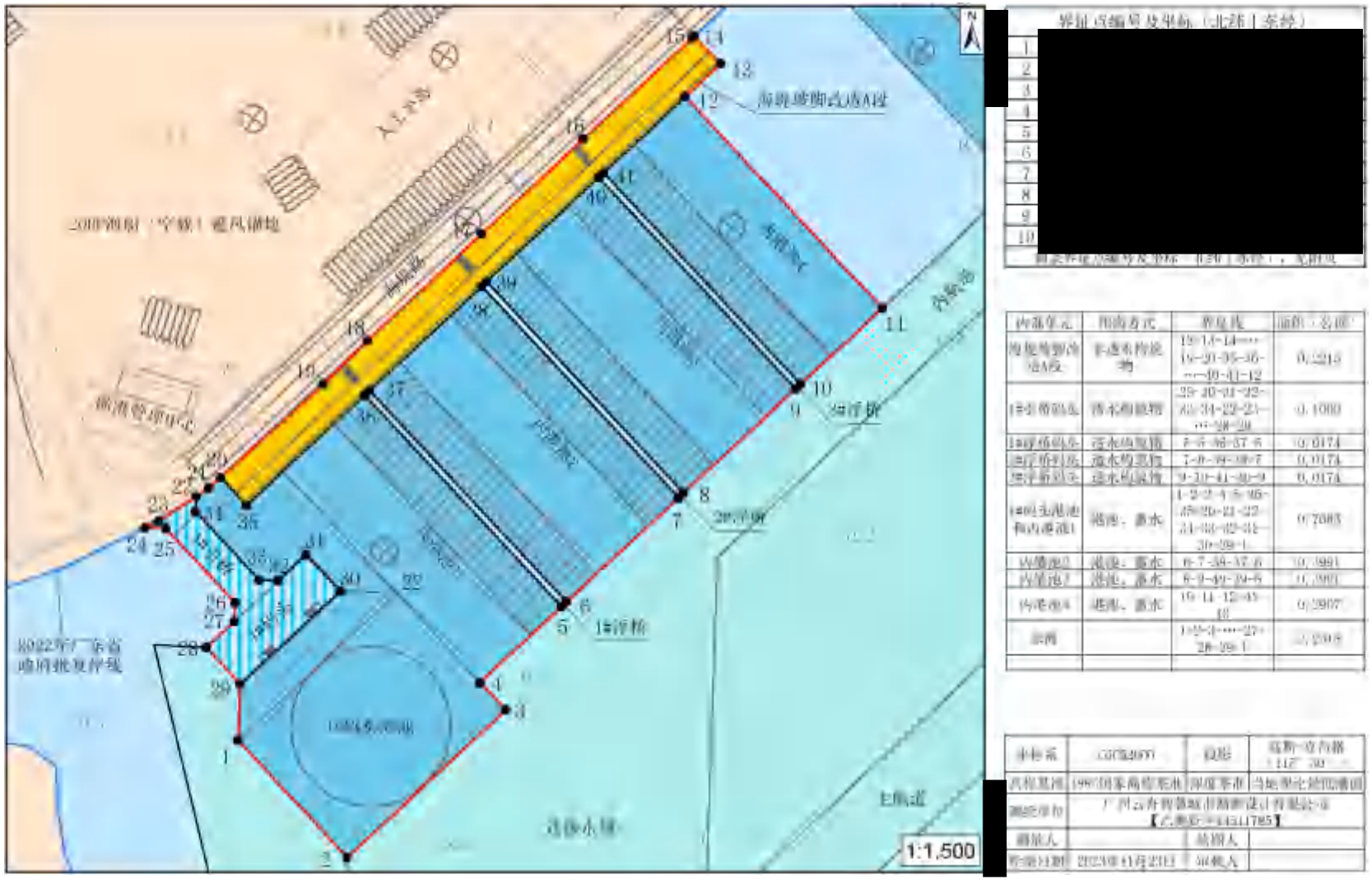


图 7.3.2-2　项目（1#码头港池）宗海界址图

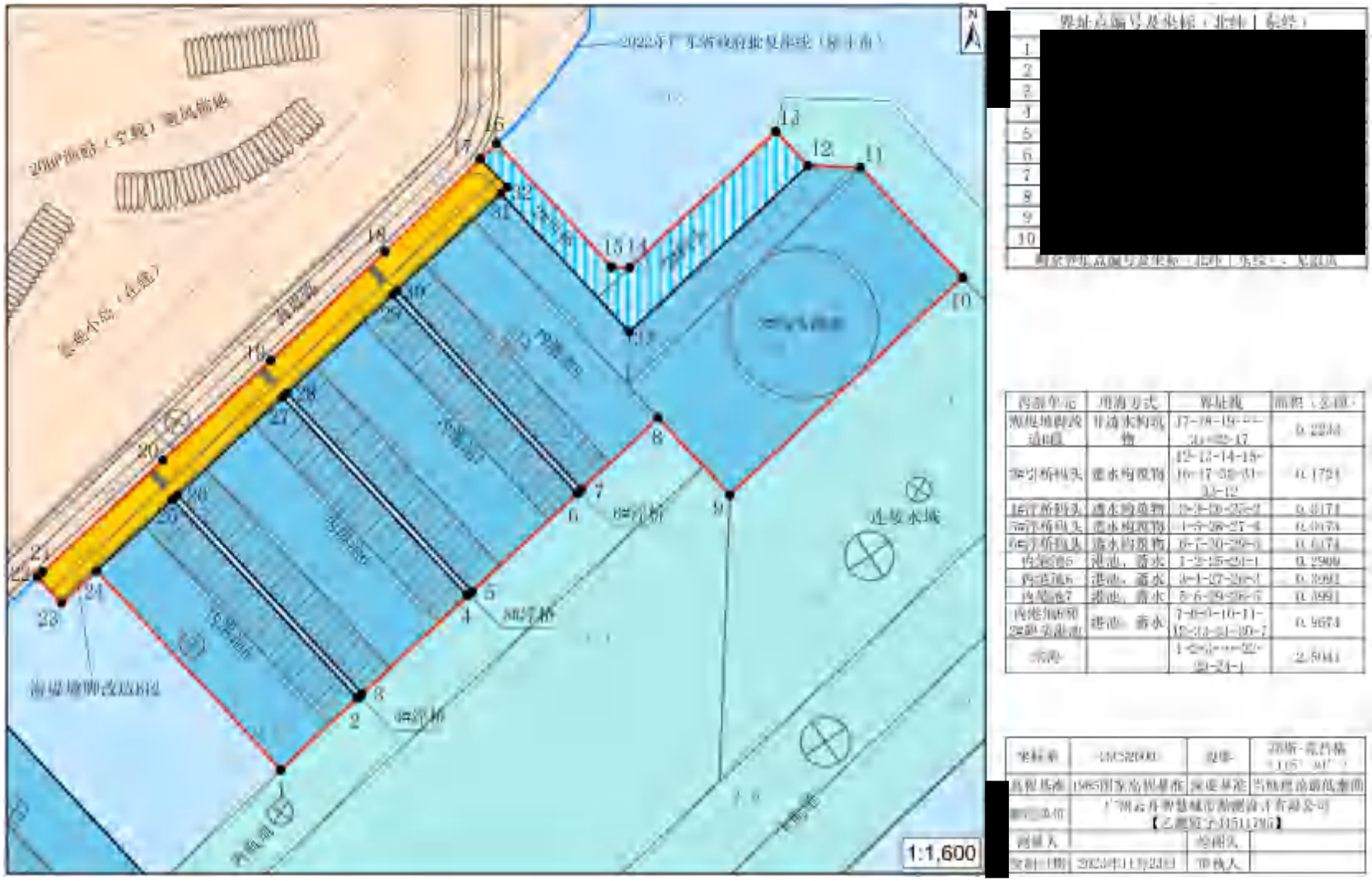


图 7.3.2-3　项目（2#码头港池）宗海界址图

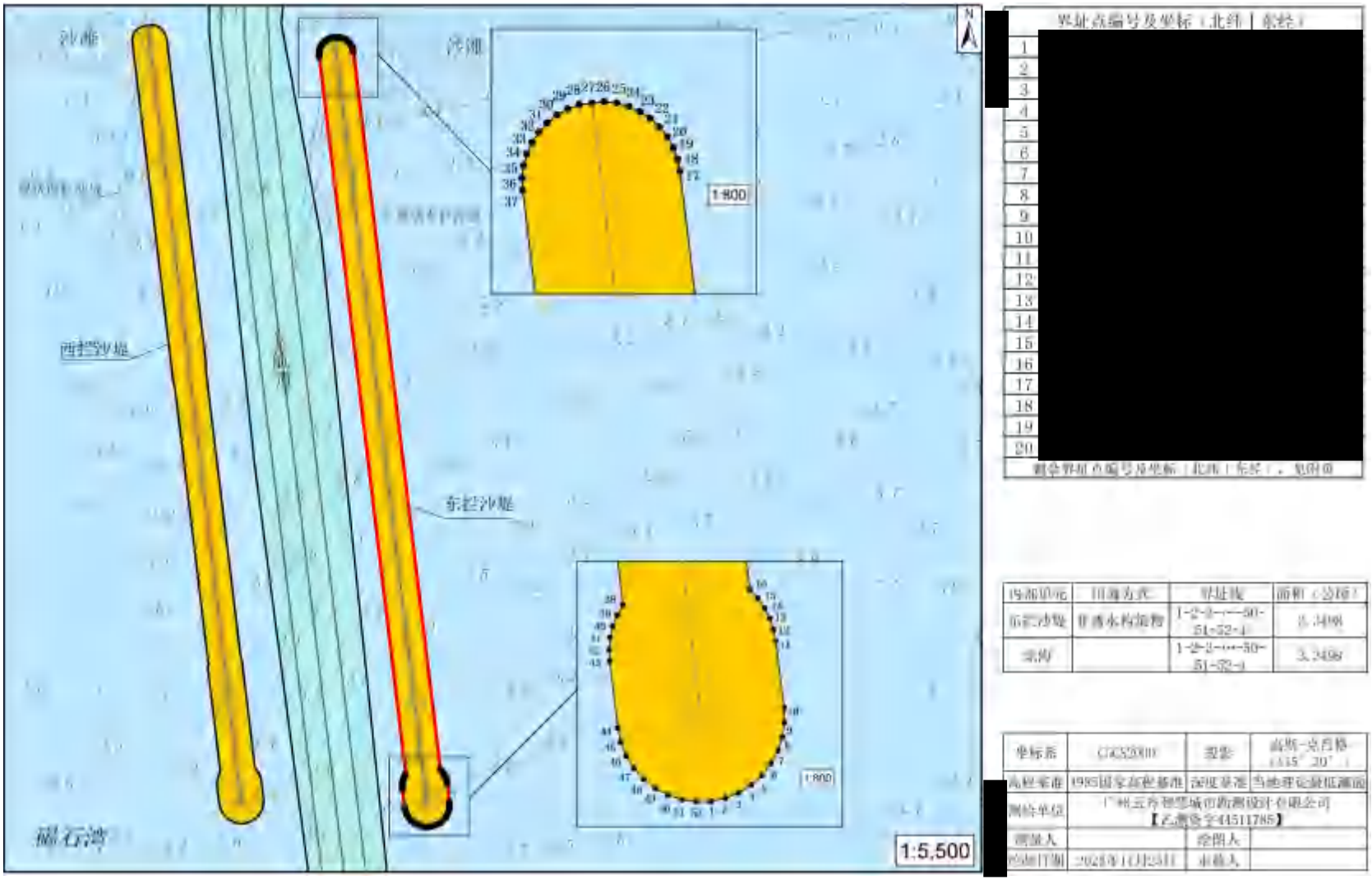


图 7.3.2-4　项目（东拦沙堤）宗海界址图

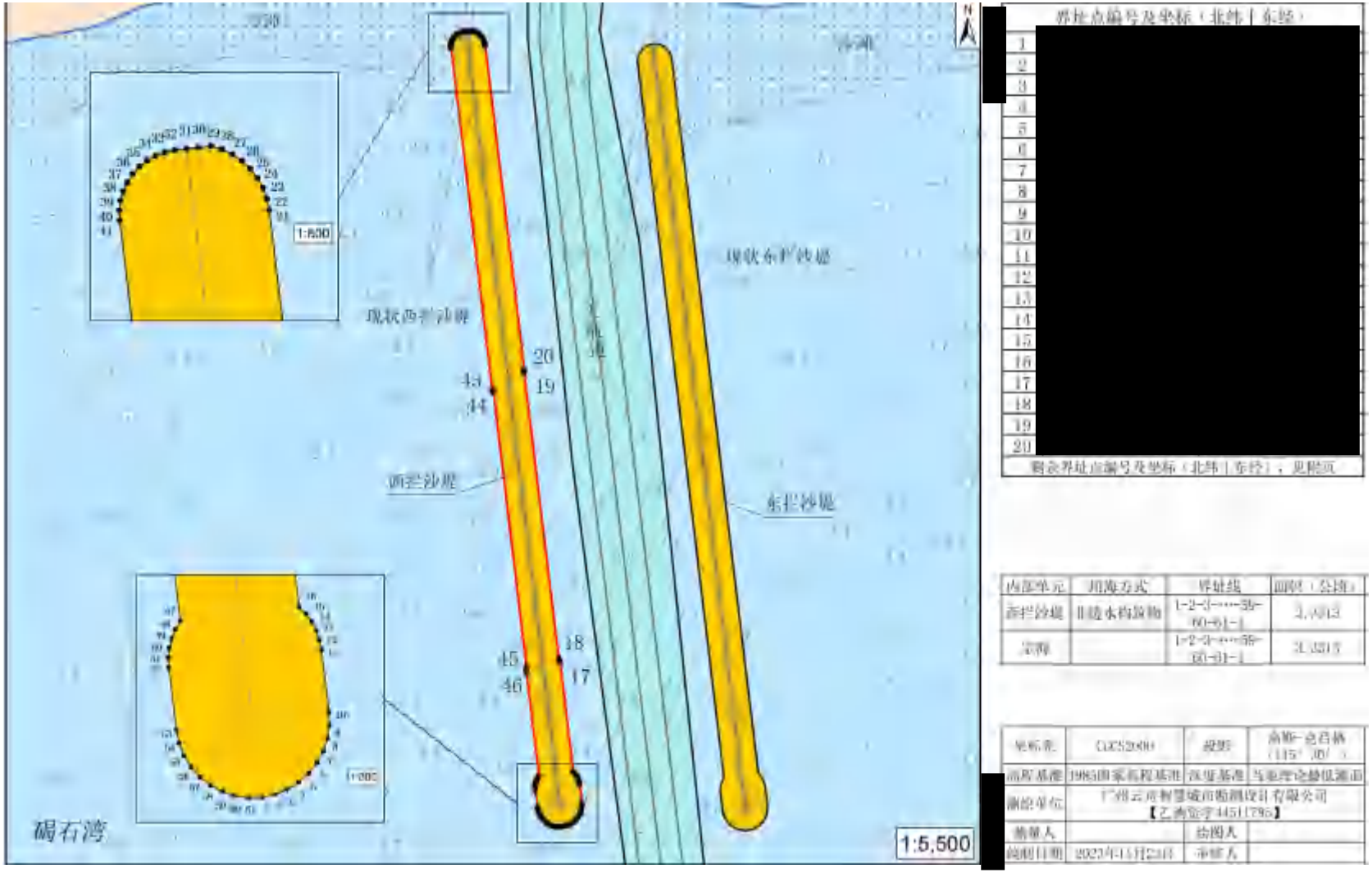


图 7.3.2-5　项目（西拦沙堤）宗海界址图

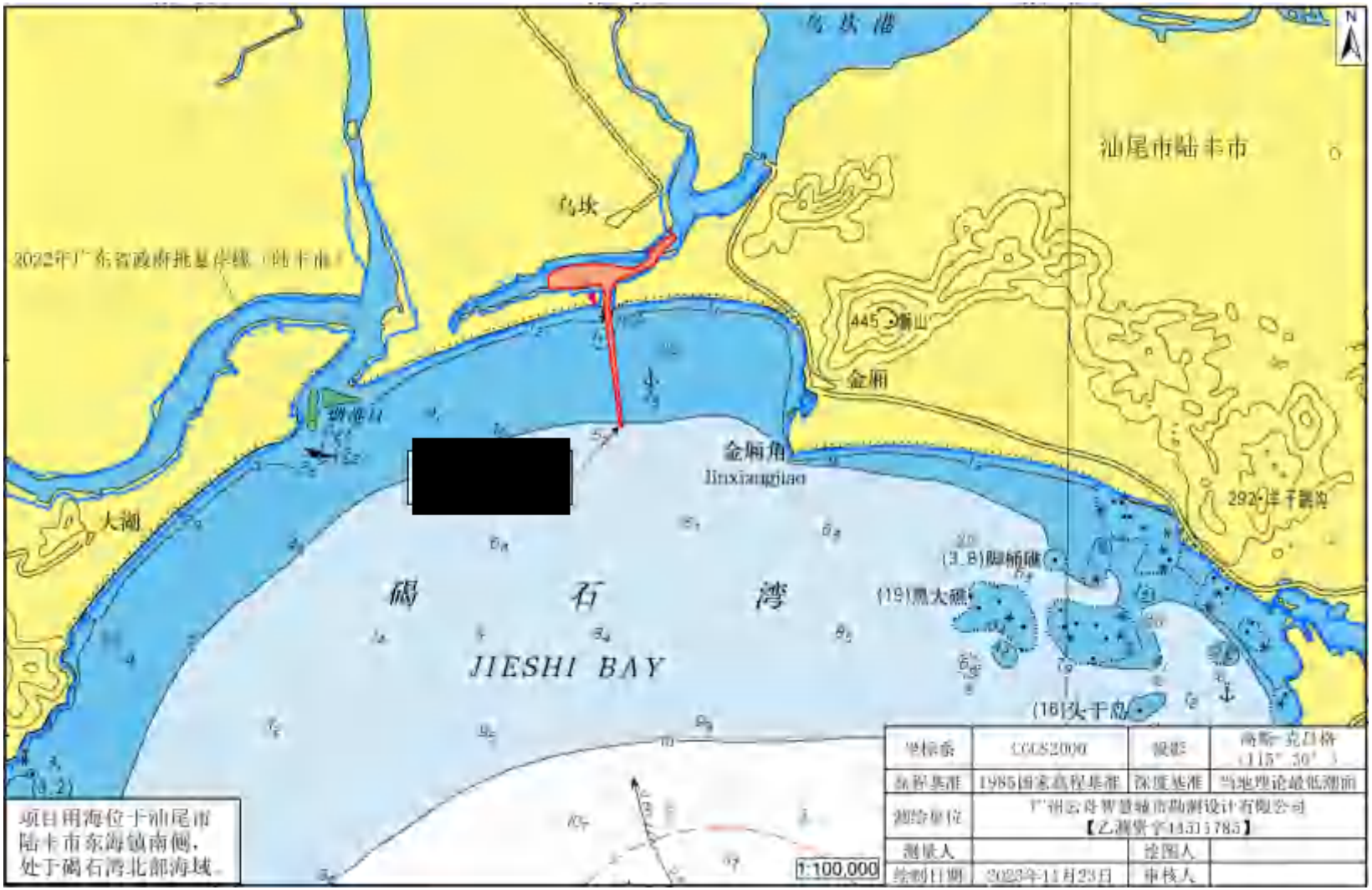


图 7.3.2-6　项目（水域疏浚）宗海位置图

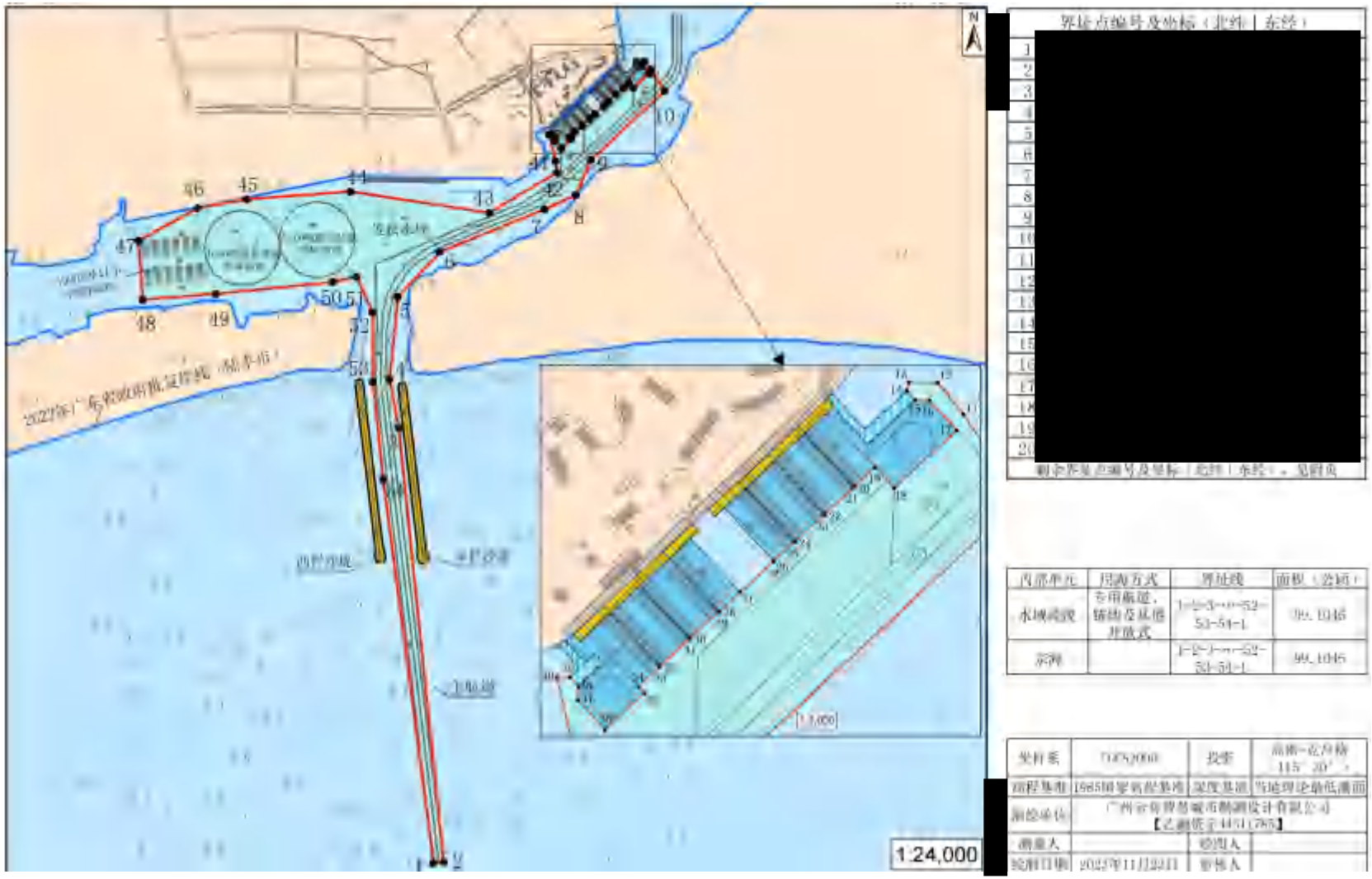


图 7.3.2-7　项目（水域疏浚）宗海界址图

图 7.3.2-8　项目宗海平面布置图

附页　陆丰市东海镇乌坎渔港建设工程项目（1#码头港池）

宗海界址点（续）

界址点编号及坐标（北纬|东经）					
[redacted]					

测绘单位	广州云舟智慧城市勘测设计有限公司 【乙测资字 4451I785】		
测量人		绘图人	
绘制日期	2023 年 11 月 23 日	审核人	

附页　陆丰市东海镇乌坎渔港建设工程项目（2#码头港池）

宗海界址点（续）

界址点编号及坐标（北纬|东经）					
[redacted]					

测绘单位	广州云舟智慧城市勘测设计有限公司 【乙测资字 44511785】		
测量人		绘图人	
绘制日期	2023 年 11 月 23 日	审核人	

附页　陆丰市东海镇乌坎渔港建设工程项目（东拦沙堤）

宗海界址点（续）

界址点编号及坐标（北纬|东经）					
[redacted]					

测绘单位	广州云舟智慧城市勘测设计有限公司 【乙测资字 4451I785】		
测量人		绘图人	
绘制日期	2023 年 11 月 23 日	审核人	

附页　陆丰市东海镇乌坎渔港建设工程项目（西拦沙堤）

宗海界址点（续）

界址点编号及坐标（北纬|东经）					
[redacted]					
39	22° 52′ 33.563″	115° 39′ 39.587″	60	22° 52′ 05.394″	115° 39′ 35.758″
40	22° 52′ 33.484″	115° 39′ 39.563″	61	22° 52′ 05.375″	115° 39′ 39.754″
41	22° 52′ 33.403″	115° 39′ 39.554″			

测绘单位	广州云舟智慧城市勘测设计有限公司 【乙测资字 44511785】		
测量人		绘图人	
绘制日期	2023 年 11 月 28 日	审核人	

附页　陆丰市东海镇乌坎渔港建设工程项目（水域疏浚）

宗海界址点（续）

界址点编号及坐标（北纬|东经）					
[redacted]					

测绘单位	广州云舟智慧城市勘测设计有限公司 【乙测资字 4451I785】		
测量人		绘图人	
绘制日期	2023 年 11 月 23 日	审核人	

8 生态用海对策措施

8.1 生态用海对策

根据本报告前述章节分析，本项目建设造成的主要生态问题如下：

（1）项目建设占用人工岸线

本项目共占用人工岸线 423.6m。其中包括引桥码头透水构筑物占用岸线 15.2m，港池占用岸线 9.4m，海底坡脚改造非透水构筑物占用岸线 389m。

根据《广东省自然资源厅关于做好海岸线占补历史信息核对工作的通知》（粤自然资海域〔2021〕1879 号），“以下情形可不纳入占用岸线：建设过程中不造成岸线原有形态或生态功能改变的项目，如空中跨越或底土穿越的跨海桥梁、海底隧道、透水构筑物、海底电缆管道等，无需对海岸线进行改造施工的港池、蓄水，以及离岸取、排水口；用海方式为开放式的项目，如开放式养殖、浴场、游乐场、专用航道、锚地及其他开放式”。因此，本项目需纳入占用岸线进行海岸线占补的长度主要为构筑物实际占用的岸线，即引桥码头透水构筑物、海底坡脚改造非透水构筑物所占用的共计 404.2m 人工岸线，其余 9.4m 为港池占用岸线，不纳入岸线占补长度计算。

（2）造成一定的生物资源损失

本工程造成生物损失合计为：东、西拦沙堤工程造成底栖生物损失量为 5300.1 kg，海堤改造 A、B 段非透水构筑物造成潮间带生物损失量为 119.3 kg，渔业码头工程透水构筑物造成潮间带生物损失量为 101.2 kg，潮间带生物损失量共 5520.6 kg；港池、航道、锚地等疏浚工程造成底栖生物损失量为 81724.4 kg；施工期悬浮泥沙导致的游泳生物损失量为 2785.77 kg，鱼卵损失量为 2.92×10^8 粒，仔鱼损失量为 7.99×10^7 尾。

（3）对水动力环境产生影响

根据水动力环境影响预测结果，乌坎渔港海域水流基本为东西向为主的往复旋转流，涨急从东向西流，落潮从西向东流；涨潮时海流向北流入渔港航道内，最大流速为 20-41cm/s，落潮时向南流，从渔港航道内向外海流出，最大流速为 25-52cm/s。本工程的建设对水动力的影响主要为拦沙堤的建设导致口门处流速变大，流速最大增大 2-8cm/s，拦沙堤东西两侧流速变小，最大变小 1-6cm/s，港

池内流速变小 1-2cm。可见拟建工程的建设对流态的影响很小，是可以接受的，防波堤的延长和缩短对渔港的流态均没有太大影响。

（4）对地形地貌与冲淤环境影响

根据地形地貌与冲淤环境影响分析，本工程实施对流态的影响主要在工程拦沙堤建设和港池疏浚海域，而对离工程区较远的海域流态影响较小。工程建设后，工程区附近水域有一定的冲淤变化，距工程区较远处冲淤影响则较小。航道区域由于流速较大，为冲刷状态，口门处最大，最大冲刷量为 10cm 每年，口门外 300 米处呈淤积状态，最大年淤积量为 4-5cm。总体而言，本项目建成后对所在海区的地形地貌与冲淤环境的影响是可接受的。

（5）对水质、沉积物环境影响

根据海水水质环境影响分析，工程施工造成的悬浮泥沙扩散大于 10mg/L（超一类水质）增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 8.38km^2，大于 20mg/L 增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 6.49km^2，大于 50mg/L（超二类水质）增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 4.37km^2，大于 100mg/L（超三类水质）增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 2.69km^2。施工期间，悬浮泥沙会对周边海域造成一定的影响，但是悬沙所产生的影响是暂时和局部的，加之悬浮泥沙具有一定的沉降性能，随着施工作业的结束，悬浮泥沙将慢慢沉降，工程海区的水质会逐渐恢复原有的水平。

（6）对岸滩的影响

根据对工程附近的上海外滩和金厢银滩沙滩岸线变化预测结果，上海外滩工程前后变化为最大侵蚀距离为 0.08m/a，最大淤积距离为 0.05m/a，发生于西侧拦沙堤处；模拟的金厢银滩工程前后变化为最大侵蚀距离为 0.08m/a，最大淤积距离为 0.05m/a，发生于西侧拦沙堤处；最大淤积距离为 0.04m/a，发生于东侧拦沙堤东侧。通过工程前后冲淤积和岸线演变来看，拦沙堤工程的建设对上海外滩和金厢银滩的地形地貌变化会产生一定程度影响，但影响相对较小。

综上，本项目建设造成的主要生态问题为海洋生物资源损失，根据估算，本工程造成生物损失合计为：东、西拦沙堤工程造成底栖生物损失量为 5300.1 kg，海堤改造 A、B 段非透水构筑物造成潮间带生物损失量为 119.3 kg，渔业码头工程透水构筑物造成潮间带生物损失量为 101.2 kg，潮间带生物损失量共 5520.6 kg；港池、航道、锚地等疏浚工程造成底栖生物损失量为 81724.4 kg；施工期悬浮泥

沙导致的游泳生物损失量为 2785.77 kg，鱼卵损失量为 2.92×10^8 粒，仔鱼损失量为 7.99×10^7 尾。

本项目生态保护修复工作主要以自然恢复为主、人工修复为辅的方式进行生态建设，选择生态海岸建设、海洋生物资源恢复、岸滩稳定等作为生态保护修复重点。

8.1.1 生态保护对策

8.1.1.1 施工期环境保护措施

1、水环境污染防治措施

本项目施工过程对水质的影响主要来自施工期间产生的悬浮泥沙、施工人员生活污水和施工船舶污水等。

1）本项目疏浚施工应采取减少超挖土方量、选择最佳疏浚作业季节及作业周期等措施，减少悬浮物产生量。合理选择施工作业时间，避免在大风情况下施工，应尽量选在低潮位和流速小的时间进行，以减小悬浮泥沙影响的范围。加强操作技术管理，防止疏浚物的溢出及泄漏，恶劣气象条件下禁止挖泥作业。

2）采用对底泥搅动较小的挖泥船进行疏浚，减少疏浚悬浮物的污染影响，施工期间应严格安排施工顺序，以减少对海域的污染，在施工过程中应实施悬浮物监控计划，发现问题及时采取污染防治措施。

3）精确定位，减少超挖土方量，施工中采用 GPS 定位系统，准备确定开完航道位置，减少疏浚作业过程不必要的超挖土方量。

4）禁止在本项目施工作业区内冲洗料舱：恶劣气象条件暂时停止作业。做好施工设备的日常检查维修，重点对挖泥船的连接部件进行检查，防止断裂造成污染事故。

5）施工期应尽量避开经济鱼虾类的繁殖季节。疏浚、抛填防波堤块石等施工作业尽量安排在非养殖季节进行。

6）施工单位应对施工船只进行机械管理，严禁带“病”作业，防止发生机油泄漏事故。

7）施工期禁止随意在施工场区排放生活污水。施工期间陆域生活污水应排入市政污水管道，若施工期间市政污水管道尚未开通，施工现场应设置临时污水

收集池，接纳施工人员生活污水和机修污水，并定期对这两类污水进行外运处理，禁止污水直接排海。

8）施工期船舶含油污水严格按照《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）中相关要求，应收集后交由海事部门指定的资质单位进行接收处理或通过船舶配备的生活污水处理装置进行处理，禁止直接向沿海海域排放油类污染物。

9）施工现场建议设置泥沙沉淀池，用来处理施工泥浆废水。凡进行现场搅拌作业，必须在搅拌机前台及运输车清洗处设沉淀池，废水经沉淀后回收或用于洒水除尘。

10）合理规划施工场地的临时供、排水设施，消除跑、冒、滴、漏现象。

11）做好陆域水土保持工作，合理安排土石方运输和推填的进度，减少陆上堆存土石方量，以免堆存的材料或暴雨径流携带的泥沙等污染海域。

2、大气环境污染防治措施

本项目施工期大气污染源主要包括施工扬尘、燃油废气排放等，其中施工期粉尘以运输车辆行驶时造成的扬尘为主。道路扬尘与路况、运输车辆状况及地面气象条件等有关。施工期运输车辆、船舶和燃油作业机械会产生燃烧废气（尾气），废气中主要含有 NO_2、SO_2、CO、烃类等污染物。

1）选择风力较小的天气进行土方作业，减少起尘量，尽量缩短土石料的运输距离；施工场地四周采用简易围屏，如用瓦楞板或聚丙烯布等在施工区四周建高 2.5-3m 的围幛，减少扬尘的逸散。

2）合理安排砼搅拌场，水泥拆包尽可能选择在有遮挡的地方进行，对易起尘的建材应加盖蓬布。

3）施工现场场地应当进行硬化处理，未能做到硬化的部分施工场地要定期压实地面，同时结合洒水车洒水、吸尘车吸尘等措施，减少扬尘污染。

4）对粉状及混凝土拌等建筑材料必须加盖运输，否则严禁上路，同时控制行车速度，减少装卸落差，以减少扬尘的产生量。

5）车辆和机械选用油耗低、污染物排放少的发动机，以控制有害气体的产生量；加强对施工机械、车辆的维修保养，禁止以柴油为燃料的施工机械超负荷工作，减少烟尘和颗粒物的排放。

6）汽车出口设置车轮洗车槽，长度 25m，深度 30cm，大幅减少车辆携带泥沙和物料出港。

7）尽可能采用商品混凝土。

3、噪声环境污染防治措施

工程施工期间噪声主要有打桩噪声、搅拌机、电锯、钻孔机、真空压力泵、混凝土拌等机械噪声，这些噪声具有无规则、不连续、高强度等特点，其典型噪声源强在 80～110dB（A）。

1）选取低噪声、低振动的施工机械和运输车辆，加强机械、车辆的维修、保养工作，使其始终保持正常运行。

2）施工现场应严格控制施工时间，严格按照施工噪声管理的有关规定执行，严禁夜间进行高噪声施工作业，一般不得超过 22:00 时，如确需夜间施工必须取得有关部门的批准。

3）做好施工机械和运输车辆的调度和交通疏导工作，加强对运输车辆的管理，压缩施工区汽车数量和行车密度，运输车辆要限速行驶，禁止在敏感点附近鸣笛，降低交通噪声。

4）合理安排施工人员的作业时间，在高强度噪声源附近作业的人员，应带防声耳塞、头盔等，尽量轮流操作。

5）加强施工队伍管理，文明施工，尽量减小施工噪声对周围敏感点的影响。

4、固体废弃物污染防治措施

工程施工期间固体废物主要是疏浚产生的淤泥、施工产生的建筑垃圾、施工人员产生的生活垃圾、施工船机设备作业产生的废机油等。

1）施工期间施工人员产生的生活垃圾应集中收集后由环卫部门定期、及时清运处理。

2）建设单位和施工单位应重视和加强建筑垃圾的管理，采取积极措施防止其对环境的污染。建筑垃圾尽量综合利用，不能回收利用的建筑垃圾应清运至指定地点合理处置。

3）施工船舶、机械设备作业产生的残油、废油等危险废物，统一交由有危险废物处理资质的单位将其安全处置。

4）疏浚产生的疏浚土合理合规处置，本项目疏浚土砂含量较高，具有一定

的经济价值，除作为陆域回填料的砂直接上岸处理以外，剩余疏浚土经陆丰市政府统筹主导，交由资源中心合理合规履行拍卖流程后，由竞得人自行完成处置。

8.1.1.2 营运期环境保护措施

1、水环境污染防治措施

本项目营运期污（废）水主要包括码头冲洗污水、初期雨水、船舶生活污水、船舶含油污水、陆域生活污水、理鱼加工废水、码头作业区及水产交易市场冲洗污废水等。

船舶应当按要求将相关船舶污染物排入港口接收设施或者由船舶污染物接收单位接收，由有能力接收的单位收集处理，不得直接排海。根据现状调查情况反馈，金厢镇污水处理厂可接收本工程生活污水和含油污水，并进行处理达标后排放或回用。

本工程最北侧泊位兼顾渔船排污功能，以解决船舶污水和固废的上岸问题。渔船靠泊在排污泊位后，启动码头前沿生活污水收集泵，并用便携式铝软管把渔船内生活污水箱的污水连接到防滴漏吸入栓，利用泵的吸入压力使渔船污水通过管道输送到码头后方道路上的生活污水压力管道，送至金厢镇污水处理厂。

在排污泊位设置含油污水收集箱（有效容积 3m^3），收集渔船产生的少量含油污水。渔船靠泊在排污泊位后，启动含油污水收集泵，并用便携式铝软管把渔船内含油污水箱连接到防滴漏吸入栓，利用泵的吸入压力使渔船含油污水通过管道输送到码头含油污水收集箱，并定期运至附近城镇污水处理厂进行处理。

营运期港区陆域产生的废水主要为码头初期雨水、码头作业区及水产交易市场冲洗污废水、理鱼加工废水、陆域生活污水等。码头作业区冲洗污废水和初期雨水（10mm）通过污水沟收集泵至码头后方道路上的生活污水压力管道，排入后方的污水处理站进行处理，后期干净雨水通过污水管溢流排放入海。水产交易市场冲洗污废水、港区陆域生活污水、理鱼加工废水等排至陆域生活污水管网，经污水处理站处理后排至市政污水管网。

2、大气环境污染防治措施

项目在营运期间的大气污染物主要为渔船燃油废气、车辆燃油废气、道路扬尘及未及时清理的水产品臭味。

1）对装卸作业的码头面和道路场地进行经常性清扫，并采用洒水车对道路

进行定期洒水，控制二次扬尘的污染。

2）道路两侧和港区周围种植防护林带，净化空气，阻挡扬尘，防护林带宽度根据场地情况确定，树种应选择有吸附有害气体和减弱风速作用的乡土物种，避免外来物种入侵，多余空地尽量进行绿化。

3）在水产市场主要散味设备上方设置吸气罩，恶臭气体经吸气罩收集后由管道引入高效微生物除臭器，利用特定的微生物吸附降解废气中的恶臭成分，脱除了臭味的气体由引风机排出，经 15m 高的排气筒排放。

4）理鱼产生的鱼鳞、鱼内脏等固废，应设置密闭的房间进行保存，并应及时清运给饲料厂作原料，缩短在厂区停留时间，避免恶臭影响。

5）装卸作业在固定区域装卸，卸完后需及时冲洗，并清理装卸区域地面水产品，防止地面水产品发臭。

6）装卸车辆尾气及船舶尾气属于无组织排放源，为防止尾气的污染，应加强管理，合理调度，避免车辆堵塞，减轻汽车发动机在怠速状况下有害气体的排放，防止局部大气环境质量恶化。

3、噪声环境污染防治措施

营运期噪声主要来自码头区渔船噪声、机械噪声和渔民生活噪声。

优先选用符合国家噪声标准的装卸机械和车辆，并在营运中加强维修保养；对噪声超过标准的设备采取吸声、减噪、隔声和消声等措施；保持港区道路畅通，合理疏导车辆，限制车辆速度和鸣笛；保持路面平整，尽量减少噪声的产生频率和强度；合理布置港区功能区布局，在道路两侧和港区周围种植防护林带，起到隔声降噪的作用。

4、固体废弃物污染防治措施

工程营运期间固体废物主要是工作人员产生的生活垃圾、船舶垃圾等。

1）陆域生活垃圾有机物成份含量较高，易于腐烂变质，应设置垃圾箱等，设专人将生活垃圾及时清运集中处置，做到日产日清，确保不产生二次污染。

2）对于其他固体废物，可分类统一收集，能回收利用的给予回收利用，不能回收利用的，送当地环卫部门处置。

3）停靠码头的渔船、渔政船垃圾按海事部门和卫生检疫部门相关规定进行收集和处理，并依据有关标准执行处理。

4）理鱼间的鱼鳞、鱼内脏等水产品废物极易腐化变质，尤其是夏天，易产

生臭气异味，污染环境，因此该部分固体废弃物等应及时清运到饲料厂作原料，达到综合利用目的。

8.1.2 生态保护对策符合性分析

（1）项目设计是否体现生态化理念，是否已保持潮汐通道顺畅、是否避让生态敏感目标、是否尽可能减少对海洋自然资源的占用。

本项目主要建设防波堤、码头等涉海构筑物，港池、航道、锚泊区则主要为施工期疏浚作业。在设计过程中，本项目秉承因地制宜、合理利用自然条件，并充分利用现有设施等的原则。项目设计遵守了国家有关环境保护、安全卫生等的规范要求，项目设计内容目的性单一，主要为渔港基础设施建设，项目建成后有助于渔港服务功能的完善。保持港区水深条件，维护港区水域稳定，有利于保持乌坎渔港潮汐通道的通畅，有利于渔业经济的发展，且本项目不涉及围填海等行为，在设计过程中已充分减少了对海洋资源的占用。

此外，本项目周边不涉及海洋保护区，项目建设不涉及占用、穿越、影响海洋保护区，不会对周边生态敏感目标产生严重影响。

（2）项目施工是否已采用先进工艺，是否已合理安排施工时间，尽量避开海洋生物产卵盛期或在此期间降低施工强度；是否采取相应措施减少施工产生的悬浮物、污（废、温、冷）水等污染物排放。

本项目首先进行防波堤、码头等相关构件预制，然后再进行防波堤及码头等主体结构施工、疏浚等，陆域配套工程如地基处理、陆域护岸、陆域建构筑物等随之同步建设。项目施工船舶为目前海洋疏浚作业主流施工机械，施工工艺较为成熟可靠，施工期间会产生一定量的悬浮泥沙，施工作业结束后，悬浮泥沙会逐渐沉降，项目所在海域水质也将逐渐恢复原有水平。

项目施工时间较为紧凑，各项水上施工时间均紧密衔接，施工过程中可减少悬浮泥沙产生的时间，降低对海洋渔业资源的影响。

（3）项目运营是否已制定降低污水排放、提升废水循环利用和生态化排放等的污染防治方案。

本项目营运期污（废）水主要包括码头冲洗污水、初期雨水、船舶生活污水、船舶含油污水、陆域生活污水、理鱼加工废水、码头作业区及水产交易市场冲洗污废水等。码头作业区冲洗污废水和初期雨水（10mm）通过污水沟收集泵至码

头后方道路上的生活污水压力管道，排入后方的污水处理站进行处理，后期干净雨水通过污水管溢流排放入海。水产交易市场冲洗污废水、港区陆域生活污水、理鱼加工废水等排至陆域生活污水管网，经污水处理站处理后排至市政污水管网；船舶按要求将相关船舶污染物排入港口接收设施或者由船舶污染物接收单位接收，由有能力接收的单位收集处理，不得直接排海。

综上，本项目运营期产生的废水均能得到有效的收集处理，均不直接排海，项目运营不涉及污水排放等行为。

（4）用海规模是否落实了节约集约要求，是否符合相关控制指标，是否通过用海方案优化，尽可能地减少了用海面积。

本项目不涉及围填海建设，避免了填海对周边海域资源的永久占用，不涉及围填海相关指标管控，但项目通过防波堤等构筑物结构和平面布置的优化，整合项目申请用海范围内的各用海单元，申请用海范围体现了集约用海的原则，通过平面布置的比选优化，推荐方案体现了对海域资源的节约，体现了节约用海的原则，因此，本项目的建设体现了节约集约用海的原则。

（5）用海工程结构是否体现了尽量不填、尽量透水、尽量开放的设计要求。

本项目主体工程包括防波堤、码头等，项目申请用海范围内的构筑物申请用海方式包括非透水构筑物和透水构筑物，均不涉及填海，除防波堤及海堤坡脚改造段从防潮安全、船舶泊稳要求、防灾减灾和技术成熟度等方面考虑，采用了非透水构筑物的形式，项目建设范围内的其他构筑物已尽可能采用透水结构。因此，本项目整体上体现了尽量不填、尽量透水、尽量开放的设计要求。

8.1.3 生态跟踪监测

根据《自然资源部办公厅关于进一步规范项目用海监管工作的函》（自然资办函〔2022〕640 号）（下称“函件”），对于涉及新建的填海用海、非透水构筑物用海（长度≥500 米或面积≥10 公顷）、封闭性围海（面积≥10 公顷）等严重改变海域自然属性的项目，核电、石化、油气、海上风电等可能对资源生态造成严重影响的项目，以及论证范围内涉及典型海洋生态系统的用海项目（包含珊瑚礁、红树林、海草床、盐沼、牡蛎礁等典型生态系统），应开展生态跟踪监测。

本项目主要涉及非透水构筑物用海，项目海堤坡脚改造 A 段、海堤坡脚改造 B 段、东拦沙堤、西拦沙堤为非透水构筑物，总长约 2189m，用海面积共 7.1259

公顷。项目周边不涉及珊瑚礁、红树林、海草床、盐沼、牡蛎礁等典型生态系统，根据“函件”，本项目需按“函件”中非透水构筑物长度≥500m 的生态跟踪监测要求进行生态跟踪监测，根据“函件”表 1.1 填海、非透水构筑物、封闭性围海生态跟踪监测具体要求一览表，本项目需进行不少于 6 个站位的海洋水文监测，不少于 5 个断面的地形地貌与冲淤监测，其监测要求如下表 8.1.3-1。

表 8.1.3-1 填海、非透水构筑物、封闭性围海生态跟踪监测具体要求一览表

项目	海洋水文	地形地貌与冲淤
填海	监测站位：不少于 6 个站位。 监测频次：每年代表性一季。 监测内容：海流（流向、流速）、悬浮泥沙。	监测站位：不少于 5 个断面。 监测频次：每年代表性一季。 监测内容：水深地形、沉积物粒度。
非透水构筑物（长度≥500 米，或者面积≥10 公顷）		
封闭性围海（面积≥10 公顷）		

根据“函件”，生态跟踪监测站位应与现状调查站位相同或相近，由于本报告中水文现状调查站位分布范围较广，本项目生态跟踪监测站位对其进行了优化，主要以项目范围内以及周边约 4km 范围进行生态跟踪监测工作，共布置 6 个水文站位，而项目地形地貌与冲淤跟踪监测则主要在本项目防波堤内及附近海域开展调查，主要对防波堤内海域开展水深测量，同时在防波堤周边开展沉积物粒度及冲淤情况调查。生态跟踪监测站位见图 8.1.3-1 和表 8.1.3-2。

根据工程建设对上海外滩和金厢银滩的影响分析结果，项目建成后，上海外滩最大侵蚀距离为 0.08m/a，最大淤积距离为 0.05m/a；金厢银滩最大侵蚀距离为 0.08m/a，最大淤积距离为 0.05m/a。因此项目运营期需对上海外滩和金厢银滩所预测侵蚀区域进行岸滩稳定性监测，岸滩稳定性监测断面见图 8.1.3-2。

此外，由于本项目建设过程中涉及悬浮泥沙等的产生释放，根据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》要求，为及时了解和掌握建设项目在其施工期、运营期对海洋水质、沉积物和生态产生的影响，以便对可能造成环境影响的关键环节事先进行制度性的监测，使可能造成环境影响的因素得以及时发现，建议对项目周边水质、沉积物和生态环境也同步开展相应的跟踪监测工作，其监测站位可与海洋水文站位一致。

本项目施工期及营运期海洋环境影响跟踪监测内容及时间频次如下：

1、施工期

（1）监测项目

水文：流速、流向、含沙量。

水质：pH、悬浮物、化学需氧量、溶解氧、无机氮、活性磷酸盐、石油类、铜、铅、总汞等指标。

沉积物：pH、铜、镉、铬、铅、石油类、硫化物等指标。

海洋生态：叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物以及渔业资源等。

2、营运期

水文：流速、流向、含沙量。

地形地貌与冲淤：水深地形、沉积物粒度（①防波堤内海域开展水深测量；②上海外滩和金厢银滩沿线各布置 7 条岸滩稳定性监测断面，监测断面布设情况见图 8.1.3-2）。

（2）监测频次

施工期：监测 1 次。

施工结束后：对水文、水质、沉积物、海洋生态进行 1 次后评估监测。

营运期：2~3 年监测 1 次。

表 8.1.3-2　跟踪监测点位表

序号	经度	纬度	备注
1	[redacted]	[redacted]	水文、水质、沉积物、海洋生态
2	[redacted]	[redacted]	
3	[redacted]	[redacted]	
4	[redacted]	[redacted]	
5	[redacted]	[redacted]	
6	[redacted]	[redacted]	

图 8.1.3-1　海洋环境跟踪监测站位布置示意图

图 8.1.3-2　岸滩稳定性监测断面布置示意图

8.2 生态保护修复措施

8.2.1 生态修复重点及目标

根据本项目实际情况，拟选择生态海岸建设、海洋生物资源恢复、岸滩稳定等作为生态保护修复重点。根据本项目主要生态问题，本项目生态修复重点为：

（1）生态海岸建设：根据对乌坎渔港沿岸现场环境的了解以及主要生态问题，针对沿岸海岸带环境进行整治修复工作，主要分为三部分工作：①渔港沿岸环境整治，重点对港池周边自然岸线的环境卫生进行整治；②人工岸线生态化建设，在海堤堤脚、护坡、堤前种植本土植物，构建生态海堤，形成有利于渔港掩护、景观良好的海岸带生态系统；③建立环境卫生长效管理制度，加强宣传和长期治理环境卫生，打造成方便公众亲海游玩、生态环境良好、基础设施完善、垃圾污染长效预防的先行地区，在促进渔港渔业发展的同时，适当保障当地旅游业发展。

（2）海洋生物资源恢复：选择在乌坎渔港周边海域进行增殖放流，对本项目损失的海洋生物资源进行补偿和恢复。

（3）岸滩稳定：根据地形地貌与冲淤环境影响预测结果，本项目建设完成后，口门拦沙堤东西两侧沙滩可能有轻微侵蚀，需对两处沙滩进行定期补沙，以保持岸滩稳定。

表 8.2.1-1　生态环境保护和修复对策措施一览表

序号	修复类型		保护修复内容	规模及数量	对应生态问题
1	海岸带生态建设	环境整治	对渔港附近海岸带进行环境整治，清理沙滩垃圾等	531m	①项目占用人工岸线423.6m，对渔港附近自然岸线进行环境整治工作，予以修复补偿；②在海堤堤脚、护坡、堤前种植本土植物，构建生态海堤。
2		绿化	在海堤堤脚、护坡、堤前种植具有地方特色且适合本地区生长的植物，进行生态海堤建设	396m	
3		长效管理	逐年进行上述修复活动，使环境长效久治	3 年	
4	海洋生物资源恢复		在乌坎渔港周边海域进行增殖放流活动	需补偿渔业资源损失	建设单位可委托专业机构负责
5	岸滩稳定		对口门拦沙堤东西两侧沙滩进行人工定期补沙	长期	根据沙滩侵蚀状况进行定期人工补沙

图 8.2.1-1　本项目生态修复布局示意图

8.2.2 生态修复具体措施

1、环境整治工作

本项目海岸带环境整治工作主要分为：宣传、清运、清扫、检查以及环卫设施建设。详细工作方法如下：

（1）宣传：通过书写宣传标语工作，发放宣传手册等工作，协助码头后方陆域住宅区、工业区等群众了解渔港环境整治工作，提高当地群众的环境卫生素质，减少人为制造的渔港遗留垃圾；

（2）清运：通过雇用环保公司将渔港历史遗留的生活垃圾、建筑垃圾等全部清运处理；

（3）清扫：通过雇用环保公司开展渔港大清扫，清洁因垃圾遗留导致的渔港沿岸道路、渔船上岸点等的垃圾污染问题，保持渔港环境的整洁；

（4）检查：通过组建卫生检查小组对环保公司的环境整治工作进行检查，发现渔港仍有卫生死角或清理不到位问题，及时督促清除；

（5）环卫设施建设：沿海堤统一配备垃圾桶，原则上，每相隔 150~200 米设置一个垃圾桶，以便渔民或游玩群众处置垃圾，严防乱扔垃圾污染海岸线环境；并在渔港环境卫生整治完成后，定期雇用环保公司对渔港沿岸因潮水涨落淤积垃

圾进行清理。

2、绿化

绿化作为渔港环境中的重要景观元素，在美化渔港的同时，具有抑制粉尘，降低噪声，遮阳吸毒等保护功能，所以应通过合理的绿化布置和树种的选择，使其融入周围的绿化体系中去。

海堤生态化建设主要是在浮桥码头北侧海堤堤脚、护坡、堤前种植具有地方特色且适合本地区生长的植物，进行生态海堤建设，增强海堤防潮固岸作用，恢复本土植物，增强植物群落的生物多样性，改善海岸生态景观。

可分别选用阔叶树木、草坪和观赏树种，并适当点缀小型花坛等。在道路两侧种植景观效果好，抗风能力强的树种、在本地区成活率较高的乔木，在不影响工艺布置和生产管理的情况下，保持与周围环境协调的格局。同时考虑多采用具备较强空气净化能力的树种及芳香花卉。

可参考选择木本植物：木麻黄（CasuarinaequisetifoliaForst.），草本植物：厚藤（Ipomoeapes-caprae(L.)、白花鬼针草（Bidensalba(L.)DC.）、黄鹌菜（YoungiaJaponica）作为此次绿化的生物群落建群物种。

木麻黄可按 1m×1m 的间距移栽种植，可选用植株高度约 0.3m～0.5m 的幼苗进行种植，预计成活率为 70%。草本植物种植采用播种方式，利用阴雨天气或人工浇水的条件下，在木麻黄植株间隙和砂坝下缘带撒播种子，其上覆以泥土与细砂混合物，确保出苗达到 50%以上，平均密度 30 株/m^2，并及时对其进行维护与管理，逐步过渡至具有自我调节能力的成熟的植物群落。该区域的植被的建设与恢复能有效增强沿海海岸防护能力，同时也美化了海岸景观和改善沿岸海域环境质量，提升渔港形象。

图 8.2.2-1　绿化植物

3、海岸环境长效管理

本项目建成后，渔港渔业经济的发展势必伴随着旅游业的兴起，为提高渔港观光、游玩等基础服务功能，需保障渔港环境整洁美观，因此，为避免由于潮汐以及人为丢弃垃圾影响渔港环境，避免垃圾入海影响海域环境，需开展环境长效管理，主要为：①加强宣传：派发环保手册，张贴横幅等，面上普及附近镇区、住宅区居民、游玩群众；②加强环卫工人和游玩群众的环境保护意识，做到凡脏必清、凡污必治；③加大投入，对环境整治、建筑垃圾清理、植被复绿等进行逐年整治活动，每年投入定量资金，防止环境污染情况再次发生。

4、渔业增殖放流

根据《广东省海洋生物增殖放流技术指南》，增殖放流地点应选择 1）产卵场、索饵场、洄游通道或人工鱼礁放牧场，2）非倾废区，非盐场、电厂、养殖场等进、排水区的海洋公共水域，并应选择 3）靠近港口码头利于增殖放流工作开展，且捕捞影响较小的区域。

结合“损害什么，修复什么”的原则，拟选择在乌坎渔港周边海域实施增殖放流工作。

乌坎渔港周边主要渔业品种有鰕、龙头鱼、眶棘双边鱼、多鳞鱚、刀额新对虾、口虾蛄等，该部分物种的繁殖期范围主要在 3-7 月份，因此可在这段时间内进行增殖放流。应在晴朗、多云或阴天进行增殖放流，风力应在七级以下，避开极端天气。

拟增殖放流物种的规格以放流现场测量为准。鱼苗体长应在 5cm 以上；虾苗体长应在 2.5cm 以上。拟定开展三年的增殖放流工作，根据增殖放流对象的生物学特性和增殖放流水域环境条件确定适宜的投放时间进行增殖放流，增殖放流实施前后一段时间，要加强执法检查和监督管理，严禁在增殖放流水域及毗邻水域从事各种捕捞活动，严厉打击各类非法捕捞和破坏放流苗种的行为。定期监测增殖放流对象的生长、洄游分布及其环境因子状况，保障增殖放流效果。拟选择本地的鱼类多个种类实施放流，以修复和改善本地区生态环境，增殖放流物种的规格以放流现场测量为准。鱼苗体长应在 5cm 以上。增殖放流的苗种应当是本地种的原种或 F1 代，人工繁育的增殖放流苗种应由具备资质的生产单位、检验机构认可的单位提供，禁止增殖放流外来种、杂交种、转基因种以及其他不符合乌坎渔港周边海域海洋生态要求的海洋生物物种。

5、岸滩稳定

根据对工程拦沙堤东西两侧的上海外滩和金厢银滩沙滩岸线变化预测结果，拦沙堤工程的建设对上海外滩和金厢银滩的地形地貌变化会产生一定程度影响，对上海外滩和金厢银滩的沙滩可能有轻微侵蚀，侵蚀区域主要集中在口门拦沙堤东西两侧。沙滩侵蚀是一个长期的过程，因此需根据沙滩侵蚀状况，通过引进外源沙源对两处沙滩进行定期补沙，以恢复沙滩的自然景观和功能，保持岸滩稳定。沙滩人工补沙具体措施如下：

（1）选择质量良好的外源沙源，采取合理的补沙策略；

（2）制定年度沙滩监测和补给计划，确保沙滩补给的持续性；

（3）监测沙滩补给效果，及时调整补沙策略。

8.2.3 生态修复实施计划及责任人

本项目生态修复工作应于在项目完成施工结束后开展，实施年度定为三年，修复责任单位为本项目建设单位，即陆丰市农业农村局。

8.2.4 生态修复监管措施

1、效果评估

基于生态修复目标，定期开展生态修复绩效的考核评估工作，客观评价生态修复的实际效果，了解修复成效与预期目标的差距，系统分析存在问题及原因，为国家和地方生态修复管理部门提供科学支撑。

效果评价应包括生态保护修复内容是否达到生态修复目标，渔业资源的结构和功能是否得到稳定和提升、修复岸线是否达到设计标准、沙滩稳定性是否得到保障；具体如下：

（1）是否有效恢复了海洋生物资源。海洋生物资源恢复的工程费用不低于海洋生物资源经济损失，且工程前后海洋生物资源总量和生物多样性没有显著差异，视为合格。

（2）海岸带环境整治是否达到目标要求，杜绝白色垃圾、建筑垃圾。

（3）海堤生态化建设是否达到设计标准、达到设计方案的指标要求，视为合格。

（4）沙滩的自然景观和功能是否得到了恢复，岸滩稳定性是否得到了保障。

2、完善管理制度

生态修复工程实施管理具有区域综合性，涉及农业、林业、水利、国土、环保等部门。按照部门分工实施生态修复工程，难以突破各自为政、协作整合不足的“监管困局”，导致不同生态修复工程交叉重叠严重、生态修复效果重复计算等问题。按照大部制改革框架，聚焦管理体制固化问题，突破政府部门分割格局，完善生态修复工程管理体制，按区域整合生态修复项目和资金，解决工程项目过度交叉、严重重叠问题。

3、环境保护

（1）根据国家有关规定，整个港区应配备专职或兼职环保人员和机构，负责工程区域的环保工作。制定规定、标准、规章和制度，进行环境教育，掌握污染动态。

（2）配备检测分析员和设备，对港区环境进行水、气、声环境质量的日常监测和污染事故的临时监测。

（3）配合上级主管部门监督，检查污染治理措施的落实，掌握港区污染物的治理情况，治理措施处理能力，处理效果及有待改进的问题

9 结论与建议

9.1 结论

9.1.1 项目用海基本情况

本项目位于粤东碣石湾北岸的东海镇乌坎渔港。新建渔船卸鱼泊位 41m，1 个 400HP 渔船泊位，新建引桥 37m；远期新建渔船供冰和修船泊位 78m，2 个 400HP 渔船泊位，新建引桥 59m；水上浮桥 6 座，总长约 521m，浮桥两侧可系泊 384 艘 20HP 小渔船；疏浚港池、避风锚地及航道，其中航道总长度约 4422m，宽约 48m，港内避风锚地约 40.5 万 m^2，疏浚总计约 301 万 m^3；新建护岸约 1087m 和口门拦沙导堤约 1710m；改造海堤道路约 479m，改造排水渠约 300m；渔港陆域总面积约 5.5 万 m^2，新建渔港管理中心、水产品交易市场、制冰厂、垃圾中转站、污水处理站、渔需物资商店及仓储物流中心等基础配套设施；配套相关道路、导助航、水电、消防、绿化、环保、智慧渔港系统及渔港环境综合治理和渔港污染防治等设施设备。

本项目计划工期为 24 个月。

本项目为陆丰市东海镇乌坎渔港建设工程项目，项目用海类型属于渔业用海（一级类）中的渔业基础设施用海（二级类）。

本项目用海方式包括：①1#引桥码头、1#浮桥码头、2#浮桥码头、3#浮桥码头、2#引桥码头、4#浮桥码头、5#浮桥码头、6#浮桥码头用海方式为构筑物（一级方式）中的透水构筑物（二级方式）；②海堤坡脚改造 A 段、海堤坡脚改造 B 段、东拦沙堤、西拦沙堤用海方式为构筑物（一级方式）中的非透水构筑物（二级方式）；③1#码头港池和内港池 1、内港池 2、内港池 3、内港池 4、内港池 5、内港池 6、内港池 7、内港池 8 和 2#码头港池用海方式为围海（一级方式）中的港池、蓄水（二级方式）；④水域疏浚（含港池航道、锚泊区等）用海方式为开放式（一级方式）中的专用航道、锚地及其他开放式（二级方式）。

本项目拟申请用海总面积为 110.5216 公顷，包括主体工程用海 11.417 公顷、施工期用海面积为 99.1046 公顷。其中，1#引桥码头、1#浮桥码头、2#浮桥码头、3#浮桥码头、2#引桥码头、4#浮桥码头、5#浮桥码头、6#浮桥码头透水构筑物用海面积为 0.3774 公顷；港池用海面积为 3.9137 公顷；海堤坡脚改造 A 段、海堤

坡脚改造 B 段、东拦沙堤、西拦沙堤非透水构筑物用海面积为 7.1259 公顷；航道疏浚施工期用海面积为 99.1046 公顷。

本项目共占用岸线 423.6m，占用岸线类型为人工岸线。其中包括引桥码头透水构筑物占用岸线 15.2m，港池占用岸线 9.4m，海底坡脚改造非透水构筑物占用岸线 389m。

9.1.2 项目用海的必要性结论

本项目为陆丰市东海镇乌坎渔港建设工程项目，拟建设渔港泊位、拦沙导堤等，建成后渔港的避风港池面积将得到有效增加，渔港基础配套设施也可进一步完善，渔港建设等级也可全面提高，项目建设是落实渔港建设相关文件政策精神的重要体现。

本工程用海是由工程本身的特性及项目建设的必要性决定的。根据渔货卸港量发展水平预测，本渔港乌 2025 年和 2030 年鱼获卸港量分别为 0.8 万吨、1.0 万吨。根据渔港水产品年卸港量及卸鱼能力，结合《渔港总体设计规范》（SC/T9010-2000）计算，本渔港近期所需 400HP 卸鱼泊位数为 1 个，近期所需 400HP 供冰泊位数为 1 个，近期供冰由卸鱼泊位兼顾，远期考虑新建专用供冰泊位 1 个，近期不设修船泊位，远期拟设置 1 个专用的简单航修泊位。

根据渔港所处海域的波浪条件以及新建航道走向，本工程拦沙堤拟在现有拦沙堤基础上向东侧偏转约 16°，口门朝向南偏东，通过束窄水流，加大导堤内侧水流流速，降低泥沙淤强，使进港航道水深保持基本稳定。

港池是满足船舶安全靠泊、装卸渔货物必须的。由于区域自然水深条件不满足船舶进出要求，需要在港池水域进行疏浚等作业活动，因此港池水域的临时性用海是必要的。

综上所述，本工程用海是必要的。

9.1.3 项目用海资源环境影响分析结论

（1）对水动力环境的影响

根据水动力环境影响预测结果，乌坎渔港海域水流基本为东西向为主的往复旋转流，涨急从东向西流，落潮从西向东流；涨潮时海流向北流入渔港航道内，最大流速为 20-41cm/s，落潮时向南流，从渔港航道内向外海流出，最大流速为

25-52cm/s。本工程的建设对水动力的影响主要为拦沙堤的建设导致口门处流速变大，流速最大增大 2-8cm/s，拦沙堤东西两侧流速变小，最大变小 1-6cm/s，港池内流速变小 1-2cm。可见拟建工程的建设对流态的影响很小，是可以接受的，防波堤的延长和缩短对渔港的流态均没有太大影响。

（2）对地形地貌与冲淤环境影响

根据地形地貌与冲淤环境影响分析，拦沙堤建设导致港池东侧悬浮泥沙含量增大。由于航道由于流速较大，为冲刷状态，口门处最大，最大冲刷量为 0.1-0.11m 每年，口门外 300 米处呈淤积状态，最大年淤积量为 0.04-0.05m，这是由于潮流携带航道、港池内泥沙到此处由于流速变小沉降落淤导致。金厢银滩南部大部分海域呈冲刷状态，北部呈淤积状态。上海外滩沙滩呈淤积状态，淤积最大处淤积量可达为 0.05-0.18m。总体而言，本项目建成后对所在海区的地形地貌与冲淤环境的影响是可接受的。

（3）对水质、沉积物环境影响

根据海水水质环境影响分析，工程施工造成的悬浮泥沙扩散大于 10mg/L（超一类水质）增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 8.38km^2，大于 20mg/L 增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 6.49km^2，大于 50mg/L（超二类水质）增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 4.37km^2，大于 100mg/L（超三类水质）增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 2.69km^2。施工期间，悬浮泥沙会对周边海域造成一定的影响，但是悬沙所产生的影响是暂时和局部的，加之悬浮泥沙具有一定的沉降性能，随着施工作业的结束，悬浮泥沙将慢慢沉降，工程海区的水质会逐渐恢复原有的水平。

（5）对海洋生态资源影响

本工程造成生物损失合计为：东、西拦沙堤工程造成底栖生物损失量为 5300.1 kg，海堤改造 A、B 段非透水构筑物造成潮间带生物损失量为 119.3 kg，渔业码头工程透水构筑物造成潮间带生物损失量为 101.2 kg，潮间带生物损失量共 5520.6 kg；港池、航道、锚地等疏浚工程造成底栖生物损失量为 81724.4 kg；施工期悬浮泥沙导致的游泳生物损失量为 2785.77 kg，鱼卵损失量为 2.92 ×10^8 粒，仔鱼损失量为 7.99 ×10^7 尾。

9.1.4 海域开发利用协调分析结论

本项目的利益相关者为无证筏式养殖户。需要协调的责任部门为陆丰市交通

运输局、陆丰市水务局和海事主管部门。

本项目建设对乌坎渔港渔民的渔船停靠有一定的影响，但本项目的建设可为渔船靠泊码头提供更好的服务，保障了渔船靠泊需求。项目施工疏浚区域部分会与无证养殖区域重叠，施工产生的悬浮泥沙扩散会涉及到无证养殖区域，但所产生的影响是暂时和局部的。建议建设单位施工前征求附近渔民的意见并和无证养殖的清理工作的执行单位海洋综合执法队进行沟通，施工前做好相关宣传工作，取得群众理解。

同时，本项目施工期船舶的增加会对其周边海域及渔港内的通航环境造成一定的影响，而本项目距离乌坎大桥较近，船舶密度的增加可能会对其造成影响。因此，项目施工期和运营期间在一定程度上影响通航安全。为保证渔港周边海域海上交通的正常秩序，在项目建设及运营期间，应与陆丰市交通运输局、海事主管部门沟通协调，将施工期和运营期的通航风险降至最低。

项目急需增加拦砂堤长度，以保证渔船顺利安全进出港内。水域大部分仍需浚深，才能满足近千艘到港渔船的停泊避风。而本项目建设的拦沙堤在施工期间会产生一定的悬浮泥沙，但建设后能减少口门处泥沙淤积程度；疏浚范围与护岸均保持一定的距离，对护岸防洪能力的影响程度较低。项目建设及运营期间，应与陆丰市水务局沟通协调，采取措施尽量减少对现有拦沙堤和护岸的影响。

可见，本工程与周围的利益相关者有较好的协调性。

9.1.5 项目用海与国土空间规划符合性分析结论

根据《陆丰市国土空间总体规划》（2021-2035 年），本项目位于陆丰市海洋空间保护利用分区中的渔业用海区-红海湾-碣石湾渔业用海区，项目符合所在渔业用海区的管理要求。

根据第六章分析，本工程符合国家产业政策准入，项目建设符合《广东省海洋功能区划》《广东省海洋主体功能区规划》《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》《广东省现代渔港建设规划（2016-2025 年）》《广东省海洋经济发展“十四五”规划》《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030 年）》《广东海洋经济综合试验区发展规划》《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》《汕尾市生

态环境保护“十四五”规划》《陆丰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》《汕尾市现代渔港建设总体规划（2015-2025 年）》《陆丰渔港经济区建设规划（2021-2030 年）》等功能区划和相关规划，项目建设符合“三区三线”划定成果、广东省及汕尾市“三线一单”等要求。

9.1.6 项目用海合理性分析结论

（1）用海选址合理性分析

乌坎渔港由于地理位置优越，面临南海广大的渔场，当地渔船进出南海渔场南海诸岛及至国外生产十分方便。碣石湾是鱼、虾、贝类繁殖的优良港湾，200 米等深线外是本省、福建省及港、澳、台渔船云集生产的渔场，以上地区的渔船常到本港停泊避风和后勤补给。

项目为乌坎渔港建设，与本地区的渔业发展定位相符，与陆丰市的社会经济条件相适宜。

根据区域地质资料、结合现场地形地貌、本次钻探揭示的地层情况以及现场调查情况，场区内未发现有层位错乱、断层角砾岩、断层泥等代表断层特征的迹象；未发现有采空、滑坡、滚石、空洞、崩塌等不良地质现象；未发现埋藏的沟浜、墓穴等埋藏物，未发现洞穴、临空面等，但场地局部有孤石分布，对工程不利。场区内无断裂的迹象，目前场地基本稳定，场地砂土具液化影响、存在软土震陷的不良地质作用，综合评定，场地适宜本工程建设。

乌坎渔港位于碣石湾北部港内，是一个相对封闭的水域，仅通过狭窄口门与海湾相通，且港内水域面积有限，因此港内常年风平浪静，口门段的进港航道可受到来自碣石湾的 SW、W、S、SE 向浪的影响。但受渔港口门前大面积浅滩的影响和诸多岛屿以及已建防波堤的阻挡，传入到口门的波浪能量大幅度衰减，浪高较碣石湾口显著减小。

项目周边不存在军事设施，不会影响军事活动。本项目的建设与周边用海活动不存在功能冲突，与周边海洋开发活动分工较合理，不存在重复建设，减少了海洋资源的浪费。因此，本项目用海与周边其他用海活动是相适宜的。

综上所述，本项目的用海选址是合理的。

（2）平面布置合理性分析

本项目平面布置充分考虑：拦沙堤布置根据自然条件合理布置，尽可能提高

港内泊稳条件、减小港内回淤，同时满足水体交换的需求；码头布置和锚泊水域布置采取深水深用、浅水浅用的原则；总平面布置促使现有码头、港池等设施的作用充分发挥；渔港建设充分考虑区域渔船应急避风补给的需要，为远期发展预留空间等原则，新建拦沙堤、渔船码头及海堤均根据渔港现状及面临的问题，结合海岸线走向和周边用海现状进行布置。

本项目港池、水域疏浚范围及底标高均根据渔港现状及预测发展水平确定，遵循港口总体布置的一般原则，统筹安排，合理布局。

项目建设与周边用海项目可以衔接，避免海域资源的浪费，体现了集约、节约用海的原则

项目设计过程中进行了方案的比选，选取现非透水构筑物长度更小、掩护水域面积更大、掩护条件更好、施工难度较低的现方案作为用海方案。

综上所述，本项目的平面布置是合理的

（3）用海方式合理性分析

本项目用海类型为渔业用海（一级类）中的渔业基础设施用海（二级类），拦沙堤、海堤坡脚改造的用海方式为构筑物用海（一级）中的非透水构筑物用海（二级），码头用海方式为构筑物用海（一级）中的透水构筑物用海（二级），水域疏浚用海方式为开放式用海（一级）中的专用航道、锚地及其他开放式用海（二级），港池用海方式为围海用海（一级）中的港池、蓄水等（二级）。

本项目不涉及填海工程。本项目拦沙堤、海堤用海方式为非透水构筑物用海，东、西拦沙堤采用扭王字块护面斜坡式结构，海堤采用桩基承台结构，相较透水构筑物的用海方式，能够对渔港提供更为充分的掩蔽和防护，提供稳固作用，虽然会使海洋生物资源遭到一定损失，但可利用非透水构筑物的斜坡式结构建设生态岸线，拦沙堤水下采用扭王字块压脚设计，可为鱼类、贝类等提供繁殖、生长、索饵和庇敌的场所，营造海洋生物栖息的良好环境，对海域基本功能的影响较小。

本项目码头透水构筑物对海洋环境影响较小，不会严重改变所在海域的整体流态，有利于维护海域基本功能，不属于彻底改变海洋环境的用海方式。

本项目共占用岸线 423.6m。其中包括引桥码头透水构筑物占用岸线 15.2m，港池占用岸线 9.4m，海堤坡脚改造非透水构筑物占用岸线 389m。

综上，本项目用海总体对海域基本功能的影响较小。

（4）用海面积合理性

本项目拟申请用海总面积为110.5216公顷，包括包括主体工程用海11.4170公顷、施工期用海99.1046公顷。其中，1#引桥码头、2#引桥码头和1~6#浮桥码头透水构筑物用海面积为0.3774公顷，港池用海面积为3.9137公顷，海堤坡脚改造A、B段及东、西拦沙堤非透水构筑物的用海面积为7.1259公顷；水域疏浚施工期其他开放式用海面积为99.1046公顷。

本项目为渔业基础设施用海，以2022年广东省政府批复岸线为海陆界址，项目用海面积能够满足工程运营期用海需要。本报告中的申请用海面积（范围）已体现了节约海洋资源的精神，避免了过度占海对周边用海活动的影响。因此，本报告认为项目用海不存在减少面积的可能性。综上所述，项目申请用海面积合理。

9.1.7 项目用海可行性结论

根据本报告前述章节的分析和论证结果可知，本工程用海是必要的，用海对周边资源环境的影响是可以接受的，与毗邻其他项目具有较好的协调性，符合海洋功能区划及相关规划，项目用海选址、用海方式和平面布置、用海面积合理。在项目建设单位切实执行国家有关法律法规，切实落实本报告书提出的海域使用管理对策措施，切实落实用海风险应急对策措施和应急预案的前提下，从海域使用角度考虑，本工程的海域使用是可行的。

9.2 建议

（1）项目海域使用要严格在管理部门批准的范围内，接受海洋管理部门的监督和管理；

（2）建设单位应认真落实本报告书提出的协调措施和环境保护措施，降低项目建设对周边用海活动的影响。施工作业应尽可能避开鱼、虾、贝类等的产卵和幼体生长的高峰期，以降低项目建设对海洋环境的影响；

（3）本工程的利益相关者为附近受工程建设影响的养殖户。协调责任部门为渔政、海事主管部门，建设单位应积极与利益相关者做好沟通协调，保障施工期和营运期各自的生产安全；

（4）建设单位应严格落实本报告书提出的风险防范措施并制订好应急预案，

遵照“预防为主，保护优先”的原则，避免风险事故的发生，防止安全事故转化为环境事故；

（5）业主应在施工期委托有关单位开展海域使用动态监测。

（6）本项目建设需占用大陆人工海岸线 423.6m，为减少对海岸线的影响，建设方严格执行《广东省海岸线使用占补制度实施意见（试行）》《广东省自然资源厅关于做好海岸线占补历史信息核对工作的通知》的有关要求，对占用 423.6m 海岸线进行相应海岸线整治修复，以满足《广东省海岸线使用占补制度实施意见（试行）》的有关要求。