辽宁省绥中县六股河口外海域 KT2 区块
海砂开采项目

环境影响报告书

辽宁省环境规划院有限公司

Liaoning Academy for Environmental Planning Co., Ltd.

二〇二三年十月

打印编号：1692262553000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	9s7h0
建设项目名称	辽宁省绥中县六股河口外海域KT2区块海砂开采项目
建设项目类别	54—150海洋矿产资源勘探开发及其附属工程
环境影响评价文件类型	报告书
一、建设单位情况	
单位名称（盖章）	葫芦岛市自然资源局
统一社会信用代码	11211400M B1861224X
法定代表人（签章）	傅立群
主要负责人（签字）	傅立群
直接负责的主管人员（签字）	张雪飞
二、编制单位情况	
单位名称（盖章）	辽宁省环境规划院有限公司
统一社会信用代码	91210000051784765D
三、编制人员情况	

1.编制主持人

姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
田红	2013035210350000003509320254	BH 013805	

2.主要编制人员

姓名	主要编写内容	信用编号	签字
田红	报告书编制	BH 013805	

目 录

1 概述 2

1.1 建设项目背景 2
1.2 项目建设的必要性 3
1.3 建设项目特点 4
1.4 环境影响评价工作过程 4
1.5 分析判定相关情况 5
1.6 关注的主要环境问题及环境影响 8
1.7 环境影响报告书主要结论 8
1.8 第一章附图 8

2 总则 10

2.1 编制依据 10
2.2 所在区域环境功能区划 14
2.3 评价标准 16
2.4 评价工作等级 21
2.5 环境影响评价范围与评价重点 26
2.6 环境敏感区与社会活动关注区 28
2.7 第二章附图 29

3 工程概况 33

3.1 海砂开采名称、性质及地理位置 33
3.2 砂源分析 33
3.3 国内海砂市场现状及发展前景 44
3.4 第三章附图 47

4 工程分析 49

4.1 矿区开采 49
4.2 海砂开采方案 57
4.3 物料平衡 67
4.4 工程各阶段污染物排放状况 67
4.5 工程各阶段非污染环境影响分析 74
4.6 环境影响要素识别和评价因子筛选 74

5 区域自然环境概况 77

5.1 区域自然环境概况 77
5.2 海洋资源 85
5.3 海域使用开发利用现状 90
5.4 第五章附图 96

6 环境质量现状调查与评价 97

6.1 水文动力环境现状调查与评价 97
6.2 地形地貌环境与冲淤环境现状调查与评价 133
6.3 海水环境现状调查与评价 142

6.4 第六章附图 231

7 环境影响预测与评价 235

7.1 海洋水文动力环境影响预测与评价 235
7.2 波浪动力环境影响预测与评价 238
7.3 泥沙冲淤环境影响预测与评价 241
7.4 海砂开采对近岸及海底沙脊地形地貌的影响分析 247
7.5 边坡影响 249
7.6 水质环境影响预测与评价 251
7.7 沉积物环境影响预测与评价 255
7.8 生态环境影响预测与评价 256
7.9 采砂活动对敏感目标、社会活动关注区和海洋功能区的影响分析 265
7.10 大气环境影响分析 269
7.11 固体废弃物环境影响分析 271
7.12 第七章附图 271

8 环境风险分析与评价 274

8.1 环境风险评价等级 274
8.2 环境敏感目标 274
8.3 环境风险识别 274
8.4 风险事故影响分析 275
8.5 风险事故影响分析 279
8.6 环境风险防范对策措施和应急预案 286
8.7 小结 305
8.8 第八章附图 305

9 总量控制 307

9.1 污染物总量控制原则 307
9.2 污染物总量控制方法 307
9.3 污染物总量控制方法方案与建议 308

10 清洁生产与污染防治对策 309

10.1 清洁生产分析 309
10.2 污染防治对策分析 313
10.3 环保措施技术、经济可行性分析 325

11 环境经济损益分析 327

11.1 社会效益分析 327
11.2 经济效益分析 328
11.3 环境保护投资估算 329
11.4 环境效益 330
11.5 环境经济损益综合分析与评价 332

12 海砂开采量的控制 333

12.1 开采方式的控制 333
12.2 开采强度的分析 334

13 海砂工程环境可行性 335

13.1 与海洋功能区划的符合性分析.....335
13.2 与辽宁省"三区三线"的符合性分析.....339
13.3 与葫芦岛市"三线一单"的符合性分析.....341
13.4 项目用海与相关规划的符合性分析.....344
13.5 工程用海选址合理性分析.....351
13.6 工程生态用海方案分析.....353
13.7 第十三章附图.....356

14 环境管理与环境监测 357

14.1 环境管理计划.....357
14.2 环境监测计划.....358
14.3 环境保护设施"三同时"原则.....361
14.4 第十四章附图.....362

15 环境影响评价结论 363

15.1 工程概况.....363
15.2 工程分析结论.....363
15.3 环境质量现状综合分析与评价结论.....366
15.4 环境影响预测综合分析与评价结论.....376
15.5 非污染物环境影响分析结论.....377
15.6 环境风险分析与评价结论.....378
15.7 区域环境影响、社会经济环境影响综合分析与评价结论.....379
15.8 建设项目环境可行性结论.....380
15.9 海砂开采的环境保护对策与建议.....380

16 附录 382

16.1 浮游植物名录.....382
16.2 浮游动物名录.....383
16.3 大型底栖生物名录.....383
16.4 潮间带生物名录.....384

1 概述

1.1 建设项目背景

辽宁省是海砂资源赋存大省，为进一步深化“放管服”改革，促进海砂采矿权和海域使用权市场化出让，提升海砂资源开发利用水平。《自然资源部关于规范和完善砂石开采管理的通知》（自然资规〔2023〕57号）规定，出让海砂采矿权应严格执行海砂采矿权和海域使用权“两权合一”招标拍卖挂牌出让制度。辽宁省自然资源厅印发《关于规范我省海砂资源开采管理工作的指导意见》（辽自然资发〔2022〕33号），全面实施海砂采矿权和海域使用权“两权合一”招标拍卖挂牌出让制度。葫芦岛市自然资源局计划在绥中县六股河口外海域出让2个开采区，包括KT1和KT2区块，两个区块的位置关系见图1-1，本项目为KT2区块海砂开采环境影响评价。

葫芦岛市自然资源局委托青岛海洋工程勘察设计研究院有限公司编制了《辽宁省绥中县六股河口外海域KT2区块海砂资源勘探报告》和《辽宁省绥中县六股河口外海域KT2区块海砂资源开发利用方案》。本次勘探范围为5km^2，开采面积为其中的3.2101km^2。勘探范围和开采区范围位置关系见图4-8。

本工程为海砂开采海域使用权挂牌出让项目，本项目采砂船将船舱中洗好的海砂用传送带输送到泊在采砂船旁边的过驳船上，海砂在海上与买方直接交割，由过驳船将海砂直接出售转移给运砂商船（由海砂购买方自备），因此，本项目评价内容仅包含海砂开采，不包含海砂开采后的运输、处理及利用。后续的海砂运输、处理及利用应按照有关规定要求另行完善相关环保手续，严格落实相关环保措施，接受相关部门的监管。

《辽宁省矿产资源总体规划（2021-2025年）》未对海砂开采进行空间布局规划，该规划中仅要求实施海砂采矿权和海域使用权“两权合一”招拍挂出让制度。经葫芦岛市自然资源局说明，海砂矿作为省级出让登记权限矿种，海砂的勘探开采区块由省级自然资源主管部门负责划定，在市级规划中落实。经分析，本项目符合《葫芦岛市矿产资源总体规划（2021-2025年）》中相关要求。项目开采范围

用海面积为 3.2101km^2，中心坐标：120° 31′ 22.86″ E、40° 9′ 33.92″ N，离岸约 7km。项目位于辽宁省海洋功能区划中的绥中农渔业区，项目位于辽宁省海洋功能区划中的绥中农渔业区，项目严格控制开采时限、总量及开采边界，基本符合辽宁省海洋功能区划中该区域的海域使用要求。新的葫芦岛市国土空间总体规划（将替代辽宁省海洋功能区划）中在该海域划出一定的工矿通信用海区，本项目位于新划定的工矿通信用海区内。

根据《中华人民共和国海洋环境保护法》和《中华人民共和国环境影响评价法》等法律的要求，一切可能对海洋环境产生影响的新建、扩建或改建的海洋工程项目，必须进行海洋环境影响评价。

1.2 项目建设的必要性

自上世纪九十年代以来，我国沿海海砂开采活动十分活跃，由于投入成本相对较低，短期收益较高，受经济利益驱使，超采、滥采海砂现象时有发生，由于海砂开采而引发了诸多社会、环境和海上安全问题。2017 年辽宁省共查获非法采砂船 13 艘，2021 和 2022 年辽宁海警局均在葫芦岛市绥中县海域查获到非法采砂船。海砂属于不可再生资源，如果不注意合理开发利用，则会导致海砂资源的枯竭和海洋资源环境的重大损害，甚至会造成国家海洋权益的重大损失。且非法开采及运输，大量不合规、不合格砂石流入市场，破坏了生态环境，扰乱了市场秩序，带来工程质量隐患。

根据“辽宁省 908 专项”调查，绥中县六股河口海域海砂是重要的海砂资源富集地。葫芦岛市坐拥两个港口，航道清淤工程也会产生大量海砂，处理困难。依据《自然资源部关于规范和完善砂石开采管理的通知》（自然资规〔2023〕57 号）规定，出让海砂采矿权应严格执行海砂采矿权和海域使用权“两权合一”招标拍卖挂牌出让制度，大幅精简并优化出让环节与办事流程。辽宁省自然资源厅发布《关于规范我省海砂资源开采管理工作的指导意见》（辽自然资发〔2022〕33 号），全面规范引导海砂开采工作，通过开展海砂开采出让项目，加强市场海砂供给，解决海砂供应问题。

为规范我省海砂开采活动，杜绝无序、无度盗采海砂等导致资源流失和严重破坏海洋生态环境的行为，合理利用海砂资源、保护海洋环境、促进海洋经济的

绿色可持续发展，合理规范开采葫芦岛市绥中县外海域海砂是十分有必要的。

1.3 建设项目特点

本项目拟申请海砂开采区位于葫芦岛市六股河口外海域。调查区海砂的矿物组成主要为石英，斜长石次之，其中石英含量（石英占轻矿物的质量百分比）在45.47%~56.59%之间，斜长石含量（斜长石占轻矿物的质量百分比）在34.21%~46.03%之间，重矿物含量（重砂矿物质量占分析质量的百分比）在1.80%~3.61%之间。全区加权后平均含泥量20.3%。

根据《辽宁省绥中县六股河口外海域 KT2 区块海砂资源开发利用方案》（青岛海洋工程勘察设计研究院有限公司，2023 年 7 月），辽宁省绥中县六股河口外海域 KT2 区块内共发育 1 个海砂矿体，全矿区（勘探范围 5km^2）原矿体积资源量为 6166.17×10^{4}m^3，其中探明资源量为 5039.64×10^{4}m^3，推断资源量为 1126.53×10^{4}m^3。根据《辽宁省绥中县六股河口外海域 KT2 区块海砂资源勘探报告（分割）评审意见书》（辽储评（储）字〔2003〕029 号），本次开采为区块内 3.2101km^2 区域进行海砂开采工作，矿体合计原矿体积资源量为 4034.31 万 m^3；确定开采原矿量为 3922.18 万 m^3；开采回采率为 90%，废石混入率为 0%，则本矿区采出海砂原矿量为 3529.96 万 m^3。

本项目为新立海砂开采项目，建设规模为年产 1843.2 万 m^3，产出率为 81.43%，总共产出海砂精矿 1563.46 万 m^3/年。矿区出让年限约 2 年（含准备期 1 个月）。

项目开采范围用海面积为 3.2101km^2，项目位于辽宁省海洋功能区划中的绥中农渔业区，新的葫芦岛市国土空间总体规划中在该海域划出一定的工矿通信用海区，本项目位于新划定的工矿通信用海区内。

1.4 环境影响评价工作过程

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》以及《建设项目环境影响评价分类管理名录》、《海砂开采环境影响评价技术规范》、《海洋工程环境影响评价技术导则》等法律法规的有关规定，该项目需执行环境

影响评价制度并编制环境影响报告书。受葫芦岛市自然资源局的委托，辽宁省环境规划院有限公司承担本工程的海洋环境影响评价工作。环评单位在接受委托后，立即组织相关技术人员认真研究了建设单位提供的工程资料，收集了工程区附近海域环境质量现状资料，对拟建项目的建设内容和排污状况进行了资料调研和深入分析。在此基础上，按照国家相关环保法律、法规、污染防治技术政策的有关规定及环境影响评价技术导则要求，预测、分析项目实施过程对海洋环境、大气环境、声环境等可能造成的不良影响的范围和程度，提出防治污染、减轻项目建设带来的环境影响的措施与对策，并进行经济技术可行性论证，为项目建设合理性提供科学依据；提出项目建设环境可行性的结论，编制完成了《辽宁省绥中县六股河口外海域KT2区块海砂开采项目环境影响报告书》。

按照《海砂开采环境影响评价技术规范》、《海洋工程环境影响评价技术导则》和《环境影响评价技术导则—总纲》（HJ2.1-2016）的要求，本项目环评工作程序见图1-2。

1.5 分析判定相关情况

1.5.1 与产业政策的相符性分析判定

对照《产业结构调整指导目录（2019年本）》（国家发展和改革委员会2019年第29号令，2021年12月30日修改），海砂开采项目不属于目录中的“限制类”或者“淘汰类”产业，因此，海砂开采项目是允许的。

综上分析，本项目的建设符合产业政策要求。

1.5.2 与近岸海域功能区划的符合性分析

经与《葫芦岛市近岸海域环境功能区划（调整后）》叠图，本项目不在葫芦岛市近岸海域各功能区范围内，位于六股河口外海域，且根据预测结果，项目建设及运行对葫芦岛市近岸海域功能区影响较小，且本项目属于海砂开采项目，要求2年之内完成开采计划，对周边海域的影响是暂时的，因此，本项目的建设与《葫芦岛市近岸海域环境功能区划（调整后）》的要求不发生冲突之处。

1.5.3 与海洋功能区划的符合性分析

根据《辽宁省海洋功能区划》（2011-2020 年），本项目为海砂开采项目，不涉及炸岛及捕捞活动，不在海上建设永久性水工构筑物。本项目开采位置已经经过严格论证，无需占用航道、海底管线、保护区和军事等用海，对交通运输、旅游、核电、海洋能、矿产、倾废、海底管线、保护区和军事等用海需求影响较小。

根据《自然资源部关于规范和完善砂石开采管理的通知》（自然资发〔2023〕57 号）："负责砂石资源采矿权出让登记的自然资源主管部门要在出让前会同相关部门开展实地踏勘，核查禁止、限制开采砂石区域，对禁止区严格落实空间避让，对限制区明确管控要求，合理确定采矿权出让范围。"项目严格按《关于规范我省海砂资源开采管理工作的指导意见》（辽自然资发〔2022〕33 号）中规定出让期限一般不超过 2 年、出让面积控制在 3-5 个平方公里之间的要求执行，本次KT2 区块开采期限为 2 年（含 1 个月准备期），开采面积为 3.2101km^2，项目将严格控制开采总量，不得越界、超量、超时开采。

海砂开采过程对项目所在海洋功能区产生一定的影响，为了将项目可能对鱼类"三场一通道"产生的影响降至最低，项目在鱼类产卵期拟降低月采砂强度，保护重要渔业品种的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道。同时，在采砂过程中，项目将严格控制采砂范围，合理控制采砂强度，原砂经分选的到海砂产品后，剩余含细砂（小于 0.063mm 粒级砂）及淤泥的海水，经采砂船海砂分选舱的溢流口通过溢流管海底（海床以上 1m）排放，并在管口围挂 1 米高帷幔，防止悬浮物扩散。施工船舶含油污水和生活污水均拟收集上岸交由有处理能力的单位处理，禁止排放入海；施工期拟对项目所在海域进行跟踪监测，同时项目也将对造成的海洋生态损失及时进行补偿，则可将项目可能造成的海洋环境影响降低最低。经采取一定的污染防护措施和生态环境保护措施后，项目的建设符合项目所在海洋功能区的环境保护要求。

另外，葫芦岛市正在编制《葫芦岛市国土空间总体规划》，新的国土空间规划体系将主体功能区规划、土地利用规划、城乡规划、海洋功能区划等融合为统一的国土空间规划，实现"多规合一"，即《葫芦岛市国土空间总体规划》将替代《辽宁省海洋功能区划》（2011-2020 年）。根据《葫芦岛市国土空间总体规划

（2020-2035）》（阶段成果），新的葫芦岛市国土空间总体规划中在绥中海域划出一定的工矿通信用海区，本项目位于新划定的工矿通信用海区内，该区域用途管制要求为以临海工业利用、矿产能源开发和海底工程建设为主要功能导向的海域和无居民海岛。本项目为海砂开采，不占用周边养殖区，项目用海面积为3.2101km^2，且用海时间为两年，不影响所在区基本功能发挥。符合所在空间规划区用途管制要求。经分析，项目建设与《葫芦市国土空间总体规划（2020-2035）》（阶段成果）中要求相符合。

1.5.4 与海洋生态红线的符合性分析

根据《辽宁省“三区三线”划定成果》（2022 年）、《辽宁省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（辽政发〔2021〕6 号）、《葫芦岛市人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（葫政发〔2021〕4 号），葫芦岛市“三线一单”成果，葫芦岛市海域生态保护红线主要包括六股河口海洋保护区、绥中止锚湾南砂质岸线及邻近海域、绥中天龙寺砂质岸线及邻近海域、兴城北砂质岸线及邻近海域、兴城中部砂质岸线及邻近海域、绥中止锚湾北砂质岸线及邻近海域、兴城南部砂质岸线及邻近海域、菊花岛及邻近海域、六股河口海岸侵蚀生态红线区、孟姜女碣石历史文化遗迹、六股河口生态系统、绥中天龙寺滨海旅游区、兴城滨海旅游区、止锚湾滨海旅游区及望海寺滨海旅游区等，划定海域生态保护红线面积 586.83 平方公里。

经叠图分析，本项目不位于海洋生态红线区内，与海洋生态红线的距离均较远，不占用大陆自然岸线保有，不占用海岛自然岸线保有，项目的建设基本不会对海洋生态红线及自然岸线保有产生影响，符合辽宁省“三区三线”划定成果、“三线一单”生态环境分区管控的要求。

1.5.5 与其他规划的符合性分析

本项目不占用岸线，与岸线的距离较远。本项目为海砂开采项目，本项目的建设可为葫芦岛市重大项目提供海砂，保障葫芦岛市重大项目的用砂需求。因此，本项目的建设也符合《辽宁省“十四五”海洋生态环境保护规划》、《葫芦岛市“十四五”海洋生态环境保护规划》、《辽宁省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》、《葫芦岛市矿产资源总体规划（2021-2025 年）》

等相关规划的要求。

1.6 关注的主要环境问题及环境影响

海砂开采作业主要导致水污染，主要为采砂过程产生的悬浮泥沙可能产生的影响，采砂过程部分细颗粒底质悬浮后未被抽砂管吸取随潮流扩散的悬浮泥沙对海洋水质环境的影响，进而会对浮游植物、浮游动物及渔业造成影响；采砂对底质的扰动也会破坏底栖生物生境。

海砂开采还会带来来自船舶施工作业的噪声污染和来自施工人员的生活垃圾和采砂过程中的碎石等固体废弃物。噪声污染会对海洋生物造成的影响较小，施工人员的生活垃圾会收集上岸，不会对海洋环境造成影响。项目海砂分选产生的碎石回填采砂坑，起到修复采砂坑的作用。

采砂施工后形成采砂坑、采砂坑边坡坍塌导致海床地形地貌改变对水动力条件的影响；潮流场、波浪场改变对附近海域冲淤环境的影响。

海砂开采中的环境风险事故主要来自船舶碰撞而发生的溢油事故，溢油事故会对海洋水质和海洋生物等造成影响。

1.7 环境影响报告书主要结论

本项目建设符合国家产业政策，选址符合相关规划要求。海砂开采过程中产生的悬浮泥沙对水环境的影响是暂时的。开采过程中产生的污废水和固体废物会得到妥善处理处置。同时，针对本项目的工程特点和环境特征，提出了相应的环境保护和污染防治对策措施、风险防范对策措施。评价认为：在采砂单位切实执行国家有关法律法规、严格按照本报告书提出的开采范围、方式、时间和强度作业，避免超界、超量、超强度开采，落实报告书中提出的各项污染防治、生态保护对策措施及风险防范措施的前提下，从海洋环境保护角度考虑，葫芦岛市拟出让辽宁省绥中县六股河口外海域KT2区块海域海砂开采是可行的。

1.8 第一章附图

序号	图名	所在章节

1	图 1-1 葫芦岛市六股河口外海域两个海砂开采区块位置关系图	1.1
2	图 1-2 海洋工程环境影响评价工作过程	1.4

2 总则

2.1 编制依据

2.1.1 国家法律法规

《中华人民共和国环境保护法》（2015年1月1日）；

《中华人民共和国环境影响评价法》（2018年修订）；

《中华人民共和国大气污染防治法》（2018年修订）；

《中华人民共和国水污染防治法》（2018年1月1日实施）；

《中华人民共和国噪声污染防治法》（2021年12月24日通过）；

《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020年修订）；

《中华人民共和国海洋环境保护法》（2017年修正）；

《中华人民共和国海域使用管理法》（2002年1月1日施行）；

《中华人民共和国渔业法》（2013年修正）；

《中华人民共和国港口法》（2018年修正）；

《中华人民共和国航道法》（2016年修正）；

《中华人民共和国清洁生产促进法》（2012年修正）；

《中华人民共和国循环经济促进法》（2018年修正）；

《中华人民共和国节约能源法》（2018年修正）；

《中华人民共和国野生动物保护法》（2018年10月26日）；

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

《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第682号）；

《国家突发环境事件应急预案》（2014年12月29日起施行）；

《全国海洋经济发展规划纲要》（国发〔2003〕13号）；

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

《中国海洋渔业水域图（第一批）》（农业部公告第189号，2002年2月8日）；

《关于进一步加强水生生物资源保护严格环境影响评价管理的通知》（环发〔2013〕86号）；

《关于促进砂石行业健康有序发展的指导意见》（发改价格〔2020〕473号）；

《防治船舶污染海洋环境管理条例》（2018年修正）；

《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》（国务院令第475号，2018年3月19日修订）；

《船舶大气污染物排放控制区实施方案》（交海发〔2018〕168号）；

《中华人民共和国海上交通安全法》（2021年4月29日第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议修订）；

《中华人民共和国船舶及其有关作业活动污染海洋环境污染防治管理规定》（中华人民共和国交通运输部令2017年第15号）；

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

《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部部令第4号）；

《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》（交海发〔2007〕165号）；

《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》（中共中央办公厅国务院办公厅，2017年2月7日）；

《关于全面建立实施海洋生态红线制度的意见》，国家海洋局，2016年6月；

《产业结构调整指导目录（2019年本）（国家发展和改革委员会2019年第29号令）》；

《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》，部令第16号，自2021年1月1日起施行。

2.1.2 地方有关法规、文件

《辽宁省环境保护条例》（2022.4.21修正）；

《辽宁省海洋环境保护办法》（第四次修正版）；

《辽宁省人民政府办公厅转发海洋渔业厅关于在渤海实施海洋生态红线制度意见的通知》（辽政办发〔2014〕18号，2014.04.04）；

《辽宁省“十四五”生态环境保护规划》（辽政办发〔2022〕16号）；

《关于规范我省海砂资源开采管理工作的指导意见》（辽自然资发〔2022〕33号）；

《辽宁省海上船舶污染事故应急预案》（辽政办〔2023〕22号）；

《葫芦岛市海洋环境保护实施办法》（葫芦岛市人民政府令 第 176 号，2016.07.01）；

《葫芦岛市人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（葫政发〔2021〕4号）。

2.1.3 环境影响评价导则、规范、标准

《海洋海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）；

《海沙开采环境影响评价技术规范》（国家海洋局，2014年4月）；

《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）；

《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）；

《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）；

《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）；

《海洋监测规范》（GB17378-2008）；

《海洋监测技术规程》（HY/T147-2013）；

《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）；

《海水水质标准》（GB3097-1997）；

《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）；

《海洋生物质量》（GB18421-2001）；

《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》（国家海洋局，2002年4月）；

《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》；

《第二次全国海洋污染基线调查技术规范》；

《海洋生态损害评估技术指南（试行）》（国海环字〔2013〕583号）；

《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）；

《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）；

《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T1143-2017）；

《船舶污染海洋环境风险评价技术规范（试行）》；

《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018）。

2.1.4 相关规划和文件

《全国海洋功能区划（2011~2020年）》，国务院，2012年；

《全国海洋主体功能区规划》，国发〔2015〕42号，2015年8月22日；

《“十四五”海洋经济发展规划》（发改地区〔2021〕1148号）；

《辽宁省海洋功能区划（2011-2020年）》；

《葫芦岛市海洋功能区划》（2013-2020年）；

《绥中县海洋功能区划》（2013-2020年）；

《辽宁省“十四五”海洋生态环境保护规划》（辽环发〔2022〕8号）；

《辽宁沿海经济带高质量发展规划》（发改地区〔2021〕1382号）；

《辽宁省海洋主体功能区规划》；

《辽宁省近岸海域环境功能区划》；

《辽宁省矿产资源总体规划（2021-2025年）》；

《葫芦岛市矿产资源总体规划（2021-2025年）》；

《葫芦岛市“十四五”海洋生态环境保护规划》（葫环〔2022〕67号）。

2.1.5 基础资料

《辽宁省绥中县六股河口外海域 KT2 区块海砂资源勘探报告》，青岛海洋工程勘察设计研究院有限公司，2023 年 6 月；

关于《辽宁省绥中县六股河口外海域 KT2 区块海砂资源勘探报告》矿产资源储量评审备案的复函（辽自然资储备字〔2023〕23 号）；

关于《辽宁省绥中县六股河口外海域 KT2 区块海砂资源探报告（分割）》矿产资源储量评审备案的复函辽自然资储备字〔2023〕29 号；

《辽宁省绥中县六股河口外海域 KT2 区块海砂资源开发利用方案》，葫芦岛市自然资源局，青岛海洋工程勘察设计研究院有限公司，2023 年 7 月。

2.2 所在区域环境功能区划

2.2.1 近岸海域环境功能区划

本项目位于绥中县外海域，不在葫芦岛市近岸海域环境功能区划范围内。详见图 2-1。

2.2.2 海洋功能区划

根据《辽宁省海洋功能区划》（2011-2020 年），本工程位于绥中海域农渔业区，周边的海洋功能区主要有：天龙寺旅游休闲娱乐区、天龙寺外海保留区、二河口工业与城镇用海区、六股河河口海洋保护区、兴城海域农渔业区、刘台子工业与城镇用海区、狗河口保留区。

项目所在海域及周边海域海洋功能区与本项目的位置关系及具体分布见表 2-1 及图 2-2。

表 2-1 项目周围海域海洋功能区分布状况

序号	名称	与项目位置关系	管理要求	
			海域使用管理	海洋环境保护
1	绥中海域农渔业区	项目占用	(1)严格控制区域采砂活动。 (2)发展现代化和规模化海洋牧场。 (3)整治修复渔业资源环境。	重点保护渔业水域环境，控制溢油风险事故，水质质量执行不低于二类海水水质标准，沉积物质量和海洋生物质量执行不低于一类标准。
2	二河口工业与城镇用海区	西侧，约 6.31km	(1)加强河口两侧海岸稳定性监测、严禁岸滩及近岸海域开采海砂。 (2)整理河口空间，确保泄洪安全。 (3)保护自然岸线与沙滩。	严格新增项目用海环评与监督管理，控制新增污染源，避免影响周边海洋功能区环境。水质质量执行不低于二类海水水质标准，沉积物质量和海洋生物质量执行不低于一类标准。
3	天龙寺外保留区	西南侧，约 2.15km	(1)修复和保护原生砂质海岸及岸滩景观资源。 (2)加强海岸两侧海岸稳定性监测。 (3)限制贴岸式永久性海岸工程建设。 (4)严禁岸滩及近岸海域开采海砂。	重点保护砂质海岸生态系统，水质质量执行不低于二类海水水质标准，沉积物质量和海洋生物质量执行不低于一类标准。
4	天龙寺旅游休闲娱乐区	西侧，约 6.24km	(1)监测和维护三道砂干水下砂脊。 (2)加强海砂开采监管。	区域水质、沉积物、生物质量标准不低于现状水平。
5	六股河河口海洋保护区	西北侧，约 6.8km	(1)保护原生砂质海岸与河口砂坝泻湖体系。 (2)定期监测河口两侧海岸稳定性。 (3)整治修复原生砂质海岸。 (4)整理河口空间，确保泄洪安全。	重点保护砂质海岸生态系统与生物栖息环境，海域水质、沉积物质量和海洋生物质量执行不低于国家一类标准。
6	兴城海域农渔业区	北侧，约 11.2km	(1)严格控制区域采砂活动。 (2)发展现代化和规模化海洋牧场。 (3)保护河口、海岛海域和水下岩礁生物栖息环境。 (4)整治修复受损海洋渔业资源系统。	重点保护渔业水域环境和水产种质资源，水质质量执行不低于二类海水水质标准，沉积物质量和海洋生物质量执行不低于一类标准。
7	刘台子工业与城镇用海区	北侧，约 15.9km	(1)保持区域自然岸线与水下岩礁系统，严格控制海域采砂活动。 (2)严格限制区域填海造地规模。	严格新增项目用海环评与监督管理，加强区域海水环境质量跟踪监测，水质质量执行不低于二类海水水质标准，沉积物质量和海洋生物质量执行不低于一类标准。
8	狗河口保留区	西北侧 16.3km	（1）加强海岸稳定性监测。 （2）允许不改变海域属性开发利用。 （3）整治修复海岸景观。	治理养殖污染，控制现有工业排污，水质、沉积物、生物质量标准不低于现状水平。

2.2.3 环境空气功能区划

根据《关于印发葫芦岛市城区环境噪声和环境空气质量功能区划分的通知》（葫政办发〔2008〕75号），项目选址处未进行大气环境功能区划。

本项目主要进行海砂开采，选址海域旁为KT1开采区，因此选址参照工业区划分为空气质量二类区，执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及修改单中的二级标准。

2.2.4 生态环境功能区划

根据《葫芦岛市人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（葫政发〔2021〕4号），项目选址属于“一般管控单元”中的“狗河口外海养殖区一般管控单元”（编码HY21140030003），其管控要求：“禁止在规定的养殖区和捕捞区内进行有碍渔业生产、损害水生生物资源和污染水域环境的活动。其他用海活动要处理好与养殖、捕捞之间关系，避免相互影响。”详见图2-3。

2.3 评价标准

2.3.1 环境质量标准

2.3.1.1 海水水质标准

本项目位于六股河口外海域，不在近岸海域范围内，因此，根据《辽宁省海洋功能区划（2011-2020 年）》，工程所在海域功能区划为绥中海域农渔业区，执行海水水质二类标准。具体标准值详见下表。

表2-2 海水水质标准（GB3097-1997）

项目	第一类	第二类	第三类	第四类
悬浮物质	人为增加的量≤10		人为增加的量≤100	人为增加的量≤150
水温	人为造成的海水温升夏季不超过当时当地1℃，其它季节不超过2℃		人为造成的海水温升夏季不超过当时当地4℃	
pH	7.8~8.5 同时不超出该海域正常变动范围的0.2pH单位		6.8~8.8 同时不超出该海域正常变动范围的0.5pH单位	
溶解氧＞	6	5	4	3
COD≤	2	3	4	5
无机氮≤	0.20	0.30	0.40	0.50

（以N计）				
活性磷酸盐≤（以P计）	0.015	0.030		0.045
汞≤	0.00005	0.0002		0.0005
镉≤	0.001	0.005	0.010	
铅≤	0.001	0.005	0.010	0.050
六价铬≤	0.005	0.010	0.020	0.050
总铬≤	0.05	0.10	0.20	0.50
砷≤	0.02	0.030	0.050	
铜≤	0.005	0.010	0.050	
锌≤	0.02	0.050	0.10	0.50
硫化物≤（以S计）	0.02	0.050	0.10	0.25
挥发性酚≤	0.005		0.010	0.050
石油类≤	0.05		0.30	0.50

2.3.1.2 海洋沉积物

根据《辽宁省海洋功能区划（2011-2020 年）》，工程所在海域功能区划为绥中海域农渔业区，执行海洋沉积物一类标准。具体标准值详见下表。

表 2-3 海洋沉积物质量标准（GB18668-2002）

序号	项目	第一类	第二类	第三类
1	汞（$\times10^{-6}$）≤	0.20	0.50	1.0
2	镉（$\times10^{-6}$）≤	0.50	1.50	5.0
3	铅（$\times10^{-6}$）≤	60.0	130.0	250.0
4	锌（$\times10^{-6}$）≤	150.0	350.0	600.0
5	铜（$\times10^{-6}$）≤	35.0	100.0	200.0
6	铬（$\times10^{-6}$）≤	80.0	150.0	270.0
7	砷（$\times10^{-6}$）≤	20.0	65.0	93.0
8	有机碳（$\times10^{-2}$）≤	2.0	3.0	4.0
9	硫化物（$\times10^{-6}$）≤	300.0	500.0	500.0
10	石油类（$\times10^{-6}$）≤	500.0	1000.0	1500.0

2.3.1.3 生物质量

根据《辽宁省海洋功能区划（2011-2020 年）》，工程所在海域功能区划为绥中海域农渔业区，因此，海洋生物质量（贝类）执行《海洋生物质量》（GB18421-2001）中的一类标准，软体类、甲壳类和鱼类的生物体内污染（除石油烃外）含量评价标准采用《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准。具体标准值见下列表。

表 2-4 海洋生物（贝类）质量标准值（鲜重） 单位：mg/kg

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

表 2-5 生物体内污染物评价标准 单位：mg/kg

生物类别	总汞	铜	铅	镉	锌	砷	石油烃
软体动物≤	0.30	100	10.0	5.5	250	10	20
甲壳动物≤	0.20	100	2.0	2.0	150	8	20
鱼类≤	0.30	20	2.0	0.6	40	5	20

2.3.1.4 环境空气质量

根据《关于印发葫芦岛市城市环境噪声和环境空气质量功能区划分的通知》（葫政办发〔2008〕75 号），本项目位于二类环境空气质量功能区，执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其 2018 年修改单中二级标准，具体见下表。

表 2-6 环境空气质量评价标准二级标准（单位：CO/mg·m^{-3}，其他 μg·m^{-3}）

项目	浓度限值		
	1 小时平均	24 小时平均	年平均
SO_2	500	150	60
NO_2	200	80	40
TSP	-	200	300
PM_{10}	-	150	70
$PM_{2.5}$	-	75	35
CO	10	4	-

2.3.2 污染物排放标准

2.3.2.1 船舶污染物排放标准

本工程作业船舶产生的舱底含油污水和生活污水应严格执行《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）的要求，禁止直接向沿海海域排放油类污染物，进行收集后交给有能力的单位进行处理。船舶生活垃圾需收集至岸上统一处理，不得倾倒入海。

表 2-7 船舶水污染物排放控制标准（GB3552-2018）

污水类别	船舶类别/排放水域		排放控制要求
机器处所含油污水	400 总吨及以上船舶	沿海	自 2018 年 7 月 1 日起，达标排放（油污水处理装置出水口处石油类≤15mg/L，排放在船舶航行中进行）或收集并排入接收设施

	400总吨以下船舶		自2018年7月1日起，达标排放（油污水处理装置出水口处石油类≤15，排放在船舶航行中进行）并排入接收设施
含货油残余物的油污水	150总吨及以上油船		自2018年7月1日起，收集并接入接收设施，或在达船舶行中排放，并同时满足下列条件：（1）油船距最近陆地50海里以上；（2）排入海中油污水含油量瞬间排放率不超过30升/海里；（3）排入海中油污水含油量不得超过货油含量的1/30000；（4）排油监控系统运转正常。
	150总吨及以下油船		自2018年7月1日起，收集并接入接收设施。
船舶生活污水	400总吨及以上船舶，400总吨一下且经核定许可载运15人以上的船舶	距最近陆地3海里以内（含）的海域	自2018年7月1日起，应利用船载收集装置收集，排入接收设施或利用船载生活污水处理厂设施处理，根据船舶类别和安装生活污水处理装置的时间，处理达标排放。
		3海里＜与最近陆地间距离＜12海里的海域	自2018年7月1日起，同时满足下列条件：（1）使用设备打碎固形物和消毒后排放；（2）船速不低于4节，且生活污水排放速率不超过相应船速下的允许排放速率。
		与最近陆地间距离＞12海里的海域	自2018年7月1日起，船速不低于4节，且生活污水排放速率不超过相应船速下的允许排放速率。

2.3.2.2 大气污染物排放标准

根据《船舶大气污染物排放控制区实施方案》（交海发〔2018〕168号）排放控制区的叠图（见图2-4），矿区及周边海域均位于排放控制区内，本项目作业船舶尾气二氧化硫、颗粒物、氮氧化物应满足《船舶大气污染物排放控制区实施方案》（交海发〔2018〕168号）硫氧化物和颗粒物排放控制要求与氮氧化物排放控制要求。

（1）硫氧化物和颗粒物排放控制要求

①2019年1月1日起，海船进入排放控制区，应使用硫含量不大于0.5%m/m的船用燃油，大型内河船和江海直达船舶应使用符合新修订的船用燃料油国家标准要求的燃油；其他内河船应使用符合国家标准的柴油。2020年1月1日起，海船进入内河控制区，应使用硫含量不大于0.1%m/m的船用燃油。

②2020年3月1日起，未使用硫氧化物和颗粒物污染控制装置等替代措施的船舶进入排放控制区只能装载和使用按照本方案规定应当使用的船用燃油。

③2022年1月1日起，海船进入沿海控制区海南水域，应使用硫含量不大于0.1%m/m的船用燃油。

④适时评估船舶使用硫含量不大于0.1%m/m的船用燃油的可行性，确定是否要求自2025年1月1日起，海船进入沿海控制区使用硫含量不大于0.1%m/m的船用燃油。

（2）氮氧化物排放控制要求

①2000年1月1日及以后建造（以铺设龙骨日期为准，下同）或进行船用柴油发动机重大改装的国际航行船舶，所使用的单台船用柴油发动机输出功率超过130千瓦的，应满足《国际防止船舶造成污染公约》第一阶段氮氧化物排放限值要求。

②2011年1月1日及以后建造或进行船用柴油发动机重大改装的国际航行船舶，所使用的单台船用柴油发动机输出功率超过130千瓦的，应满足《国际防止船舶造成污染公约》第二阶段氮氧化物排放限值要求。

③2015年3月1日以后建造或进行船用柴油发动机重大改装的中国籍国内航行船舶，所使用的单台船用柴油发动机输出功率超过130千瓦的，应满足《国际防止船舶造成污染公约》第二阶段氮氧化物排放限值要求。

④2022年1月1日及以后建造或进行船用柴油发动机重大改装的、进入沿海控制区海南水域和内河控制区的中国籍国内航行船舶，所使用的单缸排量大于或等于30升的船用柴油发动机应满足《国际防止船舶造成污染公约》第三阶段氮氧化物排放限值要求。

⑤适时评估船舶执行《国际防止船舶造成污染公约》第三阶段氮氧化物排放限值要求的可行性，确定是否要求2025年1月1日及以后建造或进行船用柴油发动机重大改装的中国籍国内航行船舶，所使用的单缸排量大于或等于30升的船用柴油发动机满足《国际防止船舶造成污染公约》第三阶段氮氧化物排放限值要求。

本项目位于葫芦岛所辖海域，船舶需使用硫含量不大于0.5%m/m的船用燃油。

2.3.2.3 固体废物

一般工业固体废物执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）的有关规定。

2.3.2.4 噪声排放标准

施工噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），昼间70dB（A），夜间55dB（A）。

2.4 评价工作等级

2.4.1 海洋环境影响评价等级

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014），结合本项目的特点、规模及所在区域的环境状况，确定评价等级。

本项目为海砂开采项目，根据《辽宁省海洋功能区划》（2011-2020 年），本工程位于绥中海域农渔业区，属于环境敏感区，因此确定本工程海洋环境评价工作中水动力环境、水质环境、沉积物环境、生态和生物资源环境、地形地貌和冲淤环境影响评价等级均为1级，等级判断依据见下列表。

表 2-8 海洋水文动力、水质、沉积物和生态环境影响评价等级判据一览表

海洋工程分类	工程类型和工程内容	工程规模	工程所在海域特征和生态环境类型	单项海洋环境影响评价等级			
				水文动力环境	水质环境	沉积物环境	生态和生物资源环境
海洋矿产资源勘探开发及其附属工程类	海洋（海底）矿产资源开发；天然气水合物勘探开发；**海砂勘探开采**；矿盐卤水勘探开发；浅（滨）海地下水库；海床底温泉开发；海底地下水开发等工程	所有规模	**生态环境敏感区**	**1**	**1**	**1**	**1**
			其他海域	2	1	2	1

表 2-9 海洋地形地貌与冲淤环境影响评价等级判据一览表

评价等级	工程类型和工程内容
1	面积 $50\times10^4m^2$ 以上的围海、填海、海湾改造工程，围海筑坝、防波堤、导流堤（长度等于和大于 2km）等工程，**连片和单项海砂开采工程**；其他类型海洋工程中不可逆改变或严重改变海岸线、滩涂、海床自然性状和产生较严重冲刷、淤积的工程项目。
2	面积（50~30）$\times10^4m^2$ 以上的围海、填海、海湾改造工程，围海筑坝、防波堤、导流堤（长度 2km~1km）等工程，其他类型海洋工程中较严重改变岸线、滩涂、海床自然性状和产生较严重冲刷、淤积的工程项目。
3	面积（30~20）$\times10^4m^2$ 以上的围海、填海、海湾改造工程，围海筑坝、防波堤、导流堤（长度 1km~0.5km）等工程，其他类型海洋工程中改变海岸线、滩涂、海床自然性状和产生较严重冲刷、淤积的工程项目。
注：其它类型海洋工程的工程规模可按照导则内表 2 中工程规模的分档确定。	

2.4.2 环境风险评价等级

本项目采砂船、过驳船均使用船舶燃料油做动力，根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），环境风险评价工作等级划分为一级、二级、三级。根据建设项目涉及的物质及工艺系统危险性和所在地的环境敏感性确定环境风险潜势，按照表 2-14 确定评价工作等级。风险潜势为Ⅳ及以上，进行一级评价；风险潜势为Ⅲ，进行二级评价；风险潜势为Ⅱ进行三级评价；风险潜势为 I，可开展简单分析。

根据附录表 B.1 突发环境事件风险物质及临界量中 381 油类物质（矿物油类，如石油、汽油、柴油等；生物柴油等），临界量为 2500t。根据附录 C.1.1 危险物质数量及临界量比值（Q），当只涉及一种危险物质时，计算该物质的总量与其临界量比值，即为 Q。

本工程拟采用 6 艘 2000m^3/h 射流式采砂船（单艘吨位 10000 吨级）、12 艘 4000m^3 过驳船（单艘吨位 2000 吨级）、2 艘补给船（单艘吨位 200 吨位）。根据《船舶污染海洋环境风险评价技术规范（试行）》附录 4.1 中的规定，非油轮船舶燃油最大携带量也可用船舶总吨推算，根据船型不同，一般取船舶总吨的 8%~12%。按照 10%推算这两种作业船的燃油最大携带量，为（6×10000+12×2000+2×200）×10%=8440 吨。根据《水上溢油环境风险评估技术导则》附录 C，10000 吨级散货船燃油总量为 653 吨，2000 吨级散货船燃油总量为 146 吨，200 吨级散货船燃油总量为 20 吨。因此，这两种船舶的燃油总量为（653×6+146×12+20×2）=5710 吨。根据两种计算方法，取计算结果最大值（8440t）进行环境风险评价等级的判定。

①危险物质及工艺系统危险性

a、危险物质数量与临界量比值（Q）

本项目以 8440 吨估算 Q 值（见下表），为 8440/2500=3.38>1。

表 2-10　建设项目 Q 值确定表

序号	危险物质名称	CAS 号	最大存在总量 q_n/t	临界量 Q_n/t	该种危险物质 Q 值
381	油类物质（矿物油类，如石油、汽油、柴油等；生物柴油等）	/	8440	2500	3.38
项目 Q 值 Σ					10943.38

b、行业及生产工艺（M）

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录C表C.1，项目行业及生产工艺M值评分结果见下表。

表2-11 项目M值确定表

行业	生产装置/工艺	数量（套）	M分值
其他	涉及危险物质使用、贮存的项目	/	5

c、危险物质及工艺系统危险性（P）分级

根据危险物质数量与临界量比值 Q（1≦Q<10）和行业及生产工艺 M（M4），按照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录C表C.2确定危险物质及工艺系统危险性等级（P），具体见下表。项目1≦Q<10，行业及生产工艺M值评分结果为M4，因此项目P值判定结果为P4。

表2-12 项目P值判定表

危险物质数量与临界量比值（Q）	行业及生产工艺（M）			
	M1	M2	M3	M4
Q≥100	P1	P1	P2	P3
10≤Q<100	P1	P2	P3	P4
1≤Q<10	P2	P3	P4	**P4**

②环境敏感程度（E）

环境敏感程度分为大气环境、地表水环境、地下水环境的敏感程度。

Ⅰ、大气环境敏感程度

依据环境敏感目标环境敏感性及人口密度划分环境风险受体的敏感性，共分为三种类型，E1为环境高度敏感区，E2为环境中度敏感区，E3为环境低度敏感区，分级原则见下表。

表2-13 大气环境敏感程度分级

分级	大气环境敏感性
E1	周边5km范围内居住区、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等机构人口总数大于5万人，或其他需要特殊保护区域；或周边500m范围内人口总数大于1000人；油气、化学品输送管线管段周边200m范围内，每千米管段人口数大于200人
E2	周边5km范围内居住区、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等机构人口总数大于1万人，小于5万人；或周边500m范围内人口总数大于500人，小于1000人；油气、化学品输送管线管段周边200m范围内，每千米管段人口数大于100人，小于200人
E3	周边5km范围内居住区、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等机构人口总数小于1万人；或周边500m范围内人口总数小于500人；油气、化学品输送管线管段周边200m范围内，每千米管段人口数小于100人

本项目主体工程位于海上，周边 5km 范围无居住区、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等机构，因此项目周边大气环境敏感程度为 E3。

II、地表水环境敏感程度

依据事故情况下危险物质泄漏到水体的排放点受纳地表水体功能敏感性（F），与下游环境敏感目标（S）情况，共分为三种类型，E1 为环境高度敏感区，E2 为环境中度敏感区，E3 为环境低度敏感区，分级原则见下表。

表 2-14　地表水环境敏感程度分级

环境敏感目标	地表水功能敏感性		
	F1	F2	F3
S1	E1	E1	E2
S2	E1	E2	E3
S3	E1	E2	E3

项目选址位于《辽宁省海洋功能区划（2011-2020 年）》中的绥中海域农渔业区，项目周边海域海水水质执行《海水水质标准》（GB3097-1997）第二类标准，地表水功能敏感性为 F2；项目评价范围内分布有六股河入海口滨海湿地自然保护区、辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区等目标，环境敏感目标分级为 S1；根据下表判定，项目地表水环境敏感程度分级为 E1。

表 2-15　地表水功能敏感性分区

敏感性	地表水环境敏感特征
敏感 F1	排放点进入地表水水域环境功能为 II 类及以上，或海水水质分类第一类；或以发生事故时，危险物质泄漏到水体的排放点算起，排放进入受纳河流最大流速时，24h 流经范围内涉跨国界的
较敏感 F2	排放点进入地表水水域环境功能为III类，或海水水质分类第二类；或以发生事故时，危险物质泄漏到水体的排放点算起，排放进入受纳河流最大流速时，24h 流经范围内涉跨省界的
低敏感 F3	上述地区之外的其他地区

表 2-16　环境敏感目标分级

分级	环境敏感目标
S1	发生事故时，危险物质泄漏到内陆水体的排放点下游（顺水流向）10km 范围内、近岸海域一个潮周期水质点可能达到的最大水平距离的两倍范围内，有如下一类或多类环境风险受体：集中式地表水饮用水水源保护区（包括一级保护区、二级保护区及准保护区）；农村及分散式饮用水水源保护区；自然保护区；重要湿地；珍稀濒危野生动植物天然集中分布区；重要水生生物的自然产卵场及索饵场、越冬场和洄游通道；世界文化和自然遗产地；红树林、珊瑚礁等滨海湿地生态系统；珍稀、濒危海洋生物的天然集中分布区；海洋特别保护区；海上自然保护区；盐场保护区；海水浴场；海洋自然历史遗迹；风景名胜区；或其他特殊重要保护区域
S2	发生事故时，危险物质泄漏到内陆水体的排放点下游（顺水流向）10km 范围内、近岸海域一个潮周期水质点可能达到的最大水平距离的两倍范围内，有如下一类

	或多类环境风险受体的：水产养殖区；天然渔场；森林公园；地质公园；海滨风景游览区；具有重要经济价值的海洋生物生存区域
S3	排放点下游（顺水流向）10km 范围、近岸海域一个潮周期水质点可能达到的最大水平距离的两倍范围内无上述类型 1 和类型 2 包括的敏感保护目标

III、地下水环境敏感程度

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169-2018）附录 D 中环境敏感程度（E）的分级办法，判定地下水敏感程度为 E3。

③建设项目环境风险潜势判断

根据建设项目涉及的物质和工艺系统的危险性及其所在地的环境敏感程度，结合事故情形下环境影响途径，确定项目环境风险潜势见下表。

根据以上分析，本项目危险物质及工艺系统危险性为 P4；项目大气环境敏感度属于 E3 类，地表水功能敏感性属于 E1 类，地下水环境敏感程度为 E3，确定大气环境风险潜势为 I，地表水环境风险潜势为III，地下水环境风险潜势为 I。即本项目环境风险潜势综合等级确定为 III。

表 2-17　项目环境风险潜势划分一览表

环境敏感程度（E）	危险物质及工艺系统危险性（P）			
	极高危害（P1）	高度危害（P2）	中度危害（P3）	轻度危害（P4）
环境高度敏感区（E1）	IV^+	IV	III	III
环境中度敏感区（E2）	IV	III	III	II
环境低度敏感区（E3）	III	III	II	I
本项目	危险物质及工艺系统危险性，确定环境风险潜势为 I；项目大气环境敏感度属于 E3 类，地表水功能敏感性属于 E1 类，地下水环境敏感程度为 E3，确定大气环境风险潜势为 I，地表水环境风险潜势为III，地下水环境风险潜势为 I。即本项目环境风险潜势综合等级确定为 III。			

表 2-18　评价等级划分

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

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

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），项目环境风险潜势为III。因此，确定本项目的环境风险评价工作等级为二级。

2.4.3 生态环境评价等级

本项目为海砂开采项目，属于海洋工程，项目不涉及陆域建设内容，根据《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ19-2022），涉海工程评价等级判定参考GB/T19485。

本项目生态环境评价等级参照《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）表2要求，生态评价等级定为1级。

综上，本项目将生态环境影响评价等级定位1级。

2.5 环境影响评价范围与评价重点

2.5.1 评价范围

由环境影响评价等级确定结果可知，本项目的水动力环境、水质环境、地形地貌与冲淤环境、沉积物环境、生态和生物资源、地形地貌和冲淤环境评价等级均为1级，根据《海砂开采环境影响评价技术规范》的规定，海洋水文动力环境、水质环境和沉积物环境调查评价范围以海砂开采区外缘线为起点进行划定，1级评价分别向外扩展不小于15km。地形调查范围由采砂区外扩2km范围需进行现场调查；按垂直等深线走向平行布设主测线，采砂区及外扩500m范围内主测线间距以50m为宜，采砂区外扩500m至2km范围内主测线间距宜为100m；地貌调查测线布设与地形调查相同；评价范围横向（垂直于海砂开采项目所在海区中心点潮流主流向）距离一般不小于5km；纵向（潮流主流向）距离不小于一个潮周期内水质点可能达到的最大水平距离的两倍。海洋生态环境的调查评价范围，主要依据被评价区域及周边区域的生态完整性确定，扩展距离一般以采砂区外缘线为起点进行划定，1级评价分别向外扩展不小于15km。

本项目评价内容仅包含海砂开采，不包含海砂开采后的运输、处理及利用，本工程评价范围为以采砂区整体的外缘线为起点，向东、南、西、北方向分别缓冲15km，评价范围经纬度见下表，总面积约为999.8km^2。

表2-19 评价范围经纬度

序号	北纬	东经
1	40°8'49.39"	120°14'47.01"
2	39°56'11.70"	120°32'41.55"

3	40°11'56.35"	120°46'6.47"
4	40°20'24.09"	120°31'42.51"

2、大气环境评价范围

根据《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ2.2-2018）关于评价范围的规定，三级评价项目不需设置大气环境影响评价范围。

3、环境风险影响评价范围

由于本项目涉及的环境风险物质仅包括燃料油，其发生泄漏事故时，仅对海洋环境产生影响，不会对大气环境和地下水环境产生影响，因此，本项目环境风险影响评价范围应依据海水环境风险评价范围，即覆盖环境风险影响范围所及的水环境保护目标水域。本项目采砂期间，采砂船基本位于采砂区内，不靠岸，过驳船在海上安全过驳区内将砂直接外售给运砂商船，海砂运输不含在本项目评价范围内。因此，本项目环境风险影响评价范围与海洋环境影响评价范围一致。

4、生态环境评价范围

根据《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ19-2022），涉海工程评价等级判定参照GB/T19485。

参照《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）表2，生态评价等级定为1级。综上，本项目将生态环境影响评价等级定为1级。评价范围与海洋环境评价范围一致。

建设项目评价范围一览表详见下表及图2-5。

表2-20 项目评价范围汇总

序号	环境类型	评价等级	评价范围
1	水文动力环境	1级	采砂区边界向外扩约15km
2	海洋水质环境	1级	
3	海洋沉积物环境	1级	
4	海洋生态和生物资源环境	1级	
5	地形地貌与冲淤环境	1级	
6	大气环境	三级	不需设置评价范围
7	环境风险	二级	采砂区边界向外扩约15km

2.5.2 评价重点

根据本工程所在海域海洋功能特点及采砂对海洋环境影响特征，本工程的海

洋环境影响评价重点为：

（1）采砂工程所致悬浮泥沙对海水、海洋生态、渔业资源及周边养殖区的污染影响；

（2）采砂工程所致海底地形变化对水动力环境影响与水动力变化对附近地形地貌和冲淤环境的影响；

（3）采砂作业对环境敏感目标的影响分析；

（4）采砂过程中采取的环境保护对策、措施；

（5）环境风险事故的影响；

（6）项目建设与海洋功能区划、生态保护红线和相关规划的符合性分析。

2.6 环境敏感区与社会活动关注区

2.6.1 环境敏感区与环境保护对象

本项目无陆上工程，根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》和《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）中对环境敏感区的定义，通过资料收集、现场踏勘和查阅相关文件规定等，附近海洋环境敏感目标主要有：生态红线、六股河入海口滨海湿地自然保护区（市级）、辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区等，各环境敏感目标的基本情况、与项目的最短距离及保护目标等见表 2-21，位置关系见图 2-6、图 2-7。

2.6.2 社会活动关注区

根据《海砂开采环境影响评价技术规范》，社会活动关注区主要包括港口、航道开发利用区、通航密集区、海洋能源开发利用区、海水增养殖区、特殊利用区、国家重要设施所在区、海上娱乐运动区、跨海桥梁区、海底隧道管线区，以及可能对海岸线、海岸防护林造成侵蚀危害的区域等。因此，识别本项目周边的社会活动关注区（除已纳入环境敏感区的）见下表所示，主要包括水质国控监测点、海底电缆、养殖区、人工鱼礁区等，社会活动关注区分布见表 2-22、图 2-8 所示。

2.7 第二章附图

序号	图名	所在章节
1.	图 2-1 近岸海域功能区图	2.2.1
2.	图 2-2 辽宁省海洋功能区划	2.2.2
3.	图 2-3 项目与葫芦岛市环境管控单元图叠图	2.2.4
4.	图 2-4 采砂区与排放控制区叠图	2.3.2
5.	图 2-5 项目评价范围图	2.5.1
6.	图 2-6 项目周边环境敏感区分布图	2.6.1
7.	图 2-7 项目与保护区位置关系图	2.6.1
8.	图 2-8 项目周边社会活动关注区图	2.6.2

表2-21 工程区域附近海洋环境敏感目标

环境敏感点		面积/长度	位置关系	主要保护对象/级别	环境保护要求
类型	名称				
生态红线	六股河口海洋保护区	3.96km²	北侧，约5.13km	海洋自然保护区	（1）禁止爆破削坡、采挖海砂、破坏海滩植被和天然海岸防护林等可能引发地质水文灾害的开发活动；严格控制向陆一侧的地下水资源开发；禁止污染地下水。（2）开展受损海岸景观资源的整治修复。
	绥中天龙寺滨海旅游区	16.57km²	西侧，约4.88km	重要滨海旅游区	（1）禁止开展污染海洋环境、破坏岸滩整洁、排放海洋垃圾、引发岸滩蚀退等损害公众健康、妨碍公众亲水活动的开发活动。（2）加强海水浴场环境质量监测。海水水质应不低于二类。（3）保护自然岸线形态。
	绥中天龙寺砂质岸线及邻近海域	2.31km²	西北侧，约6.42km	砂质岸线及邻近海域	（1）禁止从事可能改变或影响沙滩自然属性的开发建设活动。禁止采挖海砂、围填海、倾废等可能诱发沙滩蚀退的开发活动。（2）开展受损海岸景观资源的整治修复。
	六股河口生态系统	4.58km²	西北侧，约6.98km	重要河口生态系统	（1）禁止采挖海砂、围填海、设置直排排污口等破坏河口生态功能的开发活动。天然河口的入海淡水水量应满足最低生态需求。（2）禁止矿产资源开发及其他城市建设开发项目等改变海域自然属性、破坏湿地生态功能的开发活动。（3）定期开展受损河口生态环境的整治修复与环境监测。
	辽西走廊低丘水土保持功能红线区	1.83km²	西北侧，约6.96km	水土保持	依据《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》（厅〔2017〕2号）《中华人民共和国水土保持法》进行管理。加强水保林，退耕还林还草，保持水土，全面控制水土流失，搞好水源涵养林和水土保持林建设。因地制宜、林草结合，重点区域实行封育。保护六股河上游植被，提高水源涵养能力，限制发展对水质有严重影响的项目。调整结构，改变传统生产方式，退耕还林还草，积极开展生态环境保护，提升水土保持功能。平山水源和乌金塘水库严格执行《饮用水水源地保护管理办法》、《饮用水水源保护区污染防治管理规定》等有关规定，禁止一切破坏水环境生态平衡的活动以及破坏水源林、护岸林、与水源保护相关植被的活动。严格执行《森林公园管理办法》，禁止在森林公园毁林开垦和毁林采

					石、采砂、采土以及其他毁林行为。
保护区	辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区	总面积为 23219km²，其中核心面积 9625km²，实验区总面积为 13594km²。	东北侧，约 6.97km	（1）小黄鱼、蓝点马鲛、银鲳和三疣梭子蟹及保护区内主要栖息生物；（2）辽东湾特色水产种类海蜇；（3）鱼卵仔稚鱼等。	在水产种质资源保护区内从事修建水利工程、疏浚航道、建闸筑坝、勘探和开采矿产资源、港口建设等工程建设的，或者在水产种质资源保护区外从事可能损害保护区功能的工程建设活动的，应当按照国家有关规定编制建设项目对水产种质资源保护区的影响专题论证报告，并将其纳入环境影响评价报告书。
	六股河入海口滨海湿地自然保护区	总面积 1011 公顷，其中核心区面积为 380 公顷，缓冲区面积为 242 公顷，实验区面积为 389 公顷。	北侧，约 6.98km	湿地和野生动物	在自然保护区的核心区和缓冲区内，不得建设任何生产设施。在自然保护区的实验区内，不得建设污染环境、破坏资源或者景观的生产设施；建设其他项目，其污染物排放不得超过国家和地方规定的污染物排放标准。在自然保护区的外围保护地带建设的项目，不得损害自然保护区内的环境质量。
三场一通	辽东湾水产种质资源保护区小黄鱼、蓝点马鲛、银鲳等主要经济鱼类及梭子蟹的产卵场、索饵场、洄游通道	/	/	生态环境、幼鱼	①黄渤海小黄鱼主要产卵期为 5~6 月，由南向北略为推迟，产卵场一般都分布在河口区和受入海径流影响较大的沿海区。 ②蓝点马鲛每年 3 月鱼群便开始陆续游离越冬场向北生殖洄游，一般 4 月下旬进入渤海的莱州湾、辽东湾、渤海湾及滦河口诸产卵场，渤海诸渔场的鱼群 5 月中旬至 6 月上旬为产卵期，并在附近海域分散索饵。 ③渤海银鲳的产卵期为 5 月上旬至 7 月下旬。9 月份银鲳幼鱼从近岸移向渤海中部，10 月在辽东湾南部有密集中心。11 月份银鲳逐渐游离渤海向越冬场洄游。

表 2-22 本项目周边社会活动关注区统计一览表

序号	类型	名称	位置关系	保护目标

1	锚地	经调查，周围15km范围内无锚地		
2	航道	经调查，周围15km范围内无航道		
3	近岸海域国控监测站位	LNB16006	北侧，约11.37km	近岸海域海水水质
4		LNB16007	西北侧，约15.43km	
5		LNB16009	东侧，约10.2km	
6		LNB16018	西南侧，约4.49km	
7	海底电缆管道	绥中一锦州油田群岸电应用工程	东侧，2.85km	水文动力环境、地形冲淤条件
8		锦州25－1南油田开发工程项目	南侧，12.5km	
9	海水养殖区		西侧，0.33km	渔业资源
10	人工鱼礁	兴城市金海岸水产养殖有限公司人工鱼礁海洋牧场用海	东侧，10km	海水水质、生态环境

3 工程概况

3.1 海砂开采名称、性质及地理位置

（1）海砂开采名称：辽宁省绥中县六股河口外海域KT2区块海砂开采项目。

（2）性质：新建项目。

（3）地理位置：葫芦岛市管辖海域 KT2 区块海域位于葫芦岛市绥中县六股河口外海域，矿区水深 11.9m~27.7m（85 高程基准面），海域面积约为 3.2101 平方公里，拟开采标高-11.9~-42.7m。项目地理位置见图 3-1。

（4）开采年限：2年（含1个月准备期）。

（5）开采量：1843.2 万 m^3/a，总开采量 3529.96m^3。

（6）总投资：矿区估算总投资 18518.42 万元，其中环保投资为 2406.35 万元。

3.2 砂源分析

本节主要引用《辽宁省绥中县六股河口外海域 KT2 区块海砂资源勘探报告》（青岛海洋工程勘察设计研究院有限公司，2023 年 7 月）中的相关资料进行论述分析。

3.2.1 所在海域的海砂来源

根据发表在《海洋地质与第四纪地质》上的《渤海海砂资源分布特征及物源分析》（王鹏等 中国海洋大学等），渤海海砂资源按物质来源可分为海底沉积物的冲刷及搬运堆积、入海河流输沙两类。兴城-绥中近岸海砂资源区沉积物主要来源于六股河。

3.2.2 申请采砂区的用海范围和面积

本项目海砂开采范围用海面积为 3.2101km^2，《辽宁省海洋环境功能区划》中，本项目位于绥中农渔业区，《葫芦岛市国土空间总体规划（2021-2035 年）》初步规划图——海洋功能分区图中，本项目位于工矿通信用海区。本项目无需占用岸线及滩涂。用

海范围界址点坐标见表 3-1 所示。项目宗海位置图见图 3-2，宗海界址图见图 3-3 所示。

表 3-1 本项目海砂开采范围宗海界址点坐标（CGCS2000 国家大地坐标系）

区域编号	拐点编号	经纬度坐标		直角坐标	
		经度（E）	纬度（N）	X/北向（m）	Y/东向（m）
KT2	KT2-1	120° 30′ 39"	40° 08′ 34"	4445504.00	543523.00
	KT2-2	120° 31′ 58"	40° 09′ 58"	4448116.6	545396.24
	KT2-3	120° 31′ 18"	40° 10′ 18"	4448731.42	544442.55
	KT2-4	120° 30′ 08"	40° 08′ 50"	4445985.25	542799.70

3.2.3 矿区地质

3.2.3.1 地层

矿区属第四纪近海沉积相，地层近水平层状，主要为黄褐色、灰褐色砂层，局部夹灰褐色、黄褐色粉质粘土、淤泥质粉质粘土层。

根据本次勘查 16 个海底表层沉积物及 8 个柱状样沉积物的粒度组成分析，矿区海底底质主要为粉砂质砂（N=15），局部表层样为砂（N=5）、砾石贝壳（N=4），砾石贝壳分布站位未有效获取沉积物。

矿区海底底质，获取的样品砂砾（粒径大于 0.063mm）含量介于 55.7%～92.1%之间，平均值 75.6%，矿区海底底质平均粒径介于 0.39Φ~4.21Φ之间，平均值为 2.5Φ，普遍较粗。由此可见，矿区海底底质以砂为主，泥含量少，局部地区含泥量较高，整体来说矿区海底处于水动力较强、较差的沉积环境。

3.2.3.2 构造

矿区属第四纪近海沉积相，地层近水平层状，未发现断层构造。矿层东北西南向展布，矿层厚度变化在 6.2~15m 之间，其中厚度小于 10m 的钻孔为 KT2-1、KT2-4、KT2-9、KT2-10、KT2-11、KT2-14、KT2-16、KT2-17。矿层平均厚度为 12.5m，矿体厚度变化系数为 18.1%。

3.2.3.3 岩浆岩

矿区属于第四纪近海沉积相，本次勘察未发现岩浆岩。

3.2.4 地球物理特征

砂层和泥层存在如密度、声波（地震波）速度、孔隙度等物理性质差异，在砂泥分界面上下形成较大的波阻抗差，二者界面反射系数大。声波（地震波）遇分界面会在物探声（地震）剖面上形成强反射同相轴。然而，在自然界地质营力等作用下，海底砂层和泥层的空间组合往往呈现多样化，在地层剖面上形成一系列独特的反射结构特征。结合现场地质成果与物探资料进行综合对比解释，对区域的沉积结构分析，分析海砂形成的沉积模式，总结海砂成矿理论，进而指导海砂的勘探调查。

浅地层剖面探测对砂层和泥层具有良好穿透能力，遇基岩时反射终止。海砂在浅地层剖面中的识别表现为一套中强振幅的杂乱反射，连续性差，泥质层则表现为一套中强振幅的连续层状反射或半透明状反射。

根据测线沿线钻孔揭露的岩土层特征，地层剖面时-深转换时采用钻孔标准层位标定估算，本次探测中声波在沉积物中速度取1600m/s，海水中平均速度取1500m/s。

根据浅地层剖面记录资料的波阻反射强度、波形和波组特征，结合区域地质环境资料和工程地质钻探结果，分析沉积层内部构造，推断其沉积相和沉积环境，并进行地层的稳定性分析。根据本次调查所获得的浅地层剖面资料，结合钻孔资料以及反射波的振幅、频率、相位、连续性和波组组合关系等，综合对比分析，发现在调查区海底以下15m以浅范围内的地层中，普遍存在三个较明显的声阻抗反射界面，分别命名为R0、R1和R2，根据三个反射界面，将海底以下15m范围内的土层分为层序Ⅰ、层序Ⅱ、层序Ⅲ三层。

其中R0为海底反射面；R1界面为全新世表层松散沉积物的底界面；R2声阻抗反射界面为全新世底界面，由岸向海其埋深逐渐增大。现着重对反射界面的特征分述如下：

（1）R0反射界面：

R0为海底反射界面，表现为强振幅、高能量、高连续性，除海砂盗采区域以外，起伏较小，其起伏形态反映了海底地形的变化，也即水深的变化。

（2）R1反射界面：

R1 是海底在全区大部分区域可连续追踪的反射界面，除海砂盗采区域以外均可连续追踪，基本上与海底平行展布，与下覆地层呈假整合或角度不整合接触关系。调查区 R1 反射界面埋深总体上呈自东南向西北逐渐增大的规律，反映出随着与河流带来的沉积物来源距离增大表层沉积物由南向北而渐变细的特征。

（3）R2 反射界面：

R2 反射界面是遍布全区的一个反射界面，与下覆地层的层间反射界面呈假整合或不整合接触，主要表现为一混杂反射的顶面。

根据识别出的三个反射界面，将调查区海底以下 15m 范围内的沉积物划分为三个沉积层序。

层序 I：反射界面 R0 和 R1 之间的地层，为全新世海侵以来形成的沉积体表层的松软沉积物，其分布特征主要受沉积物来源和局部水动力变化的控制。调查区内层序 I 厚度在 2~4.5m 之间，整体上呈自北向南逐渐增厚的趋势，由中粗砂、细砂逐渐过渡到粉细砂与粉质粘土夹层。

层序 II：反射界面 R1 和 R2 之间的地层，底界面为全新世海相沉积与低海面时期形成的陆相沉积层之间的分界面，在全区内广泛分布，主要表现为较强振幅的波状层理。根据工程地质钻探资料，本层以细砂、中砂、粗砂等沉积物为主。

需要注意的是，在调查区南部沙脊分布区，普遍存在一层粘性土夹层，主要表现为小振幅的平行层理或层理不清，根据工程地质钻探结果，该夹层以粉质粘土和砂质粉土为主，砂粒含量较低，矿藏价值不高。

层序III：反射界面 R2 以下的地层，主要表现为杂乱反射，层理不清，主要为低海面时期形成的陆相沉积层。根据工程地质钻探资料，该层主要以粗砂为主，偶见粉质粘土夹层。

浅地层剖面与钻孔的联合对比解释图见图 3-4~图 3-8。通过与钻孔地质资料联合解释，浅地层剖面探测揭示矿区总体的沉积特征为表层为全新世海侵以来形成的沉积体表层的松软沉积物（层序 I），其分布特征整体上逐渐由中粗砂、细砂逐渐过渡到粉细砂与粉质粘土夹层。由于矿区中南部区域海砂盗采严重，该层序缺失。其下伏的层

序（层序Ⅱ）为浅海相沉积物，以细砂、中砂、粗砂等沉积物为主，推测主要为近岸河流带来的砂质推移质物源沉积而成。因河道变迁、流量变化等因素，部分区域存在粘质土夹层。层序Ⅲ主要为低海面时期形成的陆相沉积层。根据工程地质钻探资料，该层主要以黄褐色粗砂为主，偶见粉质粘土夹层。

3.2.5 砂区砂源储量分析

3.2.5.1 矿层规模、形态、产状

KT2 区块矿区内 44 个钻孔均见矿，钻孔 15m 内赋存砂矿层厚度较高，平均厚度 12.51m，砂矿平面连续性好，较为稳定，因此不作分层划分处理。矿体面积 5km^2。矿层呈面状展布，矿体全区分布，直接出露于海底，局部地区含粉质粘土、淤泥质粉质粘土等夹层。矿体赋存在第四系近海海相沉积层中（Q4）。

矿区矿层厚度分布及规模展布见钻孔柱状图、工程地质剖面图（图 3-9~图 3-10），需要说明的是，钻孔柱状图中细砂、中砂和粗砂等描述是地质意义上沉积物粗细的描述，与后文根据细度模数划分的细砂、中砂和粗砂等建筑意义上的描述不是同一个概念。

3.2.5.2 矿体分布

根据青岛海洋工程勘察设计研究院有限公司于 2023 年 7 月完成《辽宁省绥中县六股河口外海域 KT2 区块海砂资源勘探报告》，辽宁省绥中县六股河口外海域 KT2 区块内共发育 1 个海砂矿体，矿体平面连续性好，较为稳定，矿层呈面状展布，矿体全区分布，直接出露于海底，矿体平均厚度为 12.5 米，累计原矿体积资源量为 6166.17 万 m^3，精矿资源量 4993.47 万 m^3，全矿区矿体含泥量加权平均值为 20.3%。

3.2.5.3 矿层厚度

矿层厚度变化在 6.2~15m 之间，矿层平均厚度为 12.5m，矿体厚度变化系数为 18.1%。钻孔位置见图图 3-11。

表 3-2 各钻孔孔口标高、矿体顶底板标高及矿体厚度（m）

钻孔编号	孔口标高	矿体顶板标高	矿体底板标高	矿体厚度
KT2-1	-14.62	-22.22	-29.62	7.4
KT2-2	-13.9	-13.9	-28.9	13.3

KT2-3	-12.22	-12.22	-27.22	10.5
KT2-4	-14.16	-14.16	-26.56	9.4
KT2-5	-13.21	-13.21	-28.21	11.5
KT2-6	-13.63	-13.63	-28.63	11.7
KT2-7	-13.67	-13.67	-25.77	10.8
KT2-8	-13.65	-13.65	-28.65	13.1
KT2-9	-14.84	-17.84	-29.84	9.6
KT2-10	-14.92	-17.72	-29.92	9.5
KT2-11	-13.93	-13.93	-28.93	9.6
KT2-12	-13.42	-13.42	-28.42	12.2
KT2-13	-12.15	-12.15	-27.15	11.1
KT2-14	-14.29	-14.29	-29.29	8.5
KT2-15	-13.77	-13.77	-28.77	10.8
KT2-16	-12.71	-17.41	-27.71	7.5
KT2-17	-13.4	-17.3	-28.4	6.2
KT2-18	-14.39	-14.39	-29.39	11.4
KT2-19	-13.8	-13.8	-28.8	9.4
KT2-20	-14.4	-14.4	-29.4	15
KT2-21	-15.49	-15.49	-29.29	13.8
KT2-22	-15.48	-15.48	-30.48	12.5
KT2-23	-14.47	-14.47	-29.47	15
KT2-24	-13.71	-13.71	-28.71	15
KT2-25	-13.35	-13.35	-28.35	15
KT2-26	-12.22	-12.22	-27.22	12.9
KT2-27	-16.44	-16.44	-31.44	15
KT2-28	-15.55	-15.55	-30.55	15
KT2-29	-14.5	-14.5	-29.5	15
KT2-30	-15.36	-15.36	-30.36	12.3
KT2-31	-15.11	-15.11	-30.11	12.3
KT2-32	-15.03	-15.03	-30.03	12.3
KT2-33	-13.68	-13.68	-28.68	15
KT2-34	-13.32	-13.32	-28.32	13.8
KT2-35	-12.95	-12.95	-27.95	13.5
KT2-36	-15.43	-15.43	-30.43	15
KT2-37	-18.95	-18.95	-33.95	13.4
KT2-38	-19.58	-19.58	-34.58	15
KT2-39	-16.55	-16.55	-31.55	15
KT2-40	-15.72	-15.72	-30.72	13.2
KT2-41	-15.36	-15.36	-30.36	13.8
KT2-42	-14	-14	-29	13.7
KT2-43	-14.98	-14.98	-29.98	11.9
KT2-44	-15.96	-15.96	-30.96	15

3.2.5.4 资源量估算

依托沈阳万宝隆昌矿业咨询有限公司编制《辽宁省绥中县六股河口外海域海砂矿工业指标论证报告》（2023 年 7 月），并通过了葫芦岛市自然资源局及专家认可，海砂资源的界定、范围的圈定，以及其海砂资源储量的估算，主要依据论证报告中的工业指标。

一、质量指标

（1）细度模数≥0.7（根据《建设用砂》（GB/T 14684-2022）和《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》（JGJ 52-2006）；粗砂 3.7～3.1，中砂 3.0～2.3，细砂 2.2～1.6，特细砂 1.5～0.7）。

（2）含泥量≤30%。

（3）有害物质指标 SO_3＜0.5%、Cl＜0.6%；放射性物质照射指数≤1、云母含量＜2%（矿区综合分析）。

二、开采技术条件指标

（1）最小可采厚度：≥2m；

（2）夹石剔除厚度：≥1m；

三、资源量类型确定

根据固体矿产资源储量分类（GB/T 17766-2020），按照地质可靠程度高低，将矿床资源量划分为探明资源量和控制资源量两类。

探明资源量是经系统取样工程基础上经加密工程圈定并估算的资源量，矿体的空间分布、形态、产状和连续性已确定，其数量、品位或质量是基于充足的取样工程和详尽的信息数据来估算的，地质可靠程度高；

控制资源量是经系统取样工程圈定并估算的资源量，矿体的空间分布、形态、产状和连续性已基本确定，其数量、品位或质量是基于较多的取样工程和信息数据来估算的，地质可靠程度较高，本项目中为探明资源量的外推部分。

根据 DD2012-10 中对 I 类型（简单）勘查类型提供的参考控制间距为：勘查线间距 800～1600m，孔间距 80m～160m。本项目选取 1600m×160m 作为控制网格，实际共开展了 44 个工程钻探，钻孔勘查线间距 800m，孔间距 160m，是在控制网格基础上进行了加密勘查，因此勘查区内大部分区域均达到了探明资源量估算要求。

四、资源量估算方法

本矿床矿体呈近似层状展布，矿体产状较平缓，分布较连续，矿层厚度变化较稳

定，工程分布较均匀，故本次资源量估算方法采用水平投影地质块段法估算海砂资源量。

本报告海砂资源量以体积表示，地质块段法的资源量估算公式如下：

$$VR=S_i \times H_i \times (1-M_i)$$

其中：VR为海砂体积资源量；

S_i为第i个块段的面积；

H_i为参加块段资源量估算的各工程海砂厚度的算术平均值；

M_i为参加块段资源量估算的各工程海砂含泥量的厚度加权平均值。

五、资源量估算结果

本次资源量估算对象为勘探范围内的拟出让区块，1条海砂矿体、估算面积3.2101km2，估算标高-12.2m~-34.6m。矿区缩减范围示意图见图3-12。

表3-3 拟出让区块边界坐标一览表

区域编号	拐点编号	经纬度坐标		直角坐标	
		经度（E）	纬度（N）	X/北向（m）	Y/东向（m）
KT2	1	120°30′38.655″	40°8′33.884″	4445504.00	40543523.00
	2	120°31′58.450″	40°9′58.228″	4448116.60	40545396.24
	3	120°31′18.301″	40°10′18.344″	4448731.42	40544442.55
	4	120°30′8.215″	40°8′49.620″	4445985.25	40542799.70
CGCS2000国家大地坐标系，高斯克吕格投影，中央经线120°					
估算面积：3.2101km²；标高：-12.2m~-34.6m；水深：12.2m~19.6m。					

根据《辽宁省绥中县六股河口外海域KT2区块海砂资源勘探报告（分割）评审意见书》（辽储评（储）字〔2003〕029号），分割后拟出让矿区海砂资源量估算信息详见表3-4，本次拟出让矿区范围内海砂矿保有资源量：4034.31万m^3，均为探明资源量。

表3-4 分割后矿界内海砂资源量估算表

块段号	资源量类型	平均厚度（m）	面积（m^2）	体积资源量（m^3）
V1	探明	10.38	730441	7581978
V2	探明	11.84	768473	9098720
V3	探明	13.69	837801	11469496
V4	探明	13.96	873415	12192873
合计	探明	12.47	3.2101km²	40343067

3.2.6 矿石质量

3.2.6.1 矿石组成与结构构造

海砂物质成分主要为砾质砂、砂、泥及表层少量的贝壳碎屑。矿层的砂分选、磨圆性差。

根据矿区钻孔 5 个组合样碎屑矿物分析结果，海砂的矿物组成主要为石英，斜长石次之，其中石英含量在 45.47%～56.59%之间，斜长石含量在 34.21%~46.03%之间，重矿物含量在 1.80%~3.61%之间。

砂层呈松散结构，未有胶结，平行层理构造，堆积密度平均值 1505kg/m^3。

3.2.6.2 矿区内砂源粒径分析

见矿工程内 0.063mm 以上粒级含量（即砂+砾含量）变化在 52.8%~98.3%之间，全矿区砂砾含量平均值为 84.74%。平均粒径（Mz）平均值为 0.75Φ，中值粒径（Md）平均值为 0.59Φ。砾（粒径>2mm）含量在 0~62.9%之间，平均值为 23.5%。其中粒径 2~5mm 的含量 0~27.5%，平均值 9.8%；粒径 5~10mm 的含量 0~15.5%，平均值 4.5%；粒径>10mm 的含量 0~42.1%，平均值 9.2%。

矿体细度模数在 0~3.5 之间，其中 7 个样品为粘土，细度模数低于工业指标 0.7，但符合圈矿原则均划进矿层内，平均值 2.5，总体评价为中砂级别。

3.2.6.3 含泥量

依据《建设用砂》（GB/T 14684—2022），本报告中含泥量是指粒径＜0.075mm 重量百分比。根据矿区内 44 个钻孔取样统计，矿体含泥量介于 3.1%~98.5%，其中 15 个样品含泥量超过工业指标 30%，但符合圈矿原则均划进矿层内，平均值 20.3%。

3.2.6.4 放射性分析

本次实验采用 2 个样品进行放射性测试，其中 CS-ZK6 为勘探线 KT2 区块中单工程钻孔（详查阶段 ZK6 钻孔）混合取样获得，加工技术性能测试样为 KT1、KT2 两区块综合取样获得。测试内容包括 ^{40K}（Bg/Kg）、^{226}Ra（Bg/Kg）、^{232}Th（Bg/Kg）、^{238}U（Bq/kg）。内照射指数 I_{Ra} 为 0.04、0.06，外照射指数 I_γ 为 0.32、0.43。海砂放射性物

质照射指数远小于 1，海砂的放射性比活度符合国家标准 GB 6566-2010 的要求，对环境和人体无危害性，可作为建筑主体材料。

表 3-5 钻孔样品放射性物质照射指数

样品编号	^{238}U（Bq/kg）	^{232}Th（Bg/Kg）	^{40}K（Bg/Kg）	^{226}Ra（Bg/Kg）	I_{Ra}	I_{γ}
CS-ZK6	11.28	19.48	1365.96	11.15	0.06	0.43
加工技术性能测试样	/	18.33	966.68	7.07	0.04	0.32

3.2.6.5 有害物质分析

针对云母、有机质、贝壳、轻物质测定本次实验采用 5 组样品（按勘探线综合取样）进行测试，针对硫化物及硫酸盐、氯化物开展 573 个样品进行基本分析测试。结果表明硫化物及硫酸盐含量在 0.01~0.08%之间，平均值为 0.03%；氯化物含量在 0.08%~0.59%之间，平均值为 0.23%；轻物质、有机质、云母、贝壳含量均符合质量要求，符合海砂 I 类要求。具体见表 3-6。

表 3-6 有害物质限量

样品编号	检测结果			
	轻物质%	有机质%	贝壳含量%	云母含量（%）
KT2-L1	0.26	合格	0.19	0.21
KT2-L2	0.12	合格	0.32	0.29
KT2-L3	0.19	合格	0.34	0.32
KT2-L4	0.24	合格	0.36	0.24
KT2-L5	0.28	合格	0.42	0.28

3.2.7 覆盖层和夹石特征

区块内砂矿层均直接出露，极小区域覆盖淤泥质粉质粘土及粉质粘土层。如勘探线剖面图所示，覆盖层仅出现在勘探线 KT2-L2 中钻孔 KT2-9、KT2-10，钻孔显示厚度 2.8m~3m。东南西北向展布，东南厚、西北薄。

KT2 区块内局部含粘土夹层，主要成分为粉质粘土及淤泥质粉质粘土，水平层状展布。如勘探线剖面图所示，夹石 1 范围约 2.25km^2，西南东北向展布，西南薄、东北厚，厚度 1.3m~7.6m，平均厚度 3.7m，体积约 834.24×10^{4}m^3。勘探线 KT2-L1 显示夹层连续跨越 8 个工程钻孔，厚度 1.3m~7.6m，主要为淤泥质粉质粘土；勘探线 KT2-L2 显示夹层连续跨越 9 个工程钻孔，厚度 1.6m~6.5m，主要为粉质粘土；KT2-L3 显示夹层连续跨越 2 个工程钻孔，厚度 3.6m~5.6m，主要为粉质粘土。夹石 2 分布在勘探线

KT2-L2西南端，处于夹石1下层，厚度2.8m~4.9m。夹石3分布在矿区东北端，范围约782734 km^2，西南东北向展布，厚度较为均匀，厚度1.2m~3.1m，平均厚度2m，体积约156.54×10^4m^3。

3.2.8 共伴生矿产评价

3.2.8.1 碎屑矿物

本次实验采用5个组合样品进行碎屑矿物分析，样品按勘探线混合取样。按比重分为重矿物与轻矿物两类。现将两个钻孔所采集到的样品进行分析。

海砂的矿物组成主要为石英，斜长石次之，其中石英含量（石英占轻矿物的质量百分比）在45.47%～56.59%之间，斜长石含量（斜长石占轻矿物的质量百分比）在34.21%~46.03%之间，重矿物含量（重砂矿物质量占分析质量的百分比）在1.80%~3.61%之间。重矿物含量少，但种类较多，包括普通角闪石、透闪石、绿帘石、黑云母、水黑云母、石榴子石、榍石、磷灰石、电气石、锆石、金红石、独居石、普通辉石、紫苏辉石、菱铁矿、钛铁矿、磁铁矿、褐铁矿、赤铁矿、白钛石、自生黄铁矿等。

表3-7 矿区碎屑矿物主要种类含量表

样品编号	重矿物含量(%)	单一重矿物含量(%)						单一轻矿物含量(%)		
		磁铁矿	绿帘石	普通角闪石	褐铁矿	赤铁矿	风化碎屑	石英	斜长石	钾长石
KT2-L1	2.57	54.72	10.52	8.37	1.72	5.79	1.72	50.50	41.72	2.40
KT2-L2	3.34	48.11	14.18	16.16	2.15	3.41	1.97	55.98	34.21	3.59
KT2-L3	1.80	42.15	14.05	17.88	1.46	3.65	2.01	45.47	46.03	3.14
KT2-L4	3.61	68.02	9.79	3.82	1.19	4.30	1.43	56.59	36.92	2.43
KT2-L5	2.72	52.82	13.35	14.10	0.75	5.08	1.50	47.16	43.44	3.33

3.2.8.2 重砂矿物品味

对矿区砂质样品进行了重砂分析，检测出普通角闪石、透闪石、绿帘石、黑云母、水黑云母、石榴子石、榍石、磷灰石、电气石、锆石、金红石、独居石、普通辉石、紫苏辉石、菱铁矿、钛铁矿、磁铁矿、褐铁矿、赤铁矿、白钛石、自生黄铁矿等共计23种矿物。

为了便于与使用的工业指标作比较，矿物含量单位g/t转换为kg/m^3，所用的砂土的干密度值为1.75g/cm^3，换算结果见下表，表中的“/”表示未检出。

表 3-8 钻孔中单样折算后品位

样品编号	重矿物品位（kg/m³）	
	钛铁矿	锆石
KT2-L1	0.39	0.29
KT2-L2	0.84	0.31
KT2-L3	0.35	0.17
KT2-L4	0.75	0.45
KT2-L5	0.18	0.36

根据样品重砂分析结果折算的品位，参照工业指标要求，矿区主要的有用重矿物为钛铁矿和锆石，均未达到边界品位，不具有回收利用价值。

3.2.9 地球化学特征

对六股河口外海域海砂 KT2 区块 5 个混合砂样进行了主量、微量及稀土元素地球化学分析。对样品进行了 9 种常量元素（Al_2O_3、Fe_2O_3、MgO、TiO_2、K_2O、Na_2O、MnO、P_2O_5、CaO 等）、30 种微量元素（Ce、Ni、Cu、Zn、V、Br、Ba、Cr、Zr、Ga、Pb、Sr、La、Rb、Nb、Cs、Ta、Y、Th、U 等）及 13 种稀土元素分析，通过分析样品的地球化学数据，查明两套砂体的地球化学特征，判断砂体物质来源。

样品分析结果 SiO_2 含量占绝对优势，矿区所在位置为水深较浅的近岸区，水动力条件相对较强，六股河携带大量陆源及近岸基岩剥蚀物质，经强烈水动力分选后，富含粗粒的石英碎屑 Al_2O_3、Fe_2O_3、MgO、TiO_2、K_2O、Na_2O、MnO、P_2O_5 的含量较低，该组元素为典型陆源碎屑的主要组成成分，且主要赋存于细粒碎屑和粘土矿物中。CaO 和烧失量主要与钙质生物沉积相关，含量较低。微量元素中含量较高的为 Ba、Rb、Sr、Zr，其平均值超过 100 μg/g，含量最少的为 U、Ti、Cd、Mo、Bi 等，平均含量少于 1 μg/g。

分析结果表明六股河口外海域海砂属典型的陆源碎屑沉积物特征。

3.3 国内海砂市场现状及发展前景

3.3.1 国内海砂市场现状

我国海砂资源开发利用有记载的历史资料较少，众多企业和个人下海开采海砂是近二三十年才发展起来的。20 世纪 70～80 年代，国内的开采者主要开采富集了具有

重要经济价值和工业价值矿物资源的海砂，用于提炼金属、非金属矿物质作工业原料。当时开采规模并不大，全国70年代约数十万吨，80年代约20余万吨。进入90年代，建筑行业的需求不断扩大，海砂的开采生产规模迅速扩大。

进入21世纪，随着全国沿海各地开发战略的实施，国内海砂市场需求空前巨大，大规模的临海工程、人工岛、滨海新区等各类海洋工程建设热潮汹涌，大规模填海造地比比皆是，而海砂由于其开采成本低、用途适宜的优势，市场上供不应求。宁波市、深圳市、广州市等城市是国内使用海砂资源最早的地区。20世纪90年代中期以来，香港、澳门、广州、深圳等地对海砂的需求激增，高峰时珠江口每天有100多艘采砂船，1000多艘运砂船进行海砂开采和运输，每天采砂量超过10万吨。

以广东省为例，根据《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》，功能区划期限内广东全省建设用围填海规模控制在23000公顷以内。据统计，2011～2015年间全省共批复围填海面积6012公顷，占海洋功能区划围填海管控目标值的26%。因此，2016～2020年内围填海还有26000公顷指标。2020年广东省内围填海海域的体积$936\times10^6m^3$。根据中华人民共和国标准《建筑用砂》（GB/T14684-2022）中砂的松散堆积密度应大于1350kg/m³，即按照2020年省内围填海海域的体积$936\times10^6m^3$计算，所需海砂约为12.636亿吨。

据宁波市建筑材料管理处的调查显示，宁波市每年建设用砂中海砂的使用量在80%左右。仅以2003年为例，宁波市建筑用砂约为1000万吨，其中用海砂800万吨。而这800万吨海砂中，未经淡化的海砂使用量高达520万吨，占海砂总量的65%。

根据广西钦州市三墩海域A矿区、B矿区、C矿区滨海砂矿调查资料显示。该地区海砂主要用三个方面：（一）填海工程，1990年～2000年间香港各填海工程共消耗2.85亿立方米海砂，其中4000万立方米来自大陆。2018年，香港开始筹建香港国际机场第三条跑道系统填海工程，预计总用砂量约7000万立方米，其中2018年需求约为2600万立方米、2019年需求约为3600万立方米、2020年需求约为1400万立方米、2021年需求约为300万立方米。（二）围堰充灌用海砂。每年约150万立方米～200万立方米的用量。（三）建设用砂。这部分用砂每年约50万吨～100万吨用量。

3.3.2 海砂发展前景

海砂是一种重要的工业原料，广泛应用于建筑、道路建设、铸造、化工等领域。随着经济的发展和建设的不断推进，海砂的需求量不断增加，海砂市场的前景也日益被看好。

1、海滨浴场建设、海滩养护工程。

保障海岸线不退化，是国土资源保护的重要任务之一。砂质海岸因风浪、潮汐等自然力的浸蚀会发生岸线退缩、岸滩石化，影响人们生活和国民经济发展。所以沿岸国家和地区常花大力整治海岸线和养护海滩。

我国有漫长的海岸线，近几十年来我国约有近 50%的砂质海岸遭受不同程度的浸蚀，特别是人们剧烈的经济活动，给天然的海滨浴场造成了很大破坏。许多美丽的天然浴场遭裸露、岸线后退变短、砂质粗化、海滩坡度变陡、不少海滩已失去浴场功能。其中尤以北京附近的北戴河海滨浴场为甚，从 2010 年起，我国投入巨资对北戴河实施浴场修复和海滩整治，几年来已向北戴河海滩累计补砂数百万立方米，成为我国最大的海滨浴场修复和海滩治理工程。补充的砂源是取自几公里外的海底海砂，用船运到浴场后均匀地铺撒成沙滩。可以说海滨浴场修复和海滩治理工程就是一取砂、输砂和铺砂的过程。

现在我国旅游事业已成为重要产业，沿海地区多有修复海滨浴场和建设新的海滨平浴场推动当地旅游事业发展的愿望，可以想之这将是海砂产业化开发利用的重要项目之一。

2、建筑用海砂的连续深度淡化。

对于建筑使用海砂，虽然现在处于较尴尬的境地，但这并不意味着我们要拒绝使用海砂。目前，我国对淡化海砂的研究与应用已经有一定的积累，为淡化海砂处理工艺的优化及海砂混凝土的推广奠定了一定的基础，但现在海砂淡化缺乏系统的研究，淡化市场比较混乱，充斥着大量的不法商家，这就需要国家及地方出台相关政策，指导及规范海砂淡化市场。为了防范非彻底淡化的海砂流入建筑市场，应该采用现代信息技术和现代管理措施加以杜绝。随着海砂淡化技术的发展及辅助措施的不断成熟，

淡化海砂在建筑上的应用前景将是光明的，是解决建筑市场河砂资源短缺、“海砂屋”泛滥、建筑质量堪忧等问题行之有效的方法。在未来，海砂淡化技术及工艺的研究将获得更多的关注，进而推动建筑行业的可持续发展。

3、工业、及民用砂产品的生产制备

还有大量的非金属工业原料，除建筑材料外还有石英石、金刚砂等等，他们的品种很多用途也很广。

石英石是生产玻璃的材料，特别是生产高级玻璃的必须材料，我国在渤海湾和东海储藏量大，市场对石英石的需求很大，高级石英石的出口供不应求。

磨料用的金刚砂在工业上用途较多，另外，随着环保产业的发展，污水过滤用砂的需求明显提高。与此类似的工业用砂、环保用砂、油田采油用压裂砂等，将会随着经济的发展产生大量新的需求，它们也将由海砂产品来满足。

综上所述，海砂市场具有广阔的发展前景，但也需要企业不断加强技术创新和管理创新，提高产品质量和市场竞争力，以适应市场需求和环保要求的变化。

3.4 第三章附图

序号	图名	所在章节
1.	图 3-1 项目地理位置图	3.1
2.	图 3-2 本项目宗海位置图	3.2.2
3.	图 3-3 本项目宗海界址图	3.2.2
4.	图 3-4 KT2 矿区 L1 剖面钻孔结合解释图	3.2.4
5.	图 3-5 KT-2 矿区 L2 剖面钻孔结合解释图	
6.	图 3-6 KT-2 矿区 L3 剖面钻孔结合解释图	
7.	图 3-7 KT-2 矿区 L4 剖面钻孔结合解释图	
8.	图 3-8 KT-2 矿区 L5 剖面钻孔结合解释图	
9.	图 3-9 KT2 区块钻孔柱状图	3.2.5
10.	图 3-10 KT2 工程地质剖面图	

11.	图 3-11 KT2 钻孔位置图	
12.	图 3-12 KT2 矿区缩减范围示意图	

4 工程分析

4.1 矿区开采

4.1.1 采砂工艺与过程分析

项目采用露天水下开采。参考同类工程施工方案，海砂开采常用的采砂船有射流式采砂船和绞吸式采砂船。考虑工程海域海砂资源分层分布，除表层粉砂外，大量海砂资源上部覆盖有黏土等无法利用的底质，采用绞吸式采砂船作业可能需外弃大量淤泥，因此考虑采用射流式采砂船进行作业。

射流式采砂船是一种具有自航能力，船体结构形式为钢质单底单甲板，横骨架式结构，分双头整体形，全船设备由喷射吸砂系统，轮机系统，供电系统，航行、系泊系统，砂水分离、输送系统及其它辅助设备组成。本项目采用 6 艘 2000m^3/h 的射流采砂船同时作业，每艘采砂船配备 2 艘过驳船，共 12 艘过驳船，另外项目配备 2 艘补给船。

采砂的过程具体如下：海砂开采作业首先在指定海域将吸砂管以 60°~70° 左右角度插入预定砂层，然后射流泵将一定压力的工作水经过喷嘴后，形成高速射流与空气之间产生卷吸作用，将射流泵混合室内的空气带走，使该处产生低压或真空，在外界压力作用下，被吸的流体沿吸管吸上来，两股流体在射流泵的喉管内混合，然后进入扩散管，将动能转换为压力能，压入排管至采砂船船舱。

水砂混合物由吸管出口送入分离筛，部分大颗粒的块石、贝壳等杂物被筛出后，顺弃料排泄管直接回填采砂区，剩余的水砂混合物进入砂舱内，再由砂舱内设置的链斗将水砂混合物中海水与海砂进行分离脱水，并提升输送到斗桥上侧的皮带运输机上，通过皮带转运至过驳船内。砂舱的海水则由溢流道直接排至海内。

为保证和提高回采率，本砂矿开采前，需对其开采路线进行设计和矿区施工设计，做好采取规划，将采取划分为若干个矿块，利用高精度定位系统进行精确定位，吸砂作业过程中，船舶借助锚链绞车系统或者自航动力进行缓慢移动，达到稳定开采的目

的。

射流泵的工作原理见图4-1。

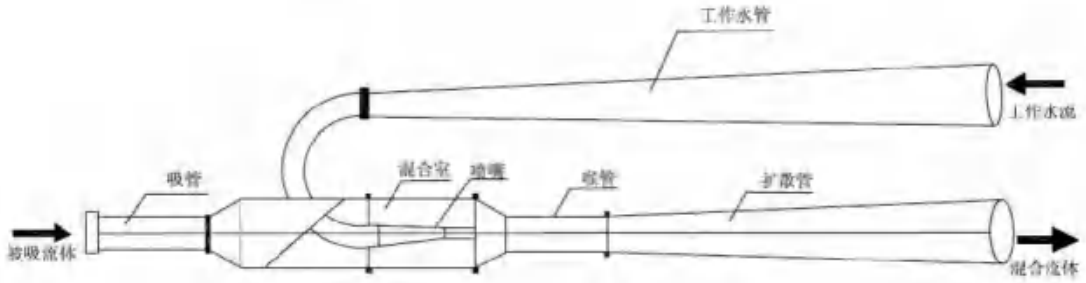


图4-1 射流泵的工作原理示意图

4.1.2 选矿方案

根据《辽宁省绥中县六股河口外海域 KT2 区块海砂资源勘探报告》，矿体含泥量介于3.1%~98.5%，平均值20.3%。参照建筑用砂要求，还需经淡化等工艺处理。

本项目拟采用抽吸式（射流）开采工艺进行海砂矿开采，采砂船利用射流泵将含砂率高的矿层水砂混合物吸入采砂船船舱，通过安装在甲板上的格筛除去海砂中杂物，然后采用筛分—水力分级选矿工艺流程分选出符合指标的成品海砂。

选矿工艺流程描述：原砂先经格筛除去+37.5mm 粒级杂物后，通过渣浆泵扬至振动筛进行筛分分级，得到-37.5+4.75mm 粒级海砂产品（砾石），-4.75mm 海砂经过水力分级得到-4.75mm+0.063mm 海砂产品，脱水后成品海砂通过直接在海上与买方进行交割，由过驳船运至运砂船（买方自备），运砂商船承载预定海砂后运往指定地点。尾矿（含海水的细砂、淤泥及贝壳等杂物）直接排放入海。

筛分工艺描述：采用滚筒筛，筛面为带孔的圆柱形筒体或截头圆锥形筒体。在传动装置带动下，筛筒绕轴缓慢回转。物料由筛筒的一端给入，被旋转的筒体带起，当达一定高度后，因受重力作用，自行落下。如此不断起落运动，使小于筛孔尺寸的颗粒透筛，而筛上物则逐渐移至筛筒的另一端排出。

水力分级：利用沉降速度不同而将宽级别的颗粒群分成两个或多个较窄级别的过程。在水力分级过程中，水介质大致有三种运动形式：垂直的、接近水平的和回转的运动。在垂直水流运动中，水流往往是逆着颗粒的沉降方向而向上运动，不同粒度的

颗粒沉降速度和运动方向不同，沉降速度小于上升水流速度的细粒向上运动，最终成为溢流；沉降速度大于上升水流速度的粗粒向下沉降，最终成为沉砂或底流，从而实现了分级；在接近水平流动的水流中进行分级时，矿粒在水平方向的运动速度约等于水流速度，而在垂直方向则因粒度不同而有不同的沉降速度，粗粒因沉降速度大而沉至槽底部成为沉砂，细粒则随水流流出槽外成为溢流，实现了分级；在回转水流运动中，颗粒是按径向的运动速度差分离的，粗粒所受离心力大而分布在外层，细粒则受到水流较大的向心力而分布在内层，实现分级。

根据工程经验，采用筛分—水力分级选矿工艺可将毛砂中约 90%左右的淤泥洗去。

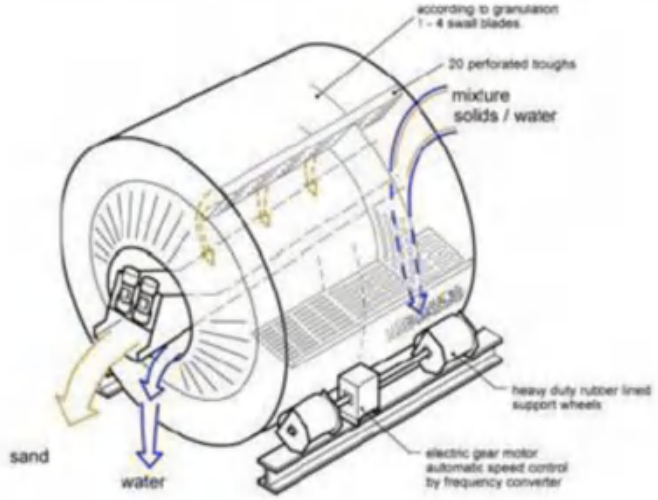


图 4-2 砂船上筛网分选示意图

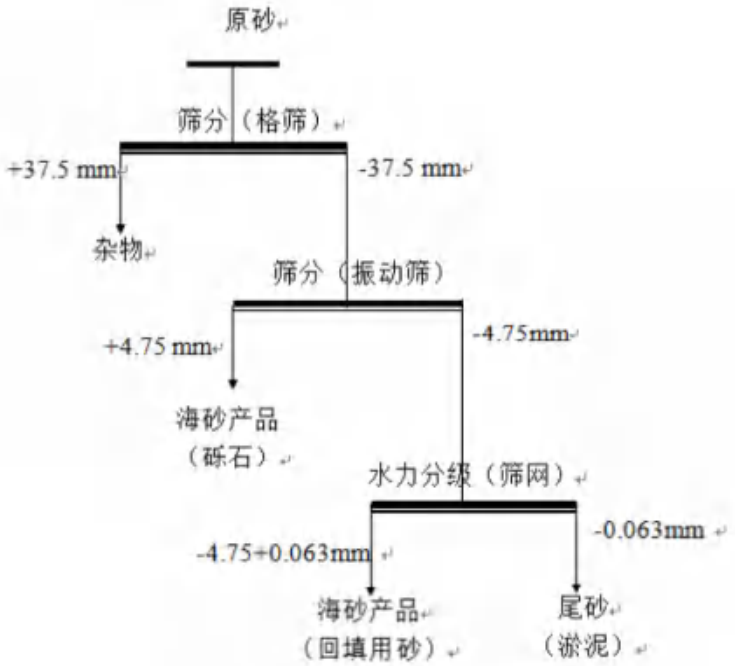


图 4-3 选矿工艺流程图

参照周边同类采砂设备及工艺，并结合本矿区地质情况，设计的海砂选矿指标见下表。

表 4-1 设计的海砂选矿指标

序号	指标名称		产率（%）	数量（万 m^3/a）	处理方式
1	建设规模	原矿	100	1843.2	
2	选矿作业	选矿处理能力	100	1843.2	
3		海砂	81.43	1500.92	海砂产品
4		贝壳等杂物	0.3	5.53	倾倒入海
5		淤泥	18.27	336.75	回填开采区

注：①根据项目勘探报告，海砂中贝壳等杂物含量约为 0.3%；②结合同类设备工艺的洗沙情况，洗砂环节约90%的淤泥被洗掉，淤泥产率按加权平均含泥量的90%计算，矿区平均含泥量为20.3%，则淤泥产率为18.27%。

4.1.3 尾矿处理

本海砂开采方案的尾矿主要为少量贝壳等杂物（大小为+37.5mm）及淤泥（大小为-0.063mm）。采砂过程的采集到的贝壳等杂物倾倒入海。淤泥是在水砂混合物中随海砂一同吸入采砂船的淤泥和粉砂，这部分海床物质不能被滤在筛网上，将在采砂船的筛网洗砂过程中流入采砂船，最后由溢流口排出。由于洗砂过程中不加入其他物质，故尾矿中不含有人为污染物，尾矿中的淤泥和粉砂在海砂开采区即时排入开采区，在重力作用下，粉砂和淤泥将重新沉降在开采区，其将在一定程度上填补含砂层掏空导

致海床下降，达到尾矿回收的目的。

射流采砂船在吸砂管插进砂层开始吸砂的这个过程，其位置基本是固定不动，待该区域吸砂完毕后，进行移动到下一个区域。筛分出的贝壳、砾石等大颗粒物因船上空间有限不能暂存，故筛分出的贝壳、砾石等碎石杂物在采砂船固定不动的状态下从船底直接回填采砂坑。

溢流管海底排放工艺过程为：射流泵将混合液体泵入筛网进行过滤水洗，砂粒沉入船舱底部，余水流经船体溢流口排出，采砂船溢流口设置溢流管，溢流管头部距海底约 1m，溢流口径约为 50cm，将洗砂后的细砂及淤泥水由溢流管在海底排放。

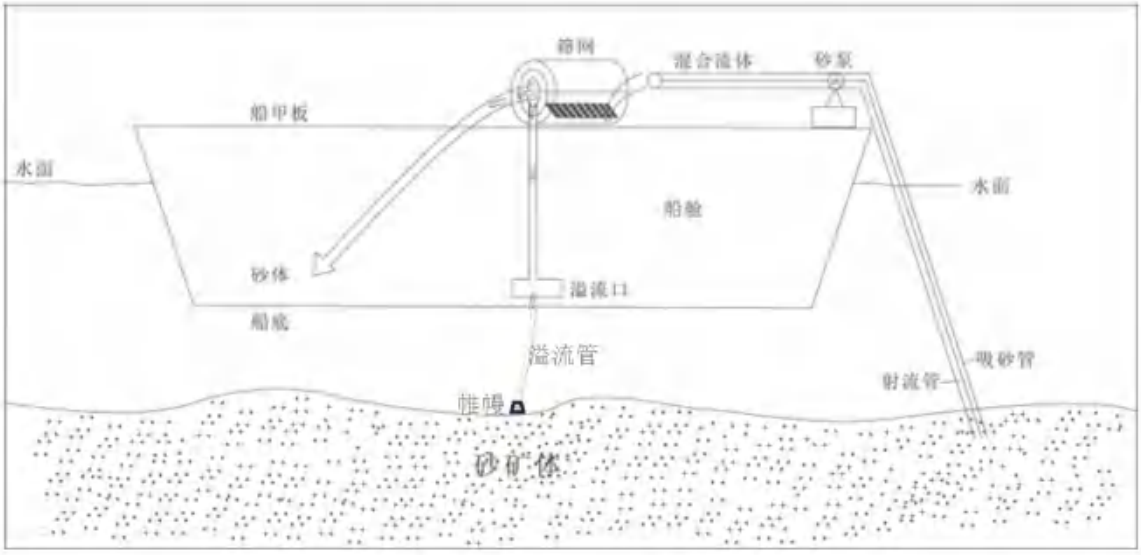


图 4-4 溢流管海底排放工艺示意图

4.1.4 开采顺序

本矿区仅一层矿体，同一矿体平面上，根据矿体的赋存情况、转运区位置、矿区采矿生产能力要求，设计确定开采顺序由西向东，由北向南推进，可根据现场开采情况调整。采砂作业应有计划的进行，分层分片，可将采砂区分成若干小区，均进行采矿，防止形成大面积的深坑而造成上部淤泥层的坍塌。

其中，采砂船开采过程的前进方向为：采砂船以 60°～70°左右角度插入矿层，穿过水层和泥层到达理想砂层，吸砂管插入矿层后，先在水平方向移动前进，将整个采砂范围内每次吸沙管可吸深度范围内的矿砂吸出，后再按逐渐加深逐层开采，直至

将矿体内矿砂开采完毕。

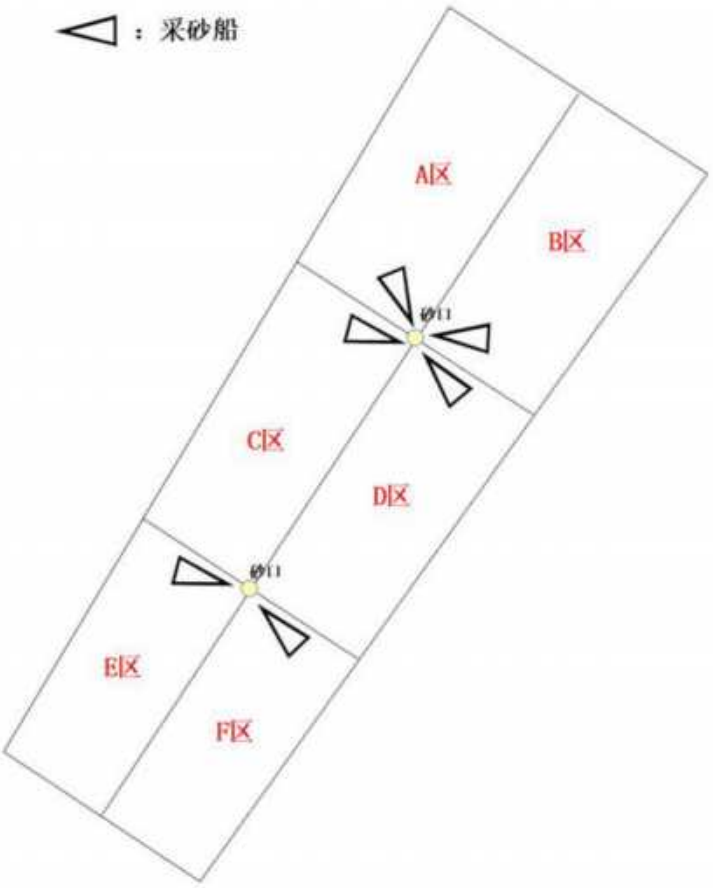


图 4-5 采区分区示意图

采砂船集中在坐标区域中部组合挖砂口，砂口形成后再向四周挖掘推进采砂区域至边界线止，采砂船采用 AIS 和船载视频监控系统定位，开采作业时需持续开启：吸砂作业过程中，采砂船借助锚链绞车系统或者自航动力向前推进不得越界。采砂船在作业吸沙时，管头移动范围 10m 左右，泥沙层会形成一个直径 20m 左右的锅形深坑，砂口形成后，原则上依照下图路线，进行地毯式、推进开采。做到开采有序、采空区有序自然坍塌覆盖，并在潮水的影响下形成自然覆盖层，达到最低限度影响采区海底自然生态。

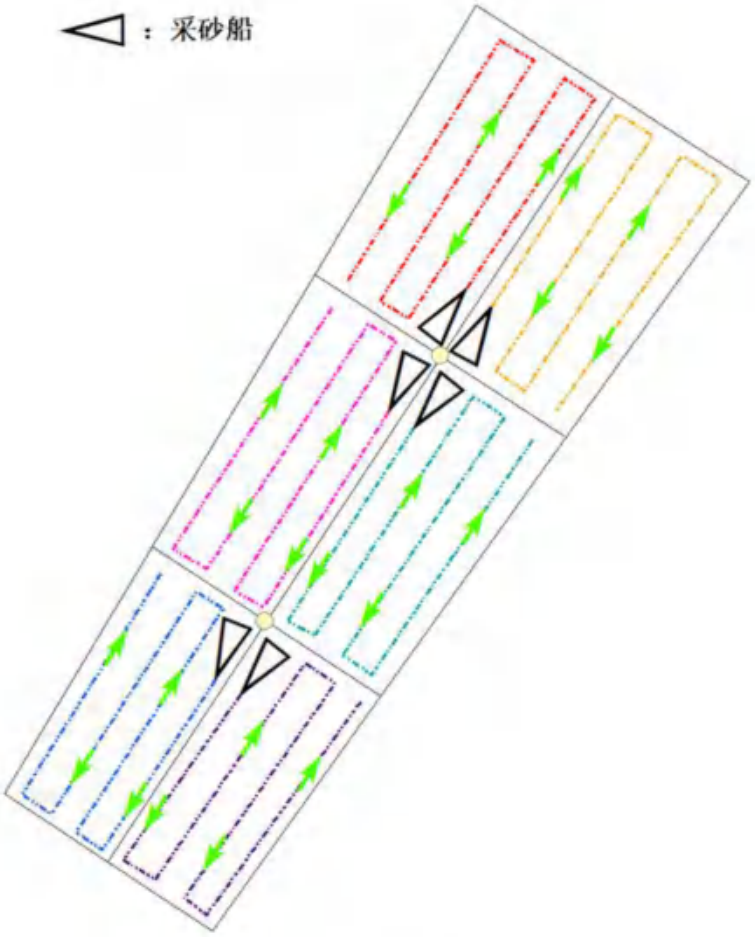


图 4-6 采砂船推进示意图

4.1.5 转运、过驳流程

每艘采砂船配备 2 艘过驳船。采砂施工位置通过高精度 GPS 进行定位，采砂过程中采砂船相对固定于作业水面，将过驳船停靠在采砂船旁，采砂船利用自有输送带将海砂产品直接输送到过驳船船舱内，满载后过驳船直接航行到指定的过驳水域，将海砂直接出售给运砂散货船（由海砂购买方自备）。在过驳水域内，运砂驳船采取“丁”字方式靠泊锚（系）泊运砂船，船艏抛双锚，利用车舵偏顶流的方式稳定船位，借助自卸输送带装置向锚泊运砂船船舱转运砂石。满载的过驳船驶离采砂区后，另一艘空载过驳船进入采砂区内采砂船旁，继续装载海砂，以此循环进行海砂的转运及过驳流程。

整体工艺流程见图 4-7。

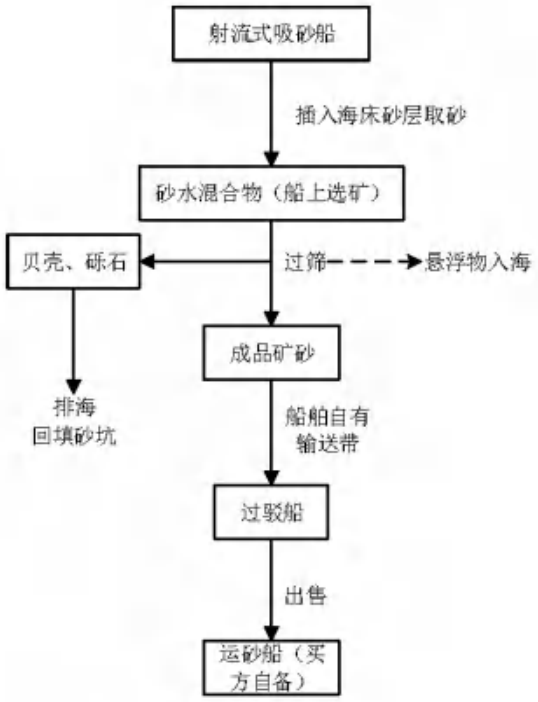


图 4-7 采砂工艺流程图

4.1.6 废石场

本方案采用筛分-分级的选矿方案，尾矿主要为少量贝壳杂物（大小为：＞37.5mm）及淤泥（大小为：＜0.063mm）。采砂过程的采集到的贝壳杂物直接倾倒入海。淤泥在采砂船的筛网洗砂过程中流入采砂船内，最后由溢流口排出。由于洗砂过程中不加入其他物质，故尾矿中不含有人为污染物，尾矿中的淤泥和粉砂在海砂开采区即时排入开采区，在重力作用下，粉砂和淤泥将重新沉降在开采区。***故本方案不设废石场。***

4.1.7 产品方案

此次海砂开采的产品方案为筛分水力分级后的含泥量约2%的海砂，可直接作回填用砂。

该海砂矿开采的海砂产品，另经过制砂生产工艺流程各项指标能达到II类建筑用砂要求后，可进一步用作混凝土等用途。本项目采砂船将船舱中洗好的海砂用传送带输送到泊在采砂船旁边的过驳船上，海砂在海上与买方直接交割，由过驳船将海砂直接出售转移给运砂商船（由海砂购买方自备），因此，本项目评价内容仅包含海砂开采，

不包含海砂开采后的运输、处理及利用。参照建筑用砂要求，若用于建设用砂，还需经淡化等工艺处理，达到建筑用砂标准，应按照有关规定要求另行完善相关环评手续，严格落实相关环保措施，接受相关部门的监管。

4.2 海砂开采方案

本节内容根据《辽宁省绥中县六股河口外海域 KT2 区块海砂资源开发利用方案》（2023 年 7 月）编写。

4.2.1 开采范围

本方案拟开采辽宁省绥中县六股河口外海域 KT2 区块海砂矿，以矿区 3.2101km^2 范围内-11.9m~-42.7m 标高间具有工业开采价值的海砂矿矿体为开采对象。

4.2.2 开采境界的确定

为避免造成水下矿区边坡坍塌导致超矿区开采，在水下休止角（30°）以内的矿体将不得开采，故设计海砂采场最终边坡角度为 30°。结合开采范围内的地形条件以及盖层、矿体厚度，综合形成露天开采境界终了平面图，即最终确定露天采场的露天开采境界。露天开采境界圈定结果见表 4-2，开采境界终了图见图 4-8。

表 4-2 露天开采境界圈定结果一览表

序号	项目名称	单位	参数
1	采场最终境界面积	km^2	3.2101
2	采场底板面积	km^2	3.03
3	底部标高	m	-25.77~-42.7
4	最终边坡角	°	30
5	确定开采储量	万 m^3	3922.18
6	采出矿石量	万 m^3	3529.96
7	开采回采率	%	90

4.2.3 确定开采量

（1）评审的资源储量（Q）

根据《辽宁省绥中县六股河口外海域 KT2 区块海砂资源勘探报告评审意见书》（辽储评（储）字〔2003〕023 号），本次勘探范围内一条海砂矿体保有资源量：

（TM+TD）为6166.17万m^3，其中探明资源量（TM）为5039.64万m^3，占81.73%；推断资源量（TD）为1126.53万m^3，占18.27%。根据《辽宁省绥中县六股河口外海域KT2区块海砂资源勘探报告（分割）评审意见书》（辽储评（储）字〔2003〕029号），截至2023年7月31日，KT2区块拟出让的3.2101km^2范围内海砂矿保有资源量为4034.31万m^3。

（2）设计利用的资源储量（Q_1）

根据分割报告，设计可利用资源量全部为探明资源量（TM）4034.31万m^3。

（3）确定的开采储量（Q_2）

根据境界点平面直角坐标计算境界边长，如图4-9所示。

根据图4-9可得矿体边长：东边约3195m，南边约884m，西边约3180m，北边约1130m。

根据《勘探报告（分割）》中的地勘资料计算最终边坡平均高度。区块海砂资源基本裸露，不可开采区域平均厚度为：东边取V1、V2、V3、V4的加权平均厚度，即12.47m；南边取V1的加权平均厚度，即10.38m；西边取V1、V2、V3、V4的加权平均厚度，即12.47m；北边取V4的加权平均厚度，即13.96m。

根据前文分析，本矿区矿床开采技术条件勘查类型应属Ⅱ-1类，矿体厚度基本为较稳定，为避免超矿区开采，避免造成水下矿区边坡坍塌，在水下休止角（30°）以内的矿体将得不到开采（见图4-10），根据以往开采经验计算，以30°休止角由境界处由海底面开始放坡。估算其中不可开采部分体积为112.13万m^3。则实际可开采海砂原矿量为：4034.31-112.13=3922.18万m^3（海砂精矿81.43%，计算得出精矿3193.83万m^3）。

表4-3 区块不可开采资源量计算

区域	不可开采区域面积（m^2）	涉及边长（m）	不可开采资源量（万m^3）
东边	134.68	3195	43.03
南边	93.32	884	8.25
西边	134.68	3180	42.83
北边	168.78	1130	19.07
合计			113.18

扣除重叠区域资源量	1.05
矿体中不可开采资源量小计	112.13

4.2.4 设计资源利用率

方案设计利用海砂原矿量为4034.31万m^3，确定开采原矿量为3922.18万m^3，设计资源利用率为：η=3922.18÷4034.31×100%=97%。

4.2.5 采出矿石量

根据矿区以往露天开采的生产技术指标及广东省内其他区域出让海砂的开采情况，同类型海砂开采回采率通常在90%以上。本矿区海砂原矿量共4034.31万m^3，资源储量较多，且通过开采剖面图可知矿层较为平坦，海砂矿区开采技术条件和资源储量较好，确定开采回采率取α=90%，废石混入率β=0%，则采出海砂原矿量Q3为：3922.18×90%÷(1-0%)=3529.96万m^3（海砂精矿81.43%，计算得出精矿2874.45万m^3）。

4.2.6 可开采天数估算

我国对海砂开采实行开采总量严格控制制度，严禁超总量开采。同时，为了降低对本海砂开采区附近海洋环境和海洋生物等的损害，本海砂开采区将严格控制开采总量，并落实采砂强度控制指标。

根据本采砂区砂源储量分析结果，采砂区3.2101km^2内砂源原矿资源量为4034.31万m^3（含泥），采出海砂原矿量3529.96万m^3（含泥）。为充分开发利用出让海域海砂资源，同时最大程度保护附近敏感目标，特别是降低对海域海洋环境的不利影响，项目需根据科学安排采砂作业的时间和强度。

1、鱼类保护期

根据黄渤海区渔业资源调查与区划（农业部渔业局编，海洋出版社，1990），项目选址未占用鱼类的“三场一通”，项目东南侧3.6km处有小黄鱼产卵场，产卵期5月～6月；项目东南侧27.4km处为蓝点马鲛产卵场，产卵期5月中旬至6月上旬；项目东侧38.1km处为银鲳鱼产卵场，产卵期为5月上旬至7月下旬。

为了减轻采砂可能对鱼卵及幼鱼的发育生长的不利影响，同时考虑银鲳鱼产卵场离本项目距离较远，环评建议在敏感期 4-6 月降低开采强度。海砂开发利用方案编制单位采纳了本环评建议，开采天数由原 140 天/年、2340 小时/年降至现开采时间为 128 天/年、1920 小时/年。4-6 月鱼类产卵期由原每月 15~20 天的开采期降至 7~14 天，船舶施工数量仍为 6 艘 2000m3/h 的射流采砂船同时施工。

2、大风大浪等不可作业天数

本项目使用的采砂船最大可作业波高约为 2m，最大可作业风力为 6 级，六级以上台风（即≥7 级台风）即应停工避台，此外，在发生大雾、雷暴、海冰冰封等天气时，也无法进行采砂作业。

根据葫芦岛市气象服务中心提供的 2020～2022 年统计数据，项目所在海域全年风况大于 6 级的天数约 162.1 天，能见度低于 1 千米的天数约 28.7 天。海域多年平均冰期为 106 天，其中 1 月中旬至 2 月底 40～50 天为严重冰期。最早初冰日为 11 月 9 日，最晚初冰日为 12 月 18 日；最早终冰日为 2 月 25 日，最晚终冰日为 4 月 4 日；最长冰期为 147 天，最长实有冰日为 102 天。

项目每月开采天数见下表。

表 4-4 每月可开采天数估算一览表（单位：天）

	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
风况大于 6 级的天数	10	12.7	18	21.7	19.7	11.3	7	10.7	12.7	13.3	13.7	11.3	162.1
能见度低于 1 千米的天数	3.3	4	3.3	1.3	1.6	4.3	2.3	4.7	1.3	0.3	0.3	2	28.7
月天数	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
理论可开采天数	0	0	9.7	7	9.7	14.4	21.7	15.6	16	17.4	16	0	127.5
实际可开采天数	***0***	***0***	***10***	***7***	***10***	***14***	***22***	***16***	***16***	***17***	***16***	***0***	***128***

综上考虑，矿区采用间断工作制度，年工作 128 天，每天 15 小时。

4.2.7 控制开采指标

为了降低对本海砂开采区附近海洋环境和海洋生物等的损害，本海砂开采区将严格控制开采总量，并落实采砂强度控制指标。

从海域使用可行性和海洋环境保护的角度考虑，确定本项目开采海砂的日最大开采量、日平均开采量、年开采控制总量等控制指标，具体如下：

（1）日最大开采量

本项目海砂开采计划采用 6 艘 2000m³/h（出砂率 80%）同时进行连续作业，按每天作业 15 小时计，日最大采砂量约为 6×2000 m³/h×80%×15h=14.4 万 m³。

（2）月最大开采量

考虑到每个月本海域的环境特征，在台风、大浪、大雾等不利条件下，应停止作业；同时从环境污染控制措施方面考虑，作业船只应每月回港进行船舶检修，清理船上的油污水及产生的固体垃圾，所以取最大可开采天数为 7 月份的 22 天。

则月最大开采量=日最大开采量×每月最大可工作月数=14.4 万 m³/天×22 天/月=316.8 万 m³/月。

（3）年最大开采量

为了达到设计的生产能力，需投入 6 艘采砂量 2000m³/h（出砂效率 80%）的射流式采砂船同时进行连续作业，每年作业 128 天，每天作业时间 15 小时。则据此可计算出本项目的年最大开采量如下：

年最大控制开采量=14.4 万 m³/天×128 天/年=1843.2 万 m³。

（4）月平均开采量

月平均开采量按年开采控制总量和一年的可开采月数计算。

月平均开采量=年开采控制总量/可开采天数=1843.2 万 m³/年÷12 月=153.6 万 m³/月。

（5）预计开采年限

经计算，项目年最大采砂强度为 1843.2 万 m³。采用 6 艘采砂量 2000m³/h 的射流式采砂船同时进行作业，可满足海砂开采需求。

开采年限 T 按以下公式计算求得：

$$T = \frac{Q_2 \times \alpha}{A \times (1 - \beta)}$$

Q_2——确定开采储量　　3922.18 万 m³

α——采矿回采率 90%

β——矿石贫化率 0%

A——矿区生产能力 1843.2万 m^3/a

经计算，矿区生产年限为2年（含1个月准备期）。

根据前述分析，本项目的采砂强度控制指标统计见下表。

表4-5 海砂开采计划拟定采砂强度控制指标

控制项目	开采量（万 m^3）	备注
日最大开采量、日均开采量	14.4万 m^3/d	6艘采砂船，作业15时/天，每月开采天数见表4-4
月最大开采量	316.8万 m^3/月	6艘采砂船，作业18时/天，7月开采22天，每月开采天数见表4-4
月均开采量	153.6万 m^3/月	1月-12月算数平均值
年均最大控制开采量	1843.2万 m^3	
采砂区内重大资源可开采量	3529.96万 m^3	《辽宁省绥中县六股河口外海域KT2区块海砂资源开发利用方案》
开采年限	2年	矿区生产年限2年（含1个月准备期）

4.2.8 施工船舶配置

在本矿区开采海砂可采用目前常用的采砂工艺，采砂船与过驳船分离的方式。结合本项目实际情况，海砂开采计划使用6艘2000m^3/h（出砂效率80%）射流式采砂船同时进行连续作业，单艘射流式采砂船的采砂量约为1600m^3/h，每年作业128天，每天作业时间15小时，日均可采砂约14.4万 m^3，则年采砂量为128天×14.4万 m^3/天=1843.2万 m^3。同时，参照现有广东省海砂开采经验，按采砂船与过驳船1:2的比例，需配置12艘过驳船（单艘仓容约4000m^3），采砂区域水域满足船舶的施工要求。

针对本工程项目特点，拟计划投入6艘2000m^3/h射流式采砂船、12艘过驳船、2艘补给船以及其他配套辅助船舶，承担本工程的全部施工任务。根据工程施工进度情况控制开采量，适时进行船舶设备调整补充，确保完成年终供砂工程量的任务。

采砂船主要工艺规格参数见下表，过驳船主要工艺规格参数见下表。

表4-6 2000m^3/h射流式采砂船规格及技术性能

序号	规格及性能	单位	数量	备注
1	船体体积（长×宽×高）	m	100.08m×25.6m×7.8m	1艘
2	吃水深度	m	5.25	

3	作业排水量	t	12203	
4	船员定额	个	11人	
5	航速	节	9.8	
6	采砂矿能力	m^3/h	2000	
7	砂泵扬程	m	177	
8	砂泵数量	台	1	
9	砂泵功率	kW	8542	
10	最大采深	米	90	水下
11	最大可作业波浪高	m	2	
12	最大可作业台风级数	级	少于7级	即最大可作业风速为最大六级风速13.8m/s

注：实际开采所用船型具体以招拍挂中标单位船型为准，但不得超过开发利用方案设计单位时间采砂量。

表4-7 常见过驳船规格及技术性能

性能指标	单位	指标值
船长	m	109.8
船宽	m	20.38
型深	m	7.5
满载吃水深	m	4.45
砂仓容积	m^3	4000
净吨位	t	1800
主机净功率	kW	2386
主机数量	台	2

4.2.9 海砂用途及去向

海砂是指受海水侵蚀而没有经过淡化处理的砂，赋存于海水和河流交界的地方。在城市建设上使用十分广泛，海砂逐渐成为仅次于石油天然气的第二大海洋矿产。同时，海砂又是一种重要的海洋生态环境要素，它与海水、岩石、各种生物以及地形、地貌等要素一起构成了海洋生态的平衡。

根据用途不同海砂又可分为海砂建筑、海砂工业、海砂重矿物提炼等，其中海砂约有 45%用于当做混凝土细骨材料、20%用于铺筑路基、20%用于填海造陆的填料，15%用于其他用途。

海砂资源除了具有较大的经济价值外，还具有生态价值和景观价值，可为海底鱼类和贝类提供良好的栖息环境、可营造绵延起伏的优质海岸沙滩，勾画出独特而美丽的海岸风景线。主要用途见下表。

表4-8 海砂的主要用途

应用领域	类型	主要用途
海砂建筑	混凝土	当作混凝土细骨材使用
	铺筑路基	路基填料
	填海造陆	回填至海中拓展陆地面积
	其他用途	沥青混凝土、其他填料
海砂工业	矽砂、钙质砂	产量虽仅约占总海砂使用量的一成，但用途却极为广泛
海砂重矿物提炼	钛铁、铁矿	从海砂中分选重矿物或其他金属矿物进行冶炼
海砂玻璃砂	石英砂	石英砂为制造玻璃用的主要原料
海砂铸造砂	铸模	用于制造钢铁及铸造铜、铅、铁的合金
海砂绝热砂	石英砂	常以石英岩为原料，用于制造矽砂与瓷砖
海砂研磨砂	石英砂	主要由石英砂组成，用于锯石、玻璃打磨、金属抛光及喷砂等

本工程为海砂开采海域使用权挂牌出让项目，本项目采砂船将船舱中洗好的海砂用传送带输送到泊在采砂船旁边的过驳船上，海砂在海上与买方直接交割，由过驳船将海砂直接出售转移给运砂商船（由海砂购买方自备），因此，本项目评价内容仅包含海砂开采，不包含海砂开采后的运输、处理及利用。后续的海砂运输、处理及利用应按照有关规定要求另行完善相关环评手续，严格落实相关环保措施，接受相关部门的监管。

为加强海砂全过程监管，应按《关于促进砂石行业健康有序发展的指导意见》等有关规定落实海砂利用过程中涉及淡化处理环节的污染防治责任，本项目拟主要采取以下措施落实：

（1）海砂销售过程中做好台账管理，建立购销档案，掌握海砂去向，配合有关部门开展监管工作。

（2）与海砂使用单位签订购销合同时，要求其明确海砂使用范围，若海砂使用单位根据使用要求，需对海砂进行淡化处理，应要求海砂使用单位将海砂送至符合相关要求的海砂淡化进行淡化处理，不得在出海水道与河道水域非法选砂。

本采砂区开采的海砂以市场化方式销售，主要供给长三角、珠三角周边工程建设和国内沿海省份客户。过驳船应在安全作业过驳区内将海砂销售给运输商船，当达到航行要求时，经过管理部门现场检验，办妥相关手续与单证后方可开航，按照指引航线从采砂区域安全航行至附近的沿海习惯航路，沿习惯航路抵达国内其它沿海港口码头卸货。

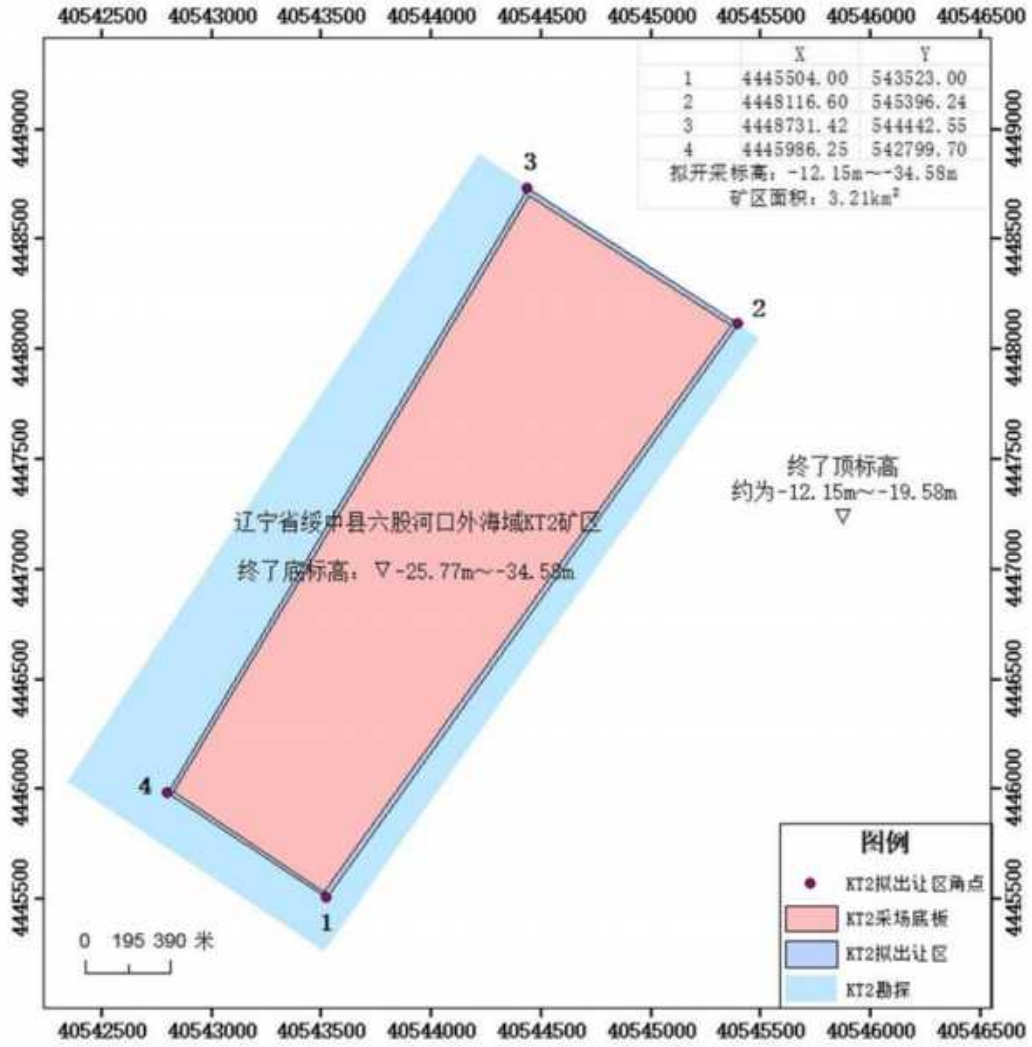


图 4-8 辽宁省绥中县六股河口外海域 KT2 矿区最终境界面（1：24000）

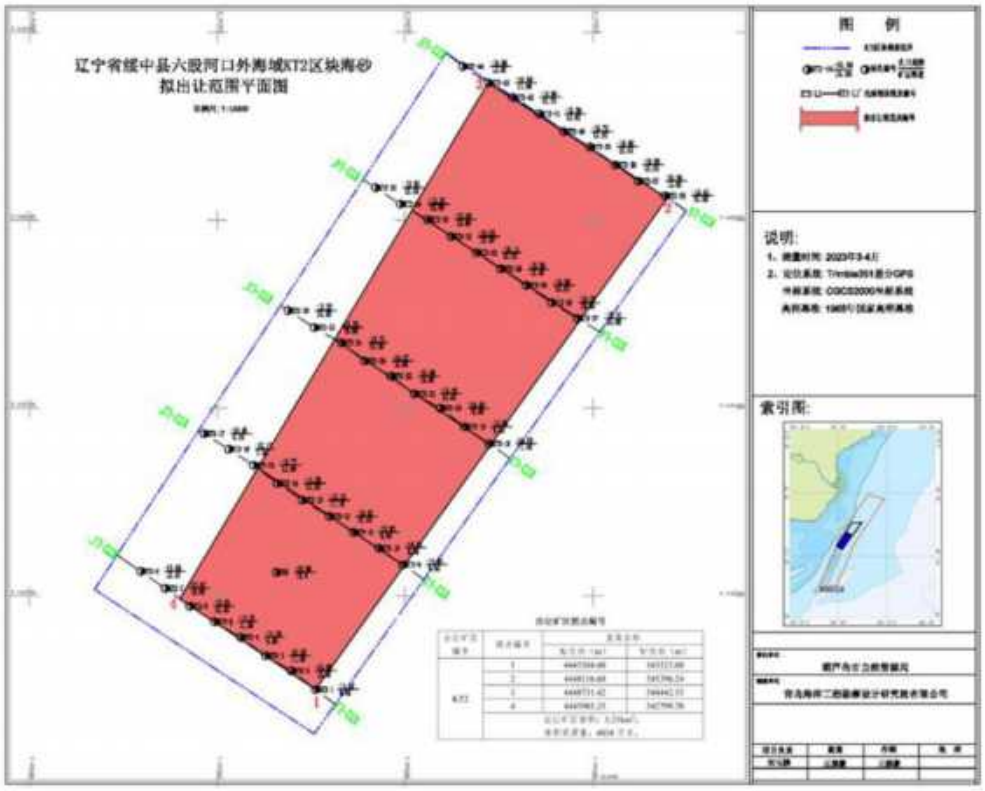


图 4-9 拟出让范围平面图

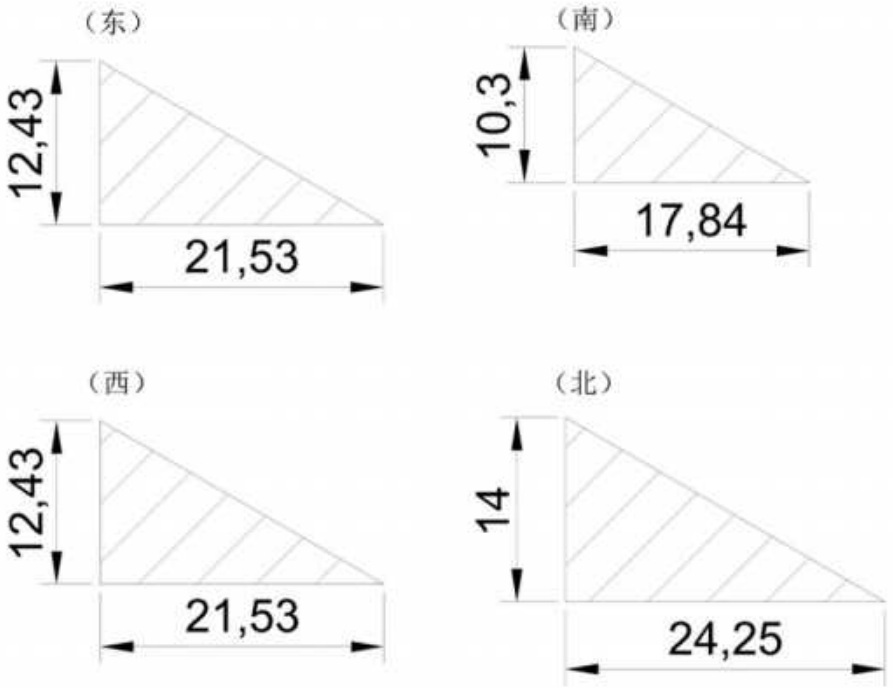


图 4-10 矿区不可开采区域剖面示意图

4.3 物料平衡

项目采砂物料平衡表详见表4-9。

表4-9 项目采砂物料平衡表 单位：万 m^3/a

序号	进料		出料		处理方式	备注
1	砂水混合物	1843.2	海砂产品中含砂量	1469.03	外售	
			海砂产品中含泥量	31.89		
			贝壳等杂物	5.53	回填采砂区	粒径>37.5mm
			淤泥	336.75	溢流管至海底排放	粒径<0.063mm
合计		1843.2		1843.2		

4.4 工程各阶段污染物排放状况

4.4.1 悬浮泥沙

采砂作业产生的悬浮泥沙主要来自于海砂分选过程和吸砂过程。本项目拟采用6艘采砂强度为2000m^3/h采砂船进行施工。本次悬浮泥沙源强计算类比已批复的《广东省茂名市电白区放鸡岛西南侧海域CB22-01区块海砂开采环境影响报告书》、《钦州湾外B区海砂开采域使用权招拍挂项目海洋环境影响报告书》等，同时参考发表于《海洋地质与第四纪地质》上的《辽东湾东部海砂开采环境效应》（许振强等，中国地质调查局）进行估算得出。

类比可行性分析详见表4-10。

表4-10 本项目类比同类项目的可行性分析

项目	广东茂名海砂项目	钦州湾海砂项目	本项目	说明
采砂工艺	露天水下开采	露天水下开采	露天水下开采	一致
采砂船型	射流式采砂船	射流式采砂船	射流式采砂船	一致
分选环节溢流的泥沙粒径	<0.063mm	<0.063mm	<0.063mm	一致
砂源粒径级别	细砂级别	中砂级别	中砂级别	高压射流扰动砂层产生的悬沙未被吸到船上而随海流扩散的悬沙源强类比钦州湾项目

综上，本项目施工采用的采砂船类型与类比项目一致，悬沙主要产生环节即海砂分选溢流回海洋的泥沙粒径均为小于0.063mm，故本项目悬沙源强类比以上两个项目的源强计算公式进行计算可行。

表 4-11 本项目悬浮泥沙产污环节

序号	产污环节	备注
1	刚性射流管和吸砂管插入预定砂层过程产生的悬浮泥沙	泥沙起悬 15%
2	高压射流扰动砂层产生的悬浮泥沙未被吸到船上而随海流扩散的悬浮泥沙	悬浮泥沙量约为流量的 5%左右（悬浮比例）
3	海砂分选环节产生的悬浮泥沙溢流	粒径小于 0.063mm 的泥质在海砂分选过程中将随溢流排入海
4	筛分出的粒径在 37.5mm 以上的大颗粒贝壳、砾石等碎石杂物回填采砂区时挤淤悬浮泥沙源强	砂层中粒径小于 0.05 mm 的颗粒全部悬浮

4.4.1.1 刚性射流管和吸砂管插入预定砂层过程产生的悬浮泥沙

根据开发利用方案单位提供资料，采砂船利用船的推力和高压射流，把吸砂管插入海床并穿过覆盖层，因减缓插砂管插入矿层的速率可减少插管过程的悬沙扩散，报告要求海砂开采单位以低速进行插管。按施工经验估算，刚性射流和吸砂管每分钟可插入 0.5-1m，项目按平均 0.5m 测算。项目采砂船将刚性射流和吸沙管以 60°～70°左右角度插入矿层，本项目取 60°。根据勘探报告，区块内海砂资源基本裸露，极小区域覆盖淤泥质粉质粘土及粉质粘土层，则吸砂管插入理想砂层，约砂层以下 2m，60°插入盖层长度约为 1m，插管时间约 2min。按施工经验估算，2000m^3/h 高压射流产生的洞口平均约 10~20m^2，本次按 15m^2 进行计算。刚性射流管和吸砂管插入预定砂层过程产生的砂水混合物直接排放。泥沙起悬比 15%估算，泥质的干容重按 1.51t/m^3 计算，单艘施工船舶刚性射流管和吸砂管插入预定砂层过程产生的悬浮泥沙的源强（kg/s）=洞口面积（m^2）×60°插入盖层长度（m）×起悬比例（%）×泥质干容重（t/m^3）×1000÷持续时间（s），则计算结果为 15m^2×1m×15%×1.51t/m^3×1000÷120s=28.31kg/s。

刚性射流管和吸砂管插入预定砂层只是一个很短暂的过程，很快就会形成稳定的悬浮泥沙影响状态，且除非预极端天气需进行避台或者船舶定期回港维修，正常采砂期间，无需反复插管，即一次插管后，在船舶无需离开采砂区的情况下，无需再进行插管。

4.4.1.2 高压射流扰动砂层产生的悬浮泥沙未被吸到船上而随海流扩散的悬浮泥沙

采砂船工作效率为 2000m^3/h。采砂过程中为生成充分的混合砂浆，射流功率约为吸砂功率的 1.2 倍左右，根据对采砂船的功率特性分析，高压射流时未被吸到船上的砂水混合物流量为 400m^3/h。

高压射流扰动砂层产生的悬浮泥沙未被吸到船上而随海流扩散的悬浮泥沙量约为流量的5%左右（悬浮比例），计算悬沙排放强度为20m³/h，泥质的干容重按1.51t/m³计算，则每艘采砂船高压射流扰动砂层产生的悬浮泥沙未被吸到船上而随海流扩散的悬浮泥沙源强=每小时采砂量（m³/h）×未被吸入比例（%）×含泥量（%）×泥质干容重（t/m³）×1000÷3600，每艘采砂船射流扰动底质的产生悬浮泥沙源强见下表。

表4-12 采砂船射流扰动底质悬浮泥沙产生源强统计一览表

矿区	未被吸到船上的砂水混合物流量（m³/h）	悬浮泥沙量（m³/h）	泥沙干容重（t/m³）	总排放源强kg/s
KT2	400	20	1.51	8.39

4.4.1.3 海砂分选环节产生的悬浮泥沙溢流

本工程所需的砂类为细中砂及中粗砂，粒径小于0.063mm的泥质在海砂分选过程中将随溢流排入海，筛分出的粒径在37.5mm以上的大颗粒贝壳、砾石等碎石杂物回填采砂区。

（1）粒径小于0.063mm的泥质在海砂分选过程中将随溢流排入海时产生的悬浮泥沙

按平均每艘采砂船生产能力成品砂为2000m³/h计算，全区的泥的加权平均含量为20.3%，根据工程经验，采用筛分—水力分级选矿工艺可将毛砂中约90%的淤泥洗去，则单艘采砂船海砂分选泥质溢流源强（kg/s）=毛砂工作效率（m³/h）×矿层泥含量（%）×淤泥洗掉比例（%）×泥质干容重（t/m³）×1000÷3600，计算结果见下表。

表4-13 海砂分选过程各矿体悬浮泥沙源强一览表（单艘船）

矿区	工况	毛砂工作效率(m³/h)	泥（粉砂+粘土）			
			含量(%)	溢流强度(m³/h)	泥沙干容重(t/m³)	溢流源强(kg/s)
KT2	单船采砂时	2000	20.3	406	1.51	153.27

（2）粒径大于37.5mm的贝壳、砾石等大颗粒物回填采砂区时挤淤悬浮泥沙源强

参考《海洋工程施工悬浮泥沙源强及扩散规律研究进展》（张琴、上海勘测设计研究院有限公司），抛石挤淤悬浮泥沙源强计算时，一般考虑砂中粒径小于0.05mm的颗粒全部悬浮，泥沙起悬按5%计，则筛分出碎石杂物回填采砂区时挤

淤悬浮泥沙源强（kg/s）=（1-泥沙天然含水率%）×泥沙中颗粒物湿密度（kg/m^3）×泥沙中悬浮泥沙颗粒物所占百分比（%）×抛石强度（m^3/s）×泥沙起悬概率（%），则本项目碎石杂物回填采砂区产生的悬浮泥沙源强为 0.64kg/s，单艘船抛石回填采砂区产生的悬浮泥沙源强为 0.11kg/s。

4.4.1.4 矿体盖层淤泥细砂崩塌产生的悬浮泥沙

吸砂管移动取砂作业时，矿体盖层淤泥细砂可能会发生崩塌，从而产生一定的悬浮泥沙，但由于本项目拟采用折返式移动回采路线进行采砂，逐层开采深度较小，且本项目拟采用射流式采砂船，抽砂时大量海水不断的被吸入“洞孔”内，因此矿体盖层下沉较缓慢，盖层可能发生崩塌产生的悬浮泥沙源强较小。

根据《辽宁省绥中县六股河口外海域 KT2 区块海砂资源勘探报告》（青岛海洋工程勘察设计研究院有限公司，2023 年 7 月），KT2 区块内砂矿层均直接出露，极小区域覆盖淤泥质粉质粘土及粉质粘土层。故此次计算，矿体盖层淤泥细砂崩塌悬浮泥沙源强很小，忽略不计。

4.4.1.5 边坡坍塌产生的悬浮泥沙

根据本项目开发利用方案，为避免超矿区开采，造成水下矿区边坡坍塌，采砂船将以 60°～70° 左右角度插入海床，在水下休止角（30°）以内的矿体将得不到开采，因此在采砂船规范作业的情况下，本项目采砂过程基本不会造成边坡坍塌。

4.4.1.6 悬浮物源强

本工程海砂分选过程单艘采砂船的悬浮物合计源强见下表所示。

表 4-14 单艘采砂船作业时悬浮泥沙产生源强一览表

类别		源强 kg/s
悬沙产生环节	插管	28.31
	高压射流扰动砂层	8.39
	海砂分选	153.38
	贝壳、砾石等大颗粒物回填采砂区	0.11
合计		190.19

4.4.2 船舶舱底含油污水

根据《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018）的船舶舱底油污水水量表，核算项目施工期船舶舱底油污水产生量，见下表。

船舶油污水的含油浓度为3000mg/L～6000mg/L不等，本次评价计为5000mg/L。根据项目组成和施工组织计划，本工程拟采用6艘2000m³/h射流式采砂船（单艘吨位10000吨级）、12艘4000m³过驳船（单艘吨位2000吨级）、2艘补给船（单艘吨位200吨级）。其中500吨级船舶舱底油污水产生量为0.14（t/d·艘）；500~1000吨级船舶舱底油污水产生量为0.14~0.27（t/d·艘）；1000~3000吨级船舶舱底油污水产生量为0.27~0.81（t/d·艘）；3000~7000吨级船舶舱底油污水产生量为0.81~1.96（t/d·艘）；7000~15000吨级船舶舱底油污水产生量为1.96~4.20（t/d·艘）。则本项目施工船舶油污水最大产生量为22.56t/d，油类污染物产生量为112.8kg/d。

表4-15 船舶油污水产生量

船舶吨级（t）	船舶数量（艘）	舱底油污水产生量（t/d污艘）	油污水产生总量（t/d）
200	2	0.14（参考500吨级计）	0.28
2000	12	0.54	5.48
10000	6	2.8	16.8
合计			22.56

施工船舶上设置油水分离器和油污水罐，油水分离器处理能力为0.5m³/h，其基本原理为物理分离法，利用油水密度差通过聚合、吸附等屋里方法使油水分离。分离后大油滴浮至顶部后排至废油舱（约5m³），废水进污水罐（60m³）。废油及分离后的废水在采砂船每月靠岸检修时交由交由岸上有资质的单位进行处理，严禁向水域排放含油污水。舱底含油污水应严格按照《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）的要求，禁止直接向沿海海域排放油类污染物，经收集上岸后应交由有能力的单位处理。

4.4.3 船舶生活污水

本项目拟投入6艘2000m³/h的采砂船进行采砂，项目共配备12艘4000m³的过驳船，本项目投入2艘补给船，根据项目附近采砂项目的实际调研，采砂船船员配置人数为10人/艘，过驳船作业人员配置人数为以3人/艘，补给船作业人员以3人/艘计。采砂区每天按6艘采砂船、12艘过驳船、2艘补给船共同作业计算，则本工程作业船舶共有作业人员约102人。参照《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018），船舶工作人员生活用水量按100L/人·d，污水发生量按85%计，则船舶工作人员生活污水产生量约为8.67m³/d。根据《排水工程》（下册）中典

型生活污水中常浓度水质进行估算，则项目船舶工作人员生活污水各特征污染物的产生情况见下表所示。船舶工作人员生活污水拟经船舶上的生活污水专用集污舱（28m³）收集后，定期（约 33 天）靠岸检修时交由港口生活污水处理厂处理，不得直接排放入海。

表 4-16 项目船舶生活污水产生情况统计一览表

污染物	COD	BOD_5	SS	氨氮	总磷
产生浓度（mg/L）	400	200	220	25	8
产生量（kg/d）	3.47	1.73	1.91	0.22	0.07

表 4-17 项目单艘船生活污水产生情况一览表

污染物产生量	采砂船	过驳船	补给船
污水量（m^3/d）	0.85	0.255	0.255
COD（kg/d）	0.34	0.102	0.102
BOD_5（kg/d）	0.17	0.05	0.05
SS（kg/d）	0.19	0.06	0.06
氨氮（kg/d）	0.02	0.006	0.006
总磷（kg/d）	0.007	0.002	0.002

4.4.4 大气

大气污染主要来源于采砂船舶排放的尾气，其产生的主要决定因素为燃料油种类、机械性能、作业方式和风力等，其中机械性能、作业方式的影响最大，排出的各类燃油废气主要污染物为 SO、CO、NOx 等。海船进入排放控制区，应使用符合《船舶大气污染物排放控制区实施方案》(交通运输部，交海发〔2018〕168 号)船用燃油，燃油燃烧废气产生量不大，影响范围、时间有限，且拟申请采砂区处于相对开阔的海域，距离岸线较远，有利于污染物的扩散，且评价范围内没有敏感点，对周边环境影响有限。因此，一般对其仅进行定性分析。

4.4.5 固体废物

4.4.5.1 生活垃圾

本项目船舶工作人员合计约 102 人，参照《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018），船舶作业人员生活垃圾产生量按 1.5kg/d·人计，则本项目船舶生活垃圾产生量为 153kg/d，每艘船配备 0.9m³固定式垃圾收集容器 3 个，0.75m³的活动式垃圾收集容器 3 个，生活垃圾在船舶上最大暂存周期为 60 天。船舶人员船舶生活垃圾拟经分类收集后，在船舶每月靠岸检修时交由环卫部门清运处理，

不得排放入海。

4.4.5.2 碎石杂物

本项目采砂过程将产生的碎石杂物，根据项目储量核实报告中的勘探成果，砾石的粒径主要在 37.5mm 以内，绝大部分为可以直接作为海砂主要组分之一出售，仅极少量粒径在 37.5mm 以上较大的碎石（其主要成分为贝壳、砾石等）直接回填。

射流采砂船在吸砂管插进砂层开始吸砂的这个过程，其位置基本是固定不动，待该区域吸砂完毕后，进行移动到下一个区域。筛分出的贝壳、砾石等大颗粒物因船上空间有限不能暂存，故筛分出的贝壳、砾石等碎石杂物在采砂船固定不动的状态下从船底直接回填采砂坑。

根据勘探报告，碎石杂物总产生量约为 1843.2 万 $m^3/a \times 2\% = 38.4 \times 10^4 m^3/a$。碎石干容重计为 $1.32t/m^3$，折合后碎石杂物产生量约 3960t/d（$3000m^3/d$）、$50.69 \times 10^4 t/a$。

项目海砂分选产生的碎石杂回填采砂坑，起到修复采矿坑的作用。本项目海砂开采面积约为 321.01 公顷，则碎石杂物沉降的平均厚度约为 $38.4 \times 10^4 m^3 \div (321.01 \times 10^4 m^2) = 0.12m$。

4.4.6 噪声

本项目噪声主要来自船舶施工作业，具有噪声低和流动性的特点，工程处于相对开阔的海域，且近岸居民集中区较远，噪声对周边环境和岛民亦无污染影响。

4.4.7 污染源强汇总

本项目采砂期间的污染源强汇总见下表。

表 4-18 本项目污染源强 汇总表

种类	污染源	主要污染物	发生量	环保措施及排污去向
废水	插管（6艘采砂船）	SS	177kg/s	瞬时源
	吸砂（6艘采砂船）	SS	50.34kg/s	控制采砂范围等；原砂经分选得到海砂产品后，剩余含细砂（小于0.063mm粒级砂）及淤泥的海水，经溢流管进行海底排放，并在管口围挂1米高帷幔，防止悬浮物扩散
	洗砂（6艘采砂船）	SS	920.28kg/s	
	尾矿回填采砂区（6艘采砂船）	SS	0.64kg/s	

	船舶舱底航油污水	石油类	22.56t/d	经收集上岸后，交由有处理能力的单位统一处理
	船舶生活污水	废水量	8.67m³/d	经船舶生活污水收集设施收集上岸后，由接收单位拉运处理
		COD	3.47kg/d	
		BOD_5	1.73kg/d	
		SS	1.91kg/d	
		氨氮	0.22kg/d	
		总磷	0.07kg/d	
固废	生活垃圾	卫生清扫物、废旧包装、瓶、罐等	153kg/d	分类收集上岸后，由城市环卫部门清运处理
	碎石杂物	碎石杂物	3960t/d	回填采砂坑

4.5 工程各阶段非污染环境影响分析

采砂作业使得所在海区的地形地貌发生变化，进而会导致水动力条件的改变；改变海域的冲淤环境，破坏底栖生物的栖息环境，造成海洋生物群落尤其是底栖生物发生相应变化。根据本工程的特点，工程污染环境影响主要是：

（1）采砂后采砂区的海床塌陷对海底地形地貌和海床边坡稳定的影响；

（2）对采砂区邻近岸滩地地形地貌、岸线的影响；

（3）海床变化对水动力环境的影响；

（4）潮流场改变对附近海域冲淤环境的影响；

（5）采砂作业对海洋生态环境的影响；

（6）采砂作业对周边环境敏感区和主要环境保护目标的影响；

（7）采砂作业对航道稳定性和通航环境的影响等。

4.6 环境影响要素识别和评价因子筛选

4.6.1 环境影响要素的识别

采砂施工过程中产生的悬浮泥沙（SS）将对海水和沉积物及海洋生态产生污染；施工队伍的生活废水将统一收集后上岸后处理，不会对周围海域环境产生影响；采砂施工结束后使矿区的水深和地形地貌发生变化，从而引起海流动力的变化和冲淤环境的变化，对海底地形地貌和岸滩稳定性产生影响。另外，开采将对矿区海域的底栖生物造成严重甚至毁灭性破坏，必须对砂矿开采的该方面影响进

行评价，评价因子为底栖生物。

通过对本项目施工期间和施工后的污染物排放状况的分析，同时考虑到在施工期间可能发生的环境风险事故。本次环境影响评价考虑的影响因子主要为SS；采砂结束后引起地形地貌和冲淤环境的变化以及由此带来的生态影响；溢油风险事故对海域水质和生态环境的影响等。

表4-19 环境影响要素和评价因子分析一览表

序号	环境影响要素	工程内容及其表征	影响程度与分析评价深度	评价因子
1	海洋水文动力	采砂作业对工程所在海域潮汐和海流的影响	++	潮汐、潮流变化
2	地形地貌与冲淤环境	采砂作业对作业区地形地貌和冲淤环境的影响	++	海底泥沙冲淤变化
3	海洋沉积物环境	扰动底床，使底泥沉积物发生再悬浮；造成一定量的海洋沉积物迁移和海底床面冲淤	++	铜、铅、锌、镉、铬、总汞、砷等
4	海水水质	采砂作业产生的悬浮泥沙，施工船舶含油污水、船舶施工人员产生的生活污水	++	悬浮物、COD、BOD_5、石油类等
5	海洋生态	采砂作业产生的悬浮泥沙及采砂作业对海洋生态环境的影响	++	游泳生物损失量
			+++	底栖生物损失量
			++	游泳动物、鱼卵仔鱼损失量
6	固体废弃物	施工人员产生的船舶生活垃圾	+	生活垃圾
		来自作业船舶	+	船舶舱底含油污水
		来自船舶作业人员生活垃圾和碎石杂物等	+	固体废物
7	环境风险	溢油事故风险	+++	油膜扩散
8	通航环境	采砂期间项目所在海区作业船只增多，对过往船只的安全通航可能产生一定程度的影响	+	通航安全

注：1、+表示环境影响要素和评价因子所受到的影响程度为较小或轻微，需要进行简要的分析与影响预测；
2、++表示环境影响要素和评价因子所受到的影响程度为中等，需要进行常规影响分析与影响预测；
3、+++环境影响要素和评价因子所受到的影响程度为较大或敏感，需要进行重点的影响分析与影响测。

4.6.2 评价因子筛选

根据本工程主要环境影响要素，所在海区的环境敏感区、环境敏感目标和主要环境保护对象，确定其污染要素主要评价因子为：

（1）污染性环境影响要素识别和评价因子筛选

水质环境现状评价因子为：pH、盐度、悬浮物、化学需氧量、溶解氧、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、氨氮、活性磷酸盐、氰化物、硫化物、挥发性酚、有机氯农药（六六六、滴滴涕）、石油类、重金属（铜、锌、铅、镉、铬、汞、砷）、多环芳烃、多氯联苯等。环境影响预测评价因子为SS。

沉积物环境现状评价因子为：有机碳、石油类、重金属（总汞、铜、铅、镉、锌、铬、砷）、硫化物、挥发酚、粒度。

生态环境质量现状分析因子为：叶绿素与初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物、鱼卵仔鱼、游泳生物、生物体质量（总汞、砷、铜、铅、锌、镉、铬、石油烃等）。

（2）非污染性环境影响要素识别和评价因子筛选

砂矿开采后将形成一个大矿坑，使矿区的水深和地形地貌发生变化，从而引起矿区及周边海区流场（流向和流速）的变化。流场的改变又会引起海底泥沙冲淤场的变化，进而对海底地形地貌和岸滩稳定性产生影响，因此，必须对砂矿开采的上述非污染性环境影响进行评价。

其评价因子为：水文动力条件（潮汐、潮流）、地形地貌与冲淤（海底泥沙冲淤场）环境的变化。开采将对矿区海域的底栖生物造成一定程度的影响，评价因子为底栖生物的损失量。此外，采砂作业将产生悬浮物将对施工作业区周边的浮游生物、游泳动物、鱼卵、仔鱼产生影响，评价因子为游泳动物、鱼卵、仔鱼损失量和浮游生物损失量。

5 区域自然环境概况

5.1 区域自然环境概况

5.1.1 地理位置

葫芦岛市位于辽宁省西部沿海，东与锦州为邻，西与山海关毗连，南临渤海湾，北与朝阳市接壤，是东北地区进入关内的重要门户。地理坐标介于东经 119°12′47″～121°02′，北纬 39°59′～41°12′之间，中心地理方位为东经 120°38′，北纬 40°56′。南北垂直最大跨度约 133km，东西垂直最大跨度约 150km，土地总面积 1.04×10^{4}km^2；海岸线长 285.38km，管理海域面积 3524.15km^2。辖 3 区、2 县、1 市，2020 年末全市总人口 272.4 万人。

葫芦岛地势由西北向东南呈阶梯状降低，西北多低山丘陵，东南沿海平原为一狭长地带，素有“辽西走廊”之称。葫芦岛市地处“环渤海”经济圈，西南接“京津冀”经济圈，是辽宁沿海经济带和“一带一路”重要节点，兼得“辽蒙欧”综合交通大通道之利，发展海洋经济具有良好的区位优势。

葫芦岛市地理区位见图 5-1。

5.1.2 气候特点

葫芦岛市属暖温带半湿润半干旱季风大陆性气候。四季分明，光照充足，季风明显，夏无酷暑，冬无奇寒，雨热同期，有利于作物生长。降水年际间差异较大。年平均径流深 135～226mm，最大径流深 235mm，最小径流深 98.4mm。多年平均降水量 525～617mm。径流年际变化很大，年内分配也很不均匀，多发生在 7、8 两月，6～9 月为雨季。洪水主要由暴雨产生，陡涨陡落，峰高量大，一次洪水历时一般为 3～5 天。年内变化极不均匀，6～9 月降雨占全年的 75%，春、秋降雨比例较小，夏季降水占全年 68%。冬季多为西北风，夏季多为东南风，大风天数 2～25d，平均风速 2.6～3.8m/s。由于受台风影响，水、风、雹、旱灾时有发生，重的造成严重减产甚至绝收。平均气温 8.7～10.0℃，年气温最高 40.8℃，最低-25.0℃，适于多种植物生长。≥10℃积温为 3428～3722.8℃。年均蒸发量

1476.1～1945.2mm。年均无霜期 165～184 天。结冻期较长，土壤冻深 79～120cm，年均相对湿度 63.94%。多年平均降雨量 525～617.4mm。

5.1.3 地表水系

葫芦岛流域共分三大水系，分别为大凌河水系、小凌河水系、沿海诸河水系。按地理位置划分，葫芦岛市大部分地区属于辽东湾西部沿渤海诸河水系，主要分布河流有六股河、兴城河、烟台河、五里河、连山河等 65 条河流；建昌县及绥中县的西北部小部分地区属于滦河及冀东沿海诸河水系，分布河流有清水河、水龙河、朱石岭小河、石河 4 条河流。大小凌河 2 条大型河流皆发源于葫芦岛市建昌县。葫芦岛市流域面积大于 50 平方公里的河流共有 69 条，按河流类型划分均属于山地型河流。流域面积在 5000 平方公里以上的大型河流共有大凌河、小凌河 2 条；流域面积在 1000-5000 平方公里的河流共有六股河、女儿河 2 条；流域面积在 500-1000 平方公里的河流共有兴城河、黑水河、狗河、石河 4 条；流域面积在 100-500 平方公里的河流共有烟台河、五里河等 28 条，流域面积在 50-100 平方公里的河流有 33 条。水库共 66 座，大型水库 6 座，中型水库 3 座，小型水库 57 座。

5.1.4 矿产资源

葫芦岛市石油资源丰富主要分布在辽东湾连山区—兴城海域，是辽东湾海域石油资源的组成部分。此外，葫芦岛还拥有丰富的滨海沙矿资源。JZ20—2 凝析气田位于渤海北部，西北距葫芦岛港 50km，总含烃面积 24.1km^2，天然气地质储量 135 亿立方米，可采量 95 亿立方米，凝析油地质储量 332 万吨，可采量 117 万吨，原油地质储量 452 万吨，可采量 55 吨。滨海沙矿海滨地带由于河流、波浪和海流作用，重矿物聚集形成沙床。六股河口海积阶地大面积的沙石中砾石占 70%左右，砾径 2—5 厘米占多数，海砂资源储量丰富，海砂品质高。岩石成分以混合花岗岩、灰色安山岩为主，石英沙次之。

5.1.5 森林资源

葫芦岛市自然概貌为七山一水二分田，总土地面积为 1041494 公顷，其中林业用地 527269.8 公顷，占土地总面积的 50.6%，森林面积 365398 公顷，森林覆

盖率为35.4%。全市活立木蓄积6789675立方米，森林蓄积5743053立方米，其中：针叶林2869666立方米，阔叶林2817157立方米，针阔混交林56130立方米，疏林地15569立方米，散生林1092立方米，四旁树1029961立方米。在有林地中，用材林面积59956.2公顷，防护林161851.4公顷，经济林面积117022.9公顷，薪炭林22705.3公顷，特用林3861.4公顷。树种分配特点是结构相对单一，分布最多的为杨树、油松、刺槐，分别为13570.8公顷，蓄积924765立方米、83558.9公顷，2827946立方米、81122.9公顷，蓄积946796立方米。

5.1.6 生物资源

葫芦岛市生物资源丰富。按动物地理区划是华北、蒙新、东北三个动物地理区相互交错种过渡地带，境内陆生野生脊椎动物共有432种，其中属国家重点保护动物58种。在植物区系上处于华北植物区系内，植物种类复杂、资源比较丰富。

5.1.7 土地资源

葫芦岛市土地总面积10414.93平方千米。农用地面积7271.02平方千米，占土地总面积的69.8%。耕地2259.08平方千米，占农用地面积的31%；园地1087.18平方千米，占农用地的15%；林地3088.35平方千米，占农用地的42%；牧草地627.28平方千米，占农用地的9%；其他农用地209.13平方千米，占农用地的3%。

5.1.8 海洋水文条件

5.1.8.1 潮汐

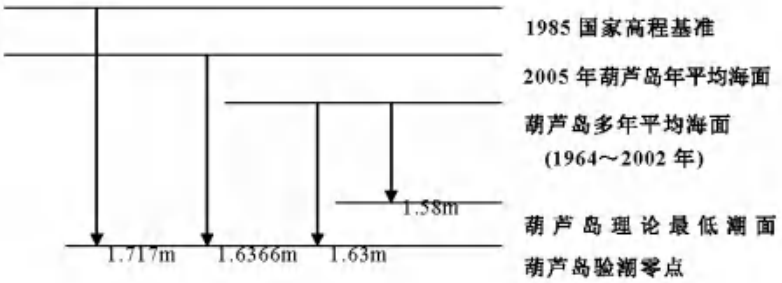
葫芦岛海域的潮波经东海进入辽东湾海区形成不同潮波系统，在传播过程中因受地转偏向力和海底地形及曲折岸线的影响，使潮汐类型、潮差等潮汐特征呈现明显差异。

1、潮汐性质

根据葫芦岛海洋站多年资料统计分析，本海区的潮汐属不正规半日潮，其潮汐型态系数K=(Hk1+Ho1)/Hm2=0.67，潮汐强度中等。

2、基面关系

根据2006年葫芦岛海军水下地形测量结果和葫芦岛海洋站2005年完整一年的潮位观测资料，计算出葫芦岛海域的各基面关系如下：



3、潮位特征值

根据葫芦岛海洋站多年（1963～1992年和2005年）的潮位资料以及芷锚湾海洋站2004、2008年数据统计潮位特征见下表。

表5-1 葫芦岛市潮位特征值统计表

项目	葫芦岛海洋站1960-1992	葫芦岛海洋站2005
最高高潮位（m）	4.56	4.27
最低低潮位（m）	-1.19	-1.40
平均高潮位（m）	2.85	
平均低潮位（m）	0.81	
平均潮位（m）	1.84	1.86
最大潮差（m）	4.06	3.55
最小潮差（m）	0.12	
平均潮差（m）	2.05	
起算面	葫芦岛理论最低潮面（新）	

4、乘潮水位

根据葫芦岛海洋站1982年实测潮位资料进行统计，得到乘潮2小时保证率为90%的乘潮水位为0.87m，具体见下表。

表5-2 葫芦岛乘潮水位

港区	乘潮历时	保证率			
		80%	85%	90%	95%
绥中	2小时	1.07	1.0	0.88	0.71

5.1.8.2 海流

葫芦岛海域的潮流属不规则半日浅海潮流，潮流流速中等，潮流运动基本呈典型的往复流运动。

绥中海域涨落潮流基本呈西南～东北方向的沿岸运动，涨潮流流向为 60°～80°，落潮流流向为 220°～270°。各垂线涨、落潮流基本呈往复流变化，各站涨、落潮历时基本相当，涨、落潮平均流速均在 0.15～0.5 m/s 之间，流速变化不大，潮流动力不强。

5.1.8.3 波浪

根据葫芦岛海洋站 16 年的实测资料（1963、1965～1969、1971、1973～1977、1979、1981、1989、1994 年）统计：葫芦岛海域以风浪为主，风浪与涌浪之比为 3：1。常浪向 SSW，频率 27.13%；次常浪向 S，频率 11.9%。强浪向 SSW，实测最大波高 4.4 m，对应 H1/10 波高 4.0 m，周期 5.3 s，当时风速 22 m/s，风向 SSW。该浪向实测 H1/10≥2.0 m 的波高出现频率为 0.32%。次强浪向 SSE，实测最大 H1/10 波高为 3.8 m，周期 T=6.6 s。对应实测最大波高 4.6 m，该浪向实测 H1/10≥2.0 m 的波高出现频率为 0.03%。详见波玫瑰图图 5-2。

5.1.9 泥沙来源

绥中海岸位于辽东湾湾顶附近，所处海域潮流较弱，在波浪长期作用下，形成了环海寺角咀与强流河之间岬角弧形海岸，强流河河口以东为平直沙质海岸，走向大致为 ENE。沿岸分布众多入海河流，自东向西分布有六股河、猫眼河、狗河、石河、洪流河、强流河、九江河和金丝河等，大多数河流上游已建水库。工程海域泥沙来源就目前情况而言，主要为河流来沙及海岸侵蚀来沙。河流来沙是工程海域主要的泥沙来源。

六股河是辽西地区含沙量较大的河流之一，河口所在海岸线大体呈 NE-SW 走向，西北高，东南低。六股河流经建昌县、兴城市，至绥中县注入渤海，河流全长 158km，流域面积 3080km^2。

根据《六股河流域年径流量观测及趋势分析》（郭丽），根据绥中水文站和前白水水文站 60a 的观测数据，六股河流域年径流量年际间变化差异性较大，其中，1969 年绥中水文站年径流量最大，达到 1729.14×10^{6}m^3，1992 年年径流量最小值降低到 89.48×10^{6}m^3，最大值大约是最小值的 19.324 倍。通过对六股河流域年径流量进行统计分析，7 月份的年径流量比重较大，约为全年径流量的 75%。

根据《青山水库建设对六股河泥沙及河口形态影响分析》（李钊成等），六股

河流域多年平均悬移质输沙量为 99 万 t，六股河绥中段从 2000 年起开始年均 60 万 t 的大规模采沙活动，在 1960-1977 年建设多个水库。青山水库坝址位于六股河中游的干流上，于 2016 年建设，根据实测资料统计，水库多年平均入库悬移质输沙量为 56.49 万 t，水库推移质多年平均 8.47 万 t，多年平均入库总沙量为 63.02 万 t。青山水库运行后，多年平均六股河干流入海泥沙量约为 44.49 万 t。六股河输沙量年际间分配也很不均匀，输沙量主要集中于丰水年，如绥中站 1963 年输沙量为 585 万 t，而 1992 年输沙量仅为 0.16 万 t，两者相差 3573 倍。因此水库运行后，只有在汛期由溢洪道泄水时才会有少部分悬移质泥沙能够下泄，枯水期入海泥沙量较少。河道采砂活动及水库建设等人类活动导致河流入海泥沙量减少，导致岸滩及近岸海域河流供沙大幅减少。

绥中站年径流量年际见图 5-3。

5.1.10 区域地质

项目区位于华北陆块的东北部，根据陆块内地壳在发展演化中的时空差异，可进一步划分为辽西地块、辽东地块和下辽河裂谷带三个次一级大地构造单元。

辽西地块：项目区仅占据辽西地块的南部，辽西地块是在最初的辽西原始陆核的基础上不断增生演化而成的，经过晚太古代的阜平运动和五台运动，原始陆核克拉通化，形成最终稳定地块。残余原始陆核变质结晶成为本区的结晶基底，结晶基底由变质深成侵入岩和变质表壳岩组成。本区自古元古代开始，地壳运动主要表现为非均衡性升降活动为主，沉积和剥蚀作用交替发生，古元古代至早古生代奥陶纪中期本区接受巨厚的盖层型海相、海陆交互相沉积，晚奥陶世后地块整体抬升，缺失晚奥陶世-早石炭世沉积地层。三叠纪印支期作为本区东南部边界的郯庐断裂再次活动，由于基底的差异性升降，本区总体表现为整体抬升，与辽西地块毗邻的下辽河裂谷开始形成，印支晚期晚三迭世碱厂超单元花岗闪长岩自项目区中部侵入。中生代晚印支期之后，由于库拉-太平洋板块向欧亚板块的持续俯冲，本区进入大陆边缘活动代发展阶段，特别是燕山运动在本区表现强烈，形成一系列北东、北北东方向的断裂及受断裂控制的永安、兴城、锦州、阜新一义县等系列中生代火山岩断陷盆地，同时项目区内发生大规模岩浆侵入活动。

辽东地块：辽东地块与周围构造单元大致以郯庐断裂和鸭绿江断裂为界分开，

其基底由太古代和古元古代变质上壳岩和变质深成侵入体构成，基底的形成经历了太古代和早元古代两次克拉通化。早太古代时期本区就出现了最初的原始硅铝壳，太古代晚期五台运动，使本区早期地层褶皱，岩浆活动剧烈，同时发生区域中温变质作用和混合花岗岩化作用；完成本区第一次克拉通化。古元古代本区出现陆间裂谷，接受了巨厚辽河群裂谷型沉积，吕梁运动使裂谷夭折，辽河群发生褶皱，并发生区域动力-热流多相变质作用，重熔型花岗岩底辟侵位，本区再次克拉通化。中元古宙本区抬升，无盖层沉积，晚元古代本区再次下沉，青白口系在大连—复州地区厚达 6900 米，其上的震旦系地层总厚度 6700 米，本区的上元古界具有大陆裂谷型沉积特点。自中生代印支期开始，由于库拉-太平洋板块向欧亚板块的俯冲，地块内发生印支期陆内造山活动，引起区内动力变质作用和大规模壳幔同熔型花岗岩侵入，并在大连、复州地区形成大规模北东向推覆构造、压性逆断层。燕山期陆内造山活动相对减弱，

构造线以北东、北北东方向为主，形成一系列北东、北北东方向压性、压扭性断层和受这些断层控制的断陷火山岩盆地。

下辽河裂谷带：本区是郯庐断裂带的组成部分，宽度可达 60 公里，其基底为太古代变质岩石，其形成是由于印支、燕山期郯庐断裂活化，引起基底差异性升降，形成盆地，盆地内沉积了巨厚的新生代地层。

5.1.11 区域地层及矿区地层

5.1.11.1 区域地层

葫芦岛区域内地层发育较齐全，从太古界至新生界均有出露。太古宙岩石单元以片麻状花岗岩为主，有后期岩脉穿切。中、新元古界总体上可与蓟县剖面对比，但有些单元岩相特征、接触关系等方面有所不同。下古生界发育有寒武系和奥陶系，上古生界发育上石炭统本溪组和二叠系。区内中生界较为发育，但连续性较差，且各时代地层分布于数个独立盆地内。新生代燕山地区正在隆升剥蚀过程中，无沉积，仅局部地区发育有第四系更新统棕红色粉砂质粘土和淡黄色土（Q^{2-3}）以及全新统现代山区河床砂砾沉积（Q^{4}）。

项目区内地层均属于华北地层区，现按项目对海岸分区，将项目区地层按辽西地区、辽东地区、下辽河平原区进行综述。

1、太古界变质上壳岩

新太古界变质上壳岩是项目区结晶基底的组成之一，呈大小不等的包体赋存在新太古代 变质深成岩中，由于遭受后期多期次变质变形作用，其原始层序已无法恢复，主要组成岩石 包括斜长角闪岩、磁铁石英岩、斜长角闪片麻岩、角闪斜长片麻碧、角闪石岩、大理岩等。太古界主要分布在辽西地区和辽东地区。

2、元古界

下元古界只分布于辽东地区，下部辽河群为一套中浅变质岩系，与太古界呈不整合接触，岩性主要为片岩、变粒岩、大理岩、千枚岩，出露于营曰、辽阴、岫岩、宽甸等地。上部榆树应子群以石英岩为主，夹绢云石英片岩、千枚岩，出露于庄河、盖州一带。

中元古界地层在辽西主要分布于辽西地区杨家杖子、养马甸子一南票区一线及葫芦岛市区周围。长城系不整合于新太古代岩石之上，常州沟组、串岭沟组、大红峪组及高于庄组下部以陆源碎屑岩为主，夹少量内源岩，主要岩性包括石英砂岩、长石石英砂岩、砾岩、页岩等；高于庄组中部和长城系上部地层以浅海碳酸岩沉积为主，夹少量陆源碎屑岩。主要岩性包括含锰白云岩、含燧石条带(结核)白云岩等。蓟县系杨庄组为薄层、中厚层燧石条带白云岩、含砂质白云岩、角砾白云岩夹硅质岩扁豆体。雾迷山组为中厚层、厚层白云质灰岩、含燧石条带或结核白云质灰岩、条纹状灰岩夹灰岩、叠层石灰岩及硅质岩。

上元古界分布于辽西地区和辽东地区，辽西地区上元古界称为青白口系，项目区内仅出 露景儿峪组，与下伏地层是平行不整合接触，主要岩性包括含砾长石石英砂岩、含海绿石长石石英砂岩、石英砂岩，薄层灰岩、页岩。辽东地区上元古界地层分布于大连一复州地区，除发育青白口系外，尚发育震旦系地层，青白口系由碎屑岩、粘土岩和碳酸岩组成，根据岩性分为永宁组、钓鱼台组、南芬组和桥头组，总厚度 760-6940 米。震旦系分为五行山群长岭 子组、南关岭组、甘井子组和金县群营城子组、十三里台组、马家屯组、崔家屯组、兴民村组，岩性为石英砂岩、长石砂岩、页岩、泥质岩、碎屑灰岩、叠层石灰岩组合。

3、古生界

下古生界在项目区出露范围较小，辽东地区主要分布于复州湾和零星分布于

大连、庄河沿海地带，辽西地区主要分布于杨家杖子、红螺蚬、钢屯等地区，地层总体呈北东走向。

寒武系地层由昌平组(辽西)灰色豹斑状白云质灰岩夹含燧石结核灰岩，碱厂组(辽东) 灰岩、钙质页岩、泥灰岩或泥质页岩夹深灰色沥青质灰岩及砂岩，馒头组紫红色页岩、白云 质灰岩，张夏组灰色中厚层-巨厚层鲕状灰岩、结晶灰岩，崮山组、炒米店组灰色薄层-中厚层鲕状灰岩、微晶灰岩、生物碎屑藻灰岩、竹叶状灰岩等地层组成。奥陶系地层由冶里组灰岩夹页岩，亮甲山组含燧石结核灰岩、白云岩，马家沟组灰岩夹白云岩、角砾状灰岩、角砾状白云岩等组成。

上古生界在区内仅零星出露于辽西地区葫芦岛市杨家杖子、红螺蚬和辽东地区大连复州湾镇等地。石炭系在本区表现为由本溪组、太原组及二叠系山西组构成的月门沟群存在，岩 性由下部的砂岩、页岩、泥岩夹煤层，中部的砂岩、页岩、灰岩夹煤层及上部的砂岩、页岩、铁铝质岩等组成。二叠系由石河子组的砂岩、粉砂质泥岩夹煤线和蛤蟆山组的砾岩、砂岩、火山岩等组成。

4、中生界

三叠系在项目区内仅分布在辽西葫芦岛地区，由红应组砂岩、粉砂岩、页岩夹砾岩和羊草沟组砂岩、砾岩、凝灰岩、页岩夹煤线等组成。侏罗系、白垩系地层在项目区零星分布，主要为陆相火山岩和含煤碎屑岩建造。

5、新生界

第三系分布于下辽河平原地区，下第三系以湖相、河流相沉积为主，是煤、油页岩和石油的含矿层位。上第三系岩性为砂砾岩、玄武岩。

5.1.11.2 矿区地层

矿区属第四纪近海沉积相，地层近水平层状，主要为黄褐色、灰褐色砂层，局部夹灰褐色、黄褐色粉质粘土、淤泥质粉质黏土层。

5.2 海洋资源

葫芦岛市海岸线东起连山区塔山乡上坎子村老河口，西至绥中县万家镇孟家村红石礁，海岸线总长237公里。葫芦岛市海域中共有4个岛屿，岸线总长32公里，它们依次是菊花岛：面积 13.5 平方公里，最高海拔高度 198.2 米，岸线长

23.4公里；磨盘山岛：最高海拔高度20.8米，岸线长1.98公里；张家山：最高海拔高度55.5米，岸线长2.34公里；小海山：最高海拔高度46.8米，岸线长3.39公里。葫芦岛市滩涂面积有14693公顷，沿海滩可分为三种类型：连山区塔山乡、兴城市中部为平缓的泥滩和砂泥滩；望海寺、兴城的双树、四家子、海滨和菊花岛东部及绥中的芷锚湾部分岸段为岩礁岸；绥中小庄子、网户、兴城沙后所等为沙滩或泥砂滩。

葫芦岛海区沿岸的带适于渔业利用的海底面积约有66667公顷，其中岩礁海底约760公顷，蕴藏着丰富的贝类和海珍品资源。2003年海水总产量307.939吨，其中海洋捕捞量178.245吨，海水养殖产量129.694吨，养殖面积292.230亩，主要种类为鱼、虾、蟹、贝。另外，葫芦岛市宜港岸线19.2公里，是辽宁省宜港岸线的（186.7公里）10.3%，处省内第二位，其中深水岸线11.0公里，中水岸线5.5公里，浅水岸线2.7公里，其中深水岸线占辽宁省的（89.6公里）12.3%。

5.2.1 港口资源

葫芦岛市海岸的主体类型为丘陵台地基岩岸，基岩岸通常具有较沙质堆积岸比降大的滨岸水下斜坡，由此形成优越的自然水深，拥有可开发的中、深水港口资源，大陆涉港基岩岸中的深水岸段（10米等深线平均距岸小于3公里）分布长度约为24.9公里，占涉港基岩岸段的44%；中水岸段（5米等深线平均距岸小于2公里）分布长度约31.3公里，占56%。全境平均约煤30公里就有一个良好港址岸段，且多数航道短直，距岸2-3公里分布有可作深水锚地的淤泥粉沙底质。

葫芦岛港现已形成为由柳条沟港区、绥中港区、北港港区和兴城港区组成的“一港四区”总体格局。其中港口设施和港口运输业主要集中在柳条沟港区和绥中港区。

5.2.2 航道

目前绥中港区石河东作业区主航道按照5万吨级单向乘潮设计，乘潮延时2小时，保证率95%，航道起点位于通用码头港池边界，终点为-14.5m等深线。

36-1码头航道按照单向5万吨级油船乘潮设计，航道宽度为168m，设计底标高-14.1m，航道方位为0°～180°。

电厂一期码头及七星造船厂航道按照单向 30 万吨级船舶（空载）乘潮考虑，航道宽度为290m，设计底标高-8.5m，航道方位为0°～180°。

电厂二期码头航道按照单向 5 万吨级散货船乘潮考虑，航道宽度为 150 m，设计底标高-14.0m，航道方位为0°～180°。

航道分布情况见下表。

表 5-3 绥中港区航道情况表

航道	底标高 (m)	长度 (km)	宽度 (m)	通航等级 (万 DWT)
石河东作业区	-14.5	5.6	150	5
36-1 码头	-14.1	8.2	168	5
电厂一期	-8.5	7.8	290	30（造船）
电厂二期	-14.0	4.2	150	5

5.2.3 锚地

截至 2021 年底，绥中港区现有 2 块锚地。

5.2.4 海砂资源

滨海砂矿海滨地带由于河流、波浪和海流作用，使重矿物聚集形成砂床。绥中县滨海砂石资源丰富，估计储量超过 2 亿立方米。六股河口海积阶地大面积的砂石中砾石占 70%左右，砾径 2-5 厘米占多数。岩石成分以混合花岗岩、灰色安山岩为主，石英砂次之。

5.2.5 保护区

（1）六股河入海口滨海湿地自然保护区

六股河入海口滨海湿地自然保护区为市级自然保护区，地处辽宁葫芦岛绥中县与兴城市交界地带，位于葫芦岛市兴城市刘台子镇山东村与绥中县小庄子乡大渔场村之间，渤海辽东湾西岸，地理坐标介于东经 120°27′57″～120°30′43″、北纬40°16′～40°17′30″，总面积 1011 公顷，其中陆域面积 351.0 公顷，占总面积34.7%；滩涂面积 269.0 公顷，占总面积 26.6%；海域面积 391.0 公顷，占总面积38.7%。六股河入海口滨海湿地自然保护区核心面积 380 公顷，缓冲区面积 242公顷，实验区面积 389 公顷。

六股河入海口滨海湿地自然保护区湿地类型丰富，包括浅海湿地、河流湿地、潮间滩涂湿地、低草草甸湿地及人工湿地等。同时是珍稀候鸟迁徙通道上的必经之路，是野生水禽重要栖息地与繁殖地，在全省湿地中占有重要地位。湿地总面积 949.7hm^2，占项目区总面积的 93.9%，具有滨海河口湿地的典型特征。主要植被类型包括非地带性杨树林和暖温性灌草丛 2 种，分属 54 科 365 种，代表植物有碱蓬、羊胡子苔草、三芒草及大叶章等。主要鸟类分属 17 目 50 科 144 属 241 种（亚种），其中国家Ⅰ级保护鸟类 11 种，省级重点保护鸟类 37 种。冬候鸟 26 种、夏候鸟 73 种、留鸟 61 种、旅鸟、迷鸟 81 种。保护区内现存陆生野生动物种类和数量均不高，特别是大中型动物几乎绝迹。项目区常见哺乳动物包括黄鼬、狐、狗獾、蒙古兔、花鼠、麝鼠等；两栖动物包括花背蟾蜍、粗皮蛙、北方狭口蛙等；爬行动物包括北滑蜥、棕黑锦蛇、团花锦蛇、无蹼壁虎等。淡水生物资源包括饵料生物等水生物摄食和转化为上述动物机体的生物。保护区内分为浮游植物、浮游动物、低栖动物三种类型。保护区地靠辽东湾，海洋资源十分丰富，近海海洋生物包括 3 大类 501 种，其中浮游生物 160 种、底栖生物 189 种、游泳生物 152 种。

葫芦岛六股河入海口滨海湿地自然保护区功能分区见图 5-4。

（2）辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区

辽东湾国家级水产种质资源保护区，其总面积为 23219km^2，其中核心面积 9625km^2，实验区总面积为 13594km^2。核心区特别保护期为 4 月 25 日～6 月 15 日。保护区位于渤海的辽东湾、渤海湾和莱州湾三湾内，范围在东经 117° 35′ ～122° 20′ E，北纬 37° 03′ ～41° 00′ N。其中，辽东湾保护区总面积 9935km^2，其中核心区面积 1755km^2，实验区面积 8180km^2。

辽东湾保护区位于辽东湾北部海域，海岸线西起绥中县和兴城市的交界点六股河入海口，向东北经葫芦岛连山河入海口、锦州的大笔山为折点，向东经大凌河入海口、大鱼沟，双台子河口为拐点，向东南经二界沟、辽河口、东至大清河口，向西南经大望海赛、鲅鱼圈、仙人岛，南至营口市和大连市交界点浮渡河入海口。

辽东湾保护区主要保护对象为：小黄鱼、蓝点马鲛、银鲳等主要经济鱼类及梭子蟹。栖息的其它动物包括中国对虾、黄鲫、青鳞沙丁鱼、鲅、凤鲅、玉筋鱼、

黄姑鱼、白姑鱼、叫姑鱼、棘头梅童、花鲈、鳙鱼、鳙、文蛤、银鱼、毛蚶、脊尾白虾、脉红螺等。

本项目位于辽宁省绥中县外海域，与辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区核心区最近距离为 53.9km，位于保护区实验区内的西南部边缘外6.97km处。

辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区功能示意图见图5-5。

5.2.6 渔业资源

葫芦岛渔业系归于环渤海渔业区，鱼类有 40 多种，主要经济鱼类约 20 多种。其中，头足类5种，虾蟹类15种，海蟹2种。在鱼类当中以近海底层鱼类为主，中上层鱼类次之；从适温生态类型来看，以适暖温、广温性鱼类居多，约占60.97%，暖水性次之，占 24.39%，冷温性最少，仅占 14.63%。其它游泳生物与鱼类相比多样性较低，头足类仅日本枪乌贼、曼氏舌针乌贼等数种。经济虾蟹类也只有中国对虾、鹰爪糙对虾、中国毛虾、三疣梭子蟹等十几种，但它们当中的许多种类，产量颇高，经济价值高，在本市渔业中占有重要地位。磨盘山岛的海参、连山湾的沙蚕、兴城的多宝鱼、绥中的扇贝等海产品已经在行业内具备较高的知名度。

5.2.7 主要经济鱼种“三场一通”分布

根据《黄渤海区渔业资源调查和区划》，项目周边海域主要有小黄鱼、蓝点马鲛、银鲳等鱼类的产卵场、索饵场和洄游通道。项目与地方性鱼类资源洄游模式图叠图见图5-6。项目与洄游性鱼类洄游模式图叠图见图5-7。

（1）黄渤海区内主要洄游性鱼类为黄渤海种群的暖温性鱼类，越冬场位于黄海中南部至东海北部的连青石、大沙、沙外及江外渔场。春、夏季鱼群大致分三路北上产卵洄游，各路的洄游模式特征是：一路向西偏北经长江口、吕泗外海进入山东南部日照近海产卵场产卵。秋季在海州湾、连青渔场索饵，入冬后返回越冬场；另一路向西北到达山东半岛以南近海产卵，产卵后即分布在附近海区索饵，直到进行越冬洄游；第三路鱼群的洄游路线比较长，由越冬场直接北上到达成山头外海，然后分成 2 支，一支继续向北到鸭绿江口进行产卵，另一支则折向

西，经烟威外海进入渤海，分别游向莱州湾、渤海湾及辽东湾等产卵场，入秋后又分别从各湾游出渤海，返回原越冬场。属于这一类群的鱼类主要是底层鱼类有小黄鱼、带鱼、黄姑鱼、蓝点马鲛、真鲷、黄鲫、青鳞、斑鰶、鳀鱼等。

（2）小黄鱼是辽东湾的主要经济鱼类，一般春季向沿岸洄游，3～6 月间产卵后，分散在近海索饵，秋末返回深海，冬季于深海越冬。其越冬场在黄海中南部至东海北部，每年 4 月份北上到达成山头外海，然后分 2 支，一支继续向北到鸭绿江口进行产卵，另一支则向西，经烟威外海进入渤海，分别游向莱州湾、渤海湾和辽东湾等产卵场，产卵期为 5 月～6 月，由南向北略为推迟，产卵场一般都分布在河口区和受入海径流影响较大的沿海区，底质为泥砂质、砂泥质或软泥质，产卵场的主要范围一般都分布在低盐水与高盐水混合区的偏高温区。其产卵场、索饵场和洄游通道分布，见图 5-8。

（3）蓝点马鲛是从黄东海洄游到渤海的重要大型经济鱼类。每年 3 月鱼群便开始陆续游离越冬场向北生殖洄游，一般 4 月下旬进入渤海的莱州湾、辽东湾、渤海湾及滦河口诸产卵场，渤海诸渔场的鱼群 5 月中旬至 6 月上旬为产卵期，并在附近海域分散索饵。见图 5-9。

（4）银鲳属暖水性，中上层集群性经济鱼类，是由黄海洄游到渤海产卵和索饵的洄游性鱼类。平时分散栖息于潮流缓慢的近海，生殖季节集群游向近岸及河口附近。银鲳具有显著的与其它近海性鱼类的产卵场分布极为相似的共同点，河口浅海混合海水的高温低盐度区，水深一般为 10~20 米左右。渤海银鲳的产卵期为 5 月上旬至 7 月下旬。其产卵场和回游路线分布见图 5-10。

5.3 海域使用开发利用现状

引用《辽宁省绥中县六股河口外海域 KT2 区块海砂开采项目海域使用论证报告书》中海域使用现状调查结果，本项目附近的开发利用项目主要包括 KT1 区块海砂开采、海水养殖等，本项目周边海域用海现状见图 5-11，周边用海情况见下表所示。

表 5-4 项目附近开发利用现状统计表

序号	项目名称	使用权人	海域使用类型	宗海面积	项目位置	与拟建项目位置关系

				（hm²）		
1.	富兴渔港	张世明	交通运输用海	3.818	葫芦岛市绥中县	不重叠不相邻
2.	港池、航道	绥中县二河口新村渔港	渔业用海	6.0294	葫芦岛市绥中县	不重叠不相邻
3.	港池	张磊（南江渔港）	渔业用海	2.496	葫芦岛市绥中县	不重叠不相邻
4.	李桂荣开放式养殖用海	李桂荣	渔业用海	284.0301	葫芦岛市绥中县	不重叠不相邻
5.	郭英波开放式养殖用海	郭英波	渔业用海	277.4058	葫芦岛市绥中县	不重叠不相邻
6.	赵幸一开放式养殖用海	赵幸	渔业用海	277.4479	葫芦岛市绥中县	不重叠不相邻
7.	赵荣荣开放式养殖用海	赵荣荣	渔业用海	284.3116	葫芦岛市绥中县	不重叠不相邻
8.	赵春友开放式养殖用海	赵春友	渔业用海	266.2188	葫芦岛市绥中县	不重叠不相邻
9.	杨仲波开放式养殖用海	杨仲波	渔业用海	278.522	葫芦岛市绥中县	不重叠不相邻
10.	黄海涛开放式养殖用海	黄海涛	渔业用海	279.2758	葫芦岛市绥中县	不重叠不相邻
11.	贺国春开放式养殖用海	贺国春	渔业用海	262.504	葫芦岛市绥中县	不重叠不相邻
12.	何宇壮开放式养殖用海	何宇壮	渔业用海	255.2505	葫芦岛市绥中县	不重叠不相邻
13.	柴春玲开放式养殖用海	柴春玲	渔业用海	262.5886	葫芦岛市绥中县	不重叠不相邻
14.	揣庆石开放式养殖用海	揣庆石	渔业用海	274.4744	葫芦岛市绥中县	不重叠不相邻
15.	郭建开放式养殖用海	郭建	渔业用海	287.3908	葫芦岛市绥中县	不重叠不相邻
16.	于航开放式养殖用海	于航	渔业用海	282.9156	葫芦岛市绥中县	不重叠不相邻
17.	杜亚娟开放式养殖用海	杜亚娟	渔业用海	274.1592	葫芦岛市绥中县	不重叠不相邻
18.	杨景东开放式养殖用海	杨景东	渔业用海	268.8166	葫芦岛市绥中县	不重叠不相邻
19.	杨洪勇开放式养殖用海	杨洪勇	渔业用海	277.6862	葫芦岛市绥中县	不重叠不相邻
20.	魏书静开放式养殖用海	魏书静	渔业用海	285.539	葫芦岛市绥中县	不重叠不相邻
21.	李建忠开放式养殖用海	李建忠	渔业用海	288.6881	葫芦岛市绥中县	不重叠不相邻
22.	孙志勇开放式养殖用海	孙志勇	渔业用海	288.5145	葫芦岛市绥中县	不重叠不相邻
23.	孟凡江开放式养殖用海	孟凡江	渔业用海	262.7364	葫芦岛市绥中县	不重叠不相邻
24.	刘勇开放式养殖用海	刘勇	渔业用海	265.169	葫芦岛市绥中县	不重叠不相邻
25.	裴春华开放式	裴春华	渔业用海	277.3186	葫芦岛市绥中县	不重叠不相邻

	养殖用海					
26.	-	张玉新	渔业用海	65.41	葫芦岛市绥中县	不重叠不相邻
27.	-	刘晓军	渔业用海	65.43	葫芦岛市绥中县	不重叠不相邻
28.	-	刘忠华	渔业用海	65.44	葫芦岛市绥中县	不重叠不相邻
29.	-	岳洪春	渔业用海	65.42	葫芦岛市绥中县	不重叠不相邻
30.	-	杨宝君	渔业用海	65.47	葫芦岛市绥中县	不重叠不相邻
31.	-	张宏春	渔业用海	65.44	葫芦岛市绥中县	不重叠不相邻
32.	-	绥中县二河口休闲渔业有限公司	渔业用海	66.5345	葫芦岛市绥中县	不重叠不相邻
33.	-	蔡冬超	渔业用海	282.4695	葫芦岛市绥中县	不重叠不相邻
34.	-	张殿广	渔业用海	291.5961	葫芦岛市绥中县	不重叠不相邻
35.	-	康露心	渔业用海	200.0412	葫芦岛市绥中县	不重叠不相邻
36.	-	陈秀娟	渔业用海	280	葫芦岛市绥中县	不重叠不相邻
37.	-	张显波	渔业用海	280.5035	葫芦岛市绥中县	不重叠不相邻
38.	-	王晓月	渔业用海	280.0103	葫芦岛市绥中县	与KT2区块紧邻但不重叠
39.	-	何伟	渔业用海	200.0474	葫芦岛市绥中县	不重叠不相邻
40.	-	王奇伟	渔业用海	267.0063	葫芦岛市绥中县	不重叠不相邻
41.	-	绥中金海渔业发展有限公司	渔业用海	200.2512	葫芦岛市绥中县	不重叠不相邻
42.	-	宋勋胤	渔业用海	280.6745	葫芦岛市绥中县	相邻但不重叠
43.	-	绥中金海渔业发展有限公司	渔业用海	267.0402	葫芦岛市绥中县	不重叠不相邻
44.	-	翟婷婷	渔业用海	200.2794	葫芦岛市绥中县	不重叠不相邻
45.	-	张金发	渔业用海	280.0113	葫芦岛市绥中县	不重叠不相邻
46.	-	秦书达	渔业用海	240.0539	葫芦岛市绥中县	不重叠不相邻
47.	-	刘铁	渔业用海	120	葫芦岛市绥中县	不重叠不相邻
48.	-	张红宝	渔业用海	285.2236	葫芦岛市绥中县	不重叠不相邻
49.	-	于日新	渔业用海	280.8593	葫芦岛市绥中县	不重叠不相邻
50.	-	王佳宁	渔业用海	280.0699	葫芦岛市绥中县	不重叠不相邻
51.	-	李玉安	渔业用海	292.2106	葫芦岛市绥中县	不重叠不相邻
52.	-	于雪锋	渔业用海	280.1558	葫芦岛市绥中县	不重叠不相邻
53.	-	綦玉林	渔业用海	281.4368	葫芦岛市绥中县	不重叠不相邻
54.	-	李玉衡	渔业用海	287.7629	葫芦岛市绥中县	不重叠不相邻
55.	-	张晓艳	渔业用海	280.0461	葫芦岛市绥中县	不重叠不相邻
56.	-	于秀芝	渔业用海	280.0415	葫芦岛市绥中县	不重叠不相邻
57.	-	丛立辉	渔业用海	280.0064	葫芦岛市绥中县	不重叠不相邻
58.	-	张世财	渔业用海	280.7668	葫芦岛市绥中县	不重叠不相邻
59.	-	张宇	渔业用海	281.7257	葫芦岛市绥中县	不重叠不相邻
60.	-	蔡冬锋	渔业用海	279.1993	葫芦岛市绥中县	不重叠不相邻
61.	王刚围海养殖用海养殖海参	王刚	渔业用海	5.5944	葫芦岛市兴城市	不重叠不相邻
62.	董凤宝围海养殖海参养殖（一）	董凤宝	渔业用海	15.6123	葫芦岛市兴城市	不重叠不相邻
63.	董凤宝围海养殖海参养殖（二）	董凤宝	渔业用海	14.1098	葫芦岛市兴城市	不重叠不相邻
64.	刘彦荣围海养	刘彦荣	渔业用海	3.1666	葫芦岛市兴城市	不重叠不相邻

	殖用海养殖海参					
65.	李志鑫围海养殖海参养殖	李志鑫	渔业用海	3.0666	葫芦岛市兴城市	不重叠不相邻
66.	李景波围海养殖用海养殖海参	李景波	渔业用海	2.5733	葫芦岛市兴城市	不重叠不相邻
67.	高敏田围海养殖海参养殖	高敏田	渔业用海	3.32	葫芦岛市兴城市	不重叠不相邻
68.	郎万岭围海养殖用海养殖海参（一）	郎万岭	渔业用海	2.728	葫芦岛市兴城市	不重叠不相邻
69.	郎万岭围海养殖用海养殖海参（二）	郎万岭	渔业用海	2.6666	葫芦岛市兴城市	不重叠不相邻
70.	张欣围海养殖用海养殖海参（一）	张欣	渔业用海	0.5932	葫芦岛市兴城市	不重叠不相邻
71.	张欣围海养殖用海养殖海参（二）	张欣	渔业用海	2.0534	葫芦岛市兴城市	不重叠不相邻
72.	张欣围海养殖用海养殖海参（三）	张欣	渔业用海	0.5973	葫芦岛市兴城市	不重叠不相邻
73.	张欣围海养殖用海养殖海参（四）	张欣	渔业用海	2.1241	葫芦岛市兴城市	不重叠不相邻
74.	张欣围海养殖海参养殖（五）	张欣	渔业用海	0.6144	葫芦岛市兴城市	不重叠不相邻
75.	张欣围海养殖海参养殖（六）	张欣	渔业用海	2.2971	葫芦岛市兴城市	不重叠不相邻
76.	张欣围海养殖海参养殖（七）	张欣	渔业用海	0.6562	葫芦岛市兴城市	不重叠不相邻
77.	张欣围海养殖海参养殖（八）	张欣	渔业用海	2.4593	葫芦岛市兴城市	不重叠不相邻
78.	于艳华围海养殖用海养殖海参	于艳华	渔业用海	3.2	葫芦岛市兴城市	不重叠不相邻
79.	李锡刚围海养殖用海养殖海参	李锡刚	渔业用海	3.12	葫芦岛市兴城市	不重叠不相邻
80.	张守东开放式养殖用海底播养殖(二)	张守东	渔业用海	51.517	葫芦岛市兴城市	不重叠不相邻
81.	倪梅芬开放式养殖用海底播	倪梅芬	渔业用海	59.929	葫芦岛市兴城市	不重叠不相邻

	养殖					
82.	张守东开放式养殖用海底播养殖(一)	张守东	渔业用海	44.963	葫芦岛市兴城市	不重叠不相邻
83.	赵章千开放式养殖用海底播养殖	赵章千	渔业用海	59.776	葫芦岛市兴城市	不重叠不相邻
84.	赵晓松、吴广华围海养殖海参养殖	赵晓松、吴广华	渔业用海	26.087	葫芦岛市兴城市	不重叠不相邻
85.	张秀芝开放式养殖用海底播养殖	张秀芝	渔业用海	139.6811	葫芦岛市兴城市	不重叠不相邻
86.	兴城市金海岸水产养殖有限公司开放式养殖用海底播养殖	兴城市金海岸水产养殖有限公司	渔业用海	199.9334	葫芦岛市兴城市	不重叠不相邻
87.	孙明涛开放式养殖用海	孙明涛	渔业用海	64.92	葫芦岛市兴城市	不重叠不相邻
88.	黄临芬开放式养殖用海底播养殖(一)	黄临芬	渔业用海	78.9321	葫芦岛市兴城市	不重叠不相邻
89.	葫芦岛蓝金海洋资源开发有限公司养殖用海项目	葫芦岛蓝金海洋资源开发有限公司	渔业用海	284.516	葫芦岛市兴城市	不重叠不相邻
90.	葫芦岛海洋投资集团生态养殖用海项目	葫芦岛海洋投资集团有限公司	渔业用海	281.79	葫芦岛市兴城市	不重叠不相邻
91.	黄临芬开放式养殖用海底播养殖（二）	黄临芬	渔业用海	39.5306	葫芦岛市兴城市	不重叠不相邻
92.	葫芦岛市蓝金资产管理有限公司生态养殖用海项目	葫芦岛市蓝金资产管理有限公司	渔业用海	291.325	葫芦岛市兴城市	不重叠不相邻
93.	葫芦岛市投资集团海珍品养殖用海项目	葫芦岛市投资集团有限公司	渔业用海	286.436	葫芦岛市兴城市	不重叠不相邻
94.	兴城市金海岸水产养殖有限公司开放式养殖用海项目	兴城市金海岸水产养殖有限公司	渔业用海	176.7535	葫芦岛市兴城市	不重叠不相邻
95.	葫芦岛市海融商贸有限公司开放式养殖用海项目	葫芦岛市海融商贸有限公司	渔业用海	292.9098	葫芦岛市兴城市	不重叠不相邻
96.	高强围海养殖海参养殖	高强	渔业用海	29.802	葫芦岛市兴城市	不重叠不相邻

97.	吴春华围海养殖海参养殖	吴春华	渔业用海	29.885	葫芦岛市兴城市	不重叠不相邻
98.	唐冠忠围海养殖海参养殖	唐冠忠	渔业用海	29.86	葫芦岛市兴城市	不重叠不相邻
99.	唐冠忠围海及开放式养殖	唐冠忠	渔业用海	44.44	葫芦岛市兴城市	不重叠不相邻
100.	孙翠围海养殖用海养殖海参	孙翠	渔业用海	2.5326	葫芦岛市兴城市	不重叠不相邻
101.	刘宸围海养殖用海养殖海参	刘宸	渔业用海	3.292	葫芦岛市兴城市	不重叠不相邻
102.	艾云飞围海养殖用海养殖海参	艾云飞	渔业用海	3.1966	葫芦岛市兴城市	不重叠不相邻
103.	曹刚围海养殖用海养殖海参	曹刚	渔业用海	2.9502	葫芦岛市兴城市	不重叠不相邻
104.	卢文秀围海养殖用海养殖海参	卢文秀	渔业用海	2.8259	葫芦岛市兴城市	不重叠不相邻
105.	李运动围海养殖用海养殖海参	李运动	渔业用海	2.6793	葫芦岛市兴城市	不重叠不相邻
106.	王金艳围海养殖用海养殖海参	王金艳	渔业用海	2.4983	葫芦岛市兴城市	不重叠不相邻
107.	唐凤艳围海养殖用海养殖海参	唐凤艳	渔业用海	1.3935	葫芦岛市兴城市	不重叠不相邻
108.	兴城市金海岸水产养殖有限公司人工鱼礁海洋牧场用海	兴城市金海岸水产养殖有限公司	渔业用海	27.9974	葫芦岛市兴城市	不重叠不相邻
109.	兴城市金海岸水产养殖有限公司人工鱼礁海洋牧场用海	兴城市金海岸水产养殖有限公司	渔业用海	27.9974	葫芦岛市兴城市	不重叠不相邻
110.	葫芦岛蓝金海洋资源开发有限公司海参养殖用海（四）	葫芦岛蓝金海洋资源开发有限公司	渔业用海	495.493	葫芦岛市兴城市	不重叠不相邻
111.	芷锚湾海洋环境监测站观测用海项目	芷锚湾海洋环境监测站		-	葫芦岛市兴城市	不重叠不相邻
112.	绥中一锦州油田群岸电应用工程	中海石油（中国）有限公司	工业用海	323.8693	穿越辽宁省、河北省、天津市、山东省	不重叠不相邻
113.	锦州25－1南油田开发工程项目	中海石油（中国）有限公司	工业用海	295.3188	穿越辽宁省、河北省、天津市、山东省	不重叠不相邻

5.4 第五章附图

序号	图名	所在章节
1.	图 5-1 葫芦岛市地理区位图	5.1.1
2.	图 5-2 葫芦岛海洋站波玫瑰图	5.1.8
3.	图 5-3 绥中站年径流量年际	5.1.9
4.	图 5-4 葫芦岛六股河入海口滨海湿地自然保护区功能分区图	5.2.5
5.	图 5-5 辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区功能示意图	
6.	图 5-6 项目与地方性鱼类资源洄游模式图叠图	5.2.7
7.	图 5-7 项目与洄游性鱼类洄游模式图叠图	
8.	图 5-8 项目与小黄鱼洄游分布示意图叠图	
9.	图 5-9 项目与蓝点马鲛洄游分布示意图叠图	
10.	图 5-10 项目与银鲳鱼洄游分布示意图叠图	
11.	图 5-11 本项目周边海域用海现状图	5.3

6 环境质量现状调查与评价

6.1 水文动力环境现状调查与评价

天津中环天元环境检测技术服务有限公司于2022年10月11日~10月12日、2023年4月20日～4月21日期间，在工程附近海域开展了秋季、春季大潮水文测验，测验内容包括潮位、流速、流向、悬砂、温度、盐度等。

6.1.1 调查概况

6.1.1.1 调查站位

①潮位观测：共布设3个临时验潮站（H1、H2、H3站）。

②潮流观测：共布设9个潮流观测站（V1~V9站），各海流站根据水深按照三点法（表层、中层和底层）和六点法（表层、0.2H、0.4H、0.6H、0.8H、底层）进行观测（实际海流观站的位置略有不同）。

各测站具体位置坐标及观测要素见下列表，位置示意图见图6-1~图6-3。

表6-1 验潮站坐标表

站号	CGCS2000国家大地坐标系	
	东经	北纬
H1	120° 07.21′	40° 06.29′
H2	120° 27.55′	40° 12.67′
H3	120° 29.85′	40° 19.40′

表6-2 潮位、潮流观测站位坐标及观测要素（秋季）

站位	秋季		春季	
	东经	北纬	东经	北纬
V1	120° 31.59′	40° 16.098′	120° 31.59′	40° 16.098′
V2	120° 30.93′	40° 12.843′	120° 30.93′	40° 12.843′
V3	120° 25.47′	40° 7.3782′	120° 25.47′	40° 7.3782′
V4	120° 18.936′	40° 31.188′	120° 18.936′	40° 31.188′
V5	120° 22.404′	39° 59.418′	120° 22.404′	39° 59.418′
A6	120° 28.548′	40° 5.196′	120° 28.548′	40° 5.196′
V7	120° 33.222′	40° 11.853′	120° 33.222′	40° 11.853′
V8	120° 37.938′	40° 10.0752′	120° 37.938′	40° 10.0752′
V9	120° 34.434′	40° 6.72′	120° 34.434′	40° 6.72′

6.1.1.2 调查时间

第一次观测时间为2022年10月11日1:00~2022年10月12日2:00，观测持续时间不少于25h，观测时间间隔为1h。

第二次观测时间为2023年4月20日15:00~2023年4月22日7:00，观测持续时间不少于25h，观测时间间隔为1h。

6.1.1.3 观测方法

（1）潮位

根据技术要求，在工程海域布设3个临时验潮站，站名分别为H1、H2和H3站，详见**表**6-1。

潮位测量选择DEFI2-D5HG型号自动水下验潮仪。

（2）潮流观测

工程海域共布设9个测站，详见**表**6-2。

观测仪器：海流观测采用JEM公司生产的AEM213-D直读式海流计

观测要素：大潮涨、落潮流速、流向、温度、盐度

观测频率：各测站观测持续时间不少于25h，观测时间间隔为1h。

（3）悬沙观测

观测要素：含沙量

观测层次及频率：悬砂采样站位、时间与流速观测同步进行，在大潮期连续进行 26 小时取样，根据调查站位水深（H）不同，1#~3#站位取样层次为三层(0.2H、0.6H、0.8H)，4#~9#站位取样层次为六层（表层、0.2H、0.4H、0.6H、0.8H、底层），各层次每小时取样一次。

分析方法：重量法。

6.1.2 观测期间天气

秋季（2022年10月11日1:00~2022年10月12日2:00）观测期间，天气状况晴，气温5-14℃，主南风3~4级，最大波高0.4米。

秋季（2023年4月20日15:00~2023年4月22日7:00）观测期间，天气状况

多云转晴，气温2-16℃，主南风2~5级，最大波高0.3米。

6.1.3 海流

6.1.3.1 潮位特征值

从实测潮位过程线图来看，验潮点每日出现2个高潮和2个低潮，潮差由西向东逐渐增大，高低潮不等现象越明显，涨潮历时与落潮历时亦不相等。

本次全潮观测期间，H1~H3三站实测秋季最大潮差分别0.67m、0.96m、1.08m，平均潮差0.90m；春季最大潮差分别为0.79m、1.06m、1.22 m，平均潮差为1.02m。潮位过程线见图6-4。验潮站潮位过程线见图6-5。

（1）高、低潮

本次全潮观测期间，H1~H3三站高、低潮位及发生时刻、各站平均高、低潮位统计结果见下列表6-3~表6-6。

表6-3 验潮站高、低潮位及发生时刻统计表（秋季）

潮时（h:mm）、潮高（m）

站名	低潮		高潮		低潮		高潮	
	潮时	潮高	潮时	潮高	潮时	潮高	潮时	潮高
H1	02:48	-0.19	08:08	0.08	13:59	-0.28	21:09	0.39
H2	03:40	-0.40	09:31	0.20	15:11	-0.37	21:55	0.59
H3	04:00	-0.49	09:53	0.26	15:35	-0.43	22:11	0.67

表6-4 验潮站高、低潮位及发生时刻统计表（春季）

潮时（h:mm）、潮高（m）

站名	高潮		低潮		高潮		低潮	
	潮时	潮高	潮时	潮高	潮时	潮高	潮时	潮高
H1			01:30	-0.33	08:56	0.46	16:19	-0.12
H2	21:06	0.15	02:42	-0.41	09:35	0.67	16:33	-0.38
H3	21:30	0.22	03:06	-0.46	09:51	0.76	16:45	-0.47

表6-5 验潮站平均高、低潮位统计表（秋季）

潮差（m）

站名	高平潮	低平潮
H1	0.24	-0.24
H2	0.40	-0.39
H3	0.47	-0.46

表6-6 验潮站平均高、低潮位统计表（春季）

潮差（m）

站名	高平潮	低平潮
H1	0.46	-0.23
H2	0.41	-0.40
H3	0.49	-0.47

结果表明：

①高、低潮发生时刻：施测海域秋季 H1 站第一次低潮发生于 02:48，潮高-0.19m，高潮发生于 08:08，潮高 0.08m；第二次低潮发生于 13:59，潮高-0.28m，高潮发生于 21:09，潮高 0.39m。H2 站第一次低潮发生于 03:40，潮高-0.40m，高潮发生于 09:31，潮高 0.20m；第二次低潮发生于 15:11，潮高-0.37m，高潮发生于 21:55，潮高 0.59m。H3 站第一次低潮发生于 04:00，潮高-0.49m，高潮发生于 09:53，潮高 0.26m；第二次低潮发生于 15:35，潮高-0.43m，高潮发生于 22:11，潮高 0.67m。

春季 H1 站第一次低潮发生于 01:30，潮高-0.33m；第二次高潮发生于 08:56，潮高 0.46m，低潮发生于 16:19，潮高-0.12m。H2 站第一次高潮发生于 21:06，潮高 0.15m，低潮发生于 02:42，潮高-0.41m；第二次高潮发生于 09:35，潮高 0.67m，低潮发生于 16:33，潮高-0.38m。H3 站第一次高潮发生于 21:30，潮高 0.22m，低潮发生于 03:06，潮高-0.46m；第二次高潮发生于 09:51，潮高 0.76m，低潮发生于 16:45，潮高-0.47m。

②高平潮、低平潮：观测海域秋季 H1 站平均高潮位为 0.24m，平均低潮位为-0.24m；H2 站平均高潮位为 0.40m，平均低潮位为-0.39m；H3 站平均高潮位为 0.47m，平均低潮位为-0.46m。

春季 H1 站平均高潮位为 0.46m，平均低潮位为-0.23m；H2 站平均高潮位为 0.41m，平均低潮位为-0.40m；H3 站平均高潮位为 0.49m，平均低潮位为-0.47m。

（2）涨、落潮历时及潮差

本次全潮观测期间，H1~H3 三站涨、落潮历时和潮差统计结果见**表 6-7**、**表 6-8**。

表 6-7 验潮站涨、落潮历时和潮差统计表（秋季）

历时（h:mm）、**潮差**（m）

站名	历时						潮差						
	第一次		第二次		平均		第一次		第二次		平均		涨落潮平均
	涨	落	涨	落	涨	落	涨	落	涨	落	涨	落	

	潮	潮	潮	潮	潮	潮	潮	潮	潮	潮	潮	潮	
H1	5:20	5:51	7:10		6:15	5:51	0.27	0.36	0.67		0.47	0.36	0.42
H2	5:51	5:40	6:44		6:18	5:40	0.60	0.57	0.96		0.78	0.57	0.68
H3	5:53	5:42	6:36		6:15	6:36	0.75	0.69	1.10		0.93	0.69	0.81

表 6-8 验潮站涨、落潮历时和潮差统计表（春季）

历时（h:mm）、潮差（m）

站名	历时						潮差						
	第一次		第二次		平均		第一次		第二次		平均		涨落潮平均
	涨潮	落潮	涨潮	落潮	涨潮	落潮	涨潮	落潮	涨潮	落潮	涨潮	落潮	
H1		7:26	7:23		7:23	7:26		0.79	0.58		0.58	0.79	0.69
H2	5:36	6:53	6:58		6:17	6:53	0.56	1.08	1.05		0.81	1.08	0.95
H3	5:36	6:45	6:54		6:15	6:45	0.68	1.22	1.23		0.96	1.22	1.09

①涨、落潮历时：观测期间，秋季各站实测平均涨潮历时大于落潮历时，H1站平均涨、落潮历时分别为6小时15分钟和5小时51分钟，H2站平均涨、落潮历时分别为6小时18分钟和5小时40分钟，H3站平均涨、落潮历时分别为6小时15分钟和6小时36分钟。

春季各站实测平均涨潮历时大于落潮历时，H1站平均涨、落潮历时分别7小时26分钟和7小时23分钟，H2站平均涨、落潮历时分别6小时53分钟和6小时17分钟，H3站平均涨、落潮历时分别为6小时45分钟和6小时15分钟。

②涨、落潮潮差：观测期间，秋季各站实测平均涨潮潮差大于落潮潮差，H1站平均涨、落潮潮差分别为0.47m和0.36m，H2站平均涨、落潮潮差分别为0.78m和0.57m，H3站平均涨、落潮潮差分别为0.93m和0.69m。

春季各站实测平均涨潮潮差大于落潮潮差，H1平均涨、落潮潮差分别为0.79m和0.58m，H2站平均涨、落潮潮差分别为1.08m和0.81m，H3站平均涨、落潮潮差分别为1.22m和0.96m。

总体来看，观测期间春、秋季涨潮平均历时大于落潮平均历时，涨潮平均潮差大于落潮平均潮差。春季H1站涨落潮平均潮差为0.69m，H2站涨落潮平均潮差为0.95m，H3站涨落潮平均潮差1.09m；秋季H1站涨落潮平均潮差为0.42m，H2站涨落潮平均潮差为0.68m，H3站涨落潮平均潮差0.81m。

6.1.3.2 实测海流分析

V1~V9各个测站的流速、流向过程线图见图6-5。V1~V9各个测站流速、流

向为依据绘制的海流矢量图见图6-6、图6-7。

（1）潮段平均流向

根据各站涨、落潮潮段合成流向计算结果见下表，统计之后归纳为如下特征。

表6-9 各站涨、落潮平均流向统计表 单位：(°)

站位	秋季		春季	
	涨潮	落潮	涨潮	落潮
V1	358.5	203.2	15.6	179.8
V2	65.1	248.8	37.9	217.4
V3	56.6	237.2	116.7	266.6
V4	68.5	252.6	66.5	253.2
V5	47.8	217.0	56.7	222.4
V6	79.6	229.8	45.4	216.8
V7	66.5	223.6	42.0	212.8
V8	45.9	211.3	49.2	218.9
V9	44.0	230.3	50.3	230.2
平均	92.5	228.2	53.4	224.2

结合统计结果及各测站垂线平均潮流矢量图可以看出，可以看出，各测站基本呈明显的往复流性质，与潮流调和分析结果一致。涨、落潮流方向平行于岸线走向，呈NE~SW。

（2）潮段平均流速

通过本次对各个测站的垂线平均流速进行统计，按涨潮段、落潮段分别求其矢量平均值得到各测站潮段平均流速见下表6-10。

表6-10 各测站涨、落潮段平均流速统计表 单位：流速（cm/s）

站位	秋季		春季	
	涨潮	落潮	涨潮	落潮
V1	21.6	39.4	19.6	29.4
V2	29.7	30.3	32.4	44.6
V3	46.4	33.2	49.9	45.7
V4	38.5	33.1	27.7	36.8
V5	37.1	28.5	18.7	20.2
V6	56.5	64.2	30.2	33.8
V7	53.7	62.0	54.9	63.5
V8	67.3	67.7	41.5	35.2
V9	59.2	44.8	35.8	44.8
平均	45.6	44.8	34.5	39.3

结果表明：

①秋季大潮期实测涨、落潮垂线平均流速，涨、落潮段最大流速均位于A8站，其中涨潮段最大值为67.3cm/s，落潮段最大值为67.7cm/s；各测站涨、落潮

段平均值分别为45.6cm/s和44.8cm/s。

②春季大潮实测期间涨、落潮段平均流速最大值位于V7站，涨潮段为54.9cm/s，落潮段为63.5cm/s；各测站涨、落潮段平均值分别为34.5cm/s和39.3cm/s。

（3）垂线平均最大流速

按涨潮段、落潮段分别对各个测站的垂线平均流速进行统计，求其最大值，得到各测站涨、落潮段的垂线平均最大流速见表6-11、表6-12。

表6-11 大潮期各测站涨、落潮段垂线平均最大流速统计表

单位：流速（cm/s）、流向（°）

站位	涨潮		落潮	
	流速	流向	流速	流向
A1	33.7	331.89	61.6	208.3
A2	50.4	65.9	57.6	256.5
A3	72.9	65.5	74.7	230.5
A4	65.9	62.4	58.2	248.3
A5	46.1	53.3	51.9	228.7
A6	98.1	72.3	93.8	235.3
A7	76.7	53.6	107.1	224.2
A8	101.7	52.1	110.4	225.3
A9	87.6	54.5	85.3	241.6
最大值	101.7	52.1	110.4	225.3

表6-12 各测站涨、落潮段垂线平均最大流速统计表（春季）

单位：流速（cm/s）、流向（°）

站位	涨潮		落潮	
	流速	流向	流速	流向
V1	33.0	21.5	60.6	179.0
V2	53.1	50.3	81.6	218.6
V3	78.7	124.0	89.7	271.7
V4	51.8	78.8	62.3	241.4
V5	33.5	46.7	51.8	192.6
V6	53.7	49.3	53.6	200.0
V7	93.8	37.1	94.8	231.4
V8	56.8	45.1	55.7	224.1
V9	67.9	45.1	65.3	229.2
最大值	93.8	37.1	94.8	231.4

①秋季实测大潮期垂线平均最大流速分析结果：涨、落潮段均出现在V8站位，其中涨潮段流速为101.7cm/s，流向为52.1°；落潮段流速为110.4cm/s，流向为225.3°。

②春季实测大潮期垂线平均最大流速分析结果：涨、落潮段均出现在 V7 站位，其中涨潮段流速为 93.8cm/s，流向为 37.1°；落潮段流速为 94.8cm/s，流向为 231.4°。

（4）测点最大流速

通过对本次测验各测站的各层实测流速资料进行统计，按涨潮段、落潮段分别求其最大值得到各测站的涨、落潮最大垂向分布见下表 6-13、表 6-14。

表 6-13　　测点最大流速特征值统计表（秋季）

单位：流速（cm/s）、流向（°）

测站	涨潮					落潮				
	实测最大			垂线平均最大		实测最大			垂线平均最大	
	流速	流向	测层	流速	流向	流速	流向	测层	流速	流向
V1	51	25	表层	33.7	331.89	68	209	表层	61.6	208.3
V2	68	24	表层	50.4	65.9	75	251	表层	57.6	256.5
V3	94	77	中层	72.9	65.5	90	230	表层	74.7	230.5
V4	86.2	41.3	表层	65.9	62.4	65.9	262.6	0.6H	58.2	248.3
V5	52.2	53.0	0.2H	46.1	53.3	56.0	225.8	0.6H	51.9	228.7
V6	109	75	0.4H	98.1	72.3	130	237	0.2H	93.8	235.3
V7	98	76	0.8H	76.7	53.6	126	223	表层	107.1	224.2
V8	120	51	表层	101.7	52.1	120	201	0.2H	110.4	225.3
V9	100	65	表层	87.6	54.5	91	249	0.6H	85.3	241.6
最大值	109	75	0.4H	101.7	52.1	130	237	0.2H	110.4	225.3

表 6-14　　测点最大流速特征值统计表（春季）

单位：流速（cm/s）、流向（°）

测站	涨潮					落潮				
	实测最大			垂线平均最大		实测最大			垂线平均最大	
	流速	流向	测层	流速	流向	流速	流向	测层	流速	流向
V1	39	28	底层	33.0	21.5	63	183	表层	60.6	179.0
V2	79	35	中层	53.1	50.3	90	209	表层	81.6	218.6
V3	101	111	表层	78.7	124.0	108	275	表层	89.7	271.7
V4	67.4	75.1	0.2H	51.8	78.8	67.1	233.1	0.8H	62.3	241.4
V5	37	54	表层	33.5	46.7	52.4	192	0.8H	51.8	192.6
V6	54	53	底层	53.7	49.3	67	222	表层	53.6	200.0
V7	97	54	0.2H	93.8	37.1	105	230	0.4H	94.8	231.4
V8	55	49	0.2H	56.8	45.1	59	241	表层	55.7	224.1
V9	67	48	0.4H	67.9	45.1	69	238	0.6H	65.3	229.2
最大值	101	111	表层	93.8	37.1	108	275	表层	94.8	231.4

①秋季：各站各层最大值涨潮段为 109cm/s，流向 75°，出现在 V6 站 0.4H 层；落潮段为 130cm/s，流向 237°，出现在 V6 站 0.2H 层。垂线平均最大流速，

各站最大值涨潮段为101.7cm/s，流向52.1°，出现在V8站；落潮段为110.4cm/s，流向为225.3°。

②春季：各站各层实测最大流速涨潮段为101cm/s，流向111°，出现在V3站表层；落潮段为108cm/s，流向275°，同样出现在V3站表层。涨潮段各站垂线平均最大流速为93.8cm/s，流向37.1°，出现在V7站；落潮段为94.8cm/s，流向为231.4°，也出现在V7站。

（5）潮段平均流速垂向分布

按涨潮段、落潮段分别对实测流速资料进行统计，求其平均值，得到各测站的涨、落潮段平均流速垂向分布下**表**6-15、**表**6-16。

表 6-15 涨、落潮段平均流速垂向分布统计（秋季） 单位：流速（cm/s）

站位	涨潮							落潮						
	表层	0.2H	0.4H	中层	0.6H	0.8H	底层	表层	0.2H	0.4H	中层	0.6H	0.8H	底层
V1	31.5	-	-	27.6	-	-	23.2	37.9	-	-	36.1	-	-	34.2
V2	46.7	-	-	42.7	-	-	22.3	46.1	-	-	43.9	-	-	16.6
V3	69.2	-	-	63.1	-	-	37.6	50.6	-	-	44.7	-	-	29
V4	48.6	47.3	45.0	-	41.2	37.0	31.7	34.5	36.1	40.6	-	40.5	37.9	33.7
V5	37.6	38.3	36.7	-	35.2	34.4	30.6	31.7	33.6	33.8	-	31.9	29.9	28.2
V6	70.3	66.3	65.5	-	64.6	63.7	55.7	64.8	68.8	62.8	-	59.1	53.3	43
V7	57.3	57.7	56.8	-	55.9	50.3	44.6	65	67.1	65.4	-	61	55.1	46.5
V8	77.2	74.4	71.1	-	69.1	53.4	62.1	69.1	70.8	66.1	-	63.7	59.5	58.7
V9	57.6	57.1	60.1	-	57.6	53.3	46.5	47.4	48.4	47.7	-	50.1	47.1	49.8
平均	55.1	-	-	-	-	-	39.4	49.7	-	-	-	-	-	37.7

表 6-16 涨、落潮段平均流速垂向分布统计（春季） 单位：流速（cm/s）

站位	涨潮							落潮						
	表层	0.2H	0.4H	中层	0.6H	0.8H	底层	表层	0.2H	0.4H	中层	0.6H	0.8H	底层
V1	15.2	-	-	22.1	-	-	21.7	35.8	-	-	28.3	-	-	24.6
V2	39.6	-	-	47.3	-	-	37.0	38.3	-	-	48.2	-	-	36.1
V3	60.1	-	-	58.4	-	-	31.9	55.2	-	-	52.3	-	-	29.6
V4	27.2	31.1	29.9	-	29.0	24.0	18.8	40.6	40.6	37.5	-	36.9	34.1	27.2
V5	18.8	19.4	19.7	-	16.9	17.6	15.7	20.9	21.3	20.2	-	19.0	17.7	16.6
V6	26.2	28.8	28.6	-	28.8	29.6	32.3	33.9	32.2	30.6	-	31.9	32.6	32.9
V7	58.0	56.3	55.6	-	50.0	48.3	47.0	57.6	63.4	65.6	-	64.8	59.7	44.6
V8	41.2	40.9	40.2	-	40.0	38.7	38.6	35.9	35.3	34.8	-	31.9	31.4	31.3
V9	32.1	36.3	36.8	-	34.1	33.9	32.9	47.0	46.3	44.9	-	44.3	40.4	37.2
平均	35.4	-	-	-	-	-	30.7	40.6	-	-	-	-	-	31.1

①秋季：涨潮期各站位及落潮期 V1~V3 站位平均流速呈现由表层到递减的垂向分布，V4~V9 站位落潮期由表层到中间层递增、由中间层到底层递减的分布特征。

②春季：涨潮期潮段平均流速垂向分布 V1、V2、V4、V9 站位呈现由表层到中间层递增、由中间层到底层递减的分布特征，V3、V7、V8 站位呈现由表层到底层递减的分布特征，V5 站位由表层到底层呈现先增后减、再增再减的分布特征，V6 站位呈现由表层到底层递增的分布特征；落潮期 V1、V3、V4、V8、V9 站位呈现由表层到底层递减的分布特征，V2、V5、V7 站位呈现由表层到底层先增后减的分布特征，V6 站位呈现由表层到中间层递减、由中间层到底层递增的分布特征。

6.1.3.3 海流准调和分析

近岸带实测的海流包括由天体引力所产生的潮流以及主要由水文、气象条件所造成的非潮流（也称余流）两部分。潮流是海水受日、月等天体引潮力作用后产生的周期性水平流动。潮流分析的目的是根据海流周日观测资料，分离潮流和非潮流，同时算得潮流调和常数，进而计算其潮流特征值，并判断海区的潮流性质。根据夏季实测海流资料，对工程海域进行潮流准调和分析。

（1）潮流椭圆要素

各站各层主要分潮流的椭圆要素见下**表 6-17**、**表 6-18**。

表 6-17　　涨、落潮段平均流速垂向分布统计（春季）

单位：长半轴（cm/s），长轴向（°）

层次	分潮	长半轴	长轴向	椭圆率
表层	O1	4.7	254.8	0.1
	K1	6.4	254.8	0.1
	M2	31.6	184.7	0.21
	S2	9.5	4.7	0.21
	M4	3.7	8.9	-0.24
	MS4	2.2	188.9	-0.24
中层	O1	4.8	85.7	0.06
	K1	6.6	265.7	0.06
	M2	31.4	204.2	0.07
	S2	9.4	24.2	0.07
	M4	4.6	76.6	-0.34
	MS4	2.7	256.6	-0.34
底层	O1	4.6	88.9	0.12
	K1	6.3	88.9	0.12

	M2	26.9	204.6	0.13
	S2	8.1	24.6	0.13
	M4	3	52.2	-0.47
	MS4	1.8	232.2	-0.47

（a）A1站

层次	分潮	长半轴	长轴向	椭圆率
表层	O1	4.2	299	-0.3
	K1	5.8	299	-0.3
	M2	40.7	57.9	0
	S2	12.2	57.9	0
	M4	4.8	192.3	-0.34
	MS4	2.9	192.3	-0.34
中层	O1	4	184.3	0.81
	K1	5.5	184.3	0.81
	M2	37.8	82.1	-0.02
	S2	11.3	82.1	-0.02
	M4	5.2	297	0.31
	MS4	3.1	297	0.31
底层	O1	3.4	252.6	-0.12
	K1	4.7	252.6	-0.12
	M2	17.6	70.6	-0.06
	S2	5.3	70.6	-0.06
	M4	1.7	332.8	0.2
	MS4	1	152.8	0.2

（b）A2站

层次	分潮	长半轴	长轴向	椭圆率
表层	O1	4.9	48.7	-0.56
	K1	6.7	48.7	-0.56
	M2	47.2	45	0.06
	S2	14.2	45	0.06
	M4	10.4	243.2	0.49
	MS4	6.2	63.2	0.49
中层	O1	5.6	189.3	-0.16
	K1	7.7	9.3	-0.16
	M2	44.8	80.3	0.11
	S2	13.4	80.3	0.11
	M4	4.9	93.5	-0.03
	MS4	3	93.5	-0.03
底层	O1	7.2	357.9	-0.1
	K1	9.9	357.9	-0.1
	M2	28.9	29.2	0.09
	S2	8.7	29.2	0.09
	M4	6.4	22.6	0.15
	MS4	3.9	22.6	0.15

（C）A3站

层次	分潮	长半轴	长轴向	椭圆率
表层	O1	13.7	18.6	0.11
	K1	18.8	198.6	0.11

	M2	36.9	76.1	-0.21
	S2	11.1	76.1	-0.21
	M4	5.5	299.7	-0.78
	MS4	3.3	299.7	-0.78
0.2H层	O1	11.1	14	0.08
	K1	15.2	194	0.08
	M2	39.9	73.3	-0.22
	S2	12	73.3	-0.22
	M4	4.3	100	-0.77
	MS4	2.6	280	-0.77
0.4H层	O1	6.3	26.1	0.07
	K1	8.7	206.1	0.07
	M2	41.4	77.6	-0.26
	S2	12.4	77.6	-0.26
	M4	4.7	86.3	-0.74
	MS4	2.8	266.3	-0.74
0.6H层	O1	4.2	27.6	0.39
	K1	5.7	207.6	0.39
	M2	39.1	77	-0.29
	S2	11.7	77	-0.29
	M4	4.7	91.2	-0.51
	MS4	2.8	271.2	-0.51
0.8H层	O1	2.9	51.2	0.87
	K1	4	51.2	0.87
	M2	35.1	76	-0.3
	S2	10.5	76	-0.3
	M4	4.5	91.8	-0.38
	MS4	2.7	271.8	-0.38
底层	O1	3.4	16.3	0.62
	K1	4.7	196.3	0.62
	M2	30.3	75.5	-0.27
	S2	9.1	75.5	-0.27
	M4	4	95.8	-0.41
	MS4	2.4	275.8	-0.41

（d）A4站

层次	分潮	长半轴	长轴向	椭圆率
表层	O1	5.8	26.1	-0.19
	K1	8	206.1	-0.19
	M2	32.9	50.5	-0.1
	S2	9.9	50.5	-0.1
	M4	4.3	9.3	0.09
	MS4	2.6	9.3	0.09
0.2H层	O1	5.6	277.9	-0.37
	K1	7.7	277.9	-0.37
	M2	34.1	40.9	-0.06
	S2	10.2	40.9	-0.06
	M4	2.2	180.5	-0.21
	MS4	1.3	0.5	-0.21
0.4H层	O1	2.3	279.5	-0.47
	K1	3.2	279.5	-0.47
	M2	35	45.8	-0.07
	S2	10.5	45.8	-0.07

	M4	1.4	332.9	0.21
	MS4	0.9	332.9	0.21
0.6H层	O1	3.3	289.8	-0.32
	K1	4.5	289.8	-0.32
	M2	32.6	45.4	-0.04
	S2	9.8	45.4	-0.04
	M4	1.5	321.9	-0.63
	MS4	0.9	321.9	-0.63
0.8H层	O1	3.5	294.5	-0.05
	K1	4.8	294.5	-0.05
	M2	31.7	43.7	-0.05
	S2	9.5	43.7	-0.05
	M4	0.9	51.1	-0.21
	MS4	0.5	51.1	-0.21
底层	O1	2.1	296.4	-0.1
	K1	2.8	296.4	-0.1
	M2	29	46.8	0
	S2	8.7	46.8	0
	M4	1.4	312.6	-0.76
	MS4	0.9	312.6	-0.76

（e）A5站

层次	分潮	长半轴	长轴向	椭圆率
表层	O1	5.8	284.9	-0.7
	K1	7.9	284.9	-0.7
	M2	69.4	66.2	0.02
	S2	20.8	66.2	0.02
	M4	6	191.7	0.3
	MS4	3.6	191.7	0.3
0.2H层	O1	5.2	280.4	-0.01
	K1	7.1	280.4	-0.01
	M2	72.1	62.5	0.03
	S2	21.6	62.5	0.03
	M4	4.6	176.9	-0.22
	MS4	2.7	176.9	-0.22
0.4H层	O1	3	269.7	0.34
	K1	4	269.7	0.34
	M2	68.5	63.5	-0.01
	S2	20.5	63.5	-0.01
	M4	5.5	153	0.04
	MS4	3.3	153	0.04
0.6H层	O1	2.9	311.7	0.35
	K1	4	311.7	0.35
	M2	65.1	62.2	0
	S2	19.5	62.2	0
	M4	5.1	148.5	0.14
	MS4	3.1	148.5	0.14
0.8H层	O1	3.1	301.7	0.39
	K1	4.3	301.7	0.39
	M2	61.7	61.9	0.03
	S2	18.5	61.9	0.03
	M4	3.2	154.2	0.64
	MS4	1.9	154.2	0.64

底层	O1	4.5	34.1	-0.54
	K1	6.2	34.1	-0.54
	M2	48.2	64.4	0.04
	S2	14.5	64.4	0.04
	M4	6.3	61.4	0.4
	MS4	3.8	61.4	0.4

（f）A6站

层次	分潮	长半轴	长轴向	椭圆率
表层	O1	7.4	350.4	-0.13
	K1	10.1	350.4	-0.13
	M2	57.7	50.3	-0.02
	S2	17.3	50.3	-0.02
	M4	6.6	237	-0.44
	MS4	4	237	-0.44
0.2H层	O1	7.3	313.9	-0.54
	K1	10	313.9	-0.54
	M2	59.8	48.7	-0.01
	S2	17.9	48.7	-0.01
	M4	3.6	194.7	-0.1
	MS4	2.2	194.7	-0.1
0.4H层	O1	5.5	21.9	-0.44
	K1	7.5	21.9	-0.44
	M2	59.7	61.3	-0.03
	S2	17.9	61.3	-0.03
	M4	5.9	325.6	-0.61
	MS4	3.5	145.6	-0.61
0.6H层	O1	3.7	342.4	0.37
	K1	5.1	162.4	0.37
	M2	57.2	53	-0.03
	S2	17.1	53	-0.03
	M4	6.1	249.1	-0.52
	MS4	3.6	249.1	-0.52
0.8H层	O1	4.6	51.6	0.47
	K1	6.3	51.6	0.47
	M2	50.4	55	-0.08
	S2	15.1	55	-0.08
	M4	7.6	252.8	-0.53
	MS4	4.6	252.8	-0.53
底层	O1	2.6	269.5	0.76
	K1	3.6	269.5	0.76
	M2	43.8	51.9	-0.05
	S2	13.1	51.9	-0.05
	M4	3.7	229.2	-0.51
	MS4	2.2	229.2	-0.51

（g）A7站

层次	分潮	长半轴	长轴向	椭圆率
表层	O1	14.5	225	-0.09
	K1	19.9	45	-0.09
	M2	64.1	44.7	0.04
	S2	19.2	44.7	0.04

	M4	11.4	210.5	0.58
	MS4	6.8	210.5	0.58
0.2H层	O1	10.8	225.5	-0.24
	K1	14.9	45.5	-0.24
	M2	62.4	47.8	0
	S2	18.7	47.8	0
	M4	13	207.1	0.59
	MS4	7.8	207.1	0.59
0.4H层	O1	11.5	207.2	0.22
	K1	15.8	27.2	0.22
	M2	60.9	38.8	-0.01
	S2	18.3	38.8	-0.01
	M4	12.6	206.6	0.38
	MS4	7.5	206.6	0.38
0.6H层	O1	12.3	217.3	-0.27
	K1	16.9	37.3	-0.27
	M2	59.8	47.3	-0.08
	S2	17.9	47.3	-0.08
	M4	11.7	209	0.49
	MS4	7	209	0.49
0.8H层	O1	6.5	208	-0.18
	K1	8.9	28	-0.18
	M2	51.5	44.2	-0.02
	S2	15.4	44.2	-0.02
	M4	10	211.1	0.36
	MS4	6	211.1	0.36
底层	O1	10.9	204.5	-0.18
	K1	14.9	24.5	-0.18
	M2	56.1	43.3	-0.07
	S2	16.8	43.3	-0.07
	M4	10.6	214.3	0.17
	MS4	6.4	214.3	0.17

（h）A8站

层次	分潮	长半轴	长轴向	椭圆率
表层	O1	3	71.8	-0.31
	K1	4.1	71.8	-0.31
	M2	58.2	59.1	0.02
	S2	17.4	59.1	0.02
	M4	4.4	114.8	-0.32
	MS4	2.7	294.8	-0.32
0.2H层	O1	4.1	64	-0.11
	K1	5.6	64	-0.11
	M2	54.8	53.1	-0.03
	S2	16.4	53.1	-0.03
	M4	3.4	80.9	-0.25
	MS4	2	260.9	-0.25
0.4H层	O1	3.7	89.4	0.09
	K1	5	89.4	0.09
	M2	58	51.7	-0.02
	S2	17.4	51.7	-0.02
	M4	5.1	111.2	0.2
	MS4	3.1	291.2	0.2

0.6H层	O1	3.5	102.8	-0.01
	K1	4.9	102.8	-0.01
	M2	58.6	54.6	-0.04
	S2	17.6	54.6	-0.04
	M4	2.4	131.2	0.09
	MS4	1.4	311.2	0.09
0.8H层	O1	4.4	145.8	0.28
	K1	6	145.8	0.28
	M2	54.9	53.8	-0.05
	S2	16.5	53.8	-0.05
	M4	3.5	30.6	0.08
	MS4	2.1	30.6	0.08
底层	O1	0.8	75.8	-0.52
	K1	1.1	75.8	-0.52
	M2	47.8	51.7	0.02
	S2	14.3	51.7	0.02
	M4	5.7	217.4	-0.27
	MS4	3.4	37.4	-0.27

（i）A9站

表6-18　　各站各层主要分潮流椭圆要素表（春季）

单位：长半轴（cm/s），长轴向（°）

层次	分潮	长半轴	长轴向	椭圆率
表层	O1	5.7	87.7	0.15
	K1	7.8	87.7	0.15
	M2	28.7	181.1	0.19
	S2	8.6	1.1	0.19
	M4	4.1	278.4	0.32
	MS4	2.5	98.4	0.32
中层	O1	0.7	276.6	0.85
	K1	1	96.6	0.85
	M2	28.9	188.7	0.07
	S2	8.7	8.7	0.07
	M4	1.9	166.3	-0.8
	MS4	1.1	166.3	-0.8
底层	O1	2.3	320.7	0.3
	K1	3.2	140.7	0.3
	M2	28.5	190.7	0.01
	S2	8.5	10.7	0.01
	M4	1.8	134.9	0.08
	MS4	1.1	134.9	0.08

（a）A1站

层次	分潮	长半轴	长轴向	椭圆率
表层	O1	12.1	92	-0.05
	K1	16.5	272	-0.05
	M2	37.7	21.9	0.09
	S2	11.3	21.9	0.09
	M4	5.6	50.5	-0.36
	MS4	3.4	230.5	-0.36
中层	O1	4.7	211.5	0.05

	K1	6.5	211.5	0.05
	M2	50.9	42.2	0
	S2	15.3	42.2	0
	M4	2.7	47	-0.13
	MS4	1.6	227	-0.13
底层	O1	3.2	249.7	-0.21
	K1	4.4	69.7	-0.21
	M2	38.9	225.2	-0.02
	S2	11.7	45.2	-0.02
	M4	3	212.2	0.78
	MS4	1.8	212.2	0.78

（b）A2站

层次	分潮	长半轴	长轴向	椭圆率
表层	O1	2.4	175.5	0.19
	K1	3.2	355.5	0.19
	M2	61.3	103.3	-0.04
	S2	18.4	103.3	-0.04
	M4	4.9	126.9	0.27
	MS4	2.9	126.9	0.27
中层	O1	1.9	175.6	0.18
	K1	2.6	355.6	0.18
	M2	59	100	-0.09
	S2	17.7	100	-0.09
	M4	4.8	57.4	0.29
	MS4	2.9	237.4	0.29
底层	O1	2.4	58.1	-0.04
	K1	3.3	238.1	-0.04
	M2	32.1	110.8	-0.12
	S2	9.6	110.8	-0.12
	M4	4.6	231.4	0.44
	MS4	2.8	231.4	0.44

（C）A3站

层次	分潮	长半轴	长轴向	椭圆率
表层	O1	2.1	153.5	0.21
	K1	2.9	333.5	0.21
	M2	37	71	-0.09
	S2	11.1	71	-0.09
	M4	5	71.5	-0.24
	MS4	3	251.5	-0.24
0.2H层	O1	1.6	264.7	0.07
	K1	2.1	264.7	0.07
	M2	38.5	72.8	-0.19
	S2	11.5	72.8	-0.19
	M4	4.5	57	-0.06
	MS4	2.7	237	-0.06
0.4H层	O1	1.5	250.8	-0.53
	K1	2	250.8	-0.53
	M2	36.6	72.6	-0.22
	S2	11	72.6	-0.22
	M4	4.3	57	0.02

	MS4	2.6	237	0.02
0.6H层	O1	1.3	247.8	-0.32
	K1	1.8	247.8	-0.32
	M2	34.4	72.9	-0.19
	S2	10.3	72.9	-0.19
	M4	3.7	237.6	0.21
	MS4	2.2	237.6	0.21
0.8H层	O1	1.9	274.8	-0.29
	K1	2.6	274.8	-0.29
	M2	30.2	68.9	-0.2
	S2	9.1	68.9	-0.2
	M4	3.2	84.7	0.74
	MS4	1.9	264.7	0.74
底层	O1	1.6	323.6	-0.2
	K1	2.3	323.6	-0.2
	M2	24.2	72.7	-0.13
	S2	7.3	72.7	-0.13
	M4	3	51.4	0.46
	MS4	1.8	231.4	0.46

（d）A4站

层次	分潮	长半轴	长轴向	椭圆率
表层	O1	2.2	134.1	0.32
	K1	3	134.1	0.32
	M2	20.6	54.5	0.18
	S2	6.2	54.5	0.18
	M4	2.5	226.9	-0.27
	MS4	1.5	226.9	-0.27
0.2H层	O1	2.1	152	-0.01
	K1	2.9	152	-0.01
	M2	20.8	59.8	0.2
	S2	6.2	59.8	0.2
	M4	2.6	227	0.08
	MS4	1.6	227	0.08
0.4H层	O1	1.8	142.3	0.36
	K1	2.5	142.3	0.36
	M2	19.8	58.5	0.22
	S2	5.9	58.5	0.22
	M4	2.6	233.4	-0.13
	MS4	1.5	233.4	-0.13
0.6H层	O1	1.7	155.9	0.31
	K1	2.4	155.9	0.31
	M2	17.4	58.8	0.21
	S2	5.2	58.8	0.21
	M4	2	238.8	0.07
	MS4	1.2	238.8	0.07
0.8H层	O1	1.5	213.1	0.92
	K1	2.1	213.1	0.92
	M2	16.6	56.5	0.26
	S2	5	56.5	0.26
	M4	1.5	225.1	0.05
	MS4	0.9	225.1	0.05
底层	O1	1.9	123.7	-0.29

	K1	2.6	123.7	-0.29
	M2	15.8	54.4	0.23
	S2	4.7	54.4	0.23
	M4	2.8	228.1	-0.25
	MS4	1.7	228.1	-0.25

（e）A5站

层次	分潮	长半轴	长轴向	椭圆率
表层	O1	3.2	171	-0.32
	K1	4.5	171	-0.32
	M2	32.4	45.9	0.08
	S2	9.7	45.9	0.08
	M4	1.5	253.1	-0.15
	MS4	0.9	253.1	-0.15
0.2H层	O1	3.3	142.6	-0.3
	K1	4.6	142.6	-0.3
	M2	32.9	40.3	0.14
	S2	9.9	40.3	0.14
	M4	1.7	134.3	-0.19
	MS4	1	134.3	-0.19
0.4H层	O1	2.8	149.8	-0.27
	K1	3.8	149.8	-0.27
	M2	32	45.7	0.12
	S2	9.6	45.7	0.12
	M4	1.2	195.8	0.18
	MS4	0.7	195.8	0.18
0.6H层	O1	3.5	138.2	-0.3
	K1	4.8	138.2	-0.3
	M2	32.8	45.5	0.13
	S2	9.8	45.5	0.13
	M4	1.5	289.5	-0.1
	MS4	0.9	109.5	-0.1
0.8H层	O1	3.5	143.9	-0.29
	K1	4.8	143.9	-0.29
	M2	33.4	49	0.14
	S2	10	49	0.14
	M4	0.7	231.1	0.18
	MS4	0.4	51.1	0.18
底层	O1	1.7	226	-0.5
	K1	2.3	46	-0.5
	M2	33.7	52.3	0.12
	S2	10.1	52.3	0.12
	M4	1.5	267	0.02
	MS4	0.9	87	0.02

（f）A6站

层次	分潮	长半轴	长轴向	椭圆率
表层	O1	5.8	153.6	0.18
	K1	8	153.6	0.18
	M2	58	41.5	-0.03
	S2	17.4	41.5	-0.03
	M4	3.4	217.8	-0.57

	MS4	2	217.8	-0.57
0.2H层	O1	5.8	171.9	-0.12
	K1	7.9	351.9	-0.12
	M2	58	41	-0.06
	S2	17.4	41	-0.06
	M4	2.3	228.6	-0.67
	MS4	1.4	228.6	-0.67
0.4H层	O1	8.5	153.6	0.01
	K1	11.6	153.6	0.01
	M2	58.8	40.1	-0.11
	S2	17.6	40.1	-0.11
	M4	3.8	261	0.01
	MS4	2.3	261	0.01
0.6H层	O1	4.3	167.7	-0.06
	K1	5.9	167.7	-0.06
	M2	59.9	39.2	-0.11
	S2	18	39.2	-0.11
	M4	3.2	301.7	-0.5
	MS4	1.9	301.7	-0.5
0.8H层	O1	5.3	350.2	0.38
	K1	7.3	350.2	0.38
	M2	53.8	41.6	-0.09
	S2	16.1	41.6	-0.09
	M4	3.4	259.8	0.59
	MS4	2	259.8	0.59
底层	O1	3	133.9	0.28
	K1	4.1	313.9	0.28
	M2	44.6	40.5	-0.05
	S2	13.4	40.5	-0.05
	M4	4.7	84.7	0.3
	MS4	2.8	264.7	0.3

（g）A7站

层次	分潮	长半轴	长轴向	椭圆率
表层	O1	3	312.7	-0.21
	K1	4.1	312.7	-0.21
	M2	35.5	49.5	0.01
	S2	10.6	49.5	0.01
	M4	3.5	31.8	0.6
	MS4	2.1	31.8	0.6
0.2H层	O1	1.4	343	-0.47
	K1	1.9	343	-0.47
	M2	35.8	46.2	0.08
	S2	10.7	46.2	0.08
	M4	1.8	274.7	0.82
	MS4	1.1	94.7	0.82
0.4H层	O1	2.6	305.4	-0.43
	K1	3.5	305.4	-0.43
	M2	35.4	45.5	0.03
	S2	10.6	45.5	0.03
	M4	3.3	270.4	0.63
	MS4	2	90.4	0.63
0.6H层	O1	1.6	336.3	0.36

	K1	2.2	336.3	0.36
	M2	36	45.8	0.09
	S2	10.8	45.8	0.09
	M4	2.4	19.1	0.71
	MS4	1.5	19.1	0.71
0.8H层	O1	1.5	351.9	-0.1
	K1	2	351.9	-0.1
	M2	35.4	44.6	0.12
	S2	10.6	44.6	0.12
	M4	1.8	234	0.51
	MS4	1.1	54	0.51
底层	O1	1.5	269.9	-0.66
	K1	2.1	269.9	-0.66
	M2	35	43.5	0.09
	S2	10.5	43.5	0.09
	M4	2.5	260.9	0.18
	MS4	1.5	80.9	0.18

（h）A8站

层次	分潮	长半轴	长轴向	椭圆率
表层	O1	1.8	224.9	-0.37
	K1	2.5	44.9	-0.37
	M2	41.6	44.7	-0.17
	S2	12.5	44.7	-0.17
	M4	1.4	293.1	0.28
	MS4	0.8	113.1	0.28
0.2H层	O1	2	205.5	-0.22
	K1	2.7	205.5	-0.22
	M2	41.9	48.7	-0.09
	S2	12.6	48.7	-0.09
	M4	1.4	259.3	0.08
	MS4	0.8	79.3	0.08
0.4H层	O1	2.5	176.5	-0.47
	K1	3.4	176.5	-0.47
	M2	42	52.7	-0.02
	S2	12.6	52.7	-0.02
	M4	2.5	279.8	0.01
	MS4	1.5	99.8	0.01
0.6H层	O1	2.5	188.8	-0.19
	K1	3.5	188.8	-0.19
	M2	41	55.6	0.05
	S2	12.3	55.6	0.05
	M4	2	278	0.12
	MS4	1.2	278	0.12
0.8H层	O1	2.6	188.3	-0.3
	K1	3.6	8.3	-0.3
	M2	39.2	57.5	0.09
	S2	11.8	57.5	0.09
	M4	1.6	292.2	-0.29
	MS4	0.9	112.2	-0.29
底层	O1	2.8	207.5	-0.19
	K1	3.8	27.5	-0.19
	M2	36.5	54.1	0.13

	S2	10.9	54.1	0.13
	M4	1.9	278.8	0.49
	MS4	1.2	98.8	0.49

（i）A9站

由表 6-17 可知，秋季各主要分潮流基本以 M2 半日分潮流为主，O1 全日分潮流、K1 全日分潮流、S2 半日分潮流、M4 四分之一分潮流和 MS4 符合分潮流都相对较小。M2 半日分潮流最大流速（长半轴）的最大值为 72.1cm/s，位于 A6 站 0.2H 层。

由表 6-18 可知，春季各主要分潮流基本以 M2 半日分潮流为主，O1 全日分潮流、K1 全日分潮流、S2 半日分潮流、M4 四分之一分潮流和 MS4 符合分潮流都相对较小。M2 半日分潮流最大流速（长半轴）的最大值为 61.3cm/s，位于 V3 站表层。

（2）潮流类型

按《海港水文规范》潮流可分为规则的、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：

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

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

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

$(W_{O1}+W_{K1})/W_{M2}>4.0$　　为规则全日潮流

$(W_{O1}+W_{K1})/W_{M2}$称为潮流类型系数。

通过潮流调和分析计算出各实测海流观测站的潮型系数列入下表 6-19、表 6-20。

表 6-19　　各测站潮流类型系数特征值表（秋季）

测站	潮流类型系数						
	表层	0.2H	0.4H	中层	0.6H	0.8H	底层
V1	0.35	-	-	0.36	-	-	0.41
V2	0.25	-	-	0.25	-	-	0.46
V3	0.24	-	-	0.3	-	-	0.59
V4	0.88	0.66	0.36	-	0.25	0.2	0.27
V5	0.42	0.39	0.16	-	0.24	0.26	0.17
V6	0.2	0.17	0.1	-	0.11	0.12	0.22
V7	0.3	0.29	0.22	-	0.15	0.22	0.14

V8	0.54	0.41	0.45	-	0.49	0.3	0.46
V9	0.12	0.18	0.15	-	0.14	0.19	0.04

表 6-20 各测站潮流类型系数特征值表

测站	潮流类型系数						
	表层	0.2H	0.4H	中层	0.6H	0.8H	底层
V1	0.47	-	-	0.06	-	-	0.19
V2	0.76	-	-	0.22	-	-	0.20
V3	0.09	-	-	0.08	-	-	0.18
V4	0.14	0.10	0.10	-	0.09	0.15	0.16
V5	0.25	0.24	0.22	-	0.24	0.22	0.28
V6	0.24	0.24	0.21	-	0.25	0.25	0.12
V7	0.24	0.24	0.34	-	0.17	0.23	0.16
V8	0.20	0.09	0.17	-	0.11	0.10	0.10
V9	0.10	0.11	0.14	-	0.15	0.16	0.18

计算结果表明：

①春季：各站各层潮型判别系数基本小于 0.5，各别测站测层潮型判别系数在 0.5 到 2.0 之间。因此，可以判断施测海域潮流性质为规则半日潮流。

②秋季：各站各层潮型判别系数基本小于 0.5，个别测站测层潮型判别系数在 0.5 到 2.0 之间。因此，可以判断施测海域潮流性质为规则半日潮流。

（3）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，值越大，旋转流的形式越显著，值越小，往复流的形式越显著。

由于观测海域基本为半日潮流类型，因此，主要以 M_2 分潮流的椭圆率来对潮流运动形式作近似分析。M_2 分潮流 K 值计算结果见下表。

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

表 6-21 各测站各层 M_2 分潮流 K 值表（秋季）

测站	表层	0.2H	0.4H	中层	0.6H	0.8H	底层
V1	0.21	-	-	0.07	-	-	0.13
V2	0	-	-	-0.02	-	-	-0.06
V3	0.06	-	-	0.11	-	-	0.09
V4	-0.21	-0.22	-0.26	-	-0.29	-0.3	-0.27
V5	-0.1	-0.06	-0.07	-	-0.04	-0.05	0
V6	0.02	0.03	-0.01	-	0	0.03	0.04

V7	-0.02	-0.01	-0.03	-	-0.03	-0.08	-0.05
V8	0.04	0	-0.01	-	-0.08	-0.02	-0.07
V9	0.02	-0.03	-0.02	-	-0.04	-0.05	0.02

表 6-22 各测站各层 M_2 分潮流 K 值表（春季）

测站	表层	0.2H	0.4H	中层	0.6H	0.8H	底层
V1	0.19	-	-	0.07	-	-	0.01
V2	0.09	-	-	0	-	-	-0.02
V3	-0.04	-	-	-0.09	-	-	-0.12
V4	-0.09	-0.19	-0.22	-	-0.19	-0.2	-0.13
V5	0.18	0.2	0.22	-	0.21	0.26	0.23
V6	0.08	0.14	0.12	-	0.13	0.14	0.12
V7	-0.03	-0.06	-0.11	-	-0.11	-0.09	-0.05
V8	0.01	0.08	0.03	-	0.09	0.12	0.09
V9	-0.17	-0.09	-0.02	-	0.05	0.09	0.13

由**表 6-21** 可知，除 A4 站 0.4H 层、0.6H 层 K 的绝对值大于 0.25，表现为旋转流之外，其余各站各层 K 的绝对值均小于 0.25，呈现往复流特征。因此，可以判定施测海域潮流运动形式基本呈现往复流特征。

由**表 6-22** 可知，除 V5 站 0.8H 层 K 的绝对值大于 0.25，表现为旋转流之外，其余各站各层 K 的绝对值均小于 0.25，呈现往复流特征。因此，可以判定施测海域潮流运动形式为往复流。

（4）潮流的可能最大流速

潮流的可能最大流速 Vmax 一般按下列公式计算：

半日潮流海区：

$$V_{max} = 1.295W_{M_2} + 1.245W_{S_2} + W_{K_1} + W_{O_1} + W_{M_4} + W_{MS_4}$$

上式中：W_{M_2}、W_{S_2}、W_{K_1}、W_{O_1}、W_{M_4}、W_{MS_4} 分别表示 M_2、S_2、O_1、K_1、M_4、MS_4 分潮流的最大流速。按规则半日潮流海区的公式计算，计算结果列入下列表。

由**表 6-23** 可以看出，秋季测区潮流最大可能流速 V8 站表层最大，为 158.5cm/s，方向为 43.2°。

由**表 6-24** 可以看出，春季潮流最大可能流速 V7 站 0.4H 层最大，为 111.1cm/s，方向为 32.6。

表 6-23 各测站各层潮流可能最大流速表（秋季） 单位：流速（cm/s）、流向（°）

测站	表层		0.2H		0.4H		中层		0.6H		0.8H		底层		垂线平均	
	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向
V1	63.0	194.6	-	-	-	-	63.9	218.5	-	-	-	-	55.0	217.3	59.5	209.9
V2	77.9	60.3	-	-	-	-	71.7	78.4	-	-	-	-	37.7	75.1	61.8	70.2
V3	105.8	48.2	-	-	-	-	87.0	73.2	-	-	-	-	73.5	21.3	83.4	49.0
V4	87.7	62.0	88.0	60.5	86.2	70.5	-	-	78.8	72.9	71.5	75.2	60.6	71.1	80.1	67.4
V5	73.0	42.4	67.2	48.5	62.1	47.9	-	-	58.0	50.1	57.3	51.8	50.4	54.6	63.1	47.1
V6	131.4	66.5	132.4	62.9	120.5	69.2	-	-	111.9	69.8	106.3	62.6	99.5	61.0	119.2	63.6
V7	115.9	43.4	106.3	56.2	110.0	61.9	-	-	107.2	50.0	106.1	56.7	83.5	54.4	108.3	52.6
V8	158.5	43.2	148.8	44.6	147.7	35.0	-	-	146.1	43.0	116.0	40.3	134.7	38.6	148.9	38.2
V9	107.6	63.1	105.3	55.5	108.0	58.3	-	-	104.2	60.1	97.4	46.3	89.9	50.8	105.6	53.1

表 6-24 各测站各层潮流可能最大流速表（春季） 单位：流速（cm/s）、流向（°）

测站	表层		0.2H		0.4H		中层		0.6H		0.8H		底层		垂线平均	
	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向
V1	49.7	189.2	-	-	-	-	50.8	189.3	-	-	-	-	52.8	183.5	51.0	187.3
V2	86.1	43.2	-	-	-	-	99.7	41.2	-	-	-	-	76	226.8	36.7	38.9
V3	111	107.7	-	-	-	-	104.6	99.6	-	-	-	-	61.5	100.6	92.2	103.1
V4	70.3	75.2	74.4	71.8	70.8	71	-	-	65.9	71.3	59.1	72.1	46	75.2	64.4	72.6
V5	39.3	61.1	39.2	51	37.6	64.5	-	-	32.9	51.6	33.4	53.2	32.6	61	35.7	57.2
V6	60.6	41	57.4	29.7	56.8	38.2	-	-	56.2	39.2	57.9	40.8	61.9	53.2	58.0	40.5
V7	107.6	34.5	109.3	35.8	111.1	32.6	-	-	106.4	37.7	101.6	37.9	79.9	39.2	102.6	36.1
V8	65.3	54.3	62.8	45.5	64.3	54.2	-	-	64.7	41.1	63.7	42.5	64	48	63.9	47.6
V9	74.1	46.3	75.8	48.2	75.8	51.3	-	-	74.6	53.9	70.5	55.4	68.6	53.4	73.1	51.3

（5）余流

余流是指海流中除天文引潮力作用所引起的潮流以外的海流。在近海海区，一般情况下余流相对于潮流的量级较小，但在某些特定海域，余流影响不能被忽略。它主要受制于水文气象、地形等因素，因而不同天气条件、不同时间段的余流分布特征有所差异。

表 6-25 是秋季测验期间各站各层余流的流速的流速流向计算结果表。从计算结果来看，余流流速最大值为15.9cm/s，流向为36.9°，出现在A3站位表层。

表 6-26 是春季测验期间各站各层余流的流速的流速流向计算结果表。从计算结果来看，余流流速最大值为23.2cm/s，流向为218°，出现在V2站位表层。

表 6-25　　各测站各层余流计算结果一览表（秋季）

单位：流速（cm/s）、流向（°）

测站	表层		0.2H		0.4H		中层		0.6H		0.8H		底层	
	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向
V1	8.8	171.3	-	-	-	-	11.4	228.4	-	-	-	-	12.4	236.7
V2	2.5	48.9	-	-	-	-	2.8	28.7	-	-	-	-	5	82.9
V3	15.9	36.9	-	-	-	-	10.5	54.9	-	-	-	-	3.3	94.7
V4	11.1	37.6	8.8	37.4	5.7	39.4	-	-	4.4	32	3.3	30.9	2.9	28.6
V5	2.6	230.7	2.5	129.6	1.6	198.8	-	-	3.8	171.6	3.2	149.7	3.8	170.9
V6	12.3	143.3	11.9	160	11.6	147	-	-	13.6	141.7	13	131.9	12.4	114.9
V7	12.8	135.7	11.5	145.5	9	158.7	-	-	6.3	127.4	9.4	121.5	7.1	129.5
V8	14.8	110.2	18	114.3	10.1	94.5	-	-	9.5	99.4	5.9	141.4	9.1	98.4
V9	4.6	67.9	5.8	52.6	6.2	64.1	-	-	3.2	25.4	3.8	340.6	2.3	194.8

表 6-26　　各测站各层余流计算结果一览表（春季）

单位：流速（cm/s）、流向（°）

测站	表层		0.2H		0.4H		中层		0.6H		0.8H		底层	
	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向
V1	17.4	176.9	-	-	-	-	11.9	166.8	-	-	-	-	10.4	186.5
V2	23.2	218	-	-	-	-	4.7	236.7	-	-	-	-	2.5	202.8
V3	18.7	178.9	-	-	-	-	14.6	169.6	-	-	-	-	8.8	175.7
V4	2.1	87	4.1	55.8	4.8	43.9	-	-	3.9	51.8	2.3	32.1	1.6	42.2
V5	2.6	69.2	2.7	75.5	3.2	56.6	-	-	2.5	66.9	3.8	59.9	1.9	34.7
V6	4.4	161.6	2.7	125.1	1.8	112.7	-	-	0.8	2.9	1.1	115.4	2.6	117.4
V7	9.8	94.2	10.1	129.3	1.6	67.7	-	-	2.6	203.4	3	238.9	4.1	47.4
V8	5	127.6	5.2	125.1	5.8	122.7	-	-	4	142.4	2.8	127.2	2.6	114.7
V9	6.5	215	3.5	234.6	2.2	246.1	-	-	3.3	240.8	1.9	244	1.3	184.3

6.1.3.4 温度

秋季测验结果表明：

根据秋季海水温度平面图 6-8 可以看出，调查区域海水温度随着离岸距离的增加呈逐渐升高的趋势。根据秋季水温断面图可以看出，调查海区测得的水温最大值为 18.58℃出现在 V7 站 0.2H 层；测得水温的最小值为 16.40℃出现在 V3 站中层；各个调查站位表层、中层和底层，温度变化不大，从表层到底层逐渐减小。5：00~16：00 各站位各层次水温逐渐升高，后逐渐降低。

由图 6-9 可以看出，各观测站位水温曲线平稳，水温垂向上温度变化不大，没有明显的分层现象。

春季测验结果表明：

根据春季海水温度平面图 6-10 可以看出，调查区域海水温度随着离岸距离的增加呈逐渐升高的趋势。根据春季水温断面图 6-11 可以看出，调查海区测得的水温最大值为 11℃出现在 V2 站中层；测得水温的最小值为 5℃出现在 V9 站；各个调查站位水温存在波动。

表 6-27　　大潮期各站海水温度特征值（秋季）

测站	特征值	表层	0.2H	0.4H	中层	0.6H	0.8H	底层	垂线平均
V1	平均	17.1	-	-	17.0	-	-	17.0	17.0
	最高	17.6	-	-	17.5	-	-	17.4	17.5
	最低	16.5	-	-	16.5	-	-	16.5	16.5
V2	平均	17.1	-	-	17.0	-	-	17.0	17.0
	最高	17.6	-	-	17.6	-	-	17.5	17.5
	最低	16.6	-	-	16.5	-	-	16.5	16.5
V3	平均	17.1	-	-	17.0	-	-	17.0	17.0
	最高	17.6	-	-	17.5	-	-	17.5	17.5
	最低	16.6	-	-	16.4	-	-	16.5	16.5
V4	平均	18.1	18.0	18.0	-	18.0	18.0	18.0	18.0
	最高	18.6	18.5	18.5	-	18.5	18.5	18.5	18.5
	最低	17.6	17.5	17.5	-	17.5	17.6	17.5	17.5
V5	平均	18.1	18.0	18.0	-	18.0	18.0	18.0	18.0
	最高	18.5	18.5	18.5	-	18.5	18.5	18.5	18.5
	最低	17.6	17.5	17.6	-	17.5	17.6	17.5	17.5
V6	平均	18.0	18.0	18.0	-	18.0	18.0	18.0	18.0
	最高	18.5	18.5	18.5	-	18.5	18.5	18.5	18.5
	最低	17.6	17.5	17.6	-	17.5	17.6	17.5	17.5
V7	平均	18.1	18.0	18.0	-	18.0	18.0	18.0	18.0
	最高	18.5	18.6	18.5	-	18.5	18.5	18.4	18.5
	最低	17.6	17.5	17.5	-	17.5	17.5	17.5	17.5
V8	平均	18.1	18.0	18.0	-	18.0	18.0	18.0	18.0
	最高	18.5	18.6	18.5	-	18.5	18.5	18.5	18.5
	最低	17.6	17.5	17.5	-	17.5	17.6	17.5	17.5

V9	平均	18.1	18.0	18.0	-	18.0	18.0	18.0	18.0
	最高	18.6	18.6	18.5	-	18.5	18.5	18.5	18.5
	最低	17.6	17.5	17.6	-	17.5	17.6	17.5	17.5

表 6-28 大潮期各站海水温度特征值（春季）

测站	特征值	表层	0.2H	0.4H	中层	0.6H	0.8H	底层	垂线平均
V1	平均	10.4	-	-	10.4	-	-	10.4	10.4
	最高	10.8	-	-	10.8	-	-	10.9	10.8
	最低	10.1	-	-	9.7	-	-	9.9	9.9
V2	平均	10.3	-	-	10.4	-	-	10.4	10.4
	最高	10.7	-	-	11	-	-	10.8	10.8
	最低	9.9	-	-	9.8	-	-	9.9	9.9
V3	平均	10.2	-	-	10.2	-	-	10.2	10.2
	最高	10.6	-	-	10.7	-	-	10.5	10.6
	最低	9.7	-	-	9.7	-	-	9.8	9.7
V4	平均	9.4	9.3	9.3	-	9.3	9.3	9.3	9.3
	最高	9.8	9.8	9.7	-	9.7	9.8	9.6	9.7
	最低	8.9	8.7	8.7	-	8.8	8.7	8.9	8.8
V5	平均	7.2	7.2	7.1	-	7.1	7.2	7.2	7.2
	最高	7.7	7.6	7.5	-	7.5	7.4	7.4	7.5
	最低	6.8	6.9	6.8	-	6.9	6.9	6.9	6.9
V6	平均	9.7	9.7	9.6	-	9.7	9.6	9.7	9.7
	最高	10.3	10.3	10.3	-	10.4	10.4	10.3	10.3
	最低	8.9	8.9	8.8	-	9.1	8.9	9.0	8.9
V7	平均	9.2	9.2	9.2	-	9.0	9.3	9.1	9.2
	最高	9.8	9.7	9.9	-	9.9	9.8	9.9	9.8
	最低	8.6	8.3	8.6	-	8.3	8.8	8.4	8.5
V8	平均	8.1	8.2	8.1	-	8.0	8.0	8.1	8.1
	最高	8.6	8.5	8.7	-	9.3	9.5	8.6	8.9
	最低	7.6	7.7	7.7	-	6.7	6.6	7.7	7.3
V9	平均	5.9	5.8	5.8	-	5.8	5.8	6.0	5.8
	最高	6.2	6.2	7.5	-	7.7	7.8	7.8	7.2
	最低	5.0	5.0	5.0	-	5.0	5.0	5.0	5.0

6.1.3.5 盐度

测验结果表明：

（1）秋季各测站大潮垂线平均盐度分布在 30.5~32.5psu 之间。V3 测站盐度最低，大潮期平均盐度为 30.5psu，其次依次是 V1、V2、V7、V6、V8、V4、V5 和 V9。各测站大潮期最大盐度为 35.1psu，出现在 V7 测站 0.6H 层、0.8H 层和底层；各测站大潮期最小盐度为 30.00psu，出现在 V3 测站表层和中层。

根据秋季盐度平面图 6-12 可以看出，调查区域海水盐度随着离岸距离的增加呈逐渐升高的趋势。根据秋季盐度断面图 6-13 可以看出，调查海区测得的盐度最

大值为35.08出现在V7站底层；测得盐度的最小值为30.00出现在V3站表层；统计结果表明，观测海区盐度比较复杂，变换范围比较大。

（2）春季各测站垂线平均盐度分布在30.8~32.4psu之间。V7测站盐度最低，平均盐度为30.8psu。其次依次是V1、V2、V3、V6、V8、V4、V5和V9。各测站最大盐度为32.9psu，出现在V9测站0.4H层；各测站最小盐度为30.6psu，出现在V3测站表层和中层。

根据春季盐度平面图6-14可以看出，调查区域海水盐度随着离岸距离的增加呈逐渐升高的趋势。根据春季盐度断面图6-15可以看出，调查海区测得的盐度最大值为34.60出现在V7站0.8H层；测得盐度的最小值为29.78出现在V7站表层；统计结果表明，观测海区盐度比较复杂，变换范围比较大。

表6-29 各站海水盐度特征值（秋季）

测站	特征值	表层	0.2H	0.4H	中层	0.6H	0.8H	底层	垂线平均
V1	平均	30.6	-	-	30.7	-	-	30.8	30.7
	最高	30.8	-	-	30.8	-	-	31.0	30.9
	最低	30.4	-	-	30.5	-	-	30.6	30.5
V2	平均	30.7	-	-	30.8	-	-	31.0	30.9
	最高	30.9	-	-	31.0	-	-	31.2	31.0
	最低	30.6	-	-	30.7	-	-	30.8	30.7
V3	平均	30.6	-	-	30.5	-	-	30.4	30.5
	最高	31.0	-	-	31.0	-	-	31.0	31.0
	最低	30.0	-	-	30.0	-	-	30.0	30.0
V4	平均	31.7	31.7	31.7	-	31.8	31.9	32.1	31.8
	最高	31.9	31.9	31.9	-	32.0	35.0	35.0	32.9
	最低	31.5	31.5	31.6	-	31.6	31.6	31.7	31.6
V5	平均	32.1	32.1	32.2	-	32.2	32.2	32.3	32.2
	最高	32.4	32.4	31.9	-	32.0	32.5	32.6	32.5
	最低	31.8	31.9	32.5	-	32.5	32.0	32.1	31.9
V6	平均	31.2	31.3	31.3	-	31.3	31.4	31.4	31.3
	最高	31.4	31.4	31.5	-	31.5	31.6	31.6	31.5
	最低	31.0	31.1	31.1	-	31.2	31.2	31.2	31.1
V7	平均	30.7	30.7	30.9	-	31.1	31.4	31.8	31.1
	最高	30.9	31.0	30.5	-	35.1	35.1	35.1	33.8
	最低	30.4	30.4	35.0	-	30.5	30.5	30.5	30.5
V8	平均	31.7	31.6	31.6	-	31.6	31.5	31.6	31.6
	最高	32.0	32.0	31.9	-	31.9	31.9	32.0	32.0
	最低	31.1	31.0	31.0	-	31.0	31.0	31.0	31.0
V9	平均	32.5	32.5	32.5	-	32.5	32.5	32.5	32.5
	最高	32.8	32.7	32.8	-	32.8	32.8	32.8	32.8
	最低	32.2	32.2	32.2	-	32.2	32.3	32.3	32.2

表 6-30 各站海水盐度特征值（春季）

测站	特征值	表层	0.2H	0.4H	中层	0.6H	0.8H	底层	垂线平均
V1	平均	30.9	-	-	31.0	-	-	31.1	31.0
	最高	31.1	-	-	31.1	-	-	31.3	31.2
	最低	30.7	-	-	30.8	-	-	30.9	30.8
V2	平均	30.9	-	-	31.0	-	-	31.1	31.0
	最高	31.1	-	-	31.2	-	-	31.3	31.2
	最低	30.7	-	-	30.8	-	-	30.9	30.8
V3	平均	31.0	-	-	31.1	-	-	31.2	31.1
	最高	31.4	-	-	31.5	-	-	31.6	31.5
	最低	30.6	-	-	30.6	-	-	30.9	30.7
V4	平均	31.7	31.7	31.7	-	31.7	31.8	32.1	31.8
	最高	32.1	32.2	32.1	-	32.2	32.3	35.2	32.7
	最低	31.3	31.4	31.3	-	31.3	31.3	31.5	31.4
V5	平均	32.1	32.1	32.1	-	32.2	32.2	32.3	32.2
	最高	32.7	32.5	32.7	-	32.7	32.7	32.7	32.7
	最低	31.6	31.6	31.7	-	31.7	31.8	32.0	31.7
V6	平均	31.2	31.2	31.3	-	31.4	31.4	31.4	31.3
	最高	31.6	31.5	31.7	-	31.8	31.7	31.7	31.7
	最低	30.8	30.9	30.9	-	30.9	31.1	31.1	31.0
V7	平均	30.7	30.7	30.8	-	30.8	31.0	30.9	30.8
	最高	31.1	31.2	31.2	-	31.2	34.6	32.2	32.0
	最低	30.2	30.3	30.5	-	30.4	30.2	29.8	30.3
V8	平均	31.7	31.6	31.6	-	31.6	31.5	31.6	31.6
	最高	32.1	32.1	32.0	-	32.0	32.1	32.1	32.1
	最低	31.1	30.9	30.8	-	30.8	30.9	30.8	30.9
V9	平均	32.4	32.5	32.5	-	32.4	32.4	32.0	32.4
	最高	32.7	32.8	32.9	-	32.7	32.7	32.3	32.7
	最低	32.1	32.2	32.2	-	32.1	32.2	31.8	32.1

6.1.4 悬浮泥沙

6.1.4.1 悬砂含量特征值统计

（1）秋季：单点最大悬砂含量为 210.17mg/dm^3，出现在 2#站 0.8H 层，最小悬砂含量为 6.08mg/dm^3，出现在 5#站 0.6H 层；各站垂向悬砂平均含量范围 19.38～102.63mg/dm^3，其中，7#站最大，次之为 2#站，5#站最小。从垂向分布来看，自表层至底层，水体中悬砂含量表现出逐渐增加的趋势。从空间分布来看，调查海域悬砂含量与水深地形条件密切相关，近岸海域水深较浅，水体中悬砂含量明显偏高（1#~3#，7#），外海海域水深相对较大，悬砂含量相对较低。如表 6-31 所示。

（2）秋季：单点最大悬砂含量为 112.78mg/dm^3，出现在 2#站中层，最小悬

砂含量为 4.25mg/dm^3，出现在 5#站底层；各站垂向悬砂平均含量范围 11.04～52.89mg/dm^3，其中，2#站最大，次之为 1#站，5#站最小。从垂向分布来看，水体中悬砂含量自表层至底层的分布特征如下：1#、2#、3#、8#站表现为逐渐增加的趋势；6#、9#站表现为先减后增；4#表现为先减后增再减的趋势，5#站表现为先增后减、再增再减的趋势，7#站表现为先减后增、再减再增的趋势。如**表** 6-32 所示。

表 6-31 春季悬浮泥砂分析成果统计表（单位：mg/dm³）

站位	极均值统计	本站	表层	0.2H	0.4H	中层	0.6H	0.8H	底层	剖面平均
V1	最大值	130.67	——	130.67	——	87.17	103.17	——	105.33	130.67
	最小值	16.17	——	16.17	——	16.17	17.67	——	17.17	16.17
	平均值	57.13	——	54.55	——	53.26	63.59	——	57.13	57.13
V2	最大值	210.17	——	167.17	——	199.17	210.17	——	191.00	210.17
	最小值	29.17	——	29.17	——	56.17	54.17	——	49.33	29.17
	平均值	95.19	——	85.51	——	99.32	100.72	——	95.19	95.19
V3	最大值	158.22	——	147.22	——	122.89	158.22	——	142.78	158.22
	最小值	27.83	——	29.33	——	27.83	37.33	——	33.17	27.83
	平均值	75.88	——	72.12	——	71.67	83.83	——	75.88	75.88
V4	最大值	81.33	45.33	62.00	57.00	81.33	54.67	79.00	56.44	81.33
	最小值	6.33	10.00	8.33	10.00	9.67	7.33	6.33	8.61	6.33
	平均值	29.96	23.85	28.94	29.96	31.28	29.67	36.09	29.96	29.96
V5	最大值	48.58	37.83	41.08	43.58	42.83	48.58	46.08	43.33	48.58
	最小值	6.08	9.33	10.33	9.33	6.08	8.83	12.83	11.79	6.08
	平均值	19.38	19.74	18.73	17.41	18.11	20.27	22.01	19.38	19.38
V6	最大值	100.67	83.17	92.78	94.44	86.67	85.17	100.67	83.58	100.67
	最小值	9.44	21.44	15.78	24.44	9.44	27.78	26.44	25.83	9.44
	平均值	50.14	44.84	45.55	49.35	50.38	51.56	59.17	50.14	50.14
V7	最大值	176.67	158.17	156.67	170.67	161.17	176.67	157.67	155.58	176.67
	最小值	27.67	31.17	30.67	29.67	32.67	27.67	31.67	32.42	27.67
	平均值	102.63	99.96	98.03	104.19	102.07	102.80	108.74	102.63	102.63
V8	最大值	112.17	72.67	54.17	53.17	112.17	65.67	67.67	66.67	112.17
	最小值	7.08	13.83	15.33	13.11	14.44	7.33	7.08	14.88	7.08
	平均值	34.36	34.35	32.19	32.95	34.27	34.28	38.09	34.36	34.36
V9	最大值	52.17	36.42	52.17	41.22	41.22	45.56	46.89	40.17	52.17

	最小值	6.56	7.22	8.89	6.56	8.89	11.56	10.89	10.11	6.56
	平均值	23.57	22.19	21.66	22.40	23.46	25.05	26.68	23.57	23.57

表 6-32 秋季悬浮泥砂分析成果统计表（单位：mg/dm³）

站位	极均值统计	本站	表层	0.2H	0.4H	中层	0.6H	0.8H	底层	剖面平均
V1	最大值	66.89	63.56	-	-	57.56	-	-	66.89	61.11
	最小值	21.22	21.22	-	-	27.56	-	-	28.56	27.78
	平均值	41.84	38.18	-	-	41.76	-	-	45.57	41.84
V2	最大值	112.78	91.78	-	-	112.78	-	-	104.44	94.00
	最小值	22.78	22.78	-	-	24.44	-	-	31.78	30.67
	平均值	52.89	46.70	-	-	54.33	-	-	57.64	52.89
V3	最大值	59.78	46.44	-	-	58.11	-	-	59.78	53.22
	最小值	10.11	10.11	-	-	13.11	-	-	11.44	11.56
	平均值	32.60	28.69	-	-	32.75	-	-	36.35	32.60
V4	最大值	72.50	35.50	27.25	35.00	-	48.25	28.50	30.50	32.79
	最小值	7.75	9.75	10.00	7.75	-	9.25	11.50	10.00	11.13
	平均值	18.13	19.54	17.43	17.68	-	17.55	17.30	17.51	17.88
V5	最大值	25.00	22.00	25.00	13.75	-	15.00	21.25	20.50	14.92
	最小值	4.25	6.25	4.75	6.75	-	6.00	5.00	4.25	6.83
	平均值	11.04	11.15	11.63	9.84	-	10.47	11.56	11.42	11.04
V6	最大值	34.92	29.92	30.67	25.42	-	34.92	29.67	30.67	25.29
	最小值	7.92	7.92	9.17	8.92	-	10.17	11.17	8.17	11.17
	平均值	18.58	19.71	18.66	17.10	-	18.27	18.27	19.44	18.58
V7	最大值	47.42	29.92	37.17	47.42	-	39.42	39.92	42.67	36.67
	最小值	7.67	10.67	7.67	8.17	-	9.17	12.17	12.67	10.42
	平均值	20.96	20.26	20.14	20.46	-	19.99	21.24	23.90	20.96
V8	最大值	26.33	25.08	26.33	22.33	-	24.08	24.33	25.58	20.00
	最小值	6.33	7.83	9.58	6.33	-	7.58	6.83	9.58	8.33

	平均值	14.92	14.36	14.13	14.15	-	14.83	15.21	16.93	14.92
V9	最大值	35.75	23.25	30.75	30.75	-	29.00	30.25	35.75	28.54
	最小值	8.50	8.50	9.25	13.50	-	13.00	13.25	12.50	13.96
	平均值	17.89	16.67	16.94	18.22	-	17.54	18.46	19.60	17.89

6.1.4.2 潮段悬砂含量分布特征

（1）秋季大潮期悬砂含量分布随时间序列变化如图 6-16 所示。施测海域大潮涨潮段水体中悬砂平均含量为 59.17mg/dm^3，落潮段水体中悬砂平均含量为48.51mg/dm^3，涨潮段水体中悬砂含量高于落潮段。从各站位也可以看出，除 3#、4#、8#三个站位外，其它六个站位均表现为涨潮段水体中悬砂含量高于落潮段。从分层来看，自表层向底层，悬砂含量总体上逐渐增加。秋季期涨、落潮悬砂含量如表 6-33 所示。

（2）春季悬砂含量分布随时间序列变化如图 6-17 所示。施测海域大潮涨潮段水体中悬砂平均含量为 24.97mg/dm^3，落潮段水体中悬砂平均含量为25.95mg/dm^3，涨潮段水体中悬砂含量低于落潮段。从各站位也可以看出，除 3#、6#、7#四个站位外，其它六个站位均表现为涨潮段水体中悬砂含量高于落潮段。从分层来看，1#、2#、3#站位自表层向底层涨、落潮段悬砂含量逐渐增加；涨潮段 4#、6#、7#、9#站位自表层向底层呈现先减后增、再减再增的趋势，5#站位呈现先增再减再增的趋势，8#站位呈现先减后增的趋势；落潮段 4#站位自表层向底层呈现先增后减、再增再减的趋势，5#、6#站位呈现先减后增再减的趋势，7#站位呈逐渐递增的趋势，8#呈先增后减、再增再减又增的趋势，9#站位呈先增再减又增的趋势。大潮期涨、落潮悬砂含量如表 6-34 所示。

表 6-33　　秋季涨、落潮悬砂含量统计（单位：mg/dm^3）

站位＼层次		表层	0.2H	0.4H	中层	0.6H	0.8H	底层	剖面平均
V1	涨潮	——	67.52	——	64.77	77.56	——	69.95	——
	落潮	——	39.42	——	39.83	47.29	——	42.18	——
V2	涨潮	——	103.42	——	120.49	116.31	——	113.40	——
	落潮	——	64.63	——	74.63	82.54	——	73.93	——
V3	涨潮	——	72.48	——	69.93	82.44	——	74.95	——
	落潮	——	71.71	——	73.71	85.46	——	76.96	——
V4	涨潮	23.74	27.52	28.74	29.57	28.83	30.93	28.22	23.74
	落潮	23.97	30.58	31.39	33.28	30.64	42.11	32.00	23.97
V5	涨潮	21.40	19.82	18.13	18.79	21.04	23.33	20.42	21.40
	落潮	17.79	17.46	16.56	17.31	19.38	20.48	18.16	17.79
V6	涨潮	47.92	51.23	52.43	54.88	55.83	64.91	54.53	47.92
	落潮	41.24	38.94	45.75	45.13	46.57	52.46	45.02	41.24
V7	涨潮	109.06	108.24	118.60	112.67	112.67	119.67	113.48	109.06
	落潮	89.33	86.13	87.38	89.71	91.29	96.00	89.97	89.33
V8	涨潮	34.30	31.99	29.90	34.93	33.94	36.42	33.58	34.30
	落潮	35.86	32.76	34.60	32.65	35.53	39.84	35.21	35.86

V9	涨潮	23.62	21.02	23.12	24.86	25.08	26.06	23.96	23.62
	落潮	20.52	22.41	21.57	21.83	25.03	27.40	23.13	20.52

表 6-34 春季涨、落潮悬砂含量统计（单位：mg/dm³）

站位 \ 层次		表层	0.2H	0.4H	中层	0.6H	0.8H	底层	剖面平均
V1	涨潮	40.33	-	-	46.48	-	-	48.75	45.19
	落潮	39.19	-	-	41.62	-	-	46.68	42.50
V2	涨潮	50.08	-	-	59.13	-	-	56.53	55.25
	落潮	42.11	-	-	48.41	-	-	55.96	48.83
V3	涨潮	24.31	-	-	27.87	-	-	31.38	27.85
	落潮	32.93	-	-	37.79	-	-	42.35	37.69
V4	涨潮	20.97	17.11	17.21	-	18.29	17.18	18.07	18.14
	落潮	17.68	17.55	18.50	-	16.80	17.82	17.35	17.62
V5	涨潮	11.56	13.13	9.53	-	10.09	10.89	11.83	11.17
	落潮	10.65	9.92	9.81	-	10.33	12.42	11.33	10.74
V6	涨潮	17.58	16.93	16.80	-	19.18	15.11	18.40	17.33
	落潮	21.87	20.64	17.45	-	17.48	21.02	20.57	19.84
V7	涨潮	18.33	16.88	16.96	-	16.91	18.53	20.87	18.08
	落潮	20.84	22.19	23.17	-	22.46	23.90	26.36	23.15
V8	涨潮	15.32	13.54	13.39	-	14.15	15.51	16.90	14.80
	落潮	13.16	14.06	13.86	-	14.96	14.26	16.44	14.46
V9	涨潮	16.51	16.24	17.18	-	16.37	17.08	18.12	16.92
	落潮	16.79	17.48	19.06	-	18.57	19.65	20.86	18.74

6.2 地形地貌环境与冲淤环境现状调查与评价

6.2.1 地形特征

2023 年 7 月青岛海洋工程勘察设计研究院有限公司对六股河河口及其附近海域进行了水深地形测量，测量单位为米，加密区域比例尺是 1:500，其他区域 1:2000。

调查区总体水深分布在海底 2 至 20m（理论基准面）之间。测区北部区域地形过渡相对比较平缓，由岸边至深海逐渐变深，坡度约 2‰；测区南部区域地形变化复杂，存在明显的三道沙脊，沙脊间距并不相等，由陆向海，第二、三道岗间隔明显大于第一、二道岗间隔，同时隐约可见第四、第五道岗，见图 6-18。

提取工程海域 3 条剖面，其中两条位于拟开采区，P3 位于沙脊区，3 条剖面的水深地形见图 6-19 所示。

测区中部有两处明显的地形异常区域，地形起伏较大，疑似采砂坑区域，具

体如图6-20~图6-21所示。

根据侧扫结果，在海砂拟开采区局部区域存在大量砂坑，为分析已有砂坑的形态，于2023年7月对砂坑较明显的区域进行了水深加密测量，测量位置见图图6-21所示。测量结果见图6-23所示。由图可知，在加密区存在较密集的坑洼区域，砂坑最深处约20m，砂坑高程差约12m。

6.2.2 地貌特征

绥中海岸位于辽东湾西岸中部，在波浪长期作用下，形成了环海寺角嘴与强流河之间岬角弧形海岸，强流河河口以东为平直沙质海岸，岸线走向大致为ENE-SWS。

工程海域海岸带主要地貌类型图6-24。

本区为典型的平原砂质海岸，与河北境内的沙质海岸属同一整体。陆域地貌以发源于西部山区的河流形成的冲洪积平原、冲积平原、河谷平原、洪积扇以及侵蚀剥蚀平原地貌为主，河道沟汊密集，牛扼湖、冲出锥等地貌多见于河道上中游，下游地区河道比降骤降，发育广阔的沙砾堆积体，河口三角洲规模较小，多构成河口沙嘴、漓湖、心滩等地貌体。受海洋动力作用影响，沿岸广布滨岸沙砾质堆积体，构成沿岸沙砾堤、岸堤等地貌体。潮间带以沙滩为主，侵蚀岸段多见多道沙砾堤。泥沙来源主要是入海河流泥沙供给，入海主要河流有六股河、二河、狗河、长滩河等。海浪和潮流改造和重新塑造形成新的地貌体，最典型的就是平行于海岸分布的沙质堆积。

一、海岸地貌

1.河口沙嘴

工程海域几乎所有的河口均发育规模或大或小的沙嘴地貌体，规模、物质组成均有所差异，北部长滩河、猫眼河、狗河区域的沙嘴物质组成偏粗，这与该地区海岸地区波浪作用强度较大有直接的关系，局部地区如新立屯周边、刁龙嘴等区域存在比较严重的海岸侵蚀区，岸滩分布多条水下砂砾堤，物质源主要是海岸地区的海蚀陡坎，南部地区沙嘴物质组成较细以粉细砂、细砂为主，坡度较缓，近海砂质沉积物丰富，河流输沙量较大，河口湾内较平静，多生长碱蓬等植物。

2.沙滩

本区沙滩分布规模和密集度占全省之首，多集中于河口之间平直岸段。区域内密集分布的中小型河流，为沙滩提供了充足的沙源，维持了沙滩的动态平衡。沙滩规模较大，一般绵延数千米，宽度百余米。河口地区沙滩物质较细，以细砂、细中砂为主；远离河口的地区出现海岸侵蚀，如新立屯、团山角等地，物质较粗，为粗砂、砾石等。侵蚀岸段近岸水下发育多条砾石堤，为海岸蚀余粗粒物质堆积而成。沙滩后缘与沙砾堤相连，或者与海积平原相连，也有的与潟湖相连。工程海域原有海滩滩宽一般 200～300m，个别地段可达 400～500m，六股河口最宽达1km，根据现场调查，目前海滩干滩面近乎消失。海滩表层沉积物主要为中砂，含砂量达 90%以上，磨圆度及分选性均好。

二、人工地貌

1.港口码头

区内较大的港口码头有绥中电厂码头、绥中港、绥中 361 油田基地码头，防波堤向海延伸距离 700~1700m；错湾渔港规模较大，其余 83km 海岸线分布 20 余个小型渔港，每港口门处设置两条垂直岸线的拦沙大坝，滨岸堆积体形成港池。

2.养殖池

区内养殖场多为人工开挖滨岸砂砾堆积体而成，单池面积小，依地势而修建，整体布局不合理，未形成产业化规模。

近年来，随着海岸人类开发活动的增加，工程所在海域沿岸大部分区域已修建堤坝及养殖池塘，形成人工海岸。

三、海底地形与地貌

工程区海底地貌主要以受入海河流及潮流控制而发育的河口水下三角洲为其基本特征，发育水下三角洲、水下浅滩、潮流沙脊、潮流沟槽等海底地貌。工程海域海底地貌图详见图 6-25。六股河水下三角洲系河流供沙和近岸潮流动力场共同作用的产物。区域泥沙主要来源于河流输沙、潮流挟沙及波浪掀沙。区内入海河流以六股河为主，两侧尚有小石河、狗河、烟台河等。这些河流多属山区性季节河流，河床比降大，入海水沙多集中在汛期。历史上，这些河流泥沙为本区海岸淤长提供丰富物源。这些粗颗粒的推移质在河流与海流共同作用下，大多在口

门沉积，粗砂、粗中砂首先堆淤形成拦门沙坝；中等颗粒泥沙如细砂、粉砂被潮流带至近岸浅滩部位，只有极少量悬移质泥沙被带向远岸浅滩。

1）六股河口水下三角洲：

六股河口外原有规模为近 200km^2 的水下三角洲，在 0m 等深线范围内均为扇形河口浅滩所占据。水深一般大于 20m，沉积物以砂为主，含少量砾石。在六谷河口外，砂和砾石较粗，为残留沉积及六股河入海物质的混合沉积，海底地貌特征和辽东湾东部复州湾近岸类似。常见有以下几种类型：

①不规则的小岗丘：海底呈不规则的起伏，形成了相对高度 2-3m 宽窄不一的小岗丘。现代沉积很薄甚至缺失，残留沉积物被明显侵蚀和新的地貌形态正在塑造。

②侵蚀海底平台：这是侵蚀过程中所形成的一种过渡形态，相对高度近 3m，宽度约 1500m。平台顶部虽有些小的起伏，显得粗糙，但基本上保持一个平的台面。一些不规则的岗丘可能是平台被侵蚀的形态，它们的高度比平台略小，而且正在进一步被塑造。

③多列沙丘：大小不一，谷的宽度也有较大变化。沙丘的相对高度可达 6m，大小沙丘之间的高度差别较大，一般东南坡略陡。多列沙丘多长条状的排列分布，少数不规则，个别还呈新月状，交错排列，表面还分布着较规则的波纹。

④波状沙丘：见于本区的东部，数量不多，地形呈波状起伏，但不对称，东南坡陡，西北坡缓。坡形的表面平缓光滑，最大相对高度约 3.5m，宽度大于 2000m。

从东西两区的地貌特征判断，西区的水动力条件比东区略简单和稳定些，物质的分选和塑造也比东区充分。

2）水下浅滩：0-10m 等深线之间，为海滩向海缓倾的自然延伸部分。主要在六股河口三角洲的两侧，平行海岸分布。

3）浅海堆积平原：在水下三角洲和水下浅滩的外侧，地势更趋平坦、单调。

4）海底水下沙脊：由六股河口至狗河一带，海图水深 4～18 m 海域则发育数条水下潮流脊剖面，这些沙脊与冲刷槽相伴，形成沙脊—冲刷槽系列（三道岗）。最明显的有三条，当地人称为“三道岗”，呈指状分布，起始于二河口南侧，

各沙脊距离较近，沙脊面陡峭，其上发育有沙波，密布沙波纹，向西南延伸至长滩河口正南方，沙脊间距离变大，高度变小，逐渐平缓，其上发育的沙波及沙波纹逐渐变小，直至消失。沙脊整体外部轮廓呈 NE~SW。三道沙脊中中间沙脊的长度最长，约为 36.5km，最外侧的稍短，约为 25.3km，向岸一侧的长约 19.2km，其延伸方向从海向岸依次为 201°、217° 和 230°，略呈弧形向西南向弯曲，相对高差为 6～12 m，最高点位于水深 5m 处。这类条带状沙脊顶部呈刀状，并与潮沟相间并列。

6.2.3 冲淤环境

6.2.3.1 岸线动态演化

本节资料来源主要包括收集文献资料、历史不同年代遥感图、1959 年海图提取海岸线、2008 年实测海岸线以及 2021 年实测海岸线。了解近几十年来工程海域海岸线的变化特征，分析以往人类开发活动对近岸地貌形态特征变化的影响，分析海岸线向海淤进或向岸蚀退过程及原因。

（1）1938 年-1960 年

本节内容参考文献资料《辽东湾绥中海岸侵蚀研究》（王玉广等）。

根据 1938 年与 1960 年 1:20 万海图资料对比分析，见图 6-26。20 世纪 60 年代以前，绥中海岸属堆积型海岸，海岸以稳定淤长为主。河口段岸滩淤长速率大于其它岸段，其岸线向海移动 100~300m 不等。

河流来沙是岸滩组成的主要来源之一，也是促成海岸淤长的重要因素。60 年代以前绥中海域河流径流量大，入海泥沙量大，物源较丰富。据文献资料统计，六股河-山海关之间的河流，20 世纪 60 年代初径流量最大($3.286\times10^8m^3$)，50 年代径流量最小($1.915\times10^8m^3$)；年输沙量最大值出现在 50 年代初，均值为 238.6×10^4 t，50 年代末输沙量减少(56.2×10^4t)，60 年代又呈上升趋势(109.6×10^4t)。

（2）60 年代-2008 年

根据遥感图分析，该区域在 2000 年开始，在六股河口至二河口，以及团山角西侧各河口均存在河口区围海养殖活动，养殖池的建设占据河口两侧岸滩面积，形成人工岸线，见图 6-27 所示。

搜集 1959 年海图岸线与 2008 年工程海域实测岸线对比分析六股河口至新立村之间海岸线变化情况，见图 6-28 所示。

由图 6-28 可知，在六股河口海域，海岸线在局部区域有所蚀退，蚀退距离约 200-510m，蚀退速率约 4.0-10.4m/a。在二河口局部区域，蚀退约 120m，蚀退速率约 2.4m/a。在团山角向西至新立村之间，河口区域由于养殖池塘的建设，岸线变化较明显，该变化大部分是由于人类开发活动引起；其他岸段岸线蚀退相对较明显，蚀退距离约 70-260m，侵蚀速率约 1.4-5.3m/a。

由于海图比例尺的原因，海岸线变化的分析仅可看出大概规律。本次搜集工程海域文献资料，了解工程海域的海岸线变化情况。根据文献资料分析，在绥中岸段设置标志桩的多年监测结果表明（表 6-35），六股河口至新立屯为侵蚀岸段，1988-1994 年监测结果表明，最强侵蚀岸段主要在新立屯和南江屯附近，长约为 45.2km，最大侵蚀速率为 4.5m/a；2001-2002 年监测结果表明，海岸侵蚀长度约为 26.4km，最大海岸侵蚀在南江屯海岸附近,最大侵蚀速率为 3.8m/a；2002-2006 年监测结果表明，海岸侵蚀长度约为 40.8km，海岸侵蚀主要在六股河口至南江屯之间，最大侵蚀速率为 3.1m/a。

总体上，根据已有资料分析，在工程海域，60 年代至 2008 年间，工程海域海岸主要以侵蚀为主。绥中海岸侵蚀除强风浪和风暴潮偶然袭击外，海面上升，构造下沉和地表变形等只起迭加及促进作用。而人为因素是导致调查区局部海岸侵蚀加剧的原因之一。工程区河口较多，入海泥沙是岸滩泥沙的主要来源，随着河流上游水库的建设，20 世纪 80 年代后期，河流入海泥沙骤减，入海泥沙仅为 40.6×10^4t 左右。由于泥沙减少，岸滩沙源供给不足，是引起岸滩侵蚀、岸线后退的重要原因。此外，不合理的海洋工程拦截沿岸沉积物，如突堤码头，护岸工程等水工建筑物引起海岸上游一侧淤积，下游海岸侵蚀，原本平衡稳定的岸线发生变化。

表 6-35 绥中海岸监测桩监测结果（引自《辽东湾绥中海岸侵蚀研究》，王玉广等）

编号	位置	岸线变迁速率 γ / m.a-1		
		1988 — 1994 年	2001— 2002 年	2002 — 2006 年
桩 1	六股河	-0.30	+0.17	-2.10
桩 2	南江屯	-0.50	-1.00	-3.10
桩 3	天龙寺	-0.80	0.00	-1.00
桩 4	前张砚屯	-0.30	-0.50	-1.10

桩 5	新立屯	-4.50	-0.90	-1.80
桩 6	北杨家屯	0.00	0.00	0.00
桩 7	甘家屯	0.00	0.00	0.00
桩 8	南杨家屯	0.00	0.00	0.00

（3）2008 年-2021 年

2008 年实测岸线与 2021 年实测岸线对比分析见图 6-29 所示。由于工程海域海岸建设养殖池塘等围海活动，大部分区域已形成人工海岸，岸线相对稳定。从岸线变化分析，2008-2021 年岸线变化不大，仅在局部区域由于填海活动导致岸线局部的变化。此外，在团山角的西侧局部区域，可看出岸线略后退，后退距离约 90m。其他区域岸线变化不大。

岸滩淤积部位在码头等凸出堤坝构筑物两侧堤根处，相应在淤积区上游岸滩基本表现出侵蚀的状态。局部淤积和侵蚀现象大部分来自近年来的水上建筑物的影响。

6.2.3.2 海底冲淤变化

1、1959-2008 海底冲淤变化

在 1986 年出版海图中，工程海域水深为 1959 年测量。由于 2008 年实测水深数据在 5m 以浅海域无数据，因此，仅对比分析 5m 以深海域的海底冲淤特征。2008 年与 2023 年实测水深地形变化对比图见图 6-30，采砂区三期水深值对比见图 6-31，海图水深与 2008 年及 2023 年工程海域实测水深等深线对比见图 6-32 所示。

由图 6-32 可知，在六股河口区域，2008 年海底 5m 等深线无实测数据，10m 等深线向岸移动，移动距离约 0.63km。根据海图水深数据点对比，河口外侧局部区域侵蚀幅度约 0.3m，河口周边其他区域变化不明显。

在海底沙脊区，5m 等深线及 10m 等深线略有变化，整体上沙脊的范围与高程变化不大。在第一道沙脊区，沙脊范围（5m 等深线海域）局部略向岸萎缩；在第二道沙脊区，沙脊 10m 等深线范围萎缩，沙脊东侧 5m 等深线范围缩窄，在靠近冲刷槽的沙脊边缘区域，局部高程下降约 2~3m；在第三道沙脊区，10m 及 5m 等深线局部略有调整，整体变化不大，沙脊上部分区域高程增加，水深减小约 0.5-3.0m。整体上，三道沙脊区域，第一道沙脊区浅水区略有侵蚀，第二道沙

脊区东侧边缘呈条带状范围缩小、水深增大；第三道沙脊区范围变化不大，局部调整，高程略增加。

在海砂拟开采区域，南侧拟开采区位于第三道沙脊的东北端，由图 6-31 对比可知，开采选划区内水深变化并不规律，水深增大或减小均有，但变化均在 0.2-0.5m 左右，除却测量误差及比例尺原因，拟开采区基本可认为地形相对较稳定。

拟开采区位于六股河口南侧河口三角洲外海域，海底泥沙重要来源是六股河的河流来沙。研究岸段上游河流建水库，且河道部分段采砂活动的因素，仅在丰水年汛期有一定量泥沙入海，其余季节河流入海泥沙较少。 因此，初步分析，河流来沙减少，导致河口外侧三角洲及沙脊区域泥沙来源供给减少，是造成河口外侧局部海域侵蚀的重要原因。沙脊区域位于河口南侧，地形变化不明显；拟开采区地形相对稳定，冲淤变化不大。

3）2008-2023 年海底冲淤变化

在海砂拟开采区，从周边水深值对比分析看出，KT1 北侧整体上水深值变化不大，中间区域水深值增大，根据侧扫勘察结果，存在大量砂坑。KT1 南侧区块及 KT2 区块存在局部水深增大或者减小的情况，但凹凸不平。

由于 2008 年近岸区 5m 以浅没有水深数据，对比 1959-2023 年期间近岸 2m 等深线变化，见图 6-31 所示。据图可知，1959-2023 年间，在六股河口及二河口附近三角洲 2m 等深线向岸后退。六股河口外 2m 等深线后退距离约 370m，河口区三角洲呈侵蚀状态，侵蚀幅度最大约 3.0-3.5m。二河口附近 2m 等深线后退约 480m，河口区最大侵蚀幅度约 2.4m。二河口北侧岸滩局部 2m 等深线向海淤进约 250m，岸滩淤长幅度最大约 1.4-2.5m。二河口至团山角之间 2m 等深线略有淤长且等深线向西便偏移。

六股河口周边由于无 2008 年实测近岸数据，对比 1959-2023 年 5m 等深线变化，河口北侧向岸后退，后退距离约 530m；河口南侧向海淤进约 420m，南侧岸滩淤长。二河口外侧 5m 等深线向岸后退约 1.8km，5m 水深处侵蚀明显。团山角以南 5m 线向海淤进，淤进距离约 440m。总体上，在近岸区域，六股河口北侧岸滩、二河口外侧呈侵蚀状态，六股河南侧岸滩及团山角南侧岸滩呈淤长状态。

2008-2023 年，六股河口至二河口之间海底 10 等深线向海淤进，该区域海底

呈淤积态势。

在第一道沙脊区，与2008年相比，2023年沙脊5m等深线范围收缩，10m等深线向西延长，第一道与第二道沙脊之间的冲刷槽断面宽度增加。第二道沙脊5m等深线范围收缩，10m等深线整体向西偏移。第三道沙脊变化较明显，在沙脊上5m等深线已消失，沙脊高程均大于5.0m，沙脊高程减小约1.4m；10m等深线范围缩小，沙脊面积减小。

整体上，在1959-2008年间，六股河口外侧区域，海底蚀退；第一道沙脊区浅水区略有侵蚀，第二道沙脊区东侧边缘呈条带状范围缩小、水深增大；第三道沙脊区范围局部调整。在2008-2023年间，沙脊区总体趋势为沙脊范围萎缩，水道加长，沙脊高程减小，呈侵蚀态势。

4）1959-2023年海底变化

1959-2023年64年间海底沙脊区等深线变化见图6-36~图6-38所示。

由图6-33可知，1959-2023年，六股河口南侧及团山角南侧5m线向海淤进，海底淤积；六股河口北侧、二河口外侧及沙脊区的5m线均蚀退，沙脊区5m高程线范围萎缩明显，第二道岗5m等深线范围缩小约1/2，沙脊北侧区域以及第三道岗，5m等深线消失，沙脊区5m高程下降明显。

由图6-34可知，海底第一道岗及第二道岗10m等深线向南延伸，第一道与第二道岗之间的水道延长，10m等深线范围缩小。其中第三道岗10m等深线范围缩小约1/2。

由图6-35可知，第三道岗15m等深线向南延伸约7.2km，同时第二道与第三道岗之间的水道延长，10m等深线范围缩小。

总体上，1959-2023年，在近岸区域，除六股河河口南侧及团山角南侧局部向海淤进外，其他区域的岸滩及5m以浅的近岸海域呈侵蚀状态。沙脊区范围及面积萎缩，第二道及第三道沙脊萎缩较明显，沙脊顶高程下降；沙脊之间的冲刷槽水道延长。

6.3 海水环境现状调查与评价

6.3.1 近岸海域例行监测情况

根据近五年《葫芦岛市生态环境质量报告书》，统计2018-2022年葫芦岛市近岸海域水质类别比例情况，见表6-36。

表6-36 2018-2022年各个站位水质类别比例

监测时间	一类	二类	三类	四类	劣四类
2018	87.5%	12.5%	0	0	0
2019	16.7%	83.3%	0	0	0
2020	100%	0	0	0	0
2021	100%	0	0	0	0
2022	23.8%	42.9%	19.0%	9.5%	4.8%

2018-2022年近岸海域各个站位化学需氧量年均浓度呈波动态势，2020年浓度最高，锌、活性磷酸盐年均浓度不显著呈下降趋势，石油类年均浓度不显著呈上升趋势。以二类海水水质标准评价，2022年葫芦岛市近岸海域主要污染物为无机氮，其次为生化需氧量。2022年，葫芦岛市近岸海域无机氮浓度均值由2021年的0.082毫克/升上升到了0.298毫克/升，同比上升了263%。全年无机氮浓度均值劣四类点位1个（LNB16011），同比增加1个；无机氮浓度监测1次值超标点次15个，同比增加15个。

表6-37 2018-2022年近岸海域主要污染物浓度 单位:mg/m³

年份	化学需氧量	无机氮	活性磷酸盐	石油类	锌
2017	1.06	0.153	0.005	0.005	0.013
2018	0.94	0.095	0.004	0.009	0.014
2019	1.43	0.102	0.008	0.026	0.016
2020	1.48	0.047	0.006	0.005	0.005
2021	1.34	0.082	0.0096	0.007	0.0031
2022	/	0.298	/	/	/
二类标准	3	0.30	0.030	0.05	0.050

2022年，葫芦岛市近岸海域优良水质面积比例为78.6%，海水水质以一类和二类为主，一类、二类海水面积分别占监测总面积的34.5%和44.1%，三类、四类和劣四类海水面积占比分别为13.5%、3.2%和4.7%；三类以上海水主要污染指标为无机氮。

2022年，葫芦岛市省级入海排污口共计监测76点次，达标率93.4%，超标

项目为总磷、粪大肠菌群和无机磷；完成 3 个直排海排污口季度监测工作，监测点次共计 9 点次（第一季度因疫情未监测），达标率 100%，3 个排污口均排入渤海海域，总排水 163.5 万吨，主要污染物化学需氧量、五日生化需氧量、悬浮物、石油类、氨氮、总氮、总磷排放量分别为 12.3 吨、5.4 吨、15.0 吨、0.05 吨、0.3 吨、5.2 吨和 0.2 吨；省控入渤海河流 9 条，其水质均达到Ⅳ及以上水质标准，达标率 100%，其中Ⅱ类水质占比 44.5%，Ⅲ类水质占比 44.4%，Ⅳ类水质占比 11.1%。

与上年相比，2022 年葫芦岛市近岸海域水质明显下降，优良水质面积比例下降 18.3 个百分点，其中一类海水面积下降 38.1 个百分点，二类海水面积上升 19.8 个百分点，三类海水面积上升 10.4 个百分点，四类海水面积上升 3.2 个百分点，劣四类海水面积上升 4.7 个百分点；近岸海域富营养化程度加剧，出现富营养化的点位为 LNB16007、LNB16008 、LNB16011，富营养化等级分别为轻度富营养化、轻度富营养化和中度富营养化；海水浴场水质优良率保持不变均为 100%，其中水质为优点次占比下降 9.3 个百分点，水质为良点次占比上升 9.3 个百分点

6.3.2 海洋环境现状调查概况

本次海洋环境现状监测由天津中环天元环境检测技术服务有限公司分别于 2023 年 4 月 24 日-5 月 1 日和 2022 年 9 月 17 日-9 月 26 日在项目周边海域开展，主要包括海水水质、海洋沉积物、海洋生物质量、海洋生态、渔业资源等现状调查。调查方法和数据处理按照 GB17378、GB/T 12763、HJ 442 进行。

本次监测海水水质监测共布设 30 个站位，海洋沉积物监测共布设 16 个站位（其中海洋沉积物粒度监测共布设 50 个站位），海洋生物质量和海洋生态监测共布设 20 个站位（其中潮间带生物共布设 3 条断面），详见下**表** 6-38、**表** 6-39，图 6-39、图 6-40；

表 6-38 **海洋环境现状调查站位和监测项目**

序号	经度	纬度	监测项目
1	120°36′13.414″	40°21′34.909″	水质、沉积物
2	120°42′45.063″	40°19′45.877″	水质、沉积物、生态、生物体、渔业资源
3	120°49′24.026″	40°17′55.857″	水质、沉积物
4	120°47′10.120″	40°12′51.929″	水质
5	120°40′52.565″	40°14′10.544″	水质、生态、生物体、渔业资源

6	120°35′43.842″	40°15′14.535″	水质
7	120°31′35.352″	40°16′05.850″	水质、生态、生物体、渔业资源
8	120°29′50.842″	40°13′07.437″	水质、沉积物
9	120°33′13.421″	40°11′51.164″	水质、沉积物、生态、生物体、渔业资源
10	120°37′56.129″	40°10′04.477″	水质、沉积物、生态、生物体、渔业资源
11	120°44′22.953″	40°07′38.036″	水质、生态、生物体、渔业资源
12	120°41′15.253″	40°01′30.180″	水质、沉积物
13	120°35′01.139″	40°05′42.858″	水质、生态、生物体、渔业资源
14	120°30′30.519″	40°08′45.103″	水质、生态、生物体、渔业资源
15	120°27′07.762″	40°11′01.353″	水质、生态、生物体、渔业资源
16	120°21′18.911″	40°10′15.313″	水质、沉积物
17	120°28′33.191″	40°05′11.635″	水质、沉积物、生态、生物体、渔业资源
18	120°34′25.983″	40°01′04.047″	水质、沉积物、生态、生物体、渔业资源
19	120°37′29.239″	39°58′57.242″	水质、生态、生物体、渔业资源
20	120°26′28.180″	39°55′04.371″	水质
21	120°22′24.372″	39°59′25.057″	水质、生态、生物体、渔业资源
22	120°18′56.137″	40°03′07.157″	水质、沉积物、生态、生物体、渔业资源
23	120°15′08.717″	40°07′09.140″	水质
24	120°04′45.122″	40°02′34.959″	水质
25	120°08′32.306″	39°58′14.013″	水质、沉积物、生态、生物体、渔业资源
26	120°12′21.631″	39°53′49.915″	水质、沉积物、生态、生物体、渔业资源
27	120°30′24.254″	40°17′04.296″	水质、生态、生物体、渔业资源
29	120°31′24.044″	40°17′05.068″	水质、沉积物、生态、生物体、渔业资源
28	120°30′28.425″	40°15′37.624″	水质、沉积物、生态、生物体、渔业资源、潮间带生物
30	120°31′30.378″	40°15′31.908″	水质、沉积物、生态、生物体、渔业资源
31	120°21′0.17710″	40°11′27.87627″	潮间带生物
32	120°24′46.57056″	40°11′45.29561″	潮间带生物
33	120°28′19.44569″	40°13′17.35546″	潮间带生物

表 6-39 表层沉积物粒度调查站位表

调查站位	东经	北纬
1	120° 03′ 46.894″	40° 00′ 52.647″
2	120° 11′ 04.857″	39° 55′ 18.068″
3	120° 20′ 20.821″	39° 48′ 11.369″
4	120° 08′ 46.302″	40° 03′ 55.364″
5	120° 16′ 40.042″	39° 57′ 52.988″
6	120° 24′ 48.247″	39° 51′ 37.864″
7	120° 12′ 49.624″	40° 06′ 09.580″
8	120° 17′ 04.593″	40° 02′ 54.557″
9	120° 22′ 41.553″	39° 58′ 36.106″
10	120° 28′ 25.736″	39° 54′ 11.274″
11	120° 15′ 58.739″	40° 07′ 33.776″
12	120° 19′ 53.053″	40° 04′ 34.419″
13	120° 25′ 17.103″	40° 00′ 25.725″
14	120° 30′ 37.751″	39° 56′ 18.898″
15	120° 18′ 49.116″	40° 09′ 12.322″
16	120° 21′ 39.461″	40° 07′ 01.884″

17	120° 24′ 48.310″	40° 04′ 37.032″
18	120° 28′ 41.995″	40° 01′ 37.436″
19	120° 33′ 19.376″	39° 58′ 03.747″
20	120° 22′ 21.452″	40° 10′ 18.772″
21	120° 24′ 38.205″	40° 08′ 33.961″
22	120° 28′ 38.485″	40° 05′ 29.479″
23	120° 32′ 25.703″	40° 02′ 34.644″
24	120° 36′ 09.339″	39° 59′ 42.203″
25	120° 26′ 20.521″	40° 11′ 04.700″
26	120° 29′ 03.998″	40° 08′ 59.227″
27	120° 31′ 31.315″	40° 07′ 05.994″
28	120° 34′ 56.568″	40° 04′ 27.967″
29	120° 38′ 33.320″	40° 01′ 40.758″
30	120° 28′ 52.992″	40° 12′ 11.162″
31	120° 32′ 10.207″	40° 09′ 39.668″
32	120° 34′ 33.621″	40° 07′ 49.326″
33	120° 37′ 25.521″	40° 05′ 36.871″
34	120° 40′ 51.879″	40° 02′ 57.584″
35	120° 30′ 14.468″	40° 14′ 12.137″
36	120° 32′ 50.116″	40° 12′ 12.594″
37	120° 35′ 27.882″	40° 10′ 11.246″
38	120° 38′ 47.634″	40° 07′ 37.346″
39	120° 42′ 14.419″	40° 04′ 57.725″
40	120° 32′ 08.369″	40° 17′ 20.063″
41	120° 34′ 46.134″	40° 15′ 18.899″
42	120° 38′ 20.201″	40° 12′ 34.207″
43	120° 42′ 27.643″	40° 09′ 23.427″
44	120° 45′ 44.826″	40° 06′ 51.080″
45	120° 34′ 44.964″	40° 21′ 27.160″
46	120° 42′ 53.880″	40° 15′ 11.096″
47	120° 49′ 49.948″	40° 09′ 49.702″
48	120° 36′ 41.392″	40° 26′ 51.196″
49	120° 45′ 16.486″	40° 20′ 15.178″
50	120° 54′ 38.176″	40° 13′ 01.147″

6.3.3 海水水质现状调查与评价

6.3.3.1 监测概况

1、监测时间站位

本次春季和秋季海洋水质监测均由天津中环天元环境检测技术服务有限公司分别于2023年4月24日-5月1日和2022年9月17日-9月26日在项目周边海域开展的调查。本次监测水质监测共布设30个站位，详见表6-38和图6-39。

监测时间：大潮或小潮

2、监测项目及采样分析方法

（1）监测项目

海水水质监测项目包括：pH、盐度、悬浮物、化学需氧量、溶解氧、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、氨氮、活性磷酸盐、氰化物、硫化物、挥发性酚、有机氯农药（六六六、滴滴涕）、石油类、重金属（铜、锌、铅、镉、铬、汞、砷）、多环芳烃、多氯联苯等；

（2）水质监测及分析方法

除石油类只取表层水样外，其余项目的采集均按以下要求进行：当水深小于10米时，采集表层；当水深大于10米小于25米时，采集表层、底层样；当水深大于25米小于50米时，采表层、中层、底层样。各项监测因子的采集与分析均按照《海洋监测规范》（GB17378.3-2007）中样品采集、贮存与运输和《海洋调查规范》（GB12763.4-2007）中海水化学要素进行。水质项目监测及分析方法见下表6-40。

表6-40 海水水质项目监测及分析方法

项目	分析方法
汞	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007中的5.1 原子荧光法
铜	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007中的6.1 无火焰原子吸收分光光度法
铅	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007中的7.1 无火焰原子吸收分光光度法
锌	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007中的9.1 火焰原子吸收分光光度法
总铬	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007中的10.1 无火焰原子吸收分光光度法
砷	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007中的11.1 原子荧光法
石油类	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007中的13.2 紫外分光光度法
硫化物	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB17378.4-2007中的18.1 亚甲基蓝分光光度法
pH	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007中的26 pH-pH计法
悬浮物	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007中的27悬浮物-重量法
溶解氧	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007中的31溶解氧-碘量法
化学需氧量	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007中的32化学需氧量-碱性高锰酸钾法
氨氮	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007中的36.1 靛酚蓝分光光度法
亚硝酸盐	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007中的37亚硝酸盐-萘乙二胺分光光度法

硝酸盐	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007中的38.1 硝酸盐-镉柱还原法
活性磷酸盐	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007中的39.1 磷钼蓝分光光度法
盐度	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007中的29.1 盐度计法
活性硅酸盐	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007中的17.1 硅钼黄法
氰化物	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007中的20.1 异烟酸-吡唑啉酮分光光度法
挥发酚	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007中的19 挥发性酚-4-氨基安替比林分光光度法
有机氯农药（六六六、滴滴涕）	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007中的14 气相色谱法
多环芳烃	《海水中16中多环芳烃的测定 气相色谱-质谱法》GB/T26411-2010
多氯联苯	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4—2007中的15 多氯联苯-气相色谱法

6.3.3.2 海水水质现状调查结果与评价

（1）评价标准

根据《辽宁省海洋功能区划（2011-2020）》，本项目位于绥中海域。项目选址海域水质执行《海水水质标准》（GB 3097-1997）在进行现状评价时，根据不同监测点位所处不同功能区确定对应的评价标准。各监测点位对应的评价标准见下表6-41。

表6-41 监测点位对应的评价标准

站位	经度	纬度	所属海洋功能区	水质标准
1	120° 36′ 13.414″	40° 21′ 34.909″	A1-03 兴城海域农渔业区	二类
2	120° 42′ 45.063″	40° 19′ 45.877″	A1-03 兴城海域农渔业区	二类
3	120° 49′ 24.026″	40° 17′ 55.857″	A1-03 兴城海域农渔业区	二类
4	120° 47′ 10.120″	40° 12′ 51.929″	国管海域	二类
5	120° 40′ 52.565″	40° 14′ 10.544″	A1-03 兴城海域农渔业区	二类
6	120° 35′ 43.842″	40° 15′ 14.535″	A1-03 兴城海域农渔业区	二类
7	120° 31′ 35.352″	40° 16′ 05.850″	A1-03 兴城海域农渔业区	二类
8	120° 29′ 50.842″	40° 13′ 07.437″	A6-01 六股河口海洋保护区	一类
9	120° 33′ 13.421″	40° 11′ 51.164″	A1-01 绥中海域农渔业区	二类
10	120° 37′ 56.129″	40° 10′ 04.477″	A1-01 绥中海域农渔业区	二类
11	120° 44′ 22.953″	40° 07′ 38.036″	国管海域	二类
12	120° 41′ 15.253″	40° 01′ 30.180″	国管海域	二类
13	120° 35′ 01.139″	40° 05′ 42.858″	A1-01 绥中海域农渔业区	二类
14	120° 30′ 30.519″	40° 08′ 45.103″	A1-01 绥中海域农渔业区	二类
15	120° 27′ 07.762″	40° 11′ 01.353″	A5-02 天龙寺旅游休闲娱乐区	二类
16	120° 21′ 18.911″	40° 10′ 15.313″	A1-01 绥中海域农渔业区	二类
17	120° 28′ 33.191″	40° 05′ 11.635″	A1-01 绥中海域农渔业区	二类
18	120° 34′ 25.983″	40° 01′ 04.047″	国管海域	二类

19	120° 37′ 29.239″	39° 58′ 57.242″	国管海域	二类
20	120° 26′ 28.180″	39° 55′ 04.371″	国管海域	二类
21	120° 22′ 24.372″	39° 59′ 25.057″	A1-01 绥中海域农渔业区	二类
22	120° 18′ 56.137″	40° 03′ 07.157″	A1-01 绥中海域农渔业区	二类
23	120° 15′ 08.717″	40° 07′ 09.140″	A1-01 绥中海域农渔业区	二类
24	120° 04′ 45.122″	40° 02′ 34.959″	A2-01 石河口港口航运区	三类
25	120° 08′ 32.306″	39° 58′ 14.013″	A1-01 绥中海域农渔业区	二类
26	120° 12′ 21.631″	39° 53′ 49.915″	A1-01 绥中海域农渔业区	二类
27	120° 30′ 24.254″	40° 17′ 04.296″	A1-03 兴城海域农渔业区	二类
29	120° 31′ 24.044″	40° 17′ 05.068″	A1-03 兴城海域农渔业区	二类
28	120° 30′ 28.425″	40° 15′ 37.624″	A6-01 六股河口海洋保护区	一类
30	120° 31′ 30.378″	40° 15′ 31.908″	A1-03 兴城海域农渔业区	二类

根据《葫芦岛市近岸海域功能区划（调整后）》，部分监测点位位于近岸海域二类功能区，详见下表。

表 6-42 位于葫芦岛市近岸海域监测站位水质执行标准

站位	所在功能区	执行水质标准
1#、7#、8#、15#、16#、23#、24#、27#、28#、29#、30#	二类功能区	二类水质目标

综上所述，项目附近海域水质按照《辽宁省海洋功能区划（2011-2020）》、《葫芦岛近岸海域功能区划（调整后）》规定，以海水水质较严者执行，各调查站位水质执行标准详见下表。

表 6-43 各监测站位执行的水质标准

站位	执行水质标准
8#、	执行海水水质一类标准
1#~7#、9#~30#	执行海水水质二类标准

（2）评价方法

本报告主要采用单因子标准指数（P_i）法，评价模式如下：

$$Pi = \frac{Ci}{Cio}$$

式中：P_i——第 i 项因子的标准指数，即单因子标准指数；

C_i——第 i 项因子的实测浓度；

C_{io}——第 i 项子的评价标准值。

当标准指数值 P_i 大于 1，表示第 i 项评价因子超出了其相应的评价标准，即表明该因子已不能满足评价海域海洋功能区的要求。

另外，根据 pH、溶解氧（DO）的特点，其评价模式分别为：

①溶解氧（DO）评价指数按下式如下：

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

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

式中：$S_{DO,j}$——溶解氧的标准指数，大于1标明该水质因子超标；

DO_j——溶解氧在j点的实测统计代表值，mg/L；

DO_S——溶解氧的水质评价标准限值，mg/L；

DO_f——饱和溶解氧的浓度，mg/L；对于近岸海域，$DO_f=(491-2.65S)/(33.5+T)$，S——实用盐度符号，量纲为1；T——水温（℃）。

②pH评价指数按下式如下：

$$S_{pH}=\frac{|pH-pHsm|}{DS}$$

其中：$pHsm=\frac{pHsu+pHsd}{2}$ $DS=\frac{pHsu-pHsd}{2}$

式中：SpH —pH的污染指数；

pH—本次调查实测值；

$pHsu$—海水pH标准的上限值；

$pHsd$—海水pH标准的下限值。

（3）2022年秋季的海水水质监测结果和评价结果

①、监测结果

2022年秋季的海水水质监测结果见下列表6-44~表6-46所示。

表 6-44 2022 年秋季水质监测结果

站位名称	挥发酚/μg/L	硫化物/mg/L	氰化物/mg/L	pH/无量纲	悬浮物/mg/L	溶解氧/mg/L	化学需氧量/mg/L	无机氮/mg/L	氨氮/mg/L	亚硝酸盐/mg/L	硝酸盐/mg/L	活性磷酸盐/mg/L	盐度	石油类/mg/L	汞/μg/L	铜/μg/L	铅/μg/L	镉/μg/L	锌/μg/L	总铬/μg/L	砷/μg/L
站位 1	未检出	未检出	0.0008	8.04	16.5	8.63	2.32	0.31	0.07	0.045	0.197	0.004	26.712	0.0270	0.039	2.3	0.22	0.52	18.3	2.4	0.7
站位 2（表层）	未检出	0.0002	0.0006	8.06	17.2	8.65	2.48	0.29	0.07	0.037	0.184	0.005	26.024	0.0300	0.047	1.6	0.06	0.68	6.7	1.7	0.7
站位 2（底层）	未检出	未检出	0.0006	8.09	17.7	8.68	2.26	0.32	0.08	0.039	0.199	0.004	26.604	0.0491	0.060	1.9	0.35	0.70	11.1	1.8	0.7
站位 3（表层）	未检出	未检出	0.0006	8.20	6.91	8.60	2.42	0.21	0.07	0.024	0.120	0.003	26.408	0.0360	0.036	2.1	0.16	0.71	6.1	1.1	1.0
站位 3（底层）	未检出	未检出	未检出	8.15	7.90	8.67	2.43	0.23	0.08	0.022	0.131	0.003	25.953	0.0383	0.045	1.9	0.42	0.66	7.0	1.3	1.1
站位 4（表层）	未检出	0.0002	0.0006	8.12	5.38	8.71	2.40	0.21	0.08	0.019	0.107	0.004	27.688	0.0426	0.049	1.9	0.24	0.46	9.1	2.9	0.7
站位 4（底层）	未检出	未检出	0.0006	8.13	6.33	8.70	2.40	0.21	0.07	0.020	0.116	0.004	27.695	0.0355	0.064	1.8	0.25	0.30	6.2	2.1	0.8
站位 5	未检出	未检出	0.0005	8.00	16.7	8.39	2.08	0.28	0.08	0.024	0.180	0.007	27.128	0.0481	0.081	2.3	0.10	0.43	17.6	1.6	0.9
站位 6	未检出	未检出	0.0006	8.03	17.3	8.43	2.34	0.32	0.11	0.021	0.191	0.007	27.682	0.0450	0.034	2.6	0.25	0.36	11.8	2.4	1.0
站位 7	未检出	未检出	0.0008	8.05	16.7	8.52	2.26	0.29	0.09	0.023	0.174	0.008	26.861	0.0281	0.045	1.9	0.42	0.39	17.7	1.3	0.9
站位 8	未检出	0.0002	0.0006	8.00	14.2	8.56	1.92	0.42	0.12	0.021	0.282	0.006	26.679	0.0481	0.044	2.2	0.34	0.26	16.9	0.1	0.8
站位 9	未检出	0.0002	0.0006	8.03	15.6	8.64	2.32	0.33	0.07	0.023	0.232	0.008	26.437	0.0246	0.138	2.3	0.09	0.37	6.9	1.7	0.7
站位 10	未检出	未检出	0.0006	7.98	14.3	8.79	2.08	0.32	0.08	0.025	0.219	0.007	26.753	0.0291	0.063	2.1	0.10	0.46	10.3	1.9	0.7
站位 11（表层）	未检出	0.0002	0.0008	8.10	5.25	8.60	2.35	0.25	0.09	0.013	0.142	0.004	26.827	0.0454	0.068	2.1	未检出	0.33	17.8	4.7	0.6
站位 11（底层）	未检出	未检出	0.0006	8.07	8.82	8.65	2.24	0.24	0.09	0.014	0.136	0.003	27.046	0.0434	0.044	2.0	0.23	0.44	6.5	3.8	0.8
站位 12	未检出	0.0003	0.0008	8.09	6.94	8.50	2.37	0.25	0.07	0.014	0.163	0.003	27.810	0.0402	0.019	1.4	未检	0.44	15.6	1.7	0.7

（表层）																	出				
站位 12（底层）	未检出	0.0002	0.0006	8.07	7.50	8.64	2.48	0.27	0.09	0.018	0.166	0.004	28.005	0.0438	0.045	2.7	0.27	0.40	10.8	1.5	0.9
站位 13	未检出	未检出	0.0007	7.99	7.57	8.62	2.58	0.43	0.10	0.048	0.282	0.012	26.548	0.0442	0.046	1.6	0.10	0.61	17.1	4.3	1.4
站位 14	未检出	0.0002	未检出	8.02	16.0	8.30	2.16	0.43	0.10	0.048	0.286	0.005	26.798	0.0398	0.114	2.5	0.19	0.45	19.8	0.3	0.8
站位 15	未检出	未检出	0.0007	8.04	17.9	8.43	2.08	0.30	0.09	0.022	0.187	0.007	27.079	0.0307	0.064	1.8	0.21	0.32	13.1	2.0	0.6
站位 16	未检出	0.0003	0.0009	8.01	15.9	8.81	2.26	0.34	0.08	0.025	0.231	0.010	27.104	0.0302	0.047	2.3	0.41	0.44	10.6	1.3	0.7
站位 17	未检出	未检出	0.0006	7.98	17.6	8.82	1.80	0.42	0.07	0.036	0.314	0.009	27.644	0.0426	0.117	1.9	0.05	0.51	16.4	3.1	0.8
站位 18（表层）	未检出	未检出	0.0007	8.03	5.68	8.36	2.16	0.20	0.08	0.015	0.108	0.004	28.044	0.0118	0.036	1.7	0.08	0.36	6.5	1.4	0.7
站位 18（底层）	未检出	未检出	0.0006	8.05	6.62	8.76	2.30	0.22	0.10	0.015	0.103	0.003	28.353	0.0355	0.019	1.7	0.19	0.25	9.9	1.6	0.6
站位 19（表层）	未检出	未检出	0.0007	8.00	7.40	8.58	2.24	0.28	0.09	0.019	0.175	0.003	28.279	0.0347	0.040	1.4	0.13	0.47	10.9	1.8	0.7
站位 19（底层）	未检出	0.0002	未检出	8.01	6.40	8.39	2.45	0.24	0.09	0.014	0.133	0.004	27.974	0.0152	0.043	1.2	0.20	0.30	14.9	1.5	0.5
站位 20（表层）	未检出	0.0003	未检出	8.00	5.75	8.51	2.14	0.21	0.09	0.017	0.103	0.003	28.815	0.0455	0.028	1.8	0.48	0.30	10.5	1.5	0.7
站位 20（底层）	未检出	0.0003	0.0006	8.03	5.86	8.57	2.58	0.22	0.09	0.019	0.106	0.003	27.568	0.0398	0.057	1.1	0.17	0.30	13.2	1.0	0.6
站位 21（表层）	未检出	未检出	0.0008	8.01	17.5	8.59	2.12	0.35	0.08	0.029	0.241	0.005	28.014	0.0461	0.031	2.0	0.13	0.32	15.9	3.4	0.7
站位 21（底层）	未检出	未检出	0.0007	8.05	6.56	8.50	2.16	0.35	0.08	0.029	0.236	0.010	28.005	0.0281	0.045	2.6	0.18	0.45	19.4	2.8	0.7
站位 22	未检出	0.0002	0.0006	7.95	15.4	8.63	2.06	0.28	0.07	0.025	0.184	0.007	27.950	0.0165	0.024	4.0	0.63	0.41	16.9	1.6	0.7
站位 23	未检出	未检出	未检出	7.97	17.2	8.36	2.08	0.27	0.09	0.009	0.166	0.005	28.384	0.0418	0.026	1.8	0.19	0.29	18.8	1.1	0.7
站位 24	未检出	0.0002	0.0008	8.00	17.1	8.42	2.17	0.23	0.11	0.011	0.105	0.007	28.180	0.0448	0.067	1.7	0.25	0.32	15.9	1.0	0.7
站位 25（表层）	未检出	0.0002	0.0008	8.04	16.8	8.63	2.14	0.27	0.08	0.027	0.162	0.006	28.704	0.0370	0.023	1.7	0.26	0.39	17.2	2.8	0.7

站位 25（底层）	未检出	未检出	0.0008	8.01	15.3	8.78	2.40	0.29	0.09	0.028	0.171	0.005	28.114	0.0104	0.089	1.5	0.07	0.45	14.4	2.9	0.7
站位 26（表层）	未检出	未检出	未检出	7.97	17.4	8.35	2.16	0.24	0.11	0.020	0.111	0.005	28.005	0.0426	0.022	1.2	0.13	0.27	10.3	2.3	0.6
站位 26（底层）	未检出	0.0002	0.0006	7.98	15.9	8.72	2.30	0.26	0.12	0.018	0.126	0.006	28.229	0.0495	0.024	1.1	未检出	0.35	17.0	1.5	0.6
站位 27	未检出	未检出	0.0006	8.01	16.5	8.59	2.39	0.32	0.10	0.024	0.195	0.006	26.930	0.0410	0.028	2.4	0.15	0.52	13.6	3.2	0.9
站位 28	未检出	0.0002	0.0006	7.97	17.8	8.76	1.98	0.30	0.07	0.022	0.212	0.007	26.853	0.0497	0.046	2.2	0.12	0.36	13.8	2.0	0.9
站位 29	未检出	0.0002	0.0006	8.03	16.5	8.42	1.96	0.37	0.07	0.023	0.277	0.020	26.757	0.0414	0.035	3.3	未检出	0.10	14.3	3.7	0.8
站位 30	未检出	未检出	0.0008	8.00	15.2	8.86	2.16	0.31	0.07	0.022	0.222	0.009	26.977	0.0361	0.135	2.0	0.13	0.21	13.6	1.4	0.8
最小值	未检出	未检出	0.0005	7.95	5.25	8.30	1.80	0.20	0.07	0.009	0.103	0.003	25.953	0.0104	0.019	1.1	0.05	0.10	6.1	0.1	0.5
最大值	未检出	0.0003	0.0009	8.20	17.9	8.86	2.58	0.43	0.12	0.048	0.314	0.020	28.815	0.0497	0.138	4.0	0.63	0.71	19.8	4.7	1.4
平均值	未检出	0.0001	0.0006	8.03	12.7	8.59	2.24	0.29	0.09	0.024	0.180	0.006	27.405	0.0368	0.054	2.0	0.19	0.41	13.2	2.0	0.8

表 6-45 2022 年秋季水质（六六六、滴滴涕）监测结果

站位名称	O，P'-DDT/ng/L	P，P'-DDD/ng/L	P，P'-DDE/ng/L	P，P'-DDT/ng/L	α-666/ng/L	β-666/ng/L	γ-666/ng/L	δ-666/ng/L	多氯联苯（PCB-3）/mg/L	多氯联苯（PCB-5）/mg/L
站位 1	3.8L	3.8L	3.8L	3.8L	1L	1L	1L	1L	未检出	未检出
站位 2（表层）	3.8L	3.8L	3.8L	3.8L	1L	1L	1L	1L	未检出	未检出
站位 2（底层）	3.8L	3.8L	3.8L	3.8L	1L	1L	1L	1L	未检出	未检出
站位 3（表层）	3.8L	3.8L	3.8L	3.8L	1L	1L	1L	1L	未检出	未检出
站位 3（底层）	3.8L	3.8L	3.8L	3.8L	1L	1L	1L	1L	未检出	未检出
站位 4（表层）	3.8L	3.8L	3.8L	3.8L	1L	1L	1L	1L	未检出	未检出
站位 4（底层）	3.8L	3.8L	3.8L	3.8L	1L	1L	1L	1L	未检出	未检出
站位 5	3.8L	3.8L	3.8L	3.8L	1L	1L	1L	1L	未检出	未检出
站位 6	3.8L	3.8L	3.8L	3.8L	1L	1L	1L	1L	未检出	未检出
站位 7	3.8L	3.8L	3.8L	3.8L	1L	1L	1L	1L	未检出	未检出

站位 8	3.8L	3.8L	3.8L	3.8L	1L	1L	1L	1L	未检出	未检出
站位 9	3.8L	3.8L	3.8L	3.8L	1L	1L	1L	1L	未检出	未检出
站位 10	3.8L	3.8L	3.8L	3.8L	1L	1L	1L	1L	未检出	未检出
站位 11（表层）	3.8L	3.8L	3.8L	3.8L	1L	1L	1L	1L	未检出	未检出
站位 11（底层）	3.8L	3.8L	3.8L	3.8L	1L	1L	1L	1L	未检出	未检出
站位 12（表层）	3.8L	3.8L	3.8L	3.8L	1L	1L	1L	1L	未检出	未检出
站位 12（底层）	3.8L	3.8L	3.8L	3.8L	1L	1L	1L	1L	未检出	未检出
站位 13	3.8L	3.8L	3.8L	3.8L	1L	1L	1L	1L	未检出	未检出
站位 14	3.8L	3.8L	3.8L	3.8L	1L	1L	1L	1L	未检出	未检出
站位 15	3.8L	3.8L	3.8L	3.8L	1L	1L	1L	1L	未检出	未检出
站位 16	3.8L	3.8L	3.8L	3.8L	1L	1L	1L	1L	未检出	未检出
站位 17	3.8L	3.8L	3.8L	3.8L	1L	1L	1L	1L	未检出	未检出
站位 18（表层）	3.8L	3.8L	3.8L	3.8L	1L	1L	1L	1L	未检出	未检出
站位 18（底层）	3.8L	3.8L	3.8L	3.8L	1L	1L	1L	1L	未检出	未检出
站位 19（表层）	3.8L	3.8L	3.8L	3.8L	1L	1L	1L	1L	未检出	未检出
站位 19（底层）	3.8L	3.8L	3.8L	3.8L	1L	1L	1L	1L	未检出	未检出
站位 20（表层）	3.8L	3.8L	3.8L	3.8L	1L	1L	1L	1L	未检出	未检出
站位 20（底层）	3.8L	3.8L	3.8L	3.8L	1L	1L	1L	1L	未检出	未检出
站位 21（表层）	3.8L	3.8L	3.8L	3.8L	1L	1L	1L	1L	未检出	未检出
站位 21（底层）	3.8L	3.8L	3.8L	3.8L	1L	1L	1L	1L	未检出	未检出
站位 22	3.8L	3.8L	3.8L	3.8L	1L	1L	1L	1L	未检出	未检出
站位 23	3.8L	3.8L	3.8L	3.8L	1L	1L	1L	1L	未检出	未检出
站位 24	3.8L	3.8L	3.8L	3.8L	1L	1L	1L	1L	未检出	未检出
站位 25（表层）	3.8L	3.8L	3.8L	3.8L	1L	1L	1L	1L	未检出	未检出
站位 25（底层）	3.8L	3.8L	3.8L	3.8L	1L	1L	1L	1L	未检出	未检出
站位 26（表层）	3.8L	3.8L	3.8L	3.8L	1L	1L	1L	1L	未检出	未检出
站位 26（底层）	3.8L	3.8L	3.8L	3.8L	1L	1L	1L	1L	未检出	未检出
站位 27	3.8L	3.8L	3.8L	3.8L	1L	1L	1L	1L	未检出	未检出
站位 28	3.8L	3.8L	3.8L	3.8L	1L	1L	1L	1L	未检出	未检出

站位 29	3.8L	3.8L	3.8L	3.8L	1L	1L	1L	1L	未检出	未检出
站位 30	3.8L	3.8L	3.8L	3.8L	1L	1L	1L	1L	未检出	未检出
最小值	3.8L	3.8L	3.8L	3.8L	1L	1L	1L	1L	未检出	未检出
最大值	3.8L	3.8L	3.8L	3.8L	1L	1L	1L	1L	未检出	未检出
平均值	3.8L	3.8L	3.8L	3.8L	1L	1L	1L	1L	未检出	未检出

表 6-46 2022 年秋季水质（多环芳烃）监测结果

站位名称	萘/ng/L	苊烯/ng/L	苊/ng/L	芴/ng/L	菲/ng/L	蒽/ng/L	荧蒽/ng/L	芘/ng/L	苯并(a)蒽/ng/L	䓛/ng/L	苯并(b)荧蒽/ng/L	苯并(k)荧蒽/ng/L	苯并(a)芘/ng/L	二苯并(a,h)蒽/ng/L	苯并(ghi)苝/ng/L	茚并(1,2,3-cd)芘/ng/L
站位 1	9.86	1.88	6.32	7.48	25.5	4.56	8.8	17.8	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 2（表层）	6.66	未检出	未检出	6.44	20.3	3.7	7.74	10.3	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 2（底层）	11.2	未检出	6.86	9.6	25.4	未检出	6.62	10	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 3（表层）	34.6	未检出	9.6	31.1	32.1	9.34	18.5	5.49	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 3（底层）	未检出	6.66	9	23.1	42.2	未检出	28.7	13.3	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 4（表层）	未检出	1.72	5.62	11	37.5	4.3	14	5.64	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 4（底层）	12.8	2.3	16.5	14.9	41.8	未检出	6.7	12.9	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 5	10.6	未检出	8.24	16.6	24.2	6.17	23.4	24.5	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 6	未检出	1.72	未检出	19.2	26.1	未检出	13.2	23.4	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 7	7.18	未检出	6.22	16.1	14.3	14.1	6.65	22.6	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 8	7.12	未检出	未检出	10.2	56.1	10.8	11.1	25.6	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 9	未检出	未检出	9.12	14.7	23.5	5.14	25.6	16.8	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出

站位 10	未检出	4.12	5.66	12.8	17.4	未检出	27.2	17.2	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 11（表层）	未检出	4.02	未检出	14.1	37.5	22.8	7.12	13	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 11（底层）	9.74	3.46	4.75	23.5	62.1	未检出	12.1	24.7	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 12（表层）	未检出	3.6	未检出	11	23.5	未检出	9.2	32.6	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 12（底层）	未检出	3.22	4.46	3.49	11.6	未检出	42.6	11.9	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 13	14.2	3.24	44.5	6.76	22.4	10.7	9.24	22.3	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 14	13.6	未检出	3.41	9.14	23.2	未检出	10.5	24.1	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 15	7.15	4.32	6.32	11.2	33.4	未检出	19.1	18.6	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 16	未检出	未检出	7.24	4.36	43.5	5.21	20.4	16.4	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 17	22.4	3.32	未检出	8.32	53.1	未检出	18.1	18.4	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 18（表层）	未检出	未检出	3.16	1.74	83.4	107	50.3	47.7	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 18（底层）	未检出	未检出	未检出	2.32	42.7	2.13	45.3	61.2	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 19（表层）	未检出	未检出	未检出	1.66	61.8	4.54	34.3	28.1	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 19（底层）	10.6	未检出	4.92	1.03	42.7	未检出	50.2	4.88	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 20（表层）	12.3	未检出	未检出	12.4	66.7	4.8	40.6	42.2	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 20（底层）	10.2	1.92	未检出	15.2	22.6	未检出	3.89	46.8	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 21（表层）	6.36	未检出	2.89	14.2	23.4	10.9	16.6	17.1	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 21（底层）	未检出	未检出	未检出	10.4	42.5	未检出	17.2	16.2	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出

站位 22	未检出	4.25	未检出	13.4	33.6	未检出	12.4	14.4	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 23	6.24	未检出	未检出	7.22	26.6	未检出	5.66	13.2	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 24	8.22	未检出	未检出	7.15	13.2	6.83	4.32	27.2	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 25（表层）	14.2	3.62	未检出	5.66	15.2	15.3	1.39	16.2	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 25（底层）	未检出	未检出	8.26	6.32	12.6	未检出	2.62	12.2	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 26（表层）	12.1	2.25	10.74	6.71	32.1	15.3	3.11	18.6	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 26（底层）	13.2	4.16	未检出	7.82	32.6	未检出	2.97	13.1	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 27	6.26	未检出	5.23	14.2	16.6	未检出	6.24	21.2	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 28	8.24	3.24	未检出	18.1	16.2	未检出	7.24	12.6	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 29	8.21	未检出	4.26	12.6	18.2	未检出	7.25	19.3	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 30	未检出	2.35	5.54	15.2	12.2	未检出	5.66	14.7	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
最小值	未检出	未检出	未检出	1.03	11.6	未检出	1.39	4.88	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
最大值	34.6	6.66	44.5	31.1	83.4	107	50.3	61.2	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
平均值	6.91	1.59	4.85	11.2	32.0	6.43	16.2	20.4	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出

②、评价结果

采用上述单项指数评价法和评价标准，对本次现状调查结果进行标准指数计算。

表 6-47 2022 年秋季水质评价指数

站位名称	评价标准	挥发酚	硫化物	氰化物	pH	溶解氧	化学需氧量	无机氮	活性磷酸盐	石油类	汞	铜	铅	镉	锌	总铬	砷
站位 1	二类	0.06	0.001	0.16	0.31	0.46	0.77	***1.04***	0.13	0.54	0.20	0.46	0.04	0.10	0.37	0.02	0.02

站位 2（表层）	二类	0.06	0.004	0.12	0.26	0.39	0.83	0.97	0.17	0.60	0.24	0.16	0.01	0.14	0.13	0.02	0.02
站位 2（底层）	二类	0.06	0.001	0.12	0.17	0.39	0.75	***1.06***	0.13	0.98	0.30	0.19	0.07	0.14	0.22	0.02	0.02
站位 3（表层）	二类	0.06	0.001	0.12	0.14	0.44	0.81	0.71	0.10	0.72	0.18	0.21	0.03	0.14	0.12	0.01	0.03
站位 3（底层）	二类	0.06	0.001	0.05	0.00	0.42	0.81	0.78	0.10	0.77	0.23	0.19	0.08	0.13	0.14	0.01	0.04
站位 4（表层）	一类	0.06	0.010	0.12	0.09	0.82	***1.20***	***1.03***	0.27	0.85	0.98	0.38	0.24	0.46	0.46	0.06	0.04
站位 4（底层）	一类	0.06	0.003	0.12	0.06	0.74	***1.20***	***1.03***	0.27	0.71	***1.28***	0.36	0.25	0.30	0.31	0.04	0.04
站位 5	二类	0.06	0.001	0.10	0.43	0.42	0.69	0.95	0.23	0.96	0.41	0.23	0.02	0.09	0.35	0.02	0.03
站位 6	二类	0.06	0.001	0.12	0.34	0.46	0.78	***1.07***	0.23	0.90	0.17	0.26	0.05	0.07	0.24	0.02	0.03
站位 7	二类	0.06	0.001	0.16	0.29	0.48	0.75	0.96	0.27	0.56	0.23	0.19	0.08	0.08	0.35	0.01	0.03
站位 8	一类	0.06	0.010	0.12	0.43	0.87	0.96	***2.12***	0.40	0.96	0.88	0.44	0.34	0.26	0.85	0.00	0.04
站位 9	二类	0.06	0.004	0.12	0.34	0.48	0.77	***1.08***	0.27	0.49	0.69	0.23	0.02	0.07	0.14	0.02	0.02
站位 10	二类	0.06	0.001	0.12	0.49	0.55	0.69	***1.08***	0.23	0.58	0.32	0.21	0.02	0.09	0.21	0.02	0.02
站位 11（表层）	一类	0.06	0.010	0.16	0.14	0.64	***1.18***	***1.23***	0.27	0.91	***1.36***	0.42	0.02	0.33	0.89	0.09	0.03
站位 11（底层）	一类	0.06	0.003	0.12	0.23	0.64	***1.12***	***1.20***	0.20	0.87	0.88	0.40	0.02	0.44	0.33	0.08	0.04
站位 12（表层）	一类	0.06	0.015	0.16	0.17	0.69	***1.19***	***1.24***	0.20	0.80	0.38	0.28	0.02	0.44	0.78	0.03	0.04
站位 12（底层）	一类	0.06	0.010	0.12	0.23	0.74	***1.24***	***1.37***	0.27	0.88	0.90	0.54	0.02	0.40	0.54	0.03	0.05
站位 13	二类	0.06	0.001	0.14	0.46	0.52	0.86	***1.43***	0.40	0.88	0.23	0.16	0.02	0.12	0.34	0.04	0.05
站位 14	二类	0.06	0.004	0.05	0.37	0.39	0.72	***1.45***	0.17	0.80	0.57	0.25	0.04	0.09	0.40	0.00	0.03
站位 15	二类	0.06	0.001	0.14	0.31	0.41	0.69	1.00	0.23	0.61	0.32	0.18	0.04	0.06	0.26	0.02	0.02
站位 16	二类	0.06	0.006	0.18	0.40	0.52	0.75	***1.12***	0.33	0.60	0.24	0.23	0.08	0.09	0.21	0.01	0.02
站位 17	二类	0.06	0.001	0.12	0.49	0.62	0.60	***1.40***	0.30	0.85	0.59	0.19	0.01	0.10	0.33	0.03	0.03
站位 18（表层）	一类	0.06	0.003	0.14	0.34	0.61	***1.08***	***1.02***	0.27	0.24	0.72	0.34	0.08	0.36	0.33	0.03	0.04
站位 18（底层）	一类	0.06	0.003	0.12	0.29	0.92	***1.15***	***1.09***	0.20	0.71	0.38	0.34	0.19	0.25	0.50	0.03	0.03
站位 19（表层）	一类	0.06	0.003	0.14	0.43	0.71	***1.12***	***1.42***	0.20	0.69	0.80	0.28	0.13	0.47	0.55	0.04	0.04
站位 19（底层）	一类	0.06	0.010	0.05	0.40	0.52	***1.23***	***1.19***	0.27	0.30	0.86	0.24	0.20	0.30	0.75	0.03	0.03
站位 20（表层）	一类	0.06	0.015	0.05	0.43	0.80	***1.07***	***1.05***	0.20	0.91	0.56	0.36	0.48	0.30	0.53	0.03	0.04
站位 20（底层）	一类	0.06	0.015	0.12	0.34	0.73	***1.29***	***1.08***	0.20	0.80	***1.14***	0.22	0.17	0.30	0.66	0.02	0.03
站位 21（表层）	二类	0.06	0.001	0.16	0.40	0.53	0.71	***1.17***	0.17	0.92	0.16	0.20	0.03	0.06	0.32	0.03	0.02
站位 21（底层）	二类	0.06	0.001	0.14	0.29	0.46	0.72	***1.15***	0.33	0.56	0.23	0.26	0.04	0.09	0.39	0.03	0.02

站位 22	二类	0.06	0.004	0.12	0.57	0.54	0.69	0.93	0.23	0.33	0.12	0.40	0.13	0.08	0.34	0.02	0.02
站位 23	二类	0.06	0.001	0.05	0.51	0.45	0.69	0.88	0.17	0.84	0.13	0.18	0.04	0.06	0.38	0.01	0.02
站位 24	二类	0.06	0.001	0.05	0.43	0.45	0.72	0.75	0.23	0.90	0.34	0.17	0.05	0.06	0.32	0.01	0.02
站位 25（表层）	二类	0.06	0.004	0.16	0.31	0.55	0.71	0.90	0.20	0.74	0.12	0.17	0.05	0.08	0.34	0.03	0.02
站位 25（底层）	二类	0.06	0.001	0.16	0.40	0.58	0.80	0.96	0.17	0.21	0.45	0.15	0.01	0.09	0.29	0.03	0.02
站位 26（表层）	二类	0.06	0.001	0.05	0.51	0.38	0.72	0.80	0.17	0.85	0.11	0.12	0.03	0.05	0.21	0.02	0.02
站位 26（底层）	二类	0.06	0.004	0.12	0.49	0.51	0.77	0.88	0.20	0.99	0.12	0.11	0.00	0.07	0.34	0.02	0.02
站位 27	二类	0.06	0.001	0.12	0.40	0.52	0.80	***1.06***	0.20	0.82	0.14	0.24	0.03	0.10	0.27	0.03	0.03
站位 28	一类	0.06	0.010	0.12	0.51	0.99	0.99	***1.52***	0.47	0.99	0.92	0.44	0.12	0.36	0.69	0.04	0.05
站位 29	二类	0.06	0.004	0.12	0.34	0.45	0.65	***1.23***	0.67	0.83	0.18	0.33	0.00	0.02	0.29	0.04	0.03
站位 30	二类	0.06	0.001	0.16	0.43	0.63	0.72	***1.05***	0.30	0.72	0.68	0.20	0.03	0.04	0.27	0.01	0.03
最小值		0.06	0.001	0.05	0.00	0.38	0.60	0.71	0.10	0.21	0.11	0.11	0.00	0.02	0.12	0.00	0.02
最大值		0.06	0.015	0.18	0.57	0.99	***1.29***	***2.12***	0.67	0.99	***1.36***	0.54	0.48	0.47	0.89	0.09	0.05
超标站位/个		0	0	0	0	0	13	28	0	0	3	0	0	0	0	0	0
超标率/%		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	31.7	68.3	0.00	0.00	7.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

表 6-48 2022 年秋季水质（六六六、滴滴涕）评价指数

站位名称	O，P’-DDT	P，P’-DDD	P，P’-DDE	P，P’-DDT	α-666	β-666	γ-666	δ-666
站位 1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位 2（表层）	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位 2（底层）	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位 3（表层）	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位 3（底层）	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位 4（表层）	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位 4（底层）	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位 5	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位 6	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位 7	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

站位 8	0.02	0.02	0.02	0.02	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003
站位 9	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位 10	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位 11（表层）	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位 11（底层）	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位 12（表层）	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位 12（底层）	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位 13	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位 14	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位 15	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位 16	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位 17	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位 18（表层）	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位 18（底层）	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位 19（表层）	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位 19（底层）	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位 20（表层）	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位 20（底层）	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位 21（表层）	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位 21（底层）	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位 22	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位 23	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位 24	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位 25（表层）	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位 25（底层）	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位 26（表层）	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位 26（底层）	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位 27	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位 28	0.02	0.02	0.02	0.02	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003

站位 29	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位 30	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
最小值	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
最大值	0.02	0.02	0.02	0.02	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003
超标率/%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

根据 2022 年秋季评价结果显示，在全部 41 个（含表底层）水质调查站位中，超标因子主要为无机氮、化学需氧量、汞；无机氮超标站位 28 个，超标率 68.3%，化学需氧量超标站位 13 个，超标率为 31.7%，汞超标站位 3 个，超标率为 7.3%。

在执行一类水质标准的 14 个站位中，14 个站位的无机氮超出一类水质标准限值要求，超标率为 100%，最大超标倍数 2.12，其中站位 4 表底层、11 表底层、12 表底层、18 表底层、19 表底层、20 表底层、28 满足二类标准要求；站位 8 满足四类标准要求。12 个站位的化学需氧量超出一类标准限值要求，超标率为 85.7%，最大超标倍数为 1.29，其中站位站位 4 表底层、11 表底层、12 表底层、18 表底层、19 表底层、20 表底层满足二类标准要求。3 个站位的汞超出一类标准限值要求，超标率为 21.4%，其中站位 4 底层、11 表层、20 底层，满足二类标准要求。

在执行二类水质标准的 27 个站位中，14 个站位的无机氮超出二类水质标准限值要求，超标率为 51.9%，最大超标倍数 1.45；其中站位 1、2 底层、6、9、10、16、21 表底层、27、28、29、30 满足三类标准要求；站位 13、14、17 满足四类标准要求。

在全部 41 个（含表底层）水质调查站位中，13 个站位全部参数满足评价要求，28 个站位检测参数超标，超标率为 68.3%。

化学需氧量、无机氮、汞超标的原因可能是受到陆源污染，生活污水和工业废水经河流排入海内，导致海水化学需氧量、无机氮和重金属汞超标。

（4）2023 年春季的海水水质监测结果和评价结果

2023 年春季的海水水质监测结果见下列**表 6-49~表 6-52** 所示。

表 6-49 2023年春季水质监测结果

站位名称	挥发酚/μg/L	硫化物/mg/L	氰化物/mg/L	pH/无量纲	悬浮物/mg/L	溶解氧/mg/L	化学需氧量/mg/L	无机氮/mg/L	氨氮/mg/L	亚硝酸盐/mg/L	硝酸盐/mg/L	活性磷酸盐/mg/L	盐度	石油类/mg/L	汞/μg/L	铜/μg/L	铅/μg/L	镉/μg/L	锌/μg/L	总铬/μg/L	砷/μg/L
站位1	未检出	0.0002	未检出	7.97	16.7	8.57	2.35	0.283	0.08	0.034	0.169	0.007	30.348	0.0275	0.029	2.5	1.31	0.48	13.9	未检出	1.1
站位2（表层）	未检出	未检出	0.0007	8.04	7.48	8.44	2.16	0.314	0.07	0.040	0.204	0.007	27.571	0.0209	0.020	2.3	1.51	0.55	16.9	未检出	0.9
站位2（底层）	未检出	0.0002	0.0006	8.01	20.2	8.10	2.24	0.347	0.08	0.033	0.234	0.006	30.322	0.0333	0.062	2.0	1.59	0.46	12.6	未检出	0.6
站位3（表层）	未检出	未检出	0.0007	7.99	17.1	8.64	2.37	0.370	0.07	0.024	0.276	0.005	28.767	0.0375	0.029	0.7	1.17	0.50	14.7	未检出	0.9
站位3（底层）	未检出	未检出	0.0006	7.97	18.8	8.45	2.16	0.278	0.09	0.034	0.154	0.006	28.005	0.0317	0.014	1.1	1.19	0.76	11.4	未检出	0.9
站位4（表层）	未检出	0.0002	0.0008	7.98	19.0	8.36	2.32	0.223	0.07	0.027	0.126	0.008	26.017	0.0429	0.046	1.1	0.86	0.44	9.6	未检出	0.8
站位4（底层）	未检出	未检出	0.0007	8.03	22.2	8.67	2.32	0.265	0.07	0.026	0.169	0.006	28.799	0.0385	0.066	0.9	0.75	0.60	12.4	未检出	0.9
站位5	未检出	未检出	0.0007	7.89	21.1	8.49	2.46	0.245	0.07	0.016	0.159	0.006	29.870	0.0339	0.060	2.7	1.12	0.40	16.0	1.5	0.9
站位6	未检出	0.0002	0.0007	7.95	19.9	8.69	2.42	0.274	0.08	0.025	0.169	0.006	27.093	0.0455	0.040	1.4	1.16	0.59	10.0	未检出	0.6
站位7	未检出	未检出	0.0007	8.03	14.5	8.56	2.32	0.367	0.08	0.019	0.268	0.009	28.688	0.0186	0.038	2.8	0.48	0.11	11.2	0.7	0.8
站位8	未检出	0.0002	0.0007	7.89	17.3	8.39	2.11	0.276	0.07	0.025	0.181	0.009	28.656	0.0382	0.033	1.2	0.13	未检出	17.3	未检出	1.2
站位9	未检出	0.0002	未检出	8.10	16.7	8.79	2.29	0.259	0.07	0.028	0.161	0.007	28.416	0.0135	0.093	1.6	0.56	0.53	13.2	未检出	0.9
站位10	未检出	未检出	0.0007	8.01	19.2	8.42	2.24	0.288	0.08	0.022	0.186	0.010	27.848	0.0345	0.070	3.3	0.57	0.55	10.7	0.6	0.7
站位11	未检出	0.0003	0.0008	7.93	18.0	8.13	2.32	0.279	0.07	0.023	0.186	0.008	27.053	0.0413	0.062	0.9	0.8	0.55	10.4	未检	0.8

（表层）																				出	
站位11（底层）	未检出	0.0002	0.0006	7.90	18.3	8.44	2.13	0.271	0.08	0.033	0.158	0.007	27.847	0.0470	0.036	0.8	0.48	0.48	11.1	未检出	0.7
站位12（表层）	未检出	0.0003	未检出	7.91	18.2	8.54	2.08	0.215	0.07	0.023	0.122	0.007	28.735	0.0389	0.040	2.5	0.39	0.56	19.3	未检出	0.6
站位12（底层）	未检出	0.0003	0.0006	7.97	16.3	8.65	2.34	0.228	0.07	0.017	0.141	0.008	28.260	0.0301	0.039	2.7	0.4	0.56	14.6	未检出	0.7
站位13	未检出	未检出	0.0006	7.95	19.2	8.56	2.42	0.213	0.08	0.028	0.105	0.008	29.079	0.0349	0.029	2.3	0.34	0.42	12.2	未检出	0.6
站位14	未检出	未检出	0.0007	7.89	17.8	8.61	2.22	0.197	0.07	0.017	0.110	0.006	24.073	0.0102	0.069	3.1	0.54	0.47	16.4	0.5	0.5
站位15	未检出	0.0002	0.0006	8.01	16.1	8.69	2.18	0.298	0.08	0.021	0.197	0.009	26.421	0.0468	0.069	3.0	0.19	0.07	12.3	未检出	0.6
站位16	未检出	未检出	0.0006	7.97	19	8.58	2.54	0.391	0.08	0.027	0.284	0.009	24.722	0.0356	0.037	2.4	0.11	0.10	12.1	未检出	0.5
站位17	未检出	0.0002	0.0007	7.89	7.01	8.49	2.54	0.221	0.07	0.016	0.135	0.008	24.928	0.0421	0.065	3.7	0.18	0.51	14.7	1.0	0.8
站位18（表层）	未检出	0.0002	0.0008	8.03	16.8	8.26	2.32	0.311	0.09	0.010	0.211	0.008	29.264	0.0301	0.023	2.4	0.39	0.14	11.3	2.0	0.8
站位18（底层）	未检出	未检出	0.0008	7.96	16.6	8.73	2.34	0.332	0.08	0.011	0.241	0.007	27.790	0.0165	0.029	2.4	0.45	0.06	17.7	1.8	0.9
站位19（表层）	未检出	未检出	0.0006	8.11	7.74	8.31	2.20	0.236	0.09	0.019	0.127	0.008	29.535	0.0381	0.031	1.7	0.39	0.47	8.7	未检出	0.5
站位19（底层）	未检出	0.0002	0.0007	8.09	6.04	8.46	2.02	0.259	0.07	0.028	0.161	0.007	28.816	0.0405	0.043	2.3	0.47	0.10	11.4	未检出	0.6
站位20（表层）	未检出	未检出	0.0006	7.87	7.64	8.18	2.14	0.354	0.06	0.023	0.271	0.009	29.357	0.0426	0.037	2.9	0.29	0.16	15.3	2.5	0.8
站位20（底层）	未检出	未检出	0.0007	7.85	8.84	8.6	2.64	0.418	0.07	0.021	0.327	0.009	27.469	0.0243	0.034	3.5	0.32	0.11	10.9	2.3	0.9
站位21（表层）	未检出	未检出	0.0007	8.01	16.1	8.48	1.94	0.290	0.08	0.021	0.189	0.009	29.107	0.0167	0.027	4.3	0.28	0.14	13.9	1.6	0.9
站位21	未检出	未检出	0.0008	8.02	15.7	8.31	2.28	0.336	0.07	0.015	0.251	0.008	28.936	0.0100	0.021	3.7	0.26	0.13	16.0	1.6	1.0

（底层）																				
站位22	未检出	0.0002	未检出	7.92	3.89	8.45	2.22	0.257	0.09	0.028	0.139	0.006	29.357	0.0420	0.028	1.8	0.25	0.16	10.1	2.5	0.8
站位23	未检出	未检出	0.0007	8.11	7.3	8.68	2.02	0.330	0.08	0.022	0.228	0.010	28.528	0.0221	0.044	1.2	0.23	未检出	12.2	未检出	0.6
站位24	未检出	未检出	0.0007	7.87	17.8	8.57	2.59	0.287	0.07	0.023	0.194	0.008	27.066	0.0441	0.071	2.3	0.24	0.02	15.0	1.6	0.7
站位25（表层）	未检出	0.0002	0.0006	8.10	17.6	8.58	2.20	0.379	0.08	0.027	0.272	0.006	27.732	0.0459	0.025	2.4	0.16	0.10	18.0	未检出	0.7
站位25（底层）	未检出	0.0002	0.0006	8.09	16.2	8.77	2.74	0.369	0.08	0.028	0.261	0.009	29.574	0.0381	0.073	2.4	0.11	0.05	17.0	未检出	0.6
站位26（表层）	未检出	未检出	0.0006	8.01	16.9	8.32	2.78	0.397	0.08	0.022	0.295	0.007	29.346	0.0430	0.036	4.9	0.29	0.09	13.4	1.7	0.8
站位26（底层）	未检出	未检出	未检出	8.03	16.6	8.67	2.40	0.452	0.09	0.027	0.335	0.008	28.615	0.0345	0.033	4.1	0.32	0.13	18.3	1.6	0.9
站位27	未检出	0.0003	0.0008	7.83	18.2	8.53	2.62	0.368	0.07	0.029	0.269	未检出	29.868	0.0295	0.033	2.7	0.28	0.03	13.1	未检出	0.6
站位28	未检出	未检出	0.0006	7.92	16.2	8.34	2.72	0.312	0.07	0.021	0.221	0.009	24.996	0.0421	0.033	2.7	0.12	0.05	17.5	未检出	0.5
站位29	未检出	未检出	0.0007	7.88	16.7	8.51	2.48	0.319	0.07	0.028	0.221	0.006	26.264	0.0333	0.036	2.5	0.34	0.12	13.6	未检出	0.6
站位30	未检出	0.0002	0.0007	8.01	16.9	8.77	2.03	0.373	0.08	0.028	0.265	0.007	24.648	0.0200	0.060	2.1	0.34	0.18	15.1	未检出	未检出
最小值	/	未检出	未检出	7.98	15.6	8.51	2.32	0.304	0.08	0.024	0.204	未检出	27.995	0.0331	0.043	2.4	1.31	未检出	13.7	未检出	未检出
最大值	/	0.0002	0.0006	7.83	3.9	8.10	1.94	0.197	0.06	0.010	0.105	0.005	24.073	0.0100	0.014	0.7	1.51	0.02	8.7	0.5	0.5
平均值	/	0.0003	0.0008	8.11	22.2	8.79	2.78	0.452	0.09	0.040	0.335	0.010	30.348	0.0470	0.093	4.9	1.59	0.76	19.3	2.5	1.2

表6-50 2023年春季水质（六六六、滴滴涕）监测结果

站位名称	O，P’-DDT/ng/L	P，P’-DDD/ng/L	P，P’-DDE/ng/L	P，P’-DDT/ng/L	α-666/ng/L	β-666/ng/L	γ-666/ng/L	δ-666/ng/L	多氯联苯（PCB-3）	多氯联苯（PCB-5）

									/mg/L	/mg/L
站位1	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位2（表层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位2（底层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位3（表层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位3（底层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位4（表层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位4（底层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位5	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位6	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位7	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位8	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位9	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位10	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位11（表层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位11（底层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位12（表层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位12（底层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位13	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位14	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位15	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位16	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位17	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位18（表层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位18（底层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位19（表层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位19（底层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位20（表层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位20（底层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出

站位21（表层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位21（底层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位22	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位23	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位24	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位25（表层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位25（底层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位26（表层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位26（底层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位27	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位28	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位29	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位30	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
最小值	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
最大值	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
平均值	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出

表6-51 2023年春季水质（多环芳烃）监测结果

站位名称	萘/ng/L	苊烯/ng/L	苊/ng/L	芴/ng/L	菲/ng/L	蒽/ng/L	荧蒽/ng/L	芘/ng/L	苯并(a)蒽/ng/L	䓛/ng/L	苯并(b)荧蒽/ng/L	苯并(k)荧蒽/ng/L	苯并(a)芘/ng/L	二苯并(a,h)蒽/ng/L	苯并(ghi)苝/ng/L	茚并(1,2,3-cd)芘/ng/L
站位1	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位2（表层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位2（底层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位3（表层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出

站位3（底层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位4（表层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位4（底层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位5	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位6	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位7	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位8	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位9	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位10	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位11（表层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位11（底层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位12（表层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位12（底层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位13	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位14	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位15	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位16	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位17	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位18（表层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位18（底层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出

站位19（表层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位19（底层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位20（表层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位20（底层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位21（表层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位21（底层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位22	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位23	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位24	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位25（表层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位25（底层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位26（表层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位26（底层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位27	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位28	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位29	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位30	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出

表 6-52 2023年春季水质（多氯联苯）监测结果

站位名称	PCB28(ng/L)	PCB52(ng/L)	PCB155(ng/L)	PCB101(ng/L)	PCB118(ng/L)	PCB153(ng/L)	PCB138(ng/L)	PCB180(ng/L)
站位 1	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 2（表层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 2（底层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 3（表层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 3（底层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 4（表层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 4（底层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 5	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 6	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 7	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 8	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 9	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 10	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 11（表层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 11（底层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 12（表层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 12（底层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 13	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 14	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 15	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 16	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 17	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 18（表层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 18（底层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 19（表层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位 19（底层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出

站位20（表层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位20（底层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位21（表层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位21（底层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位22	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位23	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位24	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位25（表层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位25（底层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位26（表层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位26（底层）	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位27	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位28	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位29	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
站位30	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出

②、评价结果

采用上述单项指数评价法和评价标准，对本次现状调查结果进行标准指数计算。

表6-53 2023年春季水质评价指数

站位名称	评价标准	挥发酚	硫化物	氰化物	pH	溶解氧	化学需氧量	无机氮	活性磷酸盐	石油类	汞	铜	铅	镉	锌	总铬	砷
站位1	二类	0.06	0.004	0.05	0.51	0.58	0.78	0.94	0.23	0.55	0.15	0.25	0.262	0.096	0.28	0.001	0.04
站位2（表层）	二类	0.06	0.001	0.14	0.31	0.59	0.72	***1.05***	0.23	0.42	0.10	0.23	0.302	0.110	0.34	0.001	0.03
站位2（底层）	二类	0.06	0.004	0.12	0.40	0.62	0.75	***1.16***	0.20	0.67	0.31	0.20	0.318	0.092	0.25	0.001	0.02
站位3（表层）	二类	0.06	0.001	0.14	0.46	0.58	0.79	***1.23***	0.17	0.75	0.15	0.07	0.234	0.100	0.29	0.001	0.03
站位3（底层）	二类	0.06	0.001	0.05	0.51	0.59	0.72	0.93	0.20	0.63	0.07	0.11	0.238	0.152	0.23	0.001	0.03

站位4（表层）	一类	0.06	0.010	0.16	0.49	0.72	***1.16***	***1.12***	0.53	0.86	0.92	0.22	0.860	0.440	0.48	0.002	0.03
站位4（底层）	一类	0.06	0.003	0.14	0.34	0.69	***1.16***	***1.33***	0.40	0.77	***1.32***	0.18	0.750	0.600	0.62	0.002	0.03
站位5	二类	0.06	0.001	0.14	0.74	0.59	0.82	0.82	0.20	0.68	0.30	0.27	0.224	0.080	0.32	0.015	0.03
站位6	二类	0.06	0.004	0.14	0.57	0.58	0.81	0.91	0.20	0.91	0.20	0.14	0.232	0.118	0.20	0.001	0.02
站位7	二类	0.06	0.001	0.14	0.34	0.58	0.77	***1.22***	0.30	0.37	0.19	0.28	0.096	0.022	0.22	0.007	0.03
站位8	一类	0.06	0.010	0.14	0.74	0.72	***1.06***	***1.38***	0.60	0.76	0.66	0.24	0.130	0.005	0.87	0.002	0.06
站位9	二类	0.06	0.004	0.05	0.14	0.57	0.76	0.86	0.23	0.27	0.47	0.16	0.112	0.106	0.26	0.001	0.03
站位10	二类	0.06	0.001	0.14	0.40	0.59	0.75	0.96	0.33	0.69	0.35	0.33	0.114	0.110	0.21	0.006	0.02
站位11（表层）	一类	0.06	0.015	0.16	0.63	0.74	***1.16***	***1.40***	0.53	0.83	***1.24***	0.18	0.800	0.550	0.52	0.002	0.03
站位11（底层）	一类	0.06	0.010	0.12	0.71	0.71	***1.07***	***1.36***	0.47	0.94	0.72	0.16	0.480	0.480	0.56	0.002	0.02
站位12（表层）	一类	0.06	0.015	0.05	0.69	0.70	***1.04***	***1.08***	0.47	0.78	0.80	0.50	0.390	0.560	0.97	0.002	0.02
站位12（底层）	一类	0.06	0.015	0.12	0.51	0.69	***1.17***	***1.14***	0.53	0.60	0.78	0.54	0.400	0.560	0.73	0.002	0.02
站位13	二类	0.06	0.001	0.12	0.57	0.58	0.81	0.71	0.27	0.70	0.15	0.23	0.068	0.084	0.24	0.002	0.02
站位14	二类	0.06	0.001	0.05	0.74	0.58	0.74	0.66	0.20	0.20	0.35	0.31	0.108	0.094	0.33	0.005	0.02
站位15	二类	0.06	0.004	0.12	0.40	0.58	0.73	0.99	0.30	0.94	0.35	0.30	0.038	0.014	0.25	0.001	0.02
站位16	二类	0.06	0.001	0.12	0.51	0.58	0.85	1.30	0.30	0.71	0.19	0.24	0.022	0.020	0.24	0.001	0.02
站位17	二类	0.06	0.004	0.14	0.74	0.59	0.85	0.74	0.27	0.84	0.33	0.37	0.036	0.102	0.29	0.010	0.03
站位18（表层）	一类	0.06	0.010	0.16	0.34	0.73	***1.16***	***1.56***	0.53	0.60	0.46	0.48	0.390	0.140	0.57	0.040	0.03
站位18（底层）	一类	0.06	0.003	0.16	0.54	0.69	***1.17***	***1.66***	0.47	0.33	0.58	0.48	0.450	0.060	0.89	0.036	0.03
站位19（表层）	一类	0.06	0.003	0.12	0.11	0.72	***1.10***	***1.18***	0.53	0.76	0.62	0.34	0.390	0.470	0.44	0.002	0.02
站位19（底层）	一类	0.06	0.010	0.05	0.17	0.71	***1.01***	***1.30***	0.47	0.81	0.86	0.46	0.470	0.100	0.57	0.002	0.02
站位20（表层）	一类	0.06	0.003	0.05	0.80	0.73	***1.07***	***1.77***	0.60	0.85	0.74	0.58	0.290	0.160	0.77	0.050	0.03
站位20（底层）	一类	0.06	0.003	0.14	0.86	0.70	***1.32***	***2.09***	0.60	0.49	0.68	0.70	0.320	0.110	0.55	0.046	0.03
站位21（表层）	二类	0.06	0.001	0.14	0.40	0.59	0.65	0.97	0.30	0.33	0.14	0.43	0.056	0.028	0.28	0.016	0.03
站位21（底层）	二类	0.06	0.001	0.16	0.37	0.60	0.76	***1.12***	0.27	0.20	0.11	0.37	0.052	0.026	0.32	0.016	0.03
站位22	二类	0.06	0.004	0.05	0.66	0.59	0.74	0.86	0.20	0.84	0.14	0.18	0.050	0.032	0.20	0.025	0.03
站位23	二类	0.06	0.001	0.05	0.11	0.58	0.67	***1.10***	0.33	0.44	0.22	0.12	0.046	0.001	0.24	0.001	0.02
站位24	二类	0.06	0.001	0.05	0.80	0.58	0.86	0.96	0.27	0.88	0.36	0.23	0.048	0.001	0.30	0.001	0.02
站位25（表层）	二类	0.06	0.004	0.12	0.14	0.58	0.73	***1.26***	0.20	0.92	0.13	0.24	0.032	0.020	0.36	0.001	0.02

站位25（底层）	二类	0.06	0.004	0.12	0.17	0.57	0.91	***1.23***	0.30	0.76	0.37	0.24	0.022	0.010	0.34	0.001	0.02
站位26（表层）	二类	0.06	0.001	0.05	0.40	0.60	0.93	***1.32***	0.23	0.86	0.18	0.49	0.058	0.018	0.27	0.017	0.03
站位26（底层）	二类	0.06	0.001	0.05	0.34	0.58	0.80	***1.51***	0.27	0.69	0.17	0.41	0.003	0.026	0.37	0.016	0.03
站位27	二类	0.06	0.006	0.16	0.91	0.59	0.87	***1.23***	0.03	0.59	0.17	0.27	0.056	0.006	0.26	0.001	0.02
站位28	一类	0.06	0.003	0.12	0.66	0.72	***1.36***	***1.56***	0.60	0.84	0.66	0.54	0.120	0.050	0.88	0.002	0.03
站位29	二类	0.06	0.001	0.14	0.77	0.59	0.83	***1.06***	0.20	0.67	0.18	0.25	0.003	0.024	0.27	0.001	0.02
站位30	二类	0.06	0.004	0.14	0.40	0.57	0.68	***1.24***	0.23	0.40	0.30	0.21	0.068	0.036	0.30	0.001	0.01
平均值		0.06	0.004	0.11	0.50	0.63	0.90	***1.18***	0.34	0.66	0.42	0.24	0.223	0.142	0.41	0.008	0.03
最小值		0.06	0.001	0.05	0.11	0.57	0.65	0.66	0.03	0.20	0.07	0.07	0.003	0.001	0.20	0.001	0.01
最大值		0.06	0.015	0.16	0.91	0.74	***1.36***	***2.09***	0.60	0.94	***1.32***	0.49	0.860	0.600	0.97	0.050	0.06
超标站位/个		0	0	0	0	0	0	14	28	0	0	2	0	0	0	0	0
超标率/%		0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	34.1	68.3	0.0	0.0	4.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

表6-54 2023年秋季水质（六六六、滴滴涕）评价指数

站位名称	O，P’-DDT	P，P’-DDD	P，P’-DDE	P，P’-DDT	α-666	β-666	γ-666	δ-666
站位1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位2（表层）	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位2（底层）	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位3（表层）	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位3（底层）	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位4（表层）	0.02	0.02	0.02	0.02	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003
站位4（底层）	0.02	0.02	0.02	0.02	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003
站位5	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位6	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位7	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位8	0.02	0.02	0.02	0.02	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003
站位9	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位10	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

站位11（表层）	0.02	0.02	0.02	0.02	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003
站位11（底层）	0.02	0.02	0.02	0.02	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003
站位12（表层）	0.02	0.02	0.02	0.02	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003
站位12（底层）	0.02	0.02	0.02	0.02	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003
站位13	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位14	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位15	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位16	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位17	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位18（表层）	0.02	0.02	0.02	0.02	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003
站位18（底层）	0.02	0.02	0.02	0.02	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003
站位19（表层）	0.02	0.02	0.02	0.02	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003
站位19（底层）	0.02	0.02	0.02	0.02	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003
站位20（表层）	0.02	0.02	0.02	0.02	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003
站位20（底层）	0.02	0.02	0.02	0.02	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003
站位21（表层）	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位21（底层）	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位22	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位23	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位24	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位25（表层）	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位25（底层）	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位26（表层）	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位26（底层）	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位27	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位28	0.02	0.02	0.02	0.02	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003
站位29	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
站位30	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
最小值	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

最大值	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
超标率/%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

根据2023年春季评价结果显示，在全部41个（含表底层）水质调查站位中，超标因子主要为化学需氧量、无机氮、汞，化学需氧量超标站位14个，超标率为34.1%；无机氮超标站位28个，超标率为68.3%；汞超标站位2个，超标率为4.9%。

在执行一类水质标准的14个站位中，14个站位的化学需氧量超出一类水质标准限值要求，超标率为100%，最大超标倍数为1.36，14个站位均超一类满足二类水质标准要求。14个站位的无机氮超出一类水质标准限值要求，超标率为100%，最大超标倍数为2.09。站位18表底层、20表层、28满足三类标准要求，站位20底层、站位26满足四类标准要求，其余站位均满足二类标准要求；2个站位的汞超出一类水质标准限值要求，超标率为14.3%，最大超标倍数为1.32，均满足二类标准要求。

在执行二类水质标准的27个站位中，14个站位的无机氮超出二类水质标准限值要求，超标率为51.9%，最大超标倍数1.51，站位2表底层、3表层、7、16、21底层、25表底层、26表层、27、29、30满足三类水质标准，站位26底层满足四类水质标准。

在全部41个（含表底层）水质调查站位中，13个站位全部参数满足评价要求，28个站位检测参数超标，超标率为68.3%。超标的原因可能是受到陆源污染，生活污水和工业废水经河流排入海内，导致海水化学需氧量、无机氮和重金属汞超标。

6.3.4 海洋沉积物环境质量现状调查与评价

6.3.4.1 监测概况

（1）站位布设

本次监测沉积物监测共布设 16 个站位，见表 6-38，图 6-39；沉积物粒度监测共布设 50 个站位，详见表 6-39 和图 6-40。

（2）监测项目

有机碳、石油类、重金属（总汞、铜、铅、镉、锌、铬、砷）、硫化物、挥发酚、粒度。

（3）样品采集与方法

各项监测因子的采集与分析均按照 GB17378.3-2007《海洋监测规范》中样品采集、贮存与运输和 GB12763.5-2007《海洋调查规范》中海洋沉积物要素进行。

（4）沉积物采样及分析方法

沉积物样品监测项目的分析方法见下表。样品采集用 0.1m² 抓斗式采泥器采集沉积物样品，用竹刀将样品盛于洁净的聚乙烯袋，供重金属项目分析使用；样品盛于铝质盒，供石油类和有机碳项目分析使用，硫化物样品采集后立即用乙酸锌固定。

样品处理利用重金属样品于 105℃烘箱内烘干（汞、有机碳、油类样品 45℃烘干），用玛瑙研体碾细，过 80 目尼龙筛（石油类、有机物过金属筛），供消化分析使用。

表 6-55 沉积物项目监测及分析方法

测定项目	分析方法
有机碳	《海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析》 GB17378.5-2007 中的 18.1 重铬酸钾氧化-还原容量法
硫化物	《海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析》 GB17378.5-2007 中的 17.1 亚甲基蓝分光光度法
油类	《海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析》 GB17378.5-2007 中的 13.2 紫外分光光度法
挥发酚	《土壤和沉积物 挥发酚的测定 4-氨基安替比林分光光度法》 HJ998-2018
沉积物粒度	《海洋调查规范 第 8 部分 海洋地质地球物理调查 沉积物粒度分析》 GB/T 12763.8-2007（6.3）
铜	《海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007 中的 6.1 无火焰

	原子吸收分光光度法
铅	《海洋监测规范 第5部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007 中的 7.1 无火焰原子吸收分光光度法
镉	《海洋监测规范 第5部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007 中的 8.1 无火焰原子吸收分光光度法
锌	《海洋监测规范 第5部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007 中的 9 火焰原子吸收分光光度法
铬	《海洋监测规范 第5部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007 中的 10.1 无火焰原子吸收分光光度法
砷	《海洋监测规范 第5部分：沉积物分析规范》GB 17378.5-2007 中的 11.1 原子荧光法
总汞	《海洋监测规范 第5部分：沉积物分析规范》GB 17378.5-2007 中的 5.1 原子荧光法

6.3.4.2 监测结果与评价

（1）评价标准

根据《辽宁省海洋功能区划（2011-2020）》，本项目位于绥中海域。项目选址海洋沉积物执行《海洋沉积物质量》（GB8668-2002）。在进行现状评价时，根据不同监测点位所处不同功能区确定对应的评价标准。各监测点位对应的评价标准见下表 6-56 监测点位对应的评价标准。

表 6-56 监测点位对应的评价标准

站位	经度	纬度	所属海洋功能区	沉积物标准
1	120° 36′ 13.414″	40° 21′ 34.909″	A1-03 兴城海域农渔业区	一类
2	120° 42′ 45.063″	40° 19′ 45.877″	A1-03 兴城海域农渔业区	一类
3	120° 49′ 24.026″	40° 17′ 55.857″	A1-03 兴城海域农渔业区	一类
4	120° 47′ 10.120″	40° 12′ 51.929″	国管海域	一类
5	120° 40′ 52.565″	40° 14′ 10.544″	A1-03 兴城海域农渔业区	一类
6	120° 35′ 43.842″	40° 15′ 14.535″	A1-03 兴城海域农渔业区	一类
7	120° 31′ 35.352″	40° 16′ 05.850″	A1-03 兴城海域农渔业区	一类
8	120° 29′ 50.842″	40° 13′ 07.437″	A6-01 六股河口海洋保护区	一类
9	120° 33′ 13.421″	40° 11′ 51.164″	A1-01 绥中海域农渔业区	一类
10	120° 37′ 56.129″	40° 10′ 04.477″	A1-01 绥中海域农渔业区	一类
11	120° 44′ 22.953″	40° 07′ 38.036″	国管海域	一类
12	120° 41′ 15.253″	40° 01′ 30.180″	国管海域	一类
13	120° 35′ 01.139″	40° 05′ 42.858″	A1-01 绥中海域农渔业区	一类
14	120° 30′ 30.519″	40° 08′ 45.103″	A1-01 绥中海域农渔业区	一类
15	120° 27′ 07.762″	40° 11′ 01.353″	A5-02 天龙寺旅游休闲娱乐区	一类
16	120° 21′ 18.911″	40° 10′ 15.313″	A1-01 绥中海域农渔业区	一类
17	120° 28′ 33.191″	40° 05′ 11.635″	A1-01 绥中海域农渔业区	一类
18	120° 34′ 25.983″	40° 01′ 04.047″	国管海域	一类
19	120° 37′ 29.239″	39° 58′ 57.242″	国管海域	一类

20	120° 26′ 28.180″	39° 55′ 04.371″	国管海域	一类
21	120° 22′ 24.372″	39° 59′ 25.057″	A1-01 绥中海域农渔业区	一类
22	120° 18′ 56.137″	40° 03′ 07.157″	A1-01 绥中海域农渔业区	一类
23	120° 15′ 08.717″	40° 07′ 09.140″	A1-01 绥中海域农渔业区	一类
24	120° 04′ 45.122″	40° 02′ 34.959″	A2-01 石河口港口航运区	二类
25	120° 08′ 32.306″	39° 58′ 14.013″	A1-01 绥中海域农渔业区	一类
26	120° 12′ 21.631″	39° 53′ 49.915″	A1-01 绥中海域农渔业区	一类
27	120° 30′ 24.254″	40° 17′ 04.296″	A1-03 兴城海域农渔业区	一类
29	120° 31′ 24.044″	40° 17′ 05.068″	A1-03 兴城海域农渔业区	一类
28	120° 30′ 28.425″	40° 15′ 37.624″	A6-01 六股河口海洋保护区	一类
30	120° 31′ 30.378″	40° 15′ 31.908″	A1-03 兴城海域农渔业区	一类

（2）评价方法

评价方法采用单因子指数法，其公式为：

$$P_{i,j}=C_{i,j}/S_{i,j}$$

式中：$P_{i,j}$—i 污染物 j 点的标准指数；

$C_{i,j}$—i 污染物 j 点的实测浓度，mg/L；

$S_{i,j}$—i 污染物 j 点的标准浓度，mg/L。

（3）2022 年秋季海洋沉积物监测和评价结果

①、监测结果

表 6-57 2022 年秋季海洋沉积物监测结果

监测站位	总汞/×10^{-6}	铜/×10^{-6}	铅/×10^{-6}	镉/×10^{-6}	锌/×10^{-6}	铬/×10^{-6}	砷/×10^{-6}	石油类/×10^{-6}	硫化物/×10^{-6}	有机碳/%	挥发酚（以苯酚计）（mg/kg）
站位 1	0.060	75.4	27.3	0.40	103	53.9	11.8	118	42.0	0.85	0.41
站位 2	0.065	50.9	24.2	0.36	90.1	47.6	9.27	74.5	34.8	0.93	未检出
站位 3	0.068	56.0	25.1	0.33	82.2	44.3	9.15	43.9	35.4	0.74	0.32
站位 8	0.020	47.5	23.0	0.43	91.5	53.8	18.0	75.7	34.0	0.68	未检出
站位 9	0.019	32.7	31.9	0.09	28.5	38.5	7.42	91.7	39.0	0.92	未检出
站位 10	0.038	36.3	29.0	0.17	54.8	37.3	18.0	81.1	23.6	0.87	0.35
站位 12	0.023	29.9	11.8	0.18	30.0	34.4	18.3	94.3	41.2	0.93	0.46
站位 16	0.034	56.5	19.0	0.24	70.2	58.0	17.8	68.6	24.0	1.04	未检出
站位 17	0.028	27.9	12.2	0.04	17.2	37.0	10.4	93.0	38.7	0.18	未检出
站位 18	0.023	20.1	10.0	0.04	16.0	32.8	7.54	105	43.6	0.24	未检出
站位 22	0.019	25.5	6.9	未检出	20.2	35.6	15.4	56.5	37.7	0.2	0.62
站位 25	0.016	25.0	9.4	0.05	25.0	34.5	13.6	77.5	38.6	0.2	0.51
站位 26	0.018	26.5	13.3	0.07	29.0	48.5	10.6	49.7	38.1	0.12	0.43
站位 28	0.045	41.3	16.7	0.19	66.5	43.5	15.9	68.3	43.1	0.64	0.37

站位29	0.019	51.2	19.2	0.20	77.0	40.1	16.9	83.5	22.2	0.91	未检出
站位30	0.012	39.9	16.7	0.21	66.5	39.5	15.2	91.6	40.2	0.74	0.55
最小值	0.012	20.1	6.9	0.04	16.0	32.8	7.42	43.9	22.2	0.12	0.32
最大值	0.068	75.4	31.9	0.43	103	58.0	18.3	118	43.6	1.04	0.62
平均值	0.032	40.2	18.5	0.19	54.2	42.5	13.5	79.6	36.0	0.64	0.25

表6-58 2022年秋季海洋沉积物（粒度）监测结果

样品名称	分选系数(δ)	偏态(Sk)	峰态(Ku)	中值粒径(Md)	平均粒径(Mz)	样品命名
1	2.6525	0.1656	0.9374	0.0687	0.0797	粉砂质砂
2	1.7001	1.8158	2.4163	5.01	5.4540	砂质粉砂
3	2.7153	0.1769	0.7775	0.0423	0.0514	粉砂质砂
4	2.7477	-0.1335	0.9307	0.0208	0.0162	砂质粉砂
5	1.6394	1.7832	2.4003	4.74	5.1172	砂质粉砂
6	2.5984	0.2048	0.8442	0.0569	0.0710	粉砂质砂
7	2.7622	-0.0976	0.9967	0.0322	0.0260	砂质粉砂
8	1.3713	1.7678	2.3246	4.16	4.4897	砂质粉砂
9	1.6899	2.1176	2.6939	3.46	4.0010	粉砂质砂
10	2.6303	0.0446	0.6586	0.0506	0.0513	粉砂质砂
11	2.4322	0.1774	1.1249	0.0721	0.0828	粉砂质砂
12	1.5389	1.7921	2.3408	4.83	5.2419	砂质粉砂
13	0.9949	1.4739	2.0253	3.6621	3.8271	粉砂质砂
14	2.0364	0.5583	0.8069	0.0700	0.1199	粉砂质砂
15	2.4840	0.0594	0.9297	0.0680	0.0675	粉砂质砂
16	1.9776	0.1187	1.6369	0.1485	0.1420	砂
17	2.5104	0.2941	0.9380	0.0584	0.0818	粉砂质砂
18	1.2012	1.6656	2.2338	3.8901	4.1264	粉砂质砂
19	2.4571	0.1198	0.8481	0.0493	0.0557	粉砂质砂
20	2.2605	0.0378	1.0884	0.0884	0.0816	粉砂质砂
21	1.3253	1.6210	2.1816	4.50	4.7711	砂质粉砂
22	2.5831	0.1535	0.9604	0.0591	0.0689	粉砂质砂
23	2.5104	0.2941	0.9380	0.0584	0.0818	粉砂质砂
24	1.2742	1.7117	2.2764	4.0932	4.3702	砂质粉砂
25	2.4361	0.1150	1.3662	0.0526	0.0581	粉砂质砂
26	1.3571	0.0600	0.9948	0.13	0.1300	砂
27	1.7513	0.2962	0.9001	0.0283	0.0365	砂质粉砂
28	2.3800	0.3776	1.0884	0.1102	0.1610	粉砂质砂
29	1.5583	1.9749	2.5517	4.0768	4.5004	砂质粉砂
30	2.3027	0.1719	1.6696	0.0511	0.0621	粉砂质砂
31	1.5185	1.9421	2.5070	3.89	4.3225	粉砂质砂
32	2.4322	0.1774	1.1249	0.0721	0.0828	粉砂质砂
33	2.4016	0.0565	1.6678	0.0675	0.0656	粉砂质砂
34	1.5632	1.7257	2.2750	5.1241	5.5544	粉砂
35	2.7742	0.3260	0.8914	0.0829	0.1280	粉砂质砂
36	1.5951	1.7570	2.3165	5.12	5.5498	粉砂
37	1.9776	0.1187	1.6369	0.15	0.1420	砂
38	1.8800	-0.0737	1.9980	0.0942	0.0769	粉砂质砂
39	1.5599	1.6831	2.2404	5.2707	5.6747	粉砂
40	2.8347	-0.0636	0.8108	0.0286	0.0240	砂质粉砂

41	2.8993	0.0809	0.8286	0.0465	0.0492	粉砂质砂
42	1.2605	1.6971	2.2513	4.16	4.4347	砂质粉砂
43	1.3070	1.6456	2.1984	4.57	4.8289	砂质粉砂
44	1.6260	1.9916	2.5556	4.16	4.6474	砂质粉砂
45	2.5826	-0.1534	1.5317	0.01	0.0126	粘土质粉砂
46	1.8056	1.6901	2.3990	5.27	5.6859	砂质粉砂
47	2.5413	-0.2081	1.5736	0.0116	0.0097	粘土质粉砂
48	1.6268	1.7621	2.3403	5.02	5.4474	砂质粉砂
49	1.7680	1.8937	2.4921	4.71	5.2341	砂质粉砂
50	1.4796	1.8491	2.4026	4.46	4.8402	砂质粉砂

②评价结果

表 6-59 2022年秋季海洋沉积物评价指数

监测站位	评价标准	总汞	铜	铅	镉	锌	铬	砷	石油类	硫化物	有机碳
站位1	一类	0.30	2.15	0.46	0.80	0.69	0.67	0.59	0.24	0.14	0.43
站位2	一类	0.33	1.45	0.40	0.72	0.60	0.60	0.46	0.15	0.12	0.47
站位3	一类	0.34	1.60	0.42	0.66	0.55	0.55	0.46	0.09	0.12	0.37
站位8	一类	0.10	1.36	0.38	0.86	0.61	0.67	0.90	0.15	0.11	0.34
站位9	一类	0.10	0.93	0.53	0.18	0.19	0.48	0.37	0.18	0.13	0.46
站位10	一类	0.19	1.04	0.48	0.34	0.37	0.47	0.90	0.16	0.08	0.44
站位12	一类	0.12	0.85	0.20	0.36	0.20	0.43	0.92	0.19	0.14	0.47
站位16	一类	0.17	1.61	0.32	0.48	0.47	0.73	0.89	0.14	0.08	0.52
站位17	一类	0.14	0.80	0.20	0.08	0.11	0.46	0.52	0.19	0.13	0.09
站位18	一类	0.12	0.57	0.17	0.08	0.11	0.41	0.38	0.21	0.15	0.12
站位22	一类	0.10	0.73	0.12	0.04	0.13	0.45	0.77	0.11	0.13	0.10
站位25	一类	0.08	0.71	0.16	0.10	0.17	0.43	0.68	0.16	0.13	0.10
站位26	一类	0.09	0.76	0.22	0.14	0.19	0.61	0.53	0.10	0.13	0.06
站位28	一类	0.23	1.18	0.28	0.38	0.44	0.54	0.80	0.14	0.14	0.32
站位29	一类	0.10	1.46	0.32	0.40	0.51	0.50	0.85	0.17	0.07	0.46
站位30	一类	0.06	1.14	0.28	0.42	0.44	0.49	0.76	0.18	0.13	0.37
最小值		0.06	0.57	0.12	0.04	0.11	0.41	0.37	0.09	0.07	0.06
最大值		0.34	2.15	0.53	0.86	0.69	0.73	0.92	0.24	0.15	0.52
超标站位/个		0	9	0	0	0	0	0	0	0	0
超标率/%		0.00	56.2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

表 6-60 2022年秋季海洋沉积物（铜）评价指数

监测站位	评价标准	铜
站位1	二类	0.75
站位2	二类	0.51
站位3	二类	0.56
站位8	二类	0.48
站位10	二类	0.36
站位16	二类	0.57
站位28	二类	0.41
站位29	二类	0.51
站位30	二类	0.40

最小值	0.36
最大值	0.75
超标站位/个	0
超标率/%	0.0

根据2022年秋季海洋环境现状监测结果显示，在全部16个沉积物调查站位中，超标因子为铜，超标率为56.2%。

执行第一类海洋沉积物质量标准的16个站位中，9个站位的铜超出一类海洋沉积物标准限值要求，超标率为56.2%，最大超标倍数2.15；调查海域其余各站位沉积物监测因子检测结果均符合所在功能区海洋沉积物质量标准。

超出一类海洋沉积物标准限值的9个站位，超标因子铜满足二类海洋沉积物标准要求。

铜超标的原因可能是受到陆源污染，生活污水和工业废水经河流排入海内，导致重金属铜超标。

（4）2023年春季海洋沉积物监测和评价结果

①、监测结果

表6-61 2023年春季海洋沉积物监测结果

监测站位	总汞/×10^{-6}	铜/×10^{-6}	铅/×10^{-6}	镉/×10^{-6}	锌/×10^{-6}	铬/×10^{-6}	砷/×10^{-6}	石油类/×10^{-6}	硫化物/×10^{-6}	有机碳/%	挥发酚（以苯酚计）（mg/kg）
站位1	0.027	12.6	7.6	0.15	101	37.3	16.8	94.8	30.2	0.40	未检出
站位2	0.035	11.9	9.0	0.16	98.9	40.0	13.1	76.3	55.3	0.63	未检出
站位3	0.026	10.6	7.2	0.13	91.2	34.9	17.0	109	66.2	0.74	未检出
站位8	0.028	14.7	8.2	0.12	108	42.7	11.9	165	32.1	0.86	未检出
站位9	0.022	13.3	8.4	0.16	108	46.9	17.7	78.9	58.3	0.60	未检出
站位10	0.018	10.8	6.8	0.11	81.8	54.8	11.8	150	52.2	0.52	未检出
站位12	0.023	14.0	7.9	0.12	107	45.8	15.9	105	46.1	0.75	未检出
站位16	0.022	11.1	7.6	0.22	95.5	54.5	12.6	88.7	51.3	0.47	未检出
站位17	0.033	12.6	8.6	0.23	105	56.1	16.6	139	75.4	0.68	未检出
站位18	0.038	11.8	8.0	00.15	96.2	52.6	15.6	109	38.2	0.56	未检出
站位22	0.036	10.3	7.5	0.17	76.8	45.2	13.9	98.9	48.3	0.31	未检出
站位25	0.018	11.5	7.5	0.17	88.2	45.4	10.8	91.2	55.3	0.61	未检出
站位26	0.037	12.1	8.6	0.19	107	47.0	14.0	74.2	45.3	0.48	未检出
站位28	0.029	12.3	7.0	0.20	91.5	47.2	16.3	111	70.1	0.68	未检出
站位29	0.011	2.4	2.0	0.04	18.8	47.8	7.66	99.3	48.4	0.17	未检出
站位30	0.019	4.8	4.6	0.08	35.5	49.0	12.7	79.3	51.0	0.23	未检出
最小值	0.011	2.4	2.0	0.04	18.8	34.9	7.7	74.2	30.2	0.17	未检出
最大值	0.038	14.7	9.0	0.23	108	56.1	17.7	165	75.4	0.86	未检出
平均值	0.026	11.1	7.3	0.15	88.2	46.7	14.0	104	51.5	0.54	未检出

表 6-62 2023 年春季海洋沉积物（粒度）监测结果

样品名称	分选系数(δ)	偏态(Sk)	峰态(Ku)	中值粒径(Md)	平均粒径(Mz)	样品命名
1	3.88	0.72	1.50	0.052	0.026	砂质粉砂
2	3.46	0.78	1.70	0.068	0.029	砂质粉砂
3	3.71	0.60	1.57	0.059	0.040	砂质粉砂
4	1.86	0.23	0.90	0.520	0.470	砂
5	2.66	0.66	1.52	0.120	0.070	粉砂质砂
6	2.81	0.80	1.80	0.096	0.040	砂质粉砂
7	1.73	0.26	1.06	0.550	0.510	砂
8	2.79	0.74	2.00	0.103	0.050	砂质粉砂
9	3.12	0.75	1.94	0.078	0.038	砂质粉砂
10	2.33	0.67	1.71	0.136	0.080	粉砂质砂
11	3.01	0.79	1.91	0.080	0.034	砂质粉砂
12	2.61	0.80	1.49	0.118	0.046	砂质粉砂
13	2.77	0.80	2.10	0.099	0.040	砂质粉砂
14	2.96	0.73	1.35	0.099	0.048	砂质粉砂
15	3.12	0.76	1.97	0.083	0.040	砂质粉砂
16	3.09	0.84	1.99	0.075	0.028	砂质粉砂
17	2.78	0.80	1.66	0.093	0.040	砂质粉砂
18	2.35	0.81	2.31	0.123	0.050	砂质粉砂
19	3.02	0.76	1.96	0.083	0.040	砂质粉砂
20	3.53	0.64	1.49	0.072	0.042	砂质粉砂
21	2.79	0.80	1.79	0.108	0.040	砂质粉砂
22	3.92	0.69	1.69	0.052	0.029	砂质粉砂
23	2.93	0.85	1.62	0.094	0.027	砂质粉砂
24	3.07	0.76	1.56	0.089	0.040	砂质粉砂
25	2.88	0.74	1.82	0.103	0.050	粉砂质砂
26	4.28	0.71	1.98	0.039	0.021	砂质粉砂
27	3.85	0.76	1.64	0.052	0.023	砂质粉砂
28	2.94	0.73	1.83	0.097	0.050	砂质粉砂
29	3.01	0.68	2.02	0.085	0.050	砂质粉砂
30	2.62	0.68	1.34	0.127	0.070	粉砂质砂
31	2.94	0.66	1.67	0.100	0.060	砂质粉砂
32	2.76	0.68	1.46	0.126	0.066	粉砂质砂
33	2.76	0.71	1.32	0.123	0.060	粉砂质砂
34	2.73	0.75	2.23	0.103	0.050	砂质粉砂
35	2.37	0.77	2.27	0.122	0.057	砂质粉砂
36	2.88	0.74	1.41	0.103	0.050	砂质粉砂
37	2.27	0.81	2.99	0.120	0.050	砂质粉砂
38	2.24	0.82	4.30	0.099	0.040	砂质粉砂
39	3.13	0.78	2.55	0.065	0.030	砂质粉砂
40	1.77	0.25	0.88	0.587	0.560	砂
41	1.81	0.27	1.00	0.547	0.500	砂
42	3.02	0.82	1.77	0.079	0.030	砂质粉砂
43	2.59	0.86	2.46	0.095	0.030	砂质粉砂

44	3.75	0.64	1.56	0.057	0.037	砂质粉砂
45	3.86	0.66	1.46	0.056	0.032	砂质粉砂
46	2.39	0.75	2.18	0.120	0.060	砂质粉砂
47	2.61	0.75	2.38	0.099	0.050	砂质粉砂
48	3.18	0.75	1.90	0.082	0.038	砂质粉砂
49	4.12	0.69	1.95	0.042	0.023	砂质粉砂
50	4.22	0.55	1.62	0.046	0.033	砂质粉砂

②评价结果

表 6-63 2023 年春季海洋沉积物评价指数

监测站位	评价标准	总汞	铜	铅	镉	锌	铬	砷	石油类	硫化物	有机碳
站位 1	一类	0.14	0.36	0.13	0.30	0.67	0.47	0.84	0.19	0.10	0.20
站位 2	一类	0.18	0.34	0.15	0.32	0.66	0.50	0.66	0.15	0.18	0.32
站位 3	一类	0.13	0.30	0.12	0.26	0.61	0.44	0.85	0.22	0.22	0.37
站位 8	一类	0.14	0.42	0.14	0.24	0.72	0.53	0.60	0.33	0.11	0.43
站位 9	一类	0.11	0.38	0.14	0.32	0.72	0.59	0.89	0.16	0.19	0.30
站位 10	一类	0.09	0.31	0.11	0.22	0.55	0.69	0.59	0.30	0.17	0.26
站位 12	一类	0.12	0.40	0.13	0.24	0.71	0.57	0.80	0.21	0.15	0.38
站位 16	一类	0.11	0.32	0.13	0.44	0.64	0.68	0.63	0.18	0.17	0.24
站位 17	一类	0.17	0.36	0.14	0.46	0.70	0.70	0.83	0.28	0.25	0.34
站位 18	一类	0.19	0.34	0.13	0.30	0.64	0.66	0.78	0.22	0.13	0.28
站位 22	一类	0.18	0.29	0.13	0.34	0.51	0.57	0.70	0.20	0.16	0.16
站位 25	一类	0.09	0.33	0.13	0.34	0.59	0.57	0.54	0.18	0.18	0.31
站位 26	一类	0.19	0.35	0.14	0.38	0.71	0.59	0.70	0.15	0.15	0.24
站位 28	一类	0.15	0.35	0.12	0.40	0.61	0.59	0.82	0.22	0.23	0.34
站位 29	一类	0.06	0.07	0.03	0.08	0.13	0.60	0.38	0.20	0.16	0.09
站位 30	一类	0.10	0.14	0.08	0.16	0.24	0.61	0.64	0.16	0.17	0.12
最小值		0.06	0.07	0.03	0.08	0.13	0.44	0.38	0.15	0.10	0.09
最大值		0.19	0.42	0.15	0.46	0.72	0.70	0.89	0.33	0.25	0.43
平均值		0.13	0.32	0.12	0.30	0.59	0.58	0.70	0.21	0.17	0.27
超标站位/个		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
超标率/%		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

根据 2023 年春季海洋环境现状监测结果显示，在全部 16 个沉积物调查站位所有参数均满足一类沉积物质量标准要求。

6.3.5 海洋生物质量现状调查及评价

6.3.5.1 监测概况

1、监测时间站位

本次春季和秋季海洋水质监测均由天津中环天元环境检测技术服务有限公司分别于 2023 年 4 月 24 日-5 月 1 日和 2022 年 9 月 17 日-9 月 26 日在项目周边海域

开展的调查。本次监测生物质量监测共布设20个站位，详见表6-38和图6-39。

2、监测项目及采样分析方法

（1）监测项目

石油烃、重金属（铜、锌、铅、镉、铬、汞、砷）；

生物类别：双壳贝类、甲壳类和鱼类；

（2）水质监测及分析方法

生物质量采样及样品运输和保存按照《海洋监测规范 第6部分：生物体分析》（GB17378.6-2007）中的要求执行。采用底层拖网采集生物样品，选取足够数量（约 2.0kg）的完好样品，现场用海水冲洗干净后，放入双层聚氯乙烯袋中冰冻（-10℃以下）保存，运回实验室后保存在-20℃以下的冰柜中待检。

生物体样品监测项目的分析方法见表。

表6-64 生物质量项目监测及分析方法

测定项目	分析方法
石油烃	《海洋监测规范 第6部分：生物体分析》GB17378.6-2007中的13荧光分光光度法
铜	《海洋监测规范 第6部分：生物体分析》GB17378.6-2007中的6.1无火焰原子吸收分光光度法
铅	《海洋监测规范 第6部分：生物体分析》GB17378.6-2007中的7.1无火焰原子吸收分光光度法
镉	《海洋监测规范 第6部分：生物体分析》GB17378.6-2007中的8.1无火焰原子吸收分光光度法
锌	《海洋监测规范 第6部分：生物体分析》GB17378.6-2007中的9.1火焰原子吸收分光光度法
铬	《海洋监测规范 第6部分：生物体分析》GB17378.6-2007中的10.1无火焰原子吸收分光光度法
砷	《海洋监测规范 第6部分：生物体分析》GB17378.6-2007中的11.1原子荧光法
总汞	《海洋监测规范 第6部分：生物体分析》GB17378.6-2007中的5.1原子荧光法

6.3.5.2 海洋生物体质量现状及评价

（1）评价标准

海洋生物（贝类）执行《海洋生物质量》（GB 18421-2001），软体类、鱼类、甲壳类的铜、铅、锌、镉和总汞评价引用《全国海岸带和滩涂资源综合调查简明规程》提供的标准；石油烃采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》的标

准。各监测点位对应的评价标准见下表6-65。

表6-65 监测点位对应的评价标准

站位	经度	纬度	所属海洋功能区	生物质量标准
1	120° 36′ 13.414″	40° 21′ 34.909″	A1-03 兴城海域农渔业区	一类
2	120° 42′ 45.063″	40° 19′ 45.877″	A1-03 兴城海域农渔业区	一类
3	120° 49′ 24.026″	40° 17′ 55.857″	A1-03 兴城海域农渔业区	一类
4	120° 47′ 10.120″	40° 12′ 51.929″	国管海域	一类
5	120° 40′ 52.565″	40° 14′ 10.544″	A1-03 兴城海域农渔业区	一类
6	120° 35′ 43.842″	40° 15′ 14.535″	A1-03 兴城海域农渔业区	一类
7	120° 31′ 35.352″	40° 16′ 05.850″	A1-03 兴城海域农渔业区	一类
8	120° 29′ 50.842″	40° 13′ 07.437″	A6-01 六股河口海洋保护区	一类
9	120° 33′ 13.421″	40° 11′ 51.164″	A1-01 绥中海域农渔业区	一类
10	120° 37′ 56.129″	40° 10′ 04.477″	A1-01 绥中海域农渔业区	一类
11	120° 44′ 22.953″	40° 07′ 38.036″	国管海域	一类
12	120° 41′ 15.253″	40° 01′ 30.180″	国管海域	一类
13	120° 35′ 01.139″	40° 05′ 42.858″	A1-01 绥中海域农渔业区	一类
14	120° 30′ 30.519″	40° 08′ 45.103″	A1-01 绥中海域农渔业区	一类
15	120° 27′ 07.762″	40° 11′ 01.353″	A5-02 天龙寺旅游休闲娱乐区	一类
16	120° 21′ 18.911″	40° 10′ 15.313″	A1-01 绥中海域农渔业区	一类
17	120° 28′ 33.191″	40° 05′ 11.635″	A1-01 绥中海域农渔业区	一类
18	120° 34′ 25.983″	40° 01′ 04.047″	国管海域	一类
19	120° 37′ 29.239″	39° 58′ 57.242″	国管海域	一类
20	120° 26′ 28.180″	39° 55′ 04.371″	国管海域	一类
21	120° 22′ 24.372″	39° 59′ 25.057″	A1-01 绥中海域农渔业区	一类
22	120° 18′ 56.137″	40° 03′ 07.157″	A1-01 绥中海域农渔业区	一类
23	120° 15′ 08.717″	40° 07′ 09.140″	A1-01 绥中海域农渔业区	一类
24	120° 04′ 45.122″	40° 02′ 34.959″	A2-01 石河口港口航运区	二类
25	120° 08′ 32.306″	39° 58′ 14.013″	A1-01 绥中海域农渔业区	一类
26	120° 12′ 21.631″	39° 53′ 49.915″	A1-01 绥中海域农渔业区	一类
27	120° 30′ 24.254″	40° 17′ 04.296″	A1-03 兴城海域农渔业区	一类
29	120° 31′ 24.044″	40° 17′ 05.068″	A1-03 兴城海域农渔业区	一类
28	120° 30′ 28.425″	40° 15′ 37.624″	A6-01 六股河口海洋保护区	一类
30	120° 31′ 30.378″	40° 15′ 31.908″	A1-03 兴城海域农渔业区	一类

（2）评价方法

评价方法采用单因子指数法，其公式为：

$$P_{i,j}=C_{i,j}/S_{i,j}$$

式中：$P_{i,j}$—i污染物j点的标准指数；

$C_{i,j}$—i污染物j点的实测浓度，mg/L；

$S_{i,j}$—i污染物j点的标准浓度，mg/L。

（3）2022年秋季监测和评价结果

①监测结果

2022年秋季监测海域生物质量（口虾蛄、虾虎鱼、菲律宾蛤仔）检测结果见下列表。

表6-66 2022年秋季生物质量监测结果（×10⁻⁶）

生物种类	虾虎鱼							
站位	总汞	铜	铅	镉	锌	铬	砷	石油烃
站位2	0.041	未检出	未检出	未检出	6.6	未检出	0.3	3.4
站位5	0.040	未检出	未检出	未检出	6.7	未检出	0.3	3.5
站位7	0.052	未检出	未检出	未检出	7.0	未检出	0.3	3.1
站位9	0.039	未检出	未检出	未检出	6.7	未检出	0.3	3.3
站位10	0.039	未检出	未检出	未检出	6.8	未检出	0.3	3.4
站位11	0.040	未检出	未检出	未检出	6.9	未检出	0.3	3.1
站位13	0.042	未检出	未检出	未检出	6.9	未检出	0.2	3.0
站位14	0.040	未检出	未检出	未检出	7.0	未检出	0.2	3.3
站位15	0.040	未检出	未检出	未检出	6.7	未检出	0.3	3.0
站位17	0.041	未检出	未检出	未检出	6.8	未检出	0.2	3.3
站位18	0.042	未检出	未检出	未检出	6.8	未检出	0.2	3.6
站位19	0.041	未检出	未检出	未检出	6.9	未检出	0.2	3.1
站位21	0.041	未检出	未检出	未检出	6.7	未检出	0.3	3.5
站位22	0.042	未检出	未检出	未检出	6.7	未检出	0.3	3.3
站位25	0.042	未检出	未检出	未检出	6.8	未检出	0.3	3.7
站位26	0.041	未检出	未检出	未检出	6.7	未检出	0.3	3.4
站位27	0.048	未检出	未检出	未检出	7.8	未检出	0.3	3.0
站位28	0.040	未检出	未检出	未检出	7.0	未检出	0.3	3.0
站位29	0.047	未检出	未检出	未检出	7.4	未检出	0.3	3.4
站位30	0.040	未检出	未检出	未检出	7.1	未检出	0.3	3.3
最小值	0.039	未检出	未检出	未检出	6.6	未检出	0.2	3.0
最大值	0.052	未检出	未检出	未检出	7.8	未检出	0.3	3.7
平均值	0.042	未检出	未检出	未检出	6.9	未检出	0.3	3.3

表6-67 2022年秋季生物质量监测结果（×10⁻⁶）

生物种类	口虾蛄							
站位	总汞	铜	铅	镉	锌	铬	砷	石油烃
站位2	0.029	未检出	未检出	1.79	27.9	未检出	0.6	6.8
站位5	0.029	未检出	未检出	1.80	29.4	未检出	0.6	6.6
站位7	0.029	未检出	未检出	1.77	26.7	未检出	0.5	7.2
站位9	0.029	未检出	未检出	1.78	29.1	未检出	0.6	7.1
站位10	0.028	未检出	未检出	1.84	27.7	未检出	0.5	7.4
站位11	0.028	未检出	未检出	1.78	25.9	未检出	0.6	6.7
站位13	0.030	未检出	未检出	1.88	28.8	未检出	0.5	7.0
站位14	0.030	未检出	未检出	1.92	28.8	未检出	0.6	6.9
站位15	0.030	未检出	未检出	1.91	26.3	未检出	0.6	6.3
站位17	0.030	未检出	未检出	1.80	28.0	未检出	0.4	6.2
站位18	0.030	未检出	未检出	1.84	28.2	未检出	0.4	6.4

站位19	0.030	未检出	未检出	1.82	28.5	未检出	0.4	6.8
站位21	0.031	未检出	未检出	1.80	26.9	未检出	0.4	6.5
站位22	0.031	未检出	未检出	1.86	28.6	未检出	0.4	7.1
站位25	0.031	未检出	未检出	1.83	25.8	未检出	0.4	6.6
站位26	0.031	未检出	未检出	1.81	28.3	未检出	0.4	6.8
站位27	0.029	未检出	未检出	1.77	28.6	未检出	0.5	7.7
站位28	0.029	未检出	未检出	1.81	28.3	未检出	0.6	7.9
站位29	0.029	未检出	未检出	1.74	28.4	未检出	0.5	6.8
站位30	0.029	未检出	未检出	1.75	25.7	未检出	0.6	6.5
最小值	0.028	未检出	未检出	1.74	25.7	未检出	0.4	6.2
最大值	0.031	未检出	未检出	1.92	29.4	未检出	0.6	7.9
平均值	0.030	未检出	未检出	1.82	27.8	未检出	0.5	6.9

表6-68 2022年秋季生物质量监测结果（$\times 10^{-6}$）

生物种类	菲律宾蛤仔							
站位	总汞	铜	铅	镉	锌	铬	砷	石油烃
站位2	0.018	未检出	未检出	0.143	6.7	未检出	0.3	4.4
站位5	0.018	未检出	未检出	0.138	6.2	未检出	0.3	4.6
站位7	0.013	未检出	未检出	0.139	7.4	未检出	0.4	4.8
站位9	0.014	未检出	未检出	0.134	6.9	未检出	0.4	4.4
站位10	0.018	未检出	未检出	0.142	6.5	未检出	0.3	4.7
站位11	0.014	未检出	未检出	0.142	7.2	未检出	0.4	4.5
站位13	0.016	未检出	未检出	0.144	6.4	未检出	0.3	4.3
站位14	0.013	未检出	未检出	0.134	6.7	未检出	0.3	4.7
站位15	0.013	未检出	未检出	0.138	7.8	未检出	0.3	4.2
站位17	0.016	未检出	未检出	0.140	6.4	未检出	0.3	4.7
站位18	0.016	未检出	未检出	0.140	7.7	未检出	0.3	4.9
站位19	0.016	未检出	未检出	0.141	7.0	未检出	0.3	4.5
站位21	0.016	未检出	未检出	0.139	6.8	未检出	0.4	4.3
站位22	0.016	未检出	未检出	0.141	7.0	未检出	0.5	4.7
站位25	0.016	未检出	未检出	0.135	7.1	未检出	0.4	4.3
站位26	0.016	未检出	未检出	0.138	6.7	未检出	0.4	4.6
站位27	0.013	未检出	未检出	0.137	7.6	未检出	0.4	4.2
站位28	0.018	未检出	未检出	0.133	7.8	未检出	0.3	4.7
站位29	0.013	未检出	未检出	0.141	7.3	未检出	0.4	4.3
站位30	0.018	未检出	未检出	0.145	7.1	未检出	0.3	4.3
最小值	0.013	未检出	未检出	0.133	6.2	未检出	0.3	4.2
最大值	0.018	未检出	未检出	0.145	7.8	未检出	0.5	4.9
平均值	0.016	未检出	未检出	0.139	7.0	未检出	0.4	4.5

②评价结果

2022年秋季：将生物体（口虾蛄、虾虎鱼、菲律宾蛤仔）评价结果列于表下列表。

表6-69 2022年秋季生物体评价指数表（$\times 10^{-6}$）

生物种类	虾虎鱼

站位	评价标准	总汞	铜	铅	镉	锌	石油烃
站位 2	鱼类	0.14	0.01	0.01	0.002	0.17	0.17
站位 5	鱼类	0.13	0.01	0.01	0.002	0.17	0.18
站位 7	鱼类	0.17	0.01	0.01	0.002	0.18	0.16
站位 9	鱼类	0.13	0.01	0.01	0.002	0.17	0.17
站位 10	鱼类	0.13	0.01	0.01	0.002	0.17	0.17
站位 11	鱼类	0.13	0.01	0.01	0.002	0.17	0.16
站位 13	鱼类	0.14	0.01	0.01	0.002	0.17	0.15
站位 14	鱼类	0.13	0.01	0.01	0.002	0.18	0.17
站位 15	鱼类	0.13	0.01	0.01	0.002	0.17	0.15
站位 17	鱼类	0.14	0.01	0.01	0.002	0.17	0.17
站位 18	鱼类	0.14	0.01	0.01	0.002	0.17	0.18
站位 19	鱼类	0.14	0.01	0.01	0.002	0.17	0.16
站位 21	鱼类	0.14	0.01	0.01	0.002	0.17	0.18
站位 22	鱼类	0.14	0.01	0.01	0.002	0.17	0.17
站位 25	鱼类	0.14	0.01	0.01	0.002	0.17	0.19
站位 26	鱼类	0.14	0.01	0.01	0.002	0.17	0.17
站位 27	鱼类	0.16	0.01	0.01	0.002	0.20	0.15
站位 28	鱼类	0.13	0.01	0.01	0.002	0.18	0.15
站位 29	鱼类	0.16	0.01	0.01	0.002	0.19	0.17
站位 30	鱼类	0.13	0.01	0.01	0.002	0.18	0.17
最小值		0.13	0.01	0.01	0.002	0.17	0.15
最大值		0.17	0.01	0.01	0.002	0.20	0.19
超标率（%）		0	0	0	0	0	0

表 6-70 2022年秋季生物体评价指数表（$\times 10^{-6}$）

生物种类	口虾蛄					
站位	评价标准	总汞	铜	铅	镉	锌	石油烃
站位 2	甲壳类	0.15	0.001	0.01	0.90	0.19	0.34
站位 5	甲壳类	0.15	0.001	0.01	0.90	0.20	0.33
站位 7	甲壳类	0.15	0.001	0.01	0.89	0.18	0.36
站位 9	甲壳类	0.15	0.001	0.01	0.89	0.19	0.36
站位 10	甲壳类	0.14	0.001	0.01	0.92	0.18	0.37
站位 11	甲壳类	0.14	0.001	0.01	0.89	0.17	0.34
站位 13	甲壳类	0.15	0.001	0.01	0.94	0.19	0.35
站位 14	甲壳类	0.15	0.001	0.01	0.96	0.19	0.35
站位 15	甲壳类	0.15	0.001	0.01	0.96	0.18	0.32
站位 17	甲壳类	0.15	0.001	0.01	0.90	0.19	0.31
站位 18	甲壳类	0.15	0.001	0.01	0.92	0.19	0.32
站位 19	甲壳类	0.15	0.001	0.01	0.91	0.19	0.34
站位 21	甲壳类	0.16	0.001	0.01	0.90	0.18	0.33
站位 22	甲壳类	0.16	0.001	0.01	0.93	0.19	0.36
站位 25	甲壳类	0.16	0.001	0.01	0.92	0.17	0.33
站位 26	甲壳类	0.16	0.001	0.01	0.91	0.19	0.34
站位 27	甲壳类	0.15	0.001	0.01	0.89	0.19	0.39
站位 28	甲壳类	0.15	0.001	0.01	0.91	0.19	0.40
站位 29	甲壳类	0.15	0.001	0.01	0.87	0.19	0.34
站位 30	甲壳类	0.15	0.001	0.01	0.88	0.17	0.33

最小值	0.14	0.001	0.01	0.87	0.17	0.31
最大值	0.16	0.001	0.01	0.96	0.20	0.40
超标率（%）	0	0	0	0	0	0

表 6-71 2022年秋季生物体评价指数表（$\times 10^{-6}$）

生物种类	菲律宾蛤仔					
站位	评价标准	总汞	铜	铅	镉	锌	石油烃
站位 2	贝类（双壳类）	0.36	0.01	0.10	0.72	0.34	0.22
站位 5	贝类（双壳类）	0.36	0.01	0.10	0.69	0.31	0.23
站位 7	贝类（双壳类）	0.26	0.01	0.10	0.70	0.37	0.24
站位 9	贝类（双壳类）	0.28	0.01	0.10	0.67	0.35	0.22
站位 10	贝类（双壳类）	0.36	0.01	0.10	0.71	0.33	0.24
站位 11	贝类（双壳类）	0.28	0.01	0.10	0.71	0.36	0.23
站位 13	贝类（双壳类）	0.32	0.01	0.10	0.72	0.32	0.22
站位 14	贝类（双壳类）	0.26	0.01	0.10	0.67	0.34	0.24
站位 15	贝类（双壳类）	0.26	0.01	0.10	0.69	0.39	0.21
站位 17	贝类（双壳类）	0.32	0.01	0.10	0.70	0.32	0.24
站位 18	贝类（双壳类）	0.32	0.01	0.10	0.70	0.39	0.25
站位 19	贝类（双壳类）	0.32	0.01	0.10	0.71	0.35	0.23
站位 21	贝类（双壳类）	0.32	0.01	0.10	0.70	0.34	0.22
站位 22	贝类（双壳类）	0.32	0.01	0.10	0.71	0.35	0.24
站位 25	贝类（双壳类）	0.32	0.01	0.10	0.68	0.36	0.22
站位 26	贝类（双壳类）	0.32	0.01	0.10	0.69	0.34	0.23
站位 27	贝类（双壳类）	0.26	0.01	0.10	0.69	0.38	0.21
站位 28	贝类（双壳类）	0.36	0.01	0.10	0.67	0.39	0.24
站位 29	贝类（双壳类）	0.26	0.01	0.10	0.71	0.37	0.22
站位 30	贝类（双壳类）	0.36	0.01	0.10	0.73	0.36	0.22
最小值		0.26	0.01	0.10	0.67	0.31	0.21
最大值		0.36	0.01	0.10	0.73	0.39	0.25
超标率（%）		0	0	/	0	0	0

2022年秋季：本次在20个调查站位采集到的生物体为软体动物（扁玉螺）、甲壳类（口虾蛄）、双壳贝类（菲律宾蛤仔）。软体动物（扁玉螺）、甲壳类（口虾蛄）中的铜、铅、镉、锌、汞含量均符合《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》标准，采集到的双壳贝类（菲律宾蛤仔）中的铜、铅、镉、锌、总铬、汞、砷含量均符合《海洋生物质量标准》，石油烃含量符合《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》，整体生物质量状况良好。

（4）2023年春季监测和评价结果

①监测结果

2023年秋季监测海域生物质量（虾虎鱼、日本鼓虾、扁玉螺）检测结果见下列表。

表 6-72 2023 年春季生物质量监测结果（×10⁻⁶）

生物种类	虾虎鱼							
站位	总汞	铜	铅	镉	锌	铬	砷	石油烃
站位 2	0.014	未检出	未检出	0.062	6.0	未检出	0.3	3.7
站位 5	0.013	未检出	未检出	0.056	4.8	未检出	0.3	3.2
站位 7	0.013	未检出	未检出	0.064	5.8	未检出	0.3	3.4
站位 9	0.014	未检出	未检出	0.067	5.7	未检出	0.3	3.0
站位 10	0.014	未检出	未检出	0.066	4.9	未检出	0.4	3.7
站位 11	0.013	0.5	未检出	0.059	5.4	未检出	0.3	3.3
站位 13	0.014	未检出	未检出	0.062	5.3	未检出	0.3	3.5
站位 14	0.014	未检出	未检出	0.064	5.6	未检出	0.3	3.5
站位 17	0.014	未检出	未检出	0.066	6.5	未检出	0.3	3.2
站位 19	0.014	0.6	未检出	0.067	5.0	未检出	0.3	3.6
站位 21	0.014	0.6	未检出	0.065	5.4	未检出	0.3	3.6
站位 25	0.014	0.4	未检出	0.066	5.6	未检出	0.3	3.0
站位 26	0.014	0.4	未检出	0.060	5.8	未检出	0.3	3.3
站位 27	0.013	未检出	未检出	0.066	6.1	未检出	0.2	3.3
站位 28	0.013	0.4	未检出	0.067	5.3	未检出	0.3	3.4
站位 29	0.013	0.4	未检出	0.068	5.8	未检出	0.3	3.2
最小值	0.013	未检出	未检出	0.056	4.8	未检出	0.2	3.0
最大值	0.014	0.6	未检出	0.068	6.5	未检出	0.4	3.7
平均值	0.014	0.5	未检出	0.064	5.6	未检出	0.3	3.4

表 6-73 2023 年春季生物质量监测结果（×10⁻⁶）

生物种类	日本鼓虾							
站位	总汞	铜	铅	镉	锌	铬	砷	石油烃
站位 2	0.012	4.3	未检出	0.166	8.6	0.05	0.2	5.0
站位 7	0.013	3.7	未检出	0.191	8.4	0.05	0.2	5.2
站位 9	0.012	3.5	未检出	0.180	8.5	0.07	0.4	4.9
站位 10	0.029	3.0	未检出	0.170	8.8	0.05	0.3	5.4
站位 13	0.012	3.5	未检出	0.186	8.3	0.06	0.2	5.3
站位 14	0.012	5.0	未检出	0.166	8.9	0.06	0.4	5.7
站位 15	0.012	4.6	未检出	0.164	8.8	0.05	0.3	5.2
站位 17	0.012	3.5	未检出	0.194	8.6	0.05	0.3	5.6
站位 19	0.012	3.7	未检出	0.202	8.3	0.06	0.3	5.3
站位 22	0.013	4.7	未检出	0.169	8.5	0.05	0.3	5.1
站位 26	0.014	4.0	未检出	0.206	8.7	0.06	0.4	5.0
站位 27	0.012	3.3	未检出	0.183	8.5	0.05	0.3	5.4
最小值	0.012	3.0	未检出	0.164	8.3	0.05	0.2	4.9
最大值	0.029	5.0	未检出	0.206	8.9	0.07	0.4	5.7
平均值	0.014	3.9	未检出	0.181	8.6	0.06	0.3	5.3

表 6-74 2023 年春季生物质量监测结果（×10⁻⁶）

生物种类	扁玉螺							
站位	总汞	铜	铅	镉	锌	铬	砷	石油烃
站位 2	0.095	4.7	未检出	0.387	12.8	0.06	0.3	4.0

站位5	0.085	6.0	未检出	0.396	13.0	0.06	0.3	4.0
站位11	0.098	3.6	未检出	0.352	12.5	0.06	0.3	4.6
站位18	0.097	4.4	未检出	0.369	12.8	0.06	0.3	3.6
站位21	0.098	3.8	未检出	0.395	13.0	0.08	0.3	3.7
站位22	0.097	3.8	未检出	0.373	13.0	0.05	0.3	3.6
站位25	0.098	6.0	未检出	0.400	13.0	0.08	0.4	3.5
站位27	0.018	4.1	未检出	0.389	13.3	0.09	0.3	3.6
站位28	0.088	6.9	未检出	0.385	11.8	0.09	0.4	3.7
站位29	0.018	6.6	未检出	0.416	13.3	0.13	0.3	3.6
站位30	0.017	3.6	未检出	0.398	13.7	0.09	0.2	3.3
最小值	0.017	3.6	未检出	0.352	11.8	0.05	0.2	3.3
最大值	0.098	6.9	未检出	0.416	13.7	0.13	0.4	4.6
平均值	0.071	4.9	未检出	0.387	12.9	0.08	0.3	3.8

②评价结果

2023年春季：将生物体（虾虎鱼、日本鼓虾、扁玉螺）评价结果列于表下列表。

表6-75 2023年春季生物体评价指数表（$\times 10^{-6}$）

生物种类	虾虎鱼						
站位	评价标准	总汞	铜	铅	镉	锌	石油烃
站位2	鱼类	0.05	0.01	0.01	0.10	0.15	0.19
站位5	鱼类	0.04	0.01	0.01	0.09	0.12	0.16
站位7	鱼类	0.04	0.01	0.01	0.11	0.15	0.17
站位9	鱼类	0.05	0.01	0.01	0.11	0.14	0.15
站位10	鱼类	0.05	0.01	0.01	0.11	0.12	0.19
站位11	鱼类	0.04	0.01	0.01	0.10	0.14	0.17
站位13	鱼类	0.05	0.01	0.01	0.10	0.13	0.18
站位14	鱼类	0.05	0.01	0.01	0.11	0.14	0.18
站位17	鱼类	0.05	0.01	0.01	0.11	0.16	0.16
站位19	鱼类	0.05	0.01	0.01	0.11	0.13	0.18
站位21	鱼类	0.05	0.01	0.01	0.11	0.14	0.18
站位25	鱼类	0.05	0.01	0.01	0.11	0.14	0.15
站位26	鱼类	0.05	0.01	0.01	0.10	0.15	0.17
站位27	鱼类	0.04	0.01	0.01	0.11	0.15	0.17
站位28	鱼类	0.04	0.01	0.01	0.11	0.13	0.17
站位29	鱼类	0.04	0.01	0.01	0.11	0.15	0.16
最小值		0.04	0.01	0.01	0.09	0.12	0.15
最大值		0.05	0.01	0.01	0.11	0.16	0.19
平均值		0.05	0.01	0.01	0.11	0.14	0.17
超标率（%）		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

表6-76 2023年春季生物体评价指数表（$\times 10^{-6}$）

生物种类	日本鼓虾						
站位	评价标准	总汞	铜	铅	镉	锌	石油烃
站位2	甲壳类	0.06	0.04	0.01	0.08	0.06	0.25

站位 7	甲壳类	0.07	0.04	0.01	0.10	0.06	0.26
站位 9	甲壳类	0.06	0.04	0.01	0.09	0.06	0.25
站位 10	甲壳类	0.15	0.03	0.01	0.09	0.06	0.27
站位 13	甲壳类	0.06	0.04	0.01	0.09	0.06	0.27
站位 14	甲壳类	0.06	0.05	0.01	0.08	0.06	0.29
站位 15	甲壳类	0.06	0.05	0.01	0.08	0.06	0.26
站位 17	甲壳类	0.06	0.04	0.01	0.10	0.06	0.28
站位 19	甲壳类	0.06	0.04	0.01	0.10	0.06	0.27
站位 22	甲壳类	0.07	0.05	0.01	0.08	0.06	0.26
站位 26	甲壳类	0.07	0.04	0.01	0.10	0.06	0.25
站位 27	甲壳类	0.06	0.03	0.01	0.09	0.06	0.27
最小值		0.06	0.03	0.01	0.08	0.06	0.25
最大值		0.15	0.05	0.01	0.10	0.06	0.29
平均值		0.07	0.04	0.01	0.09	0.06	0.26
超标率（%）		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

表 6-77 2023 年秋季生物体评价指数表（$\times 10^{-6}$）

生物种类	扁玉螺						
站位	评价标准	总汞	铜	铅	镉	锌	石油烃
站位 2	软体动物	0.32	0.05	0.001	0.07	0.05	0.20
站位 5	软体动物	0.28	0.06	0.001	0.07	0.05	0.20
站位 11	软体动物	0.33	0.04	0.001	0.06	0.05	0.23
站位 18	软体动物	0.32	0.04	0.001	0.07	0.05	0.18
站位 21	软体动物	0.33	0.04	0.001	0.07	0.05	0.19
站位 22	软体动物	0.32	0.04	0.001	0.07	0.05	0.18
站位 25	软体动物	0.33	0.06	0.001	0.07	0.05	0.18
站位 27	软体动物	0.06	0.04	0.001	0.07	0.05	0.18
站位 28	软体动物	0.29	0.07	0.001	0.07	0.05	0.19
站位 29	软体动物	0.06	0.07	0.001	0.08	0.05	0.18
站位 30	软体动物	0.06	0.04	0.001	0.07	0.05	0.17
最小值		0.06	0.04	0.001	0.06	0.05	0.17
最大值		0.33	0.07	0.001	0.08	0.05	0.23
平均值		0.25	0.05	0.001	0.07	0.05	0.19
超标率（%）		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

2023 年春季调查所采集到的生物体中鱼类（虾虎鱼）、甲壳类（日本鼓虾）和软体动物（扁玉螺）的铜、铅、镉、锌、汞含量均符合《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》，石油烃含量符合《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》标准，整体生物质量状况良好。

6.3.6 海洋生态环境现状调查及评价

6.3.6.1 监测概况

1、监测时间站位

本次春季和秋季海洋水质监测均由天津中环天元环境检测技术服务有限公司分别2023年4月24日-5月1日和2022年9月17日-9月26日在项目周边海域开展的调查。本次海洋生物质量和海洋生态监测共布设20个站位（其中潮间带生物共布设3条断面），详见表6-38和图6-39。

2、监测项目及采样分析方法

（1）监测项目

叶绿素a、初级生产力、浮游植物、浮游动物、大型底栖生物、潮间带生物（3个断面）。

（2）水质监测及分析方法

浮游植物：浮游植物的调查方法依照《海洋监测规范》，使用浅水III型浮游生物网自水底至水面拖网采集浮游植物。采集到的浮游植物样品装入标本瓶，把样品用甲醛溶液固定保存，加入量为样品体积的5%。浮游植物样品经过静置、沉淀、浓缩后换入贮存瓶并编号，处理后的样品使用光学显微镜采用个体计数法进行种类鉴定和数量统计。

浮游动物：以浅水I型浮游生物网自海底至表层垂直拖网，样品用5%福尔马林溶液固定保存，采样结束后在实验室内进行镜检分析，室内分析鉴定按《海洋调查规范》中规定的方法进行，最后浮游动物出现的个体数换算成个/m^3，浮游动物生物量换算成mg/m^3作为调查水域的现存量指标。

大型底栖生物：底栖动物调查采样用0.1m^2采泥器采集，每站取样3次，取样面积为0.1m^2，取样深度为10~20cm。将采集到的沉积物样倒入网目为0.5mm底栖动物分样筛内，提水冲洗掉底泥，挑选出所有生物，装入标本瓶内，放入标签，用5%福尔马林固定液固定，标本带回实验室分析（包括种类鉴定、称量及计算等）。具体操作方法严格按中华人民共和国行业标准《海洋监测规范》和《海洋调查规范》执行。

潮间带生物：各调查站位用50cm×50cm定量框采集样方，用铲子挖取约15cm深沉积物，将采集到的沉积物样倒入网目为0.5mm底栖动物分样筛内，提水冲洗掉底泥，挑选出所有生物，装入标本瓶内，放入标签，用5%福尔马林固定液固定，标本带回实验室分析（包括种类鉴定、称量及计算等）。具体操作方

法按《海洋监测规范》执行。

叶绿素 a：用普通塑料桶在各测站采表层水 2L，经 0.45μm 微孔滤膜抽滤，用 90%丙酮萃取其叶绿素，离心后，根据叶绿素 a、b、c 的丙酮萃取液在红光波段各有一吸收峰，用上海光谱 SP-1920 型紫外可见分光光度计测定其吸光值，根据 Jeffoey-Humphreg 方程式，计算海水中叶绿素 a 的浓度。海洋生态样品监测项目的分析方法见下表。

表 6-78 海洋生态项目监测及分析方法

测定项目	分析方法
浮游植物	《海洋监测规范 第 7 部分：近海污染生态调查和生物监测》GB17378.7-2007 中的 5 浮游生物生态调查
浮游动物	《海洋监测规范 第 7 部分：近海污染生态调查和生物监测》GB17378.7-2007 中的 5 浮游生物生态调查
	《海洋调查规范 第 6 部分 海洋生物调查》GB/T12763.6-2007 中的 8 大、中型浮游生物调查
大型底栖生物	《海洋监测规范 第 7 部分：近海污染生态调查和生物监测》GB17378.7-2007 中的 6 大型底栖生物生态调查
	《海洋调查规范 第 6 部分 海洋生物调查》GB/T12763.6-2007 中的 10 大型底栖生物调查
潮间带生物	《海洋监测规范 第 7 部分：近海污染生态调查和生物监测》GB17378.7-2007 中的 7 潮间带生物生态调查
	《海洋调查规范 第 6 部分 海洋生物调查》GB/T12763.6-2007 中的 12 潮间带生物调查
叶绿素 a	《海洋监测规范 第 7 部分：近海污染生态调查和生物监测》GB17378.7-2007 中的 8.2 分光光度法
初级生产力	初级生产力的估算采用叶绿素 a 法，按联合国教科文组织（UNESCO）推荐的公式估算：$P=\frac{Chl.a \cdot Q \cdot D \cdot E}{2}$ 式中： P——现场初级生产力[mg·C/(m²·d)]； Chl.a——叶绿素 a 的含量（mg/m³）； Q——不同层次同化指数算术平均值，取 3.7； D——昼长时间（h），根据季节和海区情况取 15 小时； E——真光层深度（m），取透明度的 3 倍。
游泳动物	《海洋调查规范 第 6 部分 海洋生物调查》GB/T12763.6-2007 中的 14 游泳动物调查
鱼类浮游生物（鱼卵、仔稚鱼）	《海洋调查规范 第 6 部分 海洋生物调查》GB/T12763.6-2007 中的 9 鱼类浮游生物调查

3、评价方法

根据各站浮游生物和底栖生物所获样品的生物密度，分别对样品的多样性指

数、均匀度、丰度、优势度等进行统计学评价分析，计算公式为：

① 香农—韦弗（Shannon－Weaver）多样性指数：

$$H'=-\sum_{i=1}^{n}PiLog_2Pi$$

式中：H'—种类多样性指数；n—样品中的种类总数；P_i—第 i 种的个体数（n_i）与总个体数（N）的比值（$\frac{n_i}{N}$或$\frac{w_i}{W}$）。

② 均匀度（Pielou 指数）

$$J=\frac{H'}{H\max}$$

式中：J—表示均匀度；H'—种类多样性指数值；H_{max}—为$^{\log_2 S}$，示多样性指数的最大值，S 为样品中总种类数。

③ 优势度：

$$Y=\frac{N_i}{N}\times f_i$$

式中 Y—为优势度；N_i—为样品中第 i 种的个体数；N—为样品中所有种的总个体数；f_i—第 i 种在所有样品中的出现频率。

④丰度（Margalef 计算公式）：

$$d=\frac{S-1}{\log_2 N}$$

式中：d—表示丰度；S—样品中的种类总数；N—样品中的生物个体数。

6.3.6.2 2022 年秋季海洋生态环境质量现状调查结果与评价

6.3.4.2.1 叶绿素 a

2022 年秋季：叶绿素 a 最大值为 3.30 μg/L（站位 14），最小值为 0.347 μg/L（站位 15），平均值为 1.17 μg/L。调查海域秋季叶绿素 a（μg/L)的调查结果见图 6-41。

表 6-79 调查海域秋季叶绿素 a（μg/L)的调查结果

站位	测定值
站位 2	0.627
站位 5	2.33
站位 7	2.22
站位 9	1.31
站位 10	1.34
站位 11	0.458
站位 13	0.627
站位 14	3.30
站位 15	0.347
站位 17	0.457
站位 18	0.399
站位 19	0.521
站位 21	1.37
站位 22	0.908
站位 25	0.797
站位 26	0.627
站位 27	2.21
站位 28	1.32
站位 29	1.37
站位 30	0.848
最小值	0.347
最大值	3.30
平均值	1.17

6.3.4.2.2 初级生产力

2022 年秋季：初级生产力最大值为 136mg·C/（m^2·d），最小值为 15.7mg·C/（m^2·d），平均值为 56.1mg·C/（m^2·d）。最大值出现在站位 5，最小值出现站位 2。调查海域秋季初级生产力（mg·C/（m^2·d））调查结果见图 6-42。

表 6-80 调查海域秋季初级生产力 (mg·C/（m^2·d）) 的调查结果

样品名称/编号	初级生产力（mg·C/（m2·d））
站位 2	15.7
站位 5	136
站位 7	73.9
站位 9	54.5
站位 10	76.3
站位 11	65.1
站位 13	21.0
站位 14	110
站位 15	45.6
站位 17	23.0
站位 18	83.3

站位 19	134
站位 21	57.0
站位 22	53.0
站位 25	20.0
站位 26	21.0
站位 27	36.8
站位 28	33.0
站位 29	34.2
站位 30	28.3
最小值	15.7
最大值	136
平均值	56.1

6.3.4.2.3 浮游植物

（1）浮游植物种类组成及优势种

2022 年秋季：调查海域共鉴定浮游植物 49 种，隶属硅藻和甲藻两个大类。其中硅藻 44 种，占浮游植物总种数的 89.80%；甲藻 5 种，占浮游植物总种数的 10.20%。本次调查优势种为中肋骨条藻（Y=0.27）、星脐圆筛藻（Y=0.12）、尖刺拟菱形藻（Y=0.06）、威氏圆筛藻（Y=0.06）、劳氏角毛藻（Y=0.02）、虹彩圆筛藻（Y=0.02）、三角角藻（Y=0.02）。调查区域秋季物种组成百分比见图 6-43。

（2）浮游植物细胞密度平面分布

2022 年秋季：调查结果显示调查海域浮游植物细胞数量变化在 0.18～176×10^4 个/m^3 之间，平均值为 27.7×10^4 个/m^3。最小值出现在站位 26，最大值出现在站位 27，调查期间，各站间出现的细胞数量差别较大。

如下表所示，各站位浮游植物种类分布站位 14 种类最多，有 32 种，站位 22 最少，8 种，平均为 15 种。

调查海域浮游植物秋季细胞密度和种类数统计图见图 6-44。

表 6-81 调查海域浮游植物秋季细胞密度和种类数统计表

站位	细胞密度（×10^4 个/m^3）	种类数
站位 2	4.33	16
站位 5	45.0	28
站位 7	28.4	10
站位 9	24.7	20
站位 10	9.11	18
站位 11	12.2	16
站位 13	9.49	22
站位 14	36.0	32

站位15	44.0	11
站位17	2.31	13
站位18	1.22	16
站位19	1.05	10
站位21	1.30	11
站位22	1.92	8
站位25	0.84	14
站位26	0.18	10
站位27	176	14
站位28	74.6	14
站位29	76.8	13
站位30	4.24	8
平均值	27.7	15
最大值	176	32
最小值	0.18	8

（3）浮游植物群落结构主要参数

2022年秋季：调查海域各站位浮游植物样品群落特征参数值分析统计结果见下表。浮游植物群落多样性指数在1.39～3.66之间，平均为2.68，最高值出现在站位14，最低值出现在站位7。

均匀度指数在0.41～0.92之间，平均为0.70，最高值出现在站位26，最低值出现在站位15。

丰度指数在0.00~128之间，平均为13.7，最高值出现在站位19，最低值出现在站位25、站位26。

调查海域秋季浮游植物群落结构主要参数统计见图6-45。

表6-82 调查海域秋季浮游植物群落结构主要参数统计表

站位	多样性指数（H′）	均匀度（J）	丰度（d）
站位2	2.73	0.68	7.09
站位5	3.54	0.74	4.92
站位7	1.39	0.42	1.86
站位9	3.10	0.72	4.11
站位10	3.19	0.77	5.33
站位11	2.69	0.67	4.16
站位13	3.28	0.73	6.47
站位14	3.66	0.73	6.00
站位15	1.43	0.41	1.83
站位17	3.04	0.82	9.93
站位18	3.02	0.76	52.3
站位19	2.60	0.78	128
站位21	2.49	0.72	26.4

站位 22	1.76	0.59	7.44
站位 25	3.27	0.86	0.00
站位 26	3.06	0.92	0.00
站位 27	2.43	0.64	1.74
站位 28	2.27	0.60	2.09
站位 29	1.99	0.54	1.92
站位 30	2.61	0.87	3.36
平均值	2.68	0.70	13.7
最大值	3.66	0.92	128
最小值	1.39	0.41	0.00

6.3.4.2.4 浮游动物

（1）浮游动物种类组成及优势种

2022 年秋季：调查共获得浮游动物 13 种。其中，浮游幼体 5 种，占总种数的 38.46%；刺胞动物门、尾索动物门、节肢动物门各 2 种，各占总种数的 15.38%；毛颚动物门、栉板动物门各 1 种，各占总种数的 7.70%。

本次调查所获浮游动物种类中，优势种（优势度≥0.02）为强壮箭虫、双壳类幼体、无节幼体、小拟哲水蚤、八斑芮氏水母；调查海域秋季浮游动物种类组成与分布见图 6-46。

（2）浮游动物生物密度分布及生物量

2022 年秋季：调查海域浮游动物生物密度变化范围在 0.21~33.3ind./m^3，平均值为 7.05ind./m^3，最小值出现在站位 19，最大值出现在站位 28；调查海域浮游动物生物量变化范围在 0.02~6.85mg/m^3，平均值为 1.57mg/m^3，最小值出现在站位 19，最大值出现在站位 9。

调查海域各站位浮游动物平均种类数为 3 种，数量最多为 5 种，出现在站位 5、9、14，数量最少为 1 种，出现在站位 7、15、18、19、22、27、30。

调查海域浮游动物秋季生物密度和生物量统计图见图 6-47。

表 6-83 调查海域浮游动物秋季生物密度和生物量统计表

站位	总生物密度（ind./m^3）	总生物量（mg/m^3）	种类数
站位 2	2.59	0.52	4
站位 5	5.40	1.08	5
站位 7	4.00	0.80	1
站位 9	24.60	6.85	5
站位 10	5.82	1.74	3
站位 11	1.10	0.50	4

站位13	12.1	3.76	3
站位14	8.69	3.04	5
站位15	3.03	0.61	1
站位17	1.66	0.58	2
站位18	0.22	0.04	1
站位19	0.21	0.02	1
站位21	0.78	0.20	2
站位22	0.60	0.06	1
站位25	1.49	0.49	3
站位26	0.96	0.29	4
站位27	14.3	1.43	1
站位28	33.3	6.67	3
站位29	15.4	2.31	2
站位30	4.76	0.48	1
平均值	7.05	1.57	3
最大值	33.3	6.85	5
最小值	0.21	0.02	1

（3）浮游动物群落结构主要参数

2022年秋季：如下表所示，浮游动物群落多样性指数在0.00-2.06之间，最大出现在站位5（2.06），平均为0.99；

均匀度指数在0.00-1.00之间，最大出现在站位10、站位17、站位21、站位26、站位28和站位29（1.00），平均为0.59；

丰度指数指数在0.00-1.50之间，最大出现在站位26（1.50），平均为0.67。

调查海域秋季浮游动物群落结构主要参数统计见图6-48。

表6-84 调查海域秋季浮游动物群落结构主要参数统计表

站位	多样性指数（H′）	均匀度（J）	丰度（d）
站位2	1.66	0.83	1.07
站位5	2.06	0.89	1.26
站位7	0.00	0.00	0.00
站位9	1.52	0.65	0.96
站位10	1.59	1.00	0.63
站位11	1.92	0.96	1.29
站位13	0.88	0.56	0.46
站位14	1.99	0.86	1.05
站位15	0.00	0.00	0.00
站位17	1.00	1.00	1.00
站位18	0.00	0.00	0.00
站位19	0.00	0.00	0.00
站位21	1.00	1.00	1.00
站位22	0.00	0.00	0.00
站位25	1.50	0.95	1.00

站位 26	2.00	1.00	1.50
站位 27	0.00	0.00	0.00
站位 28	1.59	1.00	1.26
站位 29	1.00	1.00	1.00
站位 30	0.00	0.00	0.00
平均值	0.99	0.59	0.67
最大值	2.06	1.00	1.50
最小值	0.00	0.00	0.00

6.3.4.2.5 底栖生物

（1）大型底栖生物种类组成

2022 年秋季：通过海上调查共记录大型底栖生物 26 种。其中软体动物门和环节动物门种类各为 9 种，各占 34.62%；其次为节肢动物门 7 种，占 26.92%；棘皮动物门 1 种，分别占 3.84%。各站位密度优势种为独齿围沙蚕、寡鳃齿吻沙蚕、日本刺沙蚕。调查海域秋季大型底栖动物动物种类组成与分布见图 6-49。

（2）大型底栖生物栖息密度和生物量

2022 年秋季：本次调查所得底栖生物个体数量变化在 3～24 个/m^2 之间，平均值为 11 个/m^2。从底栖生物密度分布看，最高值出现在站位 15，最低值出现在站位 5、10、13、19、21；生物量变化在 0.05～17.92g/m^2 之间，平均值为 3.29g/m^2，最大值出现在站位 9，最小值出现在站位 21。

调查海域秋季大型底栖生物栖息密度分布见图 6-50；调查海域秋季大型底栖生物生物量分布见图 6-51。

表 6-85 调查海域大型底栖生物秋季生物密度和生物量统计表

站位	生物密度（个/m^2）	生物量（g/m^2）
站位 2	19	2.76
站位 5	3	0.36
站位 7	13	4.06
站位 9	9	17.92
站位 10	3	2.15
站位 11	16	1.62
站位 13	3	0.07
站位 14	6	1.56
站位 15	24	2.57
站位 17	9	1.75
站位 18	6	0.85
站位 19	3	0.36
站位 21	3	0.05
站位 22	10	0.47

站位25	9	1.64
站位26	12	11.62
站位27	17	0.81
站位28	23	5.04
站位29	12	6.54
站位30	16	3.58
平均值	11	3.29
最大值	24	17.92
最小值	3	0.05

（3）大型底栖生物群落结构主要参数

2022年秋季：如下表所示，大型底栖生物群落多样性指数在0.00～2.20之间，平均为1.16。

均匀度指数在0.00～1.00之间，平均值为0.72。

丰度指数在0.00～0.88之间，平均为0.45。

表6-86 调查海域秋季大型底栖生物群落结构主要参数统计表

站位	多样性指数（H′）	均匀度（J）	丰度（d）
站位2	1.22	0.77	0.47
站位5	0.00	0.00	0.00
站位7	1.46	0.92	0.54
站位9	1.59	1.00	0.63
站位10	0.00	0.00	0.00
站位11	1.88	0.94	0.75
站位13	0.00	0.00	0.00
站位14	1.00	1.00	0.39
站位15	1.93	0.97	0.65
站位17	1.59	1.00	0.63
站位18	1.00	1.00	0.39
站位19	0.00	0.00	0.00
站位21	0.00	0.00	0.00
站位22	0.88	0.88	0.30
站位25	1.59	1.00	0.63
站位26	2.00	1.00	0.84
站位27	0.98	0.98	0.24
站位28	2.20	0.95	0.88
站位29	2.00	1.00	0.84
站位30	1.88	0.94	0.75
平均值	1.16	0.72	0.45
最大值	2.20	1.00	0.88
最小值	0.00	0.00	0.00

6.3.4.2.6 潮间带生物

（1）潮间带生物种类组成及优势种

2022年秋季：共调查3个断面18个潮间带站位，调查海域共调查到潮间带生物30种，其中软体动物24种，占80.00%；甲壳类4种，占13.33%；多毛类2种，占6.67%。

各站位密度优势种为软体类中的菲律宾蛤仔（Y=0.32）、多毛类中的无疣齿吻沙蚕（Y=0.06）、软体类中的丽小笔螺（Y=0.03）、甲壳类中的泥脚隆背蟹（Y=0.02）。调查海域秋季潮间带生物种类组成百分比见图6-52。

（2）潮间带生物密度及生物量

2022年秋季：各断面栖息密度最高出现在C32(244 ind./m^2)，最低出现在C33(212ind./m^2)，平均值为225ind./m^2。

各断面生物量分布最高出现在C31(1455g/m^2)，最低出现在C33(103.12g/m^2)，平均值为354.25g/m^2。

调查区域秋季潮间带生物各站位栖息密度和生物量见图6-53；调查区域秋季潮间带生物各断面栖息密度和生物量见图6-54。

表6-87 调查海域潮间带生物秋季生物密度和生物量各站位统计表

站位	生物密度（ind./m^2）	生物量（g/m^2）
C31-1	28	109.64
C31-2	16	164.60
C31-3	44	73.84
C31-4	60	143.68
C31-5	36	130.56
C31-6	36	85.88
C32-1	32	68.00
C32-2	32	50.44
C32-3	32	61.52
C32-4	60	49.20
C32-5	40	8.92
C32-6	48	13.36
C33-1	8	23.00
C33-2	20	3.52
C33-3	32	4.04
C33-4	32	17.28
C33-5	36	9.88
C33-6	84	45.40
平均值	38	59.04
最大值	84	164.60
最小值	8	3.52

表 6-88 调查海域潮间带生物秋季生物密度和生物量各断面统计表

断面	总生物密度（ind./m²）	总生物量（g/m²）
C31	220	708.20
C32	244	251.44
C33	212	103.12
平均值	225	354.25
最大值	244	708.20
最小值	212	103.12

（3）潮间带生物群落结构主要参数

2022 年秋季：各断面中，多样性指数在 0.81-2.55 之间，最高的为 C31-3 站位，平均值为 1.64。

均匀度指数在 0.67-1.00 之间，最高为 C33-1 站位，平均值为 0.87。

丰度指数在 0.20-1.10 之间，最高为 C31-3 站位，平均值为 0.56。

表 6-89 调查海域秋季潮间带生物群落结构主要参数统计表

站号	多样性指数（H′）	均匀度（J）	丰度（d）
C31-1	1.15	0.72	0.42
C31-2	1.50	0.95	0.50
C31-3	2.55	0.91	1.10
C31-4	1.16	0.73	0.34
C31-5	1.39	0.88	0.39
C31-6	1.53	0.97	0.39
C32-1	2.00	0.86	0.80
C32-2	1.06	0.67	0.40
C32-3	0.81	0.81	0.20
C32-4	2.01	0.87	0.68
C32-5	2.17	0.94	0.75
C32-6	1.78	0.89	0.54
C33-1	1.00	1.00	0.33
C33-2	1.92	0.96	0.69
C33-3	1.50	0.95	0.40
C33-4	1.75	0.88	0.60
C33-5	2.28	0.88	0.97
C33-6	1.94	0.83	0.63
平均值	1.64	0.87	0.56
幅度	0.81-2.55	0.67-1.00	0.20-1.10
C31 断面	1.15-2.55	0.72-0.97	0.34-1.10
C32 断面	0.81-2.17	0.67-0.94	0.20-0.80
C33 断面	1.00-2.28	0.83-1.00	0.33-0.97

6.3.6.3 2023 年春季海洋生态环境质量现状调查结果与评价

6.3.4.3.1 叶绿素 a

2023 年春季：叶绿素 a 最大值为 1.14 μg/L（站位 2 表层），最小值为 0.222

μg/L（站位25表层），平均值为0.442μg/L。叶绿素a含量现状评价参照美国环保局（EPA）的叶绿素a含量评价标准，<4mg/m^{3}为贫营养（轻污染），4-10mg/m^{3}为中营养（中污染），>10mg/m^{3}为富营养（重污染）。调查海域所有站位均为贫营养（轻污染）。调查海域春季叶绿素a(μg/L)的调查结果见图6-55。

表6-90 调查海域春季叶绿素a(μg/L)的调查结果

站位	测定值
2(表层)	1.14
2(底层)	0.340
5	0.324
7	0.280
9	0.687
10	0.711
11	0.592
11(底层)	0.237
13	0.348
14	0.509
15	0.332
17	0.592
18(表层)	0.265
18(底层)	0.434
19(表层)	0.229
19(底层)	0.340
21(表层)	0.502
21(底层)	0.237
22	1.09
25(表层)	0.222
25(底层)	0.593
26(表层)	0.426
26(底层)	0.391
27	0.324
28	0.281
29	0.273
30	0.245
平均值	0.442
最小值	0.222
最大值	1.14

6.3.4.3.2 初级生产力

2023年4月调查海域初级生产力最大值为84.9mg·C/（m^2·d），最小值为5.39mg·C/（m^2·d），平均值为28.3mg·C/（m^2·d）。最大值出现在站位19（底层），最小值出现站位27。调查海域春季初级生产力调查结果见图6-56。

表6-91 调查海域春季初级生产力(mg·C/（m^2·d）)的调查结果

样品名称/编号	初级生产力（mg·C/（m²·d））
2(表层)	37.9
2(底层)	11.3
5	16.2
7	16.3
9	22.9
10	29.6
11(表层)	83.8
11(底层)	33.5
13	11.6
14	16.9
15	11.1
17	29.6
18(表层)	50.7
18(底层)	83.1
19(表层)	57.2
19(底层)	84.9
21(表层)	20.9
21(底层)	9.87
22	63.5
25(表层)	5.92
25(底层)	14.8
26(表层)	10.6
26(底层)	9.77
27	5.39
28	11.7
29	6.82
30	8.16
平均值	28.3
最小值	5.39
最大值	84.9

6.3.4.3.3 浮游植物

（1）浮游植物种类组成及优势种

2023年春季：调查海域共鉴定出浮游植物34种，其中硅藻31种，占浮游植物总种数的91.2%，甲藻3种，占浮游植物总种数的8.8%。浮游植物优势物种数为6种，全部为硅藻，优势度由高至低依次为威氏圆筛藻（Y=0.18）、夜光藻（Y=0.14）、豪猪棘冠藻（Y=0.09）、翼根管藻印度变型（Y=0.09）、密连角毛藻（Y=0.03）。调查区域春季物种组成百分比见图6-57。

（2）浮游植物细胞密度平面分布

2023年春季：调查结果显示各站位浮游植物细胞密度适中，各站位间差异较大，其波动范围在（0.16-41.3）×10^4个/m^3之间。细胞密度最大值出现在站位15

（41.3×10^4 个/m^3），最小在站位 21（0.16×10^4 个/m^3）。浮游植物细胞密度平均为 5.88×10^4 个/m^3。

如下表所示，各站位浮游植物种类较多，分布也较均匀，站位 29 种类最多，有 14 种，站位 5、11 和 21 最少，有 8 种，平均为 10 种。

调查海域浮游植物春季细胞密度和种类数统计图见图 6-58。

表 6-92 调查海域浮游植物春季细胞密度和种类数统计表

站位	细胞密度（×10^4 个/m^3）	种类数
2	0.41	9
5	2.20	8
7	4.88	10
9	4.95	11
10	14.3	13
11	0.18	8
13	0.81	11
14	0.66	10
15	41.3	11
17	11.2	12
18	2.45	11
19	0.94	11
21	0.16	8
22	2.00	11
25	1.58	13
26	0.95	11
27	7.98	10
28	6.41	9
29	12.6	14
30	1.72	9
平均值	5.88	10
最大值	41.3	14
最小值	0.16	8

（3）浮游植物群落结构主要参数

如下表所示，调查各站位生物多样性指数、均匀度和丰度指数较均匀，其范围分别 1.30-2.16、0.54-0.97 和 0.70-1.24。多样性指数最大出现在站位 7（2.16），最小在站位 19 号站（1.30），平均为 1.93；均匀度最大出现在站位 5（0.97），最小在站位 19（0.54），平均为 0.82；丰度最大出现在站位 25（1.24），最小在站位 5（0.70），平均为 0.95。

调查海域 4 月春季浮游植物群落结构主要参数统计见图 6-60。

表 6-93 调查海域春季浮游植物群落结构主要参数统计表

站位	多样性指数（H′）	均匀度（J）	丰度（d）
2	1.81	0.82	0.96
5	2.02	0.97	0.70
7	2.16	0.94	0.83
9	2.02	0.84	0.93
10	2.10	0.82	1.01
11	1.80	0.86	0.93
13	2.08	0.87	1.11
14	2.01	0.87	1.02
15	1.60	0.67	0.77
17	1.94	0.78	0.95
18	1.94	0.81	0.99
19	1.30	0.54	1.09
21	1.95	0.84	0.95
22	1.95	0.81	1.01
25	1.97	0.77	1.24
26	1.86	0.78	1.09
27	2.13	0.93	0.80
28	1.94	0.88	0.72
29	1.96	0.74	1.11
30	2.10	0.96	0.82
平均值	1.93	0.82	0.95
幅度	1.30-2.16	0.54-0.97	0.70-1.24

6.3.4.3.4 浮游动物

（1）浮游动物种类组成及优势种

本次调查共计获得浮游动物 13 种，其中节肢动物门 9 种，占 69.2%；毛颚动物门 1 种，占 7.7%；幼虫或幼体类 3 种，占 23.1%。具体见图 6-60。

本次调查所获浮游动物种类中，优势种依次为节肢动物门的双毛纺锤水蚤（Y=0.41）、丹氏纺锤水蚤（Y=0.09）、无节幼体（Y=0.05）。

调查海域春季浮游动物种类组成与分布见图 6-60。

（2）浮游动物生物密度分布及生物量

2023 年春季：调查海域浮游动物生物密度变化范围在 0.61-248ind./m^3，平均值为 40.5ind./m^3，最小值出现在站位 22，最大值出现在站位 15；调查海域浮游动物生物量（湿重）变化范围在 0.12-102mg/m^3，平均值为 10.3mg/m^3，最小值出现在站位 22，最大值出现在站位 15。

各站位浮游动物种类不多，分布不均匀，站位 2、7、13、17、18 和 21 最多，有 6 种，站位 22、27、30 最少，有 1 种，平均为 4 种，种类数较少。

表 6-94 调查海域浮游动物春季生物密度和生物量统计表

站位	总生物密度（ind./m³）	总生物量（mg/m³）	种类数
2	59.3	6.94	6
5	11.6	1.78	4
7	206	22.9	6
9	68.2	7.78	4
10	62.7	24.5	5
11	0.88	1.74	3
13	13.6	1.68	6
14	4.56	6.08	4
15	248	102	5
17	33.6	9.92	6
18	19.0	3.92	6
19	5.61	2.53	4
21	12.8	4.30	6
22	0.61	0.12	1
25	9.80	1.25	5
26	4.08	0.60	5
27	6.67	0.67	1
28	26.1	4.35	2
29	13.0	1.74	3
30	4.00	0.80	1
平均值	40.5	10.3	4
最大值	248	102	6
最小值	0.61	0.12	1

（3）浮游动物群落结构主要参数

2023 年秋季：调查各站位生物多样性指数、均匀度和丰度指数较均匀，其范围分别 0.00-1.65、0.37-1.00 和 0.00-2.84。多样性指数最大出现在站位 13（1.65），最小在站位 22 和站位 30（0.00），平均为 0.92；均匀度最大出现在站位 29（1.00），最小在站位 2（0.37），平均为 0.73；丰度指数最大出现在站位 26（2.84），最小在站位 27（0.00），平均为 1.23。

调查海域 4 月春季浮游动物群落结构主要参数统计见图 6-61。

表 6-95 调查海域春季浮游动物群落结构主要参数统计表

站位	多样性指数（H′）	均匀度（J）	丰度（d）
2	0.66	0.37	1.22
5	0.90	0.65	1.22
7	1.10	0.61	0.94
9	1.05	0.76	0.71
10	0.69	0.43	0.97
11	1.04	0.95	****
13	1.65	0.92	1.92
14	1.15	0.83	1.98
15	0.75	0.47	0.73
17	1.30	0.72	1.42

18	1.38	0.77	1.70
19	0.84	0.61	1.74
21	1.46	0.82	1.96
22	0.00	****	****
25	1.29	0.80	1.75
26	1.32	0.82	2.84
27	0.00	****	0.00
28	0.64	0.92	0.31
29	1.10	1.00	0.78
30	0.00	****	0.00
平均值	0.92	0.73	1.23
幅度	0.00-1.65	0.37-1.00	0.00-2.84

6.3.4.3.5 底栖生物

（1）大型底栖生物种类组成

2023 年秋季：通过海上调查共记录大型底栖生物 30 种。其中环节动物门种类为 9 种，各占 30%；其次为软体动物门种类为 8 种，占 26.67%；节肢动物门和棘皮动物门种类各 5 种，占 16.67%；脊索动物门 2 种，占 6.67%；腕足动物门 1 种，占 3.33%。各站位密度优势种为丽小笔螺、脉红螺、酸浆贯壳贝。

调查海域春季大型底栖动物动物种类组成与分布见图 6-62。

（2）大型底栖生物栖息密度和生物量

2023 年秋季：本次调查所得底栖生物个体数量变化在 13～96 个/m^2 之间，平均值为 44 个/m^2。从底栖生物密度分布看，最高值出现在站位 29，最低值出现在站位 26；生物量（湿重）变化在 2.3240～91.6500g/m^2 之间，平均值为 19.0704g/m^2，最大值出现在站位 22，最小值出现在站位 9。

调查海域春季大型底栖生物栖息密度分布见图 6-63。调查海域春季大型底栖生物生物量分布见图 6-64。

表 6-96 调查海域大型底栖生物春季生物密度和生物量统计表

站位	生物密度（个/m^2）	生物量（g/m^2）
站位 2	15	9.7190
站位 5	26	15.9433
站位 7	33	4.5663
站位 9	23	2.3240
站位 10	80	7.7033
站位 11	47	3.8363
站位 13	93	38.1422
站位 14	43	24.1403
站位 15	62	56.2738

站位17	56	14.9660
站位18	27	22.0290
站位19	49	20.4390
站位21	42	10.5573
站位22	49	91.6500
站位25	39	4.0832
站位26	13	24.3560
站位27	16	2.7184
站位28	33	2.9897
站位29	96	8.3307
站位30	40	16.6393
平均值	44	19.0704
最大值	96	91.6500
最小值	13	2.3240

（3）大型底栖生物群落结构主要参数

2023年春季：如下表所示，大型底栖生物群落多样性指数在0.00～1.70之间，平均为1.03。

均匀度指数在0.46～1.00之间，平均值为0.76。

丰度指数在0.00～1.54之间，平均为0.87。

表6-97 调查海域春季大型底栖生物群落结构主要参数统计表

站位	多样性指数（H′）	均匀度（J）	丰度（d）
站位2	1.61	1.00	1.48
站位5	1.70	0.95	1.54
站位7	1.07	0.77	0.86
站位9	0.75	0.69	0.64
站位10	0.38	0.54	0.31
站位11	0.41	0.59	0.38
站位13	1.34	0.75	1.10
站位14	0.50	0.46	0.53
站位15	1.35	0.70	1.44
站位17	1.31	0.82	0.99
站位18	1.31	0.95	0.91
站位19	1.26	0.70	1.29
站位21	1.40	0.78	1.36
站位22	1.06	0.77	0.77
站位25	1.28	0.80	1.09
站位26	0.00	****	0.00
站位27	0.92	0.84	0.72
站位28	0.80	0.73	0.57
站位29	0.75	0.68	0.44
站位30	1.40	0.87	1.08

平均值	1.03	0.76	0.87
最大值	1.70	1.00	1.54
最小值	0.00	0.46	0.00

6.3.4.3.6 潮间带生物

（1）潮间带生物种类组成及优势种

2023年春季：本次春季调查在C31、C32、C33共3条断面进行了潮间带生物的定量和定性调查。调查海域共调查到潮间带生物14种，其中软体动物5种，占35.7%；甲壳类5种，占35.7%；多毛类2种，占14.4%；纽形动物1种，占7.1%；扁形动物1种，占7.1%。

调查海域4月春季潮间带生物种类组成百分比见图6-65。

（2）潮间带生物密度及生物量

2023年春季潮间带生物密度：本次调查各断面生物密度见下表。3个断面中，33断面生物密度最高，平均为14ind./m^2，31断面生物密度最低，平均为10 ind./m^2。在3个断面中，断面31、32、33占优势的类群均为多毛类。

表6-98 调查海域潮间带各断面生物密度组成（ind./m^2）

断面	平均密度	潮带	软体动物	多毛类	甲壳类	纽形动物	扁形动物	总计
31	10	高潮带	36	0	12	0	0	48
		中潮带	17	29	8	0	0	54
		低潮带	0	32	8	4	0	44
32	13	高潮带	4	12	24	0	0	40
		中潮带	40	60	0	4	0	104
		低潮带	28	12	8	0	0	48
33	14	高潮带	0	40	4	0	8	52
		中潮带	0	108	0	4	4	116
		低潮带	0	32	0	4	0	36

2023年春季潮间带生物密度：本次调查各断面生物密度见**表6-99**。3个断面中，33断面生物密度最高，平均为14ind./m^2，31断面生物密度最低，平均为10ind./m^2。在3个断面中，断面31、32、33占优势的类群均为多毛类。

表6-99 调查海域潮间带各断面生物量组成（g/m^2）

断面	平均生物量	潮带	软体动物	多毛类	甲壳类	纽形动物	扁形动物	总计
31	4.457	高潮带	22.316	0.000	9.968	0.000	0.000	32.284
		中潮带	8.757	6.901	3.608	0.000	0.000	19.266
		低潮带	0.000	9.808	5.248	0.248	0.000	15.304
32	9.875	高潮带	4.364	3.608	25.584	0.000	0.000	33.556

		中潮带	56.468	15.22	0.000	4.204	0.000	75.892
		低潮带	24.504	3.204	10.968	0.000	0.000	38.676
33	9.405	高潮带	0.000	13.552	80.124	0.000	0.124	93.800
		中潮带	0.000	34.216	0.000	0.124	0.044	34.384
		低潮带	0.000	12.568	0.000	0.324	0.000	12.892

6.3.7 渔业资源

6.3.7.1 调查概况

（1）站位布设

本次渔业资源监测共布设20个站位。

（2）调查内容

渔业资源调查内容包括鱼卵、仔鱼种类组成、数量分布、丰度或密度、优势种；游泳动物类组成、优势种、渔获量分布和现存资源密度（含重量和尾数密度）。

（3）调查方法

鱼卵、仔稚鱼、游泳动物现场采样按照《海洋调查规范-海洋生物调查》的有关要求进行。鱼卵、仔稚鱼采用浅水 I 型浮游动物网。垂直拖网每站自底层到表层垂直拖网1次（定量），水平拖网每站拖曳10min（定性）。样品经5%福尔马林固定，带回实验室后进行分类、鉴定和计数。

游泳动物拖网调查使用当地的单拖渔船，网口内径 10 米，网身长 20 米。每站拖曳 0.5h 左右，拖网速度控制在 3km/h。每网调查的渔获物进行分物种渔获重量和尾数统计。记录网产量，进行主要物种生物学测定。

6.3.7.2 估算方法

（1）渔业资源密度（重量、尾数）估算方法

渔业资源密度以各站拖网渔获量（重量、尾数）和拖网扫海面积来估算，计算式为：

$$\rho_i = C_i / a_i q$$

式中：ρ_i—第 i 站的资源密度（重量：kg/km^2；尾数：$10^3 ind./km^2$）；

C_i—第 i 站的每小时拖网渔获量（重量：kg/h；尾数：ind./h）；

a_i—第 i 站的网具每小时扫海面积（km^2/h）（网口水平扩张宽度（km）×拖曳距离（km）），拖曳距离为拖网速度（km/h）和实际拖网时间（h）的乘积；

q—网具捕获率（可捕系数，＝1－逃逸率），q 取 0.5。

（2）物种多样性计算公式

①相对重要性指数 IRI

用 Pinkas（1971）的相对重要性指数 IRI 来研究鱼类优势种的优势度,计算公式如下：

$$IRI=（N\%+W\%）\times F\%,$$

上式中，N%为某一物种尾数占总尾数的百分比；W%为该物种重量占总重量的百分比；F%为某一物种出现的站数占调查总站数的百分比。

一般情况下，IRI 值大于 1000 的种类为优势种，IRI 值在 100～1000 之间为重要种，IRI 值在 10～100 之间为常见种，IRI 值在 1～10 之间为一般种，IRI 值在 1 以下为少见种。由此来确定各个种类在生物群落中的重要性。

②鱼卵、仔稚鱼的优势种分析与浮游植物等海洋生态调查项目分析方法相同。

调查海区浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物的优势种分析采用以下公式计算：

$$Y=n_i/N\times f_i$$

式中：n_i——第 i 种的数量；f_i——该种在各站出现的频率；N——群落中所有种的数量。

当 Y≥0.02 时，判定为调查海区的优势种。

6.3.7.3 2022 年秋季调查结果

6.3.7.3.1 鱼卵、仔稚鱼调查结果

2022 年秋季：本次调查时间在 2022 年 9 月。

种类组成：调查海域共捕获鱼卵、仔稚鱼 1 种，隶属于 1 目，1 科。

表 6-100 调查海域秋季鱼卵、仔稚鱼调查结果

中文名	拉丁名	目	科	发育阶段	密度（ind./m³）	站位	优势类型

半滑舌鳎	*Cynoglossus semilaevis*	鲽形目	舌鳎科	幼苗	0.0018	27	优势种（Y=0.05）

6.3.7.3.2 游泳动物调查结果

（1）种类组成及分布

①种类组成

2022年秋季：调查海域共捕获游泳动物41种，隶属于11目，27科。其中鱼类最多，为21种，占51.2%；虾类10种，占24.4%；蟹类5种，占12.2%；头足类5种，占12.2%，见下表。调查海域秋季游泳动物种类组成见图6-66。

表6-101 调查海域秋季游泳动物种类组成

中文名	拉丁名	目	科
矛尾虾虎鱼	*Chaeturichthys stigmatias*	鲈形目	虾虎鱼科
普氏缰虾虎鱼	*Amoya pflaumi*	鲈形目	虾虎鱼科
髭缟虾虎鱼	*Tridentiger barbatus*	鲈形目	虾虎鱼科
鲆	*Platycephalus indicus*	鲉形目	鲆科
鰤	*Callionymus koreanus*	鲈形目	鰤科
皮氏叫姑鱼	*Johnius belengerii*	鲈形目	石首鱼科
斑鰶	*Clupanodon punctatus*	鲱形目	鲱科
短吻红舌鳎	*Cynoglossus joyneri*	鲽形目	舌鳎科
多鳞鱚	*Sillago sihama*	鲈形目	鱚科
赤鼻棱鳀	*Thrissa kammalensis*	鲱形目	鳀科
方氏云鳚	*Enedrias nebulosus*	鲈形目 锦鳚科	
长丝犁突虾虎鱼	*Myersina filifer*	鲈形目	虾虎鱼科
白姑鱼	*Argyrosomus argentatus*	鲈形目	石首鱼科
丝虾虎鱼	*Cryptocentrus cryptocentrus*	鲈形目	虾虎鱼科
黄姑鱼	*Nibea albiflora*	鲈形目	石首鱼科
黄鲫鱼	*Setipinna taty*	鲱形目	鳀科
尖海龙	*Syngnathus acus*	刺鱼目 海龙鱼科	
带鱼	*Trichiurus lepturus*	鲭形目	带鱼科
长蛇鲻	*Saurida elongata*	鲭形目	带鱼科
蓝点马鲛	*Scomberomorus niphonius*	鲈形目	鲭科
细条天竺鱼	*Syngnathus acus*	鲈形目	天竺鲷科
口虾蛄	*Oratosquilla oratoria*	口足目	虾蛄科
葛氏长臂虾	*Palaemon gravieri*	十足目	长臂虾科
鹰爪虾	*Trachypenaeus curvirostris*	十足目	对虾科
中国毛虾	*Acetes chinensis*	十足目	樱虾科
日本鼓虾	*Alpheus japonicus*	十足目	鼓虾科
巨指长臂虾	*Palaemon macrodactylus*	十足目	长臂虾科

鲜明鼓虾	*Alpheus distinguendus*	十足目	鼓虾科
细螯虾	*Leptochela gracilis*	十足目	玻璃虾科
周氏新对虾	*Metapenaeus joyneri*	十足目	对虾科
中国对虾	*Penaeus orientalis*	十足目	对虾科
日本蟳	*Charybdis japonica*	十足目	梭子蟹科
隆线强蟹	*Eucrate crenata*	十足目	长脚蟹科
三疣梭子蟹	*Portunus trituberculatus*	十足目	梭子蟹科
日本关公蟹	*Dorippe japonica*	十足目	关公蟹科
双斑蟳	*Charybdis bimaculata*	十足目	蟳蜅科
火枪乌贼	*Loligo beka*	枪形目 枪乌贼科	
日本枪乌贼	*Loligo japonica*	枪形目 枪乌贼科	
金乌贼	*Sepia esculenta*	乌贼目	乌贼科
短蛸	*Octopus ocellatus*	八腕目	蛸科
长蛸	*Octopus variabilis*	八腕目	蛸科

②游泳动物分布

2022年秋季：调查期间，游泳动物生物密度及生物量组成如下表所示。20个站位海域游泳动物生物量范围为 4.83kg/h~12.94kg/h，平均游泳动物生物量为6.94kg/h；其中站位 29 游泳动物生物量最低，站位 10 游泳动物生物量最高。20个站位海域游泳动物生物密度范围为 368ind./h~1312ind./h，平均游泳动物生物密度为 605ind./h；其中站位 25 游泳动物生物密度最低，站位 27 游泳动物生物密度最高。

调查海域秋季游泳动物生物量组成见图 6-67。调查海域秋季游泳动物生物密度组成见图 6-68。

表 6-102 调查海域秋季游泳动物密度及生物量组成

站位	生物量（kg/h）	密度（ind./h）
站位 2	6.61	552
站位 5	6.99	696
站位 7	9.04	678
站位 9	8.19	506
站位 10	12.94	702
站位 11	6.35	502
站位 13	7.15	492
站位 14	5.48	378
站位 15	6.00	560
站位 17	5.53	552
站位 18	7.31	460
站位 19	6.00	500
站位 21	6.07	530
站位 22	6.32	564

站位25	5.01	368
站位26	6.03	616
站位27	10.04	1312
站位28	5.76	866
站位29	4.83	674
站位30	7.10	582
平均值	6.94	605
最大值	12.94	1312
最小值	4.83	368
总量	138.75	12090

（2）分类百分比组成及渔获量

①鱼类

Ⅰ、分类百分比组成

2022年秋季：调查共捕获鱼类21种，隶属于6目，13科；其中鲈形目最多，为13种，占61.8%；鲱形目为3种，占14.3%；鲻形目为2种，占9.5%；鲽形目为1种，占4.8%；鮟形目为1种，占4.8%；刺鱼目为1种，占4.8%。

调查海域秋季鱼类分类百分比组成见图6-69。

表6-103 调查海域秋季鱼类种类组成及重量尾数占比

中文名	拉丁名	目	科	重量百分比%	尾数百分比%
矛尾虾虎鱼	*Chaeturichthys stigmatias*	鲈形目	虾虎鱼科	15.82	19.42
普氏缰虾虎鱼	*Amoya pflaumi*	鲈形目	虾虎鱼科	0.16	0.80
髭缟虾虎鱼	*Tridentiger barbatus*	鲈形目	虾虎鱼科	0.80	1.60
鲆	*Platycephalus indicus*	鮟形目	鲆科	1.44	3.84
鰤	*Callionymus koreanus*	鲈形目	鰤科	1.96	5.20
皮氏叫姑鱼	*Johnius belengerii*	鲈形目	石首鱼科	27.25	18.86
斑鰶	*Clupanodon punctatus*	鲱形目	鲱科	7.24	3.20
短吻红舌鳎	*Cynoglossus joyneri*	鲽形目	舌鳎科	26.86	24.22
多鳞鱚	*Sillago sihama*	鲈形目	鱚科	0.69	1.24
赤鼻棱鳀	*Thrissa kammalensis*	鲱形目	鳀科	6.09	8.91
方氏云鳚	*Enedrias nebulosus*	鲈形目	锦鳚科	0.33	0.24
长丝犁突虾虎鱼	*Myersina filifer*	鲈形目	虾虎鱼科	0.03	0.04
白姑鱼	*Argyrosomus argentatus*	鲈形目	石首鱼科	0.68	0.32
丝虾虎鱼	*Cryptocentrus cryptocentrus*	鲈形目	虾虎鱼科	1.23	2.08
黄姑鱼	*Nibea albiflora*	鲈形目	石首鱼科	0.20	0.04
黄鲫鱼	*Setipinna taty*	鲱形目	鳀科	3.77	7.99
尖海龙	*Syngnathus acus*	刺鱼目海	龙鱼科	0.02	0.12
带鱼	*Trichiurus lepturus*	鲯形目	带鱼科	1.65	0.16

长蛇鲻	*Saurida elongata*	鲻形目	带鱼科	1.81	1.20
蓝点马鲛	*Scomberomorus niphonius*	鲈形目	鲭科	1.91	0.16
细条天竺鱼	*Syngnathus acus*	鲈形目	天竺鲷科	0.06	0.36

II、各站位渔获量

2022秋季：调查期间，鱼类生物密度及生物量组成如下表所示。20个站位海域鱼类生物量范围为1.21kg/h~4.62kg/h，平均鱼类生物量为2.71kg/h。其中站位18鱼类生物量最低，站位19鱼类生物量最高。20个站位海域鱼类生物密度范围为120ind./h~560ind./h，平均鱼类生物密度为250ind./h。其中站位18鱼类生物密度最低，站位28鱼类生物密度最高。

调查海域秋季鱼类密度及生物量组成见图6-70。

表6-104 调查海域秋季鱼类密度及生物量组成

站位	生物量（kg/h）	密度（ind./h）
站位2	1.85	140
站位5	4.26	338
站位7	1.95	230
站位9	1.53	120
站位10	2.70	262
站位11	1.57	132
站位13	3.61	280
站位14	1.97	210
站位15	2.64	300
站位17	4.48	380
站位18	1.21	120
站位19	4.62	320
站位21	1.31	180
站位22	3.96	334
站位25	3.54	276
站位26	1.57	160
站位27	2.85	316
站位28	4.29	560
站位29	1.69	178
站位30	2.57	168
平均值	2.71	250
最大值	4.62	560
最小值	1.21	120
总量	54.17	5004

②虾类

I、分类百分比组成

2022年秋季：调查共捕获虾类10种，隶属于2目，7科。

调查海域秋季虾类分类百分比组成见图6-71。

表6-105 调查海域秋季虾类种类组成及重量尾数占比

名称	拉丁名	目	科	重量百分比%	尾数百分比%
口虾蛄	*Oratosquilla oratoria*	口足目	虾蛄科	67.95	48.20
葛氏长臂虾	*Palaemon gravieri*	十足目	长臂虾科	1.25	8.71
鹰爪虾	*Trachypenaeus curvirostris*	十足目	对虾科	0.33	28.69
中国毛虾	*Acetes chinensis*	十足目	樱虾科	15.97	0.58
日本鼓虾	*Alpheus japonicus*	十足目	鼓虾科	0.02	0.35
巨指长臂虾	*Palaemon macrodactylus*	十足目	长臂虾科	0.08	2.67
鲜明鼓虾	*Alpheus distinguendus*	十足目	鼓虾科	7.24	8.71
细螯虾	*Leptochela gracilis*	十足目	玻璃虾科	0.02	0.58
周氏新对虾	*Metapenaeus joyneri*	十足目	对虾科	0.22	0.35
中国对虾	*Penaeus orientalis*	十足目	对虾科	6.92	1.16

II、各站位渔获量

2022年秋季：调查期间，虾类生物密度及生物量组成如表6-106所示。20个站位海域虾类生物量范围为0.00kg/h~3.12kg/h，平均虾类生物量为1.42kg/h。其中站位13、15、19、25虾类生物量最低，站位27虾类生物量最高。20个站位海域虾类生物密度范围为0ind./h~380ind./h，平均虾类生物密度为172ind./h。其中站位13、15、19、25虾类生物密度最低，站位26虾类生物密度最高。

调查海域秋季虾类密度及生物量组成见图6-72。

表6-106 调查海域秋季虾类密度及生物量组成

站位	生物量（kg/h）	密度（ind./h）
站位2	1.52	120
站位5	1.70	340
站位7	3.02	320
站位9	2.80	280
站位10	1.58	180
站位11	2.18	260
站位13	0.00	0
站位14	0.41	60
站位15	0.00	0
站位17	0.80	160
站位18	2.08	240
站位19	0.00	0
站位21	2.33	300
站位22	0.20	160
站位25	0.00	0

站位 26	2.87	380
站位 27	3.12	360
站位 28	0.06	12
站位 29	1.82	232
站位 30	1.97	40
平均值	1.42	172
最大值	3.12	380
最小值	0.00	0
总量	28.46	3444

③、蟹类

Ⅰ、分类百分比组成

2022年秋季：调查共捕获蟹类5种，隶属于1目，4科。

调查海域秋季蟹类种类组成及重量尾数占比见图6-73。

表6-107 调查海域秋季蟹类种类组成及重量尾数占比

名称	拉丁名	目	科	重量百分比%	尾数百分比%
日本蟳	*Charybdis japonica*	十足目	梭子蟹科	7.64	10.33
隆线强蟹	*Eucrate crenata*	十足目	长脚蟹科	10.08	20.30
三疣梭子蟹	*Portunus trituberculatus*	十足目	梭子蟹科	80.21	61.81
日本关公蟹	*Dorippe japonica*	十足目	关公蟹科	0.98	3.51
双斑蟳	*Charybdis bimaculata*	十足目	蟳科	1.09	4.05

Ⅱ、各站位渔获量

2022年秋季：调查期间，蟹类生物密度及生物量组成如下表所示。20个站位海域蟹类生物量范围为0.00kg/h~7.13kg/h，平均蟹类生物量为1.59kg/h。其中站位5、15、17、21蟹类生物量最低，站位10蟹类生物量最高。20个站位海域蟹类生物密度范围为0ind./h~120ind./h，平均蟹类生物密度为54ind./h。其中站位5、15、17、21蟹类生物密度最低，站位10蟹类生物密度最高。

调查海域秋季蟹类密度及生物量组成见图6-74。

表6-108 调查海域秋季蟹类密度及生物量组成

站位	生物量（kg/h）	密度（ind./h）
站位 2	1.94	112
站位 5	0.00	0
站位 7	3.67	68
站位 9	3.73	100
站位 10	7.13	120
站位 11	1.40	80
站位 13	2.57	80

站位14	2.44	60
站位15	0.00	0
站位17	0.00	0
站位18	1.93	60
站位19	1.05	80
站位21	0.00	0
站位22	2.00	60
站位25	0.78	60
站位26	0.79	60
站位27	0.99	60
站位28	0.50	30
站位29	0.61	32
站位30	0.17	22
平均值	1.59	54
最大值	7.13	120
最小值	0.00	0
总量	31.70	1084

④头足类

Ⅰ、分类百分比组成

2022年秋季：调查共捕获头足类1种，隶属于1目，1科。

表6-109 调查海域秋季头足类种类组成及重量尾数占比

名称	拉丁名	目	科	重量百分比%	尾数百分比%
火枪乌贼	*Loligo beka*	枪形目枪	乌贼科	23.51	58.17
日本枪乌贼	*Loligo japonica*	枪形目枪	乌贼科	5.50	21.11
金乌贼	*Sepia esculenta*	乌贼目	乌贼科	6.66	2.03
短蛸	*Octopus ocellatus*	八腕目	蛸科	31.40	15.32
长蛸	*Octopus variabilis*	八腕目	蛸科	32.93	3.37

Ⅱ、各站位渔获量

2022年秋季：调查期间，头足类生物密度及生物量组成如下表所示。20个站位海域头足类生物量范围为0.12kg/h~3.36kg/h，平均头足类生物量为1.22kg/h。其中站位9头足类生物量最低，站位15虾类生物量最高。20个站位海域头足类生物密度范围为6ind./h~576ind./h，平均头足类生物密度为128ind./h。其中站位9头足类生物密度最低，站位27头足类生物密度最高。

表6-110 调查海域秋季头足类密度及生物量组成

站位	生物量（kg/h）	密度（ind./h）
站位2	1.29	180
站位5	1.03	18

站位 7	0.40	60
站位 9	0.12	6
站位 10	1.52	140
站位 11	1.20	30
站位 13	0.97	132
站位 14	0.66	48
站位 15	3.36	260
站位 17	0.25	12
站位 18	2.08	40
站位 19	0.33	100
站位 21	2.43	50
站位 22	0.16	10
站位 25	0.69	32
站位 26	0.81	16
站位 27	3.08	576
站位 28	0.91	264
站位 29	0.71	232
站位 30	2.38	352
平均值	1.22	128
最大值	3.36	576
最小值	0.12	6
总量	24.38	2558

（3）优势种

2022 年秋季：本次调查游泳动物的优势种有 6 种，分别为脊尾白虾、葛氏长臂虾、狭颚新绒螯蟹、日本关公蟹、髭缟虾虎鱼、矛尾虾虎鱼。

表 6-111 调查海域秋季游泳动物优势类型

种名	IRI	优势类型
矛尾虾虎鱼	1,208	优势种
普氏缰虾虎鱼	4	一般种
髭缟虾虎鱼	15	常见种
鲾	65	常见种
鰯	88	常见种
皮氏叫姑鱼	1,383	优势种
斑鰶	83	常见种
短吻红舌鳎	1,744	优势种
多鳞鳙	8	一般种
赤鼻棱鳀	212	重要种
方氏云鳚	1	一般种
长丝犁突虾虎鱼	0	少见种
白姑鱼	2	一般种
丝虾虎鱼	7	一般种
黄姑鱼	0	少见种
黄鲫鱼	24	常见种

尖海龙	0	少见种
带鱼	4	一般种
长蛇鳚	6	一般种
蓝点马鲛	4	一般种
细条天竺鱼	1	一般种
口虾蛄	1,522	优势种
葛氏长臂虾	55	常见种
鹰爪虾	412	重要种
中国毛虾	17	常见种
日本鼓虾	1	一般种
巨指长臂虾	12	常见种
鲜明鼓虾	99	常见种
细螯虾	1	一般种
周氏新对虾	1	一般种
中国对虾	9	一般种
日本蟳	67	常见种
隆线强蟹	103	重要种
三疣梭子蟹	1,432	优势种
日本关公蟹	3	一般种
双斑蟳	6	一般种
火枪乌贼	658	重要种
日本枪乌贼	54	常见种
金乌贼	8	一般种
短蛸	701	重要种

（4）资源密度

①2022年秋季各站位资源密度

调查海域秋季游泳动物资源密度见图6-75。

表6-112 调查海域秋季游泳动物资源密度

站位	生物量资源密度（Kg/Km²）	尾数资源密度（10^3ind/Km²）
站位2	881.33	73.60
站位5	932.00	92.80
站位7	1,205.33	90.40
站位9	1,092.00	67.47
站位10	1,725.33	93.60
站位11	846.67	66.93
站位13	953.33	65.60
站位14	730.67	50.40
站位15	800.00	74.67
站位17	737.33	73.60
站位18	974.67	61.33
站位19	800.00	66.67
站位21	809.33	70.67
站位22	842.67	75.20
站位25	668.00	49.07

站位26	804.00	82.13
站位27	1,338.67	174.93
站位28	768.00	115.47
站位29	644.00	89.87
站位30	946.67	77.60
平均值	925.00	80.60
最大值	1,725.33	174.93
最小值	644.00	49.07
总量	18,500.00	1,612.00

②各种类资源密度

2022年秋季各种类资源密度。

调查海域秋季各种类游泳动物资源密度见图6-76。

表6-113 调查海域秋季各种类游泳动物资源密度

种类	生物量资源密度（Kg/Km²）	尾数资源密度（10^3ind/Km²）
鱼类	7,222.67	667.20
虾类	3,794.67	459.20
蟹类	4,226.67	144.53
头足类	3,250.67	341.07
总计	18,494.67	1,612.00

6.3.7.4 2023年春季调查结果

6.3.7.4.1 鱼卵、仔稚鱼调查结果

2023年秋季：本次调查时间在2023年4月。

2023年春季调查过程中未发现鱼卵、仔稚鱼。

6.3.7.4.2 游泳动物调查结果

（1）种类组成及分布

①种类组成

2023年春季：调查海域共捕获游泳动物20种，隶属于5目，13科。其中鱼类最多，为11种，占55%；虾类5种，占25%；蟹类3种，占15%；头足类1种，占5%；见下表6-114。

调查海域春季游泳动物种类组成见图6-77。

表6-114 调查海域春季游泳动物种类组成

中文名	拉丁名	目	科

矛尾虾虎鱼	*Chaemrichthys stigmatias*	鲈形目	鰕鯱鱼科
小头栉孔虾虎鱼	*Ctenotrypauchen microcephalus*	鲈形目	鰕鯱鱼科
普氏缰虾虎鱼	*Amoya pflaumi*	鲈形目	鰕鯱鱼科
六丝钝尾虾虎鱼	*Amblychaeturichthys hexanema*	鲈形目	鰕鯱鱼科
斑尾刺虾虎鱼	*Acanthogobius ommaturus*	鲈形目	鰕鯱鱼科
髭缟虾虎鱼	*Tridentiger barbatus*	鲈形目	鰕鯱鱼科
黄鳍刺虾虎鱼	*Acanthogobius flavimanus*	鲈形目	鰕鯱鱼科
朝鲜斜棘鳚	*Callionymus koreanus*	鲈形目	鳚科
方氏锦鳚	*pholis fangi*	鲈形目	锦鳚科
梭鱼	*Planiliza haematocheila*	鲈形目	鲻科
焦氏舌鳎	*Cynoglossus joyneri*	鲽形目	舌鳎科
日本鼓虾	*Alpheus japonicus*	十足目	鼓虾科
鲜明鼓虾	*Alpheus distinguendus*	十足目	鼓虾科
葛氏长臂虾	*Palaemon gravieri*	十足目	长臂虾科
脊腹褐虾	*Crangon affinis*	十足目	褐虾科
口虾蛄	*Oratosquilla oratoria*	口足目	虾蛄科
日本蟳	*Charybdis japonica*	十足目	梭子蟹科
日本关公蟹	*Dorippe japonica*	十足目	关公蟹科
隆线强蟹	*Eucrate crenata*	十足目	长脚蟹科
火枪乌贼	*Loliolgo beka*	枪形目	枪乌贼科

②游泳动物分布

2023 年春季：2023 年春季调查期间，游泳动物生物密度及生物量组成如表 6-115 所示。20 个站位海域游泳动物生物量范围为 0.64kg/h~5.24kg/h，平均游泳动物生物量为 2.15kg/h；其中站位 30 游泳动物生物量最低，站位 2 游泳动物生物量最高。20 个站位海域游泳动物生物密度范围为 152ind./h~1181ind./h，平均游泳动物生物密度为 500ind./h；其中站位 30 游泳动物生物密度最低，站位 2 游泳动物生物密度最高。

调查海域春季游泳动物生物量组成见图 6-78。调查海域春季游泳动物生物密度组成见图 6-79。

表 6-115 调查海域春季游泳动物密度及生物量组成

站位	生物量（kg/h）	密度（ind./h）
站位 2	5.24	1181
站位 5	3.51	919
站位 7	2.67	696
站位 9	2.40	345
站位 10	1.40	261
站位 11	2.52	411
站位 13	1.65	483
站位 14	3.45	874
站位 15	0.72	250

站位17	2.30	520
站位18	0.93	236
站位19	2.52	458
站位21	1.86	423
站位22	1.36	345
站位25	2.03	488
站位26	3.21	907
站位27	2.03	541
站位28	1.56	258
站位29	0.99	268
站位30	0.64	152
平均值	2.15	500
最大值	5.24	1181
最小值	0.64	152
总量	42.99	10016

（2）分类百分比组成及渔获量

①鱼类

Ⅰ、分类百分比组成

2023年春季：2023年春季调查共捕获鱼类11种，隶属于2目，5科；其中鲈形目最多，为10种，占90.9%；鲽形目为1种，占9.1%。

调查海域春季鱼类分类百分比组成见图6-80。

表6-116 调查海域春季鱼类种类组成及重量尾数占比

中文名	拉丁名	目	科	尾数百分比%	重量百分比%
矛尾虾虎鱼	*Chaemrichthys stigmatias*	鲈形目	鰕虎鱼科	74.96	81.93
小头栉孔虾虎鱼	*Ctenotrypauchen microcephalus*	鲈形目	鰕虎鱼科	2.76	1.08
普氏缰虾虎鱼	*Amoya pflaumi*	鲈形目	鰕虎鱼科	1.21	0.36
六丝钝尾虾虎鱼	*Amblychaeturichthys hexanema*	鲈形目	鰕虎鱼科	6.52	7.44
斑尾刺虾虎鱼	*Acanthogobius ommaturus*	鲈形目	鰕虎鱼科	0.02	0.05
髭缟虾虎鱼	*Tridentiger barbatus*	鲈形目	鰕虎鱼科	0.07	0.15
黄鳍刺虾虎鱼	*Acanthogobius flavimanus*	鲈形目	鰕虎鱼科	0.05	0.01
朝鲜斜棘鳚	*Callionymus koreanus*	鲈形目	鳚科	5.68	2.78
方氏锦鳚	*pholis fangi*	鲈形目	锦鳚科	0.12	0.14
梭鱼	*Planiliza haematocheila*	鲈形目	鲻科	0.02	0.03
焦氏舌鳎	*Cynoglossus joyneri*	鲽形目	舌鳎科	8.59	6.03

Ⅱ、各站位渔获量

2023年春季调查期间，鱼类生物密度及生物量组成如下表所示。20个站位海域鱼类生物量范围为0.48kg/h~3.88kg/h，平均鱼类生物量为1.58kg/h。其中站位15鱼类生物量最低，站位2鱼类生物量最高。20个站位海域鱼类生物密度范围为62ind./h~509ind./h，平均鱼类生物密度为210ind./h。其中站位30鱼类生物密度最低，站位2鱼类生物密度最高。

调查海域春季鱼类密度及生物量组成见图6-81。

表6-117 调查海域春季鱼类密度及生物量组成

站位	密度（ind./h）	生物量（kg/h）
站位2	509	3.88
站位5	301	2.19
站位7	340	1.96
站位9	251	2.18
站位10	134	1.16
站位11	252	2.16
站位13	156	1.16
站位14	293	2.13
站位15	86	0.48
站位17	254	1.84
站位18	83	0.66
站位19	294	2.19
站位21	186	1.41
站位22	101	0.88
站位25	217	1.56
站位26	260	1.99
站位27	168	1.24
站位28	169	1.40
站位29	89	0.68
站位30	62	0.49
平均值	210	1.58
最大值	509	3.88
最小值	62	0.48
总量	4205	31.64

②虾类

Ⅰ、分类百分比组成

2023年春季：调查共捕获虾类5种，隶属于2目，7科。

调查海域春季虾类分类百分比组成见图6-82。

表6-118 调查海域春季虾类种类组成及重量尾数占比

名称	拉丁名	目	科	尾数百分比%	重量百分比%
日本鼓虾	*Alpheus japonicus*	十足目	鼓虾科	92.20	86.58
鲜明鼓虾	*Alpheus distinguendus*	十足目	鼓虾科	1.22	3.58
葛氏长臂虾	*Palaemon gravieri*	十足目	长臂虾科	5.11	5.07
脊腹褐虾	*Crangon affinis*	十足目	褐虾科	0.22	0.27
口虾蛄	*Oratosquilla oratoria*	口足目	虾蛄科	1.24	4.50

II、各站位渔获量

2023年春季调查期间，虾类生物密度及生物量组成如下表所示。20个站位海域虾类生物量范围为0.15kg/h~1.31kg/h，平均虾类生物量为0.56kg/h。其中站位30虾类生物量最低，站位14虾类生物量最高。20个站位海域虾类生物密度范围为88ind./h~671ind./h，平均虾类生物密度为289ind./h。其中站位28虾类生物密度最低，站位2虾类生物密度最高。

调查海域春季虾类密度及生物量组成见图6-83。

表6-119 调查海域春季虾类密度及生物量组成

站位	密度（ind./h）	生物量（kg/h）
站位2	671	1.31
站位5	615	1.30
站位7	354	0.69
站位9	94	0.22
站位10	127	0.23
站位11	159	0.36
站位13	326	0.49
站位14	579	1.31
站位15	164	0.24
站位17	265	0.44
站位18	153	0.27
站位19	162	0.32
站位21	236	0.45
站位22	244	0.49
站位25	271	0.47
站位26	647	1.23
站位27	373	0.79
站位28	88	0.16
站位29	179	0.31
站位30	90	0.15
平均值	289	0.56
最大值	671	1.31
最小值	88	0.15
总量	5797	11.23

③、蟹类

Ⅰ、分类百分比组成

2023年春季调查共捕获蟹类3种，隶属于1目，3科。

调查海域春季蟹类种类组成及重量尾数占比见图6-84。

表6-120 调查海域春季蟹类种类组成及重量尾数占比

名称	拉丁名	目	科	尾数百分比%	重量百分比%
日本蟳	*Charybdis japonica*	十足目	梭子蟹科	9.09	39.87
日本关公蟹	*Dorippe japonica*	十足目	关公蟹科	63.64	30.54
隆线强蟹	*Eucrate crenata*	十足目	长脚蟹科	27.27	29.58

Ⅱ、各站位渔获量

2023年春季调查期间，蟹类生物密度及生物量组成如下表所示。20个站位海域蟹类生物量范围为0.00kg/h~0.04kg/h，平均蟹类生物量为0.005kg/h。其中站位9、10、11、13、14、15、18、22、25、26、27、29、30蟹类生物量最低，站位2蟹类生物量最高。20个站位海域蟹类生物密度范围为0ind./h~3ind./h，平均蟹类生物密度为1ind./h。其中站位9、10、11、13、14、15、18、22、25、26、27、29、30蟹类生物密度最低，站位5蟹类生物密度最高。

调查海域春季蟹类密度及生物量组成见图6-85。

表6-121 调查海域春季蟹类密度及生物量组成

站位	密度（ind./h）	生物量（kg/h）
站位2	1	0.04
站位5	3	0.02
站位7	2	0.01
站位9	0	0.00
站位10	0	0.00
站位11	0	0.00
站位13	0	0.00
站位14	0	0.00
站位15	0	0.00
站位17	1	0.02
站位18	0	0.00
站位19	2	0.005
站位21	1	0.003
站位22	0	0.00
站位25	0	0.00
站位26	0	0.00

站位27	0	0.00
站位28	1	0.005
站位29	0	0.00
站位30	0	0.00
平均值	1	0.005
最大值	3	0.04
最小值	0	0.00
总量	11	0.103

④头足类

Ⅰ、分类百分比组成

2023年春季调查共捕获头足类1种，隶属于1目，1科。

表6-122 调查海域春季头足类种类组成及重量尾数占比

名称	拉丁名	目	科	重量百分比%	尾数百分比%
火枪乌贼	*Loligo beka*	枪形目	枪乌贼科	100	100

Ⅱ、各站位渔获量

2023年春季调查期间，头足类生物密度及生物量组成如下表所示。20个站位海域头足类生物量范围为0.00kg/h~0.007kg/h，平均头足类生物量为0.0005kg/h。其中站位14虾类生物量最高。20个站位海域头足类生物密度范围为0ind./h~2ind./h，平均头足类生物密度为1ind./h。其中站位14头足类生物密度最高。

表6-123 调查海域春季头足类密度及生物量组成

站位	密度（ind./h）	生物量（kg/h）
站位2	0	0.00
站位5	0	0.00
站位7	0	0.00
站位9	0	0.00
站位10	0	0.00
站位11	0	0.00
站位13	1	0.002
站位14	2	0.007
站位15	0	0.00
站位17	0	0.00
站位18	0	0.00
站位19	0	0.00
站位21	0	0.00
站位22	0	0.00
站位25	0	0.00
站位26	0	0.00

站位 27	0	0.00
站位 28	0	0.00
站位 29	0	0.00
站位 30	0	0.00
平均值	1	0.0005
最大值	2	0.007
最小值	0	0.00
总量	3	0.009

（3）优势种

2023 年春季：本次调查游泳动物的优势种有 2 种，分别为矛尾虾虎鱼、日本鼓虾。

表 6-124 调查海域春季游泳动物优势类型

种名	IRI	优势类型
矛尾虾虎鱼	8259	优势种
小头栉孔虾虎鱼	166	重要种
普氏缰虾虎鱼	66	常见种
六丝钝尾虾虎鱼	575	重要种
斑尾刺虾虎鱼	0	少见种
髭缟虾虎鱼	2	一般种
黄鳍刺虾虎鱼	0	少见种
朝鲜斜棘鳚	443	重要种
方氏锦鳚	5	一般种
梭鱼	0	少见种
焦氏舌鳎	804	重要种
日本鼓虾	7598	优势种
葛氏长臂虾	385	重要种
鲜明鼓虾	123	重要种
脊腹褐虾	7	一般种
口虾蛄	180	重要种
日本蟳	1	一般种
日本关公蟹	3	一般种
隆线强蟹	2	一般种
火枪乌贼	1	一般种

（4）资源密度

①2023 年春季各站位资源密度

调查海域春季游泳动物资源密度见图 6-86。

表 6-125 调查海域春季游泳动物资源密度

站位	生物量资源密度（Kg/Km²）	尾数资源密度（10^3ind/Km²）
站位 2	194.07	43.74
站位 5	130.00	34.04

站位 7	98.89	25.78
站位 9	88.89	12.78
站位 10	51.85	9.67
站位 11	93.33	15.22
站位 13	61.11	17.89
站位 14	127.78	32.37
站位 15	26.67	9.26
站位 17	85.19	19.26
站位 18	34.44	8.74
站位 19	93.33	16.96
站位 21	68.89	15.67
站位 22	50.37	12.78
站位 25	75.19	18.07
站位 26	118.89	33.59
站位 27	75.19	20.04
站位 28	57.78	9.56
站位 29	36.67	9.93
站位 30	23.70	5.63
平均值	79.61	18.55
最大值	194.07	43.74
最小值	23.70	5.63
总量	1,592.22	370.96

②各种类资源密度

2023年春季各种类资源密度。

调查海域春季各种类游泳动物资源密度见图6-87。

表6-126 调查海域春季各种类游泳动物资源密度

种类	生物量资源密度（Kg/Km²）	尾数资源密度（10^3ind/Km²）
鱼类	1,171.87	155.74
虾类	415.92	214.70
蟹类	3.78	0.41
头足类	0.32	0.11
总计	1591.89	370.96

6.4 第六章附图

序号	图名	所在章节
1.	图6-1 水文观测站位图	6.1.1
2.	图6-2 潮流、潮位观测站位图（秋季）	
3.	图6-3 潮流、潮位观测站位图（春季）	
4.	图6-4 潮位过程线	6.1.3

5.	图 6-5 验潮站潮位过程线	
6.	图 6-6 垂线平均潮流矢量图（秋季）	
7.	图 6-7 垂线平均潮流矢量图（春季）	
8.	图 6-8 秋季水温分布平面图	
9.	图 6-9 秋季水温分布断面图	
10.	图 6-10 春季温度平面图	
11.	图 6-11 春季温度断面图	
12.	图 6-12 秋季盐度平面图	
13.	图 6-13 秋季盐度断面图	
14.	图 6-14 春季盐度平面图	
15.	图 6-15 春季盐度断面图	
16.	图 6-16 悬砂含量变化曲线图（秋季）	6.1.4
17.	图 6-17 悬砂含量变化曲线图（春季）	
18.	图 6-18 工程海域水下地形三维图（水深为理论深度基准面）	6.2.1
19.	图 6-19 工程海域水下地形剖面图（理论深度基准面）	
20.	图 6-20 工程区两处砂坑区域位置图	
21.	图 6-21 工程区两处砂坑区域地形示意图	
22.	图 6-22 水深加密测量区位置图	
23.	图 6-23 加密测量区水深地形三维图	
24.	图 6-24 工程海域海岸地貌图（引自《中国近海海洋图集（辽宁省海岛海岸带）》）	6.2.2
25.	图 6-25 工程海域海底地貌图	
26.	图 6-26 1938 年和 1960 年岸线及等深线对比	6.2.3
27.	图 6-27 工程海域河口区围填海养殖活动示意图（遥感图为 2004 年）	
28.	图 6-28 1959 与 2008 年海岸线对比示意图（底图为 1959 年海图）	
29.	图 6-29 2008 年-2021 年海岸线对比示意图（底图为 2020 年遥感图）	
30.	图 6-30 工程海域 2008-2023 年海底实测水深地形变化图 （负值为冲刷，正直为淤积，单位：m）	
31.	图 6-31 海砂拟开采区 1959-2008-2023 年海底水深值变化示意图 （底图为 1959 年海图，蓝色数据为 2008 年测深值，红色为 2023 年测深值，紫色线为海砂开采选划区）	
32.	图 6-32 1959-2023 年 2m 等深线变化（底图为 1959 年海图）	
33.	图 6-33 工程海域 1959-2023 年海底 5m 等深线冲淤变化 （底图为 1959 年海图）	
34.	图 6-34 工程海域 1959-2023 年海底 10m 等深线冲淤变化 （底图为 1959 年海图）	
35.	图 6-35 工程海域 1959-2008-2023 年海底 15m 等深线冲淤变化 （底图为 1959 年海图）	

36.	图 6-36 工程海域 1959-2023 年海底 5m 等深线冲淤变化（底图为 1959 年海图）	
37.	图 6-37 工程海域 1959-2023 年海底 10m 等深线冲淤变化（底图为 1959 年海图）	
38.	图 6-38 工程海域 1959-2023 年海底 15m 等深线冲淤变化（底图为 1959 年海图）	
39.	图 6-39 调查站位图	6.3.2
40.	图 6-40 表层沉积物粒度调查测线与站位图	
41.	图 6-41 调查海域秋季叶绿素 a (μg/L)的调查结果	6.3.6
42.	图 6-42 调查海域秋季初级生产力（mg·C/（m²·d））调查结果	
43.	图 6-43 调查区域秋季物种组成百分比	
44.	图 6-44 调查海域浮游植物秋季细胞密度和种类数统计图	
45.	图 6-45 调查海域秋季浮游植物群落结构主要参数统计	
46.	图 6-46 调查海域秋季浮游动物种类组成与分布	
47.	图 6-47 调查海域浮游动物秋季生物密度和生物量统计图	
48.	图 6-48 调查海域秋季浮游动物群落结构主要参数统计	
49.	图 6-49 调查海域秋季大型底栖动物动物种类组成与分布	
50.	图 6-50 调查海域秋季大型底栖生物栖息密度分布（个/m²）	
51.	图 6-51 调查海域秋季大型底栖生物生物量分布（g/m²）	
52.	图 6-52 调查海域秋季潮间带生物种类组成百分比	
53.	图 6-53 调查区域秋季潮间带生物各站位栖息密度和生物量	
54.	图 6-54 调查区域秋季潮间带生物各断面栖息密度和生物量	
55.	图 6-55 调查海域春季叶绿素 a (μg/L)的调查结果	
56.	图 6-56 调查海域春季初级生产力（mg·C/（m²·d））调查结果	
57.	图 6-57 调查区域春季物种组成百分比	
58.	图 6-58 调查海域浮游植物春季细胞密度和种类数统计图	
59.	图 6-59 调查海域 4 月春季浮游植物群落结构主要参数统计	
60.	图 6-60 调查海域春季浮游动物种类组成与分布	
61	图 6-61 调查海域 4 月春季浮游动物群落结构主要参数统计	
62.	图 6-62 调查海域春季大型底栖动物动物种类组成与分布	
63.	图 6-63 调查海域春季大型底栖生物栖息密度分布（个/m²）	
64.	图 6-64 调查海域春季大型底栖生物生物量分布（g/m²）	
65.	图 6-65 调查海域 4 月春季潮间带生物种类组成百分比	
66.	图 6-66 调查海域秋季游泳动物种类组成	6.3.7
67.	图 6-67 调查海域秋季游泳动物生物量组成	
68.	图 6-68 调查海域秋季游泳动物生物密度组成	
69.	图 6-69 调查海域秋季鱼类分类百分比组成	

70.	图 6-70 调查海域秋季鱼类密度及生物量组成	
71.	图 6-71 调查海域秋季虾类分类百分比组成	
72.	图 6-72 调查海域秋季虾类密度及生物量组成	
73.	图 6-73 调查海域秋季蟹类种类组成及重量尾数占比	
74.	图 6-74 调查海域秋季蟹类密度及生物量组成	
75.	图 6-75 调查海域秋季游泳动物资源密度	
76.	图 6-76 调查海域秋季各种类游泳动物资源密度	
77.	图 6-77 调查海域春季游泳动物种类组成	
78.	图 6-78 调查海域春季游泳动物生物量组成	
79.	图 6-79 调查海域春季游泳动物生物密度组成	
80.	图 6-80 调查海域春季鱼类分类百分比组成	
81.	图 6-81 调查海域春季鱼类密度及生物量组成	
82.	图 6-82 调查海域春季虾类分类百分比组成	
83.	图 6-83 调查海域春季虾类密度及生物量组成	
84.	图 6-84 调查海域春季蟹类种类组成及重量尾数占比	
85.	图 6-85 调查海域春季蟹类密度及生物量组成	
86.	图 6-86 调查海域春季游泳动物资源密度	
87.	图 6-87 调查海域春季各种类游泳动物资源密度	

7 环境影响预测与评价

7.1 海洋水文动力环境影响预测与评价

本节引用《辽宁省绥中县六股河口外海域海砂开采水动力及岸滩稳定性专题研究报告，青岛海洋工程勘察设计研究院有限公司，2023 年 9 月》、《辽宁省绥中县六股河口外海域 KT2 区块海砂开采项目海域使用论证报告书，国家海洋局大连海洋环境监测中心站，2023 年 10 月》中结论。

7.1.1 水动力模型的建立

海洋水动力模式采用 FVCOM，该模式采用有限体积算法，垂向采用 σ 坐标。坐标变换如下：

$$\sigma = \frac{z-\zeta}{H+\zeta} = \frac{z-\zeta}{D}$$

σ 坐标下海水运动方程、连续方程及状态方程为：

$$\frac{\partial uD}{\partial t} + \frac{\partial u^2 D}{\partial x} + \frac{\partial uvD}{\partial y} + \frac{\partial uw}{\partial \sigma} - fvD = -gD\frac{\partial \zeta}{\partial x} - \frac{gD}{\rho_0}\left[\frac{\partial}{\partial x}\left(D\int_\sigma^0 \rho d\sigma'\right) + \sigma\rho\frac{\partial D}{\partial x}\right] + \frac{1}{D}\frac{\partial}{\partial \sigma}\left(K_m\frac{\partial u}{\partial \sigma}\right) + DF_x$$

$$\frac{\partial vD}{\partial t} + \frac{\partial v^2 D}{\partial y} + \frac{\partial uvD}{\partial x} + \frac{\partial vw}{\partial \sigma} + fuD = -gD\frac{\partial \zeta}{\partial y} - \frac{gD}{\rho_0}\left[\frac{\partial}{\partial y}\left(D\int_\sigma^0 \rho d\sigma'\right) + \sigma\rho\frac{\partial D}{\partial y}\right] + \frac{1}{D}\frac{\partial}{\partial \sigma}\left(K_m\frac{\partial v}{\partial \sigma}\right) + DF_y$$

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial Du}{\partial x} + \frac{\partial Dv}{\partial y} + \frac{\partial \omega}{\partial \sigma} = 0$$

在 σ 坐标系下，水平扩散项可以使用如下定义进行近似：

$$DF_x \approx \frac{\partial}{\partial x}\left(2A_m H\frac{\partial u}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left[A_m H\left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x}\right)\right]$$

$$DF_y \approx \frac{\partial}{\partial y}\left(2A_m H\frac{\partial v}{\partial y}\right) + \frac{\partial}{\partial x}\left[A_m H\left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x}\right)\right]$$

式中：σ、z 分别为 σ 坐标系与直角坐标系下垂向坐标；ζ 为潮位，H 为平均海平面下水深值，D 为总水深；t 为时间，u、v、ω 分别为 x、y、σ 方向的流

速分量；ρ与ρ_0为海水的密度与参考密度，g为重力加速度，f为科氏力参量，A_m和K_m为水平及垂向涡动粘滞系数。

7.1.2 模型设置

岸线参考遥感影响，固体边界考虑养殖池塘等建筑物，水深地形采用电子海图，项目区采用实测水深地形资料加密，见图 7-1~图 7-3；海图编号及比例尺详见**表 7-2**。非结构网格分辨率在采砂区附近设置为 50m，开边界设置为 5km。垂向分层设置 5 层。开边界驱动条件包含 M_2，S_2，K_2，N_2，K_1，Q_1，P_1，O_1 共 8 个分潮。

模型主要参数设置列于**表 7-1**。

表 7-1 模型参数

符 号	变 量	参数值	符 号	变 量	参数值
Δt_e	外模时间步长	0.5s	K_m	垂向涡动粘性系数	0.0001 m^2/s
Δt	内模时间步长	0.5 s	A_h	水平涡旋粘滞系数	0.2 m^2/s
ρ	海水密度	1025 kg/m^3	C_{dmin}	最低拖曳系数	0.005
υ	运动粘性系数	0.000001 m^2/s	Z_0	有效粗糙度	0.001 m

表 7-2 数模水深数据海图编号及比例尺

海图名	比例尺
CN201302	1:350000
CN201303	1:350000
CN201304	1:350000
CN414101	1:22000
CN415101	1:22000

7.1.3 模型验证

模型采用《辽宁省六股河口外海砂勘查区水文调查分析报告》（天津中环天元环境检测技术服务有限公司，2023 年 6 月）中，2023 年 4 月在采砂区 9 站同步观测取得的海洋水文资料。

站位位置见图 7-4，验证结果见图 7-5~图 7-6。

验证结果显示，模拟海域 1 处潮位验证站及 9 个观海流测站位处往复流态明显，计算结果与观测结果基本吻合。验证结果说明模型能够良好还原海区的潮流场情况，满足预测研究要求。

7.1.4 潮流场模拟结果

7.1.4.1 背景潮流场

模拟时段，采砂选址区域大潮期潮差 1.7m。拟选址位置往复流态明显，涨潮流自西南向东北，涨急时刻流向 40°，落潮自东北流向西南，落急时刻流向 220°。大潮期，最大涨潮流速 81cm/s，最大落潮流速 85cm/s。

现状环境下，涨落急特征时刻潮流矢量分布见图 7-7~图 7-8。

7.1.4.2 KT2 区块实施后潮流场预测

采砂完成后，由于水深地形变化，对当地流场产生一定影响，采砂范围内部流速下降，采砂区走向与主流向夹角较小，走向接近平行，南北两侧流速有所增加，东西两侧流速有所减弱，且流向略有变化，变化幅度基本在 10° 以内。潮流场受采砂影响的区域主要集中在周边 3km 范围。受采砂影响，南侧流速增强幅度达到 10cm/s 的区域分布在采砂边界西南侧 840m 范围内，流速增强幅度达到 5cm/s 的范围分布在边界西南 2160m 范围内，对邻近的最外侧沙脊产生一定影响，其造成的流速增强能够加强该变化区域内的冲刷速率。KT2 区块实施后，采砂 KT1 区块北侧流速增强幅度达到 10cm/s 的区域分布在采砂边界东北侧 1010m 范围内，流速增强幅度达到 5cm/s 的范围分布在边界东北 2100m 范围内。项目东西两侧流速减弱幅度达到 10cm/s 的区域分布在 840m 范围内，减弱幅度达到 5cm/s 的区域分布在 3620m 范围内，采砂引起的流速变化对近岸保护区影响较弱。

按采砂完成后，涨落急特征时刻潮流矢量分布见图 7-9~**错误!未找到引用源。**

7.1.5 潮流场变化影响分析

采砂后，潮流场受采砂影响的区域主要集中在周边 3km 范围。受采砂影响，南侧流速增强幅度达到 10cm/s 的区域分布在采砂边界西南侧 840m 范围内，流速增强幅度达到 5cm/s 的范围分布在边界西南 2160m 范围内，对邻近的最外侧沙脊产生一定影响，其造成的流速增强能够加强该变化区域内的冲刷速率。区块二实施后，采砂区北侧流速增强幅度达到 10cm/s 的区域分布在采砂边界东北侧 1010m 范围内，流速增强幅度达到 5cm/s 的范围分布在边界东北 2100m 范围内。项目东西两侧流速减弱幅度达到 10cm/s 的区域分布在 840m 范围内，减弱幅度达到

5cm/s 的区域分布在 3620m 范围内。KT2 实施后潮流场变化见图 7-13。

7.2 波浪动力环境影响预测与评价

本节引用《辽宁省绥中县六股河口外海域海砂开采水动力及岸滩稳定性专题研究报告，青岛海洋工程勘察设计研究院有限公司，2023 年 9 月》、《辽宁省绥中县六股河口外海域 KT2 区块海砂开采项目海域使用论证报告书，国家海洋局大连海洋环境监测中心站，2023 年 10 月》中结论。

7.2.1 波浪模型

SWAN（Simulating Waves Nearshore）是适用于近岸海域、湖泊和河口的波浪数值模型，是国际上成熟、通用的海浪数值计算模式。模式采用基于能量守恒原理的平衡方程，除了考虑第三代海浪模式共有的特点，它还充分考虑了模式在浅水模拟的各种需要。SWAN 包含了以下波浪传播过程：空间的传播、因流场和水深场的改变而导致的波浪折射、波浪向浅滩的传播、波浪的反射和衍射、波浪生长和衰减过程、风浪的生长、波浪破碎对能量的消耗、波浪白帽的能量消耗、底摩擦效应、波－波相互作用等。本报告采用 SWAN ver40.51 进行计算。

在笛卡尔坐标系下，波作用量平衡方程可表示为：

$$\frac{\partial}{\partial t}N+\frac{\partial}{\partial x}C_xN+\frac{\partial}{\partial y}C_yN+\frac{\partial}{\partial \sigma}C_\sigma N+\frac{\partial}{\partial \theta}C_\theta N=\frac{S}{\sigma}$$

上式左边第一项为 N 随时间的变化率；第二和第三项表示 N 在空间 x、y 方向上的传播；第四项表示由于流场和水深所引起的 N 在 σ 空间的变化；第五项表示 N 在 θ 空间的传播，亦即水深及流场所引起的折射；方程右边的 S 代表以谱密度表示的源汇项，包括风能输入、波与波之间非线性相互作用和由于底摩擦、

白浪、破碎等引起的能量损耗；C_x、C_y、C_σ 和 C_θ 分别代表在 x、y、σ 和 θ 空间的波浪传播速度。

$$C_x=\frac{dx}{dt}=\frac{1}{2}\left[1+\frac{2kd}{\sinh(2kd)}\right]\frac{\sigma k_x}{k^2}+U_x \qquad C_y=\frac{dy}{dt}=\frac{1}{2}\left[1+\frac{2kd}{\sinh(2kd)}\right]\frac{\sigma k_y}{k^2}+U_y$$

$$C_\sigma = \frac{d\sigma}{dt} = \frac{\partial\sigma}{\partial d}\left[\frac{\partial d}{\partial t} + \vec{U}\cdot\nabla d\right] - C_g\vec{k}\cdot\frac{\partial\vec{U}}{\partial s}$$

$$C_\theta = \frac{d\theta}{dt} = \frac{1}{k}\left[\frac{\partial\sigma}{\partial d}\frac{\partial d}{\partial m} + \vec{k}\cdot\frac{\partial\vec{U}}{\partial m}\right]$$

其中 $\vec{k}=(k_x,k_y)$ 为波数，d 为水深，$\vec{U}=(U_x,U_y)$ 为流速，s 为沿 θ 方向空间坐标，m 为垂直于 s 的坐标，相对频率 $\sigma=\vec{k}\cdot\vec{U}+\omega$，$\omega$ 为波浪的固有频率；算子 $\frac{d}{dt}$ 定义为 $\frac{d}{dt}=\frac{\partial}{\partial t}+\vec{C}\cdot\nabla_{x,y}$。

对于源函数项：

$$S = S_{wind}(\sigma,\theta) + S_{ds} + S_{nl}$$

等式右边三项分别为风输入项、耗散项、波波相互作用项。

7.2.2 模型构建及验证

（1）模型构建

岸线参考遥感影响，固体边界考虑养殖池塘等建筑物，水深地形采用电子海图，项目区采用实测水深地形资料加密。非结构网格分辨率在采砂区附近设置为50m，开边界设置为5km。计算域网格设置见图7-1。

（2）验证

采用葫芦岛海洋站2008年8月25日16:00~12月31日23:00逐时波浪观测资料对SWAN模型波浪模拟结果进行验证，模拟采用欧洲气象中心ERA5风场资料作为输入动力条件开展模拟。有效波高验证结果见图7-14，波向验证见图7-15。

验证结果表明，SWAN模型通过波浪场模拟，能够基本还原工程海域波浪场特征，波高、波向均与观测结果接近，趋势一致性较强，能够满足浪-流-泥沙耦合模型的模拟精度要求。

7.2.3 背景波浪场预测

7.2.3.1 工程前50年一遇波浪场预测

工程前50年一遇E向、S向、SE向波浪场分布如图7-16~图7-18所示。

根据预测，在采砂工程实施前，拟开采的KT2区块范围内50年一遇E向有效波高最大可达1.83m，S向为2.69m，SE向50年一遇有效波高最大达到2.89m。

7.2.3.2 工程前100年一遇波浪场预测

工程前100年一遇E向、S向、SE向波浪场分布如图7-19~图7-21所示。在采砂工程实施前，拟开采的KT2区块范围内100年一遇E向有效波高最大可达2.18m，S向为3.08m，SE向100年一遇有效波高最大达到3.34m。

7.2.3.3 历史台风（7303号）波浪场预测

根据历史台风资料统计，7303号台风为影响本区最强的台风，对其台风风场作用下的工程前波浪场预测如图7-22。根据预测，在采砂工程实施前，拟开采的KT2区块范围内最大台风浪可达2.82m。

7.2.4 KT2区块采砂后波浪特征

7.2.4.1 KT2区块采砂后50年一遇波浪场预测

KT2区块采砂后50年一遇E向、S向、SE向波浪场分布如图7-23~图7-25所示；波浪浪向变化分布如图7-26~图7-28；波浪有效波高变化分布如图7-29~图7-31。根据预测，KT2区块完成采砂后，其采砂范围内50年一遇E向有效波高最大可达1.88m，S向为2.91m，SE向50年一遇有效波高最大达到3.02m。采砂对近岸保护区及潮流沙脊影响均较弱。

50年一遇E向波浪作用情境下，采砂对近岸保护区及潮流沙脊影响均较弱。

50年一遇S向波浪作用情境下，受采砂影响导致波高减弱幅度达到0.05m的区域分布在项目西侧3900m范围，波高增强幅度达到0.05m的区域分布在项目西南侧2560m范围。

50年一遇SE向波浪作用情境下，受采砂影响导致波高减弱幅度达到0.05m的区域分布在项目西侧4660m范围，波高增强幅度达到0.05m的区域分布在项目

西南侧2610m范围。

7.2.4.2 KT2区块采砂后100年一遇波浪场预测

KT2区块采砂后100年一遇E向、S向、SE向波浪场分布如图7-32~图7-34所示；波浪浪向变化分布如图7-35~图7-37；波浪有效波高变化分布如图7-38~图7-40。根据预测，KT2区块完成采砂后，其采砂范围内100年一遇E向有效波高最大可达2.26m，S向为3.36m，SE向100年一遇有效波高最大达到3.51m。

100年一遇E向波浪作用情境下，KT2区块实施后，采砂对近岸保护区及潮流沙脊影响均较弱。

100年一遇S向波浪作用情境下，受采砂影响导致波高减弱幅度达到0.05m的区域分布在项目西侧4610m范围，近岸保护区波高增大和减小变化均在0.05m以内，波高增强幅度达到0.05m的区域分布在项目西南侧2700m范围，潮流沙脊波高增幅最大0.15m。

100年一遇SE向波浪作用情境下，受采砂影响导致波高减弱幅度达到0.05m的区域分布在项目西侧4310m范围，近岸保护区波高变化影响较弱，波高增强幅度达到0.05m的区域分布在项目西南侧3610m范围，潮流沙脊波高增幅最大0.1m。

100年一遇SE向波浪作用情境下，受采砂影响导致波高减弱幅度达到0.05m的区域分布在项目西侧5100m范围，近岸保护区波高增大和减小变化在0.05m以内，波高增强幅度达到0.05m的区域分布在项目西南侧3040m范围，潮流沙脊波高增幅最大0.1m。

7.2.4.3 历史台风（7303号）波浪场预测

根据历史台风资料统计，7303号台风为影响本区最强的台风，对其台风风场作用下的KT2区块采砂后波浪场预测如图7-41、图7-42。根据预测，KT2区块完成采砂后，其采砂范围内最大台风浪可达到2.94m。

7.3 泥沙冲淤环境影响预测与评价

本节引用《辽宁省绥中县六股河口外海域海砂开采水动力及岸滩稳定性专题研究报告，青岛海洋工程勘察设计研究院有限公司，2023年9月》及《辽宁省绥

中县六股河口外海域 KT2 区块海砂开采项目海域使用论证报告书，国家海洋局大连海洋环境监测中心站，2023 年 9 月》中结论。

7.3.1 泥沙动力模式控制方程

7.3.1.1 悬移质组分控制方程

采用 Zhu 等 2018 基于 FVCOM-Sed 改良的三维泥沙动力模式，控制方程如下：

$$\frac{\partial c}{\partial t}+\frac{\partial uc}{\partial x}+\frac{\partial vc}{\partial y}+\frac{\partial (w-w_s)c}{\partial z}=\frac{\partial}{\partial x}\left(A_{\text{h}}\frac{\partial c}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(A_{\text{h}}\frac{\partial c}{\partial y}\right)+\frac{\partial}{\partial z}\left(K_m\frac{\partial c}{\partial z}\right)$$

其中，t 表示时间；x，y，z 代表笛卡尔坐标系中的东向、北向与垂向坐标；u，v，w 代表海水在 x，y，z 方向上的速度分量；c 代表悬浮泥沙浓度；A_h 表示水平涡旋粘滞系数；K_m 代表垂向涡旋粘性系数；w_s 代表泥沙沉降速率。对于海水表面边界条件，悬浮泥沙通量为 0，即：

$$K_m\frac{\partial c}{\partial z}=0,\qquad z=\zeta$$

其中，ζ 代表海水自由表面的高度。在海底，泥沙通量则为起动与沉降的差值：

$$K_m\frac{\partial c}{\partial z}=Q_e-Q_d,\qquad z=-H$$

其中，H 表示水深，Q_d 表示悬浮泥沙的沉降量；Q_e 表示泥沙起动量。对于泥沙起动量，采用 Ariathurai 与 Arulanandan 在 1978 年提出的计算式：

$$Q_e=m_e f(\tau/\tau_{ce}-1)$$

其中，m_e 代表单位时间单位面积上的泥沙起动率；τ 代表波流共同作用于海床的切应力；τ_{ce} 代表泥沙临界起动切应力；f 表示各泥沙组分在每个网格点上所占的面积分数。作用在海床上的切应力使用 Soulsby 与 Whitehouse 于 1997 年提出的参数化近似公式：

$$\tau=\sqrt{(\tau_{cw}+\tau_w\cos\alpha)^2+(\tau_w\sin\alpha)^2}$$

其中，τ_w 代表波浪作用下的剪切应力；α 则表示海流与波浪方向的夹角；τ_{cw} 表示在海流方向上的波致切应力。

泥沙起动、沉降采用基于 FVCOM-Sed 的改良模型，临界起动切应力采用戴

清等在2014年拟合的希尔兹曲线，其拟合曲线如下：

$$\theta_{ce}=\frac{0.06}{Re_*}\left(\frac{10.9+Re_*^{1.6}}{4.9+Re_*^{0.6}}\right)\left(\frac{\rho_S}{\rho}-1\right)^{-0.05}$$

其中，Re^*表示颗粒雷诺数；ρ_s表示沉积物密度；θ_{ce}表示相对临界起动切应力，其与临界起动切应力的关系表达为：

$$\theta_{ce}=\frac{\tau_{ce}}{d(\gamma_S-\gamma)},$$

γ与γ_s代表海水与沉积物的容重；d 表示沉积物粒径。颗粒雷诺数为摩阻流速的函数，即：

$$Re_*=U_*d/\upsilon$$

υ代表运动粘性系数；U^*表示摩阻流速，并可通过切应力计算：

$$U_*=\sqrt{\tau/\rho}$$

泥沙沉降通量采用 Prandle 于 1997 年提出的计算方法[5]：

$$Q_d=w_dc_b$$

其中，c_b表示底层海水的悬沙浓度；w_d表示海底折算泥沙沉降速度，以下式计算：

$$Q_d=w_dc_b$$

7.3.1.2 推移质泥沙输移计算

推移质泥沙控制方程采用 Warner 等 2008 年提出的计算方法，推移质运移速率采用下式计算：

$$q_{bl}=\Phi\sqrt{(s-1)gD_{50}^3\rho_s}$$

其中，q_{bl}表示推移质泥沙运移速率，$s=\rho_s/\rho$，D_{50}代表中值粒径，Φ表示无量纲推移质泥沙运移速率，采用 Meyer-Peter 与 Müller 于 1948 年提出的计算方法：

$$\Phi=\max[8(\theta_{sf}-\theta_c)^{1.5},\quad 0]$$

其中，θ_c =0.047 表示临界表层应力的希尔兹参数，sf 表示表层应力的希尔兹参数，采用下式计算：

$$\theta_{sf}=\frac{\tau_{sf}}{(s-1)gD_{50}}$$

τ_{sf}表示海底切应力的标量，因此，其与东、北分量关系如下：

$$\tau_{sf} = (\tau_{bx}^2 + \tau_{by}^2)^{0.5}$$

最终东向、北向推移质泥沙运移速率采用下式计算：

$$q_{blx} = q_{bl}\frac{\tau_{bx}}{\tau_{sf}}, \quad q_{bly} = q_{bl}\frac{\tau_{by}}{\tau_{sf}}$$

7.3.2 模型耦合结构

多动力泥沙耦合结构采用波浪单向耦合、潮流-泥沙双向耦合，即使用SWAN模式波浪场模拟输出结果作为单向耦合输入，海流、泥沙（地形）双向耦合计算，泥沙冲淤引起的海底地形变化反馈影响动力场，由于模拟海域悬沙浓度较低，模型不考虑悬沙引起的异重流。多动力泥沙耦合结构见图7-43。

7.3.3 模型设置

模型设置底质类型4类，包含砾石（以粒径2mm代表）、砂（0.063mm）、粉砂（0.032mm）、淤泥（0.004mm），开展悬移质、推移质同步模拟，其中推移质包含砾石、砂两类，悬移质包含粉砂、淤泥两类。

工程区上述四类底质类型分布采用沉积物调查结果进行插值。

表7-3 模型参数设置

符号	变量	参数值
d_1	粉砂质组分代表粒径（按悬移质计算）	0.035 mm
d_2	淤泥质组分代表粒径（按悬移质计算）	0.004 mm
d_3	砂质组分代表粒径（按推移质计算）	0.063 mm
d_4	砾石组分代表粒径（按推移质计算）	2.000 mm
m_{e2}	粉砂质单位时间单位面积泥沙再悬浮起动率	0.000036 $kg\cdot m^{-2}\cdot s^{-1}$
m_{e3}	淤泥质单位时间单位面积泥沙再悬浮起动率	0.000007 $kg\cdot m^{-2}\cdot s^{-1}$
w_1	粉砂质组分沉降速度	1.06mm/s
w_2	淤泥质组分沉降速度	0.006mm/s

7.3.4 预测区块

1）年冲淤预测方案

根据7.2.1节分析，模型在计算全年波浪过程时，选择对项目区域可能产生较为明显影响的E向、S向及SE向按频率累加天数，其余天数按潮流作用考虑。

各浪向按照其对应方向的风频率，采用 SWAN 模式模拟该风向下波浪场后，波浪场输出作为 FVCOM 输入条件，与潮流场单向耦合。SWAN 模式考虑风浪充分成长，选择全计算域（图 7-1）作为风区。

2）台风过程冲淤预测方案

根据 7.2.2 节分析，能够影响到辽宁地区并对渤海北部造成影响的台风数量较少，以 1973 年的 7303 号台风作用最强，作用路径及其造成的波浪方向对岸滩演变影响最大，因此选择 7303 号台风作为极端情况进行模拟，作用时间为 1973 年 7 月 19 日 16：00 至 7 月 20 日 00:00。

模拟过程中，风场资料来源于欧洲气象中心 ERA5 的逐时风场资料。波浪场资料采用 SWAN 模型利用风场资料模拟。因此模型能够反映风暴潮增减水、风海流、浪流耦合动力机制等。

7.3.5 模型验证

7.3.5.1 悬浮泥沙验证

验证结果见图 7-44。悬沙验证采用《辽宁省六股河口外海砂勘查区水文调查分析报告》（天津中环天元环境检测技术服务有限公司/辽宁飞思海洋科技有限公司，2023 年 6 月）中，2023 年 4 月在采砂区海洋水文 9 站同步观测取得的悬沙观测资料。悬沙验证结果表明，模型基本反映了当地悬沙变化的趋势和量级。

7.3.5.2 冲淤验证

（1）预测结果与测深结果平面对比

为了判断模拟的整体冲淤趋势是否合理，采用 2008 年、2023 年两期测深资料差值作为冲淤分布实测结果（单位为 m，代表 15 年总冲刷/淤积深度），与模拟冲淤分布（单位为 m/yr）进行对照分析。冲淤分布基于 2023 年测深作为初始水深条件，原因系 2008 年水深测量沿平行岸线方向分辨率较低。

模拟冲淤结果（单位：m/yr）见图 7-45，基于测深的 15 年间冲、淤深度分布（单位：m）见图 7-46。从模拟结果与测深比对结果来看，冲淤趋势共性特征包括：

1）潮流沙脊及一道岗至三道岗之间的两条水道均处于冲刷状态；

2）测深结果显示 2008~2023 年间，一道岗西南端存在淤积区，而模拟结果则显示，一道岗西南端侵蚀明显减弱；

3）拟采砂区域附近，海域整体冲淤态势以冲刷为主。

7.3.6 年冲淤预测

7.3.6.1 现状年冲淤预测

现状条件下，除近岸受岸线和人工构筑物、池塘影响呈现淤积状态，离岸海域基本呈现整体冲刷趋势。潮流沙脊及沙脊之间水道内均处于冲刷状态，其中，潮流沙脊冲刷速率最大 32cm/yr，位于沙脊北端，沙脊之间水道最大冲刷速率 26cm/yr。现状环境下年冲淤预测结果见图 7-47。

7.3.6.2 KT2 区块采砂实施后冲淤预测

按 KT2 区块采砂实施后年冲淤速率预测结果如图 7-48。采砂后，采砂区内水深地形整体出现低于周边约 15m 的深坑，同时由于 KT1 区块已施工，深坑范围较大。由于当地水深较深，波浪作用较弱，冲淤变化以潮流作用作为主要动力因素。海区潮流主流向为东北-西南向，KT2 区块采砂后，KT1 区块与 KT2 区块整体南侧、北侧边界及 KT1 区块已开挖的西南角出现淤积，以推移质向采砂坑内回淤为主。

参考《辽宁省绥中县六股河口外海域 KT2 区块海砂资源勘探报告》（青岛海洋工程勘察设计研究院有限公司，2023 年 6 月），KT2 区块砂矿层厚度平均为 12.51m，矿体含泥量介于 3.1%~48.2%，平均值 18.1%；底质类型中存在一定比例的悬移质泥沙，粉砂、淤泥粒径较低，且当地海流动力条件较强，能够达到粉砂、砂、淤泥起动临界条件，因此采砂区中部仍然能够出现由于底层流作用产生的冲刷区，但冲刷强度较弱，冲刷速率在 16cm/yr 以下。

采砂区东北边界淤积强度约 20cm/yr，西南边界淤积速率约 27cm/yr。由图 7-48 看出，KT2 区块实施后，潮流沙脊及沙脊之间水道内依然均处于冲刷状态，其中，潮流沙脊冲刷速率最大 75cm/yr，沙脊之间水道最大冲刷速率 26 cm/yr。采砂实施后导致西南、东北两侧侵蚀加剧，其速率增加幅度最大为 58cm/yr，冲刷速率加强幅度达到 20cm/yr 的区域分布在采砂边界周边 730m 范围，冲刷速率加强幅度达到 5cm/yr 的区域分布在采砂边界周边 1810m 范围，对南侧潮流沙脊产

生小范围加速侵蚀的影响，但影响范围较小。采砂区东、西两侧侵蚀速率减缓，减缓幅度达到 5cm/yr 的区域分布在采砂区东西两侧 2310m 范围内，对近岸保护区产生的影响有限。

7.3.7 台风过程短期冲淤预测

7.3.7.1 现状环境下台风过程冲淤预测

现状环境下，由于项目选址海域水深较深，受波浪影响相对较弱，以潮流动力条件作为主要动力因素，因此台风过境时波浪、风海流等作用并不明显，在水深约 14~20m 附近位置冲淤趋势与一般天气情况下接近，冲刷、淤积量级略有增加。现状环境台风过程冲淤变化分布见图 7-49。

7.3.7.2 KT2 区块实施后台风过程冲淤预测

按采砂 KT2 区块实施后，由于项目选址海域水深较深，受波浪影响相对较弱，以潮流动力条件作为主要动力因素，因此台风过境时波浪、风海流等作用并不明显，在水深约 14~20m 附近位置冲淤趋势与一般天气情况下接近，冲刷、淤积量级略有增加。7303 号台风作用时间为 1973 年 7 月 19 日 16：00 至 7 月 20 日 00:00，采砂坑内 8h 最大淤积强度为 18cm，位于采砂区西南角。KT2 区块实施后台风过程冲淤变化分布见图 7-51。

7.4 海砂开采对近岸及海底沙脊地形地貌的影响分析

项目采砂对岸滩稳定性影响分析引用《辽宁省绥中县六姑河口外海域海砂开采项目岸滩稳定及海底冲淤研究专题报告》的结论。

（1）海砂开采对岸滩地形影响分析

海砂开采对近岸地形的影响主要体现在影响近岸区域的水动力条件，继而影响近岸泥沙的输运规律，包括沿岸输沙及横向输沙。

1）沿岸输沙主要发生在碎波带内。根据计算结果，当最大波高 4.6m 时，则破碎水深约 5m。海砂拟开采区水深大于 10.0m，一般情况下，不会在采砂区域产生波浪破碎。根据波浪场数值模拟分析，由于海砂开采引起的近岸保护区的波高变化基本小于 10cm，因此不会由于海砂开采直接影响近岸区域的波浪破碎。海

砂开采前工程海域双向沿岸输沙基本平衡，海砂开采后不会改变泥沙沿岸输运平衡的规律，对辽西原生砂质岸线区域影响不大。

2）根据冲淤现状分析，泥沙横向输运（上冲下淤）的规律基本在水深 10m 以浅的海域比较明显。海砂开采后直接引起的近岸区域的波浪场变化小于 10cm，对泥沙起动条件及横向输的运动力场并未发生明显改变，因此海砂开采对泥沙横向输运影响较小。

3）由波浪数值模拟结果可知，2008 年及 2023 年两期水深条件下，近岸波浪场局部波高略增大，说明当低水位且同时大浪作用下沙脊在一定程度上可起到导流、消浪的作用，但该情况出现的频率较低且作用相对较小，且随着沙脊区冲刷的地形变化规律，沙脊水深的增加会逐渐减弱对海岸的消浪及保护作用。海砂开采对外侧沙脊末端的局部地形可能会产生一定的影响，但根据数值模拟由于海砂开采产生沙脊大范围的地形变化有限，因此由于海砂开采引起的沙脊对近岸的保护作用的削弱可能性相对较小。

4）综上分析，海砂开采对近岸区域的海洋动力改变有限，对近岸区域泥沙的沿岸输运规律、横向输运规律以及沙脊的消浪作用改变不大，因此对近岸保护区及周边海域的海底冲淤影响较小。

（2）海砂开采对海底沙脊区域地形影响分析

海砂开采 KT2 区域与第三道沙脊末端相邻，相邻处沙脊水深约 10m，但相邻处地形相对沙脊其他区域已趋于平坦。

1）沙脊脊顶现状水深约 5m，当波浪有效波高大于 2.0m，沙脊顶部可能会产生波浪破碎及泥沙显著活动的现象，产生泥沙的起动及输运，引起沙脊顶部泥沙流失、沙脊侵蚀。结合波浪场数值模拟结果，海砂开采除对开采区域及周边局部区域波浪场波浪影响小于 0.1m，对沙脊其他区域的影响小于 0.05m，因此沙脊区由于波浪场改变引起的泥沙起动、输运改变不大，对波浪作用下海底沙脊冲淤不会产生明显影响。

2）海砂开采引起的潮流场变化范围会辐射至沙脊末端局部区域，影响范围内沙脊区流速增加约 5-20cm/s，潮流场的局部变化可能会引起沙脊沟槽内以及沙脊顶部局部泥沙冲淤的变化。目前沙脊区现状为冲刷的状态，根据数值模拟结果，

海砂开采后，沙脊及沙脊之间水道内依然均处于冲刷状态。采砂坑东北边界及西南角淤积，采砂坑内局部回淤。海砂开采后，由于采砂坑与第三道沙脊相邻，沙脊北侧末端约 1.8km 范围内冲刷量增加。但影响范围内沙脊末端已基本位于地形趋于平缓的区域，沙脊其他区域的海洋动力条件改变有限，对沙脊大范围的地形冲淤变化影响较小。

（3）结论

综上所述，在海砂开采前，近岸存在上冲下淤的趋势，岸滩区域为侵蚀状态；沙脊区存在波浪、潮流作用下泥沙被搬运冲刷的现状态势。海砂开采后，从泥沙量平衡角度，长时期演化下，采砂坑周边局部海域的泥沙运移趋势可能有所调整，可能对采砂坑及周边局部区域的地形产生影响，但由于采砂区所在水深较深（10-15m），采砂后对大范围潮流场及波浪场改变有限，因此由于海洋动力条件改变引起的对海底作用力的改变较小，对大区域的冲淤也不会产生明显影响。

近岸保护区距离采砂区最近约 4.7km，海砂开采后，对近岸保护区所在海域的波浪场及潮流场改变较小，对泥沙的沿岸输运及横向输运规律及特征影响不大，海砂开采导致的沙脊对近岸的消浪、保护作用改变有限，因此基本不会改变近岸保护区内的泥沙输运及冲淤。

第三道沙脊末端 1.8km 范围内的泥沙存在潮流作用下向周边输运的可能，但会逐渐形成新的平衡稳定状态。沙脊其他区域的海洋动力条件改变有限，对沙脊大范围的地形冲淤变化规律影响较小。但考虑到采砂坑距离沙脊较近，根据目前沙脊区冲刷的现状态势，从泥沙量平衡的角度分析，不排除沙脊区的泥沙在潮流作用下向其他区域搬运继而向砂坑内汇集的可能性。

7.5 边坡影响

较大的水面波动，为采砂作业带来风险。另外，当采砂区位于水深变化较大的区域，采砂较深引起的水动力对沉积物压实作用的差异性容易引起沉积层的侧向流动，从而引发边坡坍塌灾害。

参考中国科学院南海海洋研究所的物理模拟实验结果，中国科学院南海海洋研究所设置不同的采砂深度进行对比试验，实验模型水平和高度均采用 1:100 的

比例。控制实验初始模型长度为 35cm，根据实际需求设置实验深度分别为 8cm，11cm，14cm 和 17cm 进行开挖实验（图 7-52）。实验记录了采砂引起边坡垮塌后边坡的延伸长度（图 7-53~图 7-57）。

由于采砂区砂体以中细砂为主，含泥量较少，结构松散，质地基本均一，因此采砂坑边坡可以近似作为无粘性土坡，以考虑其稳定性。另外，可将采砂区边界沿砂脊等深线设置，使采砂工程后砂坑边缘保有浅滩区域的最浅水深，确保砂坑边坡无外来砂源可引起持续滑塌。此时边坡稳定性近似满足：

$$K=\frac{T_f}{T}=\frac{G\cos\beta\tan\varphi}{G\sin\beta}=\frac{\tan\varphi}{\tan\beta}$$

式中 K 为稳定安全系数，G 为单元体自重，β 为坡角，φ 为内摩擦角。当采砂坑如图 7-53~图 7-56 自然形成时，可近似认为砂坑边坡的抗滑力 T*f*和滑动力 T 相互平衡，此时坡角与内摩擦角相等，边坡处于极限平衡状态，其稳定安全系数 K=1。极限平衡状态时的坡角称为自然休止角，由图 7-57 中的数据可计算得到当采砂深度分别为 8m、11m、14m、17m 时，自然休止角的正切值、角度，以及边坡坍塌宽度。

工程建设中为保证土坡具有足够安全储备，通常取 K 在 1.3~1.5 之间，为进一步确保安全，可取安全系数 K=4，此时可计算得到砂坑边坡坍塌引起的坡顶后退距离，以此为参考，在选定采砂区边界时可使砂坑边缘远离水深更浅的砂脊。

表 7-4 安全系数 K=1，K=4 时边坡的参数

深度（m）	K=1				K=4			
	坡角β（自然休止角）	tanβ	边坡宽度（m）	坡顶后退距离（m）	坡角β（自然休止角）	tanβ	边坡宽度（m）	坡顶后退距离（m）
8	27.9	0.53	15.0	6.5	7.4	0.13	61.5	<53.0
11	29.2	0.56	19.7	8.6	8.0	0.14	78.6	<67.5
14	30.1	0.58	24.2	10.9	8.5	0.15	93.3	<80.0
17	32.6	0.64	26.7	11.8	9.1	0.16	106.3	<91.4

本项目全矿区平均细度模数为 2.6，整体为中砂级别。矿区边界处挖深厚度为：东边平均厚度 11.6m、南边平均厚度 13.4m、西边平均厚度 14.2m、北边平均厚度 12.0m。参照中国科学院南海海洋研究所的前述数值模拟结果，为确保本项目采砂后形成的边坡处于平衡状态（即安全系数 K=1 时）、避免边坡坍塌，采

砂时的自然休止角应控制在 30° 以内，即采砂时的吸砂管应以 60° 以上角度插入矿层，以形成较缓的边坡，降低边坡影响。

7.6 水质环境影响预测与评价

7.6.1 采砂对水质环境影响预测与评价

7.6.1.1 物质输移模型

本工程施工对水质影响主要考虑船舶海砂分选过程中所产生的源强。船舶海砂分选过程中会产生高浓度含泥沙水，通过溢流管海底溢流后会形成高浓度悬沙，其后悬沙随海流输运、扩散和沿程落淤，浓度逐渐减小，范围逐渐增大。洗砂过程中水体中悬浮物浓度自下而上将产生一个梯度，由于该垂向浓度梯度的存在，导致不同水深层的悬浮物浓度场分布有所差异，且随着水深的加大，差异将愈加明显。因此，本报告在前述海域潮流计算模型的基础上，采用 MIKE3 FM 水动力模块耦合物质输运模块，对工程海缆敷设进行三维非恒定流和物质扩散数学模拟，以预测工程施工产生的悬浮物随流扩散对周围海域水质的影响。

（1）基本方程

悬浮物扩散方程：

$$\frac{\partial s}{\partial t}+u\frac{\partial s}{\partial x}+v\frac{\partial s}{\partial y}+w\frac{\partial S}{\partial z}=\frac{\partial}{\partial x}\left(D_x\frac{\partial s}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(D_y\frac{\partial s}{\partial y}\right)+\frac{\partial}{\partial z}\left(D_z\frac{\partial s}{\partial z}\right)-kc+\sigma$$

其中：

s—受纳水体沿水深人为升高物质浓度；

t—时间变量；

x、y、z— 空间水平坐标轴；

u、v、w—x、y、z 轴向流速；

Dx、Dy、Dz—纵向、横向、垂向弥散系数；

σ —污染源强度；

$k=\alpha\ \omega$，α—泥沙沉降机率，ω—为泥沙沉降速度。

（2）网格设置

同水动力三维模型网格设置，垂向分为5层。

（3）浓度场定解条件

① 边界条件

数学模型通常使用开边界（水边）和闭边界（岸边）两种边界条件。对于开边界，流入计算域时：

$$\frac{\partial s}{\partial t}+u\frac{\partial s}{\partial x}+v\frac{\partial s}{\partial y}+w\frac{\partial s}{\partial z}=0$$

② 初始条件

$$S(x,y,z,0)=S_0$$

式中 S_0 为计算初始时刻水域中各点的浓度值，计算中取为零。

（4）计算参数

① 床面摩阻

采用粗糙高度表征底床摩阻，取值根据水动力模型预测中曼宁值，由公式 $ks=(25.4/M)^6$ 计算得到，其中 k_s 为粗糙高度，M 为曼宁系数。

② 模型计算时间步长

与三维水动力模式一致，模型采用的时间步长△t＝60s。

③涡动分散系数

沿水流方向 D_x 和垂直水流方向 D_y 的水流涡动分散系数分别采用以下公式拟定：

$$D_x=5.93\sqrt{g}\mid u\mid h/c$$

$$D_y=5.93\sqrt{g}\mid v\mid h/c$$

④泥沙沉降速度

本工程洗砂过程中排出泥浆中沙为 0.063mm 以下，对于粒径小于 0.03mm 的淤泥质泥沙在海水条件下均以絮凝沉速 0.0004~0.0005m/s 沉降，其当量粒径取 0.03mm，而对于粒径大于 0.03mm 的粉砂质或砂质泥沙，沉速则需用其单颗粒泥沙沉速。因此，ω 计算公式采用下式：

$$w_s = \frac{(\rho_s - \rho)gd^2}{18 \times \rho v}$$

式中：ρ_s为泥沙颗粒密度，取 2650kg/m^3；ρ为海水密度，取 1000kg/m^3；g 为重力加速度，取 9.8m/s^2；d 为泥沙粒径（m），取溢流沙粒径为 0.063mm；v 为海水的运动粘滞系数，取 1×10^{-6}m^2/s。计算得到沉积物沉降速度为 0.003m/s。

⑤泥沙沉降机率

泥沙沉降机率α取值 0.54。

7.6.1.2 悬沙扩散预测源强及工况

1、悬沙扩散预测源强

根据工程分析，采砂作业期间产生的悬浮泥沙主要来自于采砂船舶刚性射流管和吸砂管插入预定砂层产生的悬浮泥沙、高压射流扰动砂层未被吸到船上而随海流扩散的悬浮泥沙、洗砂环节产生的悬浮泥沙溢流及矿体盖层淤泥细砂崩塌产生的悬浮泥沙。

本项目采砂船舶刚性射流管和吸砂管插入预定砂层只是一个很短暂的过程，很快就会稳定形成海砂分选的悬浮泥沙影响状态，且除非预极端天气需进行避台或者船舶定期回港维修，正常采砂期间，无需反复插管，即一次插管后，在船舶无需离开采砂区的情况下，无需再进行插管，因此该影响时间非常短暂，本次不对该短时影响进行悬沙扩散影响预测。此外，KT2 区块内大部分面积砂矿层直接出露，极小区域覆盖淤泥质粉质粘土及粉质粘土层，其影响基本可忽略不计。

综上，本次预测主要考虑自于高压射流扰动砂层未被吸到船上而随海流扩散的悬浮泥沙以及洗砂环节产生的悬浮泥沙溢对周围海洋环境的影响。单艘采砂船射流扰动底质的源强为 8.39kg/s，洗沙环节泥质排放源强为 153.38kg/s。综合考虑每艘采砂船产生的悬浮泥沙源强为 161.77kg/s，根据《辽宁省绥中县六股河口外海域 KT2 区块海砂资源开发利用方案》，开采时拟在溢流口接溢流管，通至距底床 1 米附近处海底排放溢流尾矿，并在管口围挂 1 米高帷幔，防止悬浮物扩散。根据开发利用方案，每个区块共划分 6 块采砂区，每块采砂区 1 艘采砂船作业，6 个区块同时作业，在每个采砂区内设置 1 个点源强模拟悬沙扩散影响。KT2 区块开采施工分区示意图见图 7-59。

2、预测工况

根据葫芦岛市自然资源局拍卖计划及为了减小对周边海域环境的影响，KT1和KT2区块错时开采，KT1完成后再实施KT2。因此，本次预测考虑KT2单独开采时悬浮泥沙的影响预测结果。

为了解本KT2区块海砂开采过程中，可能影响到的最大范围，KT2区块6艘采砂船同时施工位置。每个区块内分别取西北侧、东北侧、东南侧、西南侧4种工况，最大化考虑悬沙可能对周边海域造成的影响，最大浓度增值包络线计算时源强设置溢出时间为15小时，源强取161.77kg/s。KT2区块开采源强位置图见图7-59。

7.6.1.3 悬沙预测结果

由多个源强合并起来扩散结果来看，大潮情况下悬沙自底层溢流排出后在逐渐向外扩散，水平向沿东北-西南走向（主流向）悬沙扩散范围较远，东北向最大扩散距离4.20km，西南向最大扩散距离6.31km，西北、东南向（垂直主流向）悬沙扩散范围相对较近。底层最大悬浮泥沙浓度增量10 -20mg/L的影响范围最大包络面积为13.14km^2，增量20-50 mg/L的影响范围最大包络面积为8.94km^2，增量50-100 mg/L的影响范围最大包络面积为4.73km^2，增量大于100 mg/L的影响范围最大包络面积为6.69km^2；中层最大悬浮泥沙浓度增量10 -20mg/L的影响范围最大包络面积为6.26km^2，增量20-50 mg/L的影响范围最大包络面积为6.52km^2，无增量50mg/L以上的区域；表层最大悬浮泥沙浓度增量均在10mg/L以下；各层位平均最大悬浮泥沙浓度增量10 -20mg/L的影响范围最大包络面积为6.47km^2，增量20-50 mg/L的影响范围最大包络面积为5.15km^2，增量50-100 mg/L的影响范围最大包络面积为1.58km^2，增量大于100 mg/L的影响范围最大包络面积为2.23km^2。KT2开采各工况悬沙扩散范围见**错误!未找到引用源。**。KT2开采悬沙扩散最大包洛线范围见图7-60。

表7-5 KT2区块单独开采悬沙浓度包络线范围

层位	面积（km^2）				扩散距离（km）	
	10-20mg/L	20-50mg/L	50-100mg/L	＞100mg/L	NE向	SW向
表层	0	0	0	0	4.20	6.31
中层	6.26	6.52	0	0		
底层	13.14	8.94	4.73	6.69		

垂线平均	6.47	5.15	1.58	2.23		

7.6.2 施工废水影响分析

根据工程分析，本项目采砂施工除了采砂作业产生的悬浮物影响外，还包括船舶生活污水、船舶含油污水等。

本工程采砂作业期间，船舶生活污水产生量约为8.67t/d，主要污染物为COD、BOD_5、NH_3-N等；船舶含油污水约为22.56t/d，主要污染物为COD和石油类等。上述污废水若随意排放，会对项目海域海水水质环境带来不利影响，进而对海域生态环境也带来一定的不利影响。因此，采砂作业期间的船舶油污水经收集后交由有资质的单位进行统一处理。船舶生活污水经船舶上的生活污水收集设施收集上岸后，由接收单位收运处理。

项目与周边港口、航道等位置关系见图7-61。经调查，项目周边公共港口有绥中港和台里渔港，KT2开采区与其距离分别为33km和23.6km，但台里渔港不具备接收船舶污水处理条件，因此，建议项目作业船舶生活污水可委托绥中港自建的生活污水处理厂进行处理，该污水处理厂设计处理能力162吨/天，目前实际处理约25吨/天，处理后的中水全部用于港区洒水降尘、绿化，无外排，达到零排放。本项目船舶生活污水产生量为8.67t/d（1110t/d），绥中港污水处理厂剩余处理能力足够满足本项目污水处理的需求。

7.7 沉积物环境影响预测与评价

采砂过程中，由于吸砂管从海底淤泥层直插入砂层，因此，采砂前期对表层沉积物影响不大；当采到一定量时，砂层掏空，覆盖上面的淤泥层在重力作用下发生坍塌，则表层沉积物将被掩埋，特征被彻底改变。同时，砂层被抽走后，采砂区的垂直沉积物将出现断砂层，沉积物垂直结构也发生变化。抽砂过程中溢流的泥浆水主要成分为粉砂和粘土，与海域表层沉积物粒度类型接近，并将随水流、波浪向周围海域扩散、沉降。

根据施工方式和数值模拟结果，本项目施工时，采砂引起悬浮泥沙扩散导致的超第一、二类海水水质（＞10mg/L）的底层包络线面积为15.43km^2；超第三类海水水质100mg/L）的平均包络线面积为2.23km^2。可见，采砂过程产生的悬浮

物浓度增量主要集中在采砂区及周围海域，随着扩散距离的增加，沉积粒径越来越细，在几公里外海域相对海水本底浓度值来讲较小，基本不会改变其悬浮物浓度。在陆源污染不变的情况下，吸附到悬浮泥沙上的污染物基本不会改变采砂区以外海底的沉积物特征。采砂作业结束后，采砂区将通过相当长的一段时间重新建立新的相对稳定的沉积物环境。

7.8 生态环境影响预测与评价

7.8.1 对初级生产力、浮游生物的影响

采砂过程中的吸砂及洗砂环节将产生一定量的悬浮泥沙，污染采砂区附近的水质环境。从水生生态角度来看，施工水域内的局部海水悬浮物增加，水体透明度下降，将使溶解氧降低，对水生生物将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。在水生食物链中，除了初级生产者——浮游藻类以外，其它营养级上的生物既是消费者，也是上一营养级生物的饵料。因此，浮游植物生物量的减少，会使以浮游植物为饵料的浮游动物在单位水体中拥有的生物量也相应地减少，那么再以这些浮游生物为食的一些鱼类等由于饵料的贫乏而导致资源量下降。而且，以捕食鱼类为生的一些高级消费者，也会由于低营养级生物数量的减少而难以觅食。可见，水体中悬浮物质含量的增加，对整个水生生态食物链的影响是多环节的。

采砂作业过程引起施工海域的局部水体混浊，造成阳光的透射率下降，从而使得该海域内的游泳动物迁移别处，浮游动物将受到不同程度的影响。此外，据有关资料，水中悬浮物质含量的增加，对浮游桡足类动物的存活和繁殖有明显的抑制作用。过量的悬浮物质会堵塞浮游桡足类动物的食物过滤系统和消化器官，尤其在悬浮物含量达到 300mg/L 以上时，这种危害特别明显。在悬浮物质中，又以粘性淤泥的危害最大，泥土及细砂泥次之。

根据水质预测可知，在海砂开采过程中，悬浮泥沙影响范围主要集中在海砂开采区的附近海域。KT2 采砂区块采砂施工引起悬浮泥沙扩散导致的超第一、二

类海水水质（＞10mg/L）的海域面积为 15.43km^2；超第三类海水水质（＞100mg/L）的海域面积为 2.23km^2，主要集中在采砂区位置。悬浮泥沙增量主要集中于采砂点附近，对葫芦岛市渔业用海区（Y21）采砂区附近海域有一定影响，对其他海洋功能区无影响，也不影响附近的其它环境敏感目标。

7.8.2 对底栖生物的影响

采砂活动淘空底层砂后，覆盖上面的淤泥层受重力作用而塌陷，采砂区范围内的底栖生物种类将被掩埋、覆盖，除少数能够存活外，绝大多数将死亡，导致生物资源损失。大部分底栖生物的生长较缓慢，开采区抽沙作业后沉积物环境受到破坏，其生态环境的恢复需要较长时间，可能在几年内，开采区的底栖生物种类和生物量都偏于贫乏。同时，海砂开采造成局部海域悬浮物增加，降低海水透明度，透明度降低会使底栖生物正常的生理过程受到影响，一些敏感种会受损，甚至消失，但这种对海水水质的影响是短暂的，一旦施工完毕，海水水质将在较短的时间内恢复。

7.8.3 对渔业资源的影响

渔业资源主要包括游泳生物（主要为鱼、虾、蟹）和鱼卵仔鱼。对部分游泳生物来讲，采砂产生的悬浮物影响是比较显著的。悬浮物可以粘附在动物身体表面干扰动物的感觉功能，有些粘附甚至可引起动物表皮组织的溃烂；通过动物呼吸，悬浮物可以阻塞鱼类的鳃组织，造成呼吸困难；某些滤食性动物，只有分辨颗粒大小的能力，只要粒径合适就可吸入体内，如果吸入的是泥沙，那么动物有可能因饥饿而死亡；水体的浑浊还会降低水中溶解氧含量，进而对游泳生物和浮游动物产生不利影响，甚至引起死亡。

根据有关研究资料，水体中 SS 浓度大于 100mg/L 时，水体浑浊度将比较高，透明度明显降低，若高浓度持续时间较长，将影响水生动、植物的生长，尤其对幼鱼苗的生长有明显的阻碍，而且可导致死亡。悬浮物对鱼卵的影响也很大，水体中若含有过量的悬浮固体，细微颗粒会粘附在鱼卵的表面，妨碍鱼卵呼吸，不利于鱼卵的孵化，从而影响鱼类繁殖。据研究，当悬浮固体物质含量达到1000mg/L 以上，鱼类的鱼卵能够存活的时间将很短。为减少海砂开采过程中对周边海洋环境及生物栖息环境的影响，项目在采砂船溢流泄水口设置，海砂清洗后

的细砂及淤泥水通过溢流管进行海底（海床以上 1-2m）排放。根据水质预测结果，KT2 采砂区块采砂施工引起悬浮泥沙扩散导致的超第一、二类海水水质（＞10mg/L）的海域面积为 15.43km^2；超第三类海水水质（＞100mg/L）的海域面积为 2.23km^2，主要集中在采砂区附近。影响范围有限，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，随着采砂作业的结束，悬浮泥沙将慢慢沉降，项目海区的水质会逐渐恢复原有的水平。

建议加强采砂期间的跟踪监测，根据跟踪监测结果及时调整措施，及时对造成的海洋生态损失进行补偿，将采砂过程可能对渔业资源的影响降至最低，不会对其产生长远的不良影响。

同时，项目采砂作业船舶通行时将产生一定的噪声，海域中某些海洋生物对噪声较敏感，如鱼类可能因高强度噪声产生的震动能量而受到较大影响甚至死亡。参照相关研究，海域船舶通行等所造成的水下噪声谱级相比原来的水下背景噪声提高仅约 4dB，噪声经海底沉积物的吸收，将很快衰减，影响范围将仅仅局限在工程附近海域，不会对所在海域的渔业资源产生明显的不良影响。

7.8.4 对附近海域水生生态系统的影响

由上述分析可知，挖砂致使底栖生物大部分丧失，同时挖砂时产生的大量悬浮泥沙和噪音将影响工程附近海域浮游生物、游泳生物和鱼卵仔鱼的生存环境，浮游动、植物的生长受到影响，游泳生物被驱散，产卵海域受损，同时，生物洄游路线也将在施工期间发生改变，将避开采砂区。因此，工程附近海域水生生物多样性、均匀度和生物密度将有所下降。

因此，工程附近海域的水生生态系统将受到一定程度的影响。因此，对于采砂引起的工程附近海域水生生态系统的损耗应在保护区内进行增殖放流。待施工结束，水质恢复、噪声平静后，这些品种的水生生物便会重新进入工程附近海域，使得工程附近海域的生物量恢复至工程前的水平。

7.8.5 对“三场一通”的影响

根据黄渤海区渔业资源调查与区划（农业部渔业局编，海洋出版社，1990），项目周边海域主要有小黄鱼、蓝点马鲛、银鲳等鱼类的产卵场、索饵场和洄游通

道。

本项目采砂产生的悬浮泥沙将引起工程区及周边水域水质混浊，使海水光线透射率下降，溶解氧降低，对鱼类产卵场、索饵场等生存环境将造成一定的影响，从而造成一定的海洋生物量损失。为减少海砂开采过程中对鱼类“三场一通”的影响，项目在采砂船溢流泄水口设置，海砂清洗后的细砂及淤泥水通过溢流管进行海底（海床以上 1-2m）排放。根据预测结果看，悬浮泥沙增量大于 10mg/L 包络线扩散距离为东北-西南向约 13.9km，西北-东南向约 3.2km，悬沙包络线未达到蓝点马鲛、银鲳鱼、小黄鱼等产卵场，详见图 7-62~图 7-64。且本项目对海洋生物的影响主要存在于采砂期，随着采砂期的结束将逐渐消失。建议加强采砂期间的跟踪监测，根据跟踪监测结果及时调整措施，及时对造成的海洋生态损失进行补偿，可将项目采砂过程可能对产卵场、索饵场和洄游通道的影响降至最低，不会对其产生长远的不良影响。

7.8.6 项目造成海洋生物资源损失量的分析

7.8.6.1 对底栖生物的影响

采砂活动淘空底层砂后，覆盖上面的淤泥层受重力作用而塌陷，采砂区的底栖生物种类将被掩埋、覆盖，除少数能够存活外，绝大多数将死亡，导致生物资源损失。参照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）及《辽宁省海洋及海岸工程海洋生物损害评估技术规范》（DB21/T2150-2013），海床底土坍塌覆盖，彻底破坏底栖生物的生境，按下述公式进行计算：

$$Wi = Di \times Si$$

式中：

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

Di—评估区域内第 i 种生物资源密度，单位为尾（个）每平方千米[尾（个）/km^2]、尾（个）每立方千米[尾（个）/km^3]或千克每平方千米（kg/）。在此为底栖生物密度。

Si—第 i 种生物占用的渔业水域面积或体积，单位为平方千米（km^2）或立方

千米（km^3）。在此为海砂开采面积。

根据生态调查，2023 年 4 月春季项目所在海域的底栖生物量平均值为 19.07g/m^2，2022 年 10 月秋季平均生物量为 3.29g/m^2，两季的底栖生物生物量平均值为 11.18g/m^2。

根据《辽宁省海洋及海岸工程海洋生物损害评估技术规范》（DB21/T2150-2013），本项目所在海域为编号 16，葫芦岛望海寺至辽冀海域界线，其平均生物量详见下表。

表 7-6 辽宁省近海海洋生物资源区平均生物量

分区编号	地理范围	游泳生物 kg/km^2	浮游动物 mg/m^3	鱼卵 ind./m^3	仔稚鱼 ind./m^3	底栖生物 g/m^2
H16	葫芦岛望海寺至辽冀海域界线	408.8400	241.4000	0.1370	0.1513	17.8900

本次两季调查的底栖生物量平均值小于《辽宁省海洋及海岸工程海洋生物损害评估技术规范》（DB21/T2150-2013）中 H16 对应的值，取较大值进行计算。

根据《辽宁省绥中县六股河口外海域 KT2 区块海砂资源勘探报告》，采沙区开采面积为 3.2101km^2，同时考虑采砂区周边塌陷区外扩 50m，则对底栖生物的影响面积约为 364 公顷，本次采砂活动引起的底栖生物直接损失量为：

$17.89\times10^{-6}\times364\times10^{4}$=65.12t。

依据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》和《辽宁省海洋及海岸工程海洋生物损害评估技术规范》的规定，占用海洋水域的生物资源损害补偿，占用年限低于 3 年的，按照 3 年补偿；本项目按 3 年进行补偿计算。底栖生物取平均价格 15 元/kg。

经济补偿额：$65.12\times10^{3}\times3\times15\times10^{-4}$=293.04 万元

大部分底栖生物的生长较缓慢，开采区抽沙作业后沉积物环境受到破坏，其生态环境的恢复需要较长时间，可能在几年内，开采区的底栖生物种类和生物量都偏于贫乏。在采砂行为结束后底栖生物才能得到逐渐恢复。

7.8.6.2 悬浮物对海洋生物资源影响的评价方法

（1）计算公式

本项目计划年采砂天数为 128 天，超过 15 天，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）及《辽宁省海洋及海岸工程海洋生物损害评估技术规范》（DB21/T2150-2013），采砂工程在悬浮物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，尾、个或千克（kg）；

W_i为第 i 种生物资源一次性平均损失量，尾、个或千克（kg）；

T 为污染物浓度增量影响的持续周期数（以年实际影响天数除以 15），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，尾/km^2 或个/km^2 或千克（kg）/km^2；

S_i为某一污染物第 j 类浓度增量区面积，km^2；

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。

（2）取值依据

上述公式中，各参数的取值依据如下：

1）污染物浓度增量区面积（Si）和分区总数（n）

根据水环境影响预测与评价结果，结合《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）及《辽宁省海洋及海岸工程海洋生物损害评估技术规范》（DB21/T2150-2013）对污染物超标倍数的分类，下面给出本项目在最不利条件和最大开采强度作业时，15 天内造成的 SS 增量以及最大包络面积，本次计算采用 7.5 节 KT2 开采时悬沙预测最大包络面积结果下表。

表 7-7 本项目不同超标倍数的 SS 增量整体包络线面积汇总

污染物 i 的超标倍数 Bi	对应的 SS 浓度范围（mg/L）	SS 增量各浓度分区平均最大包络面积（km^2）
Bi≤1 倍	10<Bi≤20	6.47
1<Bi≤4 倍	20<Bi≤50	5.15
4<Bi≤9 倍	50<Bi≤100	1.58
Bi>9 倍	Bi>100	2.23

上述影响面积为KT2开采的情况下最不利的潮流、径流条件下的影响面积。采砂引起的悬浮物SS浓度超标倍数Bi≤1倍的平均面积为6.47km^2，1<Bi≤4倍范围内的平均面积为5.15km^2，在4<Bi≤9倍范围内的平均面积为1.58km^2，超过第三类海水水质标准（Bi>9倍）的平均面积为2.23km^2，其余水域SS增量<10mg/L。根据上述SS的影响面积对浮游生物（尤其是鱼卵和仔稚鱼）和游泳生物造成的影响进行分析。

2）生物资源损失率（K_{ij}）

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》，污染物对各类生物损失率根据污染物的超标倍数来确定（见下表）。本次评价主要对浮游生物和游泳生物及鱼卵、仔稚鱼造成的影响进行分析。

表7-8 《规程》中对污染物对各类生物损失率的规定

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

注：
1、本表列出污染物i的超标倍数(Bi)，指超《渔业水质标准》或超II类《海水水质标准》的倍数，对标准中未列的污染物，可参考相关标准或按实际污染物种类的毒性试验数据确定；当多种污染物同时存在，以超标准倍数最大的污染物为评价依据。
2、损失率是指考虑污染物对生物繁殖、生长或造成死亡，以及生物质量下降等影响因素的综合系数。
3、本表列出的对各类生物损失率作为工程对海洋生物损害评估的参考值。工程产生各类污染物对海洋生物的损失率可按实际污染物种类，毒性试验数据作相应调整。

本次评价按《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》中的“污染物对各类生物损失率”范围值的中值确定本工程增量区的各类生物损失率见下表。

表7-9 本工程悬浮物对各类生物资源损失率K_{ij}

污染物i的超标倍数（Bi）	各类生物损失率（%）			
	鱼卵和仔稚鱼	成体	浮游动物	浮游植物
Bi≤1倍	5	0.5	5	5
1<Bi≤4倍	15	5	20	20
4<Bi≤9倍	40	15	40	40
Bi≥9倍	50	20	50	50

3）持续周期数（T）和计算区超标范围的水层平均厚度

根据项目采砂进度计划，本项目每年采砂时间约128天，则每年的污染物浓

度增量影响的持续周期数为9（15天为1个周期），根据工程海域水深测量资料，矿区水深为11.9m~27.7m（1985国家高程基准），平均水深为14.7m。

4）生物资源密度（D_{ij}）

根据海洋生物春季和秋季的调查结果：

①浮游植物和浮游动物的生物资源密度

春秋季：2022年10月和2023年4月调查海域浮游植物的资源密度平均值分别为 27.7×10^4cells/m^3 和 5.88×10^4cells/m^3，两次调查的平均值为 16.79×10^4cells/m^3；浮游动物的资源密度平均值分别为7.05ind/m^{3}和40.5ind./m^3，两次调查的平均值为23.78ind/m^3。

②游泳生物（以鱼类为主）的生物资源密度

春秋季：2023年4月和2022年10月调查海域游泳动物的资源密度平均值分别为79.61kg/km^{2}和925kg/km^2。两次调查的平均值为502.31kg/km^2。

③鱼卵和仔稚鱼的资源密度取值方法

春秋季（鱼卵、仔稚鱼）：2022年10月调查海域鱼卵、仔稚鱼的资源密度平均值0.0018 ind/m^3。2023年4月春季调查未发现鱼卵、仔稚鱼，两次调查的平均值为0.0009 ind/m^3。

表7-10 本次调查结果与《规程》中值对比结果

名称	本次调查结果	《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》中平均值	最终计算取值
游泳生物 kg/km^2	502.31	408.8400	502.31
浮游植物 cells/m^3	167900	未给出	167900
浮游动物 mg/m^3	23.78	241.4000	241.4
鱼卵 ind./m^3	未捕集到	0.1370	0.1370
仔稚鱼 ind./m^3	0.0009	0.1513	0.1513

本次评价取调查结果和《规程》中的较大值进行计算。

7.8.6.3 本项目海洋生物资源损失量计算结果

春秋季浮游生物和游泳生物损失量：

浮游植物损失量=（$6.47\times0.05+5.15\times0.20+1.58\times0.40+2.23\times0.50$）$\times10^6\times14.7\times1.68\times10^5\times9=6.89\times10^{13}$cells

浮游动物损失量=（6.47×0.05+5.15×0.20+1.58×0.40+2.23×0.50）×10^6×14.7×241.4×9=9.90×10^{10}mg

鱼卵仔稚鱼损失量 M=污染物浓度增量区面积 S×生物资源损失率 K×超标范围水层平均厚度 H×生物资源密度 D×影响的持续周期数 T

鱼卵损失量=（6.47×0.05+5.15×0.20+1.58×0.40+2.23×0.50）×10^6×14.7×0.137×9=5.62×10^7ind

仔稚鱼损失量=（6.47×0.05+5.15×0.20+1.58×0.40+2.23×0.50）×10^6×14.7×0.1513×9=6.20×10^7ind

游泳生物损失量 M=污染物浓度增量区面积 S×生物资源损失率 K×生物资源密度 D×影响的持续周期数 T

游泳生物（鱼类）损失=（6.47×0.05+5.15×0.20+1.58×0.40+2.23×0.50）×502.305×9=1.40×10^4kg

通过计算，项目导致浮游植物的损失量为 6.89×10^{13}cells；浮游动物的损失量为 9.90×10^{10}mg；鱼卵 5.62×10^7ind；仔稚鱼 6.20×10^7ind；游泳生物(鱼类)的损失量为 1.40×10^4kg。

7.8.6.4 本项目海洋生物资源直接经济损失

在本项目施工过程造成的各类海洋生物资源损失量中，由于浮游植物和浮游动物的价值量较低，不计算其直接经济损失额。

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）及《辽宁省海洋及海岸工程海洋生物损害评估技术规范》（DB21/T2150-2013）的要求，考虑到海洋生物资源调查的内容，各类生物资源的经济损失额的计算方法如下：

鱼卵和仔稚鱼、游泳生物：

鱼卵和仔稚鱼的经济价值应折算成鱼苗进行计算，计算公式为：

M=W×P×V

式中：M 为鱼卵和仔稚鱼的经济损失金额，元；W 为鱼卵和仔稚鱼损失量，尾或个；

P为鱼卵和仔稚鱼折算为鱼苗的换算比例，鱼卵生长到商品鱼苗按1%成活率计算，仔稚鱼生长到商品鱼苗按5%成活率计算，%；V为鱼苗的商品价格。

参考葫芦岛市2020年主要鱼类苗种价格，鱼卵和仔稚鱼拆算为鱼苗后的价格取1.0元/尾。游泳生物按2020年葫芦岛市市场平均海鱼价格20元/kg计算。

鱼卵直接经济损失 $=5.62\times10^{7}\times0.01\times1.0\times10^{-4}=56.18$ 万元

仔稚鱼直接经济损失 $=6.20\times10^{7}\times0.05\times1.0\times10^{-4}=310.23$ 万元

游泳生物直接经济损失额$=1.40\times10^{4}\times20\times10^{-4}=28.03$ 万元

7.8.6.5 本项目海洋生物资源损害赔偿额

依据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）及《辽宁省海洋及海岸工程海洋生物损害评估技术规范》（DB21/T2150-2013）的规定，占用海洋水域的生物资源损害补偿，占用年限低于3年的，按照3年补偿；本项目按3年进行补偿计算。本项目需作出游泳生物、鱼卵、仔稚鱼的生态补偿总金额如下表。

表7-11 本项目海洋生物资源损失汇总表

生物资源		直接损失量	单价	直接经济损失额（元）	补偿年限	经济补偿额（万元）
悬沙破坏渔业资源	底栖生物	65.12t	15元/kg	97.7	3	293.03
	游泳生物	1.40×10^{4}kg	20元/kg	28.03		84.08
	鱼卵（粒）	5.62×10^{7}ind	1.0元/尾	56.18		168.55
	仔鱼（尾）	6.20×10^{7}ind		310.23		930.69
合计				492.14		1476.35

综上所述，本项目造成的生态资源损失主要包括底栖生物和渔业资源的损失，造成的生态损失总赔偿额约为1476.35万元。

7.9 采砂活动对敏感目标、社会活动关注区和海洋功能区的影响分析

7.9.1 对主要环境敏感区的影响分析

7.9.1.1 对六股河湿地保护区的影响分析

本项目距离六股河入海口滨海湿地自然保护区约6.98km。根据7.5节水环境

影响分析与评价中，悬浮泥沙包络线的分布情况可知，项目开采时，悬沙扩散距离为东北-西南向约 13.9km，西北-东南向约 3.2km，不会扩散至六股河入海口滨海湿地自然保护区，对其基本没有影响，悬沙增量包络线与保护区的位置关系见图 7-65。

7.9.1.2 对辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区的影响分析

本项目距离辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区实验区边界最近距离为 6.97km，区主要保护对象为：（1）小黄鱼、蓝点马鲛、银鲳和三疣梭子蟹及保护区内主要栖息生物；（2）辽东湾特色水产种类海蜇；（3）鱼卵仔稚鱼等。保护区管理要求是主要保护对象的繁殖期、幼体生长期等生长繁育关键阶段设定特别保护期。特别保护期内不得从事捕捞、爆破作业以及其他可能对保护区内生物资源和生态环境造成损害的活动。

本项目为海砂开采项目，海砂开采过程中会产生一定的悬浮泥沙，根据前面第 7.5 节的水质模拟分析结果，项目开采时，从悬沙的扩散趋势来看，悬沙以东北-西南向约 13.9km，西北-东南向约 3.2km，悬沙增量包络线与保护区的叠图见图 7-65，本项目采砂施工时 10mg/L 悬沙增量包络线未到达种质资源保护区实验区。本项目开采年限为 2 年（含 1 个月准备期），且采砂作业结束后，对周围环境的影响短期内可以结束。项目不涉及炸岛及捕捞活动，不在海上建设永久性水工构筑物，综上，项目采砂过程中对辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区的影响较小。

另外，为了减少对小黄鱼、蓝点马鲛、银鲳生境的影响，年采砂作业时间仅 128 天，避开了生态环境敏感期。海砂开发利用方案编制单位采纳了本环评建议，开采天数由原 140 天/年、2340 小时/年降至现开采时间为 128 天/年、1920 小时/年。4-6 月鱼类产卵期由原每月 15~20 天的开采期降至 7~14 天。另外建议开采单位进行合理布局，合理划分开采片区，在 4-6 月份敏感期，尽量在采砂区内离种质资源保护区相对较远的一侧进行开采。建议加强采砂期间的跟踪监测，根据跟踪监测结果及时调整措施，密切注意采砂区及其周边海域的水质变化。如发现因抽砂施工引起水质变化而对保护区产生不良影响，则应立即采取措施，必要时可短暂停工。

本项目应采取控制采砂范围，严禁超总量开采，控制采砂强度，尽量避开鱼

类产卵盛期，同时严格按照环评报告及相关行业要求中提出的环保措施，确保工程施工对海洋环境的影响程度降到最低。

7.9.1.3 对海洋生态红线的影响分析

根据资料收集，采砂项目附近的海洋生态红线主要有六股河口海洋保护区、绥中天龙寺滨海旅游区、绥中天龙寺砂质岸线及邻近海域、六股河口生态系统。拟出让采砂区悬沙增量大于10mg/L包络线与生态红线叠图见图7-65。

从上图叠图可看出，项目与各红线区距离较远，项目采砂过程产生的悬浮泥沙不会扩散至生态红线区范围内，对各红线区基本没有影响。

7.9.1.4 对人工鱼礁用海的影响分析

本项目评价范围内涉及2宗人工鱼礁用海项目，项目名称为兴城市金海岸水产养殖有限公司人工鱼礁海洋牧场用海，用海方式为开放式养殖和透水构筑物。距离本项目最近点距离分别约为10km。因距离本项目较远，采砂期间悬浮泥沙扩散对其海水水质无影响。

综上，本项目对人工鱼礁用海项目无影响。

7.9.2 对社会活动关注区的影响分析

7.9.2.1 对海底电缆管道的影响分析

本项目附近有绥中一锦州油田群岸电应用工程（东侧约2.85km）、锦州25—1南油田开发工程项目（南侧约12.5km）等2个海底电缆管道项目，根据《海底电缆管道保护规定》：“禁止在海底电缆管道两侧各500米的海底电缆管道保护区内从事挖沙、钻探、打桩、抛锚、底拖捕捞、张网、养殖或者其他可能破坏海底电缆管道安全的海上作业”。本项目不在该2个海底电缆管道项目的保护区范围内。

根据《绥中36-1/旅大5-2油田二次调整及岸电应用工程环境影响报告书》（中海石油（中国）有限公司天津分公司），海底电缆管线采取掩埋加抛石保护的形式布设，在电缆上层有宽2米的碎石层和毛石层保护，管线上方不易产生冲刷，因此区域最大2cm的年冲刷增量不会对海底管线造成影响。冲淤对海底电缆路由的影响见图7-67。

中海石油（中国）有限公司的渤海油田岸电绥中220KV输变电项目的登陆缆海上铺设时间为2023年7月至12月，在此期间海缆沿线有施工船舶进行敷缆作业。建议施工单位采砂前应向相关部门报备并采取相应措施保证采砂活动范围不超限。同时施工船舶应设置警示标志，避免发生碰撞。

7.9.2.2 对航道、航路等通航环境的影响分析

根据《葫芦岛港总体规划（修订）》，本项目不在葫芦岛港规划范围内，本项目评价范围内无航道，对葫芦岛港及其航道基本无影响。

7.9.2.3 对锚地的影响分析

经调查，项目评价范围内无锚地，本项目的建设基本不会对葫芦岛市海域锚地产生影响。

本项目评价范围内绥中县辖区内有一处渔港，名称为富兴渔港。距离本项目最近点约为7.0km。习惯航道来往通行船只以渔船为主，每年10月至次年4月均有渔民出海捕捞作业。由于采砂区南侧区域紧邻开放式养殖用海项目，建议施工单位在施工船舶作业区边缘设置明显的海上警示标志物，提醒周边渔船绕行采砂船舶作业区，避免渔船误入作业区而影响正常采砂，同时也能避免渔船与采砂船舶碰撞事故的发生。采砂前应尽快编制施工安全保证方案，采砂施工时应采取严格控制采砂范围，安排警戒船舶、设置施工期航标等措施，将项目施工期可能产生的通航环境影响降至最低。

7.9.2.4 对国控水质监测点的影响分析

本项目西南侧约4.49km~17.5km处有LNB16006、LNB16007、LNB16009、LNB16018等4个国控水质监测点，由数值模拟结果可知，项目采砂过程中产生增量超过10mg/L的悬浮泥沙最大包络线均不会扩散至监测点位区域，详见图7-68，因此，项目采砂过程不会对国控监测点的水质产生影响。

7.9.2.5 对周边养殖区的影响分析

1、对现有养殖区的影响

由图7-69看出，本工程采砂期间引起的悬浮泥沙会对西侧养殖区一定范围内的水质和海洋生态环境造成一定的影响，造成一定的生物量损失。从悬沙的扩散趋势来看，悬浮泥沙以东北-西南向约13.9km、西北-东南向约3.2km内涉及3宗

渔业用海项目主要，包括使用权人为王晓月、陈晓娟、丛立辉的开放式养殖用海项目，对其影响面积分别约为 279.8 公顷、7.81 公顷、155.14 顷。施工单位应按照葫芦岛市相关赔偿标准对其使用权人进行经济赔偿，签订切实有效的补偿协议。绥中县人民政府对此进行了承诺，详见附件。

2、对规划养殖区的影响

根据葫芦岛市农业农村局对《关于征求辽宁省绥中县六股河口外海域海砂矿产采矿权出让意见函》的回复（详见附件），本项目采砂区域位于《葫芦岛市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）修订》规划的限制养殖区内，距离规划的养殖区最近距离 520m 左右。经与葫芦岛市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）修订中养殖功能分区图叠图分析，见图 7-71，10mg/L 悬沙增量包络线基本集中在采砂区周边限制养殖区域范围内，对规划的养殖功能区影响不大。

且本项目采砂产生的悬浮泥沙对周围海域的影响是暂时性的，在项目采取严格控制施工范围、合理控制采砂强度，原砂经分选得到海砂产品后，剩余含细砂（小于 0.063mm 粒级砂）及淤泥的海水，经溢流管进行海底（海床以上 1m）排放，并在管口围挂 1 米高帷幔，防止悬浮物扩散。建议加强采砂期间的跟踪监测，根据跟踪监测结果及时调整措施。施工船舶含油污水和生活污水均收集后上岸处理，同时对造成的海洋生态损失进行补偿等措施后，可将本项目对所在海洋功能区的影响降至最低，不会对其产生长远的不良影响。

7.10 大气环境影响分析

本项目施工过程中，产生的大气污染物主要来源于施工船舶产生的废气。本工程水上作业船舶主要为采砂船和过驳船等。这些船舶一般需配备柴油发电机等设施，柴油发电机运行过程中会产生废气等污染。但本项目施工船舶较少，拟申请采砂区处于相对开阔的海域，距离岸线较远，有利于污染物的扩散，且评价范围内没有敏感点，因此，施工期船舶废气对周边环境影响有限。

本项目大气环境影响评价自查表详见下表。

表 7-12 建设项目大气环境影响评价自查表

工作内容	自查项目

评价等级与范围	评价等级	一级□	二级□			三级☑
	评价范围	边长=50km□	边长5～50km□			边长=5km□
评价因子	SO_2 +NO_x排放量	≥2000t/a□	500～2000t/a□			＜500 t/a☑
	评价因子	基本污染物：(CO、O_3、SO_2，NOx，PM_{10}，$PM_{2.5}$) 其他污染物：(/)				包括二次$PM_{2.5}$□ 不包括二次$PM_{2.5}$☑
评价标准	评价标准	国家标准☑	地方标准□	附录D□		其他标准□
现状评价	环境功能区	一类区□	一类区☑			一类区和二类区□
	评价基准年	（2022）年				
	环境空气质量现状调查数据来源	长期例行监测数据□	主管部门发布的数据☑			现状补充监测□
	现状评价	达标区☑	不达标区□			
污染源调查	调查内容	本项目正常排放源□ 本项目非正常排放源□ 现有污染源□	拟替代的污染源□		其他在建、拟建项目污染源□	区域污染源□
大气环境影响预测与评价	预测模型	AERMOD□	ADMS□	AUSTAL2000□	EDMS/AEDT□	CALPUFF□	网格模型□	其他□
	预测范围	边长≥ 50km□	边长5～50km □		边长=5km □	
	预测因子	预测因子(/)			包括二次$PM_{2.5}$ □ 不包括二次$PM_{2.5}$□	
	正常排放短期浓度贡献值	本项目最大占标率≤100%□			本项目最大占标率＞100% □	
	正常排放年均浓度贡献值	一类区	本项目最大占标率≤10%□		本项目最大标率＞10% □	
		二类区	本项目最大占标率≤30%□		项目最大占标率＞30%□	
	非正常排放1h浓度贡献值	非正常持续时长（/）h	非正常占标率≤100% □		非正常占标率＞100%□	
	保证率日平均浓度和年平均浓度叠加值	叠加达标□		叠加不达标 □		
	区域环境质量的整体变化情况	k≤-20% □		k ＞-20% □		
环境监测计划	污染源监测			有组织废气监测□ 无组织废气监测□		无监测☑
	环境质量监测	监测因子：（）		监测点位数（/）		无监测☑
评价结论	环境影响	可以接受☑		不可以接受□		
	大气环境防护距离	距（/）厂界最远（/）m				
	污染源年排放量	SO_2:（/）t/a	NOx:（/）t/a	颗粒物:（/）t/a	VOCs:（/）t/a	

注：“□”为勾选项，填“√”；“（）”为内容填写项

7.11 固体废弃物环境影响分析

本项目产生的固体废物主要包括船舶生活垃圾和碎石杂物。由工程分析结果可知，本项目生活垃圾产生量约为 153kg/d，生活垃圾主要为有机物，包括剩饭、剩菜，如不对其采取有效的处理措施，将对工程海域海水水质、生态环境等造成影响，因此船舶人员船舶生活垃圾拟经分类收集上岸后，由环卫部门清运处理，不得排放入海。此外，本项目采砂过程也会产生一定量碎石杂物，碎石杂物产生量约 38.4×10^4 m^3/a、$50.69\times10^4t/a$。项目海砂分选产生的碎石回填采砂坑，起到修复采砂坑的作用。

7.12 第七章附图

序号	图名	所在章节
1.	图 7-1 计算域网格设置	7.1.2
2.	图 7-2 现状水深地形（CGCS2000-120°中央经线，1985 高程基准）	
3.	图 7-3 KT2 区块水深地形（CGCS2000-120°中央经线，1985 高程基准）	
4.	图 7-4 验证站位位置	7.1.3
5.	图 7-5 H1 站潮位验证	
6.	图 7-6 V1-V9 站海流验证（垂向平均）	
7.	图 7-7 现状潮流矢量图（涨急时刻，大潮期）	7.1.4
8.	图 7-8 现状潮流矢量图（落急时刻，大潮期）	
9.	图 7-9 KT2 区块潮流矢量图（涨急时刻，大潮期）	
10.	图 7-10 KT2 区块潮流矢量图（落急时刻，大潮期）	
11.	图 7-11 实施后潮流场变化分布（涨急时刻，大潮期）	
12.	图 7-12 KT2 实施后潮流场变化分布（落急时刻，大潮期）	
13.	图 7-13 KT2 实施后潮流场变化	7.1.5
14.	图 7-14 有效波高验证	7.22
15.	图 7-15 波向验证	
16.	图 7-16 工程前 50 年一遇 E 向波浪场分布	7.2.3
17.	图 7-17 工程前 50 年一遇 S 向波浪场分布	
18.	图 7-18 工程前 50 年一遇 SE 向波浪场分布	
19.	图 7-19 工程前 100 年一遇 E 向波浪场分布	
20.	图 7-20 工程前 100 年一遇 S 向波浪场分布	
21.	图 7-21 工程前 100 年一遇 SE 向波浪场分布	
22.	图 7-22 历史台风（7303 号）影响下工程前波浪场分布	
23.	图 7-23 KT2 区块采砂后 50 年一遇 E 向波浪场分布	7.2.4
24.	图 7-24 KT2 区块采砂后 50 年一遇 S 向波浪场分布	
25.	图 7-25 KT2 区块采砂后 50 年一遇 SE 向波浪场分布	
26.	图 7-26 KT2 区块采砂后 50 年一遇 E 向波浪浪向变化分布	
27.	图 7-27 KT2 区块采砂后 50 年一遇 S 向波浪浪向变化分布	
28.	图 7-28 KT2 区块采砂后 50 年一遇 SE 向波浪浪向变化分布	
29.	图 7-29 KT2 区块采砂后 50 年一遇 E 向波浪有效波高变化分布	

30.	图 7-30 KT2 区块采砂后 50 年一遇 S 向波浪有效波高变化分布	
31.	图 7-31 KT2 区块采砂后 50 年一遇 SE 向波浪有效波高变化分布	
32.	图 7-32 KT2 区块采砂后 100 年一遇 E 向波浪场分布	
33.	图 7-33 KT2 区块采砂后 100 年一遇 S 向波浪场分布	
34.	图 7-34 KT2 区块采砂后 100 年一遇 SE 向波浪场分布	
35.	图 7-35 KT2 区块采砂后 100 年一遇 E 向波浪浪向变化分布	
36.	图 7-36 KT2 区块采砂后 100 年一遇 S 向波浪浪向变化分布	
37.	图 7-37 KT2 区块采砂后 100 年一遇 SE 向波浪浪向变化分布	
38.	图 7-38 KT2 区块采砂后 100 年一遇 E 向波浪有效波高变化分布	
39.	图 7-39 KT2 区块采砂后 100 年一遇 S 向波浪有效波高变化分布	
40.	图 7-40 KT2 区块采砂后 100 年一遇 SE 向波浪有效波高变化分布	
41.	图 7-41 历史台风（7303 号）影响下 KT2 区块采砂后波浪场分布	
42.	图 7-42 历史台风（7303 号）影响下 KT2 区块采砂后波浪场变化分布	
43.	图 7-43 采用的数值模式浪流泥沙三项耦合结构	7.3.2
44.	图 7-44 V1-V9 站悬沙验证（垂向平均）	7.3.5
45.	图 7-45 模拟冲淤分布	
46.	图 7-46 基于 2008-2023 年测深的冲淤深度分布	
47.	图 7-47 现状环境下年冲淤预测结果	7.3.6
48.	图 7-48 KT2 区块实施一年后冲淤变化	
49.	图 7-49 现状环境台风过程冲淤变化分布	7.3.7
50.	图 7-50 采砂实施导致较工程前冲淤趋势变化分布	
51.	图 7-51 KT2 区块实施后台风过程冲淤变化分布	
52.	图 7-52 采砂深度分析实验模型设置	7.5
53.	图 7-53 采砂深度 8cm 实验照片	
54.	图 7-54 采砂深度 11cm 实验照片	
55.	图 7-55 采砂深度 14cm 实验照片	
56.	图 7-56 采砂深度 17cm 实验照片	
57.	图 7-57 采砂深度分析实验数据示意图	
58.	图 7-58 KT2 区块开采施工位置图（源强点）	7.6.1
59.	图 7-59 KT2 区块开采源强位置图（左上：工况一，右上：工况二，左下：工况三，右下：工况四）	
60.	图 7-60 KT2 开采悬沙扩散最大包洛线范围（分别为中层、底层）	
61.	图 7-61 项目与周边港口、航道等位置关系图	7.6.2
62.	图 7-62 悬沙扩散最大包络线范围与蓝点马鲛洄游位置关系图	7.8.5
63.	图 7-63 悬沙扩散最大包络线范围与小黄鱼洄游位置关系图	
64.	图 7-64 悬沙扩散最大包络线范围与银鲳洄游位置关系图	
65.	图 7-65 悬沙扩散最大包络线范围与保护区范围关系图	7.9.1
66.	图 7-66 采砂区悬沙增量大于 10mg/L 包络线与生态红线叠图	
67.	图 7-67 冲淤对海底电缆路由的影响	
68.	图 7-68 采砂区悬沙增量大于 10mg/L 包络线与项目周边社会活动关注区叠图	7.9.2
69.	图 7-69 采砂区悬沙增量大于 10mg/L 包络线与养殖用海叠加示意图	
70.	图 7-70 采砂区悬沙增量大于 10mg/L 包络线与辽宁省海洋功能区划图叠图	
71.	图 7-71 采砂区悬沙增量大于 10mg/L 包络线与葫芦岛市养殖水域滩涂规划养殖功能分区图叠图	

8 环境风险分析与评价

8.1 环境风险评价等级

（1）风险调查

本项目为采砂工程，根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录中附录B及《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018），本项目不属于高风险行业，不涉及高风险工艺。

（2）风险潜势判断及等级判断

根据2.5节的环境风险评价等级判断结果，本项目环境风险潜势为III。因此，确定本项目的环境风险评价工作等级为二级。

8.2 环境敏感目标

本项目环境敏感目标主要有生态红线、六股河入海口滨海湿地自然保护区、辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区等，见表2-21。

8.3 环境风险识别

本工程所在海域通航船舶相对较少，主要由渔船自近岸渔港往返，从而带来一定的施工船舶与渔船碰撞的风险，另外，由于采砂区同时作业船只较多，存在运砂船与采砂船、运砂船之间的碰撞，一旦发生船舶碰撞事故，可能造成船舶燃料油及油船煤油泄露的可能。

船舶燃料油是由各种烷烃、环烷烃和芳香烃组成的混合物，大部分为液态烃，伴有气态烃和固态烃，所含基本元素是碳和氢，两种元素的总含量平均为97～98%，同时含有少量的硫、氧、氮等，其化学组分因产地不同而有所差异。燃料油的理化性质见下表。

表8-1 燃料油的理化性质

项目	特性	项目	特性

外观及气味	黑色粘稠有气味的液体	凝固点（℃）	<26
液体相对密度	0.92～1.07	粘度（pas）	<180
沸点（℃）	>398.9	水溶性	微溶
20℃时蒸汽压（kpa）	很低	自燃温度（℃）	407.2
雷德蒸汽压（kpa）	0.3（50℃时）	挥发性	挥发
闪点（℃）	65.6～221.1	灭火方法	二氧化碳、干粉、泡沫
易燃性	不易燃	危险性	必须加热才能持续燃烧
爆炸极限	1%～5%	主要用途	船用燃料

基于GESAMP（海洋污染专家组）的研究报告，燃料油的污染特性分类为石油类，执行MARPOL73/78公约附则I。燃料油一旦溢漏入海，海域水环境、生态环境等将受到严重影响和破坏。燃料油为微溶性物质，发生事故性泄漏后，主要漂浮于海面，短期内进入水体的量一般较少。其环境影响主要是隔绝了水体和空气之间的正常水气交换，限制了日光向水体的透入，使水质和水体自净化功能变差，破坏了水生生态系统的光合作用及其物质和能量流，对于海洋哺乳类动物、海鸟等动物的生理功能均有很大的伤害；随着溢出物在海面的漂移扩散，溶解或分散于水体中的溢出物量会逐渐增多，其环境影响主要体现在污染水质并毒害水生生物；当溢出物上岸，可造成对岸线及其环境资源的严重污染损害。

此外，也存在由热带气旋及其引发的巨浪、风暴潮等自然灾害对工程自身的潜在风险。

8.4 风险事故影响分析

8.4.1 自然灾害风险分析

在热带气旋活动过程中往往伴随着狂风、暴雨、巨浪和暴潮，会对工程直接造成不利影响。在采砂期的风险主要为遭遇热带气旋等极端天气时，导致船舶来不及归船而发生翻船、碰撞事故，导致溢油事故发生。但总体来说，由于项目在热带气旋等灾害性天气将停止采砂，由台风等极端天气造成的环境风险事故概率较低。

8.4.2 通航事故风险

由于本工程不涉及港口航运等功能，因此本工程建设涉及的通航环境风险主要集中在海上采砂作业期间。工程海上施工需动用采砂船、运输船、指挥艇等各

类施工船舶，采砂期间各类船舶往返，从而存在发生船舶碰撞等事故的可能。此外工程采砂作业若碰到海况条件较恶劣时，可能对施工船舶自身航行安全带来危险。

8.4.3 对海底电缆管道的破坏风险分析

与本项目最近的海底电缆管道为绥中一锦州油田群岸电应用工程（东侧约2.85km），若本项目采砂单位超范围采砂或不规范采砂，则采砂形成的采砂坑可能超出本项目采砂区范围，使得采砂坑距离绥中一锦州油田群岸电应用工程较近，从而对其所在海域的地形地貌和冲淤环境等产生影响，从而可能对海缆的基础稳定性等产生一定的影响，可能对其造成一定破坏，因此，本项目采砂单位应严格控制采砂强度和采砂范围，不得超强度和超范围采砂，采取本报告书所提的各项措施，确保形成的采砂坑等影响均集中在项目区内，不会对附近的海底电缆管道产生影响。

8.4.4 船舶溢油事故风险

8.4.4.1 船舶溢油事故统计

（1）国际船舶溢油事故统计

国际油轮船东防污染委员会按不同溢油等级和事故原因统计了 1974～2005 年间 9309 起油轮、大型油轮和驳船溢油事故资料，见下表。

表 8-2 国际 1974-2005 船舶溢油事故统计分析

事故类型	小于 7t	7~700t	大于 700t	总数	大于 700t 事故比率（%）
装卸	2820	328	30	3178	8.7
加装燃油	548	26	0	574	0.0
其他操作	1178	56	1	1235	0.3
碰撞	171	294	97	562	28.3
搁浅	233	219	118	570	34.4
船体破损	576	89	43	708	12.5
火灾和爆炸	88	14	30	132	8.7
其他原因	2180	146	24	2350	7.0
总计	7794	1172	343	9309	100

从上表统计结果可以看出，装卸、加装燃油等操作性溢油事故中，91%的溢油量小于 7 吨，而相比对于溢油量大于 700 吨的溢油事故，碰撞、搁浅等导致的溢油事故占到事故总数的 84%。从表最后一栏可以看出：单次溢油量超过 700 吨

的污染事故中，由于搁浅造成的占 34.4%，碰撞造成的占 28.3%，船壳损伤占 12.5%，火灾和爆炸造成的占 8.7%，因此得出结论碰撞、搁浅等海损事故是船舶溢油事故的主要危险源。

（2）国内船舶溢油事故统计

根据交通部海事部门有关统计资料，我国 1990 年~2010 年各类等级的溢油事故分档统计见下表。由于船舶溢油事故 50t 以下的数据不够完整，该表对一般船舶污染事故不做统计。

表 8-3 我国 1990-2010 年船舶溢油事故统计分析

	较大船舶污染事故		重大船舶污染事故		特别重大船舶污染事故	
	事故次数	溢油总量/t	事故次数	溢油总量/t	事故次数	溢油总量/t
1990	1	100	0	0	0	0
1991	0	0	0	0	0	0
1992	2	430	0	0	0	0
1993	0	0	0	0	0	0
1994	3	300	0	0	0	0
1995	5	1367	1	700	0	0
1996	3	785	2	1532	0	0
1997	3	490	0	0	1	1000
1998	2	392	0	0	0	0
1999	0	0	2	1089	0	0
2000	1	230	0	0	0	0
2001	1	200	0	0	1	2000
2002	4	825	1	900	0	0
2003	2	650	1	670	0	0
2004	1	100	0	0	2	3268
2005	2	571	1	950	0	0
2006	2	664	0	0	0	0
2007	2	350	0	0	0	0
2008	0	0	0	0	0	0
2009	2	532	1	500	0	0
2010	0	0	0	0	0	0
总计	36	7986	9	6341	4	6268

（3）溢油事故概率分析

1990～2010 年期间，共发生船舶溢油事故(溢油量≥50t)，71 起，其中我国海域发生较大船舶溢油污染事故 36 起，发生频率为 1.71 次/a，所占比例 50.7%；发生重大船舶溢油事故 9 起，发生频率为 0.43 次/a，所占比例为 12.7%；发生特别重大船舶溢油污染事故 4 起，发生频率为 0.19 次/a，所占比例为 5.6%。根据分析结果可知，发生较大船舶溢油污染事故的频率较高，应引起重视。船舶溢油事故按事故原因可分为操作性事故和海损性事故。操作性事故一般指在装/卸货油、加

燃油、其他作业期间发生的事故，包括违章故意排放。海损性事故一般指由于碰撞、触礁/搁浅、沉没、火灾爆炸、操作性事故、船体破损、倾覆等7个原因引起的船舶事故。根据《我国沿海港口船舶溢油事故分析及对策研究》，对于溢油量在1t以下的船舶溢油事故，其原因主要是操作性事故。对于溢油量在7t以上的船舶溢油事故，原因则主要是海损性事故。7种事故原因所引起的船舶溢油事故次数和溢油总量的变化规律基本一致。即碰撞是船舶溢油事故的最主要原因，共发生溢油事件42起，其发生次数占总溢油次数的59.15%，其导致的溢油总量也最高，占所有溢油事故溢油总量的44.35%；其次是触礁/搁浅而引起的船舶溢油事故，共发生溢油事件14起，占总船舶溢油事件次数的19.72%，其溢油总量为6564t，占所有溢油事故溢油总量的29.79%。由操作性原因和船体倾覆所导致的船舶事故次数最低，都为2起，占总船舶溢油事故的2.82%。因此，碰撞、触礁/搁浅是我国溢油量在50t以上船舶溢油事故发生的主要原因。

8.4.4.2 本工程溢油事故概率

（1）本工程溢油事故发生概率

根据南开大学熊善高《海域船舶溢油风险评估及应急管理体系的研究》，船舶发生碰撞事故时，其溢油的频率为2.0×10^{-4}次/船·年，散货船碰撞事故下溢油频率为3.7×10^{-4}次/船·年，杂货船碰撞事故下溢油频率为4.8×10^{-4}次/船·年，其他类型船舶碰撞事故下溢油频率为1.2×10^{-4}次/船·年。本项目涉及船舶包括海砂开采船、运输船、补给船，以最不利分析，本项目碰撞事故溢油频率为4.8×10^{-4}次/船·年。根据AIS船舶航行轨迹及流量分析系统统计，本项目水域日均交通流量56航次，本项目施工船舶平均按20艘计，则本工程发生船舶碰撞溢油事故的概率为2.98×10^{-2}次/年。

（2）最大可信事故预测

最大可信事故指在所有预测的概率不为0的事故中，对环境（或健康）危害最严重的重大事故。本工程最主要的环境风险类型主要包括：海砂运输船舶与施工船舶或者其他航行船舶碰撞引起的燃料油或货油泄露。

采砂施工拟采用6艘2000m^3/h的采砂船（单艘船舶总吨10000吨级）和12艘4000m^{3}的过驳船（最大单艘总吨2000吨级）和2艘补给船（单艘船舶总吨约

200 吨级），最大施工船舶吨位约为 10000t。

根据《海砂开采环境影响评价技术规范》（国家海洋局，2014 年 4 月），采砂船舶运输事故泄漏量宜按照单个最大储舱的载油量确定。根据《船舶污染海洋环境风险评价技术规范（试行）》附录 4.1 中的规定，非油轮船舶燃油最大携带量也可用船舶总吨推算，根据船型不同，一般取船舶总吨的 8%~12%。本项目采砂船总吨位约为 10000t，非油轮船舶一般设有 10 个左右油舱，燃油量最大携带量取船舶总吨的 10%。考虑燃油泄露量取一个油舱的油量，则溢油量约为 100t。施工船只发生事故为单油舱泄露，溢油点位于采砂区。

8.5 风险事故影响分析

8.5.1 溢油事故模型建立

海上溢油的扩散行为受气象条件和潮流特征等环节条件以及溢油本身化学性质的影响，会经历拓展、漂移及风化等复杂过程。溢油刚发生时，油膜主要在海中进行扩展过程，持续时间较短，随后在海中进行漂移和风化过程，持续时间较长。目前对溢油数值模拟研究的方法基本有两种，一种是基于对流扩散方程，将油膜视作一般污染物；另一种是“油粒子”模型，采用拉格朗日随机走动发和粒子云团来描述溢油过程。“油粒子”模型将油膜分散成大量油粒子，油膜视为这些“油粒子”组成的粒子云团，该方法可以较好地反应海上溢油在各种环境因素影响下的行为情况，目前在溢油研究中被广泛使用。

本次计算采用丹麦水利研究所 DHI 开发的 MIKE21/3 OS 模块进行溢油的数值模拟，其基本原理是基于拉格朗日体系，模拟溢油在海水中的扩展、漂移、风化等过程，并且能全面反应油膜的漂移轨迹、扫海面积以及溢油物理化学属性的改变情况，是国际上应用较广的溢油预测模型模拟系统之一。

在模型中油被分为两部分：轻质挥发部分(分子量小于 160g/mol，沸点小于 300° C)和重质部分(分子量大于 160g/mol，沸点 300° C 以上)，石蜡和沥青作为油中的特殊成分，不参与降解、蒸发和溶解过程。模型中油被离散为大量的油粒子，每个油粒子代表一定的油量，每个粒子都在模型被单独计算。溢油发生后，油残留物的化学组分变化是物理和生物过程的结果、这通常称为油的风化过程，

在模型中油的风化过程主要包括蒸发、扩散、乳化、溶解、沉降、感光氧化和生物降解等。

8.5.2 溢油源强及位置

由于溢油时间、地点、数量等众多不确定的随机因素，因此计算不可能将所有情况一一描述清楚。考虑到工程期间采砂区内多艘采砂船同时作业，故发生船舶碰撞事故的概率较大溢油地点选在采砂区，溢油源强根据最大可信事故分析结果取为100t。

8.5.3 溢油计算工况

溢油形式主要分为瞬时和连续溢油，一般而言，溢油量的 10%为瞬时溢油，90%为连续溢油。结合本工程实际情况，预测以燃料油作为油品的主要代表，考虑连续 1h 溢油的情况，以大潮作为主要的潮流形式。

葫芦岛市地处东亚季风区，偏北和偏南风为主导风向，也是风能集中的风向。根据导则要求，溢油风险考虑主导风平均风速和不利风向不利风速等工况，据葫芦岛海洋站站 2011~2021 年共 11 年逐时平均风速统计资料，葫芦岛海洋站盛行风向为 NNE 向和 SW 向，其中 NNE 向平均风速为 5.1m/s，SW 向平均风速为 5.3m/s，本工程施工停工标准为 6 级以上大风，故最大风速按 6 级风的上限值 13.8m/s 设定。同时结合工程所在位置及敏感保护目标分布情况，选取最不利风向，并考虑大潮涨潮和落潮情况，预测时间为 72 小时。

表 8-4 溢油计算条件组合

工况	风速 m/s	风向	溢油时刻	备注
工况 1	5.1	NNE	涨憩	冬季盛行风向
工况 2			落憩	
工况 3	5.3	SW	涨憩	夏季盛行风向
工况 4			落憩	
工况 5	13.8	SW	涨憩	夏季盛行风向（不利风速）
工况 6			落憩	
工况 7		NNE	涨憩	夏季盛行风向（不利风速） 不利风向（辽宁觉华岛国家海洋公园等）
工况 8			落憩	
工况 9		ENE	落憩	不利风向（辽宁碣石国家海洋公园）
工况 10		E	涨憩	不利风向(葫芦岛市生态保护区（B8、B7）、葫芦岛市渔业用海区（Y21）等)
工况 11		SE	涨憩	不利风向（葫芦岛市生态保护区（B2）、止锚湾海洋站观测用海等）

工况12	静风	-	涨憩	-

8.5.4 溢油预测结果

根据各种工况计算的结果，表 8-5 给出了各种工况下溢油发生后各时刻油膜面积及 72h 油膜总扫海面积，表 8-6 给出了各种工况下油膜最大漂移距离，图 8-1~图 8-6 给出了各工况下典型时刻油膜扫海范围，图 8-7~图 8-18 给出了各工况下油膜 72h 的运动轨迹图。

（1）溢油计算结果影响分析

从各工况油膜运动轨迹图可以看出，不同风向对油膜运动轨迹和扩散面积影响十分明显。

常规工况条件下，风速相对较小。溢油发生后，在冬季盛行风 NNE 风（工况 1、2）作用下，油膜在潮流作用下呈现东北-西南向运动，同时受风的影响，油膜向西南方向漂移，其中工况 1 在落潮流条件下，向西南方向漂移相对较远。在夏季盛行风 SW 风（工况 3、4）作用下，油膜在潮流作用下呈现东北-西南向运动，同时受风的影响，油膜向东北方向漂移，其中工况 4 在涨潮流条件下，向东北方向漂移相对较远。不利风速条件下，风速较大，达到 13.8m/s；其中在夏季盛行风 SW 向风 13.8m/s（工况 5、6）的作用下，油膜后受风和潮流作用向西南方向快速漂移，油膜依次穿越葫芦岛市工矿用海区、渔业用海区（Y21）后继续向西南方向外海漂移。在 NNE 风 13.8m/s（工况 7、8）的作用下，油膜快速向东北方向漂移，油膜依次穿越葫芦岛市渔业用海区（Y21）、觉华岛国家海洋公园、觉华岛休憩用海区、觉华岛沿岸附近海域后，继续向东北方向移动，72h 内可到达葫芦岛市海洋生态保护区（B1）和葫芦岛市交通用海区（J5）。在 ENE 向风 13.8m/s（工况 9）的作用下，溢油发生后，油膜快速向西南方向漂移，到达辽宁碣石国家海洋公园后被岸滩吸附。在 E 向风 13.8m/s（工况 10）的作用下，油膜迅速向西方向运动，到达葫芦岛市海洋生态保护区（B8）、葫芦岛市生态控制区（K14）后漂移至沿岸的富兴渔港、大南铺渔港、南江渔港、天龙寺渔港、尚家渔港后被岸滩吸附。在 SE 向风 13.8m/s（工况 11）作用下，油膜迅速向西北运动，先后到达葫芦岛市海洋生态保护区（B2、B7、B8）、辽宁六股河入海口滨海省级湿地公园、绥中县二河口新村渔港，后被岸滩吸附。

（2）溢油对各敏感区影响分析

本工程海域周边的敏感目标有海洋生态保护区、海洋生态保留区、休憩用海区、渔业用海区、海洋公园、港口码头等敏感目标，一旦发生溢油事故将会对这些区域发生不利影响，通过分析溢油各种工况下的计算结果，给出了溢油发生后油膜到达敏感地区的时间。

由图 8-19~图 8-30 表可以看出：在不利风况条件下，溢油事故发生后，油膜到达止锚湾海洋站观测用海的最短时间约为 3h，到六股河入海口滨海湿地自然保护区的最短时间约 5h，到达觉华岛国家海洋公园、觉华岛休憩用海区的最短时间约 25~26h，到达葫芦岛市生态保护区（B2、B7、B8）最短时间为 2~4h，到达辽宁碣石国家海洋公园的最短时间约为 35h，到达葫芦岛市生态保护区（B1）的最短时间约为 32h，到达葫芦岛市渔业用海区（Y21）的最短时间约为 0.1h，到达葫芦岛市生态控制区（K14）的最短时间约为 5h，到达葫芦岛市交通用海区（J1、J5）的最短时间约为 33~45h，到达辽东湾种质资源保护区实验区的最短时间约为 2h，，到达辽东湾种质资源保护区核心区的最短时间约为 34h。采砂周边海洋保护区及旅游休闲娱乐区较多，溢油风险敏感目标较多，施工期间在工程海域发生溢油事故后，油膜在较短的时间内可到达周边敏感目标，溢油事故的应急处置工作难度较大。因此，应严格加强施工期施工船舶的安全管理，杜绝事故的发生。同时要加强突发事故的风险防范和应急处置能力建设，一旦发生溢油事故，应尽快采取阻拦措施，并组织人员进行油品的回收工作，尽量减小污染。

表 8-5 油膜最大扫海面积（单位：km^2）

时间	工况 1	工况 2	工况 3	工况 4	工况 5	工况 6	工况 7	工况 8	工况 9	工况 10	工况 11	工况 12
72h 总扫海面积	203.6	191.6	150.0	176.0	362.2	347.8	335.2	294.5	459.2	83.4	43.0	18.2

表 8-6 油膜最大漂移距离（单位：km）

时间	工况 1	工况 2	工况 3	工况 4	工况 5	工况 6	工况 7	工况 8	工况 9	工况 10	工况 11	工况 12
72h 最大漂移距离	47.74	46.46	47.56	47.85	112.34	108.11	106.64	107.80	97.72	23.28	10.73	4.31

表 8-7 已有对敏感目标的影响（到达时间，单位 h）

敏感目标	工况1	工况2	工况3	工况4	工况5	工况6	工况7	工况8	工况9	工况10	工况11	
止锚湾海洋站观测用海											3	
六股河入海口滨海湿地自然保护区											5	
辽宁觉华岛国家海洋公园			67	58			28	25				
葫芦岛市海洋生态保护区（B8）									2	3	3	
葫芦岛市海洋生态保护区（B7）										3	4	
葫芦岛市海洋生态保护区（B2）											4	
辽宁碣石国家海洋公园										35		
觉华岛休憩用海区							29	26				
葫芦岛市生态保护区（B1）							38	32				
葫芦岛市渔业用海区（Y21）	22	21	11	11	9	12	4	4	1	0.1	0.1	22
葫芦岛市交通用海区（J1）									33			
葫芦岛市交通用海区（J5）							45	44				
葫芦岛市生态控制区（K14）										5		
辽东湾种质资源保护区实验区			8	6			2	2				
辽东湾种质资源保护区核心区							38	34				

8.5.5 溢油环境影响分析

8.5.5.1 溢油对海洋生态环境及海洋生物的影响分析

发生溢油时，大部分溢油浮于水面并扩散成油膜，油膜在海面的停留将影响海水与大气之间的物质交流和热交换，使海水中的含氧量、温度等因素发生较大的变化，促使浮游动物窒息死亡，并降低透光率，影响浮游植物的光合作用。当油污染较轻时，许多海洋生物虽不会立即被伤害，但它们的正常生理功能受到影响，使其捕食能力和生长速度下降，那些对污染抵抗性弱的种类将会减少或消失，从而破坏生态平衡。

（1）对浮游植物的影响

溢油事件发生后，油膜会破坏浮游植物细胞，损坏叶绿素及干扰气体交换，从而妨碍他们的光合作用。破坏程度取决于油类物质的类型，浓度及浮游植物的种类。根据国内外毒性实验结果，作为鱼、虾类饵料基础的浮游植物，对各种油类的耐受能力都很低。海洋浮游植物石油急性中毒致死浓度为 0.1~10mg/L，一般为 1mg/L。对于更敏感的种类，油浓度低于 0.1mg/L 时，也会妨碍细胞的分裂和生长的速率。

（2）对底栖生物的影响

底栖生物随种类的不同而产生对石油浓度适应的差异，多数底栖生物石油急性中毒致死浓度范围在 2.0~15mg/L，其幼体的致死浓度范围更小些。软体动物双壳类能吸收水中含量很低的石油，如：0.01ppm 的石油则可能使牡蛎呈明显的油味，严重的油味可持续达半年之久。受石油污染的牡蛎会引起因纤毛鳃上皮细胞麻痹而破坏其摄食机制并进而死亡。象海胆、寄居蟹、海盘车等底栖生物的耐油污性很差，即使海水中石油含量只有 0.01ppm，也可使其死亡。而千分之一浓度的乳化油即可使海胆在 1 小时内死亡。某些底栖甲壳类动物幼体（无节幼虫）当海水中石油浓度在 0.1~0.01ppm 时，对藤壶幼体和蟹幼体有明显的毒效。据吴彰宽报导，胜利原油对对虾 Penaeus orientalis 各发育阶段影响的最低浓度分别是受精卵 56mg/L，无节幼体 3.2mg/L、蚤状幼体 0.1mg/L，糠虾幼体 1.8mg/L，仔虾 5.6mg/L，其中蚤状幼体为最敏感的阶段。胜利原油对对虾的幼体的 96h-LC50 为 11.1mg/L。

（3）对渔业资源的影响

船舶发生溢油事故后，进入海洋环境的燃料油，在发生湍流扰动下形成乳化水滴进入水体，直接危害鱼虾的早期发育。据黄海水产研究所对虾活体实验，油浓度低于 32mg/L 时，无节幼体变态率与人工育苗的变态率基本一致；但当油浓度大于 10mg/L 时，无节幼体因受油污染影响变态率则明显上升。对虾的蚤状幼体对石油毒性最为敏感，浓度低于 0.1mg/L 时，蚤状幼体的成活率和变态率基本一致，即无明显影响；当浓度达到 1.0mg/L 时，蚤状幼体便不能成活，96h L50 值为(0.62~0.86)mg/L，即安全浓度为(0.062-0.086)mg/L；浓度大于 3.2mg/L 时，可致幼体在 48 小时内死亡。溢油对鱼类的影响是多方面的，首先燃油会引起鱼类摄食方式、洄游路线、种群繁殖的改变或个体失衡。在鱼类的不同发育阶段其影响

程度也不相同，其中对早期发育阶段的鱼类危害最大。油污染对早期发育鱼类的毒性效应，主要表现在滞缓胚胎发育，影响孵化，降低生理功能，导致畸变死亡。以对鲱鱼的实验为例，当石油浓度为 3mg/L 时，其胚胎发育便受到影响，在 3.1~11.9mg/L 浓度下，孵化，降低生理功能，导致畸变死亡。以对鲱鱼的实验为例，当石油浓度为 3mg/L 时，其胚胎发育便受到影响，在 3.1~11.9mg/L 浓度下，孵出的大部分仔鱼多为畸形，并在一天内死亡。对真鲷和牙鲆鱼也有类似结果。当海水油含量为 3.2mg/L 时，真鲷胚胎畸变率较对照组高 23 倍：牙鲆孵化仔鱼死亡率达 22.7%，当含油浓度增到 18mg/L 时，孵化仔鱼死亡率达 84.4%，畸变率达 96.6%。燃油中可溶性芳香烃的麻醉作用导致鱼类胚胎活力减弱，代谢低下，当胚胎发育到破膜时，由于能量不足引起初孵仔鱼体形畸变。此外，溢油漂移期间，渔区和捕捞作业会受到很大的影响。成龄鱼类为回避油污而逃离渔场，渔场遭到破坏导致渔获减少；捕获的鱼类也可因沾染油污而降低市场价值。燃料油对鱼卵的危害主要体现在延缓胚胎发育，致使孵化率下降，并导致孵化仔鱼为畸形，严重时直接致使仔鱼死亡。燃油同样也会对仔鱼造成显著的影响，主要是因为仔鱼游泳能力差，回避能力不足，燃油一旦扩散到一定浓度，将导致仔鱼死亡，但是燃料油与原油相比挥发更快，在一定时间内就会挥发大部分。因此燃料油泄露对海洋生物资源的影响要低于原油。

（5）溢油事故对海岸带贝类的危害

溢油一旦搁滩，在大量燃油覆盖的滩面，固着性生物，如贝类、甲壳类生物和藻类会窒息死亡。在油膜蔓延的滩面上，幼贝发育不良，产量下降，成年贝会因沾染油臭而降低市场价值。在潮间带的养殖贝类，也会受到严重的油污染。这些滤食性双壳类、在摄食时也同时摄入海水中的悬浊油分(乳化油滴)。进入蛤类胃中的乳化油滴破乳后结合成更大的油滴，并在体内积累，引起某些生理功能障碍，终因胃中油积累过多不能排泄而死亡。据 Cilfillan 实验，当油浓度达到 1.0mg/L 时，可使贝类产生呼吸加快，捕食减少的致死效应。沉积在底质孔隐中的油浓度过高，会引起贝类大量死亡。此外，由于做为对虾饵料的贝类大量减少，对虾即便不直接中毒致死也会因缺手惧料而影响生长发育，降低产量。值得注意的是，溢油对贝类的危害不是暂时性的。漫滩的污油会随潮汐涨落在附近周期性摆动，面积逐渐扩大，在波浪扰动下部分被掩埋进入沉积环境:潮间带溢油也会由

于风化和吸附沉降进入沉积环境。这些进入底泥中的油类靠化学降解作用去除需数月之久。使贝类幼体或中毒发育不良或窒息死亡，使急性污染变成沉积环境的长期污染。

8.6 环境风险防范对策措施和应急预案

8.6.1 风险防范措施

为减少溢油等环境事故对环境的影响，对于溢油等环境事故风险必须具有高度的认识与戒备，切实贯彻“以防为主，防治结合”的方针，制定切实可行的管理措施。此外，若发生溢油事故，必须采取相应的应急处理措施，以尽量减轻其所产生的危害。

采砂单位应加强与海事主管部门沟通，服从海事主管部门的管理，落实采砂期船舶通航安全保障措施，避免船舶碰撞事故的发生。防范采砂期船舶风险事故导致的溢油事故发生。

①采砂单位应按规定办理水上水下施工作业手续，申请划定施工水域和安全作业区域。采砂期间所有作业和运输船舶必须按照交通部信号管理规定悬挂信号灯，在采砂区现场设置必要的警示装置，并确保作业船舶及人员的适航、适任。

②在采砂前发布航行公告，严禁无关船舶进入采砂区作业水域。注意采砂期间对进出附近水域船舶的影响，加强对作业船舶的监管。过往船舶确要经过本采砂区水域时，应加强瞭望，谨慎操作，缓速行驶，并与作业船舶保持适当的安全距离。

③采砂单位在采砂前应与海事部门等充分沟通协调，及时了解项目采砂海域附近船舶进出情况，以便尽早采取避让措施，避免采砂作业船舶与进出船舶发生碰撞事故。

④采砂单位应当认真考虑采砂作业船舶和人员的安全问题，制定应急预案，及时了解掌握天气情况，避免在恶劣天气条件下进行施工作业。严格执行安全计划，加强值班瞭望，配备必要的救生设施、通讯器材，确保施工安全。采砂作业船舶在发生紧急事故时，应立即采取必要的措施，同时向海上交管中心报告。

⑤配备一套完整的溢油处理系统对于溢油污染控制是十分必要的。目前，国际上较多采用的溢油处理方法是物理清除法和化学清除法。物理清除法主要机械设备是围油栏和回收设备，首先是利用围油栏将溢油围在一定的区域内，然后采用回收装置回收溢油；化学清除法则是向浮油喷洒化学药剂—消油剂，使溢油分解消散，一般是在物理清除法不能使用的情况下使用。防止海上溢油扩散常见措施见下表所示。

表 8-8 海上溢油防止扩散措施

措施类别	措施内容
围油栅及撇油设备	帘式、围墙式拦油栅
活塞膜化学药剂	化学药剂迅速扩散围住漏油周边，把油推向集油设备
喷洒油聚集剂硫磺	直升机喷洒
药剂反应捕提	喷洒聚异氰酸酯和聚酰胺，与油产生聚合物，形成胶冻，防止油扩散
空气帘	空气通入穿孔水龙带或管道，组成气泡屏障

8.6.2 海砂运输风险控制措施

本项目评价内容仅包含海砂开采，不包含海砂开采后的运输、处理及利用。葫芦岛市自然资源局委托大连海事大学同步编制了《辽宁省绥中县六股河口外海域 KT1、KT2 区块海砂开采项目海上交通安全影响研究报告》（下简称“交通安全报告”），采砂过驳水域依托该报告结论。过驳转运前，施工单位应向海事主管部门提交过驳作业申请，过驳船到《交通安全报告》中指定的过驳水域将海砂出售给运输砂船，船舶航行应按葫芦岛海事局航运要求行驶，行驶路线尽量避让周边保护区等环境敏感区域。

过驳船不得超载转运海砂。过驳船应通过船舶检验，获得船舶检验证书后才能运营，所有改装均应向船舶检验部门报告并获得批准后才能实施。禁止过驳船私自加装、改造用于卸砂等用途的装置和构造。

禁止在恶劣天气海况下过驳出售海砂作业。企业应根据天气海况调度船舶，加强船舶防抗恶劣天气的跟踪管理，船上人员应规范收听天气预报，在超过 6 级风的情况下应做好避险和应急准备工作。

8.6.3 溢油风险控制措施

溢油事故一旦发生，将对海洋生态环境和生物资源造成严重危害，如若处理不及时还会发生爆炸，危及人身财产安全。为保护工程海域生态环境和生物资源，

保障生命财产安全，最大程度的降低溢油事故发生对的危害，溢油事故发生后应采取以下应急措施：

（1）启动分级应急响应程序

发现泄漏事故后，应立即通知船长及相关操作人员，并采取一切办法切断事故源。船长作出判断，启动分级应急响应程序，发出警报，迅速通知港区海域船舶污染应急指挥部、当地海事部门和环保部门等主管部门。现场抢险组等各组在组长指挥下立即按各自的职责实施事故救援，各专业救援队伍迅速赶往事故现场。

（2）消除泄漏的措施方法

迅速查明事故发生的源点、泄漏部位和原因。初步判断船舶（或油管）破损情况，组织堵漏和将残油转移。当肇事船舶作业有困难时，可按以下几点协助进行。作业要求如下：

①必要时，由救捞人员进行水下探摸。采取各种可能的方法，尽力封堵破损口。

②将残油驳至其他货舱或可接收油的油轮；油驳及油囊中。过驳时须严格遵守安全和防污染操作规程，注意不断调整各舱油量，保持船体平稳上升。需另备移动式泵系设备，以防船上货油泵系不能使用。

③为保证两船安全并靠，应在两船船舷之间设置足够的碰垫，并准备移动式球形碰垫。过驳时派专人随时调整和加固缆绳，密切监视输油管及油舱状况。

（3）溢油的围控

①当船舶在码头前沿溢油时，在事故码头周围布设一道或多道围油栏进行围控。如果发生汽油等易燃油品泄漏时，还应增设防火围油栏，调用消防船待命，采取防火与防爆措施。

②在现场围油不可能的情况下，可用围油栏将溢油诱导至利于进行清除作业且对环境敏感区影响较小的水域，再进行清除作业。

③当溢油受风和流的影响有可能向环境敏感区漂移时，需在敏感区周围布设围油栏，减少污染损害。

无论是围油栏围油，还是撇油器回收溢油，都受到海况的制约，因此，定期

对海域环境参数进行监测，设置溢油漂移路径数值模拟实时预报系统，对准确而迅速地布置围油栏，控制油污染以及保护海洋环境十分有益。

（4）海域海岸溢油清除

溢油被限制在一定的水域之后，应及时对其进行回收、处理，根据溢油量的大小，油的扩散方向、气象及海况条件，迅速高速围油方向和面积，缩小围圈，用吸油船最大限度地回收流失的油，然后加分散剂进行分散乳化处理，破坏油膜，减轻其对海域的污染。水面溢油回收后的应急储存也很关键，除了利用当地储油设施和调动油船外，还应使用水上应急储油装置如浮动油囊，陆岸应急储油装置如轻便储油软罐等，以顺利完成水面溢油回收后的处理。

（5）溢油分散剂的使用

《溢油分散剂使用准则》（GB18188.2-2000）规定：溢油发生在对水产资源有重大影响的区域时，限制使用溢油分散剂。因此本项目发生溢油事故时，应及时上报海事部门，一般情况下不提倡使用消油剂，若要使用消油剂，消油剂的使用品种型号、使用时间、使用方法、使用剂量、使用区域等均应征得海事部门同意后方可使用。

8.6.4 应急预案

8.6.4.1 本项目风险应急预案

风险事故发生后，能否迅速而有效地作出应急反应，对于控制污染，减少污染损失以及消除污染等都起着关键性的作用。为使本工程对于一旦发生的溢油事故能快速作出反应，最大限度地减少事故污染对工程海域的灾害性损失，建设单位应建立应付突发性事故的抢险指挥系统，组织制定一份可操作的风险应急行动计划，定期进行演习。

（1）应急计划区

本工程应急计划区主要为采砂区及运输路线沿线。应急事件包括船舶碰撞、倾翻等突发性海上溢油事故。

（2）应急指挥组织

项目公司成立船舶污染预防及事故应急指挥部（以下简称应急指挥部），下

设运行监督办公室，负责风电场日常运行安全监管及船舶污染事故上报、应急反应、支持保障和善后处理等工作。运行监督办公室设在项目公司中控室，应急指挥部应服从葫芦岛市海事局。

应急指挥部按各自职责设立溢油应急处置小组：通信组、工艺组、溢油清理组、现场救护组、警戒组、后勤保障组、防火组、油污处理组。各小组主要职责包括：

通信组：负责应急指挥与事故现场的通信联络，确保应急救援指令的下达和现场各种信息的反馈及通信的畅通。

工艺组：及时关闭相关阀门，控制溢油源，防止事故进一步扩大。

溢油清理组：做好溢油堵截围控工作，回收泄漏油品，对溢油现场进行清理。现场救护组：做好伤病员的接受和医疗，提供现场进行救护等。

警戒组：保持交通畅通，注意现场警戒，实行隔离，注意溢油漂移动向，并及时向指挥部报告。

后勤保障组：提供应急所需的器材、材料及生活用品，保障应急电力供给，负责应急设备的维修。

防火组：防止火灾发生，一旦发生火灾立即实施灭火应急计划。

油污处理组：负责处置油污物的工作，防止二次污染。

应急响应通知程序当船舶发生碰撞导致油泄漏事故时，应及时向应急值班报告，同时向海事主管部门汇报。并立即将事故简要报告上级主管领导、生产指挥系统，通知当地公安、消防部门、环保部门和港监部门。

（3）应急通讯系统

项目所具备的现代化通讯设备，能够满足溢油应急通讯的需要，无须另行设置新的专门通讯系统。

（4）预警和报告

运行监督办公室应通过监视系统及时收集掌握在采砂区海域发生的船舶污染事故信息，发现或接报污染事故后立即向应急指挥中心报告，通知应急指挥部的成员到达事故现场。总指挥到达事故现场后，立即成立现场指挥部，总指挥根据

现场情况预测可能造成的后果和污染危害程度、紧急程度、发展事态，判断环境污染事件危险性，将预警信息向葫芦岛市处置船舶污染水域事故应急指挥部逐级上报，由安全指挥中心确定预警等级。

预警信息包括突发事故的类别、起始时间、可能影响范围、警示事项、应采取的措施和发布机关。预警信息的发布、调整和接触可通过广播、电视、报刊、通信、信息网络、警报器等方式进行。

特别重大或者重大突发事故发生后，要立即报告，通报有关地区和部门，应急处置过程中，要及时续报有关情况。

运行监督办公室在中控室监视发现污染事故发生后应立即向应急指挥部报告，由应急指挥部向葫芦岛市处置船舶污染水域事故应急指挥部报告，最多不超过 5 分钟。报告内容应包括：发现污染事故的时间、地点，船名，污染物品名，污染范围，当时海况等。

同时应急指挥部通知项目周边的企业单位进行应急准备，调配其应急设施。

（5）应急响应及行动

船舶溢油污染事故发生后，应急处置中心应在第一时间获取事故的相关信息，并立即向海事局水上安全指挥中心、海上搜救中心或防汛指挥中心报告，应急决策部门根据事件信息和监测数据，开展应急评估，进行综合分析，确定应急等级。根据海上船舶污染事故专项应急预案及海上管理相关文件确定应急响应等级。

应急决策部门在确定应急响应等级后，立即实施相应的应急计划，迅速开展具体的应急行动，包括人员组织和应急处置资源调配、现场的控制和清理、水上交通管制、应急监测、信息公开发布等。风险事故应急反应程序如图 8-31。

（6）应急措施程序

一旦船舶发生碰撞造成燃油泄漏时，要及时在泄漏点四周布设围油栏，用最快的办法将船舱内的油品用泵输送、转移到另一艘油船中去。当溢油发生后，应根据溢出量的大小、油的扩散方向、气象以及海况条件，迅速估算出围油方向和面积，缩小围圈，用吸油船最大限度地回收流失的油，然后加消油剂进行分散乳化处理，破坏油膜，减轻其对海域的污染。组织织抢险队和救护队迅速奔赴现场，抢救伤员，同时采取防止事故蔓延或扩大的措施。在现场领导小组的统一组织指

挥下，按照制定的抢修方案和安全技术措施，周密组织，分工负责，在确保安全的前提下进行抢修。

（7）应急器材设备

除了充分利用项目所在区域目前已有的溢油应急设施、器材外，本项目采砂船也应配备一定数量的应急设备和器材，以便能够及时应对溢油风险。同时，本项目采砂船自身配备一定数量的溢油应急设施和器材，还能够应对跑、冒、滴、漏油等大概率事件发生。建议配备的应急器材数量见下表。

表 8-9 应急器材设置一览表

设备及器材来源	应急设备和器材	数量	备注
本项目采砂船配备的防污应急设施和器材	手提式灭火器	20 个	
	吸油毡	500kg	根据《船用吸油毡》《船舶溢油应急能力评估导则》，油保持率在 80%以上，吸收吸附倍数在 10 倍以上，按 10%最大可能溢油量配备
	围油栏	400m	根据《船舶溢油应急能力评估导则》，按溢油源围控考虑，至少 1 层围油栏，参考本项目最大船型的长、宽，计算不少于 3 倍的长宽和
有资质的单位提供的防污应急设施	防污染工作船	1 艘	根据《船舶溢油应急能力评估导则》，具备应急拖带能力，拖轮功率不小于 562.5kW
	围油栏	400m	根据《船舶溢油应急能力评估导则》，按溢油源围控考虑，至少 1 层围油栏，参考本项目最大船型的长、宽，计算不少于 3 倍的长宽和
	吸油毡	500kg	根据《船用吸油毡》《船舶溢油应急能力评估导则》，油保持率在 80%以上，吸收吸附倍数在 10 倍以上，按 10%最大可能溢油量配备
	手提式灭火器	10 个	
	推车式灭火器	2 辆	
	锚、缆绳和垃圾袋等	若干	

*提供防污设施的单位应按《环境污染治理设施运营资质许可管理办法》中相关要求申请了甲级或乙级资质证书，并配备一定数量的维护设施正常运转的管理及专业技术人员。

8.6.4.2 区域溢油应急计划

2000 年 3 月，国家海事行政主管部门颁布并实施了《中国海上船舶溢油应急计划》和《北方海区溢油应急计划》。2021 年 3 月，葫芦岛市人民政府办公室关于修订《葫芦岛市海洋灾害应急预案的通知》。2022 年 4 月，葫芦岛市人民政府

关于印发《葫芦岛市公路水路突发事件应急预案》的通知。葫芦岛市处置船舶污染水域事故应急指挥部，设在葫芦岛市交通运输局，在市政府的领导和辽宁省海上搜救中心的指导下，负责统一组织、指挥、协调船舶污染事故应急处置工作。

事故状态下，项目可依托的绥中县境内岸上大型企业及及葫芦岛港和港内企业溢油应急物资清单详见表 8-10。

综上所述，项目所在区域已建立健全的船舶溢油事故应急体系，为保障进出港船舶航行安全、防止船舶污染事故发生，以及突发事故的应急救援奠定了坚实的基础。

表 8-10 绥中县辖区及葫芦岛港内应急物资设备一览表

序号	物资设备名称（型号、规格）	型号	主管部门	物资数量	计量单位	存放库名称
1	港作拖轮	2942KW	绥中港集团有限公司	1	艘	绥中港区
2	港作拖轮	2942KW	绥中港集团有限公司	1	艘	绥中港区
3	港作拖轮	2352KW	中海油天津分公司	1	艘	36-1 码头
4	港作拖轮	3140KW	中海油天津分公司	1	艘	36-1 码头
5	港作拖轮	2352KW	中海油天津分公司	1	艘	36-1 码头
6	卸载泵	QG-Q160m³	葫芦岛市交通局	1	套	葫芦岛港应急设备库
7	充气橡胶围油栏	WQJ-2000 型		400	套	
8	PVC 围油栏	WGV-600E		360	米	
9	转盘收油机	TYZP-10m³/h		1	套	
10	溢油分散剂	富肯-2#		2	吨	
11	消油剂喷洒装置	PS40		2	套	
12	吸油毡	PP 型		2	吨	
13	吸油拖栏	200 型		500	米	
14	油拖网	TYT-6m³		2	套	
15	冷热水高压清洗机	GML17/12		1	套	
16	侧挂式撇油器系统	LAMOR LSC-4C	中海石油环保服务（天津）有限公司绥中县分公司	1	套	溢油车间
17	刷带式撇油器系统	LAMOR MINIMAX 10		1	套	溢油车间
18	冰区刷带式撇油器系统	LAMOR LAS 125		1	套	溢油车间
19	多功能撇油器系统	LAMOR LMS		1	套	溢油车间
20	围油栏（充气）			800	米	溢油车间 400 米、码头 400 米
21	围油栏（固体橡胶）			400	米	溢油车间外场地
22	围油栏（固体橡胶）			400	米	溢油车间
23	浮式储油囊	LAMOR 9m³		1	套	溢油车间
24	喷洒装置			1	套	溢油车间
25	浮式储油囊	RO-CLEAN DESMI ro -		1	套	溢油车间

		tank 10				
26	真空撇油器	MINIVAC		1	套	溢油车间
27	围油栏（PVC 固体）			400	米	溢油车间
28	围油栏（沙滩）			400	米	溢油车间
29	储油罐			2	套	溢油车间
30	轻便储油囊			4	个	溢油车间
31	高温高压清洗机	HDS1000DE		1	套	溢油车间
32	混合型毛毡	PP-1、PP-2		1.6	吨	溢油车间
33	吸油拖栏	XTW		1000	米	工作船码头
34	吸油毛毡	ENV-300-C		50	包	工作船码头
35	撇油器	HAF30	绥中 36-1 原油终端厂	1	套	溢油车间
36	收油机	CFS35-01		2	台	顺航环保 1 船上
37	喷洒装置	PSD40C		1	台	顺航环保 1 船上
38	溢油分散剂	海鸥 4#		10	桶	顺航环保 1 船上
39	吸油毛毡	100×200cm		6	包	顺航环保 1 船上
40	吸油毛毡	100×100cm 50×50cm		90	包	五万吨码头、五万吨泡沫房、三万吨码头
41	围油栏	GWJ1100		720	米	布设使用 340 米、库房 380 米
42	围油栏（加强型）	HRF1000		780	米	工作船码头
43	围油栏	WQJ1500 充气式	绥中发电有限责任公司燃料部	400	米	绥电海运检修库房
44	吸油毡	PP-2		300	千克	
45	消油剂	WP-JY-02 环保型		300	千克	
46	收油机	SSC2		1	台	
47	高压清洗机	HDS698C		1	台	

8.6.5 船舶倾覆、船舶自沉环境风险分析及风险防范措施

8.6.5.1 船舶倾覆环境风险分析及风险防范措施

（1）船舶倾覆环境风险分析

船舶倾覆主要原因为气象和人为因素造成。绝大多数是因主机停车、船体配重不均衡、严重横倾、船舶进水等，最终使船舶失去稳性而倾覆。船舶从严重横倾到倾覆，通常仅几分钟，对海上人命财产的打击是毁灭性的，必须从根本上采取系统有效的预防措施。倾覆事故的主要原因：①人为操作失误。②船体破损和机电故障。船体老旧、碰撞、搁浅、物品纵向配重错误、造船缺陷、大风浪袭击等，都可能使船体破损进水，在外力、自由液面综合作用下单向逐步横倾，最终丧失稳性而倾覆。大风浪中，主机、供电、舵机失灵会使船舶失去航向控制能力而呈横风横浪状态，进而谐摆、货移、横倾、进水而翻沉。③忽视自然环境力量。经预报和未经预报的强风大浪等灾害性天气，是倾覆船舶的主要力量。对天气力量的认识不足，或是过于迷信天气预报，不做充分的规避或对抗准备，常导致船舶翻沉。④管理不善或故意行为。施工船管理松懈、混乱，调度部门的盲目指挥，常使船舶面临倾覆危险。

（2）风险防范措施

①系统地采取本质化的预防倾覆措施。预防船舶倾覆，究其根本离不开安全科学的“人、机、环境、控制(管理)”四大要素，对每个要素采取本质化的安全措施，即对各要素采取尽可能从根本上远离倾覆危险的措施。控制其技术状态和运作，消除和限制事故隐患，就能使船舶倾覆危险和事故大为减少。为了预防倾覆事故，就必须从根本上控制人员的职业素质和操作；控制船体、机电设备的技术状态，严格维护保养，保障其运转正常；正确估量周边环境中蕴含的自然力量和船舶的抵御能力，及时正常地预报天气和海况，及时规避灾害天气，避免不可抗力的袭击；加强船上的安全管理，完善机构、规章及其运作。要从根本上预防倾覆，除了科学技术的进步外，应从本质上控制人为因素。②提高船岸人员职业素质。人员职业素质决定着人的职业行为质量，职业道德素质、技术素质、身心素质和能力素质。制定和完善安全管理规章。③规范船员操作，消除不安全行为。

人的不安全行为是事故因果链中引发事故的直接原因，规范船员操作行为能直接阻止事故的发生。④健全维护保养制度，确保机电设备正常运转。主机、供电系统、舵机是船舶在风浪中的自下而上保障，任何故障和失灵，都会使船舶面临倾覆危险。健全维护保养制度并予切实执行和有效监督，意味着远离危险和减少事故。⑤掌握天气动态，规避灾害天气。船舶遵守开航标准和货物系固规定，能以不变应万变地抵御通常的航海风险。船长必须正确、周密地分析和估计航程中的天气动态及其对本船的影响，及早采取针对性的防范措施。对于灾害性天气，应及时停止开采离开开采区停回港池，人员上岸。⑥健全应急演习制度。应急反应计划使人员职责和关系明确，程序清楚。应急演习能使船员综合运用有关知识和技能，熟悉群体配合。防止倾覆应急计划，应包含物品移动和船舶横倾、机电失灵、船舶破损和船舶进水、灭火时处理积水等单项。⑦健全公司安全管理。公司有责任使船机维护、人员职责素质和操作管理规章完备，严格执行监督和纠正环节。预防船舶倾覆事故是一项安全管理的系统工程，应对“人、机、环境、管理”各要素采取本质化的安全措施。对货物的有效系固，不但能使船舶远离通常的倾覆危险，还能提高船舶克服有害自然力的能力而提高航运经济效益。船舶应尽量避免灾害性天气，必要时应果断地牺牲部分浮力来换取稳性。公司建立、运行和不断完善 SMS。

8.6.5.2 船舶倾覆环境风险分析及风险防范措施

（1）船舶自沉环境风险分析

根据中国水运 2014 年第 14 卷第 1 期《船舶自沉事故诱因分析与探讨》（曹俊，孙涛），船舶自沉原因主要有人为因素导致的自沉、船体结构缺陷导致的自沉、通航环境恶劣导致的自沉、货物因素导致的自沉、公司管理失位导致的自沉。

若项目船舶发生自沉事故，海砂从海上洒回海里，将会对海洋环境造成重大影响，还可能会发生船舶溢油。

1）人为因素导致的自沉诱因分析。

①超载引发的自沉

船舶超载极易引发船舶自沉事故，尤其在内河运输中，小型砂石船超载砂致沉的比例更高。参考江苏辖区 2003~2012 年水上交通事故数据统计，船舶涉及超

载的自沉事故为 24 起，占船舶自沉事故总数的 23.76%。船舶超载的动因主要是人的主观因素造成的。在航运市场大环境影响下，船主们受高额利润的驱使，私自加高舱口围，将舱口围当做干舷，装载后船舶干舷为零或负值仍不惜冒险超载运输，从中获取额外的非法利润。

船舶超载会导致船舶的储备浮力和船舶稳性下降，受风浪影响，容易造成船舶倾覆。长期超载会对船体结构和强度带来巨大损伤，增大了此类船舶发生自沉事故的几率；同时，船舶超载还会影响船舶固有的操纵性能，使船舶在避让过程中行动迟缓、笨拙，极易造成船舶碰撞及其他事故的发生。

②船员操作不当引发的自沉

船员操作不当一般是导致的船舶自沉事故的主观原因。在事故调查统计中，由于船员人为操作不当所引发的船舶自沉事故并不少见。其中，船员安全意识不强、船员业务技能差等是操作不当的主要致因。

船员安全意识不强主要体现在船员的安全意识淡薄、责任心不强、思想麻痹、心存侥幸或以想当然的态度对船舶实施操纵。船员业务技能差主要表现在业务素质差和心理素质差两个方面。从船舶自沉事故调查报告中，我们看到许多船员受教育程度不高，有的没有接受系统的、正规的航海知识教育和培训，有的存在小证开大船，甚至存在买证、租证和无证驾驶等严重情况，船员的业务素质势必不能达到适任的要求。

船员的心理素质差体现在当船舶遇到紧迫局面或异常情况时，船员应急能力差，惊慌失措，既不能运用良好的船艺，也不能采取果断有效的手段避免事故发生或减少事故的损失，而是盲目地采取措施或以消极的方式坐等事故的发生。

2）船体结构缺陷导致的自沉诱因分析

船体结构存在缺陷时，船舶的总纵强度或局部强度将会不足。当船舶进行装货作业或遭遇大风浪的情况下，极易因船体强度不足导致船体断裂或破损，从而引发沉船事故的发生。造成船体结构缺陷的原因主要存在于船舶设计、修/建造和日常生产过程中等几个阶段。

船舶设计方面，有的船舶设计单位本身不具备基本的设计条件和质量保障能力，设计出的船舶在船体结构和强度方面存在“先天缺陷”，从而无法满足相关

建造规范的要求。

船舶修/建造方面，个别建造单位或船东为了降低建造成本，建造船舶时无设计图纸或使用未经船检部门审批的设计图，有些则擅自更改船体结构，不严格按照图纸进行建造，更有些船东竟然选择无资质认可的船厂建造船舶的现象；船舶修/建造过程中低劣的造船质量，特别是焊接质量不达标和非合格修/造船材料的使用也是造成船体结构缺陷的重要原因。

有些船舶一味追求利润，却忽视船舶的定期检验和保养，导致船体结构/设备长期处于“疲劳”或受损状态而全然不知，为事故的发生埋下祸根;更有些船舶在早已发现船体结构/设备存在缺陷的情况下，仍心存侥幸，带“病”航行，最终导致船毁人亡。

另外，某些船东贪图价廉，购买、租赁或使用老旧的、低质量的船舶从事运输。这些船舶的船体结构不能满足强度要求，在其他因素的作用下也极易发生自沉事故。

3）通航环境恶劣导致的自沉诱因分析

在通航环境恶劣造成的船舶自沉事故案例中，大风浪为主的自然环境(水文气象环境)恶劣和其他通航环境恶劣是造成事故发生的两大重要因素。

①大风浪中发生船舶自沉事故，因环境和气象的恶劣，既难自救，也难施救，结果往往会造成船毁人亡的恶性事故。

动稳性不足是船舶在大风浪中倾覆沉没的根本原因。船舶在大风浪环境中航行时，船体因不断遭受大风浪的袭击，使船体产生周期性横摇。如果船舶拥有稳性，正常是能够自行恢复平衡的。然而，船舶一旦失去了稳性便失去了恢复到初始平衡状态的能力,甚至会加剧横倾的程度,从而造成船舶倾覆沉没。

受大风浪影响而造成的货物移动、油水舱或货舱自由液面的加剧、船体、构件破损或舱体不水密导致的大量进水等都是失去稳性的主要原因。

②其他通航环境主要包括船舶交通密度、通航秩序、水深、助航标志、碍航物等等。

4）货物因素导致的自沉诱因分析

①易流态货物引发的自沉

一直以来，船舶载运陶土、精矿粉等易流态化货物发生自沉事故居高不下，造成了巨大的人员伤亡和财产损失。易流态化货物是指由较细颗粒的混合物构成且含有一定水分的物质，若水分含量超过货物的适运水分限量时，在海上运输过程中，收到外界各种力的作用，水分渗移而形成液态化从而导致货物移动。本项目船舶运输的海砂为易流态货物，若不采取措施，容易引发自沉。

易流态货物之所以容易导致船舶自沉事故的发生是因为此类货物具有一定的含水量，航行中货物随着船舶摇摆、颠簸或振动会产生矿、水游离现象而形成自由液面，特别是货物含水量超过 8%时，自由液面流动性和流动速度都会加大，加上此类货物属于重货，一般都是装载半舱左右，正是自由液面最大的部位，对稳性的影响也最大，短时间内便可能造成船舶倾覆沉没的灾难性事故，其过程往往只有几分钟的时间。

目前航运市场上，易流态货物大多采用散杂货船运输为主，虽然散杂货船的八角形货舱设计在一定程度上可以限制货物表面的移动，提高船舶的稳性，但其毕竟不是按照承运液态化货物设计的，且不具备液货船货舱分散货物重心从而很好保证船舶稳性的功能，因此，散杂货船运输易流态货物的风险尤为巨大。

②积载不当引发的自沉

货物的合理配载，保证积载满足船体强度要求，不仅可以延长船舶的使用寿命，还直接关系到船舶的运输安全。

在货物积载不当引发的船舶自沉事故中，许多是因为货物积载不当破坏了船舶的纵向强度、局部强度和扭转强度而造成的。台理的货物积载就是按照浮力在船长方向的分布规律，合理分配各舱载重量，使浮力、重力不仅全船平衡，而且在各舱也应基本上做到平衡。相反，如果积载不当，就会造成船舶纵向弯曲变形超过允许范围,而不能保证船舶的纵向强度。另外，船舶积载过程中，不考虑或忽视了船舶舱底和甲板所能承受的最大载荷，使得局部受载不均衡或超负荷受载就会破坏船体的局部强度。若船舶两舷积载的货物重量总体不均衡，会导致船舶产生横倾角；若两舷积载的货物重量局部不均衡，就会破坏船舶的扭转强度。无论发生上述哪种情况，船体强度必然受损，船舶生产过程中发生自沉事故的几率也

会随之增加。

货物积载不当还会直接影响到船舶稳性的变化。一种是货物配载重心过低，稳性明显变好而使得复原力矩过大加剧船舶横摇程度；另一种是货物配载重心偏高，稳性明显不足而使得船舶在受风浪横摇时不能回复到初始平衡状态。上述两种情形都会给船舶自沉事故的发生创造条件。

除此之外，野蛮装卸或违规装卸造成船体受损、瞬间失去稳性或浮力也是船舶自沉发生的常见原因。

5）公司管理失位导致的自沉诱因分析

①航运公司不懂管理或者管理水平不高

许多个体船老板或小型船公司的管理人员平均文化水平不高，有的是单纯投资的商人，有的是刚刚转型的农民，他们身处管理岗位却根本不懂航海知识和相关的企业管理知识，只是一味地追求经济效益，反而忽视了安全效益。船舶一旦发生险情，应急管理基本瘫痪，有的甚至不懂瞎指挥，造成更加严重的事故后果；有的公司为了应付交通部门、航管机构对企业资质检查需要，表面上聘请几名退休船长、轮机长作为公司安全技术管理人员撑门面，实际则是“公司有名无人”的管理脱节，根本谈不上对船舶进行安全管理。

②安全管理有体系，无执行

有的航运公司不考虑自身条件与具体情况，盲目照搬其他公司的安全管理体系以为了能够符合相关法律法规的要求，却苦于缺乏人力、物力、财力、技术而无法按照体系对船舶安全加以管理，也不能够对体系进行持续改进，从而形成了有体系，无执行的“管理两张皮”现象。

③船舶管理公司对代管船舶“代而不管”

船舶管理公司是随着国际和国内《ISM/NSM 安全管理规则》的生效而逐步发展起来的。航运公司为了减少船舶安全管理成本、弥补自身管理缺陷等问题将船舶交予专业的船舶管理公司代为管理，从而导致了船舶经营与管理相脱节，所有权与管理权相分离的情况。船舶管理公司未按协议履行责任，只是提供体系文件，或者只对船员进行简单的培训、接待和办证业务等等，并没有与船上建立实质性的安全管理联系，形成“代而不管”现象。

（2）风险防范措施

为减少船舶自沉环境风险，结合前文船舶自沉主要因素，需采取相应的风险防范措施。

①船舶超载会导致船舶的储备浮力和船舶稳性下降，受风浪影响，容易造成船舶倾覆，故禁止船舶超载；

②船员安全意识不强、船员业务技能差等可能引发船舶自沉，通过对船员进行系统的、正规的航海知识教育和培训，并加强船员业务素质及心理素质，减少船舶自沉事故发生概率。

③船体结构存在缺陷时，船舶的总纵强度或局部强度将会不足。当船舶进行装货作业或遭遇大风浪的情况下，极易因船体强度不足导致船体断裂或破损，从而引发沉船事故的发生。故海砂开采单位应选择有资质认可的船厂建造的船舶，并避免使用老旧的、低质量的船舶从事海砂开采及运输。

④通海环境恶劣，如大风浪，容易造成船体产生周期性横摇，一旦船舶失去了稳性便失去了恢复到初始平衡状态，甚至会加剧横倾的程度,从而造成船舶倾覆沉没。故项目要求海砂开采单位应该密切关注气象情况，海砂开采作业最大可作业波高为2m，最大可作业风力为6级，若波高高于2m、风力高于6级，海砂开采作业应停工避台。

⑤其他通航环境恶劣也容易造成船舶自沉，包括船舶交通密度、通航秩序、航道、水深、助航标志、碍航物等等。海砂开采单位应作业船舶进行安全检查，严格按照《海上交通安全法》和《海上避碰章程》的规定航行和作业，防止事故发生。

⑥易流态货物具有一定的含水量，航行中货物随着船舶摇摆、颠簸或振动会产生矿、水游离现象而形成自由液面，特别是货物含水量超过8%时，自由液面流动性和流动速度都会加大，加上此类货物属于重货，一般都是装载半舱左右，正是自由液面最大的部位，对稳性的影响也最大，短时间内便可能造成船舶倾覆沉没的灾难性事故，其过程往往只有几分钟的时间。本项目船舶运输的海砂为易流态货物，为减轻自沉产生概率，应控制海砂的含水率，尽量将海水含水率控制在8%以下。

⑦船舶货物积载不当会破坏船舶的纵向强度、局部强度和扭转强度，还会影响船舶稳性的变化，故为避免因海砂货物积载不当造成船舶自沉，故海砂运输单位应使货物重量均衡，降低运输船舶自沉风险。

⑧公司管理失位易导致船舶自沉，故项目招拍挂应要求船舶航运公司具备船舶管理体系，并对船员进行系统的培训。

8.6.6 项目对海底电缆管道的破坏风险防范措施

采取水下休止角（30°）以内的矿体不得开采、严格按批复的采砂范围和采砂强度进行海砂开采等控制措施，确保不超范围和不超强度采砂，同时采砂期间应加强对项目所在海域及临近海域的地形地貌的跟踪监测，根据跟踪监测结果，及时调整采砂方案及对管道的保护措施，确保不会对附近的海底电缆管道产生影响。

8.6.7 极端天气风险分析及风险防范措施

极端天气主要包括台风、风暴潮、大雾、寒潮、风浪等。船舶在风的作用下，会产生变速、偏转、向下风漂移。风对船舶的作用程度与船舶受风面积、风动力作用中心位置、干舷高度、风级及风舷角大小、船舶航向及航速等诸多因素有关。风力愈大，船舶产生倾斜、漂移、偏转的程度亦愈大；浓雾会使能见度变得很低，有时即使应用雷达等助航仪器，仍有可能发生海损事故；在寒潮来袭时航行，受风浪影响船舶驾驶室易上浪结冰，影响船舶驾瞭望，增加船舶航行风险。冰雪天气时甲板易结冰，人员不慎跌倒摔伤，甚至造成人员落水。天气寒冷、干燥，取暖电器、火炉等取暖设施使用不当，容易引起火灾；船舶在风浪的作用下，锚泊船容易发生走锚。在航船若遭遇大风浪，特别是在长周期波的影响下，在各种外力的干扰下使船舶产生横摇、纵摇、横荡、纵荡、垂荡及偏转等不利的振荡运动，对船舶操纵性有较大影响，推进器出现打空车，航速会下降，因此风浪对船舶通航有一定影响。

建议施工单位采取以下风险防范措施：

（1）船舶在运输航行时遇到有雾，应正确使用助航仪器，加强瞭望，按章鸣放雾号，使用安全航速并谨慎驾驶，注意与附近行驶的船舶加强联系。能见度

太低（如小于 1000m），有可能保证不了通航安全时，船长应果断择地抛锚，待能见度变好后再进行采砂作业运输；

（2）应制定防台、防风应急预案，在台风季节，要注意收听台风消息，当遇有台风袭击本水域时，应及早落实相关的防台措施；

（3）正常情况下，本海区的海浪对船舶的通航安全影响不大，但如果出现台风与寒潮大风时，风浪大，船舶应根据船舶自身情况，按既定的防台、防风预案处置，包括航行中适时、适当减速、避免船舶横摇或盲目掉头、必要时择地抛锚暂避等。

8.6.8 采砂坑、坍塌风险分析及风险防范措施

采砂施工结束后将在海床上形成大面积的采砂坑，采砂坑的形成将对开采区底栖生物及其生境产生影响，对周边的地形地貌也会产生影响。坍塌引起坍塌区域悬沙剧增，悬沙扩散对塌陷区周边生物产生不利影响，同时覆盖塌陷区底栖生物，使塌陷区底栖生物迁移。根据数模预测结果，受采砂作业影响，泥沙回淤量增加，年回淤厚度在0.14m左右。

海砂开采单位在开采期间应采取以下措施降低本区块采砂后形成采砂坑、产生坍塌的情况的发生：

（1）严格控制采砂作业范围和深度，防止水平和纵向的越界开采；

（2）采砂船须在开采边界预留一定距离，严格遵守放坡开采，形成约 30°开采边坡，以保证开采完毕后，采砂坑塌范围不会超过申请用海的区域范围，避免增加采砂坑的面积和深度；

（3）对本项目造成的生物资源损失进行生态补偿，缴纳补偿费，并采取增殖放流的方式减少生态损失。采砂单位则应加强采砂作业的监督、自查，找出原因，避免再次发生，采砂单位应委托有能力的测绘单位对坍塌区的面积、水深及周边地形地貌进行勘测，上报监管部门，同时增加增殖放流渔业资源的种类和数量。

闭矿后三年内，采砂单位应根据环评要求对对海砂开采区进行地形、地貌、水深等进行跟踪监测，并上报监管部门。具体的监测计划详见本报告 14.2 节，同

时进行渔业资源增殖放流。

8.7 小结

综合分析，本项目的环境风险主要为船舶溢油产生的环境污染风险、对附近海底电缆管道造成破坏和由巨浪、风暴潮等自然灾害对工程自身的潜在风险，其中以溢油环境风险为主，发生溢油事故后，油膜可到达周边敏感目标，将对敏感目标及岸线等造成一定的影响，且溢油事故的应急处置工作难度较大。因此，项目应严格加强施工期施工船舶的安全管理，采取风险防范措施，制定环境风险应急预案，则本项目环境风险可控。

8.8 第八章附图

序号	图名	所在章节
1.	图 8-1 工况一和工况二下典型时刻油膜瞬时运动分布图	8.5.4
2.	图 8-2 工况三和工况四下典型时刻油膜瞬时运动分布图	
3.	图 8-3 工况五和工况六下典型时刻油膜瞬时运动分布图	
4.	图 8-4 工况七和工况八下典型时刻油膜瞬时运动分布图	
5.	图 8-5 工况九和工况十下典型时刻油膜瞬时运动分布图	
6.	图 8-6 工况十一下典型时刻油膜瞬时运动分布图	
7.	图 8-7 工况一下 72h 油膜扫海分布图	
8.	图 8-8 工况二下 72h 油膜扫海分布图	
9.	图 8-9 工况三下 72h 油膜扫海分布图	
10.	图 8-10 工况四下 72h 油膜扫海分布图	
11.	图 8-11 工况五下 72h 油膜扫海分布图	
12.	图 8-12 工况六下 72h 油膜扫海分布图	
13.	图 8-13 工况七下 72h 油膜扫海分布图	
14.	图 8-14 工况八下 72h 油膜扫海分布图	
15.	图 8-15 工况九下 72h 油膜扫海分布图	
16.	图 8-16 工况十下 72h 油膜扫海分布图	
17.	图 8-17 工况十一下 72h 油膜扫海分布图	
18.	图 8-18 工况十十二下 72h 油膜扫海分布图	
19.	图 8-19 工况一下油膜到达时间分布图	
20.	图 8-20 工况二下油膜到达时间分布图	
21.	图 8-21 工况三下油膜到达时间分布图	
22.	图 8-22 工况四下油膜到达时间分布图	
23.	图 8-23 工况五下油膜到达时间分布图	
24.	图 8-24 工况六下油膜到达时间分布图	
25.	图 8-25 工况七下油膜到达时间分布图	
26.	图 8-26 工况八下油膜到达时间分布图	
27.	图 8-27 工况七下油膜到达时间分布图	
28.	图 8-28 工况十下油膜到达时间分布图	

29.	图 8-29 工况十一下油膜到达时间分布图	
30.	图 8-30 工况十二下油膜到达时间分布图	
31.	图 8-31 风险事故应急反应程序	8.6.4

9 总量控制

总量控制是指控制和调整特定地区污染物的排放总量，使其不超特定地区环境目标值的情况下该地区所能够接受的纳污量；在符合国家和地方各种有关法律、法规的前提下，要求该地区内的各污染源控制各自的污染物排放总量，以实现这一地区范围内的总量控制目标。实行污染物总量控制是强化环境管理、实现区域环境质量标准的有效办法。将总量控制分析纳入环境影响评价中，将使对单个污染项目的评价和管理转变为对功能区和整个城市或区域环境质量的评价和管理，将使环境管理思想从点源微观管理向区域宏观管理进行转变，从而使环境影响评价制度在环境管理中发挥更大的作用。

9.1 污染物总量控制原则

实施污染物排放总量控制是保证实现环境保护总体目标的需要。为了实现环境保护总体目标，必须严格控制污染物排放总量。

对污染物排放总量进行控制的原则是，将给定区域内污染源的污染物排放负荷控制在一定数量之内，使环境质量可以达到规定的环境目标。污染物总量控制方案的确定，在考虑污染物种类、污染源影响范围、区域环境质量、环境功能以及环境管理要求等因素的基础上，结合项目实际条件和控制措施的经济技术可行

性进行，提出污染物总量控制思路：

（1）按管理部门批准的区域进行施工作业。

（2）采用全方位总量控制思想，引进先进技术，实现清洁生产，降低污染物的排放水平，实现达标排放。

（3）满足地方环境管理要求，参照区域总量控制规划，使项目造成的环境影响低于项目所在地区的环境保护目标控制水平。

9.2 污染物总量控制方法

总量控制分析应以当地环境容量为基础，以增加的污染物排放量不影响当地

环境保护目标的实现、不对周围地区环境造成有害影响为原则。确定某个项目的污染物总量控制指标，一般来说，应按照下面的方法来判断：

（1）所在地区的环境保护目标控制值和污染物环境本底值。

（2）有关部门给出的污染物排放量分配值。

（3）项目需要控制的污染物排放浓度和排放量。

9.3 污染物总量控制方法方案与建议

纳入总量控制指标为化学需氧量、氨氮。本项目为海砂开采项目，作业船舶产生的生活污水和舱底含油污水均拟收集上岸处理，均不排放入海，污染物总量在依托处理的市政污水处理厂统一申请。因此，本项目不设置水污染物排放总量控制指标。

10 清洁生产与污染防治对策

10.1 清洁生产分析

10.1.1 清洁生产的要求

清洁生产是通过控制整个生产过程来削减污染，即通过工艺技术的改进和管理水平的提高来实现污染削减。清洁生产的主要内容包括清洁的能源、清洁的生产过程和清洁的产品。2002 年我国颁布实施了《中华人民共和国清洁生产促进法》，于 2003 年 1 月 1 日施行， 2012 年 7 月对其进行了修订，从法律的高度要求企业实施清洁生产是为了促进清洁生产，提高资源利用效率，减少和避免污染物的产生，保护和改善环境，保障人体健康，促进经济与社会可持续发展而制定。《清洁生产促进法》的公布实施，标志着我国污染治理模式的重大变革，对实现经济和社会可持续发展必将产生积极的影响。

采砂项目属于海洋矿产资源开发项目，矿产资源开发与利用涉及的环境问题十分广泛，必须从多方面进行有关的防治与保护，而且要运用清洁生产的原理和方法来解决环境与资源保护问题。因此，该项目应坚持实行污染防治和生态保护并重的指导方针，文明施工与作业，合理选择污染小的施工方法，即运用先进技术、工艺和设备，减少污染物的排放，降低排放浓度，从源头上控制污染物的产生，同时加大生态建设和环保治理投入，确保生态环保设施建设与主体工程同时设计、施工和使用。

10.1.2 本项目清洁生产分析

本项目拟采用射流抽吸式采砂船配自过驳船，射流抽吸式采砂船是目前采用较多的采砂方式。

海底沉积物的粗砂层一般被很厚的淤泥层所覆盖，用一般链斗式、抓斗式和吸扬式挖砂船开采，其成本高，而且采砂深度受限制，不能开采水下深层砂。目前可用于深水采砂的设备有潜水泵式、气动泵式和射流式等装置。潜水泵式采砂装置水下部分，特别是潜水电机的密封装置容易磨损，工作可靠性差。气动泵式

采砂装置单位能耗高。射流式采砂装置由于它在水下无转动部件、结构简单、耐磨损、工作可靠，它的水下采砂深度大，单位能耗比气动泵式采砂装置低，因此是一种比较理想的水下采砂装备。

射流式采砂装备由工作水泵、射流泥浆泵、冲砂器、管道及闸阀等部分组成。它的工作原理是利用工作水泵产生压力工作水，通过管道压送到冲砂器及射流泥浆泵。利用冲砂器喷嘴的高压水射流破土，使它穿越水下淤泥覆盖层。通过调节它的射流流速及流向，将所需级配的沙砾通过射流泥浆泵将其吸入，提升至水面。

射流抽吸式采砂船可以直接穿透覆盖层，进入藏砂区，不需要开挖表层的淤泥，减少表层淤泥开挖过程中悬沙的排放。采砂船将泥层下的砂层开采后，泥层塌陷有利于采砂坑的回淤。射流抽吸式采砂船溢流泄水排放，通过溢流管在采砂坑内进行海底排放的形式，有利于悬浮物沉降。

本项目采用采砂船与过驳船分离，采砂船抽砂、洗砂均采用专业设备，船舶定位、采砂路线、采砂层次均得到控制，同样的采砂效率下，可有效地减少抽砂、洗砂过程中的悬浮泥沙通过溢流管道溢流回海面以下 2.0m 对水质的影响。项目作业船舶所产生的生活污水、生活垃圾及含油污水将收集上岸由有资质的单位进行统一收集上岸进行处理，作业船舶基本不会向项目所在海域排放污染物。

可见，项目的作业船舶排污能够满足清洁生产的要求。综上所述，本工程的采砂工艺是相对清洁的生产工艺。

10.1.3 本项目清洁生产建议

本项目应合理安排采砂期，尽可能缩短采砂期，减少由于采砂活动对周围环境造成的不利影响。建议根据采砂总量、采砂深度、采砂期限及气象条件将整个作业区分成若干个区块。每个区块内限制作业天数及作业强度，作业结束后采砂船移至下一区块进行作业。禁止无序开采，作业区内采取有效的采砂计划后可减少对环境的影响范围和程度，同时减少开采成本。

（1）加强管理

政府有关部门应加强矿产资源开采的环境监管力度，严格执行矿产开发项目的环境影响评价制度和清洁生产审核制度，要把这两项法律制度作为采矿许可证发放的重要前提。加强对采砂船的环境监理工作，密切监视海上环境变化，如发

现异常现象，应采取必要的措施，如暂停采砂等，并及时通知海洋监测部门，查明原因。

（2）选用合适的施工方案

根据本采砂项目情况，制定合适的采砂作业计划，包括施工工艺、采砂船型、作业方案等方面，并严格按照采砂计划进行海砂开采，尽可能缩短施工期，减少由于采砂活动对周围环境造成的不利影响。在进行采砂过程中，采砂单位应合理安排施工船舶位置，射流功率和抽砂泵功率应相配合，以尽量减少抽砂作业流失的悬浮物。

（3）制定安全、合理的防污措施

采砂单位应制定合理的防污措施，尽量减少采砂过程中产生的污染物，如避开台风和风暴潮时期作业等。采砂单位还应制定一系列应急措施来应对采砂过程中出现的突发事件，避免或减少对水质、沉积物、生态环境的影响，有效控制和规避污染风险。

（4）海砂开采工艺进行比选

海砂开采方式比选见下表。

表 10-1 射流式、绞吸法、斗轮法和耙吸法的比较

采砂工艺	射流式	绞吸法	斗轮法	耙吸法
工作头	洗砂头	绞刀	斗轮	主动耙头
采集浓度控制	一般	较好	最好	一般
最大挖深	＞70m	30m	30m	＞70m
工作可靠性	稳定	稳定	稳定	一般
矿砂粒径	窄	宽	窄	宽
采矿平整度	低	高	高	低
碇泊方式	自航/锚缆	钢柱/锚缆	钢柱/锚缆	自航
船体抗风浪	较强	弱	弱	强
装机功率	小	大	大	小
运营维护成本	低	高	高	高

当前，海上主要的采砂船型以射流抽吸式、耙吸式、绞吸式和抓斗式船为主，其中绞吸式和抓斗式船主要用于近岸工程港池航道开挖，真正用于采砂的仅有射流抽吸式和耙吸式采砂船。耙吸式采砂船原理与真空吸尘器类似，利用离心泵从海底吸起水和泥，排入本船泥舱，泥舱装满就驶往抛泥区排泥。耙吸式采砂船有3个缺点：①虽然对环境的污染相对较小，但不具备砂、泥分选功能，不宜作为

专用的采砂船型；②拟出让采砂区水深较深，耙吸式采砂船在该海域具有一定优势，但其工作特点是边航行边作业，容易造成海砂资源的浪费；③耙吸式采砂船一般吨位较大，拟申请采砂区水深较浅，也不适合采用该船型。考虑工程海域海砂资源分层分布，除表层粉砂外，大量海砂资源上部覆盖有粘土等无法利用的底质，采用绞吸式采砂船作业可能需外弃大量淤泥，因此考虑采用射流式采砂船进行作业。该船型工艺相比传统的机械采砂设备，射流式采砂船具有以下优点：①采砂效率高。射流式采砂船通过高压水流喷出的高速气体射流产生吸砂效应，可以很快地将砂土吸入气体采砂器内。②适用范围广。射流式采砂船不受水深的限制，可以在深海、浅滩等多种环境下使用，大大提高了采砂的范围和效率。③破坏性小。射流式采砂船采用高速气体射流技术，对海底的生态环境影响较小，不会产生大量的浊泥和噪音污染。④节能环保。射流式采砂船只需要通过水力高压泵将水压增压，产生高速气流，不需要消耗大量的燃料，因此节能环保。

考虑工程海域海砂资源分层分布，大量海砂资源上部覆盖有粘土等无法利用的底质，采用绞吸式采砂船作业可能需外弃大量淤泥，从清洁生产角度分析，本项目采用射流式采砂船进行作业。

10.1.4 节能减排的要求

采砂过程中产生的主要污染物质为悬浮物，根据前面分析，本项目拟采用的采砂工艺是相对清洁的生产工艺。船舶产生的生活污水中含 COD，这部分污染物按照要求不允许直接排入海水中，需带回陆地交由有资质单位进行处理后达标排放。这种处置方式符合节能减排的要求。

10.1.5 项目清洁生产结论

根据上述分析，本项目生产设备的选择合理，泥采用的采砂工艺是相对清洁的生产工艺，生产船舶排污能够满足清洁生产的要求。本工程采砂工艺清洁生产水平可达国内先进水平。

10.2 污染防治对策分析

10.2.1 采砂作业及船舶防污措施

10.2.1.1 采砂作业悬浮泥沙污染防治措施

（1）采砂船溢流泄水口上安装管道，进行海底排放，可减少悬浮泥沙对表层水体的影响。采砂船溢流泄水排放从目前的海面漫流状况改为通过溢流管进行海底（海床以上 1-2m）排放的形式，利于悬浮物沉降，减少悬浮泥沙对表层水体的影响。

（2）减缓射流船穿透海底淤泥层的速率，以减少此过程中的悬沙扩散。

（3）严格控制采砂强度，年采砂强度应控制在 1843.2 万 m^3 以内，此外，采砂应尽可能减少在底栖生物、鱼类的产卵期、浮游动物的快速生长期及鱼卵、仔鱼、幼鱼的高密度季节的作业强度。另外建议开采单位进行合理布局，合理划分开采片区，在 4-6 月份敏感期，尽量在采砂区内离种质资源保护区相对较远的一侧进行开采。

（4）海砂开采作业必须严格控制在已批准的海域作业，严禁越界开采。为避免超矿区开采、造成水下矿区边坡坍塌，水下休止角（30°）以内的矿体不得开采，采砂船应以 60° 以上的角度插入矿层，以形成坡度较缓的边坡，降低边坡坍塌造成的悬浮泥沙影响。

（5）洗砂过程筛分出的贝壳、砾石等大颗粒物因船上空间有限不能暂存，应在采砂船吸砂时固定不动的状态下从船底直接回填采砂坑，不得在航行中抛石回填。

（6）在采砂前对所有的采砂设备，尤其是砂仓进行严格检查，发现有可能泄漏污染物的必须先修理后才能开始采砂。

（7）在采砂过程中应做好采砂设备和过驳船的日常维修和检查工作，保持抽砂设备和过驳船的良好运行和密闭性；在施工过程中密切注意有无泄漏污染物的现象，如有发生，应立即采取措施予以修复，避免采砂和过驳过程发生悬沙泄露，从而加重悬沙污染影响。

（8）装砂过程应严格按照作业规程进行，避免装载过程砂矿泄露。

（9）采砂作业应有计划的分层逐层进行，这样能够防止形成大面积的深坑而造成上部淤泥层的坍塌，既便于管理，又能够减小悬浮泥沙产生量及其影响范围。

（10）采砂作业应在气象条件允许的条件下进行，在大风大浪、大雾和雷暴、海冰冰封等灾害天气时应暂停作业，避免应灾害天气导致船舶倾覆等，从而造成砂矿倾覆而对海洋环境造成影响。

（11）委托具有相应监测能力的环境监测单位对采砂区周边环境进行监测，采砂期内每个潮汐年的春、秋季各进行一次监测，以全面、准确掌握施工对海域生态环境的影响，针对跟踪监测发现的具体环境问题，及时反馈给采砂单位，采砂单位应根据跟踪监测结果及时调整和优化采砂作业安排和保护措施。此外，采砂过程中也须密切注意采砂区及其周边海域的水质变化，如发现因采砂施工引起水质明显变化而对周围海域海洋生物产生明显不良影响，则应立即停工对采砂船和过驳船的等进行检查和维修。

10.2.1.2 船舶污染防治措施

（1）海上施工船舶的生活污水应收集在船上的生活污水集污仓中，统一收集上岸委托具备相应接收能力的船舶污染物接收单位接收，禁止直接排放入海。

（2）采砂船舶和过驳船舶必须配备舱底含油污水收集设施，将船舶产生的舱底含油污水收集上岸后，委托有处理能力的单位处理，禁止直接排放入海。

（3）严禁施工船舶向施工海域排放废油、残油等污染物；不得在施工区域清洗油舱和有污染物质的容器。

（4）船舶作业过程中，应加强对船舶的检修，避免船舶发生漏油事故。

（5）采砂船舶和过驳船舶维修时产生的油污应经收集上岸后由有处理能力的单位接收处理，不得直接排放。

（6）海上施工船舶的固体废弃物应集中收集管理，定时把收集到的垃圾委托具备相应接收能力的船舶污染物接收单位运回陆地进行处理，不得直接排放入海。

（7）船舶要配备适量的化学消油剂、吸油剂等物资，船舶的溢油事故一旦发生，立即采取措施，收集溢油，缩小溢油的污染范围。

（8）葫芦岛市自然资源局委托大连海事大学同步编制了《辽宁省绥中县六股河口外海域 KT1、KT2 区块海砂开采项目海上交通安全影响研究报告》（下简称“交通安全报告”），采砂过驳水域依托该报告结论。过驳转运前，施工单位应向海事主管部门提交过驳作业申请，过驳船到《交通安全报告》中指定的过驳水域将海砂出售给运输砂船，船舶航行应按葫芦岛海事局航运要求行驶，行驶路线尽量避让周边保护区等环境敏感区域。

10.2.2 采砂过程中岸滩稳定性防治

本工程海砂开采可能造成的环境影响是施工作业产生的入海悬沙对海洋生态环境和周围的环境敏感区的影响，以及海砂开采改变采砂区水下地形，从而造成附近水动力环境和冲淤环境发生变化，对周围的海底电缆等环境敏感目标造成影响。因此，本项目实施工程中应注意控制海砂开采强度和开采范围，防止越界开采和超强度开采，保护岸滩的稳定性。同时对采砂工艺和使用船型也应按照本报告预测使用的船型和工艺进行控制，避免采砂作业影响超过本报告的预测范围。

根据数值模拟计算分析结果可知，由于采砂区距离岸线较远，项目建设引起的岸边附近的潮流场、波浪场的变化有限。因此采砂对岸滩稳定性的影响甚微。具体计算详见报告 7.3.6 和 7.4 章节，同时报告提出海砂开采期间和开采结束后 3 年进行跟踪监测，可根据开采期间监测结果调整开采强度，同时应加强采砂区域监管，避免水平和纵向越界开采，非法盗采，增加岸线侵蚀的风险。若跟踪监测发现发生岸线侵蚀的情形，应及时上报监管部门，相关部门应持续推进海岸线生态修复工程，推进周边海域综合治理、生态修复和海湾整治行动，开展海洋生态修复工作，通过海岸沙滩修复与养护、侵蚀海岸防护、建设生态海堤等措施，逐步修复受损的岸线。

海砂开采单位在开采期间应采取以下措施降低本区块采砂后形成采砂坑、产生坍塌的情况的发生：

1、严格控制采砂作业范围和深度，防止水平和纵向的越界开采；

2、采砂船须在开采边界预留一定距离，严格遵守放坡开采，形成约 30° 开采边坡，以保证开采完毕后，采砂坑塌范围不会超过申请用海的区域范围，避免增加采砂坑的面积和深度；

3、修复措施和责任主体：若发生坍塌的情况，采砂单位则应加强采砂作业的监督、自查，找出原因，避免再次发生，采砂单位应委托有能力的测绘单位对坍塌区的面积、水深及周边地形地貌进行勘测，上报监管部门，同时增加增殖放流渔业资源的种类和数量。

闭矿后三年内，采砂单位应根据环评要求对海砂开采区进行地形、地貌、水深等进行跟踪监测，并上报监管部门。

10.2.3 采砂期生态影响防治对策

根据采砂作业环境影响分析，采砂对环境影响的主要因素是海砂分选等环节中引起的悬浮物，其次是船舶污水以及溢油等影响。为最大程度的减少项目采砂对海洋生态环境带来的不良影响，建议采砂单位采取以下防治对策：

（1）我国对海砂实行开采总量控制制度，严禁超总量开采。同时，为了降低对附近海洋环境和经济鱼类等的损害，本项目应落实采砂强度指标，采砂量应控制在14.4万m^3/d。

（2）采砂过程中须密切注意采砂区及其周边海域的水质变化。如发现因抽砂施工引起水质变化而对周围海域海洋生物产生不良影响，则应立即采取措施，必要时可短暂停工。

（3）降低在底栖生物、鱼类的产卵期、浮游动物的快速生长期及鱼卵、仔鱼、幼鱼的高密度季节的采砂强度，主要原因是幼体生物对采砂作业造成的污染和干扰敏感性较高。

（4）采砂作业导致的悬浮物及噪音等会对水生生物栖息地造成破坏，对水生生物的生存和健康生长造成危害。因此，采砂作业应预先制定合理的施工计划，确定合适的采砂范围，减少对底质环境的扰动强度和范围，防止造成不可恢复的破坏和影响。

（5）采砂将对水下工程区域内的底栖生物和渔业资源造成一定程度的破坏，业主应采取增殖放流等一系列生态补偿措施对海洋生物资源的损失进行补偿。建议采砂单位按照本报告海洋生态损失的计算结果，对受损的海洋生态环境作出补偿。配合当地渔业行政主管部门，于绥中农渔业区或者周边的其他农渔业区采取人工增殖流放、底播放养、栖息地修复等生态修复措施，促进海洋生态环境的恢

复。

（6）海砂开采实行动态监测制度，以分析海砂开采对海洋资源、生态环境、海洋设施以及海底地形变化等影响，并依据污染状况调整作业方案，如改变采砂强度和采砂船只数量。

10.2.4 防止超界、超量、超时开采的管控措施

（1）开采作业前，通过对开采企业及监督管理人员进行培训，与采矿权人签订诚信履约责任书、监督管理责任告知等方式，提高采矿权人依法开采矿产资源的意识。同时要求采砂企业配备专业的采砂专业人员，做到懂开采方案，执行好开采方案。监督企业落实数字化开采建设，建议在抽吸管末端安装探测器，实时传输开采位置和深度，发现超越平面上批准的范围越界开采和超越标高上批准的范围越界开采发出警报，及时制止。

（2）开采活动中，必须严格按照批复的开采量进行作业，严格控制开采范围，采砂船采用精确的定位系统（如DGPS），从技术上实现不超界开采。

（3）采砂作业期间应详细记录开采过程，开采记录应交由相关部门定期检查并存档，对超量、超强度、超时开采的行为进行批评教育或作出相应处罚，从而杜绝超量开采、超强度开采、超载等违规行为。

（4）边界开采严格遵循放坡开采要求，避免越界，避免侵犯其他区块利益。

（5）开启AIS，AIS能加强了船舶间避免碰撞的措施，增强了ARPA雷达、船舶交通管理系统、船舶报告的功能，在电子海图上显示所有船舶可视化的航向、航线、船名等信息，改进了海事通信的功能，提供了一种与通过AIS识别的船舶进行语音和文本通信的方法，增强了船舶的全局意识，使航海界进入了数字时代。

（6）设置电子围栏，将各开采区的边界输入电子信息系统中，设置围栏，对开采进行终端跟踪监控，禁止越界开采。

（7）严格管控海砂开采时间，每天工作在15小时内，开采单位进行合理布局，在4-6月份敏感期，尽量在采砂区内离种质资源保护区相对较远的一侧进行开采。

10.2.5 海洋生态补偿方案

10.2.5.1 海洋生物资源补偿措施

根据国务院《关于印发中国水生生物资源养护保护行动纲要的通知》精神，建设单位应当按照有关法律规定，制定项目对生态资源损失的生态补偿方案。

根据海洋生态影响分析结果，本工程底栖生物补偿建议采用底播的方式，鱼卵、仔稚鱼采用等量补偿增殖放流等量鱼苗的方式，连续放流 3 年，每年一次，改善水域生态环境，实现渔业资源可持续发展，促进人与自然的和谐发展，维护水生生物多样性。增殖放流时间选择在渤海区伏季休渔期间内的 5 月 1 日至 9 月 1 日，以避开高强度捕捞压力时间，提高增殖放流效果。本项目按照“损失多少，补偿多少”的生态补偿原则，对工程造成的生态资源损失予以补偿，海洋生物补偿量详见**表 7-11**，折合补偿费用约 1476.35 万元。供苗单位必须持有合法、有效的《辽宁省水产苗种生产许可证》；供苗单位必须为市级以上良种场；提供放流的苗种必须是本育苗企业自繁自育的苗种，供苗单位须提供相关养殖、运输等原始记录；所供鱼苗必须经有资质的检疫检测部门检疫合格，且出具有效检疫合格报告；参与过增殖放流活动及具有增殖放流方面工作经验的供苗单位优先

10.2.5.2 实施方案

1、增殖放流工作流程

Ⅰ.形成增殖放流工作机制

成立海砂开采项目增殖放流工作专家组及验收组。确立增殖放流的法律法规地位。依据国务院《中国水生生物资源养护行动纲要》、农业部《水生生物增殖放流管理规定》的相关规定，特制定实施方案。健全工作规范制度。对主要增殖放流品种从苗种的采购、检疫、验收，都制定详细的实施方案，并建立责任制和监督机制，使增殖放流工作更加完善和规范。

Ⅱ.建立较完善的技术体系

规范水产苗种招标采购制度。参照政府采购价格，企业自主招标采购（采购价格上下浮动 10%内）。建立成熟的放流苗种验收方式，采用装车充氧运输和随机抽样计数，提高苗种运输成活率的同时，确保验收工作的准确性和科学性。建

立起增殖放流的科学评价体系。通过对增殖前后放流品种的种群调查以及回捕产量分析，建立起对增殖放流的科学评价体系，为增殖放流决策提供依据。

2、增值放流遵循原则

Ⅰ.生态安全原则。在水生生物资源增殖放流过程中，要确保水域生态安全，坚持以自然亲体作为亲体，原则上以本地子二代以内苗种作为放流苗种，增殖放流前要检验检疫，杂交品种、转基因品种、不明外来物种不能作为放流品种。

Ⅱ.因地制宜原则。要根据葫芦岛市沿海和内陆地区的水域环境、水质、底质各不相同的特点，要发挥资源优势，突出特点，开展好适合本地区的水生生物资源增殖放流工作。

Ⅲ.科学论证原则。要加强水生生物资源增殖放流的专家论证工作，无论是放流品种的选择，还是增殖放流效果评估等都要科学论证，从而使增殖放流相关的工作科学、规范、有序进行。

Ⅳ.按《“十四五”水生生物增殖放流工作的指导意见》要求，选择本地原种或子一代的苗种或亲体；能大批量人工育苗；品质优良（属优质经济鱼、虾类、贝类）；适应工程附近海域生态环境且生势良好；工程附近海域自然生态状况中曾经拥有的种类，确需放流其他苗种的，应当通过省级以上渔业行政主管部门组织的专家论证；鱼类品种以恋礁性鱼类、适合转产转业和发展游钓休闲渔业品种为主，或在资源结构中明显低于自然生态状况中的比例，资源衰退难以自然恢复；禁止使用外来种、杂交种、转基因种以及其他不符合生态要求的水生生物物种进行增殖放流。

3、增殖放流区域的选择

根据农业农村部印发《“十四五”水生生物增殖放流工作的指导意见》，项目附近适合进行增殖放流的海域为辽东湾海域，鉴于本项目位于辽东湾海域西北侧海域，本评价建议项目在辽东湾海域实施增殖放流工作。

4、增殖放流备选品种

根据农业农村部印发《“十四五”水生生物增殖放流工作的指导意见》及项目所在区域海洋生物及其栖息环境的实际情况，项目海区适宜增殖放流的备选品种包括：中国对虾、三疣梭子蟹、海蜇、褐牙鲆、圆斑星鲽、红鳍东方鲀、半滑

舌鳎等等。

5、增殖放流苗种规格质量

鱼苗体长应在 5cm 以上；虾苗体长应在 2.5cm 以上。放流苗种应当来自有资质的生产单位、检验机构认可。

6、增值放流采购方式

参照政府采购价格，企业自主招标采购（采购价格上下浮动 10%以内）。

7、增殖放流要求

Ⅰ.增殖放流时间要求

在施工期间根据实际情况开始实施海洋生物增殖放流，增殖放流的期限为 3 年，每年 1 次。每年的增殖放流工作安排在渤海区伏季休渔期间内的 5 月 1 日至 9 月 1 日，以避开高强度捕捞压力时间，提高增殖放流效果。

Ⅱ.放流鱼苗要求

ⅰ.规格要求：放流鱼苗必须达到放流规格要求。

ⅱ.感官质量要求：规格整齐、活力强、外观完整、体表光洁。

ⅲ.指标要求：规格合格率为 90%以上，死亡率、体色异常率、挂脏率之和小于 5%。

ⅳ.检验检疫要求：具有有资质的检疫检测部门出具的检验检疫合格文件。

Ⅲ.供苗单位要求

供苗单位必须持有合法、有效的《辽宁省水产苗种生产许可证》；供苗单位必须为市级以上良种场；提供放流的苗种必须是本育苗企业自繁自育的苗种，供苗单位须提供相关养殖、运输等原始记录；所供鱼苗必须经有资质的检疫检测部门检疫合格，且出具有效检疫合格报告；参与过增殖放流活动及具有增殖放流方面工作经验的供苗单位优先。

Ⅳ.验收要求

严格履行现场增殖放流苗种的检疫和验收程序。整个放流过程本着公开、公平、公正的原则，邀请新闻媒体、公证机关现场参与。严格按相关法律规定的人

工放流要点操作；每次放流完毕现场制作相关手续并交由供苗单位签字确认，保证放流苗种的数量和质量。

各品种具体放流流程严格按照各放流品种操作规程规定的工作程序执行，包括规格测量、抽样计数、运输、投放等所有验收环节，并由验收组专家和专业技术人员、公证人员到场，严防弄虚作假。

8、保障措施

Ⅰ.保证投入鱼苗品质。选择苗种生产能力强的省、市级水产良种场，签定生产苗种规格、数量、供苗时间的协议。由渔业中心对苗种生产过程进行全程检查，并在放流前要对苗种进行检疫，淘汰检疫不合格及苗种不纯的供应单位，确保投入苗种品质。

Ⅱ.制订完善技术规程和标准。根据增殖放流品种的生态习性和放流验收的实际需要，制定各个放流品种的技术规程和标准，包括放流品种选择，其放流位置、放流时间、苗种质量、苗种规格等，以利于增殖放流的顺利实施。

Ⅲ.加强渔政监督管理。为提高增殖放流品种入海后的成活率，放流前要对放流区域附近海域违规渔具进行彻底清除，并加强对放流品种入海后的禁渔管理。

Ⅳ.增殖放流前后的管理

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

10.2.6 通航安全保障措施

考虑到本采砂项目在作业期间，会占用部分习惯性航路，同时过驳船会频繁进出采砂区与购砂船之间，对通航和交通安全会造成一定影响。建议采取如下通航安全保障措施。

表 10-2 通航安全措施保障一览表

名称	交通安全保障措施	备注
采砂区交通安全	获发水上水下施工作业许可证和通航公警告才能正式进场作业	
	采砂船和过驳船应悬挂正确的旗号和号灯	
	向海事部门申请划定施工保护区，开采区应设置明显的警示标志，避免其他船舶误入施工水域	

	安装AIS船舶自动识别系统，加强了望、与过往船舶保持足够距离	
	向航道部门申请增设足够的临时航标，并按照海事部门和航道部门的要求按照划定的施工水域施工	
	严禁往航道抛石块等	
	船舶夜间作业时显示的灯光应实行管制，防止出现影响船舶在出海航道正常航行的背景亮光	
恶劣天气情况下的交通安全	防范台风、风暴潮以及雷雨大风的袭击	风力超过6级，波高大于2m，能见度小于1000m，停止作业
	悬挂黄色热带气旋警报时，所有船舶择地避风	

10.2.7 大气污染防治措施

海砂开采对大气环境的污染主要是采砂船、过驳船的船舶废气，因此大气环境的保护措施主要是控制污染源的减排措施。

根据《交通运输部关于印发船舶大气污染物排放控制区实施方案的通知》(交海发〔2018〕168号)文件要求，大气污染防治措施如下：

（1）在排放控制区内的作业船舶需使用硫含量不大于 0.5%m/m 的船用燃油。

（2）氮氧化物排放满足《交通运输部关于印发船舶大气污染物排放控制区实施方案的通知》(交海发〔2018〕168号)的有关要求。

（3）船舶可使用清洁能源、新能源、船载蓄电装置或尾气后处理等替代措施满足船舶排放控制要求。

（4）未使用硫氧化物和颗粒物污染控制装置等替代措施的船舶进入排放控制区只能装载和使用硫含量不大于0.5%m/m的船用燃油。

10.2.8 声环境污染防治措施

海砂开采的噪声主要来自采砂船、过驳船等作业船舶。噪声防治的措施主要是采用低噪声船舶，对船舶做好管理、保养和维护，维持作业船舶的良好运行状态降低运行噪声。

10.2.9 海砂开采定点、定时、定量、定向和视频监控管理措施

1、定点管理

（1）海砂开采企业应当严格按照海砂开采海域使用权不动产权证书、采矿

许可证、海上施工作业许可及海砂开采出让合同核定的位置、范围和标高进行开采。严禁超层越界开采海砂。

（2）海砂开采期间，海砂开采船舶不得擅自驶离核准的海砂开采区域。因不可抗拒、情势变更、船舶维修等原因确需驶离海砂开采区域或改变海砂开采计划，应当报属地海洋综合执法机构和海事管理机构备案。严禁内河船舶超核定航区开采、运输海砂。

2、定时管理

（1）海砂开采企业应当在海砂开采海域使用权不动产权证书、采矿许可证和海上施工作业许可规定的有效期内从事海砂开采。严禁超期开采。

（2）在海砂开采海域使用权不动产权证书、采矿许可证和海上施工作业许可有效期内，海砂开采企业应当根据矿产资源开发利用方案、海洋环境影响评价报告要求，科学确定海砂开采时段。严禁在台风等恶劣天气期间从事海砂开采和海上运输活动。台风、海浪、风暴潮等预警信号生效期间，应按要求停止采、运海砂作业，及时安排海上施工人员上岸避险，船舶驶离危险水域，回港避风或转港避风。

（3）海砂开采海域使用权不动产权证书和采矿许可证尚未届满，但因公共利益或者国家安全的需要等原因不宜继续使用海域的，依法收回海域使用权和撤回海砂采矿权行政许可，并对海砂开采企业依法进行补偿。海砂开采企业应当配合属地政府的要求停止海砂开采行为。

（4）海砂开采企业、船舶按照海砂开采海域使用权不动产权证书、采矿许可证核定的有效期内进行开采。

3、定量管理

（1）建设单位在海砂开采海域使用权和采矿权市场化出让时，应在出让合同中明确开采总量，约定按照经批准的矿产资源开发利用方案和海洋环境影响评价报告要求，严格落实开采总量、作业方式、作业船舶数量等开采强度的指标控制。

（2）海砂开采企业应当根据海砂开采海域使用权和采矿权出让合同约定，依据矿产资源开发利用方案、海洋环境影响评价报告有关要求，制定海砂开采计

划，按核准的要求安排开采时间和船舶数量，报属地海洋综合执法机构备案。严格履行合同义务，严禁超量开采。

（3）海砂开采企业应落实海砂开采日登记制度。海砂开采作业期间，应指定专人填写《海砂开采日志》，如实记录采砂量、现场海砂开采船舶数量、船型及作业方式等信息，并按月将《海砂开采日志》记录情况报送属地自然资源主管部门、海洋综合执法机构和海事管理机构。海砂开采企业应保存《海砂开采日志》至海域使用权不动产权证书和采矿许可证有效期限届满一年以上，并接受相关部门的检查。

4、定向管理

（1）在本省管辖海域内运输海砂应当持有《海砂来源证明单》。禁止装运非法开采的海砂。《海砂来源证明单》由省自然资源主管部门统一制作式样，包括海砂来源地、运输工具名称、装运时间、海砂数量、过驳点和有效期限等内容。《海砂来源证明单》一式四联，采砂单位、运砂单位、接收单位、监管部门各持一联。

（2）在本省管辖海域内运输依法开采的海砂，应由海砂开采企业在采砂现场及时核发盖有海砂开采企业公章的《海砂来源证明单》，包括运砂单位、接收单位两联。海砂开采企业应即时通过拍照上传等方式将《海砂来源证明单》监管部门联报送属地海洋综合执法机构和海事管理机构，纸质联单装订成册后每月寄送给属地海洋综合执法机构和海事管理机构备查。

（3）在本省管辖海域内运输依法开采的海砂，应持盖有海砂开采企业公章的《海砂来源证明单》运砂单位联，服从有关部门的监督管理，并遵守下列规定：

(一)持有的《海砂来源证明单》应当在其载明的有效期限内单次使用，不得重复使用；(二)不得伪造、变造《海砂来源证明单》，或者以买卖、出租、出借等方式非法转让《海砂来源证明单》；(三)运载海砂数量应当符合《海砂来源证明单》记载数量。

（4）码头、堆场、填海施工等企业接收在本省管辖海域内依法开采的海砂时，应一并接收盖有海砂开采企业公章的《海砂来源证明单》接收单位联。除以下情形外，海上运输过程中载运海砂船舶不得在水上过驳海砂：(一)船舶航行安

全受到影响或船舶故障不能航行需要应急过驳作业；(二)取得港口经营许可的港内过驳作业；(三)海砂开采企业在海砂开采安全作业区内因海砂开采作业方式需要实施过驳转运作业。

5、监测和监控:

（1）海砂开采船舶进场，所属海砂开采企业应按要求填写海砂开采船舶进场作业报备表，并应于进场之日十天前向省海洋综合执法机构及海事管理机构进行报备。未经报备的海砂开采船舶不得进入海砂开采区域。

（2）海砂开采船舶安装海砂开采现场视频监控终端和 GPS 定位设备后，应当 24 小时不间断开启使用，现场监控视频保存时间自记录存储之日起不少于三个月。未安装现场视频监控终端设备的船舶不得参与采砂作业。禁止故意干扰、破坏监控设备。

（3）海砂开采企业持有的海砂开采海域使用权不动产权证书和采矿许可证有效期届满后，该企业所有海砂开采作业船舶、工具必须撤离海砂开采现场，海砂开采企业应协助海洋综合执法机构回收安装在海砂开采船舶上的现场视频监控终端设备。

6、海砂开采实行船舶进场作业备案制度。海砂开采和海砂过驳船舶必须满足海区安全作业要求，保证船舶适航、船员适任、船载适当。

10.3 环保措施技术、经济可行性分析

本项目采砂设备的选择合理，所采用的采砂工艺是相对清洁的生产工艺，采砂船舶排污能够满足清洁生产的要求。本工程采砂工艺清洁生产水平可达国内先进水平，从源头减少采砂作业对环境的污染。针对采砂过程中可能出现的污染提出防治对策，对可能造成的环境污染提出针对性措施进行生态补偿，将可有效防止采砂作业对环境造成的影响。从可持续发展角度考虑，本工程环保投资产生的环境效益将远大于环保投资费用本身。因此，本文所提出的环保措施在技术上和经济上都是切实可行的，并将收到显著的效果，具有技术、经济可行性，应在项目的施工全过程加以落实。

本项目拟采取的污染防治对策措施、生态保护对策措施统计见下表所示。

表 10-3 项目污染防治对策措施、生态保护对策措施一览表

项目	环境保护对策	具体内容
悬沙控制措施	加强管理	合理规划采砂分区，控制采砂范围、采砂时间和采砂强度等
	海砂分选溢流水控制	原砂经分选得到海砂产品后，剩余含细砂（小于0.063mm 粒级砂）及淤泥的海水，经船底的溢流口通过溢流管在海底排放，并在管口围挂 1 米高帷幔，防止悬浮物扩散
	动态监测制度	采砂期内每个潮汐年的春、秋季各进行一次监测
污水处理	船舶生活污水	由船舶生活污水收集设施收集上岸后，由有处理能力的单位接收处理
	舱底含油废水	由含油污水收集设施收集上岸后，由有处理能力的单位接收处理
固体废弃物处置	生活垃圾	收集上岸后，由环卫部门统一清运处理
	碎石杂物	回填采砂坑
海洋生态保护	落实采砂强度指标	落实采砂强度指标，控制采砂强度
	合理规划采砂工期	鱼类资源快速生产期内降低采砂强度，选择在大潮和中潮期进行采砂作业等
	动态监测制度	根据报告书提出的环境监测计划开展动态监测
	生态损失补偿	采用增殖放流等方式进行补偿
大气污染防治	控制污染源	采用清洁能源动力船舶（应使用硫含量不大于0.5%m/m 的船用燃油）
声环境污染防治	加强维护管理	对船舶做好管理、保养和维护

11 环境经济损益分析

环境经济损益分析主要任务是估算建设项目需要投入的环保投资和所能收到的环境保护效果。因此，在环境经济损益分析中除需计算用于控制污染所需投资的费用外，还要同时核算可能收到的环境与经济实效。然而，经济效益比较直观，很容易用货币直接计算，而污染影响带来的损失一般是间接的，很难用货币直接计算。因而，环境影响经济具体定量化分析，目前难度还是较大的，多数是采用定性与半定量相结合的方法进行讨论。

本报告书以资料分析为主，在详细了解项目的工程概况及各环节污染物影响的程度和范围的基础上，运用费用-效益分析方法进行定性分析评价。利用此方法对建设项目进行分析将有利于正确分析项目的可行性。费用是总投资的一部分，而效益包括经济、社会和环境效益。关系为：

费用=生产成本+社会代价+环境损害

效益=经济效益+社会效益+环境效益

11.1 社会效益分析

（1）保障国家砂石供应战略的需要

兴城——绥中近岸海砂资源区是渤海地区最重要的、价值量最大的海砂资源储备区，也是中国北方地区最重要的资源储备区，其储备粮约占辽宁省海砂资源储备总量的 70%。兴城——绥中近岸海砂资源的合理开发对于缓解我国砂石供应紧张局面，保障工程建设和民生发展意义重大。

（2）促进海洋资源合理有序利用的需要

海砂资源是国家重要矿产资源，是葫芦岛市最主要的海洋矿产资源，也是地区经济社会发展的重要支撑性战略资源。但长期以来，葫芦岛市的海砂资源没有得到合法利用，长期受盗采影响，导致国家资源损失严重，沉船死亡事故发生，海洋生态环境遭受威胁。将海砂开采纳入到合法阳光、科学有序的轨道下进行，势在必行。

（3）促进地区经济和社会发展的需要

随着经济的发展，城市建设步伐也不断加快，沿海基础工程建设如港口开发、临海工业等大型项目不断增加，工程项目对建设用砂的需求日益显著，导致目前市场的建设用砂供不应求，供需矛盾十分突出。

拟申请海砂开采项目位于葫芦岛市海域，砂源储藏相对集中，水路运输畅通便捷，开发利用的价值较高，本项目在不超过环境承受能力的条件下，合理合法开采海砂，为葫芦岛市其他重大项目的提供海砂，可促进葫芦岛市重大项目的建设，同时也将极大的增加地方财政收入，并带动葫芦岛市乃至周边区域相关运输、淡化、加工、建材、环保等上下游产业的发展，为地区注入新的支柱型产业，对葫芦岛市的经济和社会发展影响深远。

（4）增加就业机会

本项目的建设不仅可以促进葫芦岛地区的经济发展，间接地创造许多就业机会，而且项目本身也可以提供一定数量的就业，可在一定程度上维护社会稳定、减轻社会就业压力、提高居民生活水平。

综上所述，本项目建设能够产生明显的社会效益。

11.2 经济效益分析

2019 年 12 月，自然资源部发布《关于实施海砂采矿权和海域使用权“两权合一”招拍挂出让的通知》（自然资规〔2019〕5 号指出）指出，“全面实施海砂采矿权和海域使用权‘两权合一’招标拍卖挂牌出让制度。自然资源部委托沿海省级自然资源主管部门组织实施海砂采矿权招拍挂出让，由沿海省级自然资源主管部门将海砂采矿权与省级政府法定权限内的海域使用权出让纳入同一招拍挂方案并组织实施。”

在渤海七个海砂资源区中，最具有海砂开采价值的是兴城-绥中近岸海砂资源区、辽东湾东岸海砂资源区、秦皇岛近岸海砂资源区、曹妃甸海砂资源区以及莱州浅滩海砂资源区。其中，兴城-绥中近岸海砂资源区是资源储量最高，开采价值最大的区域。

根据 908 国家专项调查及辽宁省海砂资源相关调查资料，兴城-绥中近岸海砂

资源区海砂资源储备区（粒径＞0.125mm 的含量大于 50%的区域）面积 2300 平方公里，重点海砂资源区（粒径＞0.125mm 的含量大于 75%的区域）面积 300 平方公里，平均砂层厚度 14 米，海砂资源储备量 330 亿立方米，约占辽宁省全省海砂资源量的 70%，该区域海砂主要来源于六股河。

初步估算，葫芦岛市兴城-绥中近岸海砂资源区 330 亿立方米，按照 50 元/立方米估算，资源储备价值 1.65 万亿元。按照每年开采 1 亿立方米估算，可开采 330 年，年可开采海砂价值 50 亿元。由于海砂属不可再生的海洋矿产资源，海砂的价格比以前有所提高，利润较高；而海砂开采前期投资成本较低，同时海砂开采区距离周围工程项目地点较近，海砂运输成本较低，总体经济效益非常显著。

根据自然资源部发布《关于实施海砂采矿权和海域使用权“两权合一”招拍挂出让的通知》、《关于规范和完善砂石开采管理的通知》，辽宁省海砂开采海域使用权一律通过招标、拍卖、挂牌等市场化方式进行出让。通过招标、拍卖、挂牌等市场化方式进行海砂开采权出让更有利于海砂资源的长效管理利用。

根据目前海砂市场价格分析，采砂开采既能给企业带来一定的经济效益，又能向国家交纳一定数额的资源费和营业税，可促进当地海洋产业的发展，有着良好的经济效益。

11.3 环境保护投资估算

项目用于环境保护的投资主要包括环境管理和监测生态补偿以及采砂期船舶污油水、生活垃圾等处理设施。对建设项目拟采取的污染防治和生态保护措施进行投资估算，结果见下表。

表 11-1 本项目环保投资估算一览表

项目	任务	内容	环保投资估算（万元）
施工期环境监理	合理安排施工进度，严格掌握采砂设施性能、控制悬浮泥沙扩散影响范围	环保监理人员 2 人（工程监理可兼任）	150
施工期环境监测	掌握施工期污染物排放状况，为施工管理提供依据	详见监测计划	250
生态补偿	补偿施工期造成的生态损失	采取增殖放流等措施	1476.35
悬浮泥沙污染防治	控制悬浮泥沙扩散影响范围和程度	溢流泄水排放通过溢流管进行海底排放	200

船舶油污水接收处理	施工船舶产生的生活污水、油污水	由有资质单位接收处理	20
固体废弃物处置	船舶垃圾严禁向海域排放	收集上岸后，由环卫部门统一清运处理	10
溢油应急费用	施工船舶发生溢油事故时，采取的应急措施	各船配备应急设施，并依托岸上溢油事故设备库见表8-10	100
预留	不可预见费（事故状态下的环境跟踪监测费和其他未列入本表的环保投资费用）		200
合计			2406.35

备注：本评价环保投资为估算，具体以市场行为为准。

11.4 环境效益

11.4.1 环保措施的效益分析

本项目在设计中充分考虑了环境保护的要求，严格执行各项目环境保护标准。

采采用的射流式采砂工艺是目前采用较多的采砂方式，根据清洁生产分析，该采砂工艺是相对清洁的生产工艺。且项目在采砂船溢流泄水口设置，海砂清洗后的细砂及淤泥水通过溢流管进行海底（海床以上 1m）排放，并在管口围挂 1 米高帷幔，防止悬浮物扩散。

本项目施工期各项环保工程措施，包括直接投资的环保设施和属于管理范畴的工程措施，其环境经济效益主要体现在：通过各项环保工程措施的落实，使清洁生产的整体预防战略在建设施工期全过程得到有效贯彻，从而确实有效保护生态环境，达到社会经济建设和环境资源保护的协调发展。

通过施工期各项环保措施减小工程各施工建设环节中各环境污染因子产生的强度，采取污染防治措施，使工程区附近海域水环境和生态环境得到有效保护。

本项目各项直接投资的环保设施以及属于管理范畴的工程措施，均是适应工程建设与环境保护、海洋生态环境保护实际需要而提出来的。从区域可持续发展考虑，本工程环保设施的投资具有较好的环境效益，应在项目的建设施工全过程加以落实。

另外，政府规范海砂合理开采，从一定程度上制止了非法盗采现象，从有序、合理、限量、环境影响可控的开采替代无序、无度、粗放式、环境影响不可控的非法盗采，可改善采砂对区域海洋环境的影响，综上，本项目具有一定的环境效

益。

11.4.2 环境经济损益分析

（1）环境直接、间接经济损失估算

环境经济损失是指采取相应环保措施后，工程项目可能仍然造成的环境损失，对于本项目来说，对海洋环境造成的损失主要表现在两个方面：一是海砂开采造成底栖生物的损失；二是在采砂施工过程中导致工程海域悬沙浓度增大，对附近的海洋生物及渔业资源会产生影响。

采砂作业过程中，栖息于开采区内的底栖生物将死亡。经估算本项目采砂造成的底栖生物损失量约为 65.12t，由于大部分底栖生物的生长较缓慢，在采砂结束后较长时间内底栖生物才能得到逐渐恢复。本项目在采砂作业中将产生一定量的悬沙，造成附近局部海域的混浊度增加，降低水体的透明度，对游泳生物和浮游动物产生不利影响，若悬沙浓度过大，甚至会引起死亡。同样，采砂施工产生的悬沙对鱼类也会产生一定的影响。

依据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》的规定，占用海洋水域的生物资源损害补偿，占用年限低于 3 年的，按照 3 年补偿；本项目按 3 年进行补偿计算。本项目的建设需作出生态补偿的总金额为 1476.35 万元。

（2）环境直接、间接经济收益估算

环境经济收益是指在采取环境保护措施后所得到的直接和间接效益。直接效益为资源、能源的回收利用所产生的收益；间接效益为由于污染物的适当排出所削减的环境经济损失。对本建设工程来说，环境经济效益只由间接效益组成。

根据本报告前述章节的相关分析可知，在不采取任何环保措施的情况下，工程环境污染的范围和程度将成倍增大，资源的损失和环境污染损失也同样以倍数增加；在采取环境保护措施后，可以使建设项目产生的环境影响被控制在最小范围和最低程度，进而也能在一定程度上减少资源的损失。因此，建设项目污染防治措施的环境经济效益还是比较明显的。

11.5 环境经济损益综合分析与评价

本项目各项环保措施，包括直接投资的环保设施和属于管理范畴的工程措施，其环境经济效益主要体现在：通过各项环保措施的落实，减小项目建设过程中各环境污染因子产生的强度，并进行必要的生态防护，使工程区附近海域水环境和生态环境得到有效保护，降低对所在海域的影响，将本项目建设可能产生的环境影响降到最低，从而确实有效的保护生态环境，实现社会经济建设和环境资源保护的协调发展，即环境保护和经济建设的双赢。

通过采取各项的环保措施，加强环境保护工作，可有效减少项目建设造成的负面环境影响，将项目建设可能造成的环境经济损失降到最低，是适应工程建设与环境保护、海洋生态环境保护实际需要。经过比较分析，该工程项目能取得较好的社会经济效益，在采砂过程中采取环境保护措施后，能在一定程度上减少海洋生态环境资源的损失。可见，本项目的环境保护措施是合理的，环境污染导致的生态效益损失可以协调补偿解决。

本建设项目是可行的。从可持续发展角度考虑，本工程环保投资产生的环境效益将远大于环保投资费用本身，应在项目的施工全过程加以落实。

12 海砂开采量的控制

12.1 开采方式的控制

本海砂矿床为辽宁省葫芦岛管辖海域 KT2 区块，根据《辽宁省绥中县六股河口外海域 KT2 区块海砂资源勘探报告（分割）评审意见书》（辽储评（储）字〔2003〕029 号），本次开采为区块内 3.2101km^2 区域进行海砂开采工作，矿体合计原矿体积资源量为 4034.31 万 m^3；确定开采原矿量为 3922.18 万 m^3；开采回采率为 90%，废石混入率为 0%，则本矿区采出海砂原矿量为 3529.96 万 m^3。

本项目拟采用工作效率为 2000m^3/h 的射流抽吸式采砂船作业。矿区采用间断工作制度，年工作 128 天，每天 15 小时。另外，在大雾、雷暴、海冰冰封等不利天气及鱼类产卵等敏感期，降低采砂强度。本项目控制开采方式如下：

表 12-1 采砂船舶规模和工艺控制要求一览表

控制对象	控制内容	具体要求	预期效果
施工工艺	采砂船作业平面布置合理，事先制定开采计划，采用清洁的生产工艺	作业船舶将分散作业	降低采砂作业产生的入海悬沙源强
		吸砂功率与海砂分选功率相匹配	节约能耗，提高开采效率，降低未吸上船舱的悬沙量
		减缓射流船穿透海底淤泥层的速率	减少此过程中的悬沙扩散
		原砂经分选得到海砂产品后，剩余含细砂（小于 0.063mm 粒级砂）及淤泥的海水，经采砂船溢流口设置的溢流管海底（海床以上 1m）排放，并在管口围挂 1 米高帷幔，防止悬浮物扩散	采砂坑内水底溢流能降低悬沙扩散
		提高海砂分选效率和出砂率	节约能耗，提高开采效率
		过滤的杂物和石块要回收岸上处理	减少对海域水质污染和生态破坏
采砂船型	控制作业船舶数量、船型	6 艘射流抽吸式采砂船配 12 艘 4000m^3 过驳船	根据采砂船数量合理配置过驳船，提高过驳船作业效率的同时，降低交通量
		每艘采砂船的采砂效率控制在 2000m^3/h	满足开采强度和开采量控制要求
		采砂船每年都需要年检，注意使用的船舶检验证书必须在有效期内	保证施工船舶排污、设备配备、设施安全等达标

12.2 开采强度的分析

从保护海洋环境的角度出发，考虑项目所在海域的海洋环境容量和承受能力，并考虑本项目采砂船的采砂能力和企业的经济效益，确定了本项目开采海砂的日最大开采量、日平均开采量、月最大开采量、月平均开采量、年开采控制总量、开采年限等控制指标，具体见下表。根据项目所在海域的生态承载力、环境承载力和资源承载力，保证本项目海砂开采对周边水质环境、生态环境、水动力环境、地形地貌与冲淤环境、环境敏感目标、叠加效应等影响在可接受范围内，建议本项目采取以上开采方式和开采强度进行作业，并严格按照下表中规定的日最大开采量、日平均开采量、月最大开采量、月平均开采量、年开采控制总量、开采年限等指标进行海砂开采。

表 12-2 海砂开采目标控制一览表

控制参数		控制量	控制条件
日开采量	日最大开采量	14.4 万 m^3/d	6 艘采砂船，作业 15 时/天，每月开采天数见表 4-4
	日均开采量	14.4 万 m^3/d	
月开采量	月最大开采量	316.8 万 $m^3/月$	6 艘采砂船，作业 15 时/天，7 月开采 22 天，每月开采天数见表 4-4
	月均开采量	153.6 万 $m^3/月$	1 月-12 月算数平均值
开采总量	年开采量	1843.2 万 m^3	以 6 艘船开采 128 天/年计
	开采区资源总储存量	4034.31 万 m^3	
	控制总开采量	3529.96	可开采 2 年（含 1 个月准备期）
开采范围	采砂区范围	3.2101km^2	根据地质结构，砂源储量分布，海砂可开采环境条件
开采年限		2 年	矿区生产年限 2 年（含 1 个月准备期）

13 海砂工程环境可行性

13.1 与海洋功能区划的符合性分析

13.1.1 与《辽宁省海洋功能区划（2011-2020年）》的符合性

13.1.1.1 项目所在海域及周边海域海洋功能区划

根据《辽宁省海洋功能区划》（2011-2020年），本工程位于绥中海域农渔业区，周边的海洋功能区主要有：狗河口保留区、天龙寺旅游休闲娱乐区、天龙寺外海保留区、二河口工业与城镇用海区、六股河河口海洋保护区。项目与各功能区的位置关系详见表13-1和图2-2，海洋功能区登记表见表13-2。

表13-1 项目周围海域海洋功能区分布状况

序号	名称	与项目位置关系	功能区
1.	绥中海域农渔业区	项目占用	农渔业区
2.	二河口工业与城镇用海区	W 6.31km	工业与城镇用海区
3.	天龙寺外保留区	SW 2.15km	保留区
4.	天龙寺旅游休闲娱乐区	W 6.24km	休闲娱乐区
5.	六股河河口海洋保护区	NW 6.8km	海洋保护区
6.	兴城海域农渔业区	N 11.2km	农渔业区
7.	刘台子工业与城镇用海区	N 15.9km	工业与城镇用海区
8.	狗河口保留区	WN 16.3km	保留区

表 13-2 项目周边海洋功能区登记表（辽宁省）

序号	代码	功能区名称	地区	地理范围	功能区类型	面积（km^2）	陆域岸线长度（km）	管理要求	
								海域使用管理	海洋环境保护
1	A1-01	绥中海域农渔业区	葫芦岛	辽冀海域界线至六股河口海域	农渔业区	1452.5	15.2	(1)严格控制区域采砂活动。 (2)发展现代化和规模化海洋牧场。 (3)整治修复渔业资源环境。	重点保护渔业水域环境，控制溢油风险事故，水质质量执行不低于二类海水水质标准，沉积物质量和海洋生物质量执行不低于一类标准。
2	A3-03	二河口工业与城镇用海区	葫芦岛	二河口海域	工业与城镇用海区	6.2	4.8	(1)加强河口两侧海岸稳定性监测、严禁岸滩及近岸海域开采海砂。 (2)整理河口空间，确保泄洪安全。 (3)保护自然岸线与沙滩。	严格新增项目用海环评与监督管理，控制新增污染源，避免影响周边海洋功能区环境。水质质量执行不低于二类海水水质标准，沉积物质量和海洋生物质量执行不低于一类标准。
3	A5-02	天龙寺旅游休闲娱乐区	葫芦岛	长滩河至团山近岸海域	旅游休闲娱乐区	19.6	10.7	(1)修复和保护原生砂质海岸及岸滩景观资源。 (2)加强海岸两侧海岸稳定性监测。 (3)限制贴岸式永久性海岸工程建设。 (4)严禁岸滩及近岸海域开采海砂。	重点保护砂质海岸生态系统，水质质量执行不低于二类海水水质标准，沉积物质量和海洋生物质量执行不低于一类标准。
4	A8-02	天龙寺外保留区	葫芦岛	六股河口外三道砂干海域	保留区	10.4	0	(1)监测和维护三道砂干水下砂脊。 (2)加强海砂开采监管。	区域水质、沉积物、生物质量标准不低于现状水平。
5	A6-01	六股河河口海洋保护区	葫芦岛	六股河口海域	海洋保护区	12.1	8.8	(1)保护原生砂质海岸与河口砂坝泻湖体系。 (2)定期监测河口两侧海岸稳定性。	重点保护砂质海岸生态系统与生物栖息环境，海域水质、沉积物质量和海洋生物质量执行不低于国家一类标准。

								(3)整治修复原生砂质海岸。 (4)整理河口空间，确保泄洪安全。	
6	A1-03	兴城海域农渔业区	葫芦岛	六股河口至望海寺海域	农渔业区	1049.6	16.6	(1)严格控制区域采砂活动。(2)发展现代化和规模化海洋牧场。(3)保护河口、海岛海域和水下岩礁生物栖息环境。(4)整治修复受损海洋渔业资源系统。	重点保护渔业水域环境和水产种质资源，水质质量执行不低于二类海水水质标准，沉积物质量和海洋生物质量执行不低于一类标准。
7	A3-04	刘台子工业与城镇用海区	葫芦岛	长山寺角西海域	工业与城镇用海区	20.5	11.6	(1)保持区域自然岸线与水下岩礁系统，严格控制海域采砂活动。(2)严格限制区域填海造地规模。	严格新增项目用海环评与监督管理，加强区域海水环境质量跟踪监测，水质质量执行不低于二类海水水质标准，沉积物质量和海洋生物质量执行不低于一类标准。
8	A8-01	狗河口保留区	葫芦岛	长河口至猫眼河	保留区	35.8	20.1	（1）加强海岸稳定性监测。 （2）允许不改变海域属性开发利用。 （3）整治修复海岸景观。	治理养殖污染，控制现有工业排污，水质、沉积物、生物质量标准不低于现状水平。

注：引自《辽宁省海洋功能区划（2011-2020年）》

13.1.1.2 与辽宁省海洋功能区划的符合性分析

由图 2-2 可知，本项目位于绥中海域农渔业区，项目与《辽宁省海洋功能区划（2011-2020 年）》的相符性见下表。

表 13-3 项目与辽宁省海洋功能区划的符合性分析表

功能区	管理要求		符合性分析	符合性
绥中海域农渔业区	海域使用管理要求	1.严格控制区域采砂活动；	根据《自然资源部关于规范和完善砂石开采管理的通知》（自然资发〔2023〕57 号）：“负责砂石资源采矿权出让登记的自然资源主管部门要在出让前会同相关部门开展实地踏勘，核查禁止、限制开采砂石区域，对禁止区严格落实空间避让，对限制区明确管控要求，合理确定采矿权出让范围。” 本项目属于海砂开采项目，应严格按辽自然资发〔2022〕33 号中规定出让期限一般不超过 2 年、出让面积控制在 3-5 个平方公里之间的要求执行，本次 KT2 区块开采期限为 2 年（含 1 个月准备期），开采面积为 3.2101km²，项目将严格控制开采总量，不得越界开采。 葫芦岛市自然资源局同意在该区块进行海砂开采，详见附件。	基本符合
		2.发展现代化和规模化海洋牧场	/	/
		3.整治修复渔业资源环境。	/	/
	海洋环境保护	重点保护渔业水域环境，控制溢油风险事故，水质质量执行不低于二类海水水质标准，沉积物质量和海洋生物质量执行不低于一类标准。	为将本项目可能对周边渔业区产生的影响降至最低，项目每年的 4 月-6 月拟降低采砂强度，必要时停止采砂，保护渔业水域环境。 在采砂过程中，采砂单位应加强与海事主管部门沟通，服从海事主管部门的管理，落实采砂期船舶通航安全保障措施，避免船舶碰撞事故的发生。防范采砂期船舶风险事故导致的溢油事故发生，施工船舶含油污水和生活污水均拟收集上岸交由有处理能力的单位处理，在施工期对项目所在海域进行跟踪监测，同时项目也应对造成的海洋生态损失进行补偿，将项目可能造成的海洋环境影响降至最低。	符合

综上，本项目在严格按辽自然资发〔2022〕33 号文要求控制开采面积、采砂总量及开采期限的前提下，基本符合《辽宁省海洋功能区划（2011-2020 年）》中相关要求。

13.1.2 与《葫芦岛市近岸海域环境功能区划》的符合性

经与《葫芦岛市近岸海域环境功能区划（调整后）》叠图，本项目不在葫芦岛市近岸海域各功能区范围内，位于六股河口外海域，且根据预测结果，项目建设及运行对葫芦岛市近岸海域功能区影响较小，且本项目属于海砂开采项目，要求 2 年之内完成开采计划，对周边海域的影响是暂时的，综上，本项目的建设与《葫芦岛市近岸海域环境功能区划（调整后）》的要求不发生冲突之处。

13.2 与辽宁省“三区三线”的符合性分析

（1）项目所在海域海洋生态红线区

本项目为海洋工程，不涉及“三区三线”里划定的城镇开发边界、永久基本农田，根据辽宁省“三区三线”划定的生态保护红线，本项目没有位于海洋生态红线区内，与周边海洋生态红线区的距离较远，评价范围内涉及的生态红线区见表 13-4 及图 2-6。

表 13-4 项目与周边海洋生态红线相符性分析

序号	项目周边生态红线区	与本项目相对位置	管控措施	相符性分析
1	六股河口海洋保护区	西北侧，约5.13km	（1）禁止爆破削坡、采挖海砂、破坏海滩植被和天然海岸防护林等可能引发地质水文灾害的开发活动；严格控制向陆一侧的地下水资源开发；禁止污染地下水。（2）开展受损海岸景观资源的整治修复。	本项目不在该红线范围内，距离本项目较远。本项目不涉及爆破削坡，不在保护区范围内采挖海砂等活动，且根据悬浮泥沙预测结果，本项目悬浮泥沙 10mg/L 包络线范围未至该区域，满足第一类海水水质标准，不会降低该区域海洋环境质量。 综上所述，本项目实施与该红线区的管控措施要求不冲突。
2	绥中天龙寺滨海旅游区	西侧，约4.88km	（1）禁止开展污染海洋环境、破坏岸滩整洁、排放海洋垃圾、引发岸滩蚀退等损害公众健康、妨碍公众亲水活动的开发活动。（2）加强海水浴场环境质量监测。海水水质应	本项目位于六股河口外海域，不破坏岸滩整洁。项目船舶含油污水、生活污水、船舶垃圾和生活垃圾等均收集上岸处理，不直接排海。本项目制定了详细的环境监测方案。根据预测结果，项目影响未至该区域，不会降低该区域海洋环境质

			不低于二类。（3）保护自然岸线形态。	量。 综上所述，本项目实施与该红线区的管控措施要求不冲突。
3	绥中天龙寺砂质岸线及邻近海域	西北侧，约6.42km	（1）禁止从事可能改变或影响沙滩自然属性的开发建设活动。禁止采挖海砂、围填海、倾废等可能诱发沙滩蚀退的开发活动。（2）开展受损海岸景观资源的整治修复。	本项目不在该红线范围内，距离本项目较远。项目建设引起的岸边附近的潮流场、波浪场的变化有限，基本不会改变海洋水文动力现状。因此采砂对岸滩稳定性的影响甚微，不会诱发沙滩的侵蚀，也不会改变或影响岸线自然属性。 综上所述，本项目实施与该红线区的管控措施要求不冲突。
4	六股河口生态系统	西北侧，约6.98km	（1）禁止采挖海砂、围填海、设置直排排污口等破坏河口生态功能的开发活动。天然河口的入海淡水水量应满足最低生态需求。（2）禁止矿产资源开发及其他城市建设开发项目等改变海域自然属性、破坏湿地生态功能的开发活动。（3）定期开展受损河口生态环境的整治修复与环境监测。	本项目为海砂开采项目，不涉及围填海。 该红线区距离本项目较远，且根据数学模型预测结果，本项目影响范围未至该区域，不会降低该区域海洋生态环境和水质、海洋沉积物和海洋生物质量维持现状。 综上所述，本项目实施与该红线区的管控措施要求不冲突。
5	辽西走廊低丘水土保持功能红线区	西北侧，约6.96km		根据《辽宁省绥中县六股河口外海域海砂开采水动力及岸滩稳定性专题研究报告》及评审意见，海砂开采后，第三道沙脊末端 1.8km 范围内的泥沙存在潮流作用下向周边输运的可能，但会逐渐形成新的平衡稳定状态。本项目不在该红线范围内，距离本项目较远，对该红线功能区影响甚微。

（2）与海洋生态红线区的符合性分析

本项目不占用海洋生态红线区，与周边最近的海洋生态红线区距离也在4.0km以上，从图 7-66 采砂区悬沙增量大于 10mg/L 包络线与生态红线叠图可看出，项目采砂过程产生的悬浮泥沙不会扩散至生态红线区范围内，对各红线区基本没有影响。

本项目为海砂开采项目，无炸鱼等违法捕鱼行为，不涉及制造或运输污染和危险品，船舶含油污水、生活污水、船舶垃圾和生活垃圾等均收集上岸处理，不直接排海，本项目对周边海洋环境的影响主要为采砂过程的悬浮泥沙扩散。采砂施工导致一定海域的底质环境改变，以及悬浮泥沙扩散将对周边重要渔业产品的

产卵、索饵、洄游通道环境产生一定影响，由于从工程施工情况来看，悬浮泥沙影响区域相对固定，本项目将在 2 年内完成采砂，每年实际可开采时间仅约为128 天，每天工作在 15 小时内，施工作业完成后，SS 的影响也将消失，其对海域自然环境的影响将随着施工期结束而消失。施工结束后，应通过生态补偿及修复措施恢复渔业资源，将影响控制在一定范围和程度内。

本项目应采取控制采砂范围，严禁超总量开采，控制采砂强度，尽量避开鱼类产卵盛期，同时严格按照环评报告及相关行业要求中提出的环保措施，确保工程施工对海洋环境的影响程度降到最低。

此外，本项目施工过程产生的船舶舱底含油污水、生活污水、生活垃圾等也均拟收集上岸处理，施工过程产生的船舶生活污水、船舶舱底含油污水和船舶生活垃圾等均不直接排放入海，不会对附近的海洋生态红线产生影响。

综上分析，本项目的采砂场址没有位于海洋生态红线内，不占用大陆自然岸线保有，与大陆自然岸线的距离均较远，采砂活动不会改变大陆自然岸线的自然属性和生态功能，对大陆自然岸线保有没有影响。因此，项目的建设符合辽宁省“三区三线”的要求。

13.3 与葫芦岛市“三线一单”的符合性分析

13.3.1 与生态保护红线及一般生产空间符合性分析

根据《葫芦岛市人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（葫政发〔2021〕4 号），葫芦岛市近岸海域划分为优先保护区、重点管控区和一般管控区，共划定 58 个管控单元，其中划定 23 个优先保护区包括海洋保护区、旅游休闲娱乐区、水产种质资源保护区等；28 个重点管控区包括农渔业区、港口航运区、工业与城镇用海区、矿产与能源区；7 个一般管控区包括保留区、特殊利用区、养殖区。

本项目采砂场址位于葫芦岛市“三线一单”中的一般管控单元，位置见图2-3，项目采砂场址没有位于海洋生态红线内，不占用大陆自然岸线保有，与大陆自然岸线的距离均较远，采砂活动不会改变大陆自然岸线的自然属性和生态功能，对大陆自然岸线保有没有影响。根据前述章节分析，本项目用海、岸线的利

用与辽宁省海洋生态红线中各相关红线区的要求相符。

根据三线一单查询结果（详见附件，查询时提交的 5km^2 矢量数据，现开采边界 3.2101km^2 位于查询边界范围内），本项目位于狗河口外海养殖区，环境管控单元编码为 HY21140030003，为一般管控单元，其管控要求为："禁止在规定的养殖区和捕捞区内进行有碍渔业生产、损害水生生物资源和污染水域环境的活动。其他用海活动要处理好与养殖、捕捞之间关系，避免相互影响。"

本项目采砂区选址上未占用已确权的养殖区和捕捞区，不在规定的养殖区和捕捞区内进行有碍渔业生产、损害水生生物资源和污染水域环境的活动。本次开采前期通过早期介入与开发利用方案编制单位进行沟通，已将开采面积由 5km^2 缩小为 3.2101km^2，开采天数由 140 天缩短为 128 天，进一步减小了项目实施对周边养殖区、捕捞区的影响。另外根据悬沙扩散模型预测的结果测量出项目采砂对现有养殖区影响主要涉及 3 宗渔业用海，包括：王晓月开放式养殖用海项目受影响面积约为 279.8 公顷，陈晓娟开放式养殖用海项目受影响面积约为 7.81 公顷，丛立辉开放式养殖用海项目受影响面积约为 155.14 顷。施工单位应按照葫芦岛市相关赔偿标准对其使用权人进行经济赔偿，签订切实有效的补偿协议，协调好与养殖户之间的关系，避免项目采砂与养殖户发生纠纷。绥中县人民政府对此进行承诺，详见附件。

另外，根据葫芦岛市农业农村局对《关于征求辽宁省绥中县六股河口外海域海砂矿产采矿权出让意见函》的回复，本项目采砂区域位于《葫芦岛市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）修订》规划的限制养殖区内，距离规划的养殖区最近距离 520m 左右。经与葫芦岛市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）修订中养殖功能分区图叠图分析，见图 7-71，10mg/L 悬沙增量包络线基本集中在采砂区周边限制养殖区域范围内，对规划的养殖功能区影响不大。

本项目的采砂工艺和设备基本符合清洁生产要求。采砂过程中会对环境产生一定的影响，但在采取相应的环保措施后，其对环境的影响是可以接受的，且采砂作业结束后，对周围环境的影响短期内可以结束；采砂活动对周边的海洋开发活动、功能区和环境敏感目标影响较小。

项目施工期用海风险主要有船舶通航风险、船舶溢油风险自然灾害如雷击、台风、风暴潮等风险，以及意外事故风险，但这些风险都可以通过执行必要的防

护措施、制定应急预案、加强监测等方法来避免或者减弱影响。

综上所述，本项目建设对区域生态系统有一定影响，但项目没有大规模、高强度的工业和城镇建设，建设成后有利于规范我省采砂行业，实现经济社会的可持续发展。经分析，项目用海对周边海域的水动力环境、地形地貌与冲淤环境和生态环境影响较小，不会对所在海域产生严重影响，不存在潜在的、重大的安全和环境风险，能确保生态功能不降低。

因此，本项目符合生态保护红线及一般生态空间的要求。

13.3.2 与环境质量底线符合性分析

本项目废水、废气、噪声通过各项治理设施治理后均能达标排放，固废有合理可行的处置措施。因此，只要建设方切实做好各项环保措施，项目产生的“三废”经处理后均能达标排放，本项目污染物排放不会改变区域环境功能区要求，不会对区域环境质量底线造成冲击。

13.3.3 资源利用上线

根据《辽宁省绥中县六股河口外海域KT2区块海砂资源勘探报告》（青岛海洋工程勘察设计研究院有限公司，2023年7月），全矿区查明原矿体积资源量为6166.17万 m^3，其中探明资源量为 $5039.64\times10^4m^3$，推断资源量 $1126.53\times10^4m^3$。本次开采为区块内 $3.2101km^2$ 区域进行海砂开采工作，矿体合计原矿体积资源量为4034.31万 m^3，采出海砂原矿量为3529.96万 m^3。海砂主要矿物组成为石英，次要矿物为斜长石，海砂规格主要为中砂。平均厚度12.5m。本次以矿区 $3.2101km^2$ 范围内-11.9m~-42.7m标高间具有工业开采价值的海砂矿矿体为开采对象，年控制开采量约为1843.2万 m^3，可开采年限约为2年（含准备期1个月）。

本项目采砂区域位于海域，不涉及占用基本农田和耕地，土地资源消耗符合要求。项目位于辽宁省海洋功能区划中的绥中农渔业区，新的葫芦岛市国土空间总体规划中在该海域划出一定的工矿通信用海区，本项目位于新划定的工矿通信用海区内，因此，项目的用海类型符合管理要求。

13.3.4 环境准入负面清单

本项目为海砂开采项目，不涉及炸岛及围填海行为，不在海上建设永久性水工构筑物，根据《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（国家发展和改革委员会 2019 年第 29 号令，2021 年 12 月 30 日修改），海砂开采没有列入淘汰类项目，且不属于《市场准入负面清单》（2022 年本）中的禁止类。

项目与葫芦岛市环境管控单位位置图叠图见图 2-3。

13.4 项目用海与相关规划的符合性分析

13.4.1 与《辽宁省海洋主体功能区划》的符合性

根据《辽宁省海洋主体功能区划》（2011-2020 年），海洋主体功能区按开发内容可分为产业与城镇建设、农渔业生产、生态环境服务三种功能。依据主体功能，将海洋空间划分为以下四类区域：优化开发区域、重点开发区域、限制开发区域和禁止开发区域。

本项目位于辽宁省海洋主体功能区规划的限制开发区域，具体位置关系见图 13-1。该区域发展方向为海洋渔业保障区，增强海洋渔业的可持续发展能力，科学发展养殖业。实施禁渔区、休渔期管制，加强水产种质资源保护，禁止开展对海洋经济生物繁殖生长有较大影响的开发活动。

本项目为海砂开采项目，项目在科学勘探、分析资源环境承载力基础上确定开发利用方案，也将控制开采强度，确保项目的实施不会对海域资源环境造成明显的不良影响。本项目距离辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区核心区最近距离为 53.9km，位于保护区实验区内的西南部边缘外 6.97km 处，经预测分析，本项目实施对其影响不大。此外，本项目的建设可为辽宁省重大项目提供海砂，保障重大项目的用砂需求。推进项目所在区域的建设，因此，本项目的建设基本符合《辽宁省海洋主体功能区规划》的要求。

另外，目前葫芦岛市正在编制《葫芦岛市国土空间总体规划》，新的国土空间规划体系将主体功能区规划、土地利用规划、城乡规划、海洋功能区划等融合为统一的国土空间规划，实现“多规合一”，即《葫芦岛市国土空间总体规划》

将替代《辽宁省海洋主体功能区划》。根据《葫芦市国土空间总体规划（2020-2035）》（阶段成果），新的葫芦岛市国土空间总体规划中在该海域划出一定的工矿通信用海区，本项目位于新划定的工矿通信用海区内。因此，项目的建设与《葫芦市国土空间总体规划（2020-2035）》（阶段成果）中内容相符。

13.4.2 与《辽宁省国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》的符合性

根据《辽宁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》，到2035年，全省基本实现社会主义现代化，实现新时代全面振兴全方位振兴。综合实力将大幅跃升，经济总量和城乡居民人均收入将迈上新台阶，建成数字辽宁、智造强省，跻身创新型省份前列，在国家发展大局中的战略地位更加重要；基本实现新型工业化、信息化、城镇化、农业现代化，建成现代化经济体系。

上述项目的建设需要大量的海砂资源。科学、合理、合法的海砂开采项目的开展不仅有利于支援辽宁省重大项目的建设和城市总体建设，就近提供海砂资源，满足建设项目的砂石需求，而且可以减少海砂私采、盗采、乱采活动，实现海砂资源的可持续利用。因此本次海砂开采符合《辽宁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》。

13.4.3 与《辽宁省“十四五”海洋生态环境保护规划》的符合性

《辽宁省“十四五”海洋生态环境保护规划》中提出：

推进流域海域综合治理，以绥中县和兴城市为实施区域，修复河口——海湾——海岸生态系统。

强化蓝色海岸保护监管。严格管控岸线开发，除国防安全需要外，禁止在严格保护岸线的保护范围内构建永久性建筑物、围填海、开采海砂、设置排污口等损害海岸地形地貌和生态环境的活动。加强海砂开采监管工作，严厉打击非法道采海砂行为。

本项目为海砂开采项目，根据前述相关规划分析结果可知，本项目的建设符合项目所在海域的海洋功能区划的海域使用及环境保护要求，对附近海洋生态红线区产生的影响在环境可接受范围，且在施工后生态环境将逐渐恢复，基本符合

海洋生态红线的管控要求。项目的建设仅会对工程附近一定范围内的海域产生一定的影响，项目采砂过程将严格采取相应的污染防治和海洋生态环境保护措施，影响在环境可接受范围内，综合分析，项目的建设符合《辽宁省“十四五”海洋生态环境保护规划》的要求。

13.4.4 与《葫芦岛市“十四五”海洋生态环境保护规划》的符合性

《葫芦岛市“十四五”海洋生态环境保护规划》的通知（葫环〔2022〕67号）提出了：（1）完善海洋自然保护地网络，架空建立以自然保护区为基础、各类自然公园为补充的海洋自然保护地体系，将生态功能重要、生态系统脆弱、自然生态保护空缺的区域纳入自然保护地体系……（2）加强海洋生态系统保护，严守海洋生态保护红线，开展海洋生态保护红线勘界定标，实现红线精准落地。（3）加强锦州湾（葫芦岛段）的生物多样性保护，加强重要物种的调查监测……（4）加强涉海环境风险源头防范，强化事前防范，加强潜在风险源排查与日常监管，评估突发环境事件风险，建立风险源档案。

本项目为海砂开采项目，根据前述相关规划分析结果可知，本项目的建设符合项目所在海域的海洋功能区划的海域使用及环境保护要求，对附近海洋生态红线区产生的影响在环境可接受范围，且在施工后生态环境将逐渐恢复，基本符合海洋生态红线的管控要求。项目的建设仅会对工程附近一定范围内的海域产生一定的影响，项目采砂过程将严格采取相应的污染防治和海洋生态环境保护措施，影响在环境可接受范围内，综合分析，项目的建设符合《葫芦岛市“十四五”海洋生态环境保护规划》的要求。

13.4.5 与《葫芦市国土空间总体规划（2020-2035）》的符合性

根据《葫芦市国土空间总体规划（2021-2035）》（阶段成果），新的葫芦岛市国土空间总体规划中在绥中海域划出一定的工矿通信用海区，本项目位于新划定的工矿通信用海区内，该区域用途管制要求为以临海工业利用、矿产能源开发和海底工程建设为主要功能导向的海域和无居民海岛。

优化矿产资源勘查开发格局：推进优势矿产勘查开发。结合葫芦岛市矿产资源禀赋、市场供需状况等，鼓励饰面用石材、熔剂用灰岩、水泥用灰岩、膨润土、沸石、钾长石、海砂等区域优势矿产勘查开发利用，促进优势矿产资源的合理配

置，将资源优势转化为效益优势。

保障陆海资源开发：合理推进海砂资源利用。支持对六股河口等海砂矿产资源的有序开发利用，可持续的开采优质海砂资源。支持构建运输、清洗、交易等完整的海砂产业链条，提高资源的经济与社会贡献度。

优化海域空间保护利用：海洋发展区内加强港口、工业、城镇同步协调发展，区域内的海砂开采应当严格实行环境评价、总量控制、跟踪监测、整治修复等环境保护对策措施。

本项目为海砂开采，不占用周边养殖区，项目用海面积为3.2101km^2，用海时间为两年，不影响所在区基本功能发挥，符合所在空间规划区用途管制要求。项目与葫芦岛市国土空间的符合性情况见**表13-5**。项目与葫芦岛市国土空间规划（海洋功能分区图）叠图见图13-2。

表13-5 项目与葫芦岛市国土空间总体规划的符合性分析一览表

功能区	管理要求		符合性分析	符合性
工矿通信用海区	空间管控	工矿通信用海区允许准入临海工业利用、矿产能源开发和海底路由管道建设等用途。	本项目为海砂矿开采项目	符合
	环境管控要求	严格限制围填海。确需要围填海的，应严格履行相关审批核准程序，填海造地等改变海域自然属性的开发活动应在科学论证的前提下进行，优化平面设计，俱导人工岛、多突堤、区块组团等对海洋环境影响较小的利用方式。	本项目不涉及围填海	符合
		海砂矿产用海项目应加强对海底地形地貌、潮流水动力及海洋生态环境影响的论证与监测，制定科学的开采与修复计划，促进海洋矿产资源集约节约利用，强化用海监管	依据《岸滩稳定性专题报告》结论，本项目实施之前附近海域地形地貌已发生变化，在此实情上采砂工程对海洋地质地貌的破坏性较小，通过数值模拟工程前后水动力变化情况，结果显示采砂对流场影响较小，对周边海域不会造成明显影响，且采砂工期短，结束后可恢复正常。	符合

13.4.6 与《葫芦岛港总体规划》的符合性

根据《葫芦岛港总体规划（修订）》，本项目不在葫芦岛港规划范围内，对葫

芦岛港及其航道影响较小，与《葫芦岛港总体规划（修订）》的要求不发生冲突之处。

13.4.7 与《辽宁省矿产资源总体规划（2021-2025年）》的符合性

根据《辽宁省矿产资源总体规划（2021-2025 年）》、《辽宁省矿产资源总体规划（2021-2025 年）环境影响报告书》及其审查意见（环审〔2022〕182 号），其规划范围为辽宁省所辖行政区域内所有矿产资源（除石油、天然气以外）。

全面推进矿业权竞争性出让：加快推动矿业权管理由审批制向出让+登记制转变，构建政府主导、企业参与、市场竞争、合同管理、登记生效的矿业权出让制度体系。深化矿业权竞争性出让，引导市场投入，探索符合辽宁实际的砂石土矿“净矿”出让机制。完善矿业权交易规则，建立健全矿业权交易信息和矿业权人信用信息公开共享制度，促进矿业权交易的公开、公平、公正，建立健全矿业权出让网上交易规则，规范网上交易行为。实施海砂采矿权和海域使用权“两权合一”招拍挂出让制度。

该规划中未对全省海砂矿产进行空间布局规划。海砂矿作为省级出让等级权限矿种，其勘察开采区由省级自然资源主管部门负责划定，在市级规划中落实。

本项目为葫芦岛市管辖海域 KT2 区块海砂开采项目，辽宁省自然资源厅已对该区块海砂资源勘探报告、勘探报告（分割）均出具了矿产资源储量评审备案的复函，本项目将严格按照其核定的开采范围限量、限界、限时开采，综上，本项目的建设与《辽宁省矿产资源总体规划（2021-2025年）》不存在冲突之处。

13.4.8 与《葫芦岛市矿产资源总体规划（2021-2025年）》的符合性

根据《葫芦岛市矿产资源总体规划（2021-2025 年）》及其批复（辽自然资函〔2023〕121 号）：

葫芦岛市矿产资源较为丰富：优势矿产突出，尤以钼矿、耐火黏土、铅锌矿、硫铁矿、银矿、锰矿等最具优势，在全省占有重要地位；饰面用石材、熔剂用灰岩、水泥用灰岩、膨润土、沸石、钾长石、海砂等亦是我市具有重要价值的矿产，特别是海砂矿的勘查开发在辽宁省内属于首例，具有很大的参考价值和指导意义。地理位置优越，利用渤海湾黄金水道和港口优势，大宗矿产品海运运输成本低廉，

饰面用石材、建筑用石料、海砂等矿产资源远销至长三角经济圈。

2025 年规划目标：矿产资源保障能力进一步加强。预期新增金矿资源量（金属量）1 吨、饰面用花岗岩资源量 10000 万立方米、海砂资源量 4000 万立方米、膨润土及沸石资源总量 5000 万吨，力争新发现大中型矿产地 1 处以上。

推进优势矿产勘查开发。结合葫芦岛市矿产资源禀赋、市场供需状况等，鼓励饰面用石材、熔剂用灰岩、水泥用灰岩、膨润土、沸石、钾长石、海砂等区域优势矿产勘查开发利用，促进优势矿产资源的合理配置，将资源优势转化为效益优势。

推进区域优势矿产集群发展。依托绥中县六股河口外海域海砂矿产资源赋存，加快推进海砂矿合理开发利用。通过产业园区建设和生产技术水平提高，推动地方经济快速发展。

发展新型矿产产业。利用地域优势，推动海砂资源综合开发利用。

重大工程：推进海砂矿产资源的勘查开发——合理利用海砂资源，加快海砂资源的开发利用，加强海砂矿产的勘查开发管控措施。

合理勘查开发海砂矿产资源：葫芦岛市主要针对绥中县六股河口外海域海砂矿进行勘查。2022 年中旬进行勘查设计，经过专家评审论证通过后进行公开招标，组织技术单位进行勘查施工，已完成 12 个钻孔，砂层厚度均大于 10m，取得较好成果。

管控措施：海砂采矿权和海域使用权出让应当确定同一位置和同一期限，期限一般不超过 3 年；严格执行“净矿”出让制度，省级自然资源主管部门协商有关部门对海域使用论证、开发利用方案、环境影响评价等组织评审论证工作；海砂采矿权、海域使用权出让应当纳入同一出让合同，拟定出让合同文本应当一并公示；竞得者与主管部门签订合同，合同生效后，在约定时间缴纳采矿权出让收益和海域使用金，并移交开发利用方案、海域使用论证等材料，领取采矿许可证并办理海域使用权登记；加强海砂开采事中事后监管，建立以“双随机、一公开”为基本手段、以重点监管为补充、以信用监管为基础的新型监管机制。

符合性分析：本项目为海砂开采，位于《葫芦岛市矿产资源总体规划（2021-2025 年）》中辽宁省绥中县六股河口外海域海砂勘探区

（KQ21000000099），规划附表2-葫芦岛市矿产资源重点勘查区表第6项。

根据《辽宁省绥中县六股河口外海域KT2区块海砂资源开发利用方案》，本项目开采范围用海面积为3.2101km^2，采用射流式采砂船进行作业，可开采年限2年（含准备期1个月），严格控制采出海砂原矿量为3529.96万m^3（原矿）。本项目采取以上开采方式和开采强度进行作业，同时提出超界、超量、超时开采的管控措施要求。

本项目采砂船将船舱中洗好的海砂用传送带输送到泊在采砂船旁边的过驳船上，海砂在海上与买方直接交割，由过驳船将海砂直接出售转移给运砂商船（由海砂购买方自备），因此，本项目评价内容仅包含海砂开采，不包含海砂开采后的运输、处理及利用。后续的海砂运输、处理及利用应按照有关规定要求另行完善相关环评手续，严格落实相关环保措施，接受相关部门的监管。综上所述，本项目的建设符合《葫芦岛市矿产资源总体规划（2021-2025年）》中的要求。

13.4.9 与《葫芦岛市养殖水域滩涂规划（2018-2030年）修订》的符合性

根据《葫芦岛市养殖水域滩涂规划（2018-2030年）修订》，葫芦岛市规划海水限制养殖区面积为158511.23公顷，占海水养殖功能区划比例为45.5%，主要为游憩用海区、工矿与通信用海区、生态控制区、捕捞区、航路缓冲区等。各县区中，绥中县海水限制养殖区面积最大，为88114.39公顷。

一、限制养殖区进行限制性的开展水产养殖活动

海域限养区包括：自然保护地一般控制区、核心保护区之外的生态保护红线、渔业捕捞区、水产种质资源保护区、海上风电场、航路两边500米范围海域、已开发利用海岛200米范围海域、未利用且与主体功能可兼容的海域（生态控制区、工矿通信用海区、游憩用海区、海洋预留区）。

二、限制养殖区管理

限制养殖区坚持生态优先，在尊重历史和现状的原则下，执行严格的审批流程。重点湖泊水库饲养滤食性鱼类的网箱围栏总面积不超过水域面积的1%，饲养吃食性鱼类的网箱围栏总面积不超过水域面积的0.25%；重点近岸海域浮动式

网箱面积不超过海区宜养面积的 10%，养殖活动涉及自然保护地和生态保护红线，按其管控要求执行。

限制养殖区内的水产养殖活动，严格落实污染防治措施，污染物排放超过国家和地方规定的污染物排放标准的，限期整改，整改后仍不达标的，由所在市县区级人民政府及相关部门负责限期搬迁或关停。限制养殖区内重点生态功能区和公共设施安全区域划定前已有的、合法的水产养殖搬迁或关停造成养殖生产者经济损失的应依法给予补偿，并妥善安置养殖渔民生产生活。

对可能对主体功能造成影响的的海域开展水产养殖活动，需经过充分的兼容可行性论证，待海域主体功能行政主管部门审批通过后方可进行。

符合性分析：根据葫芦岛市农业农村局对《关于征求辽宁省绥中县六股河口外海域海砂矿产采矿权出让意见函》的回复（详见附件），本项目采砂区域位于《葫芦岛市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）修订》规划的限制养殖区内，距离规划的养殖区最近距离 520m 左右，项目与葫芦岛市养殖水域滩涂规划养殖功能分区图叠图见图 7-71。

根据上图叠图分析，项目开采时悬沙增量大于 10mg/L 的包络线基本集中在采砂区周边限制养殖区域范围内，对规划的养殖功能区影响不大。且本项目采砂产生的悬浮泥沙对周围海域的影响是暂时性的，在项目采取严格控制施工范围、合理控制采砂强度，原砂经分选得到海砂产品后，剩余含细砂（小于 0.063mm 粒级砂）及淤泥的海水，通过在采砂船溢流口设置的溢流管进行海底（海床以上 1m）排放，溢流回采砂区，并在管口围挂 1 米高帷幔，防止悬浮物扩散。建议加强采砂期间的跟踪监测，根据跟踪监测结果及时调整措施。施工船舶含油污水和生活污水均收集上岸交由有处理能力的单位处理，同时对造成的海洋生态损失进行补偿等措施后，可将本项目对所在海洋功能区的影响降至最低，不会对其产生长远的不良影响。综上，本项目的实施符合《葫芦岛市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）修订》中的相关管理要求。

13.5 工程用海选址合理性分析

本项目位于《辽宁省海洋功能区划》（2011-2020 年）中的绥中农渔业区，该

功能区海域使用管理要求为："严格控制区域采砂活动"。

根据《自然资源部关于规范和完善砂石开采管理的通知》（自然资发〔2023〕57号）："负责砂石资源采矿权出让登记的自然资源主管部门要在出让前会同相关部门开展实地踏勘，核查禁止、限制开采砂石区域，对禁止区严格落实空间避让，对限制区明确管控要求，合理确定采矿权出让范围。"

本项目将严格按辽自然资发〔2022〕33号中规定出让期限一般不超过2年、出让面积控制在3-5个平方公里之间的要求执行，本次KT2区块开采期限为2年（含1个月准备期），开采面积为3.2101km^2，项目将严格控制开采总量、开采期限，不得越界开采。且项目用海与葫芦岛市国土空间总体规划的功能区（工况通信用海区工况通信用海区）要求相符。

根据《辽宁省绥中县六姑河口外海域海砂开采项目岸滩稳定及海底冲淤研究专题报告》（下简称岸滩稳定性专题报告）的结论：海采砂区东北边界淤积强度约20cm/yr，西南角淤积速率约27cm/yr。根据冲淤现状分析，泥沙横向输运（上冲下淤）的规律基本在水深10m以浅的海域比较明显。海砂开采后直接引起的近岸区域的波浪场变化小于0.1m，对泥沙起动条件及横向输的运动力场并未发生明显改变，因此海砂开采对泥沙横向输运影响较小海砂开采对近岸区域的海洋动力改变有限，对近岸区域泥沙的沿岸输运规律、横向输运规律以及沙脊的消浪作用改变不大，因此对近岸保护区及周边海域的海底冲淤规律改变不大。由《岸滩稳定性专题报告》的结论可看出，海砂开采对近岸保护区和岸线影响不大。建议采砂过程中以及采砂后，定期对采砂区及周边海域进行地形跟踪监测，若周边地形变化较明显时，可及时调整采砂方案，必要时停工。

根据《辽宁省绥中县六股河口外海域KT2区块海砂开采项目海域论证报告书》，由悬浮泥沙扩散模型预测结果看，项目开采产生的悬浮泥沙大于10mg/L的增量包络线内涉及3宗渔业用海，悬沙增量包络线和冲淤范围均不涉及生态红线、种质资源保护区。施工单位应按照葫芦岛市相关赔偿标准对其使用权人进行经济赔偿，签订切实有效的补偿协议。绥中县人民政府对此进行了承诺。

综上所述，在采取以上措施的前提下，本项目用海选址可行。

13.6 工程生态用海方案分析

13.6.1 产业准入与区域管控要求

13.6.1.1 产业准入符合性

本项目为海砂开采项目，根据国务院《产业结构调整指导目录（2019 年本）》，本项目不属于目录中的“限制类”或者“淘汰类”产业，因此，海砂开采项目是允许的。

13.6.1.2 区域管控要求符合性

本项目位于《辽宁省海洋功能区划》中的绥中海域农渔业区，项目严格按辽自然资发〔2022〕33 号中规定执行，严格控制开采总量、开采期限，不得越界开采。且项目建设对农渔业区的主导功能的影响是短暂的、暂时性的，采砂完成后会较快恢复农渔业区原有水质、沉积物及海洋生态环境，且其满足周边功能区的海洋使用管理和环境保护要求，项目用海对周边功能区的影响很小，因此，项目用海符合所在海域海洋功能区划的海域使用管理和海洋环境保护要求。

13.6.2 绿色施工工艺

本项目拟采用射流抽吸式采砂船配过驳船，射流抽吸式采砂船是目前采用较多的采砂方式。目前可用于深水采砂的设备有潜水泵式、气动泵式和射流式等装置。潜水泵式采砂装置水下部分，特别是潜水电机的密封装置容易磨损，工作可靠性差。气动泵式采砂装置单位能耗高。射流式采砂装置由于它在水下无转动部件、结构简单、耐磨损、工作可靠，它的水下开挖深度大，单位能耗比气动泵式采砂装置低，因此是一种比较理想的水下采砂装备。

射流式采砂装备由工作水泵、射流泥浆泵、冲砂器、管道及闸阀等部分组成它的工作原理是利用工作水泵产生压力工作水，通过管道压送到冲砂器及射流泥浆泵。利用冲砂器喷嘴的高压水射流破土，使它穿越水下淤泥覆盖层。通过调节它的射流流速及流向，将所需级配的沙砾通过射流泥浆泵将其吸入，提升至水面。射流抽吸式采砂船可以直接穿透覆盖层，进入藏砂区，不需要开挖表层的淤泥，减少表层淤泥开挖过程中悬沙的排放。

本项目参照目前国内先进的采砂工艺，采用采砂船与过驳船分离，采砂船抽砂、选砂均采用专业设备，船舶定位、采砂路线、采砂层次均得到控制，同样的采砂效率下，可有效地减少抽砂、选砂过程中的悬浮泥沙排放及对水质的影响。综上所述，本项目的采砂工艺是相对清洁的绿色施工工艺。

13.6.3 污染排放与控制

本工程施工期产生的船舶生活污水、生活垃圾和机舱底含油污水均拟收集上岸交相关单位接收处理，不直接排放海域。综上所述，本项目施工期对废水、固废等污染物均将采取有效的措施进行收集处理，严格进行污染物排放与控制，工程建设符合生态用海的要求。

13.6.4 对自然岸线保有的影响

（1）对大陆自然岸线保有的影响

项目与附近自然岸线保有相对位置见下表，分布情况见图 13-3。

表 13-6 项目与周边海洋生态红线位置关系

序号	自然岸线	与本项目相对位置
1	马家洼村砂质岸线	西北侧，6891.8m
2	闫家村砂质岸线	北侧，16291.0m
3	大南铺村砂质岸线	西北侧，10572.5m
4	尚家村砂质岸线	西侧，14313.9m
5	二河口村砂质岸线	西北侧，6785.4m
6	东白村砂质岸线	西北侧，11789.1m
7	白龙滩村砂质岸线	西北侧，6975.2m
8	马家洼村砂质岸线	西北侧，6891.8m
9	潘山村砂质岸线	北侧，16979.2m
10	方安村砂质岸线	北侧，18296.2m
11	张监村砂质岸线	西侧，20404.3m

引用《辽宁省绥中县六股河口外海域海砂开采水动力及岸滩稳定性专题研究报告》及评审意见中关于海砂开采对岸线的影响结论，如下。

在海砂开采前，近岸存在上冲下淤的趋势，岸滩区域为侵蚀状态；沙脊区存在波浪、潮流作用下泥沙被搬运冲刷的现状态势。海砂开采后，从泥沙量平衡角度，长时期演化下，采砂坑周边局部海域的泥沙运移趋势可能有所调整，可能对采砂坑及周边局部区域的地形产生影响，但由于采砂区所在水深较深（10-15m），采砂后对大范围潮流场及波浪场改变有限，因此由于海洋动力条件改变引起的对

海底作用力的改变较小，对大区域的冲淤规律也不会产生明显影响。

近岸保护区距离采砂区最近约 4.7km，海砂开采后，对近岸保护区所在海域的波浪场及潮流场改变较小，对泥沙的沿岸输运及横向输运规律及特征影响不大，海砂开采导致的沙脊对近岸的消浪、保护作用改变有限，因此基本不会改变近岸保护区内的泥沙输运规律及冲淤现状规律。

海砂开采后，第三道沙脊末端 1.8km 范围内的泥沙存在潮流作用下向周边输运的可能，但会逐渐形成新的平衡稳定状态。沙脊其他区域的海洋动力条件改变有限，对沙脊大范围的地形冲淤变化规律影响较小。但考虑到采砂坑距离沙脊较近，根据目前沙脊区冲刷的现状态势，从泥沙量平衡的角度分析，不排除沙脊区的泥沙在潮流作用下向其他区域搬运继而向砂坑内汇集的可能性。

采砂区实施后较工程前冲淤趋势变化分布图见图 13-3。

（2）对海岛自然岸线保有的影响

本项目不在海岛自然岸线保有范围之内，与海岛自然岸线的距离均较远，不会改变海岛自然岸线的自然属性和生态功能，对海岛自然岸线保有没有影响。

13.6.5 生态补偿与修复

（1）生态补偿方案

根据工程建设方案，工程采挖海砂等将破坏底栖生物的栖息环境，且工程施工过程中产生的悬浮物影响也会减弱浮游植物光合作用能力，在一定程度上影响水域的初级生产能力，并导致海域中浮游动物数量的减少，以及造成渔业资源的损失。

为了缓解和减轻工程对所在海洋生态环境水生生物的不利影响，建设单位应根据农业部《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》的有关规定，对项目附近水域的生物资源恢复作出经济补偿。由 7.7.4 章节可知，本工程采砂导致底栖生物直接损失量为 65.12t；本项目导致浮游植物的损失量为 6.89×10^{13}cells；浮游动物的损失量为 9.90×10^{10}mg；鱼卵 5.62×10^{7}ind；仔稚鱼 6.20×10^{7}ind；游泳生物(鱼类)的损失量为 1.40×10^{4}kg。

（2）生态修复方案

对受到破坏的海洋生境进行恢复与重建，可通过增殖放流等生态修复措施，促进海洋生态系统的恢复。结合工程周边海域状况，建议本工程实施以增殖放流为主的生态修复措施。

人工增殖放流是在对野生鱼、虾、蟹、贝类等进行人工繁殖、养殖或捕捞天然苗种在人工条件下培育后，释放到渔业资源出现衰退的天然水域中，使其自然种群得以恢复，再进行合理捕捞的渔业方式。人工增殖放流可以补充经济水产生物幼体和饵料基础，提高规划区周围海域渔业资源的数量和底栖生物量，修复和改善工程周围海域渔业生物种群结构。

从已有的渔业资源的人工增殖放流的成功经验来看，在本工程海域附近有选择的实施人工增殖的生态恢复措施在技术上还是资金投入上均是可行的。具体放流时间及放流品种应按照当地渔政与水产部门的增殖放流计划予以确定。

为了解工程建设对工程海域海洋水质、沉积物和海洋生态环境的影响，监测施工过程中悬浮物影响程度和范围，为施工期和今后长期环境监管提供依据，本工程拟对工程施工期进行跟踪监测，并根据跟踪监测的结果进一步采取相应的保护措施。跟踪监测的内容主要包括水环境质量、海洋生态环境监测、渔业资源调查等内容，具体可见14.2章节。

在工程建设期间，建设单位应委托有相应监测能力的监测单位，按照本报告相关要求，开展上述跟踪监测工作，并编制跟踪监测报告。

13.7 第十三章附图

图名	图名	所在章节
1.	图13-1 辽宁省海洋主体功能区划图	13.4.1
2.	图13-2 项目与葫芦岛市国土空间规划（海洋功能分区图）叠图	13.4.5
3.	图13-3 采砂区块实施后较工程前冲淤趋势变化分布图	13.6.4

14 环境管理与环境监测

14.1 环境管理计划

为了做好海砂开采期的环境保护工作，减轻本项目外排污染物对海洋环境的影响程度，海砂开采单位应高度重视环境保护工作，制定相应的污染防治和保护措施，明确环境管理程序，建立环境监督机制，成立专门机构进行环境保护管理。

14.1.1 环境管理体制

环境管理是环境保护的重要组成部分。通过严格的环境管理，可以有效地预防和控制生态破坏和环境污染，保护人们生产和生活健康有序地进行，保障社会经济可持续发展。目前，环境管理已逐渐形成一项制度，任何一个可能造成较大环境影响的建设项目或一个可能造成较大环境影响的单位，都应设置一个环境管理结构，建立一套有效的环境管理办法，负责实施该项目或该单位的环境管理和监督。环境管理应当实行项目总经理负责制。因此，海砂开采期应由中标单位采砂项目总经理负责，并设置环境管理专职人员，总经理作为环境管理第一负责人。

14.1.2 海砂开采单位环境管理机构设置

海砂开采单位应设立内部环境保护管理机构，主要由海砂开采单位主要负责人及专业技术人员组成，专人负责环境保护工作，实行定岗定员，岗位责任制，负责各个海砂开采工序的环境管理工作，保证海砂开采期环保设施的正常进行，各项环境保护措施的落实。

海砂开采单位的管理内容主要为：

制定出切实可行的环境污染防治办法和措施；

做好环境教育和宣传工作，提高各级管理人员和操作人员的环境保护意识，加强员工对环境污染防治的责任心，自觉遵守和执行各项环境保护的规章制定；

加强海砂开采的环境管理，严格执行本报告提出的污染防治措施和对策；

定期对作业船舶进行维护和保养，防止污染事故的发生，采砂产生的杂物进

行陆域处理，严禁排海；

负责制定、监督、落实有关环境保护管理规章制度，负责实施环境保护控制措施、管理污染治理设施，并进行详细的记录，以备检查；

及时向环境保护主管机构或向单位负责人汇报与本项目海砂开采有关的污染因素、存在问题、采取的污染控制对策、实施情况等，提出改进建议；

按本报告提出的各项环境保护措施，编制详细海砂开采期环境保护措施落实计划，明确各海砂开采工序的环境影响、环境保护措施、落实责任机构（人）等，并将该环境计划以书面形式发放给相关人员，以便于各项措施的有效落实；

所有的检查计划、检查情况和处理情况都应当有现场的文字记录，并应及时通报给各有关部门。记录应定期汇总、归档。

14.1.3 采砂的环境管理措施

本项目环境保护对策与建议主要上针对采砂施工期而言，海洋环境管理措施主要包括：

（1）射流功率和抽砂泵功率应相配合，以尽量减少抽砂作业流失的悬浮物；

（2）降低在小黄鱼、蓝点马鲛、银鲳等产卵场的产卵期的采砂强度。

（3）加强对施工船舶的环境监理工作，密切监视海上环境变化，如发现环境污染异常现象，应采取必要的措施，如暂停施工等，并及时通知海洋监测部门，查明原因；

（4）在未来的开采活动中，必须严格控制开采范围，采砂船舶采用精确的定位系统，不超界开采，严格按照批复的开采量进行作业，做到不超量开采，不超强度开采，不超载等。

14.2 环境监测计划

为及时、准确地了解和掌握海砂开采区及其附近海域的生态、环境等要素的变化情况，防止海砂开采活动对海洋资源、生态环境、海洋设施以及海岸、海底地形等造成损害，根据相关法律法规要求，在海砂开采期间应进行动态监测。海砂开采单位根据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》，编制海砂开采动

态监测方案。

在监测过程中，从海岸动力、沉积地貌方面发现海砂开采造成或加剧海岸侵蚀时，则应报告主管部门，要求采砂单位立即停止开采；影响程度在资源和环境允许的范围内时，应提出减轻有害影响的对策建议，并提请采砂单位采取相应措施。

结合工程特点和项目周围的环境敏感保护目标，海砂动态监测方案如下。

14.2.1 水下地形监测

1.监测内容：海砂开采企业应委托有资质单位在海砂开采前、海砂开采期间和开采结束后 3 年内，每 6 个月对海底地形、水深、地貌测量，核算每个季度的采砂量，并给出海砂开采前、开采时、开采后不同时段的地形定量变化数据及图形。进行动态监测比对，并将动态监测结果实时上报给监管部门。

2.监测范围：海砂开采区沿主流向向两侧各延伸 3km，垂直主流向向两侧各延伸 1km 范围。

3.监测频率：考虑到海砂开采区距离海岸线较远，且周边距离其他冲淤环境敏感点较远，海砂开采期间至海砂开采结束后 3 年内，每 6 个月监测一次。

4.平面控制及深度基准：平面控制采用坐标系 CGCS2000 坐标系、高斯投影，深度基准采用当地理论深度基准面。

5.测量比例尺：海砂开采区 1:1000，向外延伸区 1:5000。

6.测线及测点布设：测线垂直等深线平行布设，测线间距为 100m，测点间距为 50m；垂直主测线布设适量检查线，检测线间隔 500m。

14.2.2 水下地貌监测

1、监测范围：从海砂开采区起向岸延伸 5km 或至岸滩低潮位止的区域。由于水下地貌调查受水深限制影响较大，根据规范，侧扫的工作条件要求水深大于 3.0m，因此只在水深大于 3.0m 的海区范围进行地貌侧扫工作，并给出海砂开采前、开采时、开采后不同时段的地貌定量变化数据及图形，进行动态监测比对。

2、监测频率：海砂开采期间至海砂开采结束后 3 年内，每 6 个月监测一次。

3、平面控制：平面控制采用CGCS2000坐标系、高斯投影。

4、测量比例尺：海砂开采区1:1000，向外延伸区1:5000。

5、测线布设：同水下地形测量。

14.2.3 环境质量监测

1、监测站位布设：按照《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》和《海洋监测规范》的要求，海砂开采过程中，在工程所在海域及附近受影响海域、附近不会受影响的环境敏感区等设置9个监测站位进行监测，其中水质监测布设9个站位，沉积物和生态监测分别布设3个和4个站位。

水质监测点可考虑布设在2022年现状监测点位的6、8、9、13、14、30号点位，同时在LNB16006、LNB16009、LNB16018近岸海域国控监测站位附近布设3个水质监测点，沉积物考虑布设在8、9、18号点位，生物考虑布设在8、9、18、30号点位。监测站位布设情况见图14-1。

表14-1 海洋环境现状调查站位和监测项目

序号	经度	纬度	监测项目
6	120°35′43.842″	40°15′14.535″	水质
8	120°29′50.842″	40°13′07.437″	水质、沉积物、生态
9	120°33′13.421″	40°11′51.164″	水质、沉积物、生态
13	120°35′01.139″	40°05′42.858″	水质、生态
14	120°30′30.519″	40°08′45.103″	水质、沉积物、生态
30	120°31′30.378″	40°15′31.908″	水质、沉积物、生态
LNB16006	120°42′14.84″	40°24′8.79″	水质
LNB16009	120°39′29.49″	40°10′5.17″	水质
LNB16018	120°27′23.75″	40°8′20.24″	水质

2、监测周期

1)水文：采砂期每个季节选择大、小潮各进行一次。施工结束后进行一次后评估监测。

2)水质：采砂期内的每个潮汐年的丰水期、平水期和枯水期进行大、小潮期的监测。施工结束后进行一次后评估监测。

3)沉积物：沉积物项目在施工开始时进行一次，采砂期每年监测2次，施工结束后进行一次后评估监测。

4)生物：采砂期内的每个潮汐年的丰水期、枯水期进行大、小潮期的监测。

施工结束后进行一次后评估监测。

3、监测项目

水文：水色、透明度

水质：化学需氧量、石油类、溶解氧、悬浮泥沙、无机氮、活性磷酸盐、铜、铅、镉等；

沉积物：石油类、有机碳、铜、铅、镉等；

生物：叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、渔业资源、鱼卵仔鱼、底栖生物等。

14.2.4 质量控制与保证

本项目跟踪监测主要按照《海洋调查规范》（GB12763）、《海洋监测规范》（GB17378）中的海洋化学要素、海洋地质和海洋生物部分调查技术执行。进行跟踪监测的单位应通过国家级的计量认证，使用的仪器必须是经过国家法定计量机构检定的。

在完成一个航次的跟踪监测后应及时将监测结果报国家海洋管理部门和其它相关部门，确保及时了解由于海砂开采对附近海域造成的影响。

14.3 环境保护设施“三同时”原则

根据《建设项目环境保护管理条例》(2017 年 7 月 16 日修订，以下简称《管理条例》)要求，建设项目需配套建设的环保设施，必须与主体工程同时设计，同时施工，同时投产使用。本项目为采砂项目，虽未有配套建设的环保设施，但仍需要对项目采砂施工船舶产生的污染物处理量、处理方式及防治环境污染和生态破坏的措施以及环境保护设施投资概算落实情况进行“三同时”环境管理。

建设单位应当将环境保护措施落实内容纳入采砂施工合同，保证环境保护措施落实进度和资金，并在项目采砂过程中同时组织实施环境影响报告书及审批部门审批决定中提出的环境保护对策措施。

表 14-2 项目环境保护“三同时”内容一览表

建设	环境	污染源	主要污染物	主要污染防治措施及验收内容	预期效果	实施地点	运行机制	责任主体

期	要素							
采砂期	水环境	船舶机舱含油污水、机修油污水	石油类	签署协议，委托接收处置	收集上岸后交由有能力的单位接收处置	施工船舶等	施工单位委托专业机构进行	海砂开采单位
		船舶生活污水	COD、SS、氨氮	船舶收集后	船舶生活污水收集设施收集上岸后，由接收单位收运处理，不得直接排放入海。			
		悬浮泥沙	悬沙	溢流管	海底排放	采砂船溢流口		
	固体废物	船舶生活垃圾	/	船舶收集	收集上岸后由环卫部门收运处理	/	施工单位委托专业机构进行	
采砂期满	生态环境	/	/	建议采取以增殖放流为主的生态修复和补偿措施	所在海域海洋生态得到恢复	项目附近海域		

14.4 第十四章附图

图名	图名	所在章节
1	图 14-1 环境监测站位布置图	14.2

15 环境影响评价结论

15.1 工程概况

辽宁省葫芦岛市管辖海域KT2区块海砂开采项目位于葫芦岛市绥中县六股河口外海域，水深范围为 11.9m~27.7m（1985 国家高程基准），行政区域属葫芦岛市管辖。KT2 区块面积为 3.2101km^2。根据推荐采砂方案，采砂强度控制日最大开采量不超过 14.4 万 m^3/d，年开采量不超过 1843.2 万 m^3/年（原矿）。拟采用采砂量为 2000m^3/h 的射流抽吸式采砂船 6 艘，并根据采砂规模配制 12 艘 4000m^3 的过驳船。根据《辽宁省绥中县六股河口外海域 KT2 区块海砂资源勘探报告（分割）评审意见书》（辽储评（储）字〔2003〕029 号），本次开采为区块内 3.2101km^2 区域进行海砂开采工作，矿体合计原矿体积资源量为 4034.31 万 m^3；确定开采原矿量为 3922.18 万 m^3；开采回采率为 90%，废石混入率为 0%，则本矿区采出海砂原矿量为 3529.96 万 m^3。本项目采砂原矿开采量为开采年限为 2 年（含准备期 1 个月）。

15.2 工程分析结论

15.2.1 采砂生产各阶段污染环境影响分析

根据工程特点，给合本项目附近海域的环境特征，采砂施工期间主要环境影响体现在以下几方面。

15.2.1.1 刚性射流管和吸砂管插入预定砂层过程产生的悬浮泥沙

根据开发利用方案单位提供资料，采砂船利用船的推力和高压射流，把吸砂管插入海床并穿过覆盖层，因减缓插砂管插入矿层的速率可减少插管过程的悬沙扩散，报告要求海砂开采单位以低速进行插管。按施工经验估算，刚性射流和吸砂管每分钟可插入 0.5-1m，项目按平均 0.5m 测算。项目采砂船将刚性射流和吸沙管以 60° ～70° 左右角度插入矿层，本项目取 60° 。根据勘探报告，区块内海砂资源基本裸露，极小区域覆盖淤泥质粉质粘土及粉质粘土层，则吸砂管插入

理想砂层，60° 插入盖层长度约为 1m，插管时间约 2min。按施工经验估算，2000m³/h 高压射流产生的洞口平均约 10~20m²，本次按 15m² 进行计算。刚性射流管和吸砂管插入预定砂层过程产生的砂水混合物直接排放。泥沙起悬比 15%估算，泥质的干容重按 1.51t/m³ 计算，单艘施工船舶刚性射流管和吸砂管插入预定砂层过程产生的悬浮泥沙的源强为 28.31kg/s。

刚性射流管和吸砂管插入预定砂层只是一个很短暂的过程，很快就会形成稳定的悬浮泥沙影响状态，且除非预极端天气需进行避台或者船舶定期回港维修，正常采砂期间，无需反复插管，即一次插管后，在船舶无需离开采砂区的情况下，无需再进行插管。

15.2.1.2 高压射流扰动砂层产生的悬浮泥沙未被吸到船上而随海流扩散的悬浮泥沙

根据对采砂船的功率特性分析，高压射流时未被吸到船上的砂水混合物流量为 400m³/h。根据工程实践经验，高压射流扰动砂层产生悬浮泥沙量约为流量的5%左右，计算悬沙排放强度为 20m³/h，泥质的干容重按 1.51t/m³ 计算，则每艘采砂船射流扰动底质的源强为 8.39kg/s。

15.2.1.3 海砂分选环节产生的悬浮泥沙溢流

本工程所需的砂类为细中砂及中粗砂，粒径小于 0.063mm 的泥质在海砂分选过程中将随溢流排入海底。本采砂区内的泥的平均含量约为 19.4%。每艘船的毛砂工作效率约为 2000m³/h 计算，按 90%的淤泥被洗掉，该采砂船海砂分选泥质溢流强度为 406m³/h，泥质的干容重按 1.51t/m³ 计算，则平均每艘采砂船泥质溢流源强为 153.27kg/s。

粒径大于 37.5mm 的贝壳、砾石等大颗粒物回填采砂区时挤淤悬浮泥沙源强参考抛石挤淤悬浮泥沙源强计算，则本项目单艘船抛石回填采砂区产生的悬浮泥沙源强为 0.11kg/s。

15.2.1.4 矿体盖层淤泥细砂崩塌产生的悬浮泥沙

吸沙管移动取沙作业时，矿体盖层淤泥细砂可能会发生崩塌，从而产生一定的悬浮泥沙，但由于本项目拟采用折返式移动回采路线进行采砂，逐层开采深度较小，因此矿体盖层下沉较缓慢，可能发生崩塌产生的悬浮泥沙源强也将较小，

KT2 区块内砂矿层均直接出露，极小区域覆盖淤泥质粉质粘土及粉质粘土层。故此次计算，矿体盖层淤泥细砂崩塌悬浮泥沙源强很小，忽略不计。

15.2.1.5 船舶舱底含油污水

本项目拟投入 6 艘 2000m³/h 的采砂船进行采砂，项目共配备 12 艘 4000m³ 的过驳，本项目投入 2 艘补给船，则船舶工作人员生活污水产生量约为 22.56m³/d，油类污染物产生量为 112.8kg/d。

舱底含油污水应严格按照《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）的要求，禁止直接向沿海海域排放油类污染物，拟经收集上岸后应交由有处理能力的单位处理。

15.2.1.6 船舶生活污水

本项目拟投入 6 艘 2000m³/h 的采砂船进行采砂，项目共配备 12 艘 4000m³ 的过驳船，本项目投入 2 艘补给船，根据项目附近采砂项目的实际调研，采砂船船员配置人数为 10 人/艘，过驳船作业人员配置人数为以 3 人/艘，补给船作业人员以 3 人/艘计。采砂区每天按 6 艘采砂船、12 艘过驳船、2 艘补给船共同作业计算，则本工程作业船舶共有作业人员约 102 人。参照《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018），船舶工作人员生活用水量按 100L/人·d，污水发生量按 85%计，则船舶工作人员生活污水产生量约为 8.67m³/d。船舶工作人员生活污水拟经船舶上的生活污水收集设施收集上岸后，由接收单位拉运处理，不得直接排放入海。

15.2.1.7 船舶生活垃圾

本项目船舶工作人员合计约 102 人，参照《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018），船舶作业人员生活垃圾产生量按 1.5kg/d·人计，则本项目船舶生活垃圾产生量为 153kg/d。船舶人员船舶生活垃圾拟经分类收集上岸后，由环卫部门清运处理，不得排放入海。

15.2.1.8 碎石杂物

本项目采砂过程将产生的碎石杂物，根据项目储量核实报告中的勘探成果，砾石的粒径主要在 37.5mm 以内，绝大部分为可以直接作为海砂主要组分之一出售，仅极少量较大的碎石（粒径在 37.5mm 以上）直接回填采砂坑，回填量为 38.4×10^4 m³/a、50.69×10^4t/a。

15.2.2 采砂非污染因素环境影响分析

根据工程的特点，工程非污染环境影响主要是：

①采砂后采砂区的海床塌陷对海底地形地貌和海床边坡稳定的影响。

②海床变化对水动力环境的影响；

③潮流场改变对附近海域冲淤环境的影响；

④采砂作业对海洋生态环境的影响；

⑤采砂作业对通航环境的影响等。

15.3 环境质量现状综合分析与评价结论

15.3.1 水文动力环境现状调查与评价

15.3.1.1 潮汐

施测海域的潮汐属不正规半日潮。观测期间春、秋季涨潮平均历时大于落潮平均历时，涨潮平均潮差大于落潮平均潮差。春季 H1 站涨落潮平均潮差为0.69m，H2 站涨落潮平均潮差为 0.95m，H3 站涨落潮平均潮差 1.09m；秋季 H1 站涨落潮平均潮差为 0.42m，H2 站涨落潮平均潮差为 0.68m，H3 站涨落潮平均潮差 0.81m。

15.3.1.2 潮流

施测海域各测站潮流属正规半日潮流，潮流运动形式为往复流。秋季测区潮流最大可能流速 V8 站表层最大，为 159cm/s；余流流速最大值为 15.9cm/s，流向为 36.9°，出现在 V3 站位表层。春季测区潮流最大可能流速为 111.1cm/s，流向为 32.6°，出现在 V7 站 0.4H 层；余流最大流速为 23.2cm/s，流向为 218°，出现在 V2 站位表层。

15.3.1.3 海流

秋季实测涨、落潮垂线平均流速，其中涨潮段最大值为 67.3cm/s，落潮段最大值为 67.7cm/s；各测站涨、落潮段平均值分别为 45.6cm/s 和 44.8cm/s。

春季涨潮段垂线平均流速最大值为 54.9cm/s，落潮段垂线平均流速最大值为

63.5cm/s；各测站涨、落潮段流速平均值分别为 34.5cm/s、39.3cm/s。观测海域涨、落潮流方向为NE~SW向。

15.3.1.4 温度

秋季各测站实测海水温度，A1-A3 测站实测海水温度变化趋势不显著，A4-A9 测站实测海水温度变化趋势不显著，垂线平均水温为 17.68℃。各测站海水最高温度为 18.58℃，出现在 A7 测站 0.2H 层，海水最低温度为 16.4℃，出现在 A3 测站中层，变化量为 2.18℃。春季各测站实测垂线平均水温介于 5.8℃~10.4℃之间，其中 V1、V2 站水温最高，V9 站水温最低；各测站海水最高温度为 11.0℃，出现在 V2 测站中层；海水最低温度为 5.0℃，出现在 V9 测站。

15.3.1.5 盐度

秋季各测站垂线平均盐度大潮分布在 30.49~32.49 之间。A3 测站盐度最低，大潮平均盐度为 30.49psu。其次依次是 A1、A2、A7、A6、A8、A4、A5 和 A9。各测站最大盐度大潮为 35.08psu，出现在 A7 测站底层；各测站最小盐度大潮为 30.00psu，出现在 A3 测站表层和中层。春季各测站垂线平均盐度分布在 30.8~32.4psu 之间。V7 测站盐度最低，平均盐度为 30.8psu。其次依次是 V1、V2、V3、V6、V8、V4、V5 和 V9。各测站最大盐度为 32.9psu，出现在 V9 测站 0.4H 层；各测站最小盐度为 30.6psu，出现在 V3 测站表层和中层。

15.3.1.6 悬浮泥沙

秋季单点最大悬砂含量为 210.17mg/dm^3，最小悬砂含量为 6.08mg/dm^3，各站垂向悬砂平均含量范围 19.38～102.63mg/dm^3。涨潮段水体中悬砂平均含量为 59.17mg/dm^3，落潮段水体中悬砂平均含量为 48.51mg/dm^3，涨潮段水体中悬砂含量高于落潮段。春季单点最大悬砂含量为 112.78mg/dm^3，最小悬砂含量为 4.25mg/dm^3，各站垂向悬砂平均含量范围 11.04～52.89mg/dm^3。涨潮段水体中悬砂平均含量为 24.97mg/dm^3，落潮段水体中悬砂平均含量为 25.95mg/dm^3，涨潮段水体中悬砂含量低于落潮段。

15.3.2 地形地貌与冲淤环境现状调查与评价

矿区整体水深范围为 9.2m~23.1m（1985 国家高程基准），最大水深位于矿区的西南角，最小水深位于矿区西侧中部。矿区整体位于六股河口三角洲外缘，水

深自西北向东南逐渐加深，整体呈西北高东南低的趋势，等深线从西北部的 12m 逐渐增大到东南部的 16m。但因该区域中南部 14m 等深线以南，海砂盗采严重，盗采坑广泛分布，水深变化剧烈，最大水深可达 23.1m。

15.3.3 海水水质环境质量现状调查与评价

（1）2022 年秋季：

根据 2022 年秋季评价结果显示，在全部 41 个（含表底层）水质调查站位中，超标因子主要为无机氮、化学需氧量、汞；无机氮超标站位 28 个，超标率 68.3%，化学需氧量超标站位 13 个，超标率为 31.7%，汞超标站位 3 个，超标率为 7.3%。

在执行一类水质标准的 14 个站位中，14 个站位的无机氮超出一类水质标准限值要求，超标率为 100%，最大超标倍数 2.12，其中站位 4 表底层、11 表底层、12 表底层、18 表底层、19 表底层、20 表底层、28 满足二类标准要求；站位 8 满足四类标准要求。12 个站位的化学需氧量超出一类标准限值要求，超标率为 85.7%，最大超标倍数为 1.29，其中站位站位 4 表底层、11 表底层、12 表底层、18 表底层、19 表底层、20 表底层满足二类标准要求。3 个站位的汞超出一类标准限值要求，超标率为 21.4%，其中站位 4 底层、11 表层、20 底层，满足二类标准要求。

在执行二类水质标准的 27 个站位中，14 个站位的无机氮超出二类水质标准限值要求，超标率为 51.9%，最大超标倍数 1.45；其中站位 1、2 底层、6、9、10、16、21 表底层、27、28、29、30 满足三类标准要求；站位 13、14、17 满足四类标准要求。

在全部 41 个（含表底层）水质调查站位中，13 个站位全部参数满足评价要求，28 个站位检测参数超标，超标率为 68.3%

化学需氧量、无机氮、汞超标的原因可能是受到陆源污染，生活污水和工业废水经河流排入海内，导致海水化学需氧量、无机氮和重金属汞超标。

（2）2023 年春季：

在全部 41 个（含表底层）水质调查站位中，超标因子主要为化学需氧量、无机氮、汞，化学需氧量超标站位 14 个，超标率为 34.1%；无机氮超标站位 28

个，超标率为68.3%；汞超标站位2个，超标率为4.9%。

在执行一类水质标准的 14 个站位中，14 个站位的化学需氧量超出一类水质标准限值要求，超标率为 100%，最大超标倍数为 1.36，14 个站位均超一类满足二类水质标准要求。14 个站位的无机氮超出一类水质标准限值要求，超标率为100%，最大超标倍数为 2.09。站位 18 表底层、20 表层、28 满足三类标准要求，站位 20 底层、站位 26 满足四类标准要求，其余站位均满足二类标准要求；2 个站位的汞超出一类水质标准限值要求，超标率为 14.3%，最大超标倍数为 1.32，均满足二类标准要求。

在执行二类水质标准的 27 个站位中，14 个站位的无机氮超出二类水质标准限值要求，超标率为 51.9%，最大超标倍数 1.51，站位 2 表底层、3 表层、7、16、21 底层、25 表底层、26 表层、27、29、30 满足三类水质标准，站位 26 底层满足四类水质标准。

在全部 41 个（含表底层）水质调查站位中，13 个站位全部参数满足评价要求，28 个站位检测参数超标，超标率为 68.3%。

化学需氧量、无机氮、汞超标的原因可能是受到陆源污染，生活污水和工业废水经河流排入海内，导致海水化学需氧量、无机氮和重金属汞超标。

15.3.4 沉积物环境质量现状调查与评价

（1）2022 年秋季：

根据 2022 年秋季海洋环境现状监测结果显示，在全部 16 个沉积物调查站位中，超标因子为铜，超标率为 56.2%。

执行第一类海洋沉积物质量标准的 16 个站位中，9 个站位的铜超出一类海洋沉积物标准限值要求，超标率为 56.2%，最大超标倍数 2.15；调查海域其余各站位沉积物监测因子检测结果均符合所在功能区海洋沉积物质量标准。

超出一类海洋沉积物标准限值的 9 个站位，超标因子铜满足二类海洋沉积物标准要求。

铜超标的原因可能是受到陆源污染，生活污水和工业废水经河流排入海内，导致重金属铜超标。

（2）2023年春季：

在全部16个沉积物调查站位所有参数均满足一类沉积物质量标准要求。

15.3.5 生态环境质量现状调查与评价

15.3.5.1 叶绿素a

2022年秋季：叶绿素a最大值为3.30μg/L（站位14），最小值为0.347μg/L（站位15），平均值为1.17μg/L。

2023年春季：叶绿素a最大值为1.14 μg/L，最小值为0.222μg/L，平均值为0.442 μg/L。调查海域所有站位均为贫营养（轻污染）。

15.3.5.2 初级生产力

2022年秋季：初级生产力最大值为136mg·C/（m^2·d），最小值为15.7mg·C/（m^2·d），平均值为56.1mg·C/（m^2·d）。最大值出现在站位5，最小值出现站位2。

2023年4月调查海域初级生产力最大值为84.9mg·C/（m^2·d），最小值为5.39mg·C/（m^2·d），平均值为28.3mg·C/（m^2·d）。

15.3.5.3 浮游植物

（1）2022年秋季

调查海域共鉴定浮游植物49种，隶属硅藻和甲藻两个大类。其中硅藻44种，占浮游植物总种数的89.80%；甲藻5种，占浮游植物总种数的10.20%。

本次调查优势种为中肋骨条藻（Y=0.27）、星脐圆筛藻（Y=0.12）、尖刺拟菱形藻（Y=0.06）、威氏圆筛藻（Y=0.06）、劳氏角毛藻（Y=0.02）、虹彩圆筛藻（Y=0.02）、三角角藻（Y=0.02）。

调查结果显示调查海域浮游植物细胞数量变化在0.18～176×10^4个/m^3之间，平均值为27.7×10^4个/m^3。各站位浮游植物种类分布站位14种类最多，有32种，站位22最少，8种，平均为15种。

调查海域各站位浮游植物群落多样性指数在1.39～3.66之间，平均为2.68，最高值出现在站位14，最低值出现在站位7；均匀度指数在0.41～0.92之间，平

均为 0.70，最高值出现在站位 26，最低值出现在站位 15；丰度指数在 0.00~128 之间，平均为 13.7，最高值出现在站位 19，最低值出现在站位 25、站位 26。

（2）2023 年春季

调查海域共鉴定出浮游植物 34 种，其中硅藻 31 种，甲藻 3 种。浮游植物优势物种数为 6 种，全部为硅藻，优势度由高至低依次为威氏圆筛藻、夜光藻、豪猪棘冠藻、翼根管藻印度变型、密连角毛藻。

浮游植物细胞密度波动范围在（0.16-41.3）$\times10^4$ 个/m^3 之间。浮游植物细胞密度平均为 5.88$\times10^4$ 个/m^3。各站位浮游植物种类平均为 10 种。

调查各站位生物多样性指数范围 1.30-2.16，平均为 1.93；均匀度范围 0.54-0.97，平均为 0.82；丰度指数范围 0.70-1.24，平均为 0.95。

15.3.5.4 浮游动物

（1）2022 年秋季

调查共获得浮游动物 13 种。其中，浮游幼体 5 种，占总种数的 38.46%；刺胞动物门、尾索动物门、节肢动物门各 2 种，各占总种数的 15.38%；毛颚动物门、栉板动物门各 1 种，各占总种数的 7.70%。

本次调查所获浮游动物种类中，优势种（优势度≥0.02）为强壮箭虫、双壳类幼体、无节幼体、小拟哲水蚤、八斑芮氏水母；

调查海域浮游动物生物密度变化范围在 0.21~33.3ind./m^3，平均值为 7.05ind./m^3；调查海域各站位浮游动物平均种类数为 3 种，数量最多为 5 种，出现在站位 5、9、14，数量最少为 1 种，出现在站位 7、15、18、19、22、27、30。

浮游动物群落多样性指数在 0.00-2.06 之间，最大出现在站位 5（2.06），平均为 0.99；均匀度指数在 0.00-1.00 之间，最大出现在站位 10、站位 17、站位 21、站位 26、站位 28 和站位 29（1.00），平均为 0.59；丰度指数指数在 0.00-1.50 之间，最大出现在站位 26（1.50），平均为 0.67。

（2）2023 年春季

本次调查共计获得浮游动物 13 种，其中节肢动物门 9 种，毛颚动物门 1 种，幼虫或幼体类 3 种。

本次调查所获浮游动物种类中，优势种依次为节肢动物门的双毛纺锤水蚤、丹氏纺锤水蚤、无节幼体。

在调查海域浮游动物平均密度为 40.5ind./m^3，变化范围在 0.61-248ind./m^3，各站位浮游动物种类平均为 4 种。

调查海域浮游动物浮游动物总生物量（湿重）平均为 10.3mg/m^3。各站位生物量波动范围在 0.12-102mg/m^3 之间。

调查各站位生物多样性指数范围 0.00-1.65，平均为 0.92；均匀度范围 0.37-1.00，平均为 0.73；丰度指数范围 0.00-2.84，平均为 1.23。

15.3.5.5 **大型底栖生物**

（1）2022 年秋季

通过海上调查共记录大型底栖生物 26 种。其中软体动物门和环节动物门种类各为 9 种，各占 34.62%；其次为节肢动物门 7 种，占 26.92%；棘皮动物门 1 种，分别占 3.84%。各站位密度优势种为独齿围沙蚕、寡鳃齿吻沙蚕、日本刺沙蚕。本次调查所得底栖生物个体数量变化在 3～24 个/m^2 之间，平均值为 11 个/m^2。

大型底栖生物群落多样性指数在 0.00～2.20 之间，平均为 1.16；均匀度指数在 0.00～1.00 之间，平均值为 0.72；丰度指数在 0.00～0.88 之间，平均为 0.45。

（2）2023 年春季

通过海上调查共记录大型底栖生物 30 种。其中环节动物门种类为 9 种，软体动物门种类为 8 种，节肢动物门和棘皮动物门种类各 5 种，脊索动物门 2 种，腕足动物门 1 种。各站位密度优势种为丽小笔螺、脉红螺、酸浆贯壳贝。

本次调查所得底栖生物个体数量变化在 13～96 个/m^2 之间，平均值为 44 个/m^2。生物量变化在 2.324～91.65g/m^2 之间，平均值为 19.0704g/m^2。

调查海域大型底栖生物总生物量（湿重）平均为 16.1 g/m^2。各站位生物量波动范围在 1.1025-197.8230g/m^2 之间。

大型底栖生物群落多样性指数在 0.00～1.70 之间，平均为 1.03。均匀度指数在 0.46～1.00 之间，平均值为 0.76。丰度指数在 0.00～1.54 之间，平均为 0.87。

15.3.5.6 潮间带生物

（1）2022年秋季

共调查3个断面18个潮间带站位，调查海域共调查到潮间带生物30种，其中软体动物24种，占80.00%；甲壳类4种，占13.33%；多毛类2种，占6.67%。各站位密度优势种为软体类中的菲律宾蛤仔（Y=0.32）、多毛类中的无疣齿吻沙蚕（Y=0.06）、软体类中的丽小笔螺（Y=0.03）、甲壳类中的泥脚隆背蟹（Y=0.02）。

各断面栖息密度最高出现在C32(244 ind./m^2)，最低出现在C33(212ind./m^2)，平均值为225ind./m^2；各断面生物量分布最高出现在C31(1455g/m^2)，最低出现在C33(103.12g/m^2)，平均值为354.25g/m^2。

各断面中，多样性指数在0.81-2.55之间，最高的为C31-3站位，平均值为1.64；均匀度指数在0.67-1.00之间，最高为C33-1站位，平均值为0.87；丰度指数在0.20-1.10之间，最高为C31-3站位，平均值为0.56。

（2）2023年春季

本次春季调查在C31、C32、C33共3条断面进行了潮间带生物的定量和定性调查。调查海域共调查到潮间带生物14种，其中软体动物5种，甲壳类5种，多毛类2种，甲壳类6种，纽形动物1种，扁形动物1种。

3个断面中，33断面生物密度最高，平均为14ind./m^2，31断面生物密度最低，平均为10 ind./m^2。在3个断面中，断面31、32、33占优势的类群均为多毛类。

3个断面中，32断面生物量最高，平均为9.875g/m^2，31断面生物量最低，为4.457g/m^2。断面31和32中生物量占优势的类群为软体动物门，断面33中生物量占优势的类群为甲壳类。

15.3.6 海洋生物体质量现状调查与评价

（1）2022年秋季

本次在20个调查站位采集到的生物体为软体动物（扁玉螺）、甲壳类（口虾蛄）、双壳贝类（菲律宾蛤仔）。软体动物（扁玉螺）、甲壳类（口虾蛄）中的铜、铅、镉、锌、汞含量均符合《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》标准，

采集到的双壳贝类（菲律宾蛤仔）中的铜、铅、镉、锌、总铬、汞、砷含量均符合《海洋生物质量标准》，石油烃含量符合《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》，整体生物质量状况良好。

（2）2023年春季

2023年春季调查所采集到的生物体中鱼类（虾虎鱼）、甲壳类（日本鼓虾）和软体动物（扁玉螺）的铜、铅、镉、锌、汞含量均符合《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》，石油烃含量符合《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》标准，整体生物质量状况良好。

15.3.7 渔业资源调查与评价

15.3.7.1 鱼卵、仔稚鱼

（1）2022年秋季

调查海域共捕获鱼卵、仔稚鱼1种，隶属于1目，1科。

采集到的鱼卵、仔稚鱼为半滑舌鳎，属于幼苗发育阶段，密度为0.0018ind./m^3，在站位27采集，Y=0.05，为优势种。

（2）2023年春季

2023年春季调查过程中未发现鱼卵、仔稚鱼。

15.3.7.2 游泳动物

（1）2022年秋季

调查海域共捕获游泳动物41种，隶属于11目，27科。其中鱼类最多，为21种，占51.2%；虾类10种，占24.4%；蟹类5种，占12.2%；头足类5种，占12.2%；调查期间20个站位海域游泳动物生物量范围为4.83kg/h~12.94kg/h，平均游泳动物生物量为6.94kg/h；

①鱼类

调查共捕获鱼类21种，隶属于6目，13科；其中鲈形目最多，为13种，占61.8%；鲱形目为3种，占14.3%；鲻形目为2种，占9.5%；鲽形目为1种，占4.8%；鲉形目为1种，占4.8%；刺鱼目为1种，占4.8%；调查期间20个站位海

域鱼类生物量范围为1.21kg/h~4.62kg/h，平均鱼类生物量为2.71kg/h。

②虾类

调查共捕获虾类10种，隶属于2目，7科；20个站位海域虾类生物量范围为0.00kg/h~3.12kg/h，平均虾类生物量为1.42kg/h。

③蟹类

调查共捕获蟹类5种，隶属于1目，4科；20个站位海域蟹类生物量范围为0.00kg/h~7.13kg/h，平均蟹类生物量为1.59kg/h。

④头足类

调查共捕获头足类1种，隶属于1目，1科；20个站位海域头足类生物量范围为0.12kg/h~3.36kg/h，平均头足类生物量为1.22kg/h。

本次调查游泳动物的优势种有6种，分别为脊尾白虾、葛氏长臂虾、狭颚新绒螯蟹、日本关公蟹、髭缟虾虎鱼、矛尾虾虎鱼。

（2）2023年春季

2023年春季调查海域共捕获游泳动物20种，隶属于5目，13科。其中鱼类最多，为11种，虾类5种，蟹类3种，头足类1种；调查期间20个站位海域游泳动物生物量范围为0.64kg/h~5.24kg/h，平均游泳动物生物量为2.15kg/h；20个站位海域游泳动物生物密度范围为152ind./h~1181ind./h，平均游泳动物生物密度为500ind./h。

（1）鱼类

调查共捕获鱼类11种，隶属于2目，5科；调查期间20个站位海域鱼类生物量范围为0.48kg/h~3.88kg/h，平均鱼类生物量为1.58kg/h；鱼类生物密度范围为62 ind./h~509 ind./h，平均鱼类生物密度为210ind./h。

（2）虾类

调查共捕获虾类5种，隶属于2目，7科；调查期间20个站位海域虾类生物量范围为0.15kg/h~1.31kg/h，平均虾类生物量为0.56kg/h；海域虾类生物密度范围为88ind./h~671ind./h，平均虾类生物密度为289ind./h。

（3）蟹类

调查共捕获蟹类3种，隶属于1目，3科；调查期间20个站位海域蟹类生物量范围为0.00kg/h~0.04kg/h，平均蟹类生物量为0.005kg/h；海域蟹类生物密度范围为0ind./h~3ind./h，平均蟹类生物密度为1ind./h。

（4）头足类

调查共捕获头足类1种，隶属于1目，1科；调查期间20个站位海域头足类生物量范围为0.00kg/h~0.007kg/h，平均头足类生物量为0.0005kg/h；海域头足类生物密度范围为0ind./h~2ind./h，平均头足类生物密度为1ind./h。

本次调查游泳动物的优势种有2种，分别为矛尾虾虎鱼、日本鼓虾。

15.4 环境影响预测综合分析与评价结论

15.4.1 水环境影响

大潮情况下悬沙自底层溢流排出后在逐渐向外扩散，水平向沿东北-西南走向（主流向）悬沙扩散范围较远，东北向最大扩散距离4.20km，西南向最大扩散距离6.31km，西北、东南向（垂直主流向）悬沙扩散范围相对较近。底层最大悬浮泥沙浓度增量10 -20mg/L的影响范围最大包络面积为13.14km^2，增量20-50 mg/L的影响范围最大包络面积为8.94km^2，增量50-100 mg/L的影响范围最大包络面积为4.73km^2，增量大于100 mg/L的影响范围最大包络面积为6.69km^2；中层最大悬浮泥沙浓度增量10 -20mg/L的影响范围最大包络面积为6.26km^2，增量20-50 mg/L的影响范围最大包络面积为6.52km^2，无增量50mg/L以上的区域；表层最大悬浮泥沙浓度增量均在10mg/L以下；各层位平均最大悬浮泥沙浓度增量10 -20mg/L的影响范围最大包络面积为6.47km^2，增量20-50 mg/L的影响范围最大包络面积为5.15km^2，增量50-100 mg/L的影响范围最大包络面积为1.58km^2，增量大于100 mg/L的影响范围最大包络面积为2.23km^2。

15.4.2 沉积物环境影响

采砂过程中，由于吸砂管从海底淤泥层直插入砂层，因此，采砂前期对表层沉积物影响不大；当采到一定量时，砂层掏空，覆盖上面的淤泥层在重力作用下发生坍塌，则表层沉积物将被掩埋，特征被彻底改变。同时，砂层被抽走后，采

砂区的垂直沉积物将出现断砂层，沉积物垂直结构也发生变化。根据预测结果，采砂过程产生的悬浮物浓度增量主要集中在采砂区及周围海域，随着扩散距离的增加，沉积粒径越来越细，在几公里外海域相对海水本底浓度值来讲较小，基本不会改变其悬浮物浓度。

15.5 非污染物环境影响分析结论

15.5.1 水动力环境影响分析

采砂后，潮流场受采砂影响的区域主要集中在周边 3km 范围。受采砂影响，南侧流速增强幅度达到 10cm/s 的区域分布在采砂边界西南侧 840m 范围内，流速增强幅度达到 5cm/s 的范围分布在边界西南 2160m 范围内，对邻近的最外侧沙脊产生一定影响，其造成的流速增强能够加强该变化区域内的冲刷速率。区块二实施后，采砂区北侧流速增强幅度达到 10cm/s 的区域分布在采砂边界东北侧 1010m 范围内，流速增强幅度达到 5cm/s 的范围分布在边界东北 2100m 范围内。项目东西两侧流速减弱幅度达到 10cm/s 的区域分布在 840m 范围内，减弱幅度达到 5cm/s 的区域分布在 3620m 范围内。

15.5.2 地形地貌与冲淤环境影响分析

采砂后，采砂区内水深地形整体出现低于周边约 15m 的深坑，同时由于 KT1 区块已施工，深坑范围较大。由于当地水深较深，波浪作用较弱，冲淤变化以潮流作用作为主要动力因素。海区潮流主流向为东北-西南向，KT2 区块采砂后，KT1 区块与 KT2 区块整体南侧、北侧边界及 KT1 区块已开挖的西南角出现淤积，以推移质向采砂坑内回淤为主。

采砂区东北边界淤积强度约 20cm/yr，西南边界淤积速率约 27cm/yr。KT2 区块实施后，潮流沙脊及沙脊之间水道内依然均处于冲刷状态，其中，潮流沙脊冲刷速率最大 75cm/yr，沙脊之间水道最大冲刷速率 26 cm/yr。采砂实施后导致西南、东北两侧侵蚀加剧，其速率增加幅度最大为 58cm/yr，冲刷速率加强幅度达到 20cm/yr 的区域分布在采砂边界周边 730m 范围，冲刷速率加强幅度达到 5cm/yr 的区域分布在采砂边界周边 1810m 范围，对南侧潮流沙脊产生小范围加速侵蚀的影响，但影响范围较小。采砂区东、西两侧侵蚀速率减缓，减缓幅度达到 5cm/yr

的区域分布在采砂区东西两侧2310m范围内，对近岸保护区产生的影响有限。

15.5.3 波浪环境影响分析

KT2区块实施后，相比现状波浪场，S向波浪变化幅度相对略大，E向最小，100年一遇波浪作用下，近岸保护区波高增大和减小变化均在0.1m以内，潮流沙脊波高增幅最大0.15m。

KT2区块实施后，相比于KT1区块实施后，各向波浪场变化均较小，最大增加、减小幅度均在0.1m以内。

总体而言，项目区波浪场受历史地形演变影响有限，项目实施采砂后的波浪场未改变近岸波浪分布特征，各敏感区的波浪变化影响较小。

15.5.4 生态环境影响分析

项目采砂将造成栖息于此的底栖生物生物量的损失，部分游泳能力差的底栖生物如底栖鱼类、虾类也将因为躲避不及而被损伤或掩埋。采砂和海砂分选过程产生的悬浮物对浮游生物、游泳生物和鱼卵仔鱼也将产生一定的影响。本工程采砂导致底栖生物直接损失量为65.12t；浮游植物的损失量为6.89×10^{13}cells；浮游动物的损失量为9.90×10^{10}mg；鱼卵5.62×10^{7}ind；仔稚鱼6.20×10^{7}ind；游泳生物(鱼类)的损失量为1.40×10^{4}kg。项目应采取一定的生态补偿措施，对项目施工期造成的生物损失补偿，将其可能产生的生态环境影响降至最低。

15.6 环境风险分析与评价结论

项目存在的环境风险主要包括可能发生的通航安全事故、船舶碰撞发生溢油事故进而污染周边海域等。为避免上述事故的发生和降低环境风险，施工前向海事部门申请划定施工水域和安全作业区域，设置航行警戒标，配置现场警戒船，必要时向海事部门申请发布航行通告和航行警告，申请协助进行水上安全维护；配备足够的防止油膜扩散的装备和设施；制订溢油事故应急预案，并与区域相关应急预案衔接等。

综上，严格落实上述环境风险防范措施和应急预案的情况下，可有效降低环境风险事故发生的概率，有效控制事故发生对环境的影响。

15.7 区域环境影响、社会经济环境影响综合分析与评价结论

15.7.1 污染物排放总量控制

本项目为海砂开采项目，作业船舶产生的生活污水和舱底含油污水均拟收集上岸处理，均不排放入海，因此，本项目不设置水污染物排放总量控制指标。

15.7.2 清洁生产分析

本项目采用的采砂工艺相对比较清洁，污染防治措施具体、有效，能够达到环境保护的要求。在实施环境保护措施情况下进行海砂开采，其产生的海洋环境影响达到最小，海区渔业资源和环境敏感目标所受损害相对较小，采砂作业产生的主要污染物质将采取相应的污染防治措施，可以得到妥善处理。因此，本工程采砂工艺清洁生产水平可满足要求。

15.7.3 环境经济损益分析

根据本报告的分析可知，在对海砂进行合理开采的前提下，拟申请采砂项目与当地社会经济发展需求是相适应的，对满足沿海工程建设的需要，促进海洋经济的开发活动及附近区域进一步繁荣发展都具有重要的意义和作用。经过比较分析，该工程项目能取得较好的经济效益和社会效益，综合效益显著，相比之下，环境污染导致的生态效益损失是可以协调补偿解决的。因此，本项目在经济方面说可行的。

15.7.4 环境监测计划的可行性结论

本项目通过跟踪监测，结合采砂施工特点和项目周围的环境敏感保护目标，重点监测开采活动对海底地形、水质悬浮物等方面的影响，根据不同监测内容确定相应监测范围、布设监测站位和设计监测频率等，采砂期和采砂结束后海洋环境监测方案，能够及时了解和掌握项目实施过程中对海洋水质、沉积物和生物的影响，以便对可能产生明显环境影响的关键环节事先制定监测，使可能造成环境影响的因素得以及时发现，妥善处理。因此，本项目的环境监测计划是可行的。

15.7.5 公众参与意见采纳情况

本次公众参与工作由建设单位葫芦岛市自然资源局开展，采取了网络公示、报纸公示、现场张贴公告等方式公开项目的环境影响评价信息。征求意见公示期间未收到公众的反馈意见。

15.8 建设项目环境可行性结论

本项目建设符合国家产业政策，选址符合相关规划要求。海砂开采过程中产生的悬浮泥沙对水环境的影响是暂时的。开采过程中产生的污废水和固体废物会得到妥善处理处置。同时，针对本项目的工程特点和环境特征，提出了相应的环境保护和污染防治对策措施、风险防范对策措施。评价认为：在采砂单位切实执行国家有关法律法规、严格按照本报告提出的开采范围、方式、时间和强度作业，避免超界、超量、超强度开采，落实报告书中提出的各项污染防治、生态保护对策措施及风险防范措施的前提下，从海洋环境保护角度考虑，本项目海域海砂开采是可行的。

15.9 海砂开采的环境保护对策与建议

本项目环境保护对策与建议主要是针对采砂施工期而言，海洋环境保护对策与建议主要包括：

（1）射流功率和抽砂泵功率应相配合，以尽量减少抽砂作业流失的悬浮物。

（2）为减少采砂过程中产生的污染物，采砂单位须按照本报告书的建议落实采砂船舶规模和工艺控制要求、采砂过程的污染防治措施和环保投资，并贯彻执行，避免或减少对水质及生态环境的影响。

（3）在辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区主要保护对象的繁殖期、幼体生长期等生长繁育关键阶段，应降低采砂强度。建议开采单位进行合理布局，在 4-6 月份敏感期，尽量在采砂区内离种质资源保护区相对较远的一侧进行开采。加强采砂期间的跟踪监测，根据跟踪监测结果及时调整措施，密切注意采砂区及其周边海域的水质变化。如发现因抽砂施工引起水质变化而对保护区产生不良影响，则应立即采取措施，必要时可短暂停工。

（4）加强对施工船舶的环境监理工作，密切监视海上环境变化，如发现异常现象，应采取必要的措施，如暂停施工等，以保护海域的生态环境和航道，并及时通知海洋监测部门，查明原因。

（5）建议采砂船舶设施安装船舶自动识别系统，避免大风等极端天气导致在海底电缆路由发生溜锚、走锚等情况。

（6）控制采砂船作业数量作为采砂区块出让的条件，建议在采砂招拍挂出让文件中的船舶数量与环评报告保持一致。

（7）采砂中标单位应该严格按批准的采砂区范围和本报告书的建议的开采强度和开采总量依法采砂，不得在申请区域外采砂或随意扩大采砂范围。对采砂作业准确定位、详细记录其过程，防止越界开采、超量开采、超强度开采。作业前采砂区应设置警示标志。

（8）进行采砂总量控制，做到从源头控制悬浮物扩散总量。

（9）采砂中标单位应建立健全安全管理机制，加强对采、过驳船上人员的安全教育和安全管理，认真落实有关安全措施，尽量减少对通航环境的不利影响，保障施工作业和过往船舶的安全。一旦溢油事故发生，必须立即严格执行应急措施。

（10）建议采砂单位在渔业主管部门的指导下，积极采取有效的生态补偿和生态恢复措施，补偿对渔业资源的损失。

16 附录

16.1 浮游植物名录

表16-1 2022年秋季调查海域浮游植物名录

序号	名 称	拉丁文
	硅藻	
1	旋链角毛藻	*Chaetoceros curvisetus*
2	劳氏角毛藻	*Chaetoceros lorenzianus*
3	柔弱角毛藻	*Chaetoceros debilis*
4	密连角毛藻	*Chaetoceros densus*
5	卡氏角毛藻	*Chaetoceros castracanei*
6	扁面角毛藻	*Chaetoceros compressus*
7	暹罗角毛藻	*Chaetoceros siamense*
8	双孢角毛藻	*Chaetoceros didymus*
9	角毛藻	*Chaetoceros spp.*
10	丹麦角毛藻	*Chaetoceros danicus*
11	星脐圆筛藻	*Coscinodiscus asteromphalus*
12	格氏圆筛藻	*Coscinodiscus granii*
13	巨型圆筛藻	*Coscinodiscus gigas*
14	琼氏圆筛藻	*Coscinodiscus jonesianus*
15	虹彩圆筛藻	*Coscinodiscus oculus-iridis*
16	辐射圆筛藻	*Coscinodiscus radiatus*
17	细弱圆筛藻	*Coscinodiscus subtilis*
18	威氏圆筛藻	*Coscinodiscus wailesii*
19	圆筛藻	*Coscinodiscus spp.*
20	浮动弯角藻	*Eucampia zoodiacus*
21	丹麦细柱藻	*Leptocylindrus danicus*
22	布氏双尾藻	*Ditylum brightwellii*
23	膜状缪氏藻	*Meuniera membranacea*
24	中华齿状藻	*Odontella sinensis*
25	海洋曲舟藻	*Pleurosigma pelagicum*
26	刚毛根管藻	*Rhizosolenia setigera*
27	笔尖形根管藻	*Rhizosolenia styliformis var.styliformis*
28	翼根管藻印度变型	*Rhizosolenia alata f. indica*
29	尖刺拟菱形藻	*Pseudo-nitzschia pungens*
30	菱形藻	*Nitzschia spp.*
31	柔弱几内亚藻	*Guinardia delicatula*
32	泰晤士旋鞘藻	*Helicotheca tamesis*
33	优美旭氏藻矮小变型	*SchrÖderella delicatula f. schroderi*
34	掌状冠盖藻	*Stephanopyxis palmeriana*
35	圆海链藻	*Thalassiosira rotula*
36	中肋骨条藻	*Skeletonema costatum*

37	佛氏海线藻	*Thalassionema frauenfeldii*
38	菱形海线藻	*Thalassionema nitzschioides*
39	大洋角管藻	*Cerataulina pelagica*
40	冰河拟星杆藻	*Asterionellopsis glacialis*
41	矮小短棘藻	*Detonula pumila*
42	羽纹藻	*Pinnularia spp.*
43	具槽直链藻	*Paralia sulcata*
44	针杆藻	*Synedra spp.*
	甲藻	
45	叉状角藻	*Ceratium furca*
46	梭角藻	*Ceratium fusus*
47	三角角藻	*Ceratium tripos*
48	夜光藻	*Noctiluca scintillans*
49	五角原多甲藻	*Peridinium pentagonum*

16.2 浮游动物名录

表 16-2 2022 年秋季调查站位浮游动物名录

序号	名 称	拉丁名
	浮游幼体	
1	无节幼体	*Nauplius larva*
2	双壳类幼体	*Bivalvia larva*
3	长尾类幼体	*Macrura larva*
4	多毛类幼体	*Polychaeta larva*
5	短尾类大眼幼虫	*Brachyura Megalopa larva*
	刺胞动物门	
6	八斑芮氏水母	*Rathkea octopunctata*
7	真囊水母	*Euphysora bigelowi*
	毛颚动物门	
8	强壮箭虫	*Sagitta crassa*
	尾索动物门	
9	异体住囊虫	*Oikopleura dioica*
10	长尾住囊虫	*Oikopleura longicauda*
	栉板动物门	
11	球形侧腕水母	*Pleurobrachia giobosa*

16.3 大型底栖生物名录

表 16-3 2022 年秋季调查站位大型底栖生物名录

序号	名 称	拉丁名
	软体动物门	
1	中国蛤蜊	*Mactra chinensis*
2	光滑河蓝蛤	*Potamocorbula laevis*
3	红带织纹螺	*Nassarius succinctus*

4	江户明樱蛤	*Moerella iridescens*
5	秀丽波纹蛤	*Raeta pulchella*
6	丽小笔螺	*Mitrella bella*
7	短滨螺	*Littorina brevicula*
8	四角蛤蜊	*Mactra veneriformis*
9	菲律宾蛤仔	*Ruditapes philippinarum*
	环节动物门	
10	丝异须虫	*Heteromastus filiforms*
11	独齿围沙蚕	*Perinereis cultrifera*
12	寡鳃齿吻沙蚕	*Nephtys oligobranchia*
13	双唇索沙蚕	*Lumbrineris cruzensis*
14	日本刺沙蚕	*Neanthes japonica*
15	全刺沙蚕	*Nectoneanthes oxypoda*
16	日本角吻沙蚕	*Goniada japonica*
17	沙蚕	*Nereidida sp.*
18	不倒翁虫	*Sternaspis sculata*
	节肢动物门	
19	日本鼓虾	*Alpheus japonicus*
20	豆形短眼蟹	*Xenophthalmus pinnotheroides*
21	天津厚蟹	*Helice tientsinensis*
22	斜方五角蟹	*Nursia rhomboidalis*
23	泥脚隆背蟹	*Carcinoplax vestitus*
24	钩虾	*Gammaridean*
25	隆线强蟹	*Eucrate crenata*
	棘皮动物门	
26	哈氏刻肋海胆	*Temnopleurus hardwickii*

16.4 潮间带生物名录

表 16-4 2022年秋季调查海域潮间带生物名录

序号	名 称	拉丁名
	软体类	
1	中国不等蛤（银蛤）	*Anomia chinesis*
2	菲律宾蛤仔	*Ruditapes philippinarum*
3	豆形胡桃蛤	*Leionucula faba sp.nov.*
4	中国笔螺	*Mitra chinensis*
5	丽小笔螺	*Mitrella bella*
6	金刚衲螺	*Cancellaria spengleriana*
7	纹斑新棱蛤	*Neotrapezium liratum*
8	带偏顶蛤	*Modiolus(Modiolus) computus*
9	笔螺科	*Mitridae*
10	掌牡蛎	*Planostrea pestigris*
11	长牡蛎	*Crassostrea gigas*
12	小猫眼蛤	*Felaniella usta*
13	文蛤	*Meretrix meretrix*

14	扁玉螺	*Glossaulax didyma*
15	红带织纹螺	*Nassarius succinctus*
16	秀丽织纹螺	*Nassarius festivus(Powys)*
17	纵肋织纹螺	*Nassarius variciferus*
18	长姚偏顶蛤	*Jolya elongata*
19	彩虹明樱蛤	*Moerella iridescens*
20	双代瓷光螺	*Eulima bifascialis*
21	古氏滩栖螺	*Batillaria cumingi*
22	锈凹螺	*Chlorostoma rustica (Gmelin)*
23	水泡蛾螺	*Buccinium pemphigum Dall*
24	小结节滨螺	*Nodilittorina exigua*
	甲壳类	
25	日本蟳	*Charybdis japonica*
26	光辉圆扇蟹	*Sphaerozius nitidus*
27	绒毛近方蟹	*Hemigrapsus penicillatus*
28	泥脚隆背蟹	*Carcinoplax vestitus*
	多毛类	
29	无疣齿吻沙蚕	*Inerminephtys inermis*
30	日本角吻沙蚕	*Goniada japonica*

附图清单

1 第一章附图 2
2 第二章附图 3
3 第三章附图 9
5 第五章附图 12
6 第六章附图 11
7 第七章附图 70
8 第八章附图 52
13 第十三章附图 44
14 第十四章附图 4

1 第一章附图

序号	所在章节	图名
1	1.4	图1-1 海洋工程环境影响评价工作过程
2	1.1	图1-2 葫芦岛市六股河口外海域两个海砂开采区块位置关系图

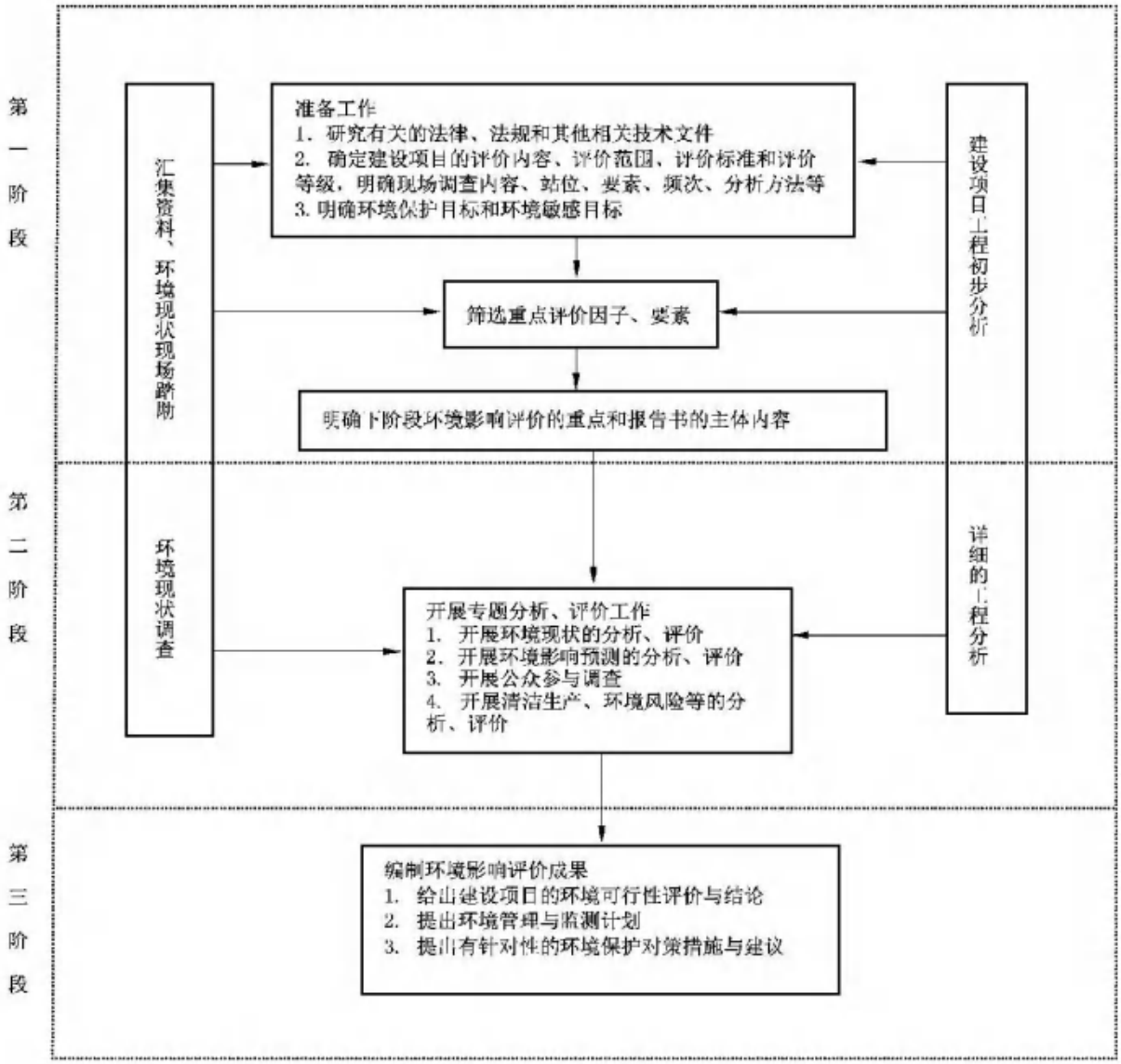


图 1-1 海洋工程环境影响评价工作过程

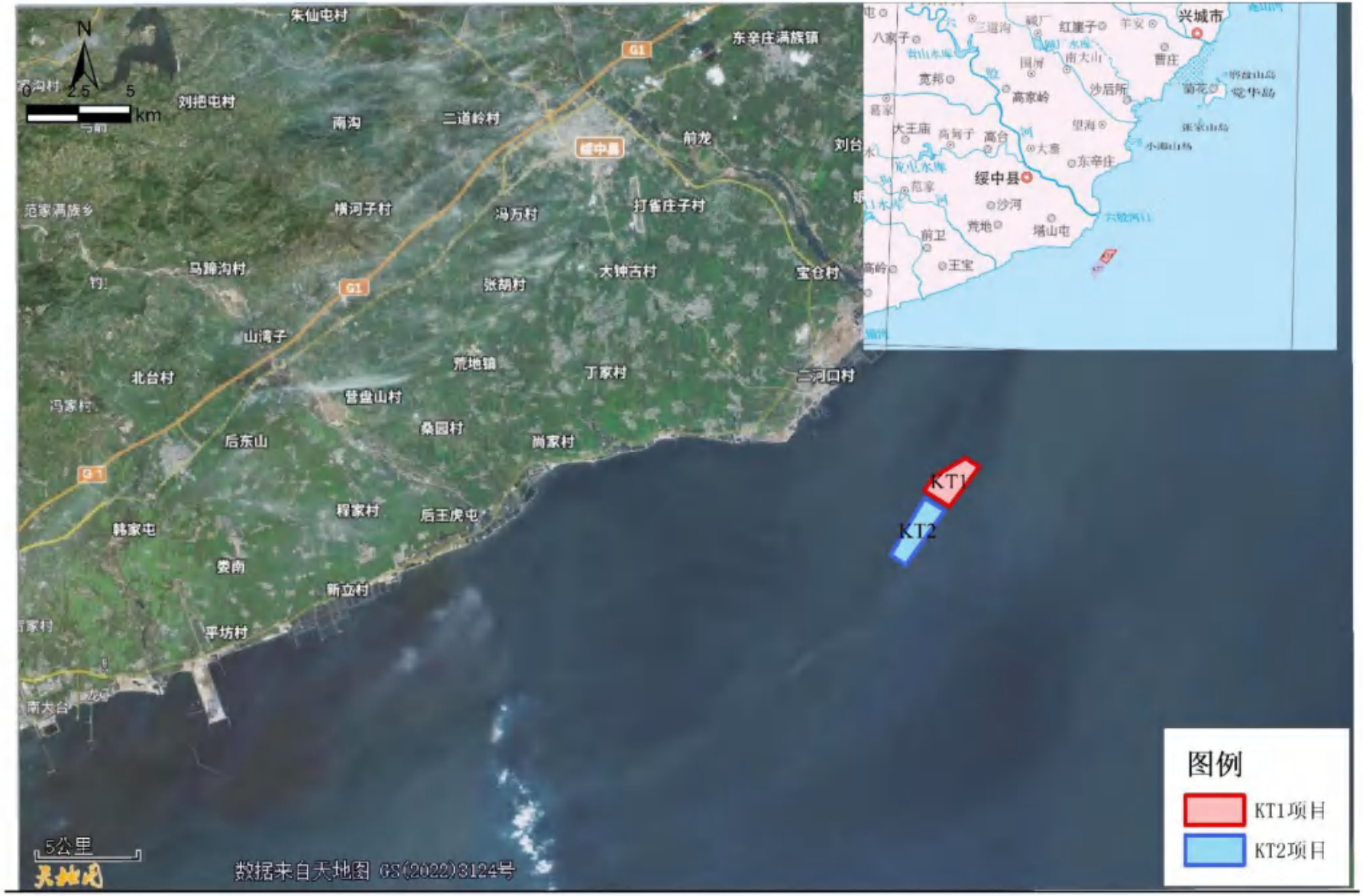


图 1-2 葫芦岛市六股河口外海域两个海砂开采区块位置关系图

2 第二章附图

序号	图名	所在章节
1.	图 2-1 近岸海域功能区图	2.2.1
2.	图 2-2 辽宁省海洋功能区划	2.2.2
3.	图 2-3 项目与葫芦岛市环境管控单元图叠图	2.2.4
4.	图 2-4 采砂区与排放控制区叠图	2.3.2
5.	图 2-5 项目评价范围图	2.5.1
6.	图 2-6 项目周边环境敏感区分布图	2.6.1
7.	图 2-7 项目与保护区位置关系图	2.6.1
8.	图 2-8 项目周边社会活动关注区图	2.6.2



图 2-1 近岸海域功能区图

辽宁省海洋功能区划图（绥中海域）



图 2-2 辽宁省海洋功能区划

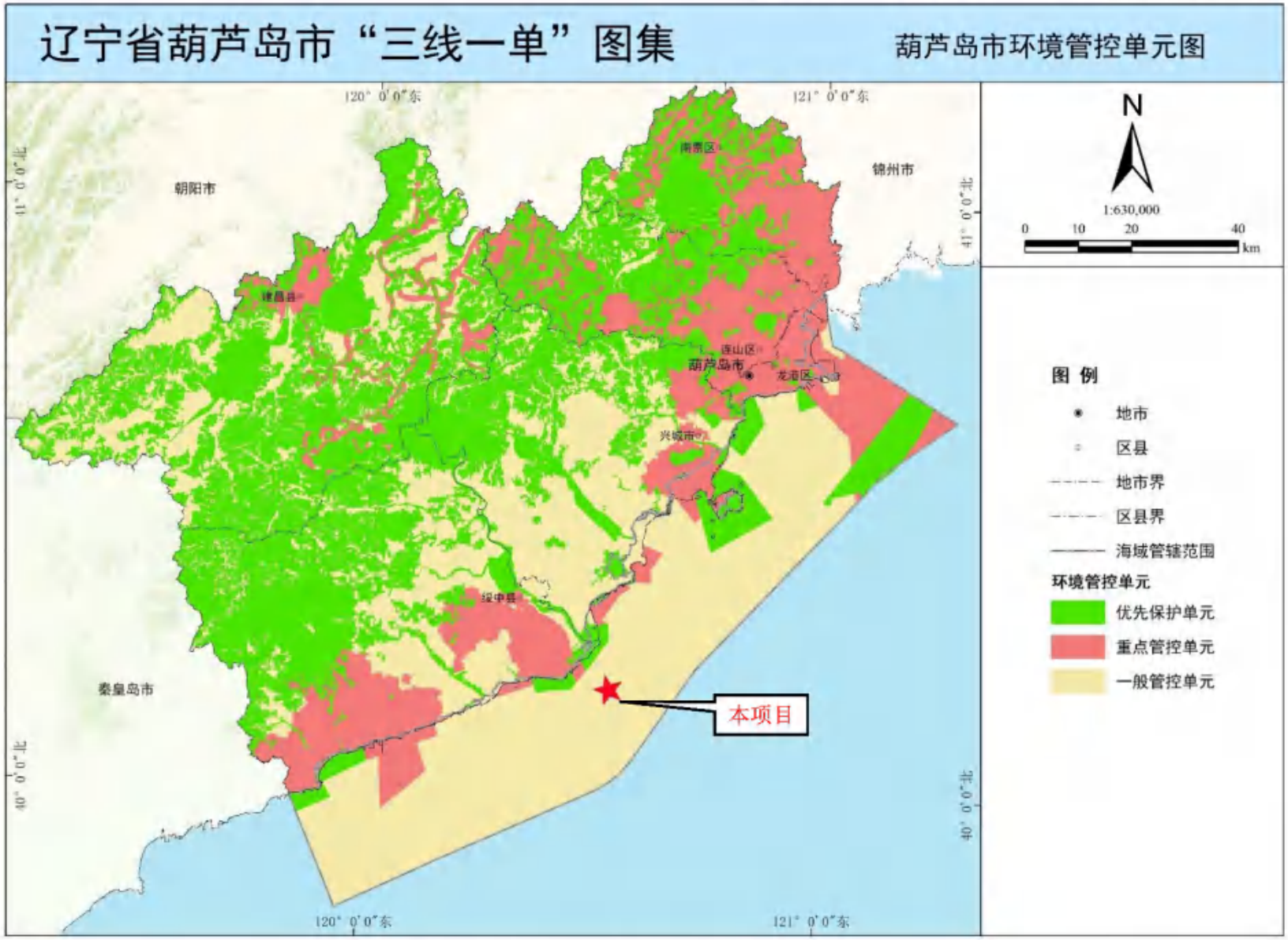


图 2-3 项目与葫芦岛市环境管控单元图叠图

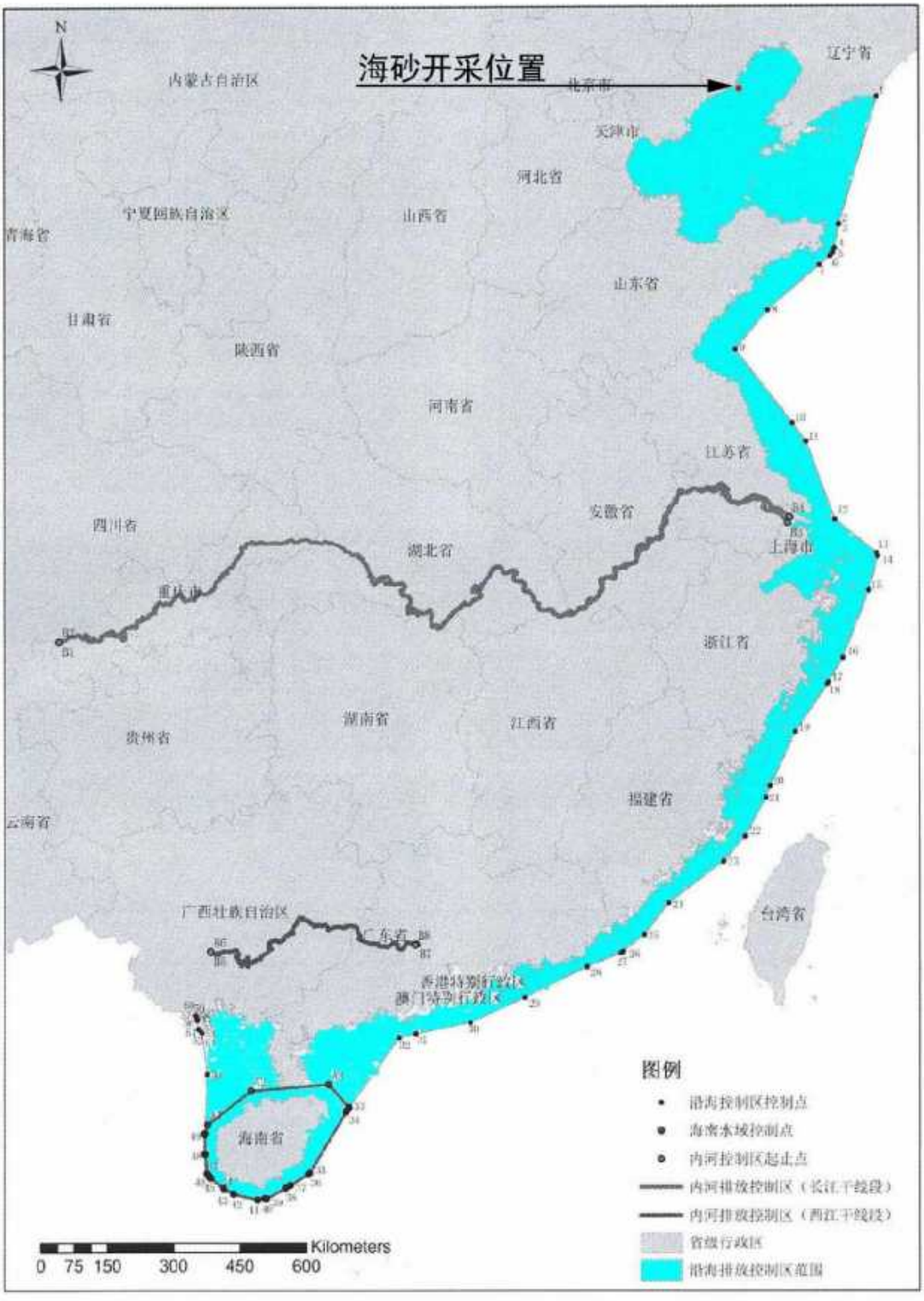


图 2-4 采砂区与排放控制区叠图

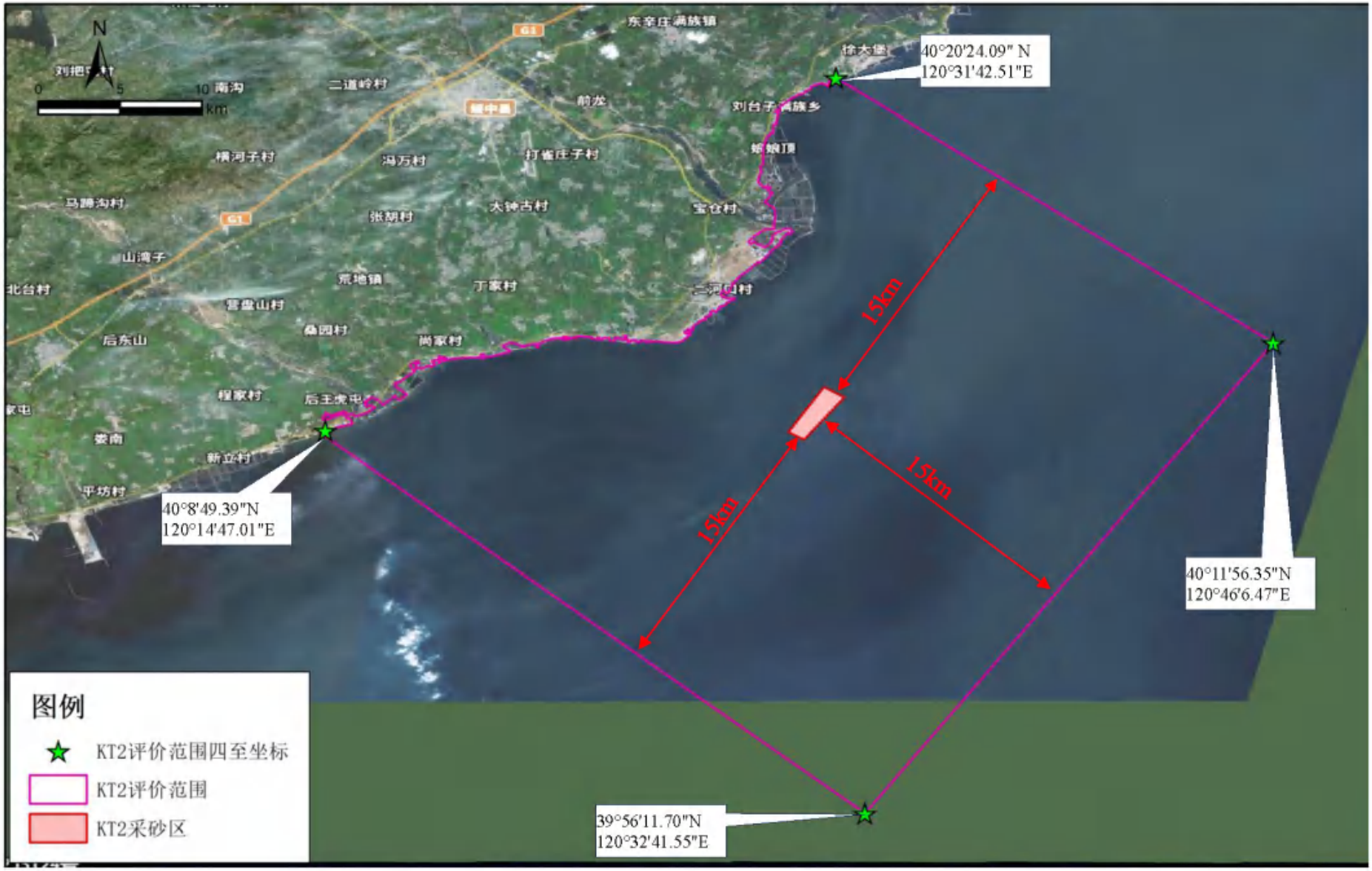

N
0
5
10 km
东辛庄满族镇
徐大堡
二道岭村
南沟
前龙
刘台子满族乡
横河子村
冯万村
打雀庄子村
姑娘顶
马蹄沟村
张胡村
大钟古村
宝仓村
山湾子
荒地镇
丁家村
北台村
营盘山村
桑园村
后东山
尚家村
程家村
后王虎屯
紫南
新立村
平坊村
40°20'24.09" N
120°31'42.51"E
15km
15km
15km
40°8'49.39"N
120°14'47.01"E
40°11'56.35"N
120°46'6.47"E
39°56'11.70"N
120°32'41.55"E
图例
KT2评价范围四至坐标
KT2评价范围
KT2采砂区

图 2-5 项目评价范围图



图 2-6 项目周边环境敏感区分布图

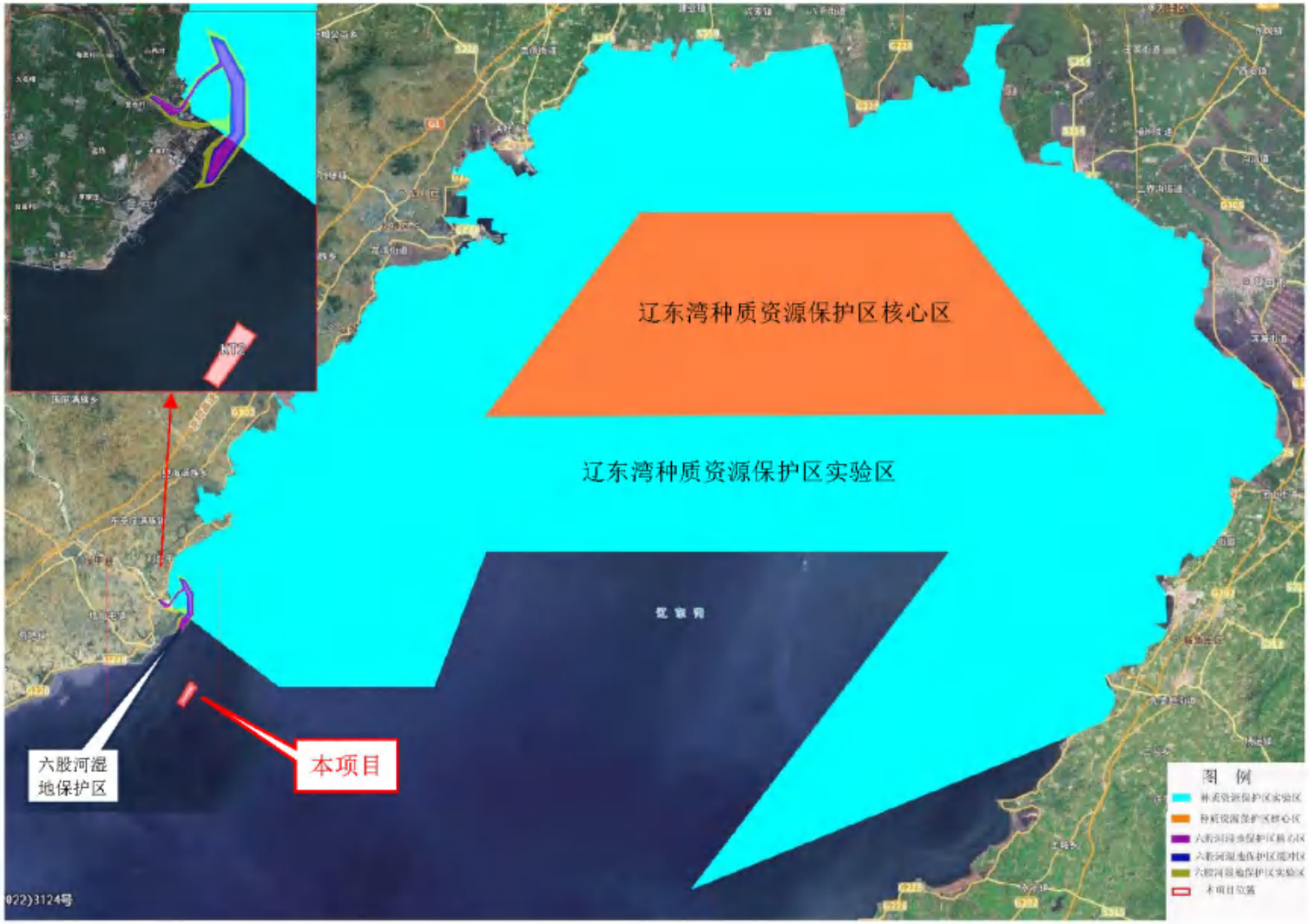


图 2-7 项目与保护区位置关系图

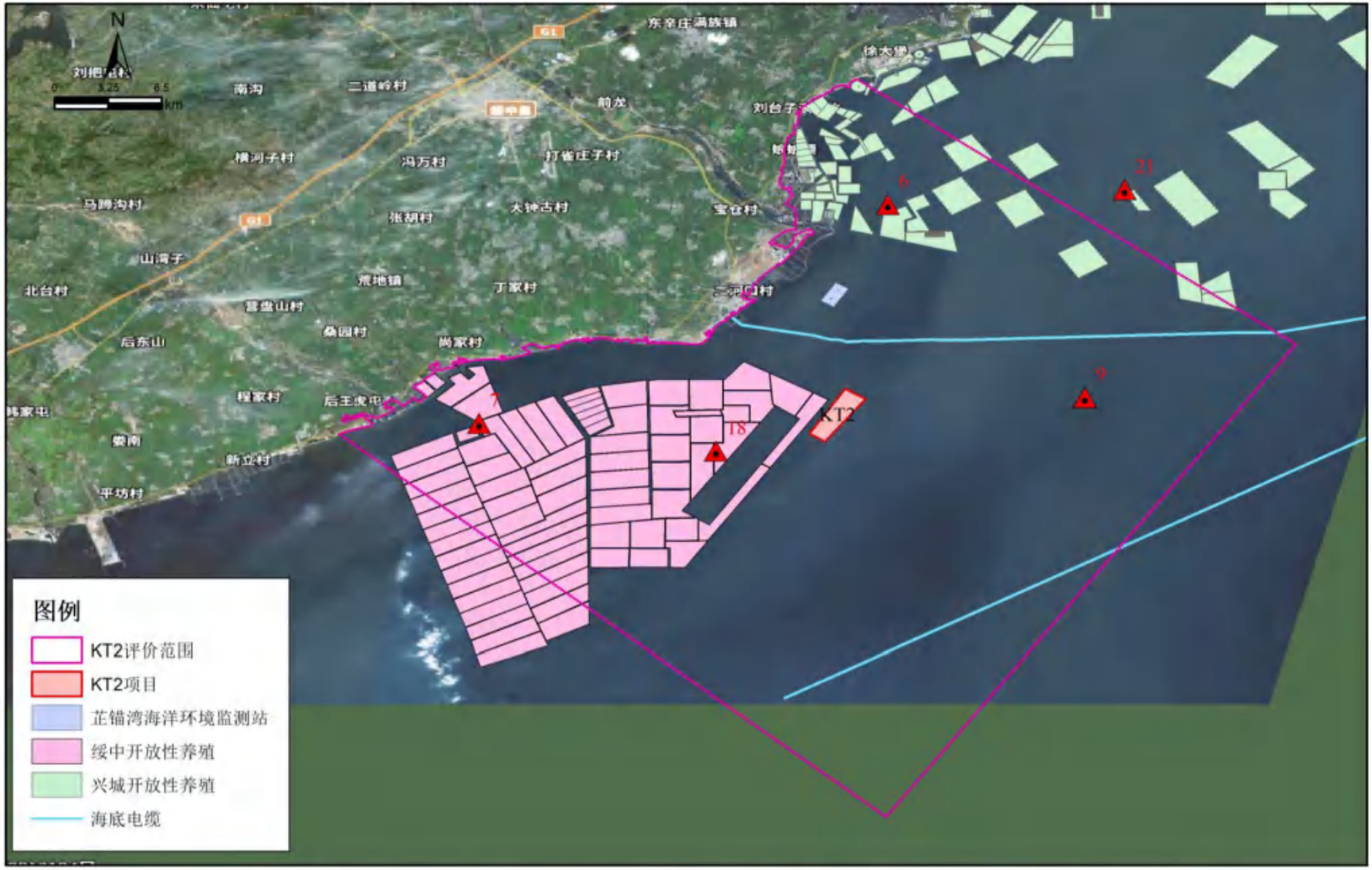


图 2-8 项目周边社会活动关注区图

3 第三章附图

序号	图名	所在章节
1.	图 3-1 项目地理位置图	3.1
2.	图 3-2 本项目宗海位置图	3.2.2
3.	图 3-3 本项目宗海界址图	3.2.2
4.	图 3-4 KT2 矿区 L1 剖面钻孔结合解释图	3.2.4
5.	图 3-5 KT2 矿区 L2 剖面钻孔结合解释图	
6.	图 3-6 KT-2 矿区 L3 剖面钻孔结合解释图	
7.	图 3-7 KT-2 矿区 L4 剖面钻孔结合解释图	
8.	图 3-8 KT-2 矿区 L5 剖面钻孔结合解释图	
9.	图 3-9 KT2 区块钻孔柱状图	3.2.5
10.	图 3-10 KT2 工程地质剖面图	
11.	图 3-11 KT2 钻孔位置图	

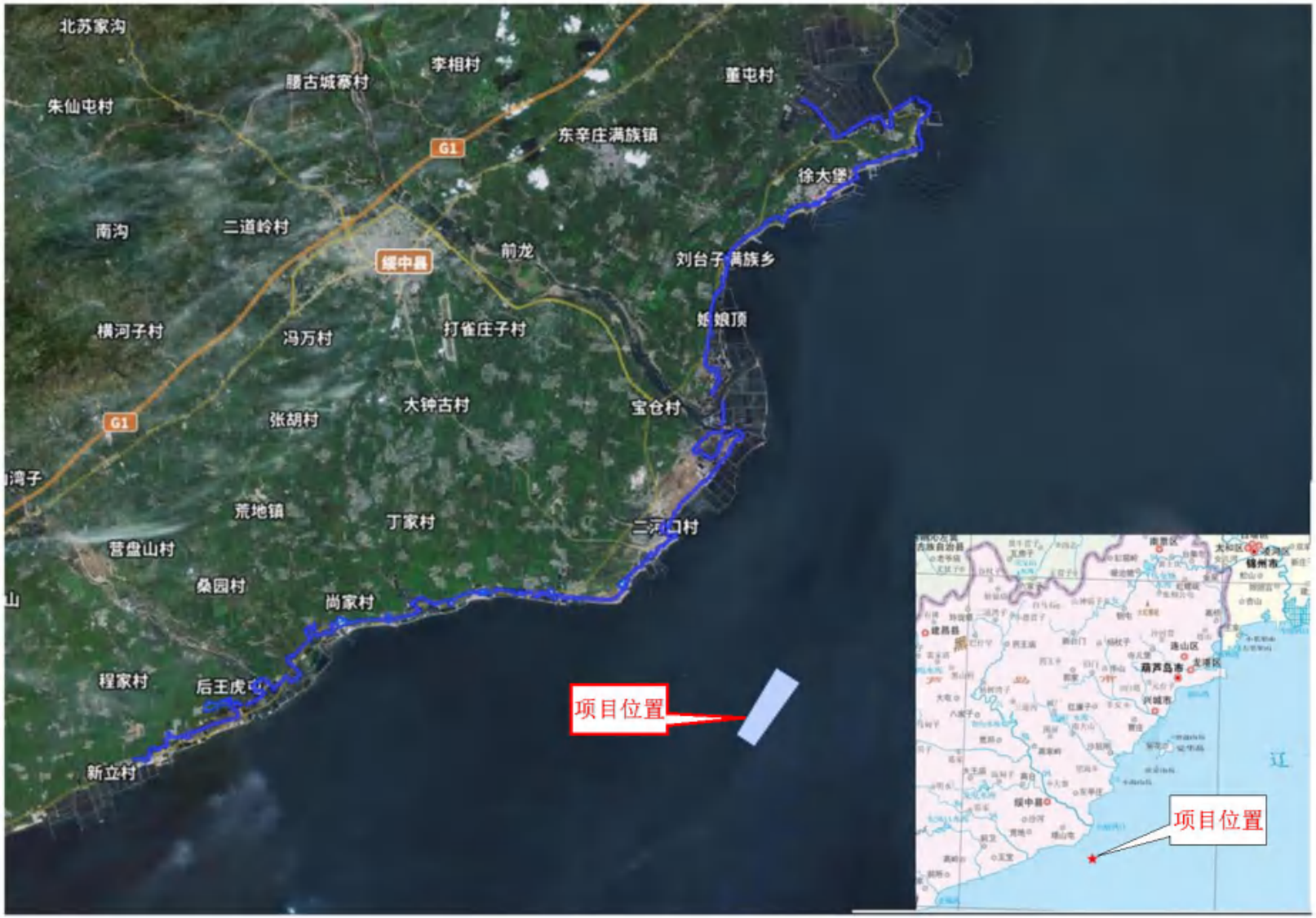

北苏家沟
李相村
腰古城寨村
董屯村
朱仙屯村
东辛庄满族镇
G1
徐大堡
南沟
二道岭村
前龙
绥中县
刘台子满族乡
姑娘顶
横河子村
冯万村
打雀庄子村
大钟古村
宝仓村
张胡村
G1
荒地镇
丁家村
营盘山村
桑园村
尚家村
程家村
后王虎屯
新立村
项目位置
项目位置

图 3-1 项目地理位置图

辽宁省绥中县六股河口外海域KT2区块海砂开采项目宗海位置图

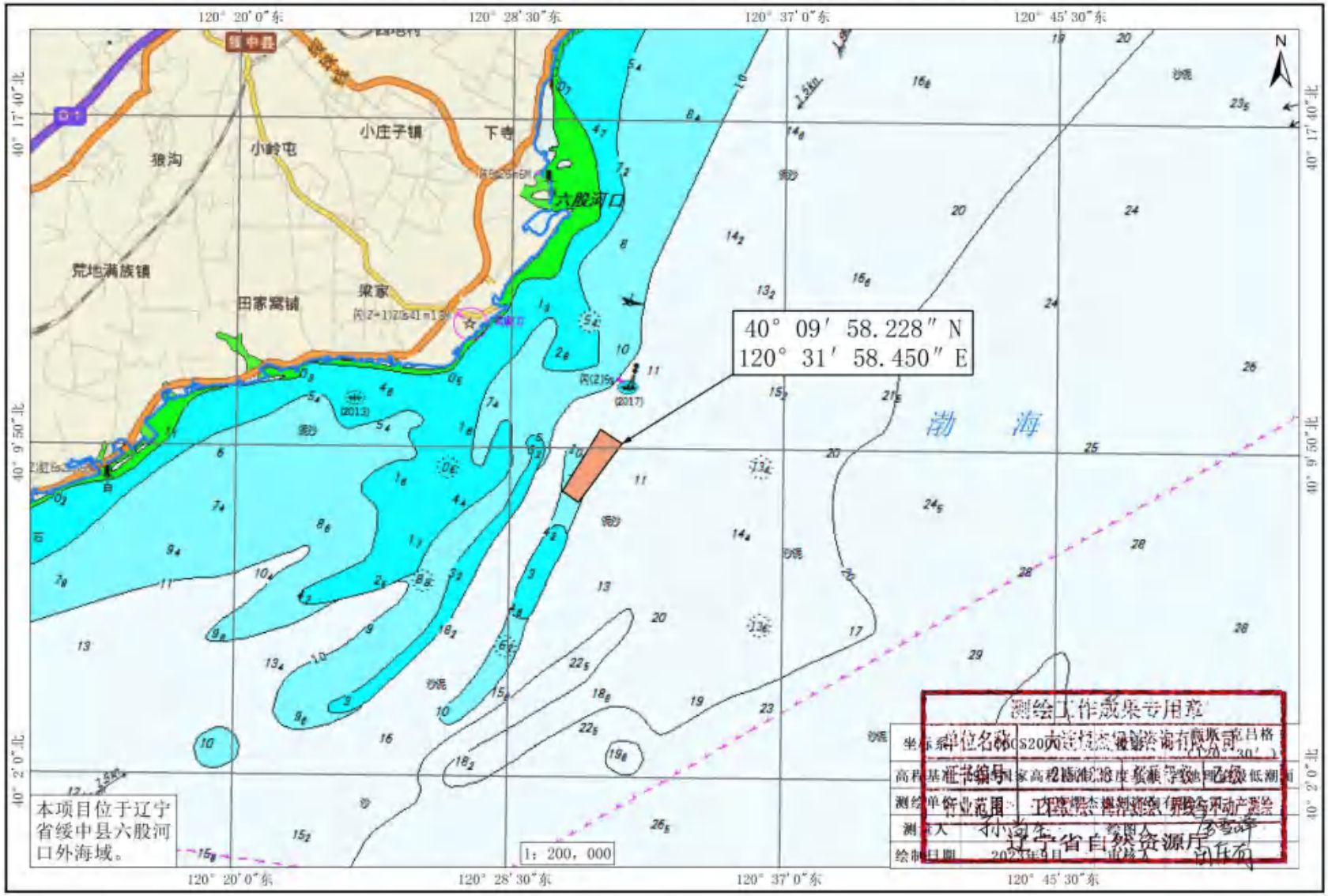
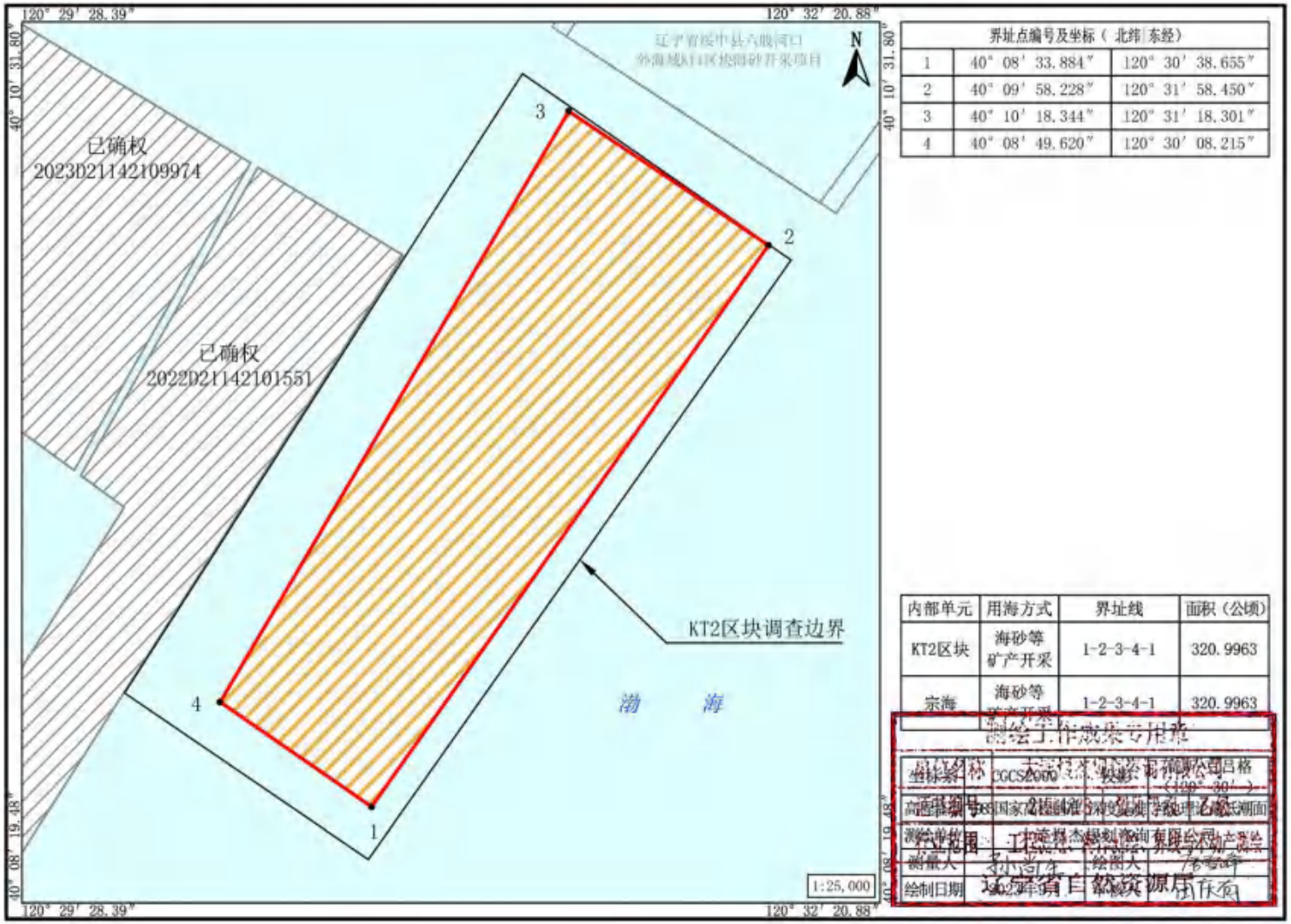


图 3-2 本项目宗海位置图

辽宁省绥中县六股河口外海域KT2区块海砂开采项目宗海界址图



界址点编号及坐标（北纬 东经）		
1	40° 08′ 33.884″	120° 30′ 38.655″
2	40° 09′ 58.228″	120° 31′ 58.450″
3	40° 10′ 18.344″	120° 31′ 18.301″
4	40° 08′ 49.620″	120° 30′ 08.215″

内部单元	用海方式	界址线	面积（公顷）
KT2区块	海砂等矿产开采	1-2-3-4-1	320.9963
宗海	海砂等矿产开采	1-2-3-4-1	320.9963

坐标系	CGCS2000	投影	高斯-克吕格（120° 30′）
高程基准	1985国家高程基准	深度基准	理论最低潮面
测绘单位	辽宁省海洋规划咨询有限公司		
宗海范围	辽宁省绥中县六股河口外海域KT2区块海砂开采项目		
测量人	孙海洋	绘图人	尤雪峰
绘制日期	2024年1月	审核人	张作秀

辽宁省自然资源厅 绘图工作底图专用章

图 3-3 本项目宗海界址图

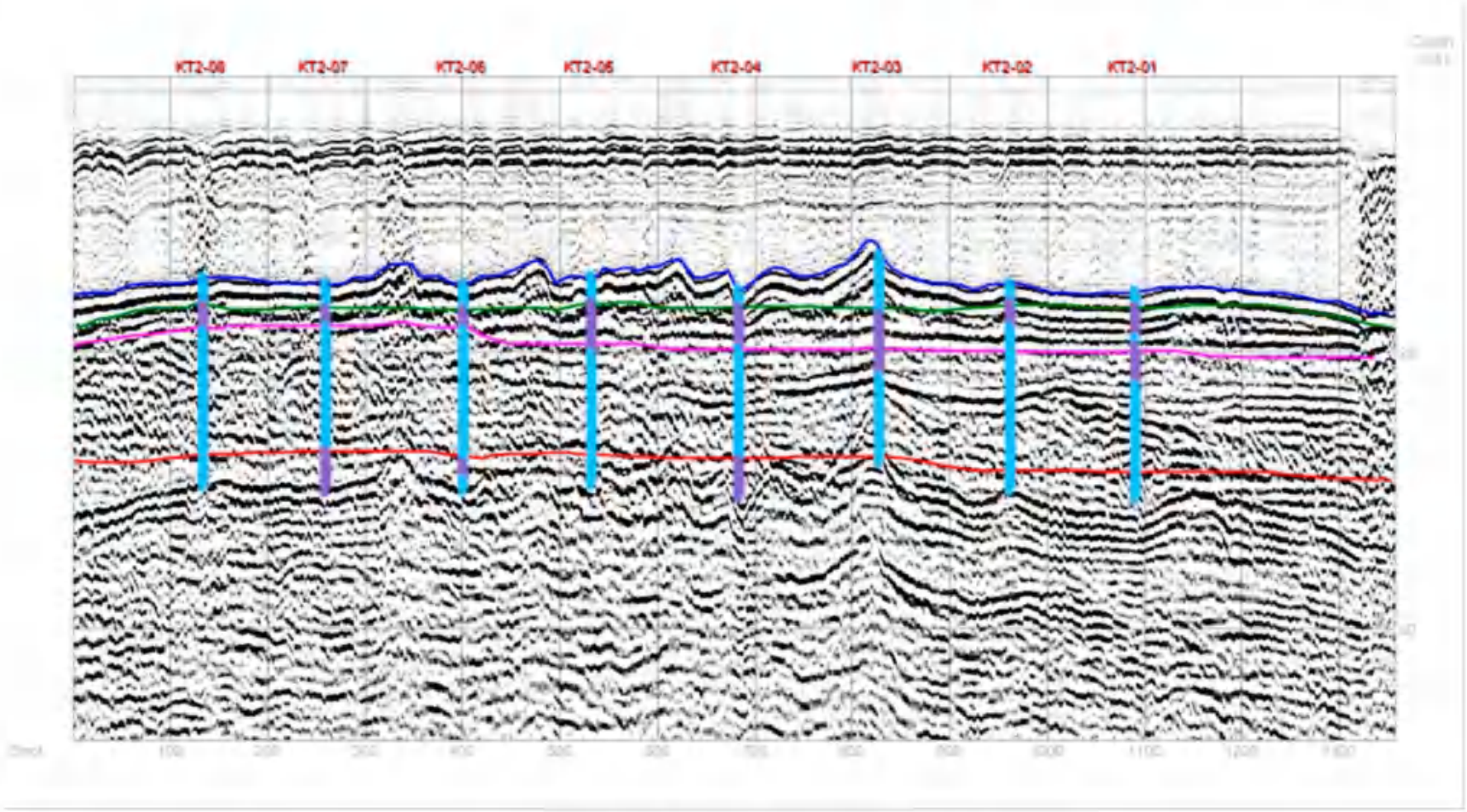


图 3-4 KT2 矿区 L1 剖面钻孔结合解释图

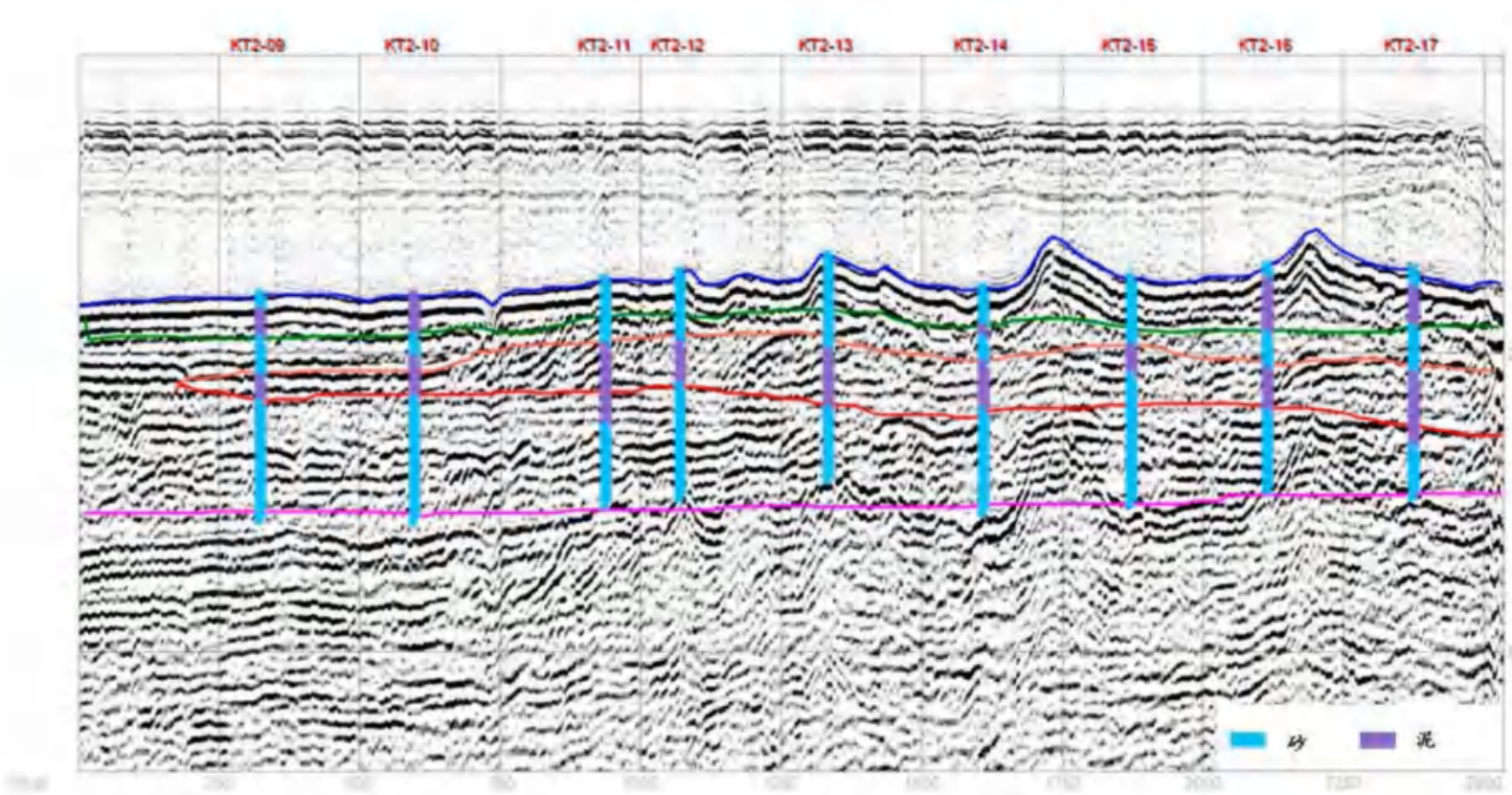


图 3-5 KT2 矿区 L2 剖面钻孔结合解释图

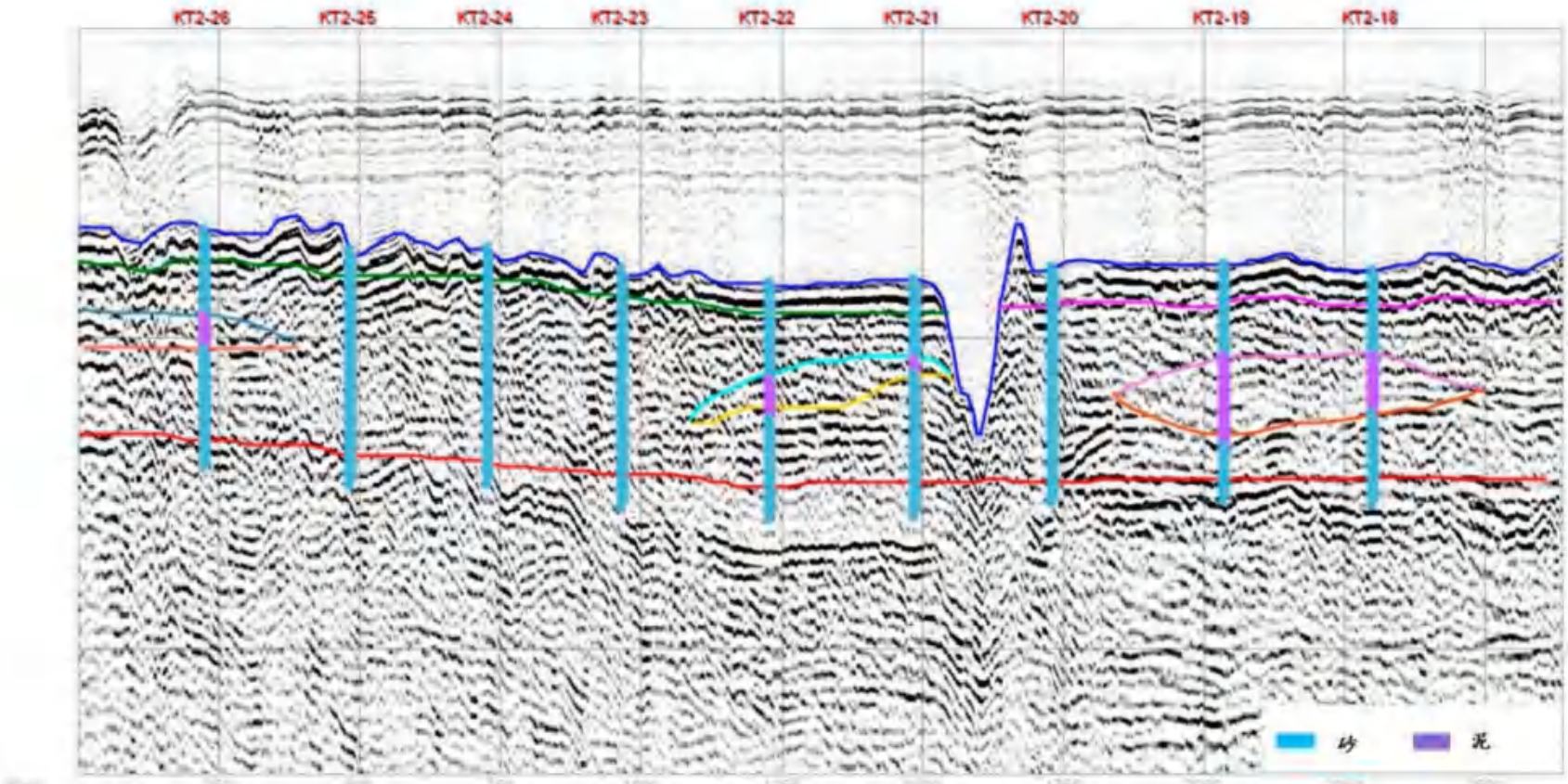


图 3-6 KT-2 矿区 L3 剖面钻孔结合解释图

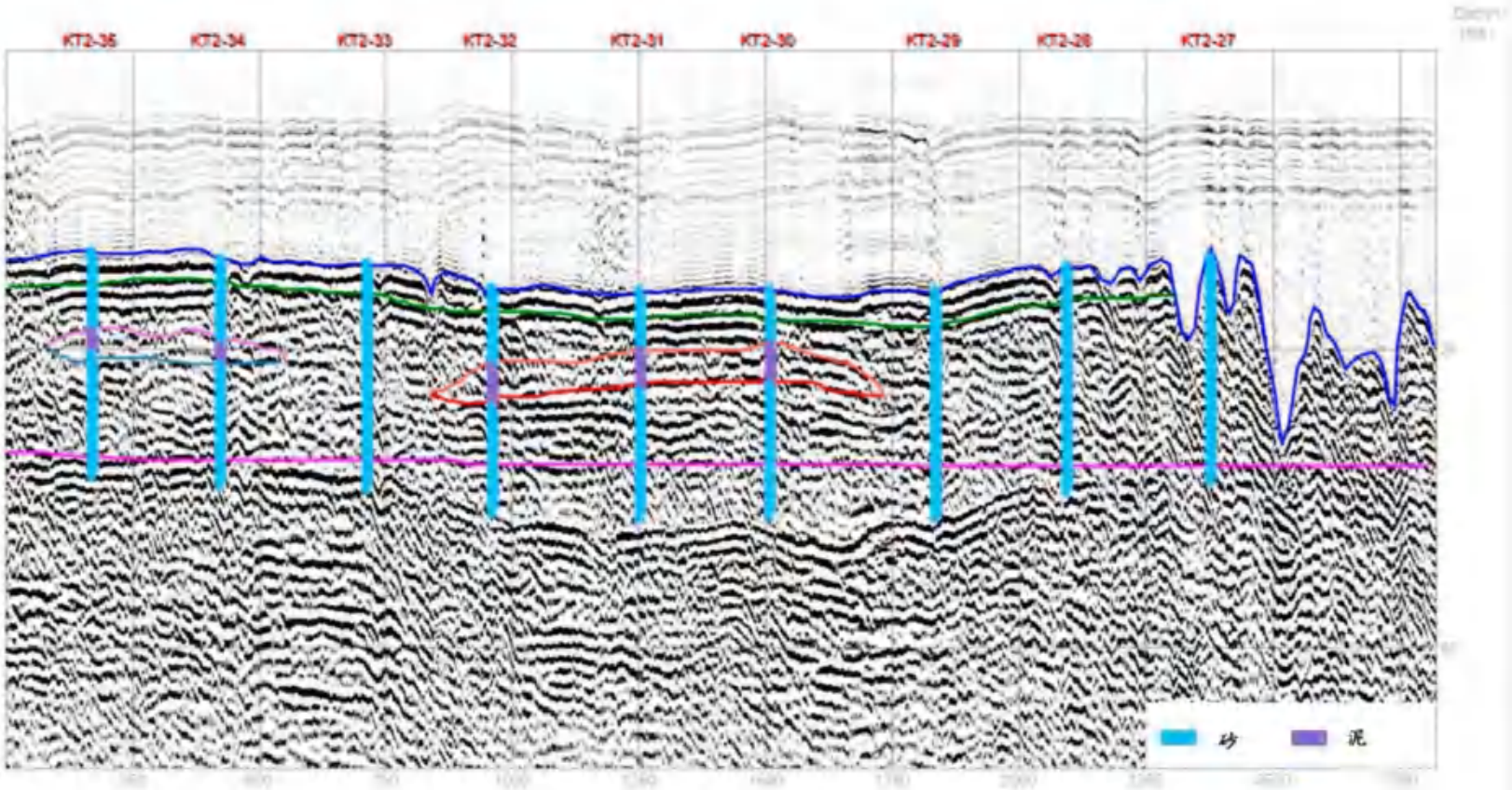


图 3-7 KT-2 矿区 L4 剖面钻孔结合解释图

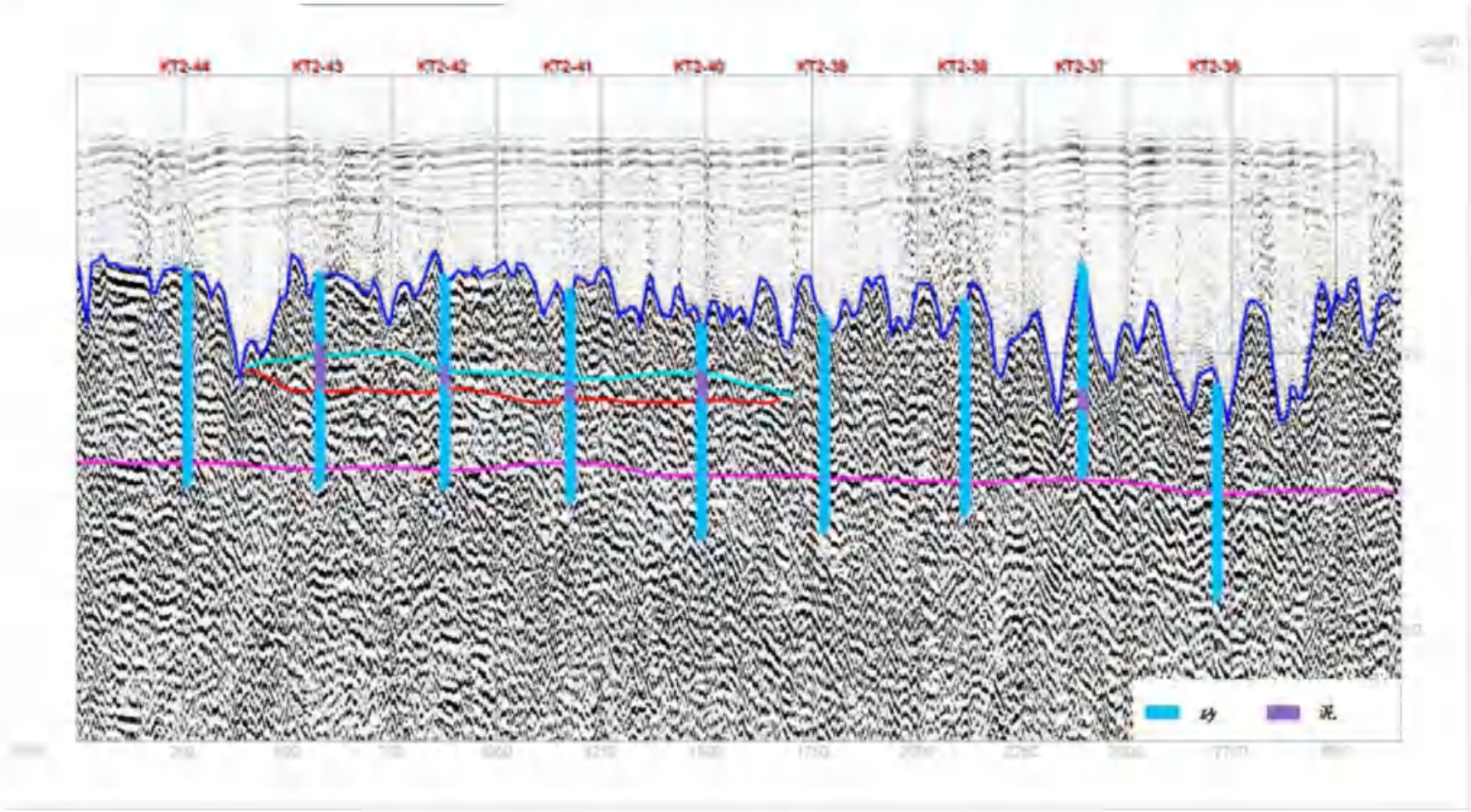


图 3-8 KT-2 矿区 L5 剖面钻孔结合解释图

钻 孔 柱 状 图

第 22 页 共 44 页

工程名称	辽宁省绥中县六股河口外海域海砂勘查				
工程编号	KTKC			钻孔编号	KT2-22
孔口高程(m)	-15.48	坐标(m)	X=4447171.00	开工日期	2023.3.24
孔口直径(mm)	110		Y=543924.00	竣工日期	2023.3.24

地层编号	时代成因	地层名称	柱状图 1:80	层底高程(m)	层底深度(m)	分层厚度(m)	地层描述	取样	岩芯采取率%	附注
①	Q_4	中砂	z	-19.48	4.00	4.00	中砂:饱和;灰褐色~黄褐色，松散~稍密，级配较好，含淤泥质成分及零星砾石，0.3m以上淤泥含量高，样品测试结果砾含量30.6%~37.4%，砂砾含量87.5%~94.6%，细度模数2.8。	KT2-22-1 0.30-0.50 KT2-22-2 1.80-2.00 KT2-22-3 2.80-3.00 KT2-22-4 3.80-4.00	50	
②		细中砂	xz	-21.78	6.30	2.30	细中砂:黄褐,中密,饱和;级配一般，含零星砾石，砾含量6.9%，砂砾含量89.8%，细度模数2.0。	KT2-22-5 4.80-5.00 KT2-22-6 5.80-6.00		
③		粉质粘土		-24.28	8.80	2.50	粉质粘土:黄褐,饱和,可塑;土质较均匀，切面光滑，砂砾含量2.4%。	KT2-22-7 6.80-7.00 KT2-22-8 7.80-8.00		
④		中粗砂	zc	-30.48	15.00	6.20	中粗砂:黄褐,密实,饱和;级配较好，含少量砾石，砾含量27.9%~33.9%，砂砾含量79.1%~82.8%，细度模数3.0。	KT2-22-9 9.00-9.20 KT2-22-10 10.00-10.20 KT2-22-11 11.00-11.20 KT2-22-12 12.00-12.20 KT2-22-13 13.00-13.20 KT2-22-14 14.00-14.20		

勘察单位	青岛海洋工程勘察设计研究员有限公司	校对	王振豪	审核	宋玉鹏	日期	2023.5.18	图号	ZZT-KT2-22

图 3-9 KT2区块钻孔柱状图



图 3-10 KT2 工程地质剖面图

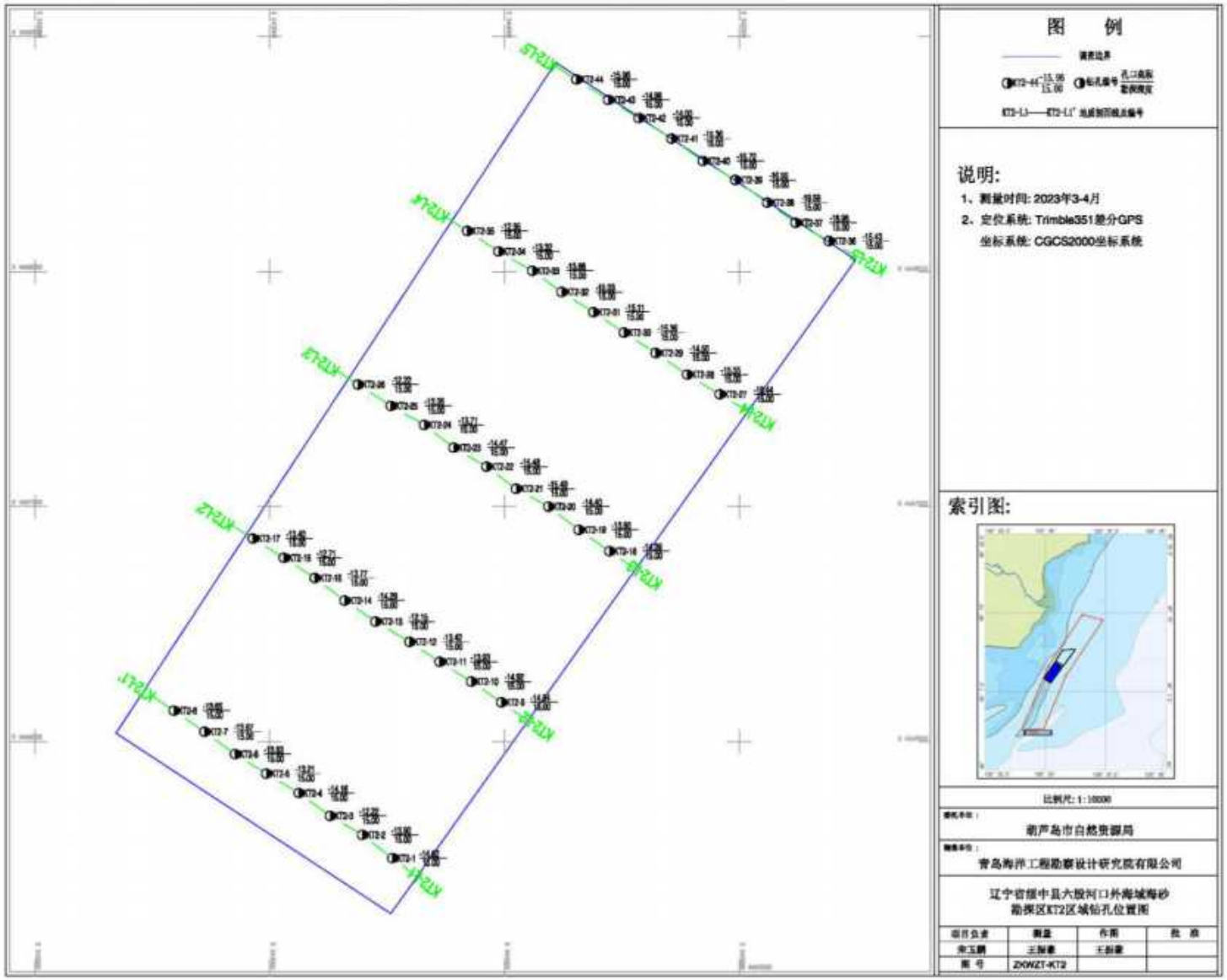


图 3-11 KT2 钻孔位置图

5 第五章附图

序号	图名	所在章节
1.	图 5-1 葫芦岛市地理区位图	5.1.1
2.	图 5-2 葫芦岛海洋站波玫瑰图	5.1.8
3.	图 5-3 绥中站年径流量年际	5.1.9
4.	图 5-4 葫芦岛六股河入海口滨海湿地自然保护区功能分区图	5.2.5
5.	图 5-5 辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区功能示意图	
6.	图 5-6 项目与地方性鱼类资源洄游模式图叠图	5.2.7
7.	图 5-7 项目与洄游性鱼类洄游模式图叠图	
8.	图 5-8 项目与小黄鱼洄游分布示意图叠图	
9.	图 5-9 项目与蓝点马鲛洄游分布示意图叠图	
10.	图 5-10 项目与银鲳鱼洄游分布示意图叠图	
11.	图 5-11 本项目周边海域用海现状图	5.3



图 5-1 葫芦岛市地理区位图



图 5-2 葫芦岛海洋站波玫瑰图

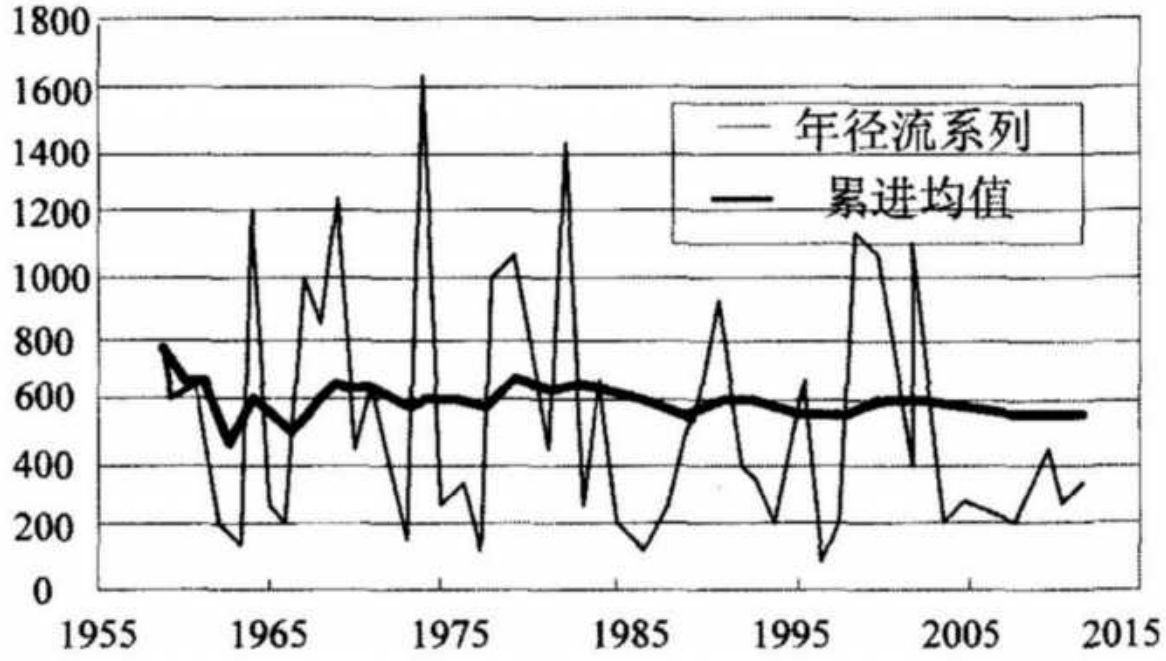


图 5-3 绥中站年径流量年际

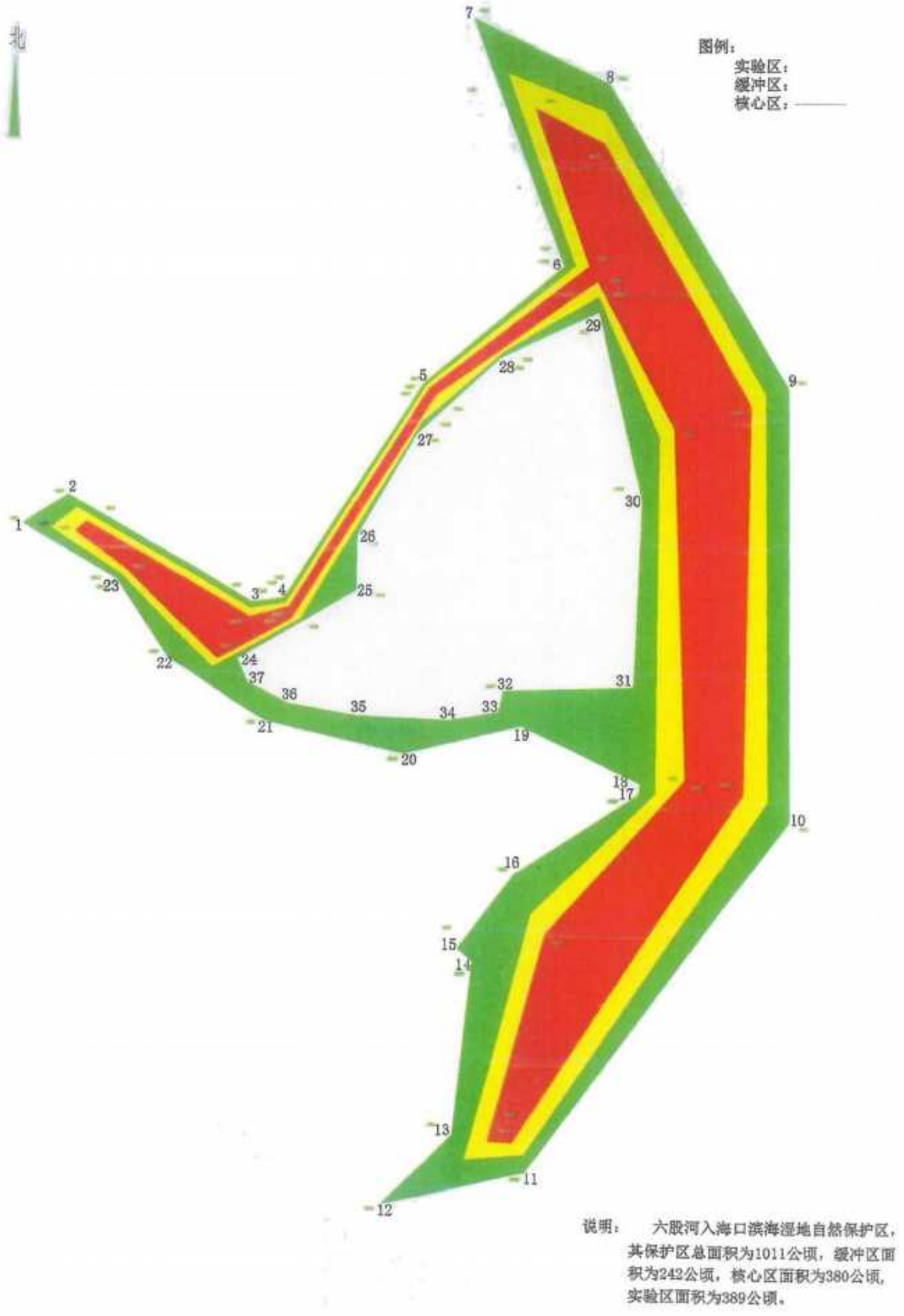


图 5-4 葫芦岛六股河入海口滨海湿地自然保护区功能分区图



图 5-5 辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区功能示意图

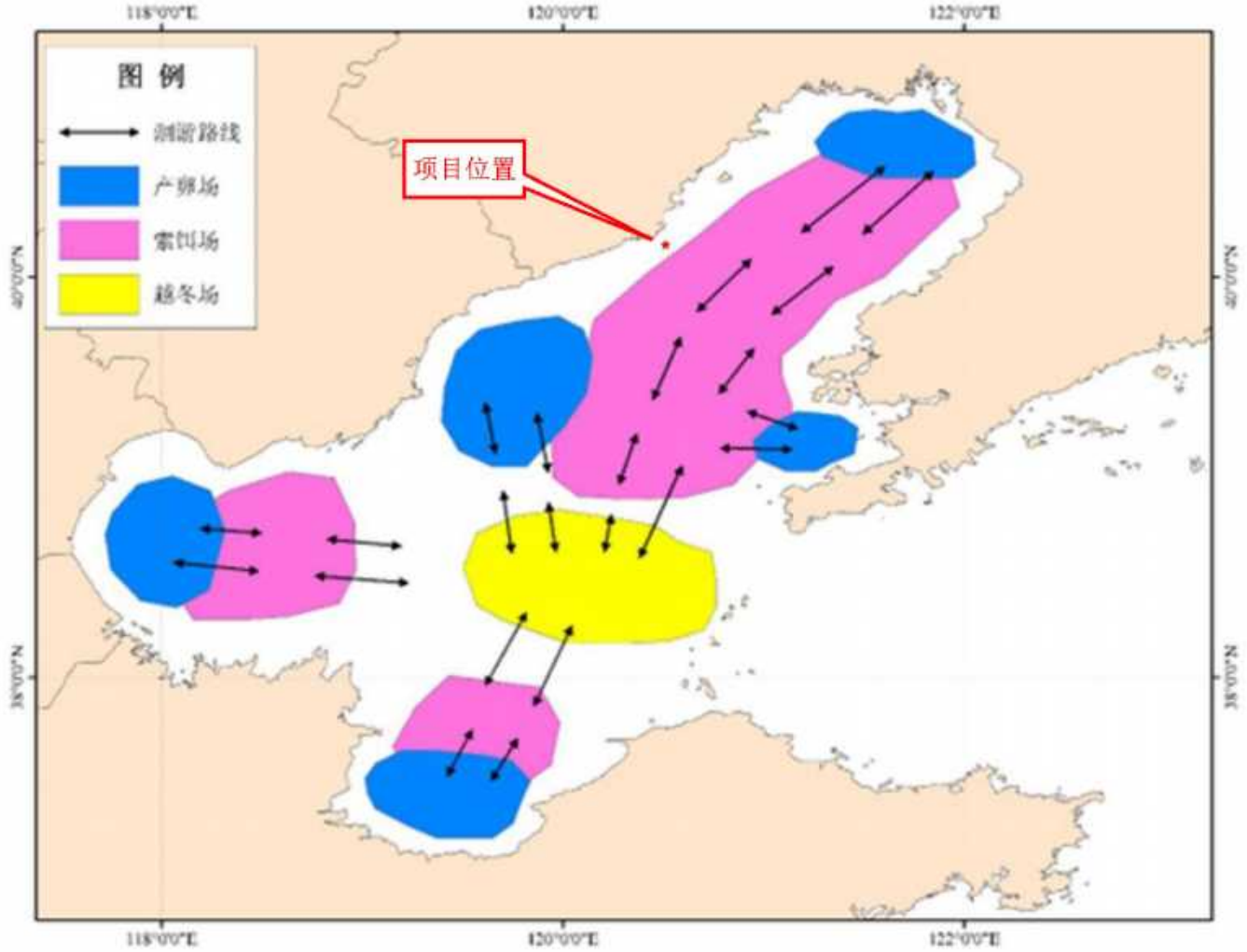


图 5-6 项目与地方性鱼类资源洄游模式图叠图

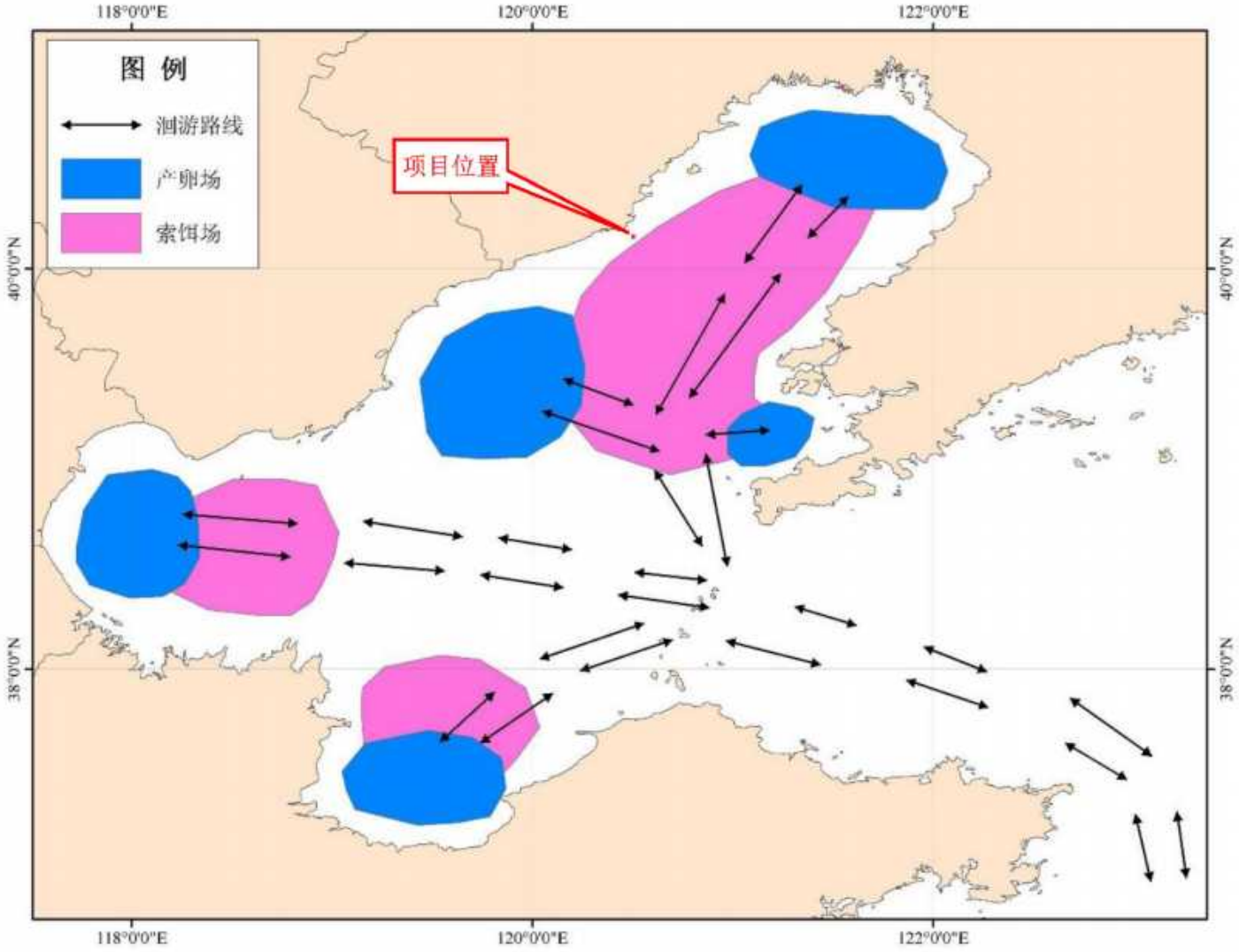


图 5-7 项目与洄游性鱼类洄游模式图叠图

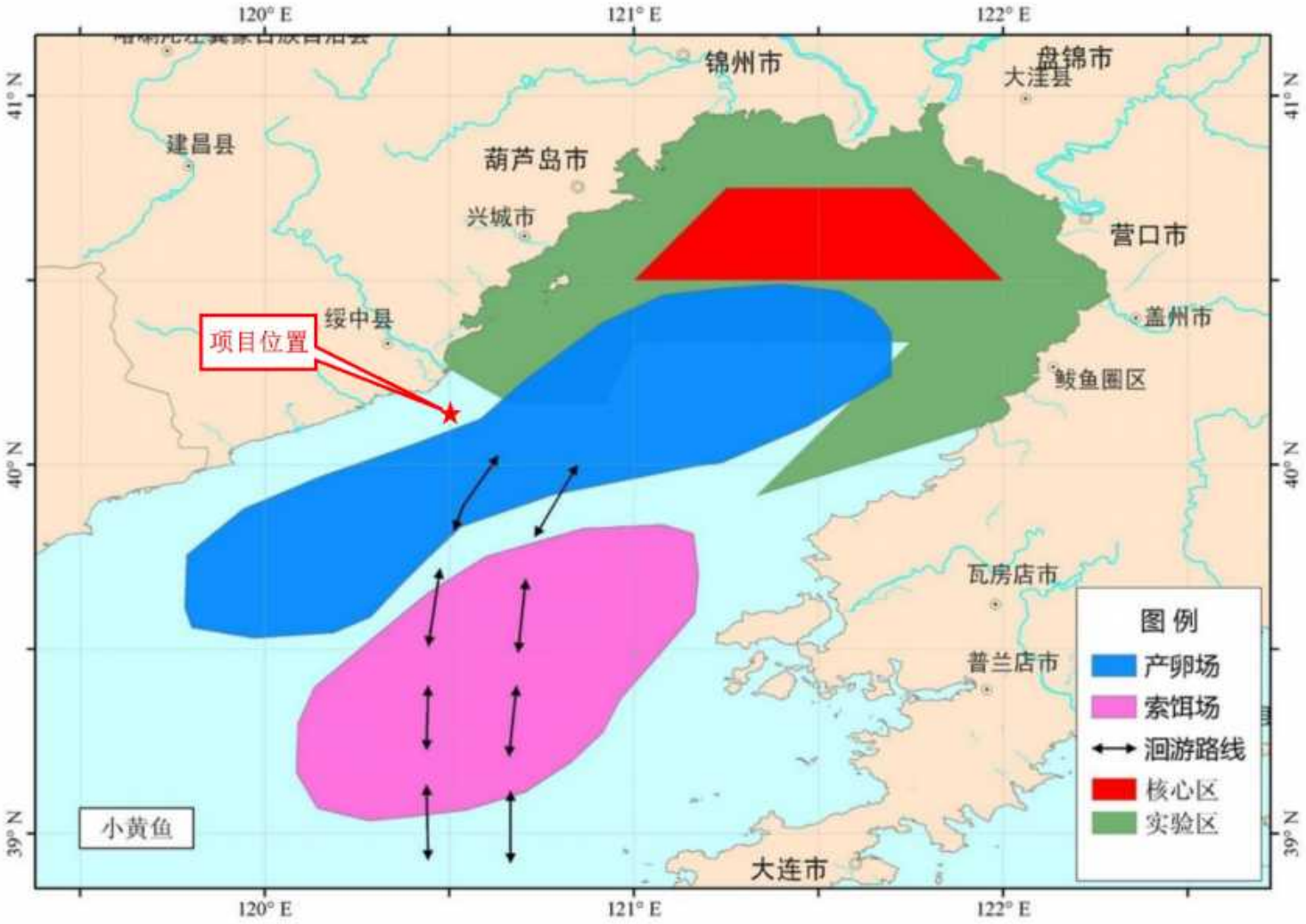


图 5-8 项目与小黄鱼洄游分布示意图叠图

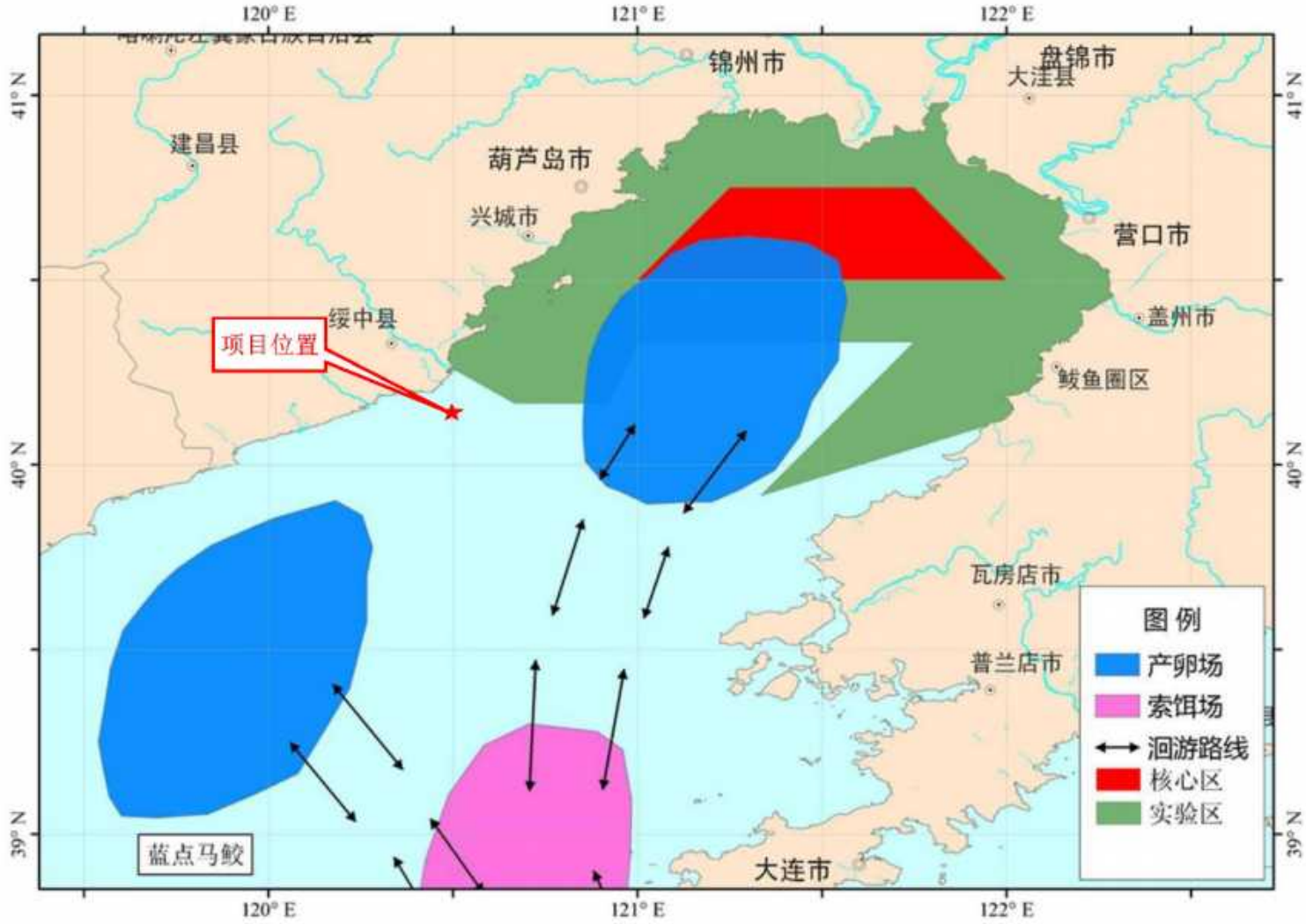


图 5-9 项目与蓝点马鲛洄游分布示意图叠图

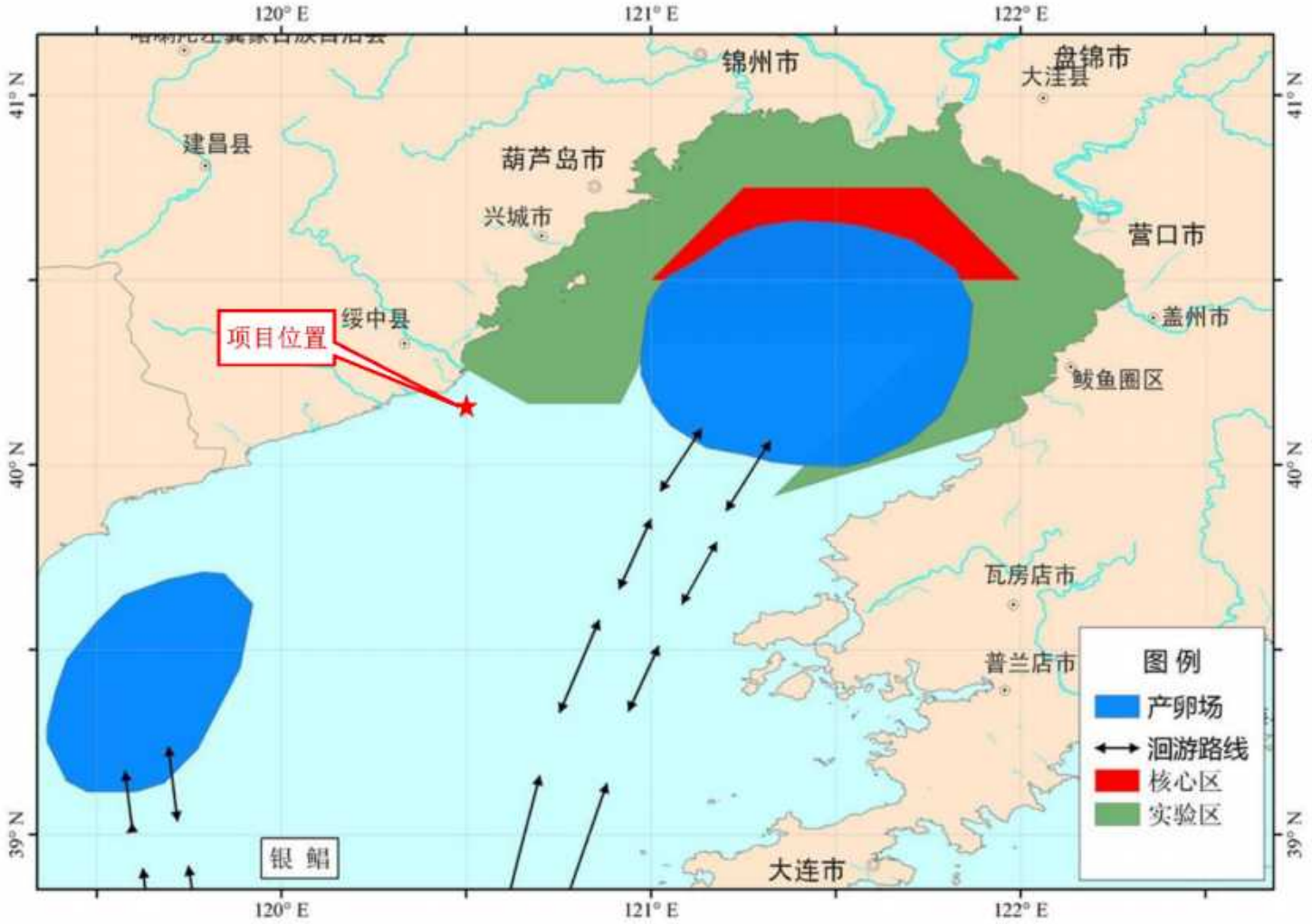


图 5-10 项目与银鲳鱼洄游分布示意图叠图



图 5-11 本项目周边海域用海现状图

6 第六章附图

序号	图名	所在章节
1.	图 6-1 水文观测站位图	6.1.1
2.	图 6-2 潮流、潮位观测站位图（秋季）	
3.	图 6-3 潮流、潮位观测站位图（春季）	
4.	图 6-4 潮位过程线	6.1.3
5.	图 6-5 验潮站潮位过程线	
6.	图 6-6 垂线平均潮流矢量图（秋季）	
7.	图 6-7 垂线平均潮流矢量图（春季）	
8.	图 6-8 秋季水温分布平面图	
9.	图 6-9 秋季水温分布断面图	
10.	图 6-10 春季温度平面图	
11.	图 6-11 春季温度断面图	
12.	图 6-12 秋季盐度平面图	
13.	图 6-13 秋季盐度断面图	
14.	图 6-14 春季盐度平面图	
15.	图 6-15 春季盐度断面图	
16.	图 6-16 悬砂含量变化曲线图（秋季）	6.1.4
17.	图 6-17 悬砂含量变化曲线图（春季）	
18.	图 6-18 工程海域水下地形三维图（水深为理论深度基准面）	6.2.1
19.	图 6-19 工程海域水下地形剖面图（理论深度基准面）	
20.	图 6-20 工程区两处砂坑区域位置图	
21.	图 6-21 工程区两处砂坑区域地形示意图	
22.	图 6-22 水深加密测量区位置图	
23.	图 6-23 加密测量区水深地形三维图	
24.	图 6-24 工程海域海岸地貌图（引自《中国近海海洋图集（辽宁省海岛海岸带）》）	6.2.2
25.	图 6-25 工程海域海底地貌图	
26.	图 6-26 1938 年和 1960 年岸线及等深线对比	6.2.3
27.	图 6-27 工程海域河口区围填海养殖活动示意图（遥感图为 2004 年）	
28.	图 6-28 1959 与 2008 年海岸线对比示意图（底图为 1959 年海图）	
29.	图 6-29 2008 年-2021 年海岸线对比示意图（底图为 2020 年遥感图）	
30.	图 6-30 工程海域 2008-2023 年海底实测水深地形变化图	
31.	图 6-31 海砂拟开采区 1959-2008-2023 年海底水深值变化示意图	
32.	图 6-32 1959-2023 年 2m 等深线变化（底图为 1959 年海图）	
33.	图 6-33 工程海域 1959-2023 年海底 5m 等深线冲淤变化	
34.	图 6-34 工程海域 1959-2023 年海底 10m 等深线冲淤变化	
35.	图 6-35 工程海域 1959-2008-2023 年海底 15m 等深线冲淤变化	
36.	图 6-36 工程海域 1959-2023 年海底 5m 等深线冲淤变化	
37.	图 6-37 工程海域 1959-2023 年海底 10m 等深线冲淤变化	
38.	图 6-38 工程海域 1959-2023 年海底 15m 等深线冲淤变化	
39.	图 6-39 调查站位图	6.3.2
40.	图 6-40 表层沉积物粒度调查测线与站位图	
41.	图 6-41 调查海域秋季叶绿素 a（μg/L）的调查结果	6.3.6

42.	图 6-42 调查海域秋季初级生产力（mg·C/（m2·d））调查结果	
43.	图 6-43 调查区域秋季物种组成百比	
44.	图 6-44 调查海域浮游植物秋季细胞密度和种类数统计图	
45.	图 6-45 调查海域秋季浮游植物群落结构主要参数统计	
46.	图 6-46 调查海域秋季浮游动物种类组成与分布	
47.	图 6-47 调查海域浮游动物秋季生物密度和生物量统计图	
48.	图 6-48 调查海域秋季浮游动物群落结构主要参数统计	
49.	图 6-49 调查海域秋季大型底栖动物动物种类组成与分布	
50.	图 6-50 调查海域秋季大型底栖生物栖息密度分布（个/m2）	
51.	图 6-51 调查海域秋季大型底栖生物生物量分布（g/m2）	
52.	图 6-52 调查海域秋季潮间带生物种类组成百分比	
53.	图 6-53 调查区域秋季潮间带生物各站位栖息密度和生物量	
54.	图 6-54 调查区域秋季潮间带生物各断面栖息密度和生物量	
55.	图 6-55 调查海域春季叶绿素 a（μg/L)的调查结果	
56.	图 6-56 调查海域春季初级生产力（mg·C/（m2·d））调查结果	
57.	图 6-57 调查区域春季物种组成百分比	
58.	图 6-58 调查海域浮游植物春季细胞密度和种类数统计图	
59.	图 6-59 调查海域 4 月春季浮游植物群落结构主要参数统计	
60.	图 6-60 调查海域春季浮游动物种类组成与分布	
61.	图 6-61 调查海域 4 月春季浮游动物群落结构主要参数统计	
62.	图 6-62 调查海域春季大型底栖动物动物种类组成与分布	
63.	图 6-63 调查海域春季大型底栖生物栖息密度分布（个/m2）	
64.	图 6-64 调查海域春季大型底栖生物生物量分布（g/m2）	
65.	图 6-65 调查海域 4 月春季潮间带生物种类组成百分比	
66.	图 6-66 调查海域秋季游泳动物种类组成	6.3.7
67.	图 6-67 调查海域秋季游泳动物生物量组成	
68.	图 6-68 调查海域秋季游泳动物生物密度组成	
69.	图 6-69 调查海域秋季鱼类分类百分比组成	
70.	图 6-70 调查海域秋季鱼类密度及生物量组成	
71.	图 6-71 调查海域秋季虾类分类百分比组成	
72.	图 6-72 调查海域秋季虾类密度及生物量组成	
73.	图 6-73 调查海域秋季蟹类种类组成及重量尾数占比	
74.	图 6-74 调查海域秋季蟹类密度及生物量组成	
75.	图 6-75 调查海域秋季游泳动物资源密度	
76.	图 6-76 调查海域秋季各种类游泳动物资源密度	
77.	图 6-77 调查海域春季游泳动物种类组成	
78.	图 6-78 调查海域春季游泳动物生物量组成	
79.	图 6-79 调查海域春季游泳动物生物密度组成	
80.	图 6-80 调查海域春季鱼类分类百分比组成	
81.	图 6-81 调查海域春季鱼类密度及生物量组成	
82.	图 6-82 调查海域春季虾类分类百分比组成	
83.	图 6-83 调查海域春季虾类密度及生物量组成	
84.	图 6-84 调查海域春季蟹类种类组成及重量尾数占比	
85.	图 6-85 调查海域春季蟹类密度及生物量组成	
86.	图 6-86 调查海域春季游泳动物资源密度	
87.	图 6-87 调查海域春季各种类游泳动物资源密度	

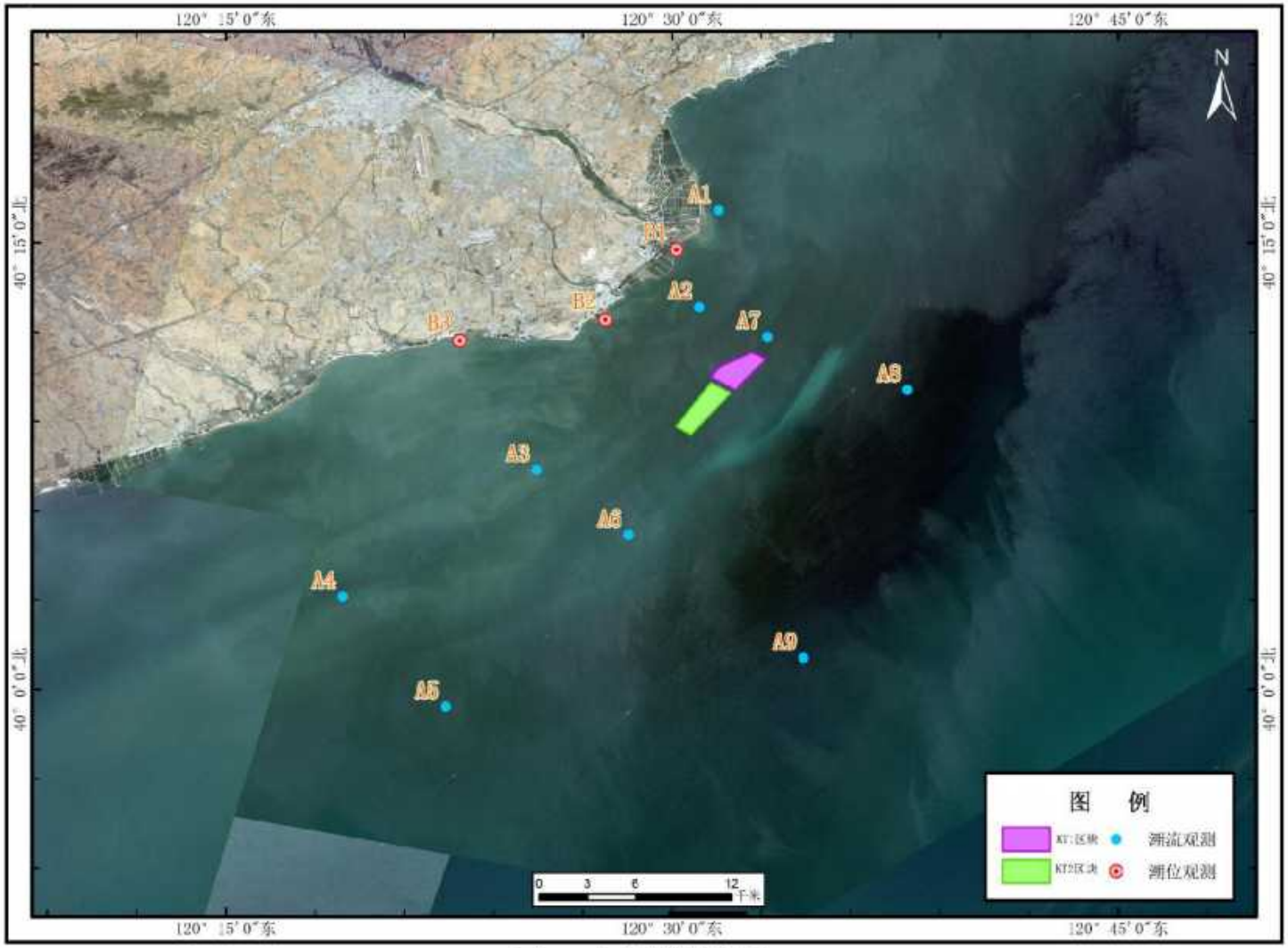

120° 15′ 0″东
120° 30′ 0″东
120° 45′ 0″东
40° 15′ 0″北
40° 0′ 0″北
N
A1
B1
A2
B2
B3
A7
A8
A3
A6
A4
A9
A5
图 例
KT1区块
KT2区块
潮流观测
潮位观测
0 3 6 12
千米

图 6-1 水文观测站位图

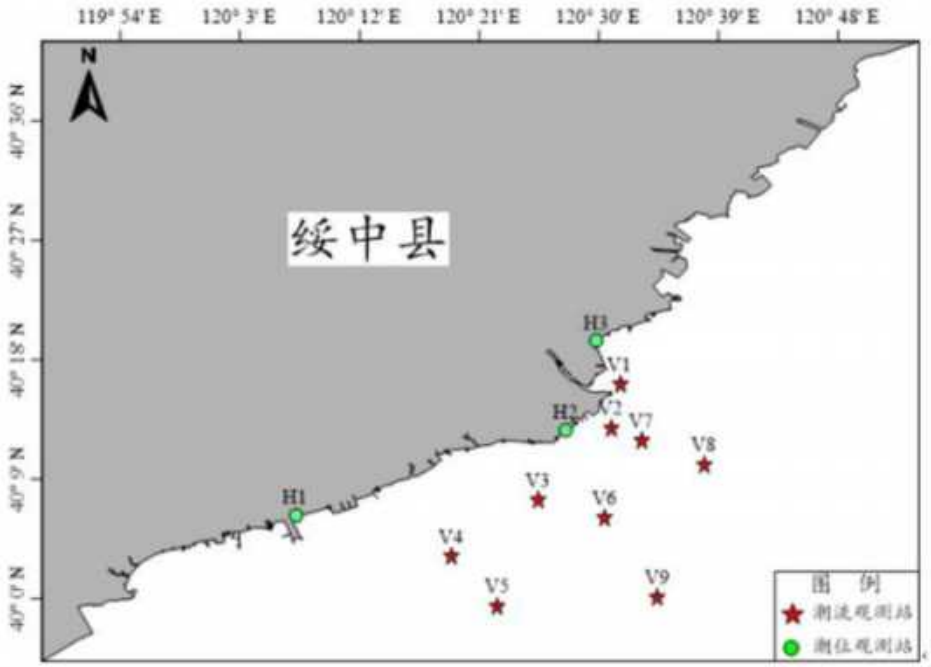


图 6-2 潮流、潮位观测站位图（秋季）

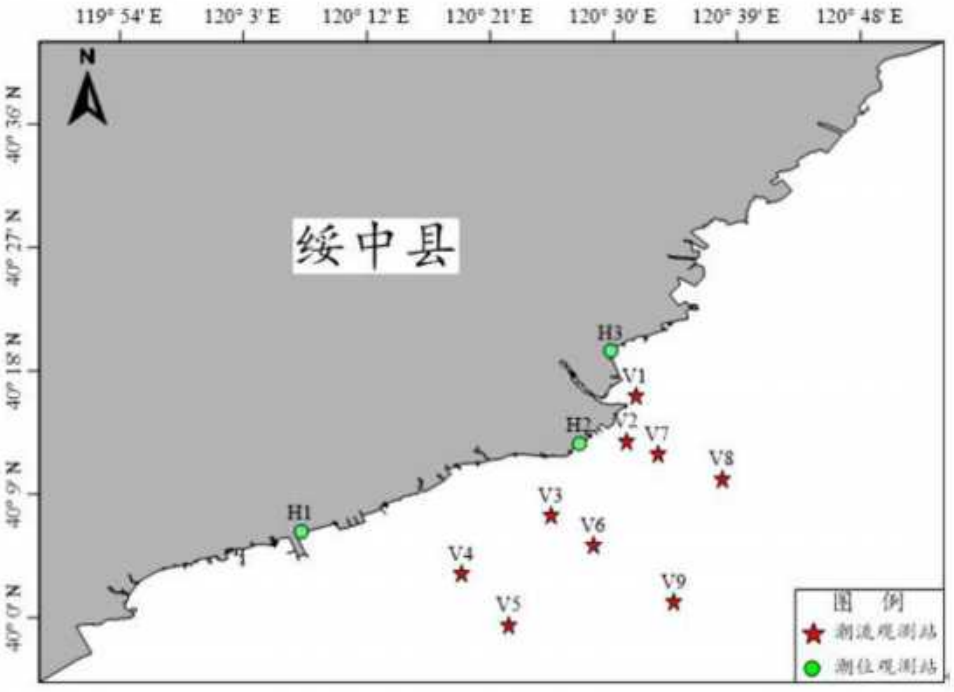
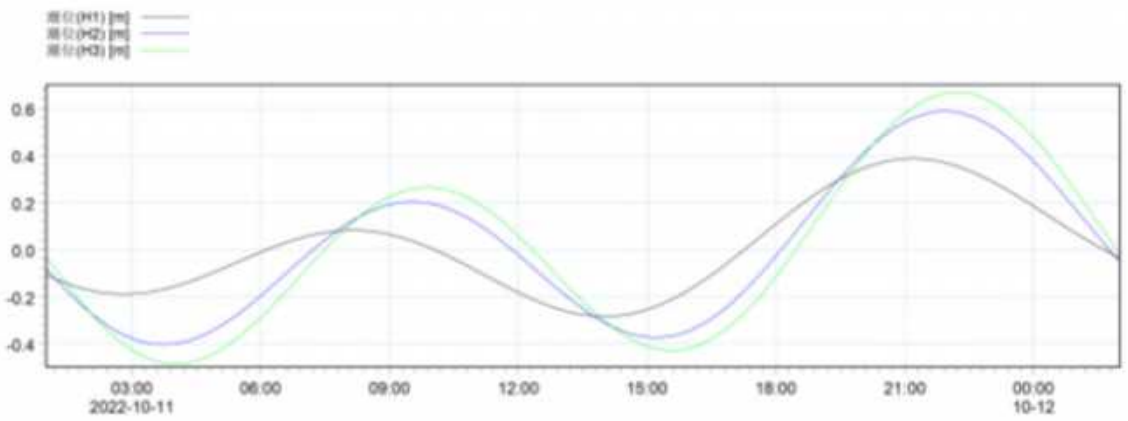
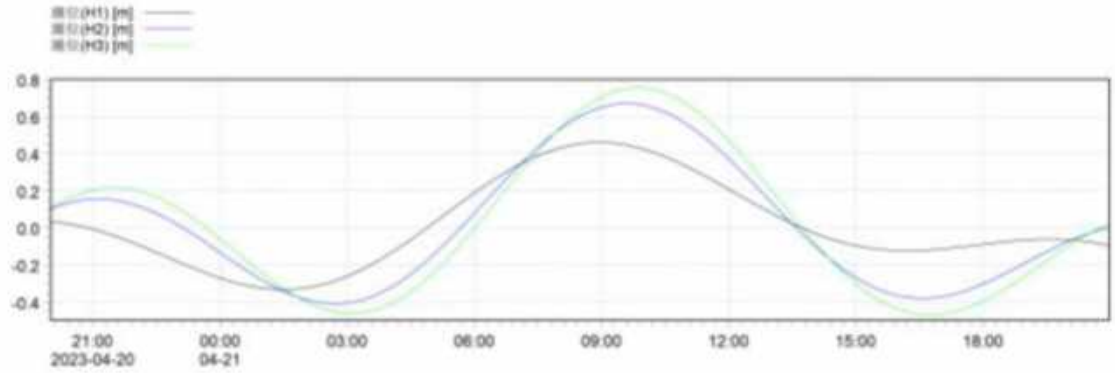


图 6-3 潮流、潮位观测站位图（春季）

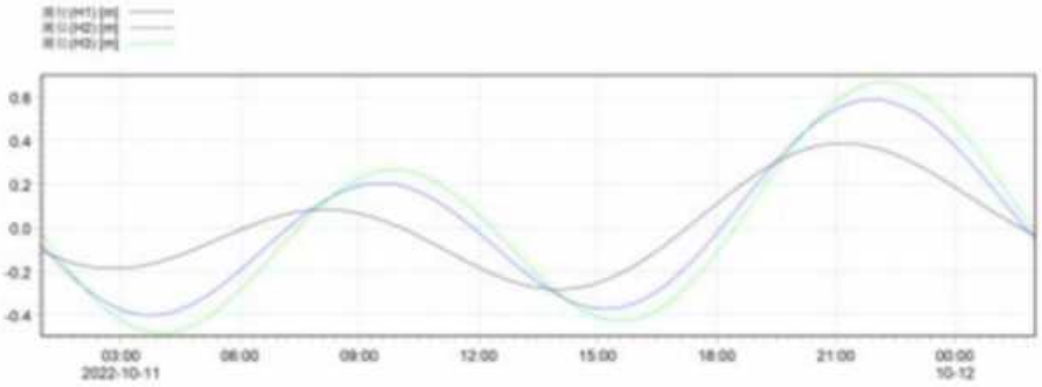


（a）秋季

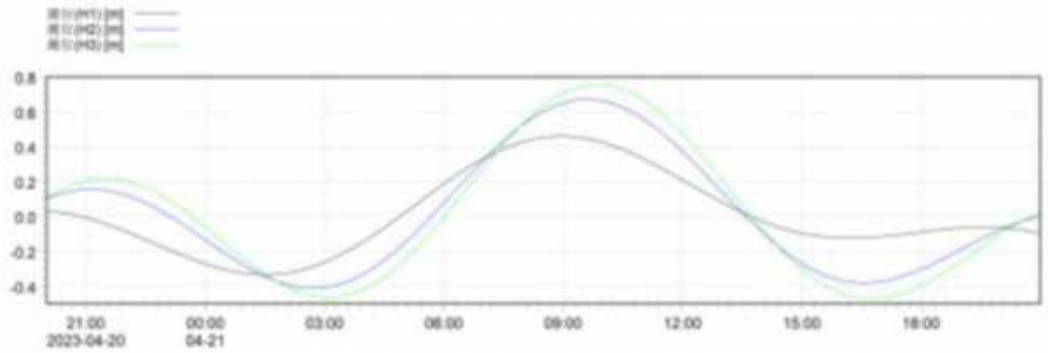


（b）春季

图 6-4 潮位过程线



（a）验潮站潮位过程线秋季



（b）春季

图 6-5 验潮站潮位过程线

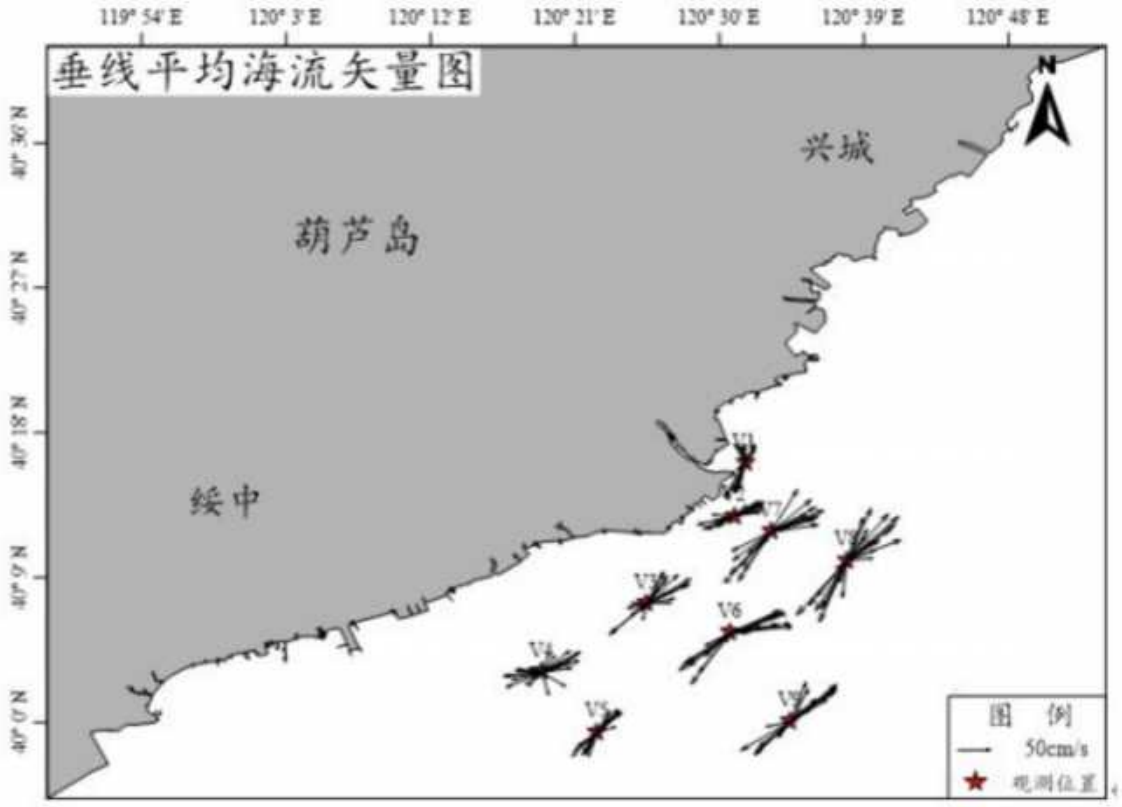


图 6-6 垂线平均潮流矢量图（秋季）

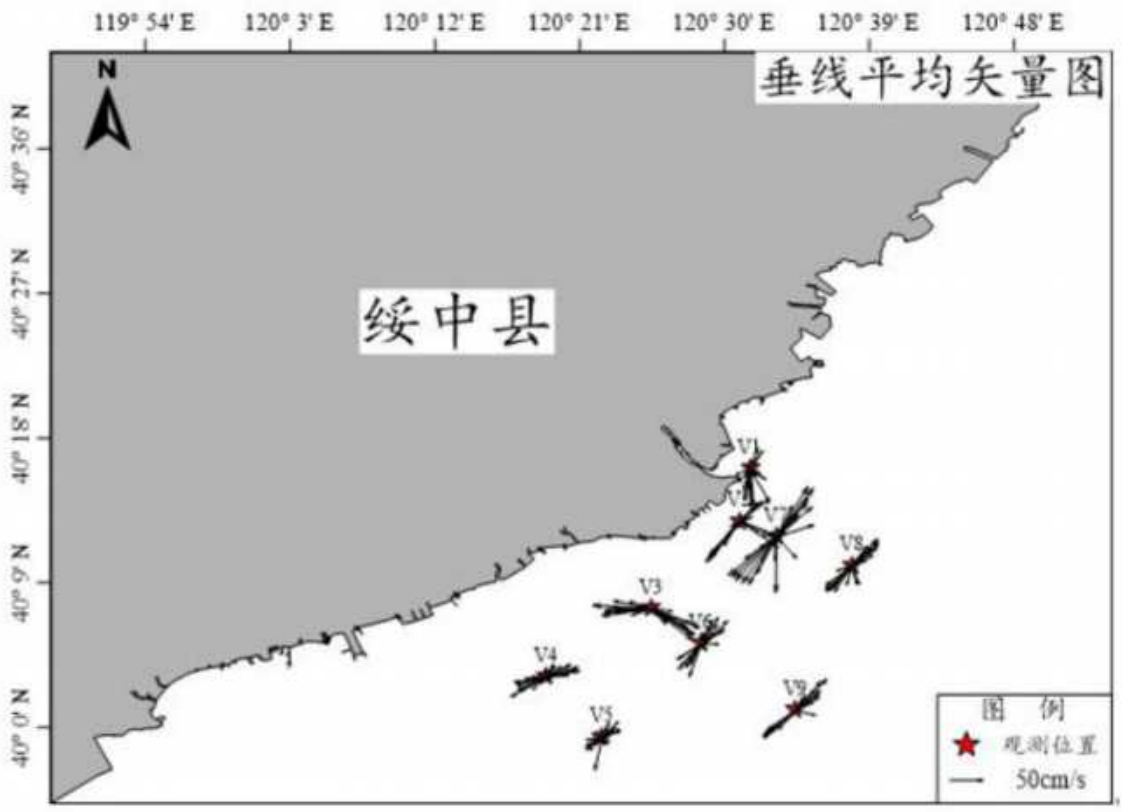


图 6-7 垂线平均潮流矢量图（春季）

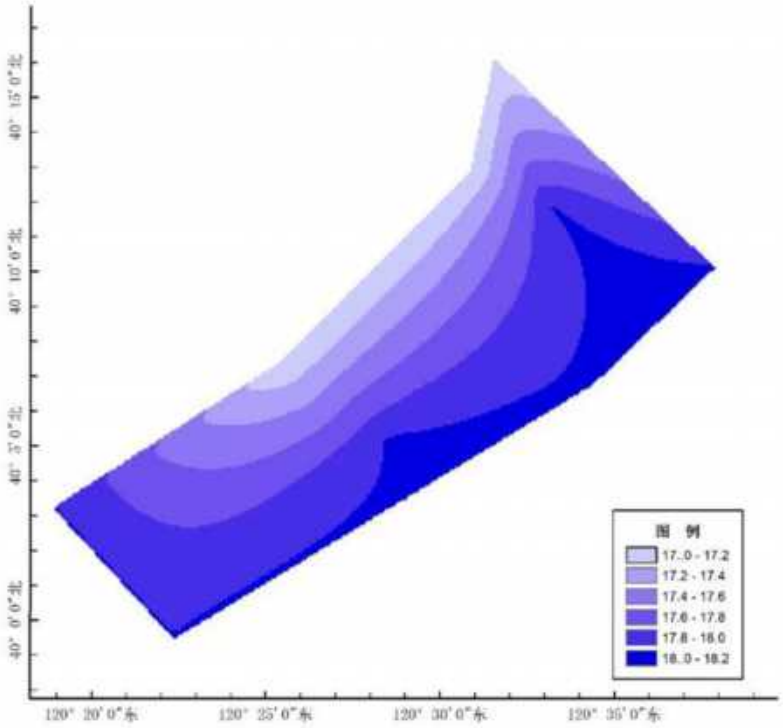
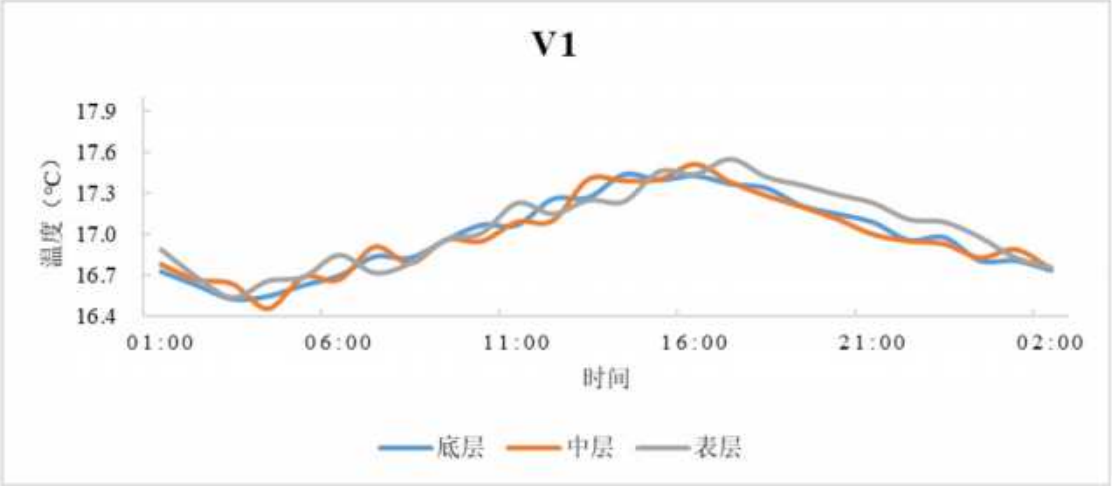
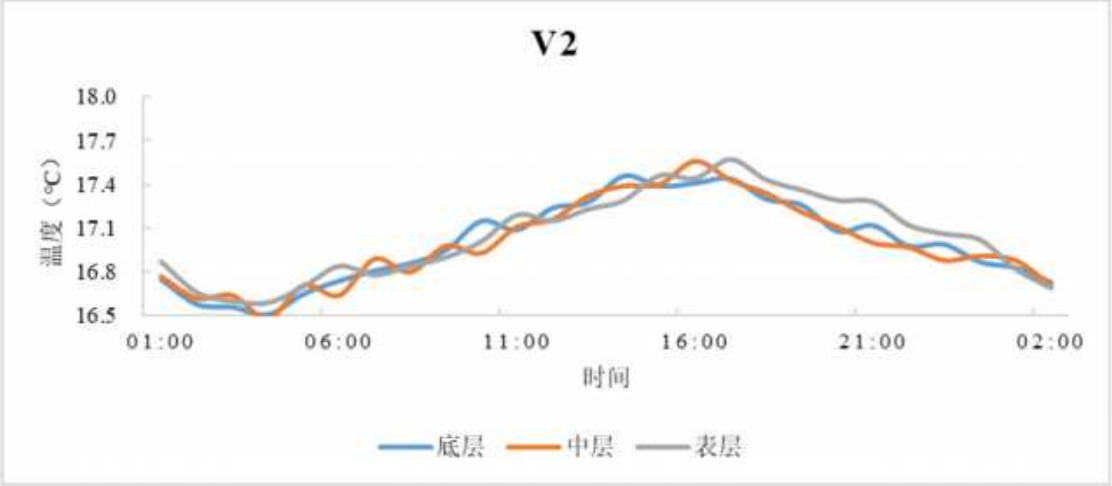
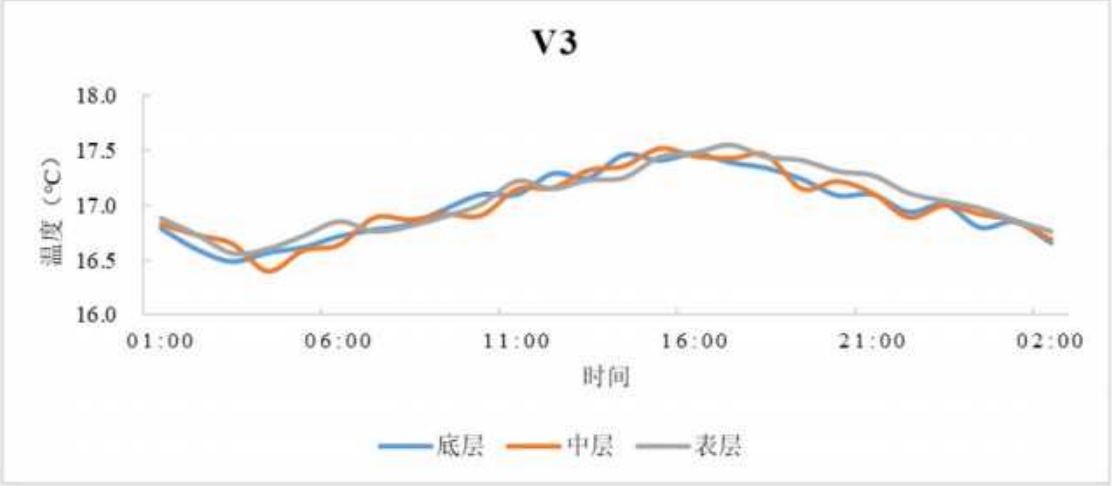
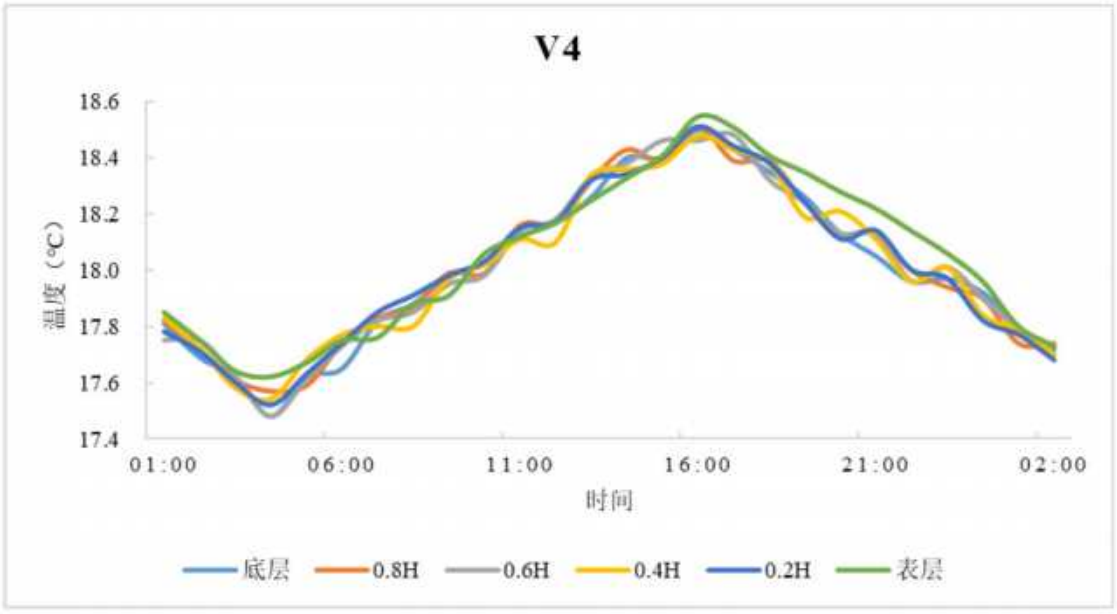


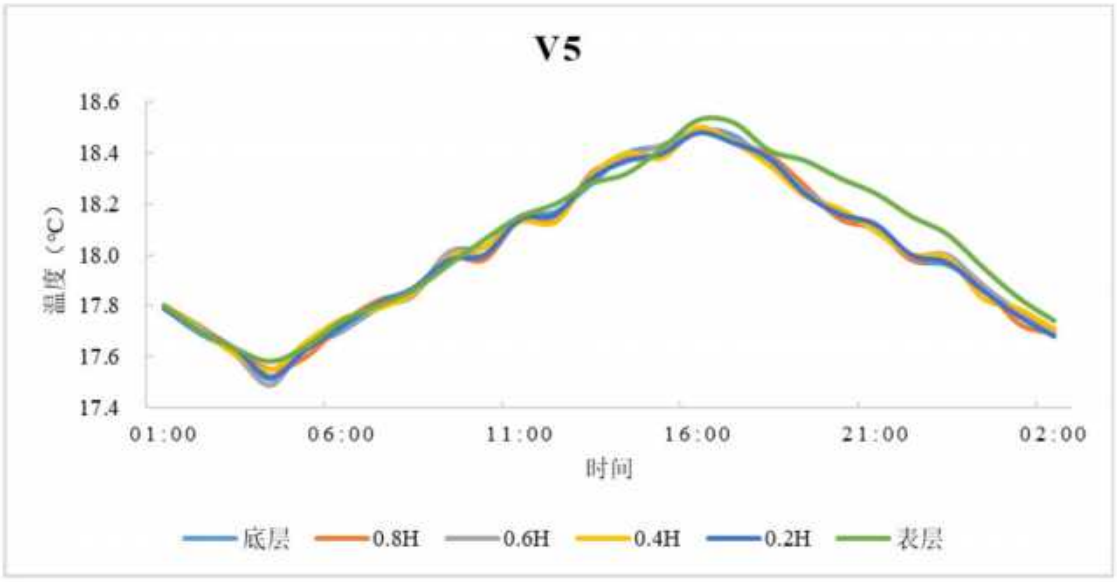
图 6-8 秋季水温分布平面图

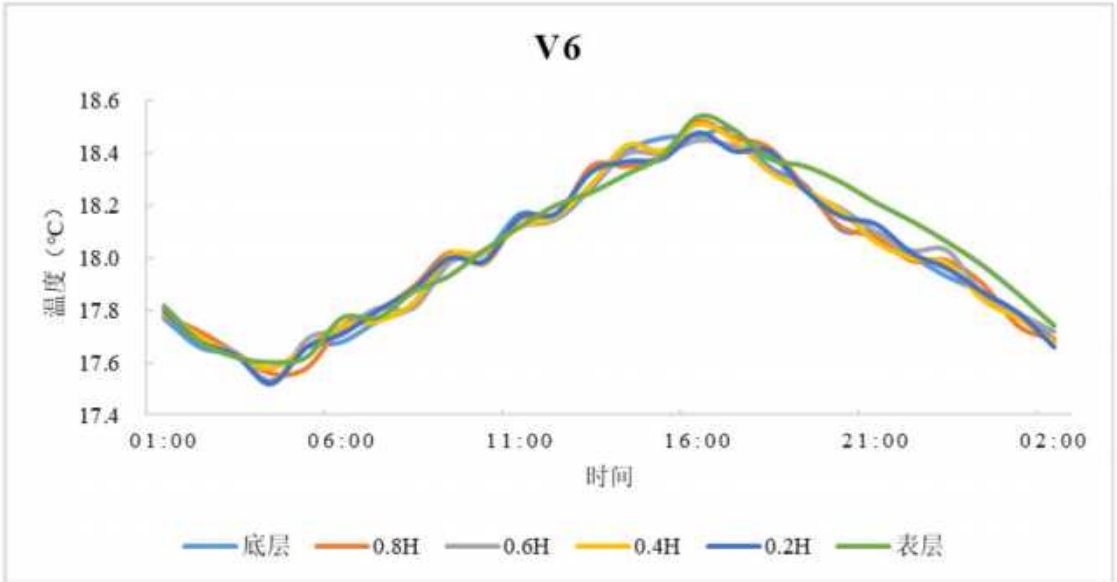

V1
17.9
17.6
17.3
17.0
16.7
16.4
温度（℃）
01:00
06:00
11:00
16:00
21:00
02:00
时间
底层
中层
表层

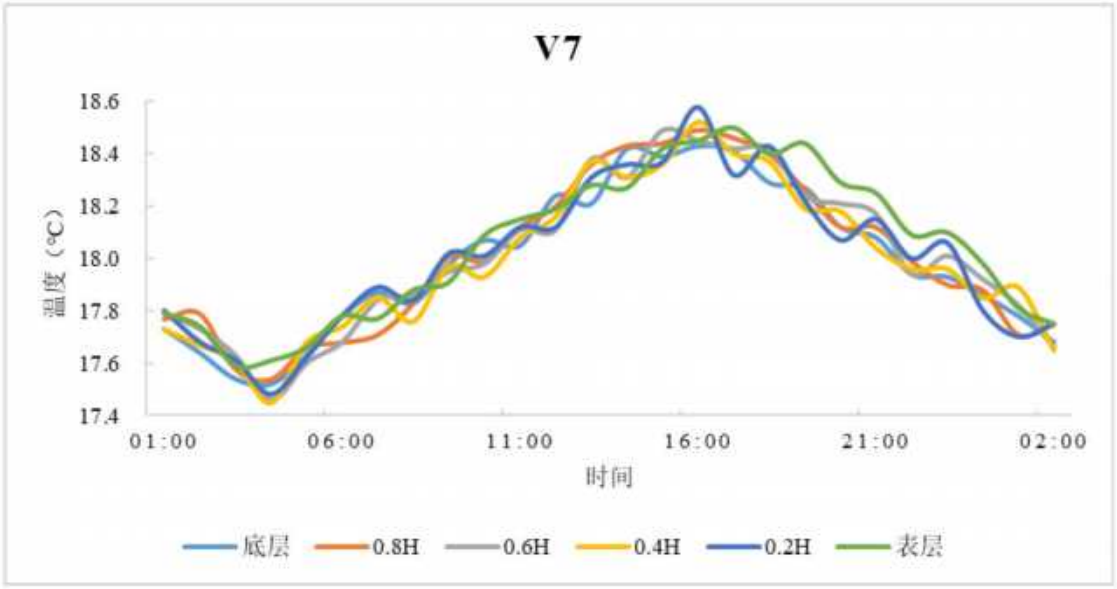

V2
18.0
17.7
17.4
17.1
16.8
16.5
温度（℃）
01:00
06:00
11:00
16:00
21:00
02:00
时间
底层
中层
表层

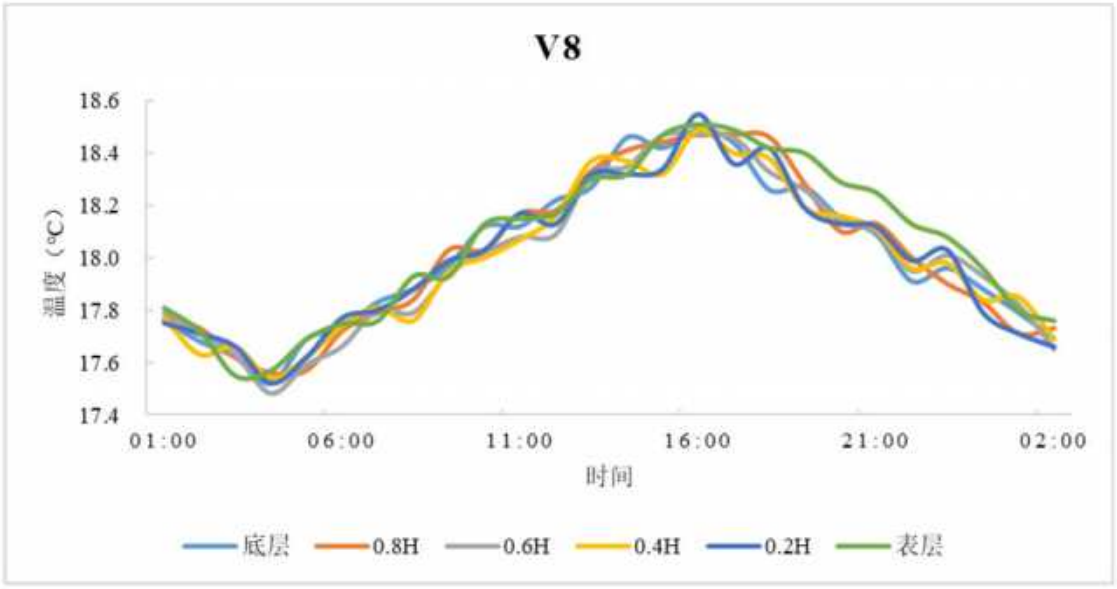

V3
18.0
17.5
17.0
16.5
16.0
温度（℃）
01:00
06:00
11:00
16:00
21:00
02:00
时间
底层
中层
表层


V4
18.6
18.4
18.2
18.0
17.8
17.6
17.4
温度（℃）
01:00
06:00
11:00
16:00
21:00
02:00
时间
底层
0.8H
0.6H
0.4H
0.2H
表层


V5
18.6
18.4
18.2
18.0
17.8
17.6
17.4
温度（℃）
01:00
06:00
11:00
16:00
21:00
02:00
时间
底层
0.8H
0.6H
0.4H
0.2H
表层


V6
18.6
18.4
18.2
18.0
17.8
17.6
17.4
温度（℃）
01:00
06:00
11:00
16:00
21:00
02:00
时间
底层
0.8H
0.6H
0.4H
0.2H
表层





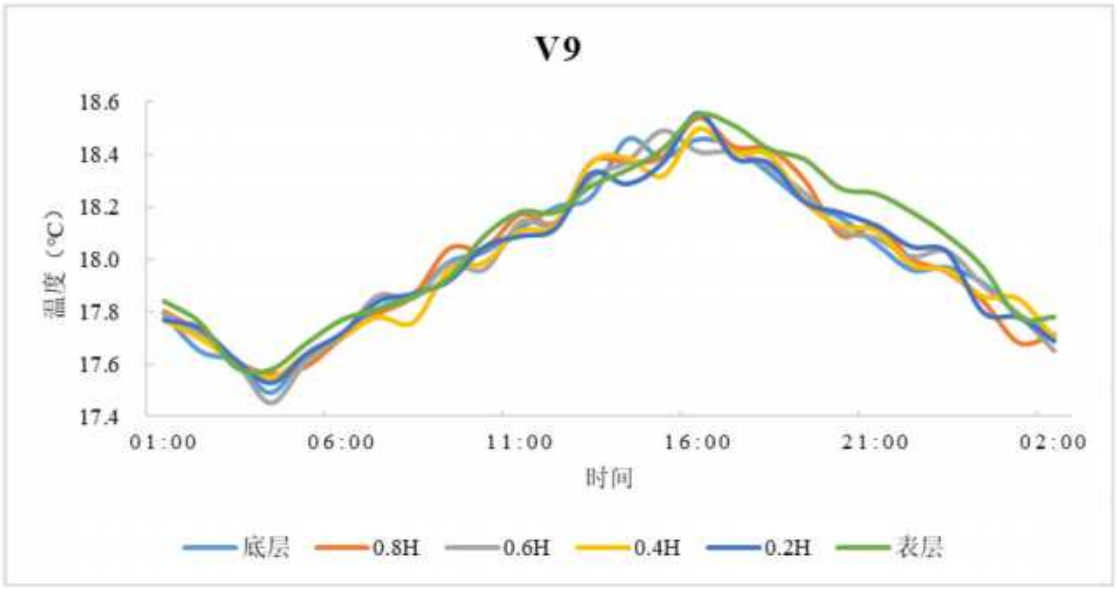


图 6-9 秋季水温分布断面图

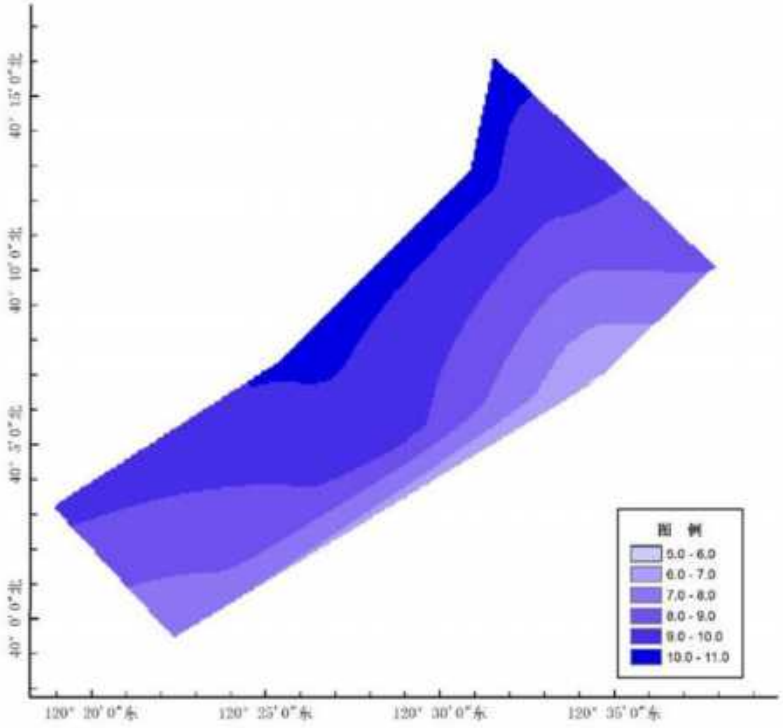
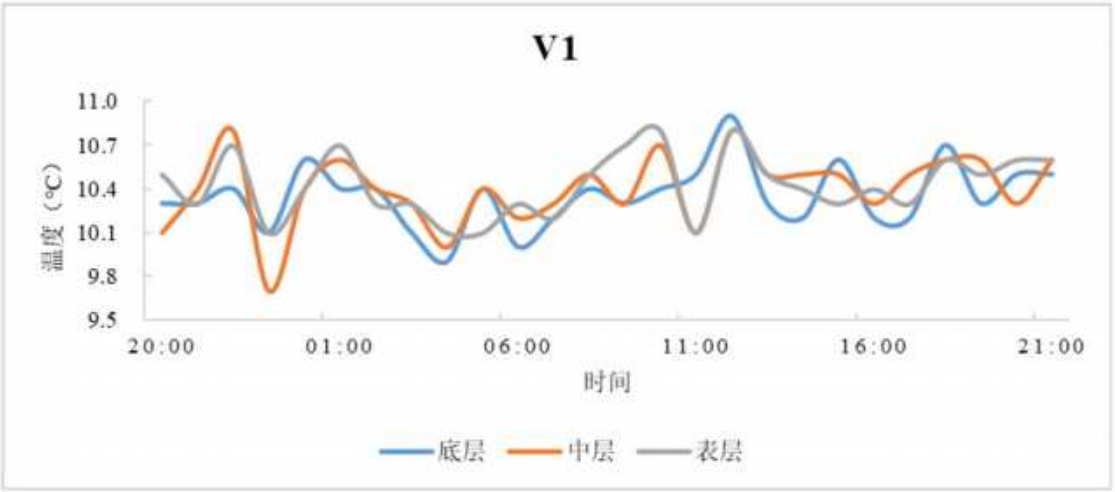
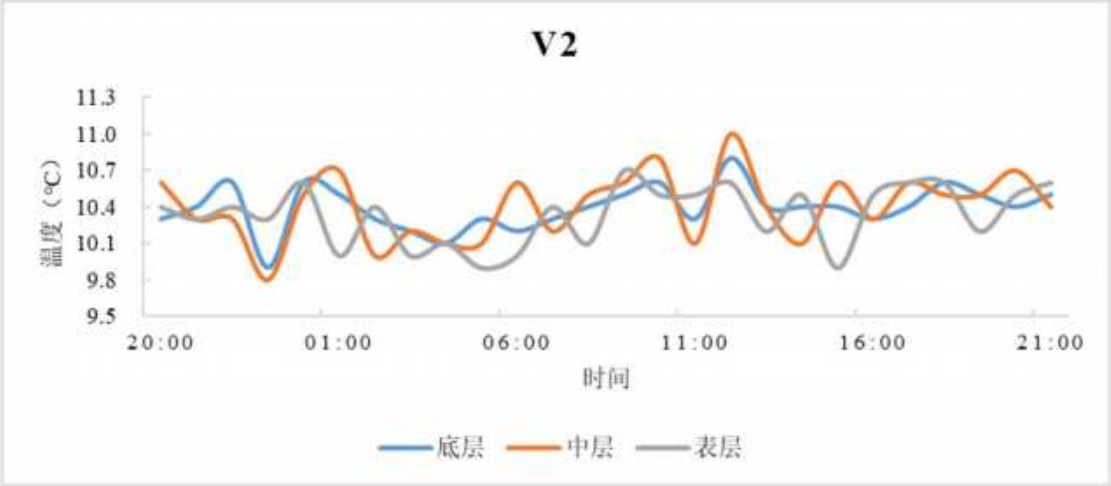
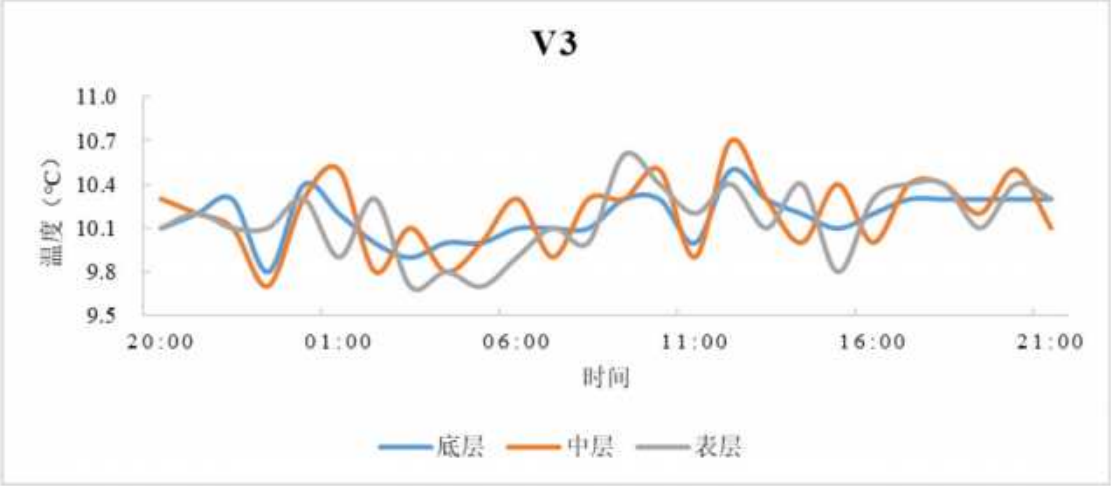
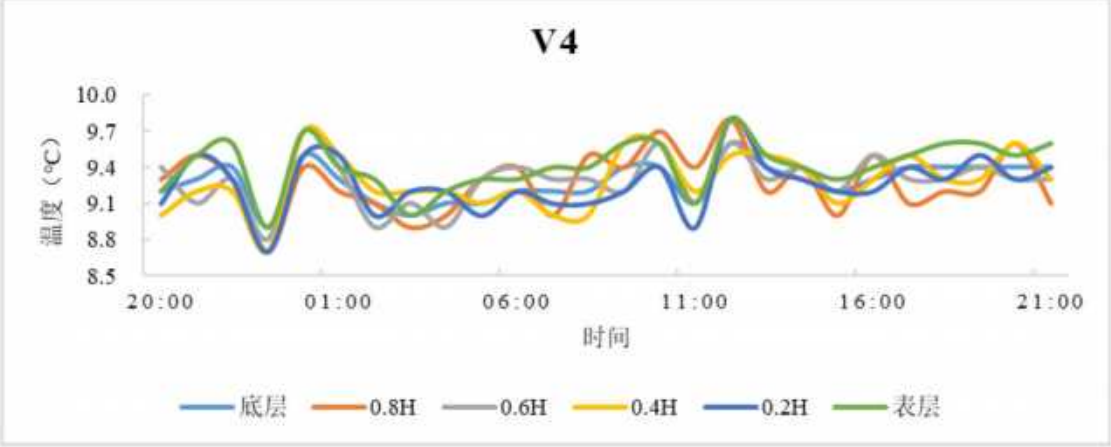


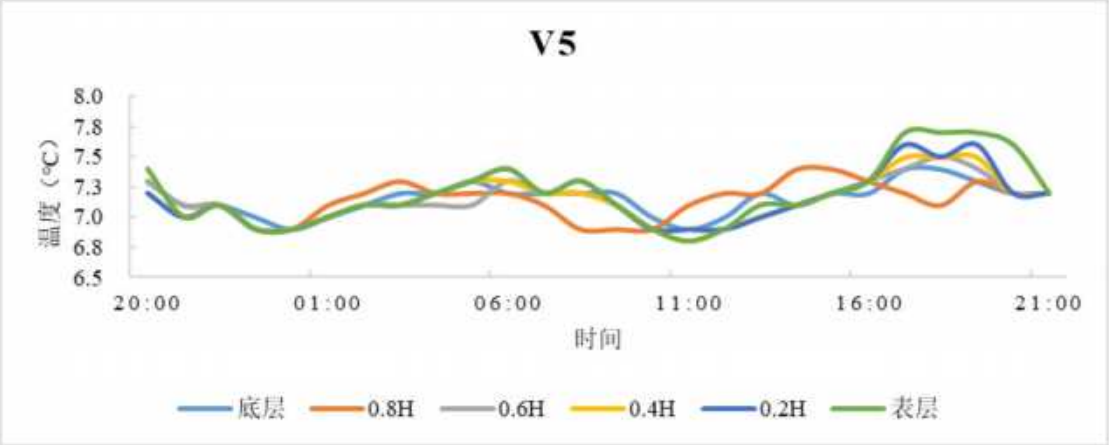
图 6-10 春季温度平面图

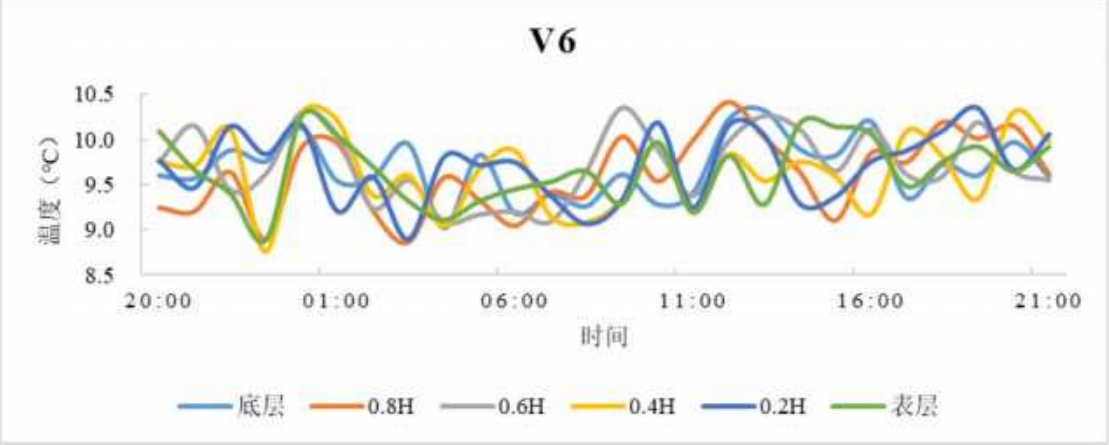


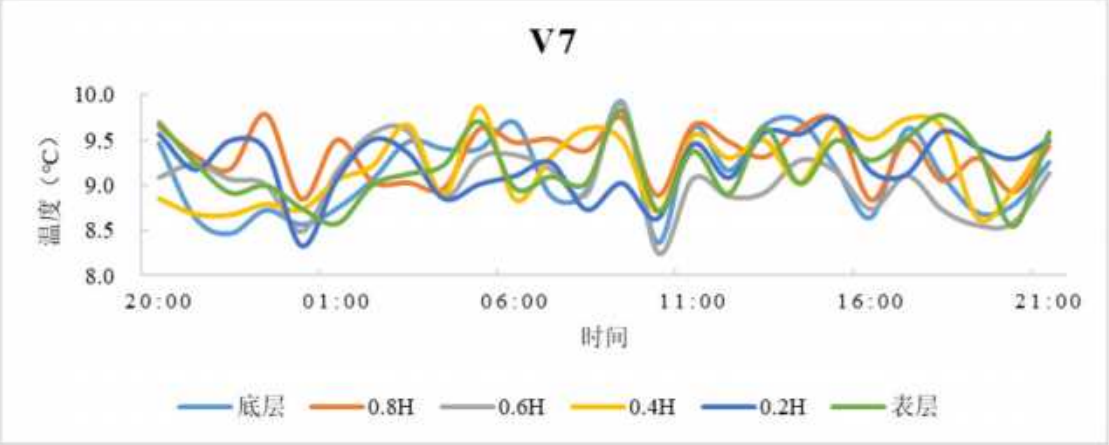

V2
11.3
11.0
10.7
10.4
10.1
9.8
9.5
温度（℃）
20:00
01:00
06:00
11:00
16:00
21:00
时间
底层
中层
表层


V3
11.0
10.7
10.4
10.1
9.8
9.5
温度（℃）
20:00
01:00
06:00
11:00
16:00
21:00
时间
底层
中层
表层


V4
10.0
9.7
9.4
9.1
8.8
8.5
温度（℃）
20:00
01:00
06:00
11:00
16:00
21:00
时间
底层
0.8H
0.6H
0.4H
0.2H
表层


V5
8.0
7.8
7.5
7.3
7.0
6.8
6.5
温度（℃）
20:00
01:00
06:00
11:00
16:00
21:00
时间
底层
0.8H
0.6H
0.4H
0.2H
表层


V6
10.5
10.0
9.5
9.0
8.5
温度（℃）
20:00
01:00
06:00
11:00
16:00
21:00
时间
底层
0.8H
0.6H
0.4H
0.2H
表层


V7
10.0
9.5
9.0
8.5
8.0
温度（℃）
20:00
01:00
06:00
11:00
16:00
21:00
时间
底层
0.8H
0.6H
0.4H
0.2H
表层

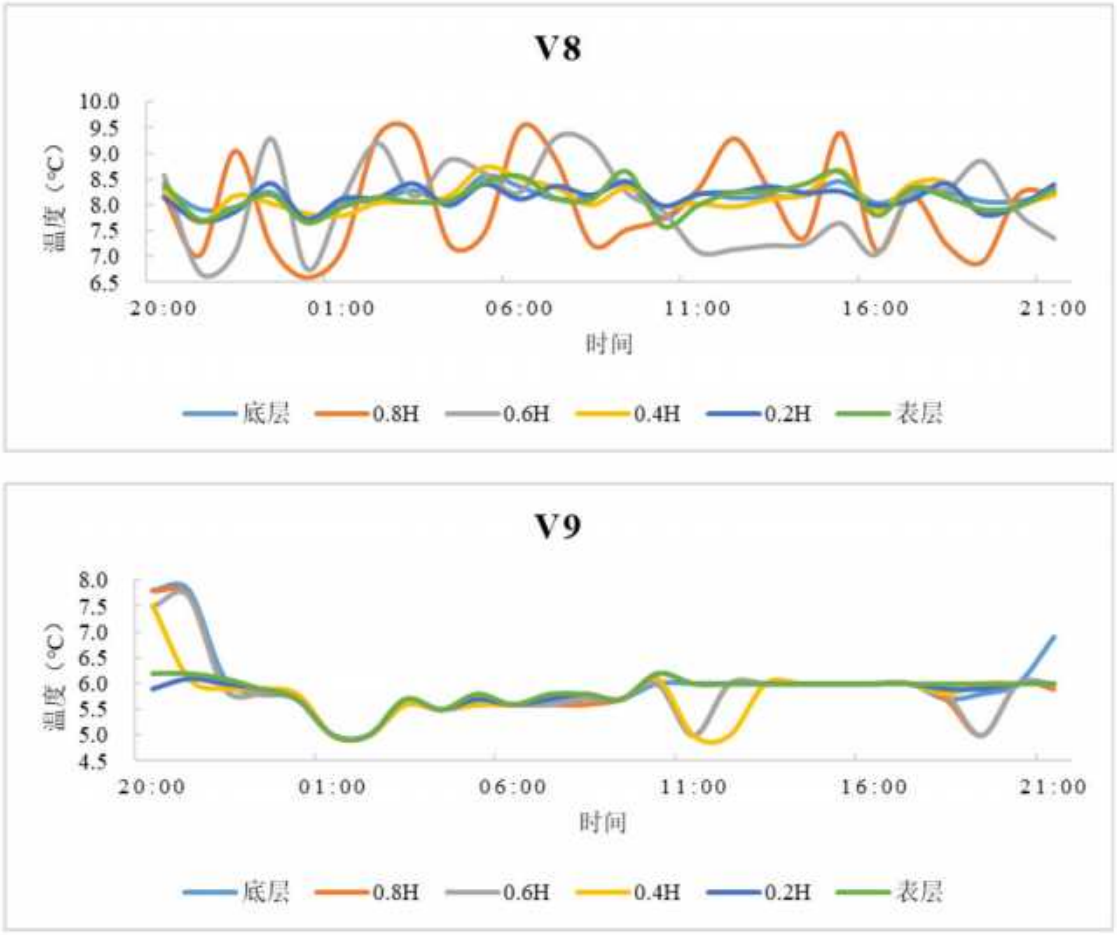


图 6-11 春季温度断面图

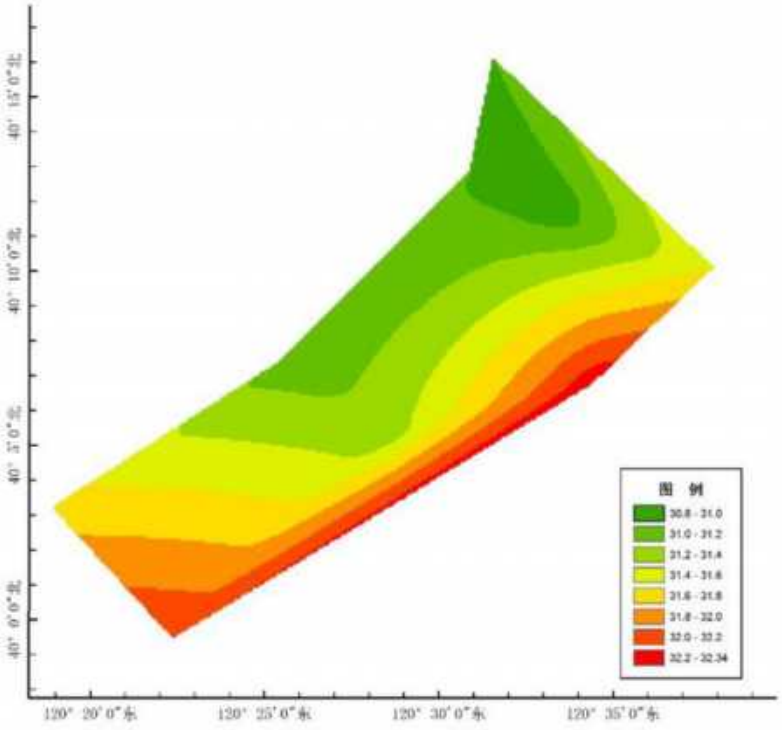
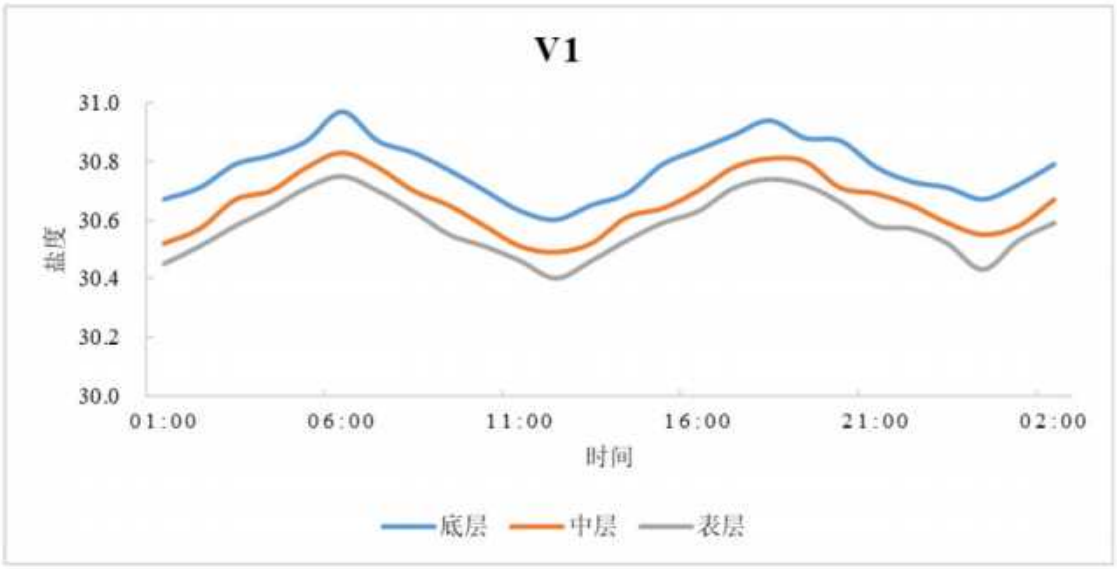
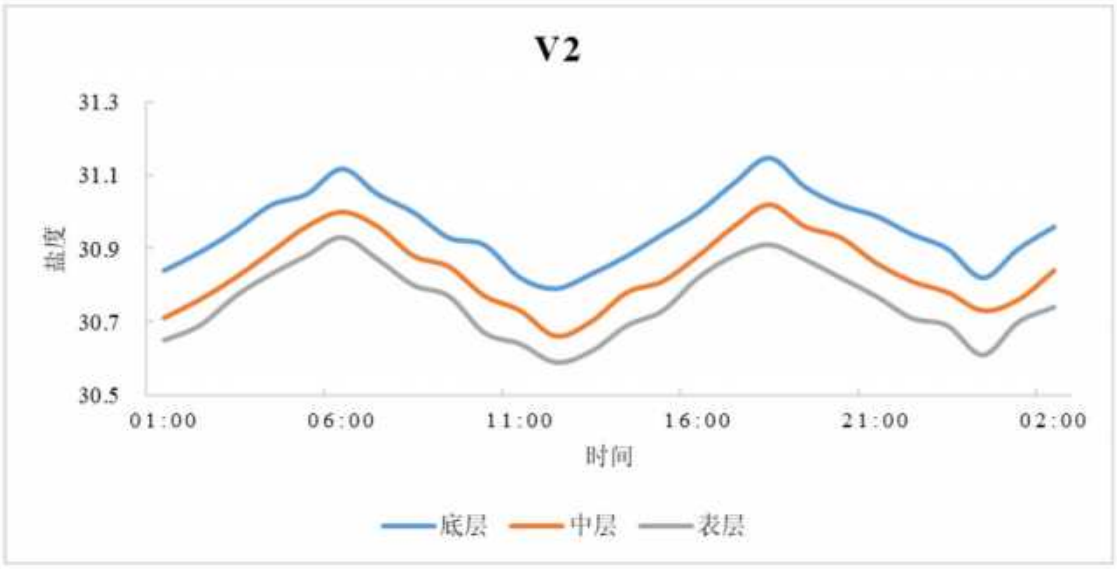
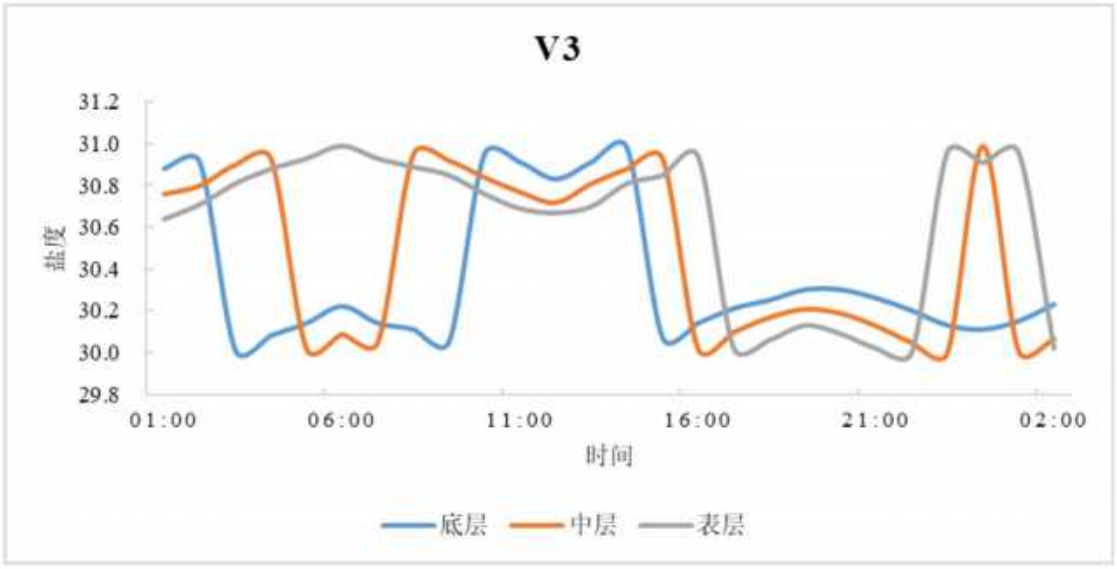
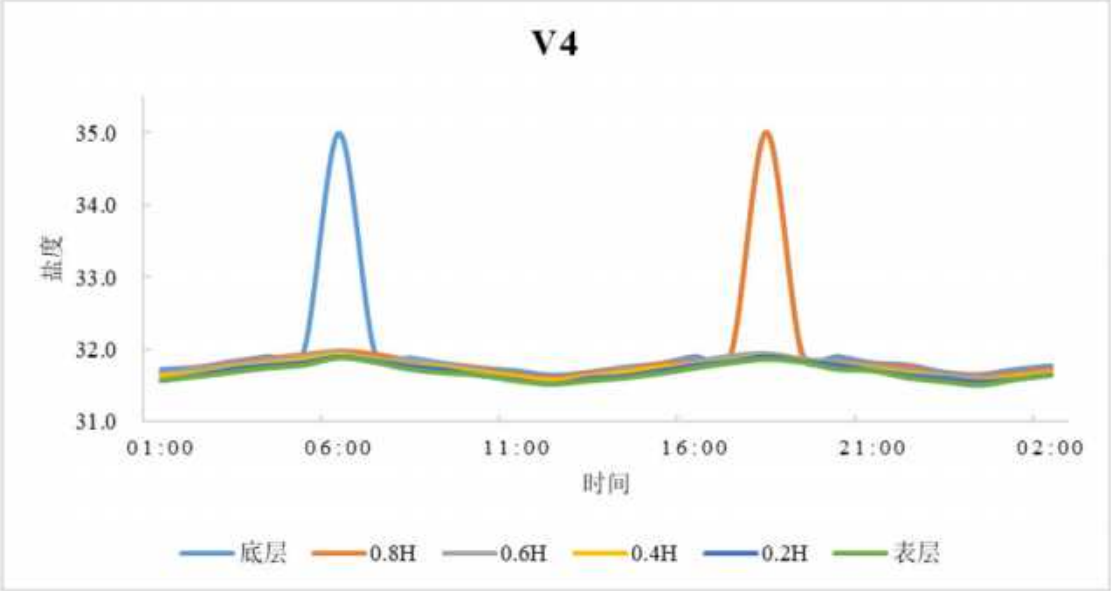


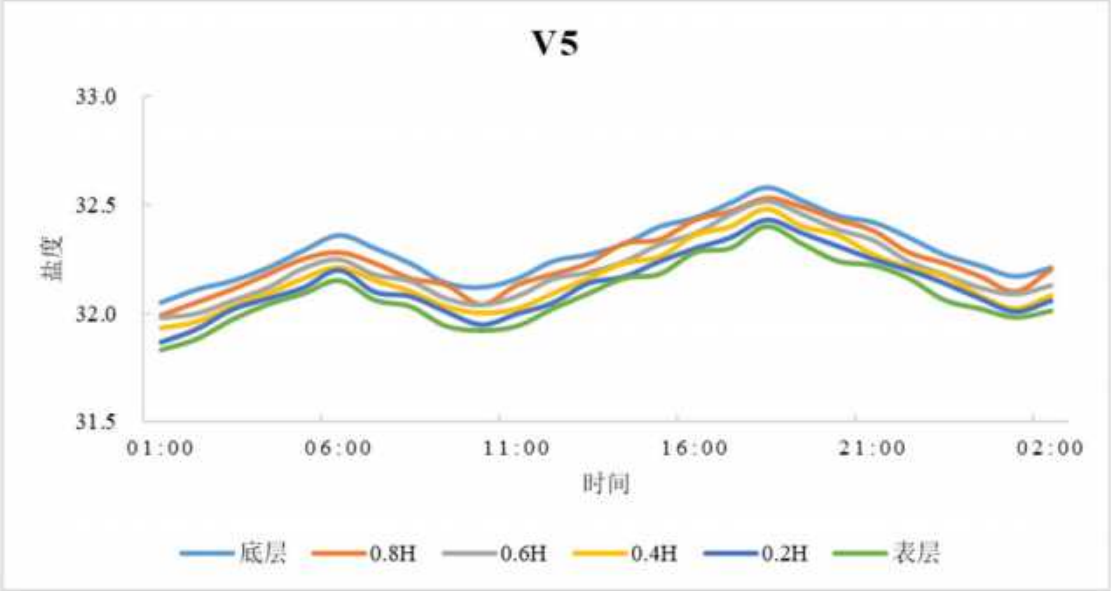
图 6-12 秋季盐度平面图

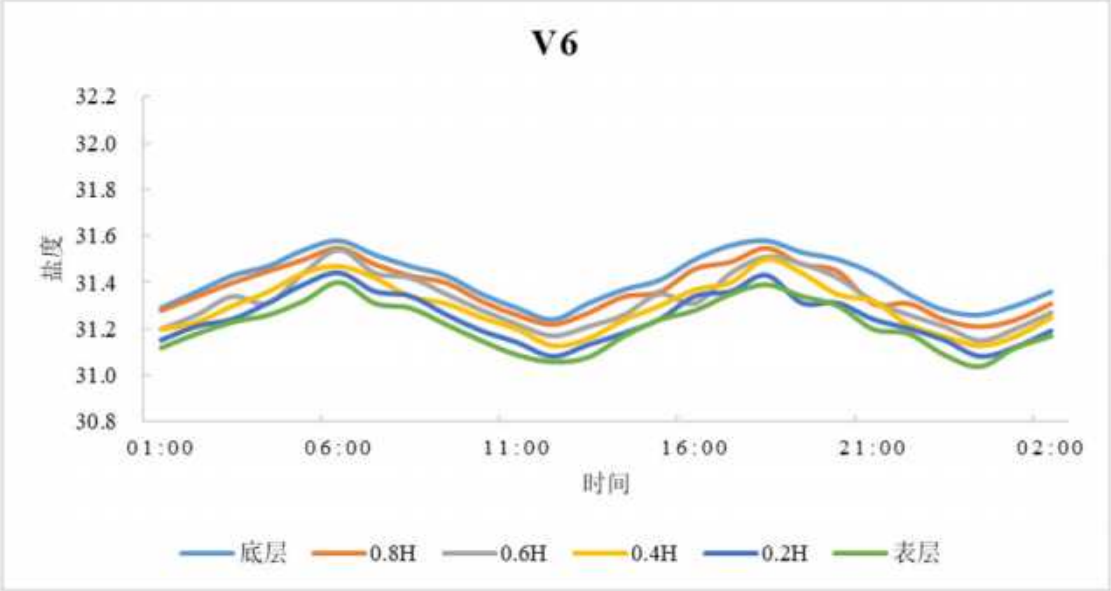

V1
31.0
30.8
30.6
30.4
30.2
30.0
盐度
01:00
06:00
11:00
16:00
21:00
02:00
时间
底层
中层
表层

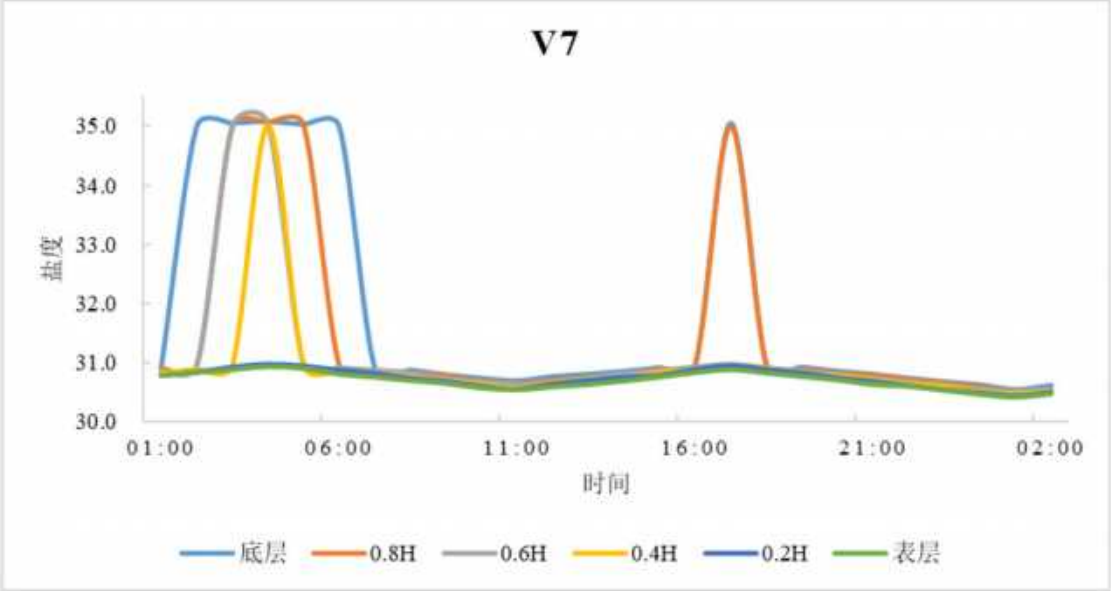

V2
31.3
31.1
30.9
30.7
30.5
盐度
01:00
06:00
11:00
16:00
21:00
02:00
时间
底层
中层
表层

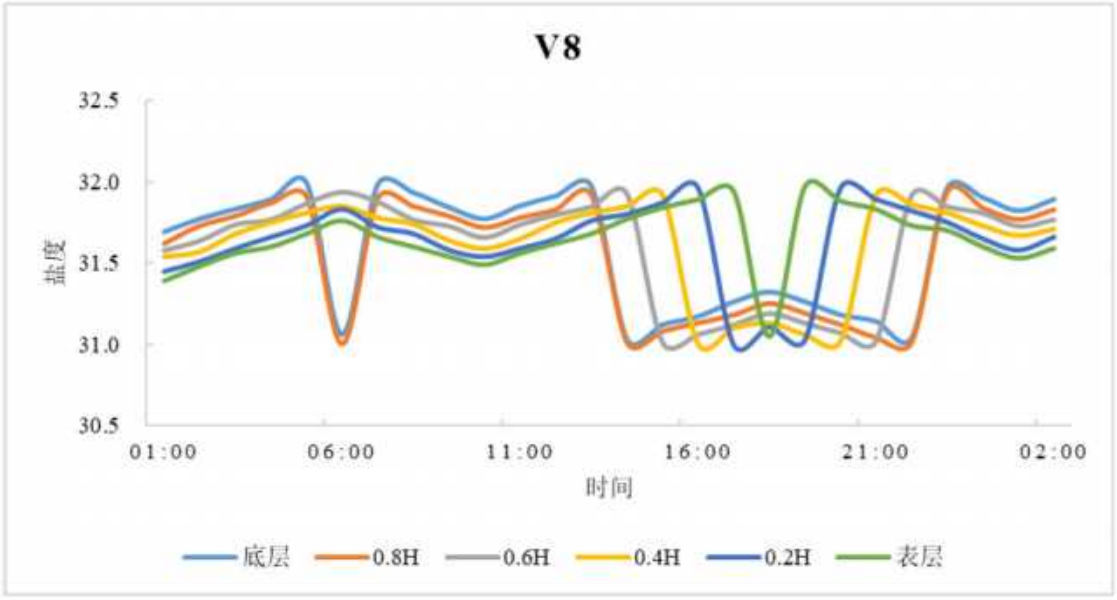

V3
31.2
31.0
30.8
30.6
30.4
30.2
30.0
29.8
盐度
01:00
06:00
11:00
16:00
21:00
02:00
时间
底层
中层
表层


V4
35.0
34.0
33.0
32.0
31.0
盐度
01:00
06:00
11:00
16:00
21:00
02:00
时间
底层
0.8H
0.6H
0.4H
0.2H
表层


V5
33.0
32.5
32.0
31.5
盐度
01:00
06:00
11:00
16:00
21:00
02:00
时间
底层
0.8H
0.6H
0.4H
0.2H
表层


V6
32.2
32.0
31.8
31.6
31.4
31.2
31.0
30.8
盐度
01:00
06:00
11:00
16:00
21:00
02:00
时间
底层
0.8H
0.6H
0.4H
0.2H
表层


V7
35.0
34.0
33.0
32.0
31.0
30.0
盐度
01:00
06:00
11:00
16:00
21:00
02:00
时间
底层
0.8H
0.6H
0.4H
0.2H
表层



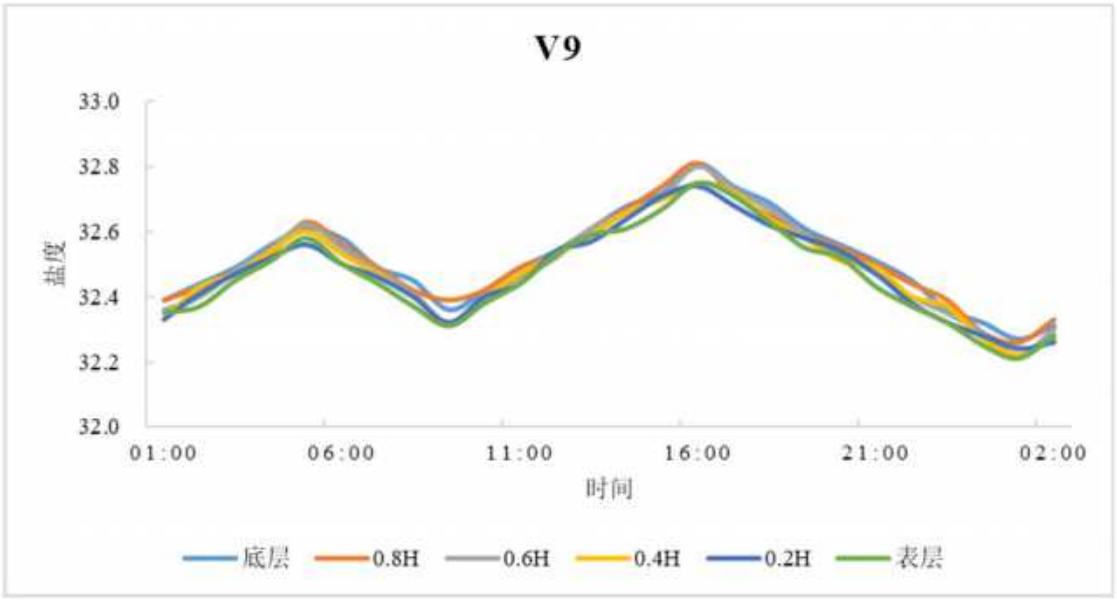


图 6-13 秋季盐度断面图

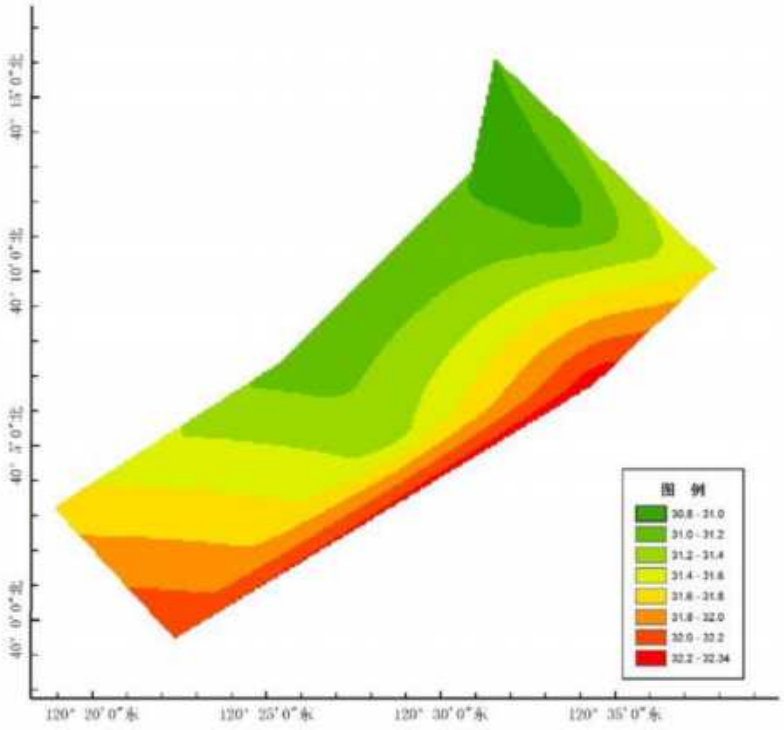
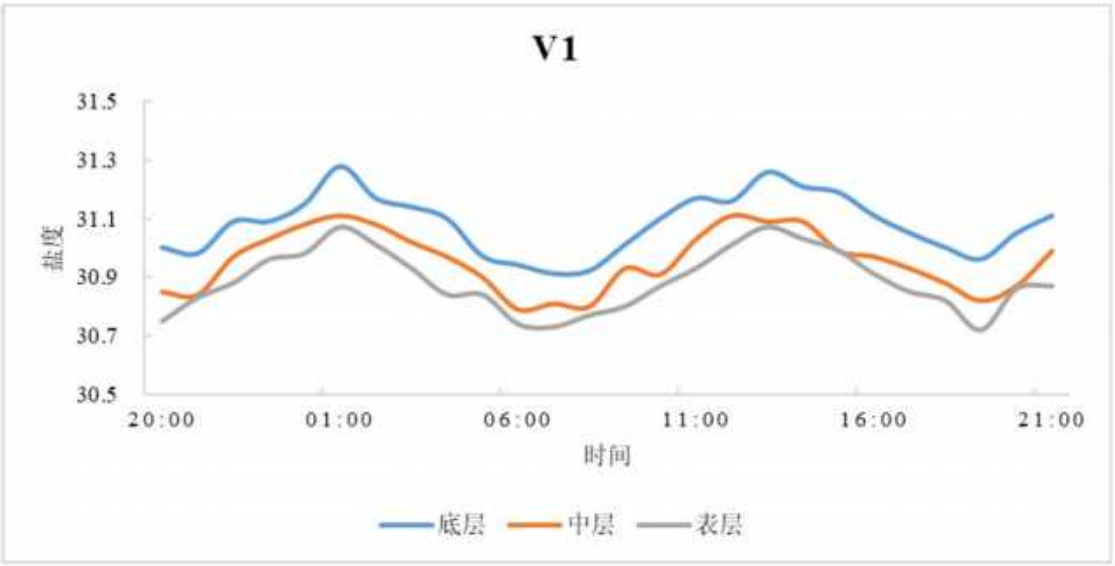
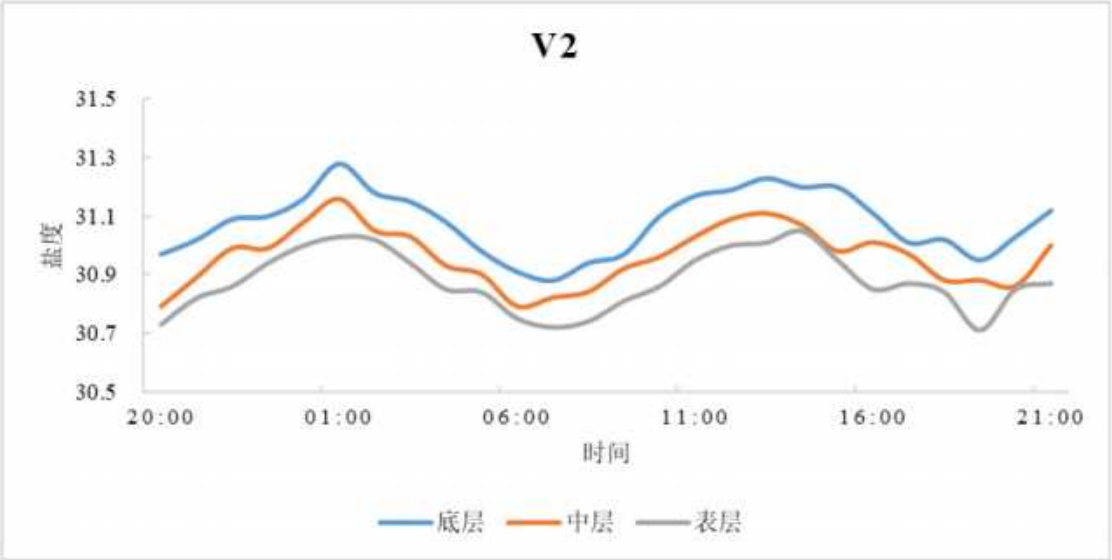
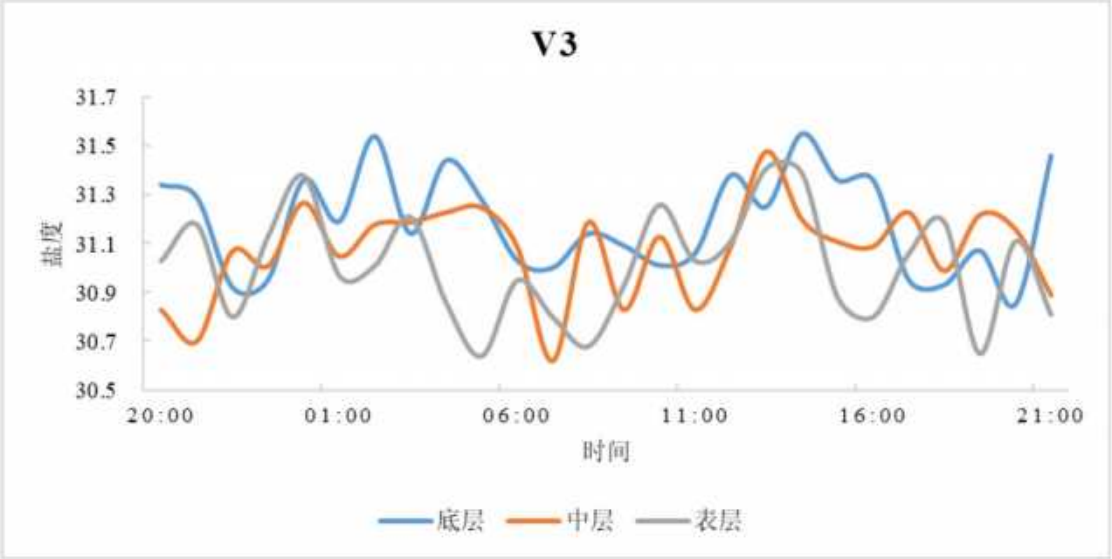
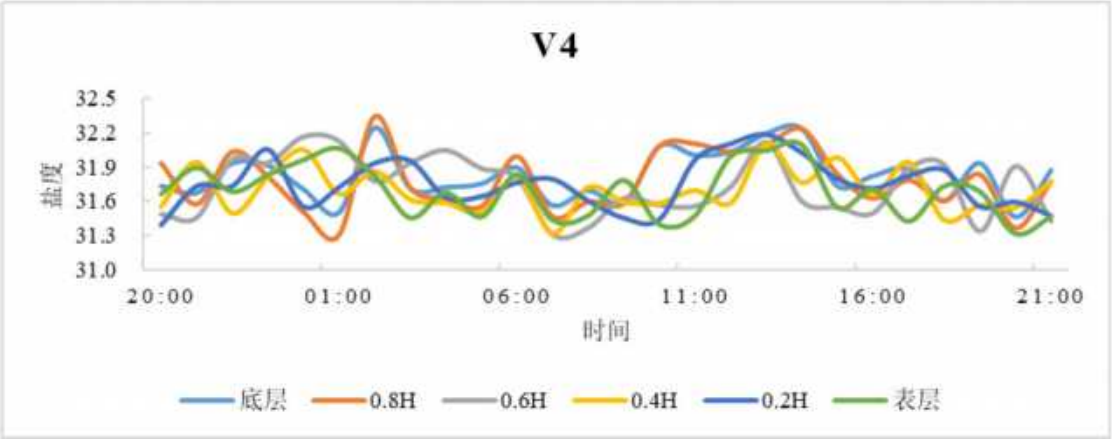


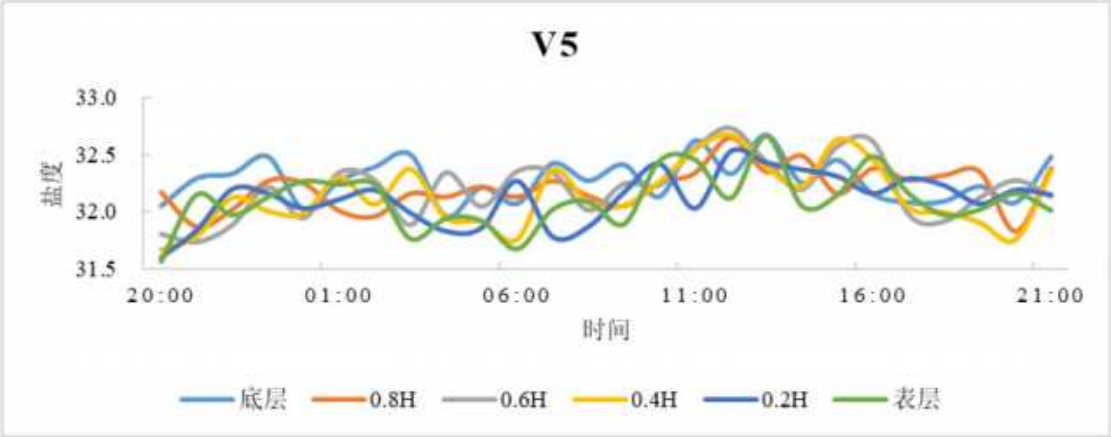
图 6-14 春季盐度平面图

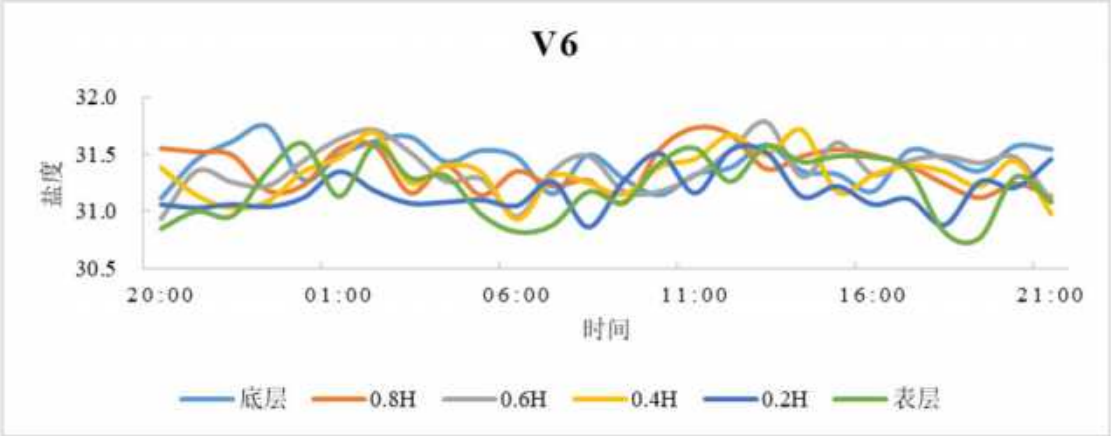


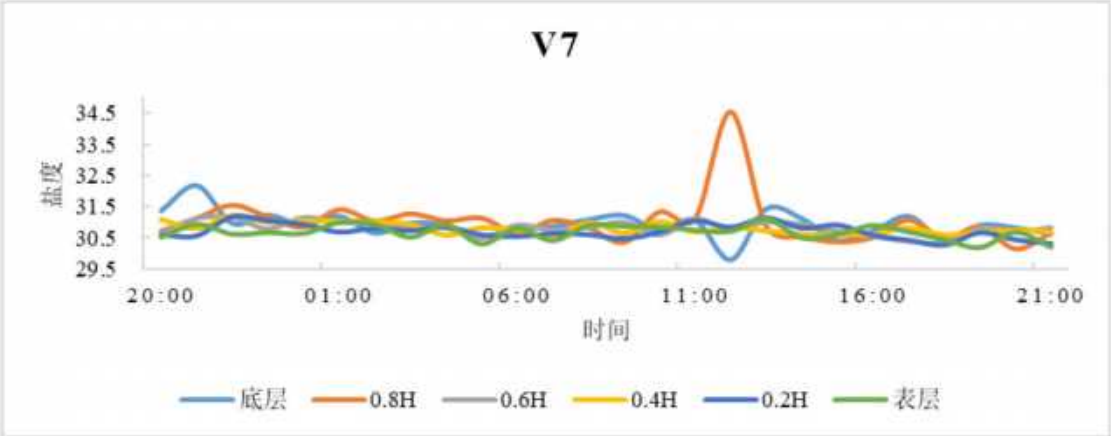

V2
31.5
31.3
31.1
30.9
30.7
30.5
盐度
20:00
01:00
06:00
11:00
16:00
21:00
时间
底层
中层
表层


V3
31.7
31.5
31.3
31.1
30.9
30.7
30.5
盐度
20:00
01:00
06:00
11:00
16:00
21:00
时间
底层
中层
表层


V4
32.5
32.2
31.9
31.6
31.3
31.0
盐度
20:00
01:00
06:00
11:00
16:00
21:00
时间
底层
0.8H
0.6H
0.4H
0.2H
表层


V5
33.0
32.5
32.0
31.5
盐度
20:00
01:00
06:00
11:00
16:00
21:00
时间
底层
0.8H
0.6H
0.4H
0.2H
表层


V6
32.0
31.5
31.0
30.5
盐度
20:00
01:00
06:00
11:00
16:00
21:00
时间
底层
0.8H
0.6H
0.4H
0.2H
表层


V7
34.5
33.5
32.5
31.5
30.5
29.5
盐度
20:00
01:00
06:00
11:00
16:00
21:00
时间
底层
0.8H
0.6H
0.4H
0.2H
表层

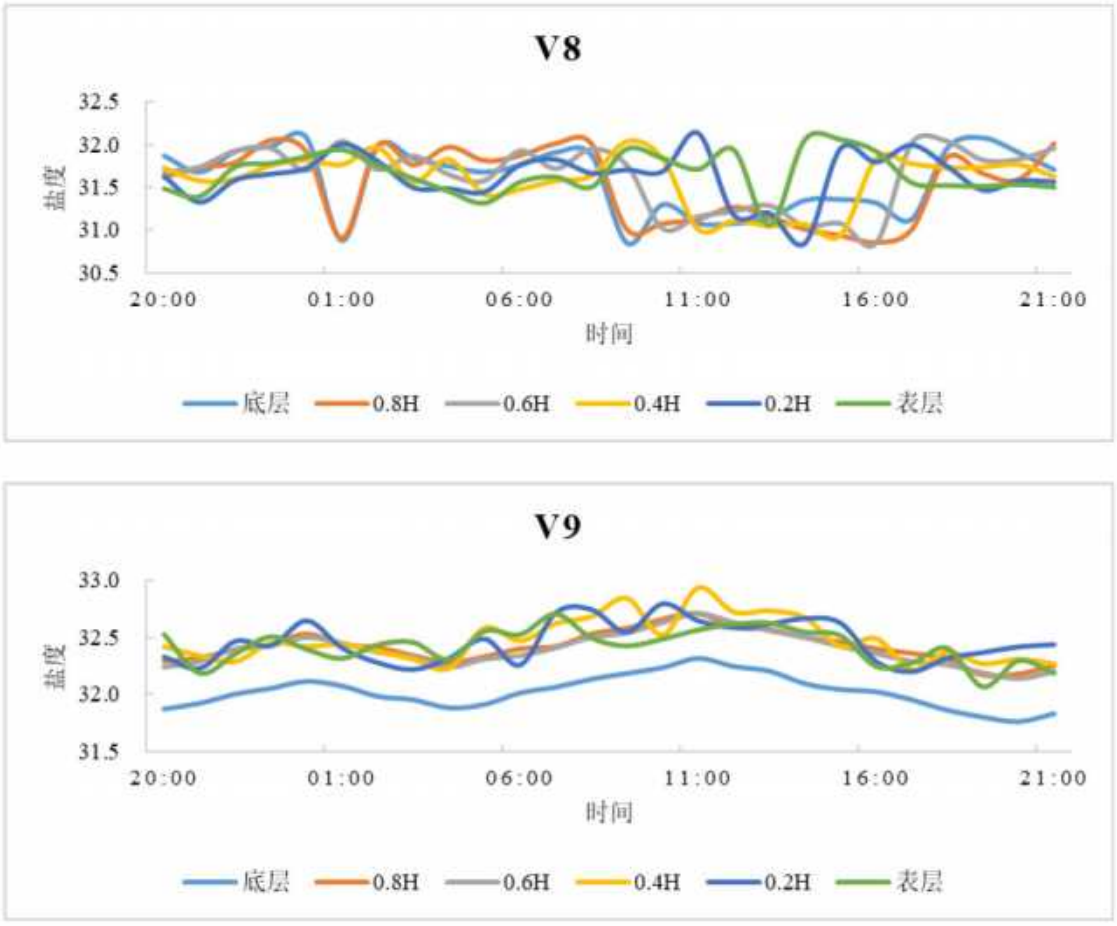


图 6-15 春季盐度断面图

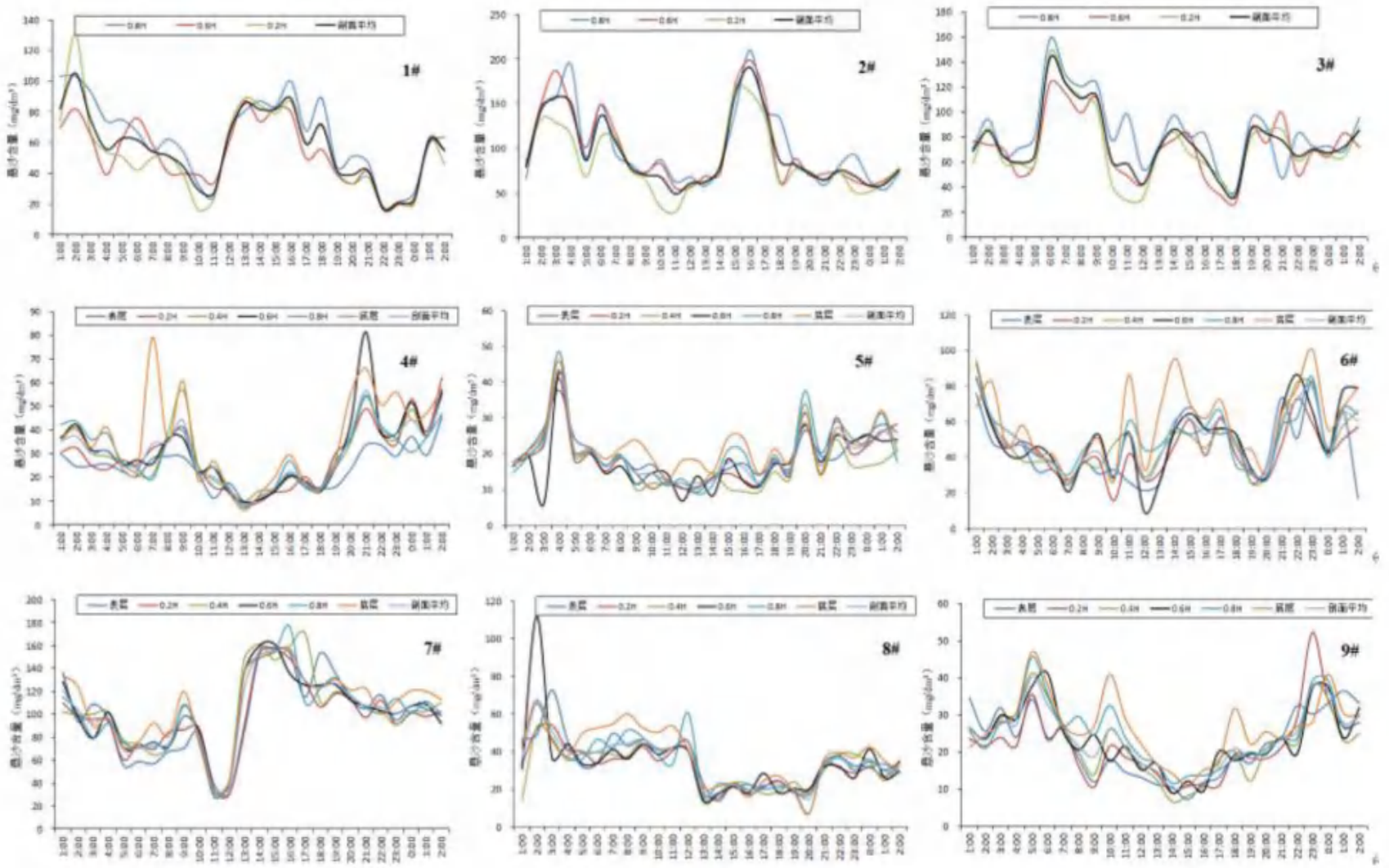


图 6-16 悬砂含量变化曲线图（秋季）

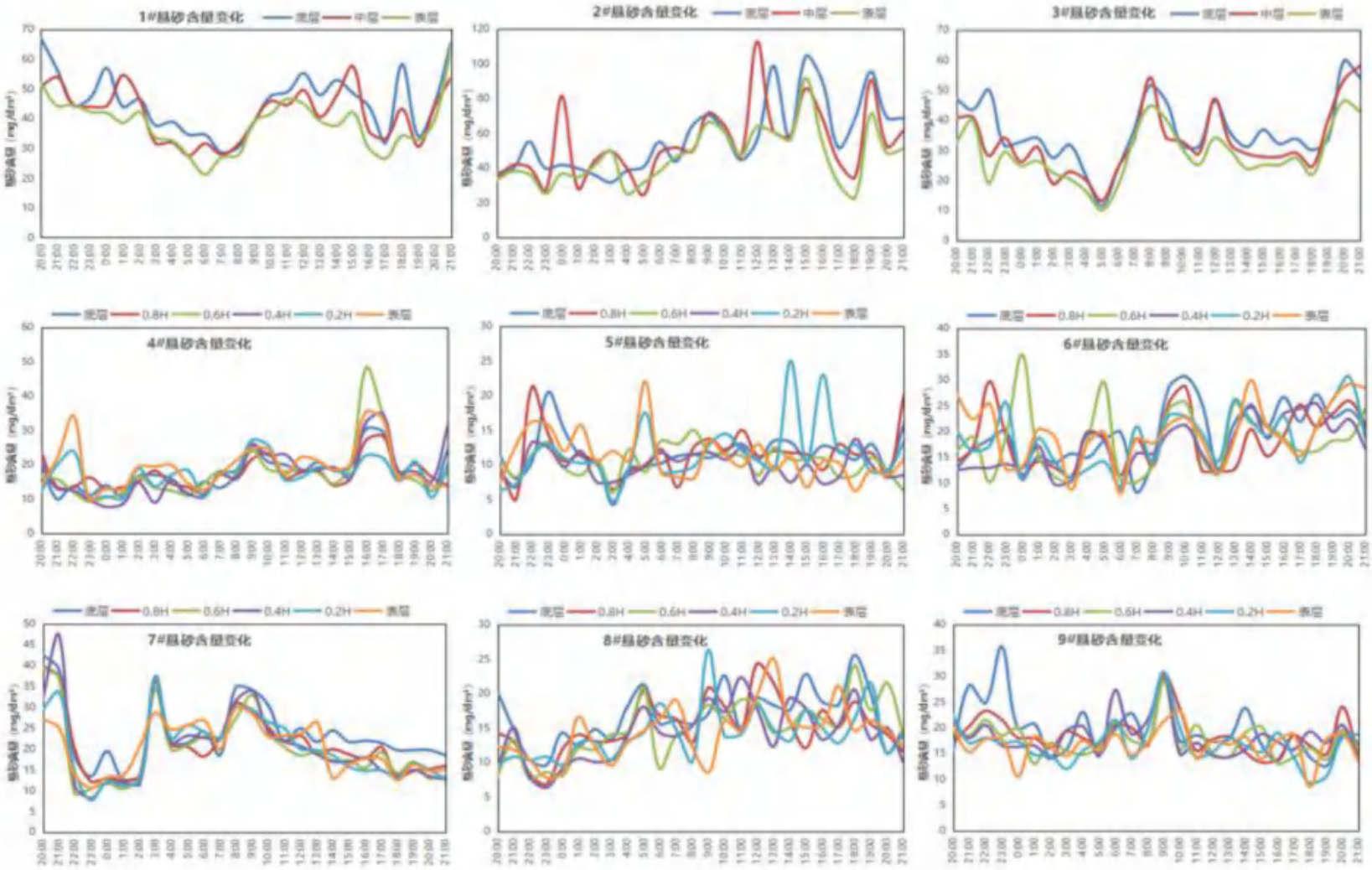


图 6-17 悬砂含量变化曲线图（春季）

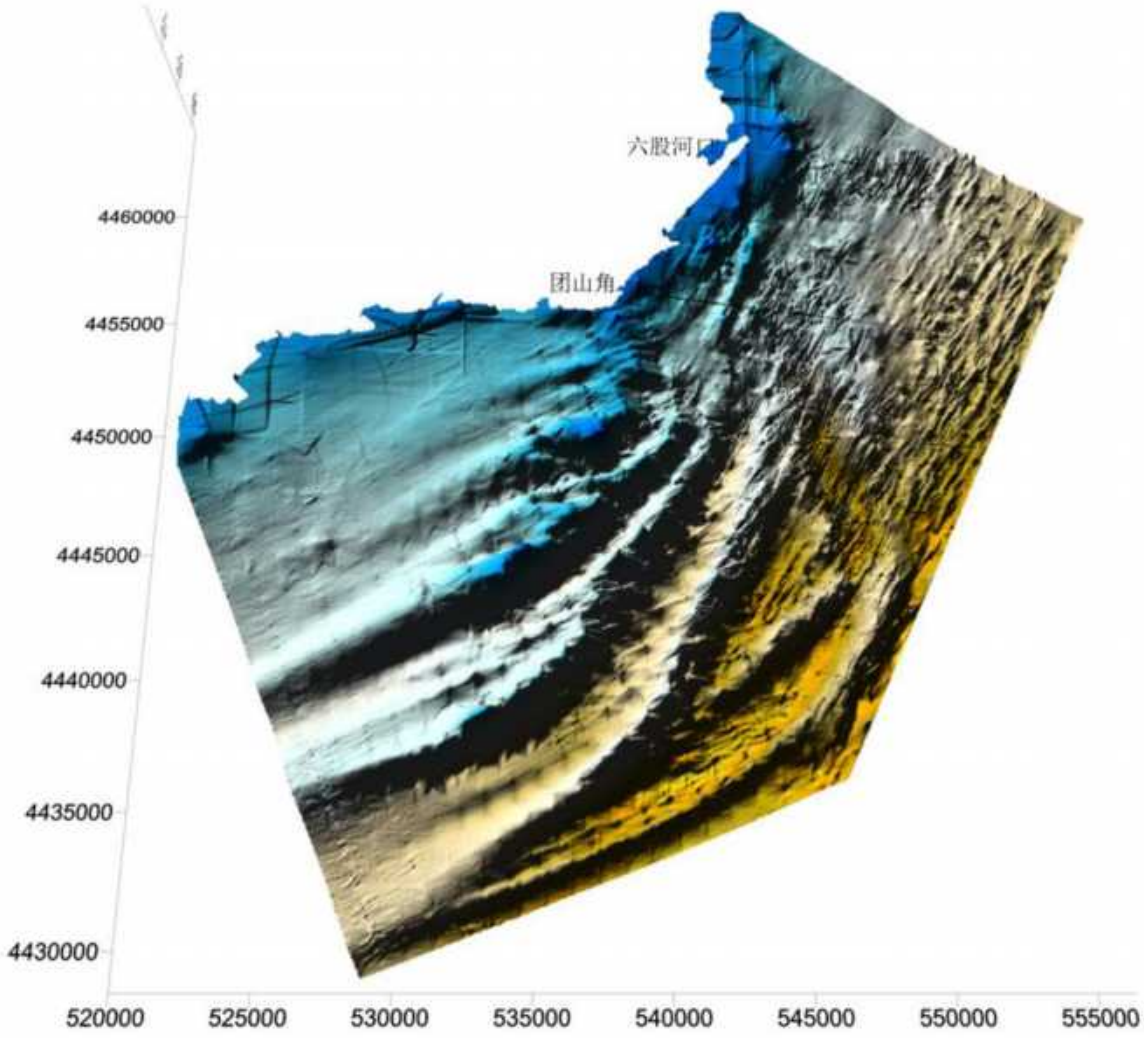
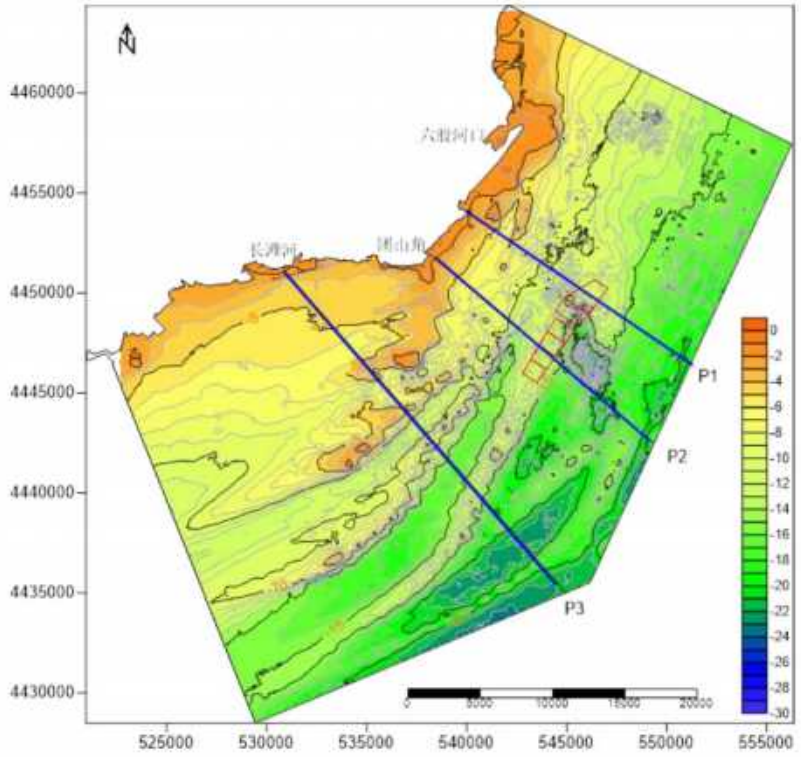
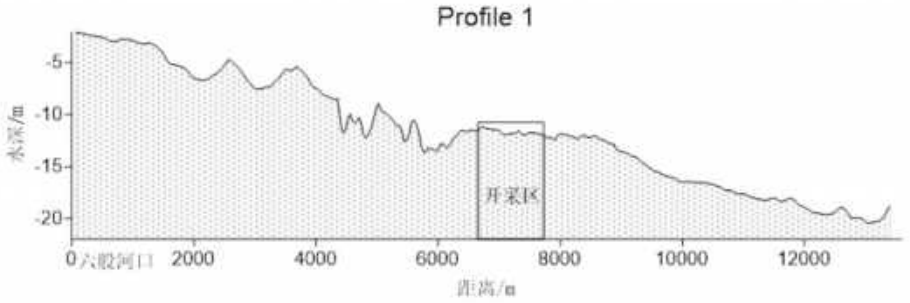
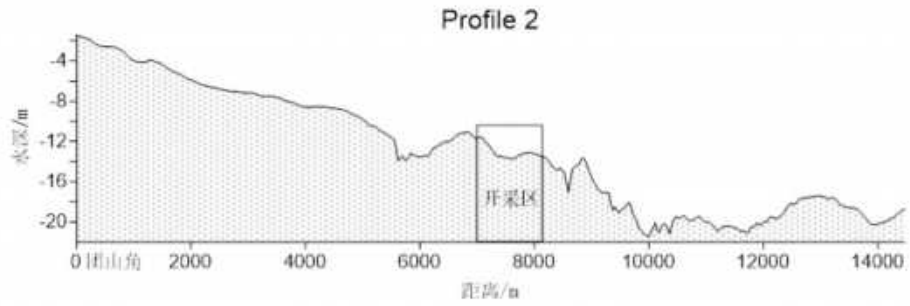


图 6-18 工程海域水下地形三维图（水深为理论深度基准面）


N
4460000
4455000
4450000
4445000
4440000
4435000
4430000
525000
530000
535000
540000
545000
550000
555000
六股河口
长滩河
团山角
P1
P2
P3
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
-20
-22
-24
-26
-28
-30


Profile 1
水深/m
-5
-10
-15
-20
开采区
0 六股河口
2000
4000
6000
8000
10000
12000
距离/m


Profile 2
水深/m
-4
-8
-12
-16
-20
开采区
0 团山角
2000
4000
6000
8000
10000
12000
14000
距离/m

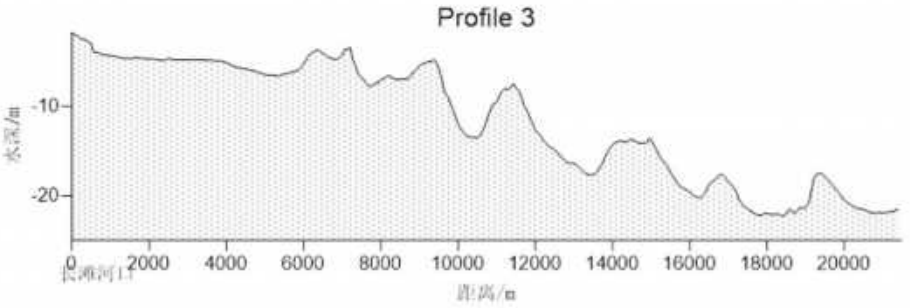

Profile 3
水深/m
-10
-20
0 长滩河口
2000
4000
6000
8000
10000
12000
14000
16000
18000
20000
距离/m

图 6-19 工程海域水下地形剖面图（理论深度基准面）



图 6-20 工程区两处砂坑区域位置图

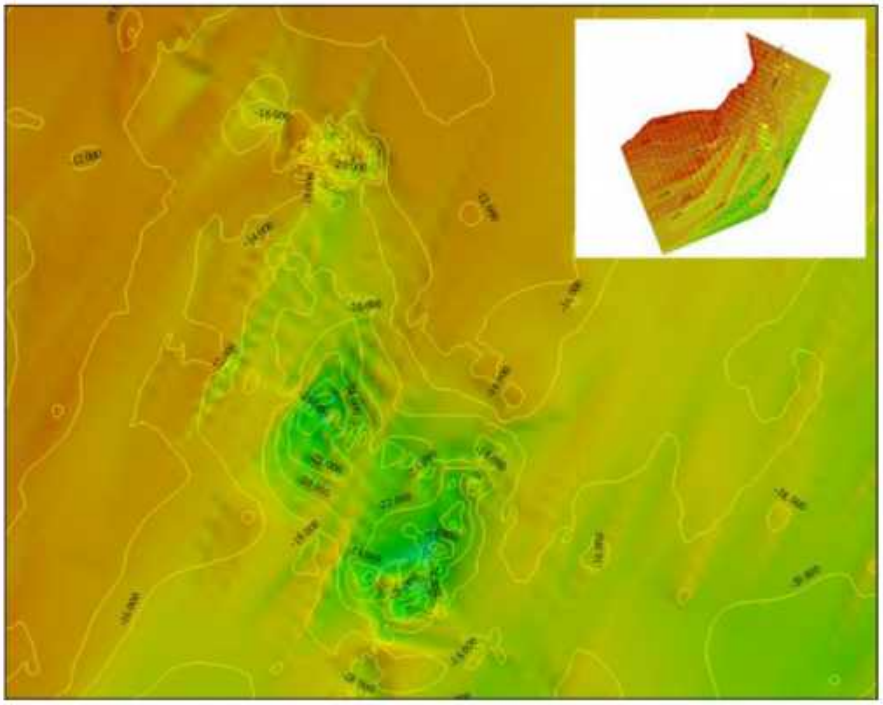


图 6-21 工程区两处砂坑区域地形示意图

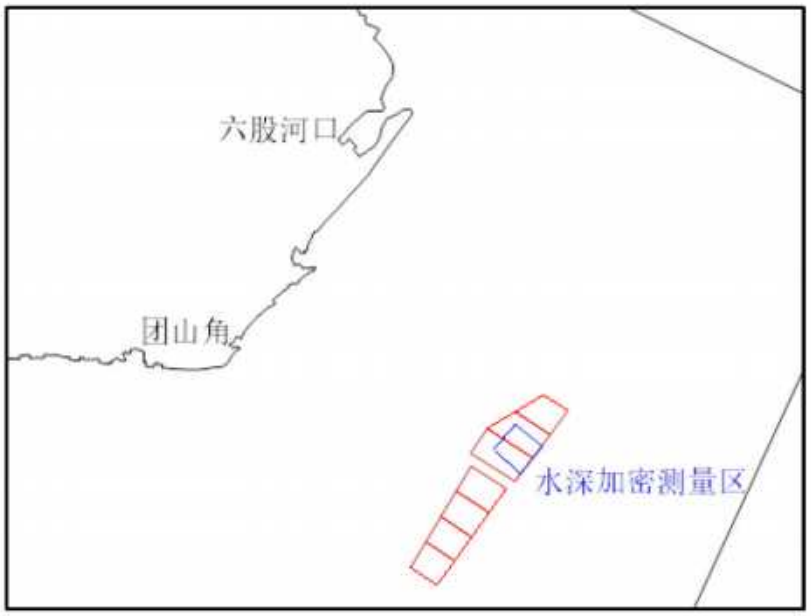


图 6-22 水深加密测量区位置图

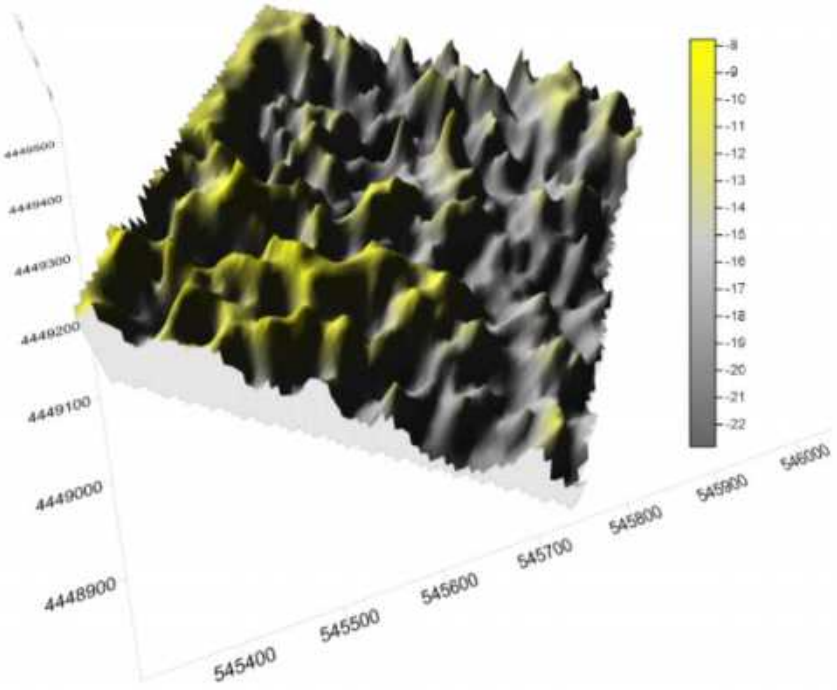


图 6-23 加密测量区水深地形三维图

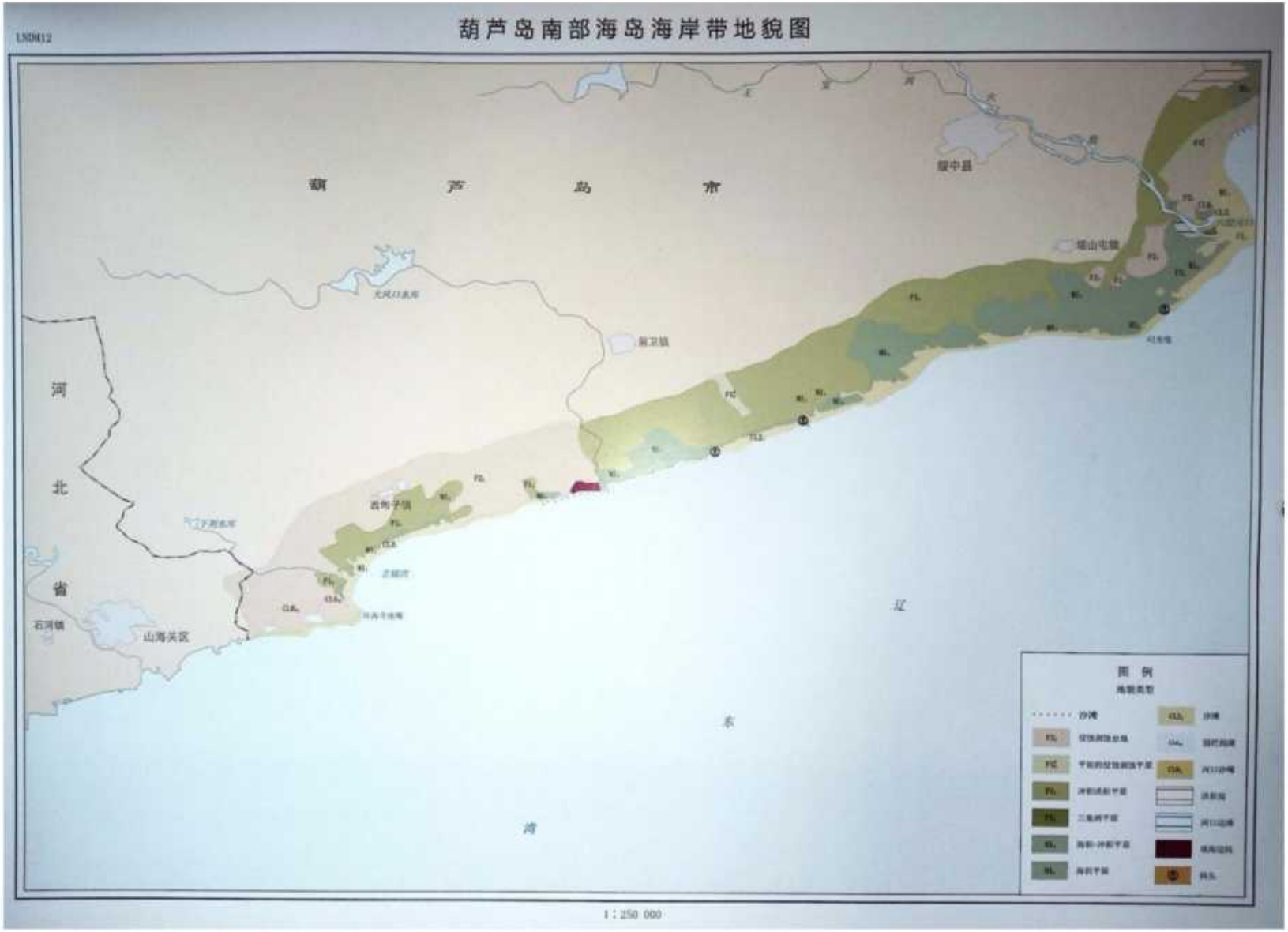


图 6-24 工程海域海岸地貌图（引自《中国近海海洋图集（辽宁省海岛海岸带）》）

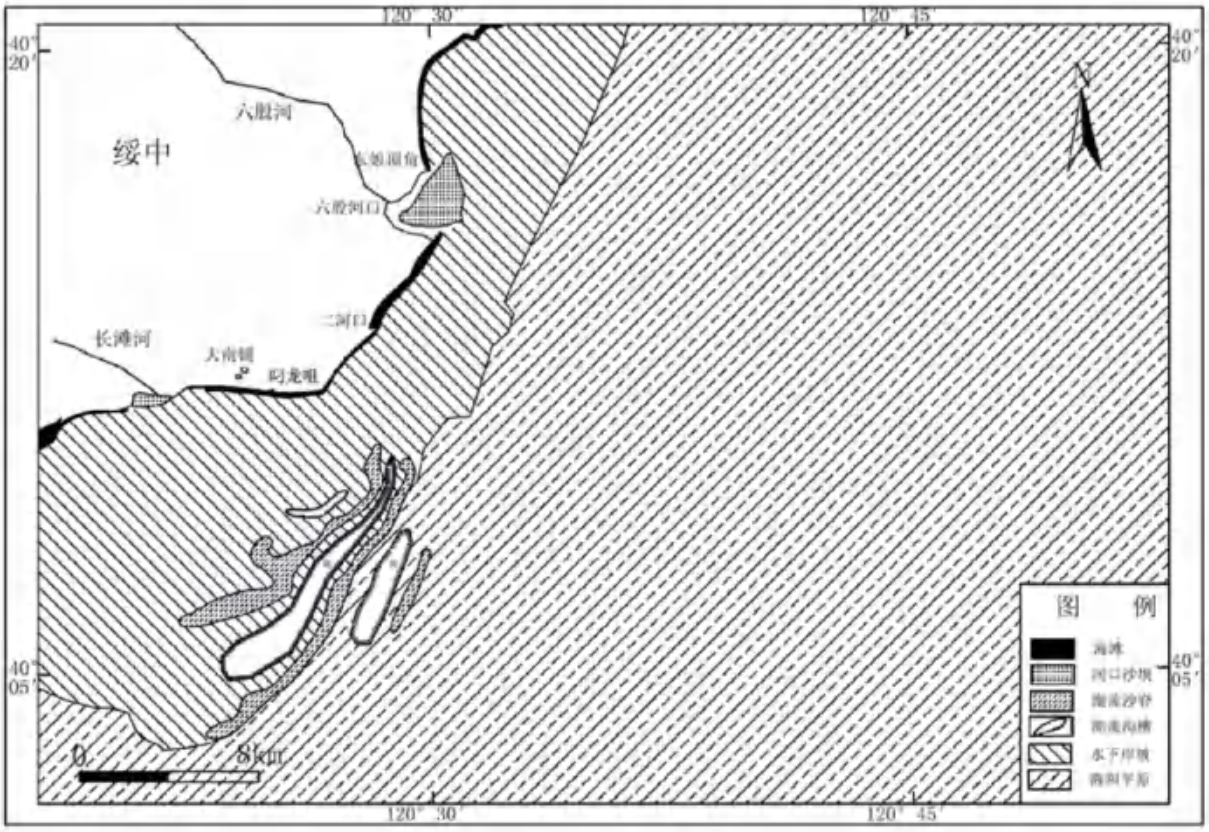


图 6-25 工程海域海底地貌图

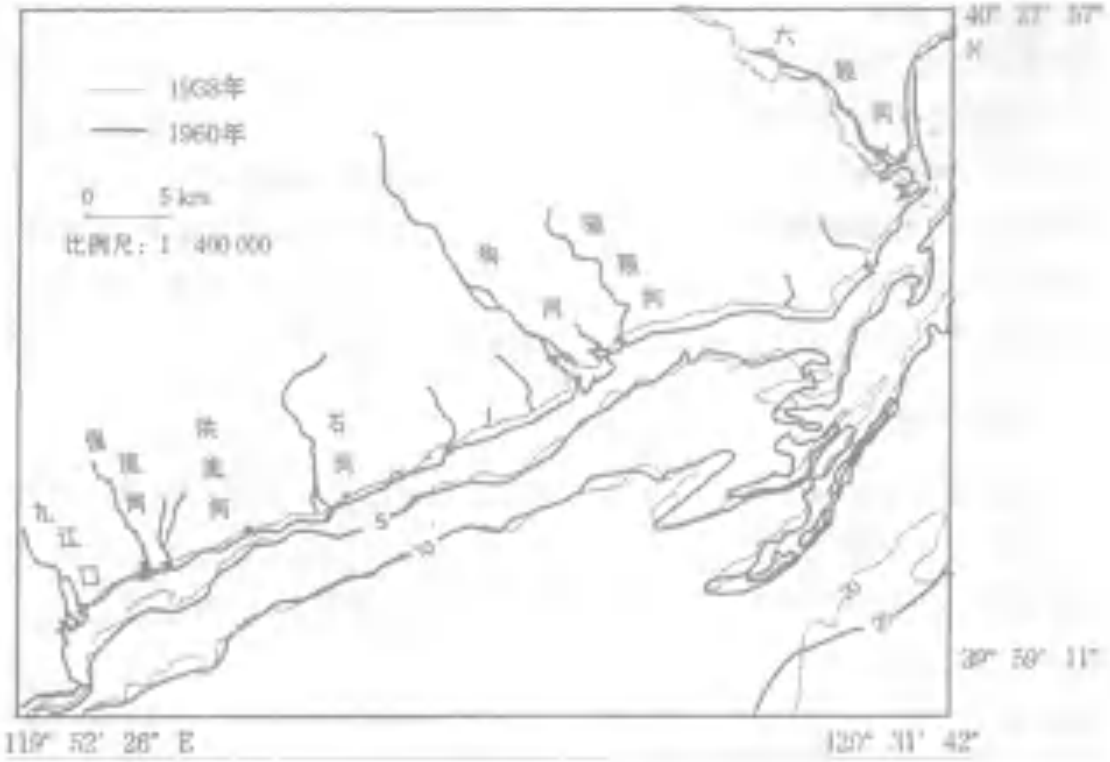


图 6-26 1938 年和 1960 年岸线及等深线对比



图 6-27 工程海域河口区围填海养殖活动示意图（遥感图为 2004 年）

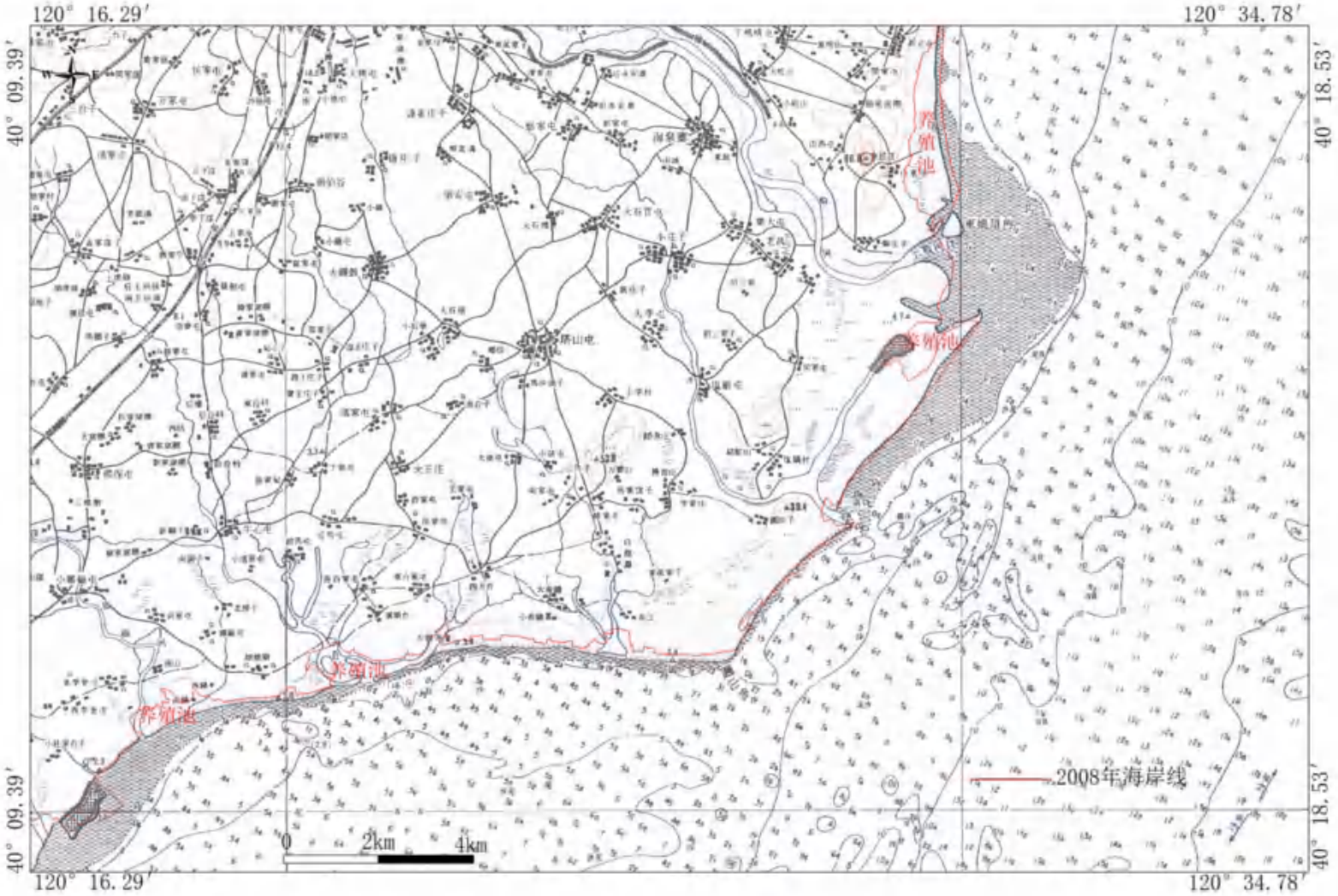


图 6-28 1959 与 2008 年海岸线对比示意图（底图为 1959 年海图）

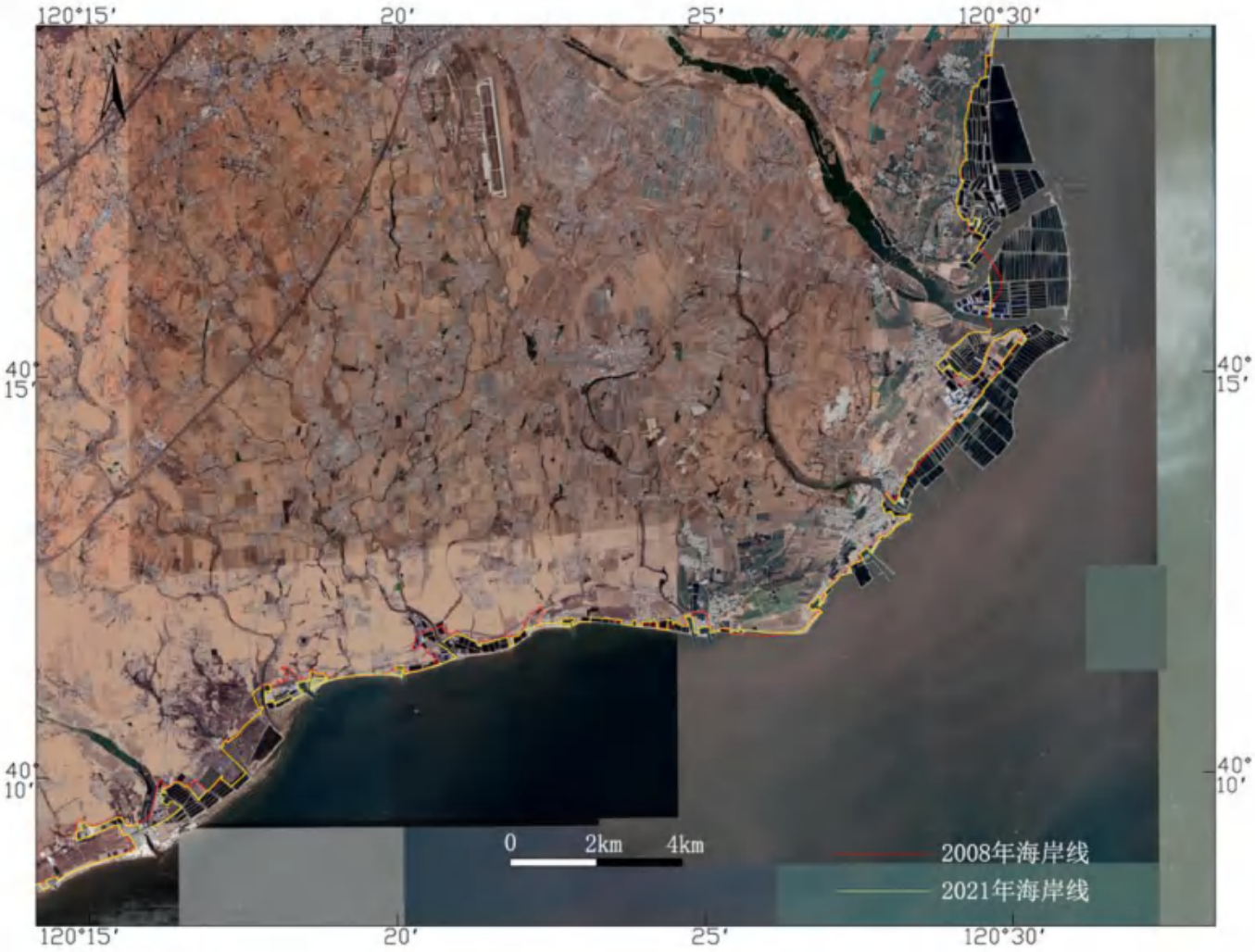


图 6-29 2008 年-2021 年海岸线对比示意图（底图为 2020 年遥感图）

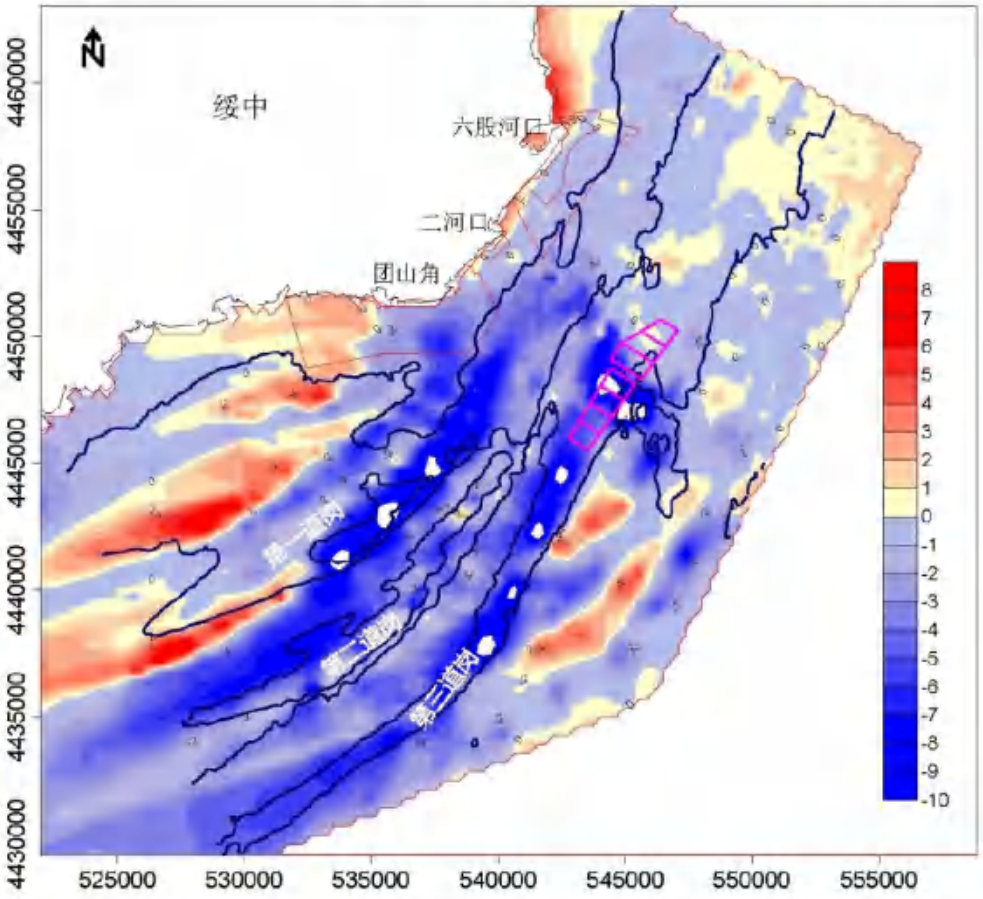


图 6-30 工程海域 2008-2023 年海底实测水深地形变化图

（负值为冲刷，正直为淤积，单位：m）

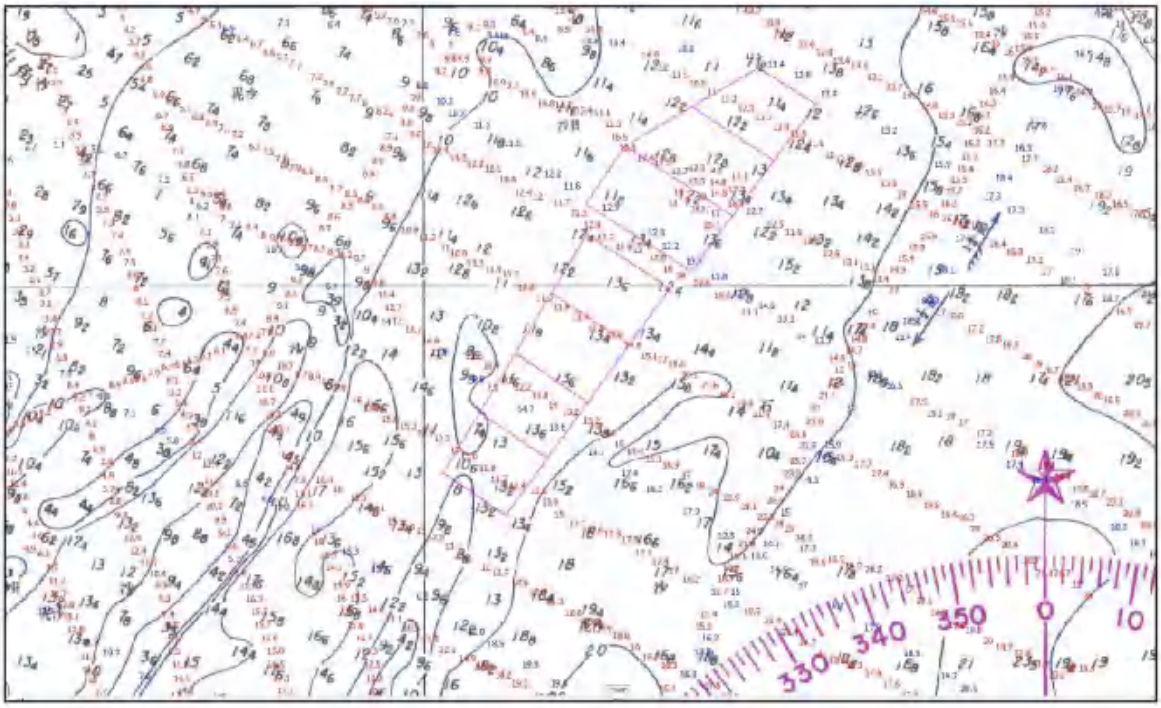


图 6-31 海砂拟开采区 1959-2008-2023 年海底水深值变化示意图

（底图为 1959 年海图，蓝色数据为 2008 年测深值，红色为 2023 年测深值，紫色线为海砂开采选划区）

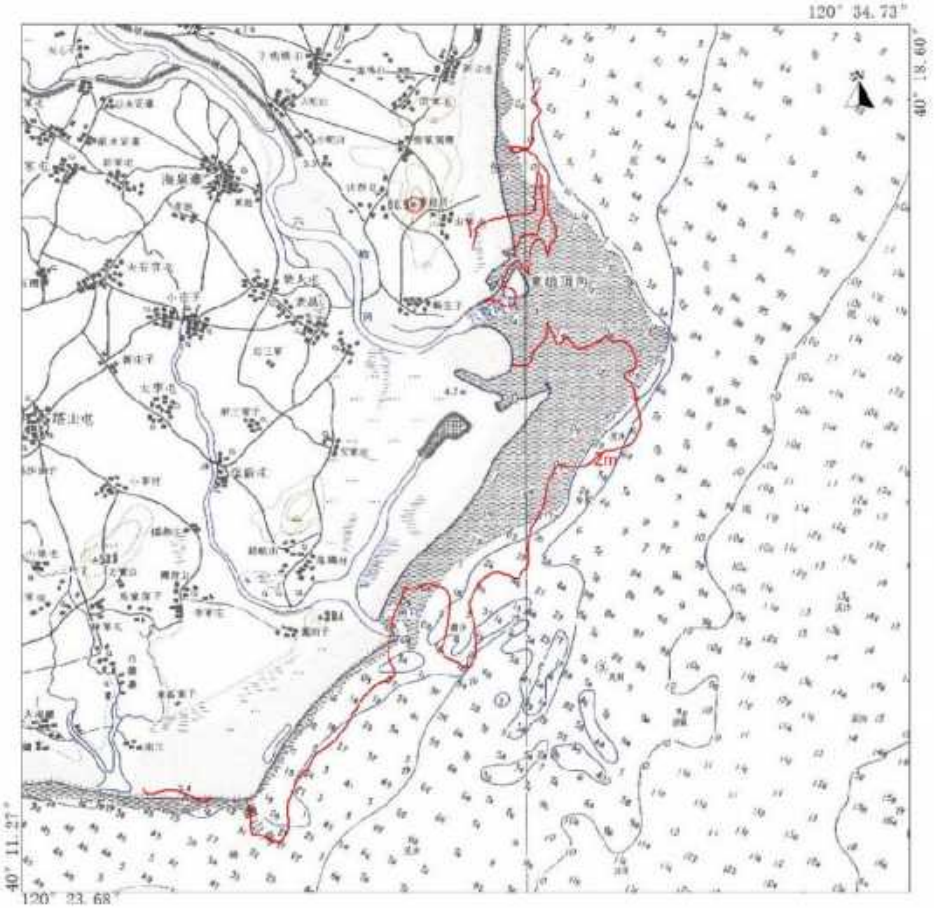


图 6-32 1959-2023 年 2m 等深线变化（底图为 1959 年海图）

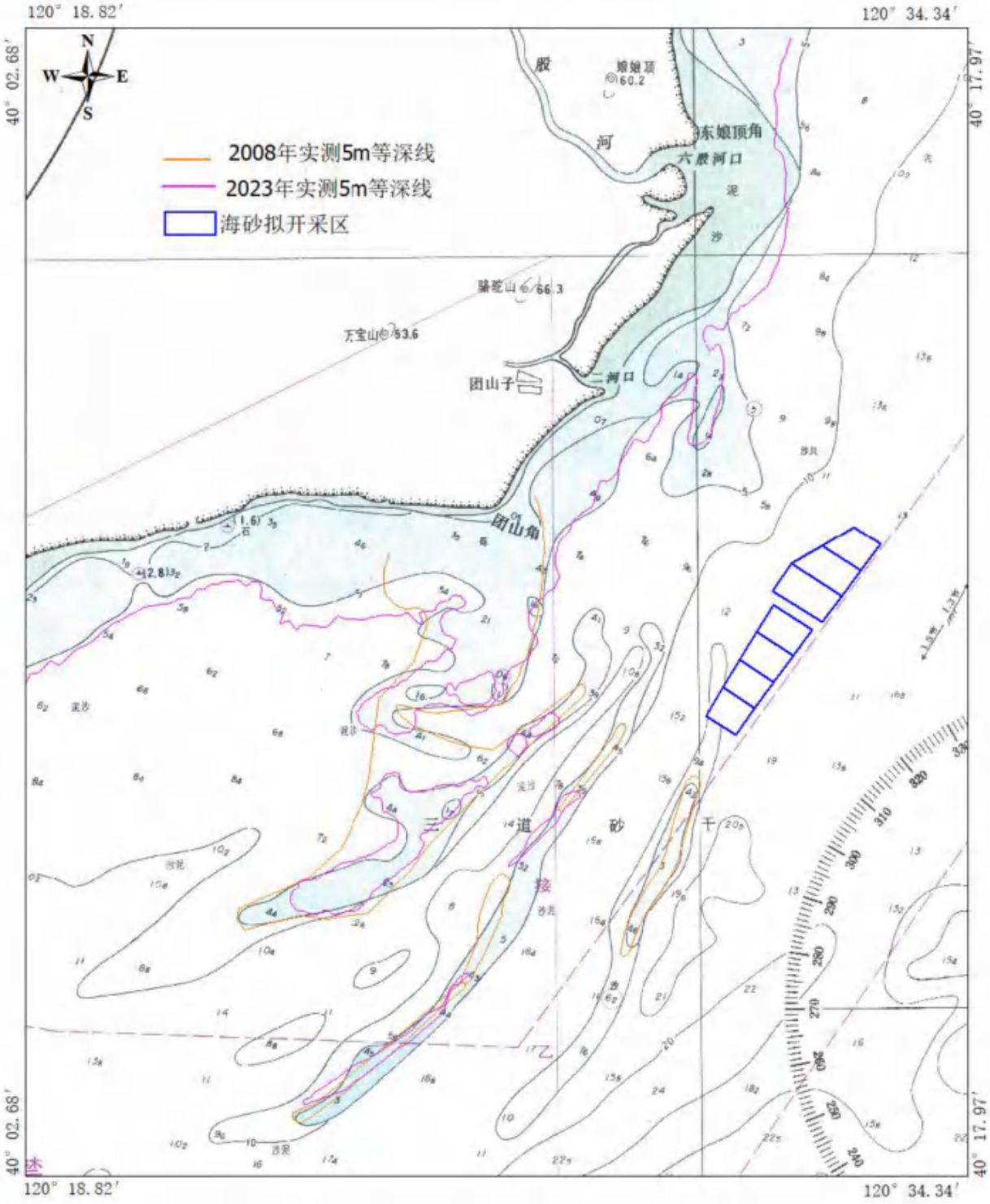


图 6-33 工程海域 1959-2023 年海底 5m 等深线冲淤变化

（底图为 1959 年海图）

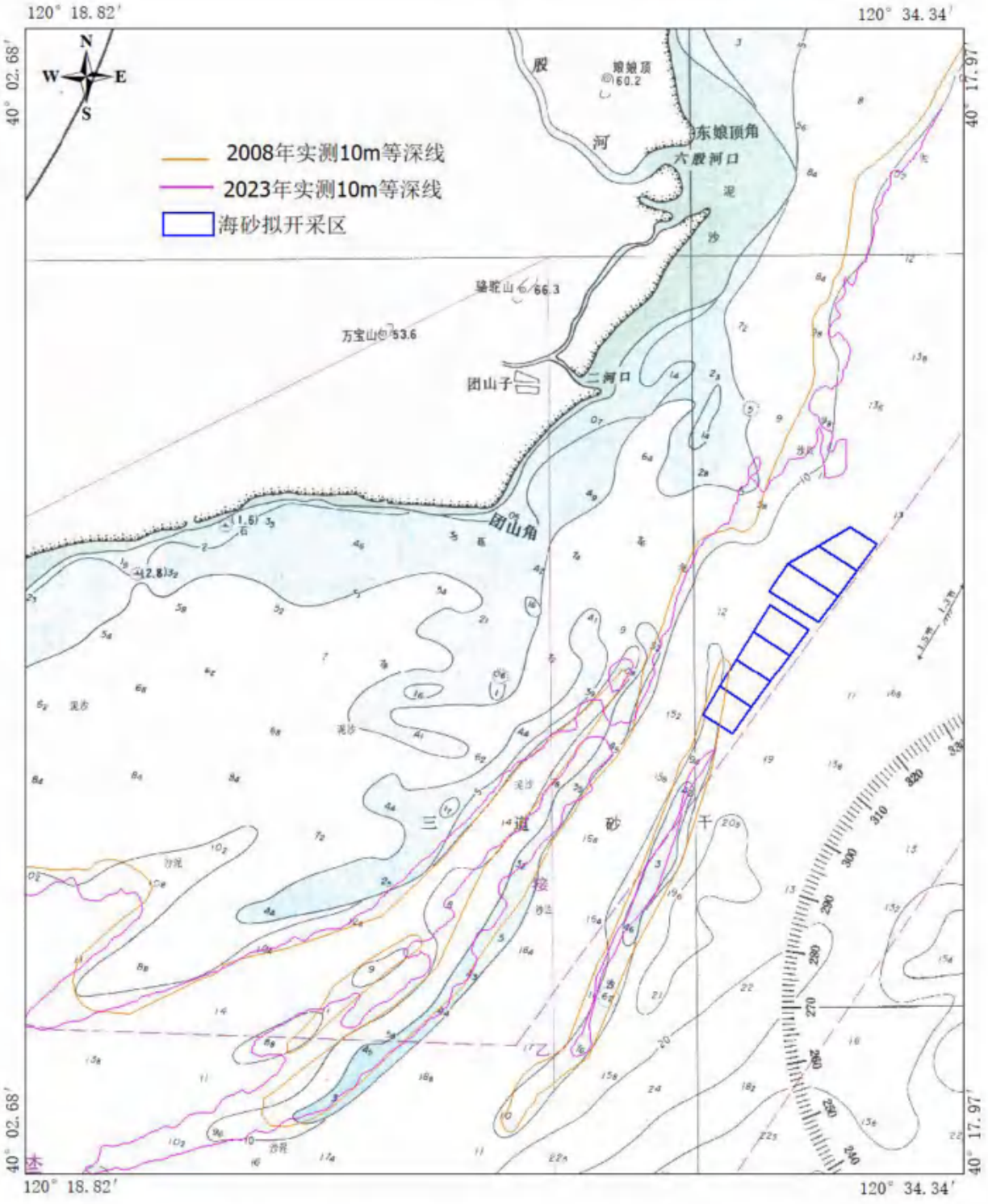


图 6-34 工程海域 1959-2023 年海底 10m 等深线冲淤变化

（底图为 1959 年海图）

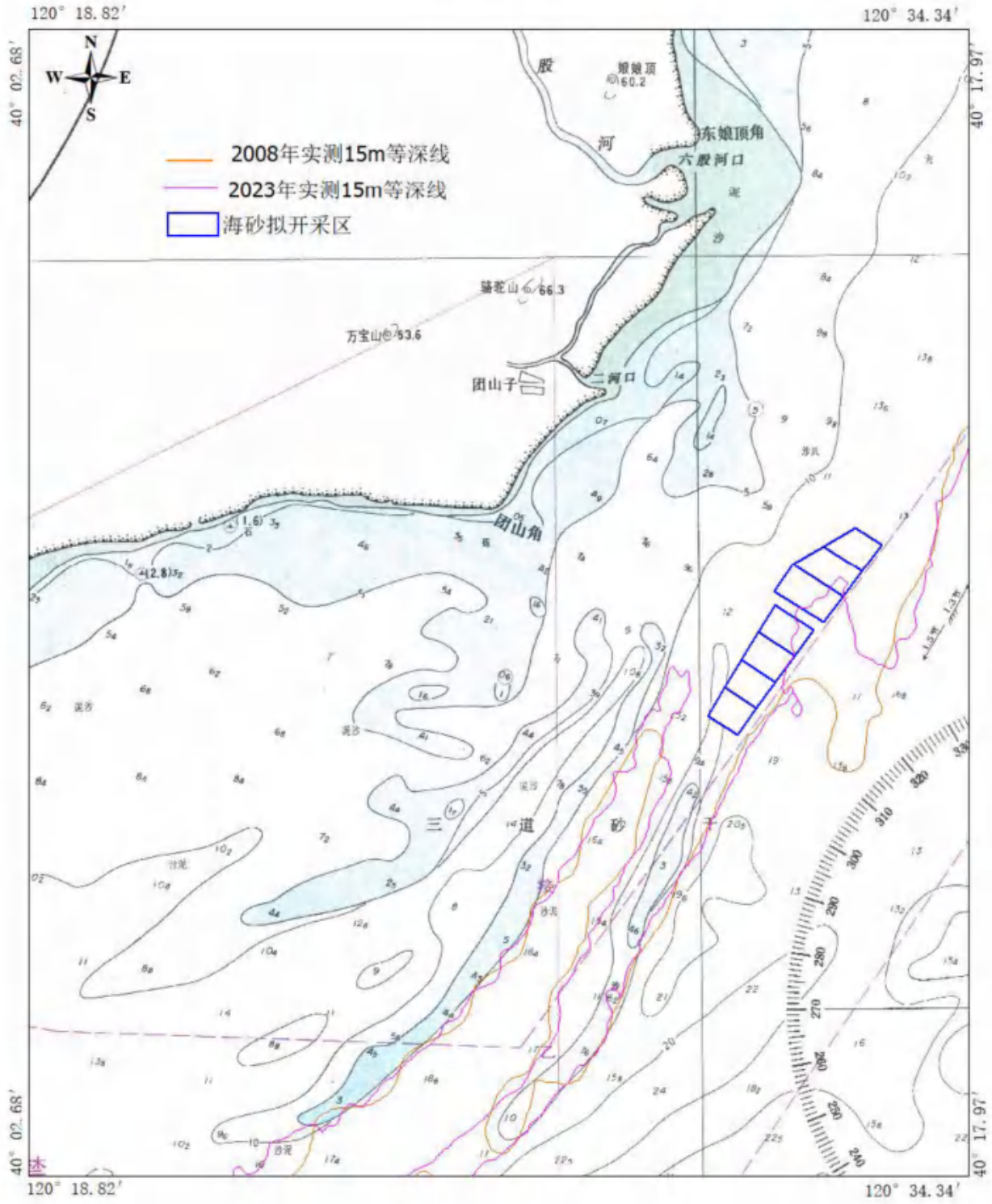


图 6-35 工程海域 1959-2008-2023 年海底 15m 等深线冲淤变化

（底图为 1959 年海图）

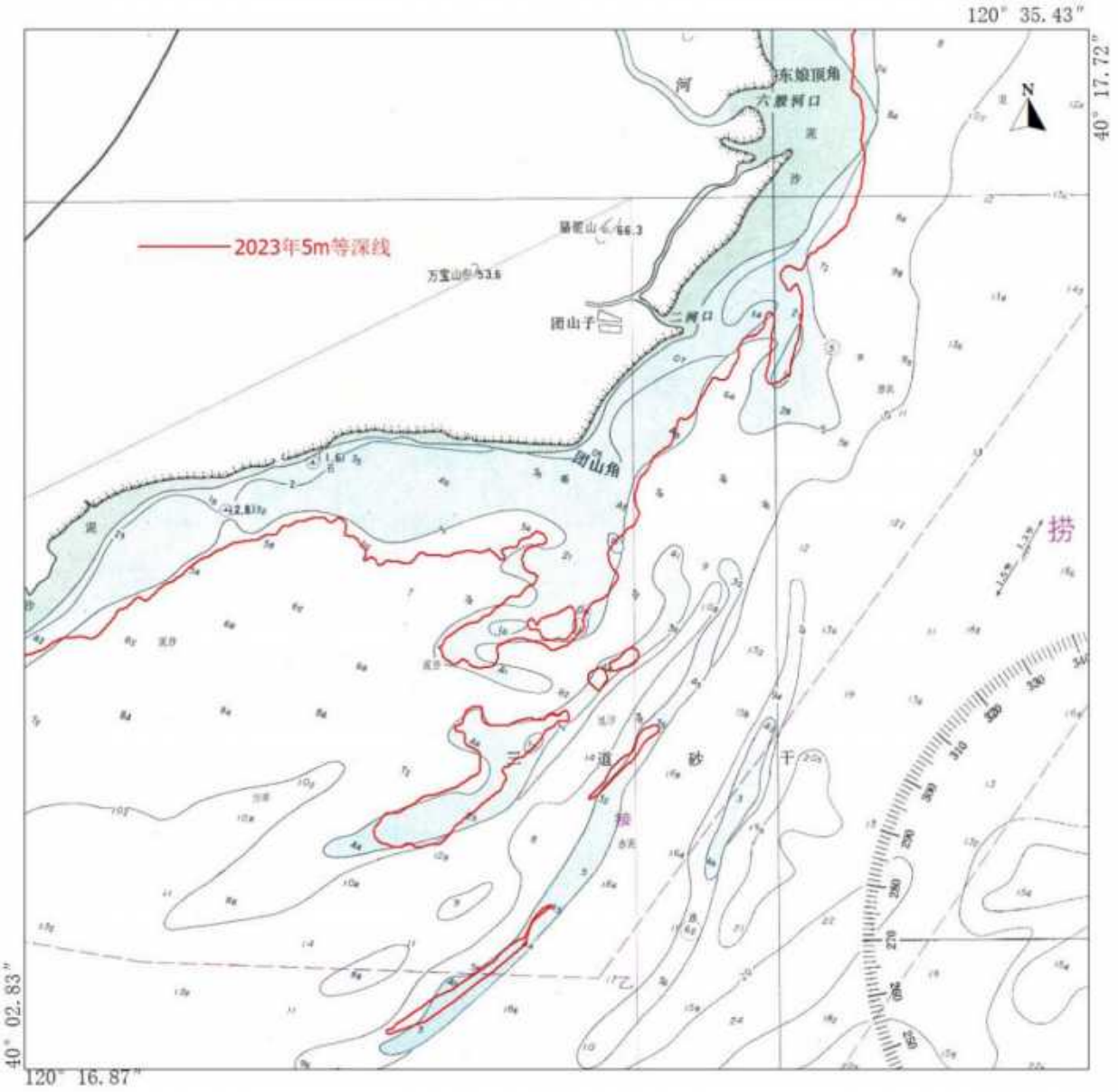


图 6-36 工程海域 1959-2023 年海底 5m 等深线冲淤变化

（底图为 1959 年海图）

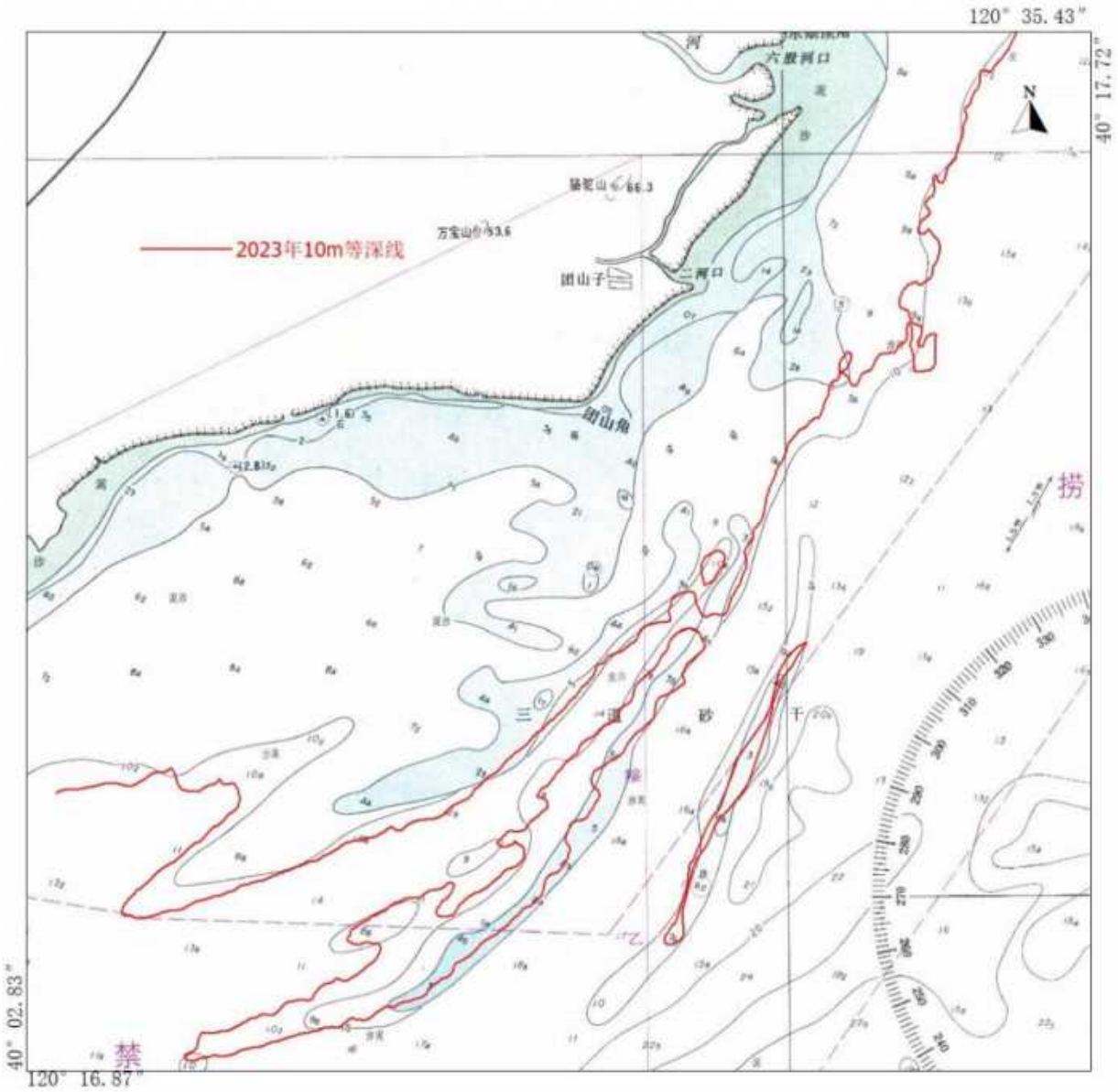


图 6-37 工程海域 1959-2023 年海底 10m 等深线冲淤变化

（底图为 1959 年海图）

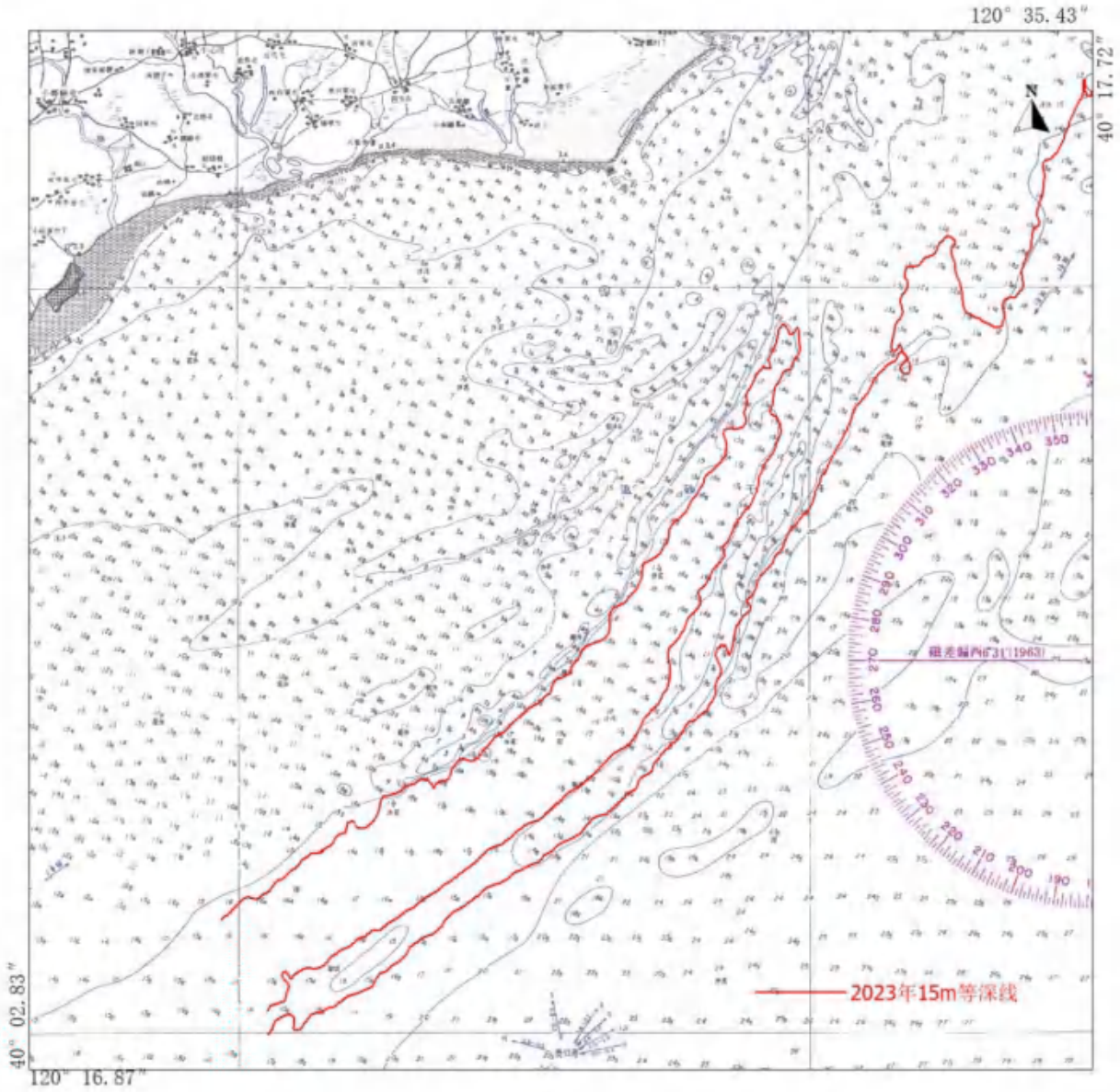


图 6-38 工程海域 1959-2023 年海底 15m 等深线冲淤变化

（底图为 1959 年海图）

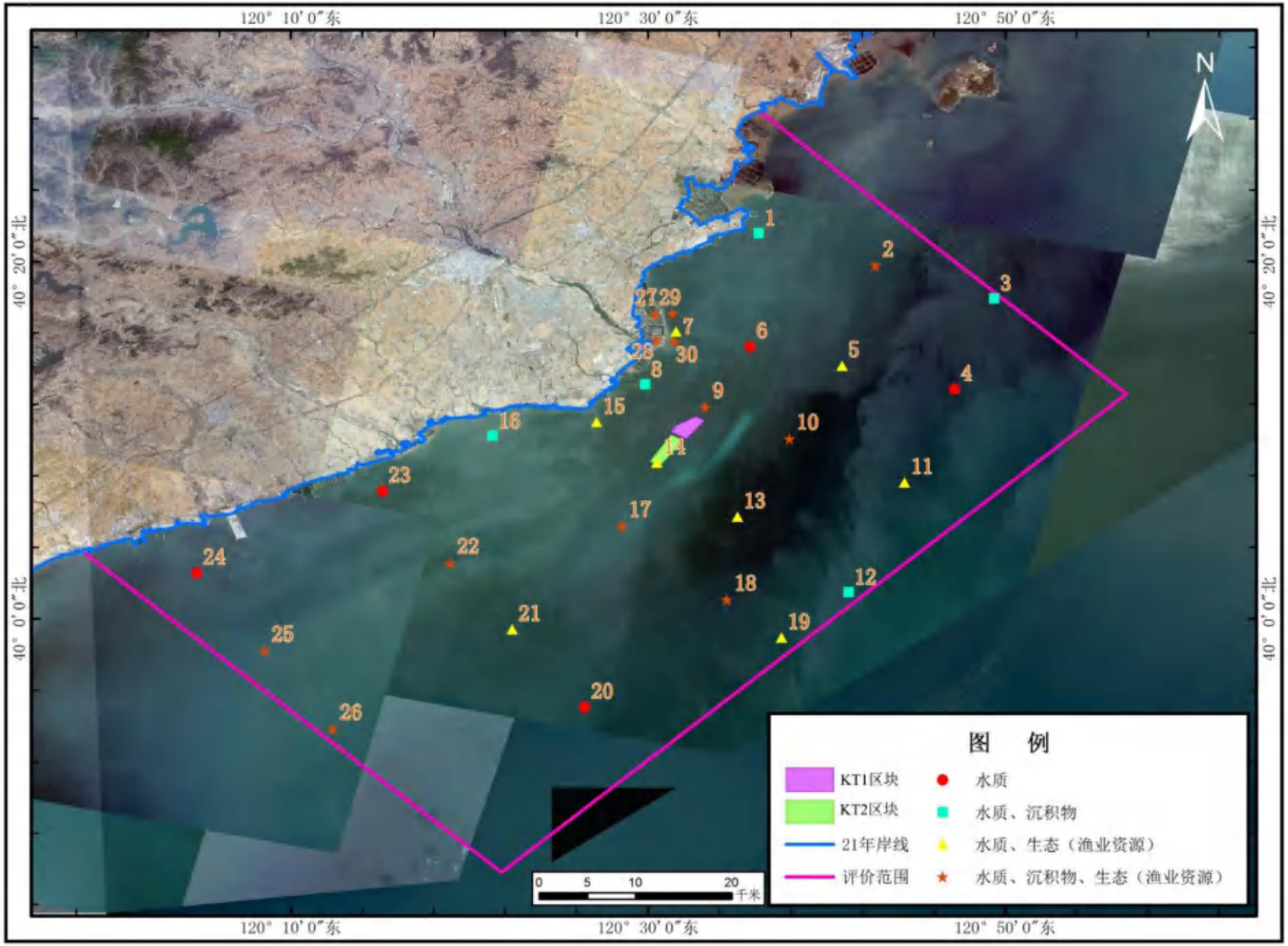

120° 10′0″东
120° 30′0″东
120° 50′0″东
40° 20′0″北
40° 0′0″北
N
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
图 例
KT1区块
KT2区块
21年岸线
评价范围
水质
水质、沉积物
水质、生态（渔业资源）
水质、沉积物、生态（渔业资源）
0 5 10 20
千米

图 6-39 调查站位图

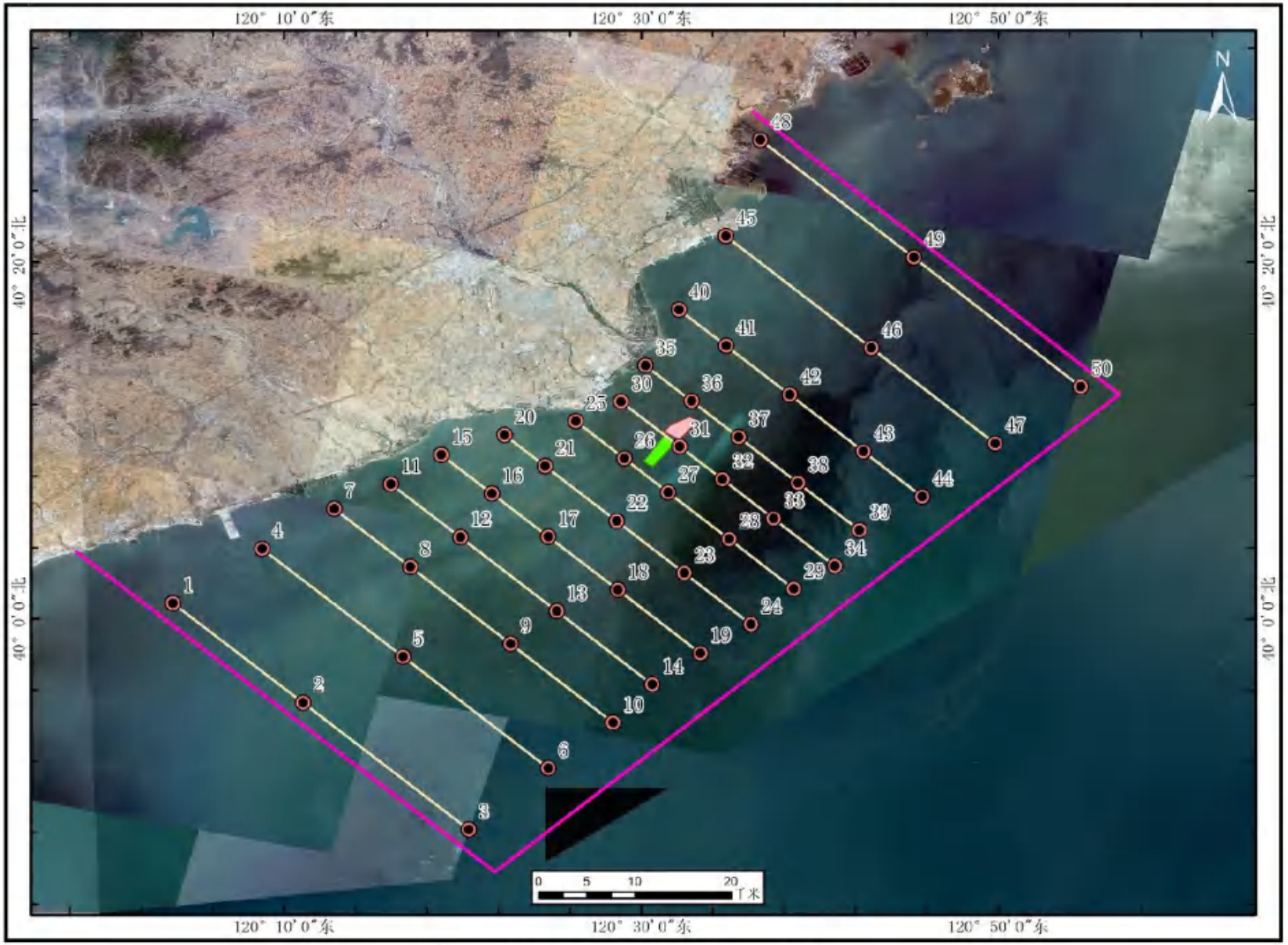


图 6-40 表层沉积物粒度调查测线与站位图

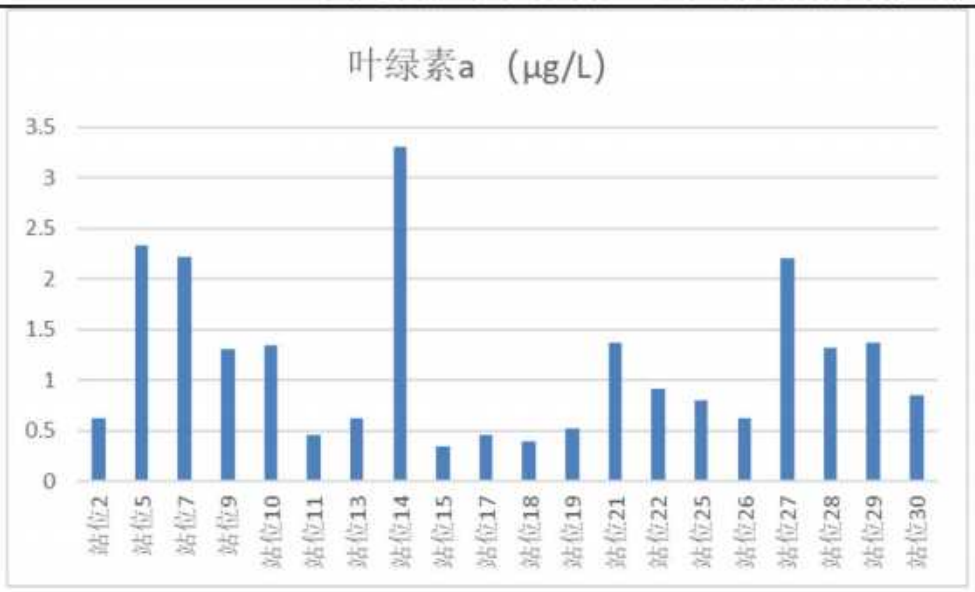


图 6-41 调查海域秋季叶绿素 a（μg/L)的调查结果

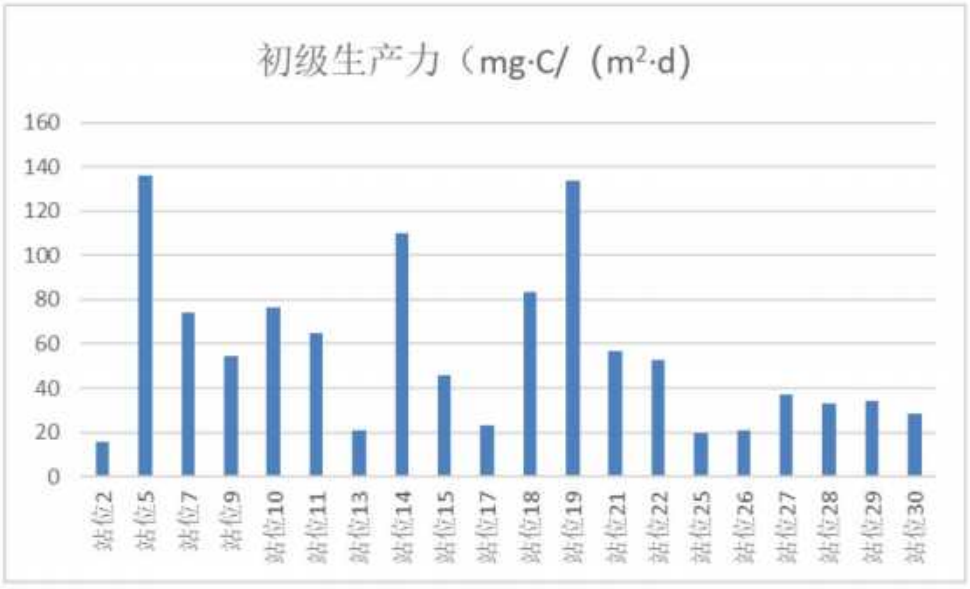


图 6-42 调查海域秋季初级生产力（mg・C/（m²・d））调查结果

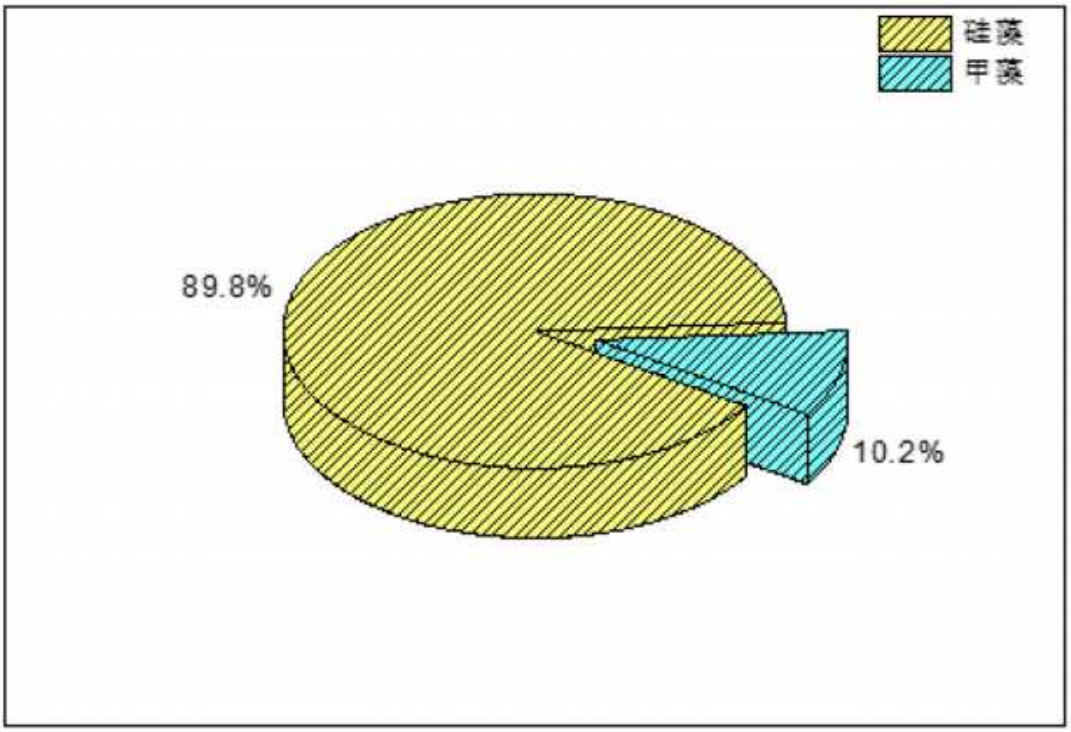


图 6-43 调查区域秋季物种组成百比

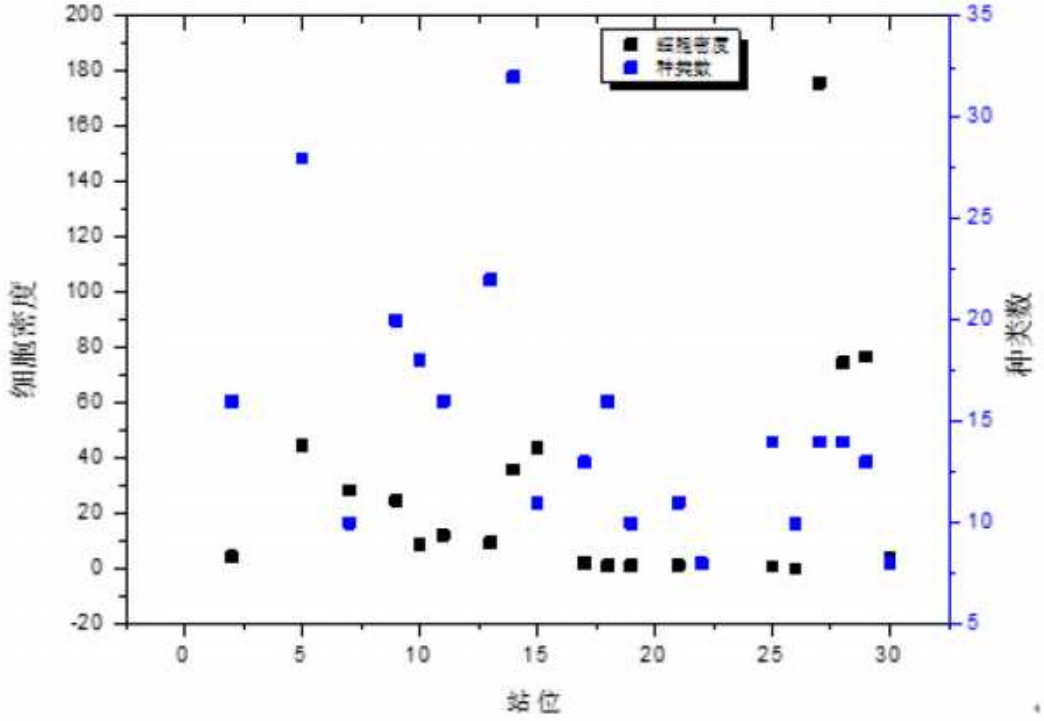


图 6-44 调查海域浮游植物秋季细胞密度和种类数统计图

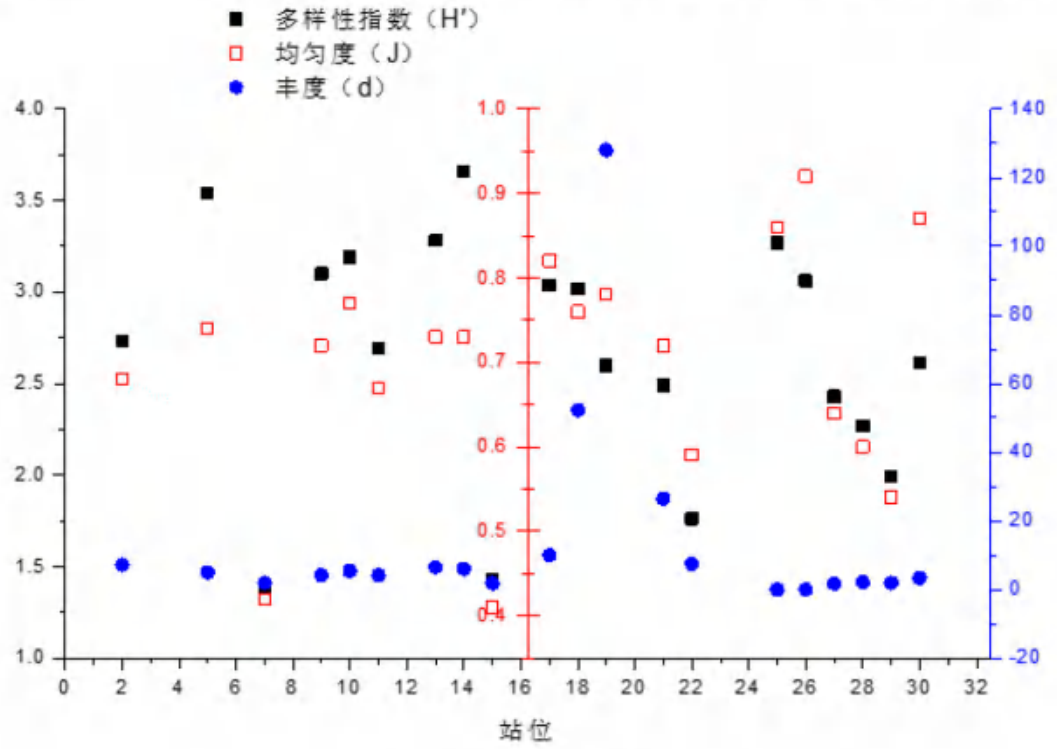


图 6-45 调查海域秋季浮游植物群落结构主要参数统计

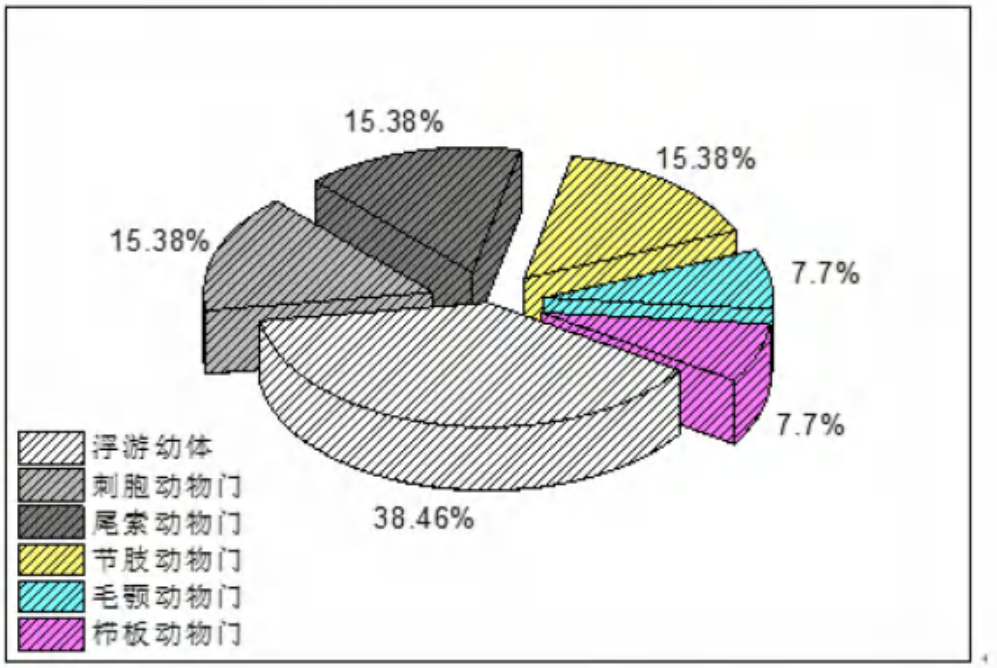


图 6-46 调查海域秋季浮游动物种类组成与分布

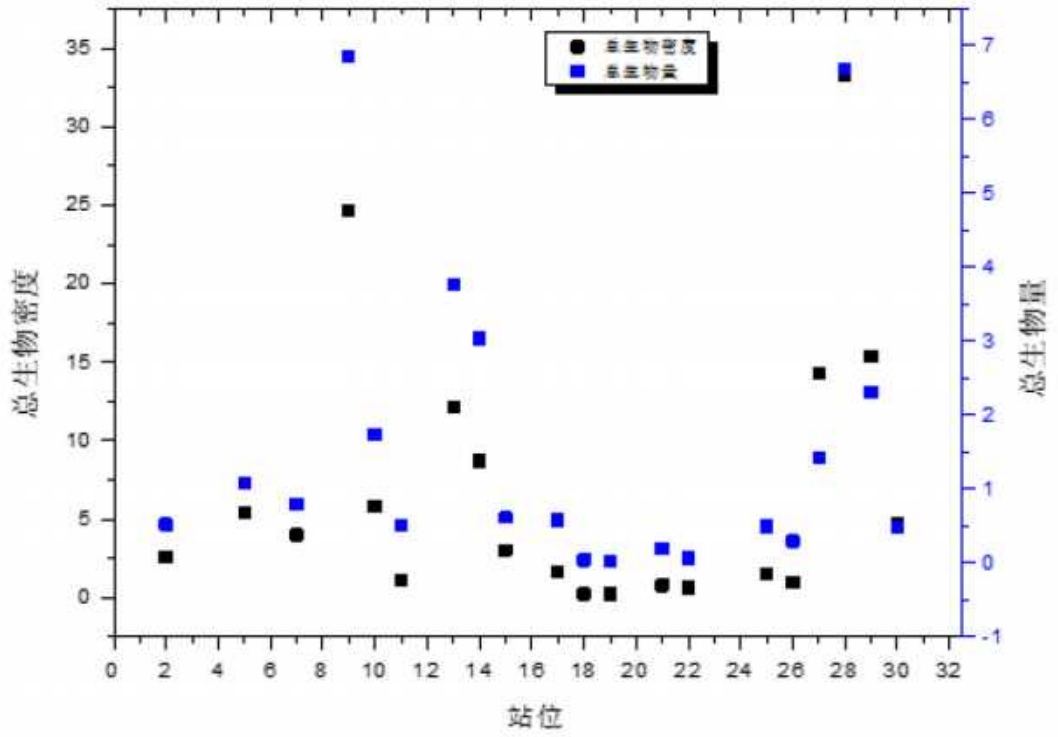


图 6-47 调查海域浮游动物秋季生物密度和生物量统计图

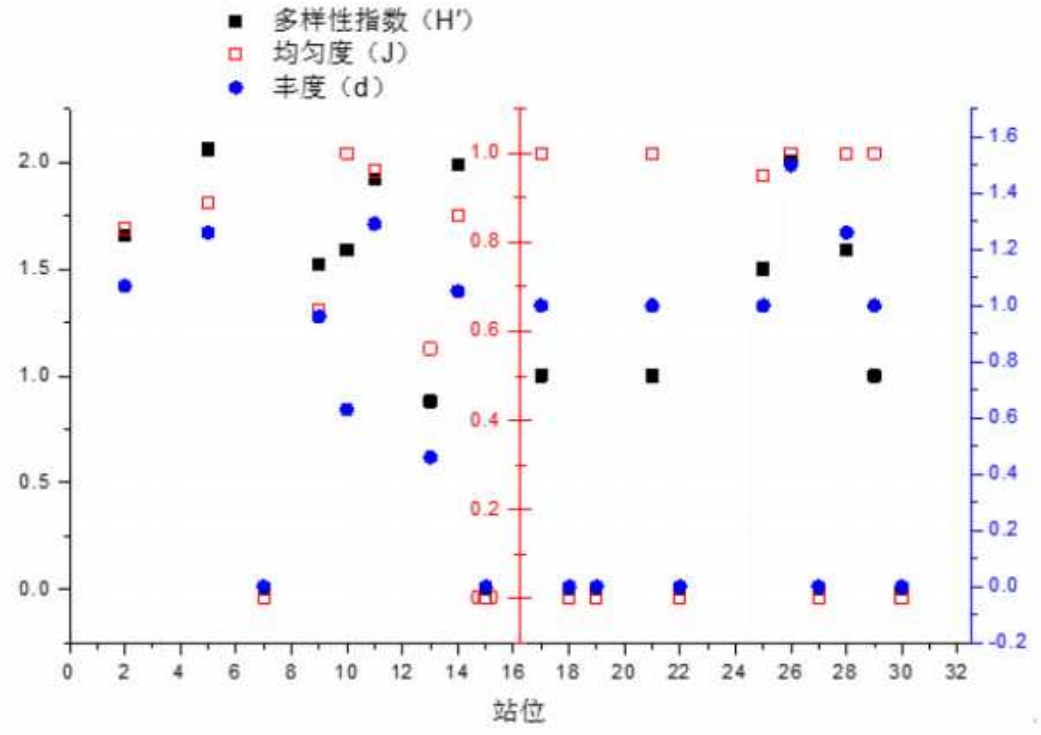


图 6-48 调查海域秋季浮游动物群落结构主要参数统计

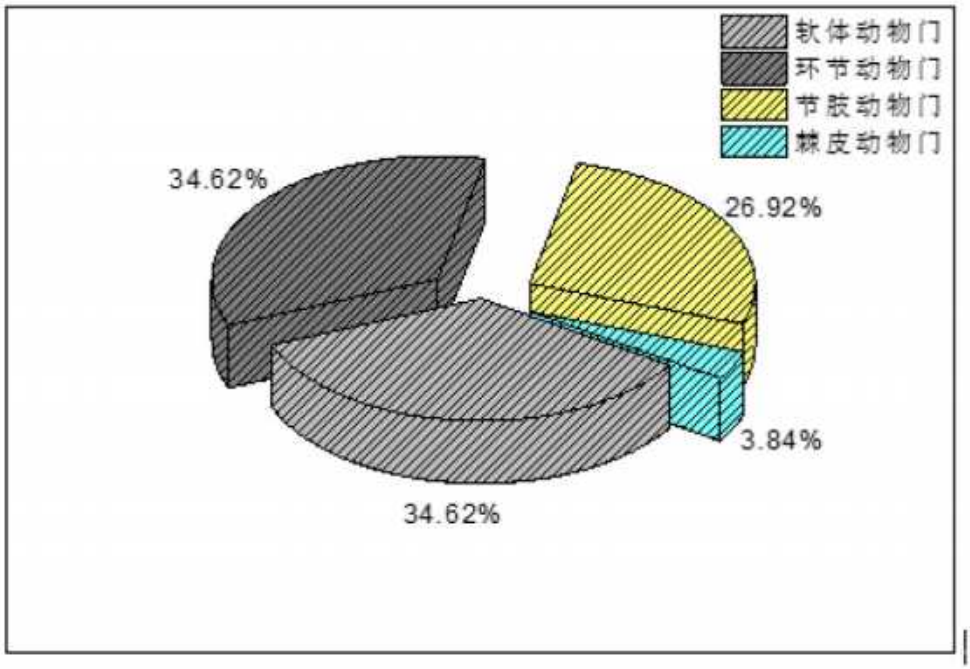


图 6-49 调查海域秋季大型底栖动物动物种类组成与分布

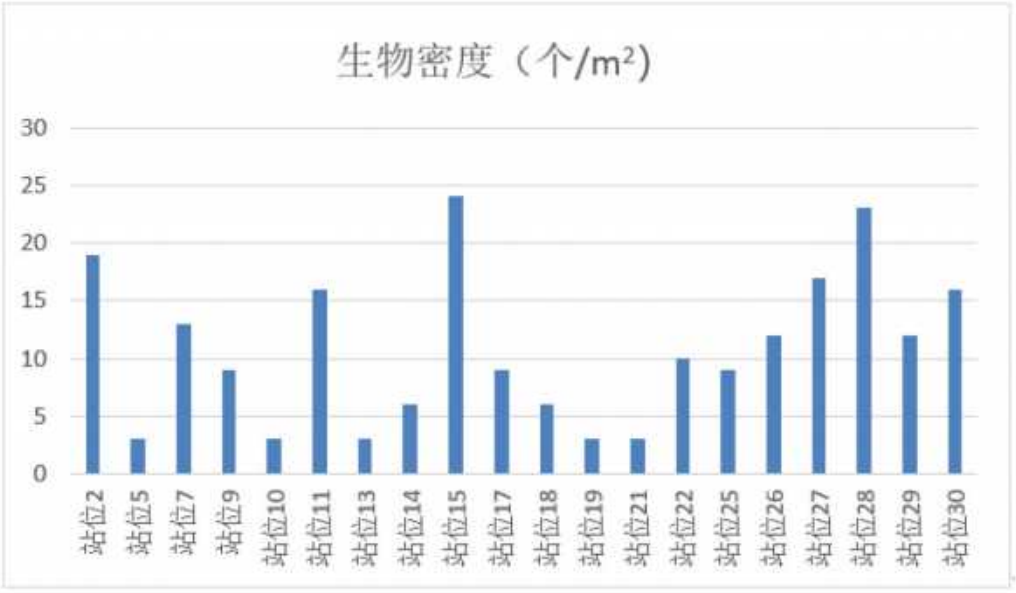


图 6-50 调查海域秋季大型底栖生物栖息密度分布（个/m²）

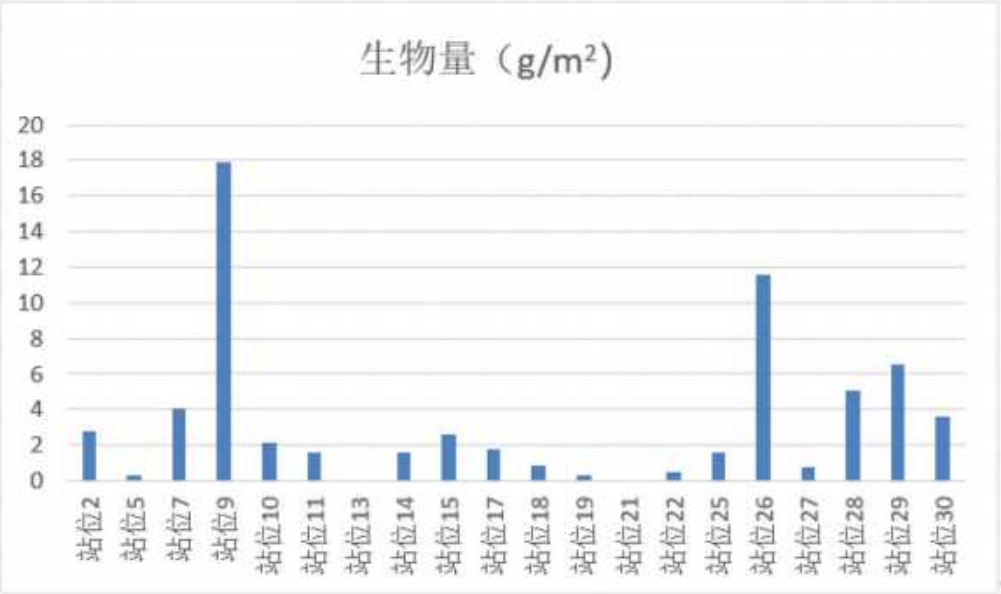


图 6-51 调查海域秋季大型底栖生物生物量分布（g/m²）

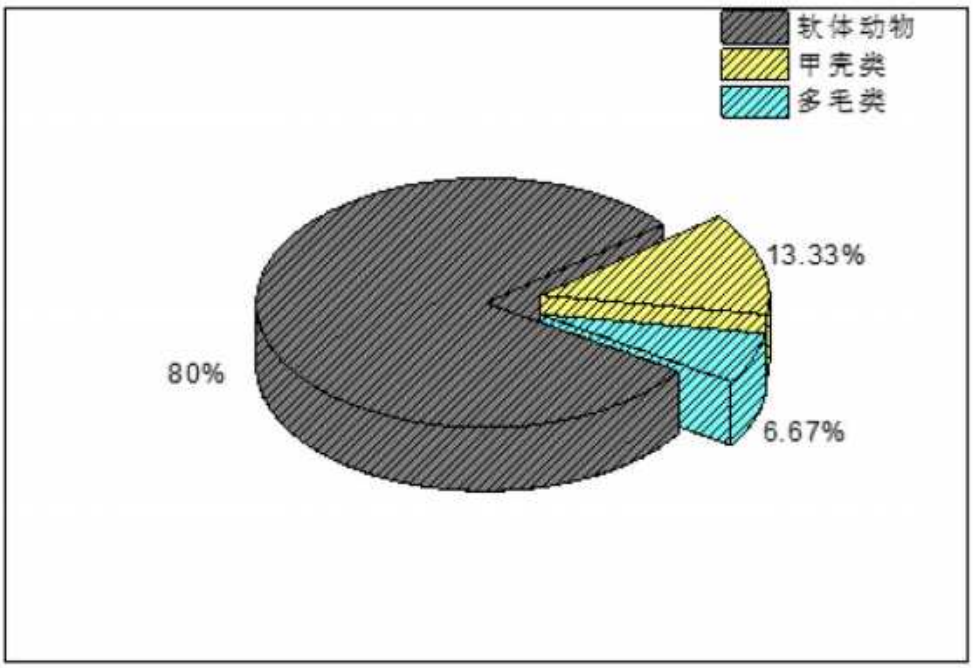


图 6-52 调查海域秋季潮间带生物种类组成百分比



图 6-53 调查区域秋季潮间带生物各站位栖息密度和生物量

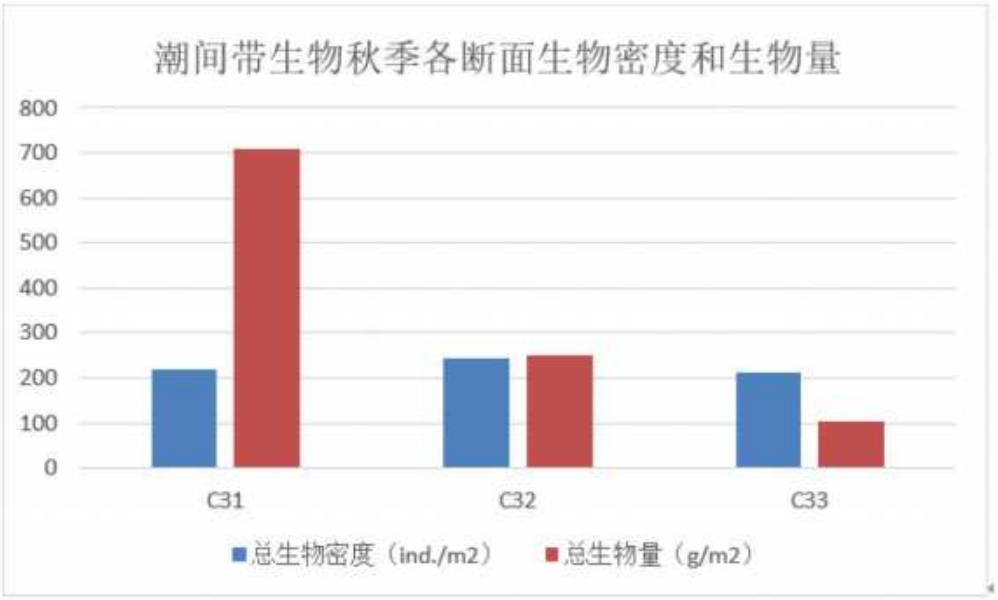


图 6-54 调查区域秋季潮间带生物各断面栖息密度和生物量

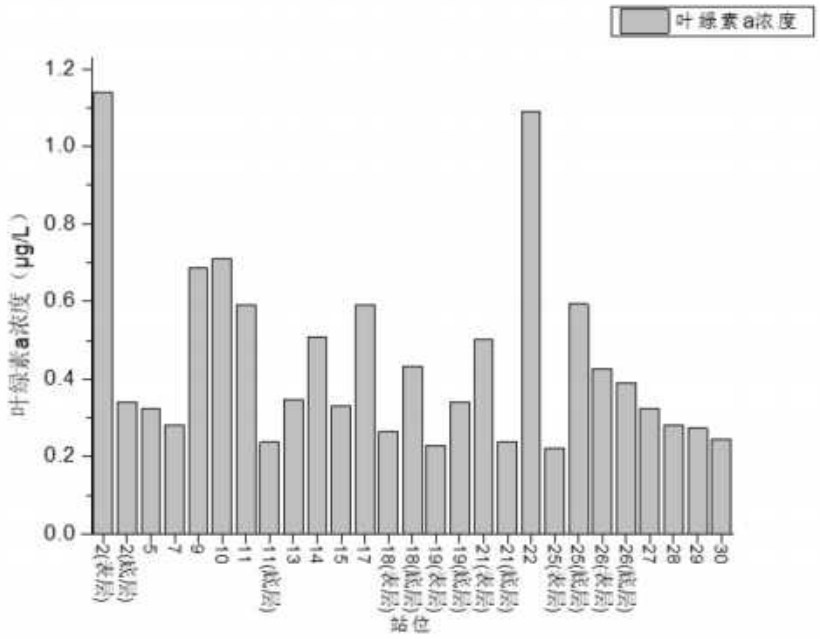


图 6-55 调查海域春季叶绿素 a（μg/L)的调查结果

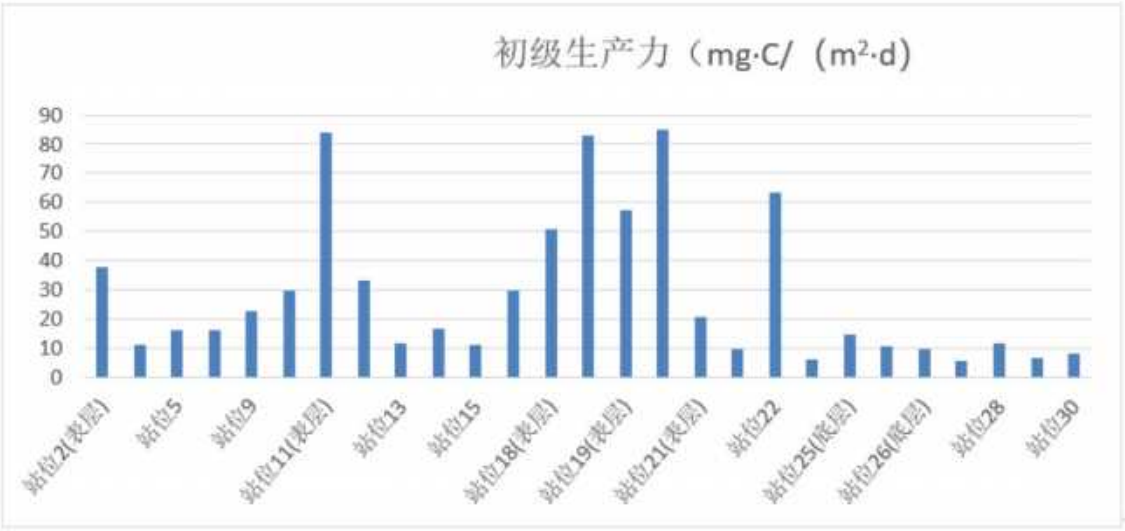


图 6-56 调查海域春季初级生产力（mg・C/（m²・d））调查结果

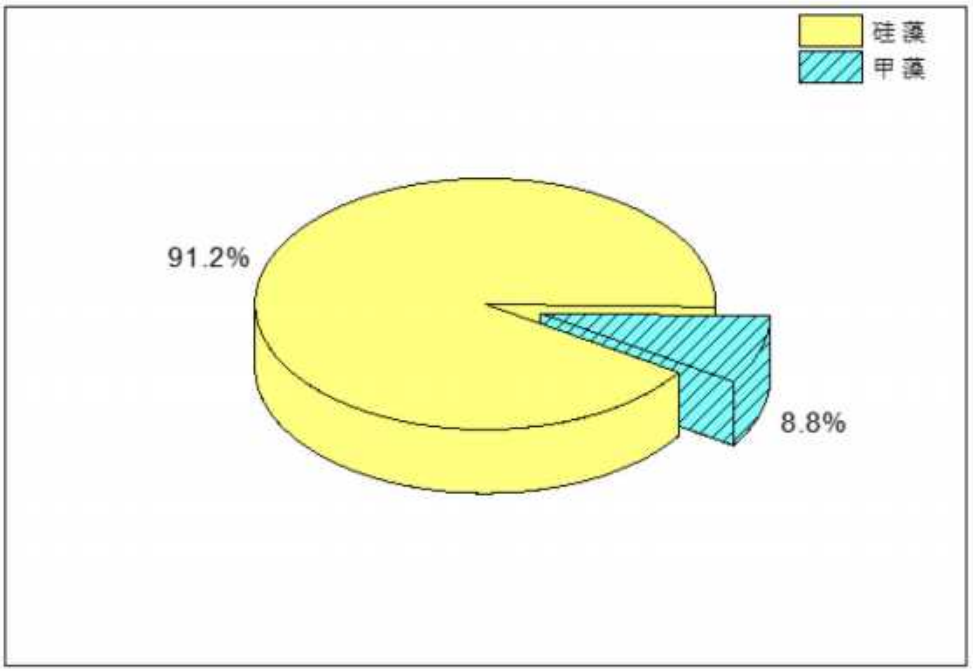


图 6-57 调查区域春季物种组成百分比

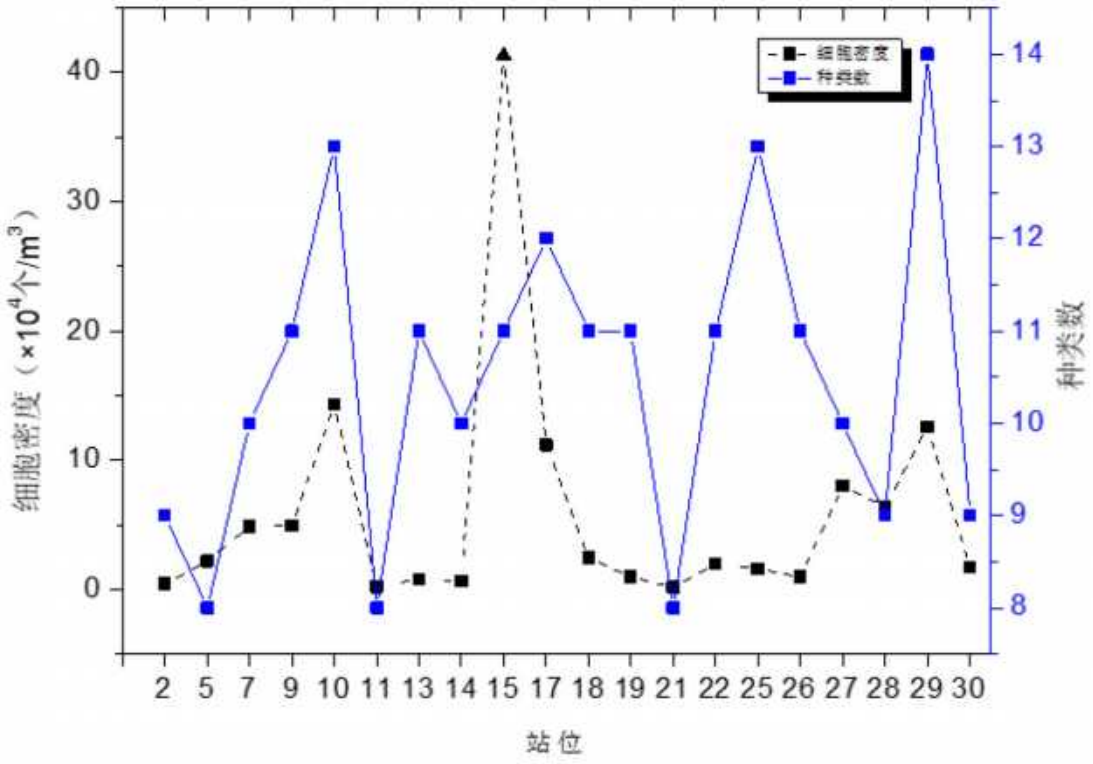


图 6-58 调查海域浮游植物春季细胞密度和种类数统计图

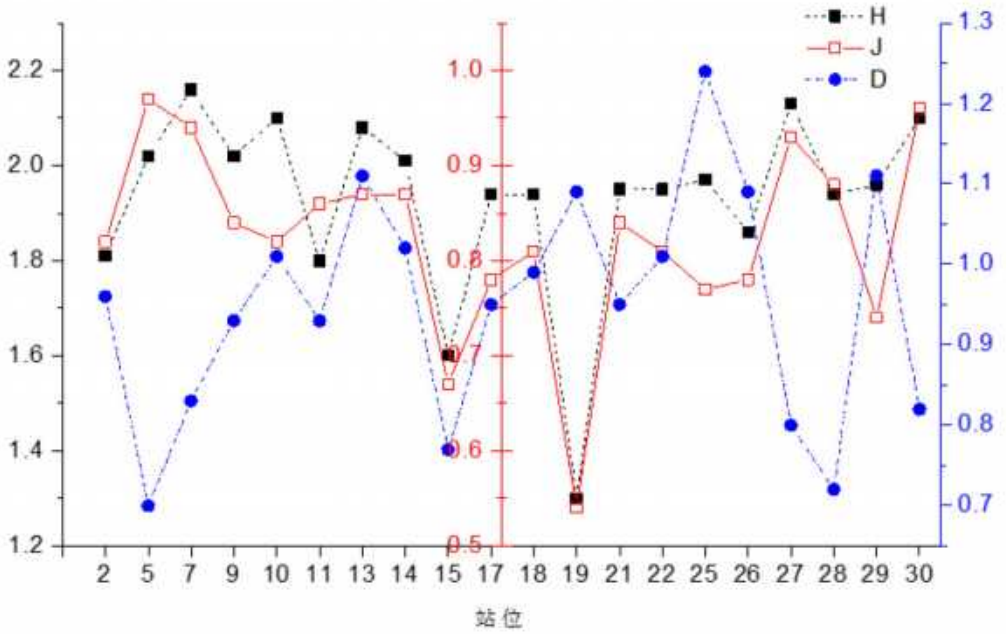


图 6-59 调查海域 4 月春季浮游植物群落结构主要参数统计

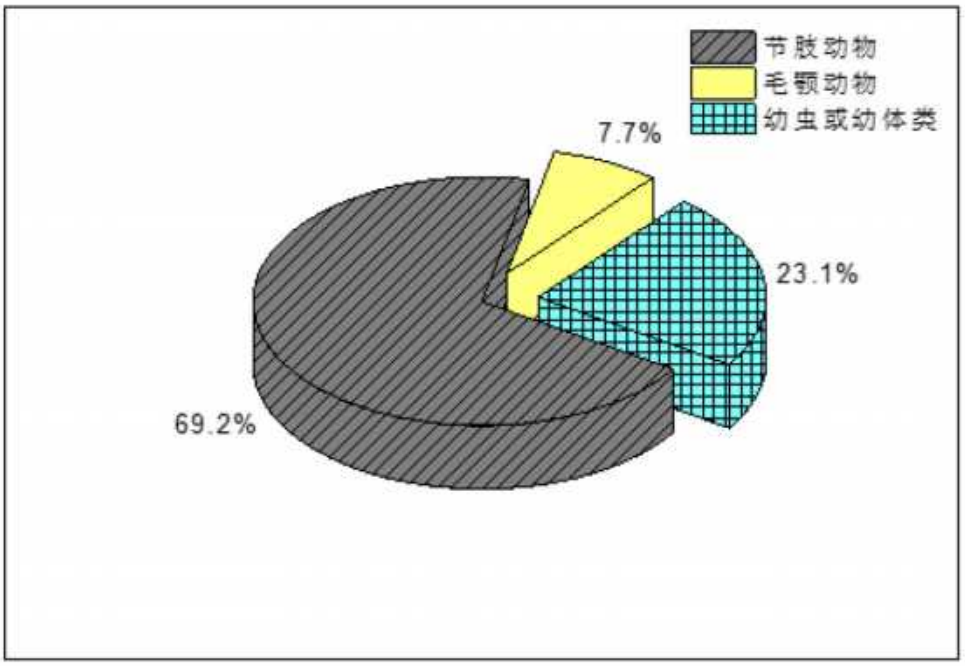


图 6-60 调查海域春季浮游动物种类组成与分布

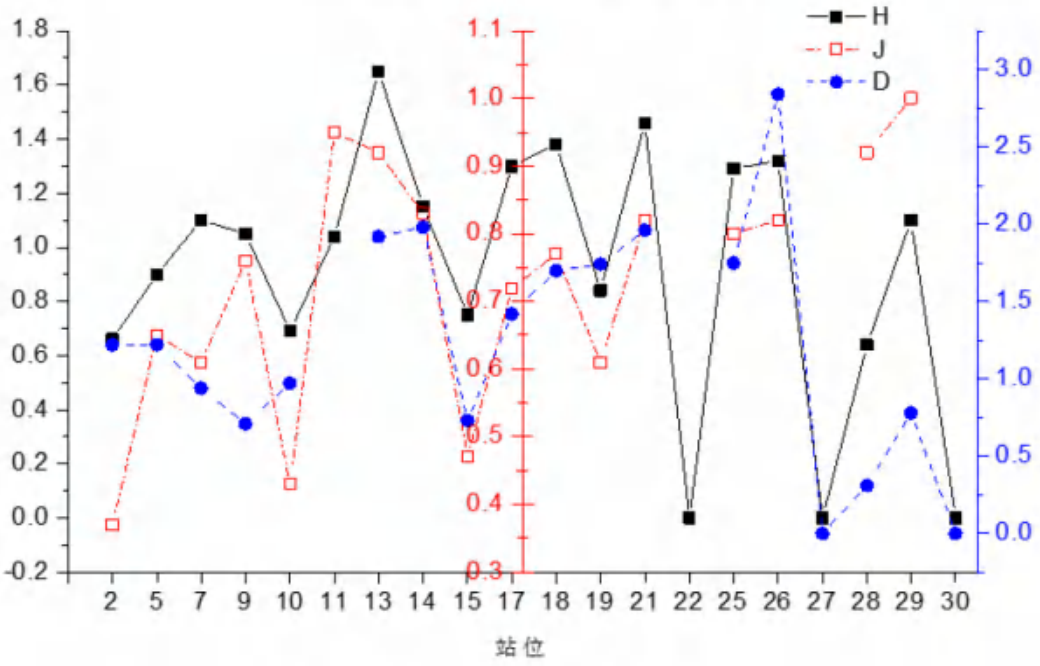


图 6-61 调查海域 4 月春季浮游动物群落结构主要参数统计

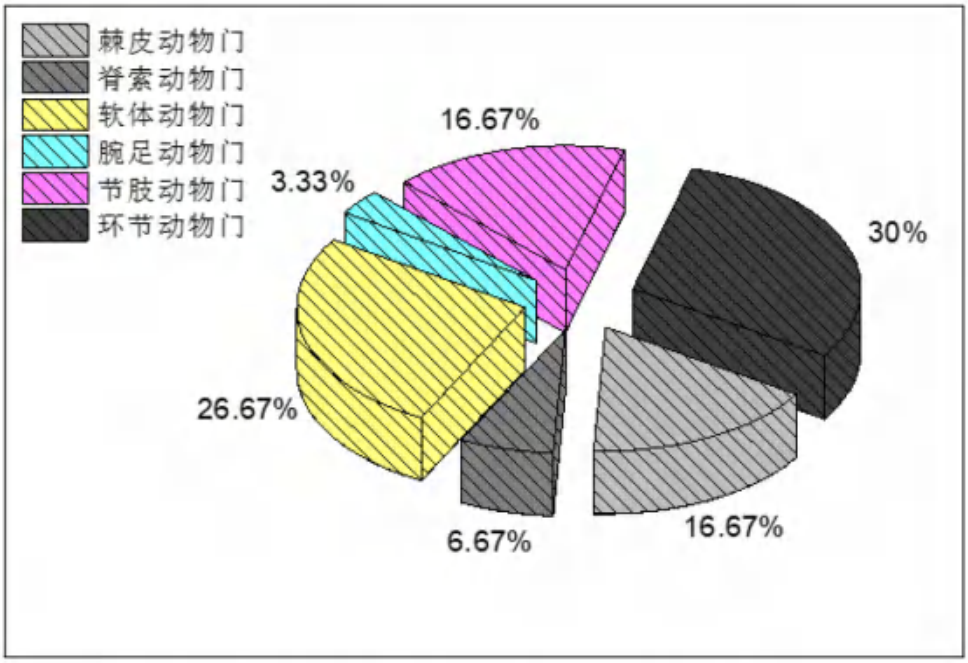


图 6-62 调查海域春季大型底栖动物动物种类组成与分布

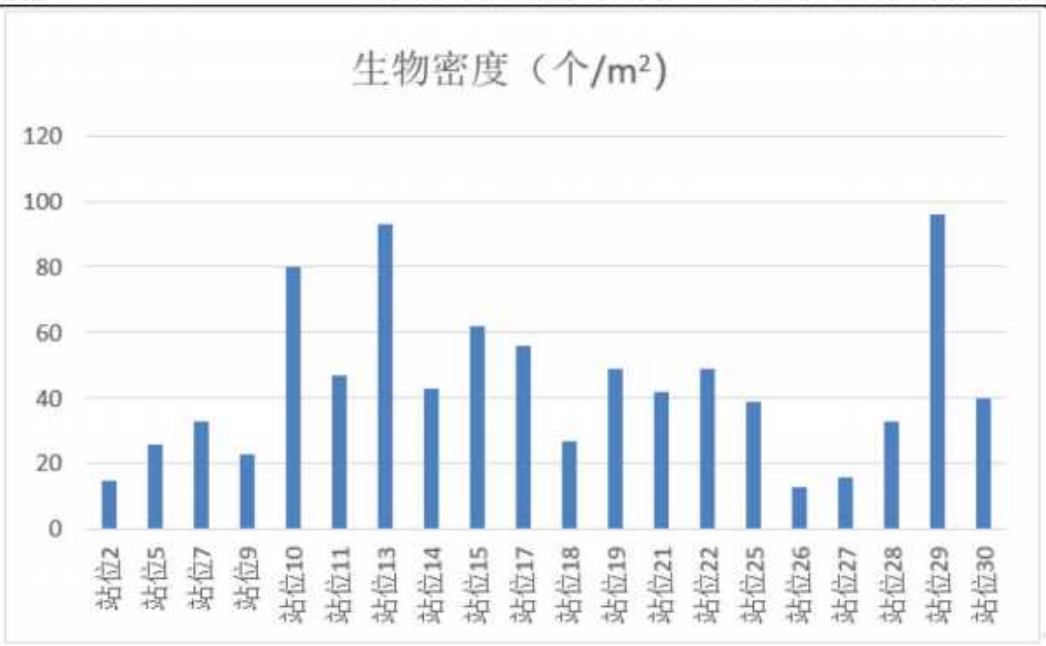


图 6-63 调查海域春季大型底栖生物栖息密度分布（个/m²）

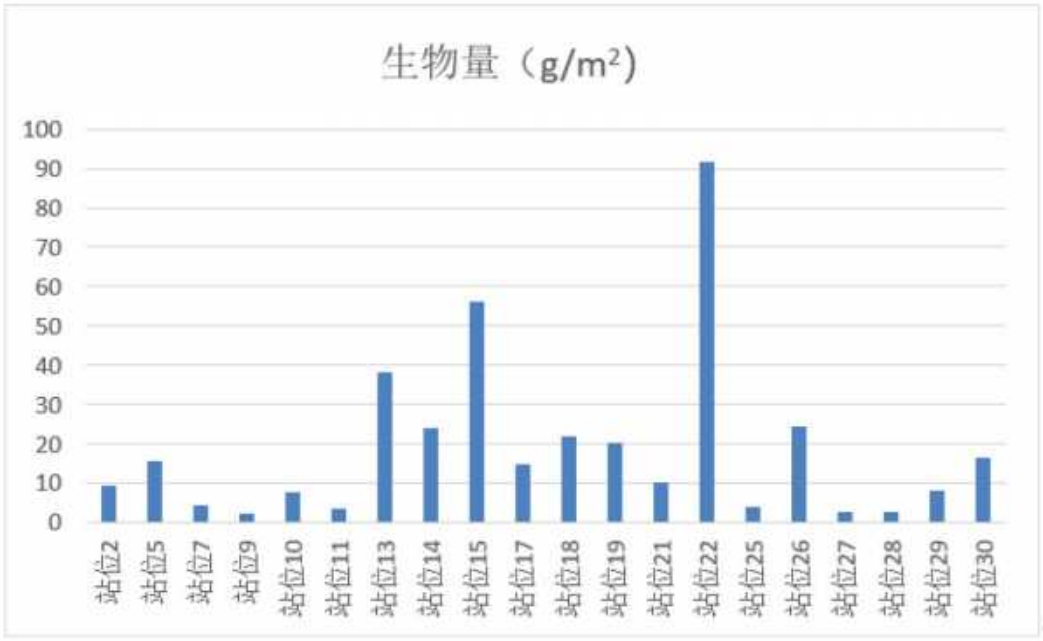


图 6-64 调查海域春季大型底栖生物生物量分布（g/m²）

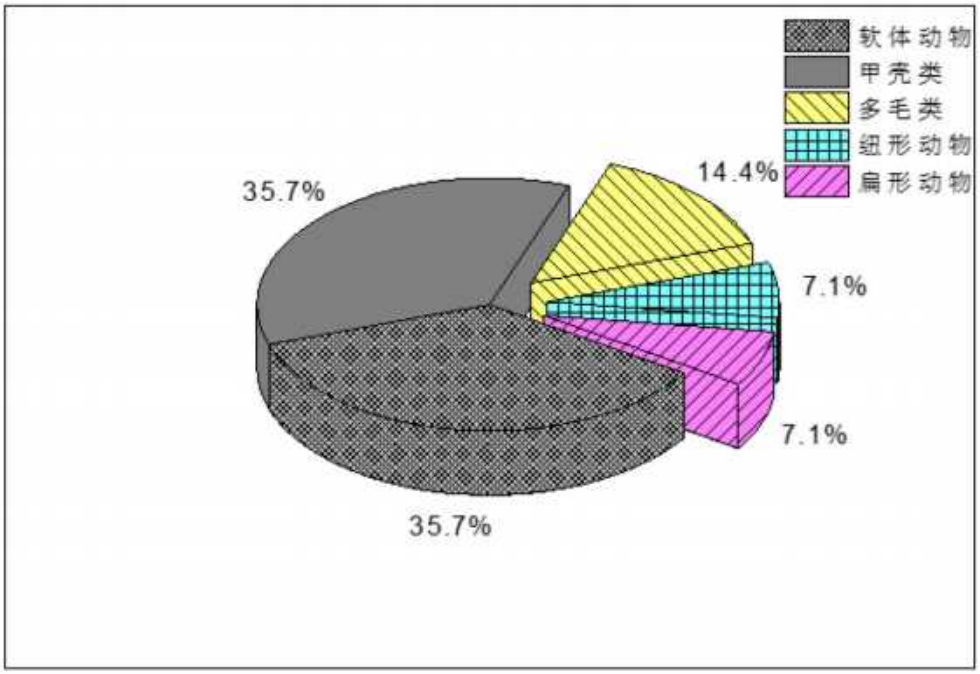


图 6-65 调查海域 4 月春季潮间带生物种类组成百分比

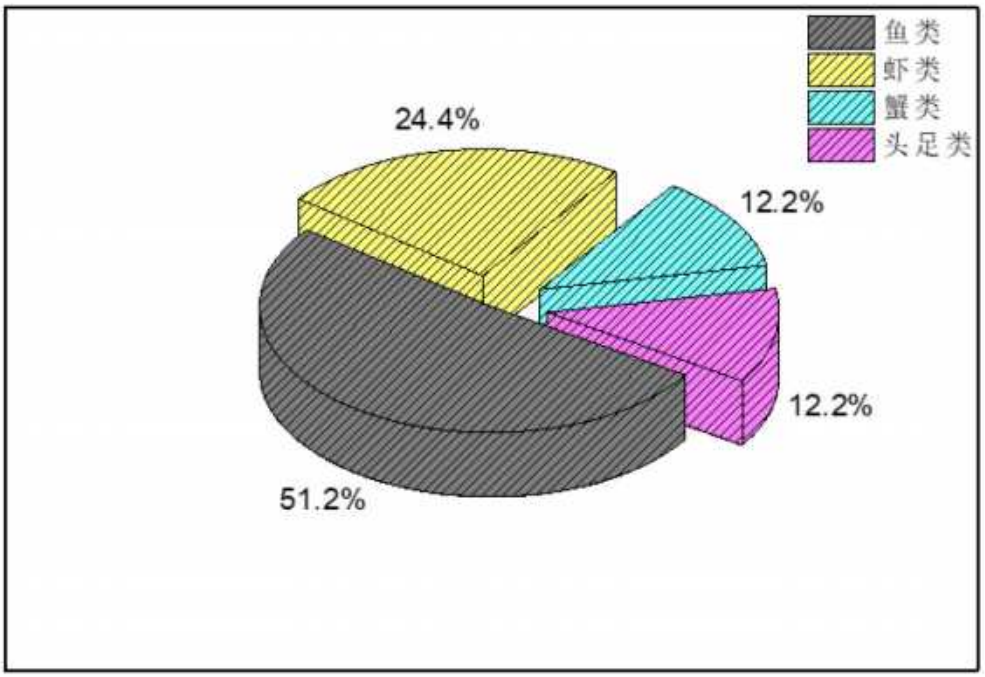


图 6-66 调查海域秋季游泳动物种类组成

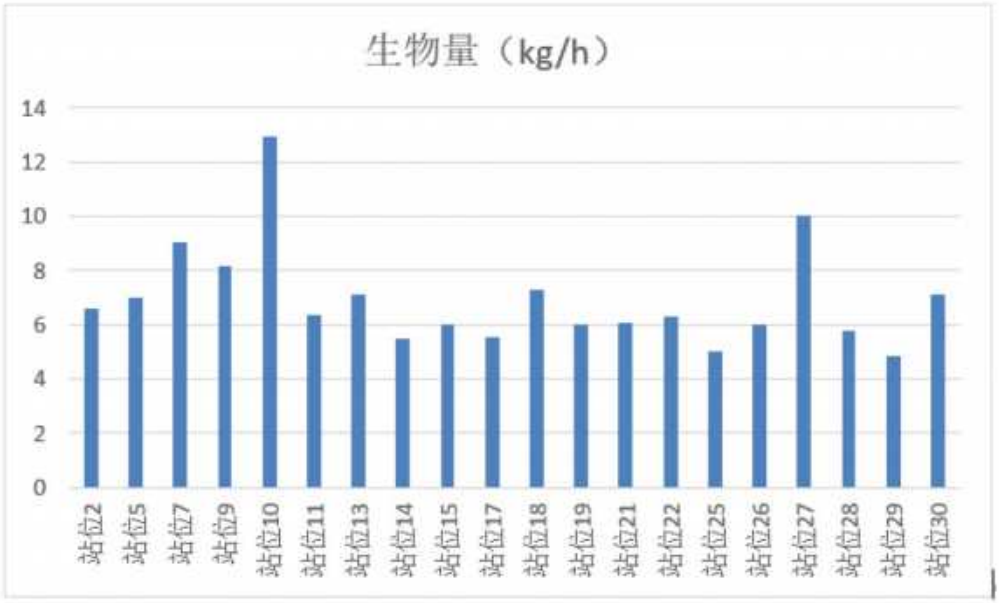


图 6-67 调查海域秋季游泳动物生物量组成

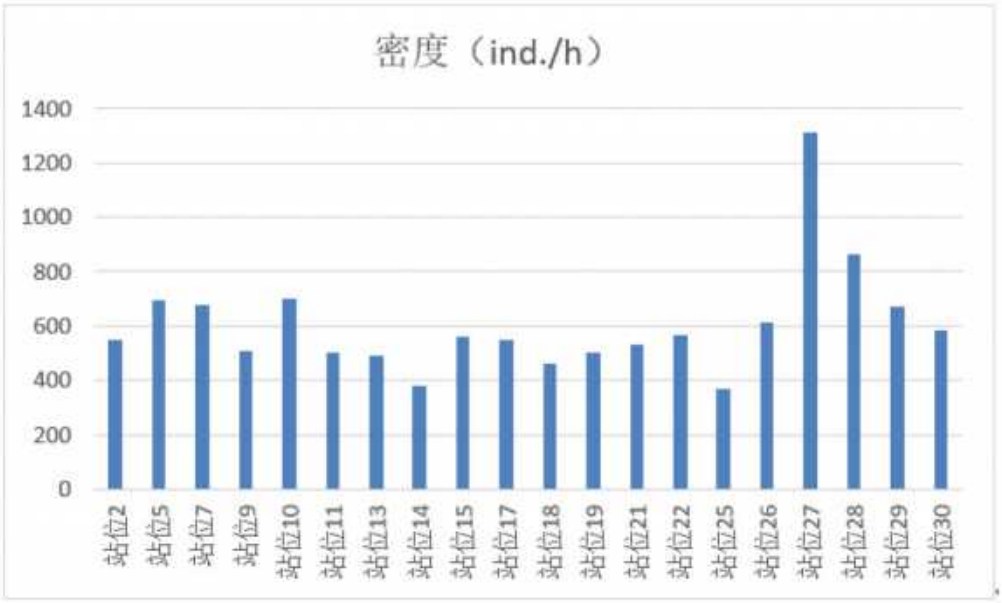


图 6-68 调查海域秋季游泳动物生物密度组成



图 6-69 调查海域秋季鱼类分类百分比组成

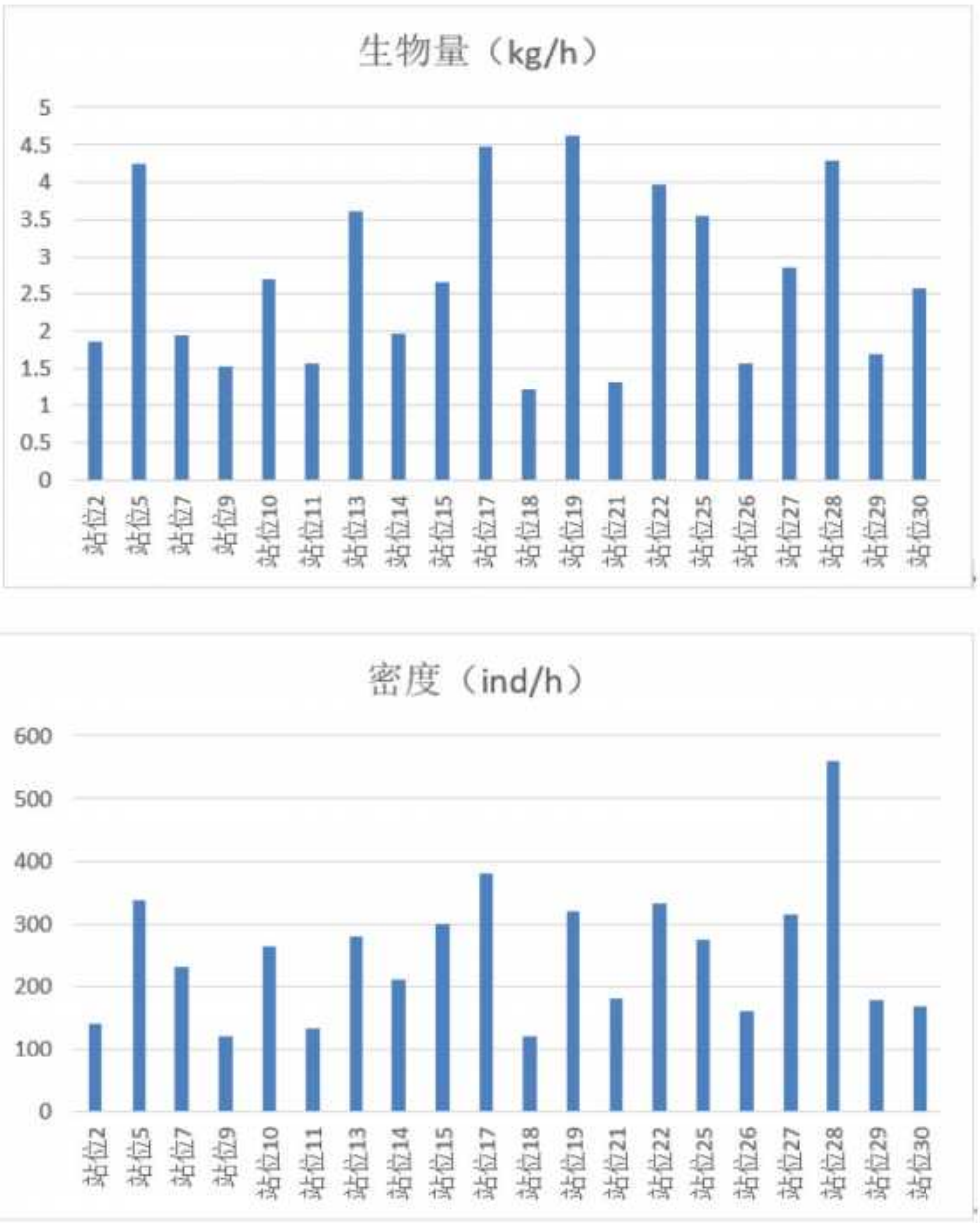
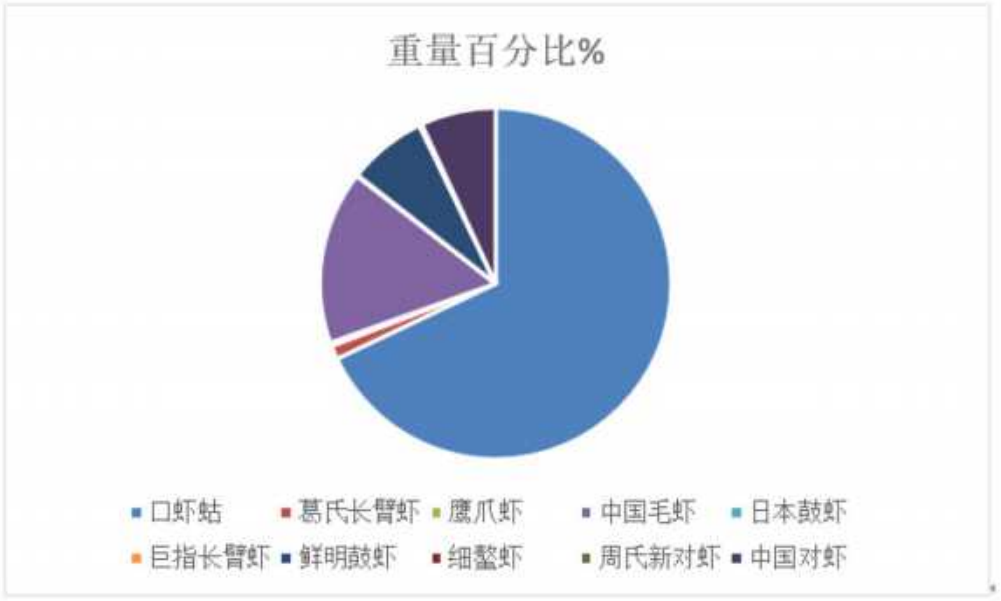


图 6-70 调查海域秋季鱼类密度及生物量组成



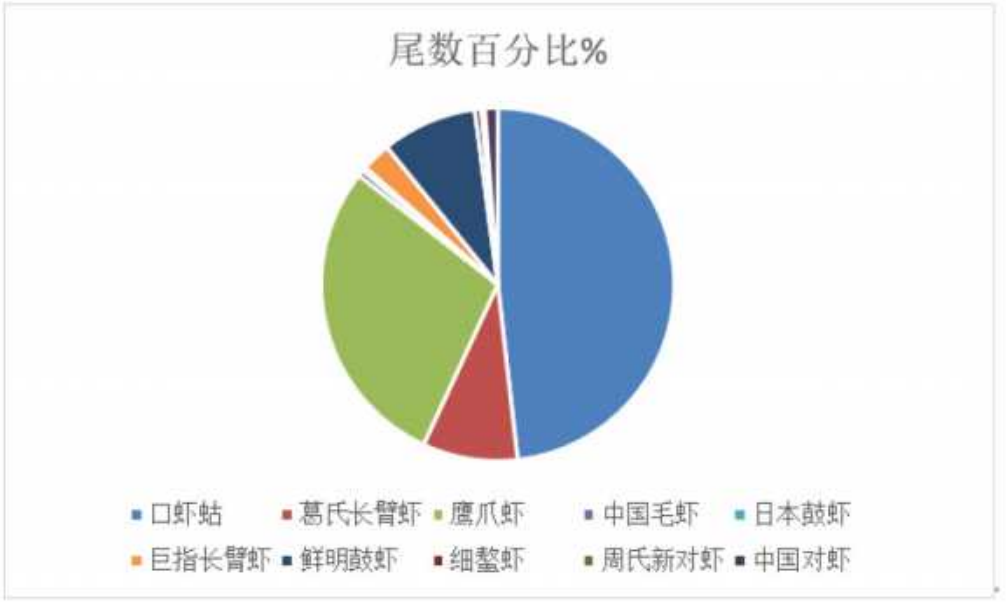
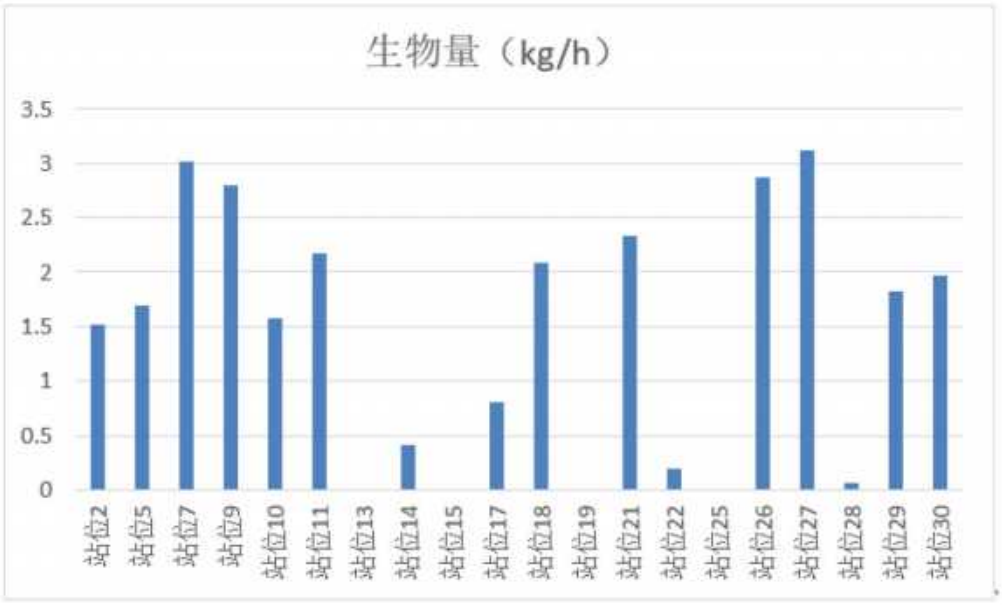


图 6-71 调查海域秋季虾类分类百分比组成



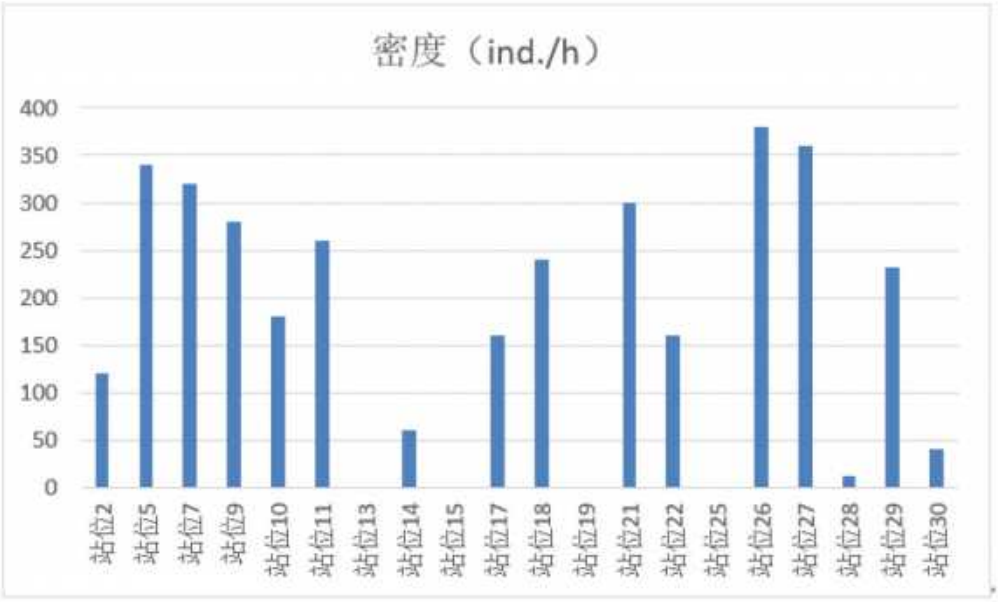
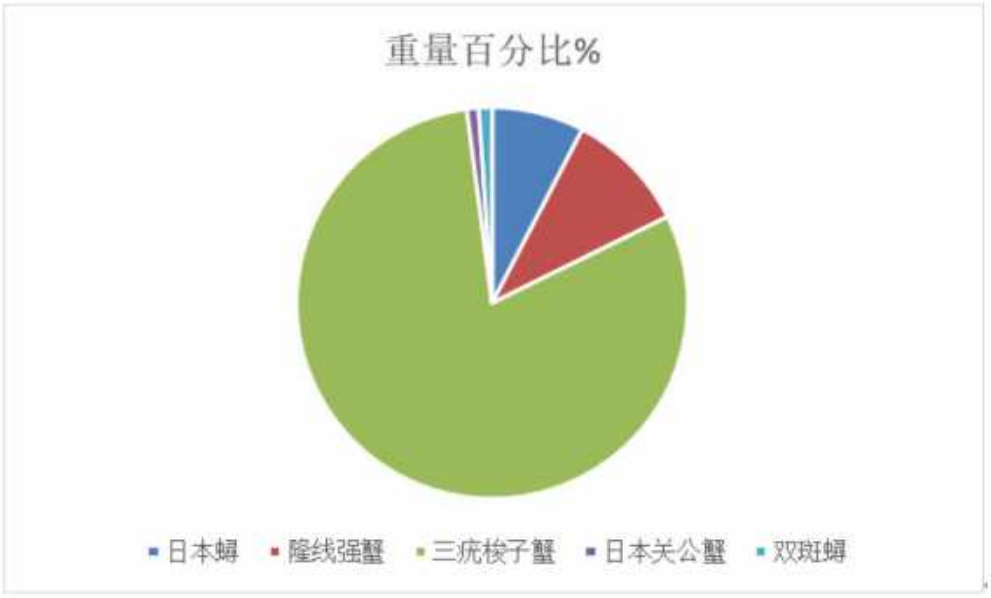


图 6-72 调查海域秋季虾类密度及生物量组成



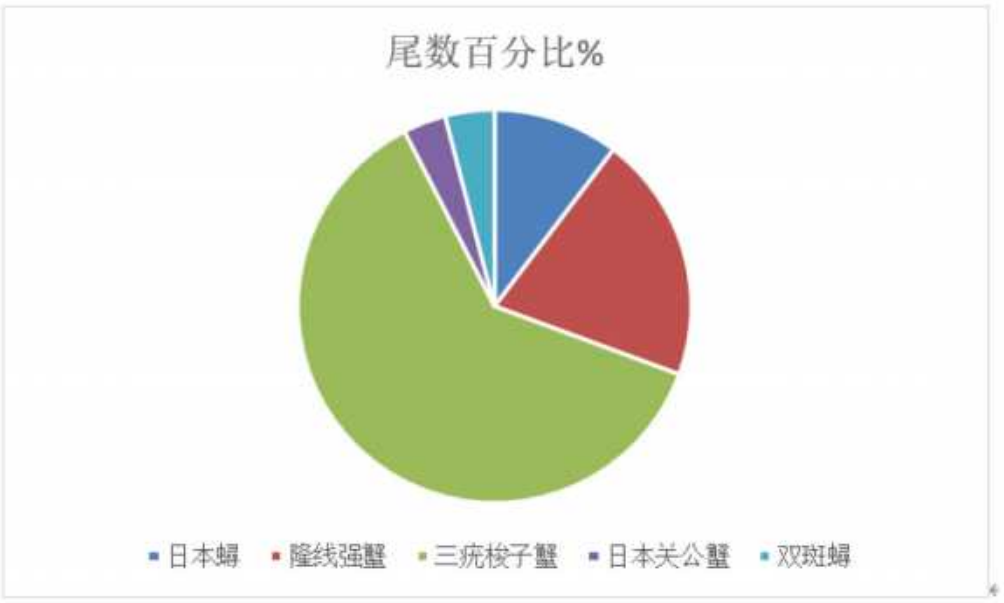
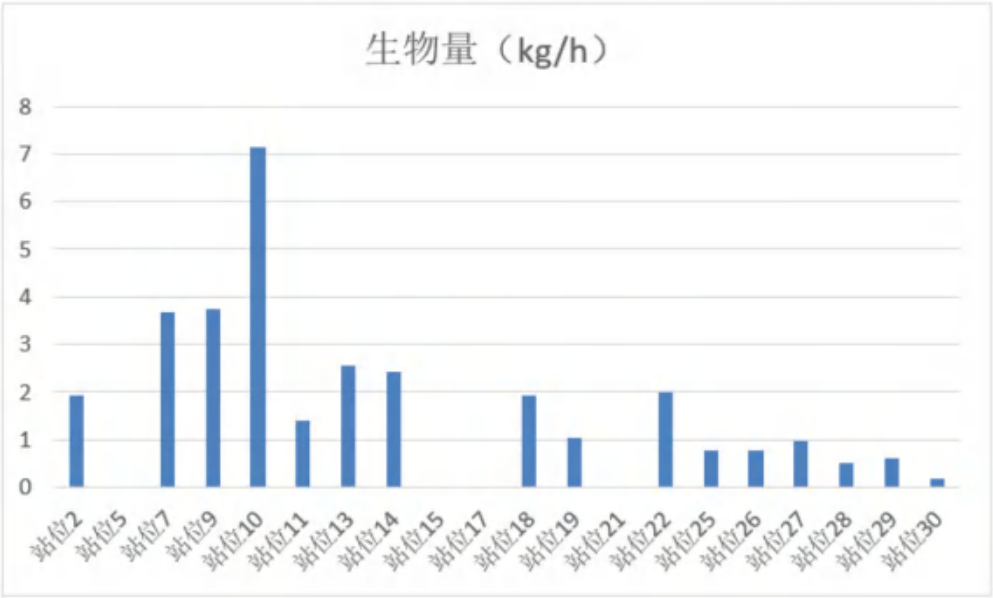


图 6-73 调查海域秋季蟹类种类组成及重量尾数占比



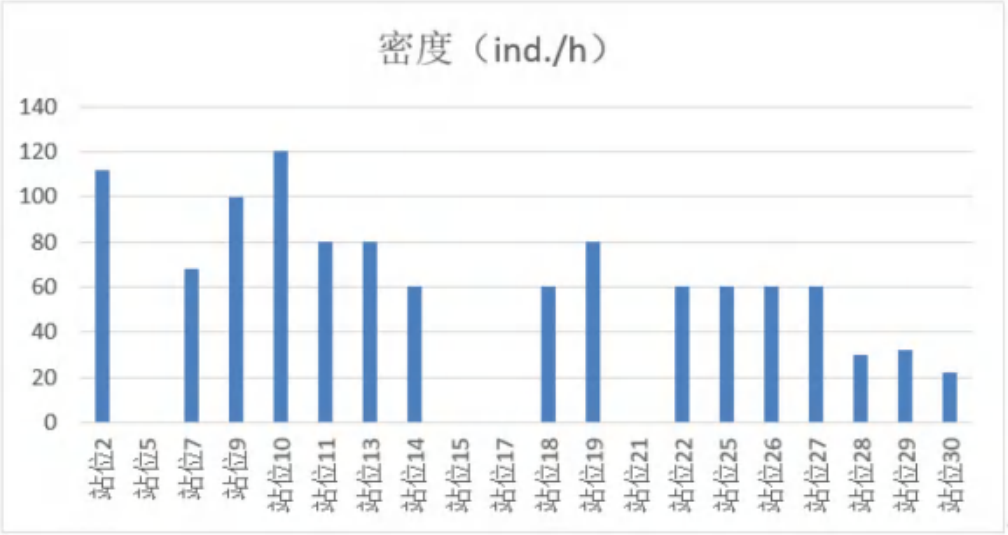
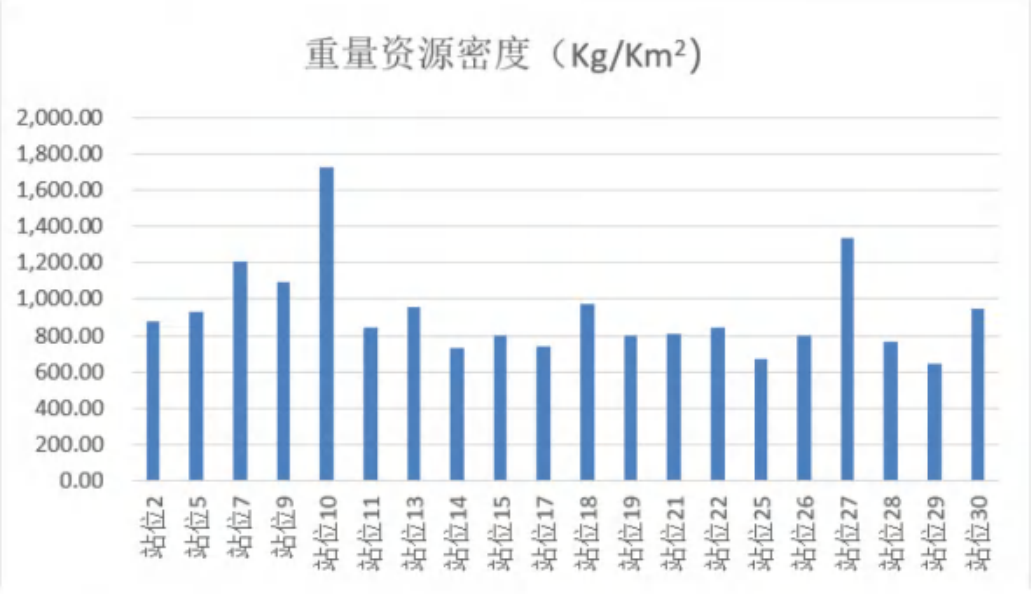


图 6-74 调查海域秋季蟹类密度及生物量组成



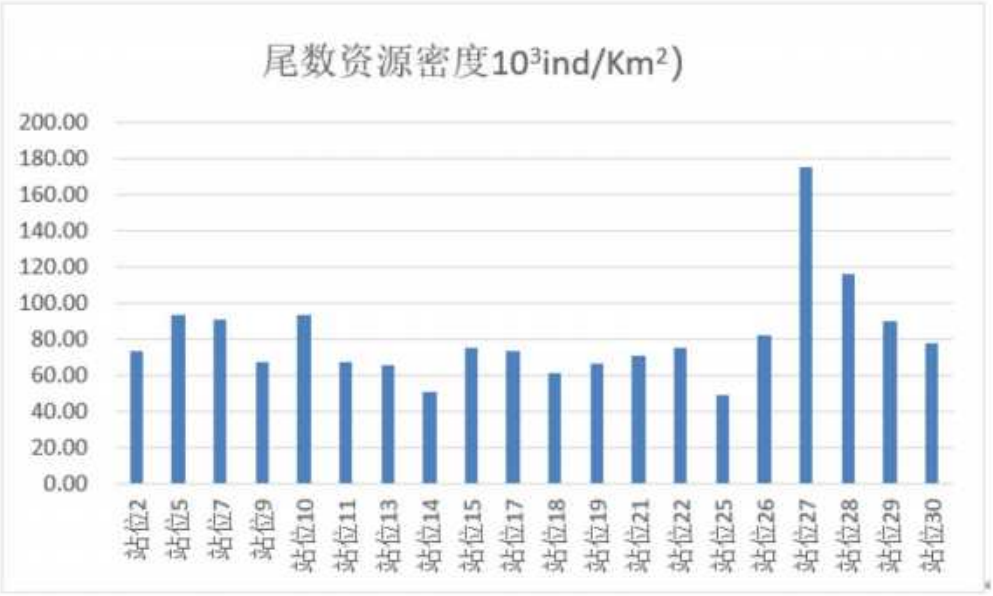


图 6-75 调查海域秋季游泳动物资源密度

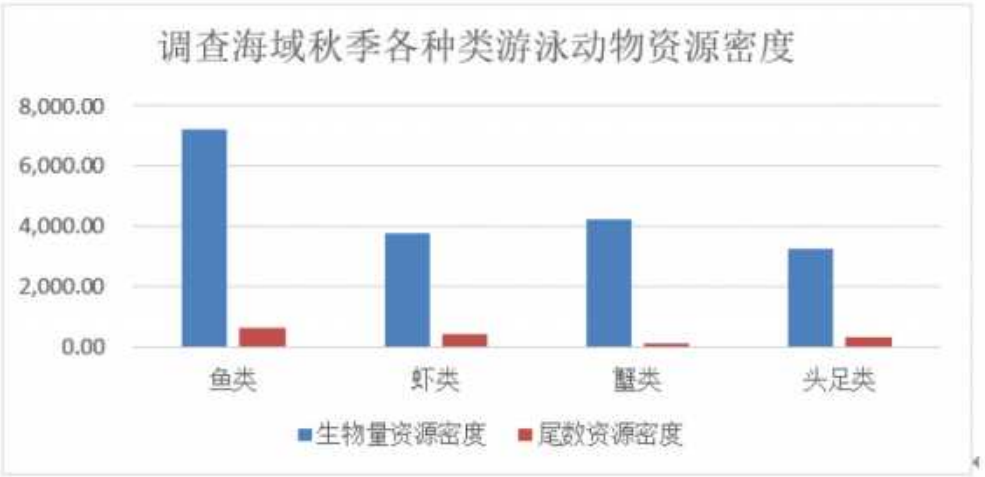


图 6-76 调查海域秋季各种类游泳动物资源密度

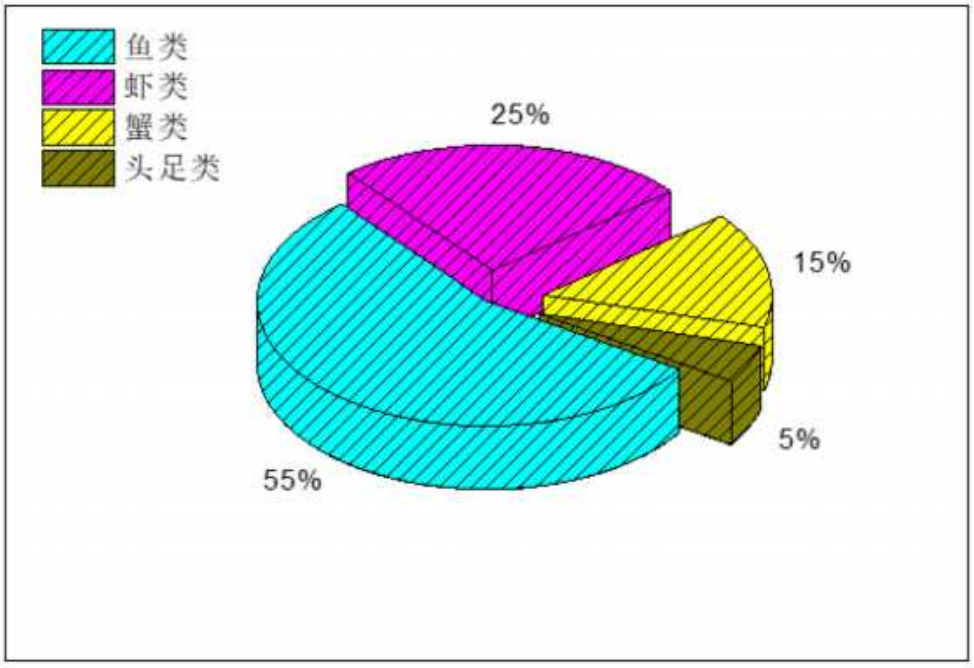


图 6-77 调查海域春季游泳动物种类组成

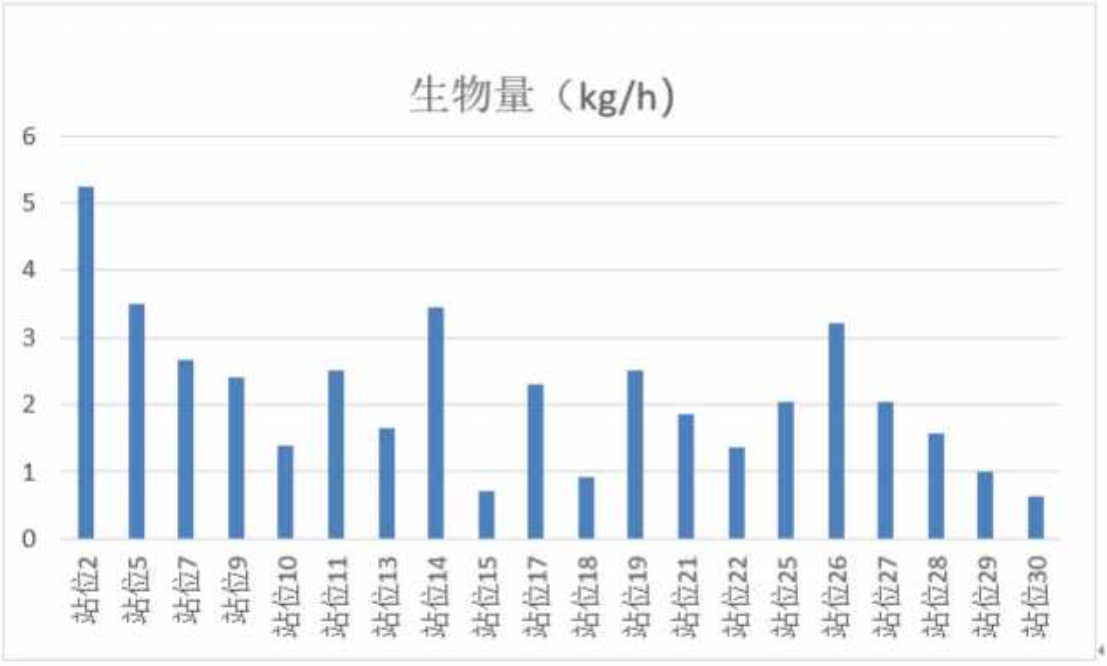


图 6-78 调查海域春季游泳动物生物量组成

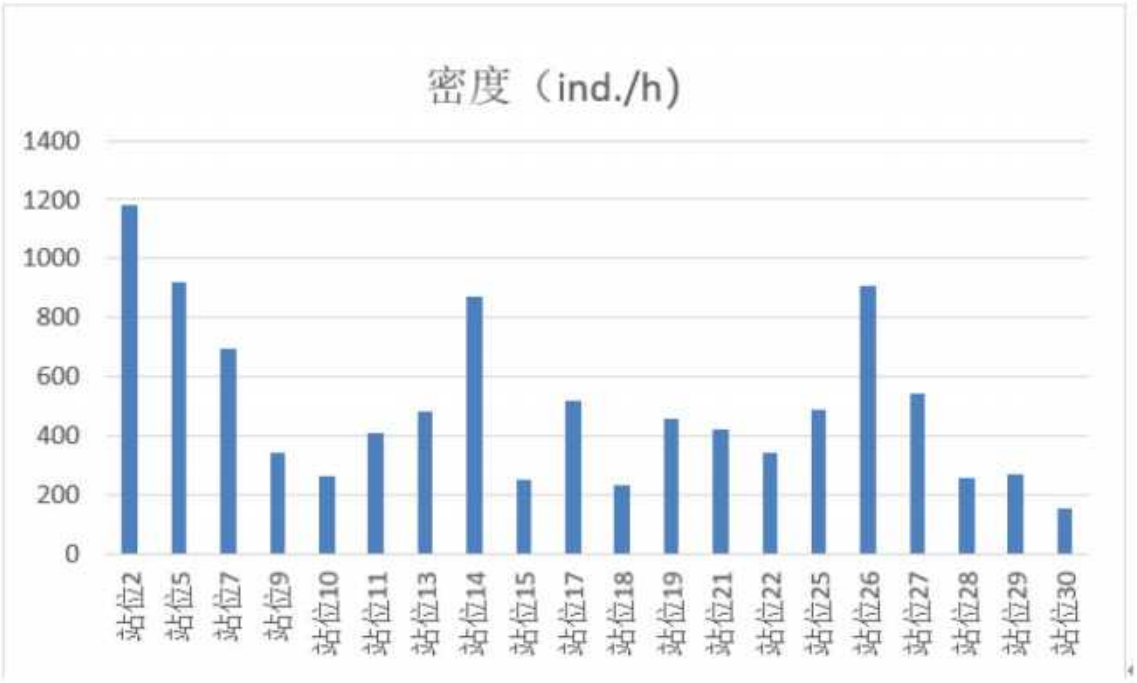
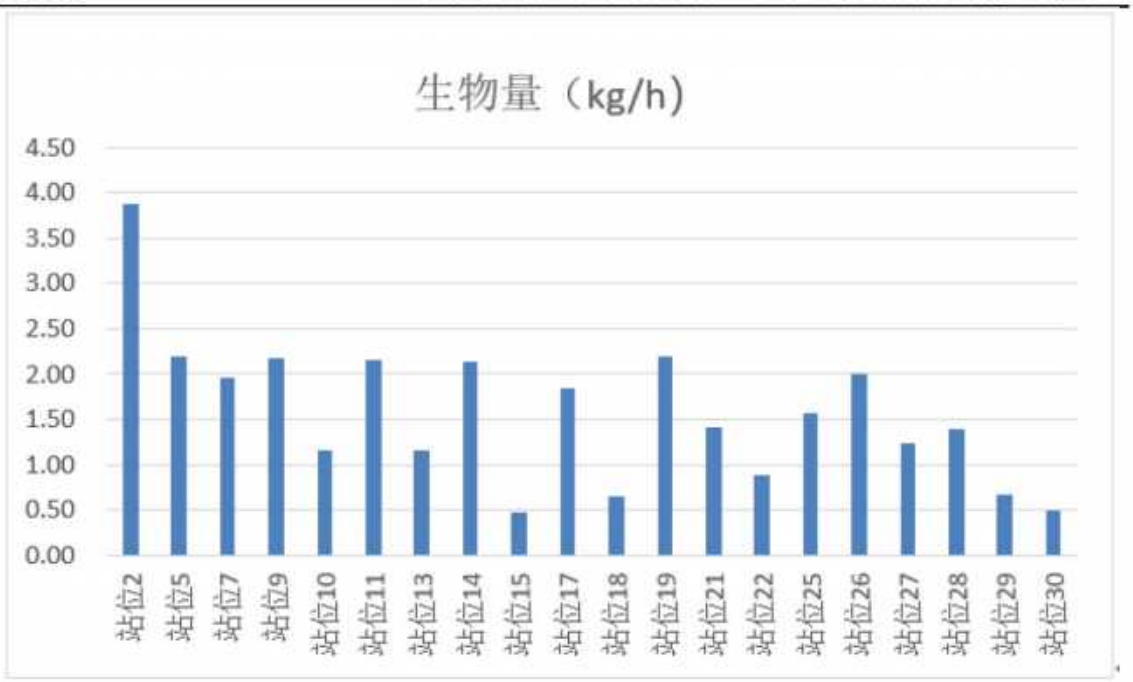


图 6-79 调查海域春季游泳动物生物密度组成



图 6-80 调查海域春季鱼类分类百分比组成



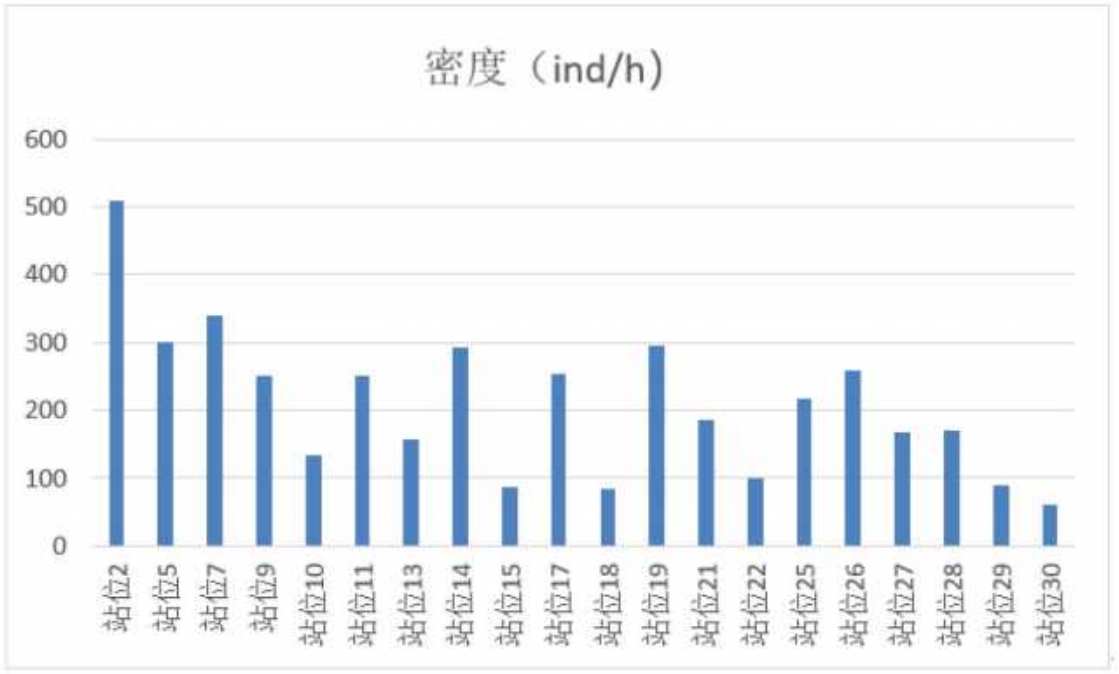


图 6-81 调查海域春季鱼类密度及生物量组成

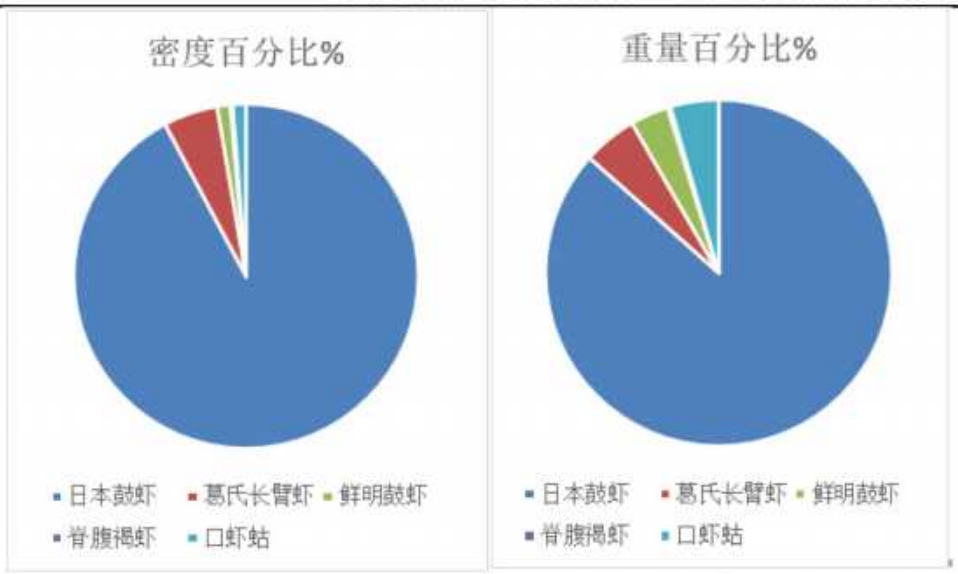


图 6-82 调查海域春季虾类分类百分比组成

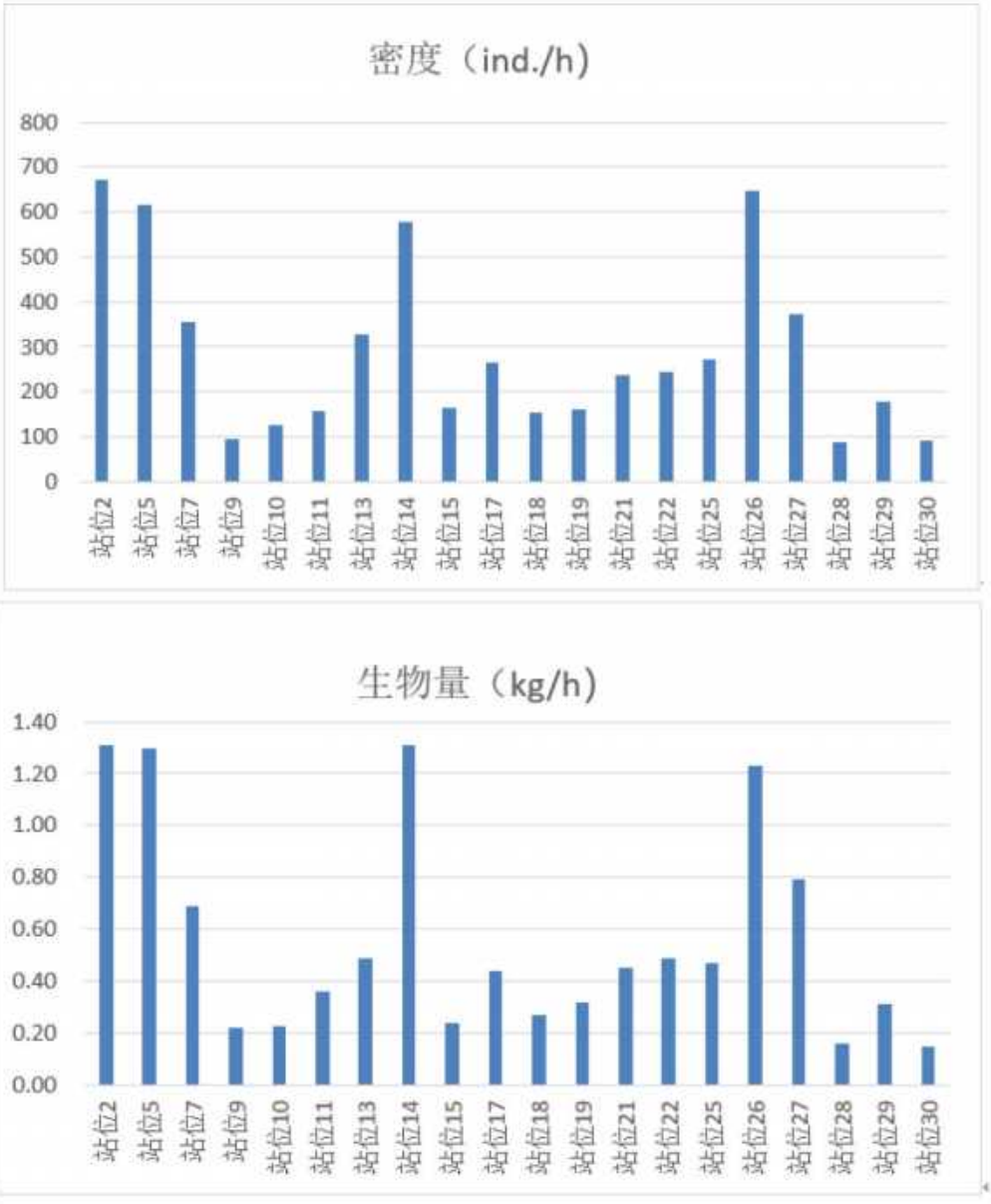


图 6-83 调查海域春季虾类密度及生物量组成

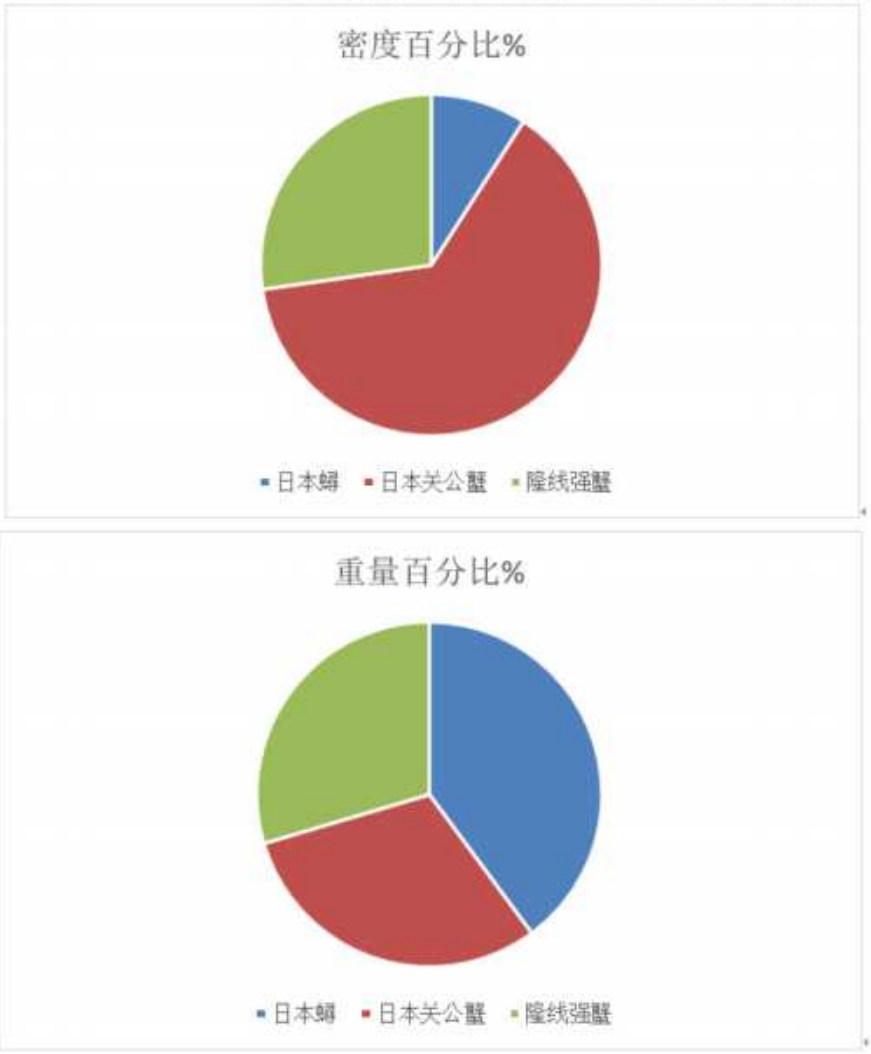
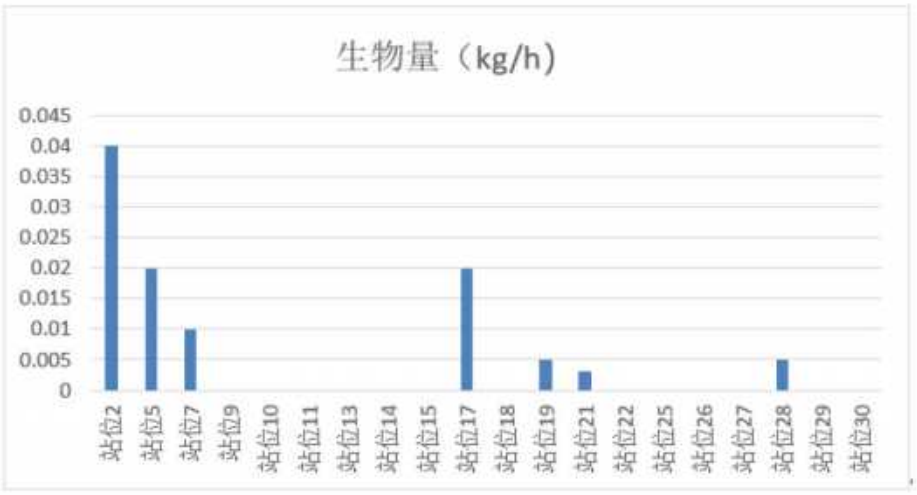


图 6-84 调查海域春季蟹类种类组成及重量尾数占比



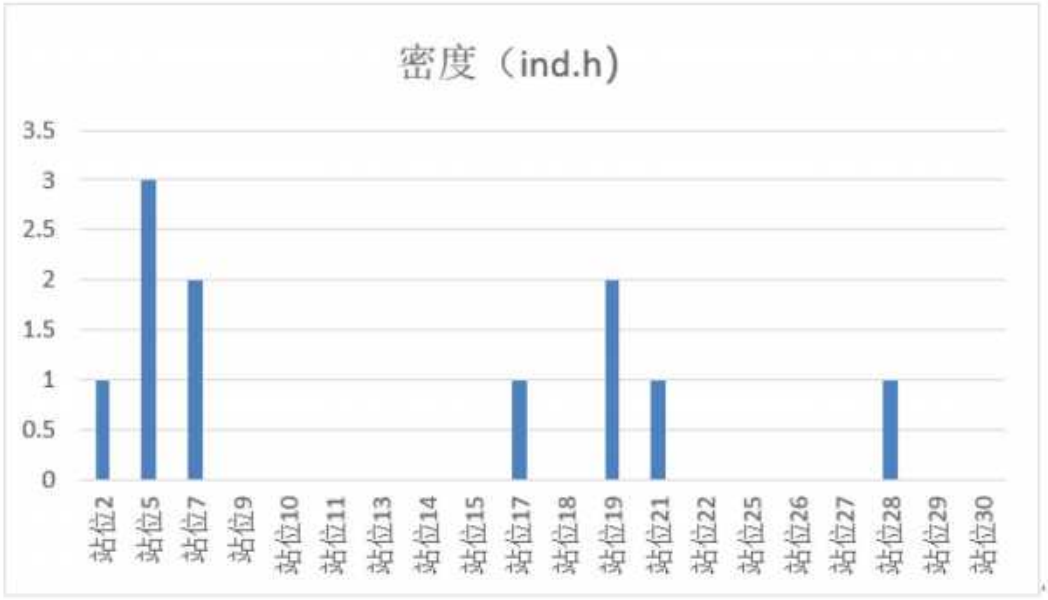
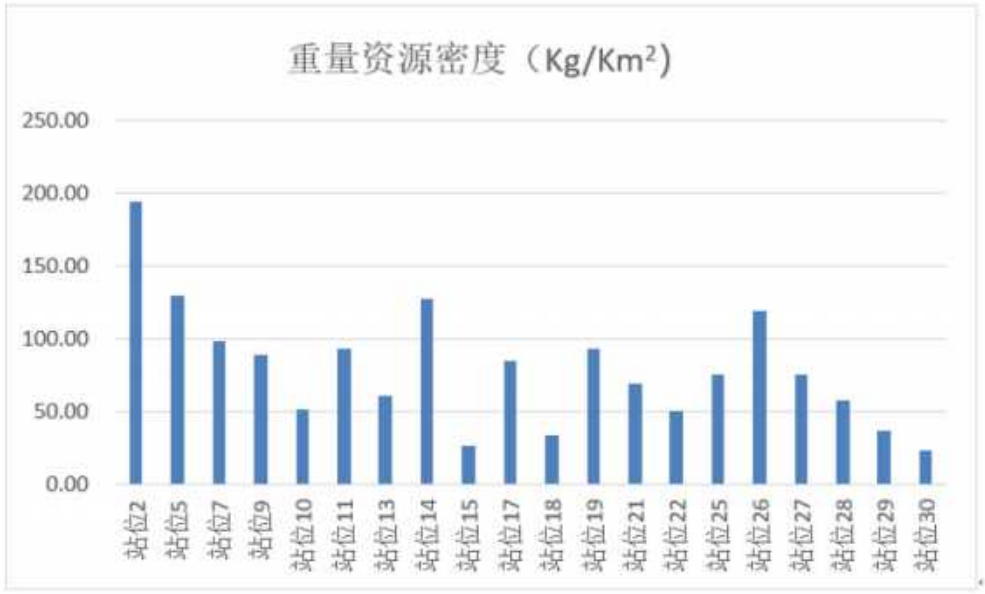


图 6-85 调查海域春季蟹类密度及生物量组成



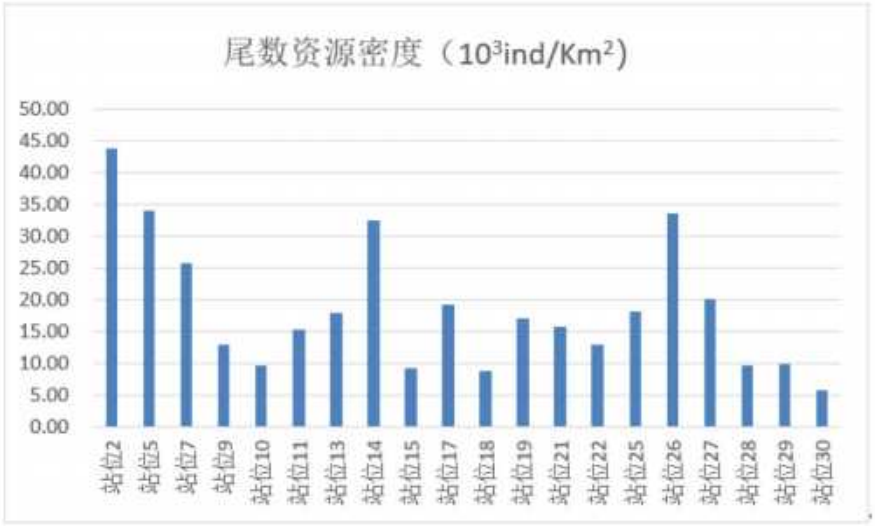


图 6-86 调查海域春季游泳动物资源密度

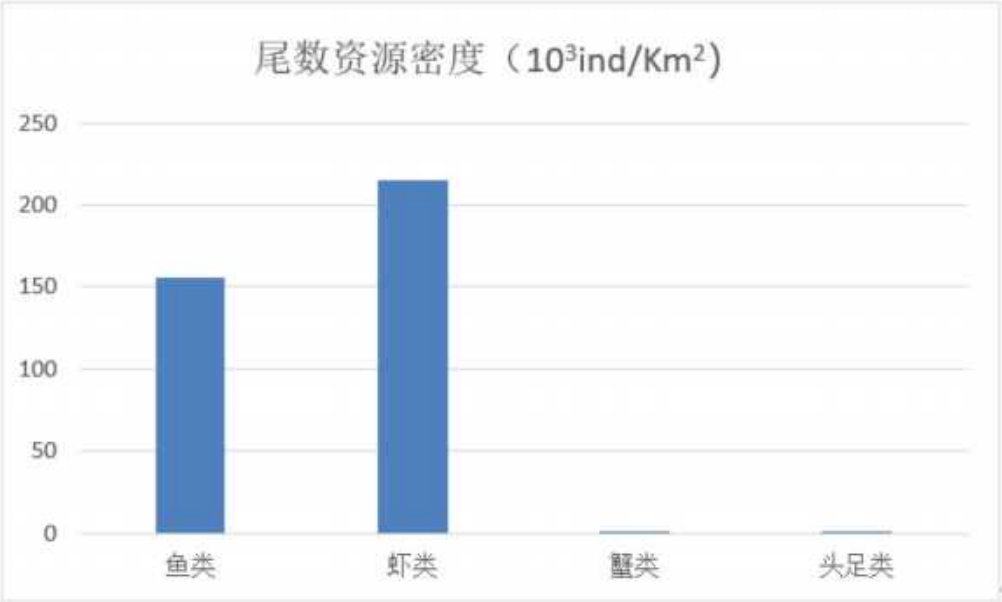


图 6-87 调查海域春季各种类游泳动物资源密度

7 第七章附图

序号	图名	所在章节
1.	图 7-1 计算域网格设置	7.1.2
2.	图 7-2 现状水深地形（CGCS2000-120° 中央经线，1985 高程基准）	
3.	图 7-3KT2 区块水深地形（CGCS2000-120° 中央经线，1985 高程基准）	
4.	图 7-4 验证站位位置	7.1.3
5.	图 7-5 H1 站潮位验证	
6.	图 7-6 V1-V9 站海流验证（垂向平均）	
7.	图 7-7 现状潮流矢量图（涨急时刻，大潮期）	7.1.4
8.	图 7-8 现状潮流矢量图（落急时刻，大潮期）	
9.	图 7-9 KT2 区块潮流矢量图（涨急时刻，大潮期）	
10.	图 7-10 KT2 区块潮流矢量图（落急时刻，大潮期）	
11.	图 7-11 实施后潮流场变化分布（涨急时刻，大潮期）	
12.	图 7-12 KT2 实施后潮流场变化分布（落急时刻，大潮期）	
13.	图 7-13 KT2 实施后潮流场变化	7.1.5
14.	图 7-14 有效波高验证	7.22
15.	图 7-15 波向验证	
16.	图 7-16 工程前 50 年一遇 E 向波浪场分布	7.2.3
17.	图 7-17 工程前 50 年一遇 S 向波浪场分布	
18.	图 7-18 工程前 50 年一遇 SE 向波浪场分布	
19.	图 7-19 工程前 100 年一遇 E 向波浪场分布	
20.	图 7-20 工程前 100 年一遇 S 向波浪场分布	
21.	图 7-21 工程前 100 年一遇 SE 向波浪场分布	
22.	图 7-22 历史台风（7303 号）影响下工程前波浪场分布	
23.	图 7-23 KT2 区块采砂后 50 年一遇 E 向波浪场分布	7.2.4
24.	图 7-24 KT2 区块采砂后 50 年一遇 S 向波浪场分布	
25.	图 7-25 KT2 区块采砂后 50 年一遇 SE 向波浪场分布	
26.	图 7-26 KT2 区块采砂后 50 年一遇 E 向波浪浪向变化分布	
27.	图 7-27 KT2 区块采砂后 50 年一遇 S 向波浪浪向变化分布	
28.	图 7-28 KT2 区块采砂后 50 年一遇 SE 向波浪浪向变化分布	
29.	图 7-29 KT2 区块采砂后 50 年一遇 E 向波浪有效波高变化分布	
30.	图 7-30 KT2 区块采砂后 50 年一遇 S 向波浪有效波高变化分布	
31.	图 7-31 KT2 区块采砂后 50 年一遇 SE 向波浪有效波高变化分布	
32.	图 7-32 KT2 区块采砂后 100 年一遇 E 向波浪场分布	
33.	图 7-33 KT2 区块采砂后 100 年一遇 S 向波浪场分布	
34.	图 7-34 KT2 区块采砂后 100 年一遇 SE 向波浪场分布	
35.	图 7-35 KT2 区块采砂后 100 年一遇 E 向波浪浪向变化分布	
36.	图 7-36 KT2 区块采砂后 100 年一遇 S 向波浪浪向变化分布	
37.	图 7-37 KT2 区块采砂后 100 年一遇 SE 向波浪浪向变化分布	
38.	图 7-38 KT2 区块采砂后 100 年一遇 E 向波浪有效波高变化分布	
39.	图 7-39 KT2 区块采砂后 100 年一遇 S 向波浪有效波高变化分布	
40.	图 7-40 KT2 区块采砂后 100 年一遇 SE 向波浪有效波高变化分布	
41.	图 7-41 历史台风（7303 号）影响下 KT2 区块采砂后波浪场分布	
42.	图 7-42 历史台风（7303 号）影响下 KT2 区块采砂后波浪场变化分布	
43.	图 7-43 采用的数值模式浪流泥沙三项耦合结构	7.3.2

44.	图 7-44 V1-V9 站悬沙验证（垂向平均）	7.3.5
45.	图 7-45 模拟冲淤分布	
46.	图 7-46 基于 2008-2023 年测深的冲淤深度分布	
47.	图 7-47 现状环境下年冲淤预测结果	7.3.6
48.	图 7-48 KT2 区块实施一年后冲淤变化	
49.	图 7-49 现状环境台风过程冲淤变化分布	7.3.7
50.	图 7-50 KT2 区块实施后台风过程冲淤变化分布	
51.	图 7-51 采砂深度分析实验模型设置	7.5
52.	图 7-52 采砂深度 8cm 实验照片	
53.	图 7-53 采砂深度 11cm 实验照片	
54.	图 7-54 采砂深度 14cm 实验照片	
55.	图 7-55 采砂深度 17cm 实验照片	
56.	图 7-56 采砂深度分析实验数据示意图	
57.	图 7-57 KT2 区块开采施工分区示意图	7.6.1
58.	图 7-58 KT2 区块开采施工位置图（源强点）	
59.	图 7-59 KT2 开采各工况悬沙扩散范围（由上至下分别为底层：工况一~工况四，中层：工况一~工况四）	
60.	图 7-60 KT2 开采悬沙扩散最大包洛线范围（分别为中层、底层）	
61.	图 7-61 项目与周边港口、航道等位置关系图	7.6.2
62.	图 7-62 悬沙扩散最大包络线范围与蓝点马鲛洄游位置关系图	7.8.5
63.	图 7-63 悬沙扩散最大包络线范围与小黄鱼洄游位置关系图	
64.	图 7-64 悬沙扩散最大包络线范围与银鲳洄游位置关系图	
65.	图 7-65 悬沙扩散最大包络线范围与保护区范围关系图	7.9.1
66.	图 7-66 采砂区悬沙增量大于 10mg/L 包络线与生态红线叠图	
67.	**图 7-67 冲淤对海底电缆路由的影响**	7.9.2
68.	图 7-68 采砂区悬沙增量大于 10mg/L 包络线与项目周边社会活动关注区叠图	
69.	图 7-69 采砂区悬沙增量大于 10mg/L 包络线与养殖用海叠加示意图	
70.	图 7-70 采砂区悬沙增量大于 10mg/L 包络线与辽宁省海洋功能区划图叠图	
71.	图 7-71 采砂区悬沙增量大于 10mg/L 包络线与葫芦岛市养殖水域滩涂规划养殖功能分区图叠图	

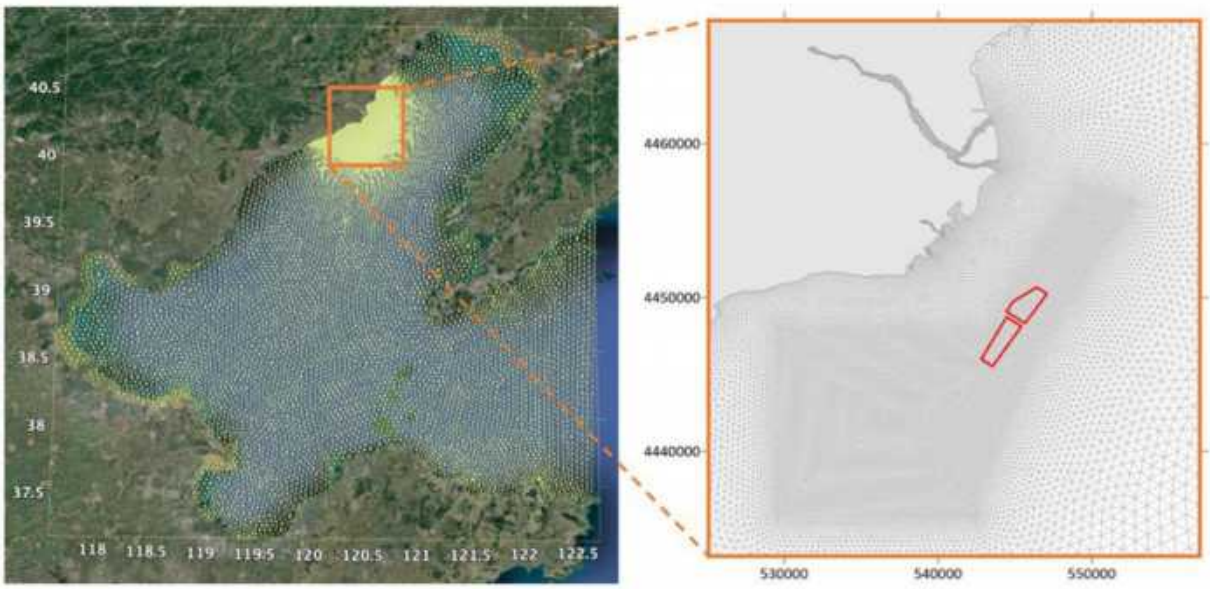


图 7-1 计算域网格设置

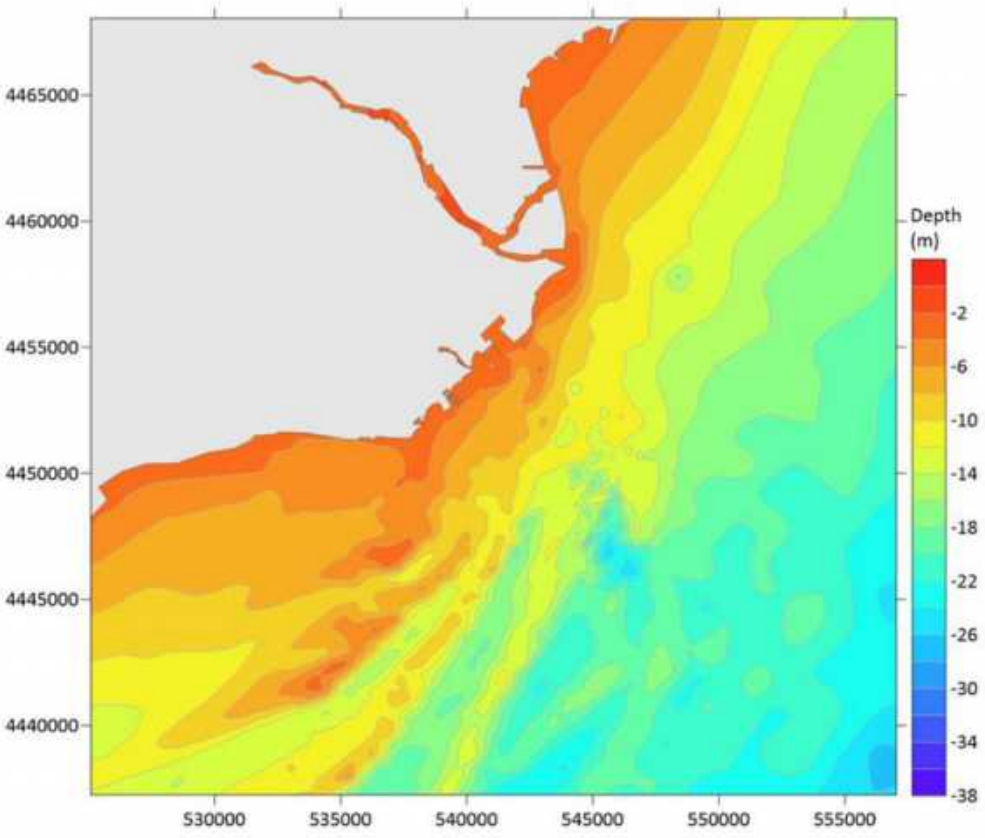


图 7-2 现状水深地形（CGCS2000-120°中央经线，1985 高程基准）

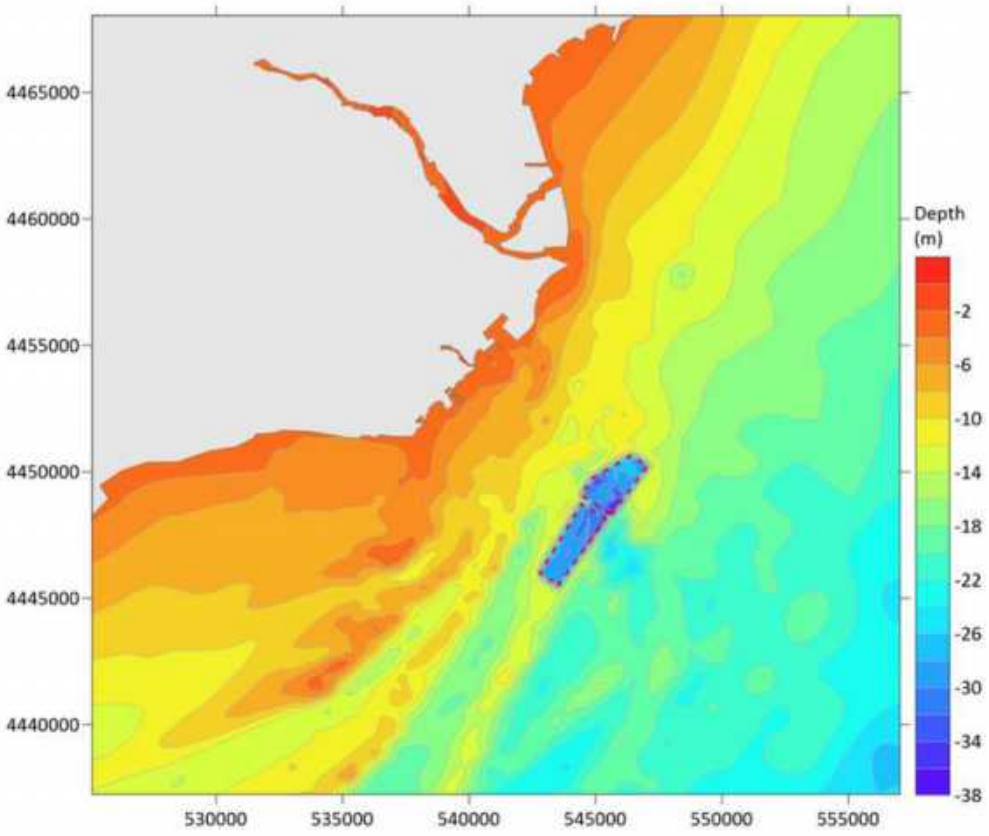


图 7-3KT2 区块水深地形（CGCS2000-120° 中央经线，1985 高程基准）

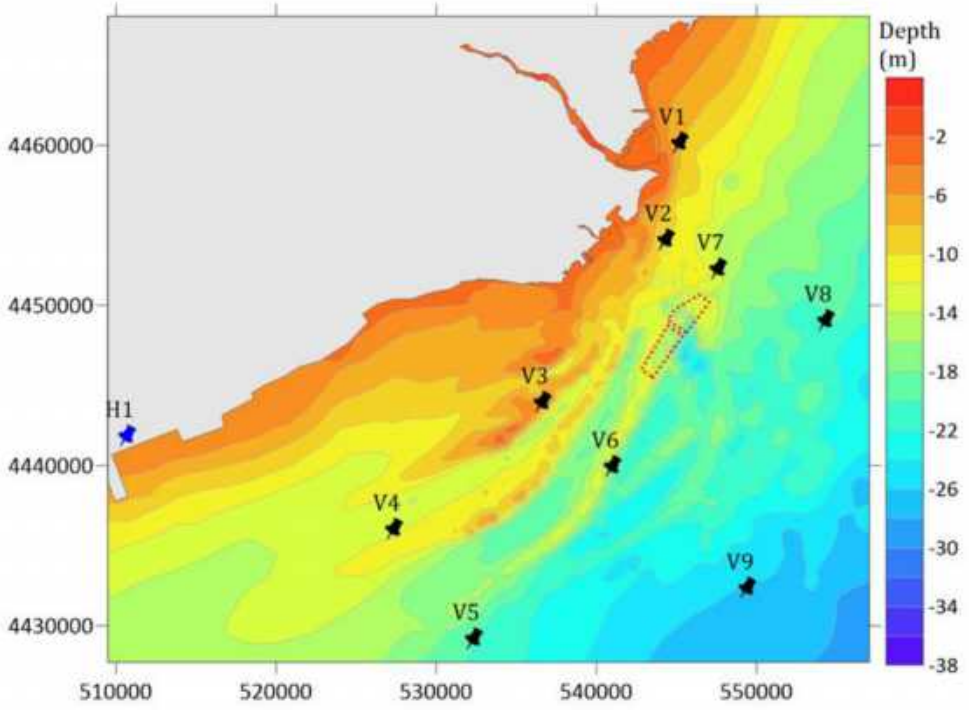


图 7-4 验证站位位置

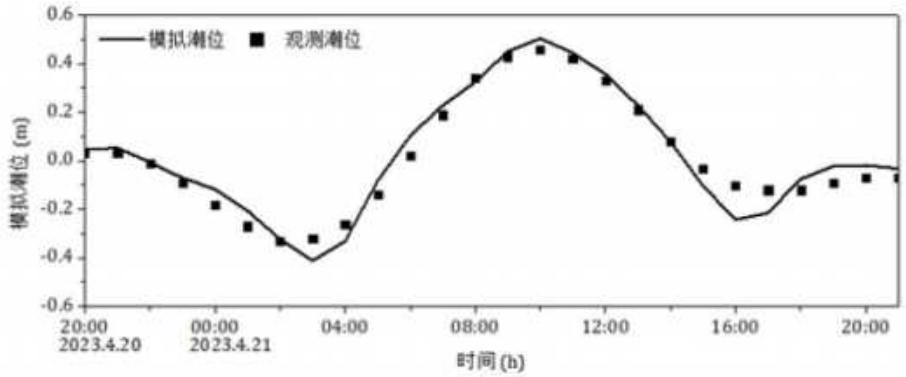
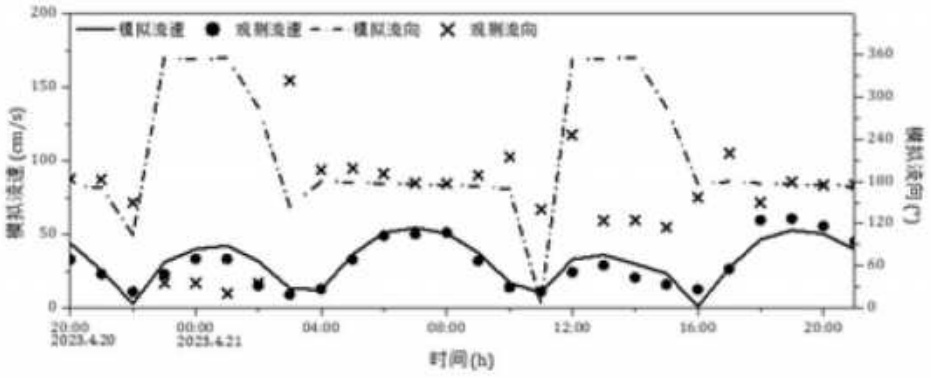
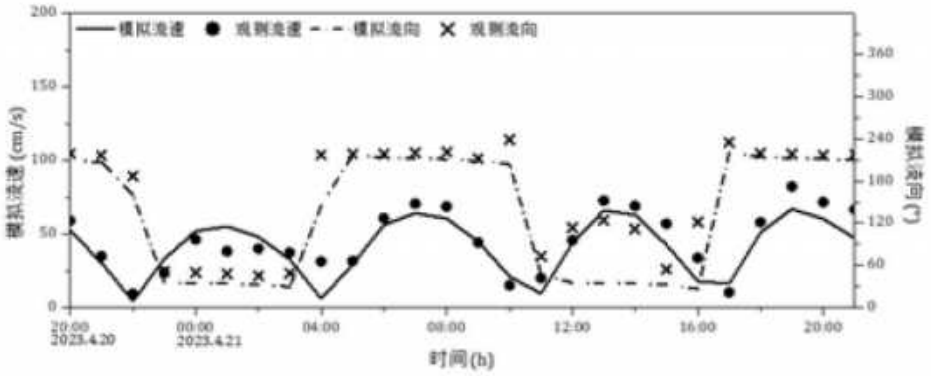
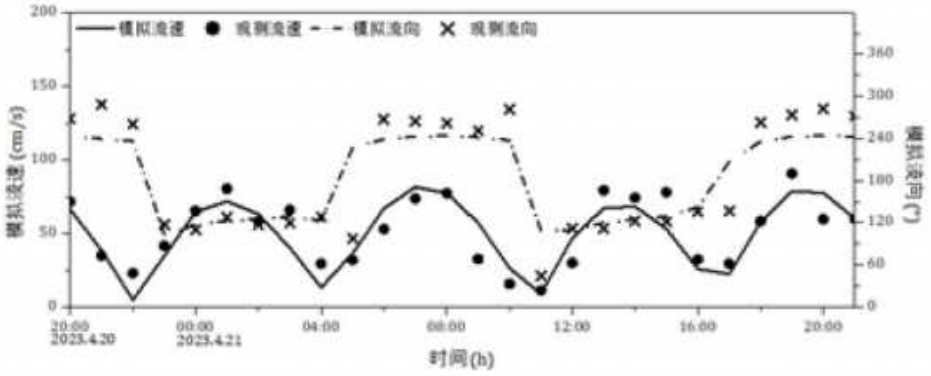
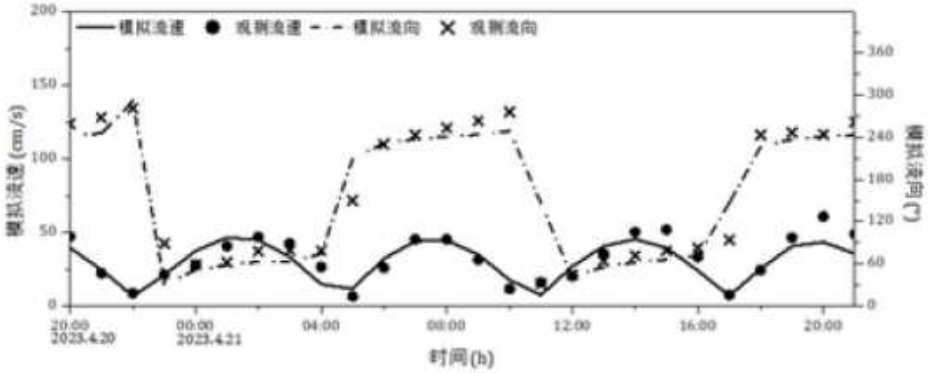

模拟潮位
观测潮位
模拟潮位 (m)
0.6
0.4
0.2
0.0
-0.2
-0.4
-0.6
20:00
2023.4.20
00:00
2023.4.21
04:00
08:00
12:00
16:00
20:00
时间(h)

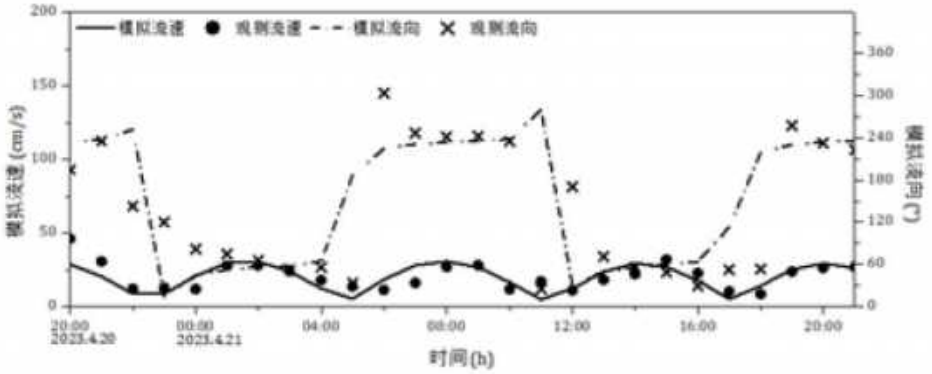
图 7-5 H1 站潮位验证

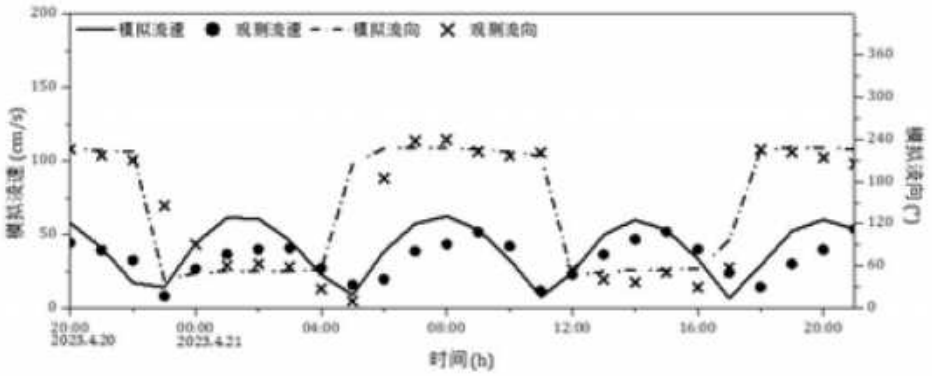

模拟流速
观测流速
模拟流向
观测流向
模拟流速 (cm/s)
模拟流向(°)
时间(h)

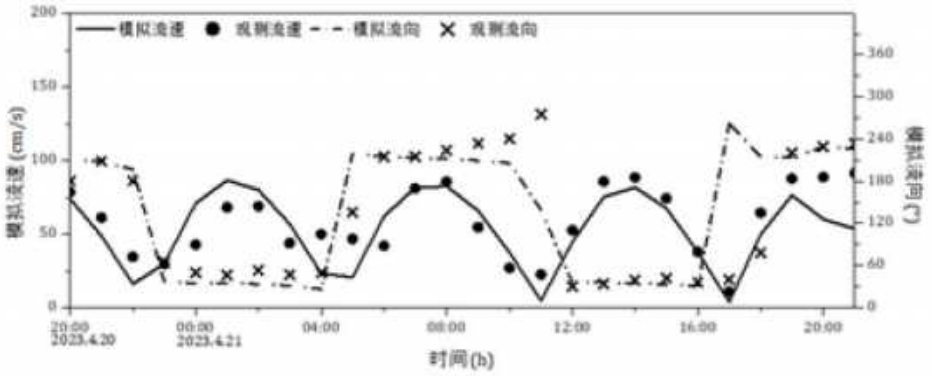

模拟流速
观测流速
模拟流向
观测流向
模拟流速 (cm/s)
模拟流向(°)
时间(h)


模拟流速
观测流速
模拟流向
观测流向
模拟流速 (cm/s)
模拟流向(°)
时间(h)


模拟流速
观测流速
模拟流向
观测流向
模拟流速 (cm/s)
模拟流向(°)
时间(h)
20:00 2023.4.20
00:00 2023.4.21
04:00
08:00
12:00
16:00
20:00


模拟流速
观测流速
模拟流向
观测流向
模拟流速 (cm/s)
模拟流向(°)
时间(h)
20:00 2023.4.20
00:00 2023.4.21
04:00
08:00
12:00
16:00
20:00


模拟流速
观测流速
模拟流向
观测流向
模拟流速 (cm/s)
模拟流向(°)
时间(h)
20:00 2023.4.20
00:00 2023.4.21
04:00
08:00
12:00
16:00
20:00


模拟流速
观测流速
模拟流向
观测流向
模拟流速 (cm/s)
模拟流向(°)
时间(h)
20:00 2023.4.20
00:00 2023.4.21
04:00
08:00
12:00
16:00
20:00

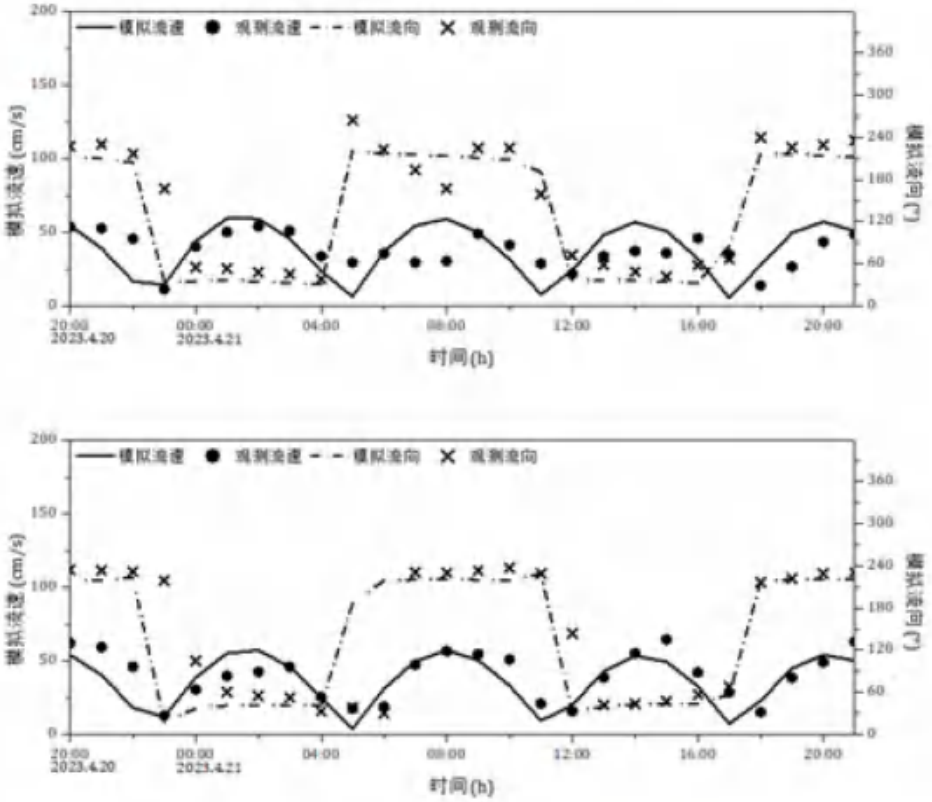


图 7-6 V1-V9 站海流验证（垂向平均）

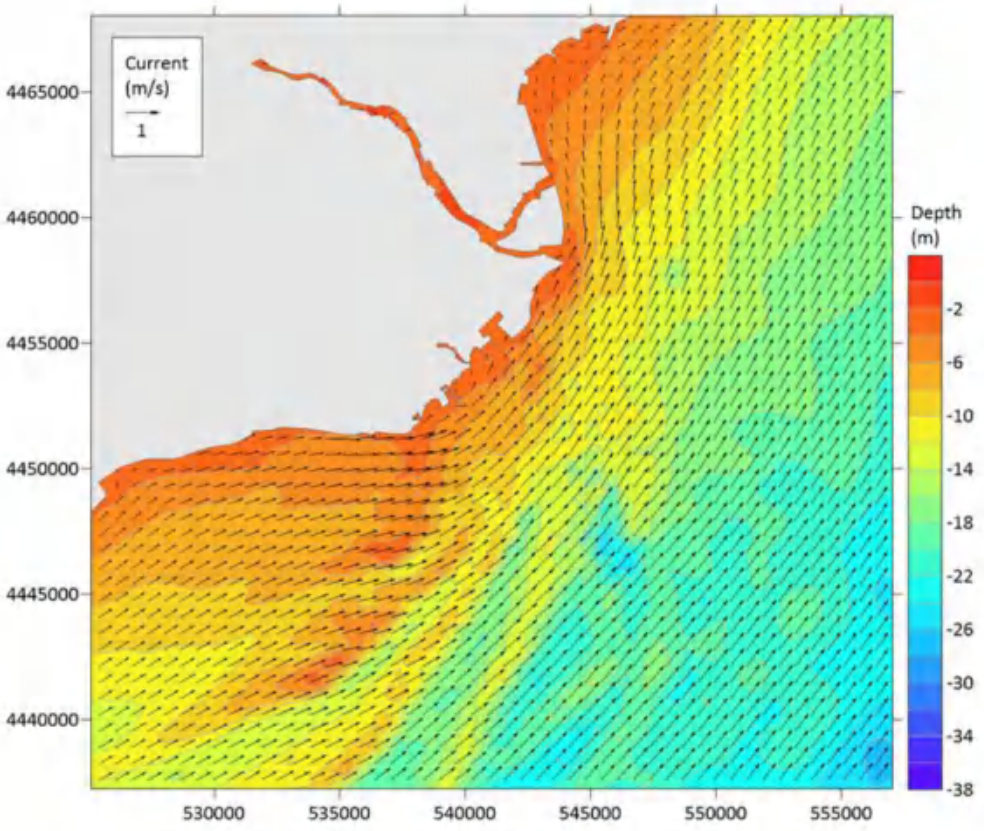


图 7-7 现状潮流矢量图（涨急时刻，大潮期）

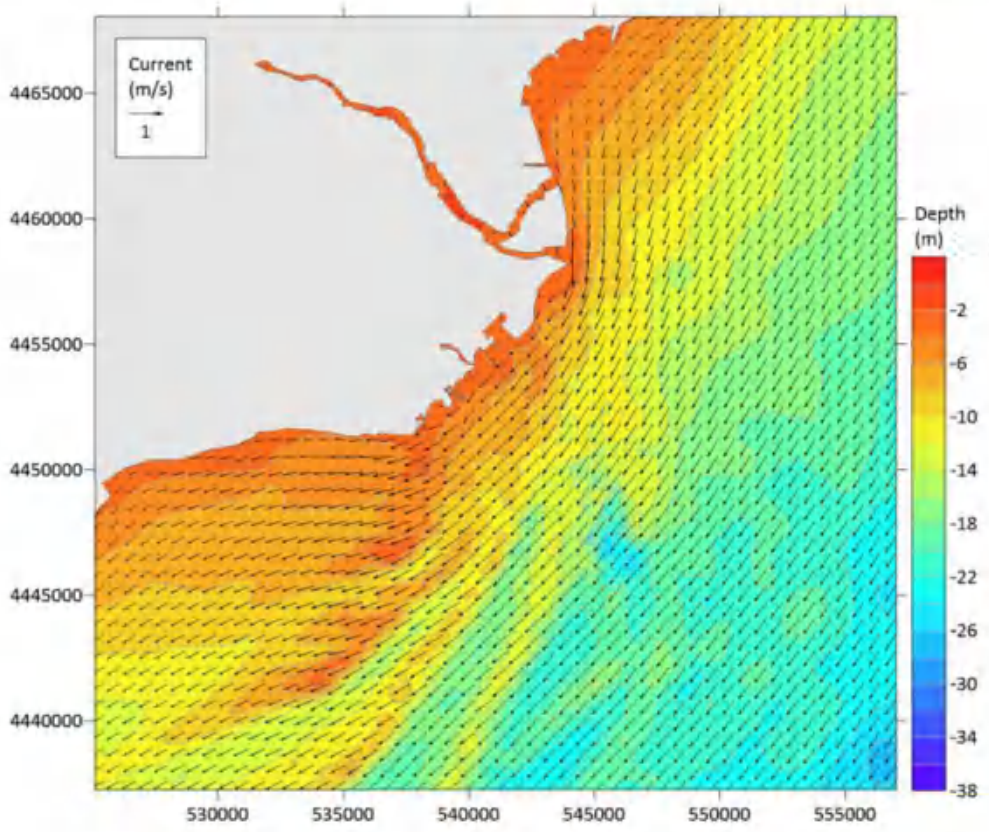


图 7-8 现状潮流矢量图（落急时刻，大潮期）

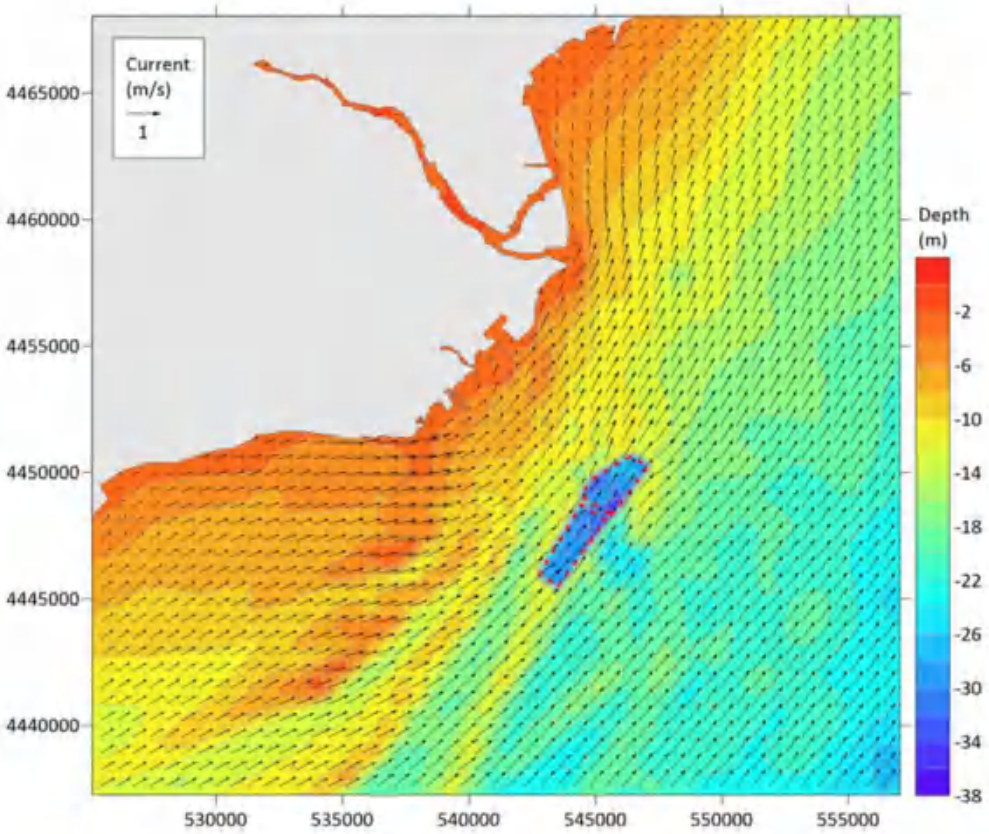


图 7-9 KT2 区块潮流矢量图（涨急时刻，大潮期）

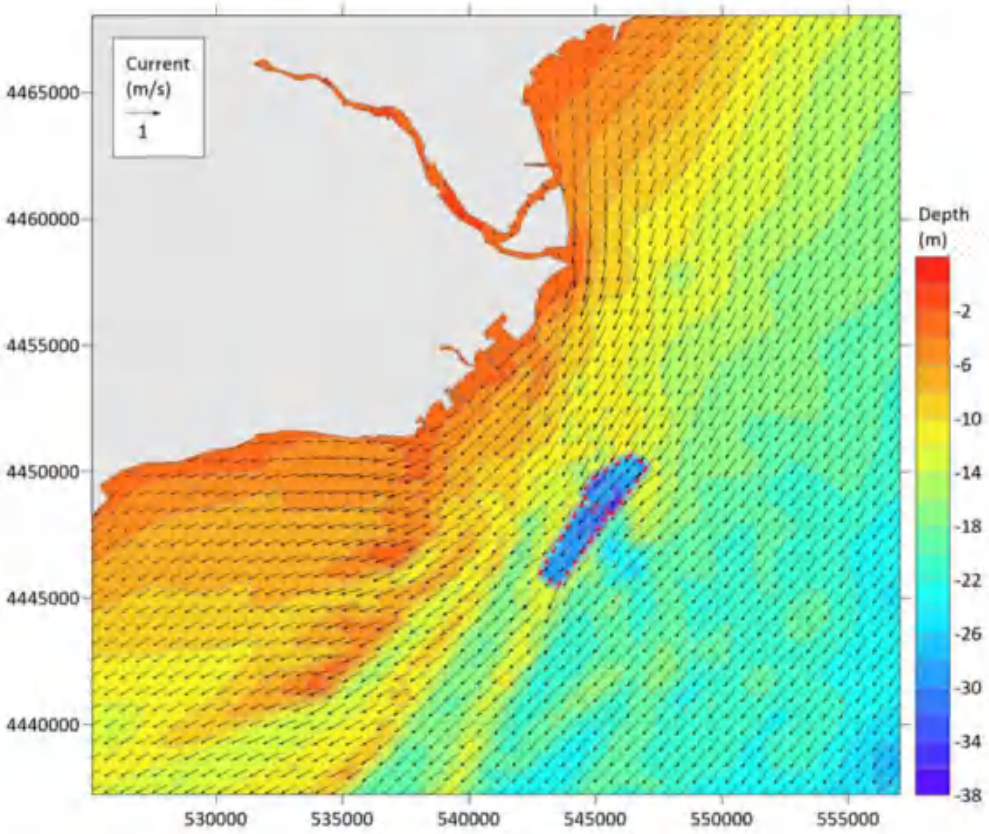


图 7-10 KT2 区块潮流矢量图（落急时刻，大潮期）

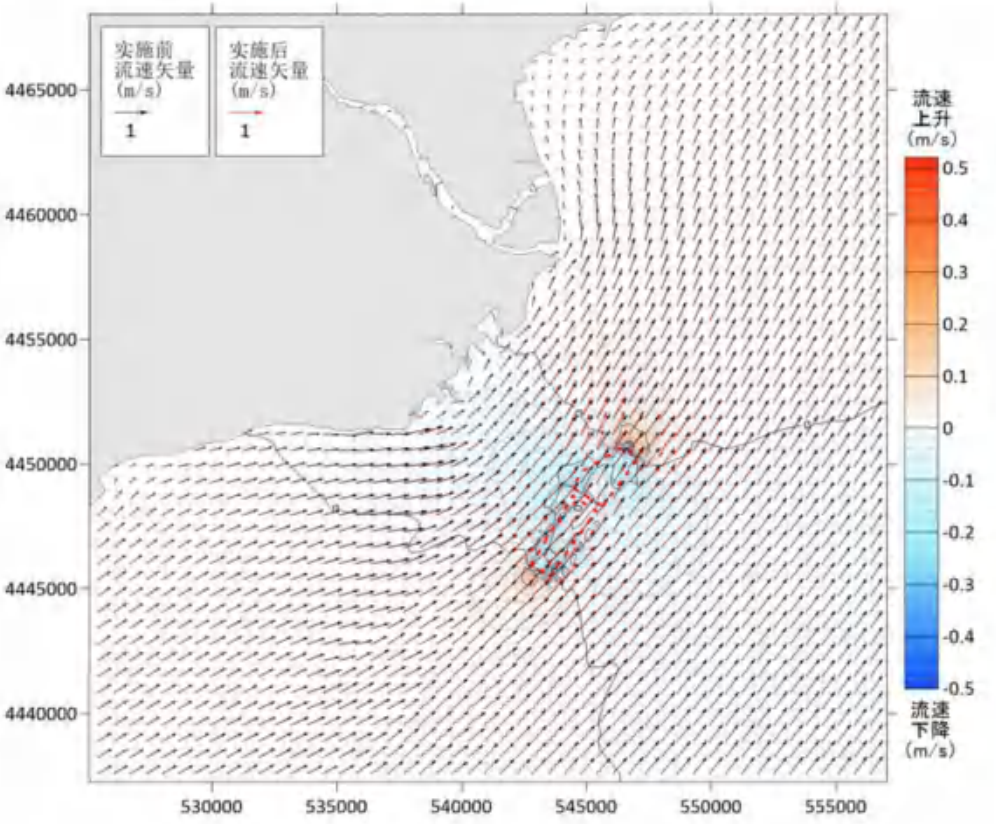


图 7-11 实施后潮流场变化分布（涨急时刻，大潮期）

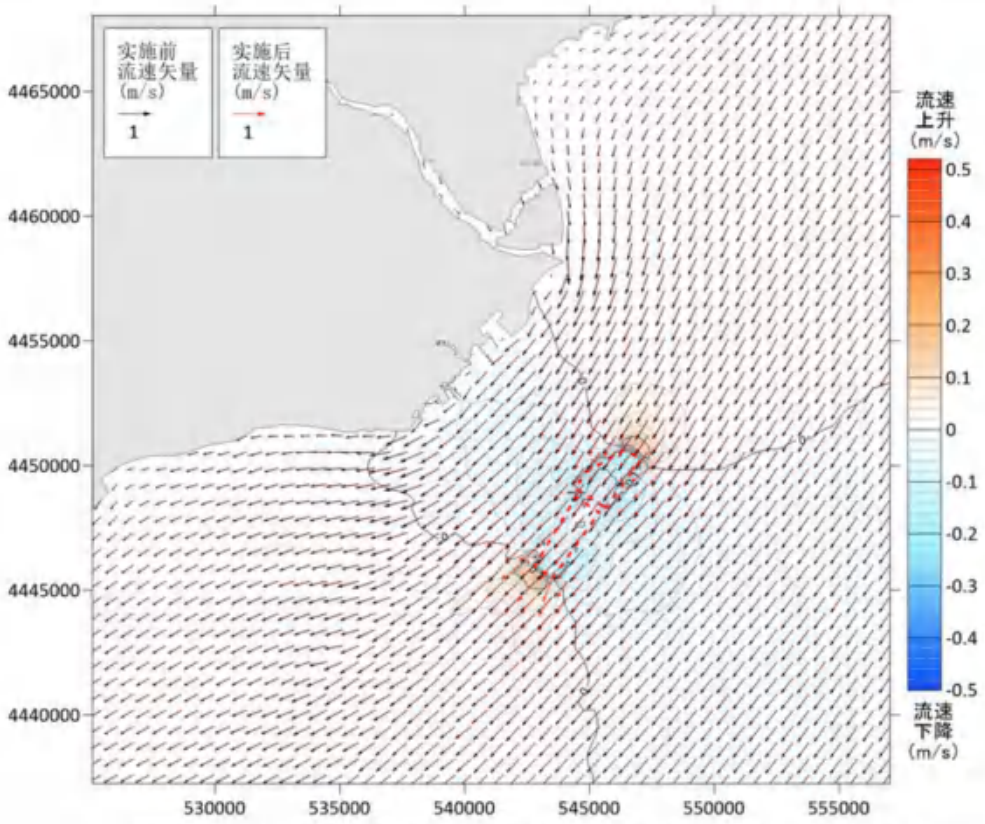
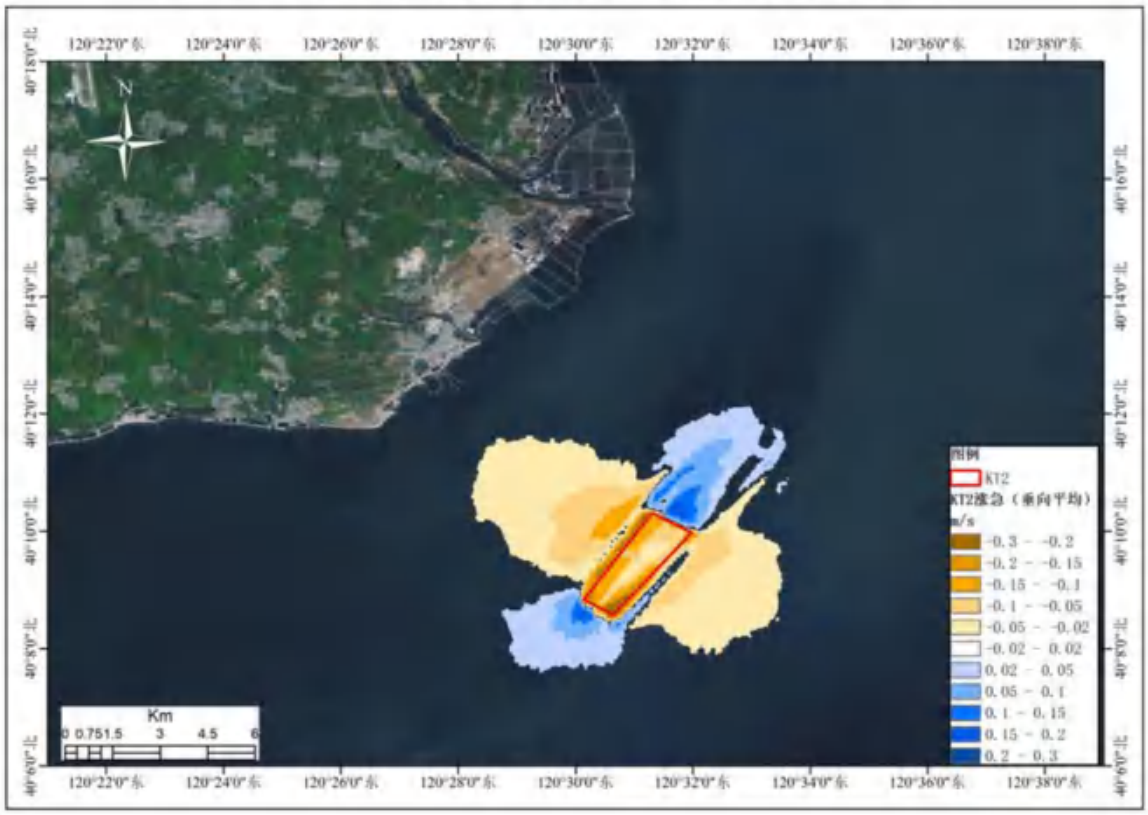
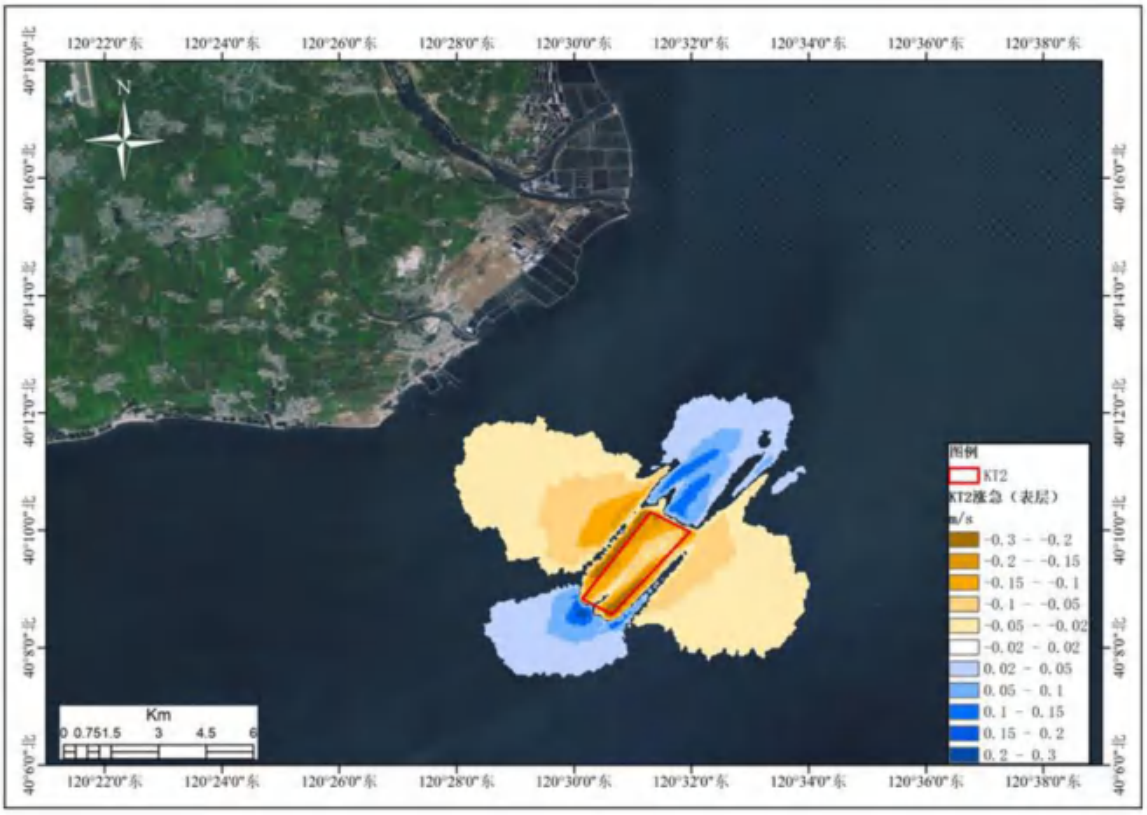
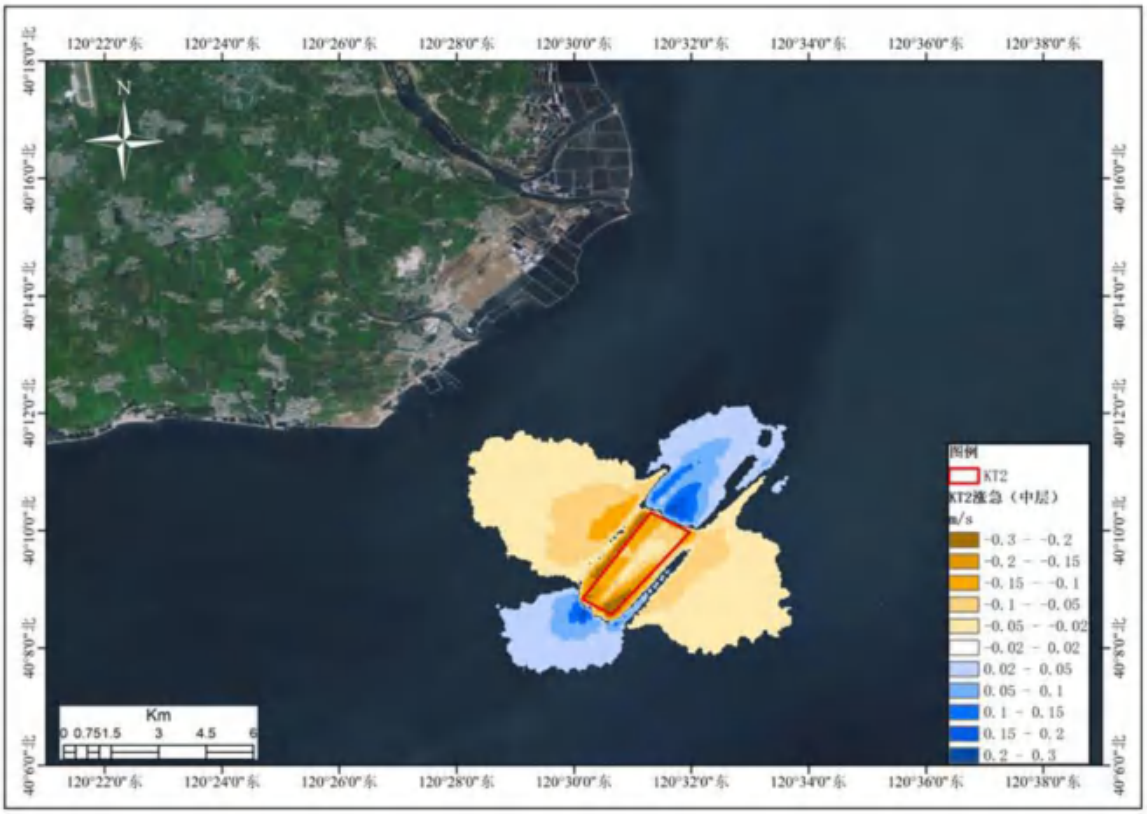


图 7-12 KT2 实施后潮流场变化分布（落急时刻，大潮期）




120°22'0"东
120°24'0"东
120°26'0"东
120°28'0"东
120°30'0"东
120°32'0"东
120°34'0"东
120°36'0"东
120°38'0"东
40°18'0"北
40°16'0"北
40°14'0"北
40°12'0"北
40°10'0"北
40°08'0"北
40°06'0"北
N
Km
0 0.751.5 3 4.5 6
图例
KT2
KT2涨急（表层）
m/s
-0.3 - -0.2
-0.2 - -0.15
-0.15 - -0.1
-0.1 - -0.05
-0.05 - -0.02
-0.02 - 0.02
0.02 - 0.05
0.05 - 0.1
0.1 - 0.15
0.15 - 0.2
0.2 - 0.3


120°22'0"东
120°24'0"东
120°26'0"东
120°28'0"东
120°30'0"东
120°32'0"东
120°34'0"东
120°36'0"东
120°38'0"东
40°18'0"北
40°16'0"北
40°14'0"北
40°12'0"北
40°10'0"北
40°08'0"北
40°06'0"北
N
Km
0 0.751.5 3 4.5 6
图例
KT2
KT2涨急（中层）
m/s
-0.3 - -0.2
-0.2 - -0.15
-0.15 - -0.1
-0.1 - -0.05
-0.05 - -0.02
-0.02 - 0.02
0.02 - 0.05
0.05 - 0.1
0.1 - 0.15
0.15 - 0.2
0.2 - 0.3


120°22'0"东
120°24'0"东
120°26'0"东
120°28'0"东
120°30'0"东
120°32'0"东
120°34'0"东
120°36'0"东
120°38'0"东
40°18'0"北
40°16'0"北
40°14'0"北
40°12'0"北
40°10'0"北
40°8'0"北
40°6'0"北
N
Km
0 0.751.5 3 4.5 6
图例
KT2
KT2涨急（底层）
m/s
-0.3 - -0.2
-0.2 - -0.15
-0.15 - -0.1
-0.1 - -0.05
-0.05 - -0.02
-0.02 - 0.02
0.02 - 0.05
0.05 - 0.1
0.1 - 0.15
0.15 - 0.2
0.2 - 0.3


120°22'0"东
120°24'0"东
120°26'0"东
120°28'0"东
120°30'0"东
120°32'0"东
120°34'0"东
120°36'0"东
120°38'0"东
40°18'0"北
40°16'0"北
40°14'0"北
40°12'0"北
40°10'0"北
40°8'0"北
40°6'0"北
N
Km
0 0.751.5 3 4.5 6
图例
KT2
KT2落急（垂向平均）
m/s
-0.25 - -0.2
-0.2 - -0.15
-0.15 - -0.1
-0.1 - -0.05
-0.05 - -0.02
-0.02 - 0.02
0.02 - 0.05
0.05 - 0.1
0.1 - 0.15
0.15 - 0.2


120°22'0"东
120°24'0"东
120°26'0"东
120°28'0"东
120°30'0"东
120°32'0"东
120°34'0"东
120°36'0"东
120°38'0"东
40°18'0"北
40°16'0"北
40°14'0"北
40°12'0"北
40°10'0"北
40°8'0"北
40°6'0"北
N
Km
0 0.751.5 3 4.5 6
图例
KT2
KT2落急（表层）
m/s
-0.25 - -0.2
-0.2 - -0.15
-0.15 - -0.1
-0.1 - -0.05
-0.05 - -0.02
-0.02 - 0.02
0.02 - 0.05
0.05 - 0.1
0.1 - 0.15
0.15 - 0.2


120°22'0"东
120°24'0"东
120°26'0"东
120°28'0"东
120°30'0"东
120°32'0"东
120°34'0"东
120°36'0"东
120°38'0"东
40°18'0"北
40°16'0"北
40°14'0"北
40°12'0"北
40°10'0"北
40°8'0"北
40°6'0"北
N
Km
0 0.751.5 3 4.5 6
图例
KT2
KT2落急（中层）
m/s
-0.25 - -0.2
-0.2 - -0.15
-0.15 - -0.1
-0.1 - -0.05
-0.05 - -0.02
-0.02 - 0.02
0.02 - 0.05
0.05 - 0.1
0.1 - 0.15
0.15 - 0.2



图 7-13 KT2 实施后潮流场变化

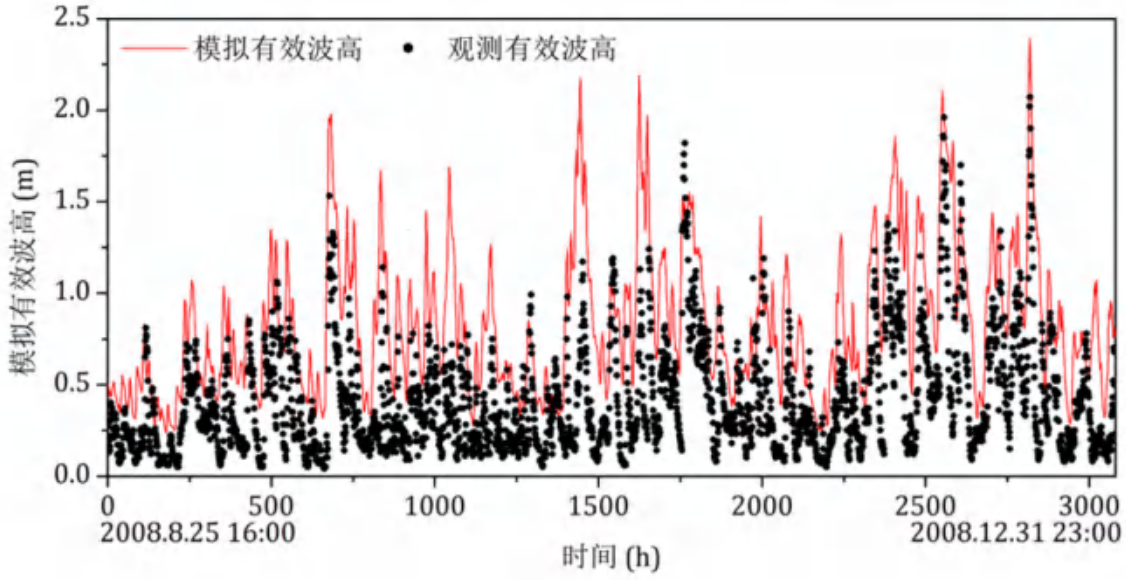


图 7-14 有效波高验证

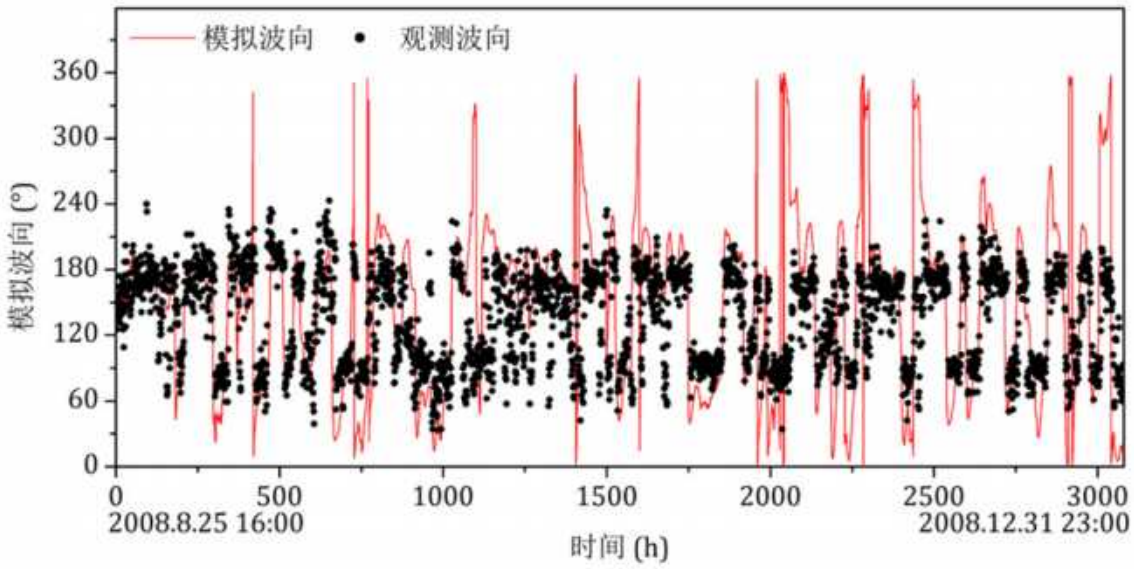


图 7-15 波向验证

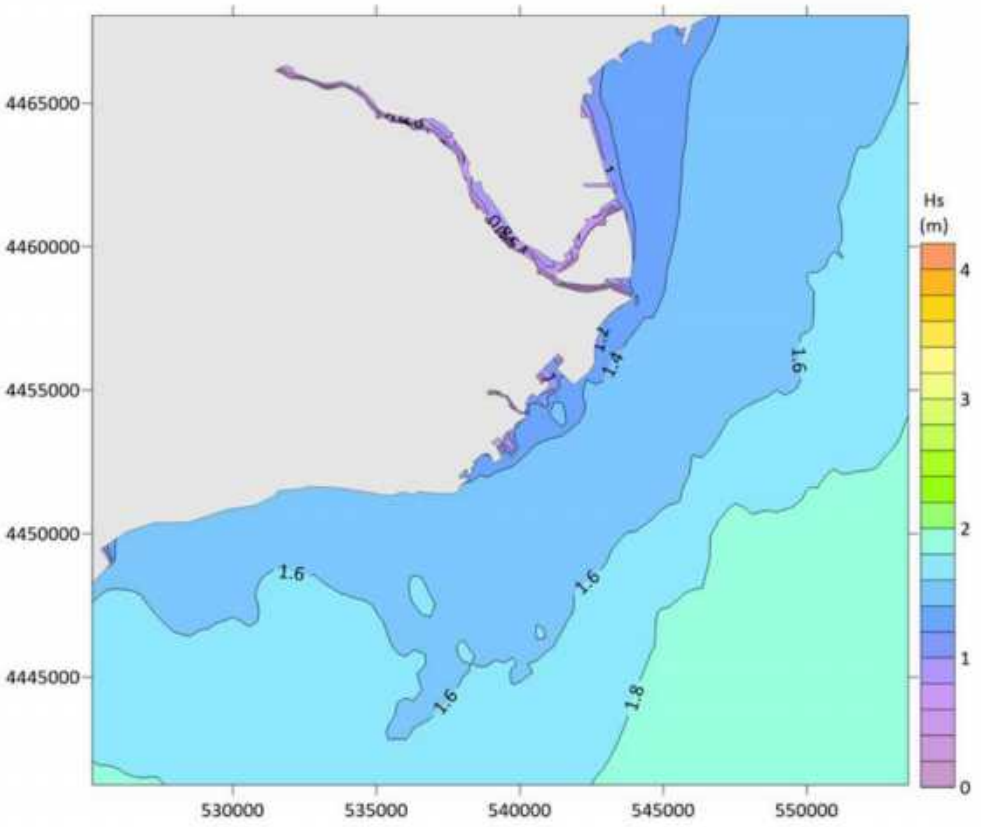


图 7-16 工程前 50 年一遇 E 向波浪场分布

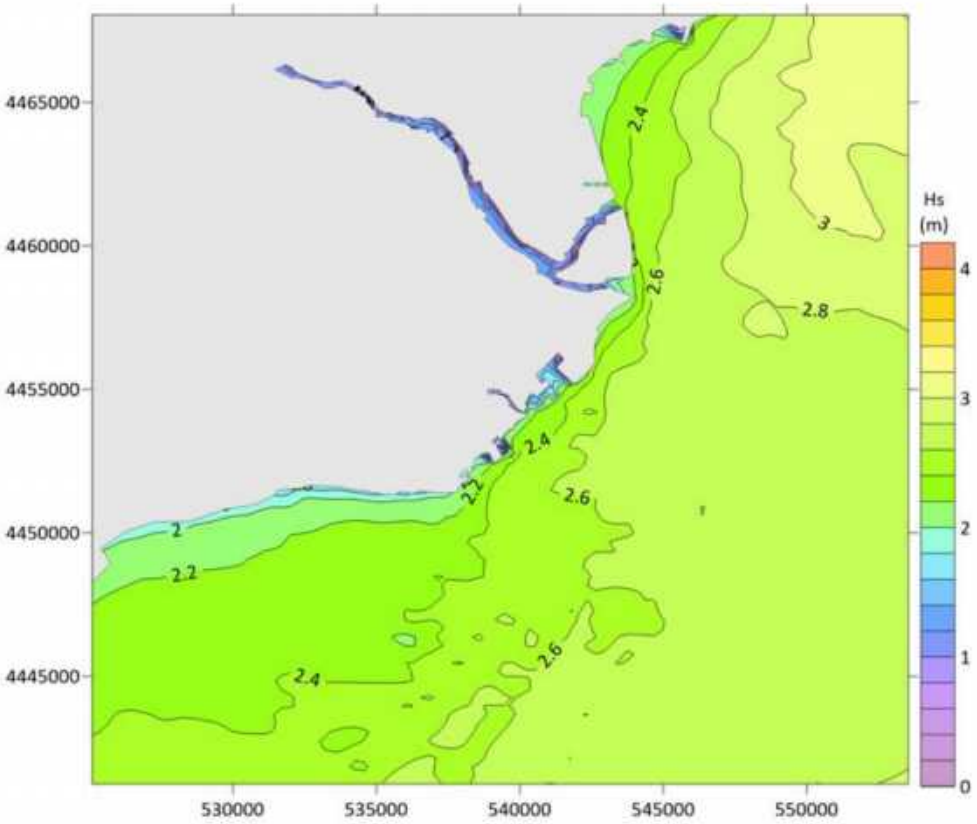


图 7-17 工程前 50 年一遇 S 向波浪场分布

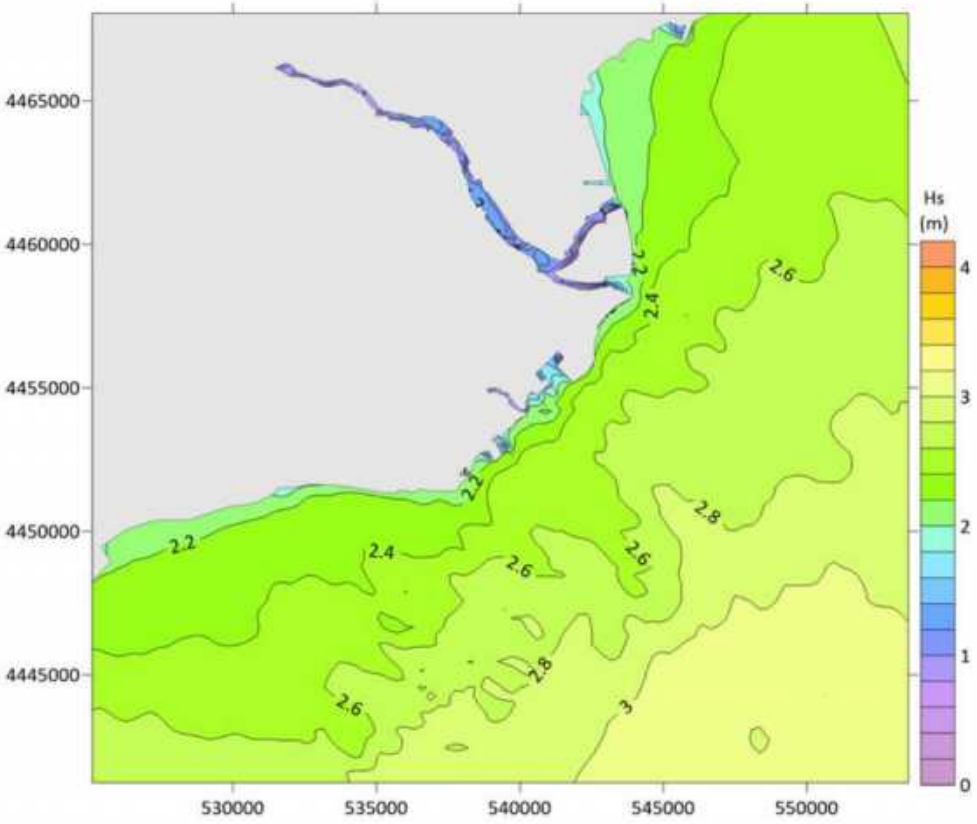


图 7-18 工程前 50 年一遇 SE 向波浪场分布

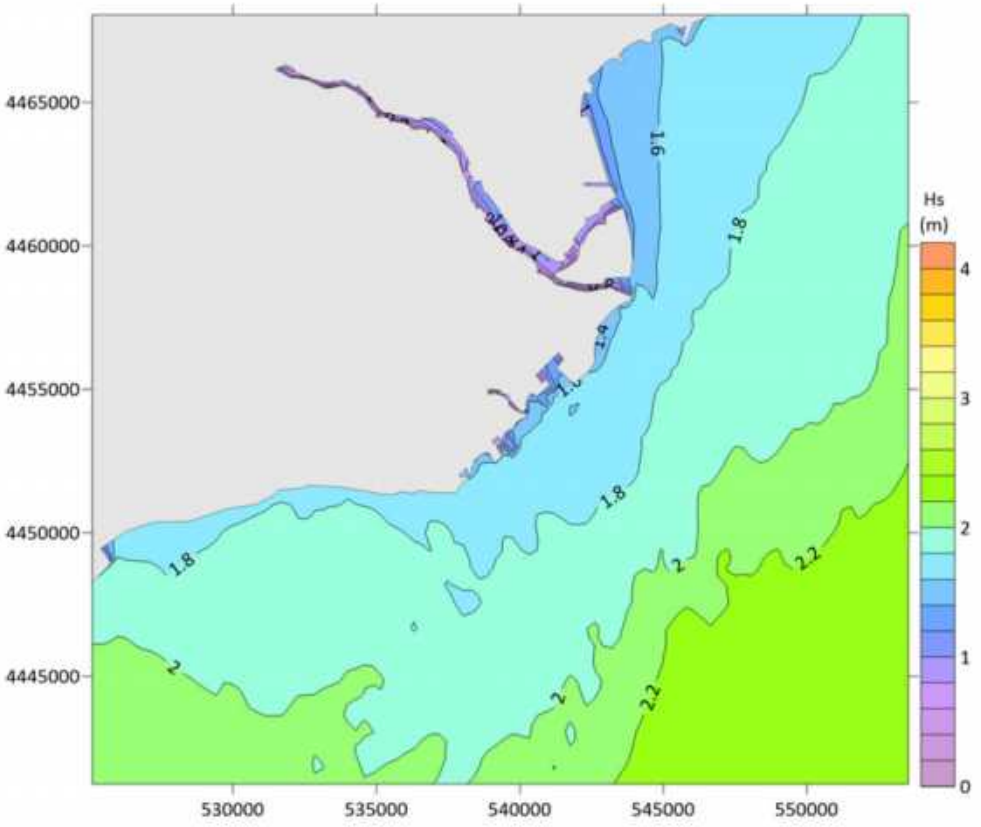


图 7-19 工程前 100 年一遇 E 向波浪场分布

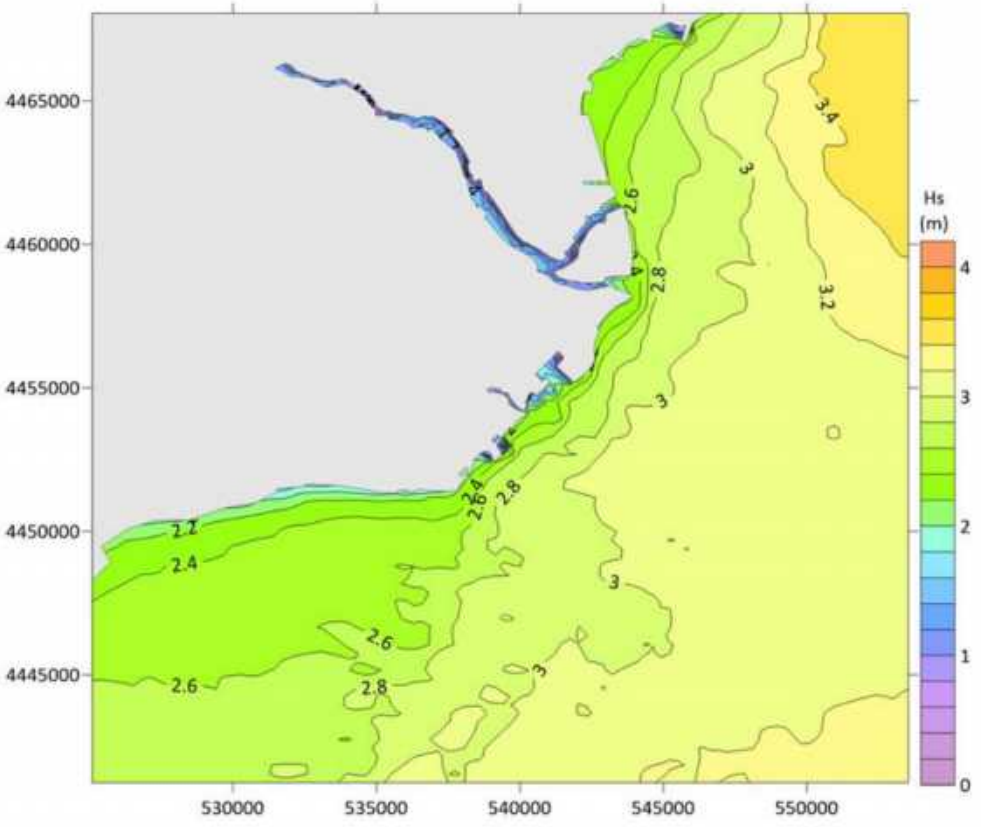


图 7-20 工程前 100 年一遇 S 向波浪场分布

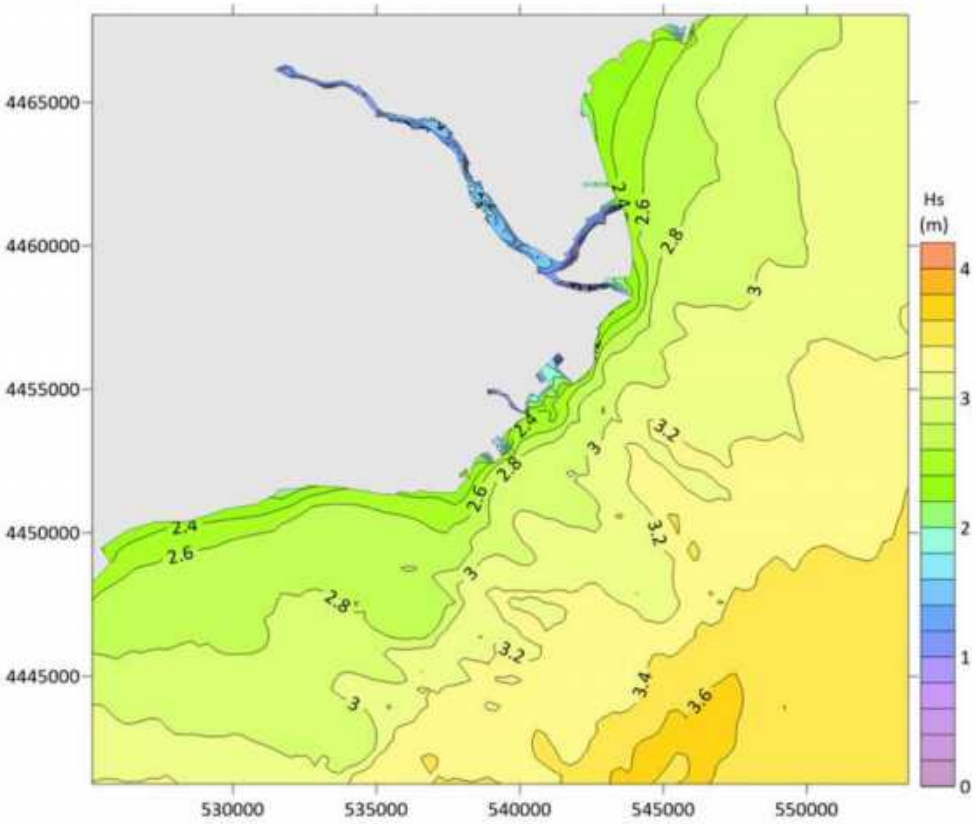


图 7-21 工程前 100 年一遇 SE 向波浪场分布

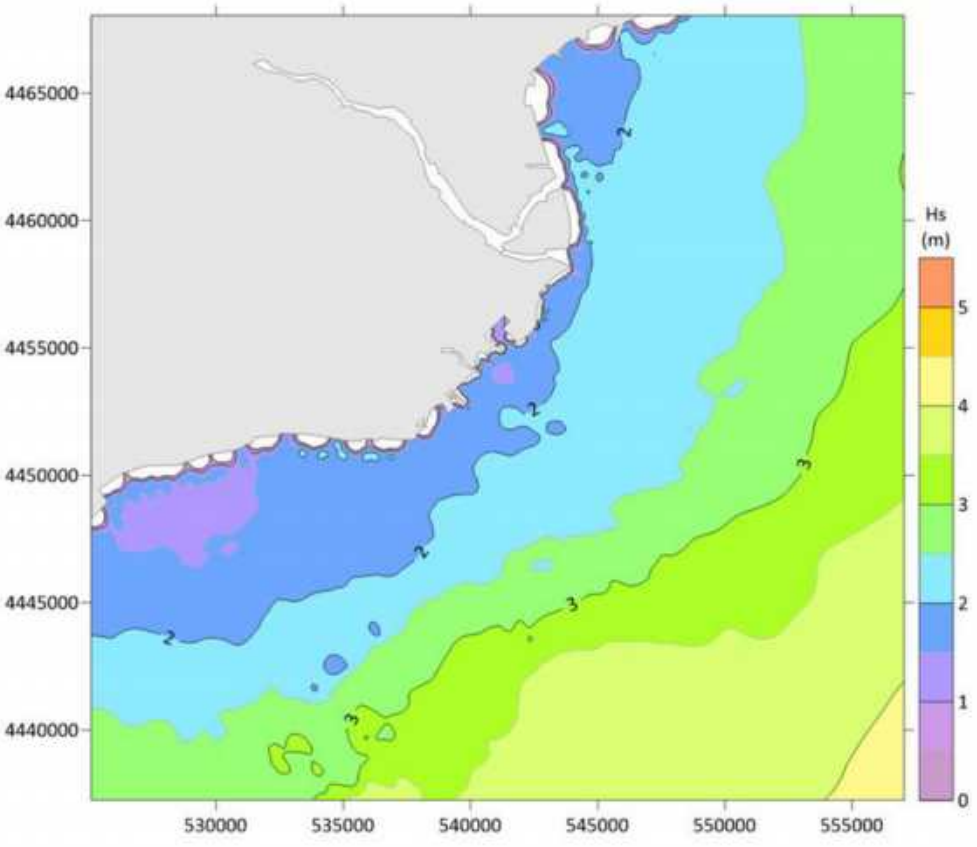


图 7-22 历史台风（7303 号）影响下工程前波浪场分布

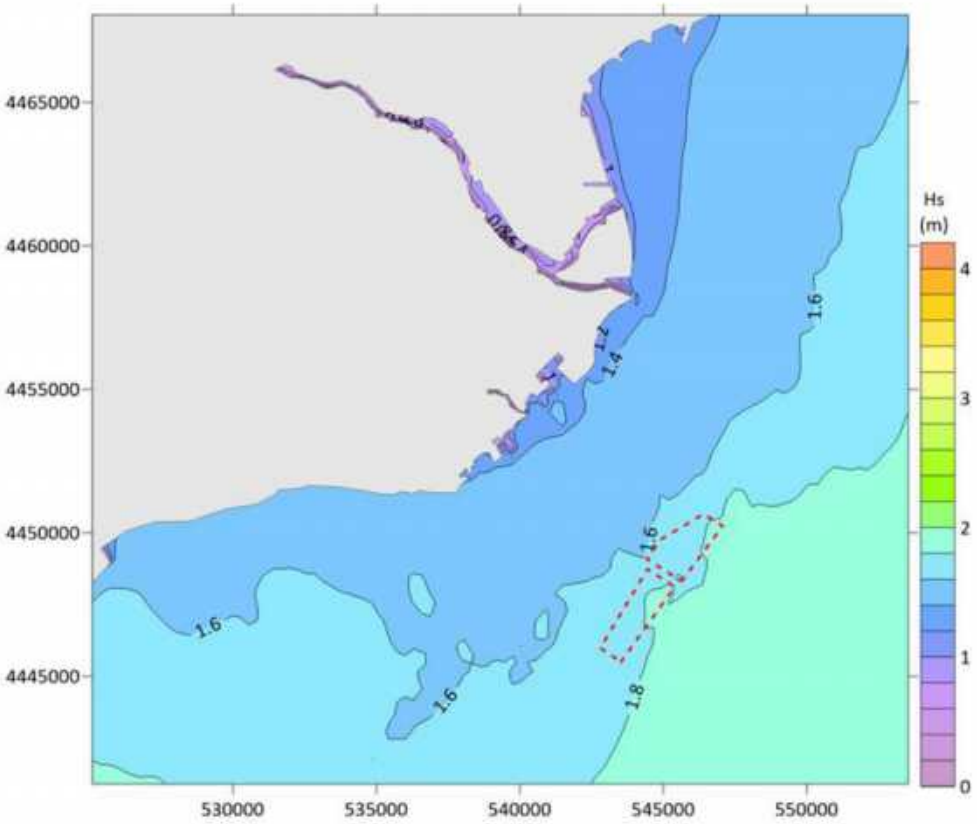


图 7-23 KT2 区块采砂后 50 年一遇 E 向波浪场分布

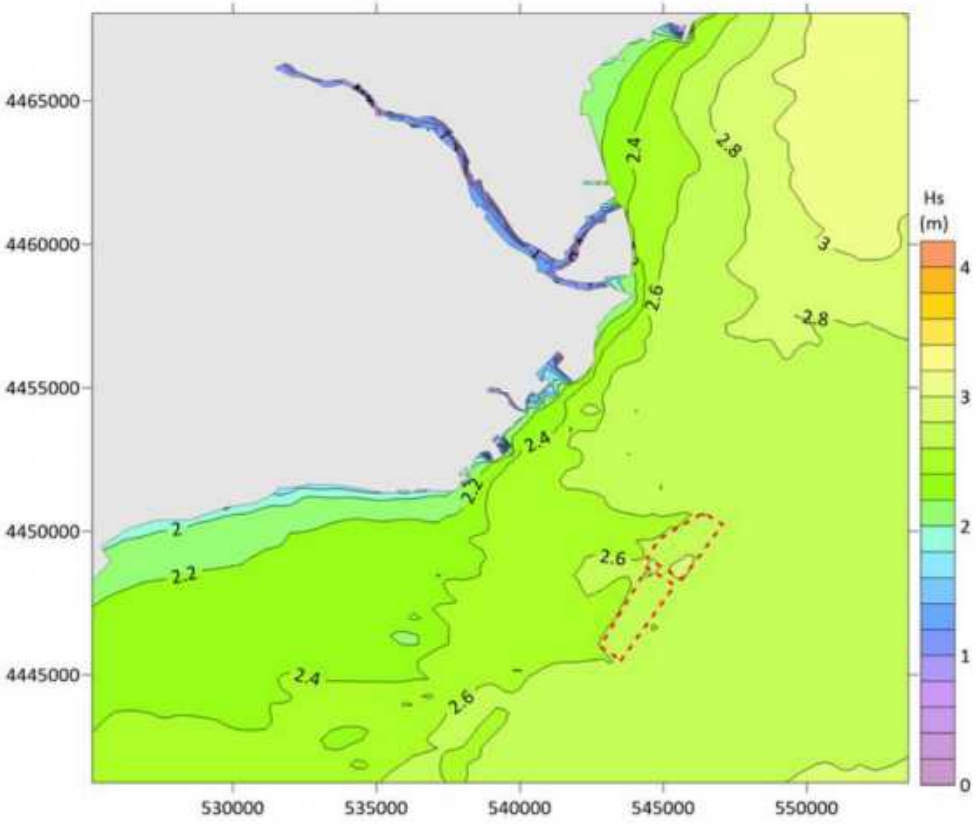


图 7-24 KT2 区块采砂后 50 年一遇 S 向波浪场分布

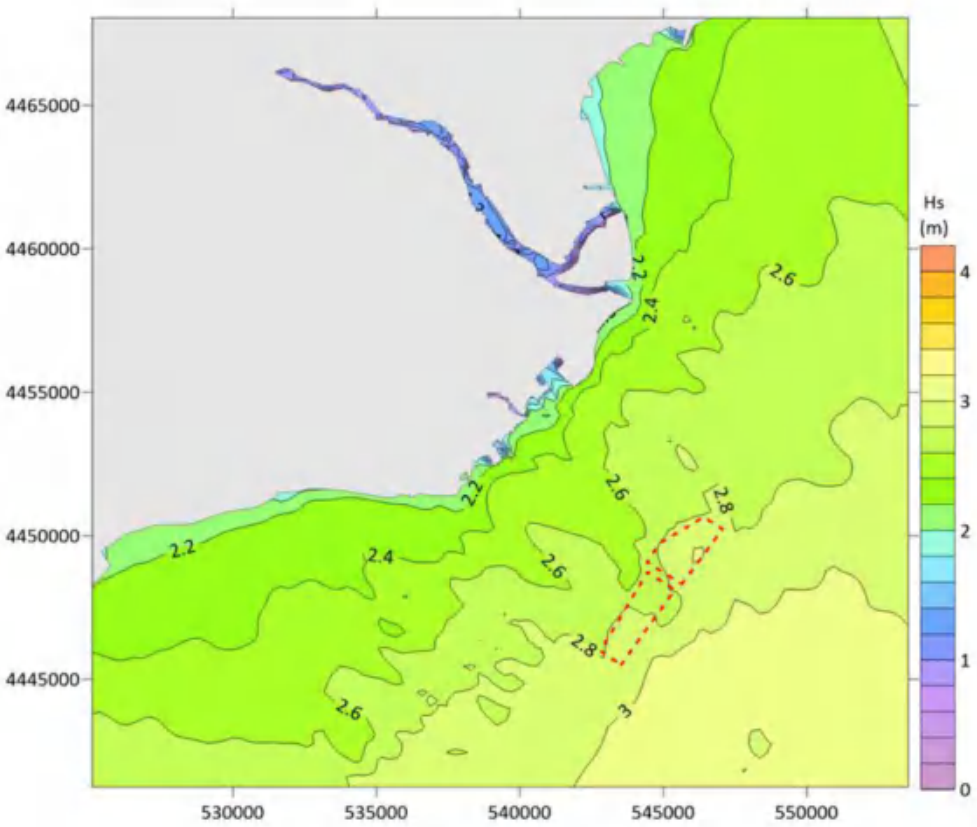


图 7-25 KT2 区块采砂后 50 年一遇 SE 向波浪场分布

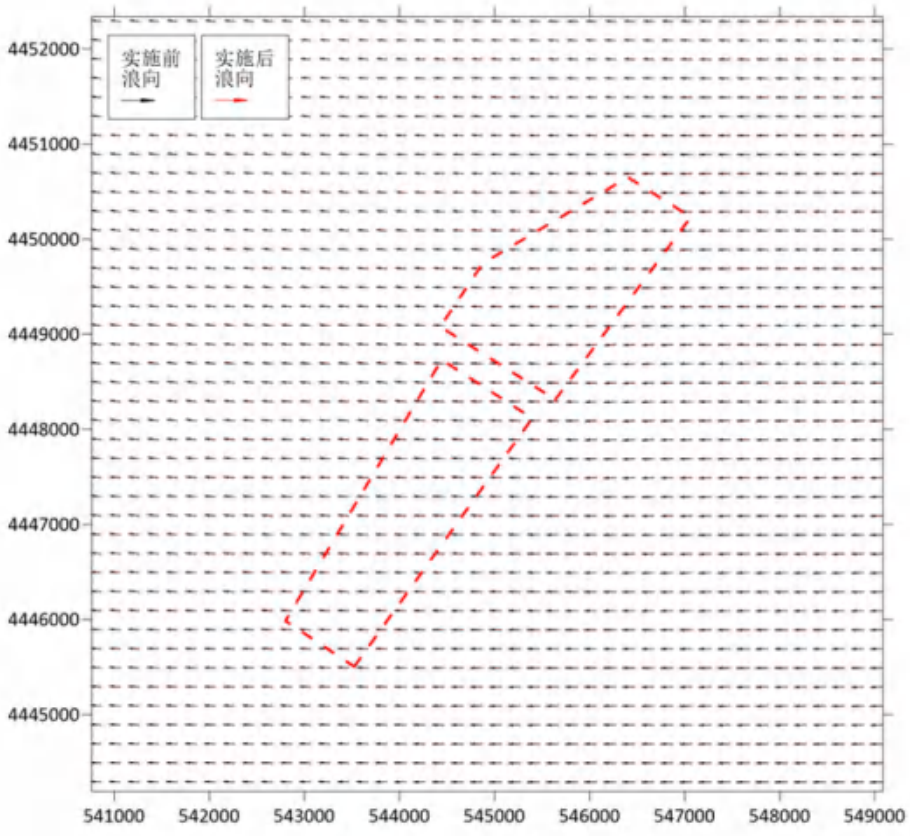


图 7-26 KT2 区块采砂后 50 年一遇 E 向波浪浪向变化分布

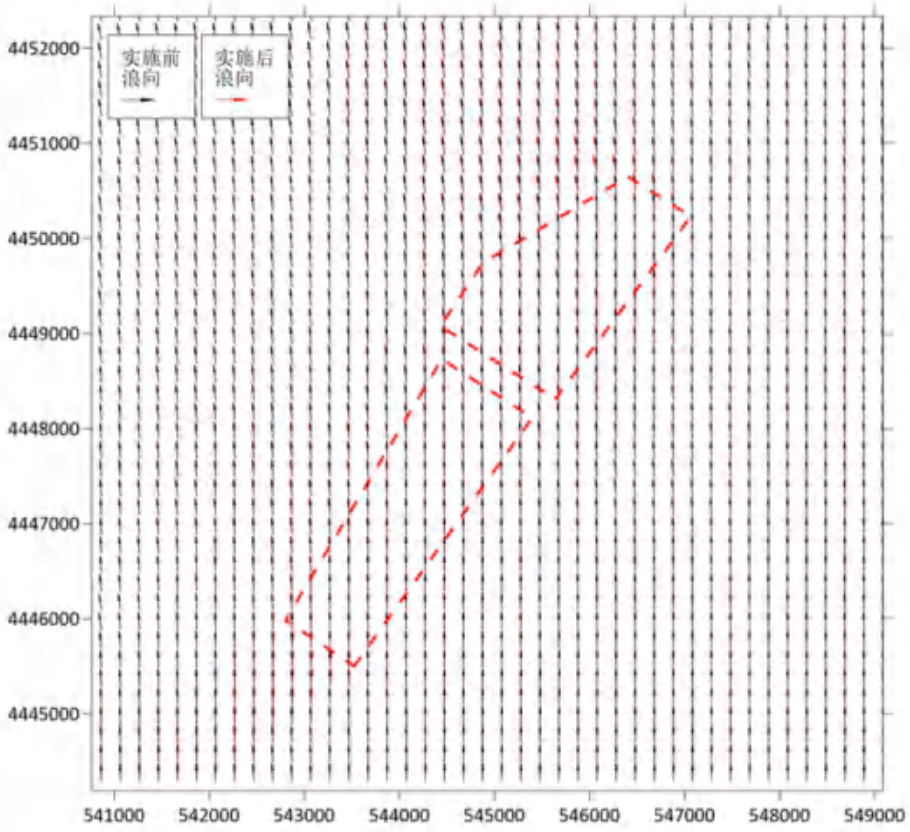


图 7-27 KT2 区块采砂后 50 年一遇 S 向波浪浪向变化分布

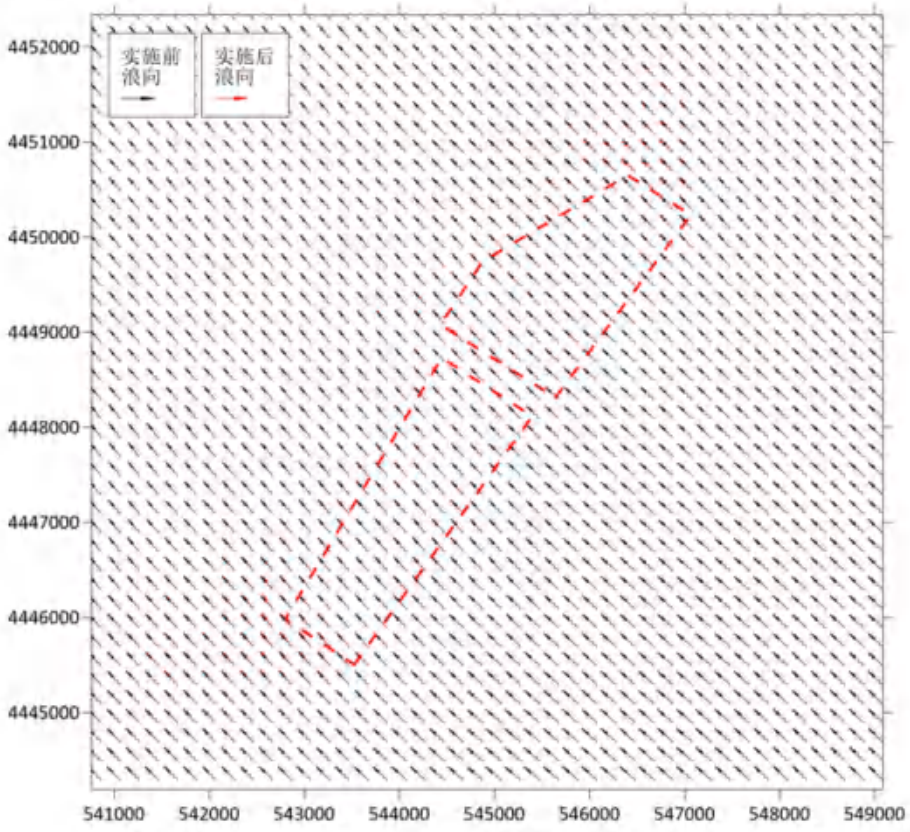


图 7-28 KT2 区块采砂后 50 年一遇 SE 向波浪浪向变化分布

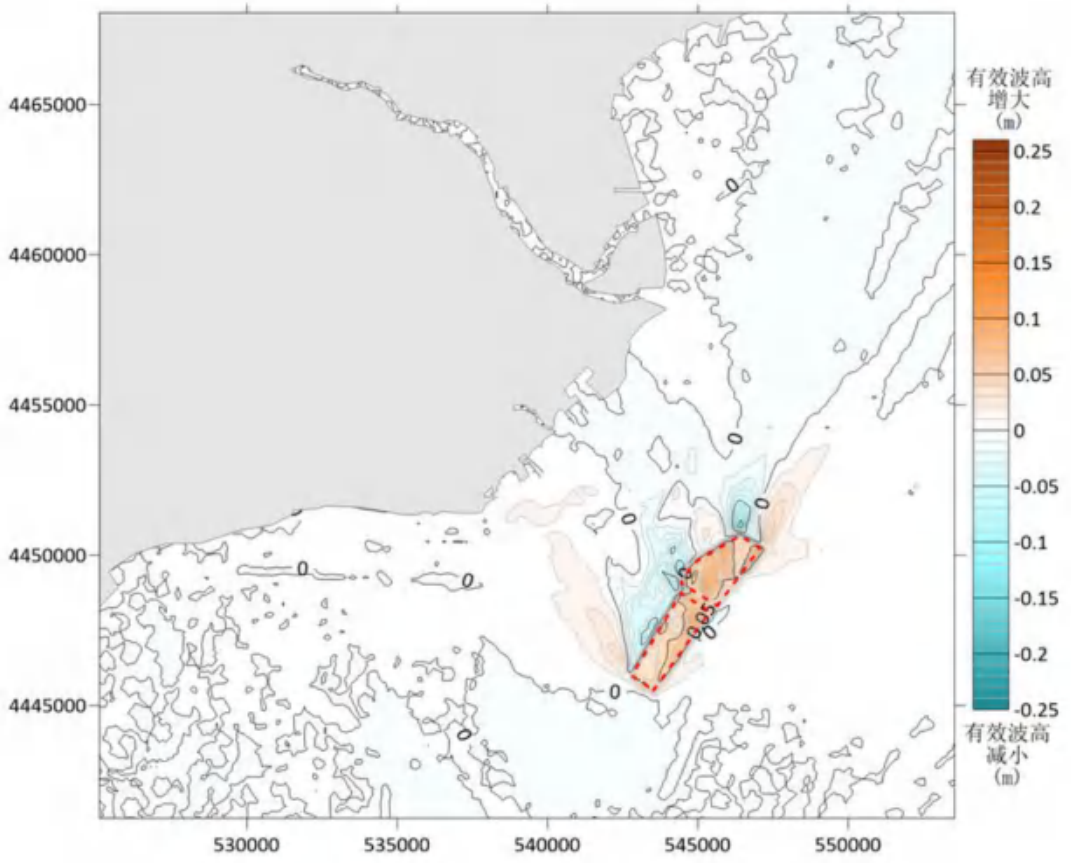


图 7-29 KT2 区块采砂后 50 年一遇 E 向波浪有效波高变化分布

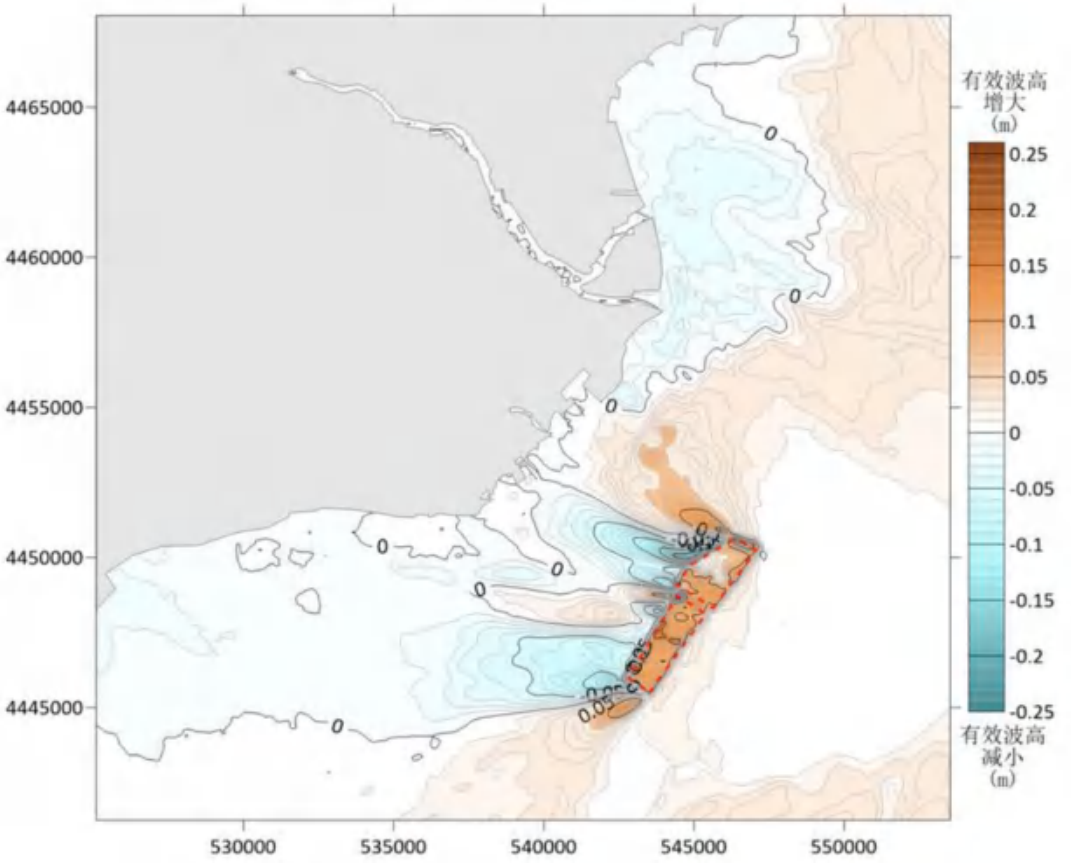


图 7-30 KT2 区块采砂后 50 年一遇 S 向波浪有效波高变化分布

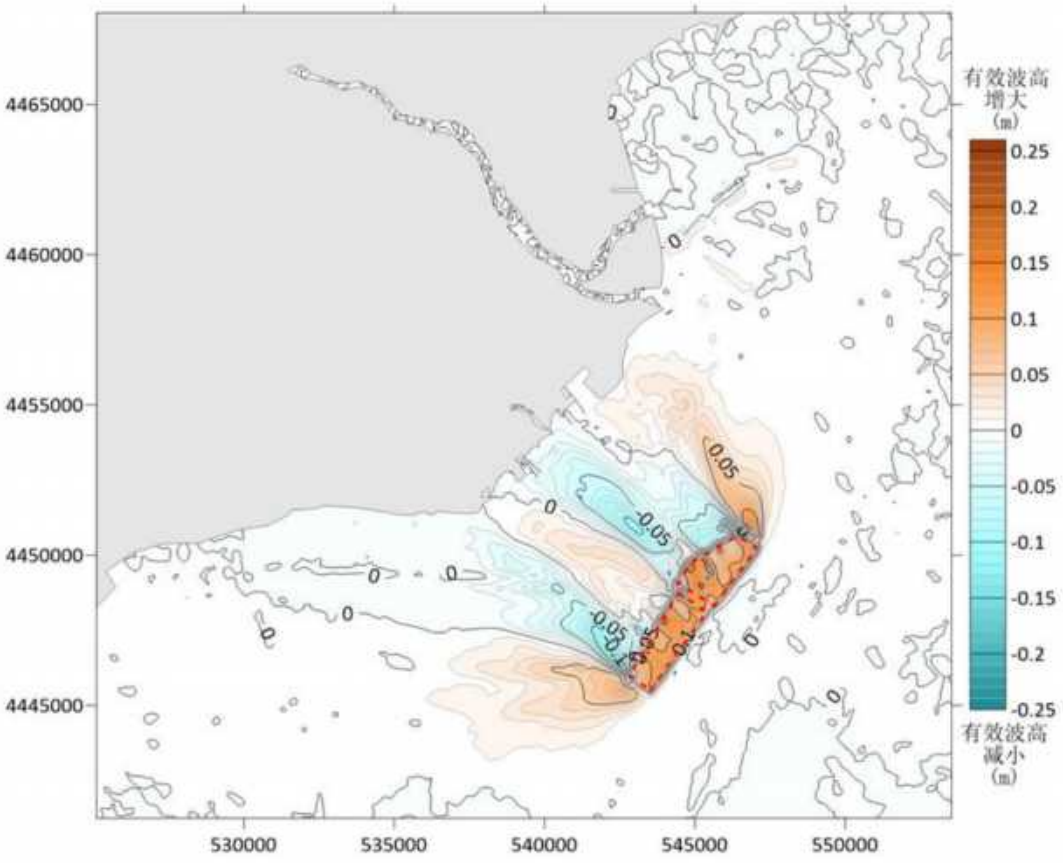


图 7-31 KT2 区块采砂后 50 年一遇 SE 向波浪有效波高变化分布

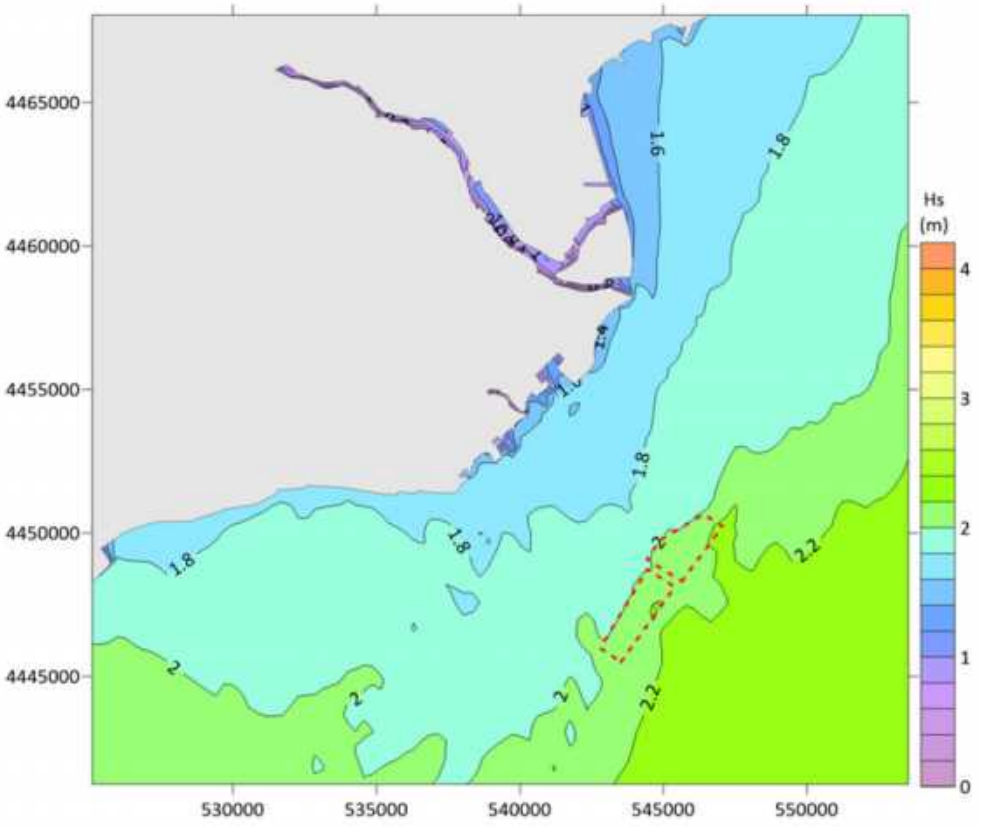


图 7-32 KT2 区块采砂后 100 年一遇 E 向波浪场分布

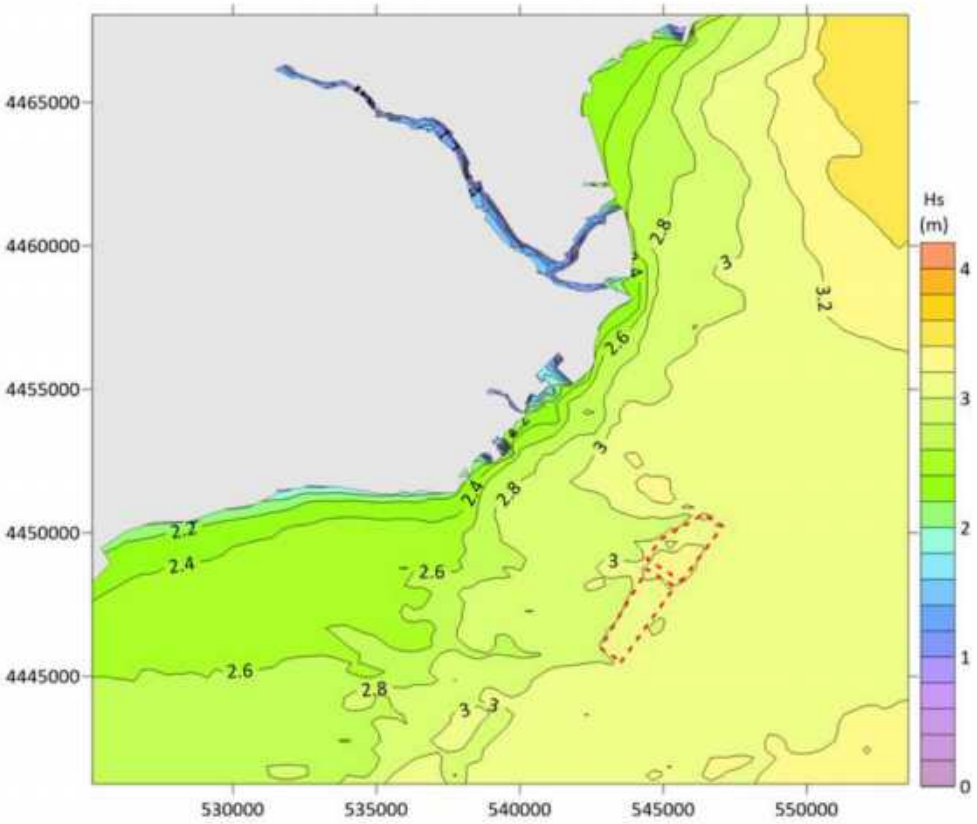


图 7-33 KT2 区块采砂后 100 年一遇 S 向波浪场分布

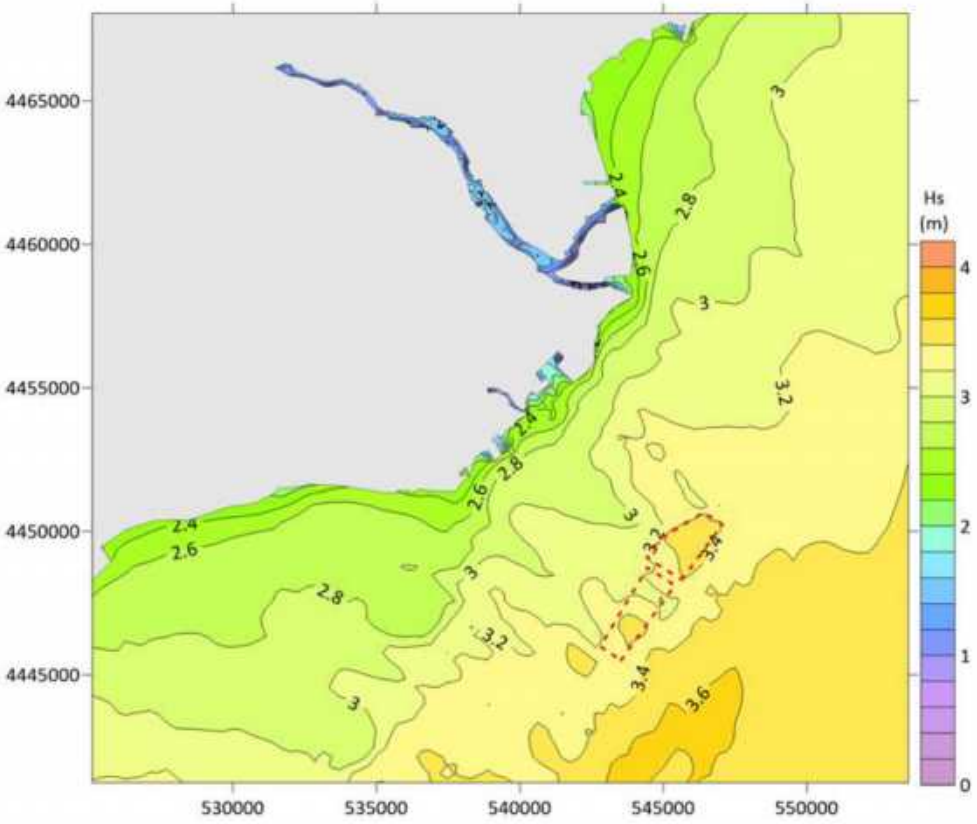


图 7-34 KT2 区块采砂后 100 年一遇 SE 向波浪场分布

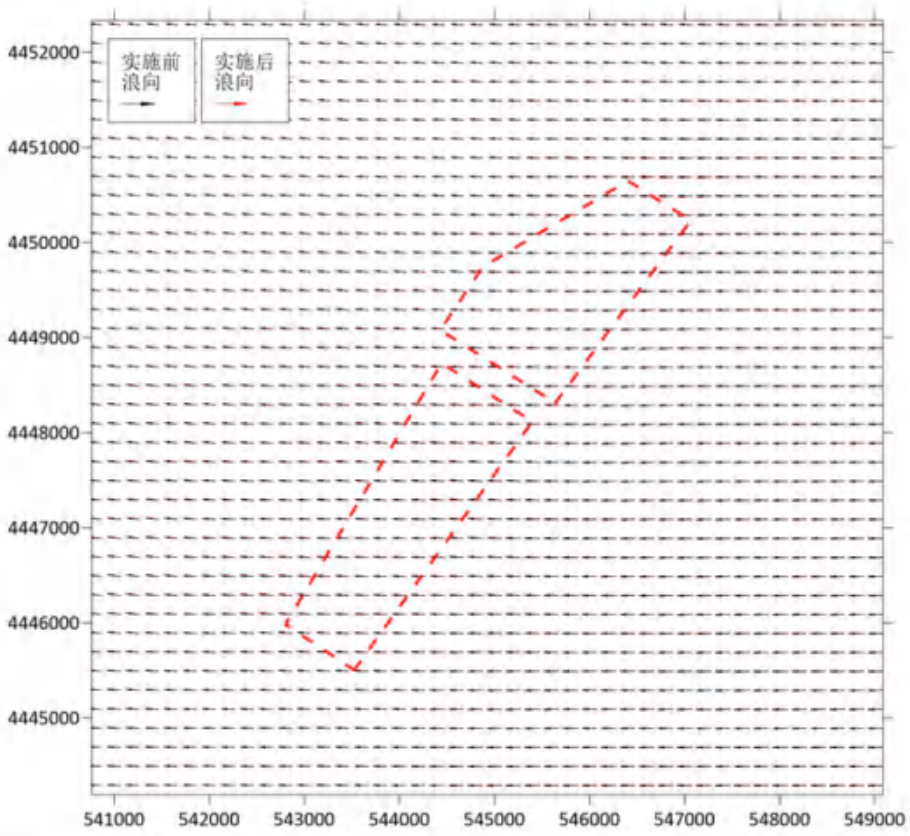


图 7-35 KT2 区块采砂后 100 年一遇 E 向波浪浪向变化分布

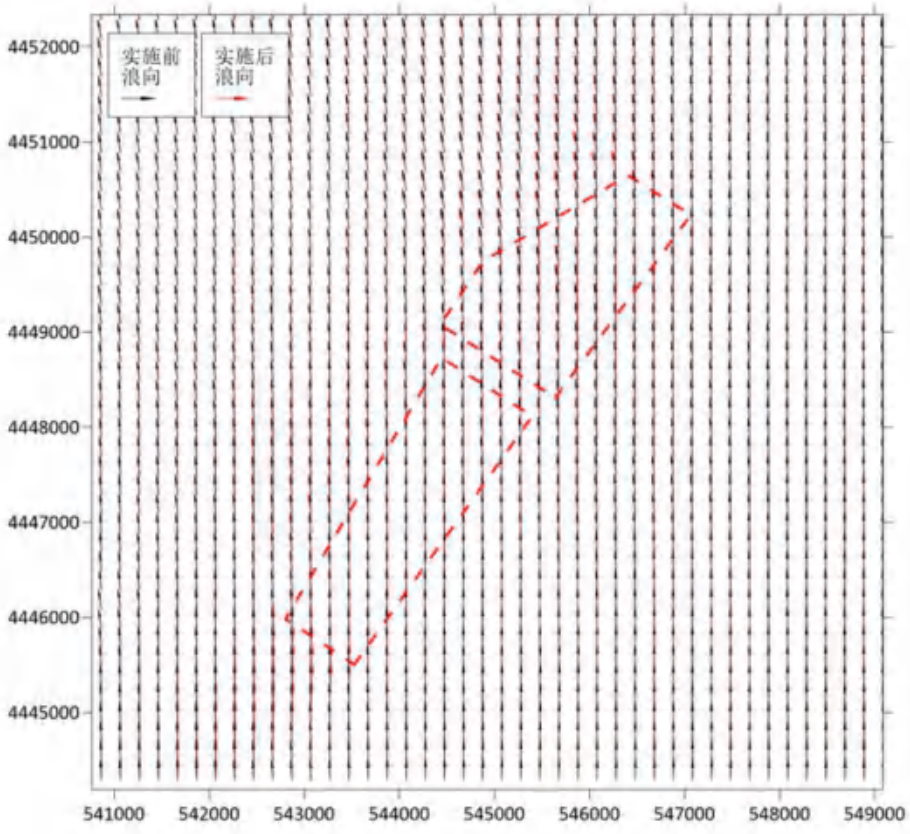


图 7-36 KT2 区块采砂后 100 年一遇 S 向波浪浪向变化分布

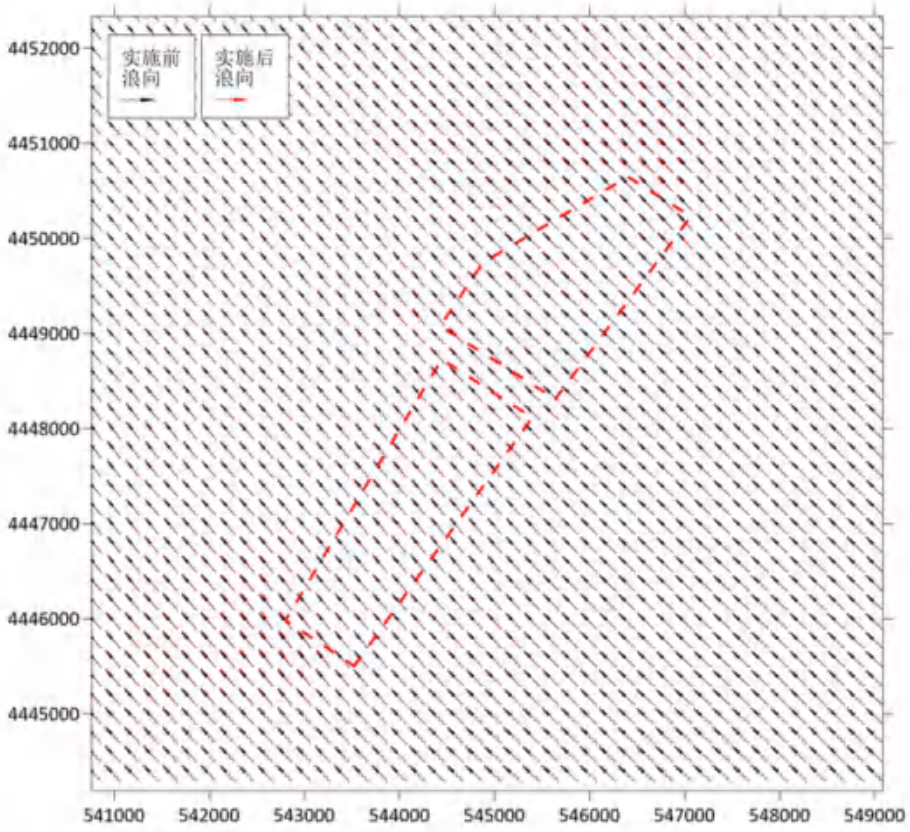


图 7-37 KT2 区块采砂后 100 年一遇 SE 向波浪浪向变化分布

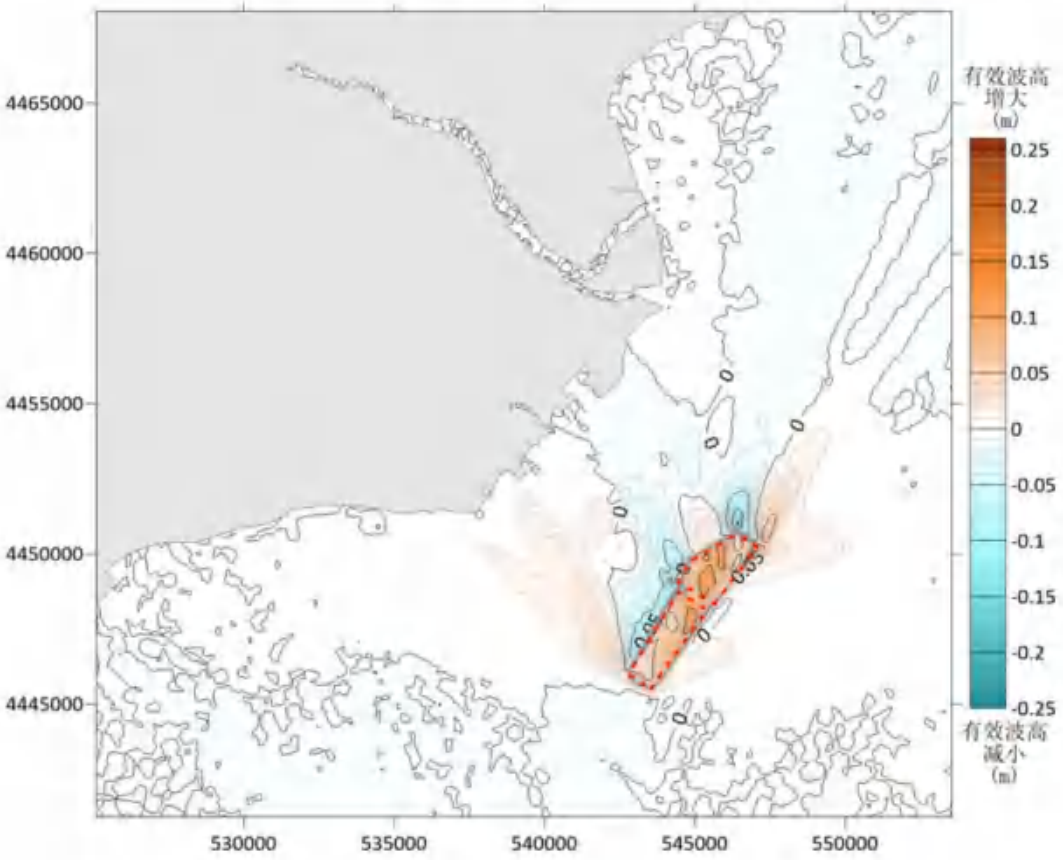


图 7-38 KT2 区块采砂后 100 年一遇 E 向波浪有效波高变化分布

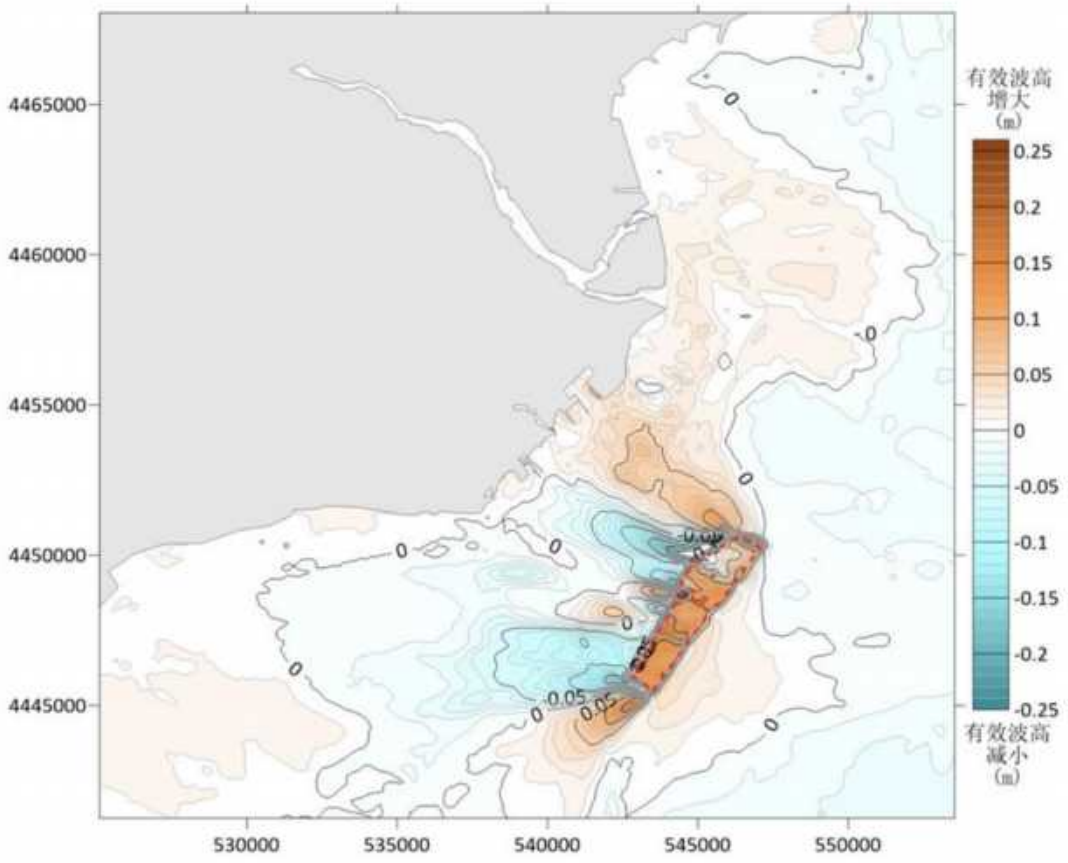


图 7-39 KT2 区块采砂后 100 年一遇 S 向波浪有效波高变化分布

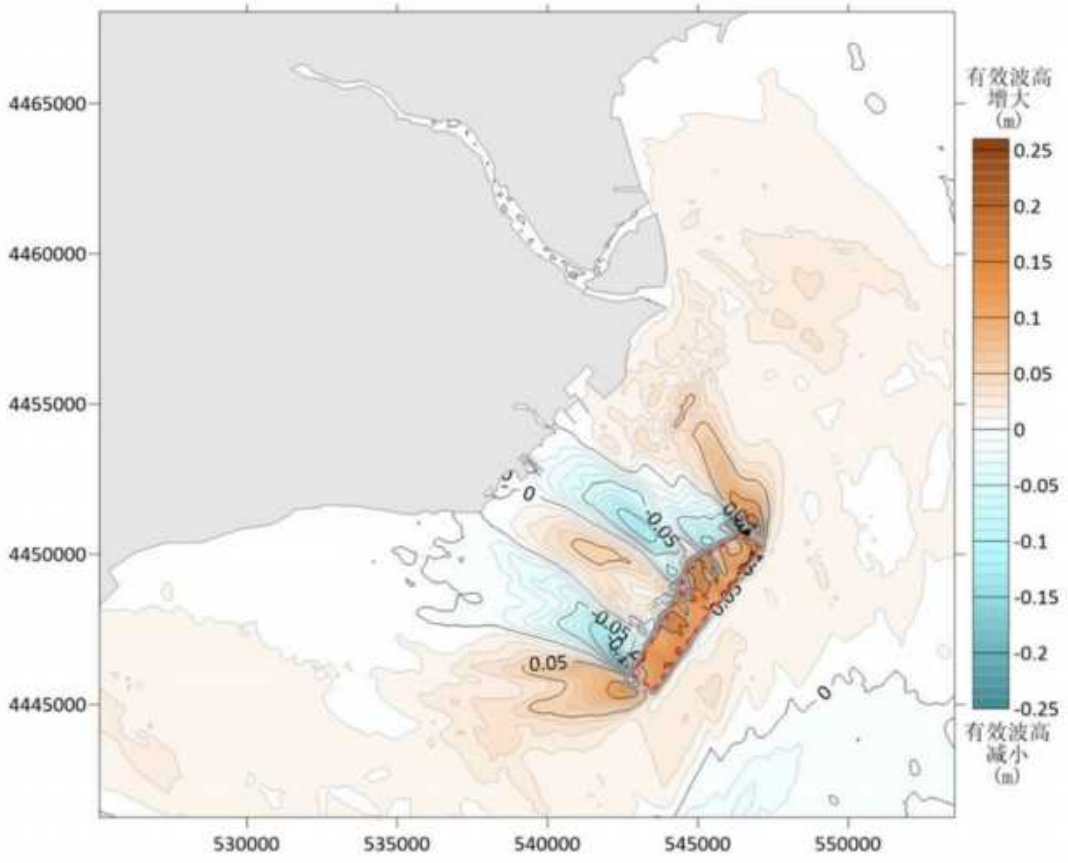


图 7-40 KT2 区块采砂后 100 年一遇 SE 向波浪有效波高变化分布

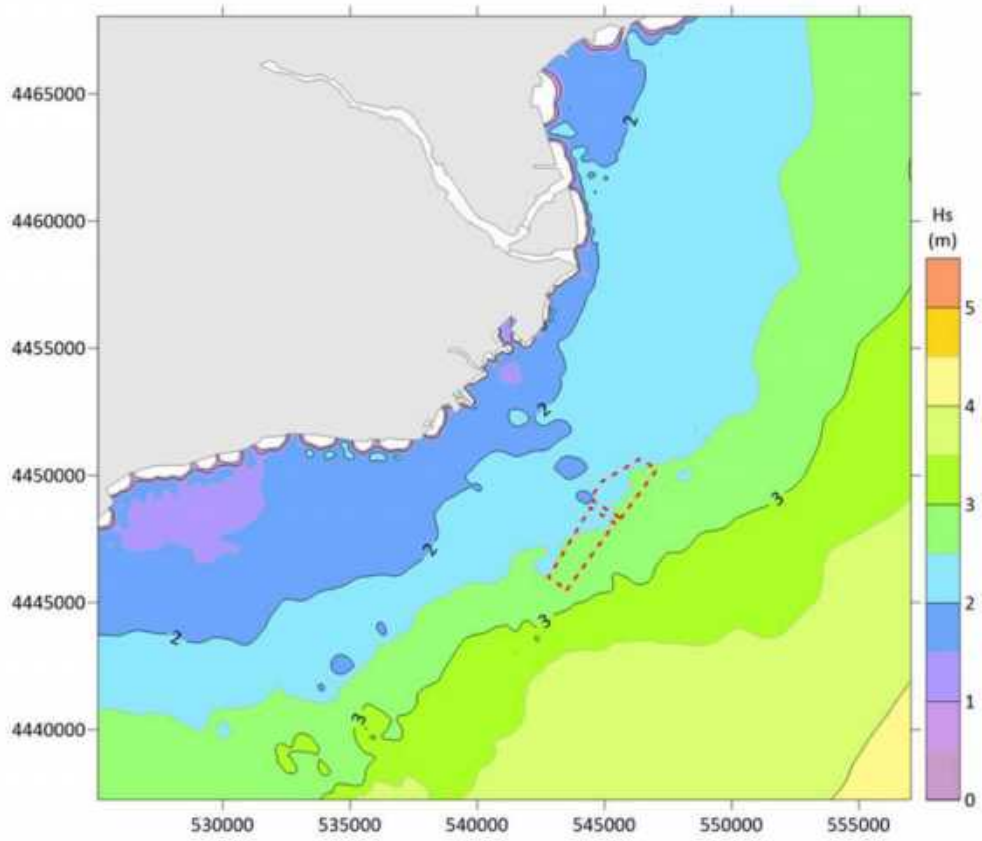


图 7-41 历史台风（7303 号）影响下 KT2 区块采砂后波浪场分布

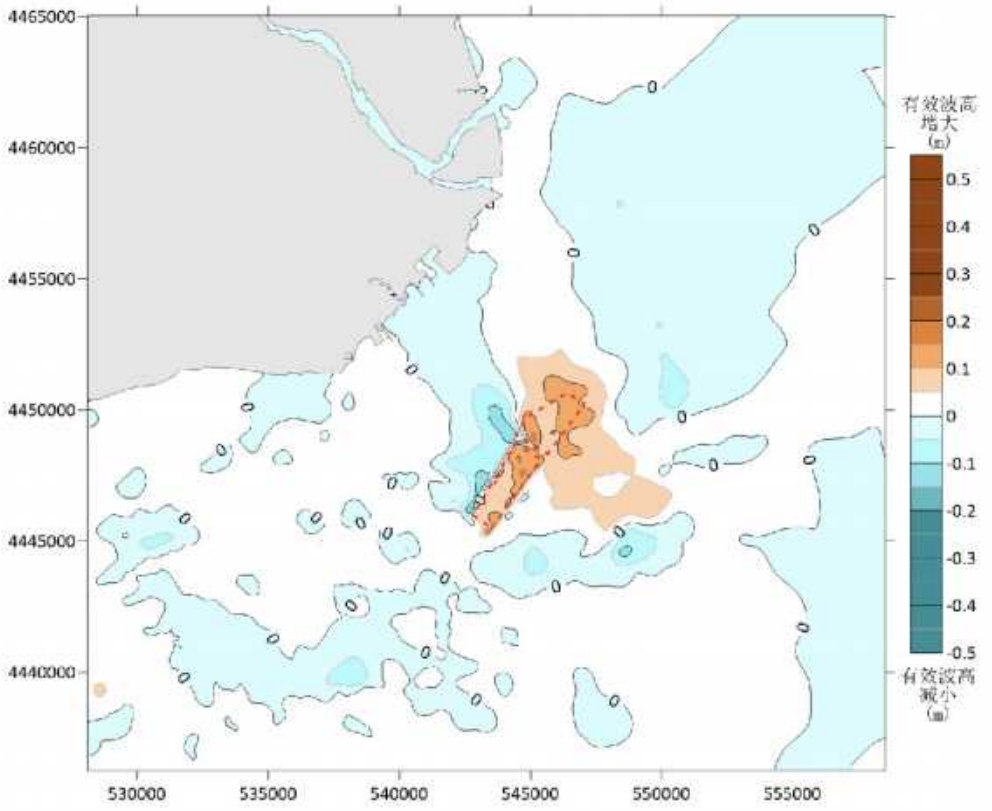


图 7-42 历史台风（7303 号）影响下 KT2 区块采砂后波浪场变化分布

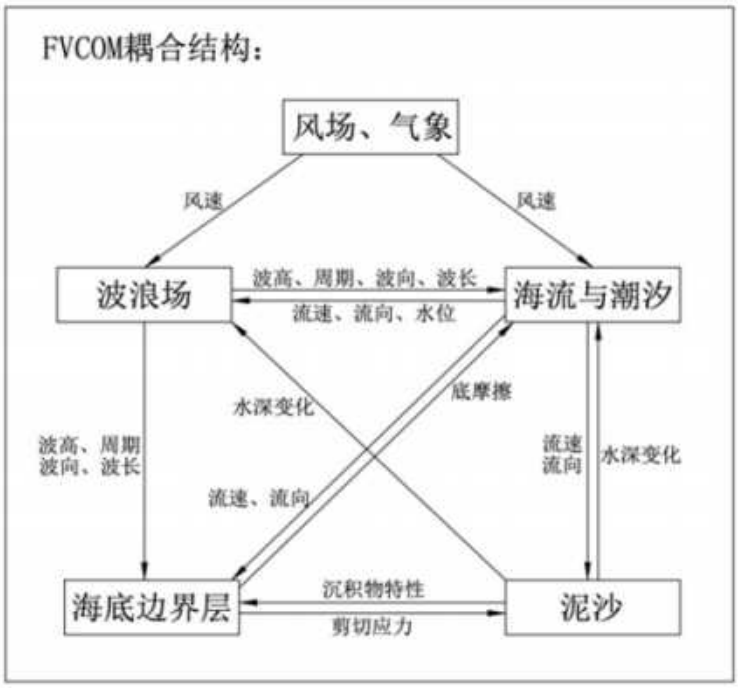
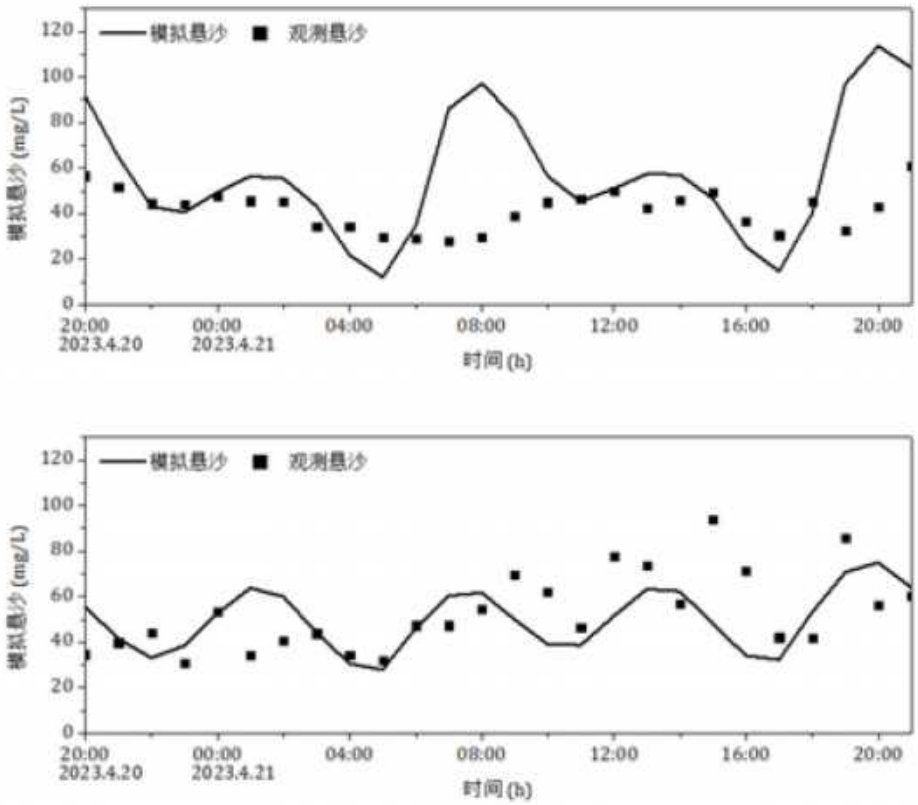
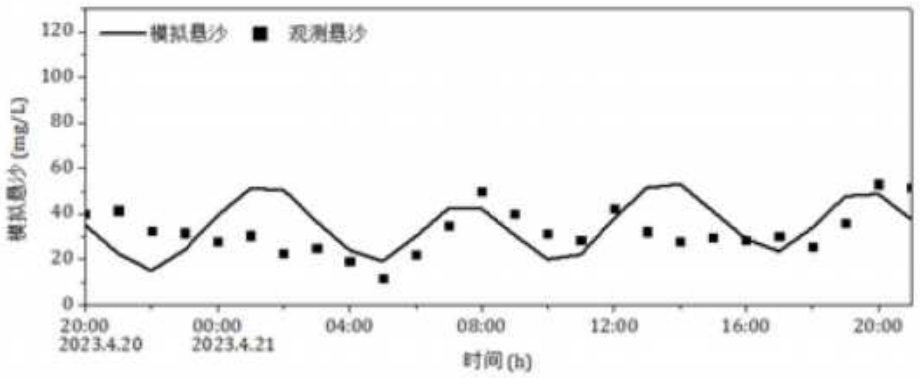
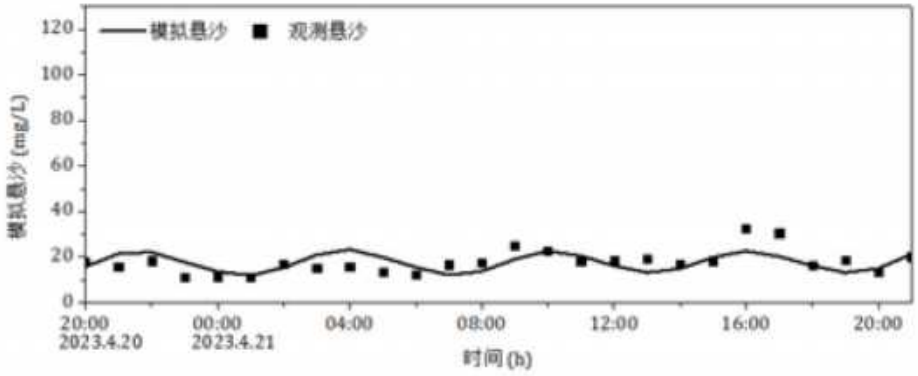
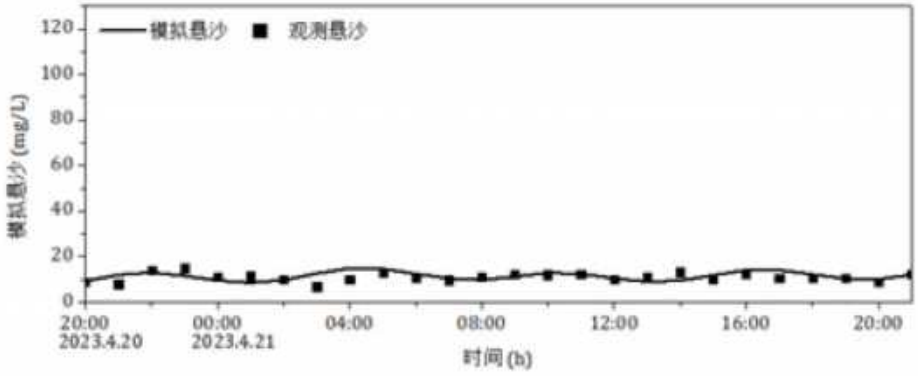


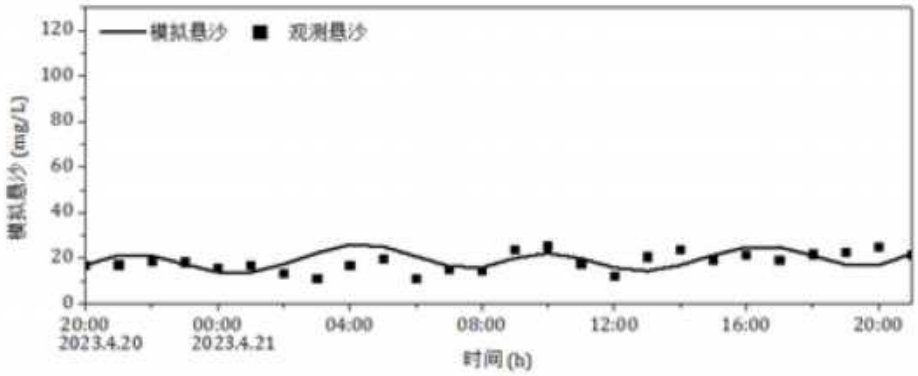
图 7-43 采用的数值模式浪流泥沙三项耦合结构




模拟悬沙
观测悬沙
模拟悬沙 (mg/L)
120
100
80
60
40
20
0
20:00
2023.4.20
00:00
2023.4.21
04:00
08:00
12:00
16:00
20:00
时间 (h)


模拟悬沙
观测悬沙
模拟悬沙 (mg/L)
120
100
80
60
40
20
0
20:00
2023.4.20
00:00
2023.4.21
04:00
08:00
12:00
16:00
20:00
时间 (h)


模拟悬沙
观测悬沙
模拟悬沙 (mg/L)
120
100
80
60
40
20
0
20:00
2023.4.20
00:00
2023.4.21
04:00
08:00
12:00
16:00
20:00
时间 (h)


模拟悬沙
观测悬沙
模拟悬沙 (mg/L)
120
100
80
60
40
20
0
20:00
2023.4.20
00:00
2023.4.21
04:00
08:00
12:00
16:00
20:00
时间 (h)

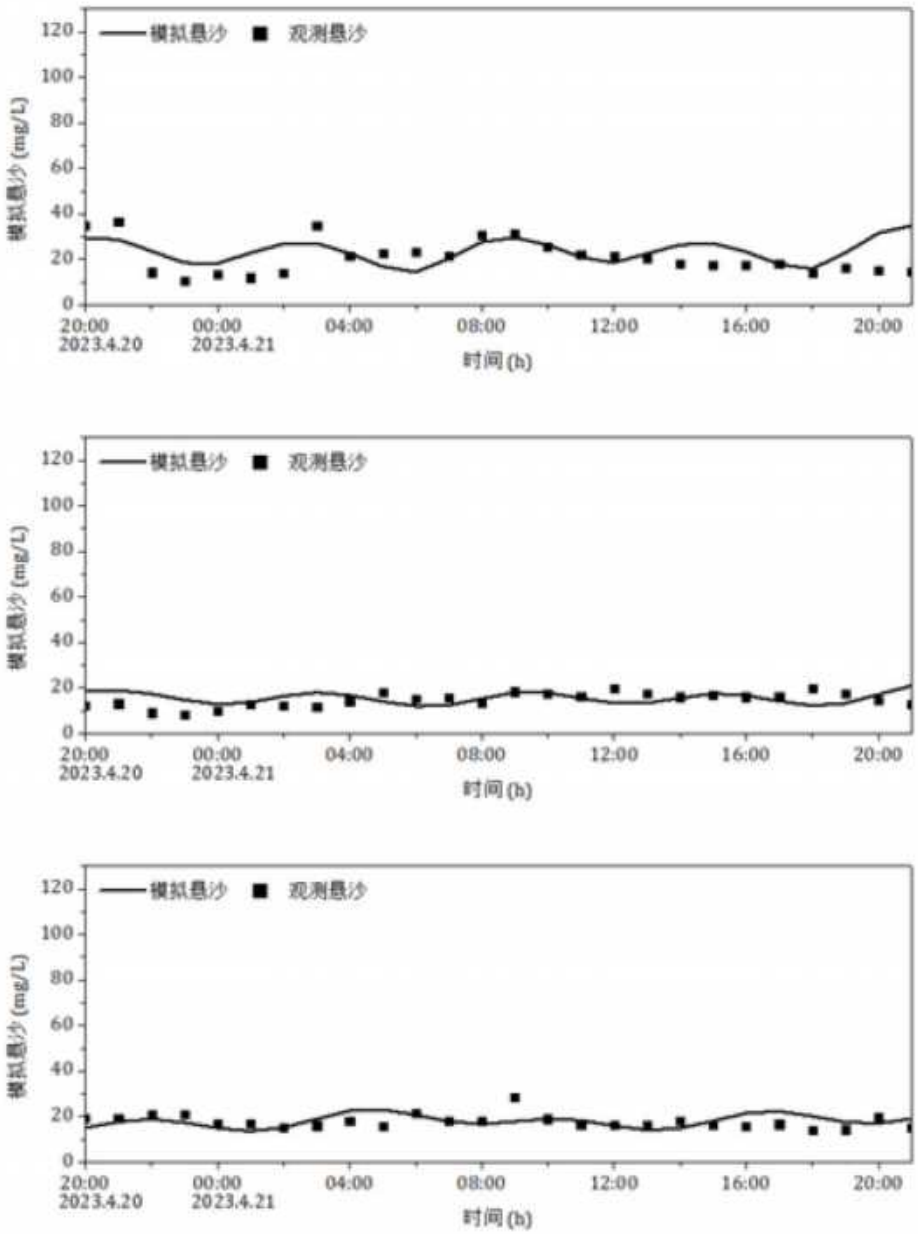


图 7-44 V1-V9 站悬沙验证（垂向平均）

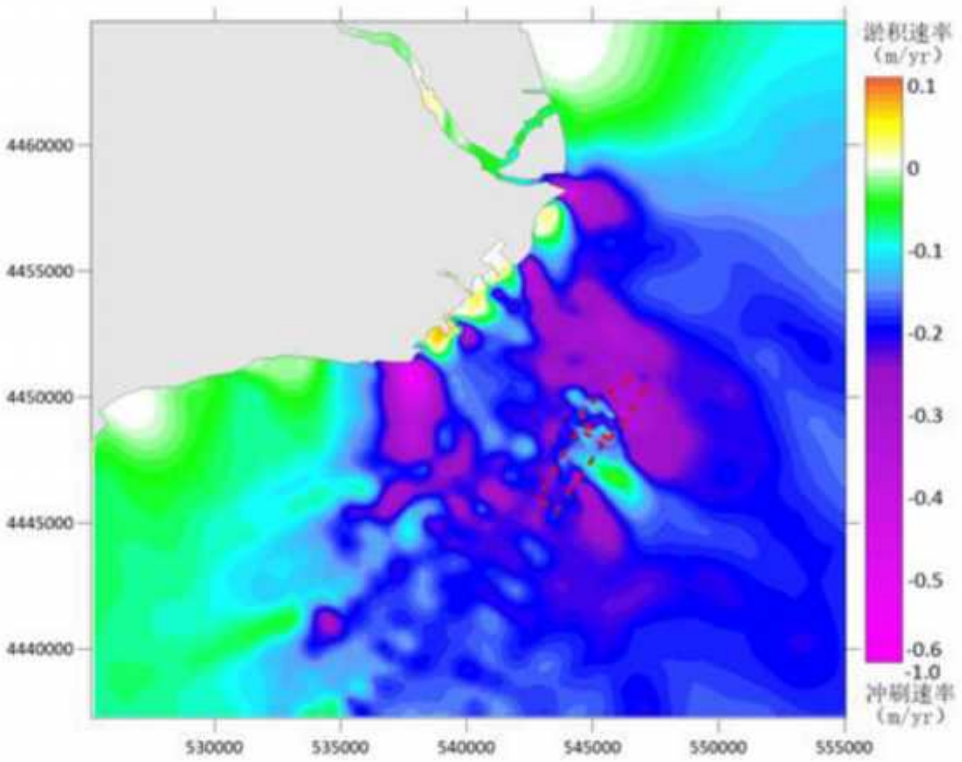


图 7-45 模拟冲淤分布

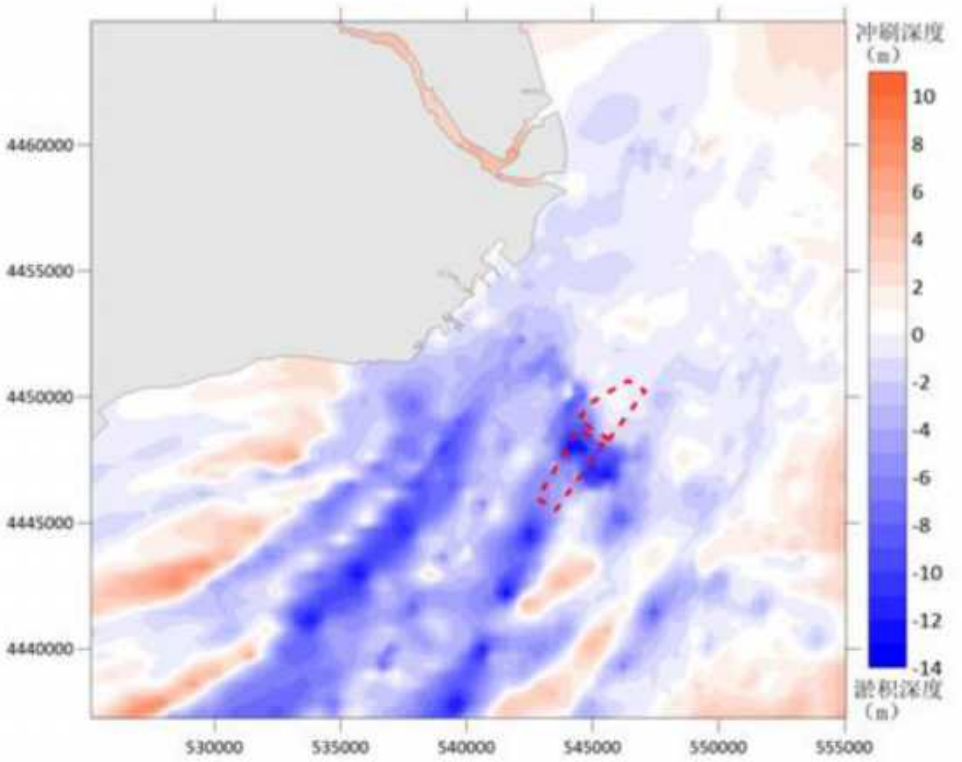


图 7-46 基于 2008-2023 年测深的冲淤深度分布

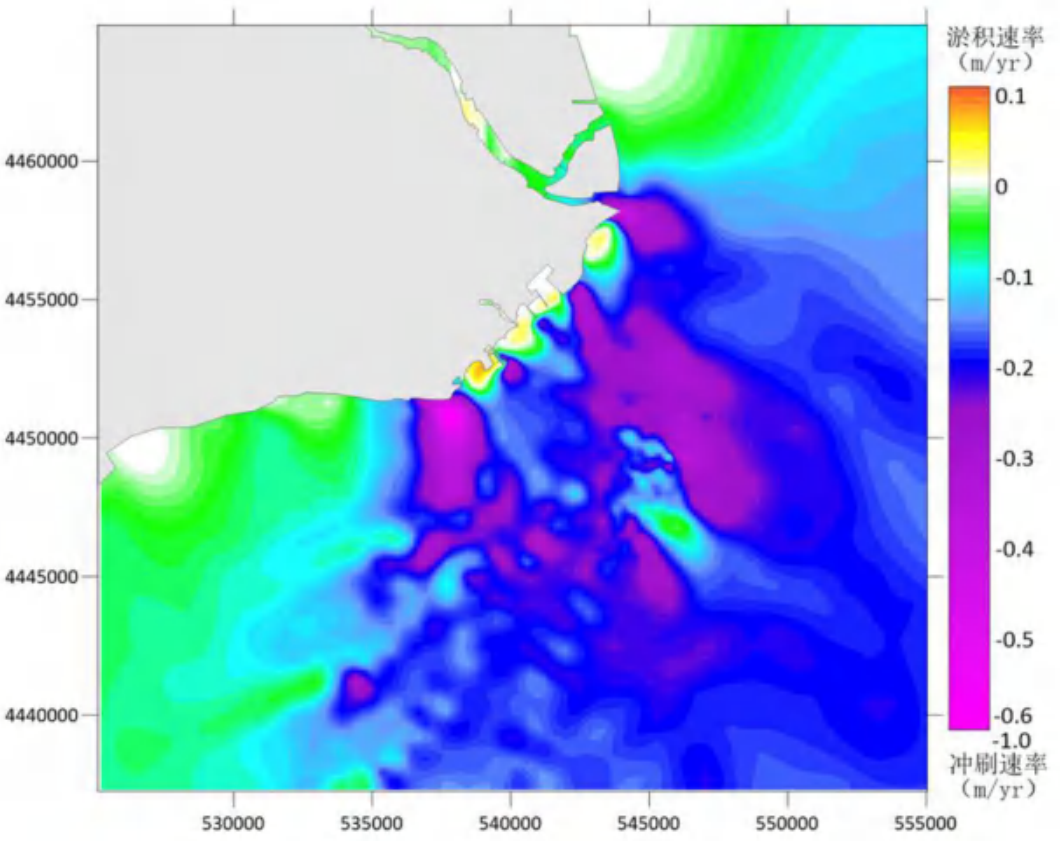


图 7-47 现状环境下年冲淤预测结果

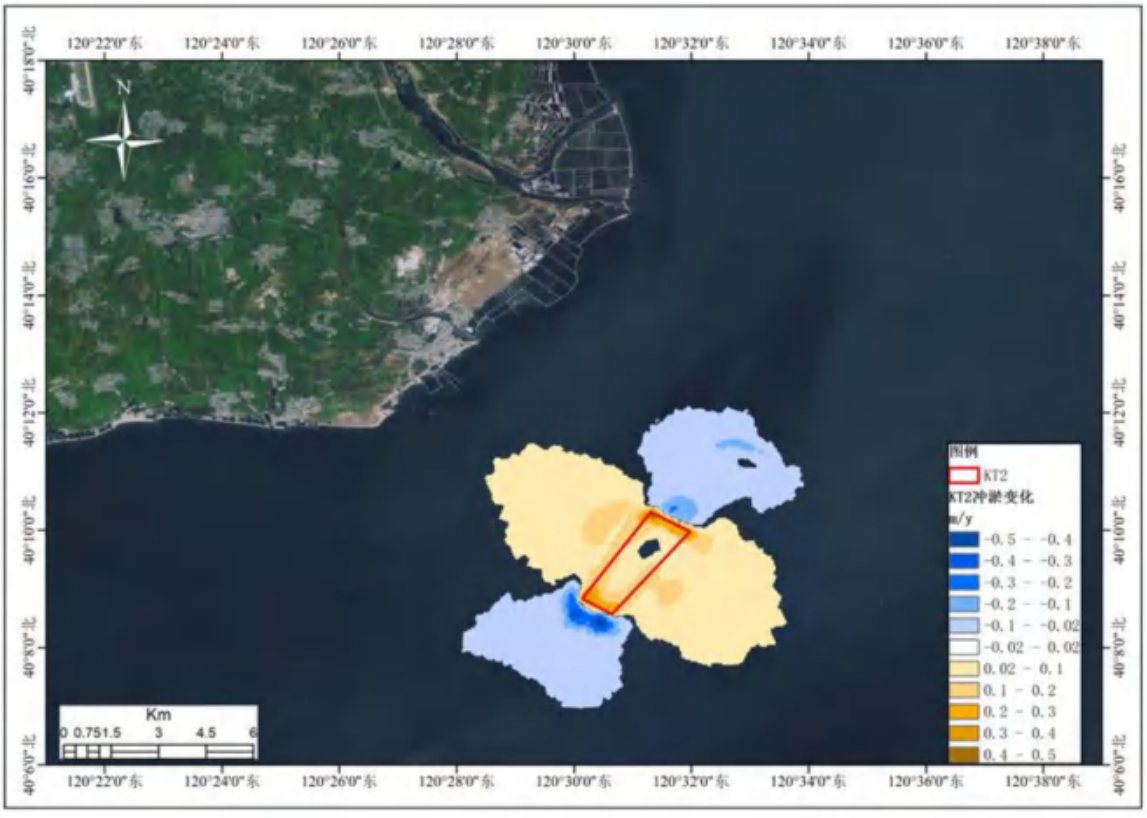


图 7-48 KT2 区块实施一年后冲淤变化

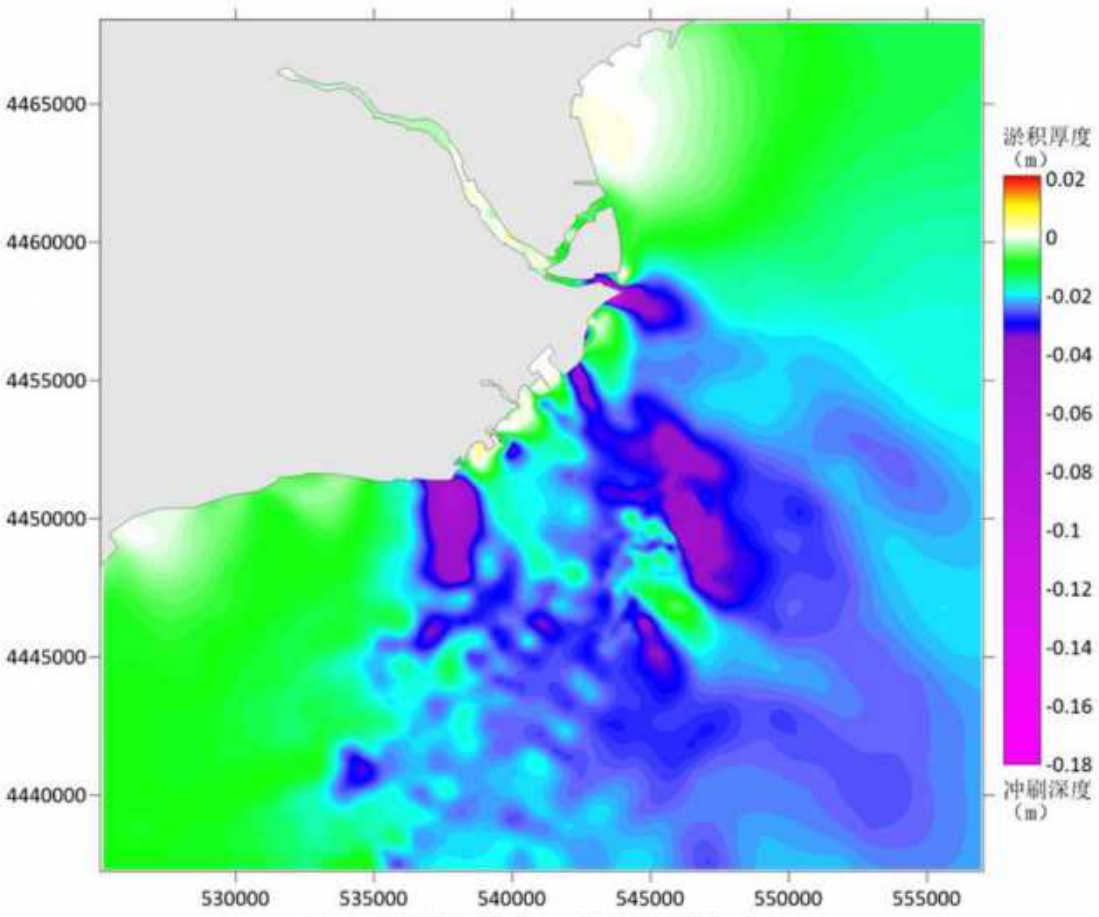


图 7-49 现状环境台风过程冲淤变化分布

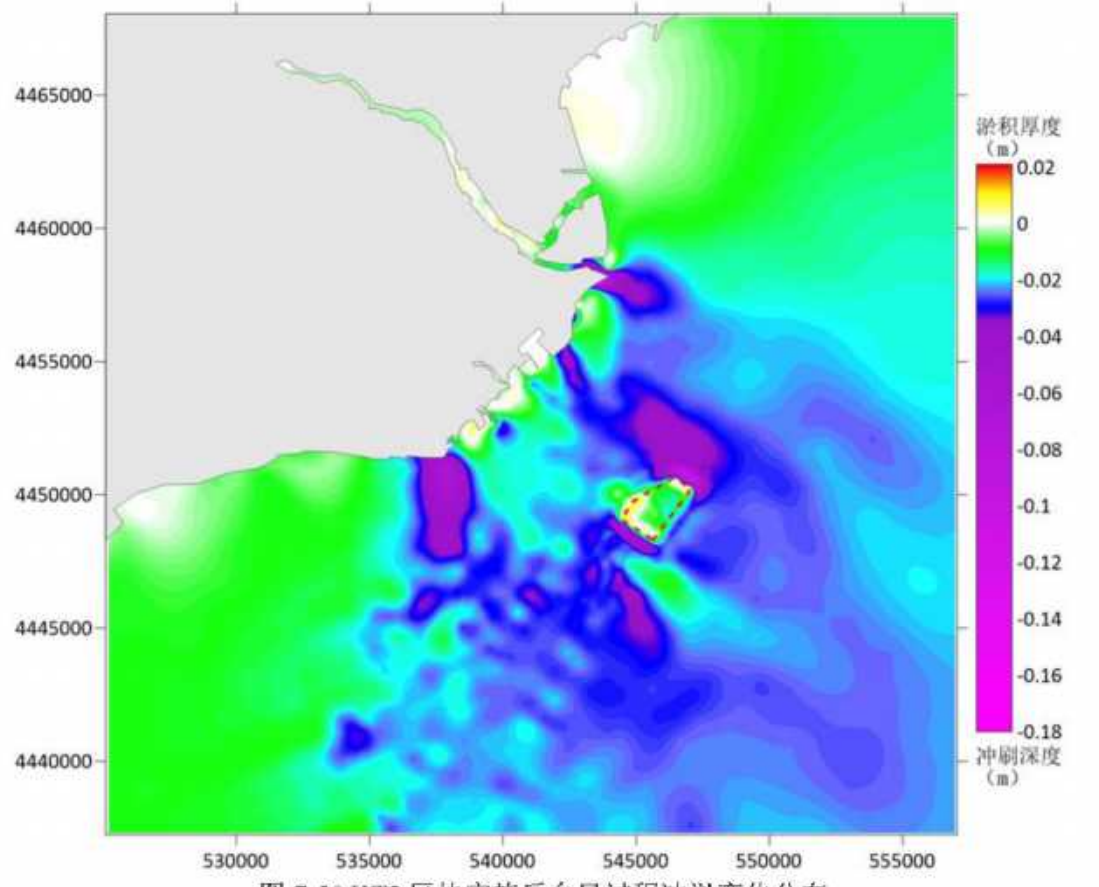


图 7-50 KT2 区块实施后台风过程冲淤变化分布

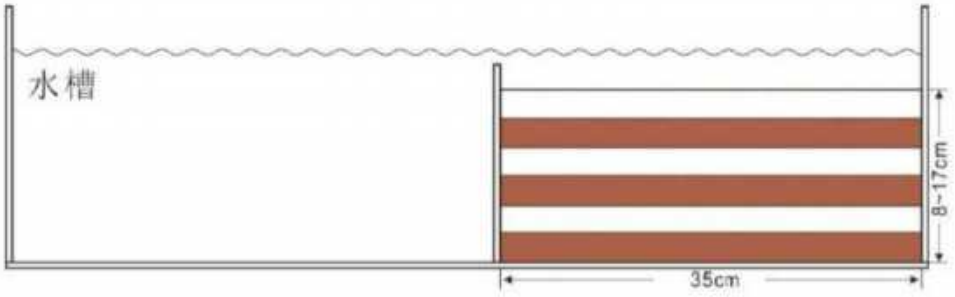


图 7-51 采砂深度分析实验模型设置

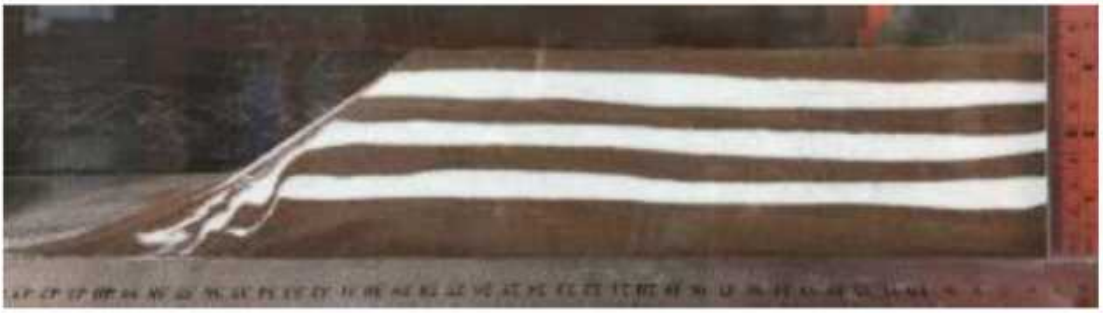


图 7-52 采砂深度 8cm 实验照片

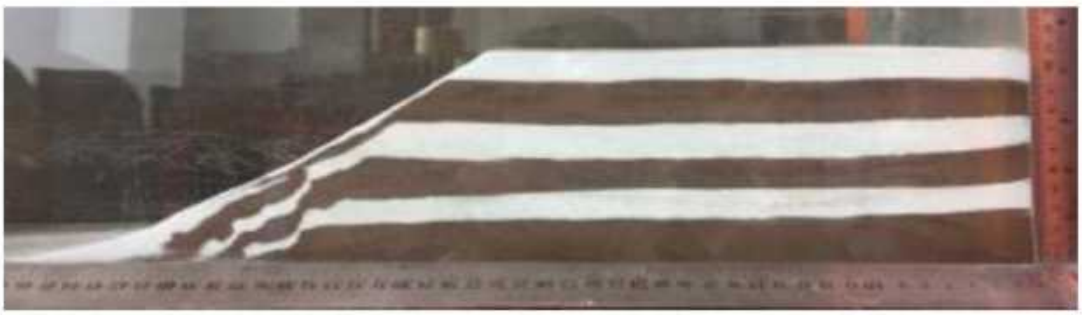


图 7-53 采砂深度 11cm 实验照片

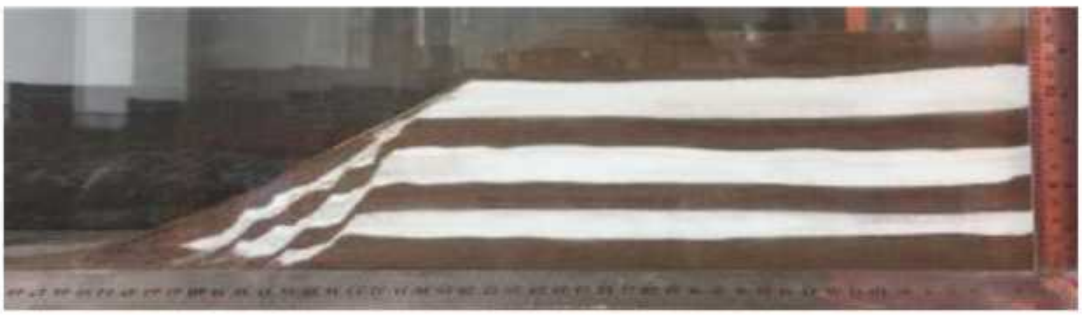


图 7-54 采砂深度 14cm 实验照片

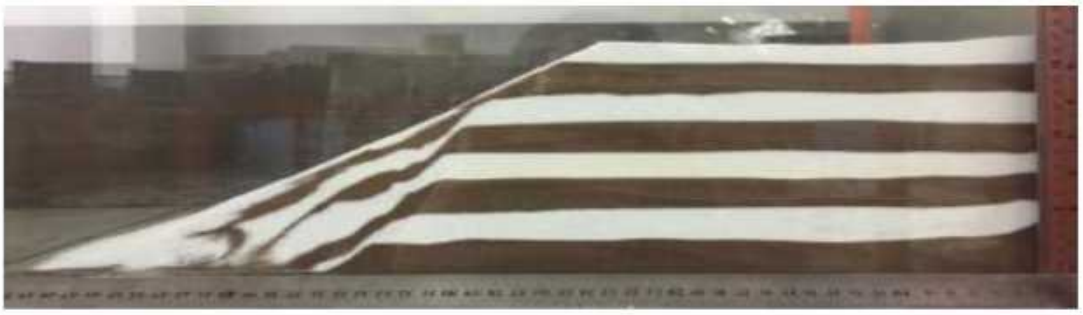


图 7-55 采砂深度 17cm 实验照片

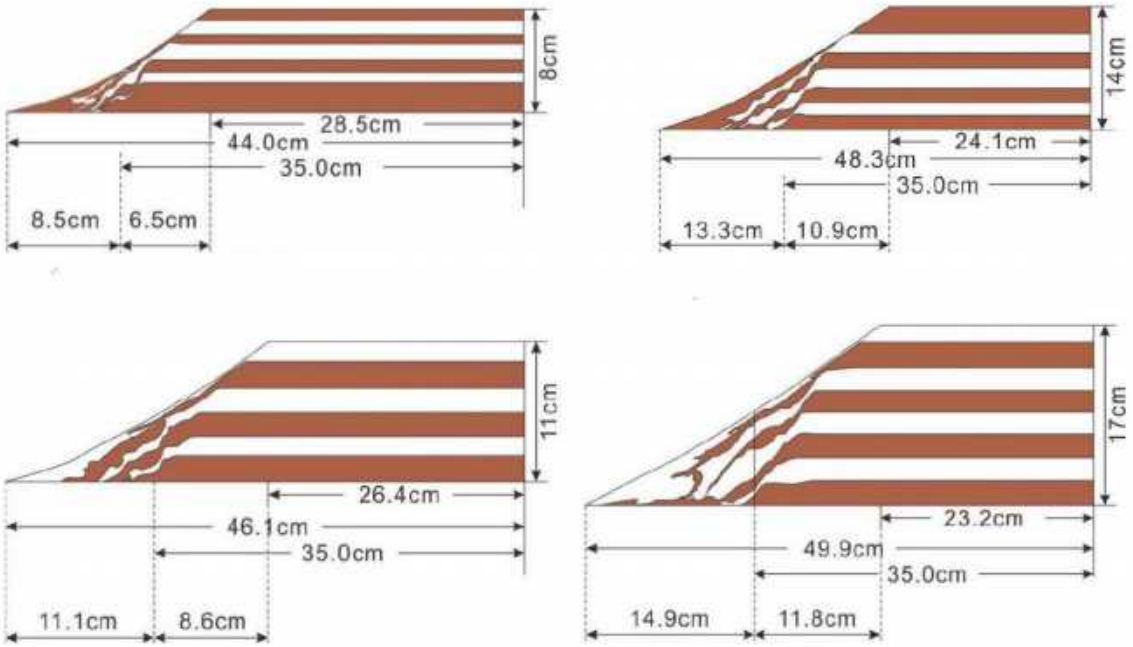


图 7-56 采砂深度分析实验数据示意图

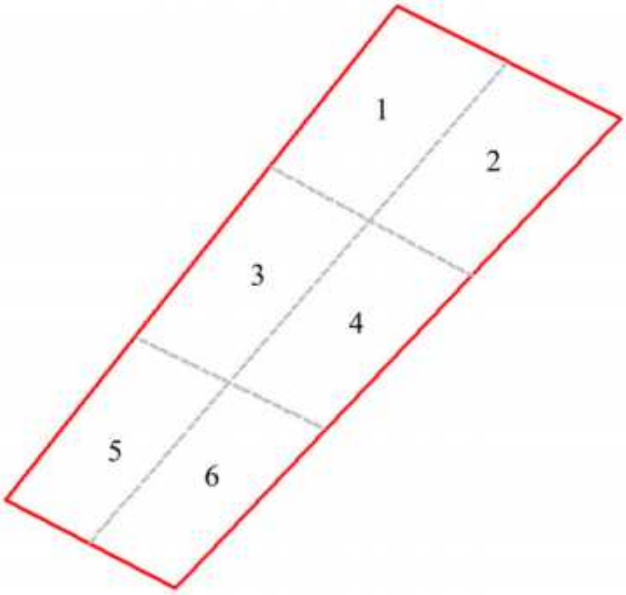


图 7-57 KT2 区块开采施工分区示意图

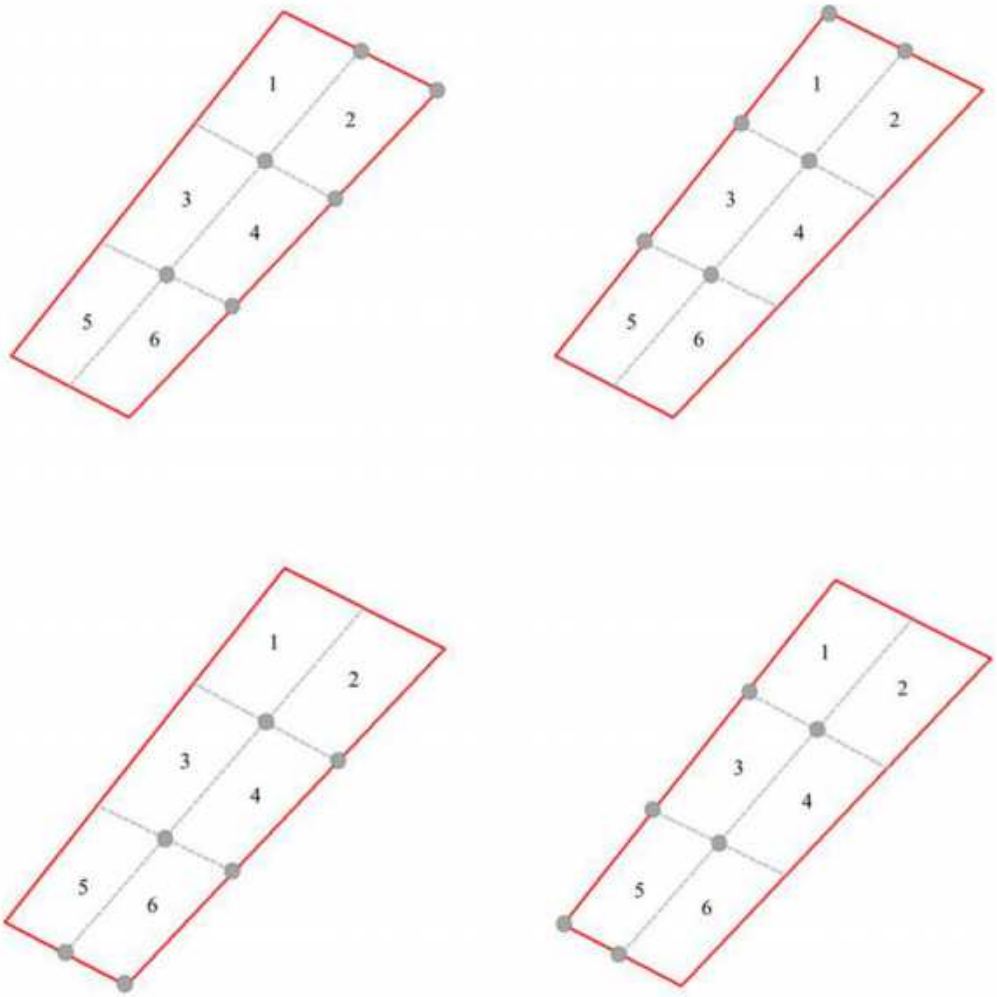
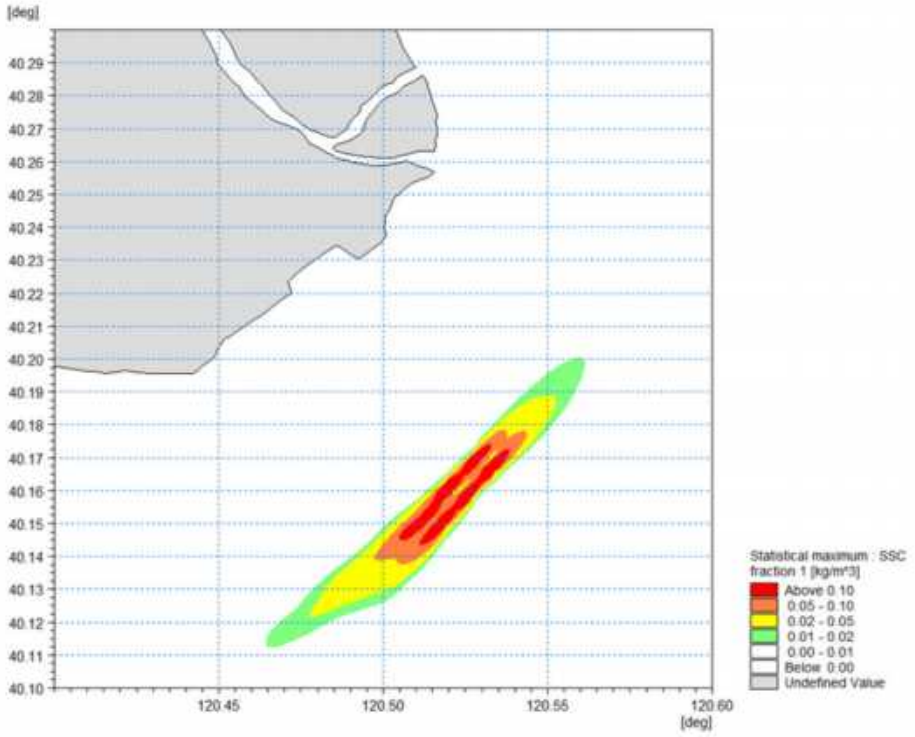
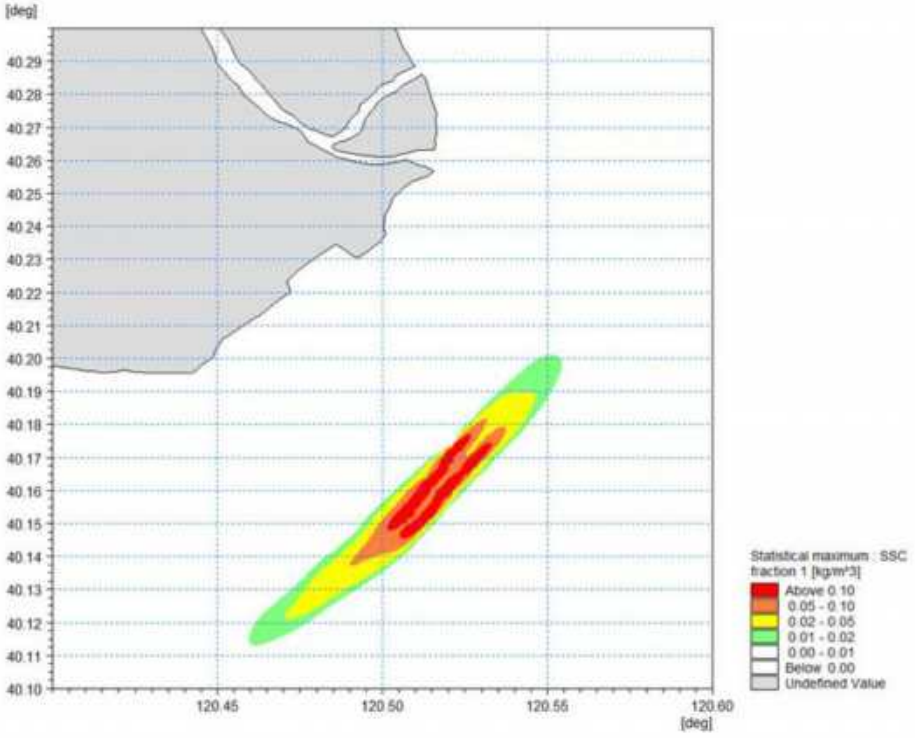
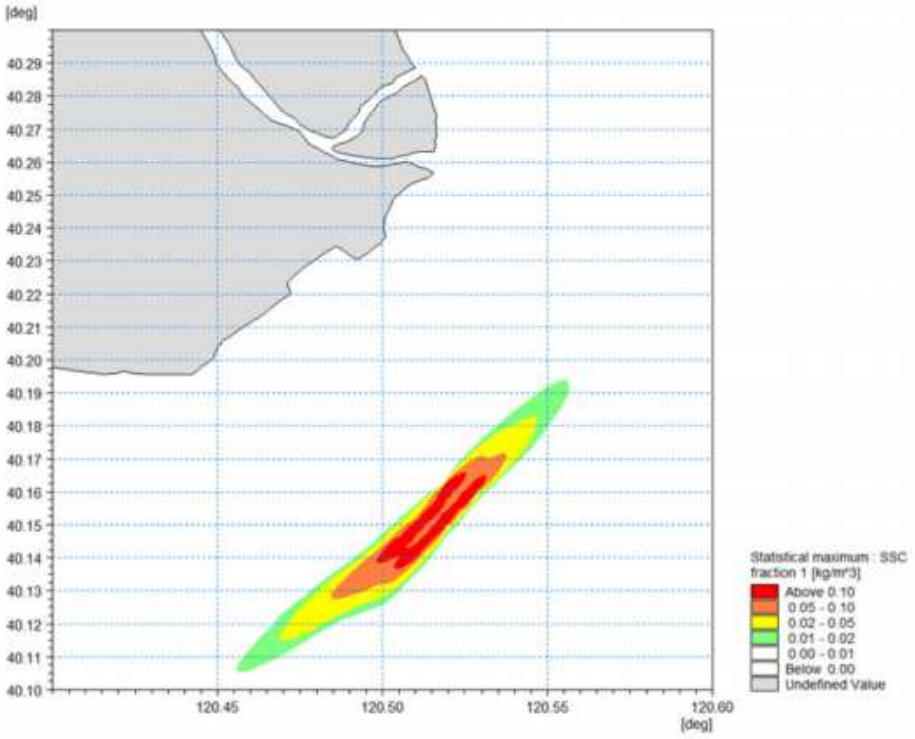
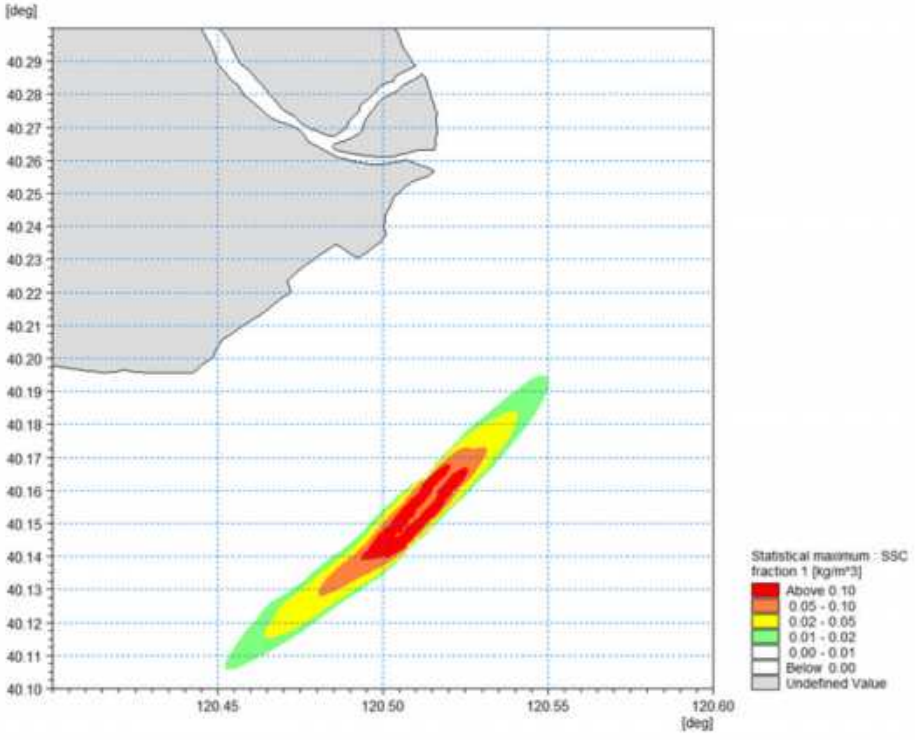


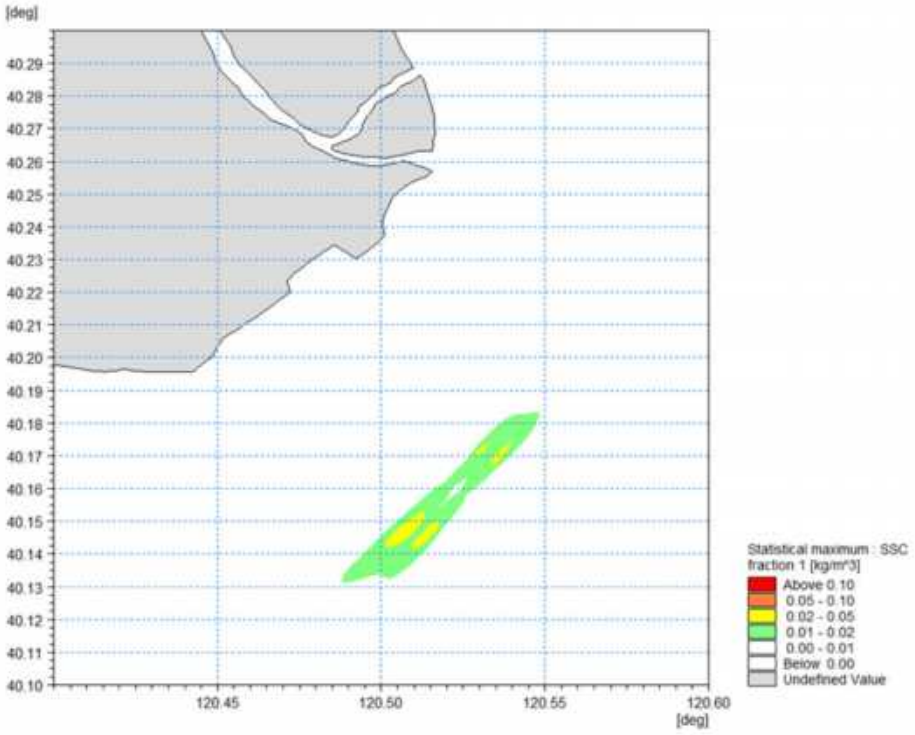
图 7-58 KT2 区块开采施工位置图（源强点）

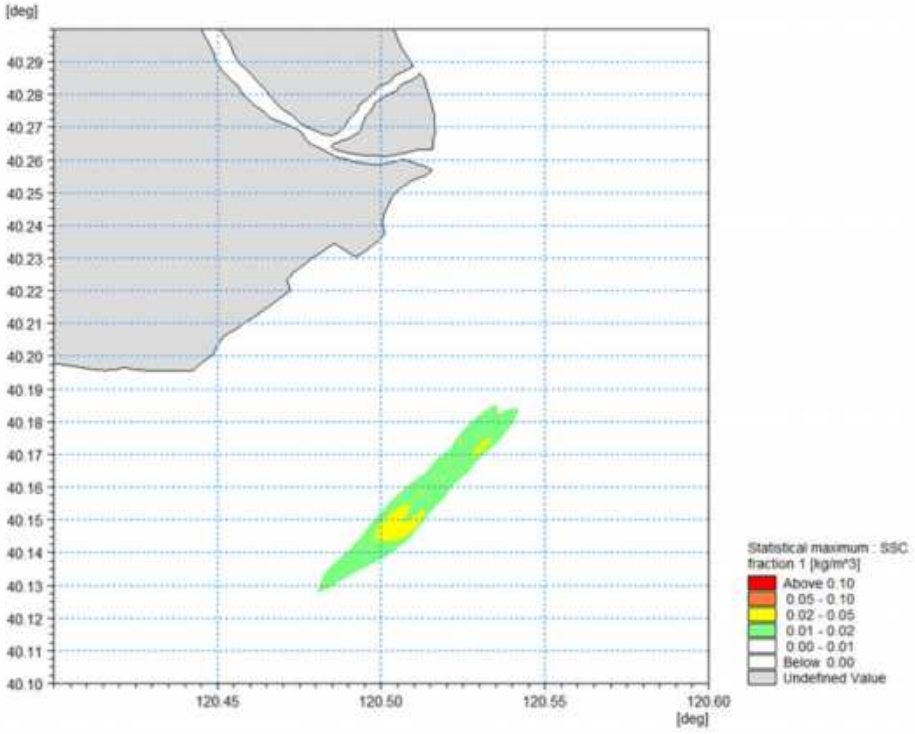

[deg]
40.29
40.28
40.27
40.26
40.25
40.24
40.23
40.22
40.21
40.20
40.19
40.18
40.17
40.16
40.15
40.14
40.13
40.12
40.11
40.10
120.45
120.50
120.55
120.60
[deg]
Statistical maximum : SSC fraction 1 [kg/m^3]
Above 0.10
0.05 - 0.10
0.02 - 0.05
0.01 - 0.02
0.00 - 0.01
Below 0.00
Undefined Value


[deg]
40.29
40.28
40.27
40.26
40.25
40.24
40.23
40.22
40.21
40.20
40.19
40.18
40.17
40.16
40.15
40.14
40.13
40.12
40.11
40.10
120.45
120.50
120.55
120.60
[deg]
Statistical maximum : SSC fraction 1 [kg/m^3]
Above 0.10
0.05 - 0.10
0.02 - 0.05
0.01 - 0.02
0.00 - 0.01
Below 0.00
Undefined Value


[deg]
40.29
40.28
40.27
40.26
40.25
40.24
40.23
40.22
40.21
40.20
40.19
40.18
40.17
40.16
40.15
40.14
40.13
40.12
40.11
40.10
120.45
120.50
120.55
120.60
[deg]
Statistical maximum : SSC fraction 1 [kg/m^3]
Above 0.10
0.05 - 0.10
0.02 - 0.05
0.01 - 0.02
0.00 - 0.01
Below 0.00
Undefined Value


[deg]
40.29
40.28
40.27
40.26
40.25
40.24
40.23
40.22
40.21
40.20
40.19
40.18
40.17
40.16
40.15
40.14
40.13
40.12
40.11
40.10
120.45
120.50
120.55
120.60
[deg]
Statistical maximum : SSC fraction 1 [kg/m^3]
Above 0.10
0.05 - 0.10
0.02 - 0.05
0.01 - 0.02
0.00 - 0.01
Below 0.00
Undefined Value


[deg]
40.29
40.28
40.27
40.26
40.25
40.24
40.23
40.22
40.21
40.20
40.19
40.18
40.17
40.16
40.15
40.14
40.13
40.12
40.11
40.10
120.45
120.50
120.55
120.60
[deg]
Statistical maximum : SSC fraction 1 [kg/m^3]
Above 0.10
0.05 - 0.10
0.02 - 0.05
0.01 - 0.02
0.00 - 0.01
Below 0.00
Undefined Value


[deg]
40.29
40.28
40.27
40.26
40.25
40.24
40.23
40.22
40.21
40.20
40.19
40.18
40.17
40.16
40.15
40.14
40.13
40.12
40.11
40.10
120.45
120.50
120.55
120.60
[deg]
Statistical maximum : SSC fraction 1 [kg/m^3]
Above 0.10
0.05 - 0.10
0.02 - 0.05
0.01 - 0.02
0.00 - 0.01
Below 0.00
Undefined Value

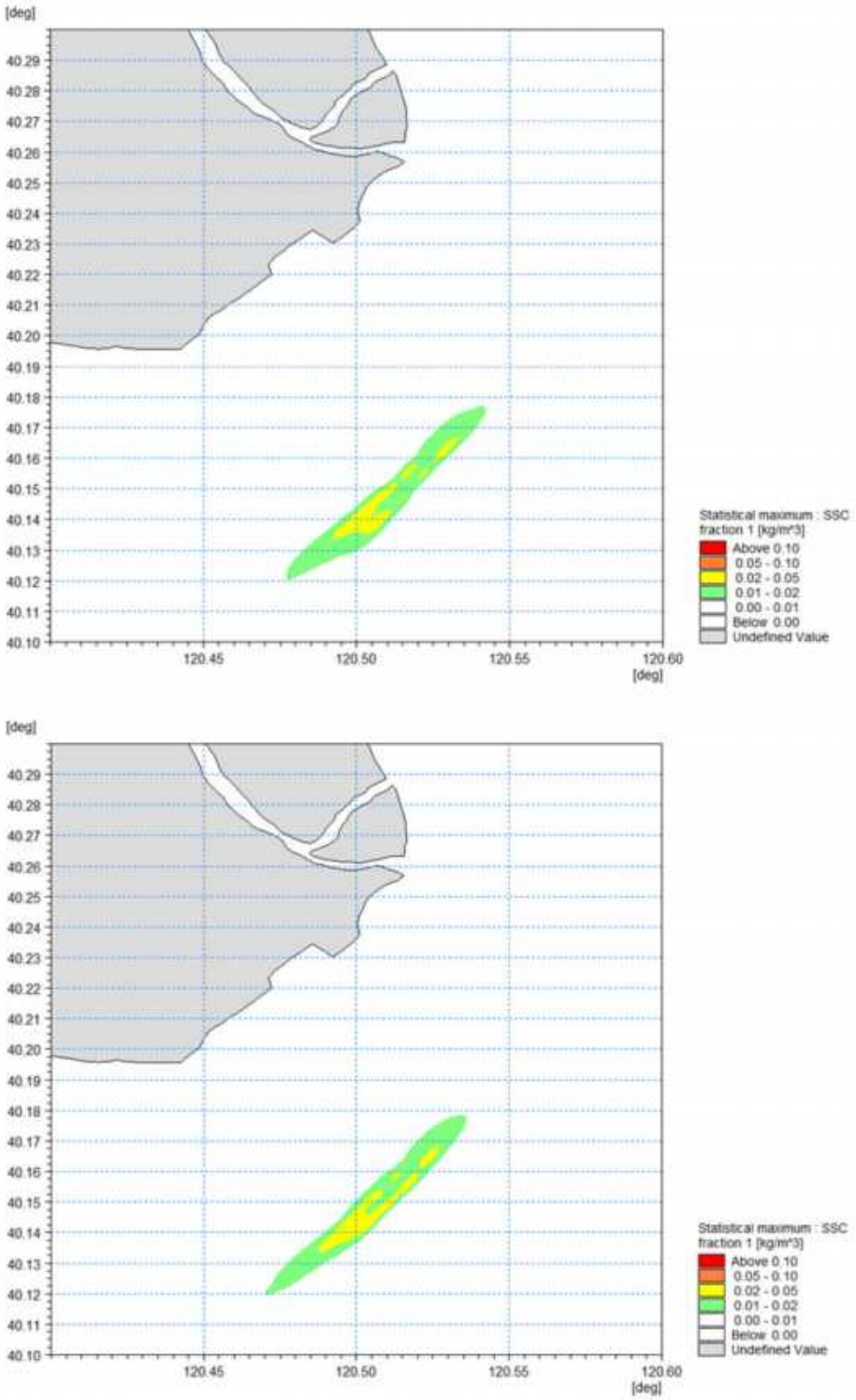


图 7-59 KT2 开采各工况悬沙扩散范围（由上至下分别为底层：工况一~工况四，中层：工况一~工况四）

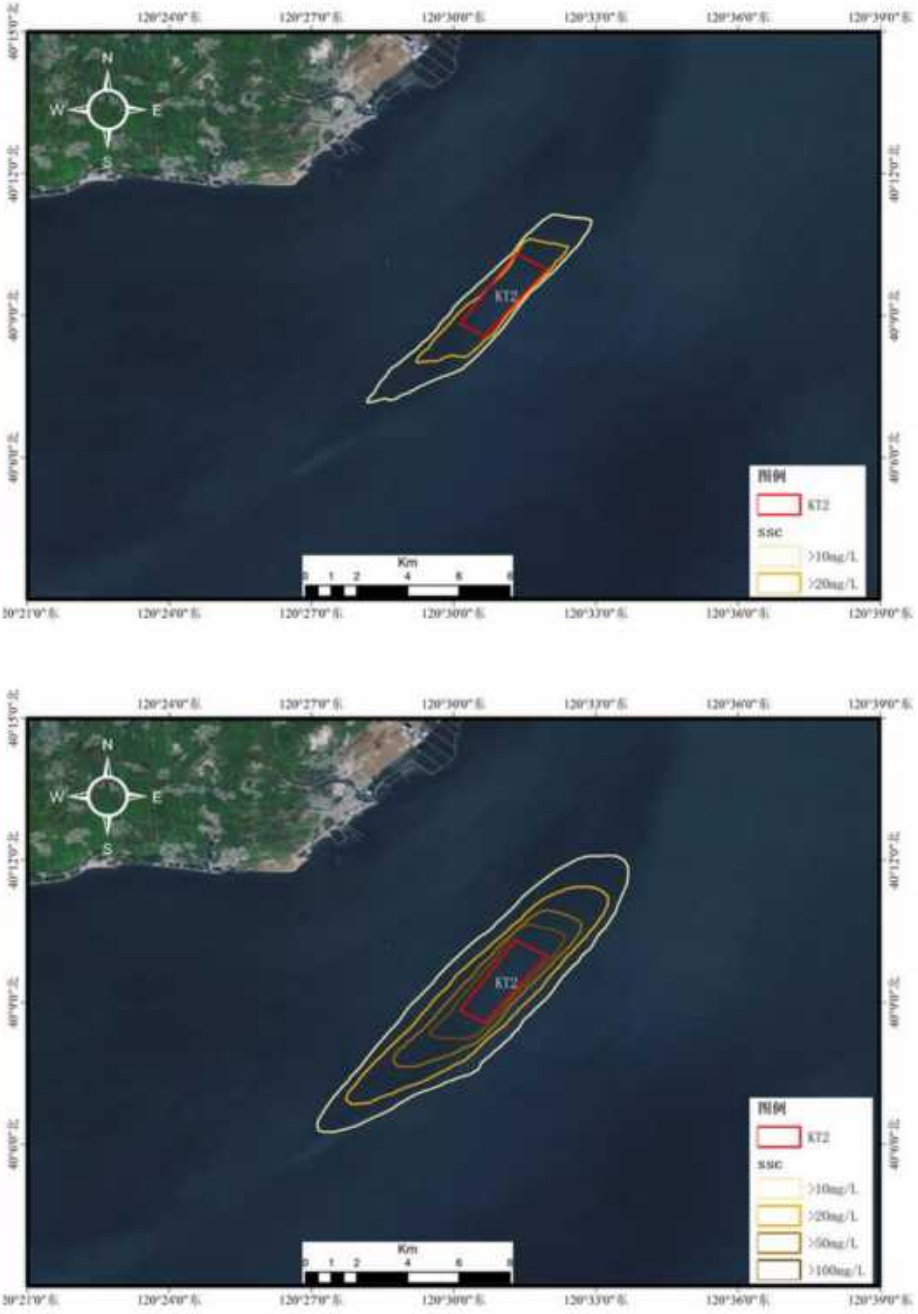


图 7-60 KT2 开采悬沙扩散最大包洛线范围（分别为中层、底层）

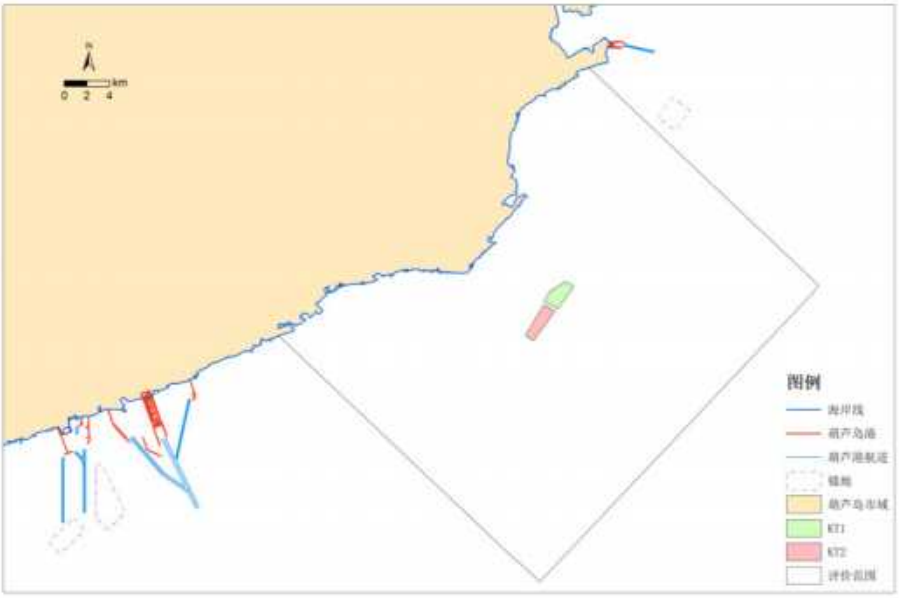


图 7-61 项目与周边港口、航道等位置关系图

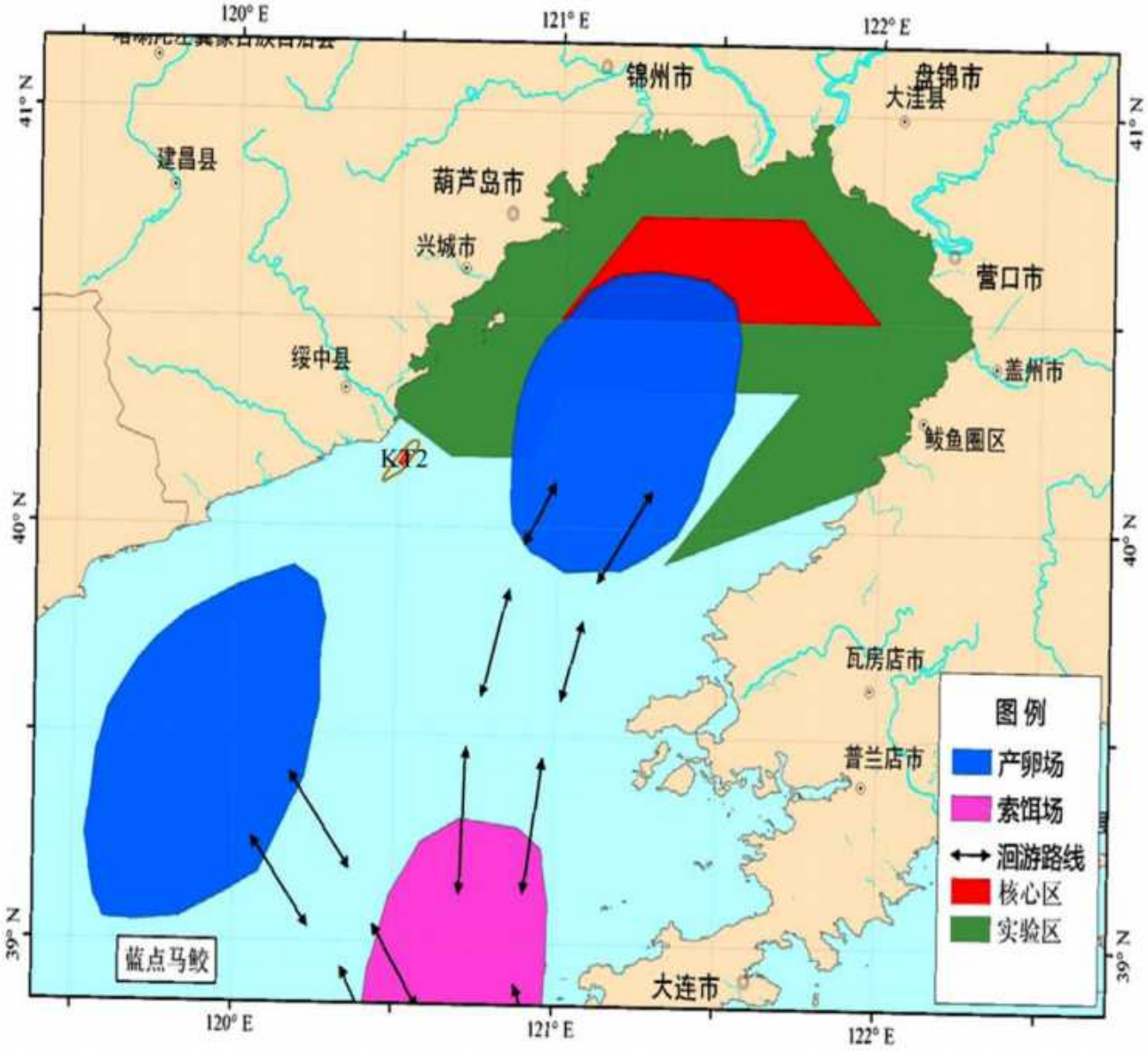


图 7-62 悬沙扩散最大包络线范围与蓝点马鲛洄游位置关系图

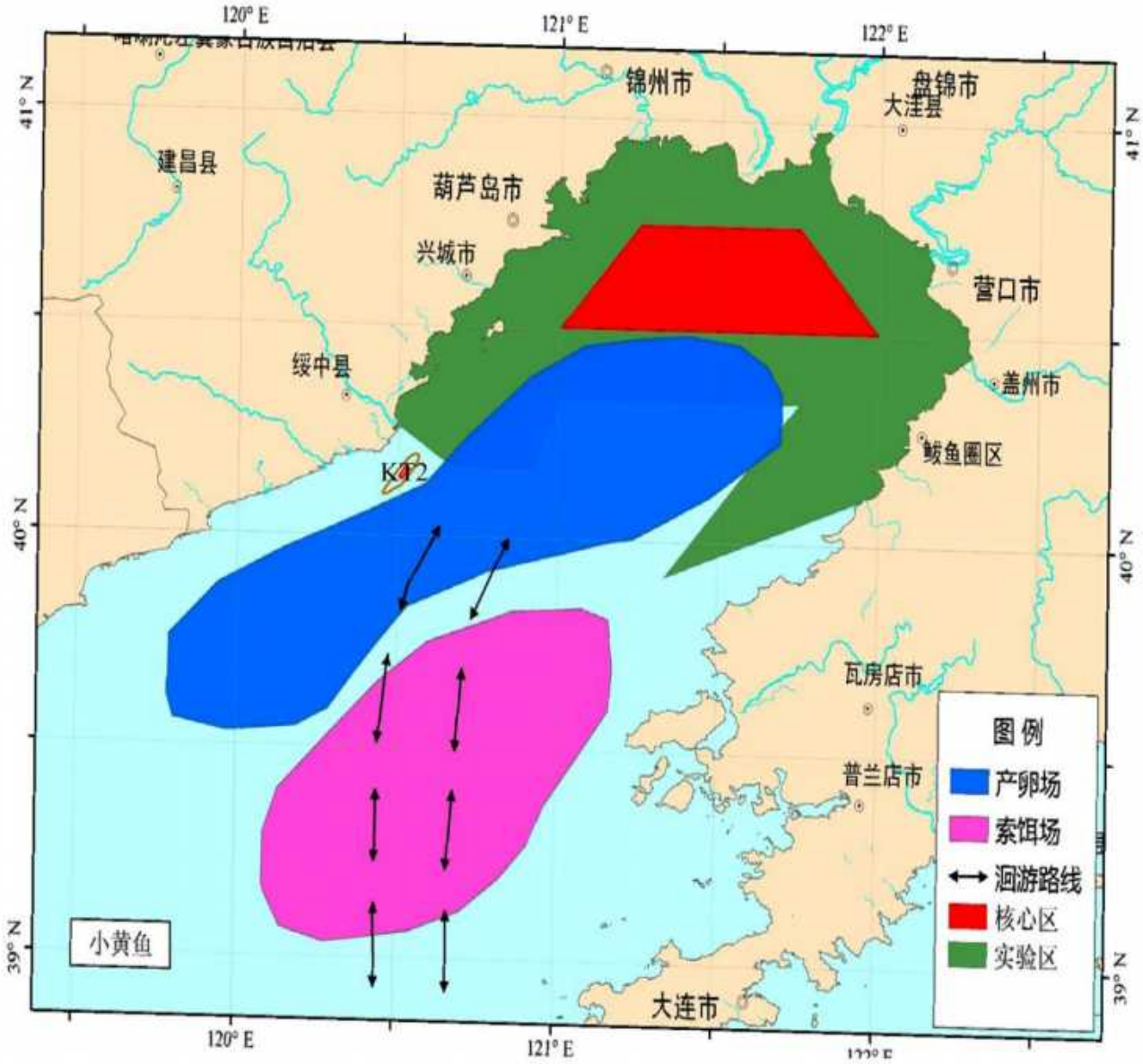


图 7-63 悬沙扩散最大包络线范围与小黄鱼洄游位置关系图

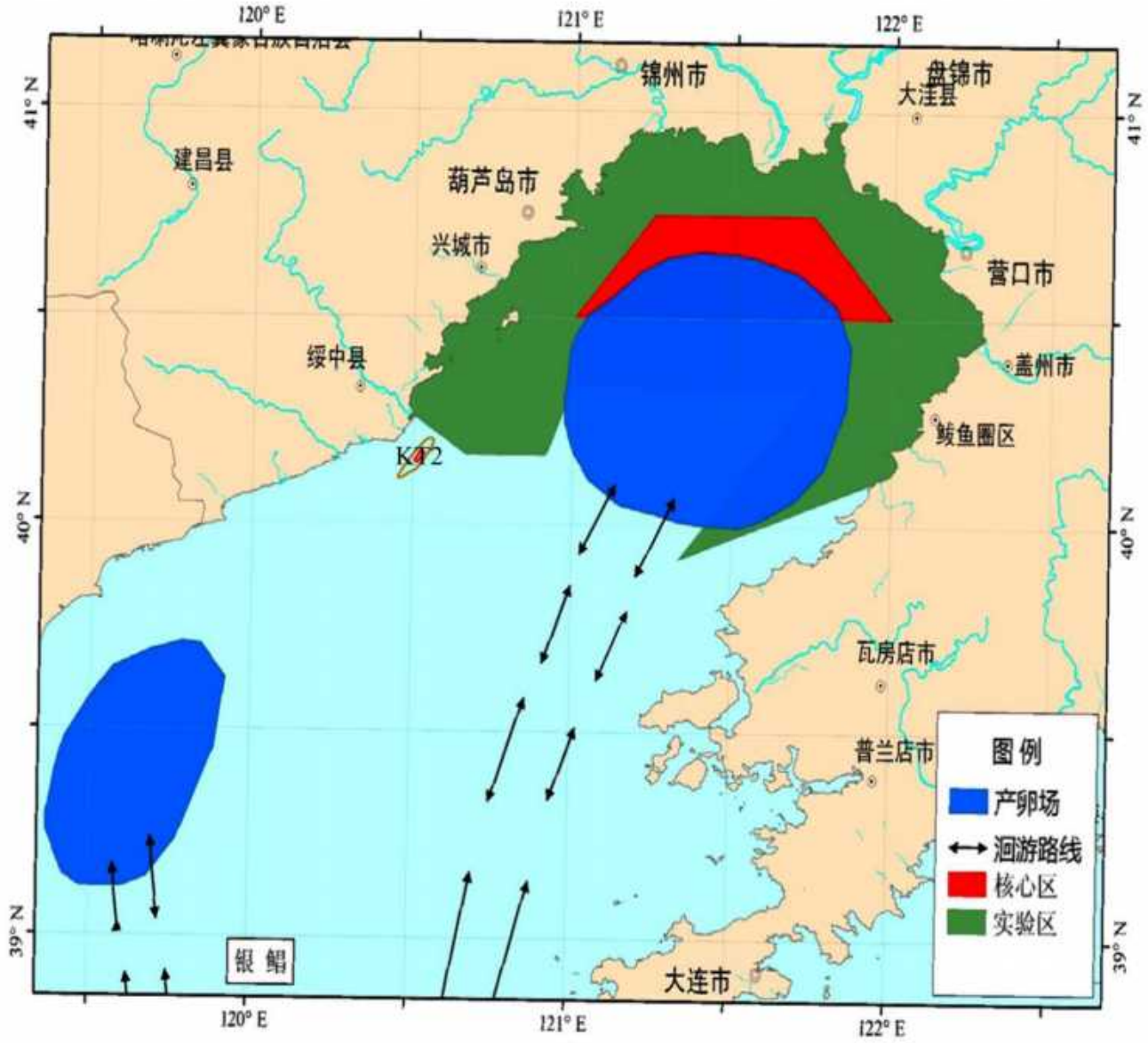


图 7-64 悬沙扩散最大包络线范围与银鲳洄游位置关系图



图 7-65 悬沙扩散最大包络线范围与保护区范围关系图



图 7-66 采砂区悬沙增量大于 10mg/L 包络线与生态红线叠图

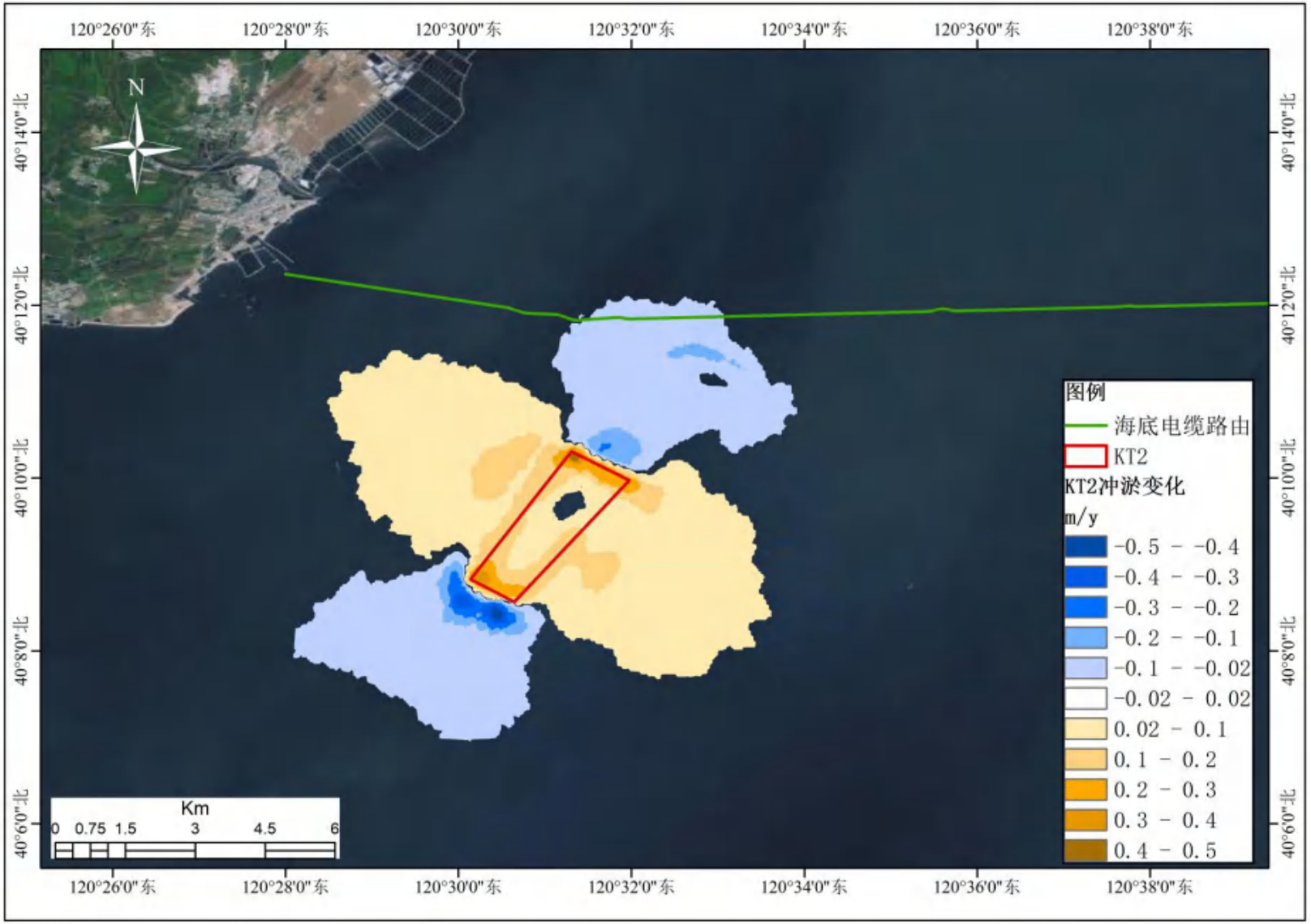


图 7-67 冲淤对海底电缆路由的影响

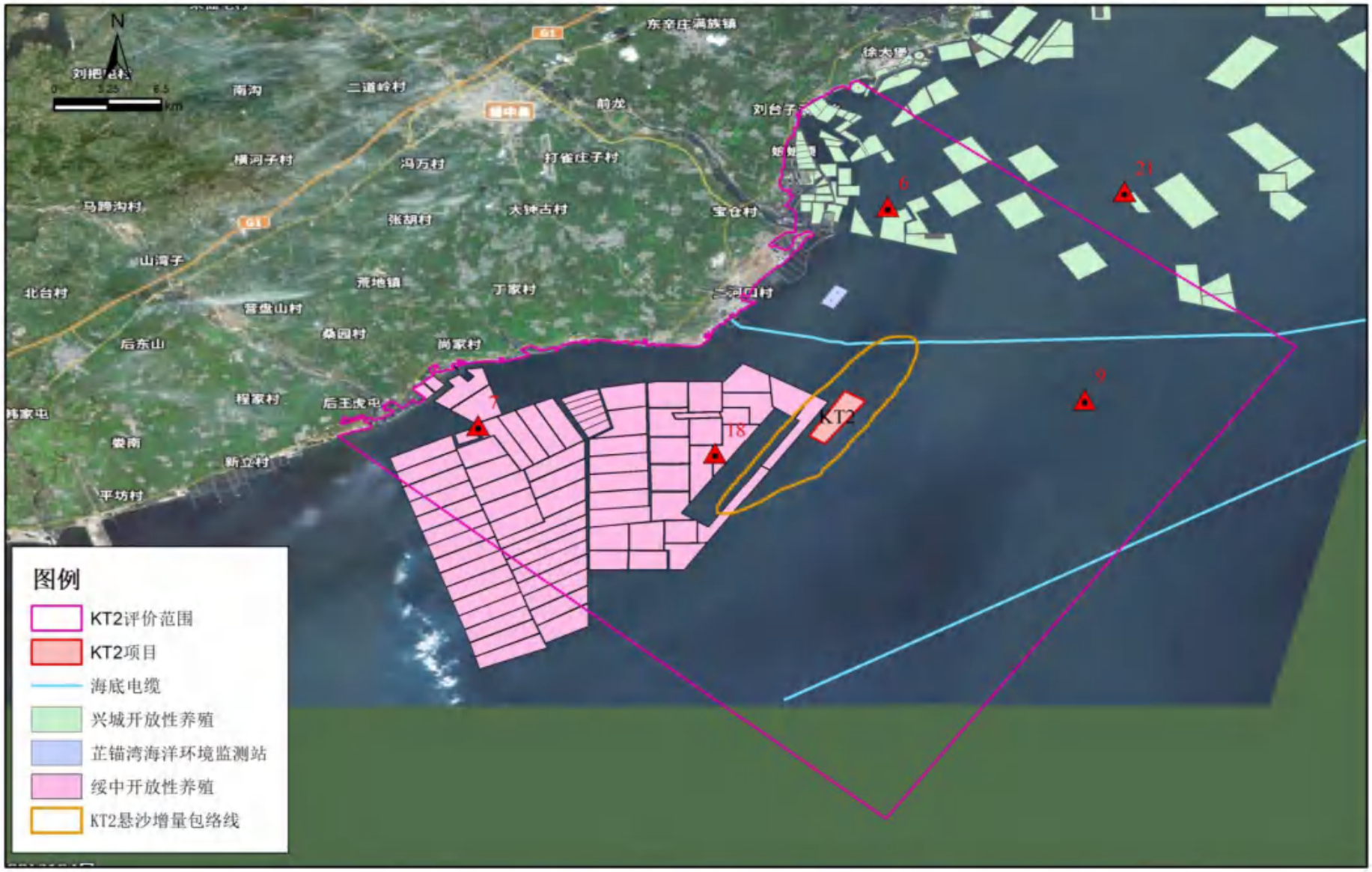


图 7-68 采砂区悬沙增量大于 10mg/L 包络线与项目周边社会活动关注区叠图

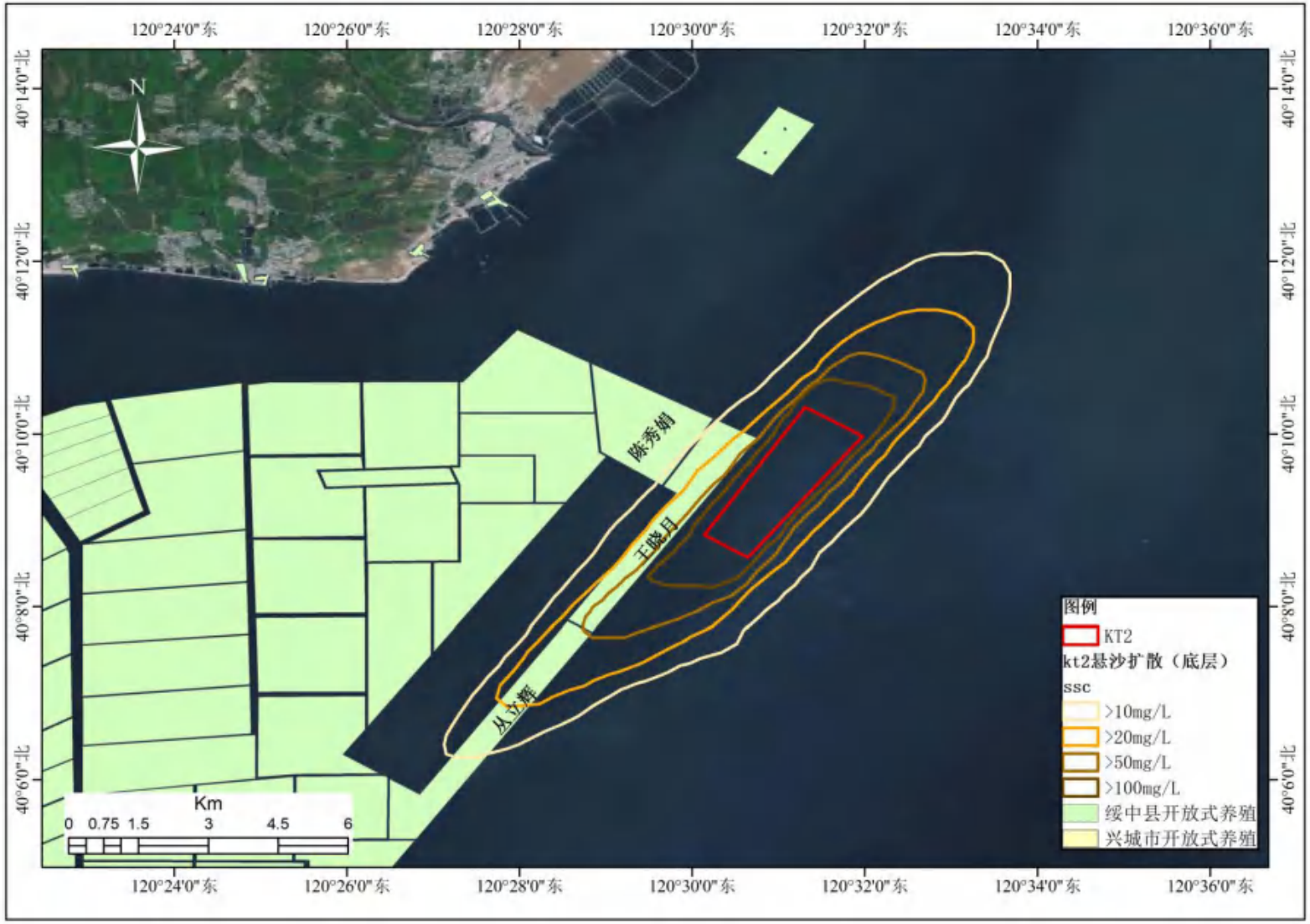


图 7-69 采砂区悬沙增量大于 10mg/L 包络线与养殖用海叠加示意图



图 7-70 采砂区悬沙增量大于 10mg/L 包络线与辽宁省海洋功能区划图叠图

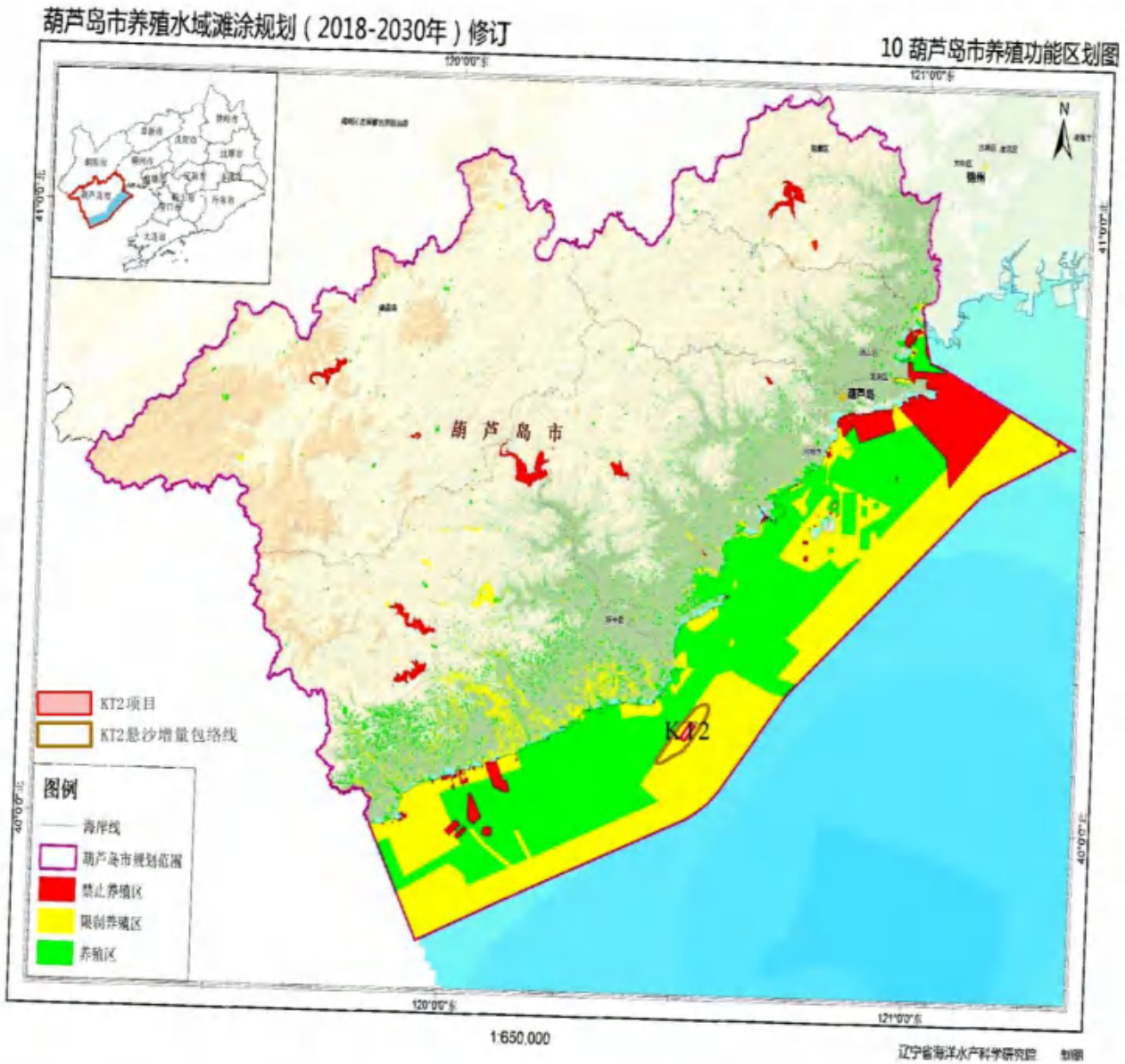
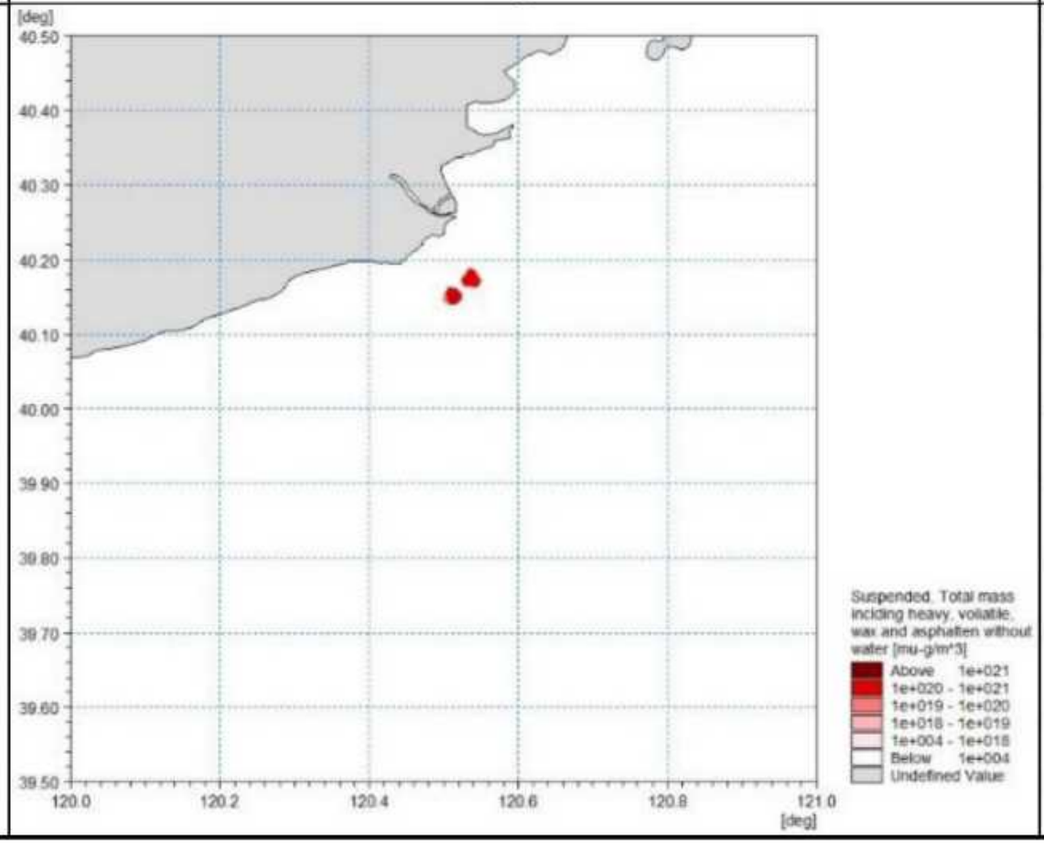
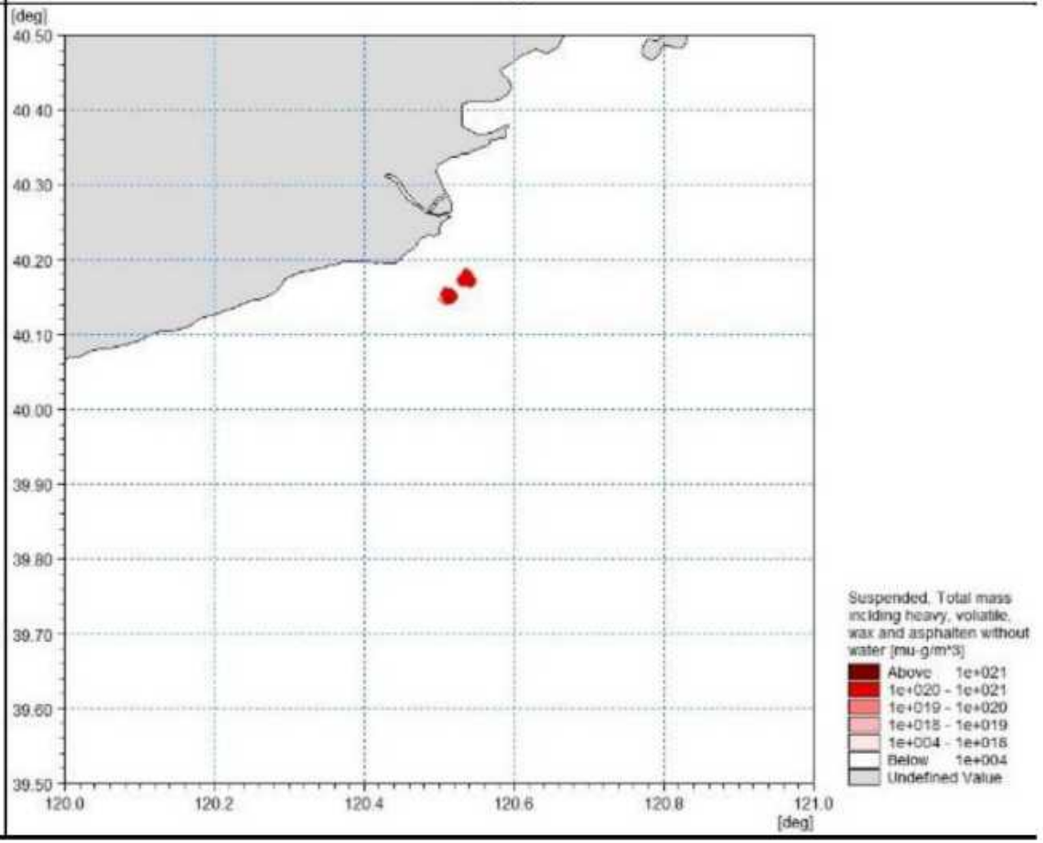


图 7-71 采砂区悬沙增量大于 10mg/L 包络线与葫芦岛市养殖水域滩涂规划养殖功能分区图叠图

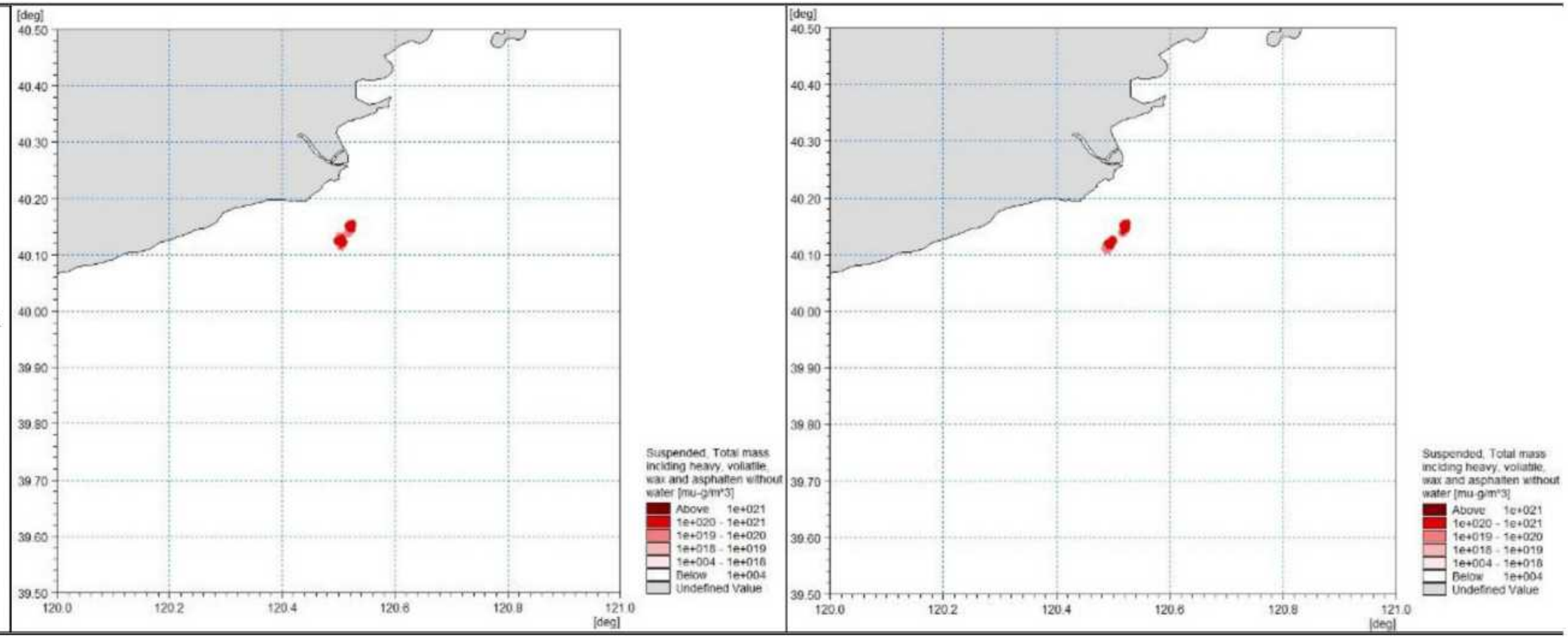
8 第八章附图

序号	图名	所在章节
1.	图 8-1 工况一和工况二下典型时刻油膜瞬时运动分布图	
2.	图 8-2 工况三和工况四下典型时刻油膜瞬时运动分布图	
3.	图 8-3 工况五和工况六下典型时刻油膜瞬时运动分布图	
4.	图 8-4 工况七和工况八下典型时刻油膜瞬时运动分布图	
5.	图 8-5 工况九和工况十下典型时刻油膜瞬时运动分布图	
6.	图 8-6 工况十一下典型时刻油膜瞬时运动分布图	
7.	图 8-7 工况一下 72h 油膜扫海分布图	
8.	图 8-8 工况二下 72h 油膜扫海分布图	
9.	图 8-9 工况三下 72h 油膜扫海分布图	
10.	图 8-10 工况四下 72h 油膜扫海分布图	
11.	图 8-11 工况五下 72h 油膜扫海分布图	
12.	图 8-12 工况六下 72h 油膜扫海分布图	
13.	图 8-13 工况七下 72h 油膜扫海分布图	
14.	图 8-14 工况八下 72h 油膜扫海分布图	
15.	图 8-15 工况九下 72h 油膜扫海分布图	
16.	图 8-16 工况十下 72h 油膜扫海分布图	8.5.4
17.	图 8-17 工况十一下 72h 油膜扫海分布图	
18.	图 8-18 工况十十二下 72h 油膜扫海分布图	
19.	图 8-19 工况一下油膜到达时间分布图	
20.	图 8-20 工况二下油膜到达时间分布图	
21.	图 8-21 工况三下油膜到达时间分布图	
22.	图 8-22 工况四下油膜到达时间分布图	
23.	图 8-23 工况五下油膜到达时间分布图	
24.	图 8-24 工况六下油膜到达时间分布图	
25.	图 8-25 工况七下油膜到达时间分布图	
26.	图 8-26 工况八下油膜到达时间分布图	
27.	图 8-27 工况七下油膜到达时间分布图	
28.	图 8-28 工况十下油膜到达时间分布图	
29.	图 8-29 工况十一下油膜到达时间分布图	
30.	图 8-30 工况十二下油膜到达时间分布图	
31.	图 8-31 风险事故应急反应程序	8.6.4

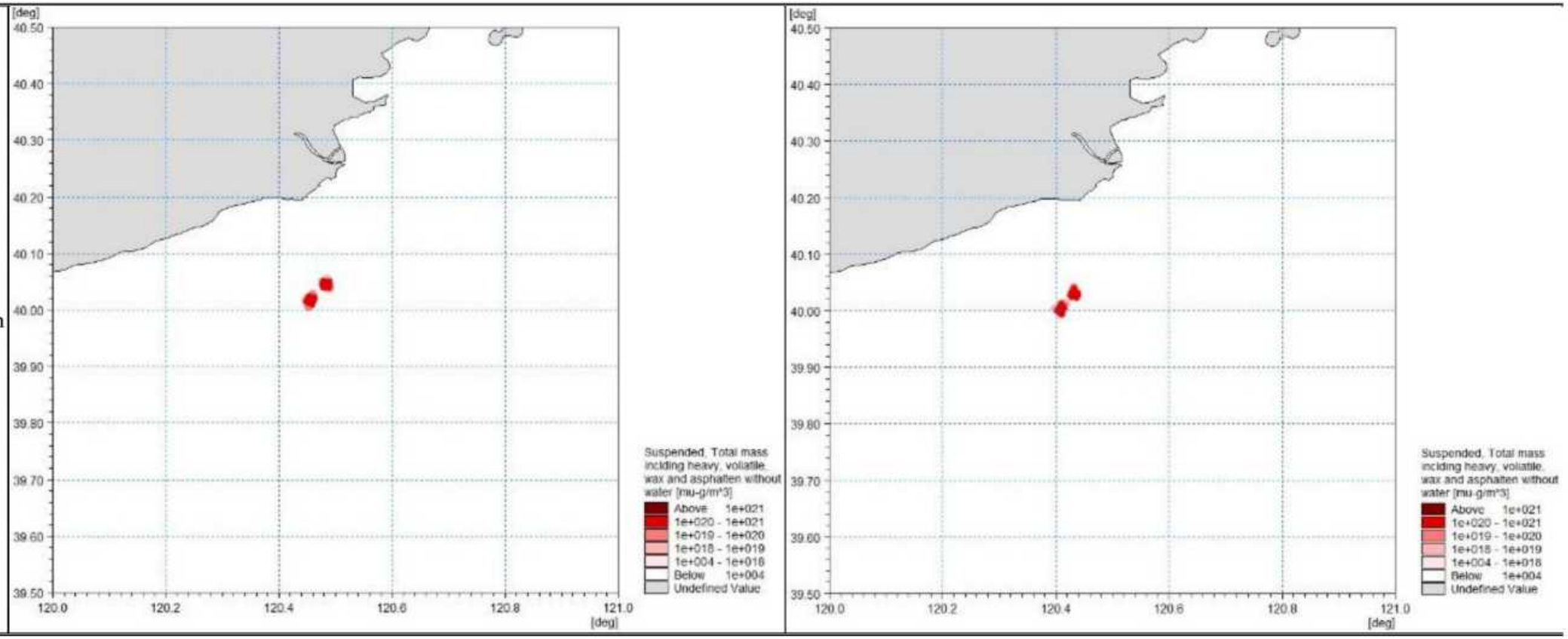
	工况一	工况二
2h		

[deg]
40.50
40.40
40.30
40.20
40.10
40.00
39.90
39.80
39.70
39.60
39.50
120.0
120.2
120.4
120.6
120.8
121.0
[deg]
Suspended, Total mass including heavy, volatile, wax and asphalten without water [mu-g/m^3]
Above 1e+021
1e+020 - 1e+021
1e+019 - 1e+020
1e+018 - 1e+019
1e+004 - 1e+018
Below 1e+004
Undefined Value

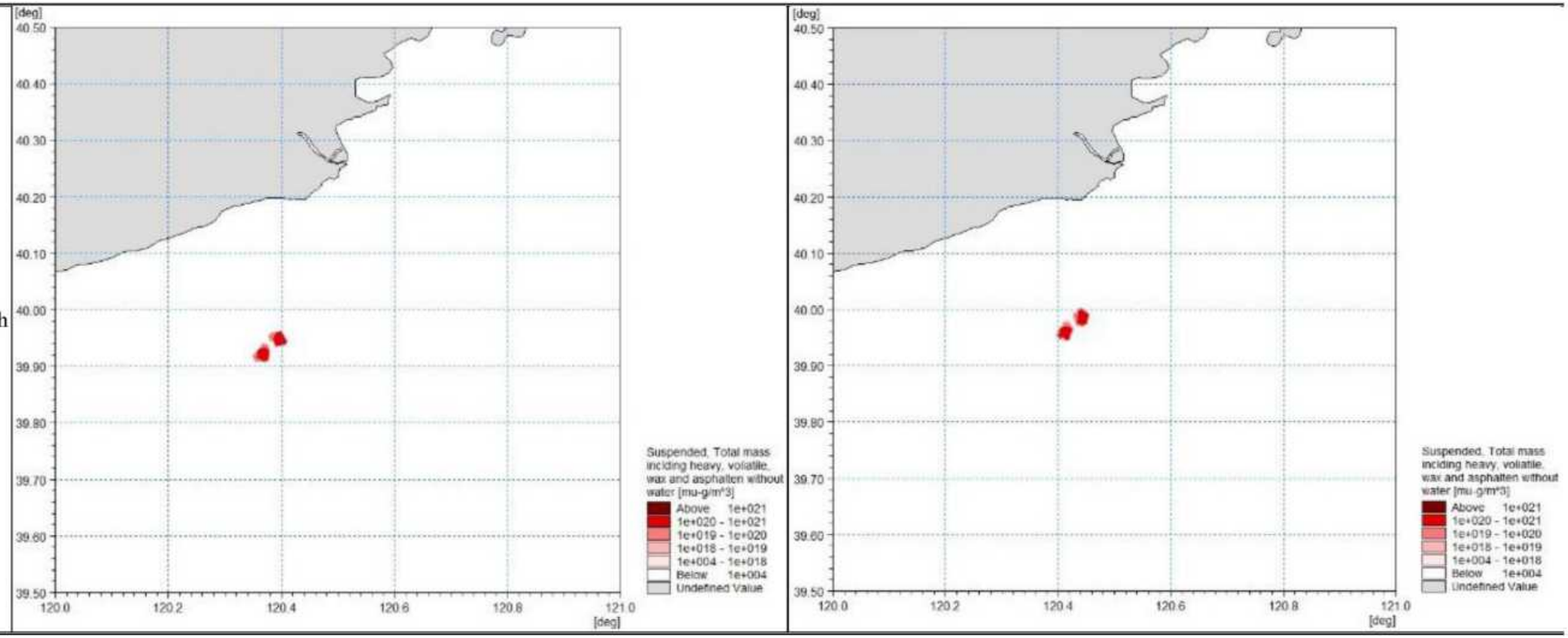
8h


[deg]
40.50
40.40
40.30
40.20
40.10
40.00
39.90
39.80
39.70
39.60
39.50
120.0
120.2
120.4
120.6
120.8
121.0
[deg]
Suspended, Total mass including heavy, volatile, wax and asphalten without water [mu-g/m^3]
Above 1e+021
1e+020 - 1e+021
1e+019 - 1e+020
1e+018 - 1e+019
1e+004 - 1e+018
Below 1e+004
Undefined Value

32h


[deg]
40.50
40.40
40.30
40.20
40.10
40.00
39.90
39.80
39.70
39.60
39.50
120.0
120.2
120.4
120.6
120.8
121.0
[deg]
Suspended, Total mass including heavy, volatile, wax and asphalten without water [mu-g/m^3]
Above 1e+021
1e+020 - 1e+021
1e+019 - 1e+020
1e+018 - 1e+019
1e+004 - 1e+018
Below 1e+004
Undefined Value

48h


[deg]
40.50
40.40
40.30
40.20
40.10
40.00
39.90
39.80
39.70
39.60
39.50
120.0
120.2
120.4
120.6
120.8
121.0
[deg]
Suspended, Total mass including heavy, volatile, wax and asphalten without water [mu-g/m^3]
Above 1e+021
1e+020 - 1e+021
1e+019 - 1e+020
1e+018 - 1e+019
1e+004 - 1e+018
Below 1e+004
Undefined Value

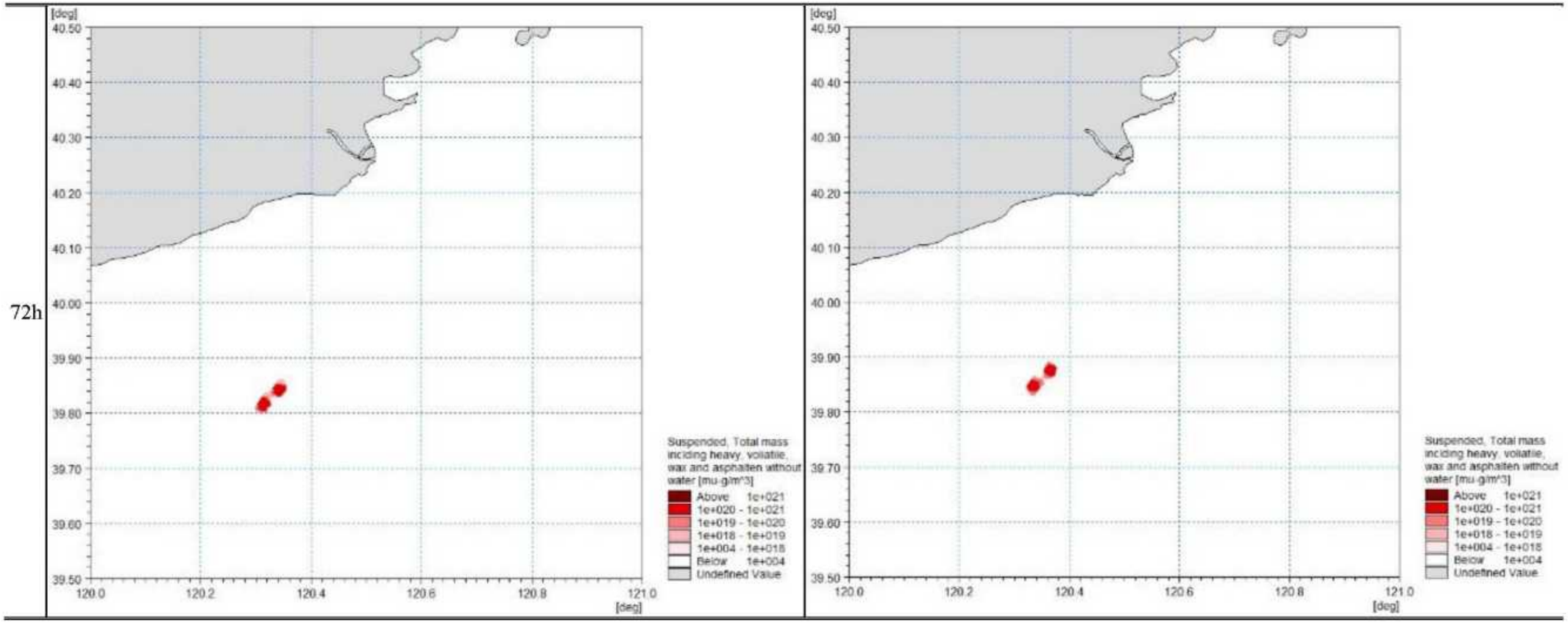
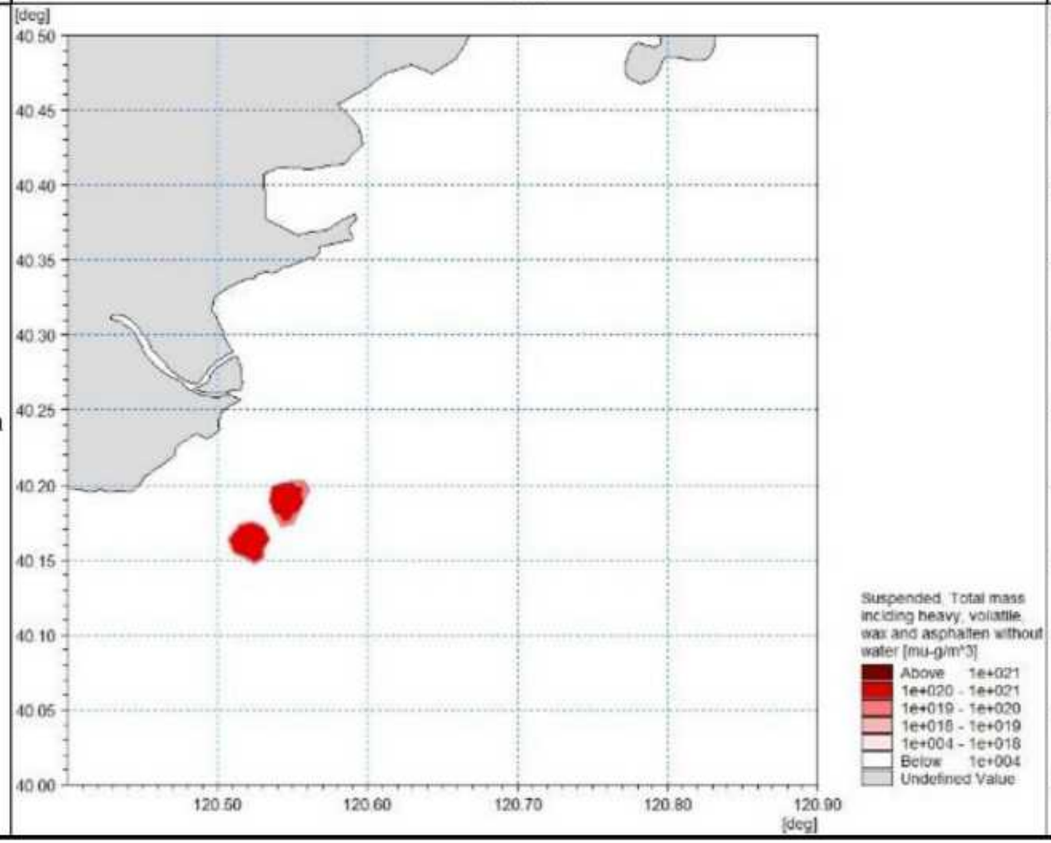
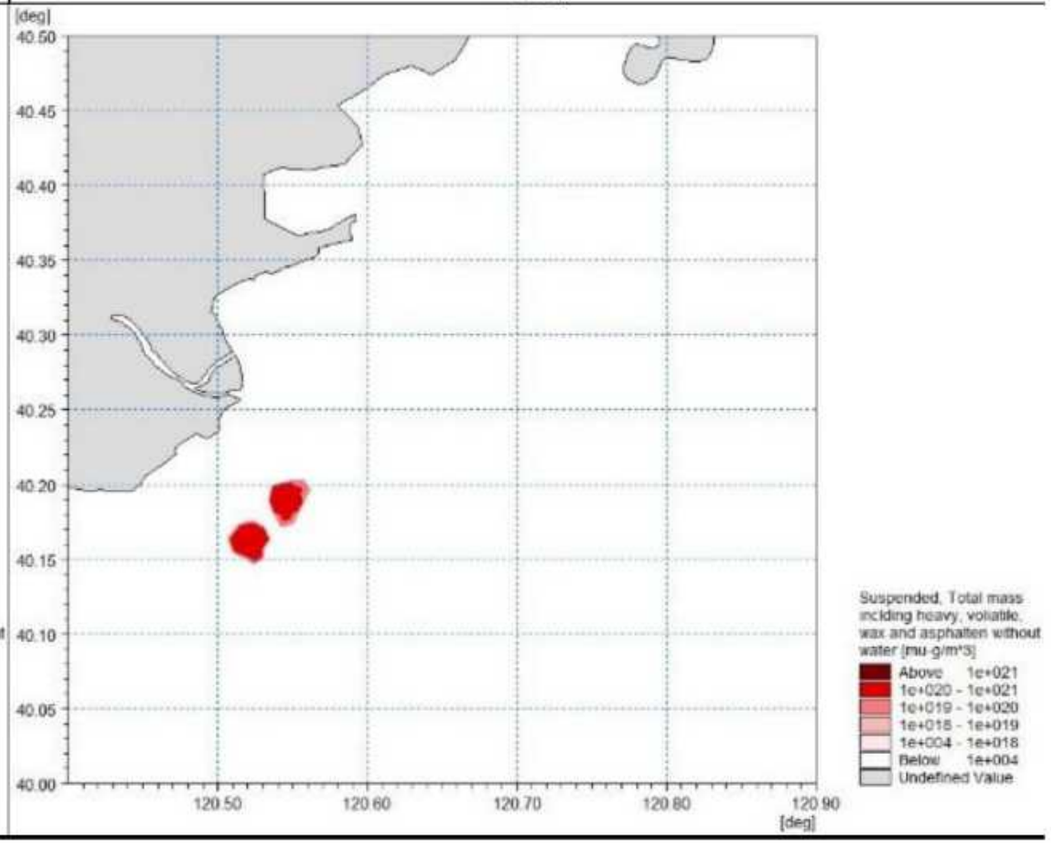
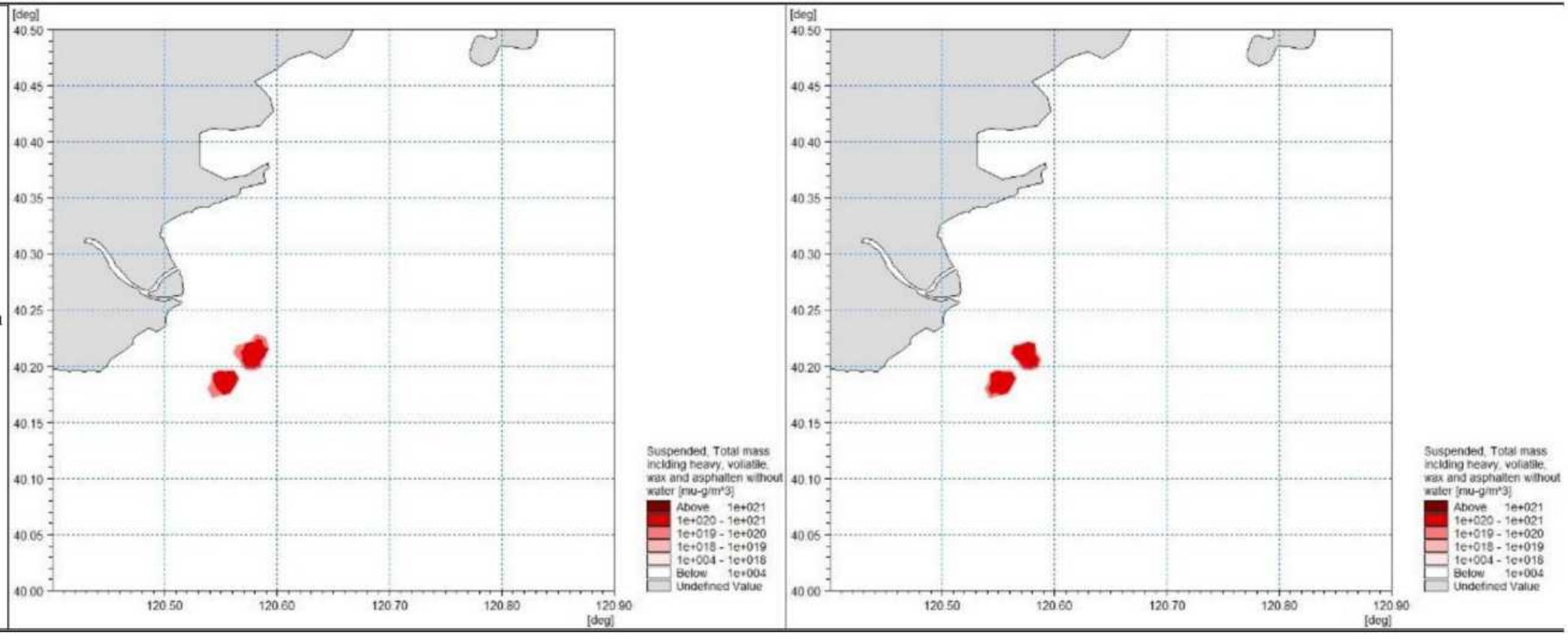


图 8-1 工况一和工况二下典型时刻油膜瞬时运动分布图

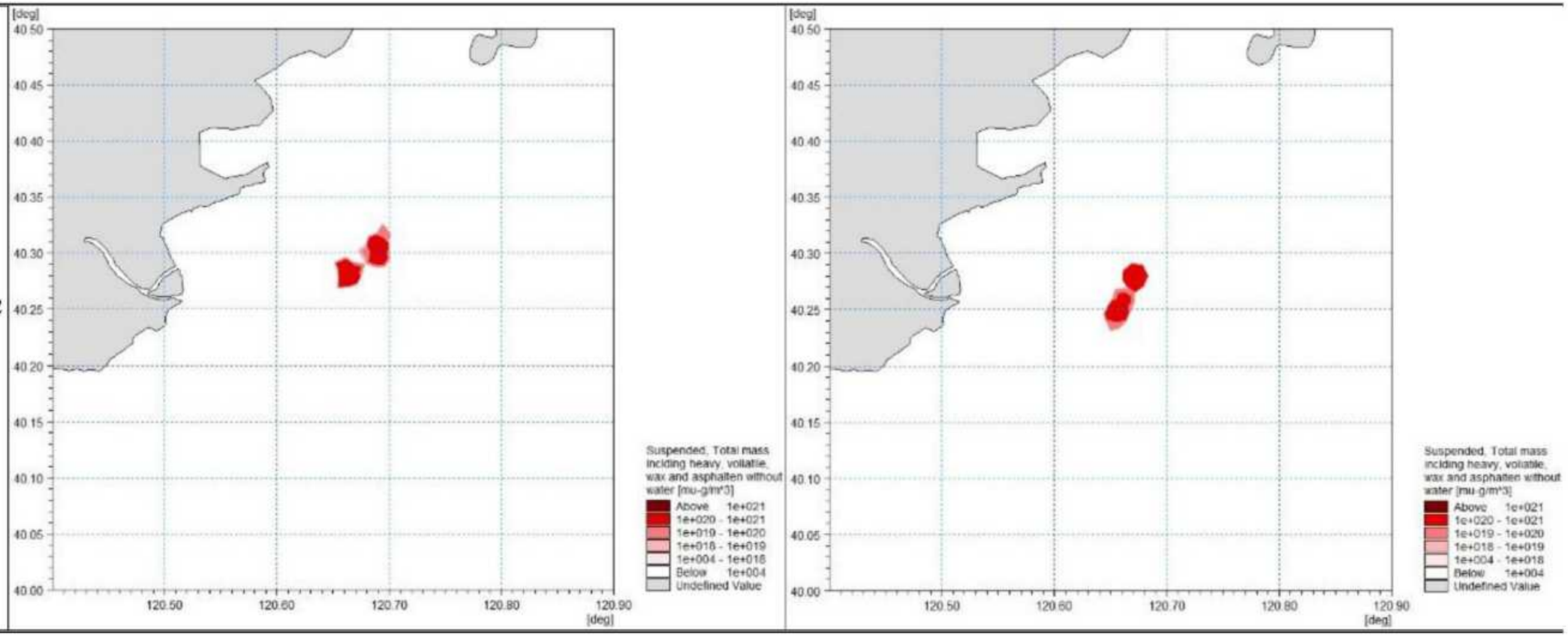
	工况三	工况四
2h		

[deg]
40.50
40.45
40.40
40.35
40.30
40.25
40.20
40.15
40.10
40.05
40.00
120.50
120.60
120.70
120.80
120.90
[deg]
Suspended, Total mass including heavy, volatile, wax and asphalten without water [mu-g/m^3]
Above 1e+021
1e+020 - 1e+021
1e+019 - 1e+020
1e+018 - 1e+019
1e+004 - 1e+018
Below 1e+004
Undefined Value

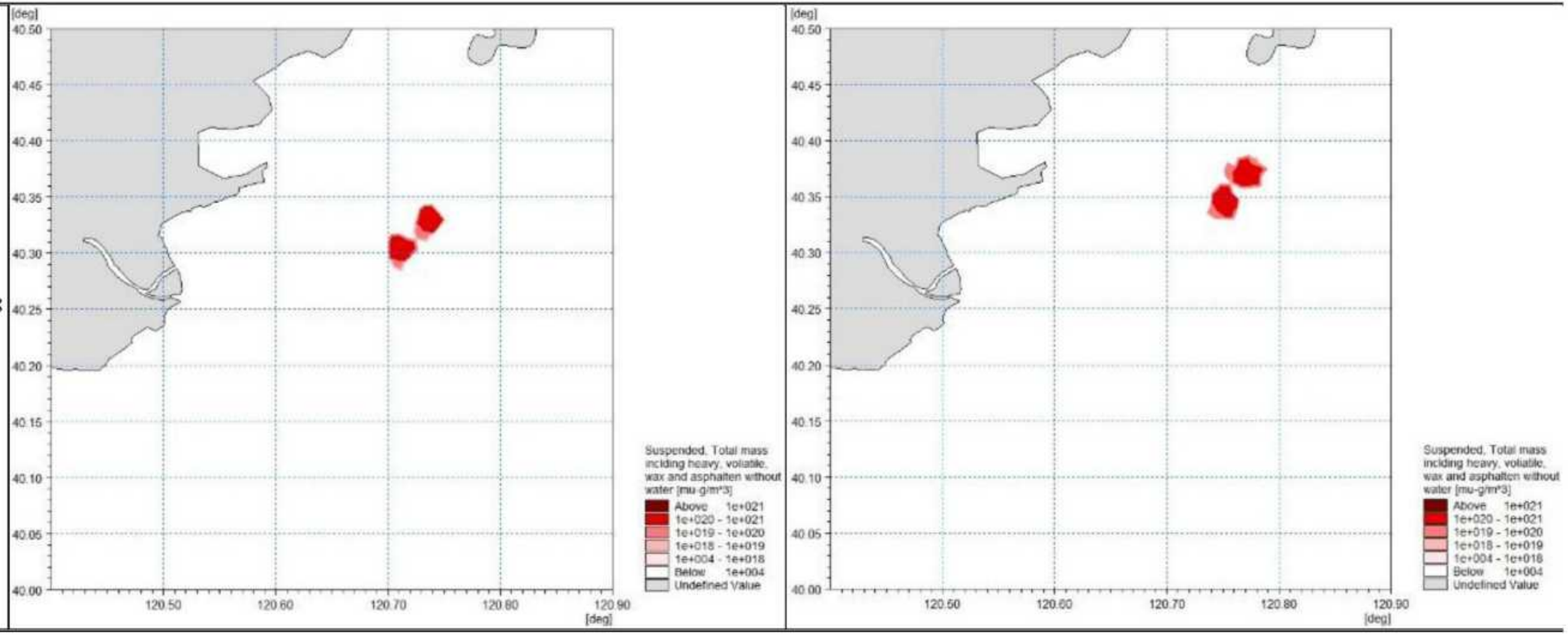
8h


[deg]
40.50
40.45
40.40
40.35
40.30
40.25
40.20
40.15
40.10
40.05
40.00
120.50
120.60
120.70
120.80
120.90
[deg]
Suspended, Total mass including heavy, voliatile, wax and asphalten without water [mu-g/m^3]
Above 1e+021
1e+020 - 1e+021
1e+019 - 1e+020
1e+018 - 1e+019
1e+004 - 1e+018
Below 1e+004
Undefined Value

32 h


[deg]
40.50
40.45
40.40
40.35
40.30
40.25
40.20
40.15
40.10
40.05
40.00
120.50
120.60
120.70
120.80
120.90
[deg]
Suspended, Total mass including heavy, volatile, wax and asphalten without water [mu-g/m^3]
Above 1e+021
1e+020 - 1e+021
1e+019 - 1e+020
1e+018 - 1e+019
1e+004 - 1e+018
Below 1e+004
Undefined Value

48 h


[deg]
40.50
40.45
40.40
40.35
40.30
40.25
40.20
40.15
40.10
40.05
40.00
120.50
120.60
120.70
120.80
120.90
[deg]
Suspended, Total mass including heavy, voliatile, wax and asphalten without water [mu-g/m^3]
Above 1e+021
1e+020 - 1e+021
1e+019 - 1e+020
1e+018 - 1e+019
1e+004 - 1e+018
Below 1e+004
Undefined Value

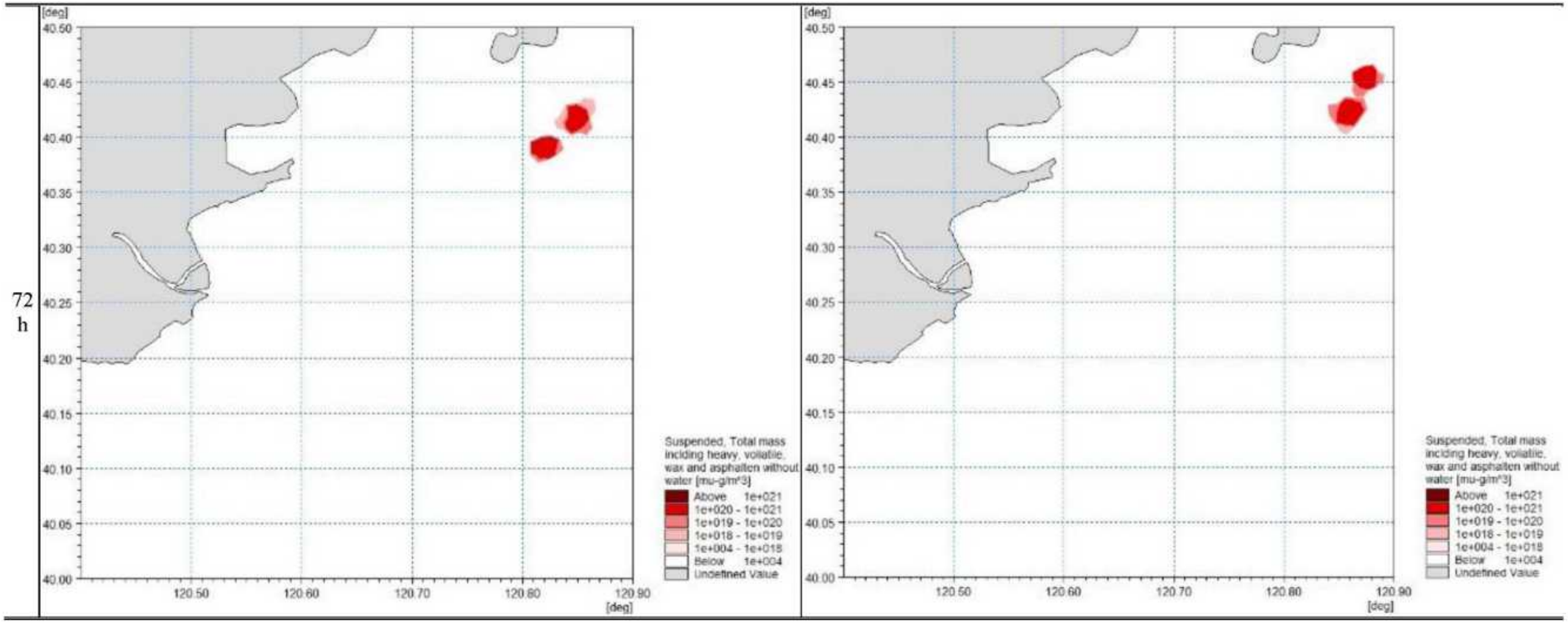
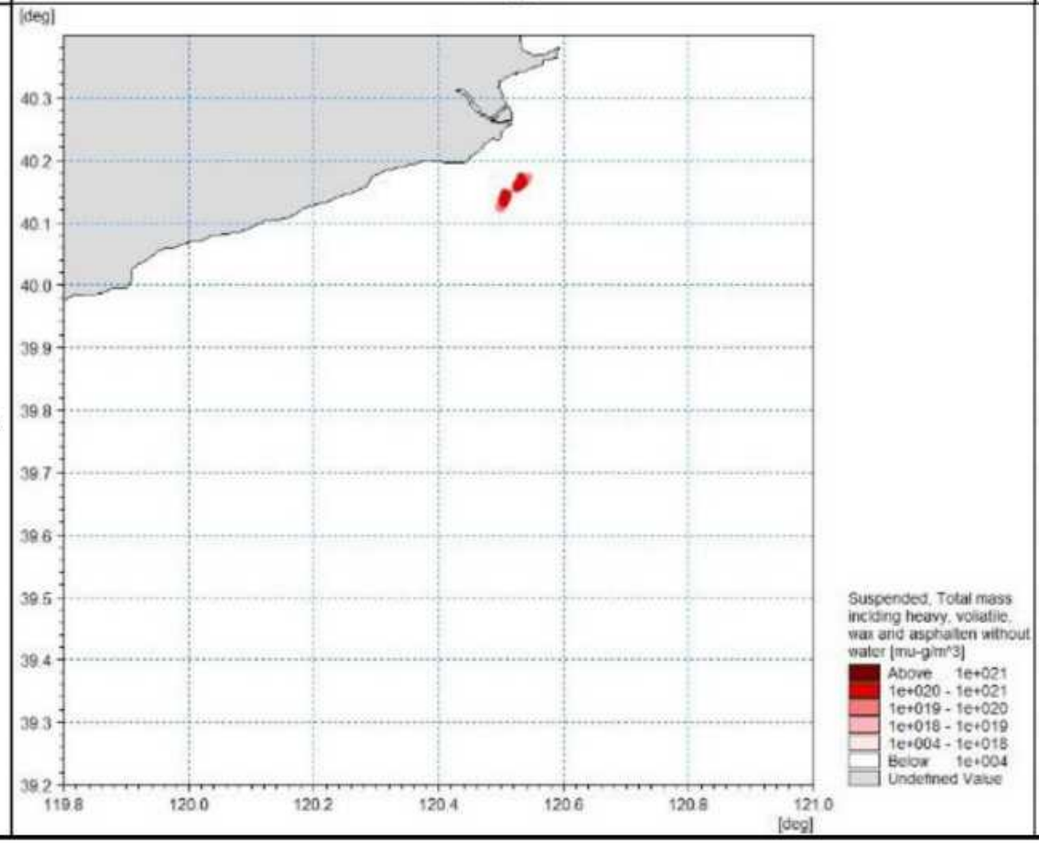
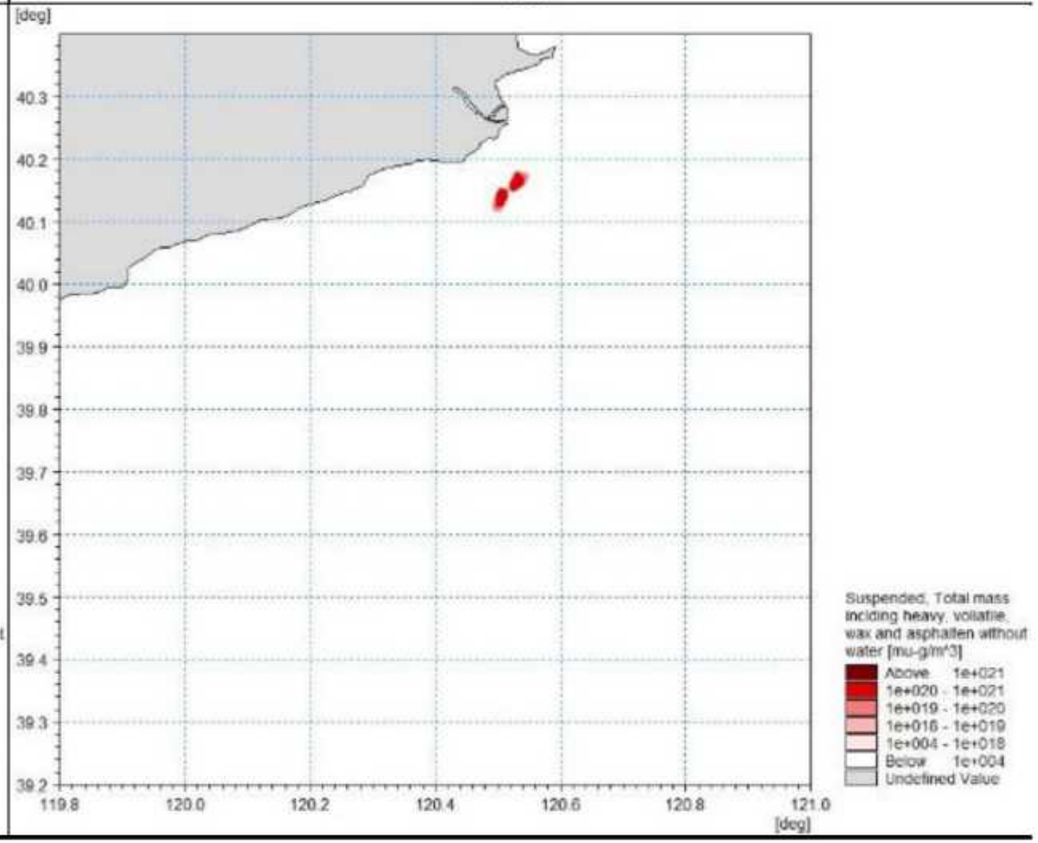
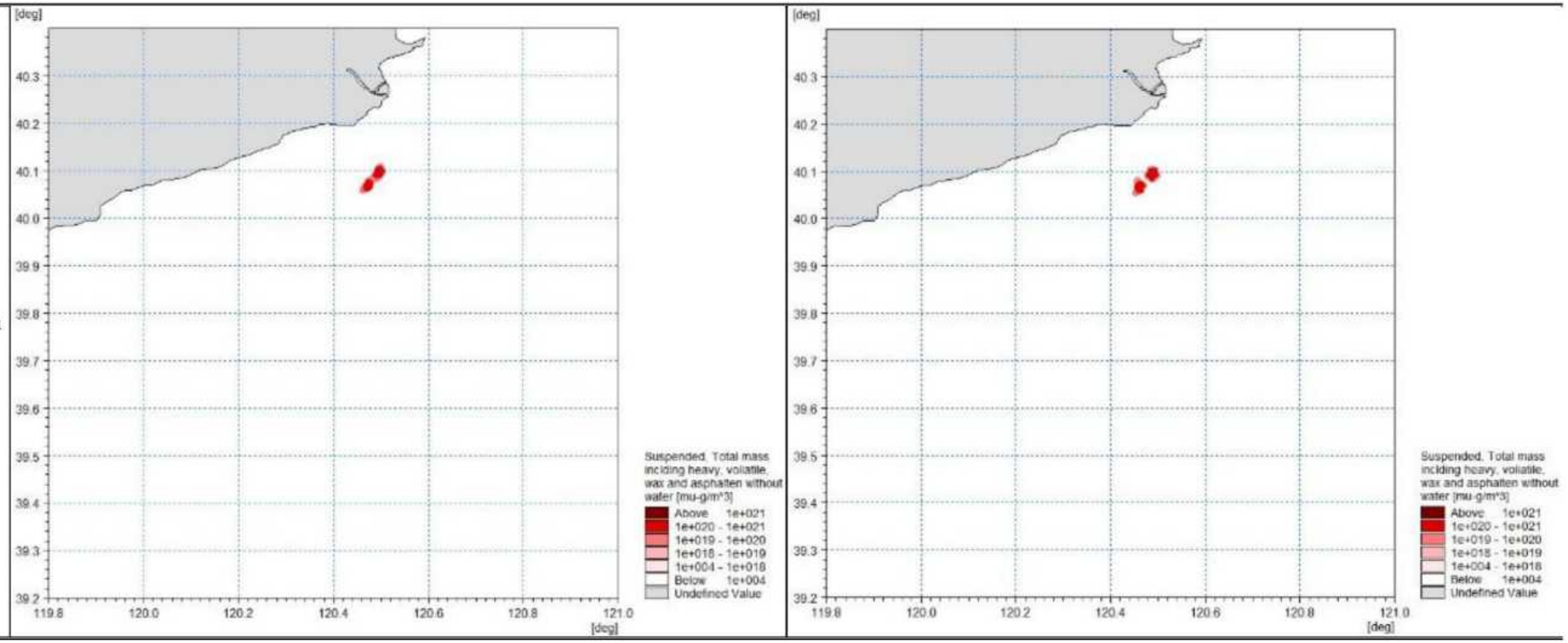


图 8-2 工况三和工况四下典型时刻油膜瞬时运动分布图

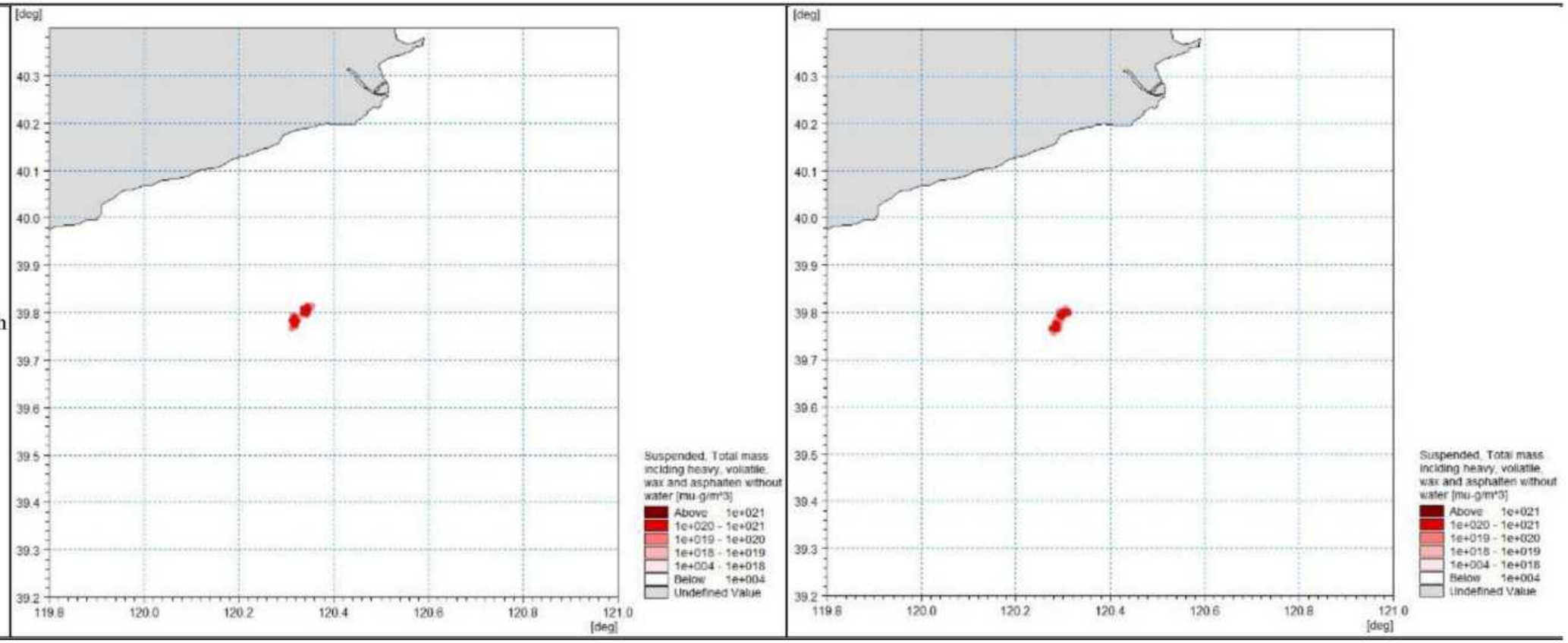
	工况五	工况六
2h		

[deg]
40.3
40.2
40.1
40.0
39.9
39.8
39.7
39.6
39.5
39.4
39.3
39.2
119.8
120.0
120.2
120.4
120.6
120.8
121.0
[deg]
Suspended, Total mass incling heavy, volatile, wax and asphalten without water [mu-g/m^3]
Above 1e+021
1e+020 - 1e+021
1e+019 - 1e+020
1e+018 - 1e+019
1e+004 - 1e+018
Below 1e+004
Undefined Value

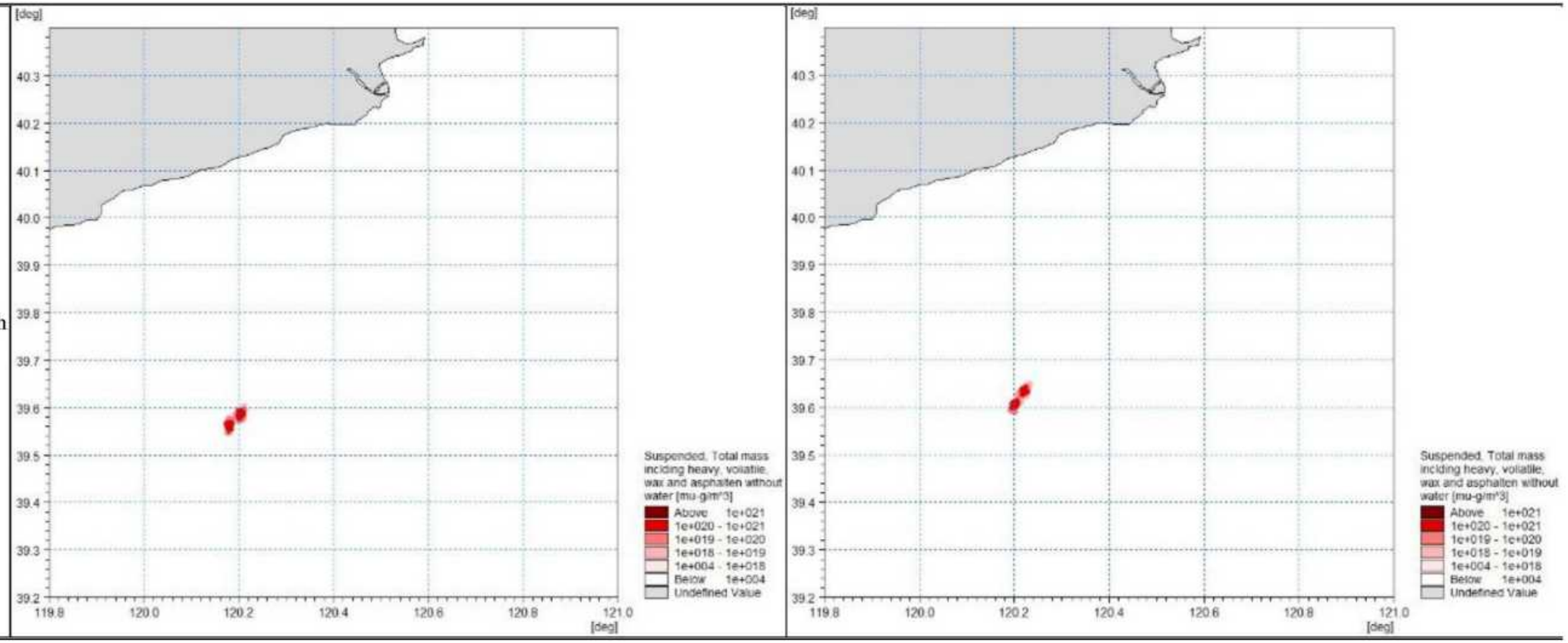
8h


[deg]
40.3
40.2
40.1
40.0
39.9
39.8
39.7
39.6
39.5
39.4
39.3
39.2
119.8
120.0
120.2
120.4
120.6
120.8
121.0
[deg]
Suspended. Total mass incldng heavy, volatile, wax and asphalten without water [mu-g/m^3]
Above 1e+021
1e+020 - 1e+021
1e+019 - 1e+020
1e+018 - 1e+019
1e+004 - 1e+018
Below 1e+004
Undefined Value

32h


[deg]
40.3
40.2
40.1
40.0
39.9
39.8
39.7
39.6
39.5
39.4
39.3
39.2
119.8
120.0
120.2
120.4
120.6
120.8
121.0
[deg]
Suspended, Total mass including heavy, volatile, wax and asphalten without water [mu-g/m^3]
Above 1e+021
1e+020 - 1e+021
1e+019 - 1e+020
1e+018 - 1e+019
1e+004 - 1e+018
Below 1e+004
Undefined Value

48h


[deg]
40.3
40.2
40.1
40.0
39.9
39.8
39.7
39.6
39.5
39.4
39.3
39.2
119.8
120.0
120.2
120.4
120.6
120.8
121.0
[deg]
Suspended. Total mass incldng heavy, volatile, wax and asphalten without water [mu-g/m^3]
Above 1e+021
1e+020 - 1e+021
1e+019 - 1e+020
1e+018 - 1e+019
1e+004 - 1e+018
Below 1e+004
Undefined Value

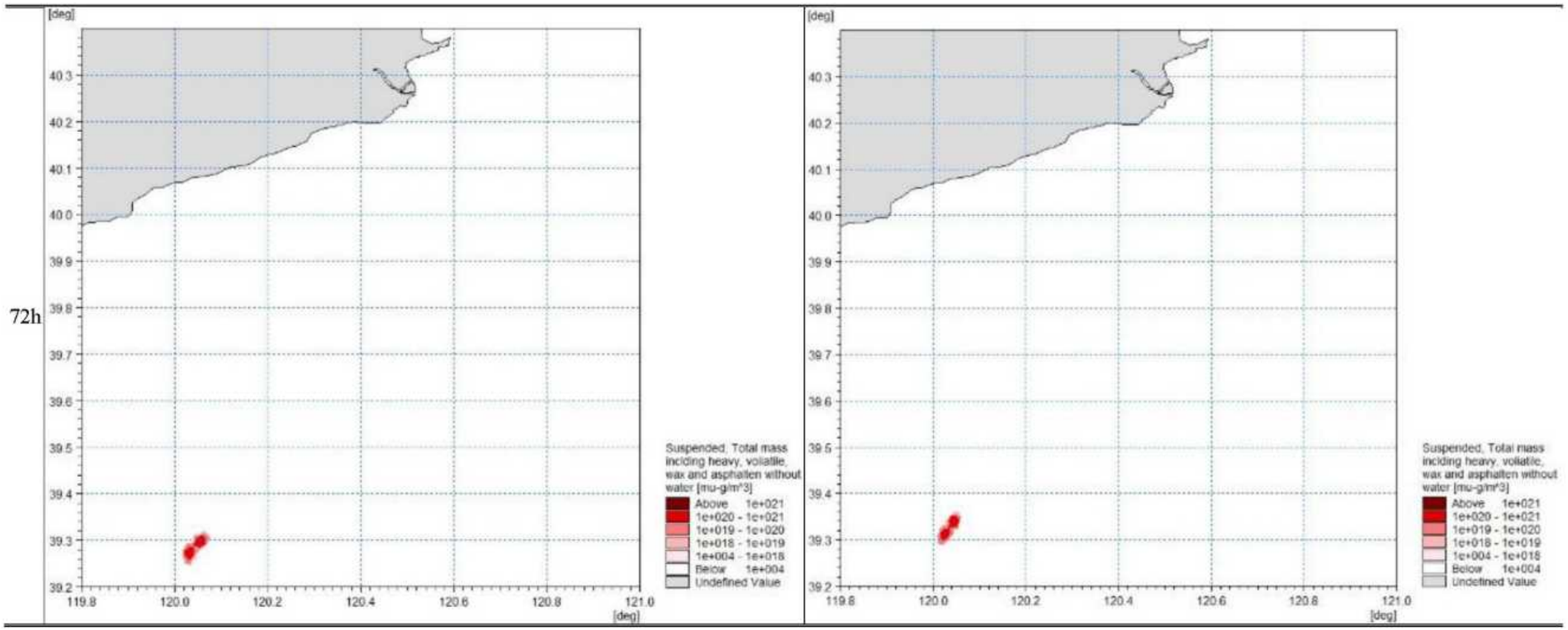
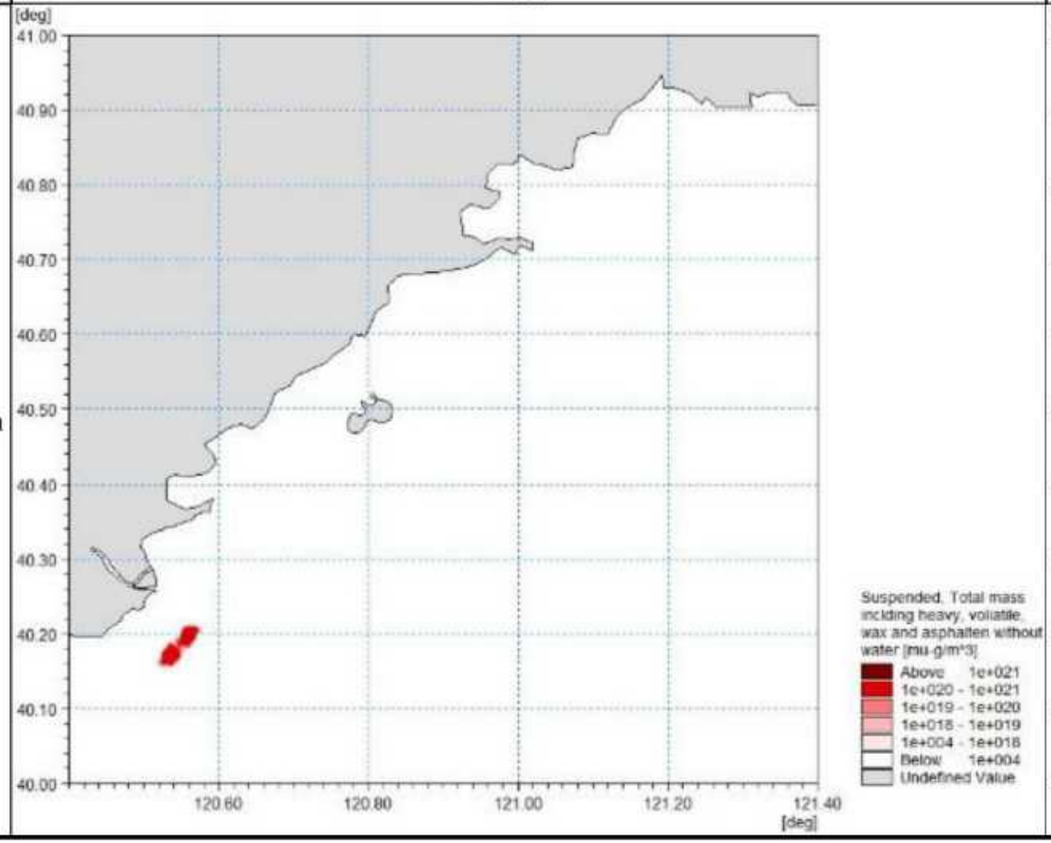
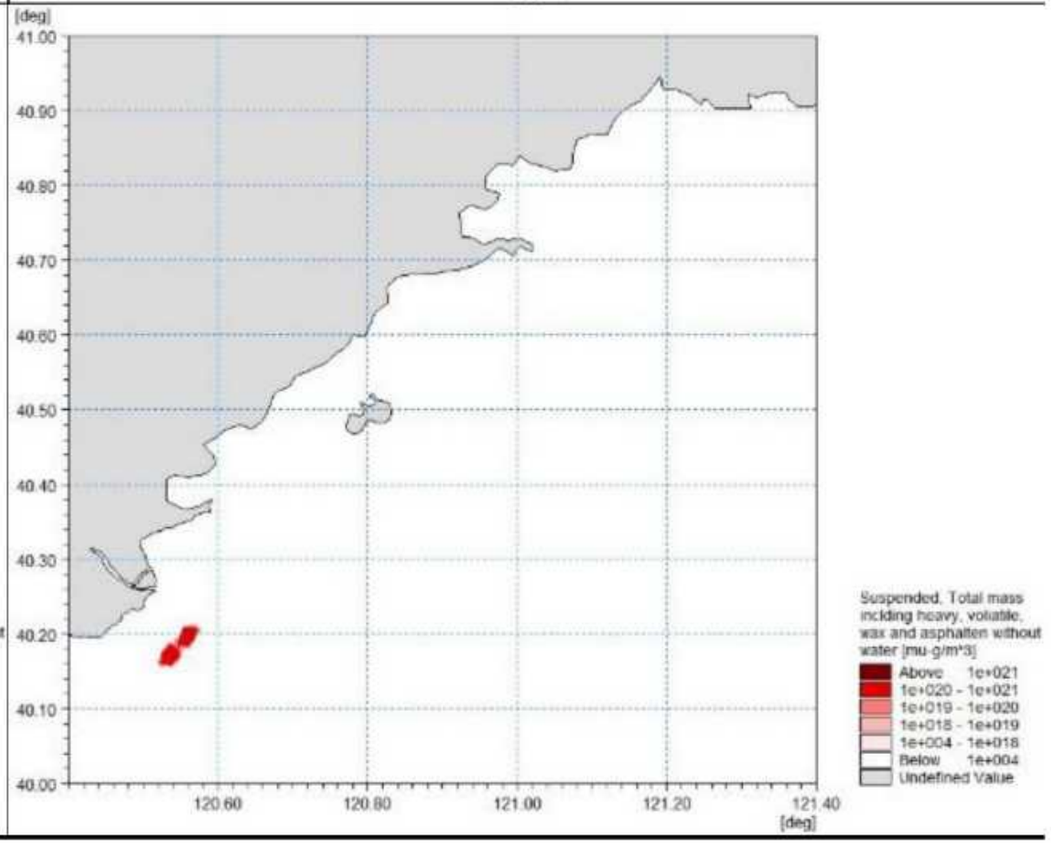
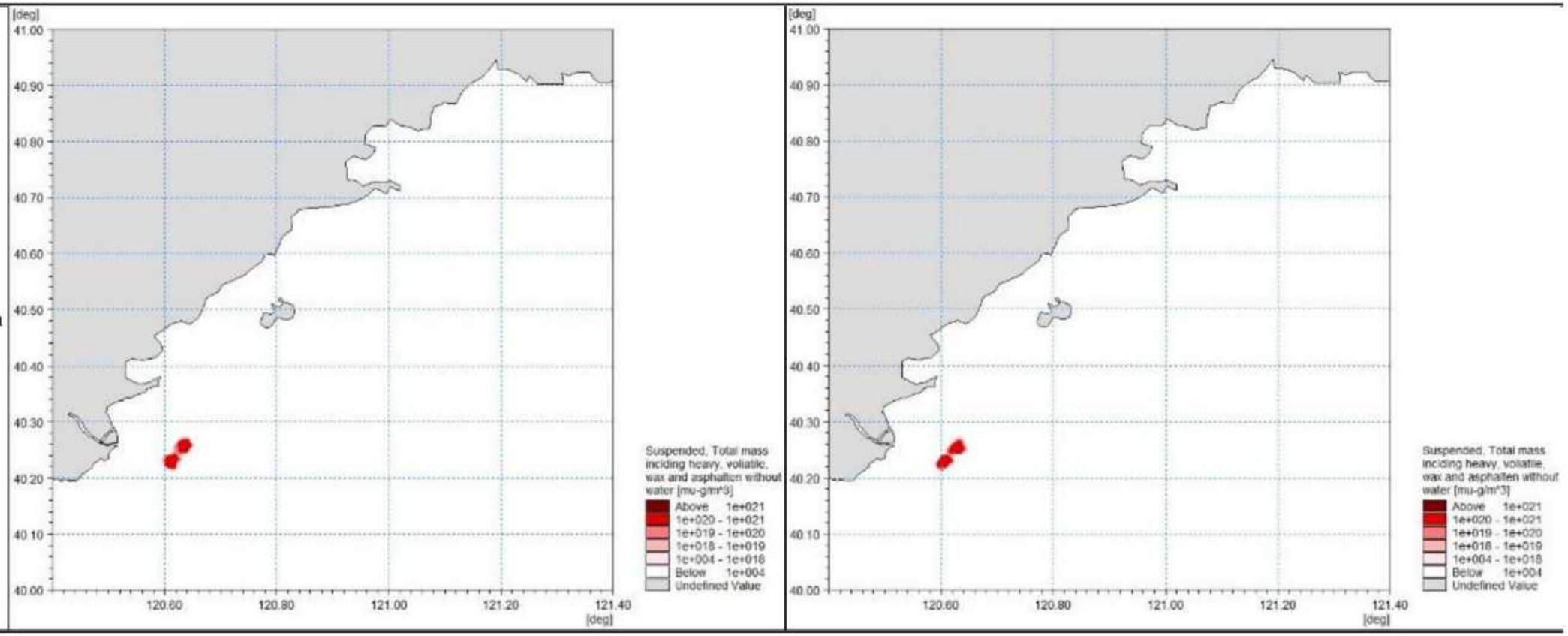


图 8-3 工况五和工况六下典型时刻油膜瞬时运动分布图

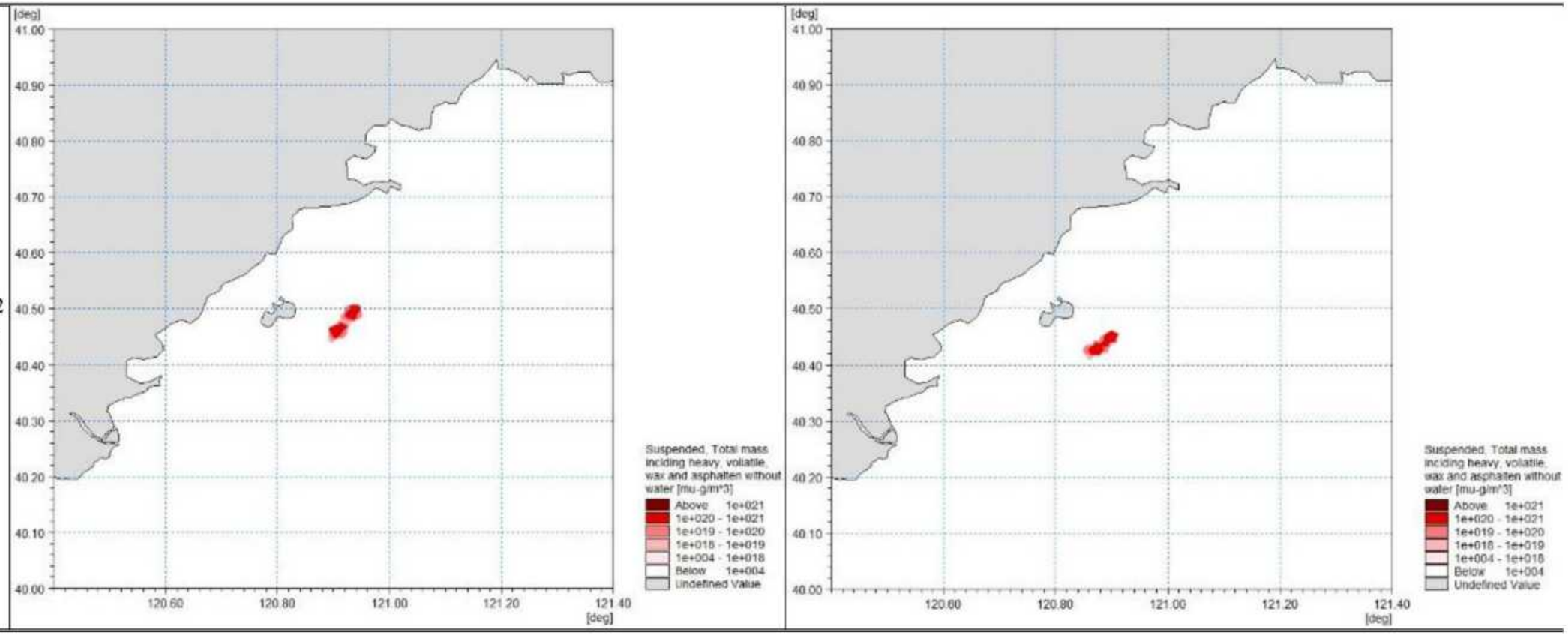
	工况七	工况八
2h		

[deg]
41.00
40.90
40.80
40.70
40.60
40.50
40.40
40.30
40.20
40.10
40.00
120.60
120.80
121.00
121.20
121.40
[deg]
Suspended, Total mass including heavy, voliatile, wax and asphalten without water [mu-g/m^3]
Above 1e+021
1e+020 - 1e+021
1e+019 - 1e+020
1e+018 - 1e+019
1e+004 - 1e+018
Below 1e+004
Undefined Value

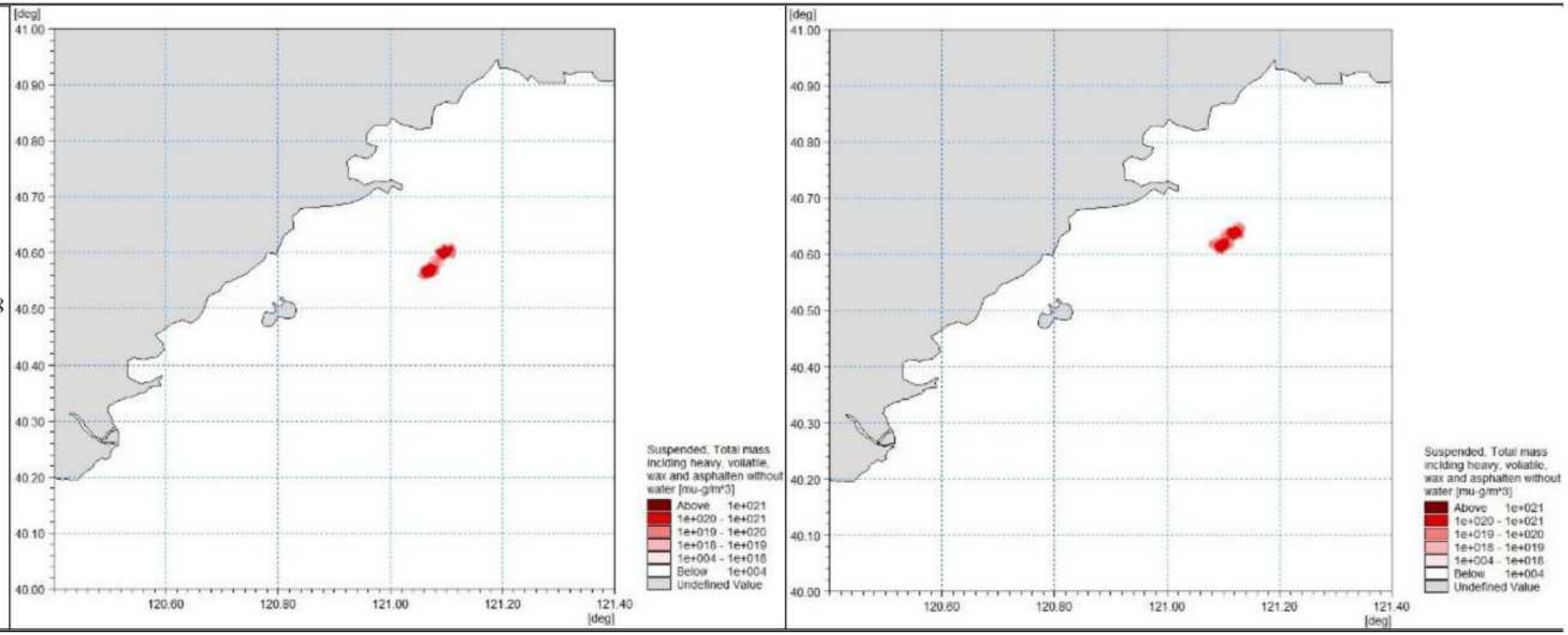
8h


[deg]
41.00
40.90
40.80
40.70
40.60
40.50
40.40
40.30
40.20
40.10
40.00
120.60
120.80
121.00
121.20
121.40
[deg]
Suspended, Total mass including heavy, volatile, wax and asphaltcn without water [mu-g/m^3]
Above 1e+021
1e+020 - 1e+021
1e+019 - 1e+020
1e+018 - 1e+019
1e+004 - 1e+018
Below 1e+004
Undefined Value

32 h


[deg]
41.00
40.90
40.80
40.70
40.60
40.50
40.40
40.30
40.20
40.10
40.00
120.60
120.80
121.00
121.20
121.40
[deg]
Suspended, Total mass including heavy, volatile, wax and asphalten without water [mu-g/m^3]
Above 1e+021
1e+020 - 1e+021
1e+019 - 1e+020
1e+018 - 1e+019
1e+004 - 1e+018
Below 1e+004
Undefined Value

48 h


[deg]
41.00
40.90
40.80
40.70
40.60
40.50
40.40
40.30
40.20
40.10
40.00
120.60
120.80
121.00
121.20
121.40
[deg]
Suspended, Total mass including heavy, volatile, wax and asphalten without water [mu-g/m^3]
Above 1e+021
1e+020 - 1e+021
1e+019 - 1e+020
1e+018 - 1e+019
1e+004 - 1e+018
Below 1e+004
Undefined Value

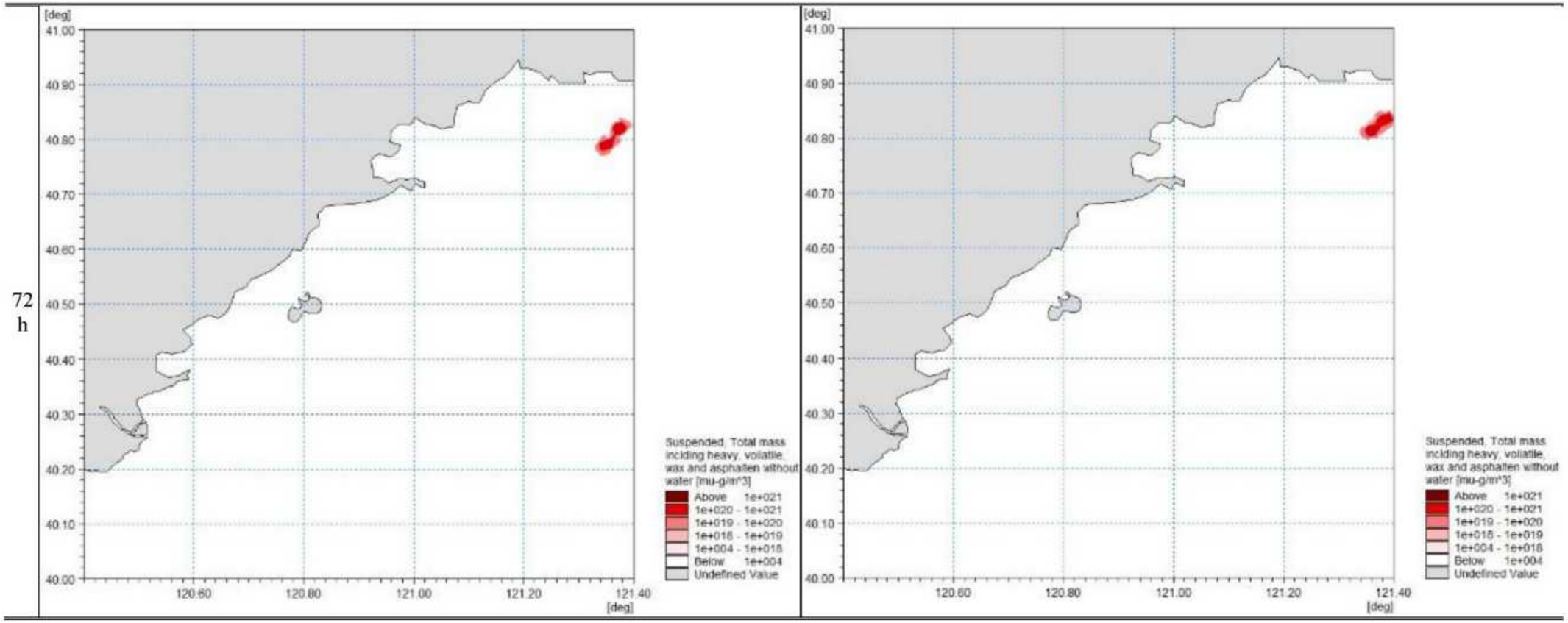
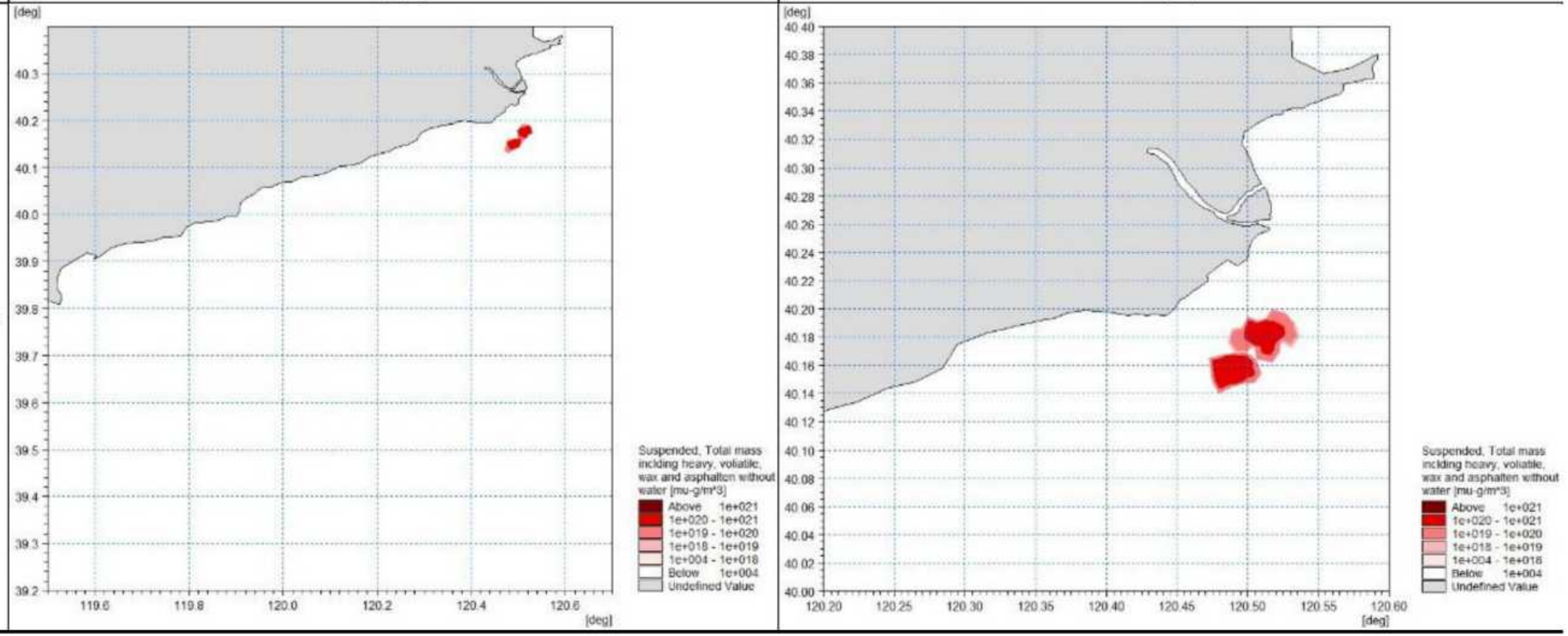
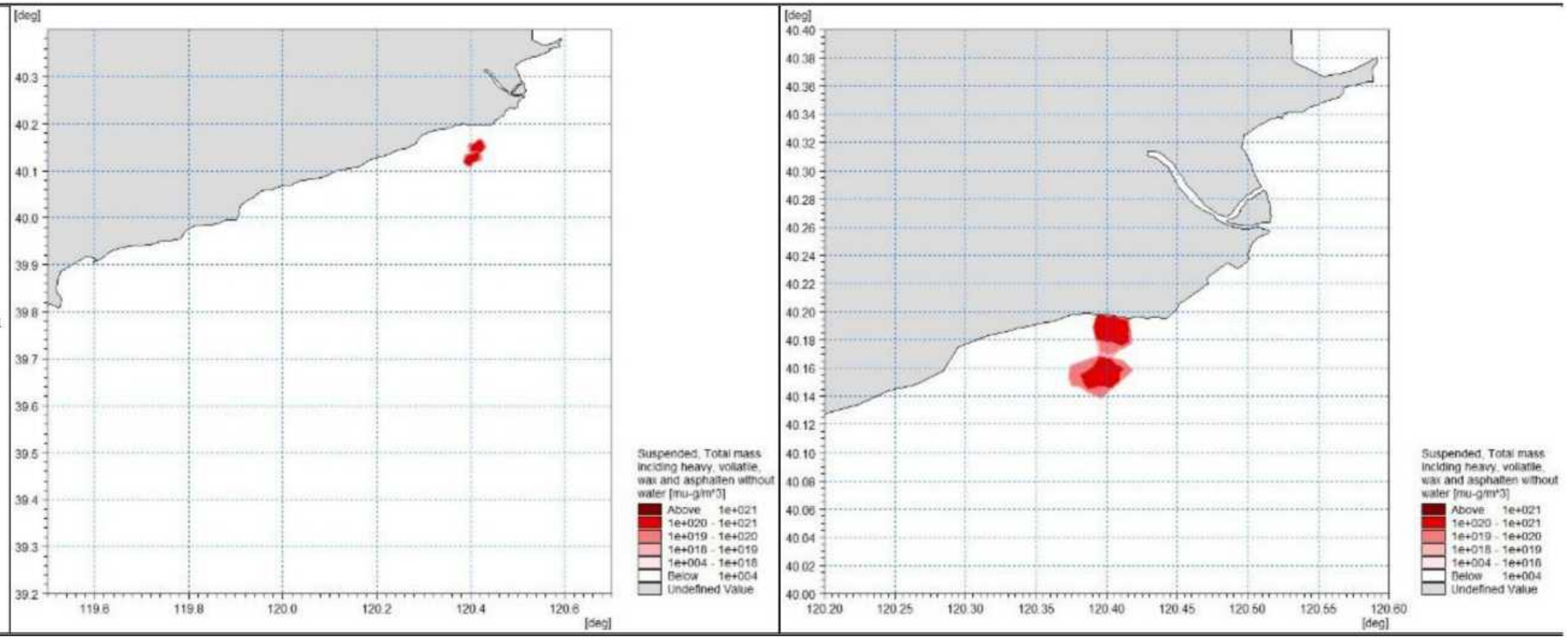


图 8-4 工况七和工况八下典型时刻油膜瞬时运动分布图

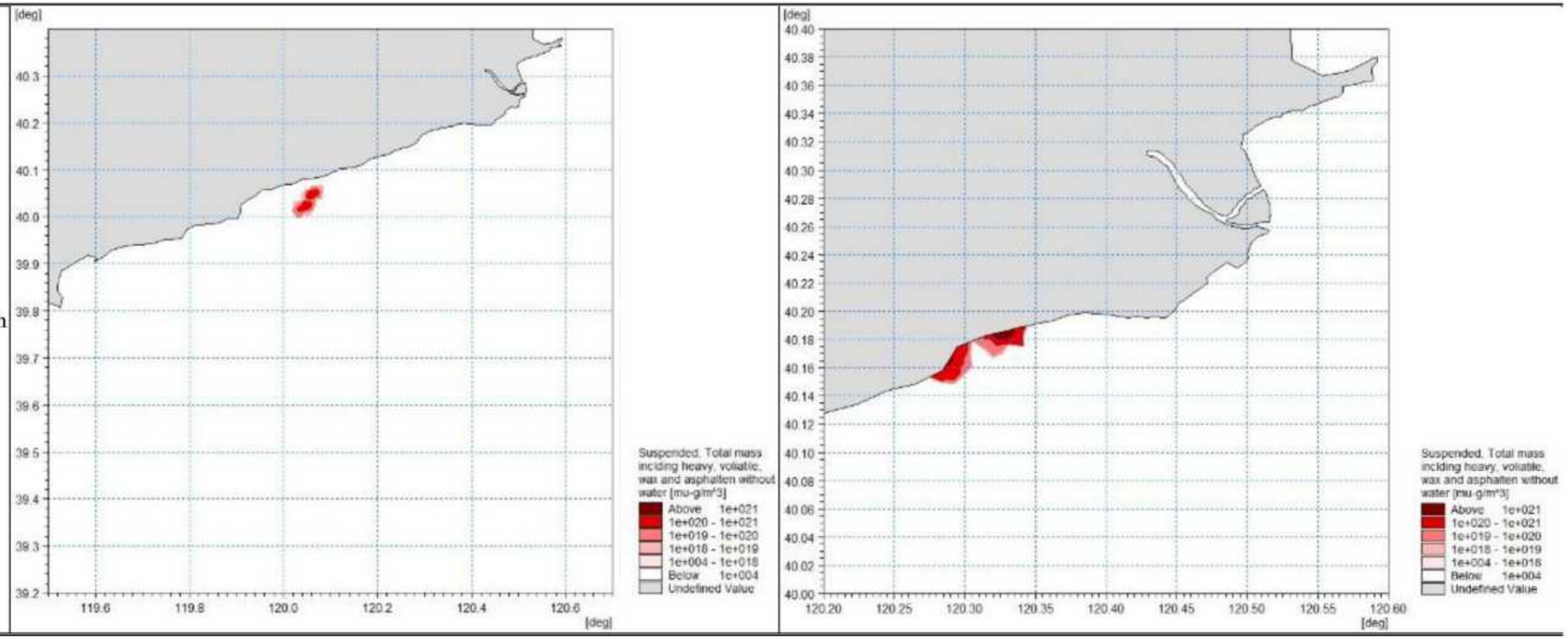
	工况九	工况十
2h		

[deg]
40.3
40.2
40.1
40.0
39.9
39.8
39.7
39.6
39.5
39.4
39.3
39.2
119.6
119.8
120.0
120.2
120.4
120.6
[deg]
Suspended, Total mass including heavy, volatile, wax and asphalten without water [mu-g/m^3]
Above 1e+021
1e+020 - 1e+021
1e+019 - 1e+020
1e+018 - 1e+019
1e+004 - 1e+018
Below 1e+004
Undefined Value
[deg]
40.40
40.38
40.36
40.34
40.32
40.30
40.28
40.26
40.24
40.22
40.20
40.18
40.16
40.14
40.12
40.10
40.08
40.06
40.04
40.02
40.00
120.20
120.25
120.30
120.35
120.40
120.45
120.50
120.55
120.60
[deg]
Suspended, Total mass including heavy, volatile, wax and asphalten without water [mu-g/m^3]
Above 1e+021
1e+020 - 1e+021
1e+019 - 1e+020
1e+018 - 1e+019
1e+004 - 1e+018
Below 1e+004
Undefined Value

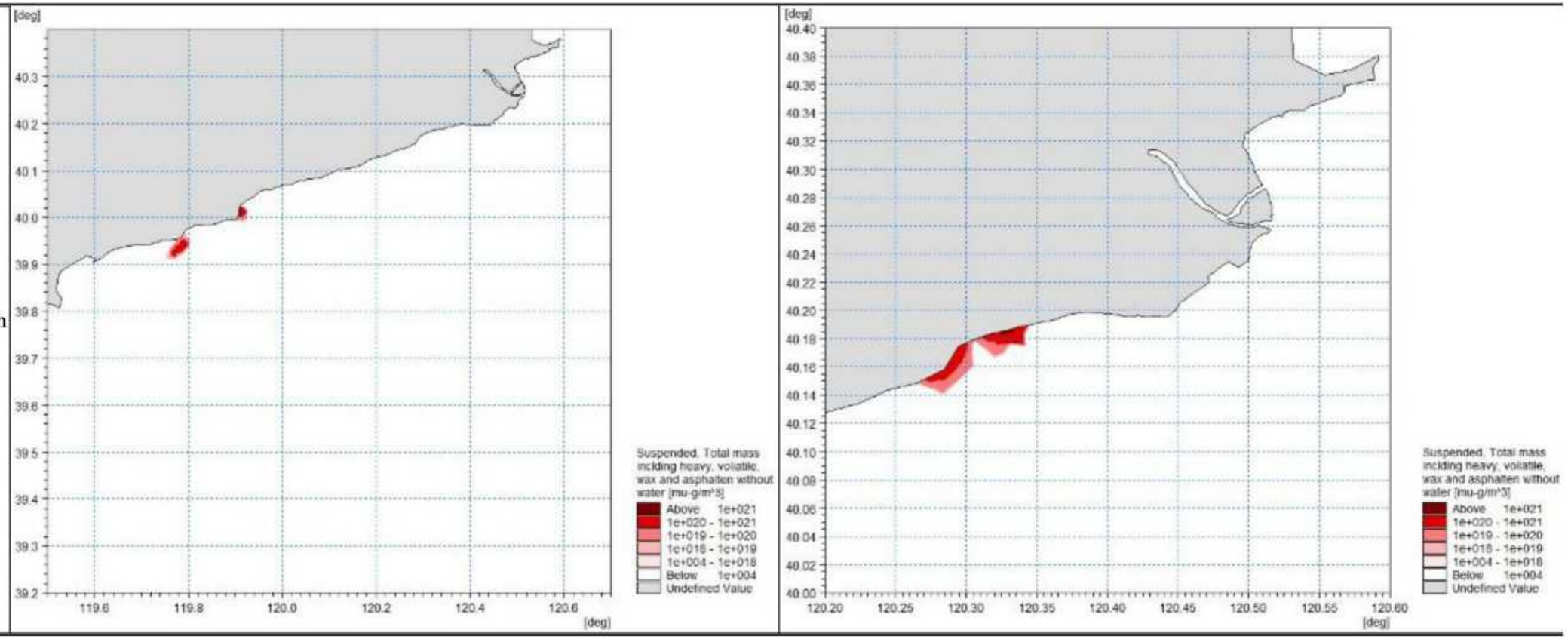
8h


[deg]
40.3
40.2
40.1
40.0
39.9
39.8
39.7
39.6
39.5
39.4
39.3
39.2
119.6
119.8
120.0
120.2
120.4
120.6
[deg]
Suspended, Total mass incldng heavy, volatile, wax and asphalten without water [mu-g/m^3]
Above 1e+021
1e+020 - 1e+021
1e+019 - 1e+020
1e+018 - 1e+019
1e+004 - 1e+016
Below 1e+004
Undefined Value
[deg]
40.40
40.38
40.36
40.34
40.32
40.30
40.28
40.26
40.24
40.22
40.20
40.18
40.16
40.14
40.12
40.10
40.08
40.06
40.04
40.02
40.00
120.20
120.25
120.30
120.35
120.40
120.45
120.50
120.55
120.60
[deg]
Suspended, Total mass incldng heavy, volatile, wax and asphalten without water [mu-g/m^3]
Above 1e+021
1e+020 - 1e+021
1e+019 - 1e+020
1e+018 - 1e+019
1e+004 - 1e+016
Below 1e+004
Undefined Value

32h


[deg]
40.3
40.2
40.1
40.0
39.9
39.8
39.7
39.6
39.5
39.4
39.3
39.2
119.6
119.8
120.0
120.2
120.4
120.6
[deg]
Suspended, Total mass incding heavy, volatile, wax and asphalten without water [mu-g/m^3]
Above 1e+021
1e+020 - 1e+021
1e+019 - 1e+020
1e+018 - 1e+019
1e+004 - 1e+018
Below 1e+004
Undefined Value
[deg]
40.40
40.38
40.36
40.34
40.32
40.30
40.28
40.26
40.24
40.22
40.20
40.18
40.16
40.14
40.12
40.10
40.08
40.06
40.04
40.02
40.00
120.20
120.25
120.30
120.35
120.40
120.45
120.50
120.55
120.60
[deg]
Suspended, Total mass incding heavy, volatile, wax and asphalten without water [mu-g/m^3]
Above 1e+021
1e+020 - 1e+021
1e+019 - 1e+020
1e+018 - 1e+019
1e+004 - 1e+018
Below 1e+004
Undefined Value

48h


[deg]
40.3
40.2
40.1
40.0
39.9
39.8
39.7
39.6
39.5
39.4
39.3
39.2
119.6
119.8
120.0
120.2
120.4
120.6
[deg]
Suspended, Total mass incldng heavy, volatile, wax and asphalten without water [mu-g/m^3]
Above 1e+021
1e+020 - 1e+021
1e+019 - 1e+020
1e+018 - 1e+019
1e+004 - 1e+018
Below 1e+004
Undefined Value
[deg]
40.40
40.38
40.36
40.34
40.32
40.30
40.28
40.26
40.24
40.22
40.20
40.18
40.16
40.14
40.12
40.10
40.08
40.06
40.04
40.02
40.00
120.20
120.25
120.30
120.35
120.40
120.45
120.50
120.55
120.60
[deg]
Suspended, Total mass incldng heavy, volatile, wax and asphalten without water [mu-g/m^3]
Above 1e+021
1e+020 - 1e+021
1e+019 - 1e+020
1e+018 - 1e+019
1e+004 - 1e+018
Below 1e+004
Undefined Value

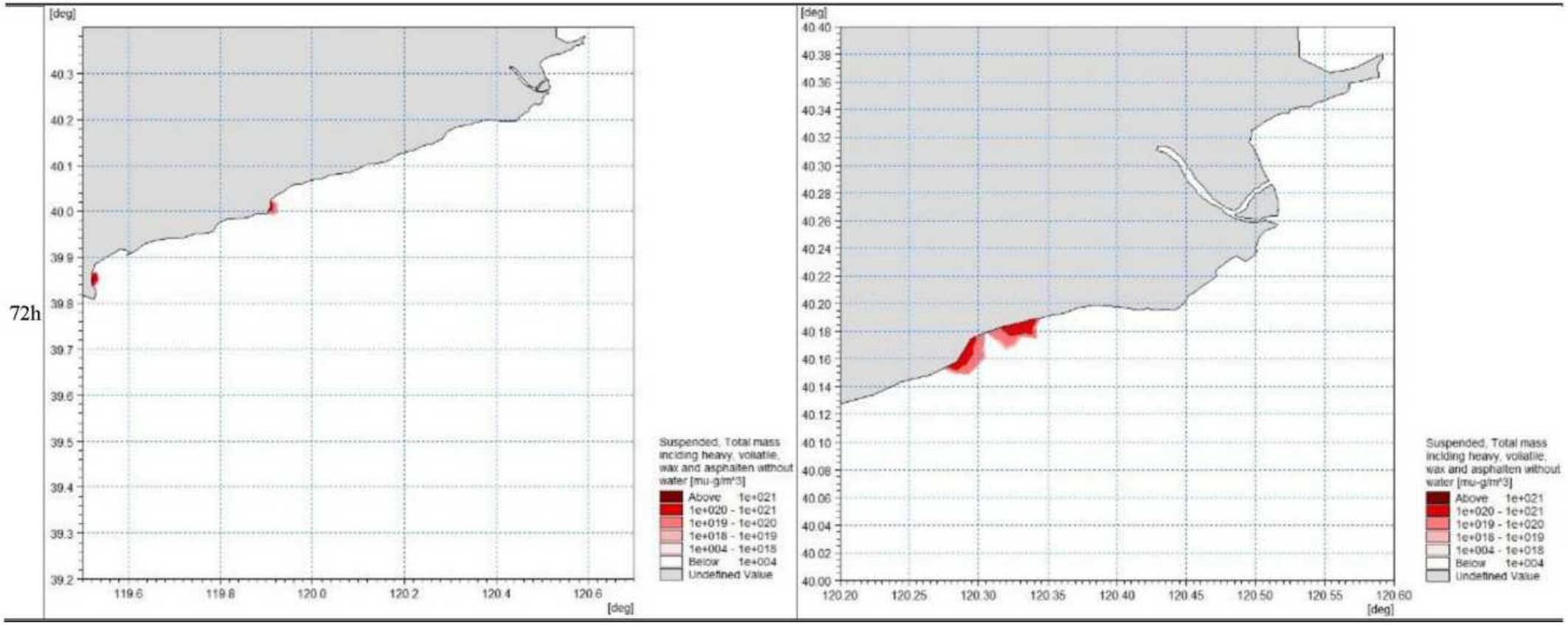
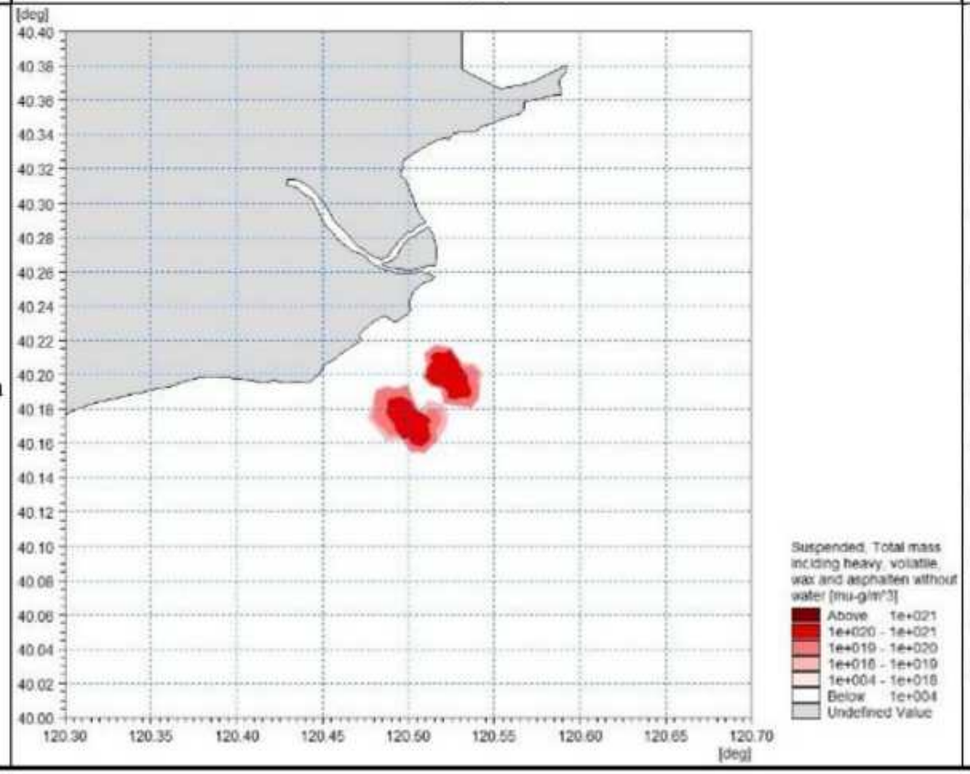
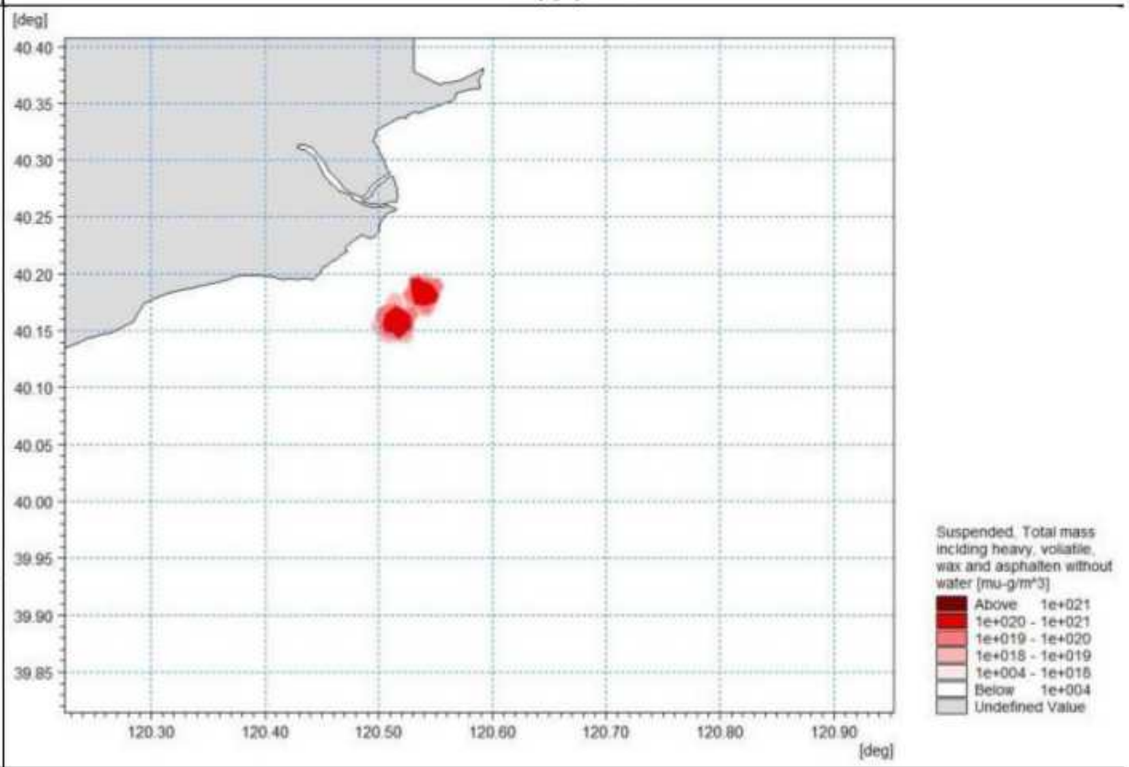
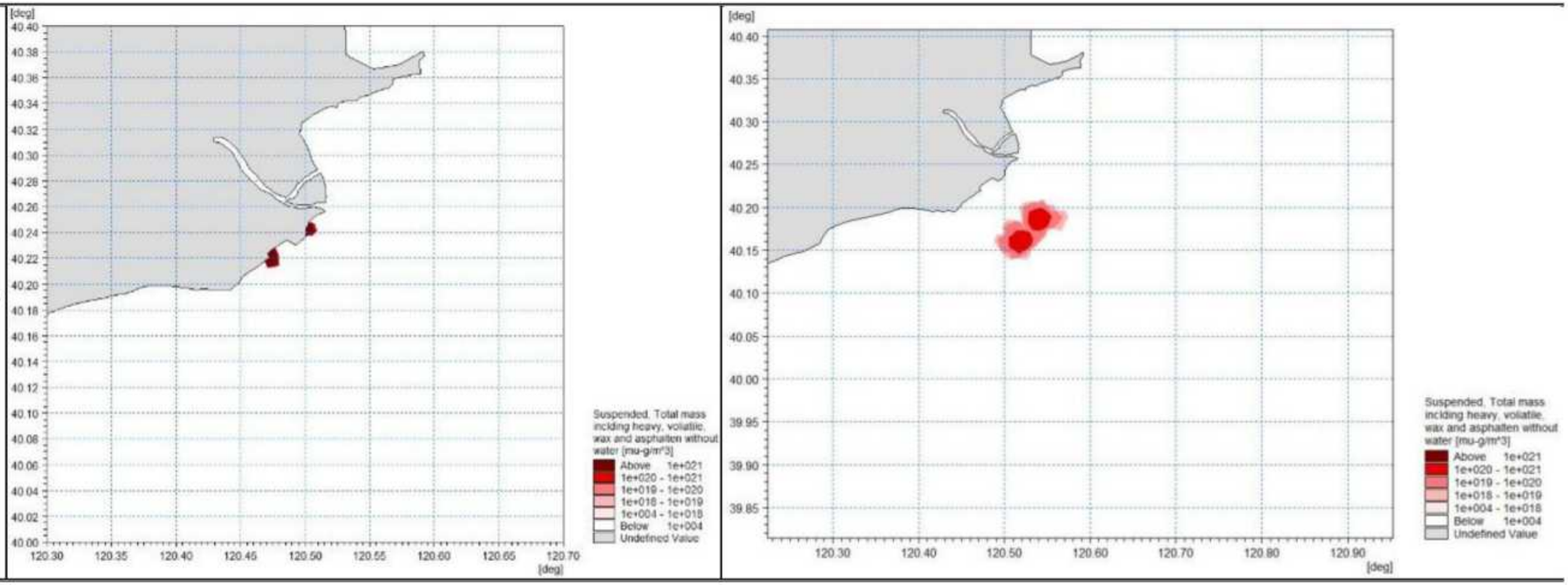


图 8-5 工况九和工况十下典型时刻油膜瞬时运动分布图

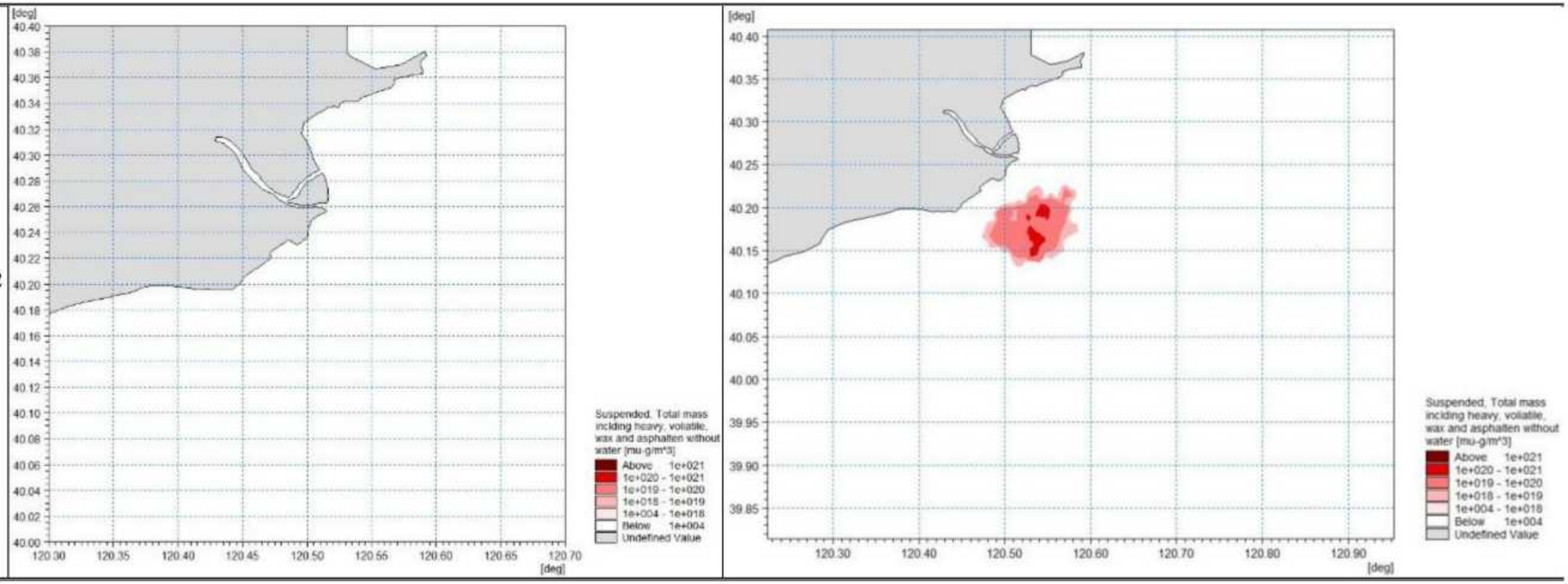
	工况十一	工况十二
2h		

[deg]
40.40
40.38
40.36
40.34
40.32
40.30
40.28
40.26
40.24
40.22
40.20
40.18
40.16
40.14
40.12
40.10
40.08
40.06
40.04
40.02
40.00
120.30
120.35
120.40
120.45
120.50
120.55
120.60
120.65
120.70
[deg]
Suspended. Total mass inciding heavy, volatile, wax and asphalten without water [mu-g/m^3]
Above 1e+021
1e+020 - 1e+021
1e+019 - 1e+020
1e+018 - 1e+019
1e+004 - 1e+018
Below 1e+004
Undefined Value
[deg]
40.40
40.35
40.30
40.25
40.20
40.15
40.10
40.05
40.00
39.95
39.90
39.85
120.30
120.40
120.50
120.60
120.70
120.80
120.90
[deg]
Suspended. Total mass inciding heavy, volatile, wax and asphalten without water [mu-g/m^3]
Above 1e+021
1e+020 - 1e+021
1e+019 - 1e+020
1e+018 - 1e+019
1e+004 - 1e+018
Below 1e+004
Undefined Value

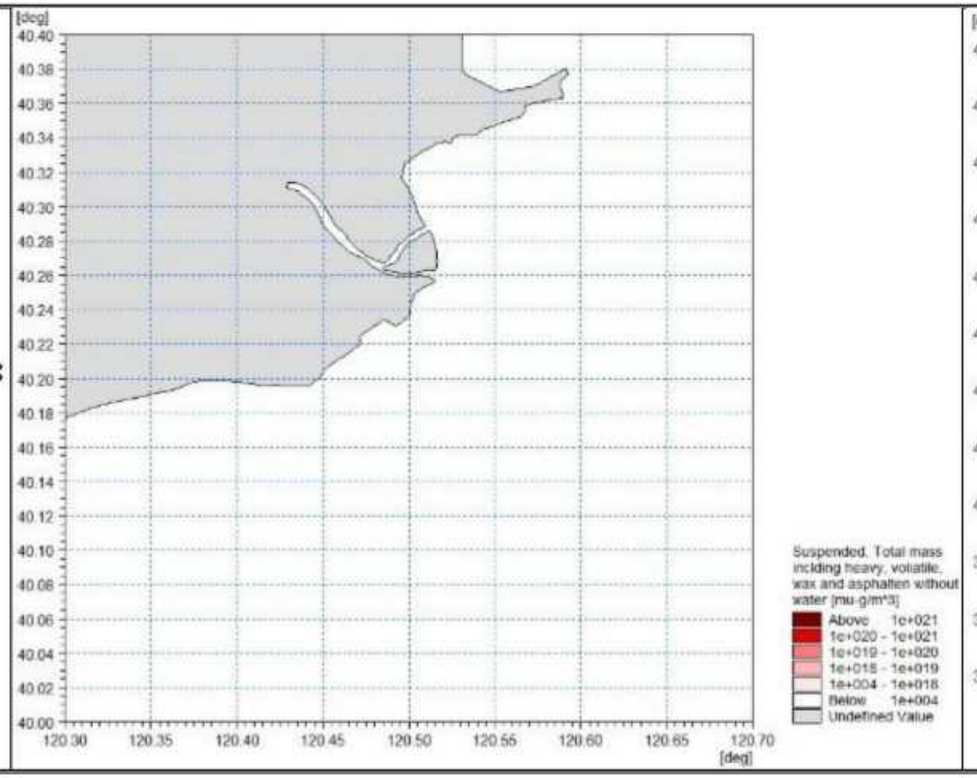
8h

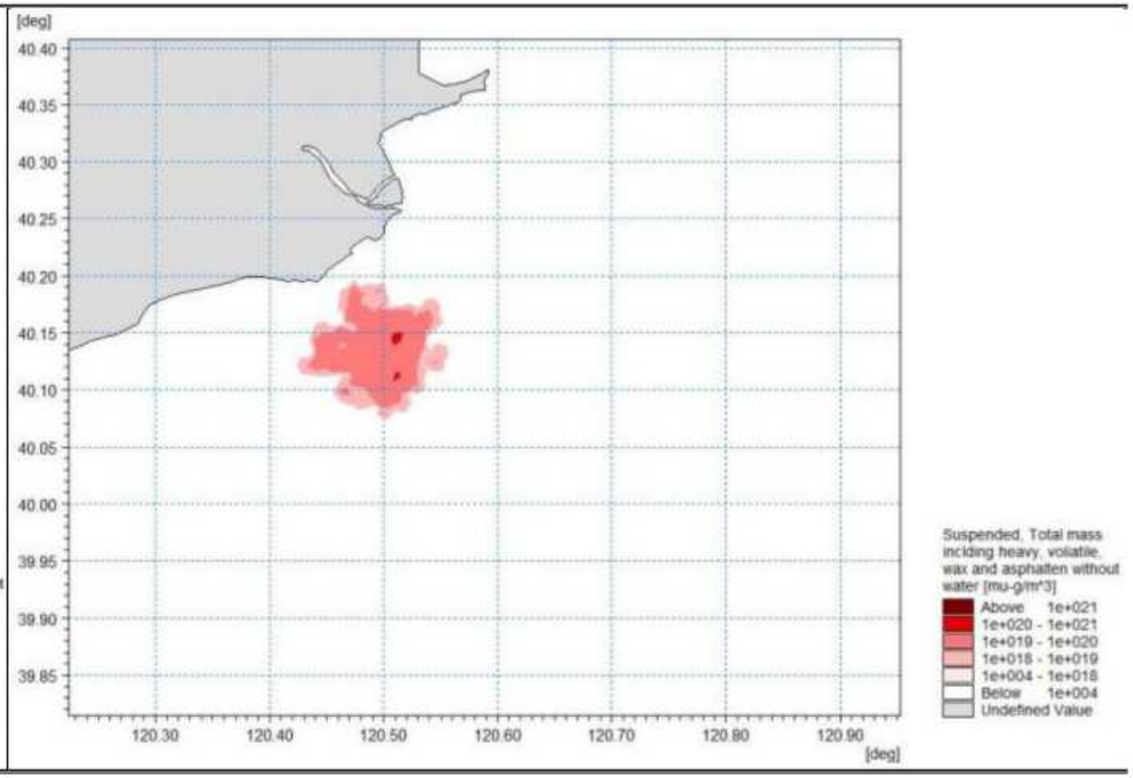

[deg]
40.40
40.38
40.36
40.34
40.32
40.30
40.28
40.26
40.24
40.22
40.20
40.18
40.16
40.14
40.12
40.10
40.08
40.06
40.04
40.02
40.00
120.30
120.35
120.40
120.45
120.50
120.55
120.60
120.65
120.70
[deg]
Suspended, Total mass incldng heavy, voliatile, wax and asphalten without water [mu-g/m^3]
Above 1e+021
1e+020 - 1e+021
1e+019 - 1e+020
1e+018 - 1e+019
1e+004 - 1e+018
Below 1e+004
Undefined Value
[deg]
40.40
40.35
40.30
40.25
40.20
40.15
40.10
40.05
40.00
39.95
39.90
39.85
120.30
120.40
120.50
120.60
120.70
120.80
120.90
[deg]
Suspended, Total mass incldng heavy, voliatile, wax and asphalten without water [mu-g/m^3]
Above 1e+021
1e+020 - 1e+021
1e+019 - 1e+020
1e+018 - 1e+019
1e+004 - 1e+018
Below 1e+004
Undefined Value

32 h


[deg]
40.40
40.38
40.36
40.34
40.32
40.30
40.28
40.26
40.24
40.22
40.20
40.18
40.16
40.14
40.12
40.10
40.08
40.06
40.04
40.02
40.00
120.30
120.35
120.40
120.45
120.50
120.55
120.60
120.65
120.70
[deg]
Suspended, Total mass incling heavy, voliatile, wax and asphalten without water [mu-g/m^3]
Above 1e+021
1e+020 - 1e+021
1e+019 - 1e+020
1e+018 - 1e+019
1e+004 - 1e+018
Below 1e+004
Undefined Value
[deg]
40.40
40.35
40.30
40.25
40.20
40.15
40.10
40.05
40.00
39.95
39.90
39.85
120.30
120.40
120.50
120.60
120.70
120.80
120.90
[deg]
Suspended, Total mass incling heavy, voliatile, wax and asphalten without water [mu-g/m^3]
Above 1e+021
1e+020 - 1e+021
1e+019 - 1e+020
1e+018 - 1e+019
1e+004 - 1e+018
Below 1e+004
Undefined Value

48 h


[deg]
40.40
40.38
40.36
40.34
40.32
40.30
40.28
40.26
40.24
40.22
40.20
40.18
40.16
40.14
40.12
40.10
40.08
40.06
40.04
40.02
40.00
120.30
120.35
120.40
120.45
120.50
120.55
120.60
120.65
120.70
[deg]
Suspended, Total mass incding heavy, voliatile, wax and asphalten without water [mu-g/m^3]
Above 1e+021
1e+020 - 1e+021
1e+019 - 1e+020
1e+018 - 1e+019
1e+004 - 1e+018
Below 1e+004
Undefined Value


[deg]
40.40
40.35
40.30
40.25
40.20
40.15
40.10
40.05
40.00
39.95
39.90
39.85
120.30
120.40
120.50
120.60
120.70
120.80
120.90
[deg]
Suspended, Total mass incding heavy, voliatile, wax and asphalten without water [mu-g/m^3]
Above 1e+021
1e+020 - 1e+021
1e+019 - 1e+020
1e+018 - 1e+019
1e+004 - 1e+018
Below 1e+004
Undefined Value

72 h

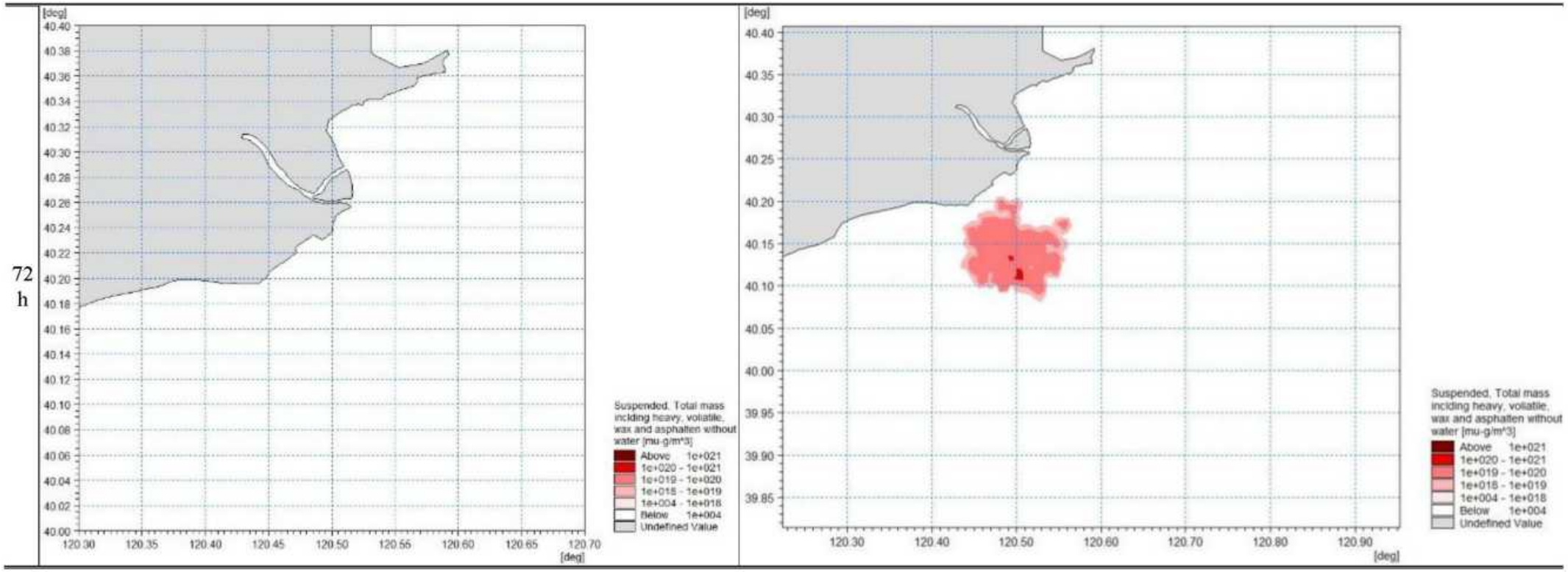


图 8-6 工况十一下典型时刻油膜瞬时运动分布图

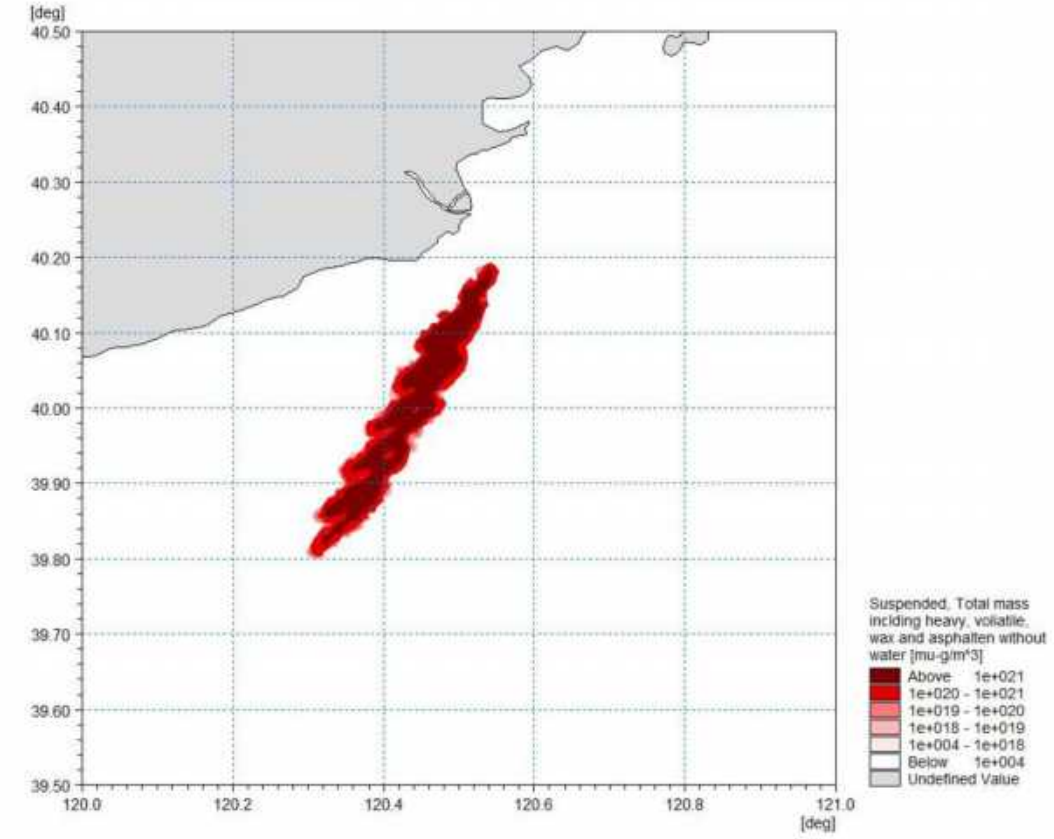


图 8-7 工况一下 72h 油膜扫海分布图

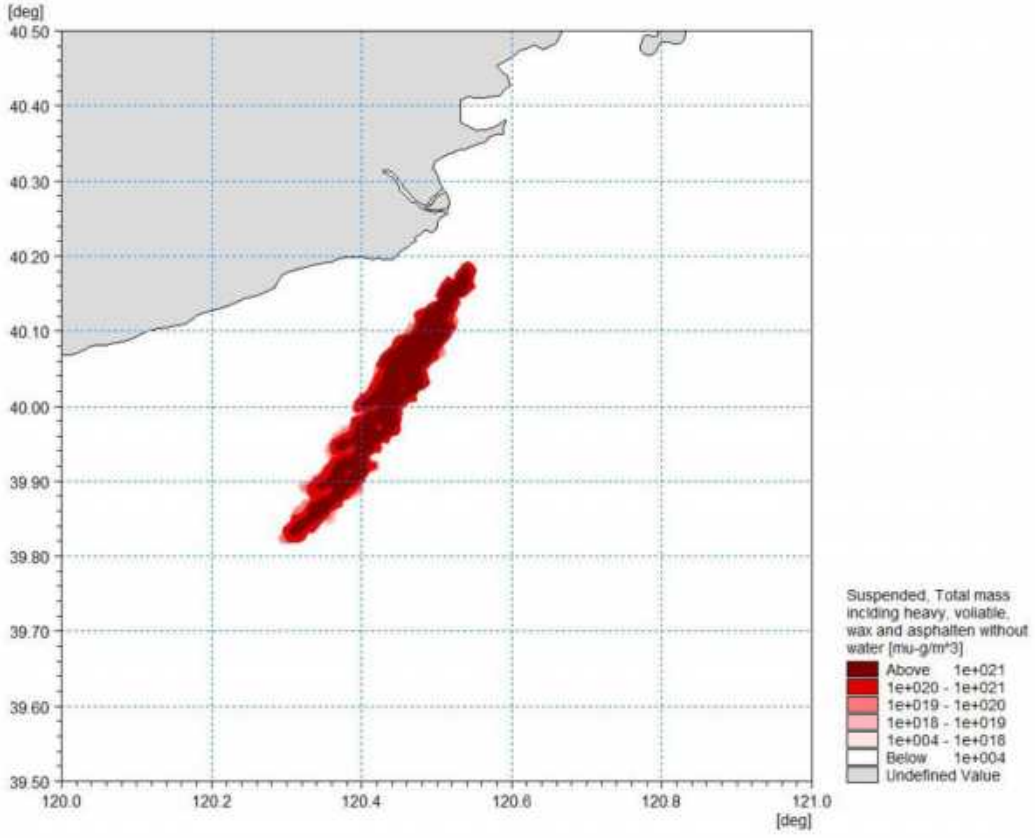


图 8-8 工况二下 72h 油膜扫海分布图

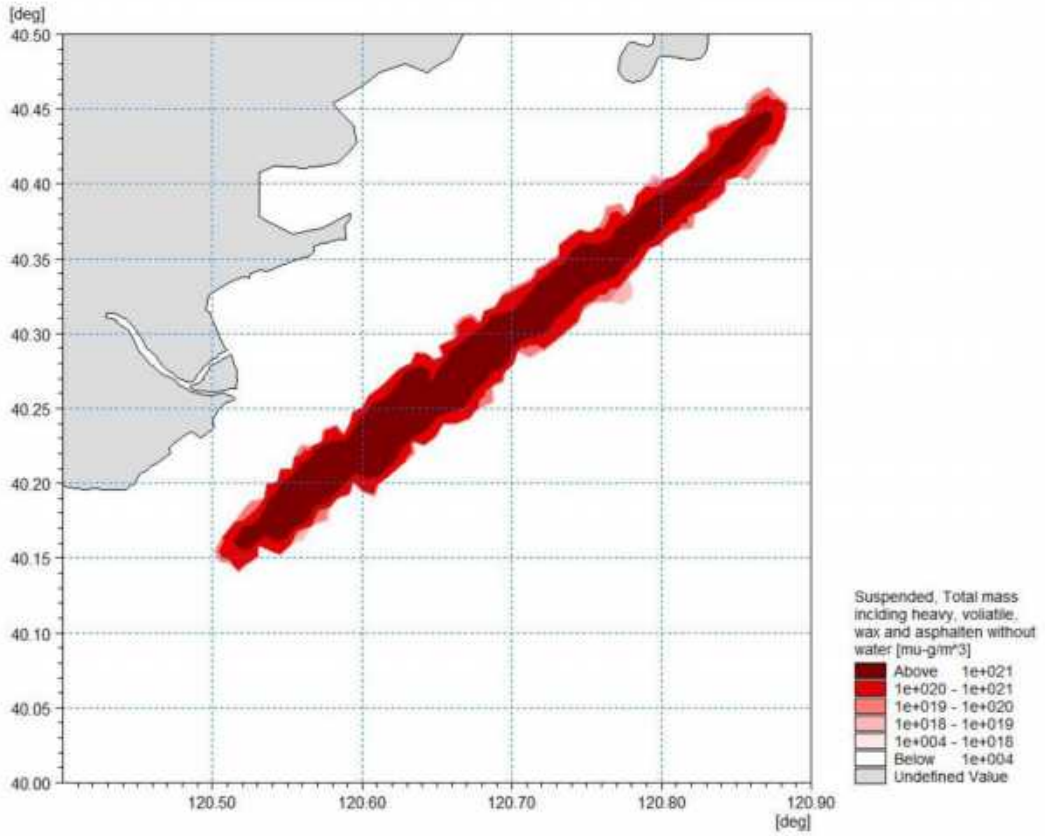


图 8-9 工况三下 72h 油膜扫海分布图

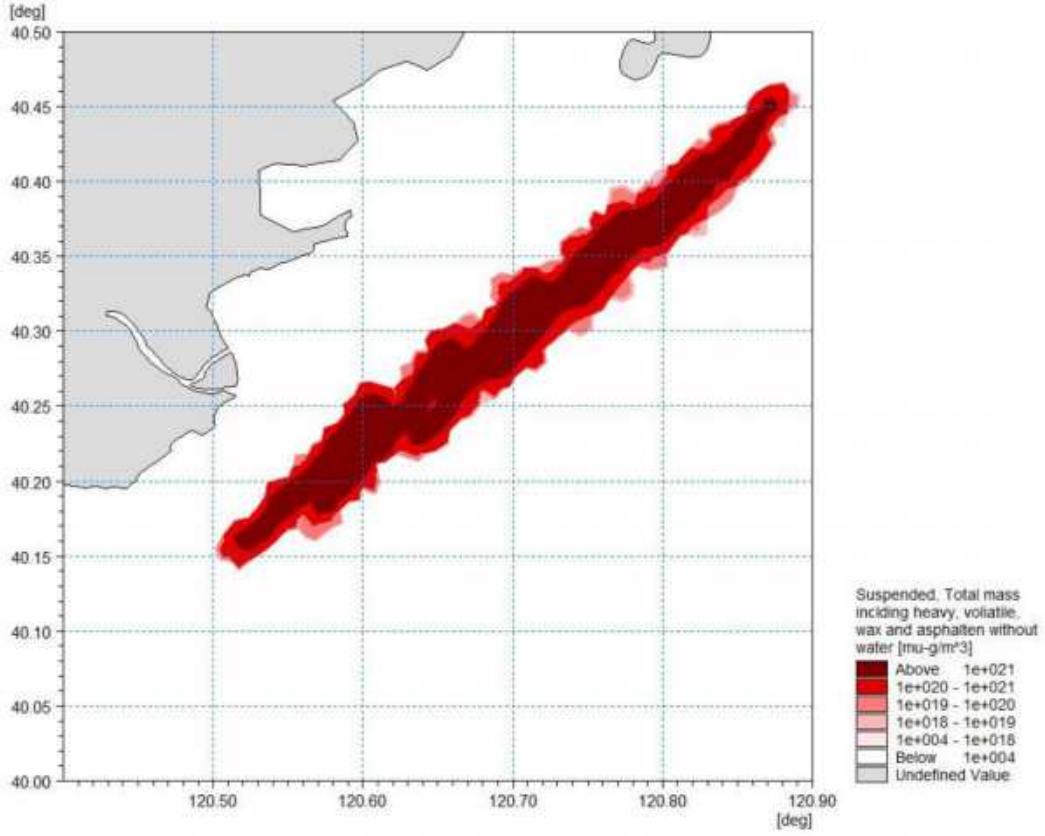


图 8-10 工况四下 72h 油膜扫海分布图

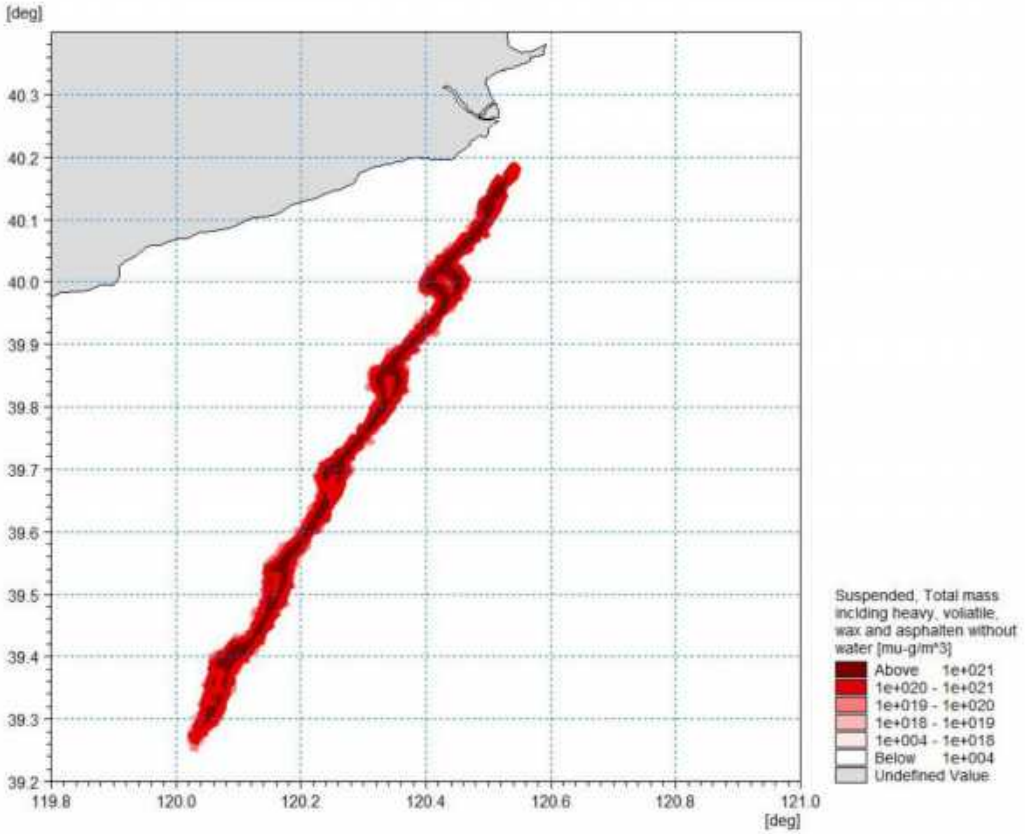


图 8-11 工况五下 72h 油膜扫海分布图

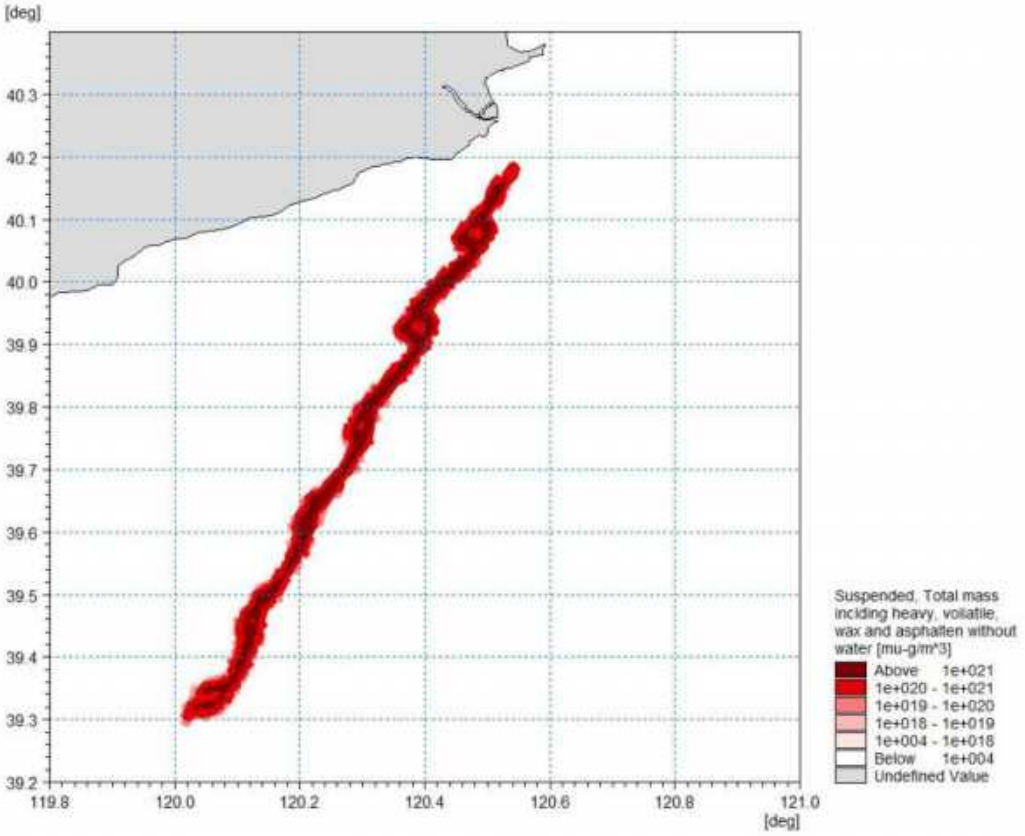


图 8-12 工况六下 72h 油膜扫海分布图

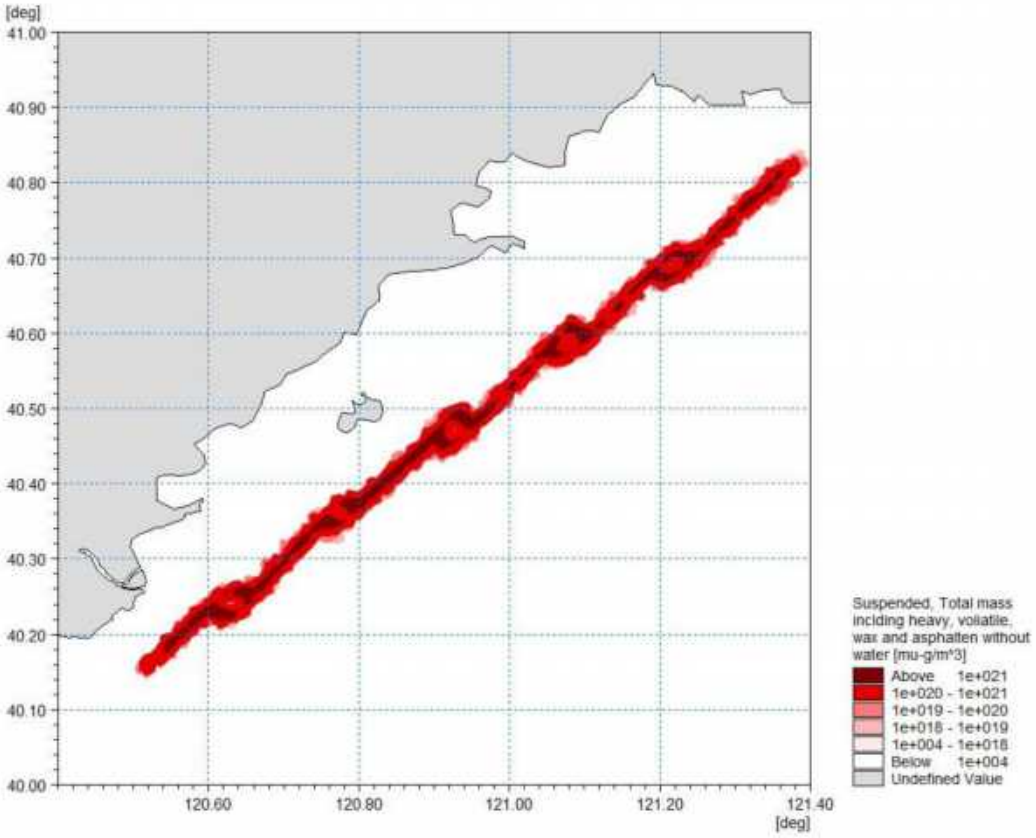


图 8-13 工况七下 72h 油膜扫海分布图

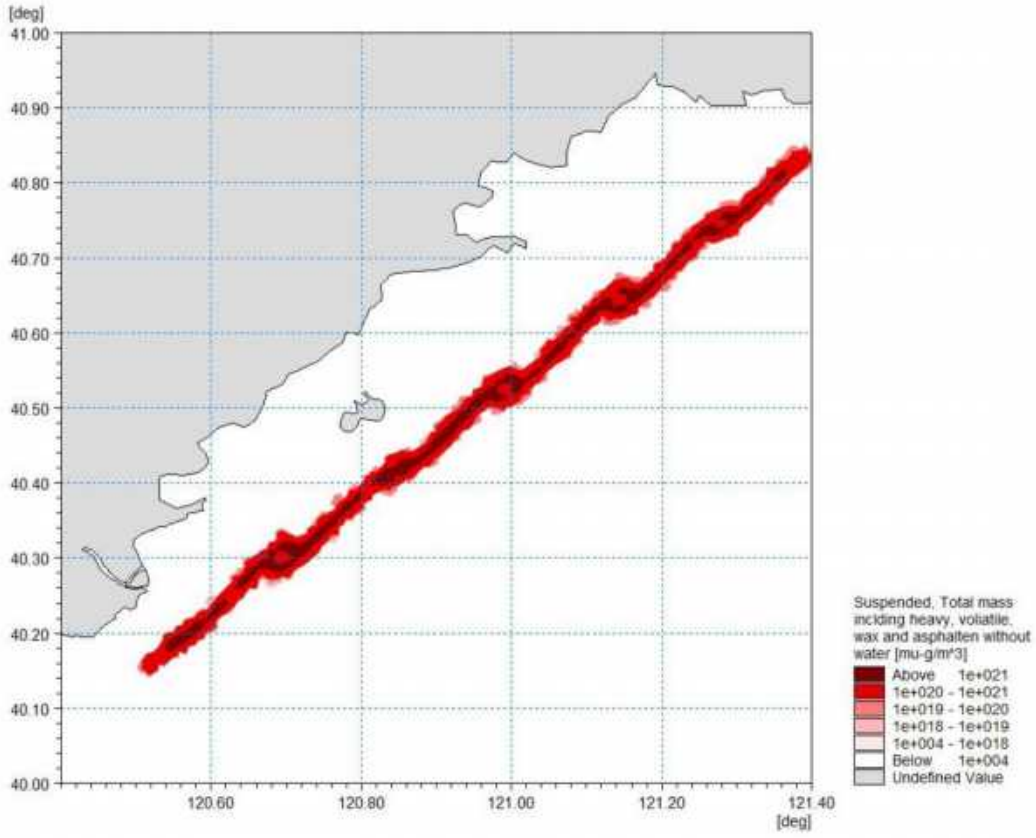


图 8-14 工况八下 72h 油膜扫海分布图

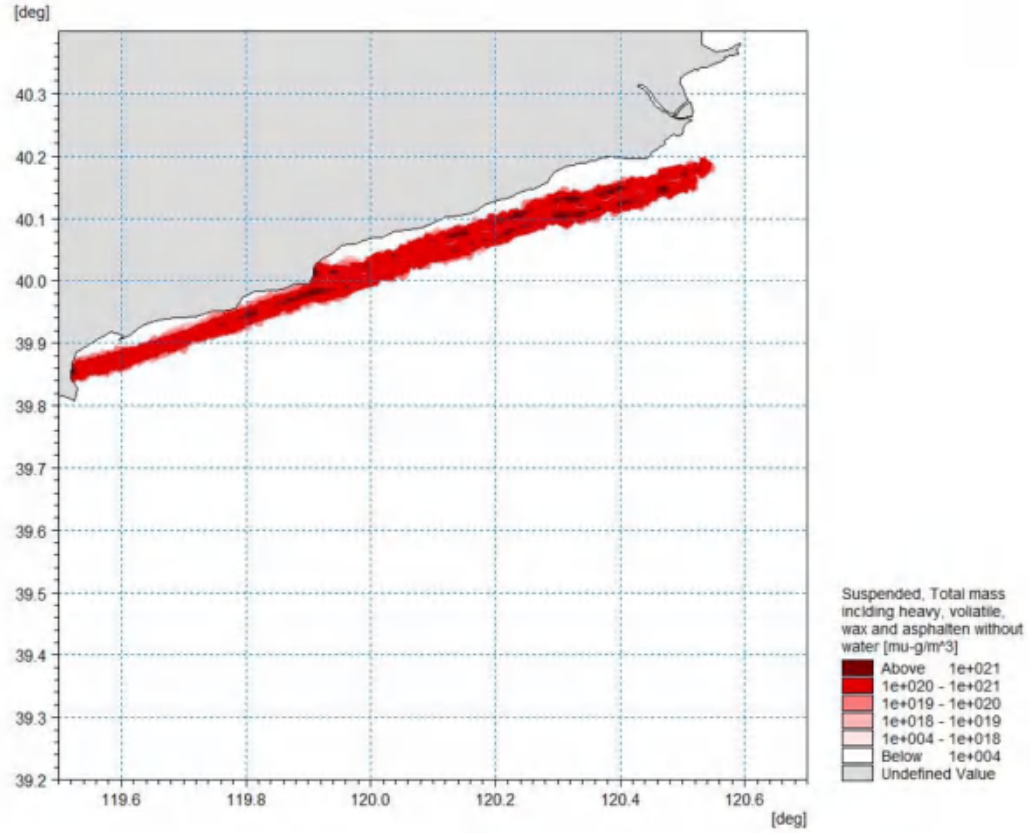


图 8-15 工况九下 72h 油膜扫海分布图

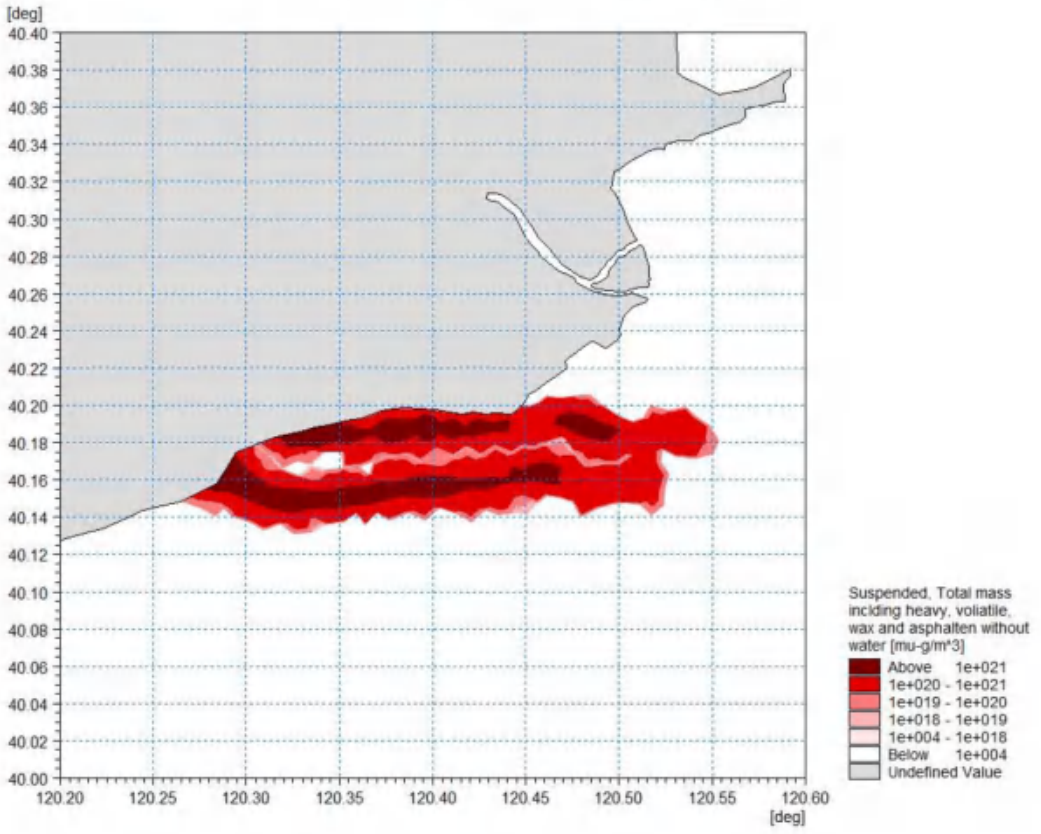


图 8-16 工况十下 72h 油膜扫海分布图

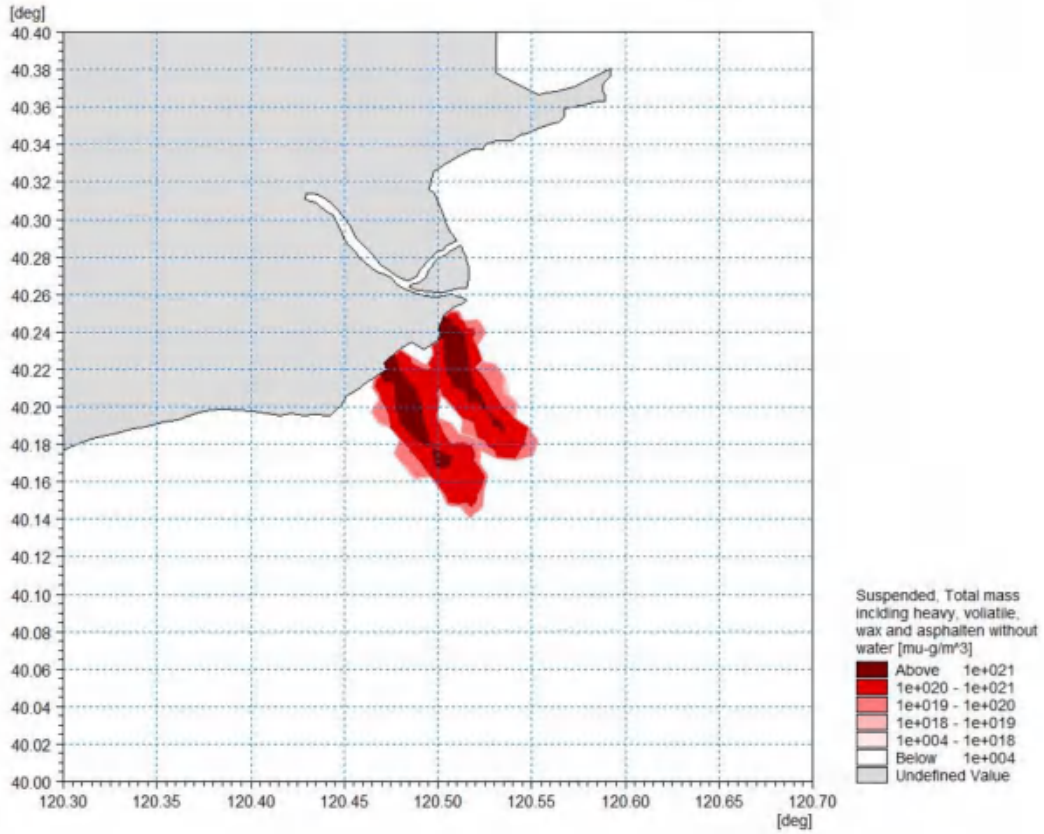


图 8-17 工况十一下 72h 油膜扫海分布图

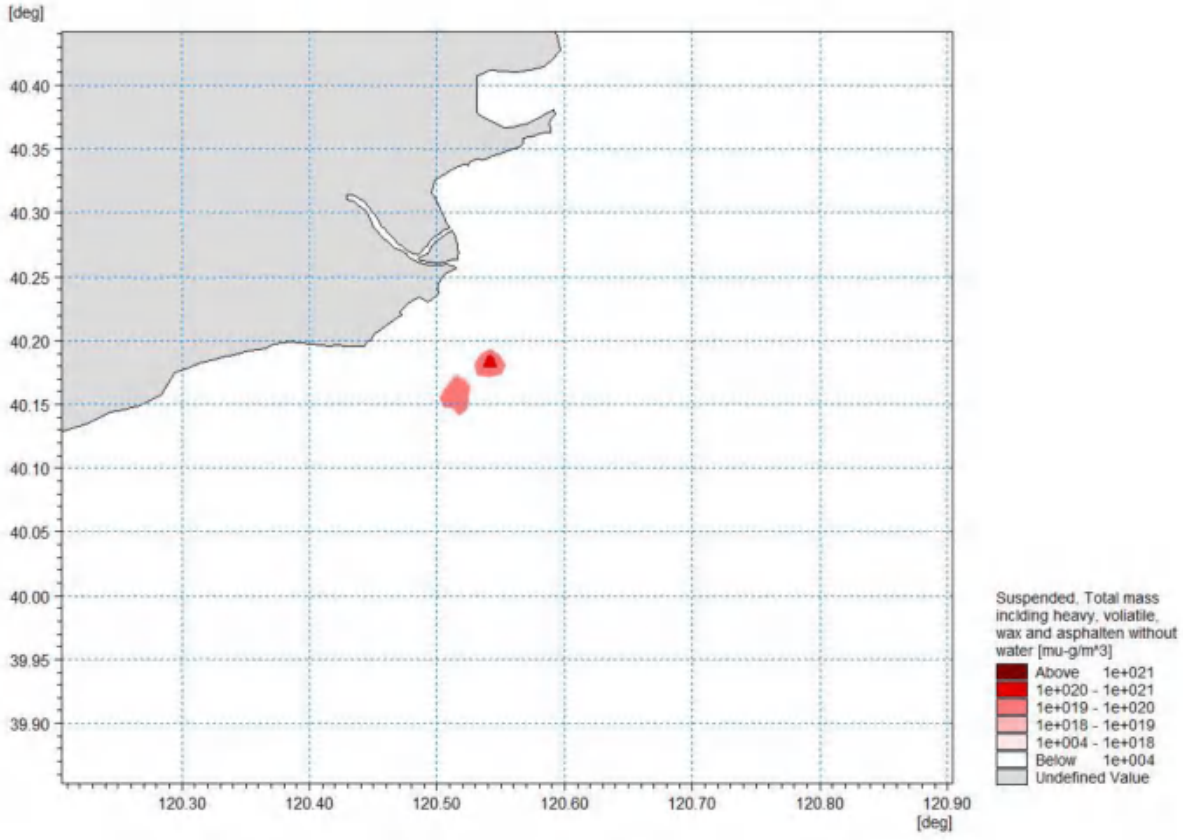


图 8-18 工况十十二下 72h 油膜扫海分布图

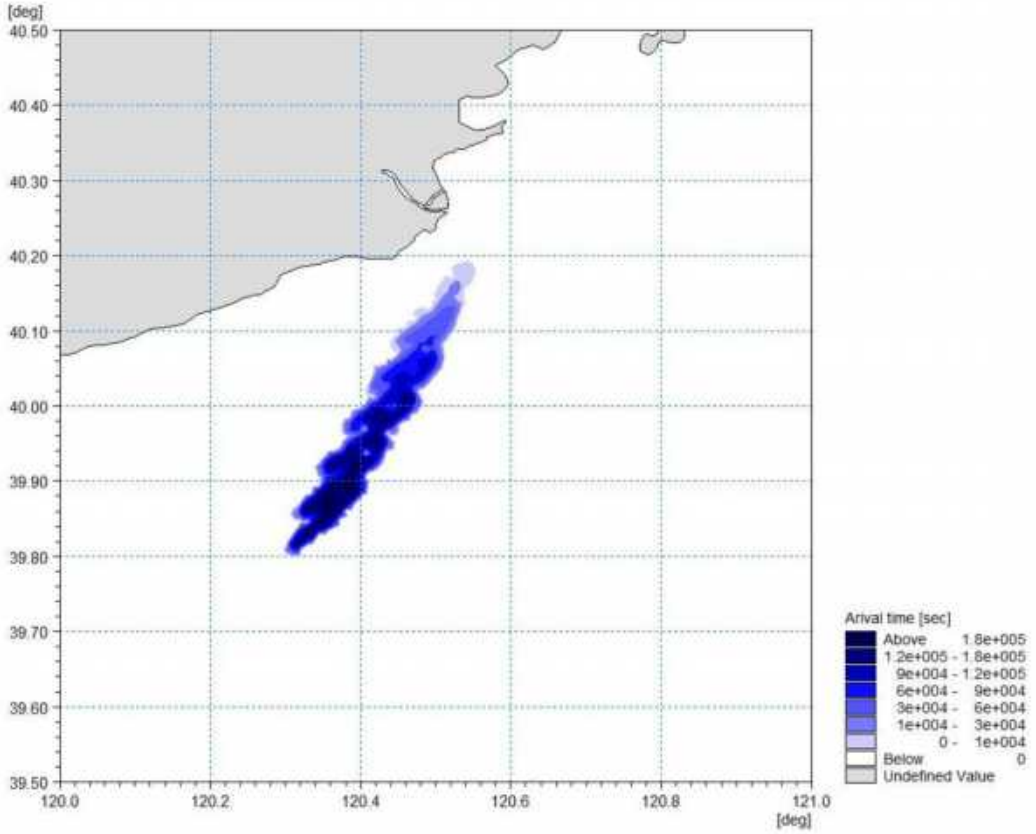


图 8-19 工况一下油膜到达时间分布图

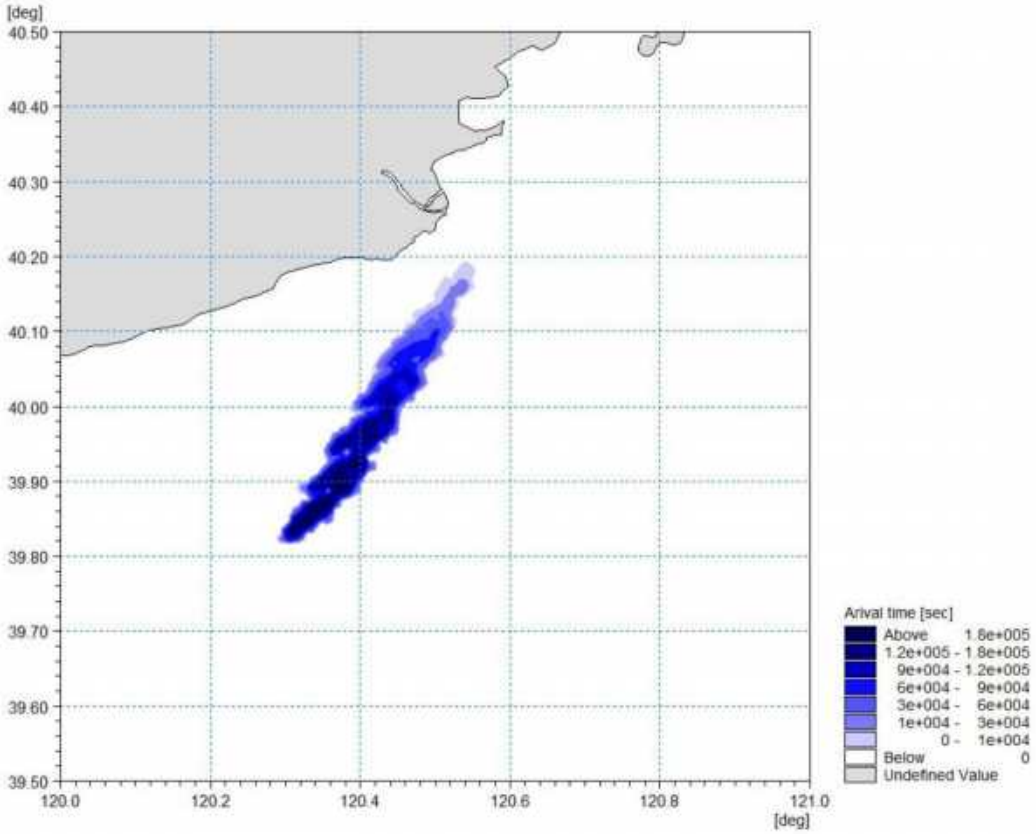


图 8-20 工况二下油膜到达时间分布图

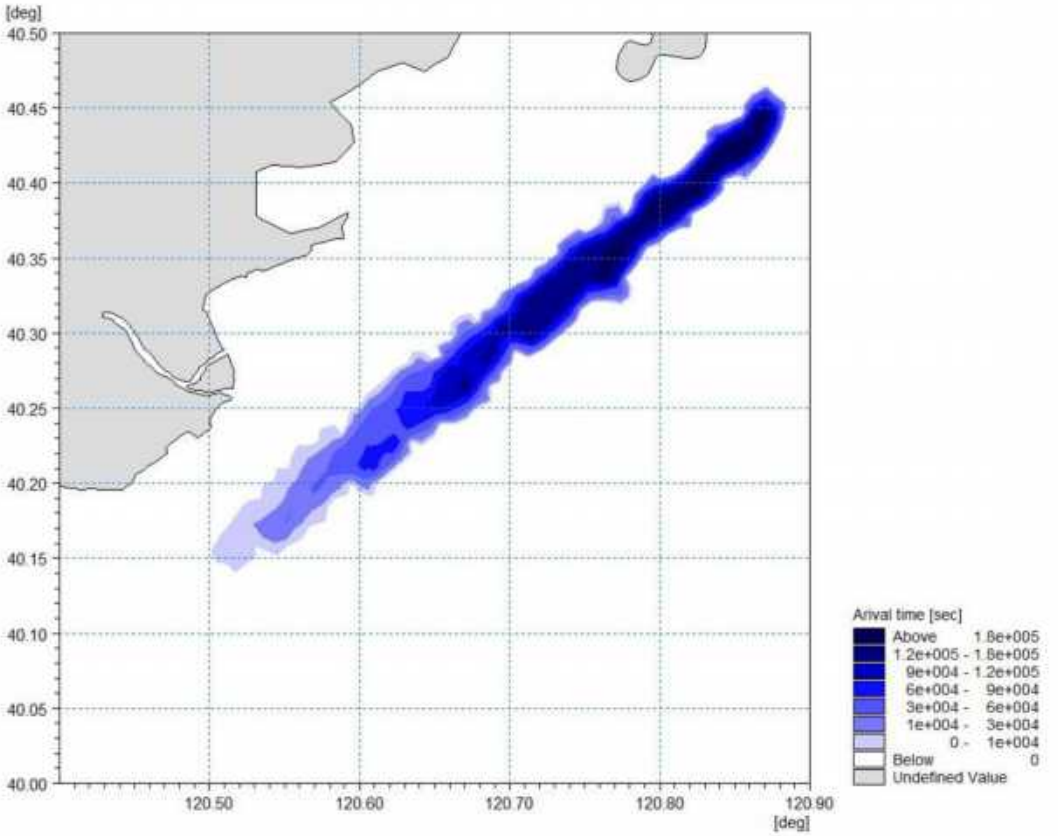


图 8-21 工况三下油膜到达时间分布图

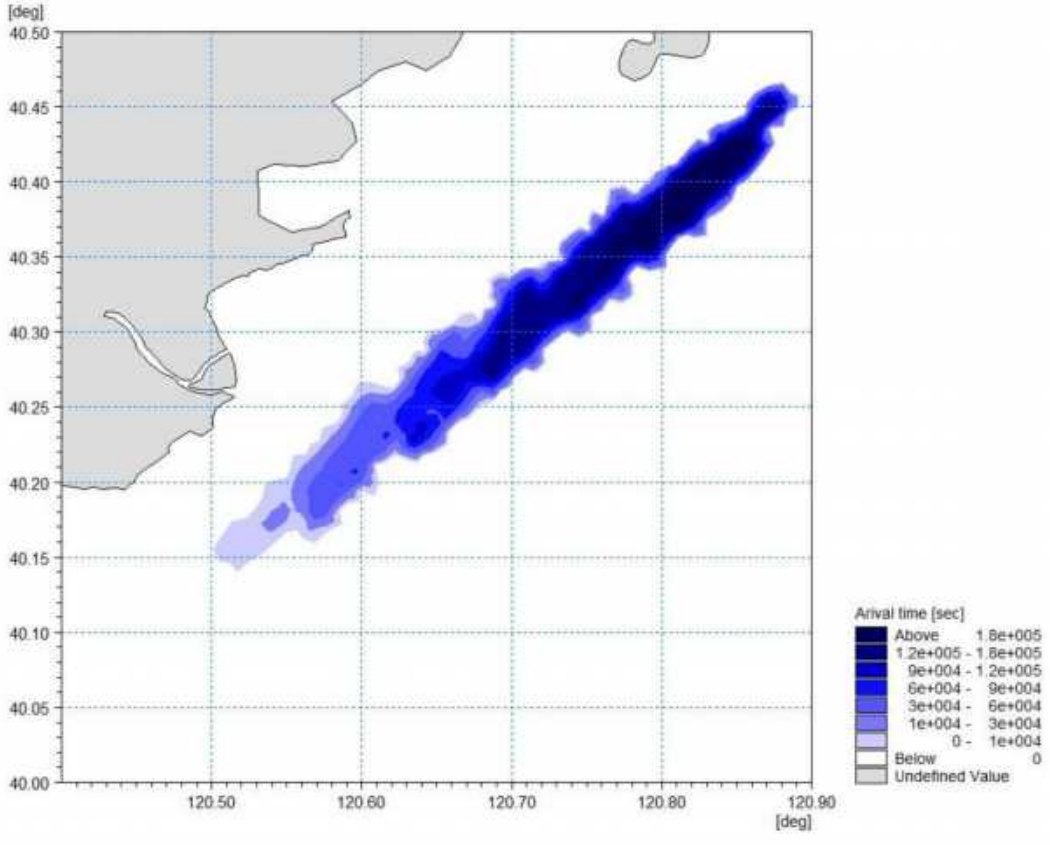


图 8-22 工况四下油膜到达时间分布图

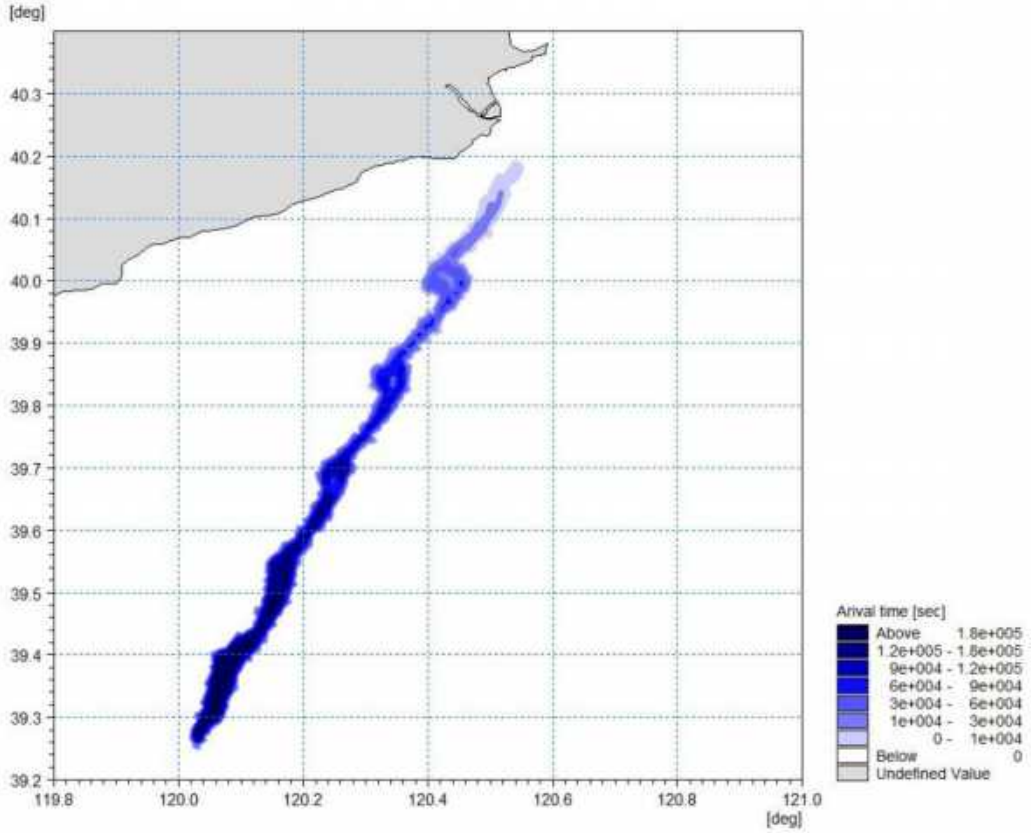


图 8-23 工况五下油膜到达时间分布图

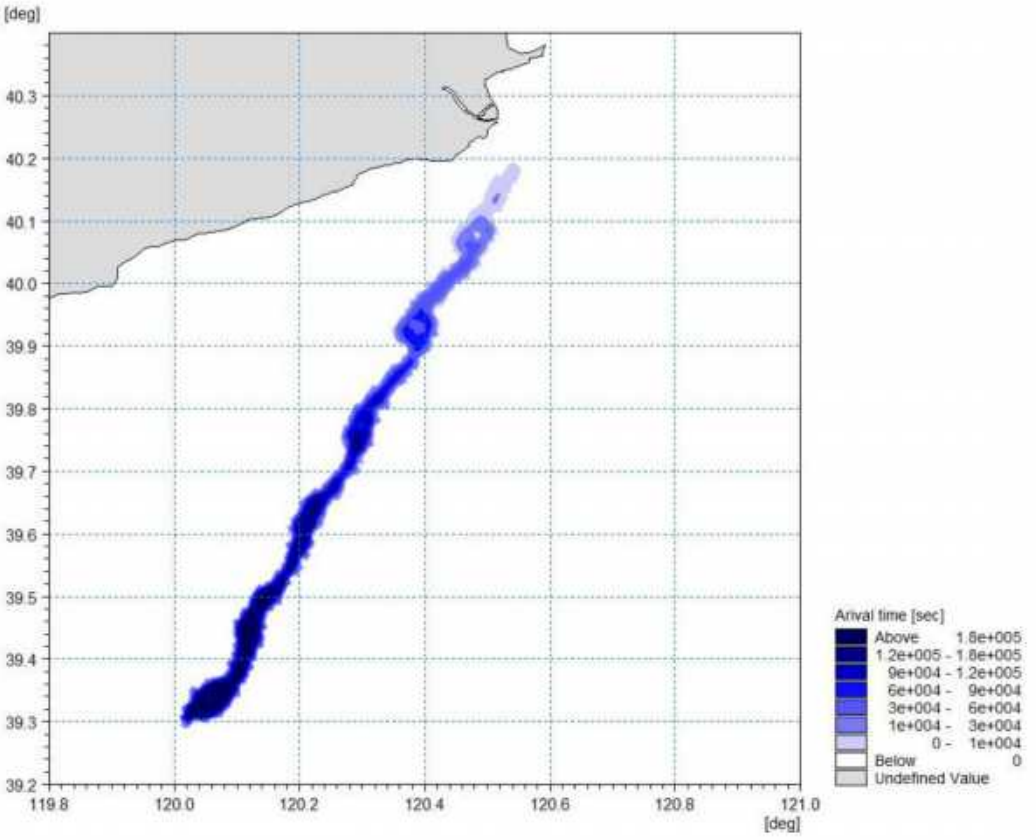


图 8-24 工况六下油膜到达时间分布图

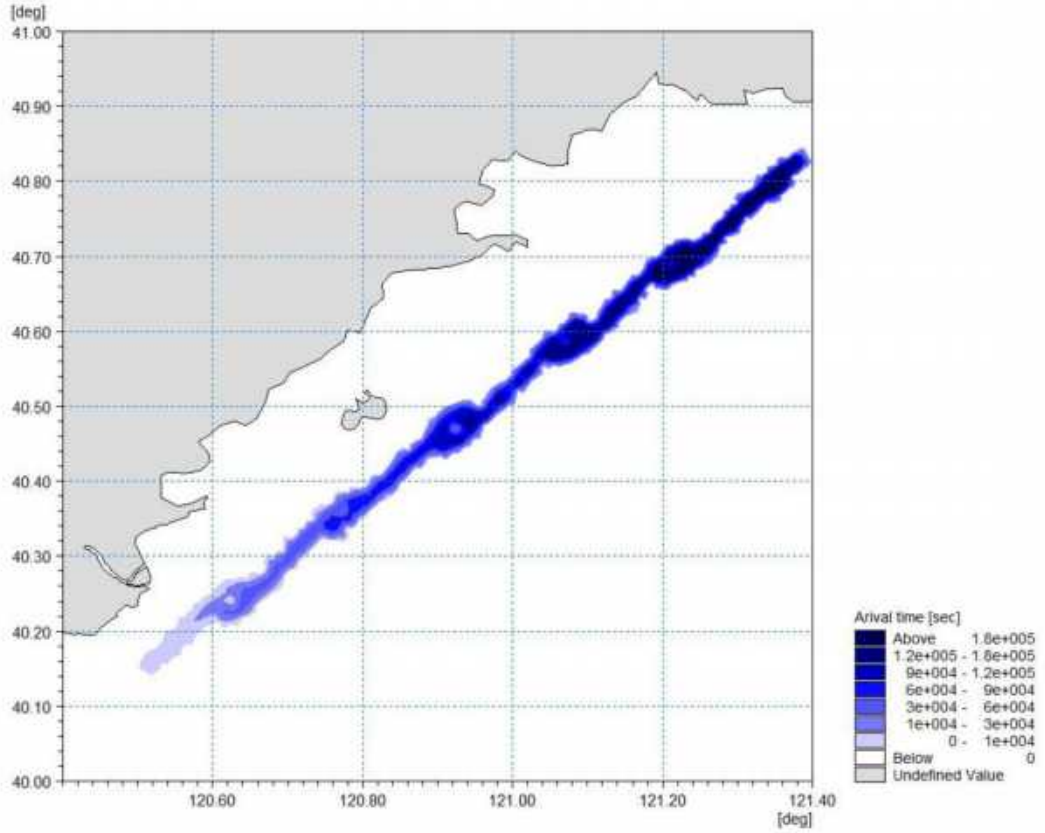


图 8-25 工况七下油膜到达时间分布图

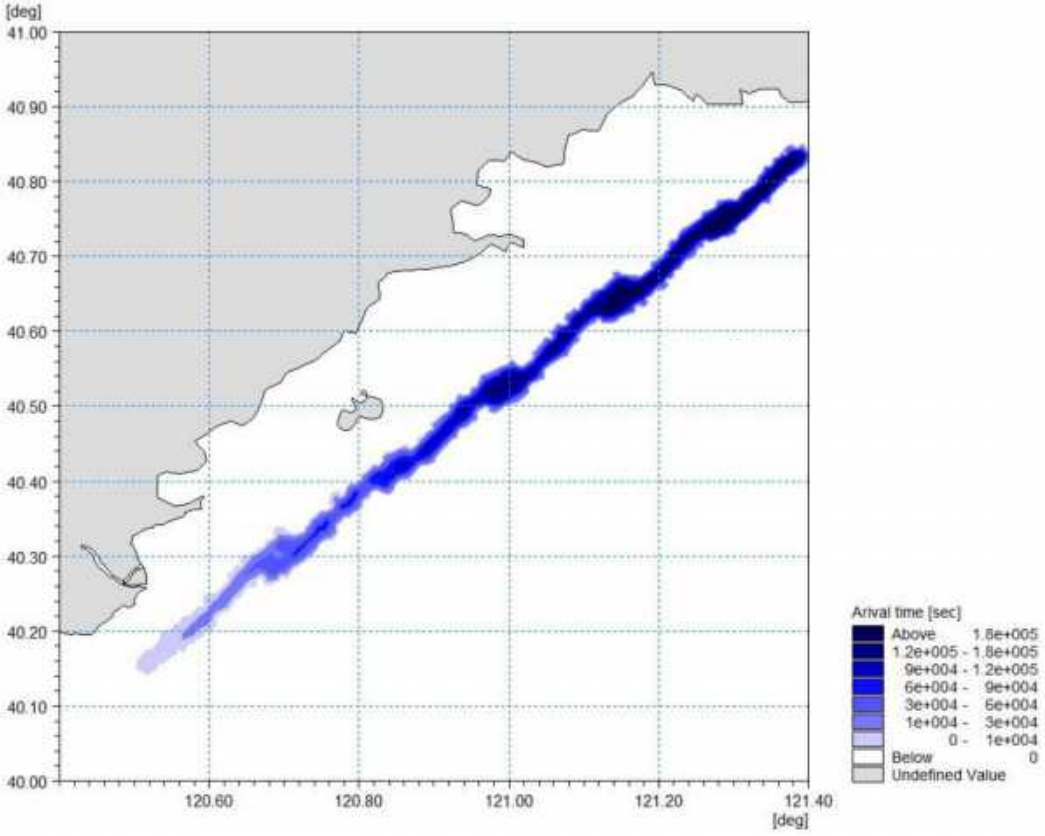


图 8-26 工况八下油膜到达时间分布图

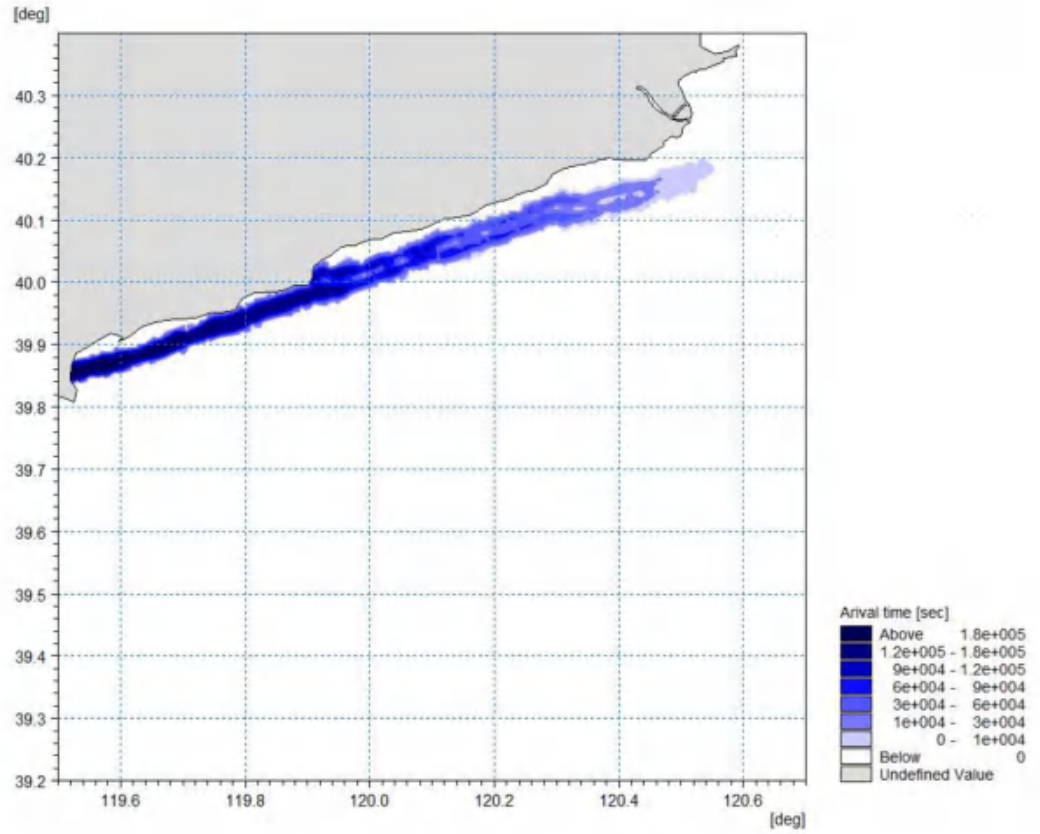


图 8-27 工况七下油膜到达时间分布图

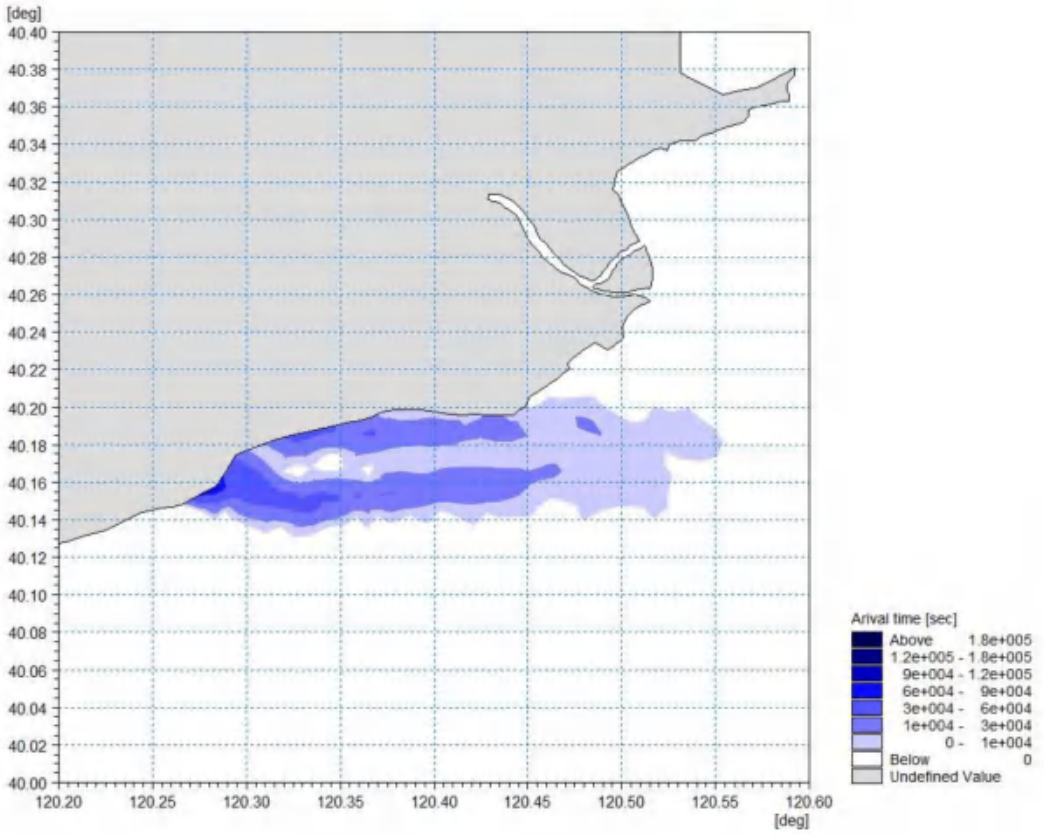


图 8-28 工况十下油膜到达时间分布图

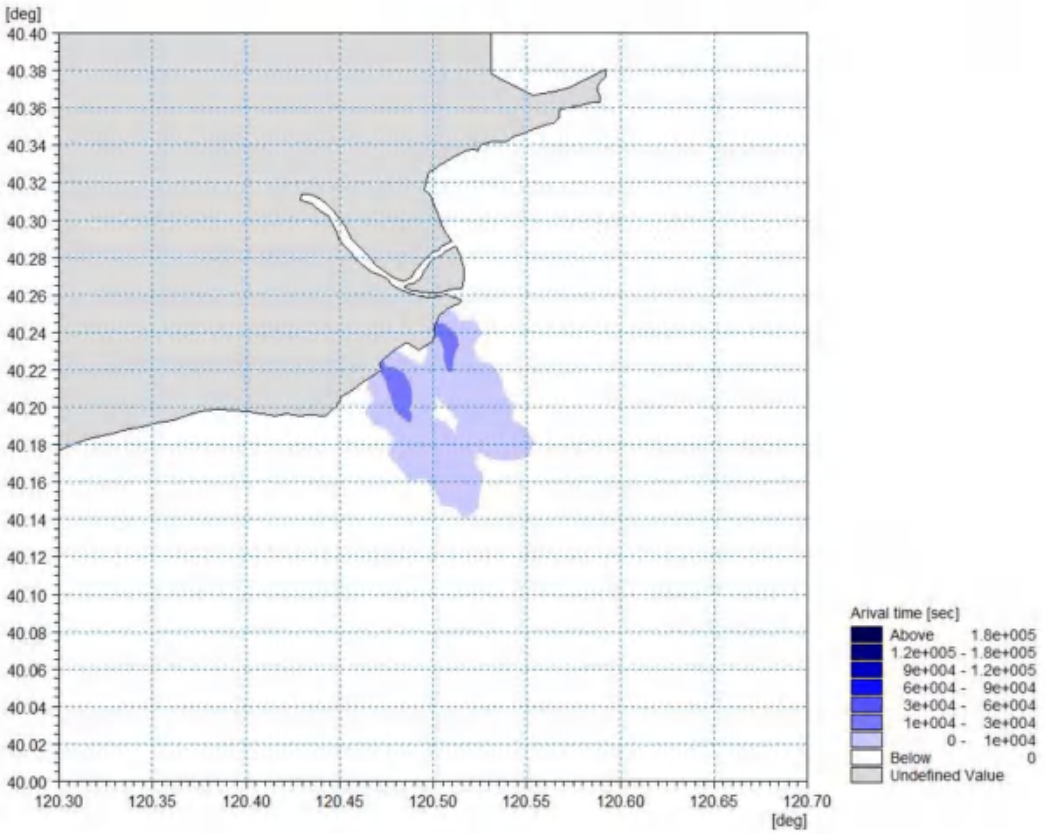


图 8-29 工况十一下油膜到达时间分布图

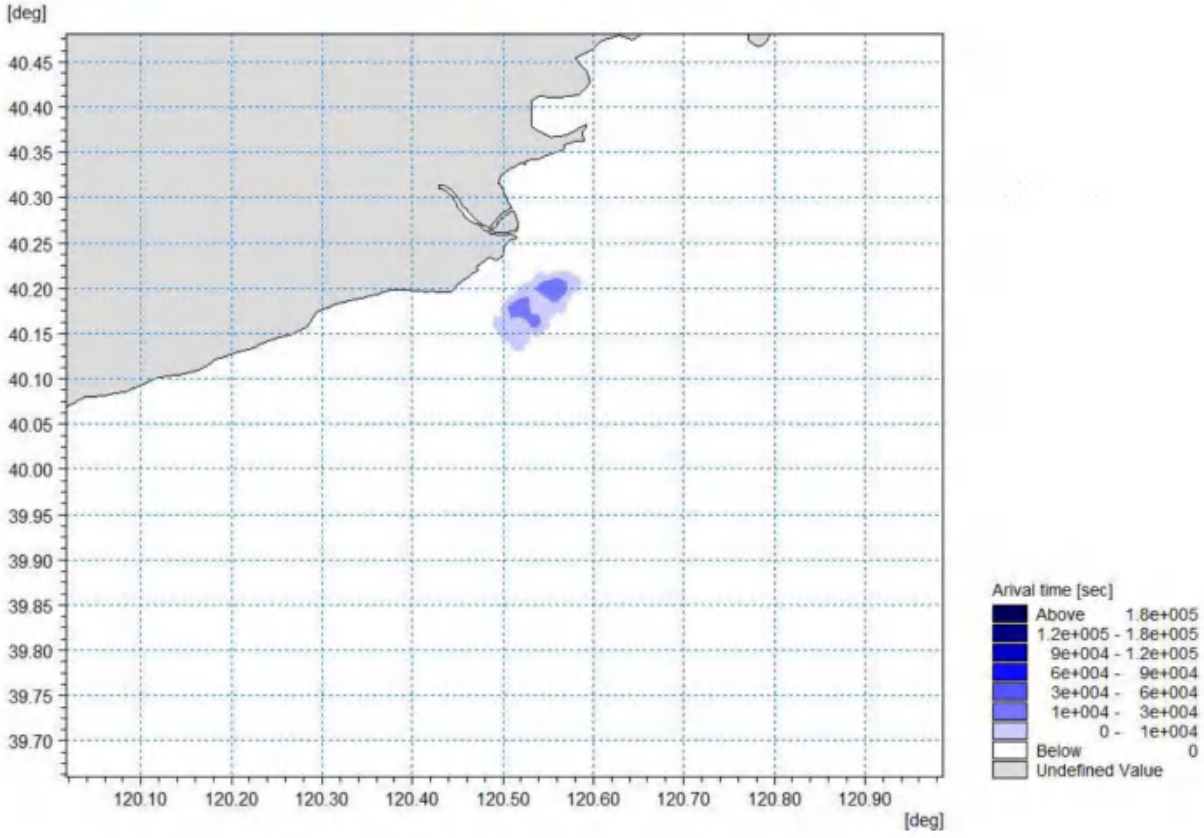


图 8-30 工况十二下油膜到达时间分布图

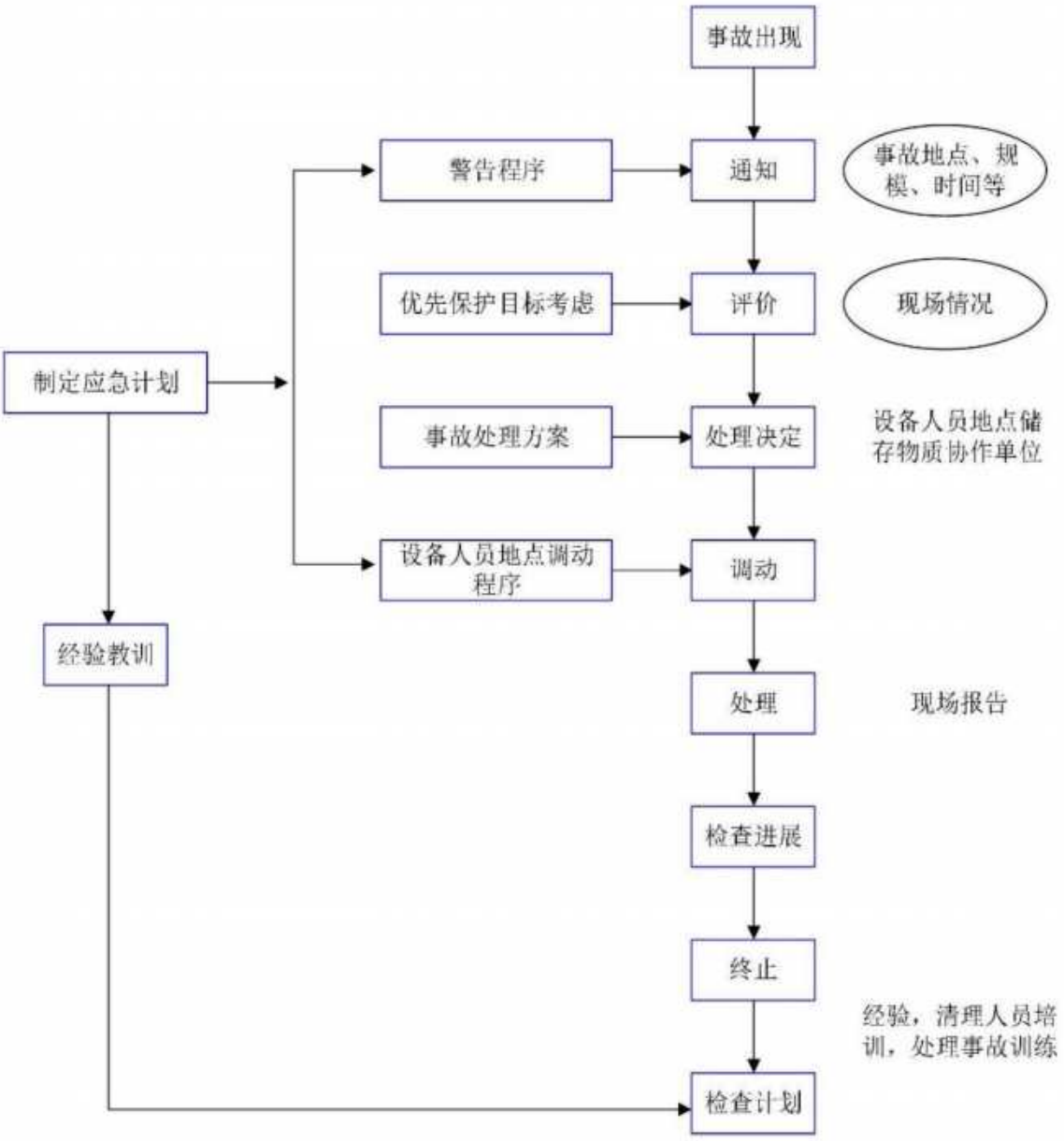


图 8-31 风险事故应急反应程序

13 第十三章附图

图名	图名	所在章节
1.	图 13-1 辽宁省海洋主体功能区划图	13.4.1
2.	图 13-2 项目与葫芦岛市国土空间规划（海洋功能分区图）叠图	13.4.5
3.	图 13-3 采砂区实施后较工程前冲淤趋势变化分布图	13.6.4

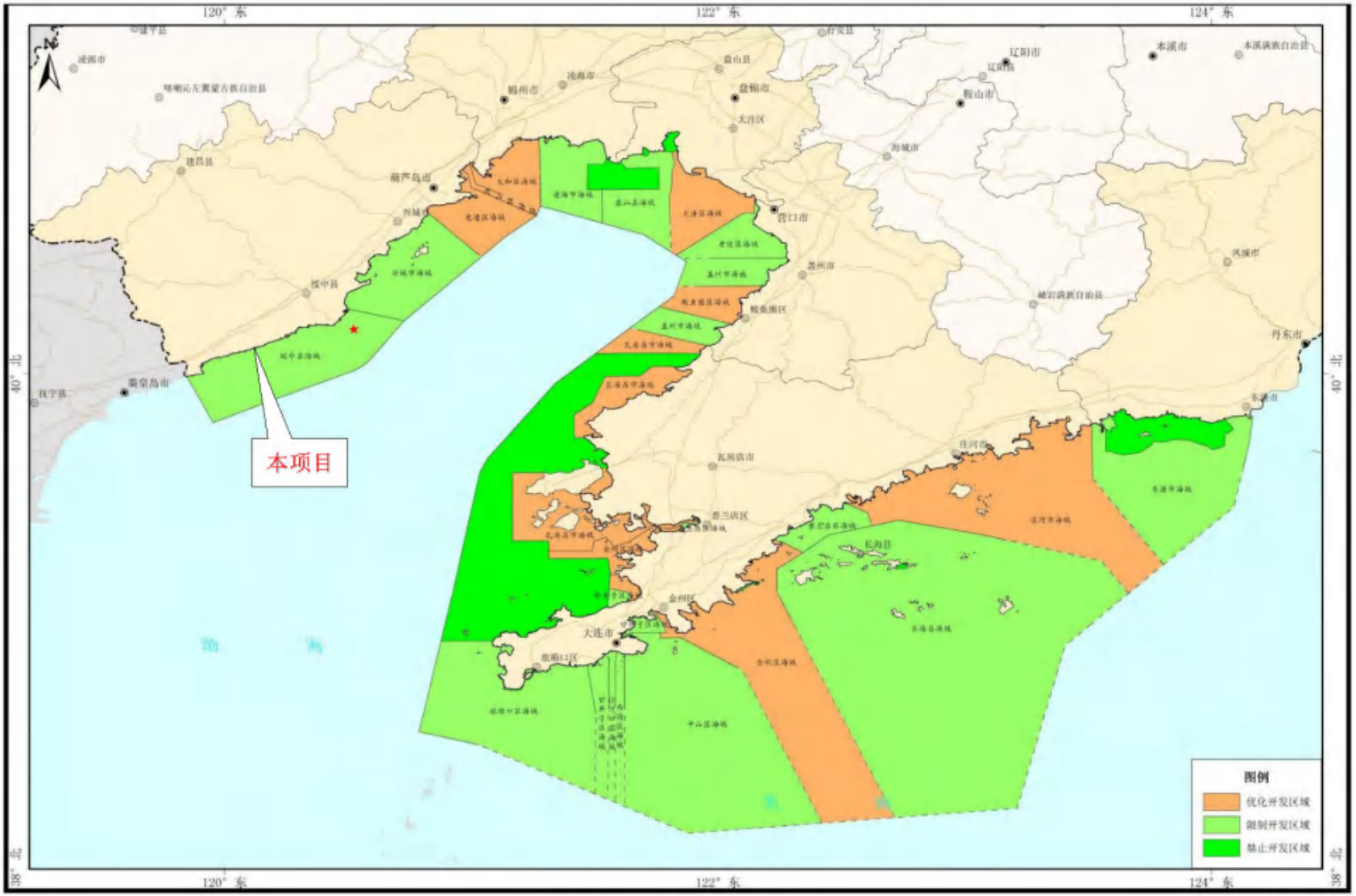


图 13-1 辽宁省海洋主体功能区划图

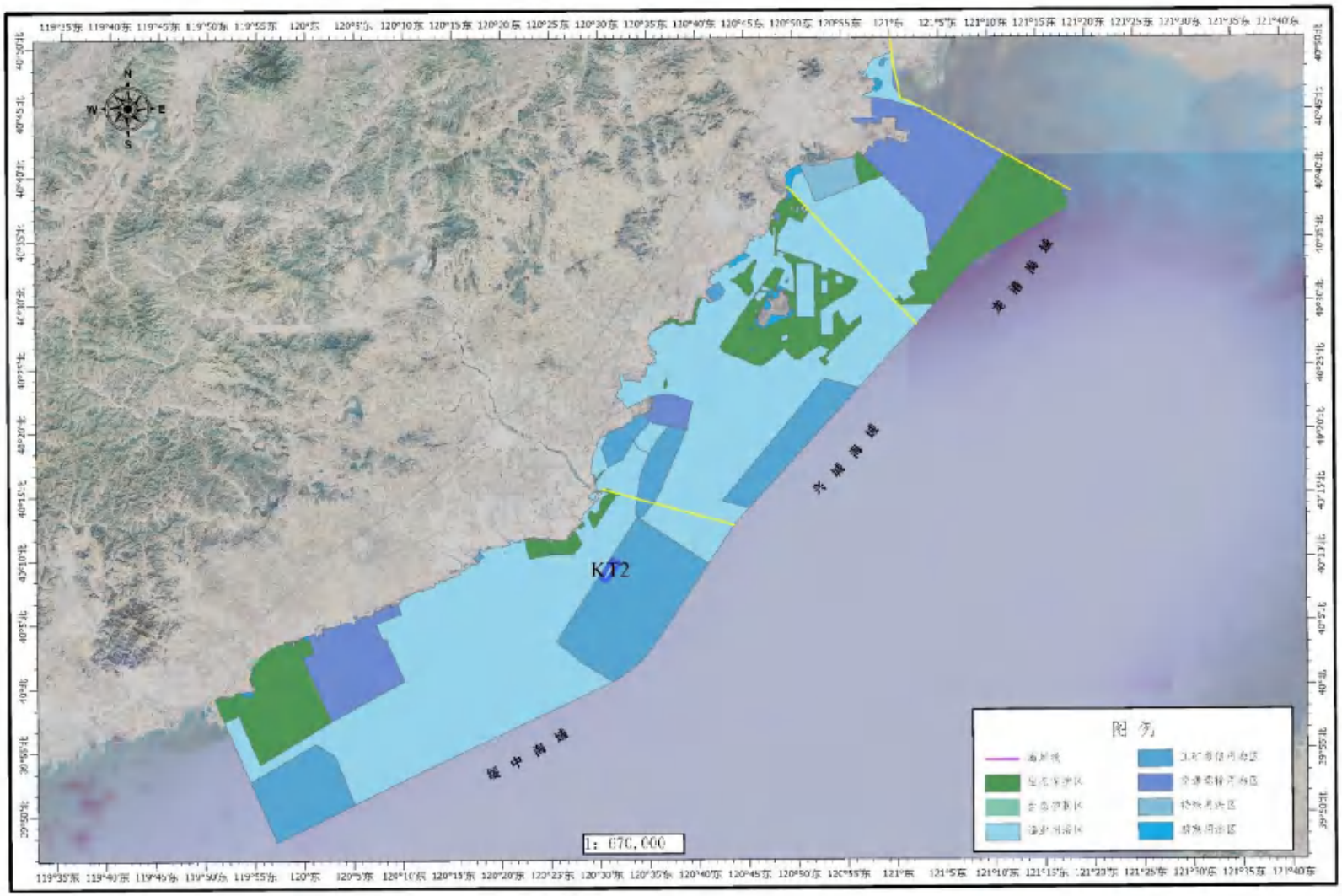


图 13-2 项目与葫芦岛市国土空间规划（海洋功能分区图）叠图

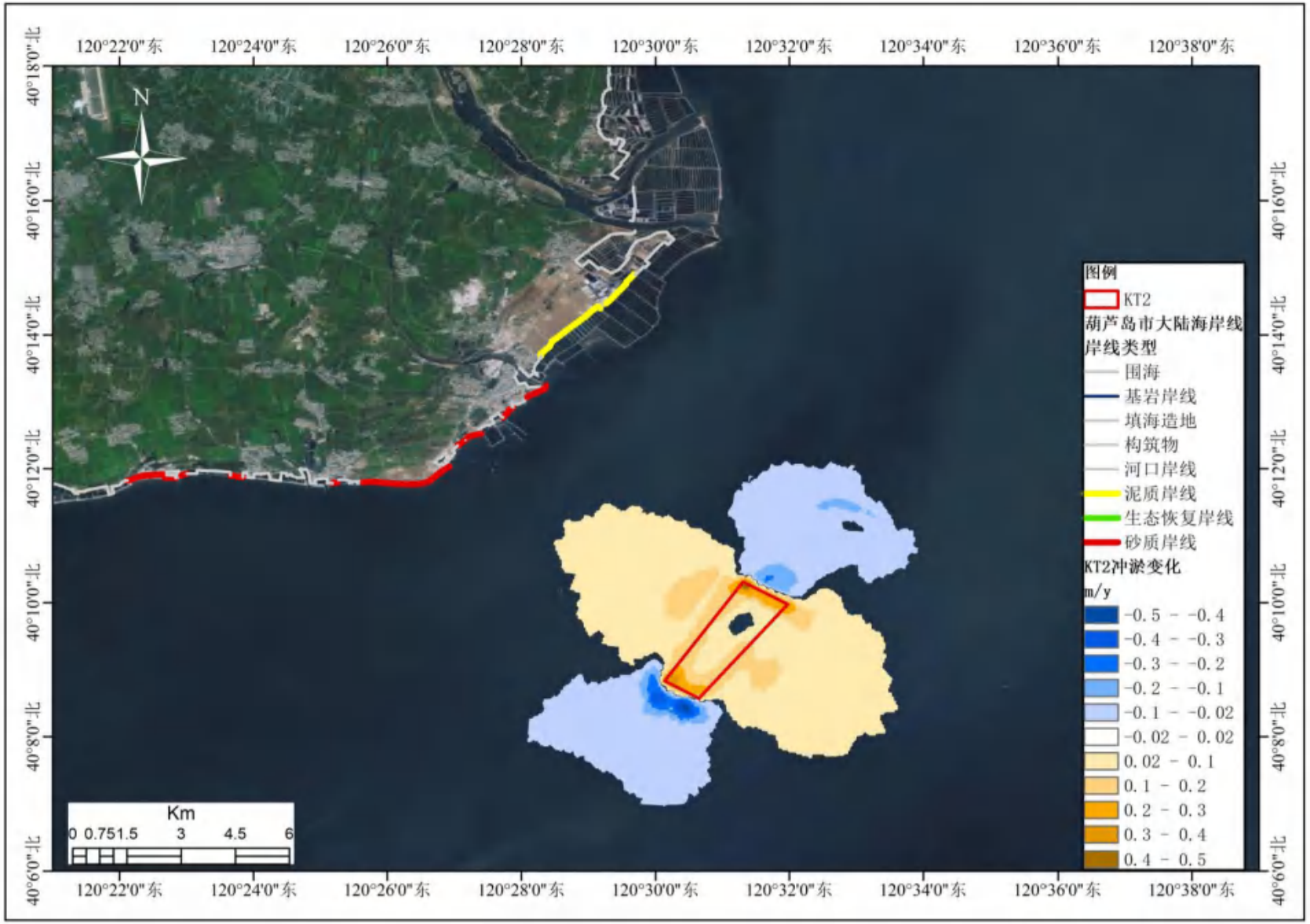


图 13-3 采砂区实施后较工程前冲淤趋势变化分布图

14 第十四章附图

图名	图名	所在章节
1	图 14-1 环境监测站位布置图	14.2

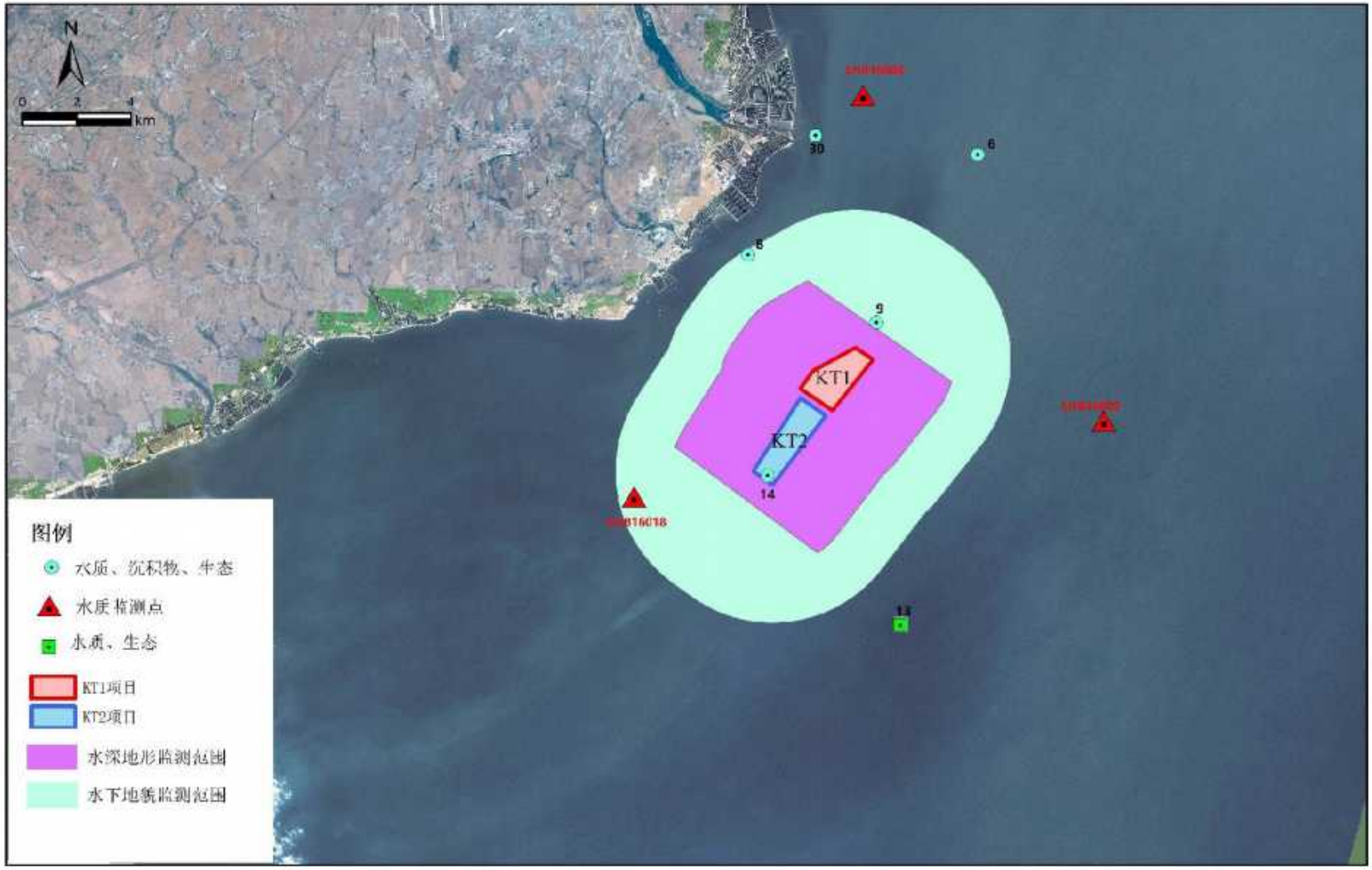


图 14-1 环境监测站位布置图

17 附　件

17.1 委托书

葫芦岛市六股河口外海域海砂开采招拍挂出让前期
论证评估项目

海砂开采海洋环境影响评价工作委托书

辽宁省环境规划院有限公司：

依据《中华人民共和国环境影响评价法》和国务院《建设项目环境保护管理条例》的有关规定，葫芦岛市自然资源局特委托贵单位编制《辽宁省绥中县六股河口外海域KT1区块海砂开采项目》和《辽宁省绥中县六股河口外海域KT2区块海砂开采项目》的环境影响报告书。

望贵公司遵照国家和地方有关环境保护法规的要求，结合工程项目的实际情况，尽快开展该工程的环境影响评价工作。

特此委托。

葫芦岛市自然资源局

2023年5月31日

17.2 监测报告

2022 年秋季

CMA
200212050016

副本

报告编号(Report ID)：ZHTY2022091301a

检 测 报 告
(Testing Report)

检测类别： (Test Typle)	海水、海洋沉积物、海洋生物
委托单位： (Applicant)	葫芦岛自然资源局
受测单位： （Inspection unit）	葫芦岛自然资源局
检测单位： （Testing Unit）	天津中环天元环境检测技术服务有限公司

检验检测专用章

样 品 信 息

站位名称/编号	检测类别	采样地点	采样时间	样品状态/现场描述
站位 1 /22I130101	海水	120°36′13.41″E 40°21′34.91″N	2022.09.17	无色、无味、微浑浊
站位 2（表层） /22I130102	海水	120°42′45.06″E 40°19′45.88″N	2022.09.17	无色、无味、微浑浊
站位 2（底层） /22I130103	海水	120°42′45.06″E 40°19′45.88″N	2022.09.17	无色、无味、微浑浊
站位 3（表层） /22I130104	海水	120°49′24.03″E 40°17′55.86″N	2022.09.17	无色、无味、清澈
站位 3（底层） /22I130105	海水	120°49′24.03″E 40°17′55.86″N	2022.09.17	无色、无味、清澈
站位 4（表层） /22I130106	海水	120°47′10.12″E 40°12′51.93″N	2022.09.17	无色、无味、清澈
站位 4（底层） /22I130107	海水	120°47′10.12″E 40°12′51.93″N	2022.09.17	无色、无味、清澈
站位 5 /22I130137	海水	120°40′52.56″E 40°14′10.54″N	2022.09.17	无色、无味、清澈
站位 6 /22I130136	海水	120°35′43.84″E 40°15′14.54″N	2022.09.17	无色、无味、微浑浊
站位 7 /22I130133	海水	120°31′35.35″E 40°16′05.85″N	2022.09.17	无色、无味、微浑浊
站位 8 /22I130130	海水	120°29′50.84″E 40°13′07.44″N	2022.09.17	无色、无味、微浑浊
站位 9 /22I130138	海水	120°33′13.42″E 40°11′51.16″N	2022.09.17	无色、无味、微浑浊
站位 10 /22I130139	海水	120°37′56.13″E 40°10′04.48″N	2022.09.17	无色、无味、清澈
站位 11（表层） /22I130108	海水	120°44′22.95″E 40°07′38.04″N	2022.09.17	无色、无味、清澈
站位 11（底层） /22I130109	海水	120°44′22.95″E 40°07′38.04″N	2022.09.17	无色、无味、清澈
站位 12（表层） /22I130110	海水	120°41′15.25″E 40°01′30.18″N	2022.09.17	无色、无味、清澈
站位 12（底层） /22I130111	海水	120°41′15.25″E 40°01′30.18″N	2022.09.17	无色、无味、清澈
站位 13 /22I130128	海水	120°35′01.14″E 40°05′42.86″N	2022.09.17	微黄色、无味、清澈

样 品 信 息

站位名称/编号	检测类别	采样地点	采样时间	样品状态/现场描述
站位 14 /22I130129	海水	120°30′30.52″E 40°08′45.10″N	2022.09.17	无色、无味、微浑浊
站位 15 /22I130140	海水	120°27′07.76″E 40°11′01.35″N	2022.09.17	无色、无味、微浑浊
站位 16 /22I130141	海水	120°21′18.91″E 40°10′15.31″N	2022.09.17	无色、无味、微浑浊
站位 17 /22I130127	海水	120°28′33.19″E 40°05′11.64″N	2022.09.17	无色、无味、微浑浊
站位 18（表层） /22I130114	海水	120°34′25.98″E 40°01′04.05″N	2022.09.17	无色、无味、清澈
站位 18（底层） /22I130115	海水	120°34′25.98″E 40°01′04.05″N	2022.09.17	无色、无味、清澈
站位 19（表层） /22I130112	海水	120°37′29.24″E 39°58′57.24″N	2022.09.17	无色、无味、清澈
站位 19（底层） /22I130113	海水	120°37′29.24″E 39°58′57.24″N	2022.09.17	无色、无味、清澈
站位 20（表层） /22I130116	海水	120°26′28.18″E 39°55′04.37″N	2022.09.17	无色、无味、清澈
站位 20（底层） /22I130117	海水	120°26′28.18″E 39°55′04.37″N	2022.09.17	无色、无味、清澈
站位 21（表层） /22I130125	海水	120°22′24.37″E 39°59′25.06″N	2022.09.17	无色、无味、微浑浊
站位 21（底层） /22I130126	海水	120°22′24.37″E 39°59′25.06″N	2022.09.17	无色、无味、清澈
站位 22 /22I130124	海水	120°18′56.14″E 40°03′07.16″N	2022.09.17	无色、无味、微浑浊
站位 23 /22I130123	海水	120°15′08.72″E 40°07′09.14″N	2022.09.17	无色、无味、微浑浊
站位 24 /22I130122	海水	120°04′45.12″E 40°02′34.96″N	2022.09.17	无色、无味、微浑浊
站位 25（表层） /22I130120	海水	120°08′32.31″E 39°58′14.01″N	2022.09.17	无色、无味、微浑浊
站位 25（底层） /22I130121	海水	120°08′32.31″E 39°58′14.01″N	2022.09.17	无色、无味、微浑浊
站位 26（表层） /22I130118	海水	120°12′21.63″E 39°53′49.92″N	2022.09.17	无色、无味、微浑浊

样 品 信 息

站位名称/编号	检测类别	采样地点	采样时间	样品状态/现场描述
站位 26（底层）/22I130119	海水	120°12′21.63″E 39°53′49.92″N	2022.09.17	无色、无味、微浑浊
站位 27/22I130132	海水	120°30′24.25″E 40°17′04.30″N	2022.09.17	无色、无味、微浑浊
站位 28/22I130135	海水	120°30′28.42″E 40°15′37.62″N	2022.09.17	无色、无味、微浑浊
站位 29/22I130131	海水	120°31′24.04″E 40°17′05.07″N	2022.09.17	无色、无味、微浑浊
站位 30/22I130134	海水	120°31′30.38″E 40°15′31.91″N	2022.09.17	无色、无味、微浑浊
站位 1/22I1301CJW03	海洋沉积物	120°36′13.41″E 40°21′34.91″N	2022.09.22	黑褐色、微臭、泥状
站位 2/22I1301CJW01	海洋沉积物	120°42′45.06″E 40°19′45.88″N	2022.09.22	黑褐色、微臭、泥状
站位 3/22I1301CJW02	海洋沉积物	120°49′24.03″E 40°17′55.86″N	2022.09.22	黑褐色、微臭、泥状
站位 8/22I1301CJW13	海洋沉积物	120°29′50.84″E 40°13′07.44″N	2022.09.23	黑褐色、微臭、泥沙状
站位 9/22I1301CJW04	海洋沉积物	120°33′13.42″E 40°11′51.16″N	2022.09.22	黑褐色、微臭、沙状
站位 10/22I1301CJW05	海洋沉积物	120°37′56.13″E 40°10′04.48″N	2022.09.22	黑褐色、微臭、沙泥状
站位 12/22I1301CJW06	海洋沉积物	120°41′15.25″E 40°01′30.18″N	2022.09.22	棕褐色、微臭、泥沙状
站位 16/22I1301CJW12	海洋沉积物	120°21′18.91″E 40°10′15.31″N	2022.09.23	黑褐色、微臭、泥状
站位 17/22I1301CJW08	海洋沉积物	120°28′33.19″E 40°05′11.64″N	2022.09.22	棕褐色、微臭、沙状
站位 18/22I1301CJW07	海洋沉积物	120°34′25.98″E 40°01′04.05″N	2022.09.22	棕褐色、微臭、沙状
站位 22/22I1301CJW09	海洋沉积物	120°18′56.14″E 40°03′07.16″N	2022.09.23	黑褐色、微臭、沙状
站位 25/22I1301CJW10	海洋沉积物	120°08′32.31″E 39°58′14.01″N	2022.09.23	棕褐色、微臭、沙状
站位 26/22I1301CJW11	海洋沉积物	120°12′21.63″E 39°53′49.92″N	2022.09.23	棕褐色、微臭、沙状

样 品 信 息

站位名称/编号	检测类别	采样地点	采样时间	样品状态/现场描述
站位 28 /22I1301CJW14	海洋沉积物	120°30′28.42″E 40°15′37.62″N	2022.09.23	黑褐色、微臭、泥状
站位 29 /22I1301CJW16	海洋沉积物	120°31′24.04″E 40°17′05.07″N	2022.09.23	黑褐色、微臭、泥状
站位 30 /22I1301CJW15	海洋沉积物	120°31′30.38″E 40°15′31.91″N	2022.09.23	黑褐色、微臭、泥状
1 /22I1301LD50	海洋沉积物	120°03′46.89″E 40°00′52.65″N	2022.09.21	黄褐色、微臭、沙状
2 /22I1301LD18	海洋沉积物	120°11′04.86″E 39°55′18.07″N	2022.09.20	黄褐色、微臭、沙状
3 /22I1301LD35	海洋沉积物	120°20′20.82″E 39°48′11.37″N	2022.09.21	棕褐色、微臭、沙状
4 /22I1301LD49	海洋沉积物	120°08′46.30″E 40°03′55.36″N	2022.09.21	黄褐色、微臭、沙状
5 /22I1301LD19	海洋沉积物	120°16′40.04″E 39°57′52.99″N	2022.09.20	棕褐色、微臭、沙状
6 /22I1301LD34	海洋沉积物	120°24′48.25″E 39°51′37.87″N	2022.09.21	棕褐色、微臭、沙状
7 /22I1301LD48	海洋沉积物	120°12′49.62″E 40°06′09.58″N	2022.09.21	棕褐色、微臭、泥沙状
8 /22I1301LD17	海洋沉积物	120°17′04.59″E 40°02′54.56″N	2022.09.20	黄褐色、微臭、沙状
9 /22I1301LD20	海洋沉积物	120°22′41.55″E 39°58′36.11″N	2022.09.20	黑褐色、微臭、泥沙状
10 /22I1301LD33	海洋沉积物	120°28′25.74″E 39°54′11.27″N	2022.09.21	棕褐色、微臭、沙状
11 /22I1301LD47	海洋沉积物	120°15′58.74″E 40°07′33.78″N	2022.09.21	黑褐色、微臭、泥沙状
12 /22I1301LD16	海洋沉积物	120°19′53.05″E 40°04′34.42″N	2022.09.20	黄褐色、微臭、沙状
13 /22I1301LD21	海洋沉积物	120°25′17.10″E 40°00′25.72″N	2022.09.20	棕褐色、微臭、沙状
14 /22I1301LD32	海洋沉积物	120°30′37.75″E 39°56′18.90″N	2022.09.21	棕褐色、微臭、沙状
15 /22I1301LD46	海洋沉积物	120°18′49.12″E 40°09′12.32″N	2022.09.21	黑褐色、微臭、泥沙状

样 品 信 息

站位名称/编号	检测类别	采样地点	采样时间	样品状态/现场描述
16 /22I1301LD15	海洋沉积物	120°21′39.46″E 40°07′01.88″N	2022.09.20	黑褐色、微臭、泥沙状
17 /22I1301LD36	海洋沉积物	120°24′48.31″E 40°04′37.03″N	2022.09.21	黑褐色、微臭、泥沙状
18 /22I1301LD22	海洋沉积物	120°28′42.00″E 40°01′37.44″N	2022.09.20	棕褐色、微臭、沙状
19 /22I1301LD31	海洋沉积物	120°33′19.38″E 39°58′03.75″N	2022.09.21	棕褐色、微臭、沙状
20 /22I1301LD45	海洋沉积物	120°22′21.45″E 40°10′18.77″N	2022.09.21	黑褐色、微臭、沙状
21 /22I1301LD14	海洋沉积物	120°24′38.20″E 40°08′33.96″N	2022.09.20	棕褐色、微臭、沙状
22 /22I1301LD37	海洋沉积物	120°28′38.48″E 40°05′29.48″N	2022.09.21	棕褐色、微臭、泥沙状
23 /22I1301LD23	海洋沉积物	120°32′25.70″E 40°02′34.64″	2022.09.20	棕褐色、微臭、沙状
24 /22I1301LD30	海洋沉积物	120°36′09.34″E 39°59′42.20″N	2022.09.21	棕褐色、微臭、沙状
25 /22I1301LD44	海洋沉积物	120°26′20.52″E 40°11′04.70″N	2022.09.21	黑褐色、微臭、泥沙状
26 /22I1301LD13	海洋沉积物	120°29′04.00″E 40°08′59.23″N	2022.09.20	棕褐色、微臭、沙状
27 /22I1301LD38	海洋沉积物	120°31′31.32″E 40°07′05.99″N	2022.09.21	棕褐色、微臭、沙状
28 /22I1301LD24	海洋沉积物	120°34′56.57″E 40°04′27.97″N	2022.09.20	黄褐色、微臭、沙状
29 /22I1301LD29	海洋沉积物	120°38′33.32″E 40°01′40.76″N	2022.09.21	棕褐色、微臭、沙状
30 /22I1301LD43	海洋沉积物	120°28′52.99″E 40°12′11.16″N	2022.09.21	黑褐色、微臭、泥沙状
31 /22I1301LD11	海洋沉积物	120°32′10.21″E 40°09′39.67″N	2022.09.20	黄褐色、微臭、沙状
32 /22I1301LD39	海洋沉积物	120°34′33.62″E 40°07′49.33″N	2022.09.21	棕褐色、微臭、沙状
33 /22I1301LD25	海洋沉积物	120°37′25.52″E 40°05′36.87″N	2022.09.20	棕褐色、微臭、沙状

样 品 信 息

站位名称/编号	检测类别	采样地点	采样时间	样品状态/现场描述
34 /22I1301LD28	海洋沉积物	120°40′51.88″E 40°02′57.58″N	2022.09.21	棕褐色、微臭、沙状
35 /22I1301LD42	海洋沉积物	120°30′14.47″E 40°14′12.14″N	2022.09.21	黑褐色、微臭、泥状
36 /22I1301LD10	海洋沉积物	120°32′50.12″E 40°12′12.59″N	2022.09.20	黄褐色、微臭、沙状
37 /22I1301LD12	海洋沉积物	120°35′27.88″E 40°10′11.25″N	2022.09.20	黄褐色、微臭、沙状
38 /22I1301LD26	海洋沉积物	120°38′47.63″E 40°07′37.35″N	2022.09.20	棕褐色、微臭、沙状
39 /22I1301LD27	海洋沉积物	120°42′14.42″E 40°04′57.72″N	2022.09.21	棕褐色、微臭、沙状
40 /22I1301LD40	海洋沉积物	120°32′08.37″E 40°17′20.06″N	2022.09.21	黄褐色、微臭、沙状
41 /22I1301LD41	海洋沉积物	120°34′46.13″E 40°15′18.90″N	2022.09.21	黑褐色、微臭、泥沙状
42 /22I1301LD08	海洋沉积物	120°38′20.20″E 40°12′34.21″N	2022.09.20	黑褐色、微臭、泥沙状
43 /22I1301LD07	海洋沉积物	120°42′27.64″E 40°09′23.43″N	2022.09.20	灰褐色、微臭、泥沙状
44 /22I1301LD06	海洋沉积物	120°45′44.83″E 40°06′51.08″N	2022.09.20	棕褐色、微臭、泥沙状
45 /22I1301LD09	海洋沉积物	120°34′44.96″E 40°21′27.16″N	2022.09.20	棕褐色、微臭、沙状
46 /22I1301LD04	海洋沉积物	120°42′53.88″E 40°15′11.10″N	2022.09.20	黑褐色、微臭、泥沙状
47 /22I1301LD05	海洋沉积物	120°49′49.95″E 40°09′49.70″N	2022.09.20	棕褐色、微臭、泥沙状
48 /22I1301LD01	海洋沉积物	120°36′41.39″E 40°26′51.20″N	2022.09.20	黑褐色、微臭、泥状
49 /22I1301LD02	海洋沉积物	120°45′16.49″E 40°20′15.18″N	2022.09.20	黑褐色、微臭、泥状
50 /22I1301LD03	海洋沉积物	120°54′38.18″E 40°13′01.15″N	2022.09.20	棕褐色、微臭、沙状

样 品 信 息

站位名称/编号	检测项目	采样地点	采样时间	样品状态/现场描述
站位 2 /22I1301SWT06	生物体质量	120°42′45.06″E 40°19′45.88″N	2022.09.24	/
站位 5 /22I1301SWT07	生物体质量	120°40′52.56″E 40°14′10.54″N	2022.09.24	/
站位 7 /22I1301SWT03	生物体质量	120°31′35.35″E 40°16′05.85″N	2022.09.24	/
站位 9 /22I1301SWT10	生物体质量	120°33′13.42″E 40°11′51.16″N	2022.09.24	/
站位 10 /22I1301SWT08	生物体质量	120°37′56.13″E 40°10′04.48″N	2022.09.24	/
站位 11 /22I1301SWT09	生物体质量	120°44′22.95″E 40°07′38.04″N	2022.09.24	/
站位 13 /22I1301SWT13	生物体质量	120°35′01.14″E 40°05′42.86″N	2022.09.25	/
站位 14 /22I1301SWT12	生物体质量	120°30′30.52″E 40°08′45.10″N	2022.09.25	/
站位 15 /22I1301SWT11	生物体质量	120°27′07.76″E 40°11′01.35″N	2022.09.25	/
站位 17 /22I1301SWT14	生物体质量	120°28′33.19″E 40°05′11.64″N	2022.09.25	/
站位 18 /22I1301SWT15	生物体质量	120°34′25.98″E 40°01′04.05″N	2022.09.25	/
站位 19 /22I1301SWT16	生物体质量	120°37′29.24″E 39°58′57.24″N	2022.09.25	/
站位 21 /22I1301SWT18	生物体质量	120°22′24.37″E 39°59′25.06″N	2022.09.25	/
站位 22 /22I1301SWT17	生物体质量	120°18′56.14″E 40°03′07.16″N	2022.09.25	/
站位 25 /22I1301SWT19	生物体质量	120°08′32.31″E 39°58′14.01″N	2022.09.25	/
站位 26 /22I1301SWT20	生物体质量	120°12′21.63″E 39°53′49.92″N	2022.09.25	/
站位 27 /22I1301SWT01	生物体质量	120°30′24.25″E 40°17′04.30″N	2022.09.24	/
站位 28 /22I1301SWT05	生物体质量	120°30′28.42″E 40°15′37.62″N	2022.09.24	/
站位 29 /22I1301SWT02	生物体质量	120°31′24.04″E 40°17′05.07″N	2022.09.24	/
站位 30 /22I1301SWT04	生物体质量	120°31′30.38″E 40°15′31.91″N	2022.09.24	/

样 品 信 息

站位名称/编号	检测项目	采样地点	采样时间	样品状态/现场描述
站位 2 /22I1301FYSW01	浮游植物 浮游动物	120°42′45.06″E 40°19′45.88″N	2022.09.22	无赤潮、无明显臭味
站位 5 /22I1301FYSW02	浮游植物 浮游动物	120°40′52.56″E 40°14′10.54″N	2022.09.22	无赤潮、无明显臭味
站位 7 /22I1301FYSW18	浮游植物 浮游动物	120°31′35.35″E 40°16′05.85″N	2022.09.23	无赤潮、无明显臭味
站位 9 /22I1301FYSW04	浮游植物 浮游动物	120°33′13.42″E 40°11′51.16″N	2022.09.22	无赤潮、无明显臭味
站位 10 /22I1301FYSW05	浮游植物 浮游动物	120°37′56.13″E 40°10′04.48″N	2022.09.22	无赤潮、无明显臭味
站位 11 /22I1301FYSW03	浮游植物 浮游动物	120°44′22.95″E 40°07′38.04″N	2022.09.22	无赤潮、无明显臭味
站位 13 /22I1301FYSW07	浮游植物 浮游动物	120°35′01.14″E 40°05′42.86″N	2022.09.22	无赤潮、无明显臭味
站位 14 /22I1301FYSW06	浮游植物 浮游动物	120°30′30.52″E 40°08′45.10″N	2022.09.22	无赤潮、无明显臭味
站位 15 /22I1301FYSW15	浮游植物 浮游动物	120°27′07.76″E 40°11′01.35″N	2022.09.23	无赤潮、无明显臭味
站位 17 /22I1301FYSW10	浮游植物 浮游动物	120°28′33.19″E 40°05′11.64″N	2022.09.22	无赤潮、无明显臭味
站位 18 /22I13011FYSW09	浮游植物 浮游动物	120°34′25.98″E 40°01′04.05″N	2022.09.22	无赤潮、无明显臭味
站位 19 /22I13011FYSW08	浮游植物 浮游动物	120°37′29.24″E 39°58′57.24″N	2022.09.22	无赤潮、无明显臭味
站位 21 /22I1301FYSW11	浮游植物 浮游动物	120°22′24.37″E 39°59′25.06″N	2022.09.23	无赤潮、无明显臭味
站位 22 /22I1301FYSW12	浮游植物 浮游动物	120°18′56.14″E 40°03′07.16″N	2022.09.23	无赤潮、无明显臭味
站位 25 /22I1301FYSW13	浮游植物 浮游动物	120°08′32.31″E 39°58′14.01″N	2022.09.23	无赤潮、无明显臭味
站位 26 /22I1301FYSW14	浮游植物 浮游动物	120°12′21.63″E 39°53′49.92″N	2022.09.23	无赤潮、无明显臭味
站位 27 /22I1301FYSW20	浮游植物 浮游动物	120°30′24.25″E 40°17′04.30″N	2022.09.23	无赤潮、无明显臭味
站位 28 /22I1301FYSW16	浮游植物 浮游动物	120°30′28.42″E 40°15′37.62″N	2022.09.23	无赤潮、无明显臭味
站位 29 /22I1301FYSW19	浮游植物 浮游动物	120°31′24.04″E 40°17′05.07″N	2022.09.23	无赤潮、无明显臭味
站位 30 /22I1301FYSW17	浮游植物 浮游动物	120°31′30.38″E 40°15′31.91″N	2022.09.23	无赤潮、无明显臭味

样 品 信 息

站位名称/编号	检测项目	采样地点	采样时间	样品状态/现场描述
站位 2 /22I1301DQ01	大型底栖生物	120°42′45.06″E 40°19′45.88″N	2022.09.22	无赤潮、无明显臭味
站位 5 /22I1301DQ02	大型底栖生物	120°40′52.56″E 40°14′10.54″N	2022.09.22	无赤潮、无明显臭味
站位 7 /22I1301DQ18	大型底栖生物	120°31′35.35″E 40°16′05.85″N	2022.09.23	无赤潮、无明显臭味
站位 9 /22I1301DQ04	大型底栖生物	120°33′13.42″E 40°11′51.16″N	2022.09.22	无赤潮、无明显臭味
站位 10 /22I1301DQ05	大型底栖生物	120°37′56.13″E 40°10′04.48″N	2022.09.22	无赤潮、无明显臭味
站位 11 /22I1301DQ03	大型底栖生物	120°44′22.95″E 40°07′38.04″N	2022.09.22	无赤潮、无明显臭味
站位 13 /22I1301DQ07	大型底栖生物	120°35′01.14″E 40°05′42.86″N	2022.09.22	无赤潮、无明显臭味
站位 14 /22I1301DQ06	大型底栖生物	120°30′30.52″E 40°08′45.10″N	2022.09.22	无赤潮、无明显臭味
站位 15 /22I1301DQ15	大型底栖生物	120°27′07.76″E 40°11′01.35″N	2022.09.23	无赤潮、无明显臭味
站位 17 /22I1301DQ10	大型底栖生物	120°28′33.19″E 40°05′11.64″N	2022.09.22	无赤潮、无明显臭味
站位 18 /22I13011DQ09	大型底栖生物	120°34′25.98″E 40°01′04.05″N	2022.09.22	无赤潮、无明显臭味
站位 19 /22I13011DQ08	大型底栖生物	120°37′29.24″E 39°58′57.24″N	2022.09.22	无赤潮、无明显臭味
站位 21 /22I1301DQ11	大型底栖生物	120°22′24.37″E 39°59′25.06″N	2022.09.23	无赤潮、无明显臭味
站位 22 /22I1301DQ12	大型底栖生物	120°18′56.14″E 40°03′07.16″N	2022.09.23	无赤潮、无明显臭味
站位 25 /22I1301DQ13	大型底栖生物	120°08′32.31″E 39°58′14.01″N	2022.09.23	无赤潮、无明显臭味
站位 26 /22I1301DQ14	大型底栖生物	120°12′21.63″E 39°53′49.92″N	2022.09.23	无赤潮、无明显臭味
站位 27 /22I1301DQ20	大型底栖生物	120°30′24.25″E 40°17′04.30″N	2022.09.23	无赤潮、无明显臭味
站位 28 /22I1301DQ16	大型底栖生物	120°30′28.42″E 40°15′37.62″N	2022.09.23	无赤潮、无明显臭味
站位 29 /22I1301DQ19	大型底栖生物	120°31′24.04″E 40°17′05.07″N	2022.09.23	无赤潮、无明显臭味
站位 30 /22I1301DQ17	大型底栖生物	120°31′30.38″E 40°15′31.91″N	2022.09.23	无赤潮、无明显臭味

样 品 信 息

站位名称/编号	检测项目	采样地点	采样时间	样品状态/现场描述
C31-1 /22I1301CJD07	潮间带生物	120°24′46.57″E 40°11′45.03″N	2022.09.19	无赤潮、无明显臭味
C31-2 /22I1301CJD08	潮间带生物	120°24′46.47″E 40°11′43.85″N	2022.09.19	无赤潮、无明显臭味
C31-3 /22I1301CJD09	潮间带生物	120°24′46.30″E 40°11′42.40″N	2022.09.19	无赤潮、无明显臭味
C31-4 /22I1301CJD10	潮间带生物	120°24′46.24″E 40°11′41.28″N	2022.09.19	无赤潮、无明显臭味
C31-5 /22I1301CJD11	潮间带生物	120°24′46.10″E 40°11′40.03″N	2022.09.19	无赤潮、无明显臭味
C31-6 /22I1301CJD12	潮间带生物	120°24′45.90″E 40°11′38.34″N	2022.09.19	无赤潮、无明显臭味
C32-1 /22I1301CJD13	潮间带生物	120°30′48.76″E 40°15′17.94″N	2022.09.26	无赤潮、无明显臭味
C32-2 /22I1301CJD14	潮间带生物	120°30′49.92″E 40°15′16.70″N	2022.09.26	无赤潮、无明显臭味
C32-3 /22I1301CJD15	潮间带生物	120°30′51.50″E 40°15′14.94″N	2022.09.26	无赤潮、无明显臭味
C32-4 /22I1301CJD16	潮间带生物	120°30′52.34″E 40°15′13.64″N	2022.09.26	无赤潮、无明显臭味
C32-5 /22I1301CJD17	潮间带生物	120°30′53.40″E 40°15′12.38″N	2022.09.26	无赤潮、无明显臭味
C32-6 /22I1301CJD18	潮间带生物	120°30′54.85″E 40°15′10.42″N	2022.09.26	无赤潮、无明显臭味
C33-1 /22I1301CJD01	潮间带生物	120°28′20.12″E 40°13′18.69″N	2022.09.18	无赤潮、无明显臭味
C33-2 /22I1301CJD02	潮间带生物	120°28′20.71″E 40°13′18.45″N	2022.09.18	无赤潮、无明显臭味
C33-3 /22I1301CJD03	潮间带生物	120°28′21.79″E 40°13′17.94″N	2022.09.18	无赤潮、无明显臭味
C33-4 /22I1301CJD04	潮间带生物	120°28′22.27″E 40°13′17.73″N	2022.09.18	无赤潮、无明显臭味
C33-5 /22I1301CJD05	潮间带生物	120°28′22.70″E 40°13′17.54″N	2022.09.18	无赤潮、无明显臭味
C33-6 /22I1301CJD06	潮间带生物	120°28′24.08″E 40°13′17.04″N	2022.09.18	无赤潮、无明显臭味

样 品 信 息

站位名称/编号	检测项目	采样地点	采样时间	样品状态/现场描述
站位 2 /22I1301YL06	鱼类浮游生物	120°42′45.06″E 40°19′45.88″N	2022.09.24	无赤潮、无明显臭味
站位 5 /22I1301YL07	鱼类浮游生物	120°40′52.56″E 40°14′10.54″N	2022.09.24	无赤潮、无明显臭味
站位 7 /22I1301YL03	鱼类浮游生物	120°31′35.35″E 40°16′05.85″N	2022.09.24	无赤潮、无明显臭味
站位 9 /22I1301YL10	鱼类浮游生物	120°33′13.42″E 40°11′51.16″N	2022.09.24	无赤潮、无明显臭味
站位 10 /22I1301YL08	鱼类浮游生物	120°37′56.13″E 40°10′04.48″N	2022.09.24	无赤潮、无明显臭味
站位 11 /22I1301YL09	鱼类浮游生物	120°44′22.95″E 40°07′38.04″N	2022.09.24	无赤潮、无明显臭味
站位 13 /22I1301YL13	鱼类浮游生物	120°35′01.14″E 40°05′42.86″N	2022.09.25	无赤潮、无明显臭味
站位 14 /22I1301YL12	鱼类浮游生物	120°30′30.52″E 40°08′45.10″N	2022.09.25	无赤潮、无明显臭味
站位 15 /22I1301YL11	鱼类浮游生物	120°27′07.76″E 40°11′01.35″N	2022.09.25	无赤潮、无明显臭味
站位 17 /22I1301YL14	鱼类浮游生物	120°28′33.19″E 40°05′11.64″N	2022.09.25	无赤潮、无明显臭味
站位 18 /22I1301YL15	鱼类浮游生物	120°34′25.98″E 40°01′04.05″N	2022.09.25	无赤潮、无明显臭味
站位 19 /22I1301YL16	鱼类浮游生物	120°37′29.24″E 39°58′57.24″N	2022.09.25	无赤潮、无明显臭味
站位 21 /22I1301YL18	鱼类浮游生物	120°22′24.37″E 39°59′25.06″N	2022.09.25	无赤潮、无明显臭味
站位 22 /22I1301YL17	鱼类浮游生物	120°18′56.14″E 40°03′07.16″N	2022.09.25	无赤潮、无明显臭味
站位 25 /22I1301YL19	鱼类浮游生物	120°08′32.31″E 39°58′14.01″N	2022.09.25	无赤潮、无明显臭味
站位 26 /22I1301YL20	鱼类浮游生物	120°12′21.63″E 39°53′49.92″N	2022.09.25	无赤潮、无明显臭味
站位 27 /22I1301YL01	鱼类浮游生物	120°30′24.25″E 40°17′04.30″N	2022.09.24	无赤潮、无明显臭味
站位 28 /22I1301YL05	鱼类浮游生物	120°30′28.42″E 40°15′37.62″N	2022.09.24	无赤潮、无明显臭味
站位 29 /22I1301YL02	鱼类浮游生物	120°31′24.04″E 40°17′05.07″N	2022.09.24	无赤潮、无明显臭味
站位 30 /22I1301YL04	鱼类浮游生物	120°31′30.38″E 40°15′31.91″N	2022.09.24	无赤潮、无明显臭味

样 品 信 息

站位名称/编号	检测项目	放网经纬度	起网经纬度	采样时间	样品状态/现场描述
站位 2 /22I1301YYDW06	游泳动物	120°37′38.93″E 40°18′26.22″N	120°42′45.06″E 40°19′45.88″N	2022.09.24	无赤潮、无明显臭味
站位 5 /22I1301YYDW07	游泳动物	120°42′33.08″E 40°17′55.12″N	120°40′52.56″E 40°14′10.54″N	2022.09.24	无赤潮、无明显臭味
站位 7 /22I1301YYDW03	游泳动物	120°31′40.50″E 40°16′51.95″N	120°31′35.35″E 40°16′05.85″N	2022.09.24	无赤潮、无明显臭味
站位 9 /22I1301YYDW10	游泳动物	120°36′27.24″E 40°11′00.94″N	120°33′13.42″E 40°11′51.16″N	2022.09.24	无赤潮、无明显臭味
站位 10 /22I1301YYDW08	游泳动物	120°40′38.14″E 40°12′42.90″N	120°37′56.13″E 40°10′04.48″N	2022.09.24	无赤潮、无明显臭味
站位 11 /22I1301YYDW09	游泳动物	120°40′40.61″E 40°09′55.78″N	120°44′22.95″E 40°07′38.04″N	2022.09.24	无赤潮、无明显臭味
站位 13 /22I1301YYDW13	游泳动物	120°31′08.36″E 40°08′20.36″N	120°35′01.14″E 40°05′42.86″N	2022.09.25	无赤潮、无明显臭味
站位 14 /22I1301YYDW12	游泳动物	120°28′15.33″E 40°11′28.32″N	120°30′30.52″E 40°08′45.10″N	2022.09.25	无赤潮、无明显臭味
站位 15 /22I1301YYDW11	游泳动物	120°31′21.96″E 40°13′27.26″N	120°27′07.76″E 40°11′01.35″N	2022.09.25	无赤潮、无明显臭味
站位 17 /22I1301YYDW14	游泳动物	120°34′03.87″E 40°06′43.97″N	120°28′33.19″E 40°05′11.64″N	2022.09.25	无赤潮、无明显臭味
站位 18 /22I1301YYDW15	游泳动物	120°30′52.29″E 40°03′26.33″N	120°34′25.98″E 40°01′04.05″N	2022.09.25	无赤潮、无明显臭味
站位 19 /22I1301YYDW16	游泳动物	120°31′59.04″E 40°00′17.06″N	120°37′29.24″E 39°58′57.24″N	2022.09.25	无赤潮、无明显臭味
站位 21 /22I1301YYDW18	游泳动物	120°17′43.75″E 40°02′35.24″N	120°22′24.37″E 39°59′25.06″N	2022.09.25	无赤潮、无明显臭味
站位 22 /22I1301YYDW17	游泳动物	120°24′05.66″E 40°01′30.89″N	120°18′56.14″E 40°03′07.16″N	2022.09.25	无赤潮、无明显臭味
站位 25 /22I1301YYDW19	游泳动物	120°14′19.82″E 39°57′53.11″N	120°08′32.31″E 39°58′14.01″N	2022.09.25	无赤潮、无明显臭味
站位 26 /22I1301YYDW20	游泳动物	120°09′51.61″E 39°58′17.74″N	120°12′21.63″E 39°53′49.92″N	2022.09.25	无赤潮、无明显臭味
站位 27 /22I1301YYDW01	游泳动物	120°31′05.58″E 40°17′20.82″N	120°30′24.25″E 40°17′04.30″N	2022.09.24	无赤潮、无明显臭味
站位 28 /22I1301YYDW05	游泳动物	120°32′02.74″E 40°15′44.76″N	120°30′28.42″E 40°15′37.62″N	2022.09.24	无赤潮、无明显臭味
站位 29 /22I1301YYDW02	游泳动物	120°30′42.72″E 40°17′14.34″N	120°31′24.04″E 40°17′05.07″N	2022.09.24	无赤潮、无明显臭味
站位 30 /22I1301YYDW04	游泳动物	120°32′29.01″E 40°16′14.70″N	120°31′30.38″E 40°15′31.91″N	2022.09.24	无赤潮、无明显臭味

副本

报告编号(Report ID)：ZHTY2022091301b

检 测 报 告
(Testing Report)

检测类别： (Test Typle)	海水
委托单位： (Applicant)	葫芦岛自然资源局
受测单位： （Inspection unit）	葫芦岛自然资源局
检测单位： （Testing Unit）	天津中环天元环境检测技术服务有限公司

样 品 信 息

站位名称/编号	检测项目	采样地点	采样时间	样品状态/现场描述
站位 2（表层）/22I130102	初级生产力	120°42′45.06″E 40°19′45.88″N	2022.09.17	无色、无味、微浑浊
站位 5/22I130137	初级生产力	120°40′52.56″E 40°14′10.54″N	2022.09.17	无色、无味、清澈
站位 7/22I130133	初级生产力	120°31′35.35″E 40°16′05.85″N	2022.09.17	无色、无味、微浑浊
站位 9/22I130138	初级生产力	120°33′13.42″E 40°11′51.16″N	2022.09.17	无色、无味、微浑浊
站位 10/22I130139	初级生产力	120°37′56.13″E 40°10′04.48″N	2022.09.17	无色、无味、清澈
站位 11（表层）/22I130108	初级生产力	120°44′22.95″E 40°07′38.04″N	2022.09.17	无色、无味、清澈
站位 13/22I130128	初级生产力	120°35′01.14″E 40°05′42.86″N	2022.09.17	无色、无味、清澈
站位 14/22I130129	初级生产力	120°30′30.52″E 40°08′45.10″N	2022.09.17	无色、无味、微浑浊
站位 15/22I130140	初级生产力	120°27′07.76″E 40°11′01.35″N	2022.09.17	无色、无味、微浑浊
站位 17/22I130127	初级生产力	120°28′33.19″E 40°05′11.64″N	2022.09.17	无色、无味、微浑浊
站位 18（表层）/22I130114	初级生产力	120°34′25.98″E 40°01′04.05″N	2022.09.17	无色、无味、清澈
站位 19（表层）/22I130112	初级生产力	120°37′29.24″E 39°56′57.24″N	2022.09.17	无色、无味、清澈
站位 21（表层）/22I130125	初级生产力	120°22′24.37″E 39°59′25.06″N	2022.09.17	无色、无味、微浑浊
站位 22/22I130124	初级生产力	120°18′56.14″E 40°03′07.16″N	2022.09.17	无色、无味、微浑浊
站位 25（表层）/22I130120	初级生产力	120°08′32.31″E 39°58′14.01″N	2022.09.17	无色、无味、微浑浊
站位 26（表层）/22I130118	初级生产力	120°12′21.63″E 39°53′49.92″N	2022.09.17	无色、无味、微浑浊
站位 27/22I130132	初级生产力	120°30′24.25″E 40°17′04.30″N	2022.09.17	无色、无味、微浑浊
站位 28/22I130135	初级生产力	120°30′28.42″E 40°15′37.62″N	2022.09.17	无色、无味、微浑浊
站位 29/22I130131	初级生产力	120°31′24.04″E 40°17′05.07″N	2022.09.17	无色、无味、微浑浊
站位 30/22I130134	初级生产力	120°31′30.38″E 40°15′31.91″N	2022.09.17	无色、无味、微浑浊

天津中环天元环境检测技术服务有限公司
TEL：18664676587
地址：天津滨海-中关村科技园融汇商务园六区 7 号楼 3 门
邮政编码：300450

2023 年春季

CMA
200212050016

正本

报告编号(Report ID)：ZHTY2023042102a

检 测 报 告
(Testing Report)

检测类别： (Test Typle)	海水、海洋沉积物、海洋生物
委托单位： (Applicant)	葫芦岛自然资源局
受测单位： (Inspection unit)	葫芦岛自然资源局
检测单位： (Testing Unit)	天津中环天元环境检测技术服务有限公司

检验检测专用章

样 品 信 息

站位名称/编号	检测类别	采样地点	采样时间	样品状态/现场描述
站位 1 /23D210205	海水	120°36′13.41″E 40°21′34.91″N	2023.04.27	无色、无味、微浑浊
站位 2(表层) /23D210201	海水	120°42′45.06″E 40°19′45.88″N	2023.04.27	无色、无味、清澈
站位 2(底层) /23D210202	海水	120°42′45.06″E 40°19′45.88″N	2023.04.27	无色、无味、微浑浊
站位 3(表层) /23D210203	海水	120°49′24.03″E 40°12′51.93″N	2023.04.27	无色、无味、微浑浊
站位 3(底层) /23D210204	海水	120°49′24.03″E 40°12′51.93″N	2023.04.27	无色、无味、微浑浊
站位 5 /23D210207	海水	120°40′52.56″E 40°14′10.54″N	2023.04.27	无色、无味、微浑浊
站位 4(表层) /23D210208	海水	120°47′10.12″E 40°12′51.93″N	2023.04.27	无色、无味、微浑浊
站位 4(底层) /23D210209	海水	120°47′10.12″E 40°12′51.93″N	2023.04.27	无色、无味、微浑浊
站位 6 /23D210206	海水	120°35′43.84″E 40°15′14.54″N	2023.04.27	无色、无味、微浑浊
站位 7 /23D210241	海水	120°31′35.35″E 40°16′05.85″N	2023.04.27	无色、无味、微浑浊
站位 8 /23D210238	海水	120°29′50.84″E 40°13′07.44″N	2023.04.27	无色、无味、微浑浊
站位 9 /23D210213	海水	120°33′13.42″E 40°11′51.16″N	2023.04.27	无色、无味、微浑浊
站位 10 /23D210212	海水	120°37′56.13″E 40°10′04.48″N	2023.04.27	无色、无味、微浑浊
站位 11(表层) /23D210210	海水	120°44′22.95″E 40°07′38.04″N	2023.04.27	无色、无味、微浑浊
站位 11(底层) /23D210211	海水	120°44′22.95″E 40°07′38.04″N	2023.04.27	无色、无味、微浑浊
站位 12(表层) /23D210217	海水	120°41′15.25″E 40°01′30.18″N	2023.04.27	无色、无味、微浑浊
站位 12(底层) /23D210218	海水	120°41′15.25″E 40°01′30.18″N	2023.04.27	无色、无味、微浑浊
站位 13 /23D210216	海水	120°35′01.14″E 40°05′42.86″N	2023.04.27	无色、无味、微浑浊

天津中环天元环境检测技术服务有限公司
TEL：18664676587

地址：天津滨海-中关村科技园融汇商务园六区 7 号楼 3 门
邮政编码：300450

样 品 信 息

站位名称/编号	检测类别	采样地点	采样时间	样品状态/现场描述
站位 14 /23D210214	海水	120°30′30.52″E 40°08′45.10″N	2023.04.27	无色、无味、微浑浊
站位 15 /23D210237	海水	120°27′07.76″E 40°11′01.35″N	2023.04.27	无色、无味、微浑浊
站位 16 /23D210236	海水	120°21′18.91″E 40°10′15.31″N	2023.04.27	无色、无味、微浑浊
站位 17 /23D210223	海水	120°28′33.19″E 40°05′11.64″N	2023.04.27	无色、无味、清澈
站位 18(表层) /23D210221	海水	120°34′25.98″E 40°01′04.05″N	2023.04.27	无色、无味、微浑浊
站位 18(底层) /23D210222	海水	120°34′25.98″E 40°01′04.05″N	2023.04.27	无色、无味、微浑浊
站位 19(表层) /23D210219	海水	120°37′29.24″E 39°58′57.24″N	2023.04.27	无色、无味、清澈
站位 19(底层) /23D210220	海水	120°37′29.24″E 39°58′57.24″N	2023.04.27	无色、无味、清澈
站位 20(表层) /23D210227	海水	120°26′28.18″E 39°55′04.37″N	2023.04.27	无色、无味、清澈
站位 20(底层) /23D210228	海水	120°26′28.18″E 39°55′04.37″N	2023.04.27	无色、无味、清澈
站位 21(表层) /23D210225	海水	120°22′24.37″E 39°59′25.06″N	2023.04.27	无色、无味、微浑浊
站位 21(底层) /23D210226	海水	120°22′24.37″E 39°59′25.06″N	2023.04.27	无色、无味、微浑浊
站位 22 /23D210224	海水	120°18′56.14″E 40°03′07.16″N	2023.04.27	无色、无味、清澈
站位 23 /23D210235	海水	120°15′08.72″E 40°07′09.14″N	2023.04.27	无色、无味、清澈
站位 24 /23D210234	海水	120°04′45.12″E 40°02′34.96″N	2023.04.27	无色、无味、微浑浊
站位 25(表层) /23D210231	海水	120°08′32.31″E 39°58′14.01″N	2023.04.27	无色、无味、微浑浊
站位 25(底层) /23D210232	海水	120°08′32.31″E 39°58′14.01″N	2023.04.27	无色、无味、微浑浊

样 品 信 息

站位名称/编号	检测类别	采样地点	采样时间	样品状态/现场描述
站位 26(表层) /23D210229	海水	120°12′21.63″E 39°53′49.92″N	2023.04.27	无色、无味、微浑浊
站位 26(底层) /23D210230	海水	120°12′21.63″E 39°53′49.92″N	2023.04.27	无色、无味、微浑浊
站位 27 /23D210243	海水	120°30′24.25″E 40°17′04.30″N	2023.04.27	无色、无味、微浑浊
站位 28 /23D210239	海水	120°30′28.43″E 40°15′37.62″N	2023.04.27	无色、无味、微浑浊
站位 29 /23D210242	海水	120°31′24.04″E 40°17′05.07″N	2023.04.27	无色、无味、微浑浊
站位 30 /23D210240	海水	120°31′30.38″E 40°15′31.91″N	2023.04.27	无色、无味、微浑浊
站位 1 /23D2102CJW03	海洋沉积物	120°36′13.41″E 40°21′34.91″N	2023.04.26	黑褐色、微臭、泥状
站位 2 /23D2102CJW01	海洋沉积物	120°42′45.06″E 40°19′45.88″N	2023.04.26	黑褐色、微臭、泥状
站位 3 /23D2102CJW02	海洋沉积物	120°49′24.03″E 40°17′55.86″N	2023.04.26	黑褐色、微臭、泥状
站位 8 /23D2102CJW04	海洋沉积物	120°29′50.84″E 40°13′07.44″N	2023.04.26	黑褐色、微臭、泥沙状
站位 9 /23D2102CJW06	海洋沉积物	120°33′13.42″E 40°11′51.16″N	2023.04.26	黑褐色、微臭、泥沙状
站位 10 /23D2102CJW05	海洋沉积物	120°37′56.13″E 40°10′04.48″N	2023.04.26	黑褐色、微臭、泥沙状
站位 12 /23D2102CJW07	海洋沉积物	120°41′15.25″E 40°01′30.18″N	2023.04.26	黑褐色、微臭、泥沙状
站位 16 /23D2102CJW10	海洋沉积物	120°21′18.91″E 40°10′15.31″N	2023.04.26	黑褐色、微臭、泥沙状
站位 17 /23D2102CJW09	海洋沉积物	120°28′33.19″E 40°05′11.64″N	2023.04.26	黑褐色、微臭、泥沙状
站位 18 /23D2102CJW08	海洋沉积物	120°34′25.98″E 40°01′04.05″N	2023.04.26	黑褐色、微臭、泥沙状
站位 22 /23D2102CJW10	海洋沉积物	120°18′56.14″E 40°03′07.16″N	2023.04.26	黑褐色、微臭、泥沙状
站位 25 /23D2102CJW13	海洋沉积物	120°08′32.31″E 39°58′14.01″N	2023.04.26	黑褐色、微臭、泥沙状

样 品 信 息

站位名称/编号	检测类别	采样地点	采样时间	样品状态/现场描述
站位 26 /23D2102CJW12	海洋沉积物	120°12′21.63″E 39°53′49.92″N	2023.04.26	黑褐色、微臭、泥沙状
站位 28 /23D2102CJW14	海洋沉积物	120°30′28.42″E 40°15′37.62″N	2023.04.26	黑褐色、微臭、泥沙状
站位 29 /23D2102CJW16	海洋沉积物	120°31′24.04″E 40°17′05.07″N	2023.04.26	棕色、无味、沙状
站位 30 /23D2102CJW15	海洋沉积物	120°31′30.38″E 40°15′31.91″N	2023.04.26	黑褐色、微臭、泥沙状
站位 1 /23D2102LD50	海洋沉积物	120°03′46.89″E 40°00′52.65″N	2023.04.29	黑褐色、微臭、泥沙状
站位 2 /23D2102LD49	海洋沉积物	120°11′04.86″E 39°55′18.07″N	2023.04.29	黑褐色、微臭、泥沙状
站位 3 /23D2102LD48	海洋沉积物	120°20′20.82″E 39°48′11.37″N	2023.04.29	黑褐色、微臭、泥沙状
站位 4 /23D2102LD46	海洋沉积物	120°08′46.30″E 40°03′55.36″N	2023.04.29	黑褐色、微臭、沙状
站位 5 /23D2102LD47	海洋沉积物	120°16′40.04″E 39°57′52.99″N	2023.04.29	黑褐色、微臭、泥沙状
站位 6 /23D2102LD41	海洋沉积物	120°24′48.25″E 39°51′37.86″N	2023.04.29	黑褐色、微臭、泥沙状
站位 7 /23D2102LD42	海洋沉积物	120°12′49.62″E 40°06′09.58″N	2023.04.29	黑褐色、微臭、沙状
站位 8 /23D2102LD43	海洋沉积物	120°17′04.59″E 40°02′54.56″N	2023.04.29	黑褐色、微臭、泥沙状
站位 9 /23D2102LD44	海洋沉积物	120°22′41.55″E 39°58′36.11″N	2023.04.29	黑褐色、微臭、泥沙状
站位 10 /23D2102LD45	海洋沉积物	120°28′25.74″E 39°54′11.27″N	2023.04.29	黑褐色、微臭、泥沙状
站位 11 /23D2102LD37	海洋沉积物	120°15′58.74″E 40°07′33.78″N	2023.04.29	黑褐色、微臭、泥沙状
站位 12 /23D2102LD38	海洋沉积物	120°19′53.05″E 40°04′34.42″N	2023.04.29	黑褐色、微臭、泥沙状
站位 13 /23D2102LD39	海洋沉积物	120°25′17.10″E 40°00′25.72″N	2023.04.29	黑褐色、微臭、泥沙状
站位 14 /23D2102LD40	海洋沉积物	120°30′37.75″E 39°56′18.90″N	2023.04.29	黑褐色、微臭、泥沙状

样 品 信 息

站位名称/编号	检测类别	采样地点	采样时间	样品状态/现场描述
站位 15 /23D2102LD36	海洋沉积物	120°18′49.12″E 40°09′12.32″N	2023.04.29	黑褐色、微臭、泥沙状
站位 16 /23D2102LD35	海洋沉积物	120°21′39.46″E 40°07′01.88″N	2023.04.29	黑褐色、微臭、泥沙状
站位 17 /23D2102LD34	海洋沉积物	120°24′48.31″E 40°04′37.03″N	2023.04.29	黑褐色、微臭、泥沙状
站位 18 /23D2102LD33	海洋沉积物	120°28′42.00″E 40°01′37.44″N	2023.04.29	黑褐色、微臭、泥沙状
站位 19 /23D2102LD32	海洋沉积物	120°33′19.38″E 39°58′03.75″N	2023.04.29	黑褐色、微臭、泥沙状
站位 20 /23D2102LD27	海洋沉积物	120°22′21.45″E 40°10′18.77″N	2023.04.29	黑褐色、微臭、泥沙状
站位 21 /23D2102LD28	海洋沉积物	120°24′38.20″E 40°08′33.96″N	2023.04.29	黑褐色、微臭、泥沙状
站位 22 /23D2102LD29	海洋沉积物	120°28′38.48″E 40°05′29.48″N	2023.04.29	黑褐色、微臭、泥沙状
站位 23 /23D2102LD30	海洋沉积物	120°32′25.70″E 40°02′34.64″	2023.04.29	黑褐色、微臭、泥沙状
站位 25 /23D2102LD26	海洋沉积物	120°26′20.52″E 40°11′04.70″N	2023.04.29	黑褐色、微臭、泥沙状
站位 24 /23D2102LD31	海洋沉积物	120°36′09.34″E 39°59′42.20″N	2023.04.29	黑褐色、微臭、泥沙状
站位 26 /23D2102LD25	海洋沉积物	120°29′04.00″E 40°08′59.23″N	2023.04.28	黑褐色、微臭、泥沙状
站位 27 /23D2102LD24	海洋沉积物	120°31′31.32″E 40°07′05.99″N	2023.04.28	黑褐色、微臭、泥状
站位 28 /23D2102LD23	海洋沉积物	120°34′56.57″E 40°04′27.97″N	2023.04.28	黑褐色、微臭、泥沙状
站位 29 /23D2102LD22	海洋沉积物	120°38′33.32″E 40°01′40.76″N	2023.04.28	黑褐色、微臭、泥沙状
站位 30 /23D2102LD17	海洋沉积物	120°28′52.99″E 40°12′11.16″N	2023.04.28	黑褐色、微臭、泥沙状
站位 31 /23D2102LD18	海洋沉积物	120°32′10.21″E 40°09′39.67″N	2023.04.28	黑褐色、微臭、泥沙状
站位 32 /23D2102LD19	海洋沉积物	120°34′33.62″E 40°07′49.33″N	2023.04.28	黑褐色、微臭、泥沙状

样 品 信 息

站位名称/编号	检测类别	采样地点	采样时间	样品状态/现场描述
站位 33 /23D2102LD20	海洋沉积物	120°37′25.52″E 40°05′36.87″N	2023.04.28	黑褐色、微臭、泥沙状
站位 34 /23D2102LD21	海洋沉积物	120°40′51.88″E 40°02′57.58″N	2023.04.28	黑褐色、微臭、泥沙状
站位 35 /23D2102LD16	海洋沉积物	120°30′14.47″E 40°14′12.14″N	2023.04.28	黑褐色、微臭、泥沙状
站位 36 /23D2102LD15	海洋沉积物	120°32′50.12″E 40°12′12.59″N	2023.04.28	黑褐色、微臭、泥沙状
站位 37 /23D2102LD14	海洋沉积物	120°35′27.88″E 40°10′11.25″N	2023.04.28	黑褐色、微臭、泥沙状
站位 38 /23D2102LD13	海洋沉积物	120°38′47.63″E 40°07′37.35″N	2023.04.28	黑褐色、微臭、泥沙状
站位 39 /23D2102LD12	海洋沉积物	120°42′14.42″E 40°04′57.72″N	2023.04.28	黑褐色、微臭、泥沙状
站位 40 /23D2102LD07	海洋沉积物	120°32′08.37″E 40°17′20.06″N	2023.04.28	黄棕色、微臭、沙状
站位 41 /23D2102LD08	海洋沉积物	120°34′46.13″E 40°15′18.90″N	2023.04.28	黑褐色、微臭、泥沙状
站位 42 /23D2102LD09	海洋沉积物	120°38′20.20″E 40°12′34.21″N	2023.04.28	黑褐色、微臭、泥沙状
站位 43 /23D2102LD10	海洋沉积物	120°42′27.64″E 40°09′23.43″N	2023.04.28	黑褐色、微臭、泥沙状
站位 44 /23D2102LD11	海洋沉积物	120°45′44.83″E 40°06′51.08″N	2023.04.28	黑褐色、微臭、泥沙状
站位 45 /23D2102LD03	海洋沉积物	120°34′44.96″E 40°21′27.16″N	2023.04.28	黑褐色、微臭、泥沙状
站位 46 /23D2102LD05	海洋沉积物	120°42′53.88″E 40°15′11.10″N	2023.04.28	黑褐色、微臭、泥沙状
站位 47 /23D2102LD06	海洋沉积物	120°49′49.95″E 40°09′49.70″N	2023.04.28	黑褐色、微臭、泥沙状
站位 48 /23D2102LD04	海洋沉积物	120°36′41.39″E 40°26′51.20″N	2023.04.28	黑褐色、微臭、泥沙状
站位 49 /23D2102LD02	海洋沉积物	120°45′16.49″E 40°20′15.18″N	2023.04.28	黑褐色、微臭、泥沙状
站位 50 /23D2102LD01	海洋沉积物	120°54′38.18″E 40°13′01.15″N	2023.04.28	黑褐色、微臭、泥沙状

样 品 信 息

站位名称/编号	检测项目	采样地点	采样时间	样品状态/现场描述
站位 2 /23D2102SWT01	生物体质量	120°42′45.06″E 40°19′45.88″N	2023.04.24	/
站位 5 /23D2102SWT02	生物体质量	120°40′52.56″E 40°14′10.54″N	2023.04.24	/
站位 7 /23D2102SWT18	生物体质量	120°31′35.35″E 40°16′05.85″N	2023.04.25	/
站位 9 /23D2102SWT05	生物体质量	120°33′13.42″E 40°11′51.16″N	2023.04.24	/
站位 10 /23D2102SWT04	生物体质量	120°37′56.13″E 40°10′04.48″N	2023.04.24	/
站位 11 /23D2102SWT03	生物体质量	120°44′22.95″E 40°07′38.04″N	2023.04.24	/
站位 13 /23D2102SWT08	生物体质量	120°35′01.14″E 40°05′42.86″N	2023.04.24	/
站位 14 /23D2102SWT07	生物体质量	120°30′30.52″E 40°08′45.10″N	2023.04.24	/
站位 15 /23D2102SWT06	生物体质量	120°27′07.76″E 40°11′01.35″N	2023.04.24	/
站位 17 /23D2102SWT11	生物体质量	120°28′33.19″E 40°05′11.64″N	2023.04.25	/
站位 18 /23D2102SWT10	生物体质量	120°34′25.98″E 40°01′04.05″N	2023.04.24	/
站位 19 /23D2102SWT09	生物体质量	120°37′29.24″E 39°58′57.24″N	2023.04.24	/
站位 21 /23D2102SWT13	生物体质量	120°22′24.37″E 39°59′25.06″N	2023.04.25	/
站位 22 /23D2102SWT12	生物体质量	120°18′56.14″E 40°03′07.16″N	2023.04.25	/
站位 25 /23D2102SWT15	生物体质量	120°08′32.31″E 39°58′14.01″N	2023.04.25	/
站位 26 /23D2102SWT14	生物体质量	120°12′21.63″E 39°53′49.92″N	2023.04.25	/
站位 27 /23D2102SWT20	生物体质量	120°30′24.25″E 40°17′04.30″N	2023.04.25	/
站位 28 /23D2102SWT16	生物体质量	120°30′28.42″E 40°15′37.62″N	2023.04.25	/
站位 29 /23D2102SWT19	生物体质量	120°31′24.04″E 40°17′05.07″N	2023.04.25	/
站位 30 /23D2102SWT17	生物体质量	120°31′30.38″E 40°15′31.91″N	2023.04.25	/

样 品 信 息

站位名称/编号	检测项目	采样地点	采样时间	样品状态/现场描述
站位 2 /23D2102FYSW01	浮游植物 浮游动物	120°42′45.06″E 40°19′45.88″N	2023.04.26	无赤潮、无明显臭味
站位 5 /23D2102FYSW02	浮游植物 浮游动物	120°40′52.56″E 40°14′10.54″N	2023.04.26	无赤潮、无明显臭味
站位 7 /23D2102FYSW18	浮游植物 浮游动物	120°31′35.35″E 40°16′05.85″N	2023.04.26	无赤潮、无明显臭味
站位 9 /23D2102FYSW05	浮游植物 浮游动物	120°33′13.42″E 40°11′51.16″N	2023.04.26	无赤潮、无明显臭味
站位 10 /23D2102FYSW04	浮游植物 浮游动物	120°37′56.13″E 40°10′04.48″N	2023.04.26	无赤潮、无明显臭味
站位 11 /23D2102FYSW03	浮游植物 浮游动物	120°44′22.95″E 40°07′38.04″N	2023.04.26	无赤潮、无明显臭味
站位 13 /23D21021FYSW08	浮游植物 浮游动物	120°35′01.14″E 40°05′42.86″N	2023.04.26	无赤潮、无明显臭味
站位 14 /23D2102FYSW07	浮游植物 浮游动物	120°30′30.52″E 40°08′45.10″N	2023.04.26	无赤潮、无明显臭味
站位 15 /23D2102FYSW06	浮游植物 浮游动物	120°27′07.76″E 40°11′01.35″N	2023.04.26	无赤潮、无明显臭味
站位 17 /23D2102FYSW11	浮游植物 浮游动物	120°28′33.19″E 40°05′11.64″N	2023.04.26	无赤潮、无明显臭味
站位 18 /23D2102FYSW10	浮游植物 浮游动物	120°34′25.98″E 40°01′04.05″N	2023.04.26	无赤潮、无明显臭味
站位 19 /23D2102FYSW09	浮游植物 浮游动物	120°37′29.24″E 39°58′57.24″N	2023.04.26	无赤潮、无明显臭味
站位 21 /23D2102FYSW13	浮游植物 浮游动物	120°22′24.37″E 39°59′25.06″N	2023.04.26	无赤潮、无明显臭味
站位 22 /23D2102FYSW12	浮游植物 浮游动物	120°18′56.14″E 40°03′07.16″N	2023.04.26	无赤潮、无明显臭味
站位 25 /23D2102FYSW15	浮游植物 浮游动物	120°08′32.31″E 39°58′14.01″N	2023.04.26	无赤潮、无明显臭味
站位 26 /23D2102FYSW14	浮游植物 浮游动物	120°12′21.63″E 39°53′49.92″N	2023.04.26	无赤潮、无明显臭味
站位 27 /23D2102FYSW20	浮游植物 浮游动物	120°30′24.25″E 40°17′04.30″N	2023.04.26	无赤潮、无明显臭味
站位 28 /23D2102FYSW16	浮游植物 浮游动物	120°30′28.42″E 40°15′37.62″N	2023.04.26	无赤潮、无明显臭味
站位 29 /23D2102FYSW19	浮游植物 浮游动物	120°31′24.04″E 40°17′05.07″N	2023.04.26	无赤潮、无明显臭味
站位 30 /23D2102FYSW17	浮游植物 浮游动物	120°31′30.38″E 40°15′31.91″N	2023.04.26	无赤潮、无明显臭味

样 品 信 息

站位名称/编号	检测项目	采样地点	采样时间	样品状态/现场描述
站位 2 /23D2102DQ01	大型底栖生物	120°42′45.06″E 40°19′45.88″N	2023.04.26	无赤潮、无明显臭味
站位 5 /23D2102DQ02	大型底栖生物	120°40′52.56″E 40°14′10.54″N	2023.04.26	无赤潮、无明显臭味
站位 7 /23D2102DQ18	大型底栖生物	120°31′35.35″E 40°16′05.85″N	2023.04.26	无赤潮、无明显臭味
站位 9 /23D2102DQ05	大型底栖生物	120°33′13.42″E 40°11′51.16″N	2023.04.26	无赤潮、无明显臭味
站位 10 /23D2102DQ04	大型底栖生物	120°37′56.13″E 40°10′04.48″N	2023.04.26	无赤潮、无明显臭味
站位 11 /23D2102DQ03	大型底栖生物	120°44′22.95″E 40°07′38.04″N	2023.04.26	无赤潮、无明显臭味
站位 13 /23D21021DQ08	大型底栖生物	120°35′01.14″E 40°05′42.86″N	2023.04.26	无赤潮、无明显臭味
站位 14 /23D2102DQ07	大型底栖生物	120°30′30.52″E 40°08′45.10″N	2023.04.26	无赤潮、无明显臭味
站位 15 /23D2102DQ06	大型底栖生物	120°27′07.76″E 40°11′01.35″N	2023.04.26	无赤潮、无明显臭味
站位 17 /23D2102DQ11	大型底栖生物	120°28′33.19″E 40°05′11.64″N	2023.04.26	无赤潮、无明显臭味
站位 18 /23D2102DQ10	大型底栖生物	120°34′25.98″E 40°01′04.05″N	2023.04.26	无赤潮、无明显臭味
站位 19 /23D21021DQ09	大型底栖生物	120°37′29.24″E 39°58′57.24″N	2023.04.26	无赤潮、无明显臭味
站位 21 /23D2102DQ13	大型底栖生物	120°22′24.37″E 39°59′25.06″N	2023.04.26	无赤潮、无明显臭味
站位 22 /23D2102DQ12	大型底栖生物	120°18′56.14″E 40°03′07.16″N	2023.04.26	无赤潮、无明显臭味
站位 25 /23D2102DQ15	大型底栖生物	120°08′32.31″E 39°58′14.01″N	2023.04.26	无赤潮、无明显臭味
站位 26 /23D2102DQ14	大型底栖生物	120°12′21.63″E 39°53′49.92″N	2023.04.26	无赤潮、无明显臭味
站位 27 /23D2102DQ20	大型底栖生物	120°30′24.25″E 40°17′04.30″N	2023.04.26	无赤潮、无明显臭味
站位 28 /23D2102DQ16	大型底栖生物	120°30′28.42″E 40°15′37.62″N	2023.04.26	无赤潮、无明显臭味
站位 29 /23D2102DQ19	大型底栖生物	120°31′24.04″E 40°17′05.07″N	2023.04.26	无赤潮、无明显臭味
站位 30 /23D2102DQ17	大型底栖生物	120°31′30.38″E 40°15′31.91″N	2023.04.26	无赤潮、无明显臭味

样 品 信 息

站位名称/编号	检测项目	采样地点	采样时间	样品状态/现场描述
C31-1 /23D2102CJD01	潮间带生物	120°27′45.64″E 40°12′45.59″N	2023.04.30	无赤潮、无明显臭味
C31-2 /23D2102CJD02	潮间带生物	120°27′45.75″E 40°12′43.85″N	2023.04.30	无赤潮、无明显臭味
C31-3 /23D2102CJD08	潮间带生物	120°24′46.30″E 40°11′42.40″N	2023.04.30	无赤潮、无明显臭味
C31-4 /23D2102CJD09	潮间带生物	120°24′46.24″E 40°11′41.28″N	2023.04.30	无赤潮、无明显臭味
C31-5 /23D2102CJD10	潮间带生物	120°24′46.10″E 40°11′40.03″N	2023.04.30	无赤潮、无明显臭味
C31-6 /23D2102CJD11	潮间带生物	120°24′45.90″E 40°11′38.34″N	2023.04.30	无赤潮、无明显臭味
C32-1 /23D2102CJD13	潮间带生物	120°30′58.86″E 40°16′11.25″N	2023.05.01	无赤潮、无明显臭味
C32-2 /23D2102CJD14	潮间带生物	120°30′59.08″E 40°16′11.25″N	2023.05.01	无赤潮、无明显臭味
C32-3 /23D2102CJD15	潮间带生物	120°30′59.31″E 40°16′11.24″N	2023.05.01	无赤潮、无明显臭味
C32-4 /23D2102CJD16	潮间带生物	120°30′59.50″E 40°16′11.24″N	2023.05.01	无赤潮、无明显臭味
C32-5 /23D2102CJD17	潮间带生物	120°30′59.68″E 40°16′11.24″N	2023.05.01	无赤潮、无明显臭味
C32-6 /23D2102CJD18	潮间带生物	120°30′59.87″E 40°16′11.24″N	2023.05.01	无赤潮、无明显臭味
C33-1 /23D2102CJD03	潮间带生物	120°28′20.12″E 40°13′18.69″N	2023.04.30	无赤潮、无明显臭味
C33-2 /23D2102CJD04	潮间带生物	120°28′20.71″E 40°13′18.45″N	2023.04.30	无赤潮、无明显臭味
C33-3 /23D2102CJD05	潮间带生物	120°28′21.79″E 40°13′17.94″N	2023.04.30	无赤潮、无明显臭味
C33-4 /23D2102CJD06	潮间带生物	120°28′22.27″E 40°13′17.73″N	2023.04.30	无赤潮、无明显臭味
C33-5 /23D2102CJD07	潮间带生物	120°28′22.71″E 40°13′17.54″N	2023.04.30	无赤潮、无明显臭味
C33-6 /23D2102CJD12	潮间带生物	120°28′24.08″E 40°13′17.04″N	2023.04.30	无赤潮、无明显臭味

样 品 信 息

站位名称/编号	检测项目	采样地点	采样时间	样品状态/现场描述
站位 2 /23D2102YL01	鱼类浮游生物	120°42′45.06″E 40°19′45.88″N	2023.04.26	无赤潮、无明显臭味
站位 5 /23D2102YL02	鱼类浮游生物	120°40′52.56″E 40°14′10.54″N	2023.04.26	无赤潮、无明显臭味
站位 7 /23D2102YL18	鱼类浮游生物	120°31′35.35″E 40°16′05.85″N	2023.04.26	无赤潮、无明显臭味
站位 9 /23D2102YL05	鱼类浮游生物	120°33′13.42″E 40°11′51.16″N	2023.04.26	无赤潮、无明显臭味
站位 10 /23D2102YL04	鱼类浮游生物	120°37′56.13″E 40°10′04.48″N	2023.04.26	无赤潮、无明显臭味
站位 11 /23D2102YL03	鱼类浮游生物	120°44′22.95″E 40°07′38.04″N	2023.04.26	无赤潮、无明显臭味
站位 13 /23D2102YL08	鱼类浮游生物	120°35′01.14″E 40°05′42.86″N	2023.04.26	无赤潮、无明显臭味
站位 14 /23D2102YL07	鱼类浮游生物	120°30′30.52″E 40°08′45.10″N	2023.04.26	无赤潮、无明显臭味
站位 15 /23D2102YL06	鱼类浮游生物	120°27′07.76″E 40°11′01.35″N	2023.04.26	无赤潮、无明显臭味
站位 17 /23D2102YL11	鱼类浮游生物	120°28′33.19″E 40°05′11.64″N	2023.04.26	无赤潮、无明显臭味
站位 18 /23D2102YL10	鱼类浮游生物	120°34′25.98″E 40°01′04.05″N	2023.04.26	无赤潮、无明显臭味
站位 19 /23D2102YL09	鱼类浮游生物	120°37′29.24″E 39°58′57.24″N	2023.04.26	无赤潮、无明显臭味
站位 21 /23D2102YL13	鱼类浮游生物	120°22′24.37″E 39°59′25.06″N	2023.04.26	无赤潮、无明显臭味
站位 22 /23D2102YL12	鱼类浮游生物	120°18′56.14″E 40°03′07.16″N	2023.04.26	无赤潮、无明显臭味
站位 25 /23D2102YL15	鱼类浮游生物	120°08′32.31″E 39°58′14.01″N	2023.04.26	无赤潮、无明显臭味
站位 26 /23D2102YL14	鱼类浮游生物	120°12′21.63″E 39°53′49.92″N	2023.04.26	无赤潮、无明显臭味
站位 27 /23D2102YL20	鱼类浮游生物	120°30′24.25″E 40°17′04.30″N	2023.04.26	无赤潮、无明显臭味
站位 28 /23D2102YL16	鱼类浮游生物	120°30′28.42″E 40°15′37.62″N	2023.04.26	无赤潮、无明显臭味
站位 29 /23D2102YL19	鱼类浮游生物	120°31′24.04″E 40°17′05.07″N	2023.04.26	无赤潮、无明显臭味
站位 30 /23D2102YL17	鱼类浮游生物	120°31′30.38″E 40°15′31.91″N	2023.04.26	无赤潮、无明显臭味

样 品 信 息

站位名称/编号	检测项目	放网经纬度	起网经纬度	采样时间	样品状态/现场描述
站位 2 /23D2102YYDW01	游泳动物	120°40′10.95″E 40°18′35.96″N	120°42′45.06″E 40°19′45.88″N	2023.04.24	无赤潮、无明显臭味
站位 5 /23D2102YYDW02	游泳动物	120°38′49.38″E 40°15′27.08″N	120°40′52.56″E 40°14′10.54″N	2023.04.24	无赤潮、无明显臭味
站位 7 /23D2102YYDW18	游泳动物	120°32′36.11″E 40°13′38.58″N	120°31′35.35″E 40°16′05.85″N	2023.04.25	无赤潮、无明显臭味
站位 9 /23D2102YYDW05	游泳动物	120°35′05.67″E 40°10′58.11″N	120°33′13.42″E 40°11′51.16″N	2023.04.24	无赤潮、无明显臭味
站位 10 /23D2102YYDW04	游泳动物	120°39′43.76″E 40°09′31.22″N	120°37′56.13″E 40°10′04.48″N	2023.04.24	无赤潮、无明显臭味
站位 11 /23D2102YYDW03	游泳动物	120°42′52.86″E 40°09′35.94″N	120°44′22.95″E 40°07′38.04″N	2023.04.24	无赤潮、无明显臭味
站位 13 /23D2102YYDW08	游泳动物	120°33′05.78″E 40°06′59.09″N	120°35′01.14″E 40°05′42.86″N	2023.04.24	无赤潮、无明显臭味
站位 14 /23D2102YYDW07	游泳动物	120°28′22.74″E 40°09′47.28″N	120°30′30.52″E 40°08′45.10″N	2023.04.24	无赤潮、无明显臭味
站位 15 /23D2102YYDW06	游泳动物	120°28′43.76″E 40°12′11.75″N	120°27′07.76″E 40°11′01.35″N	2023.04.24	无赤潮、无明显臭味
站位 17 /23D2102YYDW11	游泳动物	120°30′01.62″E 40°04′15.52″N	120°28′33.19″E 40°05′11.64″N	2023.04.25	无赤潮、无明显臭味
站位 18 /23D2102YYDW10	游泳动物	120°35′55.10″E 40°00′00.02″N	120°34′25.98″E 40°01′04.05″N	2023.04.24	无赤潮、无明显臭味
站位 19 /23D2102YYDW09	游泳动物	120°37′19.15″E 40°00′53.03″N	120°37′29.24″E 39°58′57.24″N	2023.04.24	无赤潮、无明显臭味
站位 21 /23D2102YYDW13	游泳动物	120°21′13.86″E 40°01′03.45″N	120°22′24.37″E 39°59′25.06″N	2023.04.25	无赤潮、无明显臭味
站位 22 /23D2102YYDW12	游泳动物	120°21′23.75″E 40°03′44.31″N	120°18′56.14″E 40°03′07.16″N	2023.04.25	无赤潮、无明显臭味
站位 25 /23D2102YYDW15	游泳动物	120°10′20.04″E 39°57′27.54″N	120°08′32.31″E 39°58′14.01″N	2023.04.25	无赤潮、无明显臭味
站位 26 /23D2102YYDW14	游泳动物	120°13′52.63″E 39°55′11.07″N	120°12′21.63″E 39°53′49.92″N	2023.04.25	无赤潮、无明显臭味
站位 27 /23D2102YYDW20	游泳动物	120°32′48.48″E 40°20′00.93″N	120°30′24.25″E 40°17′04.30″N	2023.04.25	无赤潮、无明显臭味
站位 28 /23D2102YYDW16	游泳动物	120°34′28.59″E 40°14′54.06″N	120°30′28.42″E 40°15′37.62″N	2023.04.25	无赤潮、无明显臭味
站位 29 /23D2102YYDW19	游泳动物	120°33′40.38″E 40°19′26.07″N	120°31′24.04″E 40°17′05.07″N	2023.04.25	无赤潮、无明显臭味
站位 30 /23D2102YYDW17	游泳动物	120°33′51.51″E 40°17′10.81″N	120°31′30.38″E 40°15′31.91″N	2023.04.25	无赤潮、无明显臭味

正本

报告编号(Report ID)：ZHTY2023042102b

检 测 报 告
(Testing Report)

检测类别： (Test Typle)	海水
委托单位： (Applicant)	葫芦岛自然资源局
受测单位： （Inspection unit）	葫芦岛自然资源局
检测单位： （Testing Unit）	天津中环天元环境检测技术服务有限公司

检验检测专用章

样 品 信 息

报告编号：ZHTY2023042102b

站位名称/编号	检测项目	采样地点	采样时间	样品状态/现场描述
站位 2(表层) /23D210201	初级生产力	120°42′45.06″E 40°19′45.88″N	2023.04.27	无色、无味、清澈
站位 2(底层) /23D210202	初级生产力	120°42′45.06″E 40°19′45.88″N	2023.04.27	无色、无味、微浑浊
站位 5 /23D210207	初级生产力	120°40′52.56″E 40°14′10.54″N	2023.04.27	无色、无味、微浑浊
站位 7 /23D210241	初级生产力	120°31′35.35″E 40°16′05.85″N	2023.04.27	无色、无味、微浑浊
站位 9 /23D210213	初级生产力	120°33′13.42″E 40°11′51.16″N	2023.04.27	无色、无味、微浑浊
站位 10 /23D210212	初级生产力	120°37′56.13″E 40°10′04.48″N	2023.04.27	无色、无味、微浑浊
站位 11(表层) /23D210210	初级生产力	120°44′22.95″E 40°07′38.04″N	2023.04.27	无色、无味、微浑浊
站位 11(底层) /23D210211	初级生产力	120°44′22.95″E 40°07′38.04″N	2023.04.27	无色、无味、微浑浊
站位 13 /23D210216	初级生产力	120°35′01.14″E 40°05′42.86″N	2023.04.27	无色、无味、微浑浊
站位 14 /23D210214	初级生产力	120°30′30.52″E 40°08′45.10″N	2023.04.27	无色、无味、微浑浊
站位 15 /23D210237	初级生产力	120°27′07.76″E 40°11′01.35″N	2023.04.27	无色、无味、微浑浊
站位 17 /23D210223	初级生产力	120°28′33.19″E 40°05′11.64″N	2023.04.27	无色、无味、清澈
站位 18(表层) /23D210221	初级生产力	120°34′25.98″E 40°01′04.05″N	2023.04.27	无色、无味、微浑浊
站位 18(底层) /23D210222	初级生产力	120°34′25.98″E 40°01′04.05″N	2023.04.27	无色、无味、微浑浊
站位 19(表层) /23D210219	初级生产力	120°37′29.24″E 39°58′57.24″N	2023.04.27	无色、无味、清澈
站位 19(底层) /23D210220	初级生产力	120°37′29.24″E 39°58′57.24″N	2023.04.27	无色、无味、清澈
站位 21(表层) /23D210225	初级生产力	120°22′24.37″E 39°59′25.06″N	2023.04.27	无色、无味、微浑浊
站位 21(底层) /23D210226	初级生产力	120°22′24.37″E 39°59′25.06″N	2023.04.27	无色、无味、微浑浊
站位 22 /23D210224	初级生产力	120°18′56.14″E 40°03′07.16″N	2023.04.27	无色、无味、清澈

天津中环天元环境检测技术服务有限公司
TEL：18664676587

地址：天津滨海-中关村科技园融汇商务园六区 7 号楼 3 门
邮政编码：300450

17.3 三线一单查询结果

“三线一单”管控单元查询申请表

申请查询单位（盖章）		葫芦岛市自然资源局		
联系人姓名		张雪飞	电话	0429-3113990
申请日期		2023 年 7 月 26 日		
查询项目	项目名称	辽宁省绥中县六股河口外海域 KT2 区块海砂开采项目		
	项目概况	葫芦岛市 2023 年拟出让 KT2 区块海域位于葫芦岛市绥中县六股河口外海域，海域面积约为 5 平方公里。		
	四至范围 经纬度坐标（2000 国家大地坐标系）	拐点编号	经纬度坐标	
			经度（E）	纬度（N）
		KT2-1	120° 30′ 38″	40° 08′ 26″
		KT2-2	120° 32′ 03″	40° 09′ 56″
		KT2-3	120° 31′ 09″	40° 10′ 24″
		KT2-4	120° 29′ 49″	40° 08′ 51″
	Shp 格式文件	辽宁省绥中县六股河口外海域 KT2 区块海砂开采项目.shp		
业务部门意见				

回执：葫芦岛市自然资源局（单位）的申请表收悉。经查询，项目所在环境管控单元类别为：一般管控区（优先保护区、重点管控区或一般管控区）；环境管控单元编码为：HY21140030003 。

（查询部门盖章）

2023 年 7 月 26 日

查询人： 周慧晶　　查询日期： 2023 年 7 月 26 日

（本申请表一式两份，一份回执，一份归档）

17.4 关于《辽宁省绥中县六股河口外海域KT2区块海砂资源勘探报告》矿产资源储量评审备案的复函

辽自然资储备字[2023]23号

关于《辽宁省绥中县六股河口外海域KT2区块
海砂资源勘探报告》
矿产资源储量评审备案的复函

葫芦岛市自然资源局：

你单位申请矿产资源储量评审备案的有关材料收悉。经审查，符合相关规定，予以通过评审备案。

本函仅适用于采矿权出让使用，不作其他用途。

如对评审备案结果有异议的，可自收到本函之日起六十日内依法申请行政复议，或自收到本函之日起六个月内向有管辖权的人民法院提起诉讼。

附件：《辽宁省绥中县六股河口外海域KT2区块海砂资源勘探报告》矿产资源储量评审意见书

辽宁省自然资源厅

2023年8月15日

辽宁省绥中县六股河口外海域KT2区块
海砂资源勘探报告

评审意见书

辽储评（储）字[2023]024号

辽宁省自然资源事务服务中心

2023年8月11日

报告申报单位：葫芦岛市自然资源局

单位负责人：傅立群

报告提交日期：2023年7月7日

报告编制单位：青岛海洋工程勘察设计研究院有限公司

单位负责人：胡泽建

总工程师：刘伟民

报告编写人：王振豪　董立峰　杜星　周其坤
宋玉鹏　宋丙辉　刘敦武　郭若舜

评审机构：辽宁省自然资源事务服务中心

单位负责人：韩　勇

评审专家：李　芃 石玉学 戴晓川 李　静 李恩宏
李志锋

初审日期：2023年7月8日～2023年7月14日

复审日期：2023年7月28日～2023年8月9日

为出让辽宁省绥中县六股河口外海域海砂采矿权，葫芦岛市自然资源局委托青岛海洋工程勘察设计研究院有限公司，对该区域海砂矿开展勘探工作。青岛海洋工程勘察设计研究院有限公司于2023年7月编制完成了《辽宁省绥中县六股河口外海域KT2区块海砂资源勘探报告》，并于2023年7月上旬报送至我中心申报评审备案。我中心聘请6名专家组成评审专家组对报告进行评审，7月14日在葫芦岛市召开评审会议，提出修改意见，修改后经复审，最终形成本评审意见书。

一、矿区概况

（一）位置、交通

矿区位于辽宁省绥中县，行政隶属辽宁省绥中县管辖。矿区地理坐标：东经120° 29′ 49″~120° 32′ 03″，北纬：40° 08′ 26″~40° 10′ 24″。

矿区离岸最近约6km，离生态保护区约4km，和六股河保留区无重叠交叉。勘探区交通方便，距离绥中港约35km，陆域公路密集。矿区水深11.9m~27.7m，通航条件好，有利于运砂船运输海砂。

（二）矿业权设置情况

勘探区目前没有矿业权设置。

经葫芦岛市自然资源局确定的矿区范围由4拐点连接界定。矿区范围拐点坐标见表1。

表 1　　矿区范围拐点坐标表（CGCS2000 坐标系）

矿区编号	拐点编号	经纬度坐标		直角坐标	
		经度（E）	纬度（N）	X/北向（m）	Y/东向（m）
KT2	KT2-1	120° 30′ 38″	40° 08′ 26″	4445267.66	40543516.17
	KT2-2	120° 32′ 03″	40° 09′ 56″	4448050.78	40545496.41
	KT2-3	120° 31′ 09″	40° 10′ 24″	4448890.41	40544218.55
	KT2-4	120° 29′ 49″	40° 08′ 51″	4446035.63	40542345.60
	矿区面积 5km^2，勘查标高-11.9m~-42.7m。				

（三）矿区地质概况

矿区属第四纪近海沉积相，地层近水平层状，主要为黄褐色、灰褐色砂层，局部夹灰褐色、黄褐色粉质粘土、淤泥质粉质粘土层。构造及岩浆岩不发育。

（四）矿体特征

矿区内共有一层海砂矿体，45 个钻孔（KT2-1~KT2-44、、ZK6）均见矿，矿层平均厚度为 12.5m，砂矿平面连续性好，较为稳定。矿层呈面状展布，直接出露于海底，局部地区含粉质粘土、淤泥质粉质粘土等夹层。

矿层厚度变化在 6.2~15m 之间，其中厚度小于 10m 的钻孔为 KT2-1、KT2-4、KT2-9、KT2-10、KT2-11、KT2-14、KT2-16、KT2-17、KT2-19，分别为 7.4m、9.4m、9.4m、9.5m、9.6m、8.5m、7.5m、6.2m、9.4m，均分布在矿区西南部分。矿体厚度变化系数为 18.1%。

（五）矿石质量

1、矿石矿物组成

海砂物质成分主要为砾质砂、砂、泥及表层少量的贝壳碎屑。

海砂的矿物组成主要为石英，斜长石次之，其中石英含量在45.47%～56.59%之间，斜长石含量在34.21%~46.03%之间，重矿物含量在1.80%~3.61%之间。

矿体含泥量介于3.1%~98.5%，其中15个样品含泥量超过工业指标30%，但符合圈矿原则均划进矿层内，平均值20.3%。

有害物质硫化物及硫酸盐含量在0.01~0.08%之间，平均值为0.03%；氯化物含量在0.08%~0.59%之间，平均值为0.23%；轻物质、有机质、云母、贝壳含量均符合质量要求，符合海砂Ⅰ类要求。详见表2。

表2 有害物质检测结果表

样品编号	检测结果			
	轻物质%	有机质%	贝壳含量%	云母含量（%）
KT2-L1	0.26	合格	0.19	0.21
KT2-L2	0.12	合格	0.32	0.29
KT2-L3	0.19	合格	0.34	0.32
KT2-L4	0.24	合格	0.36	0.24
KT2-L5	0.28	合格	0.42	0.28

2、矿石结构构造

砂层呈松散结构，平行层理构造。

砂砾含量（粒径0.063mm以上）在52.8%~98.3%之间，全矿区砂砾含量平均值为84.74%。平均粒径（M_z）平均值为0.75Φ，中值粒径（M_d）平均值为0.59Φ。

矿体细度模数在0~3.5之间，其中7个样品为粘土，细度模数低于工业指标0.7，但符合圈矿原则均划进矿层内，平均值2.5，总体评价为中砂级别。

3、矿石物理性能

（1）放射性

内照射指数I_{Ra}为0.04、0.06，外照射指数I_{γ}为0.32、0.43。海砂放射性物质照射指数远小于1。

（2）坚固性

根据5组组合样的坚固性试验结果，砂的质量损失介于2.9～3.4%，均≤8%。

（3）表观密度、松散堆积密度和空隙率

5组组合样分析结果表观密度介于2.65~2.68 g/ cm3之间；松散堆积密度1499~1521 kg/m3之间；空隙率43.2%~44.6%。

（4）碱集料反应

参照《建设用砂》（GB/T 14684-2022），对KT1、KT2两个区块综合分析的加工技术性能测试样进行了岩相法碱活性检测。鉴定结论为具潜在碱硅活性，不具碱碳酸盐活性。

（六）矿体夹石与围岩

砂矿层均直接出露，局部区域覆盖粉质粘土层、淤泥质粉质粘土。覆盖层仅出现在勘探线KT2-L2中钻孔KT2-9、KT2-10，钻孔显示厚度2.8m~3m。有三层夹石。

（七）矿床共（伴）生矿产

根据样品重砂分析结果，矿区内无共伴生矿产。

（八）矿石加工技术性能

该海砂矿经选矿处理后可做建筑用砂。

国检测试控股集团北京科技有限公司5月的选矿试验表明原砂经筛分、制砂、检查筛分、擦洗、淡水清洗后制得的机制砂产品，满足《建设用砂》《GB/T 14684—2022》中对机制砂的各项技术要求、放射性要求。

（九）矿床开采技术条件

1、水文地质

潮汐：矿区海域的潮汐属不正规半日潮。观测期间春、秋季涨潮平均历时大于落潮平均历时，涨潮平均潮差大于落潮平均潮差。

波浪：平均波高 0.2m-0.9m，波浪以春、秋季最大。依据徐大堡站波浪观测数据，1.5m 以上的波高所占频率仅为 0.5%，说明该海域波浪较小。

矿区所在海域多年平均冰期为 106 天，最长冰期为 147 天，其中 1 月中旬至 2 月底 40～50 天为严重冰期。

2、工程地质

矿区矿层相对简单，勘探深度 15m，砂矿平面连续性好，较为稳定。由砾质砂、砂、泥及表层少量的贝壳碎屑组成，砂矿松散无胶结。粒径>10mm 的含量 0-42.1%，平均值 9.2%。局部地

区含粉质粘土、淤泥质粉质粘土等夹层。

矿区内无海底电缆及其他工程设施分布，KT1 区块西北部有沉船，应注意避让。矿区西南区域存在海砂盗采区域，面积约为 1.87km^2。

3、环境地质

勘查区位于黄海海域，毗邻辽东半岛，为辽东地块在海域的延伸，处于地壳基本稳定区。矿区属第四纪近海沉积相，地层近水平层状，未发现断层构造。水下沙脊在六股河口水下三角洲区发育了多条水下沙脊，最明显的有三条，当地人称为“三道岗”，呈指状分布，沙脊较稳定，对矿区无影响。矿区的海砂放射性物质照射指数远小于 1，对环境和人体无危害性。

海砂开采环境影响预测与评价：海砂开采作业主要会导致水污染，主要为采砂过程产生的悬浮泥沙可能产生的影响。施工带来的悬浮泥沙输运对水质环境的影响可采用悬沙扩散方程进行预测。采砂时对鱼类等水生生物有暂时影响。海砂开采还会带来来自船舶施工作业的噪声污染和来自施工人员的生活垃圾和采砂过程中的碎石等固体废弃物口噪声污染会对海洋生物造成的影响较小，固体废弃物会收集上岸，不会对海洋环境造成影响。采砂施工后形成采砂坑、采砂坑边坡坍塌导致海床地形地貌改变对水动力条件有一定影响。

二、勘查工作情况

（一）以往工作情况

1. 2002~2004 年，辽宁省国土资源规划院在该区域开展了辽宁省海砂矿产资源潜力调查评价工作。

调查范围西起绥中县黑山头东至东港市全长 1971.5km，由近岸陆域至海域水深 15m，面积约 40000km^2。对绥中二河口、兴城菊花岛和盖洲市沙湾三个地段的海沙矿体进行了勘查评价。

2. 2008—2010 年，国家海洋环境监测中心针对省内海砂分布开展了评价工作。

收集了国家 908 专项表层样数据及柱状样数据；研究区域钻孔数据及浅地层剖面数据等较丰富的海砂资源评价相关数据。评价圈定了省内海砂分布区，估算海砂储量，这其中包括绥中县六股河口外海海砂资源区，区域面积为 675.01km^2。选划了海砂禁采区线，形成评价研究报告。

（二）本次工作情况

详查阶段：2022 年 10 月-2023 年 2 月，青岛海洋工程勘察设计研究院有限公司依据合同任务书，针对圈定的 78.5km^2 调查区开展地球物理探测、地质钻探、样品分析等工作。主要完成了综合物探测线 27 条/共 160km、地质钻探 12 孔（总进尺 180m，取芯 155.1m）。室内实验分析完成 271 个沉积物样品粒度分析测试工作、245 个砂质沉积物样品的细度模数测试分析，另外碎屑矿物分析、化学分析、重砂分析、放射性分析及有害物质分析各完成 2 件。通过上述工作

基本查明了调查范围内的水深范围、地形地貌、地层等地质特征，分析了调查区内海砂矿石各项指标，估算了调查区内的海砂资源储量约为 101905.89×$10^4$$m^3$，在此基础上圈定了 2 块 5$km^2$区域（编号 KT1、KT2 区块）作为进一步勘探区域。

勘探阶段：野外工作自 2023 年 3 月至 2023 年 4 月，完成主要实物工作量见表 3：

表 3　主要实物工作量表

序号	工作内容		工作量	备注
1	单波束水深测量		33km	设计工作量 33km
2	浅地层剖面测量		33 km	设计工作量 33km
3	侧扫声呐		33 km	设计工作量 33km
4	海洋工程地质钻探（孔深 15m）		44 孔/660m	设计工作量 44 孔
5	表层采样		16 件	设计工作量 8 件
6	柱状样		8 件	设计工作量 8 件
7	粒度分析		396 件	
8	细度模数		573 件	
9	含泥量（<0.075mm）			
10	碎屑矿物分析		5 件	组合样
11	化学分析（主微量元素）			
12	重砂分析			
13	坚固性			
14	堆积密度与空隙率			
15	表观密度			
16	碱集料反应		3 件	组合样
17	有害物质分析	云母	5 件	组合样
18		轻物质		
19		有机质		
20		贝壳（质量分数）		
21		硫化物及硫酸盐（按照 SO3 质量计）	573 件	
22		氯化物（以氯离子质量计）		
23	放射性测试		2 件	组合样

（三）资源储量估算

1、工业指标的确定

采用沈阳万宝隆昌矿业咨询有限公司编制的《辽宁省绥中县六股河口外海域海砂矿工业指标论证报告》提供的工业指标。

质量指标：

（1）细度模数≥0.7。

（2）含泥量（粒径＜0.075mm的沉积物含量）≤30%。

（3）有害物质指标SO_3＜0.5%、Cl^-＜0.6%；放射性物质照射指数≤1、云母含量＜2%（矿区综合分析）。

开采技术条件指标：

（1）最小可采厚度：≥2m；

（2）夹石剔除厚度：≥1m；

（3）剥采比：≤0.5。

2、资源量估算方法

本矿床矿体呈近似层状展布，矿体产状较平缓，分布较连续，矿层厚度变化较稳定，工程分布较均匀，故本次资源量估算方法采用水平投影地质块段法估算海砂资源量。

三、报告评审情况

（一）评审依据

（1）《海砂（建筑用砂）地质勘查规范》DD2012-10；

（2）《固体矿产地质勘查报告编写规范》（DZ/T0033-2020）；

（3）《固体矿产地质勘查规范总则》（GB/T13908-2020）；（4）《固体矿产资源储量分类》（GB/T17766-2020）；（5）《矿产地质勘查规范 建筑用石料类》（DZ/T0341-2020）；（6）《矿床工业指标论证技术要求》（DZ/T0339-2020）；（7）《矿产勘查矿石加工选冶技术性能试验研究程度要求》（DZ/T0340-2020）。（8）《建设用砂》（GB-T 14684-2022）

（二）主要成果

1、本次勘探主要施工和利用钻探工作量 45 孔/660m、利用单波束水深测量 33km,浅地层剖面测量 33km、侧扫声呐 33km，底质及钻孔取样测试基本分析 573 件，以及粒度分析、物性测试等相关工作，地质工作质量可以满足海砂矿勘查规范的要求。

2、详细查明了矿区的地层、构造、岩浆岩。详细查明了矿体的数量、规模、形态、产状及矿石的质量。对矿石的加工技术性能和开采技术条件做了相应的评价。地质工作研究程度可以满足相应规范的要求。

3、本次工作，按海砂矿第Ⅰ类型，基本工程间距采用 1600m×160m，实际形成的钻探工程间距 800m×160m，钻探工程布置的勘查线间按 400m 间距加密有底质采样勘查线。详细控制了矿体的延长和延深。

4、确定的矿体圈定原则比较合理，根据矿体特征选择地质块段法进行资源储量估算。方法正确，估算公式的运用、

参数的选择合理，块段和资源储量类型的划分符合规范要求，估算的资源储量依据比较充分。

5、报告矿床开采技术条件部分，报告章节齐全，矿床水文地质、工程地质和环境地质条件论述清楚。

6、工业指标论证报告符合规范的编制要求，选取的原矿工业指标有害组分虽超出建筑用砂标准，但经选矿试验研究，淡化处理后可满足标准要求。同时经过初步的经济技术评价，该项目收益较好。

7、报告章节、附图、附表、附件基本符合固体矿产勘查勘探报告编写规定的要求。

（三）存在问题和建议

1、本次工作开启了北方高咸水海域回填及建筑用砂矿的勘查先河，对今后海砂工作具有一定的探索和指导意义。但是依据的工作规范是《海砂（建筑用砂）地质勘查规范》DD2012-10，国家近期出台了对建筑用天然砂矿的指导规范《矿产地质勘查规范 建筑用石料类》（DZ/T0341-2020），二者在勘查间距上差异较大，本次工作勘探线间距较大，今后此类勘查工作应注意尽量在矿层走向及倾向上工程间距匹配合理。建议采矿权出让后企业随采关注矿石质量变化情况。

2、矿山应加强矿山水文地质和工程地质工作，特别是加强对洪水期及大潮期间的冲击观测，防止可能出现的问

题。

3、建议进行选矿扩大连续试验，考察大量样品擦洗试验条件参数及效果，为海砂应用于建筑用砂提供更可靠的技术依据。由于海砂中氯离子对钢筋有较强腐蚀性，严重影响工程结构安全和耐久性。为考察已经擦洗合格后的海砂是否会出现返“氯”，建议保留固定原始擦洗后的样品，按月、季、年跟踪检测“氯”含量指标。

4、本次勘查工作孔深设计和实际砂层勘查深度定为15m，未穿透砂层，由于海底砂层高低有起伏，致使本次资源储量估算底标高不尽一致，加之海砂的流动以及开采过程中周围砂层的内陷，致使本次矿区范围内提交的资源量与实际可开采的资源肯定有差异，建议结合开发利用方案，制定出让范围、出让评估收益方式和后续监管工作预案。

（四）资源储量评审结果

在提供的资料真实、可靠的前提下，经评审认为《辽宁省绥中县六股河口外海域KT2区块海砂资源勘探报告》的编制符合规范、规定的有关要求，同意报告通过评审。经评审确认，该矿资源储量规模为大型，地质勘查程度达到勘探程度，截至2023年7月31日，本次勘探范围内一条海砂矿体保有资源量：（TM+TD）为6166.17×$10^4$$m^3$，其中探明资源量（TM）为5039.64×$10^4$$m^3$，占81.73%；推断资源量（TD）为1126.53×$10^4$$m^3$，占18.27%。平均含泥量20.3%，平均细度

模数 2.5。

表 4　KT2 区块资源量估算表

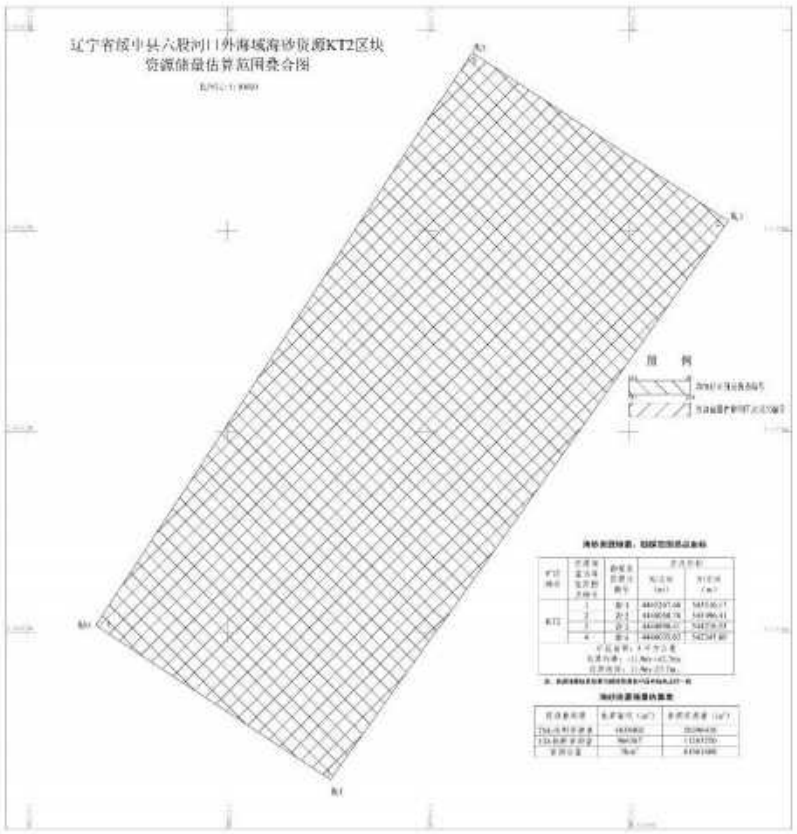
块段号	资源量类型	体积资源量（m^3）
V1	探明	9888196
V2	探明	11763696
V3	探明	14346084
V4	探明	14398442
V5	推断	710838
V6	推断	336412
V7	推断	717359
V8	推断	1101611
V9	推断	1664295
V10	推断	1491494
V11	推断	1122087
V12	推断	918196
V13	推断	3202957
小计	探明	50396418
	推断	11265250
合计		61661668

（五）资源量估算范围

本次资源量估算对象海砂矿层赋存在全域，估算面积 5km^2，估算标高-11.9m~-42.7m。

表 5　　矿体资源量估算范围表

体编号	点号	2000 国家大地坐标		估算面积	估算标高	水深
		X	Y	(km^2)	(m)	(m)
KT2	1	4445267.66	40543516.17	5	-11.9m~-42.7m	11.9m~27.7m
	2	4448050.78	40545496.41			
	3	4448890.41	40544218.55			
	4	4446035.63	40542345.60			


辽宁省绥中县六股河口外海域海砂资源KT2区块
资源储量估算范围叠合图
图 例

辽宁省绥中县六股河口外海域KT2区块海砂资源勘探报告

评审专家组人员名单

姓　名	职　称	评审专业	工作单位	签　字
李　芃	教 高	地质矿产	建材地质勘查辽宁总队	
石玉学	教 高	地质矿产	辽宁省物测勘查院	
戴晓川	高　工	地质矿产	辽宁国土资源厅	
李恩宏	教 高	水工环	辽宁省物测勘查院	
李志锋	教 高	选　矿	辽宁省地质矿产研究院	
李　静	教 高	采矿/经济	沈阳有色冶金设计院	

17.5 关于《辽宁省绥中县六股河口外海域 KT2 区块海砂资源勘探报告（分割）》矿产资源储量评审备案的复函

关于《辽宁省绥中县六股河口外海域 KT2 区块
海砂资源勘探报告（分割）》
矿产资源储量评审备案的复函
辽自然资储备字[2023]29 号

葫芦岛市自然资源局：

你单位申请矿产资源储量评审备案的有关材料收悉。经审查，符合相关规定，予以通过评审备案。

本函仅适用于探转采使用，不作其他用途。

如对评审备案结果有异议的，可自收到本函之日起六十日内依法申请行政复议，或自收到本函之日起六个月内向有管辖权的人民法院提起诉讼。

附件：《辽宁省绥中县六股河口外海域 KT2 区块海砂资源勘探报告（分割）》矿产资源储量评审意见书

辽宁省自然资源厅
2023 年 8 月 31 日

辽宁省绥中县六股河口外海域KT2区块

海砂资源勘探报告（分割）

评审意见书

辽储评（储）字[2023]29号

辽宁省自然资源事务服务中心

2023年8月30日

报告申报单位：葫芦岛市自然资源局

单位负责人：傅立群

报告提交日期：2023年8月23日

报告编制单位：青岛海洋工程勘察设计研究院有限公司

单位负责人：胡泽建

总工程师：刘伟民

报告编写人：王振豪　董立峰　杜星　周其坤
宋玉鹏　宋丙辉　刘敦武　郭若舜

评审机构：辽宁省自然资源事务服务中心

单位负责人：韩　勇

评审专家：李　芃　石玉学　戴晓川　李　静　李恩宏
李志锋

审查日期：2023年8月24日～2023年8月29日

为出让辽宁省绥中县六股河口外海域海砂采矿权，葫芦岛市自然资源局委托青岛海洋工程勘察设计研究院有限公司，对该区域海砂矿开展了勘探工作。青岛海洋工程勘察设计研究院有限公司于2023年7月编制完成了《辽宁省绥中县六股河口外海域KT2区块海砂资源勘探报告》，并于8月15日完成评审备案工作（备案文号：辽自然资储备字[2023]23号）。

后期考虑开发利用相关因素，葫芦岛市自然资源局对KT2区块出让范围进行调整，调整后矿区范围由原5km²，变为3.2101km²。青岛海洋工程勘察设计研究院有限公司在上期勘探工作的基础上，对原勘探报告提交的海砂资源量进行分割，并于8月23日申请评审备案，我中心聘请原报告审查专家对分割报告进行评审，形成本评审意见书。

一、矿区概况

（一）位置、交通

矿区位于辽宁省绥中县，行政隶属辽宁省绥中县管辖。矿区地理坐标：东经120° 29′ 49"~120° 32′ 03"，北纬：40° 08′ 26"~40° 10′ 24"。

矿区离岸最近约6km，离生态保护区约4km，和六股河保留区无重叠交叉。勘探区交通方便，距离绥中港约35km，陆域公路密集。矿区水深11.9m~27.7m，通航条件好，有利于运砂船运输海砂。

（二）矿业权设置情况

勘探区目前没有矿业权设置。

根据葫芦岛市自然资源局出具的“辽宁省绥中县六股河口外海域KT1、KT2区块海砂资源出让范围确认函，拟出让范围3.2101km^2，由4拐点连接界定。其拐点坐标见表1。

表1　拟出让区块坐标一览表

区域编号	拐点编号	经纬度坐标		直角坐标	
		经度（E）	纬度（N）	X/北向（m）	Y/东向（m）
KT2	1	120° 30′ 38.655″	40° 8′ 33.884″	4445504.00	40543523.00
	2	120° 31′ 58.450″	40° 9′ 58.228″	4448116.60	40545396.24
	3	120° 31′ 18.301″	40° 10′ 18.344″	4448731.42	40544442.55
	4	120° 30′ 8.215″	40° 8′ 49.620″	4445985.25	40542799.70
CGCS2000国家大地坐标系，高斯克吕格投影，中央经线120°					

（三）矿区地质概况

矿区属第四纪近海沉积相，地层近水平层状，主要为黄褐色、灰褐色砂层，局部夹灰褐色、黄褐色粉质粘土、淤泥质粉质粘土层。构造及岩浆岩不发育。

（四）矿体特征

矿区内共有一层海砂矿体，45个钻孔（KT2-1~KT2-44、、ZK6）均见矿，矿层平均厚度为12.5m，砂矿平面连续性好，较为稳定。矿层呈面状展布，直接出露于海底，局部地区含粉质粘土、淤泥质粉质粘土等夹层。

矿层厚度变化在6.2~15m之间，其中厚度小于10m的钻孔为KT2-1、KT2-4、KT2-9、KT2-10、KT2-11、KT2-14、KT2-16、

KT2-17、KT2-19，分别为7.4m、9.4m、9.4m、9.5m、9.6m、8.5m、7.5m、6.2m、9.4m，均分布在矿区西南部分。矿体厚度变化系数为18.1%。

拟出让区矿层位于勘探区矿体东南部，除长度与宽度外，基本特征与原矿层一致。

（五）矿石质量

1、矿石矿物组成

海砂物质成分主要为砾质砂、砂、泥及表层少量的贝壳碎屑。

海砂的矿物组成主要为石英，斜长石次之，其中石英含量在45.47%～56.59%之间，斜长石含量在34.21%~46.03%之间，重矿物含量在1.80%~3.61%之间。

矿体含泥量介于3.1%~98.5%，其中15个样品含泥量超过工业指标30%，但符合圈矿原则均划进矿层内，平均值20.3%。

有害物质硫化物及硫酸盐含量在0.01~0.08%之间，平均值为0.03%；氯化物含量在0.08%~0.59%之间，平均值为0.23%；轻物质、有机质、云母、贝壳含量均符合质量要求，符合海砂Ⅰ类要求。

2、矿石结构构造

砂层呈松散结构，平行层理构造。

砂砾含量（粒径0.063mm以上）在52.8%~98.3%之间，

全矿区砂砾含量平均值为84.74%。平均粒径（M_z）平均值为0.75Φ，中值粒径（M_d）平均值为0.59Φ。

矿体细度模数在0~3.5之间，其中7个样品为粘土，细度模数低于工业指标0.7，但符合圈矿原则均划进矿层内，平均值2.5，总体评价为中砂级别。

3、矿石物理性能

（1）放射性

内照射指数I_{Ra}为0.04、0.06，外照射指数I_γ为0.32、0.43。海砂放射性物质照射指数远小于1。

（2）坚固性

根据5组组合样的坚固性试验结果，砂的质量损失介于2.9～3.4%，均≤8%。

（3）表观密度、松散堆积密度和空隙率

5组组合样分析结果表观密度介于2.65~2.68 g/ cm^3之间；松散堆积密度1499~1521 kg/m^3之间；空隙率43.2%~44.6%。

（4）碱集料反应

参照《建设用砂》（GB/T 14684-2022），对KT1、KT2两个区块综合分析的加工技术性能测试样进行了岩相法碱活性检测。鉴定结论为具潜在碱硅活性，不具碱碳酸盐活性。

（六）矿体夹石与围岩

砂矿层均直接出露，局部区域覆盖粉质粘土层、淤泥质

粉质粘土。覆盖层仅出现在勘探线 KT2-L2 中钻孔 KT2-9、KT2-10，钻孔显示厚度 2.8m~3m。有三层夹石。

（七）矿床共（伴）生矿产

根据样品重砂分析结果，矿区内无共伴生矿产。

（八）矿石加工技术性能

该海砂矿经选矿处理后可做建筑用砂。

国检测试控股集团北京科技有限公司 5 月的选矿试验表明原砂经筛分、制砂、检查筛分、擦洗、淡水清洗后制得的机制砂产品，满足《建设用砂》《GB/T 14684—2022》中对机制砂的各项技术要求、放射性要求。

（九）矿床开采技术条件

1、水文地质

潮汐：矿区海域的潮汐属不正规半日潮。观测期间春、秋季涨潮平均历时大于落潮平均历时，涨潮平均潮差大于落潮平均潮差。

波浪：平均波高 0.2m-0.9m，波浪以春、秋季最大。依据徐大堡站波浪观测数据，1.5m 以上的波高所占频率仅为 0.5%，说明该海域波浪较小。

矿区所在海域多年平均冰期为 106 天，最长冰期为 147 天，其中 1 月中旬至 2 月底 40～50 天为严重冰期。

2、工程地质

矿区矿层相对简单，勘探深度 15m，砂矿平面连续性好，较

为稳定。由砾质砂、砂、泥及表层少量的贝壳碎屑组成，砂矿松散无胶结。粒径>10mm 的含量 0-42.1%，平均值 9.2%。局部地区含粉质粘土、淤泥质粉质粘土等夹层。

矿区内无海底电缆及其他工程设施分布， KT1 区块西北部有沉船，应注意避让。矿区西南区域存在海砂盗采区域，面积约为 1.87km^2。

3、环境地质

勘查区位于黄海海域，毗邻辽东半岛，为辽东地块在海域的延伸，处于地壳基本稳定区。矿区属第四纪近海沉积相，地层近水平层状，未发现断层构造。水下沙脊在六股河口水下三角洲区发育了多条水下沙脊，最明显的有三条，当地人称为“三道岗”，呈指状分布，沙脊较稳定，对矿区无影响。矿区的海砂放射性物质照射指数远小于 1，对环境和人体无危害性。

海砂开采环境影响预测与评价：海砂开采作业主要会导致水污染，主要为采砂过程产生的悬浮泥沙可能产生的影响。施工带来的悬浮泥沙输运对水质环境的影响可采用悬沙扩散方程进行预测。采砂时对鱼类等水生生物有暂时影响。海砂开采还会带来来自船舶施工作业的噪声污染和来自施工人员的生活垃圾和采砂过程中的碎石等固体废弃物口噪声污染会对海洋生物造成的影响较小，固体废弃物会收集上岸，不会对海洋环境造成影响。采砂施工后形成采砂坑、采砂坑边坡坍塌导致海床地形地貌改变对水动力条件有一定影响。

二、勘查工作情况

（一）以往工作情况

1. 2002~2004 年，辽宁省国土资源规划院在该区域开展了辽宁省海砂矿产资源潜力调查评价工作。

调查范围西起绥中县黑山头东至东港市全长 1971.5km，由近岸陆域至海域水深 15m，面积约 40000km²。对绥中二河口、兴城菊花岛和盖洲市沙湾三个地段的海沙矿体进行了勘查评价。

2. 2008－2010 年，国家海洋环境监测中心针对省内海砂分布开展了评价工作。

收集了国家 908 专项表层样数据及柱状样数据；研究区域钻孔数据及浅地层剖面数据等较丰富的海砂资源评价相关数据。评价圈定了省内海砂分布区，估算海砂储量，这其中包括绥中县六股河口外海海砂资源区，区域面积为 675.01km²。选划了海砂禁采区线，形成评价研究报告。

（二）详查-勘探工作情况

详查阶段：2022 年 10 月-2023 年 2 月，青岛海洋工程勘察设计研究院有限公司依据合同任务书，针对圈定的 78.5km² 调查区开展地球物理探测、地质钻探、样品分析等工作。主要完成了综合物探测线 27 条/共 160km、地质钻探 12 孔（总进尺 180m，取芯 155.1m）。室内实验分析完成 271 个沉积物样品粒度分析测试工作、245 个砂质沉积物样品的

细度模数测试分析，另外碎屑矿物分析、化学分析、重砂分析、放射性分析及有害物质分析各完成2件。通过上述工作基本查明了调查范围内的水深范围、地形地貌、地层等地质特征，分析了调查区内海砂矿石各项指标，估算了调查区内的海砂资源储量约为101905.89×$10^4$$m^3$，在此基础上圈定了2块5$km^2$区域（编号KT1、KT2区块）作为进一步勘探区域。

勘探阶段：野外工作自2023年3月至2023年4月，完成主要实物工作量见表2：

表2　主要实物工作量表

序号	工作内容		工作量	备注
1	单波束水深测量		33km	设计工作量33km
2	浅地层剖面测量		33 km	设计工作量33km
3	侧扫声呐		33 km	设计工作量33km
4	海洋工程地质钻探（孔深15m）		44孔/660m	设计工作量44孔
5	表层采样		16件	设计工作量8件
6	柱状样		8件	设计工作量8件
7	粒度分析		396件	
8	细度模数		573件	
9	含泥量（<0.075mm）			
10	碎屑矿物分析		5件	组合样
11	化学分析（主微量元素）			
12	重砂分析			
13	坚固性			
14	堆积密度与空隙率			
15	表观密度			
16	碱集料反应		3件	组合样
17	有害物质	云母	5件	组合样
18		轻物质		
19		有机质		
20		贝壳（质量分数）		

21	分析	硫化物及硫酸盐（按照SO3质量计）	573件	
22		氯化物（以氯离子质量计）		
23	放射性测试		2件	组合样

2023年7月提交了《辽宁省绥中县六股河口外海域KT2区块海砂资源勘探报告》（备案文号：辽自然资储备字[2023]23号），勘探区KT2平面总面积为5km^2，海砂资源量为6166.17×10^{4}m^3。

（三）本次工作情况

本次分割工作是在2023年7月提交的《辽宁省绥中县六股河口外海域KT2区块海砂资源勘探报告》的基础上，按照拟出让范围分割原有报告估算块段，重新估算资源量。

（四）资源储量估算

1、工业指标的确定

采用沈阳万宝隆昌矿业咨询有限公司编制的《辽宁省绥中县六股河口外海域海砂矿工业指标论证报告》提供的工业指标。

质量指标：

（1）细度模数≥0.7。

（2）含泥量（粒径<0.075mm的沉积物含量）≤30%。

（3）有害物质指标SO_3<0.5%、Cl^-<0.6%；放射性物质照射指数≤1、云母含量<2%（矿区综合分析）。

开采技术条件指标：

（1）最小可采厚度：≥2m；

（2）夹石剔除厚度：≥1m；

（3）剥采比：≤0.5。

2、资源量估算方法

本矿床矿体呈近似层状展布，矿体产状较平缓，分布较连续，矿层厚度变化较稳定，工程分布较均匀，故本次资源量估算方法采用水平投影地质块段法估算海砂资源量。

三、报告评审情况

（一）评审依据

（1）《海砂（建筑用砂）地质勘查规范》DD2012-10；（2）《固体矿产地质勘查报告编写规范》（DZ/T0033-2020）；（3）《固体矿产地质勘查规范总则》（GB/T13908-2020）；（4）《固体矿产资源储量分类》（GB/T17766-2020）；（5）《矿产地质勘查规范 建筑用石料类》（DZ/T0341-2020）；（6）《矿床工业指标论证技术要求》（DZ/T0339-2020）；（7）《矿产勘查矿石加工选冶技术性能试验研究程度要求》（DZ/T0340-2020）。（8）《建设用砂》（GB-T 14684-2022）

（二）主要成果

1、本次勘探主要施工和利用钻探工作量 45 孔/660m、利用单波束水深测量 33km,浅地层剖面测量 33km、侧扫声呐 33km，底质及钻孔取样测试基本分析 573 件，以及粒度分析、

物性测试等相关工作，地质工作质量可以满足海砂矿勘查规范的要求。

2、详细查明了矿区的地层、构造、岩浆岩。详细查明了矿体的数量、规模、形态、产状及矿石的质量。对矿石的加工技术性能和开采技术条件做了相应的评价。地质工作研究程度可以满足相应规范的要求。

3、本次工作，按海砂矿第Ⅰ类型，基本工程间距采用1600m×160m，实际形成的钻探工程间距800m×160m，钻探工程布置的勘查线间按400m间距加密有底质采样勘查线。详细控制了矿体的延长和延深。

4、确定的矿体圈定原则比较合理，根据矿体特征选择地质块段法进行资源储量估算。方法正确，估算公式的运用、参数的选择合理，块段和资源储量类型的划分符合规范要求，估算的资源储量依据比较充分。

5、报告矿床开采技术条件部分，报告章节齐全，矿床水文地质、工程地质和环境地质条件论述清楚。

6、工业指标论证报告符合规范的编制要求，选取的原矿工业指标有害组分虽超出建筑用砂标准，但经选矿试验研究，淡化处理后可满足标准要求。同时经过初步的经济技术评价，该项目收益较好。

7、报告章节、附图、附表、附件基本符合固体矿产勘查勘探报告编写规定的要求。

（三）存在问题和建议

1、本次工作开启了北方高成水海域回填及建筑用砂矿的勘查先河，对今后海砂工作具有一定的探索和指导意义。但是依据的工作规范是《海砂（建筑用砂）地质勘查规范》DD2012-10，国家近期出台了对建筑用天然砂矿的指导规范《矿产地质勘查规范 建筑用石料类》（DZ/T0341-2020），二者在勘查间距上差异较大，本次工作勘探线间距较大，今后此类勘查工作应注意尽量在矿层走向及倾向上工程间距匹配合理。建议采矿权出让后企业随采关注矿石质量变化情况。

2、矿山应加强矿山水文地质和工程地质工作，特别是加强对洪水期及大潮期间的冲击观测，防止可能出现的问题。

3、建议进行选矿扩大连续试验，考察大量样品擦洗试验条件参数及效果，为海砂应用于建筑用砂提供更可靠的技术依据。由于海砂中氯离子对钢筋有较强腐蚀性，严重影响工程结构安全和耐久性。为考察已经擦洗合格后的海砂是否会出现返“氯”，建议保留固定原始擦洗后的样品，按月、季、年跟踪检测“氯”含量指标。

4、本次勘查工作孔深设计和实际砂层勘查深度定为15m，未穿透砂层，由于海底砂层高低有起伏，致使本次资源储量估算底标高不尽一致，加之开采过程中海砂的流动，

致使本次拟出让范围内提交的资源量与实际可开采的资源量肯定有差异，建议结合开发利用方案，研究出让收益底价评估方法。

（四）资源储量评审结果

在提供的资料真实、可靠的前提下，经评审认为《辽宁省绥中县六股河口外海域KT2区块海砂资源勘探报告》的编制符合规范、规定的有关要求，同意报告通过评审。经评审确认，该矿资源储量规模为中型，地质勘查程度达到勘探程度，截至2023年7月31日，本次拟出让矿区范围内海砂矿保有资源量：4034.31×$10^4$$m^3$，均为探明资源量。

表3　拟出让范围资源量估算表

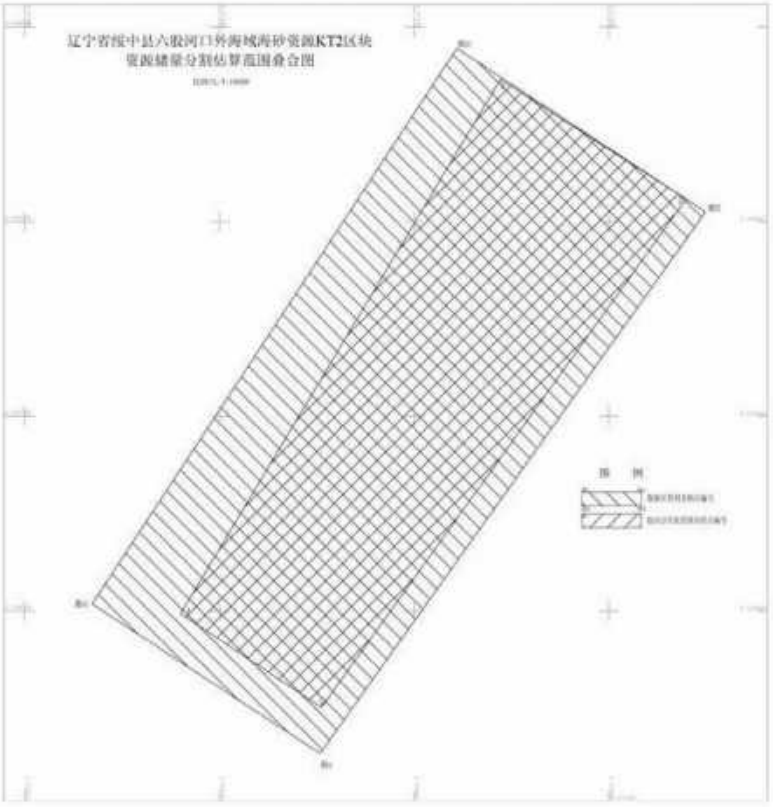
块段号	资源量类型	平均厚度（m）	面积（m^2）	体积资源量（m^3）
V1	探明	10.38	730441	7581978
V2	探明	11.84	768473	9098720
V3	探明	13.69	837801	11469496
V4	探明	13.96	873415	12192873
合计	探明	12.47	3.2101km^2	40343067

（五）资源量估算范围

本次资源量估算对象海砂矿层赋存于拟出让范围全域，估算面积3.2101km²，估算标高-12.2m~-34.6m。

表4　　矿体资源量估算范围表

区域编号	拐点编号	经纬度坐标		直角坐标	
		经度（E）	纬度（N）	X/北向（m）	Y/东向（m）
KT2	1	120° 30′ 38.655″	40° 8′ 33.884″	4445504.00	40543523.00
	2	120° 31′ 58.450″	40° 9′ 58.228″	4448116.60	40545396.24
	3	120° 31′ 18.301″	40° 10′ 18.344″	4448731.42	40544442.55
	4	120° 30′ 8.215″	40° 8′ 49.620″	4445985.25	40542799.70
CGCS2000国家大地坐标系，高斯克吕格投影，中央经线120° 估算面积：3.2101km²；估算标高：-12.2m~-34.6m；水深：12.2m~19.6m。					



辽宁省绥中县六股河口外海域KT2区块
海砂资源勘探报告（分割）

评审专家组人员名单

姓　名	职　称	评审专业	工作单位	签　字
李　芃	教 高	地质矿产	建材地质勘查辽宁总队	
石玉学	教 高	地质矿产	辽宁省物测勘查院	
戴晓川	高　工	地质矿产	辽宁国土资源厅	
李恩宏	教 高	水工环	辽宁省物测勘查院	
李志锋	教 高	选　矿	辽宁省地质矿产研究院	
李　静	教 高	采矿/经济	沈阳有色冶金设计院	

17.6 葫芦岛市矿产资源规划的批复

辽宁省自然资源厅

辽自然资函〔2023〕121号

关于同意沈阳等12个市新一轮级矿产资源总体规划的复函

沈阳、大连、抚顺、本溪、丹东、锦州、营口、阜新、铁岭、朝阳、盘锦、葫芦岛市人民政府：

关于报请审批市级矿产资源总体规划（2021-2025年）的函已收悉。现函复如下：

一、原则同意你市编制的市级矿产资源总体规划(2021-2025年)（以下简称《规划》），《规划》另行发送。请认真组织实施。

二、深刻理解《规划》实施的重要性。《规划》是全面贯彻落实党的二十大及一中、二中全会精神和自然资源部关于省级矿产资源规划的批复要求的重要载体。实施好《规划》有利于完整、准确、全面贯彻新发展理念，服务和融入新发展格局，以矿业高质量绿色发展为主题，以矿产资源管理改革创新为动力，以供给侧结构改革为抓手，以科技创新为引领，不断优化勘查开发结构布局，持续提高资源利用效率，全面推进山水林田湖草沙一体化保护和系统治理，为经济社会发展提供有力地矿产资源保障，助力辽宁全面振兴新突破。

三、认真抓好重点任务落实。加强市级公益性地质调查服务建设，落实找矿突破战略行动，夯实资源底数。加强国家规划矿区、能源资源基地建设，提升矿业发展水平，稳定资源供应能力。

强化各级重点勘查区、重点开采区、勘查开采规划区块及砂石矿集中开采区的监管，规范矿产资源勘查开发秩序。坚持绿色发展，全面实施绿色勘查，持续推进绿色矿山建设，强化矿区生态保护修复。深化矿产资源管理改革，加强重点矿种管控，不断巩固我省非煤矿山综合治理成果。

四、切实发挥规划指导和管控作用。涉及矿产资源开发利用活动的相关行业规划，应与矿产资源规划做好衔接。要认真落实分区管理、总量控制、开采准入制度，对不符合矿产资源规划的勘查开采项目，不得批准设立矿山企业，不得审批、颁发勘查许可证和采矿许可证；要依据规划切实加强对矿产资源勘查、开发利用与保护活动的监督管理。

五、做好《规划》的组织实施工作。要加强领导，明确责任，落实分工，完善政策，全面落实好《规划》确定的目标任务，抓紧做好县级矿产资源规划编制、审批及实施工作，全面规范矿产资源勘查、开发利用与保护活动。加强规划实施执行情况监督检查和评估，及时反馈和研究解决《规划》实施中遇到的问题。

辽宁省自然资源厅

2023年4月4日

公开方式：依申请公开

抄送：沈阳、大连、抚顺、本溪、丹东、锦州、营口、阜新、铁岭、朝阳、盘锦、葫芦岛市自然资源局

辽宁省自然资源厅办公室　　2023年4月4日印发

17.7 相关部门对采砂出让区的意见回复函

中华人民共和国葫芦岛海事局

HULUDAO MARITIME SAFETY ADMINISTRATION
THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA

关于辽宁省绥中县六股河口外海域 KT2 区块海砂矿采矿权出让有关意见的复函

葫芦岛市自然资源局：

贵局《关于征求辽宁省绥中县六股河口外海域 KT2 区块海砂矿采矿权出让意见的函》收悉。现结合海事工作实际，将有关意见函复如下：

我局对该拟出让 KT2 区块海砂采矿权无意见。

特此函复。

（联系人：刘恩国，联系电话：0429-3036737/15382010629）

中华人民共和国葫芦岛海事局

2021 年 9 月 20 日

葫芦岛海警局

海警函〔2023〕35号

关于对《关于征求辽宁省绥中县六股河口外海域海砂采矿权出让意见》的复函

葫芦岛市自然资源局：

贵单位《关于征求辽宁省绥中县六股河口外海域海砂采矿权出让意见的函》已收悉，经我局专题会议研究，并结合法定职责，提出以下建议：

我局对辽宁省绥中县六股河口外海域海砂采矿权出让无相关意见。

特此函复。

葫芦岛海警局

2023年9月12日

国网辽宁省电力有限公司葫芦岛供电公司

关于六股河口外海域海砂矿采矿权，亚鳄水泥、鑫达矿业采矿权核实结果的复函

葫芦岛市自然资源局：

贵单位《关于征求辽宁亚鳄水泥股份有限公司南票石灰石等2个采矿权新立登记申请范围是否位于各级各类保护区等禁止限制开发区域的函》和《关于征求辽宁省绥中县六股河口外海域海砂矿采矿权出让意见的函》已收悉，针对函件矿权区描述，葫芦岛供电公司对照在运电力线路，核实结果为：

1.“辽宁省绥中县六股河口外海域海砂矿采矿权”不涉及输电线路路径。

2.“葫芦岛鑫达矿业有限公司杨屯硅石矿采矿权”，不涉及输电线路路径。

3.“辽宁亚鳄水泥股份有限公司南票石灰石矿采矿权”中区块一与66千伏女沙线#157-#163(与沙赵线#14-#8并架)、66千伏邱赵线#22-#27距离均不足500米。区块二与220千伏新杨线九龙段#27-#30距离不足500米、与66千伏凌赵线

葫芦岛市水利局

关于绥中县六股河口外海域海砂矿采矿权出让意见的复函

葫芦岛市自然资源局：

你单位《关于征求辽宁省绥中县六股河口外海域海砂矿采矿权出让意见的函》收悉。经我局研究，对关于征求拟出让采矿权及范围无意见。

特此函复。

葫芦岛市水利局

2023年8月14日

葫芦岛市农业农村局

关于征求辽宁省绥中县六股河口外海域海砂矿采矿权出让意见函的回复

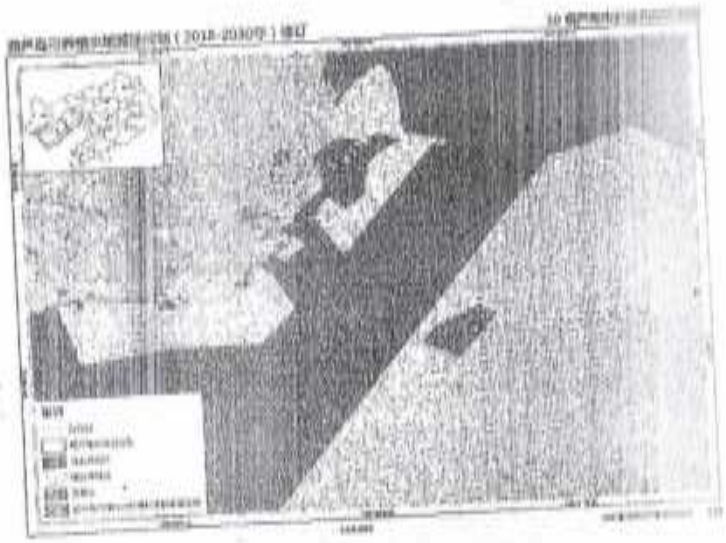
葫芦岛市自然资源局：

关于征求辽宁省绥中县六股河口外海域海砂矿采矿权出让意见的函已收悉，根据所提供界址点进行比对，现形成反馈意见如下：

一、该海砂矿采砂区域位于《葫芦岛市养殖水域滩涂规划（2018-2030年）修订》规划的限制养殖区内，我局对海砂矿选划区域无意见；

二、该海砂矿采砂区域与《葫芦岛市养殖水域滩涂规划（2018-2030年）修订》规划的养殖区最近距离520米左右，建议做好采砂时悬浮物扩散的防范措施，减少对养殖区的养殖生物的影响。

特此复函。



（此件不予公开）

葫芦岛市交通运输局

关于征求辽宁省绥中县六股河口外海域海砂矿采矿权出让意见的复函

市自然资源局：

《关于征求辽宁省绥中县六股河口外海域海砂矿采矿权出让意见的函》已收悉，我局高度重视，经认真研究，无意见。

此复。

葫芦岛市交通运输局

2023年8月8日

葫芦岛市发展和改革委员会

关于《关于征求辽宁省绥中县六股河口外海域海砂采矿权出让意见的函》的复函

市自然资源局：

贵单位《关于征求辽宁省绥中县六股河口外海域海砂采矿权出让意见的函》收悉。经我委认真阅研，对该采矿权出让原则上无意见。

葫芦岛市发展和改革委员会

2023年8月10日

葫芦岛市生态环境局

关于征求辽宁省绥中县六股河口外海域海砂矿采矿权出让意见的复函

市自然资源局：

《关于征求辽宁省绥中县六股河口外海域海砂矿采矿权出让意见的函》收悉。经研究，现复函如下：

一、依据贵单位提供的矿区范围矢量数据，拟出让海砂矿矿区范围所在的“三线一单”生态环境管控单元编码为HY21140030003，环境管控单元类别为一般管控区，不涉及生态红线保护区。

二、矿区范围所在的近岸海域管控分区为狗河口外海养殖区，空间布局约束为“禁止在规定的养殖区和捕捞区内进行有碍渔业生产、损害水生生物资源和污染水域环境的活动。其他用海活动要处理好与养殖、捕捞之间关系，避免相互影响”。在海砂开采项目符合所在管控单元空间布局约束要求的前提下，我局初步同意采矿权出让。

三、海砂开采项目对生态环境的不利影响及应采取的生

态环境保护措施依据该项目环评文件及批复确定。

特此复函。

葫芦岛市生态环境局

2023 年 8 月 11 日

17.8 自然资源局关于同意海砂开采项目选址的函

葫芦岛市自然资源局

关于海砂开采项目选址纳入规划的说明

我市拟在葫芦岛市绥中县六股河口外海域实施KT1和KT2两个区块海砂开采项目，两个区块纳入相关规划情况如下：

一、纳入矿产规划情况

目前这两个项目范围已纳入《葫芦岛市矿产资源总体规划（2021-2025年）》及批复（辽自然资函〔2023〕121号）。

二、纳入国土空间规划情况

两个区块海砂开采项目符合我市组织编制的《葫芦市国土空间总体规划（2020-2035）》（阶段成果）中相关要求。

综上，我局同意KT1和KT2两个采砂区块的选址。

附件：采砂区域边界坐标一栏表（CGCS2000国家大地坐标系）。

葫芦岛市自然资源局

2023年8月24日

附件：采砂区域边界坐标一栏表（**CGCS2000** 国家大地坐标系）

区域编号	拐点编号	经纬度坐标		直角坐标	
		经度（E）	纬度（N）	X/北向（m）	Y/东向（m）
KT1	KT1-1	120°32′09″	40°10′04″	4448312.56	545638.55
	KT1-2	120°33′09″	40°11′06″	4450233.10	547063.72
	KT1-3	120°32′42″	40°11′20″	4450649.90	546401.59
	KT1-4	120°31′37″	40°10′51″	4449745.55	54487563
	KT1-5	120°31′18″	40°10′30″	444907886	544428.31
KT2	KT2-1	120°30′39″	40°08′34″	4445504.00	543523.00
	KT2-2	120°31′58″	40°09′58″	4448116.6	545396.24
	KT2-3	120°31′18″	40°10′18″	4448731.42	544442.55
	KT2-4	120°30′08″	40°08′50″	4445985.25	542799.70

17.9 自然资源局关于协调利益相关者的承诺

绥中县人民政府

关于绥中县六股河口外海域海砂开采项目协调相关利益者承诺书

市自然资源局：

按照葫芦岛市政府统一部署，葫芦岛市自然资源局开展了拟海砂开采区块 KT1 及 KT2 前期专题研究工作。拟海砂开采区块 KT1（2.946 平方公里）及 KT2（3.2101 平方公里）位于六股河口海域第三道沙脊的东北侧，与岸线近似平行布置。两个区块采砂整体期限均不超过 2 年，年控制采砂量约为 1,843.2 万立方米。绥中县人民政府承诺做为拟海砂开采区块 KT1 及 KT2 海砂开采项目相关利益者协调主体。

绥中县人民政府

2023 年 10 月 10 日