

华能海门电厂港池及航道维护性疏浚工程

环境影响报告书

(公示稿)

建设单位：华能（广东）能源开发有限公司海门电厂

编制单位：辰源海洋科技（广东）有限公司

二〇二五年十月

目 录

1 概述.....	1
1.1 建设项目背景.....	1
1.2 建设项目特点.....	2
1.3 环境影响评价工作过程.....	3
1.4 分析判定相关情况.....	4
1.5 关注的主要环境问题及环境影响.....	6
1.6 综合评价结论.....	7
2 总论.....	8
2.1 编制依据.....	8
2.2 环境功能区划.....	13
2.3 评价标准.....	20
2.4 评价技术方法与技术路线.....	26
2.5 环境敏感区与环境保护目标.....	35
3 工程概况.....	39
3.1 建设项目名称、性质、规模及地理位置.....	39
3.2 港区现有工程概况.....	42
3.3 工程施工设计及部署.....	43
4 工程分析.....	74
4.1 工程污染环节及环境影响分析.....	74
4.2 工程非污染环节与环境影响分析.....	79
5 区域自然环境概况.....	80
5.1 工程区域自然环境概况.....	80
5.2 海洋资源.....	101
6 环境质量现状调查与评价.....	111
6.1 水动力环境现状调查与评价.....	111
6.2 地形地貌与冲淤环境现状调查与评价.....	132
6.3 海水质量现状调查与评价.....	134
6.4 沉积物质量调查与评价.....	144
6.5 海洋生态调查与评价.....	148

6.6 大气环境质量现状调查与评价.....	178
6.7 声环境质量现状调查与评价.....	178
6.8 疏浚物现状调查与评价.....	178
7 环境影响预测与评价.....	182
7.1 水文动力环境影响预测与评价.....	182
7.2 地形地貌与冲淤环境影响评价.....	196
7.3 海水水质影响预测分析.....	198
7.4 沉积物环境影响分析.....	205
7.5 大气环境影响分析与评价.....	205
7.6 声环境影响分析与评价.....	206
7.7 固体废物环境影响分析.....	207
7.8 对生态环境的影响分析.....	207
7.9 通航环境影响分析.....	214
7.10 对环境保护目标的影响分析.....	214
8 环境风险分析与评价.....	218
8.1 环境风险识别.....	218
8.2 源项分析.....	222
8.3 环境风险分析预测.....	225
8.4 风险事故防范措施和应急对策.....	246
8.5 溢油风险事故应急预案.....	248
8.6 小结.....	256
9 环保措施及经济技术可行分析.....	257
9.1 海洋生态环境保护措施、生态补偿及可行性分析.....	257
9.2 水污染防治环境保护措施.....	261
9.3 大气污染防治措施.....	262
9.4 噪声污染防治措施.....	262
9.5 固体废物污染防治措施.....	263
10 总量控制.....	264
10.1 污染物总量控制原则.....	264
10.2 污染物总量控制方法.....	264

10.3 污染物总量控制方法方案与建议	265
11 环境保护措施的经济效益分析	266
11.1 环境保护设施和对策措施的费用估算	266
11.2 环境保护的经济损益分析	266
11.3 环境保护的技术经济合理性	267
12 海洋工程环境可行性	269
12.1 与近岸海洋功能区划的符合性	269
12.2 与相关规划相符性分析	274
12.3 与海洋生态保护红线的符合性	283
12.4 环境影响可接受性分析	285
12.5 工程生态用海方案分析	286
13 环境管理与环境监测	290
13.1 环境管理	290
13.2 环境监理计划	291
13.3 环境监测计划	292
13.4 环境管理和监测计划的可行性与时效性分析	294
13.5“三同时”验收监测	294
14 结论	296
14.1 项目概况	296
14.2 工程分析	296
14.3 环境现状及影响评价	296
14.4 环境风险评价	298
14.5 环境保护措施	298
14.6 环境影响经济损益分析	299
14.7 评价结论	300

1 概述

1.1 建设项目背景

华能海门电厂座落于汕头市潮阳区海门镇洪洞村东南，面向南海，距离汕头市区 23 公里，电厂于 2009 年 3 月 30 日正式成立。华能海门电厂工程是广东省电源建设重点项目，国家重点工程。电厂规划装机规模为 6 台百万千瓦超超临界燃煤发电机组，其中一期 4 台，二期 2 台。目前，一期 1、2 号机组已于 2009 年 6 月和 9 月投产发电，3、4 号机组于 2011 年 1 月和 2012 年 9 月投产发电。2022 年 9 月，广东省发展改革委发布《关于华能海门电厂 5、6 号机组项目（汕头电厂迁建）项目核准的批复》，2024 年 8 月，二期 5、6 号机组主体工程正式开工建设，目前二期工程仍在建设中。

同时，海门电厂已完成煤码头、综合码头、防波堤、港池航道及相应的配套工程建设，2009 年 3 月，交通部天津水运工程科学研究所编制完成了《华能海门煤炭中转基地工程环境影响评价报告书（报批稿）》，评价内容包含码头、堆场、港池及航道疏浚炸礁（不含维护性疏浚）等工程。2009 年 9 月，国家环保部以《关于华能海门煤炭中转基地工程环境影响评价报告书的批复》（环函[2009]401 号）文对该项目的环境影响报告书进行了批复。2018 年 6 月，广东省环境技术中心编制了《汕头港海门港区华能煤炭中转基地工程起步工程竣工环境保护验收调查报告》，该项目取得了竣工环境保护验收意见。起步工程建成后，海门电厂共有 3 个码头泊位，包括 2 个 7 万吨级煤码头，分别为 1#煤码头和 2#煤码头，以及 1 个 3000 吨综合码头。港池及航道已于 2009 年扩宽浚深至满足 10 万吨级船舶通航要求，港池回旋圆直径 500m，10 万吨级航道长度为 5.4km，有效宽度 210m，底标高设计为-15.3m。

由于地形、地貌、水文、气象等各方面因素，海门电厂码头泊位、港池、航道等区域在使用期间常年发生泥沙冲积回淤情况，严重影响进出港船舶的通航安全，因此，为维持港池及航道水深满足设计要求和海事部门管理要求，保障船舶通航安全，根据《港口设施维护技术规范》（JTS310-2013）、广东省海事局《华能海门电厂一期煤码头工程 10 万吨级船舶进出港和靠泊通航安全核查会》要求以及航道港池运行周期实际需要，项目建设单位每年需对码头港池航道按季度进

行扫海测深，对水深不符合设计要求，不满足 10 万吨级运煤船舶安全通航的区域进行维护性疏浚，从而解决泥沙淤积影响船舶航行安全问题，提高航运效率。按照以往情况，每年计划维护疏浚 4 次，年维护工程量约 110 万 m^3 。本次评价内容按年度维护性疏浚工作进行评价，属于正在开展的海门电厂 2023 至 2025 年度港池及航道维护性疏浚工程的一部分，本年度仍需要进行一次维护性疏浚，目前按照相关法律法规开展环评工作。

根据《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国环境影响评价法》《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），本项目为华能海门电厂港池及航道维护性疏浚工程，项目类别为“五十四、海洋工程 160 其他海洋工程”中“工程量在 10 万立方米及以上的疏浚”，本项目应编制环境影响报告书。

受华能（广东）能源开发有限公司海门电厂委托（《委托书》见本报告书后面的附件 1），辰源海洋科技（广东）有限公司（以下简称“评价单位”）承担了华能海门电厂港池及航道维护性疏浚工程环境影响评价工作。同时，项目按照自然资源主管部门的要求同步开展用海论证工作。评价单位在接受了环境影响评价工作的委托后，立即组织项目参评人员到项目拟建地点进行现场踏勘，详细了解本工程内容，并收集了大量相关信息资料，按照相关法律法规和《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）等的要求，编制完成了《华能海门电厂港池及航道维护性疏浚工程环境影响报告书》。

1.2 建设项目特点

本项目为现有专用煤码头的港池及航道维护性疏浚工程，环境影响具有周期性、重复性和相似性特点，以年度为疏浚周期，每年疏浚 4 次，后期维护性疏浚与首次疏浚工程及其环境影响基本类似，经过一定时间的运行实践，项目所在海域形成“疏浚-回淤-再疏浚-再回淤”的动态平衡，且海洋生态环境及生物会适应这种平衡过程，因此，本报告以华能海门电厂港池及航道维护性疏浚工程（以下简称本工程或本项目）单次疏浚施工为例进行海洋生态环境影响评价，以反映本项目每次的维护性疏浚施工对海洋生态环境的影响情况，建议后续维护性疏浚产生的影响可参照本报告执行。

作为生态影响型项目，维护性疏浚对海洋生态环境的影响集中表现在施工行

为上，由于疏浚施工时港池及航道照常通航和作业，故本项目基本没有施工期与营运期的时间界限。项目采用耙吸式挖泥船的施工方式，疏浚土抛卸至指定倾倒区，疏浚土倾倒对海洋生态环境的影响不在本报告中进行评价，疏浚施工过程中对海洋生态环境的影响表现为海床扰动产生的悬浮泥沙对区域水质和水生生态环境产生的影响。

环境影响预测重点针对施工期的疏浚施工，基于此在施工过程中采取相应的污染防治措施，通过减少疏浚扰动面积减轻对周围水环境的污染，维护性疏浚完成后，其不利影响在一定的时间内可逐渐消除，海洋生态环境得以自然恢复。

1.3 环境影响评价工作过程

建设单位在了解有关环保法规的基础上，建设单位委托辰源海洋科技(广东)有限公司承担华能海门电厂港池及航道维护性疏浚工程的环境影响评价工作。评价单位接受委托后，立即成立项目环评课题组，组织有关技术人员进行现场踏勘，收集了本项目及区域社会环境等相关技术资料，开展了项目区域环境现状调查、环境质量现状监测和环境影响预测与评价等工作，编制完成了《华能海门电厂港池及航道维护性疏浚工程环境影响报告书》。

本项目环境影响评价具体工作程序如图 1.3-1 所示：

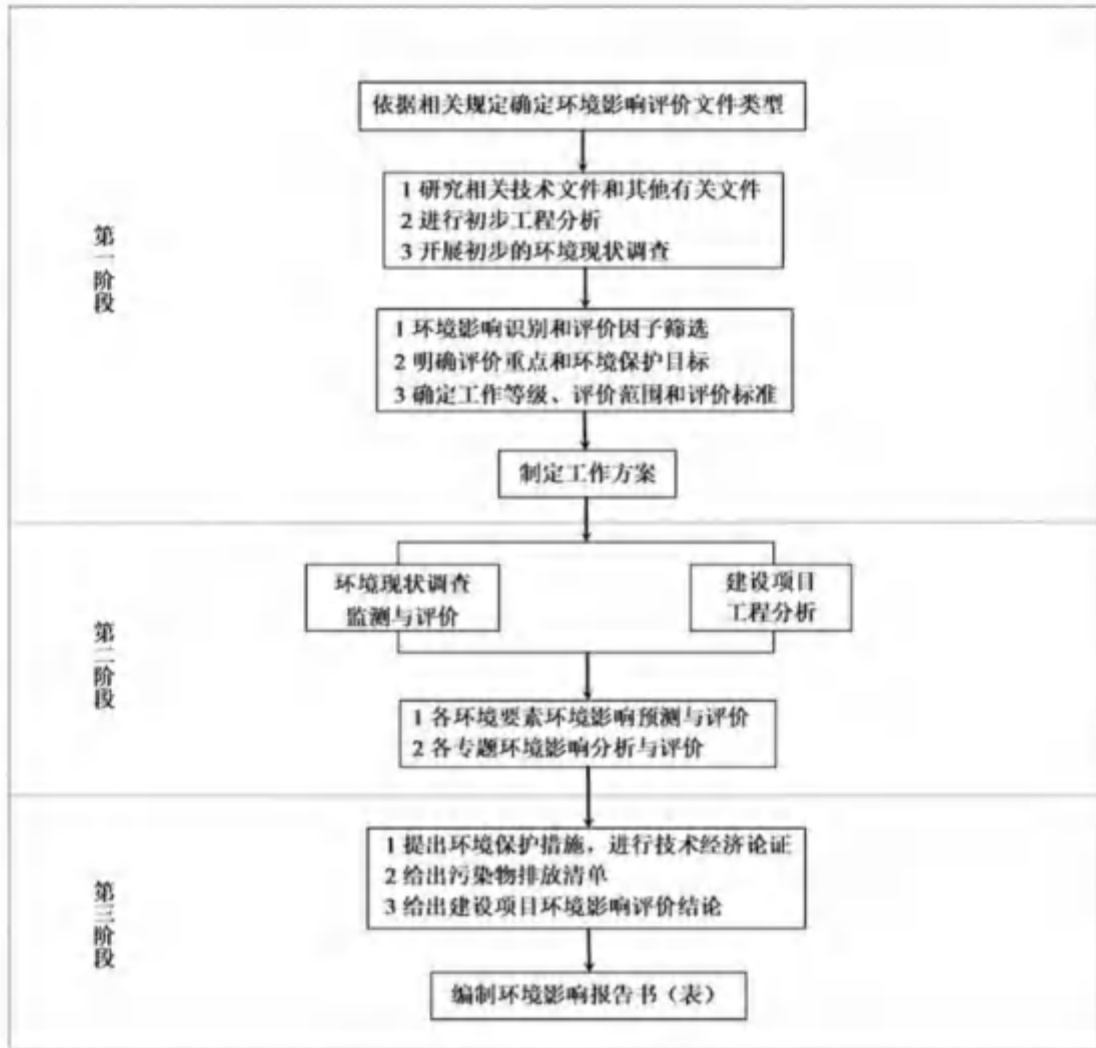


图 1.3-1 项目环境影响评价工作程序

1.4 分析判定相关情况

（1）产业政策相符性分析

拟建项目为华能海门电厂专用煤码头港池及航道维护性疏浚工程，不属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中的鼓励类、限制类和淘汰类，属于允许类项目，符合国家产业政策。

根据《市场准入负面清单（2025 年本）》，本项目不属于市场禁止准入行业，符合准入要求。

（2）相关环保法规、政策相符性分析

本项目建设与《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》《汕头市国土空间总体规划（2021-2035 年）》《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》

《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》《广东省 2023 年度生态环境分区管控动态更新成果公告》《汕头市生态环境局关于印发汕头市 2023 年“三线一单”生态环境分区管控成果动态更新方案的通知》等相关环保法规、政策的要求相符合，详细分析见第 12.1 和第 12.2 小节。

(3) “三线一单”相符性分析

1) 与生态保护红线及一般生态空间符合性分析

根据《广东省 2023 年度生态环境分区管控动态更新成果公告》《汕头市生态环境局关于印发汕头市 2023 年“三线一单”生态环境分区管控成果动态更新方案的通知》，本项目所在海域的环境管控单元为重点管控单元和一般管控单元，不涉及优先保护单元，不占用海洋生态保护红线。

项目维护性疏浚区域位于 HY44050020009 海门港口航运区重点管控单元、HY44050030013 海门湾-广澳湾农渔业区一般管控单元、HY44000030002 珠海-潮州近海农渔业区一般管控单元。

本项目的建设与所在环境管控单元相符性分析详见第 12 章的表 12.2-1。由分析可见，本项目为专用煤码头港池及航道维护性疏浚工程，对海洋生态环境影响是短暂的，符合项目所在重点管控单元、一般管控单元的区域布局管控要求。

综上所述，本项目建设与生态保护红线的管控要求相符合。

2) 环境质量底线

根据本项目所在区域环境空气质量、海水环境质量、声环境质量监测结果显示，均能满足相关质量标准要求。

项目主要环境影响为港池及航道疏浚施工作业会对海域水质造成一定影响，但悬浮泥沙扩散范围不大，对海洋生物资源产生一定的损害，然而仅在施工期产生环境影响，施工结束后影响即逐渐消失。项目施工期主要产生的污染物有船舶含油污水、生活污水、固体废物均得到妥善处置，不在项目海域排放，不会对周边海域海洋生态环境造成明显影响。

本项目排放污染物对环境空气、海洋水质环境、声环境影响在采取适宜的污染防治措施后，能够维持区域环境质量现状，符合环境功能区要求。因此，本项目的建设不触及环境质量底线。

3) 资源利用上线

项目维护性疏浚主要使用挖泥和运泥船舶进行海上施工，这些船舶的主要燃料是柴油，项目的基本原则是逐步淘汰效益差的小功率疏浚施工船舶，提高燃料的使用效率，因此，本项目耗费资源较少。

项目维护性疏浚所在海域属于交通运输用海区和渔业用海区，项目用海满足海域管理要求，不会改变海域的自然属性。

综上所述，项目建设不会突破当地的资源利用上线。

4) 环境准入负面清单

本项目为港池航道维护性疏浚工程，根据《市场准入负面清单（2025 年版）》（发改体改规〔2025〕466 号），本项目不属于禁止准入类，故项目与《市场准入负面清单》要求相符。

1.5 关注的主要环境问题及环境影响

1.5.1 污染环节及环境影响

（1）废水

水污染主要来自港池及航道疏浚施工过程产生的悬浮物，同时还有施工船舶产生的含油污水、施工人员生活污水等。其中，随着施工作业结束，悬浮泥沙将慢慢沉降，工程海区的水质会逐渐恢复原有的水平；含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集，交有能力单位进一步进行处理；船舶生活污水也是交有能力单位处理。

（2）废气

施工期产生的大气污染物主要来源于施工船舶发动机产生的尾气。本项目施工期间选择优质设备和燃油，加强设备和船舶的检修和维护，减少施工船舶废气排放。随着施工作业的结束，周边大气环境会逐渐恢复原有的水平。

（3）噪声

噪声污染主要为施工期间各类施工船舶的交通噪声、发动机噪声和挖泥施工设备产生的噪声，为了尽量减小本项目施工设备排放噪声对周围环境可能造成的影响，建设单位和施工单位将按照有关规定，采取切实可行的措施来防治噪声污染，如尽量避免高噪声设备在作息时间（中午或夜间）作业，加强对施工船舶的保养以降低机械噪声等。

(4) 固体废物

本项目的固体废物主要有施工船舶人员生活垃圾、疏浚物等。

施工船舶垃圾通过收集交由有能力单位接收处理。本项目港池及航道维护性疏浚量约为 110 万 m^3 ，从本报告采用的沉积物环境现状调查结果可知：项目所在海域的表层沉积物质量没有出现超标；从《华能（广东）能源开发有限公司海门电厂 2023 至 2025 年度港池及航道维护性疏浚工程项目（2025 年度）疏浚物海洋倾倒检测评价报告》的结论可知，本项目的疏浚物从其物理、化学特性上来看，属于较为清洁的疏浚物。本项目拟将全部疏浚物运至已由生态环境部批准的“汕头表角疏浚物海洋倾倒区”妥善处置。

(5) 环境风险事故污染

本项目施工船舶若突遇恶劣天气，风大、流急、浪高、加之轮机失控，可能造成船舶触礁、搁浅或与其他过往船舶发生碰撞事故，从而可能发生单方或双方船体的燃料油舱破损导致发生燃油溢出事故。针对可能出现的事故，本项目制定相应的环境风险事故防范措施和应急预案，同时配备一定的应急设备和物资，采取以上措施后，本项目的环境风险影响处于可接受范围内。

1.5.2 非污染环节及环境影响

非产污环节包括港池及航道疏浚对海洋水动力环境及冲淤环境、海洋生态、渔业资源和港区通航环境等影响。

1.6 综合评价结论

本项目建设符合国家产业政策，选址符合相关规划要求。施工过程中产生的废水、废气、噪声等经采取相应的污染治理措施后均可达标排放，产生的固体废物（主要为施工船员生活垃圾和疏浚物）也将得到妥善处置；经预测，项目建设不会降低评价区域原有的环境质量级别；本报告（征求意见稿）公示期间没有收到公众中反对项目建设的相关意见。

评价认为：在建设单位认真落实各项环保措施的前提下，本项目建设对海洋生态环境的影响处于可接受程度；在切实加强环境风险防范、完备环境应急预案的情况下，本项目的环境风险得到有效控制。从环境保护角度考察，本项目建设是可行的。

2 总论

2.1 编制依据

2.1.1 国家法律法规和部门规章

本项目环境影响报告编制过程中，主要依据的国家法律法规和部门规章如下：

(1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014年4月24日第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议修订）；

(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018年12月29日第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议第二次修正）；

(3) 《中华人民共和国海洋环境保护法》（2023年10月24日第十四届全国人民代表大会常务委员会第六次会议第二次修订）；

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

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

(6) 《中华人民共和国水污染防治法》（2017年6月27日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议第二次修正）；

(7) 《中华人民共和国湿地保护法》（2021年12月24日第十三届全国人民代表大会常务委员会第三十二次会议通过）；

(8) 《中华人民共和国噪声污染防治法》（2021年12月24日第十三届全国人民代表大会常务委员会第三十二次会议通过）；

(9) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020年4月29日第十三届全国人民代表大会常务委员会第十七次会议第二次修订）；

(10) 《中华人民共和国野生动物保护法》（2018年10月26日第十三届全国人民代表大会常务委员会第六次会议第三次修正）；

(11) 《中华人民共和国清洁生产促进法》（2012年2月29日第十一届全国人民代表大会常务委员会第二十五次会议通过）；

(12) 《中华人民共和国循环经济促进法》（2018年10月26日第十三届

全国人民代表大会常务委员会第六次会议修正)；

(13)《中华人民共和国节约能源法》(2018年10月26日第十三届全国人民代表大会常务委员会第六次会议第二次修正)；

(14)《中华人民共和国港口法》(2018年12月29日第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议第三次修正)；

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

(16)《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)；

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

(18)《中华人民共和国突发事件应对法》(2024年6月28日第十四届全国人民代表大会常务委员会第十次会议于修订)；

(19)《建设项目环境保护管理条例》(2017年7月16日修订)；

(20)《防治船舶污染海洋环境管理条例》(2018年3月19日第六次修订)；

(21)《中华人民共和国防治海岸工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》(2018年3月19日第三次修订)；

(22)《中华人民共和国海洋倾废管理条例》，国务院令 第676号，2017年3月1日修订；

(23)《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)；

(24)《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)；

(25)《海岸线保护与利用管理办法》(国家海洋局，2017年3月31日)；

(26)《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)；

(27)《中华人民共和国船舶及其有关作业活动污染海洋环境防治管理规定》(交通运输部令2016年第83号)；

(28)《国务院关于加强环境保护重点工作的意见》(国发[2011]35号)；

(29)《产业结构调整指导目录(2024年本)》(中华人民共和国国家发

展和改革委员会令第7号，2023年12月27日）；

（30）《建设项目环境影响评价分类管理目录》（2021年版）；

（31）《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部令第4号）；

（32）《突发环境事件应急管理办法》（环境保护部令第34号）；

（33）《企业事业单位突发环境事件应急预案备案管理办法（试行）》（环发〔2015〕4号）；

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

（35）《自然资源部办公厅关于北京等省（区、市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》（自然资源部自然资办函〔2022〕2207号，2022年10月14日）；

（36）《市场准入负面清单（2025年版）》（发改体改规〔2025〕466号）；

（37）《关于加强规划环境影响评价与建设项目环境影响评价联动工作的意见》，环发〔2015〕178号；

（38）《关于发布2021年全国可继续使用倾倒区和暂停使用倾倒区名录的公告》，生态环境部公告2021年第8号；

（39）《船舶大气污染物排放控制区实施方案》，交海发〔2018〕168号；

（40）《农业农村部办公厅关于进一步明确涉渔工程水生生物资源保护和补偿有关事项的通知》（农办渔〔2018〕50号）；

（41）《交通运输部 国家发展改革委 自然资源部 生态环境部 水利部关于加快沿海和内河港口码头改建扩建工作的通知》（交水发〔2023〕18号）。

2.1.2 相关规划和区划

（1）《广东省国土空间规划（2021-2035年）》（国函〔2023〕76号），2023年8月8日；

（2）《广东省自然资源厅关于印发〈广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）〉的通知》（粤自然资发〔2025〕1号），广东省自然资源厅，2025年1月；

（3）《广东省海洋经济发展“十四五”规划》（粤府办〔2021〕33号），广东省人民政府，2021年12月；

- (4) 《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办〔1999〕68号）；
- (5) 《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》（粤环〔2022〕7号），2022年4月；
- (6) 《汕头市国土空间总体规划（2021-2035年）》，汕府〔2024〕34号，2024年6月28日；
- (7) 《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（粤府〔2020〕71号），广东省人民政府，2020年12月29日；
- (8) 《广东省2023年度生态环境分区管控动态更新成果公告》，广东省生态环境厅，2024年12月13日；
- (9) 《广东省生态环境厅关于印发〈广东省水生态环境保护“十四五”规划〉的通知》（粤环函〔2021〕652号）；
- (10) 《关于发布广东省生态环境厅审批环境影响报告书（表）的建设项目名录（2024年本）》；
- (11) 《汕头市人民政府关于印发汕头市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（汕府〔2021〕49号），2021年6月30日；
- (12) 《汕头市生态环境局关于印发汕头市2023年“三线一单”生态环境分区管控成果动态更新方案的通知》（汕市环函〔2023〕59号），2024年4月8日；
- (13) 《关于调整汕头近岸海域环境功能区划有关问题的复函》（粤府函〔2005〕659号）；
- (14) 《汕头港总体规划（2012-2030年）》，汕头市人民政府，2013年9月；
- (15) 《汕头市人民政府关于印发汕头市环境空气质量功能区划调整方案（2023年）的通知》（汕府〔2023〕88号）；
- (16) 《汕头市人民政府关于印发汕头市生态环境保护“十四五”规划的通知》（汕府〔2022〕55号）。

2.1.3 技术规范和标准

环境影响评价中应遵循的技术规范和标准主要有：

- (1) 《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）；

- (2) 《环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016)；
- (3) 《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018)；
- (4) 《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018)；
- (5) 《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2021)；
- (6) 《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2022)；
- (7) 《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)；
- (8) 《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；

- (9) 《海洋监测规范》(GB17378-2007)；
- (10) 《海洋调查规范》(GB/T12763-2007)；
- (11) 《海水水质标准》(GB3097-1997)；
- (12) 《海洋沉积物质量》(GB18668-2002)；
- (13) 《海洋生物质量》(GB 18421-2001)；
- (14) 《广东省水污染物排放标准》(DB44/26-2001)；
- (15) 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T 9110-2007)；
- (16) 《水运工程建设项目环境影响评价指南》(JTS/T 105-2021)；
- (17) 《水运工程环境保护设计规范》(JTS 149-2018)；
- (18) 《中国地震烈度区划图》(GB18306-2015)；
- (19) 《港口码头水上污染事故应急防备能力要求》(JT/T451-2017)。

2.1.4 地方性法规

- (1) 《广东省实施〈中华人民共和国海洋环境保护法〉办法》，广东省第十三届人民代表大会常务委员会第七次会议，2018 年 11 月 29 日修正；
- (2) 《广东省海域使用管理条例》，广东省第十三届人民代表大会常务委员会第三十五次会议，2021 年 9 月 29 日修正；
- (3) 《广东省环境保护条例》，广东省第十三届人民代表大会常务委员会第四十七次会议，2022 年 11 月 30 日修订；
- (4) 《广东省水污染防治条例》，广东省第十三届人民代表大会常务委员会第三十五次会议，2021 年 9 月 29 日修正；
- (5) 《广东省固体废物污染环境防治条例》，广东省第十三届人民代表大

会常务委员会第七次会议于2018年11月29日修订通过,自2019年3月1日起施行;

(6) 《广东省渔业管理条例》,广东省第十二届人民代表大会常务委员会第二十二次会议,2015年12月30日修正;

(7)

《广东省环境保护厅 广东省海洋与渔业局转发环境保护部 农业部关于进一步加强水生生物资源保护 严格环境影响评价管理的通知》,粤环〔2013〕17号,2013年9月;

(7) 《关于印发〈广东省海洋工程项目环境保护监督管理办法(试行)〉的通知》(粤海渔函〔2014〕1252号),广东省海洋与渔业厅,2017年11月9日;

(8) 《广东省航道管理条例》,2006年1月;

(9) 《汕头市人民政府办公室关于健全生态保护补偿机制的实施意见》,汕府办〔2017〕51号;

(10) 《关于建立汕头市潮阳龙虎滩中华白海豚市级自然保护区有关问题的批复》,汕府函〔2003〕16号。

2.1.5 项目相关技术资料

(1) 《华能海门电厂2023至2025年度港池及航道维护性疏浚工程施工组织总设计》,中交广州航道局有限公司,2023年2月;

(2) 《汕头港广澳港区三期工程环境调查水文动力观测分析报告》,交通运输部天津水运工程科学研究院、天津水运工程勘察设计院有限公司,2021年4月;

(3) 《华能(广东)能源开发有限公司海门电厂2023至2025年度港池及航道维护性疏浚工程项目(2025年度)疏浚物海洋倾倒检测评价报告》,广东中加检测技术股份有限公司,2024年8月。

2.2 环境功能区划

(1) 近岸海域环境功能区划

根据《广东省近岸海域环境功能区划》(粤府办〔1999〕68号)及《广东

省人民政府办公厅关于调整汕头市近岸海域环境功能区划有关问题的复函》（粤办函〔2005〕659号），项目所在地附近近岸海域包括龙头山临海工业排污混合区和海门港口、排污功能区，水质目标为四类和三类海水水质标准。

表 2.2-1 项目附近近岸海域环境功能区

功能区名称	范围	宽度(km)	长度(km)	主要功能	水质目标
龙头山临海工业 排污混合区	龙头山附近至旱 仔附近海域	1.2	4.7	排污、港口	四
海门港口、排污 功能区	濠江区与潮阳区 交界处至海门镇	2	10.7	港口、排污、 工业用水	三

（2）环境空气质量功能区划

本项目位于汕头市潮阳区海域，根据《汕头市人民政府关于印发汕头市环境空气质量功能区划调整方案（2023 年）的通知》（汕府〔2024〕88 号），本项目位于二类环境空气质量功能区，本项目所在地环境空气功能区划图见 2.2-2。

（3）声环境功能区划

根据《汕头市人民政府办公室关于印发汕头市声环境功能区划调整方案（2019 年）的通知》（汕府办〔2019〕7 号），本项目所在“华能海门电厂及海门港区工业组团片区”为声环境 3 类功能区，执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）的 3 类标准。声环境功能区划见图 2.2-3。

（4）海洋功能分区

根据《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》（粤自然资发〔2025〕1 号），本项目所在海域属于“交通运输用海区”和“渔业用海区”，见图 2.2-4。

（5）生态环境分区管控单元

根据《广东省 2023 年度生态环境分区管控动态更新成果公告》《汕头市生态环境局关于印发汕头市 2023 年“三线一单”生态环境分区管控成果动态更新方案的通知》，本项目所在海域的环境管控单元为海门港口航运区重点管控单元（编号 HY44050020009）、海门湾-广澳湾农渔业区一般管控单元（编号 HY44050030013）、珠海-潮州近海农渔业区一般管控单元（编号 HY44000030002），不涉及优先保护单元，见图 2.2-5。



图 2.2-1 本项目所在近岸海域环境功能区划图



图 2.2-2 本项目所在环境空气质量功能区划图

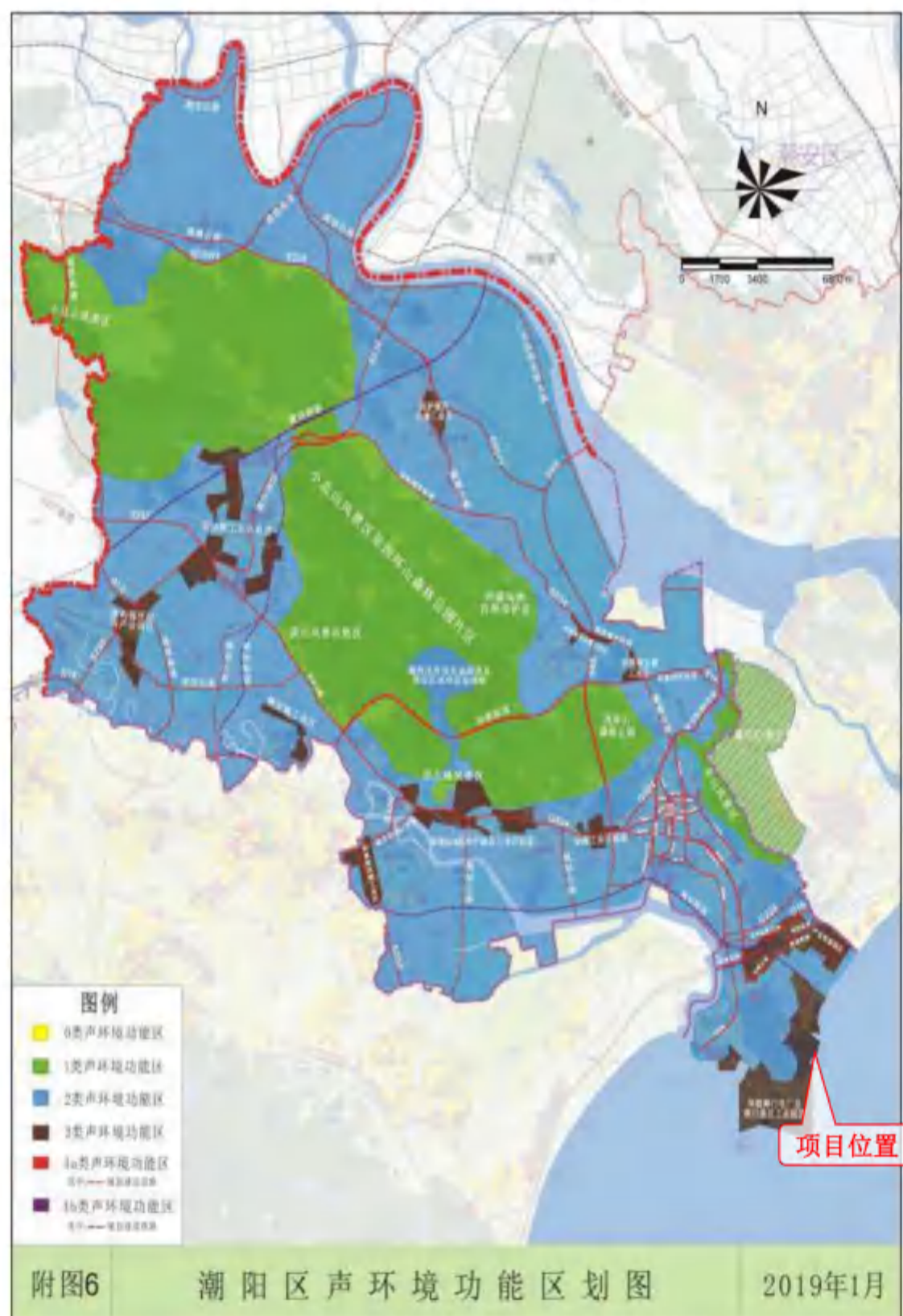


图 2.2-3 本项目所在声环境功能区划图



图 2.2-4 本项目与广东省海洋功能分区关系图



图 2.2-5 本项目所在生态环境分区管控图

(6) 小结

本项目所在区域的环境功能区划详见下表 2.2-2。

表 2.2-2 项目所在区域环境功能区

序号	评价区域	功能区划分
1	近岸海域环境功能区	项目位于四类、三类功能区
2	海洋功能分区	海洋发展区中的交通运输用海区、渔业用海区
3	环境空气功能区	属于环境空气二类区
4	声环境功能区	属于 3 类声环境功能区
5	生态环境分區管控单元	海域重点管控单元、一般管控单元
6	污水处理厂集水范围	否
7	饮用水源保护区	否
8	基本农田保护区	否
9	自然保护区和风景名胜區	否
10	水库库区	否
11	文物保护单位	否
12	是否属于生态敏感与脆弱区	否
13	是否属于海洋生态保护红线区	否

2.3 评价标准

2.3.1 环境质量标准

(1) 海洋环境质量标准

根据《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办（1999）68 号）、《广东省人民政府办公厅关于调整汕头市近岸海域环境功能区划有关问题的复函》（粤办函（2005）659 号），项目所在区域水体执行《海水水质标准》（GB3097-1997）第三类标准，周边海域水体执行《海水水质标准》（GB3097-1997）第一类、第二类标准。近岸海域环境功能区划水质标准具体见表 2.3-1。

表2.3-1 海水水质标准（GB3097-1997）单位：mg/L（pH、粪大肠菌群除外）

污染物名称	第一类	第二类	第三类	第四类
SS	人为增加的量≤10		人为增加的量≤100	人为增加的量≤150
pH（无量纲）	7.8~8.5		6.8~8.8	
DO>	6	5	4	3
COD≤	2	3	4	5
BOD ₅ ≤	1	3	4	5
无机氮≤	0.20	0.30	0.40	0.50
活性磷酸盐≤	0.015	0.030	0.030	0.045
汞≤	0.00005	0.0002		0.0005
镉≤	0.001	0.005	0.01	0.05
铅≤	0.001	0.005	0.010	0.050
总铬≤	0.05	0.1	0.2	0.5
铜≤	0.005	0.01	0.05	
锌≤	0.02	0.05	0.1	0.5
硫化物≤	0.02	0.05	0.1	0.25
石油类≤	0.05	0.05	0.30	0.50
粪大肠菌群≤（个/L）	2000 供人生食的贝类增殖水质≤140			—

注：第一类 适用于海洋渔业海域，海上自然保护区和珍稀濒危海洋生物保护区。

第二类 适用于水产养殖区，海水浴场，人体直接接触海水的海上运动或娱乐区，以及与人类食用直接有关的工业用水区。

第三类 适用于一般工业用水区，滨海风景旅游区。

第四类 适用于海洋港口海域，海洋开发作业区。

根据《海洋沉积物质量》（GB18668-2002），本项目所在海域执行第三类水质标准，相对应水质标准，海洋沉积物质量执行《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）中的第二类标准。《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）见表2.3-2。周边海域海洋沉积物质量评价按照调查站位所处海域的水质管理要求，对应执行沉积物质量第一类标准。

根据《海洋生物质量》（GB18421-2001），本项目所在海域执行第三类水质标准，相对应水质标准，海洋贝类生物质量执行《海洋生物质量》（GB18421-2001）中的第二类标准。《海洋生物质量》（GB18421-2001）见表2.3-3。周边海域海洋贝类生物质量评价按照调查站位所处海域的水质管理要求，

对应执行生物质量第一类标准。

海洋生物软体类、甲壳类和鱼类的生物体内污染物质含量评价标准采用《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）附录 C 表 C.1 中的生物质量标准，见表 2.3-4。

表 2.3-2 海洋沉积物质量（GB18668-2002）

污染因子	石油类 ($\times 10^{-6}$)	Pb ($\times 10^{-6}$)	Zn ($\times 10^{-6}$)	Cu ($\times 10^{-6}$)	Cd ($\times 10^{-6}$)	Hg ($\times 10^{-6}$)	硫化物 ($\times 10^{-6}$)	TOC ($\times 10^{-2}$)
一类标准 $\leq$	500	60.0	150.0	35.0	0.50	0.20	300.0	2.0
二类标准 $\leq$	1000	130.0	350.0	100.0	1.50	0.50	500.0	3.0
三类标准 $\leq$	1500	250.0	600.0	200.0	5.00	1.0	600.0	4.0

注：第一类 适用于海洋渔业海域，海洋自然保护区，珍稀与濒危生物自然保护区，海水养殖区，海水浴场，人体直接接触沉积物的海上运动或娱乐区，与人类食用直接有关的工业用水区。

第二类 适用于一般工业用水区，滨海风景旅游区。

第三类 适用于海洋港口海域，特殊用途的海洋开发作业区。

表 2.3-3 海洋生物（贝类）质量标准（GB18421-2001）（鲜重： $\times 10^{-6}$ ）

项目	第一类	第二类	第三类
总汞 $\leq$	0.05	0.10	0.30
镉 $\leq$	0.2	2.0	5.0
铅 $\leq$	0.1	2.0	6.0
铜 $\leq$	10	25	50（牡蛎 100）
锌 $\leq$	20	50	100（牡蛎 500）
砷 $\leq$	1.0	5.0	8.0
石油烃 $\leq$	15	50	80

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

第二类，适用于一般工业用水区、滨海风景旅游区。

第三类，适用于港口海域和海洋开发作业区。

表 2.3-4 生物体内污染物评价标准（鲜重：mg/kg）

评价因子 生物类别	软体动物（非双壳贝类）	甲壳类	鱼类
总汞	0.3	0.2	0.3
镉	5.5	2.0	0.6
锌	250	150	40
铅	10	2	2
铜	100	100	20
砷	1	1	1
石油烃	20	20	20

(2) 环境空气质量标准

根据《汕头市人民政府关于印发汕头市环境空气质量功能区划调整方案（2023 年）的通知》（汕府〔2024〕88 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 年修改单中的二级标准限值，各因子标准值详见表 2.3-5。

表 2.3-5 大气环境质量标准限值

项目类型	项目	取值时间	浓度限值	单位	标准来源
常规项目	二氧化硫（SO ₂ ）	年平均	60	μg/m ³	《环境空气质量标准》 （GB3095-2012） 及其 2018 年修改 单中的 二级标准
		24 小时平均	150		
		1 小时平均	500		
	二氧化氮（NO ₂ ）	年平均	40	μg/m ³	
		24 小时平均	80		
		1 小时平均	200		
	臭氧（O ₃ ）	日最大8 小时平均	160	μg/m ³	
		1 小时平均	200		
	颗粒物（粒径小于等于10μm）（PM ₁₀ ）	年平均	70	μg/m ³	
		24 小时平均	150		
	颗粒物（粒径小于等于2.5μm）（PM _{2.5} ）	年平均	35	μg/m ³	
		24 小时平均	75		
	一氧化碳（CO）	1 小时平均	4	μg/m ³	
		24 小时平均	10		

(3) 声环境质量标准

本项目所在区域主要为3类声环境功能区，执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中3类标准。具体见下表2.3-6所示。

表 2.3-6 声环境质量标准 单位：dB（A）

类别	昼间	夜间	备注
3 类	65	55	《声环境质量标准》（GB3096-2008）

2.3.2 污染物排放标准

(1) 水污染物排放标准

本工程施工期作业船舶产生的舱底含油污水和施工期船舶施工人员的生活污水应严格执行《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）（见表2.3-7）的要求，进行收集后交给有能力的单位进行处理，不得在港内排放。船舶生活垃圾也要收集至岸上统一处理，不得倾倒入海。

表 2.3-7 船舶水污染物排放控制标准

(单位: pH 无量纲;耐热大肠菌群数个/L;其它 mg/L)

污染物类别	排放区域	污染物项目	排放浓度或规定	污染物排放监控位置
船舶含油废水	/	石油类	15	油污水处理装置出水口 (排在船舶航行时进行)
船舶生活污水	近最近陆地 3 海里以内(含) 的海域	BOD ₅	25	生活污水处理装置出水口
		SS	35	
		耐热大肠菌群数	1000	
		COD _{Cr}	125	
		pH 值	6~8.5	
		总氯	<0.5	
	3 海里<与最近陆地间距离 <12 海里的海域	排放控制要求,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。		
近陆地间距离 >12 海里的海域	排放控制要求: 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。			
船舶垃圾	任何海域	应将塑料废弃物、废弃食用油、生活废弃物、焚烧炉灰渣、废弃渔具和电子垃圾收集并排入接收设施。		

(2) 大气污染物排放标准

本项目施工船舶尾气中的二氧化硫、颗粒物、氮氧化物应满足《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)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。

(3) 噪声排放标准

施工期厂界噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），各种施工设备及设施的噪声标准限值见表2.3-8。

表 2.3-8 建筑施工厂界环境噪声排放标准 单位：dB（A）

昼间	夜间
70	55

2.4 评价技术方法与技术路线

2.4.1 评价等级

一、海洋生态环境影响评价等级

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025），结合本项目特点、规模及所在区域的环境状况，确定本项目海洋生态环境影响评价等级。

本项目为维护性疏浚工程，每年的维护性疏浚量约为 110 万 m^3 ，疏浚工程不涉及重要的海洋生态环境敏感区。本项目疏浚工程量介于 $100 \times 10^4 \text{m}^3 \sim 500 \times 10^4 \text{m}^3$ 之间，根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》中的“表 1”进行判定，本项目海洋生态环境影响评价等级界定为 2 级。

表 2.4-1 海洋生态环境影响评价工作等级判定依据

（引自《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》中的“表 1”）

影响类型 评价等级		1	2	3
废水排放量 Q ($10^4 \text{m}^3/\text{d}$) ^a	含 A 类污染物	$Q \geq 2$	$0.5 \leq Q < 2$	$Q < 0.5$
	含 B 类污染物	$Q \geq 20$	$5 \leq Q < 20$	$Q < 5$
	含 C 类污染物	$Q \geq 500$	$50 \leq Q < 500$	$Q < 50$
水下开挖/回填量 Q (10^4m^3) ^b		$Q \geq 500$	$100 \leq Q < 500$	$Q < 100$
泥浆及钻屑排放量 Q (10^4m^3)		$Q \geq 10$	$5 \leq Q < 10$	$Q < 5$
挖沟埋设管缆总长度 L (km) ^c		$L \geq 100$	$60 \leq L < 100$	$L < 60$
水下炸礁、爆破挤淤工程量 Q (10^4m^3) ^d		$Q \geq 6$	$0.2 \leq Q < 6$	$Q < 0.2$
入海河口（湾口）宽度束窄/拓宽尺度占原宽度的比例 $R\%$		$R \geq 5$	$1 < R < 5$	$R \leq 1$
用海面积 S (hm^2)	围海	$S \geq 100$	$S < 100$	/
	填海	$S \geq 50$	$S < 50$	/
	其他用海 ^e	$S \geq 200$	$100 \leq S < 200$	$S < 100$
线性水工构筑物轴线长度 L (km)	透水	$L \geq 5$	$1 \leq L < 5$	$L < 1$
	非透水	$L \geq 2$	$0.5 \leq L < 2$	$L < 0.5$
人工鱼礁固体投放量 Q (空方 10^4m^3)		$Q \geq 10$	$5 \leq Q < 10$	$Q < 5$
a: 排放口位于近岸海域以外海域的评价等级降低一级（最低为 3 级）；建设项目排放的污染物为受纳水体超标因子，评价等级应不低于 2 级。				
b: 海底隧道按水下开挖（回填）量划分评价等级，采用盾构、钻爆方式施工的海底隧道，评价等级降低一级（最低为 3 级）。				
c: 挖沟埋设管缆总长度以挖沟累积长度计。				
d: 爆破挤淤工程量以挤出淤泥量计。				
e: 其他用海主要指海上风电、海上太阳能发电、海水养殖等开放式用海建设项目；不投加饲料的海水养殖项目，评价等级为 3 级。				

二、地表水环境影响评价等级

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018）的规定，本项目对地表水环境影响评价等级的划分标准是按照影响类型、排放方式、排放量或影响情况、受纳水体环境质量状况、水环境保护目标等综合确定。

（1）水污染影响

本项目施工期产生的废污水主要为施工船舶含油污水和船员生活污水。施工船舶废污水均通过收集后交由有能力的单位接收处置。因此，本项目施工期废污水均不直接排入水环境，水污染影响的评价等级为三级B。

（2）水文要素影响

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018），水文要素影响型建设项目评价等级划分根据水温、径流与受影响地表水域等三类水文要素的影响程度进行判定。判断依据见表2.4-2所示。

表 2.4-2 水文要素影响型建设项目评价等级判定

评价等级	水温	径流		受影响地表水域		
	年径流量与总库容百分比 $\alpha/\%$	兴利库容与年径流量百分比 $\beta/\%$	取水量占多年平均径流量百分比 $\gamma/\%$	工程垂直投影面积及外扩范围 $A1/\text{km}^2$ ；工程扰动水底面积 $A2/\text{km}^2$ ；过水断面宽度占用比例或占用水域面积比例 $R/\%$		
				河流	湖库	入海河口、近岸海域
一级	$\alpha \leq 10$ ；或稳定分层	$\beta \geq 20$ ；或全年调节与多年调节	$\gamma \geq 30$	$A1 \geq 0.3$ ；或 $A2 \geq 1.5$ ；或 $R \geq 10$	$A1 \geq 0.3$ ；或 $A2 \geq 1.5$ ；或 $R \geq 20$	$A1 \geq 0.5$ ；或 $A2 \geq 3$
二级	$20 > \alpha > 10$ ；或不稳定分层	$20 > \beta > 2$ ；或季调节与不完全全年调节	$30 > \gamma > 10$	$0.3 > A1 > 0.05$ ；或 $1.5 > A2 > 0.2$ ；或 $10 > R > 5$	$0.3 > A1 > 0.05$ ；或 $1.5 > A2 > 0.2$ ；或 $20 > R > 5$	$0.5 > A1 > 0.15$ ；或 $3 > A2 > 0.5$
三级	$\alpha \geq 20$ ；或混合型	$\beta \leq 2$ ；或无调节	$\gamma \leq 10$	$A1 \leq 0.05$ ；或 $A2 \leq 0.2$ ；或 $R \leq 5$	$A1 \leq 0.05$ ；或 $A2 \leq 0.2$ ；或 $R \leq 5$	$A1 \leq 0.15$ ；或 $A2 \leq 0.5$

注 1：影响范围涉及饮用水水源保护区、重点保护与珍稀水生生物的栖息地、重要水生生物的自然产卵场、自然保护区等保护目标，评价等级应不低于二级。

注 2：跨流域调水、引水式电站、可能受到河流感潮河段影响，评价等级不低于二级。

注 3：造成入海河口（湾口）宽度束窄（束窄尺度达到原宽度的 5% 以上），评价等级应不低于二级。

注 4：对不透水的单方向建筑尺度较长的水工建筑物（如防波堤、导流堤等），其与潮流或水流主流向切线垂直方向投影长度大于 2 km 时，评价等级应不低于二级。

注 5：允许在一类海域建设的项目，评价等级为一级。

注 6：同时存在多个水文要素影响的建设项目，分别判定各水文要素影响评价等级，并取其中最高等级作为水文要素影响型建设项目评价等级。

本项目位于近岸海域，疏浚工程扰动水底面积 A_2 为 169 公顷（即是 1.69km^2 ）， $3\text{km}^2 > A_2 > 0.5\text{km}^2$ 。根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018），确定本项目水文要素影响评价等级为二级。

三、大气环境影响评价等级

本项目大气污染主要来自施工期，施工期废气污染源主要是施工船舶等排放的燃油废气，废气排放量较小，随着疏浚工程的结束，由施工期船舶对大气环境产生的影响也随之消失，且项目施工区域位于海域，空气扩散条件好。根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ/T2.2-2018），大气环境评价等级定为三级，本次评价对项目大气环境影响仅进行简要分析。

四、声环境影响评价等级

本项目所在区域为 3 类声环境功能区，项目 200m 范围内无居住区，没有声环境敏感点。不存在疏浚工程实施后对评价范围内的声环境敏感目标造成噪声级增高量大于 3dB(A) 的情况。根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2021）“建设项目所处的声环境功能区为 GB 3096 规定的 3 类、4 类地区，或建设项目建设前后评价范围内声环境保护目标噪声级增量在 3dB(A) 以下（不含 3dB(A) ），且受影响人口数量变化不大时，按三级评价”，因此本项目的声环境影响评价等级界定为三级。

五、地下水环境影响评价等级

本项目为维护性疏浚工程，根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016），本项目属于“S 水运—134、航道工程、水运辅助工程”，属于 IV 类建设项目，不开展地下水环境影响评价。

六、土壤环境影响评价等级

本项目为维护性疏浚工程，根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018），本项目属于“交通运输仓储邮政业”的“其他”，为 IV 类建设项目，可不开展土壤环境影响评价。

七、生态环境影响评价等级

本项目疏浚施工区域位于海域，根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022），涉海工程的评价等级判定，参照《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485），因此，根据该导则的评价等级判定依据，本项目生态影

响评价等级界定为二级。

八、环境风险评价等级

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）和《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025），环境风险评价工作等级划分为一级、二级、三级。

根据建设项目涉及的物质及工艺系统危险性和所在地的环境敏感性确定环境风险潜势，再根据表 2.4-3 确定环境风险评价等级。风险潜势为IV级以上，进行一级评价；风险潜势为III，进行二级评价；风险潜势为II，进行三级评价；风险潜势为I，可开展简单分析。

表 2.4-3 环境风险评价等级划分

环境风险潜势	IV、IV ⁺	III	II	I
评价工作等级	一	二	三	简单分析 ^a
^a 是相对于详细评价工作内容而言，在描述危险物质、环境影响途径、环境危害后果、风险防范措施等方面给出定性的说明。见附录 A。				

（1）风险潜势划分

建设项目环境风险潜势划分为I、II、III、IV/IV⁺级。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，对建设项目潜在环境危害程度进行分析，按照表 2.4-4 确定环境风险潜势。

表 2.4-4 建设项目环境风险潜势划分

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
注：IV ⁺ 为极高环境风险。				

危险物质及工艺系统危险性（P）的分级确定：分析建设项目生产、使用、储存过程涉及的有毒有害、易燃易爆物质，参照《建设项目环境风险评价技术导则》附录 B 确定危险物质的临界量。定量分析危险物质数量与临界量的比值（Q）和所属行业及生产工艺特点（M），按附录 C 对危险物质和工艺系统危险性（P）等级进行判断。

环境敏感程度（E）的分级确定：分析危险物质在事故情形下的环境影响途

径，如大气、地表水、地下水等，按照附录 D 对建设项目各要素环境敏感程度（E）等级进行判断。

（2）P 的分级确定

1）Q 值计算

根据 HJ169-2018 附录 C 中的危险物质数量与临界量比值（Q）的计算如下：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；当存在多种危险物质是，则按下列公式计算物质总量与其临界量比值（Q）：

$$Q = \frac{q_1}{Q_1} + \frac{q_2}{Q_2} + \frac{q_3}{Q_3} + \dots + \frac{q_n}{Q_n}$$

式中：

$q_1, q_2, q_3, \dots, q_n$ ——每种危险物质的最大存在总量，t；

$Q_1, Q_2, Q_3, \dots, Q_n$ ——每种危险物质的临界量，t；

当 $Q < 1$ 时，项目环境风险潜势为 I。

当 $Q \geq 1$ 时，将 Q 值划分为：（1） $1 \leq Q < 10$ ；（2） $10 \leq Q < 100$ ；（3） $Q \geq 100$ 。

本项目施工船舶主要为 1 艘 2000m^3 的耙吸船和 1 艘 5000m^3 的耙吸船同时施工。参照《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T1143-2017），项目船舶最大的载重吨位为 7500t，船舶载油量约为 396.5m^3 ，最大同时施工按 2 艘，燃油密度本项目取 $0.84\text{kg}/\text{m}^3$ ，则燃油最大存在量约为 666t，本项目的 Q 值计算结果为 $666/100 \approx 6.66$ ， $1 \leq Q < 10$ 。

表 2.4-5 本项目危险物质数量与临界量比值（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）	/	666	100	6.66
项目 Q 值 Σ					6.66

注：油类物质临界量根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）附录 G 中表 G.1 确定（最大临界量为 100t）。

2）行业及生产工艺（M）

将 M 划分为（1） $M > 20$ ；（2） $10 < M \leq 20$ ；（3） $5 < M \leq 10$ ；（4） $M = 5$ ，分别以 M1、M2、M3 和 M4 表示。分析项目所属行业及生产工艺特点，本项目不属于涉及危险废物管道运输的码头，涉及危险物质使用，贮存的项目。根据表

2.4-6 评估生产工艺情况，判定本项目行业及生产工艺 M 值。

表 2.4-6 行业及生产工艺 (M)

行业	评估依据	分值
石化、化工、医药、化纤、有色冶炼等	涉及光气及光气化工艺、电解工艺（氯碱）、氯化工艺、硝化工艺、合成氨工艺、裂解（裂化）工艺、氟化工艺、加氢工艺、重氮化工艺、氧化工艺、过氧化工艺、胺基化工艺、磺化工艺、聚合工艺、烷基化工艺、新型煤化工工艺、电石生产工艺、偶氮化工艺	10/套
	无机酸制酸工艺、焦化工艺	5/套
	其他高温或高压，且涉及危险物质的工艺过程 ^a 、危险物质贮存罐区	5/套（罐区）
管道、港口/码头等	涉及危险物质管道运输项目、港口/码头等	10
石油天然气	石油、天然气、页岩气开采（含净化），气库（不含加气站的气库），油库（不含加气站的油库）、油气管道 ^b （不含城镇燃气管线）	10
其他		5

^a 高温指工艺温度 $\geq 300^{\circ}\text{C}$ ；高压指压力容器的设计压力（P） $\geq 10.0\text{MPa}$ ；
^b 长输管道运输项目应按站场、管线分段进行评价。

本项目行业类别为“港口/码头”，分值为 10，对应为 M3。

3) 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) 和行业及生产工艺 (M)，按照表 2.4-7 确定危险物质及工艺系统危险性等级 (P)，分别以 P1、P2、P3、P4 表示。

表 2.4-7 危险物质及工艺系统危险性 (P) 等级判断

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
$Q \geq 100$	P1	P1	P2	P3
$10 \leq Q < 100$	P1	P2	P3	P4
$1 \leq Q < 10$	P2	P3	P4	P4

本项目危险物质数量与临界量比值 (Q) 为 6.66，属于 $1 \leq Q < 10$ ，行业及生产工艺为 M3，项目危险物质及工艺系统危险性等级 (P) 属于 P4。

(3) E 的分级确定

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。根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》(HJ 1409-2025) 附录 G.3

中的表 G.2，海洋环境影响敏感程度分级见表 2.4-8。

表 2.4-8 环境敏感程度分级

敏感性	环境敏感特征
E1	危险物质泄漏到海洋的排放点位于海水水质分类第一类区域或重要敏感区
E2	危险物质泄漏到海洋的排放点位于海水水质分类第二类区域或一般敏感区
E3	上述地区之外的其他地区

本项目危险物质（燃油）泄漏到海洋的排放点选择在本项目港池及航道海域附近，位于其他地区，因此确定本项目环境敏感程度为 E3。

（4）本项目环境风险潜势判定及评价等级界定

根据表 2.4-4，本工程环境风险潜势判定为 I；根据表 2.4-3 判定，本项目环境风险评价等级界定为“简单分析”。

2.4.2 评价范围

（1）海洋生态环境影响评价范围

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025），海洋生态环境影响评价范围以建设项目平面布置外缘线向外的扩展距离确定，1 级、2 级和 3 级评价项目在潮流主流向的扩展距离应不小于 15km~30km、5km~15km、1km~5km，垂直于潮流主流向的扩展距离以不小于主流向扩展距离的 1/2 为宜。对于涉及生态敏感区或水动力条件较好的项目，评价范围应根据海域环境特征、污染因子扩散距离等情况，适当扩展。

本项目海洋生态环境影响评价等级为 2 级，由以上依据，并结合本工程特点和建设规模，以及项目所在海域的环境现状，本项目海洋生态环境影响评价范围为：以工程用海外缘线往东南方向外扩约 15km，往西南、东北方向各外扩 7.5km，具体范围在 22°59'10.043"~23°14'35.872"N，116°32'58.993"~116°50'38.622"E 内，评价范围的海域面积约 420.30km²。见图 2.4-1。



图 2.4-1 本项目海洋生态环境影响评价范围图

（2）大气环境影响评价范围

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）声环境影响评价范围

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2009），本项目的声环境影响评价范围为项目边界外200m的范围。

（4）地下水和土壤评价范围

本项目疏浚施工不涉及对土壤和地下水的影响，因此，均可不开展评价，不设置评价范围。

（5）环境风险影响评价范围

由于本项目涉及的环境风险物质为船舶燃料油，其发生泄漏事故时，主要对海洋环境产生影响，基本不会对大气环境和地下水环境等产生影响，因此，本项目环境风险影响评价范围依据海水环境风险评价范围确定，与海洋环境影响评价范围一致，具体如图2.4-1所示。

（6）生态环境影响评价范围

由于本项目主体工程均位于海上，可能影响的生态环境主要为海洋生态环境，因此，本项目的生态环境影响评价范围与海洋环境影响评价范围一致，见图2.4-1。

（7）地表水环境影响评价范围

本项目属于水文要素影响型项目，水文要素评价等级为二级，由于本项目主体工程均位于海上，可能影响的生态环境主要为海洋水文动力环境，因此，地表水环境影响评价范围与海洋环境影响评价范围一致，见图2.4-1。

2.4.3 评价重点

根据建设项目所在海域海洋功能特点及建设项目海洋环境影响特征，本工程产生的主要影响是港池航道疏浚过程中产生的悬浮物对周围海洋水质、沉积物环境和生态环境的影响。因此，确定本次评价重点为：

（1）疏浚作业过程产生的悬浮泥沙入海对附近海域水环境、沉积物环境、生态环境、生物资源以及敏感保护目标的影响；

（2）工程与相关法规、规划的符合性分析；

(3) 工程施工期的环境保护和污染防治措施;

(4) 环境风险分析与事故防范对策。

2.5 环境敏感区与环境保护目标

根据现场踏勘及调研结果,本项目位于海域,声环境评价范围内无声环境敏感目标,无陆域生态保护目标。

通过资料收集、现场踏勘等,结合《广东省国土空间规划(2021-2035年)》、广东省“三区三线”划定成果等,确定本项目的海洋环境敏感区与环境保护目标主要包括汕头潮阳龙头湾中华白海豚地方级自然保护区、广澳湾海岸防护物理防护极重要区、三场一通道、无居民海岛、国控水质监测点等。

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2.5-1,环境敏感目标的分布见图2.5-1。

(1) 汕头潮阳龙头湾中华白海豚地方级自然保护区

2003年9月,经汕头市人民政府批准设立“汕头市龙头湾中华白海豚自然保护区”(汕府函〔2003〕116号)。根据《自然保护区类型与级别划分原则》(GB/T14529-93),该自然保护区属于野生生物类的野物动物类型自然保护区。中华白海豚是国家一级保护野生动物,该保护区的主要保护对象为“中华白海豚及其生境”。保护区范围为(116°41'28"E, 23°10'00"N)、(116°43'06"E, 23°09'11"N)、(116°43'06"E, 23°07'18"N)、(116°41'28"E, 23°08'23"N),总面积为976公顷。

(2) 汕头濠江企望湾南方鲎地方级自然保护区

汕头濠江企望湾南方鲎地方级自然保护区位于广东省汕头市,主要保护对象是南方鲎及其生境。该保护区的面积为272.8公顷,四点坐标为: E116°41'25"、N23°13'8"; E116°42'32"、N23°13'50"; E116°42'55"、N23°13'14"; E116°41'55"、N23°12'32"。

(3) 汕头潮南练江口地方级自然保护区

汕头市潮南区练江口自然保护区是一个县级自然保护区,成立于2005年6月1日,由汕头市人民政府批准建设。根据2020年10月26日广东省自然资源厅的同意,保护区范围和功能区进行了调整,调整后的总面积为263.88公顷,其中核心区面

积为102.72公顷，缓冲区面积为75.68公顷，实验区面积为85.48公顷，分别占保护区总面积的38.93%、28.68%和32.39%。该保护区的主要保护对象包括湿地生态系统、候鸟、水生动物和渔业资源。

表 2.5-1 海洋环境敏感目标一览表

类别	敏感区及敏感目标	位置关系	主要保护对象
生态保护 红线区	汕头潮阳龙头湾中华白海豚地方级自然保护区	东侧 2.5km	中华白海豚及其生境
	汕头深水重要渔业资源产卵场	东南侧 4.5km	渔业资源及海域生态环境
	广澳湾海岸防护物理防护极重要区	北侧 1.3km	砂质岸线、沙滩自然岸线
	汕头濠江企望湾南方鲎地方级自然保护区	东北侧 4.6km	南方鲎及其生境
	莲花峰重要滩涂及浅海水域	西侧 4.9km	滩涂、渔业资源
	练江重要河口	西侧 5.6km	河口生态系统
	海门湾海岸防护物理防护极重要区	西侧 6.4km	砂质岸线、沙滩自然岸线
	汕头潮南中华鲎地方级海洋自然公园	西侧 6.6km	中华鲎及其生境
	汕头潮南练江口地方级自然保护区	西北侧 5.8km	湿地生态系统、候鸟、水生动物和渔业资源
保护区	汕头潮阳龙头湾中华白海豚地方级自然保护区	东侧 2.5km	中华白海豚及其生境
	汕头濠江企望湾南方鲎地方级自然保护区	东北侧 4.6km	南方鲎及其生境
	汕头潮南练江口地方级自然保护区	西北侧 5.8km	湿地生态系统、候鸟、水生动物和渔业资源
海洋珍稀生物	中华白海豚、南方鲎	东侧 2.5km	中华白海豚、南方鲎及其生境

类别	敏感区及敏感目标	位置关系	主要保护对象
三场一通道	幼鱼幼虾保护区	项目所在	位于广东省沿岸由粤东的南澳岛至粤西的雷州半岛徐闻县外罗港沿海 20 米水深以内的海域，保护期为每年的 3 月 1 日至 5 月 31 日
	南海北部幼鱼繁殖场保护区	项目所在	位于南海北部及北部湾沿岸 40m 等深线水域，保护期为 1-12 月，管理要求为禁止在保护区内进行底拖网作业
无居民海岛	潮阳白屿	西侧 1.6km	海岛生态系统
	牛母石屿	东北侧 2.7km	海岛生态系统
国控水质监测点	GDN04005	西侧 10.7km	海水水质
	GDN04006	东南侧 11.2km	海水水质
	GDN04013	西侧 5.1km	海水水质
	GDN04017	东侧 2.3km	海水水质



图 2.5-1 项目周边环境保护目标分布图

3 工程概况

3.1 建设项目名称、性质、规模及地理位置

(1) 建设项目名称

华能海门电厂港池及航道维护性疏浚工程。

(2) 建设项目性质

技术改造。

(3) 建设规模

本工程位于汕头市潮阳区海门镇洪洞村海门电厂，本项目港址中心坐标 $116^{\circ}35'E$ ， $23^{\circ}11'N$ 。

海门电厂煤码头总长 585m，有南北防波堤掩护，港池及航道已于 2009 年扩宽浚深至满足 10 万吨级船舶通航要求，高程基面为当地理论最低潮面，坐标系采用北京 54 坐标系。1 号泊位前沿设计底标高-15.1m，2 号泊位和综合码头前沿设计底标高-14.8m；港池回旋圆直径 500m、港池底标高-14.9m，10 万吨级航道长度为 5.4km、底宽为 203.6m、有效宽度 210m、底标高设计为-15.3m，边坡 1: 8，维护水域总面积 169 万 m^2 ，总疏浚量约 110 万 m^3 /年。

本项目总投资 1200 万元。

建设单位：华能（广东）能源开发有限公司海门电厂。

(4) 地理位置

汕头市潮阳区海门镇洪洞村海门电厂，东临南海，港址坐标 $116^{\circ}35'E$ ， $23^{\circ}11'N$ ，地理位置及交通条件比较优越，具体位置见图 3.1-1。

(5) 工期安排

施工进度安排：每年疏浚 4 次，每次 1 个月时间。



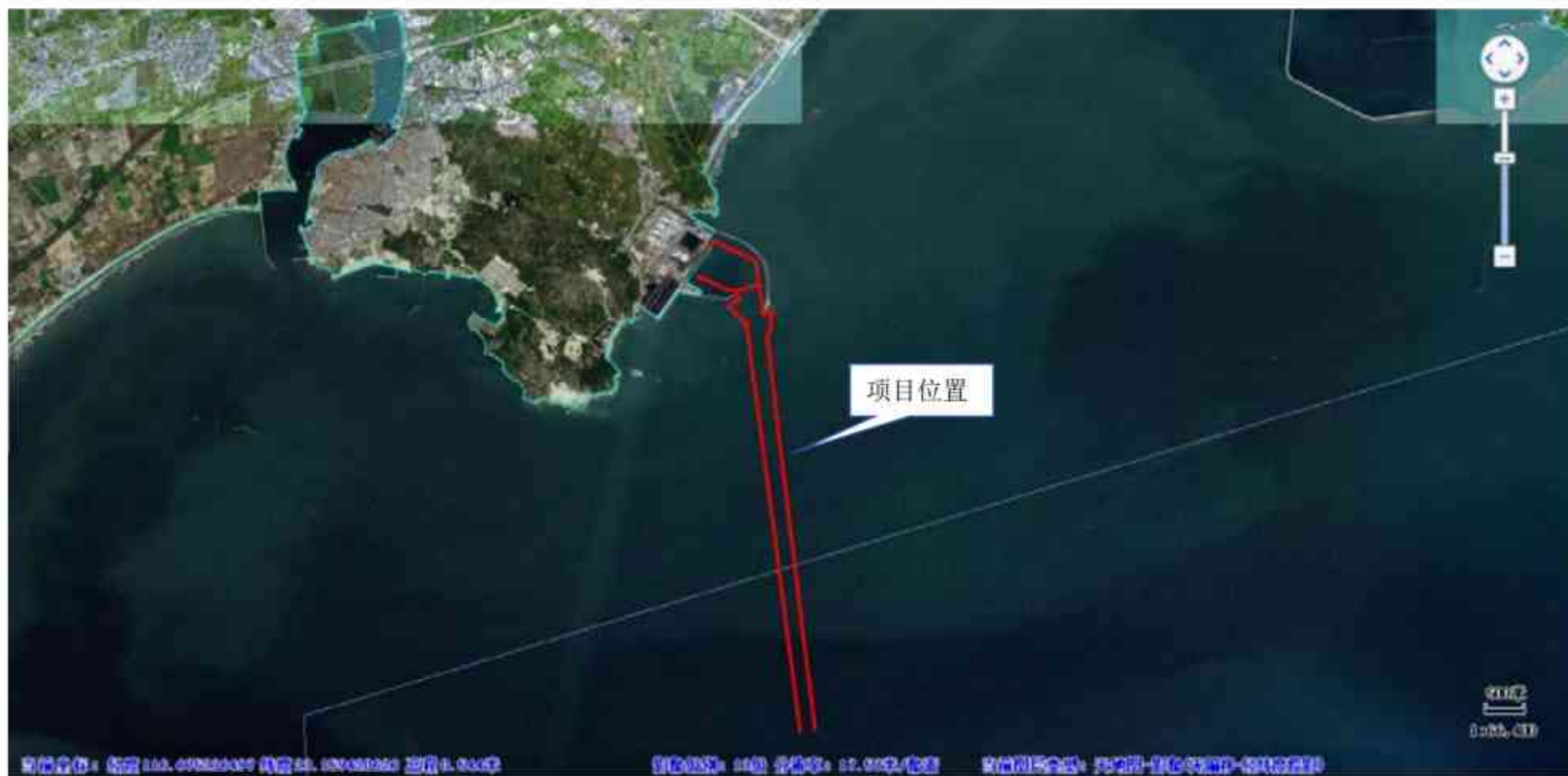


图 3.1-1 项目地理位置图

3.2 港区现有工程概况

3.2.1 港区发展历程

本项目是华能汕头海门电厂的专用煤码头的配套工程。2009年3月，交通部天津水运工程科学研究所编制完成了《华能海门煤炭中转基地工程环境影响评价报告书（报批稿）》。2009年9月，国家环保部以《关于华能海门煤炭中转基地工程环境影响评价报告书的批复》（环函[2009]401号）文对该项目的环境影响报告书进行了批复。华能海门煤炭中转基地工程的主要建设内容包括1个7万吨级和1个5万吨级煤炭专用泊位、1个3000吨级综合码头泊位，码头岸线总长624米，设计吞吐量煤炭1690万吨/年；建设煤炭B堆场，面积8.5万平方米；建设2座封闭圆形堆场，面积2.5万平方米，用以取代原设计中煤炭A堆场。堆场总面积11万平方米，总堆存量66.5万吨。工程配套建设转运站、输送机、污水池等产生、生活辅助设施。

2012年12月，交通运输部以《关于汕头港海门港区华能煤炭中转基地工程初步设计的批复》（交水发[2012]666号）对本项目初步设计进行了批复，根据该批复，项目名称由“华能海门煤炭中转基地工程”变更为“汕头港海门港区华能煤炭中转基地工程”。

根据交通运输部《关于汕头港海门港区华能煤炭中转基地工程初步设计的批复》意见，本工程分为两个阶段进行建设，第一阶段为“起步工程”，建设内容包括新建1个7万吨级煤炭专用泊位和1个3000吨级综合码头泊位，5万吨级煤炭泊位改造成7万吨级煤炭泊位，建设煤炭B堆场，堆场总面积8.5万平方米。工程配套建设转运站、输送机、污水池等产生、生活辅助设施。起步工程实际投资为110400万元，其中环保投资6245.6万元，约占工程总投资的5.66%。起步工程2011年1月开工，2014年年底完工，2015年1月投入试运行。2018年6月，广东省环境技术中心开展了起步工程的竣工环保验收工作，编制了《汕头港海门港区华能煤炭中转基地工程起步工程竣工环境保护验收调查报告》（2018年6月），并于2018年6月7日取得了竣工环境保护验收意见。起步工程建成后，海门电厂共有3个码头泊位，包括2个7万吨级煤码头，分别为1#煤码头

和 2#煤码头，以及 1 个 3000 吨综合码头。

3.2.2 泊位现状

海门电厂已建成 2 个 7 万 t 级煤码头 (1#煤码头和 2#煤码头)+1 个 3000t 级综合码头 (综合泊位)。

码头前沿停泊水域宽度，按 2 倍设计船宽取整确定，停泊水域宽度为 65m。1#煤码头泊位前沿设计底标高-15.1m，2#泊位和综合码头前沿设计底标高-14.8m；港池回旋圆直径 500m、港池底标高-14.9m。1#煤码头泊位现状水深标高为-14.4m~-15.3m，2#煤码头泊位现状水深标高为-14.1m~-15.0m，综合码头泊位现状水深标高为-14.3m~-15.1m，港池回旋水域的现状水深标高为-14.5m~-15.2m。

3.2.3 航道及锚地现状

海门电厂煤码头航道为 10 万吨级，航道长度为 5.4km、底宽为 203.6m、有效宽度 210m、底标高设计为-15.3m。

3.3 工程施工设计及部署

3.2.1 建设内容

根据现有码头工程实际建设及使用现状，目前需要疏浚维护的水域总面积 169 万平方米。根据相关资料，考虑台风骤淤情形及上游泥沙迁移，结合历史疏浚量情况，本项目实际疏浚范围及深度根据来港船舶运输需要确定，最大疏浚情形为全部码头港池、航道均疏浚，该最大疏浚量约为每年 110 万 m^3 ，疏浚 4 次，平均每次 27.5 万 m^3 ，详见表 3.2.1-2，疏浚平面布置图见图 3.2.1-1。施工前疏浚范围水深地形图见图 3.2.1-2~图 3.2.1-3，施工前，港池和航道的水深标高为-14.1m~-16.2m。施工断面图见图 3.2.1-4。本工程疏浚后应达到的水深地形图（注：以前疏浚后的水深地形图）见图 3.2.1-5~图 3.2.1-6。施工结束后，港池和航道的水深标高为-14.8m~-16.2m，其中 1#煤码头泊位目标底标高为-15.1m，2#煤码头和综合码头泊位的目标底标高为-14.8m，航道目标底标高为-15.3m。

港池、航道疏浚边坡：淤泥为 1:8。超深 0.4m，超宽 3m。

设计疏浚底边线坐标表见表 3.2.1-1，坐标系统为 1954 年北京 54 坐标系。

表 3.2.1-1 设计疏浚底边线坐标表

序号	X	Y
1	2558395.199	466017.08
2	2558393.426	465813.48
3	2564087.842	465813.48
4	2564380.641	465608.226
5	2564452.446	465747.07
6	2564502.189	465736.005
7	2564578.376	465700.762
8	2564862.657	465189.612
9	2565229.187	465352.997
10	2565296.148	465482.006
11	2564936.585	466015.08
12	2564626.949	466015.08
13	2564206.632	466015.08
14	2564206.632	466145.264
15	2563857.10	466017.08

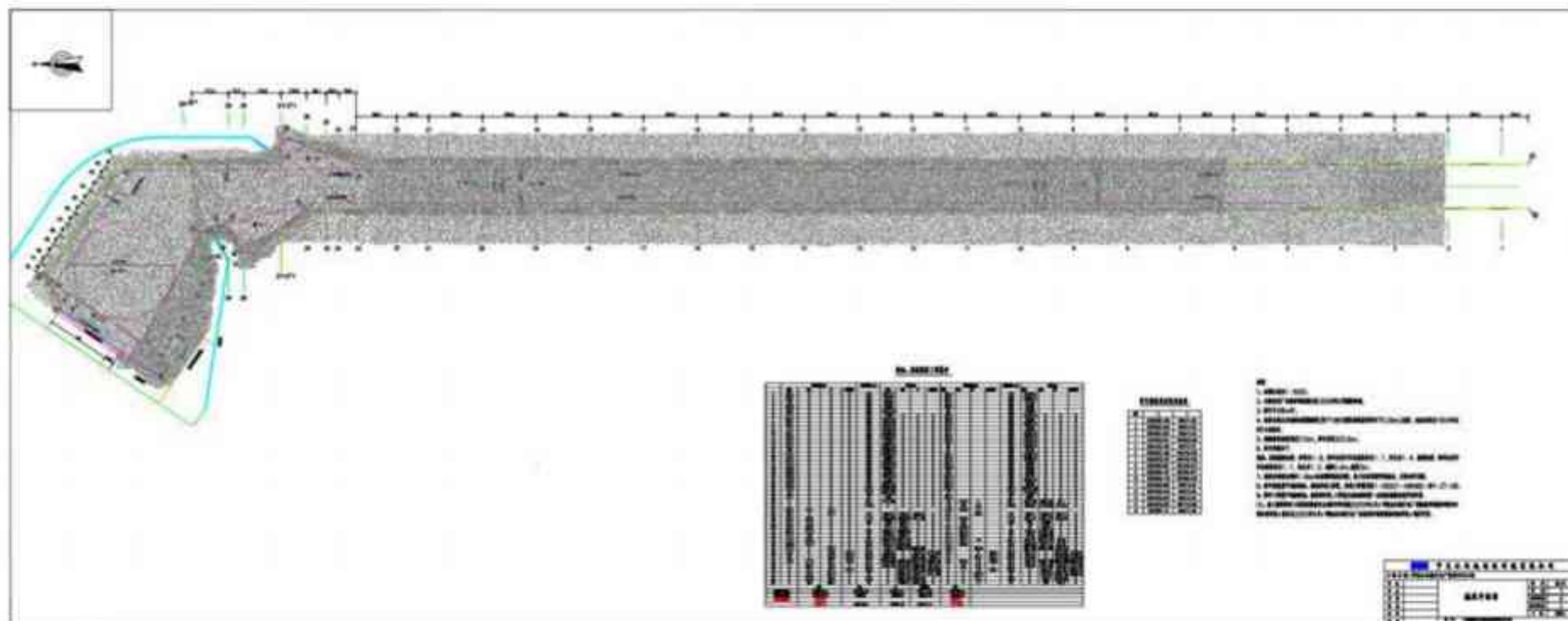


图 3.2.1-1 疏浚平面布置图

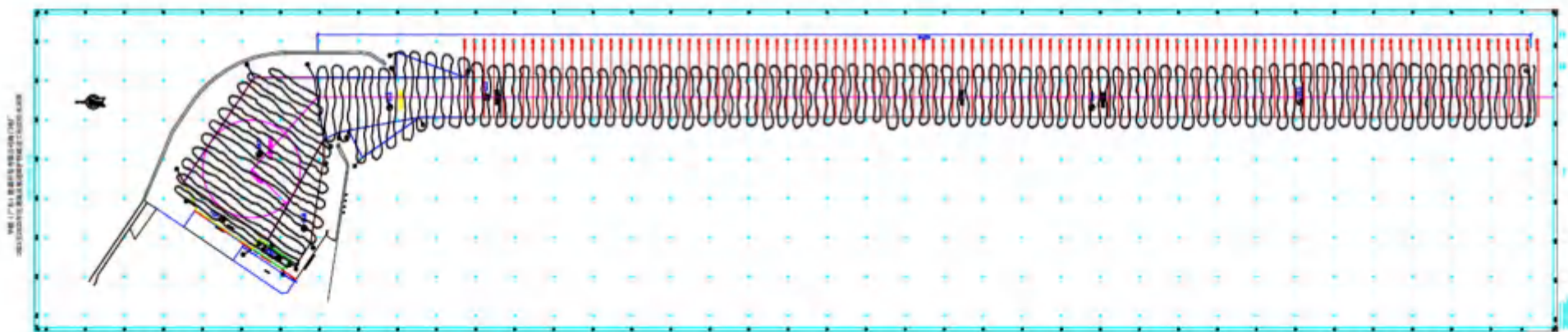


图 3.2.1-2 施工前疏浚范围水深地形图

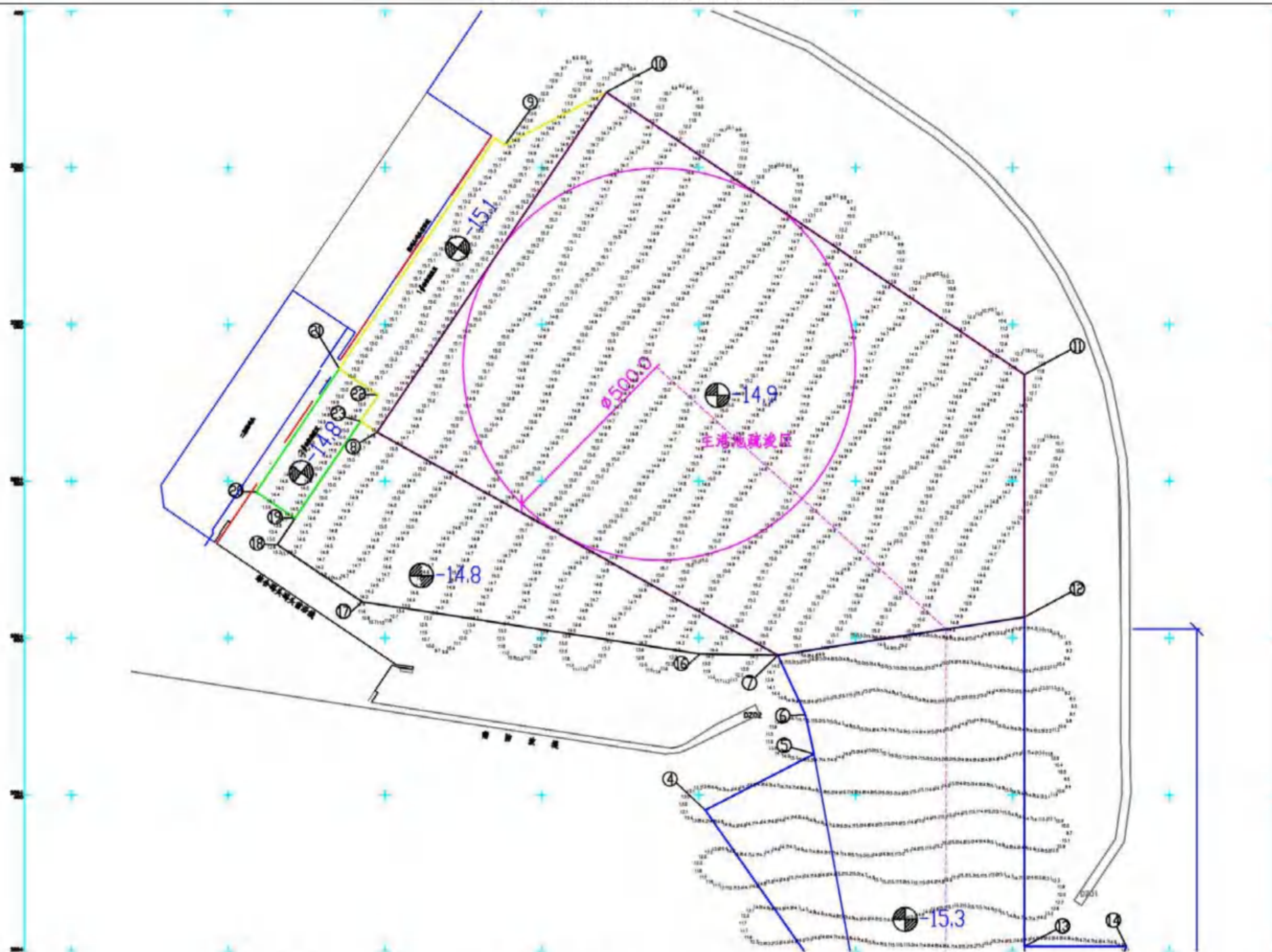


图 3.2.1-3a 施工前疏浚范围水深地形放大图 1

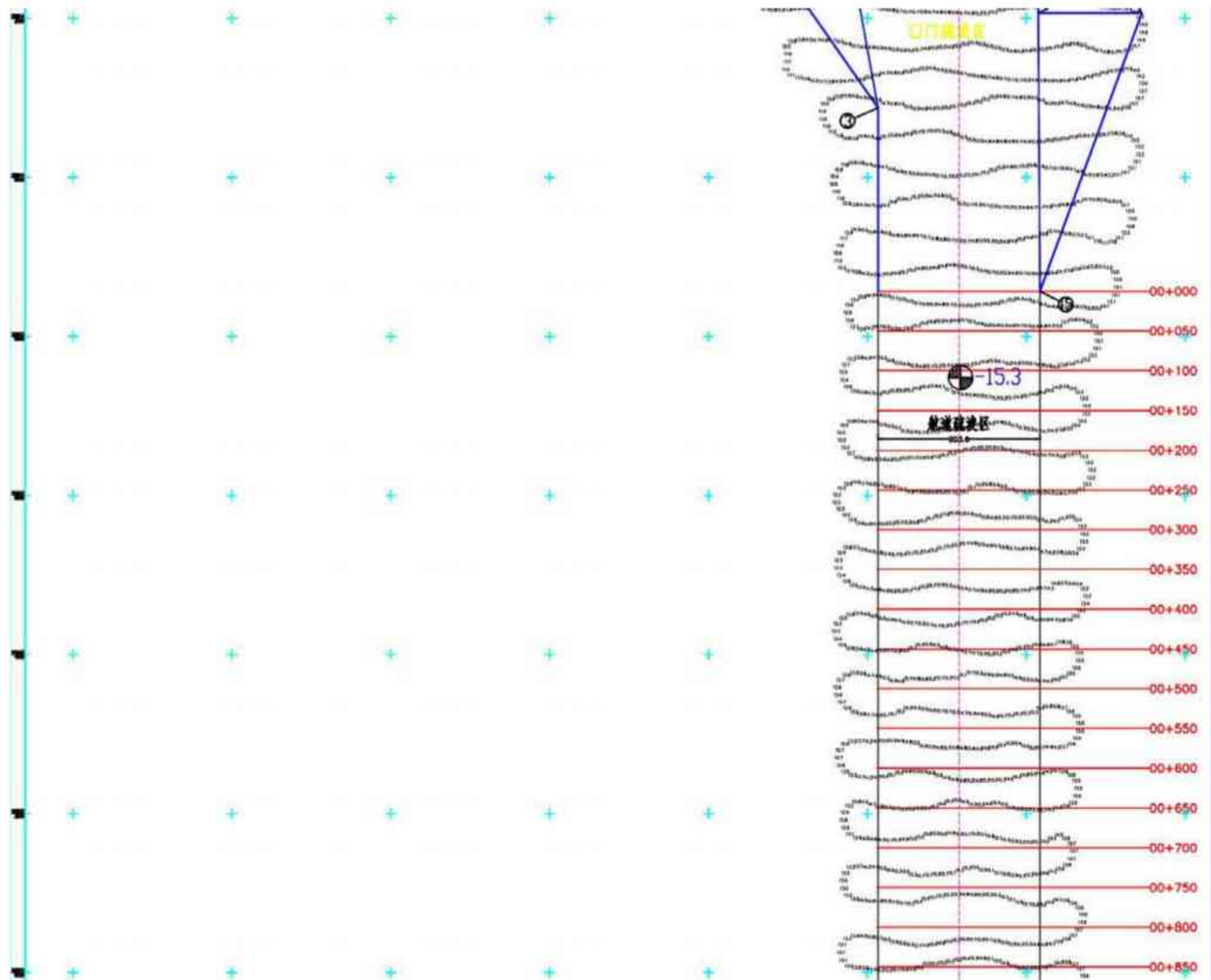


图 3.2.1-3b 施工前疏浚范围水深地形放大图 2

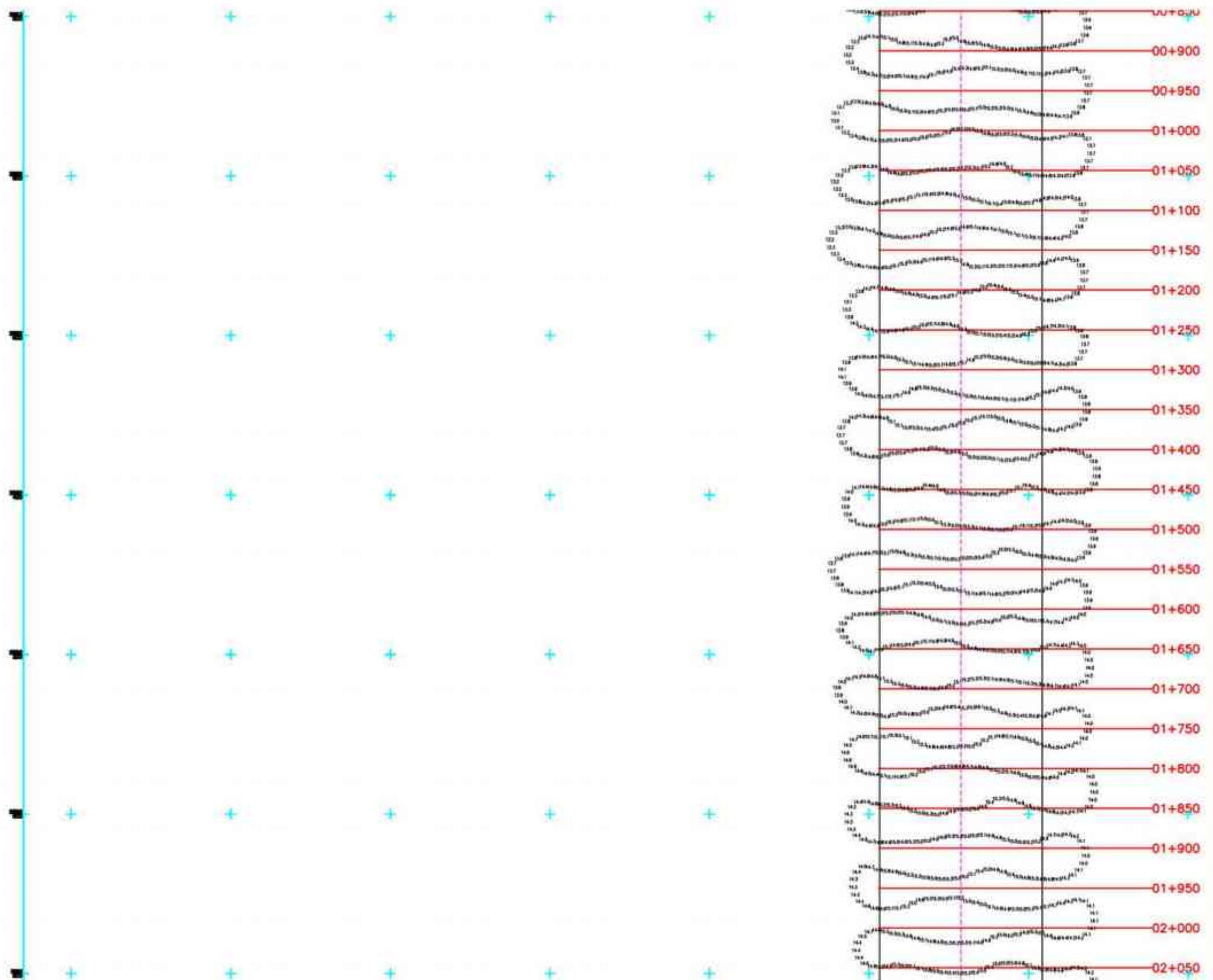


图 3.2.1-3c 施工前疏浚范围水深地形放大图 3

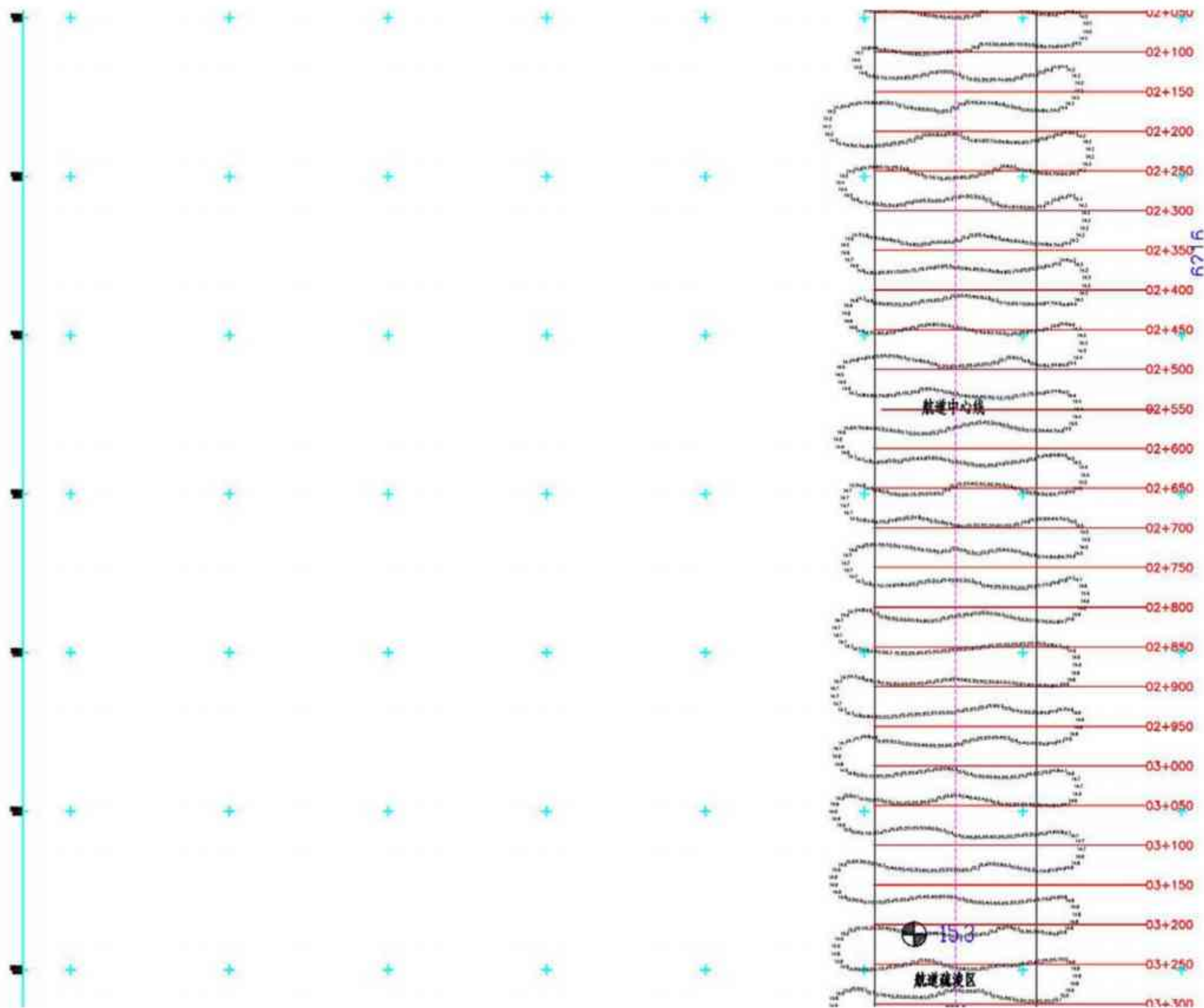


图 3.2.1-3d 施工前疏浚范围水深地形放大图 4

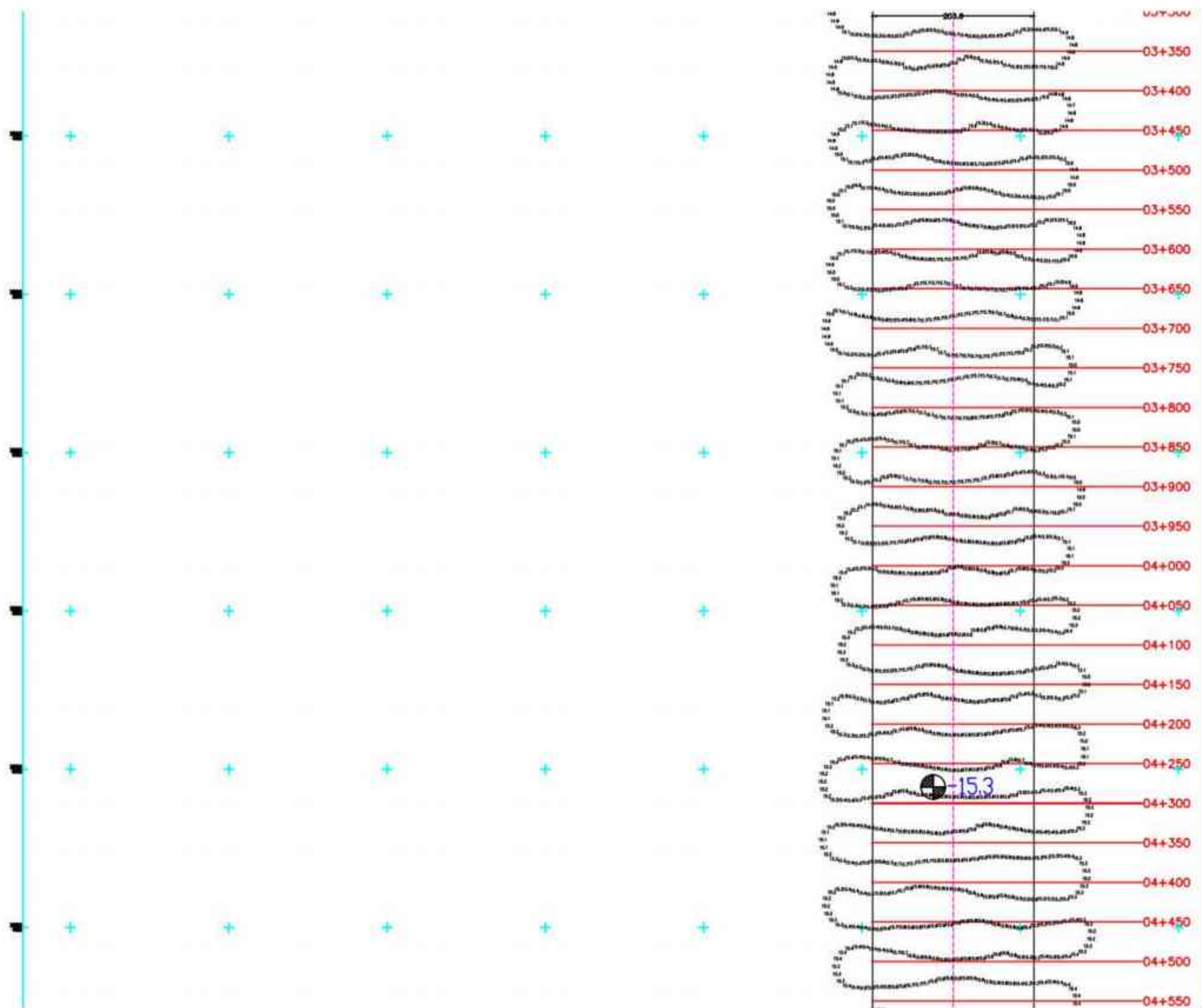


图 3.2.1-3e 施工前疏浚范围水深地形放大图 5

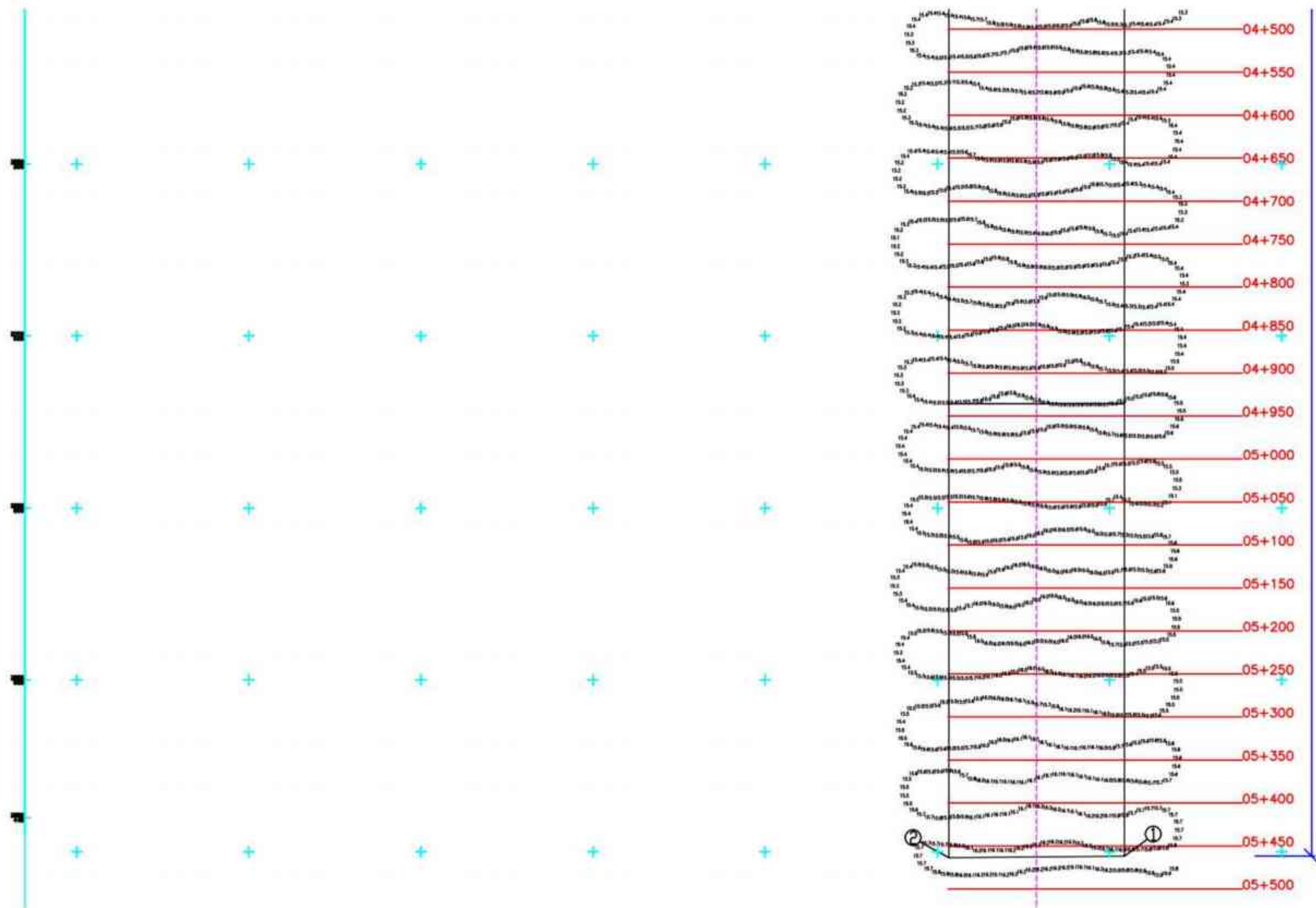


图 3.2.1-3f 施工前疏浚范围水深地形放大图 6

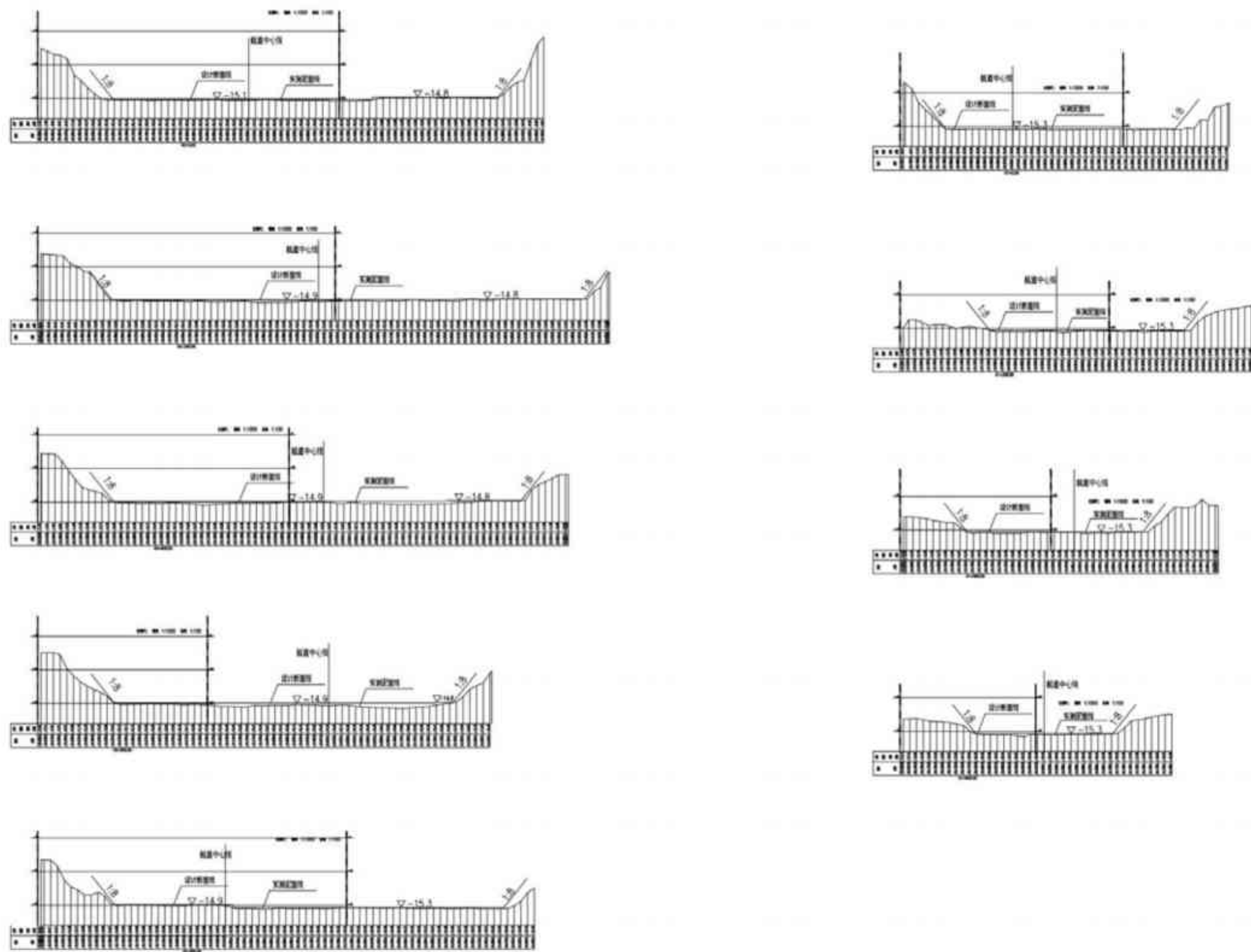


图 3.2.1-4a 疏浚施工断面图 1

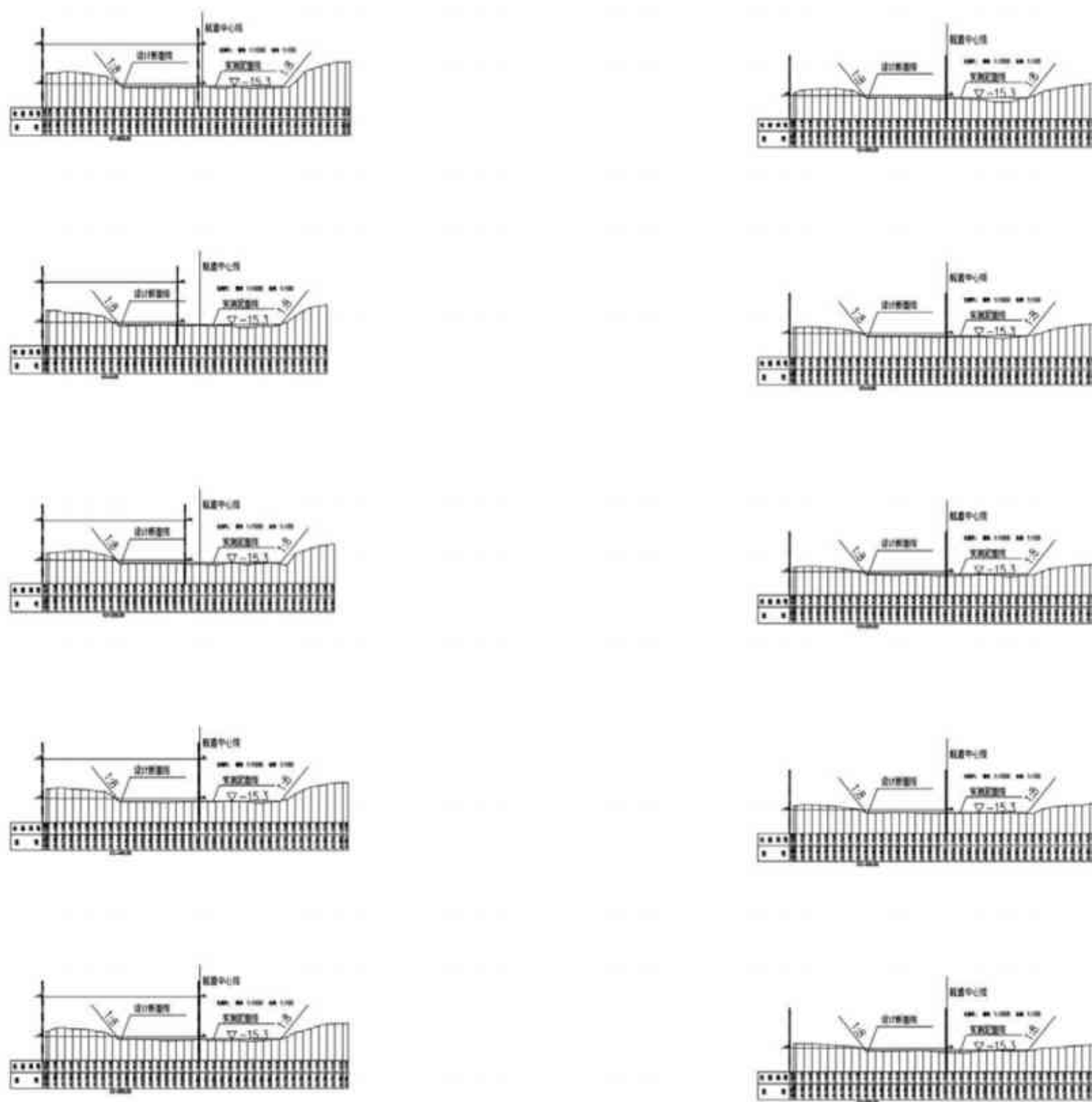


图 3.2.1-4b 疏浚施工断面图 2

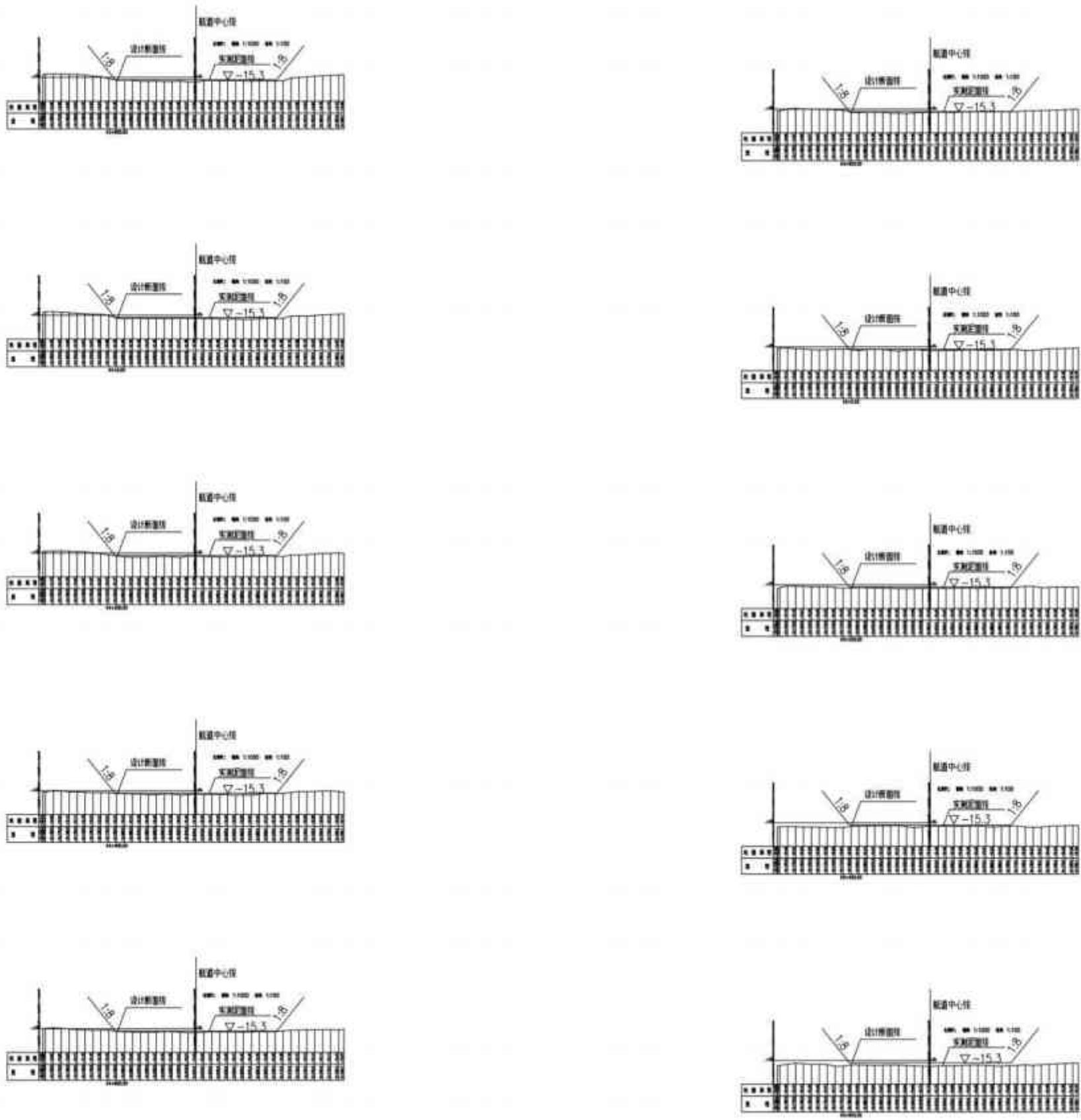


图 3.2.1-4c 疏浚施工断面图 3

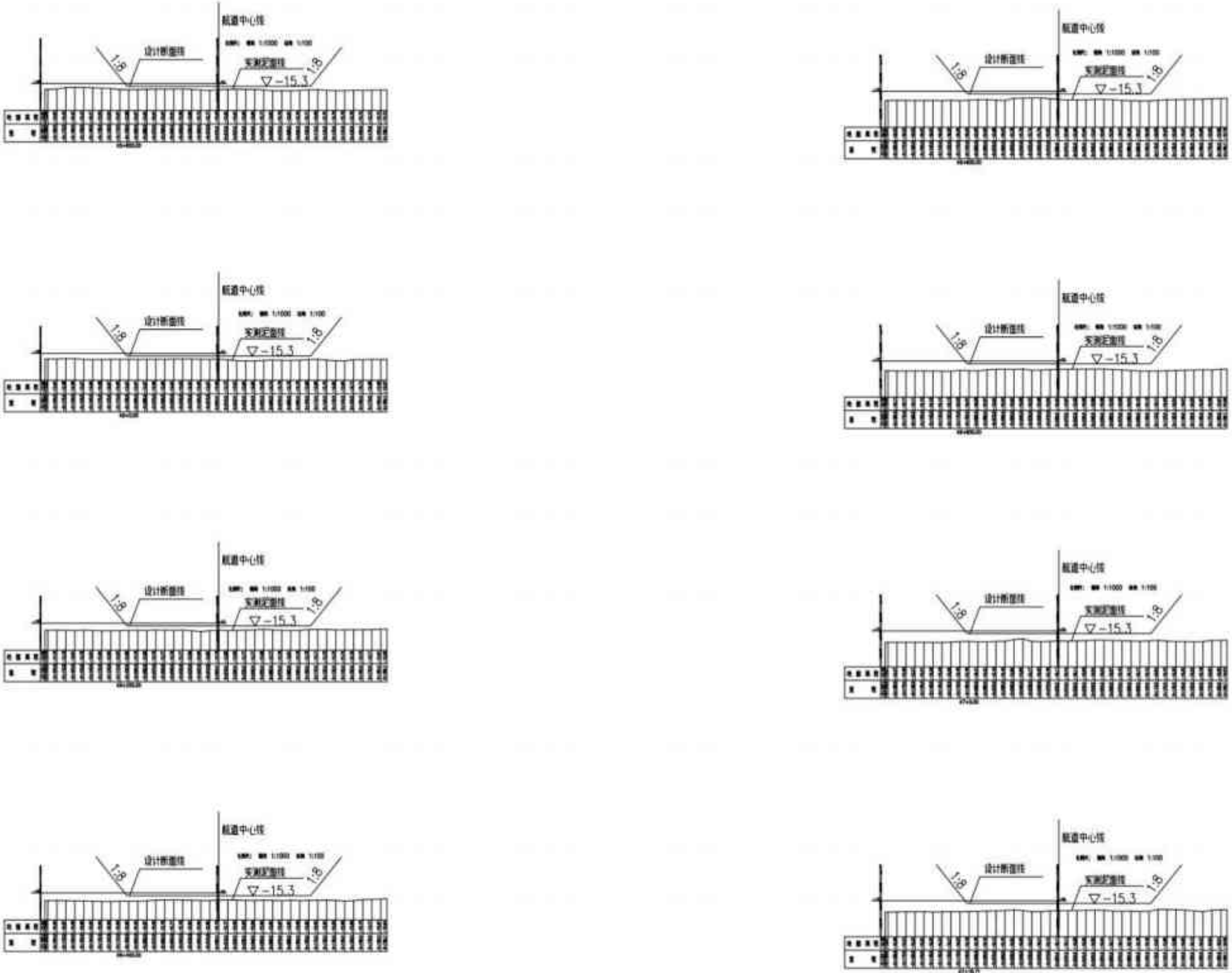


图 3.2.1-4d 疏浚施工断面图 4

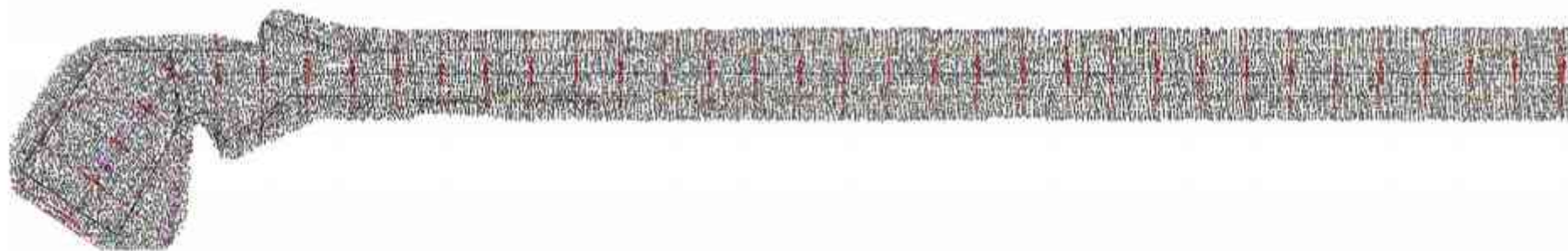


图 3.2.1-5 以前疏浚后的水深地形测量布局图
(测深放大图见下图 3.2.1-6a~图 3.2.1-6f)



图 3.2.1-6a 本工程疏浚后应达到的水深地形放大图 1 (注: 以前疏浚后的水深地形图)

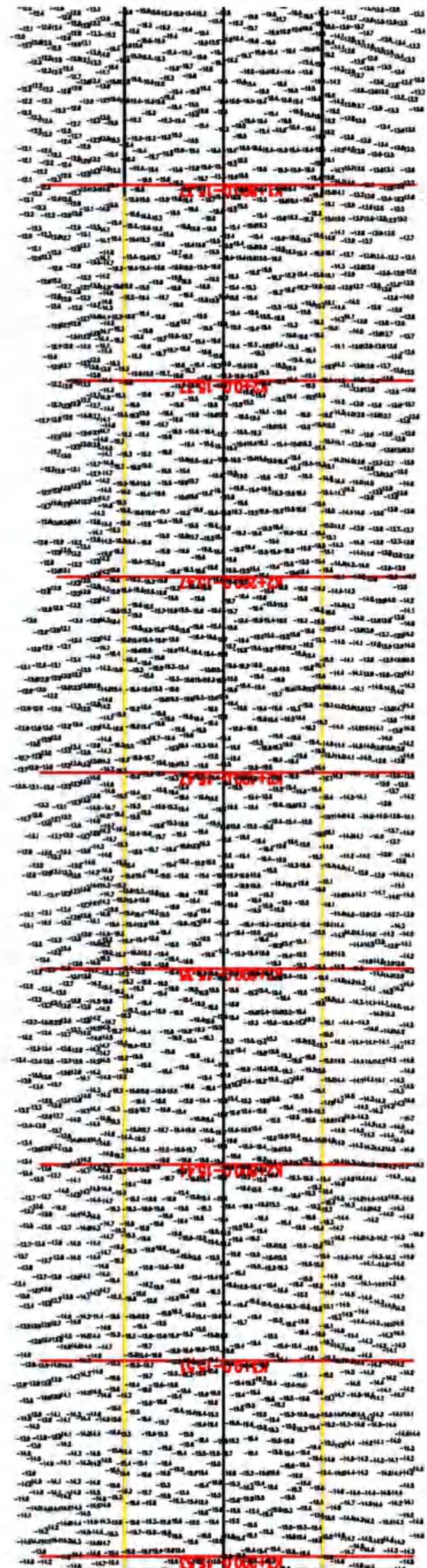


图 3.2.1-6b 本工程疏浚后应达到的水深地形放大图 2 (注: 以前疏浚后的水深地形图)

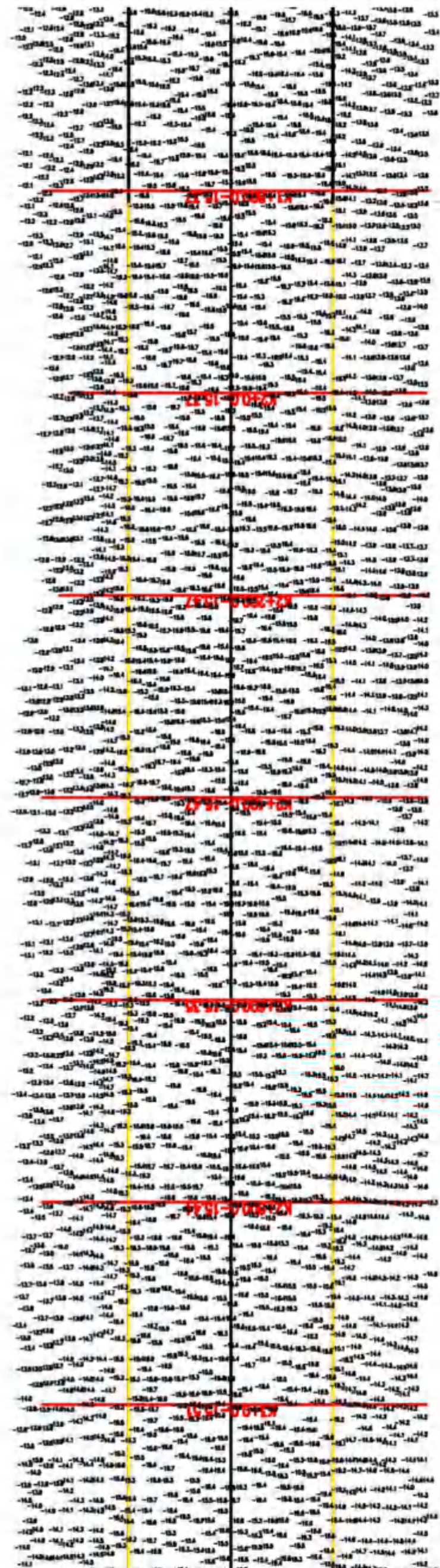


图 3.2.1-6c 本工程疏浚后应达到的水深地形放大图 3（注：以前疏浚后的水深地形图）

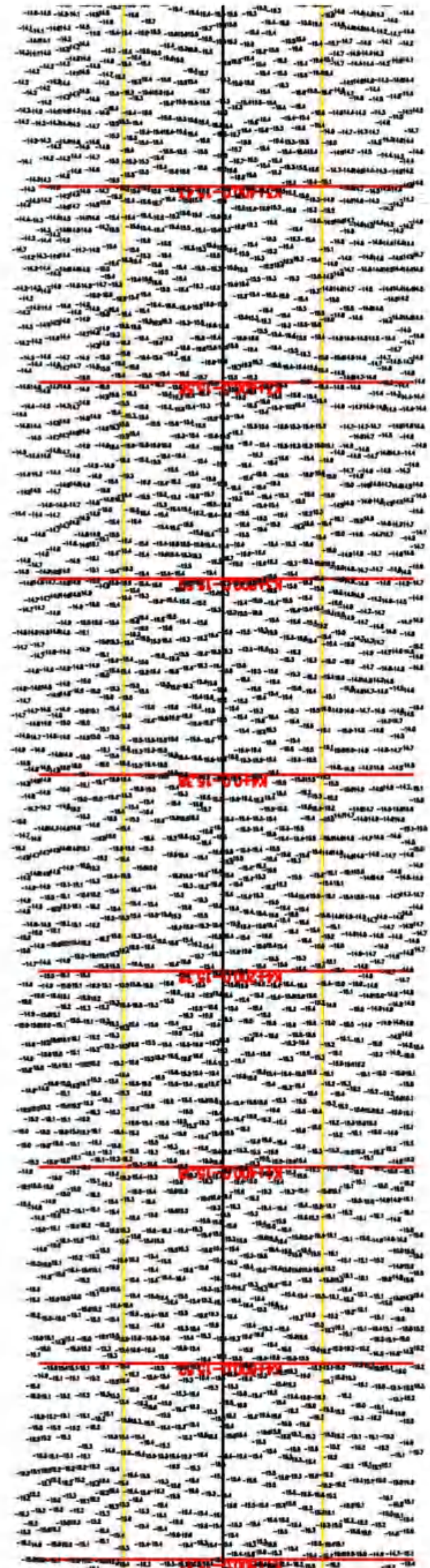


图 3.2.1-6d 本工程疏浚后应达到的水深地形放大图 4 (注: 以前疏浚后的水深地形图)

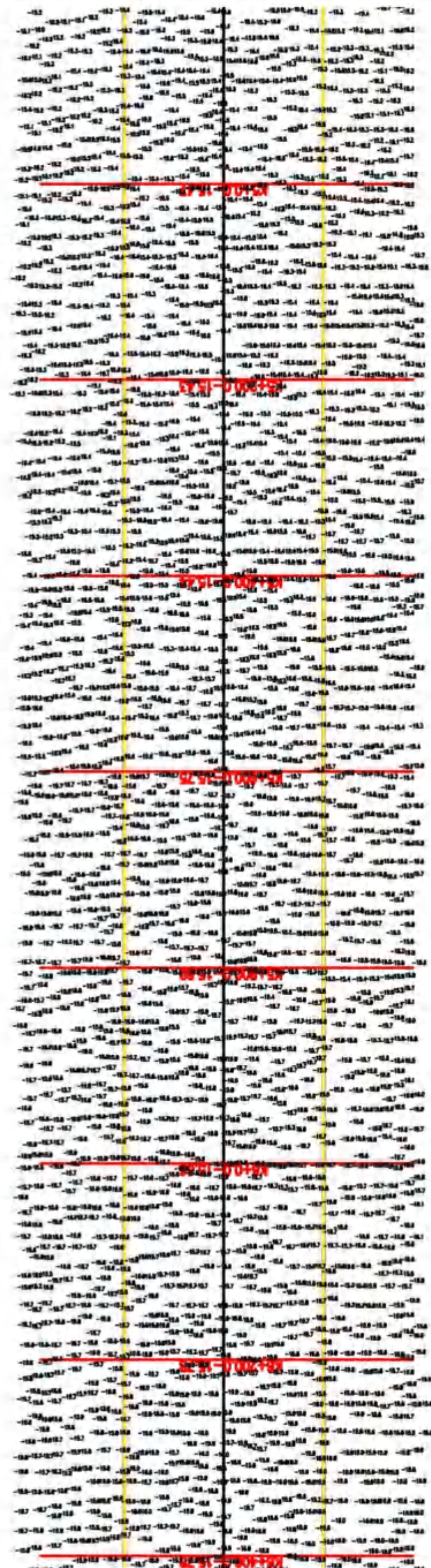


图 3.2.1-6e 本工程疏浚后应达到的水深地形放大图 5 (注: 以前疏浚后的水深地形图)

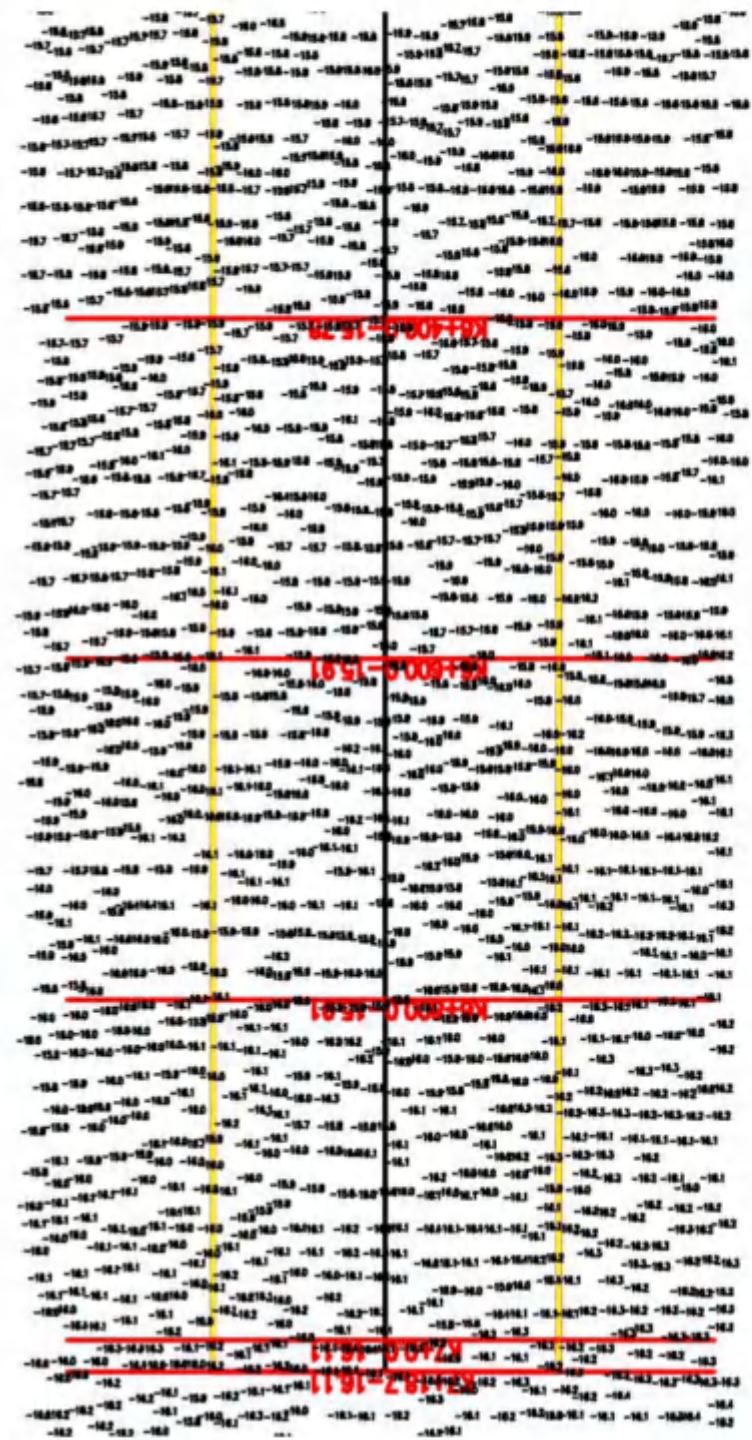


图 3.2.1-6f 本工程疏浚后应达到的水深地形放大图 6（注：以前疏浚后的水深地形图）

2、疏浚土的处理

项目周边无陆上接收区能处理疏浚土，故疏浚土除了海抛之外，无其它处置方式。根据《关于发布 2021 年全国可继续使用倾倒区和暂停使用倾倒区名录的公告》（生态环境部公告 2021 年第 8 号），本项目周边已批准的海洋倾倒区主要有汕头表角疏浚物海洋倾倒区，本项目疏浚土拟全部外抛至该海洋倾倒区，项目需办理废弃物海洋倾倒许可证后方可执行。目前，本项目业主已取得生态环境部珠江流域南海海域生态环境监督管理局颁发的倾倒许可证。

根据《中华人民共和国海域使用管理法》《中华人民共和国矿产资源法》等法律法规及《广东省自然资源厅关于涉海砂线索有关问题的复函》（粤自然资执法[2019]376 号），涉海港池航道疏浚工程施工作业应依法取得海域使用权不动产权登记证书，未依法取得海域使用权不动产权登记证书进行施工作业的属于违法用海行为，已依法取得海域使用权不动产权登记证书进行维护性疏浚的不属于违法用海行为；涉海港池航道疏浚工程所得疏浚物中的海砂在工程项目批准范围内可以自用，但是进行销售或者用于其他工程项目的，必须依法办理采矿登记手续。地方海洋执法部门要进一步强化涉海港池航道疏浚工程执法监管，依法查处违法用海、未办理环评手续及以疏浚名义开采海砂等违法行为。同时，加强疏浚物的监管，严厉查处向海洋违法倾倒和在海上通过直接冲洗方式取砂等违法处置疏浚物行为。

根据《广东省人民政府办公厅关于印发广东省促进砂石行业健康有序发展实施方案的通知》（粤办函[2021]51 号），要求加强砂石行业全环节、全流程监管，及早发现问题隐患，完善管理制度规范。依法严厉打击无证采砂石、不按许可要求采砂石、无砂石合法来源证明、非法运输和装卸（过驳）砂石、非法改装车辆船舶设备、超限超载、污染环境等违法违规行为，保持高压态势，强化行刑衔接，加大联合执法打击力度。

本项目疏浚施工产生的疏浚物严格按照抛泥证要求进行海抛，满足广东省、汕头市关于打击非法采砂的相关要求。



图 3.2-2 本项目与汕头角表疏浚物海洋倾倒区位置关系图

3.2.2 施工总体部署

本工程为季度性维护，由于施工面积较大，疏浚淤泥倾倒区距疏浚作业区的距离较远的特点，拟采用 2 艘自航耙吸挖泥船（一艘舱容为 2000m^3 左右的小型耙吸船、一艘舱容为 5000m^3 左右的中型耙吸船）作为主力施工船舶。

小型耙吸式挖泥船，施工部位主要是在港池、部分泊位区域、综合码头前沿区域。中型耙吸船主要在航道及口门部位进行施工，为本维护项目的主力施工船舶。预计每期施工约 15 天至 25 天即可完成季度维护工程量。

维护期间若遇到极端恶劣天气、台风等可能造成较大的回淤量，因此计划再安排一艘耙吸船作备用，该耙吸船常年位于广东省附近，若有需要可立即投入施工。

3.2.3 施工总平面布置

根据施工区的地理位置和各施工段的条件，科学、合理安排各施工船舶的开挖段。具体的施工总平面布置参见图 3.2.3-1。

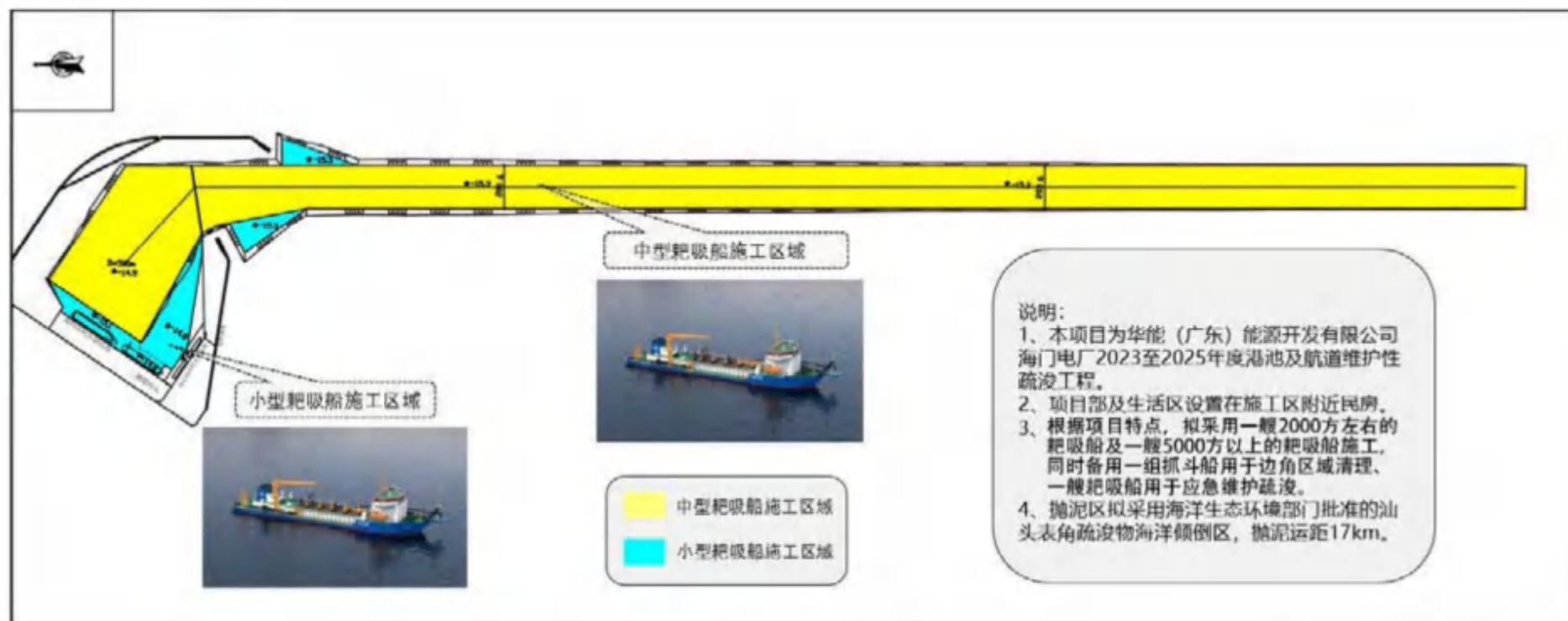


图 3.2.3-1 本项目施工平面布置图

3.2.4 主要施工方案

3.2.4.1 耙吸式挖泥船施工工艺

耙吸式挖泥船的施工工艺流程图如下：

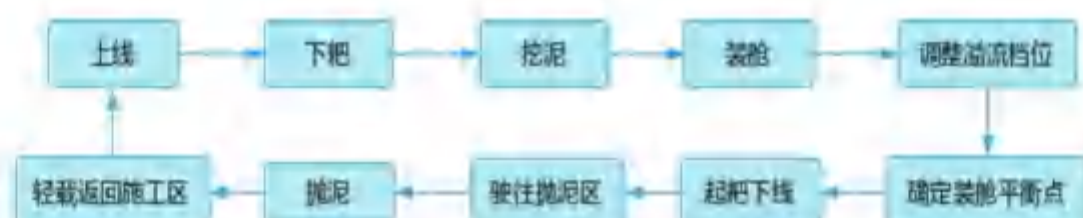


图 3.2.4-1 耙吸式挖泥船施工工艺流程图

3.2.4.2 施工方法

挖抛法：自航耙吸式挖泥船装备有耙头挖掘机具和水力吸泥装置，具有自挖、自装、自卸的功能。施工时顶流上线，然后将耙臂放入水下一定深度，使耙头与泥面接触，通过船上的推进装置，使挖泥船在航行中拖带耙头前移，对水下土层的泥沙进行耙松和挖掘，再通过泥泵的抽吸作用从耙头的吸口吸入挖掘的泥浆，经过泥泵的排出端和排泥管将泥浆装入挖泥船自身的泥舱中。当船舱装满泥沙后，停止挖泥，起耙航行到抛泥区抛卸，再返航施工。

本工程港池主体的开挖采用自航耙吸式挖泥船。根据开挖层厚和航道现有水深情况，施工采取分层开挖，本工程为维护性疏浚，施工土质以淤泥为主，施工时以 2m 为一层，逐层下挖，力求使开挖航槽底平顺不起陡坎和垅沟，边坡形成达到设计边坡要求。施工顺序是先挖浅段，逐次加深，待挖槽各段水深基本相近后再逐步加深。

当航槽水深的中间与两侧基本相近时，先开挖中间，再逐步拓宽；当航槽的深度两侧较浅、中间较深的情况，先分层开挖两侧边坡；当一侧泥层较厚时，先分层开挖泥层较厚的一侧，在各侧深度基本相近后，再逐步加深，避免形成垄沟，使施工后期扫浅困难。挖底层时，定深下耙，避免残留浅点。

边坡开挖：按设计要求的边坡，据此计算放坡宽度，泥面较薄的地方，按矩形断面直接开挖到设计深度，泥层较厚的地方，则分层按阶梯形断面开挖，使挖

槽自然坍塌后，达到设计边坡，边坡分层的台阶厚度满足施工要求。



图 3.4.4-2 耙吸式挖泥船施工三维示意图

边坡开挖：根据设计边坡计算放坡宽度，泥面较薄的地方，按矩形断面直接开挖到设计深度，泥层较厚的地方，则分层按阶梯形断面开挖，使挖槽自然坍塌后，达到设计边坡。具体见图。

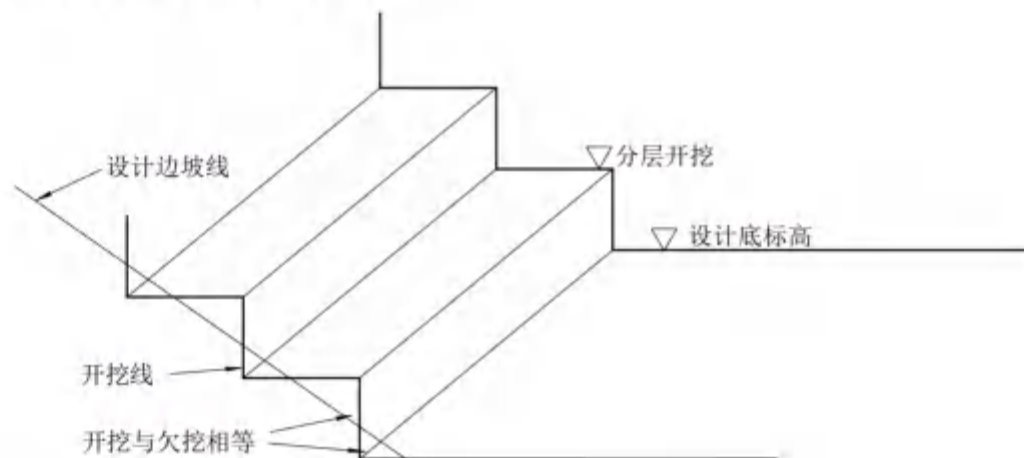


图 3.4.4-3 边坡开挖断面示意图

3.2.4.3 技术保障方案

一、施工前准备

(1) 工程开工前，应进行下列准备工作：

1) 认真研究设计文件、合同文件和技术要求；

- 2) 考察施工现场, 调查、收集施工现场的施工组织条件;
- 3) 编制施工组织设计, 并按规定进行审批;
- 4) 办理各种施工许可证;
- 5) 组织施工设备和人员的调遣及物资准备;
- 6) 疏浚实施前, 进行扫床, 探清疏浚区域障碍物, 并负责清除。

(2) 编制详细的施工方案, 并报业主同意后方可开工。根据现场的土质、工况条件、后续工程衔接和工期、环保要求等, 选定合理的施工设备、施工方法、船位布置等, 以达到较高的施工效率。疏浚实施前, 应进行扫床, 探清疏浚区域障碍物, 并负责清除, 施工期间须设立施工警戒标。

(3) 维护疏浚工程施工应协调好施工与通航的关系, 不宜因施工作业而造成断航。

(4) 施工前应复核施工使用的平面控制点, 满足规范要求才能使用。

(5) 施工前应进行施工技术、安全交底。

(6) 根据施工安排及周边环境条件结合相关规范编制安全施工措施。并在施工前做好施工安全生产技术交底工作。施工过程中要采取必要的安全措施, 保证施工安全, 包括设置各种助导航标志、警示标志等, 保证过往船舶及施工船舶的安全。

二、耙吸船施工控制措施

(1) 船舶进场前进行耙头和平面定位校准, 并做好记录及进行误差改正。施工前, 工程技术人员根据设计图纸对拟开挖部位进行分段、分层, 并绘制分段、分层平面施工图。

(2) 施工期间通过潮位遥测仪、基站差分接收机实时接收水位变化信息, 实现对耙头下放深度的动态调整。

(3) 施工中利用疏浚监测平台中的实时水下地形、耙头三维空间显示功能, 指导开挖工艺。

(4) 边坡区域安排在缓流阶段开挖, 以减少因流急而导致船体与耙头相对位置的改变, 从而影响耙头的计划走向。

(5) 利用船舶动力定位、动态跟踪功能(DP/DT), 预先设定边坡开挖线, 船舶智能化系统根据风、流等外力因素自动控制各种动力设备, 确保耙头始终沿

设定边坡开挖线施工。

(6) 利用船舶耙管绞车自动控制系统 (SPWC)，实时控制波浪补偿器的压力、确保耙头处于安全角度范围及期望疏浚深度。通过设定分层浚挖深度，保证施工的质量可控。

(7) 利用超深报警系统预防超深开挖，当耙头下放超过设定深度时将出现闪烁警示，及时提醒驾驶员及操耙手提升耙头至合理开挖面。

(8) 在各施工段之间交接处按一层接搭 100m 的重叠长度，以防止漏挖。

(9) 施工中加强检测，自航耙吸船施工期间按 3~4 天的频次进行检测，及时更新施工文件。

三、分层、分段施工原则

各施工段的施工采取分段、分层控制原则。耙吸船计划以 2 公里为一段，根据维护时回淤泥层厚度采取合适的分层；施工时分段逐层下挖（泥层较薄区域一次性开挖到位），力求使开挖面平顺不起陡坎和垅沟；边坡形成过程采用阶梯式开挖施工工艺，以达到边坡要求。

四、港池边角处施工技术措施

(1) 跟踪港池水深动态，做好施工船舶的调遣准备，收到业主指令后尽快进行施工；

(2) 计划采用小型耙吸船进行泊位及边角区域疏浚施工。在施工过程中以优先开挖泊位区域为原则，港池内运营船舶靠泊间歇尽快完成泊位开挖；

(3) 为保证施工安全，泊位施工安排在白天进行，且在施工之前与业主做好充分的沟通。

(4) 泊位开挖之前通知监理、业主，应业主要求在监理、业主的旁站下进行施工；

(5) 施工过程中严格控制挖深，不允许超深，同时注意施工时不触碰码头边沿建筑物，以避免对码头的的安全造成影响；

(6) 疏浚土抛卸于指定抛泥区，不得随意抛卸。在挖泥及抛泥操作过程中尽量减少对周围环境的影响，做好环境的监测与防污措施；

五、自航耙吸船先进控制技术

拟投入本工程的耙吸船皆装备了先进的自动控制系统：包括疏浚控制系统

(DCS)、疏浚数据记录系统(DDRS)、三维疏浚轨迹跟踪和记录系统(DTPS)、动力定位和动态跟踪系统(DP/DT)、耙臂位置测量系统(STPM)、动力负荷监控的功率管理系统(PMS)、集成监控系统(SCADA)等20多项自动化控制技术,实现整个疏浚过程的高度自动化。

六、耙吸船定深挖泥技术

为控制开挖精度、边坡成型效果,保证航槽整体的平整度,提高砂料质量,耙吸船施工过程中采用定深挖泥的施工技术。耙吸船定深挖泥结合船舶自身的“耙臂位置测量系统(STPM)”采用固定耙头标高的开挖方式。定深施工中,船吃水变化、潮位变化引起耙头指示深度会变化时,及时调整耙头和耙中钢丝绳,使耙头深度指示器指示深度保持既定深度,同时结合耙头超深警报系统,保障高精度、定深开挖。



图 3.2.4.4-4 耙吸式挖泥船定深控制界面

3.2.5 施工计划

3.2.5.1 船舶施工效率分析

根据本工程的工况及土质情况、平均运距与船舶性能,并参照交通运输部《疏浚与吹填工程设计规范》(JTS181-5-2012),预测出各施工船舶平均月生产效率。

各船舶施工效率分析见下表。

表 3.2.5-1 施工船舶平均月生产效率表

施工区域	施工船舶	平均运距(km)	抛泥区	综合挖泥效率 (m ³ /h)	时间利用率	计划月运转时间 (h)	计划月产量 (万 m ³)
航道区域	中型耙吸船	17	指定抛泥区	800	80%	576	46.1
港池边角区域	小型耙吸船			220	60%	432	9.5

3.2.5.2 施工总进度计划

依据设计文件要求以及综合考虑施工工况等各种因素,以投入足够的施工设备为前提,编制本工程施工进度计划,确保按期完成施工任务。

年维护工程量约 110 万 m³,为满足每年 2、5、8、11 月需提交合格的水深测图,每年计划大型维护疏浚 4 次,每次约 1 个月时间,因此平均每次维护的工程量约为 27.5 万 m³。考虑到不均匀回淤、施工时适当的超深超宽等工程量,实际投入的设备按 50 万 m³/月的产能进行配备,方能保证按要求完成单次维护疏浚施工,若遇极端非正常回淤导致单次维护量较大,则考虑调用备用耙吸船。

本年度仍剩三个月时间,因此本年度仍需进行一次维护性疏浚。

3.2.6 施工设备及人员安排

3.2.6.1 挖泥船舶、辅助船舶的配置

根据本项目的工程量、工期、疏浚深度、疏浚土质、抛泥运距情况，以及其它施工条件等因素，本项目计划投入的挖泥施工船舶见下表。

表 3.2.6-1 计划投入本项目的主要船舶及其技术参数

序号	船舶类型	疏浚能力	数量
1	小型耙吸船	舱容 2000m ³	1
2	中型耙吸船	舱容 5000m ³	1

本项目计划投入的辅助施工船舶见下表。

表 3.2.6-2 计划投入本项目的辅助船舶一览表

序号	船舶类型	数量	备注
1	水船	1 艘	淡水补给
2	加油船	1 艘	燃料供应
3	交通船	1 艘	物资补给、接送人员

3.2.6.2 现场检测与测量设备

本项目使用的主要测量设备见下表。

表 3.2.6-3 主要测量设备一览表

序号	仪器设备名称	型号规格	数量	用途	备注
1	DGPS 基准台	NDS200	2	测量	1~3m
2	DGPS 接收机	NR108	5	测量	1~3m
3	全站仪	TC1800	1	测量	2mm+2ppm
4	潮位遥报仪	VYNER	3	测量	<+0.05m
5	IT-448 回声测深仪	IT-448	4	测量	<0.1m
6	彩色绘图仪	HP720C	1	绘图	

3.2.6.3 劳动定员

本项目施工船舶人员随施工船同时调遣进场，施工船上有船员宿舍，所有船员全部住在施工船上，每艘施工船都按照海事部门的规定固定配备有足够的船员。预计施工期两艘船舶人员定员共 30 人。

4 工程分析

4.1 工程污染环节及环境影响分析

4.1.1 主要施工工艺流程及产污环节分析

本项目施工内容主要包括码头前沿水域、回旋水域等港池水域以及航道水域的疏浚施工，施工期环境影响因素及产污节点见图 4.1-1。

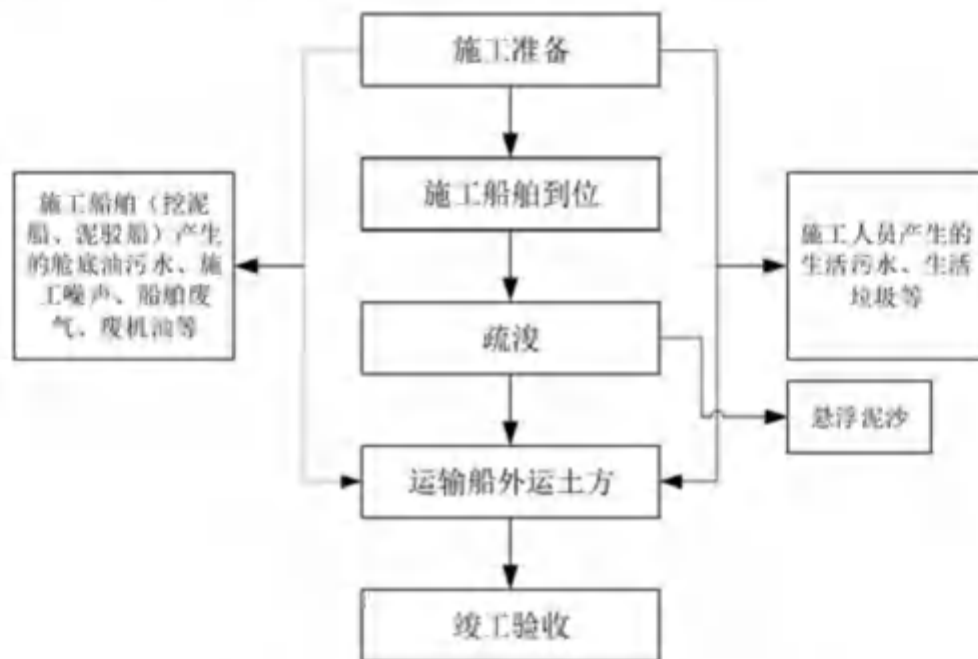


图 4.1-1 本项目施工过程及主要产污环节图

本项目拟采用 2 艘自航耙吸挖泥船（1 艘舱容为 2000m³ 左右的小型耙吸船、1 艘舱容为 5000m³ 左右的中型耙吸船）作为主力施工船舶，小型耙吸式挖泥船，施工部位主要是在港池、部分泊位区域、综合码头前沿区域，中型耙吸船主要在航道及口门部位进行施工。水上施工将造成水体扰动，对水质、海洋生物及水动力条件的影响；施工船舶尾气、噪声、废水及固废也会对周围环境的影响，施工期环境影响较为短暂。本项目施工期环境污染因素主要有：

（1）悬浮物：主要产生于码头前沿水域、回旋水域等港池水域的疏浚作业，以及航道疏浚施工产生的悬浮泥沙；

（2）施工废水，主要包括施工人员产生的生活污水、施工船舶舱底含油污

水；

(3) 固体废物：主要包括施工船舶人员产生的生活垃圾、疏浚弃土方、施工船舶检修产生的固体废物等；

(4) 噪声：主要为施工设备和船舶作业噪声；

(5) 废气：主要为施工船舶排放的燃油尾气。

4.1.2 污染物源强估算

4.1.2.1 悬浮泥沙源强

根据项目施工方案，本项目港池航道维护性疏浚拟采用 1 艘舱容为 2000m³ 左右的小型耙吸船、1 艘舱容为 5000m³ 左右的中型耙吸船进行整体开挖疏浚。疏浚施工过程中产生的悬浮泥沙源强如下。

根据船舶施工效率分析，本项目 2000m³ 耙吸式挖泥船的综合挖泥效率为 220m³/h，5000m³ 耙吸式挖泥船的综合挖泥效率为 800m³/h。

根据《海岸工程中悬浮泥沙源强选取研究概述》（王时悦，交通运输部水运科学研究所，工业技术，2016.06），戴明新通过在天津港的大量现场实测资料，4500m³/h 耙吸式挖泥船产生的泥沙源强约为 7.5~12.5kg/s。根据《水运工程建设项目环境影响评价指南》（JTS/T 105-2021）中的经验公式，工程疏浚施工作业悬浮物发生量按下式计算：

$$Q_2 = \frac{R}{R_0} TW_0$$

式中：Q₂——疏浚作业悬浮物发生量（t/h）；

R——现场流速悬浮物临界粒子累计百分比（%），宜现场实测法确定，无实测资料时可取 89.2%；

T——挖泥船作业效率（m³/h）；

W₀——悬浮物发生系数（t/m³），宜采用现场实测法确定，无实测资料时可取 38.0×10⁻³t/m³；

R₀——发生系数 W₀ 时的悬浮物粒径累计百分比（%），宜现场实测法确定，无实测资料时可取 80.2%。

由于本项目没有对以上公式中的各参数进行现场实测，故挖泥船悬浮物发生

量参数 R 、 R_0 、 W_0 参考《水运工程建设项目环境影响评价指南》(JTS/T 105-2021) 中的推荐参数。计算可知:

$$2000\text{m}^3 \text{耙吸式挖泥船的悬浮物发生源强} \\ = 0.892 / 0.802 \times 220\text{m}^3/\text{h} \times 38\text{kg}/\text{m}^3 / 3600 = 2.58\text{kg}/\text{s};$$

$$5000\text{m}^3 \text{耙吸式挖泥船的悬浮物发生源强} \\ = 0.892 / 0.802 \times 800\text{m}^3/\text{h} \times 38\text{kg}/\text{m}^3 / 3600 = 9.39\text{kg}/\text{s}。$$

4.1.2.2 废水源强

(1) 施工船舶生活污水

本项目施工期施工船舶工作人员合计约为 30 人, 参照广东省《用水定额第 3 部分: 生活》(DB44/T 1461.3-2021) 中的中等城镇居民的生活用水定额, 本项目船舶施工人员生活用水定额取 150L/人·d, 污水发生量按 90% 计, 则船舶施工人员生活污水产生量约为 4.05m³/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, 则项目船舶施工人员生活污水各特征污染物的产生情况见表 4.1-1 所示。船舶施工人员生活污水采用船上配备储污水箱进行收集和贮存, 再交由有接受能力的单位进行接收处理, 不排入海。

表 4.1-1 项目船舶施工人员生活污水产生情况统计一览表

污染物	COD _{Cr}	BOD ₅	SS	氨氮
产生浓度 (mg/L)	400	200	220	20
产生量 (kg/d)	1.62	0.81	0.89	0.08

(2) 施工船舶舱底含油污水

本项目施工期拟投入 2 艘疏浚作业船和 3 艘辅助船, 参照《水运工程环境保护设计规范》(JTS149-2018), 各不同吨位施工船舶的舱底含油污水产生量见表 4.1-2 所示, 据此估算本项目施工阶段各类船舶的舱底含油污水产生系数及产生量见表 4.1-3, 施工阶段的舱底含油污水最大产生量约为 2.62t/d。船舶舱底含油污水中的含油量无实测资料时可取 2000mg/L~20000mg/L, 本次取其中间值 10000mg/L 进行计算, 由此计算得本项目施工阶段的施工船舶舱底含油污水中的石油类产生量约为 26.2kg/d, 船舶产生的含油污水拟经船上收集装置收集上岸后交由相关资质单位进行处理, 不直接向海域排放。

表4.1-2 船舶舱底含油污水水量

船舶吨级 DWT (t)	舱底含油污水产生量 (t/d·艘)	船舶吨级 DWT (t)	舱底含油污水产生量 (t/d·艘)
500	0.14	25000~50000	7.00~8.33
500~1000	0.14~0.27	50000~100000	8.33~10.67
1000~3000	0.27~0.81	100000~150000	10.67~12.00
3000~7000	0.81~1.96	150000~200000	12.00~15.00
7000~15000	1.96~4.20	200000~300000	15.00~20.00
15000~25000	4.20~7.00		

表4.1-3 施工船舶投入情况及舱底含油污水产生情况一览表

项目	名称及规格	单位	数量	吨位	舱底含油污水产生量 (t/d·艘)	舱底含油污水产生量 (t/d)
主要施工船舶	2000m³耙吸船	艘	1	<3000t	0.81	0.81
	5000m³耙吸船	艘	1	<5000t	1.39	1.39
辅助施工船舶	水船	艘	1	<500t	0.14	0.14
	加油船	艘	1	<500t	0.14	0.14
	交通船	艘	1	<500t	0.14	0.14
小计						2.62

4.1.2.3 废气源强

本项目施工期产生的大气污染物主要来源于施工船舶产生的废气等。

根据《疏浚工程船舶艘班费用定额》(JTST 278-2-2019)估算, 2000m³耙吸船耗油量为 3.544t/艘·班, 燃料以含硫率<0.1%的轻质柴油; 5000m³耙吸船耗油量为 7.147t/艘·班, 燃料以含硫率<0.1%的轻质柴油; 水船、交通船、加油船以含硫率<0.1%的轻质柴油为燃料, 耗油量按 0.25t/艘·班计。SO₂ 产生系数约为 0.002kg/kg, NO_x 产生系数约为 0.01kg/kg。施工船舶燃油废气排放情况见表 4.1-4。

表4.1-4 施工船舶投入情况及燃油废气产生情况一览表

项目	名称及规格	单位	数量	耗油量 (t/d)	SO ₂ 产生量 (t/d)	NO _x 产生量 (t/d)
主要施工船舶	2000m³耙吸船	艘	1	3.544	0.0071	0.0354
	5000m³耙吸船	艘	1	7.147	0.0143	0.0715
辅助施工船舶	水船	艘	1	0.25	0.0005	0.0025
	加油船	艘	1	0.25	0.0005	0.0025
	交通船	艘	1	0.25	0.0005	0.0025
小计					0.0229	0.1144

本项目施工船舶会排放少量的燃油尾气，主要污染因子为 SO_2 、 NO_x 、 CO 、烟尘等，项目所在区域较空旷，经稀释扩散后，不会对周边的大气环境产生明显的不良影响。

4.1.2.4 噪声源强

项目主要的施工船舶包括挖泥船、辅助施工船等，根据类比同类项目的噪声源强，各类船舶噪声见表 4.1-5。

表 4.1-5 海上船舶噪声级 单位：dB (A)

名称	单台噪声级 (dB (A))	测声距离(m)	设备数量 (艘)
2000 m^3 耙吸船	85	1	1
5000 m^3 耙吸船	95	1	1
辅助施工船舶	75	1	3

4.1.2.5 固体废物

本项目施工期固体废物主要包括船舶施工人员生活垃圾、疏浚弃土方和船舶固废等。

(1) 生活垃圾

本项目施工船舶人员合计约 30 人，船员生活垃圾产生量按 1.0kg/d·人计，则本项目施工船舶人员生活垃圾产生量约为 30kg/d。船舶施工人员生活垃圾拟经分类收集上岸后，由环卫部门及时清运处理，不向外环境排放。

(2) 疏浚弃土方

本项目维护性疏浚土方量为 110 万 m^3 。疏浚土拟外抛至“汕头表角疏浚物海洋倾倒区”。疏浚土经检测符合清洁疏浚物要求，且建设单位已取得生态环境部珠江流域南海海域生态环境监督管理局颁发的倾倒许可证。

(3) 船舶固废

根据《水运工程环境保护设计规范》(JTS149-2018)，每艘施工船舶每天产生的船舶检修废物为 20kg，每天按 2 艘估算，则船舶检修废物产生量约为 40kg/d。船舶检修废物委托具有资质的船舶污染物接收单位接收处理。

4.1.2.6 污染源强汇总

本工程施工期源强汇总见表 4.1-6。

表 4.1-6 本项目施工期污染物排放状况一览表

环境要素	污染源	主要污染物	污染物源强	拟采取污染防治措施
水环境	港池、航道水域疏浚	悬浮泥沙	2.58kg/s	精确定位，减少超挖土方量，合理安排施工时长等
		悬浮泥沙	9.39kg/s	
	施工船舶生活污水	COD、BOD ₅ 、氨氮、SS 等	4.05m ³ /d	交由有能力的单位进行接收处理
	施工船舶舱底含油污水	石油类	26.2kg/d	交由有能力的单位进行接收处理
环境空气	施工船舶尾气	SO ₂	0.0229t/d	/
		NO _x	0.1144t/d	/
声环境	施工船舶噪声	等效 A 声级	75~95dB(A)	合理选择施工机械、施工方法，合理安排施工时间、加强设备保养等
固体废物	船舶生活垃圾	/	30kg/d	收集上岸后，由环卫部门清运处理
	疏浚泥	/	110 万 m ³	拟抛至汕头表角疏浚物海洋倾倒区
	船舶固废	/	40kg/d	交有资质单位进行处置

4.2 工程非污染环节与环境影响分析

根据现场踏勘及水深地形勘察资料可知，本项目施工期对海洋环境可能产生的非污染影响主要来源于码头、港池、航道水域疏浚过程对海洋生态、渔业资源和港区通航等影响。

(1) 施工期对海域生态的影响分析

项目疏浚施工将破坏底栖生物和潮间带赖以生存的底质环境，可能造成部分底栖生物和潮间带直接死亡；将造成一定的生物量损失。疏浚结束一段时间后，底栖生境和潮间带生境可以得到恢复。

(2) 施工期对渔业资源的影响分析

施工过程产生的悬浮物会引起局部海域水体浑浊，这将降低阳光的透射率，从而导致局部海域内海洋初级生产力下降，游泳生物迁移，浮游生物也将受到不同程度的影响，尤其是对滤食性浮游动物和进行光合作用的浮游植物的影响较大。浮游生物、底栖生物等饵料生物量将有所减少，水生环境及饵料生物的改变，将使鱼类密度有所降低，在施工结束后，影响将逐渐消失。

(3) 施工期对通航安全的影响分析

施工期将投入施工船舶，施工海区船流密度将有所增加，对过往船舶的航行将产生一定的影响。

5 区域自然环境概况

5.1 工程区域自然环境概况

5.1.1 项目所在行政区划

汕头市位于广东省东部，韩江三角洲南端，北接潮州，西邻揭阳，东南濒临南海。汕头是全国主要港口城市、中国最早开放的经济特区、海西经济区重要组成部分。汕头市现辖 6 个市辖区、1 个县，共 37 个街道、32 个镇，591 个村委会、503 居委会，全市总面积 2199 平方公里，全市海域面积 4332 平方公里。2023 年年末户籍总人口 579.34 万人，常住人口 555.75 万人，常住人口城镇化率 71.15%。

潮阳区位于广东省东南部，现辖文光、城南、棉北、金浦 4 个街道和海门、和平、谷饶、贵屿、铜孟、河溪、西胪、关埠、金灶等 9 个镇，273 个村（社区），区域面积 665.74 平方千米，总人口 180.86 万人，旅外华侨和港澳台同胞 120 多万人，是全国著名侨乡。

5.1.2 气象与气候

5.1.2.1 气象资料来源

本电厂所在地有潮阳气象站〔注：潮阳气象站是一般站，经纬度为 116°35'E，23°16'N，海拔高度：5.9m〕，位于本工程西北向，并且距离不到 20km，其观测资料基本可项目所在区域的气象条件。本工程收集了潮阳气象站 2001~2020 年累年气象观测资料及潮阳区气象站 2020 年的常规地面气象资料。

5.1.2.2 累年气象观测资料

据潮阳气象站 2001~2020 年累计气象观测资料，本地区多年最大日降水量为 165.38mm（极值为 340.10mm，出现时间：2013 年 08 月 18 日），多年最高气温为 37.24°C（极值为 38.70°C，出现时间：2008 年 7 月 27 日），多年最低气温为 6.32°C（极值为 2.10°C，出现时间：2016 年 1 月 25 日），多年最大风速为 20.66m/s（极值为 30.80m/s，出现时间：2001 年 07 月 6 日），多年平均气压为 1012.43hPa。

多年平均大风日数：1.21

多年平均雷暴日数：37.67

多年平均沙尘暴日数：0.11

多年平均冰雹日数：0.00

年平均气压：1012.43

多年平均水汽压：22.09

多年平均相对湿度：74.98

多年平均气温：22.98

多年平均风速：2.17

多年平均静风出现频率：4.11

多年平均年降水量：1840.63

多年平均最大日降水量：165.38，极值：340.10，日期：2013.08.18

极大风速统计值：20.66，极值：30.80，日期：2001.07.6，风向（单位：度）：

99007

多年平均最低气温统计值：6.32，极值：2.10，日期：2016.1.25。

多年平均最高气温统计值：37.24，极值：38.70，日期：2008.7.27

据潮阳气象站2001~2020年累计气象观测资料统计，主要气象特征如下：

（1）气温

潮阳站2001年~2020年的观测资料统计表明，项目所在海域全面气温较高，多年年平均气温为23.0℃，最热月出现在8月，多年月平均气温为29.14℃；7月次之，多年月平均气温为29.43℃；最冷月出现在1月，多年月平均气温为15.22℃。气温的年较差，即最热月与最冷月平均气温的差值，为13.9℃。历年最高气温为38.7℃，出现在2008年7月27日；历年最低气温为2.1℃，出现在2016年1月25日。

表 5.1.2-1 潮阳站 2001~2020 年各月及全年平均气温特征值统计（单位：℃）

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
温度	15.22	16.01	18.14	22	25.7	28.01	29.43	29.14	28.32	25.45	21.64	17.1	23.01

（2）相对湿度

项目所在海域月平均相对湿度最高为82%，出现在6月，最小为67%，出现在10月。年平均相对湿度为74.9%。

表 5.1.2-2 项目所在海域相对湿度统计 (%)

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
月平	71.34	74.95	74.65	77.83	80.41	82.45	78.48	78.53	74.17	67.03	70.5	68.58	74.91

(3) 降水

项目所在地区降水集中于夏季，2 月份降水量最低为 32.96mm，8 月份降水量最高为 296.15mm，全年降水量为 1681.45mm。

表 5.1.2-3 该地区 2001-2020 年平均降水的月变化

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
月均降水量 (mm)	38.3 5	32.9 6	64.4 2	164.5 9	250.4 2	326.6 4	238. 2	296.1 5	134.4 5	34.5 8	57.4 2	43.2 7	1681. 45

(4) 日照时数

该地区全年日照时数为 2350.86h，5 月份最高为 257.2h，11 月份最低为 169.02h。

表 5.1.1-4 项目所在地区 2001-2020 年平均日照时数的月变化

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
日照时 数据 (h)	158.4	126.1 2	123.3 8	136.6 5	159.7 5	177.1 9	249.8 6	234.5 6	219.8 1	230.1 6	184.2 3	177.7 3	2177.8 4

(5) 风速

根据潮阳站 2001~2020 年的风速资料统计分析可知，该地区年平均风速 2.16m/s，月平均风速 10 月份相对较大为 2.41m/s，3 月份相对较小为 1.95m/s。

表 5.1.1-5 项目地区 2001-2020 年平均风速的月变化

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年均
风速 m/s	2.07	1.98	1.95	1.96	2.06	2.29	2.32	2.19	2.21	2.41	2.24	2.2	2.16

(6) 风频

根据潮阳站 2001~2020 年的风向资料统计分析可知，项目区 11 月~2 月、3 月~5 月盛行风向为 NNE 和 NE，6 月~9 月盛行 SSW。常年主导风向为 NNE~ENE，风频为 37.3%。

累年风频最多的是 NE，频率为 14.76%；其次是 NNE，频率为 14.17%，WNW 最少，频率为 1.54%。

表 5.1.1-6 项目地区 2001-2020 年平均风频的月变化(%)

风 频	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	S W	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
1 月	12.7	22.1	20.4	9.75	5.8	4.15	3.85	1.85	1.63	1.67	1.19	0.55	0.67	1.3	2.9	5.85	3.66
2 月	9.83	17.83	16.78	8.88	5.98	5.43	6.88	2.88	4.78	3.06	2.5	1.41	0.76	1.14	2.48	4.52	4.84
3 月	8.15	16.4	16.55	9	6.5	5.1	6.2	3.56	5.15	5.1	2.11	1.58	1.26	1.36	2.31	3.7	6.01
4 月	6.13	12.71	13.97	7.39	4.92	5.54	7.61	3.39	9.55	9.03	3.63	1.75	1.96	1.51	2.4	2.82	5.68
5 月	4.32	10.38	10.9	6.32	5.64	5.27	9.48	3.96	9.96	13.75	5.54	1.96	1.9	1.66	2.32	1.84	4.79
6 月	3	5.19	4.86	4.7	3.75	3.65	6.54	4.17	14.65	24.33	9.44	3.61	3.23	1.63	1.74	1.38	4.13
7 月	3.48	4.85	4.64	4.03	3.33	3.98	7.22	4.03	15.22	22.01	9.59	4.5	4.35	1.92	2.69	1.57	2.59
8 月	5.15	6.75	6.58	5.05	4.6	4.7	7.5	3.95	12.1	16.95	6.2	3.17	4.43	3.45	3.27	2.64	3.47
9 月	7.77	12.12	15.02	8.92	7.37	5.38	6.5	3.45	5.82	7.61	2.99	1.84	1.95	3.11	4.52	3.45	2.18
10 月	8.53	16.83	24.53	14.23	9.78	4.31	4.99	1.77	2.43	2.06	1.09	0.66	0.91	1.14	2.78	3.62	0.33
11 月	12.81	21.46	21.46	12.36	6.66	4.34	3.11	1.58	2.02	1.51	0.7	0.52	0.87	0.93	2.71	5.76	1.19
12 月	15.51	23.06	20.96	10.21	5.76	3.02	2.26	1.01	1.73	0.93	0.69	0.44	0.64	1	3.81	7.06	1.9
年 均	8.07	14.17	14.76	8.37	5.73	4.38	5.81	2.84	7.14	9.22	4.18	1.83	2.03	1.54	2.67	3.57	3.4

表 5.1.1-7 潮阳站各月最多风向及频率 (%)

月 份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
风 向	NNE	NNE	NE	NE	NE	SSW	SSW	SSW	NE	NE	NNE	NNE	NE
频 率	22.1	17.83	16.55	13.97	13.75	24.33	22.01	16.95	15.02	24.53	21.46	23.06	14.76

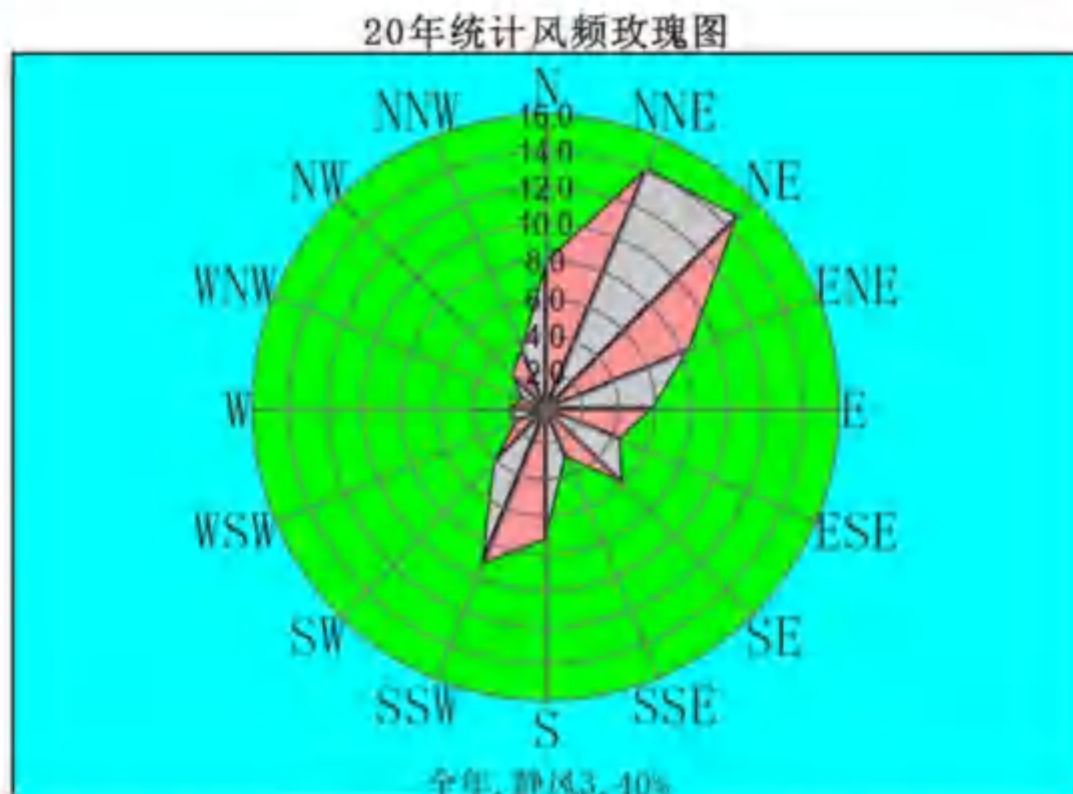


图 5.1.1-1 潮阳站多年平均风向玫瑰图（2001-2020 年）

5.1.3 区域地形地貌和地质

工程位于广澳湾和海门湾之间、海门角以北及龙头山以南，海门镇洪洞村龙头山～旱仔海岸。海线呈东北～西南向，码头位于凹向西北的浅湾。西部陆域为低丘洼地，港区水域向东北～西南开敞。-10m 等深线距岸约 1km 左右。广澳湾海岸有多处花岗岩基岩岬角，尤其在港区附近海岸，礁石散布，水下暗礁起伏。基岩岬角之间多为泥沙充填，形成大小不一的弧形沙质海岸。-10m 等深线以浅的水下滩坡稍陡，约为 1/100，-10m 线以外深水滩坡平缓。

工程海区表层沉积物具有较明显的规律性，在潮间带及近岸斜坡以细砂为主的较粗颗粒物质，水深稍大的海底的东北侧和东南侧局部分布有粉砂质砂，砂质粉砂、砂～粉砂～粘土物质，分选性很差。中部海底，广泛分布粘土质粉砂，是主要的沉积物类型。

沉积物平均粒径介于 0.019～0.147mm，有从岸边向深水区逐渐变细的分布规律。工程海域沉积物标准偏差介于 1.10～3.33 之间，大部为 2.0 左右，分选程度为差～很差。表明水动力条件强烈和紊乱。

工程场区海岸段面临宽广的南海东北部海域，处于南澳～石碑山大浪区范围，波浪动力作用强大，波浪动力是本岸段沉积物运移堆积和海湾地形塑造的主要因素。本次勘察中，经钻孔揭露，场区内地层自上而下为：淤泥、淤泥混砂、粉细砂、粗砾砂、粉质粘土、中粗砂，局部孔中见有少量淤泥质土、粘土混砂或砂混粘土及泥炭土透镜体夹层；所见下伏基岩均为花岗岩，其已遭受不同程度风化作用；综合码头及南防波堤西北部见有礁石出露。

5.1.4 工程地质

5.1.4.1 地层岩性

参考《海门电厂一期工程煤码头、南防波堤及港池水域工程探摸报告》（广东省工程勘察院，2008年2月），广东省工程勘察院在煤码头、南防波堤、港池及泊位区域进行了钻孔勘察，具体样点位置见图 5.1.4-1。

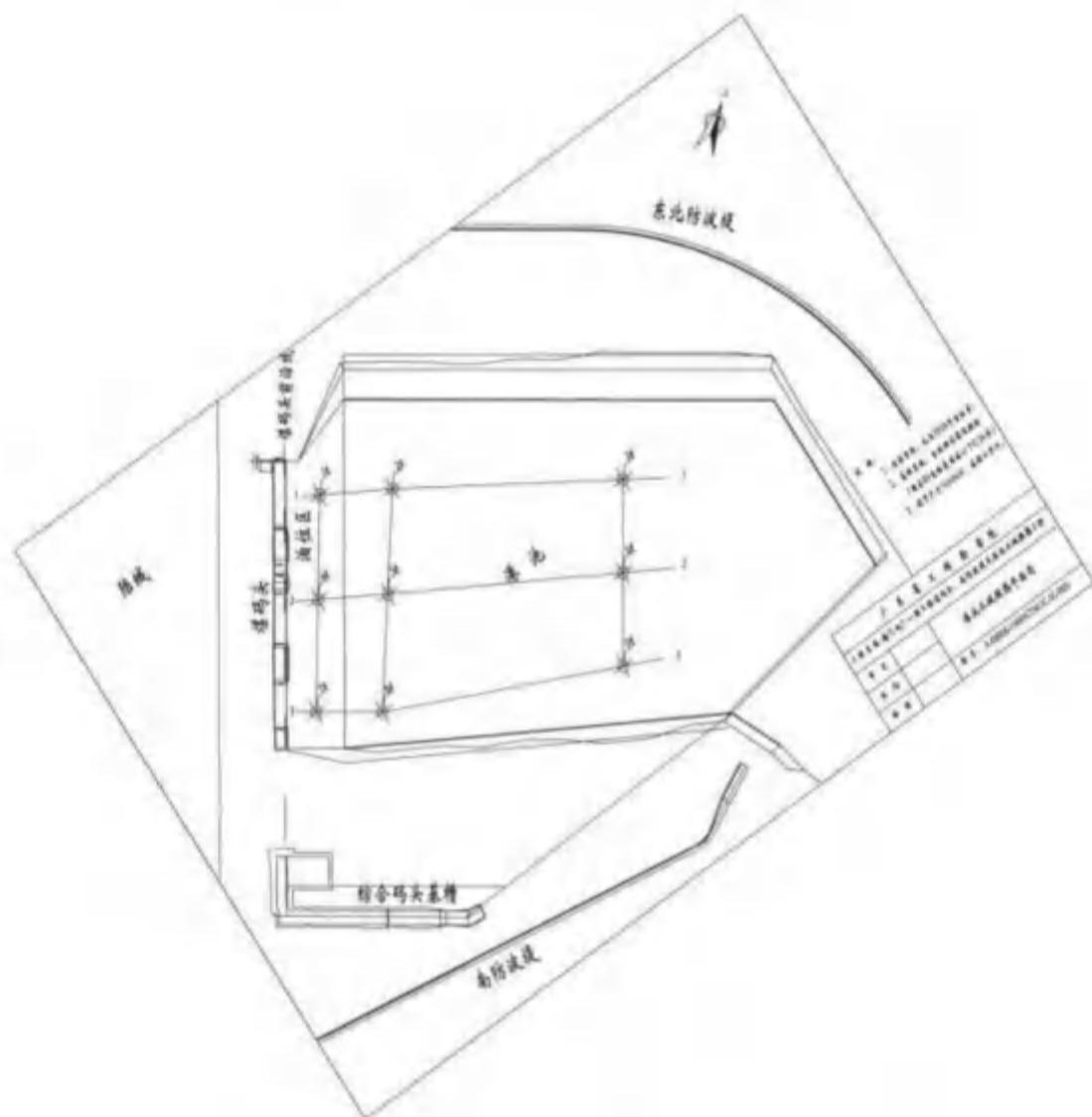


图 5.1.4-1 项目区域地质勘察样点示意图

1、煤码头工程区域

(1) DM+299m 断面

此断面地层自上而下为：浮泥、淤泥混松散强风化花岗岩混合层、强风化花岗岩，其中浮泥层厚 3.0~3.3m，淤泥混松散强风化花岗岩混合层厚 0.4~0.5m，其中持力层强风化花岗岩松散物厚 8~12cm。

浮泥：灰色，饱和，无塑性，滑腻，稍具臭味，流动性强，水体混合物中含大量腐植物及不知名细小物体等漂浮物，比重较小（较淤泥）、浮力大，潜水员较难潜入泥底；淤泥混松散强风化花岗岩混合层：灰色，饱和，局部含少量碎贝壳、细砂、粗砾砂及石英、云母等颗粒；强风化花岗岩：灰黄色、灰白色，湿，硬

塑，岩芯呈密实粉质状，局部呈半岩半土状，含较多粗砾砂及石英、云母等颗粒，物理力学性能指标好，可作持力层。

(2) DM+284m 断面

此断面地层自上而下为：浮泥、淤泥混松散强风化花岗岩混合层、强风化花岗岩，其中浮泥层厚 2.9~3.1m，淤泥混松散强风化花岗岩混合层厚 0.4~0.5m，其中持力层强风化花岗岩松散物厚 9~14cm。

(3) DM+269m 断面

此断面地层自上而下为：浮泥、淤泥混松散强风化花岗岩混合层、强风化花岗岩，其中浮泥层厚 2.7~3.2m，淤泥混松散强风化花岗岩混合层厚 0.4~0.5m，其中持力层强风化花岗岩松散物厚 6~11cm。

2、南防波堤区域

(1) 0+10m 断面

此断面地层自上而下为：混浊漂浮物层、浮泥、淤泥混松散全风化花岗岩混合层、残积土或全风化花岗岩，其中混浊漂浮物层厚 0.7m，浮泥层厚 0.6~0.7m，淤泥混松散全风化花岗岩混合层厚 0.2~0.3m，其中持力层全风化花岗岩松散物厚 6~9cm。

混浊漂浮物层：灰色絮状，流态，为水体混合物中含中量腐植物及不知名细小物体等漂浮物构成不；浮泥：灰色，饱和，无塑性，滑腻，稍具臭味，流动性强，水体混合物中含大量腐植物及不知名细小物体等漂浮物，比重较小（较淤泥），浮力较小，潜水员可潜入泥底直到硬基底；淤泥混松散全风化花岗岩混合层：灰色，饱和，软塑，局部含少量碎贝壳、粉细砂及石英、云母等颗粒；残积土或全风化花岗岩：灰黄色、灰白色，局部棕红色，湿，硬塑，粉土状，含较多粉细、粗砾砂及石英、云母等颗粒，物理力学性能指标好，可作持力层。

(2) 0+35m 断面

此断面地层自上而下为：混浊漂浮物层、浮泥、淤泥混松散全风化花岗岩混合层、残积土或全风化花岗岩，其中混浊漂浮物层厚 0.7~0.8m，浮泥层 0.6~0.7m，淤泥混松散全风化花岗岩混合层厚 0.1~0.3m，其中持力层全风化花岗岩松散物厚 3~8cm。

(3) 0+60m 断面

此断面地层自上而下为：混浊漂浮物层、浮泥、淤泥混松散全风化花岗岩混

合层、残积土或全风化花岗岩，其中混浊漂浮物层厚 0.8m，浮泥层厚 0.7~0.8m，淤泥混松散全风化花岗岩混合层厚 0.2~0.3m，其中持力层全风化花岗岩松散物厚 5~10cm。

3、港池及泊位区

(1) 1-1 剖面

此剖面区域地层自上而下为：浮泥、流泥、淤泥、强风化花岗岩，其中浮泥层厚 0.5~0.8m，流泥层厚 0.15~0.8m，淤泥层厚 0.15~0.9m，强风化花岗岩表层约有 8~12cm 厚为松散扰动混合物。

浮泥：灰色，饱和，无塑性，流动性强，水体混合物中含大量腐植物及不知名细小物体等漂浮物，比重稍大、浮力稍大（较海水）；流泥：灰色，饱和，流塑，局部含少量粉细砂及腐植物、碎贝壳，比重大、浮力大（较海水），潜水员较难潜入泥底；淤泥：灰色，饱和，流塑~软塑，滑腻，稍具臭味，局部含大量粉细砂及腐植物、碎贝壳；强风化花岗岩：灰黄色、灰白色，湿，硬塑，岩芯呈密实粉质状，局部呈半岩半土状，含较多粗砾砂及石英、云母等颗粒，表层已扰动崩解，可作持力层。

(2) 2-2 剖面

此剖面区域地层自上而下为：浮泥、流泥、淤泥、强风化花岗岩，其中浮泥层厚 0.5~0.8m，流泥层厚 0.1~0.8m，淤泥层厚 0.1~1.0m，强风化花岗岩表层约有 10~14cm 厚为松散扰动混合物。

(3) 3-3 剖面

此剖面区域地层自上而下为：浮泥、流泥、淤泥、强风化花岗岩，其中浮泥层厚 0.45~0.8m，流泥层厚 0.1~1.0m，淤泥层厚 0.1~0.8m，强风化花岗岩表层约有 6~11cm 厚为松散扰动混合物。

5.1.4.2 地质构造

项目所在区域大地构造单元属华南褶皱系大陆边缘活动构造带，夹持于区域性北东向潮州—普宁断裂带和南澳断裂带之间。区域上主要表现为北东向断裂及北西向断裂发育，具体如下图 5.1.4-2 所示。



图 5.1.4-2 区域地质构造纲要简图

如上图所示，北东向断裂主要有三条大型构造带，分别是潮州—普宁断裂带、汕头—惠来断裂带及南澳断裂带；北西向断裂：主要有澄海断裂、下蓬断裂、榕江断裂和练江断裂；东西向断裂：高要—惠来断裂带。

(1) 断裂

根据《华能汕头海门电厂工程地质测绘与调查报告》显示，电厂中心向外 5km 范围内，分布有 32 条小的断裂。主要为北西向、南北向、北北东向及北东向断裂。总体看，断裂规模较小，延伸长度不一，以成组出现为发育特征，见表 5.1.4-1。

表 5.1.4-1 断裂分组一览表

断裂组	断裂名称及编号	条数
北西向断裂	水吼断裂组(F3、F4、F27)	13
	加坑山断裂组(F12、F17、F22、F23、F24 和 F25)	
	79.8 高地断裂组(F5、F6、F7)	
南北向断裂	F8、F19、F20	3
北北东向断裂	F14、F18、F26	11
北东向断裂	F11、F29	5

其中 F4 断裂及 F18 断裂具体分述如下：

F4 断裂：沿水吼水库呈 N40°W 方向由山沟北西向南东侧展布，在拟建灰坝坝前通过，隐伏于第四系覆盖层之下，全长约 3.2km。北西段在冲沟西面通过，采

石场中可见；中段被水吼水库和大王山水库覆盖。断裂通过处总体为负地形沟谷地貌，线性构造形迹清晰。断裂切过黑云母二长花岗岩，被 Q3 海相沉积层和 Q4 残坡积粘性土、冲洪积层覆盖。另外，F4 断裂宏观上伴生数条规模不大的断裂，单条断裂宽度 0.1~6.5m 不等，但晚期张性构造作用带不宽，为 0.1~0.4m；断面倾向 SW，倾角 60~75°，有花岗质构造角砾岩、断层泥、黄铁绢英岩化花岗岩构造透镜体等。显然，F4 断裂是多期构造作用的产物，早期张裂作用，沿断层及其旁侧形成黄铁绢英岩化花岗岩；后期继承性张裂加强，出现数条规模不大的断层，形成黄铁绢英岩化花岗岩构造透镜体、构造角砾岩和断层泥等构造岩；末期张裂，充填石英脉，表现出中更新世的继承性活动。

F18 断裂：自加坑山东向北延伸，中间为第四系覆盖，呈近南北走向在拟建灰坝的坝前通过，隐伏于第四系覆盖层之下，总长约 1.45km，断面近直立，为压性断裂。北段见数条 0.05~0.2m 的硅化褐铁矿化带，沿断裂有宽约 2m 的石英脉破碎带，加坑山附近见 0.2m 黄铁矿化硅化岩花岗岩；南段为 0.3m 褐铁矿化硅化碎裂岩。具体如图 5.1.4-3 所示。

(2) 褶皱与节理裂隙

区内褶皱不发育，而由于受多次构造运动影响，节理裂隙较发育，受主构造控制，通常以“X”型共轭裂隙为主，其中又以横张裂隙较为宽大。同时，尤其区域大断裂在历次构造活动中的多次活动，在其旁侧的岩体内，形成较多构造裂隙，后期辉绿岩脉、正长岩脉往往沿其贯入，但其两侧无明显错动，因此对项目区无影响。另外，地表分布范围最广的花岗岩体主要发育表层风化裂隙，但风化裂隙短浅，裂隙宽度 1~2mm，常被泥砂或粘质物半充填。

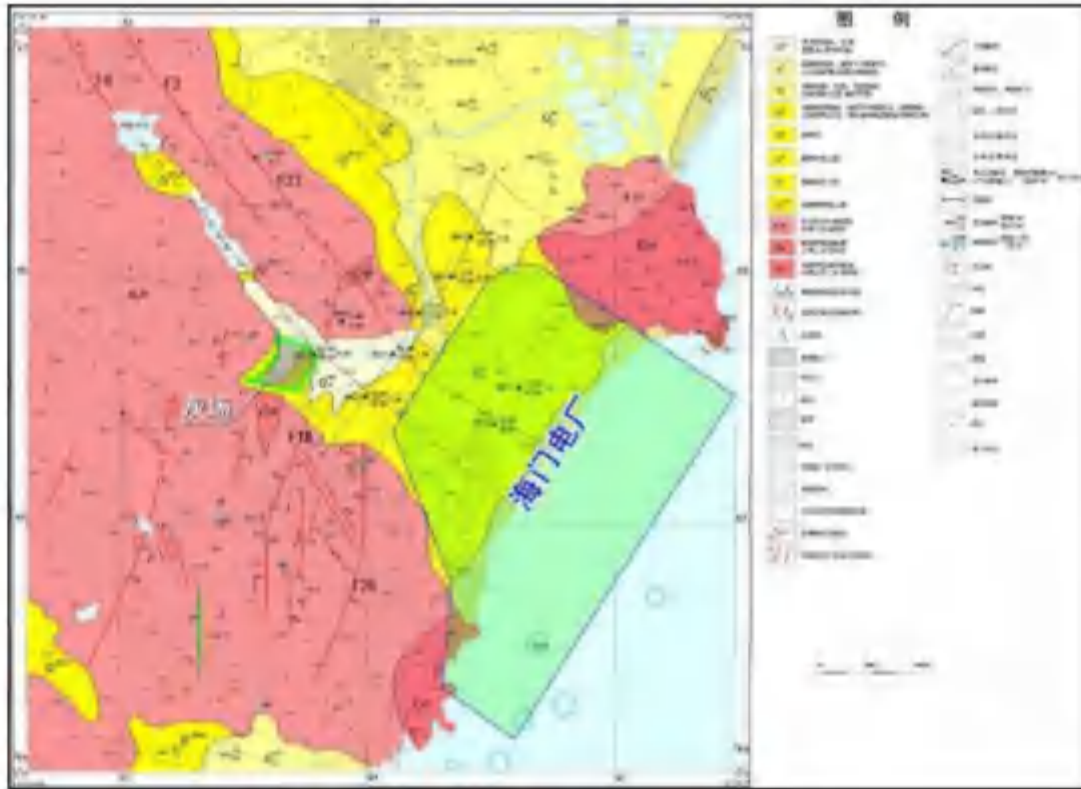


图 5.1.4-3 项目研究区内地质构造纲要图

5.1.4.3 新构造运动与地震

该项目区域属南海滨海地带，新构造活动相对较为频繁，第四纪早期大部分地区地壳呈上升趋势。

由于新构造运动的影响广泛而强烈，总体就项目场地稳定性而言，研究区域内地质构造中发育多条断层。据地震资料及《华能汕头海门电厂一期工程厂址地震安全性评价报告》显示，本场地的地震基本烈度为 VIII 度，50 年超越概率 10% 的水平向基岩峰值加速度为 0.168g，水平向地面峰值加速度为 0.229g，地面脉动卓越周期平均值为 0.29s。因此，从区域构造运动与地壳稳定性来看，该区域是处于周围中-强活动环绕中的活动较频繁的基本稳定地块。

综上所述，无论从区域地震地质背景还是场地工程地质总体特征而言，该项目场地稳定性较好。

5.1.5 海洋水文

5.1.5.1 潮汐

项目所在区域无潮位观测站，其东北侧约 18km 处有妈屿潮位站(116°45'E, 23°20'N)，以其作为参考站。

(1) 基准面

各基准面关系见图 5.1.5-4。

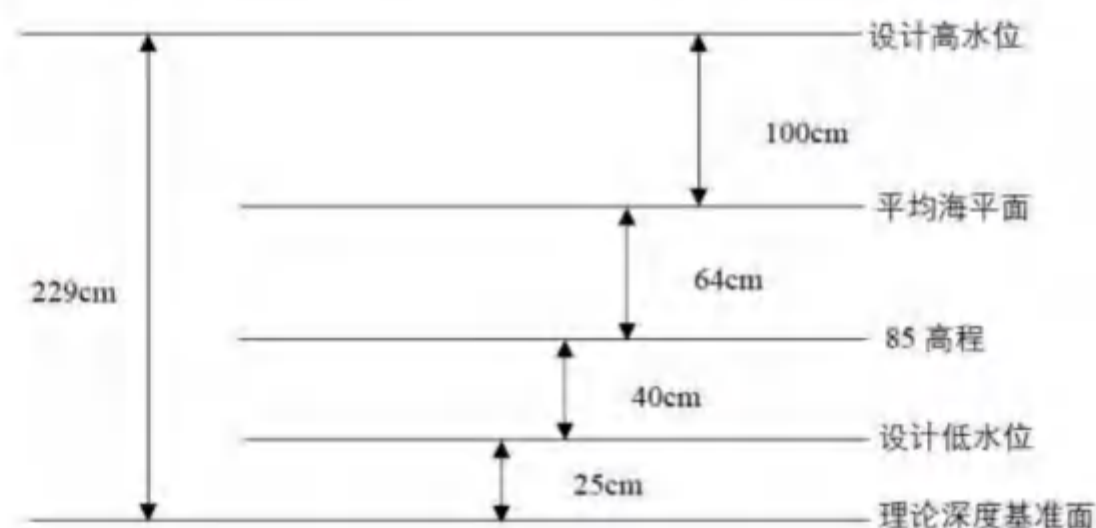


图 5.1.5-1 基面换算关系图

(2) 潮位特征值

根据妈屿潮位站资料分析，本区域潮汐性质属于不正规半日潮型，日潮不等现象显著。海域的潮波来自东南方向的外海传入。以妈屿站 1954~2016 年实测潮位资料统计的如下潮位特征值：（85 高程系，下同）

历年最高潮位：3.79m（1968.7.28）历年最低潮位：-1.16m（1970.7.19）

多年平均高潮位：1.03m 多年平均低潮位：0.49m

历年最大潮差：3.99m（1969.7.28）历年最小潮差：0.02m（1963.1.21）多年平均潮差：1.02m

多年平均涨潮历时：6h58min 多年平均落潮历时：5h28min

对云澳海洋站 2012 年~2015 年共三年的逐时潮位观测资料进行调和分析 and 统计计算，结果见表 5.1.5-1，由表可知，项目所在海域的潮汐特征如下：

项目所在海域潮汐性质系数为 1.0，潮汐类型属于不规则半日潮。多年平均

潮位为 56cm，其中 9 月至 10 月月平均潮位高于年平均潮位，10 月月平均潮位最高，为 76cm，1 月至 8 月月平均潮位低于年平均潮位，4 月月平均潮位最低，为 46cm；年平均高潮位为 125cm，10 月月平均高潮位最高，为 148cm。年平均低潮位为-13cm，7 月月平均低潮位最低，为-26cm；多年最高潮位为 284cm，发生在 2013 年 9 月 22 日，多年最低潮位为-127cm，发生在 2013 年 6 月 24 日；多年平均潮差为 138cm，各月月平均潮差相差不大，其中 7 月月平均潮差最大，为 144cm，1 月至 4 月月平均潮差最小，均为 135cm；历年最大潮差为 272cm，发生在 2013 年 6 月 24 日。

表 5.1.5-1 云澳海洋站潮汐统计特征（单位：cm）（85 基面）

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
平均潮位	55	54	49	46	49	49	47	54	67	76	62	61	56
平均高潮位	125	123	116	113	116	118	115	125	138	148	132	132	125
平均低潮位	-10	-12	-19	-23	-21	-23	-26	-19	-5	8	-4	-4	-13
最高潮位	171	177	178	170	168	197	189	195	284	222	190	177	284
最低潮位	-109	-92	-84	-104	-112	-127	-112	-94	-72	-78	-94	-110	-127
平均潮差	135	135	135	135	137	140	141	144	143	140	137	137	138
最大潮差	255	229	212	271	266	272	264	242	256	244	263	267	272

5.1.5.2 波浪

波浪采用云澳海洋站 2012 年 1 月~2015 年 12 月实测资料进行分析，项目所在海域位于云澳海洋站西南侧，实际波浪可能比云澳站波浪略小，但云澳海洋站波浪仍具有良好的代表性。

（1）波浪类型

项目所在海域波浪类型主要以涌浪为主，频率达 58.6%，风浪其次，频率为 41.2%，混合浪最少，频率仅为 0.2%。

（2）波高与波周期特征

项目所在海域多年平均波高为 0.9，基本上秋冬季波高大于春夏季波高，1 月和 12 月平均波高最大，为 1.1m，4 月和 4 月平均波高最小，为 0.7m。历年

最大波高为 6.1m，波向为 NNE，发生在 2013 年 9 月 22 日，是受超强台风“天兔”影响的结果。

表 5.1.5-2 云澳海洋站波浪统计特征 单位：m

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
最大 $H_{\max}$	4.3	4	2.3	2.3	2.2	4.8	3	4.8	6.1	2.5	2.6	3.7	6.1
平均 $H_{\max}$	1.4	1.3	1.1	0.9	0.9	1.3	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.4	1.2
最大 $H_{1/10}$	3.0	2.8	2.0	1.9	1.8	3.4	2.7	3.6	4.7	2.1	2.2	2.5	4.7
平均 $H_{1/10}$	1.1	1.0	0.9	0.7	0.7	1.0	0.9	0.9	0.8	0.9	0.9	1.1	0.9
平均 $T_{1/10}$	4.8	4.9	4.8	4.8	4.7	5.1	5.2	5.3	5.1	4.8	4.7	4.8	4.9

(3) 波向

波向表征波动传播方向，以全年资料分 16 个方位进行波向统计。公式为 $P=i/N \times 100\%$ 。其中 P 为每一方向波浪出现频率；i 为每一方向波浪出现次数，N 为统计资料总次数。对各个方向 $H_{1/10}$ 平均值和最大值进行统计，统计结果见表 5.1.5-3。波浪玫瑰图，见图 5.1.5-2。

由图表可见，波浪观测站全年波向主要集中在 ENE、SSE 和 S 三个方向，分布频率分别为 25.5%、27.4%和 18.2%；因云澳站位于云澳湾内，北侧为陆地，西北侧受海岸的遮挡，WSW~NNE 向浪分布很少。

项目所在海域波向受季风影响明显。1 月到 4 月波向主要为受东北季风影响的 ENE 向和涌浪影响的 SSE 向；5 月 ENE 向波浪逐渐减少，S 向波浪增多；6 月到 8 月波向主要为 SSE、S、SSW，其中 S 向分布频率最高；9 月 ENE 向波浪逐渐增多，SSW 向波浪逐渐减少，10 月至 12 月长浪向又变为受东北季风影响的 ENE 向和涌浪影响的 SSE 向。

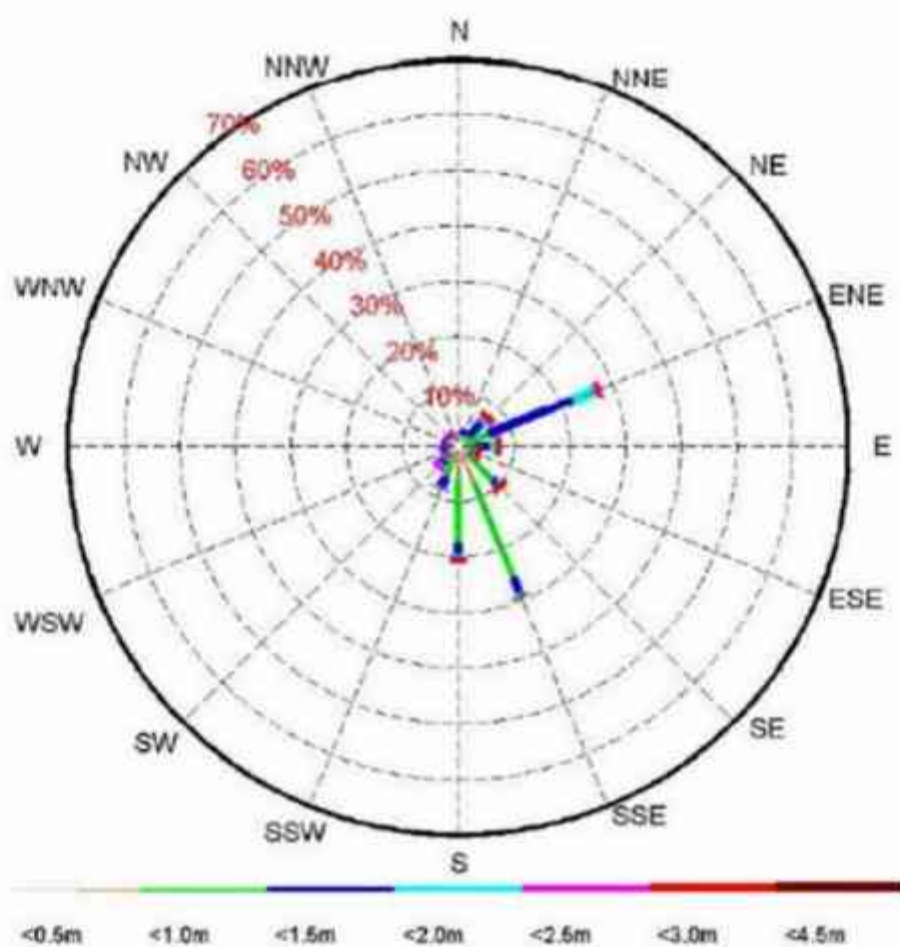


图 5.1.5-2 云澳站波浪玫瑰图

表 5.1.5-3 云澳海洋站波向频率统计 单位: %

月份	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
1	0.0	1.0	10.7	41.5	4.8	0.2	8.7	29.0	2.8	0.0	0.0	0.0	0.6	0.2	0.4	0.0
2	0.0	0.2	3.2	44.0	6.4	0.2	6.6	34.9	3.9	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	7.0	33.4	6.2	0.4	6.0	34.2	9.5	2.1	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.2	2.4	21.8	5.8	0.2	8.6	34.7	21.6	2.6	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0.2	0.0	1.8	11.8	4.1	0.2	9.9	23.5	30.0	11.6	6.5	0.4	0.0	0.0	0.0	0.2
6	0.8	0.0	1.5	9.6	4.4	4.4	4.4	13.6	30.3	20.7	7.9	1.9	0.2	0.0	0.2	0.8
7	0.0	0.0	0.6	2.6	3.2	2.2	4.2	22.0	46.4	15.5	2.6	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0
8	0.0	0.0	0.2	3.6	1.4	1.8	4.6	16.5	46.2	16.1	7.7	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0
9	0.0	0.2	3.1	19.4	3.5	2.3	10.4	32.3	19.0	7.7	1.7	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0
10	0.0	0.0	5.4	41.7	9.1	2.0	10.1	26.2	3.8	0.0	0.0	0.2	0.8	0.6	0.0	0.0
11	0.0	0.0	10.4	39.8	4.6	0.2	8.1	35.0	0.8	0.4	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0
12	0.0	0.0	12.0	38.9	4.8	0.4	13.5	27.6	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0
全年	0.1	0.1	4.9	25.5	4.8	1.2	7.9	27.4	18.2	6.4	2.6	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1
最大 Hmax	4.6	6.1	4.0	4.8	5.3	3.4	3.7	4.1	3.9	4.8	4.8	2.9	1.4	1.2	2.9	4.6
平均 H1/10	4.6	6.1	4.0	4.8	5.3	3.4	3.7	4.1	3.9	4.8	4.8	2.9	1.4	1.2	2.9	4.6

5.1.5.3 潮流

项目附近海域为不规则半日潮，潮流呈往复流特征，涨潮流向为 ESE，落潮流向为 WNW，涨潮历时约 7 小时，落潮历时约 5 小时。流速垂线分布为表层流速大于底层流速。

5.1.5 自然灾害

对本海域产生灾害性影响的自然灾害主要有热带气旋、风暴潮等，各种自然灾害对用海项目及海域环境影响程度不等，现分述如下。

5.1.5.1 热带气旋

根据台风年鉴资料统计，1949~2015 年 67 年间台风中心经过项目附近海域（厦门~汕尾之间的海域）的热带气旋共 101 个，平均每年 1.5 个，最多时一年有 5 个热带气旋经过该海域，出现在 1999 年；其次 1961、1980 年和 1985 年分别有 4 个热带气旋经过该海域；同时还有 9 个年份无热带气旋经过该海域。在这 101 个热带气旋样本中，涵盖了从热带低压到超强台风的所有等级热带气旋，台风过程极端最低气压为 875hpa（7315 号超强台风），台风过程极端最大风速为 75m/s（6814 号和 6903 号超强台风），进入影响工程海域的最大风速为 60m/s（7908 号超强台风）。

在影响工程海域中，热带气旋中心风速最大值为 60m/s，为 7908 号超强台风；其次为 6903 号超强台风期间的 55m/s。对经过项目附近话语的热带气旋进行统计，结果显示，强热带风暴（STS）的频率最高，为 26.7%；其次为台风（TY），为 22.8%；超强台风（SuperTY）和强台风（STY）分别占 17.8%和 15.8%；热带风暴（TS）和热带低压（TD）分别占 10.9%和 5.9%。

登陆广东的热带气旋，其源地可划分为菲律宾以东的太平洋和菲律宾以西的南海两个部分。据统计，起源于太平洋的热带气旋多于起源于南海的热带气旋，两者所占比例约为 64%和 36%。在 1949~2015 年间影响项目海域的热带气旋有 72 个是来自太平洋，占总数的 71.3%；来自南海的热带气旋有 29 个，占比为 28.7%。因此，影响项目附近海域的热带气旋，大部分来自太平洋。

在 2015 年 8 月~2021 年 8 月观测期间,影响项目区域的台风主要有 9 个,见表 5.1.5-6。其中,距离项目最近的台风为 2019 年的“剑鱼”和 2021 年的“卢碧”,见图 5.1.5-3。“剑鱼”在 2019 年 9 月 7 日左右经过项目附近海域,经过时风速为 18m/s,风力为 8 级。“卢碧”在 2021 年 8 月 5 日 8 时~11 时经过项目附近海域,经过时风速为 23m/s,风力为 9 级。

表 5.1.5-6 2015 年~2021 年项目附近台风

序号	编号	年份	英文名	中文名	风速 (m/s)	中心气压 /hpa	中心级风力/ 级
1	202109	2021	LUPIT	卢碧	23	985	9
2	202020	2020	Atsani	艾莎尼	16	1002	7
3	202006	2020	MEKKHALA	米克拉	15	1002	7
4	201914	2019	Kajiki	剑鱼	18	995	7
5	201911	2019	Bailu	白鹿	28	982	7
6	201806	2018	Gaemi	格美	15	994	8
7	201717	2017	Guchol	古超	13	1002	6
8	201716	2017	Mawar	玛娃	25	990	7
9	201510	2015	Linfa	莲花	35	970	7



图 5.1.5-3 项目附近台风路径图

5.1.5.2 风暴潮

根据 1979~2002 年间登陆粤东沿海的台风风暴潮资料统计,产生显著的风暴潮增水共 29 次,平均每年约 1 次。风暴潮资料显示,20 世纪的后 80 年,发生过多次比较大的台风风暴潮。其中风暴潮潮位高、影响范围大、灾害性严重的特大风暴潮灾害分别发生在 6903 台风、0104 号台风期间。

6903 台风 1969 年 7 月 28 日 11 时至 12 时在潮阳至惠来县沿海地区登陆台风登陆时近中心最大风速 50m/s,阵风 52.1/s。由于这个台风强度强、风速大、移动速度快,大风范围广,在广东省东部沿海地区造成了巨大风暴潮。汕头市妈屿潮位站、澄海县东溪口潮位站、潮阳县海门潮位站的最高风暴潮位分别为 310cm、308cm、202cm;最大台风增水分别为 314cm 和 247cm,其最高潮位约 50 年至 100 年一遇。这次台风一共造成 1554 人死亡,其中大学生死亡 83 人,解放军死亡 470 人。据汕头、澄海、潮阳、饶平、南澳等县市统计,海堤冲缺共 180km,农业受灾面积 $8.77 \times 10^4 \text{hm}^2$,房屋倒塌 8.23 万间,受灾人口 93 万,直接经济损失 1.98 亿元。

2001 年的 0104 号台风“尤特”,于 7 月 6 日 7 时 50 分在海丰至惠东交界处登陆。台风登陆时正值天文大潮期,风助潮势,致使汕尾港潮位达 167cm,超过警戒水位 14cm;陆丰市湖东前围潮水位超过历史最高潮水位 30cm;汕头市妈屿站潮位 261cm,接近 50 年一遇水位;澄海县东溪口站潮位 317cm,是历年最高潮位。据统计台风“尤特”造成揭阳、汕头、汕尾、潮州等 10 市 48 个县 537 个乡镇受灾,全省受灾人口 698.61 万人,死亡 26 人,倒塌房屋 1.09 万间,农作物受灾面积 28.047 万 hm^2 ,水产养殖损失 1.0809 万 hm^2 损坏一大批小型水库、堤防、护岸、水闸、塘坝、灌溉设施、机电泵站、小水电站等,全省直接经济损失 27.661 亿元。

2013 年第 19 号台风“天兔”在广东省汕尾市附近沿海登陆,广东省沿海最大风暴增水出现在海门站,为 201cm。增水超过 100cm 的还有遮浪站(163cm)、汕头站(160cm)、汕尾站(150cm)、惠州站(137cm)和南澳站(125cm)。

2014 年 6 月 15 日,第 7 号热带风暴“海贝思”在汕头濠江区沿海登陆,粤东沿岸出现了一次较弱风暴潮增水过程,过程最大增水在汕头站,为 58cm,未出现超警戒潮位情况。

2015 年,第 10 号台风“莲花”在广东陆丰市甲东镇沿海登陆,过程最大增水出现在汕头站,为 79cm。

2016 年第 22 号台风“海马”在汕尾市海丰县鲘门镇登陆,过程中粤东沿岸最大增水出现在海门站,为 206cm。汕头站、汕尾站出现最大增水分别为 152、144cm。

2017 年第 16 号台风“玛娃”在汕尾市陆丰沿海登陆,期间造成汕头站风暴增水 45cm。第 20 号台风“卡努”汕头站风暴增水 82cm。

2018 年第 22 号超强台风“山竹”登陆广东省台山海宴镇,造成汕头海门站风暴增水为 110cm,汕尾站风暴增水 178cm。

2023 年“苏拉”以强台风级强度登陆广东省珠海市金湾区沿海,粤东沿岸潮(水)位站观测到 65-95cm 的最大风暴增水,其中遮浪站和汕尾站等出现了达到当地黄色警戒潮位的高潮位,饶平站、云澳站和汕头站等出现了达到当地蓝色警戒潮位的高潮位。

5.1.5.3 赤潮

赤潮:海洋中一些微藻、原生动物或细菌在一定环境条件下爆发性增殖或聚集达到某一水平,引起水体变色或对海洋中其他生物产生危害的一种生态异常现象。

根据《广东省海洋灾害公报》,自 2014-2023,广东省沿海年均发现 9.5,起赤潮事件,但严重危害的赤潮发生次数较少。深圳、湛江、惠州、珠海和汕尾是我省主要的赤潮多发区。

2023 年广东省沿海共发现赤潮 6 次,累计面积 20.00km²,其中发现有害赤潮 3 次,未发现有毒赤潮。

2022 年广东近海共发现赤潮 14 次,累积面积 252.00km²,低于近十年均值(362.50km²),广东省海域引发赤潮的优势生物共 10 种,其中夜光藻的引发赤潮的次数最多。

2014 年 8 月 19 日~2014 年 25 日,在汕头市南澳县前江湾海域发生赤潮,赤潮发生面积为 0.2km²,赤潮优势生物为条纹环沟藻。

2016 年 4 月 15 日~2016 年 4 月 18 日,在汕头市南澳岛附近海域发生赤潮,赤潮发生面积为 16km²,赤潮优势生物为夜光藻。

2021年1月20日~2021年2月3日，在深圳市大鹏半岛以西金沙湾至南澳近岸海域发生赤潮，赤潮发生面积为1.7km²，赤潮优势生物为球形棕囊藻和红赤潮藻。

5.1.5.4 海浪

海浪是海面由风引起的波动现象，主要包括风浪和涌浪。按照诱发海浪的大气扰动特征来分类，由热带气旋引起的海浪称为台风浪；由温带气旋引起的海浪称为气旋浪；由冷空气引起的海浪称为冷空气浪。

根据《2023年广东省海洋灾害公报》，2023年广东省近海共发生有效波高4.0米（含）以上的灾害性海浪过程12次，其中台风浪5次，冷空气浪7次。发生海浪灾害过程1次，造成1人死亡。灾害性海浪过程中，台风浪主要发生在7-10月，冷空气浪主要发生在1-2月和11-12月。

根据《2022年广东省海洋灾害公报》，2022年广东省近海共发生有效波高4.0米（含）以上的灾害性海浪过程10次，未造成直接经济损失和人员死亡失踪。上述海浪过程主要发生在2-12月，级别均在狂浪及以下，其中5次受台风过程的影响，4次受冷空气过程的影响，1次受台风和冷空气过程共同影响。

5.1.5.5 地震

根据《中国地震烈度区划图》，汕头市为Ⅷ度区、水工建筑物按Ⅷ度设防。潮汕地区历史上是一个强烈地震的多发区。据地史资料记载，韩江三角洲地区，自1067年至1973年曾发生277次以上有感地震，其中大于和等于5级的地震有12次。

5.2 海洋资源

5.2.1 港口资源

汕头市人民政府于2013年9月3日颁布的《汕头港总体规划（2012~2030）》，站在汕头市与粤东地区经济发展的高度，打破行政区划的限制，结合汕头“三大经济带”的规划，综合考虑港口发展现状、吞吐量预测，合理确定各港区功能定位及布局，科学规划岸线资源，将澄海、潮阳、潮南三区和南澳县、广澳等港区的规划纳入了汕头港总体规划。《汕头港总体规划（2012~2030）》实施完成后，

汕头港将形成包括老港区、珠池港区、马山港区、堤内港区、广澳港区、海门港区、田心港区、南澳港区以及榕江港区等 9 个港区。

根据《汕头港总体规划》（2012-2030 年），汕头港各港区功能定位为：

（1）老港区：以散、杂货运输为主，主要为汕头市生产生活物资运输服务。远期根据发展需要，以规划进行功能调整。

（2）珠池港区：以集装箱、粮食和建材运输为主，为汕头市临港产业和外向型经济提供运输服务。

（3）马山港区：以煤炭运输为主、主要为后方华能电厂提供服务。

（4）堤内港区：以散、杂货和集装箱运输为主的综合性港区。

（5）广澳港区：以集装箱、石油化工品和散杂货运输为主，腹地经济和临港产业开发服务，逐步发展为大型综合性港区。

（6）海门港区：以大宗能源和原材料运输为主，主要服务临港产业发展，兼顾腹地散货运输。

（7）南澳港区：规划预留港区，结合发展需要适时开发。

（8）田心港区：预留规划港区，结合发展需要适时开发。

（9）榕江港区：规划内河港区，以散、杂货运输为主，主要为榕江沿江经济发展服务。

根据《汕头港总体规划》（2012-2030 年），2030 年货物吞吐量将达到 30000 万吨（其中集装箱 1200 万 TEU）。

5.2.2 岸线资源

根据 2022 年修测岸线，汕头全市海域面积约 4424 平方公里，大陆海岸线长 217.7 公里，岛岸线 168 公里。全市海岛 180 个，其中有居民海岛 5 个。按照海岸线类型，汕头市海岸线分为自然岸线和人工岸线，其中自然岸线 50.42 公里，自然岸线占比 23.16%，自然岸线包括砂质岸线、粉砂淤泥岸线、基岩岸线、河口岸线、生物岸线等。

5.2.3 滩涂资源

潮汕地区围垦历史悠久，据史料记载，远在唐代，沿海地区已有滩涂围垦扩

大耕地之举。建国后，针对人多地少的特点，潮汕各级政府把开发滩涂作为大力发展粮食生产的一个重要方面，既增加了耕地面积，又巩固了堤防，经过 30 多年的努力，潮汕沿海地区共建成大小 50 个新围，围垦总面积达 31.7 万亩；其中万亩以上的围垦有 8 个，面积 20.63 万亩。

随着流域来沙在河口地区不断落淤，韩江河口造就了河口浅海区域丰富的滩涂资源。在新津河-义丰溪河口之间的海域，浅水滩涂基本沿海岸呈带状分布，在各河道出口附近浅海区域滩涂分布面积较大，其中义丰溪河口前沿滩涂分布最为广阔。在牛田洋也有大片的浅海滩涂，是榕江和梅溪来沙落淤的结果，滩涂沿两岸呈带状分布，在榕江口与梅溪河口之间分布最广。下蓬围、上蓬围和一八围滩涂围垦始于北宋年间，以后不断垦殖江海滩地。

时至今日，滩涂利用持续向海滨扩展。下蓬围面积 66.72km²，是汕头的政治、经济文化中心，土地利用以城市用地为主，耕地面积 10.5 万亩。上蓬围面积 51.2km²，围内有 2 个镇 51 个管理区，区域经济以工农业并举为特点，现有耕地 4.68 万亩。

一八围面积 92.57km²，是澄海区的争执、经济、文化中心，围内共有 51 个管理区，耕地面积 6.13 万亩。

5.2.4 滨海旅游资源

汕头市滨海旅游资源目前已发现约 60 余处，大致可归为海、山、潮、侨、庙、史等几类，其中已评定国家级森林公园 1 处，省级风景名胜区、自然保护区各 1 处，省级重点文物 9 处，省级旅游度假区 2 处，其它景点 40 余处。项目附近沿海风景区主要有莲花峰风景区、龙虎滩风景区、田心湾景区、磐石风景名胜区。

(1) 莲花峰风景区

莲花峰风景区位于广东省潮阳区南海边陲，练江入海口处，面积 1.14 平方公里，为国家 AAAA 级旅游景区。属海洋性气候，冬暖夏凉，四季如春；水陆空交通方便，和深汕高速路海门口毗邻。拥有海蚀石林、沙滩、礁石等自然景观，古莲花峰、历代石刻、清古炮台、清晴波塔、万人冢、元张鲁庵庙为代表的人文

景观，莲峰书院等爱国主义教育基地。

(2) 龙虎滩风景区

龙虎滩位于汕头市河浦区，距市区 27 公里，是一个天然的海滨浴场。由于海岸线如卧滩老虎而得名。海滩水质清澈，沙白细柔，地势平缓又因海岸线外凸形成风大浪急，却是有惊无险的地带，是汕头一带较为刺激的海滨浴场之一，也是帆板运动的极佳海域，1999 年被评为省级旅游度假区，为国家 AAAA 级旅游区。包括从濠江口至中信度假村一带，其西段至海门半岛属潮阳区，连续的海滩总长约 13km，且这一段海滩没有大河注入，水质优良，沙质细软；海滩后腹地广阔，保留了 100m~300m 宽的防护林带，其背后是汕头市南滨新城。

(3) 田心湾景区

田心湾景区位于田心镇西南面，田心湾处于大闸湾至惠来海域交界处的中段。占地 5.3 万平方米。田心湾海滩是潮南区唯一的海滨旅游区，以沙平水缓的沙滩，清澈透底的海水，玲珑妩媚的小岛，葱郁挺拔的防护林为特色，具有典型的亚热带海洋性气候，气候温和，夏凉冬暖，年均气温 21℃，一年适合水上活动时间达八个月，浅海鱼类达 100 多种。

(4) 礐石风景名胜区

礐石风景名胜区位于汕头市的濠江区礐石海南岸，与汕头老市区隔海相望，于韩江、榕江、练江等三条江汇合出海处，为国家 AAAA 级旅游区。南与达濠接连，原为全岛，后因西南面由桥梁连广东省道而成为半岛，面积 12 平方公里。

风景区以“海”、“山”、“石”、“洞”为景观构成要素，具有“雄”、“奇”、“秀”、“幽”特点的自然和人文景观。景区内规划为六个景区，即礐石景区、塔山景区、焰峰景区、香炉山景区、笔架山景区、苏安景区。礐石风景区最高峰香炉峰海拔 198m，塔山紧邻海湾，是观赏汕头全景的最佳观景台。

5.2.5 海洋渔业资源

汕头市所处海域有韩江、榕江、练江三江汇集进入南海，处于南海东北部黑潮暖流和南海暖流的主要活动区，东面与闽、台交接，西面与汕尾渔场相连，是粤东渔场的主要部分，海洋生物资源丰富。滩涂发育，有利于鱼类、甲壳类、贝类及藻类的生长，是粤东地区主要海水滩涂养殖场所。浅海面积大，可供增养殖

的类型丰富。沿海有浮游动植物约 500 多种，近海鱼类 471 种，贝类 30 多种、藻类 20 多种。

本项目附近海域的渔业资源情况具体见 6.5.3 节。

5.2.6 “三场一通道”概况

本项目所在海域是多种经济鱼类、虾类、蟹类、虾蛄类和头足类等渔业资源种类的繁育场，在渔业上占有极其重要的地位，水域内 20m 水深以内的范围是法定的幼鱼、幼虾保护区，保护期为每年农历 4 月 27 日到 7 月 20 日。根据农业部公告第 189 号《中国海洋渔业水域图》（第一批），汕头海域主要有南海北部金线鱼产卵场和南海北部长尾大眼鲷产卵场。南海北部金线鱼产卵场分布范围较广，由海南岛东岸一直延伸到汕尾附近（为东经 $111^{\circ}45'$ ~ $115^{\circ}45'$ ），产卵期为 3~8 月。南海北部长尾大眼鲷产卵场位于海陵岛南部，约为东经 $110^{\circ}50'$ ~ $112^{\circ}45'$ ，北纬 $20^{\circ}25'$ ~ $21^{\circ}30'$ ，产卵期为 5~7 月，相关鱼类的产卵场见图 5.2.6-1、图 5.2.6-2。本工程海域不处于该海区上中层和底层鱼类产卵场内。

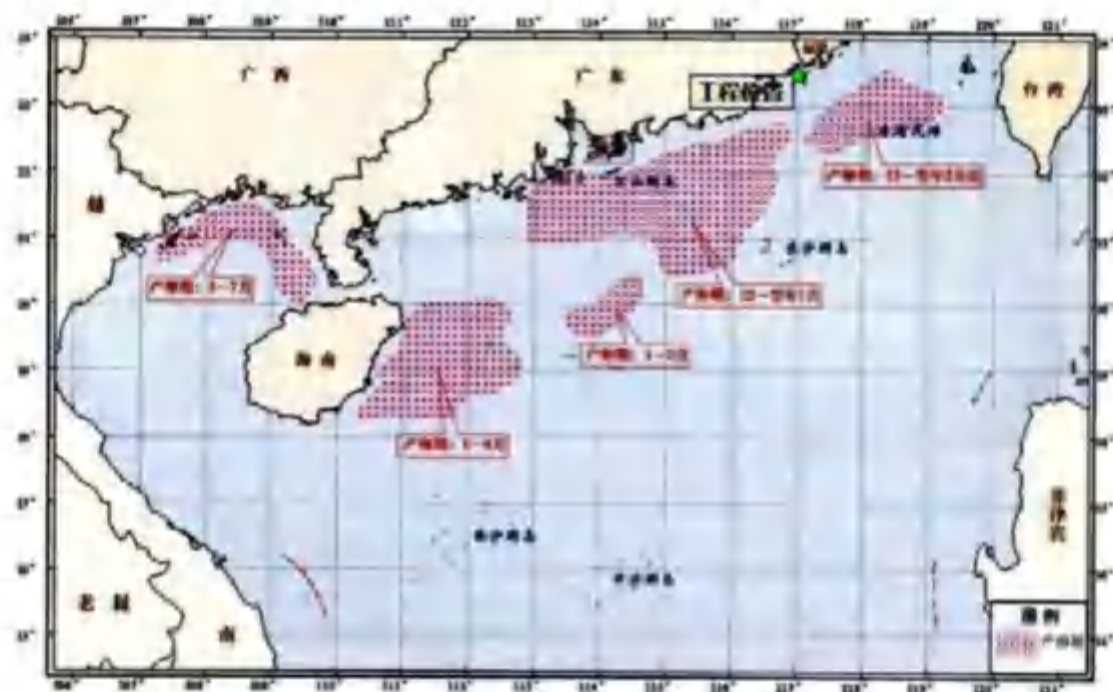


图 5.2.6-1 南海中上层鱼类产卵示意图

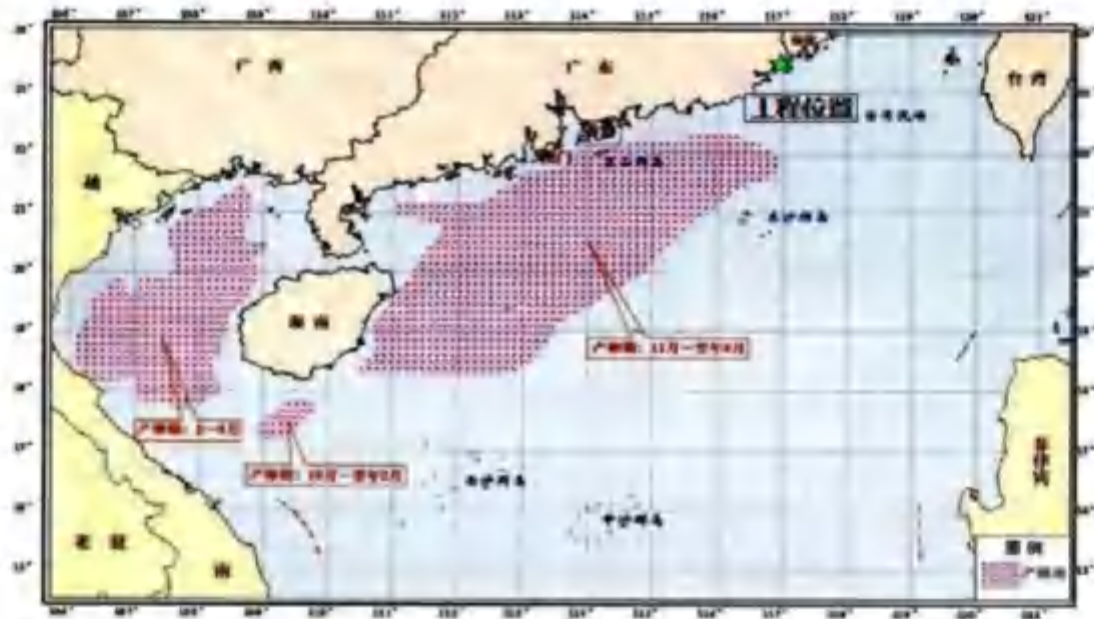


图 5.2.6-2 南海中底层，近底层鱼类产卵示意图

南海区幼鱼、幼虾保护区共有 4 处，一为广东省沿岸由粤东的南澳岛至粤西的雷州半岛徐闻县外罗港沿海 20m 水深以内的海域，保护期为每年的 3 月 1 日至 5 月 31 日；二为海南省东部沿岸文昌县木栏头浅滩东北至抱虎角 40m 水深以内海域，保护期为每年的 3 月 1 日至 6 月 15 日；三为海南省万宁县大洲岛至陵水县赤岭湾 50m 深以内海域，保护期为每年的 3 月 1 日至 5 月 31 日；四为海南省临高县临高角至东方县八所港 20m 水深以内海域，保护期为每年的 3 月 1 日至 6 月 15 日。

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

本项目位于南海区幼鱼、幼虾保护区和南海北部幼鱼繁育场保护区的范围内，在项目建设过程中必须重视对幼鱼、幼虾的保护。

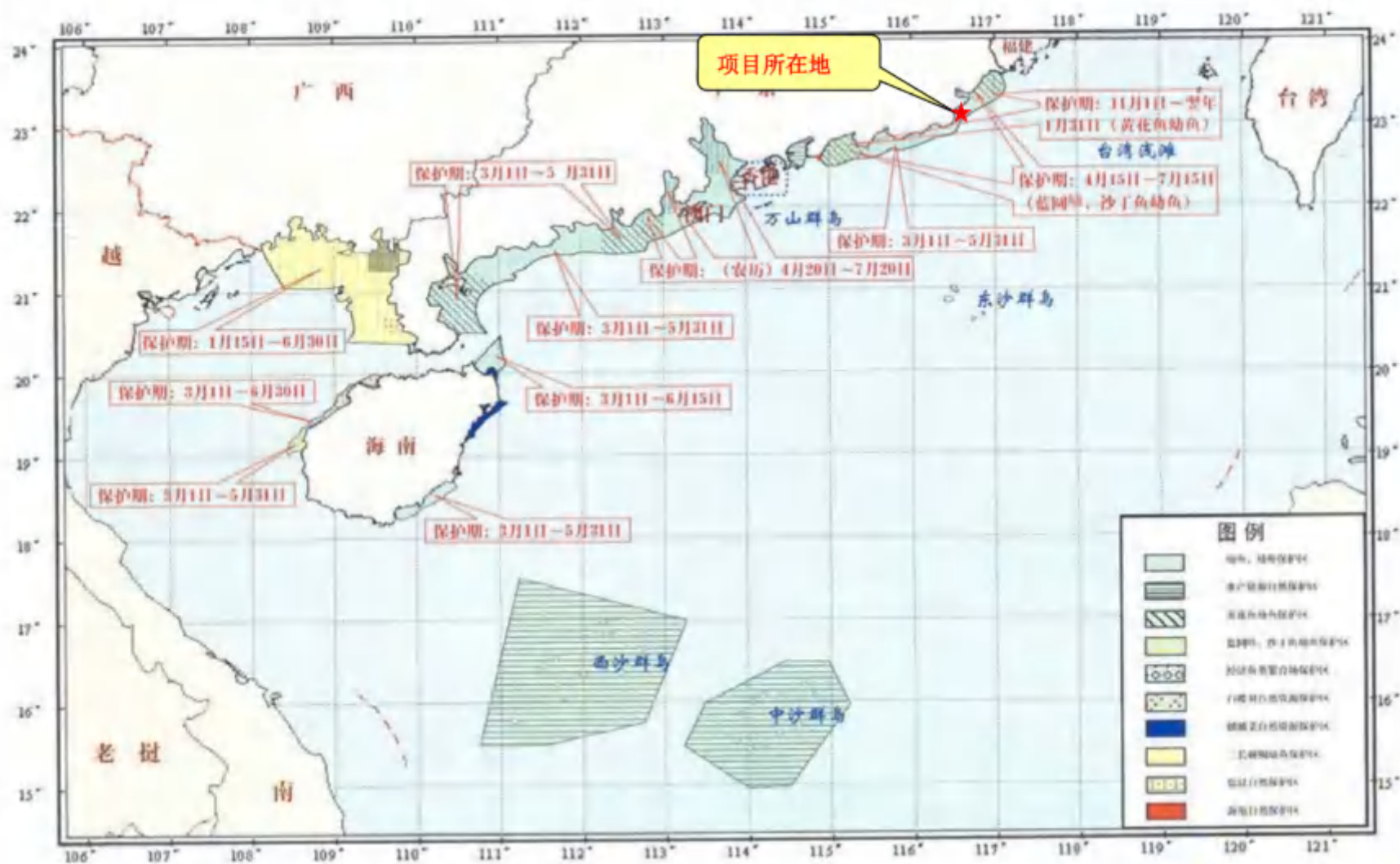


图 5.2-2 南海国家级及省级渔业品种保护区分布图

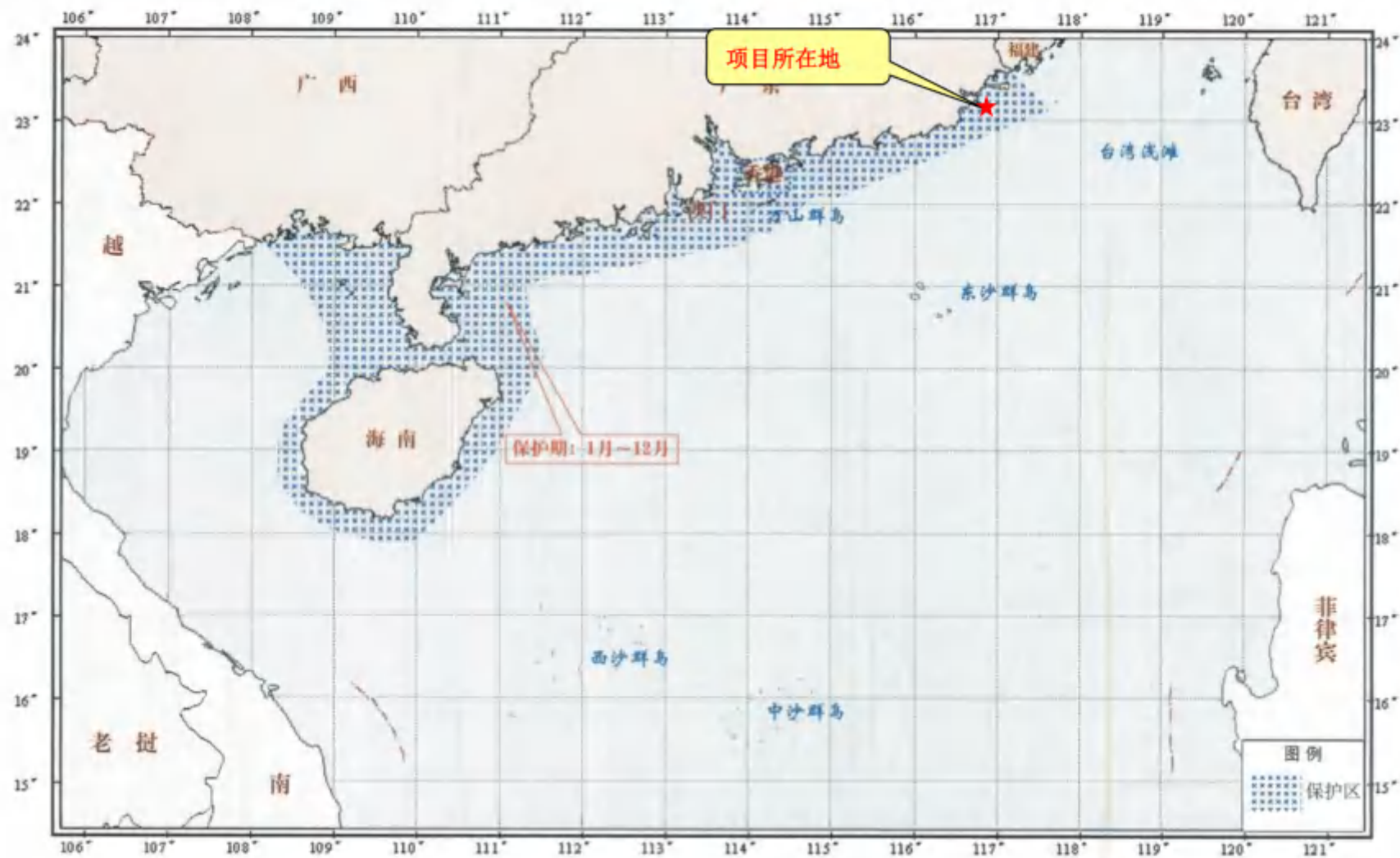


图 5.2-3 南海北部幼鱼繁育场保护区范围示意图

5.2.7 珍稀海洋生物资源

(1) 红树林

根据生态生物资源现状调查结果和历史调查资料,工程所在海域未发现有珍惜濒危水生生物。工程所在海域未发现红树植物分布。

汕头市拥有大量珍贵的天然红树林,同时拥有适宜红树林生长的湿地资源,全市湿地面积为 79 万亩,为广东省内面积最大、保存最完整的湿地系统。其中最有代表意义的当属位于市区南滨的苏埃湾红树林,面积达 28hm²。苏埃湾红树林为天然次生林,位于拟建汕头湾海底隧道上游约 2km 处,主要树种为桐花树,本项目建设不会对其产生不利影响。

汕头市红树林本地种有桐花树、老鼠勒、黄槿、秋茄、假木莉、木榄等 12 种之多。近年来,汕头对红树林进行多方保护,确保其正常生长。2001 年 8 月,汕头市人民政府还专门发文设立湿地保护区,把汕头辖区内的牛田洋至新津河口湿地都列入保护范围,保护对象就是红树林及候鸟、珍稀水生动物。汕头市致力于对天然红树林进行保护的同时,还积极采取措施营造人工红树林。2002 年,市林业部门已在澄海六合围等地种下红树林 1 万余亩,进一步保护和发展红树林资源。2000 年~2010 年十年间汕头市累计人工种植红树林 1666.6hm²,保存面积 833.3hm²。

(2) 中华白海豚

1) 中华白海豚及其生活习性

中华白海豚在生物分类学上隶属脊索动物门,哺乳纲鲸目,海豚科白海豚属,为国家一级保护动物。中华白海豚是暖水沿岸性的小型齿鲸类之一,栖息在咸淡水交汇区,在我国东海、南海均有分布;一般单独或数头一起活动,多栖息于沿岸及河口一带,性活泼,喜跃出水面,常跟随船只游泳。

中华白海豚的食物以鱼类为主,主要捕食梅童鱼、凤鲚斑、银鲳、乌鲳、白姑鱼、龙头鱼、大黄鱼等河口常见鱼类。繁殖盛期 5~6 月,每产 1 胎。

根据中国水产科学研究院南海水产研究所的相关研究结果表明,中华白海豚出现频次较高的月份大约在夏季的 6~7 月以及冬季 1 月份左右,出现时间大多集中在 10:00~14:00 之间。

2) 中华白海豚的目击情况

汕头海域受韩江等入海径流的影响，汕头港、莱芜湾和南澳岛等水域，在历史上有中华白海豚的搁浅和目击记录。

根据原汕头市海洋与渔业局等有关部门的监测记录和群众的目击记录，中华白海豚主要出现在汕头港妈屿岛、莱芜湾、南澳岛等受河流淡水影响的区域。其中汕头港的目击记录较多：2003年11月22日有一市民发现汕头港旁边有一死亡的中华白海豚，保护区管理处将其打捞后依法处理；2007年3月31日下午3时许，10多条大白海豚游入汕头港妈屿泳场，直至下午4时多才离去；10月29日，有4头中华白海豚出现在汕头港湾；2008年的9月在汕头湾内发现5头；2008年11月6日，中华白海豚曾群现海湾大桥一带；2009年3月21日，在同一水域再次发现5头。另根据原汕头市海洋与渔业局工作人员反映，曾有市民在礮石大桥附近海域观看到中华白海豚出没。

根据广东省“908”专项调查的任务计划，于2008年9月在汕头沿岸河口海域进行了1个航次的海豚观测，观测截线长达160km，观测期间为0~3级的优良海况，没有发现中华白海豚。

以上目击记录表明，中华白海豚偶尔出现在汕头港礮石大桥和海湾大桥附近海域。

6 环境质量现状调查与评价

6.1 水动力环境现状调查与评价

6.1.1 调查时间和站位布置

交通运输部天津水运工程科学研究所、天津水运工程勘察设计院有限公司于2020年8月28日至9月13日期间，在项目附近海域开展了大、小潮海流泥沙测验，测验内容包括潮位、流速、流向、含沙量、盐度、风况、海况等。

设置2个验潮站，水文测验前开始观测，同步连续观测15天以上；6个水文定点测站，进行大潮、小潮两个潮型测验，观测包括水深、流速、流向、含沙量、盐度、悬沙粒径；1个测站进行海面风观测。站位坐标见表6.1.1-1，站位图见图6.1.1-1。

图 6.1.1-1 水文全潮测验潮流测、验潮站站位分布图

表 6.1.1-1 水文全潮测验流测、验潮站坐标表（坐标系统：WGS-84）

站位	东经E	北纬N	备注
CW1			海门验潮站
CW2			广澳验潮站
1#			
2#			
3#			
4#			
5#			
6#			

6.1.2 潮位观测与分析

一、全潮期间潮位特征

全潮期间大、小潮潮位过程线见图 6.1.2-1。

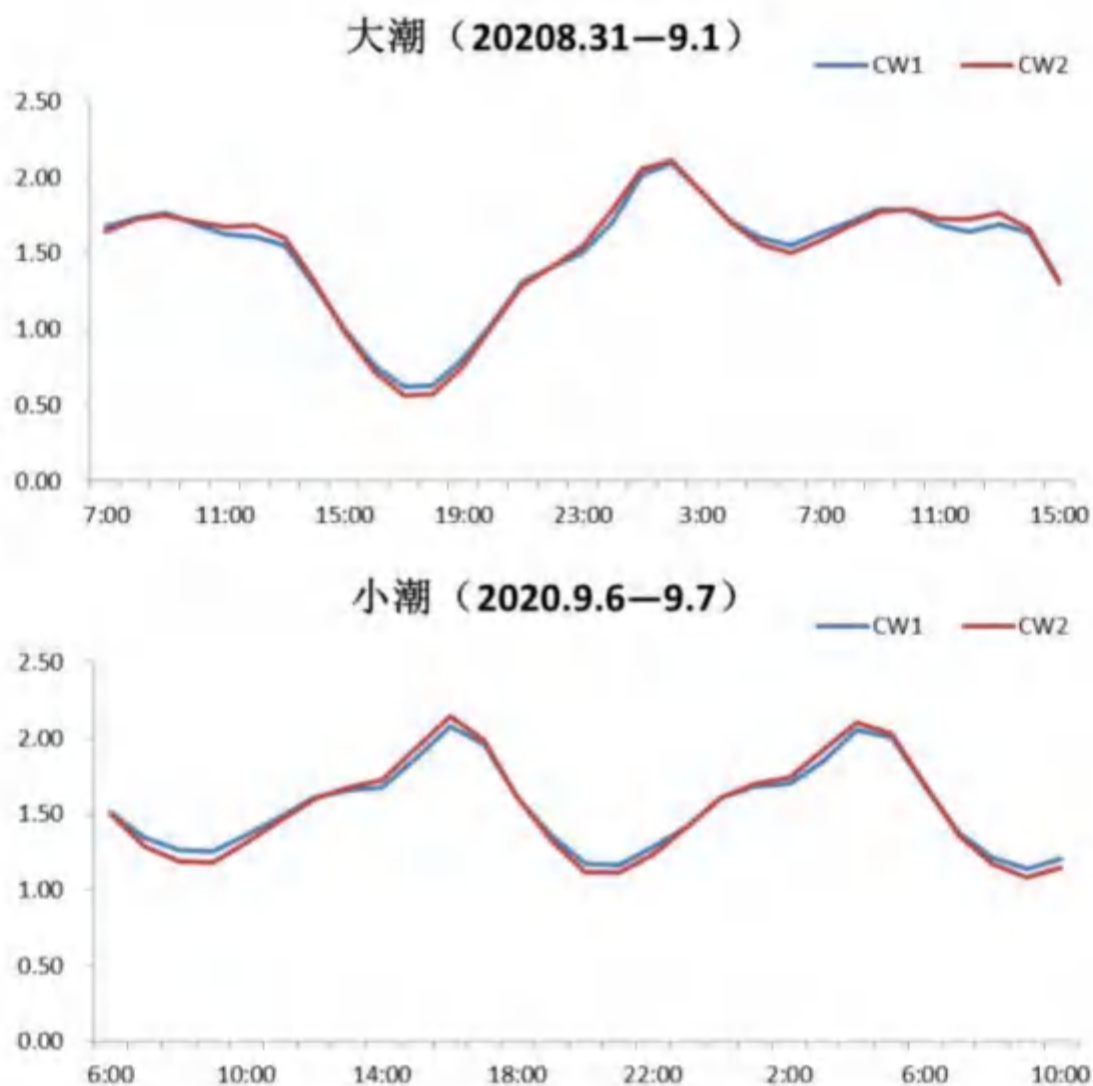


图 6.1.2-1 各验潮站潮位过程图

根据实测资料统计实测海域高、低潮位（见表 6.1.2-1）得知，两个验潮站高潮和低潮发生时间比较接近。

表 6.1.2-1 施测海域高、低潮位统计表

潮型	站名	高潮		低潮		高潮		低潮		高潮		低潮	
		潮时 hh:mm	潮高 (m)	潮时 hh:mm	潮高 (m)	潮时 hh:mm	潮高 (m)	潮高 (m)	潮时 hh:mm	潮高 (m)	潮高 (m)	潮时 hh:mm	潮高 (m)
大潮	CW1	8:50	1.77	17:30	0.59	1:42	2.11	5:45	1.55	9:32	1.81		

	CW2	8:47	1.76	17:32	0.54	1:37	2.13	5:47	1.49	9:47	1.80		
小潮	CW1			8:37	1.22	16:12	2.09	20:35	1.14	4:20	2.08	9:17	1.13
	CW2			8:37	1.17	16:07	2.14	20:25	1.08	4:17	2.12	9:15	1.07

实测大、小潮涨落潮历时和潮差统计结果见表 6.1.2-2。

(1) 观测海域两个验潮站, 在水文测验期间, 大、小潮涨、落潮平均历时, CW1 站分别为 6 小时 50 分和 5 小时 30 分, CW2 站分别为 6 小时 51 分和 5 小时 32 分, 涨潮历时大于落潮历时。

(2) 水文测验期间, 大、小潮最大潮差, CW1 站分别为 1.52m 和 0.87m, CW2 站分别为 1.59m 和 0.97m, CW2 站潮差大于 CW1 站。

表 6.1.2-2 施测海域涨、落潮历时和潮差统计表

潮型	站名	历时(hh:mm)						潮差(m)					
		第一次涨落潮		第二次涨落潮		平均		第一次涨落潮		第二次涨落潮		平均	
		落潮	涨潮	落潮	涨潮	落潮	涨潮	落潮	涨潮	落潮	涨潮	落潮	涨潮
大潮	CW1	8:12	8:40	3:47	4:02	6:00	6:21	1.52	1.18	0.26	0.56	0.89	0.87
	CW2	8:05	8:45	4:00	4:10	6:02	6:27	1.59	1.22	0.31	0.64	0.95	0.93
小潮	CW1	7:35	4:22	7:45	4:57	7:40	4:40	0.87	0.95	0.94	0.95	0.91	0.95
	CW2	7:30	4:17	7:52	4:57	7:41	4:37	0.97	1.06	1.04	1.05	1.01	1.06
平均		7:50	6:31	5:51	4:31	6:50	5:31	1.24	1.10	0.64	0.80	0.94	0.95

二、短期潮位特征值

根据观测海域两个临时验潮站的短期同步资料统计, 潮汐特征值如下(见表 6.1.2-3) :

表 6.1.2-3 各验潮站短期潮位特征值

验潮站	潮位特征值	CW1	CW2
	最高潮位	2.14	2.18
	最低潮位	0.42	0.38
	平均高潮位	1.82	1.84
	平均低潮位	1.05	1.01
	平均海平面	1.39	1.39

验潮站 \ 潮位特征值	CW1	CW2
最大潮差	1.56	1.64
平均潮差	0.77	0.84
平均涨潮历时 (h:min)	6:30	6:28
平均落潮历时 (h:min)	4:58	5:01
潮高基准面	当地理论最低潮面	
统计时间	2020 年 8 月 28 日至 2020 年 9 月 13 日	

实测结果表明：

测验期间，两个验潮站，平均高潮位，CW2 大于 CW1；平均低潮位，由 CW1 大于 CW2。平均潮差，CW2 大于 CW1。观测海域实测涨潮历时显著大于落潮历时，两测站比较接近。

涨、落潮平均历时分别为 6 小时 29 分和 4 小时 59 分，历时差 1 小时 30 分。两个验潮站历时差分别为 1 小时 32 分和 1 小时 27 分，比较接近。

三、潮汐调和分析

通过短期验潮站——CW1 和 CW2 测站 2020 年 8 月 28 日 17:00~9 月 13 日 13:00 的潮位数据，采用最小二乘法进行潮汐调和分析，求出 11 个分潮的调和常数。各站调和常数表见表 6.1.2-4。

表 6.1.2-4 施测海域各测站调和常数表

验潮站 \ 调和常数	CW1		CW2	
	H(cm)	g	H(cm)	g
Q_1	4.9	219.0	4.9	218.8
O_1	25.5	243.8	25.6	243.6
P_1	8.9	288.4	9.0	288.3
K_1	26.9	292.2	27.3	292.0
N_2	6.1	340.8	7.1	340.8
M_2	31.8	7.6	37.3	7.6
S_2	8.9	74.7	10.8	72.5
K_2	2.4	78.7	2.9	76.6
M_4	7.9	136.3	7.9	130.3
MS_4	8.0	197.6	8.1	193.1
M_6	1.5	170.2	1.2	158.2

潮汐性质按下式计算标准判别：

$$F = \frac{H_{O_1} + H_{K_1}}{H_{M_2}} \quad (4-1)$$

当 $F \leq 0.5$ 时为正规半日潮

当 $0.5 < F \leq 2.0$ 时为不正规半日潮

当 $2.0 < F \leq 4.0$ 时为不正规全日潮

当 $F > 4.0$ 时为正规全日潮

式中的 H_{O_1} 、 H_{K_1} 、 H_{M_2} 分别为主太阴日分潮、太阴太阳赤纬日分潮、主太阴半日分潮的平均振幅 (cm)。

表 6.1.2-5 计算各验潮站的 F 表

验潮站	CW1	CW2
F	1.65	1.42

采用式 (4-1) 计算的 F 值, 经计算得到 CW1、CW2 测站主要分潮的振幅比结果分别为 1.65 和 1.42, 由此认为工程海域为不正规半日潮海区。

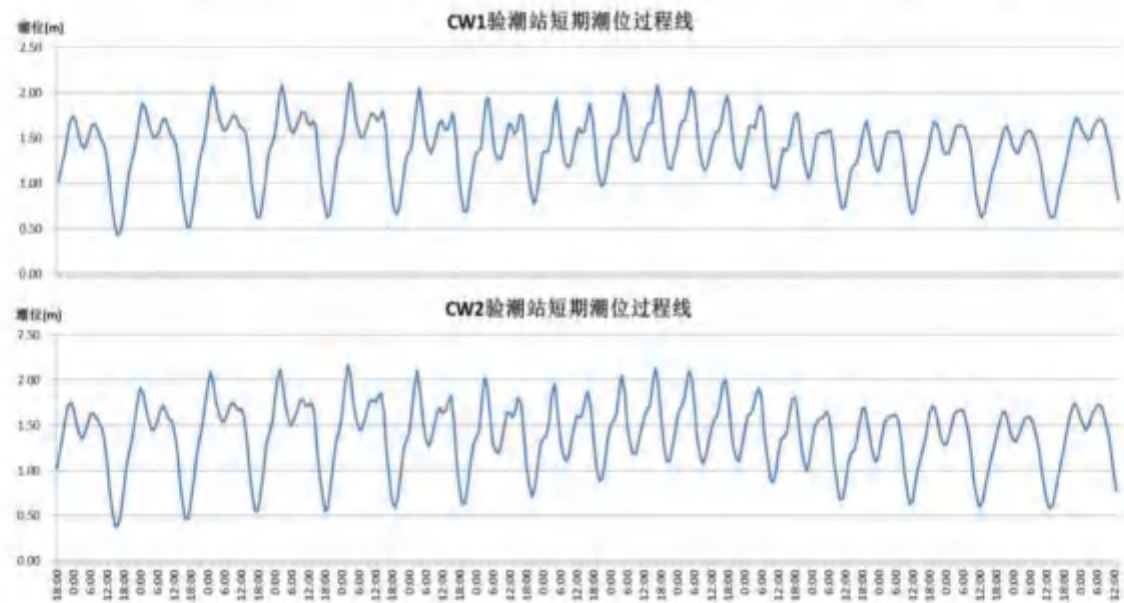


图 6.1.2-2 各测站短期潮位过程线

6.1.3 潮流观测与分析

一、流速、流向统计分析

1、潮流历时

受月赤纬变化和海湾地形等因素的影响,不同测站的涨、落潮历时有所差异(表 6.1.3-1)。

表 6.1.3-1 施测海域涨、落潮潮流历时统计表

单位: (h:min)

站名	涨潮			落潮		
	大潮	小潮	平均	大潮	小潮	平均
1#	07:05	06:14	06:39	05:12	05:39	05:25
2#	07:06	05:29	06:18	05:25	06:23	05:54
3#	06:53	06:18	06:36	05:22	06:05	05:43
4#	07:09	05:50	06:30	04:59	06:19	05:39
5#	06:48	06:17	06:33	05:27	05:49	05:38
6#	07:03	06:12	06:38	05:17	06:00	05:39
平均	07:01	06:04	06:32	05:17	06:02	05:40

(1) 根据实测资料统计,施测海域涨、落潮平均历时分别为 6 小时 32 分和 5 小时 40 分,涨潮流历时显著大于落潮流历时,平均历时差 52 分。涨、落潮平均历时,大潮分别为 7 小时 1 分和 5 小时 17 分;小潮分别为 6 小时 4 分和 6 小时 2 分,涨潮流历时均大于落潮流历时,大潮的历时差显著大于小潮。

(2) 靠近岸线的 1#、3#和 5#测站,在大潮和小潮期间均表现为涨潮流历时大于落潮流历时;靠近外海的 2#和 4#测站,在大潮期间表现为涨潮流历时大于落潮流历时,在小潮期间表现为涨潮流历时略小于落潮流历时;靠近外海的 6#测站,在大潮和小潮期间均表现为涨潮流历时大于落潮流历时。

2、潮段平均流向

根据各站涨、落潮潮段合成流向计算结果(表 6.1.3-2),按不同水域进行统计,归纳为如下特征。

表 6.1.3-2 施测海域涨、落潮平均流向统计表

单位: (°)

站名	涨潮			落潮		
	大潮	小潮	平均	大潮	小潮	平均
1#	55	56	55	240	238	239

2#	54	29	42	222	236	229
3#	76	74	75	258	260	259
4#	59	49	54	223	234	228
5#	49	46	48	218	217	217
6#	49	38	44	217	229	223
平均	57	49	53	230	236	233

由垂线平均流速矢量图看出：涨、落潮平均流向，1#、2#、4#、5#和6#测站均为NE~SW，3#测站流向受岸线地形影响，涨、落潮平均流向为ENE~W。

图 6.1.3-1 大潮垂线平均流速矢量图

图 6.1.3-2 小潮垂线平均流速矢量图

3、潮段平均流速

通过对本期测验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（见表 6.1.3-3）。

表 6.1.3-3 施测海域各测站潮段平均流速统计表

单位：流速（m/s）

站名	涨潮			落潮		
	大潮	小潮	平均	大潮	小潮	平均
1#	0.23	0.21	0.22	0.19	0.23	0.21
2#	0.28	0.18	0.23	0.21	0.30	0.26
3#	0.31	0.31	0.31	0.28	0.31	0.29
4#	0.40	0.23	0.31	0.19	0.34	0.27
5#	0.40	0.35	0.38	0.37	0.42	0.40
6#	0.37	0.27	0.32	0.25	0.33	0.29
平均	0.33	0.26	0.29	0.25	0.32	0.29

（1）施测海域潮段平均流速，涨、落潮段大潮分别为 0.33m/s 和 0.25m/s，小潮分别为 0.26m/s 和 0.32m/s，大潮期间涨潮段流速大于落潮段流速，小潮期间涨潮段流速大多小于落潮段流速。

（2）潮段平均流速，各测站略有差异。各测站潮段平均流速，由西向东逐渐增加，且近岸测站大多小于外海测站。

4、垂线平均最大流速

通过对本期测验各个测站的垂线平均流速进行统计，按涨潮段、落潮段分别求其最大值得到各测站涨、落潮段的垂线平均最大流速（见表 6.1.3-4）。

总体来看,实测垂线平均最大流速,涨潮段为 0.63m/s,流向 48°,落潮段为 0.70m/s,流向 219°,均出现在 5#测站。

表 6.1.3-4 实测海域各测站涨、落潮段垂线平均最大流速统计表

单位: 流速 (m/s)、流向 (°)

站号	潮段	大潮		小潮	
		流速	流向	流速	流向
1#	涨潮	0.36	53	0.31	60
	落潮	0.28	224	0.38	234
2#	涨潮	0.45	49	0.30	27
	落潮	0.34	223	0.48	231
3#	涨潮	0.46	76	0.46	78
	落潮	0.44	259	0.55	257
4#	涨潮	0.56	62	0.36	52
	落潮	0.36	226	0.56	226
5#	涨潮	0.63	48	0.57	46
	落潮	0.60	217	0.70	219
6#	涨潮	0.57	48	0.42	36
	落潮	0.37	213	0.54	228

5、测点最大流速

通过对本期测验各个测站的各层实测的流速资料进行统计,按涨潮段、落潮段分别求其最大值得到各测站的涨、落潮段最大流速垂向分布(如表 6.1.3-5 和表 6.1.3-6 所示)。总体来看,测点实测最大流速,涨潮段为 0.78m/s(流向 60°),出现在大潮 5#测站的 0.4H;落潮段为 0.86m/s(流向 206°),出现在大潮 5#测站的表层。

表 6.1.3-5 各测站大潮垂线上测点最大流速特征值统计表

单位: 流速 m/s; 流向 °

项目 测点	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
1#	0.51	49	表层	0.36	53	0.51	227	表层	0.28	224
2#	0.56	48	表层	0.45	49	0.44	223	0.8H	0.34	223
3#	0.64	60	0.2H	0.46	76	0.67	256	表层	0.44	259
4#	0.62	65	0.4H	0.56	62	0.44	230	0.8H	0.36	226
5#	0.78	60	0.4H	0.63	48	0.86	206	表层	0.60	217
6#	0.65	48	0.2H、0.4H	0.57	48	0.46	227	0.8H	0.37	213
最大值	0.78	60	0.4H	0.63	48	0.86	206	表层	0.60	217

表 6.1.3-6 各测站小潮垂线上测点最大流速特征值统计表

单位: 流速 m/s; 流向 °

项目 测点	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
1#	0.42	59	表层	0.31	60	0.43	224	0.2H、0.6H	0.38	234
2#	0.38	33	表层	0.30	27	0.56	226	0.4H、0.6H	0.48	231
3#	0.60	67	表层	0.46	78	0.66	257	表层	0.55	257
4#	0.48	55	表层	0.36	52	0.62	225	0.2H	0.56	226
5#	0.76	47	0.2H	0.57	46	0.83	215	0.4H	0.70	219
6#	0.56	29	表层	0.42	36	0.60	228	0.60.8	0.54	228
最大值	0.76	47	0.2H	0.57	46	0.83	215	0.4H	0.70	219

6、潮段平均流速垂向分布

通过对本期测验各个测站的各层实测的流速资料进行统计,按涨潮段、落潮段分别统计平均值得到各测站的涨、落潮段平均流速垂向分布(如表 6.1.3-7~表 6.1.3-7 所示)。

统计结果表明:潮段平均流速呈上层较大,由上层向底层逐渐递减的分布状态。

表 6.1.3-7 施测海域各测站涨、落潮段平均流速垂向分布统计表(大潮)

单位: 流速 (m/s)

站名	涨潮						落潮					
	表层	0.2H	0.4H	0.6H	0.8H	底层	表层	0.2H	0.4H	0.6H	0.8H	底层
1#	0.27	0.26	0.25	0.27	0.23	0.20	0.33	0.26	0.21	0.18	0.16	0.14
2#	0.38	0.37	0.30	0.27	0.22	0.20	0.13	0.16	0.22	0.26	0.29	0.26
3#	0.39	0.38	0.36	0.33	0.27	0.19	0.45	0.35	0.30	0.26	0.24	0.18
4#	0.41	0.45	0.45	0.42	0.34	0.28	0.19	0.19	0.19	0.20	0.25	0.24
5#	0.40	0.49	0.48	0.41	0.40	0.30	0.56	0.51	0.39	0.35	0.31	0.23
6#	0.43	0.43	0.43	0.37	0.33	0.25	0.27	0.23	0.24	0.29	0.32	0.26
平均	0.38	0.40	0.38	0.35	0.30	0.23	0.32	0.28	0.26	0.26	0.26	0.22
与表层比值	1.00	1.04	0.99	0.91	0.78	0.62	1.00	0.88	0.80	0.80	0.81	0.67

表 6.1.3-8 施测海域各测站涨、落潮段平均流速垂向分布统计表(小潮)

单位: 流速 (m/s)

站名	涨潮						落潮					
	表层	0.2H	0.4H	0.6H	0.8H	底层	表层	0.2H	0.4H	0.6H	0.8H	底层
1#	0.27	0.24	0.21	0.20	0.20	0.17	0.23	0.25	0.27	0.25	0.22	0.18
2#	0.23	0.24	0.20	0.20	0.17	0.19	0.26	0.30	0.31	0.34	0.35	0.25
3#	0.39	0.38	0.36	0.32	0.28	0.21	0.39	0.36	0.34	0.32	0.28	0.22
4#	0.28	0.22	0.22	0.26	0.25	0.24	0.32	0.36	0.39	0.35	0.35	0.28
5#	0.40	0.42	0.38	0.37	0.38	0.28	0.52	0.51	0.51	0.43	0.35	0.27
6#	0.32	0.31	0.28	0.30	0.27	0.22	0.30	0.32	0.34	0.38	0.37	0.29
平均	0.31	0.30	0.27	0.27	0.26	0.22	0.34	0.35	0.36	0.35	0.32	0.25

与表层比值	1.00	0.96	0.87	0.87	0.82	0.69	1.00	1.04	1.07	1.02	0.94	0.74
-------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

二、潮流准调和分析

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。

对于几天的短期潮流观测资料，许多分潮分离不开，因此，这些分离不开的分潮只能当成一个“分潮”来处理，即采用准调和分析的方法对潮流观测资料进行分析。

潮流准调和分析的目的是：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。计算结果表明：

1、潮流椭圆要素

对本期测验的6个测站的大、小潮实测潮流资料，采用准调和分析方法分别计算出 O_1 、 K_1 、 M_2 、 S_2 、 M_4 、 MS_4 六个主要分潮流调和常数，再根据调和常数，计算出各测站主要分潮流的潮流椭圆要素（如表6.1.3-9～表6.1.3-11所示）。

施测海域各测站主要分潮流以 M_2 半日分潮流为主，其次是 S_2 半日分潮流和 O_1 、 K_1 全日分潮流， M_2 半日分潮流最大流速（长半轴）的最大值为65.7cm/s（5#测站0.2H层）。 S_2 半日分潮流最大流速（长半轴）的最大值为23.8cm/s（5#测站表层）， O_1 和 K_1 全日分潮流最大流速（长半轴）的最大值为14cm/s（5#测站0.4H层）、9.2cm/s（5#测站表层）。

表 6.1.3-9 施测海域各测站垂线平均主要分潮流椭圆要素表

单位：长半轴（cm/s），长轴向（°）

测站	O_1			K_1			M_2			S_2			M_4			MS_4		
	长半轴	椭圆率	长轴向	长半轴	椭圆率	长轴向	长半轴	椭圆率	长轴向	长半轴	椭圆率	长轴向	长半轴	椭圆率	长轴向	长半轴	椭圆率	长轴向
1#	3.2	-0.57	60	2.1	-0.33	212	29.2	-0.04	235	10.5	-0.04	242	1.8	-0.25	205	1.2	-0.41	32
2#	4.5	-0.48	352	0.6	-0.52	338	33	-0.05	227	10.9	-0.01	228	2.5	0.58	227	2.1	-0.27	17
3#	8	-0.15	77	2.8	-0.16	129	41.4	-0.1	257	15.9	-0.05	255	2.1	-0.27	205	2.8	-0.33	97
4#	4.9	-0.16	35	3	-0.11	90	38.5	-0.07	233	14.6	0	232	2.7	0.45	337	3.3	-0.08	12
5#	10	-0.12	39	4	-0.08	212	54.4	-0.03	221	17.7	-0.14	229	4.2	0.7	27	2.5	-0.02	23
6#	5.9	-0.33	49	2.8	-0.31	179	41.2	-0.01	224	15.4	-0.05	226	2.2	0.75	276	2.2	-0.34	18

表 6.1.3-10 施测海域各测站各层主要分潮流椭圆要素表

单位: 长半轴 (cm/s), 长轴向(°)

测站		O ₁			K ₁			M ₂			S ₂			M ₄			MS ₄		
		长半轴	椭圆率	长轴向	长半轴	椭圆率	长轴向	长半轴	椭圆率	长轴向	长半轴	椭圆率	长轴向	长半轴	椭圆率	长轴向	长半轴	椭圆率	长轴向
1#	表层	17.3	-0.24	221	15.6	-0.06	249°	22.7	0.13	235	9.4	-0.31	69	2.4	-0.09	114	5.9	-0.22	239
	0.2H	17.3	-0.26	214	18.6	-0.02	239	22.1	-0.02	229	7.3	-0.02	75	2.2	-0.02	71	6.5	-0.1	243
	0.4H	12.4	-0.14	207	13.1	-0.06	237	23.9	-0.02	229	4.4	-0.07	64	0.9	-0.22	294	6.2	-0.01	245
	0.6H	13	-0.09	65	7.2	-0.08	221	27	-0.09	238	4.9	-0.26	66	1	-0.39	118	5.1	-0.01	243
	0.8H	13.8	-0.13	68	5.3	-0.37	223	24.3	-0.13	241	4.2	-0.45	69	1.5	0.56	248	5	-0.04	66
	底层	12.8	-0.12	72	4.9	-0.32	243	20.8	-0.08	237	2.8	-0.78	352	2.2	-0.13	302	3.6	-0.01	58
	垂线平均	12.9	-0.01	46	10.2	-0.02	235	23.6	-0.03	235	5.2	-0.12	67	1.1	-0.3	90	5.3	-0.03	243
2#	表层	14.2	-0.1	53	15.2	-0.5	234	25.4	-0.01	226	4.2	-0.26	33	2.7	0.1	3	5.8	-0.02	228
	0.2H	16.2	-0.01	222	15	-0.38	219	26.1	-0.04	226	6.4	-0.3	43	3.2	-0.25	32	6.1	-0.09	234
	0.4H	15.8	-0.07	213	13.5	-0.06	219	26.2	-0.08	226	7.5	0	52	1	-0.51	39	5.7	0	233
	0.6H	18.7	-0.15	191	6.8	0.77	337	27.4	-0.08	228	3.4	-0.45	81	0.8	-0.32	137	6.4	-0.1	243
	0.8H	18.4	-0.08	20	7.9	0.27	10	27.8	-0.09	233	2.3	-0.22	87	2.2	-0.11	224	5.8	-0.1	247
	底层	14.7	-0.14	41	12.3	-0.12	223	23.4	-0.08	232	3.9	-0.07	77	3.2	-0.19	234	5.3	-0.01	67
	垂线平均	15.8	-0.02	208	10.1	-0.02	225	26.2	-0.06	228	4.5	-0.06	60	0.9	-0.08	221	5.8	-0.01	239
3#	表层	23	-0.31	259	21.8	-0.18	272	38.9	-0.23	68°	3.4	-0.21	80	4.9	-0.24	151	9.5	-0.02	257
	0.2H	29	-0.21	247	16	-0.35	268	37.6	-0.07	257	6.1	-0.35	37	3.1	-0.1	48	8.5	-0.03	265
	0.4H	25.4	-0.17	74	16	-0.08	253	38.8	-0.04	261	5	-0.33	62	2.7	-0.08	59	7.6	-0.12	259
	0.6H	18.6	-0.1	77	17.2	0.04	249	37.5	-0.04	261	4.8	-0.14	74	2.1	-0.1	61	7.9	-0.05	250
	0.8H	16.3	-0.12	75	14.5	-0.02	246	32.5	-0.05	263	6.3	-0.04	76	1.4	-0.15	289	6	-0.12	259
	底层	12.3	-0.07	78	12.4	-0.14	244	24.6	-0.05	259	5.6	-0.24	64	3.5	0.07	277	5.1	-0.14	265
	垂线平均	20.4	-0.16	72	15.7	-0.1	256	35.1	-0.06	259	4.9	-0.06	61	1	-0.45	20	7.3	0	258
4#	表层	15	-0.18	240	15.5	-0.17	230	31.6	-0.13	231	7	-0.12	44	1.9	-0.24	77	6.7	-0.1	240
	0.2H	18.3	-0.15	221	12.2	-0.17	213	32.8	-0.13	232	7.1	-0.29	38	0.6	-0.58	273	6.9	-0.19	228
	0.4H	19.4	-0.13	216	9.7	-0.47	210	33.1	-0.1	230	7.1	0	58	1.5	-0.29	356	6	-0.14	232
	0.6H	18.2	-0.05	220	10.5	-0.37	221	32.6	-0.07	227	6.9	-0.13	57	1.5	-0.72	126	7	-0.2	244
	0.8H	18.7	-0.02	48°	12.6	0	216	31.9	-0.05	232	5.5	-0.29	57	1	-0.9	328	6.9	-0.23	66
	底层	17.9	-0.11	55°	11.1	-0.09	226	26.6	-0.02	236	4.9	-0.21	58	1.1	-0.24	225	6.2	-0.16	66
	垂线平均	17.6	-0.05	223	11.4	-0.09	219	31.7	-0.08	231	6.4	0	55	0.7	-0.43	161	6.5	-0.2	239
5#	表层	24.3	0	208	21.2	-0.19	231	53.1	-0.08	32	7.7	-0.04	45	11.2	-0.37	36	9.9	-0.21	211
	0.2H	29.6	-0.22	220	16.9	-0.39	218	53.8	-0.11	220	4.9	-0.16	10	4.9	-0.49	42	14.9	-0.15	221
	0.4H	29.2	-0.23	41	12.5	-0.12	216	50	-0.11	223	6.4	-0.67	24	2.7	-0.71	16	11.9	-0.1	224
	0.6H	27.1	-0.05	40	12.8	-0.13	229	46.2	-0.04	227	5.7	-0.39	67	3.7	-0.78	297	10.4	-0.05	227
	0.8H	26.6	-0.2	42	12.9	-0.07	228	38.8	-0.1	228	6.6	-0.13	72	3.1	-0.49	106	9.5	-0.08	222
	底层	18.3	-0.22	44	11.2	-0.09	228	29.2	-0.11	224	3.7	0.74	274	3.2	-0.05	98	5.7	-0.15	213
	垂线平均	25.8	-0.02	38	13.8	-0.07	226	45.5	-0.02	222	5	-0.52	51	3.6	-0.78	52	10.7	-0.05	222
	表层	13.7	-0.26	226	18.4	-0.39	235	33.2	-0.11	217	7.5	-0.32	51	2.6	-0.43	211	9	0	212
	0.2H	16.8	-0.14	220	15.8	-0.49	231	34.2	-0.03	220	7.5	-0.3	27	1.6	-0.71	314	6.4	-0.03	214
	0.4H	18.1	-0.03	212	12.5	-0.04	241	33.6	-0.04	223	8.4	-0.13	36	2.2	-0.52	283	6.8	-0.04	222

6#	0.6H	23.1	-0.04	218	12	-0.1	222	35.4	-0.05	226	6.8	-0.13	63	1.9	-0.84	278	6	0	222
	0.8H	22.1	0	44	15.9	-0.16	220	33.2	-0.01	229	6.3	-0.28	49	1.4	-0.47	14	7	-0.05	230
	底层	17.7	-0.1	47	14.4	-0.27	215	25.3	-0.04	229	4.6	-0.16	49	1.1	-0.21	294	6.2	-0.1	235
	垂线平均	18.6	-0.07	40	14.1	-0.19	228	32.9	-0.04	224	6.6	-0.09	47	1.3	-0.59	292	6.7	-0.02	222

表 6.1.3-11 施测海域各测站各层主要分潮流椭圆要素表

单位: 长半轴 (cm/s), 长轴向(°)

测站		O ₁			K ₁			M ₂			S ₂			M ₄			MS ₄		
		长半轴	椭圆率	长轴向	长半轴	椭圆率	长轴向	长半轴	椭圆率	长轴向	长半轴	椭圆率	长轴向	长半轴	椭圆率	长轴向	长半轴	椭圆率	长轴向
1#	表层	17.3	-0.24	221	15.6	-0.06	249°	22.7	0.13	235	9.4	-0.31	69	2.4	-0.09	114	5.9	-0.22	239
	0.2H	17.3	-0.26	214	18.6	-0.02	239	22.1	-0.02	229	7.3	-0.02	75	2.2	-0.02	71	6.5	-0.1	243
	0.4H	12.4	-0.14	207	13.1	-0.06	237	23.9	-0.02	229	4.4	-0.07	64	0.9	-0.22	294	6.2	-0.01	245
	0.6H	13	-0.09	65	7.2	-0.08	221	27	-0.09	238	4.9	-0.26	66	1	-0.39	118	5.1	-0.01	243
	0.8H	13.8	-0.13	68	5.3	-0.37	223	24.3	-0.13	241	4.2	-0.45	69	1.5	0.56	248	5	-0.04	66
	底层	12.8	-0.12	72	4.9	-0.32	243	20.8	-0.08	237	2.8	-0.78	352	2.2	-0.13	302	3.6	-0.01	58
	垂线平均	12.9	-0.01	46	10.2	-0.02	235	23.6	-0.03	235	5.2	-0.12	67	1.1	-0.3	90	5.3	-0.03	243
2#	表层	14.2	-0.1	53	15.2	-0.5	234	25.4	-0.01	226	4.2	-0.26	33	2.7	0.1	3	5.8	-0.02	228
	0.2H	16.2	-0.01	222	15	-0.38	219	26.1	-0.04	226	6.4	-0.3	43	3.2	-0.25	32	6.1	-0.09	234
	0.4H	15.8	-0.07	213	13.5	-0.06	219	26.2	-0.08	226	7.5	0	52	1	-0.51	39	5.7	0	233
	0.6H	18.7	-0.15	191	6.8	0.77	337	27.4	-0.08	228	3.4	-0.45	81	0.8	-0.32	137	6.4	-0.1	243
	0.8H	18.4	-0.08	20	7.9	0.27	10	27.8	-0.09	233	2.3	-0.22	87	2.2	-0.11	224	5.8	-0.1	247
	底层	14.7	-0.14	41	12.3	-0.12	223	23.4	-0.08	232	3.9	-0.07	77	3.2	-0.19	234	5.3	-0.01	67
	垂线平均	15.8	-0.02	208	10.1	-0.02	225	26.2	-0.06	228	4.5	-0.06	80	0.9	-0.08	221	5.8	-0.01	239
3#	表层	23	-0.31	259	21.8	-0.18	272	38.9	-0.23	68°	3.4	-0.21	80	4.9	-0.24	151	9.5	-0.02	257
	0.2H	29	-0.21	247	16	-0.35	268	37.6	-0.07	257	6.1	-0.35	37	3.1	-0.1	48	8.5	-0.03	265
	0.4H	25.4	-0.17	74	16	-0.08	253	38.8	-0.04	261	5	-0.33	62	2.7	-0.08	59	7.6	-0.12	259
	0.6H	18.6	-0.1	77	17.2	0.04	249	37.5	-0.04	261	4.8	-0.14	74	2.1	-0.1	61	7.9	-0.05	250
	0.8H	16.3	-0.12	75	14.5	-0.02	246	32.5	-0.05	263	6.3	-0.04	76	1.4	-0.15	289	6	-0.12	259
	底层	12.3	-0.07	78	12.4	-0.14	244	24.6	-0.03	259	5.6	-0.24	64	3.5	0.07	277	5.1	-0.14	265
	垂线平均	20.4	-0.16	72	15.7	-0.1	256	35.1	-0.06	259	4.9	-0.06	61	1	-0.45	20	7.3	0	258
4#	表层	15	-0.18	240	15.5	-0.17	230	31.6	-0.13	231	7	-0.12	44	1.9	-0.24	77	6.7	-0.1	240
	0.2H	18.3	-0.15	221	12.2	-0.17	213	32.8	-0.13	232	7.1	-0.29	38	0.6	-0.58	273	6.9	-0.19	228
	0.4H	19.4	-0.13	216	9.7	-0.47	210	33.1	-0.1	230	7.1	0	58	1.5	-0.29	356	6	-0.14	232
	0.6H	18.2	-0.05	220	10.5	-0.37	221	32.6	-0.07	227	6.9	-0.13	57	1.5	-0.72	126	7	-0.2	244
	0.8H	18.7	-0.02	48°	12.6	0	216	31.9	-0.05	232	5.5	-0.29	57	1	-0.9	328	6.9	-0.23	66
	底层	17.9	-0.11	55°	11.1	-0.09	226	26.6	-0.02	236	4.9	-0.21	58	1.1	-0.24	225	6.2	-0.16	66
	垂线平均	17.6	-0.05	223	11.4	-0.09	219	31.7	-0.08	231	6.4	0	55	0.7	-0.43	161	6.5	-0.2	239
5#	表层	24.3	0	208	21.2	-0.19	231	53.1	-0.08	32	7.7	-0.04	45	11.2	-0.37	36	9.9	-0.21	211
	0.2H	29.6	-0.22	220	16.9	-0.39	218	53.8	-0.11	220	4.9	-0.16	10	4.9	-0.49	42	14.9	-0.15	221
	0.4H	29.2	-0.23	41	12.5	-0.12	216	50	-0.11	223	6.4	-0.67	24	2.7	-0.71	16	11.9	-0.1	224
	0.6H	27.1	-0.05	40	12.8	-0.13	229	46.2	-0.04	227	5.7	-0.39	67	3.7	-0.78	297	10.4	-0.05	227
	0.8H	26.6	-0.2	42	12.9	-0.07	228	38.8	-0.1	228	6.6	-0.13	72	3.1	-0.49	106	9.5	-0.08	222
	底层	18.3	-0.22	44	11.2	-0.09	228	29.2	-0.11	224	3.7	0.74	274	3.2	-0.05	98	5.7	-0.15	213

	垂线平均	25.8	-0.02	38	13.8	-0.07	226	45.5	-0.02	222	5	-0.52	51	3.6	-0.78	52	10.7	-0.05	222
6#	表层	13.7	-0.26	226	18.4	-0.39	235	33.2	-0.11	217	7.5	-0.32	51	2.6	-0.43	211	9	0	212
	0.2H	16.8	-0.14	220	15.8	-0.49	231	34.2	-0.03	220	7.5	-0.3	27	1.6	-0.71	314	6.4	-0.03	214
	0.4H	18.1	-0.03	212	12.5	-0.04	241	33.6	-0.04	223	8.4	-0.13	36	2.2	-0.52	283	6.8	-0.04	222
	0.6H	23.1	-0.04	218	12	-0.1	222	35.4	-0.05	226	6.8	-0.13	63	1.9	-0.84	278	6	0	222
	0.8H	22.1	0	44	15.9	-0.16	220	33.2	-0.01	229	6.3	-0.28	49	1.4	-0.47	14	7	-0.05	230
	底层	17.7	-0.1	47	14.4	-0.27	215	25.3	-0.04	229	4.6	-0.16	49	1.1	-0.21	294	6.2	-0.1	235
	垂线平均	18.6	-0.07	40	14.1	-0.19	228	32.9	-0.04	224	6.6	-0.09	47	1.3	-0.59	292	6.7	-0.02	222

3、潮流可能最大流速

根据《港口与航道水文规范》（JTS 145-2015），

对于规则半日潮流海域，潮流的可能最大流速采用下式的值：

$$\bar{V}_{\max} = 1.295 \bar{W}_{M_2} + 1.245 \bar{W}_{S_2} + \bar{W}_{K_1} + \bar{W}_{O_1} + \bar{W}_{M_1} + \bar{W}_{A_{E_1}}$$

式中的潮流的可能最大流速单位为：cm/s，

$\bar{W}_{M_2}$ 、 $\bar{W}_{S_2}$ 、 $\bar{W}_{K_1}$ 、 $\bar{W}_{O_1}$ 、 $\bar{W}_{M_1}$ 、 $\bar{W}_{A_{E_1}}$ 分别为主太阴半日分潮流、主太阳半日分潮流、太阴太阳赤纬日分潮流、主太阴日分潮流、太阴四分之一日分潮流和太阴太阳四分之一日分潮流的椭圆长半轴矢量。

依据公式计算的潮流的可能最大流速结果见表 6.1.3-12。

各测站各层潮流的可能最大流速介于 43cm/s~131cm/s 之间，以 5#测站的 0.2H 层为最大，达 131cm/s，方向为 219°；各测站潮流可能最大流速表现为表层或 0.2H 层最大，且基本呈由表到底逐渐减小的分布状态。

表 6.1.3-12 施测海域各测站潮流的可能最大流速表

单位：流速（cm/s），流向（°）

站号	表层		0.2H		0.4H		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
1#	78	236	71	229	61	239	62	242	53	237	43	247	59	235
2#	71	234	75	221	70	220	71	216	73	223	61	233	64	222
3#	104	257	102	248	101	258	89	256	78	260	60	258	87	258
4#	80	234	80	225	82	228	83	230	81	237	70	235	78	229
5#	125	217	131	219	126	223	114	225	99	222	74	220	113	221
6#	89	217	88	218	86	221	90	225	86	226	68	224	84	224

4、潮流的运动形式

潮流的运动形式由潮流的椭圆旋转率 K 值来描述, K 值为潮流椭圆的短轴和长轴之比。当 $|K|$ 大于 0.25 时, 潮流表现出较强的旋转性, 即旋转流; 当 $|K|$ 小于 0.25 时, 潮流表现为往复流。根据前述的分析, 由于施测海域潮流类型属于规则半日潮流性质, 且半日分潮流中, M_2 分潮最具有代表性, 因此我们根据 M_2 分潮流的椭圆旋转率 K 值来分析施测海域潮流的运动形式。根据表 6.1.3-13 所列的 M_2 分潮的 K 值可以看出: 各站垂线平均的 M_2 分潮流的椭圆率 $|K|$ 值均小于 0.22, 所以施测海域潮流均表现为往复流形式。

表 6.1.3-13 施测海域各测站 M_2 分潮的 K 值

测站	表层	0.2H	0.4H	0.6H	0.8H	底层	垂线平均
1#	-0.03	-0.06	-0.10	-0.08	-0.01	-0.06	-0.04
2#	-0.02	-0.04	-0.05	-0.11	-0.06	-0.03	-0.05
3#	-0.22	-0.14	-0.11	-0.07	-0.10	-0.08	-0.10
4#	-0.07	-0.13	-0.09	-0.08	-0.03	-0.04	-0.07
5#	-0.07	-0.12	-0.14	-0.02	-0.11	-0.10	-0.03
6#	-0.08	-0.02	-0.06	-0.03	-0.02	-0.03	-0.01

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 6.1.3-14 是本期测验各测站全潮期间的垂线平均及各层流速的余流计算结果表。

余流流速: 大潮期余流流速在 (1.8~18.8) cm/s 之间, 各站各层最大余流流速为 18.8cm/s, 流向为 83°, 出现在 6#测站表层; 小潮期余流流速在 (0.4~12.2) cm/s 之间, 各站各层最大余流流速为 12.2cm/s, 流向为 268°, 出现在 2#测站 0.6H 层。全潮余流流速的最大值出现在 6#测站。

余流流向：由矢量图可见，测验期间，1#测站大潮期间偏 NE 向，小潮期间偏 NW 向；其余各测站大潮期间皆偏 ENE 向；小潮期间 2#、6#测站偏 W 向，3#测站偏 WNW 向，4#测站偏 WSW 向，5#测站偏 SE 向。

表 6.1.3-14 施测海域各测站余流计算结果一览表

单位：流速（cm/s），流向（°）

测站	层次	大潮		小潮	
		流速	流向	流速	流向
1#	表层	1.8	301	3.9	68
	0.2H	3.7	20	1.5	100
	0.4H	6.0	21	2.7	258
	0.6H	8.3	63	1.8	271
	0.8H	7.3	65	0.6	332
	底层	6.5	62	0.7	315
	垂线平均	5.3	48	0.4	292
2#	表层	18.3	53	3.7	302
	0.2H	16.7	53	5.6	275
	0.4H	9.7	65	7.9	268
	0.6H	6.1	74	12.2	268
	0.8H	3.5	120	11.5	259
	底层	3.3	133	3.3	243
	垂线平均	8.7	65	8.0	267
3#	表层	7.1	317	8.7	337
	0.2H	5.6	51	4.9	336
	0.4H	7.7	77	1.2	311
	0.6H	7.6	90	1.5	228
	0.8H	5.1	82	1.1	193
	底层	2.9	78	1.2	231
	垂线平均	5.0	69	1.9	317
4#	表层	16.9	78	2.1	262
	0.2H	17.2	70	7.0	225
	0.4H	16.6	68	9.1	242
	0.6H	14.3	65	5.5	267
	0.8H	7.9	70	4.7	250
	底层	5.5	87	2.7	210
	垂线平均	13.4	70	5.5	243
5#	表层	9.0	156	7.5	151
	0.2H	13.4	116	6.8	141
	0.4H	11.4	82	6.4	165
	0.6H	7.9	39	2.1	117
	0.8H	8.2	26	3.9	28
	底层	7.4	12	2.7	356
	垂线平均	7.1	76	3.2	134
6#	表层	18.8	83	5.4	334
	0.2H	17.9	67	2.5	312
	0.4H	16.0	59	3.9	274

测站	层次	大潮		小潮	
		流速	流向	流速	流向
	0.6H	9.2	44	5.2	282
	0.8H	5.5	45	4.4	240
	底层	3.5	28	3.4	247
	垂线平均	11.6	61	3.5	278

图 6.1.3-3 大潮垂线平均余流矢量图

图 6.1.3-4 小潮垂线平均余流矢量图

6.1.4 含沙量

一、潮段平均含沙量

通过对本期测验各个测站的垂线平均含沙量进行统计,按涨潮段、落潮段 分别求其算术平均值得到各测站潮段平均含沙量(见表 6.1.4-1)。

从表 6.1.4-1 可以看出:

(1) 本次测验期间施测海域涨、落潮平均含沙量为 0.013kg/m^3 , 其中大潮为 0.014kg/m^3 , 小潮为 0.013kg/m^3 , 大潮和小潮基本一致。

(2) 大潮潮段平均含沙量, 最大为 0.020kg/m^3 , 出现在 5#测站落潮段, 最小为 0.010kg/m^3 , 出现在 4#测站落潮段; 小潮潮段平均含沙量, 最大为 0.018kg/m^3 , 出现在 5#测站落潮段, 最小为 0.009kg/m^3 , 出现在 2#和 4#测站落潮段。

(3) 水体含沙浓度平面分布, 以 5#最高, 其次是 3#和 6#测站, 4#测站最低。

表 6.1.4-1 施测海域各测站潮段平均含沙量统计表

单位: kg/m^3

站名	涨潮			落潮		
	大潮	小潮	平均	大潮	小潮	平均
1#	0.013	0.012	0.012	0.011	0.010	0.011
2#	0.011	0.010	0.010	0.013	0.009	0.011
3#	0.016	0.012	0.014	0.015	0.013	0.014
4#	0.011	0.010	0.010	0.010	0.009	0.010
5#	0.018	0.017	0.017	0.020	0.018	0.019
6#	0.013	0.015	0.014	0.012	0.015	0.014

平均值	0.014	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013
-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------

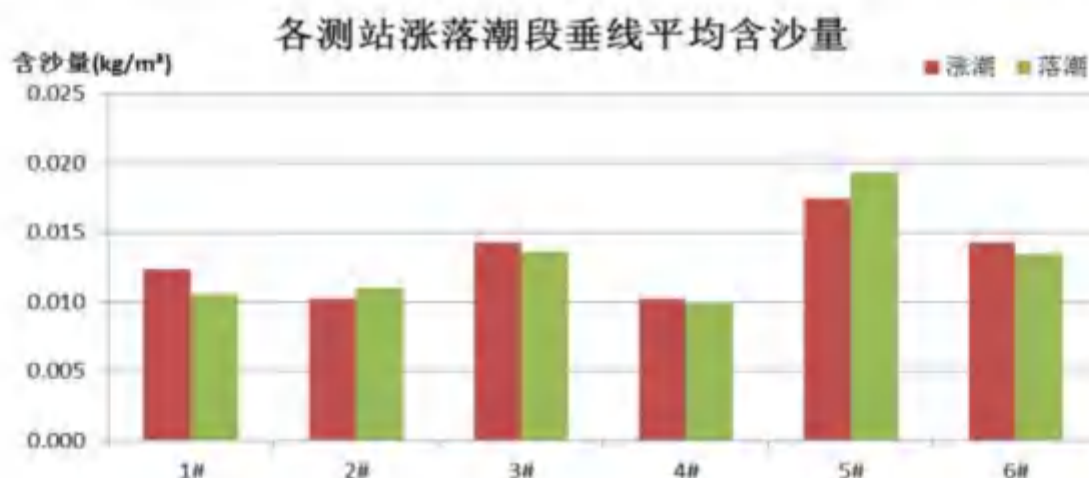


图 6.1.4-1 各测站涨、落潮段垂线平均含沙量柱状分布图

2、垂线平均最大含沙量

通过对本期测验各个测站的垂线平均含沙量进行统计,按涨潮段、落潮段 分别求其最大值得到各测站涨、落潮段的垂线平均最大含沙量(见表 6.1.4-2)。

表中显示,垂线平均最大含沙量,大潮为 0.028kg/m³,小潮 0.028kg/m³,均出现在 5#测站。垂线平均最大含沙量平面分布与潮段平均含沙量的平面分布基本一致,以 5#最高,其次是 6#和 3#测站,4#测站最低。

表 6.1.4-1 施测海域各测站涨、落潮段垂线平均最大含沙量统计表

单位: 含沙量(kg/m³)

站名	涨潮			落潮		
	大潮	小潮	最大	大潮	小潮	最大
1#	0.019	0.019	0.019	0.015	0.017	0.017
2#	0.017	0.015	0.017	0.018	0.014	0.018
3#	0.021	0.022	0.022	0.020	0.021	0.021
4#	0.014	0.013	0.014	0.014	0.014	0.014
5#	0.028	0.021	0.028	0.026	0.028	0.028
6#	0.017	0.025	0.025	0.018	0.025	0.025
最大值	0.028	0.025	0.028	0.026	0.028	0.028

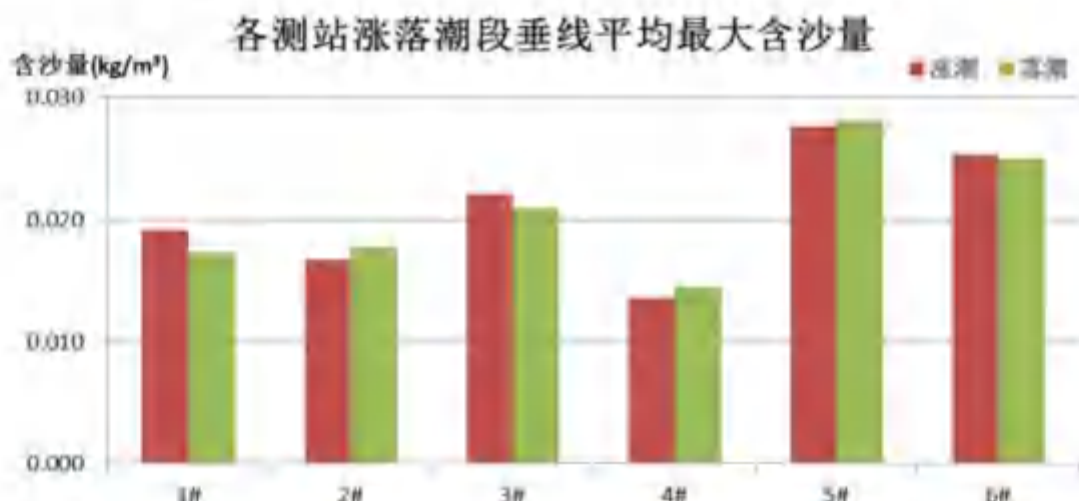


图 6.1.4-2 各测站涨、落潮段垂线平均最大含沙量柱状分布图

3、测点最大含沙量

通过对本期测验各个测站的各层实测的含沙量进行统计，按涨潮段、落潮 段分别求其最大值得到各测站测点的涨、落潮段最大含沙量（如表 6.1.4-3 所示）。

由表可见，本期测验测点最大含沙量，大潮为 0.091kg/m³，出现在 8 月 31 日 21:00 的 5#测站底层，对应流速值 0.40m/s，流向 49°，处于涨急时段；小潮为 0.136kg/m³，出现在 9 月 6 日 12:00 的 6#测站底层，对应流速值 0.29m/s，流向 56°，处于涨急时段。

表 6.1.4-3 各测站测点最大含沙量统计表

单位：含沙量(kg/m³)

测站	落潮				涨潮			
	大潮		小潮		大潮		小潮	
	含沙量	测层	含沙量	测层	含沙量	测层	含沙量	测层
1#	0.073	底层	0.108	底层	0.047	底层	0.074	底层
2#	0.076	底层	0.116	底层	0.073	底层	0.098	底层
3#	0.089	底层	0.068	底层	0.083	底层	0.090	底层
4#	0.085	底层	0.066	底层	0.062	底层	0.067	底层
5#	0.091	底层	0.118	底层	0.078	底层	0.096	底层
6#	0.064	底层	0.136	底层	0.060	底层	0.117	底层
最大	0.091	底层	0.136	底层	0.083	底层	0.117	底层

4、潮段平均含沙量垂向分布

通过对本期测验各个测站的各层实测的含沙量资料进行统计，按涨潮段、落潮段分别统计平均值得到各测站的涨、落潮段平均流速垂向分布（如表 6.1.4-4~表 6.1.4-5 所示）。

统计结果表明：潮段平均含沙量呈表层到底层逐渐增大的分布状态。垂向梯度，涨潮段略大于落潮段。

表 6.1.4-4 各测站潮段平均含沙量垂向分布（大潮）

单位：含沙量(kg/m³)

测站	涨潮						落潮					
	表层	0.2H	0.4H	0.6H	0.8H	底层	表层	0.2H	0.4H	0.6H	0.8H	底层
1#	0.003	0.002	0.004	0.008	0.024	0.051	0.004	0.003	0.004	0.011	0.021	0.031
2#	0.001	0.001	0.002	0.008	0.022	0.044	0.001	0.001	0.002	0.010	0.025	0.051
3#	0.005	0.005	0.008	0.015	0.025	0.051	0.004	0.004	0.008	0.013	0.024	0.043
4#	0.001	0.001	0.002	0.005	0.020	0.051	0.001	0.001	0.002	0.006	0.020	0.043
5#	0.006	0.007	0.010	0.016	0.029	0.054	0.006	0.007	0.012	0.021	0.033	0.050
6#	0.001	0.001	0.004	0.015	0.025	0.042	0.001	0.002	0.004	0.011	0.023	0.037
平均	0.003	0.003	0.005	0.011	0.024	0.049	0.003	0.003	0.005	0.012	0.024	0.043
与表层比值	1.000	1.062	1.691	3.989	8.646	17.550	1.000	1.014	1.854	4.096	8.363	14.662

表 6.1.4-5 各测站潮段平均含沙量垂向分布（小潮）

单位：含沙量(kg/m³)

测站	涨潮						落潮					
	表层	0.2H	0.4H	0.6H	0.8H	底层	表层	0.2H	0.4H	0.6H	0.8H	底层
1#	0.001	0.001	0.001	0.005	0.021	0.061	0.002	0.002	0.002	0.006	0.020	0.037
2#	0.001	0.001	0.001	0.001	0.013	0.063	0.001	0.001	0.001	0.002	0.016	0.055
3#	0.005	0.004	0.006	0.011	0.017	0.044	0.004	0.005	0.006	0.013	0.019	0.037
4#	0.001	0.001	0.001	0.005	0.019	0.044	0.001	0.001	0.001	0.003	0.021	0.042
5#	0.004	0.003	0.006	0.010	0.023	0.079	0.006	0.005	0.005	0.015	0.032	0.062
6#	0.001	0.001	0.001	0.012	0.029	0.065	0.001	0.001	0.001	0.013	0.031	0.062
平均	0.002	0.002	0.003	0.007	0.020	0.059	0.002	0.002	0.003	0.009	0.023	0.049
与表层比值	1.000	0.863	1.164	3.258	8.954	26.224	1.000	0.990	1.119	3.444	9.252	19.671

6.1.5 盐度

对测区全部 6 个测站进行分层海水盐度测定，观测报表见附表，各测站海水盐度过程线见附图，大、小潮海水盐度特征值分别列入表 6.1.5-1～表 6.1.5-2。

测试结果表明：

（1）本期测验期间，测区实测海水盐度，各测站各潮段盐度略有差异（如图 6.1.5-1）。

(2) 水文测验期间, 各测站最大海水盐度值为 34.30, 出现在大潮 1#测站的 0.8H, 最小海水盐度值为 28.30, 出现在大潮 3#测站的表层, 变化量为 6.00。

(3) 近岸的 1#、3#和 5#测站在大潮和小潮期间均表现为涨潮期间盐度持续增加, 落潮期间盐度持续降低的变化规律, 外海的 2#、4#和 6#在大潮和小潮期间盐度变化规律不显著。全部测站均呈现出大潮盐度大于小潮盐度的特点。

(4) 海水盐度平面分布, 以 4#和 6#测站盐度为最大, 1#和 2#测站次之, 5#测站盐度为最小。

(5) 海水盐度垂直分布, 总趋势为随深度的增加而略有增大, 由表层至底层, 各层海水盐度与各自表层盐度之比分别为 1.000、1.014、1.025、1.032、1.034 和 1.034, 增幅较小。

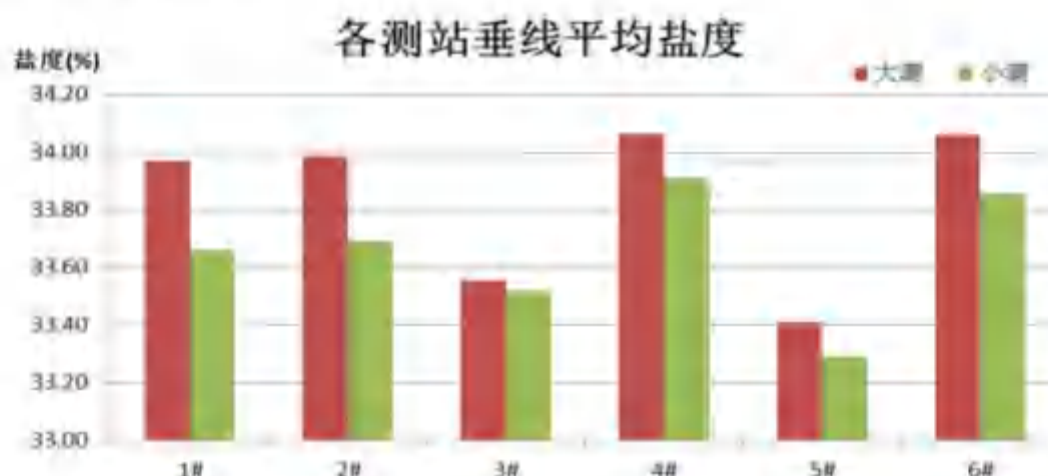


图 6.1.5-1 各测站垂线平均盐度柱状分布图

表 6.1.5-1 各测站海水盐度特征值统计表 (大潮)

测站	特征值	表层	0.2H	0.4H	0.6H	0.8H	底层	垂线平均
1#	平均	33.19	33.62	34.00	34.23	34.27	34.27	33.97
	最高	33.67	34.07	34.26	34.29	34.30	34.29	34.16
	最低	32.20	33.16	33.48	34.13	34.25	34.25	33.81
2#	平均	33.30	33.65	34.08	34.21	34.22	34.22	33.98
	最高	33.66	33.81	34.20	34.23	34.23	34.23	34.06
	最低	32.65	33.52	33.92	34.16	34.21	34.21	33.89
3#	平均	31.18	32.98	33.84	34.10	34.17	34.17	33.55
	最高	33.76	33.79	34.19	34.25	34.26	34.26	33.97
	最低	28.30	29.65	33.21	33.91	34.11	34.11	32.71
4#	平均	33.57	33.73	34.17	34.24	34.26	34.26	34.06
	最高	33.82	33.89	34.23	34.26	34.27	34.27	34.12
	最低	33.40	33.53	33.83	34.21	34.25	34.24	33.94
5#	平均	30.90	32.78	33.78	33.98	34.04	34.05	33.41
	最高	32.64	33.70	34.04	34.12	34.13	34.16	33.70
	最低	28.72	31.18	33.07	33.25	33.86	33.92	33.03

6#	平均	33.68	33.82	34.15	34.20	34.20	34.20	34.06
	最高	34.01	34.00	34.22	34.22	34.22	34.22	34.15
	最低	33.46	33.64	34.01	34.17	34.18	34.18	34.00

表 6.1.5-2 各测站海水盐度特征值统计表（小潮）

测站	特征值	表层	0.2H	0.4H	0.6H	0.8H	底层	垂线平均
1#	平均	33.54	33.57	33.64	33.71	33.74	33.75	33.66
	最高	33.68	33.68	33.73	33.76	33.77	33.78	33.71
	最低	33.42	33.48	33.55	33.62	33.72	33.73	33.61
2#	平均	33.33	33.39	33.57	33.83	33.99	34.02	33.69
	最高	33.50	33.51	33.75	33.92	34.07	34.07	33.74
	最低	33.21	33.32	33.44	33.74	33.89	33.94	33.62
3#	平均	33.32	33.38	33.50	33.60	33.64	33.65	33.52
	最高	33.65	33.66	33.71	33.72	33.73	33.73	33.69
	最低	32.85	32.92	32.99	33.21	33.49	33.49	33.20
4#	平均	33.55	33.57	33.72	34.17	34.21	34.21	33.91
	最高	33.62	33.66	33.91	34.22	34.22	34.22	33.95
	最低	33.51	33.54	33.56	33.97	34.20	34.20	33.84
5#	平均	32.30	32.94	33.27	33.51	33.71	33.75	33.29
	最高	33.17	33.35	33.53	33.78	33.84	33.85	33.48
	最低	30.78	31.93	32.96	33.12	33.48	33.57	32.99
6#	平均	33.48	33.49	33.66	34.14	34.16	34.16	33.85
	最高	33.51	33.51	33.96	34.16	34.17	34.17	33.92
	最低	33.39	33.47	33.51	34.10	34.15	34.15	33.82

6.1.6 小结

(1) 根据潮位实测数据分析可知，该海域为不正规半日潮海区，涨潮历时显著大于落潮历时，实测最大潮差 1.64 m，平均潮差 0.80 m，CW2 站潮差大于 CW1 站。大潮期间 CW1 和 CW2 实测最大潮差分别为 1.52 m 和 1.59 m，小潮期间 CW1 和 CW2 实测最大潮差分别为 0.95 m 和 1.06 m。

(3) 施测海域潮流基本属规则半日潮流性质。垂线平均潮流的可能最大流速，以 5#测站的 0.2H 层为最大，达 131 cm/s，方向为 219°；各测站潮流可能最大流速表现为表层或 0.2H 层最大，且基本呈由表到底逐渐减小的分布状态。大潮期余流流速在 1.8~18.8 cm/s 之间，小潮期余流流速在 0.4~12.2 cm/s 之间，全潮余流流速的最大值出现在 6#测站。

(4) 施测海域涨、落潮平均历时分别为 6 小时 32 分和 5 小时 40 分，涨潮流历时显著大于落潮流历时，平均历时差 52 分。涨、落潮平均历时，大潮分别为 7 小时 1 分和 5 小时 17 分；小潮分别为 6 小时 4 分和 6 小时 2 分，涨潮流历

时均大于落潮流历时，大潮的历时差显著大于小潮。全部 6 个测站均表现为往复流。潮段平均流速呈上层较大，由上层向底层逐渐递减的分布状态。

(5) 测点实测最大流速，涨潮段为 0.78 m/s (流向 60°)，出现在大潮 5#测站的 0.4H；落潮段为 0.86 m/s (流向 206°)，出现在大潮 5#测站的表层。

(6) 施测海域涨、落潮平均含沙量为 0.013 kg/m^3 ，其中大潮为 0.014 kg/m^3 ，小潮为 0.013 kg/m^3 ，大潮和小潮基本一致。

(7) 含沙量平面分布，以 5#测站最高，其次是 3#和 6#测站，4#测站最低。含沙量呈表层到底层逐渐增大的分布状态。垂向梯度，涨潮段略大于落潮段。

(8) 水文测验期间，各测站最大海水盐度值为 34.30，最小海水盐度值为 28.30，变化量为 6.00。海水盐度平面分布，以 4#和 6#测站盐度为最大，1#和 2#测站次之，5#测站盐度为最小。海水盐度垂直分布，总趋势为随深度的增加而略有增大。

6.2 地形地貌与冲淤环境现状调查与评价

本项目位于汕头市南部企望湾的湾内，企望湾是达濠马耳角和潮阳区海门角之间向南开口的弓形海湾，口宽 15.5 km ，纵深 5.6 km ，面积 55.9 km^2 。湾顶有达濠江与汕头港相通。企望湾是两侧有基岩岬角控制的不对称弧形海岸，其东侧岸线弯曲度大，西侧岸线平直，为偏东优势波浪作用下形成的对数螺旋线形海湾。根据中交广州航道局有限公司 2025 年 2 月测量的水深地形图，广澳湾湾内水深 $14.5 \text{ m} \sim 16.2 \text{ m}$ ，湾口水深达 10 m 以上，濒临深水而回淤轻微，是汕头港远景深水港区。

工程海区表层沉积物具有较明显的规律性，在潮间带及近岸斜坡以细砂为主的较粗颗粒物质，水深稍大的海底的东北侧和东南侧局部分布有粉砂质砂，砂质粉砂、砂~粉砂~粘土物质，分选性很差。中部海底，广泛分布粘土质粉砂，是主要的沉积物类型。

企望湾水域。1959~2008 年期间， 5 m 和 20 m 等深线基本保持吻合， 10 m 等深线有小幅侵蚀后退；岬角附近等深线变化不大。2008~2016 年期间，各等深线变化不大。

广澳港区所在企望湾海域海床等深线长期保持基本稳定，这与本区泥沙来源

少有关。



图 6.2-1 工程附近海域海图等深线对比图

6.3 海水质量现状调查与评价

6.3.1 调查站位

国家海洋局汕尾海洋环境监测中心站于 2022 年 10 月 15 日、10 月 21~22 日开展了海洋环境调查，包括海水水质、海洋沉积物、海洋生物生态和海洋生物质量的现状调查工作。其中，共设置海水水质调查站位共 25 个，海洋沉积物调查站位共 13 个，海洋生物质量调查站位共 16 个，海洋生态调查站位共 16 个，潮间带生物调查断面 3 条，调查站位坐标及位置详见下表及下图。

表 6.3.1-1 监测站位和监测项目

站名	经度 (E)	纬度 (N)	监测项目
1			水质、沉积物、生物生态
2			水质
3			水质、沉积物、生物生态
4			水质、沉积物、生物生态
5			水质
6			水质、生物生态
7			水质、沉积物、生物生态
8			水质
9			水质、沉积物、生物生态
10			水质
11			水质、生物生态
12			水质、沉积物、生物生态
13			水质
14			水质、沉积物、生物生态
15			水质
16			水质、沉积物、生物生态
17			水质
18			水质、沉积物、生物生态
19			水质、生物生态
20			水质、沉积物、生物生态
21			水质
22			水质、沉积物、生物生态
23			水质、沉积物、生物生态
24			水质
25			水质、沉积物、生物生态

站名	经度 (E)	纬度 (N)	监测项目
26			潮间带生物
27			潮间带生物
28			潮间带生物

图 6.3.1-1 秋季调查站位图

6.3.2 调查因子

本次海水水质调查因子共 18 项, 包括: 水温、盐度、pH、悬浮物、溶解氧、化学需氧量、生化需氧量、硝酸盐、亚硝酸盐、氨、活性磷酸盐、石油类、重金属 (铜、铅、锌、镉、汞、砷)。

6.3.3 分析方法

按照《海洋监测规范》(GB 17378-2007)和《海洋调查规范》(GB/T12763-2007)规定分析方法, 海水水质项目分析方法见下表。

表 6.3.1-2 海水项目分析方法

项目	分析方法	检出限	执行标准	分析仪器
pH	电位计法	/	GB 17378.4-2007	PHS-3C 型精密 pH 计
溶解氧	碘量法	0.02mg/L		数显滴定仪
化学需氧量	碱性高锰酸钾法	0.1mg/L		

项目	分析方法	检出限	执行标准	分析仪器
生化需氧量	五日培养法	/		数显滴定仪、恒温培养箱
活性磷酸盐	磷钼蓝分光光度法	1.4μg/L		可见分光光度计
亚硝酸盐	萘乙二胺分光光度法	0.5μg/L		
硝酸盐	镉柱还原法	5.0μg/L		
氨	次溴酸盐氧化法	5.0μg/L		
汞	原子荧光光度法	0.007μg/L		AFS-8330 原子荧光光度计
锌	阳极溶出伏安法	1.0μg/L		797 型多功能极谱仪
铜		0.5μg/L		
铅		0.5μg/L		
镉		0.05μg/L		
砷	原子荧光光度法	0.5μg/L		AFS-8330 原子荧光光度计
石油类	紫外分光光度法	3.5μg/L		UV-2800 紫外分光光度计
悬浮物	重量法	/		BS210S 电子天平

6.3.4 评价标准和方法

根据《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办〔1999〕68号）及《广东省人民政府办公厅关于调整汕头市近岸海域环境功能区划有关问题的复函》（粤办函〔2005〕659号），项目所在海域执行《海水水质标准》（GB3097-1997）中第三类标准。周边海域执行《海水水质标准》（GB3097-1997）中第一、第二类标准，详见图 6.3.1-2 和表 6.3.1-3。

图 6.3.1-3 各调查站位所属近岸海域环境功能区

表 6.3.1-3 各调查站位海水水质执行标准

站位	所属海域环境功能区	海洋环境保护 执行海水水质标准
1~5、7~11、13~16、18~21、24、25	一类	一类
6、17	二类	二类
12、22、23	三类	三类

6.3.5 调查结果及评价

项目附近秋季海洋环境现状监测水质结果见下表。

表 6.3.1-4 2022 年秋季水质调查结果

站号	层次	温度	盐度	pH	悬浮物	DO	COD	BOD ₅	亚硝酸盐	氨	硝酸盐	活性磷酸盐	油类	汞	砷	锌	镉	铅	铜
		(°C)																	
					(mg/L)				(μg/L)										
1	表	24.3	34.27	8.06	5.9	6.70	1.19	0.60	54.9	93.1	182	29.4	34.5	0.010	1.67	6.6	△	1.46	0.68
	底	24.0	34.30	8.05	3.3	6.98	1.32	0.84	43.0	91.0	202	25.8	—	0.010	1.67	2.8	△	1.49	0.47
2	表	23.9	34.19	8.13	8.7	6.69	0.99	0.48	13.4	117	226	30.9	11.2	0.007	1.71	3.6	△	1.46	0.40
	底	23.8	34.23	8.10	4.9	6.40	1.09	0.61	13.4	119	221	22.4	—	0.009	1.72	5.6	△	1.56	0.67
3	表	23.9	34.09	8.14	5.5	6.78	0.90	0.64	12.6	77.4	182	21.5	24.0	0.006	1.70	6.5	△	1.42	0.47
	底	23.9	34.23	8.12	6.7	6.62	0.78	0.58	11.1	84.9	199	16.1	—	0.007	1.69	4.0	△	1.61	0.61
4	表	26.4	34.15	8.16	11.1	5.42	0.97	0.38	36.5	75.5	65.5	3.3	38.6	0.011	1.44	1.7	△	1.48	0.30
	中	26.2	34.20	8.18	5.3	5.43	0.93	0.62	38.0	74.0	47.0	5.8	—	0.011	1.42	1.5	△	1.49	0.33
	底	26.0	34.17	8.19	4.5	5.24	0.75	0.39	37.6	66.4	70.4	2.7	—	0.008	1.39	1.6	△	1.49	0.55
5	表	26.4	34.37	8.19	10.2	6.08	0.81	0.60	11.5	90.5	55.5	3.6	18.0	0.008	1.37	2.6	△	1.39	0.33
	中	26.2	34.22	8.17	8.5	5.97	0.81	0.54	11.5	88.5	57.5	2.7	—	0.009	1.34	2.0	△	1.71	0.70
	底	26.1	34.20	8.21	10.0	5.32	0.95	0.43	11.5	92.5	67.5	2.7	—	0.009	1.34	1.5	△	1.40	0.33
6	表	24.1	34.25	8.05	9.9	6.43	1.54	0.42	80.7	101	194	32.1	40.8	0.009	1.72	3.1	△	1.46	0.38
	底	23.9	34.14	8.04	5.3	6.66	1.51	0.78	61.5	105	223	32.7	—	0.010	1.72	5.5	△	1.44	0.55
7	表	24.1	34.16	8.04	9.2	6.14	1.28	0.54	53.8	114	188	29.6	31.6	0.010	1.71	4.0	△	1.48	0.57
	底	23.9	34.26	8.04	9.8	6.40	0.89	0.36	46.4	116	211	32.4	—	0.010	1.70	3.2	△	1.45	0.45
8	表	24.0	34.34	8.06	8.5	6.58	1.86	0.60	41.1	92.9	199	33.3	22.8	0.012	1.76	5.7	0.05	1.49	0.56
	底	23.8	34.18	8.02	14.5	6.32	1.40	0.62	40.7	97.3	237	35.8	—	0.015	1.70	4.9	△	1.64	0.59
9	表	24.0	34.05	8.13	7.5	6.88	1.33	0.74	11.1	74.9	197	20.3	10.4	0.010	1.75	6.4	0.05	1.57	0.46
	底	23.8	34.31	8.11	9.1	6.62	0.90	0.54	12.6	87.4	164	6.7	—	0.009	1.69	2.7	△	1.62	0.58
10	表	26.5	34.17	8.18	9.6	5.93	1.01	0.57	21.8	94.2	88.6	4.2	19.2	0.008	1.37	1.8	△	1.38	0.34
	中	26.4	34.12	8.18	11.4	6.38	0.68	0.55	23.2	75.8	82.3	8.0	—	0.010	1.36	1.4	△	1.36	0.17
	底	26.2	34.20	8.14	11.6	6.56	0.34	0.64	22.6	90.4	88.4	9.2	—	0.010	1.32	1.4	△	1.34	0.12
11	表	26.3	34.22	8.21	6.7	5.75	0.66	0.54	11.5	86.5	73.5	3.3	33.5	0.008	1.38	1.6	△	1.56	0.21
	中	26.2	34.14	8.20	8.9	5.04	0.57	0.30	11.1	82.9	73.9	2.7	—	0.011	1.36	1.4	△	1.54	0.18
	底	26.1	34.21	8.20	7.3	5.32	0.33	0.32	11.5	92.5	77.5	3.0	—	0.011	1.36	1.7	△	1.46	0.60
12	表	23.9	34.13	8.02	7.9	6.43	1.39	0.85	57.6	106	202	35.8	39.9	0.012	1.68	5.4	△	1.46	0.59

	底	23.7	34.00	8.04	14.3	6.56	1.73	0.72	42.6	115	197	31.2	—	0.011	1.71	3.6	△	1.46	0.58
13	表	24.0	33.88	8.14	8.7	6.82	2.75	0.93	10.3	97.7	228	16.4	23.4	0.008	1.75	2.2	0.06	1.34	0.44
	底	23.7	34.17	8.10	10.7	6.72	2.56	0.97	10.3	91.7	183	18.8	—	0.009	1.76	1.7	△	1.45	0.54
14	表	23.8	34.07	8.13	7.5	6.77	1.48	0.84	12.2	87.8	160	20.6	25.2	0.008	1.80	2.7	△	1.24	0.47
	底	23.3	34.30	8.11	6.1	7.11	1.31	0.81	10.3	89.7	128	14.8	—	0.008	1.75	2.7	△	1.46	0.57
15	表	26.6	34.33	8.15	7.9	6.82	0.80	0.70	32.6	77.4	70.4	9.7	19.4	0.008	1.41	1.4	△	1.23	0.22
	中	26.3	34.12	8.16	9.0	6.61	0.61	0.90	34.2	71.8	74.8	5.8	—	0.008	1.41	1.4	△	1.46	0.30
	底	26.0	34.33	8.15	5.3	6.69	0.33	0.66	29.2	90.8	87.8	6.4	—	0.013	1.36	1.5	△	1.43	0.30
16	表	26.4	34.16	8.19	8.9	5.76	0.76	0.32	13.4	88.6	66.6	3.0	25.2	0.009	1.33	1.4	△	1.56	0.25
	中	26.4	34.28	8.19	8.7	5.52	0.92	0.32	12.6	79.4	60.4	3.0	—	0.009	1.34	1.4	△	1.48	△
	底	26.2	34.14	8.21	9.5	5.64	0.45	0.54	12.6	87.4	65.4	3.0	—	0.012	1.35	1.5	△	1.58	0.33
17	表	23.9	33.86	8.05	3.2	6.68	1.75	0.72	51.5	129	194	38.2	45.0	0.011	1.68	4.1	△	1.41	0.54
	底	23.7	34.07	8.05	7.5	6.52	1.51	0.58	51.1	135	202	37.9	—	0.012	1.86	2.6	△	1.38	0.63
18	表	24.7	33.72	8.10	8.5	6.79	1.55	1.10	21.4	118	158	19.2	21.2	0.009	1.78	2.4	0.08	1.48	0.70
	底	23.5	34.08	8.08	11.8	6.70	1.56	1.21	36.0	127	183	21.4	—	0.009	1.72	2.2	0.06	1.46	0.68
19	表	26.1	33.85	8.09	3.3	6.68	0.60	0.53	78.8	105	104	24.8	41.0	0.009	1.61	2.4	0.06	1.50	0.49
	底	25.9	33.79	8.08	6.1	6.68	0.40	0.86	79.2	115	88.8	24.5	—	0.011	1.50	1.6	△	1.42	0.37
20	表	26.2	33.73	8.09	13.5	6.42	0.72	0.48	63.8	96.2	79.2	6.1	30.0	0.010	1.69	1.4	△	1.34	0.20
	中	26.1	33.98	8.08	8.1	6.16	0.89	0.50	76.1	73.9	25.9	3.6	—	0.010	1.69	1.5	△	1.19	0.27
	底	26.1	34.24	8.07	10.0	6.29	0.86	0.93	74.9	71.1	54.1	3.0	—	0.010	1.67	1.4	△	1.36	0.22
21	表	26.3	34.19	8.10	7.3	6.34	0.94	0.77	48.0	92.0	57.0	3.9	22.6	0.008	1.52	1.7	△	1.54	0.38
	中	26.2	34.13	8.11	7.7	6.38	0.91	1.06	48.0	82.0	57.0	3.3	—	0.008	1.52	1.2	△	1.22	△
	底	26.1	34.31	8.15	5.9	6.41	0.72	0.70	44.9	87.1	45.1	3.3	—	0.013	1.50	1.6	△	1.78	0.36
22	表	23.9	31.57	7.97	15.5	6.44	1.78	1.02	68.4	130	231	51.5	19.4	0.013	1.92	3.2	△	1.34	0.60
23	表	25.8	33.52	8.06	5.9	5.65	0.95	0.64	79.5	115	95.5	9.1	19.2	0.010	2.00	7.1	0.07	3.22	△
24	表	25.9	33.33	8.06	18.9	6.26	1.30	0.82	83.4	103	86.6	6.7	21.3	0.009	1.98	3.5	0.06	1.77	0.54
	底	25.6	33.84	8.09	25.0	6.24	0.97	1.60	81.8	104	97.2	3.3	—	0.016	1.16	2.0	△	1.38	0.52
25	表	26.3	34.30	8.10	15.7	6.34	0.85	1.06	53.0	119	50.0	4.2	23.2	0.008	1.73	2.4	0.07	1.87	0.31
	中	25.8	34.15	8.10	19.3	6.10	0.80	1.44	52.6	109	36.4	3.9	—	0.014	1.72	1.4	△	1.35	0.21
	底	25.7	34.12	8.11	24.1	6.46	0.92	0.91	65.3	111	73.7	5.5	—	0.011	1.65	1.3	△	1.35	0.15

注：“△”表示未检出；“—”表示该层次未采样

由调查结果及其标准指数表可知，所有调查站位表、中和底层的海水 pH、汞、砷、 镉、铜、石油类等 7 项调查因子的单项标准指数均小于 1，符合所在海域海洋功能区划水质要求；部分站位的 DO、COD、BOD₅、无机氮、活性磷酸盐和铅的单项标准指数大于 1，超出所在海域海洋功能区划水质要求。其中无机氮、活性磷酸盐和铅的超标率较高，表层分别为 64%、56%和 80%，底层分别为 56.5%、30.4%和 86.96%。

表层样品：DO 超标站位 6 个，分别为 4、7、10、11、16、18 号站，超标率为 16%；COD 超标站位 1 个，为 13 号站，超标率为 4%；无机氮超标站位 16 个，分别为 1、3、6、7、8、9、10、13、14、17、18、19、20、22、24、25 号站，超标率为 64%；活性磷酸盐超标站位 14 个，分别为 1、2、3、6、7、8、9、12、13、14、17、18、19、22 号站，超标率为 56%；铅超标站位 20 个，分别为 1、2、3、4、5、7、8、9、10、11、13、14、15、16、18、19、20、21、24、25 号站，超标率为 80%。

中层样品：DO 超标站位 4 个，分别为 4、5、11、16 号站，超标率为 44.4%；BOD₅ 超标站位 2 个，为 21、25 号站，超标率为 22.2%；铅超标站位 9 个，分别为 4、5、10、11、15、16、20、21、25 号站，超标率为 100%。

底层样品：DO 超标站位 4 个，分别为 4、5、11、16 号站，超标率为 17.39%；COD 超标站位 1 个，为 13 号站，超标率为 4.3%；BOD₅ 超标站位 2 个，为 18 和 24 号站，超标率为 8.7%；无机氮超标站位 13 个，分别为 1、2、3、8、9、10、13、14、15、19、20、24、25 号站，超标率为 56.52%；活性磷酸盐超标站位 7 个，分别为 1、2、3、8、12、13、19 号站，超标率为 30.4%；铅超标站位 20 个，分别为 1、2、3、4、5、7、8、9、10、11、13、14、15、16、18、19、20、21、24、25 号站，超标率为 86.96%。

项目附近海域环境现状监测结果表明，调查海域水质主要污染物是铅、DO 和活性磷酸盐。海水中铅超标现象较严重，由历史数据分析可见，项目附近海域铅的超标现象较为普遍，一方面原因可能与陆源污染物排放有关，另一方面可能与附近海门电厂的脱硫尾水排放有关。海水中 DO 和活性磷酸盐超标的原因可能与陆源污染物排放有关，秋季属于地表水丰水期，且超标位置主要为河口断面，可判断超标原因主要为地表径流。海门湾北侧为练江入海口，入海河流若活性磷酸盐超标则有可能会引起近岸海域 DO 和活性磷酸盐超标。

表 6.3.1-5 各评价因子单项标准指数（表层）

站位	pH	DO	COD	BOD ₅	无机氮	活性磷酸盐	石油类	汞	砷	锌	镉	铅	铜	标准
1	0.71	0.90	0.60	0.60	1.65	1.96	0.69	0.20	0.08	0.33	0.01	1.46	0.14	一类
2	0.75	0.90	0.25	0.48	0.89	1.03	0.04	0.04	0.03	0.04	0.00	1.46	0.01	一类
3	0.76	0.88	0.45	0.64	1.36	1.43	0.48	0.12	0.09	0.33	0.01	1.42	0.09	一类
4	0.77	1.11	0.24	0.38	0.44	0.11	0.13	0.06	0.03	0.02	0.00	1.42	0.01	一类
5	0.79	0.99	0.41	0.60	0.79	0.24	0.36	0.16	0.07	0.13	0.01	1.39	0.07	一类
6	0.70	0.78	0.51	0.14	1.25	1.07	0.82	0.05	0.06	0.06	0.00	0.29	0.04	二类
7	0.69	0.98	0.645	0.54	1.785	1.98	0.63	0.2	0.09	0.2	0	1.5	0.12	一类
8	0.71	0.91	0.93	0.60	1.67	2.22	0.46	0.24	0.09	0.29	0.05	1.49	0.11	一类
9	0.75	0.87	0.67	0.74	1.42	1.35	0.21	0.20	0.09	0.32	0.05	1.57	0.09	一类
10	0.79	1.01	0.51	0.57	1.02	0.28	0.38	0.16	0.07	0.09	0.01	1.38	0.07	一类
11	0.81	1.04	0.33	0.54	0.86	0.22	0.67	0.16	0.07	0.08	0.01	1.56	0.04	一类
12	0.57	0.62	0.35	0.21	0.91	1.19	0.13	0.06	0.03	0.05	0.00	0.15	0.01	三类
13	0.76	0.88	1.38	0.93	1.68	1.09	0.47	0.16	0.09	0.11	0.06	1.34	0.09	一类
14	0.75	0.89	0.74	0.84	1.30	1.37	0.50	0.16	0.09	0.14	0.01	1.24	0.09	一类
15	0.77	0.25	0.40	0.70	0.90	0.65	0.39	0.16	0.07	0.07	0.01	1.23	0.04	一类
16	0.79	1.04	0.38	0.32	0.84	0.20	0.50	0.18	0.07	0.07	0.01	1.56	0.05	一类
17	0.70	0.75	0.58	0.24	1.25	1.27	0.90	0.06	0.06	0.08	0.00	0.28	0.05	二类
18	0.73	0.88	0.78	1.11	1.485	1.28	0.42	0.2	0.09	0.125	0.1	1.5	0.14	一类
19	0.73	0.90	0.30	0.53	1.44	1.65	0.82	0.18	0.08	0.12	0.06	1.50	0.10	一类
20	0.73	0.93	0.36	0.48	1.20	0.41	0.60	0.20	0.08	0.07	0.01	1.34	0.04	一类
21	0.73	0.95	0.47	0.77	0.99	0.26	0.45	0.16	0.08	0.09	0.01	1.54	0.08	一类
22	0.65	0.62	0.45	0.26	1.07	1.72	0.06	0.07	0.04	0.03	0.00	0.13	0.01	三类
23	0.59	0.71	0.24	0.16	0.73	0.30	0.06	0.05	0.04	0.07	0.01	0.32	0.00	三类
24	0.71	0.96	0.65	0.82	1.37	0.45	0.43	0.18	0.10	0.18	0.06	1.77	0.11	一类

站位	pH	DO	COD	BOD ₅	无机氮	活性磷酸盐	石油类	汞	砷	锌	镉	铅	铜	标准
25	0.73	0.95	0.43	1.06	1.11	0.28	0.46	0.16	0.09	0.12	0.07	1.87	0.06	一类
最大值	0.81	1.11	1.38	1.11	1.79	2.22	0.90	0.24	0.10	0.33	0.10	1.87	0.14	——
最小值	0.57	0.25	0.24	0.14	0.44	0.11	0.04	0.04	0.03	0.02	0.00	0.13	0.00	
平均值	0.73	0.87	0.52	0.57	1.18	0.96	0.44	0.14	0.07	0.13	0.02	1.23	0.07	
超标站位/个	0	4	1	2	16	14	0	0	0	0	0	20	0	
超标率/%	0	16	4	8	64	56	0	0	0	0	0	80	0	

表 6.3.1-6 各评价因子单项标准指数（中层）

站位	pH	DO	COD	BOD ₅	无机氮	活性磷酸盐	汞	砷	锌	镉	铅	铜	标准
4	0.79	1.10	0.47	0.62	0.80	0.39	0.22	0.07	0.08	0.01	1.49	0.07	一类
5	0.78	1.01	0.41	0.54	0.79	0.18	0.18	0.07	0.10	0.01	1.71	0.14	一类
10	0.79	0.94	0.34	0.55	0.91	0.53	0.20	0.07	0.07	0.01	1.36	0.03	一类
11	0.80	1.19	0.29	0.30	0.84	0.18	0.22	0.07	0.07	0.01	1.54	0.04	一类
15	0.77	0.91	0.31	0.90	0.90	0.39	0.16	0.07	0.07	0.01	1.46	0.06	一类
16	0.79	1.09	0.46	0.32	0.76	0.20	0.18	0.07	0.07	0.01	1.48	0.01	一类
20	0.72	0.97	0.45	0.50	0.88	0.24	0.20	0.08	0.08	0.01	1.19	0.05	一类
21	0.74	0.94	0.46	1.06	0.94	0.22	0.16	0.08	0.06	0.01	1.22	0.01	一类
25	0.73	0.98	0.40	1.44	0.99	0.26	0.28	0.09	0.07	0.01	1.35	0.04	一类
最大值	0.80	0.91	0.29	0.30	0.76	0.18	0.16	0.07	0.06	0.01	1.19	0.01	——
最小值	0.72	1.19	0.47	1.44	0.99	0.53	0.28	0.09	0.10	0.01	1.71	0.14	
平均值	0.77	1.01	0.40	0.69	0.87	0.29	0.20	0.07	0.07	0.01	1.42	0.05	
超标站位/个	0	4	0	2	0	0	0	0	0	0	9	0	
超标率/%	0.0	44.4	0.0	22.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100	0.0	

表 6.3.1-7 各评价因子单项标准指数（底层）

站位	pH	DO	COD	BOD ₅	无机氮	活性磷酸盐	汞	砷	锌	镉	铅	铜	标准
1	0.70	0.02	0.66	0.84	1.68	1.72	0.20	0.08	0.14	0.01	1.49	0.09	一类
2	0.73	0.94	0.55	0.61	1.77	1.49	0.18	0.09	0.28	0.01	1.56	0.13	一类
3	0.75	0.91	0.39	0.58	1.48	1.07	0.14	0.08	0.20	0.01	1.61	0.12	一类
4	0.79	1.15	0.38	0.39	0.87	0.18	0.16	0.07	0.08	0.01	1.49	0.11	一类
5	0.81	1.13	0.48	0.43	0.86	0.18	0.18	0.07	0.08	0.01	1.40	0.07	一类
6	0.69	0.75	0.25	0.26	0.58	0.09	0.04	0.05	0.03	0.00	0.30	0.06	二类
7	0.69	0.94	0.48	0.36	0.855	0.18	0.05	0.16	0.045	0	1.4	0.15	一类
8	0.68	0.95	0.70	0.62	1.88	2.39	0.30	0.09	0.25	0.01	1.64	0.12	一类
9	0.74	0.91	0.45	0.54	1.32	0.45	0.18	0.08	0.14	0.01	1.62	0.12	一类
10	0.76	0.91	0.17	0.64	1.01	0.61	0.20	0.07	0.07	0.01	1.34	0.02	一类
11	0.80	1.13	0.17	0.32	0.91	0.20	0.22	0.07	0.09	0.01	1.46	0.12	一类
12	0.58	0.61	0.43	0.18	0.89	1.04	0.06	0.03	0.04	0.00	0.15	0.01	三类
13	0.73	0.89	1.28	0.97	1.43	1.25	0.18	0.09	0.09	0.01	1.45	0.11	一类
14	0.74	0.06	0.66	0.81	1.14	0.99	0.16	0.09	0.14	0.01	1.46	0.11	一类
15	0.77	0.90	0.17	0.66	1.04	0.43	0.26	0.07	0.08	0.01	1.43	0.06	一类
16	0.81	1.06	0.23	0.54	0.83	0.20	0.24	0.07	0.08	0.01	1.58	0.07	一类
17	0.70	0.77	0.11	0.19	0.69	0.21	0.07	0.05	0.03	0.00	0.29	0.03	二类
18	0.72	0.90	0.225	1.2	0.825	0.2	0.06	0.2	0.045	0	1.6	0.15	一类
19	0.72	0.90	0.20	0.86	1.42	1.63	0.22	0.08	0.08	0.01	1.42	0.07	一类
20	0.71	0.95	0.43	0.93	1.00	0.20	0.20	0.08	0.07	0.01	1.36	0.04	一类
21	0.77	0.94	0.36	0.70	0.89	0.22	0.26	0.08	0.08	0.01	1.78	0.07	一类
24	0.73	0.96	0.49	1.60	1.42	0.22	0.32	0.06	0.10	0.01	1.38	0.10	一类
25	0.74	0.93	0.46	0.91	1.25	0.37	0.22	0.08	0.07	0.01	1.35	0.03	一类

站位	pH	DO	COD	BOD ₅	无机氮	活性磷酸盐	汞	砷	锌	镉	铅	铜	标准
最大值	0.81	1.15	1.28	1.60	1.88	2.39	0.32	0.20	0.28	0.01	1.78	0.15	——
最小值	0.58	0.02	0.11	0.18	0.58	0.09	0.04	0.03	0.03	0.00	0.15	0.01	
平均值	0.73	0.85	0.42	0.66	1.13	0.67	0.18	0.08	0.10	0.01	1.33	0.09	
超标站位/个	0	4	1	2	13	7	0	0	0	0	20	0	
超标率/%	0.00	17.39	4.35	8.70	56.52	30.43	0.00	0.00	0.00	0.00	86.96	0.00	

6.4 沉积物质量调查与评价

6.4.1 调查站位

国家海洋局汕尾海洋环境监测中心站于 2022 年 10 月 15 日、10 月 21~22 日开展了海洋沉积物调查，共设置海洋沉积物调查站位共 13 个，调查站位位置见下图。

图 6.4.1-1 秋季调查站位图

6.4.2 调查因子

本次海洋沉积物调查要素共 10 项，包括：石油类、有机碳、硫化物、铜、铅、锌、镉、铬、汞和砷。

6.4.3 分析方法

按照《海洋监测规范》(GB17378-2007)和《海洋调查规范》(GB/T12763-2007)规定分析方法开展，海洋沉积物项目分析方法见下表。

表 6.4.1-1 海洋沉积物项目分析方法

项目	分析方法	检出限(μg/g)	分析仪器
有机碳	重铬酸钾氧化—还原容量法	/	数显滴定仪
硫化物	碘量法	4.0	数显滴定仪
汞	原子荧光光度法	0.002	AFS-8330 原子荧光光度计
砷		0.06	
锌	火焰原子吸收分光光度法	6.0	ZEEnit700P 型原子吸收分光光度计
铜		2.0	
铅		3.0	
镉	无火焰原子吸收分光光度法	0.05	
铬		2.0	
油类	紫外分光光度法	3.0	UV-2800 紫外分光光度计

6.4.4 评价标准和方法

(1) 评价标准

根据《海洋沉积物质量》（GB18668-2002），海洋渔业水域，海洋自然保护区，珍稀濒危生物自然保护区，海水养殖区，海水浴场，人体直接接触沉积物的海上运动或娱乐区，与人类食用直接有关的工业用水区执行第一类海洋沉积物质量标准；一般工业用水区，滨海风景旅游区执行第二类海洋沉积物质量标准。项目所在海域执行《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）中的二类标准，周边海域执行一类标准。具体标准值见表 2.3-5。

表 6.4.1-2 各调查站位海洋沉积物执行标准

站位	海域功能	执行标准
1~5、6~11、13~18、19~21、24、25	海洋渔业水域	一类
12、22、23	一般工业用水区	二类

(2) 评价方法

与海水水质的评价方法相同，海洋沉积物质量评价亦采用单项标准指数法。具体计算公式如下所示：

$$Q_{ij} = C_{ij} / C_{oi}$$

式中： Q_{ij} ——站 j 评价因子 i 的污染指数； C_{ij} ——站 j 评价因子 i 的实测值； C_{oi} ——评价因子 i 的评价标准值；

6.4.5 调查结果及评价

沉积物环境现状监测结果见下表。

表 6.4.1-3 2022 年秋季海洋沉积物调查结果

站位	层次 (cm)	有机碳	硫化物	锌	铜	铅	镉	铬	汞	砷
		($\times 10^{-2}$)								
23	0~2	0.29	223	64.2	11.1	19.4	ND	48.3	0.006	14.2
19	0~2	0.98	214	98.5	19.8	17.5	ND	77.3	0.016	17.9
25	0~2	1.03	101	93.2	19.1	30.5	ND	175	0.050	18.8
20	0~2	0.73	81.9	79.7	15.0	17.7	ND	83.5	0.071	12.3
16	0~2	0.73	98.1	65.0	9.6	3.4	ND	142	0.040	10.0
14	0~2	0.77	115	96.6	19.4	15.9	ND	104	0.021	16.8
12	0~2	0.74	306	84.4	17.8	14.4	ND	58.8	0.049	18.8
18	0~2	0.36	165	66.1	10.7	15.2	ND	38.9	0.046	15.0
22	0~2	0.81	325	97.4	18.3	29.1	ND	73.0	0.062	13.7
9	0~2	0.82	131	90.5	15.4	10.0	ND	63.2	0.055	17.2
11	0~2	0.56	37.0	62.0	10.2	ND	ND	60.2	0.038	8.47
4	0~2	0.62	35.6	70.3	12.8	8.3	ND	66.0	0.070	18.6
3	0~2	0.79	32.8	87.1	16.8	22.4	ND	51.9	0.044	18.7
1	0~2	1.15	103	96.1	19.8	16.8	ND	79.8	0.075	16.2
6	0~2	0.53	186	72.4	15.9	23.6	ND	58.8	0.066	13.6
7	0~2	0.79	114	81.3	16.1	18.8	ND	60.2	0.054	14.9
最小值		0.29	32.8	62.0	9.6	<1.0	-	38.9	0.006	8.5
最大值		1.15	325	98.5	19.8	30.5	-	175	0.075	18.8
平均值		0.73	142	81.6	15.5	16.4	-	77.6	0.048	15.3

本次监测沉积物各评价因子的标准指数及其统计结果见下表。

由表可以看出：有 5 个站位的铬单项标准指数大于 1，分别位于 1、14、16、20 和 25 号站，超标率 31%，最大超标倍数 1.91 倍；其余所有调查站位的有机碳、油类、硫化物、汞、砷、锌、镉、铜、铅等 9 项调查因子的单项标准指数均小于 1，符合所在海域海洋功能区划沉积物质量要求，表明监测海域沉积物质量一般。

表 6.4.1-4 沉积物各评价因子单项标准指数

站号	层次	单 项 标 准 指 数 (Q_d)									
	(cm)	有机碳	油类	硫化物	锌	铜	铅	镉	铬	汞	砷
23	0~2	0.10	0.02	0.45	0.18	0.11	0.15	-	0.32	0.01	0.22
19	0~2	0.49	0.09	0.71	0.66	0.57	0.29	-	0.97	0.08	0.90
25	0~2	0.52	0.08	0.34	0.62	0.55	0.51	-	2.19	0.25	0.94
20	0~2	0.37	0.06	0.27	0.53	0.43	0.30	-	1.04	0.36	0.62
16	0~2	0.37	0.14	0.33	0.43	0.27	0.06	-	1.78	0.20	0.50
14	0~2	0.39	0.20	0.38	0.64	0.55	0.27	-	1.30	0.11	0.84
12	0~2	0.25	0.27	0.61	0.24	0.18	0.11	-	0.39	0.10	0.29
18	0~2	0.18	0.24	0.55	0.44	0.31	0.25	-	0.49	0.23	0.75
22	0~2	0.27	0.35	0.65	0.28	0.18	0.22	-	0.49	0.12	0.21
9	0~2	0.41	0.19	0.44	0.60	0.44	0.17	-	0.79	0.28	0.86
11	0~2	0.28	0.05	0.12	0.41	0.29	-	-	0.75	0.19	0.42
4	0~2	0.31	0.09	0.12	0.47	0.37	0.14	-	0.83	0.35	0.93
3	0~2	0.40	0.23	0.11	0.58	0.48	0.37	-	0.65	0.22	0.94
1	0~2	0.58	0.45	0.34	0.64	0.57	0.28	-	1.00	0.38	0.81
6	0~2	0.27	0.37	0.62	0.48	0.45	0.39	-	0.74	0.33	0.68
7	0~2	0.40	0.75	0.38	0.54	0.46	0.31	-	0.75	0.27	0.75
最大值		0.58	0.75	0.71	0.66	0.57	0.51	-	2.19	0.38	0.94
超标站位/个		0	0	0	0	0	0	0	5	0	0
超标率/%		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	31.00	0.0	0.0

6.5 海洋生态调查与评价

6.5.1 秋季海洋生物质量现状调查与评价

6.5.1.1 调查站位

国家海洋局汕尾海洋环境监测中心站于 2022 年 10 月 15 日、10 月 21~22 日开展了海洋生物质量调查，共设置海洋生物质量调查站位共 16 个。调查站位位置下图。

图 6.5.1-1 秋季海洋生物质量调查站位图

6.5.1.2 调查因子

调查因子包括：石油烃、重金属（铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷）。

6.5.1.3 分析方法

生物质量分析方法依据《海洋监测规范》（GB17378.6-2007）中所确定的方法。详见下表。

表 6.5.1-1 海洋生物体质量分析方法

项目	分析方法	检出限(μg/g)	执行标准	分析仪器
汞	原子荧光光度法	0.002	GB 17378.6-2007	AFS-8330 原子荧光光度计
砷		0.06		
铜	无火焰原子吸收分光光度法	0.02		ZEEnit700P 型原子吸收分光光度计
铅		0.05		
镉		0.05		
铬		0.04		
锌	火焰原子吸收分光光度法	6.0		RF-5301PC 型荧光分光光度计
石油烃	荧光分光光度法	0.2		

6.5.1.4 评价标准和方法

1、评价标准

项目所在海域贝类生物体质量执行《海洋生物质量》（GB18421-2001）中

的二类标准，周边海域执行《海洋生物质量》（GB18421-2001）中的一类标准。甲壳类、鱼类和软体类生物体内污染物质（石油烃除外）含量按照《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）附录 C 中表 C.1 其他海洋生物质量参考值（鲜重）。

表 6.5.1-2 海洋生物质量评价标准（鲜重，mg/kg）

生物类别	主要物种/标准	汞	铜	铅	镉	锌	砷	石油烃	铬
鱼类	孔虾虎鱼、杜氏叫姑鱼、细鳞鲷、鹿斑仰口鲷、龙头鱼、七丝鲚、平鲷、孔虾虎鱼	0.3	20	2.0	0.6	40	/	20	/
甲壳类	红星梭子蟹、远海梭子蟹、口虾姑、刀额新对虾	0.2	100	2.0	2.0	150	/	/	/
软体动物 （非双壳类）	中国枪乌贼	0.3	100	10	5.5	250	/	20	/
海洋贝类 （双壳类）	一类	0.05	10	0.1	0.2	20	1.0	15	0.5
	二类	0.10	25	2.0	2.0	50	5.0	50	2.0

2、评价方法

生物质量评价采用单因子污染指数法进行评价，污染程度随实测浓度增大而加重。公式为：

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

式中：Pi—某污染因子的污染指数，即单因子污染指数；

Ci—某污染因子的实测浓度；

Cio—某污染因子的评价标准；

凡是单因子指数小于或等于 1 者，为该监测站生物体没有遭受该要素的污染，大于 1 者为遭受污染，该值越大污染越严重。

6.5.1.5 调查结果及评价

调查海域海洋环境现状监测生物质量结果统计见下表。

表 6.5.1-3 主要污染物的含量状况 (湿重: $\times 10^{-6}$)

站位	名称	所属门类	类别	锌	铜	铅	镉	铬	汞	砷	石油烃
				($\times 10^{-6}$)							
1	孔虾虎鱼	脊索动物	鱼类	7.0	0.5	ND	ND	ND	0.026	0.46	11.5
3	中国枪乌贼	软体动物	软体类	12.5	4.7	ND	0.036	ND	0.011	2.35	8.2
4	红星梭子蟹	节肢动物	甲壳类	15.9	4.2	ND	0.018	ND	0.019	1.55	27.7
4	杜氏叫姑鱼	脊索动物	鱼类	1.7	0.8	ND	ND	ND	0.024	0.94	7.1
6	中国枪乌贼	软体动物	软体类	10.8	4.3	ND	0.031	ND	0.010	2.91	12.3
7	远海梭子蟹	节肢动物	甲壳类	14.7	5.6	ND	0.020	ND	0.016	2.07	25.4
7	杜氏叫姑鱼	脊索动物	鱼类	2.1	0.6	ND	ND	ND	0.022	1.02	4.8
9	细鳞鲷	脊索动物	鱼类	4.1	0.6	ND	ND	ND	0.042	0.10	9.4
11	口虾姑	节肢动物	甲壳类	14.9	3.8	ND	0.340	ND	0.011	2.24	8.1
12	细鳞鲷	脊索动物	鱼类	1.5	0.6	ND	ND	ND	0.018	<0.06	8.5
14	鹿斑仰口鲷	脊索动物	鱼类	7.6	0.8	ND	0.008	ND	0.027	0.83	5.7
16	龙头鱼	脊索动物	鱼类	1.1	ND	ND	ND	ND	0.008	0.29	4.1
18	七丝鲚	脊索动物	鱼类	2.0	ND	ND	ND	ND	0.011	0.08	7.0
19	刀额新对虾	节肢动物	甲壳类	10.1	4.4	ND	ND	ND	0.008	1.12	15.1
20	平鲷	脊索动物	鱼类	3.3	ND	ND	ND	ND	0.015	0.11	9.0
22	刀额新对虾	节肢动物	甲壳类	10.0	5.7	ND	ND	ND	0.008	1.07	13.9
23	孔虾虎鱼	脊索动物	鱼类	5.9	ND	ND	ND	ND	0.023	0.51	13.1
25	口虾姑	节肢动物	甲壳类	17.2	5.6	ND	0.136	ND	0.011	2.48	25.3
甲壳类			平均值	13.8	4.9	-	4.9	-	0.086	-	19.3
鱼 类			平均值	3.6	0.5	-	0.5	-	0.002	-	8.0
软体类			平均值	10.8	4.3	-	4.3	-	0.031	-	12.3

本次调查各站底栖生物体样品的各生物体质量单项标准评价指数见表 6.5.1-4。由表可知，所有站位的生物体中铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷和石油烃等 8 项生物体污染物的单项标准指数值小于 1，满足相应的生物质量标准的要求。

表 6.5.1-4 生物体质量评价指数

站位	名称	类别	锌	铜	铅	镉	铬	汞	砷	石油烃
1	孔虾虎鱼	鱼类	0.18	0.03	-	-	-	0.09	-	0.58
4	杜氏叫姑鱼	鱼类	0.04	0.04	-	-	-	0.08	-	0.36
7	杜氏叫姑鱼	鱼类	0.05	0.03	-	-	-	0.07	-	0.24
9	细鳞鲷	鱼类	0.10	0.03	-	-	-	0.14	-	0.47
12	细鳞鲷	鱼类	0.04	0.03	-	-	-	0.06	-	0.43
14	鹿斑仰口鲷	鱼类	0.19	0.04	-	0.01	-	0.09	-	0.29
16	龙头鱼	鱼类	0.03	-	-	-	-	0.03	-	0.21
18	七丝鲚	鱼类	0.05	-	-	-	-	0.04	-	0.35
20	平鲷	鱼类	0.08	-	-	-	-	0.05	-	0.45
23	孔虾虎鱼	鱼类	0.15	-	-	-	-	0.08	-	0.66
3	中国枪乌贼	软体类	0.05	0.05	-	0.01	-	0.04	-	0.41
6	中国枪乌贼	软体类	0.04	0.04	-	0.01	-	0.03	-	0.62
4	红星梭子蟹	甲壳类	0.11	0.04	-	0.01	-	0.10	-	-
7	远海梭子蟹	甲壳类	0.10	0.06	-	0.01	-	0.08	-	-
11	口虾蛄	甲壳类	0.10	0.04	-	0.17	-	0.06	-	-
19	刀额新对虾	甲壳类	0.07	0.04	-	-	-	0.04	-	-
25	口虾蛄	甲壳类	0.11	0.06	-	0.07	-	0.06	-	-
22	刀额新对虾	甲壳类	0.07	0.06	-	-	-	0.04	-	-
最大值			0.19	0.06	-	0.17	-	0.14	-	0.66
超标个数/个			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

6.5.2 秋季海洋生态现状调查与评价

6.5.2.1 调查站位

国家海洋局汕尾海洋环境监测中心站于 2022 年 10 月 15 日、10 月 21~22 日开展了海洋环境调查，共设置海洋生态调查站位共 16 个，潮间带生物调查断面 3 条调查站位位置下图。

图 6.5.2-1 秋季调查站位图

6.5.2.2 调查因子

调查因子包括：叶绿素 a、初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物。

6.5.2.3 样品采集及调查方法

现场采样按照《海洋监测规范》（GB17378-2007）、《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）的要求进行。

①浮游植物：样品采集采用浅水Ⅲ型浮游生物网由底层至表层做一次垂直拖网的方法采集。采集到的样品按照《海洋调查规范》的规定，用 5%的甲醛（福尔马林）固定后，带回实验室进行种类鉴定和计数。

②浮游动物：样品采用浅水Ⅰ型浮游动物网采集，每站取自底层至表层做一次垂直拖网的方法采集浮游动物样品。采集到的样品用 5%福尔马林溶液固定后，带回实验室进行湿重生物量称重，并用镜检分析法和个体计数法进行浮游动物的种类鉴定和计数。

③大型底栖生物（定量）：定量分析样品利用抓斗式采泥器（0.05m²）采集，每站采集至少 3 斗沉积物样品后，置于 0.5mm 筛网中，用海水冲洗后收集生物样品，用 5%福尔马林溶液固定，带回实验室分析；生物体质量分析样品利用阿氏拖网采集，每站拖网时间为 15min，船速为 2kn 左右，深水拖网时可适当延长时间，样品装袋冷冻保存。

④潮间带生物：用潮间带定量采样框采样，每个潮带设高、中、底 3 个断面。泥样用三层套筛进行生物分选，上层网目为 2.0mm，中层网目为 1.0mm，下层网目为 0.5mm。

6.5.2.4 评价方法

（1）海洋生物生物量、密度计算方法

①浮游植物细胞数量计算方法

依照《海洋调查规范》（GB/12763.6-2007），网采样品运用浓缩计数法的统计方法计算浮游植物细胞数量，计算公式如下：

$$C = \frac{nV_1}{V_2V_n}$$

式中：

C ——单位体积海水种标本总量，单位为个每立方米（cells/m³）；

n ——取样计数个数，单位为个（cells）；

V_1 ——水样浓缩的体积，单位为毫升（mL）；

V_2 ——滤水量，单位为立方米（m³）；

V_n ——取样计数的体积，单位为毫升（mL）。

②浮游动物生物量、密度计算方法

依照《海洋监测规范》（GB17378.7-2007），湿重生物量以 mg/m³ 表示，浮游动物个体数以个/m³ 表示，计算公式分别如下：

浮游动物湿重生物量计算公式：

$$B = \frac{S}{V}$$

式中：

B ——湿重生物量，单位为毫克每立方米（mg/m³）或体积生物量，单位为毫升每立方米（mL/m³）；

S ——样品湿重，单位为毫克（mg）或样品体积，单位为毫升（mL）；

V ——滤水量，单位为立方米（m³）。

浮游动物个体数计算公式：

$$N = \frac{n \cdot a}{V}$$

式中：

N ——每立方米水体中的个体数，单位为个每立方米（个/m³）；

n ——取样计数所得的个体数，单位为个；

a ——取样体积与样品总体积之比；

V ——滤水量，单位为立方米（m³），根据绳长计算滤水量。

③底栖生物生物量、密度计算方法

依照《海洋监测规范》（GB17378.7-2007），将所有站位的实测生物个体数和生物量数据按其采样面积换算成个/m² 和 g/m²，分别表示生物密度和生物量。

（2）物种优势度

采用物种优势度 Y 作为研究某种生物在群落中所占的重要性。

$$Y = N_i / N * f_i$$

式中：

Y —优势度；

N_i —样品中第 i 种的个体数；

N —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。

一般认为 $Y > 0.02$ 的物种为优势种。

(3) 物种多样性计算公式

群落物种多样性的高低，除了受取样大小、数量的分布外，只要依赖于群落中种类数多少及种间个体分布是否均匀。物种多样性 Shannon-Wiener (H') 指数、均匀度 (J)、丰富度 (d) 计算公式如下：

① 香农—威纳 (Shannon—Wiener) 多样性指数 H' ：

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

式中：

H' —种类多样性指数；

S —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 (n_i/N)。

② 皮诺 (Pielou) 均匀度指数 J' ：

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

式中：

J' —均匀度；

H' —种类多样性指数；

$H_{max} = \log_2 S$ —为多样性指数的最大值；

S —样品中的种类总数。

③ 马卡列夫 (Margalef) 丰富度指数 d ：

$$d = \frac{(S-1)}{\ln N}$$

式中：

d —丰富度；

S —样品中的物种总数；

N —采集样品中所有物种的总体个数。

④种类优势度 D ：

$$D = \frac{N_1 + N_2}{N_T}$$

式中： D ——优势度；

N_1 ——样品中第一优势种的个体数；

N_2 ——样品中第二优势种的个体数；

N_T ——样品中的总个体数。

⑤优势种优势度 Y 计算公式为：

$$Y = (n_i/N)f_i$$

式中： n_i ——群落中第 i 种的个体数

N ——群落中所有物种的总个体数

f_i ——第 i 种个体在各样品中的出现频率。

6.5.2.5 调查结果与评价

1.叶绿素 a 及初级生产力

(1) 叶绿素 a

海水中的叶绿素 a 是浮游植物光合作用的主要色素，其含量是表征浮游植物现存量 and 反映海水肥瘠程度的重要指标，也是海洋初级生产力的主要决定因素。叶绿素 a 含量调查既是海洋生态系统研究的重要内容，也是海区生物资源评估和环境质量评价的重要依据之一。本次叶绿素 a 的站位布设与水质相同，共布设 25 个站位。

各站位表层海水中的叶绿素 a 含量为(1.27~3.21)mg/m³，均值为 2.20 mg/m³；中层海水中的叶绿素 a 含量为(1.69~2.37) mg/m³，均值为 2.04mg/m³；底层海水中的叶绿素 a 含量为(0.78~2.97) mg/m³，均值为 1.76mg/m³。

表 6.5.2-1 各站位叶绿素 a 含量

站位	叶绿素 (mg/m ³)			
	表层	中层	底层	均值
1	2.38	-	1.7	1.98
2	1.63	-	1.08	1.31
3	1.27	-	1.06	1.14
4	1.75	2.22	2.01	2.04

5	2.36	2.19	2.03	2.13
6	3.21	-	1.67	2.33
7	2.61	-	1.43	1.94
8	2.27	-	1.75	1.95
9	1.57	-	0.78	1.15
10	2.46	2.36	1.86	2.18
11	2.54	2.37	2.42	2.37
12	2.89	-	1.36	2.04
13	2.71	-	1.93	2.24
14	1.94	-	0.92	1.40
15	1.81	1.96	2.24	2.00
16	2.02	1.87	2.2	1.97
17	2.75	-	1.67	2.07
18	2.24	-	1.94	2.00
19	2.18	-	1.63	1.85
20	2.64	1.7	2.11	1.96
21	1.78	2	2.25	2.01
22	2.36	—	—	2.36
23	2.41	—	—	2.41
24	1.46	—	2.97	2.16
25	1.87	1.69	1.52	3.24
最小值	1.27	1.69	0.78	1.14
最大值	3.21	2.37	2.97	3.24
平均值	2.20	2.04	1.76	2.01

备注：“—”表示未进行相应水层样品的采集，“/”表示因监测开展时间为夜间，未进行透明度观测，故该站位不进行初级生产力计算。

参照美国环保局（EPA）叶绿素 a 的含量评价标准（0.3~2.5）mg/m³ 为贫营养，（2.5~50）mg/m³ 为中营养，（50~140）mg/m³ 为富营养。由表可知，调查海域大部分处于贫营养水平。

（2）初级生产力

初级生产力的估算采用叶绿素 a 法，根据联合国教科文组织（UNESCO）推荐的 cadée(1975)公式估算：

$$P = \frac{Chla \cdot Q \cdot D \cdot E}{2}$$

式中：

P——现场初级生产力（mg·C/(m²·d)）；

Chla——平均叶绿素 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 12 小时；

E ——真光层深度（m），取透明度*2.7。

初级生产力的估算结果见下表。各站位初级生产力范围为（48.8~369.8） $\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ ，平均值为 164.8 $\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ 。最大值出现在 11 站位，最小值出现在 12 站位。

表 6.5.2-2 各站位初级生产力估算结果

站号	叶绿素平均值 (mg/m^3)	透明度 (m)	初级生产力 $\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$
1	1.98	1.0	118.5
2	1.31	1.3	101.8
3	1.14	1.6	109.2
4	2.04	1.9	232.0
5	2.13	2.5	318.8
6	2.33	0.9	125.7
7	1.94	0.9	104.8
8	1.95	1.0	116.9
9	1.15	1.5	103.3
10	2.18	1.9	247.7
11	2.37	2.6	369.8
12	2.04	0.4	48.8
13	2.24	1.2	161.2
14	1.40	1.2	100.6
15	2.00	1.7	203.5
16	1.97	2.7	318.9
17	2.07	1.5	186.3
18	2.00	0.5	60.1
19	1.85	0.7	77.6
20	1.96	1.6	188.3
21	2.01	1.7	204.4
22	2.36	0.9	127.3
23	2.41	0.6	86.7
24	2.16	1.2	155.4
25	3.24	1.3	252.2
最小值	1.14	0.40	48.8
最大值	3.24	2.70	369.8
平均值	2.01	1.37	164.8

根据贾晓平等的《海洋渔场生态环境质量状况综合评价方法探讨》（中国水产科学，第 10 卷第 2 期，2003 年 4 月），将初级生产力水平划分为 6 个等级，详见下表。调查海域 3 个站位处于中等水平，5 个站位处于中低水平，17 个站位处于低水平。

表 6.5.2-3 初级生产力水平分级表

项目	等级					
	1	2	3	4	5	6
水平状况	低水平	中低水平	中等水平	中高水平	高水平	超高水平
初级生产力 ($\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$)	<200	200~300	300~400	400~500	500~600	600

2.浮游植物

(1) 种类数

调查中，共鉴定出 3 门 91 种（含变种、变型），见下表。其中，硅藻种类最多，73 种，占总种类数的 80.2%；甲藻 17 种，蓝藻 1 种。

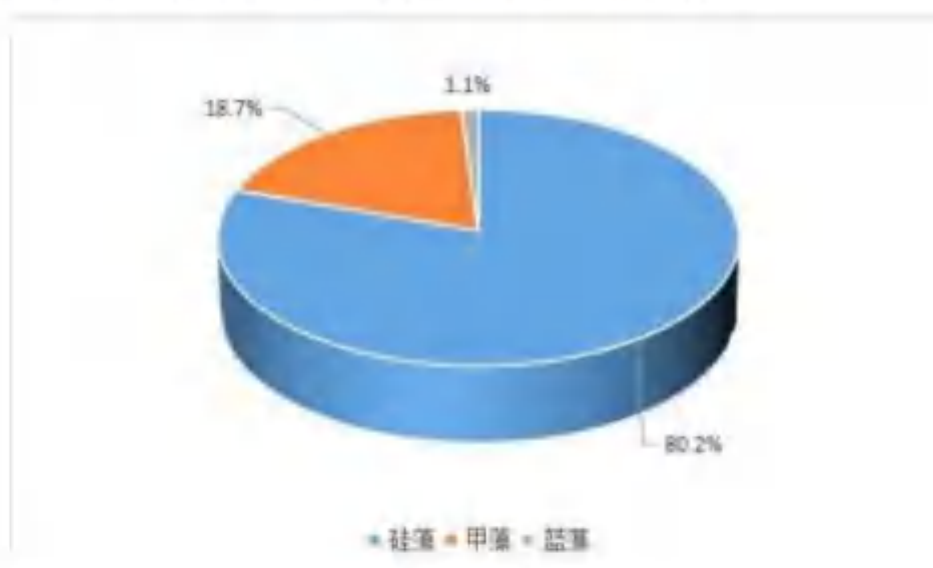


图 6.5.2-2 浮游植物种类组成

(2) 浮游植物种类数

调查中，各站位浮游植物种类数的变化范围为 35~66，平均每个站位的种类数为 48 种，最大值出现在 16 号站位，最小值出现在 18 号和 22 号站位。

(3) 细胞密度

调查中，各站位浮游植物细胞密度的变化范围为（103.08~705.00） $\times 10^3 \text{cell}/\text{m}^3$ ，平均每个站位的浮游植物细胞密度为 $319.74 \times 10^3 \text{cell}/\text{m}^3$ ，最大值出

现在 19 号站位，最小值出现在 4 站位。

(4) 优势种

对于某一调查海域的优势度，计算公式如下：

$$Y = n_i / N \cdot f_i$$

式中： n_i 为第 i 种的数量； N 为群落中所有种的数量； f_i 为第 i 种在各站出现的频率。

本文定义优势度 $Y \geq 0.02$ 的种类为优势种。

调查结果显示：浮游植物优势种共 6 种，菱形海线藻（*Thalassionema nitzschioides*）为调查海区的绝对优势种。

表 6.5.2-4 各站位浮游植物优势种及优势特征

序号	中文名	拉丁名	平均密度 ($\times 10^3$ cell/ m^3)	优势度 Y	出现频率 %
1	菱形海线藻	<i>Thalassionema nitzschioides</i>	104.81	0.328	100.0%
2	热带骨条藻	<i>Skeletonema tropicum</i>	46.09	0.144	100.0%
3	洛氏角毛藻	<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	20.77	0.065	100.0%
4	中肋骨条藻	<i>Skeletonema costatum</i>	17.81	0.056	100.0%
5	红海束毛藻	<i>Trichodesmium erythraeum</i>	19.50	0.050	81.3%
6	琼氏圆筛藻	<i>Coscinodiscus jonesianus</i>	7.47	0.024	100.0%

(5) 生态参数及生物多样性分析

多样性指数、均匀度、丰度和单纯度是生物群落特征数值的研究指标。一般情况下，种类越丰富，种间数量分布越均匀，多样性指数值就越高，也就预示生物群落受外界干扰越少或生物群落较为稳定。一般来说，在水体交错区或稳定成熟发展的水体中，浮游植物的多样性高。本文中计算公式如下：

$$H_i = - \sum_{i=1}^n P_i \log_2 P_i$$

$$P_i = n_i / N$$

$$J_i = H_i / \log_2 S$$

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

$$C = \sum (n_i / N)^2$$

式中： S 为种类数； C 为单纯度； H_i 为多样性指数； J_i 为均匀度； d 为丰度； n_i 是第 i 个物种的个体数； N 是该站位全部物种的个体数。

调查海域浮游植物单纯度的变化范围为 0.05~0.37，均值为 0.15；多样性指数的变化范围为 2.80~5.29，均值为 4.02；均匀度的变化范围为 0.52~0.91，均

值为 0.73；丰度的变化范围为 4.06~7.88，均值为 5.76。

表 6.5.2-5 各站位浮游植物主要生态参数

站位	细胞密度 ($\times 10^3$ cell/m ³)	种类数 <i>S</i>	单纯度 <i>C</i>	多样性指数 <i>H'</i>	均匀度 <i>J'</i>	丰度 <i>d</i>
1	272.78	51	0.11	4.40	0.78	6.18
3	202.55	54	0.10	4.39	0.76	6.92
4	103.08	50	0.05	5.06	0.90	7.33
6	290.38	43	0.09	4.42	0.82	5.13
7	244.53	38	0.14	3.85	0.73	4.66
9	127.92	43	0.10	4.47	0.82	6.00
11	125.91	56	0.05	5.29	0.91	7.88
12	556.25	38	0.37	2.80	0.53	4.06
14	393.91	56	0.37	3.05	0.52	6.38
16	542.07	66	0.09	4.67	0.77	7.16
18	300.00	35	0.24	3.26	0.64	4.13
19	705.00	44	0.25	2.82	0.52	4.54
20	259.63	54	0.14	3.92	0.68	6.61
22	192.00	35	0.09	4.13	0.80	4.48
23	611.76	40	0.12	3.78	0.71	4.21
25	188.08	50	0.15	4.01	0.71	6.49
最小值	103.08	35	0.05	2.80	0.52	4.06
最大值	705.00	66	0.37	5.29	0.91	7.88
均 值	319.74	47	0.15	4.02	0.73	5.76

3.浮游动物

(1) 种类组成

浮游动物经鉴定共有 107 种（包括属以上），分类学上隶属于 11 个类群，详见附录。此次调查中，桡足类最多，有 29 种，占总种类数的 27.1%；水母类 16 种，占总种类数的 15.0%；被囊类 8 种，异足目 6 种，多毛类 5 种，毛颚动物 4 种，樱虾类 3 种，原生动物、介形动物、枝角类各 2 种。此外，共鉴定浮游幼体（包括鱼卵仔稚鱼）30 种，见下图。

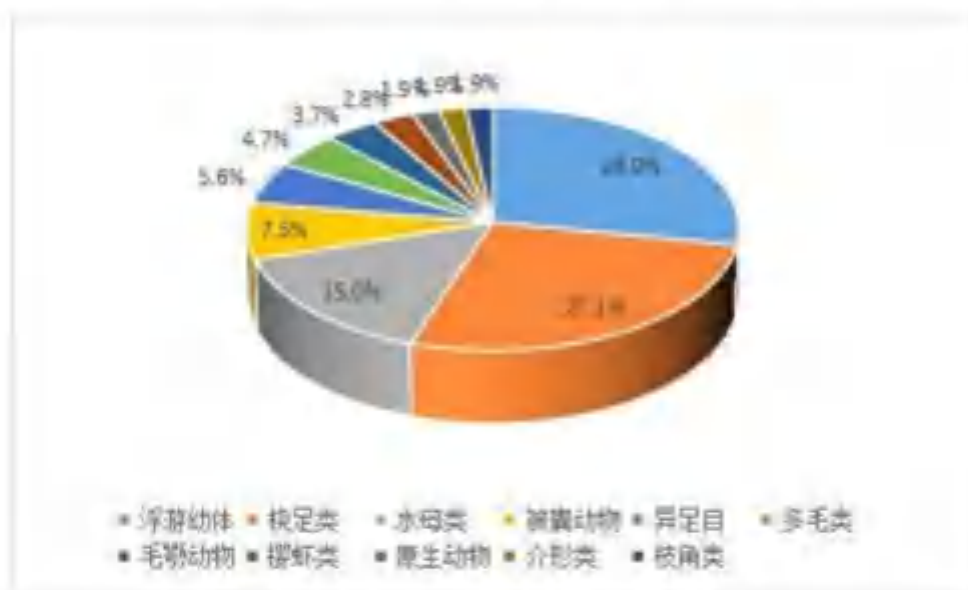


图 6.5.2-3 浮游动物种类组成

(2) 种类数

调查中，各站位浮游动物种类数的变化范围为 42~83，平均每个站位的种类数为 64 种，最大值出现在 11 站位，最小值出现在 7 站位。

(3) 密度

调查中，各站位浮游动物总密度的变化范围为 (49.68~288.82) ind./m³，平均浮游动物密度为 89.88ind./m³，最大值出现在 23 站位，最小值出现在 1 站位。

(4) 优势种

计算同浮游植物。浮游动物优势种共 1 种(类)。亚强真哲水蚤(*Subeucalanus subcrassus*) 优势度远大于其他优势种，为调查海区绝对优势种。

表 6.5.2-6 浮游动物优势种及优势特征

序号	中文名	拉丁名	平均密度 (ind./m ³)	优势度 Y	出现频率%
1	亚强真哲水蚤	<i>Subeucalanus subcrassus</i>	13.52	0.041	100

(5) 生物量

调查中，各站位浮游动物生物量的变化范围为 (56.96~511.76) mg/m³，均值为 180.71mg/m³。最大值出现在 23 号站位，最小值出现在 1 号站位。

(6) 生态参数及生物多样性分析

调查中，各站位浮游动物单纯度的变化范围为 0.04~0.10，均值为 0.06；多样性指数的变化范围为 4.46~5.42，均值为 5.08；均匀度的变化范围为 0.74~0.93，均值为 0.85；丰度的变化范围为 6.98~12.70，均值为 9.89。

表 6.5.2-7 浮游动物主要生态参数

站位	总密度 (ind./m ³)	种类数 S	单纯度 C	多样性 指 数H'	均匀度 J'	丰度 d	生物量 (mg/m ³)
1	49.68	53	0.04	5.27	0.92	9.23	56.96
3	68.43	74	0.04	5.42	0.87	11.97	266.42
4	72.95	79	0.05	5.31	0.84	12.60	325.34
6	56.25	45	0.04	5.12	0.93	7.57	57.69
7	58.59	42	0.07	4.62	0.86	6.98	70.31
9	71.04	75	0.06	5.24	0.84	12.03	327.08
11	87.87	83	0.05	5.37	0.84	12.70	332.23
12	113.13	50	0.05	5.03	0.89	7.18	143.75
14	67.61	64	0.06	5.08	0.85	10.36	67.39
16	93.62	79	0.04	5.37	0.85	11.91	165.52
18	67.73	50	0.04	5.14	0.91	8.06	86.36
19	104.75	68	0.07	4.84	0.80	9.98	127.50
20	105.74	77	0.09	4.80	0.77	11.30	201.85
22	58.00	44	0.04	5.08	0.93	7.34	80.00
23	288.82	64	0.10	4.46	0.74	7.71	511.76
25	73.85	71	0.06	5.08	0.83	11.28	71.15
最小值	49.68	42	0.04	4.46	0.74	6.98	56.96
最大值	288.82	83	0.10	5.42	0.93	12.70	511.76
均 值	89.88	64	0.06	5.08	0.85	9.89	180.71

4.底栖生物

(1) 种类组成

在定性样品分析中，调查海域共获底栖生物 6 大类 36 种。其中节肢动物 12 种，脊索动物 10 种，软体动物 8 种，刺胞动物 4 种，蠕虫动物和棘皮动物各 1 种。



图 6.5.2-4 底栖生物种类组成

(2) 生物量和栖息密度

调查海域底栖生物各站位定量样品分析中，平均生物量为 29.73g/m²，组成以蠕虫动物为主，平均生物量从大到小依次为：蠕虫动物>环节动物>节肢动物>棘皮动物>软体动物。平均栖息密度为 41.3ind./m²，组成以蠕虫动物为主，蠕虫动物>环节动物>节肢动物>棘皮动物>软体动物。

表 6.5.2-8 底栖生物的生物量（g/m²）和栖息密度（ind./m²）

站位	23	19	25	20	16	14	12	18	均值
栖息密度	0.0	13.4	20.0	20.0	6.7	6.7	6.7	6.7	
生物量	0.00	2.60	1.20	2.47	0.40	0.40	0.33	0.20	
站位	22	9	11	4	3	1	6	7	41.3
栖息密度	0.0	6.7	33.3	13.3	13.4	213.3	6.7	293.3	
生物量	0.00	1.40	3.80	2.20	2.20	246.40	0.27	211.80	

表 6.5.2-9 底栖生物各类群平均每站位生物量（g/m²）和栖息密度（ind./m²）及其所占百分比

类群	蠕虫动物	环节动物	节肢动物	棘皮动物	软体动物	合计
平均生物量	28.54	0.58	0.36	0.14	0.11	29.73
	95.99%	1.93%	1.22%	0.48%	0.38%	100%
平均	30.8	6.3	2.1	1.7	0.4	41.3

类群	蠕虫动物	环节动物	节肢动物	棘皮动物	软体动物	合计
栖息密度	74.75%	15.15%	5.05%	4.04%	1.01%	100%

(3) 优势种

计算同浮游植物。底栖生物优势种共 1 种。短吻铲荚蛭（*Listriolobus brevirostris*）为绝对优势种。

表 6.5.2-10 底栖生物优势种及优势特征

序号	中文名	拉丁名	平均栖息密度 (ind./m ³)	优势度 Y	出现频率%
1	短吻铲荚蛭	<i>Listriolobus brevirostris</i>	30.8	0.093	12.5

5.潮间带生物

(1) 种类组成

本次潮间带生物监测的定性、定量样品经鉴定共有 2 门 5 种。种类组成以软体动物为主，4 种，节肢动物 1 种。

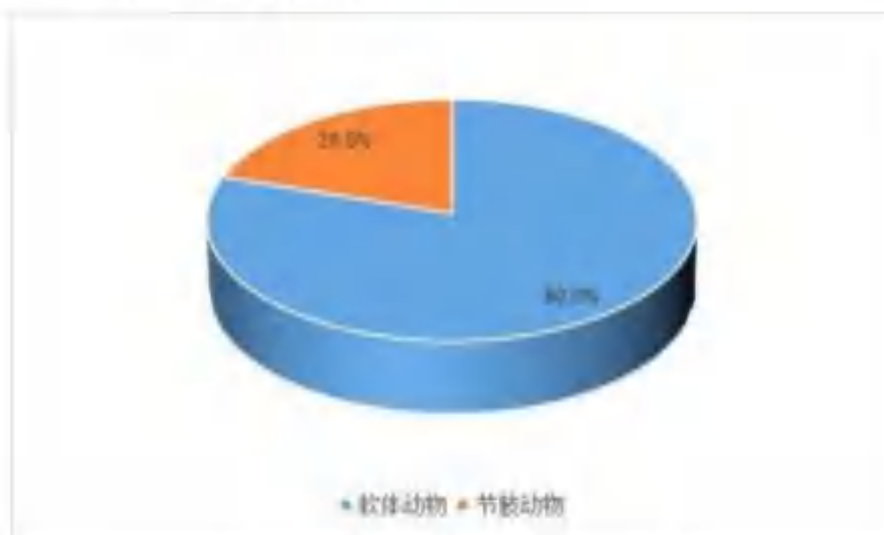


图 6.5.2-5 潮间带生物类群组成

表 6.5.2-11 潮间带生物种名录

中文名	拉丁名
节肢动物	ARTHROPODA
痕掌沙蟹	<i>Ocypode stimpsoni</i>
软体动物	MOLLUSCA
肯氏隔贻贝	<i>Septifer keenae</i>
豆斧蛤	<i>Latonafaba</i>
等边浅蛤	<i>Gomphina aequilatera</i>
文蛤	<i>Meretrix meretrix</i>

(2) 生物量和栖息密度

定量调查中，平均栖息密度为 105.3ind./m²，软体动物最高，为 105.3 ind./m²；

平均生物量为 55.79g/m²，软体动物最高，为 17.65g/m²。水平分布上，潮间带断面生物栖息密度表现为 27>28>26，生物量表现为 26>27>28；垂直分布上，潮间带断面生物栖息密度表现为低潮带>中潮带>高潮带，生物量表现为低潮带>中潮带>高潮带。

表 6.5.2-12 潮间带生物栖息密度(ind./m²)和生物量(g/m²)的水平分布

断面号	项目	软体动物	合计
26	栖息密度	72.0	72.0
	生物量	82.84	82.84
27	栖息密度	168.0	168.0
	生物量	57.76	57.76
28	栖息密度	76.0	76.0
	生物量	26.76	26.76
均值	栖息密度	105.3	105.3
	生物量	55.79	55.79

表 6.5.2-13 潮间带生物栖息密度(ind./m²)和生物量(g/m²)的垂直分布

潮带类型	项目	软体动物	合计
高潮带	栖息密度	0.0	0.0
	生物量	0.00	0.00
中潮带	栖息密度	120.0	120.0
	生物量	52.80	52.80
低潮带	栖息密度	196.0	196.0
	生物量	114.56	114.56
均值	栖息密度	105.3	105.3
	生物量	55.79	55.79

(3) 种类数和数量

定性调查中，监测区域潮间带生物共采获生物 2 大类 5 种 48 个。其中，软体动物 4 种 43 个，节肢动物 1 种 5 个。26、27 和 28 潮带种类数表现为低潮带>中潮带>高潮带。

(4) 优势种

定性调查中，监测区域潮间带生物的优势种共 3 种。豆斧蛤（*Latonafaba*）为该调查区域第一优势种。

表 6.5.2-14 潮间带生物优势种及优势度

序号	中文名	拉丁名	总数量	优势度Y	出现频率%
1	豆斧蛤	<i>Latonafaba</i>	23	0.213	44.4
2	等边浅蛤	<i>Gomphina aequilatera</i>	13	0.181	66.7

序号	中文名	拉丁名	总数量	优势度Y	出现频率%
3	痕掌沙蟹	<i>Ocypode stimpsoni</i>	5	0.035	33.3

(5) 生态参数及生物多样性分析

定性调查中,潮间带生物各站位种类数的变化范围为3~4,均值为3.7;各站位生物出现数量的变化范围为14~20,均值为16;单纯度的变化范围为0.08~0.22,均值为0.13;多样性指数的变化范围为1.43~1.81,均值为1.64;均匀度的变化范围为0.84~0.90,均值为0.88;丰度的变化范围为0.53~0.79,均值为0.67。

表 6.5.2-15 潮间带生物主要生态参数

站位	数量	种类数S	单纯度C	多样性指数H'	均匀度J'	丰度d
26	20	4	0.22	1.68	0.84	0.69
27	14	4	0.08	1.81	0.90	0.79
28	14	3	0.10	1.43	0.90	0.53
最小值	14	3	0.08	1.43	0.84	0.53
最大值	20	4	0.22	1.81	0.90	0.79
均值	16	3.7	0.13	1.64	0.88	0.67

6.5.2.6 小结

2022年秋季海洋生态现状调查结果表明:

(1)各站位表层海水中的叶绿素a含量为(1.27-3.21)mg/m³,均值为2.20mg/m³;中层海水中的叶绿素a含量为(1.69~2.37)mg/m³,均值为2.04 mg/m³;底层海水中的叶绿素a含量为(0.78~2.97)mg/m³,均值为1.76g/m³。调查各站位叶绿素a平均值为2.01mg/m³。

各站位初级生产力范围为(48.8~369.8)mg·C/(m²·d),平均值为164.8 mg·C/(m²·d)。整体看来,调查海域整体处于贫营养水平。

(2)浮游植物共鉴定出91种。各站位浮游植物种类数的变化范围为35~66,平均为48种;各站位细胞密度的变化范围为(103.08~705.00)×10³cell/m³,平均值为319.74.83×10³cell/m³;浮游植物优势种共6种,菱形海线藻为绝对优势种;单纯度的变化范围为0.05~0.37,均值为0.15;多样性指数的变化范围为2.80~5.29,均值为4.02;均匀度的变化范围为0.52~0.91,均值为0.73;丰度的变化范围为4.06~7.88,均值为5.76。

(3)浮游动物共鉴定有107种,桡足类29种,水母类16种,被囊类8种,异足目6种,多毛类5种,毛颚动物4种,樱虾类3种,原生动物、介形动

物、枝角类各 2 种。各站位浮游动物种类数的变化范围为 42~83，平均值为 64 种；浮游动物总密度的变化范围为(49.68~288.82)ind./m³，平均值为 89.88 ind./m³；浮游动物生物量的变化范围为(56.96~511.76) mg/m³，均值为 180.71mg/m³；优势种 1 种，为亚强真哲水蚤；单纯度的变化范围为 0.04~0.10，均值为 0.06；多样性指数的变化范围为 4.46~5.42，均值为 5.08；均匀度的变化范围为 0.74~0.93，均值为 0.85；丰度的变化范围为 6.98~12.70，均值为 9.89。

(4) 底栖生物定性样品共鉴定 6 大类 36 种，包括节肢动物 12 种，脊索动物 10 种，软体动物 8 种，刺胞动物 4 种，蠕虫动物和棘皮动物各 1 种；定量样品，底栖生物平均生物量为 29.73 g/m²，平均栖息密度为 41.3ind./m²；底栖生物优势种共 1 种，为短吻铲荚蛭。

(5) 潮间带生物定性、定量样品共鉴定有 2 门 5 种，其中软体动物为 4 种，节肢动物 1 种；定量调查中，平均栖息密度为 105.3ind./m²、平均生物量为 55.79g/m²。水平分布上，潮间带断面生物栖息密度表现为 27>28>26，生物量表现为 26>27>28；垂直分布上，潮间带断面生物栖息密度表现为低潮带>中潮带>高潮带，生物量表现为低潮带>中潮带>高潮带；定性调查中，潮间带生物各站位种类数的变化范围为 3~4，均值为 3.7；各站位生物出现数量的变化范围为 14~20，均值为 16；单纯度的变化范围为 0.08~0.22，均值为 0.13；多样性指数的变化范围为 1.43~1.81，均值为 1.64；均匀度的变化范围为 0.84~0.90，均值为 0.88；丰度的变化范围为 0.53~0.79，均值为 0.67。

6.5.3 秋季渔业资源现状调查与评价

6.5.3.1 调查站位

国家海洋局汕尾海洋环境监测中心站于 2022 年 10 月 15 日、10 月 21~22 日开展了渔业资源调查，共设置渔业资源调查站位共 16 个调查站位位置详见下图。

图 6.5.3-1 秋季调查站位图

6.5.3.2 调查因子

调查因子为鱼卵、仔稚鱼和游泳动物。

6.5.3.3 调查方法

鱼卵、仔稚鱼、游泳动物现场采样和分析按照《海洋调查规范-海洋生物调

查》(GB/T12763.6-2007)和《海洋渔业资源调查规范》(SC/T 9403-2012)的有关要求进行。

鱼卵和仔稚鱼：定量分析样品采用浅水I型浮游动物网采集，每站取自底层至表层做一次垂直拖网的方法采集浮游动物样品。定性分析样品采用大型浮游生物网于表层水平拖曳10分钟取得，拖速约为1.5kn。采集到的样品用5%福尔马林溶液固定后，带回实验室进行湿重生物量称重，并用镜检分析法和个体计数法进行浮游动物的种类鉴定和计数。

游泳生物：采用单拖网采样，拖网时长1h，同时记录网口长度、网口宽度、网具长度、网眼大小。每网样品按种分类，各站的渔获样品均在现场进行初步分析和测定；渔获样品较少(<20kg)时，将全部样品进行分析测定；渔获物较多时，先挑选个体较大和稀有种类的样品，其余小杂鱼样品随机取样，再进行分析测定；当不能进行现场分析和测定时，将样品按类别装于聚乙烯袋中，冷冻保存带回实验室分析和测定。

现状调查租用单囊拖网渔船开展(粤濠渔51044，吨位50吨，船长21m)。调查使用的网具为单拖网，为渔业生产作业时使用的网具，其上纲为32m(计算得到网宽约为10m)，网囊网目尺寸20mm。每站拖网约1h，拖速约为3kn。调查采样方法按《海洋监测规范》(GB17378.5-2007)和《海洋调查规范 海洋生物调查》(GB12763.6-2007)执行。收网后，把网囊里的全部渔获物倒在甲板上。渔获物总质量在40kg以下时，全部取样分析，大于40kg时，从中挑出大型的和稀有的标本后，从渔获物中随机取出渔获物分析样品20kg左右，然后把余下的渔获物品按品种装箱，记录该站次准确的渔获总质量(kg)。取样分析的样品带回实验室鉴定种类、测量长度、测定体重和统计个数。

6.5.3.4 分析方法

(1) 渔业资源密度(重量、尾数)估算方法

本次调查水域各测站拖网资源密度的估算采用扫海面积法，拖网网具鱼类、虾类、蟹类和其它类(尾数、重量)逃逸率均为0.5。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：

$$\rho_i = C_i / a_{iq}$$

式中： ρ_i —第i站的资源密度(重量：kg/km²；尾数：尾/km²)；

C_i —第i站的每小时拖网渔获量(重量：kg/h；尾数：尾/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) $\times$ 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, 即 “1-逃逸率”), 其中: 中上层游泳动物逃逸率取 0.7; 近底层游泳动物逃逸率取 0.5; 底层游泳动物逃逸率取 0.2。

(2) 渔业资源生物生态环境评价方法

群落物种多样性的 高低, 除了受取样大小、数量的分布影响外, 主要依赖于群落中种类数多少和种间个体分布是否均匀。根据各站位的群落调查结果, 运用群落统计学方法, 分别计算浮游生物群落、底栖生物群落, 潮间带生物群落, 游泳动物群落的多样性指数、均匀度指数、丰度指数和优势度指数等群落生态学特征指数进行综合评价。

各项生态指数的计算公式为:

① 香农-威纳(Shannon-Weiner)多样性指数:

$$H' = - \sum_{i=1}^s P_i \ln P_i$$

式中: H' —多样性指数;

s —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(n_i/N 或 w_i/W)。

② 均匀度(Pielou 指数):

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

式中: J —表示均匀度;

H' —种类多样性指数值;

$H_{\max}$ —为 $\ln S$, 表示多样性指数的最大值, S 为样品中总种类数。

③ 丰富度指数 (Margalef 计算公式):

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

式中: D ——表示丰富度指数;

S ——样品中的种类总数;

N ——样品中的生物个体数。

(3) 优势种分析

运用相对重要性指数 (Index of Relative Importance, IRI) 对渔业资源生物种

类组成 进行分析，以确定优势种类、重要种类和主要种类的成分。IRI 的计算公式如下：

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

N 为某一种类的尾数占总尾数的百分比(%)； W 为某一种类的质量占总质量的百分比(%)； F 为某一种类出现的站数占调查总站数的百分比(%)。取 $IRI > 1000$ 的种类为优势种； $1000 > IRI > 100$ 的种类为重要； $100 > IRI > 10$ 的种类为常见种类； $IRI < 10$ 的种类为少见种类。

6.5.3.5 调查结果与评价

1. 鱼卵

本次共捕获鱼卵 5 种（包括属以上）1685 粒。垂直拖网捕获 3 种 127 粒，各站位密度变化范围为（0.588~11.719）ind./m³。水平拖网捕获 5 种 1558 粒，各站位数量变化范围为 4~360，均值为 97，最大值出现在 20 站位。其中，小公鱼属鱼卵 1074 粒，鲷科鱼卵 372 粒。

表 6.5.3-1 鱼卵、仔稚鱼名录

中文名	拉丁名
石首鱼科	<i>Sciaenidae</i>
狗母鱼科	<i>Synodontidae</i>
小公鱼属	<i>Stolephorus sp.</i>
鲱属	<i>Clupea sp.</i>
鲷科	<i>Sparidae</i>

2. 仔稚鱼

本次共捕获仔稚鱼 17 种（包括属以上）74 尾。其中垂直拖网捕获 3 种 87 尾，各站位密度变化范围为（0.000~0.455）ind./m³。水平拖网捕获 3 种 81 尾。

表 6.5.3-2 鱼类浮游生物各站位分布

站位	定性调查		定量调查	
	鱼卵	仔稚鱼	鱼卵	仔稚鱼
	(ind.)	(ind.)	(ind./m ³)	(ind./m ³)
1	132	0	2.532	0.316
3	10	0	0.730	0.000
4	4	0	1.541	0.000
6	178	0	1.923	0.000
7	100	0	11.719	0.000
9	18	0	0.834	0.000

11	50	0	1.329	0.332
12	44	8	1.875	0.000
14	44	3	0.652	0.000
16	86	0	0.862	0.000
18	125	6	5.454	0.455
19	173	24	3.250	0.250
20	360	2	2.778	0.185
22	69	2	1.500	0.000
23	141	29	0.588	0.000
25	24	7	0.962	0.000

3.游泳动物

①种类组成和总渔获量

调查海区内共捕获游泳生物 29 种，其中鱼类隶属于 7 目 14 科 15 种，甲壳类隶属于 2 目 4 科 12 种，头足类隶属于 2 目 2 科 2 种。

游泳生物的总渔获量为 176.016 kg，平均渔获率为 11.795kg/h。其中，23 号站位渔获率最高，为 19.632kg/h；3 号站位渔获率最低，为 6.374kg/h。

鱼类的平均渔获率为 3.919kg/h，总渔获量为 62.697kg，占游泳动物总渔获量的 33.22%。甲壳类的平均渔获率为 7.804kg/h，总渔获量为 124.859kg，占 66.16%。头足类的平均渔获率为 0.073kg/h，总渔获量为 1.170kg，占 0.062%。

鱼类在渔获物中占优势，甲壳类次之，头足类最少。调查海区出现的主要经济种类有短沟对虾、长毛明对虾、中国明对虾、刀额新对虾、红星梭子蟹、远海梭子蟹、锯缘青蟹、口虾蛄、杜氏叫姑鱼、丁鲷、小黄鱼、孔虾虎鱼等。

②资源密度

调查采用扫海面积法（密度指数法），估算评价海区的资源密度，求算公式为：

$$D=C/Q \cdot A$$

其中：D——渔业资源密度，单位为 kg/km²；

C——平均每小时拖网渔获量，单位为 kg/网·h；

A——每小时网具取样面积，单位为 km²/网·h；

Q——网具渔获率（取 0.5）。

表 6.5.3-3 游泳生物渔获率分布

站位	尾数渔获率 (ind/h)	重量渔获率 (kg/h)	尾数资源密度 ($\times 10^3$ ind/km ²)	重量资源密度 (kg/km ²)
1	177	6374	6371	229
3	142	5690	5112	205
4	156	6120	5616	220
6	310	7730	11159	278
7	272	11995	9791	432
9	588	12060	21166	434
11	966	17020	34773	613
12	483	9525	17387	343
14	411	8035	14795	289
16	952	14230	34269	512
18	610	9701	21958	349
19	403	8845	14507	318
20	1010	18770	36357	676
22	582	19065	20950	686
23	1055	19631	37977	707
25	622	13935	22390	502
最小值	142	5.690	5.112	204.8
最大值	1055	19.631	37.977	706.7
均值	546	11.795	19.661	424.6

本次调查各站位游泳生物尾数渔获率范围为(142~1055) ind/h, 平均尾数渔获率为 546 ind/h; 各站位游泳生物重量渔获率为(5.690~19.631) kg/h, 平均重量渔获率为 11.795kg/h。各站位尾数资源密度范围为(5.112~37.977) $\times 10^3$ ind/km², 平均尾数资源密度为 19.661 $\times 10^3$ ind/km²; 各站位重量资源密度范围为(204.8~706.7) kg/km², 平均重量资源密度为 424.6kg/km²。

根据公式估算, 调查海区游泳生物的平均资源密度为 424.6kg/km²。因为中上层鱼类、贝类和螺类未在此次采样范围, 故调查结果应该低于本地区实际渔业资源密度。其中, 资源密度最大值出现于 23 站位, 最小值出现于 3 站位。

③相对重要性指数 IRI 分析

利用相对重要性指数 IRI 分析渔获物在群体数量组成中的生态地位, 依次确定优势种。公式如下:

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

式中: N ——某一种类的尾数占渔获总尾数的百分比;

W ——某一种类的重量占渔获总重量的百分比;

F ——某一种类出现的频率。

监测海区渔获物中 IRI 大于 0.01 的游泳动物共有 16 种，第一优势种为口虾蛄 (*Oratosquilla oratoria*)。

表 6.5.3-4 渔获重量和个体数量渔获率及组成

序号	中文名	拉丁名	平均个体 渔获率 (ind/h)	平均重量 渔获率 (kg/h)	数量百分 比 (%)	重量百 分比 (%)	出现 频率 (%)	IRI
1	口虾蛄	<i>Oratosquilla oratoria</i>	1685	33.25	20.18	18.88	100.00	0.391
2	刀额新对虾	<i>Metapenaeus ensis</i>	1995	19.95	23.89	11.33	100.00	0.352
3	中国明对虾	<i>Fenneropenaeus chinensis</i>	899	13.95	10.77	7.92	75.00	0.14
4	红星梭子蟹	<i>Portunus sanguinolentus</i>	274	18.75	3.28	10.65	100.00	0.139
5	孔虾虎鱼	<i>Trypauchen vagina</i>	446	12.81	5.34	7.27	100.00	0.126
6	中华管鞭虾	<i>Solenocera crassicornis</i>	1002	6.57	12.00	3.73	62.50	0.098
7	远海梭子蟹	<i>Portunus pelagicus</i>	120	12.04	1.44	6.84	100.00	0.083
8	长毛明对虾	<i>Fenneropenaeus spenicillatus</i>	427	6.89	5.11	3.91	68.75	0.062
9	杜氏叫姑鱼	<i>Johnius dussumieri</i>	183	9.88	2.19	5.61	75.00	0.059
10	褐篮子鱼	<i>Siganus fuscus</i>	170	5.42	2.04	3.08	43.75	0.022
11	细鳞鲷	<i>Therapon jarbua</i>	172	5.04	2.06	2.86	43.75	0.022
12	丁鲷	<i>Wak distinctus</i>	40	6.95	0.48	3.95	50.00	0.022
13	沙栖新对虾	<i>Metapenaeus moyehi</i>	190	1.285	2.28	0.73	56.25	0.017
14	鹿斑仰口鲷	<i>Secutor ruconius</i>	211	2.08	2.53	1.18	43.75	0.016
15	七丝鲚	<i>Coilia grayii</i>	130	1.95	1.56	1.11	50.00	0.013
16	锈斑蟳	<i>Charybdis feriatus</i>	63	1.864	0.75	1.06	62.50	0.011

④鱼类的资源状况

A.鱼类种类组成

海区共捕获鱼类 15 种，分属于 7 目 14 科。以鲈形目的种类数量最多，捕获 8 种，其次为鲱形目，出现 2 种。

B.资源密度分布

调查渔获的鱼类平均渔获率为 3.919kg/h，总渔获量为 62.697 kg，占游泳动物总渔获量的 33.22%。鱼类的平均资源密度为 144.1kg/km²。其中，22 站位鱼类的资源密度最高，为 318.0kg/km²；3 站位鱼类资源密度最低，为 73.8kg/km²。大部分站位主要由孔虾虎鱼 (*Trypauchen vagina*) 和杜氏叫姑鱼 (*Johnius dussumieri*)

组成。

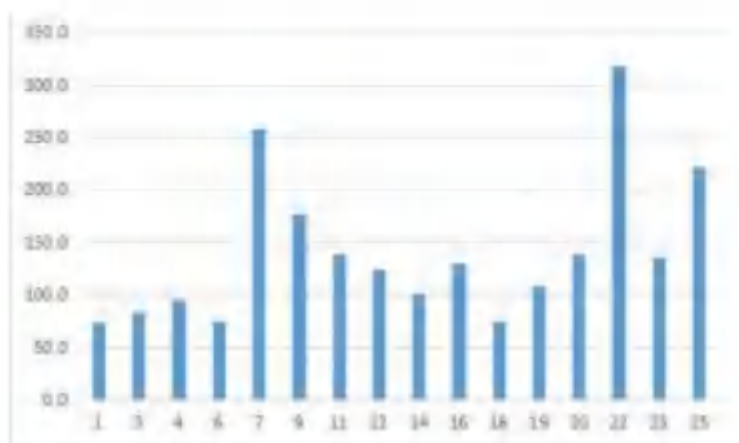


图 6.5.3-2 各站位鱼类资源密度 (单位: kg/km²)

C.主要优势种

孔虾虎鱼: 调查中, 孔虾虎鱼的平均重量渔获率为 0.801kg/h, 渔获量约占总渔获量的 7.27%; 其平均个体渔获率为 28ind/h, 个体数量约占总渔获物个体的 5.34%。

杜氏叫姑鱼: 调查中, 杜氏叫姑鱼的平均重量渔获率为 0.618kg/h, 渔获量约占总渔获量的 5.61%; 其平均个体渔获率为 11ind/h, 个体数量约占总渔获物个体的 2.19%。

⑤甲壳类的资源状况

A. 甲壳类种类组成

调查共渔获的甲壳类经鉴定共有 12 种, 分属 2 目 4 科。梭子蟹科出现 4 种, 对虾科出现 5 种, 虾蛄科、管鞭虾科各出现 1 种。

B.资源密度分布

调查渔获的甲壳类平均渔获率为 7.803kg/h, 总渔获量为 124.859kg, 占 66.16%。甲壳类的平均资源密度为 280.9kg/km²。其中 23 站位资源密度最高, 4 站位甲壳类资源密度最低。大部分站位主要由口虾蛄 (*Oratosquilla oratoria*)、刀额新对虾 (*Metapenaeus ensis*) 和红星梭子蟹 (*Portunus sanguinolentus*) 组成。

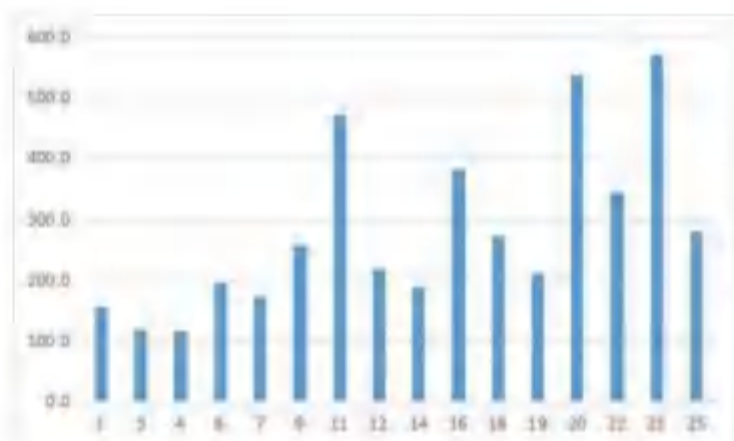


图 6.5.3-3 各站位甲壳类资源密度 (单位: kg/km²)

C.主要优势种

口虾蛄：调查中，口虾蛄的平均渔获率为 2.078kg/h，重量渔获量占总渔获量的 18.88%，渔获重量居第一位。平均个体渔获率为 105 ind/h，个体数量占总个体数量的 20.18%。渔获数量居第二位。

刀额新对虾：调查中，刀额新对虾的平均渔获率为 1.247kg/h，重量渔获量占总渔获量的 11.33%，渔获重量居第二位。平均个体渔获率为 125 ind/h，个体数量占总个体数量的 23.89%。渔获数量居第一位。

红星梭子蟹：调查中，红星梭子蟹的平均渔获率为 1.172kg/h，渔获量占总渔获量的 10.65%，渔获重量居第三位。平均个体渔获率为 17ind/h，个体数量占总个体数量的 3.28%。

⑥头足类的资源状况

A.头足类种类组成

调查渔获的头足类经鉴定共有 2 种，分属 2 目 2 科。

B.资源密度分布

调查海区渔获头足类非常少，平均渔获率为 0.073kg/h，总渔获量为 1.170kg，占 0.62%。头足类的平均资源密度为 2.6kg/km²。其中，22 站位头足类资源密度最高，为 22.7kg/km²。大部分站位主要由中国枪乌贼 (*Uroteuthis chinensis*) 组成。

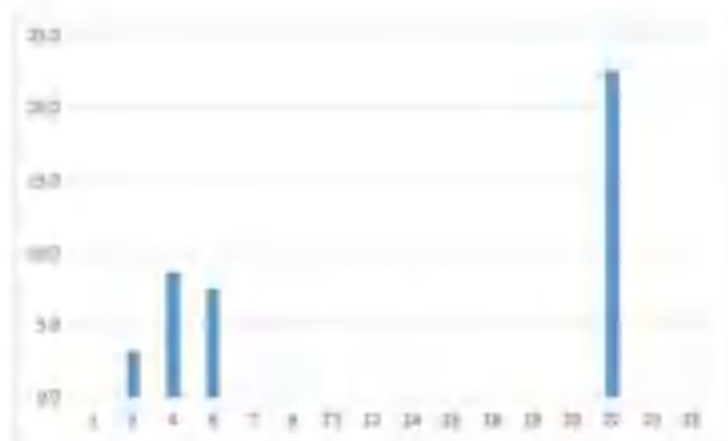


图 5.7-4 各站位头足类资源密度 (单位: kg/km^2)

C. 主要优势种

中国枪乌贼平均渔获率为 $0.036\text{kg}/\text{h}$, 渔获重量占总渔获重量的 0.32% 。平均个体 渔获率为 $1.2\text{ ind}/\text{h}$, 个体数量占总个体数量的 0.23% 。

6.5.3.6 小结

本次调查中, 共捕获鱼卵 5 种 1685 粒, 其中垂直拖网捕获 3 种 127 粒, 密度变化范围为 $(0.588 \sim 11.719)\text{ ind}/\text{m}^3$, 平均值 $2.408\text{ ind}/\text{m}^3$, 水平拖网捕获 5 种 1558 粒, 各站位数 量变化范围为 $4 \sim 360$, 均值为 97; 本次调查共捕获仔稚鱼 17 种, 其中垂直拖网捕获 3 种 87 尾, 各站位密度变化范围为 $(0.000 \sim 0.455)\text{ ind}/\text{m}^3$, 平均值 $0.096\text{ ind}/\text{m}^3$ 。水平拖网捕获 3 种 81 尾。调查海区内共捕获游泳生物 29 种, 其中鱼类隶属于 7 目 14 科 15 种, 甲壳类隶属于 2 目 4 科 12 种, 头足类隶属于 2 目 2 科 2 种; 游泳生物的总渔获量为 176.016 kg , 平均渔获率为 $11.795\text{ kg}/\text{h}$; 本次调查各站位游泳生物尾数渔获率范围为 $(142 \sim 1055)\text{ ind}/\text{h}$, 平均尾数渔获率为 $546\text{ ind}/\text{h}$; 各站位游泳生物重量渔获率为 $(5.690 \sim 19.631)\text{ kg}/\text{h}$, 平均重量渔获率为 $11.795\text{ kg}/\text{h}$; 各站位尾数资源密度范围为 $(5.112 \sim 37.977) \times 10^3\text{ ind}/\text{km}^2$, 平均尾数资源密度为 $19.661 \times 10^3\text{ ind}/\text{km}^2$; 各站位重量资源密度范围为 $(204.8 \sim 706.7)\text{ kg}/\text{km}^2$, 平均重量资源密度为 $424.6\text{ kg}/\text{km}^2$; 调查海区游泳生物的平均资源密度为 $424.6\text{ kg}/\text{km}^2$; IRI 大于 0.01 的游泳动物共有 16 种, 第一优势种为口虾蛄。

6.6 大气环境质量现状调查与评价

根据《2024 年汕头市生态环境状况公报》，2024 年汕头市区 SO₂、NO₂、PM₁₀、PM_{2.5} 年平均质量浓度值分别为 7μg/m³、13μg/m³、33μg/m³ 和 20μg/m³，CO 24 小时平均第 95 百分位数浓度值为 0.9mg/m³，O₃ 日最大 8 小时平均值的第 90 百分位数浓度值为 136μg/m³，均能达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012 及 2018 年修改单）二级标准，因此判定评价范围内汕头市区域为达标区。

表 6.6-1 区域空气环境质量现状评价表

所在区域	污染物	评价指标	现状浓度 (μg/m ³)	标准值 (μg/m ³)	占标率 (%)	达标情况
汕头市	SO ₂	年平均质量浓度	7	60	11.7	达标
	NO ₂	年平均质量浓度	13	40	32.5	达标
	PM _{2.5}	年平均质量浓度	20	35	57.1	达标
	PM ₁₀	年平均质量浓度	33	70	47.1	达标
	CO	日平均浓度第 95 百分位数	900	4000	22.5	达标
	O ₃	日最大 8 小时滑动平均值第 90 百分位数	133	160	83.1	达标

6.7 声环境质量现状调查与评价

本次基本污染物环境质量现状评价基准年为 2024 年，根据《2024 年汕头市生态环境状况公报》，2024 年，城市区域声环境昼间平均等效声级为 54.5 分贝，质量等级为较好。

6.8 疏浚物现状调查与评价

广东中加检测技术股份有限公司于 2024 年 7 月 16 日对海门电厂港池及航道疏浚物进行采样分析，在疏浚区内设置 16 个采样点；疏浚区外，即疏浚港池外东侧 900m 处设置 1 个对照点，共个 17 采样点（监测点位如下表，具体点位图见图 6.8-1）。监测因子为：粒度、有机碳、油类、硫化物、铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷。

表 6.8-1 监测点位及检测因子一览表

对照《海洋倾倒物质评价规范 疏浚物》（GB 30980-2014），本项目疏浚范围内的 16 个点位的样品，均属于清洁类疏浚物。

图 6.8-1 监测点位分布图

表 6.8-2 (1) 监测结果表 a

站位编号	样品编号	样品外观描述	有机碳	油类	硫化物	铜	铅	锌	镉	铬	汞	砷
			%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
S1	CW240716001	灰色、无异味、淤泥	0.55	11.3	51.4	9.7	45.0	80.4	0.09	51.0	0.054	8.69
S2	CW240716002	灰色、无异味、淤泥	0.40	1.86	86.7	9.5	39.8	75.0	0.04	35.7	0.032	8.19
S3	CW240716003	灰黑、无异味、淤泥	0.79	33.6	1.7	11.5	43.0	80.2	<0.04	32.5	0.030	9.45
S4	CW240716004	灰黑、无异味、淤泥	0.70	8.09	155	11.2	59.0	89.3	<0.04	35.8	0.046	10.7
S5	CW240716005	棕灰、无异味、淤泥	1.22	18.4	166	13.8	43.1	102	<0.04	42.3	0.053	9.80
S6	CW240716006	棕灰、无异味、淤泥	1.21	20.0	121	14.9	44.4	96.4	0.13	41.5	0.090	9.50
S7	CW240716007	棕灰、无异味、淤泥	1.24	16.4	136	14.7	47.1	106	0.08	42.7	0.064	11.6
S8	CW240716008	灰色、无异味、淤泥	1.28	12.0	62.3	15.6	32.8	97.9	0.05	41.1	0.109	10.6
S9	CW240716009	灰色、无异味、淤泥	1.23	13.0	110	15.3	45.6	102	0.07	43.9	0.079	10.7
S10	CW240716010	灰色、无异味、淤泥	1.13	28.0	80.2	16.7	40.3	102	0.08	39.2	0.088	10.1
S11	CW240716011	灰色、无异味、淤泥	1.20	16.0	96.2	15.9	40.0	98.4	0.04	38.1	0.086	11.8
S12	CW240716012	灰色、无异味、淤泥	1.21	15.7	130	15.4	38.8	100	0.06	37.0	0.077	10.9
S13	CW240716013	灰色、无异味、淤泥	1.34	12.9	94.9	15.5	32.4	96.5	0.05	44.2	0.067	10.8
S14	CW240716014	棕灰、无异味、淤泥	1.51	27.0	48.1	17.1	41.6	101	<0.04	46.5	0.075	10.5
S15	CW240716015	棕灰、无异味、淤泥	1.24	21.1	162	17.0	44.8	107	0.26	34.4	0.091	12.4
S16	CW240716016	棕灰、无异味、淤泥	1.57	24.4	40.5	17.7	34.4	110	0.07	42.2	0.087	11.5
S17(对照点)	CW240716017	棕色、无异味、砂质	1.27	<1.0	<0.3	8.3	28.2	63.0	0.08	38.4	0.101	0.12
备注	①分析时间：2024 年 7 月 17 日~8 月 21 日； ②检测结果未检出以“<检出限”表示。											

表 6.8-2 (1) 监测结果表 b

站位编号	样品编号	粒组含量%							沉积物分类
		砾石(G)	砂(S)			粉砂(T)		粘土(Y)	
		>2.00mm	(0.500~2.00) mm	(0.250~0.50) mm	(0.063~0.250) mm	(0.016~0.063) mm	(0.004~0.016) mm	<0.004mm	
S1	CW240716001	0.00	0.00	0.34	39.01	40.32	15.88	4.44	砂质粉砂 S-T
S2	CW240716002	0.00	0.00	0.42	44.77	37.61	13.65	3.55	砂质粉砂 S-T
S3	CW240716003	0.00	0.00	1.01	41.24	39.83	14.09	3.83	砂质粉砂 S-T
S4	CW240716004	0.00	0.00	0.65	37.31	40.33	17.05	4.66	砂质粉砂 S-T
S5	CW240716005	0.00	0.00	0.28	36.53	42.21	16.60	4.38	砂质粉砂 S-T
S6	CW240716006	0.00	0.00	0.79	37.37	40.31	17.61	3.92	砂质粉砂 S-T
S7	CW240716007	0.00	0.00	0.84	35.62	41.52	18.00	4.02	砂质粉砂 S-T
S8	CW240716008	0.00	0.00	0.59	33.71	43.47	17.80	4.43	砂质粉砂 S-T
S9	CW240716009	0.00	0.00	1.81	36.55	39.95	16.91	4.78	砂质粉砂 S-T
S10	CW240716010	0.00	0.00	1.32	37.81	39.67	17.26	3.94	砂质粉砂 S-T
S11	CW240716011	0.00	0.00	0.48	36.83	40.59	17.66	4.44	砂质粉砂 S-T
S12	CW240716012	0.00	0.00	2.09	38.22	38.98	15.89	4.82	砂质粉砂 S-T
S13	CW240716013	0.00	0.00	1.62	37.11	40.31	15.96	5.00	砂质粉砂 S-T
S14	CW240716014	0.00	0.00	1.96	39.32	38.52	16.49	3.71	砂质粉砂 S-T
S15	CW240716015	0.00	0.00	0.36	35.82	39.85	18.63	5.34	砂质粉砂 S-T
S16	CW240716016	0.00	0.00	1.11	40.08	39.17	15.46	4.18	砂质粉砂 S-T
S17(对照点)	CW240716017	0.00	56.30	43.05	0.56	0.09	0.00	0.00	砂 S

7 环境影响预测与评价

7.1 水文动力环境影响预测与评价

7.1.1 潮流数学模型

根据本工程所在海域的水动力特性,本节采用平面二维水动力模型进行潮流场计算。所用模型的控制方程如下:

(1) 基本方程

对于宽浅型水域且潮混合较强烈、各要素垂向分布较均匀的近岸海域或河口、海湾,其水动力特性可平面二维数值模型近似描述。以静水压力取代动水压力,并沿水深方向积分 N-S 方程,可以得到平面二维水动力模型的控制方程。

连续方程:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial \bar{hu}}{\partial x} + \frac{\partial \bar{hv}}{\partial y} = hS$$

动量方程:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \bar{hu}}{\partial t} + \frac{\partial \bar{hu}^2}{\partial x} + \frac{\partial \bar{huv}}{\partial y} - f\bar{v}h + gh\frac{\partial \eta}{\partial x} &= -\frac{1}{\rho_0} \left(h\frac{\partial P_a}{\partial x} + \frac{gh^2}{2}\frac{\partial \rho}{\partial x} \right) + A_x + \bar{hu}_s S \\ \frac{\partial \bar{hv}}{\partial t} + \frac{\partial \bar{hv}^2}{\partial y} + \frac{\partial \bar{huv}}{\partial x} + f\bar{u}h + gh\frac{\partial \eta}{\partial y} &= -\frac{1}{\rho_0} \left(h\frac{\partial P_a}{\partial y} + \frac{gh^2}{2}\frac{\partial \rho}{\partial y} \right) + A_y + \bar{hv}_s S \end{aligned}$$

式中: t 为时间; x, y, z 为右手 Cartesian 坐标系; d 为静止水深; $h = \eta + d$ 为总水深; η 为水位; u, v, w 分别为流速在 x, y, z 方向上的分量; ρ 为水的密度, ρ_0 则是参考水密度; P_a 为当地的大气压; $f = 2\Omega \sin \phi$ 为 Coriolis 参数 (Ω 是地球自转角速率, ϕ 为地理纬度); $f\bar{v}$ 和 $f\bar{u}$ 为地球自转引起的加速度; A_x, A_y 为应力项; S 为源汇项, (u_s, v_s) 源汇项水流流速。横线表示深度的平均值。例如, $\bar{u}$ 和 $\bar{v}$ 平均深度的速度, 被定义为

$$\bar{hu} = \int_{-d}^{\eta} u dz, \quad \bar{hv} = \int_{-d}^{\eta} v dz$$

应力项 A_x, A_y 为包括水平粘滞应力、表面风应力、底部切应力和波浪辐射应力。其方程如下:

$$A_x = -\frac{1}{\rho_0} \left(\tau_{hx} - \tau_{xx} + \frac{\partial S_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial S_{xy}}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial x} (hT_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y} (hT_{xy})$$

$$A_y = -\frac{1}{\rho_0} \left(\tau_{hy} - \tau_{xy} + \frac{\partial S_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial S_{yy}}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial x} (hT_{xy}) + \frac{\partial}{\partial y} (hT_{yy})$$

(2) 数值解法

模型的空间离散是使用单元中心有限体积法。空间离散是由连续离散细分成非重叠的单元，在水平面上非结构化网格是用三角形单元组成。方程离散时，结果矢量参数 u 、 v 位于单元中心上。中心上的变量通过该三角形三边的净通量来计算，而节点上变量的计算是通过与该点相连的三角形中心和边中心连线的净通量进行。跨边界通量的计算采用 Riemann 近似求解。

模型的时间差分格式采用显式迎风格式。模型中使用了动态时间步长，依据网格大小在保证模型收敛的条件 ($CFL < 1$) 下自动调整。

$$CFL = \left(\sqrt{gh} + |u| \right) \frac{\Delta t}{\Delta x} + \left(\sqrt{gh} + |v| \right) \frac{\Delta t}{\Delta y}$$

式中 Δt 为时间步长， Δx 和 Δy 分别为每个单元 x 和 y 方向上的特征长度比例。

7.1.2 模型建立和验证

1、模型建立

(1) 计算范围和网格设置

模型计算网格范围见图 7.1-1，模型东边界取在漳州东山县陈城镇一带，模型西边界取在汕尾陆丰市碣石镇一带，模型沿岸方向边界长约 186km，离岸方向东边界宽 94km、西边界宽 133km。

模型采用三角形网格对计算区域进行离散，模型网格尺度 15~20000m，其中工程附近的网格进行局部加密，加密网格尺度约 15m，模型计算网格见图 7.1-2。

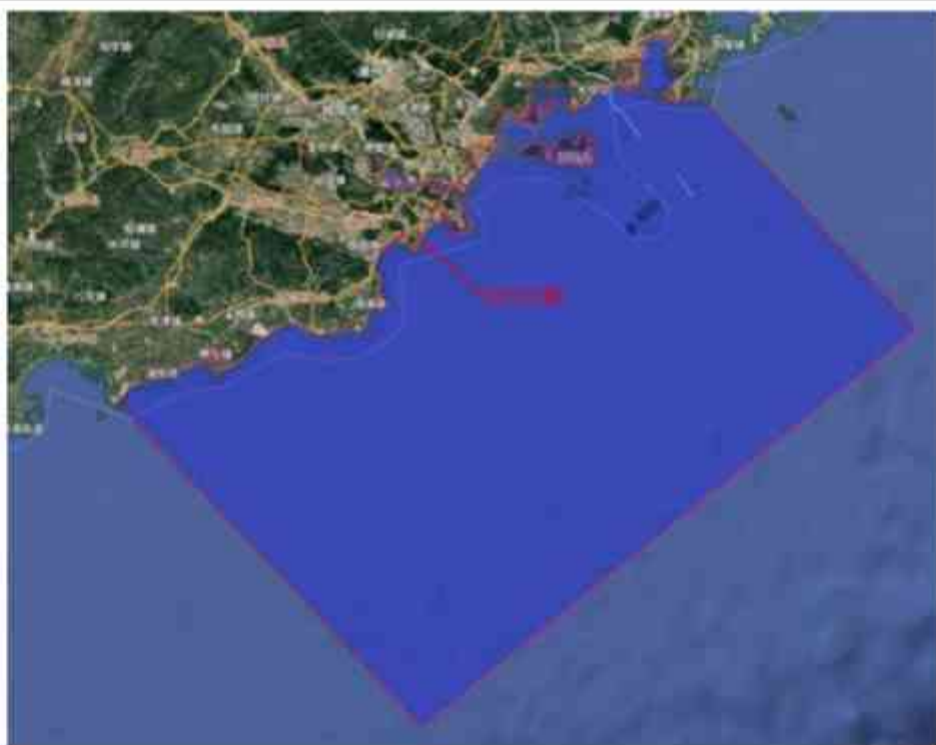


图 7.1-1 模型范围

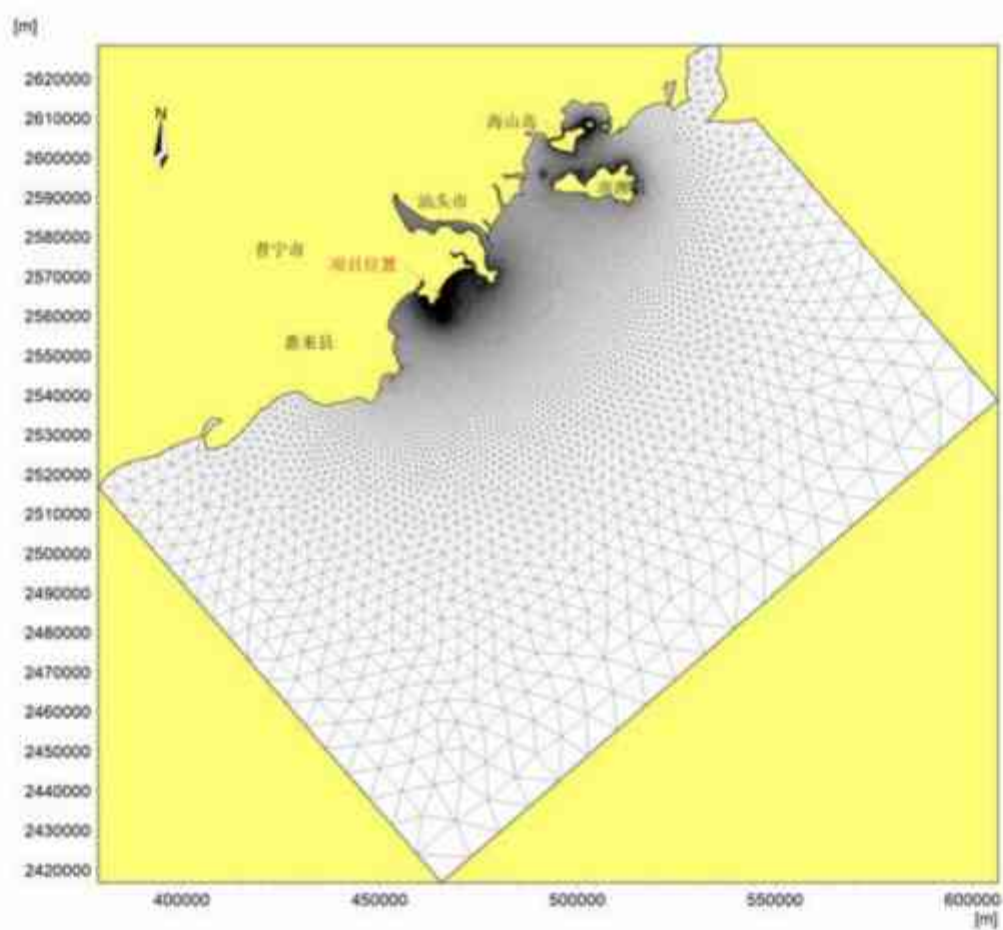


图 7.1-2a 计算网格示意图

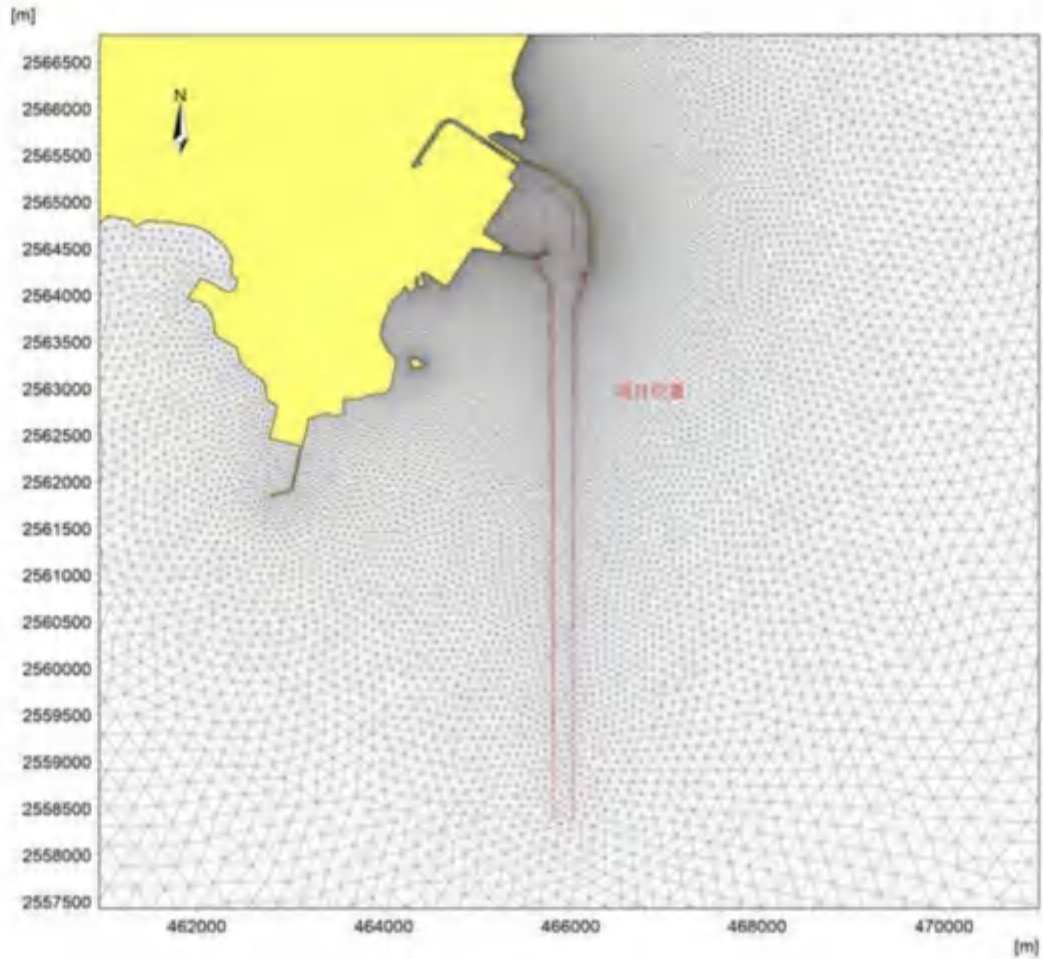


图 7.1-2b 工程附近计算网格示意图

(2) 采用的地形资料及坐标系、高程系

水深地形资料：水深资料为近岸海图水深与 ETOP1 全球地形数据库水深资料融合，近岸海区则由中国人民解放军海军司令部航海保证部最新版海图资料读取。工程附近海区采用广东海事局海测大队勘察设计图纸读取。工程海区水下地形见图 7.1-3。

模型平面坐标系采用大地 2000 坐标系，3 度带高斯投影，中央子午线 117 度，高程采用 85 高程基准。

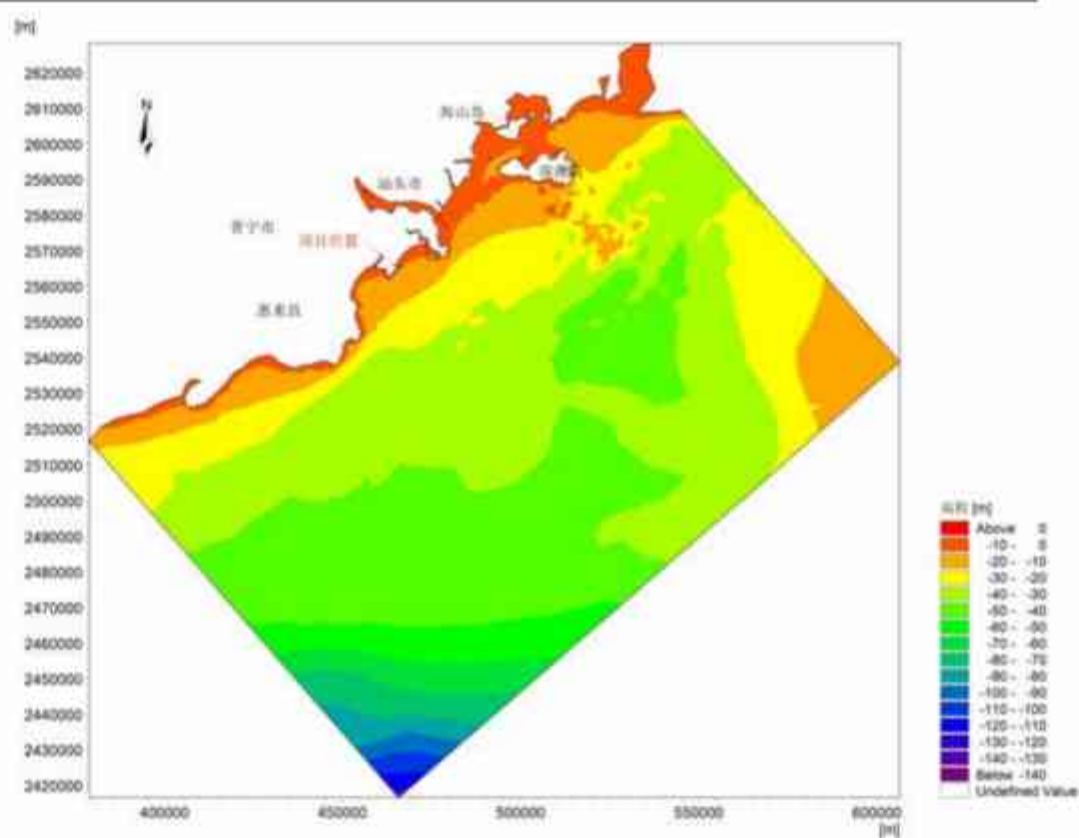


图 7.1-3a 模型水下地形图

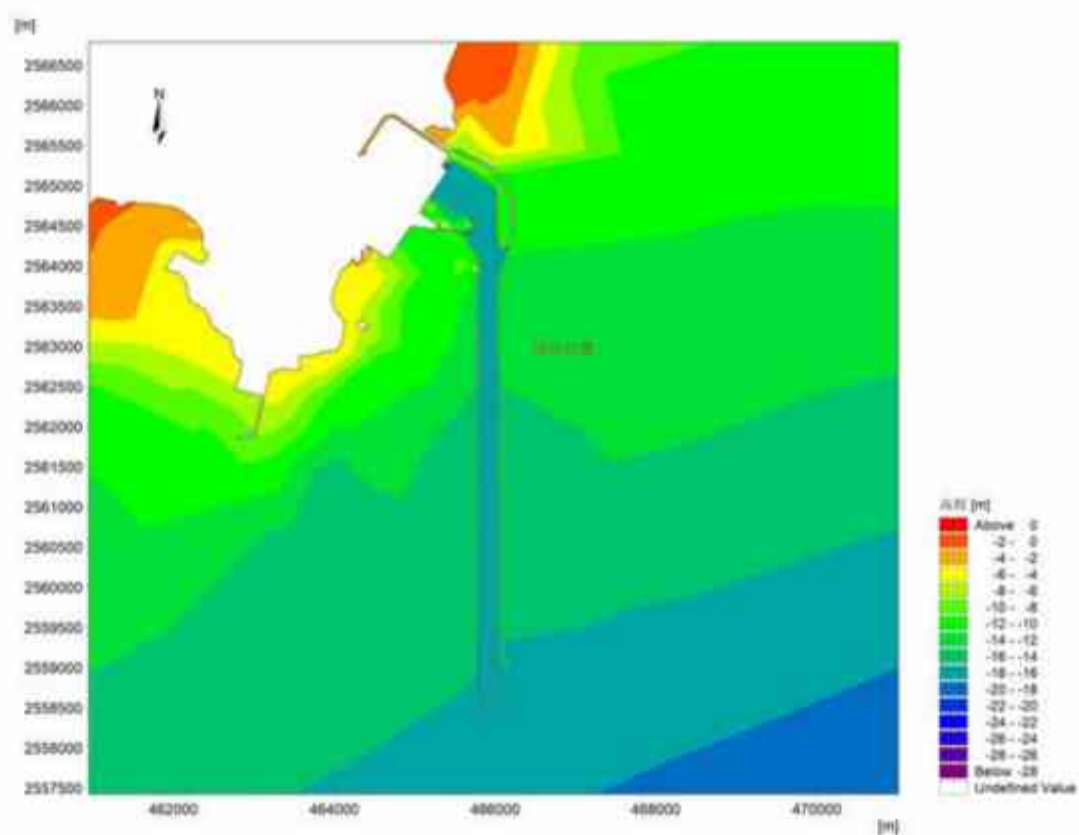


图 7.1-3b 工程附近模型水下地形图

(3) 边界条件及计算步长

边界条件：模型共设 3 个外海潮位开边界，采用 DHI 丹麦水利研究所的全球潮汐模型提供的潮位边界。

模型在固壁边界上给定滑移边界条件，即固壁上法向流速为零，而切向流速不为零。考虑到计算海域浅滩较多，本模型增加了漫滩、露滩效应的模拟。

计算步长：根据稳定性要求动态调整，取值在 0.1~5.0 s 之间。

2、模型验证

根据本报告采用的水文观测资料，模型验证时段选取为 2020 年 8 月 31 日~2020 年 9 月 1 日（大潮期）及 2020 年 9 月 6 日~2020 年 9 月 7 日（小潮期），潮位海流验证站位分布见图 7.1-4。该次观测在海区内共布设海流站 6 个，编号为 1#~6#，潮位站 2 个，编号为 CW1 和 CW2。



图 7.1-4 水文观测站位布置图

(1) 潮位验证

潮位验证结果见图 7.1-5。由验证结果可以看出模拟潮位与实测潮位基本吻合，二者变化趋势一致，最高高潮位和最低低潮位误差在 10cm 之内。

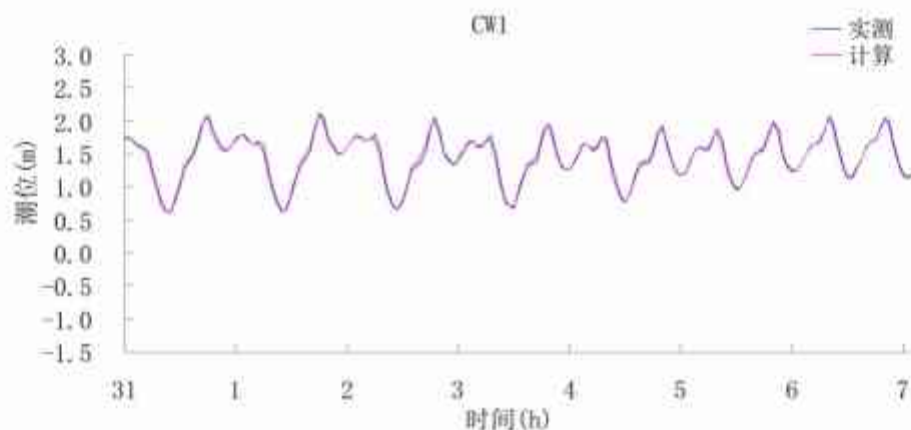


图 7.1-5a 潮位验证曲线（大潮期）

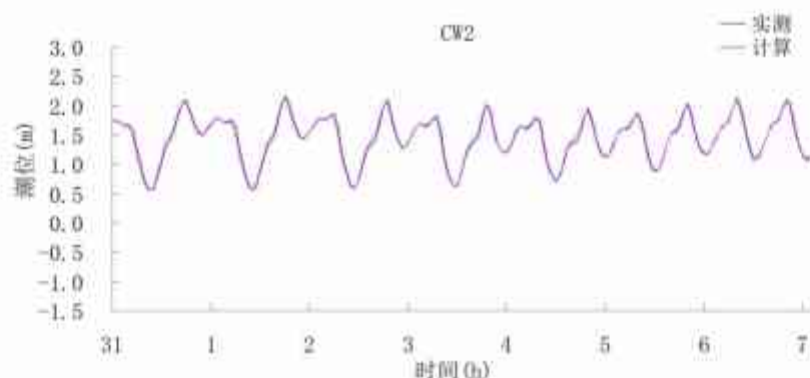
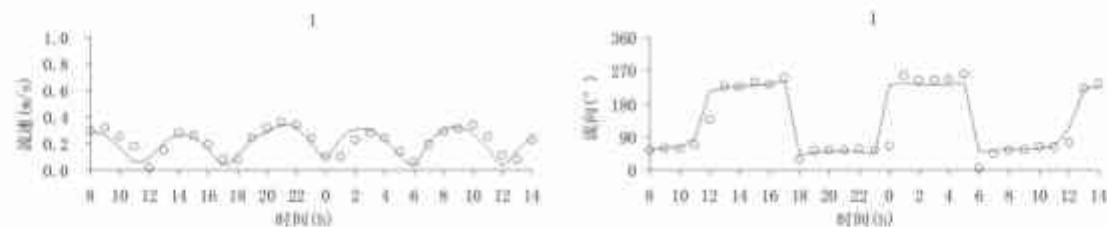


图 7.1-5b 潮位验证曲线（小潮期）

(2) 海流结果验证

海流验证结果见图 7.1-6。从流速、流向验证过程来看，无论是流速量级还是流向变化趋势，绝大多数站位的海流模拟结果均与实测相符，各站位平均涨落潮流速误差基本在 10%以内，主潮流流向误差在 10° 以下。总体认为本报告所建立的潮流模型比较全面地反映了工程区附近海域的流动规律，预测流场能够反映工程周边海域潮流状况。



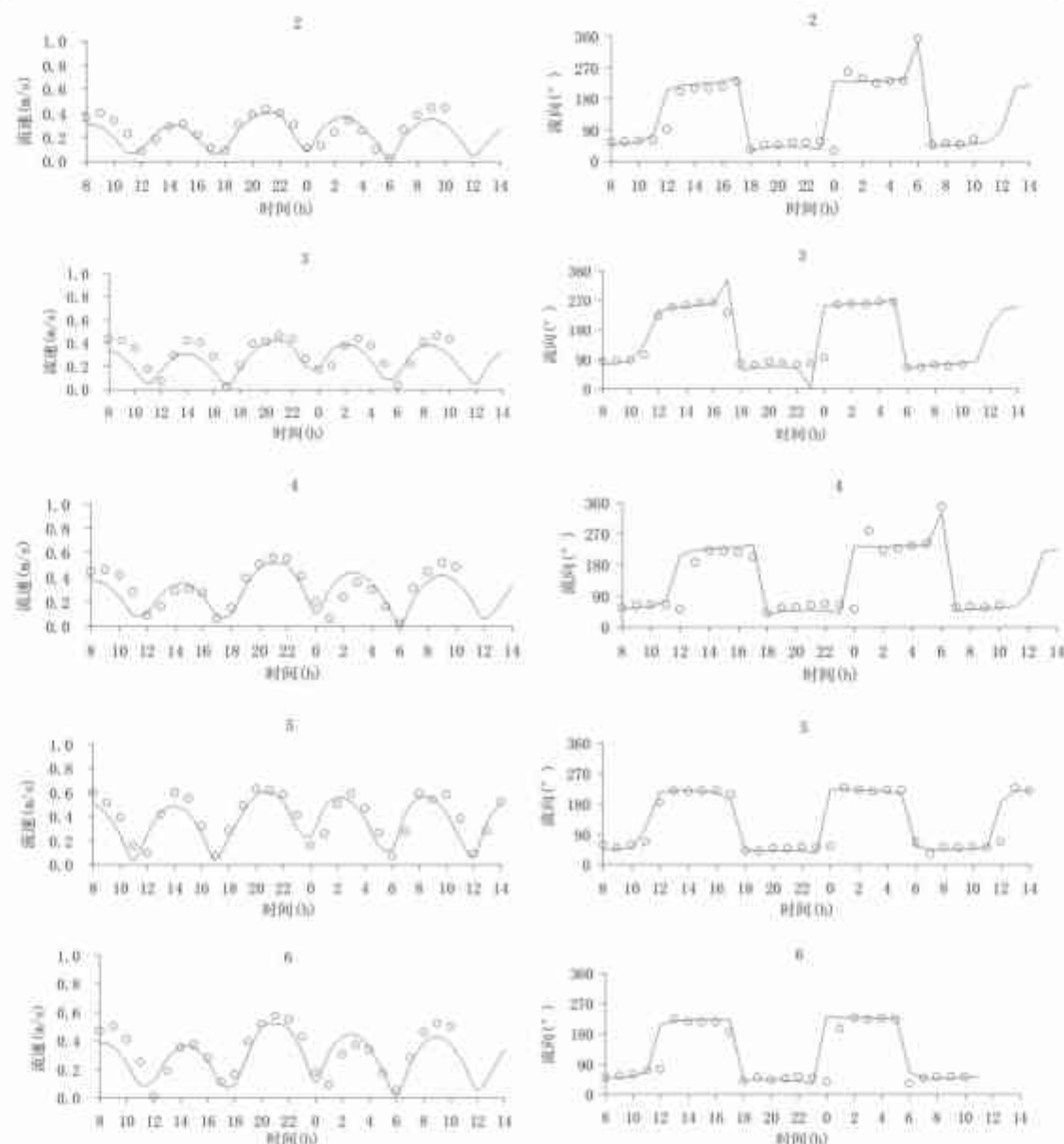
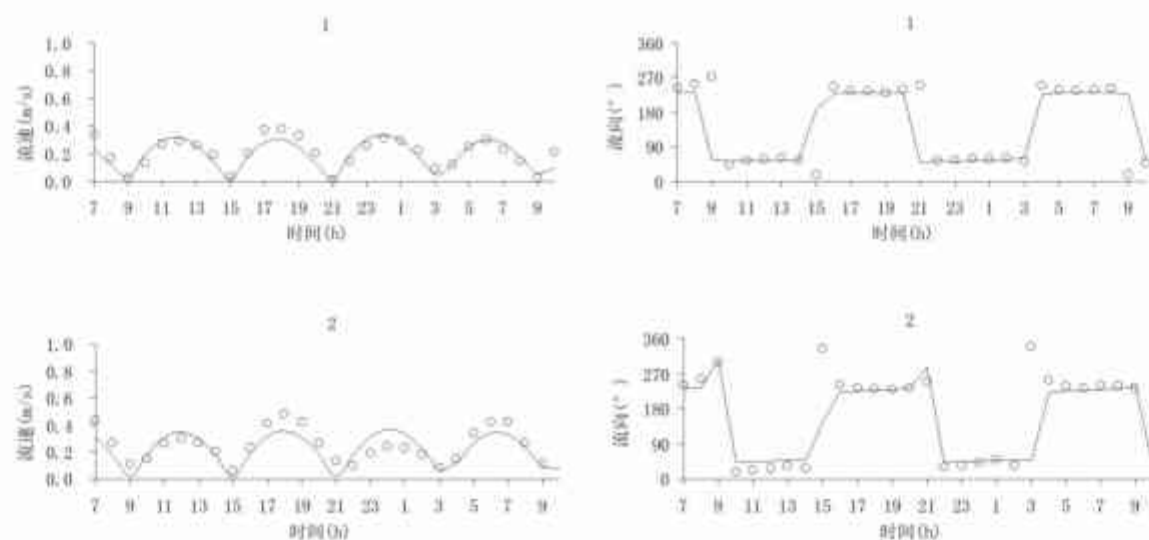


图 7.1-6a 海流验证曲线（大潮期）



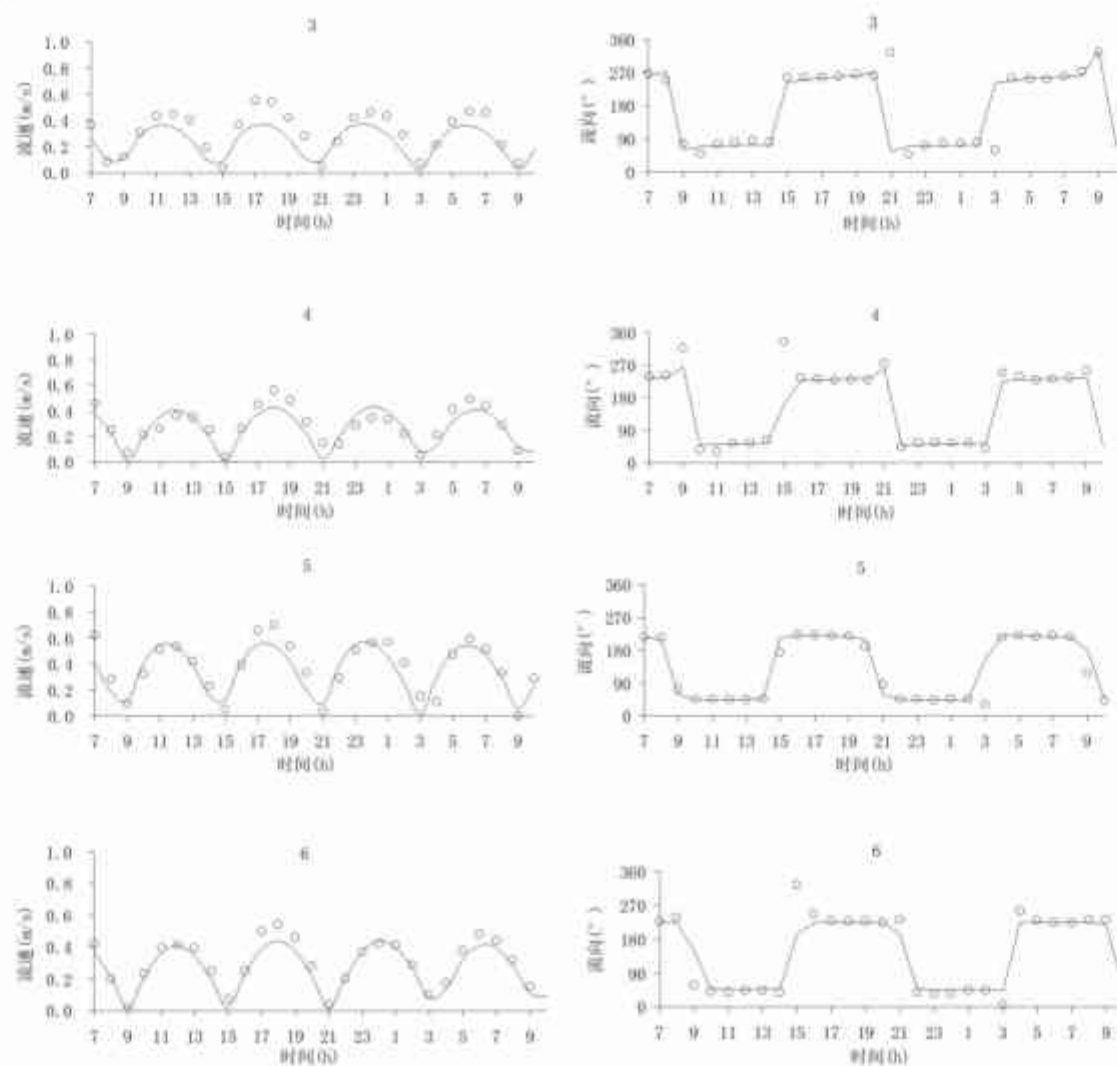


图 7.1-6b 海流验证曲线（小潮期）

7.1.3 潮流场分析

(1) 工程前潮流场模拟分析

工程前本海区大、小潮的涨急、落急潮流流场图见图 7.1-7。海流呈明显的往复流特征，涨潮期潮流自西南往东北方向，落潮期则相反。工程附近大潮涨急最大流速在 0.3~0.4m/s 之间，落急最大流速在 0.5~0.6m/s 之间。总体落潮流速稍大于涨潮流速。

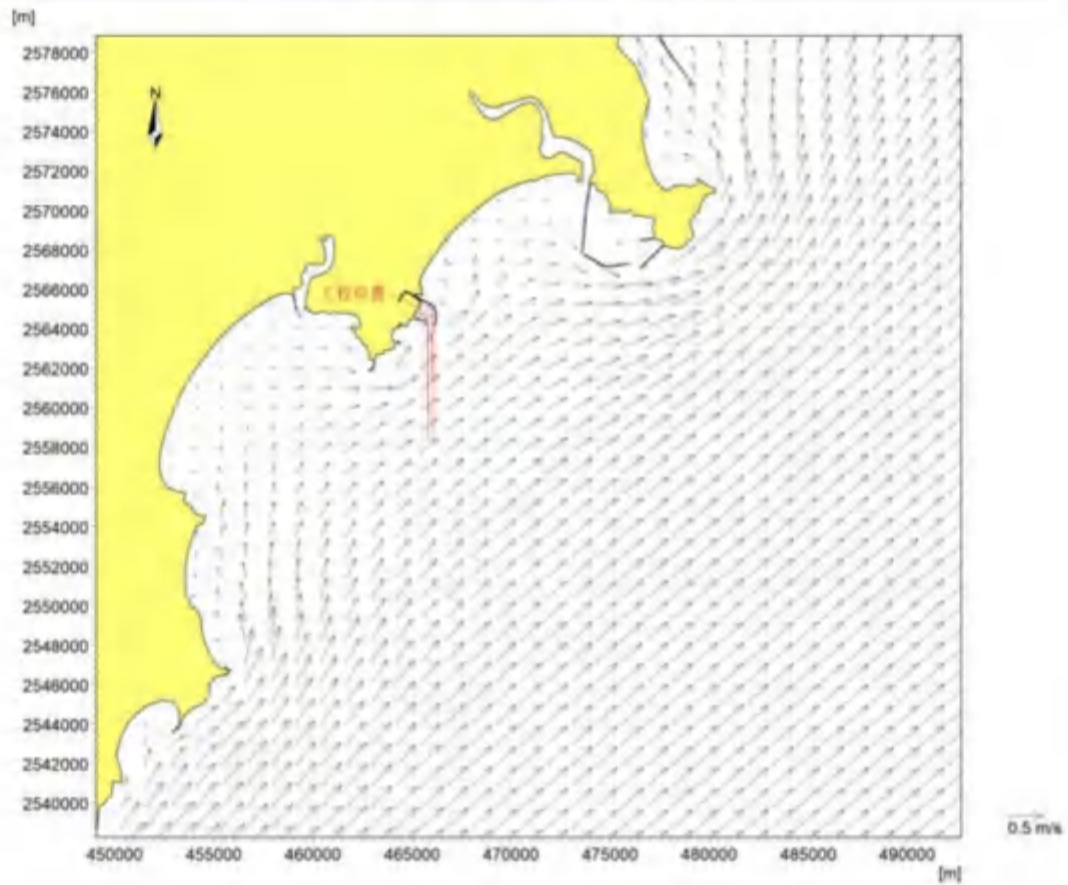


图 7.1-7a 工程海域涨急流场图（大潮）

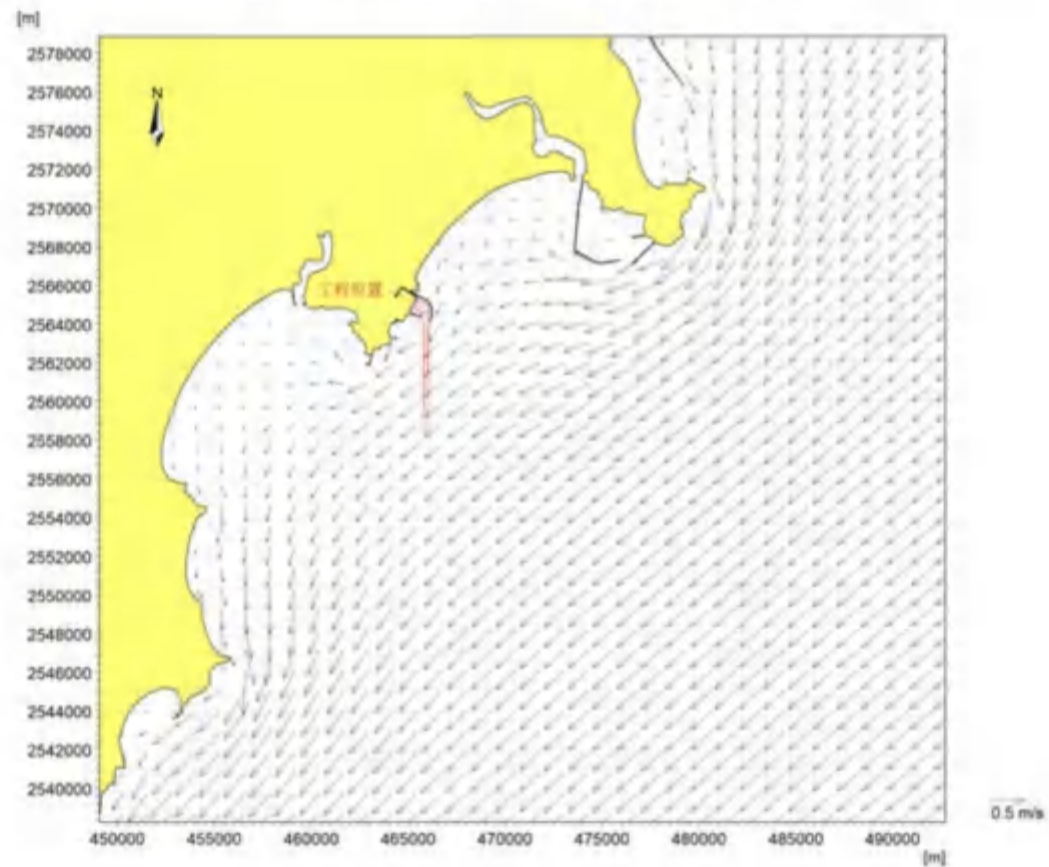


图 7.1-7b 工程海域落急流场图（大潮）

(2) 工程前后流场变化分析

为了更直观地观察本项目实施前后工程海域的流场变化情况，将工程前后的流场叠到一起进行对比，并绘制工程前后流速变化等值线图进行分析。本项目附近海域工程前后大潮涨急、落急时刻的流场对比见图 7.1-8，本项目附近港池内局部海域工程前后大潮涨急、落急时刻的流场对比见图 7.1-9，本项目疏浚工程前后流速变化等值线见图 7.1-10。

由图 7.1-8 及图 7.1-9 可见，工程后港池及疏浚海域附近局部海域的潮流流向发生细微偏转外，其余大部分海域的流场无明显变化。

由图 7.1-10 可见，工程后港池和进港航道水域疏浚后水深有所增加，垂向平均流速有所减小，涨潮期流速最大减小值为 0.06m/s ，落潮期流速最大减小值为 0.08m/s ，流速变化区域主要集中疏浚区域及周边小范围处。

另外，由于疏浚水域水深略微增大，水流阻力减小，过流能力增大，改变了疏浚区及周边小部分海域流态，导致防波堤出入口疏浚区外侧局部海域流速变化，流速最大增大值为 0.05m/s ，流速最大减小值为 0.08m/s 。

总体而言，本项目对工程海域的水文动力影响不大，工程前后流速变化大于 0.01m/s 的影响区域仅限于疏浚区东侧 0.19km 及西侧 0.59km 范围内，其余海域工程前后的流速无明显变化。

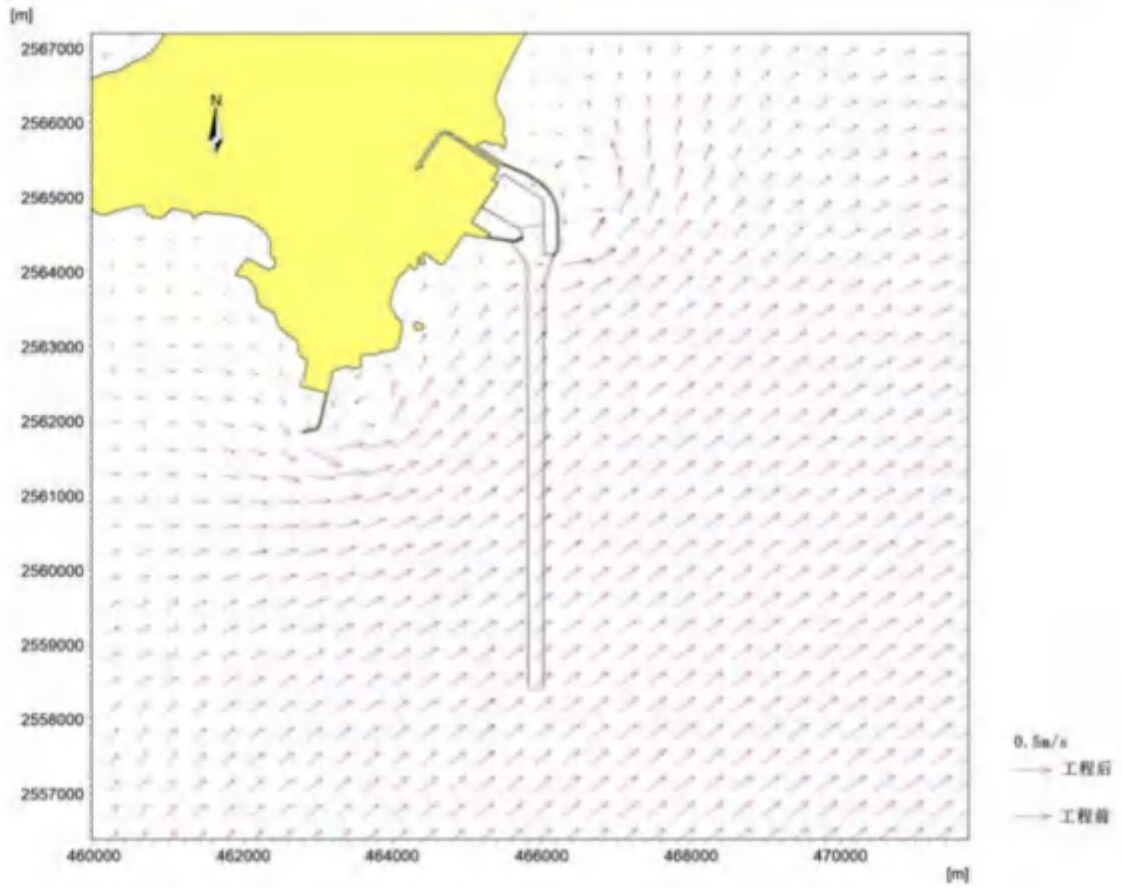


图 7.1-8a 工程附近海域工程前后流场对比图（大潮涨急）

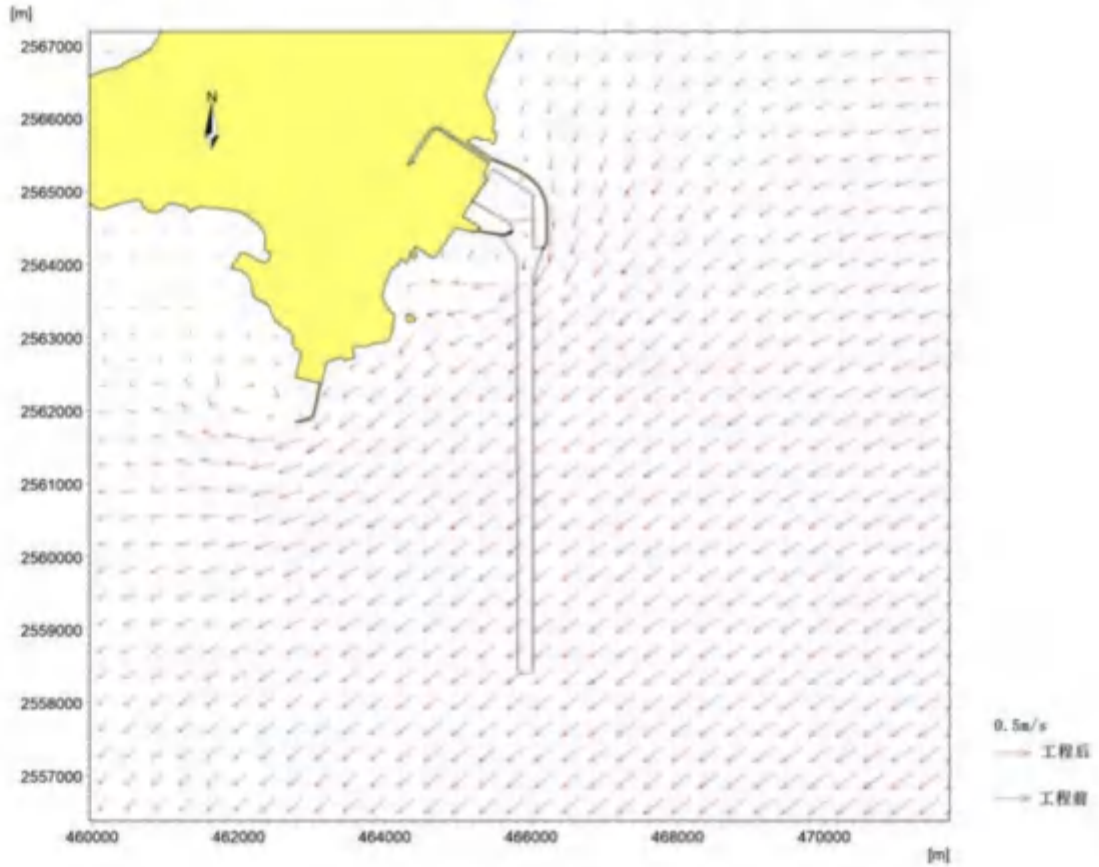


图 7.1-8b 工程附近海域工程前后流场对比图（大潮落急）



图 7.1-9a 港池内局部海域工程前后流场对比图（大潮涨急）

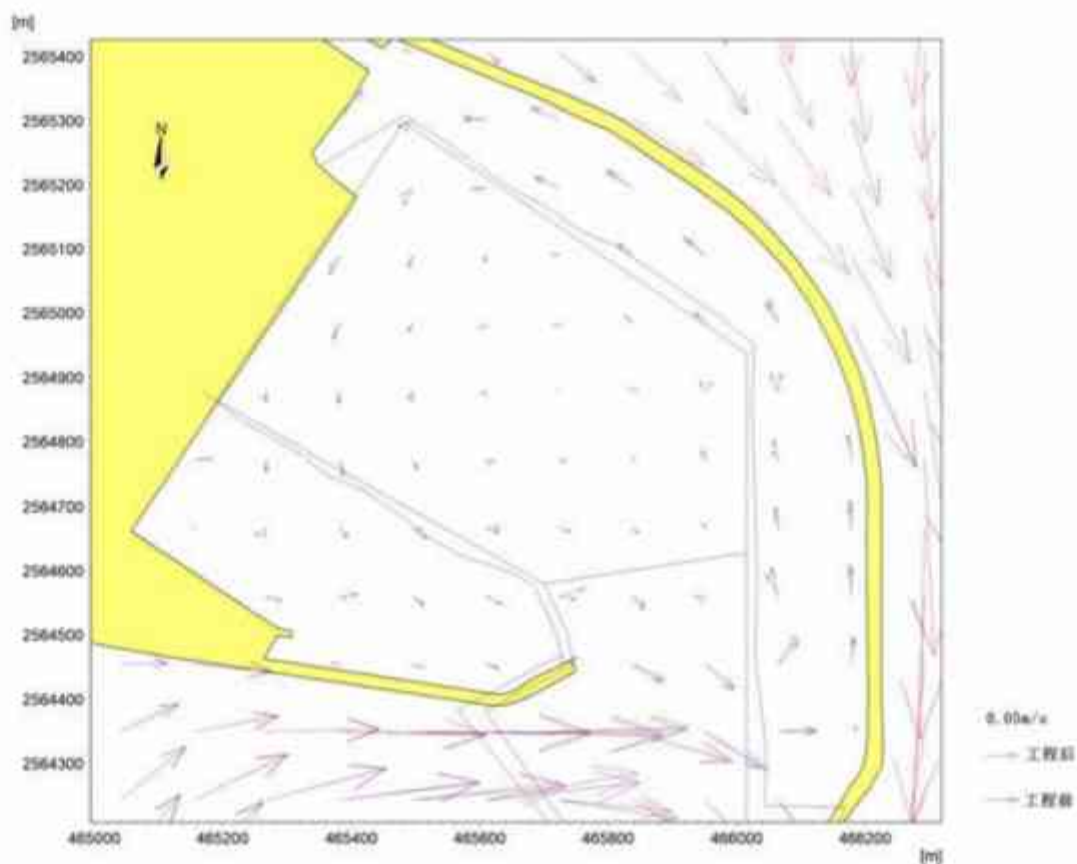


图 7.1-9b 港池内局部海域工程前后流场对比图（大潮落急）

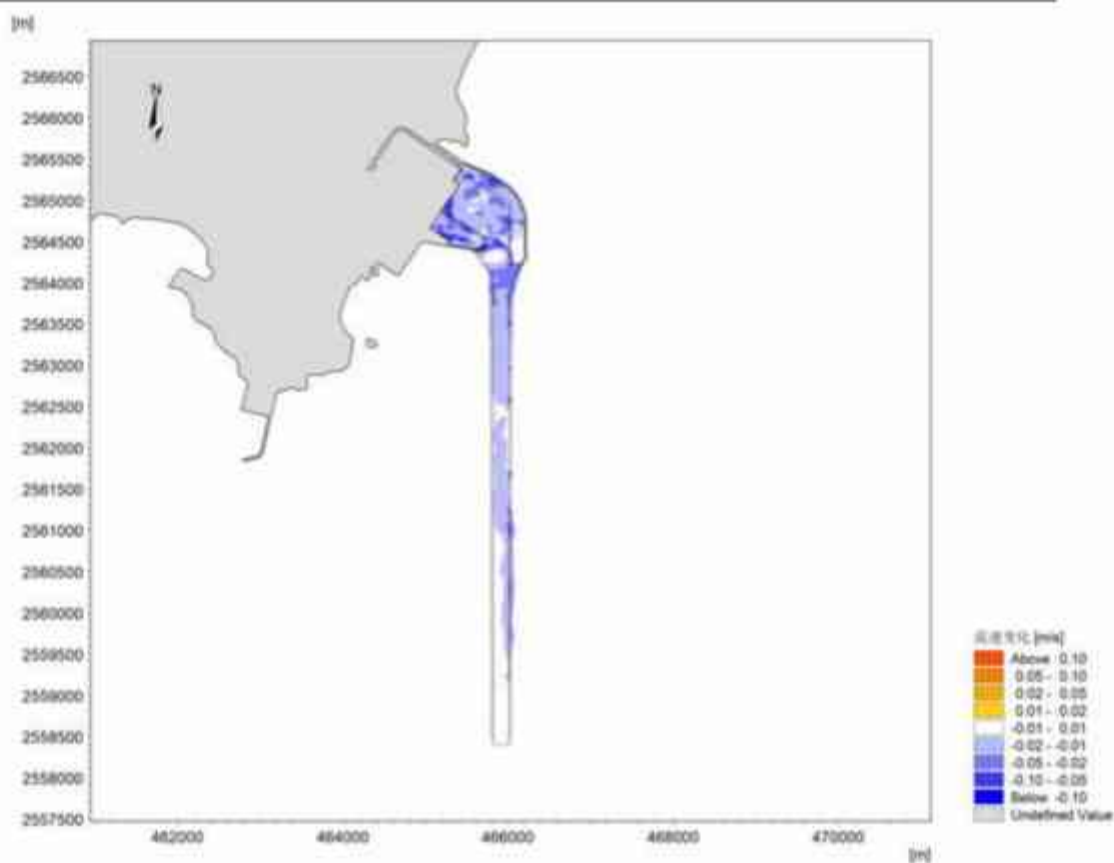


图 7.1-10a 工程附近海域工程前后涨急时刻流速变化等值线图(工程后-工程前)

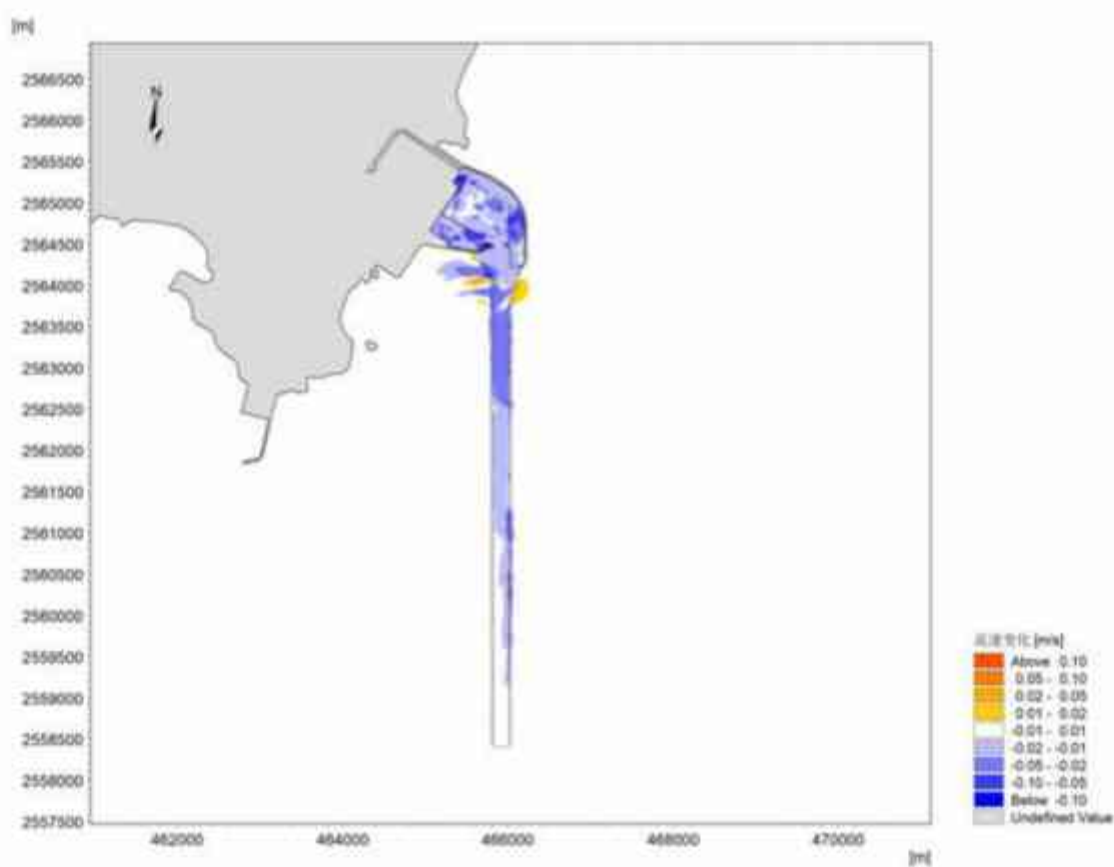


图 7.1-10b 工程附近海域工程前后落急时刻流速变化等值线图(工程后-工程前)

7.2 地形地貌与冲淤环境影响评价

从潮流模型计算结果分析可知，本项目对流场的影响主要疏浚区及周边小范围海域，其余海域流场基本不受影响，因此，可定性判断本项目对海床的冲淤影响主要港池附近的局部海域。为进一步定量分析本项目对周围海域海床冲淤变化的影响，本节采用海港水文规范中航道和港池的淤积强度计算方法对海床冲淤强度进行估算。

(1) 计算公式

根据本项目的实际情况对海港水文规范中的航道和港池的年淤积强度公式进行简化，可以推导出工程海区海床冲淤强度的计算公式如下：

$$P = \frac{\alpha \omega S t}{\gamma_0} \left(1 - \left(\frac{V'}{V} \right)^2 \frac{d_1}{d_2} \right)$$

式中：P 为冲淤强度（m/a）；

α 为淤积系数，取 0.35；

ω 为细颗粒泥沙的絮凝沉降速度（m/s），取 0.0004~0.0005；

S 为波浪和潮流综合作用下的挟沙力含沙量（kg/m³）；

t 为淤积历时（s）；

γ_0 为淤积物的干容重（kg/m³）；

V、V' 分别为工程前、后水流的平均流速（m/s）；

d_1 、 d_2 分别为工程前、后的水深（m）。

(2) 参数选取

① 波浪和潮流综合作用下的挟沙力含沙量 S

$$S = 0.045 \frac{\gamma_s \gamma}{\gamma_s - \gamma} \frac{(|V_1| + |V_2|)^2}{\sqrt{g d_1}}$$

式中 γ_s 为泥沙颗粒的容重（kg/m³）；

γ 为海水的容重（kg/m³）；

V_1 为潮流和风吹流的时段平均合成流速（m/s）；

V_2 为波浪水质点的平均水平速度（m/s）；

d_1 为平均水深 (m)；

② 淤积物的干容重 γ_0

$$\gamma_0 = 1750 D_{50}^{0.183}$$

式中 γ_0 淤积物的干容重 (kg/m^3)；

D_{50} 为淤积物颗粒的中值粒径 (mm)，附近海域调查成果得中值粒径大小为 0.01mm。根据以上参数，采用 2020 年 8 月 31 日~2020 年 9 月 7 日包含大、中、小潮的潮汐过程作为海床冲淤计算的代表动力条件，计算得到正常天气情况下本项目实施后工程附近海域的海床冲淤变化情况，见图 7.2-1。

本项目实施后，防波堤内及周边小范围海域流速减弱，海床总体呈淤积态势，最大淤积厚度约 0.08m/a。冲淤厚度大于 0.01m/a 的影响范围为防波堤内侧及外侧周边 0.25km 范围内，对周边其他海域的冲淤影响较小。

以上计算的冲淤强度为工程刚实施后的冲淤强度，随着冲淤过程的深入，地形向适应工程后水动力环境方向调整，冲淤强度将逐年减小。



图 7.2-1 项目附近海域海床年冲淤变化分布图（正值淤积、负值冲刷）

7.3 海水水质影响预测分析

本项目水域疏浚将会扰动海床表层沉积物，悬浮物进入水体后随潮流扩散，迁移，使水体浑浊，影响水环境。本节采用垂向平均的二维悬沙模型计算本项目施工期引起的悬浮物输运扩散，预测工程海域的悬浮物增量浓度分布。

7.3.1 悬浮物扩散计算模型

(1) 悬浮物输运扩散方程

$$\frac{\partial HC}{\partial t} + \frac{\partial uHC}{\partial x} + \frac{\partial vHC}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} \left(A_x H \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(A_y H \frac{\partial C}{\partial y} \right) + Q_s$$

式中， C 为水中悬浮物增量浓度， A_x 、 A_y 为 x 、 y 方向的广义物质扩散系数， Q_s 为源汇项，

$$Q_s = q_s + \begin{cases} M \left(\frac{V^2}{V_e^2} - 1 \right) & V \geq V_e \\ 0 & V_d < V < V_e \\ \lambda \omega C \left(\frac{V^2}{V_d^2} - 1 \right) & V \leq V_d \end{cases}$$

式中， q_s 为施工期产生的悬浮物源强， M 为冲刷系数， λ 为悬浮物沉降机率， ω 为悬浮物沉速， V 为潮流流速， V_d 为悬浮物落淤临界流速， V_e 为悬浮物悬扬临界流速；

(2) 定解条件

初始条件：仅考虑本工程施工对水体形成的悬浮物增量浓度影响，初始悬浮物增量浓度为零。

边界条件：在闭边界上，悬浮物增量浓度的法向梯度为零。

在开边界上：当水体流入计算区悬浮物增量浓度取为零；当水体流出计算区时边界上的悬浮物增量浓度用 $\frac{\partial C}{\partial t} + V_n \frac{\partial C}{\partial n} = 0$ 计算。

(3) 模型参数

1) 广义物质扩散系数 A_x 、 A_y ：参考《海洋工程环境影响评价技术导则（GB/T 19485-2004）》附录 F 公式计算，

$$\begin{cases} A_x = 5.93\sqrt{gH}|u|/C_s \\ A_y = 5.93\sqrt{gH}|v|/C_s \end{cases}$$

式中： C_s 为谢才系数。

2) 冲刷系数 M ：计算不考虑悬浮泥沙沉降后的再悬浮， M 取 0。

3) 泥沙沉降几率 λ

根据经验取值为 0.50。

4) 泥沙的沉速 ω ：采用张瑞瑾泥沙沉速公式计算

$$\omega = \sqrt{\left(13.95 \frac{v}{D}\right)^2 + 1.09\alpha g D} - 13.95 \frac{v}{D}$$

其中 ω (cm/s) 沉速； v 为水体运动粘滞系数， $v=0.01146$ (cm²/s)； α 为重率系数， $\alpha=1.7$ ； D 为悬浮物粒径。根据附近海域调查成果得中值粒径大小为 0.05mm。

5) 落淤临界流速 V_d 、悬扬临界流速 V_e ：采用窦国仁泥沙公式计算

$$V_d = k \left(\ln 11 \frac{h}{\Delta} \right) \left(\frac{d'}{d_*} \right)^{1/3} \sqrt{3.6 \frac{r_s - r}{r} g D}, \quad k = 0.26$$

$$V_e = k \left(\ln 11 \frac{h}{\Delta} \right) \left(\frac{d'}{d_*} \right)^{1/3} \sqrt{3.6 \frac{r_s - r}{r} g D + \left(\frac{r_0}{r_*} \right)^{5/2} \frac{\varepsilon + g \delta h (\delta / D)^{1/2}}{D}}, \quad k = 0.41$$

以上两公式中其他各参数取值为， $g=981$ cm/s²，当泥沙粒径 $D<0.05$ cm，床面糙率 $\Delta=0.1$ cm， $d'=0.05$ cm， $d_*=1.0$ cm，泥沙粘结系数 $\varepsilon=1.75$ cm³/s²，薄膜水厚度参数 $\delta=2.31 \times 10^{-5}$ cm， h 水深 (cm)， r_0 床面泥沙干容重 (g/cm³)， r_* 床面泥沙稳定干容重 (g/cm³)，泥沙密度 $r_s=2.65$ g/cm³，海水密度 $r=1.025$ g/cm³。

7.3.2 悬浮物扩散计算条件

(1) 计算采用的水动力条件

施工期悬浮泥沙计算的代表动力条件采用 2020 年 8 月 31 日~2020 年 9 月 7 日包含大、中、小潮的潮汐过程。

(2) 悬浮泥沙源强及计算工况

本项目主要产生悬浮泥沙的施工环节是港池航道疏浚作业。

本项目采用 1 艘舱容为 2000m³耙吸式挖泥船和 1 艘舱容为 5000m³耙吸式挖

泥船施工，利用挖泥船的泥舱把疏浚土运到指定倾倒区外抛，根据前面工程分析结果，2000m³耙吸式挖泥船挖泥时悬沙量为 2.58kg/s，5000m³耙吸式挖泥船挖泥时悬沙量为 9.39kg/s。

根据工程布局设置源强点，本次悬浮泥沙预测计算共设置源强点 149 个。为分析施工期悬浮泥沙的扩散运动规律，选取若干个典型点位施工的情景为代表，给出典型情景的悬浮泥沙包络线及影响面积。悬浮泥沙源强点位置见图 7.3-1，选定的典型情景的计算工况条件见表 7.3-1。

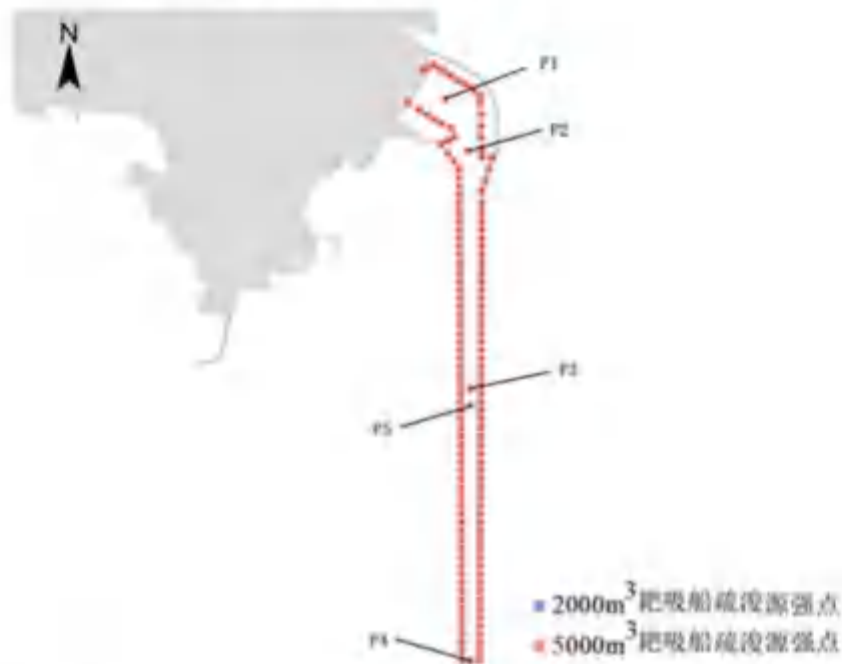


图 7.3-1 本项目施工期悬浮物源强代表点位置示意图

表 7.3-1 悬浮物扩散计算的典型情景

序号	计算工况（典型情景）	源强代表点	源强大小（kg/s）
1	5000m ³ 耙吸船港池内疏浚	P1	9.39
2	5000m ³ 耙吸船防波堤出入口处疏浚	P2	9.39
3	5000m ³ 耙吸船航道中部疏浚	P3	9.39
4	5000m ³ 耙吸船航道南侧疏浚	P4	9.39
5	2000m ³ 耙吸船航道中部疏浚	P5	2.58

7.3.3 悬浮物计算结果与分析

潮流是悬浮物输运、扩散的“载体”，施工产生的悬浮物除因自身重力发生沉降外，主要受潮流作用，进行输运、稀释和扩散。悬浮物计算时，首先进行水动力场计算，然后再施加悬浮物源强，计算出模拟时段内各计算网格点的悬浮物增

量浓度，最后统计各计算网格点在模拟时段内的悬浮物增量浓度最大值，利用各网格点的最大值绘制出悬浮物增量浓度包络线图。

计算得出 5 个典型情景施工的悬浮物增量浓度包络线见图 7.3-2。另外，将各源强点施工形成的增量浓度包络线进行叠加，可绘制出本项目整个施工期的悬浮物增量浓度总包络线，见图 7.3-3。

典型情景施工的悬浮物不同增量浓度的影响面积及本项目施工的最大影响面积统计见表 7.3-2。由图 7.3-2 可以看出，各工况的悬浮物增量浓度包络线呈西南东北向的带状分布，与工程海域往复流的流向基本一致。本项目施工期引起的悬浮物增量浓度大于 10mg/L 的最大影响面积为 14.8159 km²，影响范围为疏浚区东侧 1.27km 及西侧 1.14km 内的海域。

对周边汕头潮阳龙头湾中华白海豚地方级自然保护区、朝阳白屿岛及其他敏感目标的影响较小。

表 7.3-2 典型工况的悬浮物不同增量浓度的影响面积统计 单位：km²

	工况	>200mg/L	>150mg/L	>100mg/L	>50mg/L	>20mg/L	>10mg/L
1	P1	0.0075	0.0095	0.0122	0.0189	0.031	0.0425
2	P2	0.0110	0.0155	0.0286	0.0510	0.2517	0.7459
3	P3	0.0032	0.0047	0.0123	0.0545	0.2168	0.4975
4	P4	-	0.0053	0.0053	0.0251	0.1198	0.3082
5	P5	0.0018	0.0052	0.0113	0.0404	0.1777	0.4256
	总包络	2.5018	2.7693	3.2565	4.7881	8.6171	14.8159

7.3.4 其他废水影响分析

本项目施工期废水、污水主要来自施工船舶生活污水、施工船舶舱底含油污水等。

施工船舶生活污水和含油污水委托专业环保公司接收处理，不外排，对海洋水质环境基本无影响。

综上所述，项目在做好污水处理措施的前提下，本项目其他废水对海洋水质环境基本无影响。

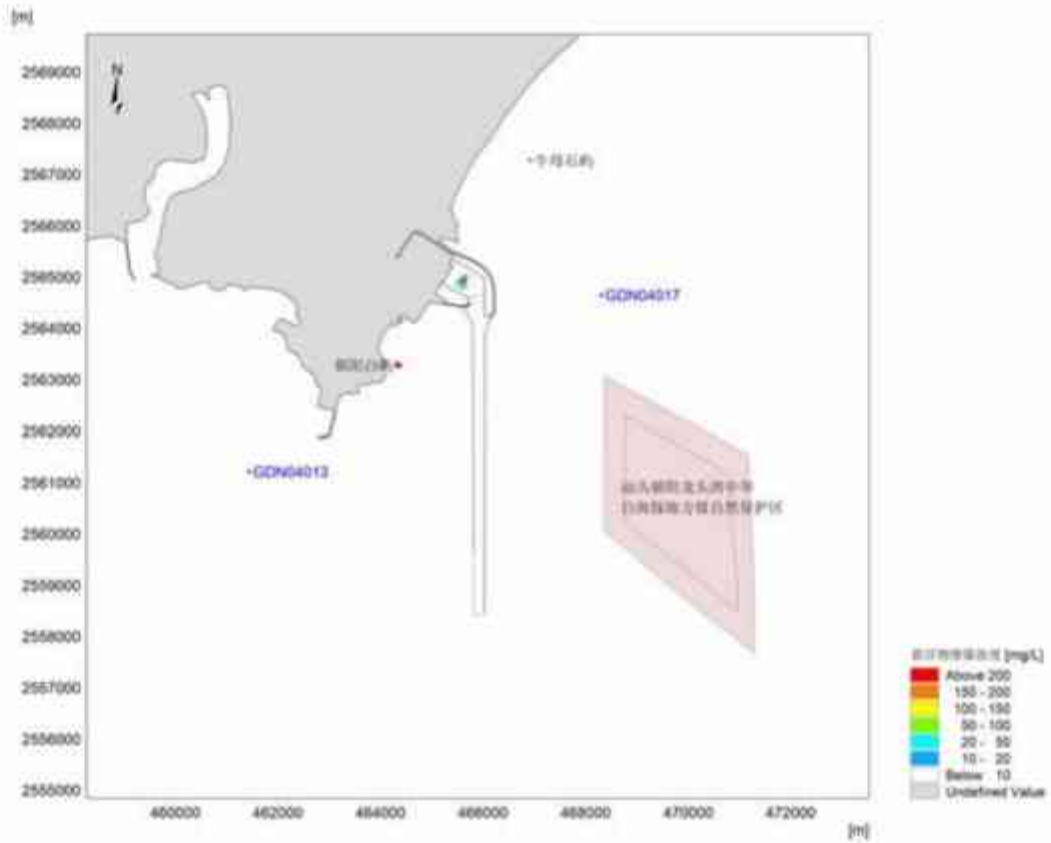


图 7.3-2a 5000m³耙吸船港池内疏浚（P1）施工的悬浮物增量浓度包络线

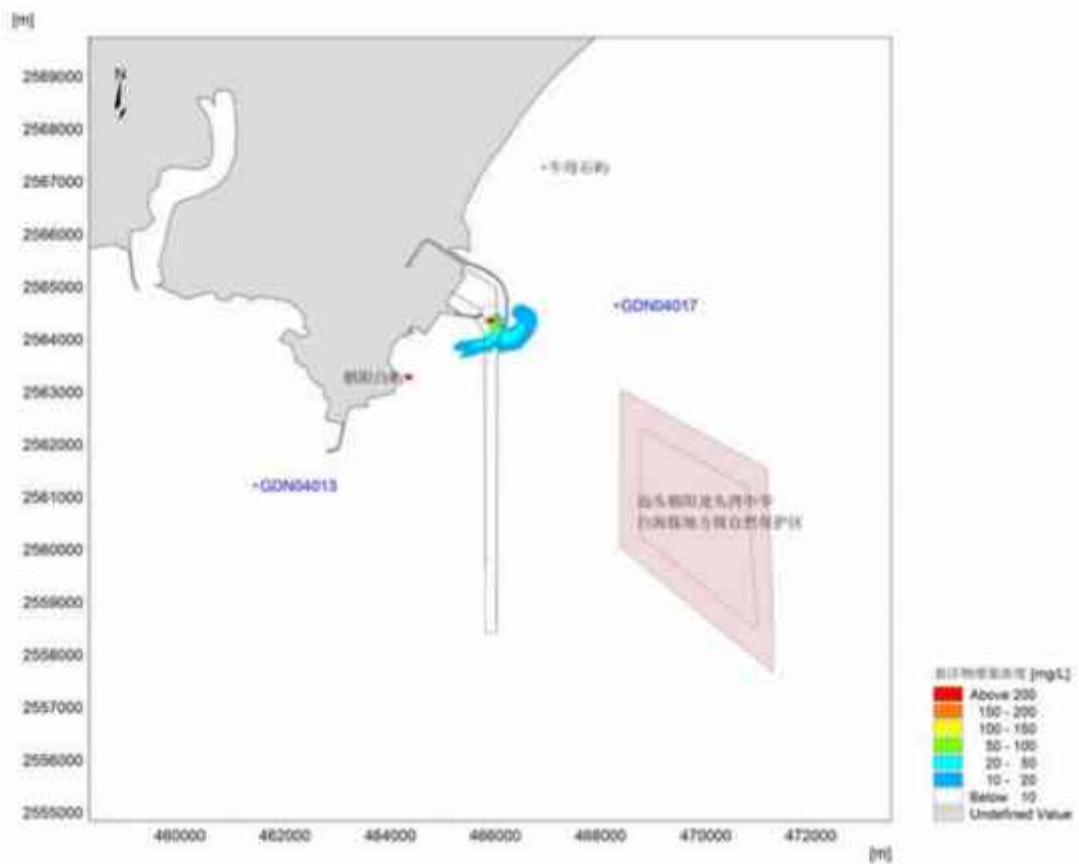


图 7.3-2b 5000m³耙吸船防波堤出入口处疏浚（P2）施工的悬浮物增量浓度包络线

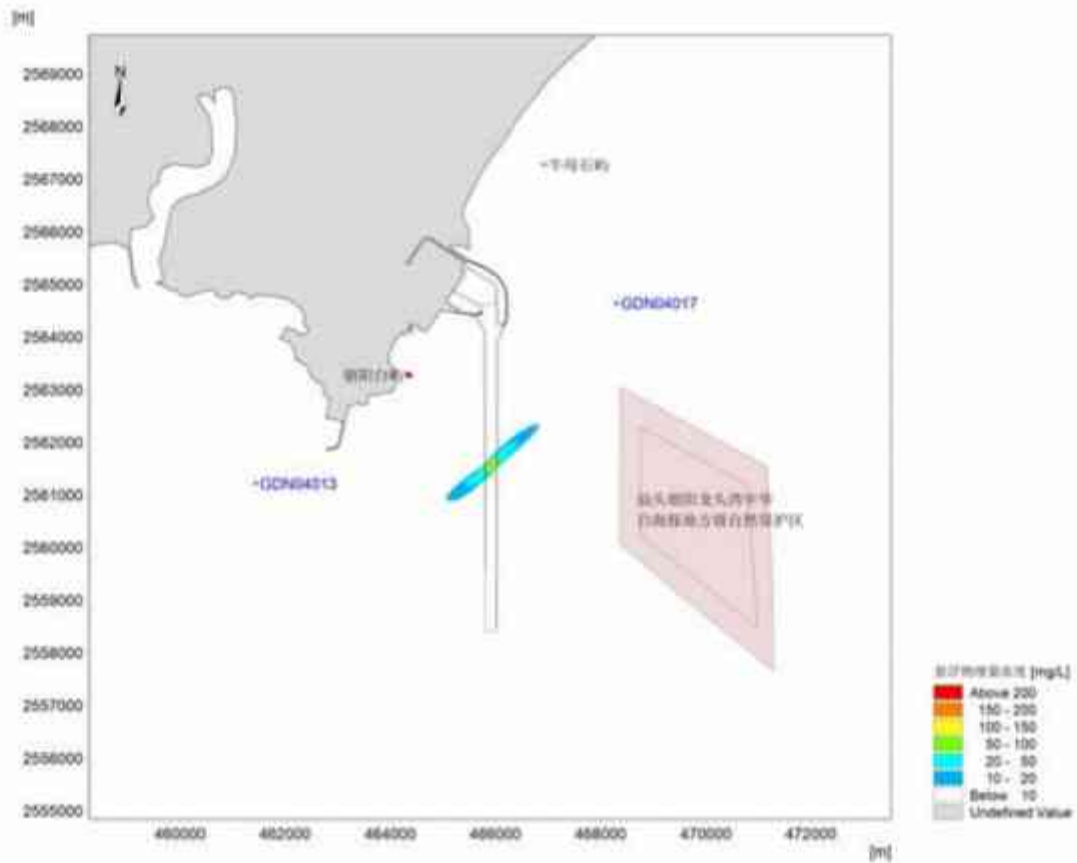


图 7.3-2c 5000m³耙吸船航道中部疏浚（P3）施工的悬浮物增量浓度包络线

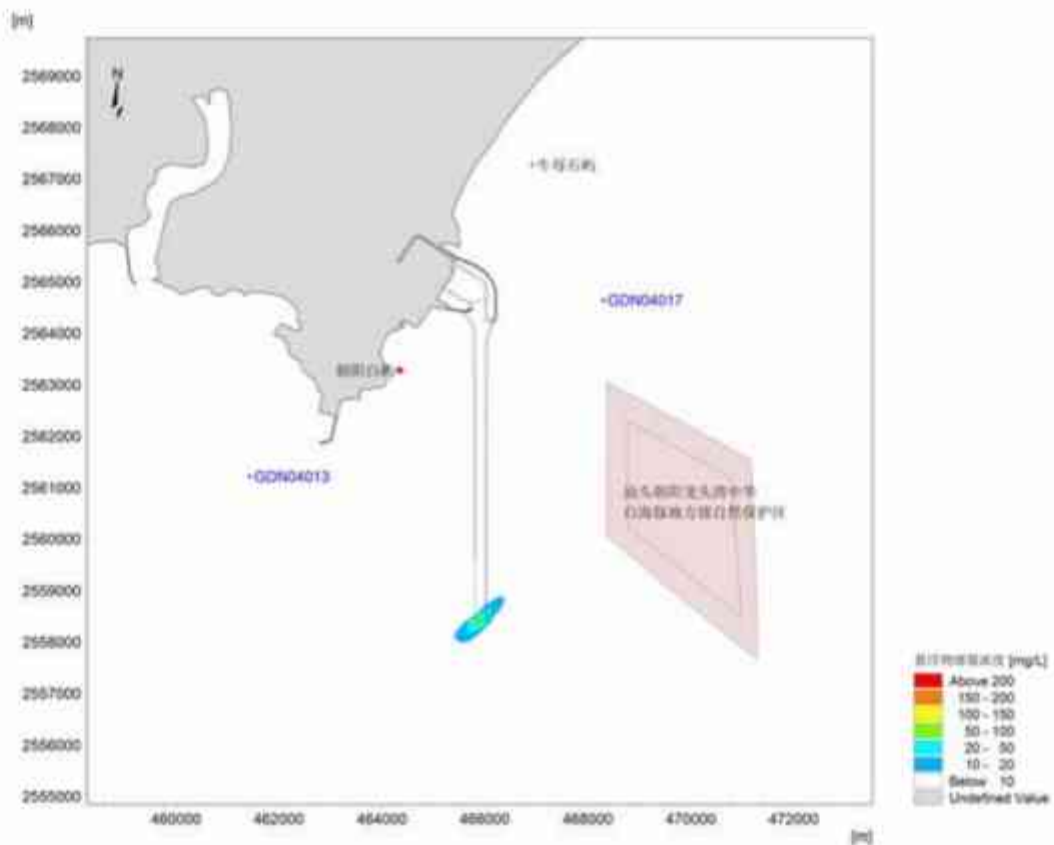


图 7.3-2d 5000m³耙吸船航道南侧疏浚（P4）的悬浮物增量浓度包络线

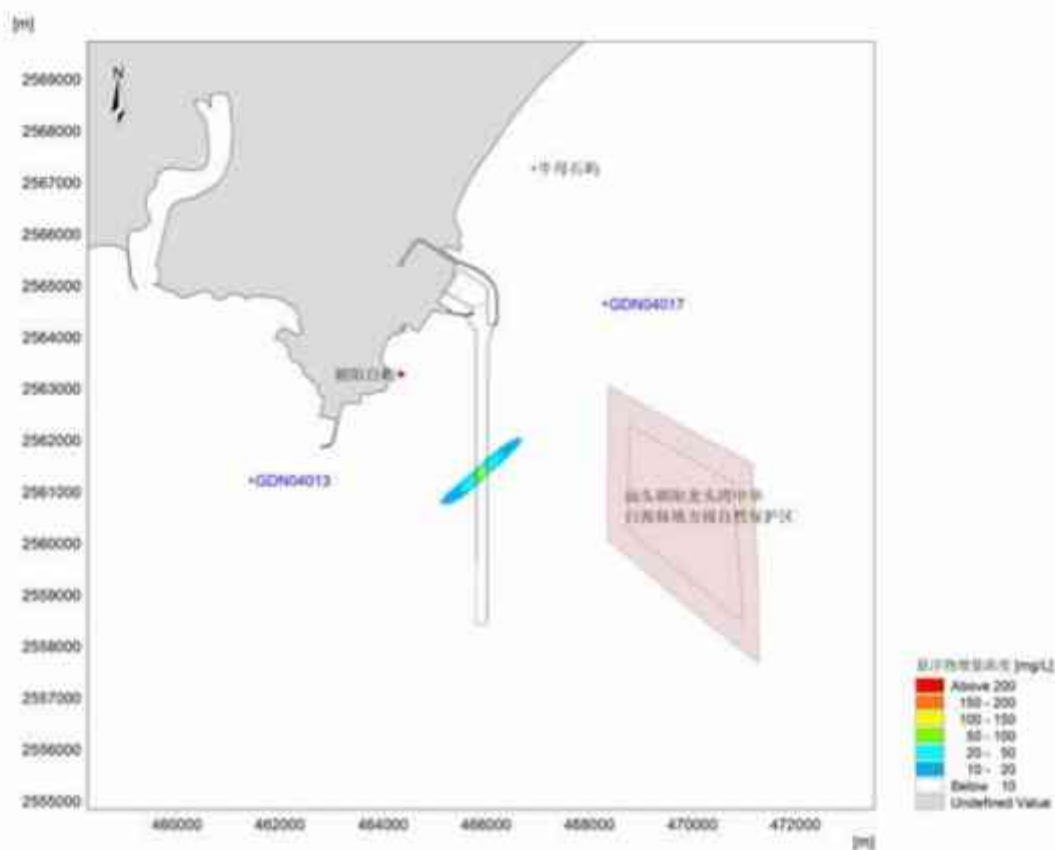


图 7.3-2c 2000m³耙吸船航道中部疏浚 (P5) 的悬浮物增量浓度包络线

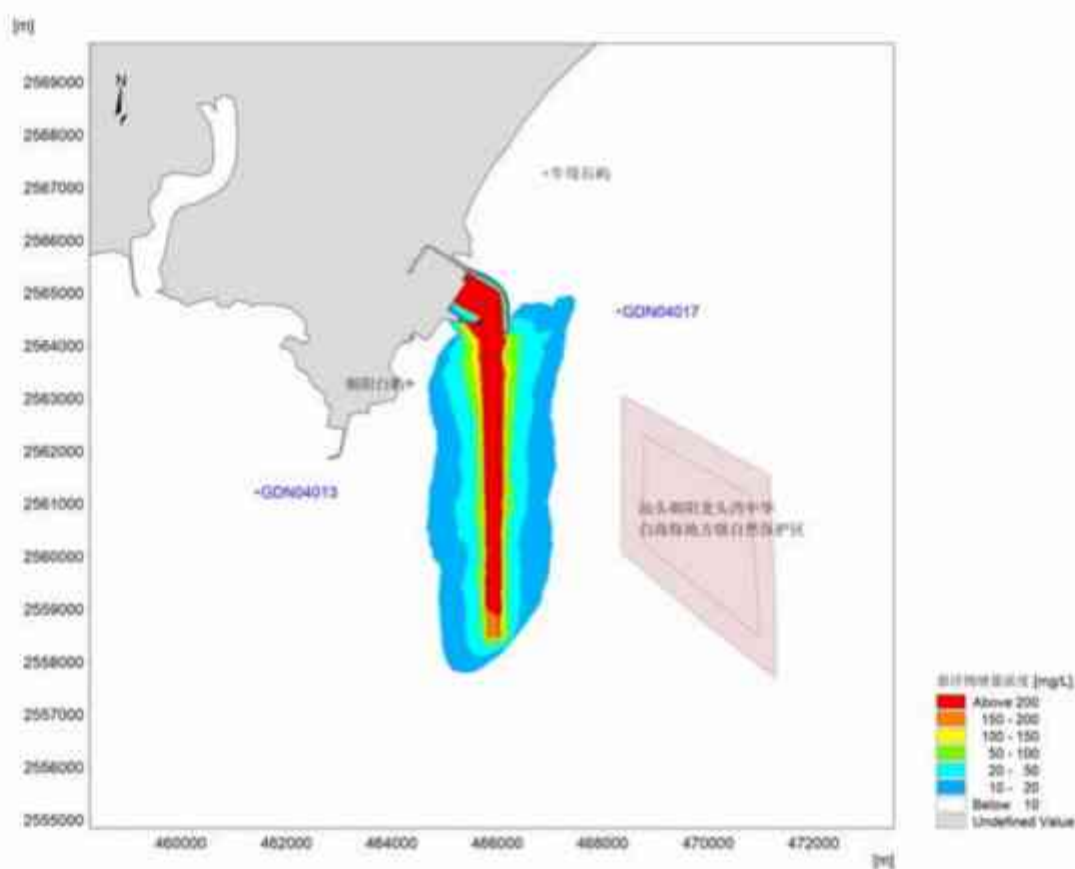


图 7.3-3 本项目施工引起的悬浮物增量浓度总包络线

7.4 沉积物环境影响分析

本项目施工过程中对海洋沉积物的可能影响主要来自港池航道疏浚施工产生悬浮泥沙的扩散和沉降。

施工悬浮泥沙对水质影响包括两个方面：一是粒度较大的泥沙被扰动悬浮到上覆水体后，经过较短距离的扩散即沉降，其沉降范围位于挖泥点附近，这部分泥沙对施工区外的沉积物基本没影响；二是粒度较小的颗粒物进入水体而影响海水水质，并长时间悬浮于水体中，经过相对较长距离的扩散后再沉降。随着粒度较小的悬浮物的扩散及沉淀，从项目施工区域漂移的悬浮物将成为其所覆盖区域的新的表层沉积物。项目海上施工对沉积物的影响主要是沉积物理化因子的物理转移，根据现状监测结果可知，项目附近海域沉积物监测点的监测项目均符合相应功能区沉积物质量标准限值要求。悬浮泥沙对海水水质的影响预测结果显示，施工产生的悬浮泥沙增量 $>10\text{mg/L}$ （超一、二类水质标准）的最大包络线面积为 14.8159km^2 ，工程建设除了对海底沉积物产生部分分选、位移、重组和松动外，无其他污染物混入，因此，工程施工过程中产生的悬浮泥沙扩散和沉降，不会对沉积物环境质量产生明显变化。

本项目施工污水主要为船舶含油污水和船舶工作人员生活污水。施工过程中的施工船舶废水及船舶垃圾等均统一收集处置，避免直接排入海域，不会对所在海域沉积物的质量造成影响。

7.5 大气环境影响分析与评价

本项目施工期环境污染源主要为施工船舶燃油废气，其主要污染物为 SO_2 、 NO_x 、CO和烃类等。

由于本工程施工作业区域均位于海域，施工船舶废气扩散条件较好，源强小，废气产生具有间歇性、短期性和流动性的特点，且项目区域周边没有长期居住的居民区，施工船舶运行过程中对大气环境影响多为短期影响，随着施工结束，影响立即消失。只要在施工过程中注意做好施工设备、船舶的维修和保养工作，严格控制，使用清洁能源作燃料，则施工机械、船舶废气不会对周边环境产生较大影响。因此，项目施工期的废气对周边环境空气影响较小。

7.6 声环境影响分析与评价

施工期噪声主要来自各类施工船舶、施工机械等，对于施工期间的噪声源的预测，通常将其视为点源进行预测计算。根据点声源衰减模式，可以估算出离声源不同距离处的噪声值。预测模式如下：

$$L_{pi} = L_0 - 20 \lg\left(\frac{r}{r_0}\right)$$

式中：L_{pi}—离声源距离 r 处的声压级 dB(A)；

r—离声源的距离 (m)；

r₀—参考点距离 (m)；

L₀—离声源距离 r₀ 处的声压级 dB(A)。

计算表明，施工期间离噪声源不同距离处的噪声值见下表：

表 7.6-1 施工期间噪声随距离衰减变化情况 单位：dB (A)

机械名称	声级测值 (1m 处)	边界外距离 (m)							
		20	40	60	80	100	150	200	250
2000m³耙吸船	85	59.0	53.0	49.4	46.9	45.0	41.5	39.0	37.0
5000m³耙吸船	95	69.0	63.0	59.4	56.9	55.0	51.5	49.0	47.0
辅助施工船舶	75	49.0	43.0	39.4	36.9	35.0	31.5	29.0	27.0

一般而言，施工机械在露天的环境中进行施工，通常情况下无法进行有效的密闭隔声处理，因此本项目施工期产生的噪声可能会对其周围的环境产生一定影响。从上表的预测结果来看，5000m³耙吸船施工时昼间的噪声影响最大，其瞬时噪声在 20m 的衰减距离可满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）标准要求。而若项目在夜间施工，则施工噪声在 150m 范围内的噪声值可满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）中的要求。本项目 200m 声环境评价范围内没有声环境保护目标，项目施工噪声对周边敏感点影响不大。项目应合理控制施工时间，安排机械作业，并采取一定降噪措施，因此不会对声环境产生大的污染影响，且随着施工的结束，施工噪声的污染也随之消失。

7.7 固体废物环境影响分析

施工期的固体污染物为疏浚泥沙、生活垃圾、船舶固废等。

本项目维护性疏浚量为 110 万 m^3 ，疏浚物运至汕头表角疏浚物海洋倾倒区（ $116^{\circ}49'00''\text{E}$ 、 $23^{\circ}13'00''\text{N}$ ， $116^{\circ}50'15''\text{E}$ 、 $23^{\circ}13'00''\text{N}$ ， $116^{\circ}50'15''\text{E}$ 、 $23^{\circ}11'30''\text{N}$ ， $116^{\circ}49'00''\text{E}$ 、 $23^{\circ}11'30''\text{N}$ 四点所围成的海域）进行处置。汕头表角疏浚物海洋倾倒区已纳入《关于发布 2021 年全国可继续使用倾倒区和暂停使用倾倒区名录的公告》（生态环境部公告 2021 年第 8 号），属于合理合法的倾废区域。建设单位已取得生态环境部珠江流域南海海域生态环境监督管理局颁发的倾倒许可证。

根据 2024 年 7 月对海门电厂港池及航道疏浚物进行的检测结果，参照《海洋倾倒物质评价规范 疏浚物》（GB30980-2014），疏浚物中的有机碳、油类、硫化物、铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷含量均低于标准中的评价下限值，符合 GB30980-2014 中规定的清洁疏浚物（I）中的 a），疏浚物不含有危险废弃物等损害环境质量物质，可在指定区域直接倾倒，符合倾倒区的倾倒标准，对倾倒区的影响很小。

本项目施工期生活垃圾产生量共 30kg/d，船舶固废产生量共 40kg/d，施工人员产生的船舶固废如果不妥善处理，将会造成一定的环境影响。施工船舶的垃圾不得抛弃入海，需送到岸上交由有资质单位接收处理。为此，建设单位应同施工单位签定环保责任书，由施工单位负责固体废物的处理。施工单位要加强施工管理，对施工船舶生活垃圾不得随意抛弃，应配置一定数量的接收设施如垃圾箱等，定点堆放并及时清运。通过加强管理，开展施工期环境监理，在采取上述的有效措施后，可有效防治施工固废的污染，不会对项目区域造成环境影响。

通过采取上述措施，本项目施工期固体废物对周围环境影响较小。

7.8 对生态环境的影响分析

本工程对海洋生态环境的影响主要来自施工期间疏浚施工对海洋底质的扰动，对底栖生物的伤害以及施工过程产生的悬浮物扩散对海洋生态环境的影响。

7.8.1 海洋生物影响分析

(1) 对鱼类的影响分析

疏浚施工产生的悬浮物可以阻塞鱼类的鳃组织，造成其呼吸困难，严重的可能会引起死亡。对渔业资源会产生一定的影响。悬浮物对鱼类的影响除可产生直接致死效应外，还存在间接、慢性的影响，例如：①造成生物栖息环境的改变或破坏，引起食物链和生态结构的逐步变化，导致生物多样性和生物丰度下降；②造成水体中溶解氧、透光度和可视性下降，使光合作用强度和初级生产力发生变化，进而影响水生动物的生长和发育；③浑浊的水体使某些种类的游动、觅食、躲避致害、抵抗疾病和繁殖的能力下降，降低生物群体的更新能力等。

鱼类等水生生物都比较容易适应水环境的缓慢变化，但对骤变的环境，它们反应则是敏感的。施工引起悬浮物质含量变化，并由此造成水体浑浊度的变化，这必然引起鱼类等游泳生物行动的改变，鱼类成体将避开这一点源混浊区，产生“驱散效应”，但鱼卵和仔稚鱼类由于缺乏一定的运动能力，不能与成鱼一样逃离混浊水域，因而遭受伤害甚至死亡。实验数据表明，当SS高达80000mg/L时，鱼类最多只能忍耐一天；在6000mg/L的含量水平，最多只能忍耐一周；在300mg/L含量水平，而且每天做短时间搅拌，使沉淀淤泥泛起至SS浓度达到2300mg/L，则鱼类仅能存活3~4周。一般说来，受到200mg/L以下含量水平的短期影响，鱼类不会直接死亡。

此外，施工对鱼类的影响还体现在浮游动物与浮游植物食物供应所受到的影响上。浮游植物和浮游动物是海洋生物的初级和次级生产力，施工过程会对浮游植物和浮游动物的生长产生不利影响，严重时甚至会导致死亡。部分鱼类是以浮游植物为食，而且这些种类多为定食性种类，活动能力较弱，工程施工期就会对其生长产生不利影响。因此，从食物链的角度考虑，施工不可避免对附近海域鱼类和虾类的存活与生长产生明显的抑制作用，对渔业资源带来一定负面影响。

从水环境影响预测结果来看，疏浚施工造成悬沙增量大于10mg/L的最大影响范围为14.8159km²以内，影响范围较小，因此，本工程引起的悬浮物增加对海洋生物影响范围是局部的。根据以往海上施工悬沙的影响程度来看，疏浚施工产生的悬沙对水质的影响，在停止施工后4~5个小时后可基本消除。因此，疏浚施工引起的悬沙对水质环境的影响属于短期环境效应，随着施工作业结束，

水质将逐渐恢复，随之而来的便是生物的重新植入。游泳生物群落的重新建立所需要的时间较短，游泳生物由于活动能力强，会很快进入作业点。

(2) 对浮游生物的影响分析

本项目施工期间，产生的悬浮物使施工区域附近局部海域的浑浊度增加，降低了水体的透光度，不利于浮游植物的光合作用，进而影响浮游植物的细胞分裂和生长、繁殖能力，降低了单位水体中浮游植物的数量，最终导致作业点附近局部海域初级生产力水平的下降。在水生食物链中，除了初级生产者——浮游藻类以外，其他营养级上的生物既是消费者，也是上一营养级生物的饵料。因此，浮游植物生物量的减少，会使以浮游植物为饵料的浮游动物在单位水体中拥有的生物量也相应地减少，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。

对浮游植物和游泳动物来讲，悬浮物的直接影响也较显著。悬浮物可以黏附在动物身体表面干扰动物的感觉功能，有些黏附甚至可引起动物表皮组织的溃烂；通过动物呼吸，悬浮物可以阻塞动物的鳃组织，造成呼吸困难而窒息死亡；某些滤食性动物，只有分辨颗粒大小的能力，只要粒径合适就可摄入体内，如果摄入的是泥沙，那么动物有可能因饥饿而死亡；由于透光度的变化，会改变靠光线强弱而进行垂直迁移的某些浮游动物的生活规律。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。

另外，水中高浓度悬浮物中有毒（害）物质的释出，通过新陈代谢积累在浮游生物和游泳生物体内，进而对生物本身及食物链的上一级动物产生毒害作用；悬浮物中释出的有机物分解，消耗水体中的氧气，降低溶氧量，从而影响生物的呼吸作用甚至导致死亡。悬浮物的增加会刺激游泳生物，使之难以在附近水体栖身而逃离现场，因而会减少附近海域内游泳动物的种类和数量。

从水环境影响预测结果来看，工程施工引起的悬浮物增量大于 10mg/L（超第一类、第二类水质标准）的面积为 14.8159km²，影响范围较小，且产生高浓度悬浮泥沙的范围很小。因此，施工产生的悬浮泥沙对浮游生物和游泳生物的影响

响较小；并且这种影响只是暂时的和局部的。有资料表明，施工悬浮物对水质的影响延续 4h~5h 后，对水质的影响可基本消除，因此，施工对水质的影响属于短期环境效应。浮游生物的旺发期主要在夏季，疏浚施工导致的悬浮物增加可能遮蔽光照，抑制浮游植物的光合作用，破坏食物链基础，因此在夏季施工时尽量降低施工强度，控制施工范围，而且浮游生物的恢复时间相对较短，随着施工作业结束，水质将逐渐恢复，随之而来的便是生物的重新繁殖。浮游生物和游泳生物群落的重新建立所需的时间较短，有资料表明，浮游生物群落的重新建立只需几周时间；游泳生物由于活动能力强，也会很快回到作业点。浮游生物群落的重新建立，主要靠海水的运动将其他地方的浮游生物进入作业点及其附近海域，并且有可能很快就会恢复到与周围海域基本一致的水平。

（3）对底栖生物的影响分析

本工程的实施，疏浚区将使底栖生物栖息地丧失或被破坏，使得少量活动能力强的动物逃往他处，而大部分种类将被掩埋、覆盖，除少量能够存活外，绝大部分种类诸如贝类、多毛类、线虫类等都将难以存活。工程施工产生的大量悬浮物质沉降后，还将对底栖生物产生直接的覆盖作用，进而导致项目施工区域一定范围内生物的大量死亡。但疏浚施工结束后，底栖生物又将重新建立新的平衡，逐渐恢复原来水平，该影响也是暂时的。

（4）对生物多样性的影响分析

项目对海洋生物多样性的影响主要表现在项目施工期疏浚会引起本海域生物种类和数量的减少，但是施工结束后，影响将逐渐消失，生物数量会慢慢恢复。

另外施工引起悬浮物增量可能会引起周围海域食物链（网）和生态结构的变化，导致局部生物多样性和生物丰度下降；造成局部水体溶解氧、透光率和可视性下降，使光合作用强度和初级生产力发生变化，影响某些种类的生长发育（如鱼卵和幼体）；影响局部海域基础饵料生物生长，使鱼类得不到充足的食物，项目施工还会影响到部分鱼卵仔鱼和游泳生物资源。本项目施工过程短暂，对海域生态多样性的影响较小，可采取适当的生态恢复措施恢复。

7.8.2 海洋生物资源损失量

(1) 疏浚施工对底栖生物损害评估

本项目疏浚挖泥对海洋生态的影响主要表现在底栖生物的损失。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)》(以下简称《规程》), 疏浚彻底破坏底栖生物的生境, 按以下公式进行计算:

$$W_i = D_i \times S_i$$

式中:

W_i 为第 i 种生物资源受损量, 单位为尾、个或千克 (kg), 在这里为底栖生物资源受损量;

D_i 为评估区域内第 i 种生物资源密度, 单位为尾/ km^2 或个/ km^2 或千克 (kg) / km^2 , 此处为底栖生物的生物量, 考虑到底栖生物活动能力较弱, 选用 2022 年秋季调查该海域项目附近 12 号站位底栖生物生物量为 $0.33\text{g}/\text{m}^2$;

S_i 为第 i 种生物占用的渔业资源水域面积, 单位为 km^2 , 此处疏浚面积为 169 公顷;

项目疏浚造成底栖生物损失量 $= 0.33\text{g}/\text{m}^2 \times (169 \times 10^4) \text{m}^2 \times 10^{-3} = 557.7\text{kg}$ 。

(2) 悬浮物扩散对生物的影响

根据项目施工进度, 本工程维护性疏浚每次时间约为 1 个月, 超过 15 天, 按照《规程》, 施工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:

$$M_i = W_i \times T$$

$$W_i = \sum_{j=1}^n D_{ij} \times S_j \times K_j$$

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_j 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。上述各参数的取值如下：

①污染物浓度增量区面积 (S_i) 和分区总数 (n)

考虑到项目施工作业面大致呈线性布置，且同一施工区域内施工船舶只有 1 艘，施工典型工况影响范围以单点最大影响范围来计算，根据悬浮物扩散范围最大的典型工况 P2 预测结果，大于 10mg/L 的悬浮物浓度增量扩散面积为 0.7459km²，大于 20mg/L 的悬浮物浓度增量扩散面积为 0.2517km²，大于 50mg/L 的悬浮物浓度增量扩散面积为 0.0510km²，大于 100mg/L 的悬浮物浓度增量扩散面积为 0.0286km²。因此，悬浮物浓度增量分区数取为 4。

②生物资源损失率 (K_{ij})

参照《规程》中的“污染物对各类生物损失率”，各分区生物资源损失率详见表 7.8-1。生物损失率按《规程》中的数值进行内插。小于 10mg/L 浓度增量范围内的海域近似认为悬浮泥沙对海洋生物不产生影响。

表 7.8-1 本工程悬浮物对各类生物损失率

分区	浓度增量范围 (mg/L)	超标倍数 (B_i)	各类生物损失率 (%)			
			鱼卵和仔稚鱼	成体	浮游动物	浮游植物
I 区	10~20	$B_i \leq 1$ 倍	5	1	5	5
II 区	20~50	$1 < B_i \leq 4$ 倍	17	5	17	17
III 区	50~100	$4 < B_i \leq 9$ 倍	40	15	40	40
IV 区	100 以上	$B_i \geq 9$ 倍	50	20	50	50

③持续周期数 (T) 和计算区水深

根据施工计划，本工程维护性疏浚每次施工时间约为 1 个月，污染物浓度增量影响的持续周期为 2；根据工程海域海图水深资料，工程区悬浮物浓度增量超标范围的平均水深约为 15m。

(3) 渔业资源的影响

鱼卵和仔稚鱼的损失量按照以上的公式和参数进行计算。2022 年秋季调查该海域项目附近 12 号站位鱼卵资源密度为 1.875ind./m³，仔鱼平均值 0.096ind./m³，游泳生物资源密度平均值为 424.6kg/km²。损失量计算如下：

表 7.8-2 悬浮泥沙扩散造成的鱼卵、仔稚鱼、游泳生物损失计算表

生物种类	悬沙增值浓度 (mg/L)	污染物超标倍数 (Bi)	悬沙扩散面积 (km ²)	水深 (m)	损失率 %	污染物影响周期数 T	生物密度	损失量	损失量合计
鱼卵	10~20	$Bi \leq 1$ 倍	0.4942	15	5	2	1.875 粒/m ³	1.39×10 ⁶ 粒	4.61×10 ⁶ 粒
	20~50	$1 < Bi \leq 4$ 倍	0.2007		17			1.92×10 ⁶ 粒	
	50~100	$4 < Bi \leq 9$ 倍	0.0224		40			0.50×10 ⁶ 粒	
	≥100	≥9 倍	0.0286		50			0.80×10 ⁶ 粒	
仔稚鱼	10~20	$Bi \leq 1$ 倍	0.4942	15	5	2	0.096 尾/m ³	0.07×10 ⁶ 尾	0.24×10 ⁶ 尾
	20~50	$1 < Bi \leq 4$ 倍	0.2007		17			0.10×10 ⁶ 尾	
	50~100	$4 < Bi \leq 9$ 倍	0.0224		40			0.03×10 ⁶ 尾	
	≥100	≥9 倍	0.0286		50			0.04×10 ⁶ 尾	
游泳生物	10~20	$Bi \leq 1$ 倍	0.4942	/	1	2	424.6 kg/km ²	4.20kg	20.43kg
	20~50	$1 < Bi \leq 4$ 倍	0.2007		5			8.52kg	
	50~100	$4 < Bi \leq 9$ 倍	0.0224		15			2.85kg	
	≥100	≥9 倍	0.0286		20			4.86kg	

(4) 海洋生物资源损失总量

综合统计本项目造成的总生物损失量如下：疏浚造成底栖生物损失量为 557.7kg；悬沙扩散造成鱼卵损失量为 4.61×10⁶粒；仔稚鱼损失量 0.24×10⁶尾；游泳生物损失量 20.43kg。详见表 7.8-3。

表 7.8-3 生物损失总量表

损失原因	生物资源	损失量
疏浚	底栖生物	557.7kg
悬沙扩散	鱼卵	4.61×10 ⁶ 粒
	仔稚鱼	0.24×10 ⁶ 尾
	游泳动物	20.43kg

7.9 通航环境影响分析

本项目施工期施工船舶将占用一定通航水域，客观上增加了工程附近的通航密度，来往船舶较多，疏浚施工时，也会影响该水域船舶正常通行，使得周边通航密度更大，会对过往的船舶造成一定的干扰。

施工单位应加强与建设单位的沟通协调，实时掌握电厂码头生产营运计划，根据生产营运计划选择疏浚施工作业时间窗口；大型船舶进出采取单个泊位交叉营运的模式，在收到大型船舶进出港计划后，及时调整疏浚作业时间，将施工船舶移至暂不使用的泊位水域，待大型船舶出港后再进行疏浚作业，有效避免对码头正常生产营运的影响。

施工单位应将施工时间、地点、占据的区域、作业特点、施工进度、碍航特性、抛泥航行路线等实际情况报至管理部门，根据管理部门的审批有序组织施工，并在施工水域附近海域配备必要的导助航等安全保障设施。为了确保施工作业通航安全，提前向海事管理机构申请发布航行通（警）告；加强与港口调度中心、汕头 VTS、邻近码头业主的沟通协调，及时掌握船舶进出港动态（特别是大型船舶），合理选择施工作业窗口，加强船舶调度管理，保障安全。

本项目施工过程中通过严格、科学的施工组织及合理的生产调度，把工程安全、施工安全和通航安全放在首位，做好施工作业的安全管理工作，海事部门加强现场管理，认真落实通航安全报告书中所提的安全保障措施，有关各方加强工程及其附近海域的安全管理，其不利影响将得到缓解或消除。

7.10 对环境保护目标的影响分析

本项目周边的海洋环境敏感区与环境保护目标主要包括汕头潮阳龙头湾中华白海豚地方级自然保护区、生态保护红线区、三场一通道、无居民海岛、国控水质监测点等。

7.10.1 对自然保护区的影响分析

本项目海洋生态环境影响评价范围内分布有汕头潮阳龙头湾中华白海豚地方级自然保护区、汕头濠江企望湾南方鲎地方级自然保护区、汕头潮南练江口地

方级自然保护区 3 个自然保护区。本项目不在上述保护区范围内，距离项目最近的为汕头潮阳龙头湾中华白海豚地方级自然保护区，位于项目东侧 2.5km，根据水质预测分析结果，施工悬浮物大于 10mg/L 的影响范围向东侧最远距离约 1.27km，施工悬浮物不会扩散至汕头潮阳龙头湾中华白海豚地方级自然保护区内，更不会对较远的其他保护区水质造成影响。

7.10.2 对生态保护红线区的影响分析

根据最新的“三区三线”划定成果，本项目不在海洋生态保护红线区范围内，项目周边生态保护红线区主要包括汕头潮阳龙头湾中华白海豚地方级自然保护区、汕头深水重要渔业资源产卵场、广澳湾海岸防护物理防护极重要区等，其中距离本项目最近的生态保护红线区为广澳湾海岸防护物理防护极重要区。通过施工悬浮物包络线与生态保护目标叠加图分析可知，本项目疏浚施工悬浮泥沙扩散范围有限，不会扩散至周边生态保护红线区范围内，因此施工悬浮物不会对海洋生态保护红线区造成影响。

7.10.3 对三场一通道的影响分析

本项目所在的渔业资源保护区包括幼鱼幼虾保护区、南海北部幼鱼繁殖场保护区。疏浚施工期间产生的悬浮泥沙对水质和生态环境的影响会干扰位于工程海域周边的鱼卵、幼鱼幼虾的生长发育。根据施工期水质影响预测结果，疏浚施工作业区产生的悬沙主要分布在疏浚区周边海域，悬浮物增量浓度大于 10mg/L 的最大影响面积为 14.8159 km²，影响范围为疏浚区东侧 1.27km 及西侧 1.14km 内的海域，影响范围有限，且这种影响是暂时的，会随着施工的结束而消失。因此对于海域幼鱼、幼虾等的影响是短暂和局部的。施工期产生的含油污水统一收集，交由有资质的单位处理，禁止向海域排放，生活污水由有相关资质的单位接收处理，不向海域排放；施工期结束后，不会对外排放废水等污染物，对幼鱼幼虾保护区、南海北部幼鱼繁殖场保护区的水质环境无影响。

幼鱼幼虾保护区的保护期为 3 月 1 日至 5 月 31 日，保护期间禁止底拖网渔船和拖虾渔船以及捕捞幼鱼幼虾为主的其他作业渔船进入生产。由悬浮泥沙引起的水质改变将在短时间内逐渐恢复，不会对幼鱼幼虾产生长期的、累积性的不良

影响。为降低项目建设对幼鱼保护期的影响，建议疏浚作业尽量避开渔业资源繁殖高峰季节3~5月份。

本项目施工应采用先进的施工工艺和设备，合理安排施工顺序和进度。为了尽量减少泥沙的溢散，施工单位必须加强管理，严格按照施工规范和时序进行施工，最大限度地减少对海域幼鱼、幼虾等的影响。

7.10.4 对无居民海岛的影响分析

本项目周边无居民海岛主要为潮阳白屿、牛母石屿。距离项目最近的为潮阳白屿，位于项目西侧约1.6km。本项目疏浚完成后，将会对所在的海域的水动力条件造成一定的影响，主要表现在施工区域周边的流速流向产生变化，根据模型预测结果，本项目疏浚之后，水文动力条件改变的范围集中在疏浚范围之内，冲淤厚度大于0.01m/a的影响范围为防波堤内侧及外侧周边0.25km范围内，对周边其他海域的冲淤影响较小，基本不会造成岛屿的侵蚀。另外本项目悬浮泥沙扩散范围也集中疏浚范围周边，不会扩散至周边无居民海岛，因此，项目施工对周边无居民海岛的影响很小。

7.10.5 对国控水质监测点的影响分析

本项目距离最近的近岸海域国控水质监测点为东侧2.3km的GDN04017号点，根据近岸海域国控水质监测点位与施工悬浮泥沙叠图分析，本项目施工产生的悬浮泥沙大于10mg/L包络线分布范围未扩散至周边近岸海域国控水质监测点位，说明本项目施工对周边近岸海域国控水质监测点的影响不大，不会造成近岸海域国控水质监测点位日常监测的异常情形。

7.10.6 对珍稀生物的影响分析

本项目周边海域分布的珍稀生物主要有中华白海豚、南方鲎。由于南方鲎的分布区域距离项目较远，因此主要分析项目对中华白海豚的影响。

中华白海豚长期生活在水体浑浊的河口水域，其视觉不发达，主要靠位于头部的回声定位系统来探测周围环境及与同伴沟通，悬浮物的增加对水中声波有一定的散射作用，对中华白海豚的正常活动可能会造成轻微影响；中华白海豚是用

肺呼吸的水生哺乳动物，有别于用鳃呼吸的鱼类，它呼吸时头部露出水面直接呼吸空气，浑浊的水体对其呼吸没有影响。也就是说，水中悬浮物浓度变化对中华白海豚的分布和活动范围造成的影响有限，或者说水体的浑浊度不是影响中华白海豚分布移动的主要因素。但是，悬浮物增加可能会增加海豚体表感染细菌的机会，研究海豚个体的照片发现，中华白海豚也会患皮肤病，一般是皮肤受伤的个体易被细菌感染。根据水质影响预测结果，本项目施工引起的悬浮泥沙浓度增量 $>50\text{mg/L}$ 的整体包络线影响范围的面积较小，仅局限于源点附近的范围内。所以项目施工对中华白海豚的影响很小。从另一个角度分析，施工过程中将造成水体中悬浮物浓度增加，中华白海豚作为一种大型的海洋生物对水体悬浮物的增加相当敏感，当其遇到水体中悬浮物高，水体浑浊的情况，将选择快速逃离，而在离施工点距离较远的海域内，对于中华白海豚无直接影响。

中华白海豚主要以沿岸鱼虾贝类为食，它们在每日晨昏时分最为活跃，常在涨潮时觅食。建议项目施工期加强瞭望，若发现有白海豚活动则停止施工，同时建议项目尽量于退潮时进行施工。

此外，过往船只频密将会干扰中华白海豚的觅食和交往等活动，海豚被航船撞击（包括被螺旋桨打到）的可能性也会增加。本项目所在海域是中华白海豚可能游弋的海域。中华白海豚喜欢追逐有声响的东西（如船只等），在追逐船只的过程中，往往较容易被船只的螺旋桨打死，也有部分中华白海豚在觅食的过程中被卷入渔船的网内，导致窒息死亡。因此在本项目施工时，因施工船来往频率的增加，海豚被船只撞击的机会将有所提升，但撞击的风险与船只的类型和航行速度有很大的关系。白海豚长期生存在繁忙的航道，较为适应水上慢速交通工具，本项目使用的施工船一般相对固定在施工海域，即使航行，船速一般在8节以下，故认为中华白海豚被本项目施工船撞击的风险较小。但由于中华白海豚的活动地点不确定，有可能会误入本项目施工区，因此，施工过程中建议施工单位加强对船上工作人员的教育，禁止船员伤害中华白海豚，并安排专门人员负责加强瞭望，遇到中华白海豚时船舶应减速或暂停，加强避让直至海豚游离，一旦发现白海豚误入施工区，应立即停止作业，并对其进行驱散。

8 环境风险分析与评价

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T 169-2018）、《水运工程建设项目环境影响评价指南》（JTS/T105-2021）和《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T 1143-2017）的相关要求，结合本项目实际情况，通过风险识别、风险源项分析和环境风险后果预测分析，确定本项目可能存在的环境风险事故为船舶燃料油风险事故，对风险事故进行环境影响预测与评价，并有针对性地提出环境风险防范措施及应急预案，以使项目的环境风险降至最低。

8.1 环境风险识别

8.1.1 危险物质识别

按《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）以及《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）等的相关规定，本项目施工过程中涉及的危险物质主要为施工船舶航行过程中使用的燃料油。

8.1.2 环境敏感目标情况

根据前述环境敏感目标调查，结合本项目环境事故类型及环境风险危害途径，确定的风险环境敏感目标为周围保护区等，防止风险危害经由水体破坏风险环境敏感目标的水质环境，进而对保护区的保护对象等带来危害。

8.1.3 风险源识别

本项目为港口、航道维护性疏浚项目，本项目所在码头日常运营期间的环境风险预测已在码头工程环评报告书中体现，码头管理业落实了相关环境风险应急措施。根据施工过程中的施工工艺、施工机械，危险物质情况，确定项目风险源为施工过程中的疏浚施工船舶。考虑到项目施工期较短（20 天/次），施工期间可暂时停止其他船舶进出本项目码头避免施工船舶与进出港船舶发生碰撞，从而增加项目运营期环境风险。施工过程，由于施工船舶自身因素、人为因素、天气因素等造成的搁浅、船舶互相碰撞或船舶撞击码头等事故，导致船载燃油泄漏入海、扩散，甚至引发火灾爆炸事故，造成巨大损失，污染周边海洋环境。

表 8.1-1 燃料油理化特性及危险性一览表

名称	化学式	CAS 号	熔点 (°C)	沸点 (°C)	闪点 (°C)	饱和蒸汽压 (kPa)	爆炸上限 (%)	爆炸下限 (%)	火灾危险性分类	毒理学数据	毒性	大气毒性终点浓度		健康危害	水溶性
												毒性终点浓度 1(mg/m³)	毒性终点浓度 2(mg/m³)		
燃料油	/	/	/	360~460	≥60	/	/	/	丙	LD ₅₀ : > 5000mg/kg/ (大鼠经口); LC ₅₀ : > 5000mg/m³/4h. (小鼠吸入)	/	/	/	急性中毒: 吸入高浓度蒸汽, 常先有兴奋, 后转入抑制, 表现为乏力, 头痛, 酩酊感, 神志恍惚, 肌肉震颤, 共济运动失调; 严重者出现定向力障碍, 谵妄, 意识模糊等; 蒸汽可引起眼及呼吸道刺激症状, 重者出现化学肺炎。吸入液态煤油可引起吸入性肺炎, 严重时发生肺水肿。摄入引起口腔、咽喉和胃肠道刺激症状, 可出现与吸入性中毒相同的中枢神经症状。慢性影响: 神经衰弱综合征为主要表现, 还有眼及呼吸道刺激症状, 接触性皮炎, 皮肤干燥等。	不溶

8.1.3 风险事故类型识别

海洋环境事故风险是指由于人为或自然因素引起的、对海域资源环境或海域使用项目造成一定损害、破坏乃至毁灭性事件的发生概率及其损害程度。

本项目的环境风险来自两方面，一方面是由于自然灾害对海域使用项目造成的危害，发生于营运期居多。另一方面是用海项目自身引起的突发或缓发事件导致对海域资源、环境造成的危害，发生于施工期。针对本项目的建设内容和所在海区的自然条件，可能存在的风险主要有：

(1) 自然灾害主要包括热带气旋、台风暴潮、暴雨、灾害性波浪等，均可能对工程产生一定的危害：

(2) 项目施工船舶碰撞、引起的溢油事故。

8.1.4 自然灾害风险识别与分析

热带气旋是影响项目施工的主要灾害天气系统，它产生在热带海洋上，是猛烈旋转的大气涡旋。热带气旋按气象学分类，包括热带低压（TD）、热带风暴（TS）、强热带风暴（STS）、台风（TY）、强台风（STY）、超强台风（SuperTY）。热带气旋产生的大风，使树木和建筑棚架等构筑物倒塌，造成严重的财产损失和人员伤亡，本项目位于海门湾海域，施工期必须防范热带气旋侵袭。

根据台风年鉴资料统计，1949~2015年67年间台风中心经过项目附近海域（厦门~汕尾之间的海域）的热带气旋共101个，在2015年8月~2021年8月观测期间，影响项目区域的台风主要有9个。热带气旋带来的灾害损失主要是大风、强降水和风暴潮及其引发的次生灾害造成的，海门湾地区常见的热带气旋灾害现象有大风、巨浪、暴风雨、洪水、风暴潮以及热带气旋引发的地质灾害。近年来对项目位置影响较大的台风主要有2019年的“剑鱼”和2021年的“卢碧”。

自然灾害对项目用海的风险主要是台风和风暴潮等极端气象和水文条件下引起的可能对项目在施工和运营过程中造成的各种破坏和损害风险。船舶事故造成的石油泄漏风险主要是由于操作不当或其它不可控因素而导致的船舶倾覆、破裂或碰撞等，进而发生较大规模的油料泄漏事故。为此，业主单位需密切关注台风、风暴潮等极端气象活动的预测预报，施工期应避开台风和风暴潮多发时段，并提前做好台风和风暴潮的防范和应急措施，有效降低极端气象事件对项目施工

的影响。在台风多发季节时刻关注台风、风暴潮等极端气象活动的预报信息，提前做好船舶及其他相关设施的加固和转移等预防工作，最大程度降低台风和风暴潮等极端气象事件对港区财产破坏和人员伤害。

本项目所在海域可能导致环境风险的主要灾害性天气有热带气旋和风暴潮等，高强度的热带气旋主要集中在每年的 8~9 月份。施工期本项目海域工作船舶较多，大风天气会造成船舶操控难度加大，可能导致施工船舶发生碰撞，造成燃料油泄漏入海等环境风险。在落实严格的施工安全防范措施的前提下，施工期船舶受灾害性天气影响导致船舶溢油的风险概率相对较低。

因此，施工单位应制定详细的施工方案，做好应对不利天气的保障措，避免不利天气条件下强行赶工。

8.1.5 船舶溢油风险识别与分析

本项目施工期设置的主要施工船舶有小型耙吸船 1 艘（舱容 2000m³）、中型耙吸船 1 艘（舱容 5000m³）等。施工船舶的活动加大了项目海域的通航密度，提高了该海域海上交通安全事故的可能发生频率。船只碰撞是溢油事故的主要原因之一。正常施工情况下发生此类船舶碰撞泄漏燃油事故风险极低，其溢油量为数十吨。若发生溢油事故会引起该海域和沿岸的油污染，对水质、底质、生物资源等产生一定影响。

因此项目施工时，建设单位应与海事部门共同协商，加强船舶的管理，尽量减少施工对海上交通影响。同时掌握附近船舶航行活动规律，尽量避免船舶密集时穿越主航道，避免影响港区通航安全，避免因船舶碰撞而造成油品泄漏、火灾、爆炸等环境风险。

根据工程特点分析，本项目施工期引起溢油事故发生的主要因素如下：

（1）施工船舶在工程位置作业或者行进时，由于管理疏忽、操作违反规程或失误等原因引起石油类跑、冒、滴、漏事故，这类溢油事故对环境的影响相对较小，但也会对水域造成油污染；

（2）由于施工船舶本身出现设施损废，在行进中受海上风浪影响，或者发生船舶碰撞，有可能使油类溢出造成污染；

（3）施工期船舶活动提高了该海域海上交通安全事故的发生概率，船只在航行及进出该水域时可能发生船舶碰撞油舱破损，从而引发溢油事故。

8.2 源项分析

8.2.1 风险事故情景设定

本项目风险事故设定为船舶碰撞导致燃料油泄露的溢油事故，溢油位置预测为港池与进港航道交汇处。水上溢油事故可分为最大可信水上溢油事故和可能最大水上溢油事故，可能最大水上溢油事故溢油量（即船舶储油舱单舱泄露）约 52t。按最不利因素计算，52t 燃油舱破损燃油进入水体。

8.2.2 船舶溢油事故统计

（1）国际溢油事故统计分析

根据国际船东污染联合会（ITOPF，International Tanker Owners Pollution Federation Ltd）1970—2017 年泄漏事故统计资料分析，船舶泄漏事故原因主要为碰撞、搁浅、船底泄漏、设备失效、火灾爆炸等。全球区域溢油事故（ $>7\text{t}$ ）发生次数如下图 8.2-1 所示，可见在过去的 37 年间，超过 700t 的漏油事故共计发生 462 起，平均数逐步下降，中型溢油事故（7—700t）共计发生 1372 起，其频率随年代也呈下降趋势。

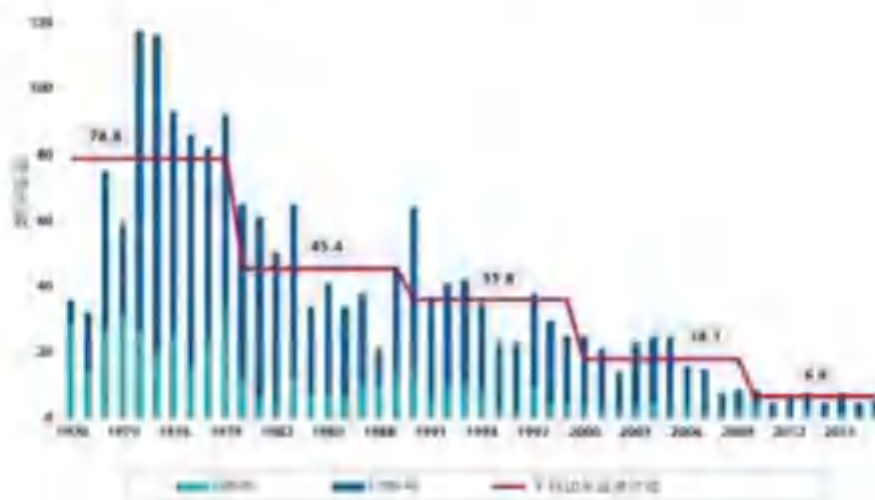


图 8.2-1 1970~2017 年全球区域溢油事故（ $\geq 7\text{t}$ ）发生次数各年次数图

（2）国内溢油事故统计分析

根据我国沿海 50t 以上溢油事故统计资料，1973~2008 年共发生 50t 以上溢油事故 76 起，总溢油量 39415t，平均 518 t/起，单次最大溢油量为 8000t。其中溢油量小于 100t 的溢油事故共 14 起，约占总事故数的 18.1%；溢油量 100~200t

的溢油事故共 27 起，约占总事故数的 35.5%；溢油量 200~500t 的溢油事故共 16 起，约占总事故数的 21%；溢油量 500~1000t 的溢油事故共 12 起，约占总事故数的 15.8%；溢油量 1000t 以上的溢油事故共 7 起，约占总事故数的 9.2%；最大溢油事件溢油量为发生于 1976 年 2 月 16 日汕尾港外。

上述事故按船舶类型分，油轮事故 46 起，货轮事故 19 起，集装箱船事故 4 起，码头管线事故 3 起，其他事故 4 起，分别占事故总数的 60.5%、25%、5.3%、3.9%和 5.3%，统计情况详见图 8.2-2。泄漏油品中原油 14 起，泄漏量 19472t，平均 1391t/起；燃油 28 起，泄漏量 6707t，平均 240 t/起；其他货油 34 起，泄漏量 13236t，平均 389t/起。

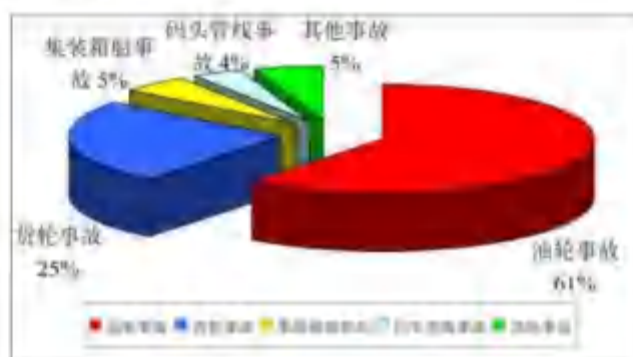


图 8.2-2 1973~2008 年我国沿海 50 吨以上溢油事故船舶类型统计分析

上述事故按事故原因分，碰撞 40 起，触礁 13 起，沉没 5 起，操作性事故 5 起，其他事故 13 起，分别占事故总数的 52.6%、17.1%、6.6%、6.6%和 17.1%，详见图 8.2-3。

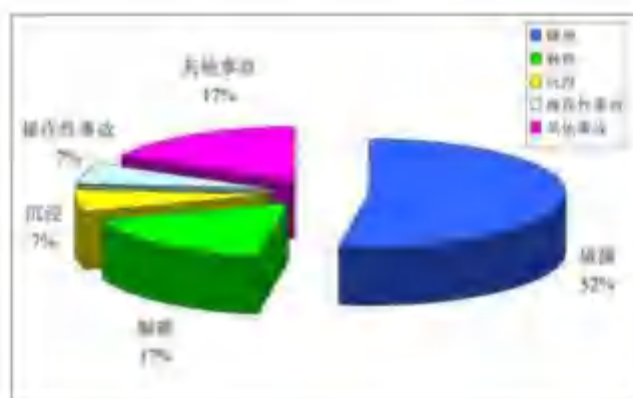


图 8.2-3 1973~2008 年我国沿海 50 吨以上溢油事故致因统计分析

根据对我国近 15 年 452 起泄漏污染事故的统计分析，因碰撞和搁浅而导致的船舶泄漏事故比例高达 55.3%（见表 8.2-1），大部分都发生在近岸海域，相应的泄漏量占总泄漏量的 43.6%，因此船舶溢油事故对近海的环境污染危害特别

大。

根据交通运输部《2021 年交通运输行业发展统计公报》，2021 年末全国拥有水上运输船舶 13.16 万艘，全年共发生运输船舶水上交通事故 137 件，沉船 46 艘，水上交通事故概率总体水平为 1.04×10^{-3} 。

表 8.2-1 国内船舶泄漏污染事故地点和原因统计表

事故原因	泄漏事故次数	占总数比例 (%)	溢出事故发生地区					
			码头	港湾	进港航道	近岸 50 里以内	外海	其他地区
机械事故	11	2	0	1	1	5	3	1
碰撞	126	28	5	41	25	45	9	1
爆炸	31	7	5	4	0	6	15	1
失火	17	4	10	2	0	1	4	0
搁浅	123	27	1	27	40	53	0	2
撞击	46	10	18	15	5	5	2	1
结构损坏	94	21	8	9	4	7	54	12
其他原因	4	1	1	0	0	2	1	0
总计	452	100	48	99	75	124	88	18

对溢油事故统计分析表明，虽然发生溢油事故的原因是多方面的，但是最主要的原因是船舶突遇恶劣天气，风大、流急、浪高，加之轮机失控，造成船舶触礁和搁浅，引发重大溢油事故。特别是在河口、港湾、沿海等近岸水域，由于海底地形复杂多变，船舶溢油事故发生的可能性较外海大得多。

8.2.3 源项分析结果

本项目最可能的风险事故为船舶溢油事故，溢油地点选择进港航道东侧距离汕头潮阳龙头湾中华白海豚地方级自然保护区最近处和码头前沿等 2 个点进行预测，泄漏源强参考《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T 1143-2017）要求确定。根据《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T 1143-2017）第 7.2.1 船舶溢油事故溢油量中“新建水运工程建设项目的最大可信水上溢油事故溢油量，按照设计代表船型所载货油或船用燃料油全部泄漏的数量确定”，“新建水运工程建设项目的可能最大水上溢油事故溢油量，按照设计代表船型的 1 个货油边舱或燃料油边舱的容积确定”。来计算最大可信水上溢油事故溢油量和最大可能水上溢油事故溢油量。

根据风险源调查，本项目危险物质为船舶燃料油。

本项目施工期主要施工船舶有小型耙吸船 1 艘（舱容 2000m^3 ）、中型耙吸船 1 艘（舱容 5000m^3 ）等，舱容 5000m^3 中型耙吸船的测得满舱时泥与海水载重为 7500t ，单舱载油量约 52t 。本项目主要考虑船舶水上溢油事故的环境风险评价工作。

8.3 环境风险分析预测

8.3.1 自然灾害风险分析

1、自然灾害种类和特点分析

本项目所处海域是热带气旋、风暴潮、暴雨多发海域，可能遭受热带气旋、海浪、暴雨等自然灾害的袭击。在热带气旋活动过程中往往伴随着狂风、暴雨、巨浪和风暴潮，导致海堤被毁、房屋倒塌、农田被淹、通讯和电力设施被毁，人民生命财产损失巨大。因此，对本工程直接造成不利影响的海洋灾害主要是热带气旋、灾害性波浪和风暴潮。强台风导致的海域超高潮位、巨浪正面袭击码头均会造成重大损失。

（1）热带气旋

热带气旋是影响华南沿海地区最大的灾害性天气。影响南海沿岸海区的热带气旋的生成源主要有两个：1）西北太平洋的马里亚纳群岛附近，即 $7^{\circ}\sim 15^{\circ}\text{N}$ ， $135^{\circ}\sim 150^{\circ}\text{E}$ 之间的洋面上；2）南海中部，即 $13^{\circ}\sim 18^{\circ}\text{N}$ ， $111^{\circ}\sim 117^{\circ}\text{E}$ 之间的海面上。热带低压多数来自南海，而强热带风暴和台风则绝大多数在西太平洋生成。凡登陆在南海北部活动的热带气旋对海门湾海域均可能有较大影响，特别是台风带来的狂风、暴雨和风暴潮，具有很大的破坏力，严重危及生命财产的安全。热带气旋、风暴潮灾害突发性强。往往在几小时内就酿成巨大灾害。

（2）登陆的台风

华南沿岸常常受到热带气旋的影响。每年 5~10 月是华南沿海遭受热带气旋的主要时期，尤以 8 月为高峰，广东沿岸平均每年约受 6.2 个热带气旋的影响，早期以南海生成的居多，晚期则以西太平洋生成为主。在南海生成的热带气旋形成快，强度弱，距岸较近，加上引导气流复杂，因而其移动路径的规律性较差。在西太平洋形成的热带气旋在移动过程中能量不断积累，强度往往较大，多发展

为台风。由于受到副热带高压的引导，太平洋热带气旋大多西移越过菲律宾进入南海，对广东沿岸影响很大。

由于地理位置的原因，本项目易受到热带气旋的吹袭，所以要时常做好防风抗风的准备。

(3) 风暴潮

风暴潮是由强烈的大气扰动所引起的海面异常升高现象，其伴随着天文潮、短周期的海浪而来，常常使潮位暴涨，甚至令海水漫溢，酿成大灾，有人也称之为风暴增水。风暴潮灾害具有明显的季节性，主要出现在农历6、7、8月。台风风暴潮灾害与天文潮有密切关系，灾害大多在天文大潮期间发生。台风、低压及强烈的向岸风作用于海面，使海水大量堆积，特别是当风暴潮与高潮段耦合时，水位往往暴涨，有可能超过当地警戒线，引发暴雨灾害。

2、自然灾害对项目风险分析

由于项目所在海域热带气旋等风暴潮多发，且其影响大、破坏力大，因此工程海域的突发海洋自然灾害可能对工程施工产生较大的影响，尤其是在施工期间，遇到大风暴雨、风暴潮等恶劣天气或应对不当时，会造成泥沙大量外溢，使得水中悬浮物浓度急剧增加，严重影响工程海域的海水环境质量，对水生生态也会造成严重影响。

因此，在恶劣天气来临时要停止一切施工，做好相应的安全检查工作，制定事故应急预案，本项目施工期自然灾害的风险事故是可以避免的。

8.3.2 船舶溢油风险分析

(1) 事故溢油对水质及底质环境的影响分析

受溢油影响的水域，油膜覆盖在海水表面，可溶性组分不断溶入水中，在风浪的冲击下，油膜不断破碎分散，并与水混合成为乳化油，增加了水中的石油浓度。溢油会引起水中石油浓度增加，这是国内外学者都公认的，但由于这是一个复杂过程，至今还没有一种较满意的定量方法。

油膜覆盖下，影响海一气之间的交换，致使溶解氧减少，从而影响水的物理化学和生物化学过程。溢油后，石油的重组分可自行沉积，或粘附在悬浮物颗粒中，沉积在沉积物表面。油块可在重力作用下沉降，从而影响沉积物表面的物理性质和化学成分。

(2) 事故溢油对水生生物资源的影响分析

油膜覆盖下,影响水一气之间的交换,致使溶解氧减少,光照减弱,从而影响浮游动物、浮游植物及底栖生物的生长。而溶解及乳化后的油会对水生生物资源造成一定危害。沉积到底质的石油将对底栖生物造成严重影响。因此,一旦发生事故溢油,将对油膜扫过的水域的水生生物资源造成一定影响。

实验证明,石油会破坏浮游植物细胞,损坏叶绿素及干扰气体交换,从而妨碍它们的光合作用。这种破坏作用的程度取决于石油的类型、浓度及浮游植物的种类。国内外许多毒性实验结果表明,浮游植物作为鱼虾类饵料的基础,其对各类油类的耐受能力均很低,浮游植物石油急性中毒致死浓度为(0.1~10) mg/L,一般为1mg/L。对于更敏感的生物种类,即使油浓度低于0.1mg/L也会妨碍其细胞的分裂和生长的速率。

不同种类底栖生物对石油浓度的适应性具有差异,多数底栖生物石油急性中毒致死浓度范围在(2.0~15) mg/L,其幼体的致死浓度范围更小。

(3) 事故溢油对岸线的影响分析

溢油发生后,一旦水面上的浮油在风浪和潮汐等因素作用下,浮上岸边,便会堆积在高潮线附近,粘附在岸边岩土表面,渗入上层的砂子里,这将对岸线生态环境造成严重影响。

(4) 事故溢油对海洋生物资源及生产的影响分析

国内外许多研究均表明,高浓度的石油会使鱼卵、仔幼鱼短时间内中毒死亡,而低浓度石油所引起的长期亚急性毒性可干扰鱼类摄食和繁殖,其毒性随石油组分的不同而有差异。

溢油事故对海洋生物资源的中、长期累积影响主要是造成海洋生物资源种类、数量及组成的改变,从而使渔业长期逐渐减产。这种影响在水域环境中可持续数年至十几年,因溢油规模及溢油地点而异。一般在近岸、河口或盐沼地发生溢油的恢复时间相对要长些。

工程所在区海域属亚热带浅海区域,生态环境多样,是经济鱼类繁育场保护区,众多鱼类产卵及仔稚体栖息生长的海域,渔业种类资源丰富。一旦发生事故溢油,将威胁到该水域的海洋生物资源和生产。

8.3.3 溢油风险事故影响后果计算

重大溢油事故的原因主要是船舶突遇恶劣天气，风大、流急、浪高、轮机失控，造成轮船触礁、碰撞和搁浅而引起的重大溢油污染事故。在施工作业中溢油风险的概率较低。运营期间因管理不严、措施不当均可能引起环境污染等事故，主要是船舶碰撞后出现的溢油事故。

8.3.3.1 预测方法

本次评价采用“油粒子”方法（即把溢油分成许多离散的小油滴）来模拟溢油在海面的漂移过程。“油粒子”的漂移过程分为对流和随机紊动扩散两个主要过程，在每个计算步长内，油粒子的变化都是这两个过程综合作用的结果。“油粒子”的运动轨迹计算公式如下：

$$X = X_0 + (U_{oil} + r \cos B) \Delta t$$

$$Y = Y_0 + (V_{oil} + r \sin B) \Delta t$$

式中： X_0 、 Y_0 为“油粒子”的初始坐标（m）； U_{oil} 、 V_{oil} 为油粒子运动速度的x、y向分量； r 为随机扩散项， $r = RE$ ， R 为0~1之间的随机数， E 为扩散系数； B 为随机扩散方向， $B = 2\pi R$ 。

（1）扩展过程

溢油的扩展过程主要受重力、粘力和表面张力的影响。模型采用的是修正的Fay重力-粘性力公式计算油膜的扩展过程：

$$\frac{dA}{dt} = K_{spread} A^{1/3} \left(\frac{V}{A} \right)^{4/3}$$

式中： V 为溢油体积； A 为油膜面积， K_{spread} 为油膜扩散系数， t 为时间；

在溢油的初设时刻， $V_0 = \pi R_0^2 h_0$ ， V_0 为溢油初始体积， R_0 为油膜初始半径， h_0 为油膜初始厚度。

（2）漂移过程

表层油膜的漂移主要受表层流和风加速两部分影响。风致漂移速度通常取为风速的2.5~4.4%，均值为3.5%。考虑地球自转影响的偏转，偏转角在北半球为风向的偏右侧，南半球偏左0~25°，均值为15°。表层流和风对油膜拖曳速度为：

$$U_{oil} = U_{current} + C_{wd} \times U_w \times \sin(\theta_w - 180 + \alpha)$$

$$V_{oil} = V_{current} + C_{wd} \times V_w \times \cos(\theta_w - 180 + \alpha)$$

其中： U_{oil} 、 V_{oil} 为油粒子运动速度的 x 、 y 向分量； $U_{current}$ 、 $V_{current}$ 为表层流的 x 、 y 向分量； C_{wd} 为风拖曳系数； U_w 、 V_w 为风速的 x 、 y 向分量； θ_w 为风向； α 为风偏转角。

(3) 风化过程

本次采用国际上通用的 MIKEZERO 模型进行本次溢油模拟计算。粒子的风化包括蒸发、溶解和形成乳化物等过程，在这些过程中油粒子的组分发生改变，但其水平位置没有发生变化。

1) 蒸发

油膜蒸发受油分、气温和水温、溢油面积、风速、太阳辐射和油膜厚度等因素的影响。蒸发率可由下式表示：

$$EVAP = \frac{K_E \cdot P_{VP} \cdot A}{R \cdot T} \cdot f \cdot M$$

其中：

$EVAP$ 为蒸发速率；

KE 为质量转移系数 (m/h)，计算公式为：

$$KE = 0.0292 \cdot U_w^{0.78} \cdot D^{-0.11} \cdot Sc^{-0.67} \sqrt{\frac{M+29}{M}}$$

U_w 为风速 (m/h)；

D 为表面水体油膜直径；

Sc 为施密特数，取 2.7；

P_{vp} 为蒸气压 (atm)；

A 为单个油粒子与水表面接触的油膜面积 (m²)；

R 为气体常数，取 $8.206 \times 10^{-5} \text{ atm} \times \text{m}^3 / (\text{mol} \times \text{K})$ ；

T 为温度 (K)；

f 为挥发性组分分数；

M 为摩尔分数 (g/mol)。

2) 溶解

当石油进入海洋后，在不断蒸发的同时，石油的溶解过程也开始进行。溶解是油在一定能量的搅动下，形成油粒均匀进入水体的过程。石油挥发性组分和重组分的溶解过程计算如下：

$$DISS_{volatile} = k_{disl} \cdot A \cdot M_{volatile} / M_{total} \cdot \rho_{volatile} \cdot f_{disp} \cdot C_{volatile}^{sat}$$

$$DISS_{heavy} = k_{dish} \cdot A \cdot M_{heavy} / M_{total} \cdot \rho_{heavy} \cdot f_{disp} \cdot C_{heavy}^{sat}$$

式中：

k_{disl} 为轻挥发性组分的溶解速率（m/s），取 4.6×10^{-6} m/s；

k_{dish} 为重组分的溶解速率（m/s），取 4.6×10^{-6} m/s；

$M_{volatile}$ 为油粒子轻挥发性组分质量（kg）；

M_{heavy} 为油粒子重组分质量（kg）；

$\rho_{volatile}$ 为挥发性组分的密度（kg/m³）；

ρ_{heavy} 为重组分的密度（kg/m³）；

A 为单个油粒子与水表面接触的膜面积（m²）；

f_{Disp} 为提高溶解度的化学分散剂作用，本项目不考虑化学分散剂，取值为 1；

$C_{volatile}^{sat}$ 为挥发性组分的水溶性（kg/kg），取 2×10^{-5} ；

C_{heavy}^{sat} 为重组分的水溶性（kg/kg），取 2×10^{-7} 。

3）乳化

乳化是在海洋溢出的情况下形成两种不同液体，海水和油的混合物。细油滴悬浮在水中（但不溶于水中），形成的乳化体积可达到其形成的油的四倍。此外，粘性乳液在环境中比原油长得多，并且其形成减缓了随后的风化过程。乳化倾向于在强风或和波浪的条件下发生，并且通常直到溢油持续存在于水上或至少几个小时。本模型将乳化描述为油+水和油包水两个阶段之间的平衡过程。乳液的稳定性是决定乳液破乳能力的重要因素，因为不稳定和均匀的乳液会释放水。该过程按一级水释放公式描述：

$$\frac{dY_w}{dt} = \text{watertake} - \text{waterrelease}$$

$$\text{water} = K_{sm} \cdot (U_w + 1)^2 \cdot \frac{(Y_{max} - Y_w)}{Y_{max}}$$

$$waterrelease = -\alpha \cdot Y_w$$

式中：

Y_w 为乳化物含水率 (kg/kg)；

Y_{max} 为最大含水率 (kg/kg)，取 0.85；

$waterake$ 为油品水组分的吸收速率；

$waterrelease$ 为油品水组分的释放速率；

K_{em} 为乳化速率常数，一般取 $2 \times 10^{-6} \text{ s/m}^2$ ；

U_w 为风速 (m/s)；

α 为水释放速率，稳定乳化物 $\alpha=0$ ，中稳定乳化物 $\alpha > 0$ 。

水释放速率 α 与乳化稳定性 S 参数相关，计算公式如下：

$$\alpha = \begin{cases} \alpha_0 - \frac{(\alpha_0 - \alpha_{0.67})S}{0.67} & S < 0.67 \\ \alpha_{0.67} \left[\frac{1.22 - S}{1.22 - 0.67} \right] & 0.67 \leq S < 1.22 \\ 0 & S \geq 1.22 \end{cases}$$

式中：

α_0 为不稳定乳化 $S=0$ 时的释放速率，等于 $\ln(Y_{max}/0.1)/3600 \text{ s}^{-1}$ ；

$\alpha_{0.67}$ 为中稳定乳化 $S=0.67$ 时的水释放速率，等于 $\ln(Y_{max}/0.1)/(24 \cdot 3600) \text{ s}^{-1}$ ；

S 参数通过 Mackay 和 Zagorski 稳定性指数公式计算。

(4) 油的附着

油可能会附着在岸上或水底，每个油粒子随机取一个介于 0~1 之间的数，当这个数小于给定的数时，该油粒子则附着在岸上或水底。

8.3.3.2 海洋环境风险预测方案确定

(1) 事故位置及溢油种类、溢油量

本项目主要采用 1 艘小型 2000 m^3 耙吸船、1 艘中型 5000 m^3 耙吸船施工。

参照《水上溢油环境风险评估技术导则》(JT/T 1143-2017) 附录 C9，本项目船舶载重 $< 5000 \text{ t}$ ，舱容 5000 m^3 中型耙吸船的测得满舱时泥与海水载重为 7500 t ，对应的单舱燃油量为 $< 62 \text{ m}^3$ ，密度取 0.84 kg/m^3 ，折合约 52 吨，因此，模型计算的溢油量定为 52 吨。预测代表物质燃料油。预测点位为进港航道东侧距离汕头潮阳龙头湾中华白海豚地方级自然保护区最近处和口门附近。溢油位置见图

8.3.3.2-1。

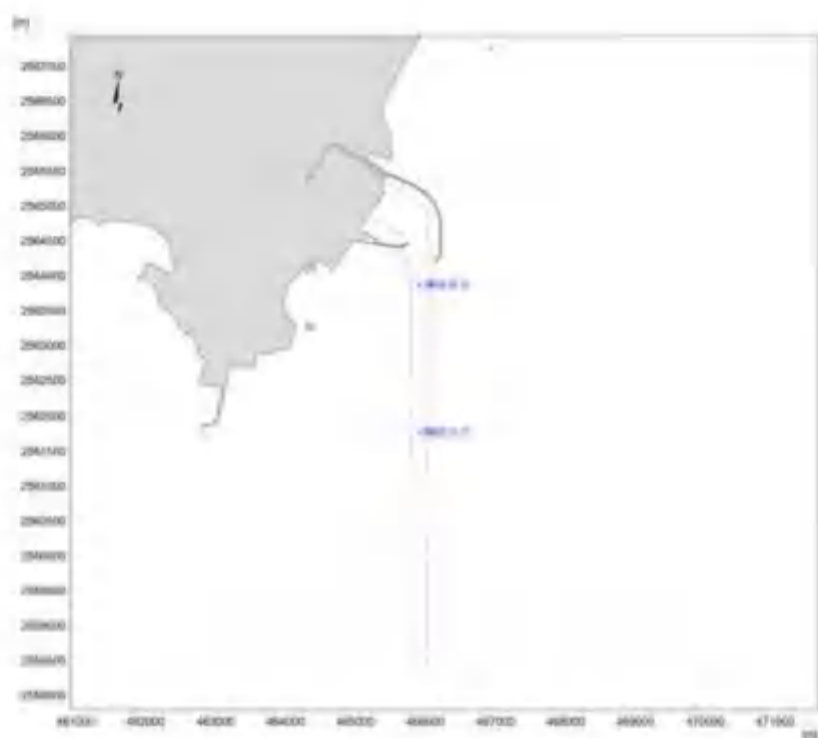


图8.3.3.2-1 溢油点位置示意图

(2) 计算工况

从环境风险的最不利影响角度出发，燃料油以瞬时点源的形式泄漏，假定溢油在事故发生时刻全部泄漏至海面。模型忽略油膜的初始重力扩展阶段，油膜初始半径取为100m。溢油扩散参数 a 和 b 分别取为0.07和0.7；海底粗糙度取为0.02m；风拖曳系数 C_{wd} 取为3.5%；油膜蒸发率为0.1m/d；校准参数 C_0 取为2000；燃料油的密度按 840kg/m^3 考虑。

分别对大潮涨潮初期和落潮初期发生泄漏事故的情况进行计算。计算结果给出72h的预测结果，统计厚度大于0.0001mm的油膜影响范围、扫海面积及残余油量。

海上风况（风速和风向）对油膜的运动有很大的影响，计算必须考虑风对油膜运动的影响。根据工程海域的风向频率特征并考虑附近环境敏感目标的分布情况，选取可能对计算域内的敏感目标产生不利影响的风向进行预测分析，具体风况选取常年主导风向NE，平均风速2.16m/s；冬季主导风向NNE，平均风速2.14m/s；夏季主导风向SSW，平均风速2.22m/s；不利风向选取W，风速为13.8m/s。本项目溢油风险计算方案见表8.3.3.2-1。

表 8.3.3.2-1 溢油风险计算方案

序号	风险类型	泄漏位置	泄漏物质及泄漏量	预测风况		事故发生时刻	说明
				风向	风速(m/s)		
1	航道船舶碰撞事故	港池出入口附近(1#溢油点)	燃油 52t	NE	2.16	初涨	常年主导风
2						初落	
3				NNE	2.14	初涨	冬季主导风
4						初落	
5				SSW	2.22	初涨	夏季主导风
6						初落	
7				W	13.8	初涨	不利风
8						初落	
9	航道船舶碰撞事故	潮阳龙头湾中华白海豚地方级自然保护区西侧最近处(2#溢油点)	燃油 52t	NE	2.16	初涨	常年主导风
10						初落	
11				NNE	2.14	初涨	冬季主导风
12						初落	
13				SSW	2.22	初涨	夏季主导风
14						初落	
15				W	13.8	初涨	不利风
16						初落	

8.3.3.3 风险事故影响计算结果分析

事故溢油预测结果表明，发生泄漏事故时，油膜的扩展轨迹受风和潮流的共同影响。施工船舶发生燃料油泄漏事故时，油膜最大漂移距离、扫海面积及残余油量统计见表 8.3.3.3-1，油膜到达敏感目标和岸线的时间见表 8.3.3.3-2，油膜运动轨迹见图 8.3.3.3-1~图 8.3.3.3-2。

表8.3.3.3-1a 油膜最大漂移距离、扫海面积、残油量统计（1#溢油点）

风况	风向	NE		NNE		SSW		W	
	风速 (m/s)	2.16		2.14		2.22		13.8	
溢油时刻		初涨	初落	初涨	初落	初涨	初落	初涨	初落
最大漂 移距离 (km)	12 小时	4.88	5.26	3.06	5.25	5.01	4.62	23.45	23.26
	24 小时	8.72	9.21	6.69	9.16	8.11	7.26	43.51	45.59
	48 小时	15.53	16.95	14.33	18.01	8.19	7.45	89.71	60.58
	72 小时	20.4	21.47	22.06	27.27	8.24	7.52	126.67	126.67
扫海面 积(km ²)	12 小时	5.23	6.83	4.48	4.63	4.77	0.61	19.41	17.28
	24 小时	24.49	22.52	11.01	10.77	8.93	0.89	59.68	62.13
	48 小时	60.43	57.22	28.08	35.80	8.93	0.90	279.69	257.51
	72 小时	76.70	77.84	64.85	89.69	8.93	0.90	680.54	583.04
残存油 量(t)	12 小时	42.837	42.802	42.854	42.850	42.847	42.940	42.256	42.263
	24 小时	39.083	39.123	39.359	39.364	39.401	39.565	37.558	37.551
	48 小时	34.469	34.528	35.064	34.922	35.416	35.563	29.818	29.867
	72 小时	31.981	31.961	32.185	31.757	33.146	33.284	25.345	25.536

注：扫海面积以油膜绘制时间间隔1分钟的轨迹圈进行统计。

表8.3.3.3-1b 油膜最大漂移距离、扫海面积、残油量统计（2#溢油点）

风况	风向	NE		NNE		SSW		W	
	风速 (m/s)	2.16		2.14		2.22		13.8	
溢油时刻		初涨	初落	初涨	初落	初涨	初落	初涨	初落
最大漂 移距离 (km)	12 小时	3.06	5.18	3.19	5.08	5.79	4.12	23.61	22.82
	24 小时	6.58	9.33	6.97	9.35	9.75	5.27	43.14	45.29
	48 小时	14.01	16.83	14.94	18.91	11.43	9.59	90.13	89.74
	72 小时	24.58	27.79	22.04	27.51	11.56	10.14	126.67	126.67
扫海面 积(km ²)	12 小时	1.79	1.90	2.03	2.56	2.17	2.41	17.58	17.08
	24 小时	4.87	7.94	5.93	8.39	5.68	5.36	55.76	58.84
	48 小时	21.35	33.60	23.47	39.65	6.82	17.24	272.41	253.74
	72 小时	52.51	72.20	57.99	96.83	6.82	17.86	664.35	564.94
残存油 量(t)	12 小时	42.913	42.911	42.908	42.896	42.905	42.900	42.262	42.263
	24 小时	39.484	39.421	39.462	39.412	39.468	39.474	37.569	37.561
	48 小时	35.187	34.962	35.148	34.851	35.454	35.263	29.834	29.876
	72 小时	32.397	32.058	32.302	31.635	33.182	32.993	25.376	25.571

注：扫海面积以油膜绘制时间间隔1分钟的轨迹圈进行统计。

本项目位于幼鱼幼虾保护区及南海北部幼鱼繁殖场保护区内，溢油事故若一旦发生即对这两个保护区产生影响。

油膜到达周边海域的敏感目标的时间如表8.3.3.3-2所示。从预测计算结果可见，在海门湾发生溢油事故后，主要对湾内周边海域水环境及生态环境产生一定影响。

表8.3.3.3-2a 油膜到达敏感目标时间（1#溢油点）

编号	敏感目标类型	敏感目标	风向 NE		风向 NNE		风向 SSW		风向 W	
			风速 2.16m/s		风速 2.14m/s		风速 2.22m/s		风速 13.8m/s	
			涨潮期	落潮期	涨潮期	落潮期	涨潮期	落潮期	涨潮期	落潮期
			到达时间(h)	到达时间(h)	到达时间(h)	到达时间(h)	到达时间(h)	到达时间(h)	到达时间(h)	到达时间(h)
1	生态保护红线区	汕头潮阳龙头湾中华白海豚地方级自然保护区	-	-	-	-	-	-	-	2
2		汕头深水重要渔业资源产卵场	-	-	-	-	-	-	7.5	7.5
3		广澳湾海岸防护物理防护极重要区	-	-	-	-	14	20	-	-
4		汕头濠江企望湾南方鲎地方级自然保护区	-	-	-	-	13.5	-	-	-
5		莲花峰重要滩涂及浅海水域	-	-	-	-	-	-	-	-
6		练江重要河口	-	-	-	-	-	-	-	-
7		海门湾海岸防护物理防护极重要区	-	-	-	-	-	-	-	-
8		汕头潮南中华鲎地方级海洋自然公园	-	-	-	-	-	-	-	-
9		汕头潮南练江口地方级自然保护区	-	-	-	-	-	-	-	-
10		仙庵旅游休闲娱乐区	48.5	41.5	-	-	-	-	-	-
11		客鸟尾重要滩涂及浅海水域	59	52	71.5	52.5	-	-	-	-
12	保护区	汕头潮阳龙头湾中华白海豚地方级自然保护区	-	-	-	-	-	-	-	2
13		汕头濠江企望湾南方鲎地方级自然保护区	-	-	-	-	13.5	-	-	-
14		汕头潮南练江口地方级自然保护区	-	-	-	-	-	-	-	-
15	海洋珍稀生物	中华白海豚、南方鲎	-	-	-	-	13.5	-	-	2
16	三场一通道	幼鱼幼虾保护区	-	-	-	-	-	-	-	-
17		南海北部幼鱼繁殖场保护区	-	-	-	-	-	-	-	-
18	无居民海岛	潮阳白屿	9	2	-	2	-	-	-	-

19		牛母石屿	-	-	-	-	5.5	-	-	-
20	国控水质监测点	GDN04005	-	-	-	-	-	-	-	-
21		GDN04006	-	-	-	-	-	-	-	-
22		GDN04013	20	13	-	-	-	-	-	-
23		GDN04017	-	-	4	-	-	-	-	-

表8.3.3.3-1b 油膜到达敏感目标时间（2#溢油点）

编号	敏感目标类型	敏感目标	风向 NE		风向 NNE		风向 SSW		风向 W	
			风速 2.16m/s		风速 2.14m/s		风速 2.22m/s		风速 13.8m/s	
			涨潮期	落潮期	涨潮期	落潮期	涨潮期	落潮期	涨潮期	落潮期
			到达时间(h)	到达时间(h)	到达时间(h)	到达时间(h)	到达时间(h)	到达时间(h)	到达时间(h)	到达时间(h)
1	生态保护红线区	汕头潮阳龙头湾中华白海豚地方级自然保护区	-	-	5	-	-	-	1.5	2
2		汕头深水重要渔业资源产卵场	-	-	46	-	-	-	5	3
3		广澳湾海岸防护物理防护极重要区	-	-	-	-	-	24.5	-	-
4		汕头濠江企望湾南方鲎地方级自然保护区	-	-	-	-	15	37	-	-
5		莲花峰重要滩涂及浅海水域	-	-	-	-	-	-	-	-
6		练江重要河口	-	-	-	-	-	-	-	-
7		海门湾海岸防护物理防护极重要区	-	-	-	-	-	-	-	-
8		汕头潮南中华鲎地方级海洋自然公园	-	-	-	-	-	-	-	-
9		汕头潮南练江口地方级自然保护区	-	-	-	-	-	-	-	-
10		仙庵旅游休闲娱乐区	54	39.5	-	-	-	-	-	-
11		客鸟尾重要滩涂及浅海水域	58	42	-	52	-	-	-	-
12	保护区	汕头潮阳龙头湾中华白海豚地方级自然保护区	-	-	5	-	-	-	1.5	2
13		汕头濠江企望湾南方鲎地方级自然保护区	-	-	-	-	15	37	-	-
14		汕头潮南练江口地方级自然保护区	-	-	-	-	-	-	-	-
15	海洋珍稀生	中华白海豚、南方鲎	-	-	5	-	15	37	1.5	2

	物									
16	三场一通道	幼鱼幼虾保护区	-	-	-	-	-	-	-	-
17		南海北部幼鱼繁殖场保护区	-	-	-	-	-	-	-	-
18	无居民海岛	潮阳白屿	-	-	-	-	-	27.5	-	-
19		牛母石屿	-	-	-	-	-	31	-	-
20	国控水质监测点	GDN04005	-	-	-	-	-	-	-	-
21		GDN04006	-	-	-	-	-	-	-	-
22		GDN04013	-	-	-	-	-	-	-	-
23		GDN04017	-	-	-	-	3.5	-	-	-

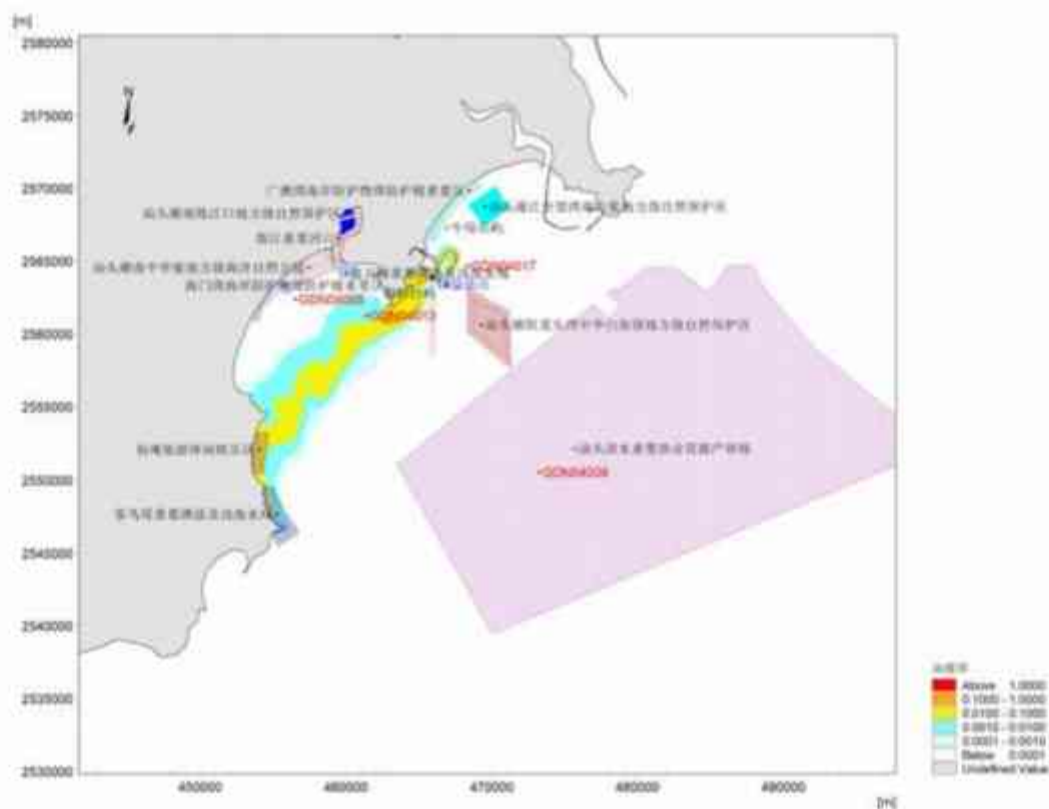


图8.3.3.3-2a 溢油事故的油膜运动轨迹图
(大潮涨潮期, NE, 风速2.16m/s, 油膜绘制时间间隔30min)

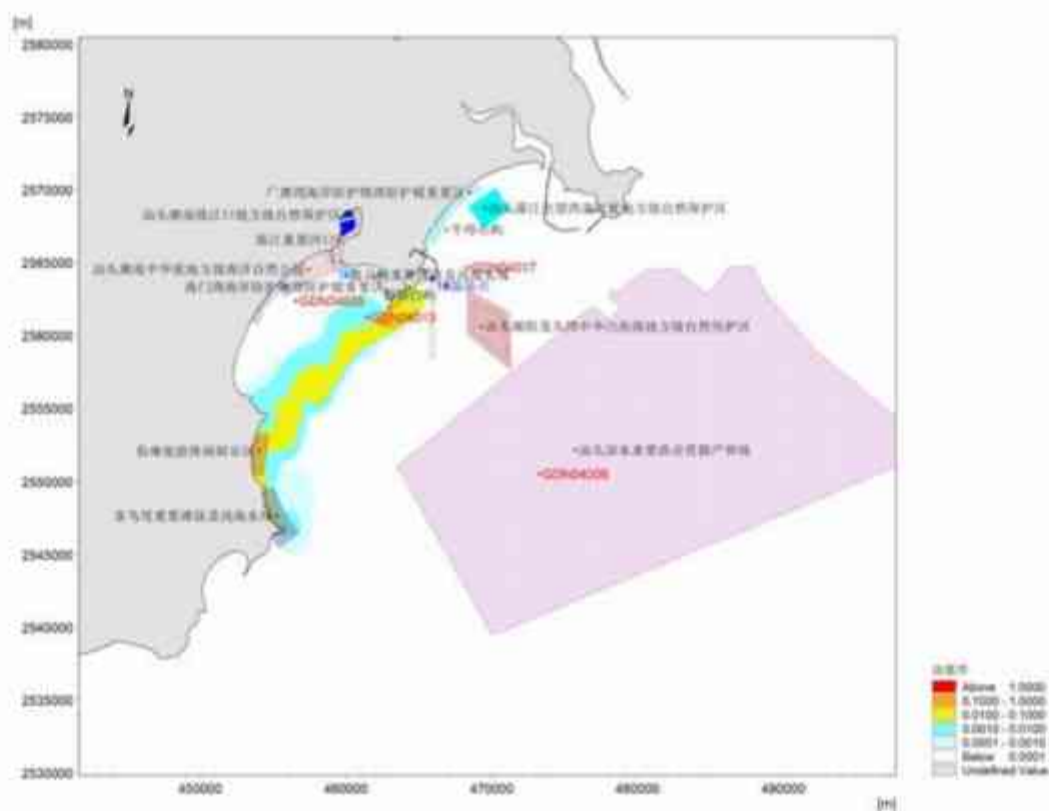


图8.3.3.3-1b 溢油事故的油膜运动轨迹图
(大潮落潮期, NE, 风速2.16m/s, 油膜绘制时间间隔30min)

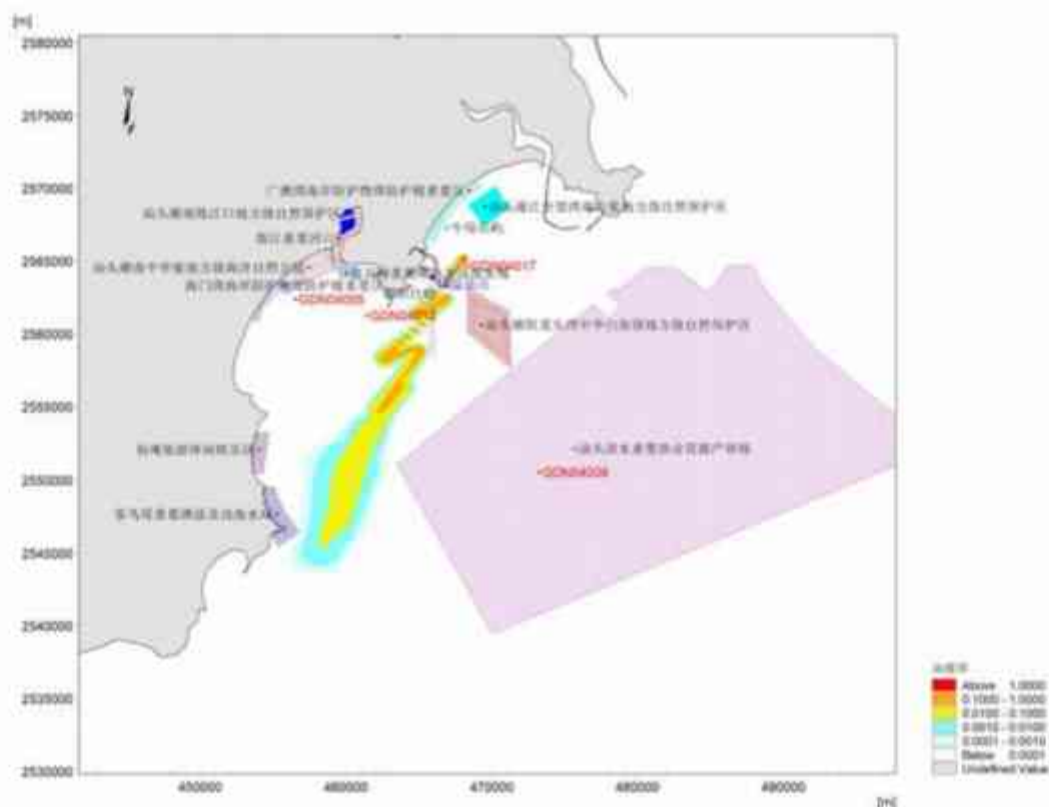


图8.3.3.3-1c 溢油事故的油膜运动轨迹图
(大潮涨潮期, NNE, 风速2.14m/s, 油膜绘制时间间隔30min)

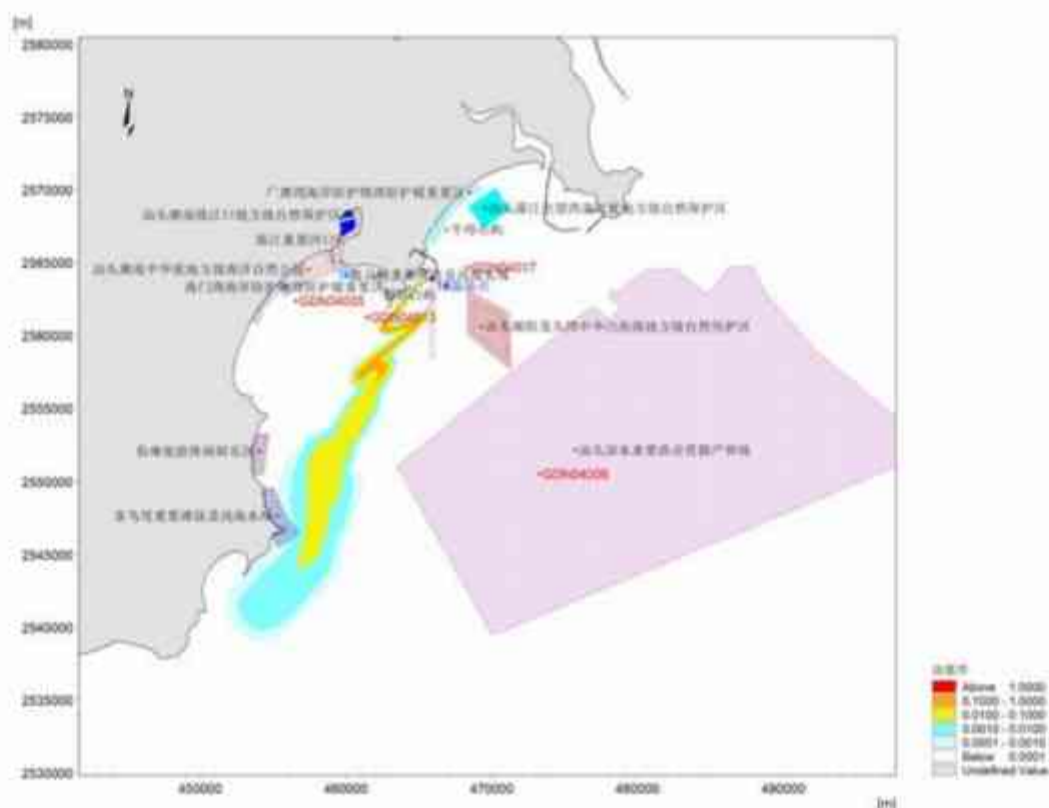


图8.3.3.3-1d 溢油事故的油膜运动轨迹图
(大潮落潮期, NNE, 风速2.14m/s, 油膜绘制时间间隔30min)

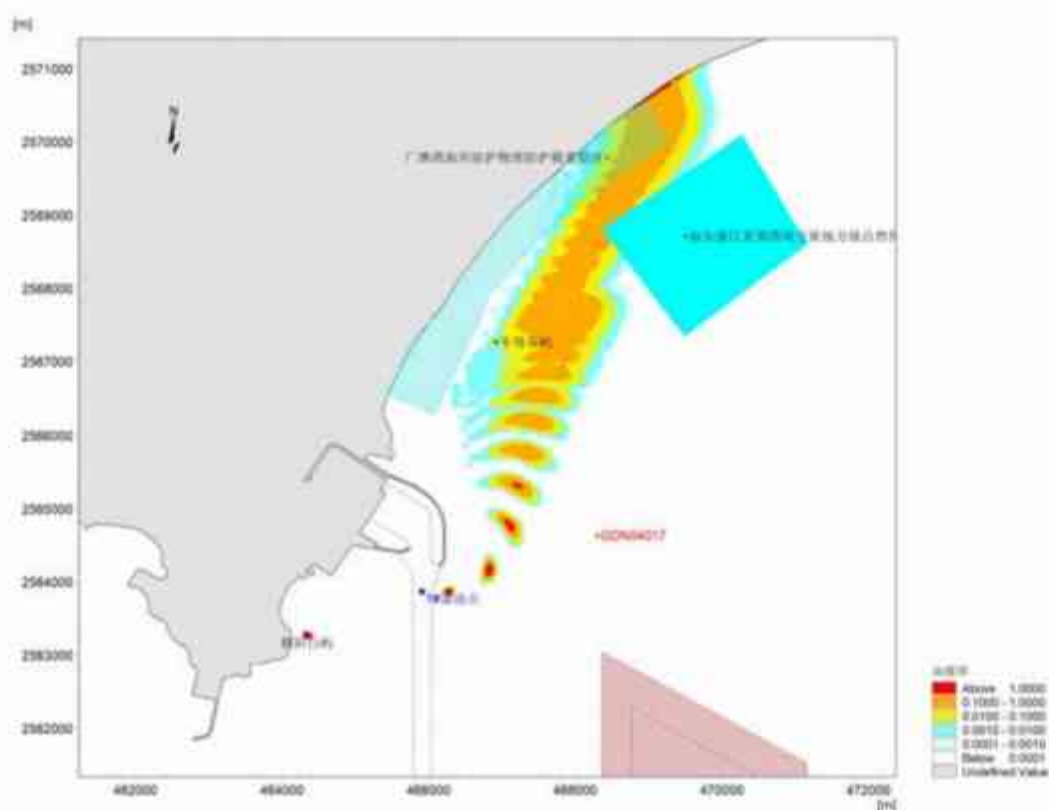


图8.3.3.3-1e 溢油事故的油膜运动轨迹图
(大潮涨潮期, SSW, 风速2.22m/s, 油膜绘制时间间隔30min)

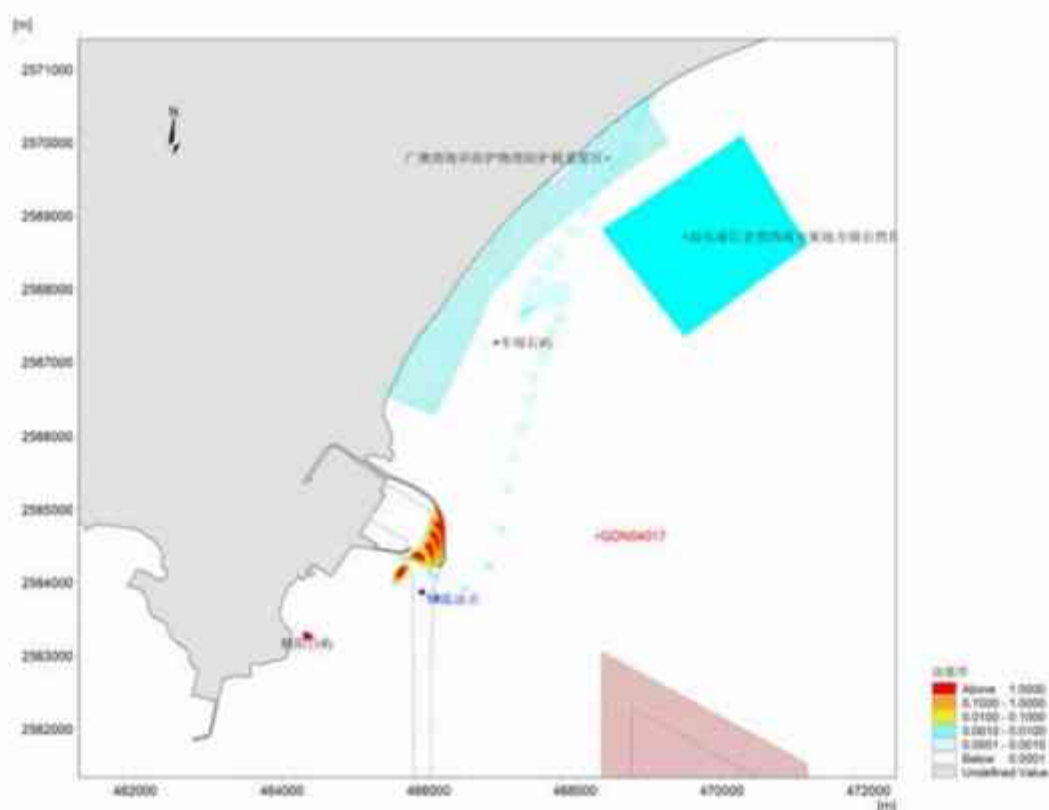


图8.3.3.3-1f 溢油事故的油膜运动轨迹图
(大潮落潮期, SSW, 风速2.22m/s, 油膜绘制时间间隔30min)

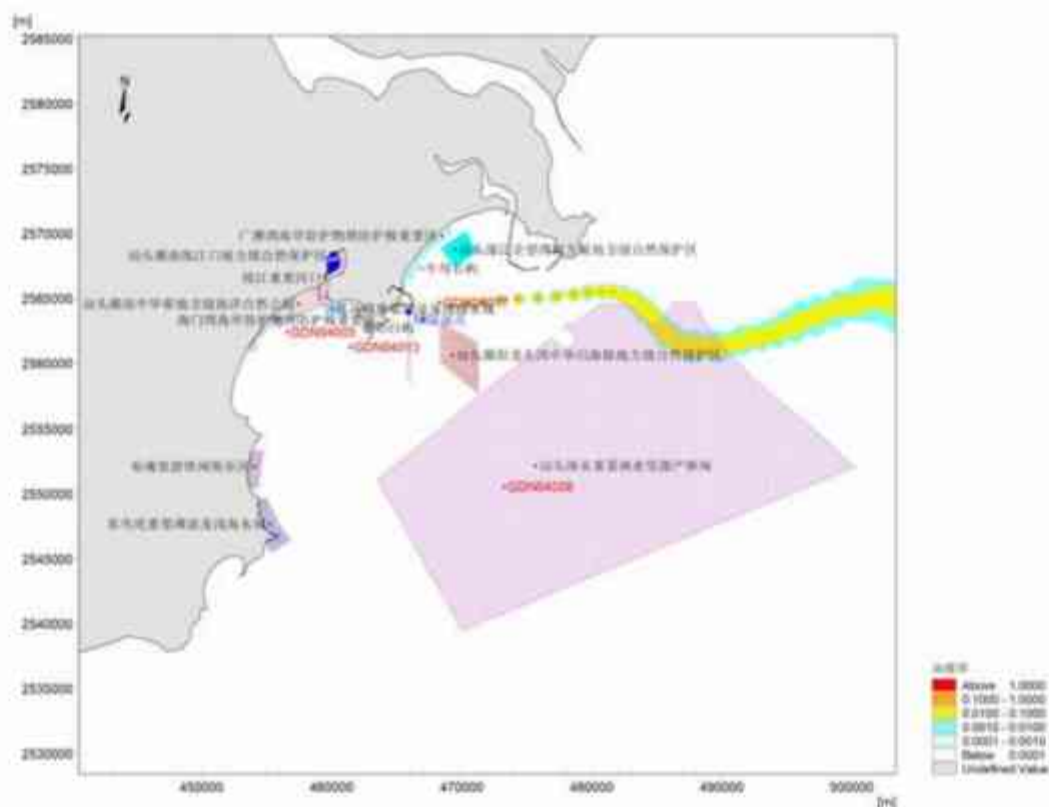


图8.3.3.3-1g 溢油事故的油膜运动轨迹图
(大潮涨潮期, W, 风速13.8m/s, 油膜绘制时间间隔30min)

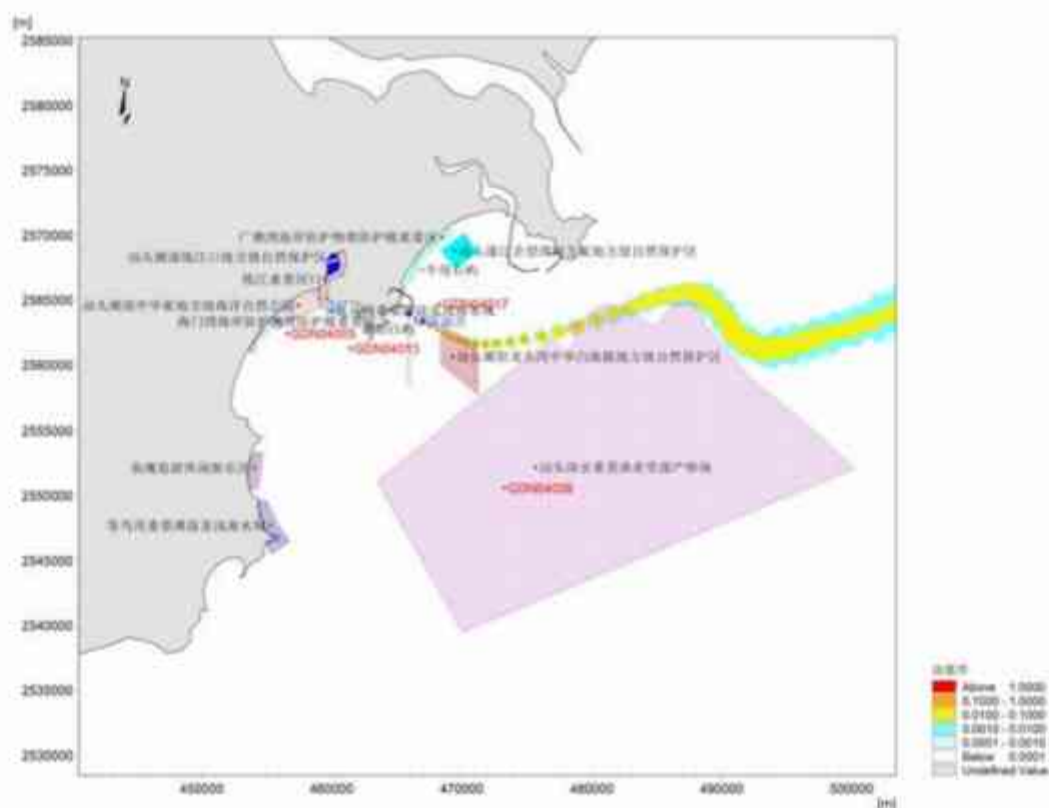


图8.3.3.3-1h 溢油事故的油膜运动轨迹图
(大潮落潮期, W, 风速13.8m/s, 油膜绘制时间间隔30min)

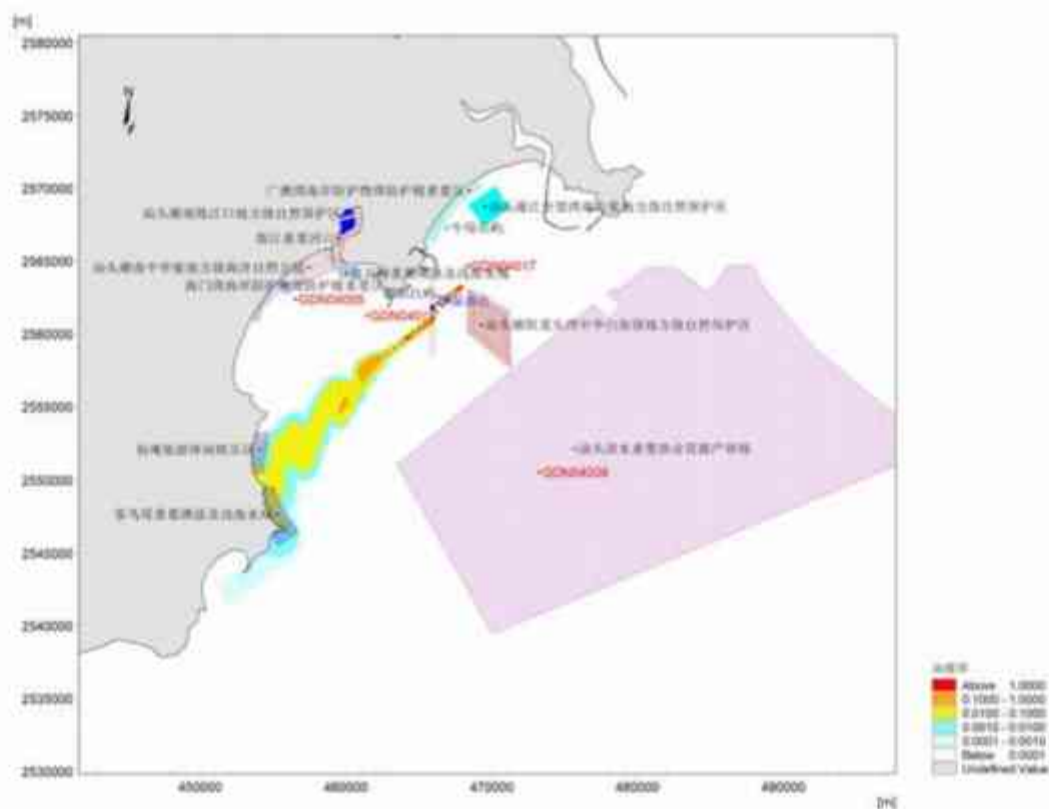


图8.3.3.3-2a 溢油事故的油膜运动轨迹图
(大潮涨潮期, NE, 风速2.16m/s, 油膜绘制时间间隔30min)

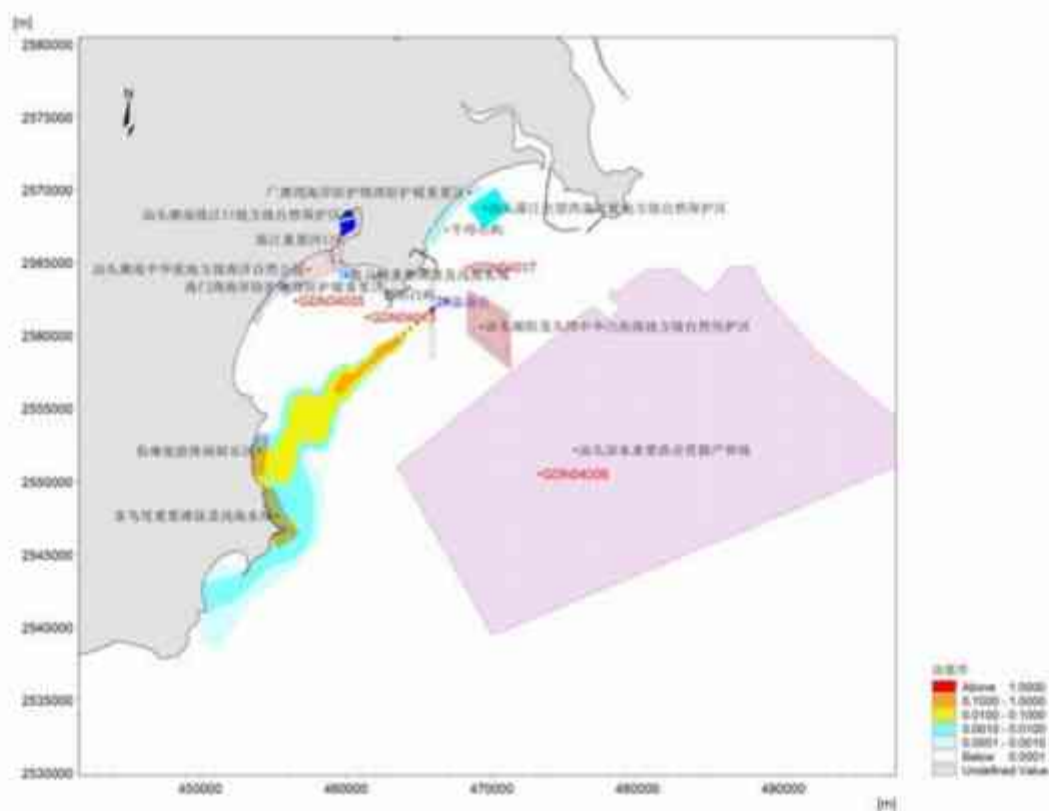


图8.3.3.3-2b 溢油事故的油膜运动轨迹图
(大潮落潮期, NE, 风速2.16m/s, 油膜绘制时间间隔30min)

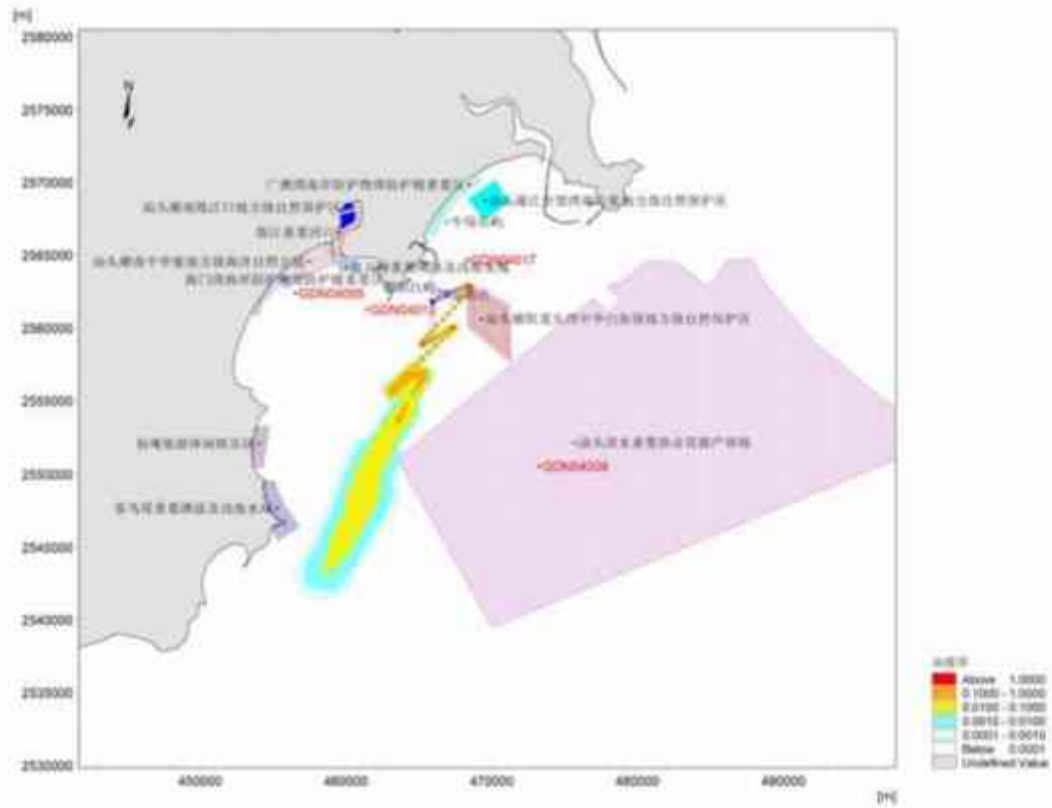


图8.3.3.3-2c 溢油事故的油膜运动轨迹图
(大潮涨潮期, NNE, 风速2.14m/s, 油膜绘制时间间隔30min)

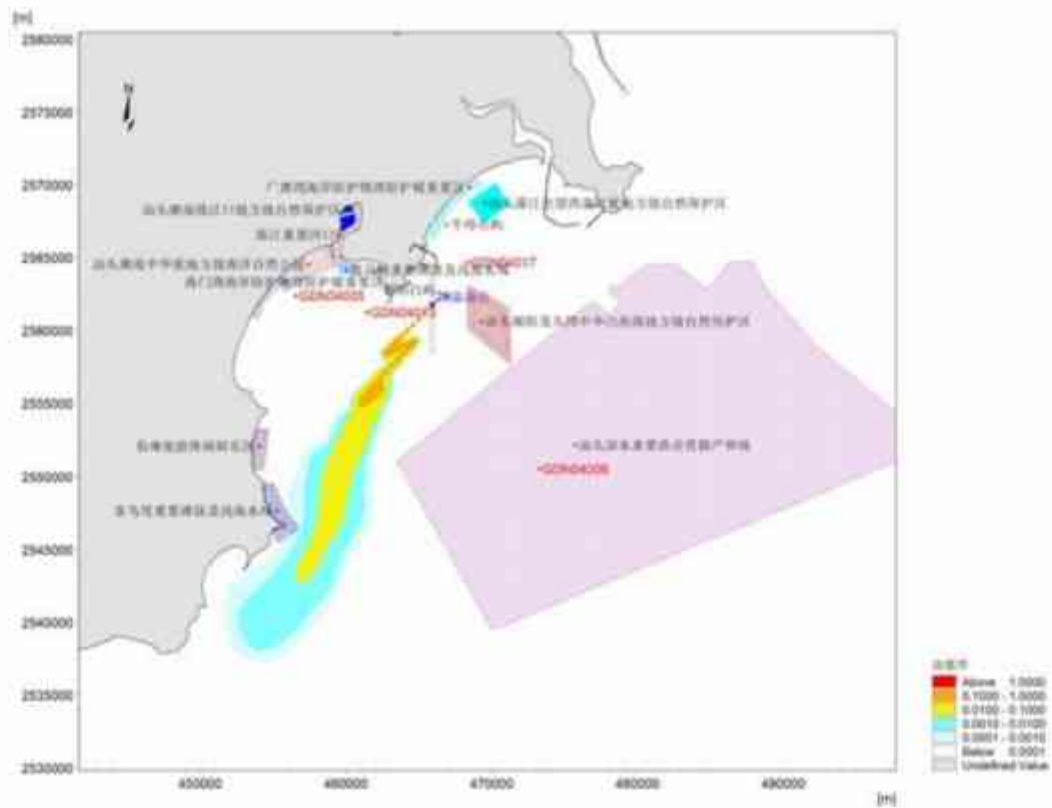


图8.3.3.3-2d 溢油事故的油膜运动轨迹图
(大潮落潮期, NNE, 风速2.14m/s, 油膜绘制时间间隔30min)

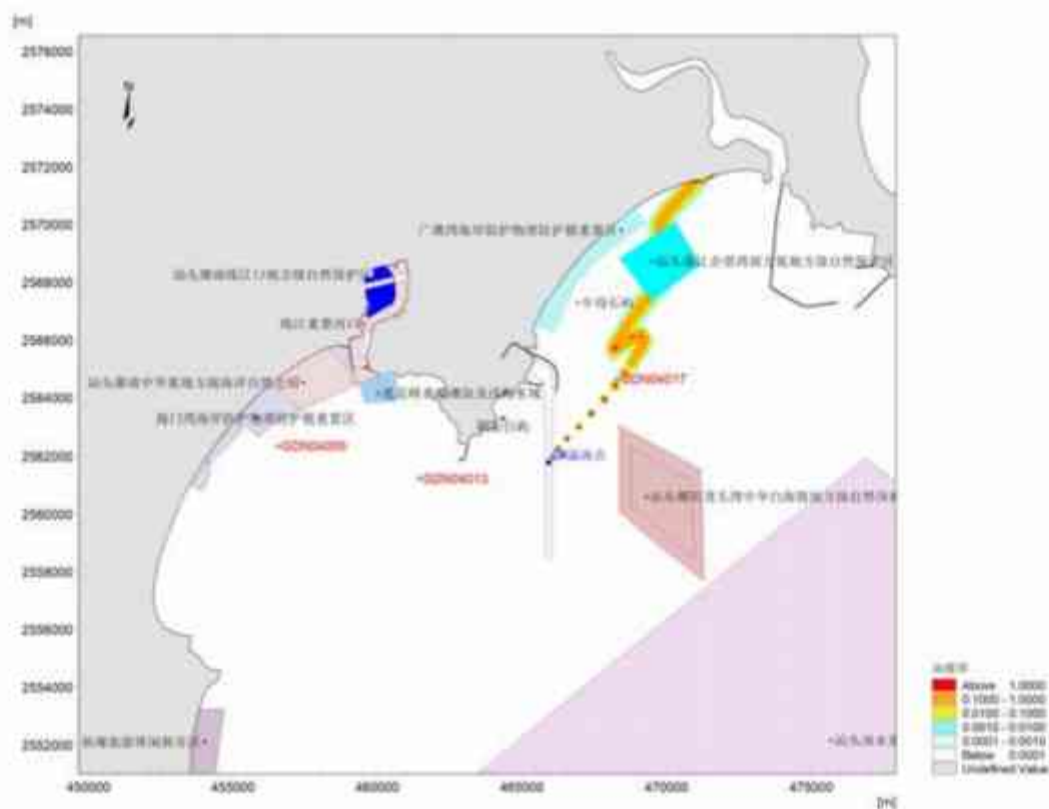


图8.3.3.3-2e 溢油事故的油膜运动轨迹图
(大潮涨潮期, SSW, 风速2.22m/s, 油膜绘制时间间隔30min)

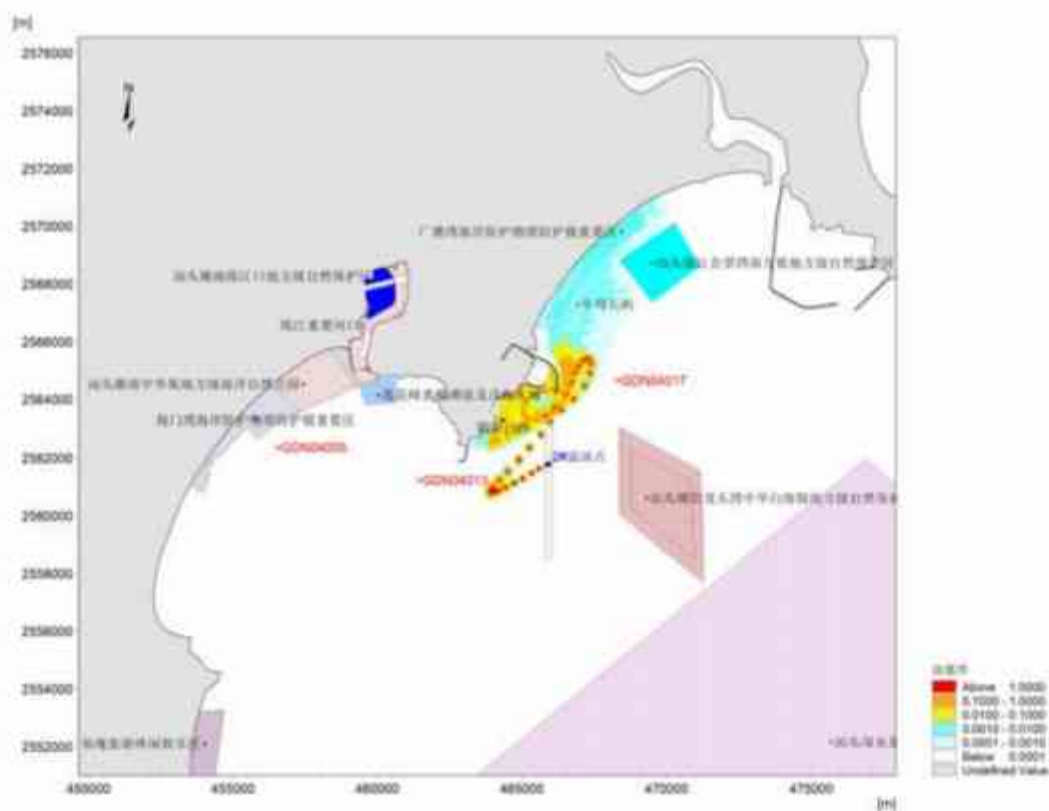


图8.3.3.3-2f 溢油事故的油膜运动轨迹图
(大潮落潮期, SSW, 风速2.22m/s, 油膜绘制时间间隔30min)

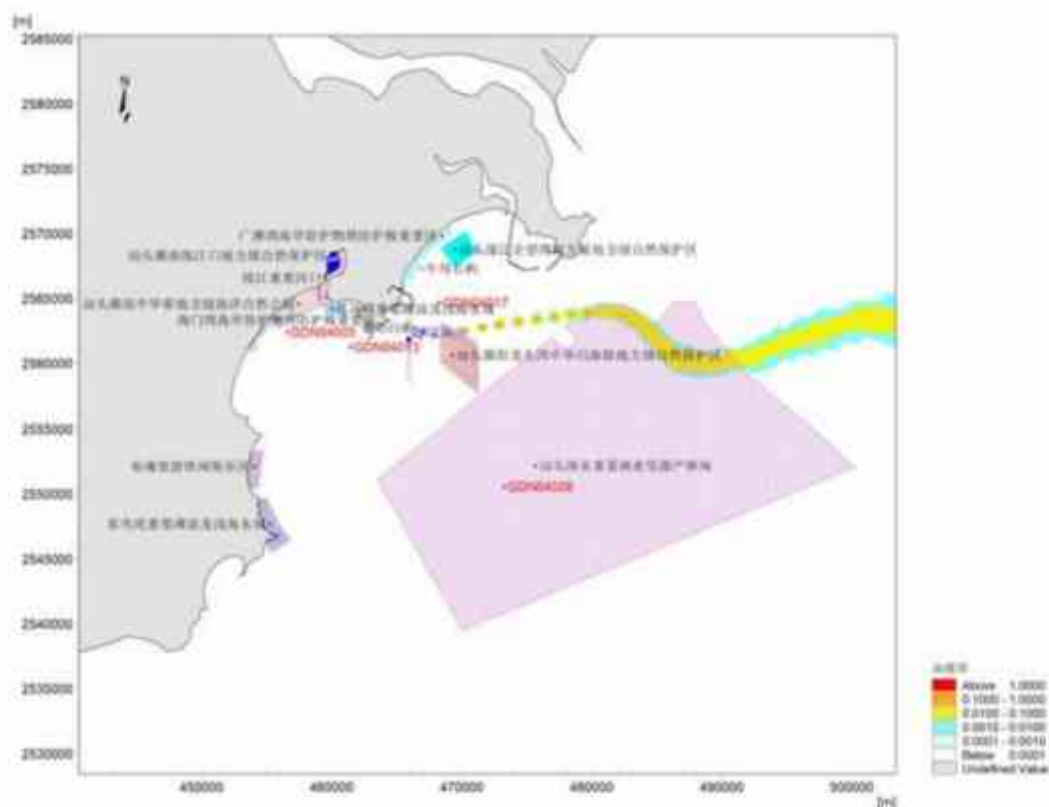


图8.3.3.3-2g 溢油事故的油膜运动轨迹图
(大潮涨潮期, W, 风速13.8m/s, 油膜绘制时间间隔30min)

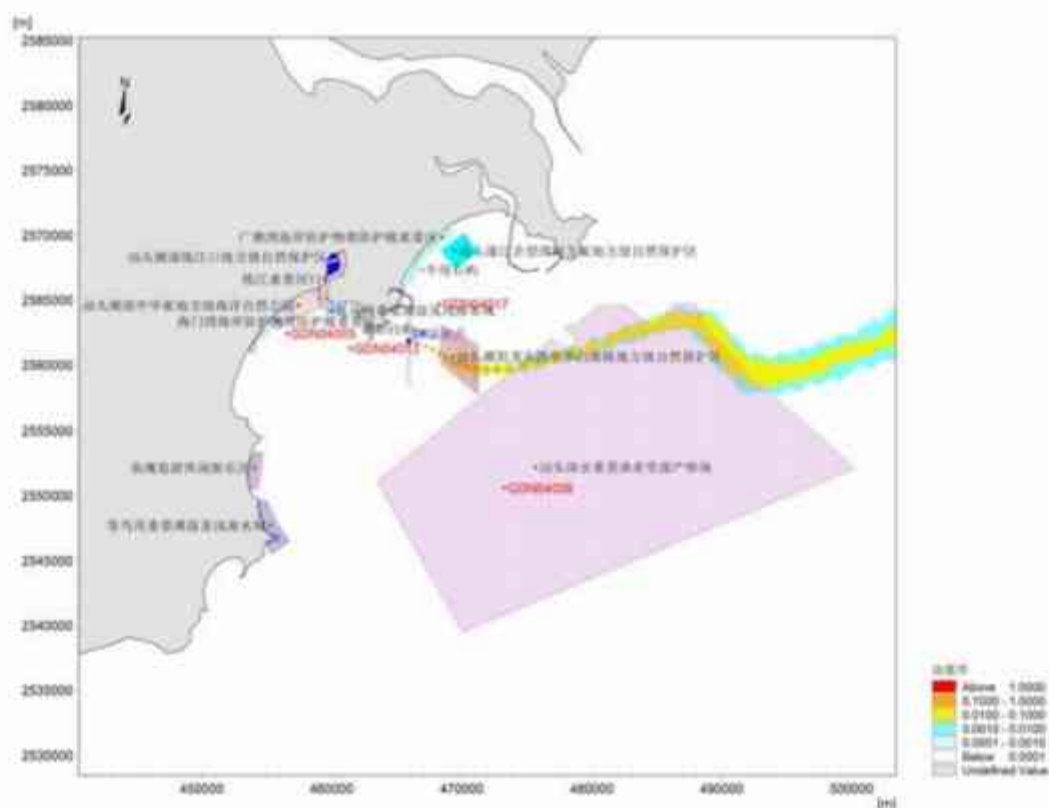


图8.3.3.3-2h 溢油事故的油膜运动轨迹图
(大潮落潮期, W, 风速13.8m/s, 油膜绘制时间间隔30min)

8.4 风险事故防范措施和应急对策

8.4.1 自然灾害的防范措施

(1) 施工前制定科学合理的施工工艺，码头等构筑物设计应符合抗风等相关规范的要求。

(2) 合理安排施工时间，避开台风多发期施工，使工程安全度汛。6~10月为热带气旋影响季节，项目施工期间，应对工程的各类设备设施都要做好防台风的安全措施，切实加强监管。

(3) 业主单位应积极配合相关政府职能部门做好应对台风、暴雨等气象灾害的措施，当台风来临时，需按照防台要求对施工船舶进行妥善安置，避免热带气旋等恶劣天气带来的损失。

(4) 业主单位应加强对灾害性天气条件下水上交通安全监管，不超过安全适航抗风等级开航，避免在恶劣天气及危及航行安全的情况下航行。

(5) 为确保工程安全，降低灾害损失，项目施工期间应制定相应的海洋自然灾害事故防范应急预案。

8.4.2 船舶碰撞防范措施

(1) 建设单位施工前需向海事部门申请水上作业施工许可证，并向社会发布航行安全通告，应对作业船只进行安全检查，严格按照《海上交通安全法》和《海上避碰章程》的规定航行和作业，防止事故发生，包括对重要机械、装备和有关资质的检查和确认。

(2) 施工船舶限定在批准的水域内进行作业，设置警戒区，工程区域设置醒目的安全标志；施工结束后要向海上交通安全管理部门通报施工船舶的航行情况，与施工及船运单位保持联系，切实加强施工船舶进出施工水域航行的指导。

(3) 船舶进行靠、离泊作业时，应充分注意码头水域各类船舶的动态，特别是临近码头船舶动态，双方相互协调，合理安排船舶靠/离泊计划。

(4) 船舶在掉头、靠泊操纵时应充分考虑风压、涨落潮流的作用，严格控制船舶的转首运动以及平移靠泊的横向速度，避免对码头产生大的撞击力。

(5) 定期对码头前沿水域进行扫测，水深不符合要求时采取疏浚等工程措施，

以满足船舶靠离泊要求。

(6) 建设单位要制订海上突发事件应急预案和防灾、减灾应急措施，一旦出现灾害能得到及时有效地处置，减少灾害损失，提高防灾能力。

(7) 成立环境安全管理机构，配备专职人员，负责检查和落实各项安全、环保措施。船舶在水域内定点作业、停泊等，均应选择合理的环保措施，以保证不发生船舶污染物污染水域的事故。

(8) 船舶上必须配备和使用救生设备和消防设备，做好船舶维护和管理工
作；码头后方要配备足够的溢油应急设备和消防器材。

8.4.3 溢油风险事故的防范措施

施工期间和运营期间溢油事故的发生，有很大部分是由于人为因素造成的，这部分事故可通过严格的质量控制和完善的管理给予防范。但是，由于存在着多种不可预见因素，突发性事故是不可避免的。溢油事故一旦发生，将对海洋环境造成严重影响，必须制定相应的事故防范措施、控制措施和应急预案。

(1) 风险事故防范措施

① 根据施工区周围的水域布置及安全要求，加强施工面的规划布置，从施工方案设计上避免溢油风险事故的发生。

② 选择有相应施工资质、有相关工程经验的施工单位进行现场施工。

③ 建设单位应加强对施工单位的管理和要求，根据海域船舶动态，合理安排施工船舶的作业面，在有船舶通过时，提前采取避让的措施。

④ 加强施工人员的业务培训和安全教育，树立良好的风险防范和安全生产意识，避免人为事故，或把人为因素导致的溢油事故的发生概率降至最低程度。

⑤ 严禁施工单位擅自扩大施工作业安全区，禁止与施工无关的船舶进入事先设定的施工作业区，及时申请发布航行公告。

⑥ 施工作业船舶和运营期运输船舶在发生紧急事件时，应立即采取必要的措施，同时向海上交管中心报告。

⑦ 所有施工船舶和运营期运输船舶须按照国际信号管理规定显示信号。

⑧ 遇到风暴潮、台风、大雾等恶劣天气时，应停止施工作业，提前做好安全防护工作，避免发生船只碰撞、翻船等事故。

⑨ 加强对作业人员操作技能和环保意识的培训，确保按照规范进行操作，树

立良好的风险安全意识，减小因人为因素导致的溢油事故的发生几率。船舶应配备《船上油污应急计划》，在人员和器材配备上做到有备无患。

(2) 溢油控制措施

目前，国际上采用较多的溢油处理方法主要有物理清除法和化学清除法两种。物理清除法主要机械设备是围油栏和回收设备，首先是利用围油栏将溢油围在一定的区域内，然后采用回收装置回收溢油；化学清除法则是向浮油喷洒化学药剂—消油剂，使溢油分解消散，一般物理清除法不能使用的情况下使用。

当溢油发生后，应根据溢油量的大小、溢油的扩散方向、气象及海况条件等，迅速围控溢油方向和面积，缩小围圈，用收油船最大限度地回收海上溢油，然后加消油剂进行分散乳化处理，破坏油膜，减轻其对海域的污染。

8.5 溢油风险事故应急预案

8.5.1 应急预案纲要

溢油将对海域环境发生严重的污染损害，事故发生后，能否迅速而有效地做出事故应急反应，对于控制污染、减少污染对生态环境造成的损失以及消除污染等都起着关键性的作用。

本工程应参照相关规定建立相关应急反应部门的应急通讯联络机制，制订本单位对突发污染事故的应急反应对策。本项目突发事故应急预案纲要见表 8.5-1，供制定预案参考。

表 8.5-1 溢油风险事故应急预案纲要

序号	项目	内容及要求
1	总则	/
2	应急计划区	作业区
3	应急组织	建立本项目的应急反应组织机构，包括建立单位内的应急反应领导小组，落实各级上级主管部门
4	预案分级响应条件	将污染事故分成一般、较大、重大、特大污染事故 一般污染事故自行处理，较大、重大、特大污染事故启动上级预案，接受上级应急反应部门的领导
5	报警、通讯联络方式	规定应急状态下的报警通讯方式，通知方式
6	应急救援保障	主要依靠项目配备的应急设施和区域应急设备
7	紧急处置措施	制订应对各种突发情况的一般处置措施与程序

序号	项目	内容及要求
8	事故应急救援关闭程序与恢复措施	规定应急状态终止程序 规定事故现场善后处理，恢复措施 规定邻近区域解除事故警戒及善后恢复措施
9	应急培训计划	制订培训与演练计划
10	公众教育和信息	对邻近地区开展公众教育、培训和发布有关信息
11	附件	应急联络方式，包括本单位应急反应人员、专业应急救援队伍、敏感目标管理单位、上级应急主管部门等的有效联系方式 预案编制与更新等

建议建设单位编制的应急预案应与主管海事和环保部门的应急预案进行衔接，列入海事和环保部门联系方式。当污染事故发生时，建设单位有关人员应迅速将准确的事故信息上报至海事局和环保部门，并根据海事和环保部门的指示，按照制定好的应急预案开展应急清污行动。当本单位的应急力量不足时，应请求海事和环保部门统一调配周边应急力量，共同完成事故风险控制工作。

1、应急指挥、救援机构职责和分工

成立污染事故应急救援“指挥领导小组”，小组由总指挥、副总指挥、现场指挥、副指挥组成，下设应急救援队伍。当现场发生重大事故时，以指挥领导小组为领导核心，应急救援队伍为救援骨干，全面负责污染救援的组织指挥和救援控制。

应急救援队伍由现场值班主管、现场人员、值班警卫组成。

（1）指挥领导小组的职责：

- ①负责本单位“预案”的制订、修改；
- ②组建应急救援专业队伍，并组织实施和演练；
- ③检查督促做好重大事故的预防措施和应急救援的各项准备工作。

（2）指挥部的职责：

①发生事故时和事故处理完毕后，分别由指挥部发布和解除应急救援命令、信号；

②组织指挥救援队伍实施救援行动；

③向上级汇报和邻近单位通报事故情况，必要时向有关部门单位发出救援请求；

④组织事故调查，总结应急救援工作经验教训。

（3）应急救援队伍的职责：

①现场工作人员都负有事故应急救援的责任；

②应急救援队伍是防泄漏污染应急救援的骨干力量，其任务主要是担负污染事故的现场救援以及尽最大努力防止污染扩散，将污染危害程度在最短时间里控制在最小范围内。

2、应急救援保障

本工程服务码头的应急设备应纳入海区的溢油应急防治系统内，作为需要调动区域应急力量的较大、重大、特大污染事故的应急救援保障的组成部分。

3、建立事故应急反应计划和应急反应措施

考虑到溢油对海域环境的严重污染损害，建立快速科学有效的海上污染防治和应急反应体系是非常必要的。事故发生后，能否迅速而有效地做出事故应急反应，对于控制污染、减少污染对生态环境造成的损失以及消除污染等都起着关键性的作用。为了将事故造成的损害降低到最低限度，制订和实施应急计划是唯一的选择。

（1）应急计划主要内容

- ① 明确组织指挥机构；
- ② 绘制该地区环境资源敏感图，确定重点优先保护区域；
- ③ 加强溢出物污染跟踪监测，建立科学的污染预报分析等应急决策支持系统，能够进行事故危害范围和程度的计算机动态模拟、评估与显示；
- ④ 了解区域清污设备器材储备，建立清污设备器材储备；
- ⑤ 加强清污人员训练；
- ⑥ 建立通畅有效的指挥通讯网络。

（2）事故应急反应措施

本项目事故应急反应措施应在以下几个方面做好工作：

- ① 建立健全的应急反应的组织指挥系统
- ② 应急反应设施、设备的配备：了解区域应急反应设施、设备配备情况，建立畅通的联络通道。

③ 应急防治队伍及演习

根据本工程的特点，为减少人员及日常开支，除充分利用海事局系统原有应急防治力量外，可考虑充分利用本项目工作人员、消防人员共同参与形成应急防

治队伍。对应急救援及清污队伍作定期强化培训和演练的计划，加强了解应急防治操作规程，掌握应急防治设备器材的操作使用，一旦发生应急事故，防治队伍能迅速投入防治活动，从而增强应付突发性溢油及化学品事故的处置能力。

④ 应急通讯联络

为确保本工程船舶突发性溢油污染事故的报告、报警和通报，以及应急反应各种信息能及时、准确、可靠地传输，必须建立通畅有效、快速灵敏的报警系统和指挥通讯网络，包括与海事局应急反应指挥系统、周围附近码头的联络，因为往往在应急反应过程中，能否及时对事故进行通报是决定整个反应过程和消除污染效果成败的关键。

⑤ 应急监视监测

事故的应急监视系统是通过监视手段，及时发现船舶溢油事故，迅速确定船舶事故发生的位置、性质、规模等，为应急反应对策措施及方案的选定提供依据。船舶监视和岸边、堆场监视费用相对较低。

此外针对工程特点，施工期和运营期除了海事局进行日常监视，还要充分依靠群众举报，及时发现事故险情。

当发生事故时，需启动应急监测方案，具体见表 8.5-2。

表 8.5-2 应急监测计划

环境要素	监测项目	监测站位	监测频次
水质	pH、COD、DO、石油类或事故排放的其他物质	在事故发生点周围设 6 个站位	每 4 小时采样一次直至达标
海洋生态	浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼卵仔鱼、游泳生物	在事故发生点周围设 4 个站位	事故清除后

(3) 污染事故控制现场操作预案

污染事故控制现场围控操作预案见图 8.5-1。



图 8.5-1 污染事故控制现场围控操作预案

(4) 事故后的污染清除、生态风险控制及恢复措施

① 污染评估

在进行溢油泄漏应急事故的生态风险防控与污染清除工作之前，首先对事故做出以下评估：

可能受到威胁的岛礁、海滩、岸线和海洋生物资源等环境敏感区和易受损资源以及需要保护的优先次序；

本地区应急反应的人力、设备、器材是否能满足应急反应的需要。

② 应急反应行动

根据对应急事故的评估，应急指挥部应立即做出事故防控的应急对策。

指挥机构在接到报警后，根据初步情况，对外通报、联系支援；

采取措施防止可能引发的火灾、爆炸事故，如果船舶发生了溢油事故，根据溢出位置和原因，采取堵漏、拖浅等措施控制泄漏；派遣船艇对溢出物周围海域实行警戒或交通管制，监视溢出物的扩散。

对可能受到污染威胁的高生态风险的环境敏感区和易受损资源采取优先保护措施，如在事故点周围、下风、下流向铺设围油栏，阻止溢出物扩散和向敏感点转移；如事故点控制无效，应在到达敏感目标前，在保护区的外围，再设第二套防护的围油栏，防止第一套围油栏未围住的泄漏物进入保护区。

对溢油事故水域和周围水域、沿岸进行监测，对危险品泄漏区域进行监测；

根据溢出物的性质和规模，迅速调动应急防治队伍、应急防治设备、器材等以及必要的后勤支援；

组织协调海事、救捞、环保、海洋、水产、军队、公安、消防、气象、医疗等部门投入应急活动；

根据溢出物的类型、规模、溢出物的种类、溢出物扩散的方向、周围海域、大气的环境，制定具体的应急清除作业方案。

③ 污染清除及恢复措施

溢油事故清除作业是应急反应的直接现场作业，在现场指挥部的统一指挥下，组织调动人力物力，投入清除作业。清除作业包括溢出物的围控、回收、分散、固化、沉降、焚烧和生物降解等处理方法。清除设备器材主要有围油栏、围油栏铺设船、浮油回收船、撇油器、油拖网、吸油材料、溢油分散剂及其喷洒装置、

固化剂、浮动油囊、油驳、铲车高压冲洗机等。

对于海上污染，通常采用机械围栏和回收、喷洒化学分散剂和现场焚烧为主要清除技术，吸附及其他处理技术为辅助清除技术。

对于岸线污染，主要采用人工清除、吸附回收和机械清除等物理清除方法，可采取收刮、高压水清洗，岸域沙土中污染渗入严重时应采用换土换沙等方法，以恢复岸边滩涂的清洁和自然生态的美观。

(5) 制定区域溢油应急联动机制

因故发生较大规模泄漏事故时，或无法布设围油栏或布设无效时，必须启动区域溢油应急计划，依靠区域协调和外部社会援助才有可能减小损失。需及时通知可能受污染地区政府，根据区域应急计划向这些地区调集防范物资和装备。同时要充分调动水面和空中手段对浮油进行化学分散处理。

无法用一道围油栏实施溢油围控或围油栏失效时，宜布设两道或多道围油栏，逐渐减小围油栏失效影响。同时配合吸油拖缆和各种吸附材料，尽力回收浮油。此时必须有足够外援船舶和专用物资支持才可能控制事故。

如因天气、海况等因素，当无法布设设施或现场布设无效时，船舶和人员海上作业难度也非常巨大，此时海洋对溢油的扩散方向和形式很难预测，可能需要空中手段协助监视扩散状况。此时应把防护和救助重点放在按保护优先次序的敏感部位，尽力减小污染带来的损失。同时配合分散剂、聚油剂或凝油剂，使溢油分散、聚集或凝结，便于进一步处理，防止事态失控。

事故应急程序见图 8.5-2，事故应急反应工作流程见图 8.5-3。

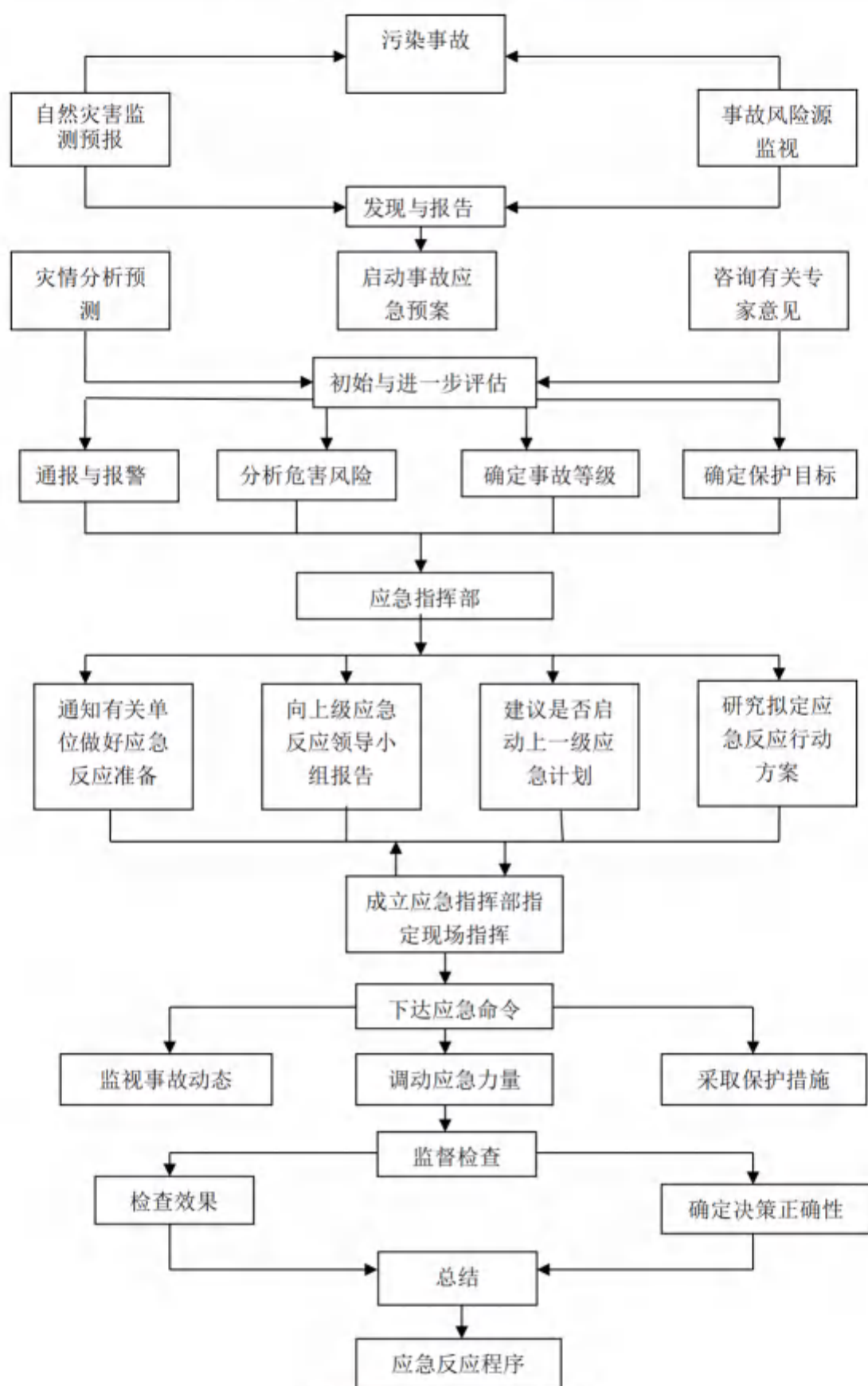


图 8.5-2 事故应急程序图

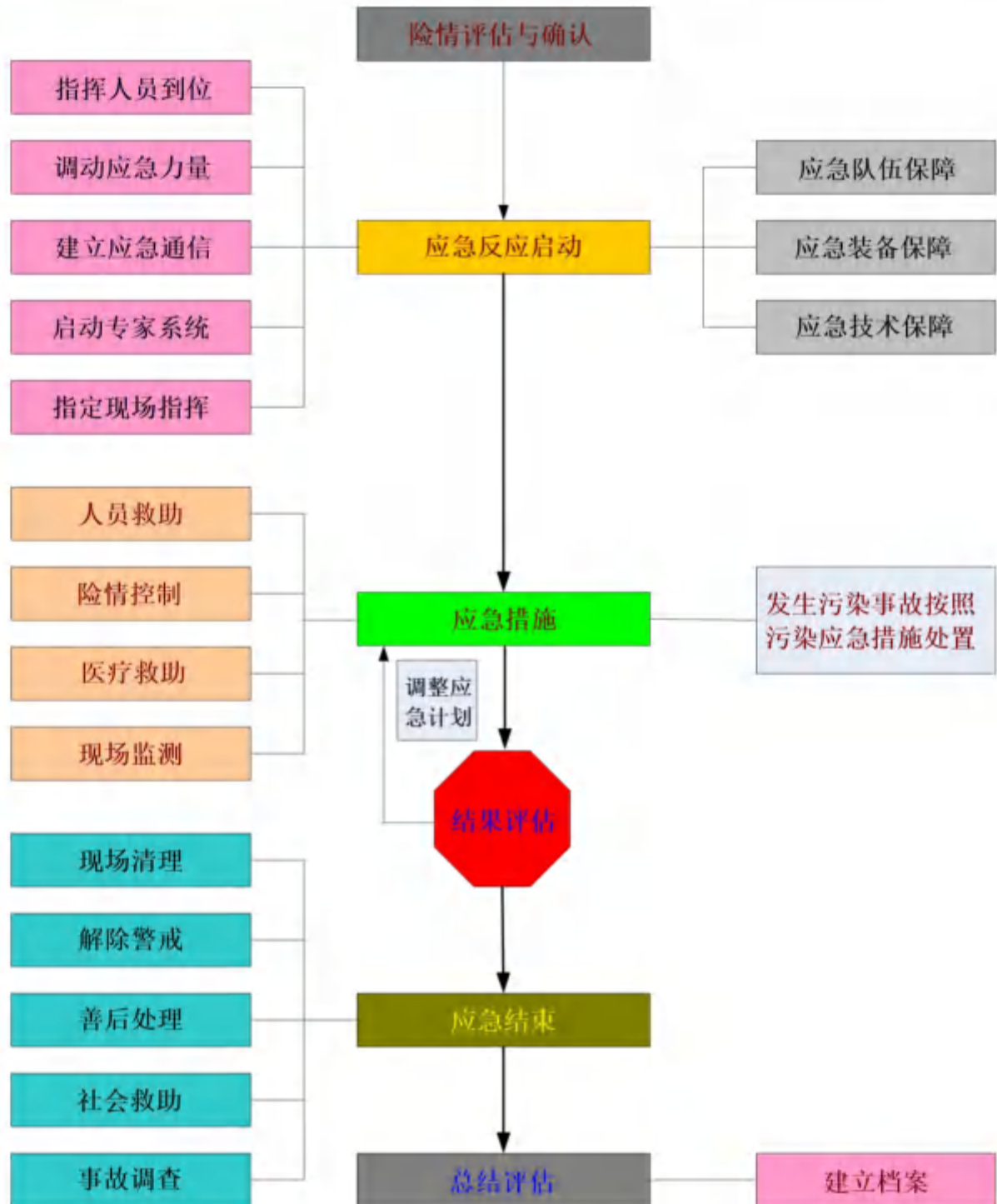


图 8.5-3 应急响应工作流程图

8.5.3 溢油应急设备配备

根据《港口码头水上污染事故应急防备能力要求》（JT/T451-2017），本项目所服务的码头配备有溢油应急设备、器材，具体一览表见表 8.5-5。

表 8.5-5 本项目码头配备的溢油应急设备一览表

溢油应急设备	数量	单位
固体浮子式橡胶围油栏	700	应急型 (m)
消油剂	500	浓缩型, 质量 (kg)
吸油毡	400	质量 (kg)
吸油机	2 (收油率 20t/h)	数量 (台)

8.6 小结

本项目为港口、航道维护性疏浚工程, 根据项目现场调查及工程特性分析, 项目建设及生产过程中并不涉及危险化学品的使用, 不存在重大危险源。

本项目用海的风险主要来自两个方面。一方面是由于自然灾害对海域使用项目造成的危害。另一方面是用海项目自身引起的突发或缓发事件导致对海域资源、环境造成的危害。为了有效防控环境风险, 将风险影响程度降至最低, 建设单位应严格采取各项风险防范应急措施, 并制定突发环境事件应急预案。

本项目在施工过程中, 必须严格管理, 加强防范, 杜绝溢油事故的发生, 通过采取完善的事故风险防范措施, 落实有效的应急救援措施, 可最大限度减少环境风险事故的影响。、燃油泄漏如果不能在短时间内控制, 溢油量加大则可能会对周边海域造成比较明显危害, 所以应严格执行环境风险防范措施、事故应急保护措施及事故应急预案, 坚决杜绝该类事故发生。

本评价认为, 在切实落实各项风险防范措施, 制定完善的应急措施和区域联动长效机制的前提下, 本项目环境风险是可控的。

9 环保措施及经济技术可行分析

9.1 海洋生态环境保护措施、生态补偿及可行性分析

9.1.1 海洋生态环境保护措施

(1) 主要影响环节

施工期间对海洋生态环境产生影响的主要环节为：港池航道疏浚施工等。

(2) 拟采取的海洋生态环境保护措施

施工期间应采取的海洋生态环境保护措施主要包括以下几个方面：

①合理安排施工进度，施工单位在制定施工计划、安排施工进度时，应充分注意附近水域的生态环境保护问题，港池航道疏浚施工时应尽量避开底栖生物、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（通常3月~5月），从而优化施工进度计划。

②生物栖息地的保护措施

施工作业应预先制定合理的施工计划，安排好挖掘位置和进度，在限定的施工范围内作业，减少对生物栖息的底质环境的扰动强度和范围，尽量减少对底栖生物的影响。

③减少悬浮泥沙污染措施

水体中悬浮物含量增加，将影响浮游生物的正常生长与发育，为减小对浮游生物和渔业资源的影响，施工应严格按照交通部《疏浚工程技术规范（JTJ319-99）》和《水域工程测量规范（JTJ203-2001）》执行，降低悬浮泥沙的产生量，具体措施见9.2节。

④施工单位在施工前期充分做好生态环境保护的宣传教育工作，组织施工人员学习《中华人民共和国海洋环境保护法》等有关法律法规，增强施工人员对海洋珍稀动物保护的意识；对于施工过程中可能出现的大型野生生物，严禁施工人员捕猎，遇有密集种群应尽可能设法予以避让；建议施工单位制定有关海洋生态环境保护奖惩制度，落实岗位责任制。

⑤为减小对水生动物的干扰，应对水下噪声加以控制。对噪声大的施工作业，应在作业开始初期只发出轻声，待水生动物避开后才进入正常的施工工作。另外，

也可以控制船舶的发动机噪声和其他设备的噪声。

⑥项目施工将对工程区域内的海洋生物资源造成一定程度的破坏，建设单位应按照“损失多少，补偿多少”的生态补偿原则予以补偿，通过生态补偿的措施达到减小工程对海洋生物资源的影响。

⑦施工期间安排受过训练的人员进行观察：观察到附近海域无哺乳类保护生物活动方可开工，施工前如发现后应及时驱赶；施工期间发现应立即停止施工作业，并进行驱赶；采取超声波等措施将其驱赶至安全区域后方可进行施工作业。施工期间，一旦发现哺乳类保护生物，船舶应及时避让。因施工不当引起保护生物死伤，应按水生野生动物保护方面的法律法规的相关规定给予赔偿。在施工期间过往和进出港区船只应限制航速在 10 节以下，并尽量慢速航行，以防螺旋桨碰撞保护生物致死或受伤。

⑧施工期间，严格控制污染物排放，加强海洋环境监测，及时发现存在的隐患，便于采取相应的治理措施，使工程建设对渔业资源及生态环境产生的影响降至最低。

9.1.2 生态补偿措施

本项目海上工程施工将对海洋生物造成一定程度的影响，业主应予以一定的生态补偿。

(1) 生态补偿措施

对于建设项目施工期间对海洋生物资源造成的损失，项目建设单位应与主管部门协商，就工程建设造成生物资源损失制定合理的补偿计划。补偿金专款用于海洋渔业资源与生态环境的恢复。主要生态补偿措施包括：资源增殖放流、人工鱼礁建设、底播增殖等。具体补偿方案与相关部门协商确定。

国内外长期从事渔业资源研究的专家研究证实，在渔业资源衰退或受损的情况下，除了降低捕捞强度和减少海洋环境污染及生境破坏之外，从根本上恢复渔业资源、改良资源结构、增加渔业生产，进行渔业资源的人工增殖放流是重要、快捷的有效措施。通过增殖放流，可以迅速弥补本项目施工和营运等因素对海洋渔业资源造成的损失。

(2) 增殖放流

1) 增殖放流区域的选择

根据《农业农村部关于做好“十四五”水生生物增殖放流工作的指导意见》，项目选择在项目附近海域适合进行增殖放流的海域。

2) 增殖放流品种选择原则

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) 增殖放流备选品种

根据《农业农村部关于做好“十四五”水生生物增殖放流工作的指导意见》，项目附近海区适宜增殖放流的备选品种如下：花鲈、青石斑鱼、斜带石斑鱼、布氏鲷、大黄鱼、紫红笛鲷、红笛鲷、真鲷、平鲷、黑鲷、黄鳍鲷、断斑石鲈、花尾胡椒鲷、斑节对虾、长毛对虾、墨吉对虾、刀额新对虾、中国鲎、日本海马等。

4) 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 1cm 左右。放流苗种应当来自有资质的生产单位、检验机构认可。

5) 增殖放流计划

在项目施工结束根据实际情况开始实施海洋生物增殖放流，每年的增殖放流工作安排在南海区伏季休渔期间内的 5 月下旬至 7 月上旬，以避开高强度捕捞压力时间，提高增殖放流效果，应连续增殖放流 2 年。

6) 增殖流放前后的管理

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。

9.1.3 中华白海豚等珍稀海洋生物保护措施

(1) 施工现场监视

在挖泥船周围设立半径不少于 500m 的监视缓冲区，安排至少一名海豚观察

员在船上视野开阔无遮挡处值班,使用望远镜及肉眼搜索船周围 360 度范围的海面,以确定视野范围内是否有海豚出没,海豚观察员每隔 30 分钟轮换以减轻疲劳,并保持与船控制台的通畅联系。

在施工前,由海豚观察员监视施工船周围 360 度范围海面 5 分钟,以确认 500m 范围内是否有中华白海豚出没,如果 500m 范围内有海豚出没,应等待海豚游离监视范围方可开工。由于中华白海豚群体的潜水时间最长达 5 分钟,所以必须连续监视 5 分钟没有海豚出现方可确认海豚已离开。在施工过程中,如发现有海豚出没,施工船应减速,并尽量减少施工机器的开动量,以减轻施工噪声对海豚的干扰。

施工船上的海豚观察员应接受中华白海豚观察相关知识的培训。另外,建议在施工期间监测水中噪声的水平,并留意中华白海豚的行为变化。

(2) 施工噪声缓解措施

优先选用性能良好的低噪声施工设备,日常应注意对施工设备的维修保养,使各种施工机械保持良好的运行状态。合理安排施工进度和时间,加强对施工船舶噪声的控制与管理。

合理规划工期,减少同一区域同一时段施工船舶和作业机械数量,并保持船舶和机械性能状态良好,加装消音器、挡音板、隔音罩等措施,减少施工噪声及累加效应。

(3) 敏感季节的保护

应减少在敏感的中华白海豚繁殖季节进行滋扰较大的施工工序。比如 4~8 月份为中华白海豚育婴和交配较频繁的季节,为了不严重影响其繁殖行为,在 4~8 月份高峰期保护区水域内应加强对施工活动的监管。

(4) 加强宣传教育

施工单位在施工前期充分做好生态环境保护的宣传教育工作,组织施工人员学习《中华人民共和国海洋环境保护法》等有关法律法规,增强施工人员对海洋珍稀动物保护的意识;建议施工单位制定有关海洋生态环境保护奖惩制度,落实岗位责任制。

(5) 如因施工不当引起中华白海豚等保护动物死伤,应按水生野生动物保护方面的法律法规的相关规定给予赔偿。

9.2 水污染防治环境保护措施

(1) 船舶施工人员生活污水：船舶施工人员生活污水采用船上配备储污水箱进行收集和贮存，再交由有接受能力的单位进行接收处理，不排入海。

(2) 施工期含油污水污染防治措施：本项目含油废水主要为船舶机舱含油废水，含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集，施工船舶靠岸后，含油污水用泵抽到专用运污船上交有能力的处置单位进一步进行处理。

(3) 减少港池航道疏浚悬浮泥沙污染措施

①疏浚施工过程中要配备 GPS 全球定位系统，准确确定挖泥位置，从而可以减少疏浚作业中不必要的超深、超宽的疏浚土方量，施工期间应严格将施工范围控制在用海范围内，严禁超限施工。从根本上减少对环境产生影响的悬浮物数量。

②根据工程施工计划，港池航道疏浚施工时，选用合适的施工设备、机械进行作业，为减少其施工活动的影响程度、范围和时间，施工单位应合理制定施工计划、合理安排施工进度和合理划定施工范围。对港池航道疏浚开挖的速度进行适当的控制，减少淤泥散落海中。

③在施工过程中需加强管理，文明施工，定期对施工设备进行保养，确保设备长期处于正常状态，发生故障后应及时修复。

④施工单位应加强挖泥船的日常维护与保养，确保挖泥船的良好性能。确保运泥船在运泥途中泥门是关闭的，若在运输途中泥门不严将会导致泥浆泄漏入海，使沿途水域遭受污染。

⑤疏浚作业开始后，泥浆进入泥舱时，较粗粒径的泥沙沉入舱底。为增大挖泥船的装舱浓度，以提高其挖泥效率，降低疏浚费用，挖泥船的船体两侧设有溢流口。当泥浆量超过两侧溢流口时，稀泥浆即从溢流口中溢出。这一环节将会引起疏浚区局部海域的浑浊度增加而影响海域的水质，因此，施工单位应调整好泥舱溢流口的位置，控制好溢流口的泥浆浓度，减少入水泥浆。本项目使用的挖泥船本身带有先进的定位系统，可采用自动调节溢流口的装置，更易于减轻溢流对施工海域的污染。

⑥增强安全意识，防止翻船等事故的发生。挖泥船在运输途中，遇到大风天气或其他恶劣的天气，容易发生船舶倾斜、翻船等事故，致使泥仓内疏浚物泄漏

入海。因此，施工人员应增强安全观念与环保意识，在遇到超出其所驾驶的挖泥船的抗风浪能力的恶劣天气条件下，应停止运输。

⑦应对整个施工进行合理规划，尽量缩短施工期，以减轻施工可能带来的水生生态环境影响。

(4) 有针对性地开展施工监测，根据监测结果采取相应措施

施工期间，委托具有相应监测能力的环境监测单位对项目区及其周围海域进行海水水质的跟踪监测，针对跟踪监测发现的具体环境问题，及时反馈给施工单位，施工单位应根据跟踪监测结果及时调整和优化施工作业安排和水污染防治措施。此外，施工过程中也须密切注意施工区及其周边海域的水质变化，如发现因施工引起水质明显变化，应立即停工并检查、调整相应的污染防治设施。

上述措施均为施工期的常规环保措施，技术上具有可操作性、可行性。

9.3 大气污染防治措施

(1) 施工机械及船舶应选用耗油低、污染物排放量少的发动机，并使用低硫油，减少废气的排放。加强施工机械和船舶的日常维护保养，确保设备正常运行，避免不正常运行产生的废气。

(2) 按照《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）规定，船舶进入排放控制区，应使用硫含量不大于0.5%的船用燃油；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《船舶大气污染物排放控制区实施方案的通知》规定应当使用的船用燃油；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。

本项目施工期采取的大气环境保护措施均是常规环保措施，在国内外类似工程中应用广泛，在经济、技术等方面可行。

9.4 噪声污染防治措施

本项目施工噪声主要污染环节是施工船舶噪声。拟采取的环保措施和建议如下：

(1) 施工期应选用低噪音的施工船舶，施工单位应注意施工船舶及其配套

机械的保养，维持施工机械低声级水平，避免超过正常噪声运转。

(2) 施工单位应合理安排施工计划和施工机械设备组合以及施工时间，尽量减少同时运行动力机械设备的数量，尽可能使动力机械设备均匀地使用，并避免在同一时间使用大量高噪音设备。

(3) 施工噪声应严格按照《建筑施工厂界噪声限值》(GB 12523-2011)要求控制施工场界噪声排放，应尽量减少夜间施工的时间。

(4) 加强施工船舶的管理，尽量避免鸣笛。

施工期采取的噪声环境保护措施均是常规环保措施，在国内外类似工程中应用广泛，在经济、技术等方面可行。

9.5 固体废物污染防治措施

(1) 项目施工船舶生活垃圾不得随意排入水体，于船舶上采用垃圾桶收集后，定期拉到陆地上，与陆地的生活垃圾一起分类收集，后由环卫部门统一清运处理。

(2) 本项目疏浚过程产生的疏浚物，拉运至汕头表角疏浚物海洋倾倒区处理，目前已取得生态环境部珠江流域南海海域生态环境监督管理局颁发的倾倒许可证。

(3) 船舶检修废物委托具有资质的船舶污染物接收单位接收处理。

经采取前述措施后，本项目施工期产生的各类固体废物均能得到有效处理处置，不会对周边环境产生二次污染影响，具有合理可行性。

10 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，使其不超过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。

10.1 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。

10.2 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。

10.3 污染物总量控制方法方案与建议

纳入“十四五”规定的总量控制指标为化学需氧量、氨氮。

本项目施工期间将产生生活污水、船舶废水、生活垃圾、生产固废等。施工船舶生活污水通过收集后统一交由有资质单位接收处理；船舶含油污水将严格按照《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》，实行收集铅封，并交由有能力的单位处理。因此，本工程废污水 COD、氨氮等其它污染物总量控制指标从污水处理公司总量中调配，不再另行建议总量控制指标。

生活垃圾、疏浚物等也不得随意丢弃，根据废弃物类型分类处置，不直接排放，推荐总量为零。

11 环境保护措施的经济效益分析

11.1 环境保护设施和对策措施的费用估算

为了加强建设项目的环境管理，防止环境污染，减轻或防止环境质量下降，根据“建设项目环境保护设计规定”的要求，建设项目的环保设施必须与主体工程同时建设。环保建设投资主要包括环保工程建设、安装、调试、运转、维修及环境绿化费。

考虑到目前我国建设投资还存在一定困难，环保建设投资比例的大小应较好地体现出技术可行、经济合理、环境效益明显等原则。

本工程总投资约 1200 万元。凡属污染治理和环境保护所需的设备及工程设施均属环保设施，其投资全部计入环保投资。本工程环保投资约 60 万元，环保投资约占工程总投资的 5%，环保投资清单见表 11.1-1。环保投资根据实际情况调整。从环境保护角度而言，该环境保护措施投资对业主也是可接受的，从经济角度论证，该项目的环境保护措施是可行的。

表 11.1-1 环保投资估算表

阶段	项 目	单价 (万元)	数量	金额 (万元)
施 工 期	施工期环境监理	5 万元/次	4 次	20.0
	施工期环境监测	5 万元/次	4 次	20.0
	船舶污水、固体废物处理	—	—	20.0
合计				60.0

11.2 环境保护的经济损益分析

11.2.1 环境经济损失

(1) 项目港池、航道疏浚导致底栖生物直接死亡，并且对底栖生物生境造成改变。

(2) 港池、航道疏浚施工等产生的悬浮物增加，将驱逐游泳动物，影响浮

游植物生长和鱼卵仔稚鱼发育。

(3) 项目施工期产生的各项污水、固废等，如不收集进行处理，将会对环境造成一定的损害。

11.2.2 经济、社会和环境效益

拟建项目的经济和社会效益主要表现在以下几方面：

(1) 本项目为非营利性项目，不产生直接经济效益，是为保障华能海门电厂的港口的正常航行的配套项目。项目建设是服务于华能海门电厂的港口通行，保障电厂的正常运行，是保障区域社会、经济正常运转的需要。

(2) 项目建设有助于船舶的靠离泊需求得到保障，消除现有码头的安全隐患，可大大减少财产损失，保障了国家财产安全。

(3) 项目的建设将对项目周围地区的经济开发，对区域的工业、交通运输、商业等都会产生直接的积极影响。

(4) 项目还可以适当提供一部分人的就业机会。

(5) 本项目建设采取了相关环境保护措施后的环境效益，主要体现在环境质量得到适当的保护，可使污染物排放大大减少，环境效益较好。

11.3 环境保护的技术经济合理性

本工程建成后不能产生直接的经济效益，但可提供基础性保障，充分保障港口和电厂的正常运行，具有较大的社会效益。通过与项目涉及利益相关者的协调，本项目对利益相关者的影响较小，项目建设受到各方的支持；项目投资对区域经济社会发展具有拉动作用，对保障国家财产和保护公民生命安全、完善政府海监监管环境、保障执法安全、维护国家主权、海洋权益等具有重要意义。

同时，本工程的施工建设会给项目所在海域环境带来一定负面的影响，将不可避免地海洋生物资源造成一定的损失，并由此带来一定的经济损失，但是，与本工程带来社会效益比较而言，这些由环境影响造成的经济损失是可以接受的。同时，在项目施工建设和运营过程中，建设单位也将采取一定

的环境保护措施来降低环境污染，实现清洁生产，努力将环境影响控制在最小范围和最低程度，并且这些环保措施是该类工程建设应用比较成熟的技术措施。因此，项目所采取的污染防治方法与环境保护措施在技术、经济上是合理的、可行的。

12 海洋工程环境可行性

12.1 与近岸海洋功能区划的符合性

12.1.1 与近岸海洋功能区划的符合性分析

为了保护和改善广东省海洋生态环境，防止海洋环境污染，保证沿海地区经济发展战略的实施和社会、经济、环境协调发展及海洋资源的永续利用，广东省1999年制订了《广东省近岸海域环境功能区划》，该功能区划主要适用于广东省管辖的近岸海域。

根据《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办（1999）68号）及《广东省人民政府办公厅关于调整汕头市近岸海域环境功能区划有关问题的复函》（粤办函（2005）659号），项目所在地附近近岸海域包括龙头山临海工业排污混合区和海门港口、排污功能区，水质目标为四类和三类海水水质标准，详见表12.1-1和图12.1-1。

表 12.1-1 项目附近近岸海域环境功能区

功能区名称	范围	宽度(km)	长度(km)	主要功能	水质目标
龙头山临海工业 排污混合区	龙头山附近至早 仔附近海域	1.2	4.7	排污、港口	四
海门港口、排污 功能区	濠江区与潮阳区 交界处至海门镇	2	10.7	港口、排污、 工业用水	三

本项目为华能海门电厂的港池及航道维护性疏浚工程，与项目所在功能区的港口、排污功能相符，本项目船舶施工人员的生活污水及船舶含油污水均不排入海洋，仅施工期有短暂的施工悬浮物入海污染，随着施工结束，悬浮泥沙的逐渐沉淀后，对该海域水质的影响也逐渐消失；本项目的悬浮泥沙均来自于本海区，因此不会对项目附近海域的沉积物环境产生不良影响；与该功能区的水质目标是

相符的。

综上所述，本项目施工悬浮物扩散范围小，对周围的近岸海域环境功能区影响不大，符合项目所在地近岸海域功能区划的要求。



图 12.1-1 本项目所在近岸海域环境功能区划图

12.1.2 与国土空间规划的符合性分析

2023年8月8日,国务院正式批复原则同意《广东省国土空间规划(2021-2035年)》(以下简称《规划》)。国务院的批复中明确:《规划》是广东省空间发展的指南、可持续发展的空间蓝图,是各类开发保护建设活动的基本依据。2023年12月26日,广东省人民政府正式印发《规划》。

在海洋空间安排上,《规划》提出,立足海岸线、河口海湾和海岛资源丰富的优势,坚持保护与开发并重,以“六湾区一半岛五岛群”海洋空间格局统筹优化海洋空间布局,提高海洋资源开发能力,推动形成开放活力的海洋空间。

实施海域分区管理。坚持生态用海、集约用海,陆海协同划定海洋“两空间内部一红线”。在海洋生态空间内划设海洋生态保护红线,加强海洋生态保护区和生态控制区的保护。在海洋开发利用空间内统筹安排渔业、工矿通信、交通运输、游憩、特殊用海区 and 海洋预留区,按分区明确空间准入、利用方式、生态保护等方面的管控要求。海洋预留区要保障规划期内国家重大用海需求,严格控制其他开发利用活动。合理布局海洋倾倒区,严格海洋倾废监管。

优化海岸线管控和利用。严格保护岸线要禁止开展损害海岸地形地貌和生态环境的活动。限制开发岸线要严格控制改变海岸自然形态和影响海岸生态功能的开发利用活动。优化利用岸线要提高海岸线利用的准入门槛。划定海岸建筑退缩线,加强自然岸线保护,实行多样化岸线占补模式。

本项目位于《规划》中的海洋开发利用空间内,不在海洋生态保护空间和海洋生态保护红线范围内。项目不占用海岸线。

根据《广东省国土空间规划(2021-2035年)》,本项目位于“交通运输用海区”和“渔业用海区”内,项目主要为港池及航道的维护性疏浚,符合在海洋开发利用空间内交通运输的管控要求,符合海域分区管理的要求。项目所在岸线为人工岸线,属于优化利用岸线,满足海岸线利用的准入门槛。综上,本项目建设符合《广东省国土空间规划(2021-2035年)》。

2024年6月，汕头市人民政府印发《汕头市国土空间总体规划（2021-2035年）》（汕府〔2024〕34号）。根据《规划》，汕头市国土空间布局以“三区三线”为基础，构建“三廊四屏，一核两带”的国土空间开发保护总体格局。

海洋空间布局方面明确海域规划分区布局与管控要求，推动海岸线精细管控，海岸线按照严格保护岸线、限制开发岸线、优化利用岸线分类实施岸线功能引导和管控，做好工业、渔业、交通运输、旅游休闲娱乐等岸线的空间预留和功能布局。本项目位于汕头市国土空间规划的海洋发展区，项目为港池及航道的维护性疏浚，服务于华能海门电厂的港口交通，有助于港口的建设，服务于区域的社会、经济发展。项目不占用岸线，不在严格保护岸线上，符合岸线功能引导和管控要求。因此，项目建设符合《汕头市国土空间总体规划（2021-2035年）》。



图 12.1-2 本项目所在国土空间控制线规划图

12.2 与相关规划相符性分析

12.2.1 与《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》符合性

2025 年 1 月 23 日广东省自然资源厅发布了《广东省自然资源厅关于印发〈广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）〉的通知》（粤自然资发〔2025〕1 号）中，规划依据海岸带资源禀赋、生态功能、环境现状和经济社会发展需求，细化生态保护区、生态控制区和海洋发展区。海洋发展区进一步细分为渔业用海区、交通运输用海区，工矿通信用海区、游憩用海区、特殊用海区和海洋预留区。规划将全省大陆海岸线划分为严格保护岸线、限制开发岸线和优化利用岸线三类。

交通运输用海区：包括港口区、航运区、路桥隧道区，总面积 3935.36 平方千米，主要分布于湛江港、南山—海安、流沙湾、博赊港、水东湾、茂名港、博贺—爵山、海陵湾、广海湾、上川岛、银洲湖、黄茅海、珠江口、高栏岛、万山群岛、沙田、麻涌、大鹏湾、碧甲、惠州港、品清湖、施公寮、前詹、广澳湾、海门湾、柘林湾—大埕湾等区域。本项目位于海门湾，属于海洋发展区中的交通运输用海区。空间准入、利用方式要求及生态保护要求等具体如下：

空间准入：交通运输用海区允许港口建设、路桥建设、航运等用海，可兼容码头、引桥等工业配套设施用海和海岸防护工程用海，在开发利用前有条件兼容开放式养殖、游乐场和浴场用海。

利用方式要求：严格控制在港区、锚地、航道、通航密集区以及公布的航路内进行与航运无关、有碍航行安全的活动。除用于国防安全，以及经严格论证确需建设的海底电缆管道等外，严格管控建设与交通运输用海无关的永久性设施。

生态保护要求：加强港口综合治理，减少对周边功能区环境影响。维护和改善港口用海区和航运用海区原有的水动力和泥沙冲淤环境。

本项目属于港池及航道的维护性疏浚项目，服务于港口的建设，为华能海门电厂港口的配套项目，符合空间准入要求。项目施工期和运营期均采取有效的环保措施，废水、固体废弃物等均不排入海域，施工悬浮泥沙造成的生物损失采取生物补偿的方式减少对生态环境的影响，因此项目建设不会对周边海域环境产生

不利影响，项目疏浚后，有利于港口的运营，周边海域的水动力和泥沙冲淤环境造成的影响可接受。本项目不占用海岸线。项目不属于产能严重过剩以及高污染、高耗能、高排放项目用海。

综上，本项目的建设符合《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》的要求。

12.2.2 与《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》的符合性

《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》提出，以改善广东省近岸海域环境质量为核心，坚持陆海统筹，治标与治本相结合，重点突破与全面推进相衔接，协同推进陆海污染系统治理，全面提升监督管理能力。大力推进海水养殖污染治理，强化船舶和港口的污染防治和监管，建立健全海洋垃圾清理与监管机制。深化船舶水污染物治理。

本项目施工船舶含油污水均进行收集交由有能力的单位进行处理，符合船舶水污染物的治理要求；施工船舶上施工人员的生活污水也全部经过收集后，交由有能力的单位进行处理，不对外排放。本项目采取环保措施，降低悬浮泥沙对周边海域的影响，因此，本项目符合《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》的要求。

12.2.3 与《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》的符合性

《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》提出了珠三角核心区对标国际一流湾区，强化创新驱动和绿色引领，实施更严格的生态环境保护要求。并且提出在生态保护红线内，自然保护地核心保护区原则上禁止人为活动，其他区域严格禁止开发性、生产性建设活动，在符合现行法律法规前提下，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动。一般生态空间内，可开展生态保护红线内允许的活动；在不影响主导生态功能的前提下，还可开展国家和省规定不纳入环评管理的项目建设，以及生态旅游、畜禽养殖、基础设施建设、村庄建设等人为活动。

根据《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》，全省共划定海域环境管控单元 471 个，其中优先保护单元 279 个，为海洋生态保护红线；重点管控单元 125 个，主要为用于拓展工业与城镇发展空间、开发利用港口航运资源、矿产能源资源的海域和现状劣四类海水海域；一般管控单元 67 个，为优先保护单元、重点管控单元以外的海域。本项目所在海域区域为海门港口航运区重点管控单元（HY44050020009）、海门湾-广澳湾农渔业区一般管控单元（编号 HY44050030013）、珠海-潮州近海农渔业区一般管控单元（编号 HY44000030002），不属于优先保护单元。

重点管控单元的区域布局管控要求为：以推动产业转型升级、强化污染减排、提升资源利用效率为重点，加快解决资源环境负荷大、局部区域生态环境质量差、生态环境风险高等问题。

本项目是华能海门电厂港池及航道的维护性疏浚工程，项目不涉及围填海，项目服务的港口位于汕头港总体规划的范围内，项目施工不影响海门湾港口的用海需求，符合项目所在重点管控单元的区域布局管控要求。项目不占用自然岸线，项目实施对周边水文动力和冲淤环境的影响可接受，不会影响周边自然岸线的形态和生态功能。项目施工期产生的悬浮泥沙扩散影响有限，基本上不会对周边优先保护单元造成影响。施工期间产生的各项生活污水、船舶废水、固废等均集中收集处理，不直接外排，不会对海域水质环境造成影响，符合污染物排放管控的

要求。项目施工期间，通过加强通航安全管理，做好溢油事故风险防范措施和应急预案等，可进一步降低海上溢油事故风险，符合环境风险管控要求。因此本项目建设不会对该区域主导的生态功能产生影响，符合《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》。



图 12.2-3 广东省环境管控单元图

12.2.4 与《汕头市“三线一单”生态环境分区管控方案》的符合性

根据《汕头市“三线一单”生态环境分区管控方案》及《汕头市2023年“三线一单”生态环境分区管控成果动态更新方案》，到2025年，建立较为完善的“三线一单”生态环境分区管控体系，全市生态安全屏障更加牢固，生态环境质量持续改善，能源资源利用效率稳步提高，绿色发展水平明显提升，生态环境治理能力显著增加。

环境管控单元分为优先保护、重点管控和一般管控单元三类。全市共划定海域环境管控单元75个，其中优先保护单元40个，重点管控单元20个，一般管控单元15个。

根据《汕头市“三线一单”生态环境分区管控方案》，本项目所在海域区域属于海门港口航运区重点管控单元（HY44050020009）、海门湾-广澳湾农渔业区一般管控单元（编号HY44050030013）、珠海-潮州近海农渔业区一般管控单元（编号HY44000030002），不属于优先保护单元（见图12.2-4），与广东省“三线一单”生态环境分区一致。

根据项目所在重点管控单元的管控要求，本项目建设与其符合性分析见表12.2-1。因此，本项目建设符合《汕头市“三线一单”生态环境分区管控方案》。

表12.2-1 项目与汕头市“三线一单”管控要求的符合性分析

管控单元	管控要求		符合性分析
海门港口 航运区重 点管控单 元	区域布局管控	1. 从严控制“两高一资”产业在沿海地区布局。 2. 依法淘汰沿海地区污染物排放不达标或超过总量控制要求的产能。 3. 立足海洋特色资源和海洋开发需求，积极培育发展海洋新兴产业和先进制造业。	本项目属于港池及航道维护性疏浚工程，项目不属于“两高一资”产业，项目不涉及总量控制指标。项目的建设服务于华能海门电厂，有利于区域培育发展海洋新兴产业和先进制造业。

	能源资源利用	1.制定和完善陆域环境风险源、海上溢油及危险化学品泄漏、海洋环境灾害等对近岸海域影响的应急预案，健全应急响应机制。 2.装卸油类的港口、码头、装卸站和船舶必须编制溢油污染应急计划，并配备相应的溢油污染应急设备和器材。	本项目制定海上溢油的应急预案，设立有健全的应急响应机制。 项目所服务的码头编制有溢油污染应急计划，并配备相应的溢油污染应急设备和器材。
	污染物排放管控	1.节约集约用海，合理控制规模，优化空间布局，提高海域空间资源的整体使用效能。	项目为临时用海，合理控制疏浚规模。 疏浚过程产生的生活污水和船舶机舱含油污水经采取措施后，均不直接排入项目及附近海域，生活垃圾均进行收集处理，不排放入海，有利于港区生态环境的保护。
	环境风险防控	1.向海域排放陆源污染物，必须严格执行国家或者地方规定的标准和有关规定。 2.严格落实排污许可管理要求，加强排污许可证实施监管，督促企业采取有效措施控制污染物排放，达到排污许可证规定的许可排放量要求。 3.以近岸海域劣四类水质分布区为重点，建立健全“近岸水体-入海排污口-排污管线-污染源”全链条治理体系，系统开展入海排污口综合整治，建立入海排污口整治销号制度。	1.项目施工期不向海域排放污染物。 2.项目为维护性疏浚工程，根据排污许可证管理要求，不需要办理排污许可证。 3.项目疏浚施工期通过采取合理布置施工平面，制定合理的施工计划，选用带有先进的定位系统，可采用自动调节溢流口的装置的施工船舶，减少施工产生的悬浮泥沙，降低悬浮泥沙对周边海域的影响。
海门湾-广澳湾农渔业区一般管控单元	区域布局管控	1-1.开发利用海洋资源，应当根据国土空间规划功能区合理布局，不得造成海洋生态环境破坏。	本项目建设符合国土空间规划，项目维护性疏浚影响短暂，不会对海洋生态环境造成破坏。
	能源资源利用	2-1.严格控制近海捕捞强度，实行近海捕捞产量负增长政策，严格执行伏季休渔制度和捕捞业准入制度。	本项目不涉及捕捞。

	污染物排放管控	3-1.污水和生活垃圾必须科学处置、达标排放，禁止直接排入海域。 3-2.海水养殖应当科学确定养殖密度，并应当合理投饵、施肥，正确使用药物，防止造成海洋环境的污染。	项目施工过程中产生的生活污水和船舶机舱含油污水经采取措施后，均不直接排入项目及附近海域，生活垃圾均进行收集处理，不排放入海。 本项目不涉及海水养殖。
	环境风险防控	4-1.引进海洋动植物物种，应当进行科学论证，避免对海洋生态系统造成危害。	本项目不涉及物种引进。
珠海-潮州近海农渔业区一般管控单元	区域布局管控	1-1.开发利用海洋资源，应当根据国土空间规划功能区合理布局，不得造成海洋生态环境破坏。	本项目建设符合国土空间规划，项目维护性疏浚影响短暂，不会对海洋生态环境造成破坏。
	能源资源利用	2-1.严格控制近海捕捞强度，实行近海捕捞产量负增长政策，严格执行伏季休渔制度和捕捞业准入制度。	本项目不涉及捕捞。
	污染物排放管控	3-1.污水和生活垃圾必须科学处置、达标排放，禁止直接排入海域。 3-2.海水养殖应当科学确定养殖密度，并应当合理投饵、施肥，正确使用药物，防止造成海洋环境的污染。	项目施工过程中产生的生活污水和船舶机舱含油污水经采取措施后，均不直接排入项目及附近海域，生活垃圾均进行收集处理，不排放入海。 本项目不涉及海水养殖。
	环境风险防控	4-1.引进海洋动植物物种，应当进行科学论证，避免对海洋生态系统造成危害。	本项目不涉及物种引进。

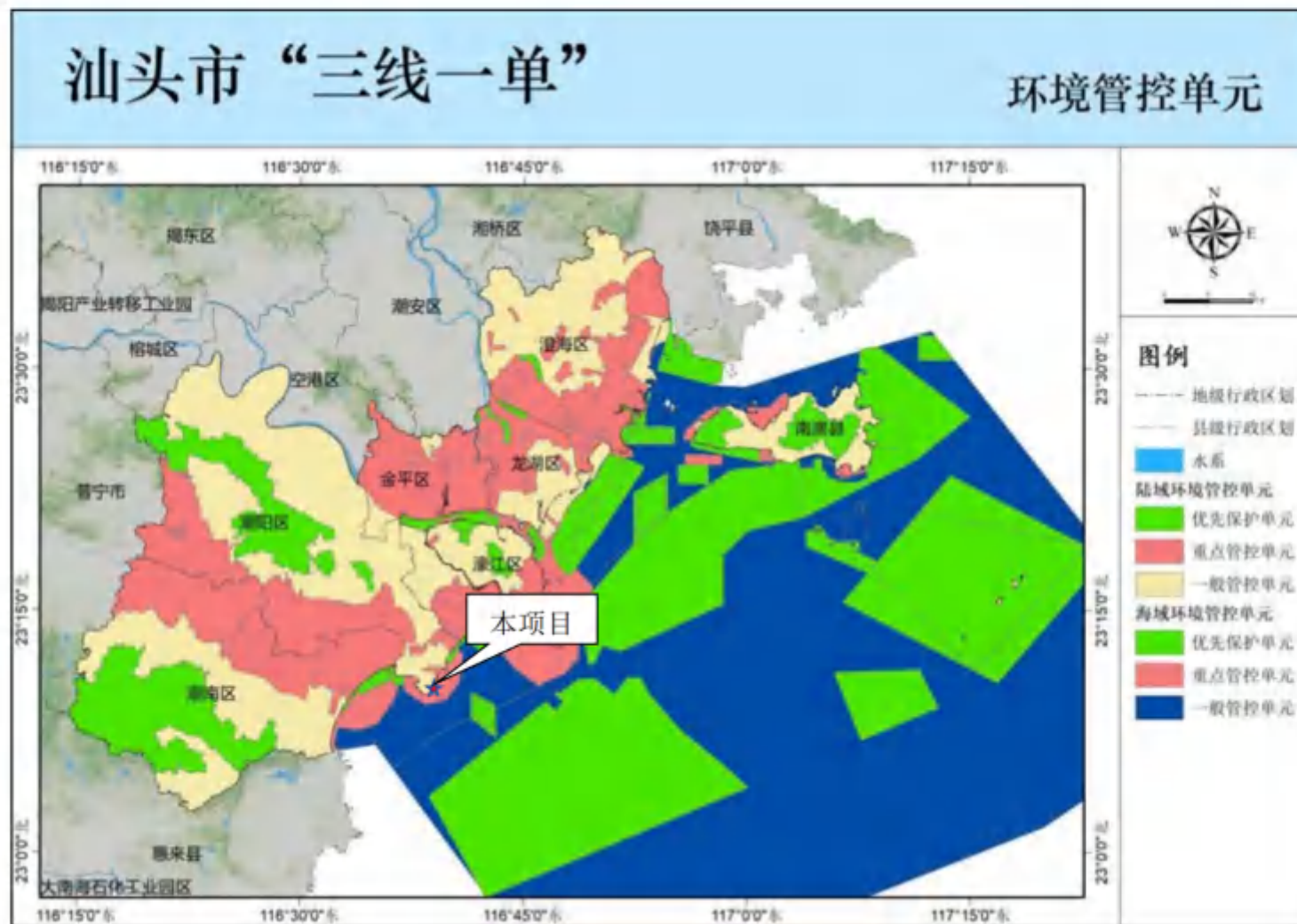


图 12.2-4 汕头市环境管控单元图

12.3 与海洋生态保护红线的符合性

根据《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》（粤自然资发〔2025〕1 号），本项目疏浚施工范围内不涉及国家自然保护区、生态敏感区、脆弱区，不属于重要生态功能区红线范围内，符合生态保护要求。

根据本项目与广东省海洋生态保护红线位置关系，本项目不占用海洋生态保护红线区，项目与海洋生态保护红线区位置见图 12.3-1。项目附近的生态保护红线有位于项目北侧约 1.3km 的广澳湾海岸防护物理防护极重要区、位于项目东侧约 2.5km 的汕头深水重要渔业资源产卵场、位于项目东北侧约 4.6km 的汕头濠江企望湾南方鲎地方级自然保护区、位于项目西侧分别 4.9km、5.6km、5.8km、6.4km、6.6km 的莲花峰重要滩涂及浅海水域、练江重要河口、汕头潮南练江口地方级自然保护区、海门湾海岸防护物理防护极重要区和汕头潮南中华鲎地方级海洋自然公园。

本项目施工产生的悬浮泥沙将给海域周边带来一定的污染，但其影响是短暂的，随着施工的结束其影响也会逐渐消失，施工期通过一定的环保措施能将悬沙扩散对周边自然保护区的影响降至最低，因此对周边生态保护红线的海洋环境影响是可控的，并且项目施工期和运营期的船舶污水、生活污水均进行收集处理，严禁直接向海域排放废污水，不会造成项目所在海域以及周边海域水质的下降。

综上所述，本项目与海洋生态保护红线的管理要求相符。



图 12.3-1 本项目与生态保护红线关系图

12.4 环境影响可接受性分析

12.4.1 水动力环境影响可接受性

本项目由于疏浚改变现状水深，从而影响附近潮流场流态。数值模拟结果表明，本项目对工程海域的水文动力影响不大，工程前后流速变化大于 0.01m/s 的影响区域仅限于疏浚区东侧 0.19km 及西侧 0.59km 范围内，其余海域工程前后的流速无明显变化。

12.4.2 地形地貌和冲淤环境影响可接受性

本项目地形地貌和冲淤环境影响预测结果表明，项目实施后，防波堤内及周边小范围海域流速减弱，海床总体呈淤积态势，最大淤积厚度约 0.08m/a 。冲淤厚度大于 0.01m/a 的影响范围为防波堤内侧及外侧周边 0.25km 范围内，对周边其他海域的冲淤影响较小。

12.4.3 水质环境影响可接受性

项目施工期，根据水质数值模拟预测结果，项目施工期产生的悬浮泥沙源强较小，施工引起悬浮泥沙扩散导致的超第一、二类海水水质的海域面积较小；项目施工期产生的其他污废水均不直接排放入海，固体废物也禁止排放入海。因此从水质环境影响而言，本项目的建设是可接受的。

12.4.4 生态环境影响可接受性

项目港池、航道疏浚等施工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。施工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。项目应采取一定的生态措施，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。综合分析，本项目对所在海域的海洋生态环境的影响。

12.4.5 环境风险影响可接受性

本项目可能存在自然灾害引起的环境事故风险和溢油事故风险。

根据风险分析，本项目发生溢油事故风险的概率很小，一旦发生溢油事故，将威胁到该水域的自然保护区及渔业资源和渔业生产，因此必须严加防范，避免造成经济损失和环境污染。工程建设和运营过程中，必须高度重视突发环境风险事故的防范和应急体系的建设，增强防范意识，制定完善的环境突发事件应急预案，配备污染事故应急设备，可最大限度减少风险影响。

12.4.6 影响可接受性综合分析

本工程为港口、航道维护性疏浚工程，项目施工过程中会对水动力环境、冲淤环境、水质环境、环境风险、生态环境等产生一定的影响，项目应采取相应的污染防治和非污染防治措施，同时采取交纳生态补偿金的方式对项目对海洋生态环境的影响进行一定的修复补救。因此，在严格采取相应的污染防治和非污染防治措施、生态补偿措施后，项目对海洋环境的影响可接受。

12.5 工程生态用海方案分析

12.5.1 产业准入与区域管控要求

(1) 产业准入符合性

本工程为港口、航道疏浚工程，不属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中的鼓励类、限制类和淘汰类产业，为允许类的项目。根据《市场准入负面清单（2025 年版）》，本项目不属于负面清单中所列的禁止建设的项目。因此，本项目的建设符合国家及地方产业政策要求，且项目的建设能够完善所在海域的通航安全条件，保障海洋经济的发展，符合产业准入要求。

(2) 区域管控要求符合性

本项目为港池、航道的维护性疏浚，不涉及围填海，根据本报告书 12.1 章节，项目位于海洋发展区中的交通运输用海区、渔业用海区。

项目建设符合所在功能区的主导功能，满足功能区的空间准入、利用方式要求及生态保护要求等；本项目建设符合国土空间规划，不占用生态保护红线区，周边无永久基本农田保护红线，与“三区三线”划定成果相符。同时，项目的建设还符合《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》《广东省海洋生态

环境保护“十四五”规划》《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》《汕头市“三线一单”生态环境分区管控方案》等规划。

12.5.2 污染排放与控制

本工程施工期产生的生活污水和船舶含油污水交有能力的单位处理，不直接排放海域，施工悬浮泥沙采取防治措施缩小悬浮泥沙的扩散范围，船舶施工人员的生活垃圾经过收集后，拉运至陆域清运处理，不排放入海，因此对周边海域水质的影响较小；施工产生的悬浮泥沙均来自于本海区，因此对沉积物的影响也很小。综上所述，本工程施工期对废水、固废等污染物采取了收集处理，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。

本工程对水域生态环境的影响主要是项目港池、航道疏浚过程中产生的悬浮物浓度增加对水生生态造成的影响。施工应当尽可能防止超出施工范围，以及防止不可恢复的破坏和影响。本项目提出生态保护对策及生态建设方案如下：

（1）施工期生态保护措施

为减轻工程施工建设对海域海洋生态环境的影响，在落实“9.1.1 海洋生态环境保护措施”的前提下，建议：

①应按照有关环境保护措施中提出的具体要求加以实施，认真落实，严格管理，同时优化施工方案，加强科学管理，严格控制疏浚范围，在保证施工质量的前提下尽可能缩短水下作业时间。

②港池、航道疏浚等产生悬浮泥沙的施工工程应避免恶劣天气，保障施工安全。施工尽可能选择在退潮的时候，尽量降低对所在海域的生态环境造成影响；同时尽量减少在底栖生物、鱼类的产卵期、浮游动物的快速生长期及鱼卵、仔鱼、幼鱼的高密度季节进行高强度作业。

③施工过程须密切注意施工区及其周边水域的水质变化。如发现因施工引起水质变化而对周围海域海洋生物产生不良影响，则应立即采取措施，必要时可短暂停工。

④对施工海域设置明显警示标志，告知施工周期，明示禁止进行捕捞活动的范围、时间。

(2) 生态建设预期效益分析

本项目对建设区域的扰动相对较小,通过施工期采取的生态保护措施,项目生态建设完成后,预期2-3年内可能达到建设前的海洋生态本底值。

12.5.3 生态补偿

(1) 生态补偿方案

根据工程建设方案,港池及航道疏浚对底栖生物造成一定的损害,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,以及造成海洋生物资源的损失。

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》(SC/T 9110-2007)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。实施生态补偿政策,对因开发利用海洋资源而损害海域生态功能和生态价值的单位和个人征收生态补偿费。加大财政转移支付力度,补偿重要海域生态功能区域因保护海洋生态环境而导致的财政减收部分。

(2) 生态补偿措施

对受到破坏的海洋生境(渔场、繁殖地、育幼场和索饵场)进行恢复与重建,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,本工程拟实施以增殖放流为主的生态修复措施。根据生物资源调查结果,以及项目所在海区的主要生物分布情况,建议工程建设单位采取贝类底播增殖和鱼类虾类增殖放流的资源补偿措施。适合项目所在海域的鱼类有真鲷、黑鲷、平鲷、黄鳍鲷、青石斑鱼等;虾类有长毛对虾、斑节对虾和墨吉对虾等。实际增殖放流品种应根据现状调查选取弱势种进行增殖放流,起到恢复生态效果。

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,释放到海洋生物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海洋生物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。

农业部渔业局组织有关专家经过调研和广泛征求意见,对于加强海洋生物资源增殖放流工作达成了共识,发出《关于加强渔业资源增殖放流的通知》,以提高各地对海洋生物资源增殖的认识。

从已有的海洋生物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地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。

12.5.4 跟踪监测能力建设

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、海洋生物资源调查、冲淤观测等内容,具体可见 13.3 章节。

在工程建设期间,建设单位应委托有相应资质的监测单位,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 环境管理与环境监测

13.1 环境管理

根据《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国海洋环境保护法》的精神，企、事业单位在生产和经营中防止污染、保护环境应是其重要的职责之一。环境管理是控制污染、保护环境的重要措施，应根据《建设项目环境保护设计规定》等法规的要求，确定环保管理机构，制定管理程序。

13.1.1 环境管理目的

联合国环境规划署（UNEP）对环境管理的概念是：全人类的一切基本需要应得到满足；要发展以满足需要但不能超过生物圈的耐度的外部极限；协调上述两方面的方法即环境管理。为了通过环境保护措施的实施，把本工程的建设给环境带来的不利影响减至最小，使工程建设经济效益和环境效益协调发展，必须强化环境管理。使本工程的建设符合国家经济建设和环境建设同步规划、同步发展和同步实施的方针，使环保措施得以切实实施。

13.1.2 环境管理的内容和要求

本项目港口、航道运营期的环境管理要求在港口的环评中已做出要求，本次评价仅针对施工前的环境管理提出要求。

（1）环境管理机构的建立

建设精简而高效的环境管理机构是做好环境管理各项工作的保证。施工期环境管理机构应由建设单位牵头，会同设计单位、施工单位共同指派对环境管理工作比较熟悉的工作人员组成，一般 2-3 人为宜（可以有兼职人员）。

（2）环境管理机构及管理人员的职责

①在建设单位与施工单位签订的工程承包合同中，应包括有关环境保护的条款，建立明确的环境保护责任制，如施工队伍产生的污水、生活垃圾的管理；含油污水的管理；施工时产生的各种固体废弃物的处置等；施工期间建设单位可在当地环保部门的指导和授权下对上述问题进行严格管理。

②因地制宜利用各种形式向广大施工人员宣传国家的有关环保法规、条例，

增强广大施工人员的环境保护意识，使大家都能自觉参与各项环保活动，认真执行各项环保法规。

③根据施工期存在的主要环境问题，制定《施工期环境保护管理条例细则》，并在施工场地张贴公告，务必使施工负责人和施工人员都能了解并熟悉。环境管理人员应经常到施工现场检查，发现问题要及时纠正。对违反管理条例细则的人员要进行宣传教育，对严重违犯者，除进行严肃的批评外，还可实行必要的经济处罚。

④各施工地点应有环保管理人员在施工现场跟踪监控管理，检查环保措施的实施情况。例如检查是否偷排含油污水；施工期产生的弃渣等是否得到合理处置等。对存在问题一旦发现，就应立即采取必要措施加以纠正，同时对责任人进行批评教育，并按制定的《施工期环境保护管理条例细则》进行相应的处罚。

⑤环境管理人员要与施工质量监理工程师密切配合，对建设项目各项环保设施的施工质量和进度要跟踪检查，确保项目符合“三同时”的各项要求。

13.2 环境监理计划

本项目在用海过程中，应接受海洋主管部门的监控监视。当发现有超出海域使用范围、改变海域使用用途和性质，或海域使用对环境、资源造成不良影响时，应采取相应措施对违规行为及时纠正，对出现问题及时加以解决。

环境监理是工程监理的重要组成部分，工程指挥部需委托有资质的环境监理单位进行环境监理工作。环境监理单位应按照合同条款，独立、公正地开展工作。环境监理实行环境监理工程师负责制，监理人员应具备环境方面的专业知识。业主和承包商就环保方面的联系必须通过环境监理工程师，以保证命令依据的唯一性。根据本项目对环境产生破坏的范围和程度，制定本项目的环境监理计划。

监理单位需帮助建设单位对项目中的环保设计把关并对环保设施的选购提供参考意见，同时，监理过程中监理人员对施工过程中出现的环境问题及时与业主和施工单位沟通并采取相应措施把这些问题控制在源头，将施工中对环境的各种不利影响降到最低限度。监理的具体内容包括：

(1) 现场环境监理

环境监理人员对重点污染源及其污染防治设施的现场监理每月不少于1次；对一般污染源及其污染防治设施的现场监理每季不少于1次；对建设项目现场监

理每月不少于1次。

环境监理人员进行现场检查时，需填写现场监理单，对异常情况要制作《询问调查笔录》，必要时需采样取证并按规定采取相应处理措施。对违法行为，属现场处罚范围的，填写《现场处理决定通知书》，执行现场处罚。

(2) 监督工程建设

受委托的监理公司应派人员进驻施工现场，监督工程的施工进度、施工质量和是否按国家主管部门批准的用海区域进行作业，核查施工范围及要求；了解并掌握是否按施工合同约定的工程量进行施工等。

(3) 调查、处理环境污染事故和环境污染纠纷

环境监理机构发现环境污染事故或接到举报后，将根据污染事故报告制度及时向环保行政主管部门、海洋行政主管部门报告，实地调查和记录环境污染或事故现场状况；进行取证，并采取应急措施控制污染，必要时通报周围单位或疏散群众。

环境监理人员应参与污染事故的处理。

环境监理机构要对当事人参加的协调会，提出调解处理意见，制作会议纪要。

另外，监理人员需对施工人员进行生物多样性保护的宣传教育；协调工程施工中因环境问题产生的纠纷；参加每周的工程例会，根据现场监理的情况及时编报环境监理周报、月报。

13.3 环境监测计划

根据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》要求，为了及时了解和掌握建设项目在其施工期对海洋水质、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进行制度性监测，使可能造成环境影响的因素得以及时发现，需要对建设项目施工对海洋环境产生的影响进行跟踪监测。

结合项目施工的特点、周围的环境敏感保护目标和施工前海洋环境现状调查情况，施工单位应当进行施工期水质、沉积物和海洋生态环境等进行监测。施工期和营运期环境监测计划如下。

施工期主要包括以下监测内容：水质、沉积物、海洋生态环境动态监测。掌握工程建设对海洋水质、沉积物质量以及海洋生态环境的影响。

1、水质环境动态监测

(1) 监测范围和站位布设

监测站位布设：施工期环境监测主要选择在施工区域附近海域设置 7 个监测点进行监测。

(2) 监测项目

pH、DO、COD、无机氮、活性磷酸盐、SS、石油类、汞、铜、铅、锌、镉。

(3) 监测频次

每次施工各进行一次监测，施工期预计监测共 4 次。

竣工后：进行一次后评估监测。

2、沉积物环境动态监测

(1) 站位布设

与水质监测站位相同。

(2) 监测内容

石油类、有机碳、Cu、Pb、Zn、Cd、Hg。

(3) 监测频次

施工期：施工期监测一次。

竣工后：进行一次后评估监测。

3、海洋生态环境动态监测

(1) 站位布设

与水质监测站位相同。

(2) 监测内容

海洋生态监测内容：叶绿素 a、初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼卵仔稚鱼、潮间带生物和生物体质量。

(3) 监测频次

每次施工各进行一次监测，施工期预计监测共 4 次。

竣工后：进行一次后评估监测。

4、分析方法、评价标准和评价方法

分析方法、引用标准、评价标准和评价方法均与本次进行全面监测和评价时相同。

5、数据分析与质量保证

监测工作应委托有资质的单位进行，数据分析测试与质量保证应满足下列标准的要求：

——GB 173782~2007 海洋监测规范

——GB 127637~2007 海洋调查规范

13.4 环境管理和监测计划的可行性与时效性分析

完备的环境保护管理机构设置、完善的环境管理制度是落实各项环保措施的基本保证。施工期的海洋水质监测，可以及时地反映工程施工引起的海洋环境质量变化，有效地指导施工期的环境保护管理。施工期间水质、沉积物、海洋生态监测，可以反映工程施工引起的海洋沉积物和海洋生态环境质量变化。

同时，本项目不具备自主监测能力，项目建设单位应委托有资质单位在开展疏浚作业期间，对海水水质、沉积物、海洋生态等方面进行同步监测，从监测站位布设、监测项目设置、监测时段和监测频率分析，本工程区域水环境质量、沉积物、海洋生态环境监测计划是可行的，且具有很强的时效性。

13.5 “三同时”验收监测

本项目建成后，须按照《中华人民共和国环境保护法》及《建设项目竣工环境保护验收管理办法》（国家环保总局第13号令）等有关规定开展本项目的竣工环境保护验收工作。

项目建设完成后，建设单位应根据《中华人民共和国环境保护法》及《建设项目竣工环境保护验收管理办法》等有关规定，委托有资质的环保验收监测单位对本项目开展环保验收监测工作。按照环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的“三同时”制度的要求，需查清工程对环境影响报告书和工程设计文件所提出的环境保护措施和要求的落实情况，调查分析该工程在建设期间对运营期间对环境造成的实际影响及可能存在的潜在影响，是否已采取有效的环境保护预防、减缓和补救措施，全面做好环境保护工作。

表 13.5-1 环境保护竣工验收内容一览表

阶段	环境要素	污染源	主要污染防治措施及验收内容	预期效果/验收标准
施工期	水环境	施工人员生活污水	妥善收集后，交有能力的处置单位进行妥善处理	不排入周边环境，不对周边环境产生不利影响
		船舶含油污水	经船舶含油污水收集舱集中收集、交有能力的处置单位进行妥善处理	不排入周边环境，不对周边环境产生不利影响
		悬浮泥沙	施工单位应合理制定施工计划、合理安排施工进度和合理划定施工范围；安排好挖掘位置和进度，在限定的施工范围内作业；对港池航道疏浚开挖的速度进行适当的控制，减少淤泥散落海中。施工船舶采用精确的定位系统等	控制悬浮泥沙的扩散范围
	环境空气	船舶尾气	使用符合标准的低含硫燃料油，定期对施工机械、施工设备、施工船舶进行维护，维修。	满足广东省《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）无组织排放限值要求
	声环境	施工船舶等噪声	选用符合国家有关标准的施工机械、船舶和车辆，尽量采用低噪声的施工船舶和施工工艺；夜间（22:00~6:00）禁止施工作业；加强各类施工设备的维护和保养，保持其良好的运转，以便从根本上降低噪声源强。	满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523—2011）
	固体废物	船舶生活垃圾	船舶收集，交由资质单位处理	交由资质单位处理
		疏浚物	抛至汕头表角疏浚物临时性海洋倾倒区	取得同意文件，合法合规进行倾倒
	生态环境	海域施工	生态补偿：采取增殖放流等生态措施	恢复海洋生物资源

14 结论

14.1 项目概况

华能海门电厂位于汕头市潮阳区海门镇洪洞村东南，面向南海，为维持电厂码头港池及航道水深满足设计要求和海事部门管理要求，保障船舶通航安全，项目建设单位每年需对码头港池航道按季度进行扫海测深，对水深不符合设计要求、不满足 10 万吨级运煤船舶安全通航的区域进行维护性疏浚，从而解决泥沙淤积影响船舶航行安全问题，提高航运效率。本项目为华能海门电厂港池及航道维护性疏浚工程，按照以往情况，计划每年维护疏浚 4 次，每次施工时间约 1 个月，年维护工程量约 110 万 m^3 。

根据以往施工方案，拟采用 1 艘舱容为 2000 m^3 左右的小型耙吸船、1 艘舱容为 5000 m^3 左右的中型耙吸船进行施工。疏浚过程产生的疏浚物，全部外抛至汕头表角疏浚物海洋倾倒区，目前已取得生态环境部珠江流域南海海域生态环境监督管理局颁发的倾倒许可证。

14.2 工程分析

水污染主要来自港池航道疏浚施工过程产生的悬浮物，同时还有船舶产生的含油污水、施工人员生活污水。大气污染物主要来源于施工船舶产生的尾气。噪声污染主要为施工期间的各类施工船舶、施工机械的交通噪声。固体废物污染主要为生活垃圾、疏浚土和施工船舶固废。水域疏浚会使项目海域底栖生物和潮间带生物的生态环境遭到破坏、浮游生物和游泳动物受到影响。疏浚土运至汕头表角疏浚物海洋倾倒区妥善处理。

14.3 环境现状及影响评价

14.3.1 大气环境现状及影响评价

2024 年，汕头市空气二氧化硫 (SO_2) 年平均浓度为 7 微克/立方米，二氧化氮 (NO_2) 年平均浓度为 13 微克/立方米，可吸入颗粒物 (PM_{10}) 年平均浓度为 33 微克/立方米，细颗粒物 ($PM_{2.5}$) 年平均浓度为 20 微克/立方米，臭氧日最大 8 小时均值 (O_3-8h) 第 90 百分位数平均值为 136 微克/立方米，一氧化碳 (CO)

第 95 百分位数平均值为 0.9 毫克/立方米，均达到国家二级标准。项目所在区域为环境空气达标区。

本项目施工期环境污染源主要为施工船舶燃油废气，其主要污染物为 SO_2 、 NO_x 、CO 和烃类等。

由于本工程施工作业区域均位于海域，施工船舶废气扩散条件较好，源强小，废气产生具有间歇性、短期性和流动性的特点，且项目区域周边没有长期居住的居民区，施工船舶运行过程中对大气环境影响多为短期影响，随着施工结束，影响立即消失。只要在施工过程中注意做好施工设备、船舶的维修和保养工作，严格控制，使用清洁能源作燃料，则施工机械、船舶废气不会对周边环境产生较大影响。因此，项目施工期的废气对周边环境空气影响较小。

14.3.2 水环境现状及影响评价

2022 年秋季水质调查结果表明：所有调查站位表、中和底层的海水 pH、汞、砷、锌、镉、铜、石油类等 7 项调查因子的单项标准指数均小于 1，符合所在海域功能区划水质要求；部分站位的 DO、COD、 BOD_5 、无机氮、活性磷酸盐和铅的单项标准指数大于 1，超出所在海域功能区划水质要求，其中无机氮、活性磷酸盐和铅的超标率较高，表层分别为 64%、56%和 80%，底层分别为 56.5%、30.4%和 86.96%。

通过数模预测，项目施工作业产生的悬浮泥沙将给周边水域带来一定的污染。从分布趋势看，施工产生的悬沙扩散主要是在港池航道附近，施工期引起的悬浮物增量浓度大于 10mg/L 的最大影响面积为 14.8159 km^2 ，影响范围为疏浚区东侧 1.27 km 及西侧 1.14 km 内的海域。由于施工面积不大，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，随着施工作业的结束，悬浮泥沙将慢慢沉降，工程海区的水质会逐渐恢复原有的水平。

本项目施工期产生的废水主要包括施工船舶含油污水、施工人员生活污水等，含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集，施工船舶靠岸后，含油污水用泵抽到专用运污船上交有能力的处置单位进一步进行处理；船舶生活污水则经生活污水收集舱收集后，交有能力的处置单位处理。施工期废水经过妥善处置后，不排入海域，不会对周边海域产生不利影响。

14.3.3 声环境现状及影响评价

根据《2024 年汕头市生态环境状况公报》，2024 年，城市区域声环境昼间平均等效声级为 54.5 分贝，质量等级为较好。

施工期噪声主要来自各类施工船舶、施工机械的交通噪声。施工船舶在露天环境中进行施工，通常情况下无法进行有效的密闭隔声处理，因此本项目施工期产生的噪声会对其周围的环境会产生一定影响。但由于项目距离最近敏感点较远，因此对敏感点影响较小。

14.3.4 固体废物影响分析

施工期固体废物主要有生活垃圾、船舶固废和疏浚物。生活垃圾、船舶固废等集中收集后，交由有资质的单位进行处置。疏浚物全部运至汕头表角疏浚物海洋倾倒区妥善处理。

综上所述，本项目产生的各类固体废弃物经有效处理后，不会对周边环境及人群产生明显不利的影响。

14.3.5 海洋生态环境影响分析

本工程施工期总生物损失量如下：疏浚造成底栖生物损失量为 557.7kg；悬沙扩散造成鱼卵损失量为 4.61×10^6 粒；仔稚鱼损失量 0.24×10^6 尾；游泳生物损失量 20.43kg。

14.4 环境风险评价

本项目不可避免对周围环境产生一定的风险，但通过采取事故防范、应急措施以及落实安全管理对策，落实施工船舶的防漏防渗措施，可有效防止事故发生及减轻其危害，本项目的风险影响处于可接受范围内。

14.5 环境保护措施

14.5.1 大气治理措施

对进入施工场地的施工机械、施工设备、施工船舶进行管理，检查合格的机械、设备、船舶才能进入施工场地作业；采用符合标准的低含硫燃料油；定期对施工机械、施工设备、施工船舶进行维护，维修，严禁带病作业，尽量减少各个

施工机械、设备和船舶废气排放量。

14.5.2 废水治理措施

水污染防治措施主要是针对悬浮物、生活污水和施工船舶含油污水采取的措施。

悬浮物：水域疏浚等过程中要求配备 GPS 全球定位系统，准确确定挖泥位置，从而可以减少疏浚作业中不必要的超深、超宽的疏浚开挖的土方量。施工期间应严格将施工范围控制在用海范围内，严禁超限施工。从根本上减少对环境产生影响的悬浮物数量。做好施工设备的日常维修检查工作，保持施工机械的良好运行和密闭性，发生故障后应及时予以修复。

生活污水：船舶施工人员生活污水采用船上配备储污水箱进行收集和贮存，再交由有接受能力的单位进行接收处理。含油污水：禁止向海域排放未经处理的含油污水，加强施工船舶自身的防污管理，含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集，施工船舶靠岸后，含油污水用泵抽到专用运污船上交有能力的单位进一步进行处理。

14.5.3 噪声治理措施

噪声主要污染环节是施工作业机械的机械噪声和船舶的交通噪声。施工单位必须选用符合国家有关标准的施工机械、船舶，尽量采用低噪声的施工机械、船舶和施工工艺，同时应加强各类施工设备的维护和保养，保持其良好的运转，以便从根本上降低噪声源强。强噪声的施工机械夜间（22:00~6:00）应停止施工作业。在作业过程中加强对各种机械的管理、维护和保养，使施工机械保持良好的运行状态，减少因机械磨损而增加的噪声。

14.5.4 固废治理措施

固体废物主要有生活垃圾、船舶固废和疏浚泥沙。生活垃圾集中收集后，交由环卫部门清运处理；船舶固废委托具有资质的船舶污染物接收单位接收处理。疏浚沙土运至汕头表角疏浚物海洋倾倒区妥善处理。

14.6 环境影响经济损益分析

本工程环保投资共 60 万元，占工程总投资的 5%。本项目所列的环保措施及

措施中所需的环保设施，从环境保护角度而言，只要保证这些环保设施同时投入使用，严格执行所提出的环境保护措施，足可以将项目建设对环境的影响降至最低；从投资对建设单位而言，以上环保投资较低，也是可接受的。从经济角度论证，项目的环境保护措施是可行的。

14.7 评价结论

项目建设符合国家产业政策，选址符合相关规划要求。工程产生的废水、废气、噪声经采取相应的污染治理措施后均可达标排放，产生的疏浚物得到妥善处理处置；经预测，项目实施不会降低评价区域原有环境质量级别。

评价认为：在认真落实各项环保措施的前提下，本项目的建设对环境（包括海洋生态环境）的影响很小，处于可接受范围；在加强环境风险防范、完备环境应急预案的情况下，项目环境风险可得到有效控制。从环境保护角度考察，本项目是可行的。

由于本项目为年度维护性疏浚工程，建议后续每年的维护性疏浚施工产生的环境影响可以参照本报告，同时也应参照本报告提出的污染防治措施、生态减缓措施和环境风险防范措施执行。

