

汕头港广澳港区三期工程

陆域形成工程

环境影响报告书

(公示版)

建设单位：汕头招商局港口集团有限公司

评价单位：天科院环境科技发展(天津)有限公司

二〇二四年六月

汕头港广澳港区三期工程

陆域形成工程

环境影响报告书

(公示版)



建设单位：汕头招商局港口集团有限公司

评价单位：天科院环境科技发展(天津)有限公司

二〇二四年六月



打印编号: 1719297237000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	c644p6		
建设项目名称	汕头港广澳港区三期工程陆域形成工程		
建设项目类别	54—154围填海工程及海上堤坝工程		
环境影响评价文件类型	报告书		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	汕头招商局港口集团有限公司		
统一社会信用代码	91440500192726980B		
法定代表人（签章）	李建辉		
主要负责人（签字）	谢燕琼		
直接负责的主管人员（签字）	张徐鹏		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	天科院环境科技发展（天津）有限公司		
统一社会信用代码	91120118MA05LCHT44		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
姬洪亮	201805035120000001	BH009185	姬洪亮
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
姬洪亮	总论、工程概况、工程分析	BH009185	姬洪亮
王宁	环境风险事故影响评价、环境保护的技术经济合理性、海洋工程的环境可行性、环境管理与监测计划	BH065090	王宁
徐鑫	环境影响预测与评价、环境保护对策措施、环境影响评价结论及建议	BH028481	徐鑫
秦昕昕	区域自然环境概况、环境质量现状调查与评价、清洁生产、总量控制	BH052173	秦昕昕

目 录

1. 总论	1
1.1. 评价任务由来与评价目的	1
1.2. 报告书编制依据	3
1.3. 评价技术方法与技术路线	7
1.4. 环境敏感目标和环境保护目标	18
2. 工程概况	28
2.1. 建设项目名称、性质、规模及地理位置	28
2.2. 港区规划及现状	32
2.3. 工程的建设内容、平面布置、结构和尺度	37
2.4. 工程的辅助和配套设施，依托公用设施	51
2.5. 工程施工方案、施工方法、工程量及计划进度	51
2.6. 工程占用海岸线、滩涂和海域状况	67
3. 工程分析	72
3.1. 生产工艺与过程分析	72
3.2. 工程施工期环境污染影响分析	72
3.3. 工程非污染环境影响分析	77
3.4. 环境影响要素和评价因子的分析与识别	78
4. 区域自然环境概况	79
4.1. 自然环境现状	79
4.2. 环境质量现状概况	97
5. 环境质量现状调查与评价	98
6. 环境影响预测与评价	99
6.1. 水文动力环境影响预测与评价	99
6.2. 冲淤环境影响预测与评价	131
6.3. 海水水质环境影响预测与评价	135
6.4. 海洋沉积物环境影响预测与评价	159
6.5. 海洋生态环境影响预测与评价	159
6.6. 大气环境影响预测与评价	176
6.7. 施工场地地面扬尘影响	176
6.8. 声环境影响预测与评价	177
6.9. 固体废物影响评价	178
6.10. 项目实施对保护目标影响分析	178
7. 环境风险事故影响评价	182
7.1. 环境风险评价内容和工作程序	182
7.2. 环境风险潜势初判	183
7.3. 环境风险识别	186
7.4. 风险事故情形分析	187

7.5. 风险预测与评价	188
7.6. 环境风险管理	202
8. 清洁生产	211
8.1. 建设项目清洁生产内容与符合性分析	211
8.2. 建设项目清洁生产评价	212
9. 总量控制	213
9.1. 主要受控污染物筛选	213
9.2. 污染物排放总量控制方案与建议	213
9.3. 污染物的排放消减方法	213
9.4. 污染物排放总量控制方案与建议	213
10. 环境保护对策措施	214
10.1. 建设项目施工期污染环境保护对策措施	214
10.2. 建设项目各阶段的海洋生态环境保护对策措施	217
10.3. 建设项目环保投资、环境保护设施和对策一览表	219
11. 环境保护的技术经济合理性	223
11.1. 环境保护设施和对策措施的费用估算	223
11.2. 环境保护经济损益分析	224
11.3. 环境保护技术经济合理性	225
12. 海洋工程的环境可行性	226
12.1. 与环境保护规划的符合性分析	226
12.2. 与“三区三线”及国土空间规划的符合性分析	231
12.3. 与“三线一单”生态环境分区管控方案符合性分析	237
12.4. 与《汕头港总体规划(2012-2030 年)》及规划环评审查意见的符合性分析	242
12.5. 与相关规划的符合性分析	246
12.6. 建设项目的政策符合性	255
12.7. 工程选址与布置的合理性	255
12.8. 环境影响可接受性分析	256
13. 环境管理与监测计划	257
13.1. 环境保护管理	257
13.2. 环境监测计划	257
14. 环境影响评价结论及建议	262
14.1. 工程分析结论	262
14.2. 环境质量现状分析与评价结论	262
14.3. 环境影响预测分析与评价结论	266
14.4. 环境事故影响分析与评价结论	268
14.5. 清洁生产和总量控制结论	268
14.6. 环境保护对策、措施和建议结论	269
14.7. 区划规划和政策符合性结论	270
14.8. 公众参与结论	270

14.9. 建设项目环境可行性结论	270
-------------------------	-----

1. 总论

1.1. 评价任务由来与评价目的

1.1.1. 评价任务由来

汕头港是我国 25 个沿海主要港口之一，也是重点建设的五个港口群中的主要港口之一。《粤东港口群发展规划》（2016-2030 年）将汕头港定位为国家沿海主要港口和公共物流枢纽港，广东参与 21 世纪海上丝绸之路建设的海上合作战略支点和海上通道重要支点之一。经过多年发展，汕头港在汕头市及周边地区对外开放中发挥了积极作用，95%以上货物服务于粤东地区，承担了汕头市 87% 的外贸货物（金额），粤东地区 48% 的外贸适箱货（金额），在粤东港口群中居于主导地位。

当前，汕头港被列入国家“一带一路”规划的 15 个重要节点之一，正处于“一带一路”战略深入实施、粤东大发展、华侨试验区设立以及广东与东南亚加强战略合作的新时期。随着“双转移”的深入推进和《中共广东省委广东省人民政府关于进一步促进粤东西北地区振兴发展的决定》（粤发〔2013〕9 号）的贯彻实施，腹地产业结构的调整和经济的转型发展，地区能源、原材料和产成品的水路运输需求持续增加，货物吞吐量呈现持续快速发展的势头，迫切需要港口提供支撑。

广澳港区作为粤东地区不可多得的天然深水良港，距离经济腹地近，发展潜力大。根据广东省政府印发实施了《粤东港口群发展规划》（2016-2030），广澳港区是粤东港口群的核心港区和粤东公共物流枢纽港区，主要为粤东地区经济和产业发展服务。广澳港区是汕头港建设和发展的关键港区，是汕头市“以港兴市”战略的主战场，实现汕头港“东南沿海深水大港和亿吨大港”目标的关键所在。

《汕头港总体规划》（2012~2030 年）将广澳港区定位为汕头市今后发展的重点港区，将成为具有物流园区、临海加工、保税仓储等多功能的综合性港区。

为紧抓国家实施深入的对外开放战略机遇、广东省区域经济加快协调发展和粤东振兴发展等战略机遇，需要充分利用特区政策优势、区位优势 and 地区运输优势，加快推进汕头广澳港区的建设。

广澳港区三期工程已于 2021 年 12 月 9 日列入国务院印发的《“十四五”现代综合交通运输体系发展规划》（国发〔2021〕27 号）“专栏 6 水运设施网络建设重点工程”和交通运输部关于印发的《水运“十四五”发展规划》（交规划发〔2021〕

99 号) 102 项重大工程清单。

在此背景下,汕头招商局港口集团有限公司拟建设汕头港广澳港区三期工程项目。该项目位于汕头港广澳港区,新建 1 个 7 万吨级和 2 个 10 万吨级集装箱泊位,2 个 5 万吨级和 5 个 2 万吨级通用泊位,2 个 5 万吨级滚装泊位及相应配套设施,广梅汕铁路汕头站至汕头广澳港区铁路广澳站场陆域形成等。货物设计年通过能力 1365 万吨、集装箱年通过能力 230 万标箱。工程实施后,以进一步增强汕头港运输竞争力,提升汕头港的知名度和影响力,为汕头市推进“以港兴市”战略,汕头市产业结构调整和经济转型升级发展提供保障。

针对广澳港区三期工程的用海,汕头招商局港口集团有限公司委托中国科学院南海海洋研究所编制了《广澳港区三期工程海域使用论证报告书》。根据《广澳港区三期工程海域使用论证报告书》(报批稿)和“自然资源部办公厅关于汕头港广澳港区三期工程项目用海的函”(自然资办函〔2024〕487 号,见附件 3),本项目填海面积为 189.7154 公顷、透水构筑物用海面积 0.8353 公顷。

本次评价对象为广澳港区三期工程陆域形成工程,主要包含填海工程、通道大桥工程;不涉及陆域形成后陆上建设以及运营期环境影响等内容,该部分工作均另行开展环境影响评价。本次评价关注重点为:

- (1) 施工作业对海水水文动力、冲淤环境的影响;
- (2) 施工作业对海水水质、沉积物、生态和生物资源环境的影响;
- (3) 施工作业中可能发生的海洋风险及风险防范措施;
- (4) 拟采取的环保措施及生态补偿措施。

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》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》和《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》等法律法规要求,本工程需开展环境影响评价工作;对照《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021 年版),本项目属于“五十四、海洋工程”中第 154 项“围填海工程”、153 项“跨海桥梁工程”、160 项“其他海洋工程”,须编制环境影响报告书。受建设单位委托,天科院环境科技发展(天津)有限公司承担了该陆域形成工程环境影响报告书的编制工作,经现场调研和收集资料,编制了《广澳港区三期工程陆域形成工程环境影响报告书》,提请环境主管部门进行审查。

1.1.2. 评价目的

本次海洋环境影响评价主要从保护海洋环境，维护生态平衡的原则出发，根据本工程附近海域的环境特点和环境质量控制目标，对工程建设带来的海洋环境问题进行全面科学论证，以期达到如下目的：

（1）全面系统进行环境现状调查与评价，掌握工程附近海域环境质量现状和自然、社会基本情况，为海域环境管理和预测评价提供可靠的基础资料。

（2）通过工程分析，明确工程污染源、污染物及主要污染物的排放量。

（3）进行工程建设对评价海域的水动力条件及冲淤影响的科学论证，同时利用相关数学模式对拟建工程在施工期对周围环境产生的影响进行分析，并预测其影响程度与范围。

（4）通过对工程的海洋环境影响评价，提出合理可行的环保措施与对策，尽可能减少工程建设对环境的影响，以达到环境、经济、社会三个效益的统一。

（5）从海洋环境保护角度出发，分析、预测工程的建设对环境敏感区的影响；评价该项目建设的可行性，为设计单位优化设计、管理部门决策、建设单位的环境管理提供科学依据。

1.2. 报告书编制依据

1.2.1. 法律、法规依据

1.2.1.1. 国家法律、法规及行政性文件

1. 《中华人民共和国环境保护法》，2015年1月1日；
2. 《中华人民共和国海洋环境保护法（2023年修订）》，2024年1月1日实施；
3. 《中华人民共和国环境影响评价法（2018年修订）》，2018年12月29日；
4. 《中华人民共和国水污染防治法》，2018年1月1日；
5. 《中华人民共和国大气污染防治法（2018年修订）》，2018年10月26日；
6. 《中华人民共和国环境噪声污染防治法（2021年修订）》，2021年12月24日；
7. 《中华人民共和国土壤污染防治法》，2019年1月1日施行；

8. 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020 年 4 月 29 日修订；
9. 《中华人民共和国港口法》（2018 年 12 月 29 日第三次修正）；
10. 《中华人民共和国海上交通安全法（2021 年修订）》，2021 年 9 月 1 日；
11. 《中华人民共和国海域使用管理法》，2002 年 1 月 1 日；
12. 《中华人民共和国突发事件应对法》，2007 年 8 月 30 日。
13. 《中华人民共和国渔业法（2013 年修订）》，2013 年 12 月 28 日；
14. 《国务院关于修改<建设项目环境保护管理条例>的决定》，中华人民共和国国务院令 第 682 号，2017 年 7 月 16 日）；
15. 《中华人民共和国防治陆源污染物污染损害海洋环境管理条例》，国务院令 第 61 号，1990 年 8 月 1 日；
16. 《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 年修订），国务院令 第 698 号，2018 年 3 月 19 日起施行；
17. 《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》（2018 年修订），国务院令 第 698 号，2018 年 3 月 19 日。

1.2.1.2. 部门规章、地方性法规、规范性文件

1. 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 版）》，中华人民共和国生态环境部令 第 16 号，2020 年 11 月 30 日；
2. 《环境影响评价公众参与办法》，生态环境部令 第 4 号，2018 年 7 月 16 日；
3. 《中华人民共和国船舶污染海洋环境应急防备和应急处置管理规定（2019 年修正）》（交通运输部令 2019 年第 40 号，2019 年 11 月 28 日）；
4. 《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[2017]年 15 号，2017 年 5 月 23 日）；
5. 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（2023 年修改）（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）；
6. 《关于建立资源环境承载能力监测预警长效机制的若干意见》（中共中央办公厅、国务院办公厅，2017 年 9 月 20 日）；
7. 《关于深化环境监测改革提高环境监测数据质量的意见》（中共中央办公厅、国务院办公厅，2017 年 9 月 21 日）；

8. 《国务院关于加强滨海湿地保护严格管控围填海的通知》（国发〔2018〕24号，2018年7月14日）；
9. 《中共中央国务院关于全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战的意见》（国务院，2018年6月16日）；
10. 《关于重大海上溢油应急处置牵头部门和职责分工的通知》（中央编办发〔2010〕203号）；
11. 《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》，（环发〔2012〕77号，2012年7月3日）；
12. 《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》，（环发〔2012〕98号，2012年8月7日）；
13. 《关于印发机场、港口、水利(河湖整治与防洪除涝工程)三个行业建设项目环境影响评价文件审批原则的通知》（环办环评〔2018〕2号，2018年1月5日）；
14. 《关于强化建设项目环境影响评价事中事后监管的实施意见》（环环评〔2018〕11号，2018年1月25日）；
15. 《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》（环环评〔2016〕150号，2016年10月26日）；
16. 《关于加强水上污染应急工作的指导意见》（交海发〔2010〕366号，2010年7月30日）；
17. 《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》（交海发〔2007〕165号，2007年5月1日）；
18. 《关于发布<船舶水污染防治技术政策>的公告》（环境保护部公告，公告2018年第8号，2018年1月11日）；
19. 《广东省人民政府关于印发广东省水污染防治行动计划实施方案的通知》（粤府〔2015〕131号），广东省人民政府，2015年12月31日；
20. 《广东省野生动物保护管理条例》，2020年3月31日广东省第十三届人民代表大会常务委员会第十九次会议修订；
21. 《广东省环境保护条例》，广东省人大，2022年11月30日第三次修正；
22. 《广东省地表水环境功能区划》（粤府函〔2011〕29号），广东省政府，2011；

23. 《广东省近岸海域环境功能区划》，粤府办〔1999〕68，广东省政府，1999；
24. 《关于汕头市近岸海域环境功能区规划有关问题的复函》（粤办函〔2005〕659号）；
25. 《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，环保部与农业部，2013.8。
26. 《广东省海洋主体功能区规划》（粤府函〔2017〕359号），2017年12月；
27. 《广东省海岸带综合保护与利用总体规划的通知》（粤府〔2017〕120号），2017年10月；
28. 《广东省大气污染防治条例》（2018年11月29日广东省第十三届人民代表大会常务委员会第七次会议通过）；
29. 《汕头港总体规划（2012-2030年）》；
30. 《汕头市噪声污染防治条例》，2022年10月1日起施行；
31. 《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】38号；
32. 《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。

1.2.2. 技术规范

1. 《建设项目环境影响评价技术导则-总纲》（HJ2.1-2016）；
2. 《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）；
3. 《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）；
4. 《环境影响评价技术导则-地表水环境》（HJ2.3-2018）；
5. 《环境影响评价技术导则-大气环境》（HJ2.2-2018）；
6. 《环境影响评价技术导则-声环境》（HJ/T2.4-2021）；
7. 《环境影响评价技术导则-生态影响》（HJ19-2022）；
8. 《环境影响评价技术导则-地下水环境》（HJ610-2016）；
9. 《环境影响评价技术导则-土壤环境（试行）》（HJ964-2018）；
10. 《水运工程建设项目环境影响评价指南》（JTS/T105-2021）；
11. 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）；
12. 《水运工程环境保护设计规范》（JTS 149-2018）；

13. 《海洋监测规范》（GB17378.1~7-2007）；
14. 《海洋调查规范》（GB/T 12763.1~11-2007）；
15. 《水上溢油环境风险评估技术导则》（JTT1143-2017）；
16. 《港口码头水上污染事故应急防备能力要求》（JT/T 451-2017）；
17. 《船舶溢油应急能力评估导则 JT/T 877-2013》；
18. 《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）；
19. 《经 1978 年议定书修订的 1973 年国际防止船舶造成污染公约（MARPOL73/78）》，国际海事组织，1978。

1.2.3. 项目相关文件

1. 《汕头港广澳港区三期工程工程可行性研究报告》，（中交第四航务工程勘察设计院有限公司，2022 年 8 月）；
2. 《汕头港总体规划（2012-2030 年）》，（汕头市人民政府，2013 年 4 月）；
3. 《汕头港总体规划（修订）环境影响报告书》；
4. 《汕头港广澳港区三期工程海域使用论证报告（报批稿）》，（中国科学院南海海洋研究所，2023 年 3 月）。

1.3. 评价技术方法与技术路线

1.3.1. 评价内容和评价重点

1.3.1.1. 评价内容

本次评价对象为填海工程，根据《海洋工程环境影响评价技术导则（GB/T19485-2014）》，各单项环境影响评价内容见表 1.3-1。

表 1.3-1 海洋工程建设项目各单项环境影响评价内容

建设项目类型	海洋环境影响评价内容						
	海水水质环境	海洋沉积物环境	海洋生态和生物资源环境	海洋地形地貌与冲淤环境	海洋水文动力环境	环境风险	其他评价内容
围填海、海上堤坝工程：城镇建设填海、填海形成工程基础、连片的交通能源项目等填海、填海造地、围垦造地、海湾改造、滩涂改造等工程；人工岛、围海、滩涂围隔、海湾围隔等工程；需围填海的码头等工程，挖入式港池，船坞和码头等；海中堤坝、护岸、围堤（堰）、防波（浪）堤、导流堤（坝）、潜堤（坝）、引堤（坝）、促淤冲淤、各类闸门等工程	★	★	★	★	★	★	☆
海上和海底物资储藏设施、跨海桥梁、海底隧道工程：海上桥梁、海底隧道、海上机场与工厂、海上和海底人工构筑物、海上和海底储藏库等工程；原油、天然气（含 LNG、LPG）、成品油等物质的仓储、储运和输送等工程；粉煤灰和废弃物储藏、海洋空间资源利用等工程；海洋工程（水工构筑物）和设施的废弃、拆除等	★	★	★	☆	★	★	☆
其他海洋工程：工程基础开挖，疏浚、冲（吹）填等工程，海中取土（砂）等工程；水下炸礁（岩），爆破挤淤，海上和海床爆破等工程；污水海洋处置（污水排海）工程等；海上水产品加工等工程	★	★	★	★	☆	★	☆
注1：★为必选环境影响评价内容； 注2：☆为依据建设项目具体情况可选环境影响评价内容； 注3：其他评价内容包括放射性、电磁辐射、热污染、大气、噪声、固废、景观人文古迹等评价内容。							

根据表 1.3-1，本次评价内容主要包括：海水水质环境、海洋沉积物环境、海洋生态和生物资源环境、海洋地形地貌与冲淤环境、海洋水文动力环境及环境风险。

1.3.1.2. 评价重点

本次评价对象主要为填海工程和通道大桥工程。因此，确定本次评价重点为：

- （1）施工作业对海水水文动力、冲淤环境的影响；
- （2）施工作业对海水水质、沉积物、生态和生物资源环境的影响；
- （3）施工作业中可能发生的海洋风险及风险防范措施；
- （4）拟采取的环保措施及生态补偿措施。

1.3.2. 评价等级和评价范围

1.3.2.1. 评价等级

(1) 海洋环境要素

根据《海洋工程环境影响评价技术导则（GB/T19485-2014）》，本工程建设范围不涉及红线区，考虑到工程距离无人岛礁等环境敏感区较近，且位于幼鱼幼虾保护区范围内。本次评价将工程海域界定为生态环境敏感区。

本次海洋环境影响评价等级判定如下：水文动力环境、水质环境、沉积物环境、生态和生物资源环境、海洋地形地貌与冲淤环境评价等级均为1级。

表 1.3-2 海洋水文动力、水质、沉积物和生态环境影响评价等级判据

海洋工程分类	工程类型和工程内容	工程规模	工程所在海域特征和生态环境类型	单项海洋环境影响评价等级			
				水文动力环境	水质环境	沉积物环境	生态和生物资源环境
围海、填海、海上堤坝类工程	城镇建设填海，工业与基础设施建设填海，区域（规划）开发填海，填海造地，填海围垦，海湾改造填海，滩涂改造填海，人工岛填海等填海工程	50×10 ⁴ m ² 以上	生态环境敏感区	1	1	1	1
			其它海域	1	2	2	1
		(50~30)×10 ⁴ m ²	生态环境敏感区	1	1	2	1
			其它海域	2	2	2	2
		30×10 ⁴ m ² 及其以下	生态环境敏感区	1	1	2	1
			其它海域	2	3	3	2
海上和海底物资储藏设施、跨海桥梁、海底隧道类工程	海上和海底物资储藏设施、跨海桥梁工程；海上桥梁、海上机场与工厂、海上和海底物资储藏设施等工程；上述工程（水工构筑物）和设施的废弃、拆除等	所有规模	生态环境敏感区	1	1	1	1
			其它海域	2	2	2	1
其他海洋工程	水下基础开挖等工程；疏浚、冲（吹）填等工程；海中取土（沙）等工程；挖入式港池、船坞和码头等工程；海上水产品加	开挖、疏浚、冲（吹）填、倾倒入量大于300×10 ⁴ m ³	生态环境敏感区	1	1	2	1
			其它海域	2	2	3	2

	工工程等						
--	------	--	--	--	--	--	--

表 1.3-3 海洋地形地貌与冲淤环境影响评价等级判据

评价等级	工 程 类 型
1	面积 $50 \times 10^4 \text{m}^2$ 以上的围海、填海、海湾改造工程，围海筑坝、防波堤、导流堤（长度等于和大于 2km）等工程；其它类型海洋工程 ^a 中不可逆改变或严重改变海岸线、滩涂、海床自然性状和产生较严重冲刷、淤积的工程项目。
2	面积 $50 \times 10^4 \text{m}^2 \sim 30 \times 10^4 \text{m}^2$ 的围海、填海、海湾改造工程，围海筑坝、防波堤、导流堤（长度 2km \sim 1km）等工程；其它类型海洋工程中较严重改变岸线、滩涂、海床自然性状和产生冲刷、淤积的工程项目。
3	面积 $30 \times 10^4 \text{m}^2 \sim 20 \times 10^4 \text{m}^2$ 的围海、填海、海湾改造工程，围海筑坝、防波堤、导流堤（长度 1km \sim 0.5km）等工程；其它类型海洋工程中改变海岸线、滩涂、海床自然性状和产生较轻微冲刷、淤积的工程项目。
注：其它类型海洋工程的工程规模可参照表 2 中工程规模的分档确定。	

(2) 环境风险

本次评价主要环境风险为施工期施工船舶海上溢油风险。根据设计资料采用船型最大的 3500m^3 绞吸式挖泥船进行溢油量估算，参照《水上溢油环境风险评估技术导则》中表 C.9 驳船燃油舱计算，采用外延法，则燃油单仓油量约 21.7m^3 ，燃油总量约 146t（按燃料油比重为 0.85t/m^3 ），按照最大同时作业施工船舶 10 艘考虑，最大燃油总量约为 1460 吨。

最大燃油总量 1460t 与油类物质临界量 2500t 的比值 $Q < 1$ ；根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)， $Q < 1$ ，该项目环境风险潜势为 I，应开展简单分析。考虑工程所在海域生态环境较敏感，因此，船舶碰撞溢油事故环境风险上升一级，按环境风险三级评价要求进行评价。

综上所述，本工程各项评价内容的评价等级为：水文动力环境、水质环境、沉积物环境、生态和生物资源环境、海洋地形地貌与冲淤环境评价等级均为 1 级。环境风险为三级评价。

表 1.3-4 单项海洋环境影响评价等级

类别	水文动力环境	水质环境	沉积物环境	生态和生物资源环境	海洋地形地貌与冲淤环境	风险环境
评价等级	1 级	1 级	1 级	1 级	1 级	三级

(3) 其它评价等级

本工程噪声影响主要表现在施工期，工程结束后，噪声影响也将消失，影响范围较小，工程区声环境执行《声环境质量标准》(GB3096-2021)3 类标准。根据《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ 2.4-2021) 中噪声评价等级划分依据，

评价等级确定为三级。

本工程所在地区环境空气质量评价标准执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)及其修改单的二级标准，大气污染物主要为施工期产生的扬尘和机械设备废气，一旦施工结束，扬尘和机械设备废气的影响也将消失。根据《环境影响评价技术导则 大气环境》中大气环境影响评价分级判据，评价等级确定为三级。

1.3.2.2. 评价范围

(1) 海洋水文动力环境调查和评价范围

根据《海洋工程环境影响评价技术导则（GB/T19485-2014）》，海洋水文动力环境1级评价范围垂向距离一般不小于5km；纵向不小于一个潮周期内水质点可能达到的最大水平距离的两倍。

根据于2024年春季水文动力现状调查数据，工程海域一个潮周期内水质点可能达到的最大水平距离两倍为28km。

(2) 海洋生态环境评价范围

海洋生态环境的调查评价范围，主要依据被评价区域及周边区域的生态完整性确定。1级评价以主要评价因子受影响方向的扩展距离确定调查和评价范围，扩展距离一般不能小于（8~30）km。

(3) 海洋水质、沉积物环境影响评价范围

根据《海洋工程环境影响评价技术导则（GB/T19485-2014）》，海洋水质、沉积物环境影响评价范围与海洋水文动力环境的评价范围相同，可满足要求。

(4) 海洋地形地貌与冲淤环境评价范围

根据《海洋工程环境影响评价技术导则（GB/T19485-2014）》，一般不小于水文动力环境影响评价范围，同时应满足建设项目地貌与冲淤环境特征的要求。确定与海洋水文动力环境的评价范围可满足要求。

(5) 环境风险评价范围

本工程风险评价主要考虑船舶碰撞事故，以及由此发生的船舶燃料油泄露风险。根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)，“地表水环境风险评价范围参照HJ2.3确定”，《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018)“涉及地表水环境风险的，应覆盖环境风险影响范围所及的水环境保护目标水域”因此，确定本次评价的风险评价范围根据船舶溢油预测结果，不同风况条件下，

72 小时可能影响到的水域最大范围进行确定。

(6) 大气、声环境评价范围

根据工程施工布置，声环境等影响评价范围为临时施工区及用海范围外 200m。根据《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018)，三级评价项目不需设置大气环境影响评价范围。

(7) 小结

根据海洋水文动力环境调查和评价范围、海洋生态环境评价范围要求，结合周边环境敏感区相对位置关系，最终确定本工程的海洋水文动力、海洋生态、海洋水质、沉积物、海洋地形地貌与冲淤环境评价范围为：项目向东北、西南分别延伸 14km，垂直海岸 10km 内海域，整个评价范围约 280km² 的水域。海域环境风险评价范围为 72 小时可能影响到的水域最大范围。评价范围见图 1.4-1。

1.3.3. 评价标准

表 1.3-5 本次海洋环境影响评价标准

标准	项目	标准号	标准名称及分类	级别
环境质量标准	海水水质	GB3097-1997	《海水水质标准》	一类~四类
	海洋沉积物	GB18668-2002	《海洋沉积物质量》	一类~三类
	海洋生物	《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规范》		生物体质量评价中，贝类采用《海洋生物质量》（GB 18421-2001）中的第一类标准进行评价，鱼类、甲壳类和软体类生物质量评价，目前国家尚未颁布统一的评价标准，除石油烃外的其他项目采用《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规范》中的“海洋生物质量评价标准”进行评价。石油烃评价标准根据《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册，1998，海洋出版社）中的规定。
		GB18421-2001	《海洋生物质量》	
		第二次全国海洋污染基线调查技术规程		
	回填土	GB 30736-2014	围填海工程填充物质成分限值	三类
污染物排放标准	船舶水污染物	GB3552-2018	《船舶水污染物排放控制标准》	-

表 1.3-6 海水水质标准 单位：mg/L（pH 除外）

	第一类	第二类	第三类	第四类
pH	7.8~8.5		6.8~8.8	
DO>	6	5	4	3
COD≤	2	3	4	5
无机氮≤	0.20	0.30	0.40	0.50
活性磷酸盐≤	0.015	0.030	0.030	0.045
SS（人为增量）≤	10		100	150
石油类≤	0.05		0.30	0.50
Cu≤	0.005	0.010	0.050	
Pb≤	0.001	0.005	0.010	0.050
Zn≤	0.020	0.050	0.10	0.50
Cd≤	0.001	0.005	0.010	0.010
Hg≤	0.000 05	0.000 2		0.0005
As≤	0.020	0.030	0.050	

表 1.3-7 沉积物中主要污染物评价标准 (单位: 除有机碳为 $\times 10^{-2}$, 其他均为 $\times 10^{-6}$)

评价项目	第一类	第二类	第三类
铜	≤ 35.0	≤ 100.0	≤ 200.0
铅	≤ 60.0	≤ 130.0	≤ 250.0
锌	≤ 150.0	≤ 350.0	≤ 600.0
镉	≤ 0.50	≤ 1.50	≤ 5.00
汞	≤ 0.20	≤ 0.50	≤ 1.00
砷	≤ 20.0	≤ 65.0	≤ 93.0
铬	≤ 80.0	≤ 150.0	≤ 270.0
有机碳	≤ 2.0	≤ 3.0	≤ 4.0
硫化物	≤ 300.0	≤ 500.0	≤ 600.0
油类	≤ 500.0	≤ 1000.0	≤ 1500.0

表 1.3-8 海洋贝类生物质量标准 (mg/kg)

项目	第一类	第二类	第三类
Hg \leq	0.05	0.10	0.30
Cd \leq	0.2	2.0	5.0
Pb \leq	0.1	2.0	6.0
Cr \leq	0.5	2.0	6.0
As \leq	1.0	5.0	8.0
Cu \leq	10	25	50(牡蛎 100)
Zn \leq	20	50	100(牡蛎 500)
石油烃 \leq	15	50	80

注: 以贝类去壳部分的鲜重计; 引自《海洋生物质量》GB 18421-2001。

表 1.3-9 海洋生物质量标准 (鱼类、甲壳类) mg/kg

项目	鱼类	甲壳类	标准来源
Cu \leq	20	100	《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》
Pb \leq	2.0	3.0	
Zn \leq	40	150	
Cd \leq	0.6	2.0	
Hg \leq	0.3	0.2	
As \leq	1.0	1.0	《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》
石油烃 \leq	20	20	

表 1.3-10 围填海工程填充物质成分限值（GB 30736-2014）

指标	第三类标准≤
Hg ($\times 10^{-6}$)	1.20
Cd ($\times 10^{-6}$)	6.00
Pb ($\times 10^{-6}$)	300.0
Zn ($\times 10^{-6}$)	720.0
Cu ($\times 10^{-6}$)	240.0
Cr ($\times 10^{-6}$)	324.0
As ($\times 10^{-6}$)	112.0
OC ($\times 10^{-2}$)	5.0
S ²⁻ ($\times 10^{-6}$)	720.0
oil ($\times 10^{-6}$)	1800.0
666 ($\times 10^{-6}$)	1.80
DDT ($\times 10^{-6}$)	0.12
PCBs ($\times 10^{-6}$)	0.72
大肠菌群湿重比个数/ (个/g, 湿重)	
γ 辐射剂量率/ (nGy/h)	不大于围填海工程实施前一定区域范围 γ 辐射剂量率的环境背景值

表 1.3-11 船舶水污染物排放控制标准

船舶类别	污水类别	船舶类别	排放控制要求
	机器处所油污水	400 总吨及以上船舶	自 2018 年 7 月 1 日起, 石油类 $\leq 15\text{mg/L}$ 或收集并排入接收设施。
船舶含油污水	机器处所油污水	400 总吨以下船舶(非渔船)	自 2018 年 7 月 1 日起, 石油类 $\leq 15\text{mg/L}$ 或收集并排入接收设施。
		150 总吨及以上油船	自 2018 年 7 月 1 日起, 收集并排入接收设施, 或者在船舶航行中排放, 并同时满足下列条件: ①油船距最近陆地 50 海里以上; ②排入海中油污水含油量瞬间排放率不超过 30 升/海里; ③排入海中油污水含油量不得超过货油总量的 1/30000; ④排油监控系统运转正常。
	含货油残余物的油污水	150 总吨以下油船	自 2018 年 7 月 1 日起, 收集并排入接收设施。
生活污水	水域		排放控制要求
	距最近陆地 3 海里以内(含)的海域		(1)利用船载收集装置收集, 排入接收设施; (2)利用船载生活污水处理装置处理: ①在 2012 年 1 月 1 日以前安装(含更换)生活污水处理装置的船舶: $\text{BOD}_5 \leq 50\text{mg/L}$; $\text{SS} \leq 150\text{mg/L}$; 耐热大肠菌群数 ≤ 2500 个/L; ②在 2012 年 1 月 1 日及以后安装(含更换)生活污水处理装置的船舶: $\text{BOD}_5 \leq 25\text{mg/L}$; $\text{SS} \leq 35\text{mg/L}$; 耐热大肠菌群数 ≤ 1000 个/L; $\text{COD} \leq 125\text{mg/L}$; pH 值 6~8.5; 总氯 $< 0.5\text{mg/L}$
	3 海里 $<$ 与最近陆地间距离 ≤ 12 海里的海域		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最大允许排放速率。
	与最近陆地间距离 > 12 海里的海域		船速不低于 4 节, 且生活污水排放速率不超过相应船速下的最大允许排放速率。
含有毒液体物质的污水	污水中含有以下任何一种有毒液体物质		排放控制要求
	(1) X 类物质; (2) Y 类物质中的高粘度或凝固物质; (3) 未按规定程序卸货的 Y 类物质;		如不能免除预洗, 船舶在离开卸货港前应按规定程序预洗, 预洗的洗舱水应排入接收设施。其中, X 类物质应预洗至浓度小于或等于 0.1% (质量百分比), 浓度达到要求后应将舱内剩余的污水继续排入接收设施, 直至该舱排空。预洗后, 再向该舱注水产生的含有毒液体物质的污水排放条件: 在距最近陆地 12 海里以外(含)且水深不少于 25 米的海域排放; 在船舶航行中排放, 自航船舶航速不低于 7 节, 非自航船航速不低于 4 节; 在水线以下通过水下排出口排放, 排放速率不超过最大设计速率。

	(4) 未按规定程序卸货的 Z 类物质。	
	(1) 按规定程序卸货的 Y 类物质； (2) 按规定程序卸货的 Z 类物质。	在距最近陆地 12 海里以外（含）且水深不少于 25 米的海域排放；在船舶航行中排放，自航船舶航速不低于 7 节，非自航船航速不低于 4 节；在水线以下通过水下排出口排放，排放速率不超过最大设计速率。对于 2007 年 1 月 1 日之前建造的船舶，含 Z 类物质或暂定为 Z 类物质的污水排放，可免除 6.2 c) 中在水线以下通过水下排出口排放的要求。
船舶垃圾	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
	食品废弃物	在距最近陆地 3 海里以内（含）的海域，应收集并排入接收设施；在距最近陆地 3 海里至 12 海里（含）的海域，粉碎或磨碎至直径不大于 25 毫米后方可排放；在距最近陆地 12 海里以外的海域可以排放。
	货物残留物	在距最近陆地 12 海里以内（含）的海域，应收集并排入接收设施；在距最近陆地 12 海里以外的海域，不含危害海洋环境物质的货物残留物方可排放。
	动物尸体	在距最近陆地 12 海里以内（含）的海域，应收集并排入接收设施；在距最近陆地 12 海里以外的海域可以排放。
	货舱、甲板和外表面清洗水	其含有的清洁剂或添加剂不属于危害海洋环境物质的方可排放；其他操作废弃物应收集并排入接收设施。

1.3.4. 环境现状和环境影响预测评价方法

根据《海洋工程环境影响评价导则（GB/T19485-2014）》，本次评价的内容主要为海水水质环境、海洋沉积物环境、海洋生态和生物资源环境、海洋水文动力环境、海洋地形地貌与冲淤环境以及环境风险。

海水水质、沉积物现状评价主要采用单因子标准指数（Pi）法，海洋生态现状评价采用生物多样性指数法，水动力环境、水质环境、环境风险预测采用数值模拟的方法。数学模型采用MIKE21模型进行预测，该软件由丹麦水工所开发，可以应用于海洋、海岸、河口区域的水动力计算，在国内外许多工程项目研究中得到了广泛应用。

表 1.3-12 现状评价与影响预测方法

评价内容	海水水质	沉积物	海洋生态	水文动力、 冲淤	环境风险
评价方法	单因子指数法	指数法	生物多样性指数法等	数值模拟法	

1.4. 环境敏感目标 and 环境保护目标

1.4.1. 环境保护目标

考虑上述敏感目标与项目位置及评价范围的位置关系，确定本次评价环境保护目标，具体见表 1.4-1、图 1.4-1。

表 1.4-1 海洋环境敏感区和环境保护目标

序号	环境保护类型	环境保护目标	距项目最近距离 (km)	与项目相对位置 关系	保护对象及保护要求	备注
1	自然保护区	汕头濠江企望湾 南方鲎地方级自 然保护区	3.3km	SW	南方鲎及其生境	海洋环境 保护目 标、海洋 环境风险 保护目标
2		汕头湿地地方级 自然保护区	7.1km	NE	红树林、候鸟和珍稀水生动物	
3		汕头潮阳龙头湾 中华白海豚地方 级自然保护区	8.2km	SW	中华白海豚及其生境	
4		汕头潮南练江口 地方级自然保护 区	13.7km	W	湿地生态系统、候鸟、水生动物和渔业 资源	海洋环境 风险保护 目标
5		汕头澄海莱芜中 国龙虾地方级自 然保护区	14.7km	NE	中国龙虾及其生境	
6		汕头澄海莱芜中 华白海豚地方级 自然保护区	23.6km	NE	中华白海豚及其赖以生存的生物资源 和生态环境	
7		广东南澎列岛国 家级自然保护区	29.2km	NE	独特的海底自然地貌和近海典型海洋 生态系统；重要珍稀濒危野生动物及其 栖息地和重要水产种质资源及其生境； 丰富的海洋生物多样性及复杂的生物 群落	
8	自然公园	汕头潮南中华鲎 地方级海洋公园	16.0km	SW	中华鲎及其生境	海洋环境 风险保护 目标
9		广东南澳青澳湾 国家海洋公园	43.3km	NE	种类丰富、物种多样的海域及海岛生态 系统	
10	生态保护区	汕头珍稀濒危物 种分布区	4.8km	E	珍稀濒危生物物种及周围海域生态环 境 260.45km ²	海洋环境

11		广澳湾海岸防护物理防护极重要区	5.0km	W		保护目标、海洋环境风险保护目标
12		汕头深水重要渔业资源产卵场	5.9km	S		
13		外砂河重要河口	16.6km	NE		
14		大船澳到长山尾重要渔业资源产卵场	23.1km	NE		海洋环境风险保护目标
15		南澳前江湾重要滩涂及浅海水域	27.4km	NE		
16		汕头市澄海区红树林	27.8km	NE		
17	重要渔业水域	幼鱼幼虾保护区	工程全部位于其中		面积为 3600 万亩，位于伶仃岛、万山群岛-20m 等深线以内的水域，幼鱼幼虾，每年的 3 月 1 日至 5 月 31 日	海洋环境 保护目 标、海洋 环境风险 保护目标
18		南海北部幼鱼繁育场保护区			幼鱼幼虾等	
19	现状养殖	现状养殖	占用及相邻水域	项目区及 周边海域	牡蛎吊养、养殖赤嘴、石斑鱼等	
20	海岛	濠江鸟礁	位于工程范围	-		
		进士头	位于工程范围	-		
		河渡一岛	260m	NW		
		河渡二岛	50m	W		
		河渡三岛	22m	W		
		磊石岛	25m	E		
21		濠江口诸岛	0.8km	W		
22		榕江口诸岛	3.5km	NE		

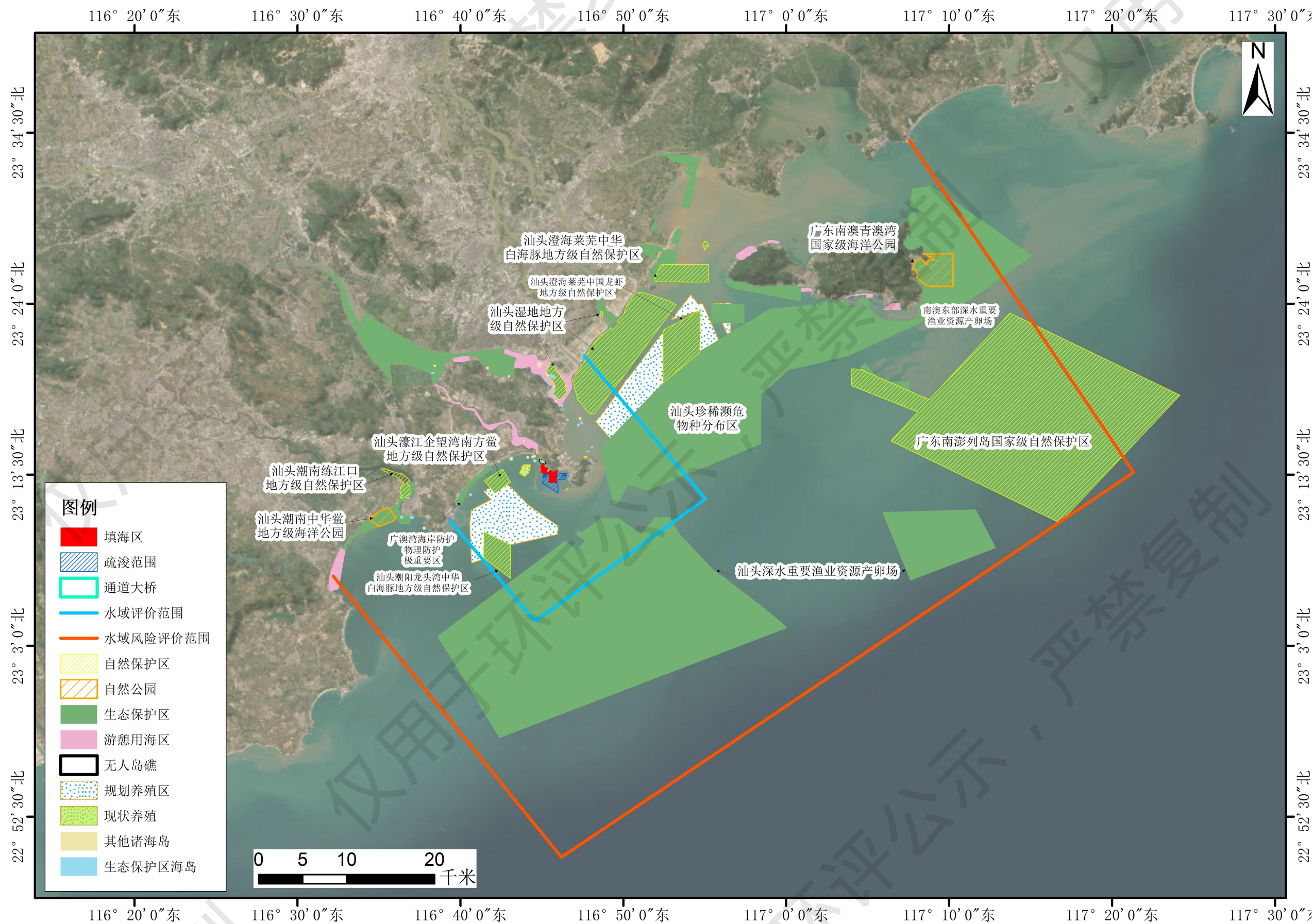


图 1.4-1 环境保护目标分布图（整体）

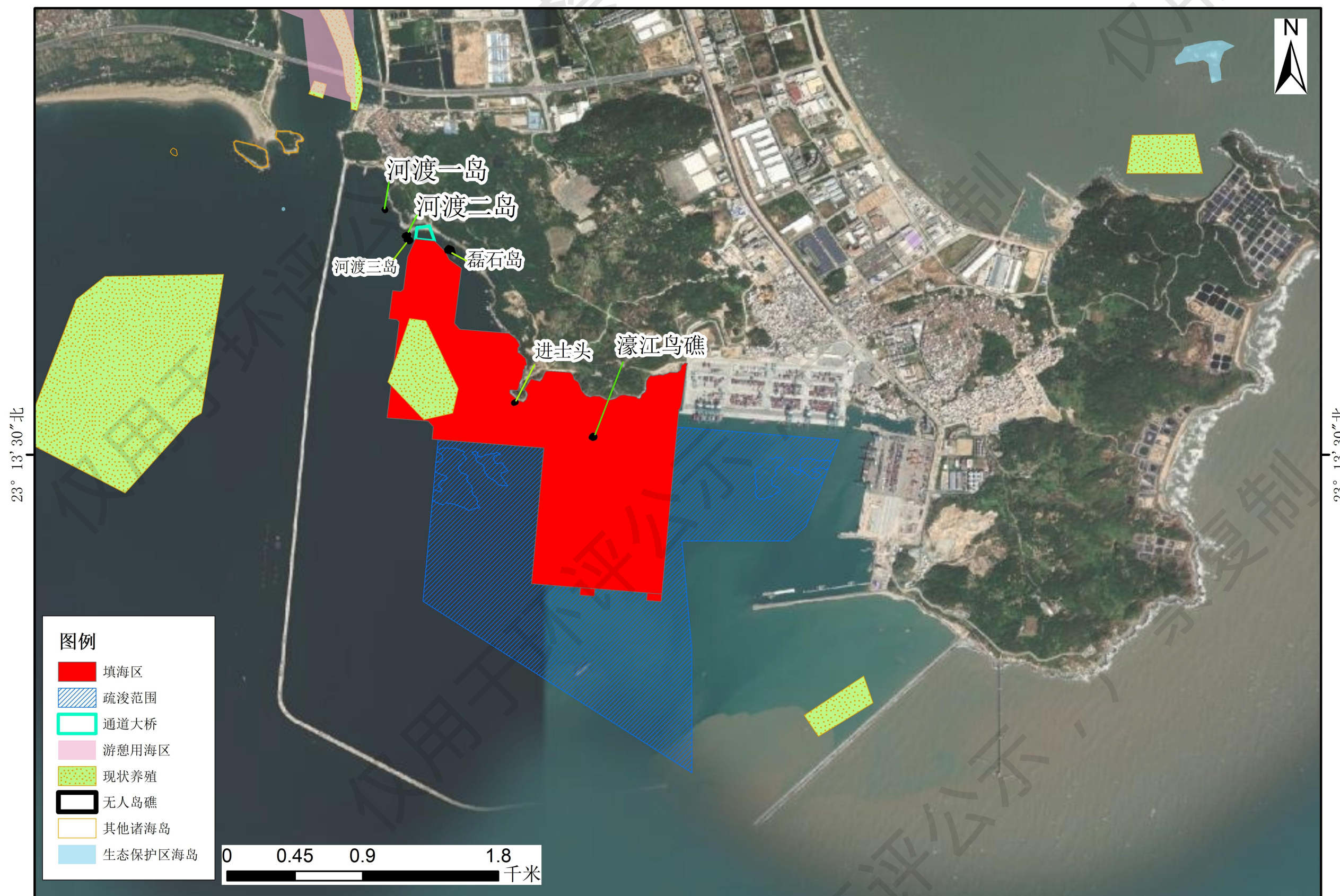


图 1.4-2 环境保护目标分布图（工程附近）

1.4.1.1. 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"；DE116° 41' 55"、N23° 12' 32"。

本项目距离该保护区直线距离 3.3km。

1.4.1.2. 汕头湿地地方级自然保护区

汕头市湿地自然保护区（以下简称“保护区”）于 2001 年 8 月 22 日经汕头市人民政府批准建立（汕府函[2001]88 号），位于汕头市境内，面积为 10333.33hm²，分为关埠-西胪保护片区、西胪-河溪-牛田洋保护片区、三屿围-牛田洋保护片区、汕头港保护片区、苏埃湾保护片区、苏埃湾红树林保护片区、榕江出海口-德州岛保护片区、榕江-新津河-外砂河保护片区和外砂河口红树林片区共 9 个片区。保护区属“自然生态系统类”中的“湿地生态系统类型”自然保护区，主要保护对象为红树林、候鸟和珍稀水生动物。保护区地理位置为东经 116°31'34.78"-116°52'21.90"，北纬 23°17'11.55"-23°26'4.76"。

本项目距离该保护区直线距离 7.1km。

1.4.1.3. 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”于（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°08'23"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。

本项目距离该保护区直线距离为 8.2km。

1.4.1.4. 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。

本项目距离该保护区直线距离为 13.7km。

1.4.1.5. 汕头澄海莱芜中国龙虾地方级自然保护区

2003 年，广东省汕头市人民政府分别批准建立莱芜中国龙虾海洋自然保护区，该保护区位于澄海区莱芜东南部海域，面积 2060.0 公顷。2010 年前升级成莱芜海洋生态自然保护区。本项目距离该保护区直线距离为 14.7km。

1.4.1.6. 汕头澄海莱芜中华白海豚地方级自然保护区

汕头市莱芜中华白海豚市级自然保护区西临澄海区东海岸，距离大陆海岸线约 500m，面积为 717 公顷，东侧为南澳岛，北邻南澳大桥，西南角靠近莱芜半岛，海图水深在 0 米-11 米之间。汕头市莱芜中华白海豚市级自然保护区为海洋和海岸生态系统类型保护区，主要保护对象为中华白海豚及其赖以生存的生物资源和生态环境，地理坐标为北纬 23°25'24"~23°26'27"，东经 116°51'24"~116°54'18"。

本项目距离该保护区直线距离为 23.6km。

1.4.1.7. 广东南澎列岛国家级自然保护区

广东南澎列岛国家级自然保护区是位于广东省汕头市南澳县境内的国家级自然保护区，批准建立时间为 2012 年。保护区位于广东省南澳县南澎列岛海域内，范围在东经 117°06'26"—117°23'44"，北纬 23°10'47"—23°23'25"之间。保护区以 4 个拐点坐标的连线为界，拐点坐标分别为（117°06'26"E，23°15'34"N；117°16'20"E，23°10'47"N；117°23'44"E，23°18'36"N；117°13'44"E，23°23'25"N）。广东南澎列岛国家级自然保护区总面积 35679 公顷，其中核心区面积 12581 公顷，缓冲区面积 11285 公顷，实验区面积 11813 公顷。

主要保护对象是：独特的海底自然地貌和近海典型海洋生态系统；重要珍稀濒危野生动物及其栖息地和重要水产种质资源及其生境；丰富的海洋生物多样性及复杂的生物群落。

本项目距离该保护区直线距离为 29.2km。

1.4.1.8. 主要经济鱼种“三场一通道”分布

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

(1) 南海区幼鱼、幼虾保护区

根据中华人民共和国农业部第 189 号公告(2002.2.8)《中国海洋渔业水域图

(第一批)》中的图 4(南海国家级及省级保护区分布示意图), 幼鱼幼虾保护区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, 主要功能为渔业水域, 保护内容为水质和生态。保护区性质为幼鱼幼虾保护区非水生生物自然保护区和水产种质资源保护区。在禁渔期间, 禁止底拖网渔船、拖虾渔船进入上述海域内生产。本工程全部位于幼鱼幼虾保护区内。

(2) 南海北部幼鱼繁育场保护区

南海北部幼鱼繁育场保护区位于南海北部及北部湾沿岸 40m 等深线水域, 保护期为 1-12 月, 管理要求为保护期内禁止拖网船、拖虾船以及捕捞幼鱼、幼虾为主的作业船只进入本区生产, 防止或减少对渔业资源的损害。本项目位于南海北部幼鱼繁育场保护区内。在项目建设过程中必须重视幼鱼、幼虾的保护。

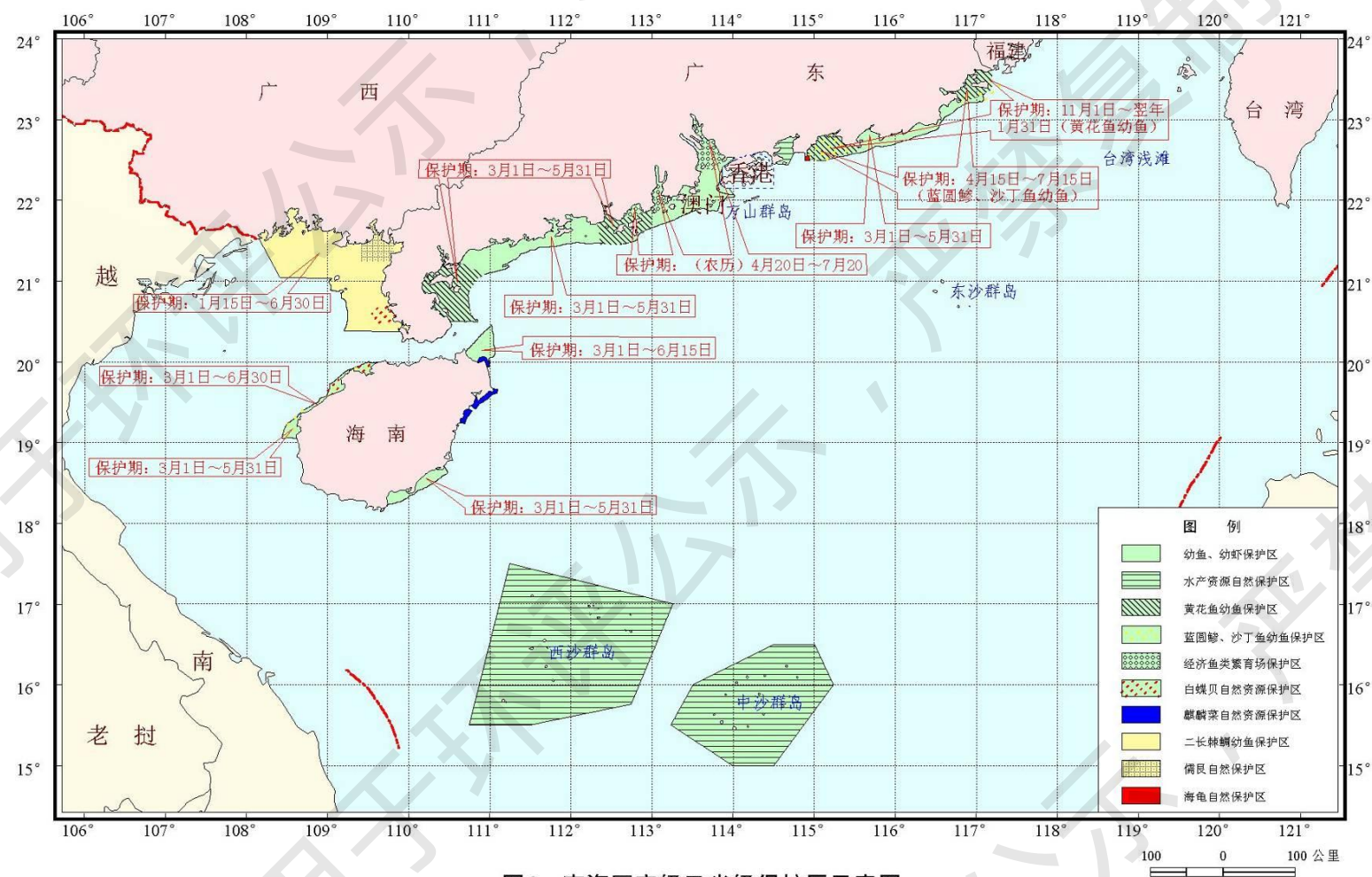
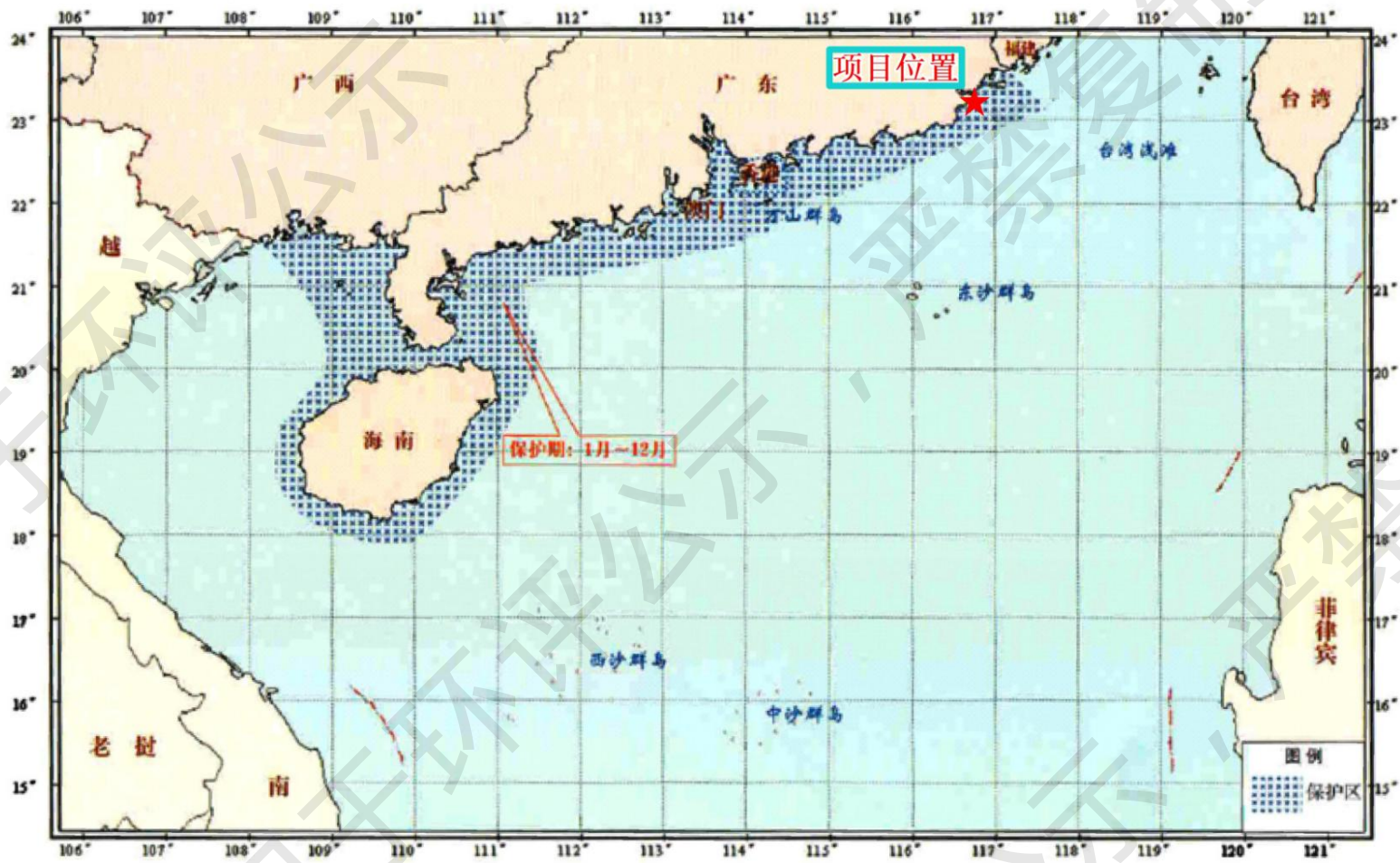


图4 南海国家级及省级保护区示意图

图 1.4-3 南海国家级及省级保护区分布示意图（摘自中国海洋渔业水域图（第一批）图 4）



1.4.2. 环境敏感目标

根据《汕头市国土空间总体规划（2021-2035 年）》以及工程周边开发现状情况，确定海域环境保护目标和环境敏感区，主要为评价范围内的自然保护区、海洋公园、重要渔业区、无人岛礁等。

2. 工程概况

2.1. 建设项目名称、性质、规模及地理位置

1、项目名称：汕头港广澳港区三期工程陆域形成工程

2、项目性质：新建

3、建设单位：汕头招商局港口集团有限公司

4、地理位置：

本工程位于汕头港的广澳港区内。广澳港区地处汕头市濠江区南端广澳湾内，地理坐标为北纬 23°13'00"，东经 116°46'00"，港区东枕马耳角海岬，西接企望湾，北靠汕头市，南部面向南海。

项目地理位置图见图 2.1-1。

5、建设规模

本项目为汕头港广澳港区三期工程陆域形成工程，主要包括填海工程，填海造地面积 189.7154 公顷，形成陆域标高 5.5m（当地理论基准面，下同）；通道大桥工程：长度 96m，用海面积 0.8353 公顷。

表 2.1-1 工程组成表

序号	项目	单位	工程量	备注
1	填海工程	hm ²	189.7154	
1.1	陆域护岸	m	6570	直立式护岸 800m，码头直立式沉箱 2750m，平台及斜坡 180m，斜坡式护岸 2840m
1.2	临时围堰	m	475	
1.3	港池疏浚	万 m ³	1794.06	包含炸礁量 44.54 万 m ³ ，港池疏浚面积 235.3hm ²
1.4	基槽挖泥回填	万 m ³	248.15	
1.5	陆域回填	万 m ³	240	
1.6	地基处理	万 m ²	183.1	包括集装箱及通用码头区，分别为 98.5 万平米、84.6 万平米
2	通道大桥	m	106	用海面积 0.8353 公顷

陆域形成后将建设 1 个 7 万吨级和 2 个 10 万吨级集装箱泊位，2 个 5 万吨级和 5 个 2 万吨级通用泊位，2 个 5 万吨级滚装泊位及相应配套设施。

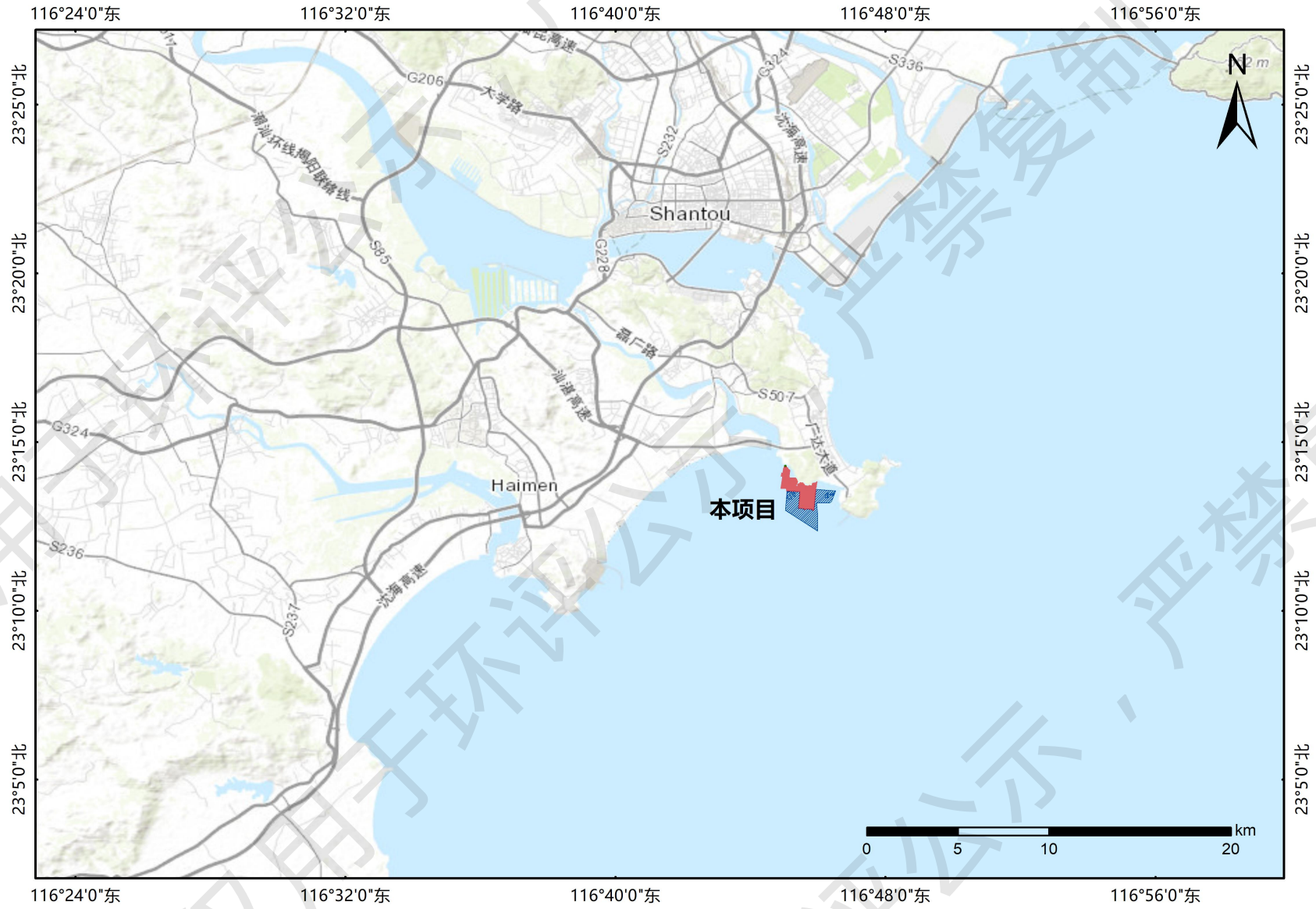


图 2.1-1 工程地理位置图

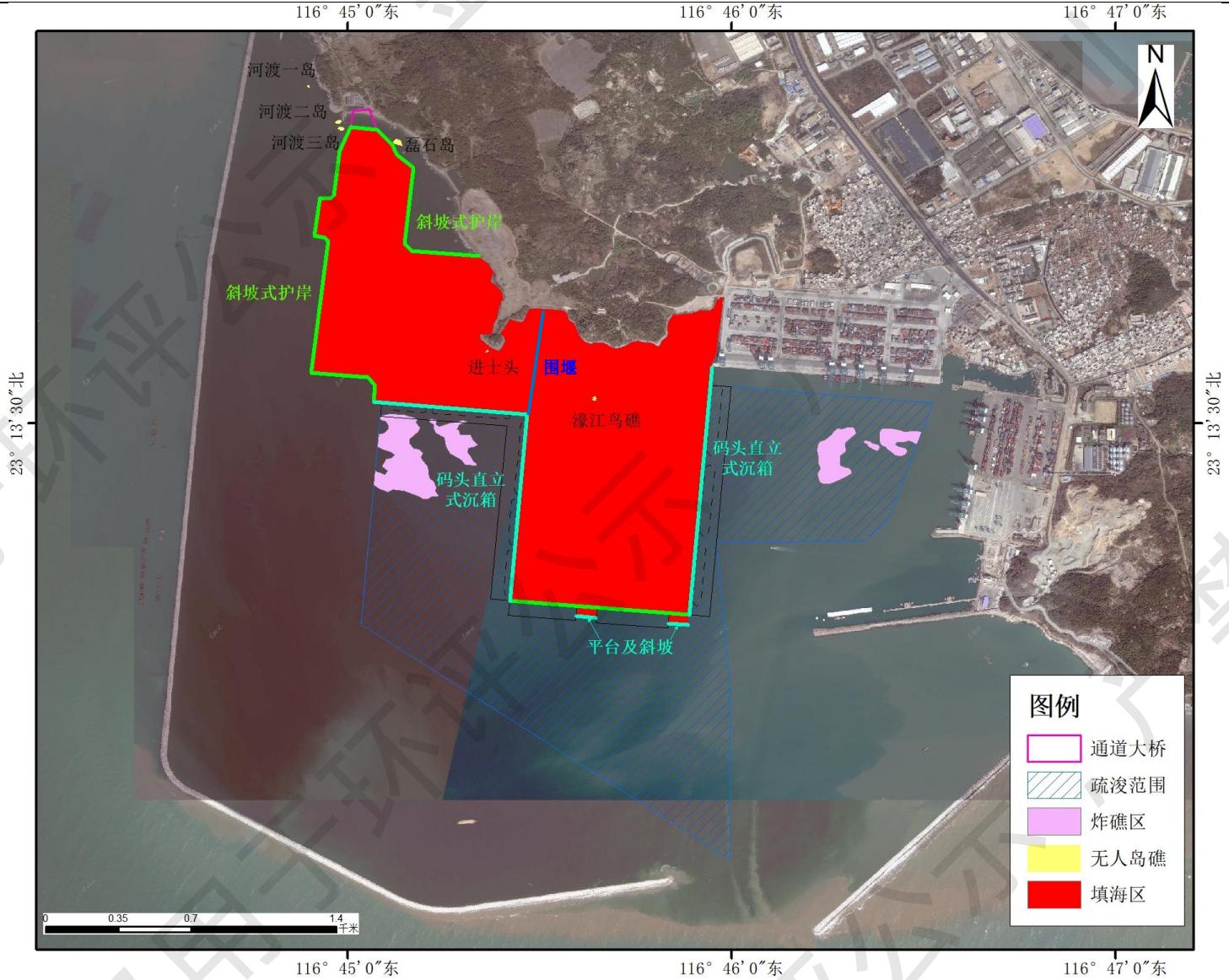


图 2.1-2 工程组成示意图

6、投资规模：项目总投资41.4亿元，其中环保投资5110.24万元，约占项目总投资的1.23%。

7、建设工期：项目计划工期约5年。

2.2. 港区规划及现状

1、广澳港区东作业区规划布局

根据《汕头港总体规划(2012-2030年)》，汕头港划分为榕江港区、老港区、珠池港区、马山港区、堤内港区、田心港区、南澳港区、**广澳港区**和海门港区，形成“一港九区”的规划发展格局。

广澳港区以集装箱、石油化工品和散杂货运输为主，为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。广澳港区以濠江口为分界，规划东、西两大作业区。规划期内将重点建设东部作业区。东部作业区规划建设东、西两条深水防波堤，环抱形成港池；规划东防波堤长度 1843m,西防波堤长度 6212m,口门位于天然水深约-10.0m 处，宽度约 700m。作业区内规划了三个突堤，一突堤宽度 800m，二突堤宽度为 318m，三突堤宽度 800m。从东到西依次布置石化作业区、多用途作业区、集装箱作业区、通用泊位作业区、集装箱预留作业区等。广澳港区的开发建设对于改善整个港口布局，增强汕头港吸引腹地货源的能力具有重要的作用。

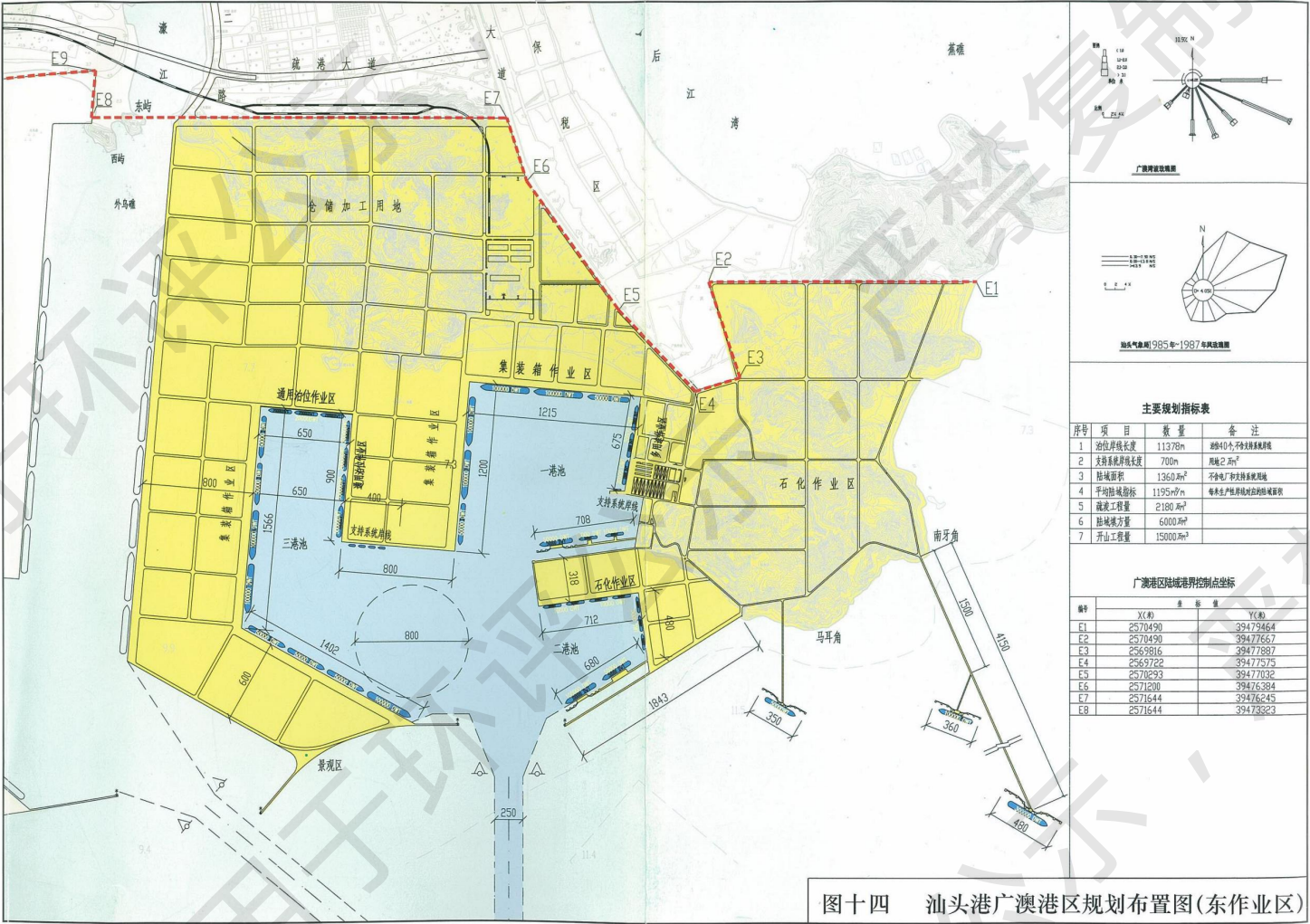


图 2.2-1 广澳港区规划布置图

2、广澳港区东作业区泊位现状

目前，广澳港区内主要工程包括汕头港广澳港区起步工程、汕头港广澳港区一期工程、汕头港广澳港区二期工程、汕头暹罗燃气能源有限公司 LPG 项目。

(1) 汕头港广澳港区起步工程

汕头港广澳港区起步工程，1994 年 2 月开工建设，1996 年 7 月竣工投产，项目为 2 万吨级多用途泊位（结构按 3.5 万吨级设计和建设），码头岸线长 240m，2012 年对原码头结构进行加固改造后，在一定条件下可满足 5 万吨级散货船靠离泊及装卸作业，2020 年 11 月再次改造，改造后与一期工程（2#、3#泊位）联合作业，可满足 3 万吨级集装箱船和 3.5 万吨级散货船靠泊、可有条件减载靠泊 5 万吨级散货船和集装箱船。年设计通过能力 22 万标箱，散杂货 5 万吨。

(2) 汕头港广澳港区一期、二期工程

汕头港广澳港区一期工程，2002 年 11 月开工建设，2011 年 12 月竣工投产，项目为 2 万吨级多用途和通用泊位各一个，岸线长度 435 米，可靠泊 5 万吨级集装箱船舶、按限定的靠泊条件减载靠泊 7 万吨级集装箱船舶。年设计通过能力 43 万标箱。

汕头港广澳港区二期工程（广澳 5#~7#泊位），2016 年 4 月开工建设，2019 年 10 月建成投产。工程位于广澳港区一港池北侧顺岸段的西段，紧接规划的突堤，陆域纵深 400m~650m，岸线长 1016m，可满足 2 艘 10 万吨级集装箱船和 1 艘 1 万吨级集装箱船同时靠泊要求。二期泊位停泊水域宽 92m，底高程为-15.8m。回旋圆半径为 700m，底高程为-15.4m。航道按照全潮进出港设计，底宽 230m，底高程为-16.6m，年吞吐量为 125 万 TEU。

(3) 汕头暹罗燃气能源有限公司 LPG 项目

汕头暹罗燃气能源有限公司液化石油气专用码头位于广澳港对外开放水域范围内，是汕头港乃至粤东地区迄今为止最大的液化石油气码头，共有靠泊能力分别为 5 万吨级、2 万吨级和 5 千吨级泊位 3 个，配套两个总储量为 20 万立方米的地下储罐，年设计吞吐量达 200 万吨。此外，在防波堤东部海域建设有外海泊位码头。

(4) 汕头港广澳港区 2 万吨级石油化工品码头工程

该项目建设规模为 2 万吨级石油化工品码头 1 座，结构预留 5 万吨级，年设计通过能力 170 万吨。码头配套库区总占地面积 316 亩，拟建设库容为 21 万

立方米液体石油化工品仓储区。项目集装卸、仓储于一体，主要储存和中转油品及液体化工品，由汕头港务集团有限公司与香港宏田能源有限公司合资兴建。目前该项目正在建设中。

3、港区航道

根据《广东省交通运输厅关于汕头港广澳港区航道二期工程初步设计的批复》（粤交基[2016]1348号），汕头港广澳港区航道二期工程航道通航宽度238m，航道挖槽宽度为230m，航道设计底高程为-16.6m，按满足10万吨级集装箱船通航标准建设。目前，汕头港广澳港区航道二期工程已竣工。

本项陆域形成后拟建的8#-10#泊位连接水域按照10万吨级船舶设计，底高程取值为-16.6m。拟建11#-17#泊位需通过连接水域与泊位相连，水域按照10万吨级船舶设计，底高程取为-16.6m，可满足陆域形成后码头运营的要求。

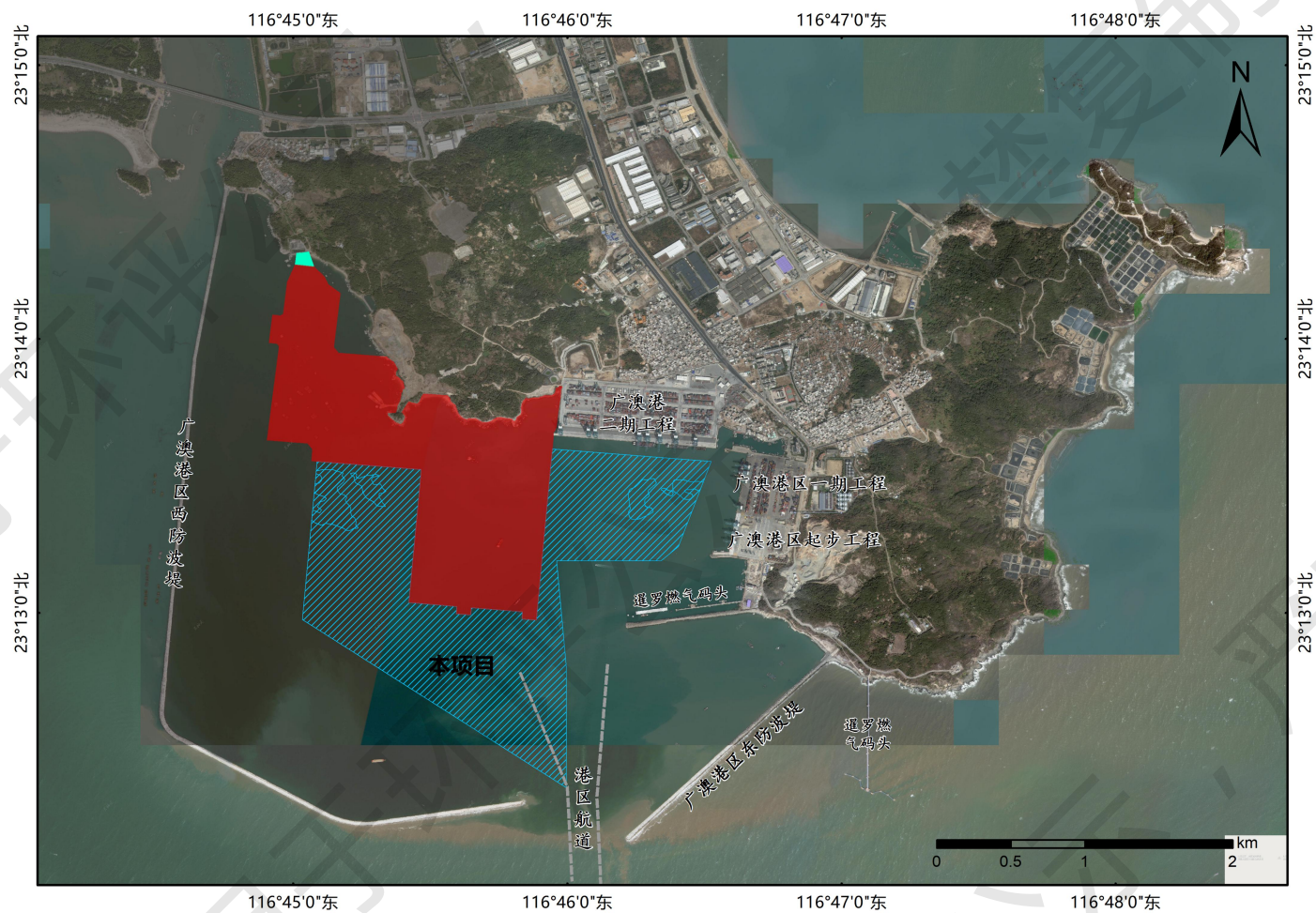


图 2.2-2 广澳港区现状图

2.3. 工程的建设内容、平面布置、结构和尺度

2.3.1. 建设内容

本次评价工程内容包含填海工程、通道大桥工程。

1、填海工程

(1) 陆域护岸

陆域护岸总长 6570m，包括直立式护岸、斜坡式护岸、码头岸段、平台及斜坡。其中直立式护岸长度为 800m，采用钢筋混凝土方沉箱结构，顶高程 7.0m；斜坡式护岸 2840m，采用抛石斜坡式结构，外侧护岸结构带有胸墙，顶高程 7.0m；码头采用直立式沉箱结构，长度为 2750m，顶高程 5.2m；平台及斜坡 180m，采用重力式结构，胸墙顶高程为 1.7m~5.2m。

(2) 临时围堰

本工程吹填造陆采用分区建设，建设内部围埝总长度 475m。临时围堰结构采用抛石斜坡式结构，顶高程 5.5m。

(3) 港池疏浚、基槽挖泥及陆域回填

本工程疏浚面积约为 235.3 公顷，疏浚土 1794.06 万方，其中水下炸礁量约为 44.54 万 m^3 ；基槽开挖土 248.15 万方；疏浚土、基槽开挖土全部用于后方陆域形成工程。陆域回填利用开山及外购土方，土方量 240 万方。

(4) 地基处理

本工程依据陆域使用标高及现有地形并预留地基处理沉降量，通过陆上推填及吹填相结合的施工工艺形成陆域。回填区先吹填疏浚土至+2.8m，然后进行地基处理，地基处理中的需回填中、细砂、中、粗砂和开山土，其中砂垫层和部分堆载料在卸载至交工标高后留在场地内作为地基回填土的一部分。整个场区回填至标高+5.5m。

地基处理范围包括集装箱及通用码头区，分别为 98.5 万平米、84.6 万平米。

(5) 通道大桥工程

通道大桥采用连续刚构桥，通道大桥共 6 跨，每跨 16m，共 96m，两侧悬臂各 5m，合计 106m。

2.3.2. 平面布置

2.3.2.1. 项目整体平面布置

工程陆域形成后建设包括三个区域，从东往西分为集装箱码头区、通用码头区以及铁路站场，陆域高程 5.5m。共计 10 个泊位，包括 1 个 7 万吨级和 2 个 10 万吨级集装箱泊位、2 个 5 万吨级和 5 个 2 万吨级通用泊位。总平面布置图见图 2.3-1。

(1) 集装箱码头区

8#~10#泊位集装箱码头区大致呈矩形布置，东西长 580m，南北长约 1846m。根据项目建设功能及使用特点，港区陆域分为码头前沿作业地带、堆场作业区、辅建区等。

(2) 通用码头区

11#~17#泊位通用码头区东西向长为 220m~1025m，南北向长为 703m~1846m。根据项目建设功能及使用特点，陆域分为码头前沿作业地带、件杂货堆场区、风电装备堆场区、仓库区、辅建区等。

(3) 铁路站场平面布置

为港区技术作业站，车站内设置货场。同时设置铁路专用线配套设施，配置门吊及轨道衡、汽车衡及生产房屋等设施。

本工程仅包含铁路站场陆域形成（含通道大桥结构）和周边护岸。

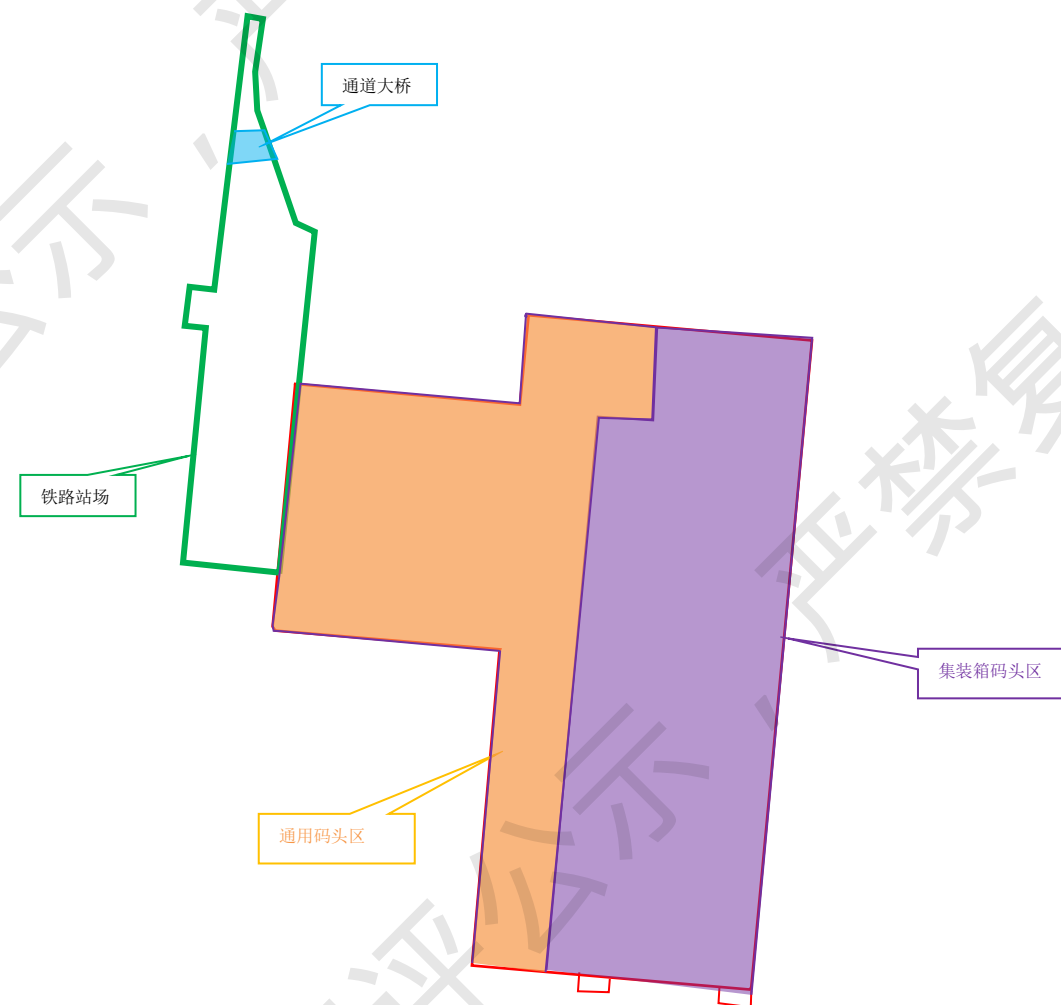


图 2.3-1 项目整体平面布置图图

2.3.2.2. 陆域形成平面布置

本工程涉海陆域形成分为填海、通道大桥和用岛三部分。

本项目申请填海造地面积 189.72 公顷，其中填海形成港区面积 149.76 公顷、填海形成铁路站场面积 30.55 公顷、护岸边坡面积 9.41 公顷；通道大桥透水构筑物形成陆域面积 0.83 公顷；用岛面积 0.04 公顷，包括占用濠江鸟礁和进士头分别为 0.0317 公顷和 0.0128 公顷。如图 2.3-2 所示。

该项目港区面积为 195.27 公顷（包括填海形成陆域面积 149.76 公顷和后方开山面积 45.47 公顷、用岛面积 0.04 公顷），铁路站场面积为 34.79 公顷（包括陆上用地面积 3.41 公顷、填海形成陆域面积 30.55 公顷和通道大桥用海面积 0.83 公顷）。

表 2.3-1 陆域形成各部分用地用海面积

序号	建设单元	用地用海总面积 公顷	用地面积 公顷	填海面积 公顷	用岛面积/构筑物面积 公顷
1	港区	195.27	45.47	149.76	0.04
1.1	集装箱码头区	104.12	25.86	78.23	0.03
1.2	通用码头区	90.25	19.61	70.63	0.01
1.3	平台及斜坡	0.9	0	0.9	0
2	铁路站场	34.79	3.41	30.55	0.83
3	护岸边坡	9.41	0	9.41	0
4	总面积	239.47	48.88	189.72	0.87

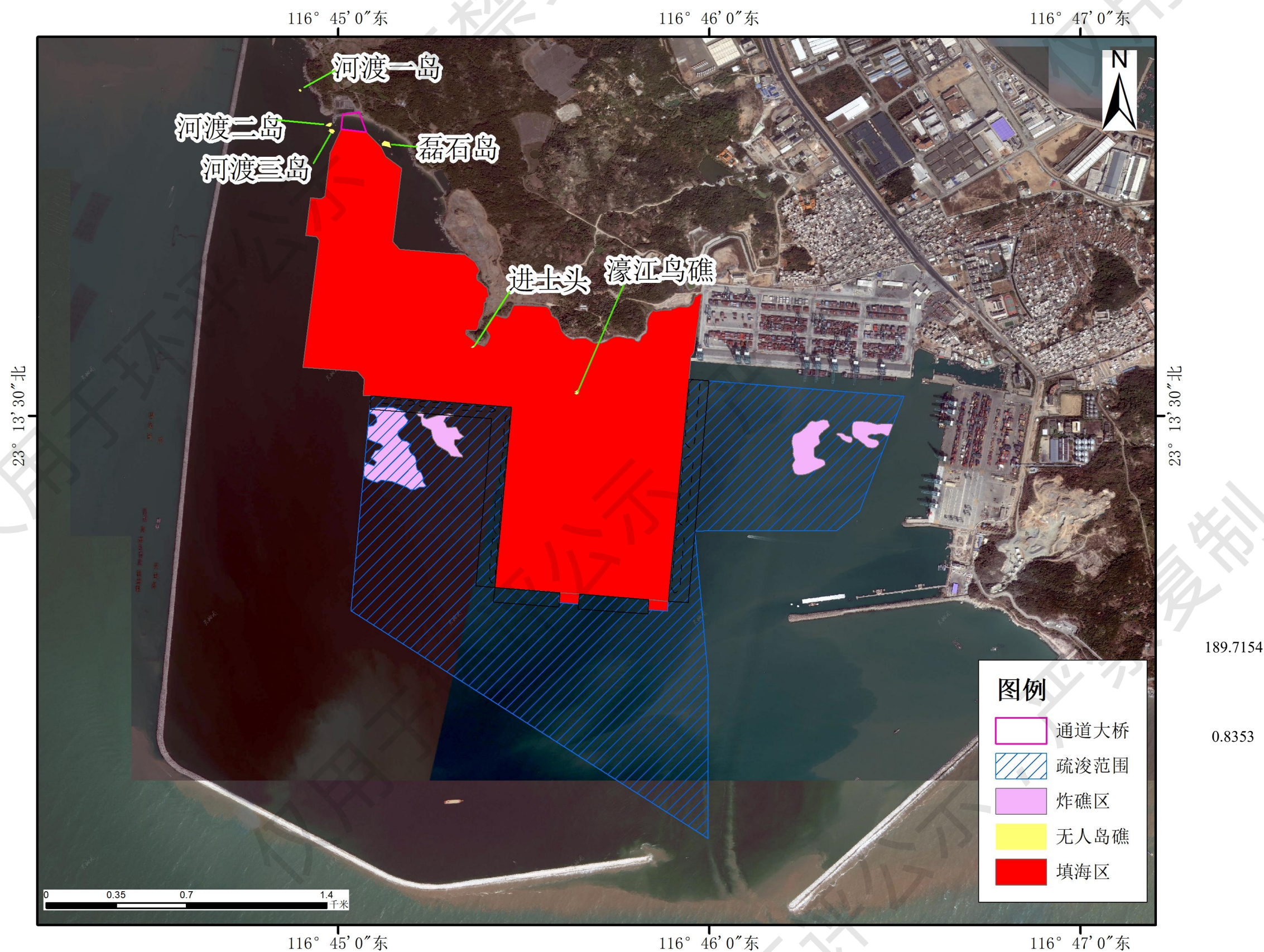


图 2.3-2 本工程填海区总平面布置图

2.3.3. 水工构筑物

2.3.3.1. 码头结构方案

1、集装箱（8#~10#）码头结构方案

码头结构采用不带卸荷板的钢筋混凝土方沉箱结构，顶高程 5.2m。沉箱一次出水，沉箱底高程-17.7m。基床为 10~100kg 块石。沉箱内回填开山石。码头后方回填 10~100kg 抛石棱体，棱体后设置倒滤结构。沉箱上现浇 C40 混凝土胸墙，胸墙内设置综合管沟。

2、通用（11#~17#）码头结构方案

码头结构采用不带卸荷板的钢筋混凝土方沉箱结构，顶高程 5.2m。沉箱一次出水，沉箱底高程-16.4m，基床为 10~100kg 块石。沉箱内回填开山石。码头后方回填 10~100kg 抛石棱体，棱体后设置倒滤结构。沉箱上现浇 C40 混凝土胸墙，胸墙内设置综合管沟。

2.3.3.2. 直立式护岸结构方案

直立式护岸结构采用钢筋混凝土方沉箱结构，顶高程 7.0m。沉箱一次出水，沉箱底高程-13m。沉箱内回填开山石。护岸后方回填抛石棱体，棱体后方设置倒滤结构。沉箱上为现浇混凝土 L 型挡浪墙。

2.3.3.3. 斜坡式护岸结构方案

斜坡式护岸分为外侧和内侧护岸，采用抛石斜坡式结构。外侧护岸结构带有胸墙，顶高程 7.0m，堤心为 1~500kg 开山石，堤心外坡为 1: 1.5，护面根据波浪条件采用 2t 扭王字块，棱体采用 200~400kg 块石，护岸后方设置倒滤结构。内侧护岸带有路肩石，顶高程 5.2m，堤心为 1~500kg 开山石，堤心外坡为 1: 1.5，护面及护底采用 100~200kg 块石，护岸后方设置倒滤结构。

2.3.3.4. 临时围堰结构方案

临时围堰结构采用抛石斜坡式结构，顶高程5.5m。堤心为1~500kg开山石，堤心外坡为1: 1.5，护面根据所在位置的波浪条件采用200~300kg块石或者800~1000kg块石，后方设置倒滤结构。

2.3.3.5. 平台及斜坡

平台和斜坡采用重力式结构，基础为钢筋混凝土方沉箱，上部现浇斜坡式胸墙，胸墙顶高程最高处为 5.2m，最低处为 1.7m。

图 2.3-3 8#-10#泊位码头结构断面图

图 2.3-4 11#-14#泊位码头结构断面图

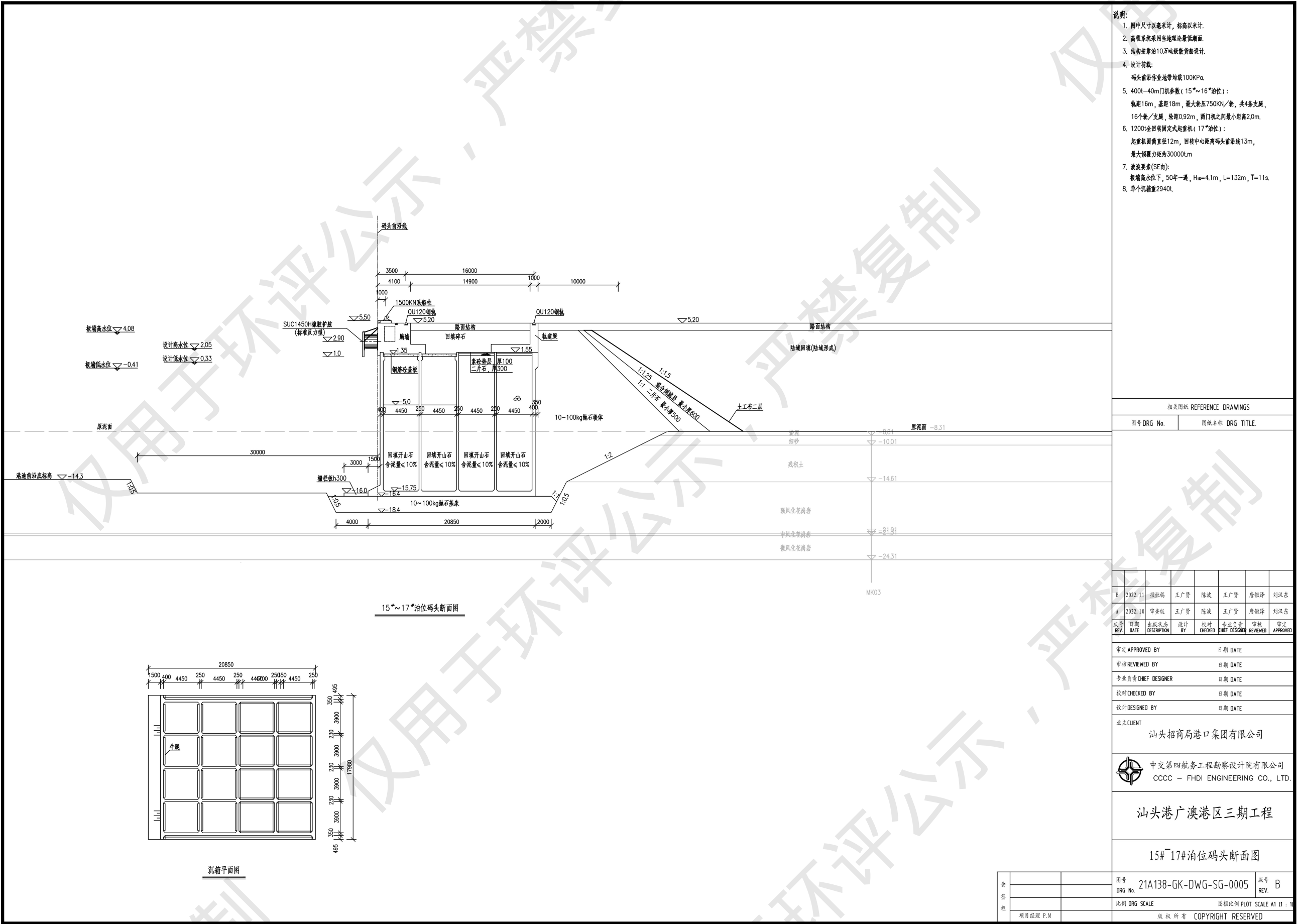


图 2.3-5 15#-17#泊位码头结构断面图

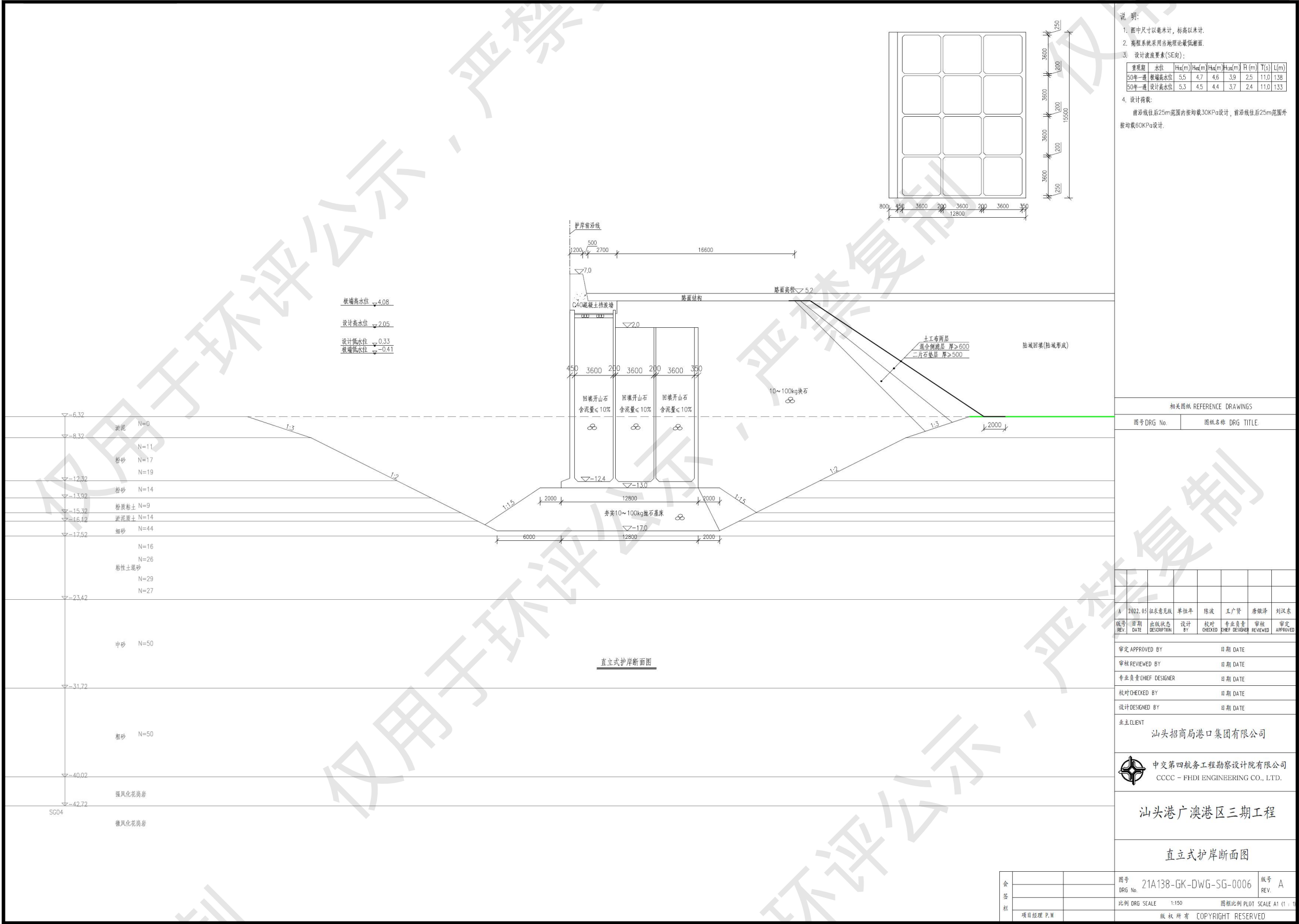


图 2.3-6 直立式护岸结构断面图

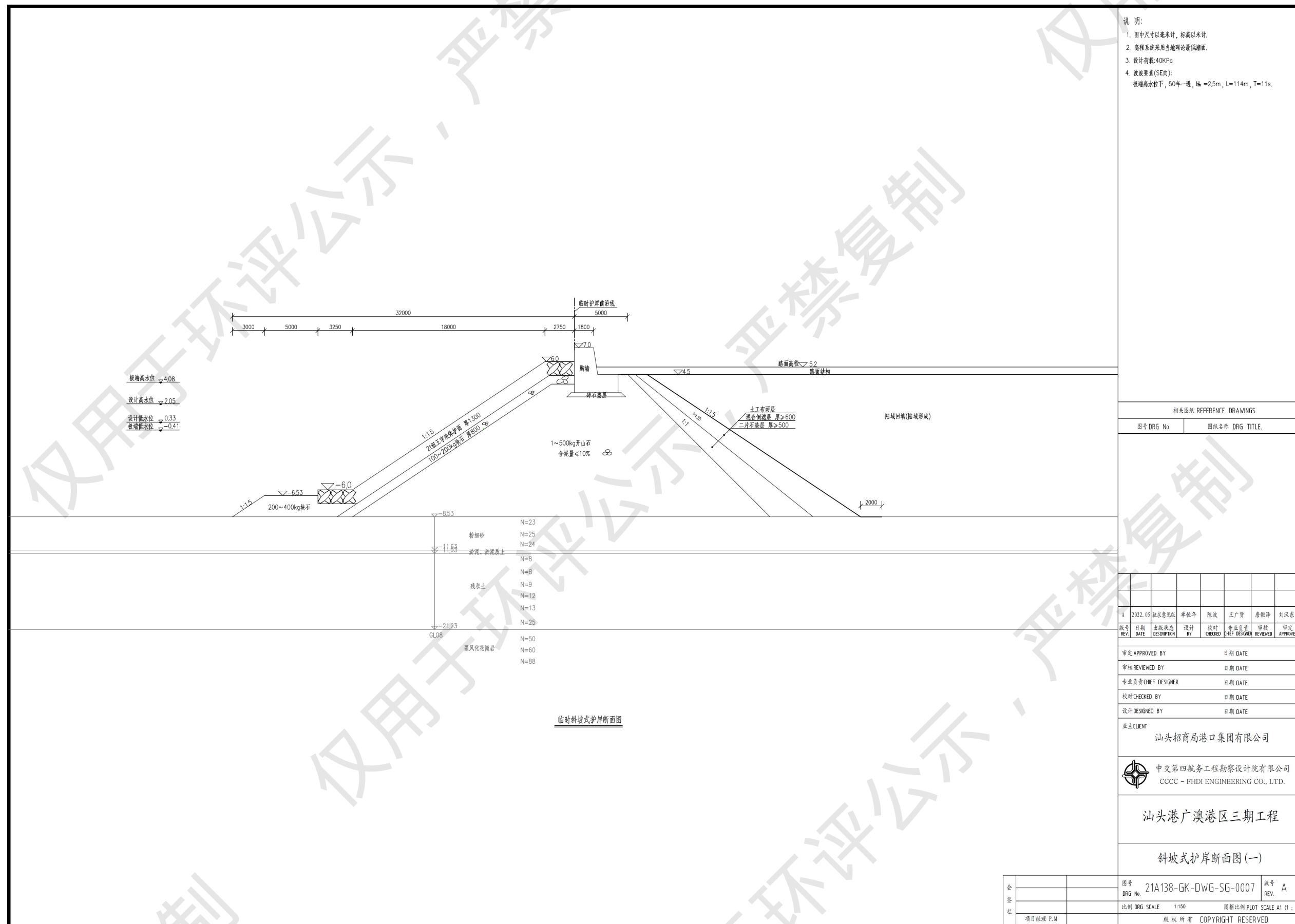
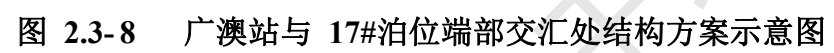


图 2.3-7 斜坡式护岸结构断面图



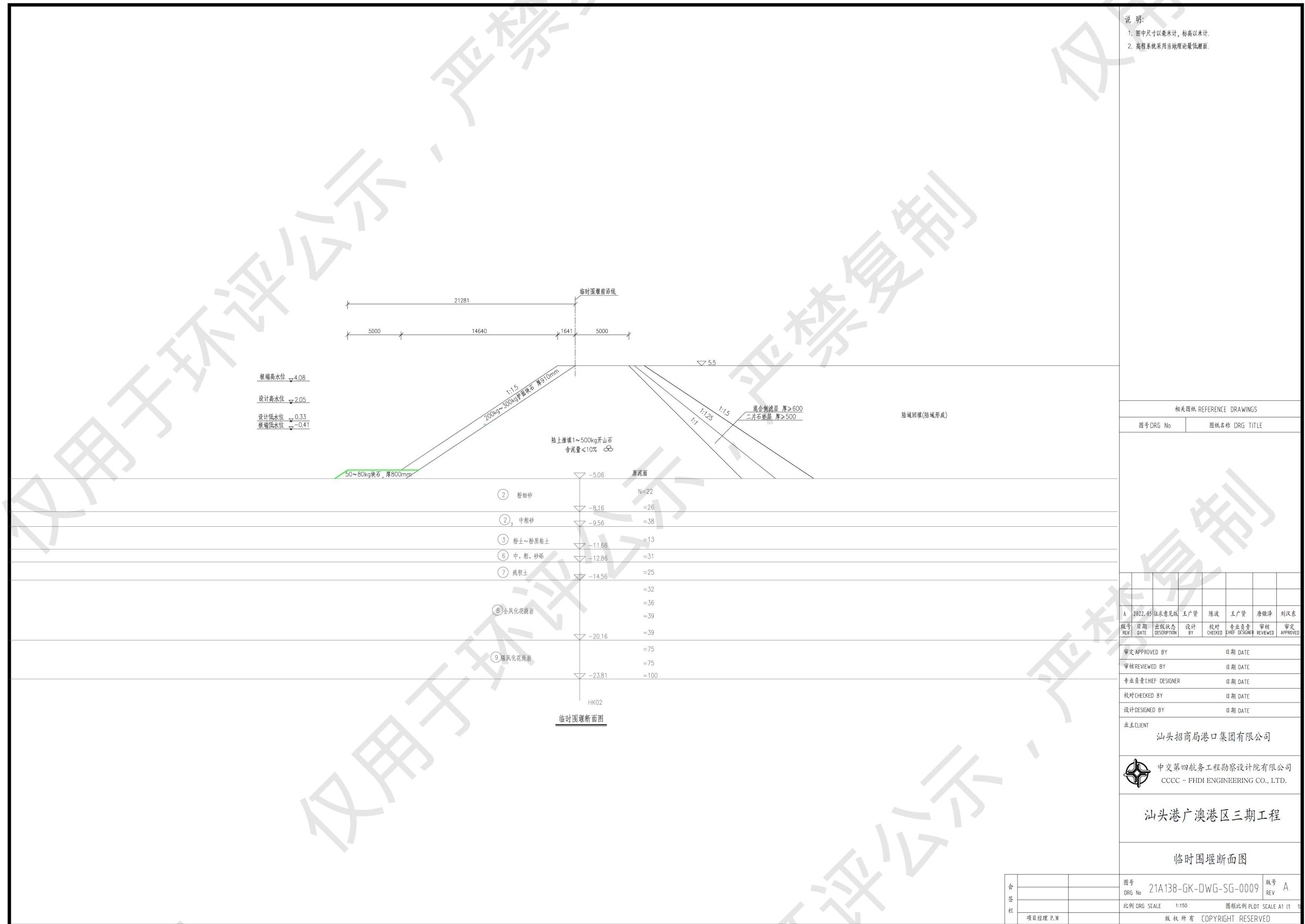
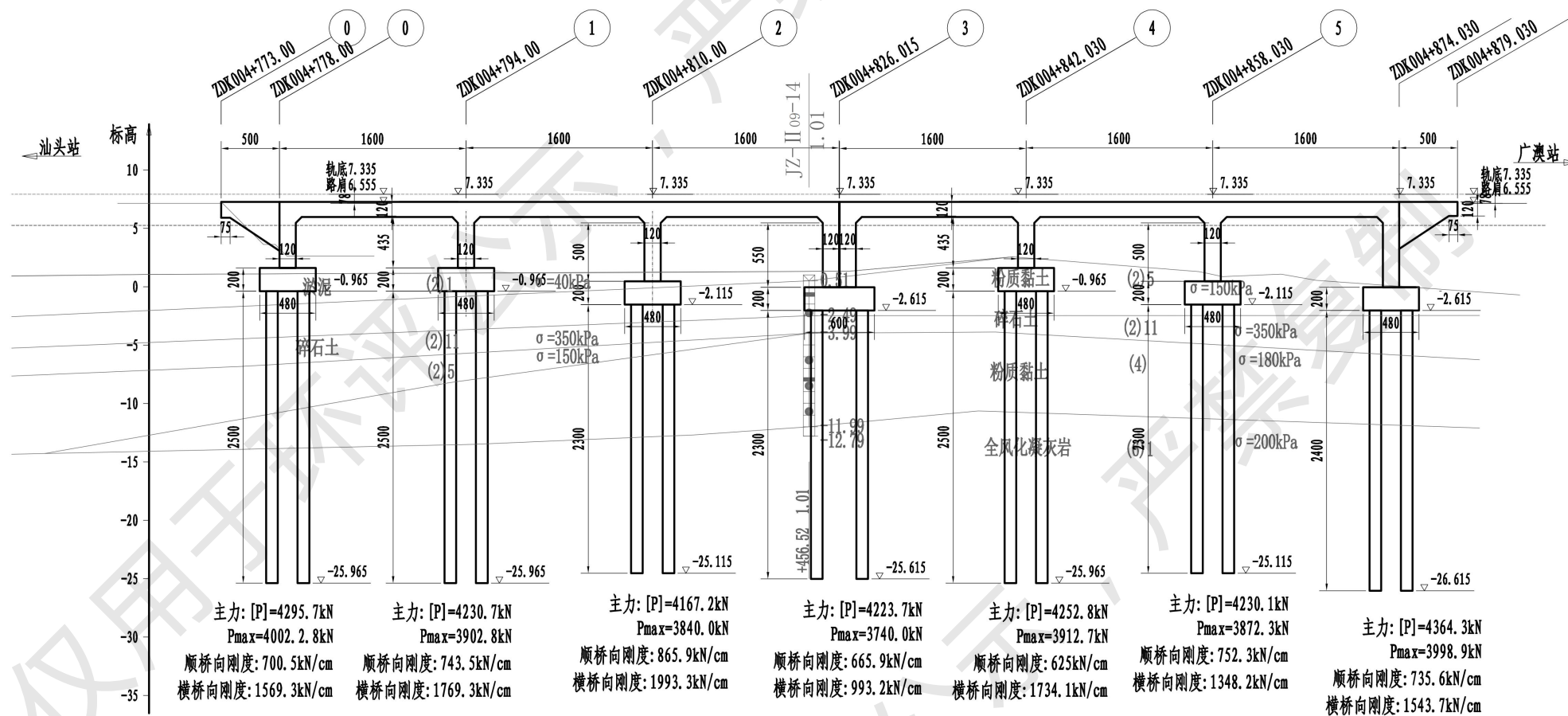


图 2.3-9 临时围堰结构断面图



里程	标高
+474.00	2.56
+490.00	3.43
+492.00	4.51
+497.00	4.62
+500.00	4.80
+500.00	5.91
+590.00	3.43
+592.00	4.51
+597.00	4.62
+600.00	4.80


设 计	 中铁第四勘察设计院集团有限公司 中国铁路 CHINA RAILWAY SIYUAN SURVEY AND DESIGN GROUP CO.,LTD. 新建铁路 广梅汕铁路汕头站至汕头广澳港区铁路 方案研究 ZDK4+810.000 通道大桥 桥型布置图	图 号	汕头至广澳方案(桥)-01-01
复 核		比例尺	
专业设计负责人		日 期	2023. 02
室(所)总工程师		第 1 张 共 1 张	
处总工程师			

图 2.3-10 通道大桥结构断面图

2.4. 工程的辅助和配套设施，依托公用设施

本工程约 240 万 m^3 土方全部外购开山土或其他回填土方。

项目北侧为山地，山顶标高近+20~+60m。该区域需要进行开山，通过机械开挖或爆破的方式开挖至陆域形成标高+4.8m，港区形成陆域涉及开山面积约为 45.47 万 m^2 ，目前相关前期手续正在办理中。

2.5. 工程施工方案、施工方法、工程量及计划进度

2.5.1. 施工条件

2.5.1.1. 施工条件

由于本工程邻近广澳二期码头，施工期的供水、供电、临时道路均已接通至港区，施工的外部条件是具备的。

本港区全年无冰冻期，但受风、雨、高温的影响，特别是受台风的影响，施工时需充分做好防台措施。

本工程所需的工程建筑材料主要为砂石料、水泥、钢材等。工程所需砂石料可就近采购，陆域形成所需回填料可来自码头基槽开挖和水域疏浚；沉箱的预制可在周边的预制场进行预制，然后水运至现场。

钢材、水泥、木材可在广东省大型钢厂、水泥厂、木材厂中选择供货。华南地区专业化施工企业和施工队伍众多，建港经验丰富，施工机具完备，施工力量和技术完善，有较强的施工管理能力。

2.5.1.2. 回填料来源分析

(1) 疏浚土来源

根据资料初步调查，工程区附近土层主要为淤泥、粘土~粉质粘土，砂土等。工程区附近区域由于港池、疏浚需要，产生大量疏浚料，其主要为含水量高、强度低的淤泥、淤泥质土等软土，吹填后的场地必须进行软基处理才能满足使用要求。目前来源主要为本工程港池水域疏浚。

(2) 开山土石

可外购开山石，石料来源可能是本工程北侧山地，山顶标高近+20~+60m。已有地质钻孔揭示地面以下分别为残积土、全风化花岗岩、强风化花岗岩和微风化花岗岩等。可考虑用于本工程回填土。

2.5.2. 施工方案

2.5.2.1. 设计方案

本工程施工采用“先围后填”的总体施工工艺，整体上可分为两个阶段，先开展集装箱泊位 8-10 泊位、通用泊位 11-14 泊位作业区及后方堆场填海施工，然后开展通用泊位区 15-17 泊位及后方堆场区、广澳站区域施工。

2.5.2.2. 水域疏浚

根据地质条件，港池区域表层为淤泥及砂土。本工程疏浚船舶采用 3500m³/h 绞吸式挖泥船、抓斗挖泥船+泥驳组合进行施工。水域疏浚土类性质较好的疏浚土由绞吸船挖起后，吹填至本工程填海造陆区域；边角区域考虑采用 8m³抓斗挖泥船进行施工，运至本工程填海造陆区域。

港池应分区段、分条、分层开挖，按设计边坡放坡，台阶式开挖法形成边坡。挖泥平面使用 GPS 定位，开挖高程使用挖深显示仪控制。按设计要求，港池超宽、超深按设计要求控制。本工程疏浚工程量为 1794.06 万 m³，其中炸礁量为 44.54 万 m³。水域疏浚至-16.6m，取土面积为 235.3hm²。

疏浚土各分类疏浚量详见表 2.5-1，疏浚范围详见图 2.5-2，疏浚工程量计算网格详见图 2.5-3。炸礁范围详见图 2.5-4，疏浚工程量采用网格量计算。

表 2.5-1 疏浚土分类疏浚量统计表

土类	2 级	3 级	4 级	6 级	7 级	12 级	合计
数量 (万 m ³)	511.32	290.51	45.70	320.98	581.01	44.54	1794.06

基本施工工艺和陆域吹填工艺流程为：

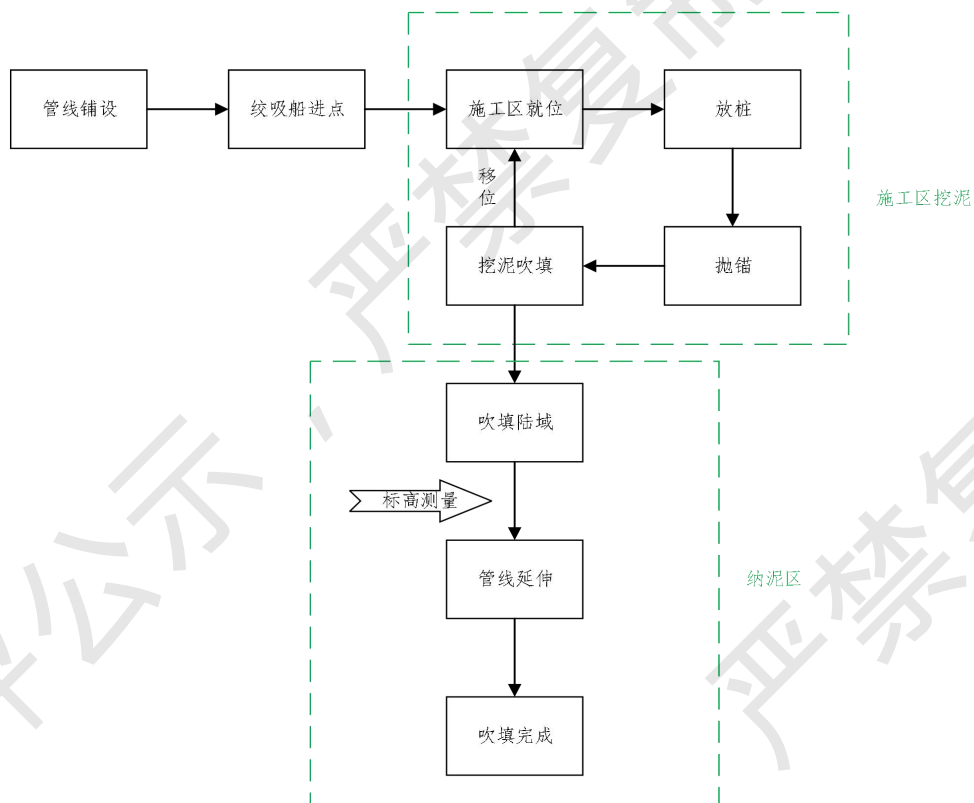


图 2.5-1 陆域吹填工艺流程图

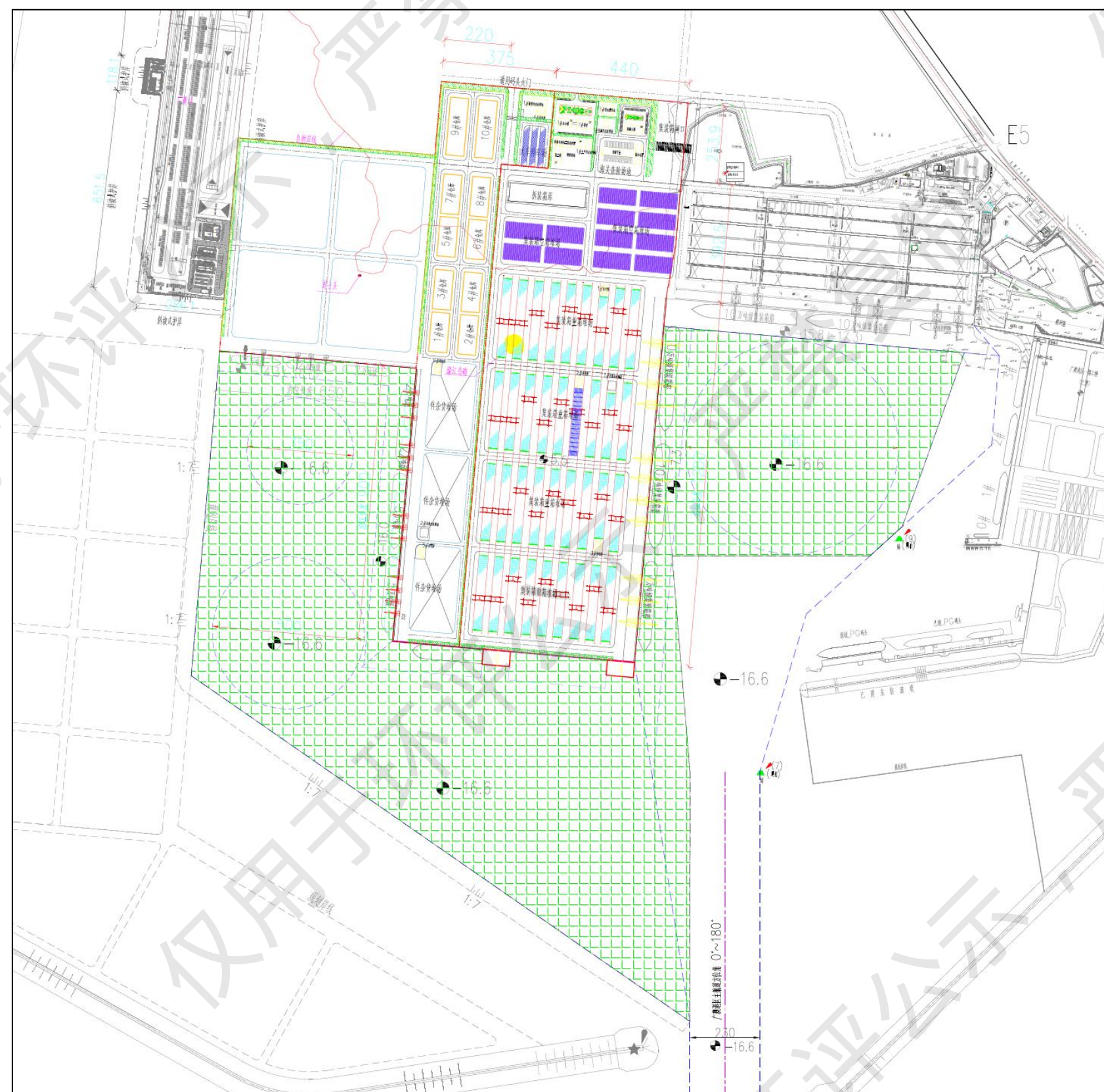


图 2.5-2 疏浚范围图

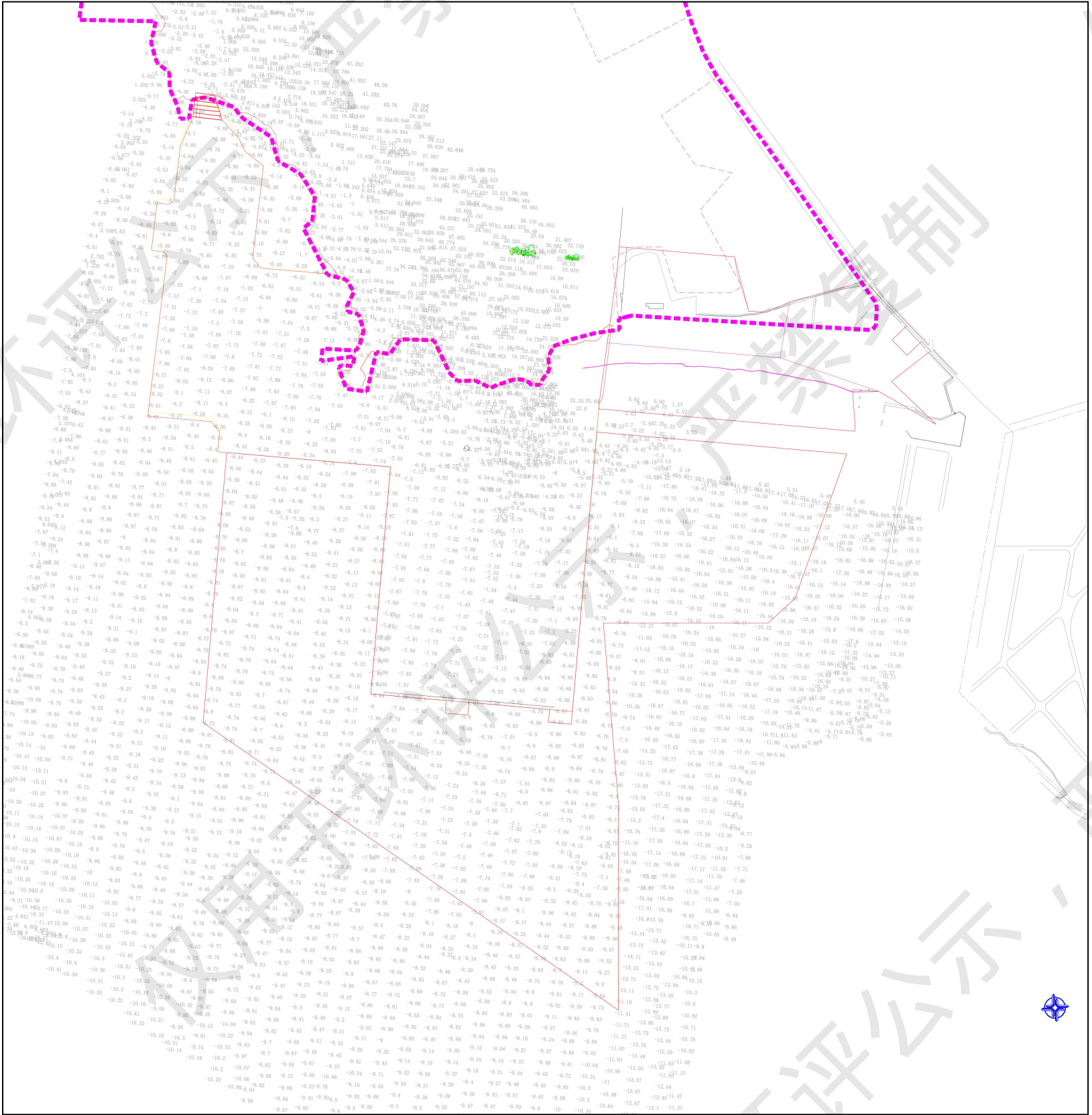


图 2.5-3 项目区域水深地形图

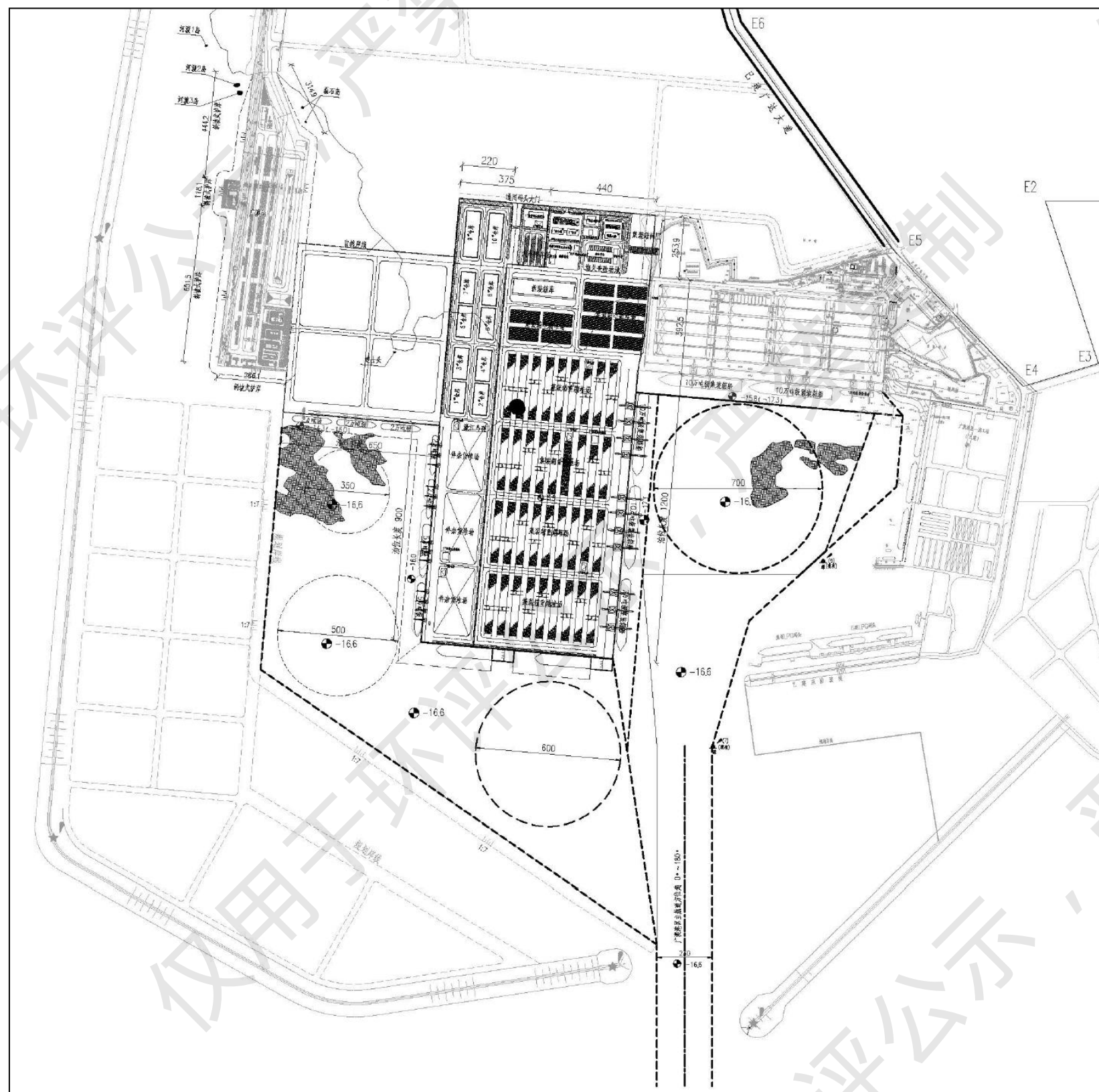


图 2.5-4 炸礁范围图

2.5.2.3. 水下炸礁

1、施工作业流程

水下炸礁量约为 44.54 万 m³，采用微差起爆网路，起爆完成后进行清礁，具体施工工艺流程图如下所示。

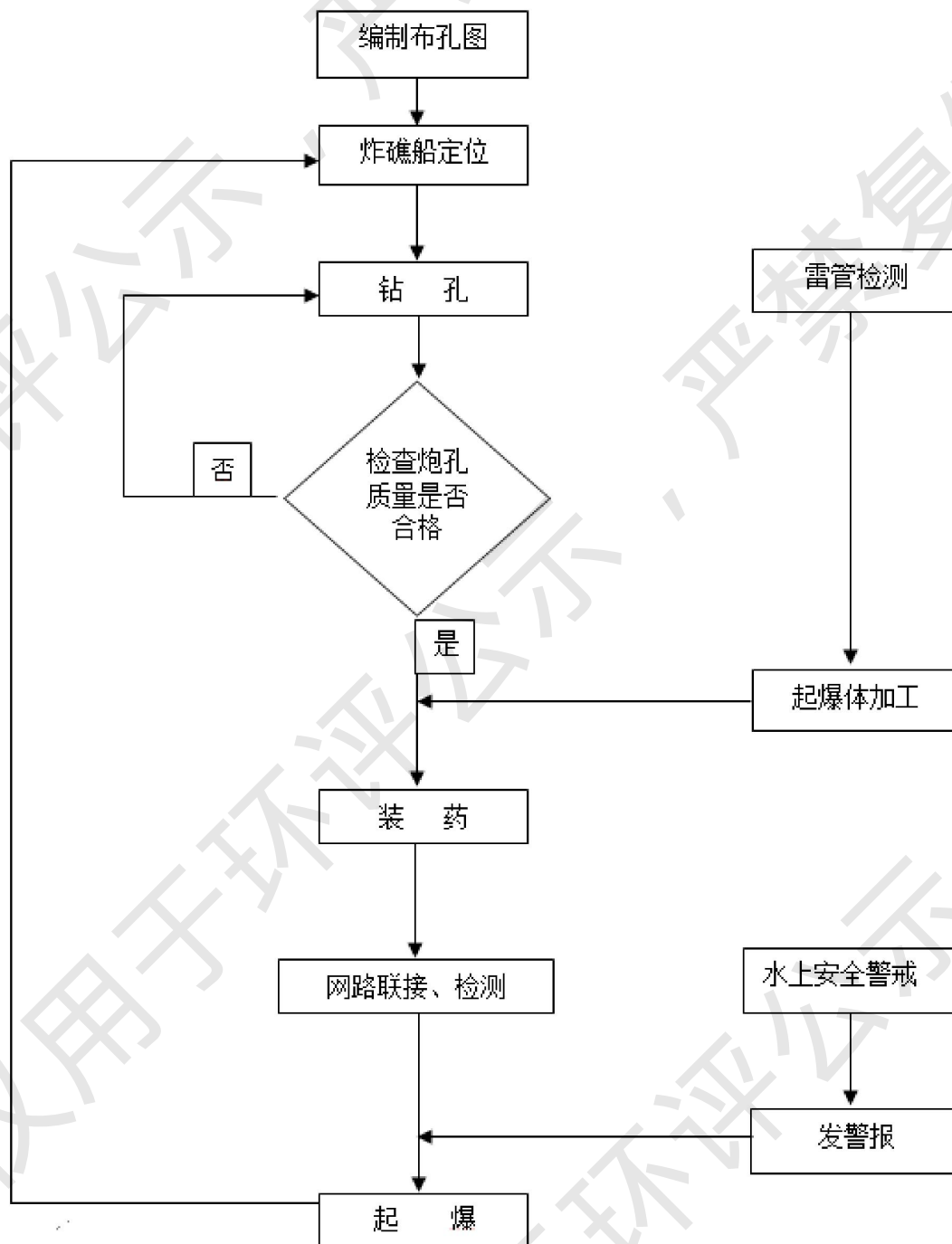


图 2.5-5 炸礁工艺流程图

1、装药量

本工程采用特定的塑料筒装柱状乳化炸药，钻孔钻完并经验收合格后，炮工按要求进行装药。单孔装药量小于 25kg，一般控制在 15~25kg；每响布置 5~10 个孔，每响起爆装药量 125~250kg，控制单次起爆药量不超过 250kg。因港池处于运营状态，为了避免爆破震动对船舶及周边建筑物造成危害，本工程炸礁采用微差爆破以达到减震效果。一组爆破作业由多次单响爆破组成，通过延迟控制实现连续单响爆破，微差时间取为 100 毫秒。

2、起爆

本工程采用微差起爆网路，雷管为防水的毫秒导爆管雷管，每个起爆体内装两发并联的导爆管雷管，整个起爆网路采用簇联的方式联接。导爆管雷管由电雷管引爆，再引爆炸药。

起爆网路联接、检测完成后，移船至安全范围，并按设计安全距离和安全要求警戒，确认船舶、水中人员等都在危险区以外，发出放炮信号后，才能起爆。

3、清礁

本项目采用 8m³以上抓斗船进行清礁作业。全部用于本项目陆域形成回填料。

2.5.2.4. 重力式结构型式（码头沉箱、直立式护岸工程）

基槽挖泥：重力式结构的基槽采用抓斗船开挖和凿岩清渣作业。挖泥船舶通过 GPS 定位系统进行疏浚开挖的测量定位。

基床垫层整平：基床整平采用二片石垫层，平整度要求达到细平。

沉箱出运及安装：预制沉箱利用半潜驳运至工程地点，采用浮吊协助安装，安装定位采用全站仪测量定位。

胸墙混凝土现浇施工：本工程现浇胸墙拟采用搅拌船工艺，胸墙现浇模板采用钢模板，由履带吊负责吊装。胸墙混凝土浇筑连续进行，分层浇筑。振捣采用插入式振捣器，振捣时应注意尽量避免碰撞钢筋、模板及预埋件。

沉箱舱格内回填：沉箱安放后箱内应及时灌水，在经历 1~2 个低潮后，应复测位置确认符合质量要求后，及时安排舱格内回填，回填采用含泥量不大于 10% 的 1~500kg 开山石，利用港池水域凿岩清渣或北区开山的石料。舱格内抽水或回填时，同一沉箱的各舱应同步进行，并控制舱面高差不大于 1m。

2.5.2.5. 斜坡式护岸工程

堤心石施工：护岸堤心采用含泥量不大于 10%的 1~500kg 开山石，利用港池水域凿岩清渣或北区开山的石料。石料采用自卸车陆上运输，GPS 移动测站定位，推土机配合推填，利用长臂反铲理坡形成设计断面。

护面及护底施工：斜坡式护岸护底块石采用水上抛理。护面块石距离堤顶较远部分采用水上抛理施工，其余部分采用陆上反铲抛理。

挡浪墙现浇混凝土施工：挡墙混凝土采用泵送混凝土，在现场立模浇注。模板采用轻型钢、木模板。

2.5.2.6. 临时围堰工程及排水口设置

1、临时围堰工程

临时围堰结构采用抛石斜坡式结构，顶高程 5.5m。堤心为 1~500kg 开山石，堤心外坡为 1: 1.5，护面根据所在位置的波浪条件采用 200~300kg 块石或者 800~1000kg 块石，后方设置倒滤结构。

2、排水口

本工程吹填区内分隔围堰上的排水口拟采用溢流堰式的结构形式，内侧排水口设置在现有场地中部的分隔围堰上。

内部排水口采用溢流式排水口，通过分隔围堰，将吹填尾水排入沉淀池，沉淀池设置在本工程西南侧，为了减少吹填尾水含泥量，设置较大的沉淀池，沉淀池与吹填区通过溢流口连接。

对外排水口计应按照尽量延长尾水流径，使吹填尾水细颗粒充分沉淀的原则进行布置。本工程在场地的西南角，吹填流径的下游，需要向是范围以外进行排水的区域，设置 2 个排水口。排水口采用埋管式排结构，并设置沉淀池。采用排水口箱与泄水管连接而成，排水口箱采用钢质结构，泄水管出水口处铺设袋装砂或块石，设置防冲刷带。对外排水口排出溢流水向南排至外海。具体排水路径详见下图。

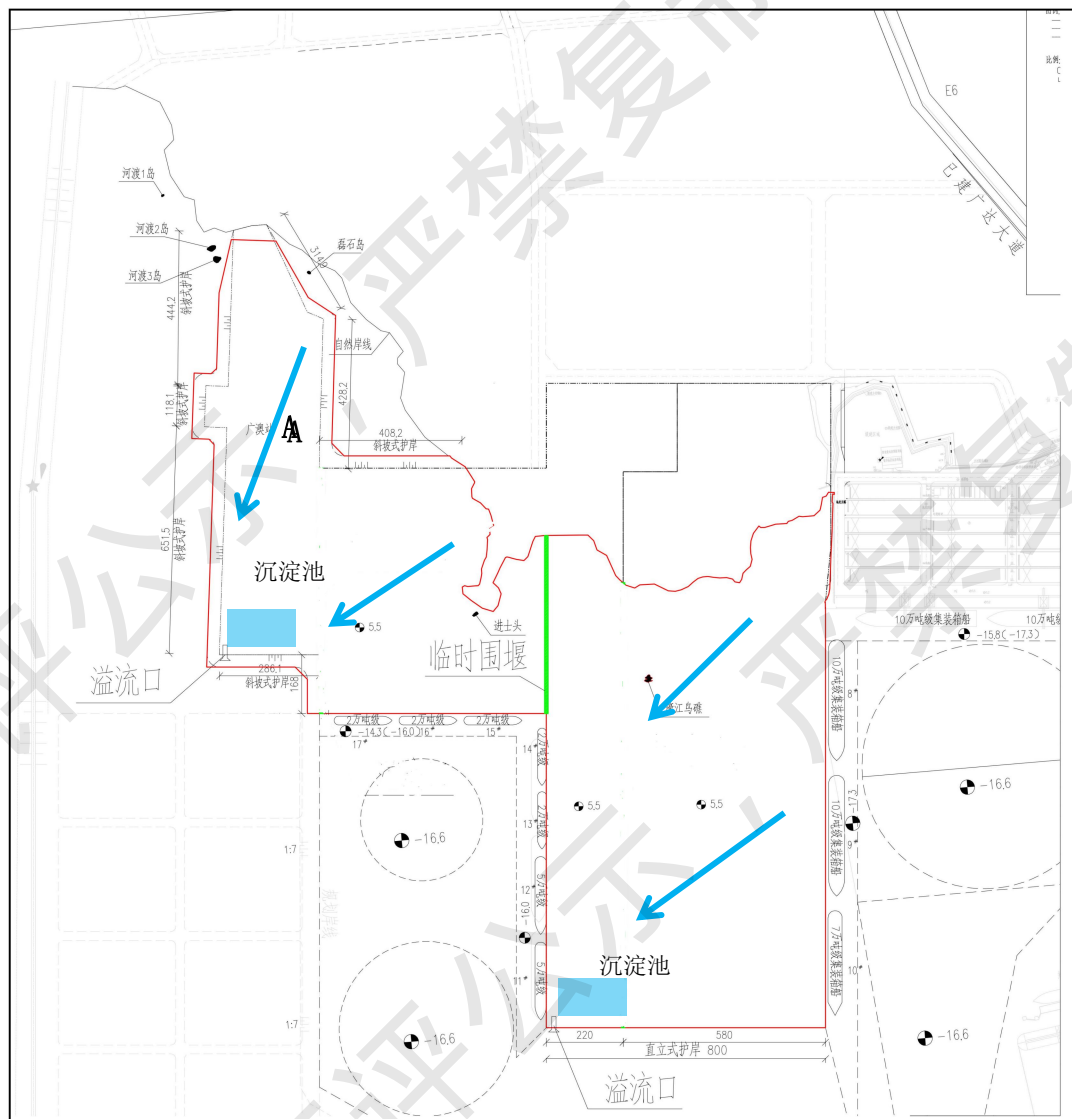


图 2.5-6 溢流口设置和排水路径图

2.5.2.7. 地基处理

本工程共分为集装箱码头区、通用码头区。其中，集装箱码头区地基处理面积约 98.5 万平米，划分为 A1、A2、A3、A4 区；通用码头区地基处理面积约 84.6 万平米，划分为 B1、B2、B3、B4、B5 区。地基处理交工标高+4.8m。

(1) 集装箱码头区

A1、A2 区采用堆载预压+强夯处理原地基软土、吹填土和开山土，A3、A4 区交工面进行表层碾压。

①A1 区、A2 区地基处理前下部回填疏浚土，然后在上部回填开山土至高程 5.5m。

②A3、A4 区原为山地，陆域形成时开挖至交工高程+4.8m。由于此区域场

地地质条件良好，开挖后对交工面进行碾压处理即可。

(2) 通用码头区

①B1、B2、B3、B5 区采用堆载预压+强夯处理原地基软土、吹填土和开山土，陆域形成方式和地基处理步骤与集装箱码头区相同。

②B4 区对交工面进行表层碾压，陆域形成方式和地基处理步骤与集装箱码头区相同。

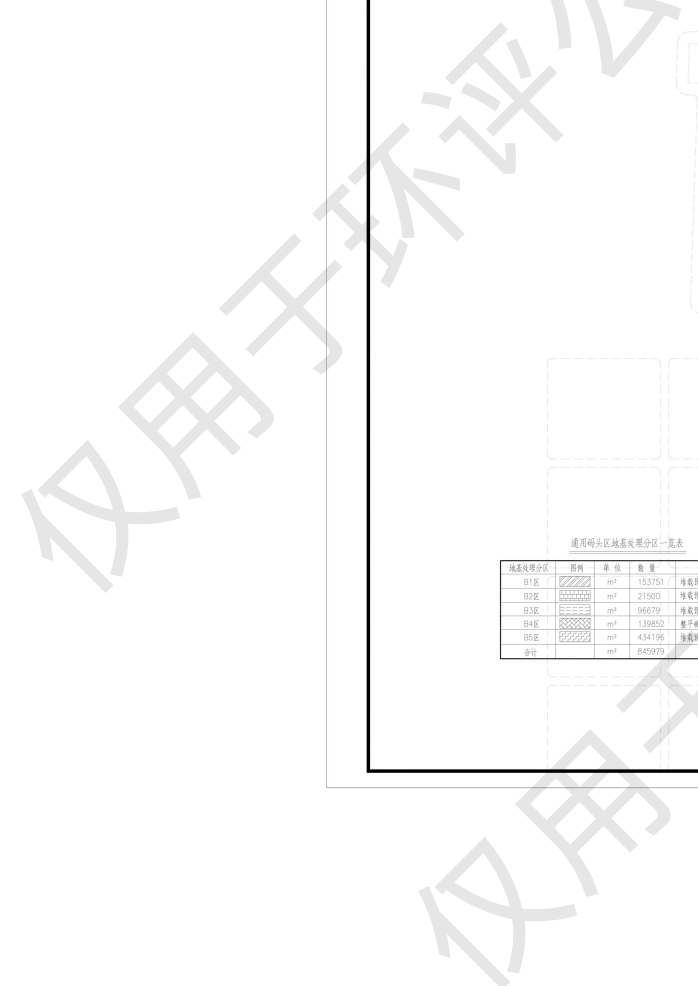


图 2.5-7 地基处理平面图

2.5.3. 工程量

本工程工程量一览表如下表 2.5-3 所示。

表 2.5-3 本工程工程量一览表

序号	项目	单位	数量
1	项目填海面积	公顷	189.7154
2	直立式护岸长度	m	800
3	码头直立式沉箱	m	2750
4	斜坡式护岸长度	m	2840
5	临时围堰长度	m	475
6	陆域形成土方量	万方	1924.85
	(1) 基槽开挖	万方	248.15 (净方量为 223.33 万方)
	(2) 港池疏浚土	万方	1794.06 (净方量为 1461.52 万方)
	(3) 回填开山石	万方	240

2.5.4. 土石方平衡

本工程填海所需土方量 1924.85 万方，其中利用疏浚土 1794.06 万方（考虑流失后净方量为 1461.52 万方，流失率 15%~20%），利用基槽开挖土 248.15 万方（考虑流失后净方量为 223.33 万方，流失率 10%），利用开山土 240 万方。本项目疏浚物全部用于陆域形成。

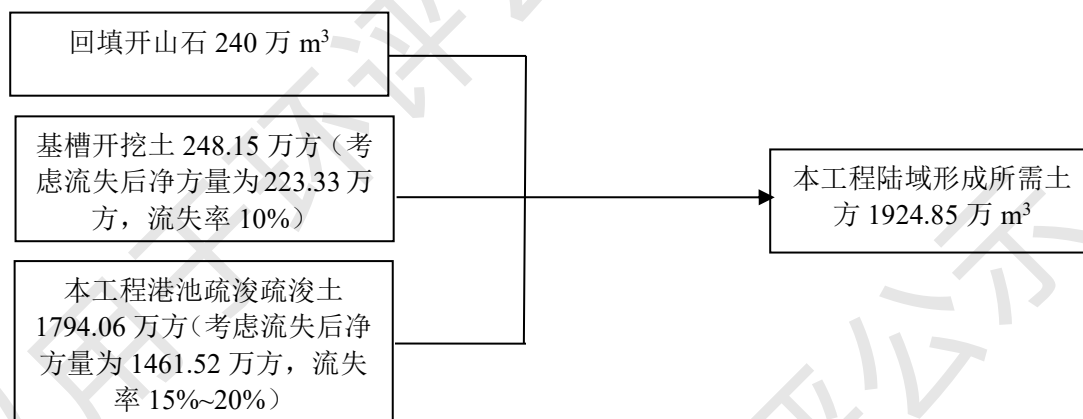


图 2.5-10 本工程土石方平衡图

2.5.5. 施工机具

本工程施工机具一览表如下表 2.5-4 所示。

表 2.5-4 施工机具一览表

序号	施工船舶	作用	艘数
1	3500m³/h 绞吸式挖泥船	疏浚	2

2	8m³抓斗挖泥船	清礁，基槽开挖	3
3	泥驳	运礁渣	6
4	钻爆船	钻孔、装药	2
5	半潜驳	沉箱出运及安装	2
6	搅拌船	浇筑混凝土	2
7	起重船	起重吊运作业	1
8	开体驳	运输、抛填石料	2
9	驳船	运输、抛填石料，配合沉箱、构件安装	4
10	挖掘机	配合抛填施工	4
11	夯平船	基床夯实	2
12	整平船	基床整平	2
13	拖轮	配合半潜驳、起重船及拖运沉箱安装	4
14	履带式起重机	配合沉箱、构件安装	2
15	汽车式起重机	模板、钢筋吊运，附属设施吊装	2
16	自卸汽车	石料、小型构件运输	5
17	长臂反铲	护岸理坡	2
18	砼搅拌车	运送砼	3

2.5.6. 施工进度安排

本项目建设周期约 5 年。详见下表 2.5-5 所示。

表 2.5-5 施工总体进度表

序号	工程内容	月份	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60
一	施工准备		■																			
二	一突堤及 8#~14#泊位																					
1	临时围堰施工		■	■	■																	
2	基槽开挖				■	■	■	■	■													
3	基床工程					■	■	■	■	■												
4	沉箱预制、安放		■	■	■	■	■	■	■	■												
5	箱内回填				■	■	■	■	■	■	■											
6	墙后回填						■	■	■	■	■											
7	水域疏浚与清礁										■	■	■	■	■	■	■	■	■			
8	陆域形成										■	■	■	■	■	■	■	■	■			
9	胸墙浇筑							■	■	■	■	■										
10	地基处理										■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
三	15#~17#泊位																					

[illegible]

2.6. 工程占用海岸线、滩涂和海域状况

1、项目用海

根据《汕头港广澳港区三期工程海域使用论证报告书（报批稿）》，汕头港广澳港区三期工程陆域形成工程建设填海造地用海面积 189.7154 公顷、透水构筑物用海 0.8353 公顷，用海类型为交通运输用海中的港口用海。

本工程宗海界址图见图 2.6-1、图 2.6-2。

2、项目用岛

根据《汕头港广澳港区三期工程无居民海岛开发利用项目论证报告（报批稿）》，项目占用濠江鸟礁和进士头无居民海岛垂直投影面积各 0.0317 公顷和 0.0128 公顷。

3、项目占用岸线

本项目共占用达濠岛(有居民海岛)岸线长 2149m，占用无居民海岛自然岸线长度为 140m(其中濠江鸟礁 93m，进士头 47m)，占用岸线长度总计 2289m。

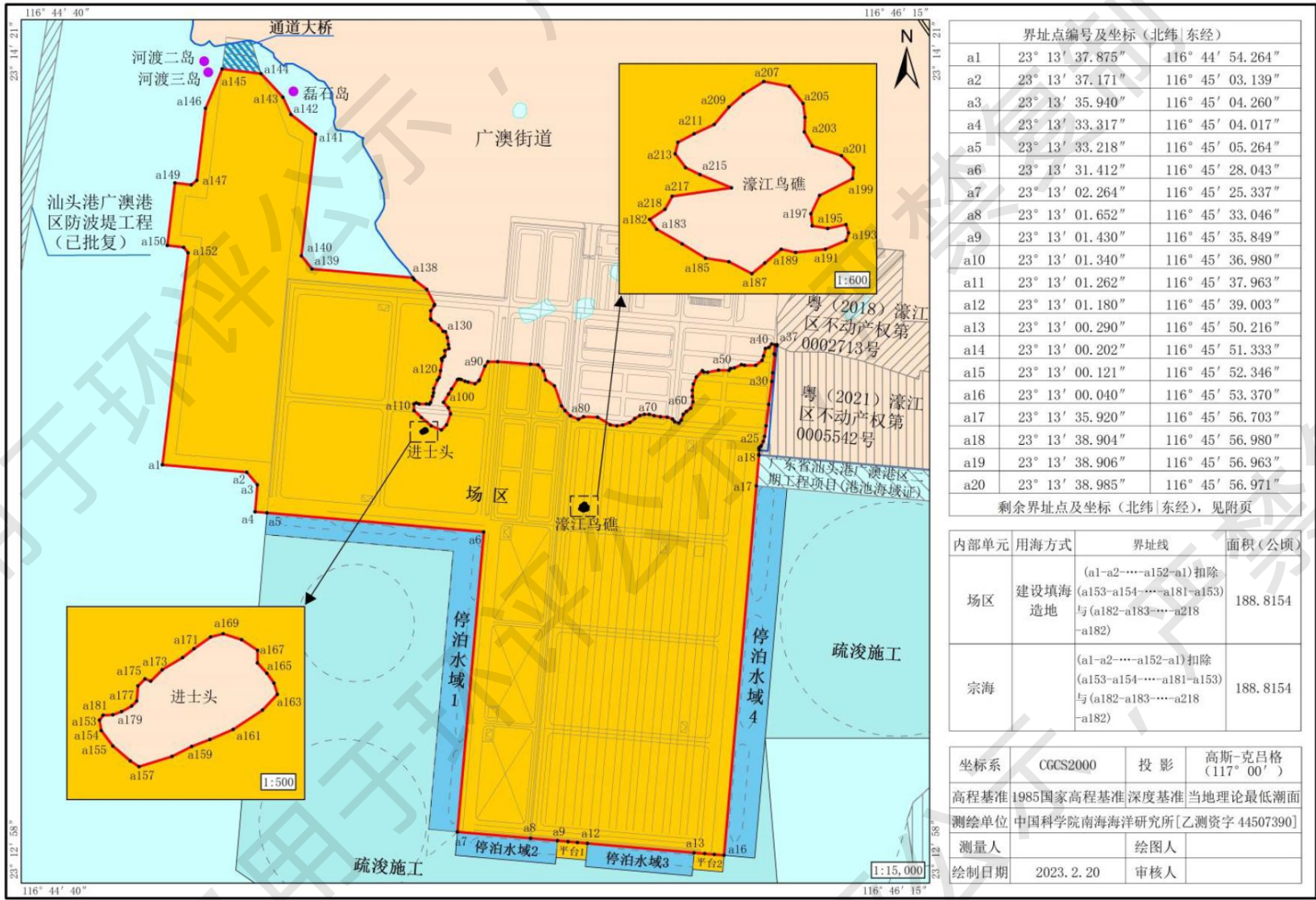


图 2.6-1 宗海界址图 (填海成陆部分 1)

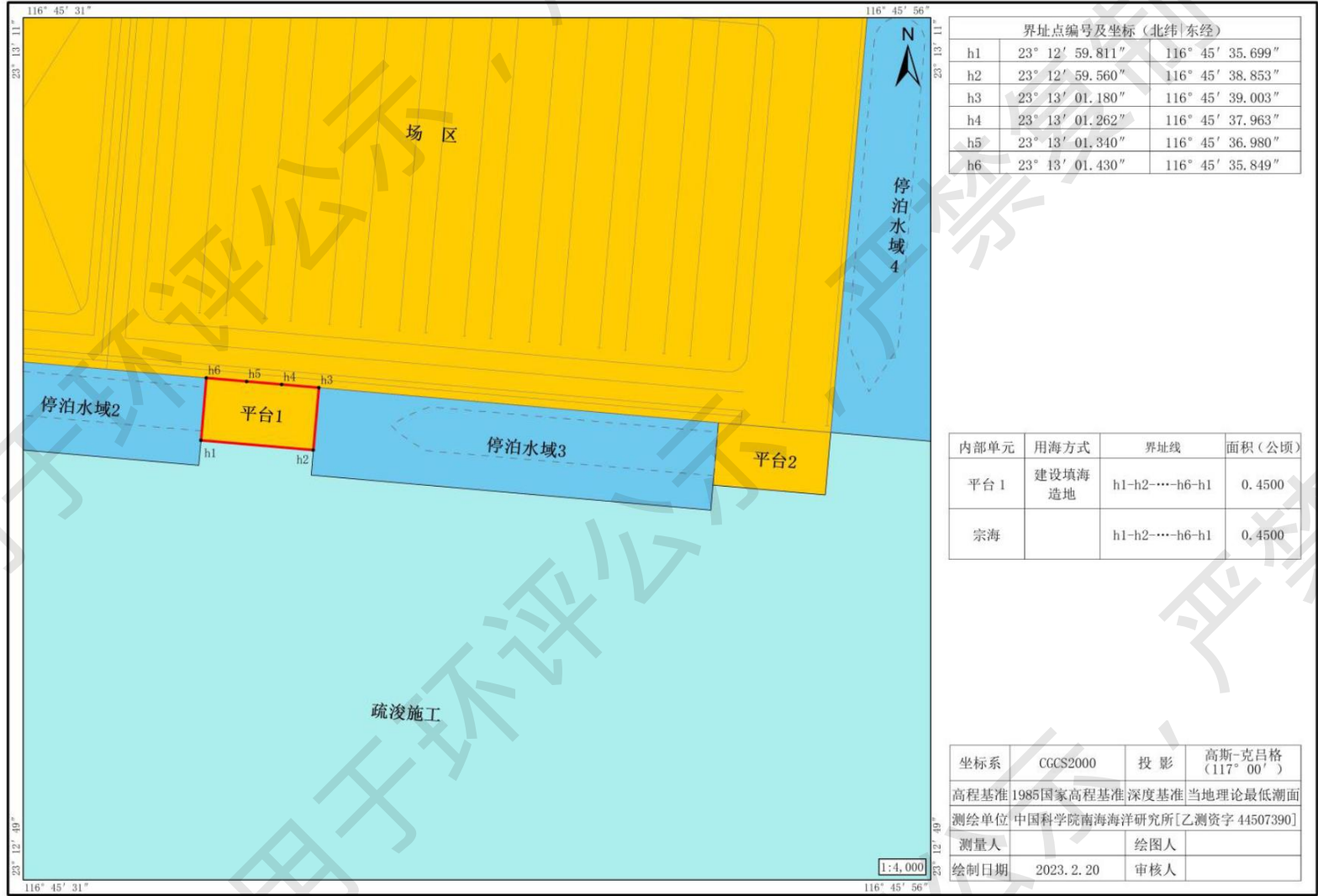


图 2.6-2 宗海界址图（填海成陆部分 2）

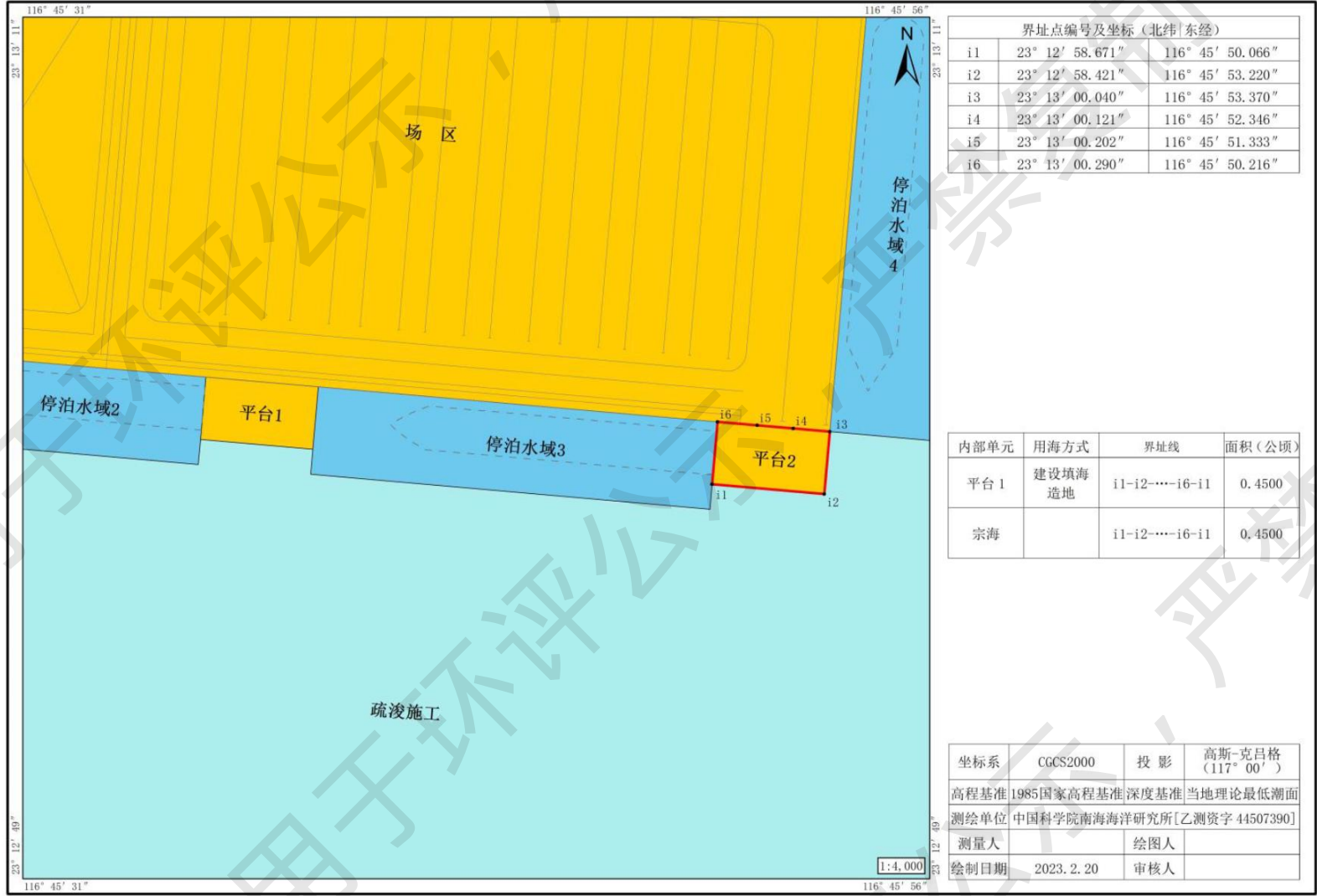


图 2.6-3 宗海界址图（填海成陆部分 3）

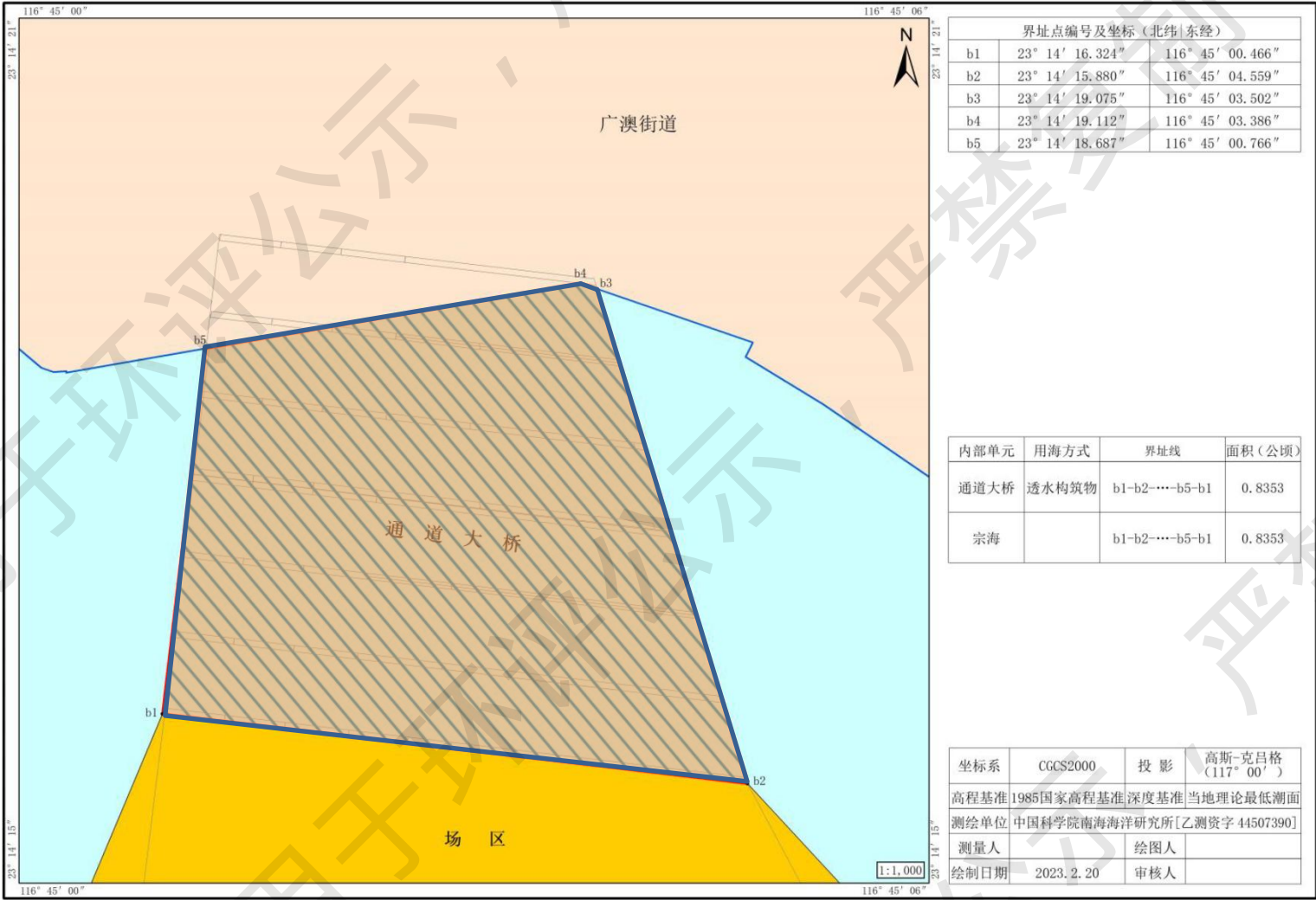


图 2.6-4 宗海界址图 (通道大桥)

3. 工程分析

3.1. 生产工艺与过程分析

本次环境影响评价仅针对汕头港广澳港区三期工程陆域形成工程,不包含港口项目运营期环境影响,本节针对填海工程的施工期产污环节进行分析。

工程采用先围后填的填海施工工艺,污染物产生的主要环节为:护岸工程及填海工程。

一、主要的污染因素包括:

(1) 水质环境污染因素分析

①护岸施工过程中产生悬浮物、填海工程溢流悬浮物,主要污染物为SS。

②港池疏浚、炸礁产生悬浮物,主要污染物为SS。

③施工船舶废水包括船员生活废水和施工船舶含油污水,主要污染物为COD、NH₃-N和石油类。

(2) 固体废物污染因素分析

施工期产生的固体废物主要为施工船舶垃圾。

二、主要的非污染环境影响:

包括项目占海对海洋生态资源的影响以及项目建设引起的水动力及冲淤条件变化。

3.2. 工程施工期环境污染影响分析

3.2.1. 施工水污染物源强估算

本项目水上施工涉及围填海、疏浚、炸礁、水工结构施工,对环境的影响主要发生在清淤开挖、炸礁、抛石、吹填溢流等污染环节。

而本项目施工期地基处理采用真空预压方式,产生的孔隙水是经过长时间沉淀后的外排水,水质较清,悬浮物人为增加浓度小于10mg/L,因此地基处理过程中产生的孔隙水采用溢流口进行排海,对海水水质产生影响较小。

(1) 基槽开挖

基槽开挖采用8m³的抓斗式抓泥船,8m³的抓斗式挖泥船挖掘频率取3min/次,则可估算出挖泥效率为160m³/h,泥水比例按2:1计,泥沙干容重按1500kg/m³,悬浮泥沙发生量产生量按抓泥量的5%计,则悬浮泥沙的源强为=160m³/h×2/3×0.05×1500kg/m³=2.22kg/s。

(2) 块石抛填（斜坡式护岸、临时围堰）

抛石一方面将细颗粒物带入水中增加水体悬浮物浓度，另一方面抛石挤出的海底沉积物也会产生悬浮物，两者共同使水体的悬浮物浓度迅速升高。

结合工程特点，石料泥沙含量小，故这里不计抛石直接带入水中的细颗粒物对水体悬浮物浓度增高的贡献。块石抛填引起的悬浮源强按下式计算：

$$S=(1-\theta)\cdot\rho\cdot\alpha\cdot P$$

式中：

S 为挤淤的悬浮物源强（kg/s）；

θ 为淤泥天然含水率(%)，取 50%；

ρ 为淤泥中颗粒物湿密度(g/cm³)，1500kg/m³；

α 为淤泥中悬浮物颗粒所占百分率(%)，一般人为淤泥中颗粒小于 0.05mm 的颗粒全部悬浮，取 45%；

P 为平均挤淤强度，根据本工程设计方案，临时围堰、斜坡式护岸抛石强度为 200m³/h，挤淤强度按照抛填效率 10%计算， P 取 0.0056m³/s。

本工程抛石点源的悬浮泥沙平均源强约为 1.89kg/s。

(3) 港池疏浚

本工程后方陆域吹填采用绞吸式挖泥船，作业效率为 3500m³/h，输泥管内充泥系数按 0.3 计。边角区域考虑采用 8m³抓斗挖泥船进行施工，运至本工程填海造陆区域。

根据《水运工程建设项目环境影响评价指南》（JTS/T 105-2021），采用经验公式计算。

$$Q = R/R_0 \cdot T \cdot W_0$$

式中： Q ——疏浚作业悬浮物源强（t/h）；

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

R_0 ——发生系数 r_0 时的悬浮物粒径累计百分比(%)，无实测资料时可取 80.2%；

T ——挖泥船疏浚效率（m³/h）；

W_0 ——悬浮物发生系数（t/m³），无实测资料时可取 38.0×10⁻³t/m³。

则悬浮物发生率 Q 为：89.2%/80.2%×3500×0.3×38/3600=12.33kg/s。

边角区域采用 8m³ 的抓斗式抓泥船，工作效率按 160m³/h 计，底泥干重为

1500kg/m³，悬浮泥沙发生量取抓泥量的 5%，则每艘抓斗船疏浚产生的悬浮泥沙源强均为 2.22kg/s。

(4) 吹填溢流

在采取环保措施后，考虑实际最不利情况，溢流口SS浓度可以控制在 1000-1800mg/L 以内，按 2 艘 3500m³/h 的绞吸式挖泥船吹填作业来估算

($2 \times 3500 \text{ m}^3/\text{h} \times 1500 \text{ mg/L} \div 3600 \text{ s} = 2.92 \text{ kg/s}$)，溢流口源强约为 2.92kg/s，预测计算中以此作为溢流悬浮物预测源强。

(5) 陆域回填悬浮物源强

本项目施工期间陆域回填土石方量约为 240 万 m³，此过程中会产生少量悬浮物，对周围海域水环境和海洋生态环境产生一定的影响，陆域回填排放的泥砂主要发生在溢流口排出的混水中所夹杂的悬浮物，由于整个回填在围好的护岸内进行，从护岸渗透出海的海水经碎石倒滤层及土工布过滤后，悬浮物含量较低。

(6) 炸礁

本工程炸礁量约 44.54 万 m³，采用水上钻孔爆破，抓斗船清渣。假使每次炸礁量为 1000m³，根据水下作业的相关研究，由于沉积的淤泥颗粒与相对应的水动力条件是相匹配的，在强外力作用下起悬泥沙比例不超过 5%，每次爆破起悬沙量约为 50m³，细颗粒密实淤泥干容重取为 1.5t/m³，由此折算每次爆破起悬沙量约为 75t。

(7) 船舶生活污水

类比同类项目施工分析，本项目水上作业按施工高峰期估算，施工船舶同时作业按 10 艘计，主要为挖泥船、运输船、施工船、交通船、多功能作业船及方驳等。工作船按每艘 15 人计，则本项目水上施工作业最多人员约为 150 人，生活污水的发生量按照每人每天 80L 计算，生活污水的发生量最大为 12m³/d。主要污染因子为有机污染物，主要污染物特征浓度：COD: 350mg/L，氨氮 35mg/L，估算工程施工期间船舶生活污水中 COD 和氨氮排放量分别约为 4.20kg/d 和 0.42kg/d。施工船舶生活污水由有资质单位接收处理。

(8) 陆域施工生活污水

按施工高峰期 250 人/日估算，生活污水的发生量按照每人每天 80L 计算，则生活污水发生量约 20.0m³/d，污水中 COD 和氨氮浓度分别按 350mg/L 和 35mg/L 计，估算工程施工期间陆域生活污水中 COD 和氨氮排放量分别约为 7kg/d

和 0.7kg/d。在施工场地设可移动式环保厕所进行收集，贮存，由当地环卫部门进行接收处理。

(9) 船舶机舱油污水

本工程水上同时作业最多船舶数约为 10 艘，主要为挖泥船、起重船、多功能作业船等。船舶舱底油污水发生量挖泥船以 0.5t/d·艘计，则每天共产生油污水 5t。机舱油污水的含油量按 5000mg/L 估算，则石油类污染物的发生量约为 25kg/d。

施工期船舶含油污水由有资质的单位接收处理，施工船舶不会直接向水体排放油污水。

3.2.2. 施工期废气污染源强

拟建工程施工期间对大气环境产生影响的主要因素是土建施工、物料运输产生的粉尘；施工机械、设备、车辆、船舶产生的无组织尾气。

(1) 粉尘

①施工场地面源粉尘源强

施工期间的粉尘污染主要决定于施工作业方式及风力等因素，其中受风力因素的影响最大。

各项施工活动粉尘排放量的类比调查结果详见表 3.2-1。

表 3.2-1 各项施工活动粉尘排放量的类比调查结果一览表

序号	施工区域	施工活动类型	粉尘排放量 (g/s)
1	场地堆填土区	运料车卸料	0.75
		工地风侵蚀	46.1
		运输卡车装料	0.48
2	场内临时堆土场工地	运输卡车卸料	0.75
		推土机推土	36
		工地风侵蚀	36.5
3	场内外运输线路	运输车在临时路面行驶	539
		运输车在水泥路面行驶	213

类比同类项目（如天津港北疆港区 C 段智能化集装箱码头工程等）建设时的实际监测情况，在沙石料堆存过程中的风蚀起尘、卡车卸料时产生的粉尘污染、道路二次扬尘、水泥拆包的粉尘污染、场地扬尘等共同作用下，未采取环保措施时，施工现场面源污染源强为 539g/s。在采取施工现场场地硬化，定期压实地面、洒水、清扫，运输车辆按时进行冲洗；建设临时仓库施工垃圾及时清运等环保措施后施工场地污染源强能够降至 140g/s。

②运输车辆粉尘污染源强

类比同类港口的监测情况对沙石料汽车运输线路两侧 20~25m、车流量约 400 辆/d 的 TSP 监测结果，运输线路两侧 20~25m 的 TSP 增加量为 0.072~0.158mg/m³ 之间，平均增加量为 0.115mg/m³。

(2) 施工机械、设备、车辆、船舶尾气

各施工机械、设备、车辆、船舶作业时会排放尾气，主要污染物为 NO_x、SO₂ 等，均为无组织排放，扩散面积大、排放污染物总量小，对周围环境影响较小，类比同类项目可得尾气中 SO₂ 产生量约为 0.05kg/h，NO₂ 产生量约为 0.04kg/h。

3.2.3. 施工期噪声污染源强

本项目施工机械一般有施工船舶、自卸卡车、强夯机、挖掘机等，其噪声值一般在 80~86dB (A)。

表 3.2-2 建筑施工场界噪声源 等效声级 L_{eq}[dB (A)]

噪声源	监测距离 (m)	作业噪声值 (dB(A))
强夯机	10	86
施工船舶	15	80
自卸卡车	10	86
挖掘机	10	85
起重机	10	85

3.2.4. 施工期固体废物

(1) 船舶固废

根据《水运工程环境保护设计规范》(JTS 149-1-2018)，施工船舶垃圾以人均 1.5kg/d 产生量计算，本项目水上施工作业人员约为 150 人，则施工船舶生活垃圾产生量约 225kg/d。

施工船舶生活垃圾委托有资质单位接收处理。

(2) 陆域固废

陆域施工人员活动过程产生的生活垃圾以人均 1.5kg/d 产生量计算，按 250 人/日估算，则每天产生约 375kg/d 的生活垃圾，由市政环卫部门统一处理。

施工期主要污染物排放见表 3.2-3。

表 3.2-3 施工期主要污染物排放情况

类别	污染源	产生情况	主要污染物	拟采取措施	排放情况
废水	斜坡护岸结构抛石	1.89kg/s	悬浮物	自然排放	1.89kg/s
	基槽开挖	2.22kg/s	悬浮物	自然排放	2.22kg/s
	港池疏浚	12.33kg/s	悬浮物	自然排放	12.33kg/s
	吹填溢流	1.46kg/s	悬浮物	自然排放	1.46kg/s
	炸礁	75t/次	悬浮物	自然排放	75t/次
	船舶机舱油污水	5t/d	石油类, 0.24kg/d	委托有资质的单位接收处理	0
	船舶生活污水	12m³/d	COD, 4.20kg/d 氨氮, 0.42kg/d		0
	陆域生活污水	20.0m³/d	COD, 7.0kg/d 氨氮, 0.70kg/d	在施工场地设可移动式环保厕所进行收集, 贮存, 由当地环卫部门进行接收处理。	0
废气	施工粉尘	423g/s	颗粒物	定期洒水、清扫; 运输车辆按时进行冲洗	140g/s
	运输车辆粉尘	0.115mg/m³	颗粒物		0.115mg/m³
	施工机械废气	/	SO ₂ 、NO _x	采用油耗低的车辆工机械正常运行; 保持施工机械正常运行	/
噪声	起重机	80~86dB	等效声级	自然传播	80~86dB
	自卸卡车				
	挖掘机				
	挖泥船				
固体废物	陆域垃圾	375kg/d	生活垃圾	由市政环卫部门统一处理	0
	船舶垃圾	225kg/d		委托有资质单位接收处理	0

3.3. 工程非污染环境影响分析

工程各阶段造成的主要非污染生态影响主要为工程建成后对周围海域水动力及生态环境的影响。

一、项目占海对海洋生态资源的影响

由于本工程将占据一定面积的海域, 护岸建设、填海施工、港池疏浚均会对底质生态环境造成扰动和破坏, 造成底栖生物永久性损失, 建设单位应进行生态补偿, 弥补工程建设对海洋生态环境的影响。

二、项目建设引起的水动力及冲淤变化的影响。

水文动力条件的改变主要体现在流速和流向变化,上述两方面的变化会影响海水中污染物质的扩散,会影响近岸表层沉积物时空分布特征,同时水动力扰动变化还会影响浮游植物的生长。水动力条件改变会进一步破坏海域冲淤平衡,可能造成大陆及海岛岸线变化。

3.4. 环境影响要素和评价因子的分析与识别

通过对工程环境影响因素及各污染物排放状况的分析,工程环境影响识别见表 3.4-1。

表 3.4-1 环境影响要素和评价因子分析一览表

评价时段	环境影响要素	评价因子	工程内容及其表征	影响程度与分析评价深度	分析评价内容所在章节
施工期	海洋生态	底栖生物鱼卵、仔稚鱼	填海掩埋、施工悬浮物影响	+++	6.5
	海洋水文动力	流速、流向	填海影响	++	6.1
	冲淤	淤积、冲刷速度	填海影响	++	6.2
	海水水质、沉积物	COD、氨氮、石油类、SS	船舶污水、施工悬浮物影响	+	6.3
注：+ 表示环境影响要素和评价因子所受到的影响程度为较小或轻微，需要进行简要的分析与影响预测； ++ 表示环境影响要素和评价因子所受到的影响程度为中等，需要进行常规影响分析与影响预测； +++ 环境影响要素和评价因子所受到的影响程度为较大或敏感，需要进行重点的影响分析与影响预测。					

4. 区域自然环境概况

4.1. 自然环境现状

4.1.1. 气象

汕头海洋站（116°46'00"E，23°13'00"N）的实测资料（2007年06月～2015年12月）分析结果，代表汕头区域的气候与气象特征，项目所在地汕头地处祖国大陆东南部，属亚热带季风气候区。其主要气候特点是：气候温暖，雨量充沛，雨热同季，光照充足。

4.1.1.1. 气温

本区域全年气温较高，多年年平均气温为 22.2℃，平均气温年变幅不大。平均最高气温出现在 8 月份为 30.7℃，平均最低气温出现在 1 月份为 12.6℃。

4.1.1.2. 降水

汕头区域内降水量充沛，累年平均降水量为 1222.1 毫米，年际变化较大，最大年降水量为 1603.0 毫米（2013 年），最少年降水量为 743.0 毫米（2009 年）。

4.1.1.3. 风况

汕头海洋站地处季风区，累年平均风速 4.0 米/秒，年主导风向为东北东和东向。由于汕头地处台湾海峡的西南端，南海的东北部，一年四季均可出现大风（≥8 级），大风日数年平均 32.1 天。风速玫瑰图件图 4.1-1。平均风速、最大风速与频率见表 4.1-1。

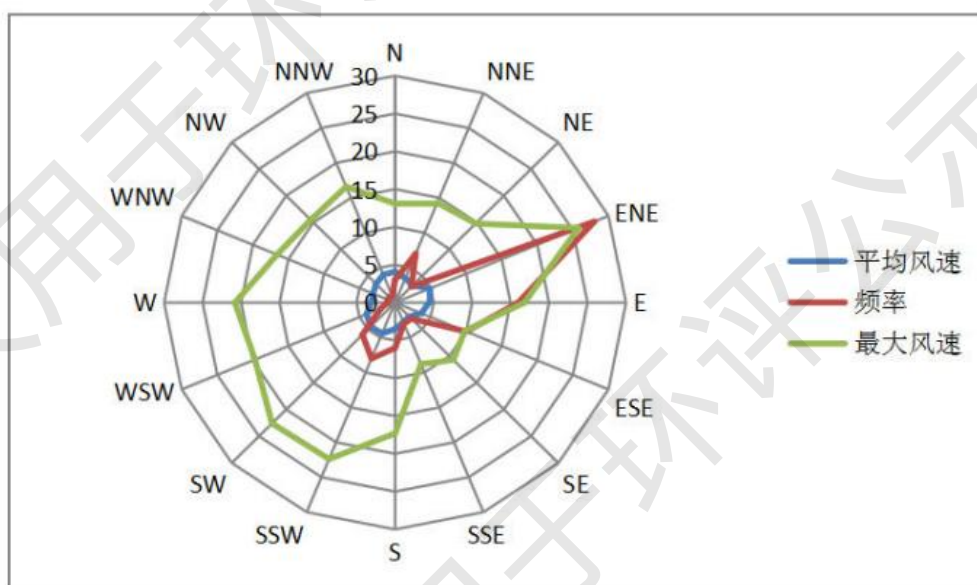


图 4.1-1 汕头海洋站风玫瑰图

表 4.1-1 汕头海洋站各风向累年各月平均风速、最大风速与频率 (%)

风向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WS W	W	WN W	NW	NN W	C
平均	4.1	3.5	3.2	4.9	4.4	3.7	2.6	2.8	3.5	4.4	4.5	4	3.1	3.1	3.5	4	
频率	3	7	3	28	16	10	3	3	6	8	6	2	1	1	1	1	1
最大	13.1	14.3	14.8	25.8	16.8	9.8	10.7	8.8	17.3	22.4	22.6	19.7	20.8	16.6	15.5	16.6	
日期	2	12	30	22	9	29	3	24	25	20	22	28	11	23	31	14	
月份	8	9	3	9	7	1	4	7	6	9	6	5	6	10	3	3	
年份	2013	2008	2014	2013	2015	2008	2014	2012	2008	2010	2009	2008	2011	2010	2014	2009	

4.1.1.4. 湿度

汕头海洋站海域相对湿度较高，多年平均值为 82%。

4.1.2. 海洋水文

4.1.2.1. 潮汐

(1) 潮汐特征

本工程海区潮汐类型属不正规半日潮混合潮型，日不等现象明显，水位高度不一致，一般相差 30cm~100cm。

本工程附近海域设有妈屿水位站，潮汐要素统计成果见图 4.1-2。

妈屿站年最高潮位出现在枯期几率稍大，为 58%，1969 年 7 月 28 日的“6903”号台风，适逢农历十五大潮期，本站出现实测最高潮位 3.10m；本站实测最低潮位 -1.85m（1970.7.19），潮位实测最大变幅 4.95m。枯水期的平均高潮位和平均低潮位均比汛期高约 10cm。基准面关系见图 4.1-2。

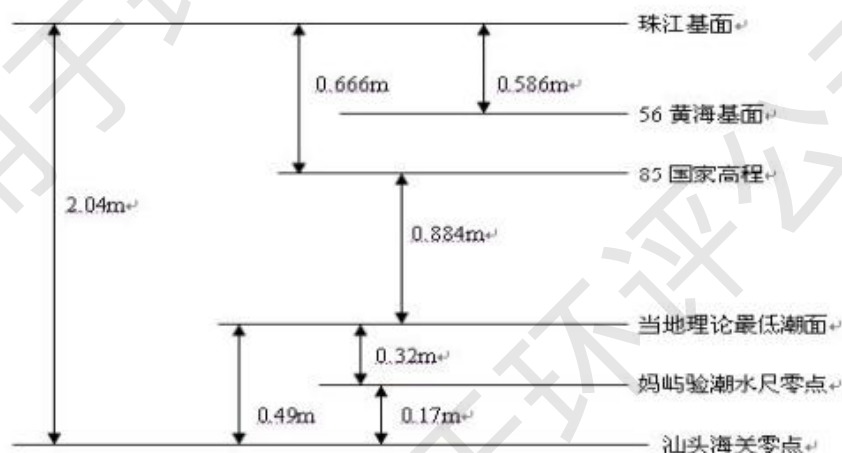


图 4.1-2 基面关系图

妈屿站潮差平均值为 1.02m，年最大涨潮差平均值为 2.33m，年最大落潮差平均值 2.00m，最大值可达 4.0m 以上。

妈屿站年平均潮差值最大变幅为 11cm，1990 年以后比 1990 年以前的平均潮差则减少了 2cm，前后两阶段变化甚微。妈屿站汛期和枯期的平均潮差基本相等，年最大潮差在汛期和枯期出现的几率也几乎相等。可见，妈屿站潮差的年际和年内变化均不大，较稳定。潮差特征见图 4.1-2。

表 4.1-2 妈屿站潮汐要素统计成果表

站名		妈屿
统计年限		1954—2003
年最高潮位	历年平均(m.珠基)	1.31
	历年最高(m.珠基)	3.1
	出现日期(a.y.d)	1969.07.28
年最低潮位	历年平均(m.珠基)	-1.64
	历年最低(m.珠基)	-1.85
	出现日期(a.y.d)	1970.07.19
年最大涨潮差	历年平均(m)	2.33
	历年最大(m)	2.63
	出现日期(a.y.d)	1968.12.21 1986.07.11
年最大落潮差	历年平均(m)	2
	历年最大(m)	3.99
	出现日期(a.y.d)	1969.07.28
多年平均高潮位	(m.珠基)	0.35
多年平均低潮位	(m.珠基)	-0.66
多年平均潮位	(m.珠基)	-0.16
多年平均涨潮差	(m)	1.02
多年平均落潮差	(m)	1.02
多年平均涨潮历时	(h: min)	6: 58
多年平均落潮历时	(h: min)	5: 28

4.1.3. 地形地貌

汕头广澳港区位于汕头市南部企望湾东侧的广澳湾内，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 15.5km，纵深 5.6km，面积 55.9km²。湾顶有达濠江与汕头港相通。广澳湾为企望湾内东部澳角与进士角之

间向西南开口的三角形小海湾，湾口宽 2.4km，纵深 1.0km，面积 1.65km²。企望湾和广澳湾都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。

根据中交第四航务工程勘察设计院有限公司 2016 年和 2020 年测量的水深地形图，广澳湾湾内水深 -5m~-8m，起步工程及一期工程港池目前已经开挖至 -13.0m，湾口水深达 -10m 以上，濒临深水而回淤轻微，是汕头港远景深水港区。广澳湾东段为近南北向的约 1km 长的花岗岩侵蚀海岸，其北段属于自然掩护条件最好的岸段，为 1994 年 8 月最先动工建设的起步工程 2 万吨级码头，2002 年 11 月动工的一期工程 5 万吨级码头以及 2016 年 5 月动工的二期工程 10 万吨级码头所在。南段由汕头海洋集团和美国加德士公司合资兴建的海洋液化石油气（LPG）工程项目，在湾口马耳角岬角处向西略偏南建设防波堤 551m，堤外建设开敞式 6.4 万吨级码头，堤内侧建 1 万吨级和 2.4 万吨级 LPG 码头。2000 年 5 月延伸防波堤达到总长度 826m 和前缘 -10m 水深，达到广澳港区规划深水港区东防波堤的要求，为广澳港区进一步的建设和发展提供了有利的掩护条件。

广澳湾中段为 1.7km 长的东西向平直沙质海岸，由东向西，自然掩护条件变差，波能强度增大，由中细砂缓坡海滩，渐变为粗砂陡坡海滩，海滩向海的水下斜坡与平缓湾底之间的坡折线的深度由东向西由 -2m 增大至 -7m，说明波能渐强，影响深度渐大。该岸段规划为广澳港区深水泊位区。

广澳湾西段狮山至进士头为 0.8km 长东西向花岗岩基岩侵蚀海岸，强波浪作用使得海滩向海的水下斜坡延伸至 -7m。

三段海岸共同组成一个向南敞开的对数螺旋线型海湾。两端的基岩海岸为侵蚀供砂（以及山坡和沟谷来砂）海岸，中段平直砂岸为接受两侧来砂（以及陆地小河沟来砂）的堆积海岸。由于花岗岩抗蚀能力强，后退缓慢，海岸侵蚀供砂及附近陆地供砂都不多，堆积海岸淤长也慢，至今仍为限于岬角之间平衡岸线以内的袋状海滩，所以整个海湾的海岸线都比较稳定。

4.1.4. 工程地质

以下分析内容引自《汕头港广澳港区三期工程#14-#16 泊位工程岩土工程勘察报告（可行性研究阶段）》（中交第四航务工程勘察设计院有限公司，2016

年 09 月)及《汕头港广澳港区三期工程岩土工程勘察报告(可行性研究阶段)》(中交第四航务工程勘察设计院有限公司,2020 年 10 月)地勘资料分析结果。

4.1.4.1. 岩土层分布及工程地质

地质勘探资料揭示,场区地层自上而下可划分为:第四系新近人工填土层(Q_4^{ml})>第四系全新统海陆交互相沉积层(Q_4^{mc})、第四系风化残积层(Q_4^{el})、燕山三期花岗岩($r_5^{2(3)}$),现分述如下:

(1) 第四系全新统新近人工填土层(Q_4^{ml})

①1 碎石:灰色,稍湿,稍密,碎石主要由中风化及少量碎块状强风化花岗岩组成,块径 2-8cm 不等,其中 0.00-0.30m 由微风化花岗岩组成,碎石间充填物为粉细砂及少量中粗砂,碎石含量约占的 65%左右。

(2) 第四系全新统海陆交互相沉积物(Q_4^{mc})

②1 淤泥:灰色,饱和,很软,滑腻,含腐殖物,稍具臭味,局部含少量粉细砂及贝壳碎片,该层部分地段表现为流泥,有机质含量较低,分布较连续。

②2 粉细砂:灰色、青灰色、褐黄色,饱和,松散~稍密,局部中密,颗粒级配不良,部分区域含少量淤泥及粘性土,局部含较多贝壳碎。该层在绝大部分钻孔均有揭示。

②2-1 粉细砂:青灰色,饱和,密实,颗粒级配不良,含少量粘性土,偶见贝壳碎。

②3 中砂.粗砂.砾砂:浅灰色、浅褐灰色,饱和,密实,颗粒级配良好,局部含少量粘性土。

②4 粘土~粉质粘土:浅灰色、棕色、灰黄色,饱和,中等,切面粗糙,粘性一般,局部含少量细砂及夹薄层粉细砂。

②5 淤泥质土:灰色,饱和,中等,切面较粗糙,局部含较多腐木碎屑,局部含少量粉砂,有机质含量较低。

③1 粘土~粉质粘土:灰色,浅灰色,饱和,中等,局部硬,切面光滑~粗糙,粘性较好,局部区域含少量粉细砂及少量腐木碎屑。

③1-1 粘土~粉质粘土：浅灰色、浅黄色，局部灰黄色，饱和，坚硬，切面较粗糙，粘性一般，本层在少部分钻孔有所揭示，但厚度相对较薄，呈透镜体状出露。

③2 中砂.粗砂.砾砂：灰黄色、黄褐色，局部灰色，饱和，密实~极密实。颗粒级配良好，局部不良，局部含少量粘粒。

③3 淤泥质土：灰色，饱和，软，切面光滑，粘性较好。

③4 粉细砂：浅灰黄色、橙黄色、局部灰色，饱和，中密，颗粒级配不良，局部夹薄层厚约 5cm 粘性土及含少量粘粒。

③4-1 粉细砂：灰色，局部灰黄色，饱和，密实~极密实，颗粒级配不良，局部含少量粘粒。

(3) 第四系全新统残积物 (Q^{el})

④残积土：黄褐色及灰黄色为主，棕色次之，稍湿，硬到坚硬土状，风化强烈除石英外，其他矿物均已风化成土，岩芯大都呈砾质粘性土状~砂质粘性土状，局部呈粉土状，遇水易软化崩解。本层大部分钻孔均有揭露，厚度及埋深变化大。

(4) 燕山三期形成的花岗岩和辉绿岩 ($r_5^{2(3)}$)

⑤全风化花岗岩：灰黄色为主，黄褐色次之，稍湿，极软岩，坚硬土状，中粒花岗结构，块状构造，主要矿物成分为石英、长石、黑云母等。风化强烈，原岩结构已经基本破坏，但尚可辨认，岩芯呈粘性土状~砾质粘性土状，局部呈粉土状，手捏易散，遇水易软化崩解。

⑤强风化花岗岩：灰黄色为主，黄褐色次之，稍湿，软岩，坚硬土状，中粒花岗结构，块状构造，主要矿物成分为石英、长石、黑云母等。风化强烈，原岩结构清晰，岩芯呈粘性土状~砾质粘性土状，局部夹中风化花岗岩岩块，手捏易散，遇水易软化崩解。

⑤中风化花岗岩：浅灰白色、灰黄色，较硬岩，局部为较软岩、坚硬岩，中粒花岗结构，块状构造，主要矿物成分为石英、长石、黑云母等，岩面较新鲜，锤击声脆、难碎。局部裂隙发育，裂隙面可见黄褐色铁锈斑渲染，岩芯完整呈短柱状，局部夹强风化花岗岩碎块。

⑤微风化花岗岩：灰白色夹灰黑色斑点，坚硬岩，中粒花岗结构，块状构造，主要矿物成分为石英、长石、黑云母等，岩面新鲜，锤击声脆、难碎。裂隙不发育，岩芯完整呈短柱状。

4.1.4.2. 岩土物理力学指标

①1 碎石：稍密，为中硬土层。

②1 淤泥（混砂）： $\omega=77.9\%$ ， $e=2.118$ ， $IL=2.36$ ， $C_q=8.6\text{kPa}$ ， $(\psi_q=1.2^\circ)$ ， $C_{cq}=11.4\text{kPa}$ ， $(\psi_{cq}=13.2^\circ)$ ， $av_{l-2}=1.904\text{MPa-1}$ ， $N=0.0$ 击，很软，局部混有粉细砂，为高压缩性低强度的软弱土层。

②2 粉细砂： $ac=33.5^\circ$ ， $am=26.6^\circ$ ， $N=9.4$ 击（5~15 击），松散~稍密，局部中密，为软弱土层。

②2-1 粉细砂： $ac=33.5^\circ$ ， $am=26.6^\circ$ ， $N=35.0$ 击，密实，为中软土层。

②3 中砂、粗砂、砾砂： $ac=36.4^\circ$ ， $am=30.9^\circ$ ， $N=34.8$ 击（32~43 击），密实，为中硬土层。

②4 粘土~粉质粘土：

$\omega=23.0\%$ ， $e=0.664$ ， $IL=0.43$ ， $C_q=22.7\text{kPa}$ ， $\psi_q=11.8^\circ$ ， $av_{l-2}=0.225\text{MPa-1}$ ， $N=5.4$ 击（5-7 击），中等，为中等压缩性中软土。

②5 淤泥质土： $\omega=44.3\%$ ， $e=1.212$ ， $IL=1.42$ ， $C_q=16.7\text{kPa}$ ， $(\psi_q=4.4^\circ)$ ， $C_{cq}=12.6\text{kPa}$ ， $(\psi_{cq}=15.2^\circ)$ ， $av_{l-2}=1.477\text{MPa-1}$ ， $N=5.3$ 击（5-6 击），中等，为高压缩性低强度的软弱土层。

③1 粘土~粉质粘土： $\omega=27.1\%$ ， $e=0.784$ ， $IL=0.67$ ， $C_q=25.4\text{kPa}$ ， $(\psi_q=10.2^\circ)$ ， $C_{cq}=28.3\text{kPa}$ ， $(\psi_{cq}=19.0^\circ)$ ， $av_{l-2}=0.216\text{MPa-1}$ ， $N=7.6$ 击（7~9 击），中等，局部为硬，为中等压缩性中软土层。

③1-1 粘土~粉质粘土： $\omega=27.1\%$ ， $e=0.784$ ， $IL=0.67$ ， $C_q=37.3\text{kPa}$ ， $(\psi_q=11.7^\circ)$ ， $C_{cq}=37.9\text{kPa}$ ， $(\psi_{cq}=20.9^\circ)$ ， $av_{l-2}=0.216\text{MPa-1}$ ， $N=22.5$ 击（16~29 击），坚硬，为中等压缩性中硬土层。

③2 中砂.粗砂.砾砂： $ac=36.5^\circ$ ， $am=31.5^\circ$ ， $N=60.1$ 击（31~100 击），密实~极密实，为中硬土。

③3 淤泥质土： $\omega=57.2\%$ ， $e=1.566$ ， $IL=1.23$ ， $C_q=32.8\text{kPa}$ ， $(\psi_q=4.0^\circ)$ ， $C_{cq}=22.0\text{kPa}$ ， $(\psi_{cq}=14.6^\circ)$ ， $av_{l-2}=1.043\text{MPa}\cdot\text{s}$ ，软，为高压缩性低强度的软弱土层。

③4 粉细砂： $ac=33.5^\circ$ ， $am=26.5^\circ$ ， $N=21.7$ 击（18~28 击），中密，为中软土。

③4-1 粉细砂： $ac=34.0^\circ$ ， $am=27.0^\circ$ ， $N=48.2$ 击（34~115.4 击），密实~极密实，为中硬土。

④残积土： $\omega=20.7\%$ ， $e=0.682$ ， $C_q=23.0\text{kPa}$ ， $(\psi_q=24.8^\circ)$ ， $C_{cq}=24.0\text{kPa}$ ， $(\psi_{cq}=25.6^\circ)$ ， $av_{l-2}=0.327\text{MPa}\cdot\text{s}$ ， $N=18.8$ 击（16~28 击），坚硬土状，为中硬土。

⑤全风化花岗岩： $\omega=30.8\%$ ， $e=0.897$ ， $C_q=31.5\text{kPa}$ ， $(\psi_q=28.9^\circ)$ ， $C_{cq}=31.5\text{kPa}$ ， $(\psi_{cq}=29.1^\circ)$ ， $N=35.3$ 击（32~45 击），极软岩，为中硬土。

⑥强风化花岗岩： $(\omega=24.8\%$ ， $e=0.789$ ， $C_q=26.1\text{kPa}$ ， $(\psi_q=29.3^\circ)$ ， $C_{cq}=31.1\text{kPa}$ ， $(\psi_{cq}=30.1^\circ)$ ， $N>50$ 击，软岩，为坚硬土。

⑦中风化花岗岩：较硬岩，局部较软岩、坚硬岩。其饱和单轴抗压强度为 41.3MPa 。

⑧微风化花岗岩：坚硬岩。其饱和单轴抗压强度为 68.5MPa 。

钻孔平面布置图、剖面图及柱状图见。

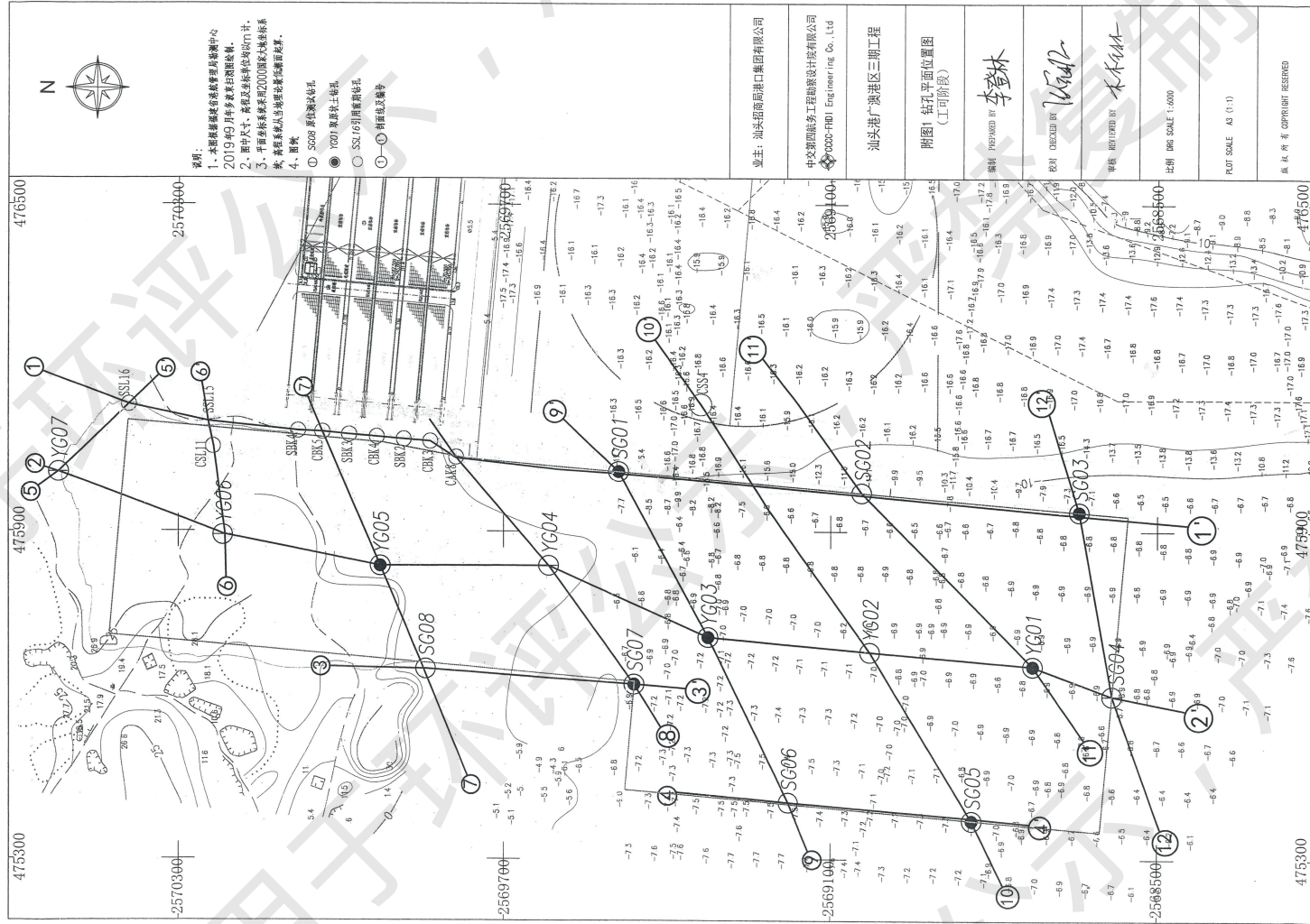


图 4.1-3 钻孔平面布置图

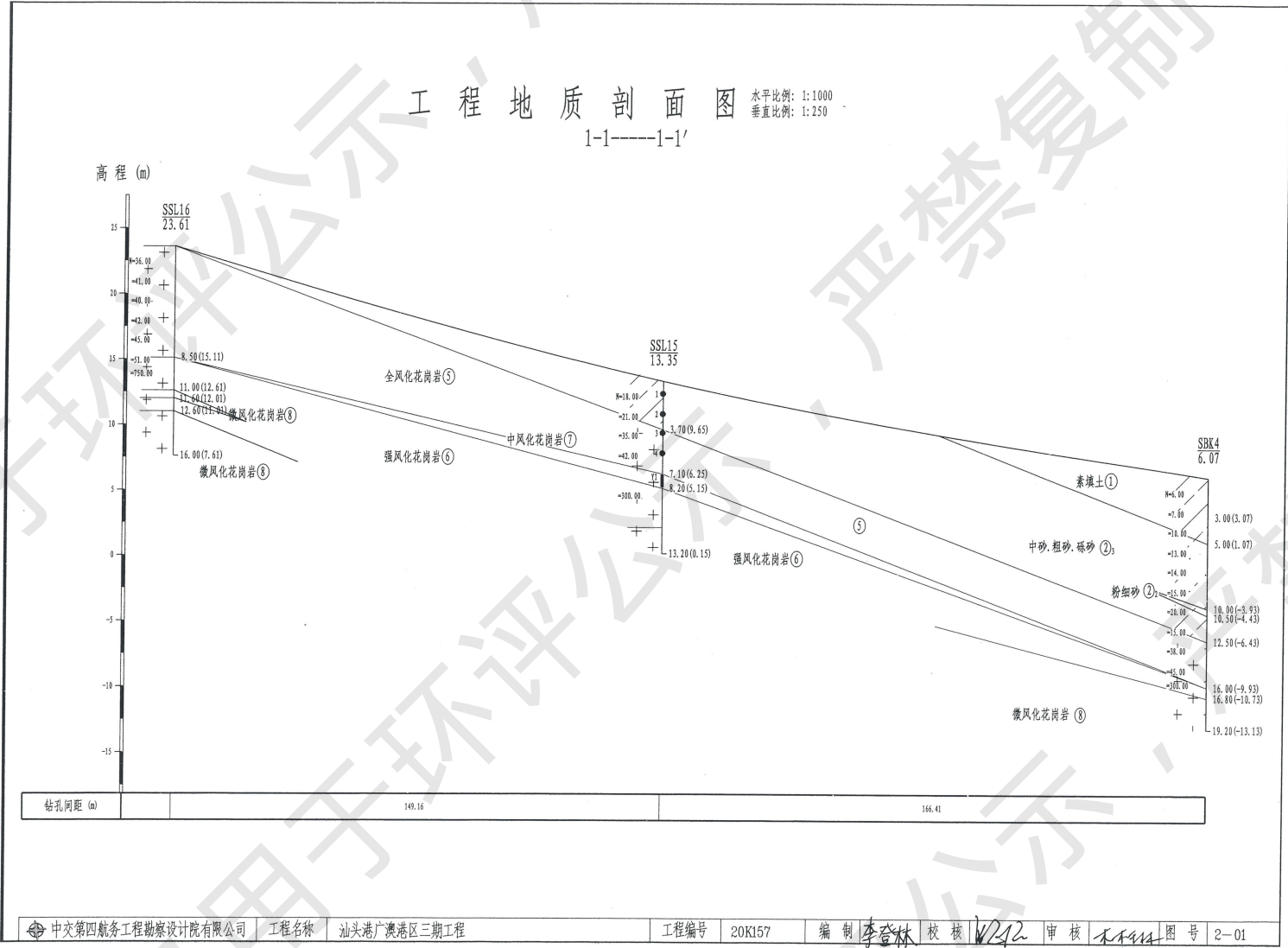


图 4.1-4 工程地质剖面图 1-1'

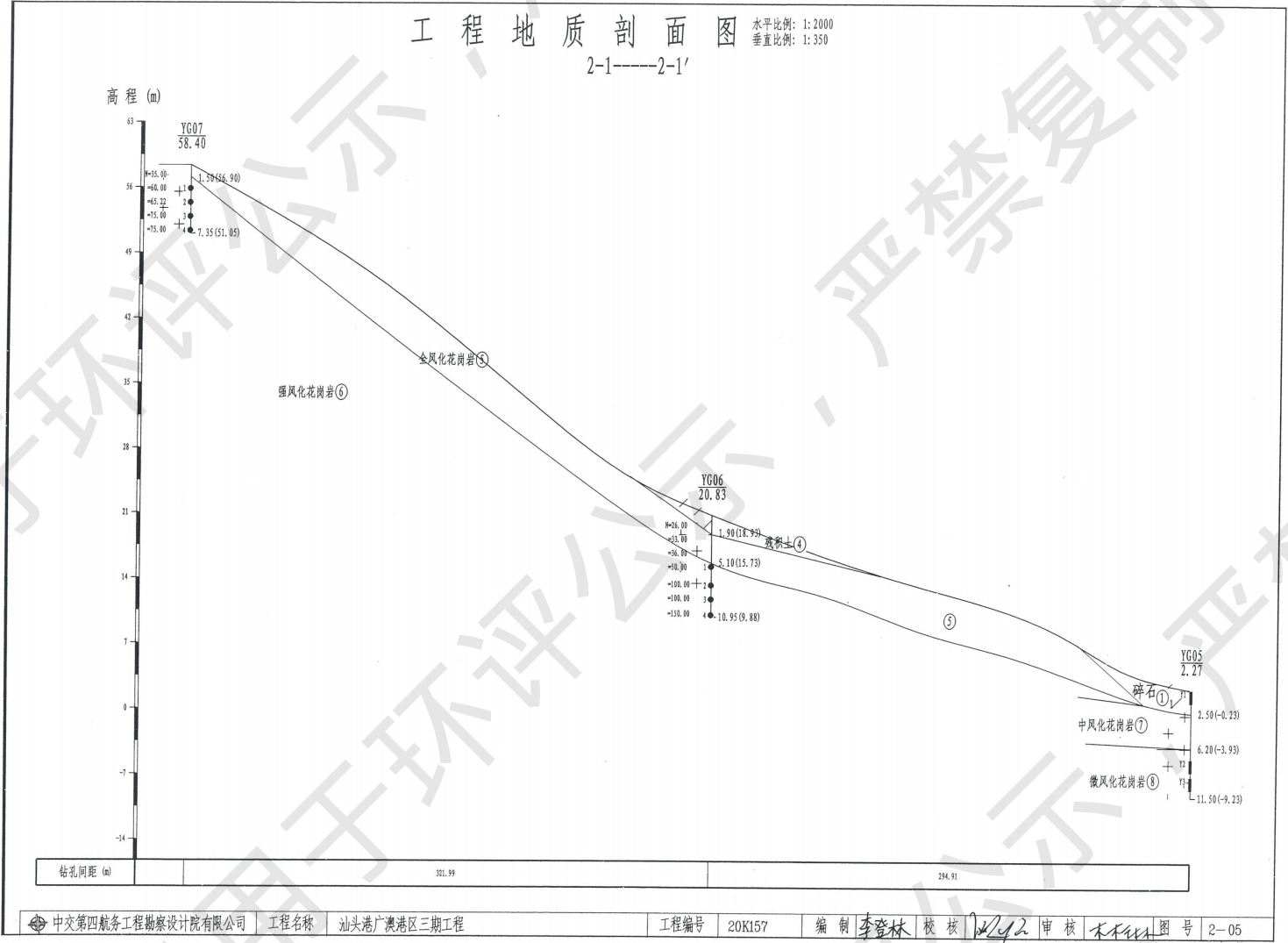


图 4.1-5 工程地质剖面图 2-2'

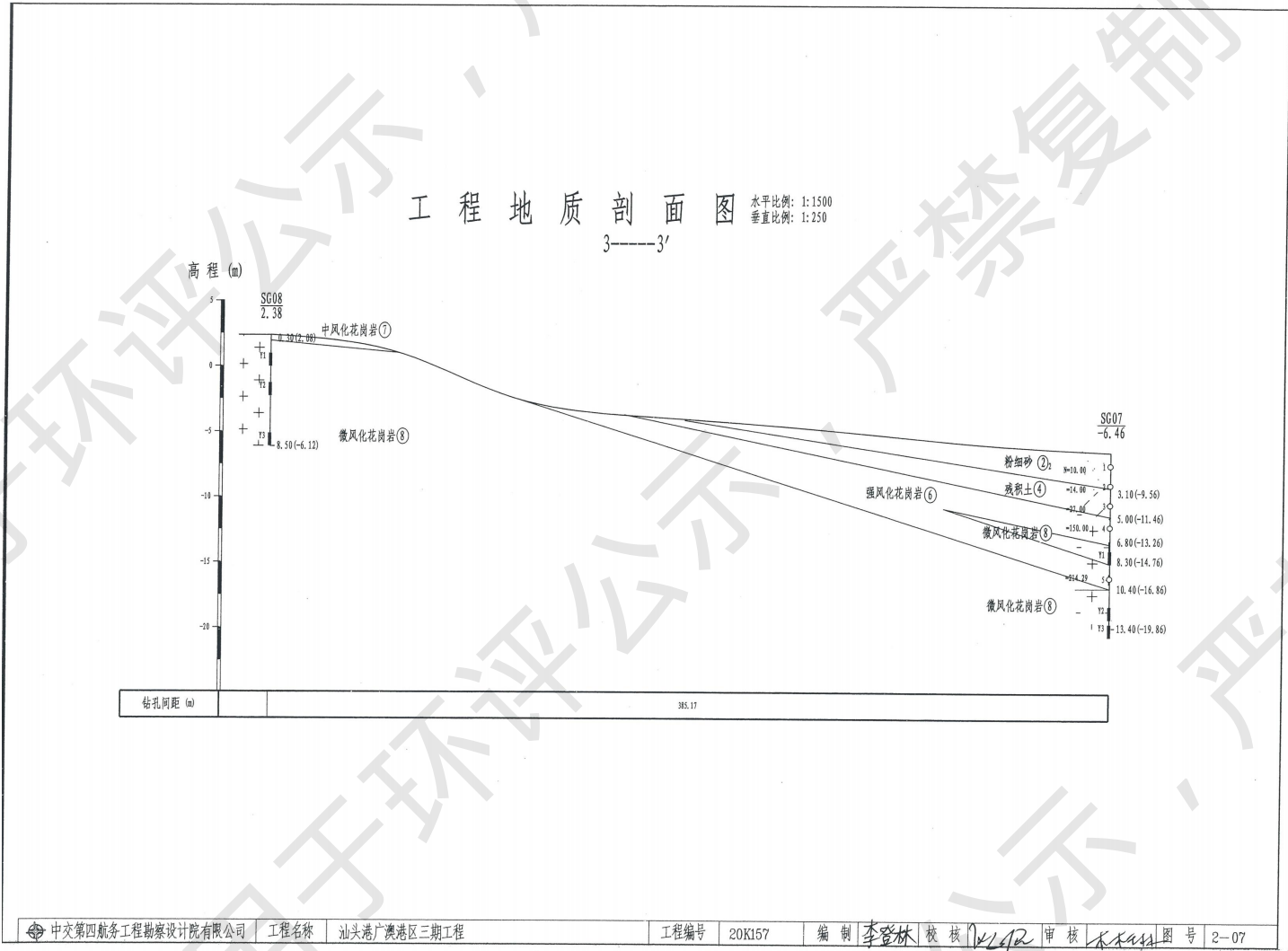


图 4.1-6 工程地质剖面图 3-3'

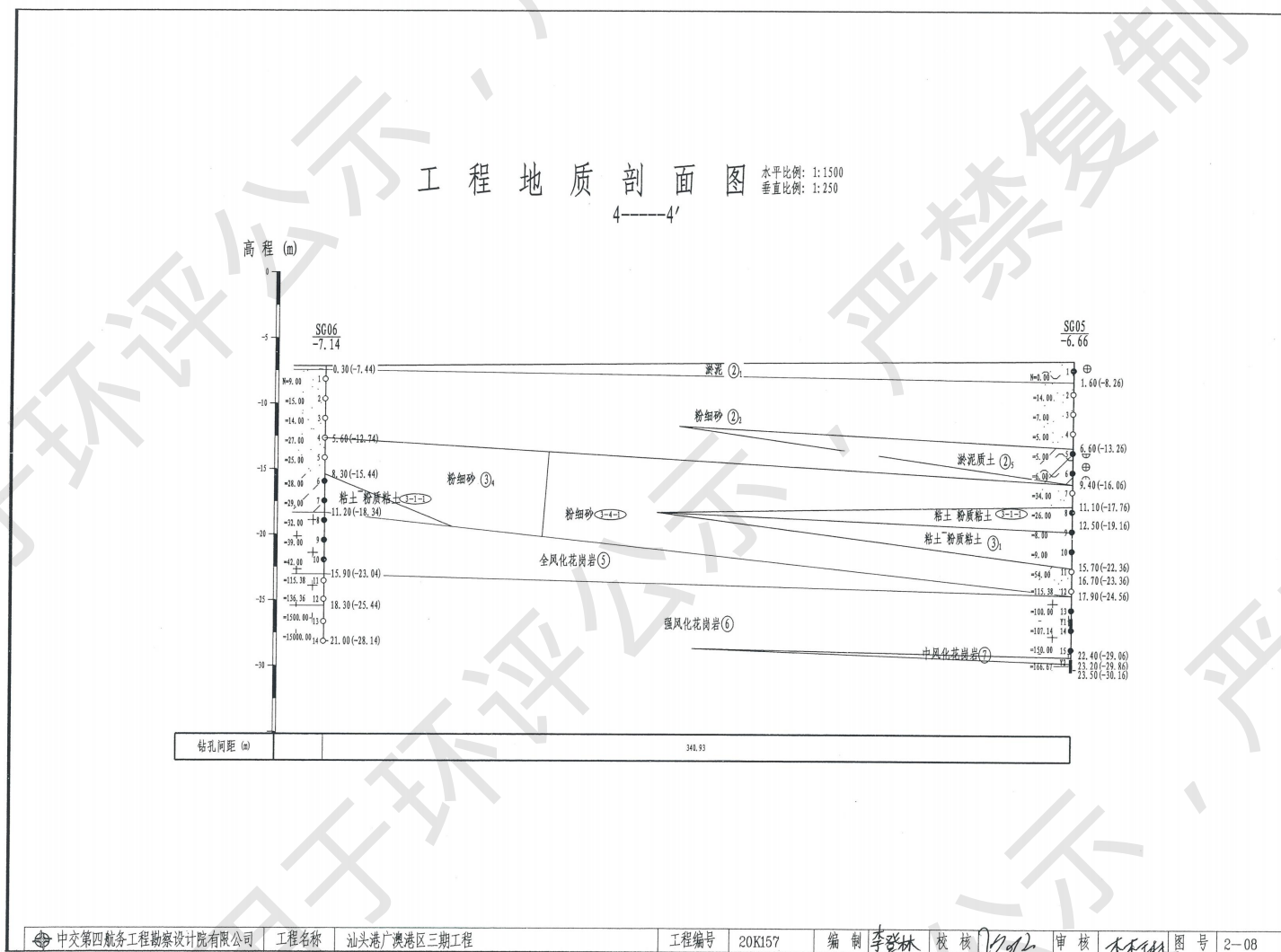


图 4.1-7 工程地质剖面图 4-4'

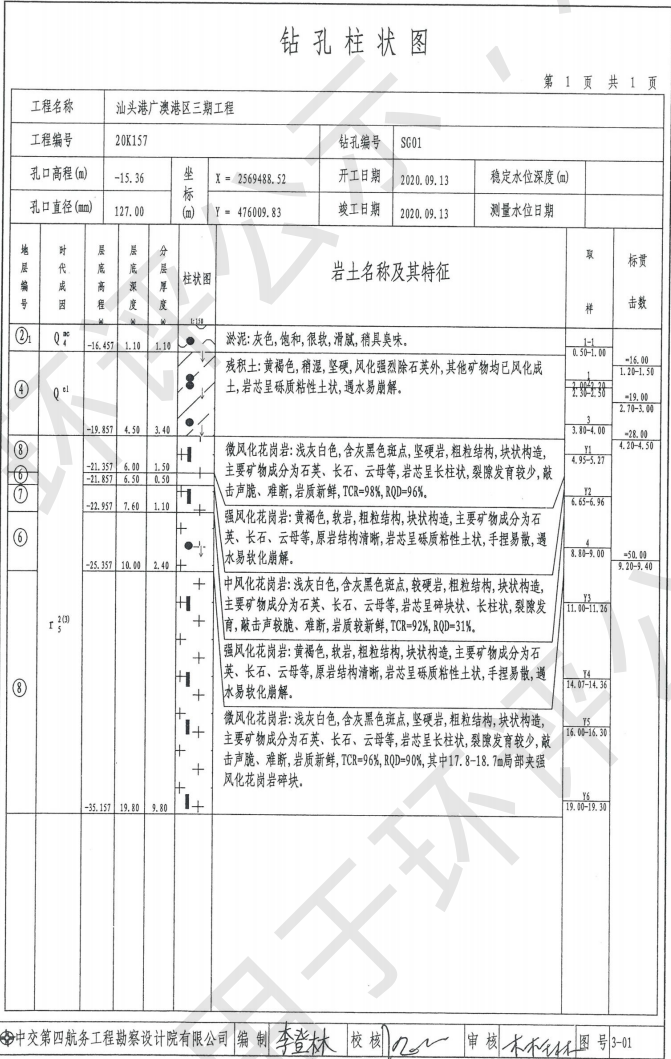


图 4.1-8 工程钻孔柱状图

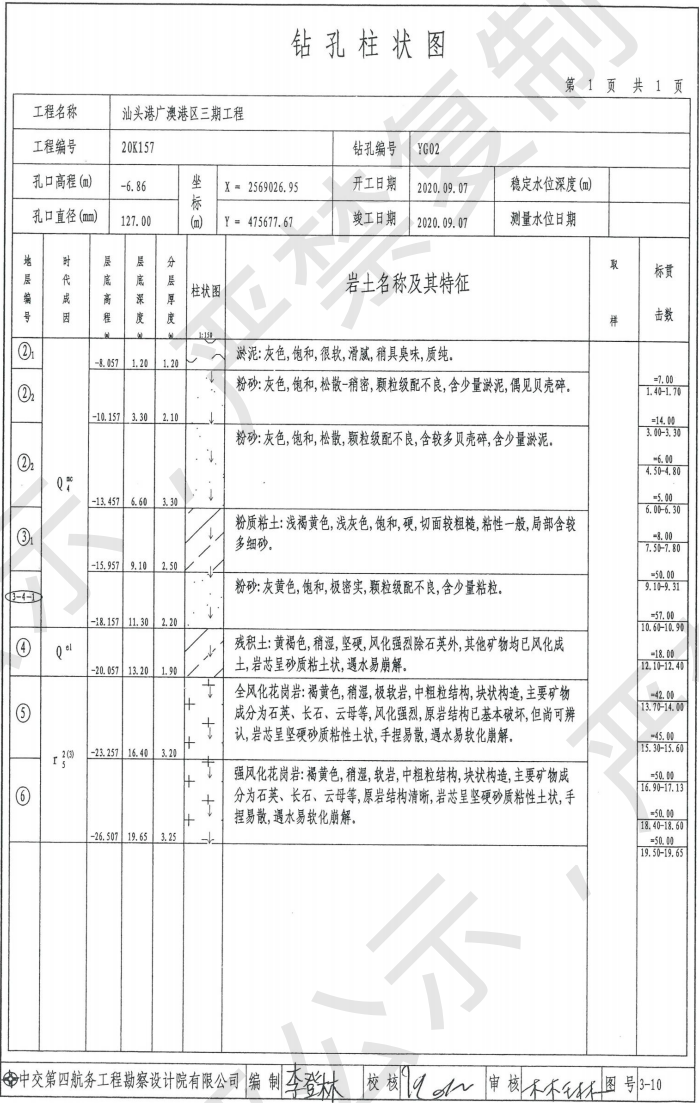
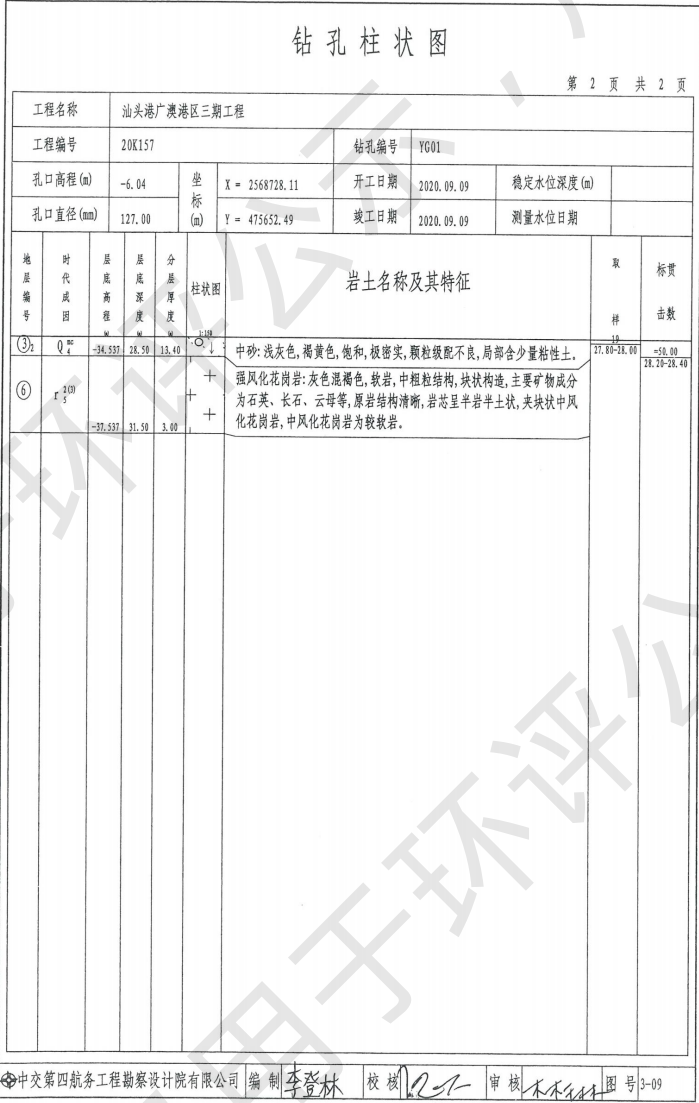


图 4.1-9 工程钻孔柱状图

4.1.4.3. 工程地质条件评价

评价工程地点的工程地质条件，推荐地基持力层；对不良工程地质问题，如砂土液化、软土、滑坡、岩溶、泥石流等进行评价；重点阐述土层强度和滑动因素等主要工程问题，并提出解决措施。

(1) 工程地质条件

1) 根据区域地质构造资料，现场地形地貌的勘察及钻孔揭露的地质情况，勘区内未发现不良地质现象及全新活动断裂的迹象，勘区除了上部软弱土层及部分地震液化砂层外，勘区未发现其它影响场地整体稳定性的不良地质现象，场地相对稳定，就场地地质条件而言，是适宜本项目建设的。

2) 探区揭露的地层②1 淤泥、②5 淤泥质土、③3 淤泥质土这些土层含水量高，孔隙比大，抗剪强度低，为高压缩性低强度的软弱土层，对设计边坡稳定要引起特别注意，未经必要的地基处理，不宜直接做为基础持力层；②4 粘土~粉质粘土及③1 粘土~粉质粘土这些土层工程性质呈较差~一般，存在厚度薄和土质不均匀等特点；②2 粉细砂、③4 粉细砂，中密状，承载力中等，为可液化砂土层或局部可液化砂土层。②2-1 粉细砂、③4-1 粉细砂呈密实~极密实状，为强度较大的土层，具有一定的地基基础承载能力，但厚度都较薄，土质不均匀，不易直接作为基础持力层；②3 中砂.粗砂.砾砂、③2 中砂.粗砂.砾砂呈密实~极密实，局部中密，为中硬土，上述地层具有一定的地基基础承载能力，可作护岸、防波堤或者一般建筑物的地基基础持力层，对于其中为软弱的部分和可液化的部分，可根据地基承载力要求或抗震要求决定是否采用进行相应的地基处理或采取相应的结构措施。④残积土为中硬土，⑤全风化花岗岩为坚硬土，均具有一定的承载能力，可作为一般建筑物的地基基础持力层。⑥强风化花岗岩、⑦中风化花岗岩、⑧微风化花岗岩等岩土层岩性稳定、厚度大、连续性较好、承载力较高，为本区内良好的天然地基持力层及桩基持力层。

3) 疏浚施工时，对于上部覆盖层及残积土、全风化花岗岩均可按岩土疏浚类别采用相适应的疏浚工艺进行挖掘，对强风化花岗岩中偏硬的层段，可考虑采用爆破方式开挖。

(2) 特殊性岩土与不良地质作用

本探区揭露的特殊性土层有：淤泥～淤泥质土、残积土和全风化花岗岩等土层，除了陆域形成区内 YG06～YG07 所在的陆域山地区域外，其中软土分布在整個勘探区域，在探区广泛分布第四系海陆交互相沉积的淤泥～淤泥质土等软土层，具有层位稳定、分布连续性较好特点，厚度变化一般不大，由于淤泥～淤泥质土具有抗剪强度低、含水量高、具高压缩性、透水性差、触变性等特点，稳定性极差等工程特性，地基承载力低，可能存在震陷问题。其次，残积土和全风化花岗岩探区大部分地段有揭露，厚度和埋深起伏变化较大，它们的共同特点是原岩风化强烈，除石英外，大部分已经变成砂质（或者砾质）粘性土状，遇水特别容易变软、崩解，强度也会随之马上变低，这对港池和重力式码头基槽的开挖有利，但也应该考虑到软化对基槽地基强度、变形不利影响，在施工过程中，应结合相关工程经验，采取对应措施，减少或避免地基的强度降低而造成的不均匀沉降。

勘区地形地貌及土层相对稳定，地质构造相对简单，从现场的地形地貌及钻探所揭露的地层情况看，除软土震陷及砂土液化等不良地质作用外，未发现有层位错乱、断层角砾岩、断层泥等代表断层特征迹象，也未发现有采空、滑坡、滚石、空洞、冲刷、崩塌等不良地质现象，场地是相对稳定的。

勘区水域内有软土层和液化土层分布，属对抗震不利地段。

（3）岩土层的疏浚性质评价

港池疏浚，对于上部覆盖层及全风化花岗岩均可按岩土疏浚类别采用相适应的疏浚工艺进行挖掘，对强风化花岗岩硬层、中风化岩及微风化岩层，可采用爆破方式开挖。

依据本次勘察揭露，水域区上部地层以中软土为主，表层广泛分布有很软但厚度不大的淤泥，勘区未见大型水下陡坡及其它影响场地稳定的不良地质现象发育。码头港池疏浚将会形成新的水下边坡。疏浚工程设计应考虑土的类型、物理力学指标、水流、潮流及波浪等影响因素，选用合适的疏浚设备及种施工方法和边坡坡度。

（4）液化土层评价

经判别，水域区大部分钻孔揭示有可液化砂土层，其中的大部分钻孔液化等级为轻微，部分钻孔液化等级为中等、严重。具体为：

第②2 粉细砂共取得 31 个标贯指标,经判别,有 11 个不液化,20 个为液化,液化折减系数为 0~0.66,该层宜按照可液化砂土层考虑;②2-1 粉细砂共取得 1 个标贯指标,经判别,为不液化,该层宜按照不液化砂土层考虑;②3 中砂.粗砂。

砾砂共取得 2 个标贯指标,经判别,此两个指标均为不液化,该层宜按照不液化砂土层考虑;③2 中砂.粗砂.砾砂共取得 5 个标贯指标,经判别均为不液化,该层宜按照不液化砂土层考虑;③4 粉细砂共取得 9 个标贯指标,经判别,有 7 个不液化,2 个为液化,液化折减系数为 0.66,该层宜按照局部可液化砂土层考虑;③4-1 粉细砂共取得 10 个标贯指标,经判别,均为不液化,该层宜按照不液化砂土层考虑。

综上,本场区对②2 粉细砂层可按照液化砂土层考虑,对③4 粉细砂层按局部可液化砂土层考虑,其他砂土层均可按照不液化砂土层来考虑。

(5) 水土的腐蚀性评价

勘察场区内地表水分为:陆域部分为大气降水产生的浅部积水和水域部分的海水。场区地下水主要含水层为以海相沉积为主的砂土层和海陆交互相沉积形成的所有砂土层,由于含水量大、透水性差的淤泥~淤泥质土层及透水性差的粘土~粉质粘土分布不连续,对其下覆土层的封闭作用不大,所以地下水类型以潜水为主,局部地段存在少量的承压水。地下水主要以潜水形式赋存于②2~②2-1 粉细砂、③中砂.粗砂.砾砂、③2 中砂.粗砂.砾砂、③4~③4-1 粉细砂等砂土层中,这些砂层分布较广泛,土性和层位相对稳定,且厚度较大,具备良好的富水条件,其透水性较好,为主要含水层。本区地下水主要受大气降水、海水入渗和地面径流侧向补给,浅层地下水受海水潮汐变化影响明显,与海水存在一定的水力联系,因此,分析地下水水质应接近海水水质,或呈混合水水质类型。

本次勘察对水工建筑物区共取了 2 组钻孔 SG01 附近的涨、退潮海水(编号为 SG01-1、SG01-2)及陆域形成区取了 1 组钻孔 YG06 孔内水(编号为 YG06-W1)进行了水质分析试验,根据本次水质分析试验结果并按照《岩土工程勘察规范》12.2 节相关内容进行分析评价如下:

1) 本场区地表海水按 II 类环境类别、A 类考虑。

2) 本场区地表海水对混凝土结构的腐蚀性按长期浸水条件考虑,具中等腐蚀性;按干湿交替条件考虑,具中等腐蚀性。

3) 本场区地表海水对钢筋混凝土结构中的钢筋的腐蚀性按长期浸水条件考虑, 具弱腐蚀性; 按干湿交替条件考虑, 具强腐蚀性。

4) 本场区陆域地下水对混凝土结构的腐蚀性按长期浸水条件考虑, 具微腐蚀性; 按干湿交替条件考虑, 具微腐蚀性。

5) 本场区陆域地下水对钢筋混凝土结构中的钢筋的腐蚀性按长期浸水条件考虑, 具微腐蚀性; 按干湿交替条件考虑, 具弱腐蚀性。

4.1.5. 地震

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015), 该地区地震基本烈度为 8 度, 地震动峰值加速度 0.20g, 设计地震分组为第二组, 场地类别为 II 类, 区内建构物设计可据此设防。

4.2. 环境质量现状概况

根据《2021 年广东省生态环境状况公报》, 2021 年海洋环境方面, 全省近岸海域年均优良水质(一、二类)面积比例为 90.2%, 一类、二类、三类、四类 and 劣四类海水水质面积比例分别为 78.4%、11.8%、3.0%、1.4%、5.4%。劣四类海水水质主要分别在珠江口、湛江港等河口海湾, 主要超标因子为无机氮和活性磷酸盐。与去年相比, 全省近岸海域年均优良比例上升 0.7 个百分点, 其中一类比例上升 5.9 个百分点, 劣四类比例下降 0.3 个百分点。

5. 环境质量现状调查与评价

6. 环境影响预测与评价

6.1. 水文动力环境影响预测与评价

6.1.1. 数学模型基本方程

潮流数学模型计算采用 Mike21 系列软件中的三角形网格水动力模块（FM 模块）。该软件由丹麦水工所开发，可应用于海岸、河口区域的水动力模拟。FM 模块（Flexible Mesh）采用无结构三角形网格，在处理潮流动边界、复杂工程建筑物边界等方面具有强大的功能，且计算稳定性良好，模拟结果具有较高的承认度。

控制方程如下：

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{v}}{\partial y} = hS \quad (6-1)$$

$$\frac{\partial h\bar{u}}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}^2}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{v}\bar{u}}{\partial y} =$$

$$f\bar{v}h - gh\frac{\partial \eta}{\partial x} - \frac{gh^2}{2\rho_0}\frac{\partial \rho}{\partial x} + \frac{\tau_{sx}}{\rho_0} - \frac{\tau_{bx}}{\rho_0} + \frac{\partial}{\partial x}(hT_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y}(hT_{xy}) + hu_s S$$

$$\frac{\partial h\bar{v}}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{v}\bar{u}}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{v}^2}{\partial y} =$$

$$-f\bar{u}h - gh\frac{\partial \eta}{\partial y} - \frac{gh^2}{2\rho_0}\frac{\partial \rho}{\partial y} + \frac{\tau_{sy}}{\rho_0} - \frac{\tau_{by}}{\rho_0} + \frac{\partial}{\partial x}(hT_{xy}) + \frac{\partial}{\partial y}(hT_{yy}) + hv_s S$$

其中： $h = \eta + d$ ， η 和 d 分别表示水面高度和静水深， x 和 y 分别表示横轴和纵轴坐标， t 为时间， g 为重力加速度， \bar{u} 和 \bar{v} 分别为沿 x 和 y 方向的深度平均流速， f 为柯氏力系数， ρ 为流体密度， ρ_0 为参考密度， S 为点源流量， u_s 与 v_s 为点源流速， T_{ij} 为应力项，包括粘性应力、紊流应力和对流等，根据水深平均的流速梯度计算。

6.1.2. 模型建立

为拟合复杂岸线和航道、堤线等细致建筑物边界，模型中采用无结构三角形网格对计算域进行剖分。

图 6.1-1 中示意了模型的计算范围及网格剖分，图 6.1-2 和图 6.1-3 分别示意了模型局部的网格剖分及水深情况。本模型计算尺度约 190km*120km，模型

最大空间步长 3km，最小空间步长为 5m，可保证充足的网格分辨率。

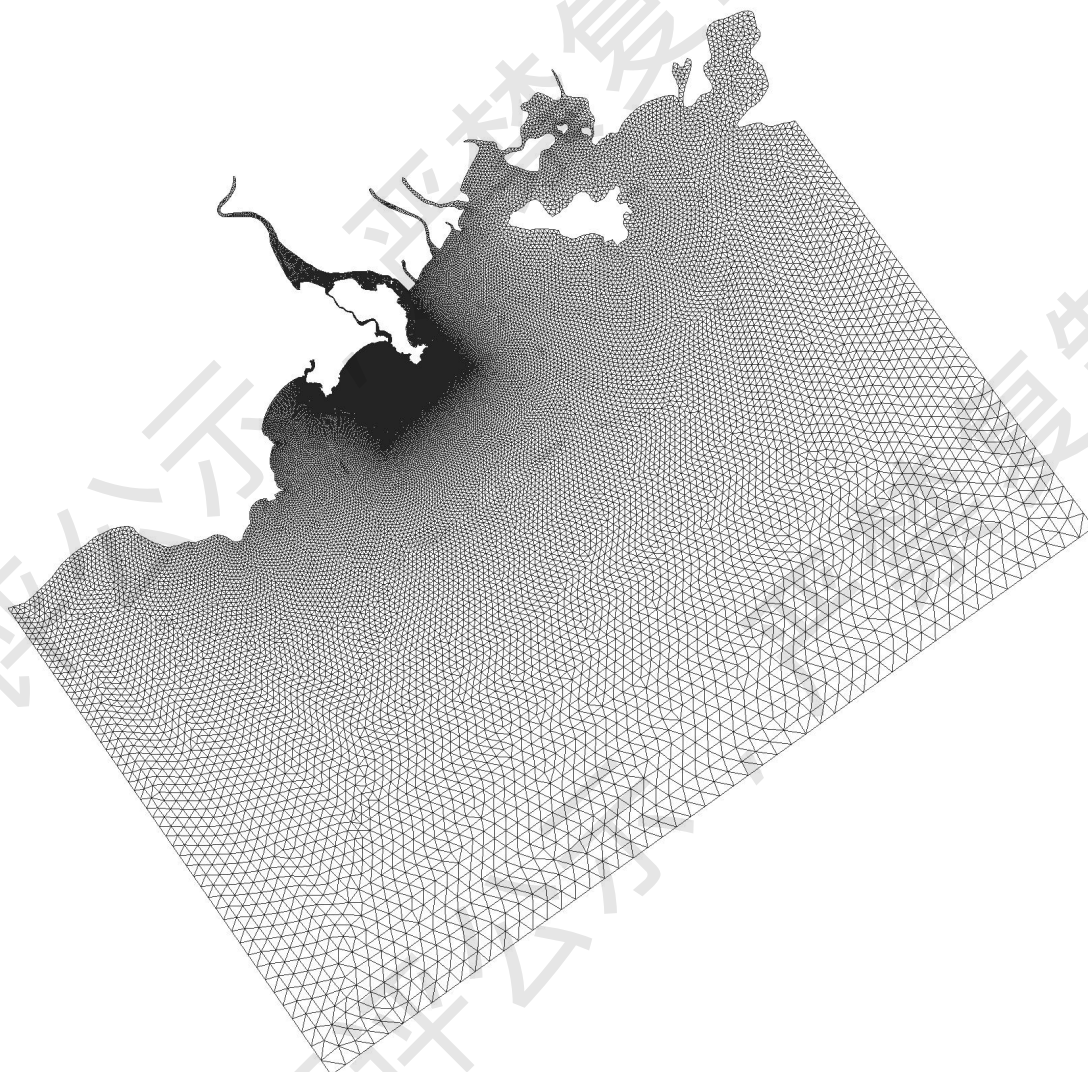


图 6.1-1 模型计算范围及网格剖分示意

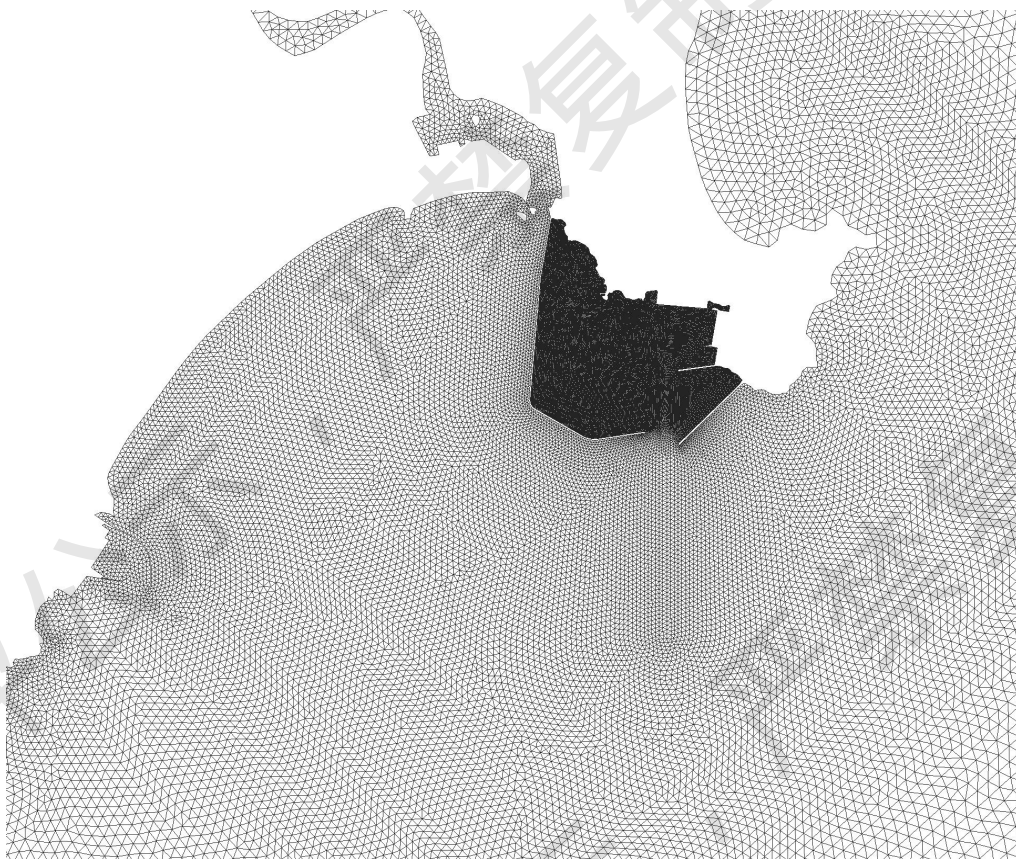


图 6.1-2 局部网格剖分示意

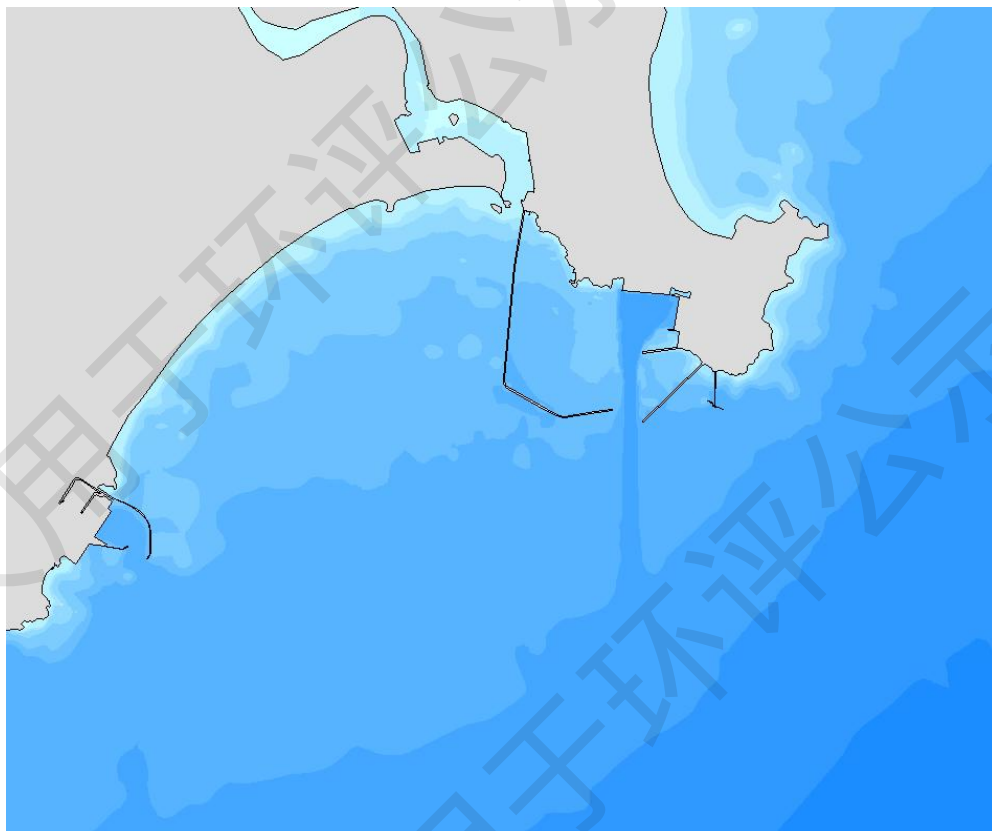


图 6.1-3 局部模型地形

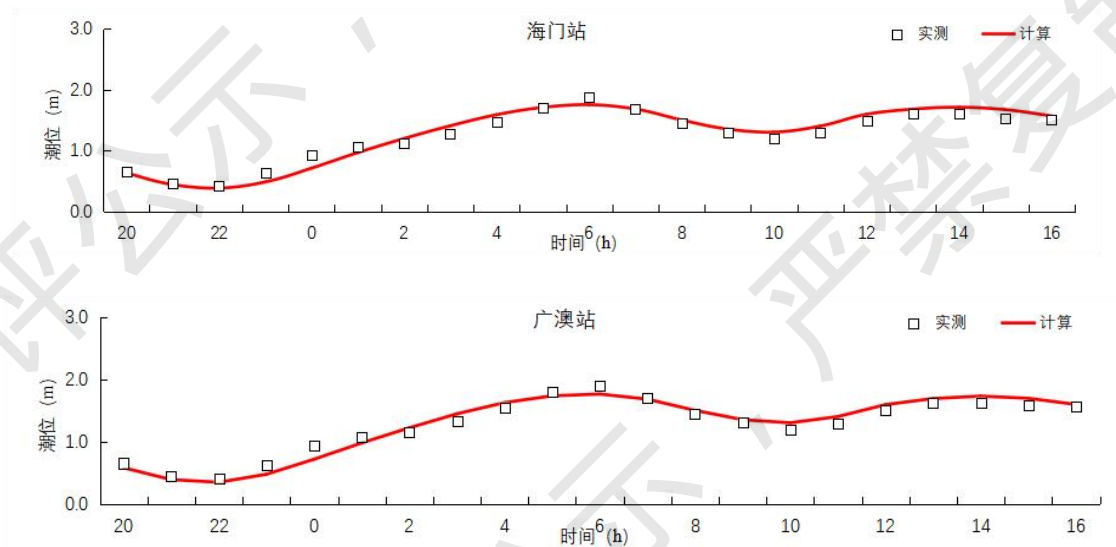
6.1.3. 模型验证

(1) 潮位与潮流验证

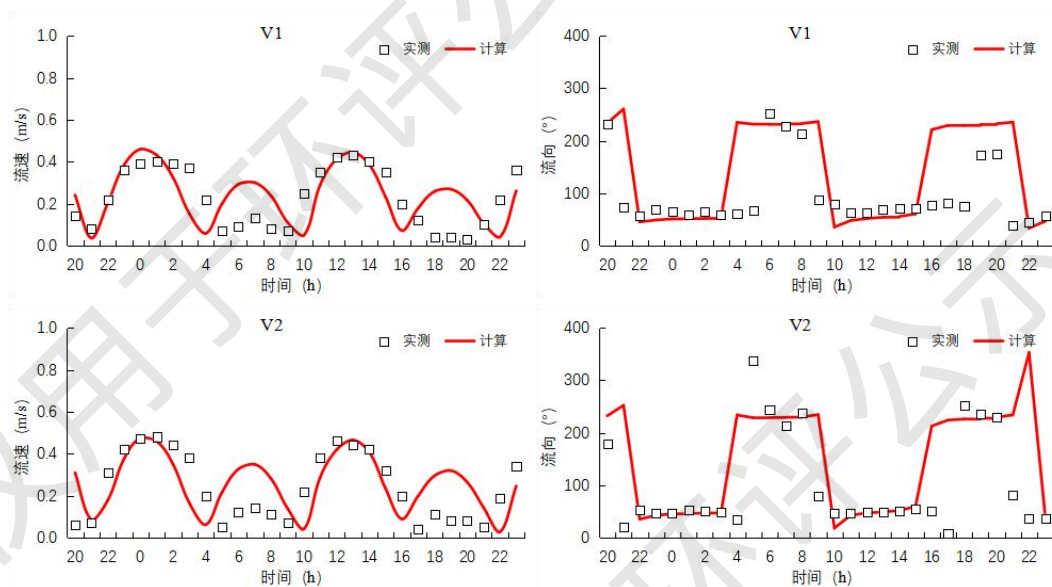
潮流数学模型验证采用 2024 年 3 月实测大、小潮水文测验数据进行验证。

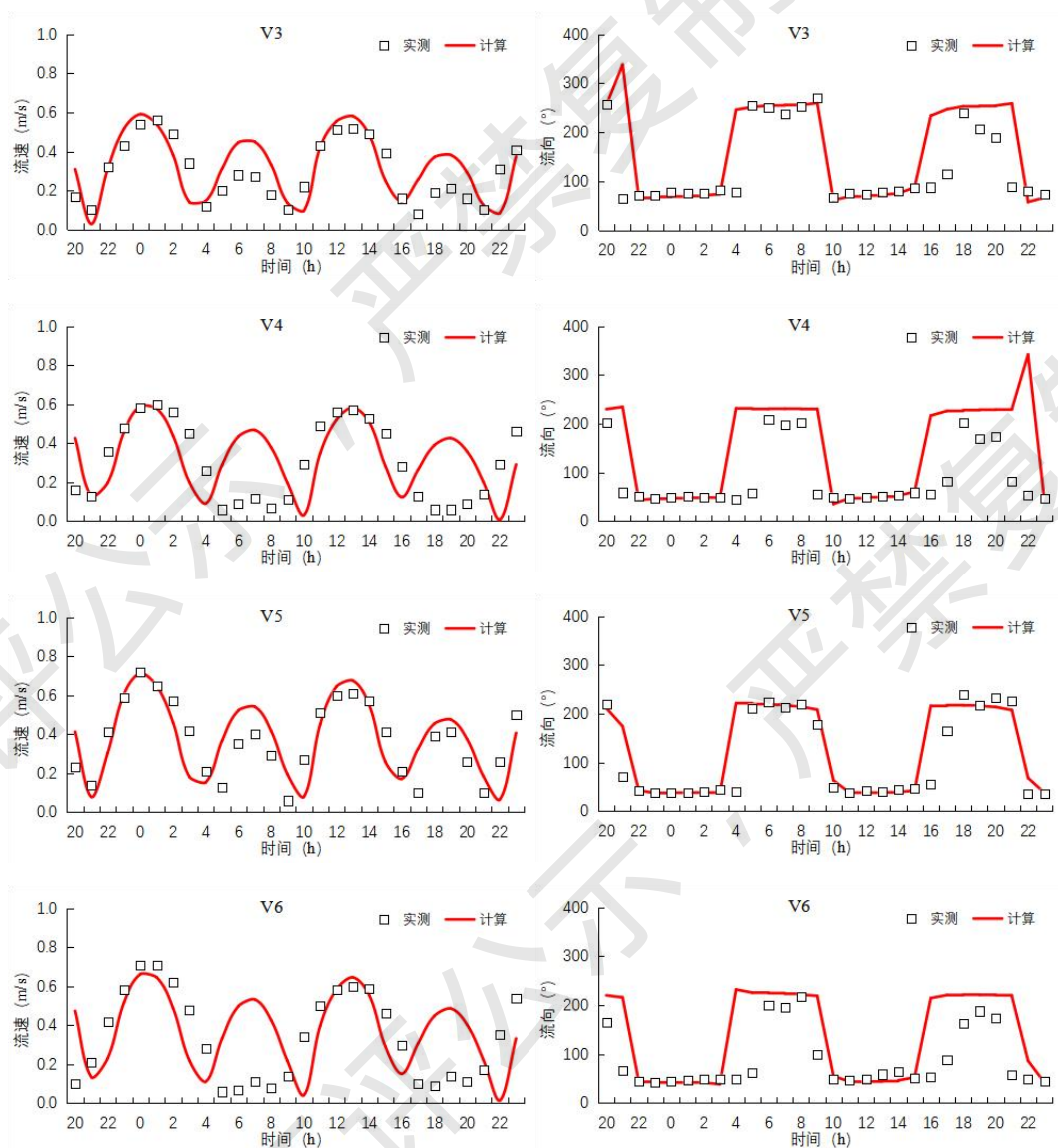
潮位、潮流验证曲线见图 6.1-4 和图 6.1-5。

据对比,各测站的计算潮位、垂线平均流速、流向在连续变化过程中均与实测值接近,绝大多数验证结果符合现行《水运工程模拟试验技术规范》要求。



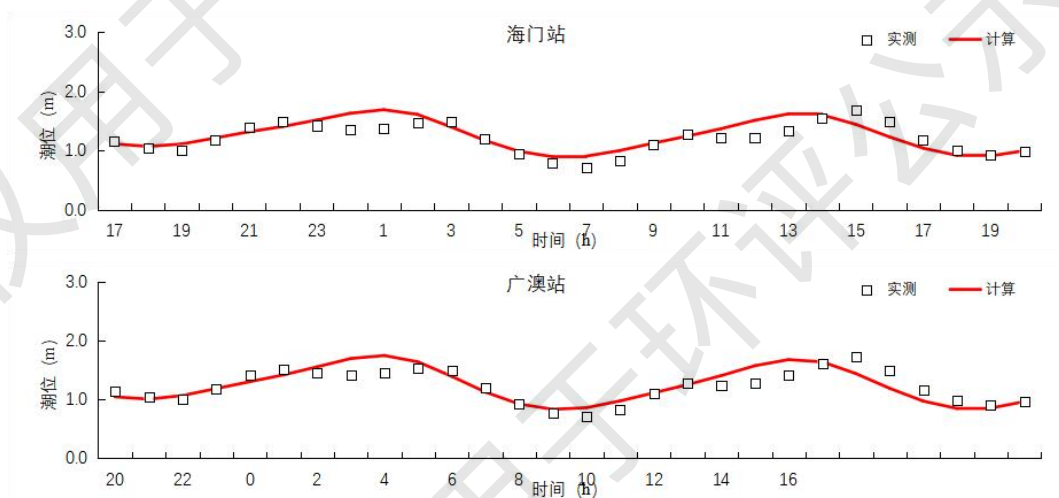
(a) 潮位



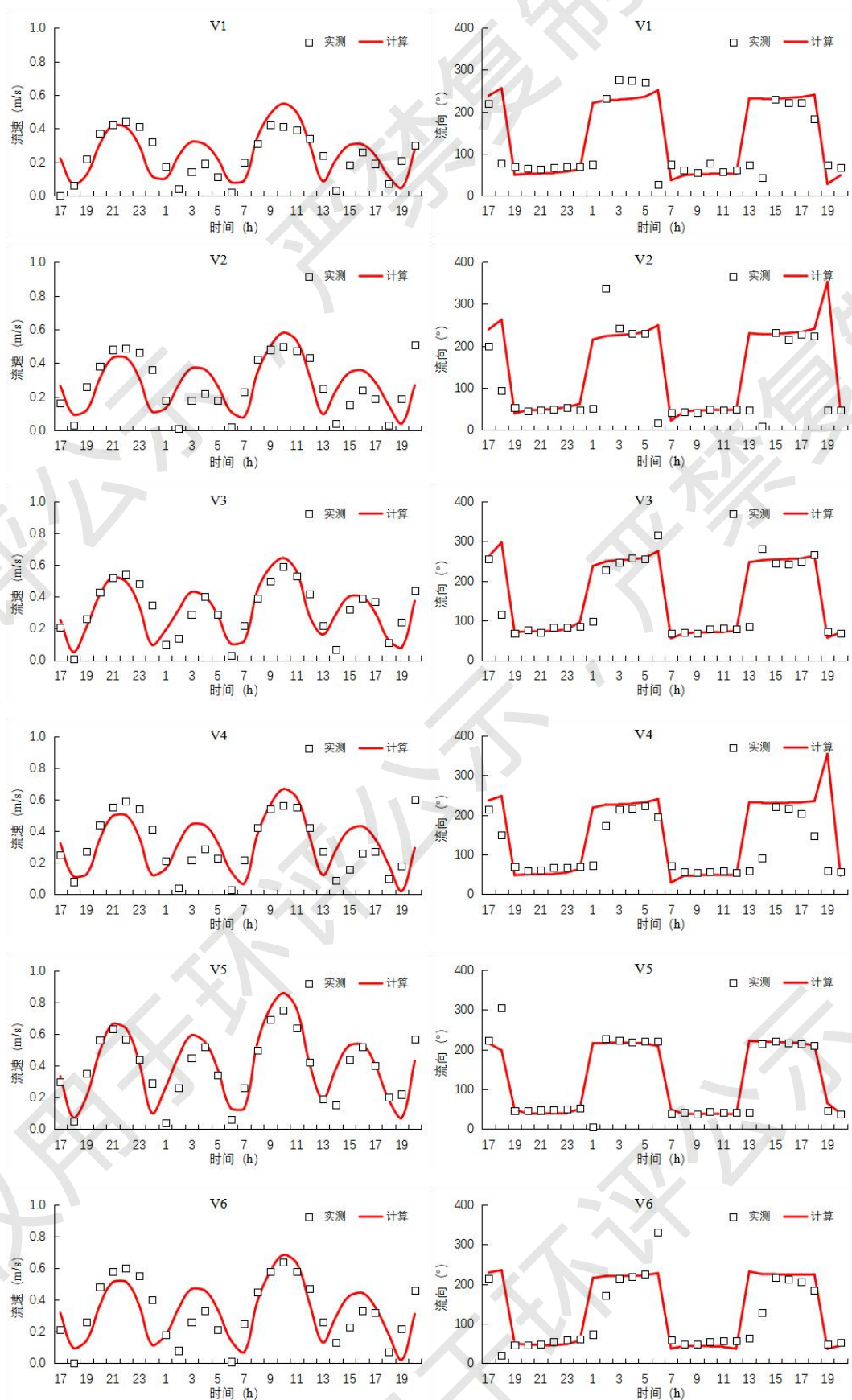


(b) 流速、流向

图 6.1-4 大潮潮位、流速流向验证



(a) 潮位



(b) 流速、流向

图 6.1-5 小潮潮位、流速流向验证

总体来说,验证情况表明所建潮流数学模型无论从数值和相位上均与原型水体运动达到较好的相似性,可用于对当地天文潮流运动规律的模拟。

6.1.4. 工程海域流场特征分析

图 6.1-6~图 6.1-21 给出了方案实施前后工程海域大范围流场图及流速等值线图,图 6.1-22~图 6.1-37 给出了方案实施前后工程局部海域流场图和流速等值线图,由图可知:

(1) 整体来看,工程所在海域潮流基本呈现往复流动,其中涨潮流主要呈 NE 向,落潮流呈 SW 向。潮流在近岸运动时,受岸线和地形变化的影响,多以顺岸的往复流为主,广澳湾内流速相对较弱。该海区潮流总体分布具有外海及岬角水域流速较高,近岸及湾内水域流速较低的特点。

(2) 就大潮潮型而言,从流速量值看,工程海域外海涨、落潮流速多在 0.3m/s ~ 0.8m/s 左右;达壕岛东南侧附近水域流速稍大,局部流速可达 0.8m/s 以上;广澳湾内流速基本在 0.3m/s 以下;工程区域受环抱式防波堤的掩护作用,港内多为弱流区,其平均流速基本保持在 0.02m/s 以下。

(3) 方案实施后不会改变工程海域整体的流场运动特征,仅开挖区域附近以及围垦区域的流速和流态发生些许变化。

(4) 从工程区局部流态分布图可以看出,工程区涨、落潮呈往复流运动规律,其中口门外区域涨潮近似东向,落潮近似西向,口门以里的港内多为弱流区,最大流速多在 0.02m/s 以下;

(5) 涨急时刻,大流速位于航道东侧近岸水域,因受陆域挑流影响,流速约 0.6 ~ 0.8m/s ,航道西侧涨急时刻流速多小于 0.6m/s ;

(6) 落急时刻,流速分布规律与涨急时刻类似,流速强度略小。

(7) 小潮期间流场分布规律与大潮类似,流速强度略小。

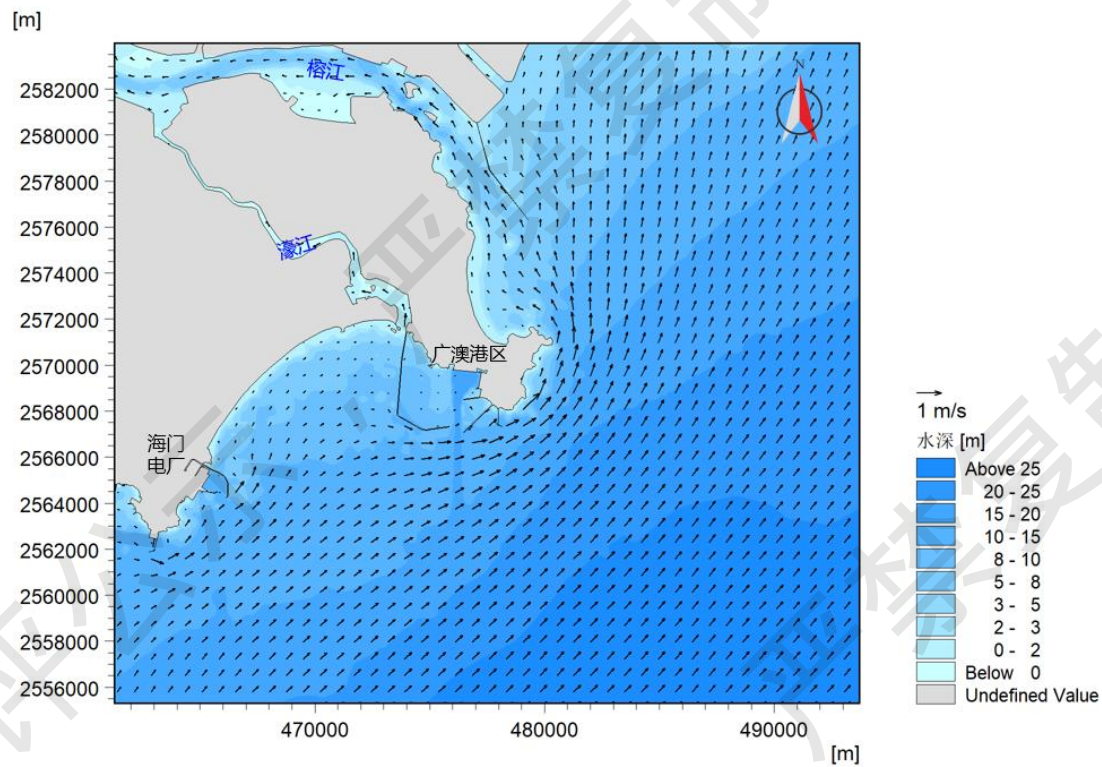


图 6.1-6 现状情况下工程海域大潮流场（涨急时刻）

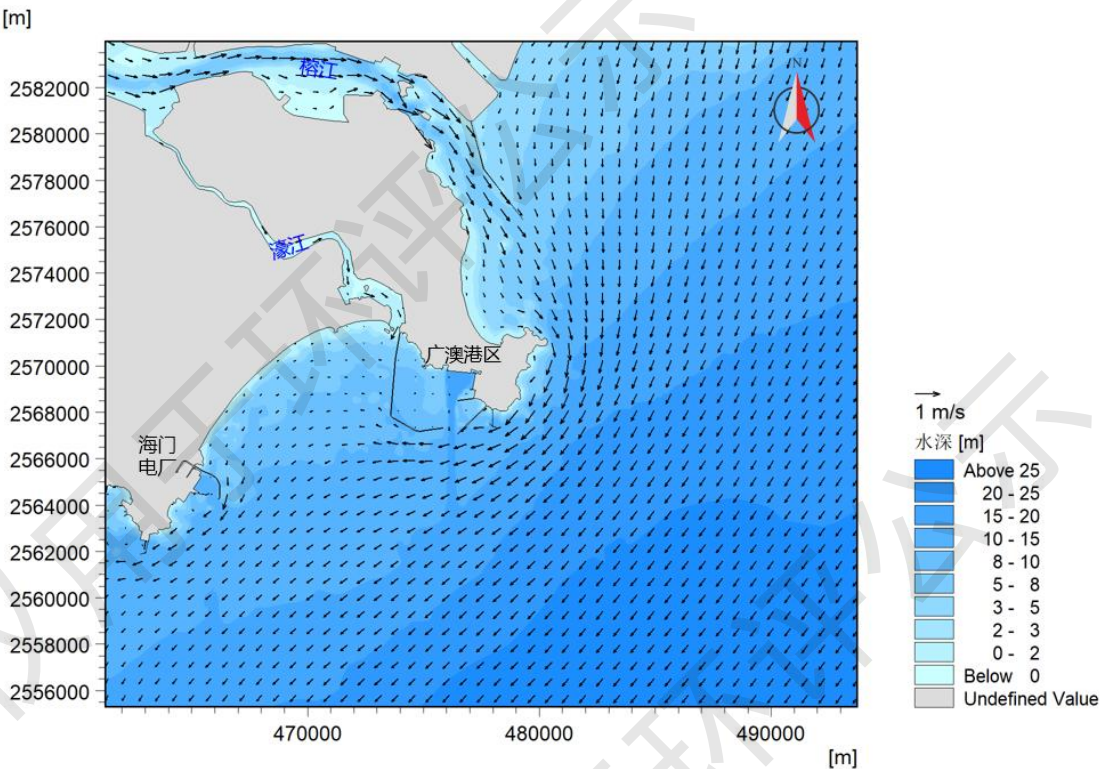


图 6.1-7 现状情况下工程海域大潮流场（落急时刻）

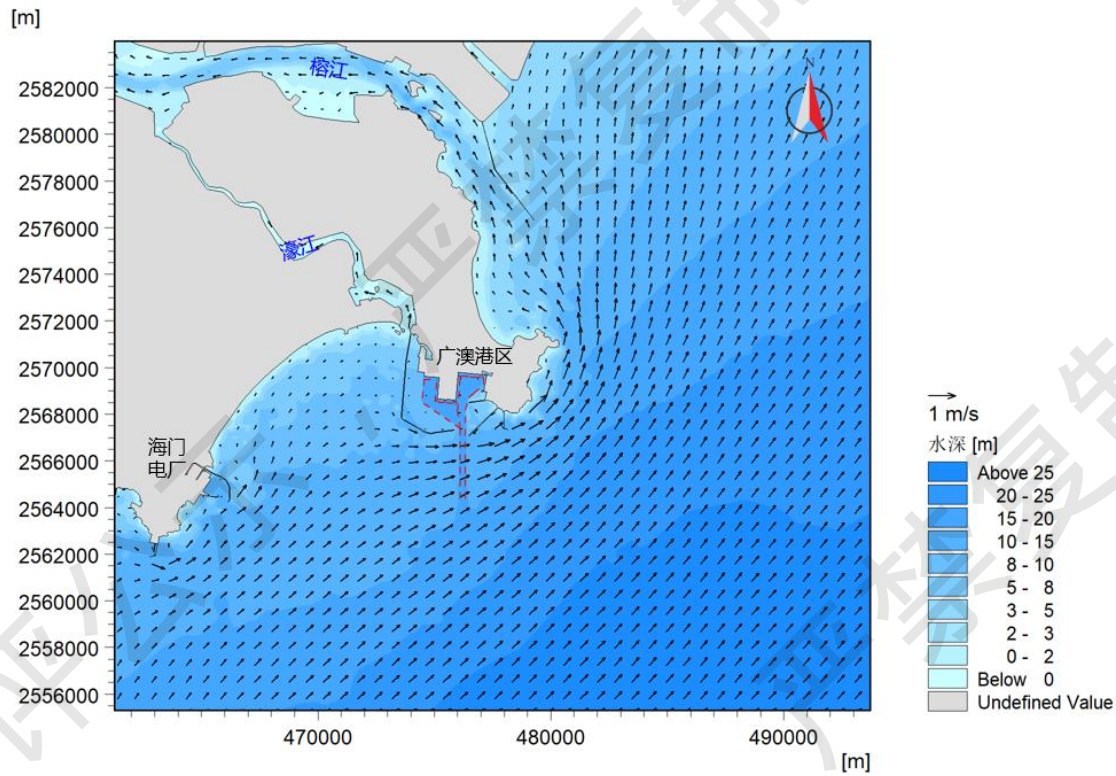


图 6.1-8 方案实施后工程海域大潮流场（涨急时刻）

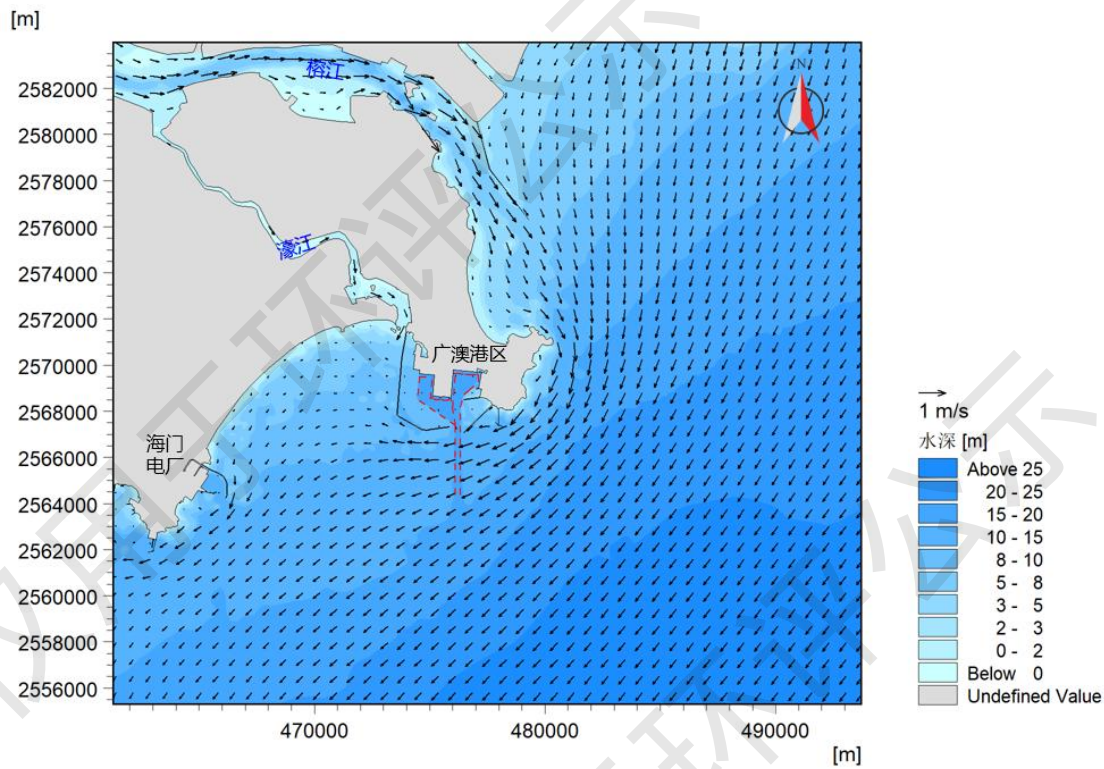


图 6.1-9 方案实施后工程海域大潮流场（落急时刻）

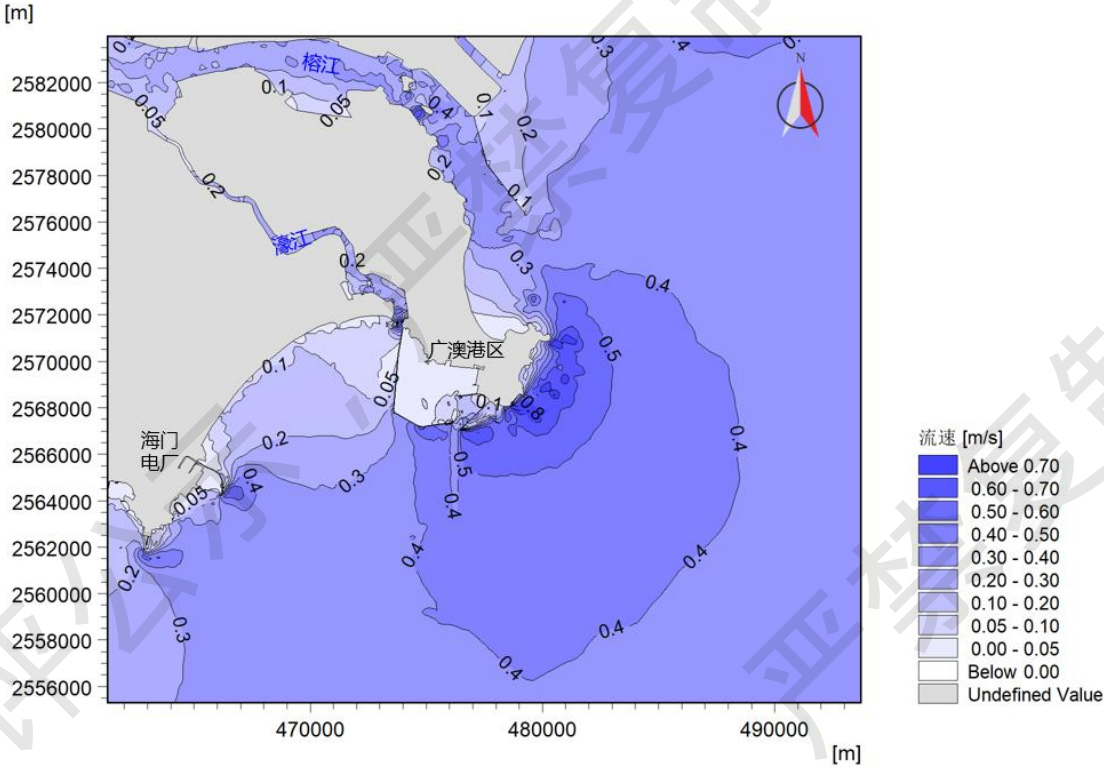


图 6.1-10 现状情况下工程海域大潮流速等值线（涨急时刻）

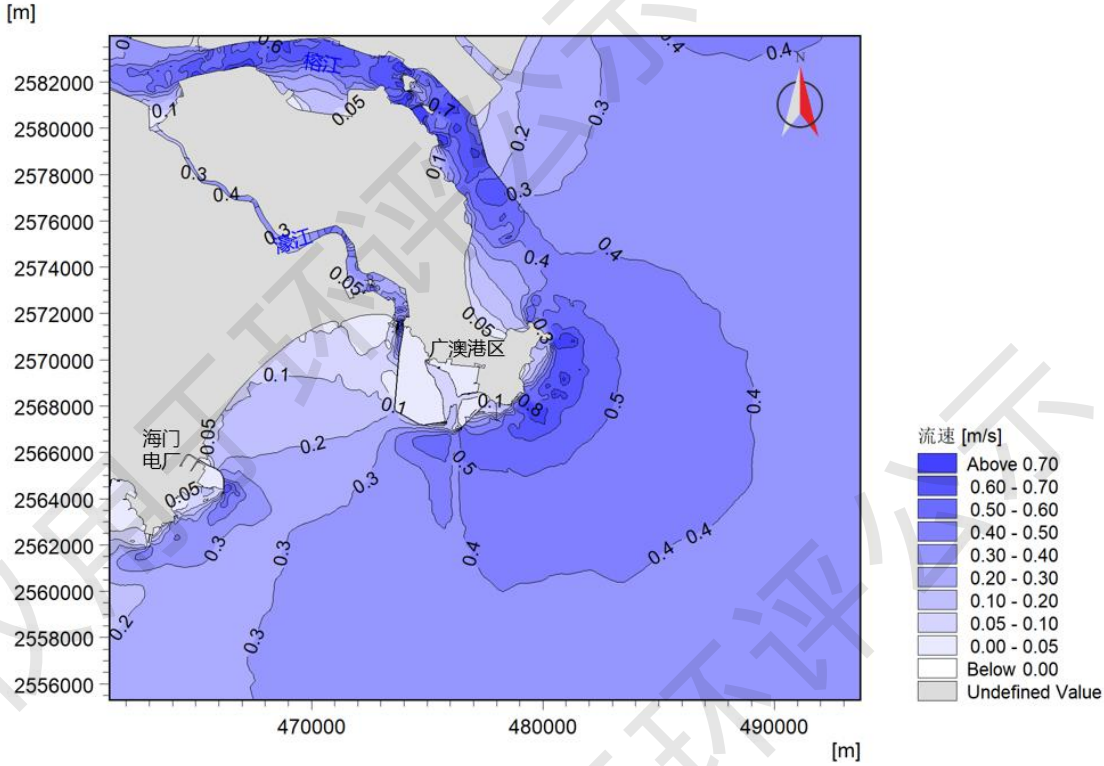


图 6.1-11 现状情况下工程海域大潮流速等值线（落急时刻）

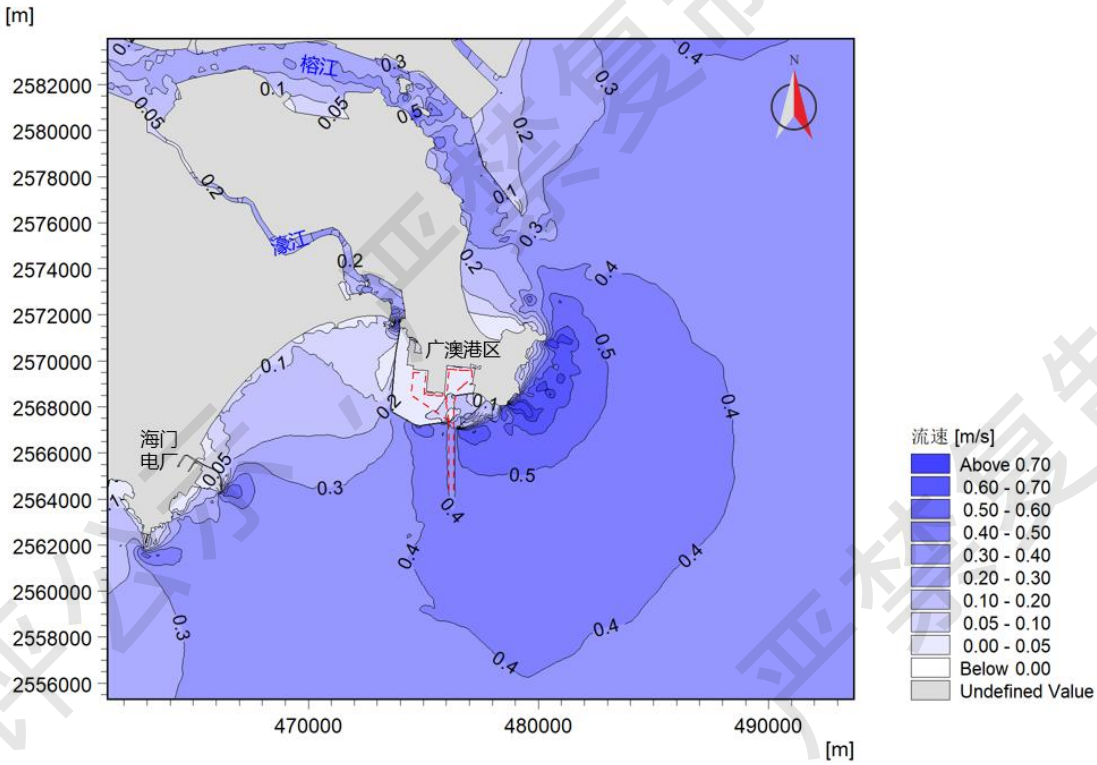


图 6.1-12 方案实施后工程海域大潮流速等值线（涨急时刻）

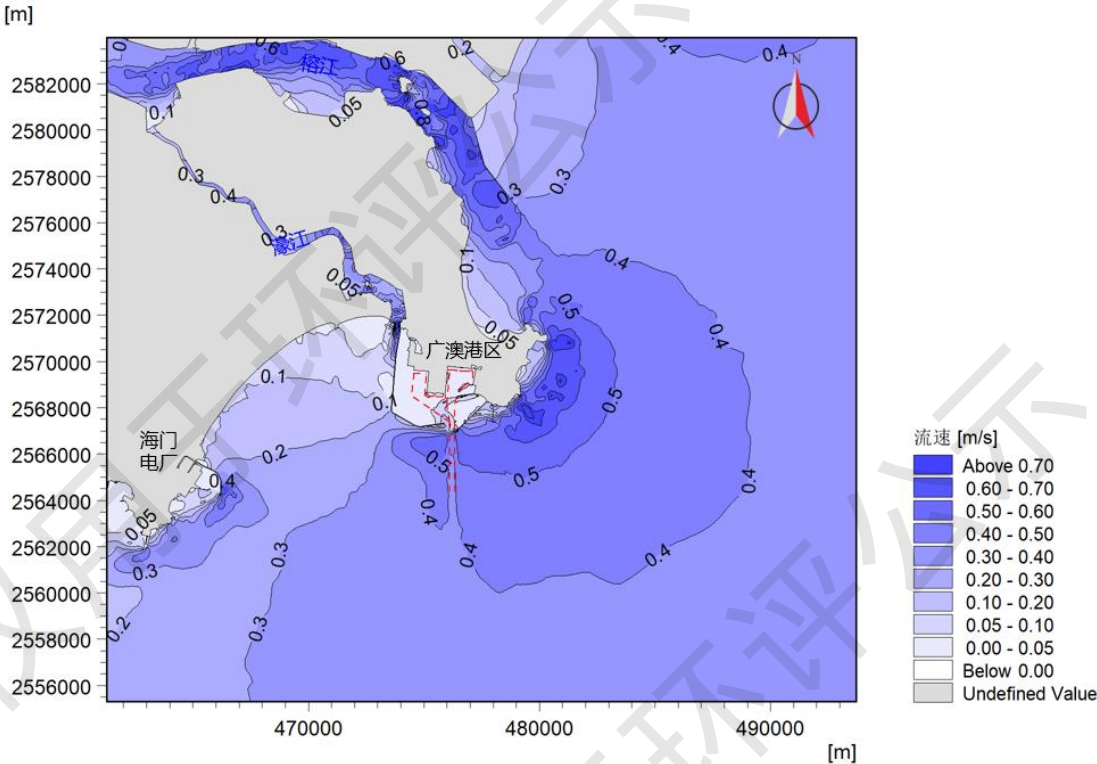


图 6.1-13 方案实施后工程海域大潮流速等值线（落急时刻）

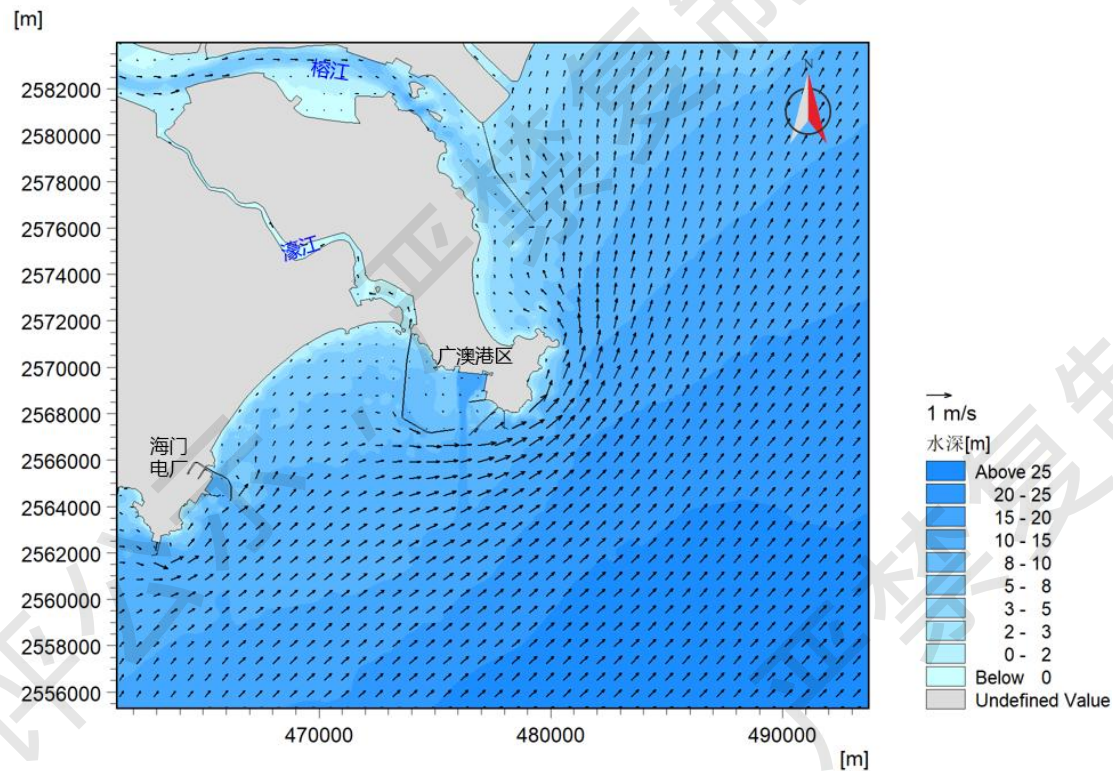


图 6.1-14 现状情况下工程海域小潮流场（涨急时刻）

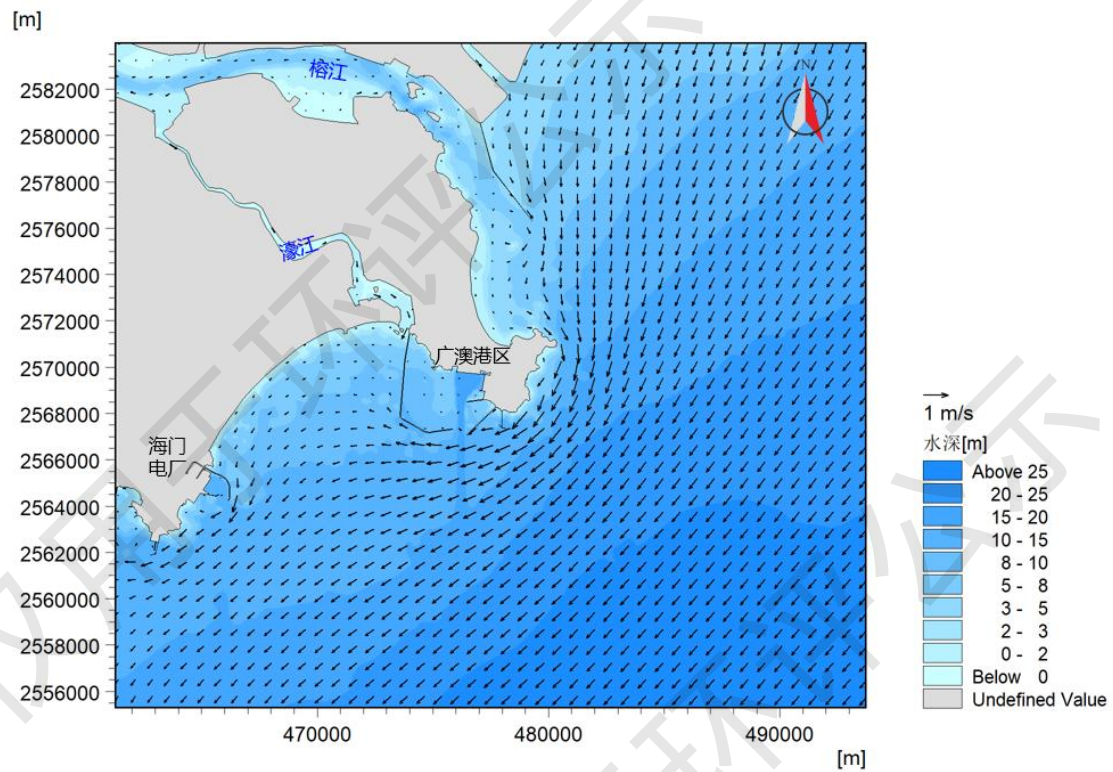


图 6.1-15 现状情况下工程海域小潮流场（落急时刻）

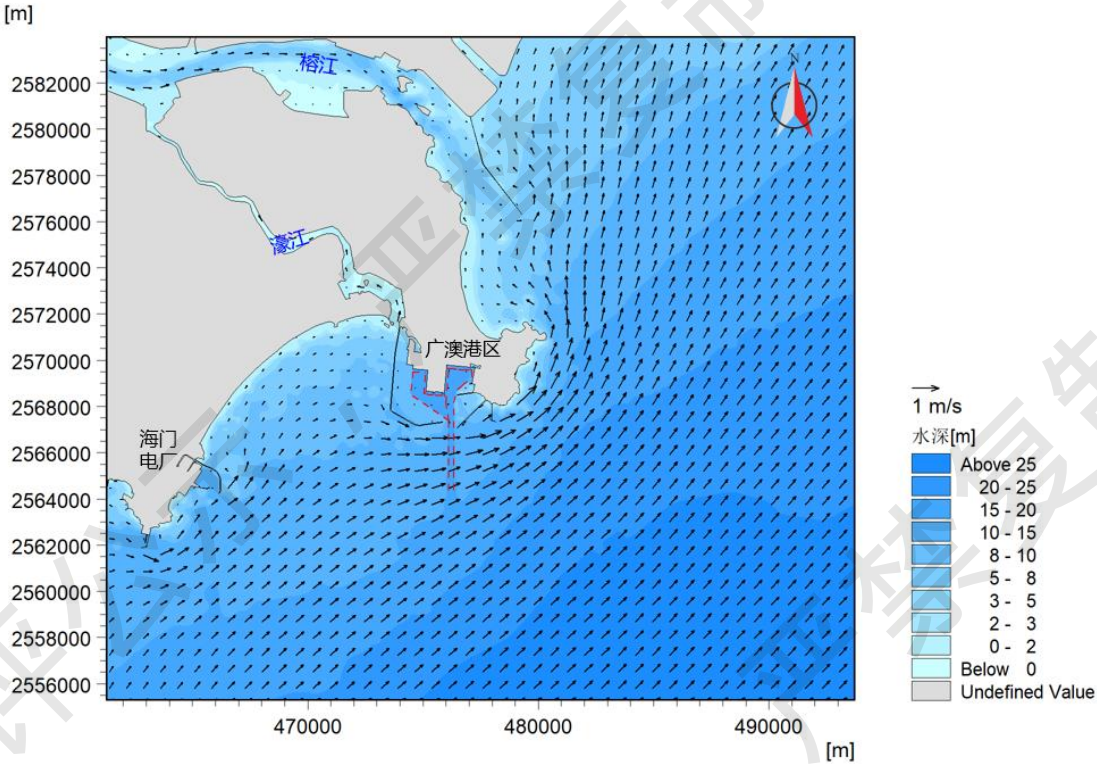


图 6.1-16 方案实施后工程海域小潮流场（涨急时刻）

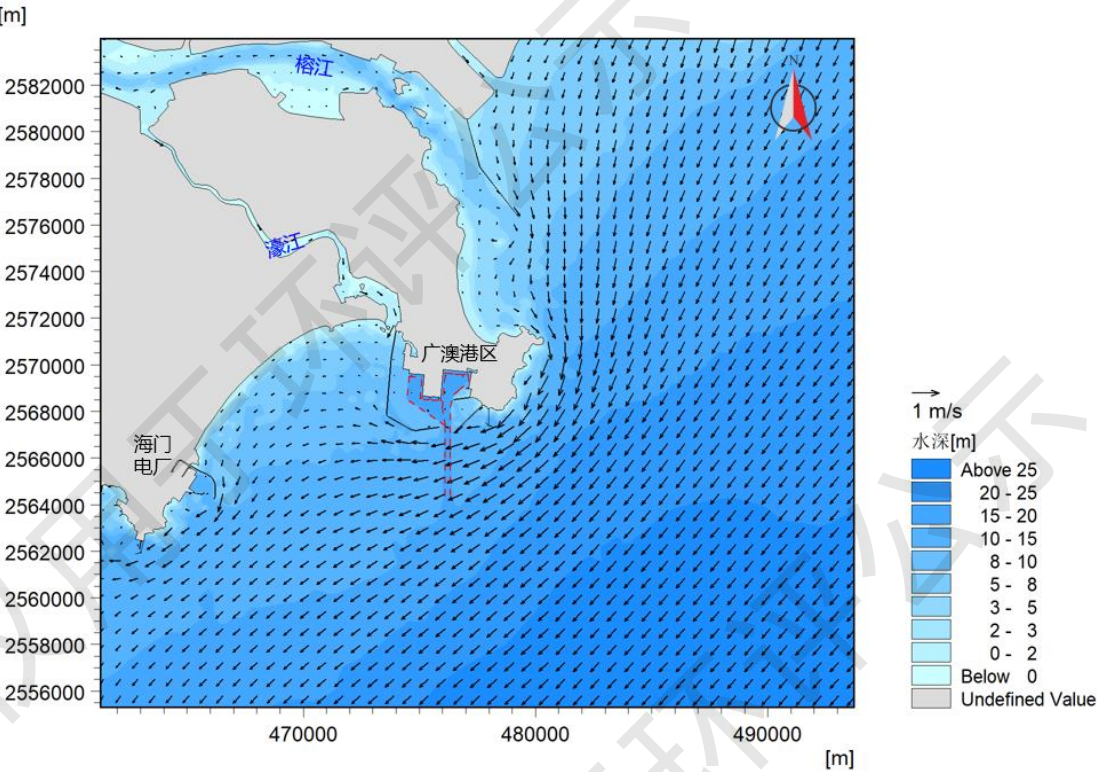


图 6.1-17 方案实施后工程海域小潮流场（落急时刻）

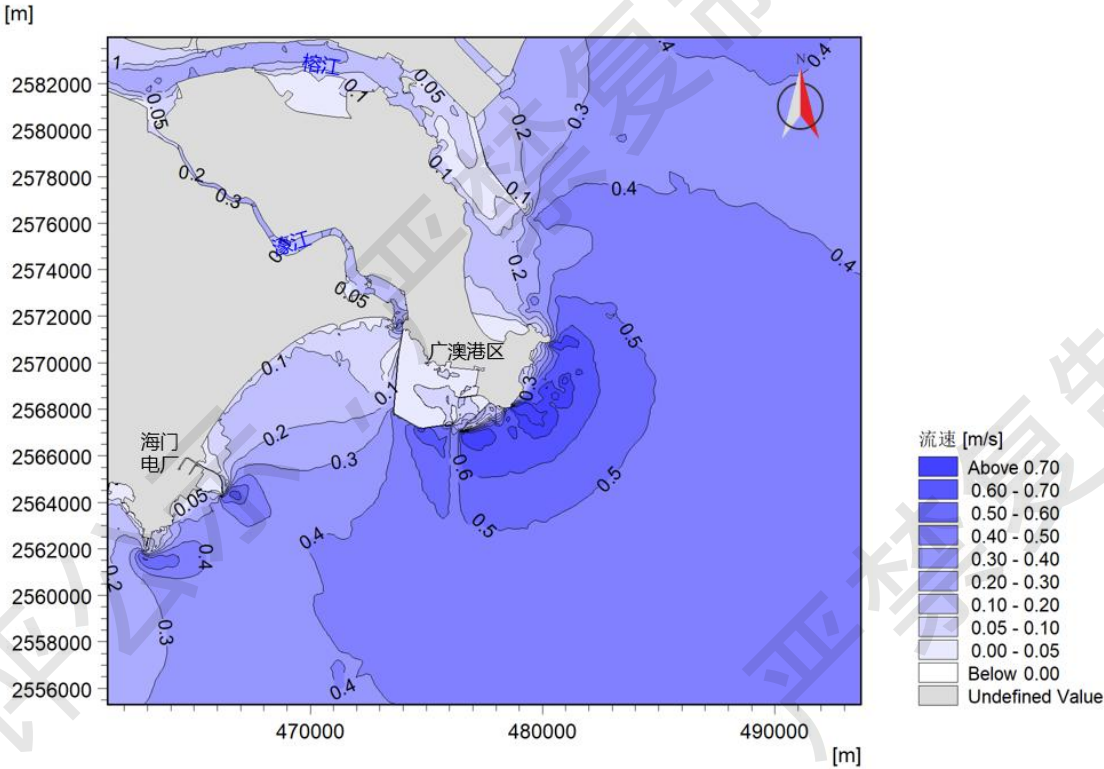


图 6.1-18 现状情况下工程海域小潮流速等值线（涨急时刻）

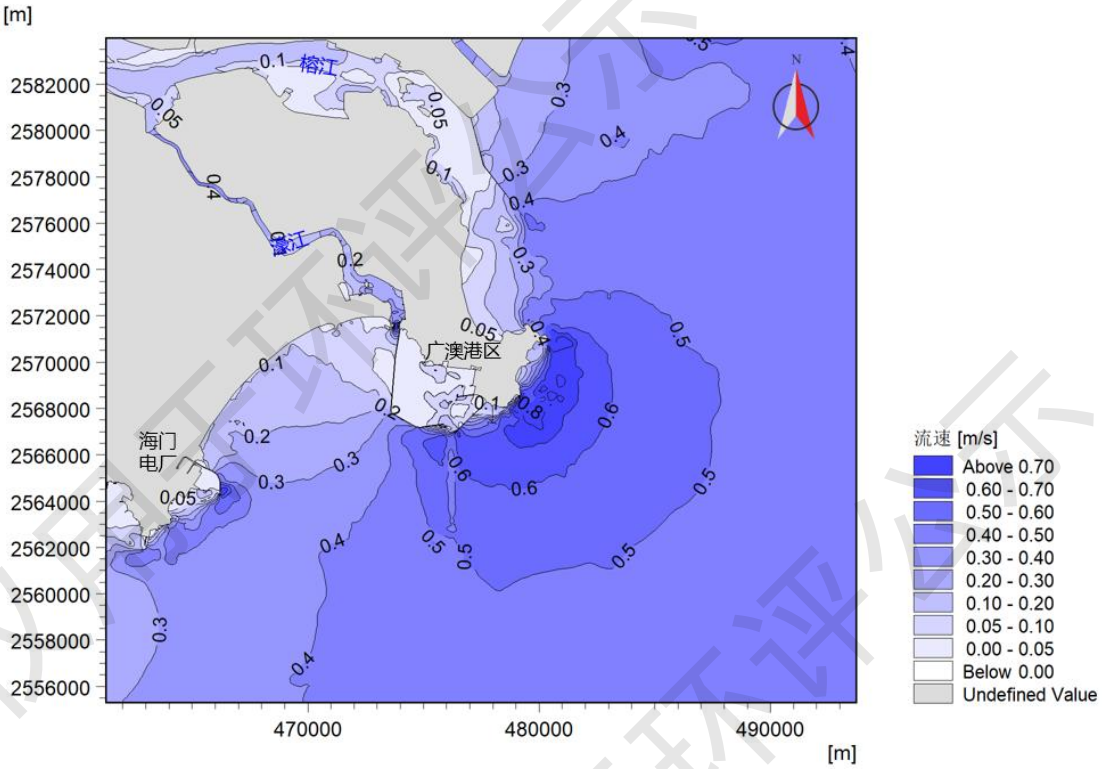


图 6.1-19 现状情况下工程海域小潮流速等值线（落急时刻）

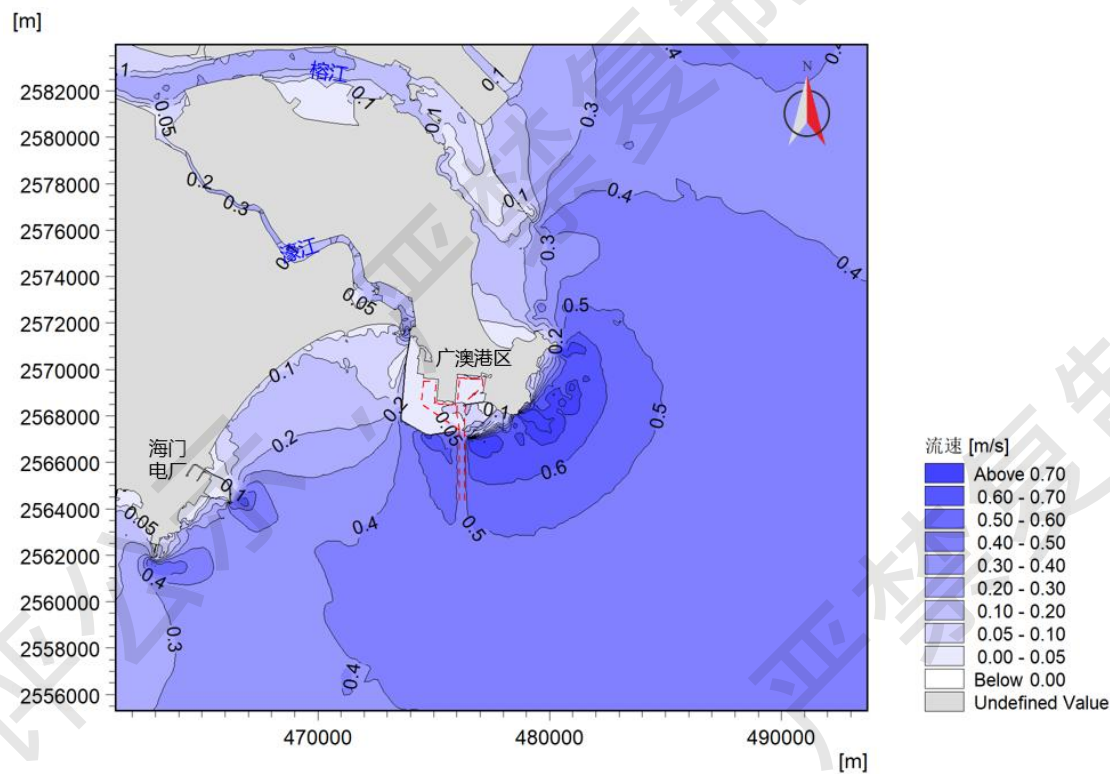


图 6.1-20 方案实施后工程海域小潮流速等值线（涨急时刻）

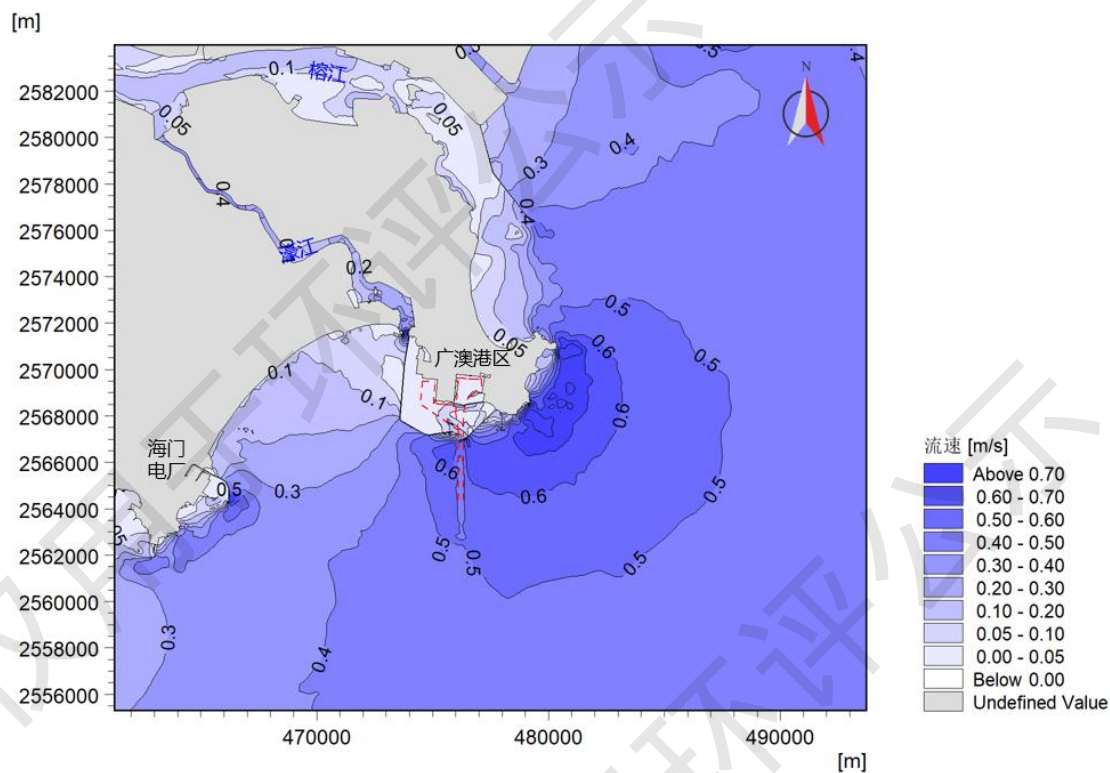


图 6.1-21 方案实施后工程海域小潮流速等值线（落急时刻）

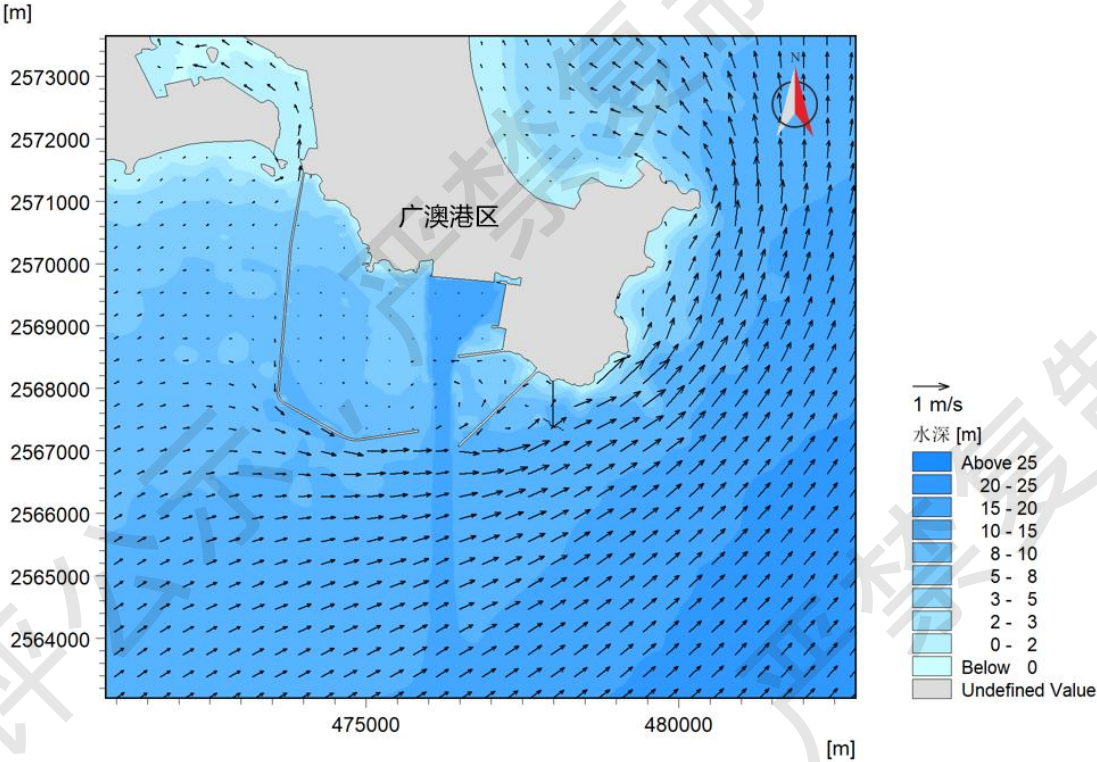


图 6.1-22 现状情况下工程局部大潮涨落潮流场（涨急时刻）

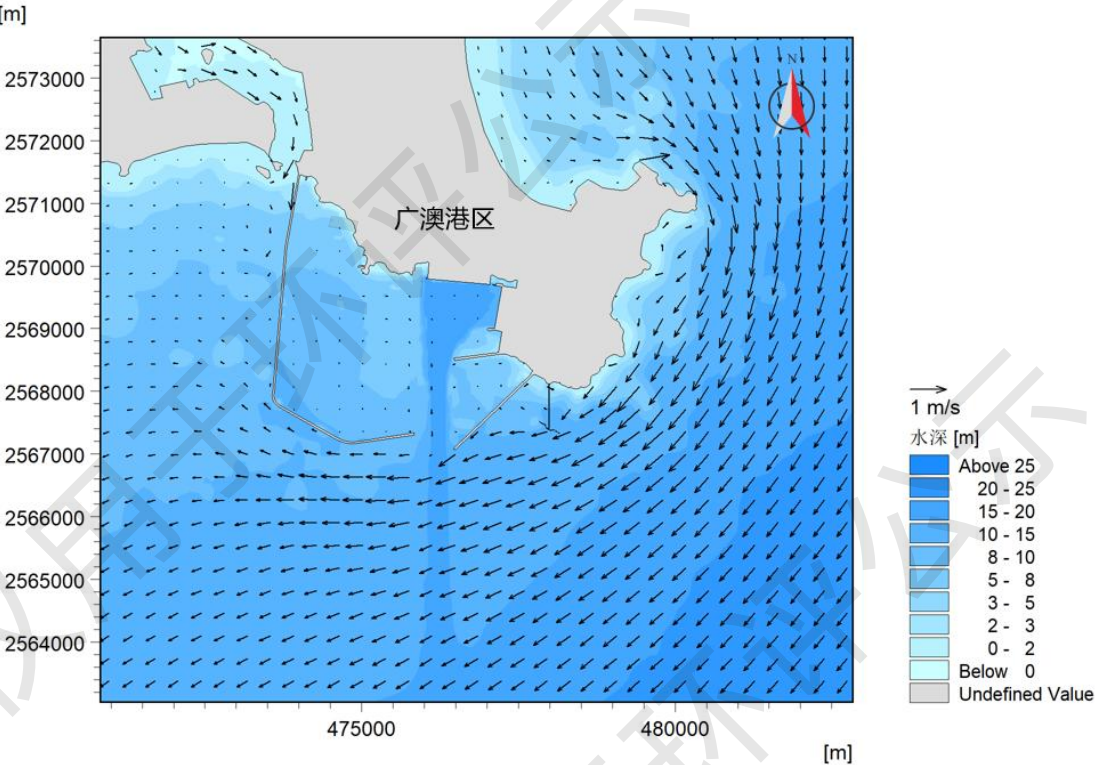


图 6.1-23 现状情况下工程局部大潮涨落潮流场（落急时刻）

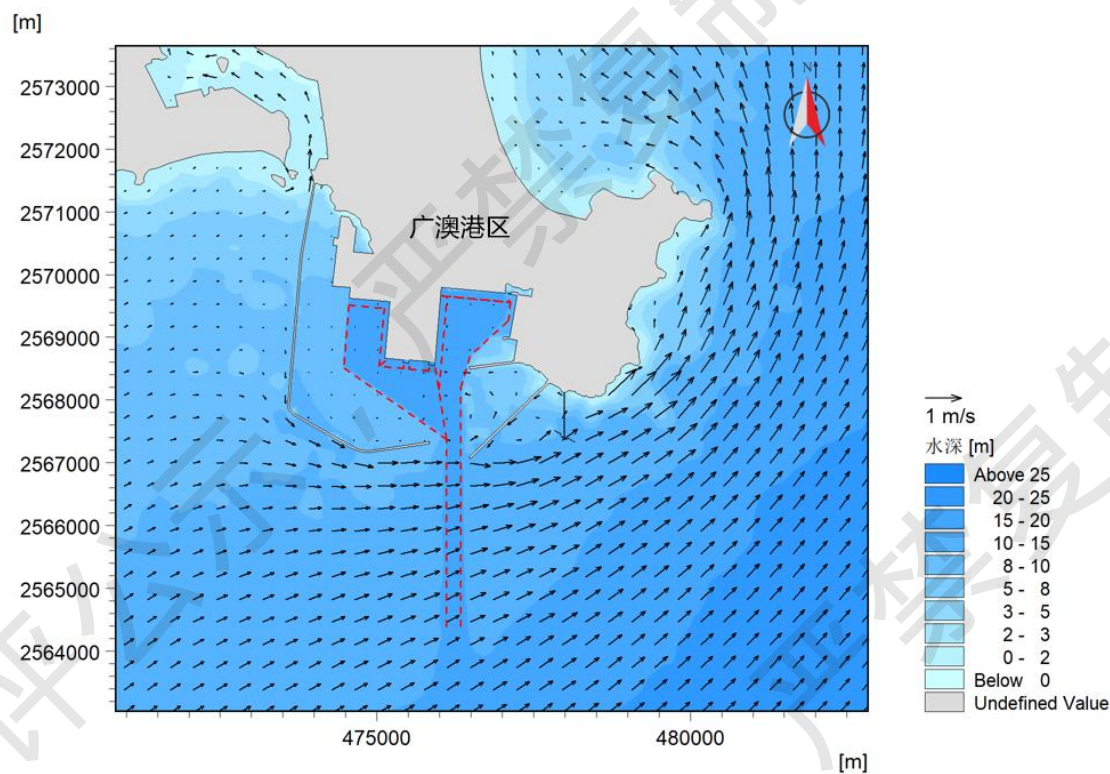


图 6.1-24 方案实施后工程局部大潮涨落潮流场（涨急时刻）

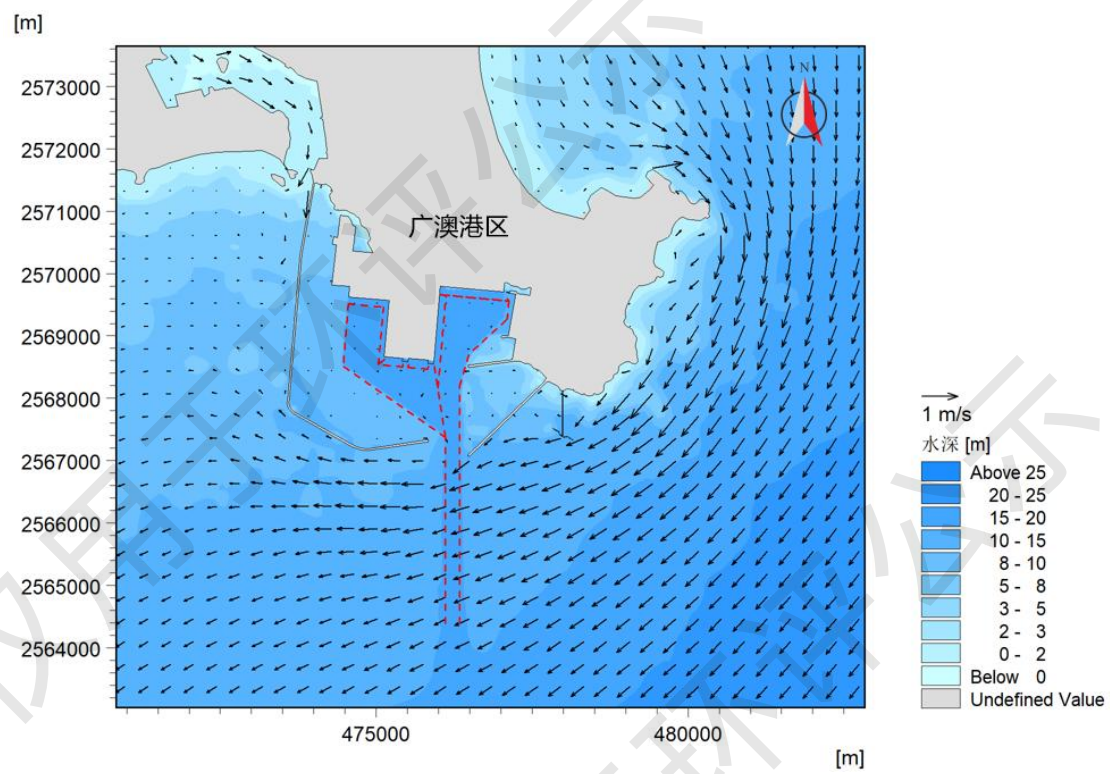


图 6.1-25 方案实施后工程局部大潮涨落潮流场（落急时刻）

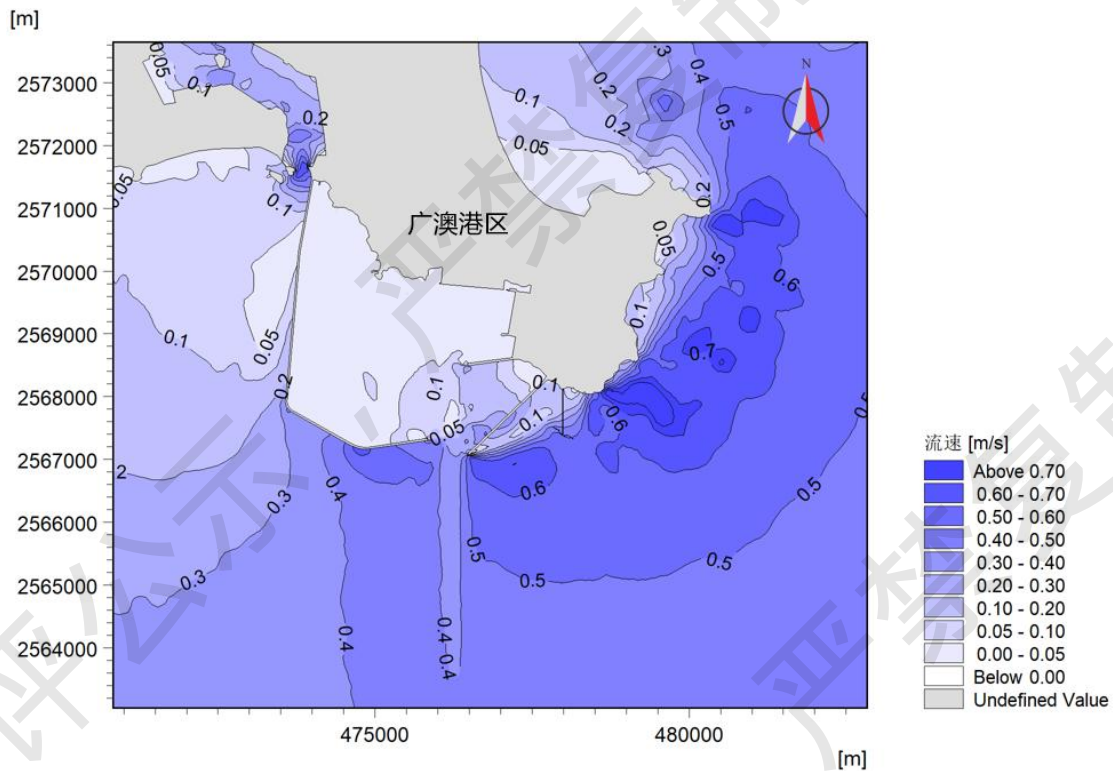


图 6.1-26 现状情况下工程局部大潮涨落潮流速等值线（涨急时刻）

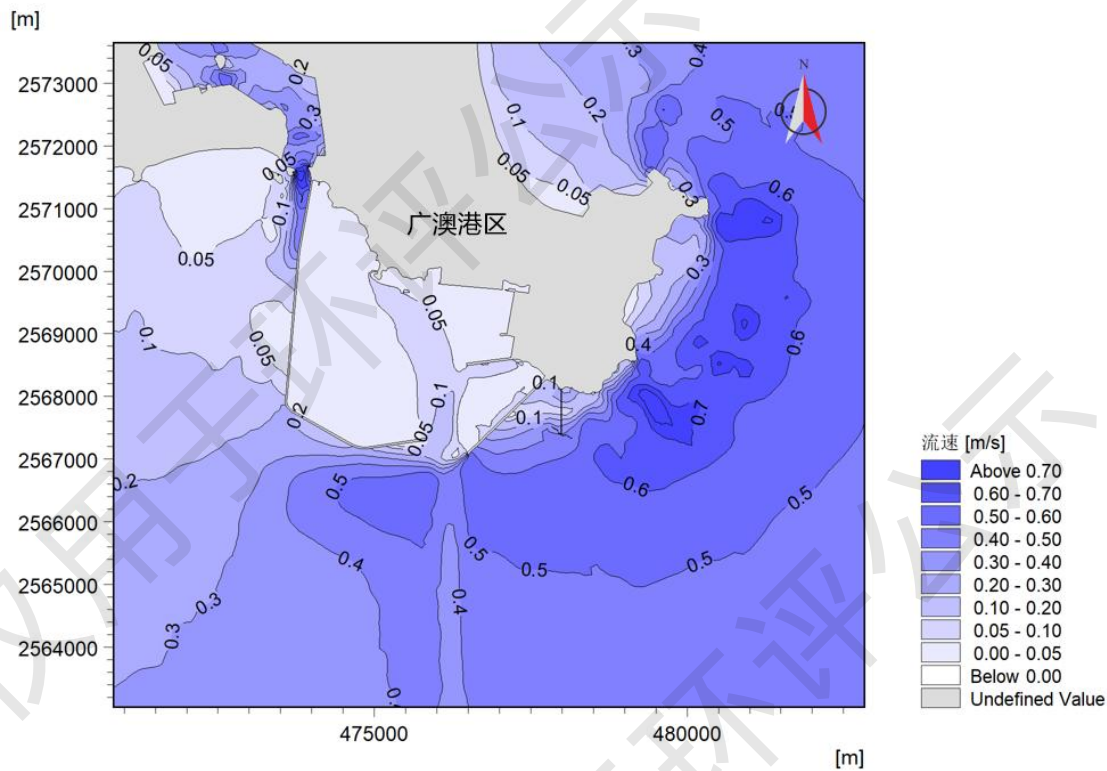


图 6.1-27 现状情况下工程局部大潮涨落潮流速等值线（落急时刻）

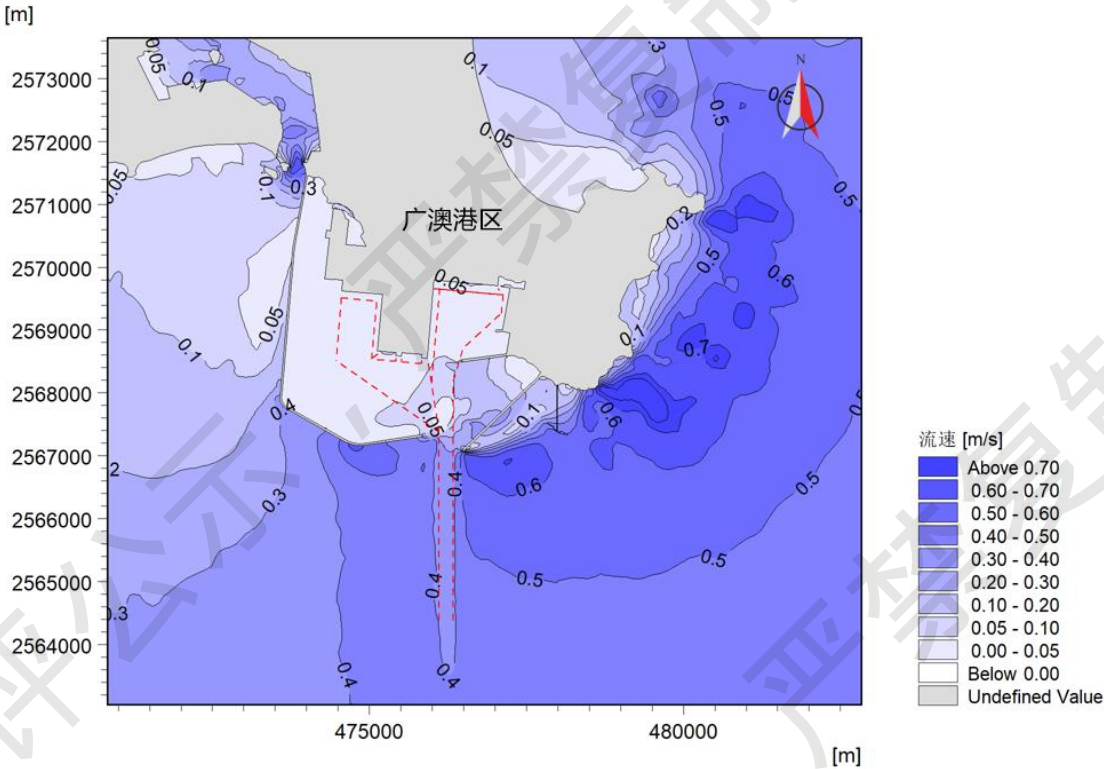


图 6.1-28 方案实施后工程局部大潮涨落潮流速等值线（涨急时刻）

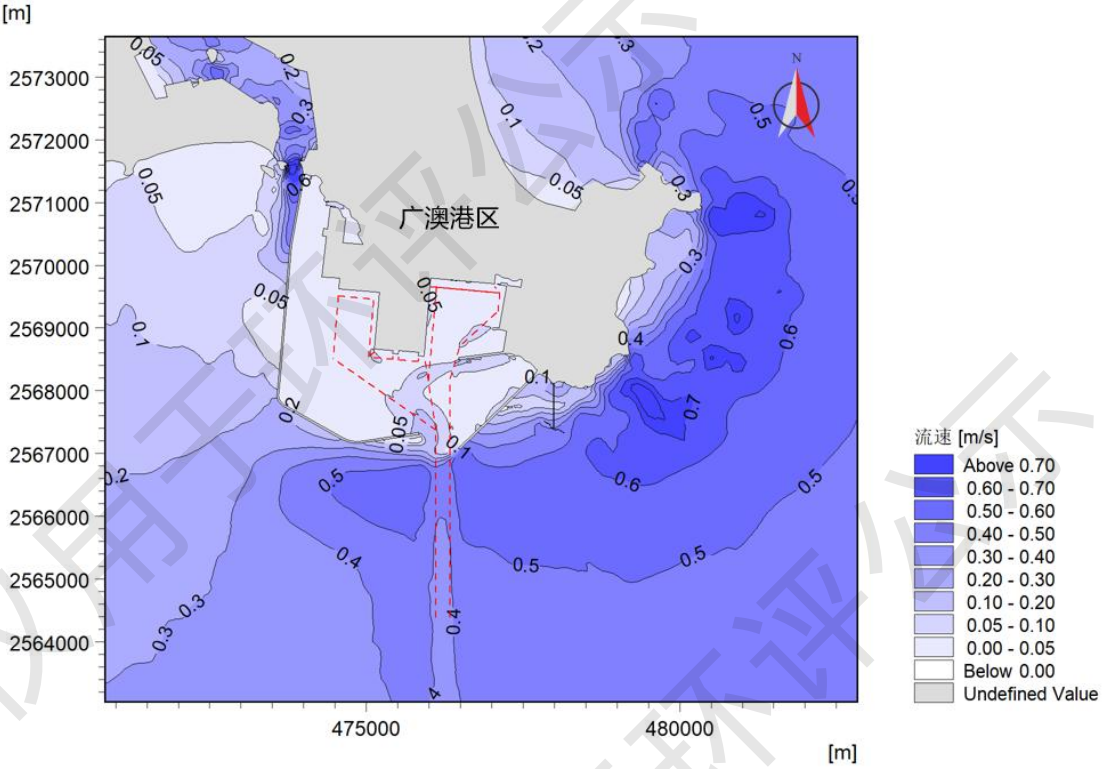


图 6.1-29 方案实施后工程局部大潮涨落潮流速等值线（落急时刻）

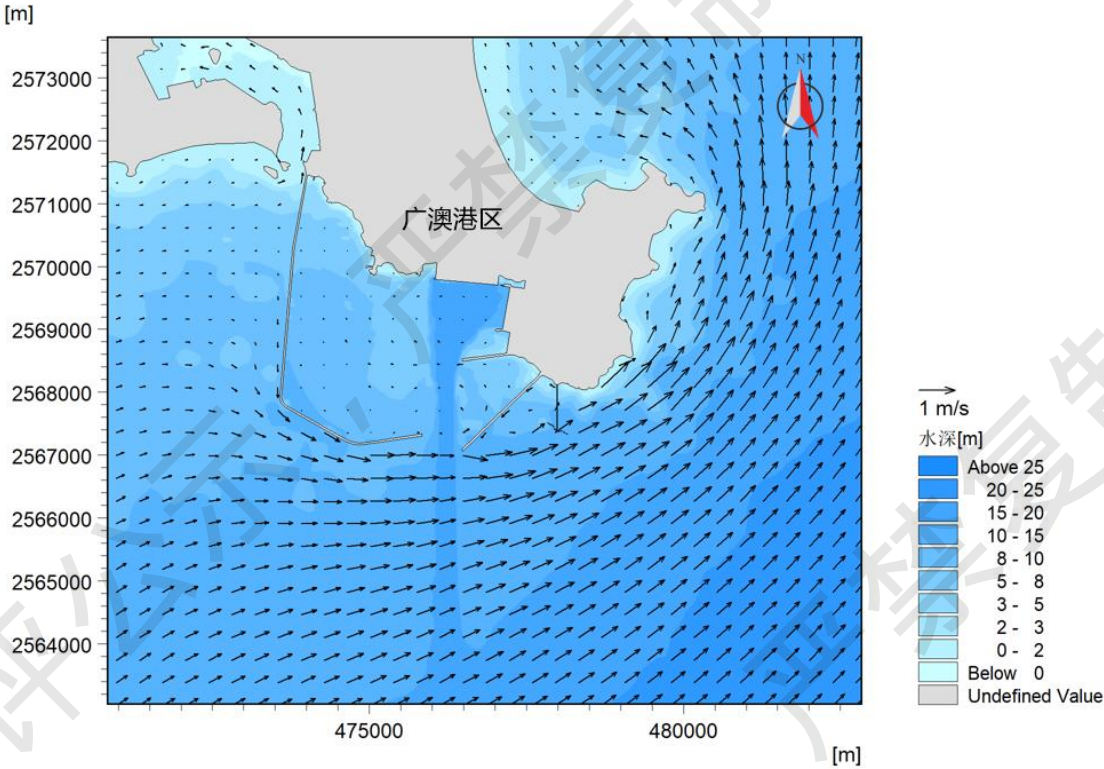


图 6.1-30 现状情况下工程局部小潮涨落潮流场（涨急时刻）

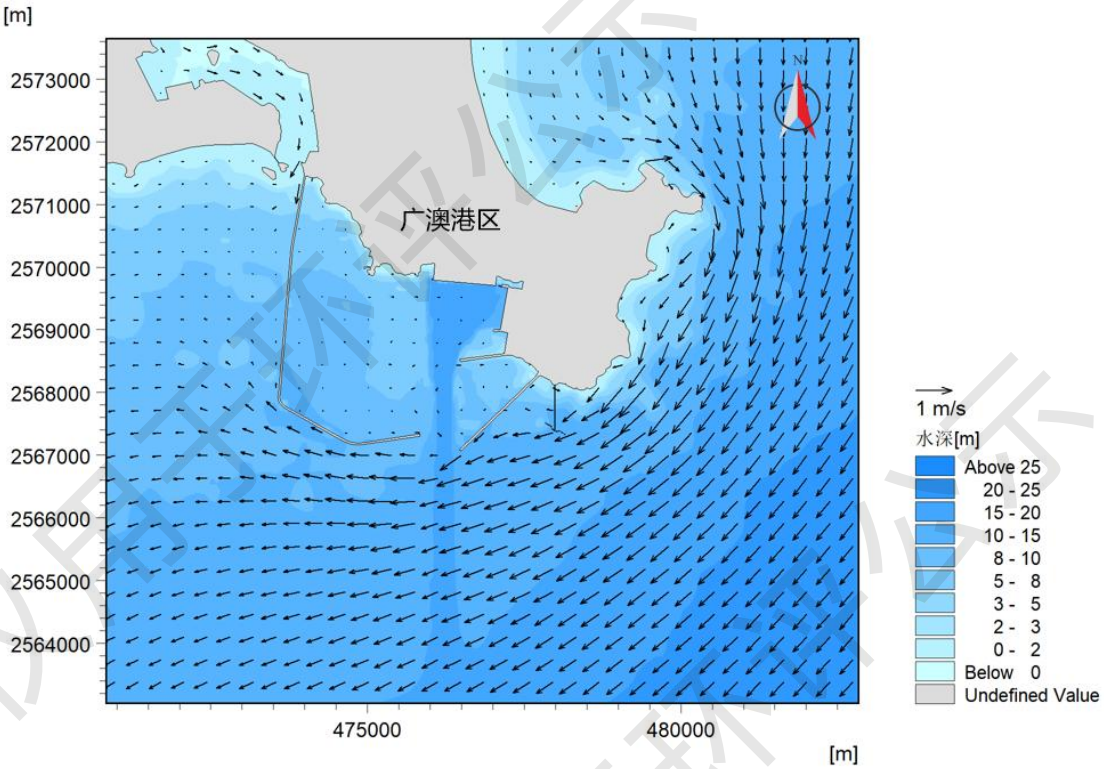


图 6.1-31 现状情况下工程局部小潮涨落潮流场（落急时刻）

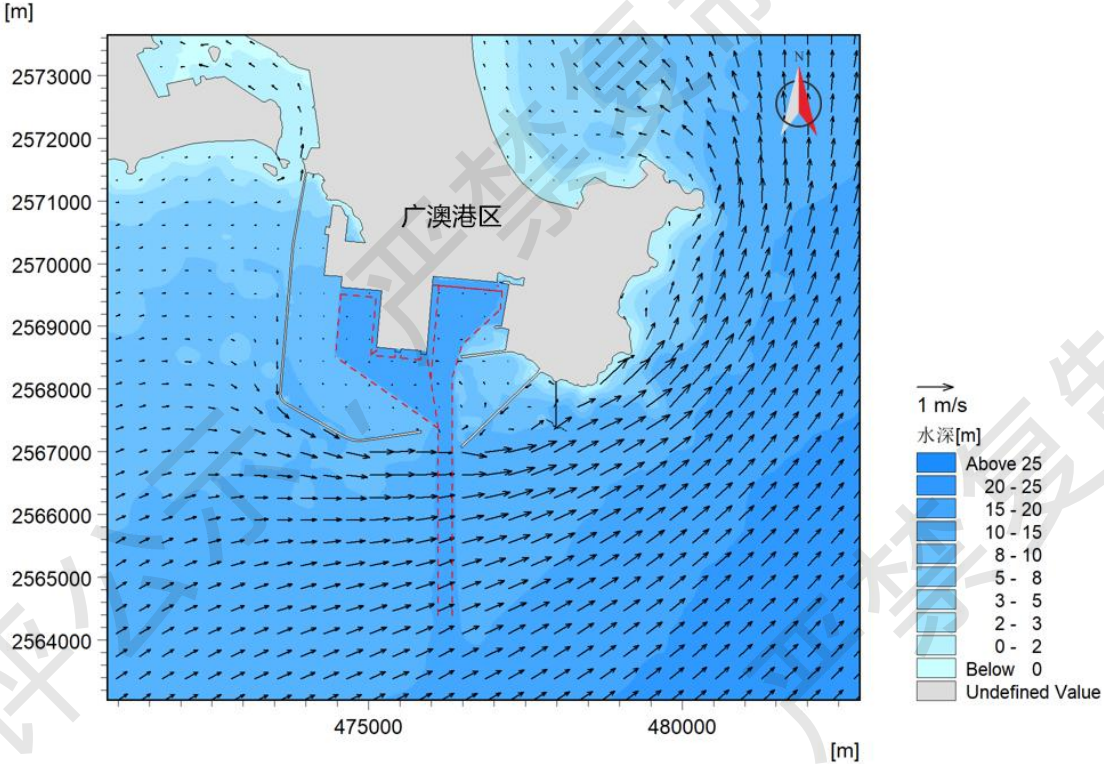


图 6.1-32 方案实施后工程局部小潮涨落潮流场（涨急时刻）

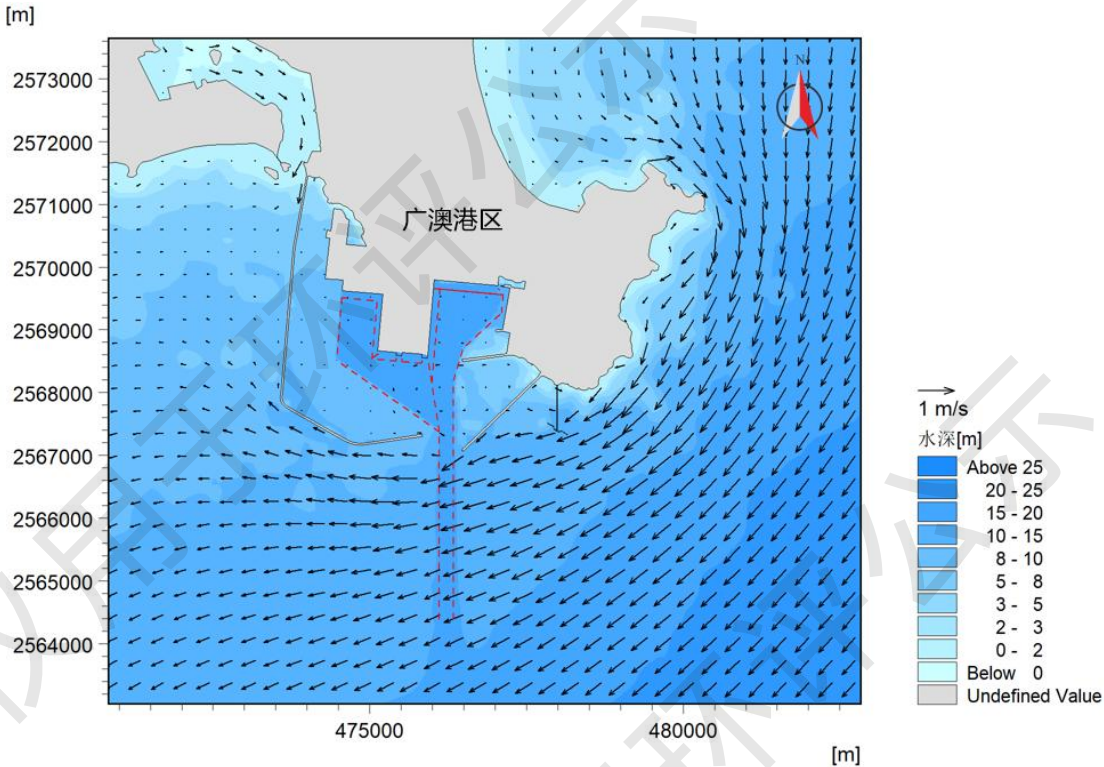


图 6.1-33 方案实施后工程局部小潮涨落潮流场（落急时刻）

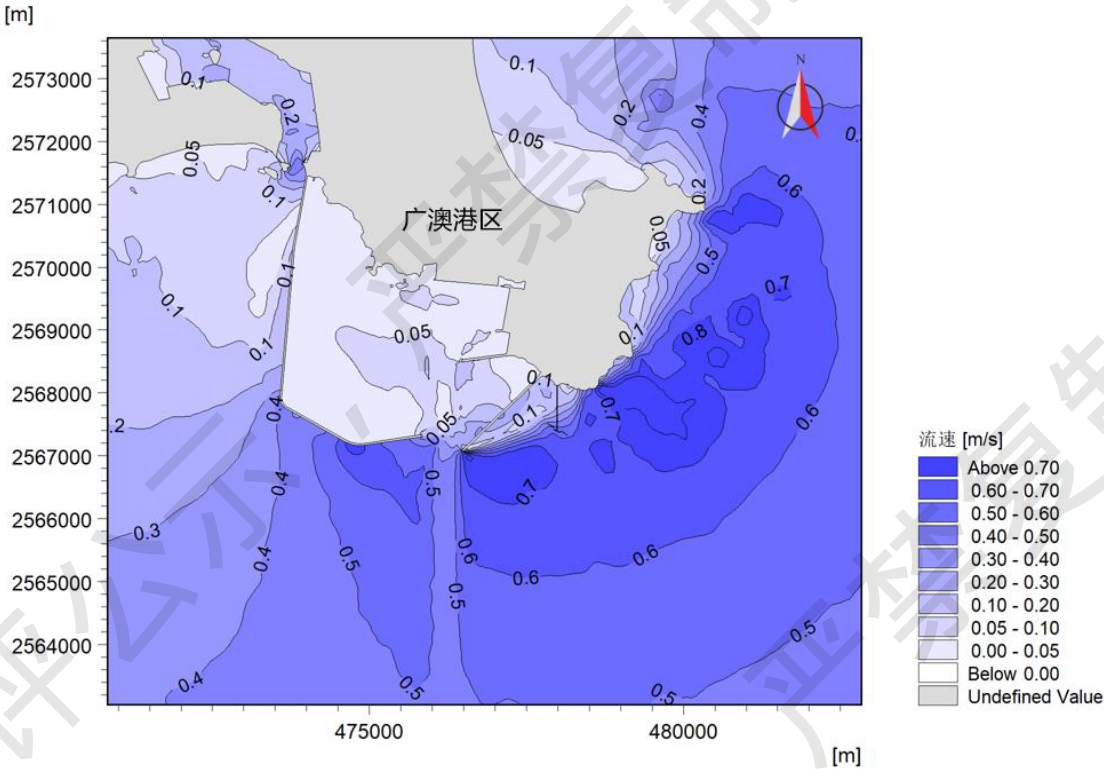


图 6.1-34 现状情况下工程局部小潮涨落潮流速等值线（涨急时刻）

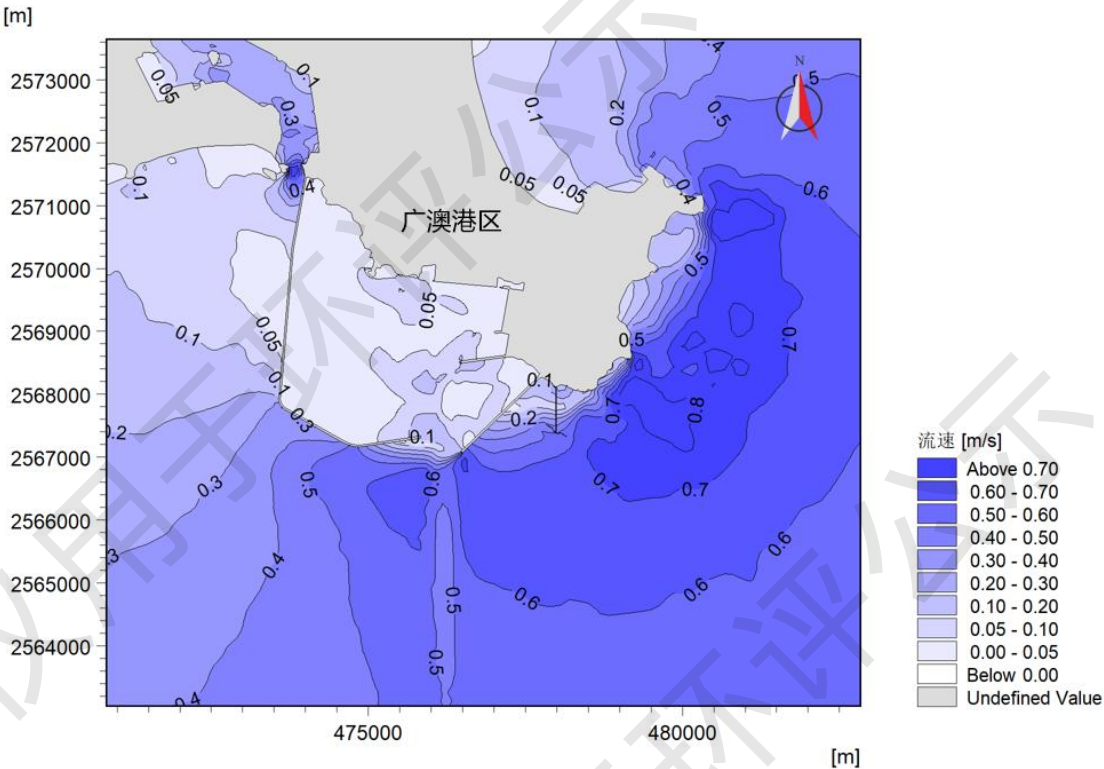


图 6.1-35 现状情况下工程局部小潮涨落潮流速等值线（落急时刻）

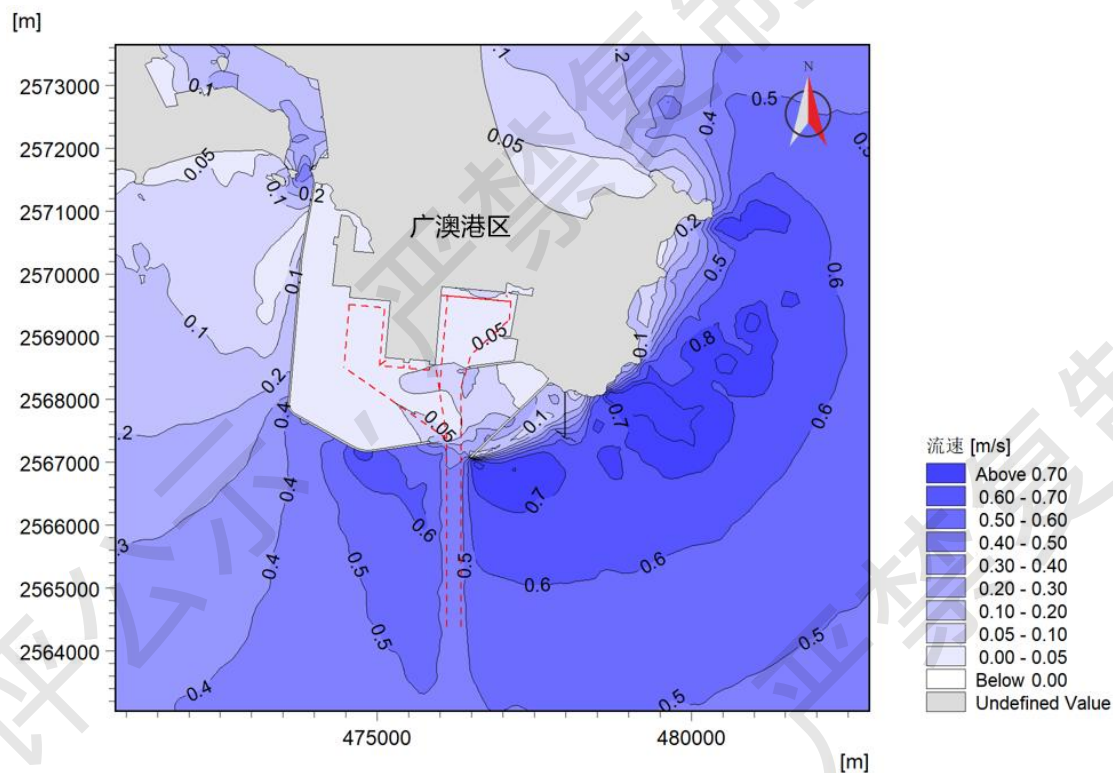


图 6.1-36 方案实施后工程局部小潮涨落潮流速等值线（涨急时刻）

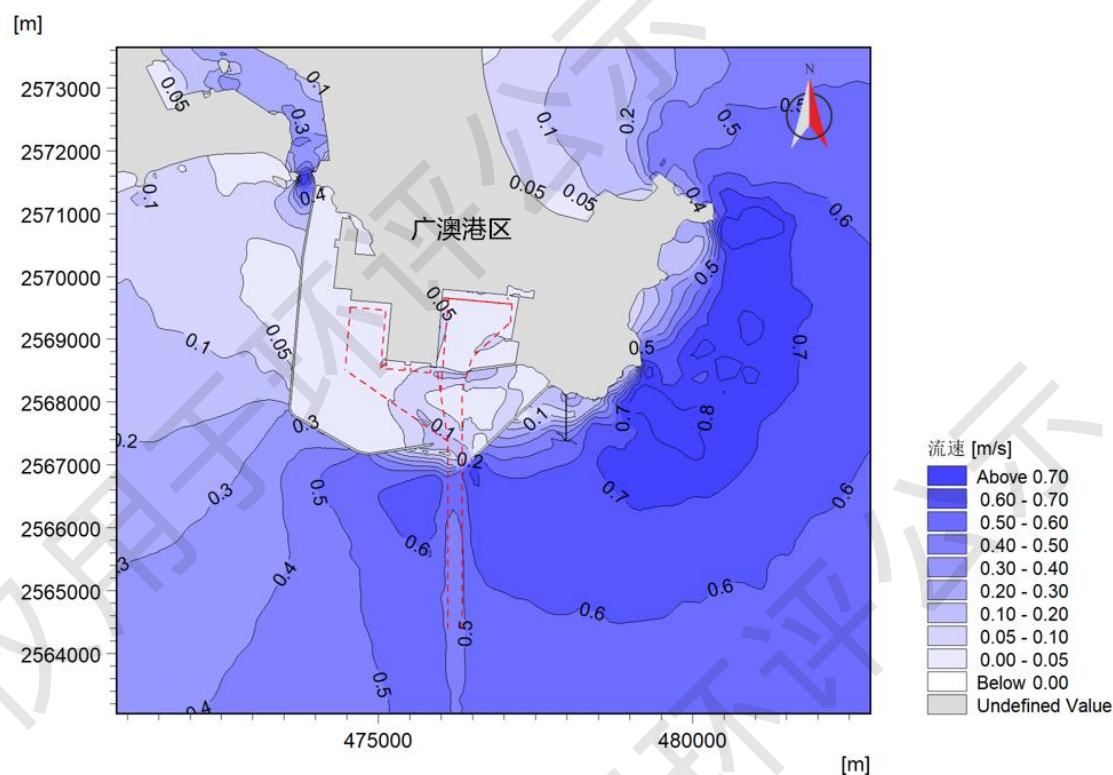


图 6.1-37 方案实施后工程局部小潮涨落潮流速等值线（落急时刻）

6.1.5. 工程建设对水流条件影响分析

工程的实施必然会对天然海域或多或少地带来一定影响。这里对工程方案实施后对工程海域潮流动力的影响程度进行分析。

图 6.1-38 和图 6.1-39 分别为工程方案实施前后大潮、小潮全潮平均流速差值等值线图，其中红色表示流速增加，蓝色表示流速减小。由图可见：

工程方案实施后，受开挖和填海造地的影响，新建填海区泊位及回旋水域流速较现状比有所减小。新建填海区东南部与其东侧防波堤之间受过水断面减小影响，流速有所增大。在靠近口门附近，西侧防波堤内侧流速增大，东侧防波堤内侧流速呈减小趋势。由于港内流速整体较弱，流速的变化幅度在 $\pm 0.05\text{m/s}$ 以内。整体来看，工程方案的实施仅对口门以内的港内水域略有影响，对口门外海域的水流条件几乎无影响。

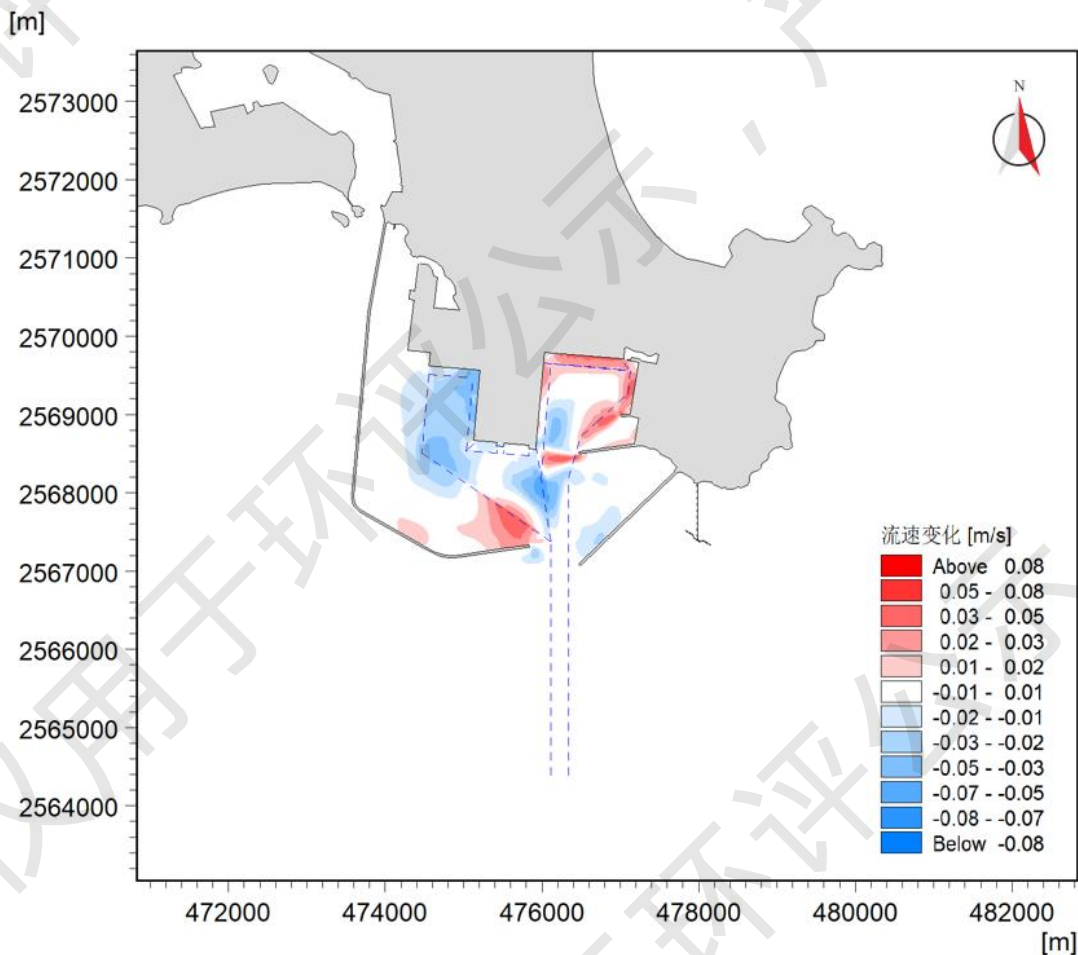


图 6.1-38 工程方案实施前后大潮全潮平均流速差值等值线

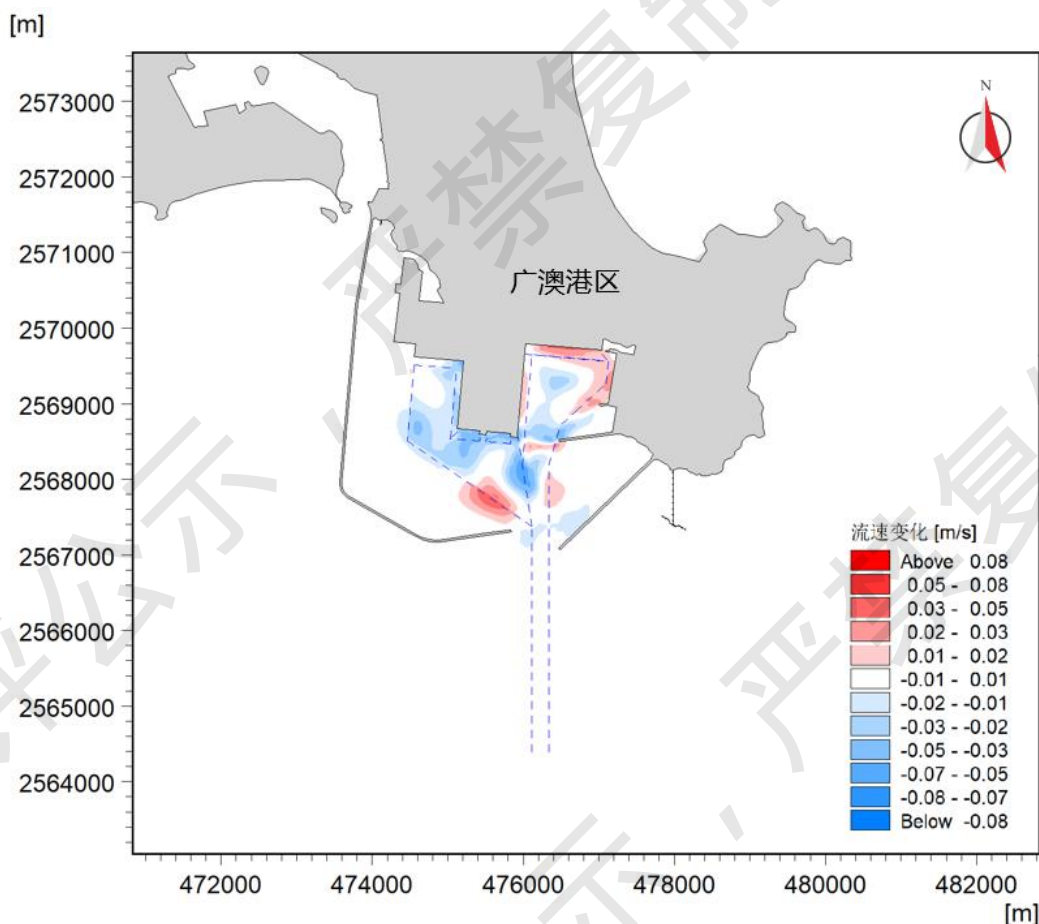


图 6.1-39 工程方案实施前后小潮全潮平均流速差值等值线

6.1.6. 水体交换数值模拟成果分析

在潮流模拟成果的基础上，本章采用水体交换数学模型，分别针对不同建设阶段情况下的港区布局，模拟了方案实施后的水体交换情况，统计了广澳港区的水体交换率，给出了典型方案示踪剂浓度平面分布特征，为本项目的相关环评工作提供技术支持。

考虑到水体交换自初始时刻至稳定状态需要一定时间，本次计算选取了2024年3月实测大、中、小潮作为不利潮型，拟合得到30d的连续潮型，作为此次水体交换的计算潮型。

6.1.6.1. 计算方法和参考标准

目前对水体交换常用的数值模拟手段是基于欧拉法的示踪剂浓度统计，其原理为在所研究水域内设置溶解性守恒物质，该物质将随水体携带，且无降解。因此，守恒物质的对流与扩散直接反映了水体的运动形式。

基于以上考虑，本研究中将广澳港区口门以里全部水域作为整体系统，于初

始时刻在港内同时投放浓度为 1.0 的守恒性物质，外海水域物质浓度设置为 0.0，水交换模拟时段选取了 2024 年 3 月实测连续潮作用 1 个月，由于采用守恒物质，衰减系数取 $F=0$ 。物质扩散系数取为与水流紊动粘性系数相等，即 $\sigma_T=1.0$ 。经一定的时间过程后，自系统内扩散至外海的物质总量占系统内初始物质总量的百分比即为整体系统的水体交换率，统计计算表达式见式（1-1）。文中涉及的各港池的水体交换率，其示踪剂投放方式与整体系统一样，仅仅是在各自区域内分别统计求得水体交换率。

$$EX(t_j) = 1 - \left(\frac{\sum_{i=1}^N C_i(t_j) D_i(t_j)}{\sum_{i=1}^N C_i(t_0) D_i(t_0)} \right) \times 100\% \quad (6-1)$$

其中 EX 为水体交换率； C 为物质浓度； D 为总水深； i 为统计域内的节点编号； N 为统计域内的节点总数； j 为时刻编号。

在对水体交换能力的评价标准上，我国目前处于真空状态，并无相关规范要求。参考国际航运协会（PIANC）规程规定，对于半日潮而言，在人工修筑围垦工程后，围垦区内水体交换率如能满足 4d 交换 63%，则认为水体交换情况良好；如能满足 10d 交换 63%，则认为水体交换情况尚可，一般；如需更长时间才能达到 63%，则认为水体交换情况较差。

6.1.6.2. 港区水体交换时间分布规律

图 6.1-40 给出了现阶段建设情况下广澳港区中的水体交换率历时曲线和对比情况，经分析，得到以下主要结论：

（1）总体来说，不同方案条件下，水体交换时间过程均呈类对数曲线状增加，其中初始几天内交换速率较快，此后呈缓慢增加趋势。

（2）在现阶段建设情况下，广澳港区整体 1 天水体交换率约 14%，4 天的水体交换率约为 46%，10 天港区整体水体交换率均约 71%，15 天总交换率达到 80% 左右，连续潮作用 1 个月条件下，港区内总交换率在 94% 左右，参考国际航运协会（PIANC）标准，在现阶段情况下，广澳港区整体的水体交换情况尚可；拟建通道大桥附近区域 5 天的水体交换率仅 1%，10 天约 61%，连续潮作用 1 个月条件下交换率在 93% 左右。

（3）三期工程实施后，广澳港区整体 1 天水体交换率约 13%，4 天的水体

交换率约为 39%，10 天港区整体水体交换率均约 64%，15 天总交换率达到 71% 左右，连续潮作用 1 个月条件下，港区内总交换率在 87%左右；拟建通道大桥附近区域 15 天的水体交换率仅 1%，20 天的水体交换率约 20%，连续潮作用 1 个月条件下交换率在 30%左右。

（4）与工程前相比，就整个港区而言，三期工程实施后港区的水体交换情况略有变差，但按照国际航运协会（PIANC）的标准，港区的水体交换情况仍表现为尚可；而拟建通道大桥附近的水体交换情况则明显变差，因此在通道大桥东侧水域严禁排放污水。

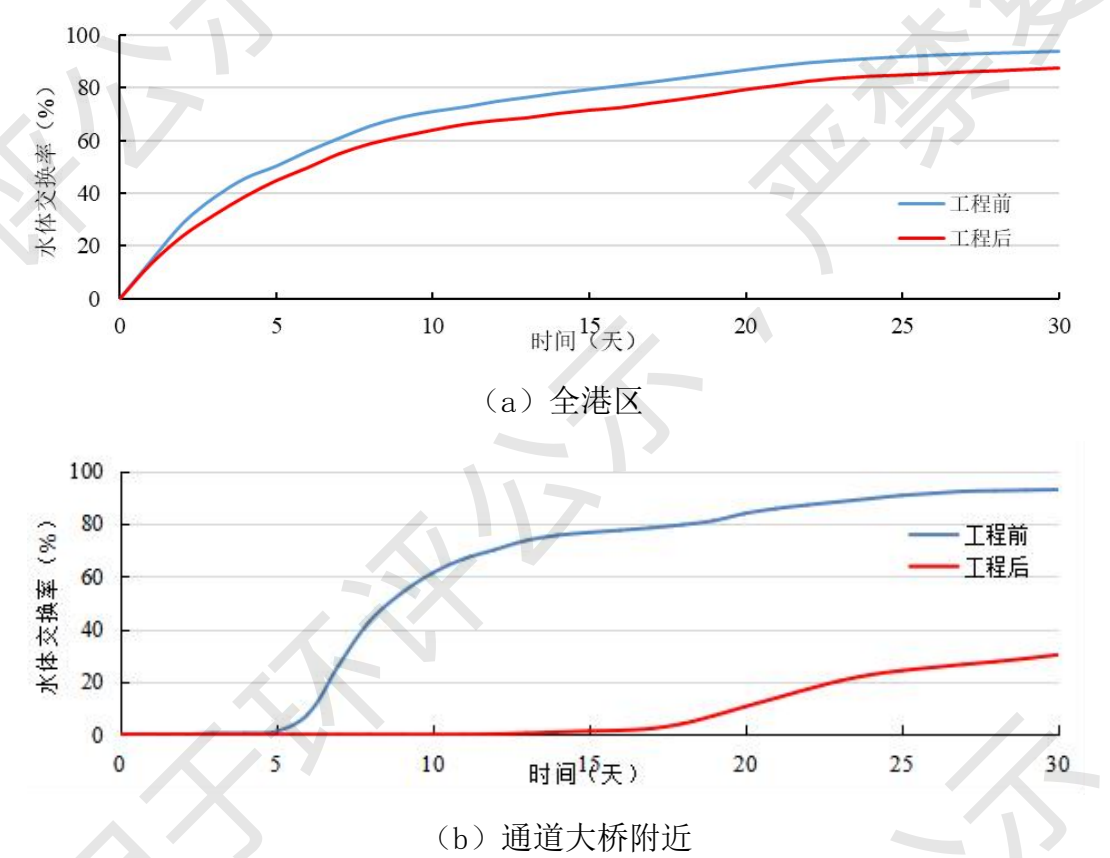


图 6.1-40 不同建设阶段港区整体水体交换率历时曲线

表 6.1-1 不同建设阶段港区整体水体交换率历时统计表

天数	全港区			通道大桥附近		
	现阶段建设	工程建设后	变化	现阶段建设	工程建设后	变化
0	0%	0%	0%	0%	0%	0%
1	14%	13%	-1%	0%	0%	0%
2	28%	24%	-4%	0%	0%	0%
3	38%	32%	-6%	0%	0%	0%
4	46%	39%	-7%	0%	0%	0%
5	50%	45%	-5%	1%	0%	-1%

10	71%	64%	-7%	61%	0%	-61%
15	79%	71%	-8%	77%	1%	-76%
20	87%	79%	-8%	84%	10%	-74%
30	94%	87%	-7%	93%	30%	-63%

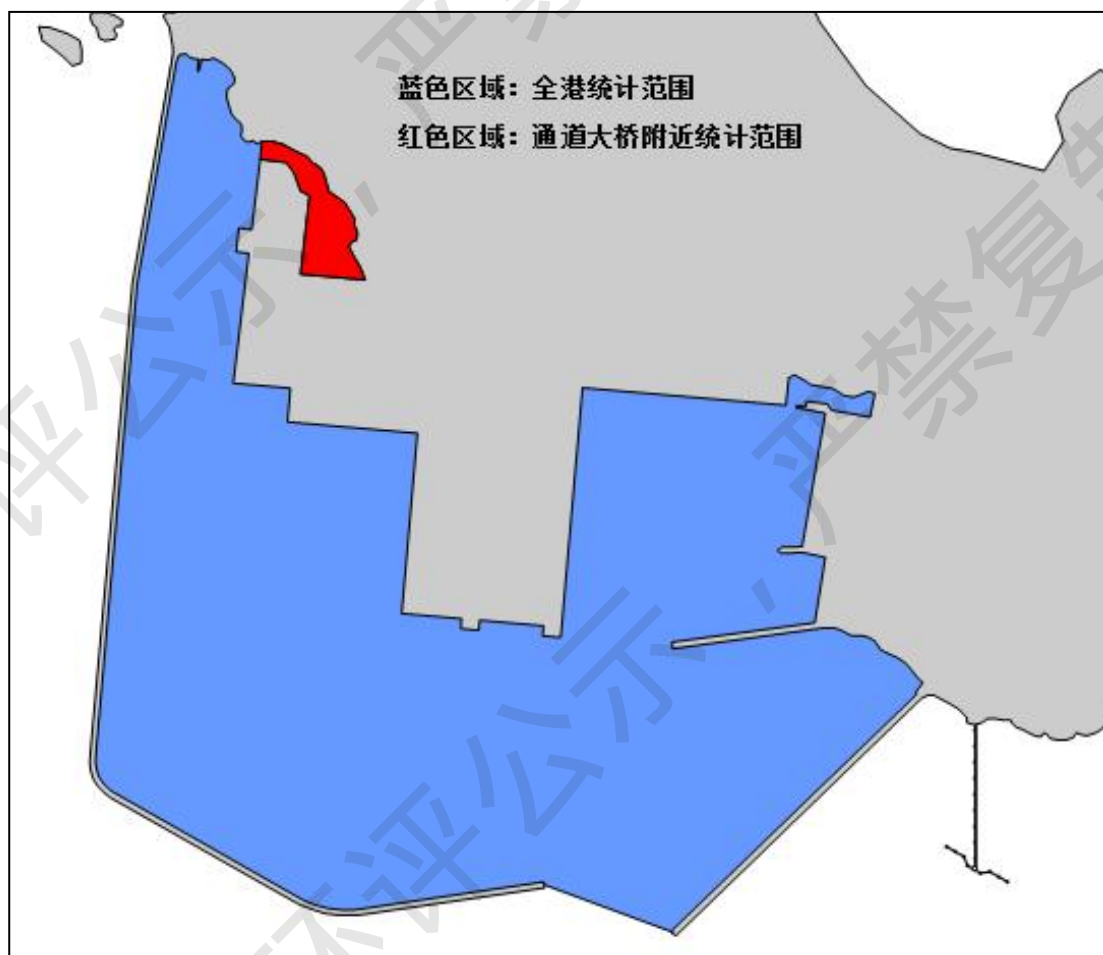


图 6.1-41 各区域水体交换率统计范围

6.1.6.3. 港区水体交换平面分布规律

为进一步了解研究水域内的水体交换情况，比较工程前后的水体交换效果，本节首先给出了工程前研究区域内示踪剂浓度的平面分布情况，如图 6.1-41~图 6.1-43 所示。经分析可知：

(1) 广澳港区内的水流运动受限于港区布局影响，口门外区域涨潮近似东向，落潮近似西向，口门以内的港池多为弱流区。在以上潮流驱动下，涨潮时外海水体由口门进入港内，稀释了港内物质浓度，而后由落潮流携带出港外。在连续潮的循环作用下，港内水体可逐渐与外海交换，并随时间增长其交换率亦相应增大。

(2) 现阶段建设情况下，广澳港区整体与外海水体流通顺畅，水体交换情况尚可，但在平面分布上仍存在一定的不均匀性，交换较差的水域范围集中在港区底部，特别是港池底部的避风塘内，这些区域距离口门较远，且存在一定的遮挡，堤后容易形成水交换“死角”，因此，其水流流速相对较弱，水体交换所需时间也就稍长。

(3) 广澳三期工程实施后，随着港区进一步围填，港内的纳潮量较现阶段建设降低，而纳潮量的大小直接影响到海湾的水体交换能力，纳潮量越小，其水体交换能率越差，因此，三期工程实施后港内的水体交换能力有所降低。

(4) 工程前后相比，从平面分布来看，水体交换的规律与现阶段建设条件相比并没有明显改变，仅交换率有所降低，但受工程方案的影响，局部区域掩护效果更好，更易形成水体交换“死角”。

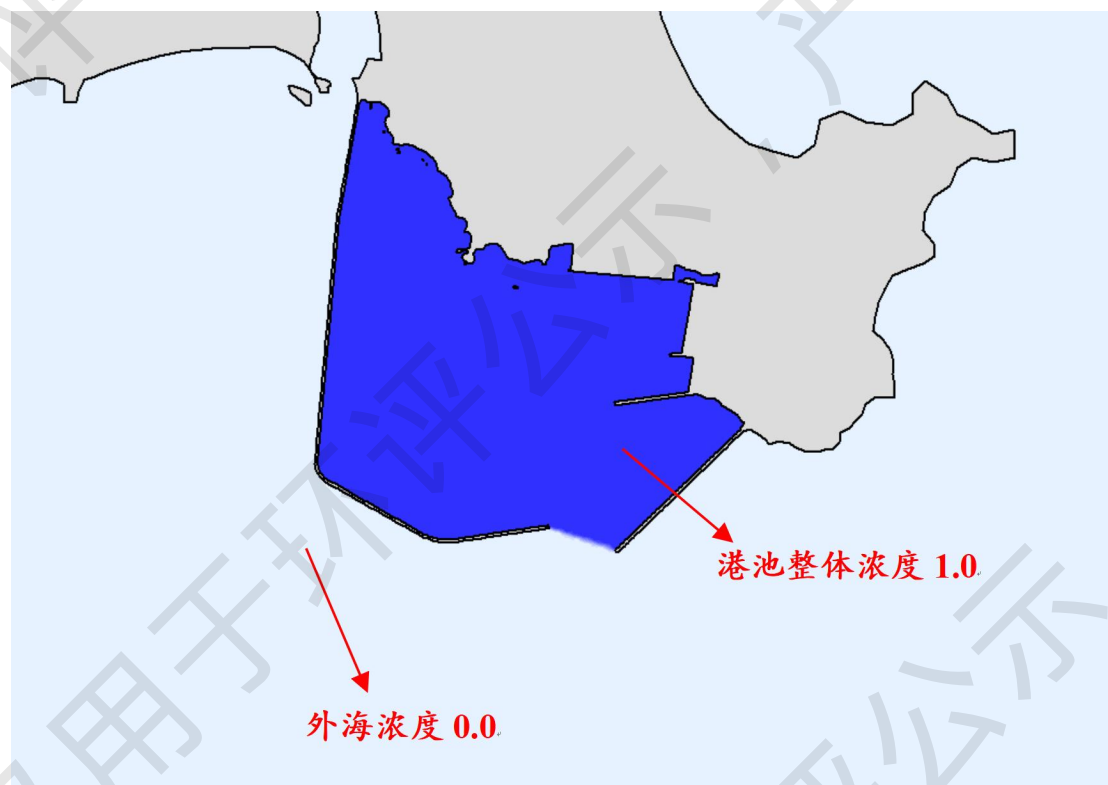
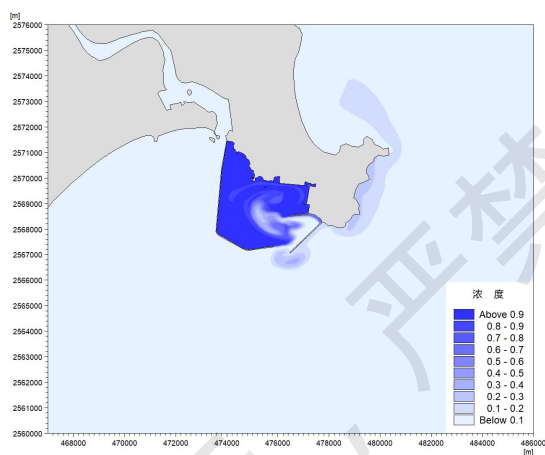
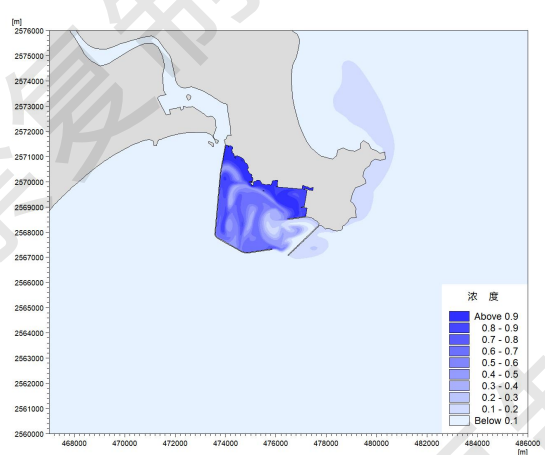


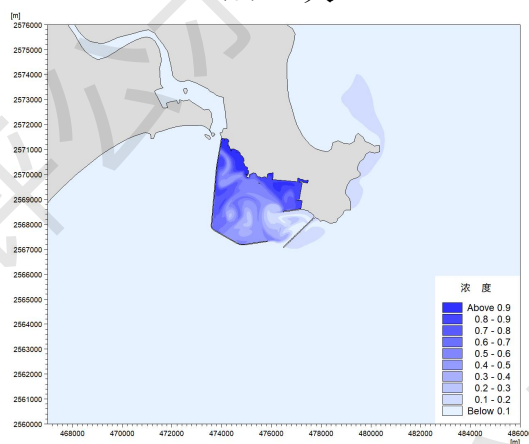
图 6.1-41 初始时刻浓度分布图



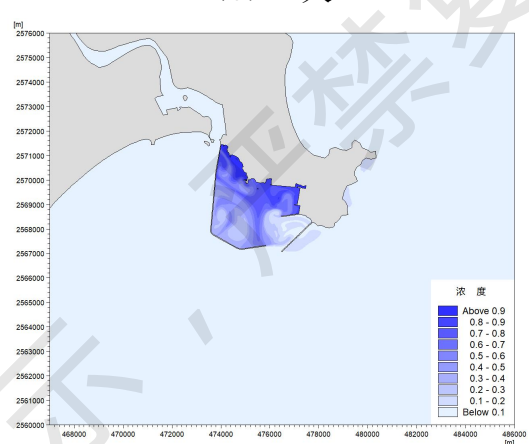
(a) 1 天



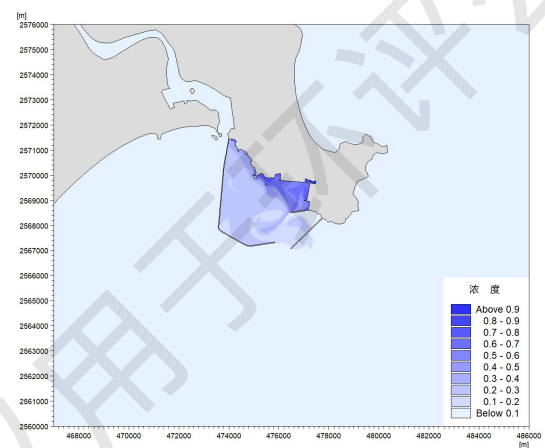
(b) 2 天



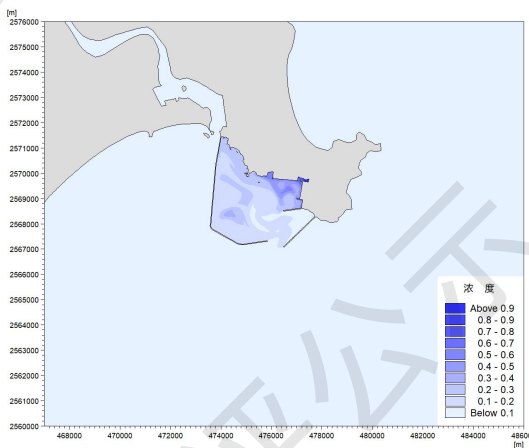
(c) 4 天



(d) 5 天



(e) 10 天



(f) 15 天

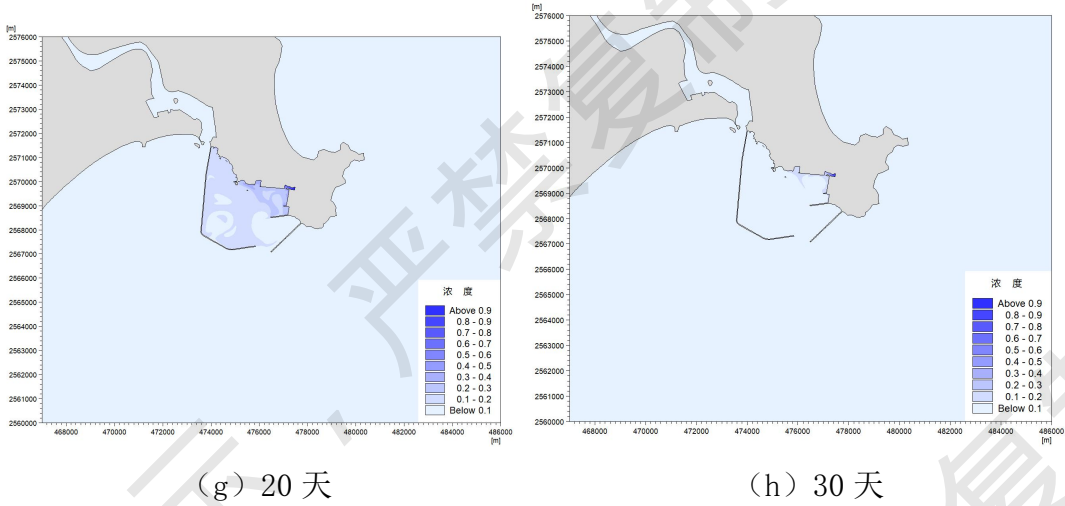
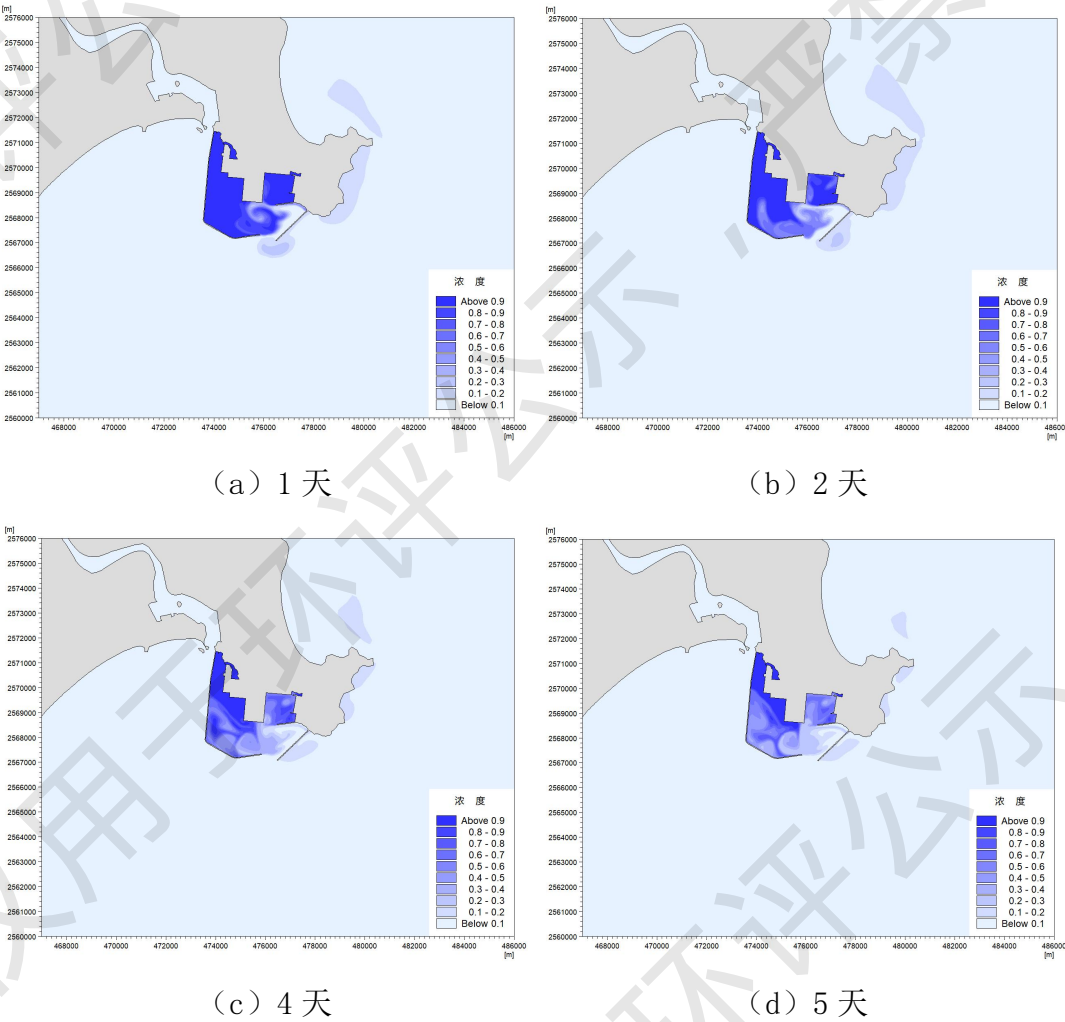


图 6.1-42 工程前示踪剂浓度扩散历时分布图



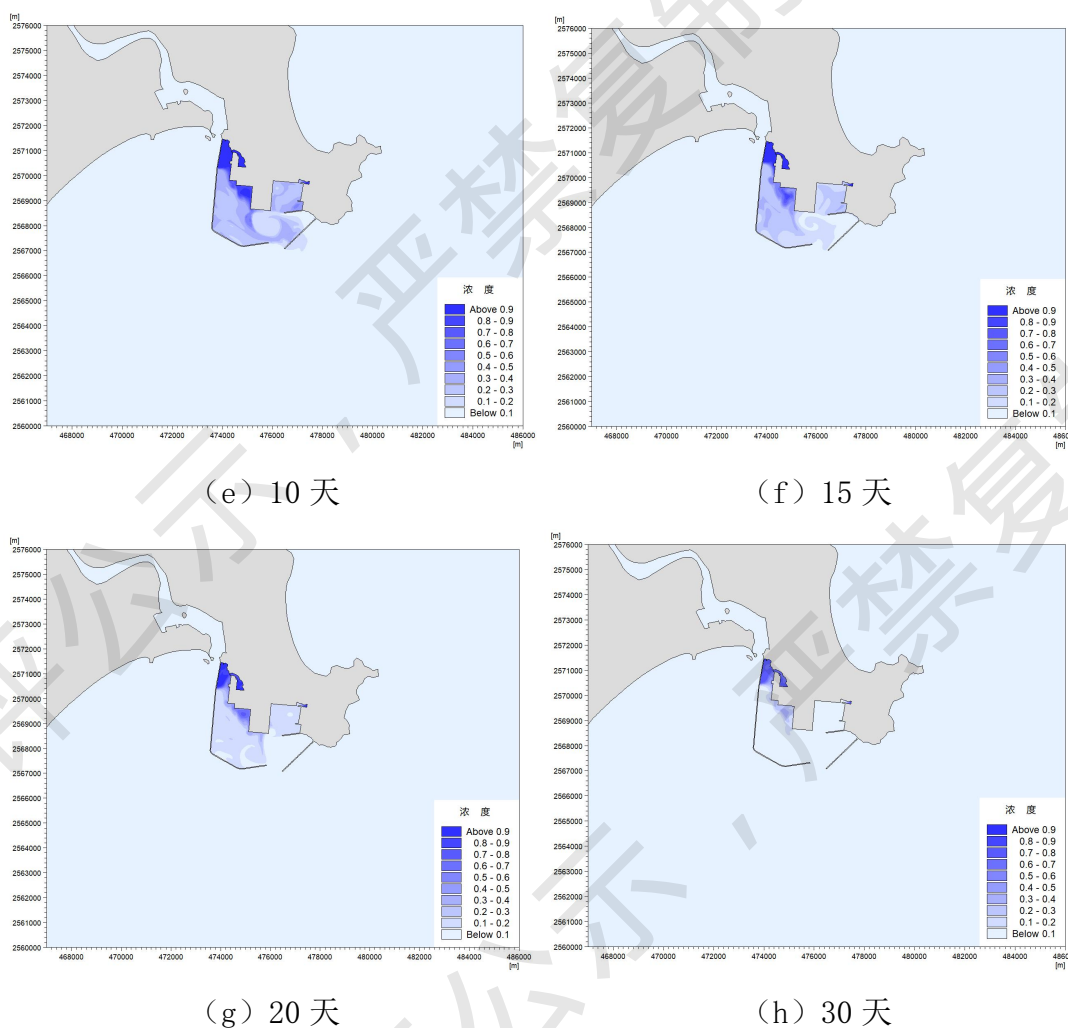


图 6.1-43 三期工程实施后示踪剂浓度扩散历时分布图

6.1.7. 工程建设对广澳港内纳潮量影响分析

纳潮量是指平均潮差条件下海湾可能接纳的潮水量，其大小反应了海湾的自净能力，是影响海湾与外海水体交换强度的重要指标。纳潮量有多种不同的计算方式，本项目基于水动力模型的计算结果统计计算工程前后广澳港内的纳潮量，对张鹏等（2021，水利水电技术）和杨世伦等（2003，海洋科学）所使用的纳潮量计算公式进行改进，改进后的计算公式为：

$$P = \sum_{i=1}^n \frac{1}{2} (S_{1i} + S_{2i}) (H_{1i} - H_{2i})$$

其中， P 为纳潮量； H_{1i} 和 H_{2i} 分别为高潮水位和低潮水位； S_{1i} 和 S_{2i} 分别为高潮水位和低潮水位时刻对应的网格面积； n 为计算海域的网格总数。

图 6.1-44 所示为纳潮量统计计算的区域和断面位置。统计分析表明，工程前大潮期间广澳港的平均纳潮量为 $1.06 \times 10^7 \text{m}^3$ ，阶段一工程后纳潮量减小为

$9.5 \times 10^6 \text{m}^3$ ，阶段二工程后纳潮量减小为 $8.78 \times 10^6 \text{m}^3$ ，阶段一、阶段二工程建设使广澳港内纳潮量分别减小了 10.4% 和 17.2%。究其原因，主要是因为工程建设减少了部分海域面积，导致纳潮量减小。



图 6.1-44 纳潮量统计区域图

6.2. 冲淤环境影响预测与评价

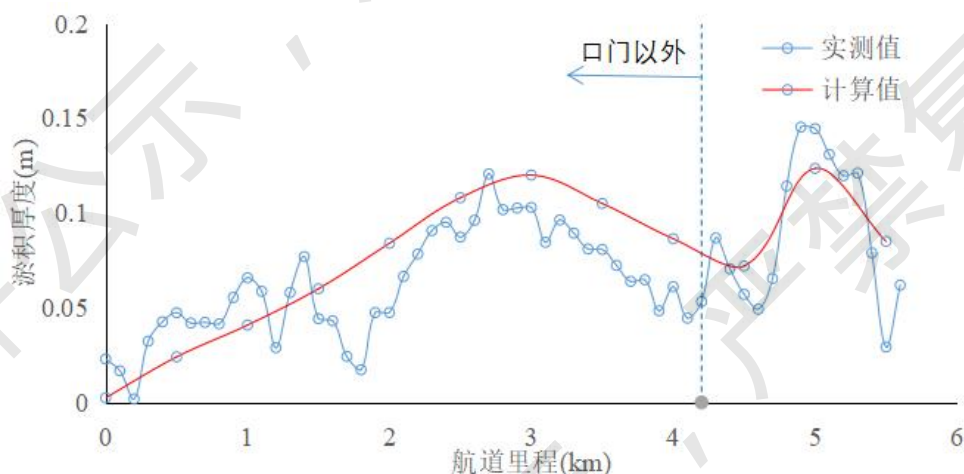
1、模型验证

工程的实施必然会引起工程区及附近区域水动力条件的改变，当工程后流速的挟沙力能力小于工程前流速的起悬型平衡含沙量，且工程后流速小于不淤流速，则海床发生淤积；当工程后流速相应的挟沙能力大于工程前流速的沉降型平衡含沙量，且工程后流速大于泥沙的起动流速，则海床发生冲刷；当工程后流速相应的挟沙能力介于工程前流速的起悬平衡含沙量和沉降型平衡含沙量之间，则海床发生微冲微淤，冲淤基本平衡。

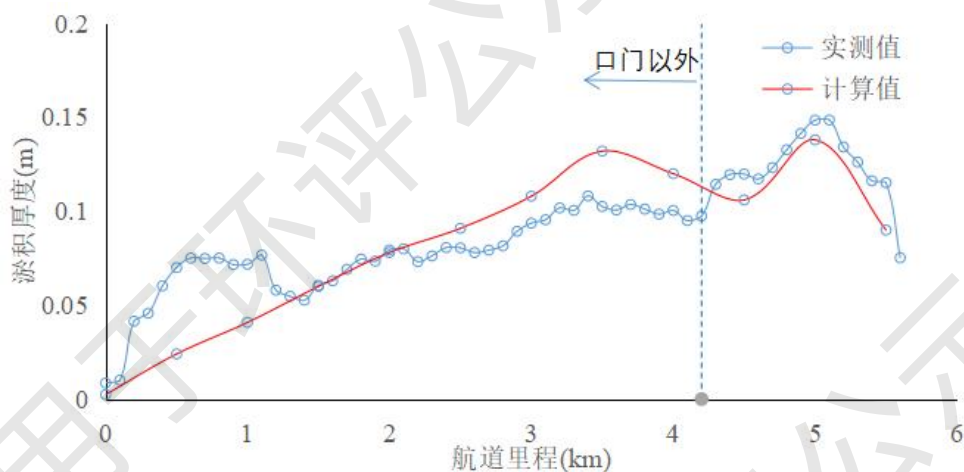
为了解本工程实施后对海床地形的影响情况，这里对工程方案实施后工程海域的海床地形演变情况进行预测。

利用收集到的广澳港区航道 2021 年 9 月~2021 年 11 月期间, 2022 年 10 月~2022 年 11 月期间, 2023 年 1 月~2023 年 2 月期间, 2023 年 4 月~2023 年 5 月的四个时间段水深测图作为泥沙淤积验证的依据。

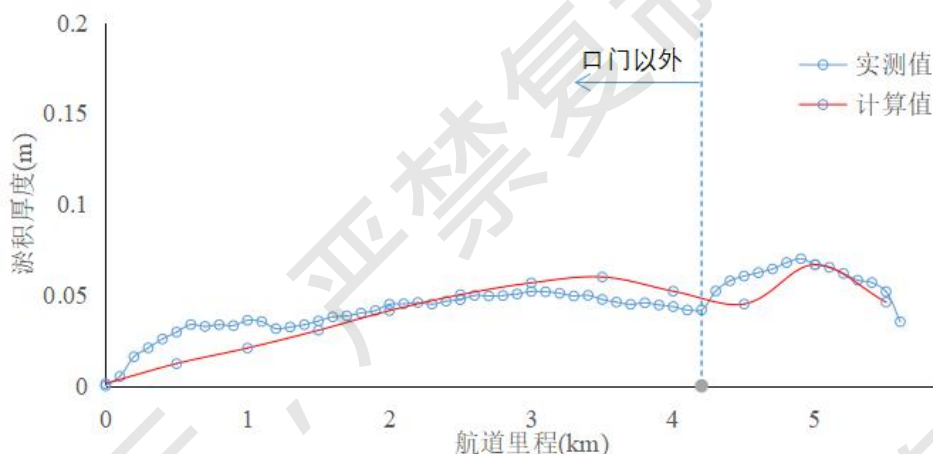
图 6.2-1 中给出了模拟得到的航道回淤沿程分布, 整体上看, 计算结果基本反映了广澳港区二期航道的现状淤积变化趋势, 因此, 所建泥沙模型总体合理, 可用于后续各工况的泥沙回淤预测。



2021 年 9 月~2021 年 11 月 (时段 1) 期间淤积验证



2022 年 10 月和 2022 年 11 月 (时段 2) 期间淤积验证



2023 年 4 月和 2023 年 5 月（时段 4）期间淤积验证

图 6.2-1 航道淤积验证曲线

验证结果显示：口门外 0.5~2.0km 范围内航道淤积较大，外航道最大淤积发生在口门外 0.8km 附近，为 1.06m 左右；口门以里受掩护段淤积较重，可能受其周边施工影响，淤积明显偏离航道整体趋势。考虑波浪和潮流共同作用因素，采用实测潮过程和反演的平均波浪场，对泥沙淤积数学模型进行了调试和验证。图 6.2-1 对计算值和实测值进行了比较。整体上看，计算结果反映了广澳港区航道的淤积变化趋势，可认为本报告所建立的地形冲淤数学模型是合理的。

2、冲淤预测影响

图 6.2-2 给出了工程方案实施后海床冲淤变化平面分布（其中正值代表海床淤积状态，负值代表海床冲刷状态）。从图 6.2-2 工程方案实施后其周围海床地形冲淤演变情况来看：

本工程方案实施后，受陆域填海以及水深开挖的影响，工程区的水动力泥沙环境产生了些许影响，但由于港内水流状况本身较弱，大部分水域流速均在 0.2m/s 以下，特别是港内北侧流速多保持在 0.05m/s 以内，较工程前流速变幅很小；同时由于防波堤的掩护，进入港内的含沙量也相对较小，因此，本项目工程实施后产生的海床冲淤变化仅局限在围垦陆域附近，达到冲淤平衡时变化幅度多在 0.1m 以内，对口门外海域海床地形未产生明显影响。

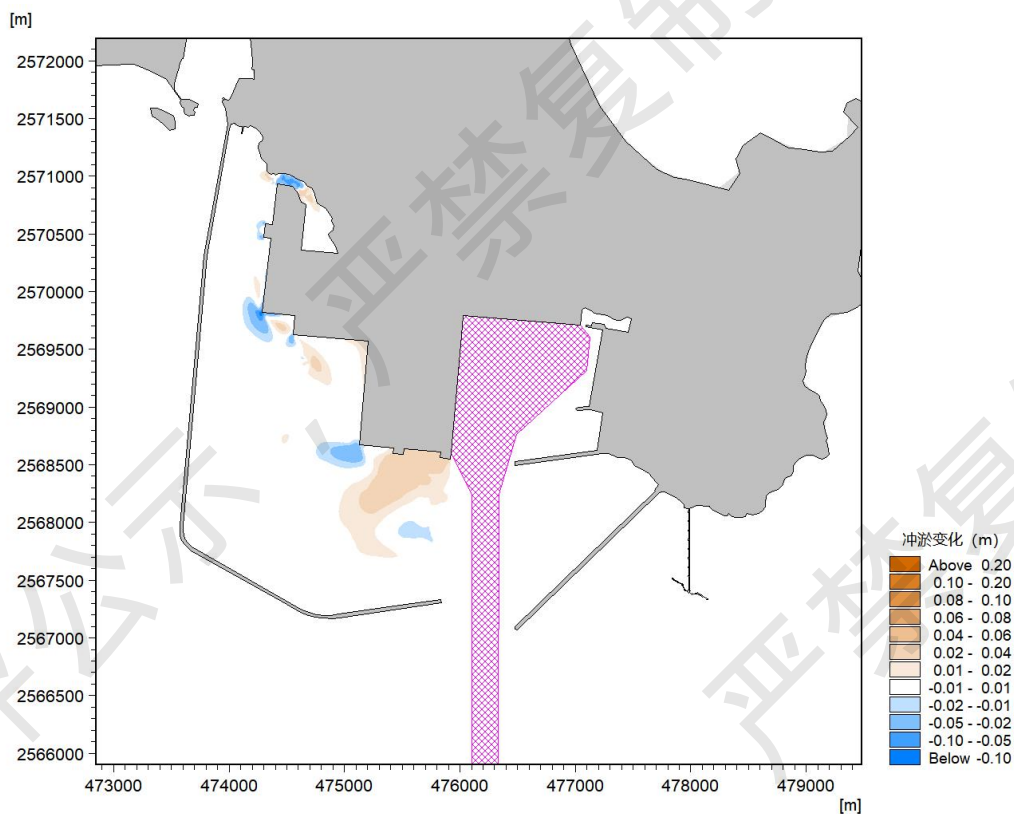


图 6.2-2 工程方案实施后海床冲淤变化

从模型计算结果来看，如下图 6.2-3 所示，三期工程实施后产生的海床冲淤变化仅局限在围垦陆域附近，其中河渡 2 岛、3 岛以及磊石岛附近水域略有淤积，淤积幅度基本保持在 0.05m 以内，大桥附近水域则有所冲刷，冲刷幅度在 0.1m 以内，整体变化不大。

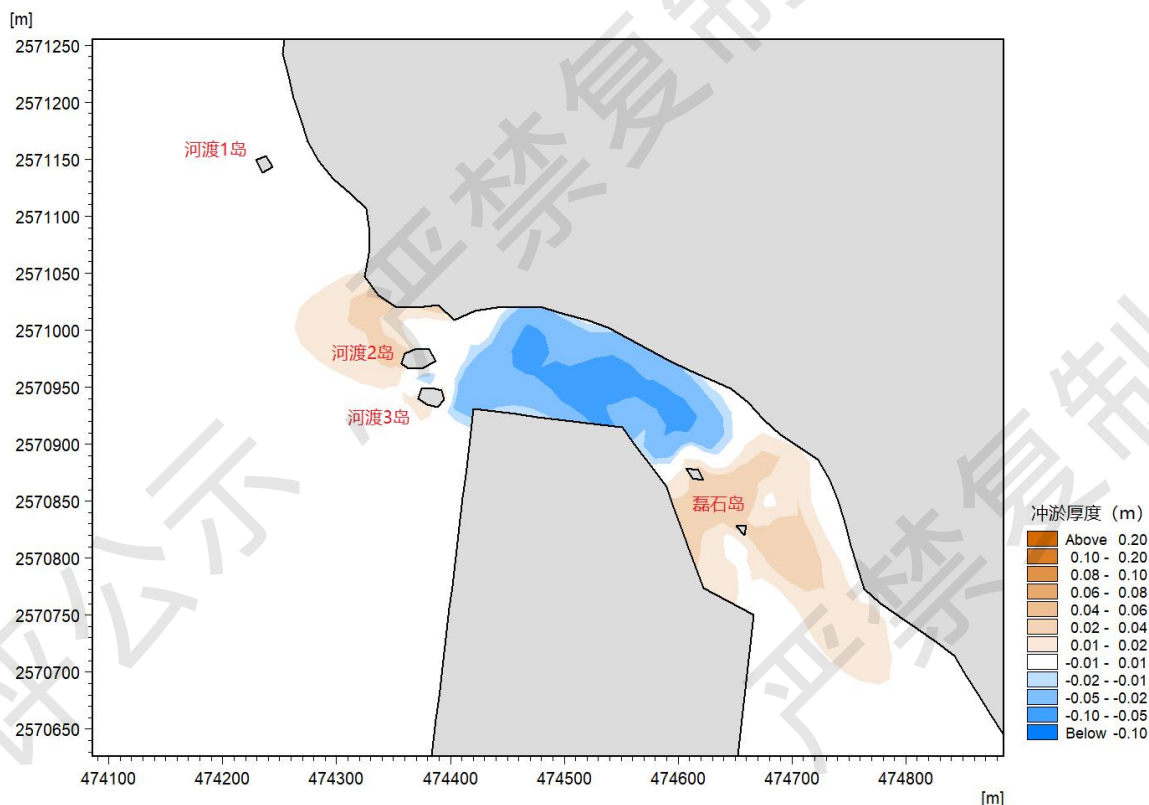


图 6.2-3 工程方案实施后海床冲淤变化

6.3. 海水水质环境影响预测与评价

6.3.1. 水质环境影响预测与分析

6.3.1.1. 模型建立

(1) 悬沙扩散数学模型

悬沙运动基本方程表达式：

$$\frac{\partial(hS)}{\partial t} + \frac{\partial(huS)}{\partial x} + \frac{\partial(hvS)}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x}(hD_x \frac{\partial S}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y}(hD_y \frac{\partial S}{\partial y}) - \alpha\omega(S - S_*)$$

其中： S 为沿深度平均的含沙量； S_* 为波流共同作用下的挟沙力； α 为沉降几率或恢复饱和系数； ω 为泥沙沉速； D_x 和 D_y 分别为泥沙水平扩散系数。根据波流挟沙的原理， S_* 可近似为：

$$S_* = S_{*C} + S_{*W}$$

其中： S_{*C} 和 S_{*W} 分别为潮流和波浪作用下的挟沙能力，可同时考虑潮流和波浪对泥沙的悬浮作用。

潮流作用下的挟沙能力可表示为：

$$S_{*C} = \beta_C \frac{\gamma_s}{(\gamma_s - \gamma)} \frac{V^3}{c^2 h \omega}$$

其中： β_C 为根据实验或者现场资料确定的系数； γ_s 和 γ 分别为泥沙与水体容重； c 为谢才系数； V 为垂向平均流速。

对于波浪作用下的挟沙能力，根据实际波能演化原理，修正为如下形式：

$$S_{*W} = \beta_1 \frac{\gamma_s}{\gamma_s - \gamma} \frac{f_w H^3}{T^3 g^2 h \omega \sinh^3(kh)} + \beta_2 \frac{\gamma_s}{\gamma_s - \gamma} \frac{D_{B2}}{gh \omega}$$

其中： f_w 为波浪摩阻系数； H 为波高； T 为波周期； k 为波数； g 为重力加速度； D_{B2} 为由于波浪破碎引起的波能耗散； β_1 与 β_2 为系数。

悬沙引起的地形冲淤变化计算表达式如下

$$\gamma_0 \frac{\partial \eta}{\partial t} = \alpha \omega (S - S_*)$$

其中， η 为底高程， γ_0 为泥沙干容重，经验回淤系数 α 可根据当地回淤资料确定，如无实测资料时，可根据其他类似工程的经验确定。可知，当 S 大于 S_* 时，海床为淤积状态；当 S 小于 S_* 时，海床为冲刷状态。

根据大量河口及海岸现场观测及实验室水槽实验资料，系数 β_C 、 β_1 及 β_2 分别可取为 0.023、0.045 及 2.5×10^{-5} 。

(2) 悬浮物扩散数学模型

施工作业时的悬浮物扩散模拟选用二维垂向平均、含二阶涡动粘滞项的非恒定流对流、扩散控制方程：

$$\frac{\partial hS}{\partial t} + \frac{\partial (uhS)}{\partial x} + \frac{\partial (vhS)}{\partial y} = F_s + \frac{\partial}{\partial x} \left(D_x h \frac{\partial S}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(D_y h \frac{\partial S}{\partial y} \right)$$

S —悬浮物浓度；

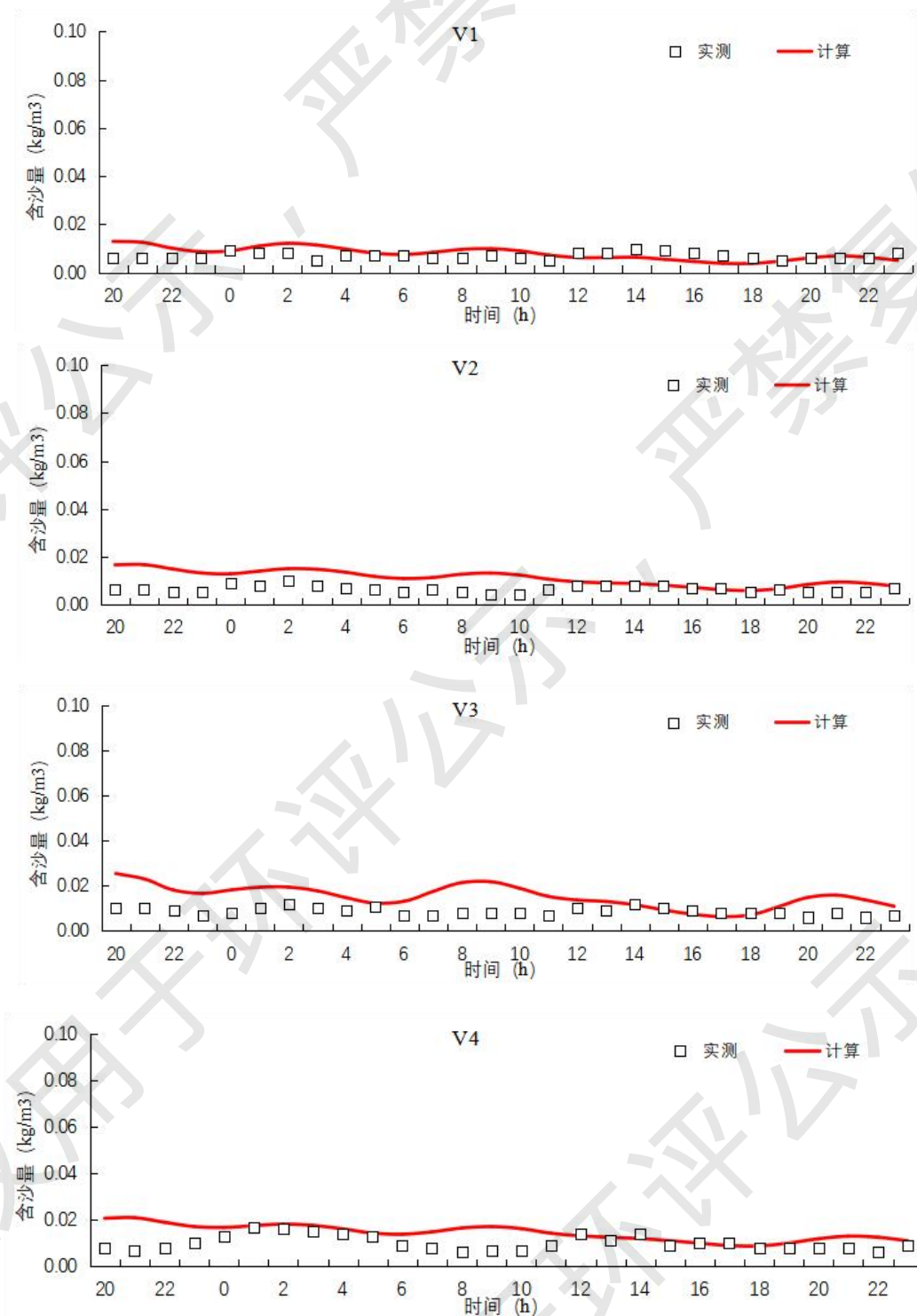
D_x 、 D_y —水平 x 、 y 方向的扩散系数，可以取为某一常数，也可以取为摩阻流速分量的函数；

F_s —源汇项 $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ，其中 $F_s = F_s' + F_s''$

式中： $F_s' = -\alpha \omega S$ 为沉降项， F_s'' 为悬浮物源项， a 为泥沙沉降机率， ω 为泥沙沉速 (m/s)。

6.3.1.2. 模型验证

含沙量验证亦选用 2024 年 3 月现场实测大、小潮同步水文测验数据。为各测点实测站点含沙量与计算值的比较情况。



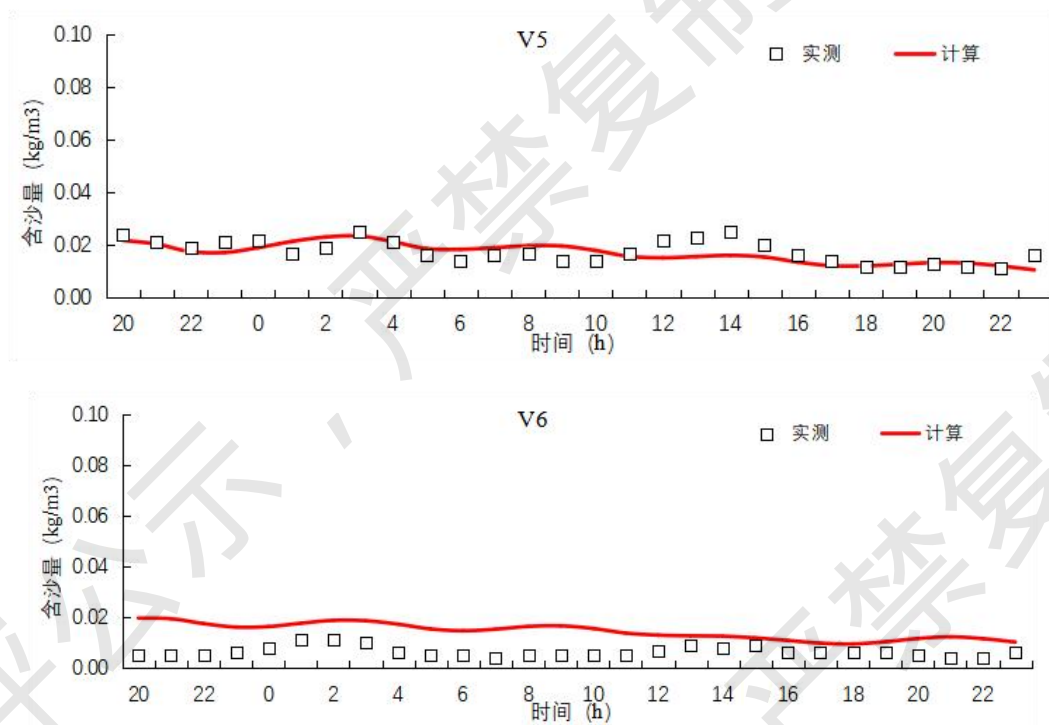
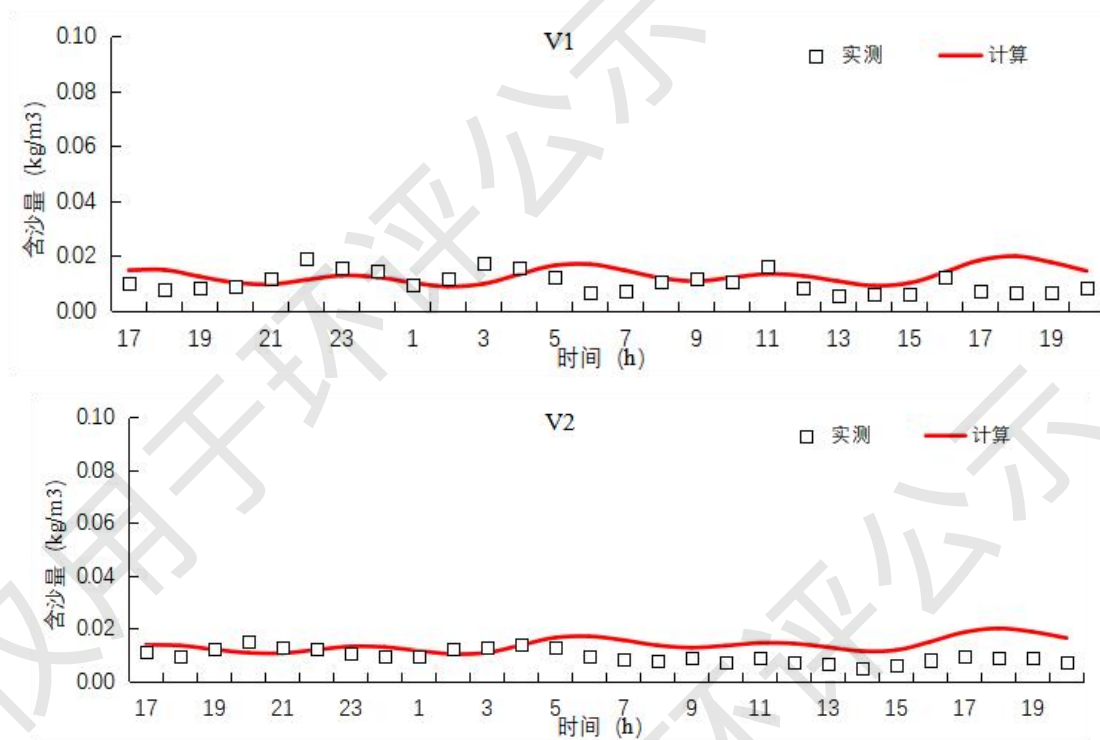


图 6.3-1 大潮含沙量验证



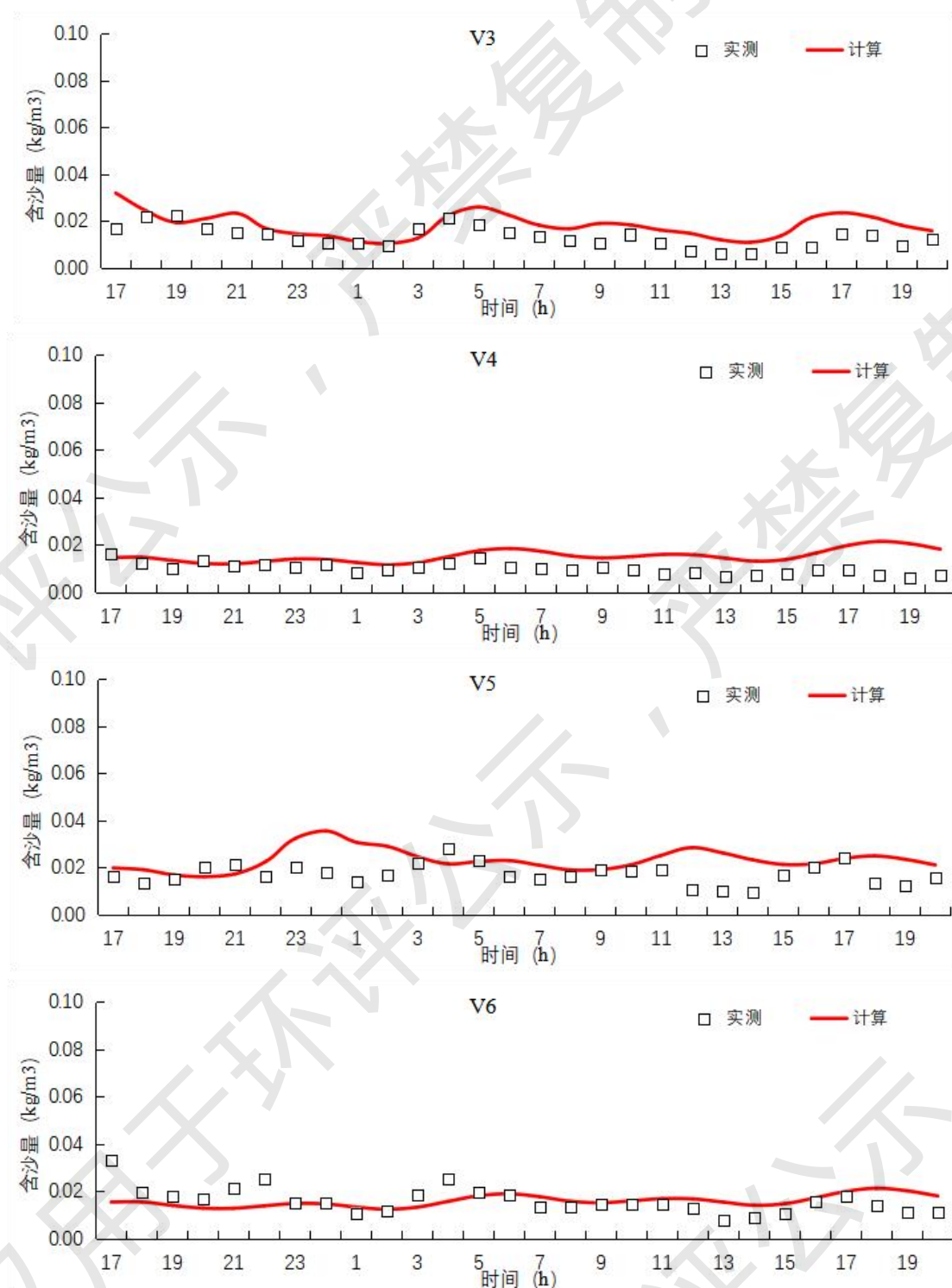


图 6.3-2 小潮含沙量验证

经对比,各测站的计算含沙量在连续变化过程中其量级均与实测值接近,绝大多数测点的验证结果符合现行《水运工程模拟试验技术规范》要求。因此,可认为本次研究中所建立的悬沙运动数学模型能够合理地反映工程区附近海域的含沙量分布。

6.3.1.3. 悬浮泥沙预测点位及工况

本工程主要的水上施工活动为港池及连接水域疏浚、炸礁、护岸和通道大桥施工。结合可研报告施工进度安排，先是实施一突堤及后方集装箱码头陆域，然后整体实施西侧通用码头作业区和铁路站场陆域。施工方式采用分层开挖方式，港池疏浚炸礁区域不变。

根据疏浚施工不同阶段，分三个阶段分别给出工程水域作业引起的悬浮泥沙扩散情况。其中第一阶段工况包括：一突堤及后方集装箱码头陆域护岸工程施工及对应的溢流口、炸礁、港池疏浚；第二阶段工况包括：西侧通用码头护岸工程施工及对应的溢流口、炸礁、港池疏浚；第三阶段在前述阶段基础上增加考虑大桥施工的工况，即包含全部工况结果。

各施工工况的具体位置示意图见图 6.3-3。本次悬沙扩散主要是研究该区域在疏浚过程中产生的悬浮泥沙扩散的包络范围问题，在模型计算方面，将实测大潮作为计算条件，采用经验证的潮流泥沙数学模型计算悬浮泥沙的扩散范围。源强取值按照环评部门给定的数据分别进行计算。

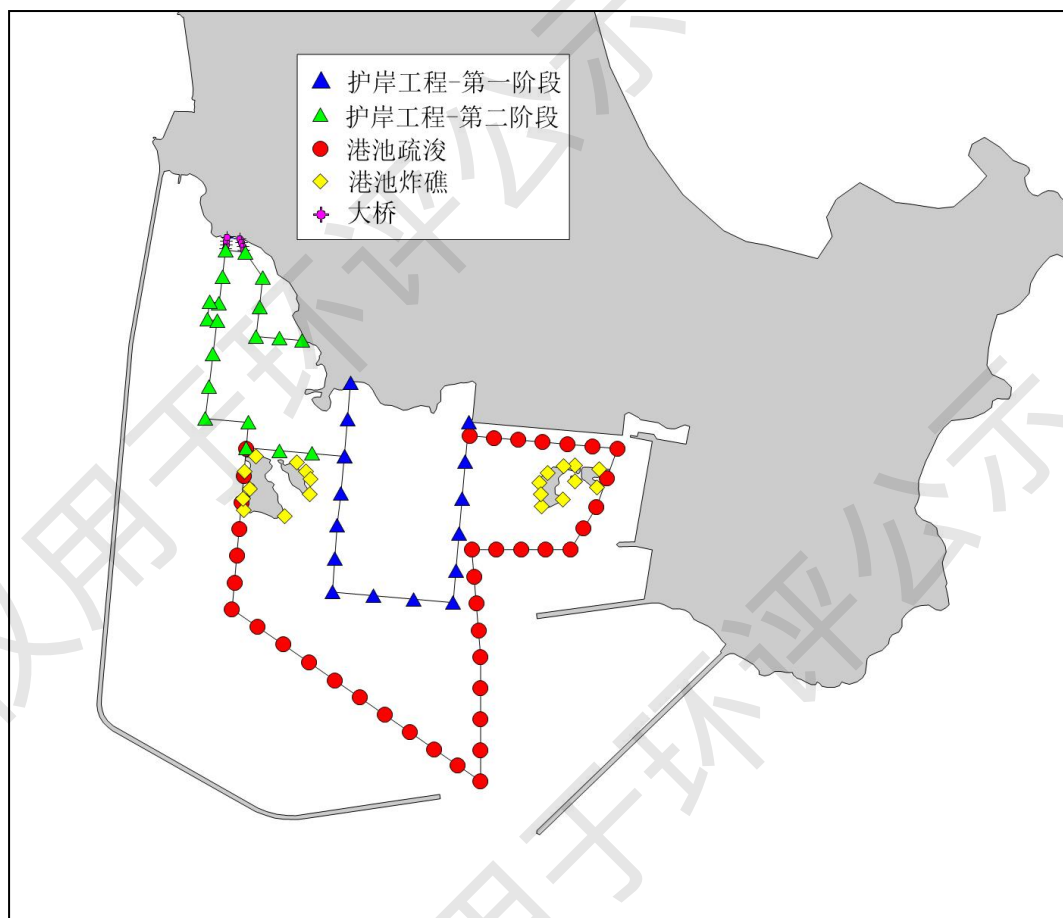


图 6.3-3 施工作业典型源强点位置示意图

本章节根据引起悬浮物扩散的不同施工作业情况，分别进行了 5 个工况的计算。本项目施工时序是先基槽挖泥再进行港池疏浚，且挖泥作业时船舶之间距离较远，所以港池疏浚考虑选择单船最大源强 12.33kg/s 进行预测计算。

表 6.3-1 悬沙扩散计算工况及对应源强

工况	位置	项目类型	作业面积	悬沙源强	工况
工况 1	护岸工程	斜坡式护岸	2840m	1.89kg/s	涨潮、落潮
		直立式护岸	码头区 2750m，外凸堤 800m	2.22kg/s	
工况 2	溢流口	项目吹填区南侧	溢流口位置见下图	1.46kg/s	
工况 3	港池疏浚	疏浚	疏浚范围 235.3 万 m ²	12.33kg/s	
工况 4	港池炸礁	炸礁	炸礁范围 13.97 万 m ²	每次爆破起悬沙量约为 75t	
工况 5	大桥	桥墩（灌注桩）		1.0kg/s	

6.3.1.4. 计算结果

根据《海水水质标准》（GB 3097-1997）对于海水水质标准的界定，第一、二、三类水质悬浮物质浓度需分别小于 10mg/L、100mg/L 以及 150mg/L。因此本次悬沙浓度等值线取值为 10mg/L、50mg/L、100mg/L 和 150mg/L。

图 6.3-4~图 6.3-10 给出了施工期工程水域各项作业引起的悬浮泥沙扩散包络范围，图 6.3-11、图 6.3-12 给出了施工期工程水域一突堤及后方集装箱码头和西侧通用码头作业区和铁路站场陆域作业引起的悬浮泥沙扩散包络范围，表 6.3-3、表 6.3-4 对不同工况下悬浮泥沙浓度增量超过 10mg/L、50mg/L、100mg/L 和 150mg/L 的包络面积进行了统计。

根据计算结果，可得到以下主要结论：

（1）本项目由疏浚、抛石、溢流、炸礁及大桥施工引起的悬浮泥沙扩散影响范围主要集中在工程附近局部小范围内，对口门外海域影响较小。

（2）一突堤及后方集装箱码头陆域护岸工程施工时引起的悬浮泥沙浓度增量超过 10mg/L、50mg/L、100mg/L 和 150mg/L 的包络面积：涨潮期分别为 1.940km²、0.556km²、0.282km² 和 0.161km²；落潮期分别为 1.612km²、0.517km²、0.238km² 和 0.139km²；全潮期间分别为 2.014km²、0.632km²、0.315km² 和 0.184km²。

（3）西侧通用码头作业区和铁路站场陆域护岸工程施工时引起的悬浮泥沙

浓度增量超过 10mg/L、50 mg/L、100mg/L 和 150mg/L 的包络面积：涨潮期分别为 0.779km²、0.441km²、0.301km² 和 0.232km²；落潮期分别为 0.857km²、0.440km²、0.290km² 和 0.215km²；全潮期间分别为 0.886km²、0.479km²、0.331km² 和 0.257 km²。

(4) 一突堤及后方集装箱码头陆域溢流口引起的悬浮泥沙浓度增量超过 10mg/L、50mg/L、100mg/L 和 150mg/L 的包络面积：涨潮期分别为 0.142km²、0.017km²、0.004km² 和 0.001km²；落潮期分别为 0.269km²、0.009km²、0.001km²、和 0.000km²（产生的悬浮泥沙扩散浓度未超过 50mg/L）；全潮期间分别为 0.273km²、0.017km²、0.004km² 和 0.001km²。

(5) 西侧通用码头作业区和铁路站场陆域溢流口引起的悬浮泥沙浓度增量超过 10mg/L、50mg/L、100 mg/L 和 150mg/L 的包络面积：涨潮期分别为 0.037km²、0.015km²、0.008km² 和 0.005km²；落潮期分别为 0.057km²、0.014km²、0.007km² 和 0.004km²；全潮期间分别为 0.058km²、0.016km²、0.008km² 和 0.005km²。

(6) 港池疏浚施工时引起的悬浮泥沙浓度增量超过 10mg/L、50mg/L、100mg/L 和 150mg/L 的包络面积：涨潮期分别为 5.695km²、4.253km²、3.620km² 和 3.309km²；落潮期分别为 5.980km²、3.958km²、3.423km² 和 3.146km²；全潮期间分别为 6.272km²、4.338km²、3.664km² 和 3.352km²。

(7) 港池区域炸礁施工时引起的悬浮泥沙浓度增量超过 10mg/L、50mg/L、100mg/L 和 150mg/L 的包络面积：涨潮期分别为 0.858km²、0.546km²、0.439km² 和 0.392km²；落潮期分别为 0.953km²、0.632km²、0.527km² 和 0.473km²；全潮期间分别为 1.047km²、0.669km²、0.546km² 和 0.488km²。

(8) 大桥施工时引起的悬浮泥沙浓度增量超过 10mg/L、50mg/L、100mg/L 和 150mg/L 的包络面积：涨潮期分别为 0.078km²、0.045km²、0.031km² 和 0.023km²；落潮期分别为 0.103km²、0.051km²、0.033km² 和 0.024km²；全潮期间分别为 0.103km²、0.051km²、0.034km² 和 0.024km²。

(9) 对第一阶段施工作业过程，悬浮泥沙浓度增量超过 10mg/L、50mg/L、100mg/L 和 150mg/L 累积包络面积分别为 8.470km²、5.088km²、4.143km² 和 3.632km²；

(10) 对第二阶段施工作业过程，悬浮泥沙浓度增量超过 10mg/L、50mg/L、100mg/L 和 150mg/L 累积包络面积分别为 6.818km²、4.666km²、3.898km² 和

3.534km²;

(11) 对全部工况施工作业过程, 悬浮泥沙浓度增量超过 10mg/L、50mg/L、100mg/L 和 150mg/L 累积包络面积分别为 9.161km²、5.498km²、4.441km² 和 3.892km²。

(12) 从悬浮泥沙最大浓度增量包络面积来看, 涨、落潮期间施工时引起的悬浮泥沙扩散范围整体相差不大。

(13) 以港池疏浚施工引起的悬浮泥沙浓度增量超过 10mg/L 面积比较, 港池疏浚施工>一突堤护岸工程建设>港池区域炸礁>西侧通用码头护岸工程建设>一突堤及后方集装箱码头陆域溢流口施工>大桥施工>西侧通用码头作业区和铁路站场陆域溢流口施工。

(14) 本工程在施工阶段引起的悬沙扩散会影响港内养殖区和国控站, 特别是护岸工程、港池疏浚和港池炸礁工况, 但影响时间是短暂性的, 随着施工期结束, 悬浮泥沙很快会沉降落淤。施工阶段引起的悬沙扩散不会影响到港外敏感环境保护目标。

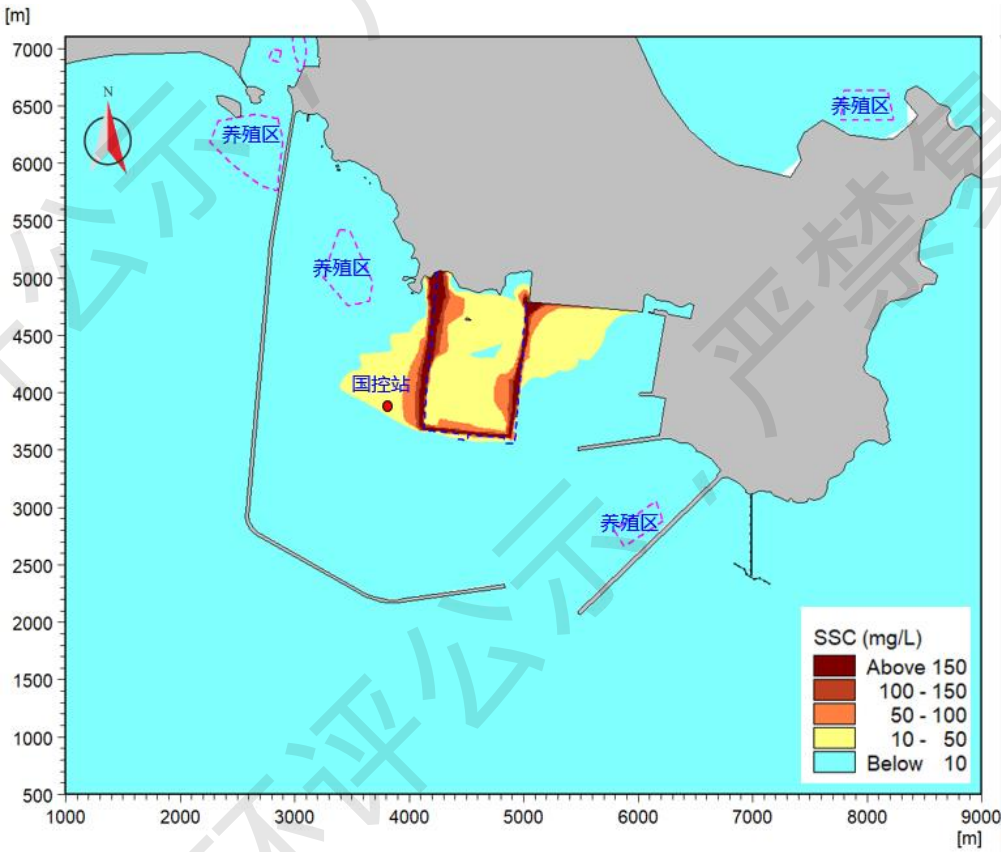
表 6.3-2 施工期疏浚引起的悬沙扩散包络面积统计

工况	项目类型	时间	最大包络面积 (km ²)			
			≥10 mg/L	≥50 mg/L	≥100 mg/L	≥150mg/L
工况 1-1	护岸工程 (一突堤)	涨潮	1.940	0.556	0.282	0.161
		落潮	1.612	0.517	0.238	0.139
		最大	2.014	0.632	0.315	0.184
工况 1-2	护岸工程 (西侧通用码头)	涨潮	0.779	0.441	0.301	0.232
		落潮	0.857	0.440	0.290	0.215
		最大	0.886	0.479	0.331	0.257
工况 2-1	溢流口 (一突堤)	涨潮	0.142	0.017	0.004	0.001
		落潮	0.269	0.009	0.001	0.000
		最大	0.273	0.017	0.004	0.001
工况 2-2	溢流口 (西侧通用码头)	涨潮	0.037	0.015	0.008	0.005
		落潮	0.057	0.014	0.007	0.004
		最大	0.058	0.016	0.008	0.005
工况 3	港池疏浚	涨潮	5.695	4.253	3.620	3.309
		落潮	5.980	3.958	3.423	3.146
		最大	6.272	4.338	3.664	3.352
工况 4	港池炸礁	涨潮	0.858	0.546	0.439	0.392
		落潮	0.953	0.632	0.527	0.473
		最大	1.047	0.669	0.546	0.488
工况 5	通道大桥	涨潮	0.078	0.045	0.031	0.023
		落潮	0.103	0.051	0.033	0.024

		最大	0.103	0.051	0.034	0.024
--	--	----	-------	-------	-------	-------

表 6.3-3 施工期悬沙扩散包络面积统计

工况	最大包络面积 (km²)			
	≥10mg/L	≥50mg/L	≥100mg/L	≥150mg/L
第一阶段	8.470	5.088	4.143	3.632
第二阶段	6.818	4.666	3.898	3.534
全工况	9.161	5.498	4.441	3.892



(a) 涨潮

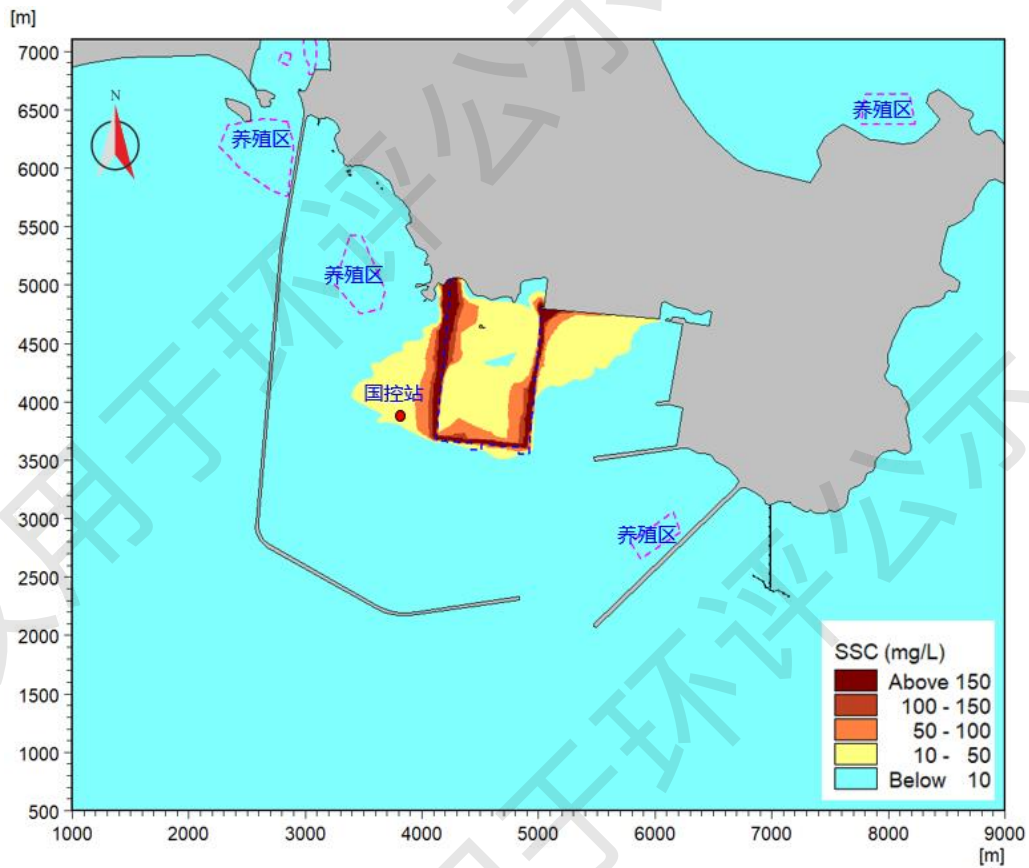
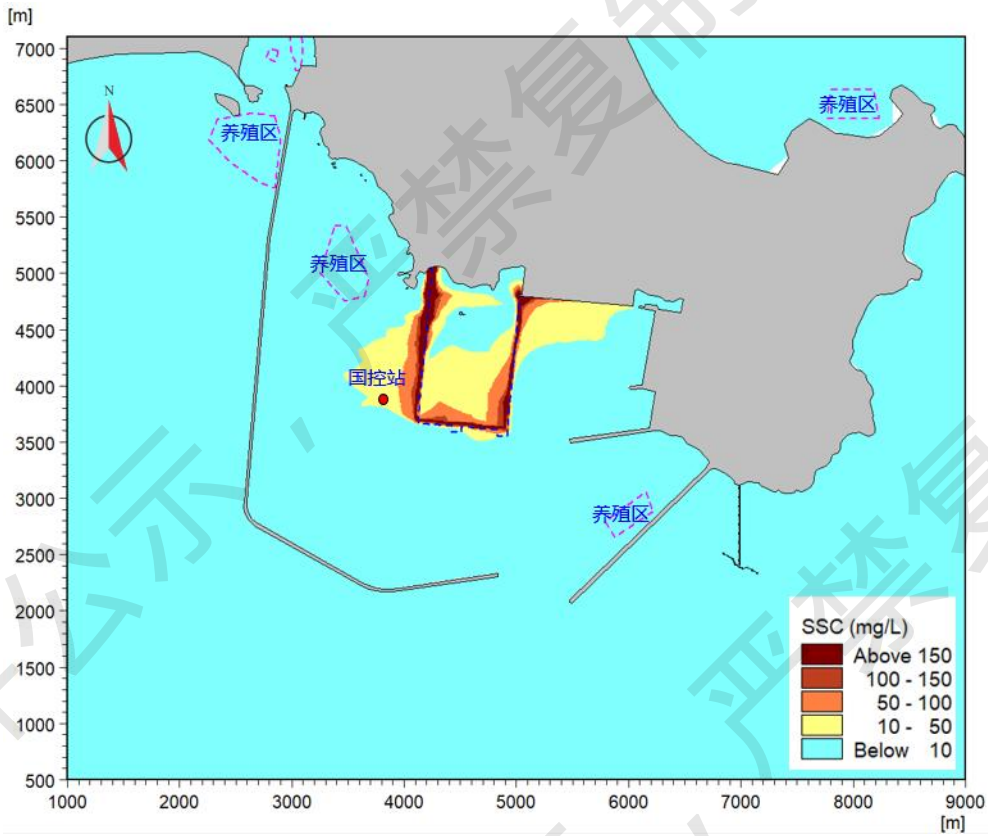
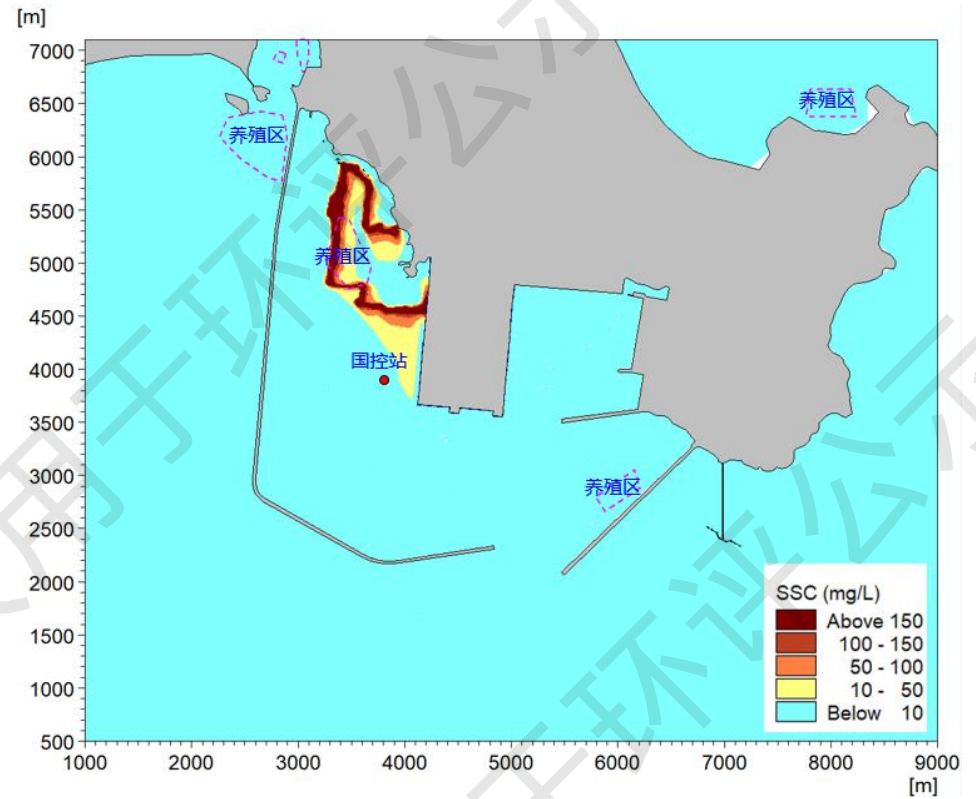
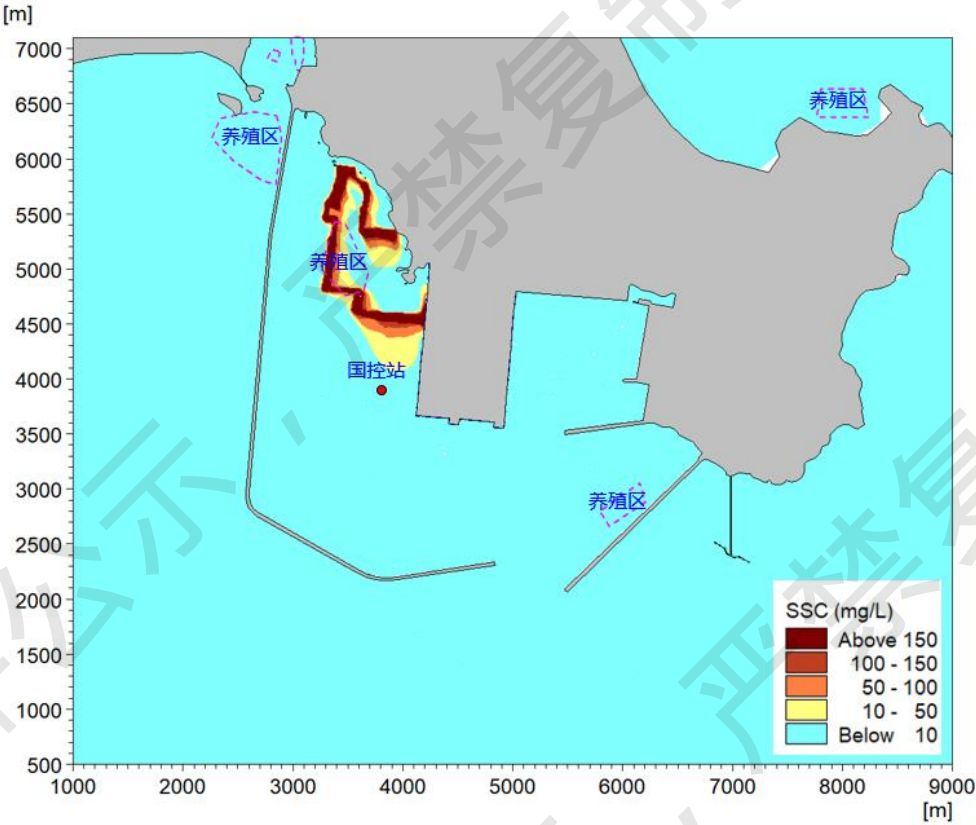
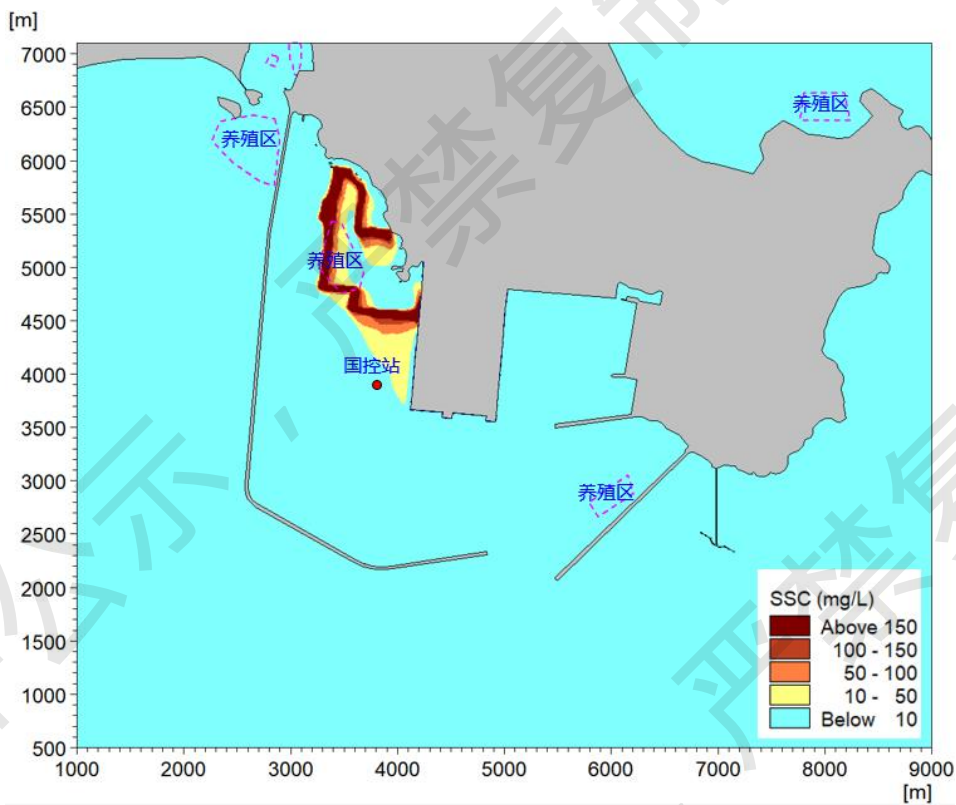


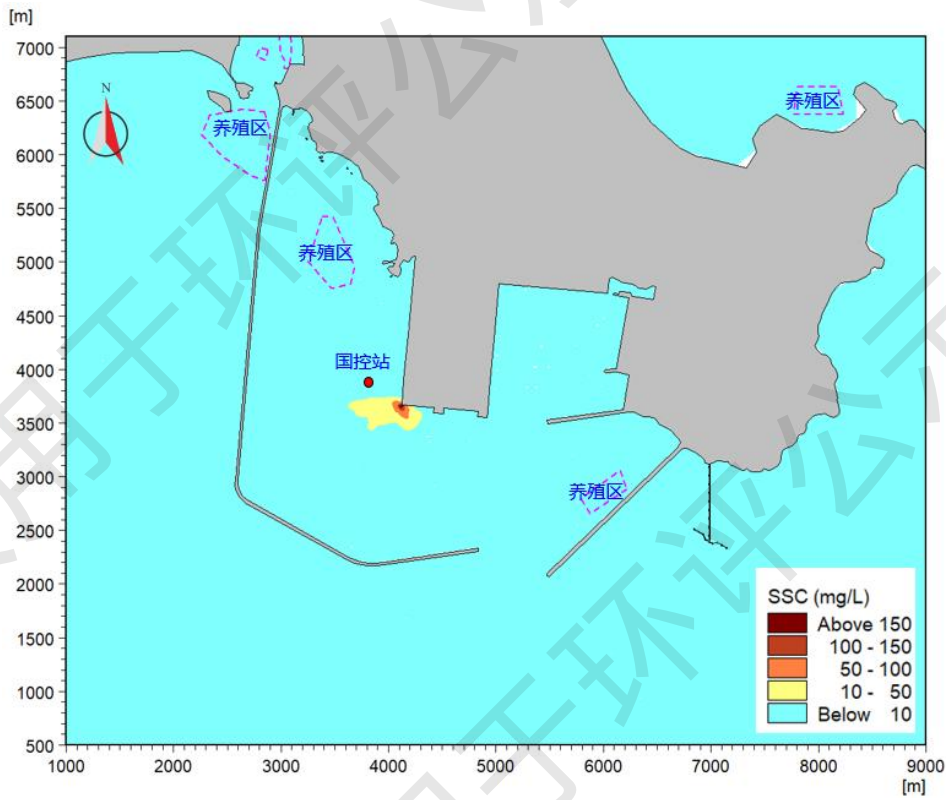
图 6.3-4 施工期疏浚悬浮泥沙扩散包络范围（工况 1-1：一凸堤）



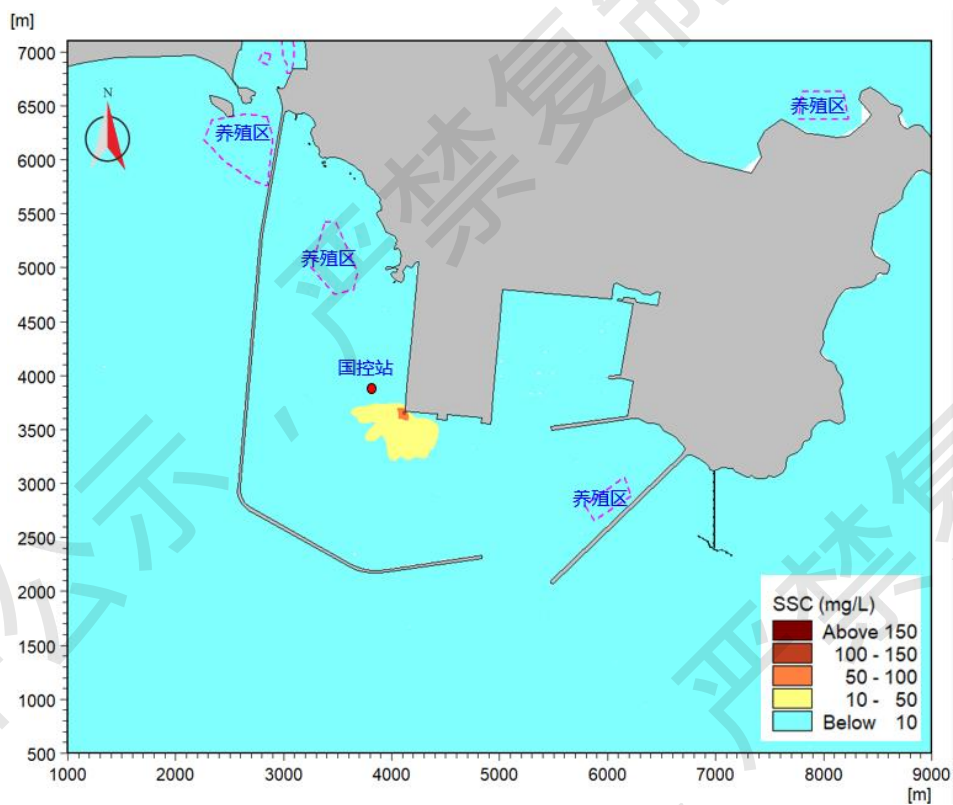


(c) 最大

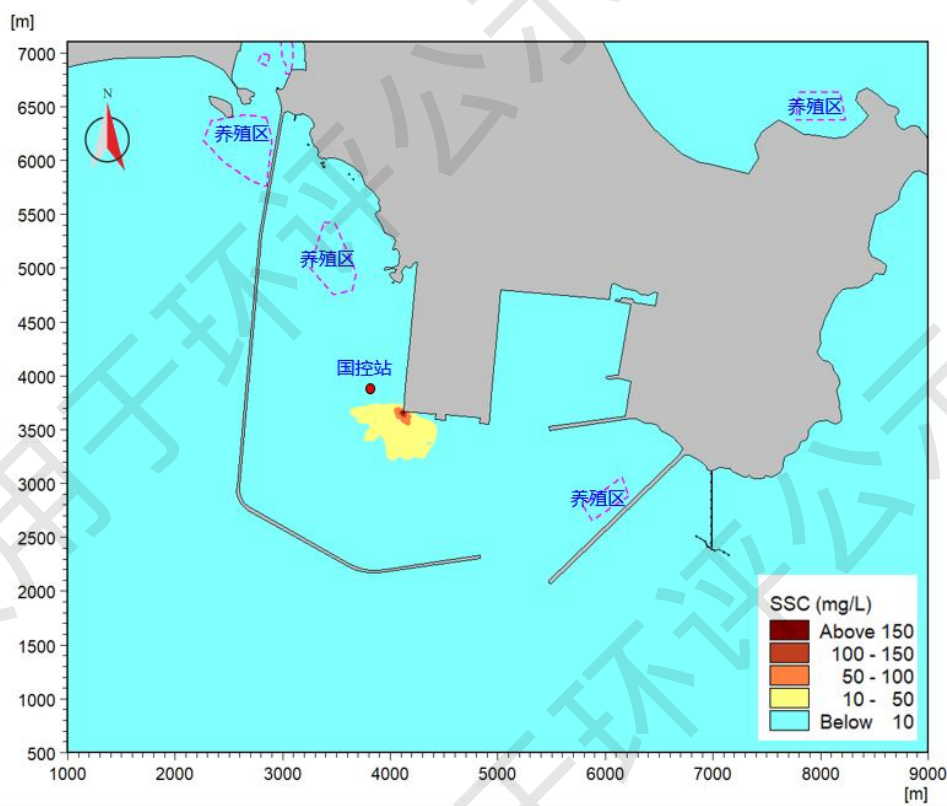
图 6.3-5 施工期疏浚悬浮泥沙扩散包络范围 (工况 1-2: 西侧通用码头)



(a) 涨潮

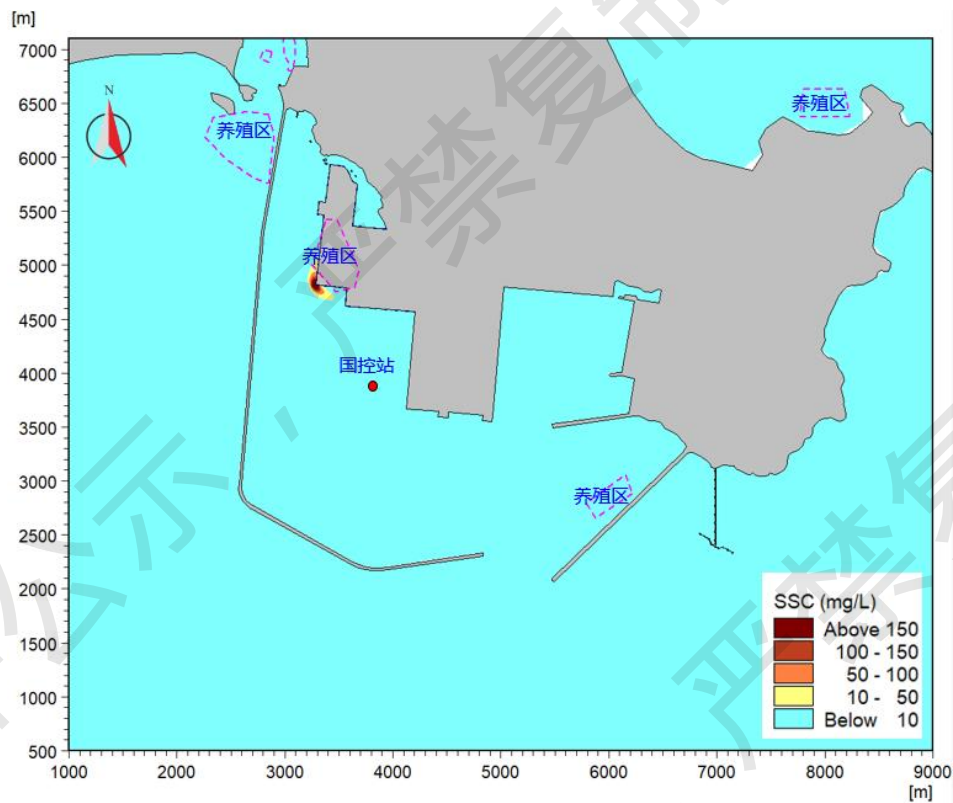


(b) 落潮

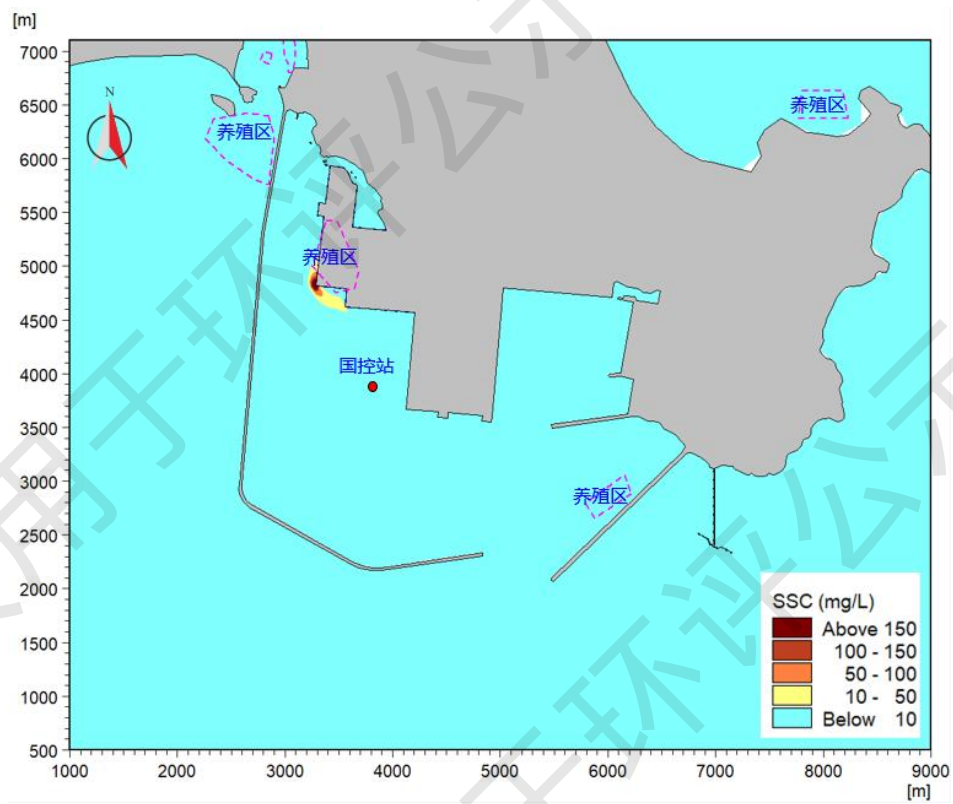


(c) 最大

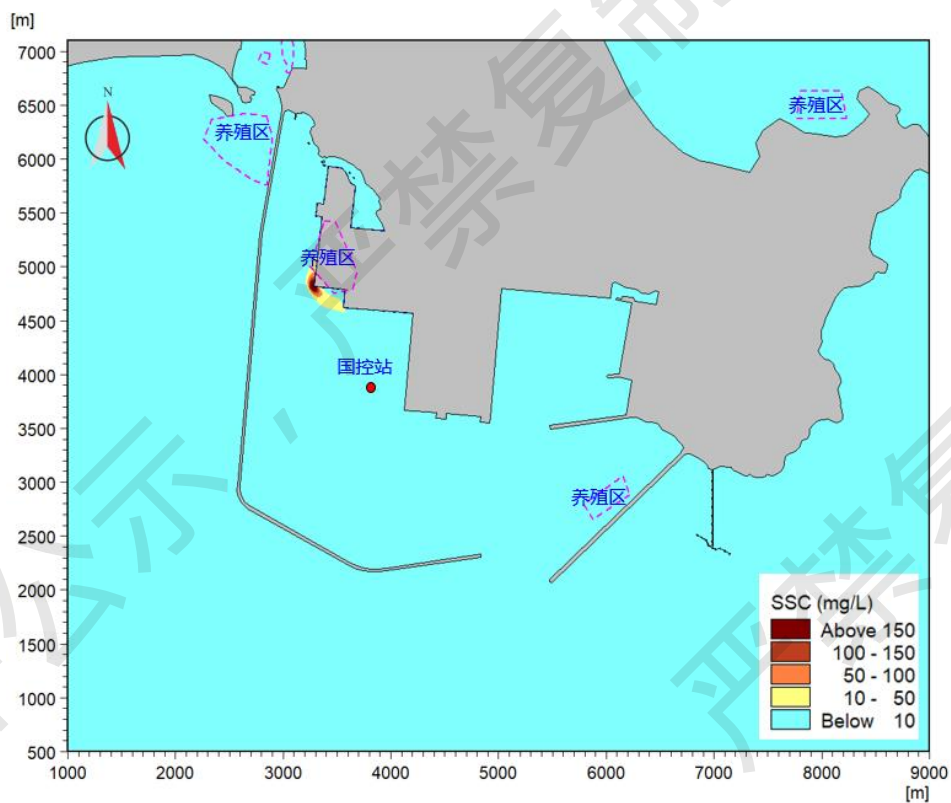
图 6.3-6 施工期疏浚悬浮泥沙扩散包络范围（工况 2-1：溢流口 1）



(a) 涨潮

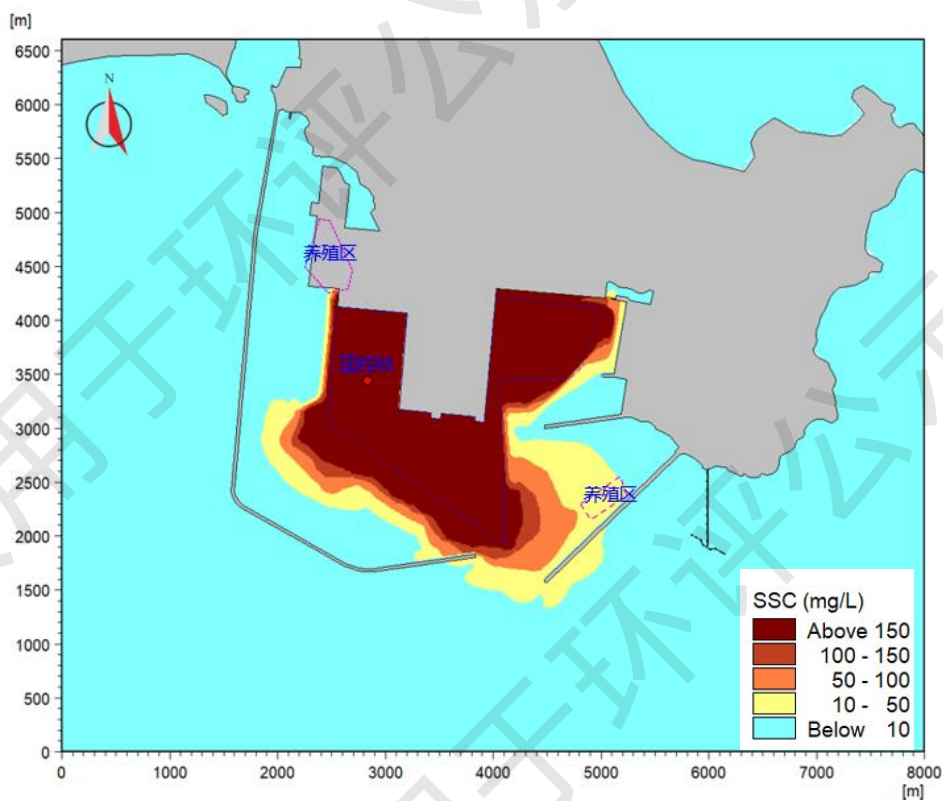


(b) 落潮

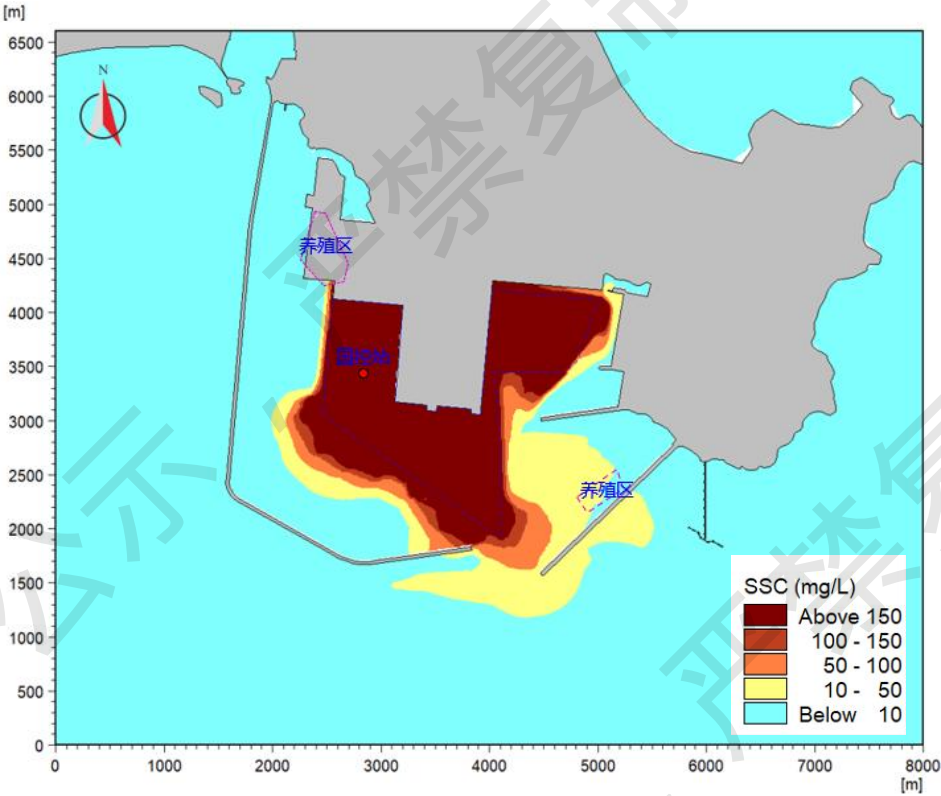


(c) 最大

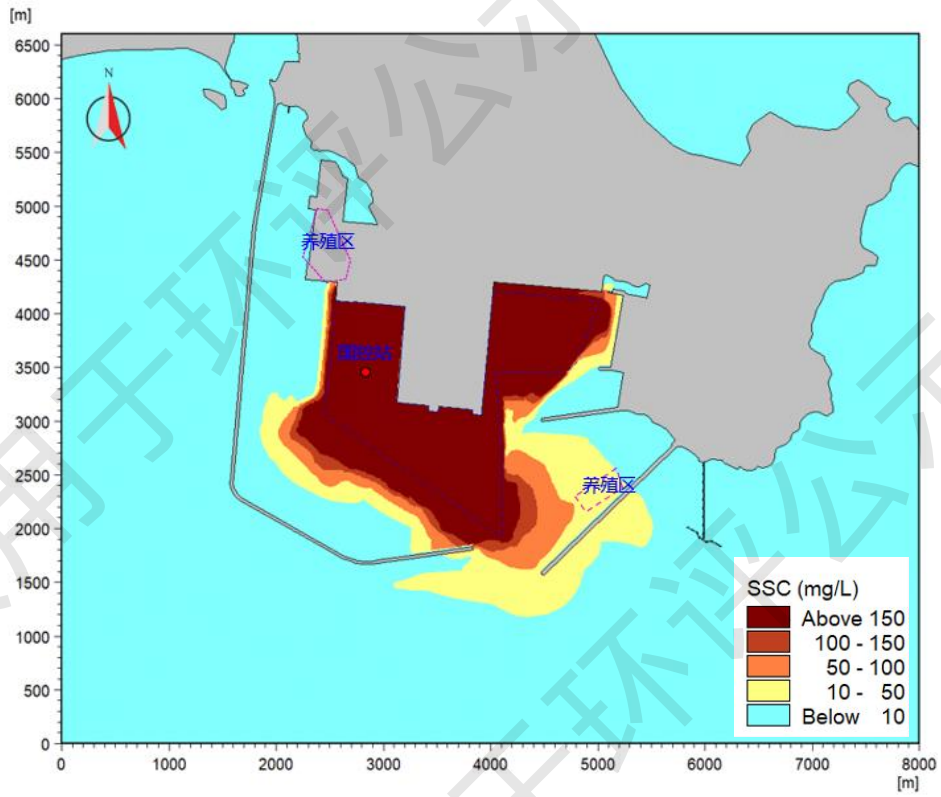
图 6.3-7 施工期疏浚悬浮泥沙扩散包络范围 (工况 2-2: 溢流口 2)



(a) 涨潮

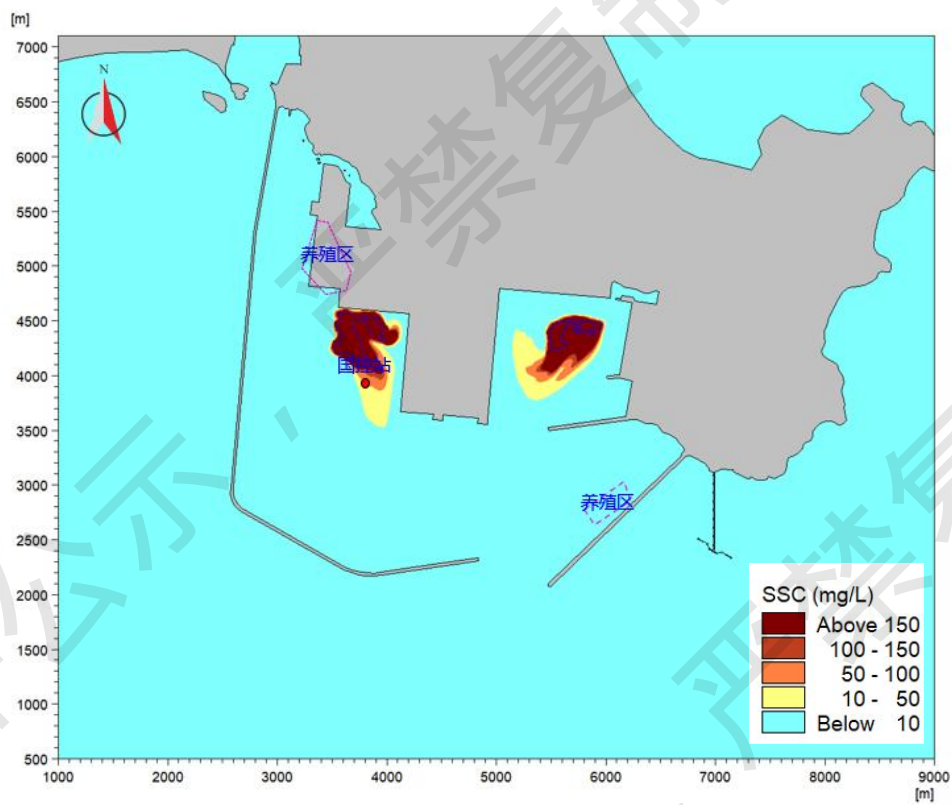


(b) 落潮

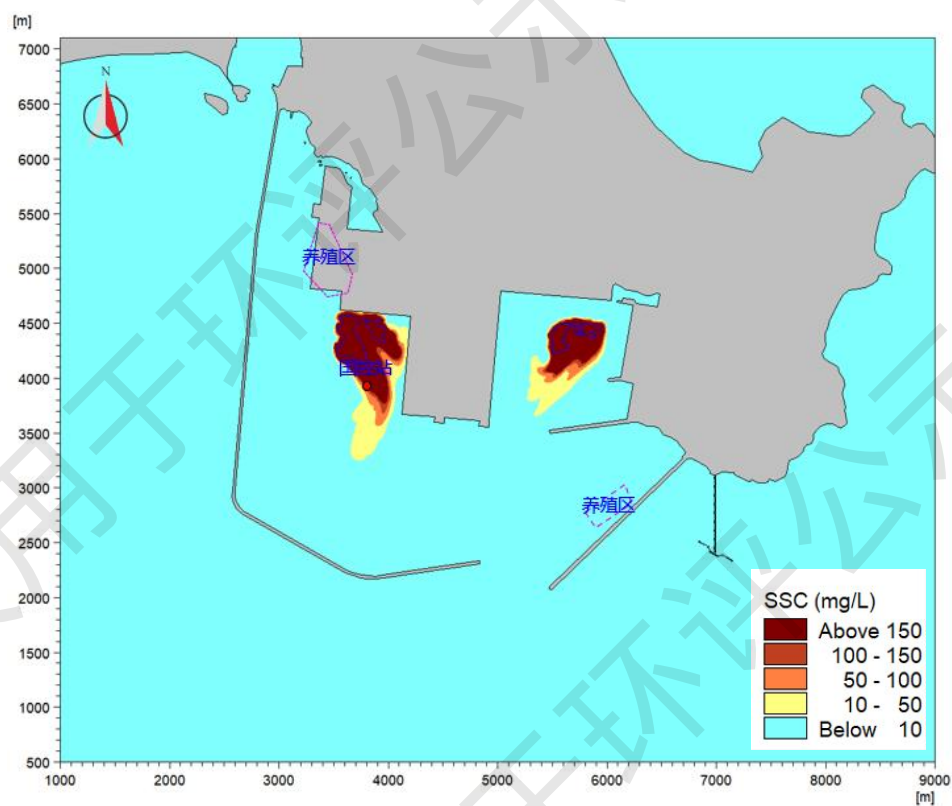


(c) 最大

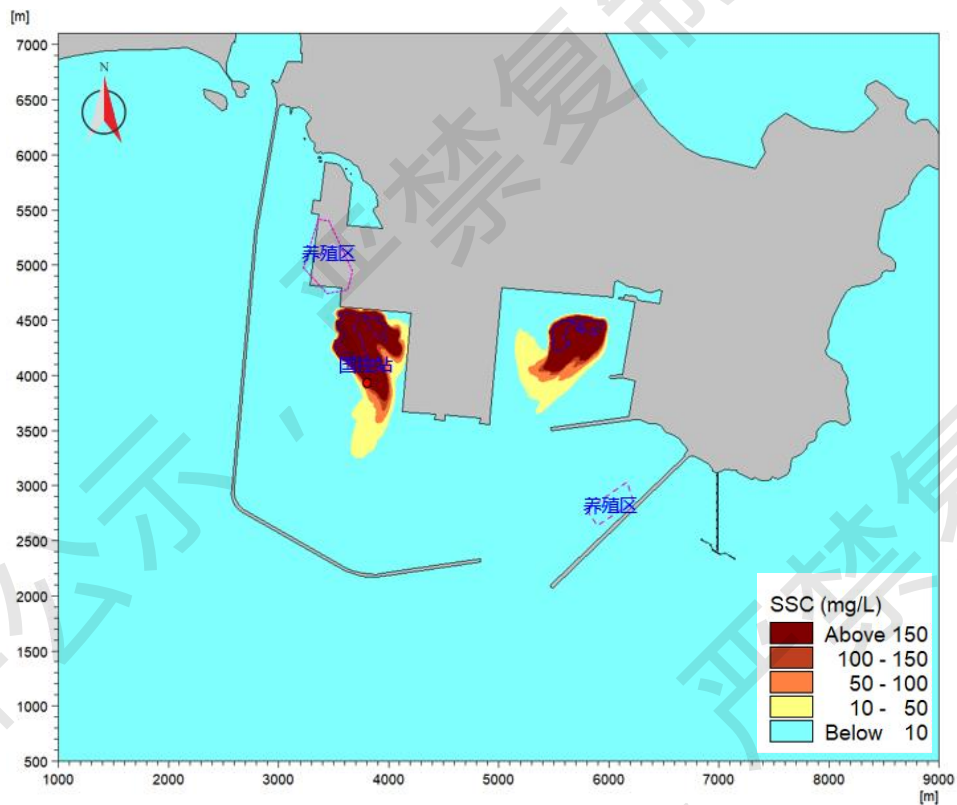
图 6.3-8 施工期疏浚悬浮泥沙扩散包络范围（工况 3：港池疏浚）



(a) 涨潮

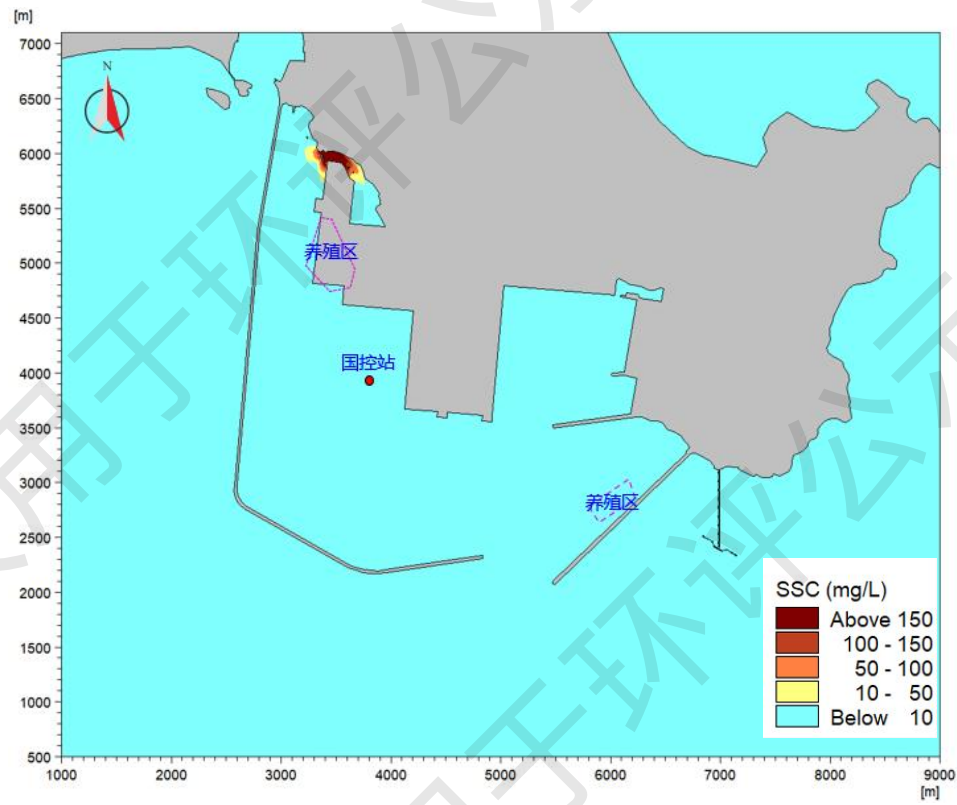


(b) 落潮

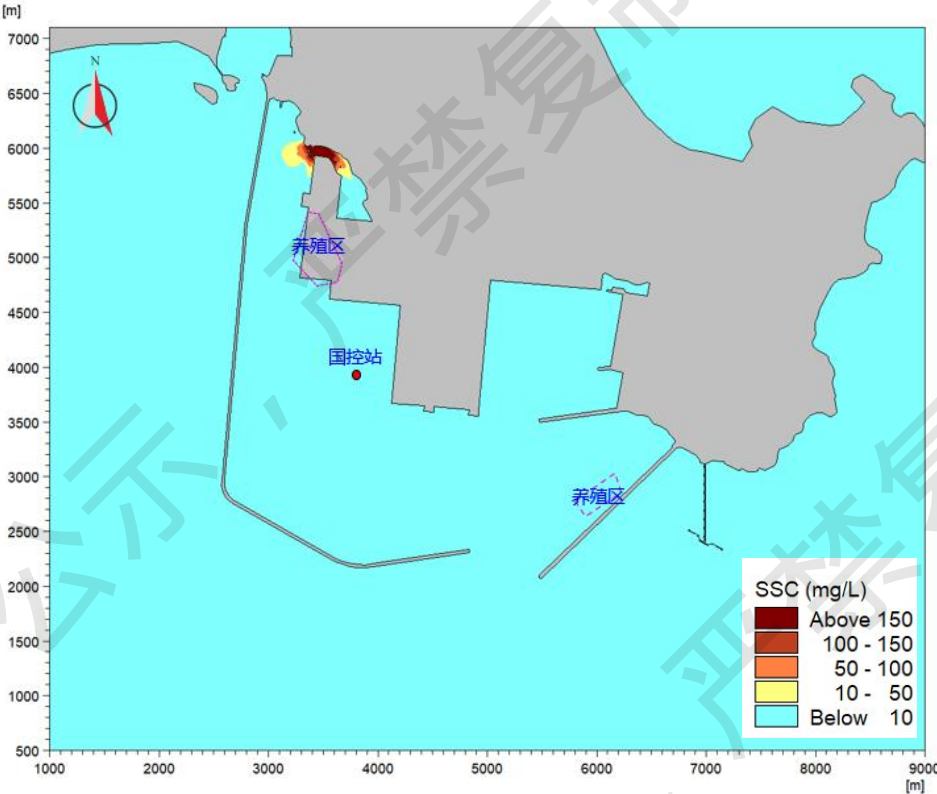


(c) 最大

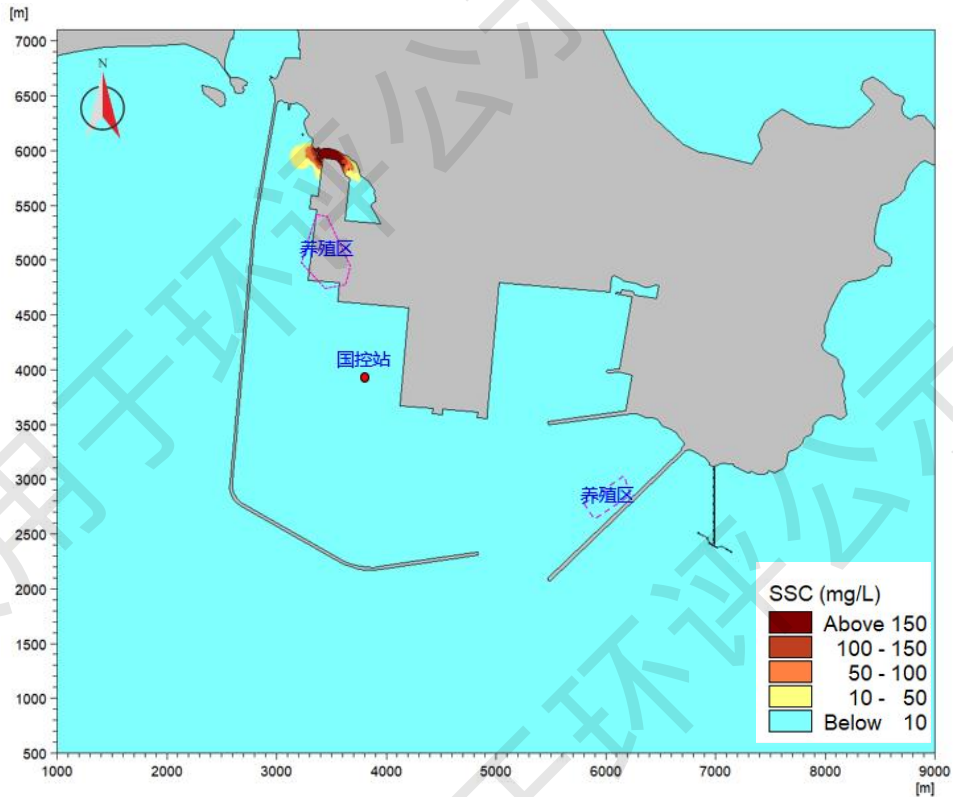
图 6.3-9 施工期疏浚悬浮泥沙扩散包络范围 (工况 4: 港池炸礁)



(a) 涨潮

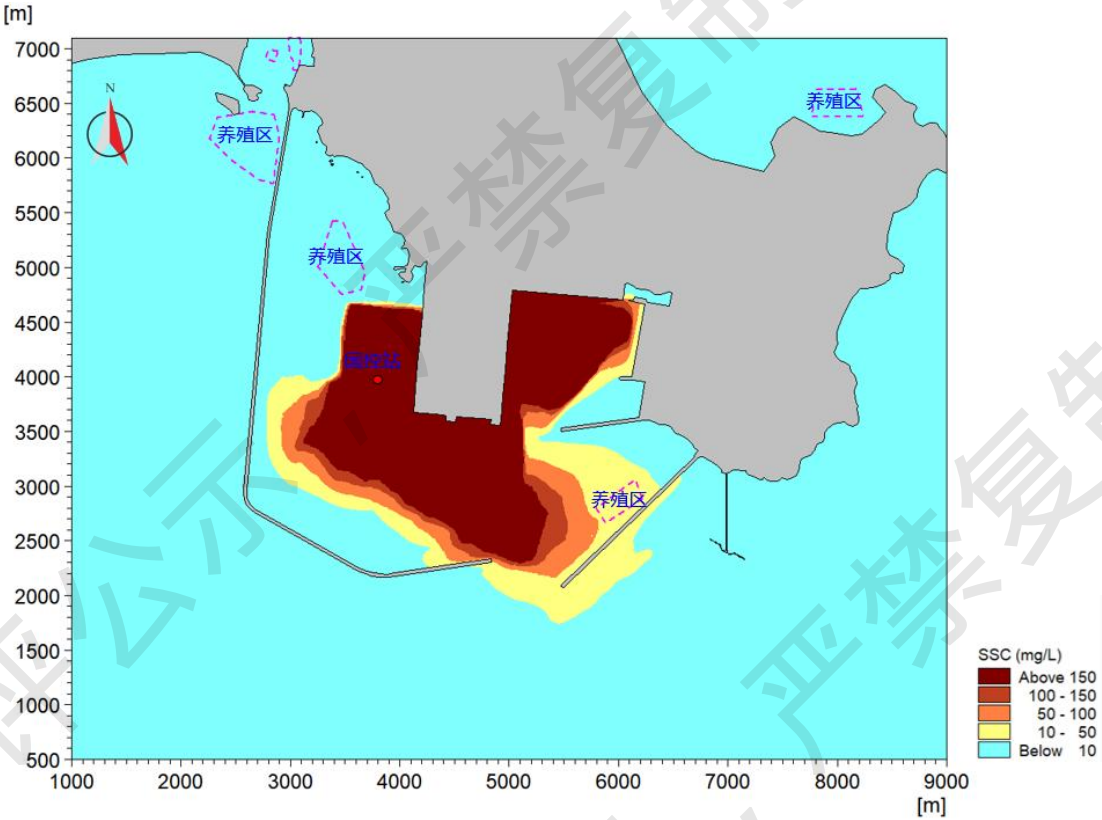


(b) 落潮

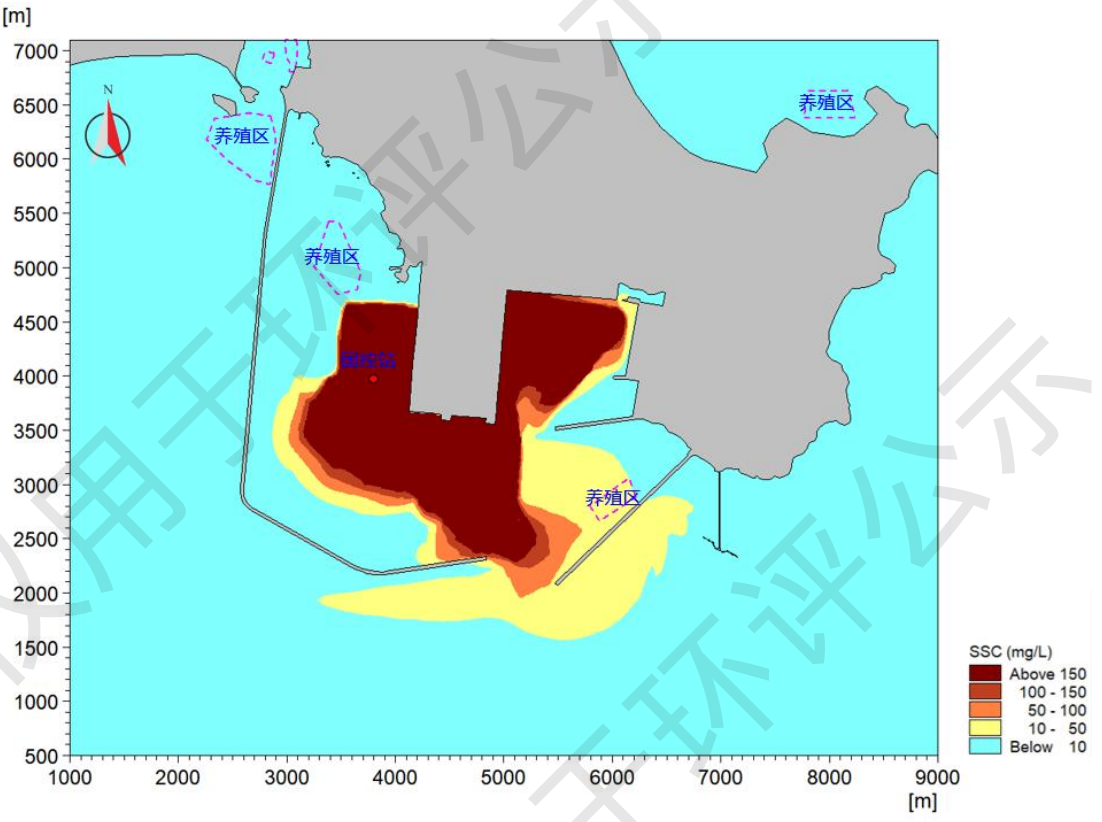


(c) 最大

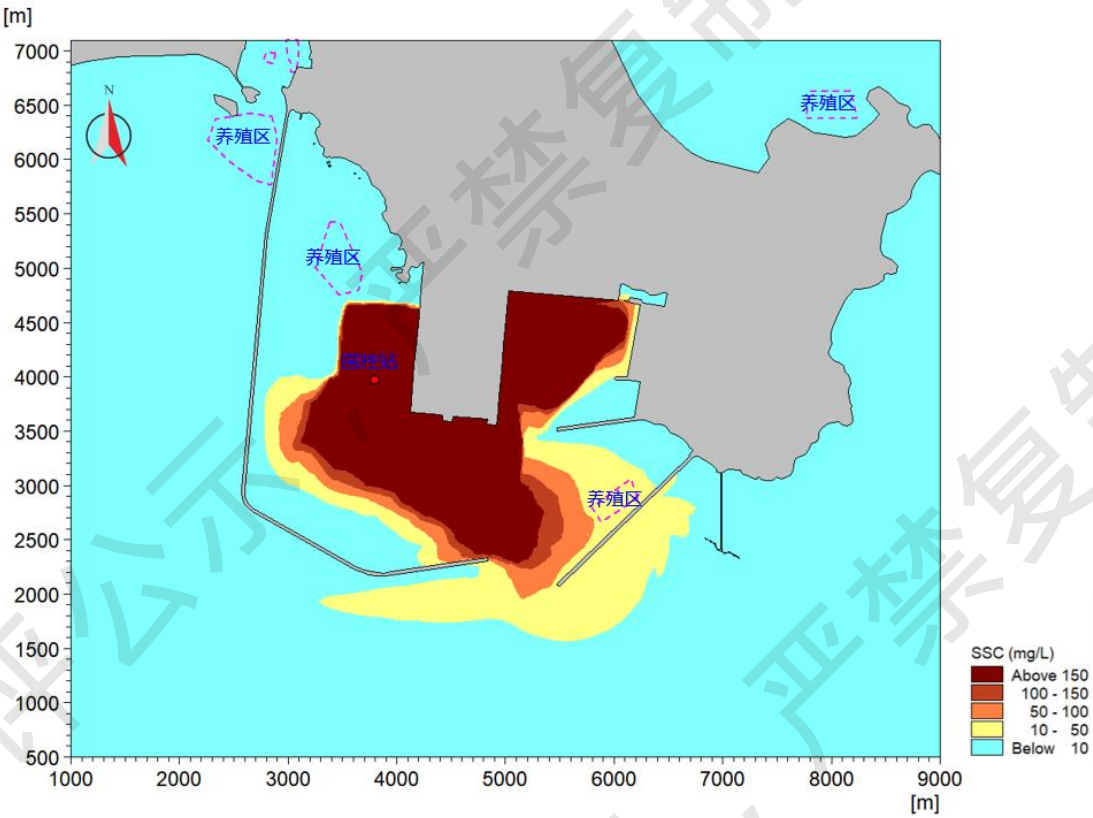
图 6.3-10 施工期疏浚悬浮泥沙扩散包络范围（工况 5：大桥）



(a) 涨潮



(b) 落潮



(c) 最大

图 6.3-11 施工期疏浚悬浮泥沙扩散包络范围（第一阶段港池疏浚）

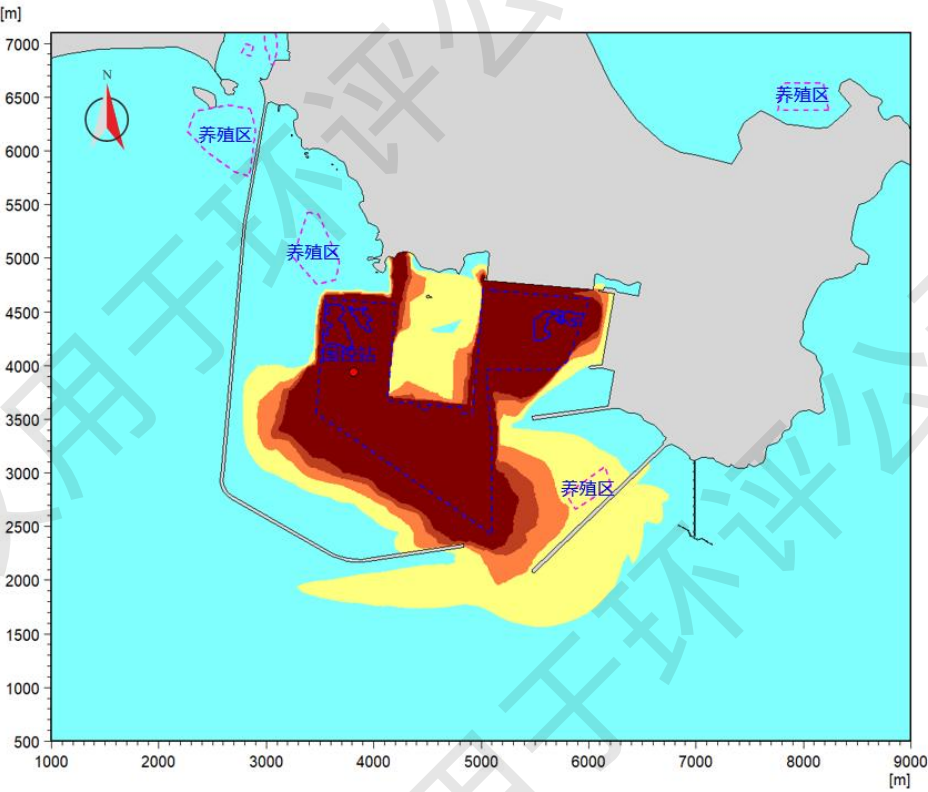


图 6.3-12 施工期悬浮泥沙扩散包络范围（第一阶段）

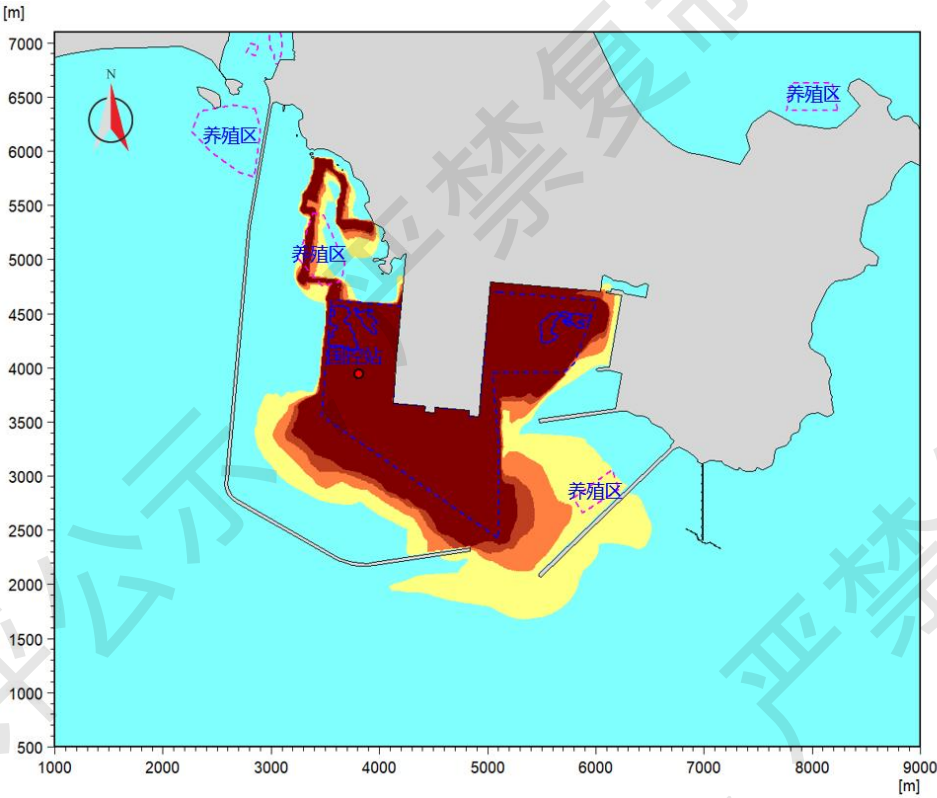


图 6.3-13 施工期悬浮泥沙扩散包络范围（第二阶段）

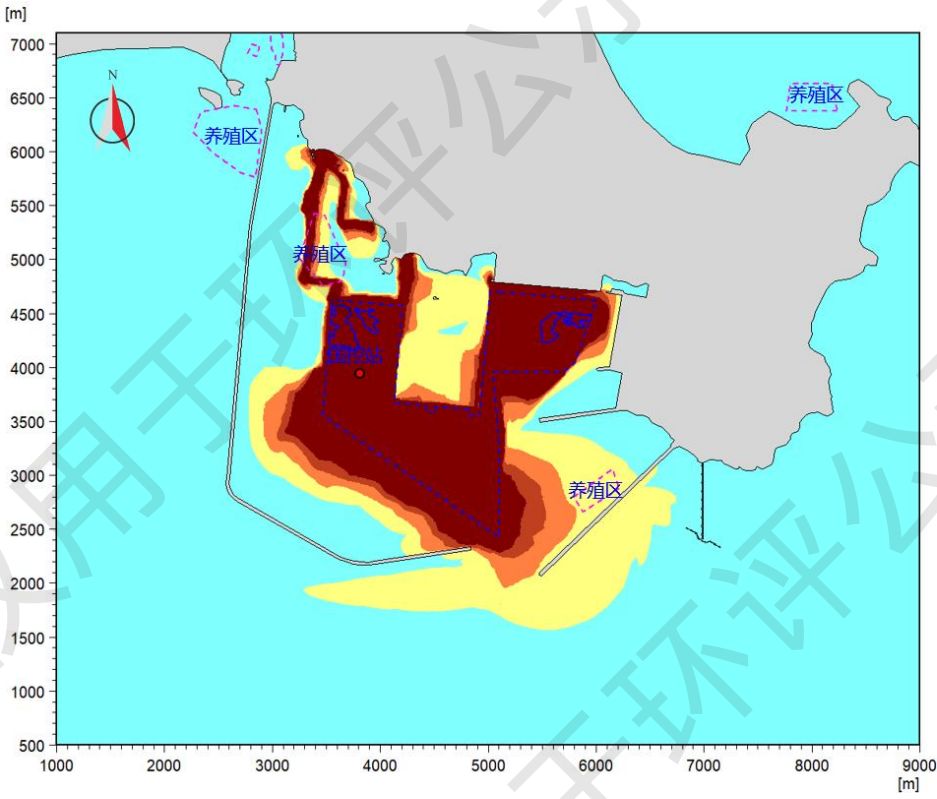


图 6.3-14 施工期疏浚悬浮泥沙扩散包络范围（全工况）

(5) 小结

本研究模拟并统计了施工期间各项作业引起的悬浮泥沙扩散情况,获得主要结论如下:

①本项目由疏浚、抛石、溢流、炸礁及大桥施工引起的悬浮泥沙扩散影响范围主要集中在工程附近局部小范围内,基本未扩散至口门外海域,会对港内国控站和养殖区造成短暂影响,未影响港外环境敏感保护目标。

②以港池疏浚施工引起的悬浮泥沙浓度增量超过 10mg/L 面积比较,港池疏浚施工>一突堤护岸工程建设>港池区域炸礁>西侧通用码头护岸工程建设>一突堤及后方集装箱码头陆域溢流口施工>大桥施工>西侧通用码头作业区和铁路站场陆域溢流口施工。

③对第一阶段施工作业过程,悬浮泥沙浓度增量超过 10mg/L、50mg/L、100mg/L 和 150mg/L 累积包络面积分别为 8.470km²、5.088km²、4.143km² 和 3.632km²;

④对第二阶段施工作业过程,悬浮泥沙浓度增量超过 10mg/L、50mg/L、100mg/L 和 150mg/L 累积包络面积分别为 6.818km²、4.666km²、3.898km² 和 3.534km²;

⑤对全部工况施工作业过程,悬浮泥沙浓度增量超过 10mg/L、50mg/L、100mg/L 和 150mg/L 累积包络面积分别为 9.161km²、5.498km²、4.441km² 和 3.892km²。

⑥对比不同悬沙浓度增量的包络面积,第一阶段施工作业过程引起的悬沙影响范围均大于第二阶段。

⑦从悬浮泥沙最大浓度增量包络面积来看,涨、落潮期间施工时引起的悬浮泥沙扩散范围整体相差不大。

6.3.2. 施工期水质环境影响分析

项目施工期污水主要包括陆域施工生活污水、机修油污水、船舶生活污水、船舶机舱油污水以及水上施工悬浮物对海水水质的影响。

项目施工期在施工现场设可移动式环保厕所进行收集施工生活污水,由当地环卫部门进行接收处理;机修油污水经油水分离器分离后排入施工现场设置的沉淀池,经沉淀处理后回用于施工机械、设备冲洗,不外排;施工期船舶含油污水和船舶生活污水均由有资质的单位接收处理,不会直接向水体排放。

6.4. 海洋沉积物环境影响预测与评价

工程对沉积物环境质量产生的影响主要是港池、调头水域和连接水域疏浚作业对底质环境的改变以及疏浚作业过程中产生的悬浮物沉降导致。

疏浚作业改变了疏浚区域的沉积物环境。施工期填海所永久占用的海域底土上的沉积物环境将被彻底破坏，且是不可恢复的；港区疏浚范围内海域的沉积物环境也将被彻底破坏，但随着施工的结束，将重新建立起新的沉积物特征，过程较为缓慢；周边海域的沉积物环境也将因为施工干扰而受到一定的影响，随着施工结束将逐渐恢复。

根据沉积物监测结果，项目所在海域的沉积物质量状况较好，调查因子基本符合《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）的第二类标准限值要求。因此，工程施工过程产生的悬浮物扩散和沉降后，沉积物的环境质量不会产生严重变化，仍将基本保持现有水平。

港区疏浚所产生的疏浚泥将统一吹填至后方填海形成陆域。施工期施工人员生活污水和固体废物均得到有效收集处理不排海，对海洋沉积物环境质量没有影响。

6.5. 海洋生态环境影响预测与评价

6.5.1. 疏浚和填海施工对底栖生物的影响分析

在工程建设中，由于疏浚挖泥和填海造陆等施工作业，破坏或改变了生物原有的栖息环境，对底栖生物和潮间带生物产生很大的影响，使得底栖和潮间带生物的生物量和生物多样性在一定程度上减少，生物群落结构也可能会有有一定的改变。挖泥作业造成大部分底栖死亡，但是随着施工作业的结束，新的生物将重新进入，底栖生物及多样性会在一定程度上得到恢复。而填海造地彻底改变施工海域的底质环境，仅有少量活动能力强的底栖种类能够逃离，大部分将被掩埋、覆盖而死亡。并且填海将长期占用海域，对生物及生态环境的破坏是长期的。根据现状调查结果，项目占用海域内的底栖和潮间带生物均为沿岸常见生物物种，无珍稀保护物种和特殊物种发现。因此，本项目填海不会造成珍稀物种破坏和特殊物种的灭绝，仅在一定程度上降低项目海域的生物量和生物多样性。

6.5.2. 施工悬沙对海洋生物的影响分析

疏浚产生的悬浮物使工程附近局部海域混浊度增加，降低了水体的透光率，限制了浮游植物和底栖植物的光合作用率，导致该水域内初级生产力下降。初级生产力的降低将通过食物链影响到整个生态系统的各个环节。透光率的降低还会改变某些靠光线强弱而进行垂直迁移的浮游动物的生活规律。

对部分游泳生物来讲，悬浮物的影响也较为显著。悬浮固体，细微的固体颗粒会粘附在动物的表面，干扰动物的感觉功能；有些粘附甚至引起动物表皮组织溃烂；通过动物的呼吸，悬浮物会阻塞鱼类的鳃组织，造成呼吸困难；滤食性浮游动物及鱼类会吞食适当粒径的悬浮颗粒，造成内消化系统混乱。水体的浑浊还会降低水中溶解氧含量，进而对用于生物和浮游动物产生不利影响。

由于水质浑浊，阳光透射率下降，使得该片水域内的游泳生物迁移到别处。在施工期间，洞游到这里或经过这里产卵的群体，由于产卵场的环境受到干扰而改变正常的洞游路线。在这里栖息、生长的一些地方性种类以及幼体、在浅水区索饵成长的幼鱼幼虾，其正常的分布规律被扰乱，导致部分鱼群改变原有的集群和正常的洞游路线。

悬浮物浓度增加导致海水水质变差，鱼卵和仔稚鱼将受到悬浮物的影响而死亡。悬浮物对鱼卵的影响很大，水体中若含有过量的悬浮固体，细微颗粒会粘附在鱼卵的表面，妨碍鱼卵呼吸，不利于鱼卵的孵化，从而影响鱼类繁殖。据研究，当悬浮固体物质含量大到 1000mg/L 以上，鱼类的鱼卵能够存活的时间将很短。

从水环境影响预测结果来看，疏浚造成悬沙增量大于 10mg/L 的最大影响在疏浚点附近 9.161km² 范围内。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。根据以往疏浚工程产生的悬浮物的影响程度来看，疏浚工程对水质的影响延续 12 小时内可基本消除。因此，疏浚工程对水质的影响属于短期环境效应，随着疏浚作业的结束，水质将逐渐恢复，随之而来的便是生物的重新恢复。浮游生物和游泳生物群落的重新建立所需要的时间较短，浮游生物群落的重现建立只需要几周的时间，游泳生物由于活动能力强，也会很快进入作业点。浮游生物群落的重新建立，主要靠海水的运动将其它地方的浮游生物带入作业点及附近海域，并且有可能很快恢复到最初的水平。

6.5.3. 海上施工对渔业资源的影响分析

1、对渔业资源影响分析

项目海上施工会对渔业捕捞产生一定影响。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。疏浚作业引起悬浮物质含量变化，并由此造成水体混浊度的变化，其过程呈跳跃式和脉冲式，这必然引起鱼类等其他游泳生物行动的改变，鱼类将避开这一点源混浊区，产生“驱散效应”。然而，这种效应会对渔业资源产生两方面的影响：一是由于产卵场环境发生骤变，在鱼类产卵季节，从外海洄游到该区域产卵的群体，因受到干扰而改变其正常的洄游路线；二是在该区域栖息、生长的一些种类，也会改变其分布和洄游规律。

2、对水产养殖业的影响分析

项目海上施工对渔业生产的影响主要是对水产养殖区的影响。项目海上施工造成局部水中悬浮物质含量过高，使鱼类的腮腺积聚泥沙微粒，严重损害鲤部的滤水和呼吸功能，甚至导致鱼类窒息死亡。不同的鱼类对悬浮物质含量高低的耐受范围有所区别。据有关实验数据，悬浮物质的含量为 80000mg/L 时，鱼类最多只能存活一天；含量为 6000mg/L 时，最多能存活一周；含量为 300mg/L 时，若每天作短时间搅拌，使沉淀的淤泥泛起，保持悬浮物质含量达到 2300mg/L 时，则鱼类能存活 3~4 周。通常认为悬浮物质的含 200mg/L 以下时，不会导致鱼类直接死亡。但在施工作业点中心区附近的鱼类，即使悬浮物浓度过高也未能引起死亡，但其腮部会严重受损，从而影响鱼类今后的存活和生长。

3、对主要经济鱼虾的产卵场、育肥场、洄游通道的影响分析

根据渔业资源一节资料分析，评价海域一带的主要经济鱼虾的产卵盛期主要集中在 3~8 月。项目施工区域未发现大规模的产卵场和育肥场。

但在项目疏浚挖掘施工过程中，将破坏施工区底质外貌和结构，局部水体的水质发生一定的变化，加上扰动噪声，透光率变化等一系列物理干扰，局部破坏或影响施工水域的生态环境、生物种群结构和饵料生物组成。而底栖生物种群结构和饵料生物组成的变化还将导致局部水域食物链失衡，使繁殖群体因饵料不足而影响性腺发育和繁殖，尤其对底层鱼类、底栖虾类和贝类影响较大。

在我国的南方，鱼类的洄游通道和产卵场不如北方海域那样明显，而且产卵场通常也是幼鱼的索饵场。在鱼类洄游通道方面，一些海洋鱼类随着季节变化洄游到河口附近产卵，亲体产卵后向深海扩散。

从历史资料来看，无论海水或淡水种类，在本评价区的产卵均是分散的，工程实施不会对特种渔业资源产卵、繁育产生明显影响。

6.5.4. 爆破作业对水生生态环境影响分析

本工程港池水域及连接水域局部需进行炸礁。爆破对水生生态环境的影响表现在两个方面：一是爆破过程强烈的声震和涌浪使海底表面沉积物泛起，形成的悬浮物对水生生物的影响，二是水下爆破及其产生的冲击波对水生生物和渔业资源产生的不同程度的影响。

（1）影响原理

有关研究表明，爆炸导致鱼类死亡的主要原因是在爆炸中鱼鳔破裂所引起的（对于有鳔鱼类来说）。除了鱼鳔以外，其他内部器官也容易受到损伤。随着离爆炸点距离的增大，鱼类受到爆炸的影响会越来越小。而对于无鳔鱼类来说，同样条件下存活的机会要大得多。对于同种鱼类来说，体重越轻的鱼受到爆炸的影响会越大。

爆炸物爆炸时，会在瞬间变成高温高压的气体，随后产生强大的冲击波。这种冲击波会使周围产生瞬间的高压，这种高压以波动的形式向外传播，从而对波及到的生物产生影响。在水中和在空气中爆炸时，所产生的冲击波对动物的影响是不同的。当在空气中发生爆炸时，冲击波在空气中传播到动物身体时，由于动物身体和空气密度不同，因而大部分会在动物体表面产生反射，对动物的伤害都是通过动物的耳朵、鼻子和嘴对身体内部造成伤害。而在水中爆炸时，由于鱼体的密度和水的密度类似，冲击波在到达鱼体与水交界面时一般会直接通过鱼体向前传播。但是，当鱼体内有空气腔时，由于空气的可压缩性，冲击波通过时会导致空腔壁的撕裂或破碎。鱼体内最容易受到损伤的是有鲤鱼类的鲤，除此之外，还有鱼类的肝、脾、肾等内部器官。当鱼离爆炸物比较近时，除了对鱼类的内部器官造成损害以外，对鱼的身体外部也会造成损伤。

（2）类比调查资料介绍分析

水下爆破的主要影响因素是水中冲击波。日本和前苏联的相关试验研究表明,不同的鱼类对冲击波的敏感度各不相同,在相同冲击波作用下所受伤害和死亡的差别很大。

大庆石油管理局水下爆破作业对鱼类影响的试验显示,当 10kg 硝酸铵炸药散装在塑料膜筒中在水中爆炸后,距震源 15m 以内鱼类的体表和内脏严重破坏,初步认为:冲击波压力 16~17kg/cm²为鱼类的死亡界线。

噪声对水生生物的影响是累积性的,既包括有机体能量代谢等组织化学变化所逐渐引起的细胞损耗,也包括由于声波引起机械振动所产生的生物体疲劳损伤(如耳膜破裂、脏器出血等现象)。已有研究表明,声强级为 120、140 分贝时,1~10 天内分别对普通鱼类(如梭鱼等)和对虾致伤、致死。海底石油平台附近的爆炸声会对一些鲸的听觉器官带来非常大的伤害,以致它们辨不清方向和无法索饵而痛苦死去。而大黄鱼等石首鱼类由于其内耳的特殊结构对声强的忍受力则更低。

1998 年 4 月,厦门大学海洋学系和莆田县水产技术推广站的科研人员曾对湄州湾火电厂水下工程爆破附近的养殖网箱水中声强、养殖鱼类和鲍类状况进行了检测分析,一次 TNT 炸药用量 228~448kg(高低潮不同),水深 4~6m,认为:火电厂水下爆破在养殖网箱附近产生了接近 120 分贝的声强震动冲击,损伤了距爆破点 660m 左右的养殖网箱鱼、鲍内部组织器官,导致养殖鱼鲍在爆破作业期间的连续死亡。

国家海洋环境监测中心在辽东湾双台子河口渔场进行水下爆破对鱼类的影响试验,试验结果表明:使用 4kgTNT 和水深 6m 的条件下,离爆破中心 20m 以内,对 150g 的鱼类致死率达 100%,而在 40m 处致死率达 33%,50m 以外是安全区。

中国水产科学院黄海水产研究所曾于 1982 年和 1983 年在山东胶州湾和莱州湾进行水下爆破对鱼类和底栖生物影响试验,试验结果表明使用 3kgTNT 和井深 30m 的条件,离爆破点 60m 以内的海洋生物均受到不同程度的伤害。

根据国内外的研究成果,水下爆破通过超压、冲击波等形式对水生生物产生影响;爆破对生物的杀伤力,主要取决于爆炸产生的压力、冲量和能量通量密度三个因素(Keevin 等,1995);一般认为,爆炸时所产生的过高压和超低压交替

变换所产生的振动，是爆炸中导致生物死亡的主要原因（Linton 等，1985）。水下爆破对水生生物的危害特点主要表现在：

1) 生物的致死率与爆破方式（延时爆破、齐发爆破）、炸药类型（TNT、膨化硝铵炸药、铵油炸药、乳化炸药、粉状乳化炸药等）、起爆药量、水深、生物种类（鱼、虾、蟹、贝）及生长发育阶段（卵、幼体、成体）、与爆破中心的距离等因素有关。

2) 在相同药量的情况下，延时爆破产生的冲击波压力比齐发爆破小。

3) 在使用相同当量炸药下，乳化炸药对渔业生物的影响效应较 TNT 炸药对渔业资源的危害性相对要小些。

4) 在浅水区由于水底反射作用，杀伤威力有所增大。

5) 不同种类水生生物对爆破后水下冲击波的忍受能力差异较大，鱼类抗震性差，致死率最高；其次是虾类；蟹类和贝类抗震性好，致死率最低。

6) 不同鱼类对冲击波的敏感度各不相同，在相同的冲击波作用下所受伤害和死亡差别很大。石首鱼科的鱼类由于有耳石存在，对爆破震动的冲击波反应敏感，易昏迷死亡，是一种比较脆弱的鱼类。

7) 由于渔业生物的卵和幼体游动能力低下，逃避外界打击的能力较弱，因而受爆破所产生的冲击波的损害较成体大。

8) 渔业生物的致死率与冲击波的压力大小呈一定的正相关关系，随着距爆破中心半径的增大，爆破对生物的影响逐渐减小。

9) 爆破对渔业生物的致死具有延迟性，即随着爆破时间的延续生物的死亡率缓慢增加。

10) 冲击波致伤、致死的鱼类解剖特征是，轻则内腔器官出现不同程度的淤血现象，重则鱼鳔被震破，甚至内脏器官被抛离内腔。

（3）爆破影响距离预测

由于类比资料爆破方式与本工程爆破方式、炸药类型及用量、爆破环境等不尽相同，不具类比计算的条件，因此采用《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》、《爆破安全规程》推荐的公式计算工程爆破的影响范围。

压力按下式计算：

$$P = a \left(\frac{Q^{1/3}}{R} \right)^b$$

式中：

P——冲击波峰值压力，单位为千克每平方厘米（kg/cm²）；

Q——一次起爆药量，单位为千克（kg）；

R——爆破点距测点距离，单位为米（m）；

a、b 一系数，根据测试数据确定。

本项目爆破时，产生的水中冲击波超压大小按公式计算：

$$P=287.3 \times (Q^{1/3}/R)^{1.33}$$

式中：△P 一水中冲击波产生的超压值，kg/cm²；

据研究，水中冲击波超压大于 0.35MPa 时鱼类受伤严重；大于 0.7MPa 时大部分死亡（转引自霍永基，2000）。本爆破工程一次最大起爆药量为 250kg，水中冲击波超压按 0.35MPa 计算，根据上式反推估算本爆破对鱼类的杀伤半径为 186m。

根据《爆破安全规程》的规定，安全距离按以下公式计算：

$$R = \left(\frac{K}{V} \right)^{1/\alpha} \cdot Q^{1/3}$$

式中，Q——一次起爆的炸药量（kg），微差起爆时取最大一段的装药量；

R 一水中冲击波的安全距离（m）；

V——允许爆破地震安全速度，取 1.3cm/s（依据加拿大政府对水生生物资源保护的规定“在水生动物产卵河床处的峰值振动速度不得大于 13mm/s，否则会影响孵化繁衍”（转引自霍永基，2000），（cm/s）；

K、α——与爆破点地形、地质等条件有关的系数和衰减指数，按坚硬岩石取 K=200，α=1.5。

本工程爆破一次最大起爆药量为 250kg，根据上式反推估算本爆破对鱼卵仔稚鱼的影响半径为 203m。

经计算分析，本项目爆破工程单响爆破对鱼类的杀伤半径为 186m，对鱼卵仔鱼的安全距离为 203m。

（4）不同致死率影响范围

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》附录，不同冲击波峰值压力值对应的渔业生物致死率见表 6.5-1。影响距离值大于以上计算值，影响损失估算按此表进行。

表 6.5-1 不同最大峰值压力与受试生物的致死率的关系及影响距离

距爆破中心 (m)	100	300	500	700
最大峰压值 (kg/cm ²)	7.27	1.69	0.745	0.577
鱼类 (石首科除外) 致死率 (%)	100	20	10	3
石首科鱼类致死率 (%)	100	100	50	15
虾类致死率 (%)	100	20	6.6	0

注: 本表参数是根据炸药采用 ML-1 型岩石乳化炸药 (每节 0.8m, 直径 0.1m, 净重 7.5kg), 炸药爆速 > 3200m/s, 猛度 > 12mm, 殉爆距离 > 3cm, 作功能力 > 260ml; 雷管采用 8# 非电毫秒延期导爆管雷管, 单段一次起爆药量为 250kg 得出的。

(5) 本工程水下爆破对水生生物的影响分析

1) 冲击波的影响

根据本工程的特点, 爆破将主要对周围水域的经济水生动物 (鱼、虾、贝等)、鱼卵仔稚鱼和饵料生物 (如浮游动物) 产生危害。水下爆破对该水域的鱼类生态环境将构成一定的影响, 除对直接致死影响范围内的鱼类造成死亡外, 还会使直接致死影响范围以外的鱼类惊吓和回避反映, 起到较大范围的驱赶作用。

在各种水下辐射形式中, 声波在海水中的传播最佳, 在混浊和含盐的海水中, 声波较光波或无线电波衰减要小, 常温下纯水中的声速值 (1450m/s) 是空气中声速值 (340m/s) 的 4.26 倍。在某一水域长期持续进行水下爆炸, 将会起到大范围驱赶洄游鱼类的作用; 如果在某一渔场禁捕期进行爆炸、勘探, 可使该海域渔场中的鱼类生息繁殖环境受到破坏, 导致在该渔场习惯性产卵、育幼、索饵的洄游鱼类游迁其它海域, 会造成作业区域渔业资源的匮乏。

在幼鱼游动能力低下时期, 缺乏逃避外界打击的本能; 海养自泳能力低, 游泳速度慢, 一般每分钟不超过 4~5m, 幼蛰更差。因而水下爆炸可直接致死位于作用圈内的各种经济鱼虾蟹的卵类、幼苗和海蛰。

本工程港池水域和连接水域局部需进行炸礁, 单响用药 250kg。本工程若爆破施工, 将使半径约 1km 内的鱼类受到影响, 对渔业资源产生一定的影响, 随着爆破作业的结束, 其影响也逐渐得到消除。

水下爆破可使位于爆炸中心附近的底栖生物因强声压致死, 而那些致昏处于半致死状态的底栖生物, 在遭到由爆炸激起的大量泥沙沉降掩埋之后, 也难逃窒息死亡的厄运; 清淤作业开挖亦将改变施工区附近底栖生物的生境, 导致栖息于该范围内的底栖生物丧失。爆破将杀死底栖生物, 对底栖生物产生影响。

2) 水下爆破产生的悬浮物对水生生态环境的影响分析

资料表明,水下爆破后,水体中重金属含量、COD 和 TOC 的浓度、无机氮的浓度以及 pH 和 DO 均有所变化,但对水环境影响不大。水下爆破对水质的影响主要是浑浊度和悬浮物的增高,如在某水域长期进行水下爆炸,产生的高浑浊水团由于潮流产生的输移、扩散和沉降作用,会影响周围生态系统,威胁水生生物资源。

炸礁产生的悬浮物瞬时尽管释放源强强度较大,但释放时间短,在一次爆破作业停止后,海域的水质会随着悬浮物的沉降和扩散逐渐消散。一次爆破作业带来的悬浮物($>10\text{mg/L}$)主要局限在爆破点周边几百米范围内。爆破发生后的 30 分钟~几小时后,水质可以恢复到达标水平。总体而言,炸礁引起的悬浮物对水质的影响范围很小,小于疏浚作业施工。

6.5.5. 生态损失估算

本工程建设对渔业资源的损害评估主要包括以下几个方面:

- (1) 施工期填海占地对底栖生物和潮间带生物的损害;
- (2) 施工期疏浚施工对底栖生物的损害,以及疏浚施工产生悬浮泥沙对鱼卵和仔稚鱼、游泳生物等的损害;
- (3) 施工期水下爆破对鱼类、甲壳类、头足类等的损害;

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T 9110-2007)中的“表 1 建设项目对海洋生物资源损害评估内容”确定本项目建设造成的海洋生物资源损害评估内容,具体见下表。

表 6.5-3 建设项目对海洋生物资源损害评估内容

建设项目类型	海洋生物资源损害评估内容						
	游泳生物	鱼卵仔鱼	底栖生物	潮间带生物	珍稀濒危水生生物	浮游生物	渔业生产
围、填海工程	☆	★	★	★	★	☆	★
码头、港池、航道开挖与疏浚、海洋管道、电缆、光缆等工程	☆	★	★	★	★	☆	★
水下爆破	★	★	★	★	★	☆	★

注: ★为重点评估内容; ☆为依据建设项目具体情况需选择的评估内容

1、评估方法

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T 9110-2007)中的“表 1 建设项目对海洋生物资源损害评估内容”确定本工程建设造成的生态损

失应计算包括鱼类、甲壳类和头足类等、鱼卵仔稚鱼、浮游动物、底栖生物、潮间带生物。

(1) 鱼类、甲壳类和头足类等、底栖生物、潮间带生物资源损害和损失经济价值评估引用公式：

$$Y = \sum_{i=1}^n D_i \cdot S \cdot F$$

式中：

Y——生物价值（元）；

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

n——代表不同的补偿内容；

D_i ——i 类群生物量（kg/hm²）；

S——占用的海域面积或污染面积（hm²）；

F——当地生物平均价格（元/kg）。

(2) 鱼卵、仔稚鱼损失量计算引用公式：

$$W = D \cdot S_j \cdot K_j \cdot h$$

W——鱼卵、仔稚鱼损失量，单位（个/尾）；

D——鱼卵、仔稚鱼密度（ind./m³）；

S_j ——某一污染物第 j 类浓度增量区面积（m²）；

K_j ——某一污染物第 j 类浓度增量区鱼卵、仔稚鱼资源损失率（%），生物资源损失率取值详见《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）；

h——占用海域的平均水深（m）

鱼卵、仔稚鱼损失经济价值计算公式：

$$M = W \cdot P \cdot E$$

式中：

M——鱼卵、仔稚鱼损失经济价值，单位（元）；

W——鱼卵、仔稚鱼损失量，单位（个/尾）；

P——鱼卵、仔稚鱼折算为商品鱼苗的成活率（%）；

E——当地鱼苗平均单价（元/尾）。

鱼卵和仔鱼折算为鱼苗的换算比例（P），鱼卵生长到商品鱼苗按 1%成活率计算，仔稚鱼生长到商品鱼苗按 5%成活率计算。

（3）水下爆破对水生生物影响的定量分析

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007），水下爆破的持续影响周期以 15 天为一个周期。水下爆破对生物资源的损害评估按下式计算：

式中：

Wi——第 i 种类生物资源累计损失量，单位为尾(尾)、个(个)、千克(kg)；

Dij——第 j 类影响区中第 i 种类生物的资源密度，单位为尾每平方千米(尾/km²)、个每平方千米(个/km²)、千克每平方千米(kg/km²)；

Sj——第 j 类影响区面积，单位为平方千米(km²)；

Kij——第 j 类影响区第 i 种类生物致死率，单位为百分比(%)；

T——第 j 类影响区的爆破影响周期数(以 15 天为一个周期)；

N——15 天为一个周期内爆破次数累积系数，爆破 1 次，取 1.0，每增加一次增加 0.2；

n——冲击波峰值压力值分区总数。

对底栖生物的伤害评估根据实际情况考虑影响周期。

2、计算参数

（1）生物资源损失率

参考《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007），生物资源损失率取值见下表。

表 6.5-4 污染物对各类生物损失率

污染物 i 的超标倍数 (Bi)	各类生物损失率 (%)			
	鱼卵和仔稚鱼	成体	浮游动物	浮游植物
Bi≤1 倍	5	1	5	5
1<Bi≤4 倍	20	5	20	20
4<Bi≤9 倍	40	10	40	40
Bi≥9 倍	50	20	50	50

注：1.本表列出污染物 i 的超标倍数(Bi)，指超《渔业水质标准》或超Ⅱ类《海水水质标准》的倍数，对标准中未列的污染物，可参考相关标准或按实际污染物种类的毒性试验数据确定；当多种污染物同时存在，以超标准倍数最大的污染物为评价依据。

(2) 生物资源密度

本次评价根据 2024 年 3 月和 2023 年 9 月的海洋生态和渔业资源现状调查数据计算得出的平均值, 确定本工程建设造成的生态损失应计算所采用的鱼类、甲壳类和头足类等、鱼卵仔稚鱼、底栖生物、潮间带生物资源密度, 见下表。

表 6.5-5 各生物类型平均生物量

调查时间	生物资源密度				
	游泳动物	鱼卵	仔稚鱼	底栖生物	潮间带生物
	(kg/km ²)	(ind./m ³)	尾/m ³	(g/m ²)	
春季 2024.3	404.91	2.711	0.416	5.439	61.646
秋季 2023.9	147.3	1.63	2.4	12.47	161.12
两季平均	276.11	2.17	1.41	8.95	111.38

6.5.5.1. 施工期占用对底栖生物和潮间带生物造成的损失

本工程填海造地占海面积约为 189.7154hm², 透水构筑物(通道大桥)桩基占海面积约为 0.001hm², 其中潮间带面积 5.8560hm², 底栖 183.86hm²。底栖生物平均生物资源密度为 8.95g/m², 潮间带生物平均生物资源密度为 111.38g/m²。底栖生物和潮间带生物的价格均按 10.5 元/kg 计, 补偿 20 年, 经计算, 施工期填海造地对底栖生物和潮间带生物造成的损失金额共计 482.54 万元, 具体见下表。

表 6.5-6 施工期填海造地对生物资源造成的损失估算

资源密度 g/m ²		占海面积 hm ²	损失量 kg	20 年补偿量 kg	补偿金额(万 元)
底栖生物	8.95	183.86	16455.47	329109.4	345.56
潮间带生物	111.38	5.856	6522.41	130448.26	136.97
合计			22977.88	459557.66	482.54

6.5.5.2. 施工期疏浚施工对底栖生物、鱼卵和仔稚鱼、游泳生物等造成的损害

本工程疏浚面积约为 252.6hm², 底栖生物平均生物资源密度为 8.95g/m², 鱼卵和仔稚鱼的平均生物资源密度为 2.17ind./m³ 和 1.41ind./m³, 游泳动物的平均生物资源密度为 276.11kg/km²。

(1) 疏浚施工对底栖生物造成的损失

疏浚施工周期小于 3 年, 对底栖生物造成的损失按补偿 3 年计, 底栖生物价格按 10.5 元/kg, 经计算, 施工期疏浚施工对底栖生物造成的损失金额共计 7.12 万元。

表 6.5-7 施工期疏浚施工对底栖生物造成的损失估算

资源密度 g/m ²		占海面积 hm ²	损失量 kg	3 年补偿量 kg	补偿金额(万元)
底栖生物	8.95	252.6	22607.7	67823.1	71.21

(2) 疏浚施工对鱼卵和仔稚鱼、游泳生物等造成的损失

根据预测，整个施工期产生悬浮泥沙浓度增量大于 10mg/L 浓度悬浮物扩散最大可能影响的范围为 9.161km²，详见下表。

表 6.5-8 整个施工期悬浮物扩散最大可能影响范围

	10~50mg/L	50~100 mg/L	>100 mg/L
污染物超标倍数	1<Bi≤4 倍	4<Bi≤9 倍	Bi≥9 倍
影响范围 (km ²)	3.663	1.057	4.441

疏浚施工对鱼卵和仔稚鱼、游泳生物等造成的损失按补偿 3 年计，鱼卵、仔稚鱼生长到商品鱼苗的成活率分别按照 1%、5%计算，项目所在平均水深按 8.5m 计算，根据市场调研价格，商品鱼苗价格按 1.0 元/尾计，游泳动物价格按 30 元/kg 计。经计算，施工期疏浚施工对鱼卵、仔稚鱼和游泳动物造成的损失金额共计 796.63 万元。

综上所述，施工期疏浚施工对底栖生物、鱼卵和仔稚鱼、游泳生物等造成的损失金额为 867.84 万元。

表 6.5-9 疏浚施工悬浮物对生物资源造成损失估算

资源密度 ind/m³		水深 m	悬浮物扩散面积 hm²		损失率	损失量 ind	成活率	折成鱼苗损失量 ind	单价	补偿金额 (万元)
鱼卵	2.17	8.5	10~50mg/L	366.3	20%	13512807	1%	135128.07	1.0	13.51
	2.17	8.5	50~100mg/L	105.7	40%	7798546	1%	77985.46	1.0	7.80
	2.17	8.5	>100mg/L	444.1	50%	40957122.5	1%	409571.225	1.0	40.96
仔稚鱼	1.41	8.5	10~50mg/L	366.3	20%	8780211	5%	439010.55	1.0	43.90
	1.41	8.5	50~100mg/L	105.7	40%	5067258	5%	253362.9	1.0	25.34
	1.41	8.5	>100mg/L	444.1	50%	26612692.5	5%	1330634.625	1.0	133.06
小计						102728637		2645692.83		264.57
资源密度 kg/km²		悬浮物扩散面积 hm²			损失率	损失量 kg		损失 kg		补偿金额 (万元)
游泳动物	276.11	10~50mg/L		366.3	5%	50.57	100%	50.57	30	0.15
	276.11	50~100mg/L		105.7	10%	29.18		29.18	30	0.09
	276.11	>100mg/L		444.1	20%	245.24		245.24	30	0.74
小计						325.00		325.00		0.97
合计										265.54
3 年补偿										796.63

6.5.5.3. 施工期水下爆破对底栖生物和游泳生物的危害

1、施工期水下爆破对底栖生物造成的损失

爆破范围均位于疏浚清淤范围内，对底栖生物的影响已在其影响中估算，在此不重复计算。

2、施工期水下爆破对游泳动物造成的损失

本工程爆破一次最大起爆药量为 250kg，冲击波峰值压力值推算渔业生物致死率见下表。

表 6.5-10 最大峰值压力与受试生物的致死率的关系表

距爆破中心 (m)	100	300	500	700
最大峰压值(kg/cm ²)	7.27	1.69	0.745	0.577
鱼类(石首科除外)致死率(%)	100	20	10	3
石首科鱼类致死率(%)	100	100	50	15
虾类致死率(%)	100	20	6.6	0

注：本表参数是根据炸药采用 ML-1 型岩石乳化炸药(每节 0.8m，直径 0.1m，净重 7.5kg)，炸药爆速≥3200m/s，猛度≥12mm，殉爆距离≥3cm，作功能力≥260ml；雷管采用 8#非电毫秒延期导爆管雷管，单段一次起爆药量为 250kg 得出的。

本项目炸礁施工冲击波影响范围具体数据见下表。

表 6.5-11 炸礁施工冲击波影响范围表

最大峰压值(kg/cm ²)	影响距离	影响面积(hm ²)
7.27	<100m	54.75
1.69	<300m	154.87
0.745	<500m	274.42
0.577	<700m	420.29



3、水下爆破对生物资源的损害评估

水下爆破对生物资源的损害评估按公式计算：

$$W_i = \sum_{j=1}^n D_{ij} \times S_j \times K_{ij} \times T \times N$$

式中：

W_i ——第 i 种类生物资源累计损失量，单位为尾（尾）、个（个）、千克（kg）；

D_{ij} ——第 j 类影响区中第 i 种类生物的资源密度，单位为尾每平方千米（尾/km²）、个每平方千米（个/km²）、千克每平方千米（kg/km²）；

S_j ——第 j 类影响区面积，单位为平方千米（km²）；

K_{ij} ——第 j 类影响区第 i 种类生物致死率，单位为百分比（%）；

T ——第 j 类影响区的爆破影响周期数（以 15 天为一个周期）；

N ——15 天为一个周期内爆破次数累积系数，爆破 1 次，取 1.0，每增加一次增加 0.2；

n ——冲击波峰值压力值分区总数。

根据对同类项目的调查，通常水下炸礁作业时每次爆破炸礁量最大约 200m³，本工程炸礁量 44.54 万 m³，约需 2227 次可完成本工程爆破工作，每天需爆破 4 次，整个爆破周期约为 18 个月。由此，计算本次生态损失需要考虑的累积系数约为 461。

本工程石首科鱼类生物资源平均密度为 3.86kg/km²，其他鱼类生物资源平均密度为 51.84kg/km²，虾类资源密度为 35.65kg/km²，工程水下炸礁造成的生态损失量见下表。

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007），则因炸礁造成的鱼类单次损失共计 25.95t、虾类损失共计 13.71t。按照成鱼 30 元/kg、虾类 20 元/kg 考虑，临时性占海按照 3 年补偿，则因炸礁施工造成的鱼类损失约为 233.58 万元，虾类损失约为 82.28 万元，合计 315.86 万元。

表 6.5-12 工程水下爆破造成的生态损失量情况表

生物资源密度 (kg/hm ²)		影响距离 (m)	影响面 积 (hm2)	致死率	爆破 影响 周期	一个周期 内爆破次 数累积系 数	损失量 (kg)	补偿 金额 (万元)
石 首	0.0386	<100	54.75	100%	36	12.8	973.83	2.92
	0.0386	100~300	100.12	100%	36	12.8	1780.82	5.34

科 鱼 类	0.0386	300~500	119.55	50%	36	12.8	1063.21	3.19
	0.0386	500~700	145.87	15%	36	12.8	389.19	1.17
其 他 鱼 类	0.518	<100	54.75	100%	36	12.8	13068.52	39.21
	0.518	100~300	100.12	20%	36	12.8	4779.62	14.34
	0.518	300~500	119.55	10%	36	12.8	2853.59	8.56
	0.518	500~700	145.87	3%	36	12.8	1044.55	3.13
虾 类	0.36	<100	54.75	100%	36	12.8	9082.37	18.16
	0.36	100~300	100.12	20%	36	12.8	3321.74	6.64
	0.36	300~500	119.55	6.60%	36	12.8	1308.91	2.62
	0.36	500~700	145.87	0	36	12.8	0	0
合计							39666.34	105.29
3 年合计								315.86

6.5.5.4. 海洋生态损失汇总

本工程建设对海洋生物资源造成的损失主要包括三部分，金额合计为 1666.24 万元。其中，施工期填海占地对底栖生物和潮间带生物的伤害金额为 482.54 万元；施工期疏浚施工对底栖生物的伤害，以及疏浚施工产生悬浮泥沙对鱼卵和仔稚鱼、游泳生物等的伤害金额为 867.84 万元；施工期水下爆破对鱼类、虾类等的伤害金额为 315.86 万元。

6.6. 大气环境影响预测与评价

填海施工作业空气污染物主要来自工程建筑材料运输和堆放、填海区回填作业等过程中产生的扬尘、施工机械和车辆等产生的燃油废气。

6.7. 施工场地面源粉尘影响

根据同类建筑工地类比调查资料，在施工工地、建筑材料临时堆放区现场无防尘设施情况下，施工时下风向的影响较大，污染范围在 150m 范围内，在下风向 20m 处 TSP 浓度最高为 1.30mg/m³。在有防尘措施情况下（施工现场围挡风板、洒水抑尘），现场扬尘污染范围在 50m 内，在下风向 20m 处 TSP 浓度为 0.82mg/m³，可以达到《广东省大气污染物排放限值》中二时段的大气污染物无组织排放限值要求。

6.7.1. 运输车辆粉尘影响

类比同类港口的监测情况对沙石料汽车运输线路两侧 20~25m、车流量约 400 辆/d 的 TSP 监测结果，运输线路两侧 20~25m 的 TSP 增加量为 0.072~

0.158mg/m³ 之间, 平均增加量为 0.115mg/m³, 可以达到《广东省大气污染物排放限值》中二时段的大气污染物无组织排放限值要求。

6.7.2. 施工机械、设备、车辆、船舶尾气影响

施工区机械产生的废气为无组织排放, 施工机械、车辆排放的氮氧化物、一氧化碳和碳氢化合物等总量不大, 由于施工区位于沿海区域, 周边通风条件良好, 有利于空气污染物的扩散。因此, 工程建设期间, 施工机械废气对周围环境空气质量的影响较小, 影响主要在施工围区内。

6.8. 声环境影响预测与评价

6.8.1. 预测模式

施工期间噪声主要污染为施工机械噪声, 为点声源, 其噪声影响随距离增加而逐渐衰减, 噪声衰减公式为:

$$Lp(r)=Lp(r_0)-20lg(r/r_0)$$

式中: $Lp(r)$: 距离声源 r 处的倍频带声压级, 单位: dB(A);

$Lp(r_0)$: 距离声源 r_0 处的倍频带声压级, 单位: dB(A);

r : 预测点距离声源的距离, 单位: m;

r_0 : 参考位置距离声源的距离, 单位: m。

6.8.2. 噪声源分析

施工期各噪声声源位置、噪声级、达标距离详见表 6.8-1。

表 6.8-1 施工期噪声源声压级及达标距离

设备名称	不同距离处的噪声 dB(A)										
	5m	10m	30m	50m	70m	100m	150m	200m	250m	300m	350m
强夯机	92	86	76	72	69	66	62	60	58	56	55
施工船舶	90	84	74	70	67	64	60	58	56	54	53
自卸卡车	92	86	76	72	69	66	62	60	58	56	55
挖掘机	91	85	75	71	68	65	61	59	57	55	54
起重机	91	85	75	71	68	65	61	59	57	55	54

由表可见, 根据建筑施工场界噪声控制要求, 昼间距离施工设备 70m 外的平均 A 声级均能满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011); 夜间要求施工机械距离施工场界 350m 外, 噪声值才能符合噪声限值要求。

本工程周边 200m 范围内无居民区, 因此施工噪声对周边声环境的影响较小, 随着施工期的结束, 工程施工噪声的影响也随之消失。

6.9. 固体废物影响评价

工程施工期间固废主要为施工人员生活垃圾、船舶固废。

陆域施工人员活动过程产生的生活垃圾以人均 1.5kg/d 产生量计算，按 250 人/日估算，则每天产生约 375kg/d 的生活垃圾，由市政环卫部门统一处理。施工船舶垃圾以人均 1.5kg/d 产生量计算，本项目水上施工作业人员约为 150 人，则施工船舶生活垃圾产生量约 225kg/d，委托有资质单位接收处理。

6.10. 项目实施对保护目标影响分析

6.10.1. 项目实施对无人岛礁影响分析

(1) 对地形地貌的影响分析

濠江鸟礁和进士头位于拟建广澳港区三期工程集装箱堆场和风电装备堆场的范围内，项目建设将导致濠江鸟礁整个礁盘和进士头灭失。根据前文分析，工程实施后，海床冲淤变化仅局限在填海成陆附近，其中河渡2岛、3岛以及磊石岛附近水域略有淤积，淤积幅度基本保持在0.05m以内，大桥附近水域则有所冲刷，冲刷幅度在0.1m以内，整体变化不大。项目建设对未占用的磊石岛、河渡一岛、河渡二岛和河渡三岛4个无居民海岛（均为基岩岛）冲淤环境影响总体较小。

(2) 对海岛植被、水资源、典型生态系统的影响

项目建设未占用的磊石岛、河渡一岛、河渡二岛和河渡三岛4个无居民海岛基质均为花岗岩，岛上无风化土壤发育、无淡水资源，也无植被覆盖，周边海域亦无珊瑚礁、红树林和海草（藻）床等典型生态系统。因此，项目建设不存在对上述岛礁以及周边无居民海岛植被、水资源、典型生态系统影响的情况。

(3) 对海洋生物的影响

现场调查表明，濠江鸟礁和进士头岛体潮间带上密布白脊藤壶、单齿螺、疣荔枝螺、近江牡蛎等。项目建设将导致濠江鸟礁和进士头岛体潮间带上的附着生物和底栖生物全部丧失。

项目建设对磊石岛、河渡一岛、河渡二岛和河渡三岛地形地貌不会产生直接的影响。根据悬浮泥沙预测结果，施工作业产生的悬浮泥沙对磊石岛、河渡二岛和河渡三岛所在海域的悬沙增量大于100mg/L，对河渡一岛所在海域的悬沙增量小于10mg/L，施工作业产生的悬浮泥沙对上述岛礁岛基上部及周边海域的海洋生物会产生一定的影响。

(4) 对鸟类的影响

项目建设拟占用的濠江鸟礁和进士头岛陆面积较小，均为基岩岛，海岛环境简单，且离岸较近，项目用岛对鸟类临时停歇、觅食等活动影响较小。

6.10.2. 对主要水生保护生物的影响分析

本项目评价范围内有汕头龙头湾中华白海豚市级自然保护区，邻近的海门镇海域曾有海龟、鲨出现。本评价重点分析项目建设对中华白海豚的影响，其他作一般分析。

1、项目建设对中华白海豚的影响分析

本工程施工过程可能对白海豚产生影响的主要为疏浚悬浮泥沙入海、施工噪声。

(1) 悬浮泥沙对中华白海豚的影响

由于中华白海豚长期生活在河口水域，河口水域水体比较浑浊，可以说中华白海豚能够栖息在浑浊或洁净的水域。中华白海豚视觉不发达，主要靠位于头部的回声定位系统来探测周围环境和识别物体，因此浑浊的水体对其活动没有明显影响。因此，疏浚作业使水中悬浮物增加不会对白海豚的正常活动造成明显的直接影响。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。但是，悬浮物增加可能会增加白海豚体表感染细菌的机会，根据一些调查资料，患有皮肤病的白海豚，一般是皮肤受伤在前而感染在后。此外，挖掘水域将因局部水体悬浮物浓度增加而使水体透光率有所下降，影响浮游植物的光合作用，间接影响白海豚食物的来源。

据厦门相关单位 1994 年对位于九龙江外侧南岸的漳州开发区周边海域的观察，一些海洋工程建设开发程度较高的水域，白海豚常常避而远之；中华白海豚对受悬浮物影响程度较高的海域亦有趋避行为。漳州开发区在施工中由于大量泥沙丢失入海（事先没有进行围堰），使沿岸海水浑浊；加上建设施工中的爆破活动、噪声干扰等，一年多的观察中，在开发区屿仔尾一带，没有中华白海豚出现。

根据施工过程悬浮泥沙的影响范围的计算，本工程施工过程疏浚作业引起海水中 SS 的人为增量超过 100mg/L（第三类海水水质标准）的范围在码头作业区疏浚点附近有限区域内，对中华白海豚保护区无影响。因此施工悬浮泥沙对中华白海豚的间接、短暂的影响是有限的。

(2) 施工噪声对中华白海豚的影响

由于中华白海豚的视觉不发达,主要依赖发射和接收声波来交流信息和探测周围环境,水中噪声会干扰海豚的回声定位系统而影响其活动、觅食和社群行为。因此挖掘施工及炸礁作业产生的噪声将会直接干扰邻近水域活动的中华白海豚。

根据美籍鲸豚专家 *Jefferson* 在 1995~1998 年在香港赤腊新机场建设期间和营运期对周围海域中华白海豚数量的观测结果,为了回避噪声,通常情况下白海豚将被迫调整其活动范围,待施工作业完成和干扰减少时,只要其生境没有被严重破坏,白海豚还会恢复原来的活动范围。

根据有关研究显示,一般的挖泥船的噪声级比较低,因此,预计一般情况下,挖泥船于 300m 以外所发生的噪声,对海豚的影响较为轻微;本项目爆破作业产生的噪声较大,但噪声的干扰将在特定地点的施工结束后得到缓解。在施工中应采取必要的措施,避免挖泥船挖掘机突然开动及爆破作业对海豚造成的惊吓,以及螺旋桨和机器对海豚的直接击伤等。如爆破作业强度应由轻至重地进行,即开始时先用较小的装药量,以便白海豚有机会自动回避强声源。

本项目爆破作业一次最大起爆药量不超过 250kg,单响爆破产生的冲击波对鱼类的杀伤半径为 186m。根据历史上观察到的中华白海豚活动范围,本工程区不曾出现中华白海豚,而且项目所在水域较浅,可以说工程区 500m 范围内出现中华白海豚的概率是很低的。本工程施工作业对中华白海豚的影响很小。

尽管如此,本工程爆破前应采用水下声纳或放小炮驱赶周边生物;爆破期间设专人观测,一旦发现珍稀生物,立即停止施工,并将其驱逐出作业海域,最大程度的减少对环境敏感目标保护物种的影响。在爆破前与当地渔业行政部门协商,就爆破方式、位置、所采取的保护措施等方面进行协调。

本项目距离中华白海豚保护区约 8.2km 以上,本工程施工噪声对保护区的影响很小。根据历史上观察到的中华白海豚活动范围分布图,本工程区不曾出现中华白海豚,而且项目所在水域较浅,在工程区 500m 范围内出现中华白海豚的概率是很低的。本工程施工作业对中华白海豚的影响很小。

2、对其他保护生物影响分析

本项目西面约 3.3km 处为鲎保护区。就码头工程而言,对保护生物影响较大的主要是疏浚作业。根据影响预测结果,本项目疏浚作业产生的 SS 对保护区基

本无影响。对于保护生物的成体，对疏浚产生的 SS 含量增加均有趋避效应，在施工前采取驱赶措施后，项目建设对保护生物的影响可避免。

6.10.3. 对其他环境保护目标影响分析

评价海域的海洋生态环境保护目标主要有汕头龙头湾中华白海豚市级自然保护区、幼鱼幼虾保护区、现状养殖区等。施工期对海洋生态环境保护目标可能产生的影响主要来自于疏浚和水下爆破作业。除幼鱼幼虾保护区外，在港址西南约 8.3km 为龙头湾中华白海豚市级自然保护区，在港区内还有临时养殖等。

根据预测结果可知，除幼鱼幼虾保护区和港区临时养殖区外，疏浚作业产生的 SS 浓度增值 10mg/L 的影响范围基本不影响龙头湾中华白海豚市级自然保护区。具体见表 6.10-1。

幼鱼幼虾保护区为-20m 以浅海域范围，本项目施工区域均位于其中，项目实施将对其产生不利的影响。对幼鱼幼虾保护区而言，其保护期为 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及以捕捞幼鱼幼虾为主的其它作业渔船进入生产。由悬浮泥沙引起的水质改变将在短时间内逐渐恢复，不会对环境敏感区产生长期的、累积性的不良影响。为降低项目建设对保护区的影响，建议疏浚作业尽量避开渔业资源繁殖高峰季节 3~5 月份，或降低施工作业强度。项目建设与幼鱼幼虾保护区的管控要求基本无冲突。

本项目港区内的养殖区均为广澳村养殖户，养殖品种主要为赤嘴、石斑鱼、黑鲷、红鼓鱼。其中本项目填海占用养殖区，需要协商搬迁，东防波堤内养殖区主要是悬浮物对鱼类的影响，对临时养殖区影响相对较大，该养殖区无合法的养殖海域使用权证，施工期前需通过相关主管部门进行协调。

7. 环境风险事故影响评价

7.1. 环境风险评价内容与工作程序

7.1.1. 评价内容

本次环境影响评价仅针对汕头港广澳港区三期工程陆域形成工程，评价时段为项目施工期。

7.1.2. 评价工作程序

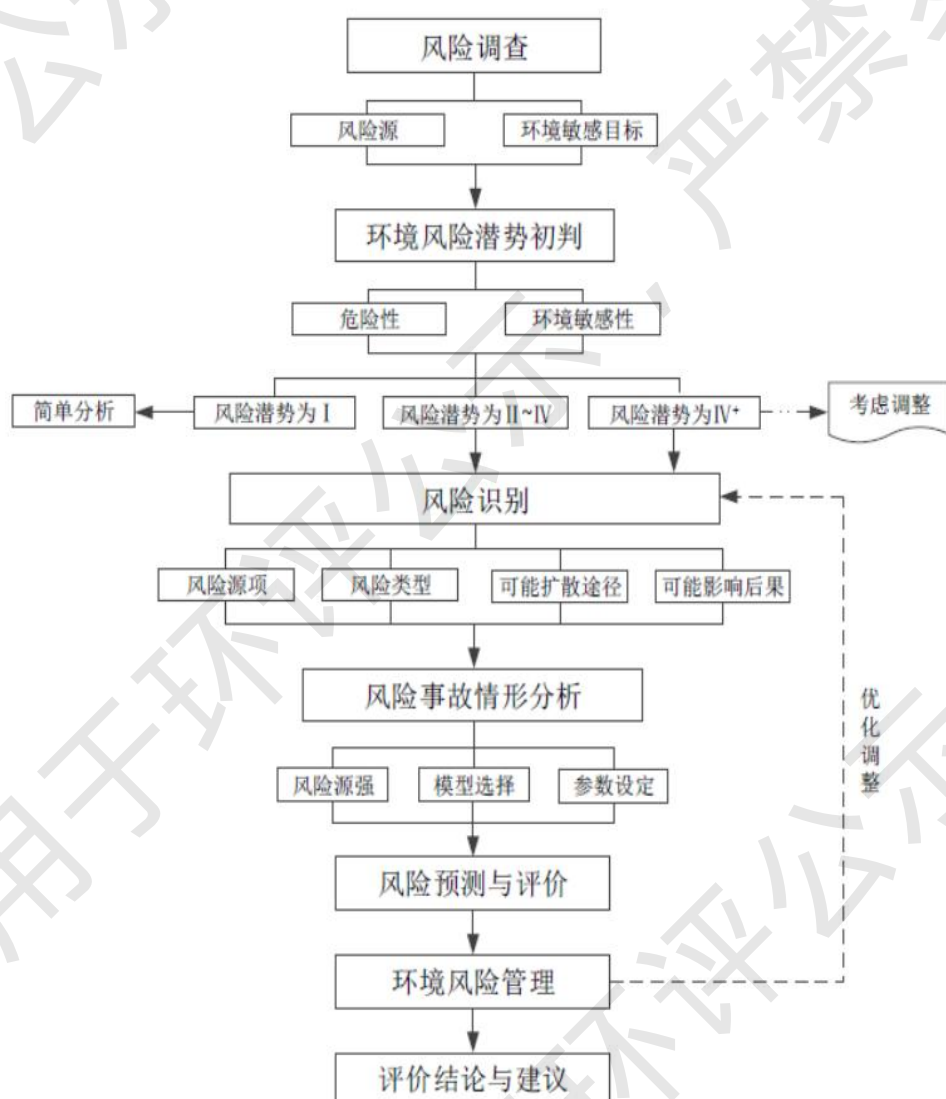


图 7.1-1 风险评价工作程序

7.2. 环境风险潜势初判

7.2.1. 危险物质及工艺系统危险性（P）分级

7.2.2. 危险物质数量与临界量比值（Q）

本项目主要涉及船舶装载的燃料油，因此本次环境风险分析与评价工作也对上述货种进行相应评价。

本次评价主要环境风险为施工期施工船舶海上溢油风险。根据设计资料采用船型最大的3500m³绞吸式挖泥船进行溢油量估算，参照《水上溢油环境风险评估技术导则》中表C.9驳船燃油舱计算，采用外延法，则燃油单仓油量约21.7m³，燃油总量约146t（按燃料油比重为0.85t/m³），按照最大同时作业施工船舶10艘考虑，最大燃油总量约为1460吨。最大燃油总量1460t与油类物质临界量2500t的比值Q<1。

表 7.2-1 本项目危险物质最大存在量

序号	危险物质	CAS号	存在位置	最大存在量（t）	临界量（t）	Q
/	燃料油	/	航道口门处	1460	2500	0.58

7.2.3. 风险潜势

根据分析，本项目的地表水环境风险为施工船舶所使用的燃料油泄漏对海洋环境的影响。

本项目 Q<1，本项目环境风险潜势为 I。

7.2.4. 评价等级

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)，Q<1，该项目环境风险潜势为 I，应开展简单分析。考虑工程所在海域生态环境较敏感，因此，船舶碰撞溢油事故环境风险上升一级，按环境风险三级评价要求进行评价。

7.2.5. 历史风险事故统计分析

（1）区域船舶交通事故统计与分析

根据汕头辖区海域船舶交通事故统计结果，2013 年-2022 年间汕头辖区海域共发生 20 起船舶交通事故（见表 7.2-2），其中一般等级水上交通事故共有 16 起，较大等级水上交通事故共有 4 起。

表 7.2-2 2013 年~2022 年汕头辖区一般等级及以上事故统计表

序号	年份	事故类型	事故等级	死亡失踪人数(人)	沉船(艘)
1	2016.3.19	“永大 128”与渔船“粤濠渔 53009”发生碰撞	一般等级水上交通事故	无	一艘
2	2016.8.10	巴拿马籍“BULKINGENUITY”与渔船“闽狮渔 07056”发生碰撞	一般等级水上交通事故	无	一艘
3	2016.8.17	韩国籍“SS T-1”拖带“DONG-AH 101”时, 造成“DONG-AH 101”倾覆	一般等级水上交通事故	无	一艘
4	2016.10.12	南通籍“苏嘉航 1”在汕头南澳半潮礁海域发生触礁事故	一般等级水上交通事故	无	无
5	2017.3.29	“粤汕拖 086”驾驶员醉酒失足落水	一般等级水上交通事故	一人	无
6	2017.9.4	广西籍“凯捷轮”在运送卷钢途中与“粤阳西渔 39668”发生碰撞	一般等级水上交通事故	无	一艘
7	2017.10.7	青岛籍“航宇 7”与汕头籍“粤汕头渡 2023”船发生碰撞事故	一般等级水上交通事故	一人	一艘
8	2018.2.27	巴拿马籍“FLOURISHEVER”在南澎列岛附近搁浅, 后沉没	较大等级交通事故	无	一艘
9	2018.4.8	“宏翔 569”与“粤饶渔 46326”在汕头海湾大桥以西发生碰撞	一般等级水上交通事故	一人	一艘
10	2018.5.21	在汕头港靠泊的“安盛 25”轮, 机工在作业时落水溺亡	一般等级水上交通事故	一人	无
11	2020.7.14	“SW”船遇到强对流天气, 船向左侧翻	一般等级水上交通事故	一人	一艘
12	2018.9.7	南京籍“万通 158”行至汕头时发生搁浅, 受台风山竹影	较大等级水上交通事故	无	一艘

		响, 船体被打散			
13	2018.10.2	在广澳区二期码头港池, “利亚 1”轮上, 轮机长和水手在清理耙头作业中被耙头撞击身亡	一般等级水上交通事故	两人	无
14	2019.4.15	汕头市“金源轮 6 号”遇到大风浪, 造成船舶货舱进水沉没	一般等级水上交通事故	无	无
15	2019.9.3	舟山籍“捷邦 6”轮, 船上人员在电气作业时触电身亡	一般等级水上交通事故	一人	无
16	2020.1.19	“LIAN FENG xx”在台湾浅滩附近, 船舶发生左倾, 后沉没	一般等级水上交通事故	无	一艘
17	2020.5.31	装载钢材的 N 轮与海上捕捞的 Y 船发生碰撞事故	一般等级水上交通事故	一人	无
18	2020.9.23	“中昌欣盛”轮与“闽东渔 64952”发生碰撞	较大等级水上交通事故	四人	一艘
19	2022.7.24	宁波籍“YD***”与返回南澳云澳渔港的生计船“YA***”发生碰撞	一般等级水上交通事故	一人失踪	一艘
20	2022.9.11	“DUKHAN”与“粤潮阳渔”发生碰撞	较大等级水上交通事故	五人	一艘

根据 2013 年~2022 年汕头辖区海域船舶交通事故类型统计, 汕头辖区海域发生船舶交通事故类型主要为碰撞引起, 占总事故类型的 45%, 其余为搁浅、触礁及其他原因造成水上船舶交通事故。

表 7.2-3 2013 年~2022 年汕头辖区海域船舶交通事故类型统计表

序号	事故等级	事故类型			
		碰撞	搁浅	触礁	其他
1	一般等级水上交通事故	7	/	1	8
2	较大等级水上交通事故	2	2	/	/
合计		9	2	1	8

(2) 区域船舶污染事故统计与分析

根据 2013 年~2022 年汕头海域船舶污染事故统计，辖区共发生 1 起船舶污染事故，为 2015 年两艘船舶南澳东面海面附近发生碰撞导致少量燃料油的泄露，事故等级为较大等级水上交通事故，事故涉及船舶类型为散货船。详见表 7.2-4。

表 7.2-4 2013 年~2022 年汕头海域船舶溢油或化学品泄漏事故统计表

发生日期	油种	泄漏量	事故原因	事故地点	事故等级	危害程度	肇事船舶类型
2015.11.14	/	少量	“吉鑫 9”轮于南澳东面海面与“广运”发生碰撞	南澳东面附近	较大等级水上交通事故	直接损失约 1930 万元	散货船

通过以上分析，本项目施工期作业船舶应谨慎行进，应加强对施工水域航行秩序的规范和管理，同时要加强施工期对雷雨大风、台风和寒潮大风等危险天气的重视程度，避免发生碰撞、自沉等事故导致的燃料油溢出事故。

7.3. 环境风险识别

7.3.1. 物质危险性识别

本项目事故风险物质主要来自施工期间船舶燃料油泄漏，风险物质为船舶燃料油，其理化性质见表 7.3-1。

表 7.3-1 船用 180/380#燃料油性质

分析项目	RME25	RMF25	RMG35	RMH35
密度 15°C g/cm ³ , ≤	0.991		0.991	
粘度 15°C mm ² /s, ≤	25		35	
闪点°C, ≥	60		60	
冬季品质, ≤	30		30	
夏季品质, ≤	30		30	
残碳% (m/m), ≤	15	20	18	22
灰份% (m/m), ≤	0.10	0.15	0.15	0.20
水% (v/v), ≤	1.0		1.0	
硫% (m/m), ≤	5.0		5.0	
钒 mg/kg, ≤	200	500	300	600
铝+硅 mg/kg, ≤	80		80	
总残余物% (m/m), ≤	0.10		0.10	

7.3.2. 生产系统危险性识别

本次评价的主要环境风险事故为施工期施工船舶海上溢油造成的环境污染

事故，风险类型包括操作性溢油事故和海难性溢油事故。

本次环境影响评价仅对施工期施工船舶海上溢油事故进行风险分析，本项目发生的操作性溢油事故原因多为船员违章操作，误开污油阀、船舶设备，导致发生漏油事故等，可能出现的海难性风险事故主要考虑施工期船舶碰撞、触礁等而引发的船舶燃料油泄漏事故。

7.3.3. 环境风险类型及危害分析

7.3.3.1. 风险事故类型识别

本项目可能存在的环境风险事故主要为施工期燃料油泄漏（跑、冒、漏）对环境的影响。

本项目发生燃料油泄漏后，转移途径主要是地表水。泄漏的燃料油将直接进入海水环境。燃料油泄漏进入海水环境后，漂浮性的不溶于水油类漂浮在水面上，在水流及风的作用下随水流漂移扩散。

7.3.3.2. 可能受影响的环境敏感目标

项目厂址范围内发生事故时可能对周边的水环境产生影响，可能受影响的环境敏感目标具体见表 1.4-2。

7.3.4. 风险识别结果

经分析，本项目环境风险识别结果汇总具体见表 7.3-2。

表 7.3-2 建设项目环境风险识别表

序号	危险单元	风险源	主要危险物质	环境风险类型	环境影响途径	可能受影响的环境敏感目标
1	码头前沿施工水域、口门附近	施工船舶	船舶燃料油	船舶燃料油物泄漏	地表水	环境敏感目标见表 1.4-1。

7.4. 风险事故情形分析

7.4.1. 风险事故情形设定

最大可信事故源项是对所识别筛选出的危险物质，在最大可信事故情况下的释放率和释放时间的设定。

水域环境风险源主要来自施工期船舶发生操作性和海难性事故；风险物质主要是燃料油。根据设定本项目的风险事故情景如下：施工水域发生燃料油泄漏对海洋环境造成的影响。

7.4.2. 源项分析

(1) 本次评价仅对施工期施工船舶溢油事故进行风险分析, 其中操作性溢油事故原因多为船员违章操作, 误开污油阀、船舶设备, 导致发生漏油事故等, 且多为含油污水。一般情况下溢油量不超过 10 吨。

(2) 绞吸式挖泥船

根据本工程设计资料, 采用船型最大的 3500m³ 绞吸式挖泥船进行溢油量估算, 总吨位约 3000 吨, 参照《水上溢油环境风险评估技术导则》(JT/T 1143-2017) 中表 C.9 驳船燃油舱计算, 燃油单舱油量约 21.7m³。计算过程如下:

按照船用燃料油密度为 0.991g/cm³ 进行计算, 则泄漏源强约 21.5t。

本工程涉及的其余施工船舶燃油舱燃油量较小, 类比同类船舶燃油舱大小, 将施工船舶燃油舱整舱泄漏量按照 50t 进行估算, 作为可能最大水上溢油事故溢油量。

7.5. 风险预测与评价

7.5.1. 预测方法

本次预测采用丹麦水环境研究所开发的 MIKE21 溢油分析 (SA) 模块, 该模块基于欧拉-拉格朗日理论体系, 通过对油膜在水体中的扩展、传输 (水流和风场作用)、紊动扩散、分散 (夹带)、蒸发、乳化和溶解等各种过程的模拟, 可提供油膜随时间变化的漂移位置、厚度等属性的变化。

本次计算是在水动力的基础上, 基于欧拉-拉格朗日理论对各个时刻的油粒子属性的变化进行计算, 在计算过程中可以考虑输移过程和风化过程。

1、输移过程

油粒子的输移包括扩展、漂移、扩散等过程, 这些过程是油粒子位置发生变化的主要原因, 而油粒子的组分在这些过程中不发生变化。

(1) 扩展运动

采用修正的 Fay 理论基础上的重力-粘力公式计算油膜扩展

$$\left[\frac{dA_{oil}}{dt} \right] = K_a \cdot A_{oil}^{\frac{1}{3}} \cdot \left[\frac{V_{oil}}{A_{oil}} \right]^{\frac{4}{3}} \quad (7-1)$$

式中: A_{oil} 为油膜面积, $A_{oil} = \pi R_{oil}^2$; R_{oil} 为油膜半径; K_a 为系数 (率定为 0.6);
t 为时间; 油膜体积 V_{oil} 为

$$V_{oil} = R_{oil}^2 \cdot \pi \cdot h_s \quad (7-2)$$

h_s 为油膜初始厚度；

(2) 漂移运动

油粒子漂移的作用力是水流和风曳力，油粒子总漂移速度由以下权重公式计算

$$U_{tot} = c_w(z) \cdot U_w + U_s \quad (7-3)$$

式中： U_w 为水面上的风速； U_s 为表面流速； c_w 为风应力系数。流场数据由二维水动力模型计算获得。

2、风化过程

油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。假定在油膜内部扩散不受限制（气温高于 0 度以及油膜厚度低于 10cm 时基本如此），油膜完全混合，油组分在大气中的分压与蒸气压相比可忽略不计。

蒸发率可由下式表示

$$N_i^e = k_{ei} \cdot \frac{P_i^{SAT}}{RT} \cdot \frac{M_i}{\rho_i} \cdot X \quad (7-4)$$

式中： N_i^e 为蒸发率； k_{ei} 为物质输移系数； P^{sat} 为蒸汽压； R 为气体常数； T 为温度； M 为分子量； ρ 为油组分的密度； X 为摩尔分数； i 代表各种油组分。 k_{ei} 由下式估算：

$$k_{ei} = k \cdot A_{oil}^{0.045} \cdot Sc_i^{-\frac{2}{3}} \cdot U_w^{0.78} \quad (7-5)$$

式中： k 为蒸发系数（通过率定设为 0.029）； Sc_i 为组分 i 的蒸气 Schmidt 数。

(2) 溶解

假定碳氢化合物的浓度相对溶解度可以忽略不计，则油在水中的溶解率用下式表示

$$\frac{dV_{oil}}{dt} = K_{si} \cdot C_i^{SAT} \cdot X_{mol_i} \cdot \frac{M_i}{\rho_i} \cdot A_{oil} \quad (7-6)$$

式中： V_{oil} 为油膜体积； C_i^{SAT} 为组分 i 的溶解度； X_{mol_i} 为组分 i 的摩尔分数； M_i 为组分 i 的摩尔质量； K_{si} 为溶解传质系数（ $K_{si} = 2.36 \cdot 10^{-6} e_i$ ）；

(3) 乳化

乳化是一种液体以微小液滴均匀地分散在互不相溶的另一种液体中的作用。油向水体中的运动包括扩散、溶解和沉淀等。

从油膜扩散到水体中的油分损失量 D 为：

$$D = D_a \cdot D_b \quad (7-7)$$

$$D_a = \frac{0.11(1 + U_w)^2}{3600} \quad (7-8)$$

$$D_b = \frac{1}{1 + 50\mu_{oil}h_s\gamma_{ow}} \quad (7-9)$$

式中： D_a 是进入到水体的分量； D_b 是进入到水体后没有返回的分量； U_w 为风速； μ_{oil} 为油粘度， h_s 为油膜厚度， γ_{ow} 为油-水界面张力。

油滴返回油膜的速率为：

$$\frac{dV_{oil}}{dt} = D_a \cdot (1 - D_b) \quad (7-10)$$

油中含水率变化可由下式平衡方程表示：

$$\frac{dy_w}{dt} = R_1 - R_2 \quad (7-11)$$

$$R_1 = K_1 \frac{(1 + U_w)^2}{\mu_{oil}} (y_w^{\max} - y_w) \quad (7-12)$$

$$R_2 = K_2 \frac{1}{As \cdot Wax \cdot \mu_{oil}} y_w \quad (7-13)$$

式中： y_w 为实际含水率； R_1 和 R_2 分别为水的吸收速率和释出速率；As 为油中沥青含量；Wax 为油中石蜡含量； K_1 ， K_2 分别为吸收系数和释放系数。

7.5.2. 预测模式中有关参数的设定

7.5.2.1. 溢油点位置

第一阶段溢油风险预测仅考虑施工期事故溢油，考虑在护岸施工、港池疏浚施工时，溢油预测点位置如图 7.5-1 所示。



图 7.5-1 施工期事故溢油点位置示意图

7.5.2.2. 溢油事故发生时间

选择高平潮时刻和低平潮时刻 2 个典型潮流时刻作为油膜泄漏的初始时刻，计算至油膜抵岸，或自泄漏时刻起至少 72h。

7.5.2.3. 流场参数

在建立的流场模型基础上，考虑不利情况，计算潮型选取包含大潮潮流的时段。

7.5.2.4. 事故溢油量

施工期间溢油源强为 50t，燃料密度取 0.991g/cm³。

7.5.2.5. 气象条件

冬季盛行 NE 风，风速为 3.2m/s；夏季盛行 SW 向风，风速为 4.5 m/s。施工期不利风向根据重点关注敏感目标确定，不利风速取 13.8m/s。

表 7.5-1 事故溢油预测条件组合类型

施工阶段	溢油位置	溢油量 (t)	风场		工况	溢油时刻	时长 (h)
			风向	风速 (m/s)			
护岸施工	南护岸西	50	冬季主导风向 NE	3.2	工况 1	涨潮	72
					工况 2	落潮	

港池疏浚	口门内	50	夏季主导风向 SW	4.5	工况 3	涨潮
			不利风向 SE	13.8	工况 4	落潮
					工况 5	涨潮
					工况 6	落潮
					工况 7	涨潮
			冬季主导风向 NE	3.2	工况 8	落潮
			夏季主导风向 SW	4.5	工况 9	涨潮
					工况 10	落潮
			不利风向 N	13.8	工况 11	涨潮
					工况 12	落潮

7.5.3. 溢油数值模拟预测结果及分析

图 7.5-2~图 7.5-13 给出了不同计算条件下溢油扩散 72 小时的扫海范围，表 7.5-2 给出了各工况溢油事故发生后，油膜扩散 72h 的扫海面积统计结果，表 7.5-3 对各工况下油膜进入敏感区域时间进行了统计。

由数模计算结果，得到以下主要结论：

(1) 各工况油膜扩散面积在 $2.27\text{km}^2 \sim 650.23\text{km}^2$ 之间。溢油点在口门内，溢油时刻为落潮，风场为 N 向不利风速时，油膜扩散面积最大（工况 12）。

(2) 对于南护岸西溢油点，受岸线分布和港池防波堤限制，油膜扩散主要集中在港池内，扩散面积较小。但在夏季主导 SW 向风作用下，部分油粒子自溢油点扩散到港池外。由于港池外流速较大，叠加风场影响后，油粒子迅速向东北方向扩散，形成大面积油膜覆盖污染。

(3) 对于口门内溢油点，除工况 9（SW 向风、涨潮）溢油扩散范围局限在港池内，其它工况油膜扩散范围均到达港池外，72h 油膜扫海面积总体较大。这里需要注意，围堤施工和港池疏浚阶段受陆地岸线分布变化影响，港池内流场有所变化。同样在 SW 向风作用下，涨潮阶段口门附近局部回流有所减弱，不利于粒子向口门外扩散。

(4) 不同风况对油膜扩散路径、扫海范围影响较为明显。当风速较大，且风向有利于粒子向港池外扩散时，油膜扩散面积较大；

(5) 溢油时刻对油膜扩散路径和扫海范围影响相对风场作用较小，但当粒子释放时刻的流场分布影响粒子后续在港内扩散或扩散到港池外，将引起油膜扩散差异显著。

（6）溢油事故发生会对工程海区多个敏感保护区产生影响，尤其是港内养殖区、港内国控点、汕头湿地自然保护区、汕头市深水重要渔业海域等影响较大。

表 7.5-2 各工况下溢油扩散 72h 扫海面积统计

溢油位置	溢油量	风场		工况	溢油时刻	72h 扫海面积 (km ²)
		风向	风速 (m/s)			
南护岸西	50t	冬季主导风向 NE	3.2	工况 1	涨潮	3.97
				工况 2	落潮	4.55
		夏季主导风向 SW	4.5	工况 3	涨潮	260.92
				工况 4	落潮	447.78
		不利风向 SE（监控点）	13.8	工况 5	涨潮	2.27
				工况 6	落潮	2.37
口门内	50t	冬季主导风向 NE	3.2	工况 7	涨潮	213.22
				工况 8	落潮	209.89
		夏季主导风向 SW	4.5	工况 9	涨潮	3.73
				工况 10	落潮	74.02
		不利风向 N	13.8	工况 11	涨潮	629.60
				工况 12	落潮	650.23

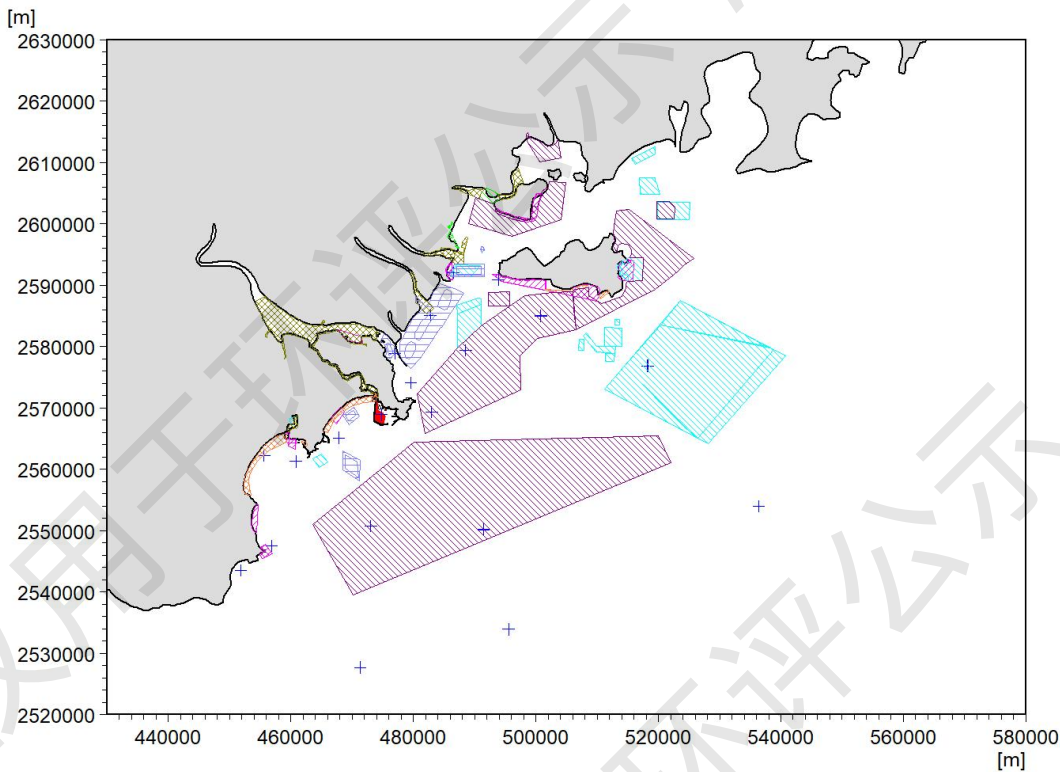


图 7.5-2 工况 1（南护岸西溢油点，NE 向风，涨潮）

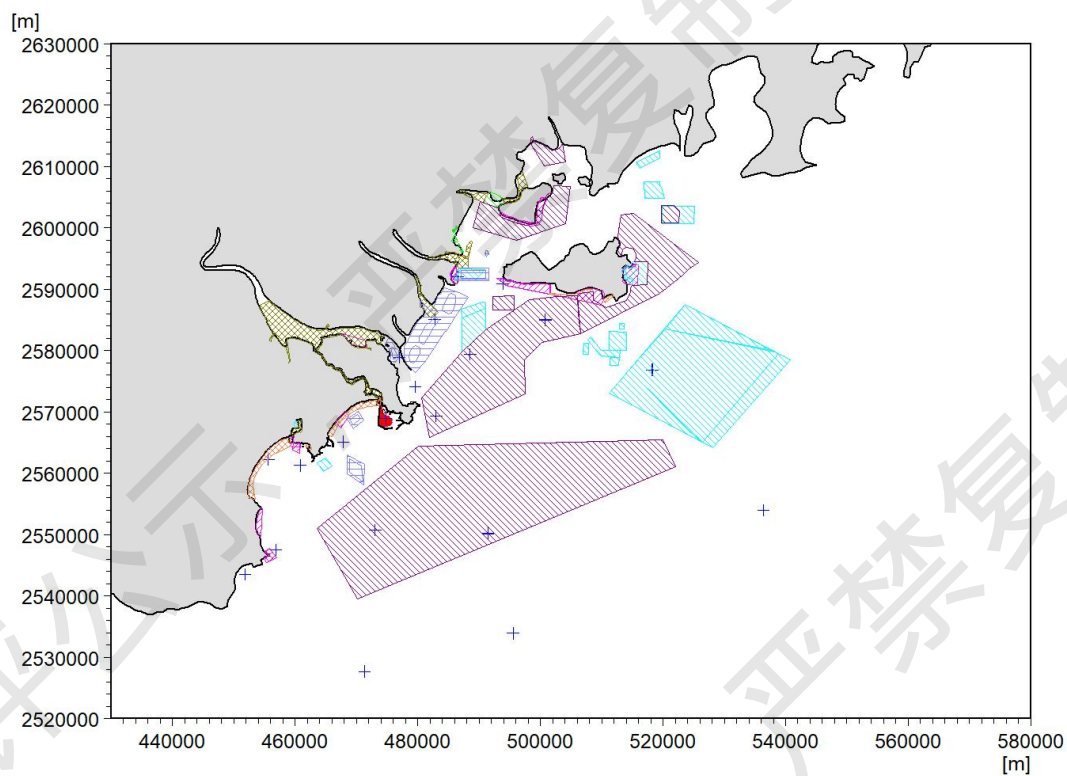


图 7.5-3 工况 2（南护岸西溢油点，NE 向风，落潮）

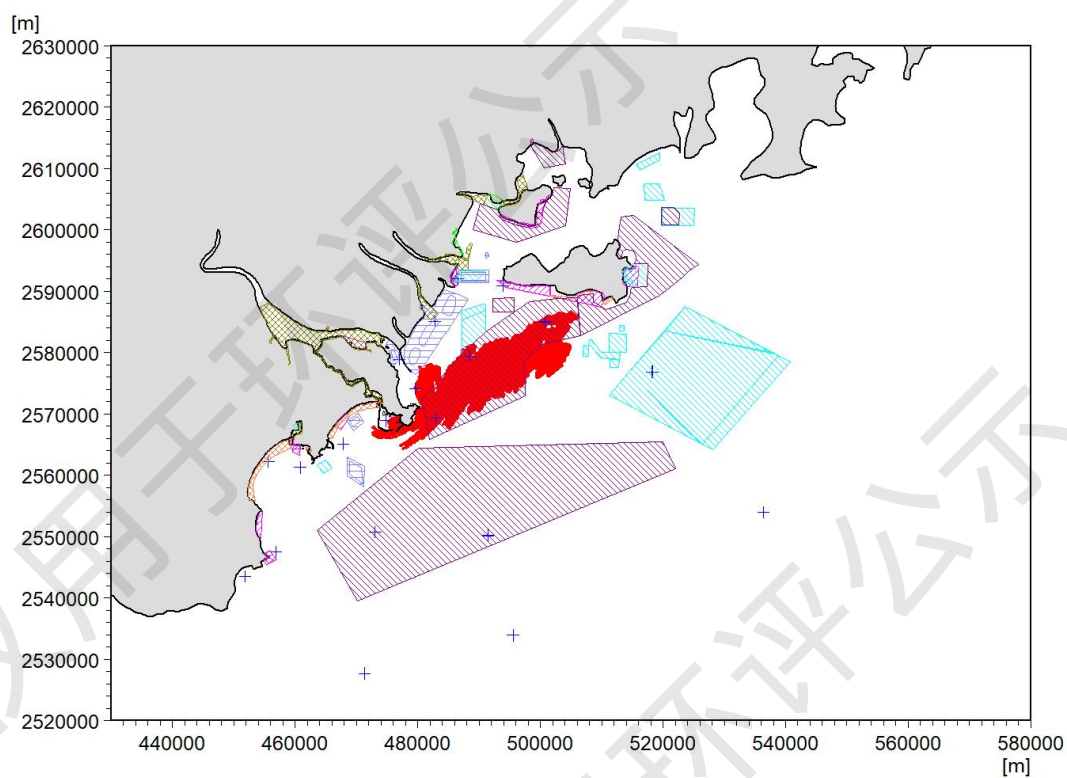


图 7.5-4 工况 3（南护岸西溢油点，SW 向风，涨潮）

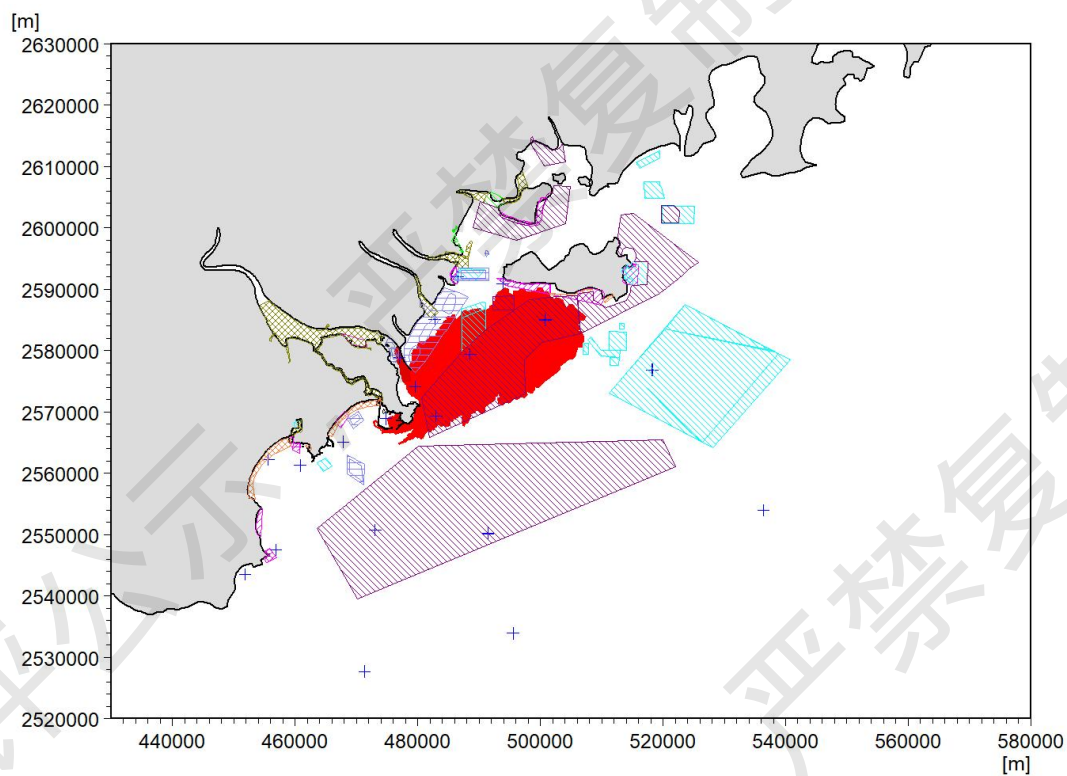


图 7.5-5 工况 4（南护岸西溢油点，SW 向风，落潮）

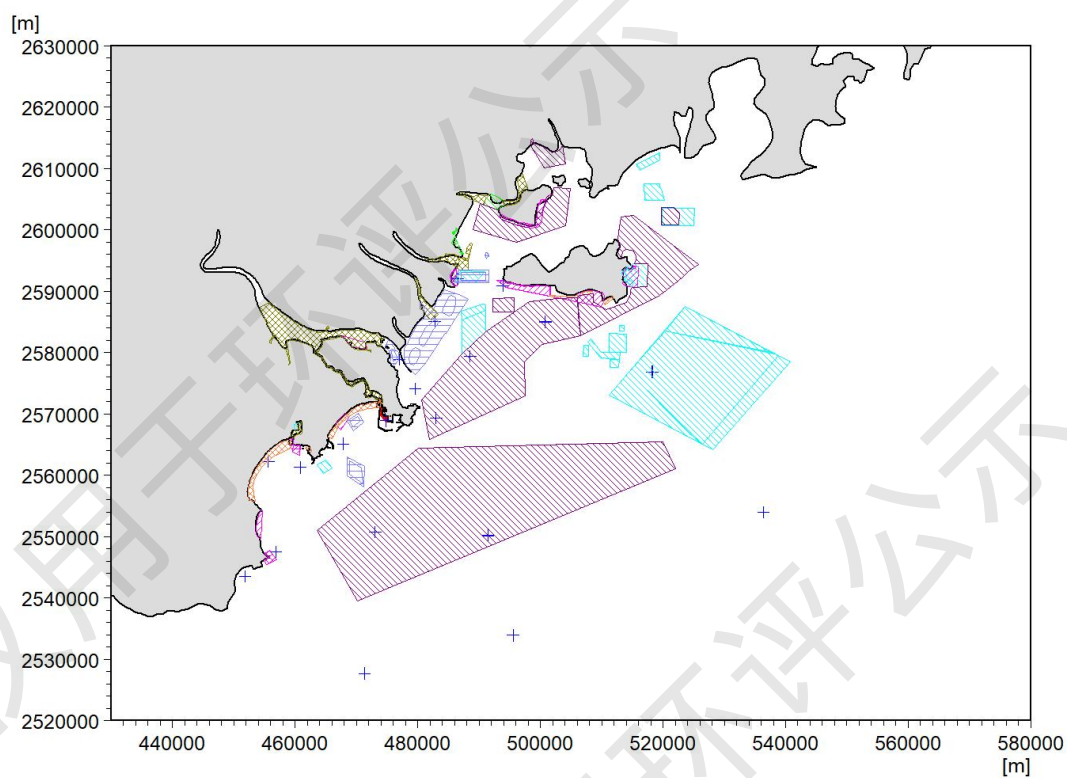


图 7.5-6 工况 5（南护岸西溢油点，SE 向不利风，涨潮）

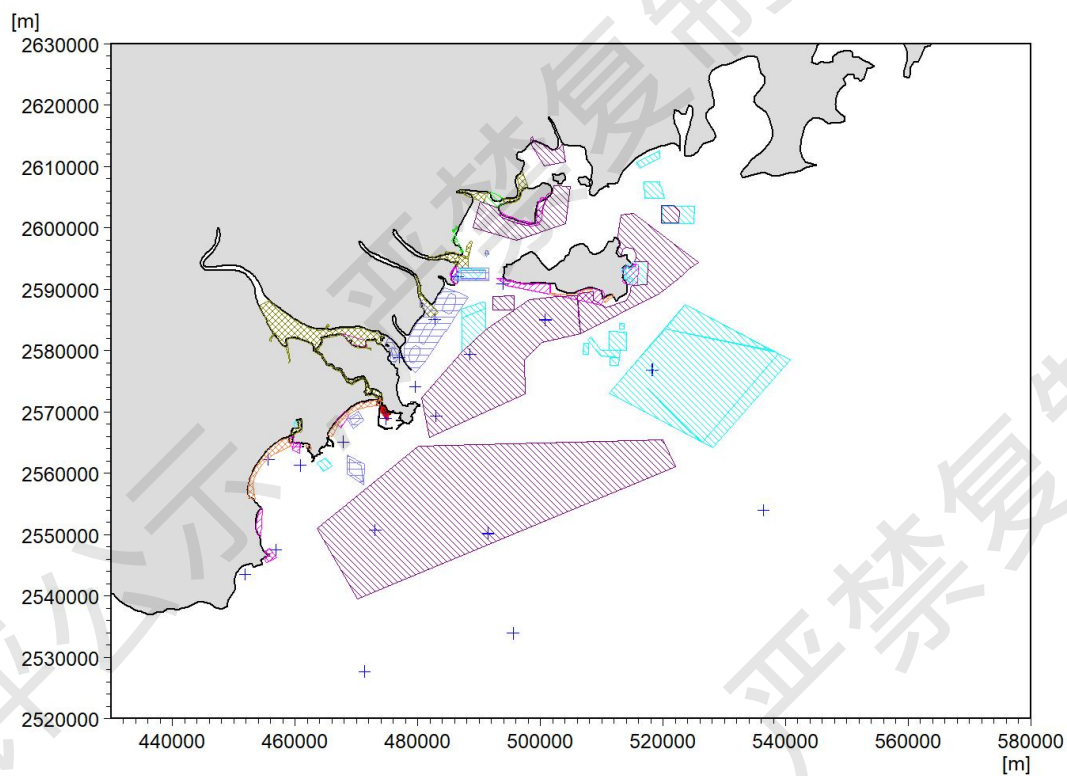


图 7.5-7 工况 6（南护岸西溢油点，SE 向不利风，落潮）

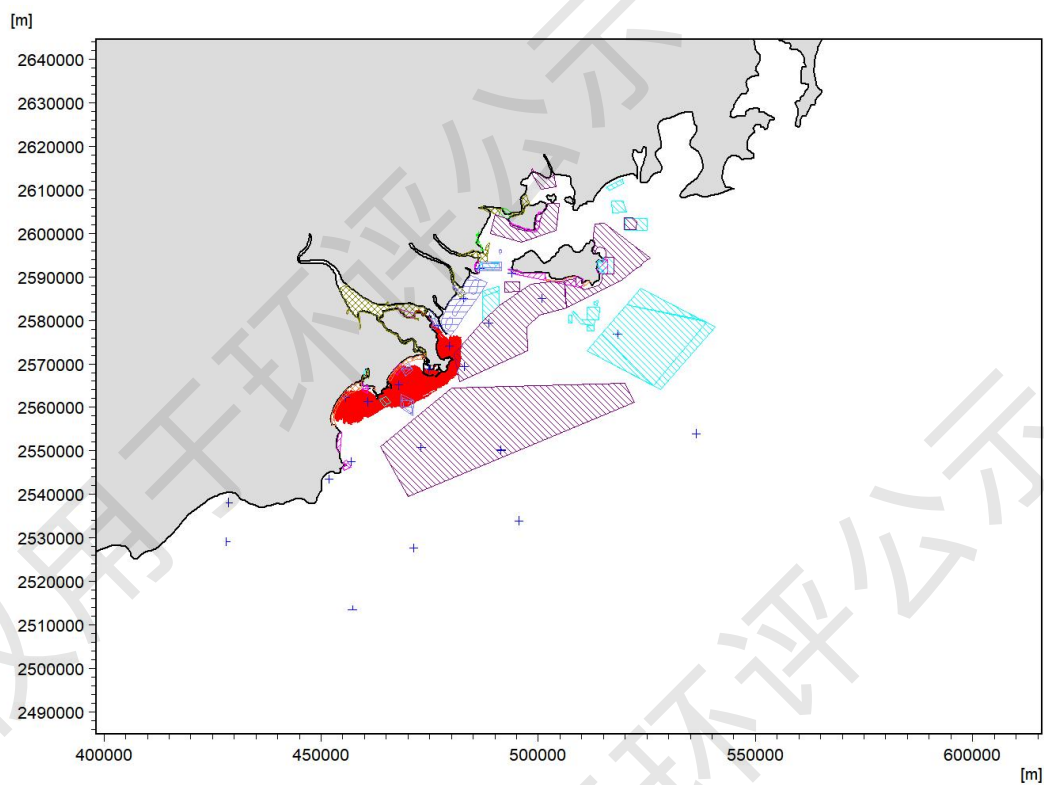


图 7.5-8 工况 7（口门内溢油点，NE 向风，涨潮）

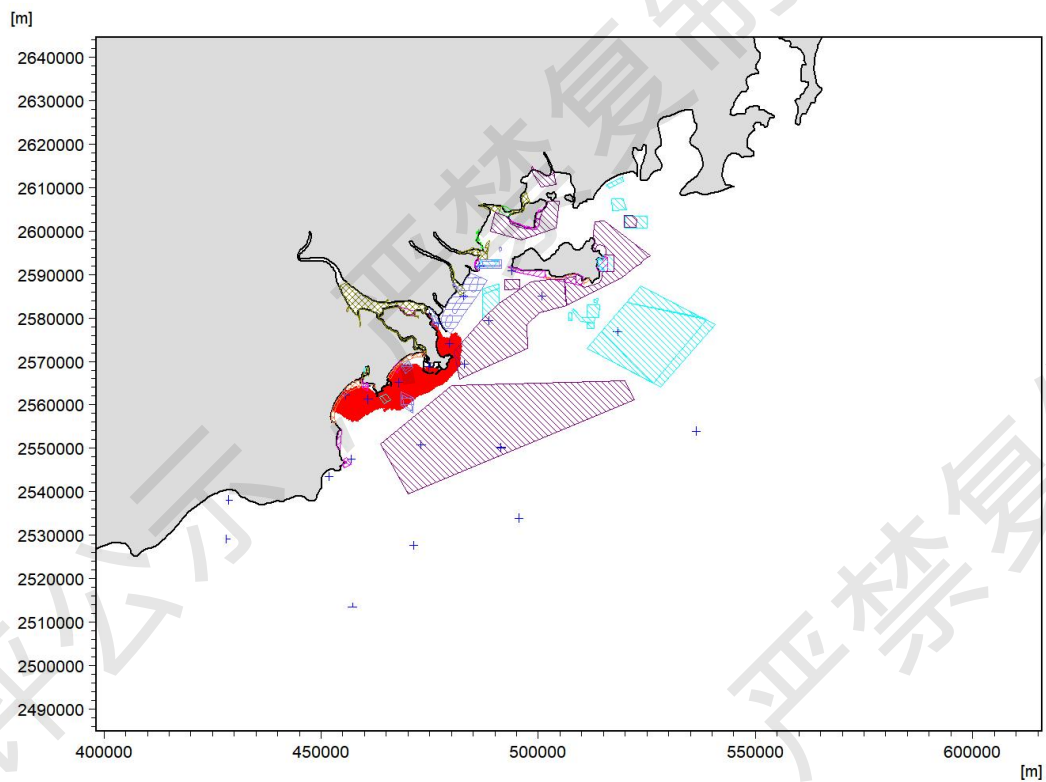


图 7.5-9 工况 8（口门内溢油点，NE 向风，落潮）

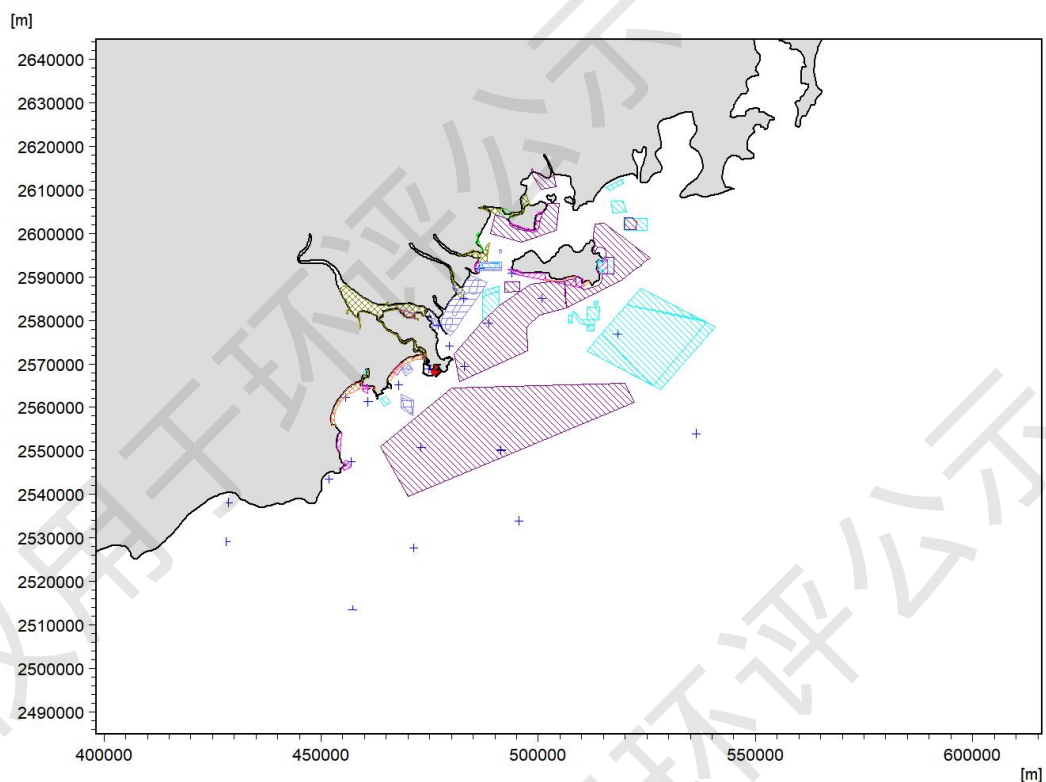


图 7.5-10 工况 9（口门内溢油点，SW 向风，涨潮）

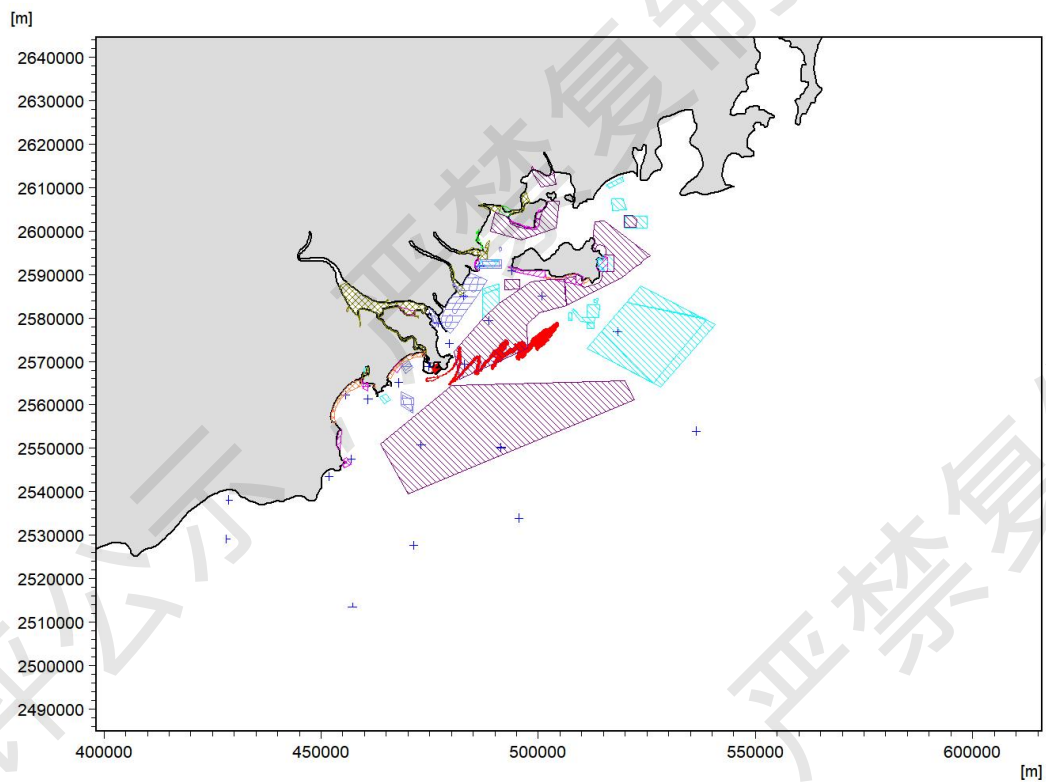


图 7.5-11 工况 10（口门内溢油点，SW 向风，落潮）

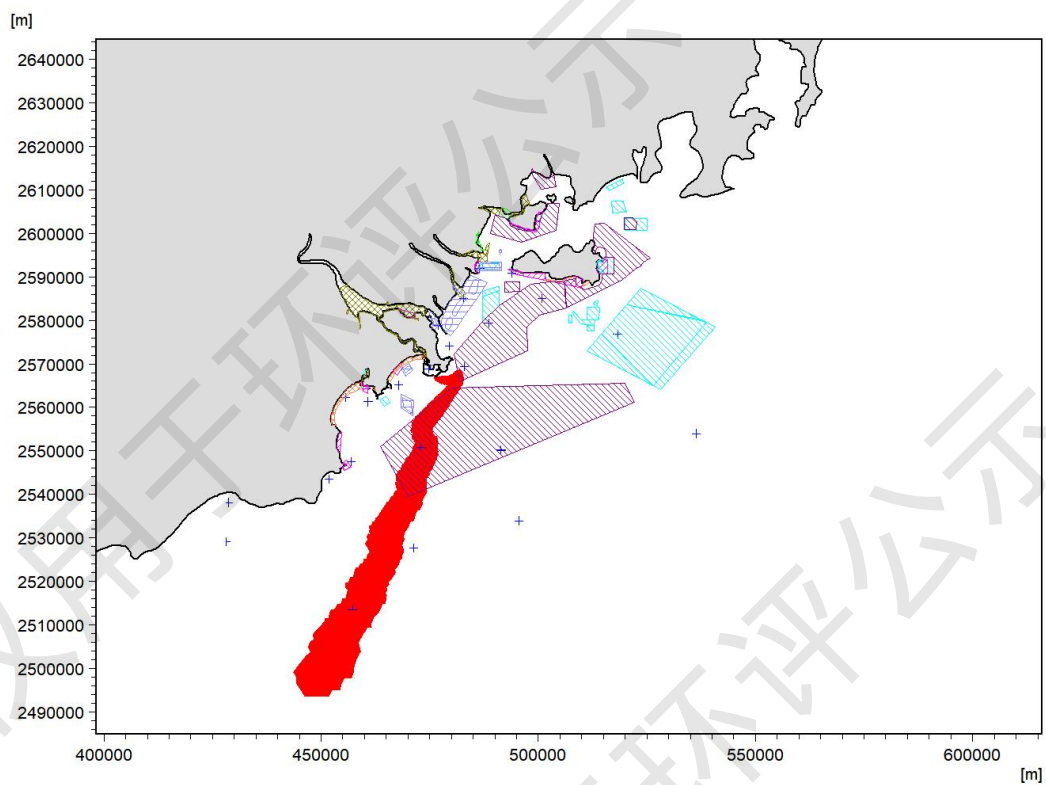


图 7.5-12 工况 11（口门内溢油点，N 向不利风，涨潮）

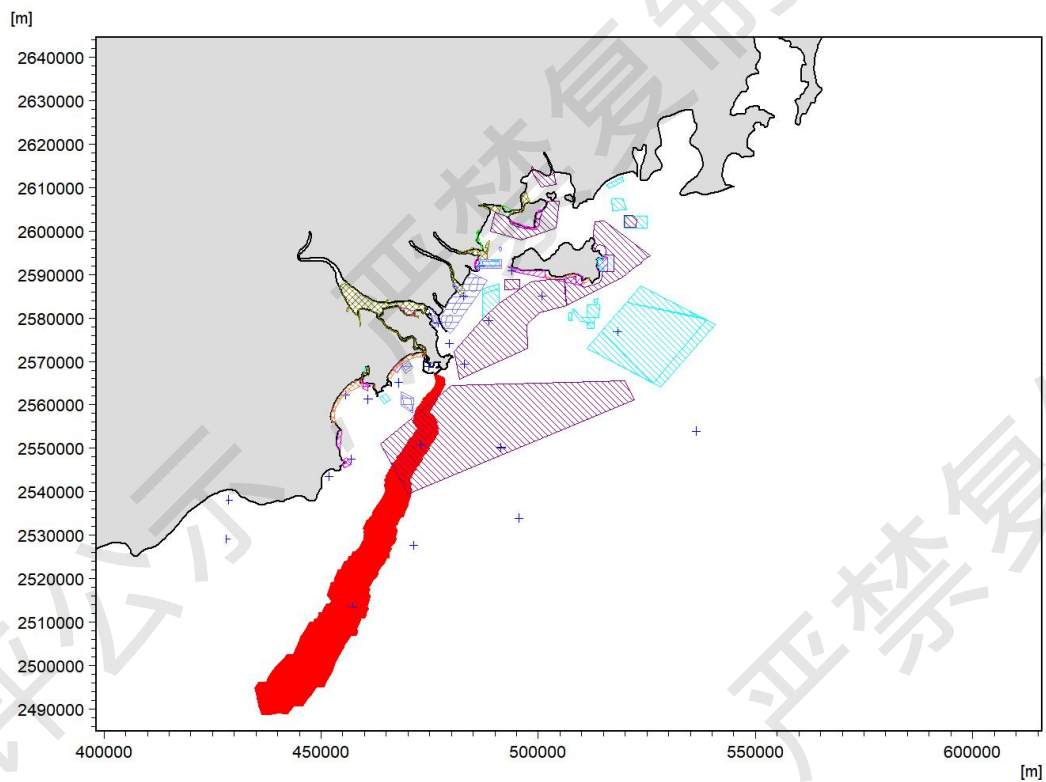


图 7.5-13 工况 12（口门内溢油点，N 向不利风，落潮）

表 7.5-3 施工期溢油后油膜抵达各敏感目标的时间统计

溢油点	风场		工况	溢油时刻	72 h 扫海面积(km ²)	影响的敏感区	进入敏感区时间
	风向	风速(m/s)					
南护岸西	冬季主导风向 NE	3.2	工况 1	涨潮	3.97	港内国控点、港内养殖区	50.0h 进入港内养殖区，未影响其它敏感区
			工况 2	落潮	4.55	港内国控点、港内养殖区	68.1h 进入港内养殖区，未影响其它敏感区
	夏季主导风向 SW	4.5	工况 3	涨潮	260.92	汕头珍稀濒危物种集中分布区，汕头湿地自然保护区	13.4h 进入汕头珍稀濒危物种集中分布区，30.1h 进入新津海洋保护区，53.9h 进入汕头湿地自然保护区，未影响其它敏感区
			工况 4	落潮	447.78	无人岛礁、汕头珍稀濒危物种集中分布区、汕头湿地自然保护区、新津海洋保护区、南澳前江湾重要滨海旅游区	4.0h 进入无人岛礁，8.6h 进入汕头珍稀濒危物种集中分布区，12.8h 进入汕头湿地自然保护区，26.1h 进入新津海洋保护区，71.1h 进入南澳前江湾重要滨海旅游区，未影响其它敏感区
	不利风向 SE	13.8	工况 5	涨潮	2.27	港内养殖区、无人岛礁	0.3h 到达港内国控点，0.9h 进入港内养殖区，2.0h 进入无人岛礁，未影响其它敏感区
			工况 6	落潮	2.37	港内养殖区、无人岛礁	0.2h 到达港内国控点，0.8h 进入港内养殖区，1.9h 进入无人岛礁，未影响其它敏感区
口门内	冬季主导风向 NE	3.2	工况 7	涨潮	213.22	港内养殖区、汕头珍稀濒危物种集中分布区、濠江企望湾南方鲎自然保护区、港外养殖区、塘边湾旅游度假区、广澳湾重要砂质岸线及邻近海域、潮阳龙头湾中华白海豚自然保护区、汕头湿地自然保护区、潮阳海门人工渔礁海洋保护区、海门旅游度假区、榕江重要河口生态系统	1.1h 进入港内养殖区，4.4h 进入汕头珍稀濒危物种集中分布区，10.2h 进入濠江企望湾南方鲎自然保护区，13.1h 进入港外养殖区，19.0h 进入塘边湾旅游度假区，21.0h 进入广澳湾重要砂质岸线及邻近海域，23.0h 进入潮阳龙头湾中华白海豚自然保护区，30.7h 进入汕头湿地自然保护区，32.8h 进入潮阳海门人工渔礁海洋保护区，50.8h 进入海门旅游度假区，56.8h 进入榕江重要河口

						生态系统，未影响其它敏感区
			工况 8	落潮	209.89	养殖区、汕头珍稀濒危物种集中分布区、港内国控点、潮汕龙头湾中华白海豚自然保护区、濠江企望湾南方鲷自然保护区、港外养殖区、广澳湾重要砂质岸线及邻近海域、塘边湾旅游娱乐区、潮汕海门人工渔礁海洋保护区、汕头湿地自然保护区、海门旅游娱乐区、海门湾重要砂质岸线及邻近海域、榕江重要河口生态系统
	夏季主导风向 SW	4.5	工况 9	涨潮	3.73	港内养殖区
			工况 10	落潮	74.02	港内养殖区、汕头珍稀濒危物种集中分布区
	不利风向 N	13.8	工况 11	涨潮	629.60	汕头珍稀濒危物种集中分布区、汕头市深水重要渔业海域
			工况 12	落潮	650.23	汕头市深水重要渔业海域、汕头市深水重要渔业海域

7.6. 环境风险管理

7.6.1. 降低风险概率的对策措施

经风险识别,本工程填海施工过程中,风险事故主要来源于施工期船舶碰撞、触礁、搁浅、侧倾等造成燃料油及载货泄露等污染事故。污染事故一旦发生,将对事故发生水域环境及环境资源造成不利影响,同时将消耗应急反应人力物力财力,因此,采取有效地防范措施预测事故发生意义重大。

针对本工程施工期风险事故特点及工程海域历年来事故统计分析结果,对填海施工期提出以下风险防范措施:

(1) 施工前详细考虑施工作业对过往通航船舶、施工船舶可能造成的影响,制定周密的施工计划,并将施工水域及作业计划呈报汕头海事局批准,会同相关单位商讨施工期间的通行处理措施,如临时移动航标改变通行路线或确定临时断航时间等,并由主管部门发布航行通告和航道通告,以引起相关方的重视。

(2) 施工期间施工单位应接受该辖区内汕头海事局对船舶交通和船舶报告等方面的协调、监督和管理。同时施工单位应加强内部管理,严格将施工船舶限制在划定的施工水域内,不得随意穿越航道,不得擅自扩大施工作业安全区,在主航道附近抛锚应做好标记。大型作业船设置超限作业安全警报,小型工作船、交通艇等按照施工方案中确定的航行路线行驶。

(3) 施工水域区域配备必要的导助航、警示标等安全保障措施

目前广澳港进港主航道全长 4.8km,航道两侧设置了 10 座助航浮标,其中 8 座标示主航道,2 座标示一港池港池水域,建议施工期在溢油事故可能发生地附近增设导助航、警示标,合理划分施工水域和航行水域,施工区域设置专用标志,警示通航船舶已进入施工区域,必要时设置临时信号台,避免船舶碰撞事故发生。

(4) 加强航道内船舶交通秩序的管理

港区航道交通管理部门应加强对航道内船舶交通秩序的管理,及时掌握进出航道船舶动态,本项目施工期间合理安排通航船舶靠、离港时间,避免发生船舶碰撞事故。航道内暹罗燃气码头油气运输船通过时,施工船舶尽量采取避让措施。港区内所有通航、施工船舶必须按照交通部信号管理规定显示信号,港口管理局应加强过往船舶的安全调度管理。

(5) 避免人为因素的影响

施工作业人员应持有各类有效证书，加强作业人员的业务培训，确定作业人员严格按照操作规程进行操作，施工期间加强值班瞭望，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，制定严格的码头作业制度和操作规程，杜绝事故发生。

（6）避免危险天气的影响

施工期间调度人员应随时与当地气象、水文站等部门保持联系，做好气象预报信息记录，随时了解和掌握天气变化和水情动态，加强对雷雨大风、台风和寒潮大风等危险天气的重视程度和应对技能。

7.6.2. 减轻事故后果的对策措施

7.6.2.1. 应急能力现状

（1）汕头港辖区清污公司溢油设施配备情况

为保护汕头市人民群众的生命财产安全、食用水源安全及赖以生存的生态环境，汕头海事部门不断推进汕头港溢油应急能力的建设，鼓励水上清污公司的发展，并通过溢油应急演练检验和提高水上溢油应急反应能力和水平。目前汕头市油污应急设备及材料的配备情况见下表，主要位于珠池港区等老港区附近，与广澳港区海上距离约 22km。

表 7.6-1 汕头港溢油应急防治设备现状表

序号	单位名称	清污船 (艘)	吸油毡 (kg)	围油栏 (m)	消油剂 (kg)	喷洒设备 (台)	收油机 (台)	岸上接收设施	与本项目直 线距离(km)
1	“三江”航海技术服务中心	1	400	800	2500	3 (2t/h)	0	1 个储罐 (总容量 50t)	16
2	汕头市外轮船舶代理有限公司	2	6000	5000	6000	4	4 (收油率 5t/h)	7 个储油罐 (总容量 120t)	18
3	汕头市海虹船舶综合服务部	7	6000	4600	5000	1 (3~6t/h)	4 (收油率 5t/h)	1 台油罐车 (80t/d)	18
4	汕头市龙跃保洁有限公司	1	200	0	500	0	0	送厂处理	17
5	汕头市龙善环保服务有限公司	10	12000	9400	1500	4 (30m ³ /h)	1 (30t/h)	送厂处理	16
6	中油汕头运输有限公司	0	200	130	1000	0	1 (收油率 5t/h)	0	13
7	广东省石油企业集团粤东公司	0	400	200	400	2	1 (收油率 5t/h)	40 吨油污水储存柜 1 个	19
8	广州富地石油有限公司	0	100	400	100	0	0	送厂处理	17
9	汕头市四海船务有限公司	9	9500	3000	5500	9	2 (收油率 5t/h)	送厂处理	16
	合计	30	34800	23530	22500	23	13	10	

(2) 广澳港区一期工程溢油设施配备情况

广澳港区一期工程应急设备配备见下表。

表 7.6-2 广澳港一期工程应急设备情况

序号	设备	规格
1	围油栏	750m
2	吸油拖栏	300m
3	吸油毡	0.5 吨
4	溢油分散剂	0.4 吨
5	喷洒装置	1 套

(3) 广澳港区二期工程溢油设施配备情况

根据广澳港二期环评建议，项目应配备应急设施如下表。二期配备设与一期设备库整合，统一放置在现有设备库处。

表 7.6-3 广澳港二期工程配备溢油应急设备配备方案

序号	设备名称	主要技术指标	单位	数量	总能力
1	卸载泵	防爆型，卸载能力不小于 30m ³ /h	套	2-3	不低于 100 m ³ /h
2	港口型围油栏	总高度 900mm 以下	m	1200	1200m
3	应急型围油栏	总高度 1500mm~302000mm	套	2	400m
4	柔性快布围油栏	900mm	套	4	800m
5	岸滩围油栏	/	套	1	200m
6	港口型收油机	收油能力 15~30 m ³ /h	套	6~7	115 m ³ /h
7	海洋型收油机	收油能力 30 m ³ /h 以上	套	1~2	60 m ³ /h
8	油拖网	有效容积不小于 2.0 m ³ 扫油宽度不小于 8m	套	3	15 m ³
9	吸油毡	吸油比率不小于 1:6	t	5	
10	吸油拖栏	吸油比率不小于 1:6	m	1000	1000m
11	凝油剂	吸油比率不小于 3 倍可处理 化学品	t	2	
12	浓缩型分散剂	消油比率不小于 1:10	t	3	
13	船用喷洒装置	流量不小于 100L/min		1	
14	手持喷洒装置（分散剂）	流量不小于 30L/min	套	2	
	手持喷洒装置（凝油剂）	流量不小于 30L/min	套	2	
15	储存罐	容积不小于 15 m ³	套	3~4	
16	辅助设备	吊车、叉车、拖车码头已配有，其他需配备的辅助设备包括托盘托架，清洗设备、照明设备			

(4) 现有应急能力小结

区域现有应急力量主要包括：汕头港清污公司力量、广澳港区一期工程应急

力量以及广澳港区二期工程应急力量，总计 1491 吨溢油应急能力，均能在 4h 内到达本项目事故现场。能够满足本工程施工期间溢油应急目标，建议本工程施工期溢油应急物资依托港区现有物资。

7.6.3. 突发环境事故应急预案

为了加强对重特大事故的有效控制，最大限度地降低事故危害程度，保障人民生命、国家财产安全，保护环境，建设单位应根据《中华人民共和国安全生产法》等有关法规和条例的要求，建立溢油应急系统和制定溢油应急预案。应急救援坚持以人为本、关爱生命的原则，以最快的速度、最大的效能，有序地实施救援，最大限度减少人员伤亡和财产损失，把事故危害降到最低程度，维护周边地区的安全和社会稳定。应急救援以快速反应、统一指挥、单位自救与社会救援相结合为原则。

(1) 汕头市水上溢油应急预案

为防止汕头市沿海和内河地区溢油和危险化学品泄漏等水运污染事故及其污染损害，保护生态环境和资源，汕头市人民政府于 2018 年组织编制了《汕头市防治船舶及其有关作业活动污染水域环境应急预案》，2018 年 2 月经汕头市人民政府批准实施。汕头市水上溢油应急预案应急组织指挥体系框架见图 7.6-1，应急响应程序见图 7.6-2。

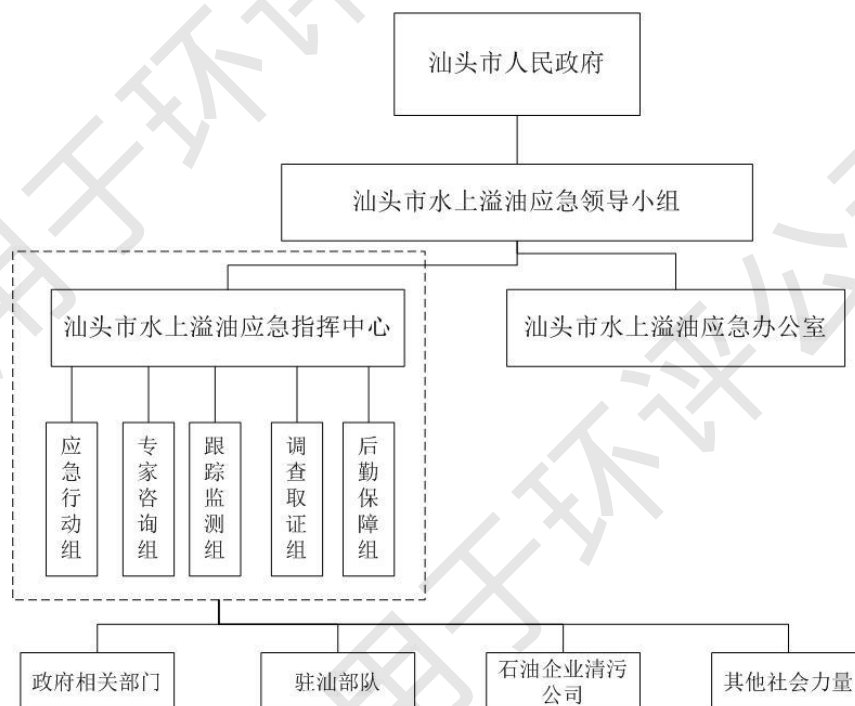


图 7.6-1 汕头市水上溢油应急组织指挥体系框架图

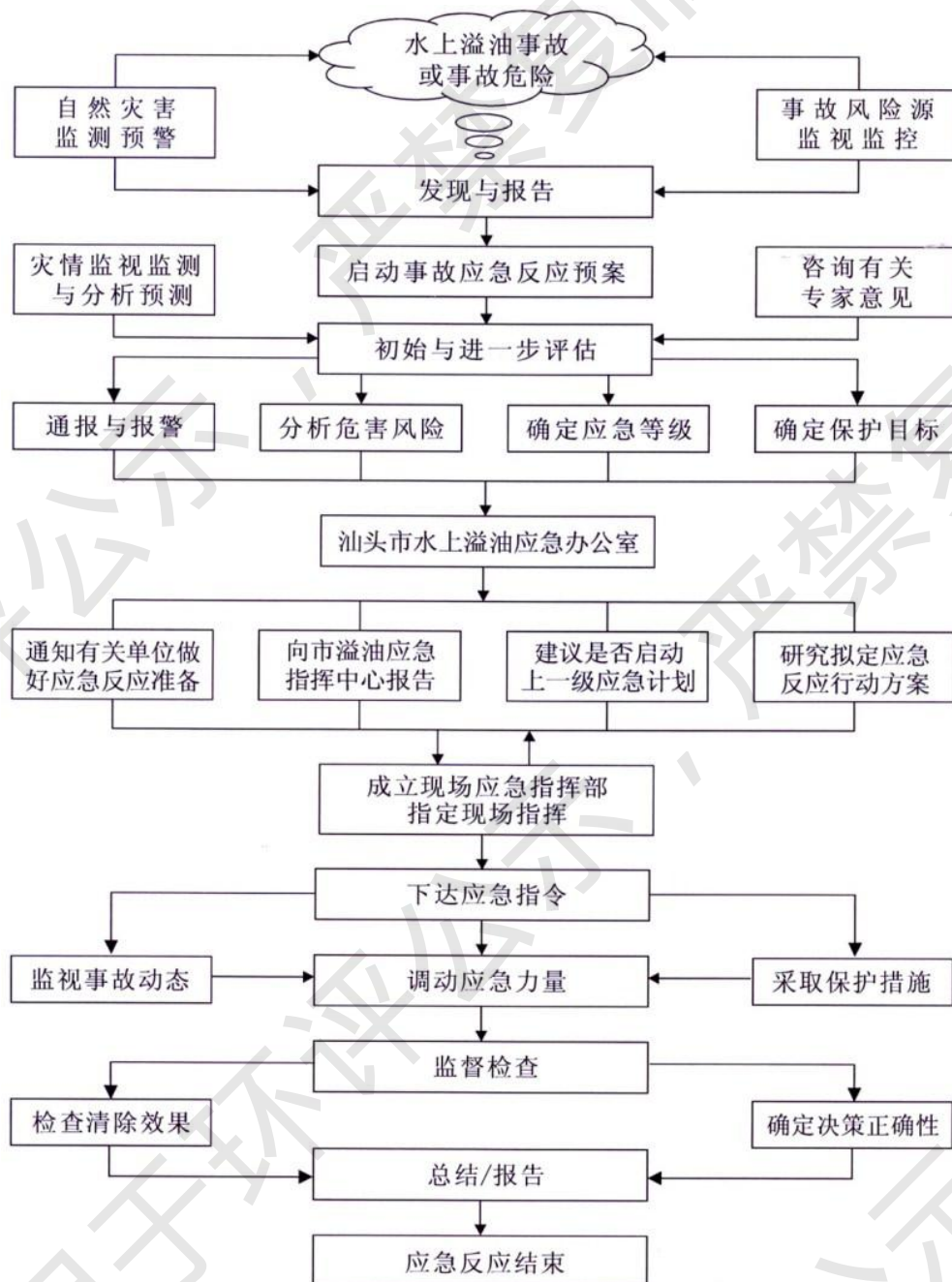


图 7.6-2 汕头市水上溢油应急响应程序

(2) 本项目应急预案

对本项目施工期可能发生的突发性溢油等环境污染事故，建设单位应设置专门负责人，负责处理施工期环境污染事故。施工前与汕头市及广澳港区相关部门、单位取得联系并保持良好的沟通，使工程附近水域的事故抢险工作纳入港区有关部门的事故应急计划和反应体系中，同时要考虑与周边已建、在建工程应急预案相互的有机联系，并根据实际情况适时进行演练，以提高相关人员处理事故的应变能力。一旦发生突发性水上事故，可进行及时快速准确有效的处理处置，最大

限度地减少污染事故造成的生命、财产及环境危害。

1) 总体要求

在严格遵照设计阶段提出的风险防范措施后，施工前应成立风险事故应急领导小组，结合港区现有应急体系编制应急计划，包括应急机构建立、设施建设、人员配置和培训、事故防范和应急管理制度等应急预案。

2) 应急机构的设置及人员配置及职责

建议本工程填海施工期间由汕头海事局、广东省环境保护厅、汕头市环境保护局、卫生局、消防局主管负责人洽商后组成应急领导小组，下设专业的现场应急工作小组。由建设单位、施工单位、监理单位共同成立项目现场应急指挥中心。应急指挥中心应设立至少一条保持畅通的热线电话，并向社会和公众公布突发污染事故的报警电话，并安排专人负责接听。

3) 应急机构职责与分工

应急指挥中心：统一领导和协调施工期间工程海域风险事故应急工作；根据污染的严重程度，决定是否启动预案；决定是否警戒、封闭受污染的区域；决定污染事故进展情况的发布；决定临时调度有关单位的人员、船舶、物资以及应急处置的其它重大工作。

应急领导小组：组织填海施工期间环境污染事故的现场调查、取证，指挥进行简单的处置，向指挥中心提出启动应急预案的建议；根据指挥中心的指示、命令，负责实施并督促、检查、协调各项应急工作；负责指挥中心的信息、联络等日常工作。

各应急领导小组下设若干个应急工作小组，各工作小组的组成及职责如下：

①应急处置小组

在发生较大污染事故时，应急处置小组进入工作状态。根据污染情形，应急处置小组主要组成单位可由下列部分或全部单位参加：

汕头市环保局、消防局、水利局、海洋渔业局、海事局、建设单位、施工单位以及保护区主管部门和所属单位，并视进展情况确定增加参与部门。

应急处置小组主要职责：进行现场调查取证、事故原因分析；提出事故处置建议措施；展开现场处置工作；向应急领导小组报告应急处置情况。

②应急监测小组

在发生较大以上污染事故时，应急监测小组进入工作状态。区分污染情形，

应急监测小组组成单位分别如下：

由省或市环境监测站负责，必要时启动相应的应急监测方案。

应急监测小组主要职责：制定现场监测方案，进行现场监测布点、采样及分析化验工作；向应急指挥中心报告应急监测情况。

③专家咨询小组

专家咨询小组由环保、水利、消防、公安和科研等单位指派的有关专家组成。其主要职责有：参与突发污染事故的应急工作；指导应急处置工作；为指挥中心的决策提供科学依据。

4) 事故报告制度

一旦发生因施工船舶、机械造成的突发性污染事故，发现人应立即向应急指挥中心报警（报告），应急指挥中心接到报警后，根据污染事故的发生地点，向相应的应急领导小组下发指令，应急领导小组接到指令后，应迅速组织相关负责人赶赴现场，进行调查，采取必要的应急措施，并向应急指挥中心提出启动应急预案的建议；应急指挥中心接到启动应急预案的建议后，应立即研究、部署各项应急工作，并视具体情况宣布启动本预案；一旦启动本预案，应急指挥中心根据情况向各应急领导小组部署各项应急工作方案，各应急领导小组指导相应的应急工作小组有序组织实施应急工作。

5) 应急反应行动

①控制泄漏源：封死泄漏或溢出口，将燃料油或船载易造成环境污染的货物转驳到其他货轮或储存空间内，用拖轮将事故船舶拖至安全区域。

②采取防火防爆措施：密切注意是否有发生火灾爆炸的危险；事故现场及周边区域全部禁止明火，注意消除其他能诱发火灾爆炸的因素，其它危险品船舶要暂时离开事故现场及其周边区域，并注意一切火源。

③搜救遇险人员：密切注意遇险船舶，核实遇险人员、遇险水域的海况，水温及救助要求等情况；通知广东省海上搜寻救助中心和遇险责任区的搜救分中心进行救助行动；通知国家相关部门支持搜救行动。

④救治中毒人员：密切注意是否会出现有毒有害气体的泄漏；调动医疗卫生部门对可能出现的中毒人员提供及时的医疗救助；必要时按照危险品技术手册中的有关指南对中毒人员实施紧急救助。

⑤保护环境敏感区：根据污染物质的特性、泄漏量、气象水文条件预测其环

境归宿和危害范围，确定可能受到威胁的环境敏感区，特别是自然（生态）保护区、旅游区、水产资源保护区等。迅速通知有关管理部门采取必要的防护措施。

⑥采取交通管制措施：对事故水域实行交通管制；设置警戒区域，疏导过往船舶。

⑦对污染物的处置：使用围油栏对水面溢油（或燃料油物质）采取围控措施；使用撇油器、吸附材料、化学分散剂等设施清除水面及水体中的污染物；对已经着岸的溢油或化学品采取适当的清除措施；确定回收油与油污物的运输方式及处置办法。

⑧加强对事故及其危害的监视监测：由监测部门对事故区域的水质、有害有毒气体的浓度进行布点监测；对溢油或化学品事故动态进行空中遥感监视和巡逻艇监视。

⑨事故情况的取证：事故发生后，相关部门应按各自的职责积极做好事故造成的损伤、损害等情况的取证工作。

8. 清洁生产

8.1. 建设项目清洁生产内容与符合性分析

清洁生产工艺已经成为我国循环经济和可持续发展的重要要求。清洁生产工艺主要包括不断采取改进设计、使用清洁的能源和原料、采用先进的工艺技术与设备、改善管理、综合利用等措施，从源头削减污染，提高资源利用效率，减少或者避免生产、服务和产品使用过程中污染物的产生和排放，以减轻或者消除对人类健康和环境的危害等方面。

工程填海施工工艺的清洁生产分析如下：

一、本工程成陆区域采用挖泥吹填到陆域纳泥围堤中造陆的工艺。施工过程中采取以下主要环保措施：

(1) 通过在吹填区内设置分隔围堰、保证溢流口位置高于吹填泥面高度并铺设土工布过滤层等工程措施，使排水在吹填区内变得较为澄清再从溢流口排出。溢流口水门全部采用闸箱式结构，钢水门箱采用专用装配式箱形钢结构。保证泥浆在围堤有足够的沉淀时间，回排清水的悬浮物浓度达标，作业中发现超标可通过适当延长吹填区泥浆的停留时间以降低浓度值。

(2) 陆域吹填过程安排专人进行监督管理。

二、施工船舶产生的含油污水按照《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》实行“铅封”管理，交由有资质单位接收处理。

三、本工程填海吹填物料优先利用港池航道的疏浚土方，因此从资源综合利用、避免疏浚土方对环境环境的二次污染。

四、选择合理的适合本工程施工条件的施工设备，尤其是要尽量选择能耗低、效率高的施工机械，提高施工效率，减低能耗。

五、根据本工程自身特点配备足够的施工设备、同时做好施工设备的管、用、养、修，确保施工设备始终处于良好的施工状态。配备数量充足的易损件、关键配件，确保施工设备始终处于良好的施工状态。

六、加强施工计划和管理

统筹考虑，制订详细切实可行的施工计划，合理安排施工工序，特别是各施工工序间的衔接，选择合理的流水节拍和施工速度，尽量使设备、人员的使用强度趋于平均，避免产生大的波动，以减少不必要的进退场时间和能源浪费。合理

配备辅助机械设备，使主要设备更好的发挥施工效率，坚决杜绝主要设备产生窝工现象。

落实项目施工组织管理机构和专职人员，对项目节能降耗进行策划，明确工程施工各阶段与专项施工的具体管理与技术节能措施，规范节能降耗各类数据的收集、记录和统计。

8.2. 建设项目清洁生产评价

工程在各施工环节中采取相应环保措施控制污染物产生与排放，工艺较清洁，拟建工程具有良好的清洁生产水平。

9. 总量控制

9.1. 主要受控污染物筛选

根据《关于印发〈建设项目主要污染物排放总量指标审核及管理暂行办法〉的通知》（环发[2014]197号）等的相关要求，结合环境质量现状和项目的污染物排污特征，确定废水总量控制因子如下：COD、氨氮、总氮。

9.2. 污染物排放总量控制方案与建议

由于本次评价对象仅为填海工程，不存在营运期污染物排放内容。因此，本次评价填海工程总量控制值为“0”。

9.3. 污染物的排放消减方法

本评价不涉及该内容。

9.4. 污染物排放总量控制方案与建议

本评价不涉及该内容。

10.环境保护对策措施

10.1. 建设项目施工期污染环境保护对策措施

10.1.1. 施工期水污染防治措施

(1) 船舶生活污水不在港区向海排放，确需在港工作时段排放的，由施工单位与有资质单位签订船舶污水接收合同，由有资质单位负责接收处理。

(2) 施工期船舶含油污水应当严格管理并禁止随意排放。按照《沿海海域船舶排污设备铅封程序规定》及汕头海事部门规定，船舶油污水应申报后送具有相应资质的接收单位接收上岸处理，不在本项目附近海域排放。

(3) 施工期在施工场地设可移动式环保厕所进行收集施工生活污水，由当地环卫部门进行接收处理。机修油污水经油水分离器分离后排入施工场地设置的沉淀池，经沉淀处理后回用于施工机械、设备冲洗，不外排。

(4) 严格管理和节约施工用水、生活用水。

10.1.2. 施工期固体废弃物污染防治措施

施工船舶垃圾进行分类收集与储存，交由有资质的单位接收处理，陆域施工垃圾由当地环卫部门进行接收处理。

10.1.3. 施工期悬浮物防治措施

(1) 本项目涉及吹填溢流，溢流水门全部采用闸箱式结构，钢水门箱采用专用装配式箱形钢结构。吹填开始后，在箱前放 0.2m 高的闸板，吹填过程中根据泥面提升情况，动态调整出泥口位置和各排水水门的叠梁挡板标高，使叠梁挡板标高始终比吹填标高高 20-30cm，直至吹泥结束，以保证各出泥口吹填淤泥土有足够的沉淀滤水时间。排水口管口设置土工布包裹，溢流口外侧设置土工布防污屏，尽量减少水门尾水排放对周边水域的影响。

土工布防污屏（防污帘）围绕溢流口设置，防污屏高度依据施工现场水深进行设置，防污屏主体由自浮体、土工布、主链接绳、拉锚绳、悬坠体（条石）组成。由生产厂家根据施工现场情况进行定制尺寸，具体布设方式根据现场水流条件进行确定。



图 10.1-1 闸箱式结构



图 10.1-2 排口末端土工布



图 10.1-3 土工布防污屏

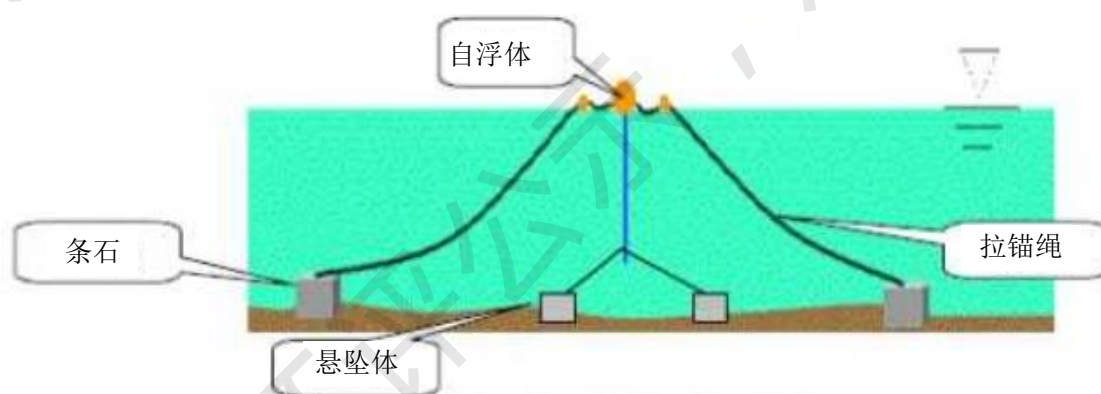


图 10.1-4 土工布防污屏设置示意图



图 10.1-5 土工布防污屏防污机理示意图

(2) 合理布置吹填管线走向、吹填口位置，设置分割围堰，延长吹填土流径，保证吹填土有足够的沉淀滤水时间，降低吹填尾水含砂（泥）量。适当提高绞吸船吹填时的泥浆浓度，加快泥浆沉淀速度。

(3) 合理性分析

本项目涉及吹填溢流，溢流口水门全部采用闸箱式结构，钢水门箱采用交通部航道部门专用装配式箱形钢结构。吹填开始后，在箱前放 0.2m 高的挡板，吹填过程中根据滩面提升情况，动态调整出砂口位置和各排水口水门的叠梁挡板标高，使叠梁挡板标高始终比吹填标高高 20—30cm，直至吹砂结束，以保证围区内有足够的沉淀滤水时间。排水口管口设置土工布包裹，溢流口外侧设置土工布防污屏，尽量减少排水口尾水排放对周边水域的影响。土工布防污屏（防污帘）围绕溢流口设置，防污屏高度依据施工现场水深进行设置，防污屏主体由自浮体、土工布、主链接绳、拉锚绳、悬坠体（条石）组成。由生产厂家根据施工现场情况进行定制尺寸，具体布设方式根据现场水流条件进行确定。

合理布置吹填管线走向、吹填口位置，设置分割围堰，延长吹填砂流径，保证吹填砂有足够的沉淀滤水时间，降低吹填尾水含砂量。合理安排各项工程施工进度，优化施工工艺，避免对海洋生物造成大规模的扰动，尽量减短工期以减少悬浮物影响持续时间。排水口区域设置沉淀池，在尾水外排前进一步沉淀。

合理安排材料运输方案，按规定航线进出，降低运输船舶的往返频率，减少水体扰动、悬浮物增加对水生生物和鱼类的影响程度。

通过优化施工工艺、优化施工时序及实时监测施工海域悬浮物浓度，及时调整措施等，严格控制施工悬浮物影响强度和范围。

在采取环保措施的条件下，严格控制溢流口悬浮物浓度在 100mg/L 以下。

10.2. 建设项目各阶段的海洋生态环境保护对策措施

一、减缓施工对生态环境影响的对策措施

(1) 合理安排各项工程施工进度，分期施工，杜绝多头并进的施工方式，避免对海洋生物造成大规模的扰动。尽量减短工期以减少悬浮物影响持续时间，减轻对海洋生态影响。

(2) 加强施工期管理，杜绝非法捕捞；施工前应对施工水域海洋生物进行驱赶。

(3) 为降低对鱼类资源的影响，项目施工应尽量避免主要鱼类产卵保护期。

二、水生生物恢复与补偿措施建议

根据核算的生态损失和渔业资源损失的经济补偿经额（约 1666.24 万元），

建设单位应投入相应的经费进行海域生态修复。建设单位应与当地海洋与渔业部门协商,合理安排项目附近海域生态修复工作,海域生态修复主要措施为增殖放流。

综合各经济种类的自然繁殖时间、适宜放流时间、本地渔业资源种类组成及优势种类等现状以及易获得程度,本项目拟选择黄鳍鲷、黑鲷、刀额新对虾、长毛对虾、蛤等等的健康苗种进行组合放流,以修复和改善本地区海洋生态环境。

三、人工鱼礁建设

本项目海岛开发利用造成濠江鸟礁和进士头礁盘整体消失,应采取异地修复的方式,投放适量人工鱼礁作为礁盘生态系统损失的补偿。建议采用企业和政府主管部门合作的方式进行建设。政府主管部门是项目申报和实施的主体,企业配合政府主管部门,提供资金。

根据项目用岛造成的濠江鸟礁和进士头礁体/礁盘体积损失量,建议按照不低于 1:1 的比例投放人工鱼礁,即投放礁体不低于 22168 空方。同时根据现场实际情况建设必要的礁区警示浮标。项目预算投入资金 650 万元,具体落实资金要以建设单位与政府签订的协议为准。

四、岸线修复

本项目共占用达濠岛(有居民海岛)岸线长 2149m,占用无居民海岛自然岸线长度为 140m(其中濠江鸟礁 93m,进士头 47m),占用岸线长度总计 2289m。采取异地岸线修复措施。

2017 年 10 月 15 日《广东省人民政府办公厅关于推动我省海域和无居民海岛使用“放管服”改革工作的意见》(粤府办〔2017〕62 号)印发后,在我省海域内申请用海涉及占用海岸线的项目,必须落实海岸线占补。具体占补要求为:大陆自然岸线保有率低于或等于国家下达我省管控目标的地级以上市,建设占用海岸线的,按照占用大陆自然岸线 1:1.5、占用大陆人工岸线 1:0.8 的比例整治修复大陆海岸线;大陆自然岸线保有率高于国家下达我省管控目标的地级以上市,按照占用大陆自然岸线 1:1 的比例整治修复海岸线,占用大陆人工岸线按照经依法批准的生态修复方案、生态保护修复措施及实施计划开展实施海岸线生态修复工程;建设占用海岛岸线的,按照 1:1 的比例整治修复海岸线,并优先修复海岛岸线。

本项目用海占用海岛自然岸线。本项目占用岸线长度总计 2289m,按照 1:1

的比例整治修复海岸线，需要进行整治修复岸线长度为 2289m。

根据《汕头港广澳港区三期工程海岸线占补方案》（2023 年 5 月），拟开展海岸线异地修复包含两部分内容：（1）后江湾海岸线整治修复(海堤生态化)，修复岸线长度约 2.734km；（2）濠江东屿、濠江西屿海岸线修复（连岛沙坝清淤）。根据国家相关规定及标准，汕头港广澳港区三期工程海岸线占补项目总投资约为 1365 万元。

拟采取的海岸线占补方案通过采用生态化结构加固海堤、护岸，开展海堤绿植化和迎海面营造生物栖息场所，实现海堤生态化。能有效恢复原人工岸线的生态功能，重塑其自然海岸形态，提升生态涵养功能和灾害防御能力，增强岸线的生态价值；能有效改善和美化海岸带生态环境，整体提升海岸景观质量，改善沿岸人居环境，促进社会经济与自然环境的和谐发展。后江湾 2.734km 人工岸线整治修复项目实施的社会效益和生态效益将十分显著。新修复形成的海岸线生态价值不低于所占用海岸线的生态价值。

针对项目建设造成两个无居民海岛消失，除了实施后江湾海堤生态工程，拟选择濠江东屿和濠江西屿开展连岛沙坝清淤工程，能有效改善海岛周边水动力条件，维持海岛自然属性。

汕头市人民政府已出具《承诺函》，承诺“将督促和组织有关单位实施海岸线整治修复工作，具体修复内容为在濠江区后江湾海堤修复加固工程选取海堤断面结构统一的 2.734km 海岸线进行整治修复，包括海堤绿植化工程 19138 m²；防风林修复工程 24475 m²；人工补沙工程 82020m³，确保完成修复后达到生态恢复岸线认定要求。”其中防风林修复工程和人工补充工程调整为迎海面生物栖息场所营造工程。

10.3. 建设项目环保投资、环境保护设施和对策一览表

建设项目环境保护投资、环保设施和对策措施一览表见表 10.3-1。环保投资合计为 5110.24 万元，占项目陆域形成总投资的 41.4 亿元的 1.23%。

表 10.3-1 建设项目环保投资及环境保护设施、对策措施一览表

序号	环境保护对策措施	具体内容	规模及数量	投资(万元)	预计效果	实施地点及投入使用时间	责任主体及运行机制
一、污水处理	施工船舶生活污水处理	船舶生活污水不在港区向海排放,确需在港工作时段排放的,由施工单位与有资质单位签订船舶污水接收合同,由有资质单位负责接收处理。	12m³/d	15	船舶生活污水不在港区向海排放	施工船舶; 施工期	建设单位与有资质单位签订接收协议
	施工期机舱油污水处理	由海事部门认可的单位接收处理,不在本项目附近海域排放	5.0t/d	10	船舶油污水不在港区向海排放	施工船舶; 施工期	建设单位与有资质单位签订接收协议
	陆域生活污水	生活污水设移动式环保厕所接收处理,定期由环卫部门收集运出	20m³/d	50	生活污水收集后清运	施工陆域; 施工期	施工单位与环卫部门签定协议
	溢流悬浮物	(1) 溢流口水门全部采用闸箱式结构,钢水门箱采用专用装配式箱形钢结构,吹填开始后,在箱前放 0.2m 高的闸板,吹填过程中根据泥面提升情况,动态调整出泥口位置和各排水水门的叠梁挡板标高,使叠梁挡板标高始终比吹填标高高 20—30cm,直至吹泥结束。 (2) 合理布置吹填管线走向、吹填口位置,延长吹填土流径;适当提高绞吸船吹填时的泥浆浓度,加快泥浆沉淀速度。		50	保证 SS 排放浓度增量不能大于 150mg/L	施工现场; 施工期	建设单位负责组织施工单位落实
二、固废处理	施工期船舶垃圾	船舶垃圾由有资质单位接收处理	910kg/d	20	施工船舶垃圾进行分类收集与储存,交有资质的单位接收	施工船舶; 施工期	建设单位与有资质单位签订接收协议

					处理		
三、生态和生物资源保护	施工组织安排	(1) 合理安排各项工程施工进度。(2) 海域施工应尽量避免每年产卵繁殖期。(3) 加强施工期管理, 杜绝非法捕捞; 施工前应对施工水域海洋生物进行驱赶。		-	最大程度减轻施工对渔业资源的影响	-	建设单位负责组织施工单位落实
四、生态修复与补偿	生态补偿	采用增殖放流等方法补偿	增殖放流、同时对增殖放流效果进行跟踪监测	1666.24	生物资源恢复	根据补偿方案确定实施地点, 于施工完成后每年的休渔期进行, 并根据监测结果调整放流的种类和规模; 施工开始后	建设单位应委托农业农村部渔业渔政局认可的第三方专业机构或单位对生态损失和补偿方案进行科学论证, 根据渔业管理部门意见制定最终补偿方案, 并严格对照方案予以落实
	岸线修复	异地修复、无居民海岛退化生境修复	后江湾海岸线整治修复; 1.海堤绿植化工程: 19138 m²; 2迎海面生物栖息场所营造工程。 濠江东屿、西屿整治修复: 1.连岛沙贝清淤工程, 疏浚量约 25000m³	1365	提升岸线的生态、景观价值	项目竣工验收前	市政府组织统筹落实
	人工鱼礁	人工鱼礁建设	1.投放地点: 广澳后江湾准生态公益型人工鱼礁项目所在海域; 2.投放量: 不低于 22168 空方;	650	为渔业资源提供可栖息、躲避的区域	项目竣工验收前	建设单位负责组织施工单位落实
五、环境风险	溢油事故防范与应急	本项目可以依托现有应急设备库开展溢油事故应急防控工作。		-	预防、处理溢油事故	溢油事故高发区; 施工期	建设单位负责组织单位落实
六、环境监测	跟踪监测			984			

七、环境 监理	环境监理	300			
合计		5110.24			

11.环境保护的技术经济合理性

11.1. 环境保护设施和对策措施的费用估算

本工程环保投资合计为 5110.24 万元，占项目总投资的 41.4 亿元的 1.23%，具体见表 11.1-1。

表 11.1-1 环保投资估算一览表

序号	环境保护对策措施	具体内容	规模及数量	投资（万元）
一、污水处理	施工船舶生活污水处理	船舶生活污水不在港区向海排放，确需在港工作时段排放的，由施工单位与有资质单位签订船舶污水接收合同，由有资质单位负责接收处理。	12m³/d	15
	施工期机舱油污水处理	由海事部门认可的单位接收处理，不在本项目附近海域排放	5.0t/d	10
	陆域生活污水	生活污水设移动式环保厕所接收处理，定期由环卫部门收集运出	20m³/d	50
	施工溢流	设置沉淀池、钢水门箱和土工布防污帘等		50
二、固废处理	施工期船舶垃圾	船舶垃圾由有资质单位接收处理	910kg/d	20
三、生态修复与补偿	生态补偿	采用增殖放流等方法补偿	增殖放流、同时对增殖放流效果进行跟踪监测	1666.24
	岸线修复	异地修复、无居民海岛退化生境修复	后江湾海岸线整治修复： 1.海堤绿植化工程：19138 m²； 2 迎海面生物栖息场所营造工程。 濠江东屿、西屿整治修复： 1.连岛沙贝清淤工程，疏浚量约 25000m³	1365
	人工鱼礁	人工鱼礁建设	1.投放地点：广澳后江湾准生态公益型人工鱼礁项目所在海域； 2.投放量：不低于 22168 空方	650
四、环境监测	跟踪监测			984
五、环境监理	环境监理			300
合计				5110.24

11.2. 环境保护经济损益分析

环境经济损益分析是环境影响评价的一项重要工作内容，其主要任务是估算建设项目需要投入的环保投资和所能收到的环境保护效果。因此，在环境经济损益分析中除需计算用于控制污染所需投资的费用外，还要同时核算可能收到的环境与经济实效。

然而，经济效益比较直观，很容易用货币直接计算，而污染影响带来的损失一般是间接的，很难用货币直接计算。因而，环境影响经济具体定量化分析，目前难度还是较大的，多数是采用定性分析与半定量相结合的方法进行讨论。

现就本项目工程的环境保护投资，挽回的环境影响损失，社会和经济以及环境效益进行分析。

11.2.1. 经济效益分析

(1) 本工程建设中需要用一定数量的建材，将为当地的企业带来一定的经济效益，促进地方建材、运输等行业的发展。

(2) 本项目的建设能够解决汕头港吞吐能力不足的需要，提升广澳港区服务，拓展和完善港口功能。

11.2.2. 社会效益分析

社会影响分析表明，本项目社会风险较小，社会效益显著，项目的社会影响评价可行。

11.2.3. 环境影响正效益分析

本项目的环境正效益主要体现在：本工程环保投资为 5110.24 万元用于环境保护，通过落实各项环境保护措施将工程对评价区域的环境质量的负面影响减至最低，在取得明显的经济效益、社会效益的前提下保证了“可持续发展”。

11.2.4. 环境影响负效益分析

根据对工程性质、建设规模及施工组织等方面的分析，项目建设对环境的影响主要为施工期间对生态环境的影响和水工结构形成后通过对海流流态的改变造成的海域生态环境影响。具体体现在：

(1) 生态环境：港口建设过程中，由于填海造地、港池疏浚等施工作业，绝大部分底栖生物等都将难以存活，并且各种施工作业的进行，会引起施工海域内的局部海水的混浊，浮游生物将受到不同程度的影响。以上生态环境的损失部

分是永久性的（如底栖生物的损失），有些则可以通过适当的环保措施来减缓直至消除，有些是阶段性的，主要是施工期的扰动影响将随施工期的结束而逐渐消失。

（2）水环境

施工期产生的水污染物主要为悬浮物、施工人员的生活废水和施工船舶污水等，根据水环境影响评价结果可知，这些污染物对水环境的影响是可以接受的。

（3）环境空气和声环境

施工期施工粉尘和施工噪声的影响是阶段性的，且本工程施工对环境敏感点的空气质量及声环境不会产生明显影响。

11.3. 环境保护技术经济合理性

综上所述，本项目建设具有良好的经济效益和社会效益，工程建设对海洋生态环境、造成一定程度的不良影响，但在采取有效的环保措施和生态补偿措施后，其对环境的不利影响可得到有效的控制，基本能达到经济效益、社会效益和环境效益的协调发展。因此，该项目从环境经济损益的角度考虑是可行的。

12.海洋工程的环境可行性

12.1. 与环境保护规划的符合性分析

12.1.1. 与《广东省生态环境保护“十四五”规划》的符合性分析

《广东省生态环境保护“十四五”规划》“第四章强化减污降碳协同增效，推动经济社会全面绿色转型”中提出“大力优化交通运输结构。积极引导大宗货物运输“公转铁”“公转水”，推动交通运输结构性节能减排。推进多式联运通道化发展，强化与综合交通枢纽、产业集聚区、物流产业园的联动衔接，以港口、铁路等大型枢纽场站为依托，完善铁水、公铁、水水等联运设施。……”

本项目陆域形成后将用于港区码头建设和铁路站场，与《广东省生态环境保护“十四五”规划》中提出的大力优化交通运输结构是符合的。

12.1.2. 与《汕头生态环境保护“十四五”规划》符合性分析

2022年5月25日，汕头市人民政府以印发《汕头市生态环境保护“十四五”规划》（以下简称《规划》），该《规划》以习近平生态文明思想为根本遵循，对标生态环境品质要求，巩固污染防治攻坚战成果，推动环境治理体系现代化进程，深入打好污染防治攻坚战，以打造高质量发展的活力特区、省域副中心城市和现代化沿海经济带重要发展极为目标引领汕头市生态环境保护迈向新征程。

本项目与《汕头生态环境保护“十四五”规划》符合性分析见下表，由表 12.1-1 所示，本项目与《汕头生态环境保护“十四五”规划》是相符的。

表 12.1-1 项目与《汕头生态环境保护“十四五”规划》符合性

相关要求	本项目情况	相符性
深化港口船舶污染防治。 推动港口、船舶修造厂加快船舶含油污水、洗舱水、生活污水和垃圾等污染物的接收、转运及处置设施建设，400 总吨以下小型船舶生活污水采取船上储存、交岸接收的方式处置，保障全市船舶和港口污染物合规接收处理率保持 100%	本项目施工期生产废水、生活污水均得到有效处理不外排，船舶生活污水、油污水由有资质的单位进行接收处理。	相符
推进海洋垃圾综合整治。 严控陆上垃圾随意倾倒入海现象，严防船上随意丢弃泡沫制品、生活垃圾等对海域造成的二次污染。	施工过程中固体废弃物得到有效处理，不得在港区航道等海域排放。	相符
加强自然岸线保护，合理控制沿海岸线的开发强度，建立海岸线整治修复监测和评估体系，实施海岸线占补制度	本项目占用达濠岛岸线 2070m，属于规划港口岸线。且项目为广澳港区三期工程，该项目的建设有利于推进汕头港广澳港区大型化、专业化泊位建设，有利于构建现代化沿海港口服务体系。	相符

12.1.3. 与《汕头海洋生态环境保护“十四五”规划》符合性分析

2022年9月，汕头市生态环境局印发《汕头市海洋生态环境保护“十四五”规划》（以下简称《规划》），该《规划》以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面落实党的十九大和十九届历次全会精神，深入贯彻习近平生态文明思想，认真落实习近平总书记对广东重要讲话和重要指示批示精神，围绕创建汕头新发展格局与建设美丽宜居生态汕头的目标，以海洋生态环境质量持续改善为核心，聚焦建设美丽海湾主线，坚持精准治污、科学治污、依法治污，坚持保护与修复并举，坚持系统治理、陆海统筹，持续改善海域环境质量，逐步提升海洋生态系统稳定性，打造宜居宜业宜游滨海空间，健全海洋生态环境现代化治理体系，以海洋生态环境高水平保护助推高质量发展，不断满足人民群众日益增长的优美海洋生态环境需要。

本项目与《汕头海洋生态环境保护“十四五”规划》符合性分析见下表，由表12.1-2所示，本项目与《汕头海洋生态环境保护“十四五”规划》是相符的。

表 12.1-2 项目与《汕头海洋生态环境保护“十四五”规划》符合性

相关要求	本项目情况	相符性
强化港口码头污染物接收处置设施建设。 推进港口、码头按照国家有关规范和标准逐步配套建设与其规模相适应的船舶含油污水、生活污水和垃圾等污染物及废弃物接收设施…… 推进船舶污染防治设施改造。 规范船舶临时储存设施和治污设施的配备和升级改造，强化船舶污染物达标排放管理，加强船舶垃圾分类收集及处理处置，严厉打击非法排放油污水、化学品洗舱水等行为。 加强海洋生态环境监管能力建设。 建立完善船舶水污染物转移处置联合监管制度。	本项目施工期生产废水、生活污水均得到有效处理不外排，船舶生活污水、油污水由有资质的单位进行接收处理。施工过程中固体废弃物得到有效处理，不得在港区航道等海域排放。	相符
防范海上溢油风险， 建立健全海上溢油风险监控监测体系，提升风险识别和预报预警能力。 加强海洋突发环境事件应急能力建设。 以汕头港（含广澳港区）为重点，加强应急能力建设，优化周边区域海洋环境应急能力布局，形成覆盖重点海域的应急监测和快速响应能力。建立完善政府主导、企业参与、多方联动的应急协调机制，强化应急信息共享、资源共建共用。	本项目依托现有溢油应急反应设备，建立科学的溢油应急系统和制定溢油应急预案。	相符

12.1.4. 与《汕头市水生态环境保护“十四五”规划》符合性分析

2022年5月，汕头市生态环境局印发《汕头市水生态环境保护“十四五”规划》（以下简称《规划》），《规划》指出“十四五”时期，在面源污染防治、水生态恢复等方面实现突破，水生态环境治理体系和治理能力现代化水平显著提升，国考断面水质稳定达标，重点河流生态流量有效保障，水源涵养区、河湖生态缓冲带等水生态空间保护修复初见成效，以水生态保护为核心的水环境、水生态、水资源等要素统筹推进格局基本形成，将练江打造为全国流域环境治理样板典范，共建“最美家乡河”韩江，为支撑省域副中心城市建设提供水生态基础。

本项目与《汕头水生态环境保护十四五规划》符合性分析见下表，由表 12.1-3 所示，本项目与《汕头市水生态环境保护“十四五”规划》是相符的。

表 12.1-3 项目与《汕头市水生态环境保护“十四五”规划》符合性

相关要求	本项目情况	相符性
<p>推进船舶污染物第三方接收处置。到 2025 年，港口、船舶修造厂完成船舶含油污水、化学品洗舱水、生活污水和垃圾等污染物的接收、预处理设施建设，做好船、港、城转运及处置设施建设和衔接。</p> <p>强化污染物达标排放。强化含油污水、生活污水、含有毒液体物质污水达标排放，加强船舶垃圾分类收集及处理处置。海船进入内河水域，应遵守内河水域船舶水污染物排放控制标准。</p>	<p>本项目施工期生产废水、生活污水均得到有效处理不外排，船舶生活污水、油污水由有资质的单位进行接收处理。</p>	相符
<p>提升港口、码头船舶水污染物收运处置能力。统筹规划建设船舶污染物、废弃物的接收、转运及处理处置设施。</p>	<p>施工过程中固体废弃物得到有效处理，不得在港区航道等海域排放。</p>	相符

12.1.5. 与《汕头市濠江区生态环境保护“十四五”规划》符合性分析

2022年12月汕头市濠江区人民政府印发《汕头市濠江区生态环境保护“十四五”规划》，该《规划》指出：以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面贯彻党的二十大精神，深入贯彻习近平总书记对广东系列重要讲话和重要指示批示精神，以习近平生态文明思想为根本遵循，坚持“绿水青山就是金山银山”发展理念。全面落实省委“1+1+9”工作部署、市委“1146”工程以及“工业立市、产业强市”部署，准确把握粤港澳大湾区建设、支持深圳建设中国特色社会主义先行示范区、构建“一核一带一区”区域发展新格局、支持汕头建设新时代中国特

色社会主义现代化活力特区等重大战略对生态环境品质的迫切需求和更高要求。围绕全市打造“三新两特一大”⁸产业目标，贯彻“115”工作思路，以协同推进减污降碳为抓手，全面推动绿色低碳转型，深入打好污染防治攻坚战，扎实做好生态保护修复，提升生态环境治理体系和治理能力现代化，为建设美丽濠江提供坚实的生态环境支撑。

本项目与《汕头市濠江区生态环境保护“十四五”规划》符合性分析见下表，由表 12.1-4 所示，本项目与《汕头市濠江区生态环境保护“十四五”规划》是相符的。

表 12.1-4 项目与《汕头市濠江区生态环境保护“十四五”规划》符合性

相关要求	本项目情况	相符性
推进海洋垃圾综合整治。 严控陆上垃圾随意倾倒入海现象,严防船上随意丢弃泡沫制品、生活垃圾等对海域造成的二次污染。 深化港口船舶污染联防联控。 强化船舶含油污水、洗舱水、生活污水和垃圾等污染物的接收、转运及处置监管,保障全区船舶和港口污染物合规接收处理率保持 100%。	本项目施工期生产废水、生活污水均得到有效处理不外排,船舶生活污水、油污水由有资质的单位进行接收处理。施工过程中固体废弃物得到有效处理,不得在港区航道等海域排放。	相符
着力打造美丽湾区海岸线。 推进广澳湾“美丽海湾”建设。加强自然岸线保护,合理控制沿海岸线的开发强度,建立海岸线整治修复监测和评估体系,实施自然岸线占补平衡制度。	本项目占用达濠岛岸线 2070m,属于规划港口岸线。且项目为广澳港区三期工程,该项目的建设有利于推进汕头港广澳港区大型化、专业化泊位建设,有利于构建现代化沿海港口服务体系。	相符
落实市级面源污染防控要求,建立完善施工扬尘污染防治长效机制,加强道路扬尘防控,推广应用全封闭建筑垃圾和粉状物料运输车辆,实施泥头车密闭化行动。	施工现场场地应当进行硬化处理,场地的厚度和强度应满足施工和行车需要。现场场地和道路平坦通畅,以减少施工现场道路运输车辆颠簸洒漏物料。	相符

12.1.6. 与近岸海域环境功能区划符合性分析

根据《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办[1999]68 号）以及《关于汕头市近岸海域环境功能区规划有关问题的复函》（粤办函[2005]659 号），项目所在近海海域环境功能、水质目标区划如图 12.2-4 所示。

本项目港区部分位于濠江口临海工业排污混合区，执行《海水水质标准》（GB3097-1997）第四类标准，部分位于广澳码头功能区，主要功能为港口、排污、工业用水，执行三类标准。因此适合本项目的选址建设。

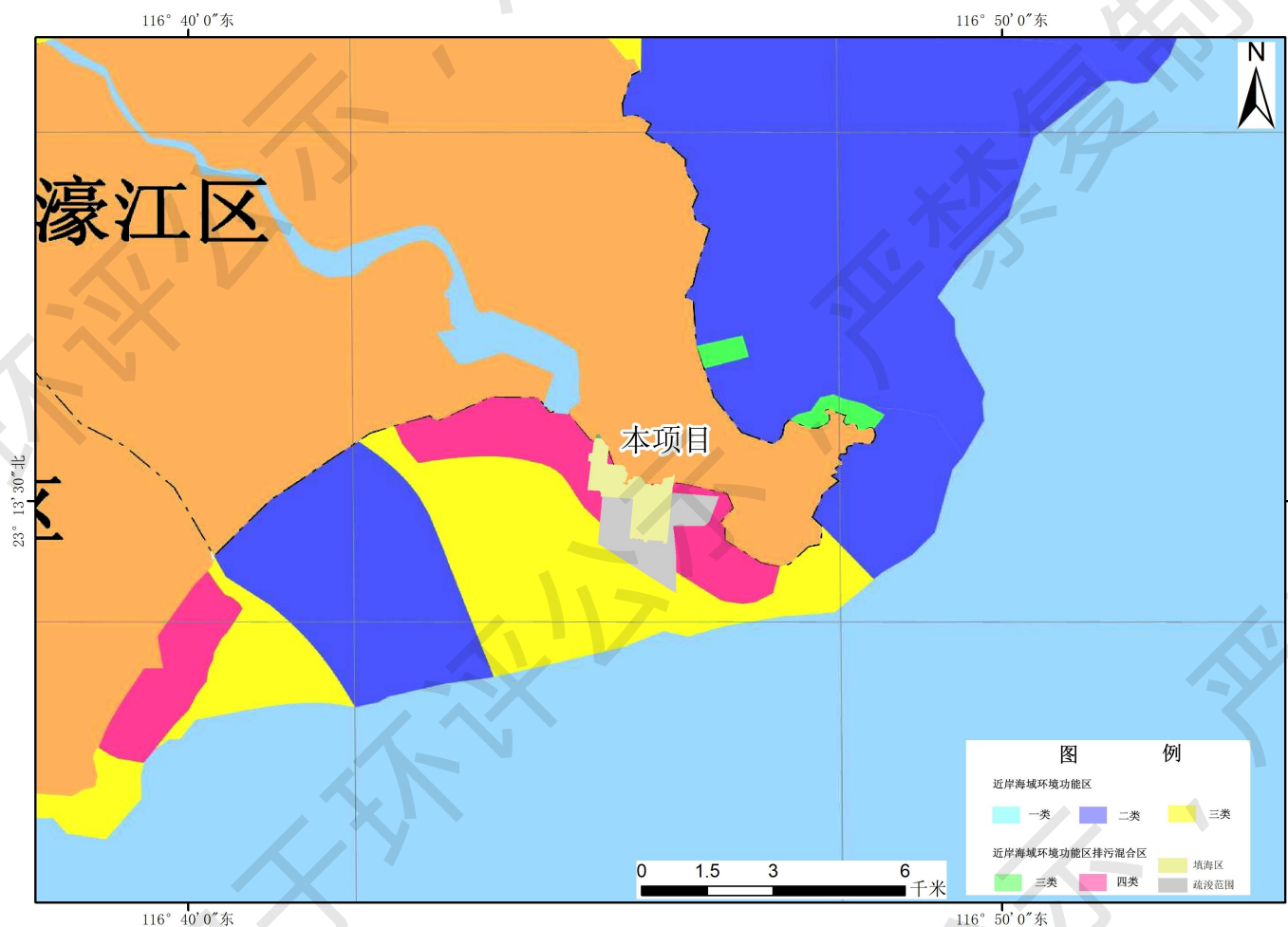


图 12.2-4 汕头市近岸海域环境功能区划图

12.2. 与“三区三线”及国土空间规划的符合性分析

自然资源部办公厅于 2022 年 10 月 14 日以《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》(自然资源办函〔2022〕2207 号)批复了北京、河北、江苏、福建、江西、山东、广东、广西、海南、云南等省(区、市)“三区三线”划定成果。

“三区”是指城镇空间、农业空间、生态空间三种类型的国土空间。其中，城镇空间是指以承载城镇经济、社会、政治、文化、生态等要素为主的功能空间；农业空间是指以农业生产、农村生活为主的功能空间；生态空间是指以提供生态系统服务或生态产品为主的功能空间。“三线”分别对应城镇空间、农业空间、生态空间划定的城镇开发边界、永久基本农田、生态保护红线三条控制线。其中，生态保护红线是指在生态空间范围内具有特殊重要生态功能，必须强制性严格保护的陆域、水域、海域等区域。

根据《汕头市国土空间总体规划(2020-2035 年)》，本项目位于交通运输用海区(图 12.2-1)，其管控要求为：“划定交通运输用海区 104.46 平方公里，相适宜的海域使用类型为港口、航道、锚地、过海通道等，在未开发利用之前有条件兼容开放式养殖、游憩用海。交通运输基础设施建设、围填海须严格论证，优化平面布局，节约集约利用海岸线和海域资源。”本项目位于广澳港区内，属于港口用海，项目围填海已通过严格海域使用论证，并取得了项目用海意见(附件 3)，符合上述交通运输用海管控要求。

项目所在广澳港区位于港口区，本项目不占用生态保护红线(图 12.2-2)，且列于重点建设项目安排表内，距最近的生态保护红线(濠江企望湾南方鲎地方级自然保护区)约 3.3 公里。项目施工引起的悬浮泥沙扩散影响范围主要集中在工程附近局部小范围内，基本只扩散至广澳港区口门外附近，且远离周边生态红线区。施工期及营运期，生产废水、生活污水、船舶含油污水及固体废弃物等均得到有效处理，不在港区航道等海域排放，项目建设对周边海洋生态红线区影响很小。

本项目用海导致该区域濠江鸟礁、进士头 2 个无居民海岛灭失，均属于交通运输用岛。根据《汕头市国土空间总体规划(2020-2035 年)》，交通运输用岛管控要求为“海岛以港口、交通运输或相关的用途为主；严格控制用岛规模，工程建设

应与生态保护措施同步进行；濠江鸟礁、进士头两个海岛为国家重大项目广澳港区三期工程用岛。”

本项目为广澳港区三期工程用岛，属于交通运输用海中的港口用海，因此，本项目符合《汕头市国土空间总体规划（2020-2035 年）》关于用岛管控要求。

综上，本工程的建设与“国土空间规划”及“三区三线”划定成果管理要求的是相符的。

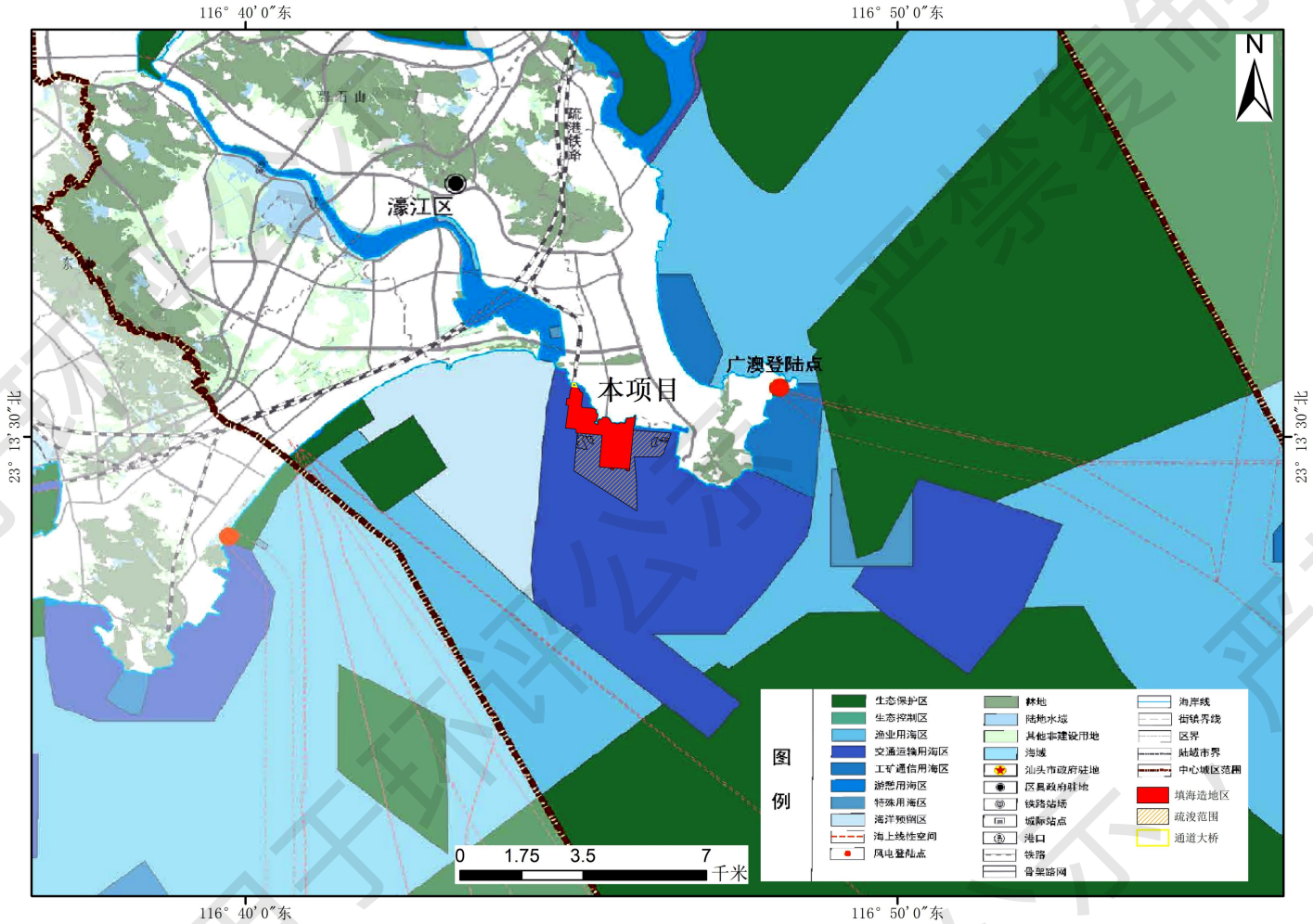


图 12.2-1 本项目与汕头市国土空间规划位置关系示意图（交通运输用海）

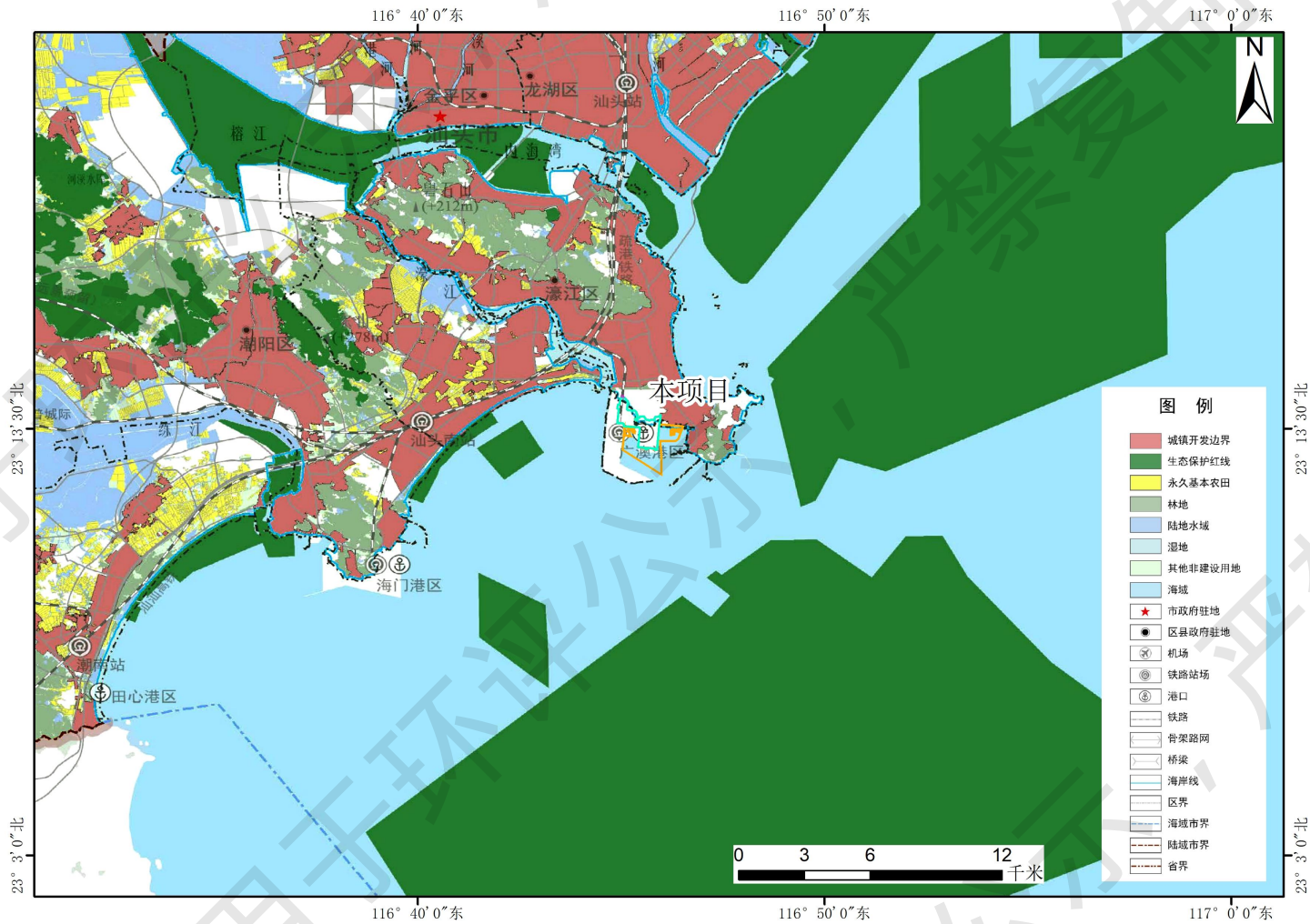


图 12.2-2 本项目与汕头市国土空间规划位置关系示意图（三区三线）

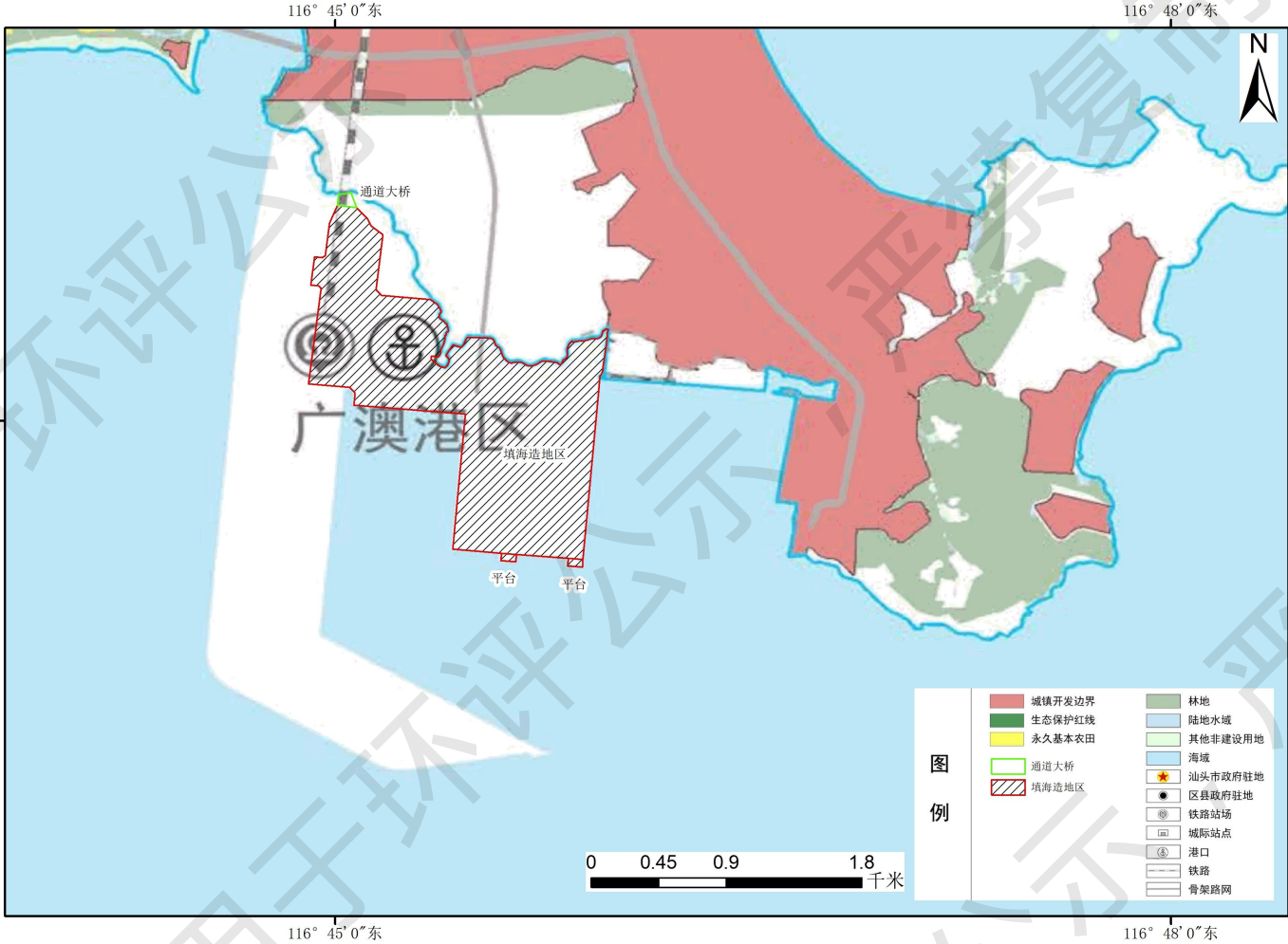


图 12.2-3 本项目与汕头市国土空间规划位置关系示意图（局部放大）



图 12.2-4 本项目与汕头市国土空间规划位置关系示意图（海岛分布）

12.3. 与“三线一单”生态环境分区管控方案符合性分析

12.3.1. 与广东省“三线一单”生态环境分区管控方案符合性分析

为全面贯彻《中共中央 国务院关于全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战的意见》，现就落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线，编制生态环境准入清单（以下称“三线一单”），实施生态环境分区管控，制定本方案。

全省共划定陆域环境管控单元 1912 个，其中，优先保护单元 727 个，主要涵盖生态保护红线、一般生态空间、饮用水水源保护区、环境空气质量一类功能区等区域；重点管控单元 684 个，主要包括工业集聚、人口集中和环境质量超标区域；一般管控单元 501 个，为优先保护单元、重点管控单元以外的区域。

全省共划定海域环境管控单元 471 个，分为优先保护单元、重点管控单元和一般管控单元，实施分类管控。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。

优先保护单元。以维护生态系统功能为主，禁止或限制大规模、高强度的工业和城镇建设，严守生态环境底线，确保生态功能不降低。包括生态优先保护区、水环境优先保护区和大气环境优先保护区。

重点管控单元。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。包括省级以上工业园区重点管控单元、水环境质量超标类重点管控单元和大气环境受体敏感类重点管控单元。

一般管控单元。执行区域生态环境保护的基本要求。根据资源环境承载能力，引导产业科学布局，合理控制开发强度，维护生态环境功能稳定。

本项目位于广澳港区，根据《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（粤府〔2020〕71 号），本工程位于重点管控单元广澳湾港口航运区（HY44050020010），其管控要求及符合性分析详见表 12.3-1，本项目与《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》相符。

12.3.2. 与汕头市“三线一单”生态环境分区管控方案符合性分析

为全面落实《中共中央国务院关于全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战的意见》，根据《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》（粤府〔2020〕71号）有关要求和部署，汕头市人民政府制定了《汕头市“三线一单”生态环境分区管控方案》。

汕头市共划定海域环境管控单元 74 个，其中优先保护单元 39 个，重点管控单元 20 个，一般管控单元 15 个。

如图 12.3-1、表 12.3-1，本项目位于重点管控单元广澳湾港口航运区（HY44050020010），其区域布局管控要求为“从严控制“两高一资”产业在沿海地区布局；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；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”。

本项目拟在广澳湾港口航运区内进行填海造地、港池疏浚及护岸建设，以满足广澳港区三期工程建设和发展的需要。本项目用海类型属交通运输用海中的港口用海，围填海经过严格论证，平面布局科学优化，体现了节约集约利用海域资源；项目建设处于批复的广澳港区范围内，且对港池进行了疏浚，项目建设对海域的水动力环境和泥沙冲刷环境影响较小；本项目在施工过程中采取有效的水污染防治措施，减少悬沙在水中的扩散；施工期生产废水、生活污水、船舶油污水及固体废弃物均不得在港区航道等海域排放，拟制定施工期溢油风险防范措施和应急预案、依托现有应急器材。

综上，本项目建设符合《汕头市“三线一单”生态环境分区管控方案》的相关要求。

表 12.3-1 项目与《汕头市“三线一单”生态环境分区管控方案》符合性

生态环境准入清单		本项目情况	相符性
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。	本项目为陆域形成工程，不属于“两高一资”产业，施工期生产废水、生活污水、船舶油污水及固体废弃物均得到有效处理，不外排。	相符
能源资源利用要求	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。	本项目为陆域形成工程，是广澳港区的重要组成部分，本项目为港区码头围填海工程，经过严格论证，平面布局科学优化，体现了节约集约利用海域资源，未占用泄洪通道和航道。	相符
污染物排放管控要求	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。	在施工过程中采取有效的水污染防治措施，减少悬沙在水中的扩散，施工期生产废水、生活污水、船舶油污水及固体废弃物均得到有效处理，不得在港区航道等海域排放。	相符
环境风险防控	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。	本项目为陆域形成工程，拟制定施工期溢油风险防范措施和应急预案，依托广澳港区一期、二期工程应急物资。	相符

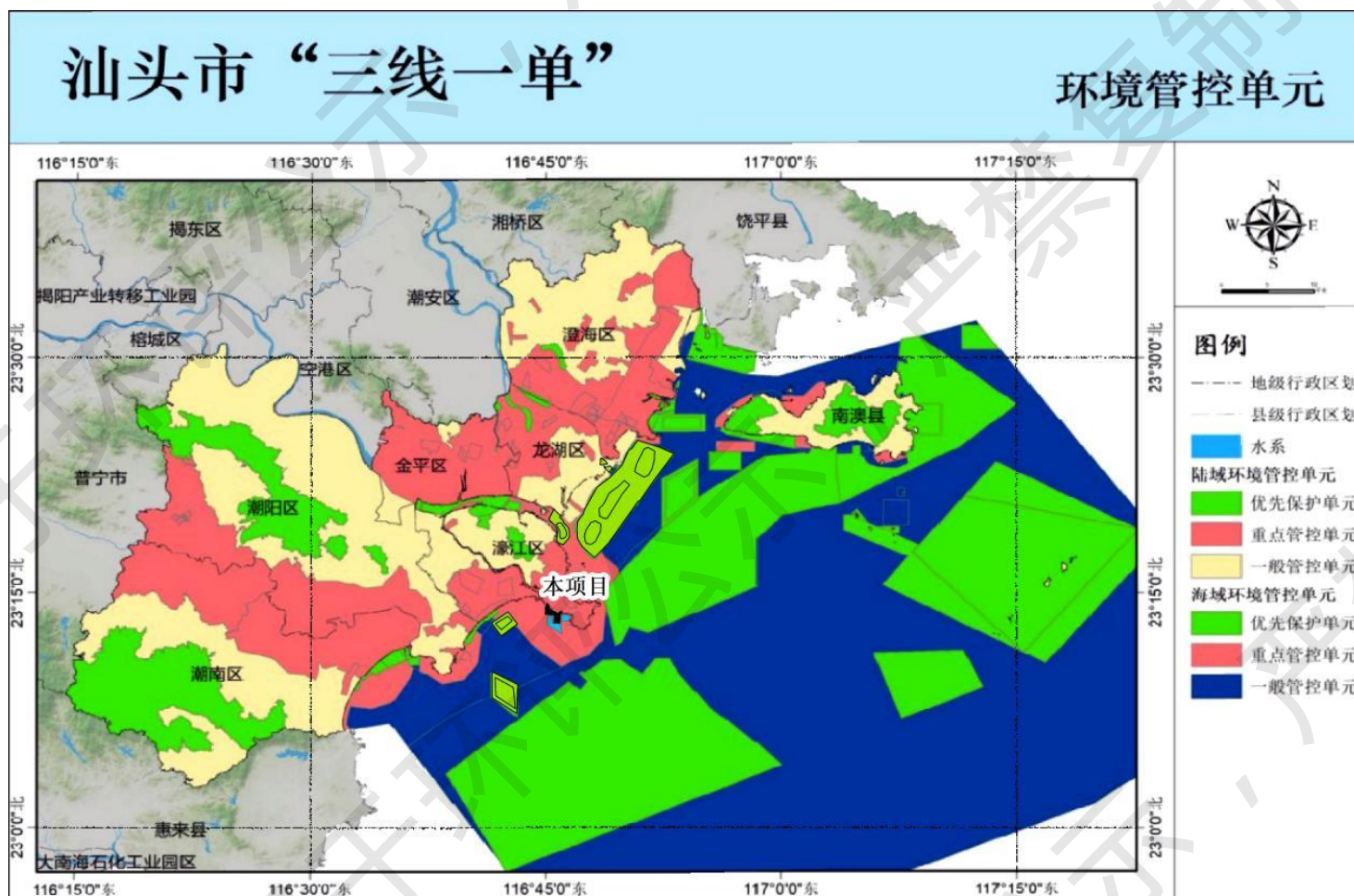


图 12.3-1 本项目与汕头市环境管控单元位置关系示意图

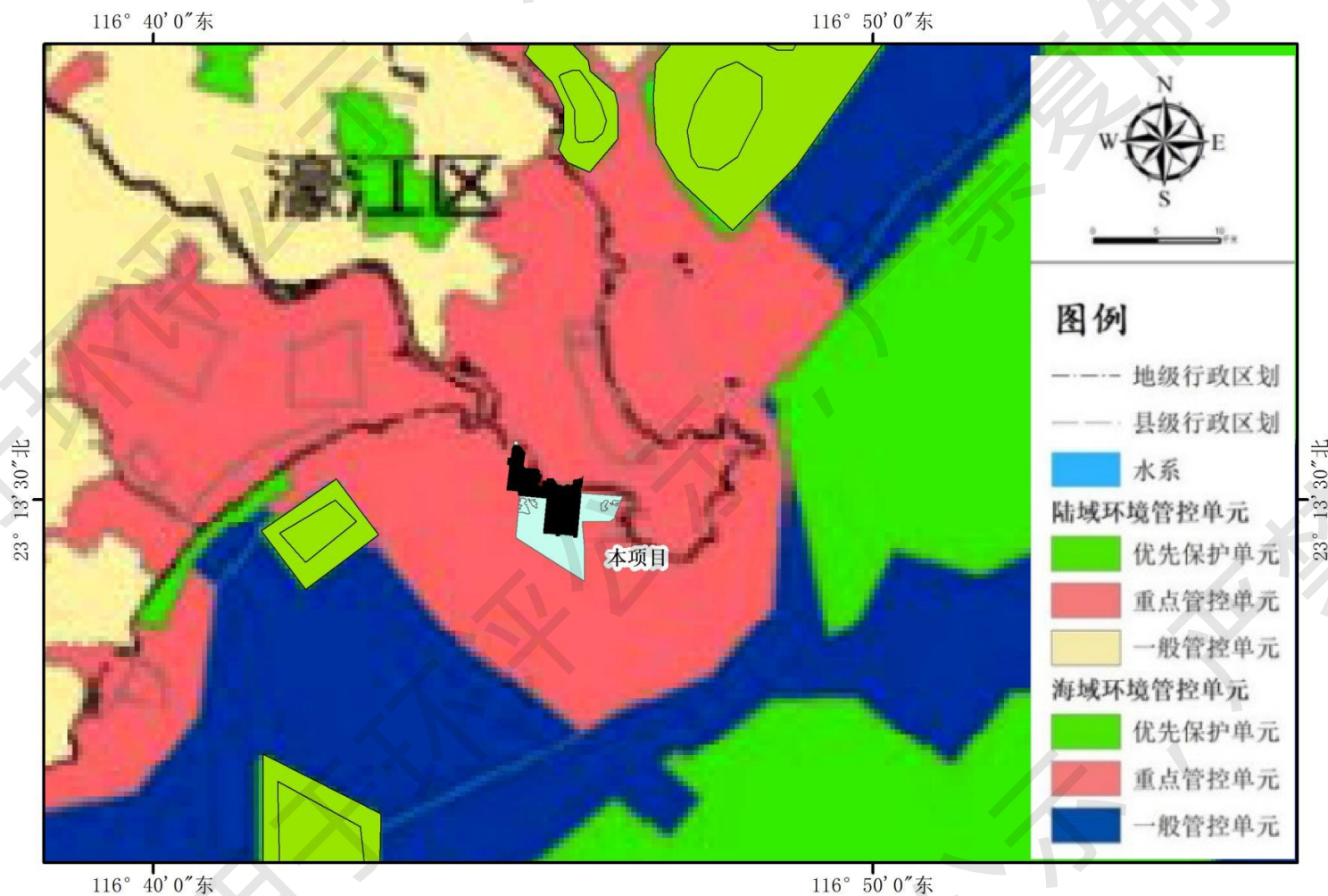


图 12.3-2 本项目与汕头市环境管控单元位置关系示意图（局部放大）

12.4. 与《汕头港总体规划(2012-2030 年)》及规划环评审查意见的符合性分析

根据《汕头港总体规划(2012-2030 年)》，汕头港划分为榕江港区、老港区、珠池港区、马山港区、堤内港区、田心港区、南澳港区、广澳港区和海门港区，形成“一港九区”的规划发展格局，并重点对广澳港区、海门港区进行水、陆域布置和港界确定。广澳港区以集装箱、石油化工品和散杂货运输为主，为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。广澳港区以濠江口为分界，规划东、西两大作业区。规划期内将重点建设东部作业区。东部作业区规划建设东、西两条深水防波堤，环抱形成港池；规划东防波堤长度 1843m，西防波堤长度 6212m，口门位于天然水深约-10.0m 处，宽度约 700m。作业区内规划了三个突堤，一突堤宽度 800m，二突堤宽度为 318m(为石化作业区)，三突堤宽度 800m。东部作业区形成生产性岸线长度为 13378m，可布置 0.5~30 万吨级泊位 40 个。从东到西依次布置石化作业区、多用途作业区、集装箱作业区、通用泊位作业区、集装箱预留作业区等。其中集装箱作业区规划在一港池北侧和西侧岸线，岸线总长度 2415m，可布置 5-10 万吨级集装箱泊位 6 个。后方陆域纵深从 400-2300m 不等；通用散杂货作业区位于一突堤西侧及三港池北侧岸线，岸线长度 1550m，共布置 2~5 万吨级泊位 7 个。一突堤的宽度为 800m，三港池北侧岸线后方陆域纵深约 1800m。

广澳港区的开发建设对于改善整个港口布局，增强汕头港吸引腹地货源的能力具有重要的作用。

本项目为广澳港区三期工程陆域形成工程，是汕头港广澳港区的重要组成部分，位于广澳港区集装箱、通用泊位作业区(见图 12.4-1)。本项目岸线利用、项目实施后吞吐量均符合港区规划要求。

2011 年 5 月 6 日，原环境部出具了关于汕头港总体规划（修订）环境影响报告书的审查意见（环审[2011]110 号）。本项目与审查意见相符性分析如下表所示，由表 12.4-1 所示，本项目与规划审查意见相符的。

表 12.4-1 项目与《汕头港总体规划(修订)环境影响报告书》审查意见符合性

审查要求		本项目情况	符合性
四、在《规划》优化调整和实施过程中，应重点做好如下工作	(一)坚持土地节约、集约利用的原则，提高土地利用效率，适度开发，分步实施。	本项目为广澳港区集装箱码头工程，是广澳港区的重要组成部分，本项目为港区码头围填海工程，经过严格论证，平面布局科学优化，体现了节约集约利用海域资源未占用泄洪通道和航道。	符合
	(二)田心港区岸线利用规划不符合《汕头市海洋功能区划》和《汕头市近岸海域环境功能区划》要求，应进一步论证开发的必要性和可行性。	本项目不涉及	符合
	(三)进一步科学论证南澳港区烟墩湾作业区规划的可行性和必要性，重点论证规划对南澎列岛海洋生态自然保护区等的影响。	本项目不涉及	符合
	(四)严格落实港区生态补偿规划方案，强化对中华白海豚、珊瑚等珍稀物种以及沿海红树林生态系统等的保护	本项目已制定生态补偿方案，项目实施对中华白海豚影响较小，不涉及对珊瑚、红树林等影响	符合
	(五)高度重视液体化工码头和仓储罐区的环境风险防范，加强溢油应急基地建设及应急响应体系规划，切实落实《汕头市水上溢油应急预案》。	本项目为陆域形成工程，施工期将加强船舶溢油风险防范措施和制定风险应急预案。	符合
	(六)在《规划》实施过程中，每隔五年左右进行一次环境影响跟踪评价，在《规划》修编时应重新编制环境影响报告书	本项目根据工程特点和主要环境影响问题，结合区域环境现状、敏感目标的具体情况，制定合理的生态环境监测计划。	符合
五、对《规划》包含的近期建设项目环评的意见	《规划》中所包含的近期建设项目,在开展环境影响评价时，应重点论证项目实施可能产生的水环境、水生生态等的环境影响;对于涉及自然保护区、重要珍稀物种和重要湿地等环境敏感区域的项目，应对其影响方式、范围和程度进行深入评价，并严格落实各项环境保护和生态补偿措施。	本项目重点论述了项目实施对项目区域幼鱼幼虾保护区等敏感区影响，并提出了开展增殖放流、港池疏浚等避开产卵繁殖期等生态补偿措施。	符合

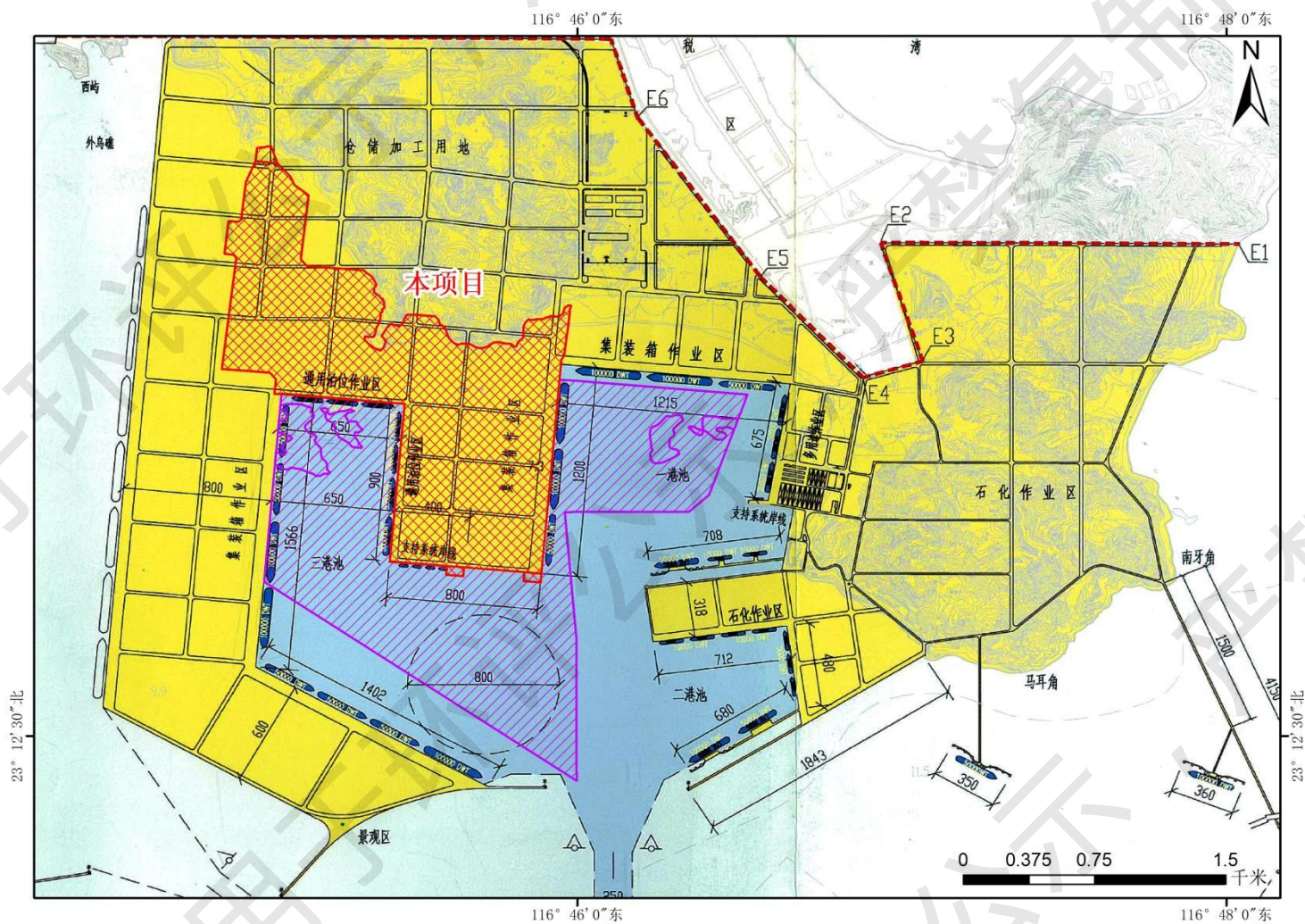


图 12.4-1 广澳港区东作业区规划布置图

12.5. 与相关规划的符合性分析

12.5.1. 与《全国海洋主体功能区规划》的符合性分析

《全国海洋主体功能区规划》于 2015 年由国务院印发。根据《全国海洋主体功能区规划》，珠江口及其两翼海域为优化开发区，该海域包括广东省汕头市、潮州市、揭阳市、汕尾市、广州市、深圳市、珠海市、惠州市、东莞市、中山市、江门市、阳江市、茂名市、湛江市（涠尾角以东）毗邻海域。构建布局合理、优势互补、协调发展的珠三角现代化港口群。发展高端旅游产业，加强粤港澳邮轮航线合作。加快发展深水网箱养殖，加强渔业资源养护及生态环境修复。严格控制入海污染物排放，实施区域污染联防机制。加强海洋生物多样性保护，完善伏季休渔和禁渔期、禁渔区制度。健全海洋环境污染事故应急响应机制。

本项目为港区陆域形成工程，是汕头港广澳港区的重要组成部分，陆域形成后有助于提升汕头港集装箱和散杂货运输能力，也有助于珠江口及其两翼现代化港口群的构建。本项目建设符合《全国海洋主体功能区规划》的相关要求。

12.5.2. 与《全国沿海港口布局规划》的符合性分析

根据《全国沿海港口布局规划》，珠江三角洲地区港口群由粤东和珠江三角洲地区港口组成，该地区港口群依托香港经济、贸易、金融、信息和国际航运中心的优势，在巩固香港国际航运中心地位的同时，以广州、深圳、珠海、汕头港为主，相应发展汕尾、惠州、虎门、茂名、阳江等港口，服务于华南、西南部分地区，加强广东省和内陆地区与港澳地区的交流。该地区煤炭接卸及转运系统由广州等港口的公用码头和电力企业自用码头共同组成；集装箱运输系统以深圳、广州港为干线港，汕头、惠州、虎门、珠海、中山、阳江、茂名等为支线或喂给港组成；进口石油、天然气接卸中转储运系统由广州、深圳、珠海、惠州、茂名、虎门港等港口组成；进口铁矿石中转运输系统以广州、珠海港为主；以广州、深圳港等其他港口组成的粮食中转储运系统；以广州港为主布局商品汽车运输系统；以深圳、广州、珠海等港口为主布局国内、外旅客中转及邮轮运输设施。

本项目为港区陆域形成工程，是汕头港广澳港区的重要组成部分，陆域形成后有助于提升汕头港集装箱和散杂货运输能力，进一步发挥粤东港口的重要作用，项目建设符合《全国沿海港口布局规划》的相关要求。

12.5.3. 与《广东省海洋主体功能区规划》的符合性分析

《广东省海洋主体功能区规划》（2017年）是我省海洋空间开发的基础性和约束性规划，是全省海洋主体功能区总体布局的基本依据。根据《广东省海洋主体功能区规划》，我省海洋主体功能区包括优化开发、重点开发、限制开发和禁止开发四类主体功能区域。

本项目位于《广东省海洋主体功能区规划》规划的优化开发区域内（如图12.5-1所示）。粤东西两翼构建以湛江湾和汕头港为中心的海洋优化开发区，加强珠三角海洋优化发展区域的联系，推进湛江湾与北部湾经济区的对接，促进汕头港与海峡西岸经济区的协作。以广州港、深圳港为龙头，优化全省港口资源配置，加快区域内港口整合，打造布局合理、分工明确、功能完善、运作高效的世界级港口群。依托主要港口和临港工业基地，围绕建设现代化的临港物流产业体系，建设港口物流园区。培育和发展港口物流、服务外包、中介服务、信息服务和金融保险等服务业，更具影响力的国际物流中心。加强沿海港口进港航道、防波堤、公共锚地等公共基础设施建设，完善海上助航安全配套设施，建设安全、便捷的海上运输通道。

本工程为港区陆域形成工程，是汕头港广澳港区的重要组成部分，陆域形成后有助于提升汕头港集装箱和散杂货运输能力，加快广澳港区的建设进程，因此，本项目的建设符合《广东省海洋主体功能区划》。

广东省海洋主体功能区分区成果图

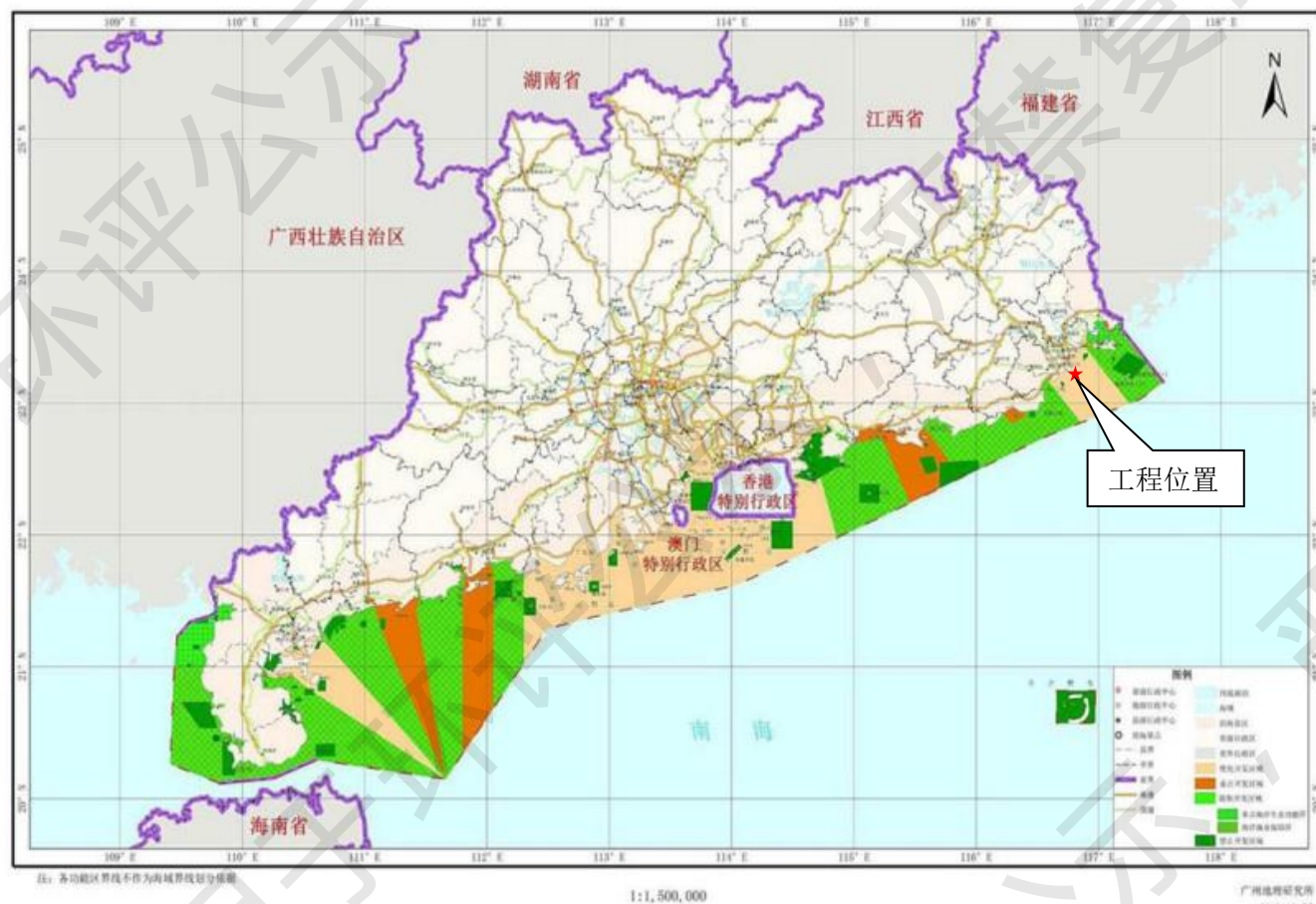


图 12.5-1 广东省海洋主体功能区分区成果图

12.5.4. 与《广东省沿海经济带综合发展规划》的符合性分析

根据《广东省沿海经济带综合发展规划(2017-2030 年)》，广东省要加快推进珠三角港口群一体化发展，推动粤东、粤西地区港口资源优化，构建对接港澳、联通西江、服务泛珠三角地区的世界级港口群。加强专用码头资源整合，优先发展公用码头。重点推进广州港南沙港区、深圳港盐田港区、珠海港高栏港区、汕头港广澳港区、湛江港湛江湾港区等沿海主要港口重点港区大型化、专业化泊位建设，推进我省沿海港口集约化、现代化发展。

汕头广澳港区所在濠江区属优化开发区域，在保证生态安全的前提下，可适度安排围填海指标满足高端产业发展要求，加快转变海洋经济发展模式，整合优化传统海洋产业、港口资源，着力发展海洋战略性新兴产业、高端旅游产业。根据海洋主体功能区分类推进围填海开发利用将国家海洋局已批复的汕头广澳港作为适度围填海地区。汕头广澳港沿岸主要用于港口、临港产业和能源基地等建设用海岸线。

本项目的建设有利于推进汕头港广澳港区大型化、专业化泊位建设，有利于构建现代化沿海港口服务体系。因此，本项目的岸线利用、适度围填海开发利用符合《广东省沿海经济带综合发展规划(2017-2030 年)》的相关要求。

12.5.5. 与《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》的符合性分析

《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》中指出，基于广东省海岸带自然资源禀赋和承载能力、产业基础和发展潜力，以海岸线为轴，构建“一线管控、两域对接，三生协调、生态优先，多规融合、湾区发展”的海岸带保护与利用总体格局，逐步实现陆海统筹。统筹推进海域、海岸线和港口腹地陆域资源综合利用，推动港口优化功能布局和资源配臵，形成以珠三角港口群为主体、以粤东和粤西港口群为两翼，主次分明、分工合理的集群化港口发展格局，打造“21 世纪海上丝绸之路”国家门户。

根据自然地理特征以及海洋开发、功能定位的差异，将广东省沿海划分为柘林湾区、汕头湾区、神泉湾区、红海湾区、粤港澳大湾区、海陵湾区、水东湾区、湛江湾区等八个湾区。汕头湾区的战略定位为建设粤闽台海洋产业合作的桥头堡，粤东海洋经济重点发展区的核心、创新型经济特区、华侨经济文化合作试验区；打造广东重要的国际港物流中心和海洋产业基地、粤东港口群核心区；沿海

绿色防护带重要组成部分，“五纵”生态廊道的核心区。汕头湾区要完善汕头港发展布局，加强港口资源整合，增强对国际航运资源的配置能力，建成沟通海内外、连接珠三角和海西经济区的枢纽港。加快推进广澳港区、海门港区及云澳、海门渔港区建设，积极规划建设一批高标准、大吨位、专业化泊位和配套设施，开辟和发展国际航运航线，推动海上物流大通道建设。加快广澳港区泊位、疏港大道、疏港铁路及码头配套工程建设，提升港口集疏运能力，进一步畅通汕头港与粤北、江西的连接通道。

本项目为港区陆域形成工程，是汕头港广澳港区的重要组成部分，陆域形成后有助于提升汕头港集装箱和散杂货运输能力，其建设可以加快广澳港区泊位的建设进度，提升港口货物吞吐量，符合《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》的要求。

12.5.6. 与《广东省海岛保护规划（2011—2020 年）》的符合性分析

原广东省海洋与渔业局于 2011 年 12 月 31 日印发了《广东省海岛保护规划（2011-2020 年）》。该规划要求全面落实科学发展观，深入贯彻实施《中华人民共和国海岛保护法》，解放思想、改革创新、先行先试，全面统筹海岛保护与利用，科学保护和改善海岛及其周边海域生态系统，强化海岛分类分区管理，实施海岛保护重点工程，保障国家海洋权益和生态安全，促进海岛地区经济社会可持续发展。

粤东区共有海岛 518 个，分布范围宽阔，东起大堤湾，西至红海湾，包括东沙群岛，是潮州市、汕头市、揭阳市、汕尾市海洋经济发展的前沿阵地，对粤东海洋经济区融入海西经济区、珠江三角洲经济区具有重要的区位优势。按照海岛分布特征将粤东区划分为南澳岛区、柘林湾区、汕头沿岸区、惠来沿岸区、甲子湾—碣石湾沿岸区、红海湾区、东山群岛区 7 个区。粤东区以保护领海基点所在海岛、珍稀物种、海岛生态为主，发展海洋渔业、交通运输、临港工业、旅游娱乐。

本项目周边海岛位于汕头沿岸区，该区域规划范围是莱芜半岛至海门湾沿岸海域的海岛，共有海岛 47 个，其中，有居民海岛 2 个，无居民海岛 45 个。该区域具有丰富的港湾资源、土地资源、旅游资源。汕头沿岸区海岛保护的主要方向是生态保护，适度发展港口航运与临港工业、生态旅游。规划重点保护海岛周边红树林湿地、候鸟及其栖息地，维护海岛湿地海湾生态平衡，保护海岛山地森林

和沿海防护林，适度建设海湾城市景观，发展海岛生态旅游。

充分发挥达濠岛岸线、土地、区位优势，推进建设达濠岛滨海宜居新城；以能源和原材料运输为主，建设汕头港广澳港区，大力发展综合物流，打造达濠岛港口与临港工业集聚区，组团式布局港口与临港工业。以达濠岛为中心，联结妈屿岛、德洲岛等海岛，建设以海滨浴场、湿地公园、休闲度假区、历史文化景区等为节点的海岛精品旅游路线。

本项目填海及周边海域分布有 6 个无居民海岛，分别为：河渡一岛，41.4m²（北纬 23°14.4′、东经 116°44.9′）；河渡二岛，319.7m²（北纬 23°14.3′、东经 116°45.0′）；河渡三岛，325.6m²（北纬 23°14.3′、东经 116°45.0′）；磊石岛，116m²（北纬 23°14.2′、东经 116°45′）；进士头 39.6m²（北纬 23°13.7′、东经 116°45.4′）；濠江鸟礁，347.7m²（北纬 23°13.6′、东经 116°45.7′）。本项目用海导致该区域 2 个无居民海岛灭失。

汕头沿岸区海岛保护的主要方向是生态保护，适度发展港口航运与临港工业、生态旅游。本项目属于交通运输用海中的港口用海，因此，在尽量保护海岛周边生态的前提下，本项目用海符合《广东省海岛保护规划（2011-2020 年）》中关于建设汕头港广澳港区，大力发展综合物流，组团式布局港口与临港工业的海岛分区保护布局。

12.5.7. 与《海岸线占补实施办法（试行）》（粤自然资规字〔2021〕）的符合性分析

根据《海岸线占补实施办法(试行)》，海岸线占补是指项目建设占用海岸线导致岸线原有形态或生态功能发生变化，要进行岸线整治修复，形成生态恢复岸线，实现岸线占用与修复补偿相平衡。2017 年 10 月 15 日粤府办〔2017〕62 号文印发后，在我省海域内申请用海涉及占用海岸线的项目，必须落实海岸线占补。具体占补要求为：大陆自然岸线保有率低于或等于国家下达我省管控目标的地级以上市，建设占用海岸线的，按照占用大陆自然岸线 1:1.5、占用大陆人工岸线 1:0.8 的比例整治修复大陆海岸线；大陆自然岸线保有率高于国家下达我省管控目标的地级以上市，按照占用大陆自然岸线 1:1 的比例整治修复海岸线，占用大陆人工岸线按照经依法批准的生态修复方案、生态保护修复措施及实施计划开展实施海岸线生态修复工程；建设占用海岛岸线的，按照 1:1 的比例整治修复海

岸线，并优先修复海岛岸线。

本项目共占用达濠岛(有居民海岛)岸线长 2149m，其中广澳站通道大桥占用达濠岛砂质自然岸线 79m；码头、堆场占用达濠岛岸线 2070m(其中砂质自然岸线 289m，基岩岸线 1358m，人工岸线 423m)。本项目还将占用无居民海岛自然岸线长度为 140m(其中濠江鸟礁 93m，进士头 47m)。根据《海岸线占补实施办法(试行)》建设占用海岛岸线的，按照 1:1 的比例整治修复海岸线，并优先修复海岛岸线。

本项目需要针对占用海岛自然岸线的情况，落实岸线占补平衡的相关工作后。在岸线占补平衡相关工作落实后，本项目用海是符合《海岸线占补实施办法(试行)》中的相关规定的。

12.5.8. 与《海岸线保护与利用管理办法》的符合性分析

根据《海岸线保护与利用管理办法》第十一条人工化程度较高、海岸防护与开发利用条件较好的海岸线应划为优化利用岸线，主要包括工业与城镇、港口航运设施等所在岸线。优化利用岸线应集中布局确需占用海岸线的建设项目，严格控制占用岸线长度，提高投资强度和利用效率，优化海岸线开发利用格局。根据项目平面布置和相关规划中的项目路线，本项目利用岸线是必要的。

综上所述，本项目利用岸线符合《海岸线保护与利用管理办法》。

12.5.9. 与《汕头市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》的符合性分析

根据《汕头市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》，根据养殖水域滩涂规划基本功能区类型和划分原则，汕头市 465302 公顷水域滩涂中，规划禁止养殖区面积 233218 公顷，占全市水域总面积 50.12%，划定限制养殖区 199834 公顷，占全市水域总面积 42.95%，划定养殖区 32251 公顷，占全市水域总面积 6.93%。

按照养殖水域滩涂基本功能区的类型和定义，根据汕头市水域开发利用现状，并结合广东省现行的海洋功能区划、海洋生态红线，市自然资源、生态环境、城建、旅游、港口等部门的相关规划，制定以下划分原则：

（一）禁止养殖区

1. 饮用水源保护区（含集中式饮用水源地、应急饮用水源地和备用饮用水源地）、自然保护区和国家级水产种质资源保护区一律划为禁止养殖区；

2.禁止类生态红线（包括海洋、陆地生态红线）范围内的水域，规划为禁止养殖区；

3.河流出海口、河道行洪区及具有通航功能的河道水域划为禁止养殖区；

4.现状港口、航道及航道保护范围、锚地、特殊、旅游用海、工业与城镇用海区以及排污混合区海域，划为禁止养殖区。

（二）限制养殖区

1.限制类生态红线（包括海洋、陆地生态红线）范围内的水域，规划为限制养殖区；

2.陆地水域中，在国土、城市规划中属于允许建设区、有条件建设区或其他重大项目涉及的水域，划为限制养殖区；

3.国土规划为基本农田保护区的水域，划为限制养殖区；

4.风景名胜区、森林公园、湿地公园、地质公园内水体划定为限养区；

5.部分规划为港口、旅游用海的海域，在其主导功能开发之前，适当保留部分现状养殖或季节性养殖区，在功能区上优先划为限制养殖区；

6.对于离岸较远的外海，在当前技术条件下还难以实现外海养殖，因此优先划为限制养殖区。

（三）养殖区

除禁止养殖区和限制养殖区外，剩下的现状养殖水域和规划期内将要开发的水域，划为养殖区。

本项位于《汕头市养殖水域滩涂规划（2018-2030年）》禁止养殖区，属于其中港口海域，符合《汕头市养殖水域滩涂规划（2018-2030年）》划分原则。

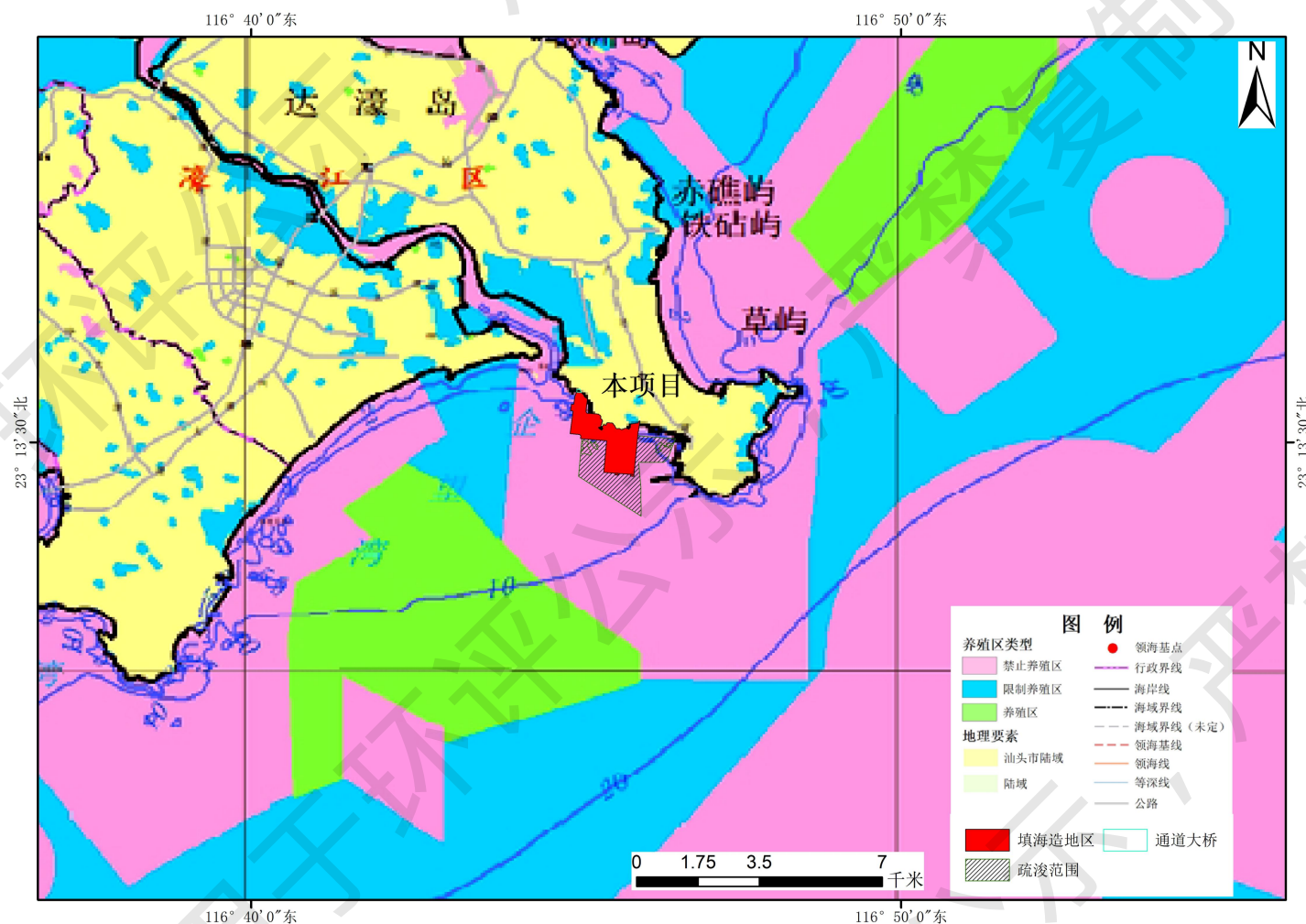


图 12.5-2 项目与《汕头市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》规划图相对位置

12.6. 建设项目的政策符合性

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（2023 年修改），汕头港广澳港区三期工程陆域形成工程建成后将用于港口码头建设，属于“鼓励类”中“二十五、水运”的“2. 港口枢纽建设：码头泊位建设.....”项目。本工程为汕头港广澳港区三期工程必要的陆域形成工程，因此，工程符合产业政策。

12.7. 工程选址与布置的合理性

根据《汕头港广澳港区三期工程海域使用论证报告书（报批稿）》（中国科学院南海海洋研究所），项目选址符合区域规划，与社会条件、自然条件条件相符合，通过协调和补偿的方式能够与周边用海相适宜并尽可能减小生态影响，因此项目的选址是合理的。

本工程陆域及水域平面布置满足《海港总体设计规范》（JTS165-2013）、《港口与航道水文规范》（JTS145-2015）、《防波堤与护岸设计规范》（JTS154-2018）、《水运工程地基设计规范》（JTS147-2017）、《码头结构设计规范》（JTS167-2018）等相关规范要求。

北侧大部分可以开山形成的陆域已经由市里规划为“汕头市国际风电创新港”的堆场用地，目前集装箱和通用泊位的布置充分利用剩余的可以利用的陆域作为本项目的堆场和相关功能区，其余不足的部分方考虑采用围填海的方式，充分体现了集约节约用海的原则。

广澳港区东西防波堤之间存在 6 个无居民海岛，平面布置需充分考虑与无居民海岛的关系。本工程采用多区块组团式的布置形式，港区陆域由填海和开山形成。为保证港区场地使用的规整性、安全性和便利性，考虑整体开发利用濠江鸟礁和进士头，避让出北侧的 4 个无居民海岛。本项目平面布置尽可能集约节约用海，尽可能减少填海面积，尽可能减少对地形地貌的影响。

本项目共占用达濠岛(有居民海岛)岸线长 2149m，其中广澳站通道大桥占用达濠岛砂质自然岸线 79m；码头、堆场占用达濠岛岸线 2070m(其中砂质自然岸线 289m，基岩岸线 1358m，人工岸线 423m)。本项目还将占用无居民海岛自然岸线长度为 140m(其中濠江鸟礁 93m，进士头 47m)。根据《海岸线占补实施办法(试行)》建设占用海岛岸线的，按照 1:1 的比例整治修复海岸线，并优先修复海岛岸线。因此，针对占用海岛自然岸线的情况，建议建设单位落实并开展岸线

占补平衡的工作。在落实好岸线占补平衡的工作前提下，本项目占用岸线是合理。

因此，工程平面布置从是否能够体现集约、节约用海原则、是否有利于生态和环境保护、是否能够最大程度减少对水文动力环境、冲淤环境的影响、是否与周边其他用海活动相适应等角度分析，本项目平面布置合理。

12.8. 环境影响可接受性分析

本项目通过优化填海区的布置，开发利用濠江鸟礁和进士头，避让出北侧的4个无居民海岛，充分利用后方开山形成陆域，尽可能减少对海域海岛的占用，最大程度减轻工程实施对海洋生态环境的不利影响。船舶污水交由有资质单位手收集处理；陆域污水由污水收集处理设施进行收集处理后回用。污水均接收处理，不在海域排放，不对海域水质产生不良影响。本项目采取增殖放流的方式对海洋生物资源损害进行补偿，有效恢复海洋生物资源密度和生物多样性。综合分析，本工程建设对环境的影响是可以接受的。

13.环境管理与监测计划

13.1. 环境保护管理

为了做好工程的环境保护工作，减轻本项目产生的污染物对环境的影响程度，建设单位及本项目建设施工单位应高度重视环境保护工作，应配置专职人员进行环境保护管理工作。

1、项目建设单位应在选择施工单位前，将主要环境保护措施列入招标文件中，将需落实的环境保护措施列入与施工单位签署的合同中，并且配合环境保护主管部门对项目施工实施监督、管理和指导。

2、施工单位应设立专人负责环境保护管理工作，保证施工期环保设施的正常运行，各项环境保护措施的落实。

3、建设单位及施工单位应建立完善的环境管理体系，健全内部环境管理制度，加强日常环境管理工作，对整个施工过程实施全程环境管理，杜绝施工过程中环境污染事故的发生，保护环境。

4、建设单位和施工单位应接受当地环境保护管理部门的检查监督，定期与不定期地上报各项管理工作的执行情况。协助主管部门根据有关法规贯彻执行区域内建设项目环境影响评价及“三同时”制度。

13.2. 环境监测计划

根据本项目工程特点和主要环境影响问题，结合区域环境现状、敏感目标的具体情况，制定本项目的生态环境监测计划。为了分析、验证和复核本工程对环境影响评价的结果，及时反映工程实际影响，需对工程建设进行跟踪监测，以便及时提出合理化建议和对策、措施，达到保护工程周围环境质量、生态环境、生物多样性和渔业资源的目的。环境监测应委托具备 CMA 计量认证资质的单位进行，技术要求按照有关环境监测规范的规定执行，并由建设单位提供经费保障。具体监测计划如下：

一、水质

1、工程附近海域水质监测

监测站位：布设 9 个水质监测站位；

监测项目：pH、水温、盐度、化学需氧量、硝酸盐、亚硝酸盐、铵盐、活性磷酸盐、溶解氧、悬浮物、石油类、硫化物、挥发性酚、铜、铅、锌、镉、铬、

汞、砷。

监测频率：

施工前监测一次；施工期间，每年春、秋各监测一次；施工完工后一个月进行最后一次采样。

2、施工期悬浮物水质监测

监测站位：施工期悬浮物按照施工顺序，共布设 4 个水质监测站位；

监测项目：悬浮物。

监测频率：在施工前监测一次；填海施工期间，每季度监测一次；施工完工后一个月进行最后一次采样。

二、沉积物

监测站位：布设 5 个监测站位；

监测项目：有机碳、铜、砷、铅、镉、铬、汞、锌、石油类、硫化物；

监测频率：同海域水质监测。

三、海洋生态

监测站位：布设 6 个监测站位；

监测项目：叶绿素 a、浮游动物、浮游植物和底栖生物；

监测频率：根据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》，生物项目可以根据水质项目适当减少监测频率。本环境监测计划与海域水质监测频率一致。

四、渔业资源

监测站位：布设 6 个监测站位；

监测项目：鱼卵、仔稚鱼、游泳动物；

监测频率：同海域水质监测。

五、生物体质量

监测站位：布设 6 个监测站位；

监测项目：铜、砷、铅、镉、铬、汞、锌、石油烃；

监测频率：同海域水质监测。

六、水文泥沙

项目建设期间对工程周边的流速流向等进行监测。

监测频率：在施工前监测一次；填海施工期间，每月监测一次；填海施工完工后一个月进行最后一次采样。

监测项目：流速、流向、潮位、悬沙。

七、冲淤

监测项目建成后对周边无居民岛礁区域的冲淤影响。

监测频率：建设中期监测 1 次，风暴潮等恶劣气象条件后进行必要加测。陆域形成后初期共 3 年，每年监测 1 次。

监测项目：冲淤。

八、水深地形

监测项目建成后对周边无居民岛礁区域的水深地形变化。

监测频率：测量比例尺 1:5000，建设中期监测 1 次。陆域形成后初期共 3 年，每年监测 1 次。

监测项目：水深地形。

九、应急监测计划

一旦发生溢油事故，且影响较为严重，应及时进行应急监测工作：

监测站位：受溢油影响的海域，站点的设置方式可采用断面式。

1、监测项目

a、海域水质：测定各站点水表层中的油含量、重金属等；

b、生态环境：生物体内残毒分析、底栖生物、浮游动物。

2、监测频率

a、瞬时排放型每两周监测一次，连续监测五次。

b、连续排放型，在油污排放阶段，每一周采样分析一次；油污排放终止后，每月监测一次，连续监测三次。

十、工程附近大气颗粒物监测

监测站位：共布设 2 个监测站位；

监测项目：颗粒物；

监测频率：施工完工后一个月进行一次采样。连续监测一个月，采样完毕后，将降尘缸取回实验室，经蒸发、干燥、称重后计算沉降量。

十一、生态整治修复跟踪监测计划

表 13.2-1 生态整治修复跟踪监测计划

序号	修复类型	监测内容	主要监测项目	监测频次
1	海堤绿植化	海堤植被生长情况	马鞍藤密度、高度、面积	工程完成后 3 年每年 1 次监测
2	连岛沙坝清淤	岛屿岸线淤积情况	清淤区域水流、水质、淤积情况	工程完成后 3 年每年 1 次监测

十二、环境监测计划见表 13.2-2。

表 13.2-2 环境监测计划一览表

监测内容		监测 站位（断面）	监测地点	监测时间、频率	监测项目	资金预算
施工期与陆域形成后监测	水文泥沙	6 个	填海区附近海域	施工期每季度监测一次，陆域形成后初期共 3 年，每年监测 1 次。	流速、流向、潮位、悬沙	30 万元/次，共计 600 万元。
	冲淤	5 个	填海区附近无居民海岛	建设中期监测 1 次，风暴潮等恶劣气象条件后进行必要加测。陆域形成后监测 1 次。	冲淤深度	10 万元/次，预留一次恶劣气象条件的加测，共计 40 万元。
	地形	水深地形测量面积	填海区附近无居民岛礁的水深地形变化	测量比例尺 1:5000，建设中期监测 1 次。陆域形成后监测 1 次。	水深地形	10.0 万元/次，共计 20 万元。
	施工期悬浮物海域水质监测	4	施工期悬浮物共布设 4 个水质监测站位；	在施工开始前采样监测一次；填海施工期间，每个季度采样监测一次；填海施工完工后一个月进行施工期监测最后一次采样。	抛石、吹填、溢流悬浮物	1 万元/次，共计 20 万元。
	海水水质	9 个	填海区附近海域	施工前监测一次；施工期间，每年春、秋各监测一次；施工完工后一个月进行最后一次采样。	pH、水温、盐度、化学需氧量、硝酸盐、亚硝酸盐、铵盐、活性磷酸盐、溶解氧、悬浮物、石油类、硫化物、挥发性酚、铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷。	平均 3 万元/站，共计 300 万元。
	沉积物	5			有机碳、铜、砷、铅、镉、铬、汞、锌、石油类、硫化物	
	海洋生态与渔业资源	6			叶绿素 a、浮游动物、浮游植物、底栖生物鱼卵、仔稚鱼	
	生物体质量	6			铜、砷、铅、镉、铬、汞、锌、石油类	
	大气监测	2	共布设 2 个监测站位	施工完工后一个月进行一次采样。连续监测一个月，采样完毕后，将降尘缸取回实验室，经蒸发、干燥、称重后计算沉降量。	颗粒物	3 万元/次，共计 4 万元。
	生态整治修复监测	-	后江湾海岸、濠江东屿、西屿之间	工程完成后三年每年一次	海堤植被生长情况：马鞍藤密度、高度和面积；清淤区域水流、水质和淤积情况	
资金预算合计						984 万元

14. 环境影响评价结论及建议

14.1. 工程分析结论

一、项目概况

本项目为汕头港广澳港区三期工程陆域形成工程，主要包括填海工程，填海造地面积 189.7154 公顷，形成陆域标高 5.5m（当地理论基准面，下同）；通道大桥工程：长度 96m，用海面积 0.8353 公顷。

陆域形成后将建设包括 1 个 7 万吨级和 2 个 10 万吨级集装箱泊位、2 个 5 万吨级和 5 个 2 万吨级通用泊位及相应配套设施。

二、环境影响因素分析

本工程为陆域形成工程，对海洋环境的影响因素主要有以下几方面：

（1）水质环境污染因素分析

①护岸施工过程中产生悬浮物、填海工程溢流、港池疏浚及炸礁产生悬浮物，主要污染物为 SS。

②施工船舶废水包括船员生活废水和施工船舶含油污水，主要污染物为 COD、NH₃-N 和石油类。

（2）固体废物污染因素分析

施工期产生的固体废物主要为施工船舶垃圾。

（3）非污染环境影响

主要的非污染环境影响包括项目占海、港池疏浚、炸礁、基槽挖泥等对海洋生态资源的影响以及项目建设引起的水动力及冲淤条件变化。

14.2. 环境质量现状分析与评价结论

一、水文动力环境现状

本工程开展春秋 2 季评价海域水文动力现状调查，其中春季为调查时间为 2024 年 3-4 月，设 6 个潮流观测站位和 2 个潮位站；秋季调查时间为 2020 年 8-9 月，设 6 个潮流观测站位和 2 个潮位站。调查项目包括潮位、潮流（流速、流向）、悬沙等。

调查结果表明，施测海域的潮汐属于不正规半日潮性质。2020 年 8-9 月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。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。2024 年 3-4 月施测海域实测涨、落潮平均流速分别为 0.36m/s 和 0.17m/s 。垂向上流速基本呈从表层到底层逐渐减小的分布趋势。施测海域实测涨、落潮平均含沙量分别为 0.012kg/m^3 和 0.009kg/m^3 。大潮期间的含沙量大于小潮含沙量。含沙量基本呈现近岸略高于远岸的分布特征，垂线上含沙量呈从表层到底层逐渐增大的分布趋势。

二、地形地貌与冲淤环境现状

汕头广澳港区位于汕头市南部企望湾东侧的广澳湾内，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 15.5km ，纵深 5.6km ，面积 55.9km^2 。湾顶有达濠江与汕头港相通。广澳湾为企望湾内东部澳角与进士角之间向西南开口的三角形小海湾，湾口宽 2.4km ，纵深 1.0km ，面积 1.65km^2 。企望湾和广澳湾都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。

根据中交第四航务工程勘察设计院有限公司 2016 年和 2020 年测量的水深地形图，广澳湾湾内水深 $-5\text{m} \sim -8\text{m}$ ，起步工程及一期工程港池目前已经开挖至 -13.0m ，湾口水深达 -10m 以上。本项目所在水域水深普遍在 $2\text{m} \sim 8\text{m}$ ，3#港池水深在 $6.6\text{m} \sim 8.7\text{m}$ ，1#港池水深在 $9.5\text{m} \sim 17.0\text{m}$ ，航道及连接水域水深在 $8.4\text{m} \sim 17.4\text{m}$ 。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。

基于广澳港区海域 2020 年、2024 年的断面数据，（1）2020~2024 年期间，断面 1 和断面 2 总体呈略有淤积趋势，其中断面 1 的平均淤积厚度约为 0.38m ，年淤积强度约 0.10m/a ，断面 2 平均淤浅 0.24m ，年淤强约 0.06m/a 。（2）断面 3~断面 5 基本处于冲淤平衡状态，除近岸局部区域外，各断面平均水深变化幅度基本保持在 $\pm 0.05\text{m}$ 以内。

三、水环境现状

（1）水质

评价海域海水水质现状评价引用了 2024 年 03 月 25 日~26 日（春季）和 2023 年 9 月 14~15 日（秋季）监测结果，在项目附近海域共布设 25 个水质现状监测站位。各站位执行汕头市近岸海域环境功能区划相应水质标准。

监测结果表明，春季：水质因子无机氮、磷酸盐、石油类、铜和锌在部分站位测值超过相应功能区水质标准要求，样品超标率分别为 60%、30%、7.5%、25% 和 32.5%，超标站位为 1 号、3 号、4 号、6~13 号、16~18 号、20 号、21 号、23~25 号站位。除了以上调查因子出现超标外，调查海域海水 pH、溶解氧、化学需氧量、汞、砷、铅、镉、总铬等均符合相应功能区水质标准要求。

秋季：调查海域水质主要污染物是石油类。石油类中存在 12%（3 个）的测站超出相应水质标准，超标站位分别为 14 号、16 号和 22 号站位。综上所述，调查海域海水 pH、溶解氧、化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐、汞、砷、铜、锌、镉、总铬、硫化物、挥发酚等均符合相应标准。

（2）海洋沉积物

本工程于 2023 年 9 月（秋季）开展了评价海域海洋沉积物现状监测，共布设 13 个站位。各站位按照《海洋沉积物质量》（GB 18668-2002），相应执行第一类至第三类海洋沉积物标准。汕头港广澳港区三期工程 2023 年秋季环境现状调查结果表明，调查海域所有测站沉积物汞、砷、铜、铅、镉、铬、锌、有机碳、石油类和硫化物浓度均符合《海洋沉积物质量》中相应沉积物标准。

四、生态环境现状

评价海域海洋生态现状评价引用了 2024 年 03 月 25 日~26 日（春季）和 2023 年 9 月 14~15 日（秋季）的调查数据，设置生态调查站位 15 个、渔业资源 15 个、潮间带生物调查断面 5 条、生物体质量 15 个。海洋生态现状调查内容包括叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物、鱼卵仔稚鱼和游泳动物等。

（1）海洋生态

调查海域调查春季叶绿素 a 平均值 $0.76\text{mg}/\text{m}^3$ ，秋季叶绿素 a 含量平均值 $1.17\mu\text{g}/\text{L}$ 。春季鉴定出浮游植物 70 种，平均细胞密度 $876.32\times 10^3\text{cells}/\text{m}^3$ ，平均多样性指数 2.114；秋季共鉴定出浮游植物 52 种，平均细胞密度 5893.92×10^4 个/立方米，平均多样性指数 1.80。春季鉴定出浮游动物 34 种，平均生物量为 $103.73\text{mg}/\text{m}^3$ ，平均多样性指数 2.080；秋季鉴定出浮游动物 26 种，平均生物量为 $71.82\text{mg}/\text{m}^3$ ，平均多样性指数 2.56。春季鉴定出底栖生物 33 种，平均生物量 $3.159\text{g}/\text{m}^2$ ，平均多样性指数 1.983；秋季鉴定出底栖生物 42 种，平均生物量 $12.47\text{g}/\text{m}^2$ ，平均多样性指数 2.24。春季鉴定出潮间带生物 24 种，平均生物量

61.646g/m²，平均多样性指数 2.299；秋季鉴定出潮间带生物 29 种，平均生物量 161.12g/m²，平均多样性指数 2.38。

(2) 渔业资源

春季捕获鱼卵 3 科 3 种，资源密度 2.711ind/m³；秋季共采集到鱼卵 2 目 2 科，资源密度 1.63ind/m³。春季捕获仔稚鱼 3 科 3 种，资源密度 0.416ind/m³；秋季捕获仔稚鱼 3 目 3 科，资源密度 2.40ind/m³。春季捕获游泳动物 46 种，资源密度 73.11kg/km²；秋季捕获游泳动物 66 种，资源密度 147.30kg/km²。

(3) 生物体质量

春季：海洋环境现状监测结果表明，调查期间该海域中的鱼类中的石油烃、重金属(总汞、铅、镉、铜和锌)均达到《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》(第二分册)和《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准。本次调查中，调查海域各站位生物质量均在相应的评价标准范围内，没有超标样品。说明调查期间，调查海域生物体质量良好。

秋季：海洋环境现状监测结果表明，调查海域典型贝类生物体内汞、砷、铜、铅、锌、镉、铬均符合《海洋生物质量》相应标准，贝类中存在 14.3%（1 个）的测站生物体内石油烃超出《海洋生物质量》相关标准，其余测站贝类生物体内石油烃符合相应标准；调查海域典型甲壳类、软体类和鱼类生物体内汞、铜、铅、锌、镉和石油烃均符合《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》相应标准，砷、铬均符合《海洋生物质量》相应标准。

五、填海物料

本工程填海吹填料来源于外购开山土方和港池水域疏浚料，填海物料成分理化性质检测结果表明，疏浚料样品中汞、镉、铅、锌、铜、铬、砷、有机碳、硫化物、油类、六六六、滴滴涕、多氯联苯、大肠菌群、 γ 辐射剂量率均满足《围填海工程填充物质成分限值》（GB 30736-2014）三类标准限值要求。

六、环境空气现状

根据《2022 汕头市生态环境状况公报》中环境空气质量数据，SO₂、NO₂、PM₁₀、PM_{2.5}年平均质量浓度和 CO₉₅ 百分位数日平均质浓度、O₃₉₀ 百分位数日最大 8 小时平均质量浓度均可达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单中二级标准要求。因此，项目所在行政区判定为达标区。

七、声环境现状

根据《2022 汕头生态环境状况公报》，汕头市区区域环境噪声等效声级平均值为 56.6 分贝，符合国家《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的 2 类标准值。

14.3. 环境影响预测分析与评价结论

一、水动力环境影响预测

本工程是在现有环抱式港区内建设的，实施后产生的水动力影响范围主要局限在口门以内的港池区域，平均流速增减幅度多在 0.05m/s 以内，对周围海域的水流条件影响较小。

本工程实施后，广澳港区整体 1 天水体交换率约 13%，4 天的水体交换率约为 39%，10 天港区整体水体交换率均约 64%，15 天总交换率达到 71%左右，连续潮作用 1 个月条件下，港区内总交换率在 87%左右。与工程前相比，三期工程实施后港区的水体交换情况略有变差。

广澳三期工程实施后，随着港区进一步围填，港内的纳潮量较现阶段建设降低，而纳潮量的大小直接影响到海湾的水体交换能力，纳潮量越小，其水体交换能率越差，因此，三期工程实施后港内的水体交换能力有所降低。

从平面分布来看，水体交换的规律与现阶段建设条件相比并没有明显改变，仅交换率有所降低，但受工程方案的影响，局部区域掩护效果更好，更易形成水体交换“死角”。

二、冲淤环境影响预测结论

本工程方案实施后，受陆域填海以及水深开挖的影响，工程区的水动力泥沙环境产生了些许影响，但由于港内水流状况本身较弱，大部分水域流速均在 0.2m/s 以下，特别是港内北侧流速多保持在 0.05m/s 以内，较工程前流速变幅很小；同时由于防波堤的掩护，进入港内的含沙量也相对较小，因此，本项目工程实施后产生的海床冲淤变化仅局限在围垦陆域附近，且变化幅度多在 0.1m 以内，对口门外海域海床地形未产生明显影响。

三期工程实施后产生的海床冲淤变化仅局限在围垦陆域附近，其中河渡 2 岛、3 岛以及磊石岛附近水域略有淤积，淤积幅度基本保持在 0.05m 以内，大桥附近水域则有所冲刷，冲刷幅度在 0.1m 以内，整体变化不大。

三、施工期水质环境影响分析

(1) 施工悬浮物

本工程在施工阶段引起的悬沙扩散会影响港内养殖区和国控站，特别是护岸工程、港池疏浚和港池炸礁工况，但影响时间是短暂性的，随着施工期结束，悬浮泥沙很快会沉降落淤。统计表明，在该工况条件下，悬浮泥沙浓度增量超过 10mg/L、50mg/L、100mg/L 和 150mg/L 累积包络面积分别为 9.161km²、5.498km²、4.441km² 和 3.892km²。

但由于广澳港区东西防波堤的掩护作用，港区内水动力条件较弱，项目施工产生的悬浮泥沙影响范围有限，对广澳港区以外的海域的影响较小，且工程附近悬浮泥沙浓度短期骤增将随着施工作业结束，逐渐降低直至恢复本底状态。

本工程在施工阶段引起的悬沙扩散会影响港内国控点（GDN04008），特别是护岸工程、港池疏浚和港池炸礁工况，但影响时间是短暂性的，随着施工期结束，悬浮泥沙很快会沉降落淤。

（2）其他污染物

本项目陆域形成工程施工废水主要为施工船舶污水，施工船舶污水将委托有资质单位接收处理，不在本项目附近海域排放，不会对区域水环境造成影响。

四、沉积物环境影响结论

施工悬浮物扩散范围较小，随施工结束影响也随之结束，对沉积物环境影响较小。本项目施工污水均妥善处理，不排放入海。此外，施工中将对生活垃圾统一收集、清运至垃圾处理厂处理，避免直接排入海域。在落实以上措施后，后续工程建设对沉积物环境的影响较小。

五、生态环境影响结论

本项目建设对附近磊石岛、河渡一岛、河渡二岛和河渡三岛自然景观无直接影响，将直接占用濠江鸟礁和进士头，后续将进行相应的生态补偿措施。

本项目距离中华白海豚保护区约 8.3km 以上，本工程施工噪声对保护区的影响很小。根据历史上观察到的中华白海豚活动范围分布图，本工程区不曾出现中华白海豚，而且项目所在水域较浅，在工程区 500m 范围内出现中华白海豚的概率是很低的。本工程施工作业对中华白海豚的影响很小。

本工程建设对海洋生物资源造成的损失主要包括三部分，金额合计为 1666.24 万元。其中，施工期填海占地对底栖生物和潮间带生物的伤害金额为 417.64 万元；施工期疏浚施工对底栖生物的伤害，以及疏浚施工产生悬浮泥沙对

鱼卵和仔稚鱼、游泳生物等的损害金额为 1138.74 万元；施工期水下爆破对鱼类、甲壳类、头足类等的损害金额为 65.40 万元。

14.4. 环境事故影响分析与评价结论

(1) 各工况油膜扩散面积在 $2.27\text{km}^2 \sim 650.23\text{km}^2$ 之间。溢油点在口门内，溢油时刻为落潮，风场为 N 向不利风速时，油膜扩散面积最大（工况 12）。

(2) 对于南护岸西溢油点，受岸线分布和港池防波堤限制，油膜扩散主要集中在港池内，扩散面积较小。但在夏季主导 SW 向风作用下，部分油粒子自溢油点扩散到港池外。由于港池外流速较大，叠加风场影响后，油粒子迅速向东北方向扩散，形成大面积油膜覆盖污染。

(3) 对于口门内溢油点，除工况 9（SW 向风、涨潮）溢油扩散范围局限在港池内，其它工况油膜扩散范围均到达港池外，72h 油膜扫海面积总体较大。这里需要注意，围堤施工和港池疏浚阶段受陆地岸线分布变化影响，港池内流场有所变化。同样在 SW 向风作用下，涨潮阶段口门附近局部回流有所减弱，不利于粒子向口门外扩散。

(4) 不同风况对油膜扩散路径、扫海范围影响较为明显。当风速较大，且风向有利于粒子向港池外扩散时，油膜扩散面积较大；

(5) 溢油时刻对油膜扩散路径和扫海范围影响相对风场作用较小，但当粒子释放时刻的流场分布影响粒子后续在港内扩散或扩散到港池外，将引起油膜扩散差异显著。

(6) 溢油事故发生会对工程海区多个敏感保护区产生影响，尤其是港内养殖区、港内国控点、汕头湿地自然保护区、汕头市深水重要渔业海域等影响较大。

区域现有应急力量主要包括：汕头港清污公司力量、广澳港区一期工程应急力量以及广澳港区二期工程应急力量，总计 1491 吨溢油应急能力，均能在 4h 内到达本项目事故现场。能够满足本工程施工期间溢油应急目标，建议本工程施工期溢油应急物资依托港区现有物资。

综上，本工程填海过程中施工船舶溢油风险可控。

14.5. 清洁生产和总量控制结论

一、清洁生产

工程在各施工环节中采取相应环保措施控制污染物产生与排放，工艺较清

洁，拟建工程具有良好的清洁生产水平。

二、总量控制

由于本次评价对象仅为填海工程，不存在营运期污染物排放内容。因此，本次评价填海工程总量控制值为“0”。

14.6. 环境保护对策、措施和建议结论

一、水环境

(1) 施工期船舶机舱油污水由具有相应资质的单位接收处理，施工船舶生活污水由港区陆域接收处理，不在本工程附近海域排放。

(2) 溢流口水门全部采用闸箱式结构，钢水门箱采用专用装配式箱形钢结构，吹填开始后，在箱前放 0.2 米高的闸板，在吹填过程中，根据泥面提升情况，动态调整出泥口位置和各排水水门的叠梁挡板标高，一直比吹填标高高 20~30 厘米，直至吹泥结束，保证各出泥口吹填淤泥土有足够的沉淀滤水时间，尽量减少水门尾水排放对周边水域的影响。

(3) 施工期在施工场地设可移动式环保厕所进行收集施工生活污水，由当地环卫部门进行接收处理。机修油污水经油水分离器分离后排入施工场地设置的沉淀池，经沉淀处理后回用于施工机械、设备冲洗，不外排。

二、水动力及冲淤环境

本次评价提出海岛周边的水文动力及水深地形跟踪监测措施，建设单位应根据后续跟踪监测结果，关注无人岛礁周边淤积状况。若发现淤积情况严重，应辅以必要的疏浚清淤措施，最大限度减少对海域水动力条件及冲淤条件的不利影响。

三、生态环保对策措施

(1) 岸线修复

本项目占用岸线长度总计 2289m，按照 1:1 的比例整治修复海岸线，需要进行整治修复岸线长度为 2289m。整治修复包含两部分内容：后江湾海岸线整治修复，修复岸线长度约 2.734km²) 和濠江东屿、濠江西屿海岸线修复。

(2) 人工鱼礁建设

根据项目用岛造成的濠江鸟礁礁体体积损失量（含整个礁群），建议按照不低于 1:1 的比例投放人工鱼礁，即投放礁体不低于 22168 空方。同时根据现场

实际情况建设必要的礁区警示浮标。

(3) 生态补偿

根据工程建设造成的生态损失量,开展增殖放流等生态补偿措施。建议建设单位委托当地农业农村局认可的第三方专业机构或单位编制生态补偿方案,补偿方案经科学论证后方可实施。

(4) 本项目港区内的养殖区均为广澳村养殖户,养殖品种主要为赤嘴、石斑鱼、黑鲷、红鼓鱼。其中本项目填海占用养殖区,需要协商搬迁。

(5) 合理安排施工进度,注意保护环境敏感目标

降低对鱼类资源的影响,应尽量避免鱼类繁殖期,以降低对各种鱼类繁殖造成影响。

14.7. 区划规划和政策符合性结论

本工程的建设符合《汕头市国土空间总体规划(2020-2035年)》、《汕头市“三线一单”生态环境分区管控方案》(汕府〔2021〕49号)、《广东省海洋主体功能区划》等相关规划的要求,符合国家产业政策。

14.8. 公众参与结论

建设单位按照《环境影响评价公众参与办法》等相关法律法规要求,分别于2023年5月24日、2024年5月30日在汕头市交通运输局政府网站进行了第一次、第二次环境影响评价公示。在第二次公示期间,分别于2024年6月5日和6月6日在汕头日报进行了两次报纸公示,并开展了现场公示。公示期间未收到公众的反馈意见。

14.9. 建设项目环境可行性结论

在严格执行国家各项环境保护法律、法规,全面加强监督管理和认真落实报告书提出的各项环保措施,并在合理安排施工的前提下,从海洋环境保护角度分析,本工程的建设是可行的。