

海口市海上综合执法码头及配套路网项目

环境影响报告书

(征求意见稿)

建设单位：海口江东新区基础建设有限公司

编制单位：浙江省环境科技有限公司

二〇二二年五月

目 录

1 概述	1
1.1 项目背景.....	1
1.2 项目特点.....	2
1.3 环境影响评价工作程序.....	2
1.4 关注主要环境问题.....	3
1.5 评价主要结论.....	4
2 总则	5
2.1 编制依据.....	5
2.2 评价目的及评价原则.....	8
2.3 环境影响因素识别与评价因子筛选.....	10
2.4 区域环境功能区划.....	11
2.5 评价标准.....	20
2.6 评价内容与评价重点.....	26
2.7 评价等级和评价范围.....	27
2.8 环境敏感区与环境保护目标.....	34
3 工程概况	37
3.1 项目建设的必要性.....	37
3.2 建设项目概况.....	39
3.3 总平面布置方案.....	49
3.4 设计主尺度.....	50
3.5 航道.....	57
3.6 水工结构方案.....	59
3.7 陆域建筑物方案.....	61
3.8 配套路网工程方案.....	63
3.9 装卸工艺.....	74
3.10 施工方案、工程量及流程.....	76
4 工程分析	86
4.1 生产工艺与过程分析.....	86

4.2 工程各阶段污染源分析.....	88
4.3 工程各阶段非污染环境的影响分析.....	94
5 区域自然环境和社会环境概况	95
5.1 区域自然环境概况.....	95
5.2 区域社会经济环境概况.....	113
5.3 区域海洋资源和海域开发利用与保护概况.....	114
5.4 南渡江流域概况与开发利用情况.....	116
5.5 环境敏感区与环境保护目标概况.....	119
6 环境质量现状调查与评价	136
6.1 水文动力环境现状调查与评价.....	136
6.2 地形地貌和冲淤环境现状调查与评价.....	154
6.3 水质现状调查与评价.....	170
6.4 沉积物现状调查与评价.....	209
6.5 生态环境质量现状调查与评价.....	218
6.6 大气环境现状评价.....	272
6.7 声环境质量现状调查.....	272
7 环境影响预测与评价	274
7.1 水文动力环境影响预测与评价.....	274
7.2 工程后对南渡江河口纳潮量的影响分析.....	291
7.3 冲淤环境影响预测预评价.....	292
7.4 工程引起的含沙量变化.....	302
7.5 水质环境影响预测与评价.....	305
7.6 沉积物环境影响分析与评价.....	315
7.7 生态环境影响分析与评价.....	315
7.8 南渡江行洪影响分析与评价.....	320
7.9 声环境影响分析与评价.....	323
7.10 固体废物影响分析与评价.....	324
7.11 大气环境影响分析与评价.....	325
7.12 环境敏感目标的影响分析与评价.....	325
8 环境事故风险分析与评价	332

8.1 风险评价工作等级.....	332
8.2 事故风险分析.....	332
8.3 事故溢油扩散预测分析.....	339
8.4 事故防范措施.....	346
8.5 风险事故应急程序.....	350
9 清洁生产与总量控制	360
9.1 清洁生产.....	360
9.2 总量控制.....	363
10 环境保护对策措施	365
10.1 建设项目各阶段的污染环境保护对策措施.....	365
10.2 生态环境保护措施.....	372
10.3 竣工环境保护验收.....	376
11 环境保护的技术经济合理性.....	378
11.1 环境保护设施和对策措施的费用估算.....	378
11.2 环境保护的经济损益分析.....	378
11.3 环境保护的技术经济合理性.....	380
12 项目环境可行性分析	381
12.1 产业政策的符合性.....	381
12.2 海洋功能区划的符合性.....	381
12.3 海洋环境保护规划符合性.....	382
12.4 与上级规划的符合性.....	383
12.5 与“三线一单”的符合性	386
12.6 选址合理性分析.....	391
12.7 平面布置合理性分析.....	391
12.8 工程环境可行性分析.....	392
13 环境管理与监测计划	395
13.1 环境管理.....	395
13.2 环境监理计划.....	396
13.3 环境监测计划.....	397
14 评价结论与建议	402

14.1 项目概况.....	402
14.2 污染物排放情况.....	402
14.3 环境质量现状调查与评价结论.....	404
14.4 环境影响预测综合分析与评价结论.....	411
14.5 环境事故影响综合分析与评价结论.....	418
14.6 清洁生产与总量控制结论.....	418
14.7 环境保护对策措施的合理性、可行性结论.....	418
14.8 项目环境可行性分析结论.....	420
14.9 公众参与结论.....	421
14.10 综合结论.....	422
14.11 环境保护对策与建议.....	422

1 概述

1.1 项目背景

在当前风云变幻的国际形势和国家“海洋强国”战略的背景下，南海维权执法局势复杂，海上维权执法工作面临着新的挑战，任务日益繁重。目前海口市海上维权执法部门主要有海南海警支队、市渔政执法支队、省港航局航道所、市交通执法支队和市边防执法支队等部门，这些海上公务执法部门的专用码头均布设在海口湾海甸溪沿岸水域，执法码头均建于上世纪90年代，普遍存在码头设计标准低、水工结构和设施年久失修和靠泊水域淤浅等情况。

为进一步增强海上维权力量，政府先后投入资金建造了大吨位的维权执法专用船和海上执法专用艇，目前这批新建的海上维权执法专用船舶已陆续投入使用，但现有执法码头的泊位数量、岸线长度、水深条件和保障配置设施等均不能满足新建大吨位执法船舶的需求，因此亟需对现有执法码头进行整合，规划建设一个集训练、补给和休整等多功能于一体的综合保障型海上维权执法码头。

海口湾及海甸溪两岸地区属于海口市滨水区的核心区域，与海口市经济发展及人民生活息息相关。为实现还海、还岸、还景于民，根据海南省委省政府部署，计划实施海口湾两岸畅通工程。根据海口湾畅通工程的规划设计方案，海甸溪南北侧区域内的岸线将重新进行布局规划，沿岸单位的陆域和水域将被征用，相关涉水设施需进行搬迁。

综上所述，需尽快开展海口市公务执法码头工程的建设工作，整合海口市岸线资源，提升公务执法码头功能，以满足海上维权执法的需求。

根据《海口市海上综合执法码头及配套路网项目可行性研究报告》，本项目的工程内容包括码头、港池航道疏浚、港内建筑、道路堆场以及其他水电配套设施等。其中，码头采用高桩墩台结构型式，共布置泊位31个，按1000吨级设计；新建执法中心及配套堆场、消防救援支队基地和海警基地等公益性建筑物及构筑物，建筑总面积2.2万 m^2 ；新建约850m的配套疏港道路工程；疏浚量约为140.87万 m^3 。

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》和《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》（2017年国务院第682号）等环保法律法规的要求，需对海口市海上综合执法码头及配套路网项目开展环境影响评价工作。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》，海上综合执法码头属于“五十二、交通运输业、管道运输业”中的“139 干散货（含煤炭、矿石）、件杂、多用途、通用码头”，为单个泊位

1 万吨级以下的海港，但是涉及环境敏感区，应编制环境影响报告书；新建的执法中心等属“四十四、房地产业”中的“房地产开发、商业综合体、宾馆、酒店、办公用房、标准厂房等”，且涉及环境敏感区，应编制环境影响报告表；道路工程属于“五十二、交通运输业、管道运输业”中的“城市道路（不含维护；不含支路、人行天桥、人行地道）”，为“其他”，应编制环境影响登记表；疏浚属于“五十四、海洋工程”中的“160 其他海洋工程”，项目疏浚量为 140.87 万 m^3 ，工程量大于 10 万 m^3 ，应编制环境影响报告书。综上，本项目应该编制环境影响报告书。

为此，海口江东新区基础建设有限公司委托浙江省环境科技有限公司承担海口市海上综合执法码头及配套路网项目环境影响报告书的编制工作。我公司接受委托后，在研究有关文件、现场踏勘和调查资料的基础上，按照《建设项目环境影响评价技术导则总纲》(HJ 2.1-2016)所规定的原则、方法、内容及要求，完成了本项目环境影响报告书的编制工作。

1.2 项目特点

本项目为综合执法码头工程，属于污染和生态影响复合型项目。项目施工期主要污染源为水域疏浚及码头桩基等施工过程中产生的悬浮泥沙，施工船舶含油废水、施工人员生活污水和生活垃圾，施工机械运行噪声及燃油废气等；运营期主要污染源为船舶机舱的含油污水、废气及噪声，保障码头区域含油雨污水以及港区生活污水和生活垃圾等。项目对生态环境的影响主要发生在施工期，由于本项目涉及南渡江鱼类“三场一通道”，施工期对河床的扰动及悬浮泥沙的产生对区域水质和水生生态产生较大的影响，本项目施工过程中应做好泥沙防扩散措施，采用帷幕施工方案，减小悬浮物输运距离，减少疏浚对周围水环境的污染。同时项目实施后拟对区域进行生态修复，拟采取人工增殖放流等措施，施工期和运营期产生的各项污染物采取相应的处理措施，禁止排入周边水域，项目采取相应的生态补偿恢复措施及环保措施后，项目建设对周围环境的影响在可接受范围内。

1.3 环境影响评价工作程序

本次环境影响评价工作分三个阶段。在第一阶段，根据相关规定我公司组织技术人员对项目场地进行了踏勘，对项目周围的自然环境及环境现状进行初步调查、进行初步工程分析，明确评价重点和环境保护目标，确定工作等级、评价范围，制定工作方案；在第二阶段，对环境现状调查进行监测和评价，对项目进行工程分析，对项目可能产生的各项污染物均进行了详细的分析，对项目排放污染物对周围环境的影响进行预测；第三阶段提出切实可行的环

境保护措施、进行技术经济论证，给出污染物排放清单，给出建设项目环境影响评价结论。具体工作流程如图 1.3-1 所示。

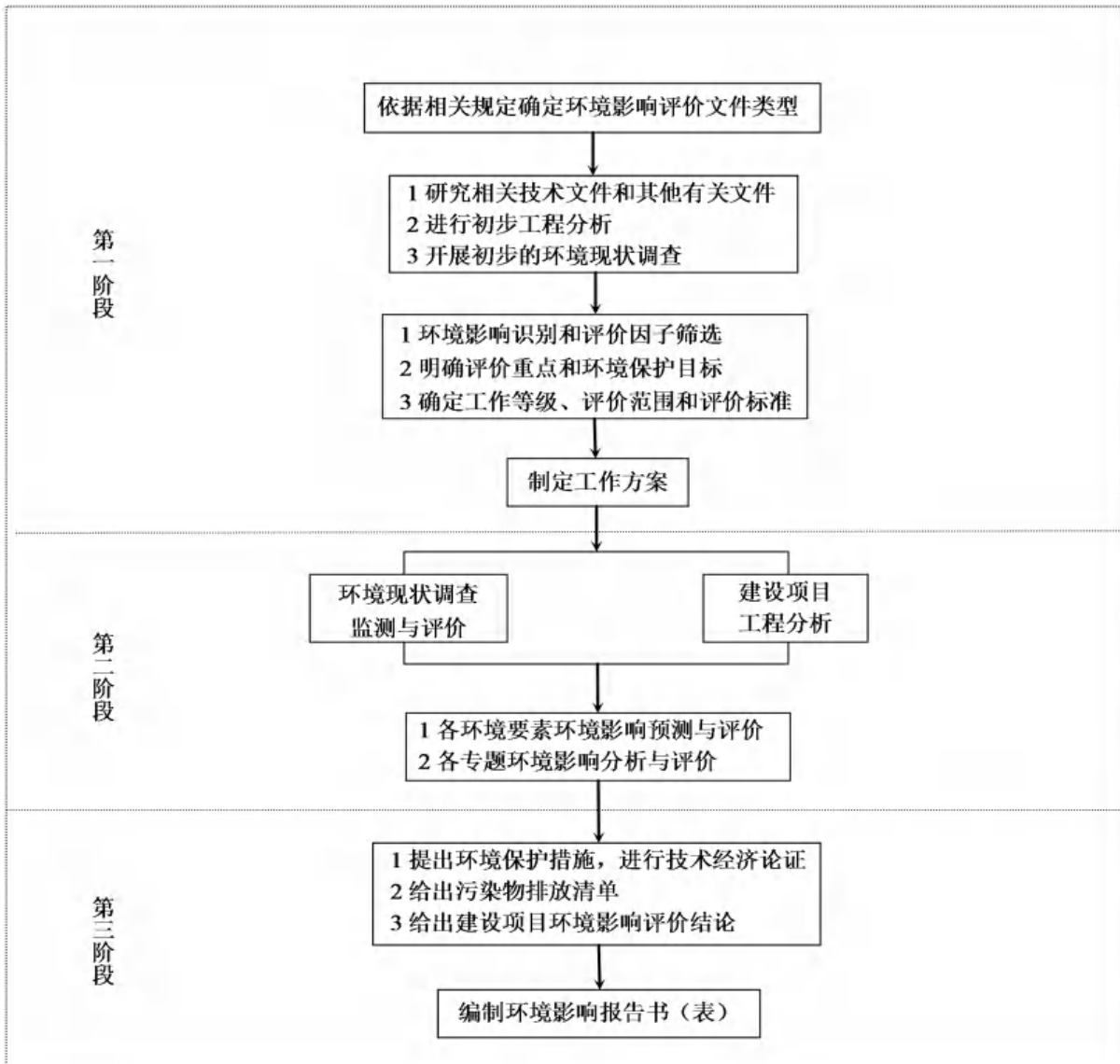


图 1.3-1 环境影响评价技术路线

1.4 关注主要环境问题

本项目为海口市海上综合执法码头及配套路网项目，结合项目建设特点及区域环境特征，环境影响评价过程中主要关注如下几点：

(1) 项目建设阶段对海域水生生态和水环境等的影响，尤其关注桩基施工和疏浚过程中引起悬浮泥沙对海水水质和生态的影响程度、影响范围，以及施工阶段对海域生物资源的损害评估。

(2) 项目生态环境影响重点分析工程建设对工程河段珍稀水生动物及鱼类三场、洄游

通道的影响；

(3) 项目水环境重点评价工程建设产生的水文情势变化，水质环境的影响；

(4) 项目环境污染防治措施重点分析水环境保护、生态保护措施以及船舶污染事故防范措施及应急预案。

1.5 评价主要结论

拟建项目符合国家产业政策及相关规划的要求，不占用生态红线区，与国家、省级海洋主体功能区划和海洋环境功能区划对工程海区的功能定位能够兼容，符合相关海洋环境保护规划要求。工程选址、技术和经济可行。

根据对本项目所在区域环境现状的调查分析及对环境影响的预测分析，所采用的污染防治措施技术经济可行，能保证各种污染物稳定达标排放，污染物的排放符合总量控制的要求，预测表明该项目的实施对周围环境的影响在可接受范围内。在充分落实本报告书提出的各项工程环保措施、风险控制措施及环境监督管理措施，从环保角度分析，拟建项目建设具有环境可行性。

2 总则

2.1 编制依据

2.1.1 国家法律、法规

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》(2014年修正, 2015年1月1日施行);
- (2) 《中华人民共和国海洋环境保护法》(2017年11月4日修订)
- (3) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2018年修正, 2018年12月29日施行);
- (4) 《中华人民共和国水污染防治法》(2017年修正, 2018年1月1日施行);
- (5) 《中华人民共和国大气污染防治法》(2018年10月26日修正);
- (6) 《中华人民共和国噪声污染防治法》(2022年6月5日施行);
- (7) 《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, 2020年9月1日施行);
- (8) 《中华人民共和国清洁生产促进法》(2012年2月29日修订, 2012年7月1日施行);
- (9) 《中华人民共和国水土保持法》(2011年3月1日起施行);
- (10) 《中华人民共和国防洪法》(2016年7月2日第三次修正);
- (11) 《中华人民共和国渔业法》(2013年12月28日修正);
- (12) 《中华人民共和国河道管理条例》(2018年3月19日第四次修正);
- (13) 《建设项目环境保护管理条例》(国务院令第682号, 2017年10月1日施行);
- (14) 《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021年版)》(生态环境部令第16号, 2021年1月1日起实施);
- (15) 《产业结构调整指导目录(2019年本)》(2019年8月27日第2次委务会议审议通过, 2020年1月1日起施行);
- (16) 《环境影响评价公众参与办法》(生态环境部, 2019年1月1日起施行);
- (17) 《建设项目环境影响评价政府信息公开指南(施行)》(环境保护部, 2014年1月1日);
- (18) 《关于加强环境保护重点工作的意见》(国发[2011]35号, 2011.10);
- (19) 《关于切实加强环境影响评价监督管理工作的通知》(环办[2013]104号, 2013.11.15);
- (20) 《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);

- (21)《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);
- (22)《国务院关于印发水污染防治行动计划的通知》(国发[2015]17号);
- (23)《国务院关于印发全国主体功能区划的通知》(国发[2010]46号);
- (24)《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》(2018年3月19日第二次修订);
- (25)《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》(2017年3月1日第二次修订);
- (26)《中华人民共和国海上交通安全法》(2021年4月29日修订,2021年9月1日起施行);
- (27)《防治船舶污染海洋环境管理条例》(国务院第561号,2010年3月1日起施行,2018年3月修正);
- (28)《中华人民共和国船舶及有关作业活动污染海洋环境污染防治管理规定》(交通运输部2017年5月17日经第8次会议通过修订,中华人民共和国交通运输部令2017年第15号);
- (29)《中华人民共和国水上水下活动通航安全管理规定》(交通运输部部令2019年第2号,2019年5月1日起施行);
- (30)《关于印发船舶大气污染物排放控制区实施方案的通知》(交海发(2018)168号)。

2.1.2 地方法律、法规

- (1)《海南省环境保护条例》(2017年第四次修正,2018年1月1日施行);
- (2)《海南经济特区水条例》,(2017年9月27日第三次修正);
- (3)《海南生态省建设规划纲要》(海南省人大常委会,2005年5月27日);
- (4)《海南省人民政府关于印发海南省水污染防治行动计划实施方案的通知》(琼府(2015)111号);
- (5)《海南省人民政府关于划定海南省生态保护红线的通告》,琼府[2016]90号;
- (6)《海南省人民政府办公厅关于印发海南省陆域生态保护红线区开发建设管理目录的通知》(琼府办(2016)239号);
- (7)《2016年海南省(海南本岛)海岸线修测成果》,2018年2月;
- (8)《海南省海洋功能区划(2011-2020年)》,2012年。
- (9)《海南省实施<中华人民共和国海域使用管理法>办法》,2015年1月;

- (10)《海洋生态损害赔偿与生态补偿评估方法》，2013年；
- (11)《海南省近岸海域环境功能区划（2010年修编）》，2012年3月；
- (12)《海南省海洋环境保护规定修正案》（2017年11月30日海南省第五届人民代表大会常务委员会第三十三次会议通过）；
- (13)《海南经济特区海岸带保护与利用管理规定》（海南省第六届人民代表大会常务委员会第十六次会议于2019年12月31日通过，2020年2月1日起施行）；
- (14)《国家生态文明试验区（海南）实施方案》（2019年5月中共中央办公厅、国务院办公厅印发）。

2.1.3 技术标准、导则和规范

- (1)《环境影响评价技术导则总纲》（HJ 2.1-2016）；
- (2)《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485-2014）；
- (3)《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018）；
- (4)《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018）；
- (5)《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）；
- (6)《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2009）；
- (7)《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2011）；
- (8)《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）；
- (9)《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）；
- (10)《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB/T 18918-2002）；
- (11)《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）；
- (12)《海水水质标准》（GB 3097-1997）；
- (13)《海洋沉积物质量》（GB 18668-2002）；
- (14)《海洋生物质量标准》（GB 18421-2001）；
- (15)《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）；
- (16)《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）；
- (17)《海洋监测规范》（GB 17378-2007）；
- (18)《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）；
- (19)《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T 1143-2017）；
- (20)《船舶水污染物排放控制标准》（GB 3552-2018）；

- (21)《国际防止船舶造成污染公约》;
- (22)《国际船舶压载水和沉积物控制和管理公约》;
- (23)《港口码头水上污染事故应急防备能力要求》(JT/T 451-2017);
- (24)《船舶溢油应急能力评估导则》(JT/T 877-2013);
- (25)《溢油应急处置船应急装备物资配备要求》(JT/T 1144-2017);
- (26)《船舶污染海洋环境风险评价技术规范(试行)》(2011年);
- (27)《水运工程建设项目环境影响评价指南》(JTS-T 105-2021);
- (28)《水运工程环境保护设计规范》(JTS 149-2018)。

2.1.4 项目资料

- (1) 建设单位环境影响评价委托书;
- (2)《海口市海上综合执法码头及配套路网项目工程可行性研究报告》,中交水运规划设计院有限公司,2022年3月;
- (3)《海口市海上综合执法码头项目建议书》,中交水运规划设计院有限公司,2021年6月;
- (4)《江东新区海上综合执法码头项目水文调查与潮流泥沙波浪数值模拟专题研究》,海南大学,2021年5月;
- (5)《海口市海上综合执法码头项目南渡江口门整治岸滩演变数值模拟》,海南大学,2021年12月;
- (6)《海口市海上综合执法码头项目地形图》,海南有色工程勘察设计院,2021年3月;
- (7)《海口市海上综合执法码头项目岩土工程可行性研究阶段勘察报告》,海南有色工程勘察设计院,2021年9月;
- (8)《海口江东新区水安全保障总体方案》,水利部水利水电规划设计总院,2019年3月;
- (9) 建设单位提供的其他有关资料。

2.2 评价目的及评价原则

2.2.1 评价目的

环境保护是我国的基本国策,建设项目环境影响评价工作对建设项目可能造成的环境污染可起到积极的预防作用,有利于促进经济、社会和环境的协调发展。环境影响评价工作的基本目的是预防污染,为主管部门决策、工程设计和业主进行环境管理提供基础资料。根据

本项目的具体情况，结合项目周围环境状况，本次环境影响评价工作拟达到以下目的：

(1) 通过对项目区周围环境现状的调查和分析，掌握评价区域环境敏感点分布、环境质量背景等，确定拟建项目主要环境影响要素和环境保护目标；通过对工程项目的全面分析，掌握施工期及营运期的产污环节和污染物排放特征，确定拟建项目的环境影响因子和潜在的工程环境风险特征。

(2) 在工程分析的基础上，分析拟建项目对“清洁生产、循环经济、达标排放、总量控制及节能减排”原则的符合性，并通过对拟建工程环保措施的技术可靠性和经济合理性分析，提出进一步减缓污染的对策建议。

(3) 根据项目所在区域的环境特征和项目污染物排放特征，采用适宜的模式和方法预测工程建成投产后对周围环境影响的程度和范围，说明该项目投产运行后排放的污染物所引起的周围环境质量变化情况，论证本项目建设的环境可行性。

2.2.2 评价原则

环境影响评价制度和环境保护“三同时”制度，是我国现行环境保护法律及其数十个行政法规中专门针对建设项目环境保护所规定的两项基本制度。本次环评工作将认真贯彻执行国家、海南省等有关环境保护的法律法规、规定、标准和规范，紧密结合该行业特点和项目所在地区的环境特征，以科学、求实、严谨的工作作风开展工作，真正起到为项目决策、环境管理、工程建设服务的作用。本次工作主要遵循以下原则：

(1) 贯彻“清洁生产”、“循环经济”和“节能减排”的原则。在分析研究有关工程资料的基础上，通过与其它类似工艺技术的类比分析，按照“清洁生产”、“节能减排”的要求，实施全过程污染控制，最大限度地实现资源和“三废”的综合利用，有效地削减污染物产生量和排放量，并提出切实可行的污染防治措施建议。

(2) 贯彻“达标排放”、“总量控制”的原则，使拟建项目排放的污染物达到相应的排放标准，并符合当地总量控制要求。

(3) 在污染物的末端治理上，不仅要大力推广目前国家最佳实用技术，而且要积极采用国内外先进的治理技术，从经济、技术和环境三方面统一考虑，以促进经济效益和环境效益的协调统一。

2.2.3 评价对象及时段

本项目的工程内容包括码头、港池航道疏浚、港内建筑、道路堆场以及其他水电配套设

施等。

环境影响评价时段包括项目施工期及运营期。

2.3 环境影响因素识别与评价因子筛选

2.3.1 环境影响因素识别

2.3.1.1 污染因素

(1) 施工期

主要污染物包括桩基施工和疏浚过程中产生的悬浮泥沙；施工人员产生的生活污水；施工船舶含油废水；施工机械产生的尾气，施工运输车辆产生的扬尘；施工机械作业噪声；生活垃圾、建筑垃圾等固体废物。施工期对环境的影响是暂时的，这些影响随着施工完成而逐渐消失。

(2) 运营期

主要污染物包括船舶机舱的含油污水、废气及噪声，保障码头区域含油雨污水以及港区生活污水和生活垃圾等。这些影响周期较长，贯穿于整个运营期。此外，突发的溢油事故，对区域环境敏感点将造成一定影响。污染因素识别如表 2.3-1 所示。

表 2.3-1 环境影响因素识别一览表

阶段	环境要素	主要污染源	主要污染物	影响性质
施工期	水环境	桩基施工和疏浚引起的沉积物再悬浮	SS	暂时、一般影响
		施工人员生活污水、施工船舶含油废水	COD、BOD ₅ 、氨氮、石油类	暂时、一般影响
	大气环境	施工机械、施工船舶和车辆废气	NO ₂ 、SO ₂ 、THC	暂时、一般影响
		运输车辆扬尘	TSP	暂时、一般影响
	声环境	施工机械、施工船舶、运输车辆噪声	噪声	暂时、一般影响
	固体废物	施工人员生活垃圾、残油、废油和疏浚物	--	暂时、一般影响
	生态环境	桩基和疏浚等施工而扰动河床产生的悬浮泥沙	SS	暂时、一般影响
环境风险	船舶碰撞发生溢油	石油类	暂时、一般影响	
运营期	水环境	来自船舶机舱的含油污水，保障码头区域含油雨污水和港区生活污水	COD、BOD ₅ 、氨氮、石油类	长期、一般影响
	大气环境	装卸机械、运输车辆排放的尾气和扬尘、船舶排放的废气	SO ₂ 、NO _x 、CO ₂	长期、一般影响
	声环境	装卸机械作业的噪声、进出港运输车辆的交通噪声，船舶停、开的汽笛声	噪声	长期、一般影响
	固体废物	生活垃圾	--	长期、一般影响
	生态环境	水文情势变化、构筑物底质环境的占用	--	长期、一般影响
	环境风险	船舶碰撞发生溢油	石油类	长期、一般影响

2.3.1.2 非污染因素

根据工程的规模、工艺流程等特征，工程各阶段存在非污染环境的影响如下：

(1) 项目建设及疏浚改变了区域河流段水文情势，工程后将引起工程区及附近水动力的变化，进而导致地形地貌和泥沙冲淤环境的变化。

(2) 项目建设破坏了底栖生物赖以生存的底质环境，并造成部分底栖生物的直接死亡。疏浚和桩基施工产生的悬浮泥沙对浮游生物、游泳动物等也将产生一定的影响。此外，工程改变区域自然环境和生态环境，可能对工程区域局部的生态适宜性和生物多样性产生影响。

(3) 项目建设会对区域内的水生生物产生一定的影响，进而损害区域内的鱼类资源，对南渡江区域 1 “三场一通道”产生影响。

2.3.2 评价因子筛选

根据对项目的工程分析、项目所在地区各环境要素的特征以及存在的环境问题，确定的评价因子如表 2.3-2 所示。

表 2.3-2 评价因子一览表

环境	现状评价因子	影响评价因子	预测因子
大气环境	SO ₂ 、PM ₁₀ 、NO ₂ 、TSP	TSP、SO ₂ 、NO ₂	/
声环境	等效连续 A 声级	等效连续 A 声级	等效连续 A 声级
地表水环境	水温、pH、COD、BOD ₅ 、氨氮、总氮、六价铬、总磷、铜、锌、铅、镉、汞、砷、高锰酸盐指数、石油类、挥发酚、总大肠菌群	SS	SS
海水环境	水温、盐度、pH、透明度、生化需氧量、化学需氧量、溶解氧、石油类、悬浮物、氨氮、亚硝酸盐、硝酸盐、活性磷酸盐、汞、铜、铅、镉、总铬、锌、砷	SS	SS
淡水生态环境	浮游动物、浮游植物、底栖生物、水生植物、鱼类资源		/
海洋生态环境	叶绿素 a 及初级生产力、浮游动物、浮游植物、鱼卵仔鱼、底栖生物、生物质量		/
水动力环境	潮流、波浪、冲淤	潮流、冲淤	潮流、冲淤-
环境风险	/	溢油事故环境风险（石油类）	

2.4 区域环境功能区划

2.4.1 大气环境功能区划

项目位于南渡江河口、新东大桥北侧。项目评价范围内主要为居住区，无自然保护区、风景名胜区等特殊敏感区。根据《海口市环境空气质量功能区划》（2022 年修编），项目评价范围内属于二类大气环境功能区，如图 2.4-1 所示。

2.4.2 声环境功能区划

本项目位于南渡江河口、新东大桥北侧，距离约为 557m。根据《海口市声环境功能区划图》（如图 2.4-2 所示），本项目区域为 2 类声环境功能区。

2.4.3 地表水环境

本项目位于南渡江河口、新东大桥北侧。根据《海南省水环境功能区划》，该河段划为南渡江海口景观娱乐用水区，水质保护目标为 IV 类，如图 2.4-3 所示。

2.4.4 近岸海域环境功能区划

根据《海南省近岸海域环境功能区划（2010 年修编）》，项目近岸海域规划为海口东海岸度假旅游区（HN032BII），水质执行《海水水质标准》（GB 3097-1997）中的二类海水水质标准，如图 2.4-4 所示。

2.4.5 海洋功能区划

根据《海南省总体规划（2015~2030 年）》（海洋功能区划专篇），项目北侧航道疏浚区域占用海口市东海岸旅游休闲娱乐区（代码：A5-03），水质执行《海水水质标准》（GB 3097-1997）中的二类标准，如图 2.4-5 所示。

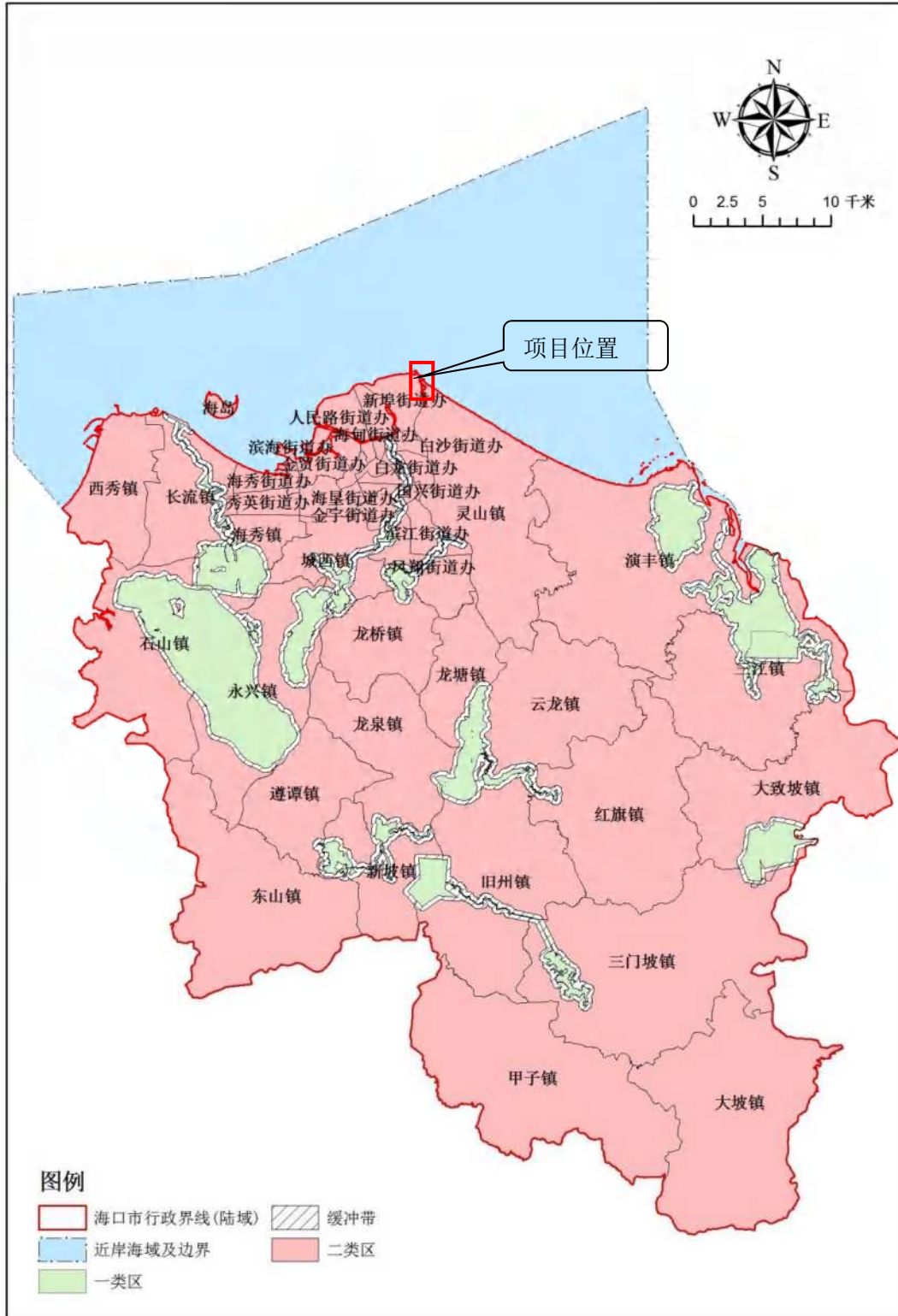


图 2.4-1 海口市环境空气质量功能区划图（2022 年修编）

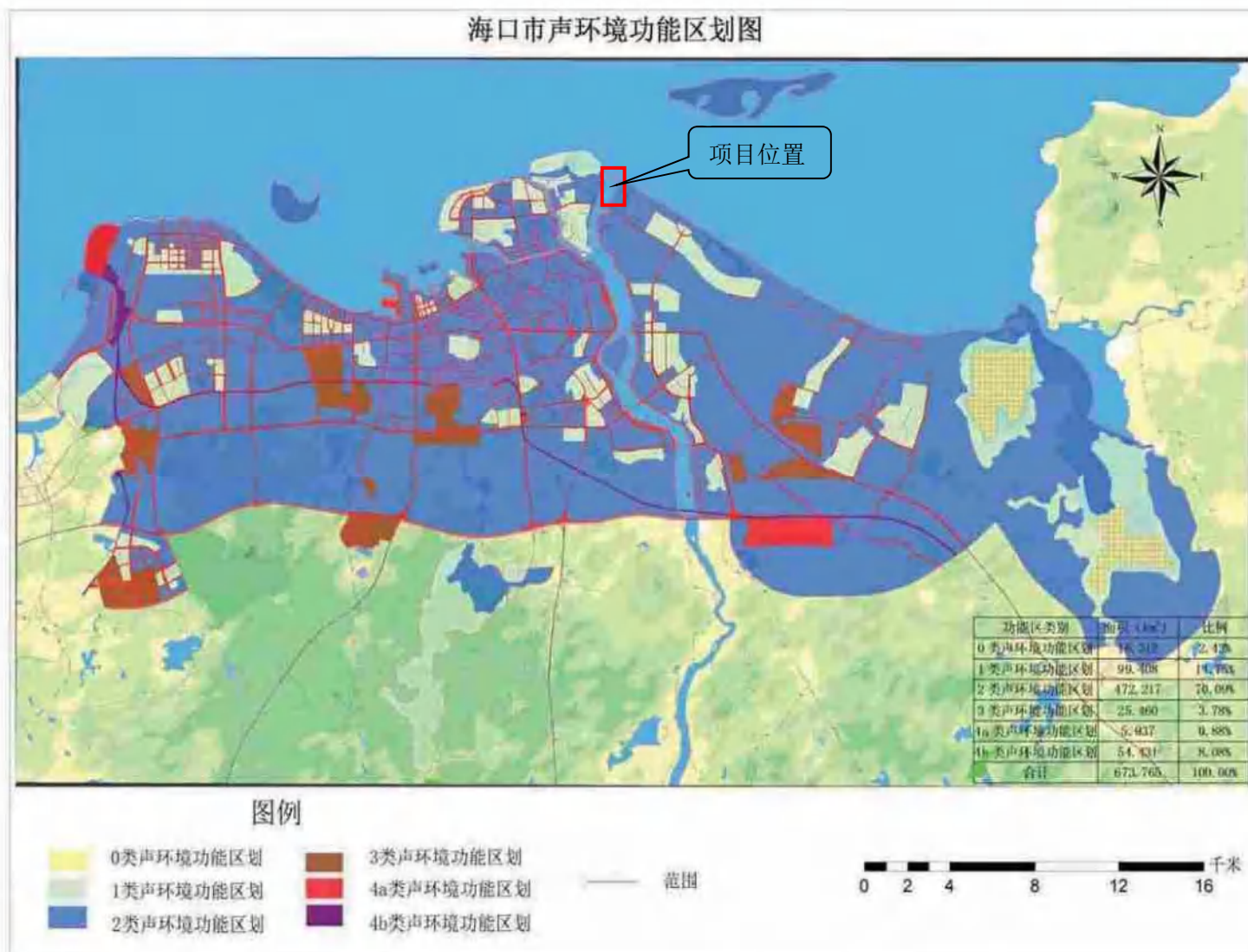
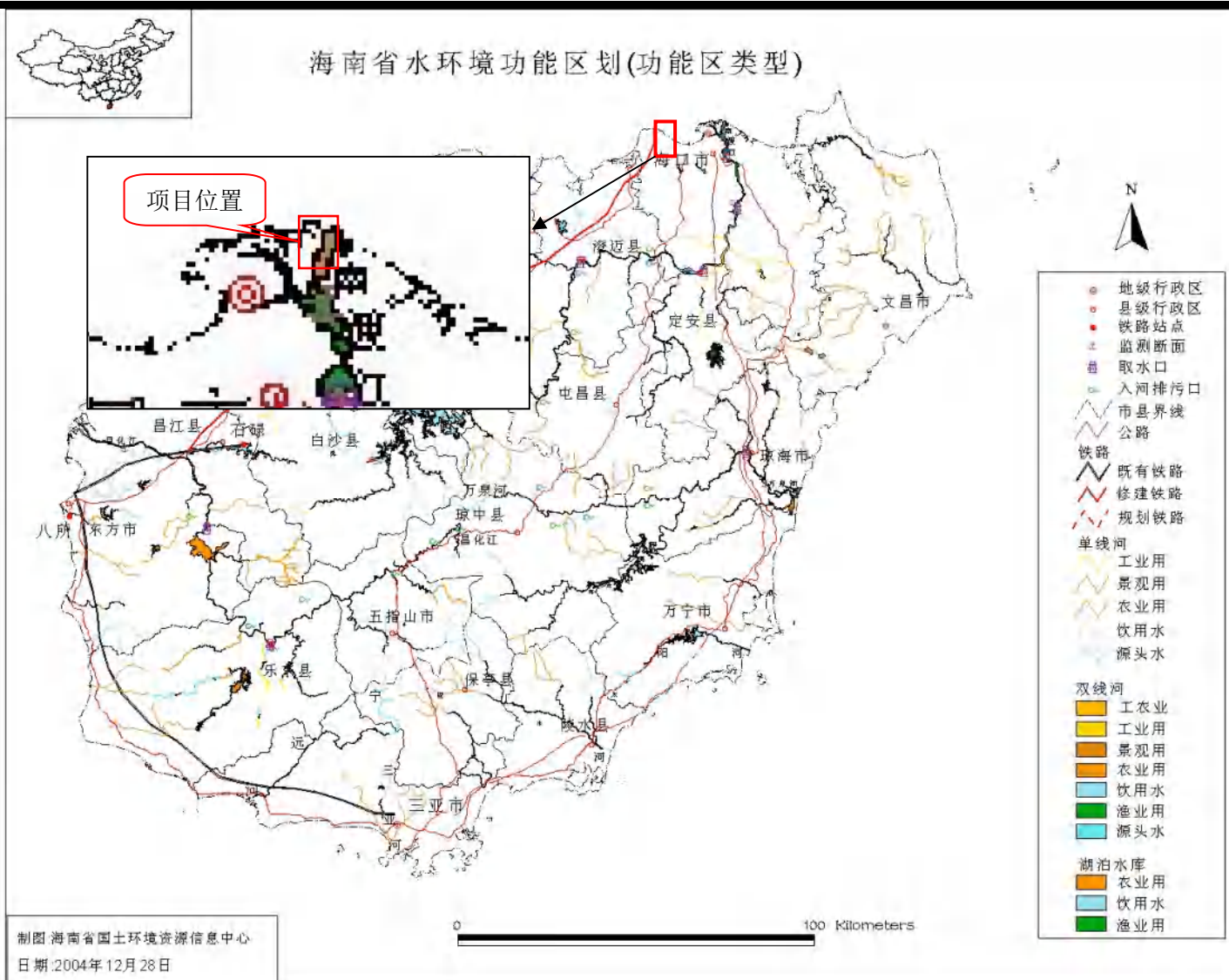


图 2.4-2 海口市声环境功能区划图



2.4-3 海南省水环境功能区划图

海南省近岸海域环境功能区划 — 海口部分

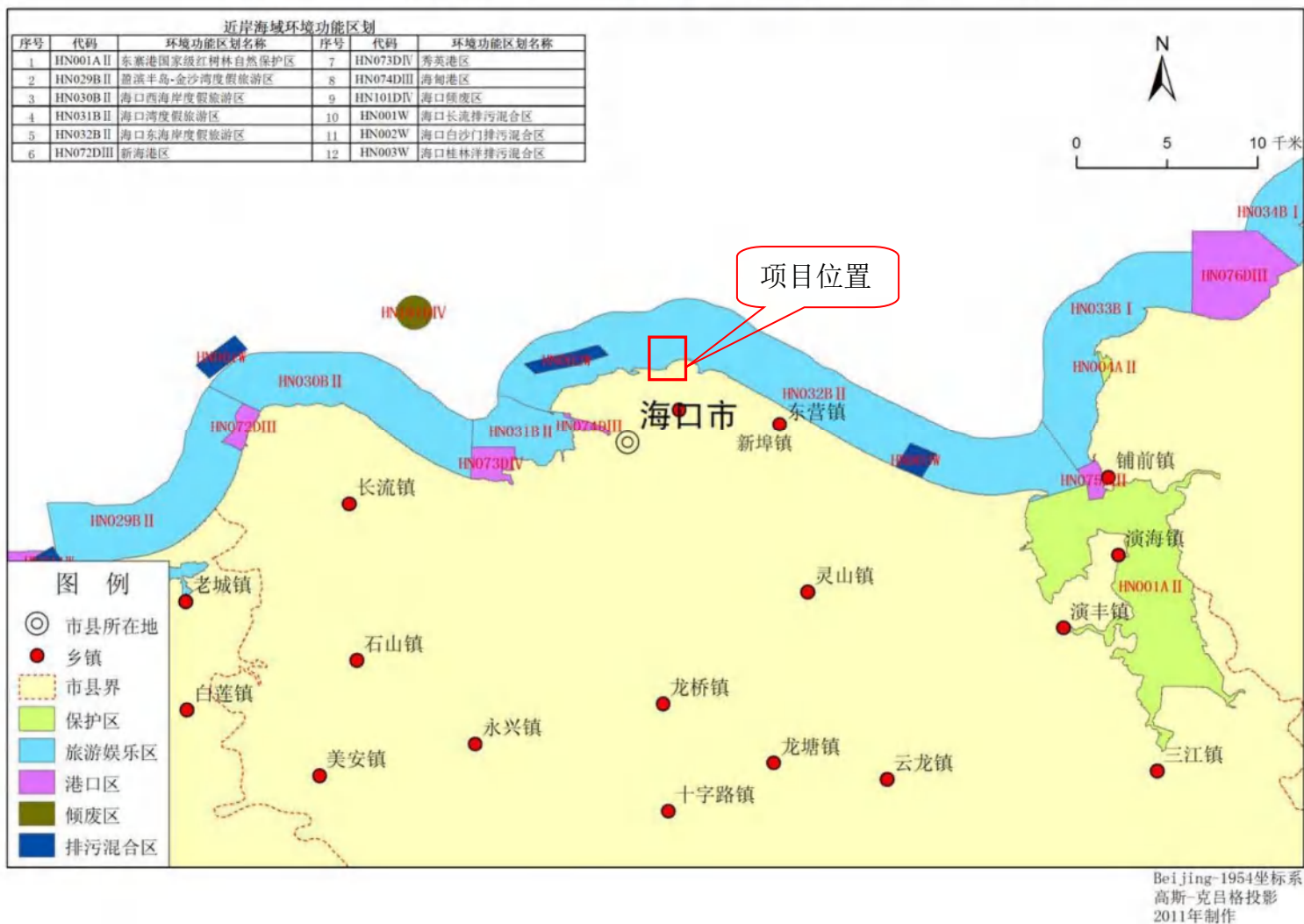


图 2.4-4 海南省近岸海域功能区划（海口部分）

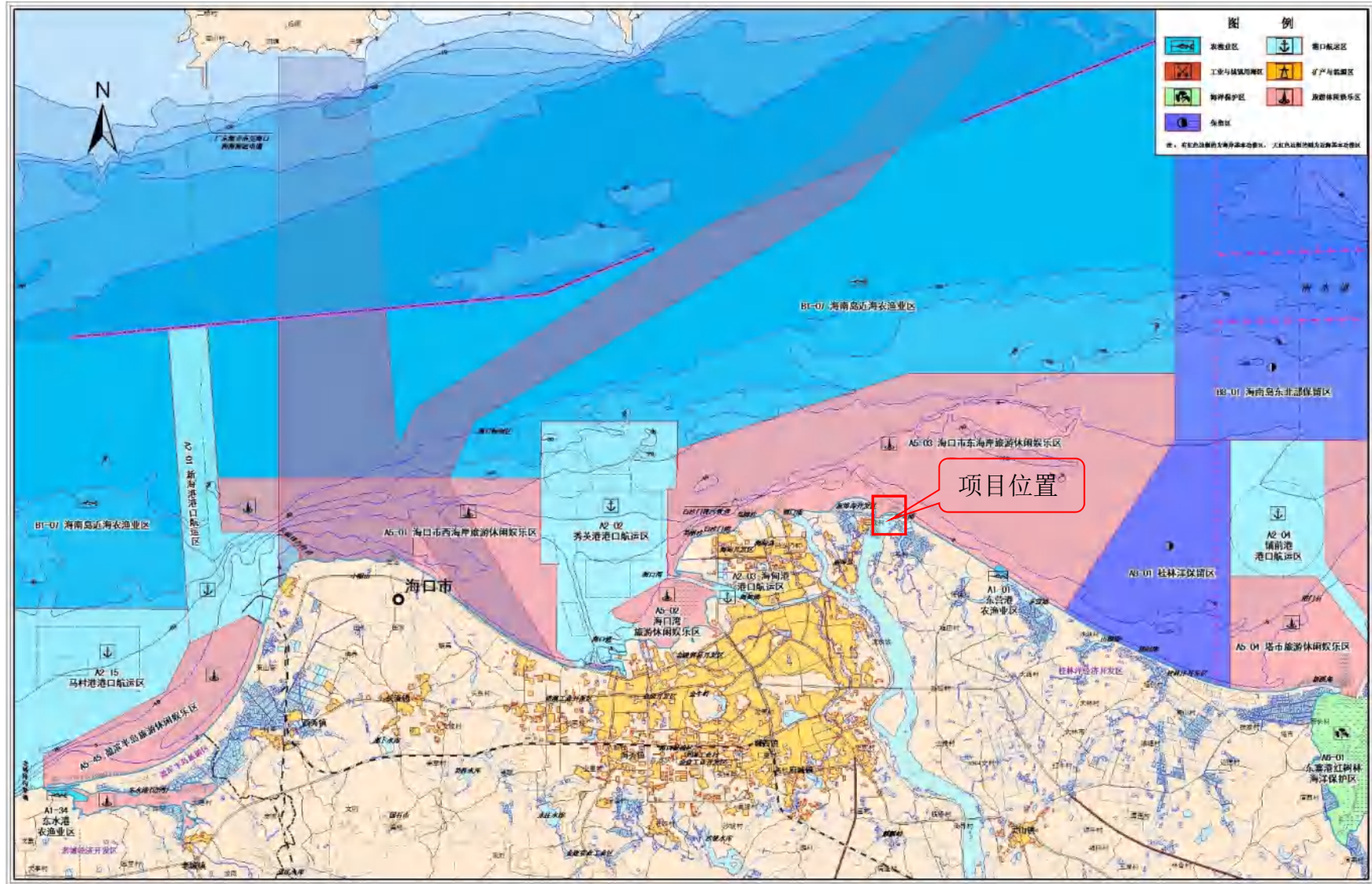


图 2.4-5 《海南省总体规划（2015~2030 年）》（海洋功能区划专篇）

表 2.4-1 项目所在区域及周边海洋功能区分布一览表

序号	代码	功能区名称	地区	地理范围	功能区类型	与本项目区相对位置和最近距离	面积(公顷)	海域使用管理要求			海洋环境保护要求	
								用途管制	用海方式	海域整治	重点保护目标	环境保护要求
1	A5-03	海口市东海岸旅游休闲娱乐区	海口市	位于海口市美丽沙至后尾村	旅游休闲娱乐区	占用	10866.57	主导用海类型为旅游娱乐用海，用于旅游基础设施建设、浴场和水上运动用海，可兼顾渔业用海和城镇用海，适度规划建设渔业基础设施和城市生活设施，开展滨海休闲娱乐和休闲渔业活动。	允许适度改变海域自然属性，白沙浅滩海域及海甸岛、新埠岛外围海域允许适当围填海，用于旅游休闲度假，但不得破坏沿岸沙滩发育条件。	白沙门公园岸段沙滩由于近岸抽沙填海导致沙滩侵蚀后退，需要进行人工补沙以保证沙滩的长度和宽度；靠近东寨港一侧既受到侵蚀后退的危险，又受到养殖废水污染泥化的影响，近岸水体浑浊和沙滩泥化现象较严重，可实施人工丁坝潜堤工程以阻止沙滩侵蚀后退，保护后滨陆上建筑。	保护沙滩、沿岸地质地貌和水质。	执行二类海水水质标准，一类海洋沉积物质量标准，一类海洋生物质量标准。
2	A2-03	海甸港港口航运区	海口市	位于海口市海口湾海甸溪出海口	港口航运区	西侧约 0.28km	88.46	主导用海类型为交通运输用海，可兼顾旅游娱乐用海。合理规划港口基础设施建设，保证船舶停靠、装卸作业、避风和调动、通航所需海域。	严格限制改变海域自然属性，可结合海岸防护工程与码头设施建设适度围填海，但必须控制围填海规模。	加强消防措施，防止溢油事故发生。整治海域环境，加强城市海岸防护。	保护港口、航道水深地形条件；保护水域宽度，防止淤积。	不劣于三类海水水质标准，二类海洋沉积物质量标准，二类海洋生物质量标准。
3	A2-02	秀英港港口航运区	海口市	位于海口市海口湾	港口航运区	西侧约 4.48km	4022.26	主导用海类型为交通运输用海，可适当兼顾旅游与城市建设用海。合理规划港口等基础设施建设，保证船舶停靠、装卸作业、避风和调动、通航所需海域；北纬 20°03'09"线以北海域的涉海工程建设需征求相关特殊部门的意见。	允许适度改变海域自然属性，围填海工程要减少对海湾水动力环境和岸滩的影响。	加强消防措施，防止溢油及其他破坏海洋水体环境事故的发生，逐步改善港口水质条件。	保护港口航道水深地形条件；保护水域宽度，防止淤积。	港口区执行不劣于四类海水水质标准，航道区和锚地区海水水质现状，调整功能后的锚地区执行三类海水水质标准，三类海洋沉积物质量标准，三类海洋生物质量标准。

序号	代码	功能区名称	地区	地理范围	功能区类型	与本项目区相对位置和最近距离	面积(公顷)	海域使用管理要求			海洋环境保护要求	
								用途管制	用海方式	海域整治	重点保护目标	环境保护要求
4	A5-02	海口湾旅游休闲娱乐区	海口市	位于海口市海口湾	旅游休闲娱乐区	西侧约 6.97km	637.24	主导用海类型为旅游娱乐用海，用于旅游基础设施建设和水上运动用海。可适当兼顾城市建设用海。	允许适度改变海域自然属性，允许适度围填海，用于旅游休闲度假和城市生活设施建设。围填海工程要减少对海湾水交换条件的影响。	采取措施，防止海湾淤积；控制生活污水放排，改善海域环境质量。	保护海甸溪入海口地形地貌及航道水深条件。	执行二类海水水质标准，一类海洋沉积物质量标准，一类海洋生物质量标准。
5	A5-01	海口市西海岸旅游休闲娱乐区	海口市	位于海口市西海岸	旅游休闲娱乐区	西侧约 11.2km	4906.75	主导用海类型为旅游娱乐用海，用于旅游基础设施建设、浴场和水上运动用海，可适当兼顾渔业用海，利用小渔村、小渔港等渔业空间和设施开展休闲渔业活动；涉海工程建设需征求相关特殊部门意见。	限制改变海域自然属性，旅游设施建设需要的围填海规模要适当控制，涉海工程建设不得破坏水动力及沙滩发育条件，防止海岸侵蚀，必须协调好与海底管线的关系，保护好海底管线。	观察岸线动态变化，整治和修复侵蚀岸滩，提升海岸的旅游景观功能价值。	保护沙滩、沿岸地质地貌和自然岸线。	执行二类海水水质标准，一类海洋沉积物质量标准，一类海洋生物质量标准。
6	B1-07	海南岛近海农渔业区	海南省	位于海南岛周边近海海域，领海外缘线以内。	农渔业区	北侧约 11.5km	1269868.71	主导用海类型为捕捞用海，可兼顾开放式养殖用海和旅游娱乐用海；注意海底管线的保护，涉海工程建设需征求相关部门意见。	严格限制改变海域自然属性。	本着保护性开发的原则，禁止渔业资源过度捕捞。	保护海域自然环境；保护渔业资源；保护海底管线。	执行一类海水水质标准，一类海洋沉积物质量标准，一类海洋生物质量标准。

2.5 评价标准

2.5.1 环境质量标准

2.5.1.1 环境空气质量标准

项目所在区域大气环境执行《环境空气质量标准》(GB 3095-2012)中的二级标准,标准摘录如表 2.5-1 所示。

表 2.5-1 《环境空气质量标准》(GB 3095-2012)(摘录)($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

污染物名称	取值时间	浓度限值		浓度单位
		一级标准	二级标准	
二氧化硫 SO_2	年平均	20	60	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
	24 小时平均	50	150	
	1 小时平均	150	500	
二氧化氮 NO_2	年平均	40	40	
	24 小时平均	80	80	
	1 小时平均	200	200	
一氧化碳 CO	24 小时平均	4	4	mg/m^3
	1 小时平均	10	10	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ (标准状态)
臭氧 O_3	日最大 8 小时平均	100	160	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
	1 小时平均	160	200	
颗粒物(粒径小于等于 $10\mu\text{m}$)	年平均	40	70	
	24 小时平均	50	150	
颗粒物(粒径小于等于 $2.5\mu\text{m}$)	年平均	15	35	

2.5.1.2 地表水质量标准

本项目位于南渡江河口、新东大桥北侧。根据《海南省水环境功能区划》，该河段划为南渡江海口景观娱乐用水区,水质保护目标为 IV 类,因此区域水质执行《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)中的 IV 类标准,具体限值如表 2.5-2 所示。

表 2.5-2 《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)(单位: mg/L , pH 除外)

序号	项目	标准值	
		IV	V
1	pH 值(无量纲)	6~9	
2	溶解氧 \geq	3	2
3	高锰酸盐指数 \leq	10	15
4	化学需氧量(COD) \leq	30	40
5	五日生化需氧量(BOD_5) \leq	6	10
6	氨氮($\text{NH}_3\text{-N}$) \leq	1.5	2.0
7	总磷(以 P 计) \leq	0.3(湖库 0.1)	0.4(湖库 0.2)
8	总氮(湖库,以 N 计) \leq	1.5	2.0

9	铜	≤	1.0	1.0
10	锌	≤	2.0	2.0
11	氯化物 (以 F ⁻ 计)	≤	1.5	1.5
12	硒	≤	0.02	0.02
13	砷	≤	0.1	0.1
14	汞	≤	0.001	0.001
15	镉	≤	0.005	0.01
16	铬 (六价)	≤	0.05	0.1
17	铅	≤	0.05	0.1
18	氰化物	≤	0.2	0.2
19	挥发酚	≤	0.01	0.1
20	石油类	≤	0.5	1.0
21	阴离子表面活性剂	≤	0.3	0.3
22	硫化物	≤	0.5	1.0
23	粪大肠菌群 (个/L)	≤	20000	40000

2.5.1.3 水质、沉积物质量标准

根据《海南省近岸海域环境功能区划 (2010 年修编)》和《海南省总体规划 (2015~2030 年)》(海洋功能区划专篇),项目北侧近岸海域规划为海口东海岸度假旅游区 (HN032BII),所属海域功能区划为海口市东海岸旅游休闲娱乐区。因此,北侧海域水质执行《海水水质标准》(GB 3097-1997)中的二类标准,沉积物执行《海洋沉积物质量》(GB 18668-2002)中的一类海洋沉积物质量标准,具体标准限值如表 2.5-3 和 2.5-4 所示。

表 2.5-3 海水水质标准 (GB 3097-1977) (mg/L, 除 pH 外)

污染物名称	第一类	第二类	第三类	第四类
SS	人为增加的量≤10	人为增加的量≤10	人为增加的量≤100	人为增加的量≤150
pH	7.8~8.5		6.8~8.8	
DO>	6	5	4	3
COD≤	2	3	4	5
无机氮≤	0.20	0.30	0.40	0.50
活性磷酸盐≤	0.015	0.030		0.045
Hg≤	0.00005	0.0002		0.0005
Cd≤	0.001	0.005	0.01	
Pb≤	0.001	0.005	0.010	0.050
Cu≤	0.005	0.010	0.050	
Zn≤	0.020	0.050	0.10	0.50
As≤	0.020	0.030	0.050	
石油类≤	0.05	0.05	0.30	0.50

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

表 2.5-4 沉积物质量标准 (GB 18668-2002) ($\times 10^{-6}$, 有机质为 $\times 10^{-2}$)

污染因子	石油类	Pb	Zn	Cu	Cd	Hg	As	有机质	硫化物
一类标准 \leq	500.0	60.0	150.0	35.0	0.50	0.20	20.0	2.0	300.0
二类标准 \leq	1000.0	130.0	350.0	100.0	1.50	0.50	65.0	3.0	500.0
三类标准 \leq	1500.0	250.0	600.0	200.0	5.00	1.00	93.0	4.0	600.0

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

第二类适用于一般工业用水区，滨海风景旅游区；

第三类适用于海洋港口海域，特殊用途的海洋开发作业区。

2.5.1.4 生物质量评价标准

海洋贝类生物体内污染物质含量评价标准采用《海洋生物质量》(GB 18421-2001)规定的的第一类标准值；其它甲壳类和鱼类生物体内污染物质 (Hg、As、Zn、Pb、Cd、Cu) 含量评价标准采用《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准，石油烃含量采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》(第二分册)中规定的生物质量标准。各指标标准限值如表 2.5-5 和 2.5-6 所示。

表 2.5-5 海洋生物质量标准 (GB 18421-2001) (湿重, $\times 10^{-6}$)

污染因子	感观要求	铜 \leq	铅 \leq	镉 \leq	锌 \leq	总汞 \leq	石油类 \leq
第一类	贝类的生长和活动正常，贝类不得沾粘油污等异物，贝肉的颜色、气味正常，无异色、异臭、异味	10	0.1	0.2	20	0.05	15
第二类	贝类的生长和活动正常，贝类不得沾粘油污等异物，贝肉的颜色、气味正常，无异色、异臭、异味	25	2	2	50	0.10	50
第三类	贝类能生存，贝肉不得有明显的异色、异臭、异味	50 (牡蛎 100)	6	5	100 (牡蛎 500)	0.30	80

注：以贝类去壳部分湿重计

表 2.5-6 海岸带标准生物调查标准 (湿重, $\times 10^{-6}$)

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

2.5.1.5 声环境质量标准

根据海口市声环境质量功能区划，本项目所在区域为 2 类声环境功能区，故执行《声环境质量标准》(GB 3096-2008) 中的 2 类标准，具体标准限值如表 2.5-7 所示。

表 2.5-7 声环境质量标准 (单位: dB (A))

类别	适用区域	昼间	夜间
0	疗养院、高级别墅区、高级宾馆区等特别需要安静区域	50	40
1	单位文教机关为主的区域 (乡村居住环境可参照执行)	55	45
2	居住、商业、工业混杂区	60	50

3	工业区	65	55
4	4a	城市中的道路交通干线两侧区域等	70
	4b	铁路干线两侧区域	70

2.5.2 污染物排放标准

项目施工期主要污染源为水域疏浚及码头桩基等施工过程中产生的悬浮泥沙，施工船舶含油废水、施工人员生活污水和生活垃圾，施工机械运行噪声及燃油废气等；运营期主要污染源为船舶机舱的含油污水、废气及噪声，保障码头区域含油雨污水以及港区生活污水和生活垃圾等。

2.5.2.1 大气污染物排放标准

项目施工期和运营期的船舶尾气排放执行《大气污染物综合排放标准》(GB 16297-1996)表 2 中的无组织监控浓度，具体如表 2.5-8 所示。

表 2.5-8 大气污染物排放标准

污染物指标	无组织排放监控浓度限值	
	监控点	浓度
氮氧化物	周界外浓度最高点	0.12
颗粒物	周界外浓度最高点	1.0
二氧化硫	周界外浓度最高点	0.4

2.5.2.2 废水污染物排放标准

项目施工期废水源主要为施工船舶含油废水及船舶生活污水，需经收集后交由资质单位接收处理。运营期废水源为船舶机舱的含油污水、保障码头区域含油雨污水以及港区生活污水。本项目拟在船舶保障区内增设一体化污水处理站（100m³/t）进行处理，水质满足标准应达到《污水排入城镇下水道水质标准》后，排入市政污水管网。

施工船舶的含油废水和生活废水排放执行《船舶水污染物排放控制标准》(GB 3552-2018)中的标准及要求。船舶机舱的含油污水、保障码头区域含油雨污水以及港区生活污水排放执行《污水排入城镇下水道水质标准》(GB/T 31962-2015)中的 B 级标准。具体如下：

(1) 施工船舶含油废水

施工船舶含油污水经收集后交由资质单位接收处理，不直接排放，船舶含油污水排放控制要求详见表 2.5-9 和 2.5-10 所示。

表 2.5-9 船舶废水排放控制要求

污水类别	水域类别	船舶类别		排放控制要求
机器处所 油污水	内河	2021年1月1日之前建造的船舶		自2018年7月1日起，按照表2.5-10执行或收集并排入接收措施
		2021年1月1日及以后建造的船舶		收集并排入接收措施
	沿海	400 总吨及以上船舶		自2018年7月1日起，按照表2.5-10执行或收集并排入接收措施
		400 总吨及以下船舶	非渔业船舶	自2018年7月1日起，按照表2.5-10执行或收集并排入接收措施
渔业船舶	(1) 自 2018 年 7 月 1 日起至 2020 年 12 月 31 日止，按照表 2.5-10 执行； (2) 自 2021 年 1 月 1 日起，按照表 2.5-10 执行或收集并排入接收设施。			

表 2.5-10 船舶机器处所油污水污染物排放限值

污染物项目	限值	污染物排放监控位置
石油类 (mg/L)	15	油污水处理装置出水口

(2) 施工船舶生活污水

本项目位于南渡江河口处，属于内河和距最近陆地 3 海里以内（含）的海域，在内河和距最近陆地 3 海里以内（含）的海域，船舶生活污水应采用下列方式之一进行处理，不得直接排入环境水体：

- 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，达到 5.2 规定要求后在航行中排放。

本项目船舶生活污水经收集后，由具有接收船舶生活污水的资质单位进行接收处理，船舶生活污水不直接排放。

(3) 船舶机舱的含油污水、保障码头区域含油雨污水及港区生活污水

船舶机舱的含油污水、保障码头区域含油雨污水以及港区生活污水经一体化污水处理站（100m³/t）处理，水质满足标准应达到《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T 31962-2015）后，排入市政污水管网。因此，废水排放执行《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T 31962-2015）中的 A 级标准。具体如下：

表 2.5-11 《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T 31962-2015）

序号	控制项目名称	单位	A 级
1	水温	℃	40
2	色度	倍	64
3	易沉固体	mL/ (L·15min)	10
4	悬浮物	mg/L	400

5	溶解性总固体	mg/L	1500
6	动植物油	mg/L	100
7	石油类	mg/L	15
8	pH	-	6.5~9.5
9	五日生化需氧量 (BOD ₅)	mg/L	350
10	化学需氧量 (COD)	mg/L	500
11	氨氮 (以 N 计)	mg/L	45
12	总氮 (以 N 计)	mg/L	70
13	总磷 (以 P 计)	mg/L	8
14	阴离子表面活性剂 (LAS)	mg/L	20
15	总氰化物	mg/L	0.5
16	总余氯 (以 Cl ₂ 计)	mg/L	8
17	硫化物	mg/L	1
18	氟化物	mg/L	20
19	氯化物	mg/L	500
20	硫酸盐	mg/L	400
21	总汞	mg/L	0.005
22	总镉	mg/L	0.05
23	总铬	mg/L	1.5
24	六价铬	mg/L	0.5
25	总砷	mg/L	0.3
26	总铅	mg/L	0.5
27	总镍	mg/L	1
28	总铍	mg/L	0.005
29	总银	mg/L	0.5
30	总硒	mg/L	0.5
31	总铜	mg/L	2
32	总锌	mg/L	5
33	总锰	mg/L	2
34	总铁	mg/L	5
35	挥发酚	mg/L	1
36	苯系物	mg/L	2.5
37	苯胺类	mg/L	5
38	硝基苯类	mg/L	5
39	甲醛	mg/L	5
40	三氯甲烷	mg/L	1
41	四氯化碳	mg/L	0.5
42	三氯乙烯	mg/L	1
43	四氯乙烯	mg/L	0.5
44	可吸附有机卤化物 (AOX, 以 Cl 计)	mg/L	8
45	有机磷农药 (以 P 计)	mg/L	0.5
46	五氯酚	mg/L	5

2.5.2.3 噪声排放标准

(1) 施工期

施工期噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB 12523-2011), 如表 2.5-12 所示。

表 2.5-12 《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB 12523-2011)(单位: dB(A))

昼间	夜间
70	55

(2) 营运期

在项目运营期,临新东大桥一侧厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348-2008)4类标准,其余厂界噪声执行(GB 12348-2008)2类标准,如表 1.5-13 所示。

表 2.5-13 工业企业厂界环境噪声排放限值(单位: dB(A))

边界外声环境功能区类别	时段	昼间	夜间
	0	50	40
1	55	45	
2	60	50	
3	65	55	
4	70	55	

2.5.2.4 固体废物排放标准

项目一般固体废物执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB 18599-2020);危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》(GB 18597-2001)及其修改清单;生活垃圾执行《生活垃圾焚烧污染控制标准》(GB 18485-2014)和生活垃圾填埋场污染控制标准(GB 16889-2008);船舶垃圾执行《船舶水污染物排放控制标准》(GB 3552-2018)。

2.6 评价内容与评价重点

2.6.1 评价内容

本次环评主要评价内容包括:

(1) 工程概况及工程分析

主要包括工程规模、设计方案、施工工艺及施工进度,施工期和运营期产生的污染源、污染物排放量及污染源源强的分析等。

(2) 区域自然环境与社会环境概况

主要包括区域自然环境概况、社会经济环境状况、区域河流与海域环境概况等。

(3) 环境质量现状调查与评价

主要包括河流水质、水文情势、生态及海洋水文动力、地质地貌与冲淤、水质、沉积物、海洋生物等环境现状调查。

(4) 环境影响预测与评价

主要包括项目建设对水文动力、地质地貌与冲淤、水质、沉积物及生态等环境保护目标

的环境影响分析。

(5) 环境事故风险分析与评价

主要包括自然灾害风险、船舶碰撞风险、溢油风险等分析及防范措施。

(6) 清洁生产和总量控制

(7) 环境保护对策措施

主要包括悬浮泥沙、水质、生态环境、固体废物、噪声等污染防治措施。

(8) 环境保护的技术经济合理性

主要包括环境保护设施和对策措施的费用估算、环境保护经济损益分析、环境保护的技术经济合理性。

(9) 环境管理与监测计划

2.6.2 评价重点

根据本项目污染物排放特点及所处环境，本次评价工作重点为建设项目工程分析、环境影响预测与评价、环境保护措施及其可行性论证、环境风险分析、环境管理与监测计划。

2.7 评价等级和评价范围

2.7.1 评价等级

根据《环境影响评价技术导则 总纲》、《建设项目环境风险评价技术导则》和《海洋工程环境影响评价技术导则》中的评价等级划分原则，结合本项目周边环境及项目污染分析，确定各环境要素单项评价等级。

2.7.1.1 环境空气

本项目施工期的大气污染源主要来自施工机械、施工船舶和车辆废气以及运输车辆扬尘，为无组织排放，随着施工期结束而消失。运营期大气污染源为装卸机械、运输车辆排放的尾气和扬尘、船舶排放的废气等，产生量较少，为无组织排放。参照《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018）评价等级确定的原则，本次大气环境影响评价的工作等级为三级。

2.7.1.2 海洋环境

项目海洋环境影响评价工作等级依据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485-2014）的要求和建设项目的工程特点、工程所在地的环境特征、国家和地方政府所颁布的有关法规等因素而确定。

本项目位于南渡江河口、新东大桥北侧，属于生态环境敏感区。根据工可报告，本项目的工程内容包括码头、港池航道疏浚、港内建筑、道路堆场以及其他水电配套设施等。其中，码头采用高桩墩台结构型式，共布置泊位 31 个，按 1000 吨级设计；新建执法中心及配套堆场、消防救援支队基地和海警基地等公益性建筑物及构筑物，建筑总面积 2.2 万 m^2 ；新建约 850m 的配套疏港道路工程；疏浚量约为 140.87 万 m^3 。由此可以确定：水质环境、生态环境评价等级为 1 级评价，水动力环境和沉积物环境评价等级为 2 级评价，海洋地形地貌与冲淤环境评价等级为 2 级评价。各单项海洋环境评价等级判据如表 2.7-1 和 1.7-2 所示，各单项海洋环境评价等级如表 2.7-3 所示。

表 2.7-1 海洋水文动力、水质、沉积物、海洋生态和生物资源影响评价等级判据

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			
				水动力环境	水质环境	沉积物环境	生态和生物资源环境
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；海上产品加工工程等	处于 $300 \times 10^4 m^3 \sim 50 \times 10^4 m^3$ 之间	生态环境敏感区	2	1	2	1

表 2.7-2 地形地貌与冲淤环境影响评价等级判定依据

评价等级	工程类型和工程内容
2	面积 $30 \times 10^4 m^2 \sim 20 \times 10^4 m^2$ 的围海、填海、海湾改造工程，围海筑坝、防波堤、导流堤（长度 1km~0.5km）等工程；其他类型海洋工程中改变海岸线、滩涂、海床自然性状和产生较轻微冲刷、淤积的工程

表 2.7-3 各单项海洋环境影响评价等级

工程规模 \ 单项评价等级	水动力环境	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
疏浚量 140.87 万 m^3	2	1	2	1	2

2.7.1.3 地表水

由于项目在施工期和营运期既有污水产生属于水污染影响，又有桩基和清淤疏浚等工程对区域水文要素环境的影响，因此判定项目对地表水的影响类型为复合影响型。

(1) 水污染影响等级判定

项目施工期产生的废水主要为施工船舶含油废水及船舶生活污水，需经收集后交由资质单位接收处理；项目运营期的主要为船舶机舱的含油污水、保障码头区域含油雨污水以及港区生活污水；主要污染物为 COD、氨氮、SS、BOD、石油类。施工船舶含油废水及船舶生活污水经收集后交由资质单位接收处理，船舶机舱的含油污水、保障码头区域含油雨污水以及

港区生活污水经在船舶保障区内增设的一体化污水处理站（100m³/t）进行处理，水质满足标准应达到《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T 31962-2015）后，排入市政污水管网。

项目所产生的废水均为间接排放。根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018）（如表 2.7-4 所示），确定该项目水污染影响评价等级为三级 B。

表 2.7-4 水污染影响型建设项目评价等级判定

评价等级	判定依据	
	排放方式	废水排放量 Q /（m ³ /d）； 水污染物当量数 W /（无量纲）
一级	直接排放	$Q \geq 20000$ 或 $W \geq 600000$
二级	直接排放	其他
三级 A	直接排放	$Q < 200$ 且 $W < 6000$
三级 B	间接排放	--

(2) 水文要素影响等级判定

项目占用水域面积为 0.2987km²，其中码头等构筑物占用水域面积为 0.0057km²，港池和航道占用水域面积为 0.2930km²。

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018），项目的工程垂直投影面积及外扩范围 $A_1=0.0057\text{km}^2$ ，工程扰动水底面积 $A_2=0.2987\text{km}^2$ ，项目影响范围涉及南渡江重要“三场”，因此确定该项目水文要素评价等级为二级。

表 2.7-5 水文要素影响型建设项目评价等级判定

评价等级	受影响地表水域		
	工程垂直投影面积及外扩范围 A_1/km^2 ；工程扰动水底面积 A_2/km^2 ；过水断面宽度占用比例或占用水域面积比例 $R/\%$		工程垂直投影面积及外扩范围 A_1/km^2 ；工程扰动水底面积 A_2/km^2 ；
	河流	湖库	入海河口、近岸海域
一级	$A_1 \geq 0.3$ ；或 $A_2 \geq 1.5$ ；或 $R \geq 10$	$A_1 \geq 0.3$ ；或 $A_2 \geq 1.5$ ；或 $R \geq 20$	$A_1 \geq 0.5$ ；或 $A_2 \geq 3$ ；
二级	$0.3 > A_1 > 0.05$ ；或 $1.5 > A_2 > 0.2$ ；或 $10 > R > 5$ ；	$0.3 > A_1 > 0.05$ ；或 $1.5 > A_2 > 0.2$ ；或 $20 > R > 5$ ；	$0.5 > A_1 > 0.15$ ；或 $3 > A_2 > 0.5$ ；
三级	$A_1 \leq 0.05$ ；或 $A_2 \leq 0.2$ ；或 $R \leq 5$ ；	$A_1 \leq 0.05$ ；或 $A_2 \leq 0.2$ ；或 $R \leq 5$ ；	$A_1 \leq 0.15$ ；或 $A_2 \leq 0.5$ ；

注 1：影响范围涉及饮用水源保护区、重点保护与珍稀水生生物的栖息地、重要水生生物的自然产卵场、自然保护区等保护目标，评价等级应不低于二级。
 注 2：跨流域调水、引水式电站、可能受到河流赶潮河段影响，评价等级应不低于二级。
 注 3：造成入海河口（湾口）宽度变窄（束窄尺度达到原宽度的 5%以上），评价等级应不低于二级。
 注 4：对不透水的单方向建筑尺度较长的水工建筑物（如防潮堤、导流堤等），其与潮流或水流主流向切线垂直方向投影长度大于 2km 时，评价等级应不低于二级。
 注 5：允许在一类海域建设的项目，评价等级为一级。
 注 6：同时存在多个水文要素影响的建设项目，分别判定各水文要素影响评价等级，并取其中最高等级作为水文要素影响性建设项目评价等级。

2.7.1.4 地下水

海上综合执法码头属于“五十二、交通运输业、管道运输业”中的“139 干散货（含煤炭、矿石）、件杂、多用途、通用码头”，为单个泊位 1 万吨级以下的海港，但是涉及环境敏感区，应编制环境影响报告书；新建的执法中心等属“四十四、房地产业”中的“房地产开发、商业综合体、宾馆、酒店、办公用房、标准厂房等”，且涉及环境敏感区，应编制环境影响报告表；道路工程属于“五十二、交通运输业、管道运输业”中的“城市道路（不含维护；不含支路、人行天桥、人行地道）”，为“其他”，应编制环境影响登记表；疏浚属于“五十四、海洋工程”中的“160 其他海洋工程”，项目疏浚量为 140.87 万 m^3 ，工程量大于 10 万 m^3 ，应编制环境影响报告书。

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）附录 A，海上综合执法码头参照“S、水运”中的“130、干散货（含煤炭、矿石）、件杂、多用途、通用码头”；新建的执法中心参照“U、城镇基础设施及房地产”中的“156、房地产开发、宾馆、酒店、办公用房等”，因建筑面积小于 5 万 m^2 ，为报告表级别；道路工程属于“T、城市交通设施”中的“138、城市道路”：以上均属 IV 类建设项目。

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）中“4.1 一般性原则：……IV 类建设项目不开展地下水环境影响评价。”因此，本项目不开展地下水环境影响评价。

2.7.1.5 噪声

本项目所在区域为 2 类声环境功能区，因此项目所在区域涉及《声环境质量标准》（GB 3096-2008）中的 2 类声功能区，建设项目建设前后评价范围内敏感目标噪声级增高量在 3dB（A）以下，项目营运期的噪声对外环境的影响较小。根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2009）中的 5.2.3 “建设项目所处的声环境功能区为 GB 3096 规定的 1 类、2 类地区，或建设项目建设前后评价范围内敏感目标噪声级增高量在 3dB（A）~5dB（A）（含 5dB（A）），或受影响人口数量增加较多时，按二级评价”，确定本次噪声评价等级为二级。

2.7.1.6 生态环境

本项目为新建项目，根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2011），项目工程占用海域面积为 0.2987 km^2 ，评价等级为三级。与此同时，评价区域占用南渡江鱼类“三场一通道”，涉及的保护水生生物为细鳞鲷、鲮、鲟、篮子鱼、四指马鲛和花鳗鲡等。其中，花鳗鲡属于洄游性鱼类，为中国脊椎动物红色名录和中国濒危动物红皮书濒危品种，是国家重点保护野生动物名录和濒危野生动植物种国际贸易公约保护物种。故区域属于重要水生生物的自然产卵场、索饵场和洄游通道，评价等级提一级，为二级。

表 2.7-6 生态影响评价工作等级划分表

影响区域生态敏感性	工程占地（含水域）范围		
	面积≥20km ² 或长度 ≥100km	面积 2~20km ² 或长度 50~100km	面积≤2km ² 或长度 ≤50km
特殊生态敏感区	一级	一级	一级
重要生态敏感区	一级	二级	三级
一般区域	二级	三级	三级

2.7.1.7 环境风险

(1) 危险源类别

根据本项目的特点及主要环境风险因子的理化性质，确定项目危险源类型为易燃、易爆危险源。

(2) 环境分析潜势初判

计算项目区危险物质在最大存量与对应临界量的比值 Q ：

①单元内存在的危险物质为单一品种，计算该物质的总量与临界量比值，即为 Q ；

②单元内存在的危险物质为多品种时，则按下式计算物质的总量与临界量比值 (Q)。

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

式中：

q_1, q_2, \dots, q_n ——每种危险物质实际存在量，t；

Q_1, Q_2, \dots, Q_n ——与各危险物质相对应的生产场所或贮存区的临界量，t。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T 169-2018)附录 B，油类物质的临界量为 2500t。项目涉及的危险物质主要为施工期及运营期船舶储存的柴油。

项目施工船舶拟包含 1 艘 1150t 的打桩船、2 艘 100t 的民船、1 艘 200t 的拖轮、1 艘 1000t 的方驳、1 艘 5000t 的混凝土搅拌船、1 艘 500t 的吊船、2 艘 40t 的交通艇、2 艘 900t 抓斗式挖泥船和 2 艘 3000t 的泥驳。根据《船舶污染海洋环境风险评价技术规范（试行）》附录 4.1 中的规定，非油轮船舶燃油最大携带量也可用船舶总吨推算，根据船型不同，一般取船舶总吨位的 8%~12%。本项目按 12%计算，因此施工期所有船舶的燃油最大携带量可估算为： $1150 \times 12\% + 100 \times 12\% \times 2 + 200 \times 12\% + 1000 \times 12\% + 5000 \times 12\% + 500 \times 12\% + 400 \times 12\% \times 2 + 900 \times 12\% \times 2 + 3000 \times 12\% \times 2 = 1998\text{t}$ 。

项目在运营期共设 31 个泊位，其中船舶保障泊位 1 个，海警船泊位 3 个，消防船泊位 2 个，执法艇公共泊位 20 个，航道所船泊位 1 个，农业农村局泊位 1 个，海洋渔业执法船泊位 2 个，海事船泊位 1 个。船舶保障设计船型的最大排水吨位为 300t；海警船的最大排水吨位

为 1000t；消防船的最大排水吨位为 1000t；执法艇的最大排水吨位为 29t；航道所船的最大排水吨位为 670t；农业农村局最大渔政船的排水吨位为 373t；海洋执法船的最大排水吨位为 367t；海事船的最大排水吨位为 298t。因此运营期所有船舶的燃油最大携带量可估算为： $300 \times 12\% + 3 \times 1000 \times 12\% + 2 \times 1000 \times 12\% + 20 \times 29 \times 12\% + 670 \times 12\% + 373 \times 12\% + 2 \times 267 \times 12\% + 298 \times 12\% = 930.6t$ 。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)附录 B 表 B.1 突发环境事件风险物质及临界量，油类物质（矿物油类，如石油、汽油、柴油等；生物柴油等）的临界量为 2500t，本项目施工期和运营期最大燃油储存量为 930.6t，与临界量比值 $Q=1998/2500=0.7992 < 1$ ，根据附录 C.1.1，本项目环境风险潜势为 I，根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)，仅开展简单分析。

表 2.7-7 评价工作等级划分

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

2.7.1.8 土壤环境

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》(HJ 964-2018)的附录 A，本项目土壤环境影响评价类别为 IV 类，项目可不开展土壤环境影响评价。

2.7.2 评价范围

2.7.2.1 大气环境影响评价范围

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2-2018)关于评价范围的规定，三级评价项目不需设置大气环境影响评价范围。

2.7.2.2 海洋环境影响评价范围

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T 19485-2014)的技术要求，2 级评价项目的水文动力环境调查和评价范围，垂向（垂直于工程所在海区中心点潮流主流向）距离一般不小于 3km，纵向（潮流主流向）距离不小于一个潮周期内水质点可能达到的最大水平距离的两倍；1 级评价项目的水质、海洋生态环境的调查和评价范围，扩展距离一般不能小于（8~30）km。结合项目海区的海洋功能区划和敏感目标情况，确定海洋环境影响评价控制在 20°02'28"N~20°08'49"N，110°17'46"E~110°27'14"E 内的海域，以项目边界为起点，向东、西、北方向各外扩 8.0km，评价范围的面积为 144.16km²。评价范围如图 2.7-1 所示。

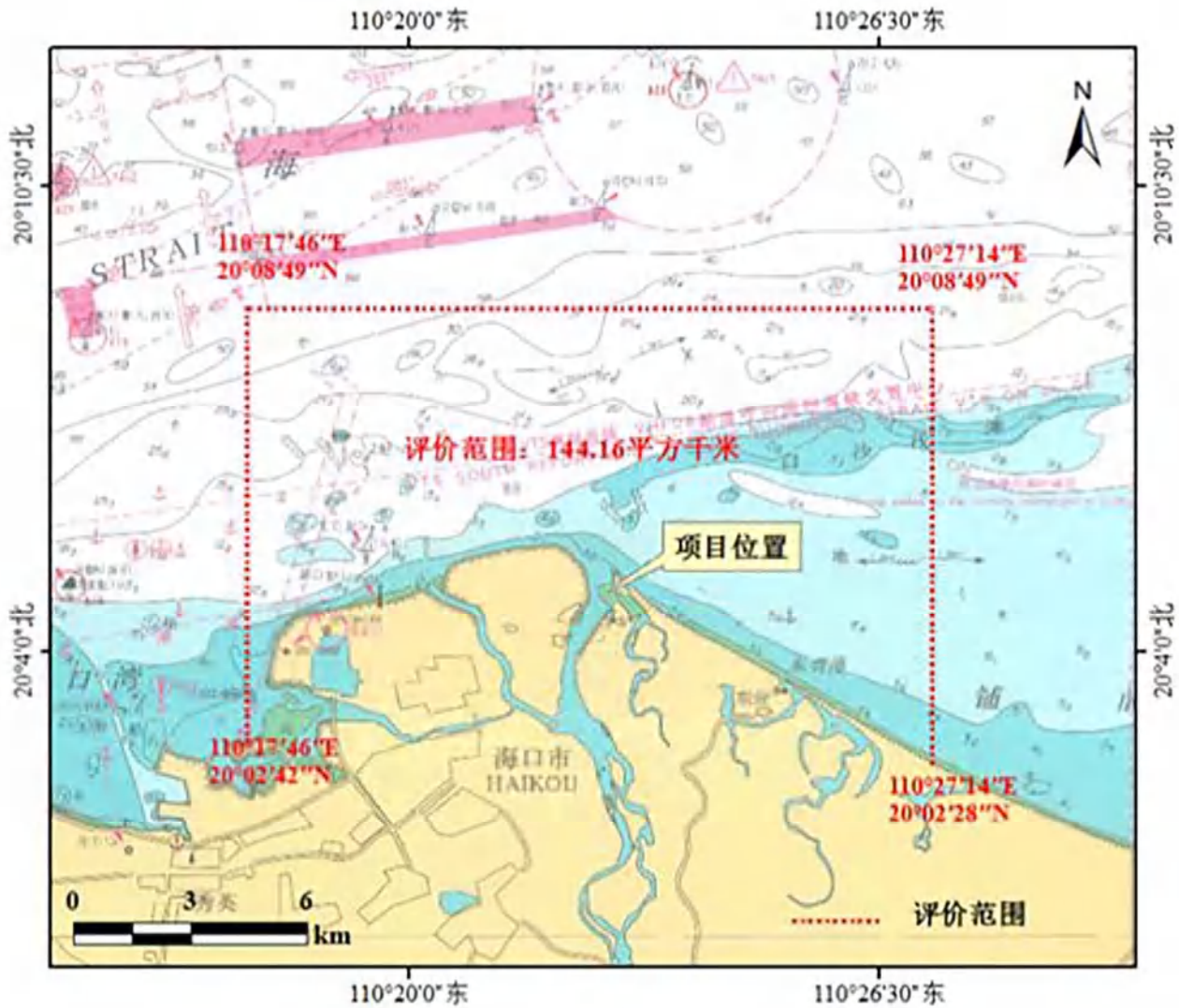


图 2.7-1 海洋环境影响评价范围

2.7.2.3 地表水环境影响评价范围

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ 2.3-2018)及项目的水动力影响预测结果确定项目地表水评价范围，地表水评价范围为项目区域向南延伸 2500m，其余方向与海洋环境影响评价范围一致。

2.7.2.4 声环境影响评价范围

噪声影响的评价范围为项目区域场界外 200m 的范围。

2.7.2.5 生态环境

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2011)，生态影响评价应能够充分体现生态完整性，涵盖评价项目全部活动的直接影响区域和间接影响区域。本次生态环境影响评价范围跟地表水环境影响评价范围一致。

2.8 环境敏感区与环境保护目标

本项目位于南渡江河口，新东大桥北侧。依据现场勘查结果，确定本项目环境保护目标如表 2.8-1 所示，周边环境敏感点位置详见图 2.8-1 和 2.8-2 所示。

表 2.8-1 环境保护目标

名称	保护对象	保护内容	环境功能区及执行标准	相对方位	相对距离
南渡江口岛	无居民岛	防止破坏	/	北侧	紧邻
外堆村	居民 (约 300 人)	大气、噪声	大气环境二类区，执行《环境空气质量标准》(GB 3095-2012)中的二级标准；声环境二类区，执行《声环境质量标准》(GB 3096-2008)中的 2 类标准。	南侧	443m
外坪村	居民 (约 300 人)	大气	大气环境二类区，执行《环境空气质量标准》(GB 3095-2012)中的二级标准。	南侧	658m
三联社区	居民 (约 2000 人)			西侧	603m
土尾社区	居民 (约 1800 人)			西南侧	1.20km
南渡江新埠村河口段	地表水环境	水质、生态、泄洪	海口景观娱乐用水区，执行《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)中的 IV 类标准。	工程河段	---
三场一通道	鱼类资源	鱼类产卵场、索饵场、洄游通道	/	工程河段	涉及
项目北侧海域 (海口市东海岸旅游休闲娱乐区)	海域水体环境	水质、生态	执行《海水水质标准》(GB 3097-1997)二类标准，一类海洋沉积物质量标准，一类海洋生物质量标准。	北侧	170m
地形地貌	地形地貌	岸滩稳定、冲淤变化	/	项目区两岸	/



图 2.8-1 项目与周围环境敏感目标的位置关系图

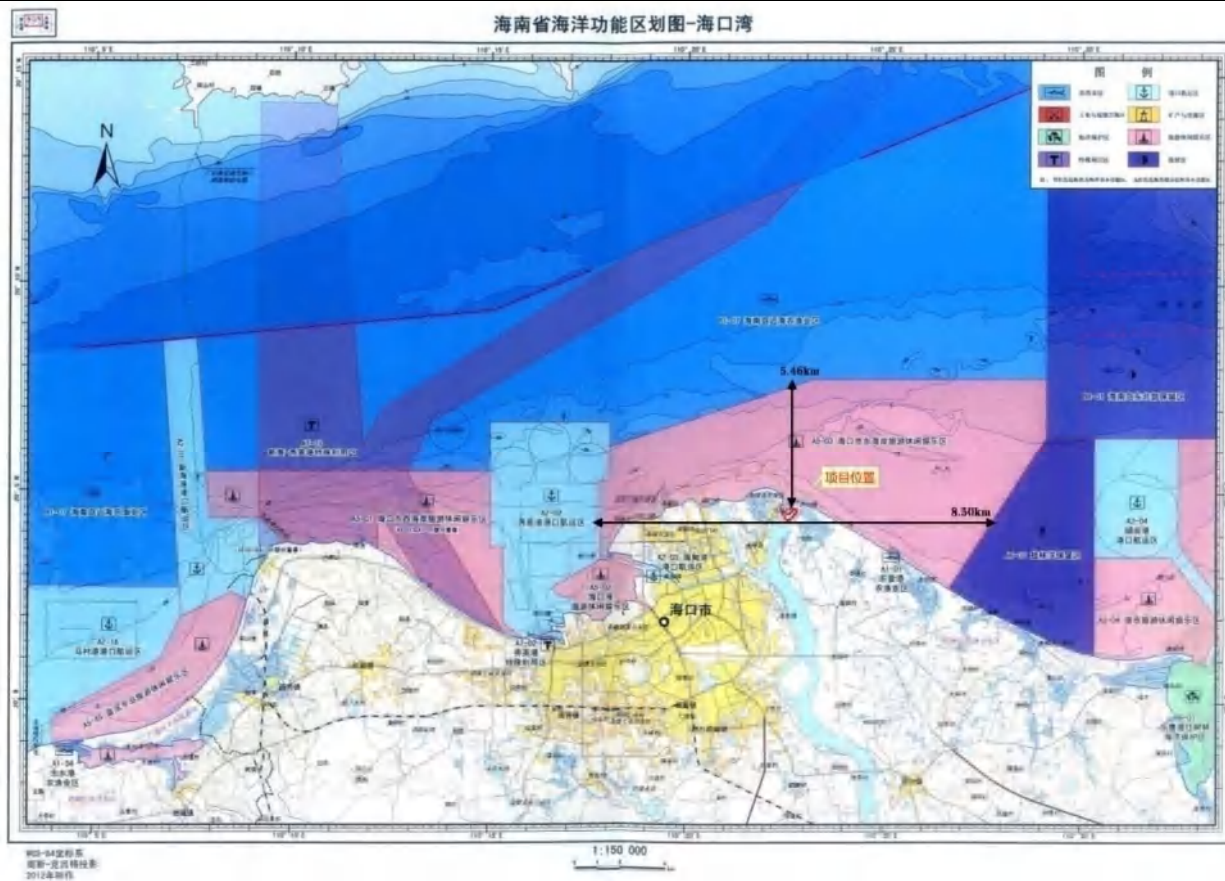


图 2.8-2 项目与周边海洋环境功能区划位置关系图

3 工程概况

3.1 项目建设的必要性

(1) 本工程建设是维护国家领土主权、保卫与巩固我国南海海域权益的需要

南海地处太平洋与印度洋之间的咽喉，扼守两洋海运要冲，是亚洲大陆和澳洲大陆、中东国家和非洲大陆之间的海上商业通道，是多条国际海运线和航空运输线的必经之地，也是扼守马六甲海峡、巴士海峡、巴林塘海峡、巴拉巴海峡的关键所在。据不完全统计，每年有超过 8 万艘次的海轮过往，有世界第三黄金水道之称。

海洋问题一直是世界各国都高度重视的问题，我国也不例外。尤其是近年来，日本以及南海周边国家对我国海域有所觊觎，不断挑起争端侵犯我国海洋权益。随着海洋事业的繁荣发展和海洋资源开发高潮的到来，各国对海洋的争夺也日益激烈，我国的海洋形势也日益严峻。海洋资源被疯狂掠夺，渔业资源争端、油气资源争端已经成为影响国家关系的重要因素。南海周边国家无视我国的海洋权益，对中国南海油气资源进行了疯狂地掠夺性开发，严重侵害了中国的主权、海洋权益和经济利益。此外，外国舰船军事测量活动对中国国家安全造成严重不利影响。

在如此严峻的海洋形势下，我国的海上执法力量与周边国家相比还是处于劣势地位，海上执法相对分散，缺乏有效的沟通交流，给不同部门之间的协同执法带来困难。海上执法维权队伍担负着维护我国海洋权益、国家安全的艰巨任务。因此，为了加强各海上执法部门之间的联系，打造一支现代化的海上综合执法队伍，强化海洋综合管理，建设一座完善相配套的海上综合执法码头是完全必要的。

(2) 本工程建设是进行全面深化南海全海域定期巡航执法工作的重要后方保障

2018 年 6 月 22 日，第十三届全国人民代表大会常务委员会第三次会议通过《全国人民代表大会常务委员会关于中国海警局行使海上维权执法职权的决定》，决定按照党中央批准的《深化党和国家机构改革方案》和《武警部队改革实施方案》决策部署，海警队伍整体划归中国人民武装警察部队领导指挥，调整组建中国人民武装警察部队海警总队，称中国海警局。中国海警局统一履行海上维权执法职责，包括执行打击海上违法犯罪活动、维护海上治安和安全保卫、海洋资源开发利用、海洋生态环境保护、海洋渔业管理、海上缉私等方面的执法任务，以及协调指导地方海上执法工作；同时执行打击海上违法犯罪活动、维护海上治安和

安全保卫等任务，行使法律规定的公安机关相应执法职权；执行海洋资源开发利用、海洋生态环境保护、海洋渔业管理、海上缉私等方面的执法任务，行使法律规定的有关行政机关相应执法职权。然而现有的执法码头规模较小、基础设施陈旧、远不能满足新建大吨位执法船舶停靠的需要，这些船舶将无法停靠现有的基础设施进行加油、加水和维修，势必会影响全海域定期巡航工作的开展和深化。

因此，本项目的建设将有助于完善码头配套功能，提高维权巡航频率和效率，为全海域定期巡航执法提供重要的后方保障。

(3) 本工程是加快海南自由贸易港建设的需要

随着海南省上升为海南自贸区（港），作为海洋大省的海南的发展正在面临腾飞的局面。根据《海南自由贸易港建设总体方案》总体要求：要建立与高水平自由贸易港相适应的政策制度体系，建设具有国际竞争力和影响力的海关监管特殊区域，将海南自由贸易港打造成为引领我国新时代对外开放的鲜明旗帜和重要开放门户。全岛封关运作后，海上综合执法任务将大大增加，海上综合执法码头的建设将有效提高执法效率，健全执法体系，为海南自由贸易港的建设打下坚实的基础。

将位于海口湾滨水地带的执法公务码头进行统一搬迁建设，能重新整合公务执法码头资源，完善执法码头配套设施，提升公务执法码头功能，满足新形势下海南自由贸易港海上维权执法的需求。

(4) 本工程建设是满足海甸溪畅通工程码头搬迁的需要

海口市是海南省省会城市，是全省政治、经济、文化、教育、科学中心和重要的海、陆、空交通枢纽，海口湾水陆交界的滨水地带是海口市重要的生态景观节点，而沿岸单位的传统工程性硬质堤防和码头阻隔了水陆的交流与生态功能的交互性。

海口湾及海甸溪两岸地区，属于海口市滨水区的核心区域，与海口市经济发展及人民生活息息相关。为实现还海、还岸、还景于民，根据海南省委省政府部署，计划实施海口湾两岸畅通工程，实现漫步道、跑步道、骑行道三线贯通，打造优质滨水公共开放空间，提升滨水空间的观赏性与实用性，营造良好的生态环境，彰显海口文化魅力和历史底蕴，提升城市规划与建设品质，带动滨水两岸旅游和经济发展，增强海口城市竞争力。根据海口湾畅通工程的规划设计方案，海甸溪南北侧区域内的岸线将重新进行布局规划，沿岸单位的陆域和水域将被征用，相关涉水设施需进行搬迁。本工程的建设是海甸溪畅通工程得以实施的前提，因此也是海口畅通工程建设的需要。

综上所述，本工程的建设是十分必要的。

3.2 建设项目概况

3.2.1 项目基本情况

项目名称：海口市海上综合执法码头及配套路网项目

项目性质：新建

建设单位：海口江东新区基础建设有限公司

建设地点：南渡江河口，新东大桥北侧，地理坐标为：北纬 19°32'~20°05'，东经 110°10'~110°41'，项目地理位置如图 3.2-1 所示。



图 3.2-1a 项目地理位置图

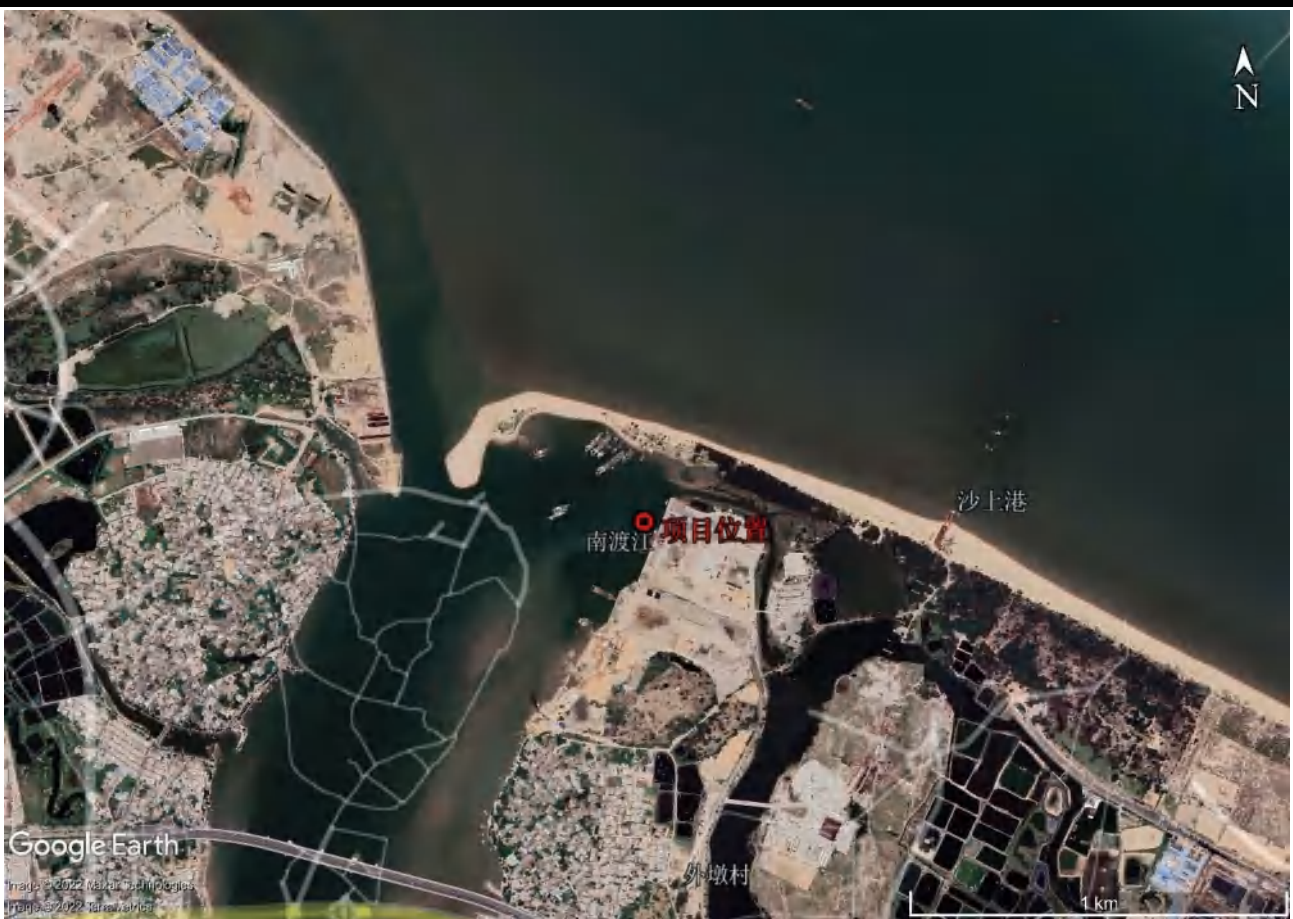


图 3.2-1b 地理位置图（局部放大）

建设内容、规模：本项目新建一座综合执法码头及配套设施，建设岸线总长度 896m，其中执法码头区岸线 824m、保障区岸线 60m、滑道区岸线 12m，共形成泊位 31 个，其中各类执法船舶泊位 10 个，执法艇公共泊位 20 个，保障泊位 1 个。执法码头通过一条长约 1.22km、宽 15m 的进港道路连接至江东大道。码头前沿作业地带面积 1.57 万 m^2 ，码头后方陆域（含道路）总面积约 7.75 万 m^2 ，布置综合执法基地、消防救援支队基地、海警基地及船舶保障区及道路。陆域建设内容包括综合执法中技术用房、航标堆场、消防救援技术用房、停机坪、综合备勤楼、救援物资储备库、训练塔、通信室、海警技术用房、进港道路、港内道路、停车场、污水提升泵站、变电所、港区绿化以及其他水电配套设施。根据使用要求和港址自然条件，确定码头采用高桩结构方案建设。水工建筑物安全等级为 II 级，水工建筑物设计使用年限为 50 年。

工程总投资：66011.79 万元。

表 3.2-1 主要工程量及指标一览表

序号	项目	单位	数量	
			方案一数量	方案二数量
1	码头岸线长度	m	896	969
2	泊位数量	个	31	29
(1)	其中：船舶保障泊位	个	1	1
(2)	海警船泊位	个	3	3
(3)	消防船泊位	个	2	2
(4)	航道所泊位	个	1	1
(5)	海事船泊位	个	1	1
(6)	海洋渔业执法船泊位	个	2	2
(7)	农村局泊位	个	1	1
(8)	执法艇公共泊位	个	20	18
3	陆域总面积	万 m ²	7.75	7.6
4	建筑面积	万 m ²	2.2	2.2
5	疏浚量	万 m ³	140.87	130.2
6	进港道路	m ²	20615	
7	港内支路	m ²	8885	
8	总投资	万元	66011.79	63967.06

3.2.2 项目组成

项目由主体工程、辅助工程、公用工程和环保工程组成，项目工程及建设内容一览表如表 3.2-2 所示。

表 3.2-2 项目工程及建设内容一览表

名称	内容	建设规模
主体工程	综合执法码头	为透水构筑物，占用水域面积为 5655m ² ，建设岸线总长度 896m，共形成泊位 31 个，桩底标高暂定为-25.0m。
	港池、航道、疏浚	港池：占用水域面积为 29.3 万 m ² ，分为三个区域：海警、消防、码头前沿和港池设计底高程为-6.5m；航道所、农村局、海事局和海洋渔业执法码头前沿设计底高程为-4.7m；执法艇公共泊位底高程为-3.4m。 航道：航道通航宽度为 65m。根据航道分段不同的淤积强度，航道设计底标高为-5.7m/6.5m。 疏浚：需对港池区域及部分航道区域进行疏浚，疏浚工程量约为 140.87 万 m ³ ，其中疏浚量（含超宽超深）128.14 万 m ³ ，回淤量为 12.73 万 m ³ 。另在码头北侧拦沙坝内侧布置扣船水域（主要为“三无”渔船），由于“三无”渔船吃水不足 1m，该部分水域可暂不进行疏浚。
辅助工程	综合执法基地	综合执法基地占地面积 8800m ² ，其中航标堆场 2050m ² ，需满足公务执法办公、生活功能，用地性质为行政办公用地。
	消防救援支队基地	消防救援支队基地的占地面积为 12000m ² ，用地性质为消防用地。
	海警基地	海警基地占地面积 20000m ² ，用地性质为特殊用地。

	船舶保障区	船舶保障区占地面积 7200m ² ，主要为公务船提供维修保养功能，用地性质为其他公用设施用地。
	配套路网工程	包括进港道路和港内支路，其中进港道路面积约 20615m ² ，港内支路面积约 8885m ² 。
公用工程	供电照明	根据消防救援支队的特殊保障要求，由市政引入两路 10kV 电源进线。
	给排水、消防	本工程供水水源接自港区后方的江东大道市政供水管网。接管点距港区约 1.2km，要求接入点管径为 DN200，水压不应小于 0.3MPa，以满足港区各类用水和消防的要求。 港区排水体制均采用雨、污分流制。径流雨水就近排海，后方陆域收集后排入谭览河。污水管网根据产生污水的建筑单体的布置情况进行敷设，将收集的污水接入设计污水管网，重力流排至入江东大道市政污水干管，由江东地埋式水质净化中心（一期）进行处理。 另外考虑船舶油污水及生活污水需进行预处理，在船舶保障区内增设一体化污水处理站（100m ³ /t）进行处理，水质满足标准应达到《污水排入城镇下水道水质标准》（GB T 31962-2015）后，排入市政污水管网。
	消防	依托港区消防救援支队基地，保证港区消防安全。
	通信	本工程电话通信系统将以当地公众电信系统作依托，采用虚拟用户交换机的方式建设港区交换系统。本工程内部局域网与互联网实现宽带接入，接入带宽为 1000M，采用 8 芯单模光纤引自港区外公共网络，线缆仅统计至设计红线处。船岸远距离通信依托公众海岸电台转接，为了满足港区船舶调度通信需要，在港区设置甚高频 VHF 电台，用于船舶与港区的近距离通信。
环保工程	施工船舶生活污水收集设施	船舶生活污水收集器
	施工船舶油污水收集设施	含油污水收集罐（签订协议）
	一体化污水处理站	规模为 100m ³ /t，建筑面积为 300m ² ，用电负荷为 50kW。

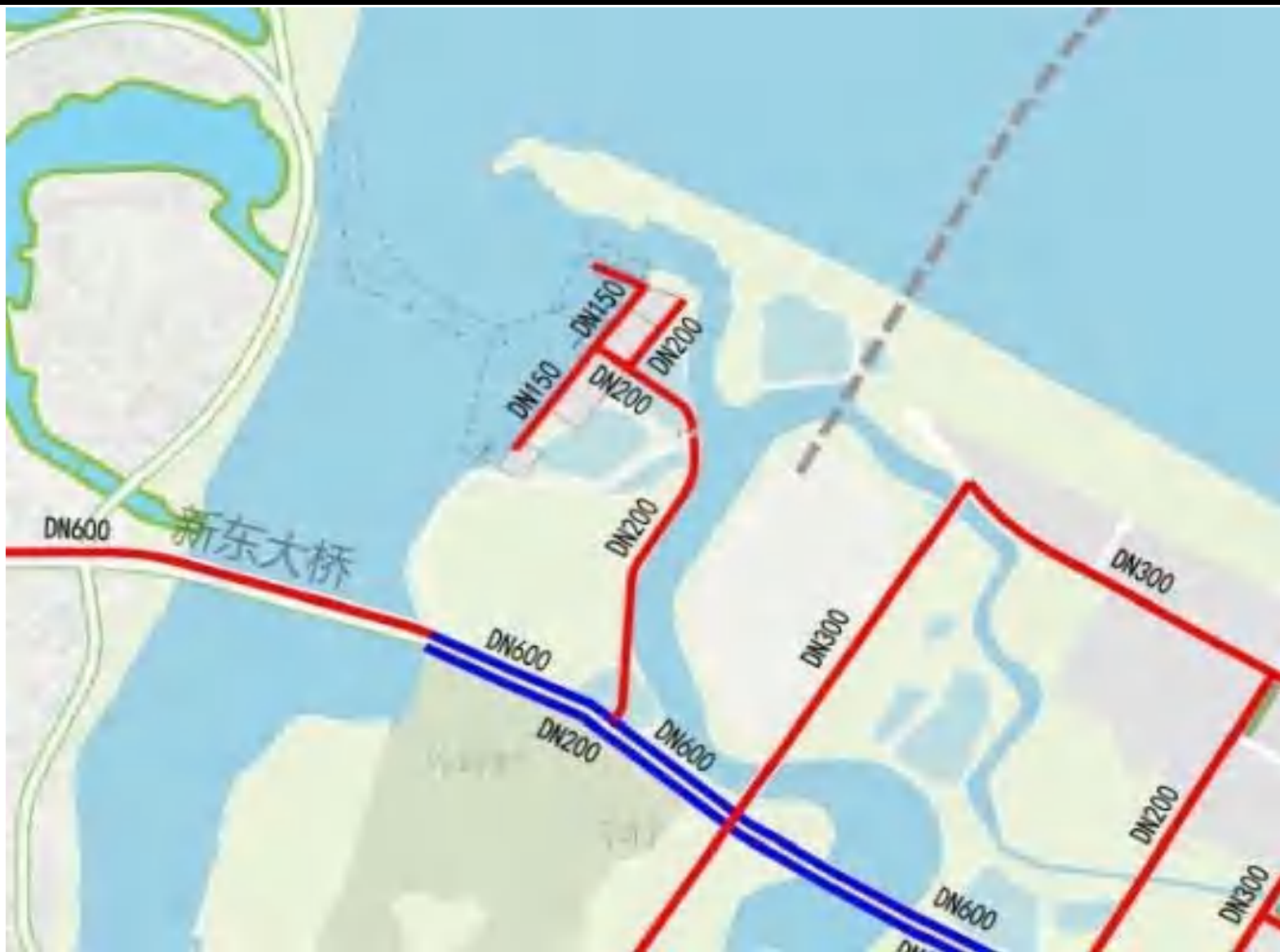


图 3.2-2 给水规划图

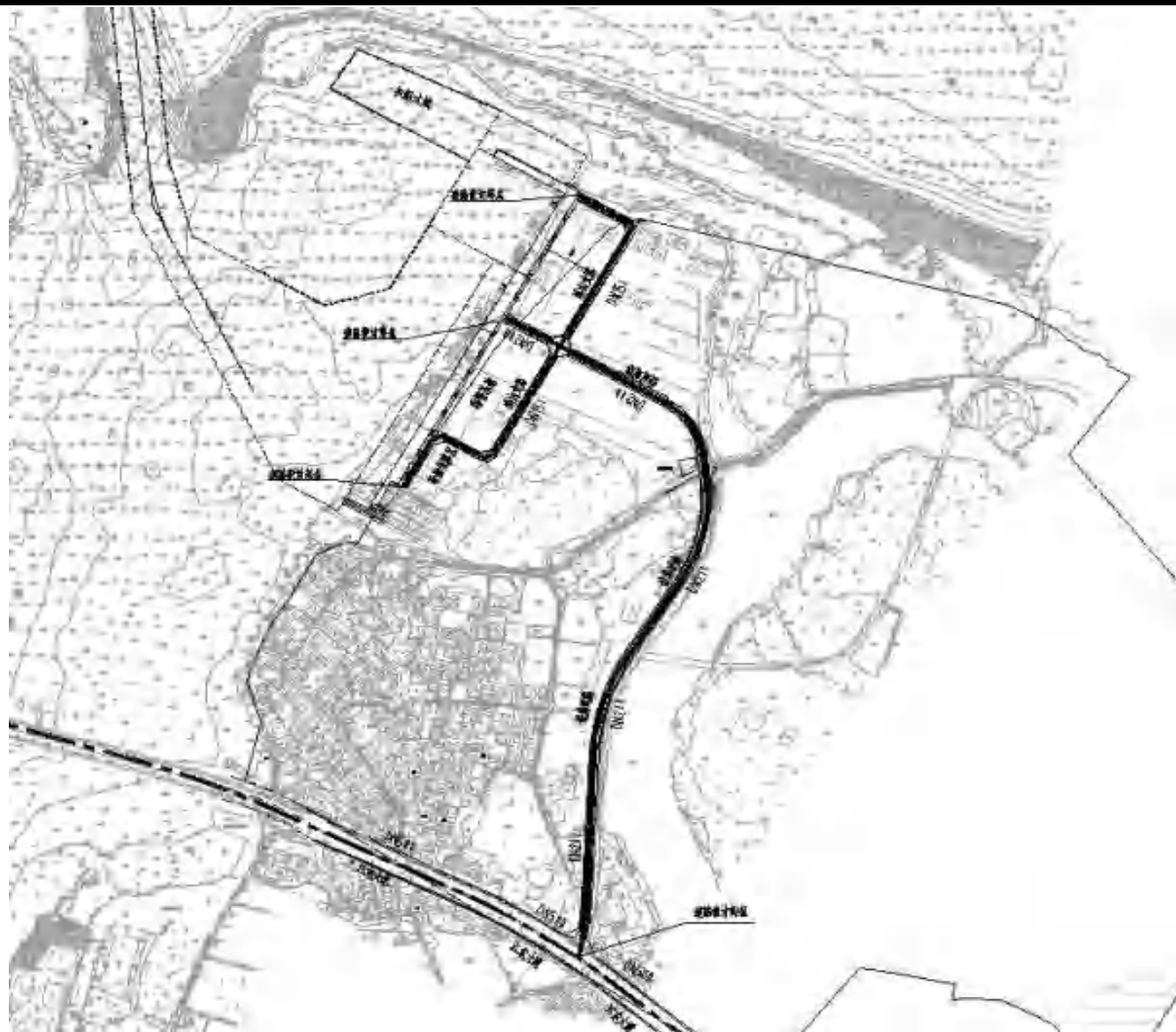


图 3.2-3 给水总布置图

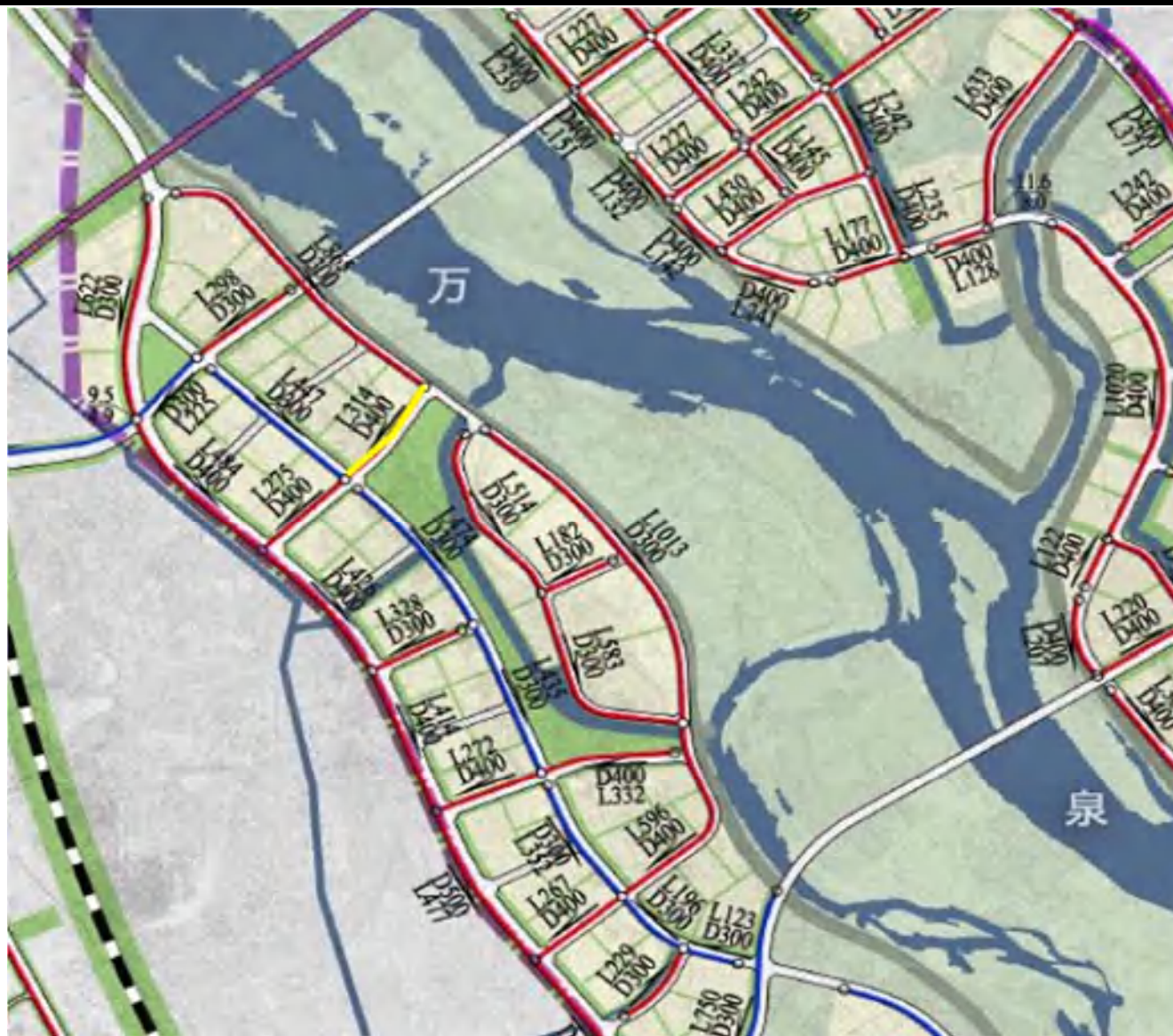


图 3.2-5 雨水规划图（局部）

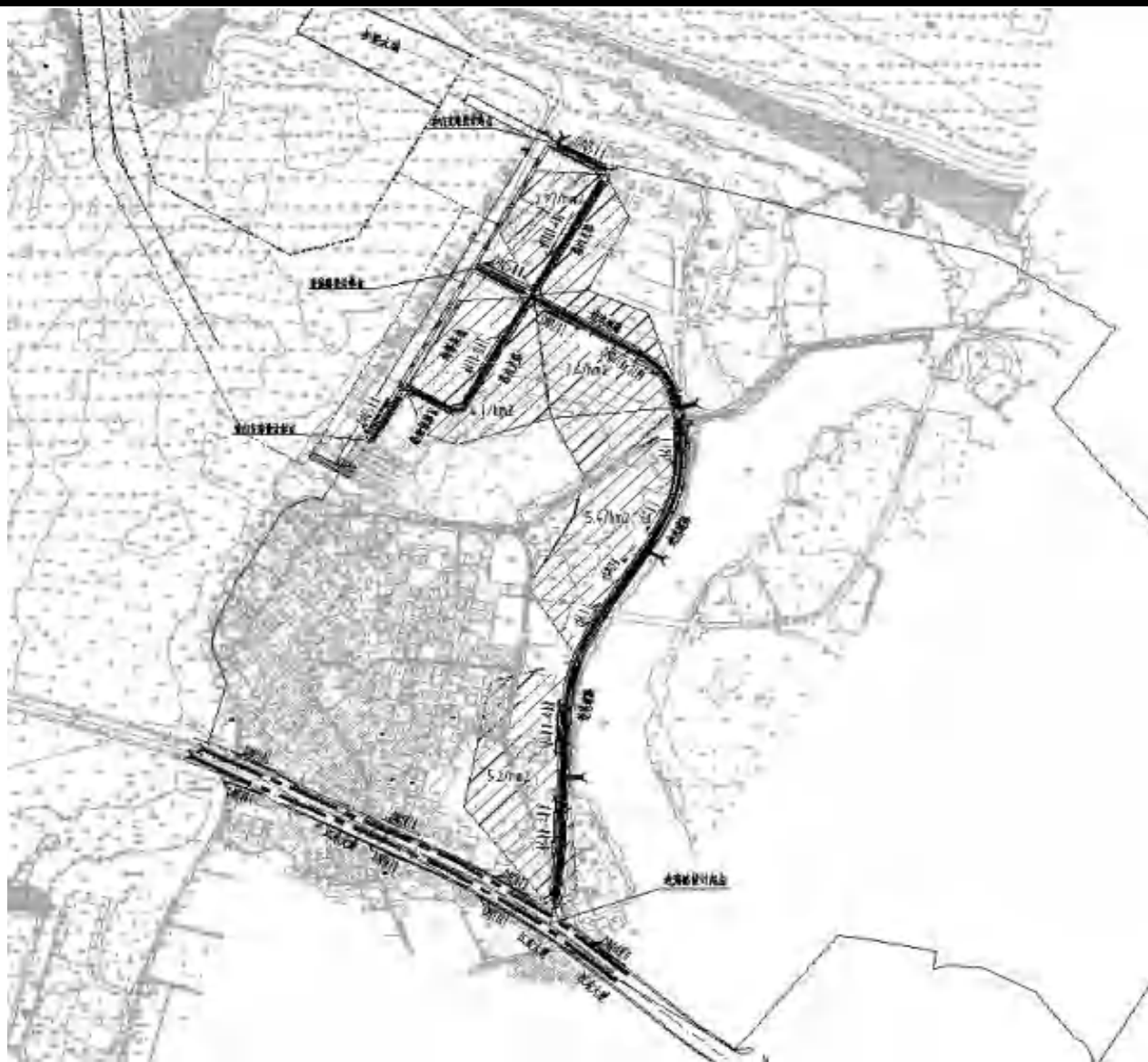


图 3.2-7 雨水管道布置示意图

3.3 总平面布置方案

本项目在泊位布置时应充分考虑各公务执法单位的靠泊、装卸、执法、维修保养等需求，对泊位功能合理划分，集中集约布置，并与陆域功能相匹配、相协调，其平面布局详见附图一。

3.3.1 水域平面布置

(1) 港池航道布置

航道通航宽度为 65m，可满足 1000 吨级公务船单向通航、300 吨级及以下公务船双向通航。根据航道不同段的淤积强度，航道设计底标高为-5.7m/6.5m。

港池分为三个区域，海警、消防、码头前沿和港池设计底高程为-6.5m，航道所、农村局、海事局和海洋渔业执法码头前沿设计底高程为-4.7m，执法艇公共泊位底高程为-3.4m。

在码头北侧拦沙坝内侧布置扣船水域（主要为“三无”渔船），水域面积约为 2.3 万 m²，由于“三无”渔船吃水不足 1m，该部分水域可暂不进行疏浚。

(2) 码头岸线及泊位布置

本工程拟新建码头岸线长度 896m。码头顺岸段长 627m，突堤段长 129m。共布置泊位共 31 个，分别为船舶保障泊位 1 个，海警船泊位 3 个，消防船泊位 2 个，执法艇公共泊位 20 个，航道所船泊位 1 个，农业农村局泊位 1 个，海洋渔业执法船泊位 2 个，海事船泊位 1 个。执法船码头结构均按 1000 吨级设计，码头面高程均为 3.5m，码头顺岸段结构宽度为 20m，码头突堤段结构宽度为 15m。

考虑到海岸警察海口支队、海口市东营反走私综合执法站、海口市综合行政执法支队船舶吨级较小船长均小于 20m，故不单独设置专用泊位，建议停泊在执法艇公共泊位。执法艇公共泊位为浮码头结构，便于执法艇停泊、人员上下。执法艇公共泊位主浮桥长 126.7m，宽 3m，于主浮桥南侧布置 4 座长 20m、宽 1.5m 和 7 座长 12m、宽 1.5m 的支浮桥。

3.3.2 陆域平面布置

码头前沿作业地带面积约为 1.57 万 m²，码头后方陆域总面积约 7.75 万 m²，其中各基地占地面积约 4.8 万 m²，道路面积约 2.95 万 m²。陆域高程为 5.7m/3.5m，陆域按照使用基地可以划分为综合执法基地、消防救援支队基地、海警基地、船舶保障区，各用地规模介绍如下：

(1) 综合执法基地

综合执法基地占地面积 8800m²(1100m²预留东营反走私站建设),其中航标堆场 2050m²,需满足公务执法办公、生活功能,用地性质为行政办公用地。

(2) 消防救援支队基地

消防救援支队基地占地面积 12000m²,用地性质为消防用地。

(3) 海警基地

海警基地占地面积 20000m²,用地性质为特殊用地。

(4) 船舶保障区

船舶保障区占地面积 7200m²,主要为公务船提供维修保养功能,用地性质为其他公用设施用地。船舶保障区位于公务船码头区南侧,由 1 个保障泊位、1 座滑道和 5 个船台组成。本工程保障泊位优先保障公务船舶的维护和保养,为充分利用保障泊位岸线资源,在没有公务船保障需求前提下,兼顾部分渔船维护和保养。

3.3.3 主要工程量

表 3.3-1 主要指标及工程量一览表

序号	项目	单位	方案一数量
1	码头岸线长度	m	896
2	泊位数量	个	31
(1)	其中:船舶保障泊位	个	1
(2)	海警船舶泊位	个	3
(3)	消防船舶泊位	个	2
(4)	航道所泊位	个	1
(5)	海事船舶泊位	个	1
(6)	海洋渔业执法船舶泊位	个	2
(7)	农村局泊位	个	1
(8)	执法艇公共泊位	个	20
3	陆域总面积	万 m ²	7.75
4	建筑面积	万 m ²	2.2
5	疏浚量	万 m ³	140.87

3.4 设计主尺度

3.4.1 水域主尺度

3.4.1.1 码头泊位长度

在同一码头线上一字形连续布置泊位时,其码头总长度宜根据到港船型尺度、码头掩护情况等,按下列公式确定:

端部泊位 $L_b=L+1.5d$

中间泊位 $L_b=L+d$

直立式岸壁折角处的泊位长度，应按下式确定：

$$L_b=\xi L+0.5d$$

式中：

L_b —泊位长度（m）；

L —设计船长（m）；

d —富裕长度（m）；

ξ —船长系数（m）。

由于本工程码头需靠泊的船型较多，为实现码头岸线利用率的最大化，船舶靠泊考虑多船并排系泊方式。考虑到海岸警察海口支队与海口市综合行政执法支队船舶吨级较小，船长均小于 20m，故不单独设置专用泊位，建议停泊在执法艇公共泊位。

表 3.4-1 保障泊位长度计算

设计船型	设计船长（m）	泊位长度（m）	泊位长度取值（m）
300 吨	45	$L_b=L+1.5d=45+1.5\times 10=60$	60

表 3.4-2 海警泊位长度计算

设计船型	设计船长（m）	泊位长度（m）	泊位长度取值（m）
2 艘 1000 吨	102	$L_b=L+d=102+15=117$	120
1 艘 800 吨 2 艘 300-500 吨	63.5	$L_b=L+d=102+5+7.5=76$	80
3 艘 100-200 吨	41	$L_b=L+d=41+10=51$	51
8 艘摩托艇	4.78	$L_b=8B+10=8\times 4.78+10=48.24$	49
合计			300

表 3.4-3 消防泊位长度计算

设计船型	设计船长（m）	泊位长度（m）	泊位长度取值（m）
1000 吨	50	$L_b=L+d=50+10=60$	60
1 艘 800 吨 1 艘 430 吨	43	$L_b=L+d=43+10=53$	53
合计			113

表 3.4-4 航道所泊位长度计算

设计船型	设计船长（m）	泊位长度（m）	泊位长度取值（m）
海浚工 18 海浚工 28 海浚工锚艇	49.9	$L_b=L+d=49.9+10=59.9$	60
合计			60

表 3.4-5 海洋渔业执法船泊位长度计算

设计船型	设计船长 (m)	泊位长度 (m)	泊位长度取值 (m)
中国渔政 46026 船 中国渔政 46029 船 中国海监 2139 船	49	$L_b=L+d=49+10=59$	59
中国渔政 46023 船 中国海监 2108 船	23.9	$L_b=\zeta L+0.5d=1.3\times 23.9+0.5\times 5=33.57$	34
合计			93

表 3.4-6 农村局泊位长度计算

设计船型	设计船长 (m)	泊位长度 (m)	泊位长度取值 (m)
中国渔政 46026 船	48	$L_b=\zeta L+0.5d=1.3\times 48+0.5\times 10=67.4$	68
合计			68

表 3.4-7 海事局泊位长度计算

设计船型	设计船长 (m)	泊位长度 (m)	泊位长度取值 (m)
海巡 1101	45.3	$L_b=L+1.5d=45.3+1.5\times 10=60.3$	61
合计			61

3.4.1.2 滑道宽度

圆弧滑轨宽为 3m，两侧预留 3.5m 的结构宽度，故滑道宽度为 12m。

3.4.1.3 码头前沿停泊水域

(1) 码头前沿停泊水域设计底标高

码头前沿设计水深按下式确定：

$$D=T+Z_1+Z_2+Z_3+Z_4$$

码头前沿设计底标高= h -设计水深

式中：

h —当地理论最低潮面，取-1.017m；

D —码头前沿设计水深；

T —设计船型满载吃水；

Z_1 —龙骨下最小富裕深度；

Z_2 —波浪富裕深度；

Z_3 —船舶装载纵倾富裕深度；

Z_4 —备淤富裕水深。

3.4-8 码头前沿底高程计算表（单位：m）

泊位	设计船型	T	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄	D	计算水位	底标高
海警船泊位	1000	4.28	0.3	0	0	0.4	4.98	-1.017	-5.997
	500	2.8	0.3	0	0	0.4	3.5	-1.017	-4.517
	200	1.5	0.3	0	0	0.4	2.2	-1.017	-3.217
航道所船泊位	500	3	0.3	0	0	0.4	3.7	-1.017	-4.717
海洋渔业执法船泊位	300	2.4	0.3	0	0	0.4	3.1	-1.017	-4.117
海事船泊位	300	2.5	0.3	0	0	0.4	3.2	-1.017	-4.217
消防船泊位	1000	4.3	0.3	0	0	0.4	5	-1.017	-6.017
	600	2.9	0.3	0	0	0.4	3.6	-1.017	-4.617
农业农村局	300	2.35	0.3	0	0	0.4	3.05	-1.017	-4.067
保障泊位	300	1.4	0.3	0	0	0.4	2.1	-1.017	-3.117

根据计算及航道设计底高程，码头前沿底高程取为-6.5m 和-4.7m。

3.4.1.4 船舶回旋圆水域

1000 吨级船舶回旋水域回旋圆布置在码头正前方，取 1.5 倍 1000 吨级船长，为 153m。

300 吨级船舶回旋水域回旋圆布置在泊位西侧，取 1.5 倍 300 吨级船长，为 72m。

3.4.1.5 执法艇公共泊位水域尺度

计算执法艇公共泊位时，根据各单位使用船型确定公共艇泊位以下两个设计船型：

表 3.4-9 公共艇设计船型

代表船型	船长（m）	船宽（m）	吃水（m）
12m 游艇	12	4.4	1.0
20m 游艇	20	5.8	1.6

（1）系泊水域宽度

根据《游艇码头设计规范》（JTS 165-7-2014），系泊水域宽度的计算公式如下：

单泊位： $W=B_1+d$

双泊位： $W=B_1+B_2+1.5d$

式中：

W —系泊水域宽度；

B_1, B_2 —设计船型宽度（m）；

d —系泊水域富裕宽度。

表 3.4-10 系泊水域宽度

代表船型	B	d	W	备注
小型执法艇	4.4	0.8	10.0	双泊位
中型执法艇	5.8	1.2	13.4	双泊位

(2) 系泊水域长度

根据《游艇码头设计规范》(JTS 165-7-2014)，系泊水域长度的计算公式如下：

$$L_b=L+d_p$$

式中：

L —设计船型长度 (m)；

d_p —单泊位系泊水域富裕长度 (m)，取 0.5；

根据计算，系泊水域长度为：

$$L_b=12+0.5=12.5\text{m}。$$

表 3.4-11 系泊水域长度表

代表船型	L	d_p	L_b
小型执法艇	12	0.5	12.5
中型执法艇	20	1	21

(3) 系泊水域设计水深

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

$$D=T+Z_1+Z_2$$

式中：

D —系泊水域设计水深 (m)；

T —设计船型满载吃水 (m)；

Z_1 —富裕深度 (m)，取 0.4m；

Z_2 —备淤深度 (m)，取 0.4m。

表 3.4-12 系泊水域设计水深

代表船型	T	Z_1	Z_2	D	设计底高程
小型执法艇	1.0	0.4	0.4	1.8	-2.817
中型执法艇	1.6	0.4	0.4	2.4	-3.417

公共执法艇泊位设计底高程取为-3.4m。

3.4.1.6 口门宽度

根据《海港总体设计规范》(JTS 165-2013)，口门的有效宽度 B_0 不宜小于 1.0 倍设计船长，最小宽度不宜小于 0.8~1.0 倍设计船长。本项目设计船型最大船长为 102m，但其余船型船长均小于 60m，本项目考虑口门宽度取 0.8 倍设计船长：

$$B_0=0.8 \times 102=81.6\text{m}$$

故本项目口门最小宽度应大于 81.6m。

3.4.2 陆域主尺度

根据相关部门提供的资料及江东新区管理局要求，本工程码头陆域配套用地分为独立用地和非独立用地。除海警执法码头和海口市公安消防支队码头安排独立用地外，其余单位合并建设。各单位需求统计如下：

表 3.4-13 码头独立用地陆域配套用地需求汇总表

需求单位	陆域需求用地 (m ²)	备注
海警执法支队	20000	建筑面积 5300m ² 。
海口市公安消防支队	12000	<p>一、参照消防站建设标准，江东新区海陆空消防站海上消防站陆地配套占地面积 18 亩，建筑面积约 8000m²，建设内容主要为：</p> <p>1、四层消防站综合楼，含救援物资储备库 2000m²（主要储存泡沫、干粉及相关消防器材装备）、消防指挥调度中心、消防艇（直升机）供给设施及其他配套营房库室 6000m²；</p> <p>2、室外训练设施，含水域救助训练区（消防员潜水训练设施）960m²、船舶火灾事故处置训练设施 1340m²、直升机停机坪 700m²（H3 消防类别场地）及体能训练区。</p> <p>二、满编配备 3 名船长、3 名轮机长及 25-30 名战斗员，船长、轮机长可先外聘人员，飞行员、空勤人员将结合海口现有资源设置；</p> <p>三、该项目定义为海陆空三用消防站，配备三艘消防艇（前期配备两艘，后期结合发展情况增配一艘拖消两用消防艇）和三辆消防车，消防直升机后期视财政情况采购或结合海口现有资源设置（机长约 24-35 米）。负责最远海域边缘距离 30km 的水域救援、陆地辖区 7km 的陆上救援任务和全市空中消防救援。</p>

表 3.4-14 码头非独立用地陆域配套用地需求汇总表

需求单位	建筑面积 (m ²)	备注
航道所	1460	办公生活等建筑面积 1460m ² , 浮标、锚链、沉块堆场 2400m ² , 航标养护工棚 460m ² 。
海口市综合行政执法局 海洋和渔业行政执法支队	616	进驻人数 86 名, 建筑面积 616m ² , 配套 22 间房室 (办公室 8 间、船员休息室 8 间、船员生活区 2 间、船用和应急物资仓库室 4 间)。
海口海事局	600	建筑面积 600m ² ; 除办公用房外, 陆域面积可与其他单位统筹使用。
海岸警察海口支队	700	涵盖日常住宿、生活、办公等场所, 以维持执法艇日常工作开展。东营反走私站 500m ² , 不在本次建设范围。
海口市综合行政执法局交通 港航行政执法支队	200	建筑面积 200m ² , 含独立会议室、办公室、休息室、卫生间及相应配套设施。
海口市农业农村局	270	建筑面积 270m ² , 配套 11 间房室 (办公室 5 间、船员休息室 3 间、船员生活区 1 间、船用和应急物资仓库室 2 间)。
合计	3846	

本项目除海南省海警总队和海口市消防救援支队以外, 其余单位的办公生活均集中在执法中心技术用房。

3.4.3 陆域高程

参考《海口江东新区水安全保障总体方案》(2019年3月, 水利部水利水电规划设计总院)和《南渡江河口右岸海口段防洪堤达标改造工程(示范段)可行性研究报告》(2019年10月, 中水北方勘测设计研究有限责任公司), 入海口右堤 100 年一遇防洪标准洪水位为 3.85m。

根据《堤防工程设计规范》(GB 50286-2013), 堤顶超高应按下式计算:

$$Y=R+e+A$$

式中:

Y —堤顶超高 (m);

R —设计波浪爬高 (m);

e —设计风雍水面高度 (m);

A —安全加高值 (m), 取 1.0m。

高程设计要考虑与现有场地、道路的合理衔接, 以及满足南渡江的堤岸防洪要求, 道路设置纵坡和横坡。根据计算, 后方陆域高程设计为 5.7m。

3.5 航道

3.5.1 航道选线原则

(1) 航道选线应结合港口总体规划，遵循统一规划；

(2) 尽量利用天然水深，避免较大的航道建设开挖量，以节省工程投资和利于进港航道维护管理；

(3) 航道选线应充分考虑风、浪、流对船舶的影响，减小强风、强流和潮流主流向与航线的夹角，并力求航线顺直，便于船舶操纵。

3.5.2 航道尺度

3.5.2.1 航道设计水深及底高程

根据《海港总体设计规范》(JTS 165-2013)规定，航道设计水深按下式计算：

航道通航水深： $D_0=T+Z_0+Z_1+Z_2+Z_3$

航道设计水深： $D=D_0+Z_4$

航道设计底标高： $E=H-D$

式中：

D_0 —航道通航水深 (m)；

T —设计船舶吃水；

Z_0 —船舶航行时船体下沉值；

Z_1 —龙骨下最小富裕深度；

Z_2 —波浪富裕深度；

Z_3 —船舶装载纵倾富裕深度；

D —航道设计水深 (m)；

Z_4 —备淤深度，由于航道不同段的年均冲淤深度差别较大，故备淤深度根据航道冲淤结果分别取 1.2m、0.4m。

航道设计通航水位取设计低水位。经计算，本工程航道设计底高程见下表：

表 3.5-1 航道设计底高程计算表 (单位：m)

设计船型	T	Z0	Z1	Z2	Z3	Z4	D	起算水位	E 计算值	E 取值	备注
1000 吨级	4.3	0.1	0.2	0.2	0	1.2	6	-0.476	-6.476	-6.5	淤积严重段
1000 吨级	4.3	0.1	0.2	0.2	0	0.4	5.2	-0.476	-5.676	-5.7	

经计算，航道设计底高程分别取为-6.5m、5.7m。港池航道理论上每年进行一次维护性疏浚，初步估计维护性疏浚每年投入约 400 万元。

3.5.2.2 航道通航宽度

根据《海港总体设计规范》(JTS 165-2013)的有关规定，航道通航宽度按下式计算：

$$\text{单线航道： } W=A+2c$$

$$\text{双线航道： } W=2A+b+2c$$

$$A=n(L\sin\gamma+B)$$

式中：

W —航道有效宽度 (m)；

A —航迹带宽度 (m)；

n —船舶漂移倍数；

b —船舶间富裕宽度 (m)，取设计船宽 B ；

L —船长 (m)；

γ —风流压偏转角 ($^{\circ}$)；

B —设计船宽 (m)；

c —船舶与航道底边间的富裕宽度 (m)。

表 3.5-2 航道通航宽度计算表

设计船型	L (m)	B (m)	n	γ ($^{\circ}$)	A (m)	c (m)	W 计算值 (m)	备注
1000 吨级	102	14	1.59	10	50.4	7	64.4	单线航道
300 吨级	45.3	7.6	1.59	10	24.59	3.8	64.37	双线航道

经计算，航道通航宽度为 65m，可满足 1000 吨级公务船单向通航，可满足 300 吨级及以下公务船双向通航。

3.5.3 疏浚坡度

根据地质勘查资料揭示，本港区港池、航道疏浚深度范围内主要土层为淤泥及少量沙，水域挖泥边坡取 1:7。

3.5.4 疏浚工程量

推荐方案需对水域疏浚港池和进港航道。经计算，推荐方案的疏浚工程量为 140.87 万

m³。

表 3.5-3 疏浚工程量（单位：万 m³）

疏浚量（含超宽超深）	回淤量	疏浚总量
128.14	12.73	140.87

3.5.5 疏浚土的处理

由于港池航道的疏浚土主要以淤泥为主，陆域无堆存区，暂定外抛至 20km 外的海口海洋倾倒区。海口海洋倾倒区为以 110°14'00"E、20°06'30"N 为中心，半径 0.5 海里的圆形海域，其具体位置及本项目的关系如图 3.5-1 所示。



图 3.5-1 海口海洋倾倒区位置图

3.6 水工结构方案

3.6.1 水工结构设计原则

- (1) 对水工建筑物所在区域的自然条件进行详细分析，选择适应和能充分利用自然条件的水工建筑物进行优化，保证码头及防波堤使用安全和自然条件的适应性；
- (2) 水工结构在满足使用要求，适应自然条件，结构安全可靠，有效利用施工条件的前提下，力求节约投资、降低工程造价，使水工结构经济合理。
- (3) 尽可能地减少项目对海洋环境的改变，力求把项目对环境的影响减小到最低。

3.6.2 码头结构方案

根据本工程地质勘察报告，码头岸段场地埋深-30m 范围内岩土层主要有：①层杂填土、②淤泥、③淤泥质粉质粘土、④中砂、⑤层粉质粘土及⑩层黏土。根据各岩土层综合评价结果，⑩层黏土标贯实测击数平均值 18.5 击，工程性能较好，可作为码头基础持力层。考虑到本工程区域现状地面较高、且中砂层属于严重液化层，若采用重力式结构，需进行地基处理、同时土方开挖范围较大，故本次码头结构拟考虑采用高桩墩台结构，接岸结构采用斜坡式护岸接岸结构，具体详见附图二至附图四。。

3.6.2.1 码头顺岸段结构

码头结构采用高桩墩台结构型式，码头面顶标高 3.5m，前沿底标高-6.5m。码头面宽 20m，排架间距 6.0m，每排架设 4 根直径为 0.8m 的 PHC 直桩，悬臂均长 1.6m，桩底标高暂定为-25.0m。

顺岸段码头上部结构采用现浇 C40 钢筋砼墩台结构型式，墩台厚度 1.3m，码头上部结构由墩台内设置水电管沟、防撞结构（预制靠船构件、水平撑），现浇步级结构等组成，桩顶与现浇墩台连接。防撞结构采用预制靠船构件与预制水平撑组合结构型式，靠船构件长 1.0m、宽 0.8-0.9m，高 1.0m 和 1.7m；水平撑长 6.0m，宽和高均为 0.4m。码头系缆附属设施系船柱采用 450kN，防撞附属设施橡胶护舷采用 DA-A300H×2500L 低反力型标准型橡胶护舷，并采用 D300×300×2000L-D 型橡胶护舷作为船舶横摇防撞橡胶护舷。

为解决高低水位船舶人员上下码头的问题，在前排帽梁间设置顶高程为 0.70m 的走道板，其上设置 1.2m 宽踏步（每隔约 8m 设一处），作为上下码头面的通道，为防止船舶撞击踏步，在踏步海侧设置 D300×300×1000L-D 型橡胶护舷。

码头后方接岸结构：根据本工程地质条件及工程现状，工程区域地面高程基本为 2.3m 左右，从工程投资及施工可行性上考虑，码头接岸结构考虑抛石斜坡式护岸及钢板桩方案进行比较。码头接岸结构方案一拟通过预制简支板与后方抛石斜坡式护岸结构进行衔接。码头接岸结构方案二拟通过陆上施打钢板桩上部浇筑 C35 砼挡墙进行衔接。

3.6.2.2 码头突堤段结构

突堤码头顶高程 3.5m，港池底高程-4.7m，突堤码头宽度 15.0m，突堤码头结构与码头顺岸段结构主要区别在于，突堤码头没有接岸结构，且两侧设置码头附属设施，其余结构与（1）同。

3.6.3 码头接岸结构方案

码头接岸结构方案一拟通过预制筒支板与后方抛石斜坡式护岸结构进行衔接。码头接岸结构方案二拟通过陆上施打钢板桩上部浇筑 C35 砼挡墙进行衔接。

3.6.4 执法艇公共泊位结构方案

码头结构采用浮箱结构，浮桥主体结构采用铝合金框架，浮箱采用聚乙烯塑料浮箱，浮桥面铺设塑木地板，设置系缆桩。主栈桥宽度为 3m，辅助栈桥为 1.5m。浮桥定位桩通过钢抱箍与浮桥相连，桩基采用直径 600mm 的 PHC 桩结构，桩顶标高为 4.5m，底标高约-18.0m。与突堤以活动引桥连接，引桥采用铝合金结构，桥两侧设置栏杆，与陆域相连的引桥宽度为 1.2m。本工程所有浮码头浮箱及附属设施由专业厂家定制，采用模块化安装。

3.7 陆域建筑物方案

3.7.1 堆场

本工程堆场主要位于综合执法基地东北角，主要作为航标场地堆场。本工程铺面等级按Ⅱ级设计，设计使用年限为 30 年。

(1) 影响铺面结构选型的主要因素

道路场地铺面结构种类主要依据港口装卸作业特点、陆域建筑方式、地基处理方法及施工条件等技术经济要素确定。工程区经地基处理后，根据使用期残余沉降量的大小，考虑适当的结构选型。

(2) 铺面结构型式

铺面结构层主要由面层、基层和垫层组成。

(3) 面层型式

目前港区常用的铺面结构种类主要为混凝土路面、联锁块铺面和沥青混凝土路面。这三种铺面能较好的适应港口机械荷载的特点，推荐采用混凝土路面，同时施工工艺成熟可靠、造价适宜、使用寿命较长。

(4) 基层型式

基层主要分为稳定类、贫混凝土和级配碎石，其中稳定类主要包括水泥稳定类、石灰稳定类等。工程中通常采用强度较高的水泥稳定类基层；在面层结构对残余沉降、平整度

等有较高要求时，可采用贫混凝土基层。

考虑使用要求和经验，基层材料推荐选择水泥稳定碎石基层。

(5) 垫层型式

垫层主要用于透水和调整施工基面，以免基层浸泡于水中而降低强度，一般采用碎石作为垫层。

3.7.2 主要建、构筑物结构

本工程为海上综合执法码头新建工程，本次设计包含的建筑物主要有执法中心及配套堆场、东营反走私执法站、消防救援支队基地和海警基地等公益性建筑物及构筑物。

(1) 主体结构设计使用年限

本工程建筑结构的设计使用年限为 50 年。

(2) 建筑结构分类等级

本工程建筑结构的安全等级为二级，建筑抗震设防类别为丙类，混凝土结构的抗震等级为二级，钢结构的抗震等级为三级，地基基础设计等级为丙级。

(3) 人防设计

本工程均建筑多层办公建筑，总建筑面积约为 22000m²，需设置人防地下室约 880 m²，现均设置于执法中心楼下，为战时人防地下室，平时可作为仓库或者车库。

(4) 基本设计参数

有关各项建筑物的建筑尺寸、面积、层数、层高等技术指标以及结构特征、建筑特征见下表。

表 3.7-1 建筑指标表

序号	项目	单位	面积	层数
1	执法中心技术用房	m ²	7200	5+1
2	消防救援支队基地技术用房	m ²	5200	4
3	消防救援支队基地救援物资储备库	m ²	2100	2
4	消防救援支队基地综合备勤楼	m ²	1780	4
5	海警基地技术用房	m ²	5300	4
6	变电所	m ²	200	1
7	污水处理站	m ²	200	1

(5) 结构选型

本工程的建（构）筑物为单层或多层建筑，功能要求较单一。建、构筑物均采用钢筋混凝土框架结构。在满足建筑功能、工艺设备布置等专业的要求下造价较省，且施工工艺

成熟、后期维护方便。

本工程属于近海强台风地区，结构上尽量需采取抗风效果较好的混凝土结构。

(6) 基础方案

建(构)筑物所在场地为陆域后方区域，处理后的地基应满足建(构)筑物的承载力、沉降等要求。地基处理后，地基承载力特征值 $\geq 100\text{kPa}$ 。

(7) 主要结构材料

①混凝土：主体结构采用 C30-C40，垫层采用 C20 聚合物水泥混凝土；

②钢筋：HRB400E、HRB400；

③钢材：Q235B、Q345B；

④承重墙体： ± 0.000 以下：采用 MU20 实心砖，M10 水泥砂浆； ± 0.000 以上：采用 MU15 实心砖，M10 混合砂浆。

⑤围护墙体： ± 0.000 以下：采用 MU20 实心砖，M5 水泥砂浆； ± 0.000 以上：采用加气混凝土砌块（容重 $\leq 10\text{kN/m}^3$ ），M7.5 混合砂浆。

(8) 耐久性要求

混凝土结构应正常使用及维护，地下部分为海岸环境三 b 类，室外为海风环境三 b 类，室内为一类。

设计使用年限为 50 年的混凝土结构最外层钢筋保护层厚度需满足《混凝土结构设计规范》(GB 50010-2010) 的要求。

3.8 配套路网工程方案

3.8.1 港区道路

3.8.1.1 港区交通概况

港内支路紧邻码头作业区，可以第一时间快速疏散车辆，港内支路与进港道路连接。进港道路为现有道路，南侧与江东大道连接，拟对其进行升级改造，满足疏港要求。

3.8.1.2 与港外交通的衔接

本工程陆路集疏运全部通过进港道路与江东大道完成，主要依托江东大道等港外交通系统连接。



图 3.8-1 港外交通系统示意图

3.8.2 道路工程

道路工程内容包括：平面设计、纵断面设计、横断面设计、路基设计、路面结构设计、路基路面排水设计、交叉口设计等。

3.8.2.1 建设范围和内容

项目道路建设范围包括进港道路、港内支路共 2 条。进港道路面积约 20615m²，港内支路面积约 8885m²。道路建设规模如下表所示。

表 3.8-1 道路建设规模一览表

序号	道路名称	道路等级	道路长度 (m)	道路宽度 (m)
1	进港道路	城市支路	1320.031	15
2	港内支路	城市支路	752.706	12
汇总 (m)			2072 737	

建设内容包括道路工程、交通工程、给排水工程、电力工程、照明工程、通信工程、绿化工程等。

3.8.2.3 道路平面设计

道路平面线形按照《海口市海上综合执法码头及配套路网项目陆域用地论证及规划调整技术报告》、《陆域总平面布置图》中道路用地范围中心线布设。道路线形组合设计以直线+圆曲线+直线的线性组合，满足港区车辆通行，设计行车速为 20km/h。

本次坐标采用大地 2000 平面坐标系，高程为 1985 年国家高程基准。

(1) 进港道路

进港道路平面线位走向为南北走向，道路起于江东大道、至码头，道路桩号长度为 1320.031m，实施范围长度约为 1301.997m，红线宽度为 15m。道路设计速度为 20km/h。进港道路工程范围内平面线位共设置了 4 处交点，圆曲线半径分别为 350m、300m、255m、120m。

(2) 港内支路

港内支路平面线位走向为南北走向，道路起于船舶保障区，至码头，道路桩号长度为 752.706m 实施范围长度约 752.706m，红线宽度为 12m。道路设计速度为 20km/h。

3.8.2.4 纵断面设计

(1) 进港道路

进港道路纵断面最大纵坡 2.518%，最小纵坡 0.3%，最小坡长为 90.031m，最小凹曲线半径为 10000m，最小凸曲线半径为 1800m，最小竖曲线长度为 53.2m。

(2) 港内支路

港内支路纵断面最大纵坡 2.058%，最小纵坡 0.3%，最小坡长为 148.564m，最小凹曲线半径为 10000m，最小竖曲线长度为 3000m。

3.8.2.5 横断面设计

横断面形式主要有 3 种：机非人分离断面、机非共板断面、人非共板断面。

机非人分离断面适用于机动车、非机动车及行人流量均较大，且对机动车行车速度要

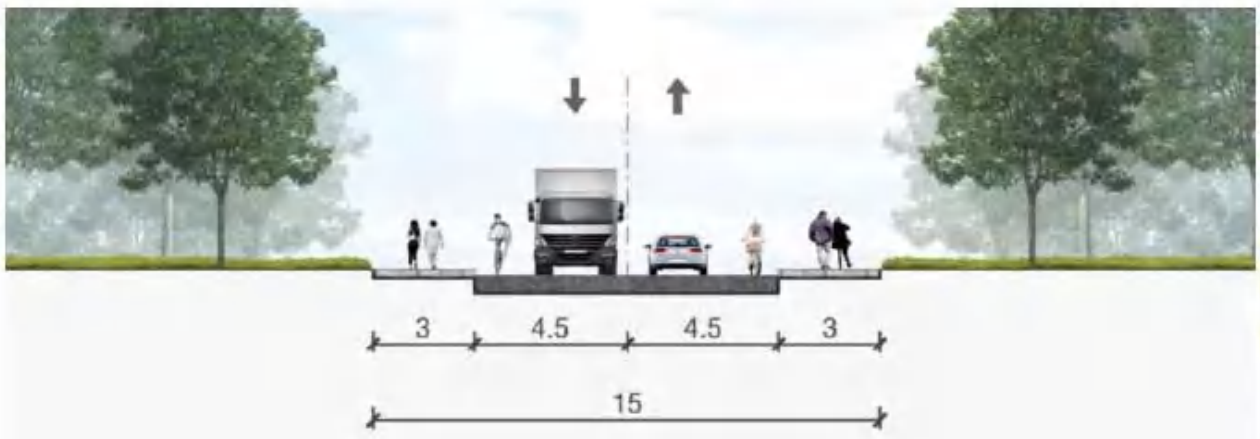
求较高的道路。为避免对行车的干扰，在机动车道与非机动车道之间设置机非分隔带，辟筑单独的非机动车道；对于行车速度要求较高的道路，或者红线宽度较宽的道路，可在道路中间增设中央分隔带，即俗称的三块板、四块板断面。机非分隔带、中央分隔带宽度范围可种植绿化，提升道路景观效果。该类横断面布置形式要求道路有较宽的红线宽度。

机非共板断面为常规横断面布置形式，适用于机动车、非机动车交通流量不大的情况，机动车道与非机动车道通常设在同一平面上，行人在人行道上，此类横断面布置形式可以保证行人有较为舒适的出行环境。

人非共板断面为行人和非机动车在同一平面上，既相互分离又互相借用，适用于机动车流量较大、非机动车及行人流量均较小，且对机动车通行服务水平要求较高的道路。

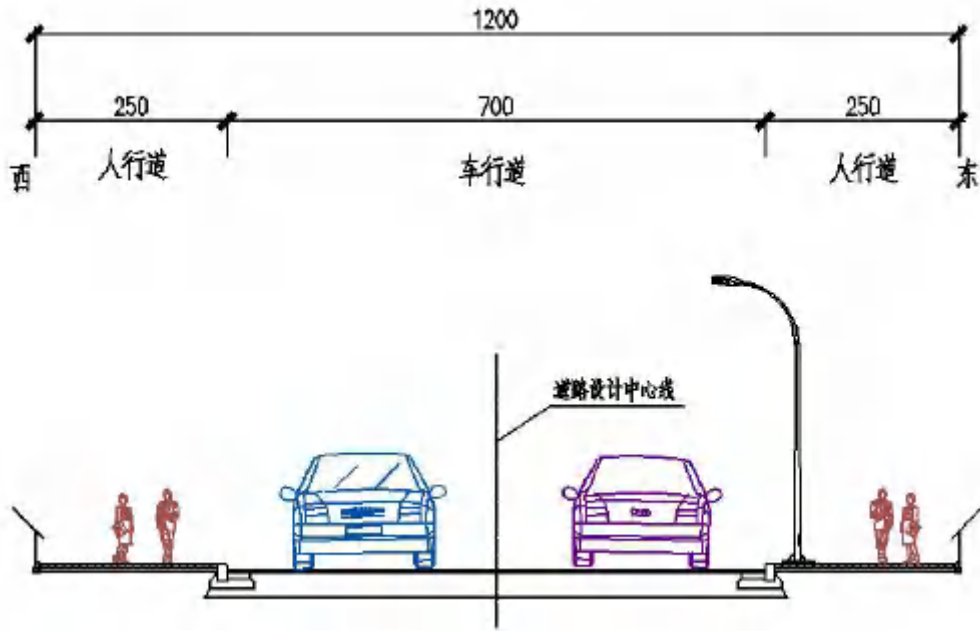
本次设计道路均为城市支路，机动车、非机动车交通流量不大，本次设计建议采用机非共板断面，行人在人行道上，可以保证行人有较为舒适的出行环境。

(1) 进港道路



横断面方案（规划方案）：3m（含 2m 人行道+1m 绿化带）+9m（车行道）+3m（含 2m 人行道+1m 绿化带）=15m（道路红线）

(2) 港内支路



横断面方案：2.5m（人行道）+7.0m（车行道）+2.5m（人行道）=12.0m（道路红线）

3.8.2.6 路基设计

（1）一般路基设计

路基填土前，原地面上杂草、树根、农作物残根、腐殖土、垃圾等必须全部清除，清除厚度 30cm 或以上，路基不得用腐朽土、有机土、含草皮土、垃圾土或淤泥填筑。在水田地段修筑填土路堤时，应先挖纵、横明沟、疏干积水，挖除淤泥和清除稻根及腐殖土，压实后再填筑土方。沟槽地段，必要时应将松土翻挖，打碎土块，然后分层回填找平压实。各层压实度需满足规范要求，以提高土基强度和水稳定性，控制路基平整度。

根据《海口市海上综合执法码头项目岩土工程可行性研究阶段（补勘）中间资料》，场地揭露的地层分别为杂填土及淤泥质粘土，均属软弱土，工程性质差，不能作为路基持力层；中砂、砂质粘性土，属中软土～中硬土，工程性质一般，可作为路基及管道持力层。

（2）特殊路基设计

根据地勘资料，进港道路（K0+000~K1+200 段）淤泥质粘土平均地层厚度为 2.40m，承载力特征值 $f_{ak}=50$ (kPa)，该区域地下水位较高，推荐采用 CFG 桩。CFG 桩按正方形布置，桩径为 400mm，处理深度以打穿软弱土层进入持力层 0.5m 控制，根据地质情况确定处理范围，CFG 桩间距为 1.6m，桩顶以上回填 50cm 级配碎石垫层，级配碎石层中及顶面各加铺一层双向拉伸土工格栅。

（3）新老路基设计

为防止新填筑路基与老路基接合部产生差异沉降造成路面和市政管线损坏，设计在新

老路基接合部开挖台阶，并与台阶上方铺筑双向土工格栅，并严格控制好路基填料压实度。

(4) 边坡防护设计

本工程路基填方边坡为 1: 1.5，挖方边坡根据地勘报告建议为 1: 1。结合本工程特点，在进行路基边坡防护方案比选时将植草防护、植草与土工网复合防护、框格植草防护、浆砌片石护坡做为备选方案，进行方案比选。具体情况如下：

1) 边坡防护措施

表 3.8-2 防护工程措施一览表

序号	防护类型	优缺点及适用范围	工程造价
1	喷播植草防护	植草防护造价低廉、施工方便。主要用于路堤边坡，由于路堤边坡较缓（一般大于 1:1.5），适宜植物生长，但对挖土路堑边坡（1:1）时一般不宜采用。	便宜
2	植草与土工网复合防护	采用植草与土工网复合防护能有利植物生长和有效保护坡面不受侵蚀，抗冲刷能力较强。可适用于边坡较缓路堑边坡及路堤边坡。	一般
3	框格植草防护	框格植草采用方格形或拱形浆砌片石（或混凝土）做为骨架，在框格内种草。能有效保护坡面，抗冲刷能力强。但日常需进行养护，适用于边坡较缓路堑、路堤边坡。	较贵
4	浆砌片石护坡	采用等截面浆砌片石，厚度为 0.3~0.4m，适用于风化严重的岩石边坡和土质边坡，抗冲刷较强。但整体景观效果不好，多用于临水防护及桥台路基边坡防护，造价较高	贵

2) 边坡防护选用

考虑到该片区的土地即将开发，填方边坡采用 1: 1.5 放坡，挖方边坡采用 1: 1 放坡，防护形式均采用喷播植草防护，同时考虑在填方高度大于 2m 处设置人行护栏（临时）。

另外为了衔接附近码头，在进港道路（K1+240~K1+320.031）两侧、及港内支路（K0+000~K0+120、K0+663~752.706）处设浆砌片石挡土墙，平均高度为 3 米。

3.8.2.7 路面设计

结合海口当地炎热多雨的气候特征，从适应性及经济性两方面考虑，本工程道路路面推荐采用密级配沥青砼作为路面面层，其中，上面层采用改性密级配沥青砼。

(1) 车行道

车行道路面结构具体如下：

4cm 细粒式沥青混凝土（AC-13C，SBS）

6cm 中粒式沥青混凝土（AC-20C）

1cm ES-3 稀浆封层

15cm 水泥稳定碎石层（3.0Mpa）

15cm 水泥稳定碎石层（2.5Mpa）

18cm 级配碎石

总厚度：58cm

（2）人行道

6cm 环保面砖

3cm M10 水泥砂浆

15cm C20 水泥混凝土

总厚度：24cm

人行道铺装采用彩色面包砖，尺寸为 20×10×6cm。人行道铺装面层应平整、抗滑、耐磨、美观。

人行道彩色面包砖，抗压强度应大于 30MPa，抗折强度应大于 4MPa，防滑等级为 R1，相应防滑性能指标 BPN \geq 80。人行道砖铺砌卧底砂浆厚 3cm，砂浆标号为 M10，铺砌时应保证平整和砂浆饱满，面板砖接缝处用砂浆灌满。人行道砖采用一次成型的通体砖。人行道板下基层应平整密实。

3.8.2.8 路基路面排水设计

本工程为区域市政道路工程，采用管道排水方式。车行道均设 2%横坡，路面雨水通过路面横坡、道路纵坡，引排至车行道外侧的雨水进水口，通过雨水管道汇集后排入排水系统。人行道设 2%反向横坡，雨水一部分渗入人行道结构，一部分通过横坡排入车行道外侧雨水进水口。收集到的雨水通过雨水管排入就近的区域水体，雨水口收水间距约 30m。

3.8.2.9 交叉口设计

本项目交叉口设计均采用平面交叉，共设置平交 2 处，均采用加铺转角设计，平面交叉口设计均按照现场实测情况进行衔接设计。

表 3.8-3 平面交叉口一览表

相交道路			相交形式	交叉口类型	交叉口形式
路名	道路等级	红线宽度（m）			
江东大道	主干路	40	T 字	支—主	平 B1 类（右进右出交叉口）
港内支路	支路	12	十字	支—支	平 B2 类（停车让行标志管制交叉口）

3.8.2.10 附属工程

（1）无障碍设计

无障碍环境是当今城镇环境建设的主流之一，是城镇道路、交通及建筑物在设计中“以人为本”思想的具体体现，是社会文明和社会进步的标志。目前，无障碍设施在各地的建设中已引起了人们的极大重视。

本工程无障碍设置在道路路段人行道、沿线地方道路出入口、道路交叉口、人行过街设施等设施处，满足视力残疾者与肢体残疾者以及体弱老人、儿童等利用道路交通设施出行的需要。

在平面交叉口人行横道两端，缘石坡道采用大降坡坡型，其宽度可小于人行横道宽度或与之等宽，位置要相互对正。在小型路口或沿线单位出入口应采用单面坡型缘石坡道。缘石坡道坡度为 1/10~1/12，正面坡的宽度不得小于 1.20m，坡面要做到平整而不光滑，正面坡缘石外露高度不得大于 10mm，以方便轮椅通行。人行道上的盲道可与缘石坡道衔接，但彼此应相距 20~30cm。

人行道是道路的重要组成部分，也是人们在行走中最方便和最安全的地带。在人行道上需设置盲道，协助视觉残疾者通过盲杖和脚底的触觉，方便安全地行走。

为了指引视觉残疾者向前行走和告知前方路线的空间环境将出现变化或已到达的位置，将盲道分为行进盲道（导向块材）和提示盲道（停步块材）两种。

行进盲道宽度 0.30m 左右。在人行道中，盲道一般设在距绿化带或树池边缘 25~50cm 处。盲道应躲开不能拆迁的柱杆和树木以及拉线等地上障碍物。

（2）侧平石、边石

①路缘石

选用 C30 水泥混凝土预制，规格为 15×34×99.8cm，路缘石外露高度为 15cm，基座采用 C20 混凝土。

②平石

选用 C30 水泥混凝土预制，规格为 25×10×99.8cm。

③侧边石

选用 C30 水泥混凝土预制，规格为 10×15×49.8cm。

3.8.3 交通工程

交通安全设施包括标志、标线、交通控制管理设施等，现分述如下。为了保障道路交通功能的正常发挥，需要建立完善的交通安全设施系统及附属工程。

交通语言系统是将交通系统的理论和方法引入到交通标识系统的研究和实践中来，而

交通标志、标线就属于这个范畴。从科学研究的角度，交通语言是一种具有复杂的组合规则的特定的符号体系，是交通法规和交通组织与管理措施的有形的表现，也是交通系统向交通参与者提供交通系统相关信息的媒介。

设计良好的交通语言系统，设置得当的交通语言设施不仅使城市的每个角落都体现了人性化的理念，而且使驾驶员在复杂的交通环境中有了正确的引导，有效地展示了城市形象，提高交通管理的能力，对社会的产生良好的社会效益，是构建和谐交通的点睛之笔，为构建和谐社会打下了基础。

根据《城市道路交通设施设计规范（2019年版）》（GB 50688-2011），城市道路交通设施各等级适用范围应按下表执行：

表 3.8-4 城市道路交通设施等级适用范围

交通设施等级	适用范围
A	快速路，中、长、特长隧道及特大型桥梁
B	主干路
C	次干路
D	支路

根据本次道路等级，交通设施等级如下：

表 3.8-5 城市道路交通设施等级适用范围

道路名称	道路等级	交通设施等级
进港道路	支路	D
港内支路	支路	D

B 级应设置完善的标志、标线和必要的隔离和防护设施；路段上应设置中间分隔设施和机动车与非机动车分隔设施；桥梁与高路堤路段有坠落危险时必须设置路侧防撞护栏；立体交叉及其周边地区路网应设置指路、禁令等标志；平面交叉口必须进行交通渠化并设置交通信号灯；交通监控系统应按 III 级设置。

D 级应设置较完善的标志、标线；桥梁与高路堤段有坠落危险时应设置路侧防撞护栏；平面交叉口宜进行交通渠化并设置交通信号灯；交通监控系统应按 IV 级设置。

3.8.3.1 交通标线

道路交通标线是由标划于路面上的各种线条、箭头、文字、立面标记、突起路标和轮廓标等所构成的交通安全设施。它的作用是管制和引导交通。本次交依照《城市道路交通标志和标线设置规范》（GB 5103-2015）进行布设。

（1）交通标线的布设原则

通过合理布设标线、导向箭头，确保车流分道行驶，使交通标线与交通标志相配合，科学合理地诱导交通流，达到交通有序，交通和畅通的目的。

(2) 交通标线的平面布设

按照《城市道路交通标志和标线设置规范》(GB 51038-2015)的布设原则，本路布设的交通标线类型有：车行道边缘线、导向车道线、停止线、人行横道线、黄色虚实线以及导向箭头等。

车行道边缘线：用来指示机动车道的边缘，划于车行道边缘，采用白色实线。小区等出入口处采用白色虚线，线宽 10cm，实线长 200cm，间隔 400cm。

导向车道线：在交叉口停止线前 30m 采用，为线宽 10cm 的白色实线。

可跨越同向车行道分界线：划于同向车行道之间，采用白色虚线，线宽 10cm，实线长 200cm，间隔 400cm。在路口停止线前 30m 变为导向车道线。

停止线：表示车辆等候放行信号的停车位置。划设于交叉路口的进口道前端，与车行道中心线连接，为白色实线，线宽 40cm，距离人行横道 150~300cm。

人行横道线：路段开口处和交叉口等地方标划的人行横道线标划斑马线，宽度为 5m，线宽 40cm，间隔 60cm。

人行横道预告标识：在无信号灯控制的路段中设置人行横道线时，在到达人行横道线前的路面上设置人行横道预告标识，为白色菱形图案；

双黄实线、待行区线：由白色虚线、停止线和导向箭头三部分组成。白色虚线线宽为 10cm，线段及间隔长度均为 0.5m，停止线线宽为 30cm，导向箭头长为 3m，在待行区起始位置及停止线前各施划一组。待行区内同时施划箭头，颜色为白色。

禁止跨越对向车行道分界线：用于交叉口区域分隔对向行驶的交通流。车道数为 2 条时设在道路中线上，为单黄实线，线宽为 15cm；车道数大于等于 4 条时为双黄实线：划于路段中线，用以分隔对向行驶的交通流，黄实线线宽 15cm，两条黄实线中线间距 50cm；当允许单侧跨越掉头时，为黄色虚实线，用以分隔对向行驶交通流，实线侧禁止车辆超越，虚线侧在保证安全的情况下掉头，黄实线线宽 10cm，黄虚线线宽 15cm，实线长 400cm，间隔为 600cm。

导向箭头：表示车辆的行驶方向，主要用于交叉道口的导向车道内及对渠化交通的引导，颜色为白色，箭头的高度为 300cm。距路口最近的第一组导向箭头在距停止线 3m 处设置；第二组在导向车道的起始位置设置。

(3) 交通标线材料的选择

按《路面标线涂料》(JT/T 280-2004)及《路面标线用玻璃珠》(GB/T 24722-2020)的要求,标线采用反光型热熔涂料,并具备与路面粘结力强、干燥迅速,以及良好的耐磨性、持久性、抗滑性、耐磨性和可视性等特点。标线施工验收时要达到黑夜具备白天一样的清晰度,而且使用寿命长,反光效果好。防滑涂料产品应符合现行《路面防滑涂料》(JT/T 712-2018)的规定。反光标线玻璃珠应撒布均匀,施划后标线无起泡、剥落现象。标线的逆反射性能应能满足新施划期间正常使用期间的规范要求。

标线按规范《路面标线涂料》(JT/T 280-2004)实施,涂料中含 18% ~25%的玻璃珠,施工时涂布涂层后立即将玻璃珠撒布在其表面。

本工程的标线标划施工时,采用热熔涂料一次性标划完整。交通标线的施划采用热熔反光型涂料,禁止采用标带。其中,导向箭头、人行横道线、地面文字和图案采用 2.5mm 厚;其它标线采用 4mm 厚振动标线,以提升道路交通安全性。

标线颜色的色度性能应符合《道路交通标线质量要求和检测方法》(GB/T 16311-2009)的规定。标线表面的抗滑性能一般应不低于所在路段路面的抗滑性能。连续设置的实线类标线,应每隔 15m 左右设置排水缝,其他标线有可能阻水时,应沿排水方向设置排水缝,排水缝宽度一般为 3~5cm。

3.8.3.2 交通标志

交通标志主要是指道路上的向机动车、非机动车和行人提供道路网相关信息和交通组织、管理措施的标志,主要有指路标志,指示标志、禁令标志,警告标志,施工区临时标志等。

(1) 交通标志的设置原则

交通标志平面布设按照《城市道路交通标志和标线设置规范》(GB 51038—2015),力求作到各类标志齐全、辨认清晰、功能完整。通过对驾驶员适时、准确的诱导,将道路快速、舒适、安全的效能充分发挥出来。在标志布设中,主要遵循的原则有:

①以合理、高效地引导交通为设计要求。

②标志设置合理有效,避免信息过载引起驾驶员眼花缭乱,影响标志功能的发挥。

③注意版面注记及结构形式与道路线形、环境等其他沿线设施的协调配合,以满足视觉及美观要求。

④标志的结构设计掌握“充分满足功能要求、尽量降低造价并考虑美观”的原则。

(2) 交通标志平面布设

禁止停车标志:禁止车辆或行人停放或行驶,表示在限定的范围内,禁止一切车辆停、

放。标志形状为圆形，直径为 80cm，颜色为蓝底、红圈、红斜杠。

限速标志：限制车辆行驶速度，表示该标志至前方解除限制速度标志或另一块不同限速值的限制速度标志的路段内，机动车行驶速度不准超过标志所示数值。标志形状为圆形，直径为 80cm。颜色为白底、红圈、红杠，黑图形。

停车让行标志：此处停车让其它车辆先行，表示车辆应停车等待，确认安全后，方可通行。标志形状为八角形，颜色为红底白字。标志形状为八角形，直径为 80cm，颜色为红底、白圈、白字。

交叉口告知标志：用以告知前方交叉路口形式、交叉道路的名称、通往方向信息、地理方向信息。标志形状为长方形，颜色为蓝底、白图形、白字。

路名牌标志：指示城市道路名称、地理方向、道路沿线门牌号码。标志形状为长方形，颜色为蓝底、白图形、白字。一般设置在人行道边，标志板面与行车方向平行。本次设计根据成都市规范统一设计，业主可根据当地样式进行调整。

3) 交通标志版面反光材料的选择

综合考虑使用功能（特别是夜行的要求）、应用场合和使用年限，以及国标对道路等级的有关规定，本设计范围内的交通标志的文字、箭头以及底色等均采用 V 类。

4) 交通标志结构设计

根据标志版面尺寸大小及设置位置的需要本设计采用的标志支架结构形式有单柱式、单悬臂式以及附着式。标志底板全部采用铝合金板，标志板厚度采用 3.0mm，并均采用铝合金龙骨加固。标志的立柱以及连接件均采用 Q235 钢，焊条全部采用 J42，所用钢材均采用先热镀锌再刷白色氟碳漆防腐处理，钢构件镀锌层厚度 600g/m²，紧固件镀锌层厚度 350g/m²，施工时应严格按照规范要求进行。

3.9 装卸工艺

3.9.1 设计原则

码头的装卸工艺设计应满足设计船型作业的要求，并应采用先进科学技术和现代化管理方法，保证安全作业，减少对环境的影响，降低能耗和改善劳动条件。

3.9.2 主要设计参数

3.9.2.1 建设规模

本工程拟新建码头岸线长度 896m。共布置泊位共 31 个。码头前沿作业地带面积约为 1.57 万 m²，码头后方陆域总面积约 7.75 万 m²。

3.9.2.2 设计船型

表 3.9-1 船舶保障设计船型一览表

序号	船号	排水吨位 (t)	船长 (m)	船宽 (m)	空载吃水 (m)
1	/	300	45	7.6	1.4

3.9.3 装卸工艺方案与流程

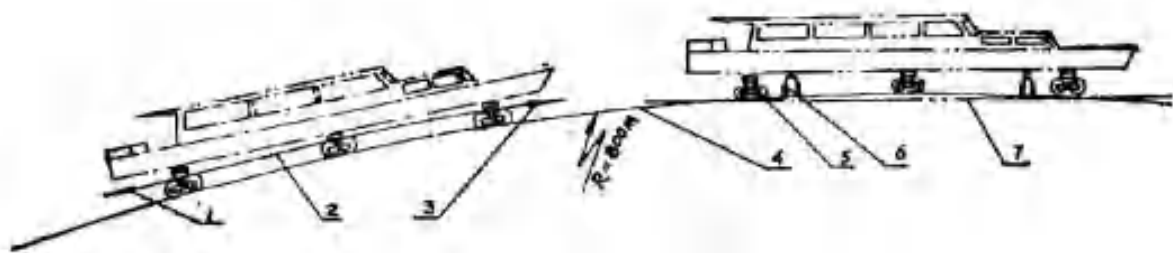
船舶保障区位于公务船码头区南侧，由 1 个保障泊位、1 座滑道和 5 个船台组成。本工程保障泊位优先保障公务船泊的维护和保养，为充分利用保障泊位岸线资源，在没有公务船保障需求前提下，兼顾部分渔船维护和保养。

3.9.3.1 船舶保障移船工艺

上墩工艺：船舶定位→承船小车→船舶与小车连接→正拉拖船→横移定位→安设横移车→横移；

下水工艺：安设横移车→横移→滑道定位→承船小车→船舶与小车连接→倒拉拖船→下水；

上墩下水工艺如下图所示。



1-倒拉钢丝绳；2-小车连杆；3-正拉钢丝绳；4-弧形滑道；5-承船小车；6-横移车；7-横移区地平线

图 3.9-1 移船工艺示意图

3.9.3.2 船舶保障区工艺设备

保障船舶除大修上岸外均在泊位维修、维护，相关维修设备、零部件船岸吊装利用轮胎式起重机作业；

船舶保障区考虑配置承船小车和横移车进行移船作业；同时配置绞车、绞盘用于船舶的上墩下水和拖拽作业及船舶水上定位与平移作业；

综合车间采用电动单梁起重机辅以叉车作业；

维修设备水平运输采用牵引平板车作业。

保障区工艺设备见表 3.9-2 所示。车间设备根据需要进行配置。

表 3.9-2 保障区工艺设备配置表

序号	设备名称	规格型号	单位	数量	备注
1	轮胎起重机	25t	台	2	
2	叉车	15t	台	2	
3	叉车	6t	台	3	
4	牵引车	Q45	台	2	
5	平板车	45t	辆	4	
6	承船小车	载重量 40t	台	6	
7	摩擦绞车	牵引力 150KN	台	2	
8	液压自行式横移车	载重量 80t	台	3	
9	电缆车		台	1	为横移车供电
10	电动绞盘	牵引力 50KN	台	2	
11	牵引附属设备		套	1	
12	电动单梁起重机	起重量 5t	台	2	
13	空压机及附属设备	排气量 14m ³ /min	台	2	
14	移动风雨棚	L30*B12*H12m	台	1	
15	CO ₂ 电焊机	550A	台	12	
16	交流电焊机	500A	台	20	
17	高压无气喷涂机	流量 25L/min	台	10	
18	喷砂机	配置 4 枪	台	10	
19	真空吸砂机	回砂率 8t/h	台	1	
20	高压水清洗机	配置压力 32MPa; 最大流量 80L/min	台	2	
21	吸湿机	4000m ³ /h	台	2	
22	半自动气割机		台	6	

3.10 施工方案、工程量及流程

3.10.1 施工条件

3.10.1.1 交通条件

本工程拟建位置距海口市市区约 10 公里，周边交通网络发达，江东大道毗邻工程所在地南侧经过，施工地点的水陆交通相当便捷。

本工程陆域、水域较为开阔，陆上水上施工的水域面积较大，各类施工船舶、车辆干扰较少，有利开展多个作业面。因此，项目建设依托交通条件十分理想。

3.10.1.2 供水、供电及通讯条件

拟建工程紧靠江东新区，附近已有完善的供水、供电和通讯条件，可以满足施工需要。

3.10.1.3 建筑材料

拟建工程区域周边建筑材料供应相对比较充足，石料大部分由广西石场采购海运至现场，少量则由当地石场采购，中粗砂、钢材、木材、水泥等材料可从市场上采购，由陆路运至现场。

3.10.1.4 场地条件

项目后方场地宽阔，但现状尚有堆存葫芦岛拆除物料，应尽快开展征地拆迁工作，将现有陆域作为施工作业场地使用，可以满足施工需求。

3.10.1.5 施工队伍

在海南省及广东地区有多支水上施工经验丰富、施工机械设备先进、具有承建大、中型水工工程资质的航务工程施工单位。可以通过工程招标，选择技术力量强，施工质量好的专业队伍承担本工程施工。

3.10.2 施工方案

3.10.2.1 施工总体布置

本工程中新建码头、港池和航道疏浚等工程为主体工程，其他工程为配套工程。

本工程水工结构为常见施工形式，可按常规施工工艺进行施工，施工顺序要按先水工后配套，先水下后陆上的原则进行，具体为：

码头主体结构→港池航道疏浚→陆域建筑物→道路等配套施工

3.10.2.2 主要工序的施工方法

(1) 施工测量方法

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

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

水下地形测量采用专用测量船用无验潮方法进行水下地形测量。采用 GPS 卫星定位

系统时，必需在陆上设多个 GPS 参考站。

(2) 码头主体工程施工

码头主体工程主要包括施打 PHC 管桩，上部结构现浇混凝土，码头附属设施安装、护岸接岸等分项工程。施工主要工序为：

桩基制作及沉桩→护岸接岸结构施工→现浇墩台施工→码头附属设施安装

①PHC 管桩

PHC 管桩根据设计技术参数到专业生产厂家订购，用驳船水运到现场施打，桩船采用 40m 高架打桩船，桩锤选用 D-80 柴油锤，沉桩顺序由内侧到外侧按桩位编号进行。

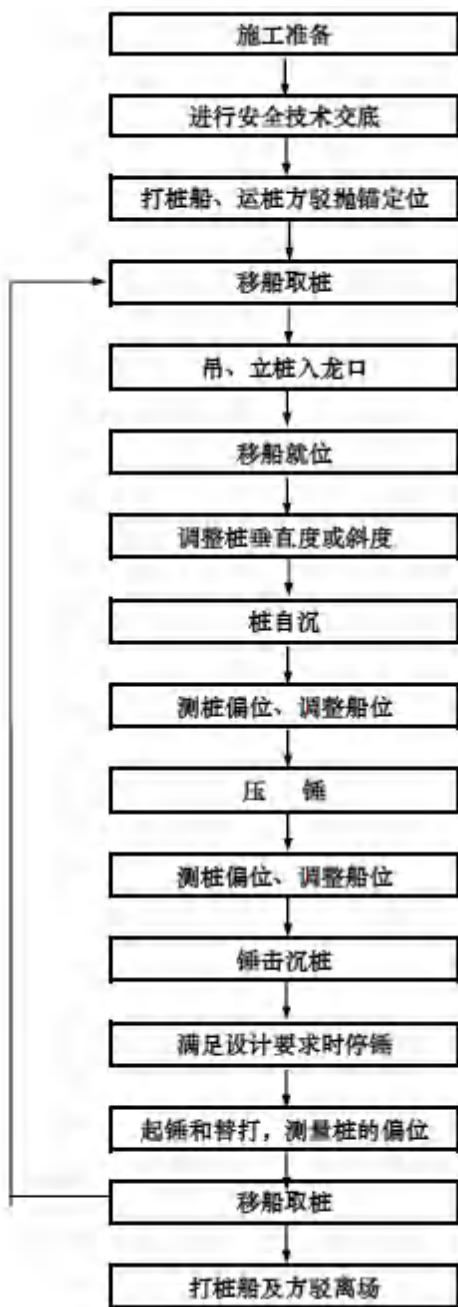


图 3.10-1 PHC 管桩沉桩施工流程图

②现浇墩台

模板安装按照底标高线进行夹桩、吊底。夹桩采用木方，墩台底模采用钢模板，侧模板采用定型钢模板，利用钢围令和螺栓组装成型。为了减少水位对已浇筑成型混凝土的影响，组装侧模板时，拼缝处夹油毡止水。

混凝土施工，采用船泵送商品混凝土。因受潮水影响，混凝土浇筑时间短，在混凝土中应掺入高效减水剂改善混凝土性能，以提高混凝土早期强度。

③其他附属设施

在码头工程完成后分别进行安装。系船柱、橡胶护舷等，用汽车吊、民船及人工配合进行安装。

护坡结构施工，可采用陆上来料+陆上钩机配合施工。系船柱、护舷、各种码头附属设施应在现浇墩台混凝土时一起施工。

(3) 港池航道疏浚施工方案

疏浚工程根据疏浚土类的特点，拟采用 8m³ 抓斗船配合自航泥驳进行施工。施工顺序如下：



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

抓斗挖泥船作业：挖泥船施工采用微波测距定位法以及定位法，应严格按照设计要求施工，施工中分段、分层进行，开挖过程中勤测水深，每进一船后立即测量水深，并做好自检记录，不符合要求立即重新开挖，保证开挖质量。按时对 DGPS 参数、水位进行校核，勤测水深，确保施工平面尺寸及开挖标高符合设计要求。施工中严格按测设样标开挖，水上开挖要及时校正船位，确保开挖断面的准确性，避免返工。

(4) 陆域建筑物施工方案

陆域设计高程根据使用功能不同划分为 A、B 两个区域，A 区采用超堆载预压+塑料排水板方案，B 区采用堆载预压方案，直至地基加固完成。

(5) 道路施工方案

①一般路基

路基填土前，原地面上杂草、树根、农作物残根、腐殖土、垃圾等必须全部清除，清

除厚度 30cm 或以上。在水田地段修筑填土路堤时，应先挖纵、横明沟、疏干积水，挖除淤泥和清除稻根及腐殖土，压实后再填筑土方。沟槽地段，必要时应将松土翻挖，打碎土块，然后分层回填找平压实。各层压实度需满足规范要求，以提高土基强度和水稳定性，控制路基平整度。

②特殊路基

进港道路（K0+000~K1+200 段）采用 CFG 桩，按正方形布置，桩径为 400mm，处理深度以打穿软弱土层进入持力层 0.5m 控制，根据地质情况确定处理范围，CFG 桩间距为 1.6m，桩顶以上回填 50cm 级配碎石垫层，级配碎石层中及顶面各加铺一层双向拉伸土工格栅。

③新老路基

为防止新填筑路基与老路基接合部产生差异沉降造成路面和市政管线损坏，设计在新老路基接合部开挖台阶，并与台阶上方铺筑双向土工格栅，并严格控制好路基填料压实度。

⑤路面

人行道砖铺砌卧底砂浆厚 3cm，砂浆标号为 M10，铺砌时应保证平整和砂浆饱满，面板砖接缝处用砂浆灌满。人行道砖采用一次成型的通体砖。人行道板下基层应平整密实。

⑥路基路面排水

车行道均设 2%横坡，人行道设 2%反向横坡。

⑦交叉口

采用平面交叉，共设置平交 2 处，均采用加铺转角设计，平面交叉口设计均按照现场实测情况进行衔接设计。

3.10.3 项目工程量

表 3.10-1 码头顺岸段工程量

序号	项目	单位	工程量
1	购置 PHC 桩（管径 800mm）	m	13757.29
2	施打 PHC 桩直桩（管径 80cm），L<40m，二级土，运距 250km	根	503.00
3	钢桩靴的制作与安装	t	424.31
4	预应力桩现浇桩芯砼，C40，长度 3.0m	m ³	347.71
5	桩基高应变检测	根	25.00
6	桩基低应变检测	根	50.00
7	C40 现浇钢筋砼墩台	m ³	12817.35
8	C40 预制靠船构件（共 129 件）	m ³	208.05
9	预制 C40 砼筒支板（共 224 件）	m ³	1807.58
10	D300*300*2000LD 型橡胶护舷	套	104.00

11	DA-A300H*2500L 低反力型橡胶护舷	套	104.00
12	450KN 系船柱	座	52.00
13	10~100kg 抛石基础	m ³	47650.68
14	护面块石 200~400kg	m ³	6456.37
15	200~400kg 护底块石	m ³	11912.33
16	二片石垫层	m ³	3693.21
17	混合倒滤层	m ³	6227.19
18	无纺土工布两层	m ²	15643.95
19	回填开山土石（部分利用现有开挖土）	m ³	103808.83
20	C35 砼挡墙结构	m ³	8840.69
21	复合土工垫	m ²	21194.25
22	防腐涂层面积	m ²	18141.06

表 3.10-2 码头突堤段工程量

序号	项目	单位	数量
1	购置 PHC 桩（管径 800mm）	m	2834.97
2	施打 PHC 桩直桩（管径 80cm），L<40m,二级土，运距 250km	根	103.00
3	钢桩靴的制作与安装	t	87.44
4	预应力桩现浇桩芯砼，C40，长度 3.0m	m ³	71.65
5	桩基高应变检测	根	5.00
6	桩基低应变检测	根	10.00
7	C40 现浇钢筋砼墩台	m ³	2641.28
8	C40 预制靠船构件	m ³	83.87
9	D300*300*2000LD 型橡胶护舷	套	43.00
10	DA-A300H*2500L 低反力型橡胶护舷	套	43.00
11	450KN 系船柱	座	21.50
12	200~400kg 护底块石	m ³	1653.84
13	复合土工垫	m ²	2099.48
14	防腐涂层面积	m ²	4104.45

表 3.10-3 滑道工程量

序号	项目	单位	数量
1	水上土方开挖（砂及淤泥质黏土）	m ³	1945.44
2	购置 PHC 桩（管径 800mm）	m	1054.87
3	陆上施打 PHC 桩直桩（管 80cm），L<40m，二级土，运距 250km	根	38.0
4	钢桩靴的制作与安装	t	32.53
5	预应力桩现浇桩芯砼，C40，长度 3.0m	m ³	26.66
6	桩基高应变检测	根	3
7	桩基低应变检测	根	5
8	C40 现浇钢筋砼墩台	m ³	982.8
9	C40 预制靠船构件（共 52 件）	m ³	443.52
10	D300*300*2000LD 型橡胶护舷	套	604.8
11	DA-A300H*2500L 低反力型橡胶护舷	套	1552.95

12	450KN 系船柱	座	1945.44
13	200~400kg 护底块石	m ³	1054.87
14	复合土工垫	m ²	38.0
15	防腐涂层面积	m ²	32.53

表 3.10-4 进港道路工程量

项目	单位	数量	备注
一、道路长度	m	1301.997	道路桩号长度 1320.031m。
二、红线宽度	m	15	
三、拆除工程			
拆除单层砼房	m ²	300	
迁移电线	m	800	
四、路面工程			
（1）车行道			
4cm 细粒式 SBS 改性沥青混凝土（AC-13C）	m ²	11404.00	
PC-3 型粘层沥青	m ²	11404.00	
6cm 中粒式沥青混凝土（AC-20C）	m ²	11404.00	
1cm ES-3 稀浆封层	m ²	12202.00	
PC-2 型透层沥青	m ²	12202.00	
15cm 5%水泥稳定碎石（3.0Mpa）	m ²	12202.00	
15cm 4%水泥稳定碎石（2.5Mpa）	m ²	13133.00	
18cm 级配碎石	m ²	14675.80	
（2）人行道			
6cm 彩色面包砖（20×10×6cm）	m ²	8405.00	
3cm M10 水泥砂浆	m ²	8405.00	
15cm C20 混凝土	m ²	8405.00	
（3）侧平石			
路缘石（12×30）	m	2660.00	预制 C30 混凝土
平石（30×12）	m	2660.00	预制 C30 混凝土
侧边石（15×10）	m	2608.00	预制 C30 混凝土
2cm M10 水泥砂浆	m ²	1064.00	
现浇 C20 底座	m ³	135.66	包括路缘石、侧边石底座。
五、路基工程			
（1）一般路段			
填方	m ³	24307.801	
挖方	m ³	2656.738	
清除表土	m ³	8007	
土工格栅	m ²	300	
（2）特殊路基处理			
CFG 桩总桩长	m	79037	CFG 桩直径 0.4m，桩位正方形布置，间距 1.6m
级配碎石褥垫层	m ²	8671.5	30cm 厚碎石褥垫层
六、其他			
（1）边坡防护			

植草护坡	m ²	6910	
反光柱	根	90	
(2) 挡墙			
浆砌片石挡土墙	m ³	372.438	
七、交通工程			
F 杆指路标志牌	个	4	
小型标志牌	个	24	
道路标线	m ²	350	

表 3.10-5 港内支路工程量

项目	单位	数量	备注
一、道路长度	m	752.706	道路桩号长度 752.706m。
二、红线宽度	m	12	
四、路面工程			
(1) 车行道			
4cm 细粒式 SBS 改性沥青混凝土 (AC-13C)	m ²	4709.50	
PC-3 型粘层沥青	m ²	4709.50	
6cm 中粒式沥青混凝土 (AC-20C)	m ²	4709.50	
1cm ES-3 稀浆封层	m ²	5140.00	
PC-2 型透层沥青	m ²	5140.00	
15cm 5%水泥稳定碎石 (3.0Mpa)	m ²	5140.00	
15cm 4%水泥稳定碎石 (2.5Mpa)	m ²	5642.25	
18cm 级配碎石	m ²	6474.55	
(2) 人行道			
6cm 彩色面包砖 (20×10×6cm)	m ²	3750.00	
3cm M10 水泥砂浆	m ²	3750.00	
15cm C20 混凝土	m ²	3750.00	
(3) 侧平石			
路缘石 (12×30)	m	1435.00	预制 C30 混凝土
平石 (30×12)	m	1435.00	预制 C30 混凝土
2cm M10 水泥砂浆	m ²	574.00	
侧边石 (15×10)	m	1435.00	预制 C30 混凝土
现浇 C20 底座	m ³	73.19	包括路缘石、侧边石底座。
五、路基工程			
(1) 一般路段			
填方	m ³	45497.667	
挖方	m ³	0	
土工格栅	m ²	300	
清除表土	m ³	5815	
六、其他			
(1) 边坡防护			
植草护坡	m ²	8867	
(2) 挡墙			
浆砌片石挡土墙	m ³	758.67	

七、交通工程			
F 杆指路标志牌	个	2	
小型标志牌	个	16	
道路标线	m ²	180	

3.10.4 施工机械

表 3.10-6 主要施工机械、设备选型及数量表

序号	船机名称及规格		数量
	船机名称	规格	
1	打桩船	1150t	1 艘
2	定位船	500t	1 艘
3	民船	100t	2 艘
4	拖轮	294kW	1 艘
5	方驳	1000t	1 艘
6	混凝土搅拌船	5000t	1 艘
7	吊船	500t	1 艘
8	履带推土机	75kW	1 台
9	挖掘机	/	1 台
10	抛锚船	176kW	1 艘
11	交通艇	40t	2 艘
12	抓斗挖泥船	8m ³	2 艘
13	泥驳	500~1000m ³	2 艘

3.10.5 土方平衡

本工程港池航道疏浚土方总量约 128.14 万 m³，陆上土方开挖量 18.53 万 m³，开挖土方及疏浚土包括杂填土、淤泥、中砂、淤泥质粉质粘土及粉质粘土等土层。陆域垫高需 24.84 万 m³，考虑到陆上开挖物料情况复杂，考虑 20%利用率，即暂定 3.7 万 m³ 作为部分陆域垫高土方，其余土方采用外购。

3.10.6 施工进度安排

本工程专业性强，涉及的施工工艺和施工工序较多，应通过招标，选择专业化施工单位承建，确保施工质量和施工进度。由于项目涉及鱼类产卵场，区域鱼类产卵期主要集中在 5-8 月，项目施工期应尽量避免鱼类产卵期，避免在 5-8 月进行水上施工。根据本项目的规模和施工特点，总施工工期拟定为 24 个月。各项工程项目的施工进度安排详见下表。

表 3.10-7 施工进度计划表

序号	项目名称	建设期（月）																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	施工准备	■																							
2	陆域建筑物工程		■	■	■	■																			
3	疏浚工程												■	■	■	■	■	■	■	■					
4	码头工程			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								
6	港内道路								■	■	■	■	■	■	■	■	■								
7	建筑物及配套设施																			■	■				
8	设备安装																			■	■	■			
9	交工验收																						■	■	■

4 工程分析

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

4.1 生产工艺与过程分析

4.1.1 码头主体工程

码头结构采用高桩墩台结构型式。打桩船在工作过程中将会产生施工噪声，以及一定量的含油污水；桩基施工会引起的沉积物再悬浮；桩基施工扰动河床会产生的悬浮泥沙；施工人员产生一定量的生活污水和生活垃圾。工程主要施工工序及产污环节如图 4.1-1 所示。

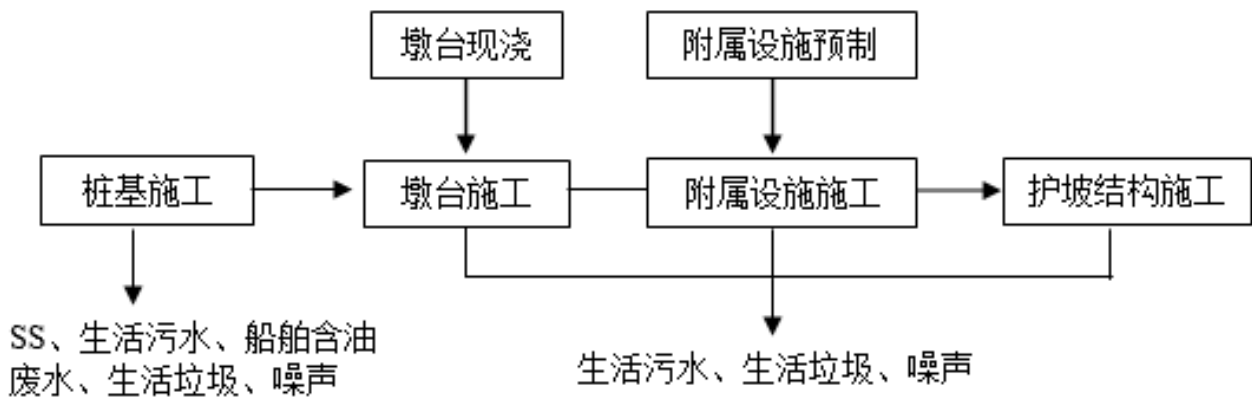


图 4.1-1 码头主体工程施工工序及产污环节示意图

4.1.2 清淤疏浚工程

清淤疏浚施工会产生一定量的悬沙；清淤疏浚使用的挖泥船和运输使用的泥驳等施工机具将产生间歇性噪声；施工船舶会产生一定量的含油污水；施工人员产生一定量的生活污水和生活垃圾。工程主要施工工序及产污环节如图 4.1-2 所示。

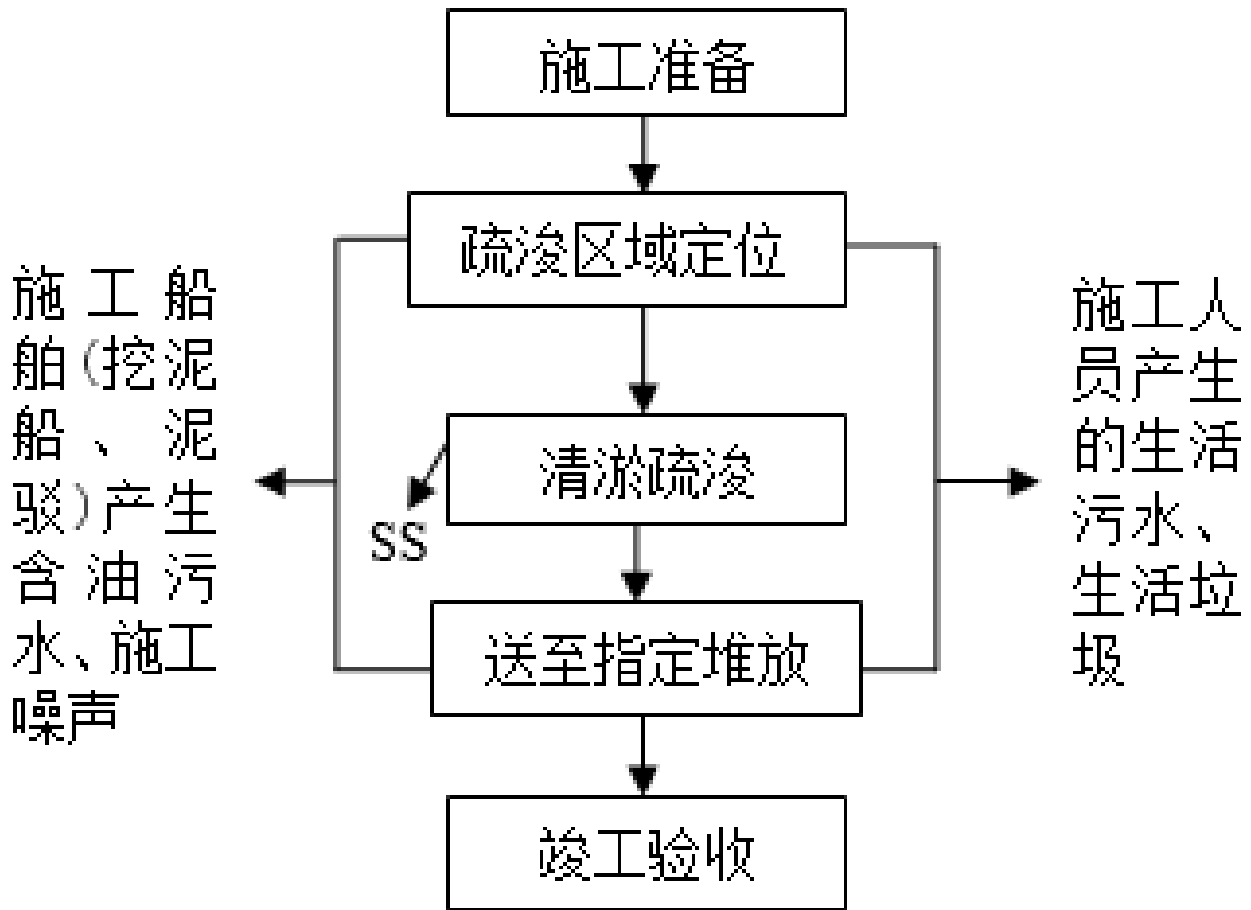


图 4.1-2 疏浚工程施工工序及产污环节示意图

4.1.3 陆域建筑物工程

陆域建筑物施工包括执法中心、东营反走私执法站、消防救援支队基地和海警基地等公益性建筑物及构筑物建设和执法中心配套堆场铺面施工等。在此过程中，运输车辆和机械等施工机具将产生间歇性噪声；施工人员产生一定量的生活污水和生活垃圾。工程主要施工工序及产污环节如图 4.1-3 所示。

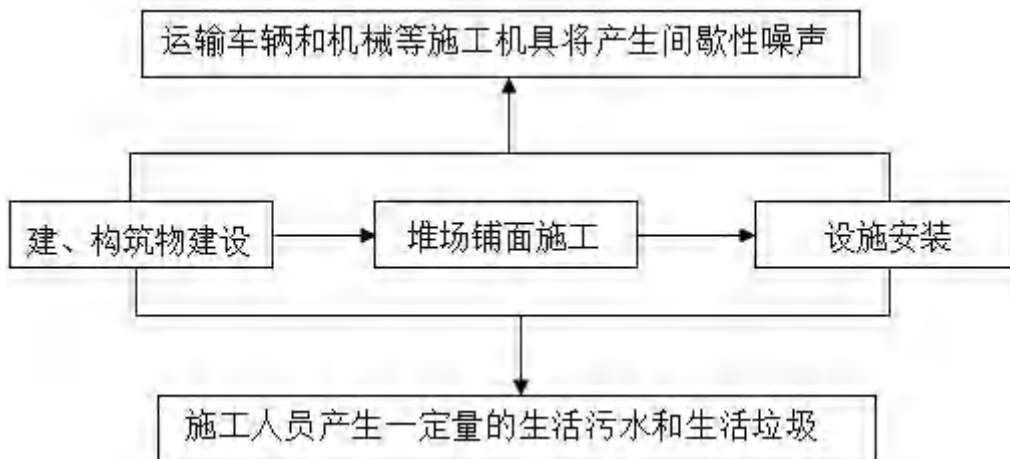


图 4.1-3 陆域工程施工工序及产污环节示意图

4.1.4 道路工程

工程因其作业性质和作业方式不同，所产生的污染物种类和数量也有所差异，工程主要施工工序及产污环节如图 4.1-4 所示。具体分析如下：

4.1.4.1 路基施工工艺

(1) 场地清理路基施工带来农作物、林地等植被的清除必然导致原有的自然景观和生态环境的破坏，导致地表裸露，并且在一定范围内造成一定量的水土流失。路基清理过程中伴随着施工机械噪声和扬尘将对处于沿线两侧敏感点产生影响，应采取一定措施将影响程度降至最低。

(2) 路基填筑路基的取土必然造成地表草本植被破坏，从而造成局部地表裸露，增加了开挖的水土流失，应加强取土场水土保持措施。填筑材料在运输和施工过程中将会产生机械施工噪声与扬尘，将对道路两侧敏感点产生影响。

4.1.4.2 路面施工工艺

路面施工严格按照《公路路面基层施工技术细则》(JTGF20-2015)的有关规定进行施工。路面铺设沥青，摊铺机摊铺法施工，沥青摊铺过程产生沥青烟对环境的影响。

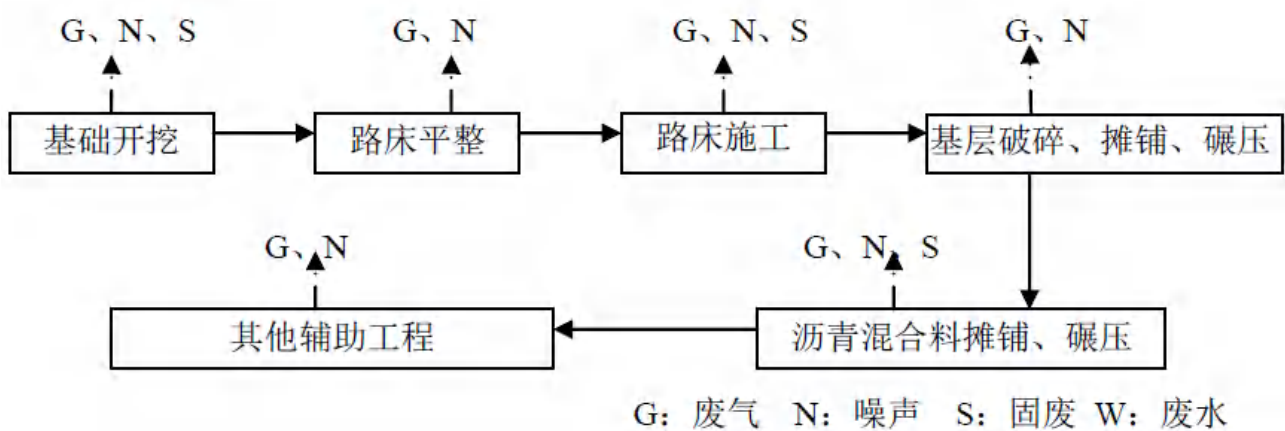


图 4.1-4 道路工程施工工序及产污环节示意图

4.2 工程各阶段污染源分析

4.2.1 施工期污染源分析

4.2.1.1 施工期水污染源分析

(1) 悬浮物

项目桩基施工以及港池和航道疏浚过程中将会产生悬浮泥沙，对区域水体环境产生一定的影响。各施工阶段悬浮泥沙产生源强如下：

①清淤疏浚施工产生的源强

本工程建设中的疏浚施工拟采用 8m³ 抓斗挖泥船配合自航泥驳进行施工。疏浚工程施工之前应对施工区进行浚前测量以作为核实工程量和组织施工的依据。挖泥船施工采用微波测距定位法以及定位法，应严格按照设计要求施工，施工中分段、分层进行。

悬浮泥沙干容重取 1120kg/m³；抓斗船斗量为 8m³，抓斗船作业功率取 20 斗/h。则根据《水运工程建设项目环境影响评价指南》（JTS-T 105-2021），疏浚挖泥作业悬浮物的发生量可按照经验公式法计算：

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

其中，

Q —疏浚作业悬浮物发生量（t/h）；

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

T —挖泥船疏浚效率（m³/h）；

W_0 —悬浮物发生系数（t/m³），宜采用现场实测法确定，无实测资料时可取 38.0×10⁻³t/m³；

R_0 —发生系数 W_0 时的悬浮物粒径累计百分比，宜现场实测法确定，无实测资料时可取 80.2%。

因此，抓斗船开挖产生的悬浮泥沙量为：

$$Q = 89.2\% \div 80.2\% \times 8 \times 20 \times 38.0 \times 10^{-3} \times 1000 \div 3600 = 1.878 \text{ kg/s}$$

②桩基施工产生的源强

桩基施工施打扰动水底产生悬浮物，但时间短暂，影响范围局限在桩基附近，随着距离的增加，影响将逐渐减轻。

对于桩基施工而导致的悬浮泥沙产生量采取以下公式进行测算：

$$M = \frac{1}{4} \pi d^2 h \rho$$

其中，

M —单桩坭工量；

d —桩基直径；

h —各区段海底覆盖层厚度；

ρ —为底质泥沙的湿容重，取 1650kg/m³。

由以上公式计算的各种桩基的单桩坭工量如表 4.2-1 所示，单桩进入水体环境的悬浮泥沙量按照坭工量的 5%估算。

本工程的桩基总计 644 根，施工工期约为 90 天，每天工作 8 小时，则桩基施工的悬

浮泥沙估算源强如下表所示。

表 4.2-1 桩基施工的悬浮泥沙估算源强

工程名称	桩基直径 (m)	桩基平均深度 (m)	单桩垢工量 (kg)	桩柱总数	平均单桩悬浮泥沙 源强 (kg/s)
码头主体结构	0.8	25.0	20734.56	644	0.036

(2) 生活污水

项目施工期的生活污水、生活垃圾产生量根据《第一次全国污染源普查城镇生活源产排污系数手册》(2008年)中提供的系数和计算方法来估算。项目所在的海口市属于二区三类城市,主要污染物指标和产生系数如表 4.2-2 所示。

本工程施工人员按 100 人计,施工工期为 24 个月,人均生活污水产生量为 164L/d,则施工队伍每天产生的生活污水约 16.40m³/d,则生活污水产生量为 11808m³。生活污水主要污染物为 COD、BOD₅、SS、氨氮等,其浓度如表 4.2-3 所示。则整个工期生活污水中主要污染物的总产生量分别为:COD 为 4.14t;BOD₅ 为 2.37t;SS 为 2.37t;氨氮为 0.36t。施工船舶设置生活污水收集设施;项目施工船舶的生活污水经收集后,定期由船舶运营方联系有资质船舶污水接收单位进行处理;施工期间设置环保厕所 5 个,作为陆上施工如厕依托。

表 4.2-2 二区居民生活污水、生活垃圾产生和排放系数

城市类别	污染物指标	单位	产生系数	建筑物排污系统	排放系数
三类	生活污水量	升/人·天	164	--	164
	化学需氧量	克/人·天	69	直排	69
				化粪池	56
	五日生化需氧量		29	直排	29
				化粪池	24
	氨氮		8.1	直排	8.1
				化粪池	7.9
	总氮		11.6	直排	11.6
				化粪池	9.8
	总磷		0.95	直排	0.95
化粪池				0.81	
动植物油	1.26	直排	1.26		
		化粪池	1.07		
生活垃圾量	千克/人·天	0.51	直排	0.51	

表 4.2-3 主要污染物的浓度 (单位: mg/L)

主要污染物	COD	BOD ₅	SS	氨氮
浓度	350	200	200	30.0

(3) 施工船舶含油废水

含油污水主要来自施工船舶产生的舱底油污水。项目施工拟将使用施工器械主要包括抓斗式挖泥船、自航驳船、自抽自卸船和绞吸船等。根据施工方提供的船舶类型、数量并结合《水运工程环境保护设计规范》(JTS 149-2018), 计算得出施工船舶含油污水的产生量为 4.03t/d, 施工期总产生量为 1813.5t。含油污水的主要污染物为石油类, 其浓度取 2000mg/L, 石油类产生量为 3.627t。施工船舶含油废水的产生量详见表 4.2-4 所示。

表 4.2-4 施工船舶含油污水产生量计算表

序号	施工船舶	船舶数量 (艘)	船舶 吨位 (t)	舱底油污水 产生量 (t/d·艘)	含油污水 产生量 (t/d)	工期 (d)	施工期总 产生量 (t)
1	打桩船	1	1150	0.32	0.32	450	144
2	定位船	1	500	0.14	0.14	450	63
3	民船	2	100	0.03	0.06	450	27
4	拖轮	1	1000	0.27	0.27	450	121.5
5	方驳	1	1000	0.27	0.27	450	121.5
6	混凝土搅拌船	1	5000	1.35	1.35	450	607.5
7	吊船	1	500	0.14	0.14	450	63
8	抛锚船	1	50	0.02	0.02	450	9
9	交通艇	2	40	0.01	0.02	450	9
10	抓斗挖泥船	2	950	0.26	0.52	450	234
11	泥驳	2	1700	0.46	0.92	450	414
12	合计	--	--	--	4.03	--	1813.5

4.2.1.2 施工期大气污染源分析

本项目施工期的大气污染源主要来自施工机械、施工船舶和车辆废气以及运输车辆扬尘, 主要污染物为 NO₂、SO₂、THC 和 TSP 等。项目施工设备较少, 产生的污染物较少, 本次不做定量核算。

4.2.1.3 施工期噪声污染源分析

项目施工噪声来源于施工机械、施工船舶和运输车辆产生的噪声, 声源强度范围在 82-95 分贝。主要噪声源及噪声源强度如表 4.2-5 所示。

表 4.2-5 主要施工机械噪声值表

序号	噪声源	声源强度 dB (A)
1	打桩船	95
2	定位船	82
3	民船	80
4	拖轮	85
5	方驳	85
6	混凝土搅拌船	95
7	吊船	92

8	履带推土机	92
9	挖掘机	92
10	抛锚船	92
11	交通艇	82
12	抓斗挖泥船	92
13	泥驳	85

4.2.1.4 施工期固废污染源分析

施工期的固体废物主要来源于施工人员的生活垃圾，施工机械设备产生的残油、废油以及疏浚物等。

施工人员生活垃圾的产生量按 1kg/d·人估算，生活垃圾排放量约为 100kg/d，施工期生活垃圾总量为 72.0t。生活垃圾以有机污染物为主，应及时收集，并由环卫部门统一外运并安全处置。

施工机械设备作业产生的残油、废油等危险废物，经收集后统一交由有危险废物处理资质的单位将其安全处置。

根据项目建设内容，本工程疏浚量约为 140.87 万 m³。由于港池航道的疏浚土主要以淤泥为主，陆域无堆存区，暂定外抛至 20km 外的海口海洋倾倒区。

4.2.2 运营期污染源分析

4.2.2.1 运营期水污染源分析

运营期废水源为船舶机舱含油污水、保障码头区域含油雨污水以及港区生活污水。

(1) 船舶机舱的含油污水

本项目船型不大，航行过程产生少量的含油污水。根据《水运工程环境保护设计规范》(JTS 149-2018)，含油废水产生量为 1.97t/d (如表 4.2-6 所示)。其主要污染物为石油类，其浓度取 2000mg/L，则石油类产生量为 0.00394t/d。本项目拟在船舶保障区内增设一体化污水处理站 (100m³/t) 进行处理，水质满足标准应达到《污水排入城镇下水道水质标准》(GB/T 31962-2015) 后，排入市政污水管网，严禁直接排入周边水体。

表 4.2-6 施工船舶含油污水产生量计算表

序号	运营船舶	船舶数量 (艘)	船舶吨位 (t)	舱底油污水产生量 (t/d·艘)	含油污水产生量 (t/d)
1	船舶保障船	1	300	0.08	0.08
2	海警公务执法船 1	2	1000	0.27	0.54
3	海警公务执法船 2	1	800	0.22	0.22
4	消防船舶 1	1	1000	0.27	0.27
5	消防船舶 2	1	600	0.16	0.16
6	执法艇	20	29	0.01	0.16

7	航道所船舶	1	670	0.18	0.18
8	农业农村局船舶	1	373	0.10	0.10
9	海洋渔业执法船舶 1	1	367	0.10	0.10
10	海洋渔业执法船舶 2	1	300	0.08	0.08
11	海事船舶	1	298	0.08	0.08
12	合计	--	--	--	1.97

(2) 保障码头区域含油雨污水

根据本项目的工可报告，保障码头区域含油雨污水的最大日均量为 150m³/d。其主要污染物为石油类，其浓度取 2000mg/L，则石油类产生量为 0.30t/d。本项目拟在船舶保障区内增设一体化污水处理站（100m³/t）进行处理，水质满足标准应达到《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T 31962-2015）后，排入市政污水管网。

(3) 港区生活污水

根据本项目的工可报告，港区生活污水的最大日均量为 90m³/d。码头年平均作业天数为 220 天，则港区生活污水的产生量为 19800m³/a。生活污水主要污染物为 COD、BOD₅、SS、氨氮等，其浓度如表 4.2-3 所示。因此运营期船舶生活污水中主要污染物的总产生量分别为：COD 为 6.93t/a；BOD₅ 为 3.96t/a；SS 为 3.96t/a、氨氮为 0.60t/a。本项目拟在船舶保障区内增设一体化污水处理站（100m³/t）进行处理。

4.2.2.2 运营期大气污染源分析

运营期大气污染源为装卸机械、运输车辆排放的尾气和扬尘、船舶排放的废气等，主要污染物为 SO₂、NO_x 和 CO₂ 等。项目为无组织排放，产生的污染物量较少，易被江面的风迅速扩散、稀释，对环境的影响不大。

4.2.2.3 运营期噪声污染源分析

噪声污染源主要为装卸机械作业的噪声、进出港运输车辆的交通噪声以及船舶停、开的汽笛声等。噪声值一般约为 70~80dB，鸣笛声可达 110dB，但鸣笛时间短促。噪声主要为船舶停靠及出港时产生，产生的影响也只是短暂的，随着其的远离，噪声影响也逐渐减弱、直至消失，对声环境质量影响很小。

4.2.2.4 运营期固废污染源分析

项目运营期的固体废物主要来源于港区生活垃圾。生活垃圾的产生量按 1kg/d·人估算，则生活垃圾产生量约为 700kg/d，生活垃圾总量为 210t/a。

港区配置垃圾箱、垃圾车，港区的生产和生活垃圾做到日产日清，生活和生产垃圾经分类后由专门的清洁公司收集后，统一外运到城市垃圾处理厂处理。

4.3 工程各阶段非污染环境的影响分析

根据工程的规模、工艺流程等特征，工程各阶段存在非污染环境的影响如下：

(1) 项目疏浚工程的实施将引起工程区及附近水动力的变化，进而导致地形地貌和泥沙冲淤环境的变化。

(2) 项目建设破坏了底栖生物赖以生存的底质环境，并造成部分底栖生物的直接死亡，桩基施工、抛石及疏浚产生的悬浮泥沙对浮游生物、游泳动物等也将产生一定的影响。此外，工程改变区域自然环境和生态环境，可能对工程区域局部水域的生态适宜性和生物多样性产生影响。

5 区域自然环境和社会环境概况

5.1 区域自然环境概况

本项目位于海南省海口市美兰区，南渡江河口、新东大桥北侧。项目地处热带北缘，属热带海洋性季风气候区，具有高温多雨、干湿季分明、雷暴多、蒸发量大、夏秋季节热带气旋影响频繁等气候特征。冬季盛行东北季风，夏季盛行西南季风，春秋两季则是季风转换季节。

本报告气温、降水、风况、湿度、雾况等资料均采用海口市气象站 1990-2019 年的观测资料进行统计；热带气旋采用 1975~2015 年的统计资料进行分析。

5.1.1 气温

5.1.1.1 月变化

统计海口气象站 1990-2019 年的气温数据期间月气温变化如图 5.1-1 所示。由图可知，海口地区月气温变化呈单峰性，月平均气温为 24.6℃，月平均气温峰值出现在 6 月份，为 28.9℃，月平均气温最小值出现在 1 月份，为 18.1℃。

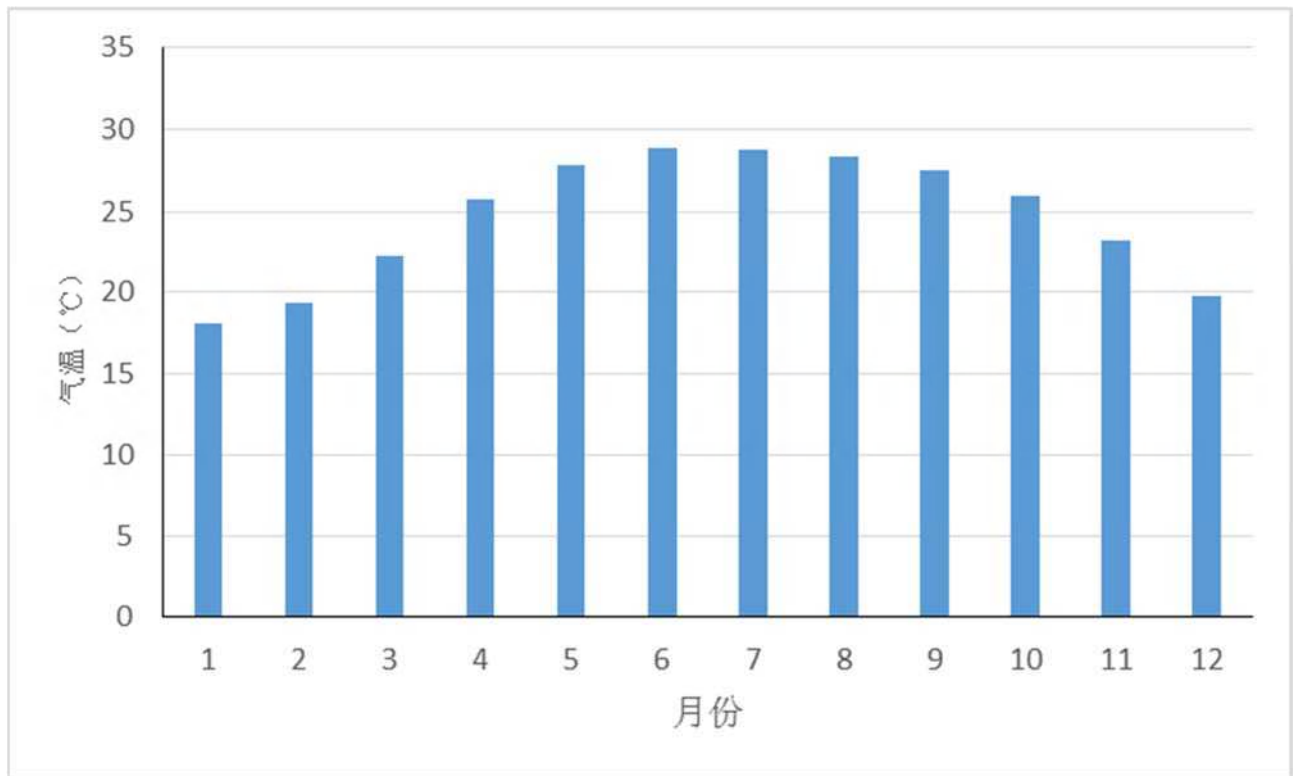


图 5.1-1 1990-2019 年海口气象站月平均气温

5.1.1.2 年变化

统计海口气象站 1990-2019 年的气温数据期间年气温变化如图 5.1-2 所示，年平均气温为 24.6℃，年平均气温变化呈多峰性，其中有五个峰值比较明显，分别是 1999、2007 年气温为 25.4℃；2003、2015 年年气温为 25.3℃；2019 年年气温为 25.9℃；最低气温出现在 2011 年，为 23.3℃。

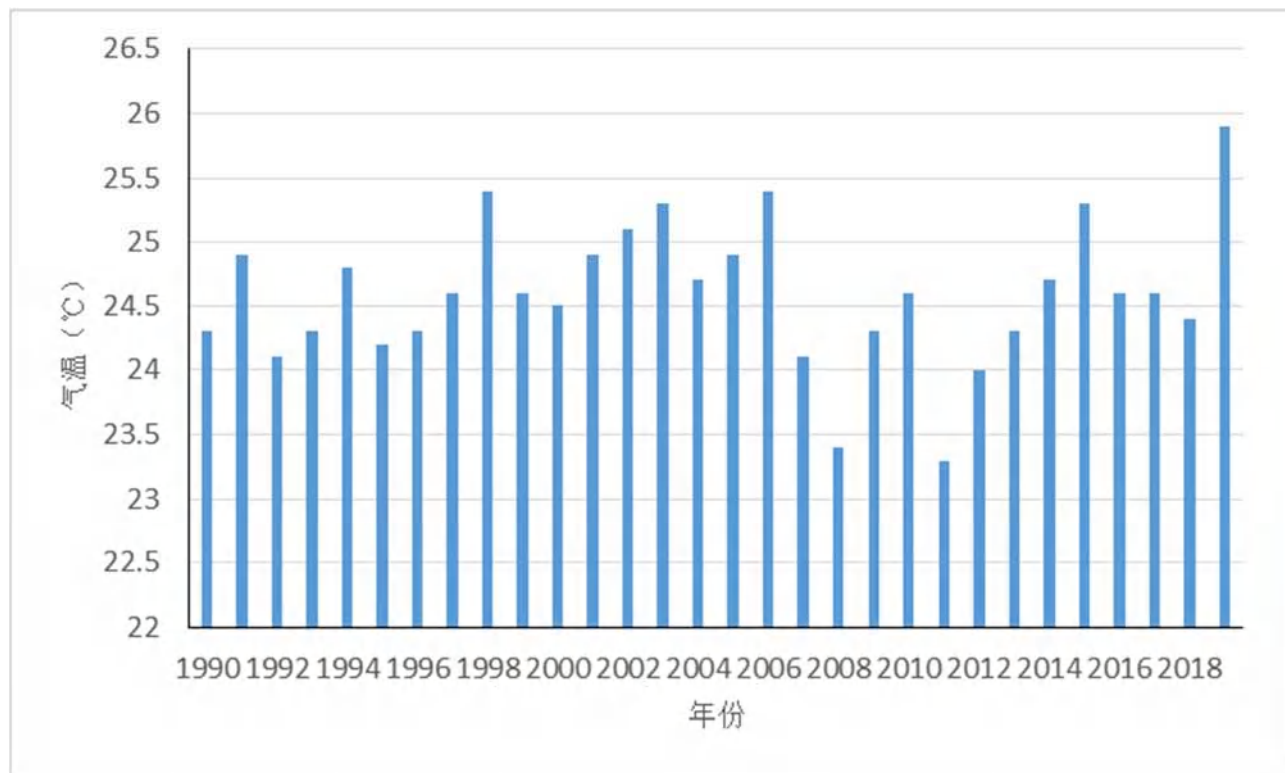


图 5.1-2 1990-2019 年海口气象站年平均气温

5.1.1.3 高温日数

高温主要从各月、年极高气温及高温日数这几个方面，对海口高温引起的干旱、中暑以及工农业生产造成的影响等高温灾害进行分析。为了研究各高温灾害风险的分布状况，选取海口气象站 1990-2019 年的气温数据，以 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 气温为指标，分析海口地区高温气候特征，为高温灾害的防御提供科技支撑和理论支持。

统计海口气象站 1990-2019 年的气温数据期间高温日数（如图 5.1-3 所示），该地区全年高温主要出现在 2-9 月，其中高温日数月变化峰值出现在 6 月份，为 8.4 天；其次是 5 月份，为 7.2 天。由图 5.1-4 高温日数的年变化可知，该地区高温日数整体呈现多峰变化的趋势，较为明显的四个峰值分别出现 1998 年为 53 天；2006 年为 52 天；2015 年为 57 天；2019 年为 55 天；其中 2015 年为最高峰值。绝大多数年份的高温日数都大于 10 天以上，年平均高温日数低于 10 天仅有 3 个年份（2008 年、2009 年、2012 年）。

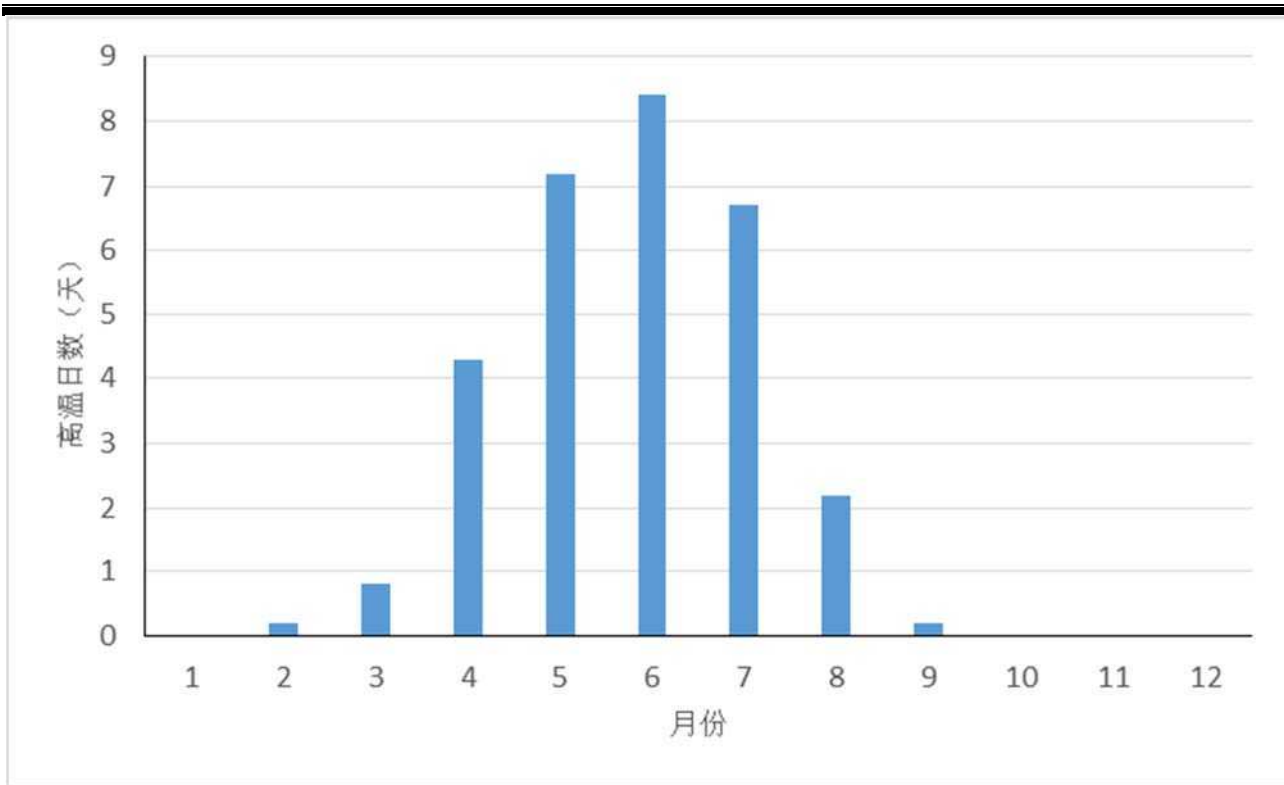


图 5.1-3 1990-2019 年海口历年月平均高温日数

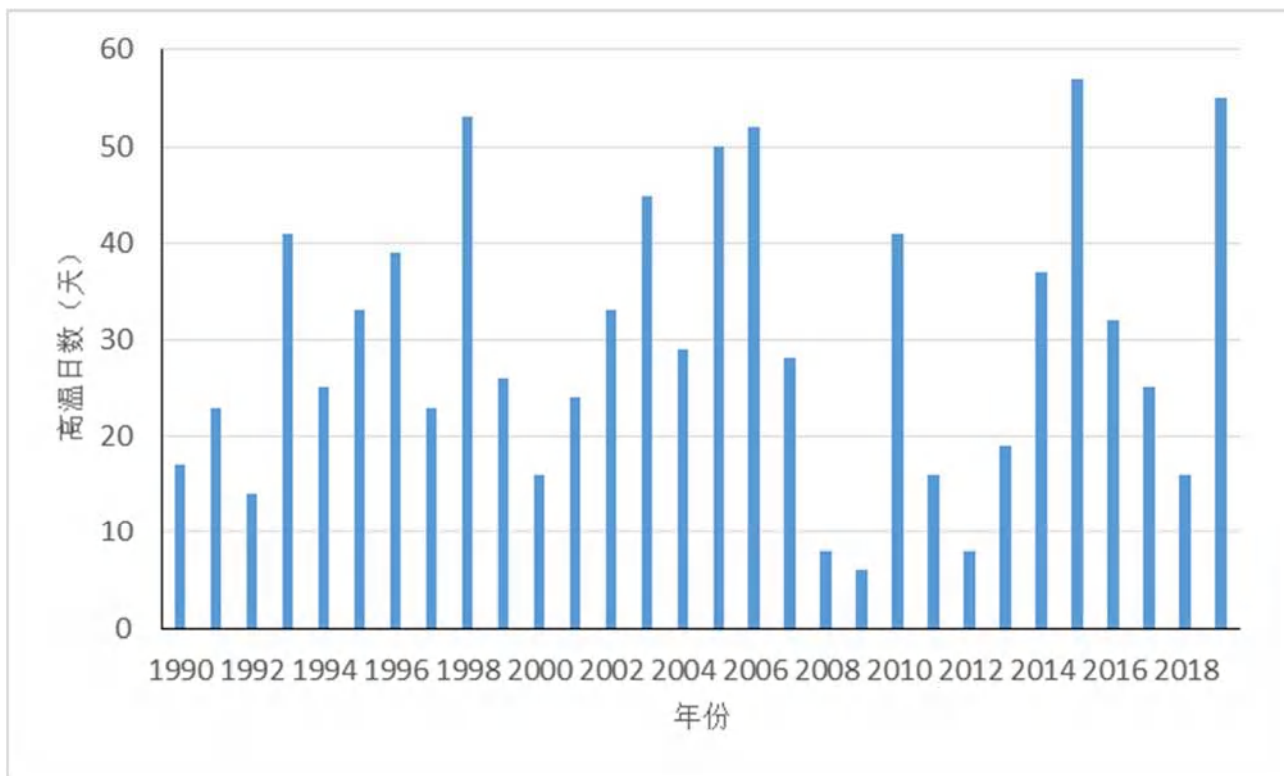


图 5.1-4 1990-2019 年海口历年高温日数

5.1.1.4 极端气温

统计海口气象站 1990-2019 年月极端气温和年极端气温（如表 5.1-1 和 5.1-2 所示），月极

端最高气温均大于 30℃，月极高最高气温为 39.6℃，出现在 7 月份；月极端最低气温为 5.6℃，出现在 1 月份。年极端最高气温均大于 35℃，年极端最高气温为 39.6℃，出现在 2001 年；年极端最低气温为 5.6℃，出现在 2016 年。

表 5.1-1 1990-2019 年海口气象站月极高、极低气温（单位：℃）

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
极高气温	32.1	36.6	38.1	39.6	38.9	37.9	38.7	37.3	35.7	34.5	34.7	31.2
极低气温	5.6	7.0	10.0	14.5	18.6	21.9	21.7	22.3	19.7	15.5	11.4	7.4

表 5.1-2 1990-2019 年海口气象站年极低、极高气温（单位：℃）

年份	极高气温	极低气温	年份	极高气温	极低气温	年份	极高气温	极低气温
1990	38.2	7.7	2000	36.3	10.5	2010	38.4	8.4
1991	37.7	7.4	2001	39.6	10.2	2011	35.9	7.7
1992	37.5	8.6	2002	37	9.1	2012	36.1	9.2
1993	38.4	7.5	2003	38.6	7.4	2013	37.3	8.9
1994	38.7	8.7	2004	37.2	9	2014	37	8.3
1995	36.8	9.2	2005	38.5	-	2015	38.7	11
1996	38	7.5	2006	38.2	10.4	2016	37.4	5.6
1997	36.4	11.1	2007	37.9	10.7	2017	37.9	11.1
1998	37.7	10.8	2008	36.4	7.7	2018	36.7	7
1999	38.1	7.4	2009	35.5	9	2019	38.9	11.4

5.1.2 降水

5.1.2.1 月变化

统计分析海口气象站 1990-2019 年月降水量（如图 5.1-5 所示），月降水量差异性显著。月平均降水量为 150.0 毫米，月降水量最高为 8 月份，达到 289.1 毫米，最低为 1 月份，仅为 28.0 毫米。降水主要集中在 5-10 月，其中，6-10 月月降水量均大于 200 毫米。

5.1.2.2 季变化

统计分析海口气象站 1990-2019 年 30 年季（春季：3-5 月；夏季：6-8 月；秋季：9-11 月；冬季：12-2 月）降水量图（如图 5.1-6 所示）可知，海口地区主要降水出现在夏秋两季，占全年降水量的 77%，其中，季降水量以夏季为最高，总降水量达到 785.0 毫米，占年总降水量的 44%；秋季降水为 598.5 毫米，占年总降水的 33%。春季降水为 318.3 毫米，占年总降水的 18%。冬季节降水最少，为 98.2 毫米，仅占全年总降水量的 5%，春、冬季降水大幅度减少。

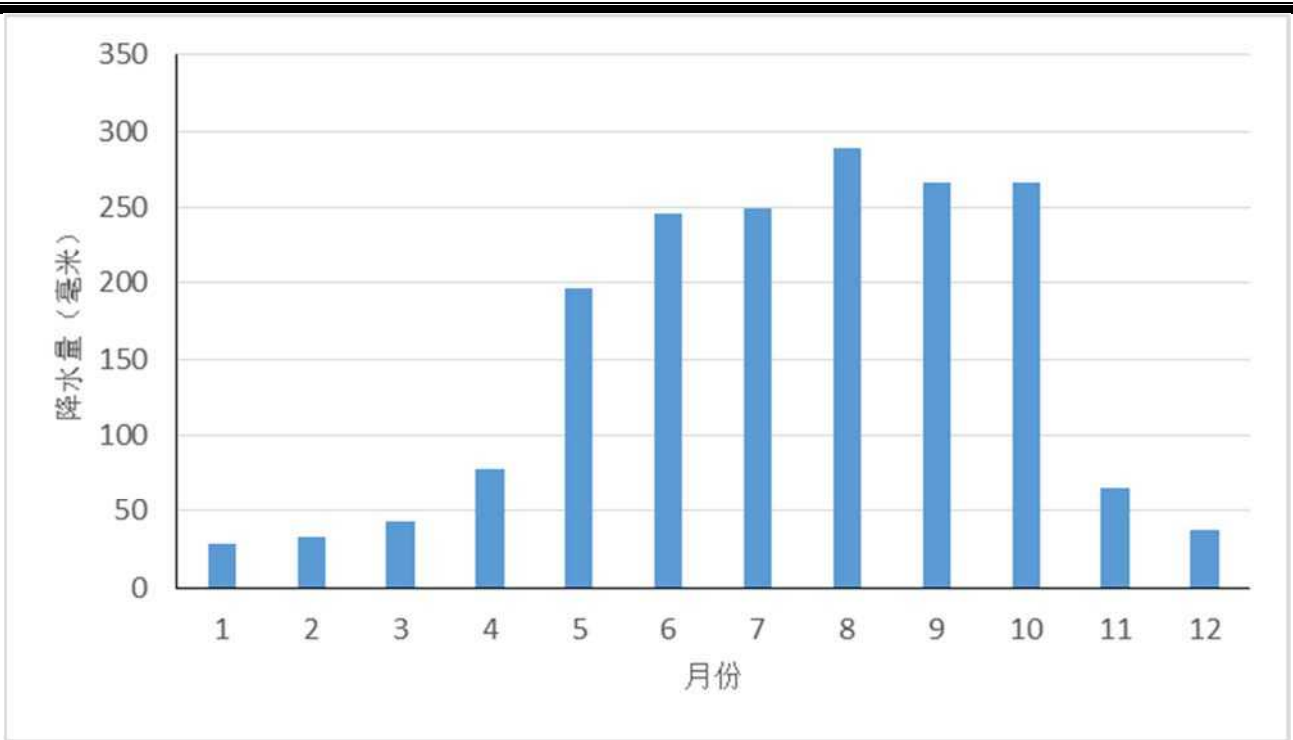


图 5.1-5 1990-2019 年海口气象站月降水量分布

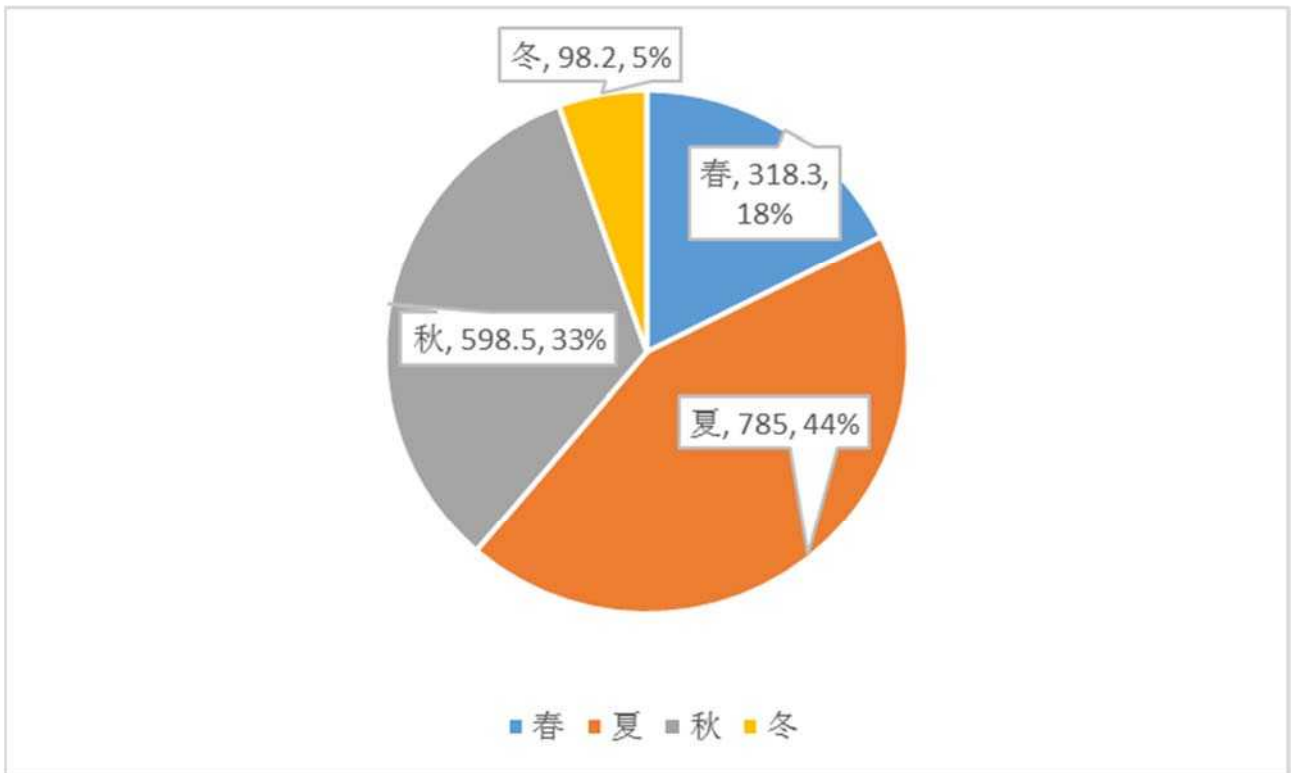


图 5.1-6 1990-2019 年海口气象站季降水量分布

5.1.2.3 年变化

统计分析海口气象站 1990-2019 年 30 年年降水量资料，得出如图 5.1-7 所示的年降水量时间分布。海口地区年平均降水量为 1781.2 毫米，最大年降水量为 2628.2 毫米（2009 年），最

小年降水量为 983.6 毫米（2004 年），降水量年变化相对较大。

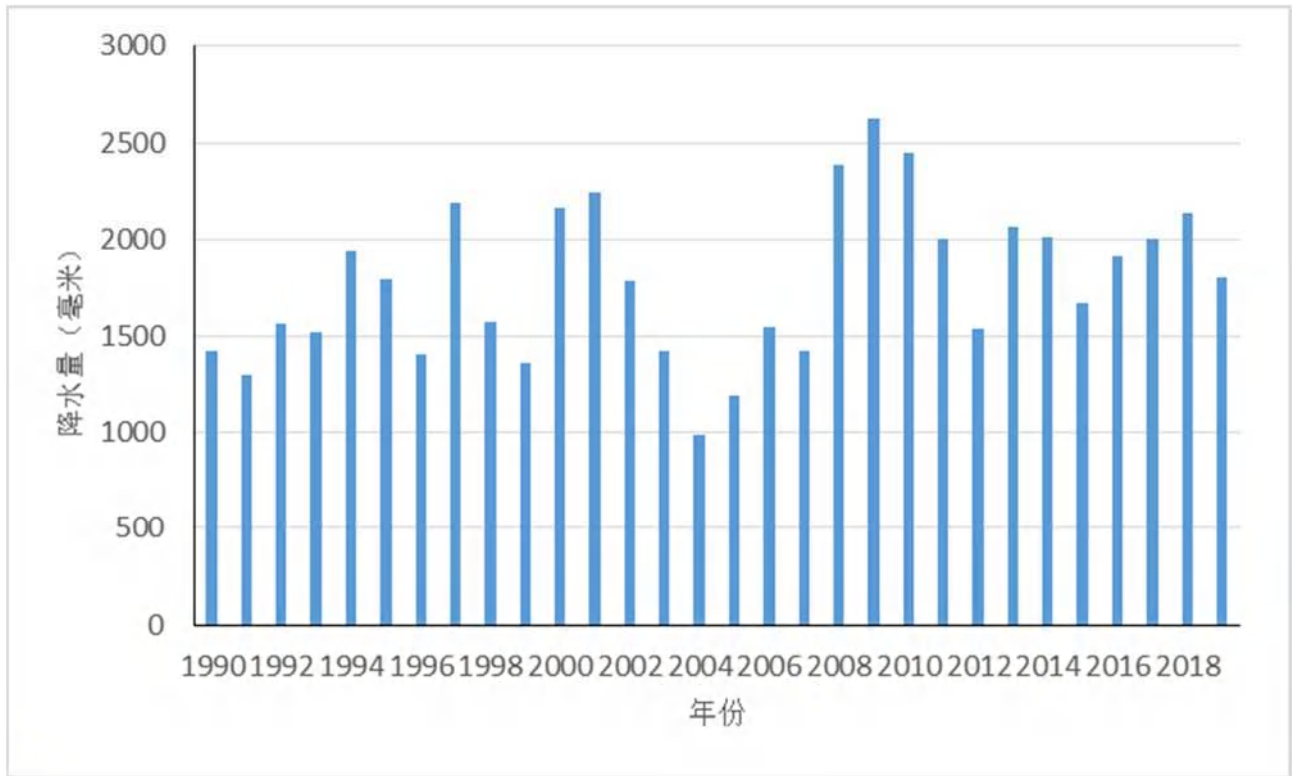


图 5.1-7 1990-2019 年海口气象站年降水量分布

5.1.2.4 暴雨

(1) 暴雨分析

统计海口气象站 1952-2019 年历年降水日数和逐月降水日数资料，得出如图 5.1-8 至 5.1-11 所示的暴雨日数、特大暴雨日数分布，由图可知，历年暴雨日数、月暴雨日数差异性显著。68 年累计暴雨日数为 503 天，年平均暴雨日数约为 7.4 天，最高为 2009 年，达到 15 天，最低为 1969 年、1981 年，仅为 1 天。月平均暴雨日为 0.6 天；月暴雨日数最高为 10 月份，达到 1.6 天；最低为 2 月份，为 0 天；受台风和季节性天气影响，暴雨主要集中在 5-10 月。如图 5.1-10 和 5.1-11 所示，该地区特大暴雨日数较少，为 1 天，主要集中在 7 月~11 月。

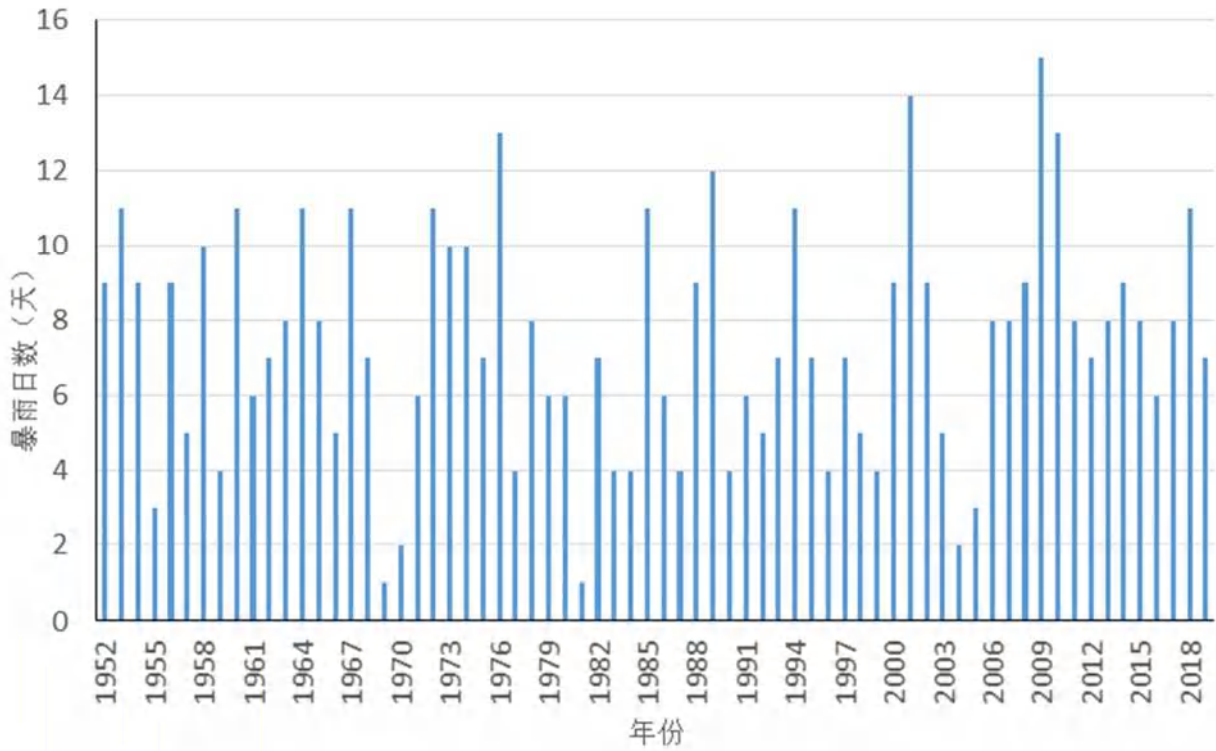


图 5.1-8 1952-2019 年海口历年暴雨日数分布

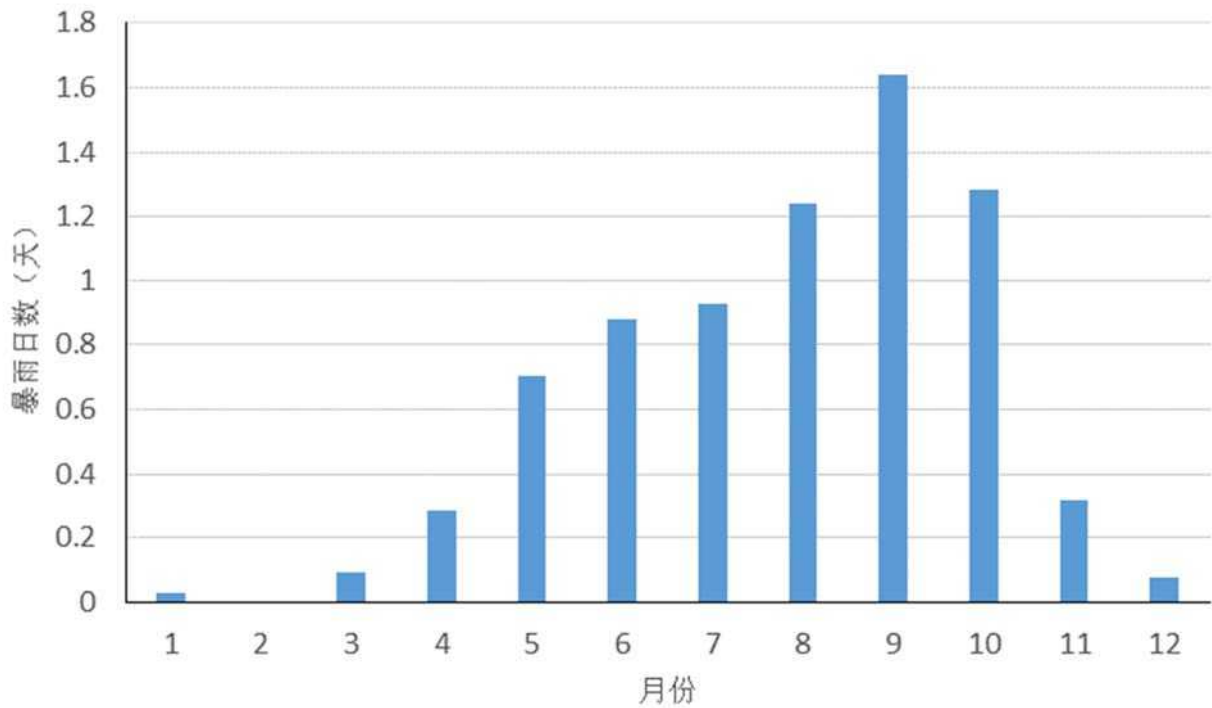


图 5.1-9 1952-2019 年海口各月暴雨日数分布

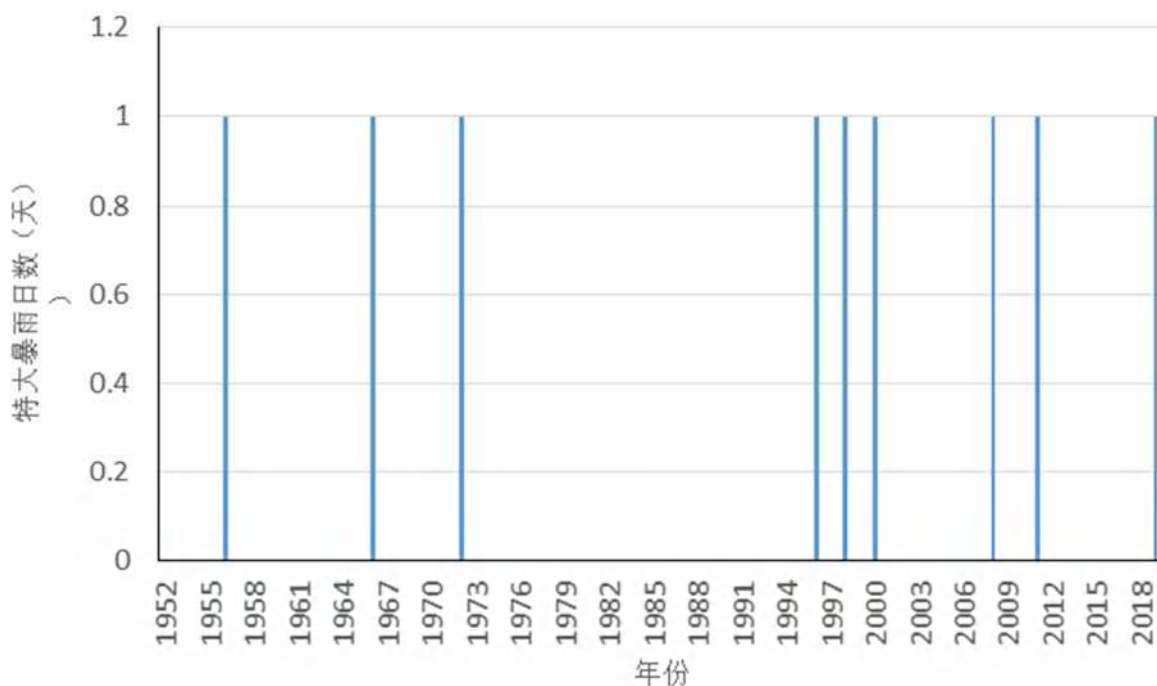


图 5.1-10 1952-2019 年海口历年特大暴雨日数分布

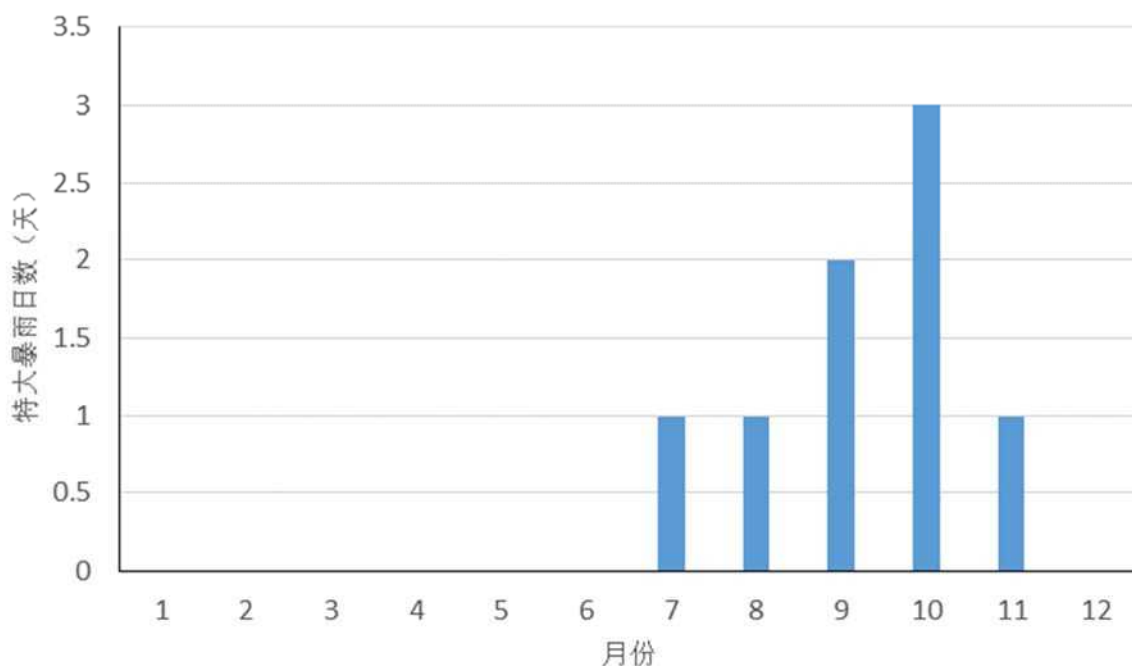


图 5.1-11 1952-2019 年海口各月特大暴雨日数分布

(2) 最大降水

①年日最大降水量

统计分析海口气象站 1952-2019 年年降水量资料（如图 5.1-12 所示）。可知，日最大降水量近 68 年来波动比较明显，最高值出现在 2011 年，为 331.2 毫米。

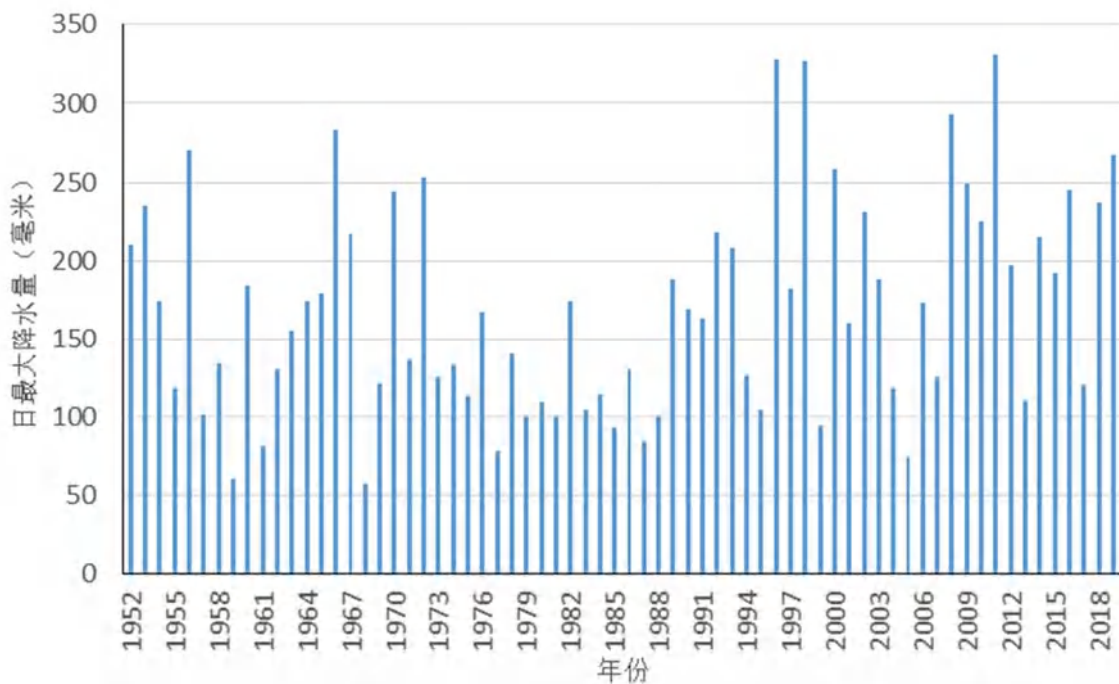


图 5.1-12 1952-2019 年海口气象站日最大降水量分布

②月最大日降水量

统计分析海口气象站 1952-2019 年年降水量资料（如图 5.1-13 所示）。月最大日降水量最高值出现在 10 月份，为 331.2 毫米，最低值出现在 2 月份，为 41.5 毫米。日最大降水量表征了致洪性降水的强度特征，我们可以看到，从 4 月到 11 月，都有产生暴雨灾害的风险，其中 4、5 月份主要由于季节性天气转变产的强降水，6-11 月受台风天气影响。

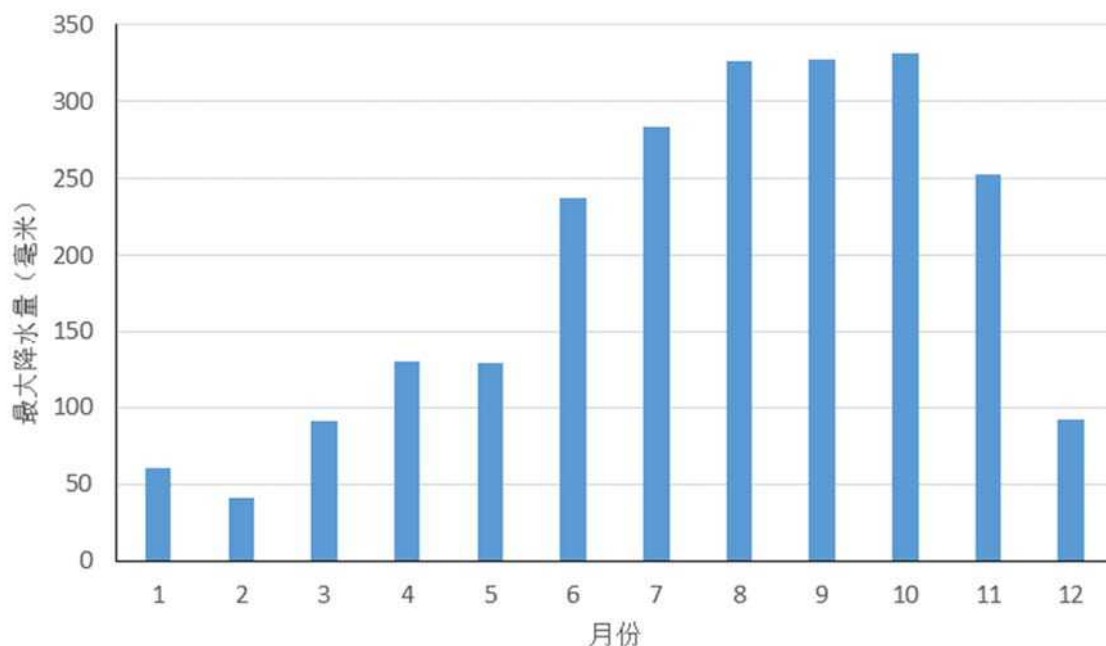


图 5.1-13 1952-2019 年海口气象站月最大日降水量分布

(3) 最大连续降水量

①最大连续降水量

统计分析海口气象站 1952-2019 年年降水量资料（如图 5.1-14 所示）。可知，除 1969 年、2005 年外，最大连续降水量均超过 100mm。近 68 年最大连续降水量出现在 1996 年，达到了 879.5 毫米，2010 年次之，为 815.1 毫米。

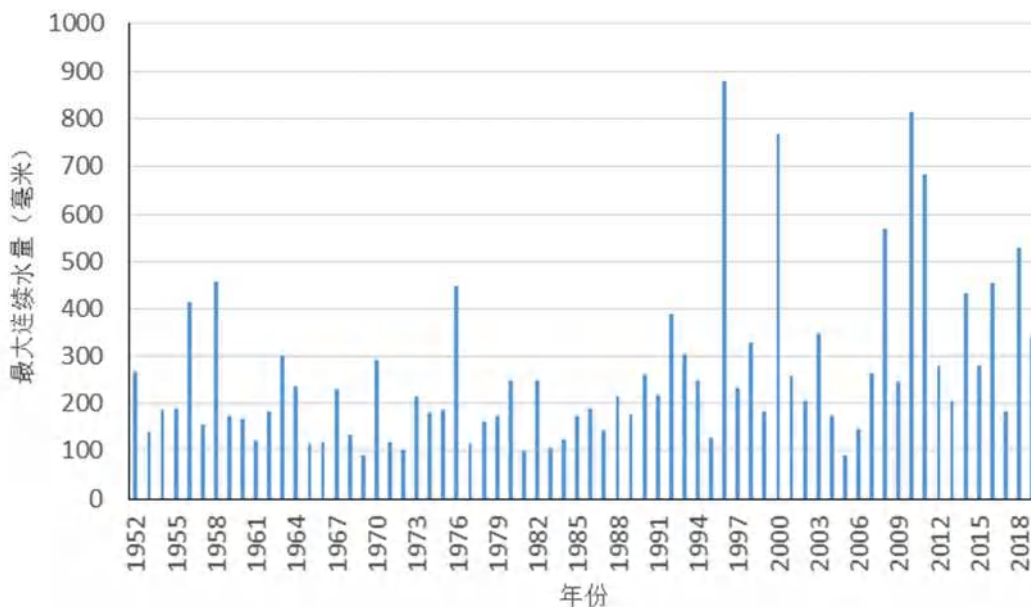


图 5.1-14 1952-2019 年海口气象站年最大连续降水量分布

统计分析海口气象站 1952-2019 年月最大连续降水量资料（如图 5.1-15 所示）。月最大连续降水量最高值出现在 9 月份，为 879.5mm，最低值出现在 1 月份，为 60mm。

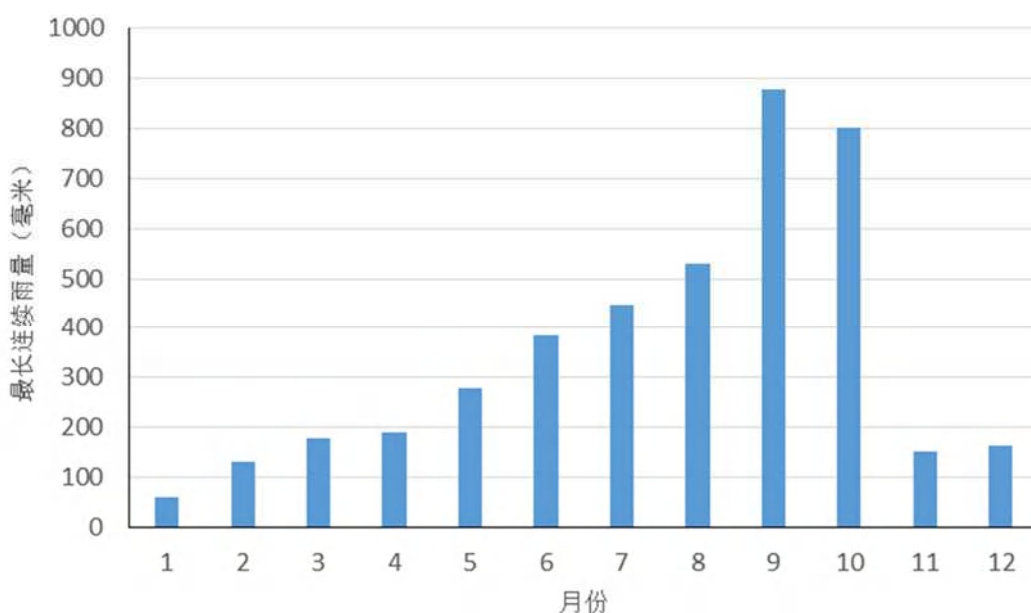


图 5.1-15 1952-2019 年海口气象站月最大连续降水量分布

②最长连续降水日数

统计分析海口气象站 1952-2019 年 68 年年降水量资料（如图 5.1-16 所示），可知海口全年降水日数呈季节性变化，春季偏少，夏、秋、冬季偏多。6 月为最长，达到 19 天，其次是 2 月、9 月为 16 天。

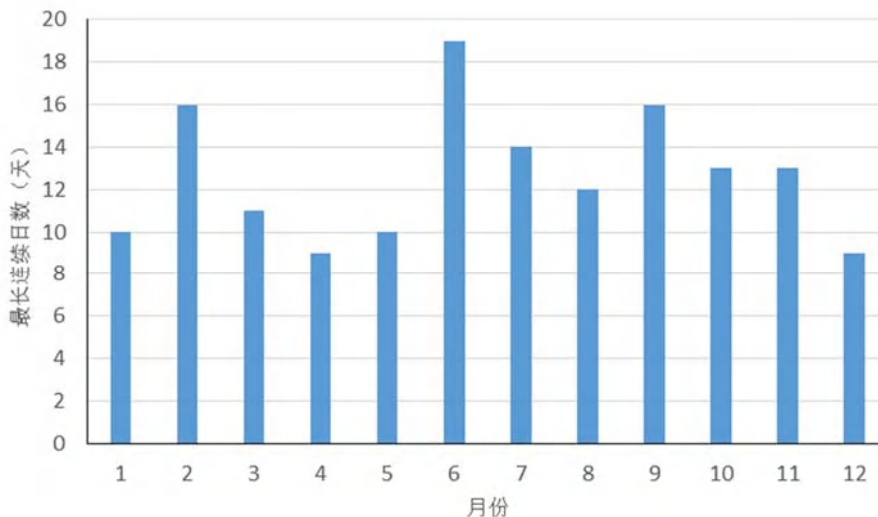


图 5.1-16 1952-2019 年海口气象站连续降水最大日数分布

③年暴雨日数变化趋势

统计海口气象站 1952-2019 年近 68 年的暴雨日数（如图 5.1-17 所示），分析可知：暴雨日数开始呈现平滑稳定的趋势，其中最高值出现在 2009 年，暴雨日数为 21 天，最低值出现在 1969 年、1981 年，暴雨日数为 1 天，极值之间差距比较大。近 68 年的暴雨平均日数近 9.5 天，超过 9 天的年份个数为 32 个。逐年暴雨日数的波动周期性显著，表现为四个比较明显的高峰期，分别为 1963-1964，1971-1972，2000-2001，2008-2009，这四个高峰都是相对于暴雨日数平均值较高的年份。

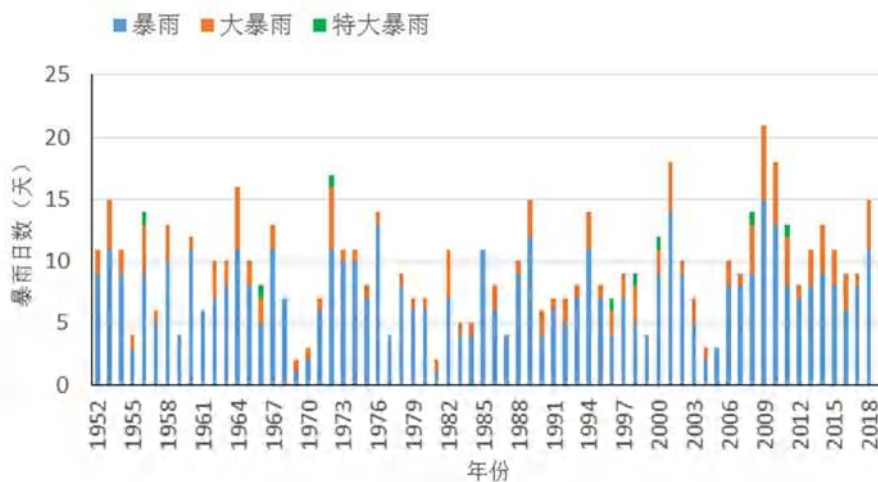


图 5.1-17 1952-2019 年暴雨日数年变化

5.1.3 风况

5.1.3.1 平均风速

统计海口气象站 1990-2019 年平均风速（如图 5.1-18 所示），结果显示：30 年平均风速为 2.6m/s，年平均风速最大值出现 2008 年，为 4.2m/s。1990-2006 年平均风速为 2.0m/s，2007-2019 年平均风速为 3.4 m/s。2007-2019 年平均风速普遍高于 1990-2006 年，由于海口气象站于 2007 年 1 月 1 日由海府路龙岐村搬迁至南海大道 286 号，搬迁后，由于地理环境变化，郊区风速明显偏大。

累年各月平均风速在 2.2-3.0m/s 之间（如图 5.1-19 所示），月平均风速最大值出现在 3 月份，为 3.0m/s，8 月平均风速最小，为 2.2m/s。

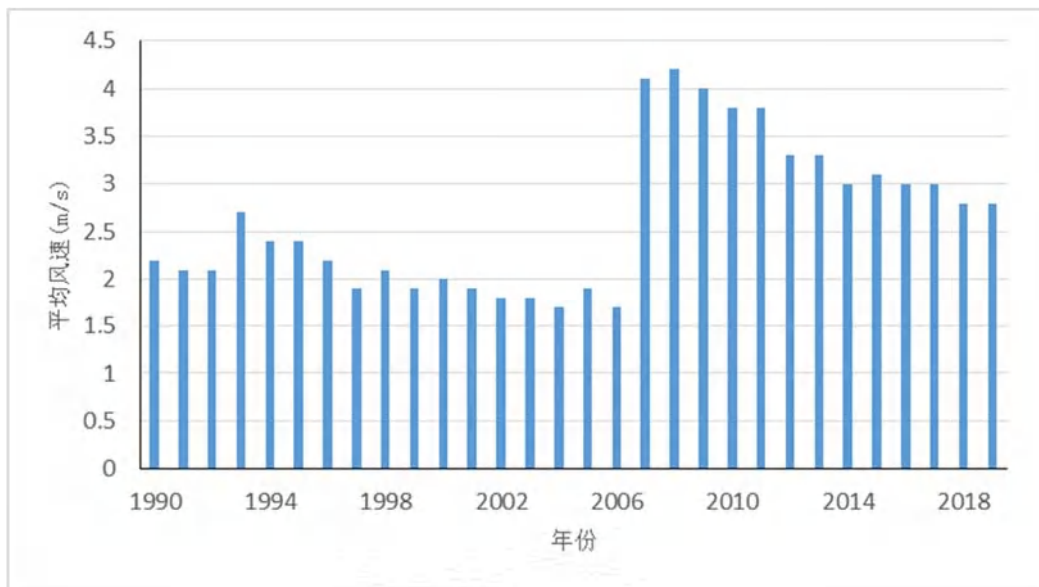


图 5.1-18 1990-2019 年海口气象站年平均风速

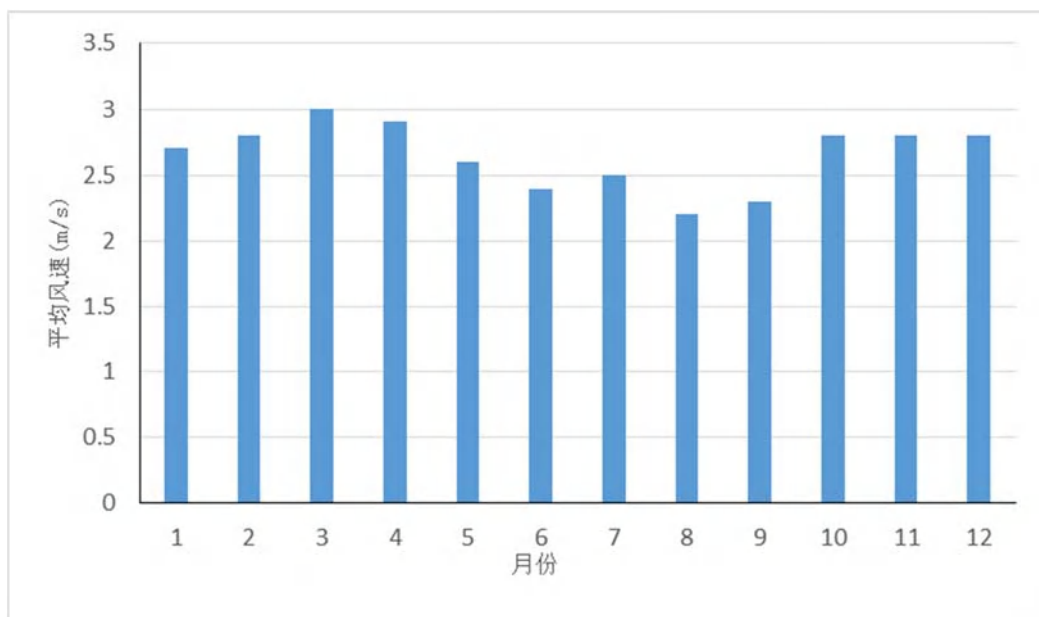


图 5.1-19 1990-2019 年海口气象站月平均风速

5.1.3.2 最大风速

统计海口气象站 1990-2019 年最大风速（如图 5.1-20 和 5.1-21 所示），结果显示，30 年平均最大风速 12.2m/s，搬迁前年最大风速在 5.3-17.3m/s 之间，搬迁后，风速明显偏大，年最大风速在 10.3-27.5 m/s 之间，可见年最大风速变化波动幅度较大，最大风速出现在 2014 年，为 27.5m/s。

累年各月最大风速在 10.8-27.5m/s 之间，7-11 月最大风速均超过 15m/s，月最大风速最大值出现在 7 月份，为 27.5m/s，次大值出现在 10 月份，为 19.3m/s，1 月最小，为 10.8m/s。

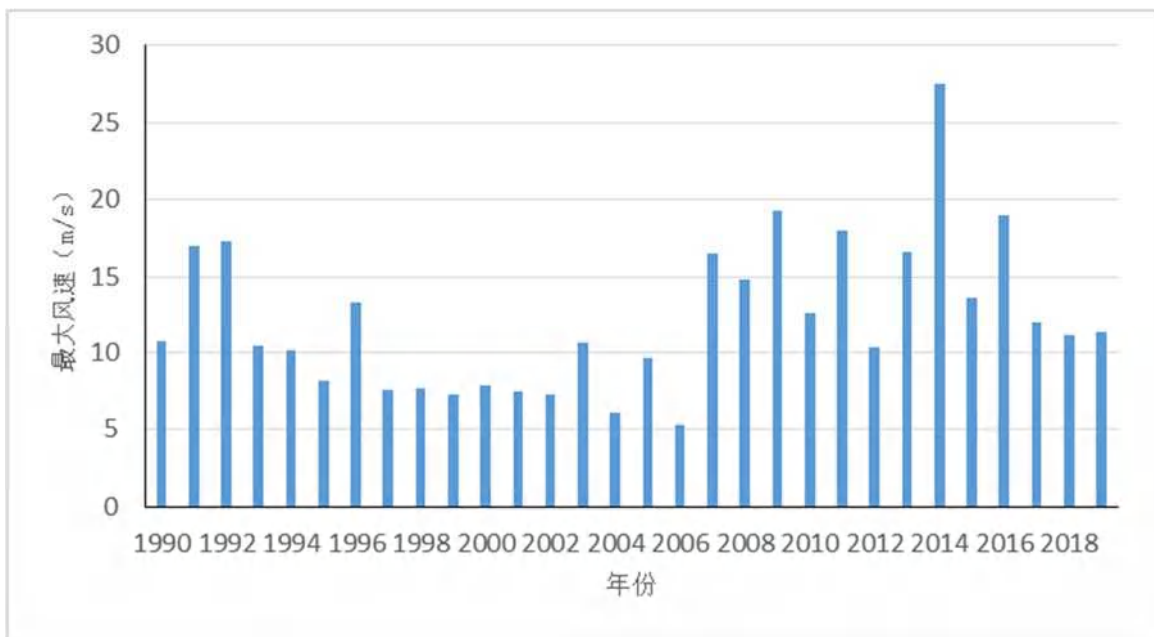


图 5.1-20 1990-2019 年海口气象站年最大风速

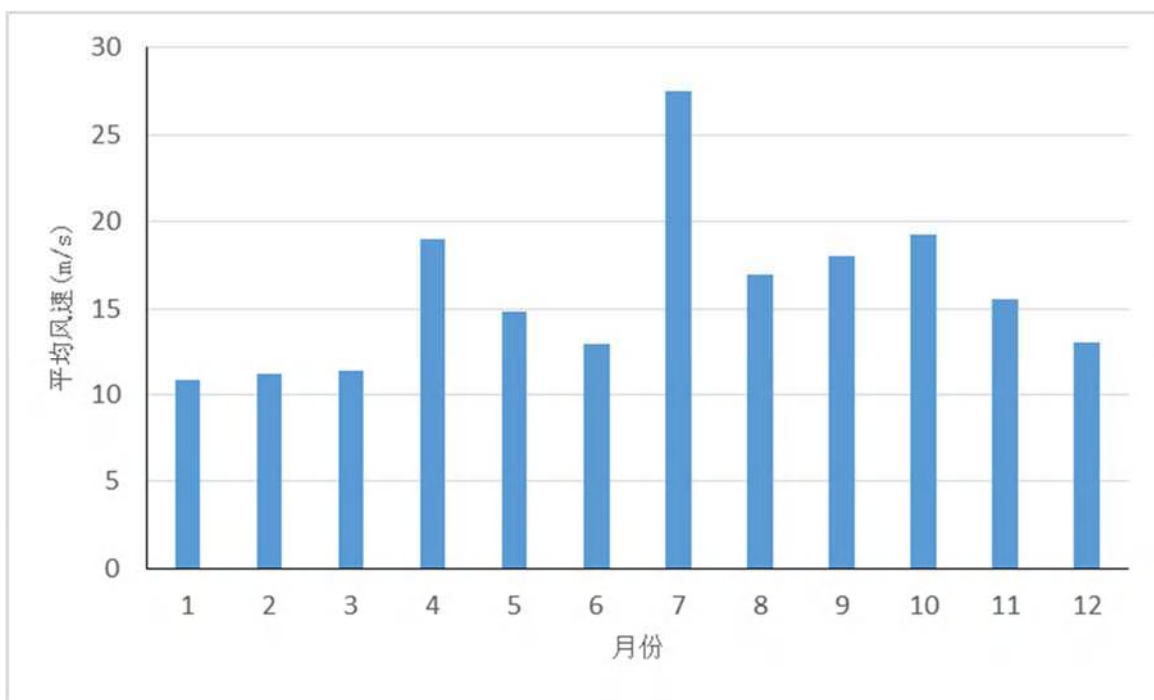


图 5.1-21 1990-2019 年海口气象站月最大风速

5.1.3.3 极大风速

表 5.1-3 为海口 1990-2019 年期间逐年极大风速。可见，极大风速的最大值为 45.6m/s，出现在 2014 年 7 月 18 日，风向为西南偏西向（WSW）；次大值为 37.0m/s，出现在 1991 年 8 月 16 日，对应风向为西北（NW）。年极大风速以 8 月出现频次最多。

表 5.1-3 1990-2019 年海口逐年极大风速

年份	极大风速（米/秒）	风向	时间（月日）	年份	极大风速（米/秒）	风向	时间（月日）
1990	24.7	NE	0828	2005	22.9	PSE	0926
1991	37	NW	0816	2006	14	NE	0924
1992	34	NE	0713	2007	32.2	NE	0924
1993	20.6	NNE	0808	2008	24.9	SSW	0530
1994	23.1	NE	0913	2009	26.1	NE	0929
1995	17.5	E	0828	2010	19	E	0716
1996	23.5	S	0920	2011	27.5	N	0929
1997	15.8	W	0822	2012	15.8	ENE	1027
1998	18.1	E	1004	2013	29	NE	0803
1999	13.1	E	1019	2014	45.6	WSW	0718
2000	17.9	SW	0731	2015	21.8	WNW	1004
2001	15.2	SW	0607	2016	31.3	W	0411
2002	15	NW	0819	2017	23.2	WSW	0421
2003	24.8	SSE	0825	2018	21.4	NE	0809
2004	15	SSW	0530	2019	21.2	WSW	0816

5.1.3.4 大风日数

统计海口 1990-2019 年大风资料（如图 5.1-22 所示），结果显示：30 年有 137 天大风天气，年平均大风日数为 4.6 天，最多年 28 天（2007 年），最少年 0 天。

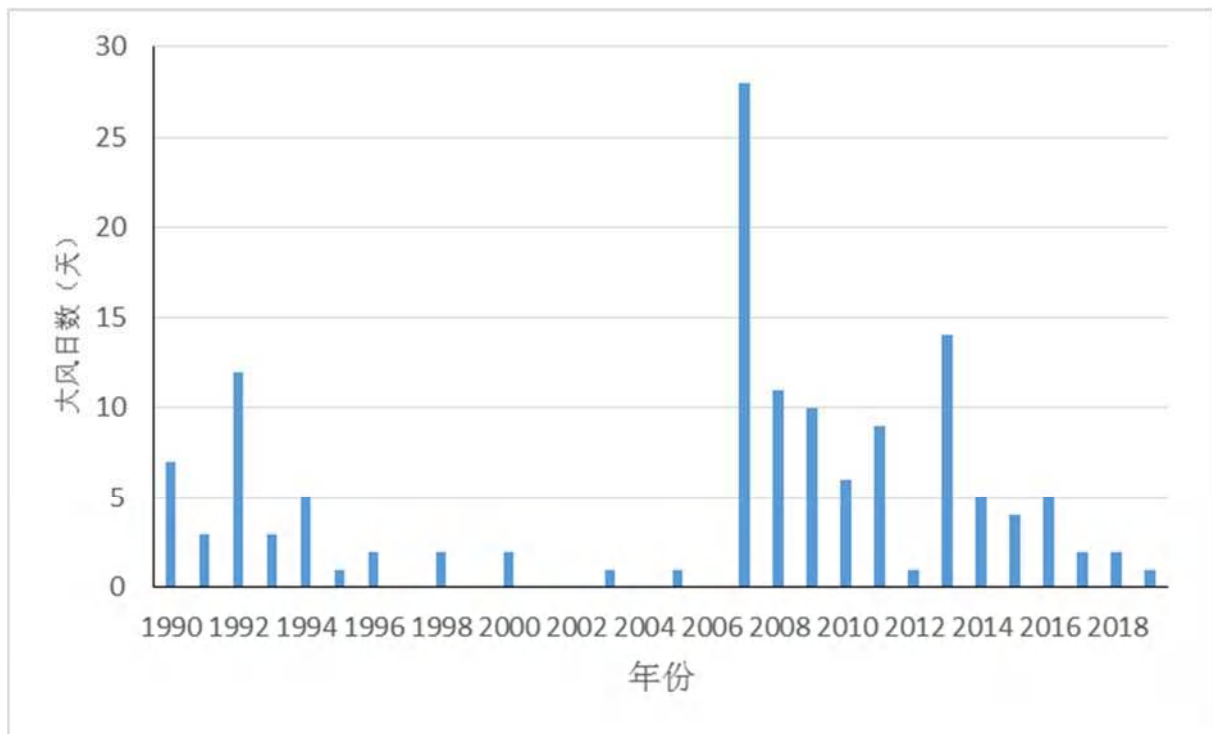


图 5.1-22 1990-2019 年海口气象站大风日数变化图

5.1.3.5 主导风向

根据海口逐日风向数据统计得到风向的季节及年变化（如图 5.1-23 所示）。从季节演变来看，春、夏季的主导风向为东南偏南风（SSE），出现频率分别为 17.7%、20.7%；秋、冬季的主导风向为东北偏东风（ENE），频率分别为 18.2%、22.0%。可以看出，春夏季节海口主要由东南偏南风控制，秋冬季节主要由东北偏东风控制。

从年风向频率可以看出，海口年出现频率最高风向是东北偏东风（ENE），频率为 13.4%，年频率次高风向是东南偏南风（SSE），频率为 11.8%。

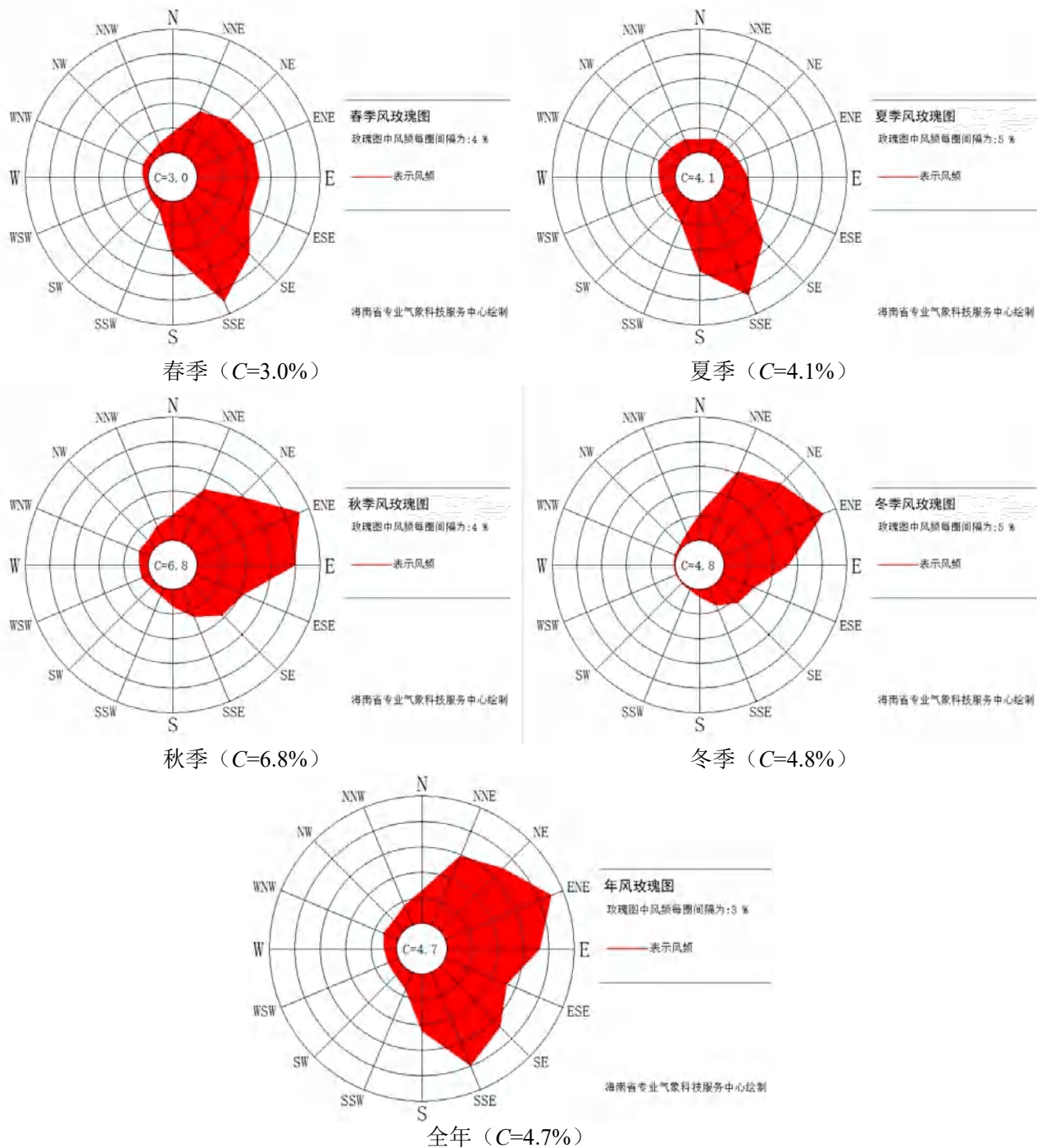


图 5.1-23 1990-2019 年海口气象站春、夏、秋、冬四季和全年风向玫瑰图

5.1.4 雾况

统计海口气象站 1951-2019 年（如图 5.1-24 所示），结果显示：年平均雾日有 25.8 天，年雾日数最大值为 58 天，出现在 1968 年，次大值出现在 1965 年，为 53 天，最小值出现在 2003 年，为 5 天，总体来看，逐年雾日呈下降的趋势。

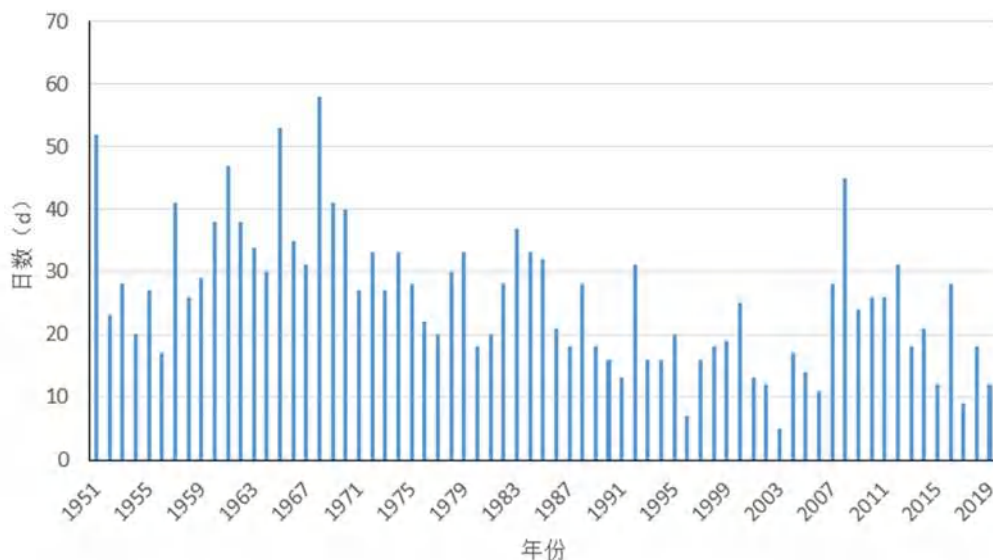


图 5.1-24 1951-2019 年海口逐年雾日数分布

统计海口气象站 1951-2019 年累年各月平均雾日数（如图 5.1-25 所示），雾主要出现在 11 月份到翌年 4 月份，集中在冬季和春季，最大值日出现在 1 月份，为 5.56 天，夏季基本无雾，秋季为少雾。

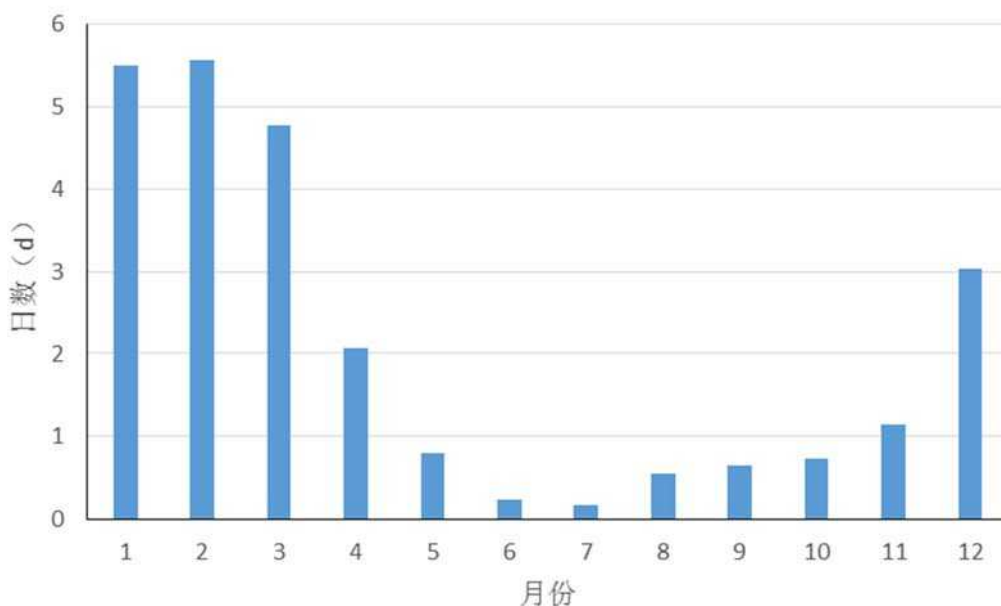


图 5.1-25 1951-2019 年海口逐月平均雾日数分布

5.1.5 相对湿度

由于常年受到来自海洋的气流影响，本区域的湿度相对较大，年平均相对湿度为 84%。因主要受海洋性气候影响，全年相对湿度没有明显的季节变化，各月平均相对湿度均在 80% 以上，平均相对湿度的季节变化很小，年平均呈双峰型；1~3 月相对湿度较高，2 月份出现最高峰值，为 88% 其主要由于冬春季之交，冷暖气团常在沿海交锋，多云、雾、连绵细雨等天气现象，故造成相对湿度较高。第二峰值出现在 9 月，为 85%，主要是由后汛期降雨这一天气现象所造成。11 月份相对湿度最低，为 80%，主要是受到北方干冷的高压脊控制。

5.1.6 热带气旋

热带气旋几乎为大部分海洋灾害的诱因，它产生大风的同时，引发灾害性巨浪和风暴潮。根据《台风年鉴》资料，以台风中心进入 $109.5^{\circ}\sim 111.5^{\circ}$ ， $19^{\circ}\sim 21^{\circ}$ 为影响标准，1975~2015 年期间，登陆或影响海口的热带气旋共有 81 个，年平均 2 个，年最多为 3 个热带气旋登陆或影响海口，如表 5.1-4 所示。

表 5.1-4 1975-2015 年登陆或影响海口湾热带气旋统计（单位：个）

热带气旋等级	(m/s)	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	合计
超强台风	≥ 51.0				1				1
强台风	41.5~50.9					1	2	1	4
台风	32.7~41.4	1			5	3	3	2	14
强热带风暴	24.5~32.6			3	8	5	6		22
热带风暴	17.2~24.4			5	6	3	1	2	17
热带低压	10.8~17.1		2	4	6	7	3	1	23
合计（个）		1	2	12	26	19	15	6	81
频率（%）		1.23	2.47	14.81	32.10	23.46	18.52	7.41	100

1975~2015 年期间，典型热带气旋过程对海口最具影响的热带气旋有 10 个，热带气旋中心风速均在 35m/s 以上，分别是 8007、8217、8616、9111、0312、0518、1117、1409、1415、1522。1409 号热带气旋“威玛逊”是 41 年中登陆时影响最强的，2014 年 7 月 18 日，“威玛逊”进入南海后向西北移动，移速维持在时速 22 公里，7 月 18 日 5 时，升格为超强台风，中心附近最大风力 52m/s，最低气压 935 百帕斯卡，18 日 14 时“威玛逊”的增强趋势没有停止，临岸急剧增强，直至下午掠过海南东北端前，达到强度颠峰，当日下午 3 时半，“威玛逊”以颠峰强度于中国海南省文昌市翁田镇沿海短暂登陆，中心风力为 72m/s 是南海罕见的强度。

“威玛逊”在不久后便进入海南和雷州半岛之间的琼州海峡。晚 7 时半，“威玛逊”在广东省徐闻县龙塘镇沿海登陆。登录时中心最大风力 17 级(60m/s)，成为登陆广东最强台风，结束了广东无超强台风登陆的历史。当晚较后时间，“威玛逊”转趋减弱，以西北偏西的移动路径，掠过雷州半岛，移入北部湾。

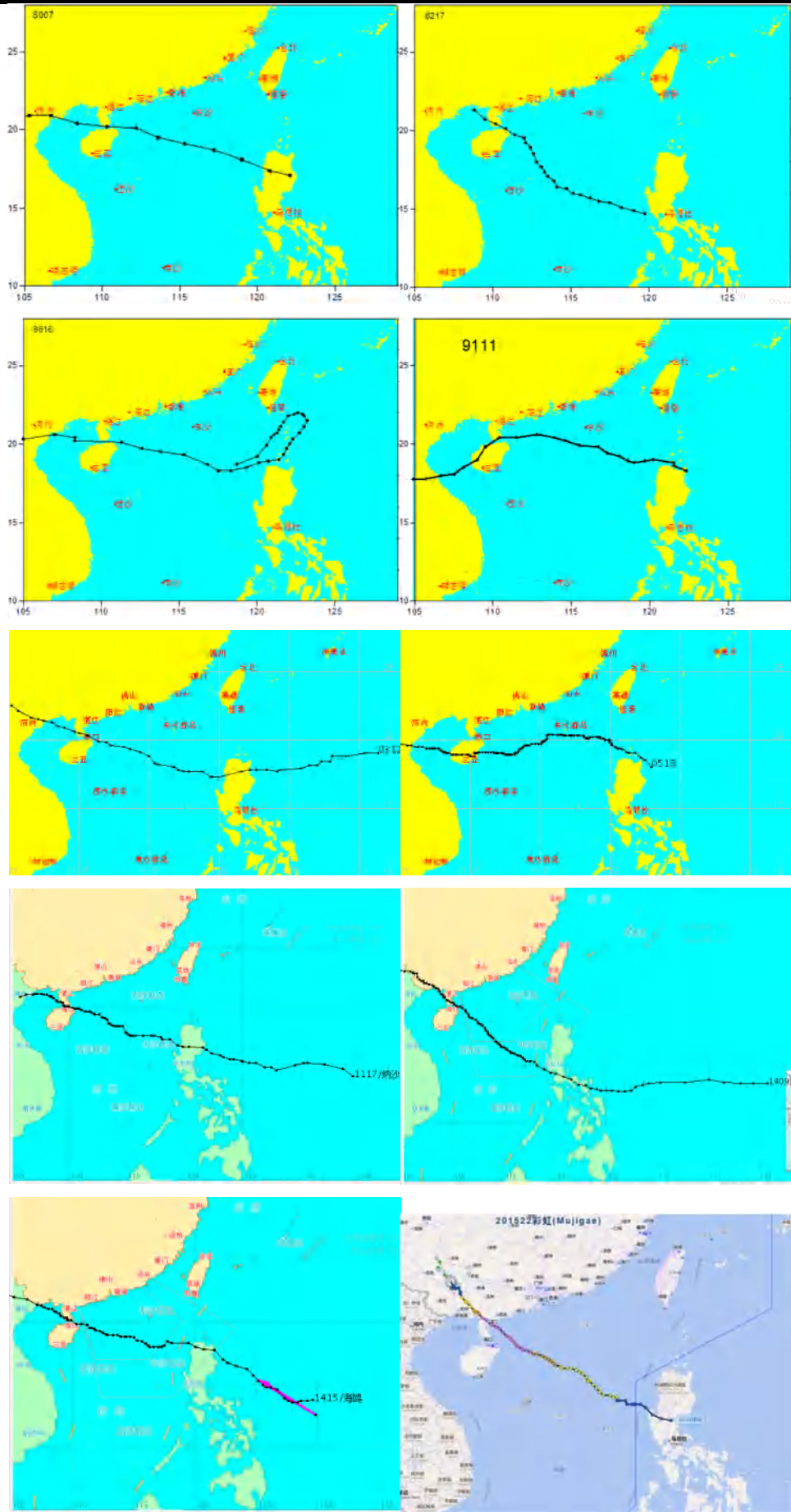


图 5.1-26 10 次最强登陆或影响海口湾的热带气旋路径图

5.1.7 风暴潮

风暴潮是由于强烈的大气扰动引起的海平面异常升降现象。当热带气旋靠近或在海南岛北部、东部沿海登陆时，基本上都会对海口造成严重影响，引发风暴潮过程，根据秀英海洋站 1953-2008 年（1972 至 1975 年为海口水位部资料）的风暴潮实测增水资料统计，53 年来，海口增水 $\geq 30\text{cm}$ 的次数有 164 次，平均每年 1.8 次，增水 $\geq 100\text{cm}$ 的次数有 26 次，平均约每两年有 1 次，增水 $\geq 150\text{cm}$ 的次数有 11 次，共有 9 年出现过，增水 $\geq 200\text{cm}$ 的次数有 5 次，共有 4 年出现过，详见表 5.1-5 所示。1953 年~2008 年，秀英（海口）站超警戒潮位的共有 26 次，平均每年 0.5 次，约每两年有一次。

表 5.1-5 引发秀英（海口）站产生 150cm 以上增水的热带气旋一览表

台风号	最大增水 (cm)	时间	最高潮位 (cm)	超警戒潮位 (cm)
5526	156	1955-9-25	388	98.00
6311	176	1963-9-7	405	115.00
7109	151	1971-6-28	342	52.00
7210	178	1972-8-29	240	-50.00
7220	225	1972-11-8	256	-34.00
7311	252	1973-8-26	319	-16.00
7318	206	1973-10-19	304	14.00
7619	225	1976-9-28	295	5.00
8007	245	1980-7-22	401	111.00
9111	190	1991-8-16	362	72.00
0312	194	2003-8-25	263	-27.00

自 2005 年以来，海口于 2014 年出现两次特大风暴潮过程，分别由“威马逊”和“海鸥”引发。

1409 号超强台风“威马逊”在海南岛沿岸引发不同程度的风暴增水，对海口、文昌造成严重的风暴潮灾害。海口秀英验潮站 7 月 18 日出现最大增水值 221cm，最高潮位 347cm（当地基面，下同），超当地警戒潮位 57cm；其它验潮站未超当地警戒潮位。

1415 号台风“海鸥”在海南岛沿岸引发不同程度的风暴增水，造成海南岛北部的海口、文昌、澄迈出现严重的风暴潮灾害。9 月 16 日，海口秀英验潮站最高潮位 452cm，为有记录以来的最高值，超当地警戒潮位 162cm，当日最大增水值 209cm；清澜验潮站最高潮位 240cm，最大增水值 143cm，达到当地警戒潮位；其它验潮站未超当地警戒潮位。

5.2 区域社会经济环境概况

根据《2022 年海口市政府工作报告》，2021 年最可喜的是经济实现平稳较快增长，地区生产总值增长 11.3%，固定资产投资增长 8.4%，地方一般公共预算收入增长 12%，社会消费

品零售总额、货物进出口和服务进出口分别增长 26.5%、28.4%和 48.95%。最给力的是主导产业持续壮大，旅游总收入增长 56.1%，高新技术企业增至 771 家，高新技术产业规上企业营收 1336.8 亿元、增长 33.5%；现代服务业加快培育，服务业拉动整体经济增长贡献达 86.3%。最欣慰的是群众生活日益改善，城乡居民收入与地区生产总值增速保持同步，15 项省、市民生实事顺利完成。最振奋的是成功举办庆祝建党 100 周年系列活动，服务保障首届中国国际消费品博览会成功举办。

2021 年，美兰区地区生产总值（GDP）总额预计完成 505.64 亿元，同比增长 11.5%。其中，农业总产值全年完成 37.36 亿元，同比增长 6.1%；规上工业总产值全年完成 74.80 亿元，同比增长 20.8%。固定资产投资总额全年完成 368.52 亿元，同比增长 22.0%；社会消费品零售总额全年完成 250.61 亿元，同比增长 18.4%。居民人均可支配收入预计达到 36238 元，同比增长 9.0%。其中，农村常住居民人均可支配收入达到 19239 元，同比增长 10.7%；城镇常住居民人均可支配收入达到 41217 元，同比增长 9.0%。

5.3 区域海洋资源和海域开发利用与保护概况

5.3.1 港口资源

海口市港口岸线资源丰富，从西到东可分为以下几个岸段：马村岸段、盈滨~天尾岸段、海口湾岸段。如今的海口港共有秀英港、新港、马村港三个港区，港口岸线总长 4614m，拥有各类生产性码头泊位 33 个，客滚船舶 21 艘（总吨位 43799 吨）和生产辅助船舶 5 艘，各类主要生产机械设备共 236 台，仓库 27 间共 7.39hm²，堆场 12.85hm²。“三港合一”，海口港越发凸显其海南港航旗舰的地位。海口港群是海南省对外交通和外贸运输的主要口岸，承担了海南省大部分货运和客运交通，是海南能源、原材料的转运中心，也是我国沿海的主要枢纽港之一。

海口秀英港是目前海口港的主要港区，是全国 73 个对外开放一类沿海水运口岸之一。现有三家码头区，泊位 23 个，主要经营大宗散杂货、集装箱、货车滚装运输，在整个海口港的货物吞吐量构成中占有 50%以上的份额。新港港区是海口港的公用港区之一，由多家企业码头组成，其中，北岸段有盐务局码头、海警码头、海关码头、航道局码头和武警码头等，南岸段有航道局新港码头和水产码头。现有泊位 53 个，主要为小型泊位，以经营过海峡的车客滚装运输和短途客运为主，兼营小宗散杂货和建筑材料，以及少量集装箱运输。马村港区位于澄迈湾东侧岸线上，主要由业主码头组成，有散货或散杂泊位 5 个，主要经营油气危险品和煤炭，还有少量建筑材料。新开辟的新海港区位于海口湾西端，有火车轮渡码头和油气码

头泊位 3 个，经营火车货客滚装轮渡和油气危险品。

5.3.2 渔业资源

海口市控制区范围内沿岸有南渡江、美舍河、五源河、那博水、美崖水、滨州河、演丰西河、罗雅河等注入海域，多年平均入海径流量为 60 多亿 m^3 以上，携带大量有机物质和各种无机盐类入海，给近岸海域生物提供充足的饵料和养分，饵料生物资源丰富，形成了鱼虾类洄游索饵、繁殖生长和栖息的良好生态环境。

海口市主要海洋经济鱼类有马鲛鱼、鱿鱼、黄花鱼、乌贼、金线鱼等 100 多种；虾类有墨吉对虾、斑节对虾、沙虾、毛虾和青虾等；蟹类有青蟹、小蟹、梭子蟹等；贝类有泥蚶、毛蚶、牡蛎、江瑶、文蛤等。还有海马、海蜇、沙虫、江蓠。鱼类资源种类多，群体小，在渔获物中除了毛虾群体较大外，都没有占绝对优势的种类。另外，鱼类既有地方性又有洄游性，而地方性的鱼类为大多数，均在琼州海峡 60m 等深线以内，自西至东分布广泛，但密度小，混栖生存，成为多种作业的捕捞对象。在当地渔民的反复高强度的捕捞之下，海洋渔业资源也日渐枯竭。

海水养殖主要有鱼类、贝类、虾类、蟹类和江蓠。鱼类养殖主要分布在美兰区演丰镇、三江镇，秀英区西秀镇等，主要品种有：鲈鱼、石斑鱼、美国红鱼、军曹等鱼类；贝类养殖主要分布在美兰区三江湾、东寨港，秀英区西秀镇荣山村，主要品种有：牡蛎、泥蚶和鲍鱼；虾类养殖对虾养殖是海水养殖的优势品种，主要分布在美兰区演丰镇、灵山镇、三江镇、新埠街道办，秀英区西秀镇等，主要品种有：南美白对虾、斑节对虾等；蟹类养殖以养殖青蟹为主，主要分布在美兰区演丰镇、三江镇、灵山镇、新埠岛等；江蓠养殖主要养殖地在秀英区西秀镇、美兰区灵山镇。

5.3.3 旅游资源

海口市地处低纬度，属热带季风海洋性气候，日照时间长，天气暖和，长夏短冬，是我国难得的热带滨海旅游度假休闲和避寒胜地。海口旅游圈景点体系较为完备，主要旅游产品有温泉度假、滨海休闲、海上运动、主题公园、高尔夫运动、人文遗址、自然奇观等，经过长期不断的开发已形成了一定的规模效应。海口是“全国环境综合整治十佳城市”、“全国卫生城市”。海口空气污染指数平均值仅为 28，居全国大中城市之首。海口绿化覆盖率达 42%，地下水水质优良，近岸海域海水水质大多数达到国家一级标准。因此海口被“世界卫生组织”选定为中国第一个世界健康试点城市。

海口的旅游项目多种多样，商务、会展旅游已成雏形，海口的旅游商品也十分丰富。海

南椰雕、贝壳工艺品、水晶和珍珠饰品、热带水果以及天然椰子汁、力神咖啡、鹿龟酒等，在国内外都享有盛名。

由于海南岛最长的河流南渡江穿过海口市中部而入海口湾，给近海海域带来丰富的泥沙，形成象海甸岛和新埠岛等岛屿和广阔的滩涂。海岸大多为砂质海岸，地貌结构复杂，形态多变。沙滩、沙丘、泻湖、沙岛、离岸沙堤构成多样的海岸景观。海岸、沙滩、海水、热带作物以及气候都是海口市发展旅游的自然条件和资源。主要的风景旅游区有美丽沙滨海风景区和西海岸海滨风景区。

5.4 南渡江流域概况与开发利用情况

5.4.1 南渡江流域概况

本项目位于海口市南渡江河口，南渡江流域位于东经 $109^{\circ}12'$ ~ $110^{\circ}35'$ 、北纬 $18^{\circ}56'$ ~ $20^{\circ}05'$ 之间，流域面积 7033km^2 ，占海南岛总面积的 20.6%。流域范围内涉及海口、定安、澄迈、屯昌、临高、儋州、文昌、琼中和白沙等市（县）。

南渡江流域地势西南高东北低，上游是中低山地区，山脊陡峻，高程在 500m 以上，最高点为鹦哥岭，高程达 1811m，上游河谷狭窄，坡降大，急滩多；中游为低山丘陵，南高北低，一般山顶高程在 200m-500m，最高点黎母岭高程 1411m，中游河段山间沟谷发育，河道两岸地形陡峻，河道迂回弯曲；下游为丘陵台地及滨海平原三角洲，南高北低，河道宽阔，坡降平缓，沙洲、小丘、浅滩较多，两岸是平坦的台地，大部分为农田。

5.4.2 河流水系

南渡江是海南岛第一大河流，发源于海南省白沙县南峰山，干流向东北流经白沙、儋州、琼中、澄迈、定安和海口市（县），于海口市分三支注入琼州海峡：北支为干流，在三联村附近入海；西北支横沟河，在网门港（横沟村附近）入海；西支海甸溪，在海口港（新港码头附近）入海。南渡江流域面积 7033km^2 ，干流长 334km，河道平均坡降 0.72‰，总落差 703m，流域形态呈狭长形，平均宽度 21km。

南渡江松涛水库坝址以上为上游（河段长 137km）；松涛坝址至九龙滩坝址为中游（河段长 83km）；九龙滩坝址以下为下游（河段长 114km），其中龙塘坝址以下为河口段（河段长 26km）。南渡江干流基本情况见表 5.4-1 所示。

表 5.4-1 南渡江干流基本特征表

河流（河段名称）	起迄地点		集水面积（km ² ）	河长（km）	平均坡降（‰）	
	起	迄				
南渡江	白沙县南峰山	海口市	7033	334	0.72	
河段	上游	南峰山	松涛坝址	1496	137	/
	中游	松涛坝址	九龙滩坝址	1520	83	/
	下游	九龙滩坝址	海口市	4017	114	/

南渡江流域集雨面积大于 100km² 以上的一、二级支流有 20 条。其中，最大支流龙洲河，发源于屯昌黄竹岭，流经屯昌、定安、海口，于定安县溪头坡汇入干流，流域面积 1294km²，全长 108km，河道平均坡降 1.11‰，总落差 476m。南渡江主要支流基本情况见表 5.4-2 所示。

表 5.4-2 南渡江主要支流基本情况表

河流名称	河流等级	河流发源地	河流出口	集雨面积（km ² ）	河长（km）	落差（m）	坡降（‰）	流域形状系数
南美河	1	白沙斧头岭	白沙同岭	124	32.4	11164	11.30	0.063
南弯河	1	白沙头尖岭	白沙南万岭	184	38.7	-	5.52	0.118
南春河	1	白沙鹦歌岭	白沙罗亲岭	105	27.1	1406	10.60	0.143
腰子河	1	琼中鸡嘴岭	儋州亲足口下	356	42.3	654	2.47	0.199
南利河	2	琼中三星林岭	琼中阳江农场	108	23.6	1214	12.70	0.193
南坤河	1	屯昌黄竹岭	屯昌合水村	133	26.0	385	5.87	0.196
西昌河	1	屯昌雨水岭	澄迈岭脚岭	144	25.7	182	7.27	0.216
缘现河	1	澄迈加东铺村	澄迈谷蚊岭	174	34.0	236	2.96	0.150
大塘河	1	儋州大王岭	澄迈大塘村	601	55.7	313	1.83	0.194
海仔河	1	澄迈山猪岭	澄迈新村仔	176	30.0	177	2.53	0.196
汶安河	1	澄迈群番岭	澄迈文安村	165	24.7	64	1.34	0.27
龙洲河	1	屯昌黄竹岭	定安溪头坡	1294	107.6	476	1.11	0.112
南淀河	2	屯昌南吕岭	屯昌弯头仔村	134	27.3	235	3.14	0.18
卜南河	2	屯昌长旦岭	定安卜南村	148	29.0	374	3.89	0.102
温村河	1	定安北斗岭	定安仙屯村北	124	24.9	79	1.82	0.20
巡崖河	1	定安黄竹岭	定安巡崖村	445	42.3	145	1.27	0.248
永丰河	2	文昌蓬莱	海口水口村	110	28.4	125	1.85	0.136
昌头水	2	文昌蓬莱	海口多历村	157	37.4	150	1.28	0.112
铁炉溪	1	海口文岭	海口旧州	105	28.7	124	2.03	0.128
南面溪	1	海口扬南村	海口蚊龙村	120	33.9	-	1.91	0.104

5.4.3 现有水利工程

（1）南渡江干流水利工程

南渡江干流已建的主要工程有上游河段的松涛水库，中游河段的谷石滩、九龙滩电站，下游河段的金江电站和龙塘电站，除松涛水库为大型工程外，其他梯级均为径流式电站。

龙塘水电站距南渡江河口约 26km，正常蓄水位 8.35m，水电站布置在滚水坝两岸，设计总装机容量 6.125MW，多年平均发电量 2850 万 kW·h；其中，左岸设计装机容量 1.125MW、多年平均发电量 350 万 kW·h；右岸设计装机容量 5MW、多年平均发电量 2500 万 kW·h。

南渡江流域下游已兴建东山闸坝，抬高河道水深，提高东山泵站的取水高度及保证率，2018 年建成。东山闸坝位于东山镇上游约 400m 南渡江干流上，是南渡江引水工程一组成部

份。根据坝区的地形、地质条件，东山闸坝采用软基建坝，拦河闸坝建筑物从左至右依次为从左至右依次为左岸连接段、泄水冲沙闸、溢流坝以及生态鱼道。枢纽坝顶全长 460m。其中左岸连接段长 53m，泄水冲沙闸坝段长 120m，溢流坝段长 224m，生态鱼道长 63m。

另外，南渡江流域还规划在干流中游兴建迈湾水库。

(2) 堤防工程

①海口市

海口市作为海南省会城市，是全省的政治、经济、文化中心。海口市现状堤防包括南渡江河口左、右岸防洪堤、海甸溪南岸防洪堤、海甸岛防洪堤、新埠岛防洪堤，规划南渡江左岸龙塘至东山段、南渡江下游海口段防洪治理工程。

南渡江河口左岸防洪堤于 1992 年-2002 年间建设，保护对象为海口市，现状按 100 年一遇防洪标准设计，全长 15.17km。该段堤防从海口市新埠桥向上游经大滨村至山内村旧堤，再经流水坡、雅太村、河口村、美舍村，上游止于水娇村，形成了南渡江左岸一个完整的防洪体系。

南渡江右岸防洪堤于 2006 年开始建设，2010 年基本建成。保护对象为海口市江东新区以及灵山、东营镇部分村庄和耕地的防洪安全任务，工程现状按 30 年一遇防洪标准设计，全长 18.44km。该段堤防从麻余村开始，经过琼州大桥、旧铁桥、海榆东线公路桥，到达儒范村的水闸。

海甸溪南岸防洪保护对象为海口市中心，规划防洪标准 100 年一遇，1998 年对海甸溪南岸的长堤路进行扩建，东起新埠桥，经和平桥、海口潮位站、人民桥，至海军 424 医院，全长 2.8km，现基本完成。

海甸岛防洪堤保护对象为海甸岛，规划防洪标准为 50 年一遇。1970 年沿岛修建围堤 12.82km，其中土堤 2.66km，其余均为石堤，防洪（潮）标准低。1999 年又在海甸溪北岸从新安村至沿江二路西端按 50 年一遇洪水标准建设长 3.06km 的浆砌石防洪堤工程，现状基本完成建设。

新埠岛防洪堤保护对象为新埠岛，规划防洪标准为 50 年一遇。防洪堤规划长度为 13.34km，其中新埠岛西堤（横沟河右岸防洪堤）长 8.4km，于 2011 年完成建成；新埠岛东堤（南渡江干流左岸防洪堤）长 4.94km，计划“十三五”期间完成。

南渡江左岸龙塘至东山段防洪规划保护范围龙泉镇、龙塘镇、新坡镇和东山镇，保护面积 94.38km²，保护耕地 9.73 万亩，保护人口 13.61 万人，防洪标准为 20 年一遇。规划 7 段堤防，分为：官仓村至溪头村段、溪头村至东苍村段、东苍村至新村段、新村至东山仔村段、

东山仔村至南面沟段、南面沟至椰子头村段、椰子头村至新旧沟段，全长 37.332km。其中 4 段（官仓村至溪头村段、溪头村至东苍村段、东苍村至新村段、新村至东山仔村段）在“十二五”期间已完成，其余 3 段（东山仔村至南面沟段、南面沟至椰子头村段、椰子头村至新旧沟段）已完成 I 期工程，II 期工程计划“十三五”期间完成。

南渡江下游海口段防洪治理工程规划保护范围为东山镇、旧州镇和云龙镇，保护面积 8.1km²，保护耕地 9000 亩，保护 6 个村民委员会 35 个自然村共 3.1 万人的生命财产，防洪标准为 20 年一遇。规划 3 段堤防，分别为东山段、旧州段和谭莲段。东山段的射钗段护岸、谭莲段为已建工程，但不达标，需按 20 年一遇标准加固，其余为新建堤防工程。该工程目前已开工，计划“十三五”期间完成。

②定安县

南渡江沿岸定安县内现有定城镇防洪堤，保护对象为定城镇，防洪标准为 20 年一遇，规划全长 3.96km。定城河段防洪堤西起于大底河，东止于东线高速公路大桥，分为西堤段、北堤段及东堤段。1986 年开始陆续修建了北堤和西堤段，但受限于当时经济技术条件，防洪标准低，城东段防洪体系依然是空白，未形成主河段完整的防洪体系，此外城东沿岸地区大片土地位于南渡江和潭榄溪汇合处三角地带，同时受南渡江和潭榄溪洪水威胁。定安县于 2009 年开始对北堤和西堤按 20 年一遇防洪标准进行加固重建工程，“十二五”期间完成定城段防洪堤建设。

5.5 环境敏感区与环境保护目标概况

5.5.1 周边村庄、社区

根据现场调查，本项目南侧约 250m 处为外堆村，南侧约 650m 处为外坪村，西侧约 700m 处为三联社区，西南侧约 980m 处为土尾社区。



图 5.5-1 周边村庄、社区（一）



图 5.5-2 周边村庄、社区（二）



图 5.5-3 周边村庄、社区（三）



图 5.5-4 周边村庄、社区（四）

5.5.2 南渡江口岛

南渡江口岛的中心坐标为北纬 20°04.8′，东经 110°22.7′，为沙泥岛。因处南渡江出海口，2013 年被命名为南渡江口岛。它位于海南省海口市，距新埠岛 0.33 千米，岸线长度 2.51 千米，陆域面积 0.0726 平方千米，无植被，为未开发无居民海岛。南渡江口岛的范围如图 5.5-4 和 5.5-5 所示。

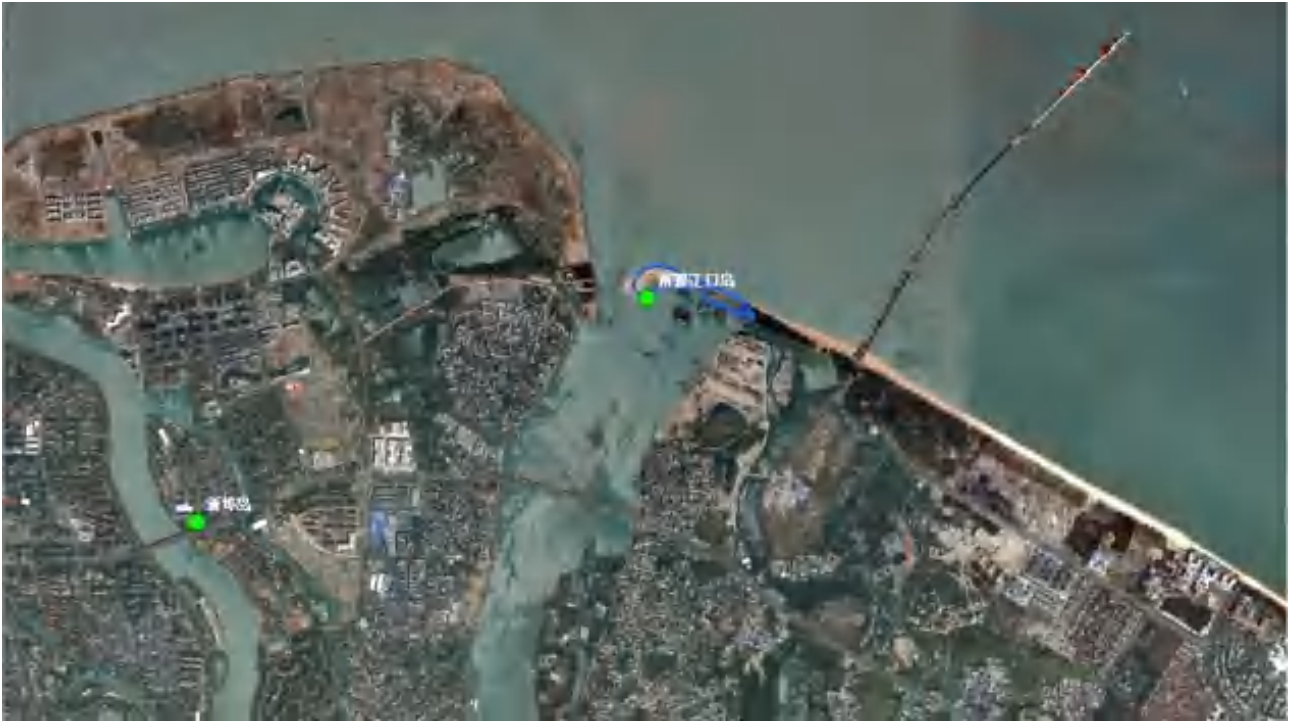


图 5.5-5 南渡江口岛的位置示意图



图 5.5-6 南渡江口岛的位置示意图（放大）

5.5.3 工程附近环境保护功能区

本项目北侧 170m 处为海口市东海岸旅游休闲娱乐区，项目建设对区域海洋功能区的影响主要是施工过程中产生的悬浮物扩散可能会影响各功能区的水质和生态环境。

5.5.4 对“三场一通道”的影响分析

5.5.4.1 南渡江“三场一通道”基本概况

南渡江是中国海南岛最大的河流，发源于海南省白沙黎族自治县南开乡南部的南峰山，干流斜贯海南岛中北部，流经白沙、琼中、儋州、澄迈、屯昌、定安和琼山等市县，最后在海口市美兰区的三联社区流入琼州海峡。它全长 334 公里，流域面积达 7033 平方千米，比降 0.72‰，总落差 703m。干流上游建有松涛水库，是海南省最大的人工湖，也是最大的水利枢纽工程。

在南渡江整个水系中，涉及“三场一通道”的鱼类有 200 种纯淡水和河口水鱼类。其中河口鱼类 110 种，隶属于 14 目 50 科 77 属。在目级水平上，鲈形目鱼类为优势种，共有 58 种，占总种数的 52.73%。在科级水平上，虾虎鱼科鱼类有 23 种，占总种数的 20.91%；鲷科鱼类有 6 种，占总种数的 5.45%；舌鳎科和鯉科鱼类各有 5 种，分别占总种数的 4.55%；鲱科鱼类有 4 种，占总种数的 3.64%；其他各科鱼类各有 1-3 种。

根据《海南省南渡江河道采砂对“三场一通道”影响专题报告》（海南省海洋与渔业科学院、中国科学院水生生物研究所，2020 年 2 月），南渡江流域划定了 10 个“三场”区域（如图 5.5-7 所示），区域情况如表 5.5-1 所示。本项目位于南渡江入海河口段，涉及南渡江 1 区域“三场一通道”，具体情况详见图 5.5-8 和表 5.5-2 所示。

表 5.5-1 南渡江“三场”位置及保护种类

区域	坐标	类型	生态敏感性
1	20° 4'53.34"N; 110°22'40.26"E 19°59'38.17"N; 110°23'8.25"E	产卵场、育幼场	重要的鱼类“三场”
2	19°56'44.88"N; 110°25'0.99"E 19°53'5.40"N; 110°25'17.81"E	产卵场、育幼场	极重要的鱼类“三场”
3	19°43'49.04"N; 110°22'22.99"E 19°43'03.29"N; 110°21'30.06"E	产卵场、育幼场	重要的鱼类“三场”
4	19°42'09.46"N; 110°17'14.13"E 19°44'34.29"N; 110°14'04.88"E	产卵场	极重要的鱼类“三场”
5	19°44'24.95"N; 110°11'29.56"E 19°44'37.52"N; 110°08'00.55"E	产卵场、育幼场	重要的鱼类“三场”
6	19°43'42.02"N; 110°00'19.14"E 19°41'22.26"N; 109°58'18.12"E	产卵场	一般的鱼类“三场”
7	19°37'28.42"N; 109°57'54.57"E	产卵场	一般的鱼类“三场”

	19°36'50.41"N; 109°57'54.31"E		
8	19°32'31.51"N; 109°57'50.07"E 19°31'49.86"N; 109°58'01.13"E	产卵场	一般的鱼类“三场”
9	19°24'48.63"N; 109°54'32.39"E 19°24'44.01"N; 109°51'32.89"E	产卵场、育幼场	一般的鱼类“三场”
10	19°19'13.56"N; 109°41'30.87"E 19°10'41.90"N; 109°29'47.13"E	产卵场、育幼场、越冬场	重要的鱼类“三场”



图 5.5-7 南渡江“三场”区域位置图

表 5.5-2 南渡江区域 1 “三场一通道”位置信息表

点号	东经	北纬
A	110°20'28.33"	20°05'0.13"
B	110°22'55.62"	20°04'38.60"
C	110°22'24.88"	20°03'23.48"
D	110°23'25.18"	20°01'24.14"
E	110°23'19.34"	19°59'45.73"
F	110°22'40.40"	19°59'44.20"
G	110°22'17.25"	20°0'34.83"
H	110°22'52.78"	20°01'24.97"
I	110°22'13.07"	20°02'48.62"
J	110°21'14.42"	20°03'26.73"



图 5.5-8 南渡江区域 1 “三场一通道”范围图

根据《文明东越江通道项目对南渡江河口水生生物影响专题论证报告》中关于南渡江河口段水生生物资源与水域生态环境现状的调查，南渡江大潮期间海水上溯的最远距离约 26km，但龙塘水电站的建设运行阻隔了海水上溯，感潮河段控制在龙塘坝下 25.6km 范围内，感潮河段水域的盐度比较特殊，上层水盐度 1‰~6‰，接近淡水；而中下层盐度一般在 22‰~29‰，接近海水的盐度，所以此段基本为河口及洄游性鱼类。东边沿岸基本固化建设防护堤、码头等构筑物，不过依然有部分维管束植物群落；而西岸边水草丰盛，存在部分滩涂，河口生物饵料丰富，调查中发现该河段有诸多棱鲛、鲮、细鳞鲮、金钱鱼、多鳞鱮、短棘银鲈、静鳐等苗种，是多种主要河口鱼类繁育场及索饵场；而滩涂为大弹涂鱼和弹涂鱼的主要栖息地，根据其生物学特征可以判断，鱼类产卵场示意图中红色圆圈区域为棱鲛、多鳞鱮、细鳞鲮、金钱鱼、大弹涂鱼、弹涂鱼等的重要产卵场。南渡江流域地处热带北部边缘，具有丰富的雨量、阳光和热能，当冷空气南下时，多种河口及近海鱼类都将进入河口进行索饵和越冬，海南冬季水温较高，本调查只考虑鱼类产卵场、索饵场和洄游通道。琼州大桥至出海口段鱼类“三场”与“一通道”如下图所示。

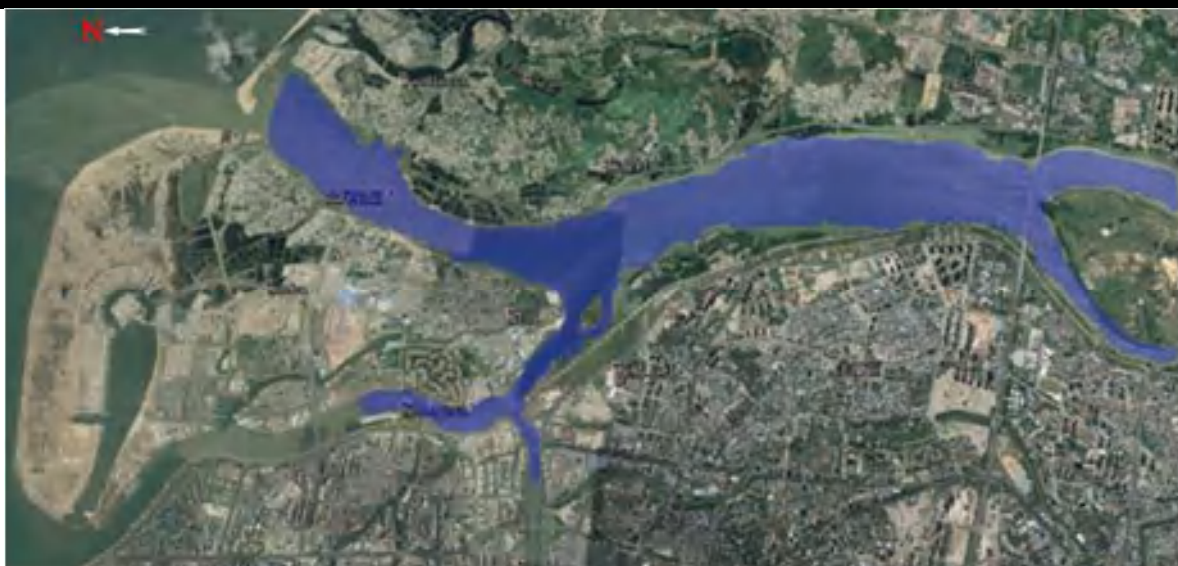


图 5.5-9 琼州大桥至出海口段鱼类索饵场



图 5.5-10 琼州大桥至出海口段鱼类产卵场示意图（圆圈范围为重要产卵场）


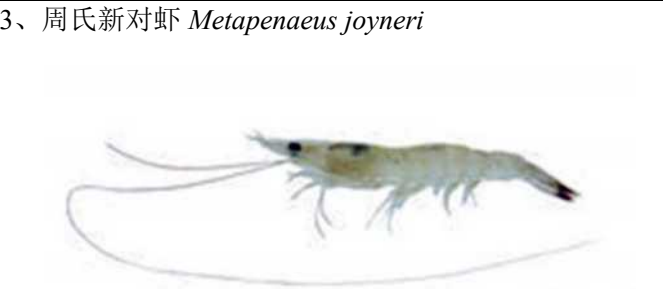



图 5.5-11 琼州大桥至出海口段鱼类洄游通道示意图



5.5.4.2 琼州大桥至出海口段主要鱼类及生物学特性

表 5.5-3 琼州大桥至出海口段主要鱼类及生物学特性


种类	形态特征	生态习性	种群数量	产卵繁殖及洄游时间
<p>1、花鳗鲡 <i>Anguilla marmorata</i></p>  <p>别名：鲈鳗、花鳗、雪鳗、鱧王、乌耳鳗、芦鳗、溪鳗 分类地位：鳗鲡目，鳗鲡科，鳗鲡属</p>	<p>头较长，呈圆锥形，口较宽，吻较短，尖而呈平扁形，位于头的前端，下颌突出较为明显。舌长而尖，前端游离。口裂稍微倾斜，后延可到达眼后缘的下方。上下颌及犁骨上均具细齿。唇较厚，上、下唇两侧有肉质的褶皱膜。眼睛较小，位于头的侧上方，为透明的被膜所覆盖，距吻端较近。鼻孔有两对，前、后分离，前鼻孔呈管状，位于吻端的两侧；后鼻孔呈椭圆形，位于眼睛的前缘。鳃发达，鳃孔较小而平直，沿体侧向后延伸至尾基的正中。体表极为光滑，有丰富的粘液。背鳍、臀鳍均低而延长，并与尾鳍相连。胸鳍较短，近圆形，紧贴于鳃孔之后。没有腹鳍。肛门靠近臀鳍的起点。尾鳍的鳍条较短，末端较尖。鳞较为细小，各鳞互相垂直交叉，呈席纹状，埋藏于皮肤的下面。身体背部为灰褐色，侧面为灰黄色，腹面为灰白色。胸鳍的边缘呈黄色，全身及各个鳍上均有不规则的灰黑色或蓝绿色的块状斑点。体内的鳔有 1 个室，较厚。肠却较短，仅为其体长的 0.3-0.4 倍。脊椎骨有 112-119 枚。</p>	<p>花鳗鲡是典型的降河洄游鱼类，接近性成熟的个体，在江河中营穴居生活，随后入海生殖，新生仔鳗从海洋进入河口区域，溯河而上，逐渐进入南渡江河道中，尤其喜欢进入上游水库周边索饵育肥。白昼隐伏于洞穴及石隙中，夜间外出活动，捕食鱼、虾、蟹、蛙和其它小动物，也食落入水中的大动物尸体。该鱼体壮有力，性情凶猛，能离水爬上湿地或雨后竹林、灌木丛中觅食。</p>	<p>根据野外调查结果表明，花鳗鲡在南渡江龙塘大坝至澄迈金江河段均有分布，但是种群数量甚少，为重点保护物种。每年 11 月以后游到海里产卵，翌年 4-10 月，在龙塘大坝下仍让可以捕捞到一定数量 6-15cm 的幼苗，而坝上能见到的花鳗鲡极少。</p>	<p>洄游习性： 每年 11 月以后游到海里产卵，翌年 2-4 月，新生仔鳗从海洋进入河口</p>
<p>2、刀额新对虾 <i>Metapenaeus ensis</i></p>	<p>体土黄或棕褐色，游足棕色或褐色，步足淡紫色和淡黄色黄斑相间。尾节暗棕色。壳较厚，体表除脊和边缘部分外着生许多短毛，腹部两侧前下方光滑无毛，体表散布许多黑点。额角雄性平直，尖刀形，雌性末部微向上弯，伸至第 1 触角柄第 3 节末端，上缘具 6~9 齿。眼眶</p>	<p>对底质底选择不明显，砂泥、泥、泥沙、砂等底质都有分布。</p>	<p>根据野外调查结果表明，刀额新对虾在琼州大桥至出海口段均有分</p>	<p>繁殖周期长，全年均有成熟个体出现，3~9 月性成熟比例最高，我</p>

种类	形态特征	生态习性	种群数量	产卵繁殖及洄游时间
 <p>别名：沙虾、基围虾 分类地位：十足目，对虾科，新对虾属</p>	<p>刺较小。额角后脊很显著，伸至头胸甲后缘。眼后沟较宽，斜向后侧方；眼眶触角沟、颈沟很明显，颈沟较直，斜向头胸甲背部。腹部1~6节背面中央具光滑的纵脊，后两节背脊高而锐，腹节侧面有3条纵脊，除背面纵凹和纵脊光滑外，其余均披短毛；尾节无测缘刺。第1对步足伸至第2触角柄第3节中部。第3对步足细长，伸至第1触角柄末。第5对步足伸至第1触角第2节基部。前3对步足具基节刺，第1对步足具座节刺，基节刺小。</p>		<p>布，且资源相当丰富，在调查区域为数量较为庞大段优势种群。</p>	<p>国沿海5~8月为产卵盛期</p>
 <p>3、周氏新对虾 <i>Metapenaeus joyneri</i> 别名：麻虾、基围虾 分类地位：十足目，对虾科，新对虾属</p>	<p>甲壳薄，表面光滑但有淡黄色，表面散布许多蓝褐色小点，许多凹下部分，着生短毛。额角稍弯曲，约为头胸甲长的2/3~3/4，伸至第1触角柄第3节末，上缘具6~8齿，末端1/3及下缘无齿，额角后脊延伸至头胸甲后缘附近，额角测脊及沟延伸至胃上刺前方。触角脊明显；颈沟细，眼后沟窄而深，眼眶触角沟较浅。腹部第1节背面中央至第6节有背脊。尾节稍长于第6节，末端甚尖，背面具纵沟，测缘无刺。</p>	<p>为近岸内湾种，喜在底质为泥或泥沙的浅海区生活。有时也在中上层水域活动。喜集群。</p>	<p>根据本次野外调查和走访渔民结果表明，琼州大桥至出海口段均有分布，但产量不是很高。</p>	<p>周氏新对虾群体产卵持续时间较长，时间为5-8月，5月末6月初开始产卵，7月份为盛期</p>

种类	形态特征	生态习性	种群数量	产卵繁殖及洄游时间
<p>3、中华海鲇 <i>Arius sinensis</i></p>  <p>分类地位：鲇形目，海鲇科，海鲇属</p>	<p>体前部粗大，眼较小，眼间隔宽凸，上颌稍长与下颌，枕骨中间有1个纵嵴，后端伸达背部基部。体裸露无鳞，皮肤光滑，头背部有颗粒状凸起，侧线较明显，伸达尾鳍基。背鳍较高，有1跟锯齿状硬刺，第一鳍条延长呈丝状，脂鳍较小，胸鳍硬刺前、后缘均有锯齿。体背部黑褐色，体侧淡灰色，腹面白色，背鳍、臀鳍、胸鳍基部淡黄褐色，末端灰褐色，脂鳍灰褐色。</p>	<p>为暖水性近海底层鱼类，栖息于水流缓慢的泥质水域，常进入港湾和河口，产卵期5~7月，卵金黄色，粒大。</p>	<p>根据本次野外调查和走访渔民结果表明，琼州大桥至出海口段均有分布，幼苗数量大，在鱼类中占绝对种群优势，在市场偶有发现个别个体较大的成鱼，疑是产卵后的亲鱼。</p>	<p>产卵期5~7月</p>
<p>4、鲮 <i>Mugil cephalus</i></p>  <p>别名：西鱼</p> <p>分类地位：鲮形目，鲮科，鲮属</p>	<p>鲮体延长，前部近圆筒形，后部侧扁。全身被圆鳞，眼大、眼睑发达。牙细小成绒毛状，生于上下颌的边缘。背鳍两个，臀鳍有8根鳍条，尾鳍深叉形。体、背、头部呈青灰色，腹部白色。</p>	<p>鲮是洄游性鱼类，喜欢生活于浅海、内湾或河口水域，外海浅滩或岛屿周围产卵繁殖。鲮为广盐性鱼类，生命力较强，从盐度为38‰到咸淡水直至纯淡水都能正常生活。杂食性鱼类，以食硅藻和有机碎屑为主，也食小鱼小虾和水生软体动物。</p>	<p>根据本次野外调查和走访渔民结果表明，琼州大桥至出海口段，幼苗数量大。</p>	<p>繁殖期在12月至翌年1月</p>
<p>5、多鳞鱚 <i>Sillago sihama</i></p>	<p>体细长，略呈圆柱形、口小，吻钝尖，两颌牙细小成绒毛状、眼大、卵形。体被弱栉鳞，背部灰褐色，腹部乳白色。侧线明显，伸展至尾</p>	<p>大多活动于热带海滩、沿岸内湾，河口砂洲，有时进入淡</p>	<p>根据本次野外调查和走访渔民结果</p>	<p>产卵期为春末至夏季，6~9月为繁</p>

种类	形态特征	生态习性	种群数量	产卵繁殖及洄游时间
 <p>别名：沙锥鱼 分类地位：鲈形目，鱈科，鱈属</p>	<p>鳍。背鳍 2 个，分离，第二背鳍长并与臀鳍相对，无硬棘；尾鳍浅凹形、黑褐色；背、胸、腹及臀鳍均为浅灰色、体侧及各鳍无斑纹及斑点。</p>	<p>水，栖息于 1-60 公尺海域；肉食性，主要捕食多毛类的蠕虫、小虾、虾和片脚类动物；性胆小，易受惊吓，当被惊扰时成鱼会潜入砂中躲藏。</p>	<p>表明，在琼州大桥至出海口段，9~15cm 的幼鱼数量大，在此次调查鱼类中占绝对种群优势，可在入海口口门内砂质浅滩产卵。</p>	<p>产卵繁殖及洄游时间 殖高峰期</p>
<p>6、金钱鱼 <i>Scatophagus argus</i></p>  <p>别名：金鼓鱼 分类地位：鲈形目，金钱鱼科，金钱鱼属</p>	<p>金鼓鱼体扁呈圆盘形，黄褐色，体表满布数十个黑色圆斑，似金钱状；背部高耸隆起，腹部银白，口小，鳞片细小；尾鳍宽大，鳍条挺括。</p>	<p>为广盐性杂食中小型鱼类，主要以藻类及小型底栖无脊椎动物为食，栖息于近岸岩礁，红树林及海藻丛生的咸、海水水域。稚幼鱼能集群生活于河口近岸的表层水域，幼成鱼逐渐迁移至离岸较远、较深、具岩礁的水域，不喜结群，常进入淡水水域。</p>	<p>根据本次野外调查和走访渔民结果表明，在琼州大桥至出海口段的岸边存在大量 2cm 的幼苗。</p>	<p>繁殖期 4-8 月，盛期为 5-7 月</p>

种类	形态特征	生态习性	种群数量	产卵繁殖及洄游时间
<p>7、大弹涂鱼 <i>Boleophthalmuspectinirostris</i></p>  <p>分类地位：鲈形目，弹涂鱼科，大弹涂鱼属</p>	<p>体侧扁，背缘平直，腹缘浅弧形，尾柄较高，眼间隔颇狭，无须。体及头背均被小圆鳞。体蓝褐或灰棕黄色，在项部及体侧上部沿背鳍基部有 6~7 条灰黑色的横纹，体侧及头部散布许多蓝色小点，腹部白色，第一背鳍深蓝色，有不规则的白色微蓝小点，第二背鳍蓝灰色，有小白斑 4 纵行，胸鳍灰棕色，基部有一些深棕黄色小点，腹鳍和臀鳍浅色或微黄，尾鳍灰黑色，有几个亮蓝色小点。</p>	<p>暖温性的小型鱼类，栖息于河口咸淡水水域、近岸滩涂处或底质为烂泥的低潮区，广盐性，喜穴居，摄食底栖硅藻、蓝绿藻也食少量桡足类及泥涂中有机质。</p>	<p>根据本次野外调查和走访渔民结果表明，在琼州大桥至出海口段的西岸滩涂上，有大量的幼鱼和成鱼，此地为大弹涂鱼的栖息地。</p>	<p>繁殖季节为 4-9 月，盛期为 5-7 月</p>
<p>8、黄鳍鲷 <i>Sparus latus</i></p>  <p>别名：黄鳍棘鲷、黄鳍、鲛腊鱼 分类地位：鲈形目，鲷科，棘鲷属</p>	<p>体椭圆形，侧扁。头中大，前端尖。口前位，口裂水平状。上下颌前端具圆锥牙，两侧具臼齿。侧线具鳞 44-46，侧线上鳞通常 5 枚。体具若干条黑色纵带，腹鳍及臀鳍下叶黄色。</p>	<p>为暖温性浅海底层鱼类。喜栖息于岩礁海区。一般不作长距离洄游。杂食性，摄食贝类、长毛对虾、蟹类、藻类和有机碎屑。生殖期为 12 月至翌年 1 月，幼鱼有雌雄同体现象。</p>	<p>根据本次野外调查和走访渔民结果表明，在琼州大桥至出海口段，钓鱼爱好者的主要垂钓对象，海水涨潮期间较多。</p>	<p>每年产卵期为 10 月上旬</p>
<p>9、灰鳍鲷 <i>Sparusberda</i></p>	<p>灰鳍鲷体侧扁，鳞片大。鱼体为银灰色，背部</p>	<p>常在河口区附近活</p>	<p>根据本次野</p>	<p>季繁殖，集</p>

种类	形态特征	生态习性	种群数量	产卵繁殖及洄游时间
 <p>别名：乌翅 分类地位：鲈形目，笛鲷科，笛鲷属</p>	<p>颜色较深，腹部银白。背鳍与臀鳍的硬棘强大且尖锐，特征是除胸鳍外各鳍膜为灰白色。尾鳍凹形。</p>	<p>动，属广盐性鱼类。杂食性，以藻类及小型底栖动物为主。摄食贝类，甲壳类，小鱼，藻类，有机碎屑。冬季繁殖，集结至河川出海口处产卵，春季时幼鱼开始出现於河口，并能溯河至淡水区。</p>	<p>外调查和走访渔民结果表明，在琼州大桥至出海口段，钓鱼爱好者的主要垂钓对象，海水涨潮期间较多。</p>	<p>结至河川出海口处产卵，春季时幼鱼开始出现於河口，并能溯河至淡水区。</p>
<p>10、细鳞鲷 <i>Therapon jarbua</i></p>  <p>别名：茂公 分类地位：鲈形目，鲷科，鲷属</p>	<p>体背缘中间尖突如嵴状，腹部圆凸，吻短钝，眼间隔较平坦，上、下颌等长，鳃盖骨后缘有2根棘。体被细栉鳞，背鳍和臀鳍基部均有低鳞鞘，侧线前端略弯曲，与背缘平行，至背鳍鳍条部后下方趋于平直，直至尾鳍基。背鳍棘部与鳍条部连续，中间有缺刻。体被灰褐色，腹部乳白色，体侧有3条棕灰色的弧形纵带，背鳍鳍棘部有1大黑斑及不明显的小黑点，鳍条部背缘有2个小黑斑，臀鳍和腹鳍无色，胸鳍浅灰色，尾鳍中部末端有条纹，上、下叶各有1根斜纹，上叶尖端深褐色。</p>	<p>近底层鱼类，主要栖息于沿海、河川下海及河口区，砂泥底质之底栖性鱼类，肉食性，以小型鱼类、甲壳类及其它底栖无脊椎动物为食。</p>	<p>根据本次野外调查和走访渔民结果表明，在琼州大桥至出海口段，有一定量2cm的幼苗。</p>	<p>繁殖期 12月至来年的7月，产卵高峰期为2月和6月</p>
<p>11、棱鲮 <i>Liza carinata</i></p>	<p>体前部近圆筒形，背缘浅弧形，腹缘稍平缓，尾柄稍长，背部正中自第一背鳍起点前方至头部，有1条由鳞片构成的棱嵴，头圆锥形，稍</p>	<p>暖水性中小型鱼类，多栖息于淡水河口及近岸水域，</p>	<p>根据本次野外调查和走访渔民结果</p>	<p>4月初至5月初</p>

种类	形态特征	生态习性	种群数量	产卵繁殖及洄游时间
 <p>别名：西鱼 分类地位：鲷形目，鲷科，鲷属</p>	<p>侧扁，背部宽平，腹部较狭，吻短钝圆，略平扁，眼中等大，脂眼睑不发达，眼间隔宽平，微隆起，眶前骨下缘有浅裂痕钝锯齿，口裂呈“Λ”形。体背较大的弱栉鳞，头部被圆鳞，头顶部鳞片始于前鼻孔上方，背鳍2个第二背鳍较小，后缘略内凹，臀鳍较大，尾鳍短内凹。体背青灰色，腹部白色，体侧上部有多条灰黑色的纵带，背鳍、尾鳍灰黑色，臀鳍和腹鳍黄白色，胸鳍浅色。</p>	<p>也可进入淡水江段下游，摄食底栖藻类，有机碎屑和部分浮游动物。</p>	<p>表明，在琼州大桥至出海口段，此次调查中发现大量5~6cm的幼鱼，捕获最大个体135g。</p>	
<p>12、锯缘青蟹 <i>Scylla serrata</i></p>  <p>别名：青蟹、黄甲蟹 分类地位：十足目，梭子蟹科，青蟹属</p>	<p>头胸甲略呈椭圆形，表面光滑，中央稍隆起，分区不明显。甲面及附肢呈青绿色。螯足壮大，两螯不对称。雄性腹部呈宽三角形，第6节末缘内凹，其缘直，两侧缘直，末节末缘钝圆，雌性腹呈宽圆形。</p>	<p>青蟹为滩栖游泳蟹类，生活在潮间带泥滩或泥砂质的滩涂上，喜停留在滩涂水洼之处及岩石缝等处。白天多穴居，夜间四处觅食。尤其是在涨潮的夜晚显得更为活跃。食性很杂，以软体动物和小型甲壳动物为主</p>	<p>根据本次野外调查和走访渔民结果表明，在琼州大桥至出海口段，是甲壳类种群数量较大的一个物种，海水涨潮期间更多。</p>	<p>繁殖季节3-6月和9-10月</p>
<p>13、紫红笛鲷 <i>Lutjanus argentimaculatus</i></p>	<p>侧线上方的鳞片在背部前方与侧线平行，仅在后方为斜行；侧线下方的鳞片与体轴平行排</p>	<p>热带，亚热带近海近底层鱼类，喜栖</p>	<p>根据本次野外调查和走访渔民结果表明，在琼</p>	<p>/</p>

种类	形态特征	生态习性	种群数量	产卵繁殖及洄游时间
 <p>别名：红友鱼 分类地位：鲈形目，笛鲷科，笛鲷属</p>	<p>列。头部鳞片始于眼后缘上方。前鳃盖骨后缘具一宽而浅的缺口。犁骨及聘骨具细齿带，舌亦具细齿。幼鱼时颊部有 1 或 2 纵行蓝色条纹。</p>	<p>息于贝壳、泥砂底质海区，或岩礁、珊瑚礁附近水深 80 米以内海区，有时进入河口或海湾。</p>	<p>州大桥至出海口段，钓鱼爱好者的主要垂钓对象，海水涨潮期间有一定的数量。</p>	
<p>14、四指马鲛 <i>Eleutheronema tridactylum</i></p>  <p>别名：马友鱼 分类地位：鲈形目，马鲛科，马鲛属</p>	<p>四指马鲛脂性眼睑发达，体延长，略侧扁，口大，下位，吻圆钝、上颌长于下颌，两颌牙细小成绒毛状并延伸至颌的外侧，只在口角具唇。体被大而薄的栉鳞，体背部灰褐色，腹部乳白色、背鳍 2 个，间隔较大；胸鳍位低，下方有 4 条游离的丝状鳍条。其长度约与胸鳍鳍条相等，因而得名“四指马鲛”；尾鳍深叉形、背鳍、胸鳍和尾鳍均呈灰色、边缘浅黑色。</p>	<p>暖水性鱼类，栖息于淡水河口江、近海及港湾，摄食桡足类、头足类及虾、幼鱼等，繁殖期为 1~3 月。</p>	<p>根据本次野外调查和走访渔民结果表明，在琼州大桥至出海口段，冬季时偶有捕获，为越冬性大型洄游鱼类的代表性鱼类。</p>	<p>繁殖期为 1~3 月</p>

种类	形态特征	生态习性	种群数量	产卵繁殖及洄游时间
<p>15、普通盖尔蛤 <i>Geloina coaxans</i></p>  <p>分类地位：真瓣鳃目，蚬科</p>	<p>壳近三角卵圆形，两侧近等，贝壳表面具薄的黄绿褐色。壳顶常被腐蚀为白色。壳内面白色，外韧带绿褐色。两壳铰合处各具主齿3枚，具侧齿。</p>	<p>生活于距河口很近的河道内，栖息于咸淡泥沙内。</p>	<p>根据本次野外调查和走访渔民结果表明，在琼州大桥至出海口段的泥沙、滩涂地，还有一定的量。</p>	<p>/</p>

6 环境质量现状调查与评价

6.1 水文动力环境现状调查与评价

6.1.1 实测方案

本项目委托海南正永生态工程技术有限公司于 2021 年 4 月 2 号至 4 月 3 号在工程附近海域设置水文动力调查站 4 个，对水动力现状进行连续 26 小时水动力观测，间隔每小时进行悬沙采样。同时同步开展 1 个潮位站点、1 个风速风向，气压站点连续 26 小时观测。调查范围和调查站位布设详见图 6.1-1 和表 6.1-1 所示。

图 6.1-1 调查站位布设图（本项目测点）

表 6.1-1 调查站位及其调查内容（本项目测点）

6.1.1.1 调查内容

（1）潮位

布设 1 个临时潮位站。

（2）潮流

布设 4 个海流观测站，4 条测量船同时作业进行大潮观测，根据水深情况分别采用六点法（表层、0.2H、0.4H、0.6H、0.8H、底层）和三点法（表层、中层、底层）连续整点观测 26 个小时，其中表层为距表面 1.0m、底层为离底 1.0m（H 为瞬时水深），水深小于 2m 时仅观测表层海流，每层停留 3 分钟，采样的时间间隔是 1 个小时。

（3）风况

在潮流观测的同时，布设 1 个站位进行风速、风向观测，每 1 小时观测一次。

（4）气压

在潮流观测的同时，布设 1 个站位进行气压观测，每 1 小时观测一次。

6.1.1.2 调查时间

大潮：2021 年 4 月 2 日至 3 日；

6.1.2 潮位测量结果

潮位采用自动潮位仪进行观测，观测时间基本与潮流同步。将观测期间潮高基面订正至当日平均海平面，潮位过程线如图 6.1-2 所示。根据潮位过程曲线图，大潮期观测到的潮型为半日潮型，一个观测周期内有两次高潮和两次低潮。根据高、低潮位统计（如表 6.1-3 所示），大潮期 A2 站高高潮出现于 4 月 2 日 14:00，潮高为平均海平面上 57.9cm，低高潮出现于 4 月 3 日 1:00，潮高为平均海平面上 30.1cm；高低潮出现于 4 月 2 日 20:00，潮高为平均海平面以下 13.2cm，低低潮出现于 4 月 3 日 8:00，潮高为平均海平面以下 68.7cm；最大潮差为 126.6cm，最小潮差为 43.3cm。涨潮历时约 11 小时 50 分钟，落潮历时 13 小时。涨潮历时略小于落潮历时。

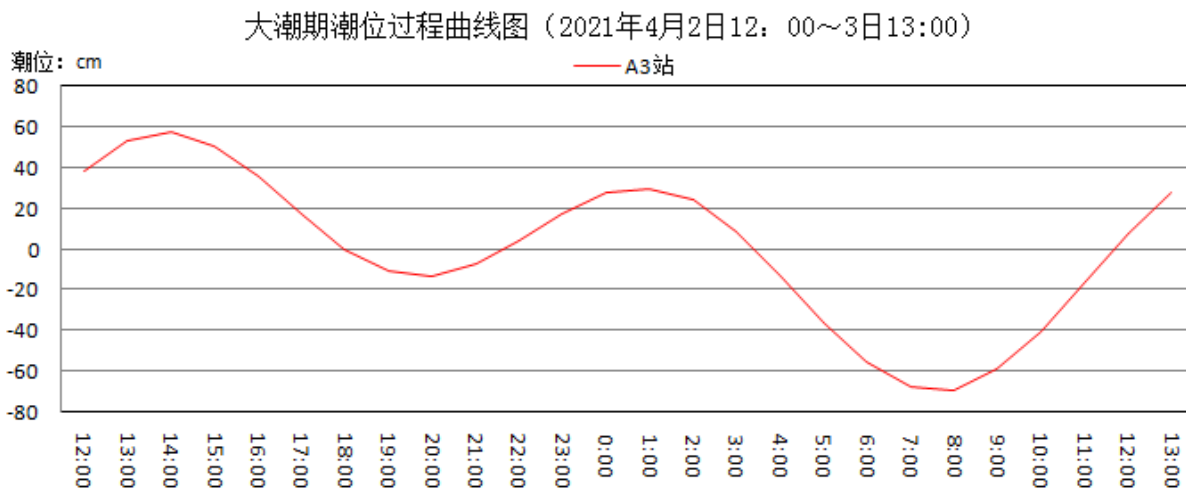


图 6.1-2 大潮期 A3 站潮位过程曲线图

表 6.1-3 高、低潮位统计表

潮型	站位	低潮				高潮			
		潮时 hh:mm	潮高 (cm)	潮时 hh:mm	潮高 (cm)	潮时 hh:mm	潮高 (cm)	潮时 hh:mm	潮高 (cm)
大潮	A3	20:00	-13.2	8:00	-68.7	14:00	57.9	1:00	30.1

6.1.3 实测海流统计分析

6.1.3.1 涨、落潮特征

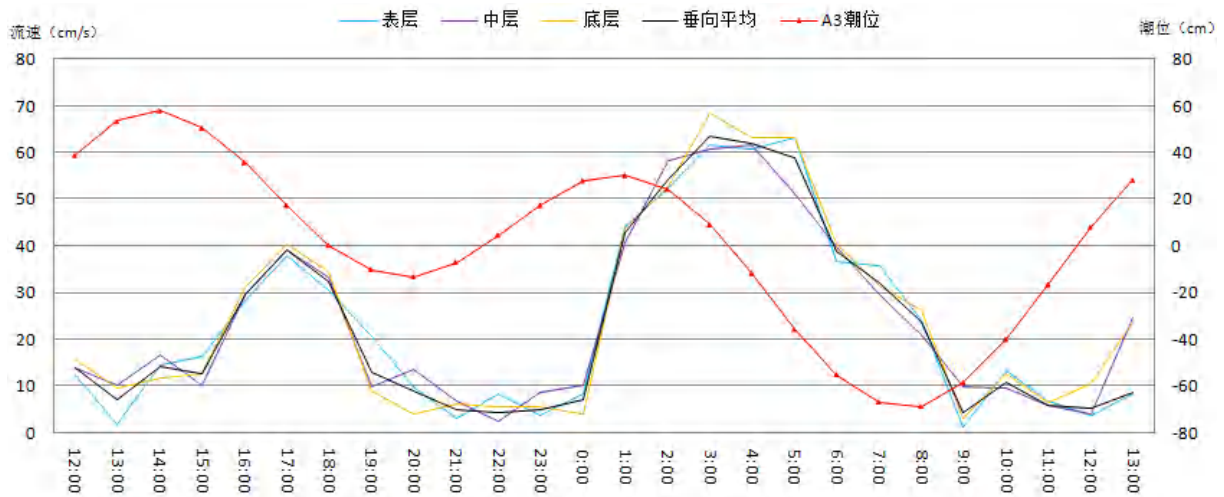
根据调查结果，将实测资料整理成流速、流向报表，并绘制出不同潮期各站流速、流向分布图（如图 6.1-3~6.1-6 所示）及潮流矢量图（如图 6.1-7~6.1-10 所示），并对涨落潮期流速特征值进行统计（见表 6.1-4 所示），分析观测期间工程海域潮流特征如下：

（1）A1 受南渡江径流影响，主要呈现 N 向流，A2 受地形、径流、潮流共同影响，整体呈现旋转流态，主要趋势为流向南渡江口门，A3 和 A4 站整体呈现往复流形态，流向受地形影响，平行于等深线，主要集中在 W~E 之间。

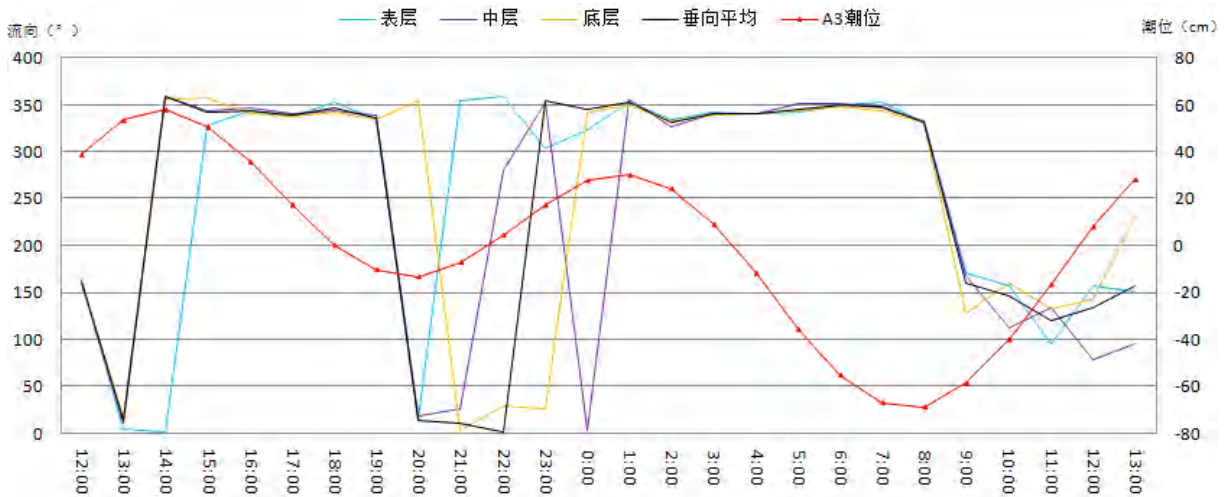
(2)大潮期, A1、A2、A3 和 A4 站海流最大流速分别为 68.32cm/s、35.46cm/s、74.28cm/s、123.79cm/s。

(3) A3、A4 主要受潮波支配, 由于涨潮历时较小, 涨潮期平均流速整体上大于落潮平均流速; A1、A2 受径流影响, 落潮期时径流有增强流速作用, 整体上落潮平均流速大于涨潮平均流速。

(4) 大潮期各观测站海流流速最大值出现在涨潮期间半潮面附近。



(a) 流速



(b) 流向

图 6.1-3 A1 站流速、流向过程曲线图 (2021 年 4 月 2 日~3 日)

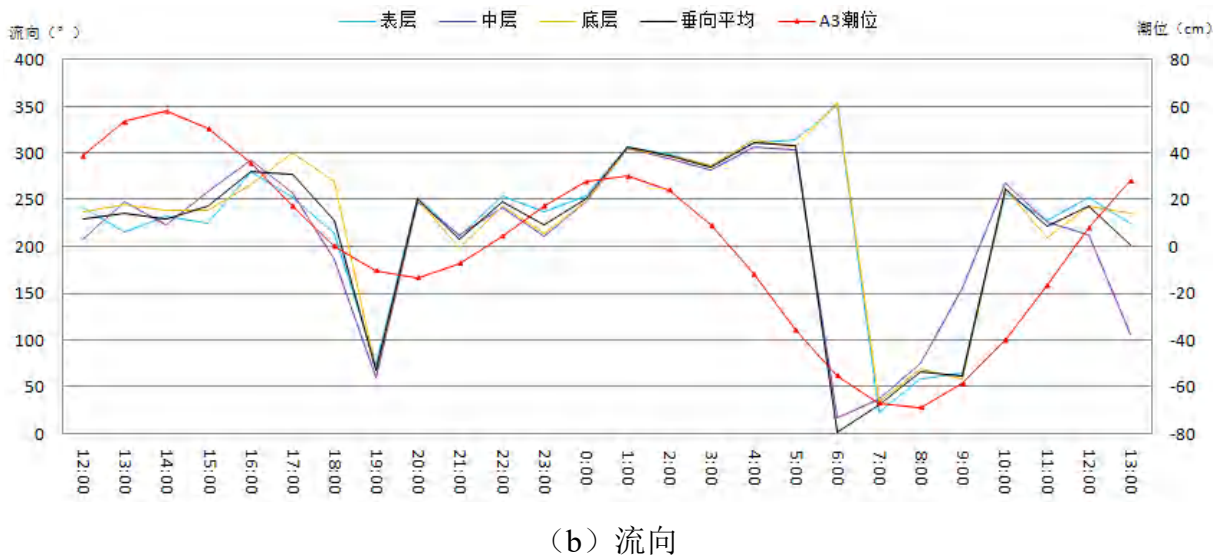
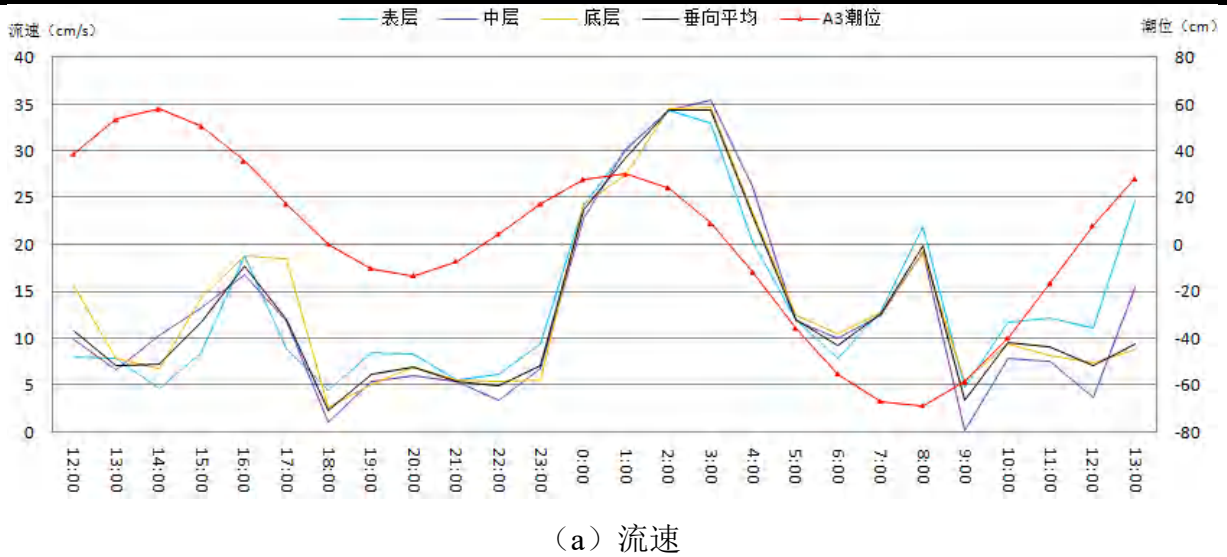
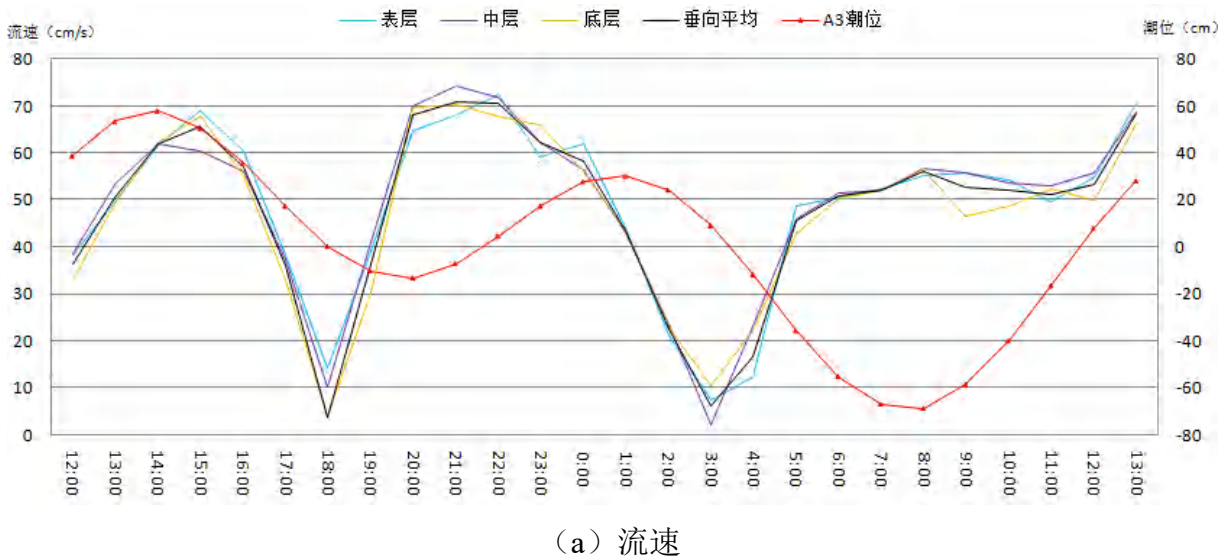
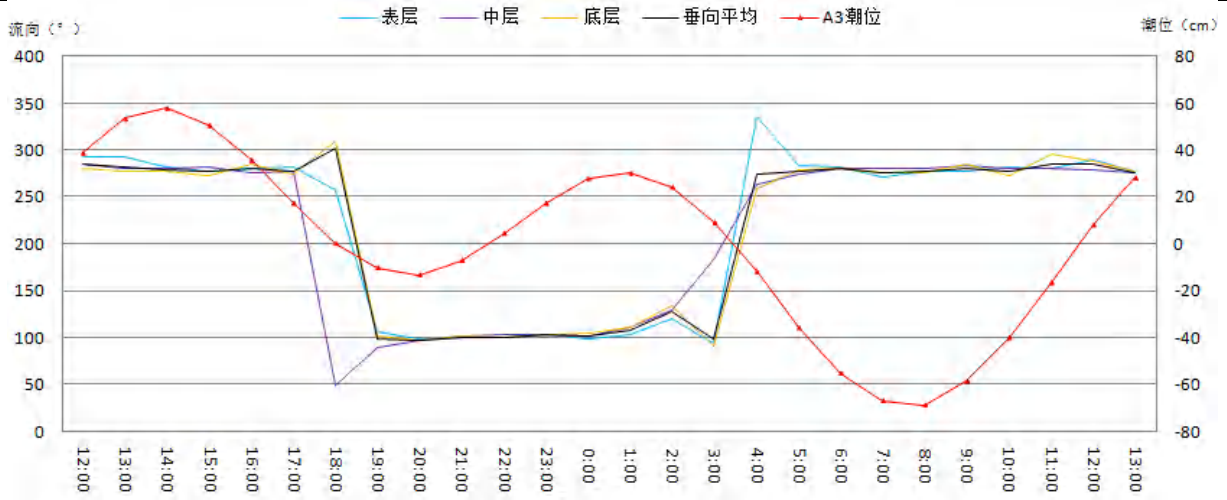


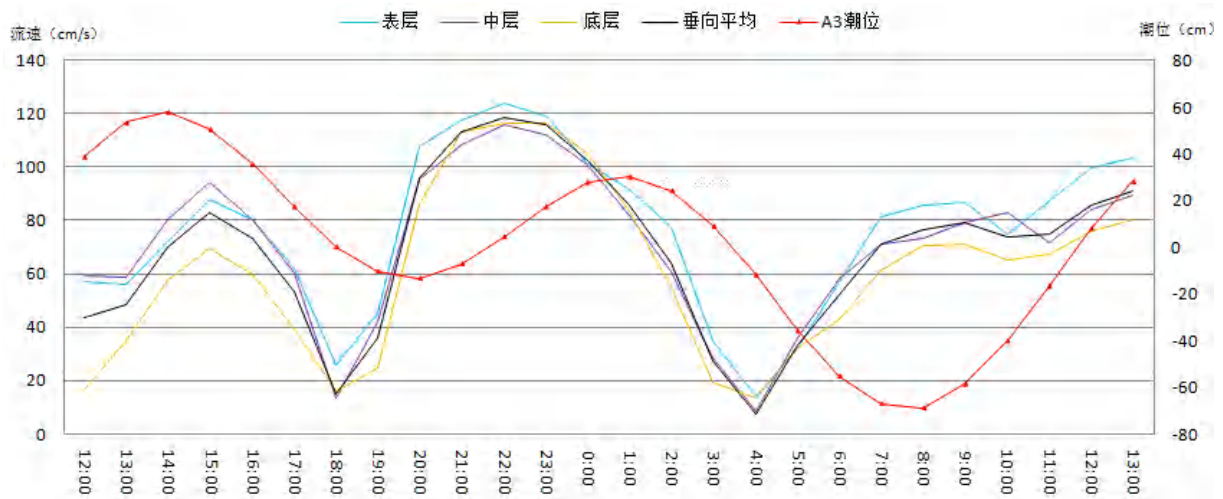
图 6.1-4 A2 站流速、流向过程曲线图（2021 年 4 月 2 日~3 日）



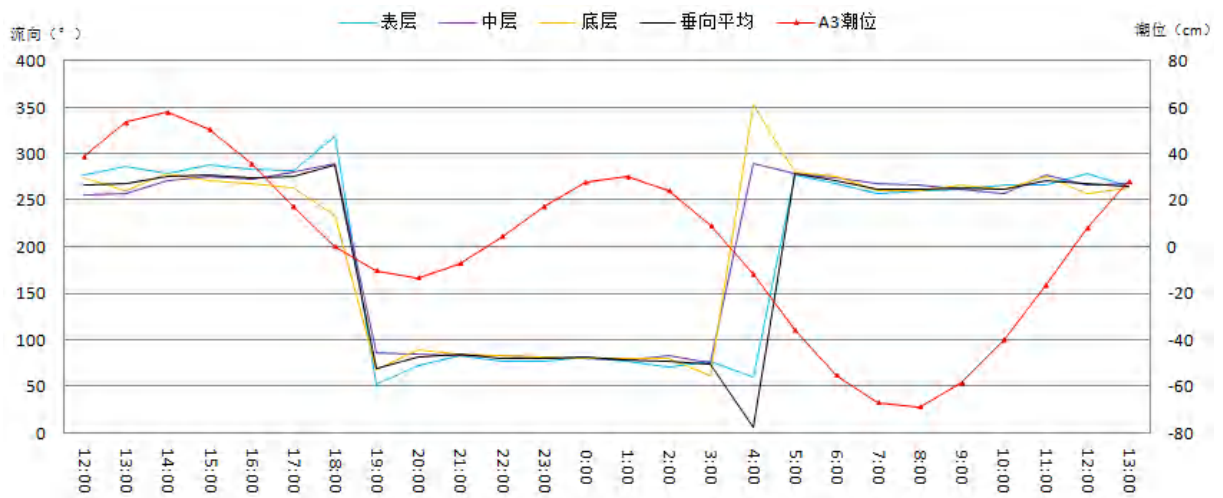


(b) 流向

图 6.1-5 A3 站流速、流向过程曲线图 (2021 年 4 月 2 日~3 日)



(a) 流速



(b) 流向

图 6.1-6 A4 站流速、流向过程曲线图 (2021 年 4 月 2 日~3 日)

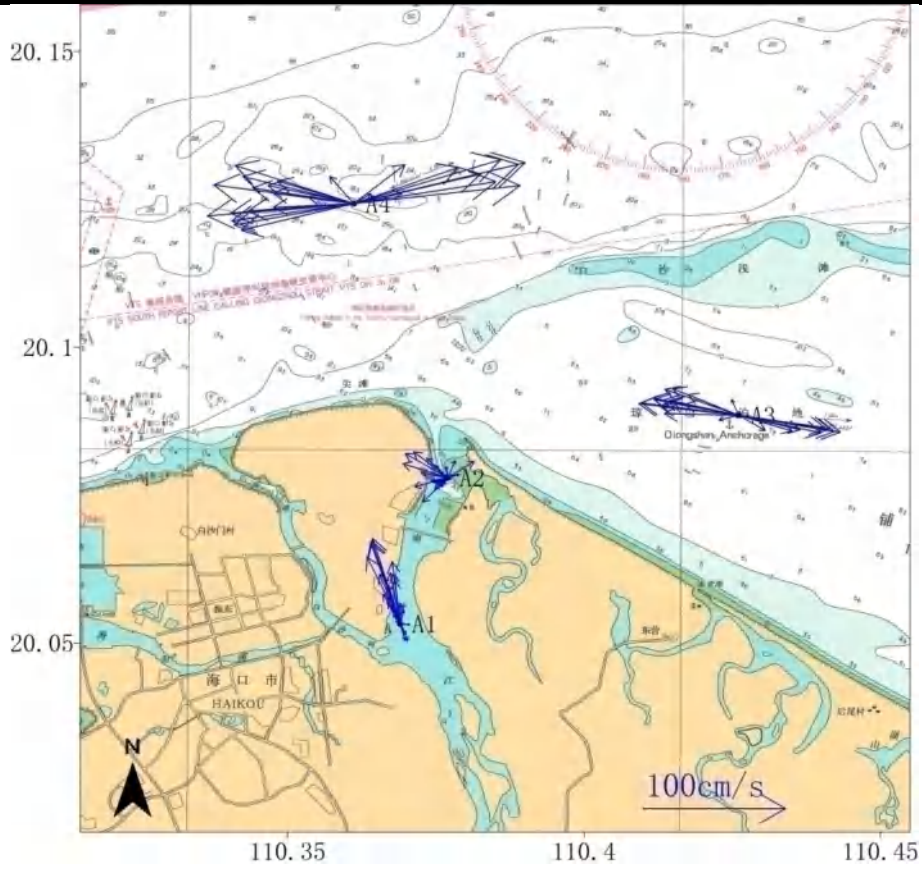


图 6.1-7 大潮期各站表层流速矢量图（2021 年 4 月 2 日~3 日）

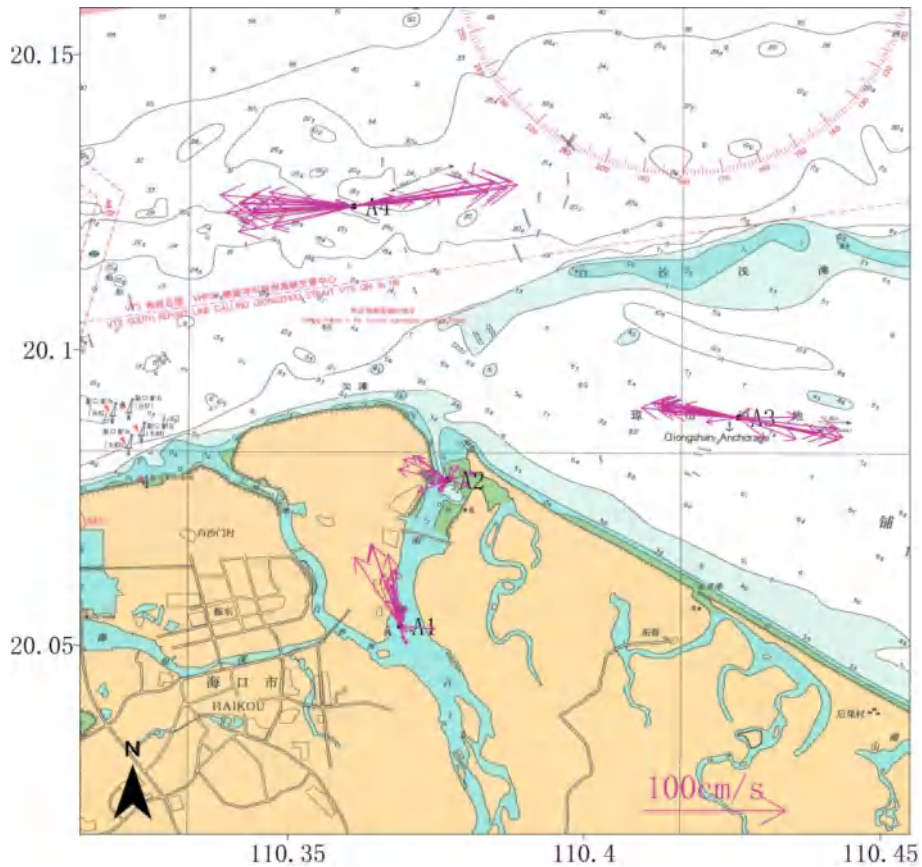


图 6.1-8 大潮期各站中层流速矢量图（2021 年 4 月 2 日~3 日）

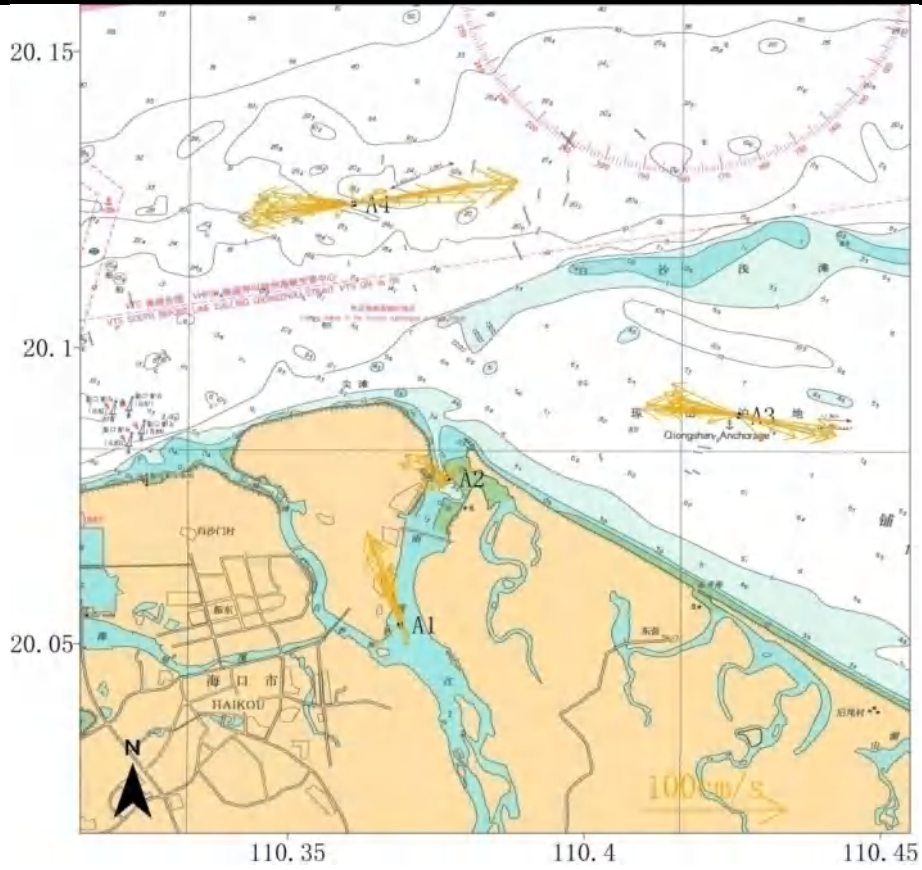


图 6.1-9 大潮期各站底层流速矢量图（2021 年 4 月 2 日~3 日）

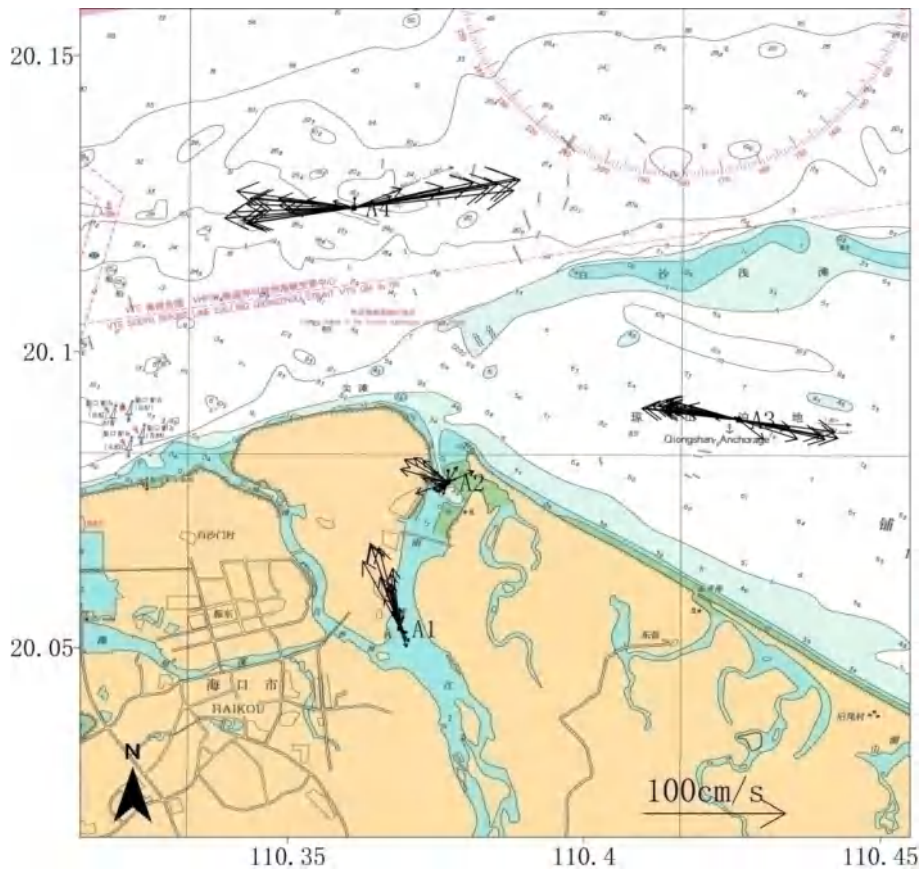


图 6.1-10 大潮期各站垂向平均流速矢量图（2021 年 4 月 2 日~3 日）

表 6.1-4 大潮期实测海流分层流速特征值统计表（流速：cm/s，流向：°）

站号	参数值	潮段	表层		中层		底层	
			流速	流向	流速	流向	流速	流向
A1	最小值	涨潮	1.04	170.28	2.29	280.26	2.95	126.78
		落潮	14.37	0.95	9.87	339.18	8.84	335
A2		涨潮	4.82	64.91	0.1	154.68	5.39	243.21
		落潮	4.49	214.86	1.04	186.11	2.55	270.46
A3		涨潮	38.32	292.17	38.33	284.55	32.94	280.83
		落潮	7.4	93.56	1.98	183.48	3.87	310.33
A4		涨潮	55.65	286.53	58.36	257.52	16.92	273.67
		落潮	13.69	60.22	8.34	289	13.61	352.56
A1	最大值	涨潮	24.02	330.55	24.54	94.87	26.19	332.16
		落潮	63.26	342.21	61.74	340.55	68.32	340.13
A2		涨潮	24.69	225.83	22.87	247.73	24.27	248.74
		落潮	34.39	299.43	35.46	282.3	34.68	286.4
A3		涨潮	72.43	99.41	74.28	100.6	70.19	101.45
		落潮	68.93	277.26	61.94	279.92	67.71	273.96
A4		涨潮	123.79	76.52	115.85	82.49	116.66	81.81
		落潮	91.53	76.95	94.17	274.88	83.94	80.02
A1	平均值	涨潮	7.93	-	10.68	-	10.13	-
		落潮	38.63	-	36.92	-	38.48	-
A2		涨潮	11.99	-	8.8	-	9.93	-
		落潮	15.74	-	16.85	-	17.03	-
A3		涨潮	58.06	-	59.23	-	56.21	-
		落潮	39.93	-	39	-	38.12	-
A4		涨潮	93.69	-	86.99	-	78.64	-
		落潮	58.39	-	54.95	-	44.54	-

6.1.3.2 潮流调和分析

对潮流的调和与分析采用准调和与分析方法进行，对实测的流速、流向过程曲线经过修匀后采用引入引进差比数的方法，分析得出的各站各层的 O1、K1、M2、S2、M4、MS4 等 6 个分潮的调和常数和椭圆要素。

(1) 潮流类型

按照《海港水文规范》，潮流可分为规则的、不规则的半日潮流和规则的、不规则的全日潮流，可以用潮流形态数来判别：

$$F = (W_{O1} + W_{K1}) / W_{M2}$$

其中，W 为分潮流椭圆长轴的长度

- | | |
|----------------------|---------|
| 当 $0 < F \leq 0.5$ | 规则半日潮流 |
| 当 $0.5 < F \leq 2.0$ | 不规则半日潮流 |
| 当 $2.0 < F \leq 4.0$ | 不规则全日潮流 |
| 当 $4.0 < F$ | 规则全日潮流 |

表 6.1-5 给出各站各层的 F 值，由表可知，观测期间，潮型系数基本在 1.57~5.12 之间，此海区属于河口区域，在南渡江区域潮流表现为不规则半日潮，外海区域的潮流性质主要为规则全日潮流。

由表 6.1-6 至 6.1-9 可知，A1、A2 站 M2 半日分潮流最大，O1、K1 全日分潮流次之，A3、A4 站 O1、K1 全日分潮流最大，M2 半日分潮流次之，MS4 四分之一分潮流较小，说明在本海区浅水效应较小。

表 6.1-5 潮流性质参数表

站位	层次	F	潮流特性	站位	层次	F	潮流特性
A1	表层	1.61	不规则半日潮	A2	表层	1.76	不规则半日潮
	中层	1.60	不规则半日潮		中层	1.79	不规则半日潮
	底层	1.57	不规则半日潮		底层	1.42	不规则半日潮
A3	表层	3.97	不规则全日潮	A4	表层	5.12	规则全日潮
	中层	4.03	规则全日潮		中层	4.49	规则全日潮
	底层	3.77	不规则全日潮		底层	4.23	规则全日潮

表 6.1-6 A1 调和常数、椭圆要素表（振幅：cm，流速：cm/s，方向：°）

层次	分潮	北分量		东分量		最大速度	方向	时刻	最小速度	旋转率
		振幅	迟角	振幅	迟角					
表层	O1	14.49	12.9	5.21	190.1	15.4	340.2	8.9	0.24	-0.02
	K1	13.47	88.9	4.84	266.1	14.3	340.2	13.9	0.22	-0.02
	M2	17.42	145.2	6.17	318.5	18.5	340.6	13	0.68	-0.04
	S2	8.19	185.2	2.9	358.5	8.7	160.6	8.1	0.32	-0.04
	M4	0.58	59.1	0.42	42.1	0.7	36	8.9	0.1	0.14
	MS4	0.54	99.1	0.4	82.1	0.7	36	9.6	0.09	0.14
中层	O1	13.4	10.5	6.45	184.4	14.9	334.4	8.7	0.61	-0.04
	K1	12.46	86.5	6	260.4	13.8	334.4	13.7	0.57	-0.04
	M2	16.75	139.4	6.33	322.5	17.9	339.3	12.8	0.33	0.02
	S2	7.87	179.4	2.98	2.5	8.4	339.3	14	0.15	0.02
	M4	0.75	40.5	0.79	15.2	1.1	46.6	8.5	0.24	0.22
	MS4	0.71	80.5	0.74	55.2	1	46.6	9.1	0.22	0.22
底层	O1	15.58	13.5	4.36	203.1	16.2	344.5	9	0.7	0.04
	K1	14.49	89.5	4.06	279.1	15	344.5	14	0.65	0.04
	M2	18.71	143.1	6.76	320.1	19.9	340.2	12.9	0.33	-0.02
	S2	8.8	183.1	3.17	0.1	9.3	160.2	8.1	0.15	-0.02
	M4	0.34	299.2	0.66	280.5	0.7	243.7	9.8	0.1	0.13
	MS4	0.32	339.2	0.62	320.5	0.7	243.7	10.4	0.09	0.13

表 6.1-7 A2 站调和常数、椭圆要素表（振幅：cm，流速：cm/s，方向：°）

层次	分潮	北分量		东分量		最大速度	方向	时刻	最小速度	旋转率
		振幅	迟角	振幅	迟角					
表层	O1	6.98	29.8	4.49	163.8	7.8	331.6	9.3	2.9	-0.37
	K1	6.49	105.8	4.18	239.8	7.2	331.6	14.3	2.7	-0.37
	M2	3.67	154.5	8.46	242.5	8.5	268.9	10.1	3.67	-0.43
	S2	1.73	194.5	3.98	282.5	4	268.9	11.4	1.73	-0.43
	M4	1.55	135.5	1.86	110.4	2.4	50.7	10.1	0.52	0.22
	MS4	1.46	175.5	1.75	150.4	2.2	50.7	10.7	0.49	0.22

中层	O1	5.41	33.3	6.71	163.5	7.9	305.7	8.1	3.52	-0.45
	K1	5.03	109.3	6.24	239.5	7.3	305.7	13.1	3.28	-0.45
	M2	3.86	149.7	8.37	259.6	8.5	280.9	10.9	3.57	-0.42
	S2	1.81	189.7	3.93	299.6	4	280.9	12.1	1.68	-0.42
	M4	0.93	135.3	2.56	64.2	2.6	82.5	9.2	0.87	0.34
	MS4	0.87	175.3	2.41	104.2	2.4	82.5	9.8	0.82	0.34
底层	O1	5.83	32.7	4.64	152.2	6.5	327.5	9	3.61	-0.55
	K1	5.42	108.7	4.31	228.2	6.1	327.5	13.9	3.36	-0.55
	M2	4.39	155.4	8.9	256.2	8.9	276.9	10.7	4.28	-0.48
	S2	2.06	195.4	4.18	296.2	4.2	276.9	12	2.01	-0.48
	M4	1.12	108.5	1.66	99.9	2	56	9.8	0.14	0.07
	MS4	1.06	148.5	1.56	139.9	1.9	56	10.4	0.13	0.07

表 6.1-8 A3 站调和常数、椭圆要素表（振幅：cm，流速：cm/s，方向：°）

层次	分潮	北分量		东分量		最大速度	方向	时刻	最小速度	旋转率
		振幅	迟角	振幅	迟角					
表层	O1	9.37	142.3	48.07	319.9	49	281	18	0.38	-0.01
	K1	8.71	218.3	44.7	35.9	45.5	101	10.4	0.36	-0.01
	M2	4.44	115.9	23.45	321	23.8	279.8	12.8	1.86	0.08
	S2	2.08	155.9	11.02	1	11.2	99.8	8	0.87	0.08
	M4	1.4	305.4	2.43	132.4	2.8	119.9	10.3	0.15	0.05
	MS4	1.31	345.4	2.28	172.4	2.6	119.9	10.9	0.14	0.05
中层	O1	9.55	148.8	48.65	315.3	49.5	280.8	17.7	2.19	-0.04
	K1	8.88	224.8	45.24	31.3	46.1	100.8	10.1	2.04	-0.04
	M2	4.04	173.1	23.53	313	23.7	277.6	12.6	2.58	-0.11
	S2	1.9	213.1	11.06	353	11.2	277.6	13.8	1.21	-0.11
	M4	0.54	69.7	2.77	121.1	2.8	82.9	10.1	0.42	-0.15
	MS4	0.51	109.7	2.6	161.1	2.6	82.9	10.7	0.39	-0.15
底层	O1	10.36	146.9	46.14	317.9	47.3	282.5	17.9	1.58	-0.03
	K1	9.64	222.9	42.91	33.9	44	102.5	10.3	1.47	-0.03
	M2	3.24	164.4	24.04	317.6	24.2	276.9	12.8	1.45	-0.06
	S2	1.52	204.4	11.3	357.6	11.4	276.9	13.9	0.68	-0.06
	M4	1.55	314	1.72	128.8	2.3	132	10.3	0.1	-0.05
	MS4	1.46	354	1.62	168.8	2.2	132	10.9	0.1	-0.05

表 6.1-9 A4 站调和常数、椭圆要素表（振幅：cm，流速：cm/s，方向：°）

层次	分潮	北分量		东分量		最大速度	方向	时刻	最小速度	旋转率
		振幅	迟角	振幅	迟角					
表层	O1	13.52	283	80.6	324.5	81.2	262.7	18.3	8.88	-0.11
	K1	12.58	359	74.96	40.5	75.5	82.7	10.6	8.26	-0.11
	M2	3.54	56.8	30.64	334	30.6	269.2	13.3	3.51	0.11
	S2	1.66	96.8	14.4	14	14.4	89.2	8.5	1.65	0.11
	M4	0.68	243.4	5.01	170.9	5	87.6	11	0.65	0.13
	MS4	0.64	283.4	4.71	210.9	4.7	267.6	8.5	0.61	0.13
中层	O1	8.5	319	75.3	324.2	75.8	263.6	18.3	0.77	-0.01
	K1	7.9	35	70.03	40.2	70.5	83.6	10.7	0.72	-0.01
	M2	0.83	47.3	32.6	328.1	32.6	269.7	13.1	0.81	0.02
	S2	0.39	87.3	15.32	8.1	15.3	89.7	8.3	0.38	0.02
	M4	1.75	306.8	3.45	135.2	3.9	116.8	10.3	0.23	0.06
	MS4	1.65	346.8	3.24	175.2	3.6	116.8	10.9	0.22	0.06
底层	O1	8.23	333.8	68.38	321.7	68.9	263.3	18.2	1.72	0.02
	K1	7.65	49.8	63.6	37.7	64	83.3	10.5	1.6	0.02
	M2	3.66	33.2	31.34	336.3	31.4	266.3	13.4	3.06	0.1

	S2	1.72	73.2	14.73	16.3	14.8	86.3	8.6	1.44	0.1
	M4	1.52	258.1	1.25	125.3	1.8	143.1	9.7	0.77	0.43
	MS4	1.43	298.1	1.17	165.3	1.7	143.1	10.3	0.72	0.43

(2) 潮流运动形式

旋转率的大小是表示潮流椭圆短轴与长轴之比，其值越小，表示潮流运动的来复流越明显，当旋转率 k 为 0 时，潮流为严格的往复流；当旋转率 k 为 1 时潮流为理想的旋转流，通常 k 值在 0.0~1.0 之间。其比值前面正负号表示潮流矢量随时间变化是按顺或逆时针方向， k 值的符号为“+”时，旋转的方向为逆时针， k 值的符号为“-”时，旋转的方向为顺时针。

由表 6.1-6 至 6.1-9 中的旋转率可知，各站各分潮流的椭圆率有正有负，以负居多，表明左、右旋都有。表 6.1-10 给出各站 K1、M2 分潮流的旋转率 k 。从表中可以看出，各站全日分潮流旋转率值较小，半日分潮流旋转率值较大，总体上呈现往复流特征。较大的旋转率值主要与风、地形有关。

表 6.1-10 K1、M2 分潮流旋转率 (k) 统计表

站号	层次	表层		中层		底层	
		K1	M2	K1	M2	K1	M2
A1		-0.02	-0.04	-0.04	0.02	0.04	-0.02
A2		-0.37	-0.43	-0.45	-0.42	-0.55	-0.48
A3		-0.01	0.08	-0.04	-0.11	-0.03	-0.06
A4		-0.11	0.11	-0.01	0.02	0.02	0.1

(3) 可能最大潮流流速

根据《海港水文规范》，对规则全日潮流海区，潮流可能最大流速采用下面公式计算的大值：

$$\bar{V}_{\max} = \bar{W}_{M2} + \bar{W}_{S2} + 1.600\bar{W}_{K1} + 1.450\bar{W}_{O1} \quad (1)$$

对规则半日潮流海区，潮流可能最大流速采用下面公式计算的大值：

$$\bar{V}_{\max} = 1.295\bar{W}_{M2} + 1.254\bar{W}_{S2} + \bar{W}_{K1} + \bar{W}_{O1} + \bar{W}_{M4} + \bar{W}_{MS4} \quad (2)$$

计算得到各站的潮流可能最大流速，其结果详如表 6.1-11 所示。从表中可知，潮流可能最大流速最大为 63.1cm/s，出现在 A1 站中层，最小 10.9cm/s，出现在 A3 站表层。

(4) 水质点的最大可能运移距离

根据《海港水文规范》，对规则全日潮流海区，水质点的最大可能运移距离采用下面公式计算的大值：

$$\bar{L}_{\max} = 142.3\bar{W}_{M2} + 137.5\bar{W}_{S2} + 438.9\bar{W}_{K1} + 429.1\bar{W}_{O1} \quad (3)$$

对规则全日潮流海区，水质点的最大可能运移距离采用下面公式计算的大值：

$$\bar{L}_{\max} = 184.3\bar{W}_{M2} + 171.2\bar{W}_{S2} + 274.3\bar{W}_{K1} + 295.9\bar{W}_{O1} + 71.2\bar{W}_{M4} + 69.9\bar{W}_{MS4} \quad (4)$$

计算得到各海流观测站潮流水质点的最大可能运移距离，其结果如表 6.1-12 所示。从表中可知，水质点的最大可能运移距离最大值为 13km，出现在 A1 站中层，最小值为 3.8km，出现在 A3 站表层。

表 6.1-11 潮流最大流速及其流向表（流速：cm/s；流向：°）

站号 \ 层次	表层		中层		底层	
	流速	流向	流速	流向	流速	流向
A1	43.6	342	63.1	339	45.1	341
A2	25.2	309	26.3	299	25.1	306
A3	10.9	280	32.9	277	33.8	277
A4	13.2	271	14.4	271	14.1	267

表 6.1-12 水质点最大可能运移距离表

站号 \ 层次	表层		中层		底层	
	L _{max} (km)	方向 (°)	L _{max} (km)	方向 (°)	L _{max} (km)	方向 (°)
A1	10.5	341	13	337	11	343
A2	5.6	314	6.2	299	5.3	311
A3	3.8	280	6.9	279	6.9	278
A4	5.6	265	5.5	266	5.2	265

6.1.3.3 余流

余流主要是由温盐效应、风应力和地形等因素引起的流动，它是从实测海流资料中剔除了周期性潮流的剩余部分。表 6.1-13 为观测期间各站各层余流分析成果表，图 6.1-11 给出了观测期间各站各层的余流矢量图。现根据本次观测的海流测量资料，分析调查海区的余流特征如下：

大潮期余流速度在 4.21~19.62cm/s 之间，其中 A1 站最大、A4 站最小。A1 站余流方向主要受径流影响，为北偏西向；A2 站余流方向主要受地形影响，为西向；A3、A4 站主要受风应力等因素影响，A3 站为西偏北向，A4 为西北向。一般的，余流速度往中下层，受水下地形和底摩擦等影响，流速有所减小。

表 6.1-13 大潮期余流流速、流向表（流速：cm/s；流向：°）

潮期	站号 \ 层次	表层		中层		底层	
		流速	流向	流速	流向	流速	流向
大潮	A1	19.62	344	19.05	349.5	19.04	342.8
	A2	8.27	276.5	7.03	280.1	8.39	280.6
	A3	13.01	280.7	12.25	275.7	11.63	274.3
	A4	14.4	318.3	11.65	288.1	4.21	305.6

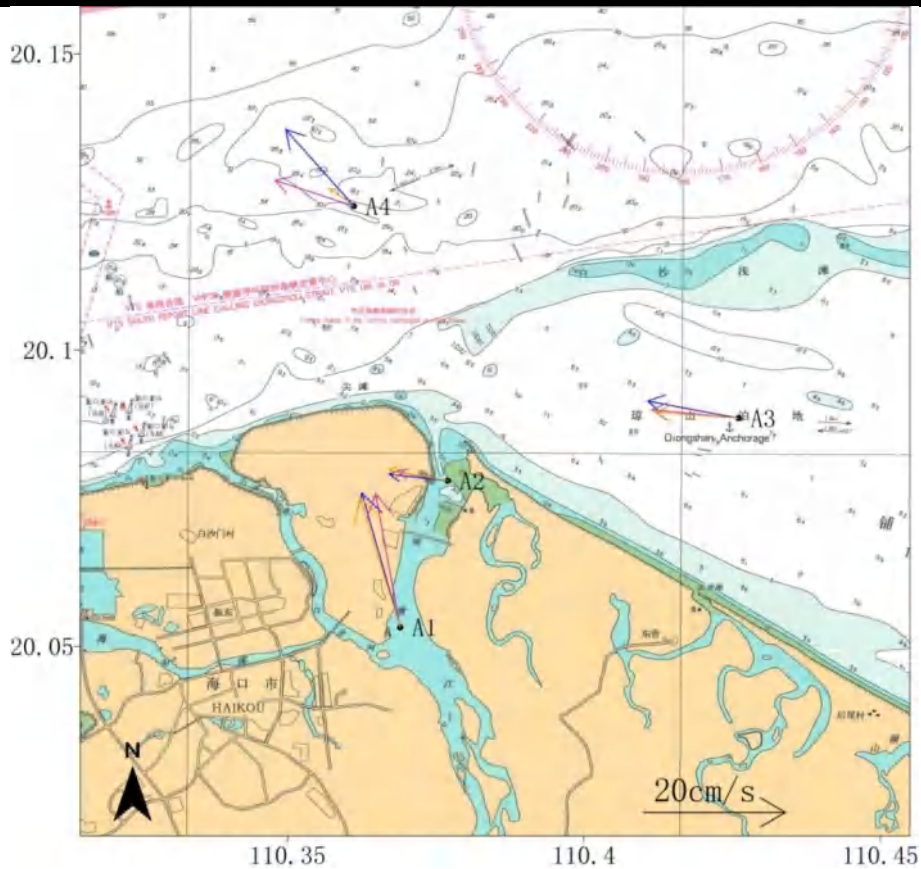


图 6.1-11 大潮期余流矢量图

6.1.4 悬浮泥沙结果

6.1.4.1 悬沙特征分析

各站涨落潮期含沙量分布如表 6.1-14 所示，各站悬浮泥沙含量分布图如图 6.1-12 至 6.1-15 所示。分析工程区含沙量有如下特征：

- (1) 观测期间工程区含沙量不大，悬沙平均值介于 12.8~20.2mg/L 之间。
- (2) 各站含沙量垂向方向上分层不明显，总体上看底层悬浮泥沙含量较大。
- (3) 大潮期观测站含沙量浓度最大值为 37.8mg/L，出现在落潮期 A3 站中层。

表 6.1-14 涨落潮期含沙量最大值（单位：mg/L）

潮型	站号	涨、落潮期	最大含沙量	出现位置	平均含沙量
大潮	A1	涨潮	32.6	表层	18.4
		落潮	21.0	表层	15.4
	A2	涨潮	27.8	表层	16.4
		落潮	37.2	表层	18.5
	A3	涨潮	37.8	中层	20.2
		落潮	34.8	底层	16.4
	A4	涨潮	24.8	底层	14.9
		落潮	26.0	底层	12.8

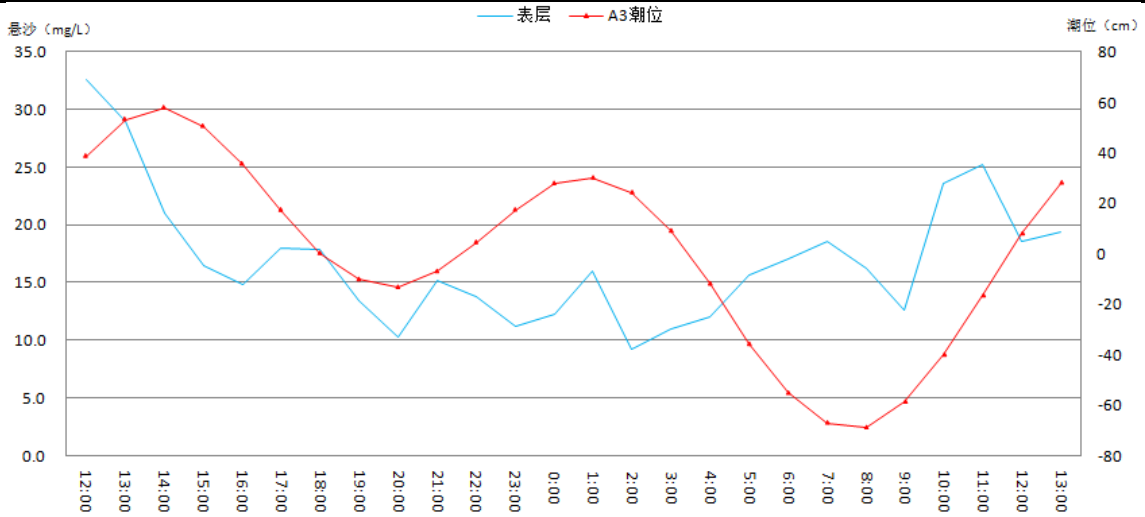


图 6.1-12 A1 站悬浮泥沙含量分布图 (2021 年 4 月 2 日~3 日)

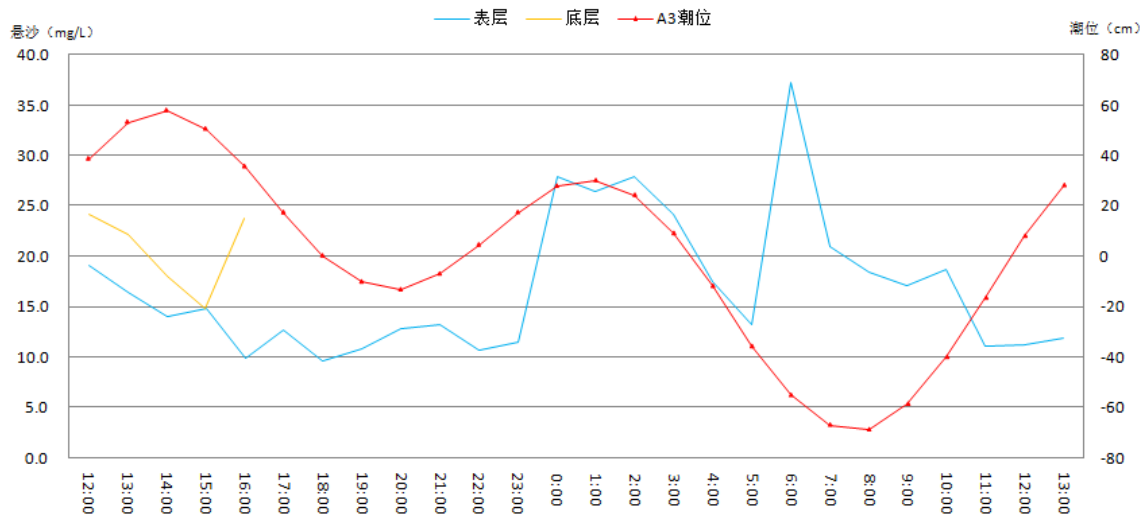


图 6.1-13 A2 站悬浮泥沙含量分布图 (2021 年 4 月 2 日~3 日)

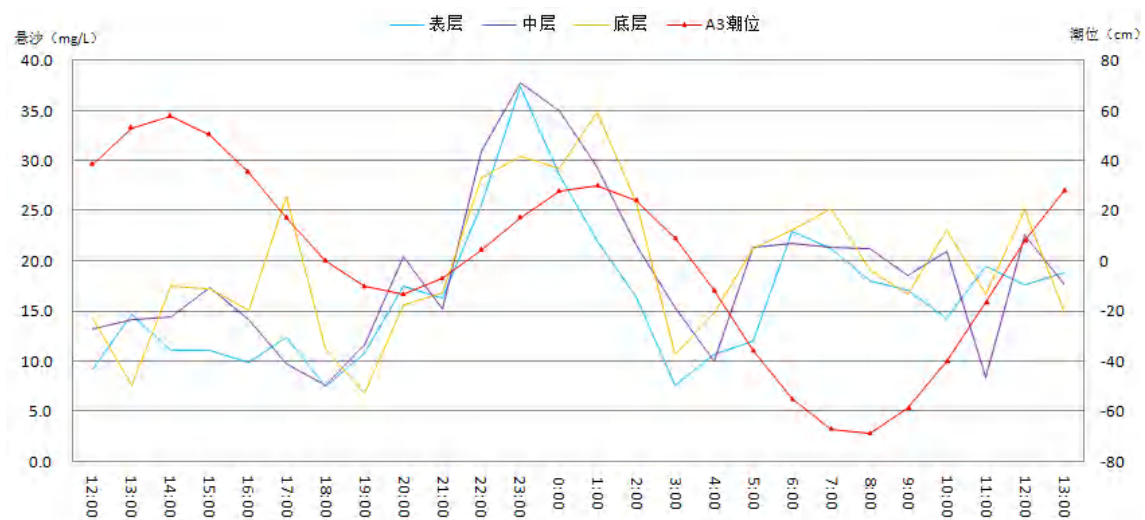


图 6.1-14 A3 站悬浮泥沙含量分布图 (2021 年 4 月 2 日~3 日)

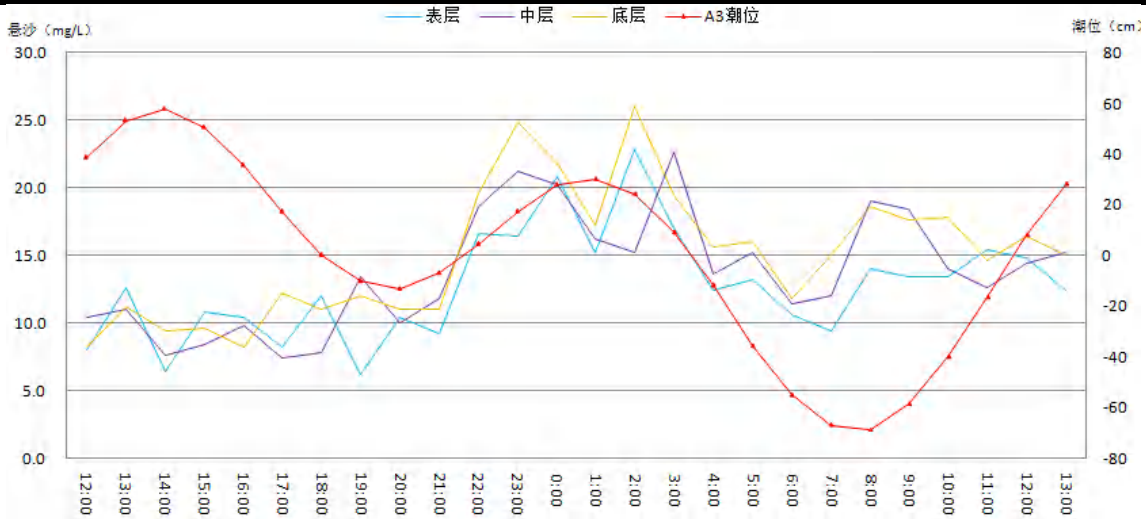


图 6.1-15 A4 站悬浮泥沙含量分布图 (2021 年 4 月 2 日~3 日)

6.1.4.2 单宽输沙率计算

海岸地区的泥沙输移是波浪和潮流共同作用的结果,一般来说,波浪掀沙,但波浪本身对泥沙的搬运能力较弱。泥沙一旦处于悬浮状态,相对较小的稳定流即可搬运泥沙,即使这种流速小于临界启动流速。因此潮流输沙对于海岸带的泥沙输运和地形地貌演变具有重要的意义。现基于实测的流速资料和同步观测的水体含沙量资料,进行输沙率计算。计算公式为:

$$Q_i = \int_0^t q_i(\phi_{ij}, U_{ij}, \theta_{ij}) dt \quad (5)$$

其中: u_{ij}^t 表示 t 时刻第 i 个测站第 j 个测点(层)的流速, θ_{ij}^t 表示 t 时刻第 i 个测站第 j 个测点(层)的流速; ϕ_{ij}^t 表示 t 时刻第 i 个测站第 j 个测点(层)的含沙量; $q_i(\phi_{ij}, U_{ij}, \theta_{ij})$ 为第 i 个测站沿高度的单时输沙率,由实测流速及含沙量计算得出。

根据各个测站实测数据,按照实测期间的潮位值分别统计涨潮和落潮期内的单宽输沙率,最后相加得到全潮单宽输沙率。计算步骤如下:

- (1) 计算 t 时刻各个测站每个测点的输沙率 q_{ij}^t ;
- (2) 设南北向为 y 轴,东西向为 x 轴;对各测点输沙率 q_{ij}^t 进行分解,得 $q_{ij,x}^t$ 、 $q_{ij,y}^t$;
- (3) 求得每个测站在 t 时刻的输沙率,亦即对 t 时刻每个测站的各个测点的 x 、 y 分量分别求和;
- (4) 每个测站所得的输沙率分别按照涨潮时间和落潮时间累加,得各个测站在一个全潮周期内(约 25 小时)涨潮和落潮的输沙量 Q_x 、 Q_y ;
- (5) 将涨潮和落潮时段的输沙量分别合成,得到落潮、涨潮输沙率和净输沙率。

计算以正北方向为基准,角度为与正北方向的夹角,以顺时针为正向。经计算,大潮期

间的单日单宽输沙率如表 6.1-15 所示。

由表 6.1-15 可知，大潮期 A4 站的输沙率最大，达到 0.026t/m/d，A2 站输沙率最小，为 0.0124t/m/d。输沙率基本与平均流方向相同，这也说明平均流的大小和方向控制了输沙率。总体来说，项目区输沙率较小。

表 6.1-15 大潮期各站全日单宽输沙率

站 位	涨潮		落潮		净输沙	
	大小 (t/m/d)	方向 (°)	大小 (t/m/d)	方向 (°)	大小 (t/m/d)	方向 (°)
A1	0.0014	120	0.0336	344	0.0164	346
A2	0.0084	245	0.0194	304	0.0124	287
A3	0.0093	100	0.0354	272	0.0131	269
A4	0.0228	36	0.0406	323	0.026	347

6.1.6 南渡江水文特征

6.1.6.1 南渡江河口概况

本项目位于南渡江出海口河段，龙塘大坝以下为南渡江河口段，长 28km。在接近干流分岔前有规划面积 1.4km² 的干流江心第一大岛—饲马坡岛。干流在麻余村分为东西两汉。东汉为主流，于新埠岛三联村入海，长 4.2km。西汉为横沟河，长 5km，在新埠桥处折向西北，于网门港入海。横沟河在新埠桥附近又分一汉海甸溪，长 6km，向西于 6.5km²；横沟河与海甸溪之间为海甸岛，规划面积 13.8km²。南渡江河口地区人口密集、工业发达、经济发展迅速，航运开发价值较高。大多数河道由于河道中上游多年来的移砂积累和天文作用造成的下游河道不可抗拒的变迁，加上开发建设中违章建筑人为的侵占、缩小河道，造成河道下游冲刷不力，河口淤积、排洪、排涝不畅。南渡江出海口已自然形成较为明显的拦门砂，严重阻碍行洪。

6.1.6.2 水文特征

南渡江流域的水文观测始于 1932 年（海口潮位站），1946 年设立定安水文站。新中国成立后，南渡江流域又先后设立了龙塘站等 14 个水文（位）站，观测项目有水位、流量、泥沙、降雨、蒸发等。

（1）径流特征

南渡江流域内径流由降雨形成，由于流域上中下游地理位置和气候特性不同，造成径流在时间和空间分布上差异较大。司马坡岛位于南渡江河口段，距离龙塘坝下游约 16km。龙塘坝上游 700m 处设有龙塘水文站，1954 年设站，集雨面积 6481km²，占全流域面积的 97.2%，龙塘坝以下河口段无大的支流汇入。

据龙塘站水文资料统计：实测最大年平均流量 296m³/s，径流量 93.3 亿 m³（1973 年）；实测最小年平均流量 74.5m³/s，径流量 23.5 亿 m³（2004 年）；实测多年平均流量 182m³/s，径流量 57.4 亿 m³（1955~2014 年系列）；实测最小流量 1.40m³/s（1976 年）；实测最大流量 9300m³/s（2000 年）。

①径流年际变化

龙塘站 1955-2014 多年平均流量 182m³/s（表 6.1-10），60 年的天然径流序列中，年平均最大流量达最小流量的 3.7 倍，反映南渡江年际间流量并不均匀。

表 6.1-16 龙塘站 1955-2014 年的平均流量（m³/s）

年	平均流量	年	平均流量	年	平均流量	年	平均流量
1955	126	1970	196	1985	181	2000	290
1956	196	1971	162	1986	173	2001	210
1957	243	1972	240	1987	80.6	2002	161
1958	237	1973	296	1988	190	2003	138
1959	89.1	1974	178	1989	212	2004	74.5
1960	238	1975	181	1990	234	2005	119
1961	161	1976	205	1991	110	2006	106
1962	164	1977	78.6	1992	110	2007	135
1963	243	1978	276	1993	156	2008	200
1964	294	1979	155	1994	218	2009	282
1965	185	1980	213	1995	146	2010	252
1966	97.8	1981	171	1996	199	2011	229
1967	243	1982	209	1997	247	2012	175
1968	119	1983	139	1998	121	2013	201
1969	91.3	1984	201	1999	157	2014	197

②径流年内变化

与流域降雨量相应，南渡江径流量的年内分配也很不均匀，洪枯季明显。龙塘站多年月平均流量统计（表 6.1-17）显示，洪季（5-11 月）的径流量占全年的 85%以上，其中 8、9、10 三个月占全年 52.6%。

表 6.1-17 龙塘站多年月平均流量（1955-2014 年，m³/s）

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
多年平均	59	54	50	67	132	200	181	272	414	479	188	90

（2）暴雨洪水特性

①暴雨特性

暴雨的天气系统以热带气旋较常见，且雨量大，范围广，其中又以热带风暴和台风为多，约占热带系统 84.5%~87.5%（上游与下游）；而冷空气带来暴雨较少，一般从五指山以北经过的热带风暴（台风）或从流域下游、雷州半岛南端西行的热带风暴更能在流域内产生暴雨。流域暴雨常发生在 4~11 月，个别年份在 3 月或 12 月曾发生暴雨，较集中的发生时间为 5~10

月；一次降雨过程 3 天左右，最长可达 13 天。其中暴雨历时 1~3 天，最长 5 天；1954~1989 年（缺 1956 年）松涛大坝以上发生暴雨 277 次，平均每年 7.9 次。1954~1989 年，松涛以上地区发生日雨量大于 300mm，三天雨量大于 400mm 的特大暴雨分别为 13 次和 15 次，而相应特大暴雨在松涛以下区间分别为 5 次和 9 次，次数明显小于上游。

②洪水特性

南渡江流域洪水由暴雨造成，洪水发生的时间与暴雨出现的时间一致。流域较大洪水一般从每年 5 月开始，到 11 月上、中旬结束，特大洪水出现在 7 月~10 月为多，尤以 8 月~10 月为多，据龙塘站和定安站实测洪水资料统计，约有 60%的洪水发生在 9 月、10 月。洪水具有涨率大、来势凶猛、峰高量小、过程尖瘦的特点，洪水过程线以单峰为主。流域洪水主要来自澄迈以上，下游防洪控制断面龙塘站实测最大洪峰流量为 9300m³/s（2000 年），最大还原洪峰流量为 10300m³/s（1963 年），调查历史洪水最大洪峰流量为 14000m³/s（1911 年）。

表 6.1-18 为龙塘站 1954~2009 年的洪峰流量，64 年间出现的年最大洪峰流量达 9300m³/s，最小仅 552m³/s，峰值相差 16.8 倍，反映南渡江年际间洪峰变幅之大。此外，由于流域内暴雨中心和暴雨量分布并不均匀，松涛以上和松涛—龙塘区间洪水发生的几率和量级也具明显随机性，并且洪量的集中程度也有随洪峰增大而集中的趋势。

表 6.1-18 龙塘站 1954~2009 年的洪峰流量（m³/s）

年	最大流量	日期	年	最大流量	日期	年	最大流量	日期	年	最大流量	日期
1954	8480	10.13	1968	1570	8.14	1982	3150	9.16	1996	6290	9.21
1955	4740	9.27	1969	936	7.27	1983	1740	10.27	1997	5260	9.28
1956	2590	10.14	1970	5840	10.18	1984	2320	9.2	1998	2130	10.5
1957	6360	10.14	1971	3240	10.10	1985	3500	10.1	1999	3300	10.22
1958	7550	9.13	1972	3190	11.9	1986	2680	7.21	2000	9300	10.16
1959	712	9.20	1973	4800	8.26	1987	552	5.31	2001	4840	8.31
1960	3500	10.12	1974	2820	6.14	1988	4360	10.30	2002	2720	9.21
1961	1380	5.23	1975	1540	8.14	1989	3310	10.4	2003	4050	8.26
1962	2750	8.11	1976	5540	9.28	1990	4750	10.6	2004	543	9.10
1963	6380	9.9	1977	1710	7.22	1991	1980	8.17	2005	2480	9.28
1964	4450	10.25	1978	6050	10.	1992	1980	9.2	2006	2430	10.3
1965	2180	7.16	1979	3030	9.23	1993	4190	8.22	2007	2200	10.3
1966	1710	7.27	1980	3740	7.24	1994	3820	8.29	2008	5700	10.14
1967	3310	8.3	1981	2510	10.16	1995	2540	10.13	2009	3750	10.13

1959 年开始兴建的上游松涛水库虽有效拦蓄了上游洪水，但所控制的流域面积仅占总流域的 21.3%，对下游河道洪水过程的影响较有限，由水库建坝前后洪峰流量的变幅来看（如表 6.1-19 所示），洪峰流量与洪峰退落后流量的比值，建坝前为 27.6，建坝后虽有所减小，但仍达 23.1。

1970 年南渡江下游建成的龙塘坝控制流域面积 6841km²，占总流域的 97.2%，但由于坝

高有限，调节洪水的作用甚微，该坝的建设并未改变南渡江洪峰暴涨暴落和大流量持续时间短暂的行洪特征。

表 6.1-19 松涛水库建设前后南渡江洪峰过程 (m^3/s)

项目 \ 年份	松涛建坝前		松涛建坝后			
	1955.10.5	1958.9.13	1978.10.3	1990.10.6	1996.9.21	1997.9.28
洪峰流量	4740	7550	6050	4750	6780	5260
退落流量	185	255	284	177	282	241
流量比值	25.6	29.6	21.3	26.8	22.3	21.8
平均值	27.6		23.1			

6.2 地形地貌和冲淤环境现状调查与评价

6.2.1 地形地貌现状调查与评价

6.2.1.1 地层岩性与物理力学性质

根据区域地质资料及本次钻探揭露，场地地层自上而下共划分为 14 个工程地质单元层，从上到下依次为第四系全新统人工填土层 (Q_4^{ml})、第四系全新统海相沉积层 (Q_4^m)、第四系下更新统海相沉积层 (Q_1^m) 及新近系上新统海相沉积层 (N_2^m)。岩土的物理力学性质如下图所示。

图 6.2-1 本项目钻孔平面布置图

图 6.2-2 LK01 钻孔柱状图

图 6.2-3 MZK02 钻孔柱状图

图 6.2-4 MZK05 钻孔柱状图

图 6.2-5 ZK01 钻孔柱状图

6.2.1.2 水的腐蚀性评价

本次勘察在 MK01、ZK03 号钻孔各采取 1 件地下水及 LK01、SK05 号钻孔附近各采取 1 件地表水试样共 4 件水试样，进行了室内水腐蚀性试验，其试验结果详见“水质分析报告表”。

根据水腐蚀性试验结果，按《岩土工程勘察规范》(GB 50021-2001)(2009 年版)有关标

准进行水对建筑材料的腐蚀性判定。结果表明，场地环境类型属 II 类，场地内水质对混凝土结构具强腐蚀性；长期浸水时，水对钢筋混凝土结构中钢筋具微腐蚀性，干湿交替情况时，水对钢筋混凝土结构中钢筋具强腐蚀性。设计施工中建筑材料的腐蚀防护措施，应符合现行国家标准《工业建筑防腐蚀设计规范》（GB 50046-2018）的规定。

6.2.1.3 地震效应

（1）抗震设计基本参数

根据《水运工程抗震设计规范》（JTS 146-2012）及《中国地震动参数区划图》（GB 18306-2015），拟建场地位于海口市南渡江出海口，属抗震设防烈度 8 度区，设计基本地震加速度值 0.30g，设计地震分组为第二组。

（2）场地土类型与场地类别

为了划分场地土类型与场地类别，根据《水运工程抗震设计规范》（JTS 146-2012）有关规定，按场地内岩土性状，结合当地工程经验选择场地具有代表性的 MK01、ZK03 号孔进行场地等效剪切波速估算。MK01、ZK03 号钻孔的等效剪切波速估算值介于 150~250m/s，属中软场地土。根据本次勘察结果及区域地质资料，场地覆盖层厚度介于 3~50m，建筑场地类别为 II 类。由于等效剪切波速估算值位于分界线附近，应按插值法确定地震作用计算所用的特征周期。

（3）地震液化

拟建场地位于建筑抗震设防烈度 8 度区，按《水运工程抗震设计规范》（JTS 146-2012）第 4.2.3 条判定，本场地 20m 深度范围内场地内饱和中砂②₁、中砂④为第四系全新统（Q4）地层，初步判定存在液化的可能。

根据《水运工程抗震设计规范》（JTS 146-2012）有关规定，按初步判定结果，采用标准贯入试验判别法对场地内饱和中砂②₁、中砂④进一步进行液化判定。结果表明，场地内分布的饱和中砂②₁、中砂④为可液化地层，本场地地基液化等级综合评定为中等~严重液化，应采取全部消除地基液化沉陷或部分消除地基液化沉陷的措施，如采用桩基，穿过液化砂层。

（4）软土震陷

场地存在淤泥②、淤泥质粉质黏土③。结合地区经验，依据《岩土工程勘察规范》（GB 50021-2001）（2009 年版）条文说明第 5.7.11 条及表 5.5 判定，在 8 度抗震设防烈度下第四系淤泥②、淤泥质粉质黏土③等效剪切波速 $V_{se} < 140\text{m/s}$ ，判定淤泥②、淤泥质粉质黏土③层为震陷性软土，应考虑震陷影响。

6.2.1.4 各岩土层的工程性能评价

根据《海口市海上综合执法码头项目岩土工程可行性研究阶段勘察报告》（海南有色工程勘察设计院，2021年9月）的勘察结果，结合原位测试和室内试验结果，对场地内各岩土层性质进行评价：

（1）杂填土①：在场地内部分分布，为人工堆填而成，松散状态，均匀性差，稳定性差。

（2）淤泥②：在场地内局部分布，厚度在 0.80~1.90m，灰黑、褐灰色，呈流塑状，属高压缩性土，力学强度低，有附着力。按照《疏浚与吹填工程设计规范》（JTS 181-5-2012）判定，为 1 级疏浚土。

（3）中砂②₁：该层在场地内局部分布，呈松散~稍密状态，其标准贯入试验实测锤击数平均 8.3 击，变形性偏高，力学强度偏低。按照《疏浚与吹填工程设计规范》（JTS 181-5-2012）判定，为 6 级疏浚土。

（4）淤泥质粉质黏土③：在场地内大部分地段分布，厚度在 1.00~7.50m，灰黑、灰色，呈流塑~软塑状，属高压缩性土，力学强度低。有附着力，按照《疏浚与吹填工程设计规范》（JTS 181-5-2012）判定，为 2 级疏浚土。

（5）中砂④：该层在场地内大部分地段分布，呈松散~稍密状态，其标准贯入试验实测锤击数平均 9.3 击，变形性偏高，力学强度偏低。按照《疏浚与吹填工程设计规范》（JTS 181-5-2012）判定，为 6 级疏浚土。

（6）粉质黏土⑤：该层在场地内大部分分布，其孔隙比平均值为 1.171，计算液性指数平均值为 0.85，压缩系数平均值为 0.73MPa⁻¹，标准贯入试验锤击数平均值为 2.8 击，呈软塑状态。力学强度较低，压缩性高。按照《疏浚与吹填工程设计规范》（JTS 181-5-2012）判定，为 3 级疏浚土。

（7）中砂⑥：该层在场地内局部分布，呈稍~中密状态，其标准贯入试验实测锤击数平均 14.3 击，变形性中等，力学强度中等。

（8）粉砂⑥₁：该层在场地内局部分布，呈稍密状态，变形性中等，力学强度中等。

（9）粗砂⑦：该层在场地内局部分布，呈稍密~中密状态，其标准贯入试验实测锤击数平均 16.0 击，变形性中等，力学强度中等偏高。

（10）中砂⑧：该层在场地内局部分布，呈稍密~中密状态，其标准贯入试验实测锤击数平均 13.8 击，变形性中等，力学强度中等偏高。

（11）粉质黏土⑧₁：该层在场地内局部分布，其孔隙比平均值为 0.865，计算液性指数平均值为 0.36，压缩系数平均值为 0.36MPa⁻¹，标准贯入试验锤击数平均值为 10.5 击，呈可塑状态。力学强度中等，压缩性中等。

(12) 粉质黏土⑨：该层在场地内局部分布，其孔隙比平均值为 1.196，计算液性指数平均值为 0.60，压缩系数平均值为 0.56MPa⁻¹，标准贯入试验锤击数平均值为 11.7 击，呈可~硬塑状态。力学强度中等，压缩性中等。

(13) 黏土⑩：受孔深所限，该层在场地内大部分地段揭露，其孔隙比平均值为 1.161，计算液性指数平均值为 0.42，压缩系数平均值为 0.34MPa⁻¹，标准贯入试验锤击数平均值为 18.5 击，呈可~硬塑状态。力学强度中等偏高，压缩性中等。可作为拟建码头的桩基持力层。

(14) 细砂⑩₁：该层在场地内局部分布，呈中密状态，其标准贯入试验实测锤击数平均 20.0 击，变形性中等，力学强度中等偏高。

6.2.1.5 结论

(1) 场地稳定性和适宜性

根据区域地质资料及《海口市海上综合执法码头项目岩土工程可行性研究阶段勘察报告》（海南有色工程勘察设计院，2021 年 9 月），本场地未发现断裂构造，本地区的区域地壳稳定性等级属基本稳定区。场地附近无人为采空区，未发现岩溶、崩塌、滑坡、泥石流、地面沉降等不良地质作用和地质灾害。场地内存在饱和砂土和软土，在 8 度地震烈度作用下，应考虑软土震陷的影响，场地内饱和砂土判定为液化地层，在针对震陷地层和液化地层进行适当处理后，场地稳定性可得到保证，适宜进行本项目的建设。

(2) 地基稳定性

场地内没有发现埋藏的河道、沟浜、墓穴、防空洞及孤石等对工程不利的埋藏物。未遇见有临空面、洞穴和软弱岩层，河道内的淤泥②、淤泥质粉质黏土③为可震陷软土，承载力较低，工程性质较差。目前岸坡采用以人工地基为持力层的堤坝挡墙进行支护，现状是满足地基承载力和变形的要求，不会发生地基失稳现象，地基稳定。开挖河道将对现堤坝挡墙造成不利影响，应采取有效的措施来保证现有堤坝挡墙在边坡形成后的稳定性。

(3) 场地和地基的地震效应

根据《水运工程抗震设计规范》（JTS 146-2012）规定，海南省海口市抗震设防烈度为 8 度区，设计基本地震加速度值为 0.30g，设计地震分组为第二组。根据本次勘察结果，拟建场地土类型属中软场地土，场地类别为 II 类。由于等效剪切波速估算值位于分界线附近，应按插值法确定地震作用计算所用的特征周期。拟建工程场地地基液化等级综合评定为中等~严重液化，拟建场地对建筑抗震属不利地段。

(4) 水和土对建筑材料的腐蚀性

根据本次勘察结果，依照《岩土工程勘察规范》（GB 50021-2001）（2009 年版）中有关标

准判定：本项目场地环境类型分类为 II 类，场地内水质对混凝土结构具强腐蚀性；长期浸水时，水对钢筋混凝土结构中钢筋具微腐蚀性，干湿交替情况时，水对钢筋混凝土结构中钢筋具强腐蚀性。设计施工中建筑材料的腐蚀防护措施，应符合现行国家标准《工业建筑防腐蚀设计规范》（GB 50046-2018）的规定。

6.2.1.6 工程海域的地貌特征

南渡江河口区岸滩北部的开敞海滨是南渡江口外海滨东侧水域，沿岸海滨是河口径流扩散、潮流、波浪及其伴生的波流交互作用的复杂水域环境。根据该岸滩的沉积相序及其分布，反映这一片岸滩的形成，经历了较复杂的过程。

在南渡江东部三角洲的北缘，由于沙嘴（或障壁岛）发育而分隔的了口外海滨水域，构成了南渡江河口区岸滩及其分隔的半封闭水域。它虽为南渡江三角洲进积过程的组成部分，但从沉积建造和地貌结构来看，其形成机制有异于三角洲的成因。从南渡江三角洲东部的沉积建造和地貌结构看，由南往北相继发育了福创溪、南岳溪、潭淞溪等入海汉道，形成汉道、沙洲交织的三角洲地貌结构。显现出全新世海浸过程，当海面上升至现面附近时，河流输出的泥沙速率超过沿岸水动力总能量的搬移速率，三角洲发育是以河流为主要支配因素的，所以东部三角洲的沉积建造时期，主要是以汉道向海进积。汉道的延展会引起河床淤浅，并导致河流改由坡度较陡的岸段另辟汉道。在这一进积过程中，一些先期形成的汉道，一方面因受河流干道河漫滩（或称边滩）发育而断流和废弃；另一方面该汉道入海口门岸滩的泥沙补给断源，海滨线又濒临波功率强劲的 NE 向盛行风浪，因而由废弃汉道体系所形成的三角洲岸段则遭受侵蚀破坏旋回，大量泥沙在沿岸波流推移下，形成一股沿岸运移的漂沙流，并在废弃的汉道口形成沙嘴，使汉道口门水域成为半封闭的泻湖水体，而且沙嘴的延伸方向大多呈 SE-NW 向，它们的延伸方向是沿岸漂沙流运移方向的地貌标志。

南渡江河口区由沙嘴分隔的半封闭水域成为东部三角洲北部的泻湖低洼地。从沿岸的地貌结构看，它的形成与来自其东南岸滩的沿岸漂沙流有密切关系。当这一股沿岸漂沙向西北方向运移过程，经南渡江口东侧口外海滨，在河口射流（含落潮流）扩散与潮流及波流的交互作用下，或射流扩散水体边界对沿岸波浪及其波生流产生阻滞作用，促使波场中的沿岸漂沙流落淤，并向北推展，形成一片以粗砂沉积结构为主体的水下浅滩。与此同时，该水下浅滩的堆积物在 NE 向盛行风浪及其波生流的掀动和推移下，形成一条出露海面的堆积体，其一般高度均在海拔 2.0m 左右，就其纵向的延伸和地貌形态，应为沿岸漂沙纵向运移所形成的沙嘴。它自东向西伸延，不仅分隔南渡江口外海滨东侧水域，使南渡江河口区水域成为半封闭的水体，并促使其口门向西与南渡江东侧水域汇合一起。而且这条沙嘴还向西延伸，穿越

南渡江口门段东侧水域，促使南渡江河口段干流向西偏移，并形成一段水深-7.0~-8.0m 的狭长冲刷河槽。

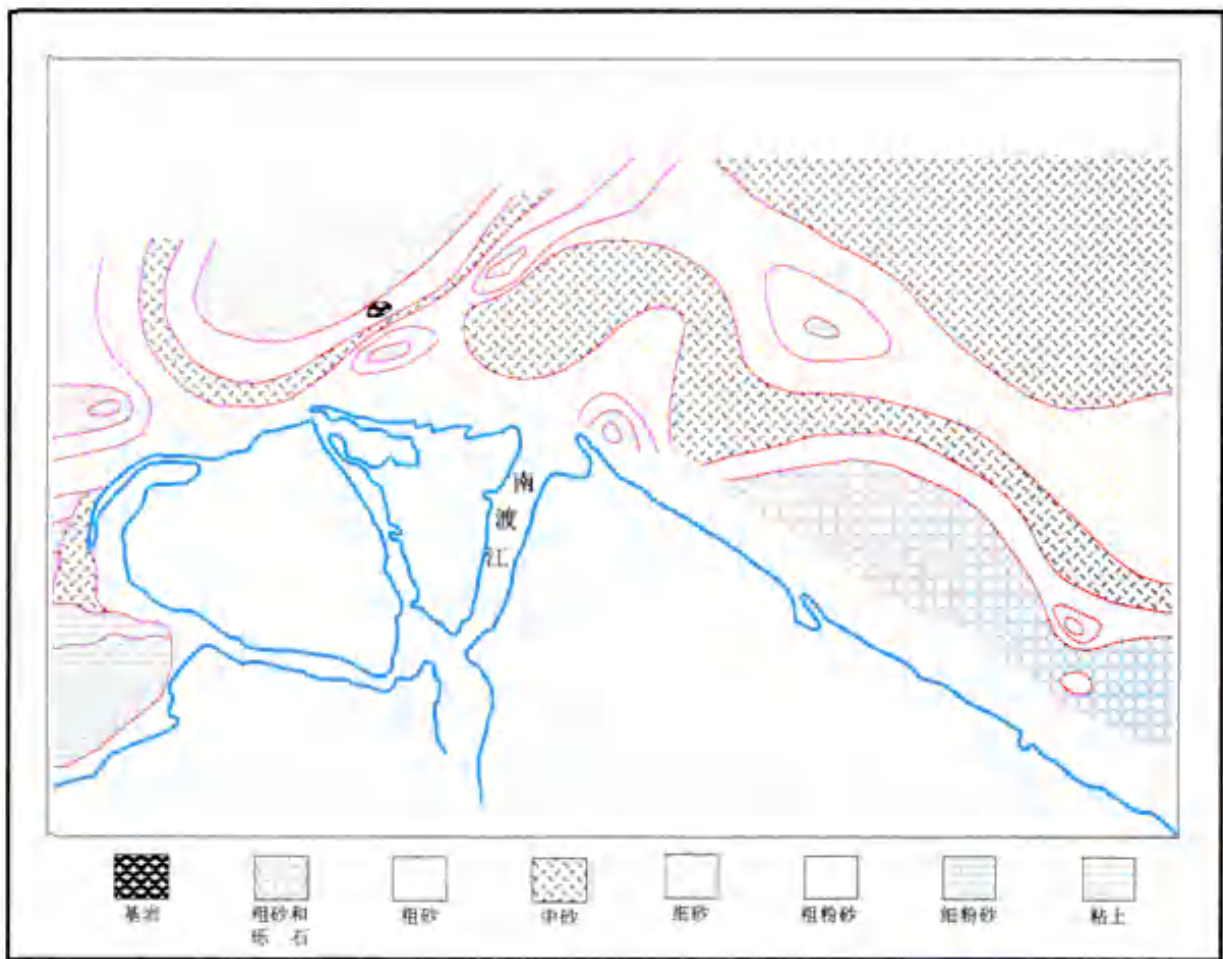


图 6.2-6 南渡江河口外侧表层沉积物类型的分布



图 6.2-7 项目区域水深地形图

6.2.2 冲淤环境现状调查与评价

本次冲淤环境现状评价引用《海口市海上综合执法码头项目南渡江口门整治岸滩演变数值模拟》（海南大学，2021年12月）的成果资料，具体如下：

6.2.2.1 南渡江三角洲地貌特征

南渡江三角洲位于海南岛北部海口湾东侧，濒临琼州海峡。三角洲海岸线长约 38 km，属中小型三角洲，却是海南岛最大的三角洲。三角洲海岸发育低矮沙坝，三角洲平原较周边高出约 10~20m，主要由更新统红土组成的台地之间的地貌地质界线较清晰。三角洲顶部在南渡江铁桥附近，距今约 4000a，河口沉积中心已向海推进到三角洲东部的东营港河口，东部三

三角洲平原基本形成距今约 2000~4000a, 河口沉积中心向西转移到海口湾东侧, 三角洲平原大致以南渡江干流为界, 以西为现正在沉积发展的活动三角洲部分, 以东为大面积的废弃三角洲平原。东部海岸平直, 沙坝高度一般低于 10m。西部海岸发育弧形沙坝, 沙坝高度一般低于 3m。

6.2.2.2 南渡江三角洲水沙运动特征

南渡江来水来沙季节变化很大, 水沙输出主要在 5~11 月, 占南渡江 80%的径流量和 90%的输沙量。尤其 8~10 月的台风暴雨形成的洪水, 是流域泥沙输送的主要动力因素, 曾有洪水期 8 天输沙量高达 10.66 万 m^3 , 相当于 1990~1998 年的年输沙总量的 15.41 万 m^3 的 69%的实测记录。自从 1959 年、1969 年建成水库和滚水坝后, 入海沙量明显减少, 加上人类在下游河口大量取沙, 导致南渡江入海沙量减少, 南渡江大约 80%以上的悬移质泥沙 (每年大于 20 万 t) 和 90%以上的推移质泥沙 (每年约 5 万 t) 在南渡江三角洲进入琼州海峡, 南渡江输水和悬移质输沙量变化见表 6.2-6 所示。东部废弃侵蚀岸每年也有约 10 万 m^3 的沿岸漂沙进入河口区。

洪季河口过程由径流动力控制, 沿岸多吹离岸风, 波动力弱, 河口下泄喷射流向外扩散, 河流泥沙特别是推移质泥沙的外泄和离岸向海搬运占优势, 并可发生沙咀被冲断的现象。枯水期下泄径流和泥沙较少, 河道淤积很少, 而冬、春季盛吹强劲的偏北风, 沿海波浪作用活跃且较强。此时, NE 向风浪形成的沿岸漂沙, 在河口东岸形成向西延伸的沙咀, 口门位置被迫西移。据白沙角 1984 年 1~2 月实测波浪资料推算, 该岸段一年中向东的沿岸输沙量仅 0.87 万 m^3 , 而向西的沿岸输沙量达 14.3 万 m^3 。波浪在南渡江三角洲岸滩演变过程中起控制作用, 波浪引起的沿岸输沙量大于供沙量, 加上离岸流带走一部分泥沙, 海岸表现为侵蚀后退。沿岸泥沙在波浪作用下的大量向西搬运, 促使三角洲向偏西方向扩大和发展。龚文平 (1998) 根据实测数据曾推算了 1984 年南渡江河口沿岸输沙分布图 (图 6.2-8)。可见, 南渡江三角洲北部海岸存在大规模的泥沙向西和向岸输运的现象, 这种泥沙输运是通过岸外沙坝有节奏、有规律地向西和向岸运动来实现的, 泥沙沿岸输送的不平衡导致沿岸地形冲淤变化, 见图 6.2-9。罗章仁从动力学角度也对南渡江西侧和北侧的长期演变趋势进行了分析, 对比两位学者的分析成果, 可以总结为新埠岛北侧冲、淤并存, 以西以淤积为主, 南渡江口门以东则表现为冲刷态势, 见图 6.2-10 所示。

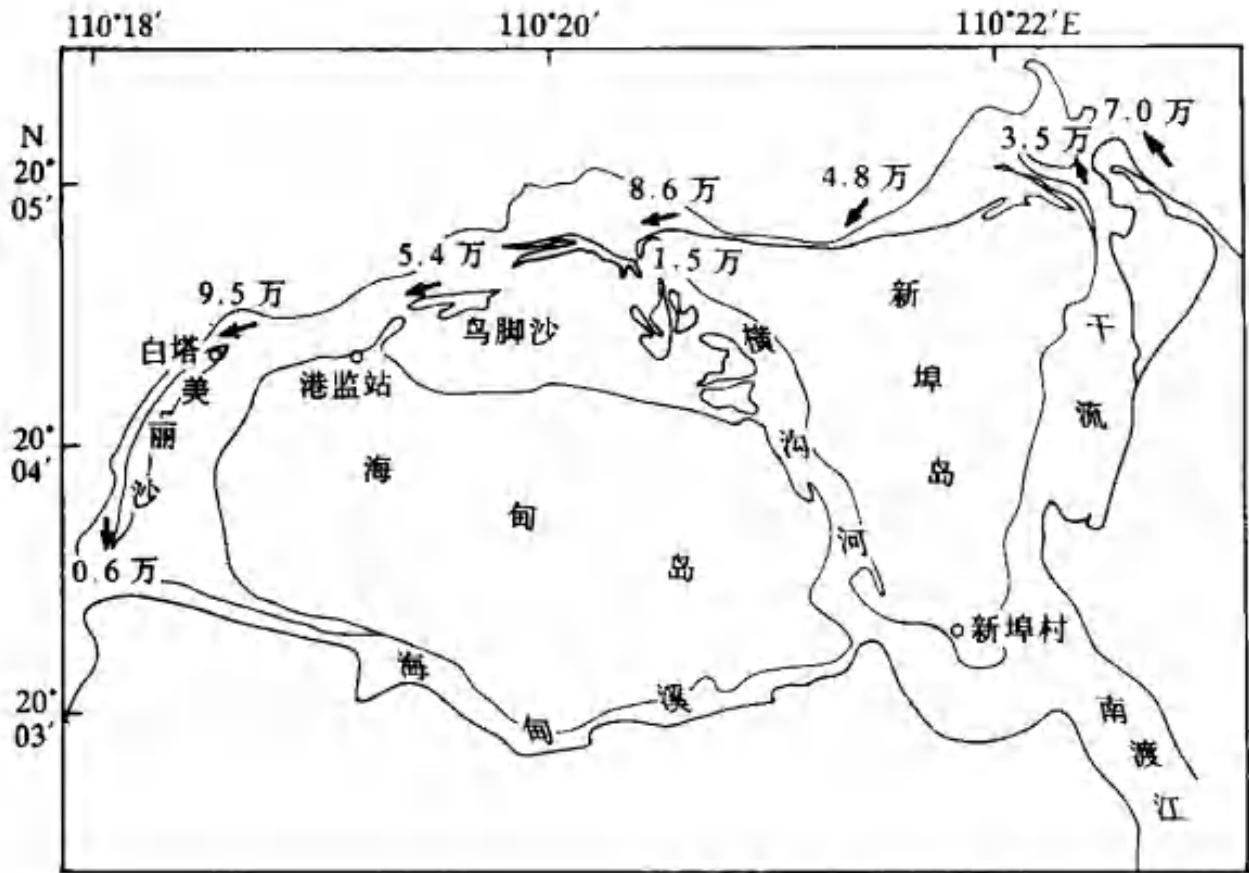


图 6.2-8 南渡江三角洲北岸 1984 年年均沿岸输沙率和河流输沙分布 (龚文平, 1998)

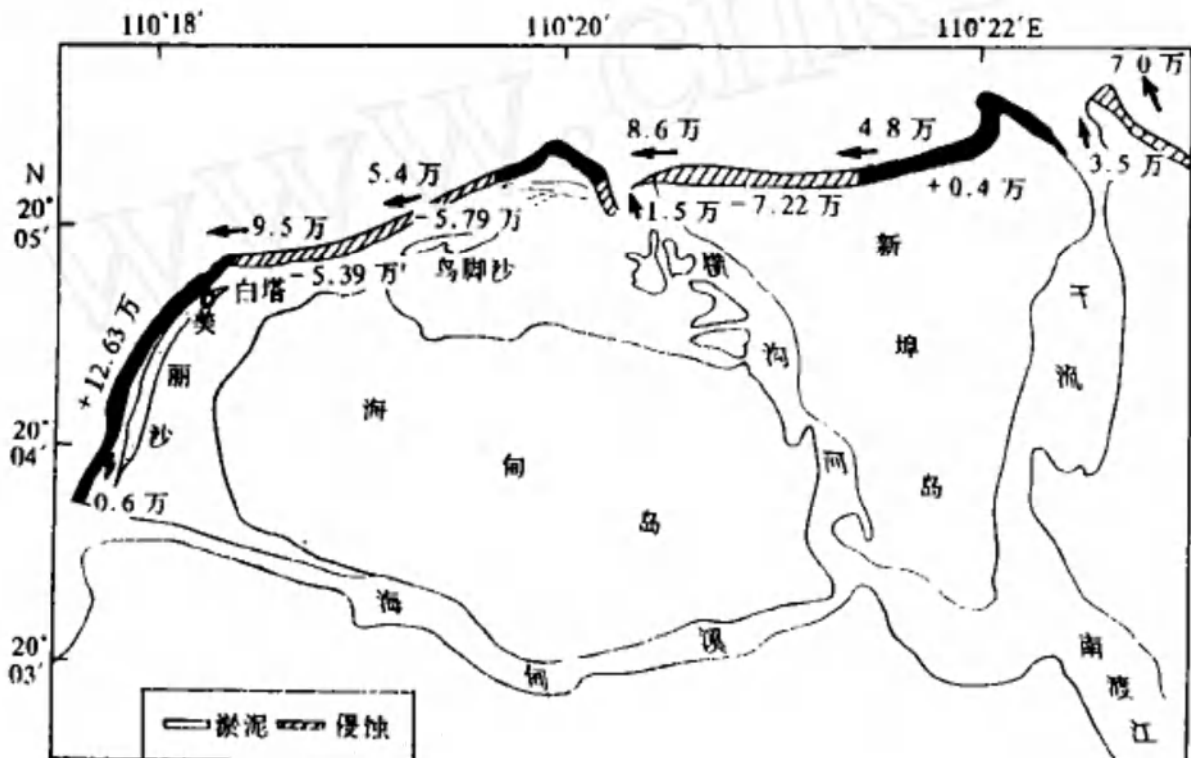


图 6.2-9 南渡江三角洲西、北岸冲淤态势 (龚文平, 1998)

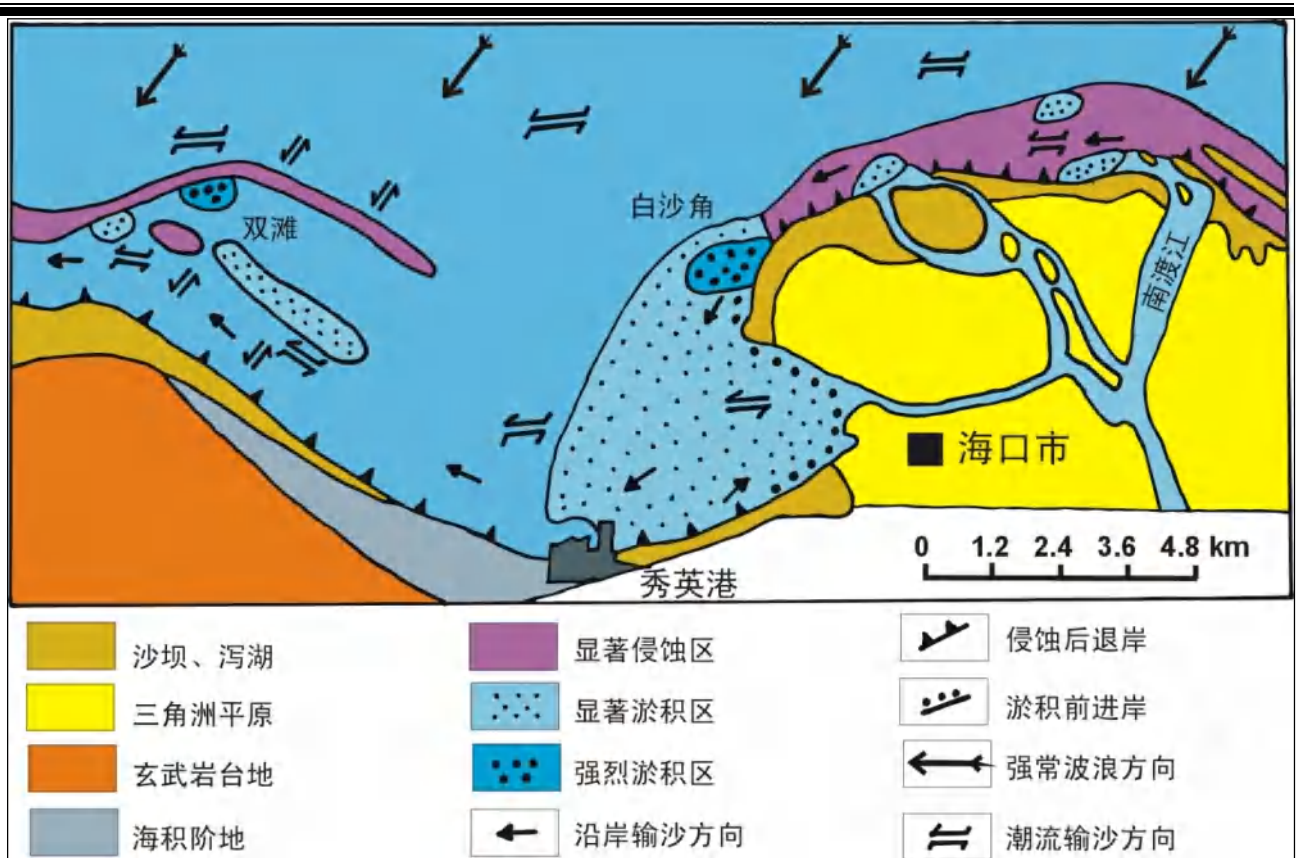


图 6.2-10 南渡江三角洲以西地貌演变特征潮流（罗章仁，1987）

表 6.2-1 南渡江输水和悬移质输沙量变化

年份	平均流量 (m ³ /s)	平均含沙量 (kg/m ³)	年径流量 (亿 m ³)	年输沙量 (万 t)	备注
1956-1959	193.8	0.109	61.11	68.06	1959 建成松涛水库
1960-1968	162.2	0.081	51.16	52.1	1969 年建成龙塘滚水坝
1969-1982	149.5	0.049	47.16	32.07	
1983-1988	151.0	0.039	50.73	20.25	
1989-1997	181.2	0.038	57.14	23.20	

6.2.2.3 南渡江三角洲地貌历史演变特征

李春初（1997）曾对南渡江三角洲北岸的泥沙转运和岸滩演变进行研究，也认为南渡江三角洲沿岸从东向西形成三种不同的海岸类型：东部（东段）为废弃侵蚀岸；北部（中段）为泥沙转运岸；西部（西段）为淤涨堆积岸。在南渡江干流河口交替发生“沙咀冲决西移并岸”和口外浅滩以冲流坝形式“外坝转运及逆运并岸”的演变过程，演变形式见图 6.2-11 所示。

南渡江三角洲受琼州海峡的狭管效应影响，限制其向北继续发展。因琼州海峡的往复潮流较强，潮流的侵蚀作用使海峡形成规模巨大的水下冲刷深槽地形，南渡江三角洲向北推进至海峡深槽边缘后由于直面强流，难以进一步向北推进。其前缘斜坡-5m 以下即逼临海峡深槽，-5~-11m 间的三角洲前缘水下斜坡已属海峡潮流冲刷深槽的槽壁，最陡处在白沙角附近。

而南渡江输出的泥沙，特别是其中的悬移质泥沙，易于被潮流带走，减少了构建三角洲的悬沙物质来源；另外由于岸坡较陡，波浪一般要到近岸才破碎，就导致近岸波浪作用增强，进一步增强波浪的沿岸底沙的输运活动。在沿岸流作用下，南渡江古河道经历了 4500 年前从东侧渡门入海向西侧逐渐迁移至沙上港入海的过程，见图 6.2-12 所示。

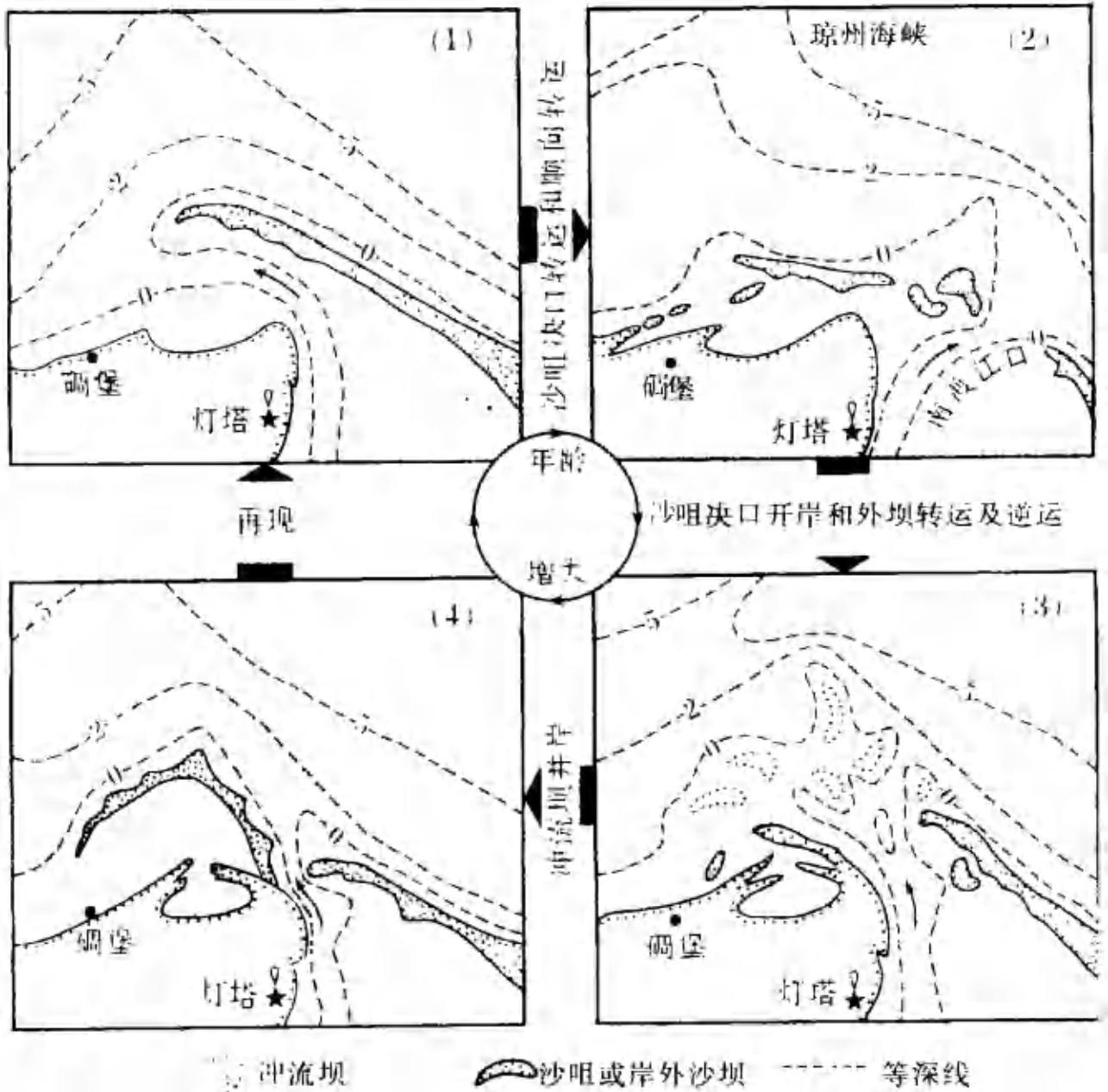


图 6.2-11 南渡江河口泥沙转运和地貌发展模式（李春初，1997）

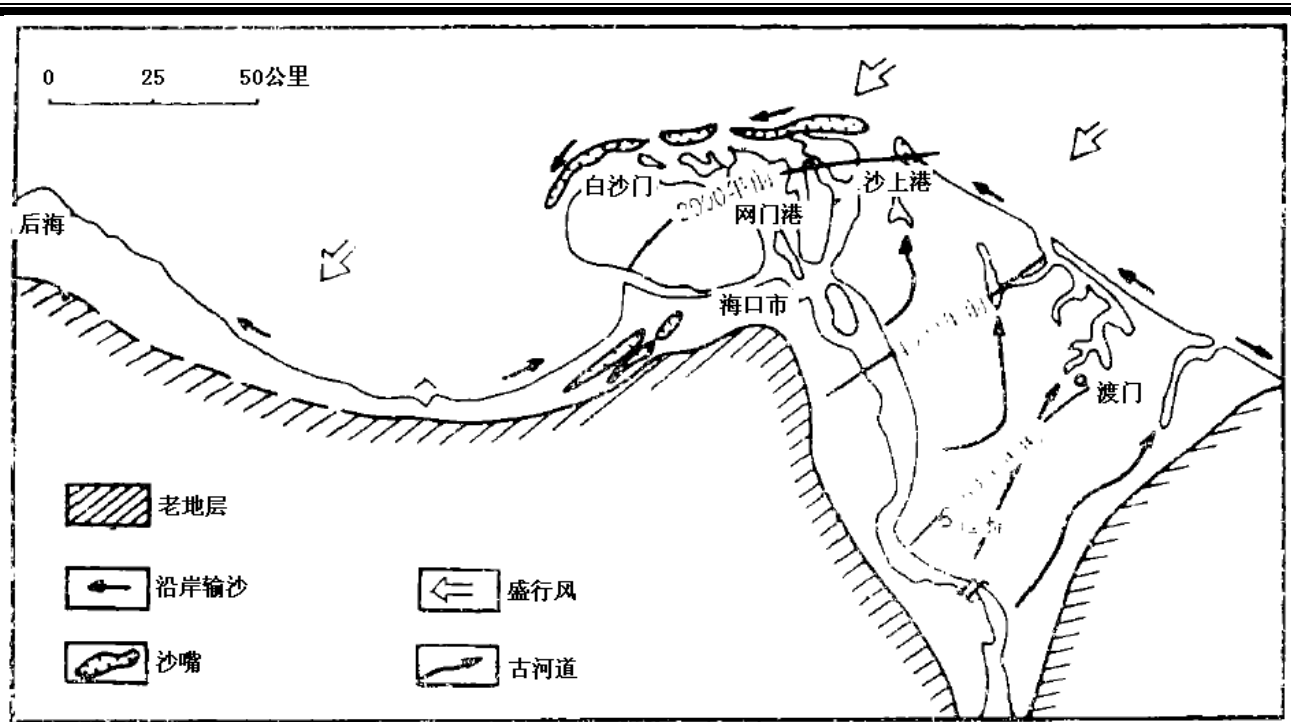


图 6.2-12 南渡江河道变迁演变特征

6.2.2.4 南渡江三角洲地貌近期演变特征

2002年，原海南省海洋开发规划设计研究院在《海口湾东部浅滩综合整治项目自然条件调查研究报告》中指出，海口湾东部浅滩已经有原来的淤积延伸转变为侵蚀后退。从1994年至2002年，0m等深线侵蚀后退12.5m/a，0~3m等深线区域冲深3.8-7.5cm/a。目前南渡江三角洲东侧的铺前湾和西侧的海口湾，以及向西发展的澄迈湾和花场湾，在80年代以前主要以淤积延伸为主。80~90年代后以侵蚀后退为主。

南渡江主干河口在1992年海图上的-2和-5m等深线已和NE向波浪近乎垂直，-2m等深线在1963~1992年的29年间后退了500m，原本突出的河口水下三角洲锥体的东北侧被削平，导致这段岸线和等深线走向与东部废弃三角洲海岸走向一致，这是三角洲废弃趋势由东向西传播的结果，侵蚀下来的泥沙被波浪向西和向岸搬运，成为北部和西部岸滩的重要泥沙来源，见图6.2-13所示。

在三角洲前缘-5m和-10m等深线形成密集的直线状，并由WSW向ENE方向延伸，琼州海峡强劲的东向潮流侵蚀切削三角洲前缘坡脚，形成沙坎，主要将泥沙带入主干河口东北方向，在5~10m水深以外再沉积，形成向东伸长的辐散状岸外水下沙脊。洪、枯季河口动力主导因素的变化，导致河口下泄流在口门附近动力特征发生改变，可发生沙咀淤积、冲断的交替现象，称之为洪季过程和枯季过程，见图6.2-14~6.2-18所示。如2007年2月在南渡江口门附近有一条明显的东西走向的沙坝，迫使入海河流偏向西侧，2009年6月洪峰过后，沙坝

被冲开，入海河流多口下泄，2010年12月沙坝再次形成，并偏向西北侧，显示当地明显的西向沿岸输沙动力特征。南渡江河口沙坝形态的交替变化伴随着河口来沙和河口东侧的沿岸输沙不断向西搬运，对西侧海岸的演变具有重要的影响。

80~90年代以后，南渡江上游修建水库蓄水拦沙，使得水沙逐年减少。特别是河口段大量水下采砂，每年采砂 87.7 万 m³，相当于 1990-1998 年的年均输入河口段泥沙 15.41 万 m³/a 的 5.7 倍。在河口段河道水下大量采砂等人为活动综合作用，南渡江河口输送入海的泥沙和沿岸漂沙急剧削减，结果造成输沙不平衡，导致海口湾乃至澄迈湾、花场湾由原淤积状态演变为冲蚀状态。特别是人工挖沙作业留下的坑塘成为南渡江河口段河道推移质泥沙的捕沙坑，使输出河口的推移质泥沙几乎断绝，导致距南渡江河口不足 2km 的白沙浅滩失去河流推移质泥沙的补给条件。输沙不平衡造成白沙浅滩由 80 年的略偏淤积趋势演变成为 90 年代至今的明显冲刷态势。

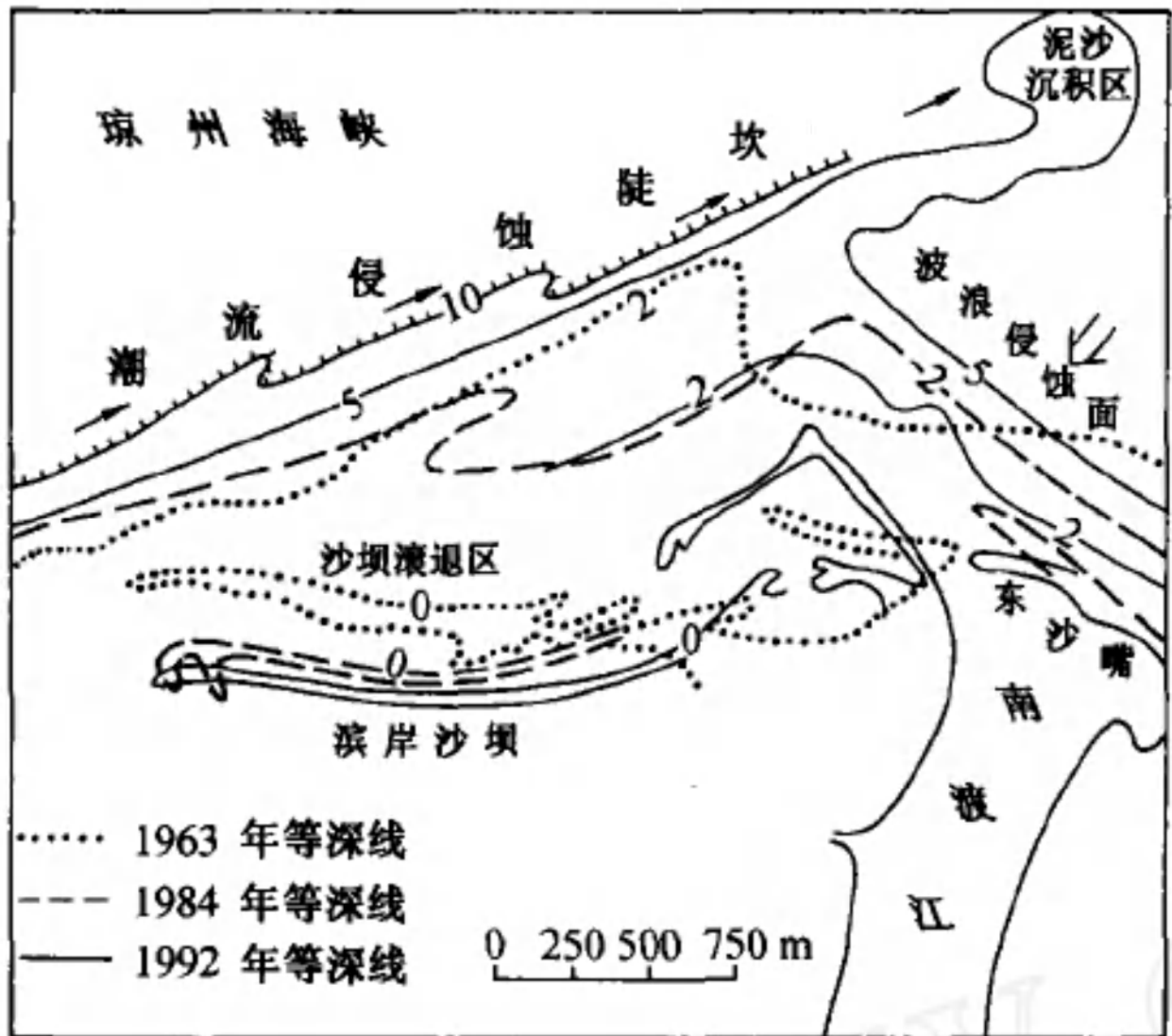


图 6.2-13 南渡江三角洲前缘等深线变化趋势

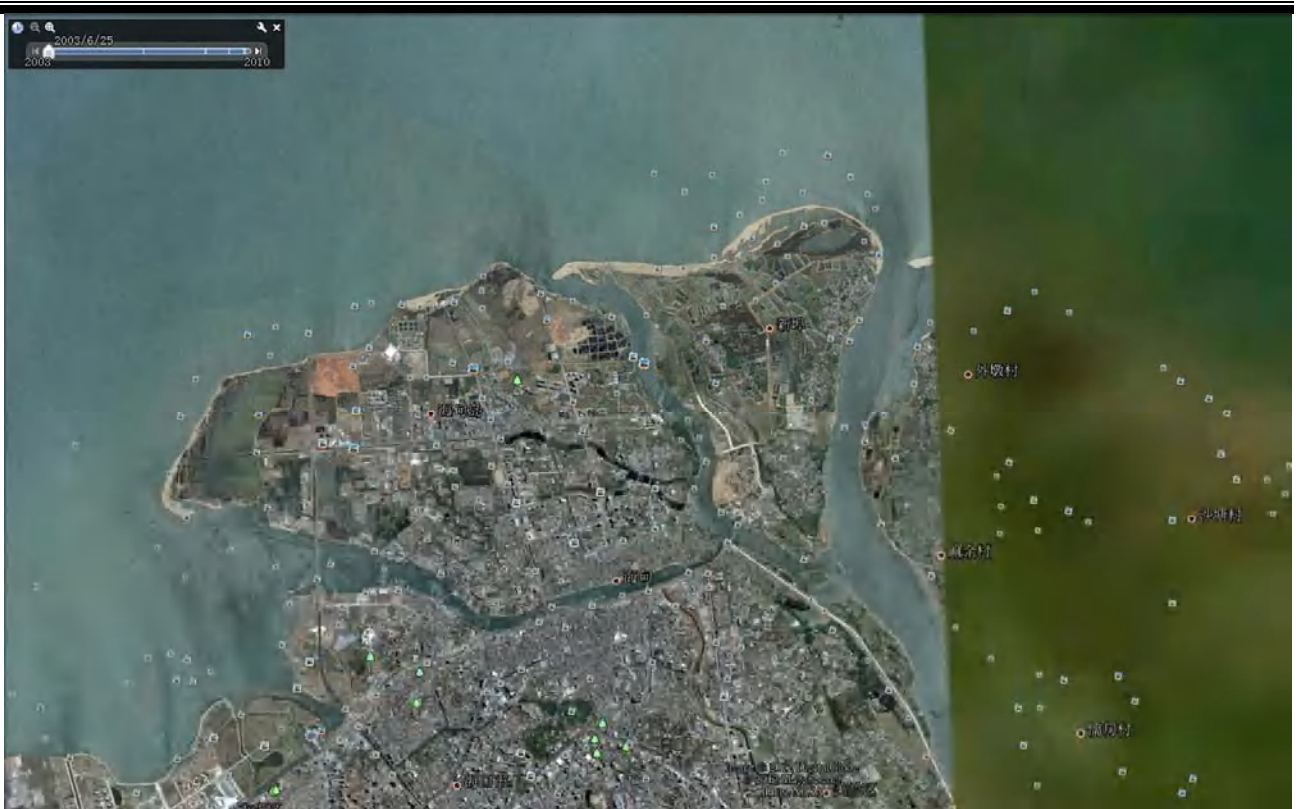


图 6.2-14 2003 年 6 月南渡江三角洲岸滩地貌

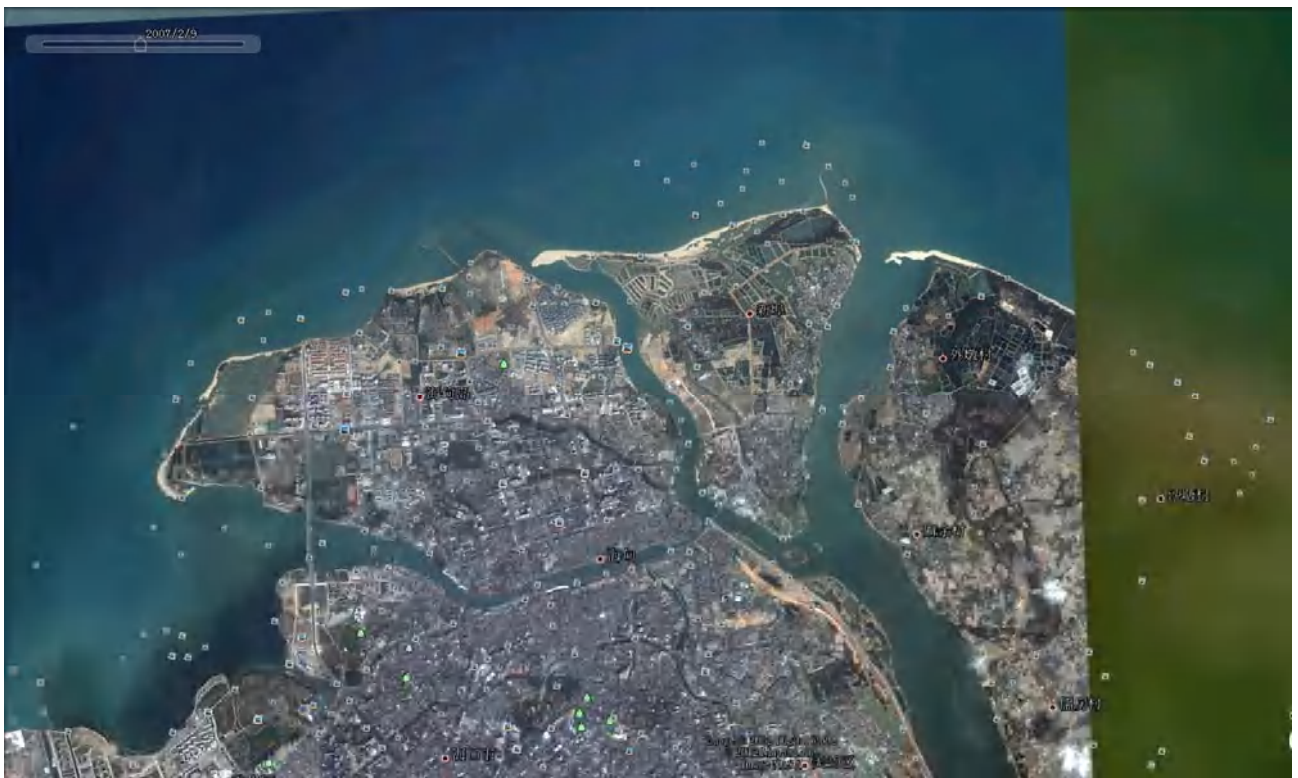


图 6.2-15 2007 年 2 月南渡江三角洲岸滩地貌

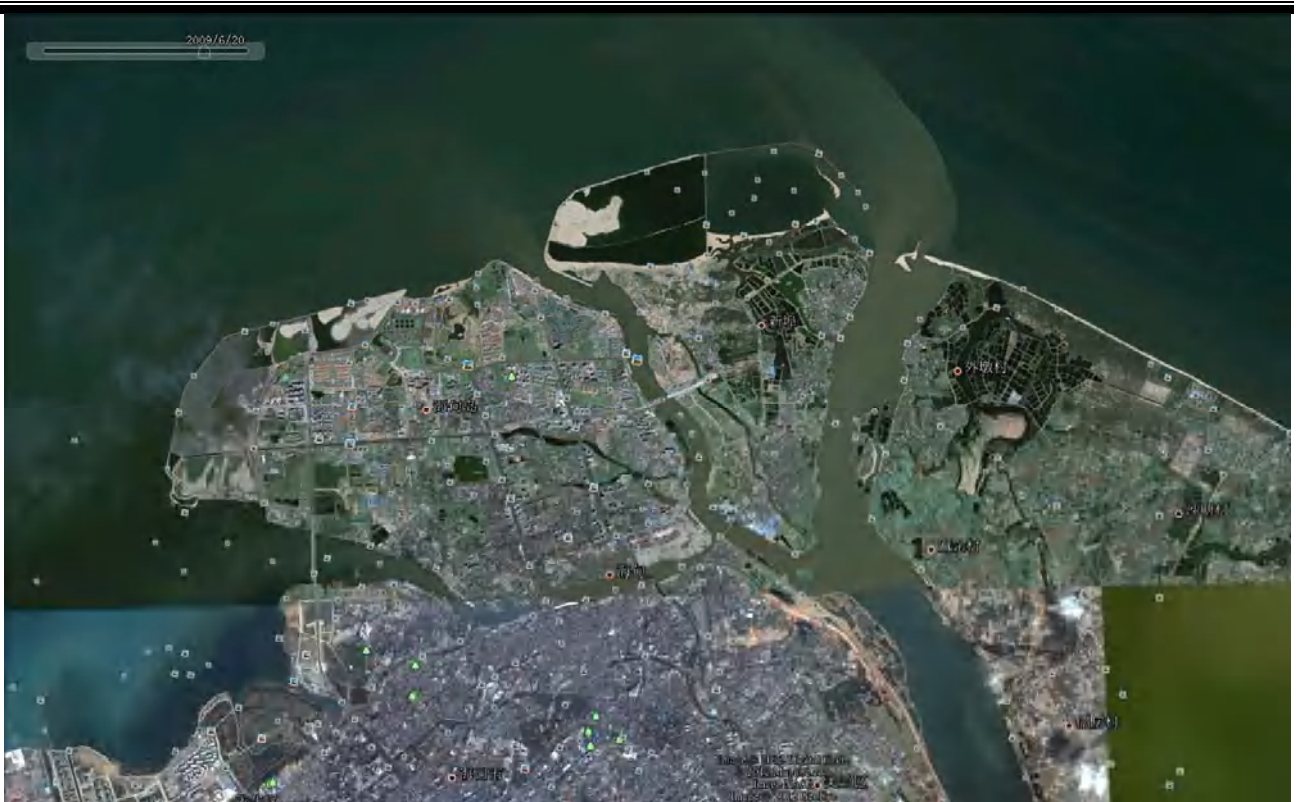


图 6.2-16 2009 年 6 月南渡江三角洲岸滩地貌

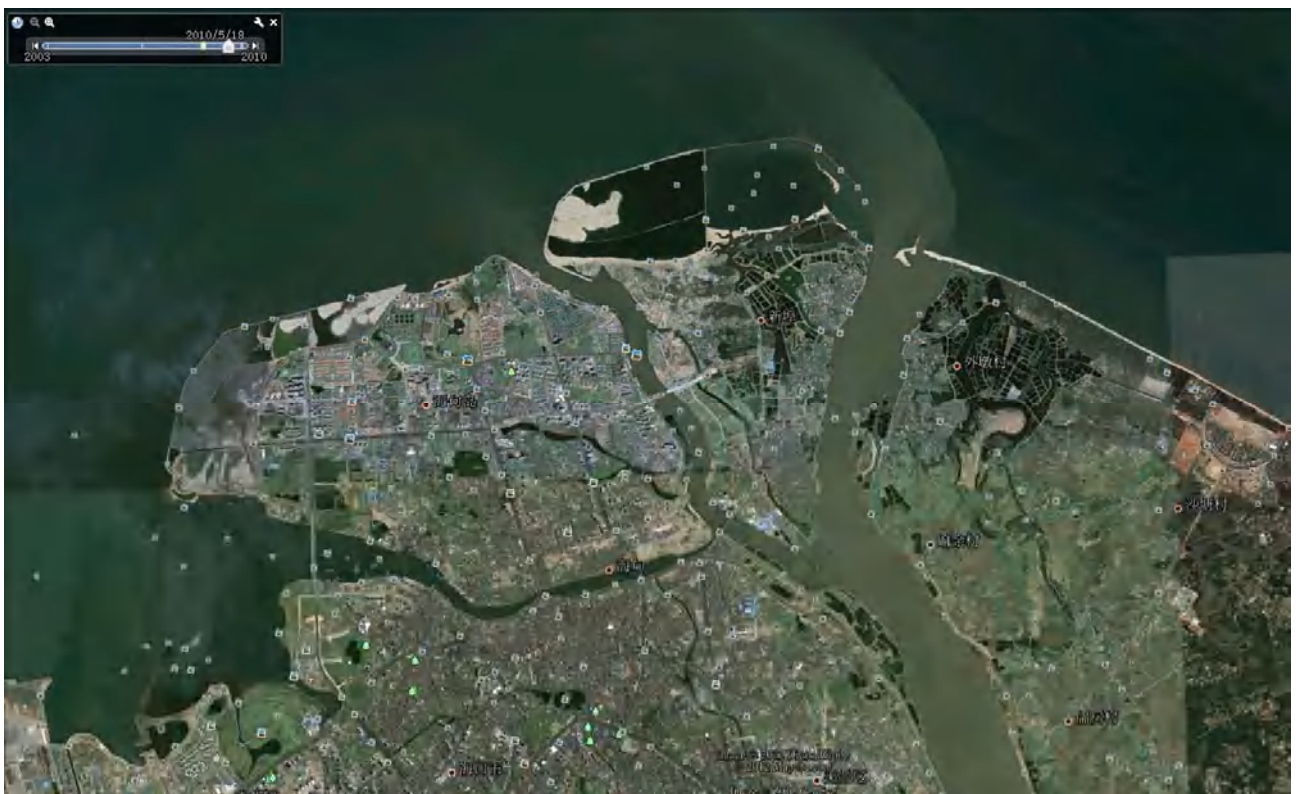


图 6.2-17 2010 年 5 月南渡江三角洲岸滩地貌

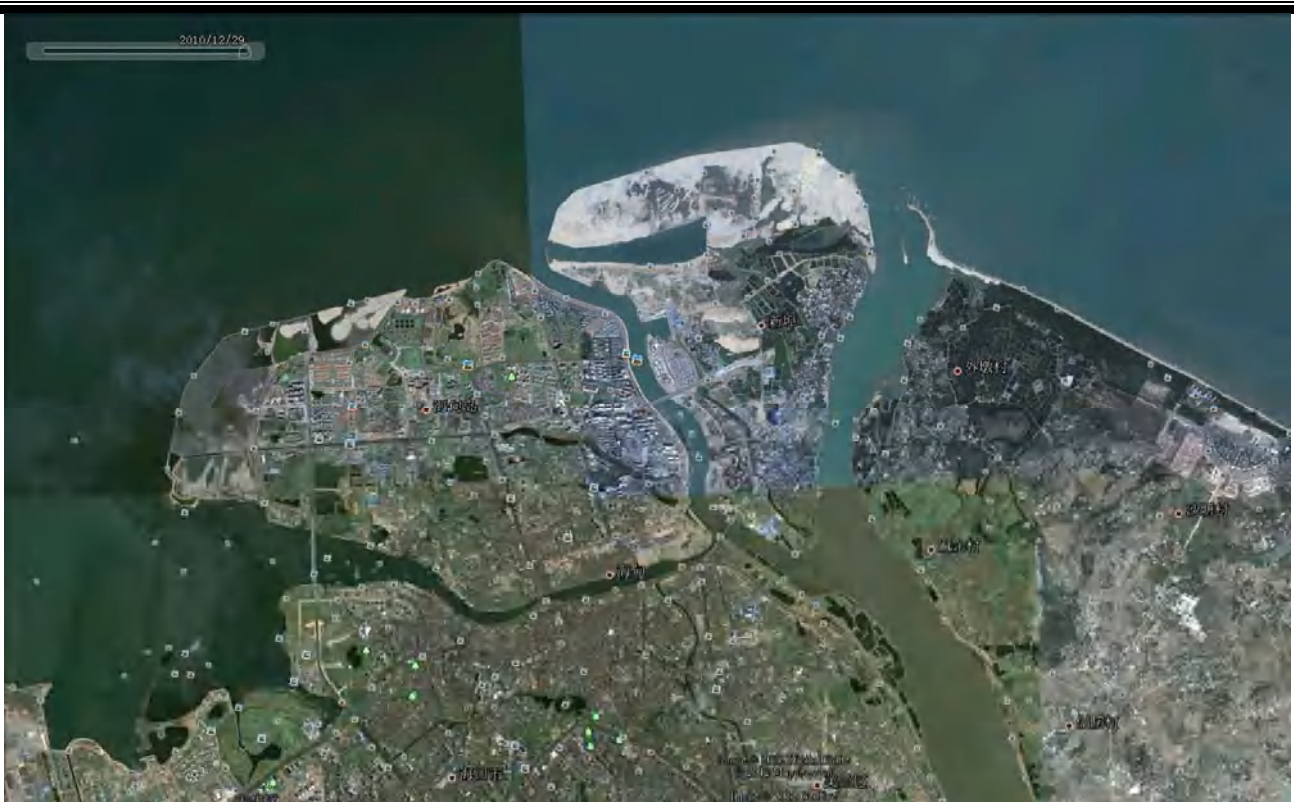
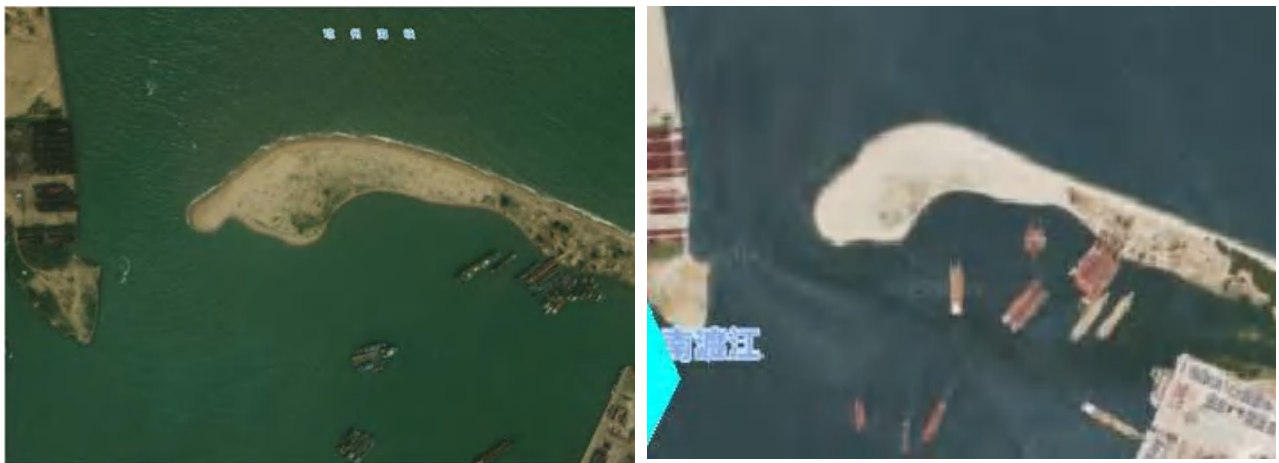


图 6.2-18 2010 年 12 月南渡江三角洲岸滩地貌



(a) 2019 年

(b) 2021 年

图 6.2-19 南渡江沙坝形状

2019 年和 2021 年的南渡江口门处沙坝的卫星地图，从图中可以发现，两年间沙坝发生了较大变化。2021 年 4 月本码头项目开展了海口市海上综合执法码头附近水域地形测量，形成了《海口市海上综合执法码头 1: 2000 地形图》成果资料。另外 2019 年沙上港项目也开展了附近水域地形测量，形成了《南渡江沙上港入海口 1: 2000 地形图》成果资料。结合这两份数据，可以分析两年期间南渡江口门处沙坝的演变情况，见 6.2-20 所示。从该图中可以发现，两年间沙坝逐渐在往南偏移。由于岸线北面为琼州海峡，显著的潮流侵蚀了岸线；而南

侧岸线受口门遮蔽影响，水动力交换弱，岸线几乎没有变化。同时沙坝的沙嘴不断往南生长了 142 米，面积由 66490 平方米变为 49443 平方米，可见沙坝面积在变小。

结合近几年以来的南渡江河口沙嘴的变化情况分析，目前受如意岛的阻挡，NNE 向和 NE 向浪的作用减弱，在人工岛波影区后侧形成泥沙堆积区，目前南渡江河口区转化为主要受 NNW 和 N 向浪的作用为主。

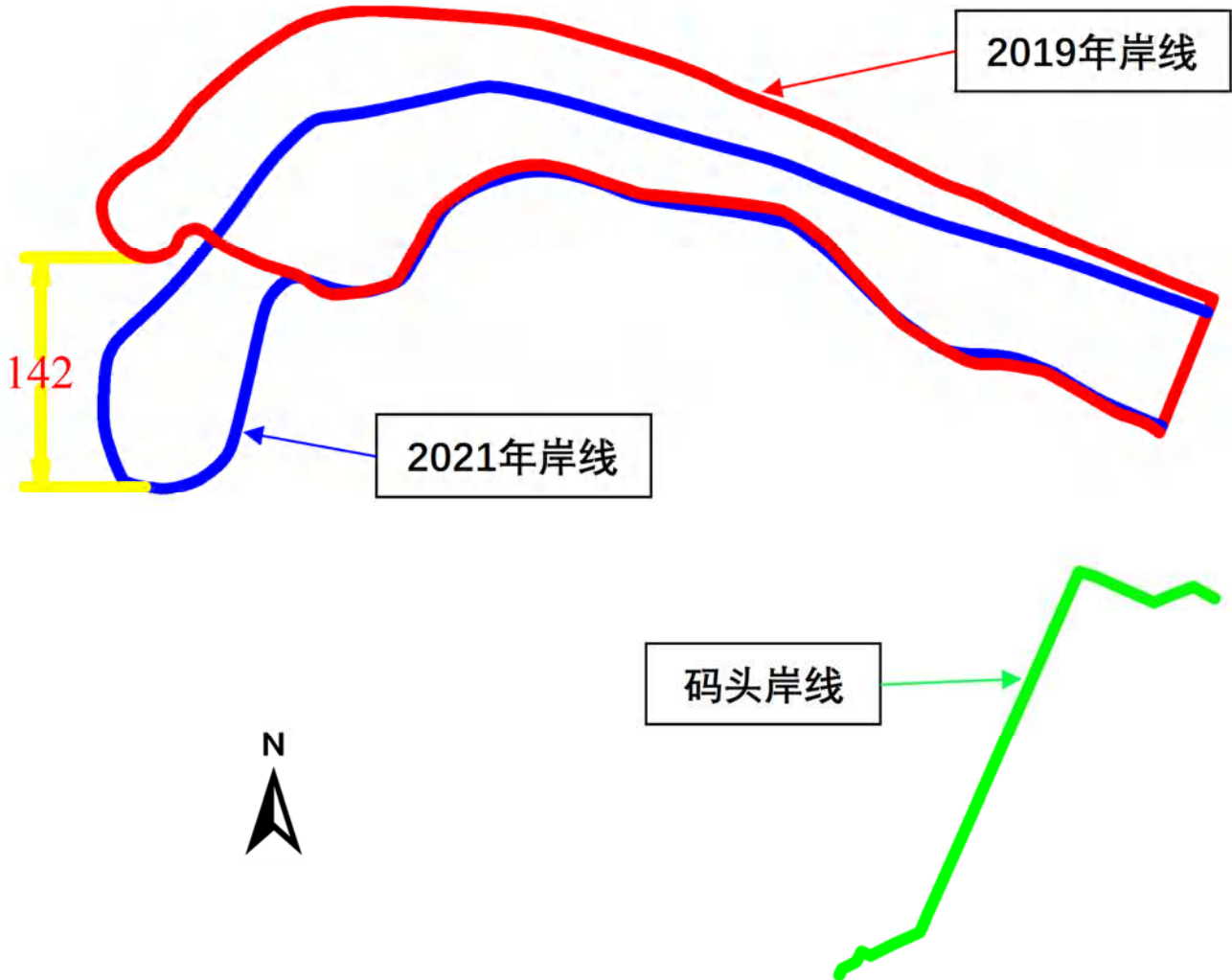


图 6.2-20 南渡江沙坝形状比较

6.3 水质现状调查与评价

6.3.1 2020 年春季水质调查

6.3.1.1 站位布设

海南安纳检测技术有限公司于 2020 年 3 月 20-22 日，在工程海域进行水质、沉积物环境质量现状调查，其中水质调查站位 32 个，沉积物调查站位 19 个。采样点位置详见表 6.3-1 及图 6.3-1 所示。

表 6.3-1 2020 年 3 月水质、沉积物、生态调查站位表

图 6.3-1 2020 年 3 月水质、沉积物、生态调查站位图

6.3.1.2 调查内容、分析方法和评价标准

(1) 调查内容

水质调查项目包括：水深、透明度、水温、盐度、溶解氧(DO)、pH 值、化学需氧量(COD_{Mn})、无机氮（氨、亚硝酸盐、硝酸盐）、活性磷酸盐、石油类、悬浮物(SS)、重金属（砷(As)、总汞(Hg)、铜(Cu)、铅(Pb)、锌(Zn)、镉(Cd)）和硫化物等。

(2) 分析方法

按《海洋监测规范》(GB 17378-2007) 要求进行。

(3) 评价标准

水质环境质量评价标准采用《海水水质标准》(GB 3097-1997) 分级评价标准。

6.3.1.3 评价结果

工程区域水质监测统计结果见表 6.3-2 所示，各评价因子标准指数见表 6.3-3 所示。

表 6.3-2 海水水质调查结果（2020 年 3 月）

站号	水深 (m)	采样层次	采样水深 (m)	水温 (°C)	透明度 (m)	盐度	pH	溶解氧 (mg/L)	化学需氧量 (mg/L)	硝酸盐 (mg/L)	亚硝酸盐 (mg/L)	氨氮 (mg/L)
H01	4.3	表	0.5	22.3	0.5	32.471	8.17	6.46	0.50	0.056	0.0185	0.0121
H02	20.7	表	0.5	22.4	1.8	32.489	8.12	6.82	0.38	0.027	0.0242	0.0109
		底	18.7	22.1		32.477	8.12	6.77	0.38	0.038	0.0254	0.0137
H03	97.3	表	22.4	22.4	2.9	32.359	8.14	6.46	0.25	0.016	0.0312	0.0129
		10m	22.2	22.2		32.389	8.15	6.72	0.19	0.010	0.0324	0.0106
		50m	21.3	21.3		32.553	8.14	6.70	0.27	0.032	0.0320	0.0112
		底	20.6	20.6		32.529	8.14	6.59	0.89	0.016	0.0317	0.0114
H04	67.1	表	0.5	22.5	3.0	32.441	8.12	7.16	0.27	0.017	0.0287	0.0133
		10m	10.0	22.2		32.467	8.13	6.76	0.28	0.036	0.0297	0.0122
		50m	50.0	21.1		32.511	8.15	6.46	0.27	0.022	0.0303	0.0148
		底	65.1	21.0		32.505	8.14	6.46	0.58	0.019	0.0289	0.0190
H05	2.4	表	0.5	20.5	0.3	31.671	8.10	6.93	1.78	0.079	0.0178	0.0177
H06	3.0	表	0.5	20.2	0.4	31.270	8.07	6.09	1.06	0.060	0.0234	0.0154
H07	2.5	表	0.5	20.1	0.3	25.778	8.03	4.92	0.94	0.142	0.0861	0.0136
H08	1.1	表	0.5	23.2	0.2	25.894	8.09	6.25	1.23	0.140	0.0211	0.0155
H09	1.7	表	0.5	22.7	0.2	26.561	8.06	6.16	1.10	0.063	0.0203	0.0178
H10	4.2	表	0.5	21.1	0.4	31.324	8.10	5.82	2.02	0.044	0.0197	0.0159
H11	5.8	表	0.5	20.2	0.4	31.629	8.10	6.35	1.30	0.078	0.0162	0.0167
H12	7.9	表	0.5	22.8	0.6	31.965	8.14	6.96	0.42	0.020	0.0216	0.0127
H13	25.4	表	0.5	23.0	1.0	32.533	8.13	6.70	0.15	0.033	0.0311	0.0122
		10m	10.0	22.8		32.578	8.13	6.84	0.08	0.064	0.0299	0.0103
		底	23.4	22.3		32.544	8.14	6.79	0.61	0.054	0.0304	0.0106
H14	38.5	表	0.5	22.5	3.2	32.393	8.13	6.87	0.15	0.020	0.0289	0.0112
		10m	10.0	22.3		32.470	8.13	6.50	0.42	0.032	0.0304	0.0127
		底	36.5	21.8		32.426	8.14	6.54	0.11	0.034	0.0289	0.0127
H15	2.5	表	0.5	23.6	0.1	29.316	8.16	7.07	0.87	0.088	0.0123	0.0121

续表 6.3-2 海水水质调查结果（2020 年 3 月）

站号	水深 (m)	采样层次	采样水深 (m)	活性磷酸盐 (mg/L)	石油类 (mg/L)	悬浮物 (mg/L)	叶绿素 a (µg/L)	铜 (µg/L)	汞 (µg/L)	铅 (µg/L)	锌 (µg/L)	砷 (µg/L)	镉 (µg/L)	硫化物 (µg/L)
H01	4.3	表	0.5	0.0045	0.012	29.2	2.68	0.5	0.010	0.16	16.86	0.87	0.12	5.80
H02	20.7	表	0.5	0.0064	0.006	29.1	--	0.4	0.017	0.09	17.04	0.52	0.10	3.38
		底	18.7	0.0059	--	32.2	--	0.6	0.014	0.10	20.19	0.85	0.10	8.62
H03	97.3	表	22.4	0.0067	未检出	30.6	-	0.2	0.009	0.18	13.00	0.84	0.09	8.21
		10m	22.2	0.0059	--	24.5	-	0.8	0.011	0.10	12.65	0.73	0.05	7.21
		50m	21.3	0.0062	--	25.0	--	0.8	0.028	0.07	12.30	0.74	0.07	7.41
		底	20.6	0.0081	--	26.4	--	0.4	0.009	0.07	16.68	0.69	0.05	3.38
H04	67.1	表	0.5	0.0087	未检出	27.7	0.24	0.6	0.008	0.12	16.68	0.92	0.03	6.60
		10m	10.0	0.0070	--	26.4	0.56	1.0	0.008	0.22	17.04	0.84	0.05	7.41
		50m	50.0	0.0095	--	27.8	0.68	0.8	未检出	0.07	16.68	0.85	0.07	6.80
		底	65.1	0.0067	--	30.7	0.56	0.3	未检出	0.07	17.04	0.94	0.06	6.40
H05	2.4	表	0.5	0.0070	未检出	24.3	3.13	1.2	0.027	0.10	17.21	1.01	0.08	7.21
H06	3.0	表	0.5	0.0112	0.004	25.9	3.13	0.8	0.026	0.10	9.32	0.81	0.16	6.80
H07	2.5	表	0.5	0.0377	0.011	32.6	9.92	0.6	0.009	0.14	9.49	0.76	0.08	5.80
H08	1.1	表	0.5	0.0134	0.004	37.0	2.02	1.3	0.029	0.10	9.32	0.67	0.10	6.60
H09	1.7	表	0.5	0.0154	0.017	33.1	1.34	1.5	0.031	0.05	9.67	0.48	0.08	3.99
H10	4.2	表	0.5	0.0106	0.007	33.3	1.70	1.6	0.007	0.05	12.30	0.54	0.07	7.81
H11	5.8	表	0.5	0.0087	0.007	29.1	3.58	1.0	0.043	0.16	9.49	0.98	0.07	8.62
H12	7.9	表	0.5	0.0064	0.021	31.4	--	0.6	0.037	0.05	13.35	1.00	0.05	9.22
H13	25.4	表	0.5	0.0062	0.006	43.2	1.12	0.9	0.011	0.10	13.53	1.00	0.05	9.82
		10m	10.0	0.0140	--	30.3	1.24	0.9	0.026	0.07	9.32	1.14	0.08	5.80
		底	23.4	0.0176	--	31.1	1.34	0.7	0.037	0.07	6.51	1.15	0.08	6.60
H14	38.5	表	0.5	0.0067	未检出	21.7	--	0.6	0.029	0.12	10.54	0.96	0.05	6.80
		10m	10.0	0.0053	--	25.3	--	0.3	0.025	0.16	11.07	1.18	0.04	6.40
		底	36.5	0.0048	--	21.6	--	0.4	0.027	0.09	12.12	1.00	0.08	7.01
H15	2.5	表	0.5	0.0062	0.024	50.1	--	1.0	0.029	0.07	11.77	0.82	0.12	7.41

续表 6.3-2 海水水质调查结果 (2020 年 3 月)

站号	水深 (m)	采样层次	采样水深 (m)	水温 (°C)	透明度 (m)	盐度	pH	溶解氧 (mg/L)	化学需氧量 (mg/L)	硝酸盐 (mg/L)	亚硝酸盐 (mg/L)	氨氮 (mg/L)
H16	2.6	表	0.5	23.5	0.2	11.515	8.22	7.98	0.77	0.071	0.0128	0.0152
H17	2.8	表	0.5	23.5	0.2	16.199	8.33	8.64	1.78	0.176	0.0135	0.0266
H18	1.3	表	0.5	23.5	0.1	19.992	8.26	8.63	1.78	0.133	0.0131	0.0158
H19	1.0	表	0.5	23.6	0.2	21.939	8.16	8.29	2.24	0.109	0.0143	0.0148
H20	1.9	表	0.5	23.5	0.2	22.347	8.16	7.34	2.47	0.084	0.0155	0.0251
H21	4.7	表	0.5	23.4	0.3	32.310	8.06	6.59	3.08	0.063	0.0167	0.0349
H22	14.6	表	0.5	22.8	0.8	32.852	8.14	6.94	0.19	0.034	0.0155	0.0125
		底	12.6	22.6		32.835	8.15	7.12	0.42	0.033	0.0159	0.0114
H23	25.7	表	0.5	22.4	4.5	32.650	8.12	7.03	0.35	0.037	0.0226	0.0130
		10m	10.0	22.3		32.739	8.14	7.11	0.12	0.039	0.0218	0.0133
		底	23.7	21.9		32.677	8.13	6.94	0.42	0.018	0.0250	0.0209
H24	60.8	表	0.5	22.5	4.7	32.532	8.15	6.93	0.04	0.034	0.0256	0.0128
		10m	10.0	22.3		32.434	8.14	6.97	0.22	0.044	0.0271	0.0138
		50m	50.0	21.2		32.582	8.16	7.02	0.14	0.030	0.0270	0.0153
		底	58.8	21.1		32.536	8.16	6.68	0.12	0.032	0.0273	0.0178
H25	5.4	表	0.5	23.4	1.1	32.596	8.15	7.11	0.84	0.057	0.0114	0.0104
H26	6.6	表	0.5	23.3	1.3	32.820	8.15	7.24	0.40	0.039	0.0133	0.0117
H27	8.5	表	0.5	23.2	1.2	32.786	8.16	7.24	0.46	0.062	0.0132	0.0103
H28	6.5	表	0.5	23.2	2.1	32.863	8.16	7.32	0.32	0.034	0.0115	0.0110
H29	2.0	表	0.5	25.2	0.4	32.924	8.16	7.90	0.77	0.037	0.0104	0.0108
H30	3.3	表	0.5	24.7	0.4	32.924	8.17	7.47	1.03	0.070	0.0112	0.0118
H31	6.9	表	0.5	23.1	1.5	33.024	8.19	7.32	0.52	0.036	0.0055	0.0130
H32	12.3	表	0.5	23.1	2.4	33.025	8.18	7.53	0.12	0.050	0.0100	0.0157
		底	10.3	22.8		33.057	8.18	7.36	0.31	0.057	0.0087	0.0115

续表 6.3-2 海水水质调查结果（2020 年 3 月）

站号	水深 (m)	采样层次	采样水深 (m)	活性磷酸盐 (mg/L)	石油类 (mg/L)	悬浮物 (mg/L)	叶绿素 a (µg/L)	铜 (µg/L)	汞 (µg/L)	铅 (µg/L)	锌 (µg/L)	砷 (µg/L)	镉 (µg/L)	硫化物 (µg/L)
H16	2.6	表	0.5	0.0056	0.009	23.0	--	1.1	0.041	0.09	11.07	0.77	0.13	8.01
H17	2.8	表	0.5	0.0039	0.020	42.9	--	1.5	0.016	0.10	10.72	0.68	0.12	7.41
H18	1.3	表	0.5	0.0042	0.022	46.8	--	1.3	0.011	0.10	10.72	0.52	0.08	5.19
H19	1.0	表	0.5	0.0031	0.017	51.8	6.59	0.7	0.038	0.07	11.77	0.82	0.07	6.60
H20	1.9	表	0.5	0.0056	未检出	56.6	4.24	0.5	0.033	0.05	6.33	1.07	0.06	7.41
H21	4.7	表	0.5	0.0050	未检出	53.8	4.16	0.3	0.022	0.05	5.98	1.21	0.10	8.62
H22	14.6	表	0.5	0.0067	0.015	37.1	--	0.8	0.035	0.05	10.72	1.13	0.10	5.80
		底	12.6	0.0062	--	34.3	--	0.8	0.034	0.07	11.07	0.97	0.07	6.20
H23	25.7	表	0.5	0.0056	未检出	26.2	0.68	0.5	0.017	0.10	14.23	0.79	0.06	9.22
		10m	10.0	0.0062	--	31.8	0.88	0.9	0.037	0.12	13.70	0.96	0.06	9.62
		底	23.7	0.0067	--	31.9	1.10	0.5	0.047	0.09	13.70	1.18	0.06	8.62
H24	60.8	表	0.5	0.0071	未检出	27.3	0.61	0.4	0.021	0.03	11.51	0.99	0.05	8.41
		10m	10.0	0.0057	--	25.9	0.73	0.6	0.008	0.10	12.12	1.30	0.04	7.71
		50m	50.0	0.0081	--	23.1	0.90	0.6	0.011	0.06	12.91	1.09	0.07	4.69
		底	58.8	0.0084	--	23.8	0.85	0.4	0.013	0.15	8.18	1.05	0.06	6.30
H25	5.4	表	0.5	0.0038	0.009	35.5	--	0.9	0.013	0.10	19.75	1.24	0.09	3.79
H26	6.6	表	0.5	0.0030	0.004	35.2	2.36	1.2	0.024	0.06	19.67	1.11	0.07	5.29
H27	8.5	表	0.5	0.0048	0.012	38.2	--	0.8	0.031	0.14	14.05	1.08	0.13	1.97
H28	6.5	表	0.5	0.0081	0.006	34.1	2.19	1.2	0.047	0.10	12.04	1.01	0.09	5.90
H29	2.0	表	0.5	0.0073	0.006	35.7	--	0.6	0.021	0.10	14.23	0.64	0.10	4.79
H30	3.3	表	0.5	0.0080	0.009	38.2	3.28	0.4	0.047	0.08	14.75	1.06	0.06	7.41
H31	6.9	表	0.5	0.0045	0.004	29.2	--	0.3	0.036	0.07	14.40	1.09	0.10	5.19
H32	12.3	表	0.5	0.0053	0.018	27.3	1.78	1.1	0.017	0.07	15.11	0.96	0.07	6.00
		底	10.3	0.0062	--	38.9	2.58	0.6	0.039	0.12	14.93	1.08	0.05	6.80

表 6.3-3 水质标准指数（一类）

站号	层次	pH	DO	COD	DIN	PO4-P	石油类	Cu	Hg	Pb	Zn	As	Cd	硫化物
H01	表	0.78	0.93	0.25	0.43	0.30	0.24	0.10	0.20	0.16	0.84	0.04	0.12	0.29
H02	表	0.75	0.88	0.19	0.31	0.43	0.12	0.08	0.34	0.09	0.85	0.03	0.10	0.17
	底	0.75	0.89	0.19	0.39	0.39	--	0.12	0.28	0.10	1.01	0.04	0.10	0.43
H03	表	0.76	0.93	0.13	0.30	0.45	0.04	0.04	0.18	0.18	0.65	0.04	0.09	0.41
	10m	0.77	0.89	0.10	0.27	0.39	--	0.16	0.22	0.10	0.63	0.04	0.05	0.36
	50m	0.76	0.90	0.14	0.38	0.41	--	0.16	0.56	0.07	0.62	0.04	0.07	0.37
	底	0.76	0.91	0.45	0.30	0.54	--	0.08	0.18	0.07	0.83	0.03	0.05	0.17
H04	表	0.75	0.84	0.14	0.30	0.58	0.04	0.12	0.16	0.12	0.83	0.05	0.03	0.33
	10m	0.75	0.89	0.14	0.39	0.47	--	0.20	0.16	0.22	0.85	0.04	0.05	0.37
	50m	0.77	0.93	0.14	0.34	0.63	--	0.16	0.08	0.07	0.83	0.04	0.07	0.34
	底	0.76	0.93	0.29	0.33	0.45	--	0.06	0.08	0.07	0.85	0.05	0.06	0.32
H05	表	0.73	0.87	0.89	0.57	0.47	0.04	0.24	0.54	0.10	0.86	0.05	0.08	0.36
H06	表	0.71	0.99	0.53	0.49	0.75	0.08	0.16	0.52	0.10	0.47	0.04	0.16	0.34
H07	表	0.69	1.22	0.47	1.21	2.51	0.22	0.12	0.18	0.14	0.47	0.04	0.08	0.29
H08	表	0.73	0.96	0.62	0.88	0.89	0.08	0.26	0.58	0.10	0.47	0.03	0.10	0.33
H09	表	0.71	0.97	0.55	0.51	1.03	0.34	0.30	0.62	0.05	0.48	0.02	0.08	0.20
H10	表	0.73	1.03	1.01	0.40	0.71	0.14	0.32	0.14	0.05	0.62	0.03	0.07	0.39
H11	表	0.73	0.94	0.65	0.55	0.58	0.14	0.20	0.86	0.16	0.47	0.05	0.07	0.43
H12	表	0.76	0.86	0.21	0.27	0.43	0.42	0.12	0.74	0.05	0.67	0.05	0.05	0.46
H13	表	0.75	0.90	0.08	0.38	0.41	0.12	0.18	0.22	0.10	0.68	0.05	0.05	0.49
	10m	0.75	0.88	0.04	0.52	0.93	--	0.18	0.52	0.07	0.47	0.06	0.08	0.29
	底	0.76	0.88	0.31	0.48	1.17	--	0.14	0.74	0.07	0.33	0.06	0.08	0.33
H14	表	0.75	0.87	0.08	0.30	0.45	0.04	0.12	0.58	0.12	0.53	0.05	0.05	0.34
	10m	0.75	0.92	0.21	0.38	0.35	--	0.06	0.50	0.16	0.55	0.06	0.04	0.32
	底	0.76	0.92	0.06	0.38	0.32	--	0.08	0.54	0.09	0.61	0.05	0.08	0.35
H15	表	0.77	0.85	0.44	0.56	0.41	0.48	0.20	0.58	0.07	0.59	0.04	0.12	0.37
H16	表	0.81	0.75	0.39	0.50	0.37	0.18	0.22	0.82	0.09	0.55	0.04	0.13	0.40

注：样品检出率大于 1/2 时，未检出按检出限的 1/2 量值参与统计；样品检出率小于 1/2 时，未检出按检出限的 1/4 量值参与统计。

续表 6.3-3 水质标准指数（一类）

站号	层次	pH	DO	COD	DIN	PO4-P	石油类	Cu	Hg	Pb	Zn	As	Cd	硫化物
H17	表	0.89	0.42	0.89	1.08	0.26	0.40	0.30	0.32	0.10	0.54	0.03	0.12	0.37
H18	表	0.84	0.56	0.89	0.81	0.28	0.44	0.26	0.22	0.10	0.54	0.03	0.08	0.26
H19	表	0.77	0.45	1.12	0.69	0.21	0.34	0.14	0.76	0.07	0.59	0.04	0.07	0.33
H20	表	0.77	0.82	1.24	0.62	0.37	0.04	0.10	0.66	0.05	0.32	0.05	0.06	0.37
H21	表	0.71	0.91	1.54	0.57	0.33	0.04	0.06	0.44	0.05	0.30	0.06	0.10	0.43
H22	表	0.76	0.86	0.10	0.31	0.45	0.30	0.16	0.70	0.05	0.54	0.06	0.10	0.29
	底	0.77	0.84	0.21	0.30	0.41	--	0.16	0.68	0.07	0.55	0.05	0.07	0.31
H23	表	0.75	0.85	0.18	0.36	0.37	0.04	0.10	0.34	0.10	0.71	0.04	0.06	0.46
	10m	0.76	0.84	0.06	0.37	0.41	0.00	0.18	0.74	0.12	0.69	0.05	0.06	0.48
	底	0.75	0.86	0.21	0.32	0.45	0.00	0.10	0.94	0.09	0.69	0.06	0.06	0.43
H24	表	0.77	0.87	0.02	0.36	0.47	0.04	0.08	0.42	0.03	0.58	0.05	0.05	0.42
	10m	0.76	0.86	0.11	0.42	0.38	--	0.12	0.16	0.10	0.61	0.07	0.04	0.39
	50m	0.77	0.85	0.07	0.36	0.54	--	0.12	0.22	0.06	0.65	0.05	0.07	0.23
	底	0.77	0.90	0.06	0.39	0.56	--	0.08	0.26	0.15	0.41	0.05	0.06	0.32
H25	表	0.77	0.84	0.42	0.39	0.25	0.18	0.18	0.26	0.10	0.99	0.06	0.09	0.19
H26	表	0.77	0.11	0.20	0.32	0.20	0.08	0.24	0.48	0.06	0.98	0.06	0.07	0.26
H27	表	0.77	0.10	0.23	0.43	0.32	0.24	0.16	0.62	0.14	0.70	0.05	0.13	0.10
H28	表	0.77	0.17	0.16	0.28	0.54	0.12	0.24	0.94	0.10	0.60	0.05	0.09	0.30
H29	表	0.77	1.16	0.39	0.29	0.49	0.12	0.12	0.42	0.10	0.71	0.03	0.10	0.24
H30	表	0.78	0.57	0.52	0.47	0.53	0.18	0.08	0.94	0.08	0.74	0.05	0.06	0.37
H31	表	0.79	0.17	0.26	0.27	0.30	0.08	0.06	0.72	0.07	0.72	0.05	0.10	0.26
H32	表	0.79	0.36	0.06	0.38	0.35	0.36	0.22	0.34	0.07	0.76	0.05	0.07	0.30
	底	0.79	0.17	0.16	0.39	0.41	--	0.12	0.78	0.12	0.75	0.05	0.05	0.34
最小值		0.69	0.10	0.02	0.27	0.20	0.04	0.04	0.08	0.03	0.30	0.02	0.03	0.10
最大值		0.89	1.22	1.54	1.21	2.51	0.48	0.32	0.94	0.22	1.01	0.07	0.16	0.49
超标率%		0.00%	6.00%	8.00%	4.00%	6.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.00%	0.00%	0.00%	0.00%

注：样品检出率大于 1/2 时，未检出按检出限的 1/2 量值参与统计；样品检出率小于 1/2 时，未检出按检出限的 1/4 量值参与统计。

续表 6.3-3 水质标准指数（续表）

站号	层次	溶解氧			化学需氧量			无机氮		活性磷酸盐			锌	
		一类	二类	三类	一类	二类	三类	一类	二类	一类	二、三类	四类	一类	二类
H02	表层	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		1.01	0.40
H07	表层	1.22	1.02	0.81	--	--	--	1.21	0.81	2.51	1.26	0.84	--	--
H09	表层	--	--	--	--	--	--	--	--	1.03	0.51	--	--	--
H10	表层	1.03	0.86	--	1.01	0.67	--	--	--	--	--	--	--	--
H13	表层	--	--	--	--	--	--	--	--	0.41	--	--	--	--
	10m	--	--	--	--	--	--	--	--	0.93	--	--	--	--
	底层	--	--	--	--	--	--	--	--	1.17	0.59			
H17	表层	--	--	--	--	--	--	1.08	--	--	--	--	--	--
H19	表层	--	--	--	1.12	0.75	--	--	0.72	--	--	--	--	--
H20	表层	--	--	--	1.24	0.82	--	--	--	--	--	--	--	--
H21	表层	--	--	--	1.54	1.03	0.77	--	--	--	--	--	--	--
H29	表层	1.16	0.54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

注：“--”表示不参与统计

春季调查结果表明，项目区域内的 pH、石油类、Cu、Hg、Pb、As、Cd 和硫化物的含量均符合第一类海水水质标准要求，没有超标样品。溶解氧有 6.0% 样品（H07、H10、H29 号站表层）超过第一类海水水质标准，超标倍数分别为 0.22、0.03、0.16，H07 号站符合第三类海水水质标准，H10、H29 号站符合第二类海水水质标准，其余样品符合第一类海水水质标准。生化需氧量有 8.0% 样品（H10、H19、H20、H21 号站表层）超过第一类海水水质标准，超标倍数为 0.01、0.12、0.24、0.54，H10、H19、H20 号站符合第二类海水水质标准，H21 号符合第三类海水水质标准，其余样品均符合第一类海水水质标准。无机氮有 4.00% 样品（H07 号站表层、H17 号站表层）超过第一类海水水质标准，超标倍数分别为 0.21、0.08，符合第二类海水水质标准；活性磷酸盐有 6.0% 样品（H07 号站表层、H09 号站表底层、H13 号站底层）超过第一类海水水质标准，超标倍数分别为 1.51、0.03、0.17，H09 号、H13 号符合第三类海水水质标准，H07 号符合第四类海水水质标准，其余样品均符合第一类海水水质标准；重金属锌有 2.0% 样品（H02 号站表层）超过第一类海水水质标准，超标倍数为 0.01，符合第二类海水水质标准，其余样品均符合第一类海水水质标准。

6.3.2 2021 年秋季水质调查

为满足海口市海上综合执法码头及配套路网项目环境影响评价和海域使用论证工作的需要，了解南渡江入海口附近海域的海洋环境基本情况，受海口江东新区基础建设有限公司的委托，海南正永生态工程技术有限公司承担了本项目海洋环境现状秋季调查的工作。

6.3.2.1 调查范围及站位布设

本项目于海口港马村港区附近海域开展海洋环境现状调查，调查内容包括海水水质、海洋沉积物、海洋生态（叶绿素 a 及其生产力、浮游植物、浮游动物、底栖动物、鱼卵和仔稚鱼、潮间带生物、生物体质量）和渔业资源等。本次调查共布设海水水质调查站位 20 个，海洋沉积物和生物生态调查站位 12 个，渔业资源调查站位 12 个，潮间带调查 6 个。其中海水水质、海洋沉积物、海洋生态调查时间为 2021 年 9 月 3 日至 9 月 5 日，潮间带生物调查时间为 2021 年 9 月 7 日，渔业资源及生物体质量调查时间为 2021 年 10 月 1 日和 2021 年 10 月 11 日。调查站位见表 6.3-4 和图 6.3-2~6.3-3 所示。

表 6.3-4 调查站位表

图 6.3-2 水质、沉积物、海洋生态和渔业资源调查站位图

图 6.3-3 潮间带调查站位图

6.3.2.2 调查内容

本次项目调查内容主要包括海水水质、海洋沉积物质量、海洋生态和渔业资源。采样和分析方法按照《海洋调查规范》(GB/T 12763-2007)和《海洋监测规范》(GB 17378-2007)的要求进行。具体调查项目详见表 6.3-5 所示。

表 6.3-5 调查项目

调查内容	调查项目	采样及分析方法
海水水质	水温、水深、透明度、盐度、溶解氧、pH、硝酸氮、氨氮、亚硝酸氮、磷酸盐、悬浮物、化学需氧量、石油类、铜、铅、锌、镉、总铬、汞、砷。	按照《海洋调查规范》(GB/T 12763-2007)和《海洋监测规范》(GB 17378-2007)的要求进行。
海洋沉积物	石油类、有机碳、硫化物、铜、铅、锌、镉、铬、总汞、砷。	
海洋生态	叶绿素 a 及初级生产力。	
	浮游植物: 种类、丰度、优势种、多样性指数和均匀度。	
	浮游动物: 种类、丰度和生物量、优势种、多样性指数和均匀度。	
	鱼类浮游生物: 种类及种群结构、生物量及分布、资源密度。	
	底栖生物: 种类、生物量和密度、优势种、丰富度、单纯度、多样性指数和均匀度。	
	潮间带生物: 种类、数量、生物量、栖息密度、多样性指数和均匀度。	
	生物体质量: 铜、铅、镉、锌、铬、总汞、砷、石油烃。	
渔业资源	资源密度、渔获种类、渔获量、渔获率、鱼类资源状况(包括各大类群种类分布)。	

6.3.2.3 调查海域海水水质标准

依据《海南省总体规划(2015~2030年)》(海洋功能区划专篇),本次调查的站位所属海洋功能区详见表 6.3-6 所示。根据《海南省海洋功能区划(2011-2020年)》的海洋环境保护目标管理要求可知,本项目的 6、7、8、9、10、12、14、15、17、18 和 20 号站执行一类海水水质标准;1、2、3、4、11、13 和 16 号站执行二类海水水质标准;19 号站执行不劣于三类海水水质标准,详见图 6.3-4 所示。

表 6.3-6 调查海域海洋功能区划海洋环境保护要求

图 6.3-4 调查海域海洋功能区划

6.3.2.4 海水水质要素监测结果

本次海水水质调查项目包括水温、透明度、盐度、溶解氧 (DO)、pH、硝酸盐氮 (NO_3^- -N)、氨氮 (NH_3 -N)、亚硝酸盐氮 (NO_2^- -N)、活性磷酸盐 (PO_4^{3-} -P)、悬浮物、化学需氧量 (COD)、石油类、铜、铅、锌、镉、铬、总汞、砷共 20 项。布设调查站位 20 个，其中有 6 个站位调查水深在 50m~100m 之间，采集表、10m、50m、底层水样；2 个站位调查水深在 25m~50m 之间，采集表、10m、底层水样；4 个站位调查水深在 10m~25m 之间，采集表、层水样，其余 8 个站位调查水深均小于 10m，只采集表层样品。本次调查共采集 46 个层次海水样品。海水水质各要素监测结果和统计结果列于表 6.3-7。

表 6.3-7 水质要素分析结果统计

序号	站号	层次	水温	水色	透明度	水深	盐度	pH	DO	COD	NO ₃ -N	NO ₂ -N	NH ₃ -N	DIN
			(°C)	(号)	(m)	(m)			(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
1	1	表	31.0	16	0.7	2.3	15.600	8.09	7.33	3.66	0.0756	0.0442	0.0175	0.1372
2	2	表	31.5	16	0.5	3.8	18.824	8.07	8.09	2.60	0.1516	0.0440	0.0084	0.2039
3	3	表	31.0	16	1.1	4.6	21.276	8.05	7.26	1.25	0.3028	0.0428	0.0491	0.3947
4	4	表	29.8	16	0.3	2.2	32.723	8.04	6.18	0.12	0.0366	0.0077	0.0369	0.0812
5	5	表	30.6	10	1.1	4.2	32.702	8.03	6.03	0.50	0.1048	0.0108	0.0307	0.1463
6	6	表	30.4	9	1.0	36.1	32.681	8.02	6.06	1.62	0.1279	0.0060	0.0446	0.1786
7		中					32.823	8.03	6.00	1.18	0.0986	0.0126	0.0354	0.1467
8		底					32.496	8.02	6.07	0.85	0.0971	0.0086	0.0320	0.1377
9	7	表	30.4	8	1.2	72.2	32.951	8.03	6.24	1.49	0.0855	0.0055	0.0321	0.1231
10		10m					33.101	8.02	6.04	1.43	0.0979	0.0054	0.0385	0.1418
11		50m					33.315	8.01	6.04	1.02	0.0946	0.0086	0.0347	0.1380
12		底					33.338	8.02	6.09	0.45	0.0879	0.0077	0.0380	0.1335
13	8	表	30.2	8	3.2	88.3	33.088	8.05	6.24	1.18	0.0688	0.0024	0.0377	0.1090
14		10m					33.111	8.04	6.11	0.59	0.0731	0.0040	0.0353	0.1123
15		50m					33.229	8.04	6.09	0.68	0.0821	0.0064	0.0356	0.1241
16		底					33.212	8.04	6.17	0.47	0.0728	0.0076	0.0352	0.1156
17	9	表	30.5	9	2.5	87.1	33.070	8.04	6.47	1.11	0.0801	0.0018	0.0381	0.1200
18		10m					33.063	8.06	6.24	1.44	0.0651	0.0014	0.0344	0.1009
19		50m					33.222	8.04	6.30	1.05	0.0720	0.0057	0.0431	0.1208
20		底					32.607	8.04	6.43	0.43	0.0695	0.0052	0.0369	0.1116
21	10	表	30.4	9	1.5	87.1	32.841	8.00	6.28	1.57	0.0969	0.0063	0.0337	0.1369
22		10m					32.879	8.04	6.31	0.90	0.0840	0.0063	0.0375	0.1278
23		50m					33.130	8.02	6.06	1.10	0.0797	0.0064	0.0371	0.1232

24		底					33.156	8.00	6.06	0.70	0.0958	0.0064	0.0361	0.1383
25	11	表	30.2	10	0.7	14.2	33.069	8.03	6.10	1.21	0.1001	0.0057	0.0385	0.1444
26		底					33073	803	604	138	01071	00058	00416	01546
27	12	表	29.8	8	1.5	31.7	33.170	8.04	6.42	0.66	0.0762	0.0091	0.0293	0.1146
28		中					33.220	8.03	6.47	0.47	0.0769	0.0092	0.0303	0.1164
29		底					33479	802	620	038	00703	00108	00322	01133
30	13	表	30.0	15	0.6	14.2	32.868	8.02	6.32	0.73	0.0656	0.0101	0.0385	0.1142
31		底					32895	801	626	031	00553	00101	00384	01038
32	14	表	28.6	9	3.2	77.8	33.645	808	6.41	0.71	0.0643	0.0087	0.0300	0.1029
33		10m					33.657	8.04	6.44	0.77	0.0547	0.0080	0.0321	0.0949
34		50m					33.642	8.05	6.34	0.68	0.0486	0.0085	0.0499	0.1070
35		底					33655	805	647	086	00488	00079	00301	00868
36	15	表	29.1	9	1.3	24.2	33.449	8.00	6.29	0.73	0.0681	0.0097	0.0276	0.1054
37		底					33.503	8.04	6.30	0.83	0.0754	0.0112	0.0285	0.1151
38	16	表	302	16	03	84	32933	806	629	098	00472	00102	00397	00971
39	17	表	28.4	8	6.5	55.3	33.811	8.07	6.69	0.78	0.0330	0.0046	0.0311	0.0687
40		10m					33.683	8.06	6.68	0.94	0.0351	0.0045	0.0297	0.0693
41		50m					33843	807	664	071	00292	00044	00314	00651
42		底					32.887	8.06	6.66	0.40	0.0216	0.0055	0.0322	0.0593
43	18	表	30.4	9	2.2	24.6	33.299	8.05	6.46	0.74	0.0618	0.0056	0.0304	0.0978
44		底					33.546	8.04	6.42	0.63	0.0529	0.0080	0.0330	0.0940
45	19	表	304	10	21	92	33246	806	659	097	00672	00036	00321	01029
46	20	表	30.3	12	1.3	5.9	32.934	8.09	7.18	0.71	0.0188	0.0016	0.0407	0.0611
全海区		最小值	28.4	8	0.3	2.2	15.600	8.00	6.00	0.12	0.0188	0.0014	0.0084	0.0593
		最大值	315	16	65	883	33843	809	809	366	03028	00442	00499	03947
		平均值	30.2	11	1.6	32.7	32.216	8.04	6.39	0.96	0.0778	0.0093	0.0345	0.1216
		检出率	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

	(%)												
表层	最小值	--	--	--	--	15.600	8.00	6.03	0.12	0.0188	0.0016	0.0084	0.0611
	最大值	--	--	--	--	33.811	8.09	8.09	3.66	0.3028	0.0442	0.0491	0.3947
	平均值	--	--	--	--	30.909	8.05	6.55	1.17	0.0866	0.0120	0.0333	0.1320
	检出率 (%)	--	--	--	--	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
中层	最小值	--	--	--	--	32823	801	600	047	00292	00014	00297	00651
	最大值	--	--	--	--	33.843	8.07	6.68	1.44	0.0986	0.0126	0.0499	0.1467
	平均值	--	--	--	--	33.280	8.04	6.27	0.93	0.0708	0.0065	0.0361	0.1135
	检出率 (%)	--	--	--	--	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
底层	最小值	--	--	--	--	32.496	8.00	6.04	0.31	0.0216	0.0052	0.0285	0.0593
	最大值	--	--	--	--	33.655	8.06	6.66	1.38	0.1071	0.0112	0.0416	0.1546
	平均值	--	--	--	--	33154	803	626	064	00712	00079	00345	01136
	检出率 (%)	--	--	--	--	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

注：1、“--”表示未监/检测到该层次样品；2、“ND”表示样品未检出或者低于方法检出限。

续表 6.3-7 水质要素分析结果统计

序号	站号	层次	PO ₄ ³⁻ -P	悬浮物	石油类	铜	铅	镉	锌	总铬	汞	砷
			(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(μg/L)	(μg/L)	(μg/L)	(μg/L)	(μg/L)	(μg/L)	(μg/L)
1	1	表	0.0237	1.4	0.078	0.67	0.05	0.21	4.00	1.30	0.025	0.95
2	2	表	0.0242	1.2	0.012	0.95	0.05	0.20	14.00	0.82	0.009	0.88
3	3	表	0.0214	6.8	0.025	0.92	0.05	0.22	6.41	1.06	ND	0.84
4	4	表	0.0066	39.6	0.014	0.75	0.05	0.20	11.76	1.42	ND	0.70
5	5	表	0.0033	8.9	0.026	0.49	0.08	0.25	6.76	1.18	0.012	0.61
6	6	表	0.0060	5.3	0.041	0.61	ND	0.21	11.59	1.18	ND	0.62
7		中	0.0089	8.2	--	0.72	0.14	0.18	9.52	1.18	ND	0.55
8		底	0.0072	102	--	0.55	0.11	0.18	9.86	1.42	ND	0.55
9	7	表	0.0069	6.3	0.019	0.55	0.05	0.25	14.69	2.99	0.007	0.51
10		10m	0.0062	6.4	--	0.32	0.20	0.24	10.90	2.51	ND	0.57
11		50m	0.0076	4.2	--	0.38	0.42	0.45	8.83	2.02	ND	0.50
12		底	0.0082	11.3	--	0.67	0.17	0.18	10.21	1.30	ND	0.54
13	8	表	0.0071	40	0.030	0.44	0.08	0.27	5.72	1.54	ND	0.52
14		10m	0.0064	4.5	--	0.44	0.11	0.15	4.00	1.06	ND	0.53
15		50m	0.0065	9.3	--	0.44	0.11	0.20	5.38	1.06	ND	0.51
16		底	0.0076	6.1	--	0.55	0.14	0.18	ND	1.66	ND	0.52
17	9	表	0.0054	4.5	0.014	0.44	0.05	0.20	13.31	2.02	ND	0.52
18		10m	0.0045	51	--	0.46	0.08	0.17	12.10	1.60	0.008	0.53
19		50m	0.0086	5.5	--	0.38	0.05	0.16	4.69	1.24	0.008	0.53
20		底	0.0080	3.4	--	0.41	0.08	0.11	11.07	1.84	0.008	0.54
21	10	表	0.0055	63	0.018	ND	0.08	0.11	7.79	1.90	ND	0.51
22		10m	0.0061	2.4	--	0.44	0.14	0.14	6.07	1.42	ND	0.52
23		50m	0.0075	114	--	0.55	0.39	0.11	12.62	1.06	ND	0.46
24		底	0.0071	13.6	--	0.44	ND	0.14	7.79	0.94	0.010	0.52

25	11	表	0.0089	12.1	0.039	0.67	0.05	0.15	13.31	0.82	0.017	0.53
26		底	00088	126	--	038	ND	0.11	9.17	2.02	0.013	0.50
27	12	表	0.0080	7.8	0.012	ND	0.05	0.13	10.55	1.60	0.018	0.56
28		中	0.0071	9.3	--	ND	0.08	0.11	7.28	5.58	0.012	0.56
29		底	0.0037	12.7	--	ND	0.08	0.12	3.48	2.08	0.008	0.54
30	13	表	0.0046	25.0	0017	ND	ND	0.13	3.31	1.54	ND	0.50
31		底	0.0074	25.0	--	ND	0.11	0.11	ND	2.02	ND	0.59
32	14	表	0.0040	6.1	0.026	ND	0.05	0.14	12.97	1.42	0.016	0.64
33		10m	0.0046	8.0	--	0.44	0.08	0.17	9.52	1.06	0.011	0.59
34		50m	0.0037	4.5	--	0.32	ND	0.18	6.07	0.94	0.017	0.64
35		底	00031	81	--	038	008	0.15	6.41	0.70	0.014	0.56
36	15	表	0.0047	7.7	0.036	0.21	0.08	0.13	7.79	2.15	0.007	0.55
37		底	0.0057	15.6	--	0.44	0.14	0.15	5.72	0.94	0.010	0.57
38	16	表	00074	227	0043	078	008	0.21	3.66	1.54	0.014	0.67
39	17	表	0.0029	4.8	0.027	0.55	0.05	0.15	3.31	1.30	ND	0.43
40		10m	0.0031	2.5	--	0.38	0.08	0.17	9.17	2.87	0.011	0.56
41		50m	0.0034	5.2	--	0.38	0.08	0.27	2.62	1.18	0.007	0.53
42		底	0.0046	4.9	--	0.38	0.05	0.15	5.38	1.06	0.007	0.50
43	18	表	0.0076	7.9	0.057	0.49	0.05	0.14	ND	1.06	0.011	0.56
44		底	0.0054	13.3	--	0.26	0.05	0.14	5.72	1.54	ND	0.68
45	19	表	0.0057	7.7	0.055	0.32	0.05	0.11	8.48	1.42	0.007	0.57
46	20	表	0.0012	8.5	0.028	0.38	0.05	0.07	10.21	1.18	ND	0.58
全海区		最小值	0.0012	1.2	0.012	ND	ND	0.07	ND	0.70	ND	0.43
		最大值	0.0242	39.6	0.078	0.95	0.42	0.45	14.69	5.58	0.025	0.95
		平均值	0.0071	9.1	0.031	0.42	0.09	0.17	7.68	1.56	0.006	0.57
		检出率 (%)	100.0	100.0	100.0	84.8	89.1	100.0	93.5	100.0	54.3	100.0
表层		最小值	0.0012	1.2	--	ND	ND	0.07	ND	0.82	ND	ND
		最大值	0.0242	39.6	--	0.95	0.08	0.27	14.69	2.99	0.025	0.95

	平均值	0.0082	9.7	--	0.46	0.05	0.17	8.48	1.47	0.007	0.61
	检出率 (%)	100.0	100.0	--	80.0	90.0	100.0	95.0	100.0	55.0	100.0
中层	最小值	0.0031	2.4	--	ND	ND	0.11	2.62	0.94	ND	0.46
	最大值	0.0089	11.4	--	0.72	0.42	0.45	12.62	5.58	0.017	0.64
	平均值	0.0060	6.2	--	0.40	0.14	0.19	7.77	1.77	0.005	0.54
	检出率 (%)	100.0	100.0	--	92.9	92.9	100.0	100.0	100.0	50.0	100.0
底层	最小值	0.0031	3.4	--	ND	ND	0.11	ND	0.70	ND	0.50
	最大值	0.0088	25.0	--	0.67	0.17	0.18	11.07	2.08	0.014	0.68
	平均值	0.0064	11.4	--	0.37	0.08	0.15	6.24	1.46	0.006	0.55
	检出率 (%)	100.0	100.0	--	83.3	83.3	100.0	83.3	100.0	58.3	100.0

注：1、“--”表示未监/检测到该层次样品；2、“ND”表示样品未检出或者低于方法检出限。

(1) 表层水温

调查海域表层海水水温变化范围为 28.4℃~31.5℃，平均值为 30.2℃。调查结果显示，平面分布上，调查区域整体较高，受季节气候影响，调查海域表层水温均较高，如图 6.3-5 所示。

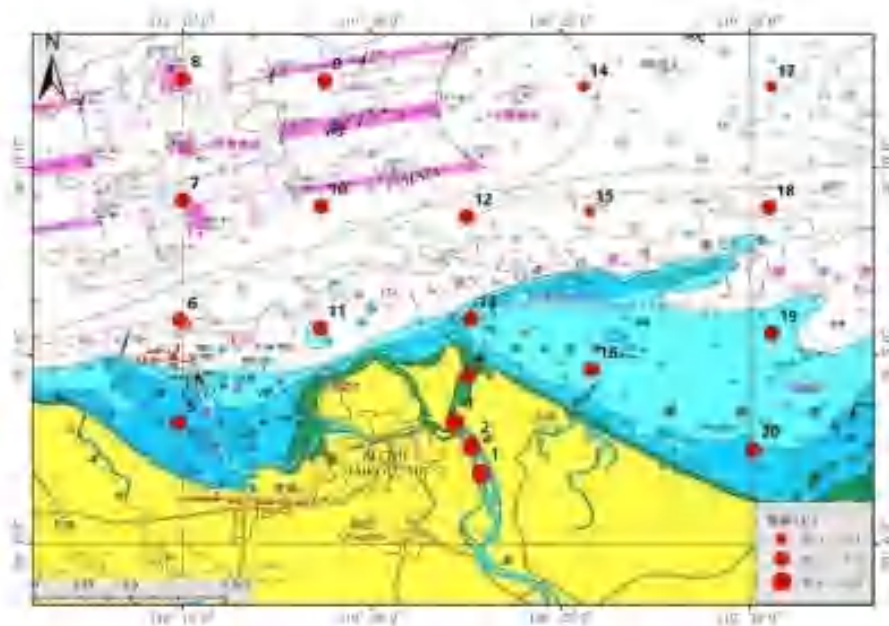


图 6.3-5 表层海水水温分布图

(2) 透明度

调查海域透明度变化范围为 0.3m~6.5m，平均值为 1.6m。调查结果显示，调查海域海水的透明度变化范围较大，外海由于水深基数较大，透明度也随之整体较高。同时，透明度主要受日照、悬浮物、浮游生物等因素的影响较大，如图 6.3-6 所示。

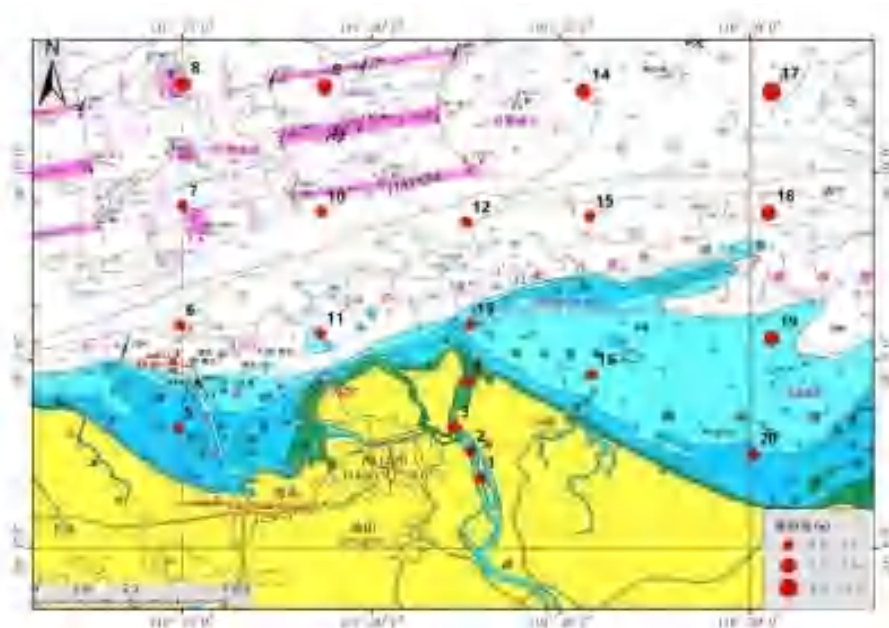


图 6.3-6 海水透明度分布图

(3) 盐度

调查海域海水盐度变化范围为 15.600~33.843，平均值为 32.216；表层海水盐度变化范围为 15.600~33.811，平均值为 30.909；中层（10m、50m）盐度变化范围为 32.823~33.843，平均值为 33.280；底层盐度变化范围为 32.496~33.655，平均值为 33.154。平面分布上，调查海域盐度变化范围较大，由于 1-4 号站位于南渡江入海口，盐度受淡水径流影响较低，外海其余站位盐度差异不大，分布较均匀，如图 6.3-7 所示。

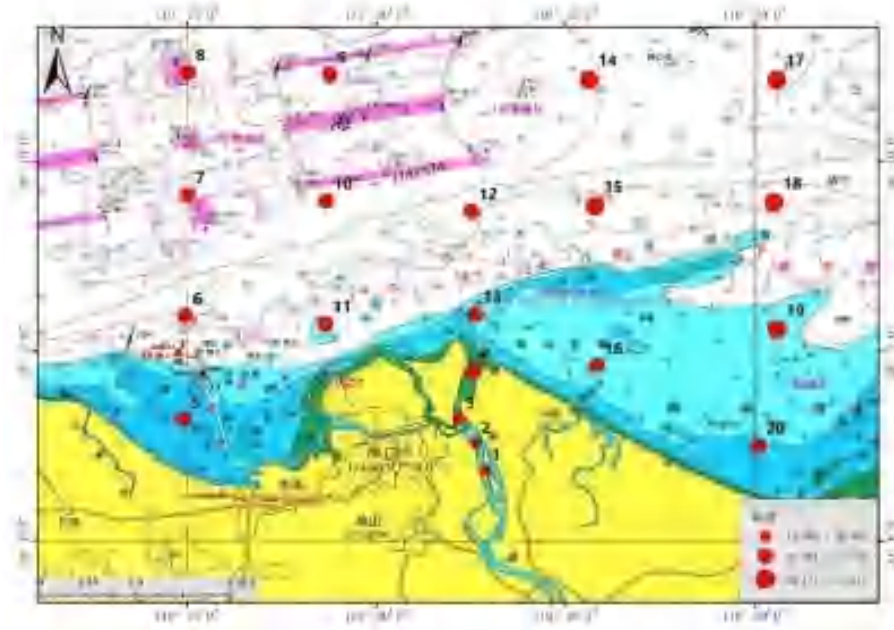


图 6.3-7 表层海水盐度分布图

(4) pH 值

调查海域海水 pH 值变化范围为 8.00~8.09，平均值为 8.04；表层海水 pH 值变化范围为 8.00~8.09，平均值为 8.05；中层（10m、50m）海水 pH 值变化范围为 8.01~8.07，平均值为 8.04；底层海水 pH 值变化范围为 8.00~8.06，平均值为 8.03。垂向分布上，表、中、底层海水 pH 值基本无差异；平面分布上，沿岸海域 pH 值与外海基本上无差异，分布较均匀，如图 6.3-8 所示。

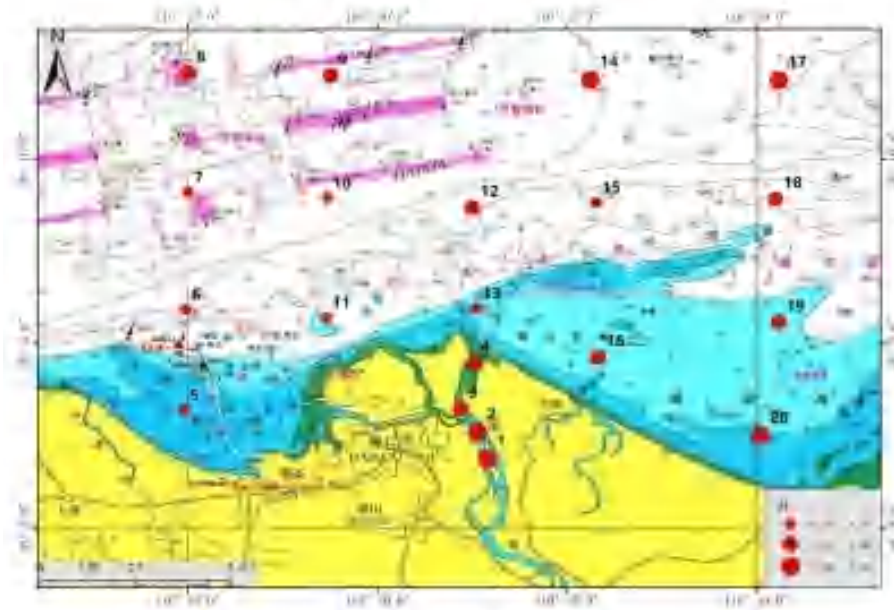


图 6.3-8 表层海水 pH 值分布图

(5) 溶解氧

调查海域海水溶解氧含量变化范围为 6.00mg/L~8.09mg/L，平均值为 6.39mg/L；表层海水溶解氧含量变化范围为 6.03mg/L~8.09mg/L，平均值为 6.55mg/L；中层（10m、50m）海水溶解氧含量变化范围为 6.00mg/L~6.68mg/L，平均值为 6.27mg/L；底层海水溶解氧含量变化范围为 6.04mg/L~6.66mg/L，平均值为 6.26mg/L。垂向分布上，表层海水溶解氧含量整体上略高于中、底层海水溶解氧含量；平面分布上，调查海域溶解氧含量变化范围较大，南渡入江海口区域溶解氧含量整体较高，但各调查站位及层次的溶解氧含量均符合一类海水水质标准（>6mg/L），如图 6.3-9 所示。

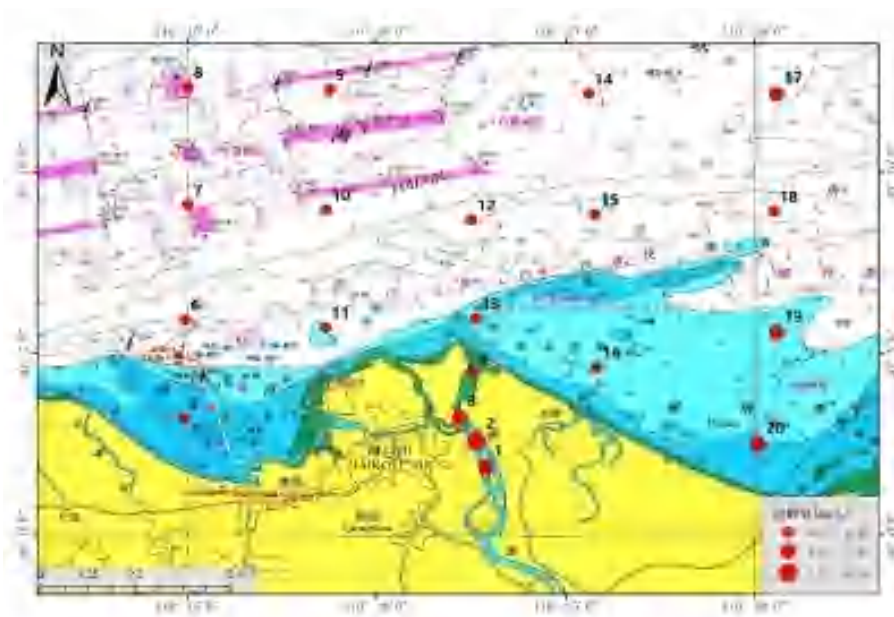


图 6.3-9 表层海水溶解氧分布图

(6) 化学需氧量

调查海域海水化学需氧量（COD）含量变化范围为 0.12mg/L~3.66mg/L，平均值为 0.96mg/L；表层化学需氧量含量变化范围为 0.12mg/L~3.66mg/L，平均值为 1.17mg/L；中层（10m、50m）化学需氧量含量变化范围为 0.47mg/L~1.44mg/L，平均值为 0.93mg/L；底层化学需氧量含量变化范围为 0.31mg/L~1.38mg/L，平均值为 0.64mg/L。垂向分布上，表层海水化学需氧量含量整体上略高于中、底层海水化学需氧量含量；平面分布上，南渡江入海口区域海水化学需氧量含量整体略高于外海区，其中最高值 3.66mg/L 出现在南渡江入海口区域的 1 号站表层，符合三类海水水质标准（ $\leq 4.0\text{mg/L}$ ）；次高值 2.60mg/L 出现在南渡江入海口区域的 2 号站表层，符合二类海水水质标准（ $\leq 3.0\text{mg/L}$ ）；其余各调查站位及层次的海水化学需氧量均符合一类海水水质标准（ $\leq 2.0\text{mg/L}$ ），如图 6.3-10 所示。

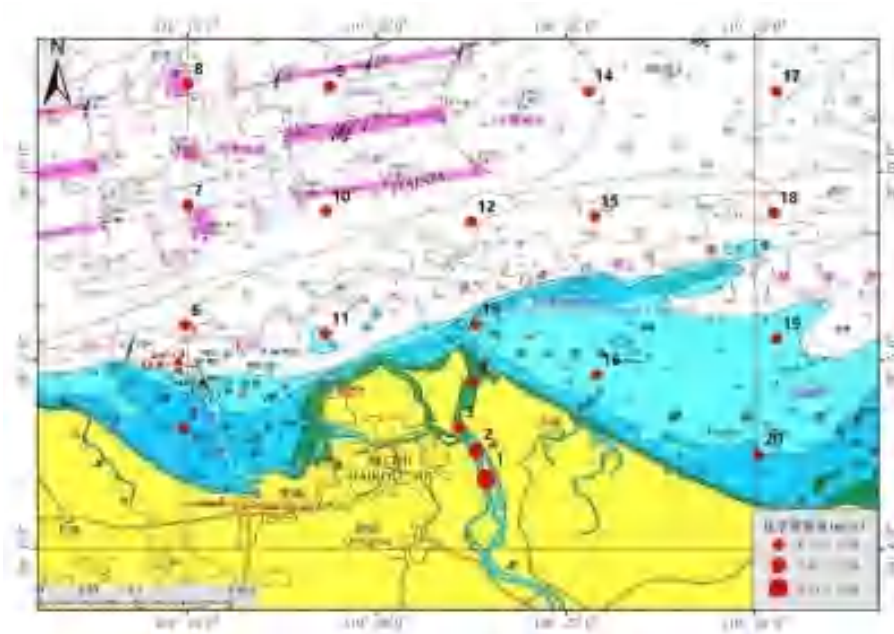


图 6.3-10 表层海水化学需氧量分布图

(7) 无机氮

调查海域海水无机氮含量变化范围为 0.0593mg/L~0.3947mg/L，平均值为 0.1216mg/L；表层无机氮含量变化范围为 0.0611mg/L~0.3947mg/L，平均值 0.1320mg/L；中层（10m、50m）无机氮含量变化范围为 0.0651mg/L~0.1467mg/L，平均值为 0.1135mg/L；底层无机氮含量变化范围为 0.0593mg/L~0.1546mg/L，平均值为 0.1136mg/L。垂直分布上，表、中、底层海水无机氮含量差异不明显。平面分布上，调查海域南渡江入海口区域无机氮含量整体较高于外海区域，其中最高值 0.3947mg/L 出现在南渡江入海口区域的 3 号站表层，符合三类海水水质标准（ $\leq 0.40\text{mg/L}$ ）；次高值 0.2039mg/L 出现在南渡江入海口区的 2 号站表层，均符合二类海

水水质标准 ($\leq 0.30\text{mg/L}$)；其余调查调查站位及层次的无机氮含量均符合一类海水水质标准 ($\leq 0.20\text{mg/L}$)，如图 6.3-11 所示。

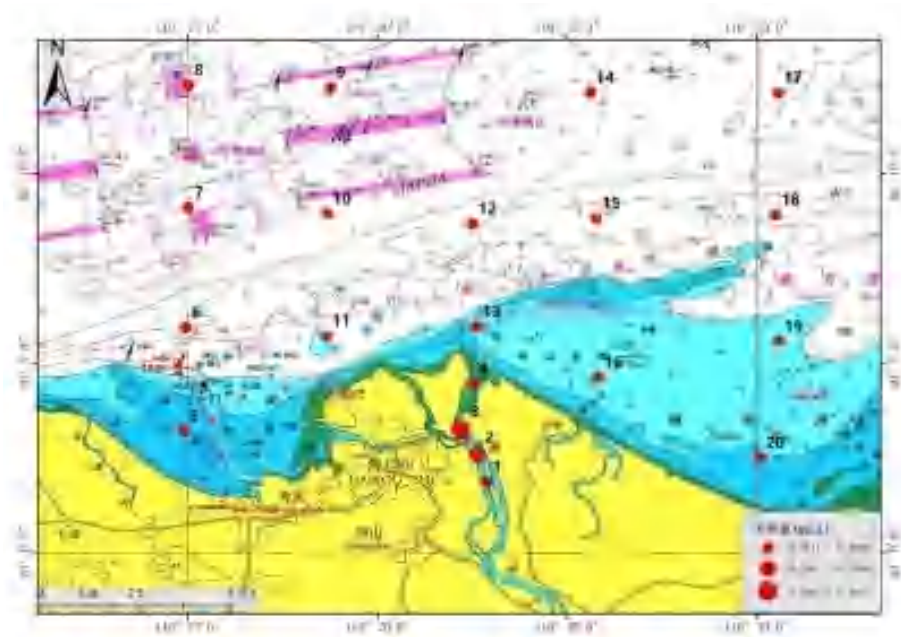


图 6.3-11 表层海水无机氮分布图

(8) 活性磷酸盐

调查海域的海水活性磷酸盐含量变化范围为 $0.0012\text{mg/L} \sim 0.0242\text{mg/L}$ ，平均值为 0.0071mg/L ；表层活性磷酸盐含量变化范围 $0.0012 \sim 0.0242\text{mg/L}$ ，平均值为 0.0082mg/L ；中层(10m、50m)活性磷酸盐含量变化范围 $0.0031\text{mg/L} \sim 0.0089\text{mg/L}$ ，平均值均为 0.0060mg/L ；底层活性磷酸盐含量变化范围为 $0.0031\text{mg/L} \sim 0.0088\text{mg/L}$ ，平均值均为 0.0064mg/L 。平面分布上，调查海域 1、2、3 号站海水活性磷酸盐南渡江入海口区域，整体高于外海区域，但均符合二、三类海水水质标准 ($\leq 0.030\text{mg/L}$)，其余调查站位均符合一类海水水质标准 ($\leq 0.015\text{mg/L}$)，如图 6.3-12 所示。

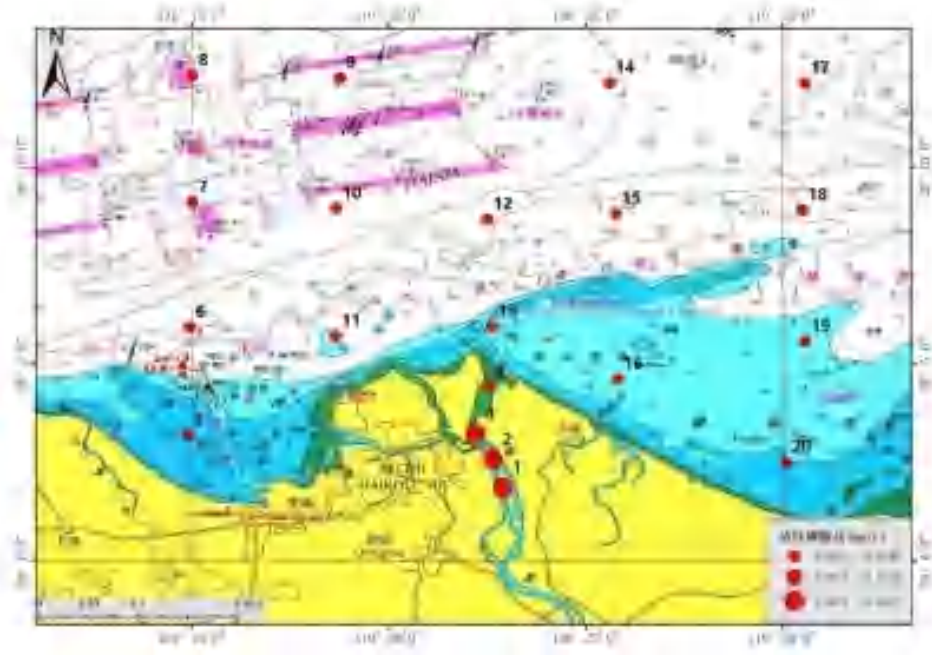


图 6.3-12 表层海水活性磷酸盐分布图

(9) 石油类

调查海域海水石油类含量变化范围为 0.012mg/～0.078mg/L，平均值为 0.031mg/L。平面上分布上，调查海域石油类含量整体相差较大，其中最高值 0.078mg/L 出现在南渡江入海口区域的 1 号站表层；次高值 2.60mg/L 出现在南渡江入海口区域的 2 号站表层；次高值 0.057mg/L 出现在外海区域的 18 号站表层，符合三类类海水水质标准 ($\leq 0.30\text{mg/L}$)；其余各调查站位均符合一、二类海水水质标准 ($\leq 0.05\text{mg/L}$)，如图 6.3-13 所示。

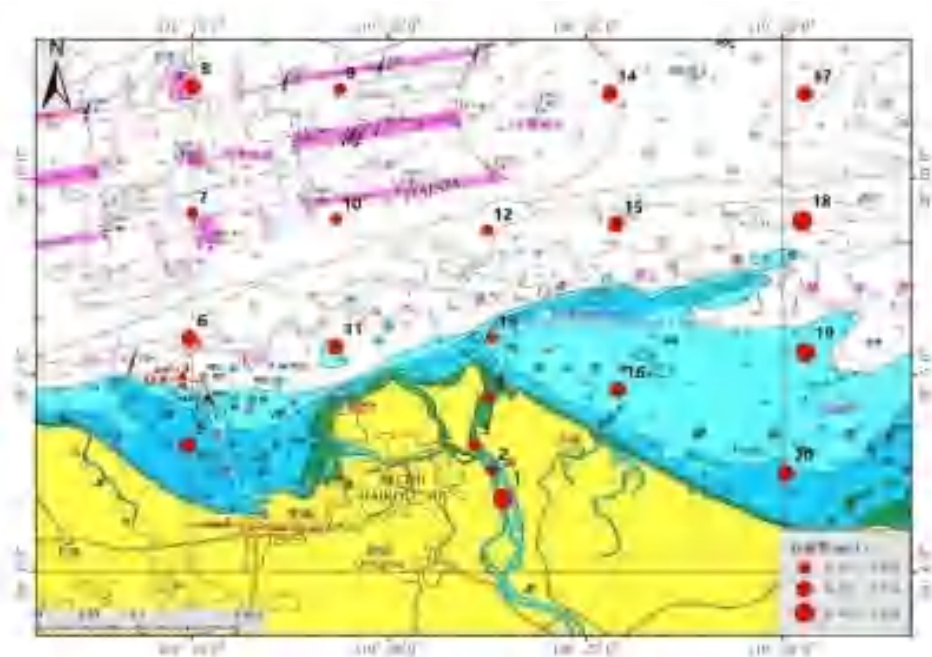


图 6.3-13 表层海水石油类分布图

(10) 悬浮物

调查海域海水悬浮物含量变化范围为 1.2mg/L~39.6mg/L，平均值为 9.1mg/L；表层悬浮物含量变化范围为 1.2mg/L~39.6mg/L，平均值为 9.7mg/L；中层（10m、50m）悬浮物含量变化范围为 2.4mg/L~11.4mg/L，平均值为 6.2mg/L；底层悬浮物含量变化范围为 3.4mg/L~25.0mg/L，平均值为 11.4mg/L。垂直分布上，底层悬浮物含量略高于表、中层；平面分布上，调查海域沿岸区域悬浮物含量整体高于外海，处于正常变化范围，如图 6.3-14 所示。由于水质悬浮物评价标准以人为增量为准，本次调查实测悬浮物含量不一定是人为增量，因此悬浮物不做等级评价。

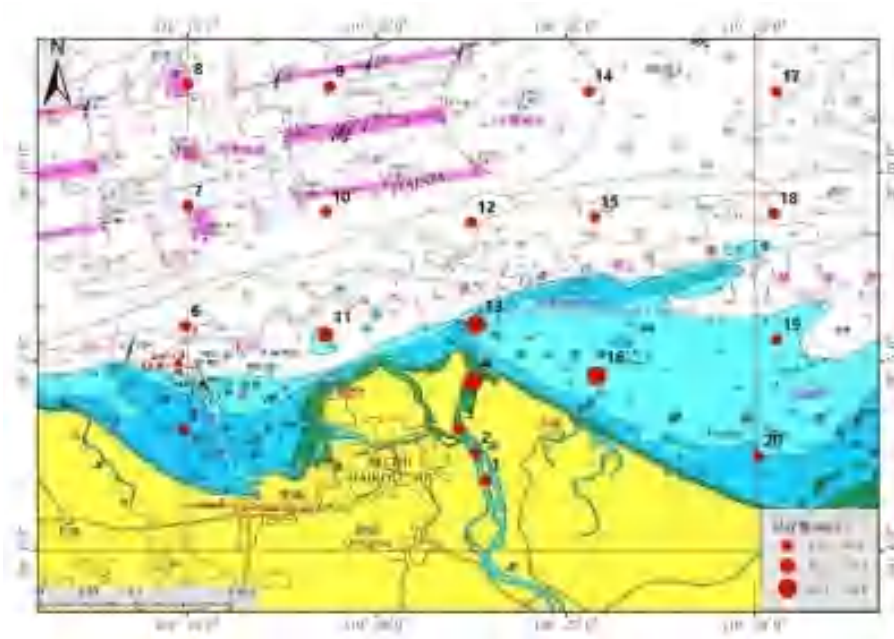


图 6.3-14 表层海水悬浮物分布图

(11) 铜

调查海域海水铜含量变化范围为未检出~0.95 μ g/L，平均值为 0.42 μ g/L，检出率为 84.8%；表层海水铜含量变化范围为未检出~0.95 μ g/L，平均值为 0.46 μ g/L，检出率为 80.0%；中层（10m、50m）海水铜含量变化范围为未检出~0.72 μ g/L，平均值为 0.40 μ g/L，检出率为 92.9%；底层海水铜含量变化范围为未检出~0.67 μ g/L，平均值为 0.37 μ g/L，检出率为 83.3%。垂向分布上，表、中、底层海水铜含量差异不大；平面分布上，调查海域南渡江入海口及沿岸海域海水铜含量整体略高于外海。但各调查站位仍均符合一类海水水质标准 ($\leq 5\mu$ g/L)，如图 6.3-15 所示。

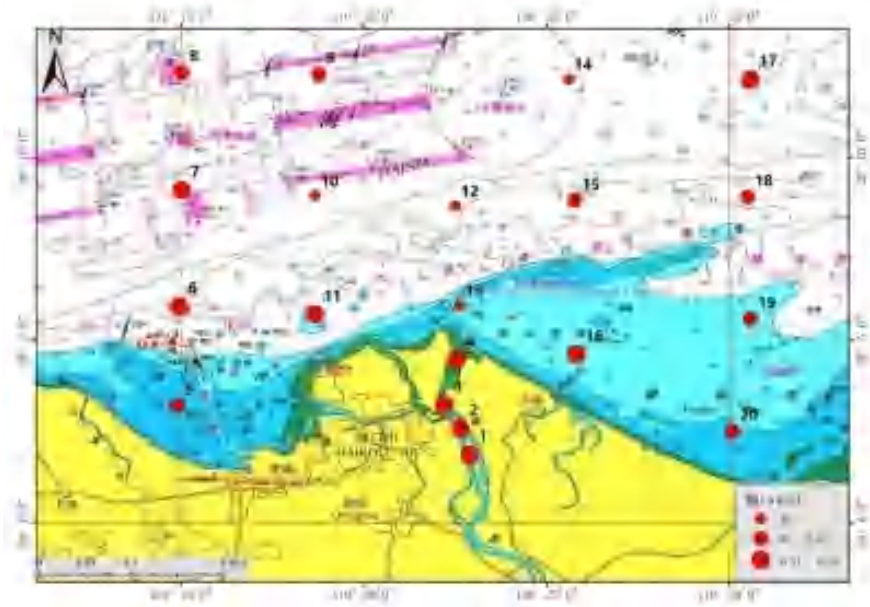


图 6.3-15 表层海水铜分布图

(12) 铅

调查海域的海水铅含量变化范围为未检出~0.42 $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 0.09 $\mu\text{g/L}$ ，检出率为 89.1%；表层海水铅含量变化范围为未检出~0.08 $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 0.05 $\mu\text{g/L}$ ，检出率为 90.0%；中层（10m、50m）海水铅含量变化范围为未检出~0.42 $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 0.14 $\mu\text{g/L}$ ，检出率为 92.9%；底层海水铅含量变化范围为未检出~0.17 $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 0.08 $\mu\text{g/L}$ ，检出率为 83.3%。垂直分布上，中层海水铅平均含量略高于表、底层；平面分布上，调查海域铅含量变化范围不大，沿岸海域铅含量略高于外海海域，但各调查站位及层次均符合一类海水水质标准 ($\leq 1\mu\text{g/L}$)，如图 6.3-16 所示。

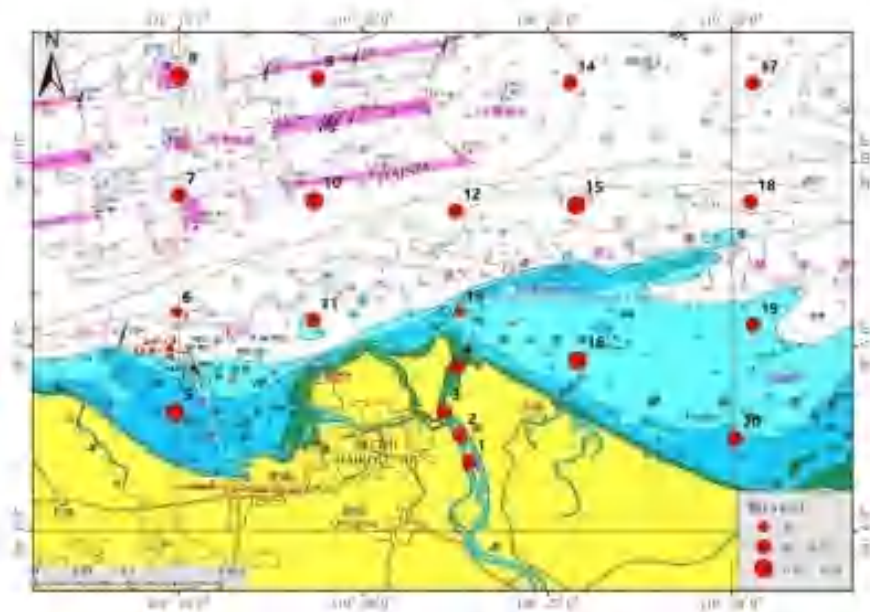


图 6.3-16 表层海水铅分布图

(13) 锌

调查海域的海水锌含量变化范围为未检出~14.69 $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 7.68 $\mu\text{g/L}$ ，检出率为 93.5%；表层海水锌含量变化范围为未检出~14.69 $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 8.48 $\mu\text{g/L}$ ，检出率为 95.0%；中层（10m、50m）海水锌含量变化范围为（2.62~12.62） $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 7.77 $\mu\text{g/L}$ ；底层海水锌含量变化范围为未检出~11.07 $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 6.24 $\mu\text{g/L}$ ，检出率为 83.3%。垂直分布上，调查海域表、中、底层海水锌含量差异不大；平面分布上，调查海域海水锌含量变化范围较大，但无明显的分布规律。各调查站位仍均符合一类海水水质标准（ $\leq 20\mu\text{g/L}$ ），如图 6.3-17 所示。

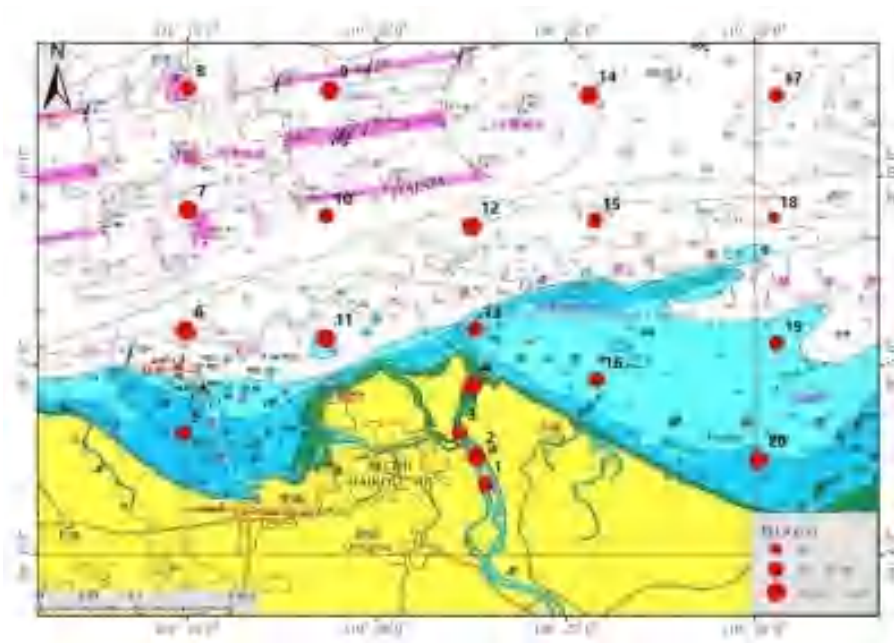


图 6.3-17 表层海水锌分布

(14) 镉

调查海域海水镉含量变化范围为 0.07 $\mu\text{g/L}$ ~0.45 $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 0.17 $\mu\text{g/L}$ ；表层海水镉的含量变化范围为 0.07 $\mu\text{g/L}$ ~0.27 $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 0.17 $\mu\text{g/L}$ ；中层（10m、50m）海水镉含量变化范围为 0.11 $\mu\text{g/L}$ ~0.45 $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 0.19 $\mu\text{g/L}$ ；底层海水镉含量变化范围为 0.11 $\mu\text{g/L}$ ~0.18 $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 0.15 $\mu\text{g/L}$ 。调查海域海水镉含量无明显的分布规律，各调查站位均符合一类海水水质标准（ $\leq 1\mu\text{g/L}$ ），如图 6.3-18 所示。

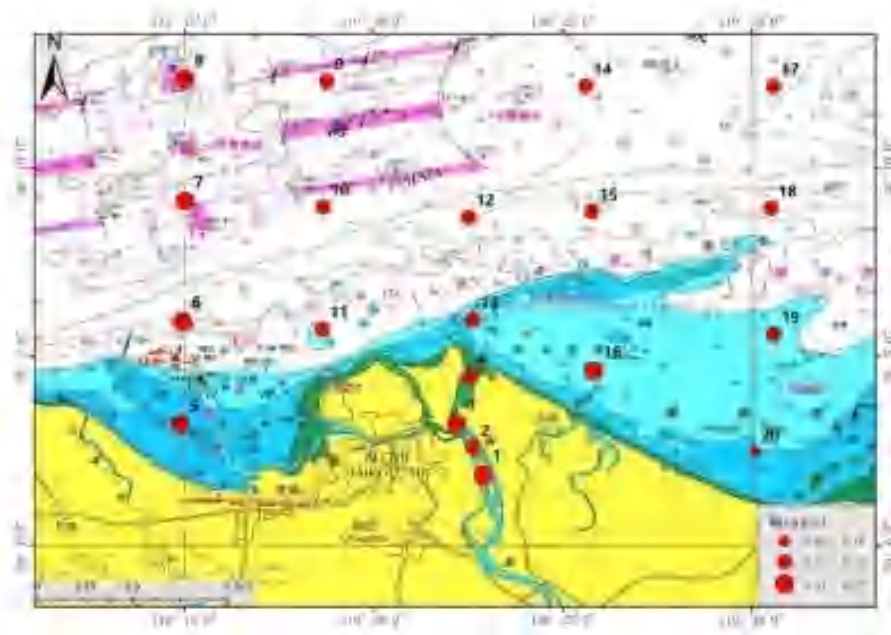


图 6.3-18 表层海水铅分布图

(15) 总铬

调查海域海水总铬含量变化范围为 0.70 μ g/L~5.58 μ g/L，平均值为 1.56 μ g/L；表层海水总铬的含量变化范围为 0.82 μ g/L~2.99 μ g/L，平均值为 1.47 μ g/L；中层（10m、50m）海水总铬含量变化范围为 0.94 μ g/L~5.58 μ g/L，平均值为 1.77 μ g/L；底层海水总铬含量变化范围为 0.70 μ g/L~2.08 μ g/L，平均值为 1.46 μ g/L。调查海域海水总铬含量均处于较低水平，均符合一类海水水质标准 ($\leq 50\mu$ g/L)，如图 6.3-19 所示。

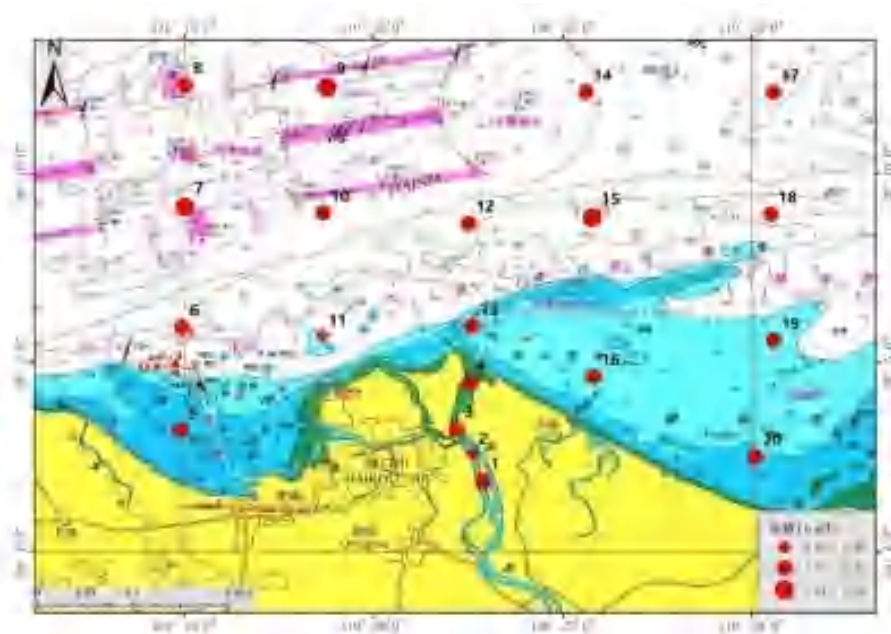


图 6.3-19 表层海水总铬分布图

(16) 汞

调查海域海水汞含量变化范围为未检出~0.025 $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 0.006 $\mu\text{g/L}$ ，检出率为 54.3%；表层海水汞含量变化范围为未检出~0.025 $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 0.014 $\mu\text{g/L}$ ，检出率为 55.0%；中层（10m、50m）海水汞含量变化范围为未检出~0.017 $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 0.005 $\mu\text{g/L}$ ，检出率为 50.0%；底层海水汞含量变化范围为未检出~0.014 $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 0.006 $\mu\text{g/L}$ ，检出率为 58.3%。垂直分布上，表层海水汞平均含量略高于中、底层；平面分布上，调查海域海水汞含量整体变化范围较大，其中，最高值 0.025 $\mu\text{g/L}$ 出现在南渡江入海口的 1 号站表层，但各调查站位仍均符合一类海水水质标准 ($\leq 0.05\mu\text{g/L}$)，如图 6.3-20 所示。

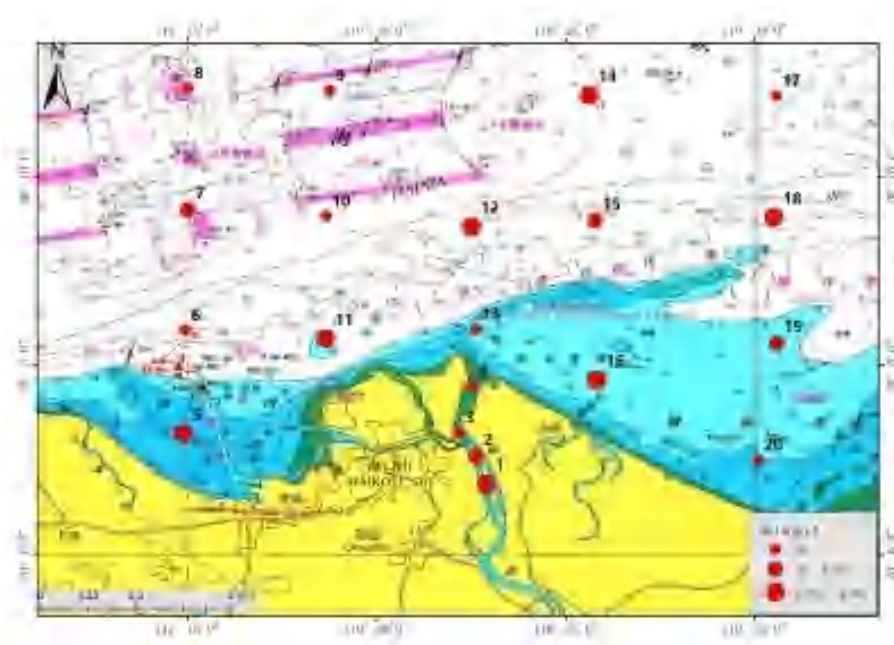


图 6.3-20 表层海水汞分布图

(17) 砷

查海域海水砷含量变化范围为 (0.43~0.95) $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 0.57 $\mu\text{g/L}$ ；表层海水砷含量变化范围为未检出 (0.43~0.95) $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 0.61 $\mu\text{g/L}$ ；中层（10m、50m）海水砷含量变化范围为 (0.46~0.64) $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 0.54 $\mu\text{g/L}$ ；底层海水砷含量变化范围为 (0.50~0.68) $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 0.55 $\mu\text{g/L}$ 。调查海域海水砷含量均处于较低水平，均符合一类海水水质标准但各调查站位仍均符合一类海水水质标准 ($\leq 20\mu\text{g/L}$)，如图 6.3-21 所示。

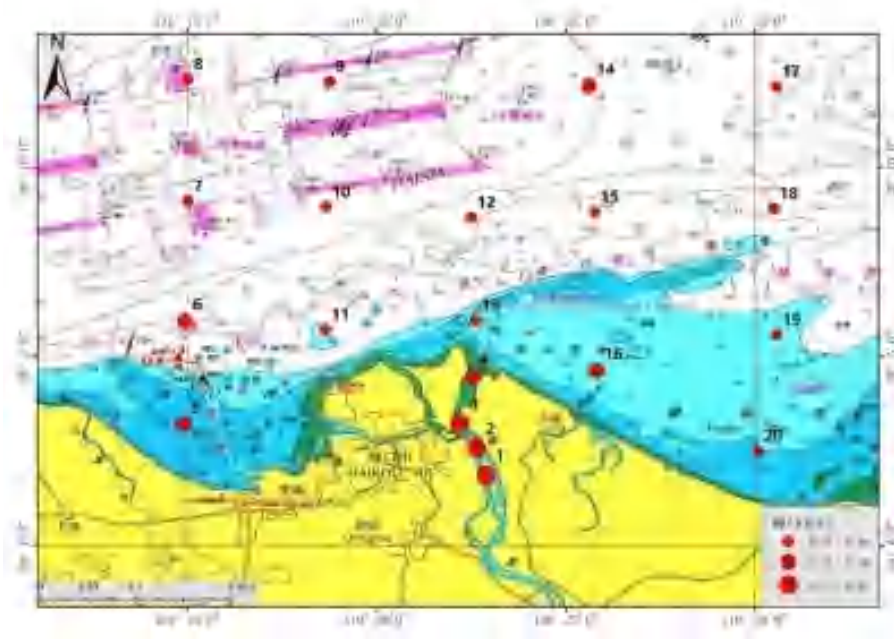


图 6.3-21 表层海水砷分布图

6.3.2.5 水质评价

根据《海水水质标准》(GB 3097-1997)中对部分水质参数的分类规定,本次调查水质现状评价因子为 pH 值、溶解氧、化学需氧量、活性磷酸盐、无机氮、总汞、砷、锌、镉、铅、铜、铬和石油类。

各水质各评价因子的单项标准指数计算和统计结果及超标率列见表 6.3-8 所示。

表 6.3-8 水质标准指数

序号	站号	层次	pH	DO	COD	DIN	PO ₄ ³	石油类	铜	铅	镉	锌	总铬	汞	砷	评价标准
1	6	表	0.680	0.959	0.812	0.893	0.397	0.820	0.122	0.015	0.209	0.579	0.024	0.070	0.031	一类
2		中	0.687	0.998	0.589	0.733	0.594	--	0.145	0.141	0.182	0.476	0.024	0.070	0.028	
3		底	0.680	0.957	0.424	0.688	0.482	--	0.110	0.110	0.182	0.493	0.028	0.070	0.028	
4	7	表	0.687	0.845	0.746	0.615	0.463	0.380	0.110	0.049	0.251	0.735	0.060	0.131	0.025	
5		10m	0.680	0.972	0.717	0.709	0.416	--	0.064	0.202	0.237	0.545	0.050	0.070	0.029	
6		50m	0.673	0.975	0.511	0.690	0.510	--	0.076	0.416	0.445	0.441	0.040	0.070	0.025	
7		底	0.680	0.943	0.227	0.668	0.547	0.000	0.133	0.171	0.182	0.510	0.026	0.070	0.027	
8	8	表	0.700	0.849	0.589	0.545	0.472	0.600	0.087	0.080	0.265	0.286	0.031	0.070	0.026	
9		10m	0.693	0.933	0.297	0.562	0.425	--	0.087	0.110	0.154	0.200	0.021	0.070	0.026	
10		50m	0.693	0.943	0.338	0.621	0.435	--	0.087	0.110	0.196	0.269	0.021	0.070	0.025	
11		底	0.693	0.894	0.235	0.578	0.510	--	0.110	0.141	0.182	0.078	0.033	0.070	0.026	
12	9	表	0.693	0.696	0.555	0.600	0.360	0.280	0.088	0.050	0.200	0.666	0.040	0.070	0.026	
13		10m	0.707	0.841	0.720	0.505	0.300	--	0.092	0.080	0.170	0.605	0.032	0.160	0.027	
14		50m	0.693	0.804	0.525	0.604	0.573	--	0.076	0.050	0.160	0.235	0.025	0.160	0.027	
15		底	0.693	0.718	0.215	0.558	0.533	--	0.082	0.080	0.110	0.554	0.037	0.160	0.027	
16	10	表	0.667	0.819	0.783	0.684	0.369	0.360	0.020	0.080	0.112	0.390	0.038	0.070	0.025	
17		10m	0.693	0.800	0.449	0.639	0.407	--	0.087	0.141	0.140	0.303	0.028	0.070	0.026	
18		50m	0.680	0.959	0.552	0.616	0.500	--	0.110	0.385	0.112	0.631	0.021	0.070	0.023	
19		底	0.667	0.964	0.350	0.691	0.472	--	0.087	0.015	0.140	0.390	0.019	0.196	0.026	
20	12	表	0.693	0.739	0.330	0.573	0.533	0.240	0.020	0.050	0.130	0.528	0.032	0.360	0.028	
21		中	0.687	0.712	0.235	0.582	0.473	--	0.020	0.080	0.110	0.364	0.112	0.240	0.028	
22		底	0.680	0.876	0.190	0.567	0.247	--	0.020	0.080	0.120	0.174	0.042	0.160	0.027	
23	14	表	0.720	0.767	0.354	0.515	0.266	0.520	0.020	0.049	0.140	0.648	0.028	0.327	0.032	
24		10m	0.693	0.753	0.383	0.474	0.304	--	0.087	0.080	0.168	0.476	0.021	0.218	0.030	
25		50m	0.700	0.811	0.338	0.535	0.247	--	0.064	0.015	0.182	0.303	0.019	0.349	0.032	

26		底	0.700	0.736	0.428	0.434	0.210	--	0.076	0.080	0.154	0.321	0.014	0.283	0.028		
27	15	表	0.667	0.830	0.363	0.527	0.313	0.720	0.041	0.080	0.126	0.390	0.043	0.131	0.027		
28		底	0.693	0.827	0.416	0.575	0.379	--	0.087	0.141	0.154	0.286	0.019	0.196	0.029		
29	17	表	0.713	0.614	0.391	0.344	0.191	0.540	0.110	0.049	0.154	0.166	0.026	0.070	0.022		
30		10m	0.707	0.621	0.470	0.347	0.210	--	0.076	0.080	0.168	0.459	0.057	0.218	0.028		
31		50m	0.713	0.642	0.354	0.325	0.229	--	0.076	0.080	0.265	0.131	0.024	0.131	0.026		
32		底	0.707	0.636	0.198	0.297	0.304	--	0.076	0.049	0.154	0.269	0.021	0.131	0.025		
33	18	表	0.700	0.701	0.371	0.489	0.510	1.140	0.099	0.049	0.140	0.078	0.021	0.218	0.028		
34		底	0.693	0.731	0.317	0.470	0.360	--	0.053	0.049	0.140	0.286	0.031	0.070	0.034		
35	20	表	0.727	0.247	0.354	0.306	0.079	0.560	0.076	0.049	0.071	0.510	0.024	0.070	0.029		
36	1	表	0.727	0.061	1.220	0.457	0.789	1.560	0.067	0.010	0.042	0.080	0.013	0.125	0.032		二类
37	2	表	0.713	0.277	0.868	0.680	0.808	0.240	0.095	0.010	0.039	0.280	0.008	0.044	0.029		
38	3	表	0700	0085	0417	1.316	0713	0500	0092	0010	0044	0128	0011	0018	0028		
39	4	表	0693	0550	0040	0271	0220	0280	0075	0010	0040	0235	0014	0018	0023		
40	5	表	0687	0593	0168	0488	0110	0520	0049	0016	0050	0135	0012	0060	0020		
41	11	表	0.687	0.574	0.404	0.481	0.297	0780	0.067	0.010	0.031	0.266	0.008	0.087	0.018		
42		底	0.687	0.594	0.459	0.515	0.292	--	0.038	0.003	0.022	0.183	0.020	0.065	0.017		
43	13	表	0.680	0.491	0.242	0.381	0.152	0340	0.010	0.003	0.025	0.066	0.015	0.018	0.017		
44		底	0.673	0.514	0.104	0.346	0.245	--	0.010	0.022	0.022	0.031	0.020	0.018	0.020		
45	16	表	0.707	0.499	0.327	0.324	0.245	0860	0.078	0.016	0.042	0.073	0.015	0.071	0.022		
46	19	表	0.589	0.210	0.243	0.257	0.189	0183	0.006	0.005	0.011	0.085	0.007	0.033	0.011	三类	
最小值			0.589	0.061	0.040	0.257	0.079	0.000	0.006	0.003	0.011	0.031	0.007	0.018	0.011	--	
最大值			0.727	0.998	1.220	1.316	0.808	1.560	0.145	0.416	0.445	0.735	0.112	0.360	0.034	--	
平均值			0691	0708	0426	0545	0384	0544	0073	0078	0139	0333	0028	0120	0026	--	
超标率(%)			0.0	0.0	2.2	2.2	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	--	

注：“--”表示不参与评价；

检出率大于等于 1/2 的，未检出样品按照检出限的 1/2 来计算；检出率小于 1/2 的，未检出样品按照检出限的 1/4 来计算。

由表 6.3-8 可以看出,调查海域的 pH 值、化学需氧量、活性磷酸盐、铜、锌、镉、总铬、汞、砷含量、铅含量均符合海洋功能区划要求的相应海水水质标准要求。溶解氧、无机氮、石油类个别站点存在超标样品。

海水溶解氧 1 号站表层样品轻微超标,超标率为 2.2%,超标倍数为 1.22,符合三类海水水质标准,样品超标。

海水无机氮 3 号站表层样品轻微超标,超标率为 2.2%,超标倍数为 1.316,符合三类海水水质标准,样品超标。

海水石油类 1、18 号站表层样品轻微超标,超标率为 10.0%,超标倍数分别为 1.140、1.560,符合三类海水水质标准,样品超标。

其余站位样品均符合所处海洋功能区划的水质标准要求。

经分析,海水溶解氧、无机氮、石油类受南渡江径流污染输入影响较大,超标站位 1、3 号站均于南渡江入海口区,可能受径流输入影响,导致的样品出现超标现象。超标站位 18 号站均位于外海海域,可能受过往船只排污影响导致超标,但外海海域水动力交换能力较强,待海水扩散,可逐渐恢复。

6.3.3 南渡江河口水质现状调查

本次南渡江河口水质现状引用《文明东越江通道项目部分抛泥运输航道疏浚工程环境影响报告书(报批稿)》中的监测数据。海南中特环境监测技术有限公司于 2019 年 7 月 14 日~7 月 15 日对南渡江河口水质进行采样检测。

6.3.3.1 监测布点

本次监测在项目区布设 12 个监测站位,具体详见表 6.3-9 和图 6.3-22 所示。

表 6.3-9 监测位置坐标

图 6.3-22 南渡江河口水质监测站位图

6.3.3.2 监测项目及频次

(1) 监测项目:水温、pH、盐度、溶解氧、化学需氧量、BOD₅、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、活性磷酸盐、SS、六价铬、铜、锌、铅、镉、汞、砷、石油类、挥发酚、粪大肠菌群共 21 项指标。

(2) 监测频次:连续监测 2 天,每天进行高低潮两次采样。

6.3.3.3 评价标准

根据《海口市地表水环境功能区划》和《海南省近岸海域环境功能区划（2010年修编）》，本次水质监测点位中 1、2、3 站位位于《海口市地表水环境功能区划》中的四类区，其余站位位于《海南省近岸海域环境功能区划（2010年修编）》中的二类区，故 1、2、3 站位地表水环境质量按照《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中 IV 类水进行评价，其余站位按照《海水水质标准》（GB 3097-1997）二类标准进行评价。

6.3.3.4 监测结果

南渡江河口水质监测统计结果见表 6.3-10 所示，各评价因子标准指数见表 6.3-11 所示。

根据监测结果分析，本次监测中断面 1 中除溶解氧超标外，其余各项指标均符合《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）IV 类标准，断面 2 和断面 3 中五日生化需氧量、无机氮、活性磷酸盐及粪大肠菌群指标超《海水水质标准》（GB 3097-1997）二类标准，其余各项指标符合（GB 3097-1997）二类标准。

表 6.3-10 水质监测结果表（单位：mg/L；pH 及标明除外）

采样时间	检测点位	采样频次	水温(°C)	pH	盐度(‰)	溶解氧	化学需氧量	生化需氧量	氨氮	硝酸盐	亚硝酸盐	活性磷酸盐	悬浮物	六价铬	
2019-07-14	1	第 1 次	32.3	8.0	14.8	7.10	2.16	3.8	0.447	0.326	0.012	0.02	16	<0.004	
		第 2 次	30.7	7.9	15.1	7.47	2.09	4.0	0.480	0.337	0.013	0.03	14	<0.004	
	2	第 1 次	32.1	8.0	15.4	7.24	2.20	3.2	0.462	0.300	0.023	0.04	13	<0.004	
		第 2 次	31.4	8.2	15.2	7.29	2.20	3.9	0.478	0.264	0.022	0.05	10	<0.004	
	3	第 1 次	32.2	8.1	15.2	7.34	2.24	4.3	0.515	0.324	0.016	0.02	26	<0.004	
		第 2 次	31.6	8.3	15.6	7.40	2.20	3.3	0.578	0.377	0.016	0.03	21	<0.004	
	断面 1 平均值			31.72	8.08	15.22	7.31	2.18	3.75	0.49	0.32	0.02	0.03	16.67	0.002
	4	第 1 次	32.0	8.1	17.4	7.52	1.70	2.1	0.626	0.554	0.024	0.03	13	0.005	
		第 2 次	32.1	8.1	16.8	7.21	1.78	3.6	0.635	0.519	0.024	0.04	10	<0.004	
	5	第 1 次	32.1	8.2	17.9	7.43	1.58	2.9	0.828	0.749	0.027	0.02	8	<0.004	
		第 2 次	31.8	7.9	16.6	7.06	1.62	4.2	0.830	0.714	0.028	0.03	7	<0.004	
	6	第 1 次	32.3	8.1	17.1	7.39	1.78	2.9	0.537	0.424	0.020	0.04	12	0.006	
		第 2 次	31.2	8.1	17.2	7.23	1.78	3.5	0.542	0.420	0.020	0.05	13	<0.004	
	断面 2 平均值			31.92	8.08	17.17	7.31	1.71	3.20	0.67	0.56	0.02	0.04	10.50	0.003
	7	第 1 次	31.9	8.1	19.5	6.88	1.70	2.1	0.459	0.300	0.032	0.05	8	0.004	
		第 2 次	31.6	8.1	18.9	6.86	1.70	3.9	0.478	0.275	0.032	0.04	9	<0.004	
	8	第 1 次	31.8	8.1	16.4	7.04	1.89	3.0	0.686	0.590	0.015	0.02	10	<0.004	
		第 2 次	32.3	8.3	16.7	7.23	1.93	3.8	0.702	0.625	0.016	0.01	12	<0.004	
	9	第 1 次	31.8	8.0	16.4	7.00	1.66	4.2	0.388	0.223	0.015	0.02	8	<0.004	
		第 2 次	32.1	8.1	16.5	7.41	1.70	3.9	0.415	0.209	0.015	0.03	7	0.004	
断面 3 平均值			31.92	8.12	17.40	7.07	1.76	3.48	0.52	0.37	0.02	0.03	9.00	0.003	

注：测定结果低于分析方法检出限时，以“<”加方法的检出限表示。

续表 6.3-10 水质监测结果表 (单位: mg/L; pH 及标明除外)

采样时间	检测点位	采样频次	铜	锌	铅	镉	砷	汞	石油类	挥发酚	粪大肠菌群 (MPN/L)
2019-07-14	1	第1次	2.90×10^{-3}	3.34×10^{-2}	$< 3.00 \times 10^{-5}$	$< 1.00 \times 10^{-5}$	1.1×10^{-3}	2.60×10^{-5}	0.012	0.004	1700
		第2次	3.26×10^{-3}	3.16×10^{-2}	$< 3.00 \times 10^{-5}$	$< 1.00 \times 10^{-5}$	1.3×10^{-3}	2.40×10^{-5}	0.018	0.004	1700
	2	第1次	4.31×10^{-3}	2.21×10^{-2}	$< 3.00 \times 10^{-5}$	$< 1.00 \times 10^{-5}$	1.1×10^{-3}	4.10×10^{-5}	0.011	< 0.001	2400
		第2次	4.87×10^{-3}	2.67×10^{-2}	$< 3.00 \times 10^{-5}$	$< 1.00 \times 10^{-5}$	1.3×10^{-3}	4.70×10^{-5}	0.018	< 0.001	2800
	3	第1次	4.15×10^{-3}	3.78×10^{-2}	$< 3.00 \times 10^{-5}$	$< 1.00 \times 10^{-5}$	1.1×10^{-3}	7.80×10^{-5}	0.015	< 0.001	790
		第2次	1.88×10^{-3}	4.03×10^{-2}	$< 3.00 \times 10^{-5}$	$< 1.00 \times 10^{-5}$	1.1×10^{-3}	7.90×10^{-5}	0.020	< 0.001	790
	断面1 平均值		3.56×10^{-3}	3.20×10^{-2}	1.5×10^{-5}	0.5×10^{-5}	1.17×10^{-3}	4.92×10^{-5}	0.016	0.002	1697
	4	第1次	5.72×10^{-3}	4.96×10^{-2}	$< 3.00 \times 10^{-5}$	$< 1.00 \times 10^{-5}$	1.1×10^{-3}	1.60×10^{-5}	0.018	< 0.001	2800
		第2次	3.38×10^{-3}	5.11×10^{-2}	$< 3.00 \times 10^{-5}$	$< 1.00 \times 10^{-5}$	1.0×10^{-3}	1.60×10^{-5}	0.024	< 0.001	2400
	5	第1次	6.97×10^{-3}	4.28×10^{-2}	$< 3.00 \times 10^{-5}$	$< 1.00 \times 10^{-5}$	1.1×10^{-3}	6.50×10^{-5}	0.015	0.003	1300
		第2次	3.03×10^{-3}	4.19×10^{-2}	$< 3.00 \times 10^{-5}$	$< 1.00 \times 10^{-5}$	1.1×10^{-3}	6.30×10^{-5}	0.017	0.003	1300
	6	第1次	6.50×10^{-3}	3.39×10^{-2}	$< 3.00 \times 10^{-5}$	$< 1.00 \times 10^{-5}$	1.1×10^{-3}	4.70×10^{-5}	0.018	0.002	1700
		第2次	3.61×10^{-3}	2.98×10^{-2}	$< 3.00 \times 10^{-5}$	$< 1.00 \times 10^{-5}$	1.1×10^{-3}	4.20×10^{-5}	0.021	0.002	1700
	断面2 平均值		4.53×10^{-3}	4.15×10^{-2}	1.5×10^{-5}	0.5×10^{-5}	1.08×10^{-3}	4.15×10^{-5}	0.019	0.002	1867
	7	第1次	1.80×10^{-3}	3.74×10^{-2}	$< 3.00 \times 10^{-5}$	$< 1.00 \times 10^{-5}$	1.2×10^{-3}	5.30×10^{-5}	0.015	0.003	5400
		第2次	5.56×10^{-3}	2.77×10^{-2}	$< 3.00 \times 10^{-5}$	$< 1.00 \times 10^{-5}$	1.2×10^{-3}	5.70×10^{-5}	0.013	0.003	2500
	8	第1次	6.66×10^{-3}	3.78×10^{-2}	$< 3.00 \times 10^{-5}$	$< 1.00 \times 10^{-5}$	1.1×10^{-3}	4.60×10^{-5}	0.010	0.004	2800
		第2次	3.95×10^{-3}	3.77×10^{-2}	$< 3.00 \times 10^{-5}$	$< 1.00 \times 10^{-5}$	1.1×10^{-3}	4.30×10^{-5}	0.017	0.003	3500
	9	第1次	8.54×10^{-3}	4.63×10^{-2}	$< 3.00 \times 10^{-5}$	$< 1.00 \times 10^{-5}$	1.1×10^{-3}	2.60×10^{-5}	0.020	< 0.001	2200
		第2次	2.28×10^{-3}	4.08×10^{-2}	$< 3.00 \times 10^{-5}$	$< 1.00 \times 10^{-5}$	1.2×10^{-3}	2.60×10^{-5}	0.015	< 0.001	2200
断面3 平均值		4.80×10^{-3}	3.80×10^{-2}	1.5×10^{-5}	0.5×10^{-5}	1.15×10^{-3}	4.18×10^{-5}	0.015	0.0023	3100	

注: 测定结果低于分析方法检出限时, 以“<”加方法的检出限表示。

续表 6.3-10 水质监测结果表（单位：mg/L；pH 及标明除外）

采样时间	检测点位	采样频次	水温(°C)	pH	盐度(‰)	溶解氧	化学需氧量	生化需氧量	氨氮	硝酸盐	亚硝酸盐	活性磷酸盐	悬浮物	六价铬	
2019-07-15	1	第1次	31.2	8.0	14.9	7.02	2.13	4.1	0.460	0.328	0.012	0.03	16	<0.004	
		第2次	31.9	8.2	14.6	7.28	2.13	4.0	0.419	0.326	0.013	0.04	17	<0.004	
	2	第1次	31.4	8.3	15.7	7.20	2.20	3.1	0.456	0.296	0.022	0.04	14	<0.004	
		第2次	32.4	8.1	15.6	7.24	2.16	3.9	0.426	0.282	0.023	0.05	12	<0.004	
	3	第1次	32.2	8.1	15.4	7.28	2.24	4.5	0.524	0.351	0.016	0.03	23	<0.004	
		第2次	31.8	8.1	15.2	7.39	2.16	3.9	0.513	0.368	0.017	0.02	22	<0.004	
	断面1平均值			31.8	8.1	15.2	7.2	2.2	3.9	0.5	0.3	0.017	0.035	17.3	0.002
	4	第1次	31.7	7.9	17.5	7.25	1.74	2.5	0.635	0.563	0.024	0.04	14	0.005	
		第2次	31.5	8.2	17.8	7.23	1.78	3.3	0.613	0.581	0.025	0.03	11	<0.004	
	5	第1次	30.9	8.0	17.2	7.48	1.62	3.1	0.830	0.758	0.025	0.03	9	0.004	
		第2次	32.1	8.0	17.7	7.22	1.66	3.6	0.817	0.723	0.028	0.02	10	0.005	
	6	第1次	31.6	8.3	17.0	7.21	1.85	3.1	0.524	0.424	0.020	0.05	13	0.007	
		第2次	32.2	8.2	16.9	7.31	1.78	4.2	0.512	0.417	0.021	0.06	11	0.004	
	断面2平均值			31.7	8.1	17.4	7.3	1.7	3.3	0.655	0.578	0.024	0.038	11.3	0.005
	7	第1次	32.1	8.2	19.2	7.62	1.74	2.5	0.469	0.289	0.031	0.04	9	0.005	
		第2次	32.1	8.2	18.8	7.05	1.70	3.5	0.415	0.230	0.033	0.03	8	<0.004	
	8	第1次	32.6	8.4	16.6	7.06	1.89	3.3	0.703	0.554	0.014	0.03	11	<0.004	
		第2次	32.2	8.2	16.7	7.38	1.89	3.9	0.665	0.537	0.016	0.02	12	<0.004	
	9	第1次	32.4	8.2	16.4	7.40	1.70	4.0	0.402	0.216	0.015	0.03	9	<0.004	
		第2次	32.6	8.1	16.9	7.41	1.70	3.8	0.366	0.210	0.016	0.04	7	0.005	
断面3平均值			32.3	8.2	17.4	7.3	1.8	3.5	0.503	0.339	0.021	0.032	9.3	0.003	

注：测定结果低于分析方法检出限时，以“<”加方法的检出限表示。

续表 6.3-10 水质监测结果表 (单位: mg/L; pH 及标明除外)

采样时间	检测点位	采样频次	铜	锌	铅	镉	砷	汞	石油类	挥发酚	粪大肠菌群 (MPN/L)
2019-07-15	1	第 1 次	2.19×10^{-3}	3.29×10^{-2}	$< 3.00 \times 10^{-5}$	$< 1.00 \times 10^{-5}$	1.3×10^{-3}	1.90×10^{-5}	0.013	0.004	1700
		第 2 次	2.57×10^{-3}	2.88×10^{-2}	$< 3.00 \times 10^{-5}$	$< 1.00 \times 10^{-5}$	1.2×10^{-3}	2.20×10^{-5}	0.012	0.003	1800
	2	第 1 次	3.21×10^{-3}	2.33×10^{-2}	$< 3.00 \times 10^{-5}$	$< 1.00 \times 10^{-5}$	1.2×10^{-3}	5.00×10^{-5}	0.013	< 0.001	2400
		第 2 次	3.72×10^{-3}	2.22×10^{-2}	$< 3.00 \times 10^{-5}$	$< 1.00 \times 10^{-5}$	1.1×10^{-3}	6.10×10^{-5}	0.015	< 0.001	3500
	3	第 1 次	4.46×10^{-3}	3.83×10^{-2}	$< 3.00 \times 10^{-5}$	$< 1.00 \times 10^{-5}$	1.2×10^{-3}	4.60×10^{-5}	0.017	< 0.001	790
		第 2 次	5.10×10^{-3}	3.89×10^{-2}	$< 3.00 \times 10^{-5}$	$< 1.00 \times 10^{-5}$	1.2×10^{-3}	5.40×10^{-5}	0.014	< 0.001	700
	断面 1 平均值		3.54×10^{-3}	3.54×10^{-3}	3.07×10^{-2}	1.50×10^{-5}	0.5×10^{-5}	1.2×10^{-3}	4.2×10^{-5}	0.0015	1815
	4	第 1 次	2.74×10^{-3}	5.19×10^{-2}	$< 3.00 \times 10^{-5}$	$< 1.00 \times 10^{-5}$	1.1×10^{-3}	4.20×10^{-5}	0.016	< 0.001	2800
		第 2 次	3.61×10^{-3}	5.19×10^{-2}	$< 3.00 \times 10^{-5}$	$< 1.00 \times 10^{-5}$	1.1×10^{-3}	4.10×10^{-5}	0.017	< 0.001	2200
	5	第 1 次	5.09×10^{-3}	4.42×10^{-2}	$< 3.00 \times 10^{-5}$	$< 1.00 \times 10^{-5}$	1.1×10^{-3}	6.30×10^{-5}	0.019	0.002	1300
		第 2 次	3.84×10^{-3}	3.79×10^{-2}	$< 3.00 \times 10^{-5}$	$< 1.00 \times 10^{-5}$	1.1×10^{-3}	6.50×10^{-5}	0.015	0.002	1700
	6	第 1 次	5.09×10^{-3}	3.60×10^{-2}	$< 3.00 \times 10^{-5}$	$< 1.00 \times 10^{-5}$	1.1×10^{-3}	3.90×10^{-5}	0.017	0.001	1700
		第 2 次	3.72×10^{-3}	3.36×10^{-2}	$< 3.00 \times 10^{-5}$	$< 1.00 \times 10^{-5}$	1.1×10^{-3}	4.10×10^{-5}	0.020	0.001	1700
	断面 2 平均值		4.01×10^{-3}	4.01×10^{-3}	4.26×10^{-2}	1.50×10^{-5}	0.5×10^{-5}	1.1×10^{-3}	4.85×10^{-5}	0.001	1900
	7	第 1 次	6.34×10^{-3}	3.78×10^{-2}	$< 3.00 \times 10^{-5}$	$< 1.00 \times 10^{-5}$	1.1×10^{-3}	4.60×10^{-5}	0.013	0.001	5400
		第 2 次	6.14×10^{-3}	3.93×10^{-2}	$< 3.00 \times 10^{-5}$	$< 1.00 \times 10^{-5}$	1.2×10^{-3}	5.10×10^{-5}	0.023	0.003	3500
	8	第 1 次	8.38×10^{-3}	3.69×10^{-2}	$< 3.00 \times 10^{-5}$	$< 1.00 \times 10^{-5}$	1.2×10^{-3}	4.00×10^{-5}	0.012	0.003	2800
		第 2 次	4.18×10^{-3}	3.28×10^{-2}	$< 3.00 \times 10^{-5}$	$< 1.00 \times 10^{-5}$	1.2×10^{-3}	4.20×10^{-5}	0.016	0.003	3500
	9	第 1 次	5.87×10^{-3}	4.61×10^{-2}	$< 3.00 \times 10^{-5}$	$< 1.00 \times 10^{-5}$	1.2×10^{-3}	5.10×10^{-5}	0.023	< 0.001	2200
		第 2 次	3.15×10^{-3}	4.31×10^{-2}	$< 3.00 \times 10^{-5}$	$< 1.00 \times 10^{-5}$	1.2×10^{-3}	5.70×10^{-5}	0.019	< 0.001	2800
断面 3 平均值		5.68×10^{-3}	5.68×10^{-3}	3.93×10^{-2}	1.50×10^{-5}	0.5×10^{-5}	1.18×10^{-3}	4.78×10^{-5}	0.002	3367	

注: 测定结果低于分析方法检出限时, 以“<”加方法的检出限表示。

表 6.3-11 水质评价指数

断面	监测时间	pH	溶解氧	化学需氧量	五日生化需氧量	氨氮(无机氮)	活性磷酸盐	六价铬	铜	锌	铅	镉	砷	汞	石油类	挥发酚	粪大肠菌群	评价标准
断面1	2019-07-14	0.54	1.10	0.07	0.63	0.545	/	0.04	0.004	0.02	0.0003	0.001	0.01	0.04	0.028	0.15	0.17	(GB 3838-2002) 中 IV 类
	2019-07-15	0.55	0.04	0.07	0.65	0.553	/	0.04	0.004	0.02	0.0003	0.001	0.01	0.05	0.032	0.2	0.18	
断面2	2019-07-14	0.20	1.07	0.57	1.07	4.167	1.333	0.30	0.453	0.83	0.0030	0.001	0.04	0.21	0.380	0.4	0.93	(GB 3097-1997) 二类标准
	2019-07-15	0.09	0.13	0.59	1.16	3.033	1.000	0.30	0.480	0.76	0.0030	0.001	0.04	0.21	0.300	0.46	0.95	
断面3	2019-07-14	0.14	0.04	0.57	1.10	4.190	1.267	0.50	0.40	0.85	0.0030	0.001	0.04	0.24	0.340	0.2	1.55	(GB 3097-1997) 二类标准
	2019-07-15	0.14	0.01	0.60	1.17	2.877	1.067	0.30	0.57	0.79	0.0030	0.001	0.04	0.24	0.360	0.4	1.68	

6.4 沉积物现状调查与评价

6.4.1 海洋沉积物质量标准

根据《海南省省海洋功能区划（2011-2020年）》的海洋环境保护目标管理要求可知，本项目的2、4、6、8、9、11、12、13、14、16和17号站执行一类沉积物质量标准；19号站执行二类沉积物质量标准，详见图6.3-4和表6.3-6所示。

6.4.2 海洋沉积物要素监测和统计结果

本次沉积物调查分析项目为硫化物、石油类、有机碳、铜、铅、锌、镉、铬、总汞、砷共10项。在调查海域共布设调查站位12个，共采集12个海洋表层沉积物。沉积物样品外观多为灰色，少部分为棕色；沉积物类型多为细沙和泥沙，少部分为粗沙；均无硫化氢气味，无其他生物现象。表层沉积物各要素监测及统计结果列于表6.4-1。

表 6.4-1 沉积物分析结果

序号	站号	石油类 ($\times 10^{-6}$)	有机碳 (%)	硫化物 ($\times 10^{-6}$)	铜 ($\times 10^{-6}$)	铅 ($\times 10^{-6}$)	锌 ($\times 10^{-6}$)	镉 ($\times 10^{-6}$)	铬 ($\times 10^{-6}$)	总汞 ($\times 10^{-6}$)	砷 ($\times 10^{-6}$)
1	2	6050	107	6506	1914	1853	5850	0220	6002	0044	1586
2	4	60.48	0.37	3.70	12.78	16.23	53.80	0.120	52.54	0.034	10.12
3	6	641	046	035	1642	1843	6226	0439	6559	0003	896
4	8	22.79	0.10	2.49	3.99	11.79	16.10	0.118	35.61	ND	7.82
5	9	4126	012	080	448	1268	ND	0170	2490	ND	1194
6	11	33.12	0.29	24.54	16.00	17.09	78.17	0.216	45.68	0.010	10.68
7	12	2490	014	858	267	783	2976	0270	2981	0016	1101
8	13	3.61	0.14	ND	3.78	9.24	22.62	0.220	32.46	0.007	6.80
9	14	62.39	0.43	27.47	17.57	19.71	76.65	0.138	48.29	0.016	13.41
10	16	18.15	0.33	ND	16.89	16.89	54.27	0.330	48.24	0.019	11.24
11	17	11.41	0.31	3.18	12.77	7.01	76.30	0.131	27.24	ND	12.77
12	19	2652	047	1289	1748	1825	7998	0193	4051	0014	1282
最小值		3.61	0.10	ND	2.67	7.01	ND	0.118	24.90	ND	6.80
最大值		62.39	1.07	65.06	19.14	19.71	79.98	0.439	65.59	0.044	15.86
平均值		30.96	0.35	12.42	12.00	14.47	50.70	0.214	42.57	0.014	11.12
检出率		100.0%	100.0%	83.3%	100.0%	100.0%	91.7%	100.0%	100.0%	75.0%	100.0%

6.4.2.1 石油类

调查海域的表层沉积物石油类含量范围为 $(3.61\sim 62.39)\times 10^{-6}$ ，平均值为 30.96×10^{-6} 。平均分布上，南渡江入海口及外海区域沉积物石油类含量整体略高于中部区域，但整体海域仍

均处于较低水平。其中最高值 62.39×10^{-6} 出现在 14 号站，次高值 60.50×10^{-6} 出现在 2 号站，分别位于近海农渔业区、南渡江入海口区域。各调查站位沉积物石油类含量均符合第一类沉积物质量标准 ($\leq 500 \times 10^{-6}$)。

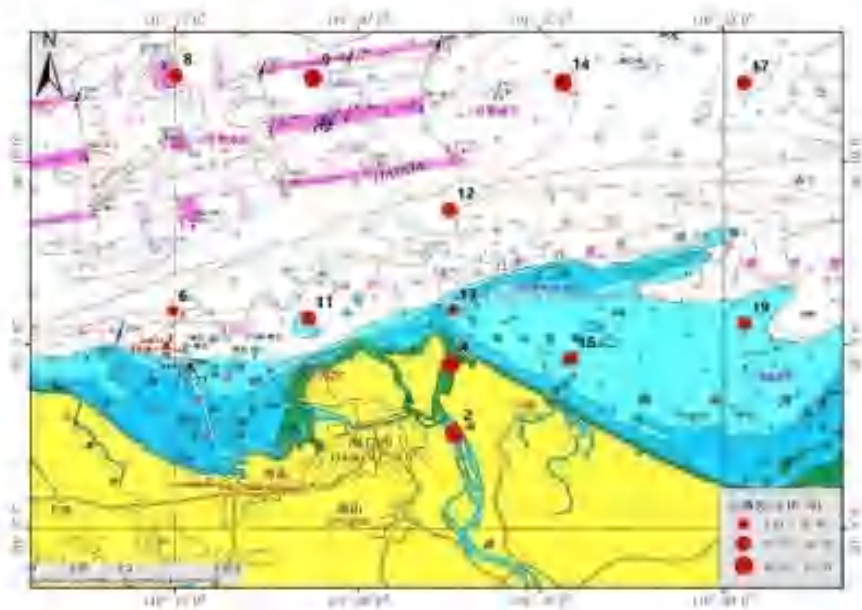


图 6.4-1 表层沉积物石油类分布图

6.4.2.2 有机碳

调查海域的表层沉积物有机碳含量范围(0.10~1.07)%,平均值为 0.35%。由平面分布上,表层沉积物有机碳含量变化范围较大,海口湾内有机碳含量高于外海。其中最高值 1.07%出现在 2 号站,位于南渡江入海口区域。但各调查站位的表层沉积物有机碳含量均符合第一类沉积物质量标准 ($\leq 2\%$)。

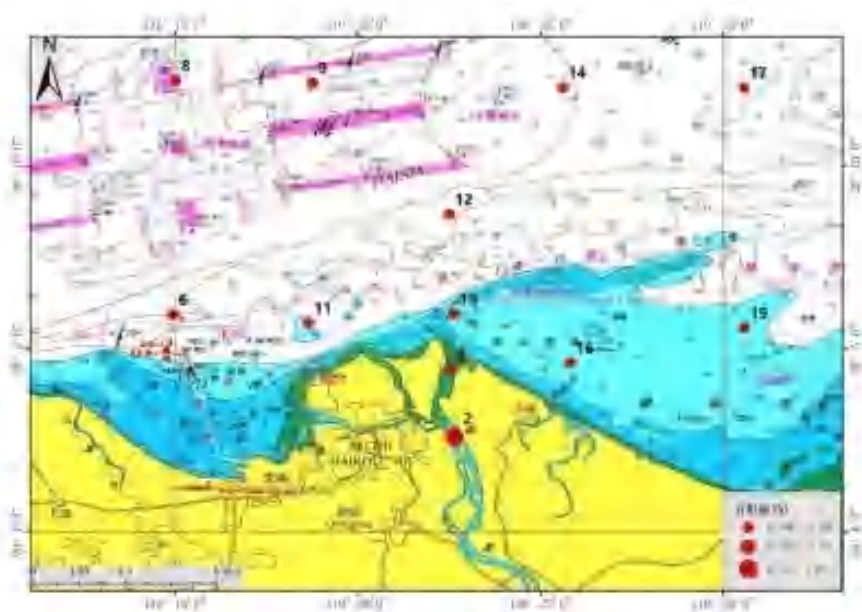


图 6.4-2 表层沉积物有机碳分布图

6.4.2.3 铜

调查海域的表层沉积物铜含量范围为 $(2.67\sim 19.14)\times 10^{-6}$ ，平均值为 12.00×10^{-6} 。平面分布上，表层沉积物铜含量变化范围较大，南渡江入海口及近岸沉积物铜含量整体较高。其中最高值 19.14×10^{-6} 出现在 2 站，位于南渡江入海口区域，但各调查站位沉积物铜含量仍均符合第一类沉积物质量标准 ($\leq 35.0\times 10^{-6}$)。

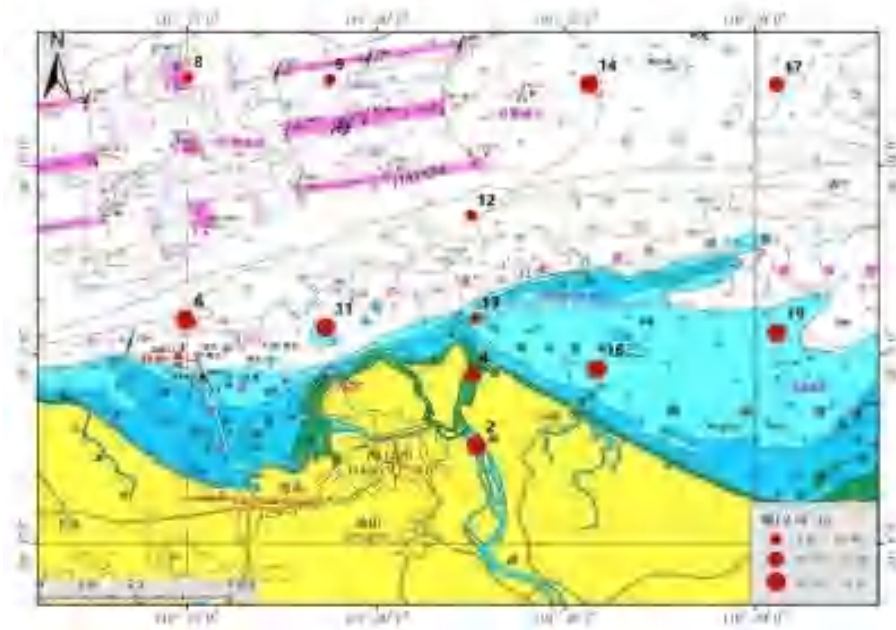


图 6.4-3 表层沉积物铜分布图

6.4.2.4 铅

调查海域的表层沉积物铅含量范围为 $(7.01\sim 19.71)\times 10^{-6}$ ，平均值为 14.47×10^{-6} 。平面分布上，表层沉积物铅含量变化范围较大，南渡江入海口区域及沿岸海域沉积物铜含量整体略高。其中最高值 19.71×10^{-6} 出现在 14 号站，次高值 18.53×10^{-6} 在 2 号站，位于近海农渔业区、南渡江入海口区域，但各调查站位沉积物铅含量仍符合第一类沉积物质量标准 ($\leq 60.0\times 10^{-6}$)。

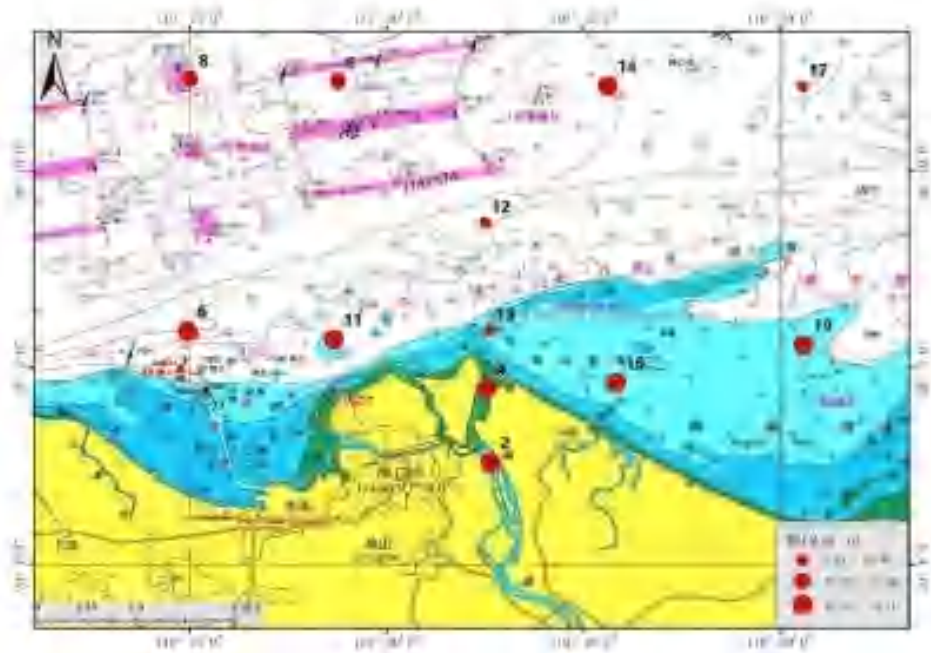


图 6.4.4 表层沉积物铅分布图

6.4.2.5 镉

调查海域的表层沉积物镉含量范围为 $(0.118\sim 0.439)\times 10^{-6}$ ，平均值为 0.214×10^{-6} 。平面分布上，表层沉积物镉含量变化范围较大，未有明显分布规律。其中最高值 0.439×10^{-6} 出现在 6 号站，次高值 0.330×10^{-6} 在 16 号站，分别位于休闲娱乐区、近海农渔业区。但各调查站位的表层沉积物镉含量均符合第一类沉积物质量标准 ($\leq 0.50\times 10^{-6}$)。

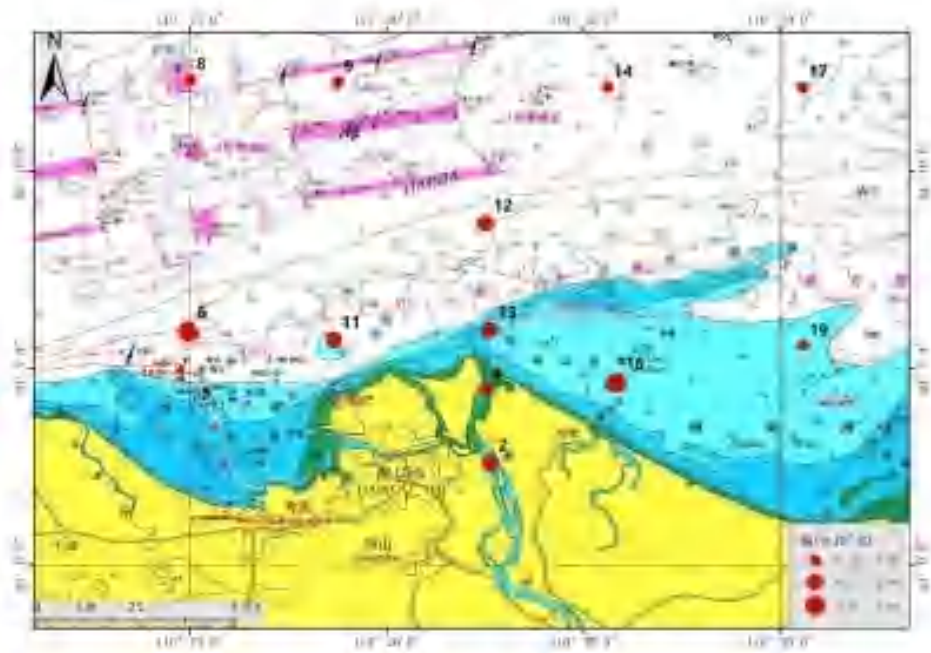


图 6.4.5 表层沉积物镉分布图

6.4.2.6 锌

调查海域的表层沉积物锌含量范围为未检出~ 79.98×10^{-6} ，平均值为 50.70×10^{-6} ，检出率为 91.7%。平面分布上，表层沉积物锌整体含量较高，其中最高值 79.98×10^{-6} 出现在 19 号站，次高值 78.17×10^{-6} 在 11 号站，分别位于港口航运区、休闲娱乐区。但各调查站位的表层沉积物锌含量均符合第一类沉积物质量标准 ($\leq 150.0 \times 10^{-6}$)。

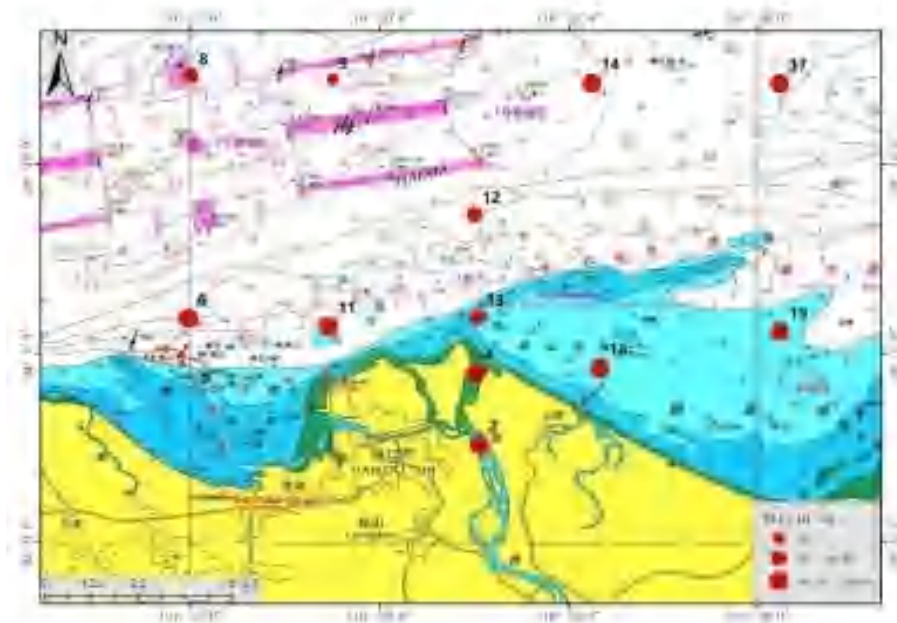


图 6.4-6 表层沉积物锌分布图

6.4.2.7 铬

调查海域的表层沉积物铬含量范围 ($24.90 \sim 65.59$) $\times 10^{-6}$ ，平均值为 42.57×10^{-6} 。平面分布上，南渡江入海口区域及沿岸海域表层沉积物铬整体含量较高。其中最高值 65.59×10^{-6} 出现在 6 号站，次高值 60.02×10^{-6} 在 2 号站。但各调查站位的表层沉积物铬含量仍均符合第一类沉积物质量标准 ($\leq 80.0 \times 10^{-6}$)。

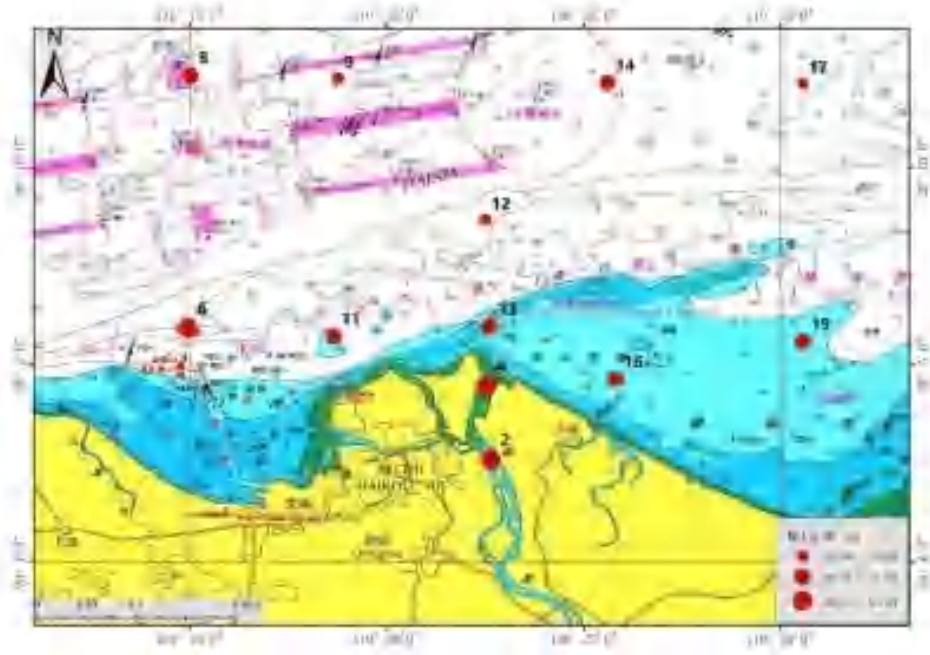


图 6.4-7 表层沉积物铬分布图

6.4.2.8 总汞

调查海域的表层沉积物总汞含量范围为未检出~ 0.044×10^{-6} ，平均值为 0.014×10^{-6} ，检出率为 75.0%。平面分布上，表层沉积物总汞含量整体处于较高水平，最高值 0.044×10^{-6} 出现在 2 号站，次高值 0.034×10^{-6} 在 4 号站均位于南渡江入海口区域。但各调查站位表层沉积物总汞含量均符合第一类沉积物质量标准 ($< 0.2 \times 10^{-6}$)。

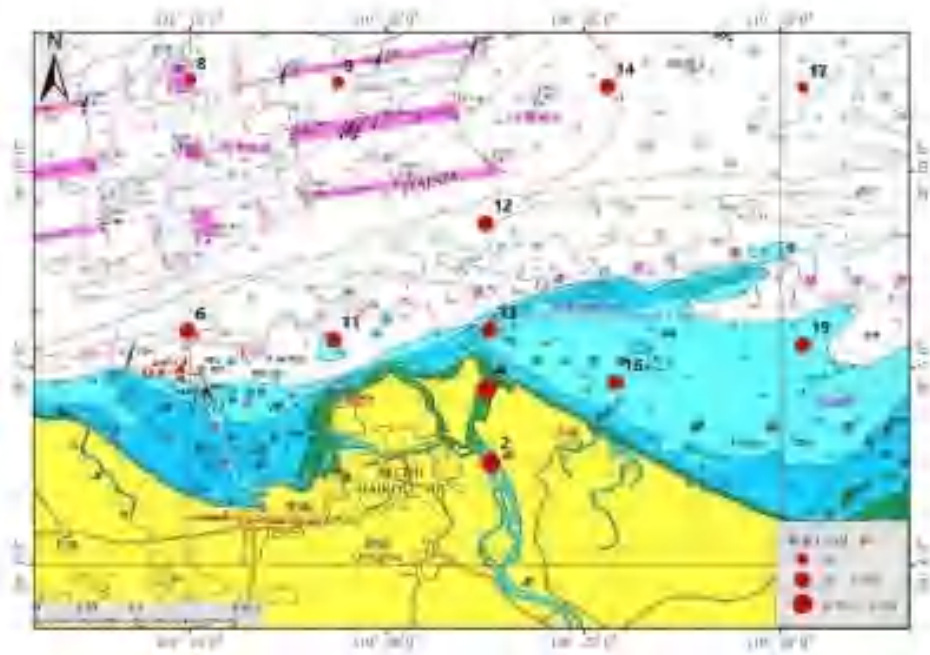


图 6.4-8 表层沉积物总汞分布图

6.4.2.9 砷

调查海域的表层沉积物砷含量范围 $(6.80\sim 15.86)\times 10^{-6}$ ，平均值为 11.12×10^{-6} 。平面分布上，表层沉积物砷整体含量较高，其中最高值 15.86×10^{-6} 出现在 2 号站，位于南渡江入海口区域。但各调查站位的表层沉积物砷含量仍均符合第一类沉积物质量标准 ($<20.0\times 10^{-6}$)。

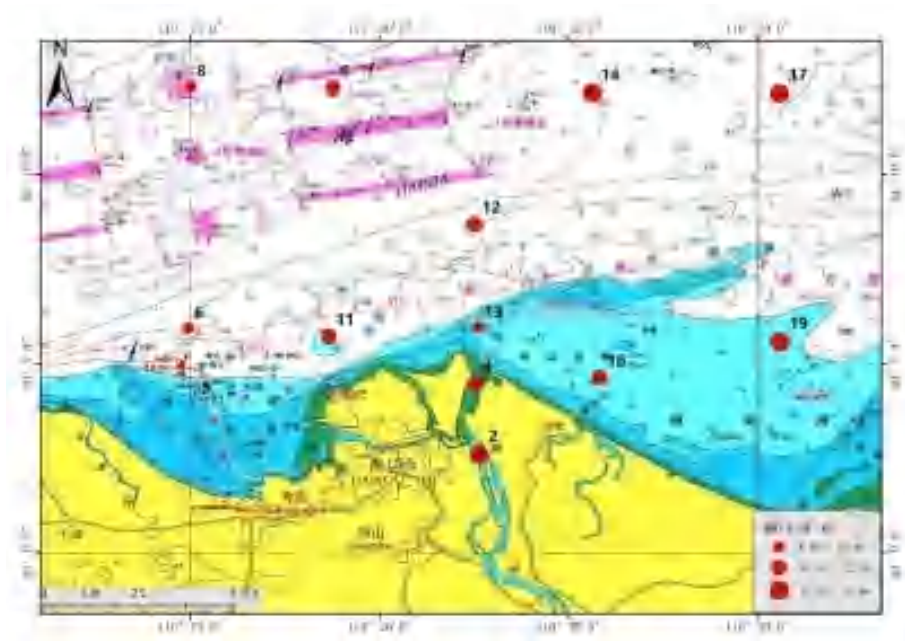


图 6.4-9 表层沉积物砷分布图

6.4.2.10 硫化物

调查海域的表层沉积物硫化物含量范围为未检出~ 65.06×10^{-6} ，平均值 12.42×10^{-6} ，检出率为 83.3%。平面分布上，表层沉积物硫化物含量整体处于较低水平。其中最高值 65.06×10^{-6} 出现在 2 号站，位于南渡江入海口区域。各调查海域各站位的表层沉积物硫化物含量均符合第一类沉积物质量标准 ($<300.0\times 10^{-6}$)。

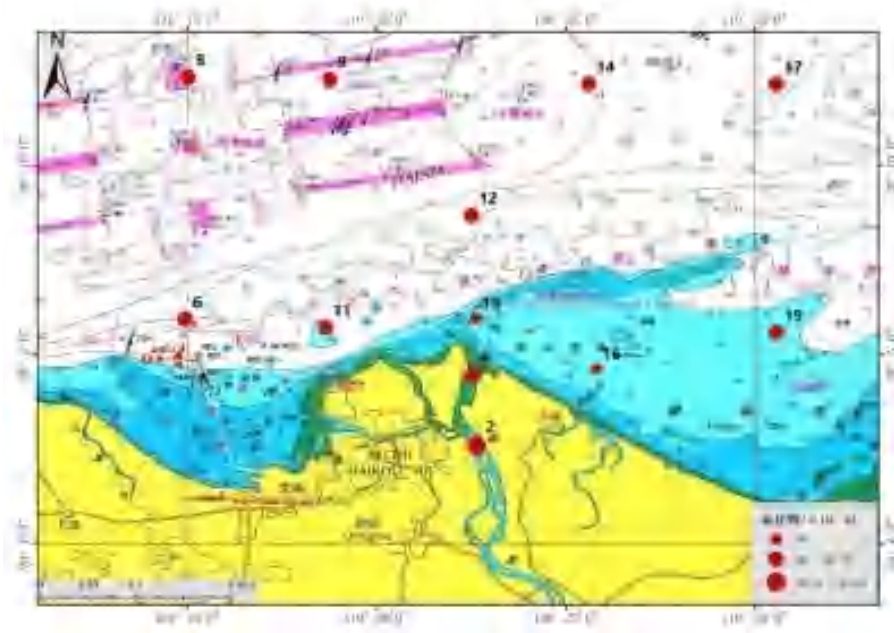


图 6.4-10 表层沉积物硫化物分布图

6.4.3 沉积物质量评价

根据《海洋沉积物质量》(GB 18668-2002)中对部分沉积物质量参数的分类规定,本次沉积物质量评价因子为硫化物、石油类、有机碳、锌、镉、铅、铜、铬、砷和总汞共 10 项。各沉积物单项标准指数计算和统计结果及超标率列见表 6.4-2 所示。

从上表中可以看出,调查海域的表层沉积物中硫化物、石油类、有机碳、铜、铅、锌、镉、铬、砷、总汞均符合调查海域海洋功能区划的相关海洋沉积物质量标准。

总体而言,调查海域沉积物总体质量优良。

表 6.4-2 沉积物单项分指数

序号	站号	石油类	有机碳	硫化物	铜	铅	锌	镉	铬	总汞	砷	评价标准
1	2	0.121	0.535	0.217	0.547	0.309	0.390	0.440	0.750	0.220	0.793	一类
2	4	0.121	0.185	0.012	0.365	0.271	0.359	0.240	0.657	0.170	0.506	
3	6	0.013	0.228	0.001	0.469	0.307	0.415	0.877	0.820	0.015	0.448	
4	8	0.046	0.052	0.008	0.114	0.197	0.107	0.237	0.445	0.005	0.391	
5	9	0.083	0.060	0.003	0.128	0.211	0.020	0.340	0.311	0.005	0.597	
6	11	0.066	0.145	0.082	0.457	0.285	0.521	0.432	0.571	0.050	0.534	
7	12	0.050	0.070	0.029	0.076	0.131	0.198	0.540	0.373	0.080	0.550	
8	13	0.007	0.070	0.001	0.108	0.154	0.151	0.440	0.406	0.035	0.340	
9	14	0.125	0.214	0.092	0.502	0.328	0.511	0.277	0.604	0.082	0.671	
10	16	0.036	0.163	0.001	0.483	0.281	0.362	0.660	0.603	0.094	0.562	
11	17	0.023	0.155	0.011	0.365	0.117	0.509	0.261	0.341	0.005	0.639	
12	19	0.027	0.155	0.026	0.175	0.140	0.229	0.128	0.270	0.027	0.197	二类
最小值		0.007	0.052	0.001	0.076	0.117	0.020	0.128	0.270	0.005	0.197	--
最大值		0.125	0.535	0.217	0.547	0.328	0.521	0.877	0.820	0.220	0.793	--
评价值		0.060	0.169	0.040	0.316	0.228	0.314	0.406	0.512	0.066	0.519	--
超标率 (%)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	--

注：检出率大于等于 1/2 的，未检出样品按照检出限的 1/2 来计算，
检出率小于 1/2 的，未检出样品按照检出限的 1/4 来计算。

6.5 生态环境质量现状调查与评价

6.5.1 2020 年春季生态环境调查

海南安纳检测技术有限公司对工程海域进行生态调查，在春季实施一个航次，在大潮期进行调查，调查时间为 2020 年 3 月 20~22 日。调查站位见图 6.3-1 及图 6.3-1 所示。

6.5.2.1 调查方法

(1) 叶绿素 a 和初级生产力

采样方法是按《海洋监测规范》(GB 17378.7-2007)中有关叶绿素 a 调查的规定进行。使用紫外分光光度计测定叶绿素 a 的含量。

初级生产力的估算采用叶绿素 a 法，按联合国教科文组织 (UNESCO) 推荐的下列公式估算：

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

式中：

P —现场初级生产力 ($\text{mg} \cdot \text{C} / (\text{m}^2 \cdot \text{d})$)；

$Chla$ —真光层内平均叶绿素 a 含量 (mg/m^3)；

Q —不同层次同化指数算术平均值，取 3.71；

D —昼长时间 (h)，根据季节和海区情况取 9 月份为 12.0 小时，4 月份为 12.5 小时；

E —真光层深度 (m)，取透明度 (m) $\times 2.71$ 。

(2) 浮游植物

采样方法是按《海洋调查规范》(GB 12763.6-2007)中的有关浮游生物调查的规定进行。利用浅水 III 型浮游生物网采样，拖网方式为底——表垂直拖。采用 5%中性福尔马林溶液固定带回实验室，进行种类鉴定及按个体计数法进行计数、统计和分析。

(3) 浮游动物

采样方法是按《海洋调查规范》(GB 12763.6-2007)中的有关浮游生物调查的规定进行，利用浅水 I 型浮游生物网采样，拖网方式为底-表垂直拖。采用 5%中性福尔马林溶液固定带回实验室，进行称重、种类鉴定、计数、统计和分析。

(4) 底栖生物

底栖生物的定量采样用张口面积为 0.066m^2 的采泥器进行，每个站采样 3 次；定性样品采用阿氏拖网采集，拖拽时间为 10-15min，拖速为 2~3 节。采集样品采用 75%无水乙醇固定

带回实验室，进行称重、种类鉴定、计数、统计和分析。

(5) 潮间带生物

分别在高潮带、中潮带、低潮带布一条断面，作定性定量采样，并采集有代表性，生物量较多的贝类物种供残毒分析。

(6) 鱼卵与仔稚鱼

利用浅水 I 型浮游生物网采样，定性样品采用平行拖网采集，定量样品采用垂直拖网采集。采用 5% 中性福尔马林溶液固定带回实验室，进行称重、种类鉴定、计数、统计和分析。

(7) 游泳生物

本次调查渔船为单拖网船，大部分站位可用拖网调查，近岸难以作业浅水区，以及港内未能拖网的站位用定制串联倒须笼网补充调查其种类分布概况。

6.5.2.2 评价方法

用反映生物群落特征指数，多样性指数 (H')、均匀度 (J')、优势度 (D_2) 对生物的群落结构特征进行分析。计算公式如下：

① 优势度 (Y):

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

② Shannon-Wiener 多样性指数:

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

③ Pielou 均匀度指数:

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

式中:

$$P_i = n_i/N;$$

$H_{\max} = \log_2 S$, 为最大多样性指数;

n_i : 第 i 种的个体数量 ($\text{ind} \cdot \text{m}^{-3}$);

N : 某站总生物数量 ($\text{ind} \cdot \text{m}^{-3}$);

f_i : 某种生物的出现频率 (%);

S : 出现生物总种数。

6.5.2.3 调查结果

(1) 叶绿素 a 和初级生产力

于 2020 年 03 月 20 日至 03 月 22 日使用紫外分光光度法测定叶绿素 a 含量，结果见表 6.5-35。初级生产力采用叶绿素 a 法，按照联合国教科文组织 (UNESCO) 推荐的公式计算，其结果如表 6.5-1 所示。

表 6.5-1 调查海区叶绿素 a 含量和初级生产力

站号	叶绿素 a ($\mu\text{g/L}$)				初级生产力 $\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$
	表层	10m	50m	底层	
H01	2.68	--	--	--	2.68
H04	0.24	0.56	0.68	0.56	0.51
H05	3.13	--	--	--	3.13
H06	3.13	--	--	--	3.13
H07	9.92	--	--	--	9.92
H08	2.02	--	--	--	2.02
H09	1.34	--	--	--	1.34
H10	1.70	--	--	--	1.70
H11	3.58	--	--	--	3.58
H13	1.12	1.24	--	1.34	1.23
H19	6.59	--	--	--	6.59
H20	4.24	--	--	--	4.24
H21	4.16	--	--	--	4.16
H23	0.68	0.88	--	1.1	0.89
H24	0.61	0.73	0.9	0.85	0.77
H26	2.36	--	--	--	2.36
H28	2.19	--	--	--	2.19
H30	3.28	--	--	--	3.28
H32	1.78	--	--	2.58	2.18
范围	0.24~9.92	0.56~1.24	0.68~0.90	0.56~2.58	16.17~315.62

由上表可见，调查海区叶绿素 a 含量范围是 (0.24~9.92) mg/m^3 ，平均值为 2.21 mg/m^3 。各站点间的叶绿素 a 含量差异较大，最高出现在 H07 号站位。调查海区初级生产力变化范围是 (16.17~315.62) $\text{mg}\cdot\text{C}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ ；平均值是 119.47 $\text{mg}\cdot\text{C}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 。

(2) 浮游植物

① 种类组成

根据本次调查所采集到的样品，调查海域共鉴定到浮游植物 4 门 43 属 108 种 (包括变型及变种)。其中，硅藻 32 属 81 种，占浮游植物种类数的 75.00%；甲藻门 8 属 24 种，占种类数的 22.22%；金藻门 2 属 2 种，占种类数的 1.85%；蓝藻门 1 属 1 种，占种类数的 0.93%。

②细胞密度

各调查站位浮游植物的细胞密度介于 $(0.20\sim 653.20) \times 10^5 \text{cells/m}^3$ 之间，平均细胞密度为 $51.62 \times 10^5 \text{cells/m}^3$ ，如图 6.5-1 和表 6.5-2 所示。

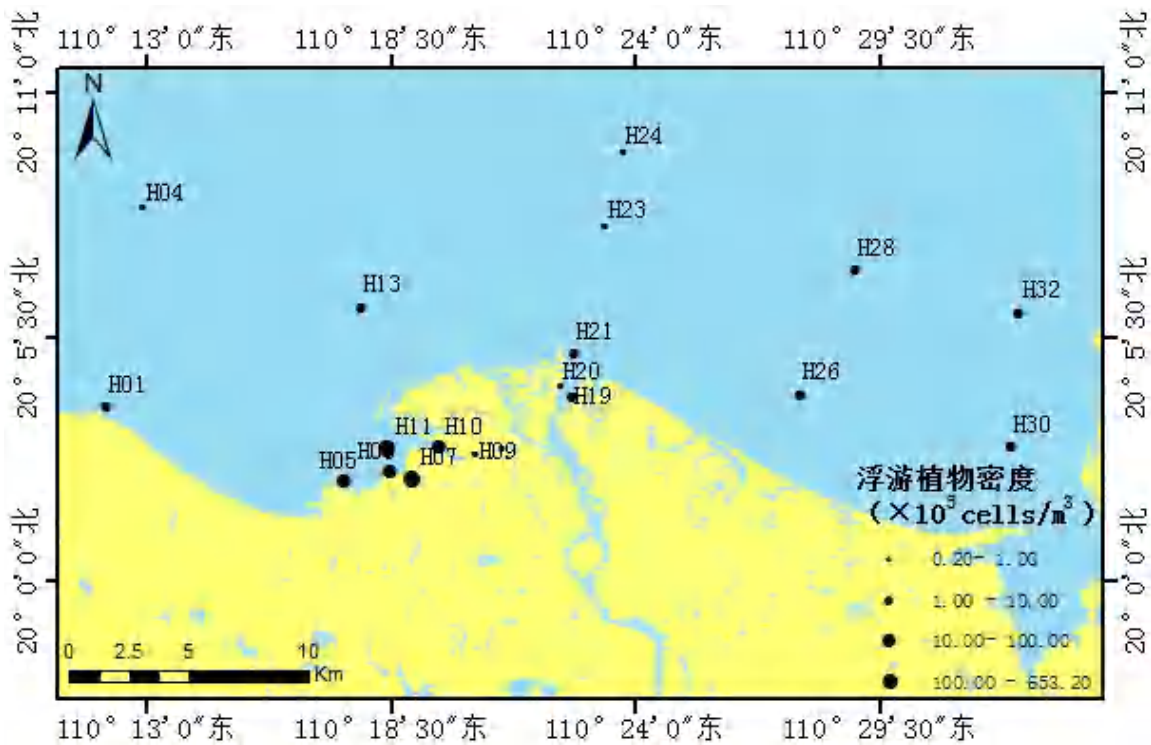


图 6.5-1 浮游植物密度平面分布图

表 6.5-2 各站位浮游植物细胞密度 ($\times 10^5 \text{cells/m}^3$)

站位	细胞密度 ($\times 10^5 \text{cells/m}^3$)
H01	3.88
H04	0.24
H05	20.44
H06	77.79
H07	653.20
H08	0.24
H09	0.20
H10	91.43
H11	109.85
H13	1.05
H19	4.70
H20	0.89
H21	2.19
H23	0.44
H24	0.34
H26	2.95
H28	4.46

H30	3.51
H32	2.92
平均值	51.62

③优势种

优势种的确定由优势度决定。根据实际调查情况，本次调查将浮游植物的优势度 ≥ 0.01 的种类作为该海域的优势种类。

调查海域浮游植物优势种为奇异棍型藻、旋链角毛藻、柔弱角毛藻、中肋骨条藻、菱形海线藻、尖刺拟菱形藻、热带骨条藻。具体优势种见表 6.5-3 所示。

表 6.5-3 浮游植物优势种和优势度

优势种	拉丁文名	平均密度 ($\times 10^5$ cells/m ³)	占总密度的比例 (%)	出现频率 (%)	优势度
奇异棍型藻	<i>Bacillariaparadoxa</i>	15.15	29.35%	84.21%	0.25
旋链角毛藻	<i>Chaetoceroscurvisetus</i>	17.66	34.21%	57.89%	0.20
柔弱角毛藻	<i>Chaetoceros debilis</i>	11.07	21.45%	68.42%	0.15
中肋骨条藻	<i>Skeletonemacostatum</i>	1.61	3.12%	68.42%	0.02
菱形海线藻	<i>Thalassionemanitzschoides</i>	0.71	1.38%	100.00%	0.01
尖刺拟菱形藻	<i>Pseudo-nitzschiapungens</i>	0.93	1.81%	73.68%	0.01
热带骨条藻	<i>Skeletonematropicum</i>	1.72	3.32%	36.84%	0.01

④丰富度、单纯度、多样性指数与均匀度

浮游植物多样性反映其种类的多寡和各个种类数量分配的函数关系，均匀度则反映其种类数量的分配情况，可以作为水质监测的参数。

计算结果表明，调查期间各站位的浮游植物丰富度指数 (D) 介于 0.81~2.56 之间，平均值为 1.71；单纯度 (C) 指数介于 0.05~0.61 之间，平均值为 0.20；多样性指数 (H') 介于 1.40~4.72 之间，平均值为 3.16；均匀度指数 (J') 介于 0.30~0.86 之间，平均值为 0.63。丰富度指数最高出现在 H28 号站位，最低出现在 H07 号站位；单纯度指数最高出现在 H19 号站位，最低出现在 H30 号站位；多样性指数和均匀度指数最高出现在 H30 号站位，最低出现在 H19 号站位。结果见表 6.5-4 所示。

表 6.5-4 丰富度 (D)、单纯度 (C)、多样性指数 (H') 和均匀度 (J')

站位	D	C	H'	J'
H01	1.99	0.09	3.95	0.75
H04	2.00	0.19	3.10	0.63
H05	1.43	0.18	2.93	0.59
H06	1.09	0.27	2.36	0.50
H07	0.81	0.31	2.01	0.45

H08	1.51	0.14	3.57	0.79
H09	1.33	0.24	2.91	0.67
H10	1.08	0.31	2.33	0.50
H11	1.11	0.35	2.09	0.44
H13	2.34	0.11	3.97	0.75
H19	1.22	0.61	1.40	0.30
H20	2.01	0.18	3.29	0.65
H21	1.92	0.12	3.78	0.74
H23	1.62	0.19	2.92	0.62
H24	1.86	0.17	3.19	0.66
H26	2.20	0.11	3.91	0.73
H28	2.56	0.11	3.96	0.71
H30	2.39	0.05	4.72	0.86
H32	2.04	0.13	3.70	0.70
平均值	1.71	0.20	3.16	0.63

⑤小结

根据本次调查所采集到的样品，调查海域共鉴定到浮游植物 4 门 43 属 108 种（包括变型及变种）。各调查站位浮游植物的细胞密度介于 $(0.20\sim 653.20) \times 10^5 \text{cells/m}^3$ 之间，平均细胞密度为 $51.62 \times 10^5 \text{cells/m}^3$ 。

调查海域浮游植物优势种为奇异棍型藻、旋链角毛藻、柔弱角毛藻、中肋骨条藻、菱形海线藻、尖刺拟菱形藻、热带骨条藻。

调查期间各站位的浮游植物丰富度指数 (D) 介于 0.81~2.56 之间，平均值为 1.71；单纯度 (C) 指数介于 0.05~0.61 之间，平均值为 0.20；多样性指数 (H') 介于 1.40~4.72 之间，平均值为 3.16；均匀度指数 (J') 介于 0.30~0.86 之间，平均值为 0.63。

(3) 浮游动物

①种类组成

据本次调查所采集到的标本鉴定，调查海域浮游动物共有 9 类 34 属 37 种，不包括浮游幼体、鱼卵及仔鱼。其中，桡足类最多，有 14 属 17 种，占浮游动物总种数的 45.95%；水螅水母类有 4 属 4 种，占浮游动物总种数的 10.81%；端足类有 3 属 3 种，占浮游动物总种数的 8.11%；被囊类和浮游软体类各有 2 属 2 种，占浮游动物总种数的 5.41%；枝角类、毛颚类、十足类和介形类各有 1 属 1 种，占浮游动物总种数的 2.70%；另有 8 个类别浮游幼体和鱼卵、仔鱼。

②生物量和丰度

本次调查中，浮游动物的丰度范围为 $(1.00\sim 2131.43) \text{ ind/m}^3$ ，平均丰度为 174.82 ind/m^3 ，

其中丰度最大值出现在 H23 号站位，最小值出现在在 H06 号；生物量范围为 (0.26~1858.90) mg/m^3 ，平均生物量为 $158.10\text{mg}/\text{m}^3$ ，其中生物量最大值出现在 H01 号站位，最小值出现在 H11 号站位。

表 6.5-5 各站位浮游动物丰度 (ind/m^3) 和生物量 (mg/m^3)

站位	丰度 (ind/m^3)	生物量 (mg/m^3)
H01	327.00	1858.50
H04	178.40	481.44
H05	12.00	1.20
H06	1.00	0.30
H07	20.00	1.80
H08	4.00	1.70
H09	5.00	1.30
H10	31.82	3.86
H11	9.21	0.26
H13	23.72	38.03
H19	13.00	3.50
H20	14.00	2.50
H21	24.07	2.22
H23	2131.43	43.63
H24	303.20	511.34
H26	15.22	3.59
H28	73.33	10.44
H30	56.00	8.10
H32	79.13	30.24
平均值	174.82	158.10

③优势种

优势种的确定由优势度决定。根据实际调查情况，本次调查将浮游动物的优势度 ≥ 0.01 的种类作为该海域的优势种类。

调查期间该海域浮游动物优势种类有针刺拟哲水蚤、中华哲水蚤、红大眼水蚤。结果详如表 6.5-6 所示。

表 6.5-6 浮游动物优势种和优势度

优势种	平均丰度 (ind/m^3)	比例 (%)	出现频率 (%)	优势度
针刺拟哲水蚤	89.99	51.48	36.84	0.19
中华哲水蚤	22.37	12.80	47.37	0.06
红大眼水蚤	6.17	3.53	26.32	0.01

④丰富度、单纯度、多样性指数和均匀度

调查期间该水域浮游动物丰富度指数范围为 0~3.65，平均值为 1.42，最大值出现在 H32

号站位，最小值出现在 H06 号；单纯度指数范围为 0.11~1.00，平均值为 0.39，最大值出现在 H06 号站位，最小值出现在 H32 号站位；多样性指数范围为 0~3.49，平均值为 1.95，最大值出现在 H32 号站位，最小值出现在 H06 号；均匀度指数范围为 0~0.98，平均值为 0.70，最大值出现在 H26 号站位，最小值出现在 H06 号站位。结果详见表 6.5-7 所示。

表 6.5-7 丰富度 (D)、单纯度 (C)、多样性指数 (H') 和均匀度 (J')

站位	D	C	H'	J'
H01	1.08	0.28	2.18	0.66
H04	2.67	0.32	2.74	0.62
H05	0.56	0.46	1.28	0.81
H06	0	1	0	0
H07	1.39	0.24	2.36	0.84
H08	1.00	0.38	1.50	0.95
H09	1.29	0.28	1.92	0.96
H10	1.20	0.30	2.26	0.81
H11	0.31	0.76	0.59	0.59
H13	2.19	0.16	2.87	0.83
H19	1.62	0.17	2.66	0.95
H20	1.05	0.30	1.99	0.85
H21	0.87	0.29	2.05	0.88
H23	1.72	0.62	1.49	0.35
H24	1.94	0.71	1.11	0.27
H26	2.04	0.12	3.09	0.98
H28	0.97	0.55	1.47	0.52
H30	1.38	0.38	1.93	0.61
H32	3.65	0.11	3.49	0.76
平均值	1.42	0.39	1.95	0.70

(5) 小结

据本次调查所采集到的标本鉴定，调查海域浮游动物共有 9 类 34 属 37 种，桡足类最多，有 14 属 17 种；水螅水母类有 4 属 4 种；端足类有 3 属 3 种；被囊类和浮游软体类各有 2 属 2 种；枝角类、毛颚类、十足类和介形类各有 1 属 1 种。浮游动物的丰度范围为(1.00~2131.43) ind/m³，平均丰度为 174.82nd/m³；生物量范围为(0.26~1858.90) mg/m³，平均生物量为 158.10mg/m³。调查期间该海域浮游动物优势种类有针刺拟哲水蚤、中华哲水蚤、红大眼水蚤。浮游动物丰富度指数范围为 0~3.65，平均值为 1.42；单纯度指数范围为 0.11~1.00，平均值为 0.39；多样性指数范围为 0~3.49，平均值为 1.95；均匀度指数范围为 0~0.98，平均值为 0.70。

(4) 渔业资源调查

①鱼卵、仔鱼调查结果

1) 种类组成

在采集的 38 个样品中共鉴定出 11 个种类，隶属于 11 科，除此之外还有部分的鱼卵未能确定种类。其中鉴定到属的有 3 种，鉴定到种的有 3 种，其余鉴定到科。从发育阶段来看，仔稚鱼出现种类的有 9 种，鱼卵出现种类的有 6 种。

水平拖网共捕获鱼卵 7686 粒，仔稚鱼 25 尾。鱼卵数量以鲳科鱼卵占绝对优势，占总数的 43.70%；其次为小公鱼属鱼卵，占总数的 16.82%。仔鱼数量小沙丁鱼属最多，占总数的 20.00%；其次为眶棘双边鱼仔稚鱼，占总数的 16.00%。本次调查鱼卵优势种为鲳科、仔稚鱼优势种为小沙丁鱼属，如见表 6.5-8 所示。

表 6.5-8 鱼卵和仔鱼种类组成

鱼卵		仔鱼	
种类	所占比例 (%)	种类	所占比例 (%)
小沙丁鱼属	6.83	小沙丁鱼属	20.00
小公鱼属	16.82	小公鱼属	8.00
鲳科	2.81	白氏银汉鱼	12.00
多鳞鱧	15.87	鲳科	8.00
鲳科	43.70	眶棘双边鱼	16.00
舌鳎科	4.29	多鳞鱧	8.00
未定种		鲷科	12.00
		绯鲤属	4.00
		鰕虎鱼科	12.00

2) 密度分布

本次垂直拖网调查，未采集到仔稚鱼，采集到的鱼卵密度范围为 (0~3.26) 粒/m³，平均密度为 1.13 粒/m³，最大值出现在 H26 号站位，H05、H06、H08、H10、H19、H21 站位未采集到鱼卵，详见表 6.5-9 所示。

表 6.5-9 鱼卵和仔鱼调查结果

站位	鱼卵 (粒/m ³)	仔鱼 (尾/m ³)
H01	2.00	0
H04	0.80	0
H05	0	0
H06	0	0
H07	2.00	0
H08	0	0
H09	1.00	0
H10	0	0
H11	2.63	0
H13	1.07	0

H19	0	0
H20	1.00	0
H21	0	0
H23	0.42	0
H24	0.20	0
H26	3.26	0
H28	2.22	0
H30	3.00	0
H32	1.94	0
平均值	1.13	0

(5) 大型底栖动物

①种类组成

调查海域大型底栖动物共采集鉴定到 8 门 64 科 106 种，其中节肢动物有 21 科 37 种，占总种类数的 34.91%；其次为环节动物有 17 科 32 种，占总种类数的 30.19%；软体动物有 16 科 24 种，占总种类数的 22.64%；棘皮动物有 5 科 8 种，占总种类数的 7.55%；星虫动物有 2 科 2 种，占总种类数的 1.89%；蠕虫动物、尾索动物、腔肠动物均有 1 科 1 种，均占总种类数的 0.94%。

②生物量和栖息密度

调查结果表明，各站位底栖生物栖息密度的幅度为（4.98~840.80）ind/m²，平均密度为 60.75ind/m²，最高出现在 H08 号站位，最低出现在 H04、H19、H20 号站位；生物量的幅度为（0.005~530.42）g/m²，平均生物量为 29.42g/m²，最高出现在 H08 号站位，最低出现在 H20 号站位。H5、H6、H7、H9、H10、H11 号站未采集到生物。详见表 6.5-10 所示。

表 6.5-10 各站位大型底栖动物生物量（g/m²）和栖息密度（ind/m²）

站位	栖息密度	生物量
H01	14.93	0.11
H04	4.98	0.05
H05	--	--
H06	--	--
H07	--	--
H08	840.80	530.42
H09	--	--
H10	--	--
H11	--	--
H13	44.78	7.03
H19	4.98	0.01
H20	4.98	0.005

H21	24.88	2.42
H23	19.90	2.32
H24	29.85	1.26
H26	24.88	1.28
H28	54.73	1.54
H30	59.70	10.32
H32	24.88	2.21
平均值	60.75	29.42

注：--为未发现

③各类别生物量和栖息密度

调查海域大型底栖动物栖息密度主要以软体动物为主，平均密度为 $46.35\text{ind}/\text{m}^2$ ；其次为环节动物，平均密度为 $7.86\text{ind}/\text{m}^2$ ；最低为蠕虫动物，平均密度均为 $0.26\text{ind}/\text{m}^2$ 。生物量以软体动物为主，平均生物量为 $28.10\text{g}/\text{m}^2$ ；其次为节肢动物，平均生物量为 $0.68\text{g}/\text{m}^2$ ；棘皮动物和蠕虫动物最低，平均生物量均为 $0.02\text{g}/\text{m}^2$ 。详见表 6.5-11 所示。

表 6.5-11 各站位类别生物量 (g/m²) 和栖息密度 (ind/m²)

项目	门类	H01	H04	H05	H06	H07	H08	H09	H10	H11	H13	H19	H20	H21	H23	H24	H26	H28	H30	H32	平均值	
生物量	环节动物	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.005	0.77	0.00	0.38	1.17	1.38	0.28	0.07	0.21	
	软体动物	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	530.00	0.00	0.00	0.00	0.55	0.00	0.00	1.66	0.00	0.00	0.00	0.00	1.64	0.00	28.10	
	节肢动物	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.42	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	0.00	0.00	2.32	0.47	0.11	0.00	7.44	1.95	0.68	
	棘皮动物	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.16	0.00	0.19	0.02	
	尾索动物	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33
	星虫动物	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.95	0.00	0.05	

	昆虫动物	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
	总量	0.11	0.05	0.00	0.00	0.00	530.42	0.00	0.00	0.00	7.03	0.01	0.005	2.42	2.32	1.26	1.28	1.54	10.32	2.21	29.42	
栖息密度	环节动物	4.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.98	4.98	19.90	0.00	14.93	19.90	49.75	19.90	9.95	7.86	
	软体动物	4.98	0.00	0.00	0.00	0.00	835.82	0.00	0.00	0.00	14.93	0.00	0.00	4.98	0.00	0.00	0.00	0.00	19.90	0.00	46.35	
	节肢动物	4.98	0.00	0.00	0.00	0.00	4.98	0.00	0.00	0.00	19.90	0.00	0.00	0.00	19.90	4.98	4.98	0.00	9.95	9.95	4.19	
	棘皮动物	0.00	4.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.98	0.00	4.98	0.00	4.98	1.05	
	尾索动物	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.52	

星虫动物	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.95	0.00	0.52
蠕虫动物	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.26
总量	14.93	4.98	0.00	0.00	0.00	840.80	0.00	0.00	0.00	44.78	4.98	4.98	24.88	19.90	29.85	24.88	54.73	59.70	24.88	60.75		

④优势种

优势种的确定由优势度决定。根据实际调查情况，本次调查将大型底栖动物的优势度 ≥ 0.01 的种类作为该海域的优势种类。

调查期间该海域大型底栖动物优势种类突出，优势种有杓形小囊蛤和菲律宾偏顶蛤。

表 6.5-12 大型底栖动物的优势种和优势度

优势种	平均栖息密 (ind/m ²)	比例 (%)	出现频率 (%)	优势度
杓形小囊蛤	2.09	3.45%	15.79%	0.01
菲律宾偏顶蛤	42.68	70.26%	5.26%	0.04

⑤多样性指数和均匀度

各站丰富度的幅度为 0~1.56，平均值为 0.41，最高值出现在 H30 号站位，最低值出现在 H4、H19、H20 号站位；各站单纯度的幅度为 0.11~1.00，平均值为 0.32，最高值出现在 H4、H19、H20 号站位，最低值出现在 H30 号站位；各站多样性指数的幅度为 0~2.73，平均值为 0.66，最高值出现在 H2.73 号站位，最低值出现在 H4、H19、H20 号站位；各站底栖生物均匀度的幅度为 0~1.00，平均值为 0.29，最高值出现在 H01 号站位，最低值出现在 H4、H19、H20 号站位。H5、H6、H7、H9、H10、H11 号站未采集到生物。详见表 6.5-13 所示。

表 6.5-13 生物多样性评价指数

站位	丰富度 (<i>d</i>)	单纯度 (<i>C</i>)	多样性指数 (<i>H'</i>)	均匀度指数 (<i>J</i>)
H01	0.51	0.33	1.58	1.00
H04	0.00	1.00	0.00	0.00
H05	-	-	-	-
H06	-	-	-	-
H07	-	-	-	-
H08	0.21	0.93	0.24	0.15
H09	-	-	-	-
H10	-	-	-	-
H11	-	-	-	-
H13	0.73	0.23	1.29	0.55
H19	0.00	1.00	0.00	0.00
H20	0.00	1.00	0.00	0.00
H21	0.65	0.28	1.35	0.68
H23	0.70	0.25	1.38	0.69
H24	1.02	0.17	1.21	0.47
H26	0.86	0.20	1.30	0.56
H28	0.69	0.44	1.00	0.43
H30	1.53	0.11	2.73	0.82
H32	0.86	0.20	0.37	0.16
平均值	0.41	0.32	0.66	0.29

⑥小结

调查海域大型底栖动物共采集鉴定到 106 种，节肢动物有 37 种，环节动物有 32 种，软体动物有 24 种，棘皮动物有 8 种，星虫动物有 2 种，蠕虫动物、尾索动物、腔肠动物均有 1 种。各站位底栖生物栖息密度的幅度为(4.98~840.80) ind/m²，生物量的幅度为(0.005~530.42)

g/m^2 ，H5、H6、H7、H9、H10、H11 号站未采集到生物。

调查海域大型底栖动物栖息密度主要以软体动物为主，平均密度为 $46.35\text{ind}/\text{m}^2$ ；其次为环节动物，平均密度为 $7.86\text{ind}/\text{m}^2$ ；最低为蠕虫动物，平均密度均为 $0.26\text{ind}/\text{m}^2$ 。生物量以软体动物为主，平均生物量为 $28.10\text{g}/\text{m}^2$ ；其次为节肢动物，平均生物量为 $0.68\text{g}/\text{m}^2$ ；棘皮动物和蠕虫动物最低，平均生物量均为 $0.02\text{g}/\text{m}^2$ 。

调查期间该海域大型底栖动物优势种类突出，优势种有杓形小囊蛤、菲律宾偏顶蛤。各站丰富度的幅度为 $0\sim 1.56$ ，平均值为 0.41 ；各站单纯度的幅度为 $0.11\sim 1.00$ ，平均值为 0.32 ；各站多样性指数的幅度为 $0\sim 2.73$ ，平均值为 0.66 ；各站底栖生物均匀度的幅度为 $0\sim 1.00$ ，平均值为 0.29 ，H5、H6、H7、H9、H10、H11 号站未采集到生物。

(6) 潮间带生物

① 种类组成

4 个潮间带断面共采获了 4 个生物类别中的 30 科 46 种生物（包含定性样品）。其中环节动物门、软体动物门各有 7 科 9 种，均占总种类数的 19.57% ；脊索动物门有 1 科 1 种，占总种类数的 2.17% ；节肢动物门有 15 科 27 种，占总种类数的 58.69% 。

不同断面出现的生物种类数差异较大，其中断面 C02 采获的生物种类数最多，有 21 种生物，环节动物有 2 种、脊索动物有 1 种、节肢动物有 14 种、软体动物有 4 种；其次是断面 C04 采获 18 种生物，环节动物有 7 种、节肢动物有 14 种、软体动物有 4 种，断面 C01 采获 6 种生物，断面 C03 采获 3 种生物。不同断面出现的生物种类数详见表 6.5-14 所示。

表 6.5-14 不同断面出现的生物种类数

门类	环节动物	脊索动物	节肢动物	软体动物	合计
C01	2	--	2	2	6
C02	2	1	14	4	21
C03	--	--	2	1	3
C04	7	--	14	4	18

注：--表示未发现该生物类型

② 生物量和栖息密度

4 条潮间带生物断面高潮区平均栖息密度为 $220.41\text{ind}/\text{m}^2$ ，平均生物量为 $81.13\text{g}/\text{m}^2$ ；中潮区平均栖息密度为 $127.25\text{ind}/\text{m}^2$ ，平均生物量为 $45.15\text{g}/\text{m}^2$ ；低潮区平均栖息密度为 $61.50\text{ind}/\text{m}^2$ ，平均生物量为 $9.58\text{g}/\text{m}^2$ 。详见表 6.5-15 所示。

表 6.5-15 潮间带生物量 (g/m^2) 和栖息密度 (ind/m^2)

断面	栖息密度 (ind/m^2)			生物量 (g/m^2)		
	高滩	中滩	低滩	高滩	中滩	低滩
C01	192.00	58.67	178.00	12.68	6.37	18.22

C02	688.00	376.00	28.00	309.76	84.39	4.72
C03	0.30	1.00	--	0.66	4.76	--
C04	1.35	73.33	40.00	1.41	85.07	15.38
平均值	220.41	127.25	61.50	81.13	45.15	9.58

注：--为未发现

③各类别生物量和栖息密度

各类别生物的生物量和栖息密度如表 6.5-16 所示，其中栖息密度的分布状况为节肢动物（80.75ind/m²）>环节动物（53.44nd/m²）>环节动物（2.19ind/m²）；生物量分布状况为节肢动物（37.44g/m²）>环节动物（5.15g/m²）>环节动物（2.19g/m²）。

表 6.5-16 潮间带生物的种类组成生物量与栖息密度

断面		栖息密度 ind/m ²			生物量 g/m ²		
		环节动物	节肢动物	软体动物	环节动物	节肢动物	软体动物
C01	高潮	192.00	--	--	12.68	--	--
	中潮	57.33	--	1.33	3.01	--	3.36
	低潮	174.00	--	4.00	5.20	--	13.02
C02	高潮	--	688.00	--	--	309.76	--
	中潮	170.67	205.33	--	6.65	77.73	--
	低潮	20.00	8.00	--	1.84	2.88	--
C03	高潮	--	0.30	--	--	0.66	--
	中潮	--	--	1.00	--	--	4.76
	低潮	--	--	--	--	--	--
C04	高潮	--	1.35	--	--	1.41	--
	中潮	5.33	48.00	20.00	1.68	42.69	40.69
	低潮	22.00	18.00	--	1.22	14.16	--
平均值		53.44	80.75	2.19	2.69	37.44	5.15

注：--为未发现

④优势种

优势种的确定由优势度决定。本次调查潮间带生物以潮区为站点计算各种类的栖息密度百分比和出现频率，并把优势度>0.02 种类作为该区域的优势种类。

该海域的潮间带生物优势种类有网纹纹藤壶、腺带刺沙蚕、潮间洋蛭，如表 6.5-17 所示。

表 6.5-17 潮间带生物的优势种

优势种	拉丁文名	平均栖息密度 (ind/m ²)	比例 (%)	出现频率 (%)	优势度
网纹纹藤壶	<i>Amphibalanusreticulatus</i>	73.00	53.53	16.67	0.09
腺带刺沙蚕	<i>Neanthesglandicincta</i>	29.17	21.39	33.33	0.07
潮间洋蛭	<i>Pontodriluslitoralis</i>	20.83	15.28	25.00	0.04

⑤多样性指数和均匀度

高潮区丰富度范围在 0~2.31 之间，平均为 0.58；单纯度范围在 0.54~1.00 之间，平均为

0.89；多样性指数范围在 0~0.94 之间，平均为 0.24；均匀度范围在 0~0.94 之间，平均为 0.24。中潮区丰富度范围在 0~1.13 之间，平均为 0.49；单纯度范围在 0.29~1.00 之间，平均为 0.67；多样性指数范围在 0~2.22 之间，平均为 0.95；均匀度范围在 0~0.74 之间，平均为 0.37。低潮区 C03 号站位未采获生物，丰富度范围在 0.27~0.94 之间，平均为 0.41；单纯度范围在 0.26~0.93 之间，平均为 0.44；多样性指数范围在 0.24~2.20 之间，平均为 0.90；均匀度范围在 0.15~0.85 之间，平均为 0.43。详见表 6.5-18 所示。

表 6.5-18 潮间带生物的丰富度 (D)、单纯度 (C) 多样性指数 (H') 和均匀度 (J)

断面	丰富度 D			单纯度 C			多样性指数 H'			均匀度 J		
	高	中	低	高	中	低	高	中	低	高	中	低
C01	0	0.34	0.27	1.00	0.91	0.93	0	0.31	0.24	0	0.20	0.15
C02	0	0.47	0.42	1.00	0.46	0.55	0	1.28	1.15	0	0.55	0.72
C03	0	0	--	1.00	1.00	--	0	0	--	0	0	--
C04	2.31	1.13	0.94	0.54	0.29	0.26	0.94	2.22	2.20	0.94	0.74	0.85
平均值	0.58	0.49	0.41	0.89	0.67	0.44	0.24	0.95	0.90	0.24	0.37	0.43

注：0 为只采集到 1 种生物；--为未发现

⑥小结

4 个潮间带断面共采获了 4 个生物类别中的 30 科 46 种生物（包含定性样品）。其中环节动物门、软体动物门各有 7 科 9 种，脊索动物门有 1 科 1 种，节肢动物门有 15 科 27 种。

4 条潮间带生物断面高潮区平均栖息密度为 220.41ind/m²，平均生物量为 81.13g/m²；中潮区平均栖息密度为 127.25ind/m²，平均生物量为 45.15g/m²；低潮区平均栖息密度为 61.50ind/m²，平均生物量为 9.58g/m²。其中节肢动物的生物量和栖息密度最大，分别为 80.75ind/m²、37.44g/m²。海域的潮间带生物优势种类有网纹纹藤壶、腺带刺沙蚕、潮间洋蛭。

4 条潮间带高潮区丰富度范围在 0~2.31 之间，平均为 0.58；单纯度范围在 0.54~1.00 之间，平均为 0.89；多样性指数范围在 0~0.94 之间，平均为 0.24；均匀度范围在 0~0.94 之间，平均为 0.24。中潮区丰富度范围在 0~1.13 之间，平均为 0.49；单纯度范围在 0.29~1.00 之间，平均为 0.67；多样性指数范围在 0~2.22 之间，平均为 0.95；均匀度范围在 0~0.74 之间，平均为 0.37。低潮区 C03 号站位未采获生物，丰富度范围在 0.27~0.94 之间，平均为 0.41；单纯度范围在 0.26~0.93 之间，平均为 0.44；多样性指数范围在 0.24~2.20 之间，平均为 0.90；均匀度范围在 0.15~0.85 之间，平均为 0.43。

(7) 游泳生物

①游泳生物资源现状

1) 种类组成

本次调查采用单拖底拖网，分析评价该项目海域游泳动物的种类组成。经鉴定，共捕获游泳动物 97 种，分别隶属于 16 目 53 科。其中鱼类 11 目 40 科 63 种，占有所有种类的 64.95%；甲壳类 2 目 9 科 27 种，占有所有种类的 27.83%；头足类 3 目 4 科 7 种，占有所有种类的 7.22%。

2) 渔获率和现存资源密度

本次调查共采集到游泳动物重量有 72.05kg，其中，鱼类为 66.12kg，占总渔获量的 91.76%；甲壳类为 3.36kg，占总渔获量的 4.66%；头足类渔获量为 2.58kg，占总渔获量的 3.58%。个体计，共采集到个体有 1410ind，鱼类为 1178ind，占总个体渔获数量的 83.55%；甲壳类为 165ind，占总个体渔获数量的 11.70%；头足类为 67ind，占总个体渔获量的 4.75%。

游泳动物重量渔获率范围为 2.35kg/h~37.52kg/h，游泳动物的平均重量渔获率为 10.82kg/h。各站位中重量渔获率以 H23 号站最高，为 37.52kg/h；渔获率较高的站位还有 H04 号站，渔获率为 29.46kg/h；H13 号站最低，为 2.35kg/h。各类中鱼类重量渔获率为 9.91kg/h，占渔获游泳动物的 91.52%；甲壳类重量渔获率为 0.52kg/h；占渔获游泳动物的 4.78%；头足类重量渔获率为 0.40kg/h；占渔获游泳动物的 3.70%。按个体计，评价区游泳动物的个体渔获率范围为 89ind/h~543ind/h，平均个体渔获率为 203ind/h。各站位中个体渔获率以 H05 号站最高，为 543ind/h；其次为 H04 号站，为 438ind/h；H13 号站最低，为 89ind/h。各类中鱼类个体渔获率为 171ind/h，占渔获游泳动物的 84.01%；甲壳类个体渔获率为 24ind/h，占渔获游泳动物的 11.96%；头足类个体渔获率为 8ind/h，占渔获游泳动物的 4.03%。其他各站渔获率见表 6.5-19 所示。

调查海域中游泳动物的质量资源密度为 194.83kg/km²。各类中鱼类质量资源密度为 178.31kg/km²，甲壳类质量资源密度为 9.31kg/km²，头足类质量资源密度为 7.21kg/km²。各站中以 H23 号站质量资源密度最高（675.35kg/km²），H04 号站次之（530.24kg/km²），H13 号站较低（42.36kg/km²）；按个体计，游泳动物的资源密度约为 3654ind/km²。各类中鱼类个体资源密度为 3069ind/km²，甲壳类个体资源密度为 437ind/km²，头足类个体资源密度为 147ind/km²。各站位中个体资源密度以 H05 号站最高（9764ind/km²），H04 号站次之（7883ind/km²），H13 号站最低（1604ind/km²）。

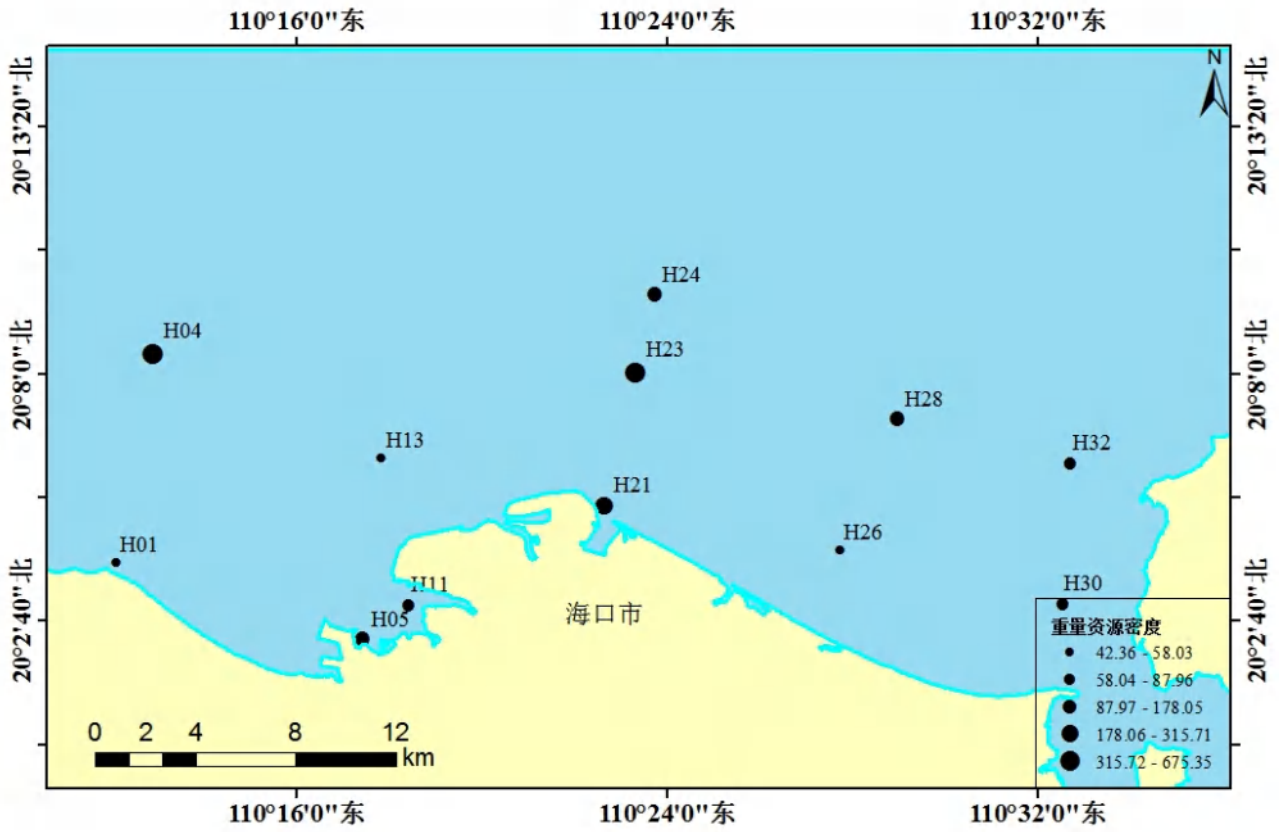


图 6.5-2a 重量资源密度

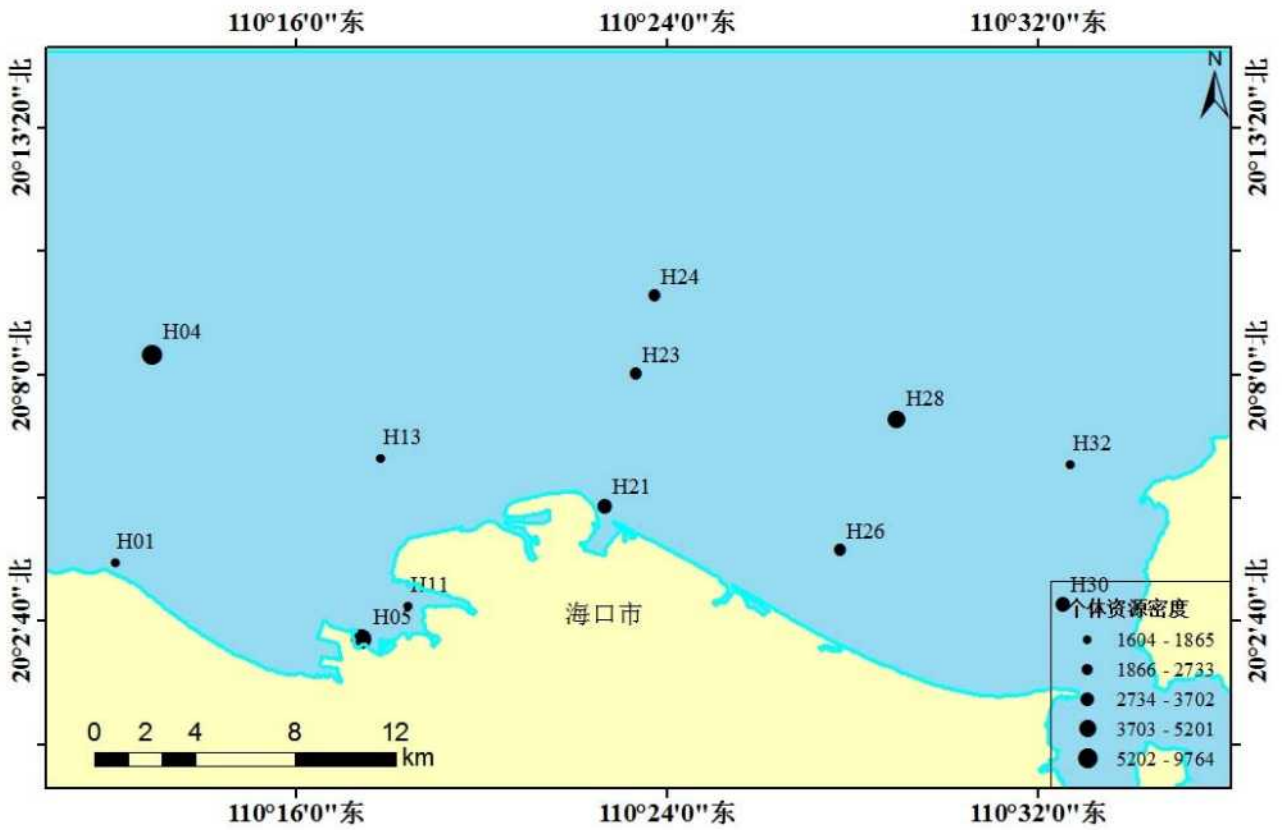


图 6.5-2b 个体资源密度

表 6.5-19 调查海域游泳动物渔获率和资源密度

站位	渔获率		资源密度	
	重量渔获率 kg/h	个体渔获率 ind./h	重量资源密度 kg/km ²	个体资源密度 ind./km ²
H01	3.22	96	58.03	1734
H04	29.46	438	530.24	7883
H05	9.89	543	178.05	9764
H11	4.89	104	87.96	1865
H13	2.35	89	42.36	1604
H21	17.54	170	315.72	3066
H23	37.52	152	675.35	2734
H24	6.60	117	118.84	2110
H26	3.11	130	56.03	2340
H28	6.65	289	119.76	5201
H30	4.79	206	86.28	3703
H32	3.85	102	69.31	1841
平均值	10.82	203	194.83	3654

3) 优势种

根据相对重要性指数 (IRI) 公式计算评价调查海域内渔获物的相对重要性指标 (IRI), 并以 IRI 大于 100 作为优势渔获物的判断指标, 本次调查的优势渔获物鱼类共有 14 种。其中, 短吻鲷的 IRI 最高, 为 2779; 其它优势种依次为大鳞舌鲷 (778)、皮氏叫姑鱼 (651)、颈斑鲷 (536)、杜氏叫姑鱼 (471)、黑棘鲷 (430)、鹿斑鲷 (334)、红鳍赤鲷 (223)、尖嘴鲷 (203)、黄斑胡椒鲷 (185)、白鲳 (152)、黑口鲷 (146)、灰鲳 (138)、古氏鲷 (117)。优势渔获物甲壳类有 1 种, 为须赤虾 (144)。渔获物头足类优势种有 1 种, 为中国枪乌贼 (265)。其它种类的相对重要性指数小于 100。优势种渔获率及百分比组成见表 6.5-20 所示。

表 6.5-20 调查海域渔获物优势种

种类	种	N	W	F	IRI
鱼类	短吻鲷	8.54%	28.51%	75.00%	2779
	大鳞舌鲷	4.37%	7.30%	66.67%	778
	皮氏叫姑鱼	3.87%	5.89%	66.67%	651
	颈斑鲷	2.65%	10.21%	41.67%	536
	杜氏叫姑鱼	6.85%	4.47%	41.67%	471
	黑棘鲷	6.60%	0.78%	58.33%	430
	鹿斑鲷	0.41%	5.32%	58.33%	334
	红鳍赤鲷	0.70%	3.76%	50.00%	223
	尖嘴鲷	4.38%	0.50%	41.67%	203
	黄斑胡椒鲷	21.99%	0.21%	8.33%	185
	白鲳	2.64%	1.91%	33.33%	152
	黑口鲷	1.17%	2.34%	41.67%	146
	灰鲳	1.93%	2.20%	33.33%	138
	古氏鲷	6.65%	0.35%	16.67%	117

甲壳类	须赤虾	0.20%	2.27%	58.33%	144
头足类	中国枪乌贼	0.56%	3.40%	66.67%	265

②鱼类资源状况

1) 种类组成

经鉴定,本次调查共捕获鱼类 63 种,分隶于 11 目 40 科。以鲈形目的种类数最多,有 34 种;鲷形目 8 种;鲱形目 6 种;鲭目、鲹形目 3 种;鲈形目、仙女鱼目、石鲈科、鳗鲡目 2 种;其它个目均为 1 种。在各科中,鳊科、石首鱼科 5 种;鳊科、鲷科 4 种;鲷科 3 种;魮科、魮科、虾虎鱼科、羊鱼科、银鲈科、狗母鱼科 2 种;其它各科均只有 1 种。

2) 渔获率与资源密度分布

本次调查底拖网渔获的鱼类总重量为 66.12kg,平均重量渔获率为 9.91kg/h。各站位中以 H23 号站重量渔获率最高,为 36.77kg/h;H13 号站重量渔获率最低,为 1.88kg/h。按个体计,鱼类的平均个体渔获率为 171ind./h。各站位中以 H05 号站个体渔获率最高,为 515ind/h,H01 号站个体渔获率最低,为 69ind/h。

调查海域中目前鱼类的平均重量资源密度为 178.31kg/km²。各站位中以 H23 号站重量资源密度最高,为 661.78kg/km²;H13 号站重量资源密度最低,为 33.76kg/km²。按个体计,鱼类的平均个体资源密度为 3069ind/km²。各站位中以 H05 号站个体资源密度最高,为 9269ind/km²;H01 号站个体资源密度最低,资源密度为 1250ind/km²。结果见表 6.5-21 所示。

表 6.5-21 调查海域鱼类渔获率和资源密度

站位	渔获率		资源密度	
	重量渔获率 kg/h	个体渔获率 ind./h	重量资源密度 kg/km ²	个体资源密度 ind./km ²
H01	2.56	69	46.01	1250
H04	23.05	342	414.79	6156
H05	9.42	515	169.59	9269
H11	4.53	98	81.48	1767
H13	1.88	77	33.76	1388
H21	17.08	126	307.36	2264
H23	36.77	111	661.78	1991
H24	6.31	88	113.49	1582
H26	2.80	97	50.40	1748
H28	6.35	255	114.29	4584
H30	4.49	193	80.77	3482
H32	3.67	75	65.97	1350
平均值	9.91	171	178.31	3069

3) 鱼类优势种

根据相对重要性指数 (IRI) 公式计算评价调查海域内鱼类的相对重要性指标 (IRI), 并

以 IRI 大于 100 作为优势渔获物的判断指标，本次调查的优势渔获物鱼类共有 14 种。其中，短吻鲷的 IRI 最高，为 2779；其它优势种依次为大鳞舌鲷（778）、皮氏叫姑鱼（651）、颈斑鲷（536）、杜氏叫姑鱼（471）、黑棘鲷（430）、鹿斑鲷（334）、红鳍赤鲷（223）、尖嘴鲷（203）、黄斑胡椒鲷（185）、白鲳（152）、黑口鲷（146）、灰鲳（138）、古氏鲷（117）。其它种类的相对重要性指数小于 100。优势种渔获率及百分比组成见表 6.5-22 所示。

表 6.5-22 鱼类优势种渔获率及百分比组成

种类	种	N	W	F	IRI
鱼类	短吻鲷	8.54%	28.51%	75.00%	2779
	大鳞舌鲷	4.37%	7.30%	66.67%	778
	皮氏叫姑鱼	3.87%	5.89%	66.67%	651
	颈斑鲷	2.65%	10.21%	41.67%	536
	杜氏叫姑鱼	6.85%	4.47%	41.67%	471
	黑棘鲷	6.60%	0.78%	58.33%	430
	鹿斑鲷	0.41%	5.32%	58.33%	334
	红鳍赤鲷	0.70%	3.76%	50.00%	223
	尖嘴鲷	4.38%	0.50%	41.67%	203
	黄斑胡椒鲷	21.99%	0.21%	8.33%	185
	白鲳	2.64%	1.91%	33.33%	152
	黑口鲷	1.17%	2.34%	41.67%	146
	灰鲳	1.93%	2.20%	33.33%	138
	古氏鲷	6.65%	0.35%	16.67%	117

③头足类资源状况

1) 种类组成

本次调查共渔获头足类 7 种，隶属 3 目 4 科，其中，中国枪乌贼、火枪乌贼属于枪形目，拟目乌贼、曼氏无针乌贼、双喙耳乌贼、短腕乌贼属于乌贼目，短蛸属于八腕目。

2) 渔获率和资源密度分布

本次调查，头足类的重量渔获率范围为 0.00~3.61kg/h，平均 0.40kg/h，按个体计，个体渔获率范围为 0~26ind/h，平均 8ind/h。

采用扫海面积法估算附近海域的资源密度。评价区目前头足类的平均质量资源密度为 7.21kg/km²。各站位中以 H04 号站质量资源密度最高，为 64.97kg/km²；H01、H13 号站质量资源密度最低，为 0.00kg/km²。按个体计，头足类平均个体资源密度为 147ind/km²。各站位中以 H26 号站个体资源密度最高，为 463ind/km²；H01、H13 号站个体资源密度最低，为 0ind/km²。结果详见表 6.5-23 所示。

表 6.5-23 调查海域头足类渔获率和资源密度

站位	渔获率		资源密度	
	重量渔获率 kg/h	个体渔获率 ind/h	重量资源密度 kg/km ²	个体资源密度 ind/km ²
H01	0.00	0	0.00	0
H04	3.61	6	64.97	108
H05	0.06	5	1.17	90
H11	0.26	3	4.76	49
H13	0.00	0	0.00	0
H21	0.06	8	1.05	139
H23	0.02	4	0.34	67
H24	0.03	3	0.55	50
H26	0.24	26	4.24	463
H28	0.14	18	2.49	331
H30	0.29	10	5.27	176
H32	0.09	16	1.69	295
平均值	0.40	8	7.21	147

3) 头足类优势种

根据相对重要性指数 (IRI) 公式计算评价调查海域内头足类的相对重要性指标 (IRI), 并以 IRI 大于 100 作为优势渔获物的判断指标。渔获物头足类优势种有 1 种, 为中国枪乌贼 (265)。其它种类的相对重要性指数小于 100。优势种渔获率及百分比组成见表 6.5-24 所示。

表 6.5-24 调查海域头足类的渔获率和资源密度

种类	种	N	W	F	IRI
头足类	中国枪乌贼	0.56%	3.40%	66.67%	265

④甲壳类资源状况

1) 种类组成

经鉴定, 本次调查渔获的甲壳类共 27 种, 分属 2 目 9 科。其中, 口虾姑、猛虾姑、远洋梭子蟹、逍遥馒头蟹等为海南近海渔业的兼捕对象。

2) 渔获率和资源密度分布

调查海域甲壳类重量渔获率范围为 0.01kg/h~2.80kg/h, 平均 0.52kg/h。按个体计, 甲壳类的个体渔获率范围为 2ind./h~90ind./h, 平均 24ind./h。结果详见表 6.5-25 所示。

评价区目前甲壳类的平均质量资源密度约为 9.31kg/km²。各站位中以 H04 号站质量资源密度最高, 为 50.47kg/km²; H30 号站质量资源密度最低, 为 0.24kg/km²。按个体计, 甲壳类的平均个体资源密度为 437ind./km²。各站位中以 H04 号站个体资源密度最高, 为 1620ind./km²; H30 号站个体资源密度最低, 为 44ind./km²。

表 6.5-25 调查海域甲壳类的渔获率和资源密度

站位	渔获率		资源密度	
	重量渔获率 kg/h	个体渔获率 ind./h	重量资源密度 kg/km ²	个体资源密度 ind./km ²
H01	0.67	27	12.02	483
H04	2.80	90	50.47	1620
H05	0.41	23	7.29	405
H11	0.10	3	1.72	49
H13	0.48	12	8.61	216
H21	0.41	37	7.32	662
H23	0.74	38	13.23	675
H24	0.27	27	4.80	477
H26	0.08	7	1.39	129
H28	0.17	16	2.98	287
H30	0.01	2	0.24	44
H32	0.09	11	1.64	196
平均值	0.52	24	9.31	437

3) 甲壳类优势种

根据相对重要性指数 (IRI) 公式计算评价调查海域内甲壳类的相对重要性指标 (IRI), 并以 IRI 大于 100 作为优势渔获物的判断指标, 优势渔获物甲壳类有 1 种。为须赤虾 (144)。其它相对重要指数均小于 100, 详见表 6.5-26 所示。

表 6.5-26 调查海域甲壳类优势种类组成

种类	种	N	W	F	IRI
甲壳类	须赤虾	0.20%	2.27%	58.33%	144

⑤主要种类及其生物学和生态学特征

根据调查优势种分析, 项目附近海域主要渔业资源种类为短吻鲷、大鳞舌鲷、皮氏叫姑鱼、颈斑鲷、杜氏叫姑鱼、黑棘鲷、鹿斑鲷、红鳍赤鲷、尖嘴鲷、黄斑胡椒鲷、白鲳、黑口鲷、灰鲳、古氏鲷、须赤虾、中国枪乌贼。

短吻鲷 *Leiognathusbrevirostris*

分布于印度-西太平洋的热带海域, 中国产于东海、台湾和南海。为暖水性中上层小型鱼类。栖息于泥沙底质的近海和港湾。常聚集成小群, 活动于水体上层, 有时进入河口。摄食小型浮游生物。体内有发光腺体, 会发光。

大鳞舌鲷 *Cynoglossusmacrolepidous*

分布于印度-西太平洋海域, 西起波斯湾, 东至菲律宾, 北至日本, 南至印度尼西亚, 中国产于东海、台湾和南海。属于近海暖水性中大型底层鱼类。栖息于较浅的泥沙底质海域, 有时进入河口区和淡水水域, 以底栖小型甲壳动物为食。属于经济鱼类。

皮氏叫姑鱼 *Johniusbelengerii*

属暖水性近海中下层小型食肉性鱼类，鳔能发出叫声，分布于西太平洋和印度洋，在我国沿海均有分布。广东近海的皮氏叫姑鱼主要产卵期在 5-8 月，其中 6 月为产卵盛期，秋季也有鱼群产卵，产卵场主要在珠江口和汕尾近海。在产卵期，鱼集结成较大的群体，并向沿海浅水区域移动。

颈斑鲷 *Nuchequulanuchalis*

分布于西北太平洋海域，中国产于黄海南部、东海、台湾和南海。为热带和亚热带近岸小型鱼类。通常栖息于泥沙底质近岸中下层水域，有时进入河口。喜结群。肉食性，以底栖动物为食。

杜氏叫姑鱼 *Johniusdussumieri*

分布于印度-西太平洋海域、中国产于东海、台湾和南海、为近岸暖水性中下层小型鱼类。栖息于泥沙底质或岩礁周围，有时进入河口区。鳔能发声。摄食底栖动物。

黑棘鲷 *Acanthopagruschlegelii*

分布于西北太平洋海域，从俄罗斯、日本、朝鲜半岛至中国南海。中国各沿海均产。为温带至亚热带暖温性中下层鱼类。喜栖息于沙泥底质或多岩礁的近海，有时进入河口。喜集群，于生殖季节游向近岸。以底栖甲壳动物、软体动物、多毛类及棘皮动物为食。雌雄同体，有性逆转现象。

鹿斑鲷 *Leiognathusruconius*

分布于台湾海峡、南海西北太平洋。中国产于东海、台湾和南海。生活在近海和河口的泥底质的水域，喜结群，为暖水性中下层小型鱼类。以小型甲壳类为食。

红鳍赤鲷 *Hypodytesrubripinnis*

分布于西北太平洋海域，包括朝鲜半岛、日本，中国产于南海。为近海暖水性底层小型鱼类。常栖息于砂石或岩礁底质的浅海海域。肉食性，常潜伏于岩石缝隙中，伺机捕食小鱼和小型甲壳动物。背鳍具毒腺，被刺后会引起剧痛，经济价值不高。

尖嘴鲷 *Dasyatiszugei*

分布于西太平洋海域。中国产于黄海、东海、台湾和南海。为近海暖水性底层鱼类。生活于沙泥底质环境，栖息于水深 100m 以内。常将身体埋入沙中。主要以底栖生物为食。尾刺有毒腺。

黄斑胡椒鲷 *Plectorhinchusflavomaculatus*

分布于西太平洋海域，中国各沿海均产。为近海暖温性中下层鱼类。通常栖息于岩礁周

围或沙泥底质近岸水域。喜结群。肉食性，以小鱼、甲壳动物和软体动物为食。

白鲳 *Ephippusorbis*

分布于印度-西太平洋海域，中国产于东海、台湾和南海。为暖水性中小型鱼类。栖息于珊瑚礁区。岩礁周围及沿岸沙泥底质海区。以底栖的甲壳类和小鱼为食。

黑口鱒 *Ilishamelastoma*

分布于印度-西太平洋海域，西起印度西南部，东至新加坡，北至中国东海南部，南至印度尼西亚。中国产于东海、台湾和南海。为浅海暖水性中上层洄游鱼类。喜结群。摄食长尾类、短尾类、挠足类等浮游动物，沙蚕及幼鱼等。个体较小。

灰鲳 *Pampus cinereus*

分布于印度-西太平洋海域，中国产于东海、台湾和南海。为暖水性中下层鱼类。栖息于水深 30~80m 沙泥底质近岸海域。幼鱼成群漂流在表层，成鱼则生活于中下层，以水母、浮游动物或小型底栖动物等为食。

古氏魮 *Neotrygonkuhlii*

隶属于魮科。体盘斜方形，前缘斜直或微凸。前角钝尖，后角尖锐。吻端圆钝，不突出。腹鳍稍呈三角形，后部鳍条比前部短。背面褐色，常多少具黑缘蓝色圆斑。分布于印度洋北部沿岸至中国和日本南部。我国产于南海，台湾海峡。

须赤虾 *Metapenaeopsis barbata*

分布于日本、菲律宾、马来西亚和中国的东海、南海海域。它对水温和盐度变化有较大的适应能力。底温 13℃~24℃，盐度 31~34.7，底质自软泥至细沙环境都能适应。

中国枪乌贼 *Loligo chinensis*

分布于中国的东海南部至南海海域，菲律宾，马来群岛和澳大利亚。喜栖于水清流缓，底质多沙、沙砾、岩礁的海区，一般适温范围为 22-28℃，适盐范围为 32-34.6。春季从越冬海区向浅水区进行生殖洄游，冬季向深水海区越冬。

⑥物种多样性分析

项目海域渔获物重量密度多样性指数 (H') 均值为 1.06 (0.36-1.69)，均匀度指数 (J') 均值为 0.25 (0.08-0.39)，单纯度指数 (C) 均值为 0.29 (0.10-0.64)，丰富度指数 (d) 均值为 3.26 (1.65-4.12)。渔获物个体密度多样性指数 (H') 均值为 0.95 (0.60-1.44)，均匀度指数 (J') 均值为 0.23 (0.09-0.37)，单纯度指数 (C) 均值为 0.23 (0.09-0.52)，丰富度指数 (d) 均值为 1.85 (0.91-2.76)。结果详见表 6.5-27 所示。

表 6.5-27 渔获物多样性指数值

站位	个体评价指标				重量评价指标			
	H'	J'	C	d	H'	J'	C	d
H01	1.43	0.33	0.09	2.05	1.69	0.38	0.11	4.12
H04	1.14	0.22	0.11	2.76	1.14	0.22	0.10	4.10
H05	1.19	0.27	0.48	1.80	1.04	0.24	0.29	3.40
H11	0.96	0.29	0.52	0.91	1.11	0.33	0.41	1.65
H13	1.44	0.37	0.14	1.45	1.50	0.38	0.14	3.18
H21	0.42	0.09	0.20	2.08	0.51	0.11	0.34	3.01
H23	0.71	0.15	0.09	2.50	0.36	0.08	0.64	3.10
H24	0.62	0.14	0.11	2.19	1.00	0.22	0.30	3.73
H26	0.63	0.15	0.13	1.77	0.71	0.17	0.15	3.74
H28	1.43	0.34	0.27	1.59	1.68	0.39	0.17	3.05
H30	0.60	0.14	0.47	1.84	1.32	0.30	0.30	3.68
H32	0.84	0.23	0.19	1.22	0.65	0.18	0.50	2.35
平均值	0.95	0.23	0.23	1.85	1.06	0.25	0.29	3.26

⑦渔获物体重、体长和幼体比例

根据渔获物个体长度大于其最小性成熟长度为成鱼，而小于最小性成熟长度为幼鱼的划分标准来估算幼鱼的比例。本次调查主要经济鱼类的出现频率、平均体重和幼鱼比例，主要种类幼鱼比例情况如下：

在本次调查的渔获物中，鱼类幼体约占 85.13%，主要渔获物大头狗母鱼、短吻蝠、短须副绯鲤、黑口鳓、红鳍赤鲷、黄斑光胸蝠、灰鲳、颈斑蝠、康氏小公鱼、鹿斑蝠、皮氏叫姑鱼、四线天竺鲷、臀斑髯鲷、眼斑拟鲈均为幼鱼。结果详见表 6.5-28 所示。

表 6.5-28 主要渔获种类幼体比例

种名	出现频率 (%)	体长范围 (cm)	幼鱼比例 (%)
白鲳	33.3	7.0-11.5	92.6
斑鰹	16.7	13.0-14.5	33.3
大黄鱼	8.3	18.8-19.0	0.0
大鳞舌鲷	66.7	11.0-19.5	60.2
大头狗母鱼	16.7	6.0-13.5	100.0
大头银姑鱼	8.3	14.5	0.0
点带石斑鱼	8.3	28.0	0.0
杜氏叫姑鱼	41.7	12.0-17.8	30.2
短吻蝠	75.0	5.8-9.5	100.0
短须副绯鲤	16.7	6.5-8.0	100.0
古氏鲳	16.7	17.0-27.5	40.0
汉氏棱鲷	25.0	14.0-19.0	33.3
黑棘鲷	58.3	12.0-26.0	9.1
黑口鳓	41.7	9.5-12.0	100.0
红鳍赤鲷	50.0	4.0-7.5	100.0
花斑蛇鲷	16.7	12.0-17.5	50.0
黄斑光胸蝠	16.7	9.0-9.5	100.0
灰鲳	33.3	9.5-12.5	100.0

尖嘴鲷	41.7	19.0-27.0	42.9
颈斑鲷	41.7	6.5-8.0	100.0
康氏小公鱼	33.3	7.0-8.5	100.0
鹿斑鲷	58.3	4.0-5.5	100.0
皮氏叫姑鱼	66.7	6.5-12.5	100.0
四线天竺鲷	33.3	5.0-8.8	100.0
臀斑髭鲷	25.0	4.5-12.5	100.0
眼斑拟鲈	25.0	7.2-9.5	100.0
中华海鲷	41.7	16.0-23.5	40.0

⑧小结

本次调查共渔获游泳动物 97 种，其中鱼类 63 种，头足类 7 种，甲壳类 27 种。游泳动物的平均渔获率为 10.82kg/h 和 203 ind./h。其中，鱼类为 9.91kg/h 和 171ind./h，头足类的平均渔获率为 0.40 kg/h 和 8ind./h，甲壳类的平均渔获率为 0.52kg/h 和 24 ind./h。根据扫海面积法估算，评价区外海海域目前游泳动物的资源密度约为 194.83kg/km² 和 3654ind./km²，其中鱼类约为 178.31kg/km² 和 3069ind./km²，头足类 7.21kg/km² 和 147ind./km²，甲壳类约为 9.31kg/km² 和 437ind./km²。

本次调查的优势渔获物鱼类共有 14 种。其中，短吻鲷的 IRI 最高，为 2779；其它优势种依次为大鳞舌鲷（778）、皮氏叫姑鱼（651）、颈斑鲷（536）、杜氏叫姑鱼（471）、黑棘鲷（430）、鹿斑鲷（334）、红鳍赤鲷（223）、尖嘴鲷（203）、黄斑胡椒鲷（185）、白鲷（152）、黑口鲷（146）、灰鲷（138）、古氏鲷（117）。优势渔获物甲壳类有 1 种。为须赤虾（144）。渔获物头足类优势种有 1 种。为中国枪乌贼（265）。其它种类的相对重要性指数小于 100。

项目海域渔获物重量密度多样性指数 (H') 均值为 1.06 (0.36-1.69)，均匀度指数 (J') 均值为 0.25 (0.08-0.39)，单纯度指数 (C') 均值为 0.29 (0.10-0.64)，丰富度指数 (d') 均值为 3.26 (1.65-4.12)。渔获物个体密度多样性指数 (H') 均值为 0.95 (0.60-1.44)，均匀度指数 (J') 均值为 0.23 (0.09-0.37)，单纯度指数 (C') 均值为 0.23 (0.09-0.52)，丰富度指数 (d') 均值为 1.85 (0.91-2.76)。

在本次调查的渔获物中，鱼类幼体约占 85.13%，主要渔获物大头狗母鱼、短吻鲷、短须副绯鲤、黑口鲷、红鳍赤鲷、黄斑光胸鲷、灰鲷、颈斑鲷、康氏小公鱼、鹿斑鲷、皮氏叫姑鱼、四线天竺鲷、臀斑髭鲷、眼斑拟鲈均为幼鱼。

(8) 海洋生物质量

由于目前海南岛周边海域底栖生物的生物量较小，通过阿氏拖网调查获取的底栖生物的生物量已不能满足生物质量样品分析的要求，因此，本次生物质量样品的主要来自于游泳动物。通过渔业资源拖网调查方式，在设定的底栖生物站位上获取的具有代表性的鱼类和软体类的本地经济种类、本地常见和优势种类。

调查海域布设了 12 个生物质量监测站位，调查项目附近海域的鱼类（大鳞舌鲷、六指马鲛、斑鲛、日本银鲈、中华海鲂、杜氏叫姑鱼、白鲳、皮氏叫姑鱼、黑棘鲷、黑鳍叶鲷）和头足类（中国枪乌贼）的生物体质量。监测结果见表 6.5-29 所示。

表 6.5-29 生物体样品中总石油烃、重金属元素含量

站位	样品类型	石油烃 ($\times 10^{-6}$)	铜 ($\times 10^{-6}$)	铅 ($\times 10^{-6}$)	总汞 ($\times 10^{-6}$)	砷 ($\times 10^{-6}$)	锌 ($\times 10^{-6}$)	镉 ($\times 10^{-6}$)
H01	大鳞舌鲷	1.02	0.22	0.02	0.015	5.45	4.5	0.016
H04	六指马鲛	0.94	0.38	0.05	0.207	3.04	4.1	0.016
H05	斑鲛	0.86	0.51	0.12	0.106	1.28	5.2	0.016
H11	日本银鲈	1.02	0.35	0.05	0.040	13.66	9.6	0.013
H13	中华海鲂	0.90	0.26	0.07	0.075	7.90	8.6	0.016
H21	大鳞舌鲷	0.82	0.22	0.07	0.128	6.72	4.1	0.012
H23	杜氏叫姑鱼	0.98	0.30	0.19	0.059	2.13	5.1	0.010
H24	白鲳	0.95	0.67	0.21	0.177	11.30	7.9	0.017
H26	皮氏叫姑鱼	1.14	0.29	0.14	0.037	0.80	4.2	0.006
H28	黑棘鲷	0.90	0.55	0.14	0.023	0.35	5.7	0.023
H30	黑鳍叶鲷	1.05	0.48	0.07	0.045	1.81	5.4	0.013
H32	中国枪乌贼	0.92	2.92	0.05	0.025	2.32	8.8	0.051
鱼类	最小值	0.82	0.22	0.02	0.015	0.35	4.1	0.006
	最大值	1.14	0.67	0.21	0.207	13.66	9.6	0.023
	平均值	0.96	0.38	0.10	0.083	4.95	5.9	0.014

表 6.5-30 生物体样品中总石油烃、重金属含量标准指数

站位	样品类型	石油烃	Cu	Pb	Hg	As	Zn	Cd
H01	大鳞舌鲷	0.05	0.01	0.01	0.05	1.09	0.11	0.03
H04	六指马鲛	0.05	0.02	0.03	0.69	0.61	0.10	0.03
H05	斑鲛	0.04	0.03	0.06	0.35	0.26	0.13	0.03
H11	日本银鲈	0.05	0.02	0.03	0.13	2.73	0.24	0.02
H13	中华海鲂	0.05	0.01	0.04	0.25	1.58	0.22	0.03
H21	大鳞舌鲷	0.04	0.01	0.04	0.43	1.34	0.10	0.02
H23	杜氏叫姑鱼	0.05	0.02	0.10	0.20	0.43	0.13	0.02
H24	白鲳	0.05	0.03	0.11	0.59	2.26	0.20	0.03
H26	皮氏叫姑鱼	0.06	0.01	0.07	0.12	0.16	0.11	0.01
H28	黑棘鲷	0.05	0.03	0.07	0.08	0.07	0.14	0.04
H30	黑鳍叶鲷	0.05	0.02	0.04	0.15	0.36	0.14	0.02
H32	中国枪乌贼	0.05	0.03	0.01	0.08	0.23	0.04	0.01
最小值		0.04	0.01	0.01	0.05	0.07	0.04	0.01
最大值		0.06	0.03	0.11	0.69	2.73	0.24	0.04

注：样品检出率大于 1/2 时，未检出按检出限的 1/2 量值参与统计；样品检出率小于 1/2 时，未检出按检

出限的 1/4 量值参与统计。

监测结果表明：生物体样品中 H01、H11、H13、H21、H24 站位中的 As 指标超《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，其余站位 As 指标符合《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，其余指标均符合《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》和《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准。

6.5.2 2021 年秋季生态环境调查

海南正永生态工程技术有限公司承担了本项目海洋环境现状秋季调查的工作，其中海洋生态调查时间为 2021 年 9 月 3 日至 9 月 5 日，潮间带生物调查时间为 2021 年 9 月 7 日，渔业资源及生物体质量调查时间为 2021 年 10 月 1 日和 2021 年 10 月 11 日。调查站位见表 6.3-4 和图 6.3-2~6.3-3 所示。

6.5.2.1 调查方法

同 2020 年春季调查。

6.5.2.2 评价方法

与 2020 年春季生态环境评价方法相同。

6.5.2.3 调查结果

(1) 生物体质量

①生物体质量要素监测和统计结果

本次生物体质量样品主要来自于渔业资源调查底拖网和地笼网采集的渔获物，在设定的站位获取具有代表性的本地经济种类、本地常见种和优势种（本次捕获的均为当季经济种类）。

本次生物体质量调查分析项目为石油烃、锌、镉、铅、铜、铬、砷和总汞共 8 项。在项目区附近海域布设了 12 个渔业资源调查站位作为生物体质量监测站位，生物体样品选用各调查站位的常见种和优势种进行分析，本次调查采集生物体种类有鱼类（斑海鲶、纸刀鲷、叫姑鱼、青莲小沙丁鱼）、甲壳类（洁白长臂虾、红星梭子蟹）等。

生物体各要素监测及统计结果列于表 6.5-31 所示。

1) 石油烃

调查海域的鱼类生物体石油烃含量范围为 $(0.24\sim 5.38) \times 10^{-6}$ ，平均值为 2.70×10^{-6} ；甲壳类生物体石油烃含量范围为 $(0.36\sim 6.53) \times 10^{-6}$ ，平均值为 2.60×10^{-6} 。

各类型样品均符合《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中所属种类的

质量标准要求。

2) 铜

调查海域的鱼类生物体铜含量范围为未检出~ 16.16×10^{-6} ，平均值为 1.89×10^{-6} ，检出率为 91.7%；甲壳类生物体铜含量范围为 $(0.75 \sim 121.94) \times 10^{-6}$ ，平均值为 12.08×10^{-6} 。各类型样品均符合《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》中所属种类的质量标准要求。

3) 铅

调查海域的鱼类生物体铅含量范围为未检出~ 0.54×10^{-6} ，平均值为 0.09×10^{-6} ，检出率为 91.7%；甲壳类生物体铅含量范围为 $(0.03 \sim 0.52) \times 10^{-6}$ ，平均值为 0.13×10^{-6} 。各类型样品均符合《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》中所属种类的质量标准要求。

4) 镉

调查海域的鱼类生物体镉含量范围为未检出~ 0.166×10^{-6} ，平均值为 0.054×10^{-6} ，检出率为 91.7%；甲壳类生物体镉含量范围为 $(0.008 \sim 0.344) \times 10^{-6}$ ，平均值为 0.153×10^{-6} 。各类型样品均符合《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》中所属种类的质量标准要求。

5) 锌

调查海域的鱼类生物体锌含量范围为 $(0.00 \sim 28.74) \times 10^{-6}$ ，平均值为 6.53×10^{-6} ；甲壳类生物体锌含量范围为 $(4.05 \sim 40.96) \times 10^{-6}$ ，平均值为 22.50×10^{-6} 。各类型样品均符合《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》中所属种类的质量标准要求。

6) 总汞

调查海域的鱼类生物体总汞含量范围为未检出~ 0.022×10^{-6} ，平均值为 0.010×10^{-6} ，检出率为 91.7%；甲壳类生物体总汞含量范围为未检出~ 0.005×10^{-6} ，平均值为 0.002×10^{-6} ，检出率为 70.0%。各类型样品均符合《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》中所属种类的质量标准要求。

②生物体质量评价

根据《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》中对不同样品类型的分类规定，本次生物体监测质量评价因子为石油烃、锌、镉、铅、铜和总汞共 6 项。生物体单项分指数结果如表 6.5-32 所示。

6.5-31 生物体质量分析结果统计

站号	样品编号	种名	类别	石油烃	铜	铅	镉	锌	总汞
				($\times 10^{-6}$)	($\times 10^{-6}$)	($\times 10^{-6}$)	($\times 10^{-6}$)	($\times 10^{-6}$)	($\times 10^{-6}$)
2	2-1	斑海鲶	鱼类	4.33	0.52	0.03	0.054	11.87	0.008
2	2-5	洁白长臂虾	甲壳类	3.41	9.15	0.06	0.032	15.05	<0.001
4	4-1	纸刀鲷	鱼类	2.85	0.56	0.09	0.064	7.85	0.004
4	4-4	洁白长臂虾	甲壳类	2.66	13.75	0.09	0.290	20.63	ND
6	6-1	红星梭子蟹	甲壳类	1.06	12.44	0.08	0.265	28.89	0.005
6	6-2	叫姑鱼	鱼类	0.92	16.16	0.01	0.166	28.74	0.002
8	8-1	叫姑鱼	鱼类	0.39	1.28	0.04	0.097	1.48	0.006
8	8-2	逍遥馒头蟹	甲壳类	1.27	16.75	0.04	0.072	35.43	0.001
9	9-1	叫姑鱼	鱼类	0.24	ND	0.01	0.034	0.00	0.004
9	9-12	斑纹鲷	甲壳类	2.03	13.73	0.15	0.202	20.55	0.002
11	11-1	叫姑鱼	鱼类	4.96	0.32	0.01	0.071	3.40	0.020
11	11-2	红星梭子蟹	甲壳类	0.36	21.94	0.03	0.248	40.96	0.003
12	12-1	叫姑鱼	鱼类	5.38	0.51	ND	ND	3.33	0.022
12	12-2	斑纹鲷	甲壳类	6.53	16.32	0.52	0.043	21.02	0.002
13	13-1	青莲小沙丁鱼	鱼类	2.35	1.10	0.54	0.052	7.43	ND
14	14-1	叫姑鱼	鱼类	0.55	0.41	0.19	0.010	3.44	0.019
14	14-2	须赤虾	甲壳类	2.91	7.07	0.08	0.008	16.14	<0.001
16	16-1	叫姑鱼	鱼类	4.04	0.45	0.03	0.018	4.53	0.018
16	16-2	逍遥馒头蟹	甲壳类	3.61	0.75	0.09	0.028	4.05	0.004
17	17-1	叫姑鱼	鱼类	2.21	0.29	0.08	0.048	3.26	0.003
19	19-1	叫姑鱼	鱼类	4.13	1.04	0.06	0.039	3.07	0.008
19	19-2	鹰爪虾	甲壳类	2.12	8.90	0.18	0.344	22.29	0.002
最小值				0.24	ND	ND	ND	0.00	ND
最大值				5.38	16.16	0.54	0.166	28.74	0.022
平均值				2.70	1.89	0.09	0.054	6.53	0.010
检出率 (%)				100.0	91.7	91.7	91.7	100.0	91.7
最小值				0.36	0.75	0.03	0.008	4.05	ND
最大值				6.53	21.94	0.52	0.344	40.96	0.005
平均值				2.60	12.08	0.13	0.153	22.50	0.002
检出率 (%)				100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	70.0

注：“ND”为未检出或低于检出限。

表 6.5-32 生物体单项分指数

站号	样品编号	种名	类别	石油烃	铜	铅	镉	锌	总汞
2	2-1	斑海鲶	鱼类	0217	0026	0015	0090	0297	0027
4	4-1	纸刀鲷	鱼类	0143	0028	0047	0107	0196	0013
6	6-2	叫姑鱼	鱼类	0.046	0.808	0.003	0.276	0.719	0.008
8	8-1	叫姑鱼	鱼类	0.019	0.064	0.019	0.161	0.037	0.019
9	9-1	叫姑鱼	鱼类	0.012	0.010	0.005	0.056	0.000	0.013
11	11-1	叫姑鱼	鱼类	0.248	0.016	0.004	0.118	0.085	0.068
12	12-1	叫姑鱼	鱼类	0.269	0.025	0.010	0.004	0.083	0.073
13	13-1	青莲小沙丁鱼	鱼类	0.118	0.055	0.270	0.087	0.186	0.003
14	14-1	叫姑鱼	鱼类	0.028	0.020	0.094	0.017	0.086	0.065
16	16-1	叫姑鱼	鱼类	0.202	0.022	0.014	0.031	0.113	0.061
17	17-1	叫姑鱼	鱼类	0.110	0.014	0.040	0.080	0.081	0.009
19	19-1	叫姑鱼	鱼类	0.207	0.052	0.031	0.065	0.077	0.026
2	2-5	洁白长臂虾	甲壳类	0.171	0.092	0.030	0.016	0.100	0.005
4	4-4	洁白长臂虾	甲壳类	0.133	0.137	0.047	0.145	0.138	0.005
6	6-1	红星梭子蟹	甲壳类	0.053	0.124	0.041	0.132	0.193	0.026
8	8-2	逍遥馒头蟹	甲壳类	0.064	0.168	0.018	0.036	0.236	0.007
9	9-12	斑纹鲷	甲壳类	0.101	0.137	0.075	0.101	0.137	0.008
11	11-2	红星梭子蟹	甲壳类	0.018	0.219	0.016	0.124	0.273	0.014
12	12-2	斑纹鲷	甲壳类	0.327	0.163	0.258	0.022	0.140	0.012
14	14-2	须赤虾	甲壳类	0.145	0.071	0.039	0.004	0.108	0.005
16	16-2	逍遥馒头蟹	甲壳类	0.180	0.008	0.044	0.014	0.027	0.022
19	19-2	鹰爪虾	甲壳类	0.106	0.089	0.091	0.172	0.149	0.009
最小值				0.012	0.008	0.003	0.004	0.000	0.003
最大值				0.327	0.808	0.270	0.276	0.719	0.073
平均值				0.133	0.107	0.055	0.084	0.157	0.023
超标率(%)				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

注：1. “--”表示不参与评价；

2. 检出率大于等于 1/2 的，未检出样品按照检出限的 1/2 来计算，检出率小于 1/2 的，未检出样品按照检出限的 1/4 来计算。

从上表中可以看出，调查海域的生物体石油烃、铜、铅、锌、镉和总汞均符合所属种类的质量标准要求。

③小结

根据《海南省省海洋功能区划（2011-2020年）》的海洋环境保护目标管理要求和《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）、《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》的生物质量分类规定，本项目的2、4、6、8、9、11、12、13、14、16、17号站执行一类生物体质量标准；19号站执行二类生物体质量标准。

本次生物体质量调查分析项目为石油烃、锌、镉、铅、铜和总汞共6项。在项目区附近海域布设了12个渔业资源调查站位作为生物体质量监测站位，共采集到23种生物体样品（当季经济种类）。

调查海域的生物体石油烃、铜、铅、锌、镉和总汞均符合所属种类的质量标准要求。

总体而言，调查海域总体生物体质量优良。

(2) 叶绿素 a 与初级生产力

初级生产力采用叶绿素 a 法，其结果见表 6.5-33 所示。

表 6.5-33 调查海域叶绿素 a 含量和初级生产力

站号	叶绿素 a 含量 (mg/m ³)					初级生产力 mg·C/ (m ² ·d)
	表层	10m	50m	底层	平均	
2	4.90	--	--	--	4.90	147.88
3	3.53	--	--	--	3.53	234.24
6	1.36	0.34	--	0.46	0.72	43.34
8	0.56	0.68	0.34	1.36	0.73	141.73
9	1.58	0.46	0.56	0.36	0.74	111.34
11	0.24	--	--	0.34	0.29	12.18
12	0.90	0.36	--	0.44	0.57	51.22
13	136	--	--	090	113	4087
14	0.68	1.48	0.92	0.58	0.91	175.96
16	0.78	--	--	--	0.78	14.15
17	2.48	1.02	0.68	1.36	1.38	542.44
19	0.68	--	--	--	0.68	86.07
最小值	0.24	0.34	0.34	0.34	0.29	12.18
最大值	4.90	1.48	0.92	1.36	4.90	542.44
平均值	1.59	0.72	0.62	0.72	1.36	133.45

注：“--”表示水深不到该采集层次

由上表可见，调查海域叶绿素 a 含量范围为（0.24-4.90）mg/m³，平均值为 1.36mg/m³；其中表层叶绿素 a 含量范围为（0.24~4.90）mg/m³，平均值为 1.59mg/m³；中层（10m、50m）叶绿素 a 含量范围为（0.34~1.48）mg/m³，平均值为 0.72mg/m³；底层叶绿素 a 含量范围为（0.34~1.36）mg/m³，平均值为 0.72mg/m³；各站点间有略微差异。根据美国环保局（EPA）

关于叶绿素 a 含量的评价标准（叶绿素 a 含量低于 $4\text{mg}/\text{m}^3$ 为贫营养区， $4\sim 10\text{mg}/\text{m}^3$ 为中营养区，超过 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 为富营养区），调查海域 1 号站为富营养区，其余站位均为贫营养区。

调查海域初级生产力变化范围是 $(12.18\sim 542.44)\text{mg}\cdot\text{C}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ ，平均值为 $133.45\text{mg}\cdot\text{C}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 。本次调查真光层透明度较低，故初级生产力整体含量较低。

（3）浮游植物

①种类组成

根据本次调查所采集到的样品，调查海域共鉴定到浮游植物 3 门 25 属 55 种（包括变型及变种）（见附表 1 浮游植物种类名录）。其中，硅藻 22 属 49 种，占浮游植物种类数的 89.09%；甲藻 2 属 5 种，占种类数的 9.09%；绿藻 1 属 1 种，占种类数的 1.82%。

②细胞丰度

各调查站位浮游植物的细胞丰度介于 $(0.12\sim 29.13)\times 10^5\text{cells}/\text{m}^3$ 之间，平均细胞丰度为 $8.46\times 10^5\text{cells}/\text{m}^3$ 。最高出现在 4 号站位，最低出现在 13 号站位，见表 6.5-34 所示。

表 6.5-34 各站位浮游植物细胞丰度

站位	细胞丰度 ($\times 10^5\text{cells}/\text{m}^3$)
2	1.56
4	2913
6	4.67
8	5.62
9	1.79
11	0.34
12	034
13	0.12
14	1008
16	15.91
17	842
19	23.54
平均值	8.46

③优势种

优势种的确定由优势度决定。根据实际调查情况，本次调查将浮游植物的优势度 ≥ 0.02 的种类作为该海域的优势种类。

调查海域浮游植物优势种类明显，主要为海链藻、奇异棍形藻、拟旋链角毛藻、劳氏角毛藻、星脐圆筛藻、柔弱伪菱形藻、钟形中鼓藻、掌状冠盖藻、中肋骨条藻等。其中，以中肋骨条藻的优势地位最为突出，平均丰度为 $23.06\times 10^4\text{cells}/\text{m}^3$ ，占总细胞数的 27.26%，优势度为 0.25。详见表 6.5-35 所示。

表 6.5-35 浮游植物优势种和优势度

优势种	平均丰度 ($\times 10^4$ cells/m ³)	占总丰度的比例 (%)	出现频率 (%)	优势度
海链藻	4.76	5.63	58.33	0.03
奇异棍形藻	3.90	4.61	91.67	0.04
拟旋链角毛藻	4.63	5.48	91.67	0.05
劳氏角毛藻	4.85	5.74	91.67	0.05
星脐圆筛藻	4.63	5.47	100.00	0.05
柔弱伪菱形藻	617	729	9167	007
钟形中鼓藻	7.45	8.80	100.00	0.09
掌状冠盖藻	13.41	15.86	91.67	0.15
中肋骨条藻	23.06	27.26	91.67	0.25

④多样性指数与均匀度

浮游植物多样性反映其种类的多寡和各个种类数量分配的函数关系，均匀度则反映其种类数量的分配情况，可以作为水质监测的参数。

丰富度指数、单纯度指数、多样性指数和均匀度计算结果表明，查期间各站位的浮游植物丰富度指数介于 0.60~1.85 之间，平均值为 1.19，丰富度指数最高出现在 13 号站位，丰富度指数最低出现在 14 号站位；单纯度指数介于 0.12~0.34 之间，平均值为 0.24，单纯度指数最高出现在 4 号站位，单纯度指数最低出现在 19 号站位；多样性指数介于 2.19~3.58 之间，平均值为 2.83，多样性指数最高出现在 19 号站位，多样性指数最低出现在 14 号站位；均匀度指数介于 0.54~0.77 之间，平均值为 0.64，均匀度最高出现在 6 号站位，均匀度的最低值出现在 17 号站位（见表 6.5-36）。

表 6.5-36 各站位浮游植物丰富度、单纯度、多样性指数和均匀度

站位	丰富度 (D)	单纯度 (C)	多样性指数 (H')	均匀度指数 (J)
2	1.39	0.23	2.86	0.62
4	0.75	0.34	2.43	0.59
6	1.01	0.13	3.33	0.77
8	1.26	0.33	2.54	0.55
9	1.32	0.21	2.97	0.65
11	1.33	0.23	2.76	0.63
12	1.73	0.19	3.21	0.67
13	1.85	0.23	3.16	0.67
14	0.60	0.29	2.19	0.59
16	0.73	0.32	2.46	0.61
17	1.12	0.28	2.45	0.54
19	1.23	0.12	3.58	0.75
平均值	1.19	0.24	2.83	0.64

(4) 浮游动物

①种类组成

据本次调查所采集到的标本鉴定，调查海域浮游动物共有 10 类 30 属 37 种，不包括浮游幼体、鱼卵及仔鱼。其中，桡足类最多，有 15 属 20 种，占浮游动物总种数的 54.05%；水螅

水母类有 4 属 4 种，占浮游动物总种数的 10.81%；管水母类有 3 属 3 种，占浮游动物总种数的 8.11%；

被囊类有 2 属 2 种，占浮游动物总种数的 5.41%；毛颚类、十足类各有 1 属 2 种，各占浮游动物总种数的 5.41%；腹足类、介形类、枝角类、栉水母类各有 1 属 1 种，各占浮游动物总种数的 2.70%；另有 4 个类别浮游幼体和若干鱼卵。

②生物量和丰度

本次调查浮游动物丰度范围为 (7.84~239.21) ind/m³，平均丰度为 71.31 ind/m³，其中最高丰度出现在 17 号站位，最低为 4 号站位；生物量范围为 (2.65~70.36) mg/m³，平均生物量为 27.44 mg/m³，其中最高生物量出现在 17 号站位，最低为 4 号站位。结果详见表 6.5-37 所示。

表 6.5-37 各测站浮游动物丰度和生物量

站号	丰度 (ind/m ³)	生物量 (mg/m ³)
2	124.36	52.82
4	7.84	2.65
6	22.87	14.93
8	47.22	33.63
9	36.49	11.53
11	1639	1078
12	69.02	25.22
13	68.03	34.92
14	133.25	46.11
16	69.53	16.33
17	239.21	70.36
19	21.53	10.07
平均值	71.31	27.44

③优势种

优势种的确定由优势度决定。根据实际调查情况，本次调查将浮游动物的优势度 ≥ 0.02 的种类作为该海域的优势种类。

调查期间该海域浮游动物优势种类突出，主要有中型莹虾、针刺拟哲水蚤、球形侧腕水母、仔鱼、肥胖箭虫、百陶箭虫、短尾类幼体、长尾类幼体、亚强真哲水蚤。结果详见表 6.5-38 所示。

表 6.5-38 浮游动物优势种和优势度

优势种	平均丰度 (ind/m ³)	比例 (%)	出现频率 (%)	优势度
中型莹虾	2.59	3.63	66.67	0.02
针刺拟哲水蚤	1.99	2.79	75.00	0.02
球形侧腕水母	2.00	2.80	58.33	0.02
仔鱼	2.04	2.86	58.33	0.02
肥胖箭虫	3.83	5.37	83.33	0.04
百陶箭虫	6.32	8.86	83.33	0.07
短尾类幼体	6.15	8.62	100.00	0.09

长尾类幼体	9.09	12.75	91.67	0.12
亚强真哲水蚤	23.00	32.25	91.67	0.30

④多样性指数和均匀度

调查期间该水域浮游动物多样性指数较高，范围在 1.81~3.52 之间，平均值为 2.83，最高值出现在 13 号站位，最低在 4 号站位。均匀度指数范围在 0.66~0.91 之间，平均值为 0.77，最高出现在 4 号站位，最低在 12 号站位。丰富度指数范围在 1.00~3.25 之间，平均值为 2.06，最高出现在 17 号站位，最低在 4 号站位。单纯度指数范围在 0.12~0.31 之间，平均为值 0.21，最高出现在 4 号站位，最低在 13 号站位。结果详见表 6.5-39 所示。

表 6.5-39 各测站浮游动物多样性指数和均匀度

站号	多样性指数 (H')	均匀度指数 (J)	丰富度 (D)	单纯度 (C)
2	2.15	0.72	1.06	0.27
4	1.81	0.91	1.00	0.31
6	2.98	0.81	1.65	0.15
8	2.69	0.67	2.04	0.26
9	3.11	0.78	1.95	0.16
11	2.35	0.78	1.32	0.27
12	2.97	0.66	2.86	0.24
13	3.52	0.82	2.98	0.12
14	2.89	0.69	2.22	0.26
16	3.05	0.76	2.32	0.17
17	3.30	0.69	3.25	0.22
19	3.12	0.90	2.02	0.14
平均值	2.83	0.77	2.06	0.21

(5) 鱼卵与仔稚鱼

①种类组成

本次调查，海口湾附近海域鱼卵与仔稚鱼共鉴定种类 19 种，隶属于 14 科，鉴定到科的有 4 种，鉴定到属的 13 种，鉴定到种的 2 种。从发育阶段来看，鱼卵出现种类有 10 种，仔鱼出现种类有 11 种，稚鱼出现种类有 6 种。（详见附录 3 鱼卵与仔稚鱼种类名录）。

垂直拖网共采集到鱼卵 15 粒，仔鱼 45 尾，稚鱼 8 尾。鱼卵数量以鲷具有数量上的绝对优势，占总数比例 66.67%，舌鳎占 13.33%，隆头鱼科一种占 13.33%；仔鱼数量以小沙丁鱼具有数量上的绝对优势，占总数比例 68.89%，少鳞鱈占 11.11%，未定种占 4.44%；稚鱼数量以康氏小公鱼具有数量上的绝对优势，占总数比例 50%，小公鱼占 37.5%，鲷科一种占 12.5%。

水平拖网共采集到鱼卵 97 粒，仔鱼 198 尾，稚鱼 20 尾。鱼卵数量以鲷具有数量上的绝对优势，占总数比例 38.14%，舌鳎占 28.87%，隆头鱼科一种占 16.49%；仔鱼数量以小沙丁鱼具有数量上的绝对优势，占总数比例 71.21%，少鳞鱈占 13.64%，未定种占 3.54%；稚鱼数量以小公鱼具有数量上的绝对优势，占总数比例 30%，康氏小公鱼占 20%。

表 6.5-40 鱼卵与仔稚鱼种类比例

鱼卵			仔鱼			稚鱼		
种类	占比 (%)		种类	占比 (%)		种类	占比 (%)	
	垂直	水平		垂直	水平		垂直	水平
鳊	66.67	38.14	少鳞鱮	11.11	13.64	鳊	--	5
棱鯉	--	1.03	小沙丁鱼	68.89	71.21	小公鱼	37.5	30
小公鱼	--	3.09	鱖	--	1.01	康氏小公鱼	50	20
小沙丁鱼	--	1.03	美肩鳃鲷	--	4.04	美肩鳃鲷	--	15
鮠科一种	--	1.03	鳃鲷	--	1.01	鮠科一种	12.5	15
鮠科一种	--	1.03	双边鱼	--	0.51	金线鱼属	--	15
舌鳎	13.33	28.87	海猪鱼	8.89	4.55	--	--	--
石首鱼科一种	6.67	8.25	金线鱼属	--	0.51	--	--	--
隆头鱼科一种	13.33	16.49	其它种类	4.44	3.54	--	--	--
紫胸鱼	--	1.03	鮠科一种	2.22	--	--	--	--
--	--	--	舌鳎	2.22	--	--	--	--
--	--	--	鰕虎鱼	2.22	--	--	--	--

②数量分布

本次垂直拖网调查各站位鱼卵密度范围为 (0.00~5.13) 粒/m³, 平均值为 0.73 粒/m³。其中最高出现在 4 号站位, 密度为 5.13 粒/m³, 19 号站位密度 2.78 粒/m³; 仔稚鱼密度范围为 (0.00~6.06) 粒/m³, 平均值为 1.13 粒/m³。其中最高出现在 12 号站位, 密度为 6.06 粒/m³, 2 号站位密度 5.68 粒/m³。

表 6.5-41 鱼卵和仔稚鱼密度

站号	鱼卵 (粒/m ³)	仔稚鱼 (尾/m ³)
2	0.00	5.68
4	5.13	0.00
6	0.15	0.00
8	0.06	0.17
9	0.00	0.29
11	0.00	0.00
12	0.00	6.06
13	0.41	0.41
14	0.20	0.07
16	0.00	0.78
17	0.09	0.09
19	2.78	0.00
平均值	0.73	1.13

(6) 大型底栖动物

①种类组成

调查海域大型底栖动物共采集鉴定到 6 门 42 科 62 种, 其中节肢动物有 18 科 26 种, 占总种类数的 41.94%, 其次为环节动物, 有 10 科 14 种, 占总种类数的 22.58%, 软体动物有 5 科 9 种, 占总种类数的 14.52%, 脊索动物有 5 科 7 种, 占总种类数的 11.29%, 棘皮动物有 3 科 5 种, 占总种类数的 8.06%, 星虫动物有 1 科 1 种, 占总种类数的 1.61%。

②生物量和栖息密度

调查结果表明，各站位底栖生物栖息密度的幅度为（0.00~148.72）ind/m²，平均密度为29.91ind/m²，最高出现在16号站位，最低出现在2、8和9号站位；生物量的幅度为（0.00~38.81）g/m²，平均生物量为5.40g/m²，最高出现在16号站位，最低出现在2、8和9号站位。

表 6.5-42 各站位大型底栖动物生物量和栖息密度

站位	栖息密度 (ind/m ²)	生物量 (g/m ²)
2	--	--
4	35.90	4.60
6	20.51	0.95
8	--	--
9	--	--
11	20.51	0.87
12	41.03	4.14
13	46.15	11.53
14	10.26	2.41
16	148.72	38.81
17	5.13	0.04
19	30.77	1.47
平均值	29.91	5.40

注：“--”为未采集到

③各类别生物量和栖息密度

调查海域大型底栖动物栖息密度主要以节肢动物门为主，平均密度为14.10ind/m²，其次为环节动物门，平均密度为9.40ind/m²，最低为星虫动物门，平均密度为0.43ind/m²；生物量以节肢动物门为主，平均生物量为3.40g/m²，其次为环节动物门，平均生物量为1.07g/m²，最低为星虫动物门，平均生物量为0.004g/m²。

表 6.5-43 各站位类别生物量 (g/m²) 和栖息密度 (ind/m²)

项目	门类	2	4	6	8	9	11	12	13	14	16	17	19	平均值
生物量	环节动物	--	3.82	0.54	--	--	--	--	6.88	--	0.12	0.04	1.42	1.07
	棘皮动物	--	--	--	--	--	--	--	--	2.41	--	--	--	0.20
	节肢动物	--	0.78	0.41	--	--	0.87	--	--	--	38.68	--	--	3.40
	软体动物	--	--	--	--	--	--	4.14	4.65	--	--	--	--	0.73
	星虫动物	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.05	0.00
	总量	--	4.60	0.95	--	--	0.87	4.14	11.53	2.41	38.81	0.04	1.47	5.40
栖息密度	环节动物	--	30.77	10.26	--	--	--	--	25.64	--	15.38	5.13	25.64	9.40
	棘皮动物	--	--	--	--	--	--	--	--	10.26	--	--	--	0.85
	节肢动物	--	5.13	10.26	--	--	20.51	--	--	--	133.33	--	--	14.10
	软体动物	--	--	--	--	--	--	41.03	20.51	--	--	--	--	5.13
	星虫动物	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	5.13	0.43
	总量	--	35.90	20.51	--	--	20.51	41.03	46.15	10.26	148.72	5.13	30.77	29.91

注：“--”为未发现

④优势种

优势种的确定由优势度决定。根据实际调查情况，本次调查将大型底栖动物的优势度

≥0.02 的种类作为该海域的优势种类。

调查期间该海域大型底栖动物优势种类突出，优势种为大螯蛄虾。

表 6.5-44 大型底栖动物的优势种和优势度

优势种	平均栖息密度 (ind/m ²)	比例 (%)	出现频率 (%)	优势度
大螯蛄虾	10.68	35.72	16.67	0.06

⑤丰富度、单纯度、多样性指数和均匀度

各站丰富度的幅度为 0.00~0.90，平均值为 0.34，最高值出现在 13 号站位，最低值出现在 2、8、9、12、14 和 17 号站位；各站单纯度的幅度为 0.00~1.00，平均值为 0.41，最高值出现在 12、14 和 17 号站位，最低值出现 2、8 和 9 号站位；各站多样性指数的幅度为 0.00~2.42，平均值为 0.94，最高值出现在 13 号站位，最低值出现在 2、8、9、12、14 和 17 号站位；各站均匀度的幅度为 0.00~1.00，平均值为 0.44，最高值出现在 6 号站位，最低值出现在 2、8、9、12、14 和 17 号站位。

表 6.5-45 丰富度、单纯度、生物多样性指数和均匀度

站号	丰富度 (<i>d</i>)	单纯度 (<i>C</i>)	多样性指数 (<i>H'</i>)	均匀度指数 (<i>J</i>)
2	--	--	--	--
4	0.77	0.22	2.24	0.96
6	0.69	0.25	2.00	1.00
8	--	--	--	--
9	--	--	--	--
11	0.46	0.38	1.50	0.95
12	0	1.00	0	0
13	0.90	0.21	2.42	0.94
14	0	1.00	0	0
16	0.69	0.64	1.20	0.46
17	0	1.00	0	0
19	0.61	0.28	1.92	0.96
平均值	0.34	0.41	0.94	0.44

注：0 为只采集到一种生物

(7) 潮间带生物

①种类组成

6 个潮间带断面共采集了 3 个生物类别中的 10 科 14 种生物（包含定性样品）。其中节肢动物门有 7 科 11 种，占总种类数的 78.57%，环节、脊索和软体动物门均有 1 科 1 种，均占总种类数的 7.14%；结果详见附录 5 潮间带生物种类名录。

6 个断面出现的生物种类数略有差异，其中断面 I 出现的生物种类数最多，有 7 种生物，节肢动物 7 种；断面 III 有 6 种生物，环节动物 1 种，节肢动物 4 种，软体动物 1 种；断面 IV 有 4 种生物，节肢动物 4 种；不同断面出现的生物种类数详见表 6.5-46 所示。

表 6.5-46 不同断面出现的生物种类数

门类	环节动物	节肢动物	纽形动物	软体动物	合计
断面I	0	0	7	0	7
断面II	0	1	2	0	3
断面III	1	0	4	1	6
断面IV	0	0	4	0	4
断面V	0	0	2	0	2
断面VI	0	0	1	0	1

②生物量和栖息密度

6条潮间带生物断面高潮区平均栖息密度为0.32ind/m²，平均生物量为0.61g/m²；中潮区平均栖息密度为2.67ind/m²，平均生物量为5.26g/m²；低潮区平均栖息密度为12.00ind/m²，平均生物量为8.57g/m²。

表 6.5-47 潮间带生物量和栖息密度

断面	生物量 (g/m ²)			栖息密度 (ind/m ²)		
	高潮	中潮	低潮	高潮	中潮	低潮
I	0.54	--	10.40	0.40	--	24.00
II	0.57	--	5.95	0.04	--	8.00
III	1.10	--	0.72	0.92	--	8.00
IV	0.67	--	34.35	0.52	--	32.00
V	--	31.57	--	--	16.00	--
VI	0.77	--	--	0.04	--	--
平均值	0.61	5.26	8.57	0.32	2.67	12.00

③类别生物量和栖息密度

各类别生物的生物量和栖息密度如表 6.5-48 所示，其中生物量分布状况为节肢动物（4.56g/m²）>脊索动物（0.23g/m²）>环节动物（0.02g/m²）>软体动物（0.01g/m²）。栖息密度的分布状况为节肢动物（4.55ind/m²）>环节动物（0.22ind/m²）>脊索动物（0.22ind/m²）>软体动物（0.002ind/m²）。

表 6.5-48 潮间带生物的种类组成生物量与栖息密度

断面		生物量 g/m ²				栖息密度 ind/m ²			
		环节动物	脊索动物	节肢动物	软体动物	环节动物	脊索动物	节肢动物	软体动物
I	高潮	--	--	0.54	--	--	--	0.40	--
	中潮	--	--	--	--	--	--	--	--
	低潮	--	--	10.40	--	--	--	24.00	--
II	高潮	--	--	0.57	--	--	--	0.04	--
	中潮	--	--	--	--	--	--	--	--
	低潮	--	4.08	1.87	--	--	4.00	4.00	--
III	高潮	--	--	1.00	0.10	--	--	0.88	0.04
	中潮	--	--	--	--	--	--	--	--
	低潮	0.38	--	0.34	--	4.00	--	4.00	--

IV	高潮	--	--	0.67	--	--	--	0.52	--
	中潮	--	--	--	--	--	--	--	--
	低潮	--	--	34.35	--	--	--	32.00	--
V	高潮	--	--	--	--	--	--	--	--
	中潮	--	--	31.57	--	--	--	16.00	--
	低潮	--	--	--	--	--	--	--	--
VI	高潮	--	--	0.77	--	--	--	0.04	--
	中潮	--	--	--	--	--	--	--	--
	低潮	--	--	--	--	--	--	--	--
平均值		0.02	0.23	4.56	0.01	0.22	0.22	4.55	0.00

注：--为未发现

④优势种

优势种的确定由优势度决定。本次调查潮间带生物以潮区为站点计算各种类的栖息密度百分比和出现频率，并把优势度 ≥ 0.02 的种类作为该区域的优势种类。

该区域的潮间带生物优势种类突出，优势种为平分大额蟹、绒毛近方蟹和平背蜆和四齿大额蟹。

表 6.5-49 潮间带生物的优势种

优势种	平均栖息密度 (ind/m ²)	比例 (%)	出现频率 (%)	优势度
平分大额蟹	0.46	9.16	22.22	0.02
绒毛近方蟹	1.13	22.60	16.67	0.04
平背蜆	0.94	18.86	22.22	0.04
四齿大额蟹	1.34	26.78	22.22	0.06

⑤多样性指数和均匀度

纯度范围在 0.00~1.00 之间，平均为 0.60，最高为断面II和断面VI，多样性指数范围在 0.00~2.17 之间，平均为 0.63，最高为断面I，均匀度范围在 0.00~0.93 之间，平均为 0.34，最高为断面I；6 条断面中潮区丰富度范围在 0.00~0.25 之间，平均为 0.04，最高为断面V，单纯度范围在 0.00~0.63 之间，平均为 0.10，最高为断面V，多样性指数范围在 0.00~0.81 之间，平均为 0.14，最高为断面V，均匀度范围在 0.00~0.81 之间，平均为 0.14，最高为断面V；3 条潮间带断面低潮区，丰富度范围在 0.00~0.65 之间，平均为 0.32，最高为断面I，单纯度范围在 0.00~0.50 之间，平均为 0.28，最高为断面II和断面III，多样性指数范围在 0.00~1.79 之间，平均为 0.92，最高为断面I，均匀度范围在 0.00~1.00 之间，平均为 0.63，最高为断面II和断面III。

表 6.5-50 潮间带生物的多样性指数 (H') 和均匀度 (J)

断面	丰富度 d			单纯度 C			多样性指数 H'			均匀度 J		
	高	中	低	高	中	低	高	中	低	高	中	低
I	-3.03	0.00	0.65	0.24	0.00	0.33	2.17	0.00	1.79	0.93	0.00	0.90
II	0	0.00	0.33	1.00	0.00	0.50	0	0.00	1.00	0	0.00	1.00

III	-8.31	0.00	0.33	0.92	0.00	0.50	0.26	0.00	1.00	0.26	0.00	1.00
IV	-2.12	0.00	0.60	0.46	0.00	0.34	1.33	0.00	1.75	0.84	0.00	0.88
V	0.00	0.25	0.00	0.00	0.63	0.00	0.00	0.81	0.00	0.00	0.81	0.00
VI	0	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
平均值	-2.24	0.04	0.32	0.60	0.10	0.28	0.63	0.14	0.92	0.34	0.14	0.63

注：--为未发现，0为只采集到一种生物。

(8) 游泳动物

①游泳动物资源现状

1) 种类组成

本次调查底拖网共捕获游泳动物 51 科 88 种，其中鱼类为 37 科 55 种，占捕获所有种类的 62.50%；甲壳类为 13 科 32 种，占捕获所有种类的 36.36%；头足类为 1 科 1 种，占捕获所有种类的 1.14%。

2) 渔获率和现存资源密度

游泳动物重量渔获率范围为 3.591~10.036kg/h，平均为 6.250kg/h。最高出现在 12 号站位，其次为 19 号站位，最低为 1 站位；个体渔获率范围为 365~890ind/h，平均为 644ind/h，最高出现在 5 号站位，其次为 11 号站位，最低为 15 站位。

游泳动物的平均重量渔获率中，鱼类为 4.604kg/h，占总重量渔获率的 71.41%；甲壳类为 1.811kg/h，占总重量渔获率的 28.09%；头足类平均渔获率为 0.031kg/h，占总重量渔获率 0.50%；平均个体渔获率中，鱼类为 149ind/h，占总个体渔获率的 45.99%；甲壳类为 174ind/h，占总个体渔获率的 53.70%；头足类为 1ind/h。占总个体渔获率的 0.31%。

根据扫海面积法估算，评价区及附近海域内的 2 号、4 号和 13 号站位放置定制网，不做资源密度评估。其余站位目前游泳动物的平均资源密度约为 422.491kg/km²，其中鱼类约为 302.587kg/km²，甲壳类约为 117.961kg/km²，头足类约为 1.943kg/km²。各站中以 11 号站最高（614.593kg/km²），16 号站次之（556.697kg/km²）；19 号和 6 号站较低（资源密度分别为 332.918kg/km² 和 336.207kg/km²）。按个体计，游泳动物的平均资源密度约为 214351ind/km²，其中鱼类约为 9828ind/km²，甲壳类约为 11568ind/km²，头足类约为 39ind/km²。各站中以 11 号站最高（35862ind/km²），14 号站次之（32464ind/km²），8 号站最低（资源密度为 13798ind/km²）。

表 6.5-51 调查海域游泳动物渔获率和资源密度

站号	渔获率		资源密度	
	重量渔获率	个体渔获率	重量资源密度	个数资源密度
	kg/h	ind/h	kg/km ²	ind/km ²
2	0.029	3	*	*
4	0.038	3	*	*
6	6.476	274	336.207	14208
8	7.671	274	385.923	13798

9	7.712	325	346.997	14624
11	12.445	726	614.593	35862
12	7.941	386	425.940	20677
13	0.011	0.5	*	*
14	7.131	557	415.539	32464
16	13.197	625	556.697	26376
17	7.226	363	387.607	19467
19	7.481	347	332.918	15435
平均值	6.446	324	422.491	21435

3) 优势种

根据相对重要性指数 (IRI) 公式计算评价调查海域内的相对重要性指标 (IRI), 并以 IRI 大于 100 作为优势渔获物的判断指标, 本次调查的优势渔获种类共有 18 种。其中叫姑鱼的 IRI 最高, 为 2426.35; 其他优势渔获物依次为斑海鲶 (1311.65)、纤细梭子蟹 (1212.77)、鹰爪虾 (973.02)、海鳗 (913.33)、列牙鲷 (746.74)、须赤虾 (595.70)、线纹鳗鲶 (537.10)、斑纹鲟 (493.03)、羊毛绒球蟹 (370.42)、逍遥馒头蟹 (330.08)、红星梭子蟹 (319.49)、黄鲫 (257.04)、口虾蛄 (199.46)、褐篮子鱼 (178.35)、棕斑兔头鲈 (163.74)、洁白长臂虾 (105.48) 和黑尾吻鳗 (101.73) 等。其它种类的相对重要性指数小于 100。

表 6.5-52 调查海域优势种类组成

种类	N	W	F	IRI
叫姑鱼	13.05%	19.30%	75.00%	2426.35
斑海鲶	2.69%	13.05%	83.33%	1311.65
纤细梭子蟹	13.45%	2.72%	75.00%	1212.77
鹰爪虾	10.58%	2.39%	75.00%	973.02
海鳗	2.62%	9.56%	75.00%	913.33
列牙鲷	5.57%	4.39%	75.00%	746.74
须赤虾	6.89%	1.05%	75.00%	595.70
线纹鳗鲶	3.39%	3.77%	75.00%	537.10
斑纹鲟	3.58%	3.00%	75.00%	493.03
羊毛绒球蟹	0.85%	4.71%	66.67%	370.42
逍遥馒头蟹	0.70%	4.96%	58.33%	330.08
红星梭子蟹	1.58%	2.67%	75.00%	319.49
黄鲫	2.76%	1.64%	58.33%	257.04
口虾蛄	225%	074%	6667%	19946
褐篮子鱼	070%	197%	6667%	17835
棕斑兔头鲈	052%	229%	5833%	16374
洁白长臂虾	391%	031%	2500%	10548
黑尾吻鳗	1.18%	0.86%	50.00%	101.73

4) 渔获物体重、体长和幼体比例

本次调查海域渔获物中, 鱼类平均幼体比例为 54.48%; 虾类平均幼体比例为 99.68%; 蟹类平均幼体比例为 74.82%; 头足类平均幼体比例为 80.00%。

表 6.5-53 分类群平均体重、体长和幼体比例

类群	平均体长 (cm)	平均体重 (kg)	平均幼体比例 (%)
鱼类	12.0	0.040	54.48
虾类	6.5	0.007	99.68
蟹类	3.6	0.036	74.82
头足类	7.4	0.050	80.00

表 6.5-54 渔获物分品种体重、体长和幼体比例

种类	体长 (cm)		体重 (kg)		幼体比 (%)
	范围	均值	范围	均值	
猛虾蛄	9.7-9.7	9.7	0.017-0.017	0.017	100.00
葛氏小口虾蛄	2.8-8.9	5.9	0.001-0.014	0.005	100.00
口虾蛄	4.3-9.7	6.7	0.002-0.022	0.008	100.00
伍氏平虾蛄	3.7-9.5	6.3	0.001-0.02	0.007	100.00
眼斑猛虾蛄	5.5-6.0	5.8	0.003-0.006	0.005	100.00
斑节对虾	8.9-8.9	8.9	0.013-0.013	0.013	100.00
哈氏仿对虾	5.5-8.9	8.0	0.003-0.012	0.010	100.00
亨氏仿对虾	5.0-7.7	6.0	0.003-0.014	0.006	100.00
假长缝拟对虾	3.5-7.1	5.1	0.001-0.007	0.003	100.00
近缘新对虾	4.8-11.2	7.3	0.002-0.026	0.009	95.24
沙栖新对虾	4.6-10.0	7.9	0.002-0.017	0.011	100.00
须赤虾	3.8-6.8	5.3	0.0004-0.009	0.004	100.00
鹰爪虾	3.7-8.8	6.4	0.002-0.014	0.006	100.00
双凹鼓虾	3.4-4.6	3.9	0.002-0.003	0.002	100.00
洁白长臂虾	3.2-4.5	3.8	0.001-0.004	0.002	100.00
颗粒关公蟹	2.0-4.5	2.9	0.002-0.009	0.006	100.00
中华关公蟹	2.5-5.2	3.9	0.004-0.028	0.016	100.00
管鞭虾	4.3-7.0	5.5	0.002-0.008	0.004	100.00
疣背紧握蟹	1.7-3.5	2.5	0.003-0.026	0.011	100.00
逍遥馒头蟹	4.8-7.6	6.2	0.058-0.222	0.138	0.00
德汉劳绵蟹	6.8-7.9	7.4	0.13-0.16	0.145	0.00
斑纹鲟	1.3-5.7	3.2	0.001-0.105	0.022	82.81
红星梭子蟹	1.3-5.9	3.4	0.002-0.106	0.034	64.29
疾进鲟	1.2-2.0	1.7	0.001-0.006	0.003	100.00
矛形梭子蟹	1.2-2.2	1.8	0.001-0.005	0.003	100.00
日本鲟	1.5-5.0	2.7	0.003-0.072	0.014	95.45
善泳鲟	1.7-3.5	2.3	0.003-0.031	0.008	100.00
纤细梭子蟹	1.5-3.0	2.1	0.002-0.024	0.006	100.00
远洋梭子蟹	3.7-5.3	4.6	0.026-0.076	0.054	25.00
阿氏强蟹	1.3-1.3	1.3	0.003-0.003	0.003	100.00
艾氏牛角蟹	4.2-4.2	4.2	0.031-0.031	0.031	100.00
羊毛绒球蟹	4.2-7.1	6.2	0.033-0.18	0.108	4.35
短穗乌贼	6.7-8.3	7.4	0.041-0.074	0.050	80.00
多鳞短额鲆	9.1-9.1	9.1	0.016-0.016	0.016	100.00
青缨鲆	5.4-8.6	7.3	0.003-0.015	0.009	100.00
纤羊舌鲆	7.4-8.7	8.2	0.005-0.008	0.007	100.00
斑头舌鲆	8.7-11.8	10.2	0.006-0.018	0.012	100.00
大鳞舌鲆	6.5-17.7	11.8	0.002-0.034	0.011	84.62
峨眉条鲆	4.7-11.6	8.2	0.002-0.026	0.011	38.10

斑鰾	15.3-16.0	15.7	0.075-0.096	0.086	0.00
青莲小沙丁鱼	11.9-14.3	13.6	0.026-0.045	0.039	0.00
黑口鳓	12.1-12.8	12.5	0.032-0.036	0.034	0.00
纸刀鳓	15.5-19.8	17.5	0.037-0.090	0.063	0.00
汉氏棱鯧	11.1-17.6	14.2	0.016-0.067	0.037	50.00
黄鲫	7.4-13.0	10.5	0.005-0.021	0.012	89.83
尖嘴鲷	12.5-17.2	14.4	0.122-0.282	0.181	100.00
鲫鱼	9.1-16.6	11.1	0.023-0.131	0.043	50.00
泥鳅	14.5-14.5	14.5	0.021-0.021	0.021	0.00
白鲳	3.3-4.7	3.7	0.002-0.007	0.004	100.00
黄棘颈斑鲳	8.7-8.7	8.7	0.018-0.018	0.018	0.00
银鲳	9.1-11.0	9.7	0.032-0.051	0.039	0.00
带鱼	17.6-23.7	20.3	0.095-0.162	0.129	0.00
二长棘犁齿鲷	11.2-11.2	11.2	0.053-0.053	0.053	0.00
真鲷	14.1-14.1	14.1	0.099-0.099	0.099	0.00
列牙鲷	5.2-12.1	8.9	0.004-0.047	0.020	98.65
细鳞鲷	10.2-10.7	10.5	0.027-0.031	0.029	100.00
褐篮子鱼	12.1-14.8	13.2	0.012-0.088	0.053	36.84
齐氏罗非鱼	10.3-15.2	12.5	0.039-0.096	0.064	33.33
眼斑拟鲈	7.0-9.2	8.3	0.006-0.013	0.010	100.00
克氏副叶鲈	4.9-14.8	9.8	0.003-0.073	0.025	40.00
大头银姑鱼	5.7-9.3	7.2	0.005-0.014	0.008	100.00
棘头梅童鱼	10.5-10.5	10.5	0.019-0.019	0.019	100.00
叫姑鱼	4.4-19.2	12.0	0.002-0.128	0.038	74.44
横带长鳍天竺鲷	2.9-6.8	4.5	0.001-0.010	0.003	100.00
多鳞鱧	8.5-14.9	11.5	0.007-0.037	0.019	60.00
红狼牙虾虎鱼	7.2-11.1	9.2	0.002-0.006	0.004	100.00
拟矛尾虾虎鱼	5.3-6.4	5.9	0.003-0.004	0.004	100.00
扁鲷	8.6-11.7	9.8	0.008-0.017	0.012	80.00
黄带绯鲤	10.0-11.1	10.6	0.028-0.037	0.033	70.00
日本绯鲤	8.7-12.2	10.4	0.015-0.040	0.026	66.67
长棘银鲈	8.1-13.6	9.3	0.015-0.072	0.023	80.95
长体银鲈	7.0-10.1	8.8	0.008-0.029	0.020	75.00
海鳗	8.7-27.8	17.3	0.017-0.247	0.074	17.91
褐海鳗	21.2-28.4	24.4	0.046-0.276	0.191	0.00
网纹裸胸鳝	13.4-19.6	16.8	0.032-0.092	0.061	0.00
长身裸胸鳝	34.5-34.5	34.5	0.125-0.125	0.125	0.00
黑尾吻鳗	7.0-15.3	9.0	0.005-0.053	0.017	88.89
杂食豆齿鳗	29.9-33.1	31.5	0.060-0.085	0.073	0.00
斑海鲶	9.0-26.1	17.5	0.012-0.290	0.095	9.09
线纹鳗鲶	11.4-16.9	14.1	0.012-0.043	0.023	44.93
横纹多纪鲀	10.6-10.6	10.6	0.053-0.053	0.053	0.00
棕斑兔头鲀	5.5-17.4	13.7	0.007-0.142	0.087	7.14
棘线鲀	8.6-12.6	10.7	0.007-0.015	0.011	100.00
斑瞳鲀	4.5-5.8	5.1	0.001-0.002	0.002	100.00
日本瞳鲀	9.4-12.8	11.1	0.009-0.028	0.017	100.00
红鳍赤鲀	5.2-6.8	5.9	0.004-0.011	0.007	100.00
棱须蓑鲀	7.2-7.5	7.4	0.010-0.012	0.011	100.00
鲀	13.2-13.2	13.2	0.048-0.048	0.048	0.00

②鱼类资源状况

1) 种类组成

经鉴定,本次调查共捕获鱼类 55 种,分隶于 10 目 37 科。以鲈形目的种类数最多,共有 24 种;鲹形目、鳗鲡目和鲱形目第二,均有 6 种;鲈形目有 4 种;鲤形目、鲇形目和鲟形目均有 2 种;其余各科均只有 1 种。在各科中,最多为鲈科和石首鱼科均有 3 种;舌鳎科、鲱科、锯腹鳎科、鳀科、鲷科、鲷科、虾虎鱼科、羊鱼科、银鲈科、海鳗科、海鲢科、鲈科、鲷科和鲈科均有 2 种;其余各科均有 1 种。

2) 渔获率与资源密度分布

本次调查渔获的鱼类总重量为 38.131kg,平均渔获率为 4.604kg/h。渔获率最高的站位出现在 16 号站,为 9.036kg/h;渔获率次高站出现在 11 号站,渔获率为 8.420kg/h;渔获率最低的站位出现在 13 号站,渔获率为 0.010kg/h。按个体计,鱼类的平均个体渔获率为 149ind/h,以 11 号站最高,为 325ind/h;其次是 16 号站,为 306ind/h;13 号站最低,为 0.2ind/h。

根据扫海面积法估算,评价区及附近海域内的 2 号、4 号和 13 号站位放置定制网,不做资源密度评估。其余站位目前鱼类的重量平均资源密度约为 302.587kg/km²。调查区内以 11 号站最高(415.833kg/km²),16 号站次之(381.189kg/km²),9 号站最低(仅为 229.632kg/km²)。鱼类的个体平均资源密度为 9828ind/km²,以 16 号站最高(18268ind/km²);其次为 19 号站,资源密度为 17772ind/km²;22 号站的资源密度最低,为 8681ind/km²。

表 6.5-55 调查海域鱼类的渔获率和资源密度

站号	渔获率		资源密度	
	重量渔获率	个体渔获率	重量资源密度	个数资源密度
	kg/h	ind/h	kg/km ²	ind/km ²
2	0.025	1	*	*
4	0.034	1	*	*
6	4.548	120	236.142	6230
8	5.716	136	287.538	6827
9	5.103	157	229.632	7049
11	8.420	325	415.833	16032
12	5.409	192	290.128	10299
13	0.010	0.2	*	*
14	5.394	216	314.318	12569
16	9.036	306	381.189	12922
17	5.984	176	320.965	9419
19	5.562	160	247.539	7099
平均值	4.604	149	302.587	9828

3) 鱼类优势种

根据相对重要性指数(IRI)公式计算评价调查海域内鱼类的相对重要性指标(IRI),并以 IRI 大于 100 作为优势渔获物的判断指标,本次调查的优势渔获鱼类共有 9 种。其中叫姑鱼的 IRI 最高,为 2426.35;其他优势鱼类依次为斑海鲀(1311.65)、海鳗(913.33)、列牙鲷

(746.74)、线纹鳗鲡(537.10)、黄鲫(257.04)、褐篮子鱼(178.35)、棕斑兔头鲈(163.74)和黑尾吻鳗(101.73)等。其它种类的相对重要性指数小于100,其它种类的相对重要性指数小于100。

表 6.5-56 调查海域鱼类优势种类组成

种名	占鱼类总重量	占鱼类总尾数	IRI
	百分比(%)	百分比(%)	
叫姑鱼	19.30	13.05	2426.35
斑海鲈	13.05	2.69	1311.65
海鳗	9.56	2.62	913.33
列牙鲷	4.39	5.57	746.74
线纹鳗鲡	3.77	3.39	537.10
黄鲫	1.64	2.76	257.04
褐篮子鱼	1.97	0.70	178.35
棕斑兔头鲈	2.29	0.52	163.74
黑尾吻鳗	0.86	1.18	101.73

③头足类资源状况

1) 种类组成

本次调查共渔获头足类1种,隶属1目1科,乌贼目有1种,为短穗乌贼。

2) 渔获率和资源密度分布

本次调查,头足类的重量渔获率范围为0.000kg/h~0.180kg/h,平均渔获率为0.031kg/h。渔获率以16号站最高,为0.180kg/h;次高为11号站位,渔获率为0.072kg/h,2号、4号、8号、9号、12号、13号、14号和17号站均未捕获到头足类,均为0.000kg/h。按个体计,个体渔获率范围为0ind/h~3ind/h,平均渔获率1ind/h。个体渔获率以16号站最高,渔获率为3ind/h;2号、4号、8号、9号、12号、13号、14号和17号站均未捕获到头足类,均为0ind/h。

根据扫海面积法估算,评价区及附近海域内的2号、4号和13号站位放置定制网,不做资源密度评估。其余站位目前头足类的平均资源密度约为1.943kg/km²,以16号站最高,为7.593kg/km²;次高为11号站位,为3.571kg/km²;8号、9号、12号、14号和17号站均未捕获到头足类,均为0.000kg/km²。个体平均资源密度为39ind/km²。以16号站最高,为133ind/km²;次高为6号和11号站位,为76ind/km²;8号、9号、12号、14号和17号站均未捕获到头足类,均为0ind/km²。

表 6.5-57 调查海域头足类的渔获率和资源密度

站号	渔获率		资源密度	
	重量渔获率	个体渔获率	重量资源密度	个数资源密度
	kg/h	ind/h	kg/km ²	ind/km ²
2	0.000	0	*	*
4	0.000	0	*	*
6	0.063	1	3.267	76

8	0.000	0	0.000	0
9	0.000	0	0.000	0
11	0.072	2	3.571	76
12	0.000	0	0.000	0
13	0.000	0	*	*
14	0.000	0	0.000	0
16	0.180	3	7.593	133
17	0.000	0	0.000	0
19	0.069	1	3.061	65
平均值	0.031	1	1.943	39

3) 头足类优势种

根据相对重要性指数 (IRI) 公式计算评价调查海域内头足类的相对重要性指标 (IRI), 并以 IRI 大于 100 作为优势渔获物的判断指标。本次调查所捕获的优势渔获物中无头足类。

④甲壳类资源状况

1) 种类组成

经鉴定, 本次调查渔获的甲壳类共 32 种, 分属 3 目 13 科。其中虾类有 3 科 10 种; 蟹类有 8 科 17 种; 虾蛄类有 2 科 5 种。

2) 渔获率和资源密度分布

调查海域甲壳类重量渔获率范围为 0.000kg/h~3.981kg/h, 平均 1.811kg/h, 渔获率以 16 号站最高, 为 3.981kg/h; 其次为 1 号站, 渔获率为 3.952kg/h; 15 号站未捕获到甲壳类, 为 0.000kg/h。甲壳类的个体渔获率范围为 0ind/h~400ind/h, 平均 174ind/h, 以 11 号站最高, 为 400ind/h; 15 号站未捕获到甲壳类, 渔获率为 0ind/h。

根据扫海面积法估算, 评价区及附近海域内的 2 号、4 号和 13 号站位放置定制网, 不做资源密度评估。其余站位目前甲壳类的平均资源密度约为 117.961kg/km²。资源密度最高出现于 11 号站, 为 195.190kg/km²; 16 号站列第二位, 为 167.915kg/km²; 最低为 17 号站, 为 66.642kg/km²。按个体计, 甲壳类的平均资源密度为 11568ind/km², 以 14 号站为最高, 为 19895ind/km²; 11 号站列第二位, 为 19755ind/km²; 最低为 8 号站, 为 6971ind/km²。

表 6.5-58 调查海域甲壳类的渔获率和资源密度

站位	渔获率		资源密度	
	重量渔获率	个体渔获率	重量资源密度	个数资源密度
	kg/h	ind/h	kg/km ²	ind/km ²
2	0.004	2	*	*
4	0.004	2	*	*
6	1.864	152	96.797	7902
8	1.956	139	98.385	6971
9	2.608	168	117.366	7574
11	3.952	400	195.190	19755
12	2.532	194	135.812	10379
13	0.000	0	*	*
14	1.737	341	101.221	19895

16	3.981	316	167.915	13321
17	1.242	187	66.642	10047
19	1.850	186	82.318	8271
平均值	1.811	174	117.961	11568

3) 甲壳类优势种

根据相对重要性指数 (IRI) 公式计算评价调查海域内甲壳类的相对重要性指标 (IRI), 并以 IRI 大于 100 作为优势渔获物的判断指标, 本次调查的甲壳类的优势渔获物分别为纤细梭子蟹 (1212.77)、鹰爪虾 (973.02)、须赤虾 (595.70)、斑纹鲟 (493.03)、羊毛绒球蟹 (370.42)、逍遥馒头蟹 (330.08)、红星梭子蟹 (319.49)、口虾蛄 (199.46) 和洁白长臂虾 (105.48)。

⑤主要种类及其生物学和生态学特性

根据调查优势种分析, 项目附近海域主要渔业种类为叫姑鱼、斑海鲶、纤细梭子蟹、鹰爪虾、海鳗、列牙鲷、须赤虾、线纹鳗鲶、斑纹鲟、羊毛绒球蟹、逍遥馒头蟹、红星梭子蟹、黄鲫、口虾蛄、褐篮子鱼、棕斑兔头鲈、洁白长臂虾和黑尾吻鳗等。

(一) 叫姑鱼

暖水性近海中下层鱼类, 喜栖息于泥沙底和岩礁附近海域。一般能发出较大叫声, 因此得名。体长 70~140 毫米。怀卵量约 7~9 万粒。生殖期 4~7 月。为我国沿海习见种。分布于印度洋和太平洋西部。我国沿海均产之。

(二) 斑海鲶

该鱼为我国东海、南海常见的底栖经济鱼类, 常见于砂泥质的海域, 春夏之交聚集到淡水交汇的河口地带觅食, 甚至洄游入内陆的河川下游。主要以无脊椎动物及小鱼虾。夜行性, 具筑洞而居之习性, 偶会集成大群。背、胸鳍硬棘前后缘具有锯齿, 锯齿有毒腺, 是它的防御工具。

(三) 纤细梭子蟹

国内分布: 浙江、福建、广东、广西、台湾、香港、南沙群岛。国外分布: 马来西亚, 菲律宾, 新加坡, 新几内亚, 加里曼丹, 澳大利亚, 泰国, 印度, 斯里兰卡, 孟加拉湾。生活于沙质或沙泥质的浅海底。畏强光, 白天多潜伏在海底, 夜间则游到水层觅食, 最喜食动物尸体。

(四) 鹰爪虾

喜欢栖息在近海泥沙海底, 昼伏夜出, 我国沿海均有分市。主要分布于威海、烟台海域。威海是高产海区。东海及黄渤海产量较多。东海渔汛期为 5~8 月; 黄渤海渔汛期为 6~7 月 (夏汛) 及 10~11 月 (秋汛)。

(五) 海鳗

分布于印度-西太平洋海域，西起红海、波斯湾和印度洋西岸，东至斐济群岛，北至朝鲜半岛和日本，南至澳大利亚北部。中国各沿海均产。近海暖水性底栖鱼类。栖息于沙泥底质的低潮区或岩礁周围，有时进入河口区和淡水水域。游泳迅速。性凶猛，肉食性，摄食虾类、蟹类及小鱼。食用经济鱼类，肉质肥美。

（六）列牙鲷

分布于印度-西太平洋海域，西起红海和非洲东岸，东至菲律宾，北至中国和日本，南至澳大利亚。中国产于东海、台湾和南海。为暖水性中下层小型鱼类。通常栖息于砂泥或者泥沙底质的近海或河口。游泳能力较差，喜集群。以虾、蟹等小型底栖无脊椎动物为食。

（七）须赤虾

分布于我国东海、南海海域，是广东和台湾主要捕捞对象之一；日本、菲律宾、马来西亚也有分布。栖息于水深 5~220 米之软泥至细砂底海区，尤以 20~70 米海区为密集，其对水温和盐度变化有较强的适应能力，底质自软泥至细沙环境都能适应。除摄食底栖生物外，还摄食底层游泳生物和游泳动物。系重要经济虾类。

（八）线纹鳗鲶

分布于印度-太平洋海域，西起红海和印度洋东岸，东至印度尼西亚，北至日本和朝鲜半岛，南至澳大利亚。中国产于东海，台湾和南海。近海暖水性小型底层鱼类。栖息于近海岩礁区和河口水域。喜集群。主要摄食短尾类、长尾类、瓣鳃类、口足类、腹足类等小型底栖动物和小鱼。

（九）斑纹鲷

属于暖水性底栖蟹类，栖息于水深 10~30m 的泥砂质海底，广泛分布于印度洋及西太平洋，包括中国、日本、菲律宾、澳洲、泰国、马来群岛及非洲东岸。

（十）羊毛绒球蟹

分布日本、印度以及中国大陆的广东、福建等地；生活于河口的泥底或距海岸不远的泥滩或卵石滩上。

（十一）逍遥馒头蟹

分布于朝鲜、日本、印度尼西亚、新加坡、丹老群岛、波斯湾、红海、台湾岛以及中国大陆的广东、海南岛、福建等地，生活环境为海水，一般栖息于水深 30-100 米的沙质或泥沙质的底上。

（十二）红星梭子蟹

分布于日本、夏威夷、菲律宾、澳大利亚、新西兰、马来群岛、印度洋直至南非沿海的

整个印度太平洋暖水区、台湾岛以及中国大陆的广西、广东、福建等地，生活环境为海水，多见于 10-30 米深的泥沙质海底。

（十三）黄鲫

分布于印度—西太平洋海域，西起孟加拉湾，东至印度尼西亚，北至朝鲜半岛。中国沿海均产。为近海暖温性中上层小型洄游鱼类。栖息于淤泥底质、水流较缓的海区。以浮游甲壳类（桡足类、虾类和长尾类）、箭虫、鱼卵和水母等为食。体长通常不超过 200mm。常见小型食用鱼类，在黄海、东海产量高。

（十四）口虾蛄

产地、产季：口虾蛄是沿海近岸性品种。虾蛄喜栖于浅水泥沙或礁石裂缝内，中国南北沿海均有分布。产期为每年 4~5 月。口虾蛄分布范围极广，从俄罗斯的大彼得海湾到日本及中国沿海、菲律宾、马来半岛、夏威夷群岛均有分布。

（十五）褐篮子鱼

分布于西太平洋海域，包括日本、朝鲜半岛、中国、印度尼西亚、菲律宾、澳大利亚等。中国产于东海、台湾和南海，黄海有时可捕到。为暖温性中小型鱼类。栖息于底质平坦的前海或岩礁海区。常成群活动。杂食性，以藻类及小型附着性无脊椎动物为食。各鳍鳍棘尖锐且具毒腺，人被刺后会感到剧痛。

（十六）棕斑兔头鲈

棕斑兔头鲈为辐鳍鱼纲鲈形目四齿鲈亚目四齿鲈科的其中一种，分布于印度西太平洋区。从红海至澳洲海域及半咸水域，被引进东地中海，体长可达 25 厘米，栖息在沿海或河口区，成群活动，生活习性不明。

（十七）洁白长臂虾

洁白长臂虾是一类长臂虾科、长臂虾的水生动物，分布于我国长江和珠江水系等，淡、海水生。

（十八）黑尾吻鳗

分布于日本海等，该物种的模式产地在台湾。

⑥物种多样性分析

项目海域渔获物重量密度丰富度指数 (d) 均值为 2.29 (0.60-3.58)，单纯度指数 (C) 均值为 0.21 (0.07-0.64)，多样性指数 (H') 均值为 3.42 (1.08-4.44)，均匀度指数 (J') 均值为 0.74 (0.46-0.86)。渔获物尾数密度丰富度指数 (d) 均值为 2.04 (-13.08-6.03)，单纯度指数 (C) 均值为 0.18 (0.09-0.55)，多样性指数 (H') 均值为 3.41 (1.05-4.49)，均匀度指数 (J') 均值

为 0.76 (0.66-0.85)。

表 6.5-59 渔获物多样性指数值

站位	尾数评价指标				重量评价指标			
	d	C	H'	J'	d	C	H'	J'
2	0.66	0.64	1.08	0.46	-5.76	0.39	1.79	0.77
4	0.67	0.62	1.13	0.49	-13.08	0.29	1.96	0.85
6	2.58	0.09	4.13	0.81	4.46	0.10	3.96	0.78
8	2.35	0.09	4.08	0.82	3.95	0.11	3.76	0.76
9	2.42	0.09	4.03	0.81	4.17	0.09	3.94	0.79
11	2.97	0.07	4.42	0.81	5.08	0.06	4.49	0.83
12	2.70	0.07	4.23	0.81	4.65	0.11	3.88	0.74
13	0.60	0.42	1.36	0.86	-0.94	0.55	1.05	0.66
14	3.07	0.12	3.92	0.72	5.59	0.12	3.97	0.73
16	3.58	0.08	4.44	0.79	6.03	0.11	4.07	0.72
17	2.64	0.10	4.00	0.77	4.61	0.11	3.87	0.75
19	3.25	0.09	4.21	0.78	5.69	0.09	4.17	0.77
平均值	2.29	0.21	3.42	0.74	2.04	0.18	3.41	0.76

注：0 为只采集到 1 种游泳生物

6.6 大气环境现状评价

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2-2018)，项目所在区域达标判断，优先采用国家或地方环境主管部门公开发布的评价基准年环境质量公告或环境质量报告中的数据或结论。

根据《海口市生态环境状况公报》(2021 年)中的达标区判定详情：海口市空气质量综合指数为 2.11，二氧化硫 (SO₂)、二氧化氮 (NO₂)、可吸入颗粒物 (PM₁₀) 和细颗粒物 (PM_{2.5}) 平均浓度分别为 4μg/m³、11μg/m³、29μg/m³ 和 14μg/m³；一氧化碳 (CO) 24 小时平均第 95 百分位数是 0.8mg/m³，臭氧 (O₃) 日最大 8 小时平均第 90 百分位数是 120μg/m³。各污染物平均浓度均优于《环境空气质量标准》(GB 3095-2012) 中二级标准限值，属于达标区。

6.7 声环境质量现状调查

为了解建设项目周围的声环境质量现状，引用海南安纳检测技术有限公司于 2020 年 4 月 10 日~4 月 11 日对项目区域噪声进行监测的成果。具体监测如下：

(1) 监测布点

本次监测拟在项目附近区域布设 4 个监测点，具体详见图 6.7-1 和表 6.7-1 所示。

图 6.7-1 噪声监测站位图

表 6.7-1 噪声监测点位

(2) 监测项目

监测项目为：等效连续 A 声级。

(3) 监测时间、频率

连续 2 天监测。

(4) 监测结果

监测结果分析详见表 6.7-2 所示。

表 6.7-2 噪声现状监测结果表 单位：dB (A)

测点 编号	检测 项目	检测结果				执行 标准值	达标 情况	主要声源
		2020-04-10		2020-04-11				
Z1	等效 连续 A 声 级 Leq	昼间	50.3	昼间	49.7	60	达标	社会生活噪声
		夜间	40.5	夜间	39.8	50	达标	自然噪声
Z2		昼间	61.2	昼间	60.6	70	达标	交通噪声
		夜间	54.1	夜间	53.5	55	达标	交通噪声
Z3		昼间	58.7	昼间	57.9	60	达标	交通噪声
		夜间	52.6	夜间	53.8	50	超标	交通噪声
Z4		昼间	45.9	昼间	46.3	60	达标	社会生活噪声
		夜间	39.1	夜间	39.7	50	达标	自然噪声

根据监测结果得知，项目 Z3 监测点受新东大桥交通噪声的影响，夜间噪声超标《声环境质量标准》(GB 3096-2008) 2 类标准，其余监测站位噪声均满足相应声功能要求。

7 环境影响预测与评价

7.1 水文动力环境影响预测与评价

本报告采用平面二维潮流数学模型、悬沙输运方程、波浪演化方程等进行流场模拟计算及工程附近的潮位、潮流、含沙量、淤积和波浪要素计算分析。

7.1.1 数学模型的方程

7.1.1.1 平面二维潮流基本方程

二维非恒定流体计算模块基于二维不可压缩流体雷诺平均应力方程，服从 Boussinesq 假设和静水压力假设。

$$h = \eta + d \quad (6)$$

平面二维水流的控制方程可由三维流动基本方程沿水深积分，并沿水深取平均的方法获得。

连续方程：

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{v}}{\partial y} = hS \quad (7)$$

动量方程：

$$\frac{\partial h\bar{u}}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}^2}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{v}u}{\partial y} = f\bar{v}h - gh \frac{\partial \eta}{\partial x} - \frac{h\partial p_a}{\rho_0 \partial x} - \frac{gh^2 \partial \rho}{2\rho_0 \partial x} + \quad (8)$$

$$\frac{\tau_{sx}}{\rho_0} - \frac{\tau_{bx}}{\rho_0} - \frac{1}{\rho_0} \left(\frac{\partial s_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial s_{xy}}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial x} (hT_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y} (hT_{xy}) + hu_s S$$

$$\frac{\partial h\bar{v}}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{v}^2}{\partial y} + \frac{\partial h\bar{v}u}{\partial x} = f\bar{u}h - gh \frac{\partial \eta}{\partial y} - \frac{h\partial p_a}{\rho_0 \partial y} - \frac{gh^2 \partial \rho}{2\rho_0 \partial y} + \quad (9)$$

$$\frac{\tau_{sy}}{\rho_0} - \frac{\tau_{by}}{\rho_0} - \frac{1}{\rho_0} \left(\frac{\partial C}{\partial y} + \frac{\partial s_{xy}}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial x} (hT_{xy}) + \frac{\partial}{\partial y} (hT_{yy}) + hv_s S$$

$$h\bar{u} = \int_{-d}^{\eta} u dz$$

(10)

$$h\bar{v} = \int_{-d}^{\eta} v dz$$

(11)

式中： η 为河底高程； d 为静水深； h 为总水头； t 为时间； x, y, z 为笛卡尔坐标系； u, v 为 x, y 方向的流速分量； S 为源汇项产生的流量，有点源进入周围水体的流速表示为 u_s, v_s ； g 为重力加速度； ρ 为水的密度； ρ_0 为水的参考密度； p_a 为大气压强； $S_{xx}, S_{xy}, S_{yy}, S_{yx}$ 为辐射应力张量在各方向的分量； T 为侧向应力项，包括粘滞摩擦、湍流摩擦、差异平流。

7.1.1.2 悬沙输运方程

曲线坐标系下的悬沙输运方程为：

$$\frac{\partial hc_s}{\partial t} + \frac{1}{\sqrt{G_{\xi\xi}}\sqrt{G_{\eta\eta}}} \frac{\partial(hu\sqrt{G_{\xi\xi}}c_s)}{\partial\xi} + \frac{1}{\sqrt{G_{\xi\xi}}\sqrt{G_{\eta\eta}}} \frac{\partial(hv\sqrt{G_{\eta\eta}}c_s)}{\partial\eta} - \frac{1}{\sqrt{G_{\xi\xi}}} \frac{\partial}{\partial\xi} \left(\varepsilon_\xi h \frac{1}{\sqrt{G_{\xi\xi}}} \frac{\partial c_s}{\partial\xi} \right) - \frac{1}{\sqrt{G_{\eta\eta}}} \frac{\partial}{\partial\eta} \left(\varepsilon_\eta h \frac{1}{\sqrt{G_{\eta\eta}}} \frac{\partial c_s}{\partial\eta} \right) = E - D \quad (12)$$

式中： c_s 为水深平均积分的悬沙浓度； $\varepsilon_\xi, \varepsilon_\eta$ 分别为 ξ 和 η 方向上的泥沙扩散系数。 E 为侵蚀通量， D 为沉积通量：

$$E = \begin{cases} 0 & \tau_{bs} < \tau_e \\ M \left(\frac{\tau_{bs}}{\tau_e} - 1 \right) & \tau_{bs} \geq \tau_e \end{cases} \quad (13)$$

$$D = \begin{cases} \omega_s c_s \left(1 - \frac{\tau_{bs}}{\tau_e} \right) & \tau_{bs} < \tau_d \\ 0 & \tau_{bs} \geq \tau_d \end{cases} \quad (14)$$

式中： M 是冲刷系数， τ_e 是临界冲刷切应力； τ_d 是临界淤积切应力； ω_s 为泥沙颗粒的沉降速率 $\omega_s = \omega_{s0} + \alpha_\omega C_s^n$ ， ω_{s0} 为泥沙颗粒在静水中的沉降速度； τ_{bs} 为作用在泥沙颗粒上的有效剪切应力：

$$\tau_{bs} = \beta_s \tau_b = \beta_s \rho g \left(\frac{|\bar{V}|}{C_{2D}} \right)^2 \quad (15)$$

式中： β_s 为剪切应力的修正系数。

河床变形方程：

$$\rho_0 \frac{\partial Z_s}{\partial t} + E - D = 0 \quad (16)$$

式中： Z_s 为床面冲淤厚度， ρ_0 为床面泥沙干容重。

7.1.1.3 波浪 Boussinesq 基本方程

流场中质点的水平速度 $\vec{u}(x, y, z, t) = (u, v)$ 、波面升高 $\eta(x, y, t)$ 和压力 $p(x, y, z, t)$ 通过非线性 Boussinesq 方程求解。

连续方程：

$$n \frac{\partial \xi}{\partial t} + \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial Q}{\partial y} = 0 \quad (17)$$

x 方向动量方程：

$$\begin{aligned} n \frac{\partial P}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{P^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{PQ}{h} \right) + \frac{\partial R_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial R_{xy}}{\partial x} \\ + F_x n^2 gh \frac{\partial \xi}{\partial x} + n^2 P \left[\alpha + \beta \frac{\sqrt{(P^2 + Q^2)}}{h} \right] + gP \frac{\sqrt{(P^2 + Q^2)}}{h^2 C^2} + n\Psi_1 = 0 \end{aligned} \quad (18)$$

y 方向动量方程：

$$\begin{aligned} n \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{PQ}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{Q^2}{h} \right) + \frac{\partial R_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial R_{yy}}{\partial x} \\ + F_y n^2 gh \frac{\partial \xi}{\partial x} + n^2 Q \left[\alpha + \beta \frac{\sqrt{(P^2 + Q^2)}}{h} \right] + gQ \frac{\sqrt{(P^2 + Q^2)}}{h^2 C^2} + n\Psi_2 = 0 \end{aligned} \quad (19)$$

式中： $\psi_1 = -(B + \frac{1}{3})d^2(P_{xxt} + Q_{xyt}) - nBgd^3(S_{xxx} + S_{xyy})$

$$- dd_x \left(\frac{1}{3}P_{xt} + \frac{1}{6}Q_{yt} + 2nBgdS_{xx} + nBgdS_{yy} \right) - dd_y \left(\frac{1}{6}Q_{xt} + nBgdS_{xy} \right)$$

$$\psi_2 = -(B + \frac{1}{3})d^2(Q_{yyt} + P_{xyt}) - nBgd^3(S_{yyy} + S_{xxy})$$

$$- dd_x \left(\frac{1}{3}Q_{yt} + \frac{1}{6}P_{xt} + 2nBgdS_{yy} + nBgdS_{xx} \right) - dd_x \left(\frac{1}{6}P_{yt} + nBgdS_{xy} \right)$$

其中： P 、 Q 为 x 、 y 方向流速水深积分； F_x 、 F_y 为 x 、 y 方向水平应力； d 为静水深； ξ 为波面高度； h 为总水深 $h=d+\xi$ ； B 为深水修正系数； α 、 β 为层流和紊流阻力系数；脚标 ($*_t$ 、 $*_x$ 、 $*_y$) 表示物理量 ($*$) 所对应的时间、 x 方向和 y 方向偏导数。

$$F_x = - \left(\frac{\partial}{\partial x} \left(v_t \frac{\partial P}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(v_t \frac{\partial P}{\partial y} + \frac{\partial Q}{\partial x} \right) \right) \quad (20)$$

$$F_y = - \left(\frac{\partial}{\partial y} \left(v_t \frac{\partial P}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left(v_t \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial Q}{\partial y} \right) \right) \quad (21)$$

其中： v_l 为水平方向的涡流速度， R_{xx} 、 R_{xy} 和 R_{yy} 表示由非均匀速度引起的剩余动量。

7.1.1.4 定解条件

(1) 初始条件

$$\begin{cases} u(t, \xi, \eta)|_{t=0} = u_0(\xi, \eta) \\ v(t, \xi, \eta)|_{t=0} = v_0(\xi, \eta) \\ \zeta(t, \xi, \eta)|_{t=0} = \zeta_0(\xi, \eta) \\ c_s(t, x, y)|_{t=0} = c_{s0}(x, y) \\ Z_s(t, x, y)|_{t=0} = 0 \end{cases} \quad (22)$$

式中： u_0 、 v_0 、 ζ_0 、 c_{s0} 、 Z_0 分别为初始流速和潮位，潮位、悬沙含沙量、床面初始变形，各初始值通常取常数， t_0 为起始计算时间。

(2) 边界条件

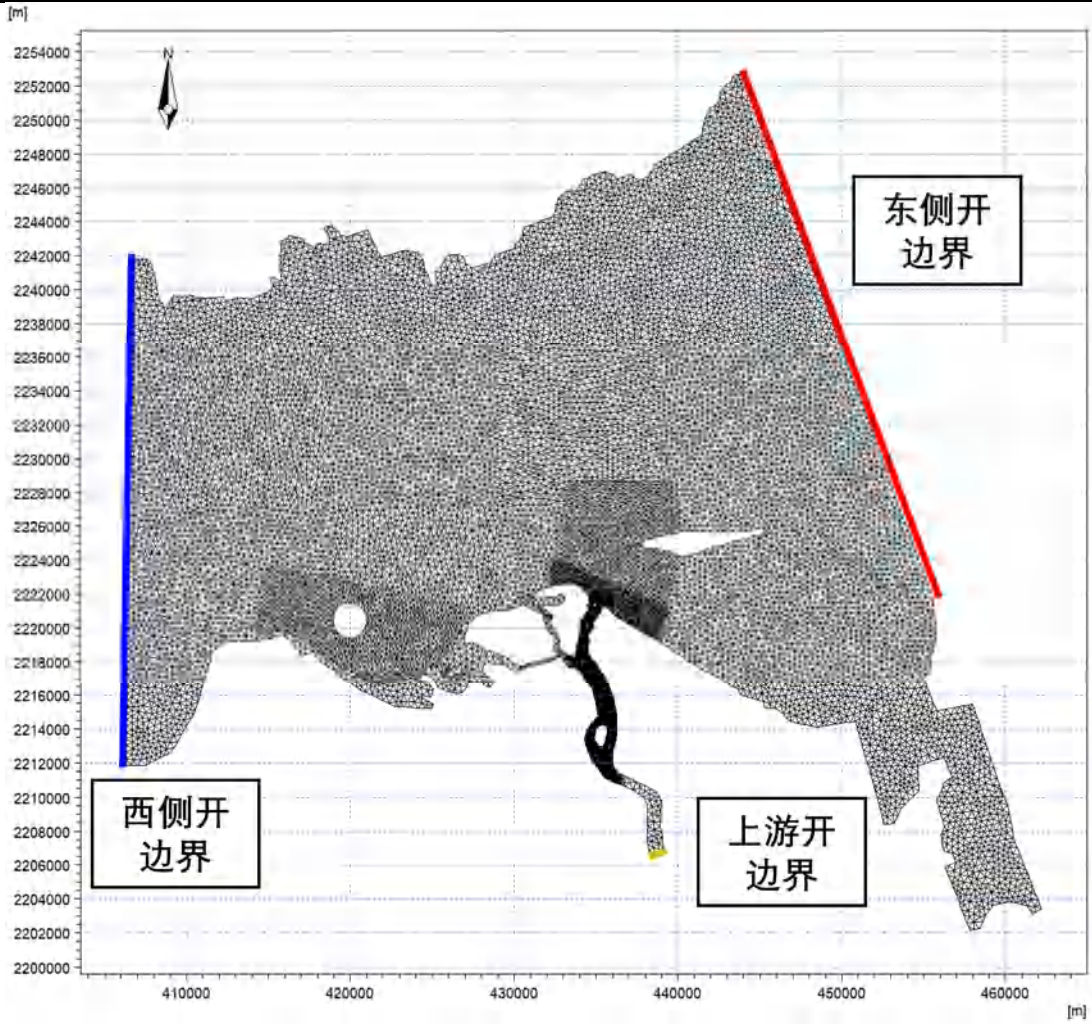
开边界 G_0 采用水位边界： $\zeta|_{\Gamma_0} = \zeta(t, \xi, \eta)$ 。

闭边界 G_c 采用不可入条件，即 $V_n=0$ ； $S_n=0$ 。法向流速为 0；法向输沙为 0， n 为边界的外法向。

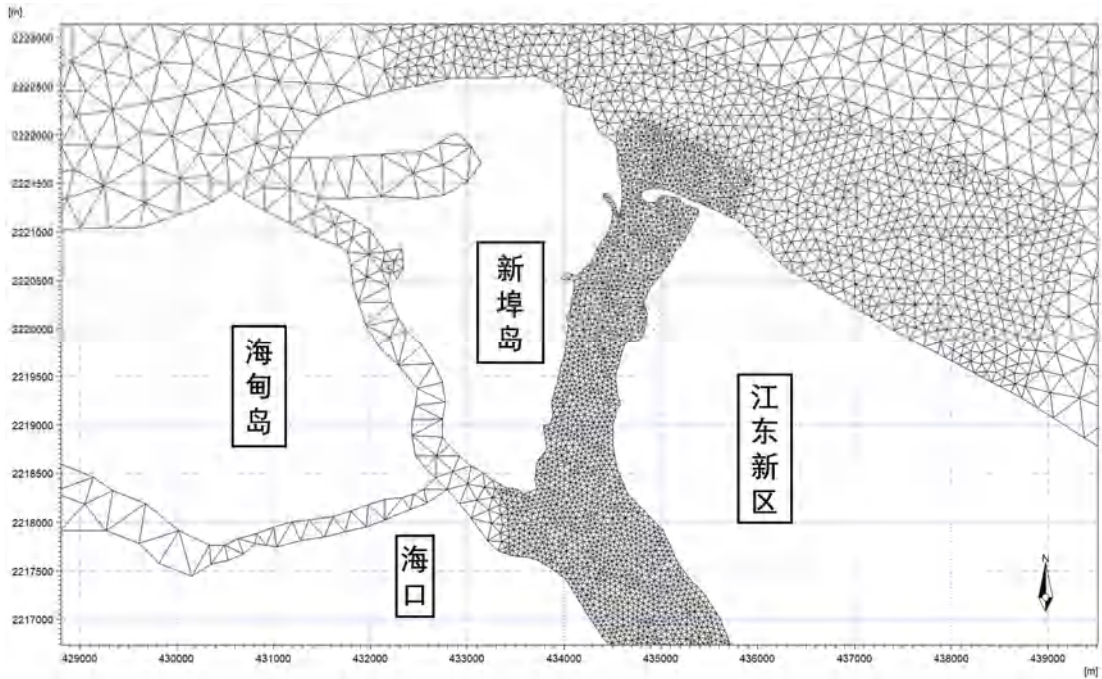
7.1.2 潮流、泥沙数学模型范围及参数设置

7.1.2.1 计算范围确定及网格剖分

工程区位于南渡江河口，为准确模拟外海潮流的作用，外侧琼州海峡开边界取为：西南角（110.1049E, 19.9890E）、西北角（110.1053E, 20.2637N）、东北角（110.46164N, 20.36405E）、东南角（110.5718N, 20.0909E），东、西边界距离河口均超过 20km，采用 TMD 全球潮位预报数据作为水动力输入条件；北侧取广东省陆地边界；南侧取南渡江上游开边界，距离工程区约 20km 处，采用南渡江龙塘站的流量、悬沙浓度作为输入条件。模型建立在笛卡尔坐标系下，在墨卡尔 UTM 投影中属于 49Q 区块。琼州海峡内网格尺寸划分按面积 90000m² 进行控制，南渡江内和工程区网格尺寸划分按 2000m² 进行控制，总网格数为 35656 个，均为三角形单元，见图 7.1-1 所示。



(a) 全局图



(b) 局部放大图

图 7.1-1 模型网格示意图

另外，数值模拟验证时地形如图 7.1-2 所示，图中水深分布以平均海平面为基准面。

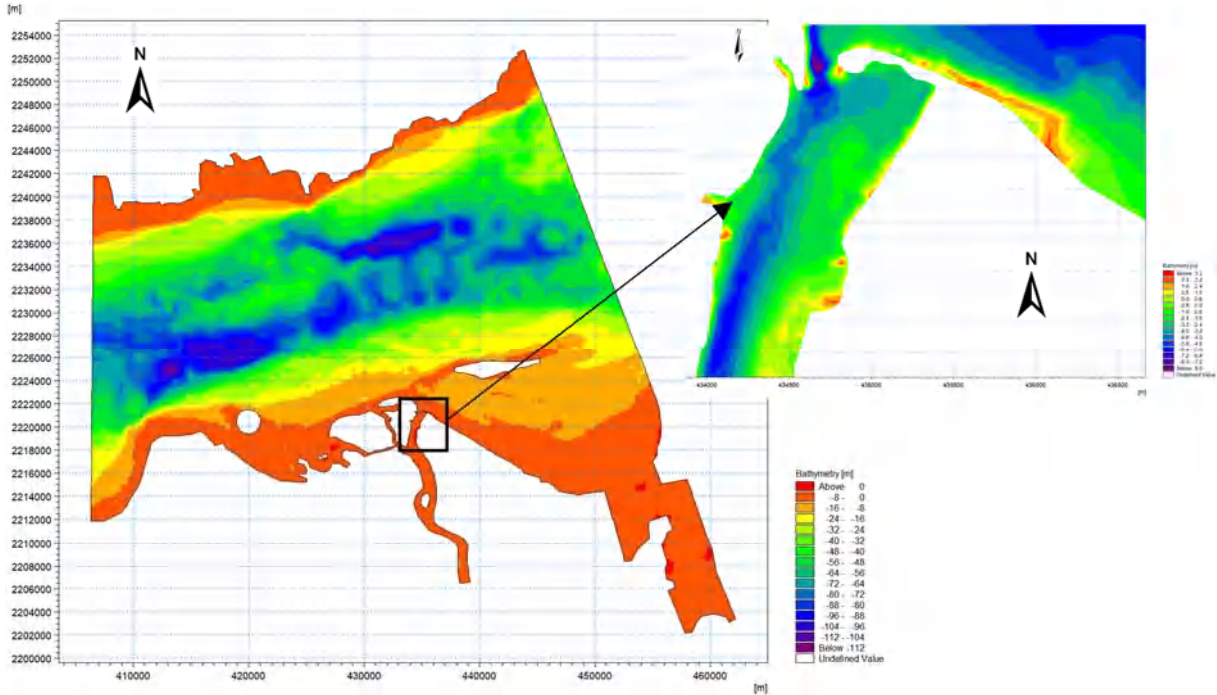
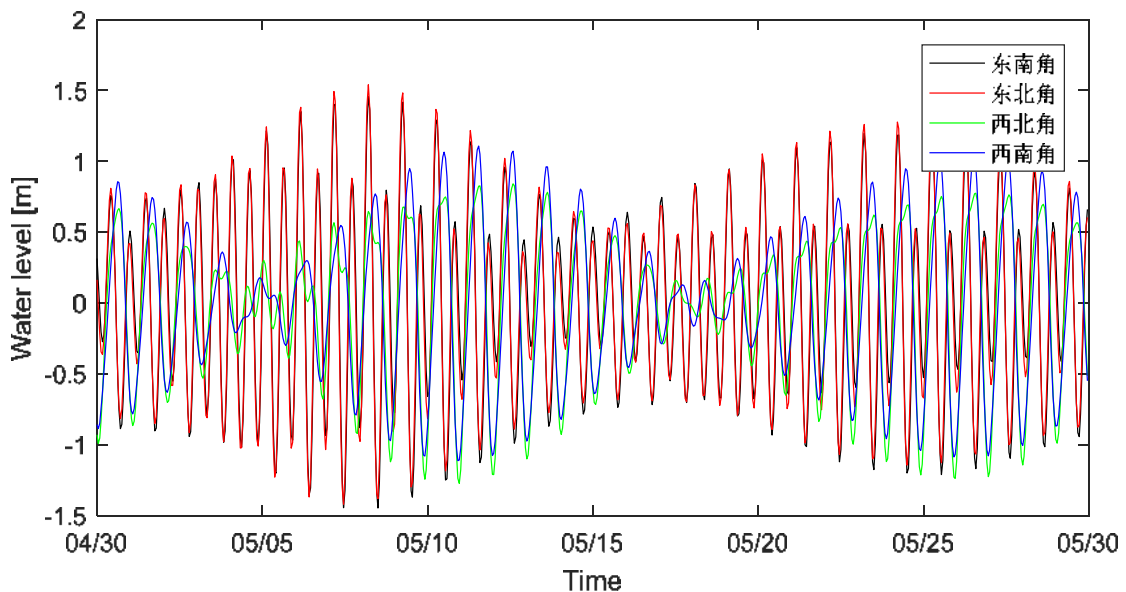


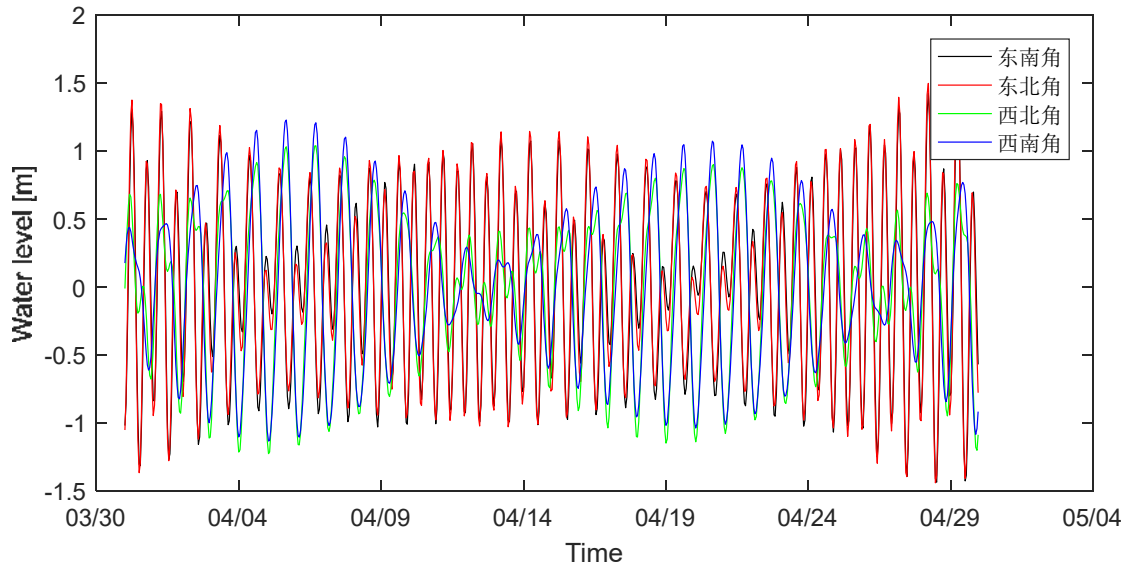
图 7.1-2 模型范围地形分布（以平均海平面为基准面，向上为正）

7.1.2.2 开边界条件设置

琼州海峡东、西侧开边界使用水位作为开边界，采用 TMD 全球潮波预报程序得到八大分潮的振幅及相位，作为这两个开边界的动力输入条件，每条边界上离散分布 40 个水位点，例如边界上四个角点的典型潮汐水位输入数据见图 7.1-3 所示。悬沙边界条件取琼州海峡平均含沙量 0.028kg/m^3 ，推移质边界条件取平衡输沙状态。南渡江上游使用流量作为开边界条件，采用 2010-2014 年的平均流量 $201\text{m}^3/\text{s}$ ，含沙量为 0.059kg/m^3 。



(a) 2016 年 5 月



(b) 2021 年 4 月

图 7.1-3 全球潮波预报程序 TMD 获得的典型潮位曲线

7.1.2.3 糙率选取

糙率是潮流计算的主要参数之一，反映了潮流运动过程中的阻力特性，糙率选取正确与否对计算结果有直接影响。糙率在潮流计算中是一个综合参数，与床面泥沙特性、水深及地形形态都有一定的关系，本项研究中根据经验选用以下公式计算：

$$n = n_0 + n' \quad (23)$$

式中： n_0 为沙粒糙率，是床面粒径的函数； n' 为形状糙率，是床面起伏程度的糙率，与水深成反比 $n'=K/H$ 。根据琼州海峡的特征，本次研究中取沙粒糙率 $n_0=0.022$ ，形状糙率 $n'=0.01/H$ ，当水深大于 1m 时按此方法修正，水深小于 1.0m 的个别位置取最大值 0.032。

7.1.2.4 泥沙粒径及沉速

参考南渡江泥沙资料及以往的研究以及《海口市美兰区沙上港渔船停泊点工程潮流及泥沙回淤数学模型专题研究》报告，推移质中值粒径取 0.4mm，外海悬移质中值粒径取 0.04mm，南渡江悬移质中值粒径取 0.01mm。

无粘性泥沙的沉速采用 VanRijn 的沉速公式参加计算，沉速是与泥沙中值粒径 D_{50} 有关的函数：

$$\omega_s = \begin{cases} \frac{(\rho_s / \rho - 1) g D_{50}^2}{18v}, & 65 \mu\text{m} \leq D_{50} \leq 100 \mu\text{m} \\ \frac{10v}{D_{50}} \left(\sqrt{1 + \frac{0.01(\rho_s / \rho - 1) g D_{50}^2}{v^2}} - 1 \right) & 100 \mu\text{m} < D_{50} \leq 1000 \mu\text{m} \\ 1.1 \sqrt{(\rho_s / \rho - 1) g D_{50}} & 1000 \mu\text{m} < D_{50} \end{cases} \quad (24)$$

7.1.2.5 临界切应力

临界起动切应力计算公式如下：

$$\tau_{cr} = (\rho_s - \rho) g D_{50} \theta_{cr} \quad (25)$$

其中：根据 VanRijn 对经典希尔兹曲线的研究，临界希尔兹数 θ_{cr} 是与无量纲粒径 D_* 相关的函数：

$$\theta_{cr} = \begin{cases} 0.24 D_*^{-1}, & 1 < D_* < 4 \\ 0.14 D_*^{-0.64}, & 4 < D_* < 10 \\ 0.04 D_*^{-0.1}, & 10 < D_* < 20 \\ 0.013 D_*^{0.29}, & 20 < D_* < 150 \\ 0.055, & 150 < D_* \end{cases} \quad (26)$$

无量纲粒径 D_* ：

$$D_* = D_{50} \left[\frac{(\rho_s / \rho - 1) g}{v^2} \right]^{1/3} \quad (27)$$

7.1.2.6 时间步长和稳定性条件

MIKE21 FM 模块中的水动力 HD 模块和输运模块的 CFL 数 (Courant-Friedrich-Levy) 定义如下：

$$CFL_{HD} = (\sqrt{gh} + |u|) \frac{\Delta t}{\Delta x} + (\sqrt{gh} + |v|) \frac{\Delta t}{\Delta y} \quad (28)$$

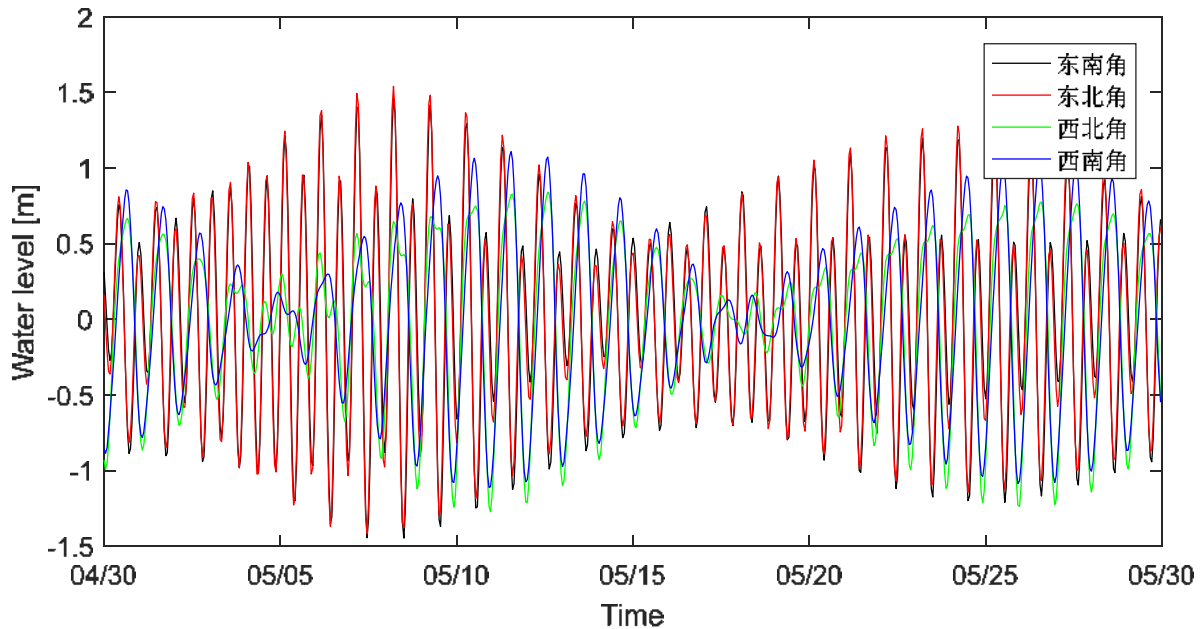
$$CFL_{AD} = |u| \frac{\Delta t}{\Delta x} + |v| \frac{\Delta t}{\Delta y} \quad (29)$$

为了获得稳定的计算结果，一般 CFL 上限值可设置为 0.8~1，默认采用 0.8 就可以，本报告取默认值。模型在时间步长选取上，应注意与网格大小的稳定关系，本次潮流计算的时间间隔 dt 取 0.01s~30s，MIKE21 程序内部会进行自适应调整。

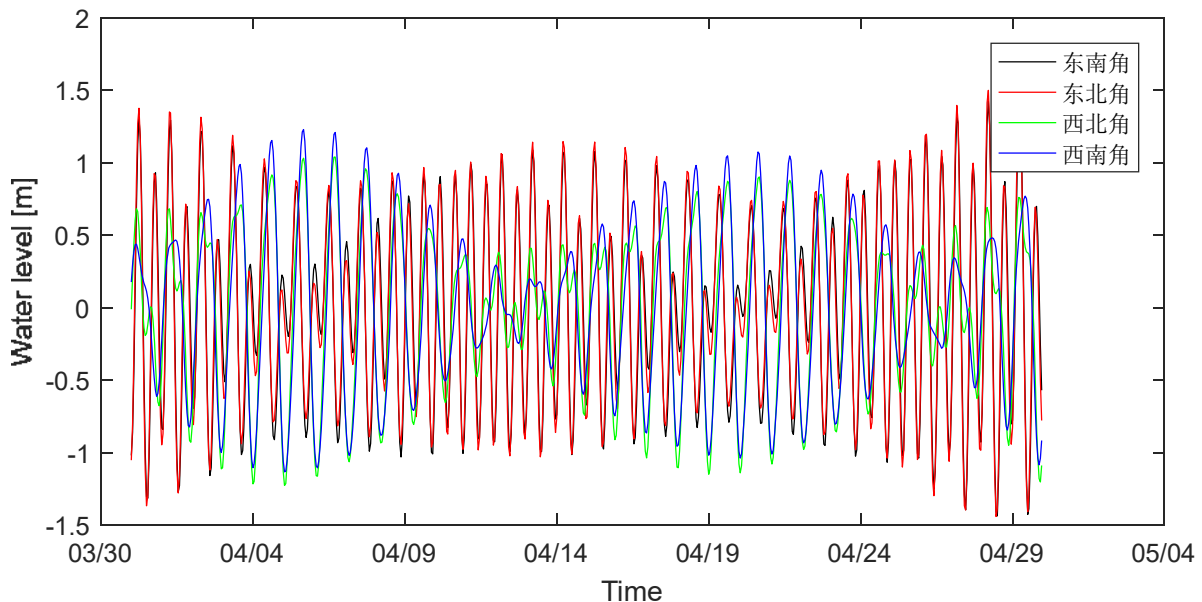
7.1.3 数学模型验证

对数学模型进行验证时，琼州海峡东、西侧开边界亦使用水位作为开边界，但需采用 TMD

全球潮波预报程序得到八大分潮的振幅及相位，作为这两个开边界的动力输入条件，每条边界上离散分布 40 个水位点，例如边界上四个角点的典型潮汐水位输入数据如图 7.1-4 所示。悬沙边界条件取琼州海峡平均含沙量 $0.028\text{kg}/\text{m}^3$ ，推移质边界条件取平衡输沙状态。南渡江上游使用流量作为开边界条件，采用 2010-2014 年的平均流量 $201\text{m}^3/\text{s}$ ，含沙量为 $0.059\text{kg}/\text{m}^3$ 。



(a) 2016 年 5 月



(b) 2021 年 4 月

图 7.1-4 全球潮波预报程序 TMD 获得的典型潮位曲线

7.1.3.1 验证资料

本项目委托海南正永生态工程技术有限公司于 2021 年 4 月 2 号~4 月 3 号在工程附近海

域设置水文动力调查站 4 个，对水动力现状进行连续 26 小时水动力观测，间隔每小时进行悬沙采样。同时同步开展 1 个潮位站点、1 个风速风向，气压站点连续 26 小时观测。

7.1.3.2 潮位验证

图 7.1-5 给出了本项目观测站 A3 大潮实测潮位与模型计算潮位过程曲线的对比关系，数模计算的潮位过程线与实测点较为一致，数学模型基本可以反映南渡江河口内工程区域的真实潮位变化过程。

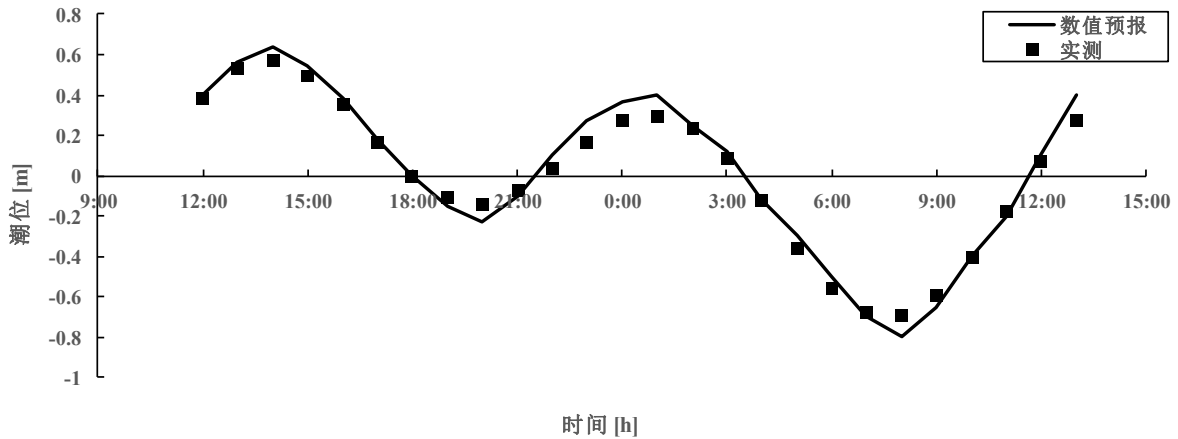
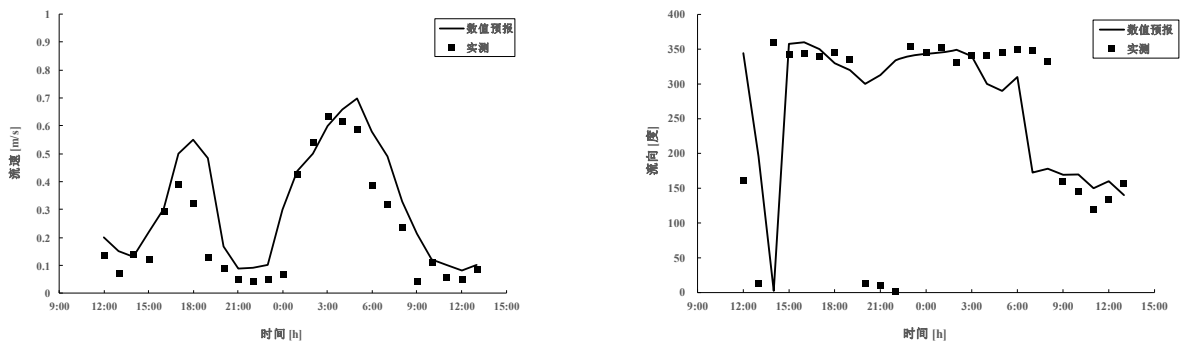


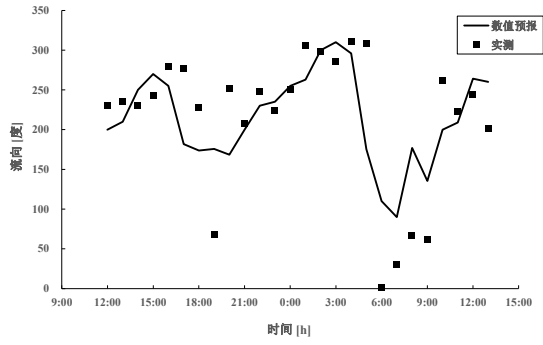
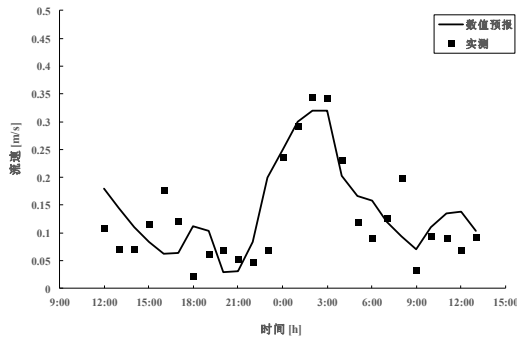
图 7.1-5 观测点 A3 潮位过程曲线验证图（2021 年 4 月 2-3 日）

7.1.3.3 流速、流向验证

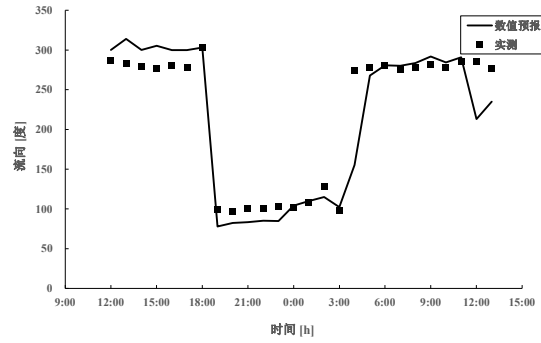
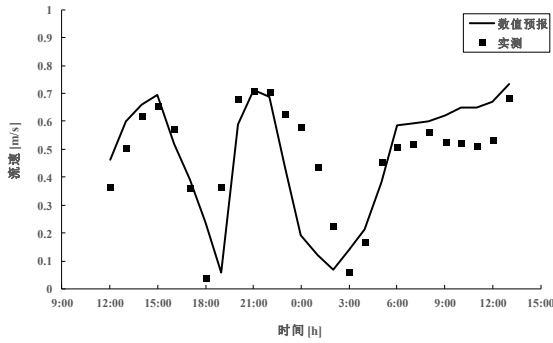
图 7.1-6 为测点大潮期间的流速、流向数模计算值与实测过程对比结果，数模计算结果与实测值基本一致。



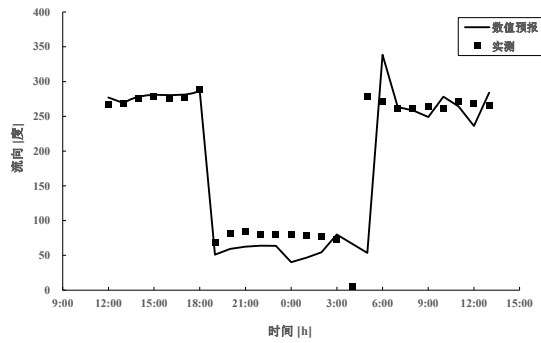
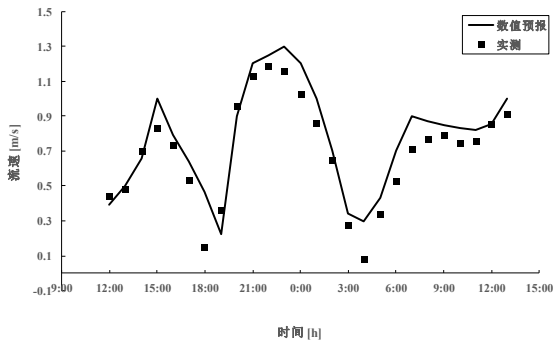
(a) A1 点



(b) A2 点



(c) A3 点



(d) A4 点

图 7.1-6 大潮（2021 年 4 月 2-3 日）站点流速流向验证图

综上所述，从模型验证结果看，计算的潮汐、流速、流向过程与实测过程吻合程度较好，说明模型采用的边界控制条件是正确的，模型确定的参数是合理的，模型能够较好地复演天然流场，可用于综合执法码头项目的论证研究工作。

7.1.3.4 含沙量过程验证

2021 年 4 月 2-3 日大潮期间所测站点的实测垂线平均含沙量的特征值统计如表 7.1-1 所示。模型计算结果 A2 站点（工程附近）大潮期间的垂线含沙量过程与实测值的对比关系如图 7.1-7 所示，验证了模型基本能够复演河道内含沙量变化过程。

表 7.1-1 站点的含沙量特征值统计 (kg/m^3)

站点	A1	A2	A3	A4
最大	0.0326	0.0372	0.0378	0.0226
最小	0.0092	0.0096	0.0076	0.0074
平均	0.0169	0.0168	0.0189	0.0137

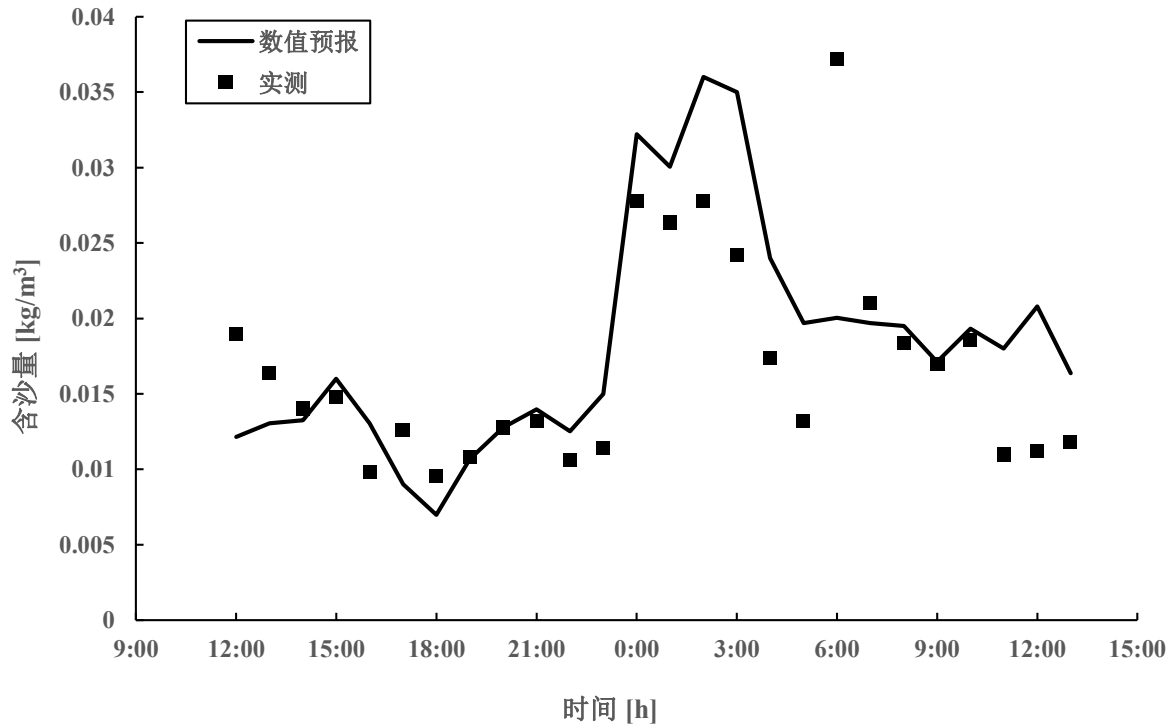
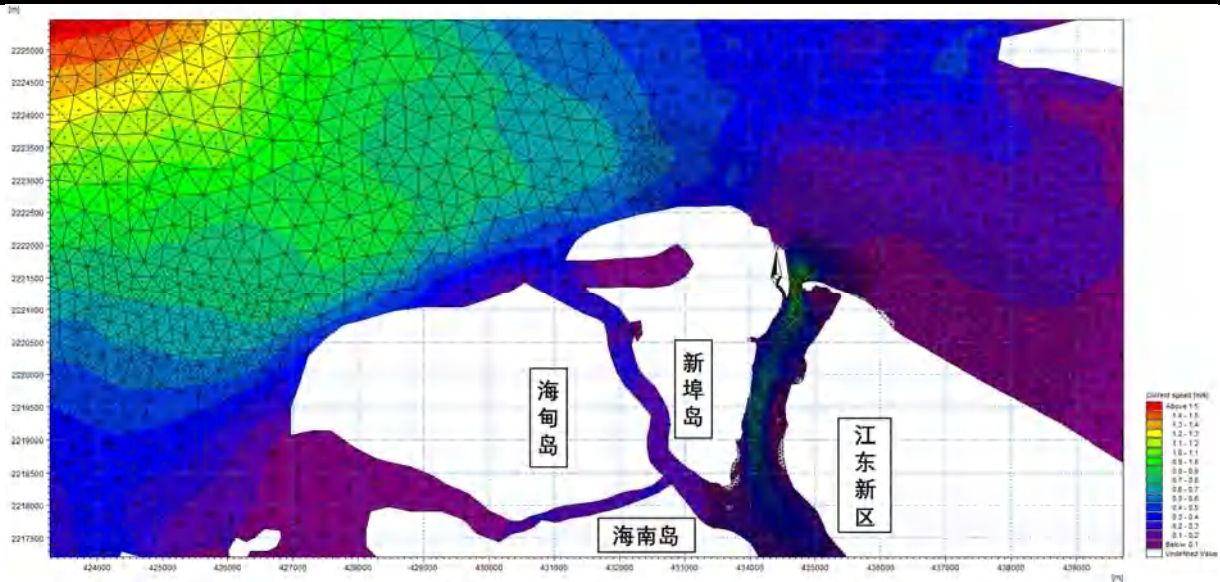


图 7.1-7 大潮（2021 年 4 月 2-3 日）A2 站点含沙量验证图

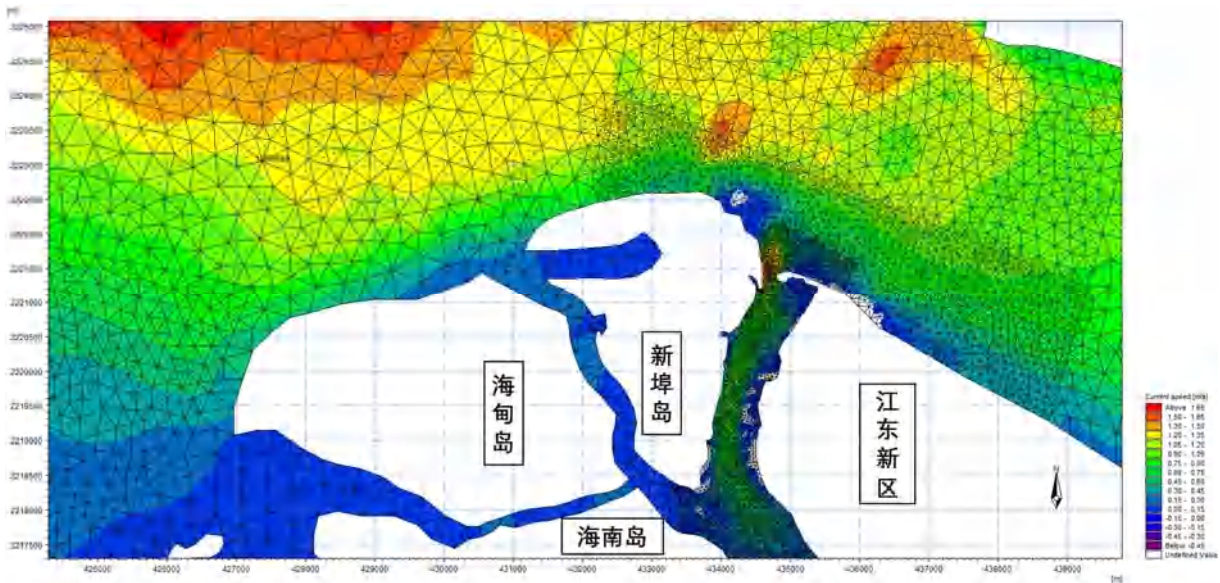
7.1.4 潮流流场变化分析

7.1.4.1 工程前流态

琼州海峡潮流具有四种流动形式，即涨潮东流、涨潮西流、落潮东流和落潮西流；这种潮流变化与潮位过程相比，这是由于琼州海峡的潮流受到来自东口的半日潮和来自西口北部湾的全日潮的共同作用。南渡江口涨潮时段，南渡江河口外海的水流是以东流为主，海口湾外海的水流以西流为主；而落潮时段南渡江河口外海和海口湾外海的水流均以东流为主。数值模拟的南渡江河口工程开展前的涨、落急流态分布如图 7.1-8 所示。



(a) 涨急



(b) 落急

图 7.7-8 工程前南渡江河口涨、落急流态分布

南渡江入海口西侧为新埠岛填海陆地，东侧有长约 660m 的沙坝，仅留有宽约 150m 的口门。工程区西侧水域现有供船进出南渡江河口的航道，深槽平均水深约为 4m，是琼州海峡潮汐进出河口的主要通道。东侧为浅滩地势偏高，水深较浅，但低潮时全淹没不会露滩。选址位置如图 8-9 所示，河道内涨落潮流态均为西侧流速大、东侧流速小的分布，西侧航道内流动与河道方向基本平行，流向偏转只发生在水深较浅、河道岸线变化的东侧。

工程前涨潮流从口门进入河道，主流沿航道继续向南行进，经过沙坝后部分向东扩散，发生逆时针偏转，在工程区域形成逆时针方向的环流，受到岸线约束，水流流向逐步回到与河道平行的方向。

在工程附近选取 9 个典型位置（见图 7.1-9 和表 7.1-2 所示）分析具体流场情况，同时便于后面与方案一和方案二进行对比。

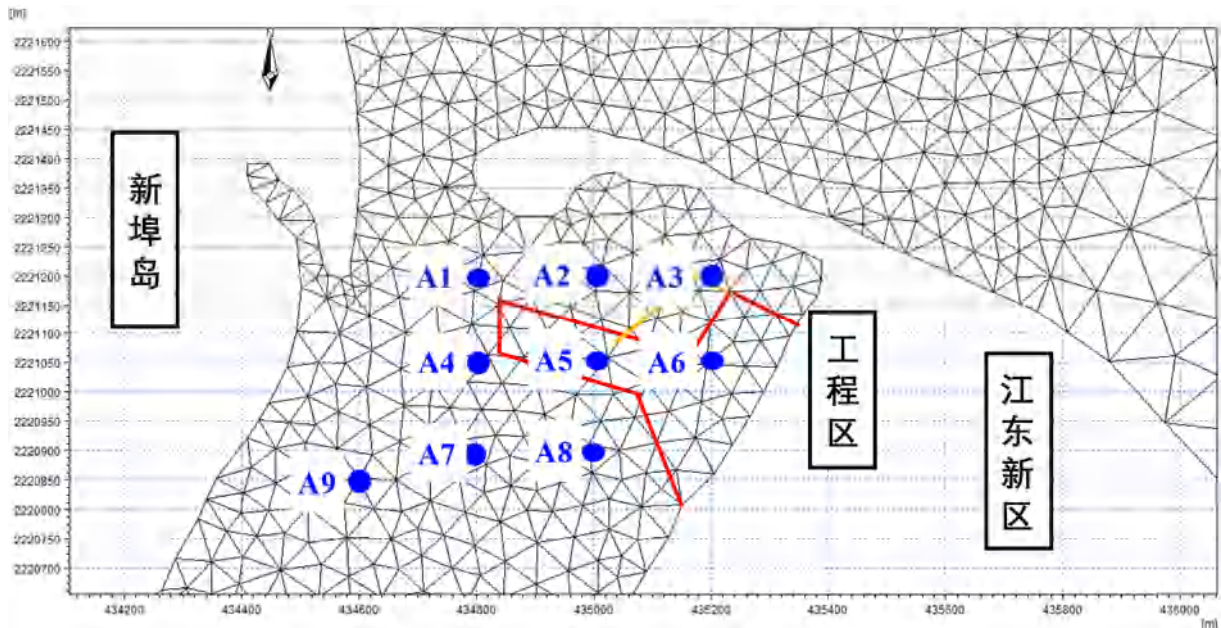
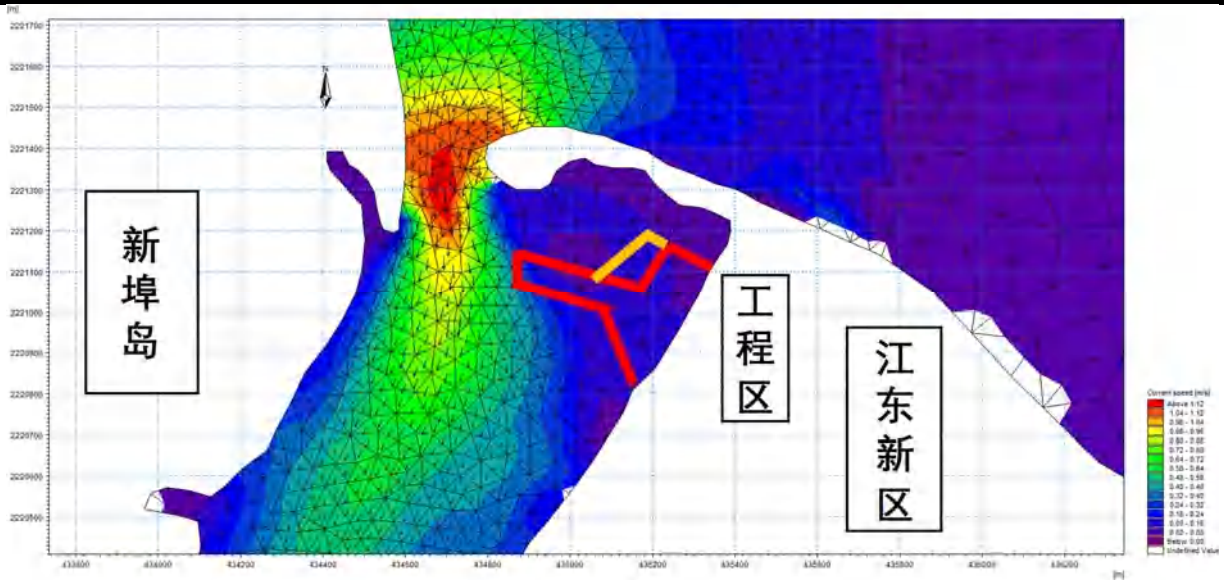


图 7.1-9 工程区域附近的 9 个典型位置示意图

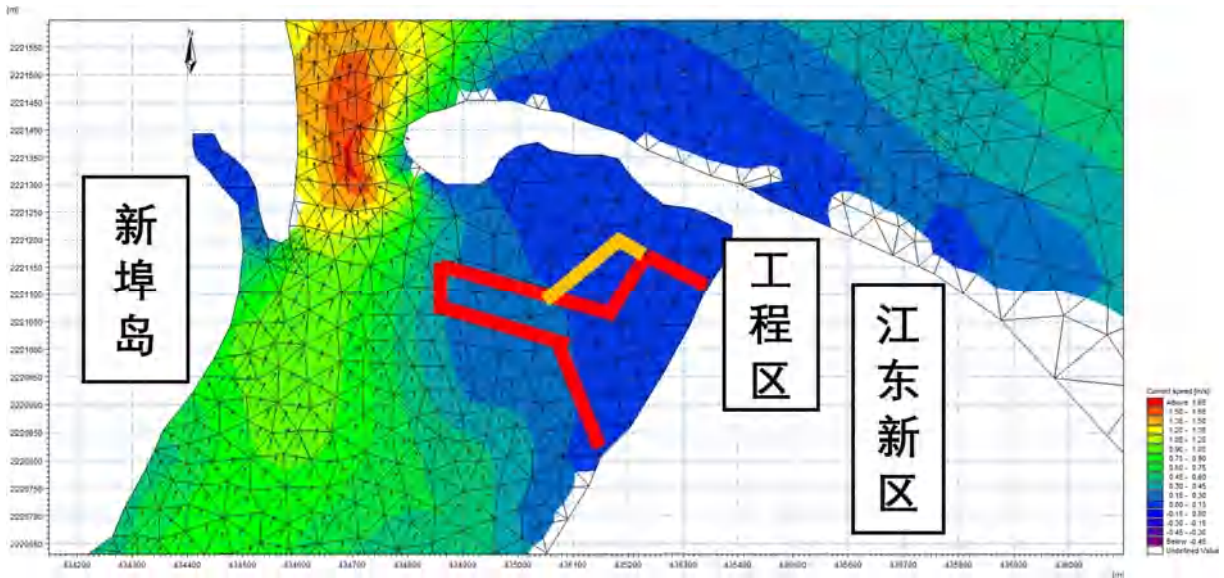
表 7.1-2 工程区域附近 9 个典型位置坐标

位置点	x (m)	y (m)
A1	434800	2221200
A2	435000	2221200
A3	435200	2221200
A4	434800	2221050
A5	435000	2221050
A6	435200	2221050
A7	434800	2220900
A8	435000	2220900
A9	434600	2220850

工程前在涨急、落急情况下的流场如图 7.1-10 所示，这些典型位置的流速和流向见 7.1-3 和 7.1-4 所示。工程前涨潮、落潮流到达工程区选址位置附近，受到口门沙坝的拦截，在工程区域形成环流。码头岸线附近的流速较小，显著低于河道中间。工程选址位置涨急时刻最大流速约 0.6m/s，平均流速约为 0.4m/s；落急时刻最大流速约 0.5m/s，平均流速约为 0.3m/s。



(a) 涨急



(b) 落急

图 7.1-10 工程区域附近的流场图（工程前）

表 7.1-3 工程区域附近 9 个典型位置的流速和流向（工程前、涨急）

位置点	流速 (m/s)	流向 (度)
A1	0.52	165
A2	0.08	259
A3	0.08	329
A4	0.62	168
A5	0.12	105
A6	0.11	21

A7	0.61	178
A8	0.22	136
A9	0.73	203

注：正北为 0 度，顺时针旋转为正

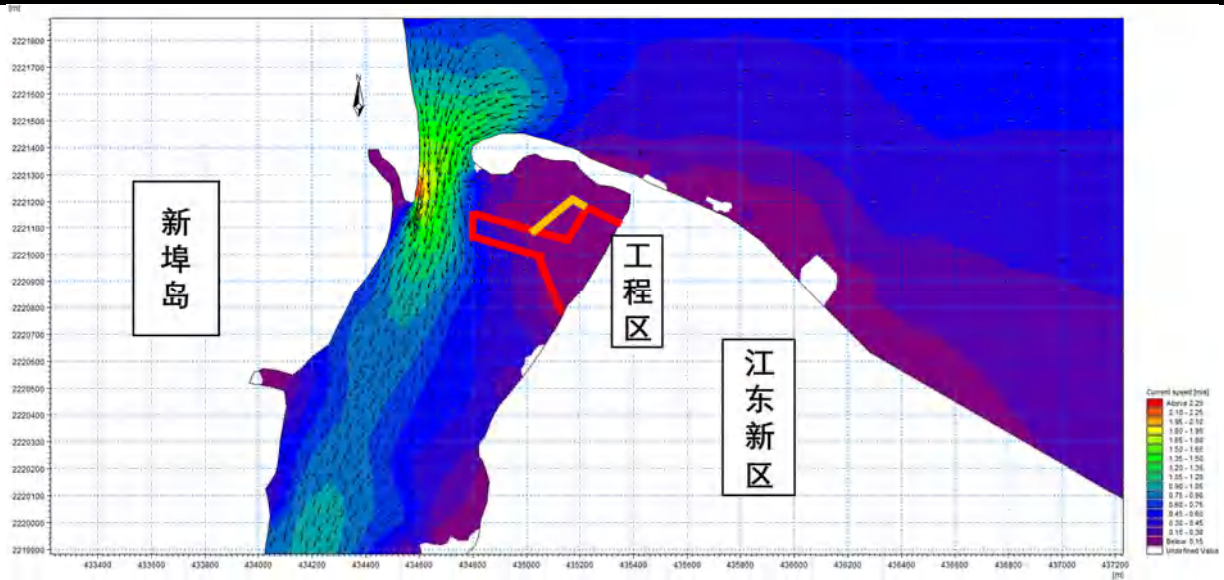
表 7.1-4 工程区域附近 9 个典型位置的流速和流向（工程前、落急）

位置点	流速 (m/s)	流向 (度)
A1	0.74	321
A2	0.15	305
A3	0.03	329
A4	0.51	108
A5	0.19	324
A6	0.05	183
A7	0.59	19
A8	0.28	17
A9	0.96	22

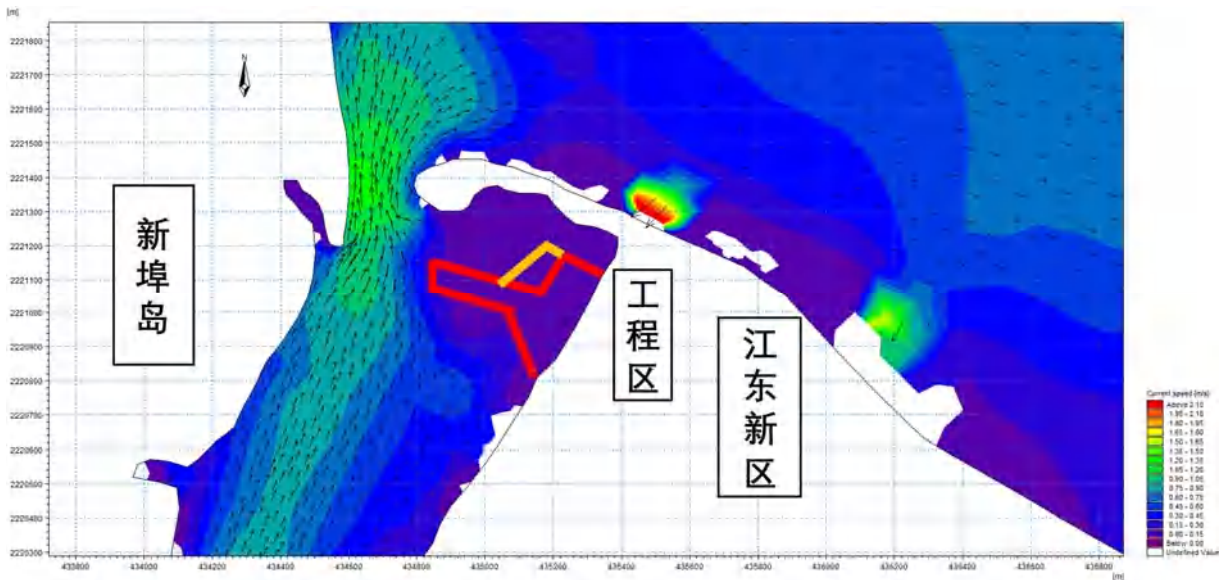
注：正北为 0 度，顺时针旋转为正

7.1.4.2 方案一工程引起的流场变化

方案一实施后，工程区域附近流场如图 7.1-11 所示，典型位置的流速和流向见表 7.1-5 和表 7.1-6 所示。因为疏浚深度较大原因，与工程前流态相比，涨潮流进入工程区后流速略有降低（例如 A3、A4、A6），流向略向沿逆时针偏移。工程区靠近码头 A6 点流向与工程前差别较大。河道中间点 A9 流向略沿顺时针方向偏移。方案一中，工程选址位置涨急时刻最大流速约 0.58m/s，平均流速约为 0.38m/s；落急时刻最大流速约 0.39m/s，平均流速约为 0.28m/s。平均流速约为 0.38m/s；落急时刻最大流速约 0.39m/s，平均流速约为 0.28m/s。



(a) 涨急



(b) 落急

图 7.1-11 工程区域附近的流场图

表 7.1-5 工程区域附近 9 个典型位置的流速和流向（涨急）

位置点	流速 (m/s)	流向 (度)
A1	0.59	198
A2	0.12	301
A3	0.04	323
A4	0.59	158
A5	0.14	97
A6	0.04	184

A7	0.60	174
A8	0.23	147
A9	0.99	197

注：正北为 0 度，顺时针旋转为正

表 7.1-6 工程区域附近 9 个典型位置的流速和流向（落急）

位置点	流速 (m/s)	流向 (度)
A1	0.48	320
A2	0.10	292
A3	0.01	102
A4	0.43	139
A5	0.07	232
A6	0.03	136
A7	0.56	20
A8	0.22	34
A9	0.82	20

注：正北为 0 度，顺时针旋转为正

7.2 工程后对南渡江河口纳潮量的影响分析

纳潮量是河流可以接纳的潮水的体积，是河流水动力、水质、环境评价的重要指标。一个河流纳潮量的大小直接反映了该河流的水体交换能力和污染物自净能力，其大小决定河流与外海的交换强度，对河流环境、生态及冲淤等方面意义重大。对南渡江这一重要的河流来说，对防洪具有极其重要作用，因此研究南渡江纳潮量的大小及变化，就更具有重大的意义。

计算纳潮量的传统方法，是根据遥感图像计算出高潮面和低潮面的面积，再根据高低潮的潮差计算出纳潮量，如下列公式所示。其中 T 表示纳潮量， S_1 和 S_2 分别表示高潮和低潮时的海湾面积， H 表示平均潮差。

$$T = \frac{1}{2}(S_1 + S_2) \cdot H$$

本报告数值模型是建立在模型动边界基础上，基于纳潮量的定义，通过数值模拟的方法，计算出高潮时、低潮时水域的面积 S_1 和 S_2 的值；平均潮差 H 基于所有计算网格在高潮和低潮的水位差值。从而得到南渡江在项目工程建设前后纳潮量，以此分析由于本项目建设对南渡江纳潮量的影响。

根据计算结果，工程前南渡江的纳潮量约为 $15.96596 \times 10^6 \text{m}^3$ ，工程后南渡江的纳潮量约

为 $15.97141 \times 10^6 \text{m}^3$ ，对比项目工程前后南渡江的纳潮量可知，工程后南渡江纳潮量约增加了 0.034%，本项目工程建设可以增加南渡江的纳潮量。

7.3 冲淤环境影响预测预评价

本次冲淤环境影响评价引用《江东新区海上综合执法码头项目水文调查与潮流泥沙波浪数值模拟专题研究》（海南大学，2021年5月）的成果资料，具体如下：

7.3.1 泥沙冲淤分析

在潮流、泥沙数学模型耦合模型中，计算总时长为 15 天（一个小潮、中潮、大潮、中潮周期），本模型通过对放大因子（Morphology speedup factor）设置 24 用以推断一年的冲淤变化量。采用零通量零梯度边界；最大淤积量控制为 1m/day。

7.3.2 工程前冲淤现状

通过数值模拟，工程前的冲淤情况见图 7.3-1 所示，南渡江口为被冲刷区，泥沙会被带走，而口门内外均为回淤区。尤其口门外淤积严重，可达 0.85m/year。工程区域的平均回淤为 0.1m/year，工程区域的最大回淤点在将新挖航道的最西端，为 0.4m/year。

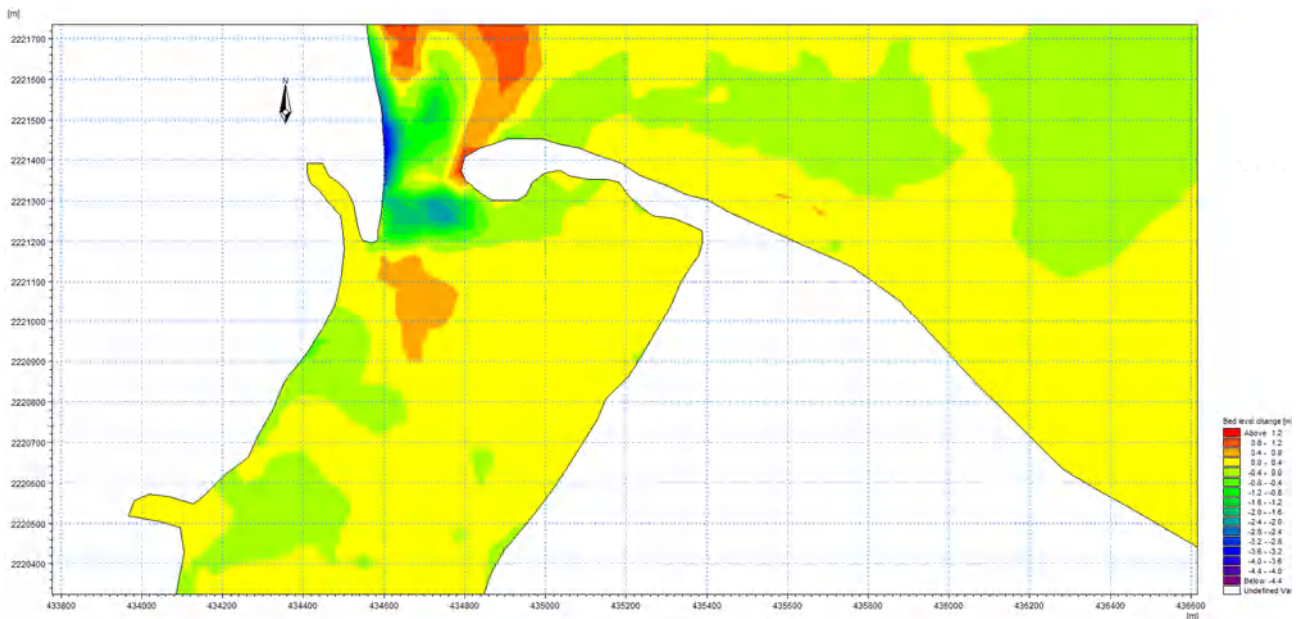


图 7.3-1 工程前的年均冲淤情况

7.3.3 方案一工程引起的冲淤

方案一工程实施后，冲淤情况见图 7.3-2 所示，数值模拟结果表明工程加重了口门近的淤积或冲刷，并引起新挖河底区域的淤积情况加重，工程区域的最大回淤点在将新挖航道的最

西端，为 1.2m/year。但新施工的其他挖掘区域淤积情况较轻，工程区域的平均回淤为 0.20m/year。

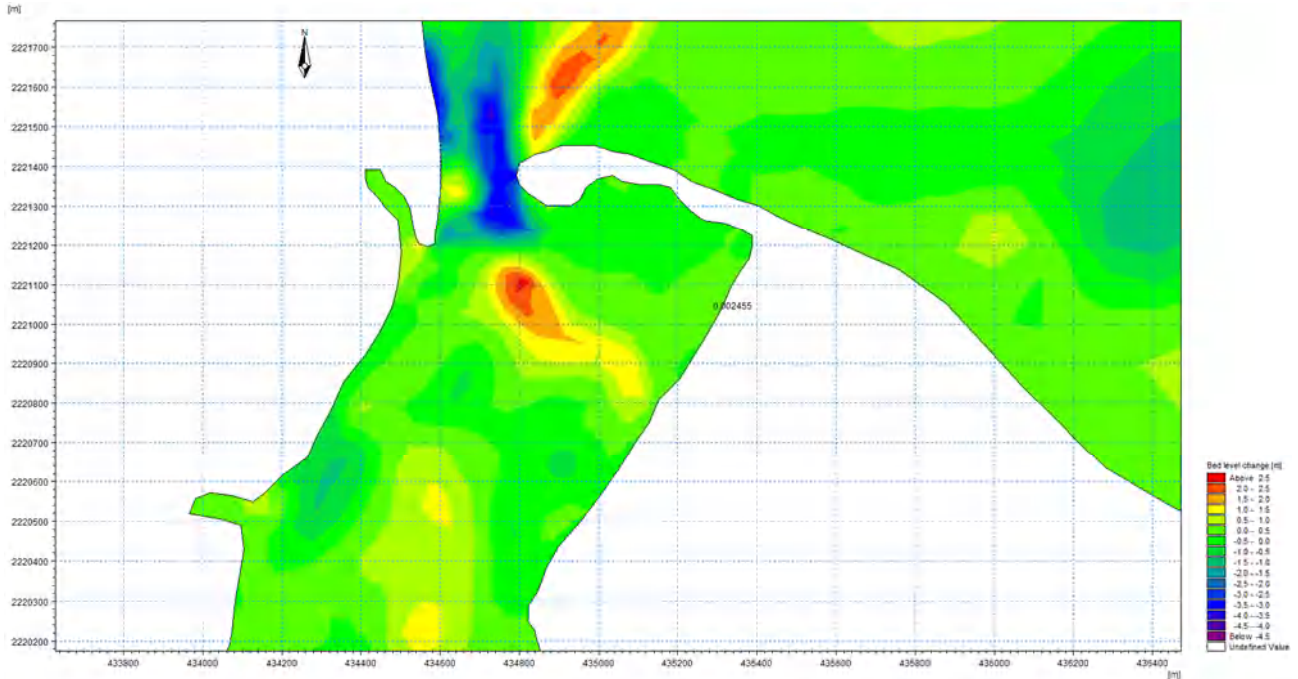


图 7.3-2 方案一工程引起的年均冲淤情况

7.3.4 洪水对工程区域的冲淤情况

南渡江受洪水影响频繁，且洪峰特征为年际间差异大、与年均流量有数量级的差别，对河道内水流流态的影响严重。选择方案一和方案二的河底开挖情况类似，为评估洪峰过境带来的骤淤影响，选择方案一作为研究工况，并根据洪峰流量，采用重现期 5 年、10 年、20 年的洪水设计值作为洪峰流量分别代入前面已验证的潮流泥沙数学模型中进行计算，对应流量分别为 $4690\text{m}^3/\text{s}$ 、 $5860\text{m}^3/\text{s}$ 、 $7000\text{m}^3/\text{s}$ ，计算时长 72h，模拟洪峰作用下三天期间工程区的冲淤情况。同时 MIKE21 泥沙模块可以根据地形冲刷和淤积，不断自动调整计算水深，因此可以考虑口门沙坝动态冲毁过程中流场和冲淤变化。

7.3.4.1 数值模型

考虑到口门沙坝可能被洪水冲决，对沙坝处的网格进行局部修改，使用干湿网格将沙坝包含在内进行计算，如图 7.3-3 所示。

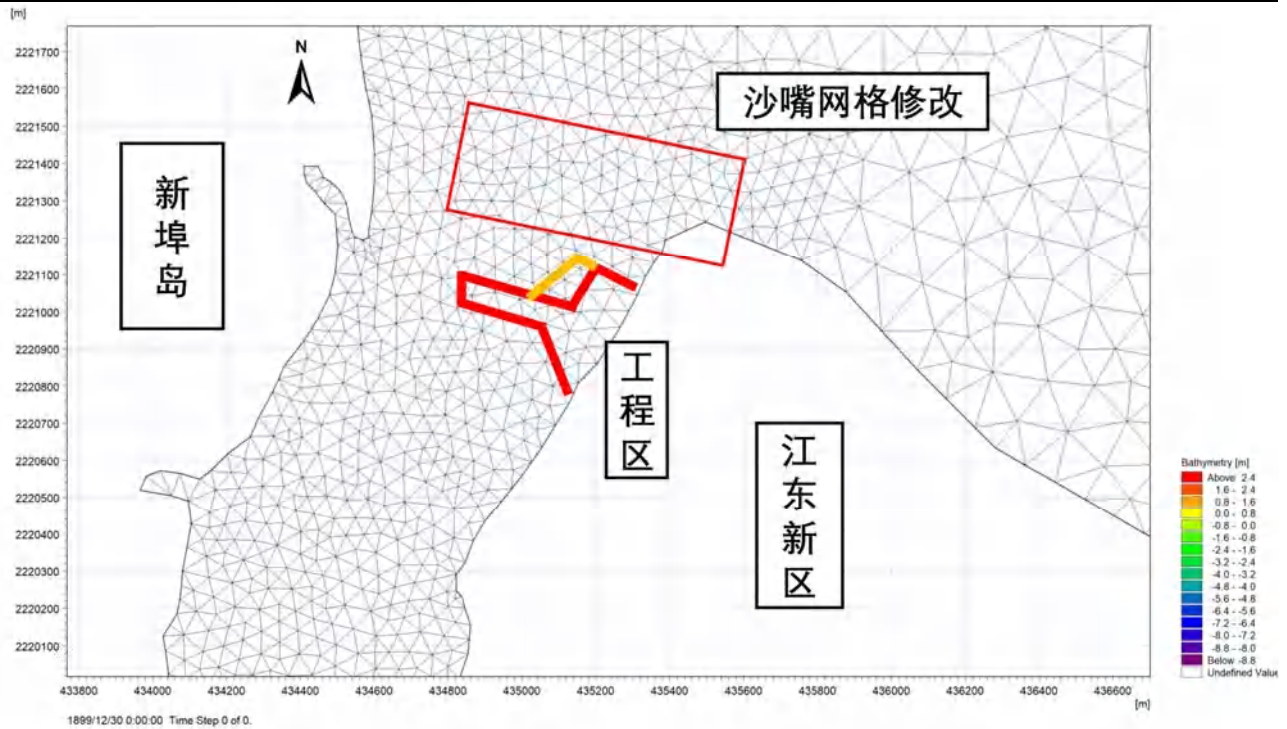


图 7.3-3 洪水期数值计算模型

7.3.4.2 数值预报结果

(1) 流场流速分布

洪峰经过时，径流占主导地位，流速急剧升高，河口内南北方向的往复流消失，淹没面积增加，洪水将漫过口门处的沙坝。

五年一遇洪峰持续一天后的流场如图 7.3-4 所示，南渡江主通道上流速达到 1.6m/s，工程附近 0.3m/s 左右，南渡江口门附近最大流速可达 3.0m/s，水位已漫过口门沙坝。

十年一遇洪峰持续一天后的流场如图 7.3-5 所示，南渡江主通道上流速达到 1.9m/s，工程附近 0.5m/s 左右，南渡江口门附近最大流速可达 3.4m/s，水位已漫过口门沙坝。

二十年一遇洪峰持续一天后的流场如图 7.3-6 所示，南渡江主通道上流速达到 2.2m/s，工程附近 0.6m/s 左右，南渡江口门附近最大流速可达 3.5m/s，水位已漫过口门沙坝。

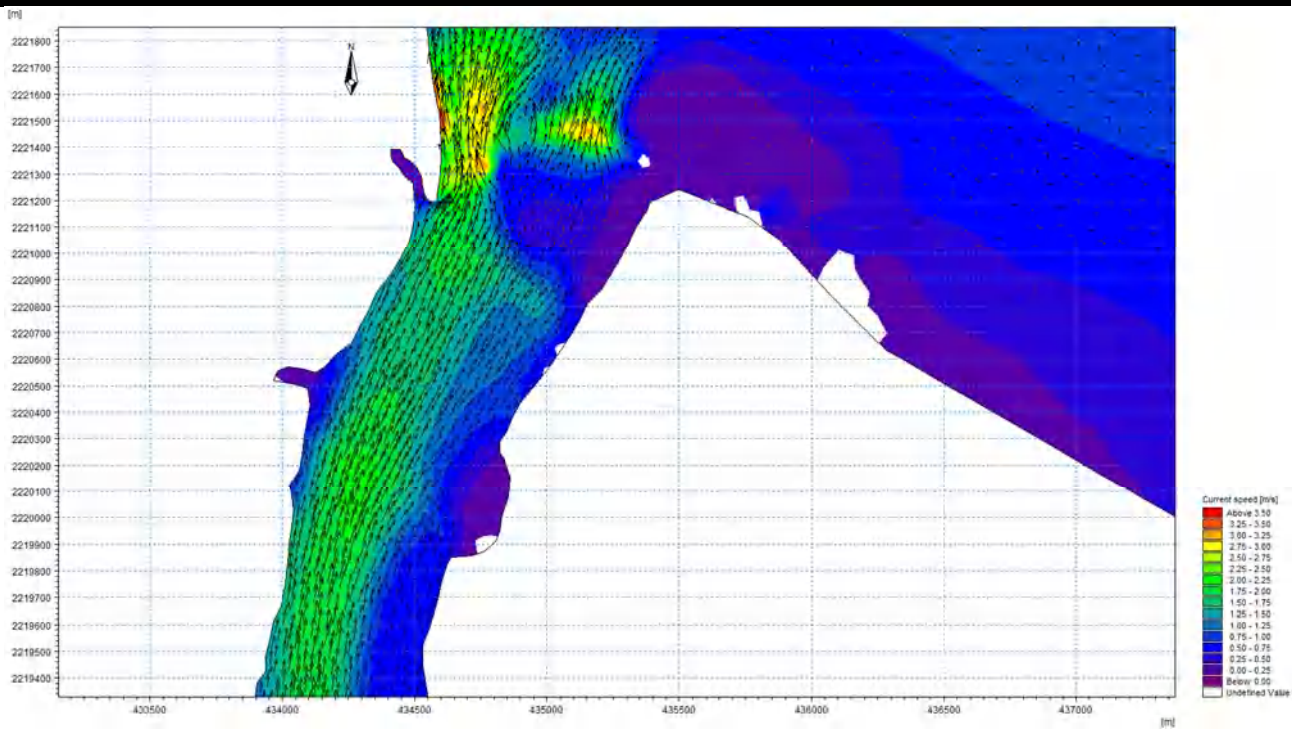


图 7.3-4 洪峰过境的流场分布（持续 1 天）

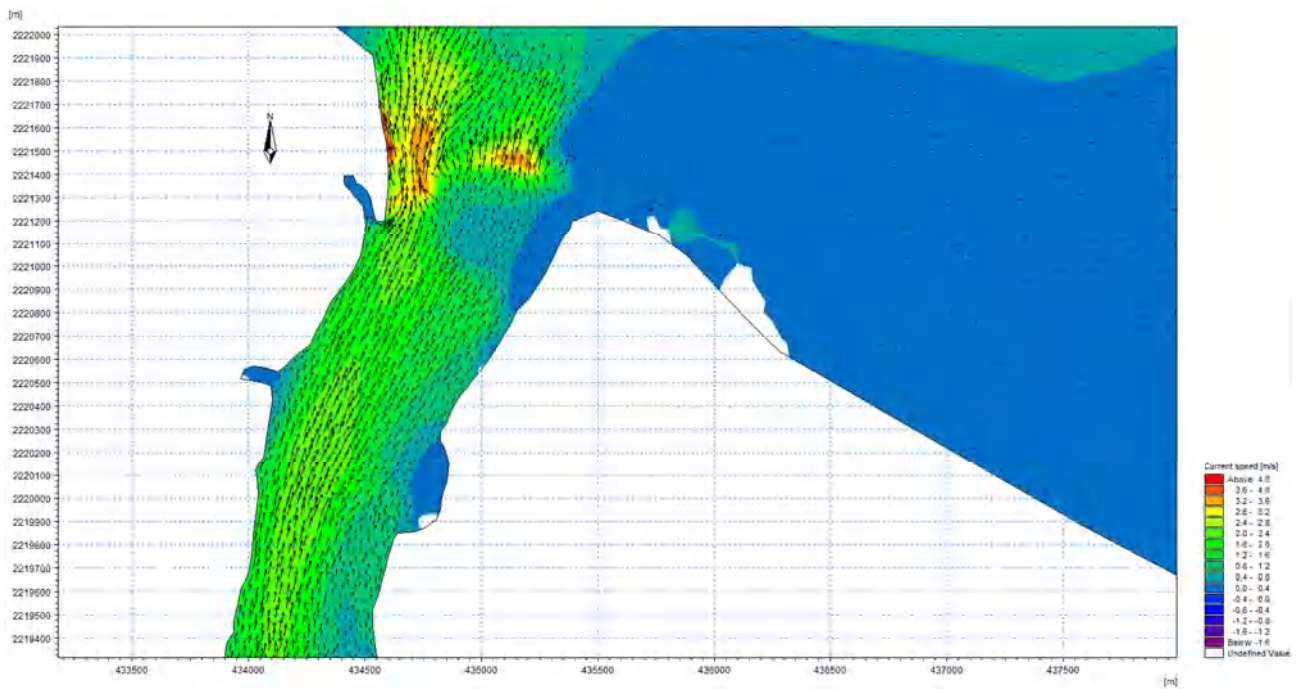


图 7.3-5 十年一遇洪峰过境的流场分布（持续 1 天）

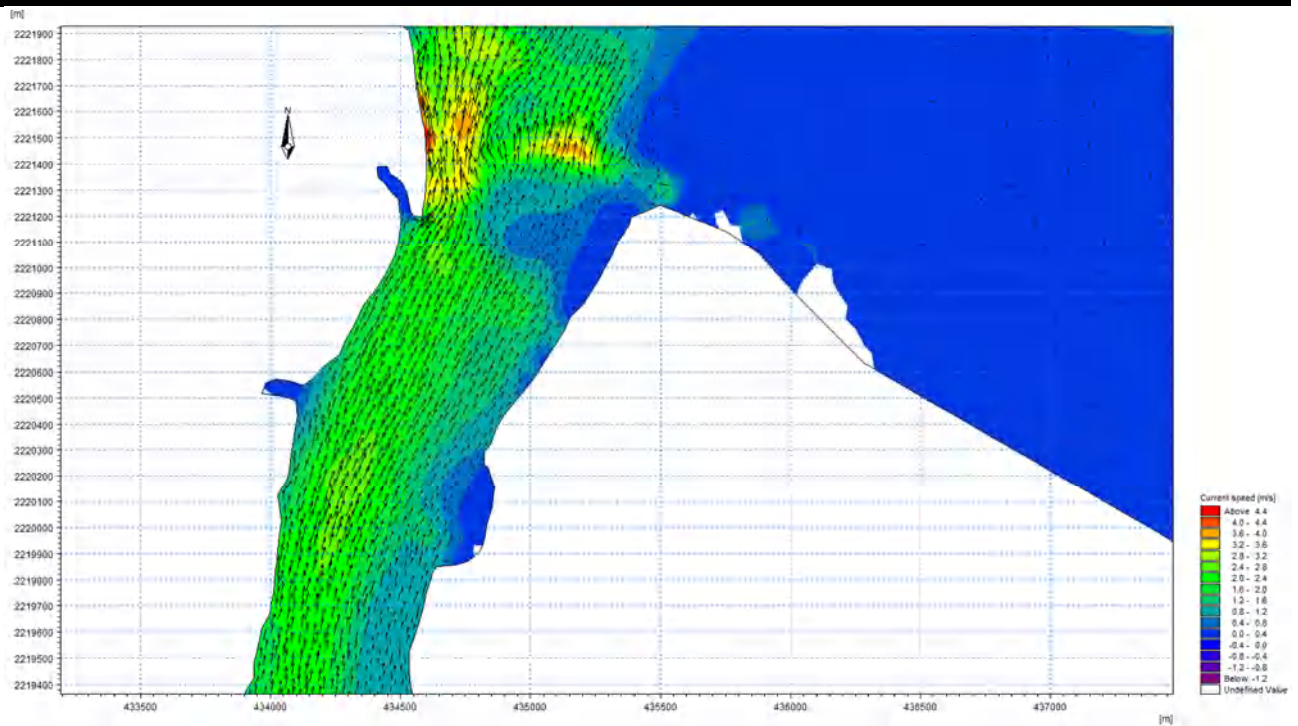


图 7.3-6 二十年一遇洪峰过境的流场分布（持续 1 天）

五年一遇洪峰持续三天后的流场如图 7.3-7 所示，南渡江主通道上流速达到 2m/s，工程附近 0.6m/s 左右，南渡江口门附近最大流速可达 2.1m/s，水位已漫过口门沙坝。

十年一遇洪峰持续三天后的流场如图 7.3-8 所示，南渡江主通道上流速达到 2.3m/s，工程附近 1.0m/s 左右，南渡江口门附近最大流速可达 2.4m/s，水位已漫过口门沙坝。

二十年一遇洪峰持续三天后的流场如图 7.3-9 所示，南渡江主通道上流速达到 2.5m/s，工程附近 1.0m/s 左右，南渡江口门附近最大流速可达 2.5m/s，水位已漫过口门沙坝。

可见在持续三天后，南渡江主通道和工程区域的流速增加，这是因为口门沙坝被不断冲刷后，沙坝对上游水流的阻碍减弱。同时随着沙坝被不断冲刷，相当于口门宽度不断变大，因此口门流速出现下降。

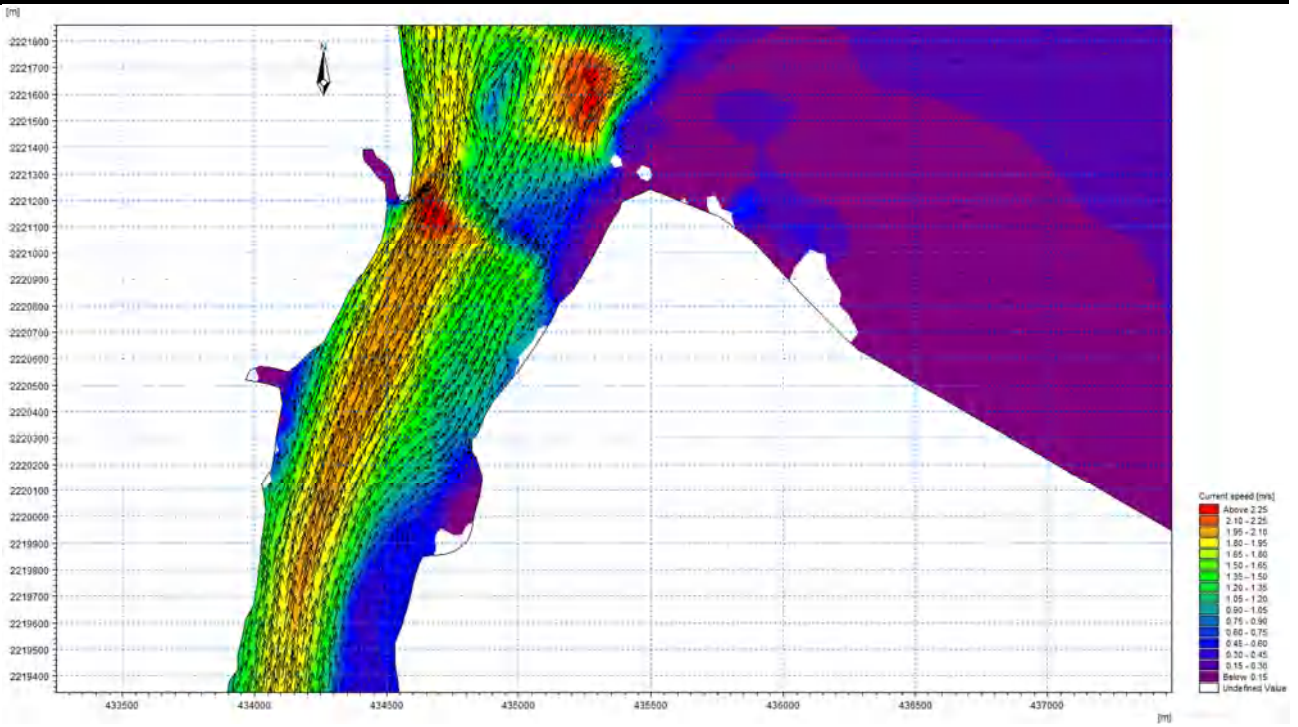


图 7.3-7 五年一遇洪峰过境的流场分布（持续 3 天）

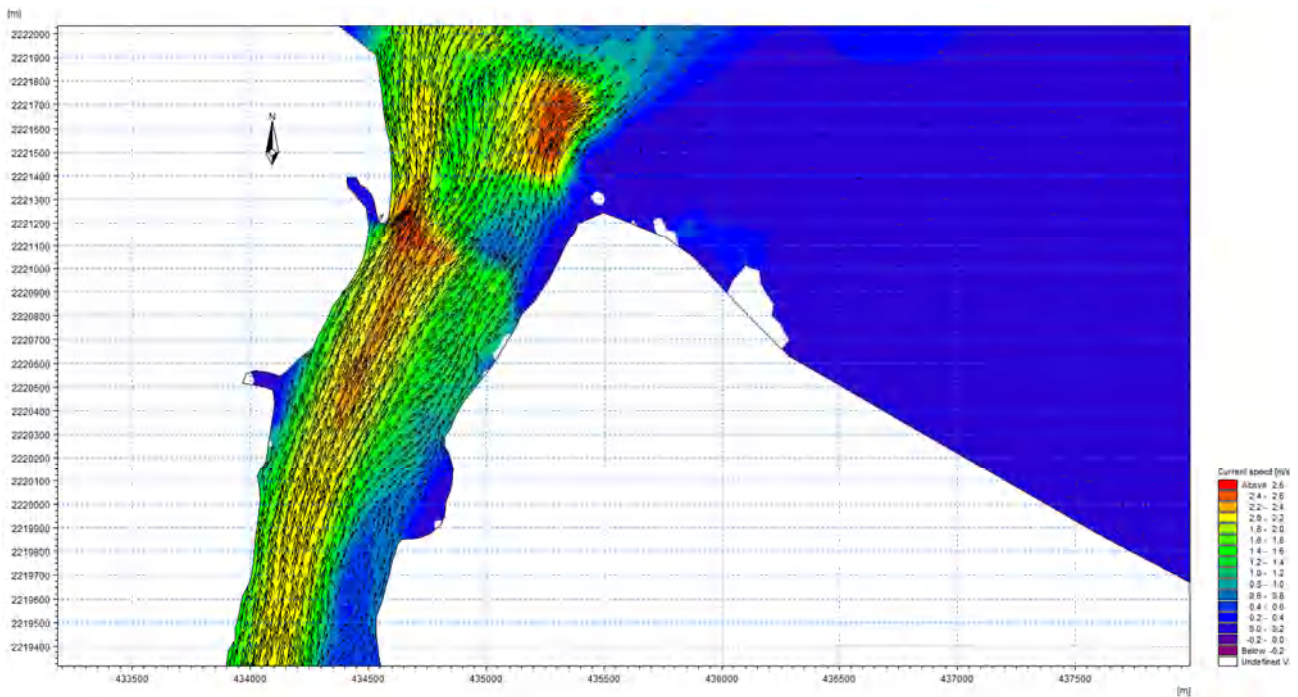


图 7.3-8 十年一遇洪峰过境的流场分布（持续 3 天）

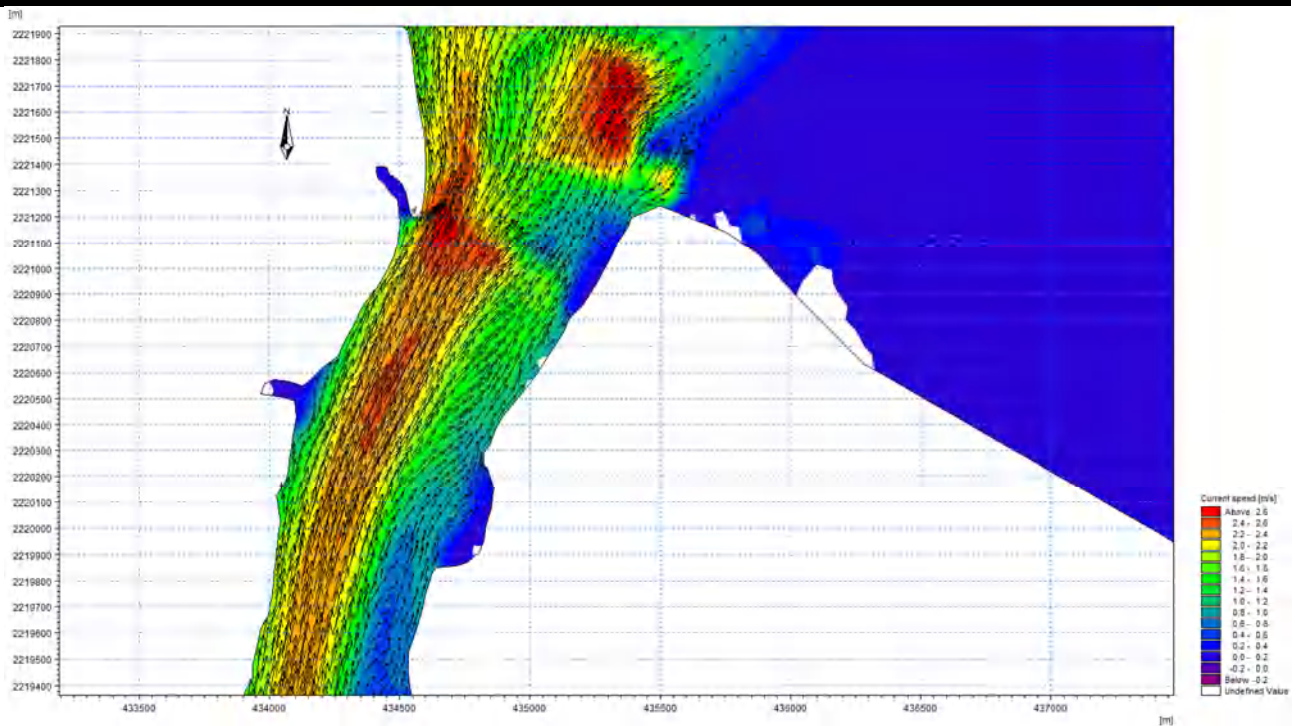
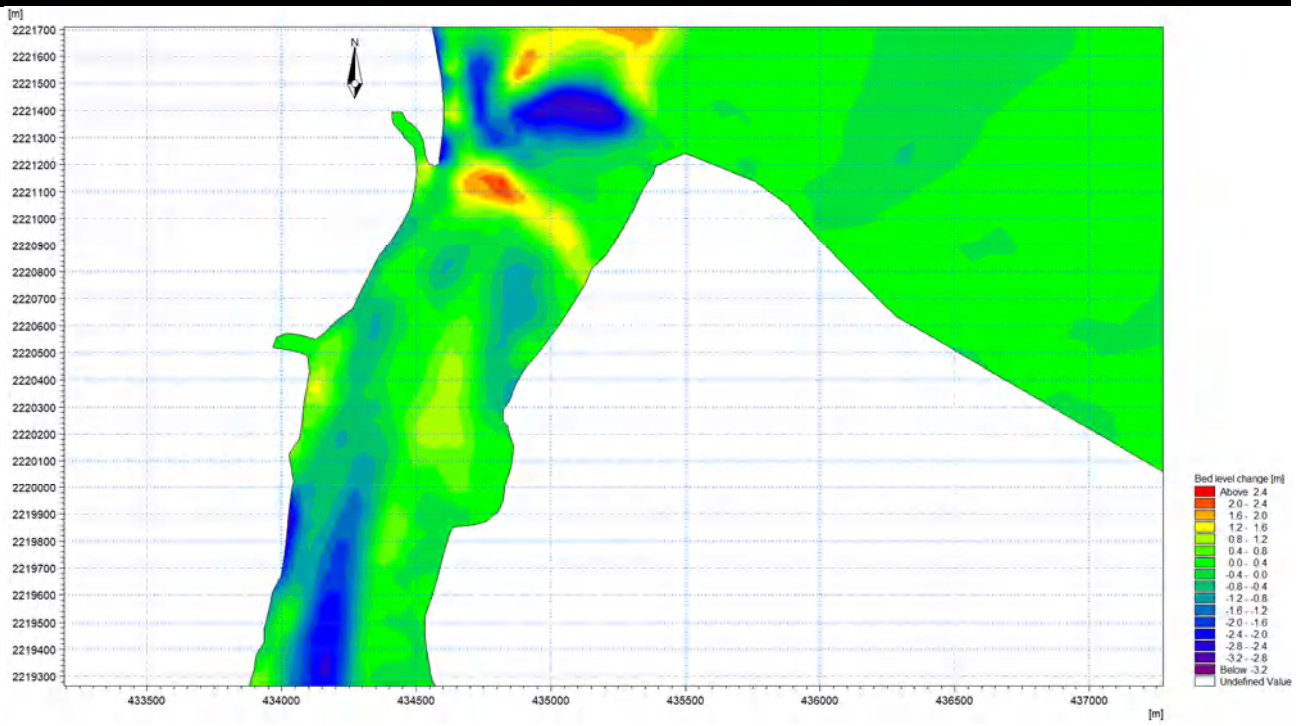


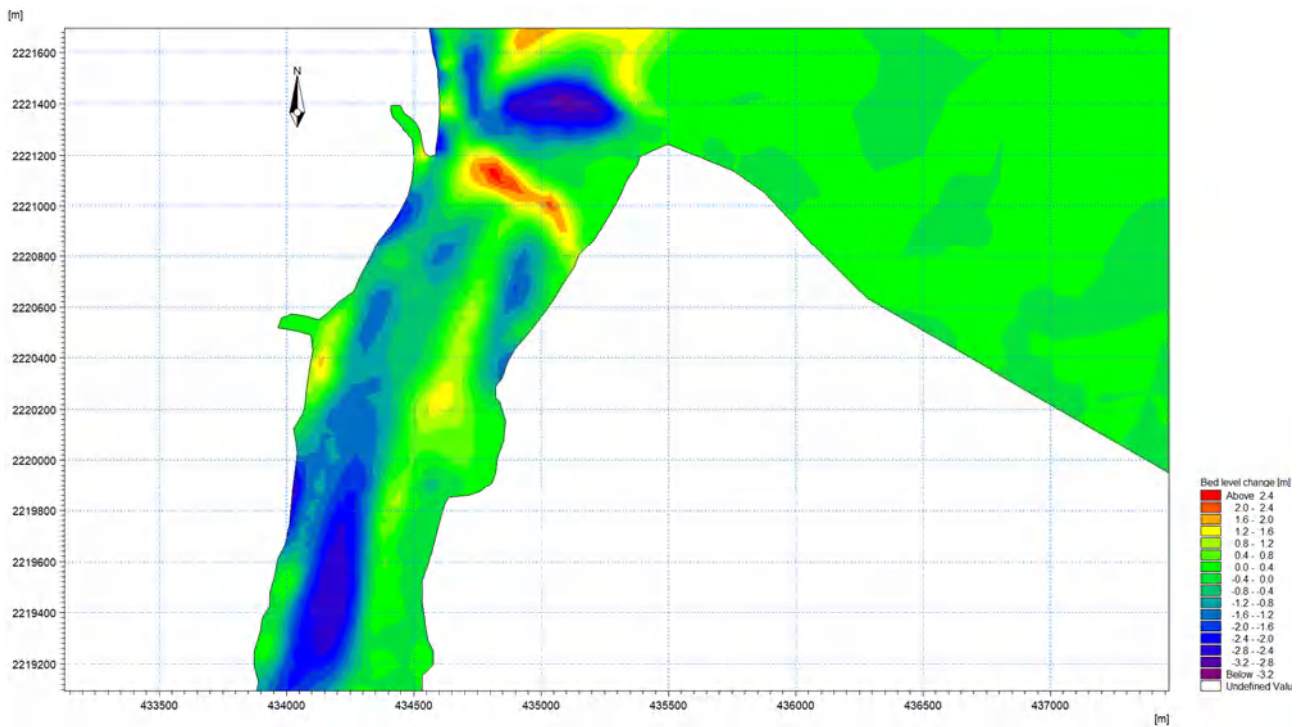
图 7.3-9 二十年一遇洪峰过境的流场分布（持续 3 天）

（2）冲淤分析

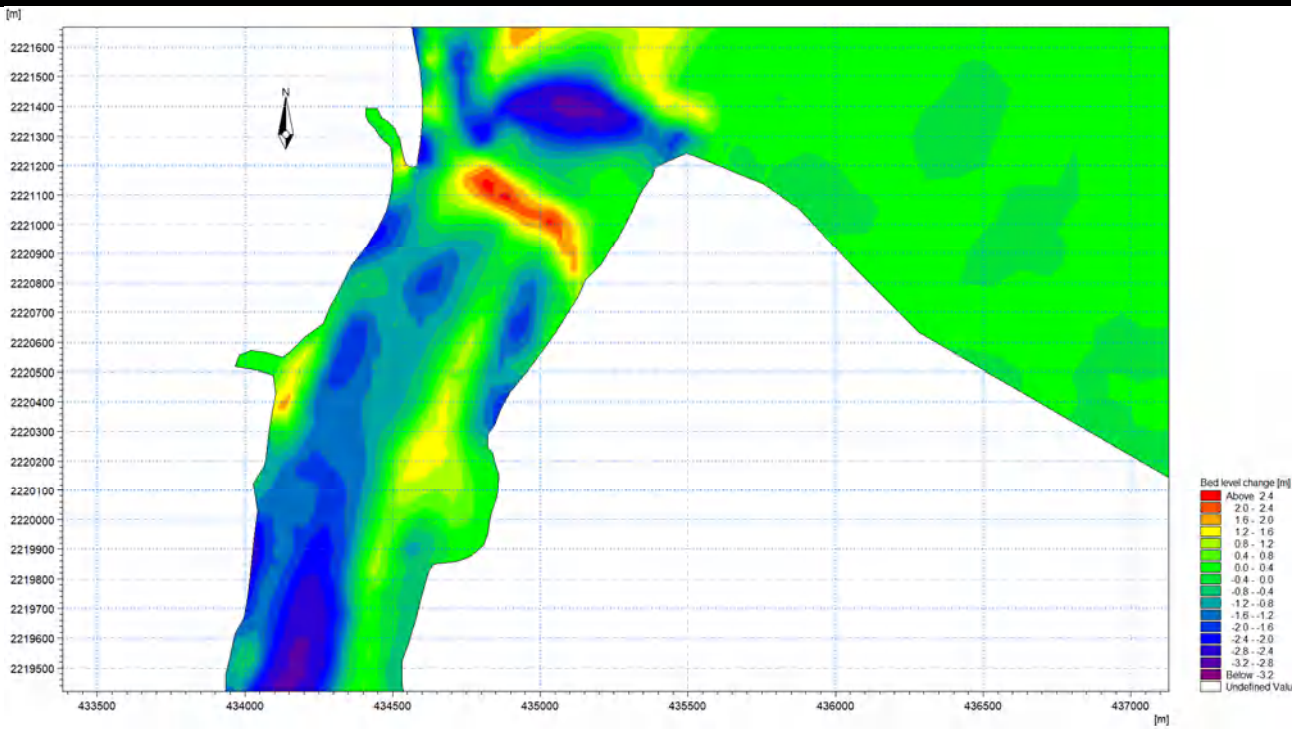
洪峰水流挟带大量泥沙向下游输送，将引起工程区水域的骤淤现象，洪峰过境三天的骤淤强度分布如图 7.3-10 所示。南渡江主航道总体上被显著冲刷，主要在靠近东岸和沙坝口门内、外存在淤积现象。整体看，洪峰对工程区域形成淤积态势，对工程外南部区域和工程外北面的口门处形成冲刷态势，工程区域淤积最严重的是新挖航道，靠近码头区域淤积情况有所减轻。具体为：五年一遇洪峰情况，新挖航道淤积最严重的区域（新挖航道最西端）可达 0.8m/d，新挖航道平均回淤为 0.5m/d，岸边码头附近平均回淤为 0.2m/d；十年一遇洪峰情况，新挖航道淤积最严重的区域（新挖航道最西端）可达 1.0m/d，新挖航道平均回淤为 0.6m/d，岸边码头附近平均回淤为 0.3m/d；二十年一遇洪峰情况，新挖航道淤积最严重的区域（新挖航道最西端）可达 1.1m/d，新挖航道平均回淤为 0.7m/d，岸边码头附近平均回淤为 0.35m/d。由于沙坝露出水面，洪峰期间流速很大，形成显著冲刷现象，沙坝内侧（南侧）流速低于沙坝上面，冲刷变轻；而沙坝外侧（即北侧）周围流速降低，存在一定淤积。



(a) 五年一遇洪峰



(b) 十年一遇洪峰



(c) 二十年一遇洪峰

图 7.3-10 洪峰过境时工程区的冲淤分布 (持续 3 天)

7.3.4.3 无沙坝的结果

假设沙坝附近区域的地形被冲刷至水下 2 米，然后又有洪峰过境。那么数值计算时水深统一取 2 米，数值模型水深云图见图 7.3-11 所示。

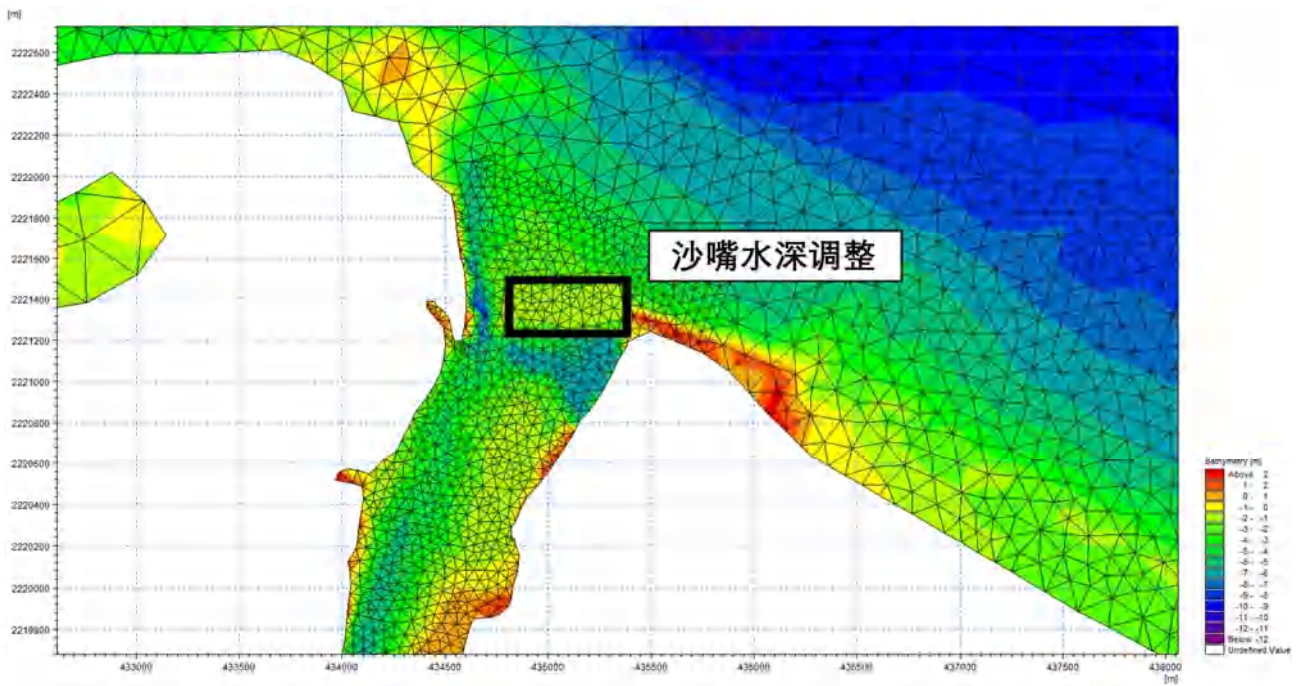


图 7.3-11 沙坝被冲毁后的水深示意图 (平均海平面基面)

由于沙坝被冲毁后，南渡江入海口对上游洪峰的阻碍作用减弱。五年一遇洪峰的流场如

图 7.3-12 所示，南渡江主通道上流速达到 2.2m/s，工程附近 0.9m/s 左右，南渡江口门附近最大流速可达 2.2m/s，沙坝上流速增加到 1.6m/s。可见无沙坝时，洪峰持续三天后南渡江的流速相比有沙坝时略有增加。这是因为有沙坝时，经过三天的不断冲刷，沙坝不断消失。而根据冲刷和淤积情况，Mike 21 的泥沙模块可以自动调整水深。初始有沙坝和初始无沙坝时在洪峰持续 3 天后的地形较为相似，最后的流场情况与初始无沙坝时差别不大。

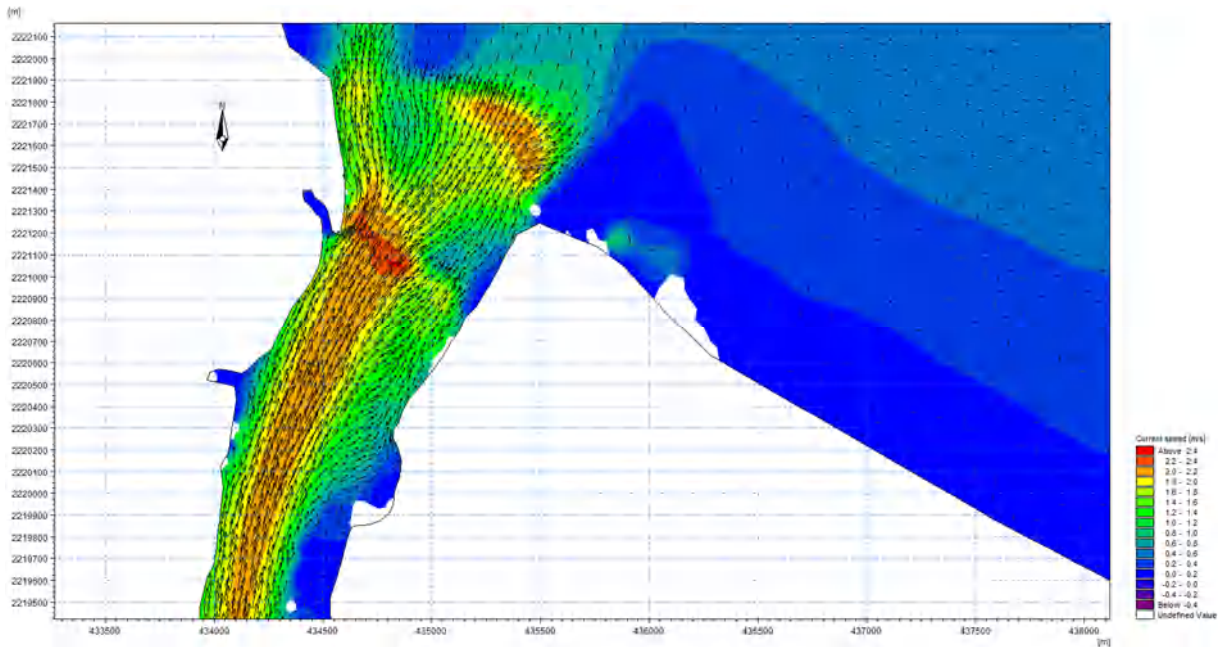
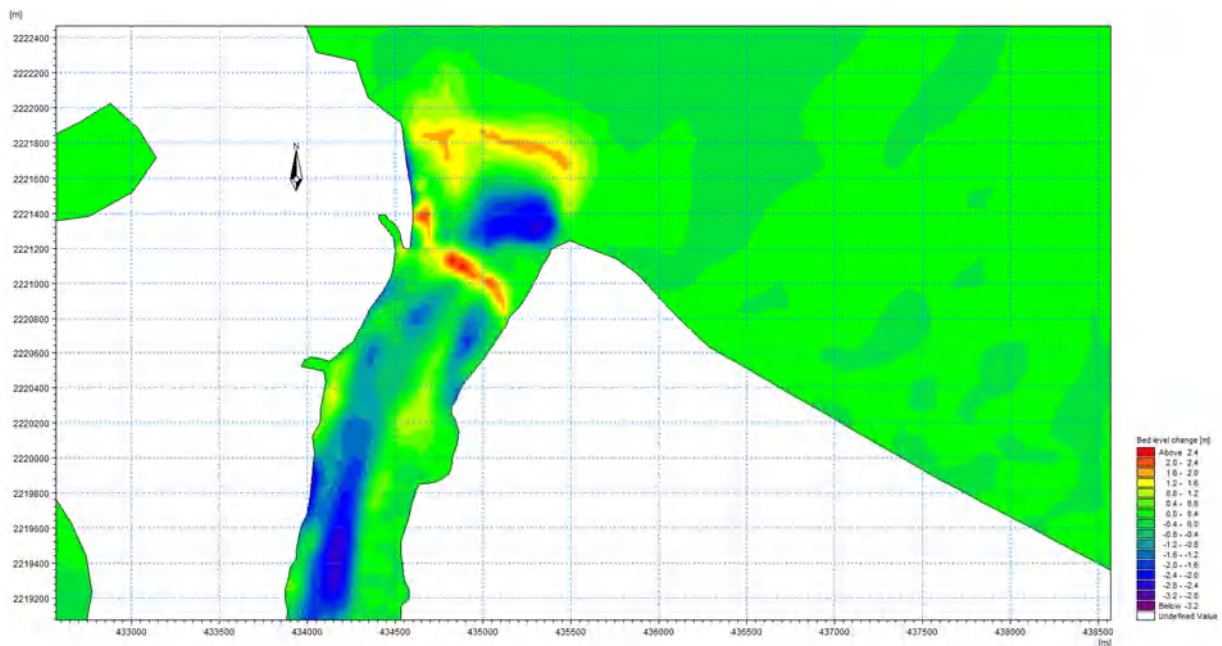
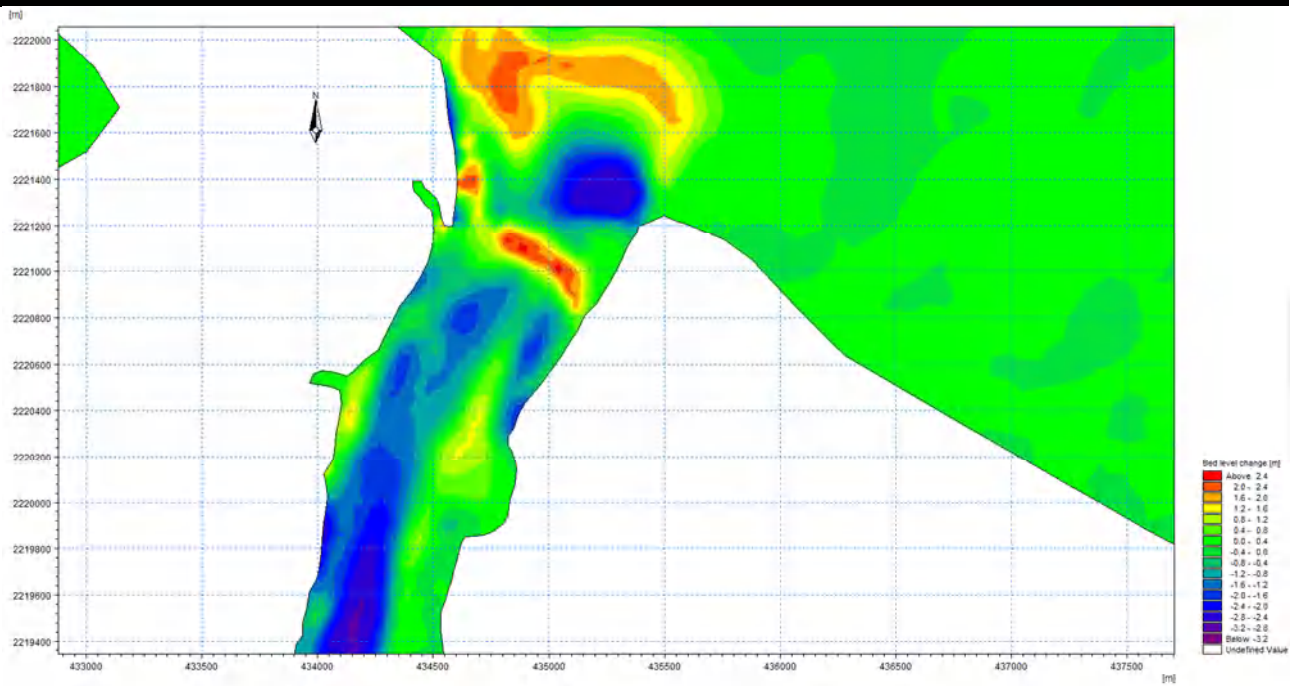


图 7.3-12 沙坝被冲毁后五年一遇洪峰过境的流场分布（持续 3 天）

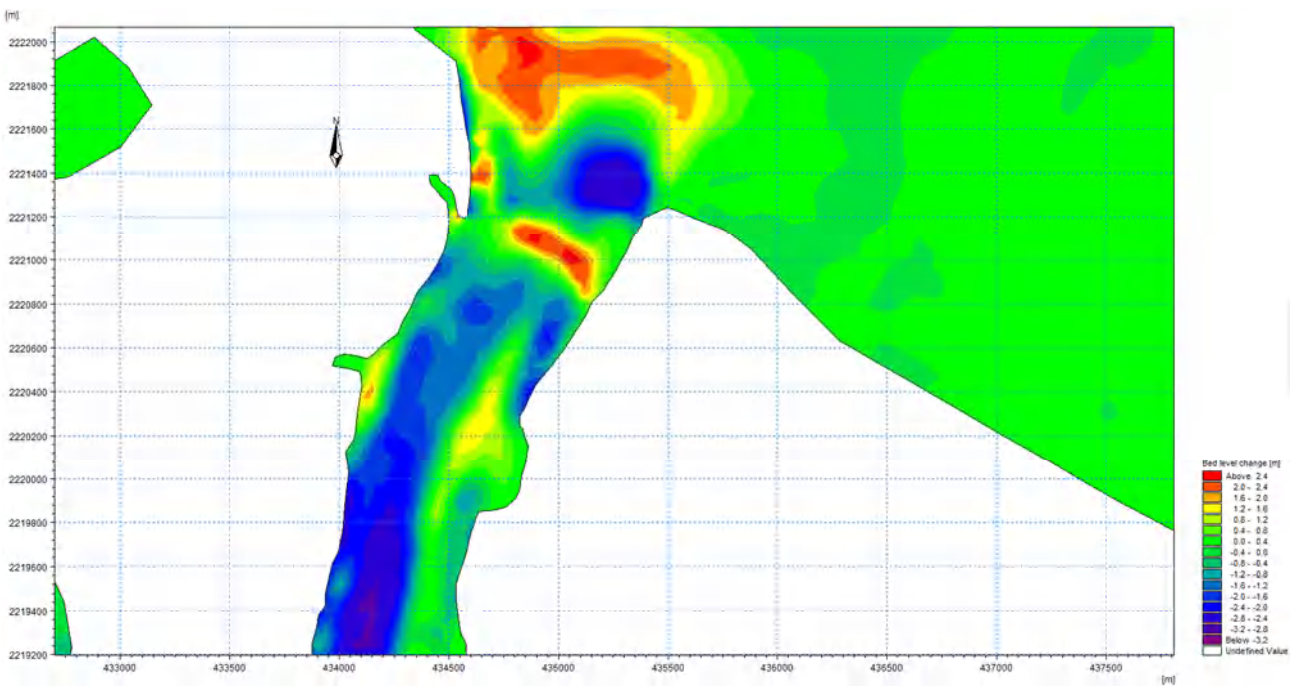
图 7.3-13 给出了无沙坝时洪峰持续 3 天的冲淤分布，发现口门处冲刷相比初始有沙坝时略有变轻，但是口门内外的淤积略有加重。



(a) 五年一遇洪峰



(b) 十年一遇洪峰



(c) 二十年一遇洪峰

图 7.3-13 沙坝被冲毁后洪峰过境的冲淤分布（持续 3 天）

7.4 工程引起的含沙量变化

南渡江流域上、中游地区森林茂密，植被良好，水土流失现象轻微，中游的澄迈县有水土流失现象，目前已在治理当中。因此，南渡江输沙量呈逐年减少的趋势。1959 年松涛建坝后，悬移输沙量减少；1970 年龙塘建坝后，在龙塘水文站上游形成淤积，龙塘站实测来沙量

亦有所减少。

南渡江泥沙主要来源于琼北断陷盆地边缘地带的冲洪积台地和山前丘陵地区，中部山区河流所携带的泥沙则由于松涛水库的拦蓄下泄较少，其来水来沙季节变化很大，水沙输出主要在 5~11 月，占南渡江 80% 的径流量和 90% 的输沙量。尤其 8~10 月的台风暴雨形成的洪水，是流域泥沙输送的主要动力因素，曾有洪水期 8 天输沙量高达 10.66 万 m³，相当于 1990~1998 年的年输沙总量的 15.41 万 m³ 的 69% 的实测记录。自从 1959 年、1969 年建成水库和滚水坝后，入海沙量明显减少，加上人类在下游河口大量取沙，导致南渡江入海沙量减少。南渡江大约 80% 以上的悬移质泥沙（每年大于 20 万 t）和 90% 以上的推移质泥沙（每年约 5 万 t）在南渡江三角洲进入琼州海峡，南渡江输水和悬移质输沙量变化见 7.4-1 所示。

表 7.4-1 南渡江龙塘水文站年水沙量统计表

年份	平均流量 (m ³ /s)	平均含沙量 (kg/m ³)	平均年径流量 (亿 m ³)	年平均沙量 (万 t)	备注
1956-1958	216	0.123	68.10	64.5	松涛建坝前
1959-1969	175	0.078	55.20	45.9	龙塘建坝前
1970-1980	198	0.052	62.60	33.8	
1981-1990	179	0.040	56.50	22.7	
1991-2000	175	0.041	55.30	24.8	
2001-2005	140	0.037	44.30	17.4	
2006-2010	196		61.79	33.5	
2011-2014	201	0.059	63.51	37.82	

在南渡江河口动力沉积模式研究及海口湾近岸海域及岸滩表层沉积物养分析研究中发现，南渡江悬沙以细粉砂为主。南渡江河口区河沙资源调查研究表明，南渡江的河沙主要分为四类：

(1) 河床沙，一般为砾砂和中粗砂，中值粒径-0.21~1.25 Φ (0.42~1.16mm)；

(2) 浅滩沙，为中粗砂，中值粒径 1.45~1.55 Φ (0.34-0.36mm)；

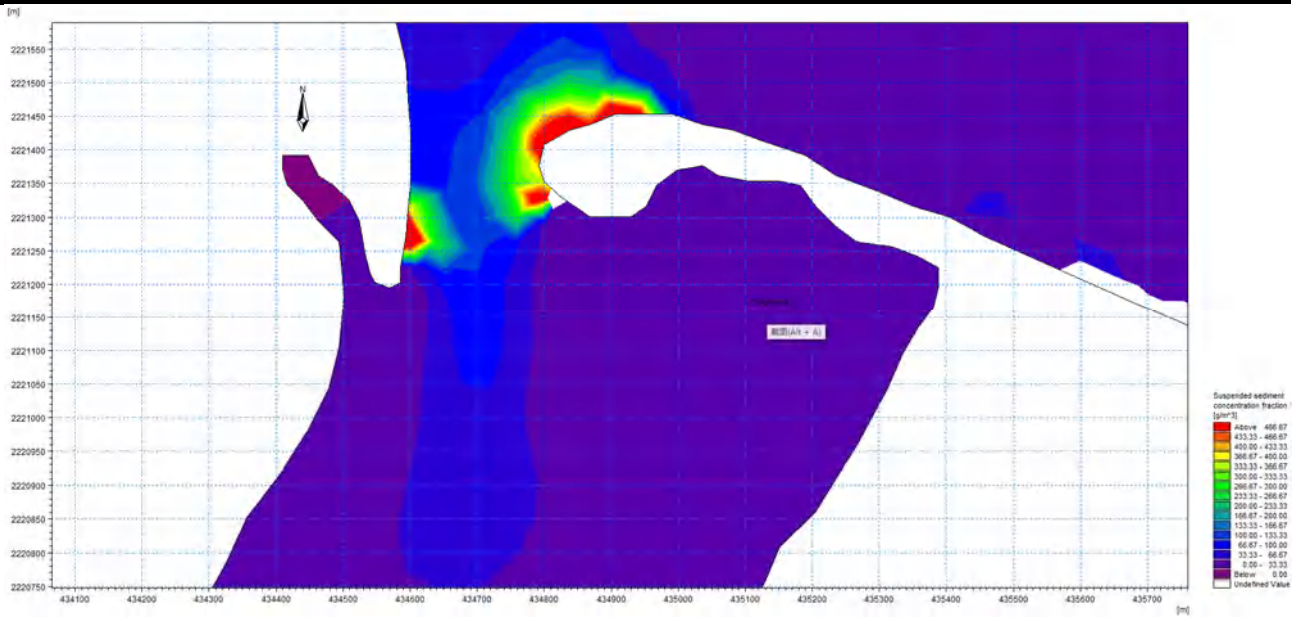
(3) 江心洲沙，表层为洪泛沉积的黄色中细砂，中值粒径 2.3 Φ (0.2mm)，中层为灰色砂质黏土，中值粒径 3.04~8.09 Φ (0.003~0.12mm)，下层为黄色中粗砂；

(4) 旱地沙，分布在地势较高的河流阶地和高滩地的沙体，一般被辟为农田或农牧林地。

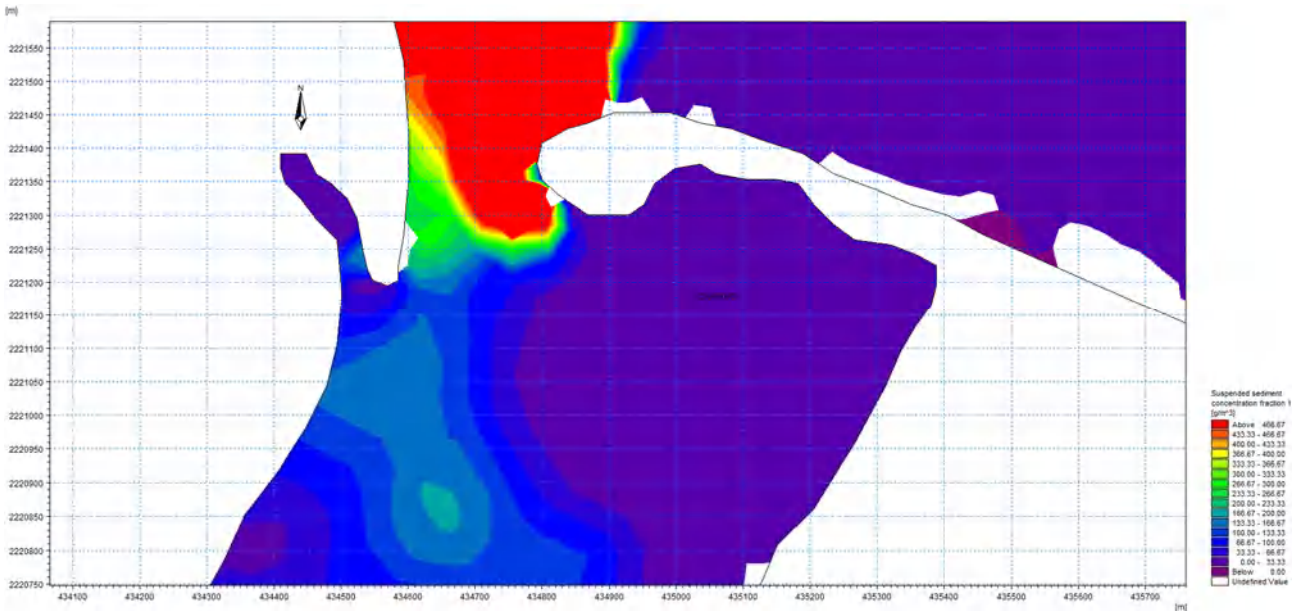
项目工程引起的含沙量变化评价引用《江东新区海上综合执法码头项目水文调查与潮流泥沙波浪数值模拟专题研究》（海南大学，2021 年 5 月）中的成果资料。

7.4.1 工程前含沙量

工程前，涨急和落急时河流中含沙量情况见图 7.4-1 所示，涨急时工程附近平均含沙量为 0.010kg/m³，落急时平均含沙量为 0.012kg/m³。



(a) 涨急

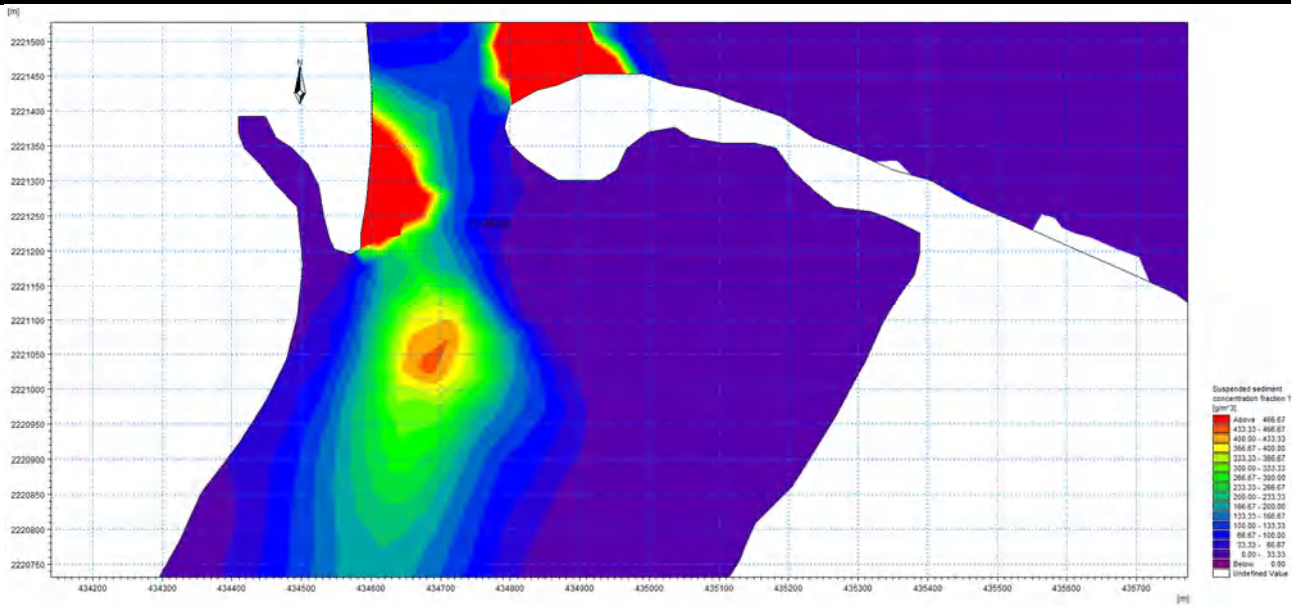


(b) 落急

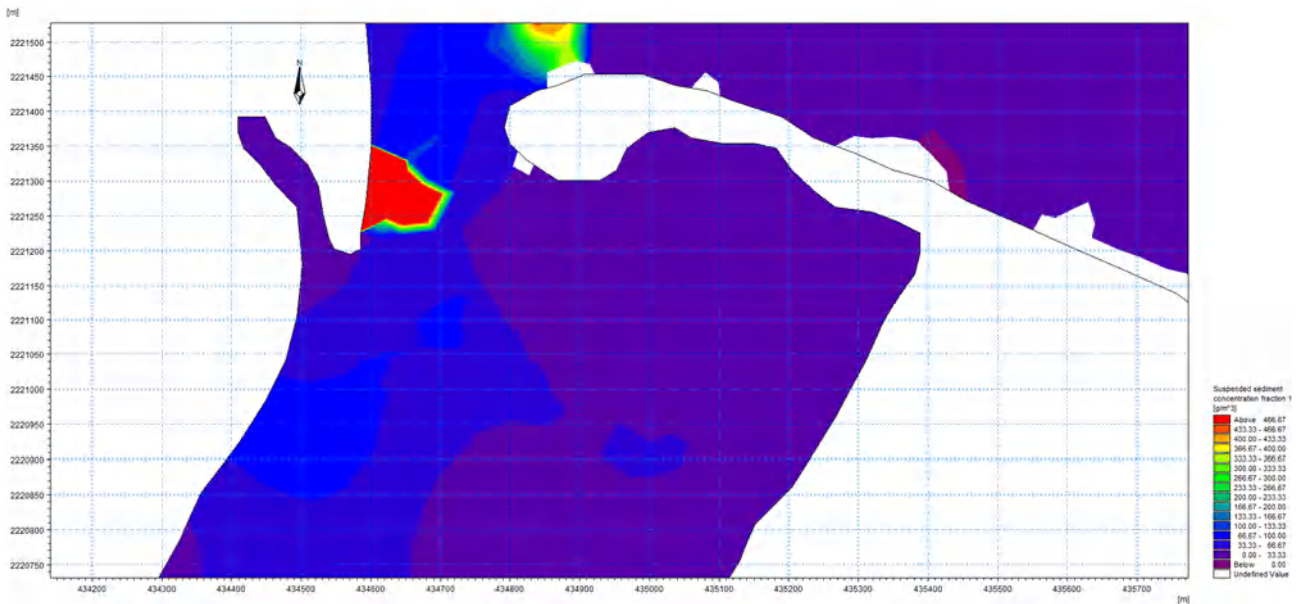
图 7.4-1 工程前的含沙量

7.4.2 方案一工程引起的含沙量变化

方案一工程实施后，涨急和落急时河流中含沙量情况见图 7.4-2 所示，涨急时工程附近平均含沙量为 0.025kg/m^3 ，落急时平均含沙量为 0.030kg/m^3 。方案一实施后工程区域的含沙量较工程前后较大增长，可能会引起较大河底回淤。



(a) 涨急



(b) 落急

图 7.4-2 方案一工程后的含沙量

7.5 水质环境影响预测与评价

7.5.1 施工期水质环境影响

7.5.1.1 施工期悬浮泥沙影响分析

(1) 水环境的影响因子

码头港池和航道疏浚以及桩基施工等对区域水环境产生影响的决定因素，主要是悬浮泥沙的产生量和该水域的自净能力。通常，工程量越大，水质越混浊，对环境的影响也就越大。

再则，其影响程度还取决于水环境的环境容量（负荷限度），即区域的地理条件和水体的活跃程度。后者主要是指水流的输运、扩散能力和海水的更新率。一般来说，区域水域越封闭，水域容积越小，水体交换能力越弱，稀释能力越低，环境负荷能力也就越低。

（2）悬浮物扩散数学模式

根据《海岸与河口潮流泥沙模拟技术规范》（JTJ/T 233-2010）及有关研究方法，建立工程海域二维潮流泥沙输运扩散模型。用差分方法对二维潮流泥沙输运扩散基本方程组（如下）进行离散，得到离散方程组，根据潮流模型计算出的水位、流速，从而得出在潮流动力作用下的水体含沙量分布。考虑滩地随涨、落潮或淹没或露出，采用活动边界技术，以保证计算的精度和连续性。

二维潮流泥沙输运扩散基本方程：

$$\frac{\partial S}{\partial t} + u \frac{\partial S}{\partial x} + v \frac{\partial S}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} \left(D_x \frac{\partial S}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(D_y \frac{\partial S}{\partial y} \right) + F_s / H + Q_s / H$$

$$Q_s = Q_0 - S\omega (1 - R)$$

$$R = \begin{cases} \frac{\alpha D_{50}}{\beta + D_{50}} (u_* - u_{*cr}) & (u_* \geq u_{*cr}) \\ 0 & (u_* \leq u_{*cr}) \end{cases}$$

$$u_{*cr} = 0.04 \frac{\rho_s - \rho_0}{\rho_0} \sqrt{g D_{50}}$$

式中： S 为铅直方向积分的水体含沙浓度； D_x 、 D_y 分别为 x 、 y 方向的泥沙扩散系数； F_s 为泥沙源汇函数或床面冲淤函数， Q_0 为海底抛石产生的悬浮泥沙量； ρ_s 为悬沙密度（取石英密度为 1.68g/cm^3 ）； ρ_0 为海水密度（取为 1.035g/cm^3 ）； γ 为海水分子运动粘性系数（取为 $10^{-3}\text{cm}^2/\text{s}$ ）； u_* 、 u_{*cr} 分别为摩擦速度和泥沙再悬浮速度； R 为沉降泥沙的再悬浮率（ $0 \leq R \leq 1$ ）； D_{50} 为泥沙的中值粒径。

泥沙源函数按下面方法确定：

底部切应力计算公式：

$$\tau = \rho f_b U U$$

当 $\tau < \tau_d$ 时，水中泥沙处于落淤状态，则：

$$F_s = \alpha \omega S \left(1 - \frac{\tau}{\tau_d} \right)$$

当 $\tau_d \leq \tau \leq \tau_c$ 时，海底处于不冲不淤状态，则：

$$F_s = 0$$

当 $\tau > \tau_c$ 时，海底泥沙处于起动状态，则：

$$F_s = -M\left(\frac{\tau}{\tau_e} - 1\right)$$

以上各式中： U 为平均流速； ω 为泥沙沉降速度； S 为水体含沙量； α 为沉降几率； τ_d 为临界淤积切应力； τ_e 为临界冲刷切应力； M 为冲刷系数。

悬浮泥沙沉降速度采用张瑞谨（1998）提出的泥沙沉降速度的通用公式：

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

其中， γ 、 γ_s 分别为水、泥沙的容重； d_s 为悬浮泥沙的中值粒径； v 为黏滞系数。关于临界淤积切应力，这里采用窦国仁（1999）提出的计算公式：

$$\tau_d = \rho_b^f U_c U_c$$

其中 U_c 为临界海底泥沙起动速度。

$$U_c = k \left[\ln 11 \frac{h}{\Delta} \right] \left(\frac{d'}{d_*} \right)^{\frac{1}{6}} \sqrt{3.6 \frac{\rho_s - \rho}{\rho} g d_s + \left(\frac{\gamma_0}{\gamma_0'} \right)^{1/2} \frac{\varepsilon_0 + gh\delta(\delta/d_s)^{1/2}}{d_s}}$$

式中， $k=0.32$ ； $d_*=10$ ； $\varepsilon_0=1.75\text{cm}^3/\text{s}$ ，为综合泥沙粘结力，一般泥沙取该值； $\delta=2.31 \times 10^{-5}\text{cm}$ ，是薄膜水厚度参数； γ_0 为海底泥沙干容重； γ_0' 泥沙颗粒的稳定干容重； h 为水深； ρ_s 为泥沙密度；

$$d' = \begin{cases} 0.5\text{mm} & \text{当 } d \leq 0.5\text{mm} \text{ 时} \\ d & \text{当 } 0.5\text{mm} \leq d \leq 10\text{mm} \text{ 时} \\ 10\text{mm} & \text{当 } d \geq 10\text{mm} \text{ 时} \end{cases}$$

$$\Delta = \begin{cases} 1.0\text{mm} & \text{当 } d \leq 0.5\text{mm} \text{ 时} \\ 2d & \text{当 } 0.5\text{mm} \leq d \leq 10\text{mm} \text{ 时} \\ 2d_*^{1/2} d^{1/2} & \text{当 } d \geq 10\text{mm} \text{ 时} \end{cases}$$

①定解条件

1) 初始条件

$$S(x, y, t)|_{t=t_0} = S_0(x, y, t_0)$$

式中， $S_0(x, y, t_0)$ 为初始时刻 t_0 的已知值。

2) 边界条件

计算水域与陆地交界的固边界 Γ_1 上有：

$$S(x, y, t)|_{\Gamma_1} = S^*(x, y, t) \quad (\text{当水流流入计算域时})$$

$$\frac{\partial(HS)}{\partial t} + \frac{\partial(HSu)}{\partial x} + \frac{\partial(HSv)}{\partial y} = 0 \quad (\text{当水流流出计算域时})$$

计算水域与陆地交界的固边界 Γ_2 上有：

$$\frac{\partial S}{\partial \bar{n}} = 0$$

式中： $S^*(x, y, t)$ 为已知值（实测或准实测或分析值）， \bar{n} 为陆地边界的单位法向矢量，上式的物理意义为泥沙沿固边界的法向通量为零。

②数值方法

将一个时间步长分为两个半步长，在每个半时间步长内，依下述求解过程计算潮位及 x 、 y 方向流速。离散差分方程如下：

前半步长：

$$As1S_{i-1,j}^{n+\frac{1}{2}} + Bs1S_{i,j}^{n+\frac{1}{2}} + Cs1S_{i+1,j}^{n+\frac{1}{2}} = Ds1$$

后半步长：

$$As2S_{i,j-1}^{n+1} + Bs2S_{i,j}^{n+1} + Cs2S_{i,j+1}^{n+1} = Ds2$$

式中， $As1$ 、 $Bs1$ 、 $Cs1$ 、 $Ds1$ 、 $As2$ 、 $Bs2$ 、 $Cs2$ 、 $Ds1$ 和 $Ds2$ 为已知系数。

(3) 悬浮泥沙源强度

根据本项目的工可报告，项目的清淤疏浚和桩基施工等施工过程将产生悬浮泥沙，从而对项目所在区域的水环境产生影响。根据工程分析，项目清淤疏浚的悬浮物产生源强为 1.878kg/s ；桩基施工的悬浮泥沙估算源强为 0.036kg/s 。在本报告中模拟计算时，采用悬浮泥沙源强最大的情况，即项目清淤疏浚的悬浮物产生源强，大小为 1.878kg/s 。

在本项目报告模型计算中，悬浮泥沙扩散的计算时间为 15 天，即包含一个完整的大、中、小潮全潮汐过程。报告中悬浮泥沙扩散的模拟选取 12 个点和 25 个点分别作为项目的清淤疏浚过程和桩基施工过程中悬浮泥沙扩散的源强点，如图 7.5-1 所示。在本报告中，先分别计算清淤疏浚过程、桩基施工过程和水上土方开挖过程三种工况产生的悬浮泥沙扩散情况，再计算它们叠加后的悬浮泥沙扩散情况。此外，由于仅考虑施工过程中产生的悬浮泥沙增量的影响，因此，潮流对底床作用产生的泥沙将不计算。

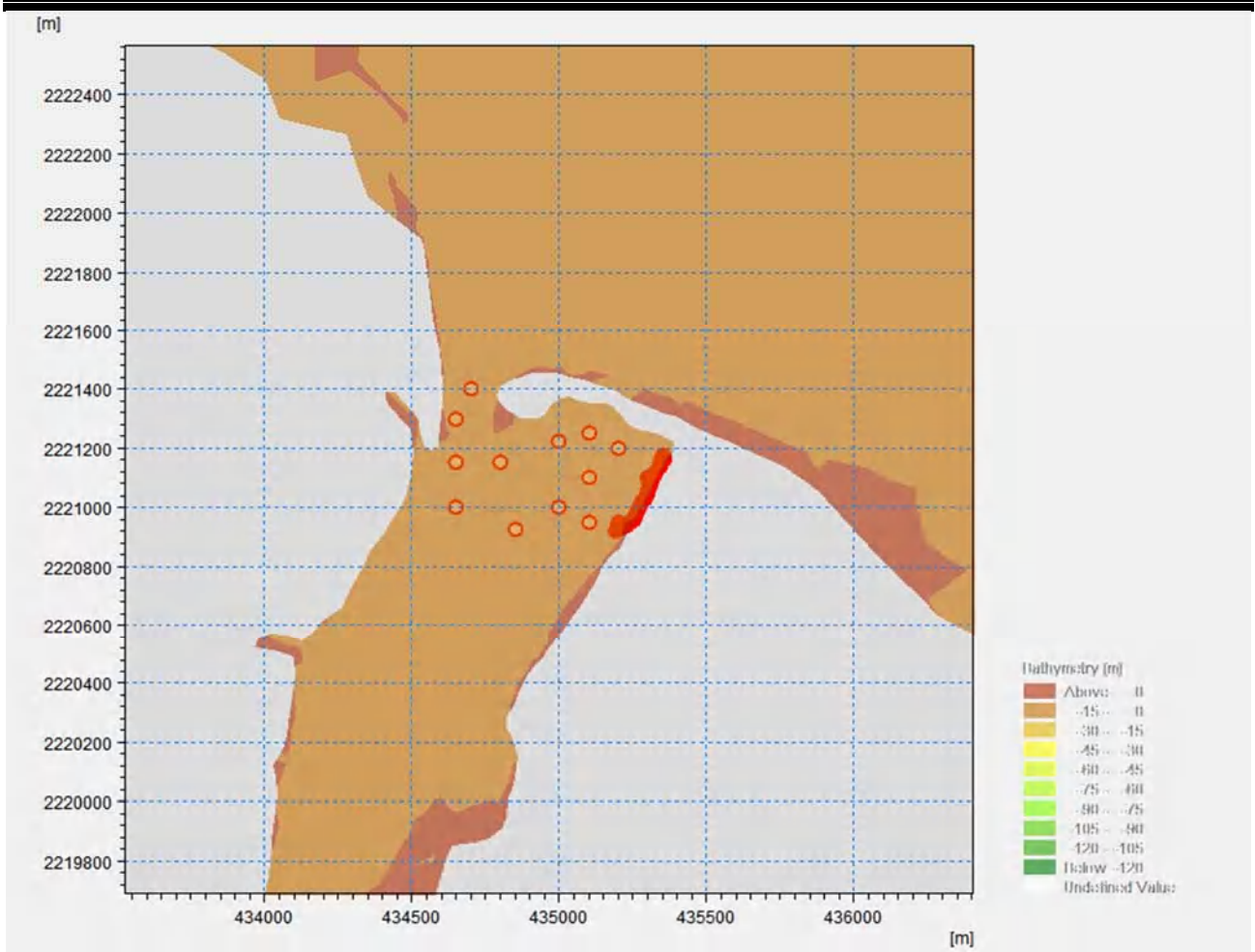


图 7.5-1a 悬浮泥沙源强位置示意图

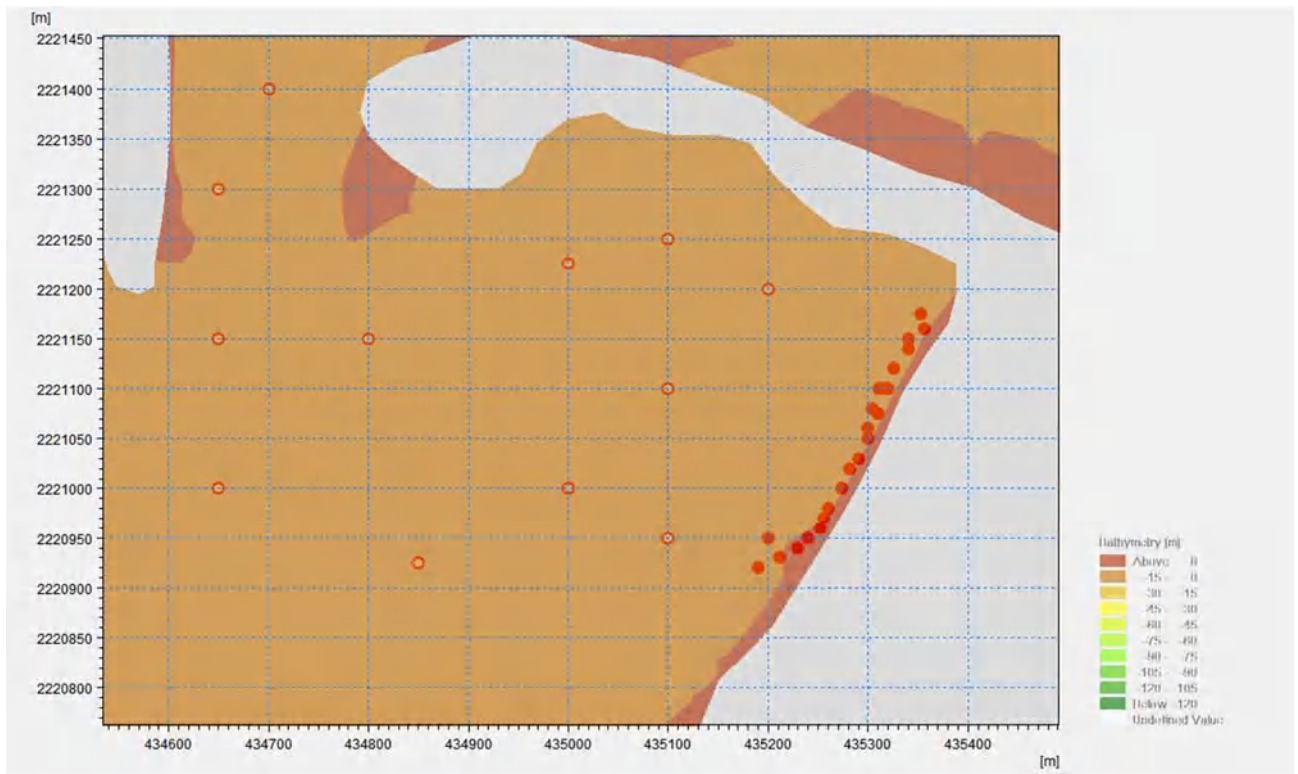


图 7.5-1b 悬浮泥沙源强位置示意图（局部放大）

(4) 悬浮物分布的计算结果及分析

自悬浮物产生的初始时刻起，源点附近由于沉降、掺混过程所形成的悬浮物混浊云团，在海流作用下扩散迁移形成“污染区”。由于持续作业，云团核心浓度（中心含沙量）随着时间的推移而不断升高，云团面积不断扩大。在初始阶段，这一过程演变很快，但经过一定时间后，浓度随时间的变化变缓，至某一时间不再升高，即达到所谓“平衡态”。它表征了各种因素（源强、自净能力）对环境水质的影响程度。潮混合使核心浓度达到平衡态的时间，决定于水域的地形特征和流场的强弱以及流态。通常，水域小，流场强，达到平衡态的时间就短。

图 7.5-2 至图 7.5-3 分别为清淤疏浚过程和桩基施工过程中悬浮泥沙增量分布的最大包络线图，各工况下悬浮泥沙扩散不同浓度的面积如表 7.5-1 所示。从图中可以看出，悬浮泥沙的扩散方向与潮流方向一致，沿着南渡江河道呈南北向扩散。

图 7.5-4 为所有工况叠加后的悬浮泥沙增量分布最大包络线图。通过计算可知，超I、II类水质（ $>10\text{mg/L}$ ）面积为 1.307070km^2 ，超III类水质（ $>100\text{mg/L}$ ）面积为 0.501227km^2 ，超IV类水质（ $>150\text{mg/L}$ ）面积为 0.424734km^2 。超IV类水质最远扩散距离所处位置在南侧大约 650m 处，超III类水质最远扩散距离所处位置在南侧大约 800m 处，超I、II类水质向南最远扩散距离所处位置距离南侧大约 2200m 处，向北最远扩散距离所处位置距离北侧大约 590m 处。

表 7.5-1 悬浮泥沙扩散不同浓度的面积（ km^2 ）

	桩基施工	清淤疏浚	工况叠加
$>10\text{mg/L}$	0.042673	0.865588	1.307070
$>20\text{mg/L}$	0.016041	0.543984	1.020084
$>50\text{mg/L}$	0.004337	0.314416	0.713777
$>100\text{mg/L}$	0.001930	0.225815	0.501227
$>150\text{mg/L}$	0.001147	0.205855	0.424734

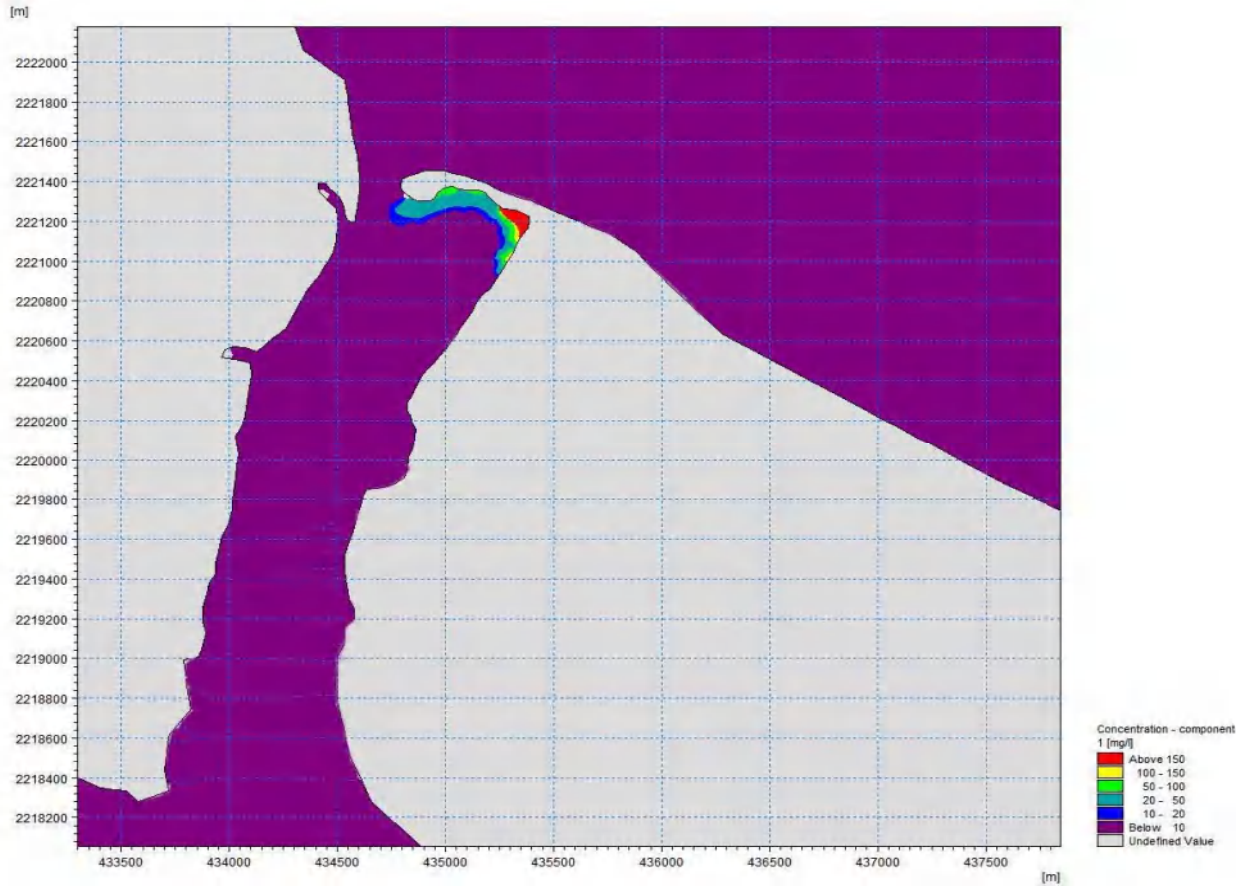


图 7.5-2 桩基施工过程中悬浮泥沙增量分布的最大包络线图

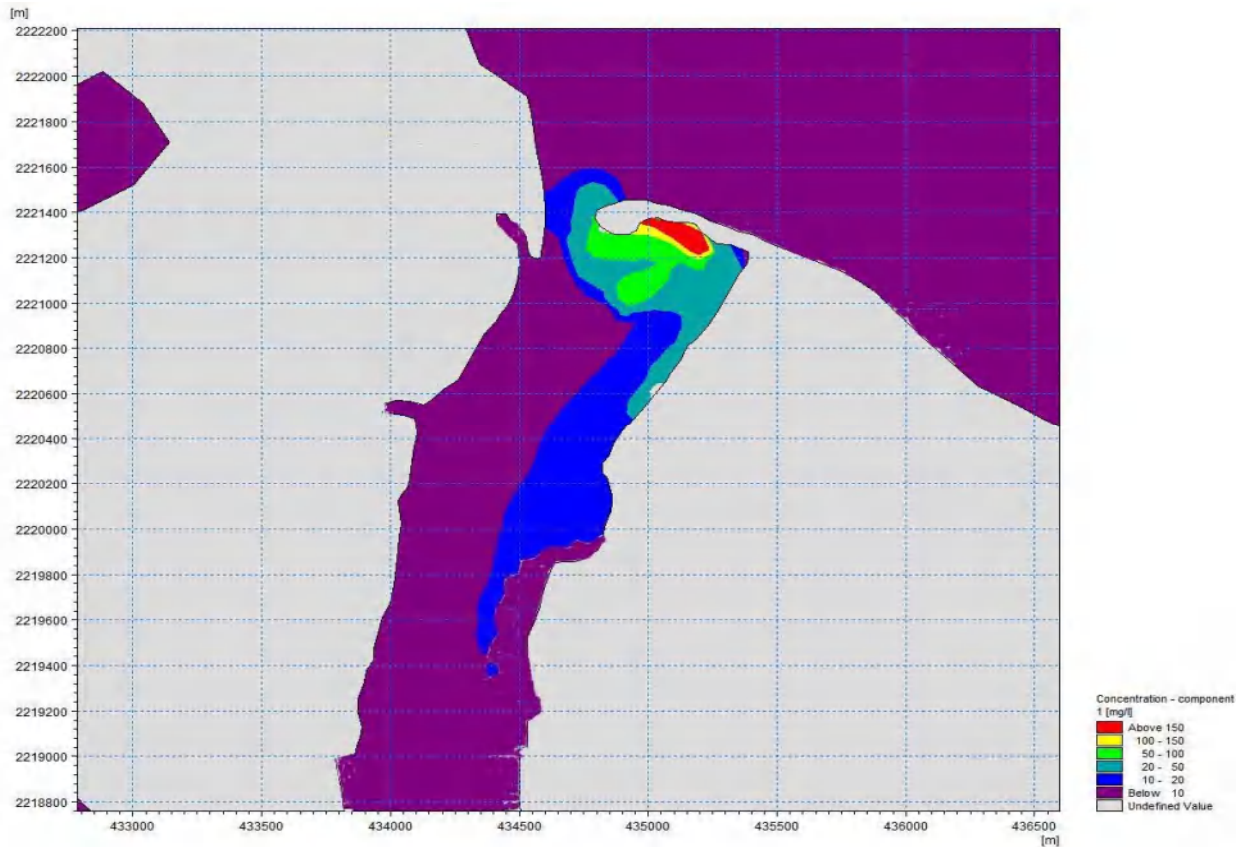


图 7.5-3 清淤疏浚过程中悬浮泥沙增量分布的最大包络线图

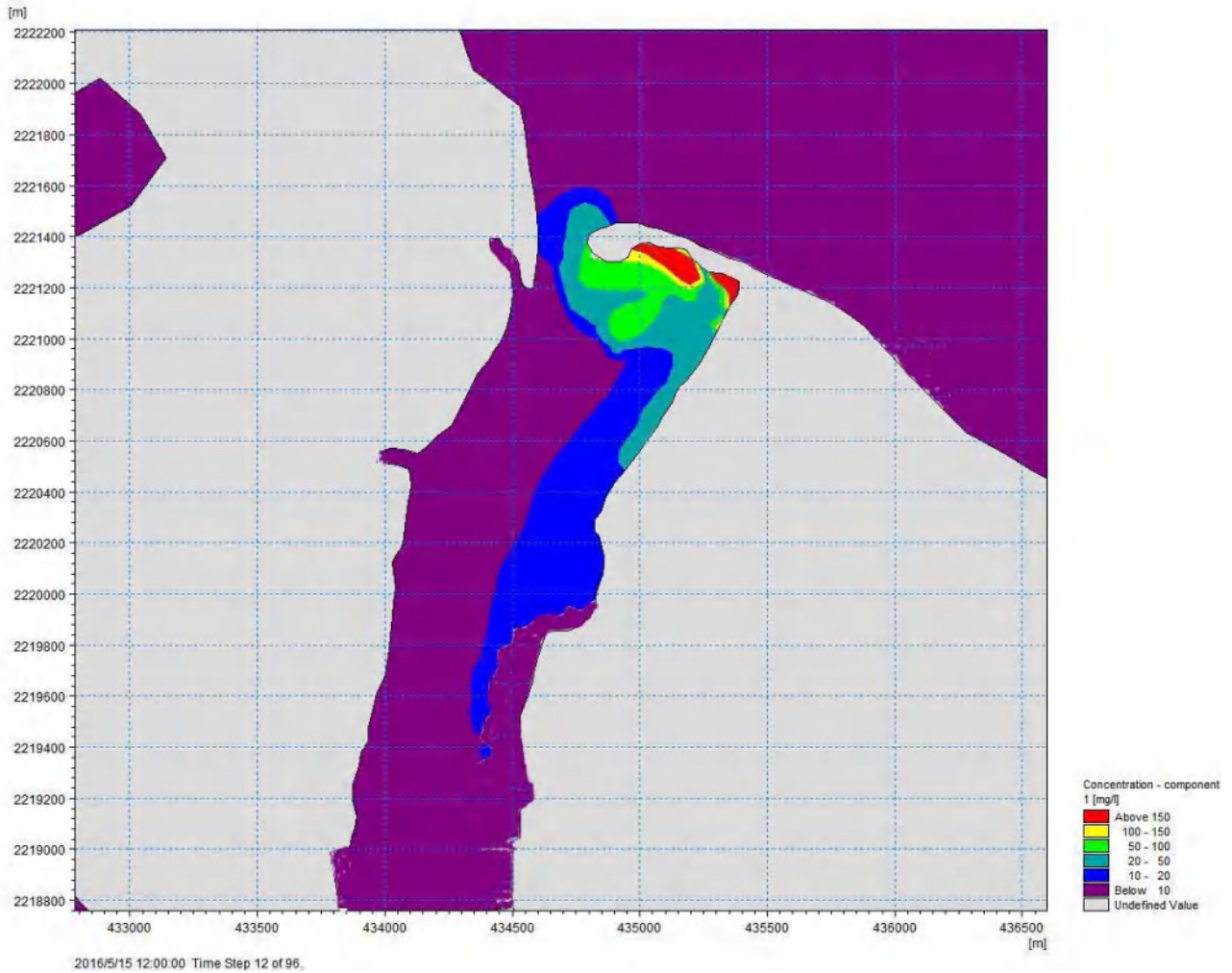


图 7.5-4 工况叠加后悬浮泥沙增量分布的最大包络线图

需要指出的是，上述计算结果是在悬浮物扩散过程中未采取任何防护措施的情况下得出的，如在施工过程中采取一定的措施，比如可视悬浮物扩散情况，在施工区域周围的混水区投放设置防污帘，可以最大限度的控制 SS 扩散范围，缩短影响时间。此外，施工过程中产生的悬浮物对水质的影响，时间是短暂的，这种影响一旦施工完毕，在较短的时间内也就结束。

7.5.1.2 施工期废水污染物影响分析

施工期废水污染物主要来源于施工人员的生活污水及施工船舶含油废水。根据工程分析，项目施工期产生的生活污水约 $16.40\text{m}^3/\text{d}$ ，则生活污水产生量为 11808m^3 。生活污水主要污染物为 COD、BOD₅、SS、氨氮等，整个工期生活污水中主要污染物的总产生量分别为：COD 为 4.14t；BOD₅ 为 2.37t；SS 为 2.37t；氨氮为 0.36t。施工船舶设置生活污水收集设施；项目施工船舶的生活污水经收集后，定期由船舶运营方联系有资质船舶污水接收单位进行处理；施工期间设置环保厕所 5 个，作为陆上施工如厕依托。

含油污水主要来自施工船舶产生的舱底油污水。根据工程分析，项目施工船舶含油污水产生量为 $4.03\text{t}/\text{d}$ ，施工期总产生量为 1813.5t。含油污水的主要污染物为石油类，其浓度取

2000mg/L，石油类产生量为 3.627t。要求项目施工船舶必须执行交通部《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》（交海发[2007]165 号）要求，禁止向沿海海域及河流排放油类污染物，施工船舶需配备含油污水收集器，船舶含油污水经收集后定期由船舶运营方联系有资质船舶污水接收单位接收处理。

综上所述，项目经采取以上措施后，施工期产生的废水对区域环境影响较小。

7.5.2 运营期水质环境影响分析

运营期废水源为船舶机舱含油污水、保障码头区域含油雨污水以及港区生活污水。根据项目分析，运营期产生的含油废水为 1.97t/d。其主要污染物为石油类，其浓度取 2000mg/L，则石油类的产生量为 0.00394t/d。本项目拟在船舶保障区内增设一体化污水处理站（100m³/t）进行处理，水质满足标准应达到《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T 31962-2015）后，排入市政污水管网，严禁直接排入周边水体。

保障码头区域含油雨污水的最大日均量为 150m³/d。其主要污染物为石油类，其浓度取 2000mg/L，则石油类产生量为 0.30t/d。本项目拟在船舶保障区内增设一体化污水处理站（100m³/t）进行处理，水质满足标准应达到《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T 31962-2015）后，排入市政污水管网。

港区生活污水的最大日均量为 90m³/d，19800m³/a。生活污水主要污染物为 COD、BOD₅、SS、氨氮等，其总产生量分别为：COD 为 6.93t/a；BOD₅ 为 3.96t/a；SS 为 3.96t/a、氨氮为 0.60t/a。本项目拟在船舶保障区内增设一体化污水处理站（100m³/t）进行处理。

本项目的污水系统具体如下：规划污水管道管径均为 d400，港内支路污水经汇流至进港路污水管道，在进港路 K0+900 处设污水提升泵站提升后，经进港路桩号 K0+000-K0+900 污水管道重力流排至江东大道污水干管，最终接入江东污水处理进行处理。为了降低管道埋深及方便管理及船舶油污需预处理等原则，本次对原有污水规划进行了调整，在船舶保障区处设一体化污水处理站（100m³/t）对船舶生活污水及油污进行预处理，达至污水管网入网标准后排入同步设计港内支路污水管道，再由进港路污水管道接入江东大道污水干管。污水管道布置如图 7.5-5 所示。

综上所述，项目运营期产生的废水经收集后均外运处置，不直接排入周边水体，故项目运营期对区域水环境影响较小。

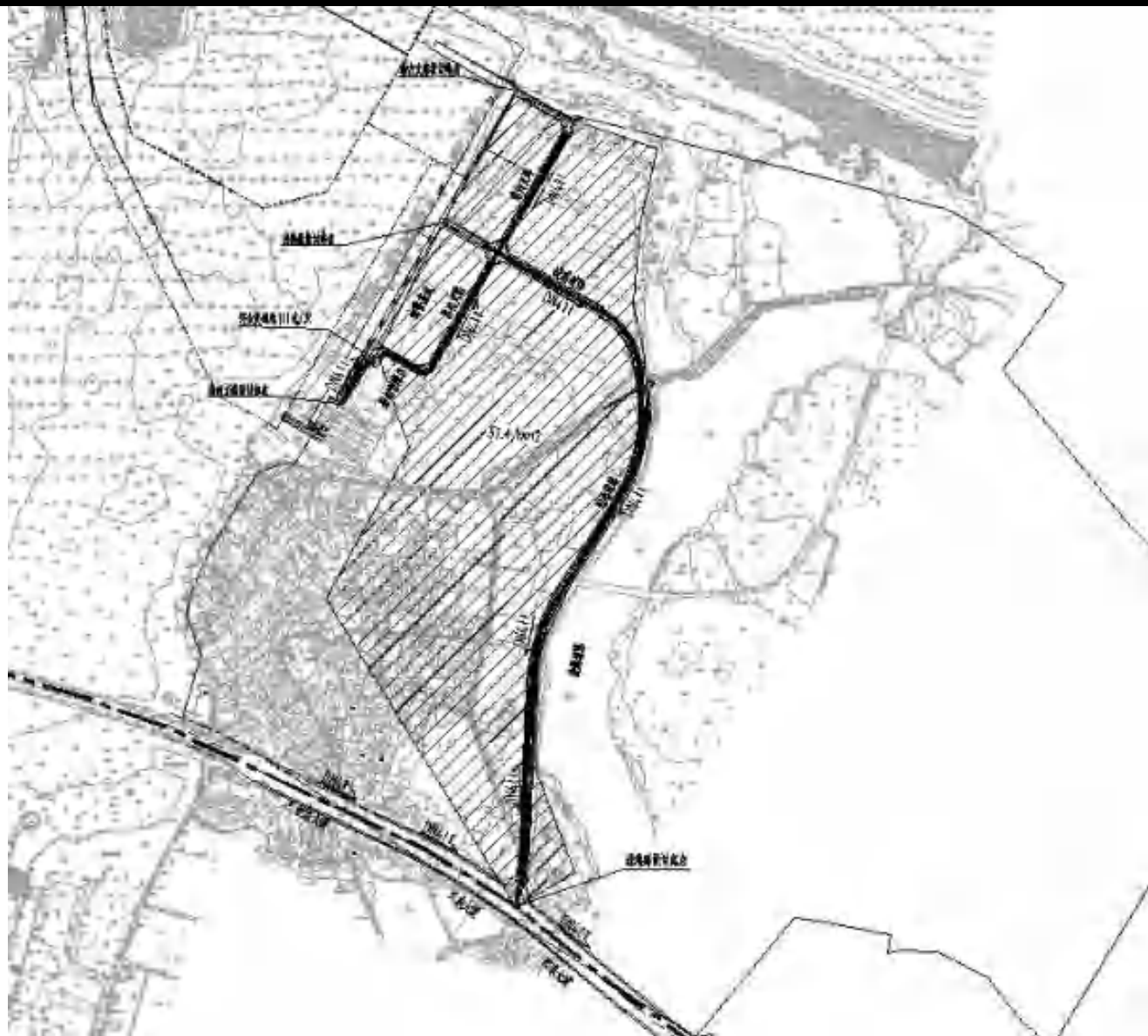


图 7.5-5 污水管道布置示意图

7.6 沉积物环境影响分析与评价

7.6.1 施工泥沙对沉积物环境的影响分析

泥沙的扩散除了自身的沉降外，主要受到潮流的输运作用影响。根据预测，项目施工悬浮泥沙扩散超 I、II 类水质 ($>10\text{mg/L}$) 面积为 1.307070km^2 ，超 III 类水质 ($>100\text{mg/L}$) 面积为 0.501227km^2 ，超 IV 类水质 ($>150\text{mg/L}$) 面积为 0.424734km^2 。超 IV 类水质最远扩散距离所处位置在项目南侧大约 650m 处，超 III 类水质最远扩散距离所处位置在项目南侧大约 800m 处，超 I、II 类水质向南最远扩散距离所处位置距离在项目域南侧大约 2200m 处，向北最远扩散距离所处位置距离在项目北侧大约 590m 处。超标水质仅对区域内部有影响。根据沉积物质量监测结果，工程区域海域的沉积物质量状况良好，施工产生的沉积物来源于本区域，不会对本区域沉积物的理化性质产生影响。此外，项目疏浚和桩基施工等对沉积物的影响时间是短暂的，一旦施工完毕，这种影响在较短的时间内也就结束。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较大变化，仍将基本保持现有水平。

7.6.2 施工期和运营期污染物排放对沉积物环境的影响分析

施工期和运营期的污染物均经过处理，不直接在工程区域排放，因此不会对工程海域的沉积物环境产生影响。因此，总体来说，项目建设对沉积物环境影响不大。

7.7 生态环境影响分析与评价

7.7.1 对底栖生物的影响

项目区域疏浚和桩基施工破坏或改变了生物原有的栖息环境，对底栖生物产生很大的影响。参照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T 9110-2007，以下简称《规程》)，底栖生物的资源损失按以下公式进行计算：

$$W_i = D_i \times S_i$$

式中：

W_i 为第 i 种生物资源受损量；

D_i 为评估区域内第 i 种生物资源密度；

S_i 为第 i 种生物占用的渔业资源水域面积。

根据本项目的工可报告，项目占用水域面积为 0.2987km^2 ，其中码头等构筑物占用水域面

积为 0.0057km²，港池和航道占用水域面积为 0.2930km²。

根据 2020 年 3 月、2021 年 9 月项目用海区域附近两季的生物现状调查结果，底栖生物平均生物量为 16.41g/m²。

因此，经计算工程施工造成的底栖生物损失量为：297800×16.41×10⁻³=4886.898kg。

7.7.2 对浮游生物的影响

按照《规程》，港池和航道疏浚以及桩基施工等在悬浮物扩散范围内对海洋生物产生的持续性损害，按以下公式计算：

$$M_i = W_i \times T$$

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

式中：

M_i —第 i 种生物资源累计损害量； W_i 为第 i 种生物资源一次性平均损失量；

T —污染物浓度增量影响的持续周期数（以年实际影响天数除以 15），个；

D_{ij} —某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源密度；

S_i —某一污染物第 j 类浓度增量区面积；

K_{ij} —某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源损失率；

n —某一污染物浓度增量分区总数。

上述各参数的取值如下：

（1）污染物浓度增量区面积（ S_i ）和分区总数（ n ）

根据水质影响预测结果，表 7.7-1 列出了各分区的面积，超第二类海水标准的区域悬浮物增量基本在 10mg/L~100mg/L 之间，本工程港池和航道疏浚以及桩基施工等叠加产生的悬浮物浓度增量分区总数取 4。

表 7.7-1 悬浮物浓度增量区面积（km²）

浓度(mg/L)	10~20	20~50	50~100	≥100
项目施工悬沙扩散	0.286986	0.306307	0.21255	0.501227

（2）生物资源损失率（ K_{ij} ）

由于悬沙浓度增量小于 10mg/L 对生物影响较小，造成的损失率很小，因此近似认为悬浮泥沙对海洋生物不产生影响。参照《规程》中的“污染物对各类生物损失率”，近似按超标倍数 $B_i \leq 1$ 、 $1 < B_i \leq 4$ 倍、 $4 < B_i \leq 9$ 倍及 $B_i \geq 9$ 倍损失率范围的中值确定本工程增量区的各类生物损失率，详见表 7.7-2 所示。

表 7.7-2 本工程悬浮物对各类生物损失率

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

(3) 持续周期数 (T) 和计算区水深

根据项目施工方案,项目港池和航道疏浚的工期为7个月,桩基施工的工期约为90天,因此算得污染物浓度增量影响的持续周期数为20。根据工程海域测量资料,工程所在海域平均水深取1.0m。

(4) 生物资源密度 (D_{ij})

根据2020年3月、2021年9月项目用海区附近两季生物现状调查的结果,工程区附近浮游植物的资源平均密度为 $3.004 \times 10^6 \text{ cells/m}^3$,浮游动物的资源平均密度为 92.77 mg/m^3 。

(5) 悬浮泥沙扩散导致浮游生物损失情况

浮游植物损失量为: $3.004 \times 10^6 \times (0.286986 \times 0.05 + 0.306307 \times 0.15 + 0.21255 \times 0.40 + 0.501227 \times 0.50) \times 10^6 \times 1 \times 20 = 2.38 \times 10^{13} \text{ cells}$;浮游动物损失量为 $92.77 \times (0.286986 \times 0.05 + 0.306307 \times 0.15 + 0.21255 \times 0.40 + 0.501227 \times 0.50) \times 10^6 \times 1 \times 20 \times 10^{-6} = 734.61 \text{ kg}$ 。

7.7.3 对渔业资源的影响

项目港池和航道疏浚以及桩基施工等过程中会对渔业资源产生一定影响,这里的渔业资源主要包括游泳生物(主要为鱼、虾、蟹)和鱼卵仔稚鱼。工程施工期间直接或者间接的影响了该区域鱼类特别是鱼卵和稚鱼等水生生物的正常栖息、活动和繁殖。但鱼类等游泳生物都比较容易适应水环境的缓慢变化,但对骤变的环境,它们反应则是敏感的,悬浮物质含量变化其过程呈跳跃式和脉冲式,这必然引起鱼类等其他游泳生物行动的改变,他们将避开这一点源混浊区,产生“驱散效应”。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。施工造成悬浮物质含量的变化对水质混浊度的影响,必然引起鱼卵仔稚鱼的损失,使游泳生物逃避这个污染区,导致生物种群改变原有的集群和正常的洄游路线,给渔业资源带来一定程度上的损失。工程施工属于短期行为,随着施工期的结束,其环境影响会很快消失。

7.7.3.1 悬浮泥沙扩散导致游泳生物损失情况

参照《规程》中的“污染物对各类生物损失率”,小于 10 mg/L 增量浓度范围内的水域同

样近似认为悬浮泥沙对游泳生物不产生影响。根据 2020 年 3 月、2021 年 9 月项目用海区附近两季生物现状调查的结果，游泳生物平均资源密度为 $308.66\text{kg}/\text{km}^2$ 。因此，项目施工产生的悬浮泥沙扩散导致的游泳生物损失量为 $=308.66 \times (0.286986 \times 0.01 + 0.306307 \times 0.05 + 0.21255 \times 0.15 + 0.501227 \times 0.20) \times 1 \times 8 = 927.92\text{kg}$ 。

7.7.3.2 悬浮泥沙扩散鱼卵、仔鱼损失情况

参照《规程》中的“污染物对各类生物损失率”，小于 $10\text{mg}/\text{L}$ 增量浓度范围内的海域同样近似认为悬浮泥沙对鱼卵和仔稚鱼不产生影响。根据 2020 年 3 月、2021 年 9 月项目用海区附近两季生物现状调查结果，鱼卵平均密度为 0.93 粒/ m^3 ，仔稚鱼平均密度为 0.57 尾/ m^3 ，于是项目施工产生的悬浮泥沙所导致的鱼卵损失量为 $1.57 \times (0.286986 \times 0.05 + 0.306307 \times 0.15 + 0.21255 \times 0.4 + 0.501227 \times 0.5) \times 10^6 \times 1 \times 20 = 1.25 \times 10^7$ 粒；项目施工产生的悬浮泥沙导致的仔鱼失量为 $0.18 \times (0.286986 \times 0.05 + 0.306307 \times 0.15 + 0.21255 \times 0.4 + 0.501227 \times 0.5) \times 10^6 \times 1 \times 20 = 1.43 \times 10^6$ 尾。

7.7.4 生物资源经济损失

在项目区施工过程中造成的各类生物资源损失量中，由于浮游生物价值量较低，不计算其经济损失。

(1) 直接经济损失计算方法

根据《规程》的要求，考虑到生物资源调查的内容，各类生物资源的经济损失额的计算方法如下：

①底栖生物：

底栖生物及潮间带生物经济损失计算公式为：

$$M=W \times E$$

式中：

M —经济损失额，元；

W —生物资源损失总量，千克（kg）；

E —生物资源的价格，元/kg，按市场平均价格计算（15 元/kg）。

②鱼卵和仔稚鱼：

鱼卵和仔稚鱼的经济价值应折算成鱼苗进行计算，计算公式为：

$$M=W \times P \times V$$

式中：

M —鱼卵和仔稚鱼的经济损失金额，元；

W —鱼卵和仔稚鱼损失量，尾或个；

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

V —鱼苗的商品价格，按当地主要鱼类苗种的平均价格计算，取 0.3 元/尾。

③成体生物资源

成体生物资源经济价值按

$$M_i = W_i \times E_i$$

式中：

M_i 为第 i 种生物成体生物资源经济损失额，元；

W_i 为第 i 种生物成体生物资源损失的资源量，千克 (kg)；

E_i 为第 i 种生物成体生物资源的商品价格，元/kg，按市场平均价格计算 (20 元/kg)。

(2) 直接经济损失量

根据以上方法和参数计算各类海洋生物资源的直接经济损失。其中，底栖生物直接经济损失为 $4886.898 \times 15 \div 10000 = 7.34$ 万元；鱼卵的直接经济损失为 $1.25 \times 10^7 \times 0.01 \times 0.3 \div 10000 = 3.75$ 万元；仔鱼的直接经济损失为 $1.43 \times 10^6 \times 0.05 \times 0.3 \div 10000 = 2.15$ 万元；游泳生物的直接经济损失为 $927.92 \times 20 \div 10000 = 1.86$ 万元。因此，项目对所在海域的生物直接经济损失为 $7.34 + 3.75 + 2.15 + 1.86 = 15.10$ 万元。

(3) 生物资源损害补偿额

根据《规程》，进行生物资源损害补偿时，应根据补偿年限对直接经济损失总额度进行校正。各类生物资源的损害补偿计算如下：

①底栖生物

项目占用水域面积为 0.2987 km^2 ，其中码头等构筑物占用水域面积为 0.0057 km^2 ，港池和航道占用水域面积为 0.2930 km^2 。

码头主体结构桩基施工等对底栖生物及其生境造成长期的不可逆影响，按《规程》应按至少 20 年补偿；疏浚工程对底栖生物的补偿按 3 年计算。则项目施工对底栖生物的补偿额为 $293000 \times 16.41 \times 10^{-3} \times 15 \times 3 \div 10000 + 5655 \times 16.41 \times 10^{-3} \times 15 \times 20 \div 10000 = 24.43$ 万元。

②卵、仔稚鱼及游泳生物

项目施工过程中因影响水质造成鱼卵、仔稚鱼及游泳生物的伤害为持续性伤害，按 3 年补偿，则对鱼卵、仔稚鱼及游泳生物损害补偿总额为 $(3.75 + 2.15 + 1.86) \times 3 = 23.28$ 万元。

③项目建设造成海洋生物资源损失汇总

根据上述计算结果，项目区施工对生物资源造成的损害进行补偿金额约为 47.71 万元，

海洋生物资源损失量、损失额和补偿额列于表 7.7-3。

表 7.7-3 海洋生物资源损失汇总表

种类 \ 项目	影响方式	直接损失量	折算	单价	补偿倍数	补偿额 (万元)
底栖生物	桩基施工	92.80kg	--	15 元/kg	20	2.79
	疏浚工程	4808.13kg	--	15 元/kg	3	21.64
游泳动物	悬浮泥沙影响	927.92kg	--	20 元/kg	3	5.58
鱼卵	悬浮泥沙影响	1.25×10 ⁷ 粒	1%	0.3 元/粒	3	11.25
仔鱼	悬浮泥沙影响	1.43×10 ⁶ 尾	5%	0.3 元/尾	3	6.45
总计	--	--	--	--	--	47.71

7.8 南渡江行洪影响分析与评价

7.8.1 与有关规划的关系与影响分析

7.8.1.1 对堤防规划达标建设的影响

拟建工程位于南渡江河口段,相关水利规划主要有《南渡江流域防洪规划报告》(2005年)、《南渡江流域综合规划(修编)报告》、《海南省南渡江河口段防洪(潮)规划》(1994年)和《海南省海口市防洪(潮)规划报告》(2008年)。

综合以上报告,规划南渡江河口段左岸防洪工程防洪标准为防御 100 年一遇洪水,迈湾水库建成后,可进一步提高堤防的防洪标准。南渡江河口段右岸防洪工程,工程近期防洪标准为防御 30 年一遇洪水,与迈湾水库相结合,远期防洪标准可提高至防御 50 年一遇洪水。

目前工程河段左岸已经按照 100 年一遇防洪标准要求建成,并经 2000 年 10 月大洪水的考验;右岸防洪堤也已接近期 30 年一遇防洪标准建设,远期结合上游迈湾水库防洪标准将达到 50 年一遇。拟建工程采用明挖法施工,工程建设对河道两岸的安全影响非常小,不影响河道岸线的安全。

7.8.1.2 对治涝规划的影响

根据模型计算的结果,拟建工程对河道产生阻水,但阻水面很小,水面线变化很小,基本上不改变河道原本的水流动力,且不会改变河道两岸目前已有的水利工程规模和运行方式,因此,拟建工程运行期不会影响工程所在河段及两岸堤围内治涝规划的实施。

7.8.1.3 与《海口市蓝线规划》的关系

《海口市蓝线规划》包含临水控制线和蓝线的划定。现状或规划有堤防的岸段,临水控制线为河岸的临水一侧顺水流方向的堤顶角线,相应临水控制线以内是实际的水域。蓝线是指城市规划确定的江、河、湖、库、沟、渠和湿地等城市地表水体保护和控制的地域界线。

工程附近范围蓝线一般在临水控制线背水侧 20m~50m。蓝线管理范围内的土地，由市国土行政主管部门会同市规划行政主管部门、市水行政主管部门核定，划定为规划保留区，规划保留区内不得建设与防洪无关的设施。确需建设的，应当按照国家规定的基本建设程序报请批准，并征求市规划行政主管部门、市水行政主管部门意见。

拟建工程位于河道管理范围内，对《海口市蓝线规划》的实施会造成一定影响，但项目选址已征得海口市自然资源和规划局以及海口市水务局的同意。因此，项目建设符合《海口市蓝线规划》。

7.8.2 与现有防洪标准的适应性分析

7.8.2.1 与现有防洪标准的适应性分析

根据《中华人民共和国水法》、《中华人民共和国防洪法》及《中华人民共和国河道管理条例》等有关规定：河道管理范围内建设项目必须符合国家规定的防洪标准和其它技术要求，维护堤防安全，保持河势稳定和行洪、航运通畅。本工程建设河段，没有涉及到堤防，没有危及到河道的防洪安全。

7.8.2.2 与相关法律条例要求的适应性分析

根据《中华人民共和国水法》、《中华人民共和国防洪法》、《中华人民共和国河道管理条例》和《河道管理范围内建设项目管理的有关规定》等有关规定，修建桥梁、码头和其他设施，必须按照国家规定的防洪标准所确定的河宽进行，不得缩窄行洪通道。根据数模分析结果，拟建工程为码头工程，工程建设在不同洪水标准下对河道流速、壅水非常小，不会影响河势稳定或妨碍行洪畅通。

施工期疏浚物临时堆放在如意的临时码头，堆场在堤防外侧，不占用行洪通道，不会对河道行洪产生影响。

7.8.3 对河道行洪安全的影响分析

根据《中华人民共和国水法》、《中华人民共和国防洪法》、《中华人民共和国河道管理条例》和《河道管理范围内建设项目管理的有关规定》等有关规定，河道管理范围为设计洪水淹没范围，本河道根据相关规划，为百年一遇，其管理范围为河道范围内的水域、沙洲、滩地（包括可耕地）。修建任何涉水建筑物，必须按照国家规定的防洪标准所确定的河宽进行，不得缩窄行洪通道。河道管理范围内建设项目必须维护河道安全，保持河势稳定和行洪通畅。

根据项目建设方案，本工程采用的施工方案可确保施工时泄洪畅通，通过计算对比河段各工况工程前后流场及流速变化情况，100 年一遇洪水条件下，工程建设前后水位变化在-

0.064~0.063m 之间，50 年一遇洪水条件下，工程建设前后水位变化在-0.063~0.060m 之间，20 年一遇洪水条件下，工程建设前后水位变化在-0.06~0.053m 之间，10 年一遇洪水条件下，工程建设前后水位变化在-0.06~0.051m 之间，5 年一遇洪水条件下，工程建设前后水位变化在-0.06~0.046m 之间。工程建设后的南渡江行洪通道水位变化较小，不影响工程附近水域的泄洪安全。

通过计算结果，100 年一遇洪水条件下，工程建设前后流速变化在-0.335~0.108m 之间，50 年一遇洪水条件下，工程建设前后流速变化在-0.324~0.102m 之间，20 年一遇洪水条件下，工程建设前后流速变化在-0.301~0.100m 之间，10 年一遇洪水条件下，工程建设前后流速变化在-0.294~0.116m 之间，5 年一遇洪水条件下，工程建设前后流速变化在-0.281~0.132m 之间。工程建设后的南渡江行洪通道流速变化较小，不影响工程附近水域的泄洪安全。

综上分析，在不同洪水条件下，项目建设对区域水位抬高非常小，工程建设后的南渡江行洪通道流速变化较小，不会对河道行洪造成影响。

7.8.4 对河势稳定的影响分析

工程建成后，工程本身未导致河道边界条件发生明显变化，不会引起河道发生冲淤变形。因此，工程建设本身不会对河势稳定造成不利影响。

在各水文条件不同工况下，南渡江干流、横沟河及横沟河右汊、海甸河分流比变化幅度为 0.23%~0.26%，变化幅度不大。因此，工程建成后不会改变南渡江、横沟河及横沟河左右汊的水动力分配格局。

拟建工程所在断面 100 年一遇洪水条件下，冲刷后，河道断面最大冲刷深度为 3.49m，冲刷后河床最低标高为-6.93m。

项目建成后，区域内流速有所减小，流速减小可能会导致泥沙的淤积，但由于其减小幅度（0.335m/s）较小，因此，不致对该河段河床的冲淤变化产生明显影响，仅有可能项目清淤区少量淤积。

7.8.5 对堤防、护岸及其它水利工程与设施影响分析

工程所在河道右岸没有堤防，也没有其他水利设施，因此，不存在对堤防、护岸及其它水利工程与设施影响。

7.8.6 对防汛抢险的影响分析

根据《中华人民共和国水法》、《中华人民共和国防洪法》、《中华人民共和国河道管理条例

例》和《河道管理范围内建设项目管理的有关规定》等有关规定，拟建工程及其附属设施的布置不能影响防洪抢险及维修管理通道。

施工期对河道进行疏浚，不会影响防汛抢险及维修管理通道。

项目施工期阻水很小，但由于处于汛期，应做好施工期海口市防洪安全的预防工作。

7.9 声环境影响分析与评价

7.9.1 施工期声环境影响分析

本项目施工噪声来源于施工机械、施工船舶和运输车辆产生的噪声，声源强度范围在82-95分贝。主要噪声源及噪声源强度如表4.2-5所示。

施工机械体积相对庞大，其运行噪声也较高，在实际施工过程中，往往是各种机械同时工作，各种噪声源的声能量相互迭加，噪声级将会更高，辐射面也会更大。

本项目施工期施工机械噪声影响预测可采用点声源扩散模型：

$$L_{p2}=L_{p1}-20\lg\left(\frac{r_1}{r_2}\right)$$

式中：

L_{p1} 、 L_{p2} —分别为 r_1 、 r_2 距离处的声压级；

r_1 、 r_2 —分别为预测点离声源的距离。

由此式可计算出，项目施工时噪声值随距离衰减的情况，如表7.9-1和7.9-2所示。

表 7.9-1 距施工机械不同距离处的噪声值 单位：dB (A)

序号	机械名称	源强	不同距离处的噪声预测值						
			10m	20m	40m	60m	80m	100m	150m
1	打桩船	95	75	69	63	59	57	55	51
2	定位船	82	62	56	50	46	44	42	38
3	民船	80	60	54	48	44	42	40	36
4	拖轮	85	65	59	53	49	47	45	41
5	方驳	85	65	59	53	49	47	45	41
6	混凝土搅拌船	95	75	69	63	59	57	55	51
7	吊船	92	72	66	60	56	54	52	48
8	履带推土机	92	72	66	60	56	54	52	48
9	挖掘机	92	72	66	60	56	54	52	48
10	抛锚船	92	72	66	60	56	54	52	48
11	交通艇	82	62	56	50	46	44	42	38
12	抓斗挖泥船	92	72	66	60	56	54	52	48
13	泥驳	85	65	59	53	49	47	45	41

表 7.9-2 不同施工机械的噪声达标排放所需衰减距离 单位: m

序号	机械名称	昼间达标排放所需衰减距离	夜间达标排放所需衰减距离
1	打桩船	19	100
2	定位船	4	23
3	民船	4	18
4	拖轮	6	32
5	方驳	6	32
6	混凝土搅拌船	19	100
7	吊船	13	71
8	履带推土机	13	71
9	挖掘机	13	71
10	抛锚船	13	71
11	交通艇	4	23
12	抓斗挖泥船	13	71
13	泥驳	6	32

由上表可知,项目在施工阶段各种机械噪声昼间达标排放所需的衰减距离为4~19m,夜间达标距离为18~100m。施工期噪声昼间影响距离在19m以内,夜间影响距离在100m以内,本项目夜间不施工。据调查,项目区沿线在声环境影响范围内的敏感目标主要有南侧约250m处的外堆村,南侧约650m处的外坪村,西侧约700m处的三联社区和西南侧约980m处的土尾社区,故项目施工对周边环境影响较小。

7.9.2 营运期声环境影响分析

项目营运后的噪声污染源主要为装卸机械作业的噪声、进出港运输车辆的交通噪声以及船舶停、开的汽笛声等。噪声值一般约为70-80dB,鸣笛声可达110dB,但鸣笛时间短促。噪声主要为船舶停靠及出港时产生,产生的影响也只是短暂的,随着其的远离,噪声影响也逐渐减弱、直至消失,对声环境质量影响很小。

7.10 固体废物影响分析与评价

7.10.1 施工期固体废物环境影响分析

施工期的固体废物主要来源于施工人员的生活垃圾,施工机械设备产生的残油、废油以及疏浚物等。

施工人员生活垃圾的产生量按1kg/d·人估算,生活垃圾排放量约为100kg/d,施工期生活垃圾总量为72.0t。生活垃圾以有机污染物为主,应及时收集,并由环卫部门统一外运并安全处置。

施工机械设备作业产生的残油、废油等危险废物,经收集后统一交由有危险废物处理

资质的单位将其安全处置。

根据项目建设内容，本工程疏浚量约为 140.87 万 m^3 。由于港池航道的疏浚土主要以淤泥为主，陆域无堆存区，暂定外抛至 20km 外的海口海洋倾倒区。

7.10.2 运营期固体废物环境影响分析

项目运营期的固体废物主要来源于港区生活垃圾。生活垃圾的产生量按 $1kg/d \cdot 人$ 估算，则生活垃圾产生量约为 $700kg/d$ ，生活垃圾总量为 $210t/a$ 。

港区配置垃圾箱、垃圾车，港区的生产和生活垃圾做到日产日清，生活和生产垃圾经分类后由专门的清洁公司收集后，统一外运到城市垃圾处理厂处理。

综上所述，施工期和运营期的固体废物经妥善处理后将不会对周围环境产生不良影响。

7.11 大气环境影响分析与评价

7.11.1 施工期大气环境影响分析

本项目施工期的大气污染源主要来自施工机械、施工船舶和车辆废气以及运输车辆扬尘，主要污染物为 NO_2 、 SO_2 、THC 和 TSP 等。项目施工设备较少，产生的污染物较少，经稀释、扩散后，对环境的影响不大。

7.11.2 运营期大气环境影响分析

运营期大气污染源为装卸机械、运输车辆排放的尾气和扬尘、船舶排放的废气等，主要污染物为 SO_2 、 NO_x 和 CO_2 等。项目为无组织排放，产生的污染物量较少，易被江面的风迅速扩散、稀释，对环境的影响不大。

综上所述，项目建设对大气环境的影响很小。

7.12 环境敏感目标的影响分析与评价

7.12.1 对周边村庄、社区的影响分析

根据现场调查，本项目南侧约 250m 处为外堆村，南侧约 650m 处为外坪村，西侧约 700m 处为三联社区，西南侧约 980m 处为土尾社区。项目实施对周边村庄和社区的影响主要表现为施工机械、施工船舶、停靠船舶、运输车辆和装卸机械作业产生的噪声、废气和扬尘等。

经预测，项目在施工阶段各种机械噪声昼间达标排放所需的衰减距离为 4~19m，夜间达标距离为 18~100m。施工期噪声昼间影响距离在 19m 以内，夜间影响距离在 100m 以内，本

项目夜间不施工，项目施工对周边环境影响较小。项目营运后噪声污染主要来源于装卸机械作业的噪声、进出港运输车辆的交通噪声以及船舶停、开的汽笛声等，噪声值一般约为 70~80dB，鸣笛声可达 110dB，但鸣笛时间短促。噪声主要为船舶停靠及出港时产生，产生的影响也只是短暂的，随着其的远离，噪声影响也逐渐减弱、直至消失，因此对周边村庄和社区的影响很小。

除此以外，本项目在施工和运营期间还会因船舶、施工机械和运输车辆等产生废气和扬尘等。本项目为无组织排放，产生的污染物量较少，易被江面的风迅速扩散、稀释，因此对周边居民影响较小。

7.12.2 对南渡江口岛的影响分析

本项目位于南渡江入海口河段，南渡江洪季河口过程主要由河流（径流）动力控制，口门可形成较强的下泄喷射流，河流携带的推移质和悬移质泥沙亦随之输出口外，使其口门通畅，河口泥沙以垂直离岸向外搬运趋势占优势；但冬、春枯水季节，河口过程主要由波浪动力控制，洪季入海泥沙（主要是推移质）在口外堆积形成的淤积体以及河口东侧海岸侵蚀产生的沿岸漂沙，在 NNE 向常浪和强浪作用下，大量沿岸（平行于海岸）向西和垂向向岸搬运转移，此时口门趋于淤塞而较为封闭。图 7.12-3 为 2019 年和 2021 年的南渡江口门处沙坝的卫星地图。从图中可以发现，两年间沙坝发生了较大变化。



图 7.12-1 南渡江沙坝形状

2021 年 4 月本码头项目开展了海口市海上综合执法码头附近水域地形测量，形成了《海口市海上综合执法码头 1: 2000 地形图》成果资料。另外，2019 年沙上港项目也开展了附近水域地形测量，形成了《南渡江沙上港入海口 1: 2000 地形图》成果资料。结合这两份数据，可以分析两年期间南渡江口门处沙坝的演变情况，如图 7.12-4 所示。从该图中可以发现，两年间沙坝逐渐在往南偏移。由于岸线北面为琼州海峡，显著的潮流侵蚀了岸线；而南侧岸线

受口门遮蔽影响，水动力交换弱，岸线几乎没有变化。同时沙坝的沙嘴不断往南生长了 142 米，面积由 66490 平方米变为 49443 平方米，可见沙坝面积在变小。

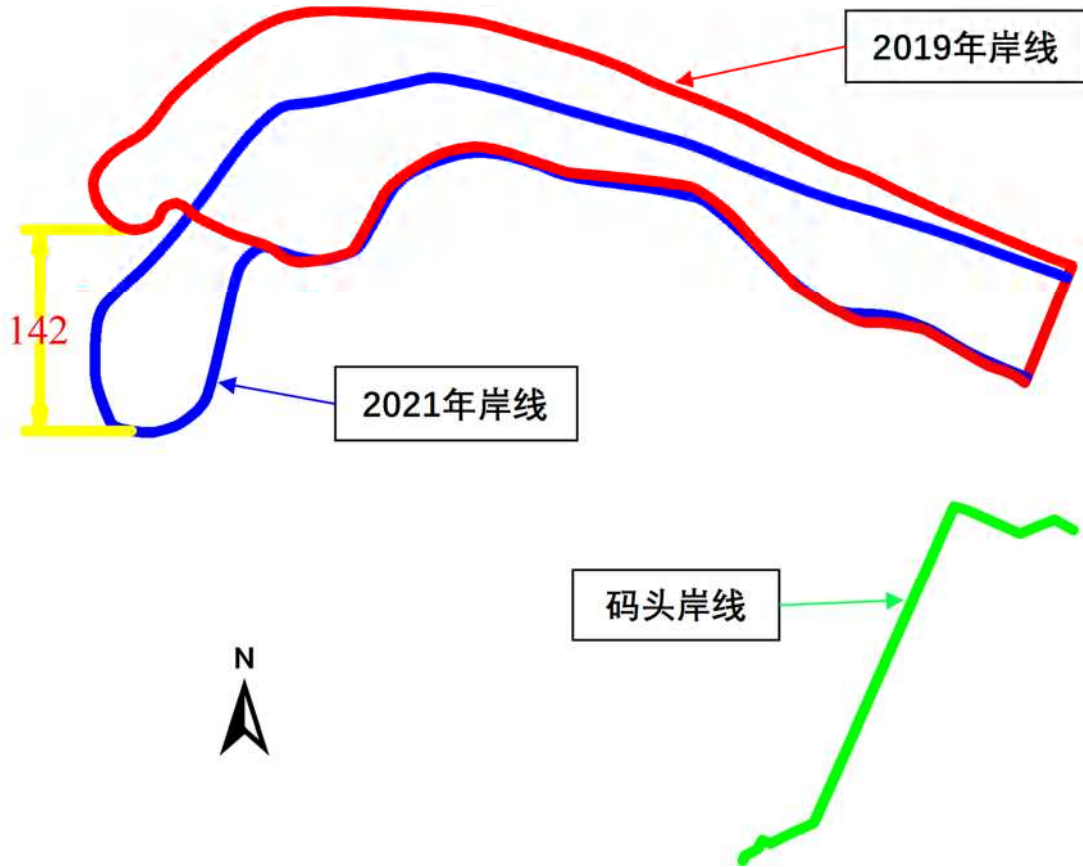


图 7.12-2 南渡江沙坝形状比较

结合近几年以来的南渡江河口沙嘴的变化情况分析，目前受如意岛的阻挡，NNE 向和 NE 向浪的作用减弱，在人工岛波影区后侧形成泥沙堆积区，目前南渡江河口区转化为主要受 NNW 和 N 向浪的作用为主。因此在现状条件下，河口沙嘴的泥沙运动趋势为由北向南，即沙嘴沙将由外海缓慢向河口区内搬运，除非遇到较大的洪水冲泄才会将沙嘴沙向河口外冲决。

根据项目设计方案和工程地质勘察报告，项目区疏浚土主要以淤泥质粉细砂为主，不涉及持力层，对南渡江口岛稳定性的影响不明显。此外根据冲淤模型计算结果，工程前入海口口门内水域有较为严重的淤积问题，而本工程加重了南渡江口门附近的淤积或冲刷，并引起新挖河底区域的淤积情况加重；工程区域的最大回淤点在将新挖航道的最西端，但新施工的其他挖掘区域的淤积情况较轻。因此本工程完工后，业主应在运营期间做好河底监测工作，并定期开展河底疏浚维护工作。在此基础上，本项目实施对南渡江口岛的影响较小。

7.12.3 对工程附近环境保护功能区的影响分析

本项目北侧 170m 处为海口市东海岸旅游休闲娱乐区，项目建设对区域海洋功能区的影响主要是施工过程中产生的悬浮物扩散可能会影响各功能区的水质和生态环境。

根据悬浮泥沙数值模拟计算结果，施工过程中悬浮泥沙超I、II类水质（ $>10\text{mg/L}$ ）面积为 1.307070km^2 ，超III类水质（ $>100\text{mg/L}$ ）面积为 0.501227km^2 ，超IV类水质（ $>150\text{mg/L}$ ）面积为 0.424734km^2 。超IV类水质最远扩散距离所处位置在南侧大约 650m 处，超III类水质最远扩散距离所处位置在南侧大约 800m 处，超I、II类水质向南最远扩散距离所处位置距离在南侧大约 2200m 处，向北最远扩散距离所处位置距离在北侧大约 590m 处。故项目建设仅对海口市东海岸旅游休闲娱乐区有一定的影响，施工过程中产生的悬浮物对海水水质的影响，时间是短暂的，这种影响一旦施工完毕，在较短的时间内也就结束。故项目施工悬沙对区域海洋环境影响较小。

7.12.4 对“三场一通道”的影响分析

本项目拟新建一座综合执法码头及配套设施，建设岸线总长度 896m ，其中执法码头区岸线 824m 、保障区岸线 60m 、滑道区岸线 12m ，共形成泊位 31 个。执法码头通过一条长约 1.22km 、宽 15m 的进港道路连接至江东大道。码头前沿作业地带面积 1.57万 m^2 ，码头后方陆域（含道路）总面积约 7.75万 m^2 ，布置综合执法基地、消防救援支队基地、海警基地及船舶保障区及道路。根据《文明东越江通道项目对南渡江河口水生生物影响专题论证报告》中关于南渡江河口段“三场一通道”的调查成果，本工程涉及南渡江河口段的“三场一通道”，项目与南渡江“三场一通道”的位置关系如图 7.12-3 至 7.12-5 所示，项目实施过程将对区域水生生物产生一定的影响，损害区域鱼类资源。



图 7.12-3 琼州大桥至出海口段鱼类产卵场示意图（圆圈范围为重要产卵场）



图 7.12-4 琼州大桥至出海口段鱼类索饵场



图 7.12-5 琼州大桥至出海口段鱼类洄游通道示意图

7.12.4.1 对洄游通道的影响分析

根据调查，琼州大桥至出海口段有鱼类 111 种，隶属 15 目 50 科 78 属，咸淡水洄游鱼类主。区域主要洄游鱼类为花鳗鲡，花鳗鲡是典型的降河洄游鱼类，接近性成熟的个体，在江河中营穴居生活，随后入海生殖，新生仔鳗从海洋进入河口区域，溯河而上，逐渐进入河道中，尤其喜欢进入上游水库周边索饵育肥。白昼隐伏于洞穴及石隙中，夜间外出活动，捕食，根据野外调查结果表明，海南直通海的河流都为花鳗鲡的洄游通道。每年 11 月游到海里产卵，直到翌年 3 月均为花鳗鲡的洄游时间。本项目的疏浚工程会影响鱼类的洄游通道，应采取避

让,减缓等措施减轻对花鳗鲡洄游通道的影响,项目应根据花鳗鲡溯河洄游的季节(11月~翌年3月),优化施工工艺,尤其是在花鳗鲡幼苗(1月~2月)洄游期间,通过减少夜间施工时间和减少施工机械设备数量来减少施工强度,本工程主要施工区域位于河道东岸,施工过程中不对河道进行阻隔,可保障200m以上的洄游通道,不会阻断鱼类的洄游通道。同时项目涉水构筑物采用桩基结构,为透水构筑物,不会对河道造成阻隔影响,因此,项目的实施对洄游通道的影响可以接受。

7.12.4.2 对鱼类三场的影响分析

项目工程施工对水质、底质、水文情势等重要的环境影响因子产生影响,对处于繁殖期鱼类的性腺发育、胚胎发育和仔幼鱼生长各环节都造成了直接影响。根据项目实施对生物损害评估,项目实施仔稚鱼的损失量为 1.84×10^6 尾,鱼卵损失量为 3.00×10^6 粒。根据南渡江河口生态现状调查,南渡江鱼类品种较多,河口两岸及江心洲主要分布棱鲛、多鳞鱮、细鳞鲃、金钱鱼、大弹涂鱼、弹涂鱼等鱼类产卵场。本工程涉及南渡江东岸(新东大桥处)的产卵场,根据《中国脊椎动物红色名录》、《中国濒危动物红皮书》及《国家重点保护野生动物名录》等,棱鲛、多鳞鱮、细鳞鲃、金钱鱼、大弹涂鱼、弹涂鱼均不属于国家珍稀濒危物种,区域不属于水产种质资源保护区。区域鱼类产卵期主要集中在5-8月,故项目施工期应尽量避免鱼类产卵期,避免在5-8月施工,同时项目施工过程中应做好施工组织设计,严格按照划定的区域施工,疏浚禁止超范围开挖,项目施工期产生的各项施工废水经收集后外运处置,禁止排入区域水域。要求项目施工完毕后,应采取增殖放流措施,放流的主要对象为南渡江中稀有濒危、具有经济价值的保护对象及底栖动物。

每条河流都与其所在流域的气候、地质结构、土地利用状况等因素紧密相关,在特定自然水流情势和沉积物输移的长期共同作用下,演化出特定的河流地貌地形和生境类型,包括河宽、水深、弯曲度、糙度和水动力条件等。生活在河流中的各类生物在漫长的自然进化过程中,逐渐与河流特定的自然水流情势、水质和河床底质等生境环境相适应。本项目为综合执法码头建设,建设内容主要开挖疏浚及桩基施工。项目施工完成后,区域的水流流场、流速均发生变化,由于项目是透水构筑物,与工程前相比,区域水流流速、流向变化较小。一般来说,河道疏浚的生态环境影响是短时间和局部的,大型底栖动物和底栖藻类在短时间内能在受干扰后的生境得到有效恢复,但是一些软体动物,移动速度缓慢而且地理分布狭窄,这些物种更易受到干扰影响,需要进行人工底播等综合措施进行修复。经采取以上措施后,项目实施区域水文情势的变化对区域三场的影响较小。

本项目位于南渡江东岸(新东大桥上、下游),根据南渡江河口段鱼类三场的调查成果,

该区域分布有产卵场及索饵场。根据项目范围叠图，项目区域不占用产卵场及索饵场，因此不会对鱼类三场产生影响。

7.12.4.3 水中悬浮物对鱼类影响分析

项目疏浚及桩基施工过程对水体扰动，增加水质的悬浮泥沙浓度，经预测，整个工程施工过程中悬浮泥沙超I、II类水质（ $>10\text{mg/L}$ ）面积为 1.307070km^2 ，超III类水质（ $>100\text{mg/L}$ ）面积为 0.501227km^2 ，超IV类水质（ $>150\text{mg/L}$ ）面积为 0.424734km^2 。超IV类水质最远扩散距离所处位置在南侧大约 650m 处，超III类水质最远扩散距离所处位置在南侧大约 800m 处，超I、II类水质向南最远扩散距离所处位置距离在南侧大约 2200m 处，向北最远扩散距离所处位置距离在北侧大约 590m 处。悬浮泥沙扩散均覆盖区域部分产卵场、索饵场及洄游通道。悬浮物浓度的增加会对鱼类等水生生物产生较大的影响，不同种类的水生生物对悬浮物的耐受浓度、耐受时间各不相同，悬浮物对其的影响方式也不尽相同。

水体中悬浮物对鱼类等水生生物的影响方式主要有以下几种：

①水体中悬浮物含量过高，杂质容易在鱼类的鳃部聚集，造成鱼类鳃部的机械损伤，影响鱼类的滤水和呼吸功能。

②施工产生的悬浮物中所含有毒物质被鱼体粘液吸附在鱼类皮肤表面，可能会对鱼类的生长和存活造成影响，同时水体中悬浮物的增加也会对水域中的浮游生物造成一定的毒害。

③水中悬浮物增加会黏附在鱼卵的表面，妨碍鱼卵呼吸，影响鱼类胚胎发育。

④水体中悬浮物的增加和可能携带的有毒物质，会使那些对环境敏感的水生生物产生躲避行为，影响水生生物的时空分布。

⑤水体中悬浮物的增加会影响其扩散范围内相关水域浮游生物的生存环境，降低水域透明度和浮游植物光合作用强度，影响浮游植物和水生植物的生长繁殖和时空分布，造成区域内浮游植物数量的减少，进一步影响到浮游动物的生长繁殖，最终影响到鱼类的生长。

⑥施工产生的悬浮物扩散后覆盖于河床上，改变了底栖动物、鱼类等水生生物的栖息环境，影响了它们的生存和繁衍。

根据相关资料，当水体中悬浮物浓度为 10mg/L 时，在短时间内即可对鱼类等水生生物造成较大影响，可造成水生生物迁移、种群数量减少、生物量下降、初级生产力降低等。从项目的施工计划和估算的悬浮物扩散范围及其对水生生物的影响来看，工程施工期间将增加了南渡江施工段的悬浮物浓度，对南渡江施工段及其下游地区的水生生物产生一定的影响。。但这种影响是暂时的，随着施工期的结束，水中悬浮物会逐渐消失，对水质的影响不大。

8 环境事故风险分析与评价

8.1 风险评价工作等级

本项目的环境风险来自两方面，一是海洋灾害对项目造成的危害，另一方面是由项目自身引起的突发或缓发事件。针对本项目的建设内容和所在海区的自然条件，可能存在的风险主要有：

- (1) 由热带气旋及其引发的巨浪、风暴潮对工程自身的潜在风险；
- (2) 项目施工和运营期存在船舶碰撞导致溢油事故的风险。

参照《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)，建设项目风险类型分为火灾、爆炸和泄露三种类型。根据评价项目的危险物质及工艺系统危险性等级以及项目所处海域环境敏感程度判定本项目的环境风险潜势为 I，并最终判定项目环境风险评价等级低于三级，可仅开展简单分析。

8.2 事故风险分析

8.2.1 自然灾害风险分析

8.2.1.1 热带气旋

根据《台风年鉴》资料，以台风中心进入 $109.5^{\circ}\sim 111.5^{\circ}$ ， $19^{\circ}\sim 21^{\circ}$ 为影响标准，1975~2015 年期间，登陆或影响海口的热带气旋共有 81 个，年平均 2 个，年最多为 3 个热带气旋登陆或影响海口。此期间，典型热带气旋过程对海口最具影响的热带气旋有 10 个，热带气旋中心风速均在 35m/s 以上。通常在热带气旋影响本地区时会出现大风大浪、强降水过程和风暴潮。对船舶的安全航行和作业都会产生非常大的影响，在台风期间，一般情况下不允许船舶航行和作业。对于本工程来说，台风可能的影响还主要体现在以下方面：

(1) 船舶操纵困难，增大船舶事故概率。在台风期间，台风导致的狂风、大浪、风暴潮增水会导致拟建工程水域附近航行、锚泊、作业的船舶操纵困难，甚至导致船舶失控，从而严重威胁到拟建工程和船舶自身的安全。

(2) 损毁导助航设施。热带气旋导致的狂风、大浪、强降水、风暴潮等都可能导助航设施的损毁，造成一定时间内导助航设施的缺失，对船舶安全航行产生很大影响。

(3) 危及码头主体结构安全。台风期间，本项目在施工建设期及项目建成后由于台风浪等恶劣海况发生时，未完工的构筑物等受风暴潮和暴风浪袭击，台风巨浪对项目构筑物及海

底的掏蚀作用使之易遭受破坏。

因此项目在设计阶段要充分考虑热带气旋、风暴潮的影响；在施工阶段应避开热带气旋季节，以免出现施工意外；同时本工程应考虑自然条件的特点，严格按有关规范进行设计、施工，确保满足抗风抗浪要求。

8.2.1.2 风暴潮

造成海南岛风暴潮的多是进入南海西行的西北太平洋热带气旋，或是南海生成的热带气旋移向海南岛所致。由于热带气旋路径及其影响强度的多变性，以及海南岛沿岸地形的多样性，形成海南岛北部增水最强，东部次之，南部再次之，西部最弱的地理分布特征。项目所在的海口海域位于海南岛北部，易形成增水，可能造成码头设施的损坏，进而引发环境损害事故。

热带气旋和台风带来的巨浪和风暴潮破坏力巨大，对项目工程的施工期和正常营运期都会带来一定的风险。为了防患于未然，工程施工期间，业主单位、施工单位应密切注意天气预报，避免台风期间进行施工作业。同时在施工和运营期间，业主单位需制定和采取相应的防范、应急措施，以抵御热带气旋和台风，降低巨浪和风暴潮可能带来的危害。

8.2.2 通航和船舶碰撞风险分析

本项目位于南渡江河口段，区域分布有三联渔港、土尾渔港及外堆村渔港等，三联渔港位于海口市新埠岛三联社区东侧，该段岸线自南向北依次布置有亮脚渔港、外坪渔港、亮肚渔港，土尾渔港位于新东大桥西侧上游，外堆村渔港位于新东大桥东侧下游，是海口市唯一渔港带状密集分布区域，且渔港群位于南渡江入海口处，渔业活动频繁。

经过统计，2014~2018 近 5 年时间里，发生在海口附近水域的水上交通事故 40 起，其中碰撞事故 22 起，搁浅事故 7 起，其他另有进水事故 1 起，火灾爆炸事故 2 起，触碰/礁 2 起、沉没 2 起。事故具体情况如表 8.2-1 所示。

表 8.2-1 2014~2018 年海口附近交通事故一览表

序号	事故时间	船名	事故地点	事故类型	事故等级	事故后果
1	2014年1月8日 0004	“新华”轮	在马村港 23#灯浮西南侧约 150 米附近水域。	搁浅	一般事故	事故搁浅持续时间约 50 小时。
2	2014年2月19日 0533	客滚船“海口六号”轮与多用途船“金轮壹号”轮	在秀英港主航道 7 号灯浮附近。	碰撞	小事故	
3	2014年5月12日 0124	“宇盛 788”货轮与“琼儋州 12062”渔船	琼州海峡船舶定线制西行通航分道与 NO.1 警戒区交汇处水域。	碰撞	小事故	
4	2014年5月16日 1610时	客滚船“腾胜宝昌”轮与客滚船“北部湾 1 号”轮	海口秀英港 7 号锚地。	碰撞	小事故	
5	2014年5月21日 2118时	货船“ZOSCO HONGKONG”轮	在琼州海峡中水道 NO.7-NO.9 号灯浮之间水域。	搁浅	小事故	搁浅时间持续约 18 小时。
6	2014年7月18日 1915	高速客船“双泰一号”轮	海口世纪大桥西侧约 350 米处。	船体破损机舱进水，船舶中后部位下沉坐浅	重大事故	直接经济损失约 446.6 万元。
7	2014年8月13日 0700	“成功 73”轮	秀英港主航道 13 号浮标西侧附近水域。	搁浅	小事故	
8	2014年9月17日 1300	“宝岛 5”客滚轮	海口新港港池水域。	搁浅	小事故	搁浅时间不超过 24 小时。
9	2014年11月19日 0002	“金轮 2”轮	海口秀英港假日海滩附近海域。	搁浅	小事故	搁浅时间不超过 24 小时。
10	2014年12月8日 1530	“长盛 8020”轮	海口白沙门公园对面海域浅滩，离岸约 600 米。	搁浅	小事故	本次事故搁浅持续时间约 17 小时。
11	2015年1月7日 约 0400	“兴泰源 128”轮与“泰和盛”轮	海口港 4 号锚地。	碰撞	小事故	
12	2015年3月24日 0425	“JIN GANG”轮与渔船“闽龙渔 61156”	琼州海峡中水道 13 号灯浮附近水域 (20°14'15N/110°42'33E)。	碰撞	小事故	一人受伤。
13	2015年8月17日 0455	“惠金桥 168”轮与渔船“琼临高 11464”	琼州海峡中水道 13 号灯浮至 15 号灯浮之间水域 (20°14'09"N, 110°41'31"E)。	碰撞	小事故	
14	2015年9月29日 0105	“粤广州货 0561”轮	琼州海峡中水道 15 号灯浮至 17 号灯浮连线以北水域 (西方浅滩南侧 20°15'14"N, 110°38'11"E)。	沉没	一般事故	

序号	事故时间	船名	事故地点	事故类型	事故等级	事故后果
15	2015年12月30日0530	“祥春198”轮	马村港太阳湾海滩（概位：19°56.7'N, 109°58.8'E）。	搁浅	小事故	
16	2016年3月16日1230	长荣7与粤新会货1025	马村港2#锚地附近水域。	碰撞	小事故	
17	2016年4月19日1935	新海信128与兴和源12	新港航道1#浮标以北。	碰撞	小事故	
18	2016年4月28日1118	腾祥6889与琼临高18003	秀英港南海明珠人工岛附近。	碰撞	小事故	
19	2016年5月1日2310	湘汉寿货1918	新海港区客货滚装码头进港航道口门处。	自沉（沉没）	一般事故	
20	2016年6月13日1249	粤安顺668	琼州海峡定线制2#警戒区附近水域。	其他	一般事故	
21	2016年6月30日2200	安达3678与琼临高11251	秀英港2#锚地以北。	碰撞	小事故	
22	2016年7月21日0725	粤安运05	海口新港进出港航道世纪大桥以西约300米处。	火灾/爆炸	小事故	
23	2016年8月4日0350	粤海铁2号与桂北渔15368	琼州海峡定线制3号警戒区水域。	碰撞	小事故	
24	2016年8月12日0330	君津达999	海南省海口市新海港水域。	触礁	小事故	
25	2017年4月12日0012	桂北渔15050与长荣1	琼州海峡中水道6-8#标之间水域。	碰撞	小事故	
26	2017年4月26日0615	金盛达5与琼三沙渔00208	秀英港4#锚地。	碰撞	小事故	
27	2017年5月10日0315	宇盛788与无名渔船	定线制南6#标附近。	碰撞	小事故	
28	2017年6月27日2345	昌远88（疑似肇事船）与琼儋州11182	铺前湾海口辖区一侧附近水域。	碰撞	小事故	
29	2017年9月21日0207	LMZ TITAN与琼临渔01005	琼州海峡中水道3#浮标附近。	其他	小事故	
30	2017年11月6日2030	苏连云港货0589	海口如意岛水域。	自沉（沉没）	一般事故	

序号	事故时间	船名	事故地点	事故类型	事故等级	事故后果
31	2018年1月15日 0550	华运油8与琼临渔11503	琼州海峡中水道6#-7#标。	碰撞	小事故	
32	2018年1月15日 0940	海润5799与琼临渔01086	海口秀英港4号锚地。	碰撞	小事故	
33	2018年1月23日 0410	SITC YANTAI与琼临渔0336	琼州海峡中水道18#标。	碰撞	一般事故	
34	2018年2月25日 2358	BASIC OCEAN与琼临渔11001	琼州海峡定线制。	碰撞	小事故	
36	2018年4月5日 0336	尖峰岭与鸿洋	琼州海峡2#警戒区。	碰撞	一般事故	
37	2018年4月15日 0606	隆庆1	中石化马村油库码头。	触碰	一般事故	
38	2018年6月14日 0230	AUTAI与琼儋渔16268	琼州海峡中水道。	碰撞	小事故	
39	2018年7月2日 0310	粤海铁3号	粤海南港。	火灾/爆炸	小事故	
40	2018年8月16日 2046	ALL RICH与无名渔船	琼州海峡西部海域。	碰撞	小事故	

从上表中可以看到，2014~2018年海口附近水域发生的事故中，均发生在马村港、琼州海峡、秀英港及新港等水域，本工程附近水域水上交通安全状况总体良好。

本项目拟新建一座综合执法码头，共形成泊位31个，其中各类执法船舶泊位10个，执法艇公共泊位20个，保障泊位1个。项目建设运营的通航风险主要集中在以下几个方面：

8.2.2.1 自然环境对通航安全的影响

(1) 风对通航安全的影响

风对本工程水域船舶通航安全的影响主要体现在受台风、热带气旋等大风天气的影响，本工程水域台风、热带气旋等灾害性天气较频繁，对船舶进出港航行及靠泊作业影响较大。

建议建设单位及船员应按时接收天气预报，在台风等恶劣天气多发季节保持足够的警惕，做好防台、防风应急预案及准备工作，当收到台风或大风预警时，及时启动防台、防风应急预案。遇台风天气时，船舶推迟进港或提前离开码头到避风锚地避风，可减小台风对船舶进出港航行或系泊安全的影响。

(2) 水流对通航安全的影响

根据潮流模拟结果，本项目建成后，北部流速有所减小，流速减小可能会导致泥沙的淤积。在正常天气条件下淤积强度不大，设计时留有必要的备淤深度，并在运营期适当的进行清淤维护即可满足工程使用要求。

项目在大风天气和洪峰过后，需对航道淤积情况进行观测，发现较大淤积时，需及时进行清淤。建议在适当位置设置CCTV监控设备，实时对项目水域进行监控，实时掌握船舶锚泊动态，若发生走锚及时采取措施；另在岸侧设置显示大屏，及时播报气象信息及调度公告。

8.2.2.2 本工程对交通环境的影响

本项目位于南渡江出海口，根据设计船型需要开挖进出港航道，进出港航道和规划航道部分重叠。但是本项目的码头结构采用高桩墩台结构型式，码头面顶标高3.5m，前沿底标高-6.5m，并未形成对水流及泥沙淤积造成影响的构筑物，不会影响航道内水流和水深条件。

本项目所在区域并未规划有锚地，不会对船舶交通组织、航道通过能力的影响。但是，船舶需经南渡江主航道进出码头，在进出航道过程中可能会与南渡江主航道船舶之间存在相互影响，一定程度上对其船舶交通组织及航道通过能力造成影响。同时大量执法船舶进出时，可能会对通航秩序造成一定的影响。此外，项目施工过程中施工船舶的使用，会增加区域的船舶通航密度，会对船舶驾驶员产生压力，增加碰撞风险。

建设单位应落实安全生产责任制，制定码头作业安全管理办法、操作规程和应急预案，加强对管理人员的安全知识和操作技能培训，安排经过合格培训的从业人员进行管理。船舶

进出码头过程中，应严格遵守《中华人民共和国内河避碰规则》和《中华人民共和国内河交通安全管理条例》等安全法规，在不妨碍正常航行船舶安全的前提下，按章显示信号和鸣放声号，并主动避让顺航道或河道行驶的船舶，不得在顺航道行驶船舶的前方突然和强行横越或掉头。

8.2.3 疏浚及物料运输风险分析

挖泥船施工采用微波测距定位法以及定位法，应严格按照设计要求施工，施工中分段、分层进行，开挖过程中勤测水深，每进一船后立即测量水深，并做好自检记录，不符合要求立即重新开挖，保证开挖质量。按时对 DGPS 参数、水位进行校核，勤测水深，确保施工平面尺寸及开挖标高符合设计要求。施工中严格按测设样标开挖，水上开挖要及时校正船位，确保开挖断面的准确性，避免返工。

由于港池航道的疏浚土主要以淤泥为主，陆域无堆存区，暂定外抛至 20km 外的海口海洋倾倒区。

疏浚物在运输过程若船舶发生碰撞，疏浚物将发生大量泄漏，造成区域水体悬浮浓度增高，对区域水质及生态环境将产生影响。故要求项目应合理安排施工工序，避免船舶交叉作业，施工期间，随时关注天气预报，选择天气较好的时间施工，禁止在恶劣天气施工，由于项目建设涉及南渡江“三场一通道”，项目应避开鱼类产卵期，根据调查资料显示，区域鱼类产卵主要集中在 5~8 月，故项目禁止在该时段施工。同时必须在规划的疏浚范围进行施工，禁止超范围开挖。

8.2.4 溢油风险分析

溢油污染分为事故性污染和操作性污染两大类：事故性污染是指船舶碰撞、搁浅、触礁等突发性事故造成的污染；操作性污染是指加油作业以及船舶事故性排放机舱油污水、洗舱水、废油等造成的污染。造成溢油事故，除一些不可抗拒的自然因素外，绝大部分是由于操作不当或违章作业等人为原因引起的。

本项目建设施工和运营期间存在船舶碰撞风险，导致溢油事故发生，溢油发生后，油膜在海面上漂浮扩散，阻止海气交换，将对海洋水环境、生态环境和景观造成影响。

8.2.4.1 对海域水质和沉积物环境的影响

受溢油影响的海域，油膜覆盖在海水表面，可溶性组分不断溶于水中，在风浪的冲击下，油膜不断破碎分散，并与水混合成为乳化油，增加了水中的石油浓度。油膜覆盖下，影响海-气之间的交换，致使溶解氧减小，从而影响水的物理化学和生物化学过程。

溢油后，石油的重组分可自行沉积，或粘附在悬浮物颗粒中，沉积在沉积物表面。油块可在重力作用下沉降，从而影响沉积物表面物理性质和化学成分。

8.2.4.2 对海域生物资源的影响

油膜覆盖下，影响水-气之间的交换，致使溶解氧减小，光照减弱，从而影响浮游动物、浮游植物及底栖生物的生长。而溶解及乳化后的油会对水生生物资源造成一定危害，沉积到底质的油类将对底栖生物造成严重影响。因此，一旦发生事故溢油且处理不及时，将对油膜扫过海域的水生生物资源造成一定影响，主要体现在溢油突发时的急性致死影响及围油、回收油不彻底而产生的长期慢性污染影响。

8.3 事故溢油扩散预测分析

重大溢油事故的原因主要是轮船突遇恶劣天气，风大、流急、浪高、轮机失控，造成轮船触礁、碰撞和搁浅而引起的重大溢油污染事故。在施工作业中溢油风险的概率极低。运营期间因管理不严、措施不当均可能引起环境污染等事故，主要是船舶碰撞后出现的意外漏油事故。

8.3.1 溢油源项分析

不可溶泄漏物多为油状液体，密度比水轻，在空气的蒸发或挥发以及在水中溶解性都很小。因此，不可溶泄漏物溢出到海面以后，存在以下几种运动形态：

(1) 扩展。由于油品比水轻，将漂浮于水面。在初期阶段由于受重力和表面张力的作用而在水面上向四周散开，范围越扩越大。这个过程称为油的扩展。

(2) 漂移。是指油膜在海流、风、波浪、潮汐等因素的作用下引起的漂移。

(3) 分散。油品在海面形成油膜以后，受到破碎波的作用使一部分油品以油滴形式进入水中形成分散油。一部分油滴重新上升到水面，也有部分油滴从海面逸出而挥发到大气中。

(4) 乳化。由于机械动力，如涡旋、破碎浪花、湍流等因素，使油品和水激烈混合，形成油包水乳化物和水包油乳化物。

(5) 吸附沉淀。部分油品粘附在海水中的悬浮颗粒上，并随之沉到海底。

(6) 生物降解。海洋环境中的微生物对水中的油品有降解作用。

油品在海洋环境中的归宿问题是个复杂的问题，由于受到各种环境条件（温度、盐度、风、波浪、悬浮物、地理位置和本身的化学组成等）的影响，每一次事故溢出物的归宿也不尽相同。其主要的影响因素有乳化、吸附沉淀和生物降解等。

溢油在水体中的运动主要表现为两种过程：在平流作用下的整体位移和在剪流与湍流作

用下的扩散。溢油自身的表面扩展过程持续时间很短，而持续时间较长的运动形式主要表现为平流输运和湍流扩散。平流和湍流两种运动模式同时存在，通常称为“平流—扩散”问题。以往的多数的研究方法都是基于各种类型的平流扩散方程的数值求解，这类数值方法的困难在于数值扩散问题，即数值离散引进的一种与物理扩散无关的伪扩散效应，可能存在数值扩散完全掩盖物理扩散的现象，使所得到的数值结果完全失真，不能描述真实的物理过程。

本次模拟采用“油粒子”方法来模拟溢油在海洋环境中的形成，即把溢油分成许多离散的小油滴（或小斑块）来模拟溢油在水体中的输运扩散过程。采用“粒子—扩散”概念的方法可以真实地重现许多实际观测到的溢油扩散特征。例如潮流和风将油膜拉长，波浪导致油膜的破裂等特征。模拟的粒子个数为 200 个。

“粒子扩散”的概念，是把浓度场模拟为由大量的粒子组成的“云团”，其个每一个粒子携带一定数据的示踪物质，采用拉格朗日法模拟油粒子在特定的流场条件下发生平移和位移的过程。再迭加油粒子在湍流场中的随机运动，即采用同时考虑到平流和湍流的扩散模式。

8.3.2 溢油粒子漂移模型

本报告采用溢油粒子漂移模型进行预测。油粒子模式为：假设油膜由油粒子为代表，所有油粒子在海流和风作用下作拉格朗日运动，某一油粒子的运动遵循下列运动方程控制：

原坐标为 (X_0, Y_0) 油粒子在 Δt 时间后漂移到坐标 (X, Y) ，则

$$X = X_0 + u_i \times \Delta t + R_x$$

$$Y = Y_0 + v_i \times \Delta t + R_y$$

$$u_i = u_{ci} + \alpha w_{xi}$$

$$v_i = v_{ci} + \alpha w_{yi}$$

式中， u_{ci} 和 v_{ci} 分布是坐标 (X_i, Y_i) 的海流东、北分量； w_{xi} 和 w_{yi} 为风速东、北分量， α 为风对油膜拖曳系数，采用 ECOMSI 公式； R 为随机扩散位移，同流速、流向、时间有关。

$$R_x = \beta u_{ci} \times (\alpha + 1/e^t)$$

$$R_y = \beta v_{ci} \times (\alpha + 1/e^t)$$

跟踪每一油粒子 (X, Y) 的位置，统计油粒子扫过的网格面积，可得油膜在各区域的面积。

8.3.3 模拟工况组合

根据潮流状况与盛行风况的条件确定预测组合。潮流分涨潮初始时刻和落潮初始时刻两

种时刻发生溢油的状况；本海区冬半年盛行东北风，夏半年盛行西南风，再加上不利风 W 向风，在此考虑三种情形的风况。模拟工况组合情况如表 8.3-1 所示。

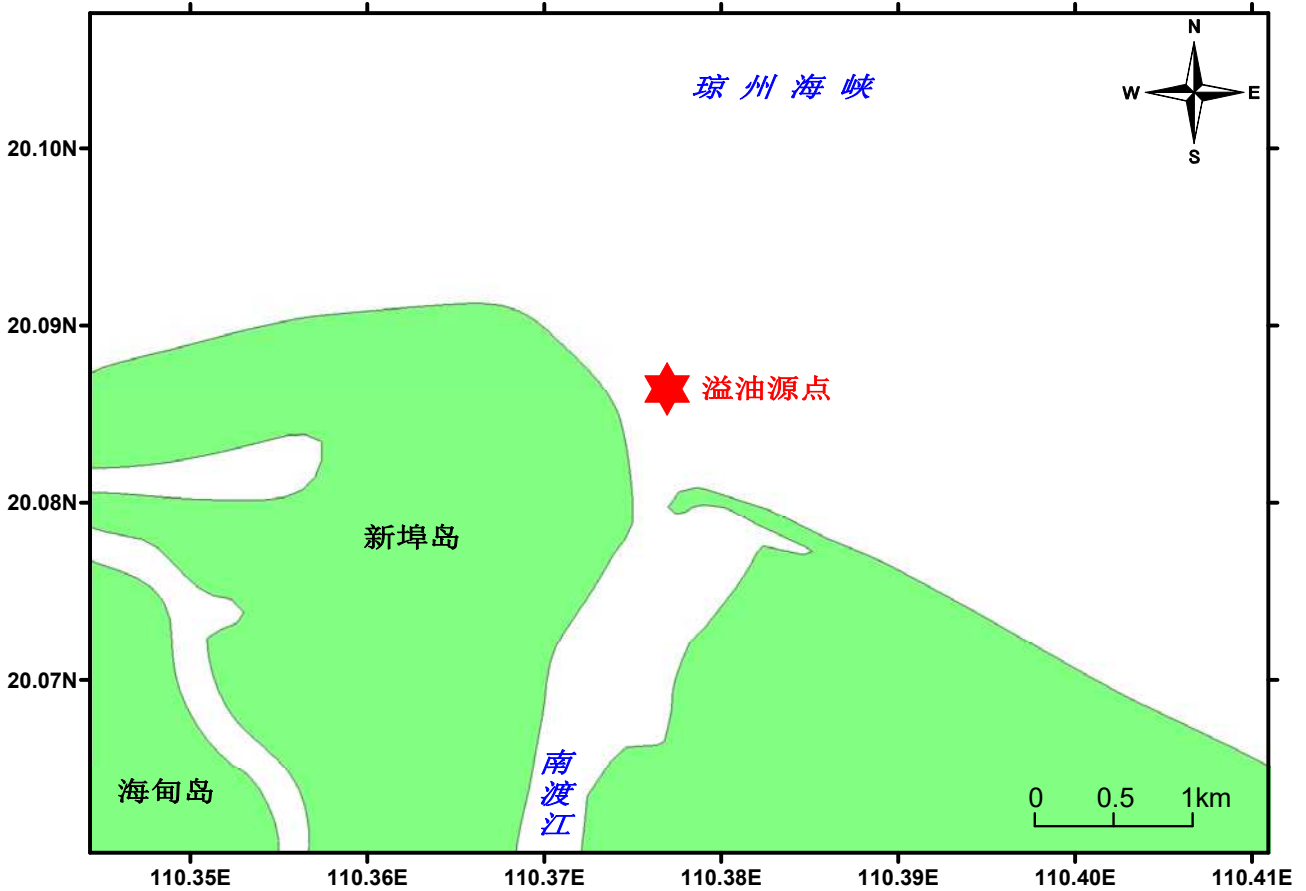


图 8.3-1 溢油源点位置图

表 8.3-1 溢油模拟工况

工况	溢油时刻	风向	风速 (m/s)	源点位置
1	大潮涨潮初期	冬季常风向 NE	4.3	南渡江河口
2	大潮落潮初期			
3	大潮涨潮初期	夏季常风向 SW	4.0	
4	大潮落潮初期			
5	大潮涨潮初期	不利风向 W	13.8	
6	大潮落潮初期	不利风向 W		

8.3.4 预测结果

本次模拟采用连续点源的方式，在此假设溢油量为 20 吨，在 3 个小时内流失，模拟的油粒子个数为 300 个，即每个油粒子大约代表 66.67kg 的燃油。模拟溢油点位于南渡江河口区域（源点位置示意图见图 8.3-1 所示）。溢油油膜模拟扩散结果见图 8.3-2 所示。

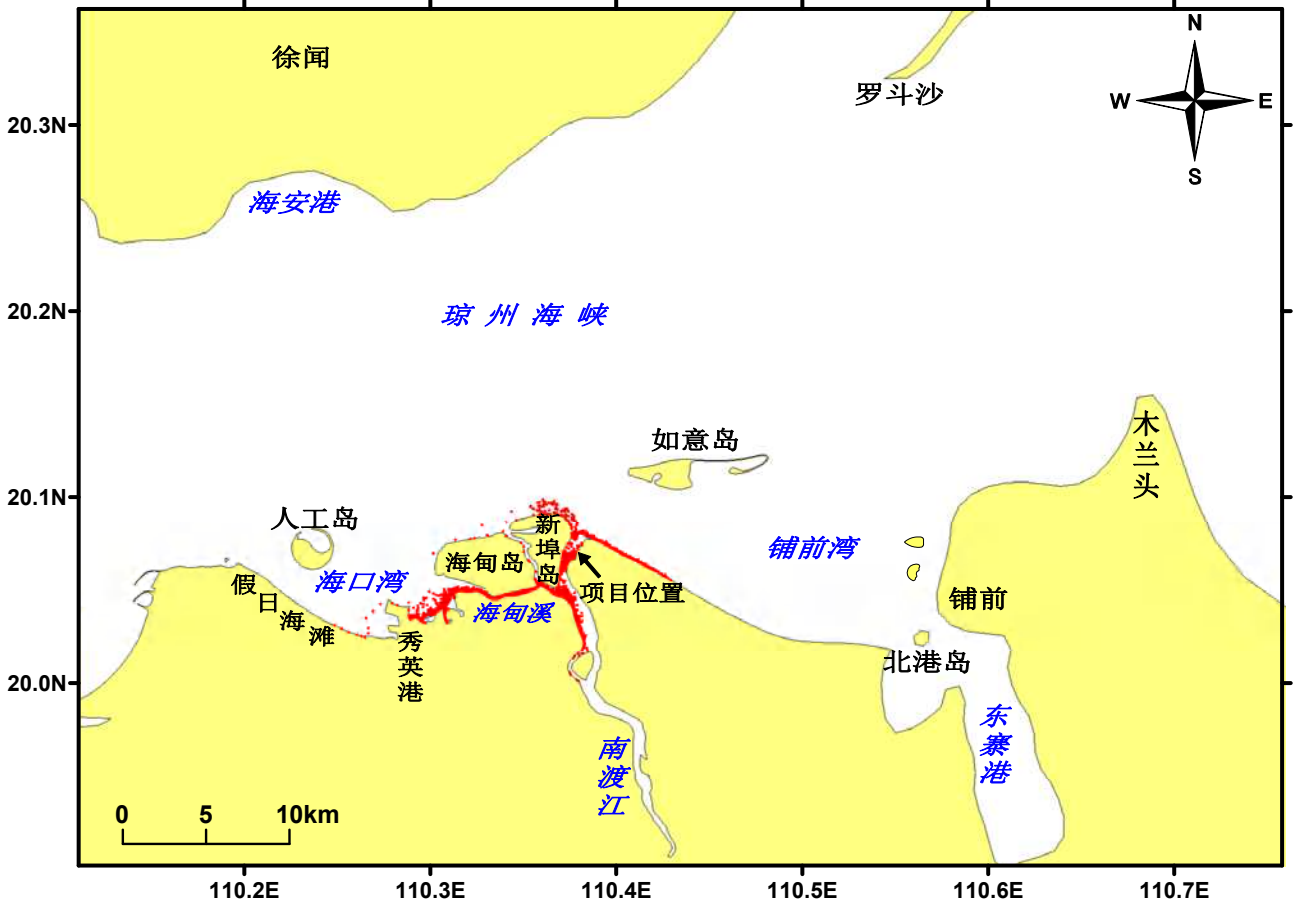


图 8.3-2a 大潮期冬季 NE 向风，溢油发生在涨潮初期的油膜范围

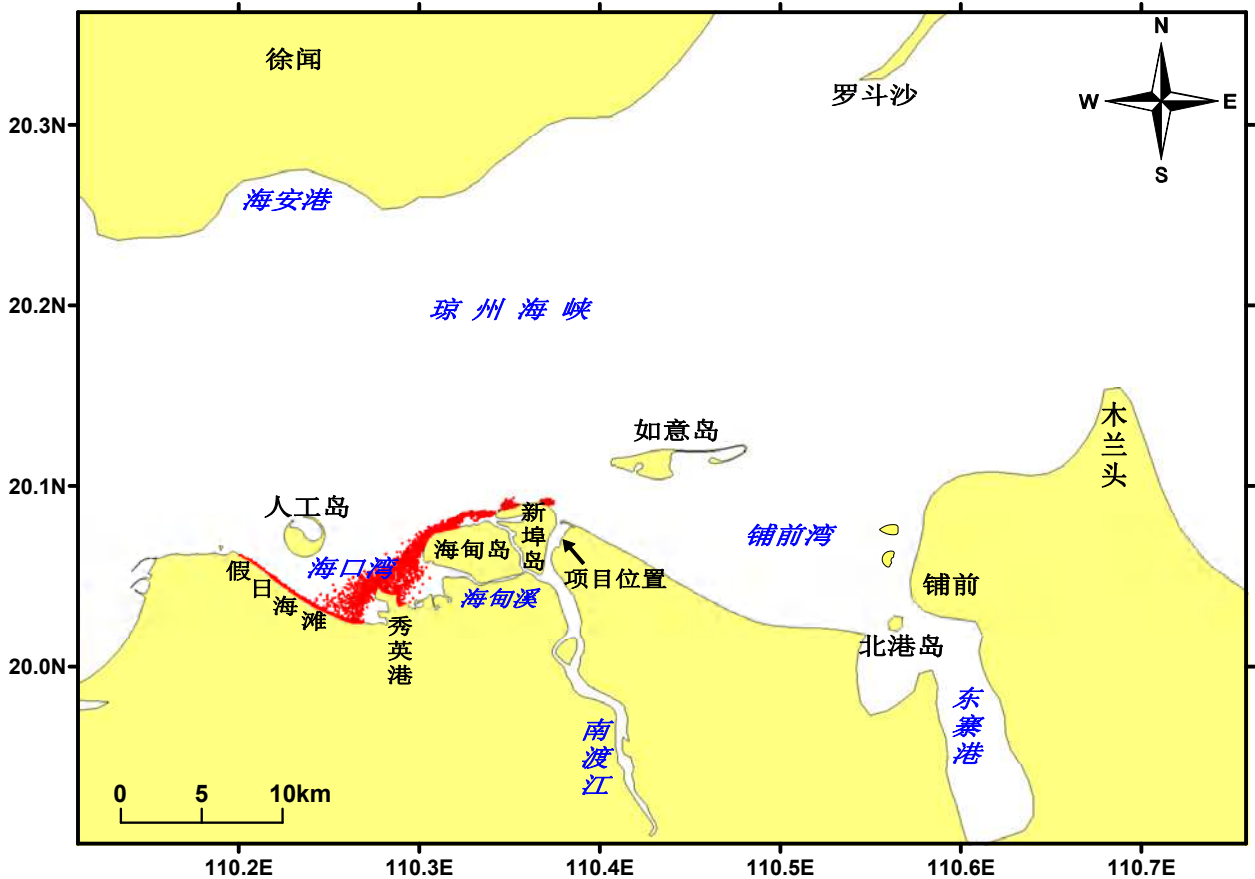


图 8.3-2b 大潮期冬季 NE 向风，溢油发生在落潮初期的油膜范围

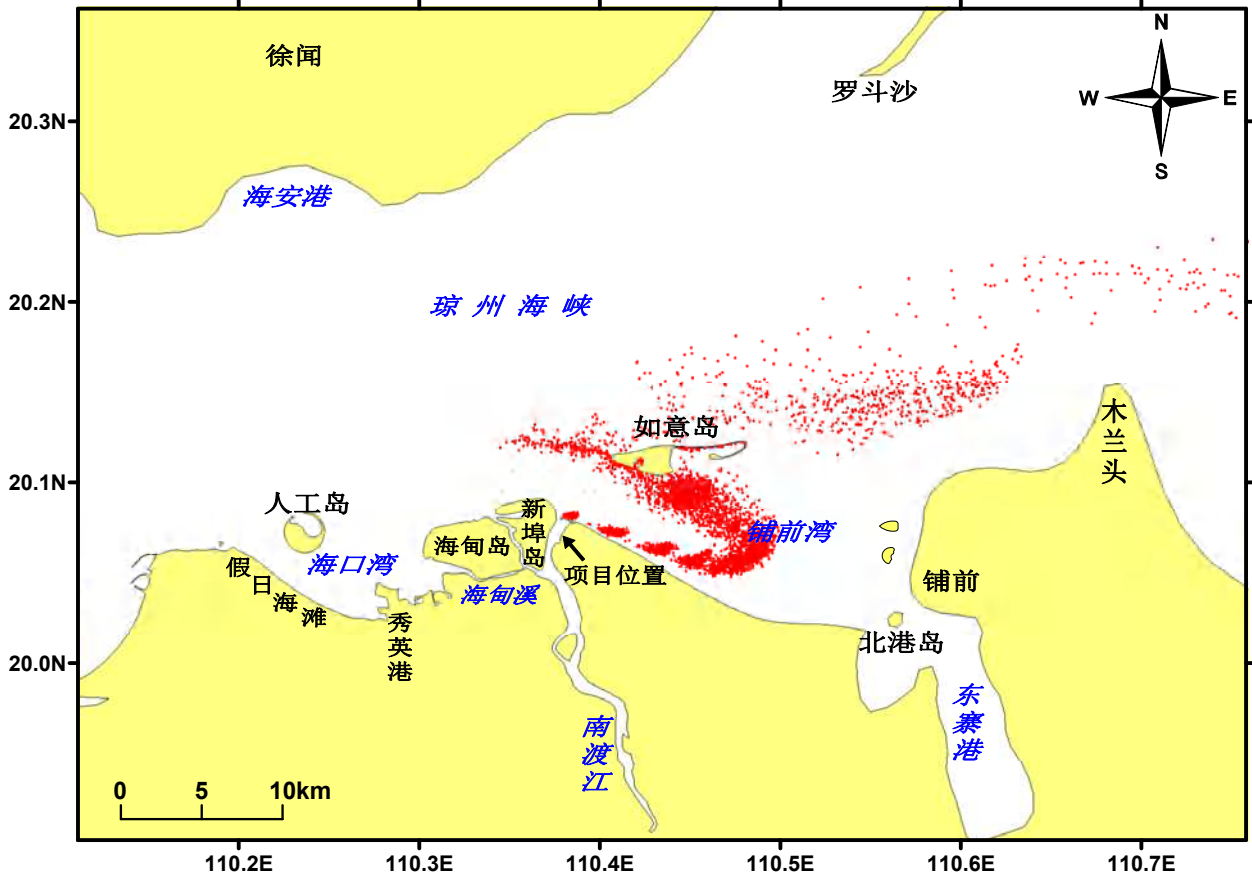


图 8.3-2c 大潮期夏季 SW 向风，溢油发生在涨潮初期的油膜范围

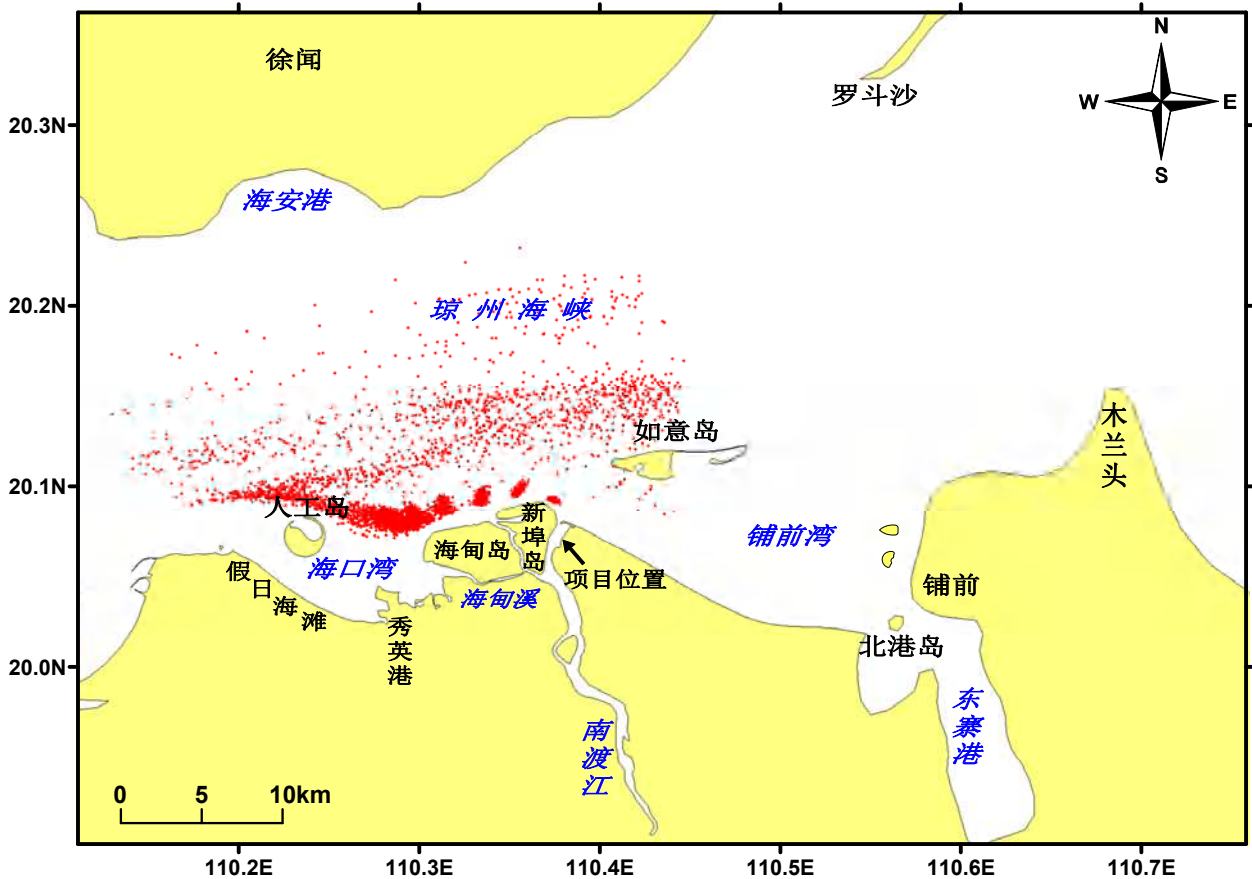


图 8.3-2d 大潮期夏季 SW 向风，溢油发生在落潮初期的油膜范围

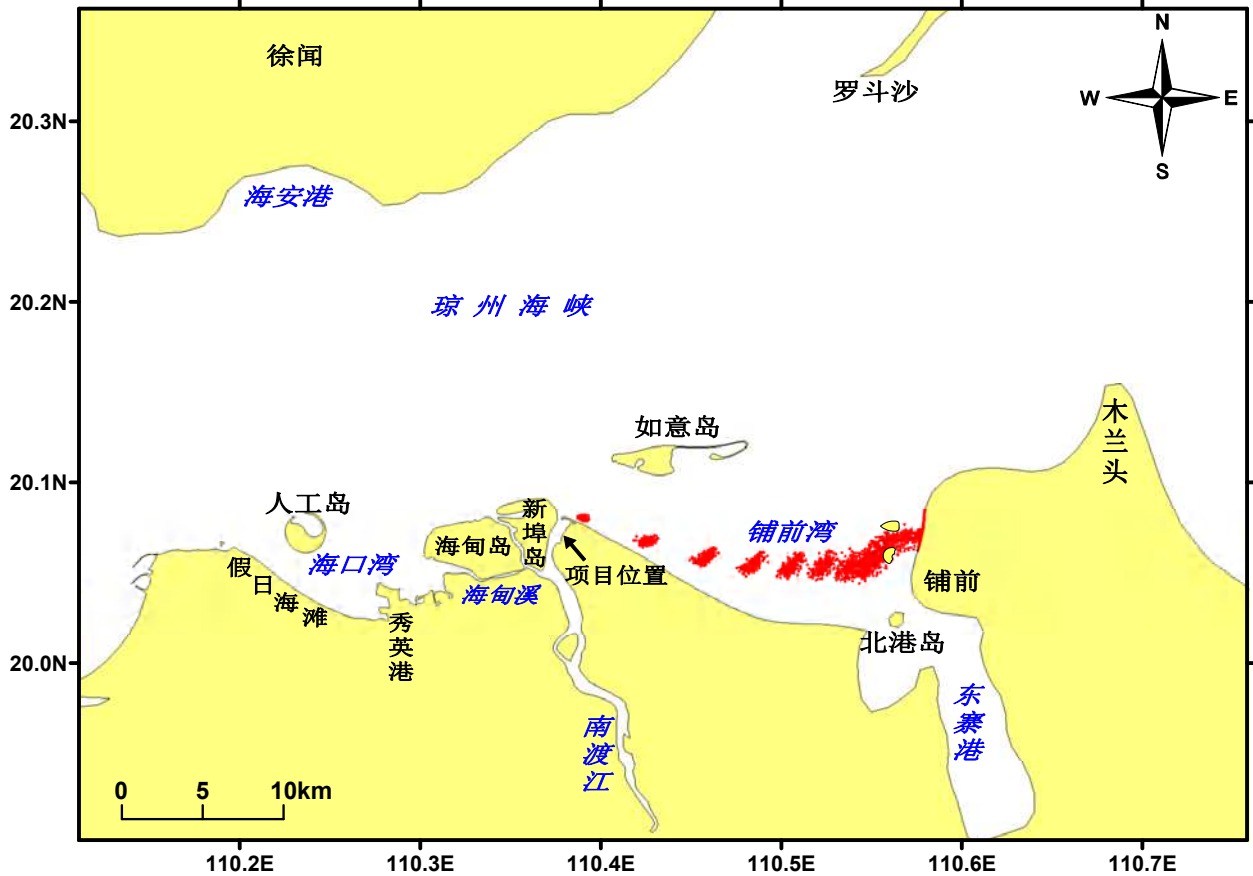


图 8.3-2e 不利风向 W 风，溢油发生在涨潮初期的油膜范围

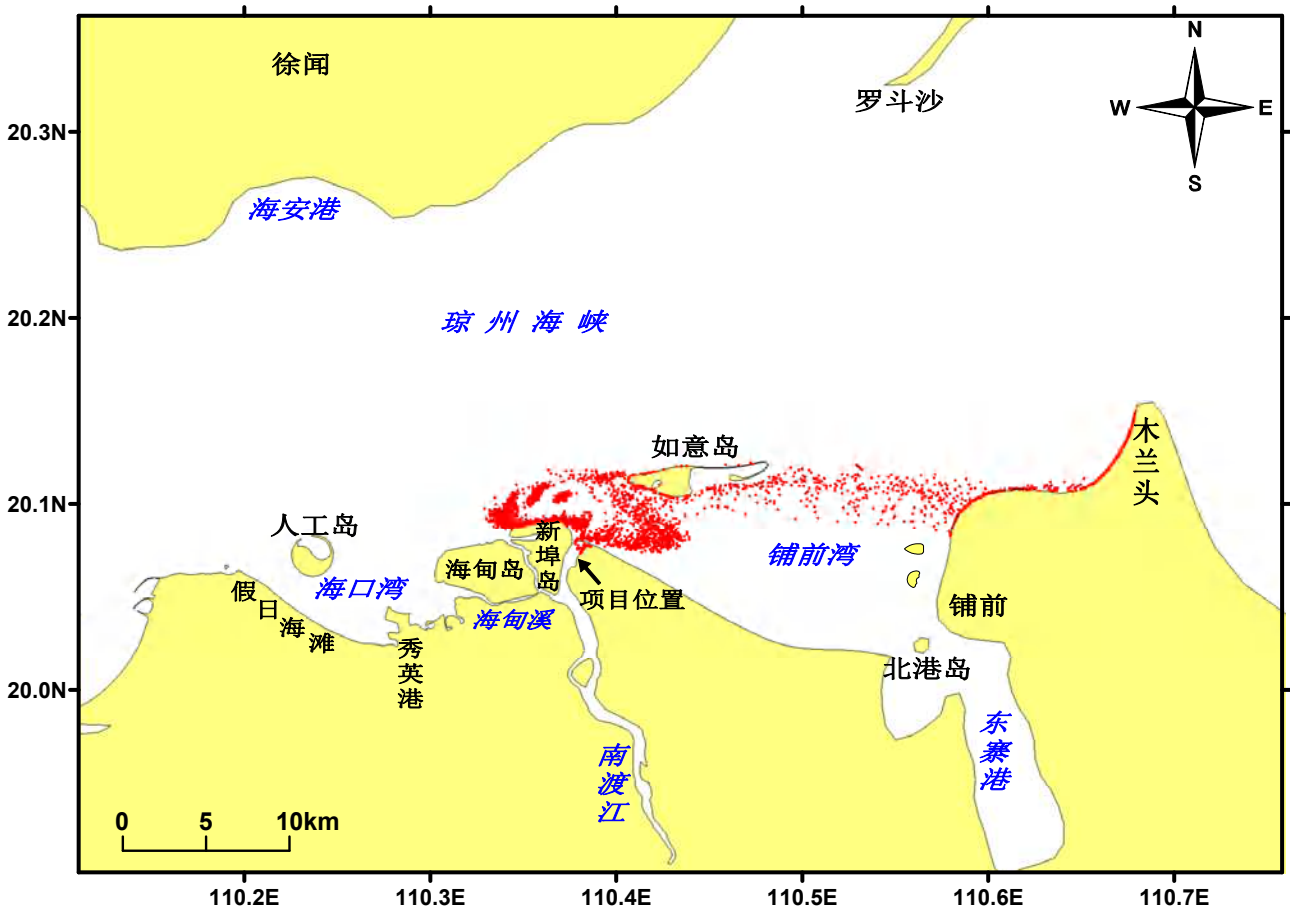


图 8.3-2f 不利风向 W 风，溢油发生在落潮初期的油膜范围

由图 8.3-2 可知，由于本海区的潮流动力中等，溢油扩散受潮流和风应力的共同影响。

冬季 NE 风作用时，油粒子在潮流和风应力的作用下主要向岸扩散，溢油发生在涨潮时（工况 1），油粒子在涨潮流和 NE 向风的共同作用下主要往南渡江河口内扩散，部分油粒子由海甸溪进入到海口湾东部海域，另有少部分油粒子向铺前湾近岸区扩散。

冬季 NE 风作用溢油发生在落潮时（工况 2），油粒子在 NE 向风和西向流的作用下绕过新埠岛和海甸岛的近岸主要向海口湾内扩散，影响到秀英港和假日海滩海域。

夏季 SW 风作用时，油粒子表现为向外海区域扩散，其影响范围较大。溢油发生在涨潮时（工况 3），油粒子首先随涨潮东流和 SW 向风向东扩散至铺前湾中部海域后再随落潮西流折向如意岛，大部分油粒子在绕过如意岛扩散至木兰头附近海域后消失；溢油发生在落潮时（工况 4），油粒子先随落潮西流向西扩散至海口湾人工岛，再呈 S 形向琼州海峡中部海域扩散，大部分油粒子扩散至琼州海峡中部海域后消失。

不利风向 W 向大风作用时，溢油发生在涨潮东流初期（工况 5），油粒子穿过铺前湾中部海域一路向东扩散，9 小时内即在铺前镇靠近并停止运动。溢油发生在落潮西流初期时（工况 6），油粒子先随落潮西流扩散至海甸岛和新埠岛附近海域再折向如意岛，再向东穿过铺前湾湾口海域，大约在 15 个小时左右在铺前镇北侧海域靠岸，最远扩散至木兰头。

各种工况油膜扩散的影响范围见表 8.3-2 所示。

表 8.3-2 油膜漂移扩散影响范围 (km²)

溢油后时间 (h)	工况 1	工况 2	工况 3	工况 4	工况 5	工况 6
3	0.414	0.176	0.370	0.139	0.205	0.205
6	0.476	0.828	0.625	0.430	0.364	0.540
9	0.752	1.257	0.888	1.054	0.550	0.650
12	1.044	1.503	1.653	1.686	0.383	0.739
15	1.331	1.322	1.661	2.031	-	0.642
18	1.598	1.660	1.412	2.108	-	0.461
21	1.573	1.102	2.012	2.663	-	-
24	1.425	0.886	3.771	3.203	-	-
27	1.516	0.675	3.453	3.506	-	-
30	1.318	0.529	4.522	4.236	-	-
33	0.849	0.353	2.896	3.413	-	-
36	0.527	0.322	1.500	2.521	-	-
39	0.357	0.347	0.657	1.916	-	-
42	0.265	0.224	0.700	1.722	-	-
45	0.167	0.134	0.440	0.923	-	-
48	0.154	-	0.507	0.598	-	-
51	0.134	-	0.473	0.387	-	-
54	-	-	0.385	0.340	-	-
57	-	-	0.360	0.278	-	-
60	-	-	0.251	-	-	-
63	-	-	-	-	-	-
66	-	-	-	-	-	-
69	-	-	-	-	-	-
72	-	-	-	-	-	-

扩散面积	16.326	41.639	287.535	332.154	28.502	53.238
首次抵岸地点、时间	新埠岛 (0.5h)	新埠岛 (0.5h)	如意岛 (11h)	如意岛 (28h)	铺前 (9h)	新埠岛 (0.5h)

8.3.5 风险分析

从溢油漂流轨迹和扫海面积可以看出，在夏季常风向 SW 向平均风下，油粒子表现为向外海区域扩散，其影响范围较大。涨潮时发生溢油，油膜主要对如意岛至铺前湾中部海域造成一定的污染；落潮时溢油，油膜会对海口湾人工岛和琼州海峡中部海域环境产生影响。在冬季常风向 NE 向平均风下，涨潮时发生溢油，油粒子在涨潮流和 NE 向风的共同作用下主要往南渡江河口内扩散；落潮时溢油，油膜会绕过新埠岛和海甸岛的近岸，主要对海口湾造成一定的污染。

因此，在发生溢油时，应当及时采取相应措施防止溢油扩散，最大限度地减少溢油污染对海洋环境的影响。控制和减轻溢油事故所造成的损害程度的进一步扩散的最合理时间是在溢油发生后 2 小时内采用必要的消油或围油措施防止油膜范围扩大。

8.4 事故防范措施

8.4.1 自然灾害风险防范措施

(1) 施工前制定科学合理的施工工艺，工程设计应符合抗浪、抗震等相关规范要求。

(2) 合理安排施工时间，避开台风、风暴潮多发期施工，使工程安全度汛。5~10 月为热带气旋影响季节，无论是施工期或运营期，对工程各类设施都要作好防台风的安全措施，切实加强监管。

(3) 业主单位应积极配合相关政府职能部门做好应对台风、暴雨等气象灾害的措施，当台风来临时，应做好抗风暴潮预案和安全措施，在恶劣条件下停止施工，施工人员、施工机械及时撤离，以减轻灾害带来的损失。

(4) 业主单位应加强对灾害性天气条件下水上交通安全监管，施工船舶不超过安全适航抗风等级开航，避免在恶劣天气及危及航行安全的情况下航行。

(5) 台风期间选择遮蔽条件好、水深合适、浪小、抓力好、船舶密度小的避风地。所有需要锚泊避风的施工船舶由交管中心指定锚位，船舶选择合适的抗台锚泊方式，船舶锚地抗台时，应适当调整吃水差，尽量注入压载水，以减小受风面积。

8.4.2 通航风险防范措施

针对项目施工期和运营期对通航环境的影响，施工单位和业主单位应做到：

(1) 施工期：

①业主单位应加强对施工单位的施工作业和船舶航行的管理，应对作业船只进行安全检查，严格按照《海上交通安全法》和《海上避碰章程》的规定航行和作业，防止事故发生，包括对重要机械、装备和有关资质的检查和确认。

②施工作业开工前按规定向海事局有关部门申请办妥水下施工作业手续，申请发布有关施工作业航行通告和航行警告。

③施工船舶交通组织：

1) 施工作业船舶不得占据规定施工范围以外的水域，以免影响其他过往船舶的航行；

2) 挖泥船、泥驳在转运泥沙的航行过程中，应按海事主管机关所审批的航行路线航行，在规定的抛泥区内抛泥；

3) 抛石船舶作业时应特别注意附近过往船舶的动态以及施工船舶之间可能产生相互影响；

4) 施工船舶应特别注意相三联渔港、土尾渔港及外堆村渔港等靠离船舶的动态。

③附近船舶的交通组织：

1) 附近航行船舶在航经项目施工区域时注意观察施工船舶动态，如发生会遇及时协调避让行动，并应尽量远离项目施工区域；

2) 相关航行船舶应服从海事主管机关的统一管理。

⑤施工船舶的安全措施：施工船舶在作业时应采取各种安全措施，以保证施工船舶的自身安全。

1) 精心设计施工计划：施工方应按照工程设计、施工方案、施工特点、船舶性能等要素精心设计施工计划，按计划进行施工。施工方案应报至海事主管机关并获海事主管机关认可，应落实海事主管机关提出的相应安全措施。

2) 有序组织施工：组织合理，按既定的施工程序有序施工，避免施工各方产生相互影响，保障施工船舶的安全。

3) 落实安全措施：施工方应制定施工作业安全措施，张贴、宣传并落实；施工管理人员在施工过程中应与海事主管机关建立畅通的联系渠道，当发生船舶意外事故时及时向海事主管机关报告；按防台要求做好防台工作，必要时应立即停止施工作业；业主和施工单位应制定突发事件的应急预案，当发生施工船舶事故时将损失减小到最小的程度；施工作业船在施工前应认真查阅有关航行通电、通告及潮汐表等资料，防止搁浅、风灾等事故发生；应按时

收听气象预报，遇有暴雨、台风等恶劣气候，严格遵守有关航行规定，服从海事主管机关的指挥。

4) 接受安全监督：施工作业各部门应接受海事主管机关的安全监督，落实主管机关的安全建议和措施。

⑥施工船舶自身的安全注意事项

1) 施工现场应配制各种安全标志，建立有效的事故检查体系；各种照明及用电线路布置必须考虑其安全因素，防止漏电、触电发生；防火设施应齐全。

2) 机具设备使用者必须掌握机具安全操作规程，实行专人专机，对机具性能及安全操作规程不熟悉者不得操作，各工种必须持证上岗。

3) 制定防大风期间施工计划，备齐防风防汛物资，做到有备无患；按时收听天气预报，当预报风力大于船舶抗风等级时，应及时组织船舶到规定水域避风。按防台要求做好防台工作，必要时应立即停止施工作业。

4) 夜间施工的施工船的探照灯、导航设备、通讯设备、救生设备必须完备、齐全符合使用要求，且应显示相应的号灯、号型。

5) 施工现场配备值班拖轮，拖轮上设探照灯；作业船舶注意了望，避免缆绳误伤其他船舶、人员。

6) 项目施工期间，要求业主督促各施工单位充分注意施工灯光对过往船舶航行的影响，在不影响施工安全的前提条件下，尽量减小施工灯光的照明强度。在施工期间应提示过往船舶在航行到施工水域时要格外小心，充分利用多种助航设施，确保船舶航行的安全。

⑦施工期间的现场安全维护

工程在施工过程中，水上设施和施工船舶可能会影响到过往工程水域船舶的通航安全。在施工期间，施工船舶应确保昼夜显示必要的警示信号以供航经施工水域附近船舶识别。特别是在能见度不良时，施工船舶应能有足够的措施保证施工水域周围船舶在安全距离内避开施工船舶。

1) 设置安全作业区。业主应向有关主管机关申请设定码头工程施工期间的安全作业区，施工作业船舶应在规定的作业区内有序施工，不得擅自在施工区域外锚泊、漂航。

2) 设置安全作业区警示标志。在安全作业区界限上应设置明显的警示标志，具体要求如下：警示标志设置应经海事主管机关的审批；警示标志在白天应有明显的颜色，夜间应有明显的灯光标志，应保证警示标志的灯光发光正常，以防其他船舶误入；附近船舶不得进入警示标志内的施工水域；当发现附近船舶接近警示标志或有可能进入施工区域，施工船舶应用

有效的方法及时发出警告，并注意双方的避让；施工作业船舶不得擅自在警示标志外侧水域逗留、漂航；施工作业船舶应遵守国际海上避碰规则的各项规定，显示相应的号灯、号型；保持 VHF 守听，及时和过往船舶联系。

3) 施工灯光管理。施工船舶和施工浮动设施在夜间施工时应加强对施工灯光的管理，夜间控制强光照明，适当采取遮光措施，避免耀眼灯光影响附近航行船舶的正常了望，避免影响航标灯光助航功能的发挥。

⑧施工船舶上必须配备和使用救生设备和消防设备，做好船舶维护和管理的工作；配备足够的溢油应急设备和消防器材。

(2) 运营期：

①工程竣工后，施工方及时清除遗留在施工作业水域的碍航物，认真检查水工建筑及其附属设施是否达到了设计要求，检查施工水域遗留的碍航物是否已清除干净，发现问题及时解决，请专业单位对停泊区及航道水域进行扫测并出图。

②工程投产后，应按要求定期测量停泊区及进出航道水深，了解工程水域的冲淤变化，及时采取相应措施，保障船舶安全。

③码头航标设置前应向航道管理部门申请统筹考虑航道及工程航标布置，同时根据相关规定和要求委托专门机构开展航标的设计和设置专题研究工作，并在运营前导助航设施必须通过主管部门的效能验收。

④落实安全生产责任制，制定码头作业安全管理办法、操作规程和应急预案，加强对码头管理人员的安全知识和操作技能培训，安排经过合格培训的从业人员进行管理。

8.4.3 溢油风险防范措施

(1) 业主单位要与当地港务监督部门有效沟通和协作，施工前需申请水上作业施工许可证，并向社会发布航行安全通告。施工船舶一般限定在批准的水域内进行作业，施工结束后要向海上交通安全管理部门通报施工船舶的航行情况，与施工及船运单位保持联系，切实加强施工船舶进出施工水域航行的指导。

(2) 施工单位应制定防范恶劣天气和海况的措施，施工船舶作业应在适航的天气条件下进行。

(3) 妥善收集、安全处置船舶含油废水、生活污水等，严禁将污水直排入海，以保证不发生船舶污染物污染水域的事故。

(4) 成立环境安全管理机构，配专职人员，负责检查和落实各项安全、环保措施。施工船舶在水域内定点作业、停泊等，均应根据施工作业场地选择合理的环保措施，加强对施工

现场的科学管理，加强对施工人员的管理，制定严格的环保规章制度，以保证不发生船舶污染物污染水域的事故。

(5) 业主单位应制定溢油应急预案，主要内容包括应急组织、应急设备、应急处理措施、应急监测、通讯联络和人员培训与演练。

8.5 风险事故应急程序

8.5.1 台风应急措施

海口湾海域受台风影响频繁，必须做好防台工作。为确保工程和施工安全，降低灾害损失，制定台风应急预案。

8.5.1.1 安全防护体系

(1) 成立应急抢险防护领导小组，组长：本项目相关负责人；成员：各施工队负责人。

(2) 主要职责：领导小组负责预案的检查、指导及协调工作和预案的现场落实工作。

8.5.1.2 具体措施

(1) 建立对施工区域范围内的观测点，由专人负责。每个施工场地由施工场地领队负责该项工作，随时掌握天气及潮水变化情况并进行统计记录。现场与施工总部保持联络，及时了解相关动态，遇紧急情况时，在接到通知后两小时内，迅速组织现场施工队伍撤离。

(2) 强化对进入该区域施工的施工队及负责人的安全防护意识的培训教育工作，做到平日施工有序，临风暴潮时服从命令，听从指挥，平稳撤离。

(3) 分工明确，责任到人

各施工队伍，各施工队伍各工段、各班组、各工种都要形成人员预案网络，都要有专人负责，在接到撤离通知后整个网络要上下左右形成协调联动，做到撤离时不漏一人。

材料、设备有专人管理，责任落实到具体管理人员。每个设备、材料管理人员都要有应急管理措施。对管理的材料、设备必须心中有数，对哪些材料需进行风雨加固、哪些设备不能进屋、不能开走，需重点设防加固，都必须了如指掌，以便应急处理。

物资准备必须充足：准备足够的木桩、钢管、雨帐篷以便在人员撤离时对水泥堆放点、设备集聚地进行加固、掩盖，以便确保材料、设备不受损失。

确保通讯畅通：为预防手机受水侵后的不良作用，应配备足额的对讲机，以保证突发风暴潮时的通讯联络。

建立特殊联系信号：在夜间突发台风或时，建立防水照明联络信号系统，以方便与外界的救生联络。

以人为本，确保人身安全。备有足够的、完好的救生衣、救生圈。以在特殊的、来不及逃生的情况下使用。

配备足够的、性能完好的车辆：应急预令下达后，配备的车辆必须及时，足数赶到现场，以确保现场人员及时撤离。

8.5.1.3 预防风暴潮预案指导平时工作

(1) 施工人员驻地选址时要选择在地势较高、背风暴潮面建设。要特别注意修建房舍的加固措施。

(2) 主要材料如水泥等，应放在高地上，且应高出高地地面 30cm，并平时就要做好防雨。

(3) 大型主要设备要注意加固、防雨。带不走和不能进屋的设备特别加固好。

(4) 道路要通畅：对预防灾害撤离的路线要特别明显，主要指挥者要牢记清楚，在撤离干道上绝不准乱堆乱放材料、设备、以免影响顺利撤离，对撤离的道路必须严加巡查，随时保持道路畅通。

8.5.1.4 灾害过后的处理

(1) 台风袭击过后，应即检查遭受损失情况。

(2) 台风过后，应检查维修受损部分并确认安全无误的前提下才能恢复正常施工与运营。

8.5.2 溢油事故应急预案

8.5.2.1 应急预案纲要

溢油将对海域环境发生严重的污染损害，事故发生后，能否迅速而有效的做出事故应急反应，对于控制污染、减少污染对生态环境造成的损失以及消除污染等都起着关键性的作用。

表 8.5-1 应急预案纲要

序号	项目	内容及要求
1	总则	
2	应急计划区	作业区
3	应急组织	建立本项目的应急反应组织机构，包括建立单位内的应急反应领导小组，落实各级上级主管部门。
4	预案分级响应条件	(1) 将污染事故分成一般、较大、重大、特大污染事故； (2) 一般污染事故自行处理，较大、重大、特大污染事故启动上级预案，接受上级应急反应部门的领导。
5	报警、通讯联络方式	规定应急状态下的报警通讯方式、通知方式。
6	应急救援保障	主要依靠项目配备的应急设施和区域应急设备。
7	紧急处置措施	制订应对各种突发情况的一般处置措施与程序。

序号	项目	内容及要求
8	事故应急救援关闭程序与恢复措施	(1) 规定应急状态终止程序； (2) 规定事故现场善后处理，恢复措施； (3) 规定邻近区域解除事故警戒及善后恢复措施。
9	应急培训计划	制订培训与演练计划。
10	公众教育和信息	对邻近地区开展公众教育、培训和发布有关信息。
11	附件	(1) 应急联络方式，包括本单位应急反应人员、专业应急救援队伍、敏感目标管理单位、上级应急主管部门等的有效联系方式； (2) 预案编制与更新等。

本项目突发事故应急预案纲要见表 8.5-1。当污染事故发生时，该单位有关人员应迅速将准确的信息上报至海事局和环保部门，并根据海事和环保部门的指示，按照制定好的应急预案开展应急清污行动。当本公司的应急力量不足时，应请求海事和环保部门统一调配周边应急力量，共同完成事故风险控制工作。

8.5.2.2 应急指挥、救援机构职责和分工

成立污染事故应急救援“指挥领导小组”，小组由总指挥、副总指挥、现场指挥、副指挥组成；下设应急救援队伍。当现场发生重大事故时，以指挥领导小组为领导核心，应急救援队伍为救援骨干，全面负责污染救援的组织指挥和救援控制。

应急救援队伍由现场值班主管、主办、领班、现场人员、安环处人员、工程处人员、管理部值班警卫组成。

(1) 指挥领导小组的职责：

- ①负责本单位“预案”的制订、修改；
- ②组建应急救援专业队伍，并组织实施和演练；
- ③检查督促做好重大事故的预防措施和应急救援的各项准备工作。

(2) 指挥部的职责：

- ①发生事故时和事故处理完毕后，分别由指挥部发布和解除应急救援命令、信号；
- ②组织指挥救援队伍实施救援行动；
- ③向上级汇报和邻近单位通报事故情况，必要时向有关部门单位发出救援请求；
- ④组织事故调查，总结应急救援工作经验教训。

(3) 应急救援队伍的职责：

- ①各处室全体职工都负有事故应急救援的责任；
- ②应急救援队伍是防泄漏污染应急救援的骨干力量，其任务主要是担负污染事故的现场救援以及尽最大努力防止污染扩散，将污染危害程度在最短时间里控制在最小范围内。

8.5.2.3 应急救援保障

本工程的应急设备应纳入海区的溢油应急防治系统内，作为需要调动区域应急力量的较大、重大、特大污染事故的应急救援保障的组成部分。此外，施工期船舶溢油事故发生后可依托区域现有应急力量和设施实施救援。

8.5.2.4 建立事故应急反应计划和应急反应措施

考虑到溢油对水体环境的严重污染损害，建立快速科学有效的水上污染防治和应急反应体系是非常必要的。事故发生后，能否迅速而有效地做出事故应急反应，对于控制污染、减少污染对生态环境造成的损失以及消除污染等都起着关键性的作用。为了将事故造成的损失降低到最低限度，制订和实施应急计划是唯一的选择。

（1）应急计划主要内容

- ①明确组织指挥机构；
- ②绘制该地区环境资源敏感图，确定重点优先保护区域；
- ③加强溢出物污染跟踪监测，建立科学的污染预报分析等应急决策支持系统，能够进行事故危害范围和程度的计算机动态模拟、评估与显示；
- ④了解区域清污设备器材储备，建立清污设备器材储备；
- ⑤加强清污人员训练；
- ⑥建立通畅有效的指挥通讯网络。

（2）事故应急反应措施

本项目事故应急反应措施应在以下几个方面做好工作：

- ①建立健全的应急反应的组织指挥系统
- ②应急反应设施、设备的配备：了解区域应急反应设施、设备配备情况，建立畅通的联络通道。

③应急防治队伍及演习

根据本工程的特点，为减少人员及日常开支，除充分利用海事局系统原有应急防治力量外，可考虑充分利用本项目工作人员、消防人员共同参与形成应急防治队伍。对应急救援及清污队伍作定期强化培训和演练的计划，加强了解应急防治操作规程，掌握应急防治设备器材的操作使用，一旦发生应急事故，防治队伍能迅速投入防治活动，从而增强应付突发性溢油及化学品事故的处置能力。

④应急通讯联络

为确保本工程船舶突发性溢油污染事故的报告、报警和通报，以及应急反应各种信息能

及时、准确、可靠的传输，必须建立通畅有效、快速灵敏的报警系统和指挥通讯网络，包括与海事局应急反应指挥系统、周围附近码头的联络，因为往往在应急反应过程中，能否及时对事故进行通报是决定整个反应过程和消除污染效果成败的关键。

⑤应急监视监测

事故的应急监视系统是通过监视手段，及时发现船舶溢油事故，迅速确定船舶事故发生的位置、性质、规模等，为应急反应对策措施及方案的选定提供依据。船舶监视和岸边、堆场监视费用相对较低。

此外针对工程特点，施工期和运营期除了海事局进行日常监视，还要充分依靠群众举报，及时发现事故险情。

当发生事故时，需启动应急监测方案，具体见表 8.5-2。

表 8.5-2 应急监测计划

环境要素	监测项目	监测站位	监测频次
水质	pH 值、COD 和 DO、石油类或事故排放的其他物质	在事故发生点周围设 6 个站位	每 4 小时采样一次直至达标
海洋生态	浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼卵仔鱼、游泳生物	在事故发生点周围设 6 个站位	事故清除后

(3) 污染事故控制现场操作预案

污染事故控制现场围控操作预案如图 8.5-1 所示。

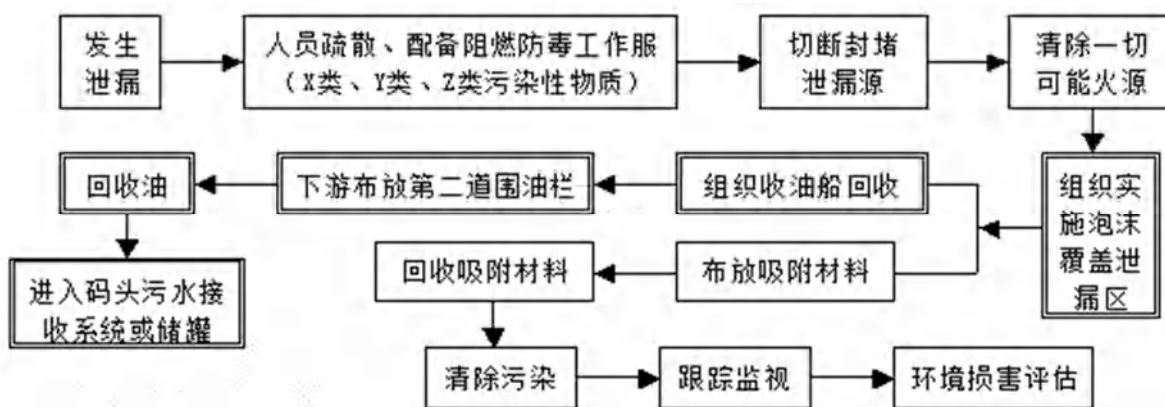


图 8.5-1 污染事故控制现场围控操作预案

(4) 事故后的污染清除、生态风险控制及恢复措施

①污染评估

在进行溢油泄漏应急事故的生态风险防控与污染清除工作之前，首先对事故作出以下评估：

可能受到威胁的岛礁、海滩、岸线和渔业资源等环境敏感区和易受损资源以及需要保护的优先次序；

本地区应急反应的人力、设备、器材是否能满足应急反应的需要。

②应急响应行动

根据对应急事故的评估，应急指挥部应立即作出事故防控的应急对策。

指挥机构在接到报警后，根据初步情况，对外通报、联系支援；

采取措施防止可能引发的火灾、爆炸事故，如果船舶发生了溢油事故，根据溢出位置和原因，采取堵漏、拖浅等措施控制泄漏；派遣船艇对溢出物周围海域实行警戒或交通管制，监视溢出物的扩散。

对可能受到污染威胁的高生态风险的环境敏感区和易受损资源采取优先保护措施，如在事故点周围、下风、下流向铺设围油栏，阻止溢出物扩散和向敏感点转移；如事故点控制无效，应在到达敏感目标前，在保护区的外围，再设第二套防护的围油栏，防止第一套围油栏未围住的泄漏物进入保护区。

对溢油事故水域和周围水域、沿岸进行监测，对危险品泄漏区域和周围村庄进行监测；

根据溢出物的性质和规模，迅速调动应急防治队伍、应急防治设备、器材等以及必要的后勤支援；

组织协调海事、救捞、环保、海洋、水产、军队、公安、消防、气象、医疗等部门投入应急活动；

根据溢出物的类型、规模、溢出物的种类、溢出物扩散的方向、周围海域、大气的环境，指定具体的应急清除作业方案。

③污染清除及恢复措施

溢油事故清除作业是应急反应的直接现场作业，在现场指挥部的统一指挥下，组织调动人力物力，投入清除作业。清除作业包括溢出物的围控、回收、分散、固化、沉降、焚烧和生物降解等处理方法。清除设备器材主要有围油栏、围油栏铺设船、浮油回收船、撇油器、油拖网、吸油材料、溢油分散剂及其喷洒装置、固化剂、浮动油囊、油驳、铲车高压冲洗机等。

对于海上污染，通常采用机械围拦和回收、喷洒化学分散剂和现场焚烧为主要清除技术，吸附及其他处理技术为辅助清除技术。

对于岸线污染，主要采用人工清除、吸附回收和机械清除等物理清除方法，可采取收刮、高压水清洗，岸域沙土中污染渗入严重时应采用换土换沙等方法，以恢复岸边滩涂的清洁和自然生态的美观。

(5) 制定区域溢油应急联动机制

因故发生较大规模泄漏事故时，或无法布设围油栏或布设无效时，必须启动区域溢油应急计划，依靠区域协调和外部社会援助才有可能减小损失。需及时通知可能受污染地区政府，

根据区域应急计划向这些地区调集防范物资和装备。同时要充分调动水面和空中手段对浮油进行化学分散处理。

无法用一道围油栏实施溢油围控或围油栏失效时，宜布设两道或多道围油栏，逐渐减小围油栏失效影响。同时配合吸油拖缆和各种吸附材料，尽力回收浮油。此时必须有足够外援船舶和专用物资支持才可能控制事故。

如因天气、海况等因素，当无法布设设施或现场布设无效时，船舶和人员海上作业难度也非常巨大，此时海洋对溢油的扩散方向和形式很难预测，可能需要空中手段协助监视扩散状况。此时应把防护和救助重点放在按保护优先次序的敏感部位，尽力减小污染带来的损失。同时配合分散剂、聚油剂或凝油剂，使溢油分散、聚集或凝结，便于进一步处理，防止事态失控。

事故应急程序如图 8.5-2 所示，事故应急反应工作流程如图 8.5-3 所示。

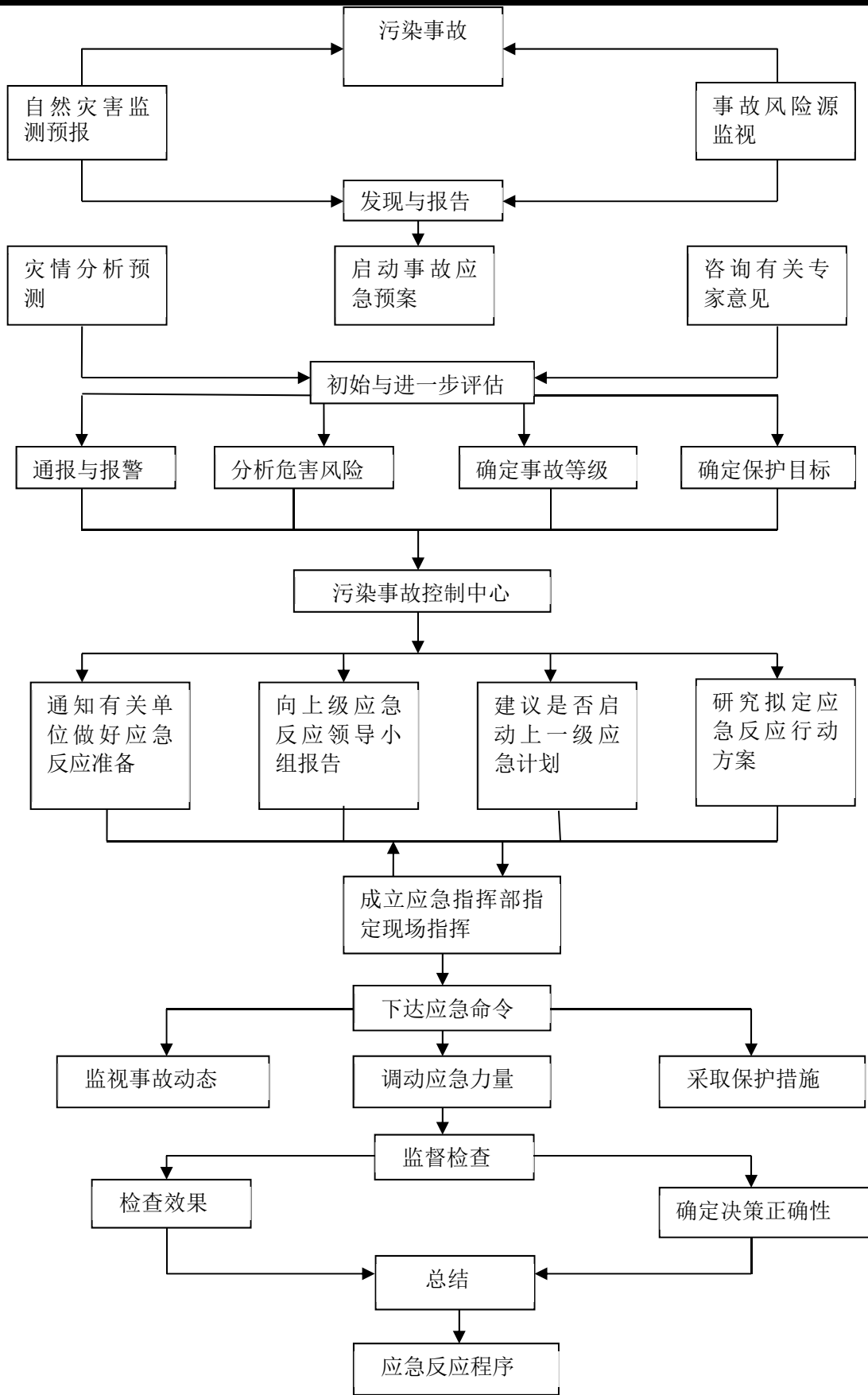


图 8.5-2 事故应急程序图

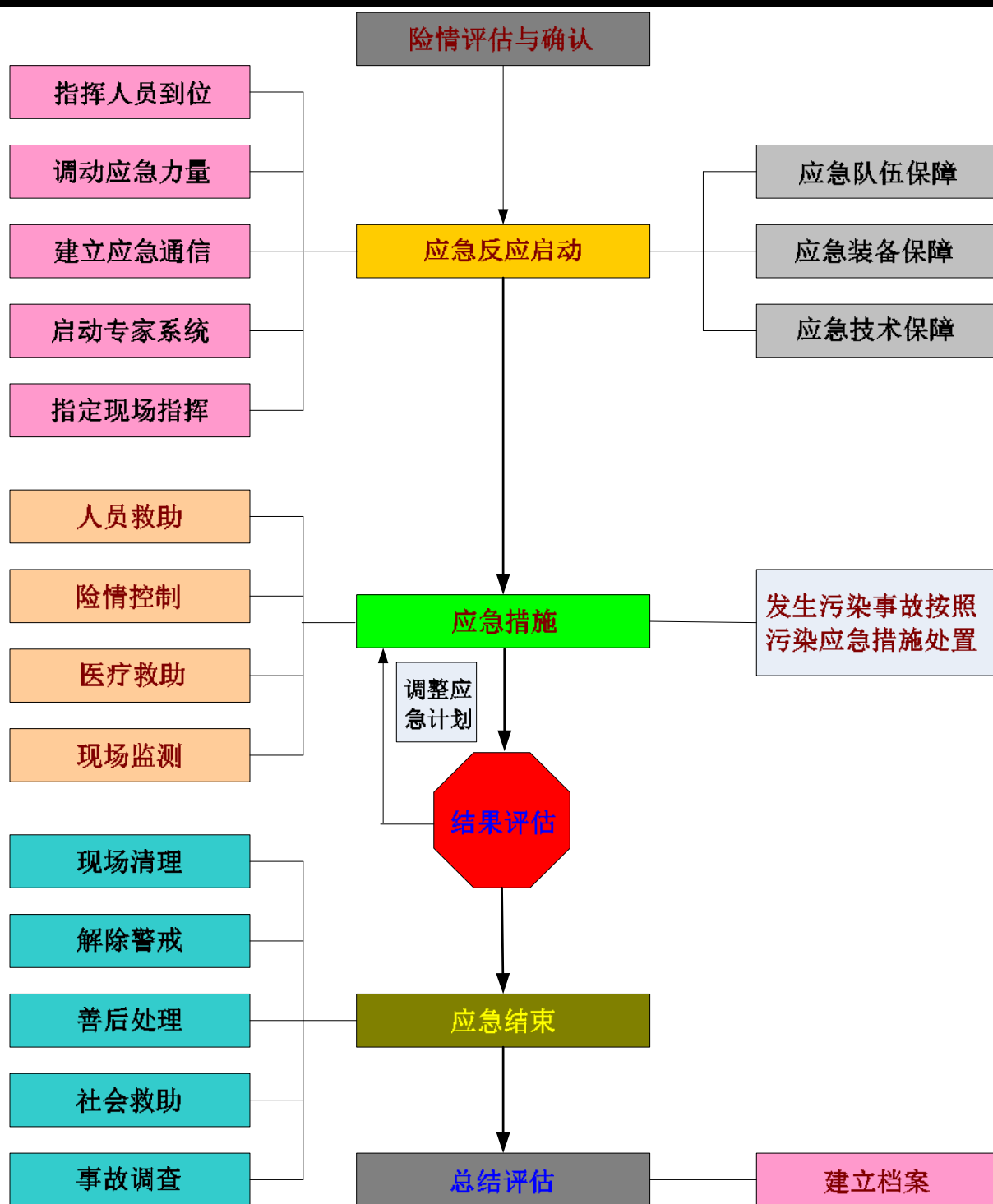


图 8.5-3 应急响应工作流程图

8.5.2.5 区域溢油应急设备现状

(1) 海南省溢油应急物资

① 海事局

海南省各海事局都已配备有各类溢油应急设备，应急设备包括浮油回收船、围油栏布设船、污染物接收处理船、辅助工作船、巡逻船、油驳；围油栏、吸油栏、撇油器、吸油材料、

溢油分散剂及其喷洒装置、拖油网；各种车辆、岸上污水水处理装置、简易清污工具(小铲、水桶等)、存放污染物的简易容器、人员保护设施以及其它有效清污设备材料等。

②海南其他清污企业

除了海事部门、码头企业配备的溢油应急物资外，海南辖区还有一些专业清污公司，也配备了一定数量的溢油应急物资。这些公司包括海口海泽丰港航服务有限公司、海南忠富船舶服务有限公司、三亚华利清污有限公司、海口鑫海纳港航技术服务中心、文昌嘉杰环保技术服务有限公司等。这些公司配备了专业清污人员，并参加了专业培训，具备比较好的专业技能，能够比较熟练的操作各类溢油应急设备。

③各大港口码头

海口秀英港区、新港港区、马村港区的各有关港航公司码头按照交通行业标准《港口溢油应急设备配备标准》配备有一定数量的溢油应急设备器材。

项目周边的溢油应急物资统计情况见表 7.5-4。

(2) 海南油污应急反应联系单位及联系方式：

海南省海上搜救中心（总值班室）24 小时值班电话：12395、0898-68653899

海南海事局危防处：0898-68626028

海口海事局指挥中心(海口市海上搜救分中心)24 小时值班电话：0898-68662466、0898-68626019、0898-68626112

海口海事局马村海事处：0898-67428167

结合工程周边已有的溢油应急设备资源，与项目区较近的区域应急物资为新港港区和海口海事局，可以为本工程提供救援支持。为了发生溢油时可及时处理，控制油污扩散，等待救助船救援。本工程除了依托新港港区和海口海事局的围油栏、收油机、吸油拖栏、消油剂等应急设备外，建议应针对船舶引发的溢油风险为项目区及船舶配备应急设备、器材，详见表 8.5-3 所示。

表 8.5-3 项目区及船舶配套溢油应急设备一览表

应急设备、器材	数量	应用对象
一、海上溢油应急设备		
围油栏	200m*2	溢油
小型收油机	1 台	溢油
二、消防及防护器材		
便携式灭火器	2 个/艘	灭火
防护面具、防护服等	5 套/艘	保护人员安全

9 清洁生产与总量控制

9.1 清洁生产

清洁生产是一种新的污染防治战略，是指将整体预防的环境战略持续应用于生产过程、产品和服务中，以增加生态效率和减少人类及环境的风险，也就是说清洁生产对生产过程要求节约原材料和能源，淘汰有毒材料，降低所有废弃物的数量和毒性；对服务要求将环境因素纳入设计和所提供的服务中。清洁生产评价指标可分为四大类：原材料指标、产品指标、资源指标和污染物产生指标。

根据清洁生产的原理，该项目应坚持实行污染防治和生态保护并重的指导方针，文明施工与作业，合理选择污染小的产业链，即运用先进技术、工艺和设备，减少污染物的排放，降低排放浓度，从源头上控制污染物的产生，同时加大生态建设和环保治理投入，确保生态环保设施建设与主体工程同时设计、施工和使用。本章拟从该项目施工期和营运期两方面考虑拟建项目是否符合清洁生产的原则和要求。施工期主要考虑施工过程、污染物产生与治理措施等；营运期主要考虑采用污染物产生和治理措施等。

清洁生产指标分为三级：一级代表国际清洁生产先进水平，二级代表国内清洁生产先进水平，三级代表国内清洁生产基本水平。

9.1.1 施工期清洁生产分析

本项目的施工内容为港池与航道疏浚和码头桩基施工等。施工期的清洁生产主要体现在施工器械的选择和施工工艺方面。

(1) 港池与航道疏浚

挖泥船施工采用微波测距定位法以及定位法，应严格按照设计要求施工，施工中分段、分层进行，开挖过程中勤测水深，每进一船后立即测量水深，并做好自检记录，不符合要求立即重新开挖，保证开挖质量。按时对 DGPS 参数、水位进行校核，勤测水深，确保施工平面尺寸及开挖标高符合设计要求。施工中严格按测设样标开挖，水上开挖要及时校正船位，确保开挖断面的准确性，避免返工，从根本上减少对环境影响的悬浮物产生量、扩散范围。开挖时选择中、小潮、海况好的时间施工，并在施工区周围混水区设置防污帘，以减小悬浮物的扩散范围。即拟采取的施工工艺及其环保措施是国内通行的做法。

(2) 码头桩基施工

码头结构拟采用高桩墩台+斜坡式接岸结构（钢板桩接岸结构）型式，码头面顶标高

3.5m，前沿底标高-6.5m。码头主体工程主要包括施打 PHC 管桩，上部结构现浇混凝土，码头附属设施安装、护岸接岸等分项工程。施工主要工序为：桩基制作及沉桩→护岸接岸结构施工→现浇墩台施工→码头附属设施安装。

PHC 管桩根据设计技术参数到专业生产厂家订购，用驳船水运到现场施打，桩船采用 40m 高架打桩船，桩锤选用 D-80 柴油锤，沉桩顺序由内侧到外侧按桩位编号进行。

模板安装按照底标高线进行夹桩、吊底。夹桩采用木方，墩台底模采用钢模板，侧模板采用定型钢模板，利用钢围令和螺栓组装成型。为了减少水位对已浇筑成型混凝土的影响，组装侧模板时，拼缝处夹油毡止水。

混凝土施工，采用船泵送商品混凝土。因受潮水影响，混凝土浇筑时间短，在混凝土中应掺入高效减水剂改善混凝土性能，以提高混凝土早期强度。

在码头工程完成后分别进行安装。系船柱、橡胶护舷等，用汽车吊、民船及人工配合进行安装。

护坡结构施工，可采用陆上来料+陆上钩机配合施工。系船柱、护舷、各种码头附属设施应在现浇墩台混凝土时一起施工。

（3）施工设备的选择分析

本项目所用的施工设备主要是运输车、挖泥船、泥驳、物料运输船等，为减少施工期环境影响，本项目的施工部门应采用先进的低噪声低污染机械设备，各种施工机械和设备选用清洁能源电力。在机械设备选型时，尽可能选用耗油量低的产品。因此，本项目具有较高的清洁生产水平。

（4）合理安排施工工期、施工组织方案

有了合适的施工方案和机械，还需要注重施工方式，各个环节都必须始终贯彻环境保护意识，才能将对环境的影响减至最低程度，建设单位拟做到：合理安排施工时间，在施工过程中严格按照施工组织方案进行，尽可能缩短施工期以减小对周围环境的不利影响；工程施工还将产生大量的悬浮物，根据施工实际情况采取相应的削减措施，最大限度降低悬浮物的浓度；船舶含油污水和生活污水委托有资质的船舶污染物接受单位接收。建设单位应会同地方环保部门做好施工期间环境监测检查工作，并实施公众参与制度，对公众提出的环境投诉应由建设单位和监理单位责成施工单位整改，直到公众满意为止。

9.1.2 营运期清洁生产水平

9.1.2.1 节能措施

本工程在方案设计中，要充分考虑利用既有资源，提高设备的运行效率和优化设备的技

术参数，以达到整体的节能效果，主要措施如下：

(1) 办公空调系统采用高能效比产品，设置自动控制；冷媒管采用橡塑海绵保温材料；合理设置室外机位，减少冷媒管长度；

(2) 加强节能培训教育和管理；

(3) 用能大型设备设置用能计量设施。

9.1.2.2 办公建筑物节能技术

(1) 根据建筑功能要求和当地的气候参数，在总体规划和单体设计中，科学合理地确定建筑朝向、平面形状、空间布局、外观体型、间距、层高，选用节能型建筑材料、保证建筑外围护结构的保温隔热等热工特性，最大限度减少建筑物能耗量，将会获得理想的节能效果。

(2) 工程的设计从降低建筑能耗的角度出发，建筑外形尽可能简单规整，避免不必要的凹凸变化，尽量减小建筑物外表面积，把体型系数控制在一个较低的水平。

9.1.2.3 供电照明节能措施

(1) 供配电系统节能

①合理选择变压器容量及台数；选择节能型变压器；加强运行管理，实现变压器经济运行；配电线路选用高导电率的导体，尽量采用铜芯线，不采用铝芯线；变电站应设置在负荷中心，同时各层配电间、配电箱也应尽量设置在负荷中心，减少线路的长度；在满足规范要求的前提下，尽量提高电压等级和功率因数。当采用提高自然功率因素的措施后，仍达不到电网合理运行要求时，可采用并联电力电容器作为无功补偿装置。

②采用高效率电机，变频调速的电动机可以节约电量；根据负荷特性合理的选择电动机；采用星-三角切换装置；根据负荷情况对电动机采取就地无功补偿，减少线损和电压损失。

(2) 照明节能

①码头区照明选用生产工艺先进、光效率高的节能型光源，充分利用自然光，合理布置灯具，使照明灯具布置既满足视觉要求，又达到节能效果。建筑物及道路照明分组布置和控制，根据实际需要分别控制各灯具的开和关。

②减少亮灯时间。加强管理工作，房间或办公室无人工作时，应及时关灯；增加照明开关，每个开关控制的灯数不要过多；对大型空间照明设计，宜采用分区控制；室外照明应采用光电控制器以防白天灯亮；在窗边或人不经常去的地方单独设置照明开关。

③照明线路尽量采用三相四线制，以减少电压损失，尽量使三相负荷平衡；除为了安全必须采用 36V 以下照明电器外，尽量采用较高电压的照明电器；使用高效率的镇流器以减少线路损失；使照明电器的工作电压保持在允许的电压偏差之内，在采用气体的电光源较多的场所应采用补偿电容器提高功率因数。

④在悬挂高度较低的场所，采用荧光灯或小功率高压钠灯，不采用白炽灯，只有在开合频繁或特殊需要时才使用白炽灯；气体电灯尽量采用低耗能的镇流器，对荧光灯和气体放电灯线路必须安装电容器，补偿无功损耗，节约电能。就地加电容补偿器或采用电子镇流器，其功率因数可达约 0.9，采用电子镇流器的线路电流只有采用电感镇流器的 5/9。

(3) 节水措施

①生活给水以及中水管材采用压力水头损失小，强度好、耐腐蚀、使用寿命长的新型管材，可以达到降低电耗和水头损失的效果；

②给水水嘴采用陶瓷芯等密封性好、能限制出流流率并经过国家有关质量检测部门检测合格的节水水嘴；

③大小便器采用节水型产品，坐便器水箱容积不大于 6L；

④公共卫生间采用红外感应水嘴、感应式冲洗阀小便器、大便器等能消除长水流的水嘴和器具；

⑤给水引入管在室外水表井内设水表计量，给水引入管设止回阀；各层集中管井内设旋翼式水表，分层计量。按计划用水，节约用水；

⑥二次加压采用管网叠压供水系统，充分利用市政供水压力，达到优化调度，降低能耗的目的。

9.1.2.4 清洁生产效果分析

本工程为达到节能、环保的目标，在生产及辅助生产建筑的节能设计方面严格执行国家及地方相关方面的标准、规范。积极选用高效节能的设备、材料和技术方案，从根本上执行了国家相关的节能要求。

本工程不得采用国家明令禁止或淘汰的落后工艺、设备，在节能措施中积极采用新工艺、新技术、新产品，达到节能效果。

9.2 总量控制

9.2.1 主要受控污染物的排放浓度、排放方式与排放量

按国家对污染物排放总量控制指标的要求，在核算污染物排放量的基础上提出工程污染物总量控制建议指标，是建设项目环境影响评价的任务之一，污染物总量控制建议指标应包括国家规定的指标和项目的特征污染物。

国家规定的“十三五”期间污染排放总量控制指标有：

(1) 大气环境污染物：二氧化硫，氮氧化物。

(2) 水环境污染物：化学需氧量，氨氮。

(3) 区域性污染物、重点地区重点行业挥发性有机物、重点地区总氮、重点地区总磷。

项目的特征污染物，是指国家规定的污染物排放总量控制指标未包括，但又是项目排放的主要污染物。这些污染物虽然不属于国家规定的污染物排放总量控制指标，但由于其对环境影响较大，又是项目排放的特有污染物，所以必须作为项目的污染物排放总量控制指标。

本项目建设产生的污染物对环境的主要影响表现在水质和生态两方面，主要污染物种类为废水和固体废物。产污环节主要在施工阶段，包括施工期的悬浮泥沙、施工废水、生活污水、生活垃圾、噪声。

9.2.2 污染物的排放消减方法

项目施工期施工场地产生的生活污水经公厕化粪池处理后由吸粪车定期清运；船舶生活污水和含油污水委托有资质的船舶污染物接收单位接收。工程施工还将产生一定的悬浮物，根据施工实际情况采取相应的削减措施，最大限度降低 SS 含量。项目施工期产生的船舶燃油废气及车辆尾气为无组织排放。

运营期船舶生活污水及含油废水经收集后，委托资质单位进行接收处理，船舶燃油废气无组织排放。

9.2.3 污染物排放总量控制方案与建议

本项目施工期的大气污染源主要来自施工机械、施工船舶和车辆废气以及运输车辆扬尘，主要污染物为 NO₂、SO₂、THC 和 TSP 等；运营期大气污染源为装卸机械、运输车辆排放的尾气和扬尘、船舶排放的废气等，主要污染物为 SO₂、NO_x 和 CO₂ 等。项目施工设备较少，产生的污染物较少，均为无组织排放，易被江面的风迅速扩散、稀释，本次不做定量核算。

运营期废水源为船舶机舱含油污水、保障码头区域含油雨污水以及港区生活污水。运营期船舶生活污水中主要污染物的总产生量分别为：COD 为 6.93t/a；BOD₅ 为 3.96t/a；SS 为 3.96t/a、氨氮为 0.60t/a。本项目拟在船舶保障区内增设一座一体化污水处理站(100m³/t)处理运营期的废水，且水质满足标准应达到《污水排入城镇下水道水质标准》(GB/T 31962-2015)后，排入市政污水管网，严禁直接排入周边水体。

因此，污染物排放总量纳入接收单位核算，本项目不单独分配总量控制指标。

10 环境保护对策措施

10.1 建设项目各阶段的污染环境保护对策措施

10.1.1 悬浮泥沙污染防治措施

10.1.1.1 防治措施

通过工程分析，产生的悬浮泥沙对环境影响较大的环节是清淤疏浚、桩基施工和水上土方开挖引起的悬浮物等，因此重点对这几个环节进行污染防治，拟采取的悬浮泥沙污染防治措施见表 10.1-1 所示。

表 10.1-1 悬浮泥沙污染防治措施一览表

产污环节	环保措施	实施地点及投入使用时间	责任主体及运行机制
基槽开挖、桩基施工、清淤疏浚	采用先进的施工工艺和设备，合理安排施工顺序和进度。	施工期	施工单位
	施工过程中应尽可能采用对水体扰动小的挖泥船等船只和设备，避免泥沙的扩散和再悬浮。	施工期	施工单位
	选择中、小潮、海况好的时间施工，并在施工区周围混水区设置防污帘，以减小悬浮物的扩散范围。	施工期	施工单位
其它	在台风、暴雨等恶劣天气下，应提前做好防护工作，对码头设施进行必要的加固措施，以保证有足够的强度抵御风浪，避免其遭受破坏。	施工期	施工单位
	做好陆域的水土保持工作，合理安排土石方运输的进度，减少陆上堆存土石方量，以免堆存的材料或暴雨径流携带的泥沙等污染周边水域。	施工期	施工单位

10.1.1.2 技术可行性

通过计算可知，在不采取任何防护措施的情况下，超I、II类水质（ $>10\text{mg/L}$ ）面积为 1.307070km^2 ，超III类水质（ $>100\text{mg/L}$ ）面积为 0.501227km^2 ，超IV类水质（ $>150\text{mg/L}$ ）面积为 0.424734km^2 。超IV类水质最远扩散距离所处位置在南侧大约 650m 处，超III类水质最远扩散距离所处位置在南侧大约 800m 处，超I、II类水质向南最远扩散距离所处位置距离南侧大约 2200m 处，向北最远扩散距离所处位置距离北侧大约 590m 处。

如果在施工过程中采取一定的措施，比如可视悬浮物扩散情况，在施工区域周围的混水区投放设置防污帘，则可以最大限度的控制 SS 扩散范围，缩短影响时间。施工时为了减少悬浮泥沙的扩散范围，拟考虑在施工区域周围设置拦污屏，拦污屏可随海水涨落，中间为土工布，起过滤作用，下面固定在海底，使得工程施工产生的悬浮物最大程度的被过滤下来。

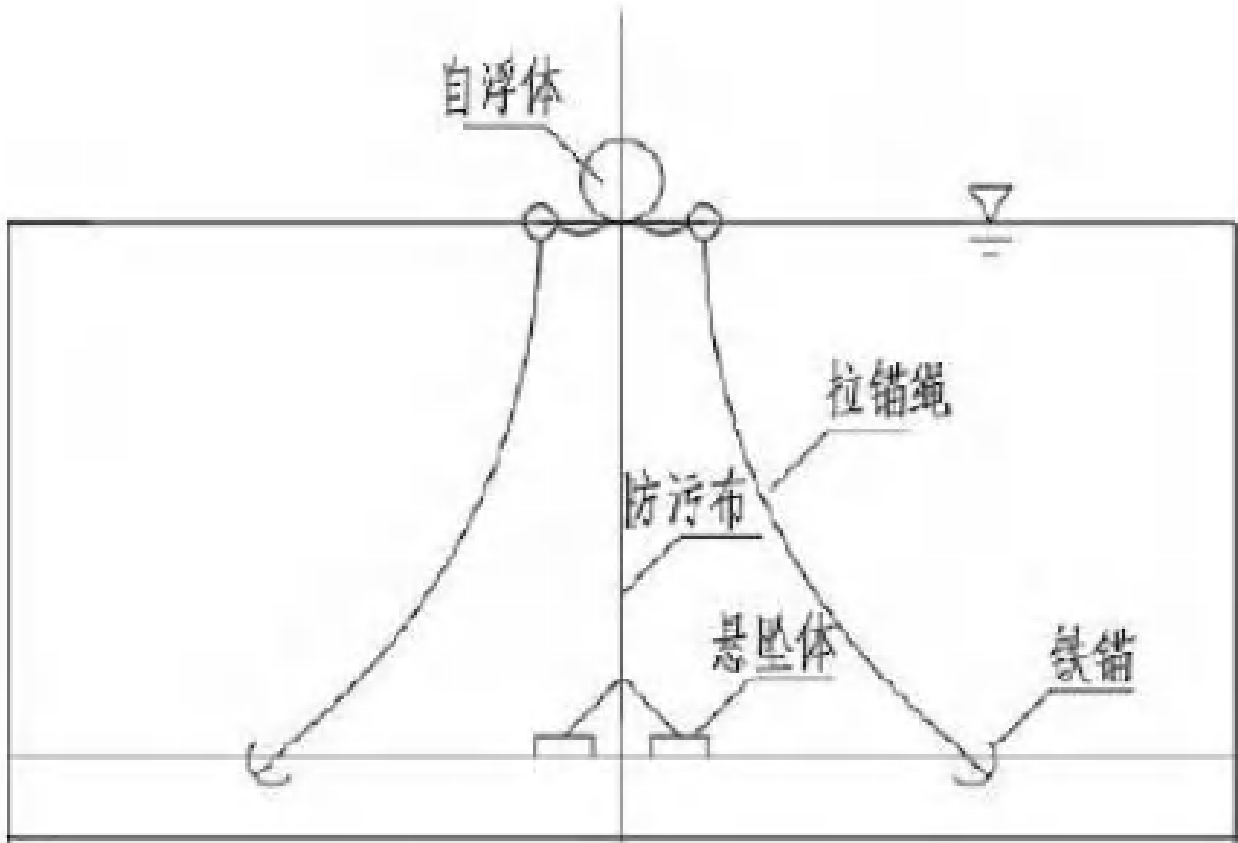


图 10.1-1 拦污屏断面图

此外，施工过程中产生的悬浮物对水质的影响，时间是短暂的，这种影响一旦施工完毕，在较短的时间内也就结束。

10.1.2 水污染防治措施

10.1.2.1 施工期防治措施

(1) 严格管理施工船舶和施工机械，严禁船舶带“病”作业，严禁油料泄漏或倾倒废油料，严禁施工船舶向水域排放未经处理的机舱水。施工船舶应设置油水分离器或装灌油污水的舱柜或容器等，集中收集和贮存，再交由有资质的单位进行统一接收处理。

(2) 合理规划施工场地的临时供、排水设施，消除跑、冒、滴、漏现象。

(3) 生产废水砂石料冲洗与开挖土排水等，经过滤网过滤后，含砂及石废水在沉淀池将其中固体物料沉淀下来，工程结束后应将其填埋并绿化。

(4) 做好陆域水土保持工作，合理安排物料运输和施工进度，减少陆上物料堆存，以免堆存的材料或暴雨径流携带的泥沙等污染周边水域。

(5) 防腐构件均在出厂前完成喷涂，喷涂完毕后再运至现场进行安装，避免构件现场防腐施工对水环境的影响。

10.1.2.2 运营期防治措施

(1) 船上应设置含油污水的收集设施，经收集后，委托有资质的单位统一接收处理，严禁直接排入周边水体。

(2) 保障码头区域含油雨污水以及港区生活污水拟通过在船舶保障区内增设的一体化污水处理站（100m³/t）进行处理，水质达标后排入市政污水管网。

(3) 制定事故预防与应急计划，成立专门小组，并配备必要的应急反应设备，定期开展应急反应培训，使其具有处理应急事故的能力。

(4) 定期检查船舶运行状态和防污设施，严禁船舶带“病”作业，防止跑、冒、滴、漏油现象。

水污染主要污染环保设施和对策措施见表 10.1-2 所示。

表 10.1-2 水污染环保设施和对策措施一览表

阶段	污染物	污染物排放	环保设备	规模及数量	预期效果	实施地点及投入使用时间	运行机制
施工期	含油污水	施工船舶含油废水	收集容器	每艘船均配备 1 套含油污水收集设施。	收集后委托资质单位处理	施工船舶	施工单位设兼职环境管理人员负责，定期清理，或委托专业机构进行
	生活污水	施工船舶生活污水	收集容器	每艘船均配备 1 套生活污水收集设施。		施工船舶	
运营期	含油污水	船舶机舱含油污水	收集罐	2 个收集罐	委托资质单位清运处理	靠泊船舶	建设单位可委托专业机构负责接收和管理
	含油雨污水	保障区域含油雨污水	一体化污水处理站	100m ³ /t	水质达标后排入市政污水管网	船舶保障区	委托清污单位接收和管理
	生活污水	港区生活污水					

10.1.2.3 技术可行性

(1) 施工期

根据工程分析，项目整个施工期的生活污水产生量为 11808m³，主要污染物的总产生量分别为：COD 为 4.14t；BOD₅ 为 2.37t；SS 为 2.37t；氨氮为 0.36t。项目施工船舶含油污水的总产生量为 1813.5t，主要污染物石油类的总产生量为 3.627t。

施工船舶设置生活污水收集设施；项目施工船舶的生活污水经收集后，定期由船舶运营方联系有资质船舶污水接收单位进行处理；施工期间设置环保厕所 5 个，作为陆上施工如厕依托。此外，项目施工船舶必须执行交通部《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》（交海发[2007]165 号）要求，禁止向沿海海域及河流排放油类污染物，施工船舶需配备含油污水收集器，船舶含油污水经收集后定期由船舶运营方联系有资质船舶污水接收单位接收处理。

因此项目经采取以上措施后，施工期产生的废水对区域环境影响较小，以上防治措施可行。

(2) 运营期

运营期废水源为船舶机舱含油污水、保障码头区域含油雨污水以及港区生活污水。根据项目分析，运营期产生的含油废水为 1.97t/d，主要污染物石油类的总产生量为 0.00394t/d；保障码头区域含油雨污水的最大日均量为 150m³/d，主要污染物石油类的总产生量为 0.30t/d；港区生活污水的最大日均量为 90m³/d，即为 19800m³/a，主要污染物 COD、BOD₅、SS 和氨氮的总产生量分别为：COD 为 6.93t/a；BOD₅ 为 3.96t/a；SS 为 3.96t/a、氨氮为 0.60t/a。

根据《海口市海上综合执法码头及配套路网项目可行性研究报告》（中交水运规划设计院有限公司，2022 年 4 月），本项目在船舶保障区内增设一体化污水处理站（100m³/t）进行处理，水质满足标准应达到《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T 31962-2015）后，重力流排至入江东大道市政污水干管，由江东地埋式水质净化中心（一期）进行处理。因此，项目运营期产生的废水经收集后均外运处置，不直接排入周边水体，故项目运营期对区域水环境影响较小，以上防治措施具有可行性。

10.1.3 固体废物污染防治措施

10.1.3.1 施工期防治措施

(1) 施工单位不得随意抛弃建筑材料、旧料和其它杂物，应尽可能的回用，不能利用的应有计划、有步骤的搬运或堆存，临时场地不影响交通、电讯等。

(2) 施工人员生活垃圾集中堆放在指定的场地，及时由城市环卫部门运至垃圾处理场集中处理，不得将垃圾随意丢弃。

(3) 施工机械设备发生作业操作性的残油、洗涤油应及时盛接，与生活垃圾中分拣出来的危险废物交由有危险废物处理资质的单位将其安全处置。

10.1.3.2 运营期防治措施

(1) 在港区设置生活垃圾收集设施，生活垃圾经收集后统一由环卫部门运至生活垃圾无害化处理场集中处理。

(2) 项目船舶应设置生活垃圾收集桶，出海产生的生活垃圾经收集后，接收上岸处置，禁止乱扔、乱投等行为。

(3) 建设单位应经常性对停泊区以及附近水域进行净海活动，对漂浮在水上的垃圾等收集起来，若无法收集时，可向有关部门报告。

固体废物主要污染环保设施和对策措施见表 10.1-3 所示。

表 10.1-3 固体废物污染环保设施和对策措施一览表

阶段	污染物	污染物排放	环保设备	规模及数量	预期效果	实施地点及投入使用时间	运行机制
施工期	生活垃圾	施工人员生活垃圾	垃圾桶	每艘施工船舶设置 1 个垃圾收集桶,陆上施工区域设置 3 个垃圾收集桶。	生活垃圾收集后由环卫部门清运处理。	施工船舶、鱼货集散作业场地	施工单位设兼职环境管理人员负责,定期清理,或委托专业机构进行。
	生产垃圾	施工船舶及施工机械设备作业产生的残油、废油等危险废物	残油、废油收集罐	每艘船舶均配备残油、废油收集罐,陆域施工场区设置 1 个收集罐。	统一交由有危险废物处理资质的单位将其安全处置。	施工船舶及鱼货集散作业场地	
运营期	生活垃圾	港区生活垃圾	垃圾箱、垃圾车	船舶均配备生活垃圾收集设施,港区设置生活垃圾收集箱 3 个。	生活和生产垃圾经分类后由专门的清洁公司收集后,统一外运到城市垃圾处理厂处理。	船舶、港区	建设单位可委托专业机构负责建设和管理。

10.1.3.3 技术可行性

(1) 施工期

施工期的固体废物主要来源于施工人员的生活垃圾,施工机械设备产生的残油、废油以及疏浚物等。施工期生活垃圾总量为 72.0t,本工程疏浚量约为 140.87 万 m³。

生活垃圾以有机污染物为主,应及时收集,并由环卫部门统一外运并安全处置。施工机械设备作业产生的残油、废油等危险废物,经收集后统一交由有危险废物处理资质的单位将其安全处置。由于港池航道的疏浚土主要以淤泥为主,陆域无堆存区,暂定外抛至 20km 外的海口海洋倾倒区。

(2) 运营期

项目运营期的固体废物主要来源于港区生活垃圾。生活垃圾总量为 210t/a。

港区配置垃圾箱、垃圾车,港区的生产和生活垃圾做到日产日清,生活和生产垃圾经分类后由专门的清洁公司收集后,统一外运到城市垃圾处理厂处理。

综上所述,施工期和运营期的固体废物经妥善处理后不会对周围环境产生不良影响,以上防治措施具有可行性。

10.1.4 噪声污染防治措施

10.1.4.1 防治措施

项目施工期环境噪声主要为施工机械、施工船舶和运输车辆产生的噪声，项目营运后的噪声污染源主要为装卸机械作业的噪声、进出港运输车辆的交通噪声以及船舶停、开的汽笛声等。噪声主要为船舶停靠及出港时产生，产生的影响也只是短暂的，随着其的远离，噪声影响也逐渐减弱、直至消失。

主要噪声污染防治对策措施见表 10.1-4 所示。

表 10.1-4 噪声污染防治措施一览表

阶段	污染物排放	环保措施	预期效果
施工期	施工机械噪声	施工单位应注意施工机械的保养，维持施工机械低声级水平，避免超过正常噪声运转。	减少突发噪声及强噪声源对声环境的影响
	运输车辆噪声	合理安排高噪声施工机械作业的时间，夜间禁止打夯、机动车辆鸣笛。对施工车辆进行统一调配，减少车辆进出场会车鸣笛次数，控制车流密度，减轻交通噪声对周围环境的影响。行驶车辆应限速（30km/h），减少对附近村庄的噪声影响。	
运营期	装卸机械作业的噪声	管理部门应注意装卸机械的保养，维持低声级水平，避免超过正常噪声运转。	减少突发噪声及强噪声源对声环境的影响
	进出港运输车辆的交通噪声	对进出港运输车辆进行统一调配，减少车辆进出场会车鸣笛次数，控制车流密度，减轻交通噪声对周围环境的影响。行驶车辆应限速（30km/h），减少对附近村庄的噪声影响。	
	船舶停、开的汽笛声	合理组织船舶进出，减少船舶鸣笛次数。	

10.1.4.2 技术可行性

项目在施工阶段各种机械噪声昼间达标排放所需的衰减距离为 4-19m，夜间达标距离为 18-100m。施工期噪声昼间影响距离在 19m 以内，夜间影响距离在 100m 以内，本项目夜间不施工。据调查，项目区沿线在声环境影响范围内的敏感目标主要有南侧约 250m 处的外堆村，南侧约 650m 处的外坪村，西侧约 700m 处的三联社区和西南侧约 980m 处的土尾社区，故项目施工对周边环境影响较小。

项目营运后的噪声污染源主要为装卸机械作业的噪声、进出港运输车辆的交通噪声以及船舶停、开的汽笛声等。噪声值一般约为 70-80dB，鸣笛声可达 110dB，但鸣笛时间短促。噪声主要为船舶停靠及出港时产生，产生的影响也只是短暂的，随着其的远离，噪声影响也逐渐减弱、直至消失，对声环境质量影响很小。

在合理组织船舶进出，减少船舶鸣笛次数的前提下，本项目对声环境质量的影响很小，以上防治措施具有可行性。

10.1.5 大气污染防治措施

10.1.5.1 防治措施

项目施工期大气污染主要为施工船舶、施工机械及运输车辆产生的尾气，施工中物料运输产生的扬尘。施工单位必须加强施工区的规划管理；构件防腐材料均在出厂前进行喷涂，喷涂完毕后再运至施工现场进行安装，避免构件现场喷涂施工对大气环境产生不利影响。运营期大气污染物主要为渔船进出港产生的燃油废气。主要大气污染防治对策措施见表 10.1-5 所示。

表 10.1-5 大气污染防治对策措施一览表

阶段	污染物	污染物排放	环保措施	预期效果
施工期	粉尘防治	船舶、施工机械及车辆尾气	使用清洁能源。	减少污染物的产生量
		汽车运输砂土、水泥、碎石引起扬尘	易起尘的物料要加盖篷布、控制车速，防止物料洒落和产生扬尘。	增加石料含湿量，减少起尘
			卸车时应尽量减小落差，减少扬尘。	
			对陆域施工现场以及运送土石方的道路应定期清扫洒水，保持车辆出入口路面清洁、润湿，以减少施工车辆引起的地面扬尘污染，并尽量要求运输车辆减缓行驶速度。	
	施工现场铺设临时的施工便道，铺设碎石或细沙，并尽量进行夯实硬化处理，以减少运输车辆轮胎带泥上路和造成二次扬尘。	可有效减少扬尘		
	施工场地风力扬尘	铺设遮盖设施，减少施工期间场地风力扬尘对环境空气的影响。		
防腐材料	构件防腐喷涂	构件防腐材料均在出厂前进行喷涂，喷涂完毕后再运至施工现场进行安装，严禁现场防腐喷涂施工。	严禁防腐材料逸散	

10.1.5.2 技术可行性

项目在施工期和运营期的大气污染物均为无组织排放，产生的污染物量较少，易被江面的风迅速扩散、稀释。上述措施可有效增加石料含湿量、减少起尘，进而减少施工机械和运输汽车等的无序排放以及排放总量，因此本项目对大气环境的影响不大，以上防治措施具有可行性。

10.2 生态环境保护措施

10.2.1 生态保护总体方案概述

10.2.1.1 水生生态保护措施

水生生态损失主要特征有：生态损失的长期性、潜伏性；生态损失的影响范围广；生态损失的修复难度大；水生生态损失的主体具有多元性和难确定性。

(1) 生态保护与修复

生态修复是人为采取一定的方法，对已经造成损害的水生生态系统而采取的一项补救措施使遭到破坏的生态系统逐步恢复或使生态系统向良性循环方向发展。根据自然资源损失补偿和受损区域恢复原则，该项目必须采取一定的生态恢复和补偿措施，以削减生态影响程度，改善区域生态系统功能。生态环境保护和修复对策措施见表 10.2-1 所示。

(2) 生态补偿

生态补偿包括三方面内容，一是对环境自身的补偿，如恢复和改善区域生态环境、设立自然保护区等；二是对个人、群体或地区保护环境的机会成本进行补偿，如对退出捕捞的渔民给予补贴；三是制止环境破坏行为，通过让受益者支付相应费用，使其经济活动的外部成本内部化，以制止破坏环境的行为。

目前主要采取以下两种补偿方式：经济补偿，是最常采用的补偿方式，项目建设单位应根据项目建设所造成的生态损失量，包括渔业资源、底栖生物、水生生物等，根据相关规定给予一定的经济补偿；生境修复，通过修复受损的生态系统和生态重建来实现生态损害的内部化。

(3) 生态监管

生态监管包括生态保护、生态补偿措施的管理，项目竣工验收和跟踪监测等。

①生态保护、生态补偿措施的管理

一般情况下，因工程建设而采取的生态保护、生态补偿措施的进度落后于建设项目的进度，如渔业资源人工增殖流放、海洋生态恢复工程等都必须在建设项目基本成后实施。一般按照环评的要求和实际工作情况，项目建设的生态补偿工作应在施工结束后的第一年六月份开始实施，本项目建设单位应与相关管理部门协商生态损失补偿事宜，主管部门应该对生态补偿工作的落实并对实施过程、实施效果进行监管。

②项目竣工验收

项目建成后，渔业主管部门应参与项目的竣工验收，验收重点为环境保护设施、生态

保护和生态补偿措施等。如果本项目环保措施未达标，或者生态补偿费用未落实，不应同意本项目的竣工验收。

③跟踪监测

建设项目对生态的影响机制比较复杂，其影响程度也很难完全准确预测。因此，在本项目施工期和建成后，应就项目对环境的影响进行跟踪监测，可委托有资质的监测部门实施监测计划。对跟踪监测中发现的超标预测影响问题，应及时上报海洋、环保、渔业等行政主管部门，并要求项目建设单位采取相应的补偿措施。

表 10.2-1 生态环境保护和修复对策措施一览表

影响	环保措施	预期效果	实施地点及投入使用时间	责任主体及运行机制
渔业资源	桩基施工和疏浚环节避开渔业资源繁殖季节。	减小悬沙影响程度和范围，减小对鱼卵仔鱼的影响	施工期间，工程区域	建设单位和施工单位
	建议施工期加强施工区附近区域的水质监测。	掌握施工活动与水体中悬浮物增量的规律，尽可能避免对水生生态产生不利影响		建设单位
	桩基施工和疏浚施工过程中应尽可能采用对水体扰动小的机械设备，减少泥沙的扩散和再悬浮。	减小悬沙影响程度和范围，减小对鱼卵仔鱼的影响	施工期间，工程区域	施工单位
底栖生物	桩基施工和疏浚施工准确定位、详细记录其过程，严格按照施工平面布置进行作业，避免在一个区域重复作业。	减少对项目所在水体区域底质扰动的强度	施工期间，施工区域	施工单位
	选择具有地方特色且适合本区域水体环境生长的贝类底播，增加底栖生物资源量。	按照相关部门的要求，按时完成增殖放流的品种、数量	工程附近水域，施工完成后 2 年内完成	建设单位可委托专业机构负责
水生生物	施工前先驱散该区域的水生生物。	有利于减少对水生动物的干扰	施工期间	施工单位
	控制船舶的发动机噪声和其他设备的噪声。			

10.2.1.2 陆域生态保护措施

- (1) 施工用地设置排水沟和沉淀池等；
- (2) 临时堆料场采取临时拦挡措施、覆盖等实施；
- (3) 陆域场地形成工程避开雨季，在其他季节施工过程中，若碰到刮风、下雨时，应及时采用帆布等物对裸露面进行覆盖，防止雨水冲刷。
- (4) 项目建成后应加强港区的绿化，优化区域景观环境，同时增加区域水土涵养功能。

10.2.2 鱼类“三场一通道”生态保护措施

(1) 洄游通道保护措施

本项目区域主要洄游鱼类为花鳗鲡，根据项目的工程特点及花鳗鲡的生活习性，对花鳗鲡采取时间、空间上的避让措施。花鳗鲡是典型的降河洄游鱼类，每年 11 月游到海里产卵，直到翌年 3 月均为花鳗鲡的洄游时间。项目疏浚工程会影响鱼类的洄游通道，应采取避让，减缓等措施减轻对花鳗鲡洄游通道的影响，项目应根据花鳗鲡溯河洄游的季节（11 月~翌年 3 月），优化施工工艺，尤其是在花鳗鲡幼苗（1 月~2 月）洄游期间，通过减少施工机械设备数量来减少施工强度，本工程主要施工区域位于河道东岸，施工过程不对河道进行阻隔，可保障 200m 以上的洄游通道，不会阻断鱼类的洄游通道。项目施工过程中若遇到花鳗鲡等珍稀濒危鱼类，应立即停止施工，通知农业农村部门及环保部门进行处理，项目实施严格按照实施方案进行施工，不能超过方案红线，同时必须遵守环评及环境监理的要求进行施工，空间上的避让应作为项目招标的条件写入招标文件条款中。

(2) 对鱼类产卵场的保护措施

本项目建设涉及南渡江河口产卵场，根据南渡江河口生态现状调查，南渡江鱼类品种较多，河口两岸及江心洲主要分布棱鲛、多鳞鱮、细鳞鲷、金钱鱼、大弹涂鱼、弹涂鱼等鱼类产卵场，区域鱼类产卵期主要集中在 5-8 月，故项目施工期应尽量避免鱼类产卵期，避免在 5-8 月施工，同时项目施工过程中应做好施工组织设计，严格按照划定的区域施工，疏浚禁止超范围开挖，项目施工期产生的各项施工废水经收集后外运处置，禁止排入区域水域。要求项目施工完毕后，应采取增殖放流措施，放流的主要对象为南渡江中稀有濒危、具有经济价值的保护对象及底栖动物。

(3) 鱼类保护措施

根据实施方案，工程施工不同规格的挖泥船，施工单位应使用符合环保标准要求的机械设备及船舶，海船进入排放控制区，应使用符合《海南省交通运输厅海南海事局关于印发海南省实施船舶大气污染物排放控制区的通告》（琼交管运[2019]290 号）的燃料，其中内河和江海直达船舶应使用符合环保标准要求的车辆柴油，禁止使用船用燃料油，施工船舶及其他设施设备要注意保养。疏浚作业会严重破坏河床地质及岸边栖息地，同时会造成河水中悬浮物含量增加，影响下游的生态环境及渔业资源。为减少疏浚作业造成的破坏，项目应做好泥沙防扩散措施，采用帷幕施工方案，减小悬浮物的扩散，减少施工悬沙对周围水环境的污染，将影响降到最低。

10.2.3 生态补偿方案

《中国水生生物资源养护行动纲要》(国发[2006]9号)提到:建立健全水生生物资源有偿使用制度,完善资源与生态补偿机制。按照谁开发谁保护、谁受益谁补偿、谁损害谁修复的原则,开发利用者应依法交纳资源增殖保护费用,专项用于水生生物资源养护工作;对资源及生态造成损害的,应进行赔偿或补偿,并采取必要的修复措施。

根据南渡江渔业资源调查情况,以及工程影响分析,减少工程对水生生物资源的影响,放流的主要对象为南渡江中稀有濒危、具有经济价值的保护对象及底栖动物。增殖放流费用为47.71万元(含公示公证费及组织实施费等)。拟安排施工结束后的3年内实施,由渔业相关部门组织实施,建设单位应设置单独账号,专款专用,将生态补偿资金47.71万元存入专用账号,根据《水生生物增殖放流管理规定》第十三条规定,单位和个人自行开展规模性水生生物增殖放流活动的,应当提前15日向当地县级以上地方人民政府渔业行政主管部门报告增殖放流的种类、数量、规格、时间和地点等事项,接受监督检查。由农业农村厅的渔政部门进行监督指导,建设单位应委托有资质的单位进行后续的生态修复。拟放流品种和数量等见下表10.2-1所示。

表 10.2-1 鱼类人工增殖放流计划

序号	放流种类	规格	单价(元/尾)	数量(万尾)	经费(万元)
1	花鳊鲂	7cm 以上	40.0	0.4	16.0
2	篮子鱼	3cm 以上	2.0	2.0	4.0
3	鲮	3cm 以上	1.5	2.0	3.0
4	紫红笛鲷	3cm 以上	2.5	2.0	5.0
5	锯缘青蟹	扣蟹(4-5g/个)	2.5	2.0	5.0
6	灰鳍鲷/黄鳍鲷	3cm 以上	2.5	2.0	5.0
7	斑节对虾	3cm 以上	20(万尾)	0.2	4.0
8	其他费用				5.71
9	小计				47.71

放流活动需严格按照《中国水生生物资源养护行动纲要》、《水生生物增殖放流管理规定》开展。放流的鱼类苗种必须是野生亲本人工繁殖的子一代。放流的苗种必须依法经检验检疫合格,确保健康无病害、无禁用药物残留。供应商水产苗种生产和管理符合农业部颁发的《水产苗种管理办法》,并有省级水产管理部门核发的《水产苗种生产许可证》。属于珍稀、濒危物种的,应当来自持有《水生野生动物驯养繁殖许可证》的苗种生产单位。

由于花鳊鲂等是保护鱼类,进行异地迁移时需要办理《中华人民共和国水生野生动植物及其产品利用特许证件申请表》,《中华人民共和国水生野生动物经营利用许可证》,《水生野生动物特许运输证》,《水生野生动物特许捕捉证》,取得农业农村部门的审批后方可

实施。建设单位应与当地农业农村部门协商，按照农业农村部门的要求，制定相应的生态修复方案，合理安排项目生态修复工作。

10.3 竣工环境保护验收

根据《建设项目环境保护管理条例》，建设项目竣工后，建设单位应当按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。建设单位在环境保护设施验收过程中，应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况；对各项环保工程措施的落实情况、效果及工程建设对环境的影响进行调查。本项目环保验收内容如表 10.3-1 所示。

表 10.3-1 环保验收内容一览表

	环境要素	污染源	主要污染防治措施及验收内容	预期效果/验收标准
施工期	水环境	施工船舶生活污水及含油废水	设置收集设施	收集后，委托资质单位接收处理。
	大气环境	施工机械、施工船舶和车辆废气以及运输车辆扬尘	对物料运输的道路应定期清扫洒水，保持车辆出入口路面清洁、润湿，以减少施工车辆引起的地面扬尘污染，并尽量要求运输车辆减缓行车速度。	达到《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）。
	声环境	施工机械、施工船舶和运输车辆产生的噪声	加强管理，禁止夜间施工。做好施工机械和运输车辆的调度和交通疏导工作，禁止车辆鸣笛，降低交通噪声。注意施工机械的保养，维持施工机械低声级水平，避免超过正常噪声运转。	达到《建筑施工场界噪声限值》（GB 12523-2011）。
	固体废物	施工期的固体废物主要来源于施工人员的生活垃圾	集中堆放在指定的场地。	由市政环卫部门统一处理。
		施工机械设备产生的残油、废油	经收集后统一交由有危险废物处理资质的单位将其安全处置。	《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB 18599-2020）
	生态环境	疏浚及桩基施工	增殖放流	生态补偿，恢复生态环境。
环境监测 环境监理		施工期环境监测 施工期环境监理费用	对施工过程进行监督管理，及时发现并解决环境问题。	
运营期	水环境	船舶机舱含油污水	设置收集设施。	收集后，委托资质单位接收处理。
		保障码头区域含油雨污水	通过在船舶保障区内增设的一体化污水处理站（100m ³ /t）进行处理，水质达标后排入市政污水管网。	《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T 31962-2015）。
		港区生活污水		
	固体废物	港区生活垃圾	设置垃圾桶	由市政环卫部门统一处理。

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

本报告拟采取的清洁生产和污染防治措施主要针对项目建设的水污染和固体废物污染，并提出了生态保护措施，比较清楚、具体，可以有效执行，能够达到环境保护的要求。

根据当前的市场经济价格估算，本次评价所提出的各项污染防治措施费用为 808.05 万元，项目总投资为 66011.79 万元，占总投资的 1.22%，如表 11.1-1 所示。从环境保护角度而言，该环境保护措施投资对业主也是可接受的，从经济角度论证，该项目的环境保护措施是可行的。

表 11.1-1 环保投资估算表

阶段	项目	单价 (万元)	数量	金额 (万元)
施工期	施工期环境监理	1 万元/月	12 月	12.0
	施工期跟踪监测	40 万元/次	6 次	240.0
	防污帘	0.05	1000m	50.0
	垃圾回收桶	0.05	20 个	1.0
	环保厕所	0.2	5 个	1.0
	船舶含油污水处理费用	20.0	1 项	20.0
	生活污水处置费用	20.0	1 项	20.0
	围挡	30 元/m ²	长约 2km, 高约 2.5km	3.0
	隔声、吸声屏障	类比估算	长约 2km, 高约 2km	5.0
	土石砂石料遮盖篷布	17.0	1 项	17.0
	施工期洒水、垃圾处置等费用	20.0	1 项	20.0
营运期	垃圾收集桶	--	--	10.0
	船舶生活污水及含油废水接收设施	--	--	30.0
	污水处理站 (100m ³ /t)	200.0	1 座	200.0
	溢油回收设施 (含围油栏、收油机、撇油器、吸油材、消油剂及消油剂喷洒装置等)	--	--	100.0
其它	生物资源损失补偿	--	1 项	47.71
	不可预见费 (按 5%计)	--	1 项	31.34
	合计	--	--	808.05

11.2 环境保护的经济损益分析

海口湾及海甸溪两岸地区，属于海口市滨水区的核心区域，与海口市经济发展及人民生活息息相关。为实现还海、还岸、还景于民，根据海南省委省政府部署，计划实施海口湾两岸畅通工程，实现漫步道、跑步道、骑行道三线贯通，打造优质滨水公共开放空

间，提升滨水空间的观赏性与实用性，营造良好的生态环境，彰显海口文化魅力和历史底蕴，提升城市规划与建设品质，带动滨水两岸旅游和经济发展，增强海口城市竞争力。根据海口湾畅通工程的规划设计方案，海甸溪南北侧区域内的岸线将重新进行布局规划，沿岸单位的陆域和水域将被征用，相关涉水设施需进行搬迁。本工程的建设是海甸溪畅通工程得以实施的前提，因此也是海口畅通工程建设的需要。项目建设具有良好的社会效益和经济效益，同时工程施工也会在一定程度上破坏区域水质、生态环境，产生不良环境影响。

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。将环境影响经济具体定量化分析，目前难度较大，多采用定性方法与半定量相结合的方法对工程整体效益进行综合分析比较。

11.2.1 社会效益

(1) 本项目为公益性项目，具有显著的社会效益。

(2) 将位于海口湾滨水地带的执法公务码头进行统一搬迁建设，不但能重新整合公务执法码头资源，完善执法码头配套设施，提升公务执法码头功能，满足新形势下海上维权执法的需求，还能重新构建海口湾科学合理的岸线格局。根本上解决了海口海上执法船没有工作船码头及其配套设施问题，能够有效提高综合执法码头的维权执法支撑保障能力，提高其应对和处理突发事件、重大事件的快速反应能力，从而保障水上安全，有效维护海上安全。

(3) 本项目的实施，服务海口市海上执法维权队伍的发展，能够加快现代化的海上综合执法队伍的打造，强化海洋综合管理，完善相配套的海上维权执法码头，加快我国海洋事业的发展步伐。

(4) 本项目符合国家政策，方案科学可行，项目实施具备良好的基础条件和较成熟的技术条件，可操作性强。本项目各部分估算比例适当，估算方法及依据充分可靠，项目预期社会效益明显，不确定性因素基本不存在。

综上所述，本项目建设具有显著的社会效益。

11.2.2 经济效益

本项目为公益性项目，非赢利性质。

本项目将位于海口湾滨水地带的执法公务码头进行统一搬迁建设，能重新整合公务执法码头资源，完善执法码头配套设施，提升公务执法码头功能，满足新形势下海南自由贸

易港海上维权执法的需求。

全岛封关运作后，海上综合执法任务将大大增加，海上综合执法码头的建设将有效提高执法效率，健全执法体系，为海南自由贸易港的建设打下坚实的基础。

因此，项目建设经济效益明显。

11.2.3 环境损益分析

本工程的建设将产生明显的社会效益、经济效益和生态效益，但也将对周围海域环境造成一定的影响。其中有些影响可以按费用来折算，有些则无法用费用来折算。

(1) 项目建设对环境造成的不利影响和损失

项目桩基施工及疏浚工程直接破坏工程区底栖生物生存环境；施工期间造成水中悬浮物增加，将驱逐游泳动物，影响浮游植物生长；运营期产生的生活污水、固体废物等会降低区域水质环境。

(2) 环保投资估算

根据当前的市场经济价格估算，项目环境保护工程的投资额为 808.05 万元，约占项目总投资额的 1.22%。

(3) 环保投资的效益评估

项目施工期各项环保工作措施，包括直接投资的环保设施和属于管理范围的工程措施，其环境经济效益主要体现在：通过各项环保措施的落实，可减小施工期疏浚和桩基施工过程中悬浮物质的产生量，防止施工期各类污水和固体废物的随意散排污染周边水体环境，使施工场地附近水环境和生态环境得到有效保护。通过制定和落实事故风险防范和应急保护措施，降低对生态环境潜在的环境风险影响。

通过各项环保工程设施的投入使用和落实执行各项严格、有效的规章制度，可以使拟建项目施工期和营运期可能对环境产生的不利影响降到最低，从而确实有效地保护生态环境，实现经济建设和资源保护的协调统一。

11.3 环境保护的技术经济合理性

本项目的施工与运营也会给项目所在区域环境带来一定的影响，并由此还会带来一定的经济损失；在采取相应的治理措施后，这种对环境的影响是可以接受的。同时，项目施工建设与运营的过程中，建设单位也将采取一定的环境保护措施，将环境影响控制在最小范围和最低程度，并且这些污染防治办法与环境保护措施在经济上是合理的、可行的。

12 项目环境可行性分析

12.1 产业政策的符合性

根据《产业结构调整指导目录（2019年本）》，本项目不属于鼓励类、限制类或淘汰类项目，属于允许类项目。因此，本项目的建设符合国家的产业政策。

经查阅《海南省产业准入禁止限制目录（2019年版）》，本项目不属于目录里的禁止类和限制类。因此，项目建设与海南省产业政策相符。

12.2 海洋功能区划的符合性

根据《海南省总体规划（空间类 2015-2030）》（海洋功能区划专篇），项目北侧航道疏浚区域占用海口市东海岸旅游休闲娱乐区（代码：A5-03），水质执行《海水水质标准》（GB 3097-1997）中的二类标准。

海口市东海岸旅游休闲娱乐区的用途管制为：“主导用海类型为旅游娱乐用海，用于旅游基础设施建设、浴场和水上运动用海，可兼顾渔业用海和城镇用海，适度规划建设渔业基础设施和城市生活设施，开展滨海休闲娱乐和休闲渔业活动。”本项目的主体工程为综合执法码头及其疏浚工程，其开展将从根本上改善目前公务码头设计标准低、水工结构和设施年久失修和靠泊水域淤浅等情况，是海上基础设施进一步完善的重要举措，也是海南自贸港封关的重点工程之一。因此，本项目的建设符合海口市东海岸旅游休闲娱乐区的用途管制。

海口市东海岸旅游休闲娱乐区的用海方式为：“允许适度改变海域自然属性，白沙浅滩海域及海甸岛、新埠岛外围海域允许适当围填海，用于旅游休闲度假，但不得破坏沿岸沙滩发育条件。”本项目位于南渡江河口、新东大桥北侧，码头结构采用高桩墩台结构型式，因此对海域自然属性的改变较小，也不会破坏沿岸沙滩发育条件。因此，本项目的建设符合海口市东海岸旅游休闲娱乐区的用海方式。

海口市东海岸旅游休闲娱乐区的环境保护要求为：“执行二类海水水质标准，一类海洋沉积物质量标准，一类海洋生物质量标准。”本项目施工时期将采取各种措施，控制入海悬浮泥沙，减少对周边海洋水质、沉积物和生态环境的影响，运营期各类废水均收集妥善处理，不排入海域。因此，本项目的建设符合海口市东海岸旅游休闲娱乐区的环境保护要求。

综上所述，本项目的建设符合《海南省总体规划（空间类 2015-2030）》（海洋功能区划专篇）的要求。

12.3 海洋环境保护规划符合性

12.3.1 与《海南省“十四五”海洋生态环境保护规划》的符合性分析

2021年12月31日，海南省生态环境厅印发《海南省“十四五”海洋生态环境保护规划》。在规划中要求，开启“美丽海洋”建设新征程：立足问题和发展，明确规划目标；强化空间管控，构建海洋生态环境系统保护新格局；实施精准治污，提升近岸海域环境质量；保护修复并举，确保海洋生态系统健康；夯实应急能力，防范环境风险及自然灾害；坚持系统治理。扎实推进“美丽海湾”保护与建设；强化协同增效，推动海洋碳汇助力碳中和；坚持制度创新，构建现代化海洋生态环境治理体系；强化落地实施，健全保障机制。

在规划中，还明确了海洋生态环境保护的主要任务，其中之一即为“亲海环境品质提升”。本项目的建设是海甸溪畅通工程得以实施的前提，因此也是海口畅通工程建设的需要。实施海口湾两岸畅通工程，可实现漫步道、跑步道、骑行道三线贯通，打造优质滨水公共开放空间，提升滨水空间的观赏性与实用性，营造良好的生态环境，彰显海口文化魅力和历史底蕴，提升城市规划与建设品质，带动滨水两岸旅游和经济发展，有助于海口市亲海环境品质的提升。因此，本项目的建设符合《海南省“十四五”海洋生态环境保护规划》。

12.3.2 与《海南省近岸海域环境功能区划（2010年修编）》的符合性分析

根据《海南省近岸海域环境功能区划（2010年修编）》，项目区近岸海域规划为海口东海岸度假旅游区（HN032BII），功能区均执行《海水水质标准》（GB 3097-1997）第二类海水水质保护目标。

海口东海岸度假旅游区主导功能为“旅游、渔业、河口生态保护”，本项目为综合执法码头工程，项目的建设为满足为了加强各海上执法部门之间的联系，打造一支现代化的海上综合执法队伍，强化海洋综合管理，有利于旅游、渔业和生态保护事业的发展，符合该功能区的主导功能要求；水质目标为“二类水质标准”，本项目施工时期将采取各种措施，控制入海悬浮泥沙，减少对周边海洋水质、沉积物和生态环境的影响，运营期各类废水均收集妥善处理，不排入海域。综上，本项目实施不会导致该海域海洋环境质量明显降低，海域水质能满足相应环境功能区的要求。因此，项目建设符合《海南省近岸海域环境功能区划（2010年修编）》。

12.3.3 与《海口市蓝线规划》的符合性分析

《海口市蓝线规划》包含临水控制线和蓝线的划定。现状或规划有堤防的岸段，临水控

制线为河岸的临水一侧顺水流方向的堤顶角线，相应临水控制线以内是实际的水域。蓝线是指城市规划确定的江、河、湖、库、沟、渠和湿地等城市地表水体保护和控制的地域界线。工程附近范围蓝线一般在临水控制线背水侧 20m~50m。蓝线管理范围内的土地，由市国土行政主管部门会同市规划行政主管部门、市水行政主管部门核定，划定为规划保留区，规划保留区内不得建设与防洪无关的设施。确需建设的，应当按照国家规定的基本建设程序报请批准，并征求市规划行政主管部门、市水行政主管部门意见。

拟建工程位于河道管理范围内，对《海口市蓝线规划》的实施会造成一定影响，但项目选址已征得海口市自然资源和规划局以及海口市水务局的同意。因此，项目建设符合《海口市蓝线规划》。

12.4 与上级规划的符合性

12.4.1 与《海南省内河航运发展规划（2010-2030 年）》的符合性分析

根据《海南省内河航运发展规划（2010~2030 年）》，南渡江沙上港~龙塘大坝河段规划航道为Ⅳ级，1.6m×50m×330m（水深×航宽×弯曲半径），通航吨位 500t 级船舶。次航道为旅游客运航道，能够满足 300 客位级船舶（船长 110m，船宽 15.4m，吃水 1.4m）的通航要求。

本工程位于南渡江出海口，根据设计船型需要开挖进出港航道，进出港航道和规划航道部分重叠。

本项目船舶的停靠与航道内船舶安全航行之间不会产生相互影响，也不会影响航道内水流和水深条件，故本项目的实施符合《海南省内河航运发展规划》的要求。

12.4.2 与《海南省锚地布局规划》的符合性分析

根据《海南省锚地布局规划（报批稿）》（2019 年 11 月），海口港共规划锚地 14 个，规划锚地总面积 51.49km²。其中，马村港区规划锚地 5 个，总面积 19.61km²；新海港区规划锚地 1 个，面积 9km²；秀英港区规划 8 个锚地，总面积 22.7km²。本项目建设不占用规划锚地，因此项目建设符合《海南省锚地布局规划》。

12.4.3 与《海口市国土空间总体规划（2020-2035）》的符合性分析

本项目拟新建一座综合执法码头及其配套设施，建设岸线总长度 896m，其中执法码头区岸线 824m、保障区岸线 60m、滑道区岸线 12m，共形成泊位 31 个，其中各类执法船泊位 10 个，执法艇公共泊位 20 个，保障泊位 1 个。执法码头通过一条长约 1.22km、宽 15m 的进港道路连接至江东大道。

码头前沿作业地带面积 1.57 万 m²，码头后方陆域（含道路）总面积约 7.75 万 m²，布置综合执法基地、消防救援支队基地、海警基地及船舶保障区及道路。陆域建设内容包括综合执法中技术用房、航标堆场、消防救援技术用房、停机坪、综合备勤楼、救援物资储备库、训练塔、通信室、海警技术用房、进港道路、港内道路、停车场、污水提升泵站、变电所、港区绿化以及其他水电配套设施。

根据与“多规合一”的叠图结果，本项目位置不在 2021 年海南省生态保护红线内，其后方陆域属于城镇建设用地区。

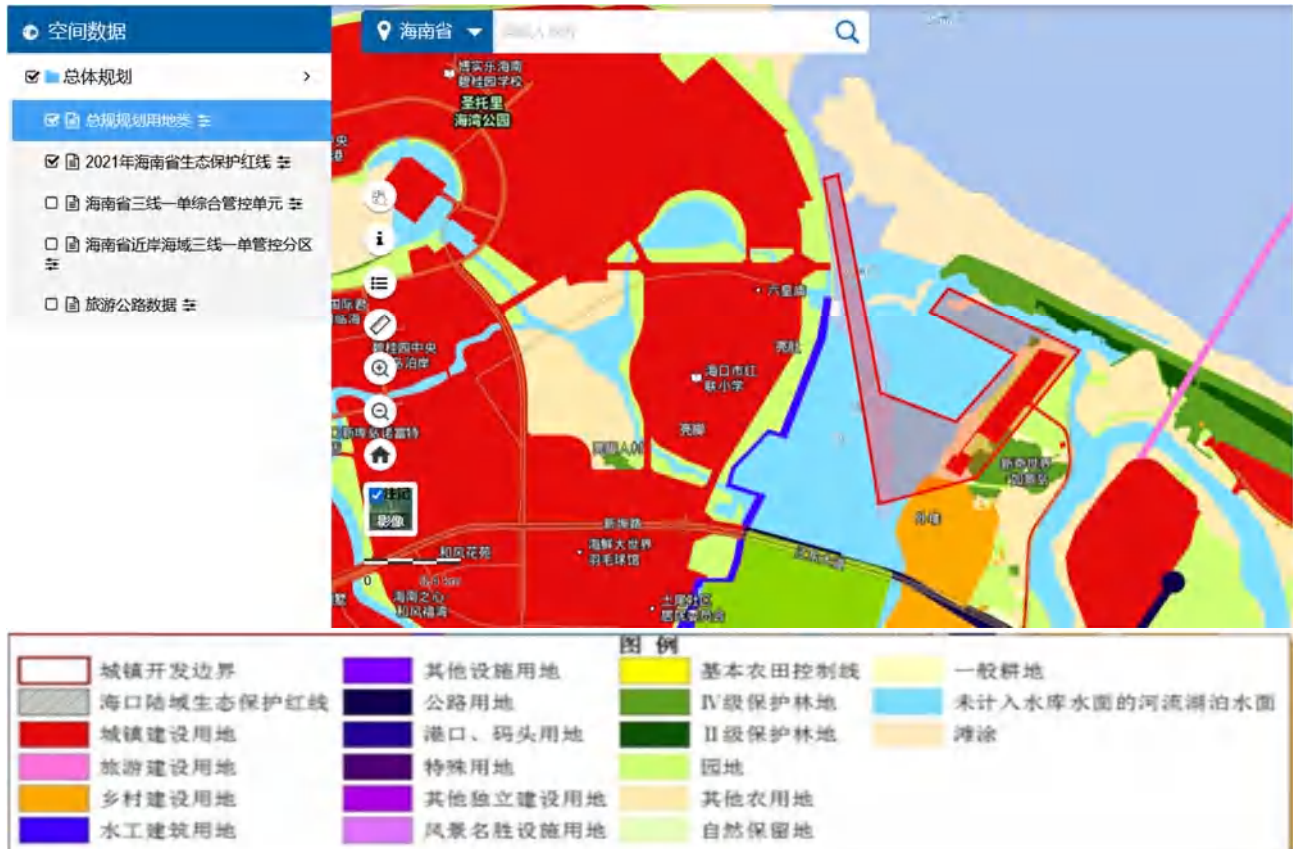


图 12.4-1 项目与周围环境敏感目标的位置关系图

根据《海口市综合执法码头工程防洪评价报告》中的结论，工程建设河段，没有涉及到堤防，没有危及到河道的防洪安全，工程建设在不同洪水标准下对河道流速、壅水非常小，不会影响河势稳定或妨碍行洪畅通，项目建设基本上不改变河道原本的水流动力，且不会改变河道两岸目前已有的水利工程规模和运行方式，工程采用的施工方案可确保施工时泄洪畅通，运行期对水位的抬高非常小，不会对河道行洪造成影响。

综上所述，项目的建设符合《海口市国土空间总体规划（空间类 2020-2035）》。

12.4.4 与《海口江东新区总体规划（2018-2035）》的符合性分析

根据《海口江东新区总体规划（2018-2035）》中滨海湿地小镇的建设，依托东营滨海湿地

资源，建设集滨海休闲度假、海上娱乐运动、湿地教育观光、渔家文化体验为一体的复合型滨海湿地特色小镇。利用海岸、沙滩资源优势，大力发展高品质的滨海旅游度假功能，重点建设主题酒店、特色餐饮、康体养生等凸显热带滨海特色的旅游度假配套服务设施；依托沙上港、东营港渔港特色，发展海上娱乐及海上运动功能，重点建设渔人码头、小型游艇港及海上娱乐运动设施，开展渔家体验、游艇观光、海上摩托、海上拖伞等活动；依托丰富的河口、湿地、水系资源，发展城水湿地相依相融的生态湿地观光体验及度假功能，打造湿地观光游览线路，重点建设观光平台、湿地科普体验馆、湿地特色度假民宿等。

本项目拟新建一座综合执法码头及其配套设施，建设岸线总长度 896m，其中执法码头区岸线 824m、保障区岸线 60m、滑道区岸线 12m，共形成泊位 31 个，其中各类执法船泊位 10 个，执法艇公共泊位 20 个，保障泊位 1 个。执法码头通过一条长约 1.22km、宽 15m 的进港道路连接至江东大道。

码头前沿作业地带面积 1.57 万 m²，码头后方陆域（含道路）总面积约 7.75 万 m²，布置综合执法基地、消防救援支队基地、海警基地及船舶保障区及道路。陆域建设内容包括综合执法中技术用房、航标堆场、消防救援技术用房、停机坪、综合备勤楼、救援物资储备库、训练塔、通信室、海警技术用房、进港道路、港内道路、停车场、污水提升泵站、变电所、港区绿化以及其他水电配套设施。

本项目为综合执法码头工程，项目的建设为满足为了加强各海上执法部门之间的联系，打造一支现代化的海上综合执法队伍，强化海洋综合管理，有利于旅游、渔业和生态保护事业的发展。

综上所述，项目建设符合《海口江东新区总体规划（2018-2035）》。

12.4.5 与《海口江东新区三组团（国际综合服务组团、国际文化交往组团、国际高教科研组团）控制性详细规划及城市设计》的符合性分析

江东新区管理局已通过对“海口江东新区三组团控规”的修编，将本项目直接纳入控规，同步衔接国土空间规划。该项工作已完成了公示，因此本项目的建设复核《海口江东新区三组团（国际综合服务组团、国际文化交往组团、国际高教科研组团）控制性详细规划及城市设计》。

12.4.6 与《南渡江流域综合规划（修编）》的符合性分析

根据《南渡江流域综合规划（修编）》（2012 年 5 月），海口市防洪标准为中心区等重点区域防御 100~200 年一遇洪水，其他各防洪市、县所在城镇的防洪标准为防御 20~50 年一遇洪

水。海口市南渡江左岸及海甸溪南岸防洪标准为防御 100 年一遇洪水，南渡江右岸及海甸岛、新埠岛、荣山河防洪标准为防御 50 年一遇洪水。南渡江河口段左岸防洪工程：工程保护对象为海口市，工程防洪标准为防御 100 年一遇洪水，迈湾水库建成后，可进一步提高堤防的防洪标准。南渡江河口段右岸防洪工程：工程保护对象为海口市江东新市区，新市区 2020 年规划总人口 40 万人，工程近期防洪标准为防御 30 年一遇洪水，与迈湾水库相结合，远期防洪标准可提高至防御 50 年一遇洪水。根据《海口江东新区总体规划（2018-2035）》，规划区全面提高洪涝潮防治标准，防洪标准为南渡江右堤防洪标准 100 年一遇，内部河流防洪标准 20 年一遇。根据《海口市海上综合执法码头及配套路网项目防洪评价报告》，本工程建设河段，没有涉及到堤防，没有危及到河道的防洪安全，工程建设在不同洪水标准下对河道流速、壅水非常小，不会影响河势稳定或妨碍行洪畅通，项目建设基本上不改变河道原本的水流动力，且不会改变河道两岸目前已有的水利工程规模和运行方式。

综上，项目建设不会影响工程所在河段及两岸堤围内治涝规划的实施，符合《南渡江流域综合规划（修编）》。

12.5 与“三线一单”的符合性

根据中共海口市委办公室和海口市人民政府办公室在 2021 年 6 月 10 日《关于印发〈关于海口市“三线一单”生态环境分区管控的实施方案〉的通知》（以下简称为“实施意见”），本项目位于“演丰镇生态空间 1”环境管控单元，属优先保护单元，如图 12.5-1 和 12.5-2 所示。根据海口市总管控要求，本单元的管控要求参见海口市陆域总体准入要求优先保护单元中东寨港国家级保护区和优先保护单元中大气的要求，具体如下：

根据《中华人民共和国自然保护区条例》（2017 年 10 月 7 日，687 号国务院令）、《海南省自然保护区条例》（海南省第六届人民代表大会常务委员会第七次会议，2018）和《关于进一步加强涉及自然保护区开发建设活动监督管理的通知》（2015 年 5 月 8 日，环发[2015] 57 号）等，本单元“禁止在自然保护区的缓冲区开展旅游和生产经营活动。禁止向自然保护区倾倒固体废弃物，排放有害、有毒的污水和废气；禁止在自然保护区内新设排污口。在自然保护区的核心区和缓冲区内，严禁建设任何生产和经营性设施。在自然保护区的实验区内，不得建设污染环境、破坏资源或者景观的生产设施；建设其他项目，其污染物排放不得超过国家和本省规定的污染物排放标准。在自然保护区的实验区内已经建成的设施，其污染物排放超过国家和地方规定的排放标准的，应当限期治理；造成损害的，必须采取补救措施。在自然保护区的外围保护地带建设的项目，不得损害自然保护区内的环境质量；已造成损害的，应当限期治理。禁止在自然保护区内进行砍伐、放牧、狩猎、捕捞、采药、开垦、烧荒、开

矿、采石、挖沙等活动，对在核心区和缓冲区内违法开展的水（风）电开发、房地产、旅游开发等活动，要立即予以关停或关闭，限期拆除，并实施生态恢复。对于实验区内未批先建、批建不符的项目，要责令停止建设或使用，并恢复原状。对违法排放污染物和影响生态环境的项目，要责令限期整改；整改后仍不达标的，要坚决依法关停或关闭。对自然保护区内已设置的商业探矿权、采矿权和取水权，要限期退出；对自然保护区设立之前已存在的合法探矿权、采矿权和取水权，以及自然保护区设立之后各项手续完备且已征得保护区主管部门同意设立的探矿权、采矿权和取水权，要分类提出差别化的补偿和退出方案，在保障探矿权、采矿权和取水权人合法权益的前提下，依法退出自然保护区核心区和缓冲区。”本项目既不是污染环境、破坏资源或者景观的生产设施，也不是经营性设施；从以上的分析中可以看到，本项目的污染物排放没有超过国家和本省规定的污染物排放标准。因此，本项目的建设符合相关条例等的规定。

根据《关于加强东寨港红树林湿地保护管理的决定》（海口市第十五届人民代表大会常务委员会公告 21 号，2014.3），本单元“禁止建设污染环境、破坏生态的项目和设施。所有开发建设活动不得损害东寨港保护区内自然资源和自然环境质量；已造成损害的，应当限期进行治理和恢复。”本项目的建设不会损害东寨港保护区内自然资源和自然环境质量。此外，本项目施工时期将采取各种措施，控制入海悬浮泥沙，减少对周边海洋水质、沉积物和生态环境的影响，运营期各类废水均收集妥善处理，不排入海域。因此，本项目的建设不会污染环境、破坏生态，符合相关规定。

根据海口市东寨港旅游区总体规划（2012-2030 年）环境影响报告书，“加强红树林分布区的陆域缓冲区域的保护，将距红树林分布的最高点向陆退让 50m 距离划为退缩线，退缩线向海一侧不宜建设。自然保护区边界外延 50 米范围为特级保护地区，除少量慢行道等必要设施，禁止开发建设活动；自然保护区边界外延 50-200 米范围，海岸线陆地纵深 150 米范围、本区内河道两侧各 30 米范围，以及其他三级及以上旅游资源、基本农田和保留坑塘水面为一级保护地区，在确保满足保护要求前提下，允许建设少量道路及小型临时性设施，原则上禁止其他新开发建设活动。严禁在规划区划定的一级、二级、三级生态敏感区区域进行取、弃土作业。”本项目区域不涉及到规划区划定的一级、二级、三级生态敏感区，因此满足环境影响报告书的要求。

根据《海南省红树林保护规定》（2020 年 6 月 16 日，海南省第六届人民代表大会常务委员会第二十次会议第三次修正），“禁止在红树林自然保护区内从事畜禽饲养、水产养殖等活动。已在红树林自然保护区内从事畜禽饲养、水产养殖等活动的，由当地人民政府采取措施，

限期迁移。禁止非法砍伐红树林。凡因科研、医药等需要采摘、移植、砍伐红树林的，应当按照审批权限经县级以上人民政府林业主管部门批准。经批准采摘、移植、砍伐的，必须在指定的种类、数量、时间、地点内进行，并接受县级以上人民政府林业主管部门或者红树林自然保护区管理机构的监督检查。禁止在红树林自然保护区和保护林带内猎捕鸟类等野生动物、捡拾鸟卵和雏鸟、毁巢，禁止以鸣笛、追赶等方式惊吓野生水禽，干扰鸟类觅食、繁殖。禁止在红树林自然保护区和保护林带内炸鱼、毒鱼、电鱼。禁止在红树林自然保护区和保护林带内毁林挖塘、填海造地、围堤、采矿、采砂、取土及其他毁坏红树林资源的行为。禁止非法占用或者征收红树林用地。因国家或者省重点工程建设项目确需占用或者征收红树林地的，应当提交环境影响报告书，按照审批权限经县级以上人民政府林业主管部门审核同意后，依照本省有关海域使用、土地管理的规定办理审批手续，并由用地单位依法缴纳森林植被恢复费等费用。禁止在红树林自然保护区和保护林带内排放有毒有害物质或者倾倒固体、液体废弃物，设置排污口。”本项目区域内无红树林分布，且不涉及到红树林自然保护区或保护林带。此外，本项目施工期和运营期各类废水均收集妥善处理，不排入海域，也未设置排污口。因此，本项目的建设符合该规定。

根据《海南省全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战行动方案》（中共海南省委海南省人民政府，琼发[2019]6号，2019年3月14日）和《海南省大气污染防治行动计划实施细则》（海南省人民政府办公厅，琼府办[2014]7号，2014年2月17日），本单元“严禁不符合主体功能定位的各类开发活动；禁止新建涉及大气污染物排放项目，如：石油化工、医药、表面涂装、塑料制品、包装印刷、胶合板制造、建材、火电、轻工纺织等；已经侵占优先保护区域的，应建立退出机制、制定治理方案及时间表。”本项目不涉及本项目施工期的大气污染源主要来自施工机械、施工船舶和车辆废气以及运输车辆扬尘，运营期大气污染源为装卸机械、运输车辆排放的尾气和扬尘、船舶排放的废气等。项目为无组织排放，产生的污染物量较少，易被江面的风迅速扩散、稀释，对环境影响不大。因此，本项目的建设符合相关行动方案和实施细则。

综上所述，本项目的建设符合《关于印发<海口市“三线一单”生态环境分区管控的实施方案>的通知》的要求。

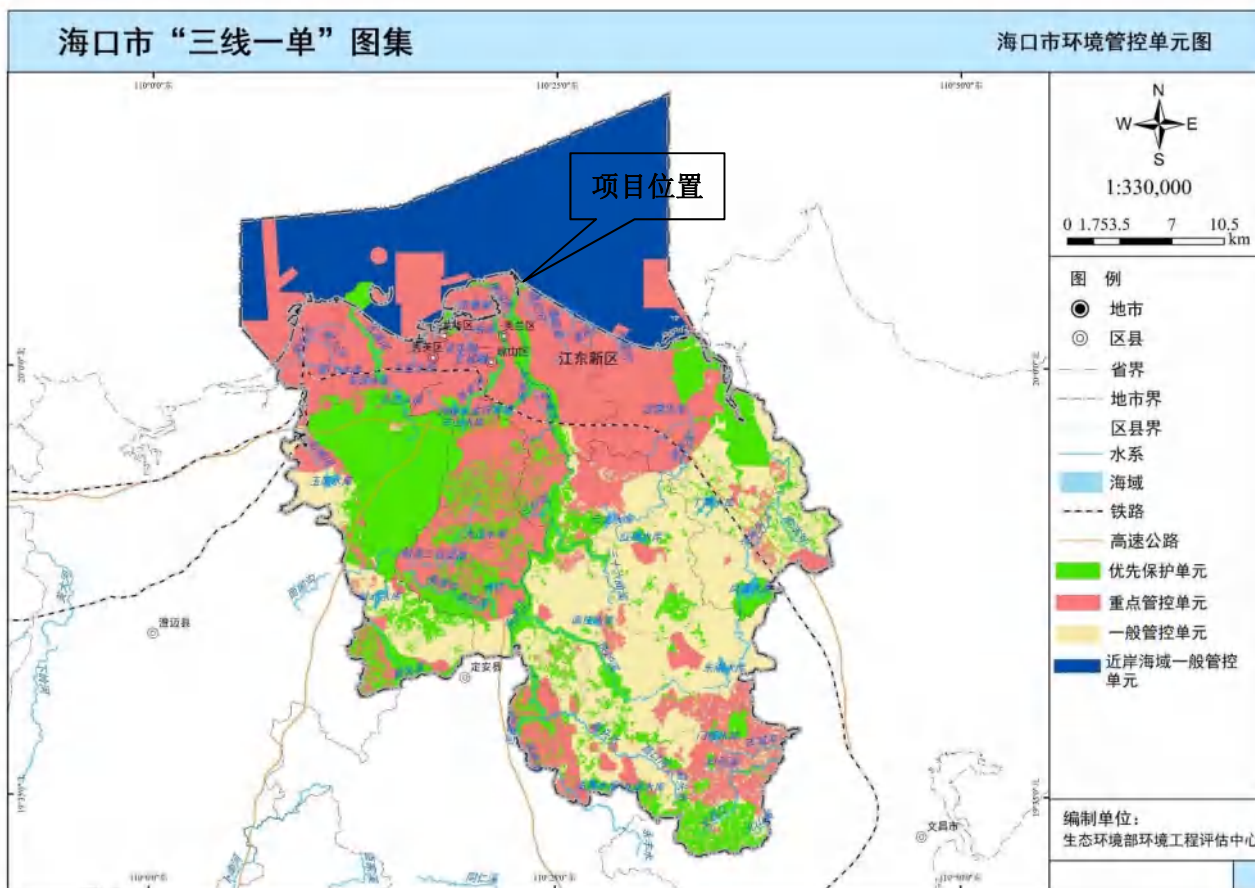


图 12.5-1 海口市环境管控单元图

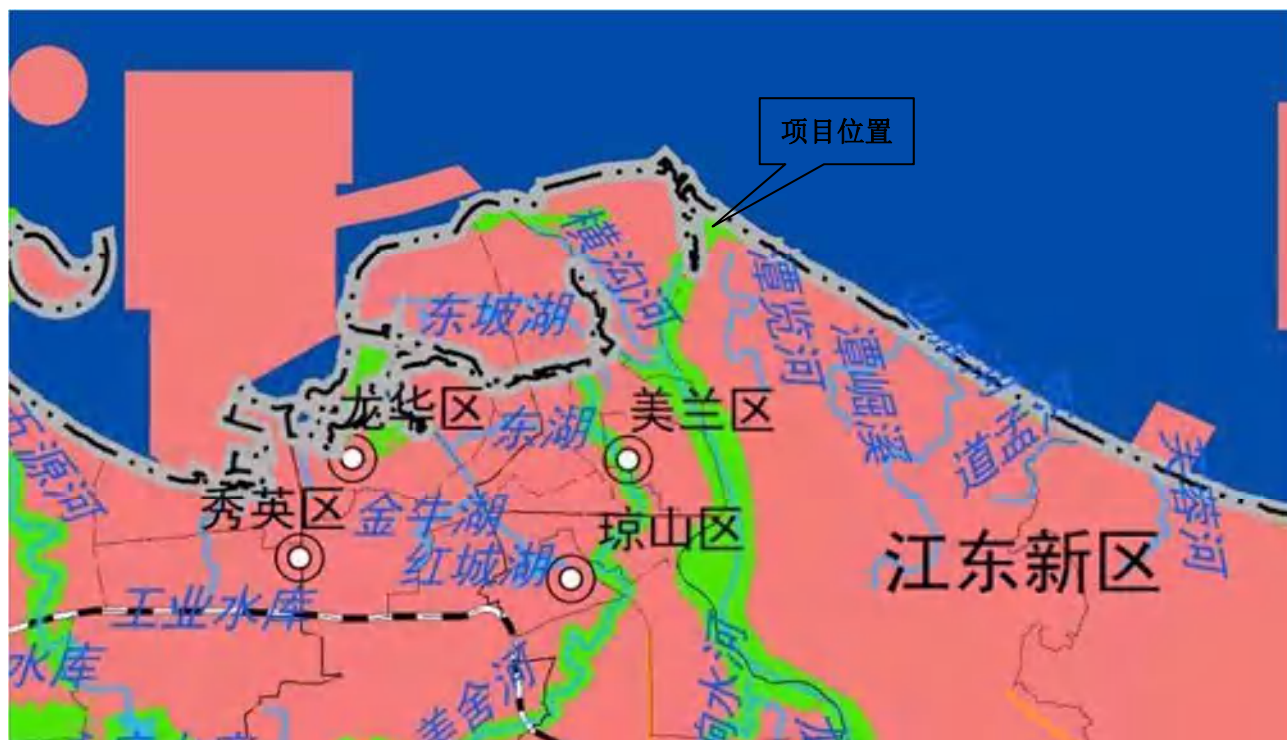


图 12.5-2 海口市环境管控单元图（局部放大）

12.5.1 生态保护红线

根据项目和海南省生态保护红线图（如图 12.5-3 所示）的叠置，本项目所在位置未涉及任何海洋生态红线功能区，符合生态保护红线要求。



图 12.5-3 项目所在位置与海南省生态保护红线

12.5.2 环境质量底线

根据环境质量现状调查分析，项目区域环境空气、声环境、海水水质和沉积物等环境质量现状能够满足相应环境功能区划要求。通过环境影响分析，项目施工期和营运期污染物均妥善处理，不排海，不会突破环境质量底线。

12.5.3 资源利用上线

本项目用海面积既满足集约、节约原则又能满足本项目运营需要，项目资源消耗量相对区域资源利用总量较少，消耗水、电等资源较小，满足资源利用上线。

12.5.4 生态环境准入清单

本项目所处的环境管控单元名称为“演丰镇生态空间 1”，其管控维度为空间布局约束；其管控要求除了参见海口市陆域总体准入要求-优先保护单元中东寨港国家级自然保护区和优先保护单元中大气的要求之外，“还禁止围填海等改变海域自然属性、设置直排排污口等破坏生态功能的开发活动，合理控制保护区内养殖规模，严格控制沿岸高位池养殖废水直排，维护入海河口的正常泄洪功能。”本项目的用海方式为透水构筑物用海和港池用海，无围填海

等改变海域自然属性的情形，或设置直排排污口等破坏生态功能的开发活动，亦不涉及保护区内养殖。此外通过数值模拟计算表明，在不同洪水条件下，项目建设对区域水位抬高非常小，工程建设后的南渡江行洪通道流速变化较小，不会对河道行洪造成影响。因此，本项目的建设符合生态环境准入清单的要求。

综上所述，本项目所在位置不在生态保护红线范围内，未超过环境质量底线及资源利用上线，项目符合“三线一单”的准入要求。

12.6 选址合理性分析

本工程位于南渡江河口，新东大桥北侧，水路与陆路通畅，交通便利。本工程选址所在地，气象自然条件较为适宜，水文动力条件良好，无不良地质条件，适宜建港。供水、供电、通信、交通等外部条件具有良好的依托设施，有着较为充足的建筑材料供应和完善的外部建设条件；项目用地、用海均符合相关规范，根据《海口市多规合一总体规划（空间类2015~2030）》，本工程建设地点土地性质为城镇建设用地，用地内堆放现有一定数量的如意岛沉箱以及葫芦岛拆除物料，当地政府已着手开展相关的搬迁工作。根据《海南省总体规划（空间类）》（2015~2030年），本工程所在水域位于海南岛北部近岸海域，《海南省总体规划（空间类）》（2015~2030年）未对工程区域进行具体功能划分，可进行开发建设；本项目为透水构筑物用海和港池用海，项目施工期以及运用期废水、废气、噪音、固废均按照相关规范和要求进行处理，对当地生态环境影响小。

综上所述，本项目选址是合理的。

12.7 平面布置合理性分析

本项目位于南渡江河口，新东大桥北侧。本区水域掩护条件较好，河面宽阔，受南渡江出海口砂咀的掩护作用，项目位置受波浪影响较小。本项目配套有路网工程，其中：港内支路紧邻码头作业区，可以第一时间快速疏散车辆，港内支路与进港道路连接；进港道路为现有道路，南侧与江东大道连接，满足疏港要求。同时区域有新东大桥及江东大道等主要交通干线，陆域交通便利，便于进出。

本工程根据现有执法船舶的情况，并结合区域环境特征，将航道通航宽度设为65m，可满足1000吨级公务船单向通航、300吨级及以下公务船双向通航。根据航道不同段的淤积强度，航道设计底标高为-5.7m/6.5m。港池分为三个区域，海警、消防、码头前沿和港池设计底高程为-6.5m，航道所、农村局、海事局和海洋渔业执法码头前沿设计底高程为-4.7m，执法艇公共泊位底高程为-3.4m。在码头北侧拦沙坝内侧布置扣船水域（主要为

“三无”渔船), 水域面积约为 2.3 万 m^2 , 由于“三无”渔船吃水不足 1m, 该部分水域可暂不进行疏浚。本项目的建设将一改现有执法码头规模较小、基础设施陈旧和远不能满足新建大吨位执法船舶停靠需要的现状, 有助于完善码头配套功能, 提高维权巡航频率和效率, 为全海域定期巡航执法提供重要的后方保障。

根据项目实施对区域水文动力及冲淤的预测结果, 本工程平面布置能够最大程度地减少对水文动力环境、冲淤环境的影响; 本项目船舶的停靠与航道内船舶安全航行之间不会产生相互影响, 也不会影响航道内水流和水深条件; 码头结构采用高桩墩台结构型式, 为透水构筑物, 不仅可有效地减小对河道行洪安全的影响, 更能将项目实施对当地水质及生态的影响降到最低; 本项目配套有路网工程, 南侧与江东大道连接, 区域交通方便。

项目施工前根据疏浚平面布置, 明确挖泥区, 挖泥船采用 GPS 定位系统, 可以有效地控制开挖宽度和定位精度, 严格按照施工平面布置开挖, 避免在一个区域重复作业, 减小对工程区生态环境的影响。施工期产生的船舶生活污水和含油废水进行收集后接收上岸处置, 运营期产生的船舶机舱的含油污水、保障码头区域含油雨污水以及港区生活污水由本项目增设的一体化污水处理站进行处理, 水质满足标准应达到《污水排入城镇下水道水质标准》(GB/T 31962-2015) 或江东地理式水质净化中心进水标准后(取较严值), 排入同期设计污水管网。项目施工及运营产生的生活垃圾以有机污染物为主, 应及时收集, 由环卫部门统一外运并安全处置。施工船舶、机械设备作业产生的残油、废油等危险废物, 统一交由有危险废物处理资质的单位将其安全处置。

项目施工期和运营期产生的污染物均得到有效处理, 不排入周边水体环境; 项目的平面布置在能耗、物耗指标, 污染物排放量控制等方面达到了较高水平; 本项目的平面布置能够尽可能的减少污染物的排放, 能够体现对生态和环境的保护原则。

综上所述, 本项目平面布置是合理的。

12.8 工程环境可行性分析

本工程施工期和运营期主要污染物包括: 悬浮泥沙、生活污水、生产废水、固体废物、噪声以及生态影响, 针对上述影响, 本报告提出了相应的治理措施和保护措施:

(1) 悬浮泥沙污染防治措施

施工期桩基及疏浚施工过程中产生悬沙泥沙, 在施工区域周围的混水区设置防污帘, 以减小悬浮物的扩散范围; 采用先进的施工工艺和设备, 合理安排施工顺序和进度; 选择中、小潮、海况好的时间施工, 以减小悬浮物的扩散范围。陆域场地形成过程做好水土保持工作, 合理安排土石方运输和抛填的进度, 减少陆上堆存土石方量, 以免堆存的材料或

暴雨径流携带的泥沙等污染区域水体环境。

(2) 水污染防治措施

项目施工船舶设置污水收集舱，施工船舶产生的生活污水和含油废水集中收集和贮存，再交由有资质的单位进行统一接收处理，严格管理施工船舶和施工机械，严禁船舶带“病”作业，严禁油料泄漏或倾倒废油料，严禁施工船舶向水域排放未经处理的机舱水；做好陆域水土保持工作，合理安排物料运输和施工进度，减少陆上物料堆存，设置排水沟、沉淀池，采取临时苫盖等措施，以免堆存的材料或暴雨径流携带的泥沙等污染周边水域。防腐构件防腐均在出厂前完成喷涂，喷涂完毕后再运至现场进行安装，避免构件现场防腐施工对水环境的影响。项目运营期要求船舶设置污水收集设施，区域产生的船舶生活污水及船舶含油废水经收集后交由资质单位接收处理，禁止直接排放。

(3) 固体废物污染防治措施

施工单位不得随意抛弃建筑材料、旧料和其它杂物，应尽可能的回用，不能利用的应有计划、有步骤的搬运或堆存；施工人员生活垃圾集中堆放在指定的场地，及时由城市环卫部门运至垃圾处理场集中处理，不得将垃圾随意丢弃；施工机械设备发生作业操作性的残油、洗涤油应及时盛接，与生活垃圾中分拣出来的危险废物交由有危险废物处理资质的单位将其安全处置。运营期在项目鱼货作业场地设置生活垃圾收集设施，生活垃圾经收集后统一由环卫部门运至生活垃圾无害化处理场集中处理，项目船舶应设置生活垃圾收集桶，产生的生活垃圾经收集后，接收上岸处置，禁止乱扔、乱投等行为，建设单位应经常性对停泊区以及附近水域进行净海活动，对漂浮在水上的垃圾等收集起来，若无法收集时，可向有关部门报告。

(4) 噪声污染防治措施

施工单位应注意施工机械的保养，维持施工机械低声级水平，避免超过正常噪声运转；合理安排高噪声施工机械作业的时间，夜间禁止打夯、机动车辆鸣笛；对施工车辆进行统一调配，减少车辆进出场会车鸣笛次数，控制车流密度，减轻交通噪声对周围环境的影响。项目运营期应合理组织船舶进出，减少船舶鸣笛次数。

(5) 大气污染防治措施

项目施工场地定期洒水减少物料运输扬尘，易起尘的物料要加盖篷布、控制车速，防止物料洒落和产生扬尘；构件防腐材料均在出厂前进行喷涂，喷涂完毕后再运至施工现场进行安装，严禁现场防腐喷涂施工，减少现场喷涂作业对周围大气的污染。

(6) 生态保护措施

项目疏浚及桩基施工环节避开渔业资源繁殖季节；施工过程中应尽可能采用对水体扰动小的机械设备，减少泥沙的扩散和再悬浮；疏浚、桩基施工准确定位、详细记录其过程，严格按照施工平面布置进行作业，避免在一个区域重复作业；施工结束后选择具有地方特色且适合本水域生长的贝类底播，增加底栖生物资源量；鱼货作业场地设置排水沟和沉淀池等，物料堆放采取遮盖措施，减少区域水体流失。

因此，在该工程环保设施建设和提出的环保对策建议得以全面实施的情况下，施工期和运营期正常排放的污染物对现有环境功能不会造成太大改变，从环境保护的角度，该建设项目是可行的。

13 环境管理与监测计划

通过实施环境管理，制定并落实建设项目环境管理与监测计划，对项目建设施工和运营全过程进行环境管理和环境监测，及时发现与项目建设有关的环境问题，对环保措施进行修正和改进，保证全过程环保工程措施的有效运行，可使项目的建设与环境、资源的保护相协调，保障经济和社会的可持续发展。

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》、《中华人民共和国企业法》、《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》、《水运工程环境保护设计规范》和《交通部环境监测条例实施细则》等的有关要求，本项目必须采取环境保护管理措施，以预防或者减轻其不利影响。因此，有必要建立相应的环境管理体系和监测计划，并在施工期和运营期实施环境保护的监控计划。

13.1 环境管理

为及时了解和掌握本工程的环境质量发展变化，对该地区实施有效的环境管理，本评价提出项目环境监测机构的组成框架和基本职能，并结合环境质量现状调查和环境影响预测的结果，提出项目建设过程中及建成后环境质量及主要污染源的监测计划（监测点位、监测项目、监测频次等）。环境管理是采用技术、经济、法律、行政、教育等多种手段，强化保护环境、协调项目建设和经济发展。本项目施工期、运营期均可能对环境产生不利影响，从项目建设特点以及项目区域生态的敏感性分析，必须采取环境保护管理措施，以预防或减轻其不利影响。

13.1.1 施工单位环境管理机构

建设施工单位应设立内部环境保护管理机构，主要由施工单位主要负责人及专业技术人员组成，建议在工程指挥部设 2-3 名环境管理人员，专人负责环境保护工作，实行定岗定员，岗位责任制，负责各个施工工序的环境管理工作，保证施工期环保设施的正常进行，各项环境保护措施的落实。

施工单位的管理内容主要为：

（1）负责制定、监督、落实有关环境保护管理规章制度，负责实施环境保护控制措施、管理污染治理设施，并进行详细的记录，以备检查。

（2）及时向环境保护主管机构或向单位负责人汇报与项目施工有关的污染因素、存在的问题、采取的污染控制对策、实施情况等，提出改进建议。

(3) 按本报告提出的各项环境保护措施，编制详细施工期环境保护措施落实计划，明确各施工工序的施工场地位置、环境影响、环境保护措施、落实责任机构（人）等，并将该环境计划以书面形式发放给相关人员，以便于各项措施的有效落实。

13.1.2 建设单位环境管理机构

为了有效保护项目所在区域环境质量，切实保证本报告提出各项施工期环境保护措施的落实，除了施工单位应设置环境保护管理机构外，针对项目的建设施工，项目建设单位还应成立专门小组，定员为 4-5 人（包括施工期和营运期），负责环境管理和环境监测计划制定和实施。

负责监督施工单位对各项环境保护措施的落实情况，并在选择施工单位前，将主要环境保护措施列入招标文件中，将各施工单位落实主要环境保护措施的能力作为项目施工单位中标考虑因素，将需落实的环保措施列入与施工中标单位签署的合同中，聘请有资质的施工监理机构对施工单位环境保护措施落实情况进行跟踪监理，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。具体措施如下：

- (1) 对工程辖区范围内的环境保护实行统一管理，贯彻执行国家和地方的有关环境保护法规；
- (2) 领导和组织工程辖区范围内的环境监测工作，建立监控档案；
- (3) 做好环境教育和宣传工作，提高各级管理人员和操作人员的环境保护意识，加强员工对环境污染防治的责任心；
- (4) 加强建设项目的环境管理，严格执行本报告提出的污染防治措施和对策；
- (5) 定期对环境保护设施进行维护和保养，确保环境保护设施的正常运行，防止污染事故的发生；
- (6) 加强与环境保护管理部门的沟通和联系，主动接受主管部门的管理、监督和指导。

13.2 环境监理计划

环境监理是工程（建设）监理的派生分支，着重工程建设中环境的维护，因此是环境保护工作的一个方面，是工程建设中环境保护的重要内容，是工程监理的重要组成部分，同时又具有相对社会化和专业化的独立性。

实施环境监理的目的是使施工现场的环境监督、管理责任分明，目标明确，并贯穿于整个工程实施过程中，从而保证环境保护设计中各项环境保护措施能够顺利实施，保证施

工合同中有关环境保护的合同条款切实得到落实。

13.2.1 施工前环境监理计划

(1) 审核污染防治的方案

根据具体项目的工艺设计，审核施工工艺中的“三废”排放环节，排放的主要污染物及设计中采用的治理技术是否先进，治理措施是否可行。污染物的最终处置方法和去向，应在工程前期按有关文件规定和处理要求，做好计划，审核整个工艺是否具有清洁生产的特点，并提出合理建议。

(2) 审核施工承包合同中的环境保护专项条款

施工单位必须遵循的环境保护有关要求应以专项条款的方式在施工承包合同中体现，并在施工过程中据此加强监督管理、检查、监测，减少施工期对环境的污染影响，同时应对施工单位的文明施工素质及施工环境管理水平进行审核。

13.2.2 施工时环境监理计划

工程施工阶段的监理任务是：管理，即有关监督、环境、质量和信息的收集、分类、处理、反馈及储存的管理；协调，即对业主和承包商之间、业主与设计单位之间及工程建设各部门之间的协调组织工作；控制，即质量、进度、投资控制。环境监理工作可委托具有资质的环境监理机构负责实施。

本报告所说的环境监理主要指本工程施工期针对环境保护的监理。主要有以下内容：

(1) 对工程进度进行监理，在当地经济生物繁殖期尽量少施工，其他时间加快施工进度；

(2) 对工程安全进行监理；

(3) 对环保工程费用监理，保证环保设施的配备和环保措施得到执行；

(4) 收集各种有关信息，包括工程区周围利益相关者的投诉意见和建议，施工人员的环保经验等；

(5) 召开会议，对各阶段的各种环保措施执行情况进行审核，根据环境监测结果是否达标，及时调整施工进度和计划，总结和改进环保措施等。

13.3 环境监测计划

环境监测在环境监督管理中占有主要地位，通过制定并实施环境监测计划，可有效管理、监督各项环保措施的落实情况，及时发现存在问题，以便进一步改进环保工程措施，

更好地贯彻执行有关环保法律法规和环保标准，确实保护好环境资源和环境质量，实现经济建设和环境保护协调发展。

环境监测作为环境监督管理的主要实施手段，通过监测可以及时掌握施工期和运营期周围环境变化情况，从而反馈给工程决策部门，为本工程的环境管理提供科学依据。由于项目为涉海工程，根据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》的规定，需制定项目的海洋环境影响监测方案及应急监测计划。监测计划制定原则是根据项目建设各个阶段的主要环境问题及可能造成较大影响地段和影响指标而定的，重点是环境敏感区。委托具有海洋环境监测资质的相关单位，跟踪监测本项目对海洋环境的影响，及时发现并解决本工程建设引起的海洋环境问题。

施工期和运营期的环境监测主要由建设单位委托具有资质的环境监测部门按照指定的计划进行实施。

13.3.1 施工期环境监测计划

(1) 水质环境监测

①监测站位：共布设 4 条监测断面，每个断面布设 3 个调查站位共布设 12 个水质调查站位，详细坐标见表 13.3-1 和图 13.3-1 所示。

②监测项目：COD、无机氮、SS、石油类。

③监测频率：施工前、施工期、施工结束后各进行一次监测。

(2) 沉积物监测

①监测站位：选取水质监测站位中的 1、4、6、7、8、10、11、12 号站位，共 8 个调查站位。

②监测项目：石油类、有机碳、Pb、Hg。

③监测频率：施工前、施工期、施工结束后各进行一次监测。

(3) 生态环境监测

①监测站位：海洋生物跟踪监测站位选取水质监测站位中的 1、4、6、7、8、10、11、12 号站位，共 8 个调查站位。

②监测项目：浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼卵仔鱼。

③监测频率：施工前、施工期、施工结束后各进行一次监测。

(4) 水下地形监测

①监测剖面布设：

根据数值模拟冲淤计算结果，项目区共设置 4 条冲淤动态监测剖面，即在南停泊区南

侧及南停泊区分别布设 1 条监测剖面，北停泊区布设 1 条监测剖面，南渡江河口口门处布设 1 条监测剖面。监测断面见图 13.3-1 和表 13.3-1 所示。

②监测内容：

水下剖面地形重复测量，根据重复监测资料分析本项目建设前后冲淤变化趋势；剖面水下地貌侧扫，分析本项目建设前后地貌演化特征；沿剖面采集表层样，分析本项目建设前后剖面上底质变化趋势。

③监测方法：

测深使用精密回声测深仪；采用舷挂走航式自动测深方式进行测量；定位设备是 DGPS 定位系统。

按此方法依次确定监测剖面位置，并进行量测获得平面和高程数据，获得完整连续的水下地形剖面形态，通过多次重复测量对比，掌握水下地形剖面的动态变化。

④监测频率：施工前进行一次，施工结束后进行一次。

(5) 完成单位

建设单位以有偿服务的方式，委托有资质的监测部门实施监测计划。

表 13.3-1 工程施工期与运营期海洋环境监测站位坐标

站号	经度 (E)	纬度 (N)	调查内容
1	110.371642916	20.063063241	水质、沉积物、生物
2	110.370559303	20.063095428	水质
3	110.369400589	20.063170530	水质
4	110.375966637	20.067065097	水质、沉积物、生物
5	110.373649208	20.067258216	水质
6	110.371224491	20.067279674	水质、沉积物、生物
7	110.377060978	20.072064735	水质、沉积物、生物
8	110.375516026	20.072408058	水质、沉积物、生物
9	110.373091309	20.072794296	水质
10	110.387682526	20.082493164	水质、沉积物、生物
11	110.381974785	20.085926391	水质、沉积物、生物
12	110.375365822	20.088243820	水质、沉积物、生物
断面 P1 起点	110.372554867	20.064189769	地形及岸滩冲淤监测
断面 P2 起点	110.376975147	20.067172386	地形及岸滩冲淤监测
断面 P3 起点	110.377533047	20.071313716	地形及岸滩冲淤监测
断面 P4 起点	110.376073925	20.077429153	地形及岸滩冲淤监测

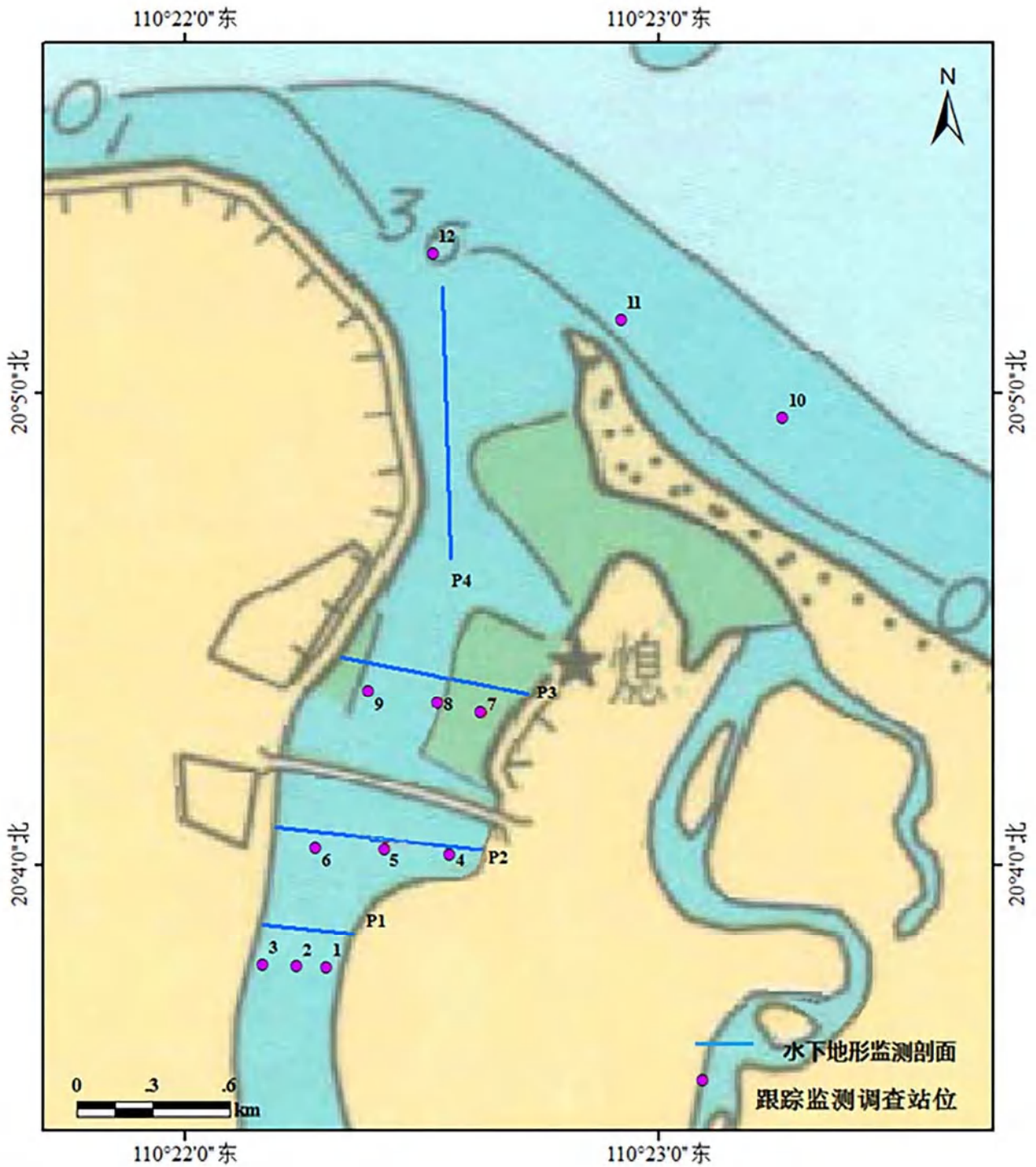


图 13.3-1 工程施工期与运营期海洋环境监测站位图

13.3.2 运营期环境监测计划

(1) 水质环境监测

①监测站位：共布设 4 条监测断面，每个断面布设 3 个调查站位共布设 12 个水质调查站位，详细坐标见表 13.3-1 和图 13.3-1 所示。

②监测项目：COD、无机氮、SS、石油类。

③监测频率：运营期每年进行一次。

(2) 沉积物监测

①站位站位：选取水质监测站位中的 1、4、6、7、8、10、11、12 号站位，共 8 个调查站位。

②监测项目：石油类、有机碳、Pb、Hg。

③监测频率：与水质监测同步。

(3) 生物监测

①站位站位：选取水质监测站位中的 1、4、6、7、8、10、11、12 号站位，共 8 个调查站位。

②监测项目：浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼卵仔鱼、游泳动物。

③监测频率：与水质监测同步。

(4) 冲淤动态监测

①监测内容：与施工期相同。

②监测范围：与施工期相同。

③剖面布设：与施工期相同。

④监测频率：每年监测一次。

(5) 执行单位和监督单位

通过实施运营期的环境监测计划，全面及时地掌握工程运行中的环境状况，若发现对本工程或附近水体环境不利的环境变化，应加密监测频次，并根据实际情况，制定必要的工程补救措施或环保措施；若没有发现由项目建设引起的大的冲淤变化，则可逐渐降低监测频率。运营期监测可委托有资质的监测单位具体执行，并由当地环境保护行政主管部门进行监督指导。监测单位应编制监测报告报送项目环境管理办公室及当地环境保护行政主管部门。

14 评价结论与建议

14.1 项目概况

海口市海上综合执法码头及配套路网项目位于南渡江河口，新东大桥北侧。本项目拟新建一座综合执法码头及配套设施，建设岸线总长度 896m，其中执法码头区岸线 824m、保障区岸线 60m、滑道区岸线 12m，共形成泊位 31 个，其中各类执法船泊位 10 个，执法艇公共泊位 20 个，保障泊位 1 个。执法码头通过一条长约 1.22km、宽 15m 的进港道路连接至江东大道。码头前沿作业地带面积 1.57 万 m²，码头后方陆域（含道路）总面积约 7.75 万 m²，布置综合执法基地、消防救援支队基地、海警基地及船舶保障区及道路。陆域建设内容包括综合执法中技术用房、航标堆场、消防救援技术用房、停机坪、综合备勤楼、救援物资储备库、训练塔、通信室、海警技术用房、进港道路、港内道路、停车场、污水提升泵站、变电所、港区绿化以及其他水电配套设施。根据使用要求和港址自然条件，确定码头采用高桩结构方案建设。水工建筑物安全等级为 II 级，水工建筑物设计使用年限为 50 年。

工程总工期为 24 个月，工程总投资为 66011.79 万元。

14.2 污染物排放情况

14.2.1 废水

（1）施工期

施工期水环境污染主要包括施工作业过程中产生的悬浮物，施工人员产生的生活污水及施工船舶含油废水。项目施工悬浮物主要来源于清淤疏浚工程和桩基施工，其中项目清淤疏浚的悬浮物产生源强为 1.878kg/s；桩基施工的悬浮泥沙估算源强为 0.036kg/s。施工队伍每天产生的生活污水约 16.40m³/d，则生活污水产生量为 11808m³。施工船舶含油污水产生量为 4.03t/d，施工期总产生量为 1813.5t。其主要污染物为石油类，其浓度取 2000mg/L，石油类产生量为 3.627t。项目施工船舶设置生活污水及含油污水收集设施，船舶生活污水及含油废水经收集后定期由船舶运营方联系有资质船舶污水接收单位接收处理。

（2）运营期

项目运营期的水污染源主要来自船舶机舱含油污水、保障码头区域含油雨污水以及港区生活污水。

根据项目分析，运营期产生的含油废水为 1.97t/d。其主要污染物为石油类，其浓度取

2000mg/L，则石油类产生量为 0.00394t/d。本项目拟在船舶保障区内增设一体化污水处理站（100m³/t）进行处理，水质满足标准应达到《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T 31962-2015）后，排入市政污水管网，严禁直接排入周边水体。

保障码头区域含油雨污水的最大日均量为 150m³/d。其主要污染物为石油类，其浓度取 2000mg/L，则石油类产生量为 0.30t/d。本项目拟在船舶保障区内增设一体化污水处理站（100m³/t）进行处理，水质满足标准应达到《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T 31962-2015）后，排入市政污水管网。

港区生活污水的最大日均量为 90m³/d，19800m³/a。生活污水主要污染物为 COD、BOD₅、SS、氨氮等，其总产生量分别为：COD 为 6.93t/a；BOD₅ 为 3.96t/a；SS 为 3.96t/a、氨氮为 0.60t/a。本项目拟在船舶保障区内增设一体化污水处理站（100m³/t）进行处理。

14.2.2 废气

（1）施工期

本项目施工期的大气污染源主要来自施工机械、施工船舶和车辆废气以及运输车辆扬尘，主要污染物为 NO₂、SO₂、THC 和 TSP 等。项目施工设备较少，产生的污染物较少，经稀释、扩散后，对环境的影响不大。

（2）运营期

运营期大气污染源为装卸机械、运输车辆排放的尾气和扬尘、船舶排放的废气等，主要污染物为 SO₂、NO_x 和 CO₂ 等。项目为无组织排放，产生的污染物量较少，易被江面的风迅速扩散、稀释，对环境的影响不大。

14.2.3 固体废物

（1）施工期

施工期的固体废物主要来源于施工人员的生活垃圾，施工机械设备产生的残油、废油以及疏浚物等。

施工人员生活垃圾的产生量按 1kg/d·人估算，生活垃圾排放量约为 100kg/d，施工期生活垃圾总量为 72.0t。生活垃圾以有机污染物为主，应及时收集，并由环卫部门统一外运并安全处置。

施工机械设备作业产生的残油、废油等危险废物，经收集后统一交由有危险废物处理资质的单位将其安全处置。

根据项目建设内容，本工程疏浚量约为 140.87 万 m³。由于港池航道的疏浚土主要以淤泥

为主，陆域无堆存区，暂定外抛至 20km 外的海口海洋倾倒区。

(2) 运营期

项目运营期的固体废物主要来源于港区生活垃圾。生活垃圾的产生量按 1kg/d·人估算，则生活垃圾产生量约为 700kg/d，生活垃圾总量为 210t/a。

港区配置垃圾箱、垃圾车，港区的生产和生活垃圾做到日产日清，生活和生产垃圾经分类后由专门的清洁公司收集后，统一外运到城市垃圾处理厂处理。

14.2.4 噪声

(1) 施工期

本项目施工噪声来源于施工机械、施工船舶和运输车辆产生的噪声，声源强度范围在 82~95dB (A)。

(2) 运营期

项目营运后的噪声污染源主要为装卸机械作业的噪声、进出港运输车辆的交通噪声以及船舶停、开的汽笛声等。噪声值一般约为 70~80dB，鸣笛声可达 110dB，但鸣笛时间短促。噪声主要为船舶停靠及出港时产生，产生的影响也只是短暂的，随着其的远离，噪声影响也逐渐减弱、直至消失，对声环境质量影响很小。

14.3 环境质量现状调查与评价结论

14.3.1 水环境质量现状

(1) 2020 年 3 月水质调查结果

评价结果表明，区域水质 pH、石油类、Cu、Hg、Pb、As、Cd 和硫化物的含量均符合第一类海水水质标准要求，没有超标样品。溶解氧有 6.0%样品 (H07、H10、H29 号站表层) 超过第一类海水水质标准，超标倍数分别为 0.22、0.03、0.16，H07 号站符合第三类海水水质标准，H10、H29 号站符合第二类海水水质标准，其余样品符合第一类海水水质标准。生化需氧量有 8.0%样品 (H10、H19、H20、H21 号站表层) 超过第一类海水水质标准，超标倍数为 0.01、0.12、0.24、0.54，H10、H19、H20 号站位符合第二类海水水质标准，H21 号符合第三类海水水质标准，其余样品均符合第一类海水水质标准。无机氮有 4.00%样品 (H07 号站表层、H17 号站表层) 超过第一类海水水质标准，超标倍数分别为 0.21、0.08，符合第二类海水水质标准；活性磷酸盐有 6.0%样品 (H07 号站表层、H09 号站表底层、H13 号站底层) 超过第一类海水水质标准，超标倍数分别为 1.51、0.03、0.17，H09 号、H13 号符合第三类海水水质标准，

H07 号符合第四类海水水质标准，其余样品均符合第一类海水水质标准；重金属锌有 2.0% 样品（H02 号站表层）超过第一类海水水质标准，超标倍数为 0.01，符合第二类海水水质标准，其余样品均符合第一类海水水质标准。

（2）2021 年 9 月水质调查结果

评价结果表明，调查海域的 pH 值、化学需氧量、活性磷酸盐、铜、锌、镉、总铬、汞、砷含量、铅含量均符合海洋功能区划要求的相应海水水质标准要求。溶解氧、无机氮、石油类个别站点存在超标样品。

海水溶解氧 1 号站表层样品轻微超标，超标率为 2.2%，超标倍数为 1.22，符合三类海水水质标准，样品超标。

海水无机氮 3 号站表层样品轻微超标，超标率为 2.2%，超标倍数为 1.316，符合三类海水水质标准，样品超标。

海水石油类 1、18 号站表层样品轻微超标，超标率为 10.0%，超标倍数分别为 1.140、1.560，符合三类海水水质标准，样品超标。

其余站位样品均符合所处海洋功能区划的水质标准要求。

经分析，海水溶解氧、无机氮、石油类受南渡江径流污染输入影响较大，超标站位 1、3 号站均于南渡江入海口区，可能受径流输入影响，导致的样品出现超标现象。超标站位 18 号站均位于外海海域，可能受过往船只排污影响导致超标，但外海海域水动力交换能力较强，待海水扩散，可逐渐恢复。

（3）南渡江河口水质现状监测

根据监测结果分析，本次监测中断面 1 中除溶解氧超标外，其余各项指标均符合《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）IV 类标准，断面 2 和断面 3 中五日生化需氧量、无机氮、活性磷酸盐及粪大肠菌群指标超《海水水质标准》（GB 3097-1997）二类标准，其余各项指标符合（GB 3097-1997）二类标准。

14.3.2 沉积物质量现状

根据《海洋沉积物质量》（GB 18668-2002）中对部分沉积物质量参数的分类规定，本次沉积物质量评价因子为硫化物、石油类、有机碳、锌、镉、铅、铜、铬、砷和总汞共 10 项。评价结果表明，调查海域的表层沉积物中硫化物、石油类、有机碳、铜、铅、锌、镉、铬、砷、总汞均符合调查海域海洋功能区划的相关海洋沉积物质量标准。

总体而言，调查海域沉积物总体质量优良。

14.3.3 生态环境质量现状

(1) 2020年3月生态环境质量:

①叶绿素 a 和初级生产力

根据调查结果表明,调查海区叶绿素 a 含量范围是(0.24~9.92)mg/m³,平均值为 2.21mg/m³。各站点间的叶绿素 a 含量差异较大,最高出现在 H07 号站位。调查海区初级生产力变化范围是(16.17~315.62) mg·C/m²·d; 平均值是 119.47mg·C/m²·d。

②浮游植物

根据本次调查所采集到的样品,调查海域共鉴定到浮游植物 4 门 43 属 108 种(包括变型及变种)。各调查站位浮游植物的细胞密度介于(0.20~653.20)×10⁵cells/m³之间,平均细胞密度为 51.62×10⁵cells/m³。调查期间各站位的浮游植物丰富度指数介于 0.81~2.56 之间,平均值为 1.71;单纯度指数介于 0.05~0.61 之间,平均值为 0.20;多样性指数介于 1.40~4.72 之间,平均值为 3.16;均匀度指数介于 0.30~0.86 之间,平均值为 0.63。

③浮游动物

据本次调查所采集到的标本鉴定,调查海域浮游动物共有 9 类 34 属 37 种,桡足类最多,有 14 属 17 种;水螅水母类有 4 属 4 种;端足类有 3 属 3 种;被囊类和浮游软体类各有 2 属 2 种;枝角类、毛颚类、十足类和介形类各有 1 属 1 种。浮游动物的丰度范围为(1.00~2131.43) ind/m³,平均丰度为 174.82ind/m³;生物量范围为(0.26~1858.90) mg/m³,平均生物量为 158.10mg/m³。调查期间该海域浮游动物优势种类有针刺拟哲水蚤、中华哲水蚤、红大眼水蚤。浮游动物丰富度指数范围为 0~3.65,平均值为 1.42;单纯度指数范围为 0.11~1.00,平均值为 0.39;多样性指数范围为 0~3.49,平均值为 1.95;均匀度指数范围为 0~0.98,平均值为 0.70。

④底栖生物

调查海域大型底栖动物共采集鉴定到 106 种,节肢动物有 37 种,环节动物有 32 种,软体动物有 24 种,棘皮动物有 8 种,星虫动物有 2 种,蠕虫动物、尾索动物、腔肠动物均有 1 种。各站位底栖生物栖息密度的幅度为(4.98~840.80) ind/m²,生物量的幅度为(0.005~530.42) g/m²,H5、H6、H7、H9、H10、H11 号站未采集到生物。

调查海域大型底栖动物栖息密度主要以软体动物为主,平均密度为 46.35ind/m²;其次为环节动物,平均密度为 7.86ind/m²;最低为蠕虫动物,平均密度均为 0.26ind/m²。生物量以软体动物为主,平均生物量为 28.10g/m²;其次为节肢动物,平均生物量为 0.68g/m²;棘皮动物和蠕虫动物最低,平均生物量均为 0.02g/m²。

调查期间该海域大型底栖动物优势种类突出,优势种有杓形小囊蛤、菲律宾偏顶蛤。各

站丰富度的幅度为 0~1.56, 平均值为 0.41; 各站单纯度的幅度为 0.11~1.00, 平均值为 0.32; 各站多样性指数的幅度为 0~2.73, 平均值为 0.66; 各站底栖生物均匀度的幅度为 0~1.00, 平均值为 0.29, H5、H6、H7、H9、H10、H11 号站未采集到生物。

⑤潮间带生物

4 个潮间带断面共采获了 4 个生物类别中的 30 科 46 种生物 (包含定性样品)。其中环节动物门、软体动物门各有 7 科 9 种, 脊索动物门有 1 科 1 种, 节肢动物门有 15 科 27 种。4 条潮间带生物断面高潮区平均栖息密度为 220.41ind/m², 平均生物量为 81.13g/m²; 中潮区平均栖息密度为 127.25ind/m², 平均生物量为 45.15g/m²; 低潮区平均栖息密度为 61.50ind/m², 平均生物量为 9.58g/m²。其中节肢动物的生物量和栖息密度最大, 分别为 80.75ind/m²、37.44g/m²。4 条潮间带高潮区丰富度范围在 0~2.31 之间, 平均为 0.58; 单纯度范围在 0.54~1.00 之间, 平均为 0.89; 多样性指数范围在 0~0.94 之间, 平均为 0.24; 均匀度范围在 0~0.94 之间, 平均为 0.24。中潮区丰富度范围在 0~1.13 之间, 平均为 0.49; 单纯度范围在 0.29~1.00 之间, 平均为 0.67; 多样性指数范围在 0~2.22 之间, 平均为 0.95; 均匀度范围在 0~0.74 之间, 平均为 0.37。低潮区 C03 号站位未采获生物, 丰富度范围在 0.27~0.94 之间, 平均为 0.41; 单纯度范围在 0.26~0.93 之间, 平均为 0.44; 多样性指数范围在 0.24~2.20 之间, 平均为 0.90; 均匀度范围在 0.15~0.85 之间, 平均为 0.43。

⑥游泳动物

本次调查共渔获游泳动物 97 种, 其中鱼类 63 种, 头足类 7 种, 甲壳类 27 种。游泳动物的平均渔获率为 10.82kg/h 和 203ind/h。根据扫海面积法估算, 评价区外海海域目前游泳动物的资源密度约为 194.83kg/km² 和 3654ind./km²。本次调查的优势渔获物鱼类共有 14 种。其中, 短吻鲷的 IRI 最高, 为 2779; 其它优势种依次为大鳞舌鲷 (778)、皮氏叫姑鱼 (651)、颈斑鲷 (536)、杜氏叫姑鱼 (471)、黑棘鲷 (430)、鹿斑鲷 (334)、红鳍赤鲷 (223)、尖嘴鲷 (203)、黄斑胡椒鲷 (185)、白鲳 (152)、黑口鲷 (146)、灰鲳 (138)、古氏鲷 (117)。优势渔获物甲壳类有 1 种。为须赤虾 (144)。渔获物头足类优势种有 1 种。为中国枪乌贼 (265)。其它种类的相对重要性指数小于 100。

项目海域渔获物重量密度多样性指数均值为 1.06 (0.36-1.69), 均匀度指数均值为 0.25 (0.08-0.39), 单纯度指数均值为 0.29 (0.10-0.64), 丰富度指数均值为 3.26 (1.65-4.12)。渔获物个体密度多样性指数均值为 0.95 (0.60-1.44), 均匀度指数均值为 0.23 (0.09-0.37), 单纯度指数均值为 0.23 (0.09-0.52), 丰富度指数均值为 1.85 (0.91-2.76)。

⑦ 鱼卵仔鱼

水平拖网共捕获鱼卵 7686 粒，仔稚鱼 25 尾。垂直拖网调查，未采集到仔稚鱼，采集到的鱼卵密度范围为（0~3.26）粒/m³，平均密度为 1.13 粒/m³。

⑧ 生物体质量

监测结果表明：生物体样品中 H01、H11、H13、H21、H24 站位中的 As 指标超《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，其余站位 As 指标符合《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，其余指标均符合《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》和《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准。

（2）2021 年 9 月生态环境质量：

①生物体质量

本次生物体质量调查分析项目为石油烃、锌、镉、铅、铜和总汞共 6 项。在项目区附近海域布设了 12 个渔业资源调查站位作为生物体质量监测站位，共采集到 23 种生物体样品（当季经济种类）。

调查海域的生物体石油烃、铜、铅、锌、镉和总汞均符合所属种类的质量标准要求。

总体而言，调查海域总体生物体质量优良。

②叶绿素 a 与初级生产力

调查海域叶绿素 a 含量范围为（0.24-4.90）mg/m³，查海域 1 号站为富营养区，其余站位均为贫营养区；调查海域初级生产力变化范围是（12.18~542.44）mg·C/m²·d。本次调查真光层透明度较低，故初级生产力整体含量较低。

③浮游植物

根据本次调查所采集到的样品，调查海域共鉴定到浮游植物 3 门 25 属 55 种，以硅藻类占多数。各调查站位浮游植物的细胞丰度介于（0.12~29.13）×10⁵cells/m³之间，平均细胞丰度为 8.46×10⁵cells/m³。调查海域浮游植物优势种类明显，主要为海链藻、奇异棍形藻、拟旋链角毛藻、劳氏角毛藻、星脐圆筛藻、柔弱伪菱形藻、钟形中鼓藻、掌状冠盖藻、中肋骨条藻等。各站位的浮游植物丰富度指数介于 0.60~1.85 之间，平均值为 1.19，单纯度指数介于 0.12~0.34 之间，平均值为 0.24，多样性指数介于 2.19~3.58 之间，平均值为 2.83，均匀度指数介于 0.54~0.77 之间，平均值为 0.64。

④浮游动物

据本次调查所采集到的标本鉴定，调查海域浮游动物共有 37 种，桡足类有 20 种，水螅水母类有 4 种，管水母类有 3 种，被囊类有 2 种，毛颚类有 2 种，十足类有 2 种，介形类有

1种,腹足类有1种,枝角类有1种,栉水母类有1种。浮游动物丰度范围为(7.84~239.21)ind/m³,平均丰度为71.31ind/m³;生物量范围为(2.65~70.36)mg/m³,平均生物量为27.44mg/m³。该海域浮游动物优势种类突出,主要有中型莹虾、针刺拟哲水蚤、球形侧腕水母、仔鱼、肥胖箭虫、百陶箭虫、短尾类幼体、长尾类幼体、亚强真哲水蚤。该水域浮游动物多样性指数较高,范围在1.81~3.52之间,平均值为2.83;均匀度指数范围在0.66~0.91之间,平均值为0.77;丰富度指数范围在1.00~3.25之间,平均值为2.06;单纯度指数范围在0.12~0.31之间,平均值为0.21。

⑤鱼卵与仔稚鱼

本次调查,海口湾附近海域鱼卵与仔稚鱼共鉴定种类19种,隶属于14科,鉴定到科的有4种,鉴定到属的13种,鉴定到种的2种。从发育阶段来看,鱼卵出现种类有10种,仔鱼出现种类有11种,稚鱼出现种类有6种。

垂直拖网共采集到鱼卵15粒,仔鱼45尾,稚鱼8尾。鱼卵数量以鳊具有数量上的绝对优势,占总数比例66.67%,舌鳎占13.33%,隆头鱼科一种占13.33%;仔鱼数量以小沙丁鱼具有数量上的绝对优势,占总数比例68.89%,少鳞鱈占11.11%,未定种占4.44%;稚鱼数量以康氏小公鱼具有数量上的绝对优势,占总数比例50%,小公鱼占37.5%,鲷科一种占12.5%。

水平拖网共采集到鱼卵97粒,仔鱼198尾,稚鱼20尾。鱼卵数量以鳊具有数量上的绝对优势,占总数比例38.14%,舌鳎占28.87%,隆头鱼科一种占16.49%;仔鱼数量以小沙丁鱼具有数量上的绝对优势,占总数比例71.21%,少鳞鱈占13.64%,未定种占3.54%;稚鱼数量以小公鱼具有数量上的绝对优势,占总数比例30%,康氏小公鱼占20%。

本次垂直拖网调查各站位鱼卵密度范围为(0.00~5.13)粒/m³,平均值为0.73粒/m³。其中最高出现在4号站位,密度为5.13粒/m³,19号站位密度2.78粒/m³;仔稚鱼密度范围为(0.00~6.06)粒/m³,平均值为1.13粒/m³。其中最高出现在12号站位,密度为6.06粒/m³,2号站位密度5.68粒/m³。

⑥大型底栖动物

调查海域大型底栖动物共采集鉴定到6门42科62种,其中节肢动物有26种,环节动物有14种,软体动物有9种,脊索动物有7种,棘皮动物有5种,星虫动物有1种。调查结果表明,各站位底栖生物栖息密度的幅度为(0.00~148.72)ind/m²,平均密度为29.91ind/m²;生物量的幅度为(0.00~38.81)g/m²,平均生物量为5.40g/m²。大型底栖动物栖息密度主要以节肢动物门为主,平均密度为14.10ind/m²,其次为环节动物门,平均密度为9.40ind/m²,最低为星虫动物门,平均密度为0.43ind/m²;生物量以节肢动物门为主,平均生物量为3.40g/m²,其

次为环节动物门，平均生物量为 $1.07\text{g}/\text{m}^2$ ，最低为星虫动物门，平均生物量为 $0.004\text{g}/\text{m}^2$ 。调查期间该海域大型底栖动物优势种类突出，优势种为大螯蛄虾。各站丰富度的幅度为 $0.00\sim 0.90$ ，平均值为 0.34 ；各站单纯度的幅度为 $0.00\sim 1.00$ ，平均值为 0.41 ；各站多样性指数的幅度为 $0.00\sim 2.42$ ，平均值为 0.94 ；各站均匀度的幅度为 $0.00\sim 1.00$ ，平均值为 0.44 。

⑦潮间带生物

6个潮间带断面共采获了3个生物类别中的10科14种生物。其中节肢动物门有11种，环节、脊索和软体动物门均有1种。6条潮间带生物断面高潮区平均栖息密度为 $0.32\text{ind}/\text{m}^2$ ，平均生物量为 $0.61\text{g}/\text{m}^2$ ；中潮区平均栖息密度为 $2.67\text{ind}/\text{m}^2$ ，平均生物量为 $5.26\text{g}/\text{m}^2$ ；低潮区平均栖息密度为 $12.00\text{ind}/\text{m}^2$ ，平均生物量为 $8.57\text{g}/\text{m}^2$ 。生物量分布状况为节肢动物($4.56\text{g}/\text{m}^2$)>脊索动物($0.23\text{g}/\text{m}^2$)>环节动物($0.02\text{g}/\text{m}^2$)>软体动物($0.01\text{g}/\text{m}^2$)。栖息密度的分布状况为节肢动物($4.55\text{ind}/\text{m}^2$)>环节动物($0.22\text{ind}/\text{m}^2$)>脊索动物($0.22\text{ind}/\text{m}^2$)>软体动物($0.002\text{ind}/\text{m}^2$)。该区域的潮间带生物优势种类突出，优势种为平分大额蟹、绒毛近方蟹和平背蜆和四齿大额蟹。本次调查，6条潮间带断面高潮区丰富度范围在 $-8.31\sim 0.00$ 之间，平均为 -2.24 ，单纯度范围在 $0.00\sim 1.00$ 之间，平均为 0.60 ，多样性指数范围在 $0.00\sim 2.17$ 之间，平均为 0.63 ，均匀度范围在 $0.00\sim 0.93$ 之间，平均为 0.34 ；6条断面中潮区丰富度范围在 $0.00\sim 0.25$ 之间，平均为 0.04 ，单纯度范围在 $0.00\sim 0.63$ 之间，平均为 0.10 ，多样性指数范围在 $0.00\sim 0.81$ 之间，平均为 0.14 ，均匀度范围在 $0.00\sim 0.81$ 之间，平均为 0.14 ；3条潮间带断面低潮区，丰富度范围在 $0.00\sim 0.65$ 之间，平均为 0.32 ，单纯度范围在 $0.00\sim 0.50$ 之间，平均为 0.28 ，多样性指数范围在 $0.00\sim 1.79$ 之间，平均为 0.92 ，均匀度范围在 $0.00\sim 1.00$ 之间，平均为 0.63 。

⑧游泳动物

本次共采集到获游泳动物88种，隶属于14目51科，其中鱼类为10目37科55种，头足类为1目1科1种，甲壳类3目13科32种。游泳动物的平均渔获率为 $6.446\text{kg}/\text{h}$ 和 $324\text{ind}/\text{h}$ 。其中，鱼类为 $4.604\text{kg}/\text{h}$ 和 $149\text{ind}/\text{h}$ ，头足类的平均渔获率为 $0.031\text{kg}/\text{h}$ 和 $1\text{ind}/\text{h}$ ，甲壳类的平均渔获率为 $1.811\text{kg}/\text{h}$ 和 $174\text{ind}/\text{h}$ 。根据扫海面积法估算，根据扫海面积法估算，评价区及附近海域内的2号、4号和13号站位放置定制网，不做资源密度评估。其余站位目前游泳动物的平均资源密度约为 $422.491\text{kg}/\text{km}^2$ 和 $21435\text{ind}/\text{km}^2$ ，其中鱼类约为 $302.587\text{kg}/\text{km}^2$ 和 $9828\text{ind}/\text{km}^2$ ，头足类 $1.943\text{kg}/\text{km}^2$ 和 $39\text{ind}/\text{km}^2$ ，甲壳类约为 $117.961\text{kg}/\text{km}^2$ 和 $11568\text{ind}/\text{km}^2$ 。根据相对重要性指数(IRI)公式计算评价调查海域内的相对重要性指标(IRI)，并以IRI大于100作为优势渔获物的判断指标，本次调查的优势渔获种类共有18种。其中叫姑鱼的IRI最高，为2426.35；其他优势渔获物依次为斑海鲶(1311.65)、纤细梭子蟹(1212.77)、鹰爪虾

(973.02)、海鳗(913.33)、列牙鲷(746.74)、须赤虾(595.70)、线纹鳗鲶(537.10)、斑纹鲟(493.03)、羊毛绒球蟹(370.42)、逍遥馒头蟹(330.08)、红星梭子蟹(319.49)、黄鲫(257.04)、口虾蛄(199.46)、褐篮子鱼(178.35)、棕斑兔头鲈(163.74)、洁白长臂虾(105.48)和黑尾吻鳗(101.73)等。本次调查海域渔获物中,鱼类平均幼体比例为54.48%;虾类平均幼体比例为99.68%;蟹类平均幼体比例为74.82%;头足类平均幼体比例为80.00%。项目海域渔获物重量密度丰富度指数均值为2.29(0.60-3.58),单纯度指数均值为0.21(0.07-0.64),多样性指数均值为3.42(1.08-4.44),均匀度指数均值为0.74(0.46-0.86)。渔获物尾数密度丰富度指数均值为2.04(-13.08-6.03),单纯度指数均值为0.18(0.09-0.55),多样性指数均值为3.41(1.05-4.49),均匀度指数均值为0.76(0.66-0.85)。

14.3.4 大气环境质量现状

根据《海口市生态环境状况公报》(2021年)中的达标区判定详情:海口市空气质量综合指数为2.11,二氧化硫(SO₂)、二氧化氮(NO₂)、可吸入颗粒物(PM₁₀)和细颗粒物(PM_{2.5})平均浓度分别为4μg/m³、11μg/m³、29μg/m³和14μg/m³;一氧化碳(CO)24小时平均第95百分位数是0.8mg/m³,臭氧(O₃)日最大8小时平均第90百分位数是120μg/m³。各污染物平均浓度均优于《环境空气质量标准》(GB 3095-2012)中二级标准限值,属于达标区。

14.3.5 声环境质量现状

根据监测结果得知,项目N1、N4监测点受新东大桥交通噪声的影响,夜间噪声超声环境质量标准》(GB 3096-2008)2类标准,其余监测站位噪声均满足相应声功能要求。

14.4 环境影响预测综合分析与评价结论

14.4.1 水动力影响

工程选址位置涨急时刻最大流速约0.6m/s,平均流速约为0.4m/s;落急时刻最大流速约0.5m/s,平均流速约为0.3m/s。由于工程需要对河道进行清理,施工后工程处水深增加,潮流速度略有降低,潮流沿逆时针方向略有偏转。方案二与方案一相比,开挖深度和方案差别不大,计算的潮流、淤积等水动力分析结果相近。

14.4.2 南渡江河口纳潮量的影响

根据计算结果,工程前南渡江的纳潮量约为 $15.96596 \times 10^6 \text{m}^3$,工程后南渡江的纳潮量约为 $15.97141 \times 10^6 \text{m}^3$,对比项目工程前后南渡江的纳潮量可知,工程后南渡江纳潮量约增加了

0.034%，本项目工程建设可以增加南渡江的纳潮量。

14.4.3 冲淤环境影响

工程前项目区域的平均回淤为 0.1m/year，工程加重了南渡江口门近的淤积或冲刷，并引起新挖河底区域的淤积情况加重，工程区域的最大回淤点在将新挖航道的最西端，但新施工的其他挖掘区域的淤积情况较轻。方案一中工程区域平均回淤量为 0.20m/year，方案二中工程区域平均回淤量为 0.22m/year。

洪峰过境导致的骤淤强度高于年均流量状态下的回淤强度，且淤积范围、强度均随洪峰流量的增加而增加，大流量洪峰可能对该工程有极大不利影响。五年一遇洪峰情况，新挖航道淤积最严重的区域（新挖航道最西端）可达 0.8m/d，新挖航道平均回淤为 0.5m/d，岸边码头附近平均回淤为 0.2m/d；十年一遇洪峰情况，新挖航道淤积最严重的区域（新挖航道最西端）可达 1.0m/d，新挖航道平均回淤为 0.6m/d，岸边码头附近平均回淤为 0.3m/d；二十年一遇洪峰情况，新挖航道淤积最严重的区域（新挖航道最西端）可达 1.1m/d，新挖航道平均回淤为 0.7m/d，岸边码头附近平均回淤为 0.35m/d。

14.4.4 南渡江含沙量的影响

方案一工程实施后，涨急时工程附近平均含沙量为 0.025kg/m³，落急时平均含沙量为 0.030kg/m³。方案一实施后工程区域的含沙量较工程前后较大增长，可能会引起较大河底回淤。

方案二工程实施后，涨急时工程附近平均含沙量为 0.027kg/m³，落急时平均含沙量为 0.031kg/m³。方案二实施后工程区域的含沙量较工程前后较大增长，可能会引起较大河底回淤。

14.4.5 水质环境影响

（1）施工期

通过计算可知，超I、II类水质（>10mg/L）面积为 1.307070km²，超III类水质（>100mg/L）面积为 0.501227km²，超IV类水质（>150mg/L）面积为 0.424734km²。超IV类水质最远扩散距离所处位置在南侧大约 650m 处，超III类水质最远扩散距离所处位置在南侧大约 800m 处，超I、II类水质向南最远扩散距离所处位置距离南侧大约 2200m 处，向北最远扩散距离所处位置距离北侧大约 590m 处。施工过程中产生的悬浮物对海水水质的影响，时间是短暂的，这种影响一旦施工完毕，在较短的时间内也就结束。

项目施工船舶设置生活污水收集设施，施工船舶生活污水经收集后定期由船舶运营方联系有资质船舶污水接收单位接收处理。施工船舶需配备含油污水收集器，船舶含油污水经收

集后定期由船舶运营方联系有资质船舶污水接收单位接收处理。项目经采取以上措施后，施工期产生的废水对区域环境影响较小。

(2) 运营期

项目运营期的水污染源主要来自船舶机舱含油污水、保障码头区域含油雨污水以及港区生活污水。

根据项目分析，运营期产生的含油废水为 1.97t/d。其主要污染物为石油类，其浓度取 2000mg/L，则石油类产生量为 0.00394t/d。本项目拟在船舶保障区内增设一体化污水处理站（100m³/t）进行处理，水质满足标准应达到《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T 31962-2015）后，排入市政污水管网，严禁直接排入周边水体。

保障码头区域含油雨污水的最大日均量为 150m³/d。其主要污染物为石油类，其浓度取 2000mg/L，则石油类产生量为 0.30t/d。本项目拟在船舶保障区内增设一体化污水处理站（100m³/t）进行处理，水质满足标准应达到《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T 31962-2015）后，排入市政污水管网。

港区生活污水的最大日均量为 90m³/d，19800m³/a。生活污水主要污染物为 COD、BOD₅、SS、氨氮等，其总产生量分别为：COD 为 6.93t/a；BOD₅ 为 3.96t/a；SS 为 3.96t/a、氨氮为 0.60t/a。本项目拟在船舶保障区内增设一体化污水处理站（100m³/t）进行处理。

综上分析，项目运营期产生的废水经收集后均外运处置，不直接排入周边水体，故项目运营期对区域水环境影响较小。

14.4.6 沉积物环境影响

泥沙的扩散除了自身的沉降外，主要受到潮流的输运作用影响。根据预测，项目施工悬浮泥沙扩散超I、II类水质（>10mg/L）面积为 1.307070km²，超III类水质（>100mg/L）面积为 0.501227km²，超IV类水质（>150mg/L）面积为 0.424734km²。超IV类水质最远扩散距离所处位置在项目南侧大约 650m 处，超III类水质最远扩散距离所处位置在项目南侧大约 800m 处，超I、II类水质向南最远扩散距离所处位置距离在项目域南侧大约 2200m 处，向北最远扩散距离所处位置距离在项目北侧大约 590m 处。超标水质仅对区域内部有影响。根据沉积物质量监测结果，工程区域海域的沉积物质量状况良好，施工产生的沉积物来源于本区域，不会对本区域沉积物的理化性质产生影响。此外，项目疏浚和桩基施工等对沉积物的影响时间是短暂的，一旦施工完毕，这种影响在较短的时间内也就结束。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较大变化，仍将基本保持现有水平。

施工期和运营期的污染物均经过处理，不直接在工程区域排放，因此不会对工程海域的

沉积物环境产生影响。因此，总体来说，项目建设对沉积物环境影响不大。

14.4.7 海洋生态环境影响

施工期间对海洋生态的影响主要是桩基施工及疏浚将直接破坏底栖生物生境，也会对渔业资源产生一定影响，这里的渔业资源主要包括游泳生物（主要为鱼、虾、蟹）和鱼卵仔鱼。另外，工程施工产生的悬浮泥沙污染工程区附近的水质环境，使水体浑浊，也将对浮游生物产生影响。本项目建设对于生物资源损害进行补偿，经济补偿额总应不低于 47.71 万元，建议采取一定的海洋生物增殖放流的补偿措施。

14.4.8 行洪影响分析

根据施工设计方案，本工程采用的施工方案可确保施工时泄洪畅通，运行期对水位的抬高非常小，不会对河道行洪造成影响。

14.4.9 声环境影响

项目在施工阶段各种机械噪声昼间达标排放所需的衰减距离为 4~19m，夜间达标距离为 18~100m。施工期噪声昼间影响距离在 19m 以内，夜间影响距离在 100m 以内，本项目夜间不施工。据调查，项目区沿线在声环境影响范围内的敏感目标主要有外堆存和外坪村，项目距离外堆村约 60m，外坪村 30m，故项目施工对周边环境影响较小。

项目营运后的噪声污染源主要为装卸机械作业的噪声、进出港运输车辆的交通噪声以及船舶停、开的汽笛声等。噪声值一般约为 70~80dB，鸣笛声可达 110dB，但鸣笛时间短促。噪声主要为船舶停靠及出港时产生，产生的影响也只是短暂的，随着其的远离，噪声影响也逐渐减弱、直至消失，对声环境质量影响很小。

14.4.10 固体废物影响

施工期的固体废物主要来源于施工人员的生活垃圾和施工机械设备产生的残油、废油。生活垃圾以有机污染物为主，应及时收集，由环卫部门统一外运并安全处置。施工机械设备及施工船舶作业产生的残油、废油等危险废物，经收集后，统一交由有危险废物处理资质的单位将其安全处置。

项目运营期的固体废物主要来源于港区生活垃圾。港区配置垃圾箱、垃圾车，港区的生产和生活垃圾做到日产日清，生活和生产垃圾经分类后由专门的清洁公司收集后，统一外运到城市垃圾处理厂处理。

综上所述，施工期和运营期的固体废物经妥善处理不会对周围环境产生不良影响。

14.4.11 大气环境影响

本项目施工期的大气污染源主要来自施工机械、施工船舶和车辆废气以及运输车辆扬尘，主要污染物为 NO_2 、 SO_2 、THC 和 TSP 等。项目施工设备较少，产生的污染物较少，经稀释、扩散后，对环境影响不大。

运营期大气污染源为装卸机械、运输车辆排放的尾气和扬尘、船舶排放的废气等，主要污染物为 SO_2 、 NO_x 和 CO_2 等。项目为无组织排放，产生的污染物量较少，易被江面的风迅速扩散、稀释，对环境影响不大。

综上所述，项目建设对大气环境的影响很小。

14.4.12 环境敏感目标的影响

(1) 对通航环境的影响分析

本项目位于南渡江出海口，根据设计船型需要开挖进出港航道，进出港航道和规划航道部分重叠。但是本项目的码头结构采用高桩墩台结构型式，码头面顶标高 3.5m，前沿底标高 -6.5m，并未形成对水流及泥沙淤积造成影响的构筑物，不会影响航道内水流和水深条件。

本项目所在区域并未规划有锚地，不会对船舶交通组织、航道通过能力的影响。但是，船舶需经南渡江主航道进出码头，在进出航道过程中可能会与南渡江主航道船舶之间存在相互影响，一定程度上对其船舶交通组织及航道通过能力造成影响。同时大量执法船舶进出时，可能会对通航秩序造成一定的影响。此外，项目施工过程中施工船舶的使用，会增加区域的船舶通航密度，对区域通航环境产生一定的影响。

(2) 对周边村庄、社区的影响分析

项目实施对周边村庄和社区的影响主要表现为施工机械、施工船舶、停靠船舶、运输车辆和装卸机械作业产生的噪声、废气和扬尘等。经预测，项目在施工阶段各种机械噪声昼间达标排放所需的衰减距离为 4~19m，夜间达标距离为 18~100m。施工期噪声昼间影响距离在 19m 以内，夜间影响距离在 100m 以内，本项目夜间不施工，项目施工对周边环境影响较小。项目营运后噪声污染主要来源于装卸机械作业的噪声、进出港运输车辆的交通噪声以及船舶停、开的汽笛声等，噪声值一般约为 70~80dB，鸣笛声可达 110dB，但鸣笛时间短促。噪声主要为船舶停靠及出港时产生，产生的影响也只是短暂的，随着其的远离，噪声影响也逐渐减弱、直至消失，因此对周边村庄和社区的影响很小。

除此以外，本项目在施工和运营期间还会因船舶、施工机械和运输车辆等产生废气和扬

尘等。本项目为无组织排放，产生的污染物量较少，易被江面的风迅速扩散、稀释，因此对周边居民影响较小。

(3) 对南渡江口岛的影响分析

结合近几年以来的南渡江河口沙嘴的变化情况分析，目前受如意岛的阻挡，NNE 向和 NE 向浪的作用减弱，在人工岛波影区后侧形成泥沙堆积区，目前南渡江河口区转化为主要受 NNW 和 N 向浪的作用为主。因此在现状条件下，河口沙嘴的泥沙运动趋势为由北向南，即沙嘴沙将由外海缓慢向河口区内搬运，除非遇到较大的洪水冲泄才会将沙嘴沙向河口外冲决。

根据项目设计方案和工程地质勘察报告，项目区疏浚土主要以淤泥质粉细砂为主，不涉及持力层，对南渡江口岛稳定性的影响不明显。此外根据冲淤模型计算结果，工程前入海口口门内水域有较为严重的淤积问题，而本工程加重了南渡江口门附近的淤积或冲刷，并引起新挖河底区域的淤积情况加重；工程区域的最大回淤点在将新挖航道的最西端，但新施工的其他挖掘区域的淤积情况较轻。因此本工程完工后，业主应在运营期间做好河底监测工作，并定期开展河底疏浚维护工作。在此基础上，本项目实施对南渡江口岛的影响较小。

(4) 对新东大桥的影响分析

本项目实施施工后东引桥部分流速有所增长，主桥部分流速变化不大，西引桥流速有所降低。项目实施对新东大桥桥墩产生一定的冲刷。根据冲淤计算结果分析，新东大桥桥位处冲刷深度变化不大，最大深度冲刷范围沿着航道有所增加；根据冲刷计算公式，对比施工前变化值为设计水位，由于设计水位变化不大，一般冲刷深度较施工前变化不大。

综上，工程实施对新东大桥桥位处流场、水位、流速和冲淤的影响很小，不会对新东大桥桥梁安全产生影响。

(5) 对现有渔港的影响分析

项目施工期间，疏浚作业将占用一定的水域空间，挖泥船、运输船等进出施工区加大了该海区的通航密度，与其他进出该区域的船只难免发生相互干扰，船舶碰撞几率增高，存在一定的交通安全隐患。

在施工过程中应加强施工过程控制，制定合理、科学的施工方案，减少项目施工对周边海域用海活动的影响；可根据该区域的船舶交通流规律对施工船舶进出施工水域时间进行必要的协调，与海事交通主管部门积极沟通，相互通告船舶动态，服从海事部门统一管理，并采取积极主动的避让措施；加强施工作业船舶监管，施工作业时保持瞭望，避免与过往、停泊船只发生碰撞事故，经采取上述措施后，项目实施对周边船舶停靠区的影响不大。

(6) 对工程附近环境保护功能区的影响分析

本项目北侧 170m 处为海口市东海岸旅游休闲娱乐区，项目建设对区域海洋功能区的影响主要是施工过程中产生的悬浮物扩散可能会影响各功能区的水质和生态环境。

根据悬浮泥沙数值模拟计算结果，施工过程中悬浮泥沙超I、II类水质（ $>10\text{mg/L}$ ）面积为 1.307070km^2 ，超III类水质（ $>100\text{mg/L}$ ）面积为 0.501227km^2 ，超IV类水质（ $>150\text{mg/L}$ ）面积为 0.424734km^2 。超IV类水质最远扩散距离所处位置在南侧大约 650m 处，超III类水质最远扩散距离所处位置在南侧大约 800m 处，超I、II类水质向南最远扩散距离所处位置距离在南侧大约 2200m 处，向北最远扩散距离所处位置距离在北侧大约 590m 处。故项目建设仅对海口市东海岸旅游休闲娱乐区有一定的影响，施工过程中产生的悬浮物对海水水质的影响，时间是短暂的，这种影响一旦施工完毕，在较短的时间内也就结束。故项目施工悬沙对区域海洋环境影响较小。

（7）对“三场一通道”的影响分析

根据调查，琼州大桥至出海口段有鱼类 111 种，隶属 15 目 50 科 78 属，咸淡水洄游鱼类主。区域主要洄游鱼类为花鳗鲡，花鳗鲡是典型的降河洄游鱼类，接近性成熟的个体，在江河中营穴居生活，随后入海生殖，新生仔鳗从海洋进入河口区域，溯河而上，逐渐进入河道中，尤其喜欢进入上游水库周边索饵育肥。白昼隐伏于洞穴及石隙中，夜间外出活动，捕食，根据野外调查结果表明，海南直通海的河流都为花鳗鲡的洄游通道。每年 11 月游到海里产卵，直到翌年 3 月均为花鳗鲡的洄游时间。本项目的疏浚工程会影响鱼类的洄游通道，应采取避让，减缓等措施减轻对花鳗鲡洄游通道的影响，项目应根据花鳗鲡溯河洄游的季节（11 月~翌年 3 月），优化施工工艺，尤其是在花鳗鲡幼苗（1 月~2 月）洄游期间，通过减少夜间施工时间和减少施工机械设备数量来减少施工强度，本工程主要施工区域位于河道东岸，施工过程中不对河道进行阻隔，可保障 200m 以上的洄游通道，不会阻断鱼类的洄游通道。同时项目涉水构筑物采用桩基结构，为透水构筑物，不会对河道造成阻隔影响，因此，项目的实施对洄游通道的影响可以接受。

本项目位于南渡江东岸（新东大桥上、下游），根据南渡江河口段鱼类三场的调查成果，该区域分布有产卵场及索饵场。根据项目范围叠图，项目区域不占用产卵场及索饵场，因此不会对鱼类三场产生影响。

根据相关资料，当水体中悬浮物浓度为 10mg/L 时，在短时间内即可对鱼类等水生生物造成较大影响，可造成水生生物迁移、种群数量减少、生物量下降、初级生产力降低等。从项目的施工计划和估算的悬浮物扩散范围及其对水生生物的影响来看，工程施工期间将增加了南渡江施工段的悬浮物浓度，对南渡江施工段及其下游地区的水生生物产生一定的影响。但

这种影响是暂时的，随着施工期的结束，水中悬浮物会逐渐消失，对水质的影响不大。

14.5 环境事故影响综合分析与评价结论

本项目的环境风险来自两方面，由热带气旋及其引发的巨浪、风暴潮对工程自身的潜在风险；项目施工和运营期存在船舶碰导致溢油事故的风险。

热带气旋往往同时伴随着大风、暴雨、急流、巨浪等恶劣气象和海况，热带气旋造成的波浪、暴雨和风暴潮对工程施工影响较大。因此本工程的建设应考虑自然条件的特点，严格按有关规范进行设计、施工，确保构筑物的抗风抗浪要求。同时应及时了解天气的监测和预报信息，警惕台风、风暴潮等自然灾害的突然袭击，并做好应急防范措施。

风对本工程水域船舶通航安全的影响主要体现在受台风、热带气旋等大风天气的影响，本工程水域台风、热带气旋等灾害性天气较频繁，对船舶进出港航行及靠泊作业影响较大。建设单位及渔民应按时接收天气预报，在台风等恶劣天气多发季节保持足够的警惕，做好防台、防风应急预案及准备工作，当收到台风或大风预警时，及时启动防台、防风应急预案。遇台风天气时，船舶推迟进港或提前离开码头到避风锚地避风，可减小台风对船舶进出港航行或系泊安全的影响。

14.6 清洁生产与总量控制结论

工程施工采用了合适的施工方案，使用先进的工艺装备及合适的建筑材料，降低了项目建设对周边环境的不利影响。在施工作业中严格遵守技术规范，以环境保护意识贯穿于整个建设过程中，文明施工，爱护环境。项目在施工期和运营期各环节上，在采用各种节能减排、减轻环境污染的施工方式或生产工艺设备的基础上，其清洁生产水平可处于国内先进水平。

本项目施工期和运营期污染物均能得到有效的处理，因此本项目不进行总量控制，仅对施工阶段提出污染物排放控制建议值。

14.7 环境保护对策措施的合理性、可行性结论

（1）悬浮泥沙污染防治措施

施工期桩基及疏浚施工过程中产生悬沙泥沙，在施工区域周围的混水区设置防污帘，以减小悬浮物的扩散范围；采用先进的施工工艺和设备，合理安排施工顺序和进度；选择中、小潮、海况好的时间施工，以减小悬浮物的扩散范围。

（2）水污染防治措施

项目施工船舶设置污水收集舱，施工船舶产生的生活污水和含油废水集中收集和贮存，

再交由有资质的单位进行统一接收处理，严格管理施工船舶和施工机械，严禁船舶带“病”作业，严禁油料泄漏或倾倒废油料，严禁施工船舶向水域排放未经处理的机舱水；做好陆域水土保持工作，合理安排物料运输和施工进度，减少陆上物料堆存，以免堆存的材料或暴雨径流携带的泥沙等污染周边水域。防腐构件防腐均在出厂前完成喷涂，喷涂完毕后再运至现场进行安装，避免构件现场防腐施工对水环境的影响。项目运营期要求船舶设置污水收集设施，保障码头区域含油雨污水以及港区生活污水拟通过在船舶保障区内增设的一体化污水处理站（100m³/t）进行处理，水质达标后排入市政污水管网。

（3）固体废物污染防治措施

施工单位不得随意抛弃建筑材料、旧料和其它杂物，应尽可能的回用，不能利用的应有计划、有步骤的搬运或堆存；施工人员生活垃圾集中堆放在指定的场地，及时由城市环卫部门运至垃圾处理场集中处理，不得将垃圾随意丢弃；施工机械设备发生作业操作性的残油、洗涤油应及时盛接，与生活垃圾中分拣出来的危险废物交由有危险废物处理资质的单位将其安全处置。运营期在港区设置生活垃圾收集设施，生活垃圾经收集后统一由环卫部门运至生活垃圾无害化处理场集中处理。项目船舶应设置生活垃圾收集桶，出海产生的生活垃圾经收集后，接收上岸处置，禁止乱扔、乱投等行为。建设单位应经常性对停泊区以及附近水域进行净海活动，对漂浮在水上的垃圾等收集起来，若无法收集时，可向有关部门报告。

（4）噪声污染防治措施

施工单位应注意施工机械的保养，维持施工机械低声级水平，避免超过正常噪声运转；合理安排高噪声施工机械作业的时间，夜间禁止打夯、机动车辆鸣笛；对施工车辆进行统一调配，减少车辆进出场会车鸣笛次数，控制车流密度，减轻交通噪声对周围环境的影响。项目运营期应合理组织船舶进出，减少船舶鸣笛次数。

（5）大气污染防治措施

项目施工场地定期洒水减少物料运输扬尘，易起尘的物料要加盖篷布、控制车速，防止物料洒落和产生扬尘；构件防腐材料均在出厂前进行喷涂，喷涂完毕后再运至施工现场进行安装，严禁现场防腐喷涂施工，减少现场喷涂作业对周围大气的影晌。

（6）生态保护措施

项目疏浚及桩基施工环节避开渔业资源繁殖季节；施工过程中应尽可能采用对水体扰动小的机械设备，减少泥沙的扩散和再悬浮；疏浚及桩基施工准确定位、详细记录其过程，严格按照施工平面布置进行作业，避免在一个区域重复作业；施工结束后选择具有地方特色且适合本水域生长的贝类底播，增加底栖生物资源量。

综上，本项目的环境保护措施是合理、可行的。

14.8 项目环境可行性分析结论

14.8.1 与相关规划的符合性

项目建设符合《产业结构调整指导目录（2019年本）》、海南省海洋功能区划、海南省海洋环境保护规划以及其他上级规划的要求。

14.8.2 与“三线一单”的符合性

本项目所在位置不在生态保护红线范围内，未超过环境质量底线及资源利用上线，因此项目符合“三线一单”的准入要求。

14.8.3 选址合理性分析

本工程位于南渡江河口，新东大桥北侧，水路与陆路通畅，交通便利。本工程选址所在地，气象自然条件较为适宜，水文动力条件良好，无不良地质条件，适宜建港。供水、供电、通信、交通等外部条件具有良好的依托设施，有着较为充足的建筑材料供应和完善的外部建设条件；项目用地、用海均符合相关规范，根据《海口市多规合一总体规划（空间类2015~2030）》，本工程建设地点土地性质为城镇建设用地，用地内堆放现有一定数量的如意岛沉箱以及葫芦岛拆除物料，当地政府已着手开展相关的搬迁工作。根据《海南省总体规划（空间类）》（2015~2030年），本工程所在水域位于海南岛北部近岸海域，《海南省总体规划（空间类）》（2015~2030年）未对工程区域进行具体功能划分，可进行开发建设；本项目为透水构筑物用海和港池用海，项目施工期以及运用期废水、废气、噪音、固废均按照相关规范和要求进行处理，对当地生态环境影响小。

综上所述，本项目选址是合理的。

14.8.4 平面布置合理性分析

本项目位于南渡江河口，新东大桥北侧。本区水域掩护条件较好，河面宽阔，受南渡江出海口砂咀的掩护作用，项目位置受波浪影响较小。本项目配套有路网工程，其中：港内支路紧邻码头作业区，可以第一时间快速疏散车辆，港内支路与进港道路连接；进港道路为现有道路，南侧与江东大道连接，满足疏港要求。同时区域有新东大桥及江东大道等主要交通干线，陆域交通便利，便于进出。

本工程根据现有执法船舶的情况，并结合区域环境特征，将航道通航宽度设为65m，

可满足 1000 吨级公务船单向通航、300 吨级及以下公务船双向通航。根据航道不同段的淤积强度，航道设计底标高为-5.7m/6.5m。港池分为三个区域，海警、消防、码头前沿和港池设计底高程为-6.5m，航道所、农村局、海事局和海洋渔业执法码头前沿设计底高程为-4.7m，执法艇公共泊位底高程为-3.4m。在码头北侧拦沙坝内侧布置扣船水域（主要为“三无”渔船），水域面积约为 2.3 万 m²，由于“三无”渔船吃水不足 1m，该部分水域可暂不进行疏浚。本项目的建设将一改现有执法码头规模较小、基础设施陈旧和远不能满足新建大吨位执法船舶停靠需要的现状，有助于完善码头配套功能，提高维权巡航频率和效率，为全海域定期巡航执法提供重要的后方保障。

根据项目实施对区域水文动力及冲淤的预测结果，本工程平面布置能够最大程度地减少对水文动力环境、冲淤环境的影响；本项目船舶的停靠与航道内船舶安全航行之间不会产生相互影响，也不会影响航道内水流和水深条件；码头结构采用高桩墩台结构型式，为透水构筑物，不仅可有效地减小对河道行洪安全的影响，更能将项目实施对当地水质及生态的影响降到最低；本项目配套有路网工程，南侧与江东大道连接，区域交通方便。

项目施工前根据疏浚平面布置，明确挖泥区，挖泥船采用 GPS 定位系统，可以有效地控制开挖宽度和定位精度，严格按照施工平面布置开挖，避免在一个区域重复作业，减小对工程区生态环境的影响。施工期产生的船舶生活污水和含油废水进行收集后接收上岸处置，运营期产生的船舶机舱的含油污水、保障码头区域含油雨污水以及港区生活污水由本项目增设的一体化污水处理站进行处理，水质满足标准应达到《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T 31962-2015）或江东地理式水质净化中心进水标准后（取较严值），排入同期设计污水管网。项目施工及运营产生的生活垃圾以有机污染物为主，应及时收集，由环卫部门统一外运并安全处置。施工船舶、机械设备作业产生的残油、废油等危险废物，统一交由有危险废物处理资质的单位将其安全处置。

项目施工期和运营期产生的污染物均得到有效处理，不排入周边水体环境；项目的平面布置在能耗、物耗指标，污染物排放量控制等方面达到了较高水平；本项目的平面布置能够尽可能的减少污染物的排放，能够体现对生态和环境的保护原则。

综上所述，本项目平面布置是合理的。

14.9 公众参与结论

绝大多数公众认为本项目的建设对于本区域的发展是有利的，赞成和支持本项目，同意本项目的建设。公众赞成本项目的建设的理由是：海上综合执法码头的建设将有效提高执法效率，健全执法体系，为海南自由贸易港的建设打下坚实的基础；同时项目有助于海

口湾畅通工程的建设，带动滨水两岸旅游和经济发展。

14.10 综合结论

根据环境影响评价技术导则的要求，经过对海口市海上综合执法码头及配套路网项目实地踏勘、资料收集和调查研究以及综合分析，得到了目前工程区域的地形地貌状况，并利用了已有的研究成果及数值模拟计算结果对工程前后的水动力变化和冲淤变化进行了对比分析；同时取得环境现状资料，对该工程从水质、沉积物、生态、声、大气、固体废物、风险等各个角度进行了环境评价，并提出了相应的防治对策。

项目建设符合国家当前产业发展政策和当地的发展规划，施工过程基本符合清洁生产原则，所采取的各项环保措施基本可行，只要措施落实，基本可实现达标排污，项目施工期和运营期正常排放的污染物对现有环境功能不会造成太大改变，项目建设得到了当地大多数公众的支持，项目营运后可获得较好的经济效益和社会效益。

根据环境质量现状调查和影响预测结论，在该工程环保设施建设和提出的环保对策建议得以全面实施的情况下，可以满足其使用功能的要求。因此从环境保护的角度，该建设项目是可行的。

14.11 环境保护对策与建议

(1) 建设单位在项目实施过程中，认真落实各项污染治理措施，使建设项目的污染物排放达到环境保护的要求；

(2) 加强环保管理和海域使用监督工作，进行毗邻海域环境要素的监测工作，加强施工期和运营期对环境的跟踪监测，避免危及周边海域；

(3) 本项目所在的区域为南渡江“三场一通道”，项目施工应避免渔业繁殖期。

附表一：2020年春季调查浮游植物种类名录

中文名	拉丁文名	站位																			
		H01	H04	H05	H06	H07	H08	H09	H10	H11	H13	H19	H20	H21	H23	H24	H26	H28	H30	H32	
硅藻门	Bacillariophyceae																				
美丽蛭形藻	<i>Amphiproravenusta</i>								√			√	√					√			
美丽双眉藻	<i>Amphora spectabilis</i>						√														
奇异棍型藻	<i>Bacillariaparadoxa</i>	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√		√		√		√	
棍型藻属	Bacillaria spp.			√			√				√		√								
透明辐杆藻	<i>Bacteriastrumhyalinum</i> var. <i>hyalinum</i>										√			√			√	√	√	√	
变异辐杆藻	<i>Bacteriastrumvarians</i>					√												√	√		
长耳盒形藻	<i>Biddulphiaaurita</i>					√			√				√								
可疑盒形藻	<i>Biddulphiadubia</i>			√	√			√		√					√		√				
活动盒形藻	<i>Biddulphiamobiliensis</i>			√									√		√					√	
中华盒形藻	<i>Biddulphiasinensis</i>	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
钝角盒形藻	<i>Bidduphiaobtusa</i>					√	√	√					√	√							
大角管藻	<i>Cerataulina daemon</i>																	√	√		
大洋角管藻	<i>Cerataulinapelagica</i>												√					√	√		
窄隙角毛藻	<i>Chaetocerosaffinis</i>	√		√	√			√				√	√				√		√		
旋链角毛藻	<i>Chaetoceroscurvisetus</i>	√		√	√	√		√	√	√	√		√	√					√		
柔弱角毛藻	<i>Chaetoceros debilis</i>	√		√	√	√		√	√	√	√	√	√				√	√	√		

“√”表示在该站位采集到

中文名	拉丁文名	站位																			
		H 01	H 04	H 05	H 06	H 07	H 08	H 09	H 10	H 11	H 13	H 19	H 20	H 21	H 23	H 24	H 26	H 28	H 30	H 32	
并基角毛藻	<i>Chaetocerosdecepiens f. decepiens</i>				√																
密连角毛藻	<i>Chaetocerosdensus</i>						√							√		√	√	√	√	√	
齿角毛藻瘦胞变种	<i>Chaetocerosdenticulatus f. angusta</i>	√				√			√												
齿角毛藻	<i>Chaetocerosdenticulatus f. denticulatus</i>			√																	
双蛋白核角毛藻	<i>Chaetocerosdipyrenops</i>			√		√															
印度角毛藻	<i>Chaetoceros indicus</i>									√				√		√	√			√	
垂缘角毛藻	<i>Chaetoceroslacinosus</i>				√														√		
劳氏角毛藻	<i>Chaetoceroslorenzianus</i>	√	√	√	√	√		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
日本角毛藻	<i>Chaetocerosnipponica</i>																	√	√		
海洋角毛藻	<i>Chaetocerospelagicus</i>													√					√		
秘鲁角毛藻	<i>Chaetocerosperuvianus</i>	√	√								√		√			√		√		√	
拟发状角毛藻	<i>Chaetocerospseudocrinitus</i>								√												
角毛藻属	<i>Chaetoceros</i> spp.			√													√			√	
圆柱角毛藻	<i>Chaetoceros teres</i>	√	√		√						√	√		√					√		
扭链角毛藻	<i>Chaetoceros</i> tortissimus																		√		
威氏角毛藻	<i>Chaetoceros</i> weissflogii																		√		
宽梯形藻	<i>Climacodium</i> frauenfldianum	√	√						√	√	√		√	√	√	√	√	√		√	

“√”表示在该站位采集到

中文名	拉丁文名	站位																			
		H01	H04	H05	H06	H07	H08	H09	H10	H11	H13	H19	H20	H21	H23	H24	H26	H28	H30	H32	
棘冠藻	<i>Corethroncriophilum</i>	√	√	√	√				√	√	√			√	√	√	√	√			
中心圆筛藻	<i>Coscinodiscus centralis</i>	√	√		√			√			√	√	√	√	√		√	√	√	√	
畸形圆筛藻	<i>Coscinodiscus deformatus</i>	√	√		√		√	√	√	√	√	√	√	√	√		√	√	√	√	
巨圆筛藻	<i>Coscinodiscus gigasvar.gigas</i>										√										
琼氏圆筛藻	<i>Coscinodiscus jonesianus</i>	√	√	√	√		√		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
虹彩圆筛藻	<i>Coscinodiscus oculus-iridis</i>		√															√		√	
圆筛藻属	<i>Coscinodiscus spp.</i>	√						√		√	√		√	√		√					
细弱圆筛藻	<i>Coscinodiscus subtilis</i>																			√	
威利圆筛藻	<i>Coscinodiscus wailesii</i>			√							√				√	√	√			√	
格氏圆筛藻	<i>Coscinodiscus granii</i>	√	√								√									√	
小环藻属	<i>Cyclotella spp.</i>	√	√	√							√			√	√		√		√		
布氏双尾藻	<i>Ditylumbrightwellii</i>	√		√	√	√	√			√	√		√						√		
太阳双尾藻	<i>Ditylum sol</i>	√		√						√	√					√	√		√	√	
短角弯角藻	<i>Eucamipazodiacus</i>										√						√	√	√	√	
薄壁几内亚藻	<i>Guinardiaflaccida</i>										√						√	√	√		
布纹藻属	<i>Gyrosigma</i> spp.						√					√									
膜质半管藻	<i>Hemiaulusmembranacus</i>	√	√	√					√		√			√	√	√	√	√	√		
中华半管藻	<i>Hemiaulussinensis</i>			√										√					√		

“√”表示在该站位采集到

中文名	拉丁文名	站位																			
		H 01	H 04	H 05	H 06	H 07	H 08	H 09	H 10	H 11	H 13	H 19	H 20	H 21	H 23	H 24	H 26	H 28	H 30	H 32	
环纹娄氏藻	<i>Lauderiaannulata</i>			√					√					√							
丹麦细柱藻	<i>Leptocylindrusdanicus</i>			√	√	√				√										√	
短楔形藻	<i>Licmophoraabbreiated</i>								√												
楔形藻属一种	<i>Licmophora sp.</i>												√		√						
波状石丝藻	<i>Lithodesmiumvariable</i>													√						√	
易变石丝藻	<i>Lithodesmiumvariable</i>																	√			
念珠直链藻	<i>Melosira moniliformis</i>				√	√	√						√	√	√						
舟型藻	<i>Naviculasp.</i>	√	√		√	√	√		√		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
小新月菱形藻	<i>Nitzschiaclosterium</i>	√	√	√			√	√			√	√	√		√	√	√	√	√	√	
洛伦菱形藻	<i>Nitzschialorenziana</i>	√	√				√	√	√		√	√	√	√	√	√	√	√		√	
尖刺拟菱形藻	<i>Pseudo-nitzschiapungens</i>	√		√	√	√			√	√	√	√	√	√	√		√	√	√		
翼根管藻	<i>Rhizosoleniaalatafalata</i>																√	√	√		
厚刺根管藻	<i>Rhizosoleniacrassispina</i>												√							√	
柔弱根管藻	<i>Rhizosoleniadelicatula</i>													√					√	√	
覆瓦根管藻	<i>Rhizosoleniaimbricatafal.imbricata</i>						√			√				√			√			√	
粗根管藻	<i>Rhizosoleniarobusta</i>	√	√								√		√	√		√	√	√	√	√	
刚毛根管藻	<i>Rhizosoleniasetigera</i>	√			√	√					√		√								
斯托根管藻	<i>Rhizosoleniastolterfothii</i>																		√	√	

“√”表示在该站位采集到

中文名	拉丁文名	站位																			
		H01	H04	H05	H06	H07	H08	H09	H10	H11	H13	H19	H20	H21	H23	H24	H26	H28	H30	H32	
笔尖型根管藻	<i>Rhizosoleniastyliiformis</i>	√															√	√	√	√	
笔尖型根管藻粗径变种	<i>Rhizosoleniastyliiformis</i> var. <i>latissima</i>																	√		√	
中肋骨条藻	<i>Skeletonemacostatum</i>	√		√	√	√	√		√	√	√	√	√	√			√	√			
热带骨条藻	<i>Skeletonematropicum</i>	√				√	√	√	√	√				√							
掌状冠盖藻	<i>Stephanopyxispalmeriana</i>													√			√	√	√	√	
塔形冠盖藻	<i>Stephanopyxisturris</i> var. <i>turris</i>								√	√							√	√			
泰晤士扭鞘藻	<i>Streptothecethamesis</i>	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√		√	√	√	√	√	√	√	√	
针杆藻属一种	<i>Synedra</i> sp1.															√					
针杆藻属	<i>Synedra</i> spp.	√	√	√	√	√	√	√	√		√	√	√	√			√	√	√	√	
菱形海线藻	<i>Thalassionemanitzschioides</i>	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
细弱海链藻	<i>Thalassiosira subtilis</i>	√		√	√			√	√	√	√		√	√		√	√	√	√	√	
蜂窝三角藻	<i>Triceratium favus</i> f. <i>favus</i>										√	√		√			√				
甲藻门	Dinophyceae																				
具尾鳍藻	<i>Dinophysis caudate</i>		√									√				√			√		
多面屋甲藻	<i>Goniodomapolypedricum</i>		√																		
波氏新角藻	<i>Neoceratiumboehmii</i>																		√		
短角新角藻	<i>Neoceratium breve</i>	√	√												√	√		√		√	
短角新角藻平行变种	<i>Neoceratium breve</i> var. <i>parallellum</i>	√																			

“√”表示在该站位采集到

中文名	拉丁文名	站位																			
		H01	H04	H05	H06	H07	H08	H09	H10	H11	H13	H19	H20	H21	H23	H24	H26	H28	H30	H32	
镰状新角藻	<i>Neoceratiumfalcatum</i>																	√			
叉状新角藻	<i>Neoceratiumfurca</i>																			√	
梭状新角藻	<i>Neoceratiumfusus</i>		√							√					√	√	√	√		√	
瘤状新角藻	<i>Neoceratiumgibberum</i>															√					
瘤状新角藻异角变种	<i>Neoceratiumgibberumvar.dispar</i>										√										
粗刺新角藻	<i>Neoceratiumhorridum</i>												√			√				√	
大角新角藻	<i>Neoceratiummacroceros</i>		√							√	√					√	√	√			
施氏新角藻	<i>Neoceratiumschrankii</i>	√																			
针状新角藻	<i>Neoceratium seta</i>	√																			
波状新角藻	<i>Neoceratiumtrichoceros</i>																√				
三角新角藻	<i>Neoceratiumtripos</i>		√													√					
夜光藻	<i>Noctiluca scintillans</i>		√												√						
海洋原甲藻	<i>Prorocentrummicans</i>							√							√	√		√		√	
扁平原多甲藻	<i>Protoperidiniumcompressum</i>		√					√	√			√				√		√			
球形原多甲藻	<i>Protoperidiniumglobulum</i>															√					
原多甲藻属一种	<i>Protoperidinium sp.</i>										√										
纺锤梨甲藻	<i>Pyrocystis fusiformis</i>															√					
拟夜光梨甲藻	<i>Pyrocystisnocitiluca</i>																			√	

“√”表示在该站位采集到

中文名	拉丁文名	站位																			
		H 01	H 04	H 05	H 06	H 07	H 08	H 09	H 10	H 11	H 13	H 19	H 20	H 21	H 23	H 24	H 26	H 28	H 30	H 32	
斯氏扁甲藻	<i>Pyrophacussteinii</i>														√						
金藻门	Chrysophyceae																				
小等刺硅鞭藻	<i>Dictyocha fibula</i>			√		√													√		√
球形棕囊藻	<i>Phaeocystisglobosa</i>												√								
蓝藻门	Cyanobacteria																				
红海束毛藻	<i>Trichodesmiumerythraeum</i>	√	√	√	√		√		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√

“√”表示在该站位采集到

附表二：2020年春季调查浮游动物种类名录

类别	中文名	拉丁文名	站位																			
			H 01	H 04	H 05	H 06	H 07	H 08	H 09	H 10	H 11	H 13	H 19	H 20	H 21	H 23	H 24	H 26	H 28	H 30	H 32	
桡足类																						
	伯氏平头水蚤	<i>Candacia bradyi</i>																				√
	叉胸刺水蚤	<i>Centropages furcatus</i>																			√	
	短角长腹剑水蚤	<i>Oithona brevicornis</i>														√		√				
	红大眼水蚤	<i>Corycreus (ditrichocorycaeus) erythraeus</i>		√												√	√	√				√
	尖刺唇角水蚤	<i>Labidocera acuta</i>		√																		
	尖额谐猛水蚤	<i>Euterpina acutifrons</i>														√						
	精致大眼水蚤	<i>Farramula concinna</i>		√												√						
	精致真刺水蚤	<i>Euchaeta concinna</i>	√	√													√					
	孔雀唇角水蚤	<i>Labidocera pavo</i>																			√	
	丽隆水蚤	<i>Oncaea venusta</i>	√	√												√						√

附表三：2020年春季调查鱼卵与仔稚鱼种类名录

科名	中文名	拉丁文名	发育阶段	站位																	
				H01	H04	H05	H06	H07	H08	H09	H10	H11	H13	H19	H20	H21	H23	H24	H26	H28	H30
银汉鱼科	白氏银汉鱼	<i>Allanetta bleekeri</i>	仔稚鱼	√					√								√				
鳊科	鳊科	Leiognathidae...gen sp.	鱼卵	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
鲷科	鲷科	Spridae...gen sp.	仔稚鱼				√								√						
鱧科	多鳞鱧	<i>Sillagosihama</i>	鱼卵	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
			仔稚鱼						√												
羊鱼科	绯鲤属	<i>Upeneus sp.</i>	仔稚鱼							√											
双边鱼科	眶棘双边鱼	<i>Ambassisgymnocephalus</i>	仔稚鱼	√										√						√	√
舌鳎科	舌鳎科	Cynoglossidae...gen sp.	鱼卵	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
鰕虎鱼科	鰕虎鱼科	Gobidae...gen sp.	仔稚鱼										√						√		√
鯷科	小公鱼属	<i>Stolephorus sp.</i>	鱼卵	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
			仔稚鱼										√								
鲱科	小沙丁鱼属	<i>Sadinellasp.</i>	鱼卵	√	√		√	√	√		√	√	√		√		√	√	√	√	√
			仔稚鱼	√									√								
鲻科	鲻科	Mugilidae...gen sp.	鱼卵	√	√		√	√	√	√		√	√				√	√	√	√	√
			仔稚鱼		√								√								
未定种	未定种	Unidentified species	鱼卵	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√

“√”表示在该站位采集到

附表四：2020年春季调查大型底栖动物种类名录

门类	科名	中文名字	拉丁文名	站位																		
				H01	H04	H05	H06	H07	H08	H09	H10	H11	H13	H19	H20	H21	H23	H24	H26	H28	H30	H32
环节动物																						
	海蛹科	角海蛹	<i>Ophelina acuminata</i>			√															√	
	吻沙蚕科	长吻沙蚕	<i>Glycerachirori</i>								√											
	锡鳞虫科	亚洲锡鳞虫	<i>Sigalion asiatica</i>									√										
	海稚虫科	奇异稚齿虫	<i>Paraprionospio pinnata</i>											√								
	欧努菲虫科	智利巢沙蚕	<i>Diopatrachiliensis</i>												√					√		
	欧努菲虫科	福建欧努菲虫	<i>Onuphisfukianensis</i>												√							
	帚毛虫科	锥毛似帚毛虫	<i>Lygdamisgiardi</i>													√						
	蛭龙介科	树蛭虫	<i>Pista cristata</i>																	√		
	吻沙蚕科	卷旋吻沙蚕	<i>Glyceraconvoluta</i>																		√	
	竹节虫科	克里克襟节虫	<i>Clymenellakoellikeri</i>																		√	
	缨鳃虫科	温哥华真旋虫	<i>Eudistylisvancouveri</i>																			√
	沙蚕科	溪沙蚕	<i>Namalycastisabiuma</i>																			√
	不倒翁虫科	不倒翁虫	<i>Sternaspissculata</i>	√																	√	
	齿吻沙蚕科	多鳃齿吻沙蚕	<i>Nephtyspolybranchia</i>											√								
	沙蚕科	饭岛全刺沙蚕	<i>Nectoneanthesijimai</i>												√							
	欧努菲虫科	铜色巢沙蚕	<i>Diopatrakuprea</i>													√						

“√”表示在该站位采集到

门类	科名	中文名字	拉丁文名	站位																		
				H01	H04	H05	H06	H07	H08	H09	H10	H11	H13	H19	H20	H21	H23	H24	H26	H28	H30	H32
环节动物																						
	沙蚕科	双管阔沙蚕	<i>Platynereis bicanaliculata</i>													√						
	矾沙蚕科	矾沙蚕科一种	Eunicidae...gen sp.													√						
	吻沙蚕科	白色吻沙蚕	<i>Glycera alba</i>																	√		
	海稚虫科	鳞腹沟虫	<i>Scolecipissquama ta</i>																	√		
	沙蚕科	全刺沙蚕	<i>Nectoneanthesoxy poda</i>																		√	
	小头虫科	背毛背蚓虫	<i>Notomastus of. aberans</i>															√			√	
	竹节虫科	持真节虫	<i>Euchymeneannan dalei</i>																	√		
	索沙蚕科	长叶索沙蚕	<i>Lumbrineris longi forlia</i>																	√		
	矾沙蚕科	非洲矾沙蚕	<i>Eunice afra</i>																		√	
	锥头虫科	叉毛矛毛虫	<i>Phyloornatus</i>																		√	
	锡鳞虫科	黄海埃刺流鳞虫	<i>Ehlersileaniraizusishwanghaiensis</i>																	√		
	索沙蚕科	纳加索沙蚕	<i>Lumbrineris nage</i>																	√		
	毛鳃虫科	梳鳃虫	<i>Terebellides stroemii</i>				√			√											√	
	吻沙蚕科	锥唇吻沙蚕	<i>Glyceraonomichis</i>				√														√	
	小头虫科	背蚓虫	<i>Notomastus latericeus</i>				√													√	√	
	竹节虫科	拟节虫	<i>Praxillella praetermissa</i>																	√	√	

“√”表示在该站位采集到

门类	科名	中文名字	拉丁文名	站位																		
				H01	H04	H05	H06	H07	H08	H09	H10	H11	H13	H19	H20	H21	H23	H24	H26	H28	H30	H32
棘皮动物																						
	海羊齿科	锯羽丽海羊齿	<i>Antedon serrate</i>												√							
	刻肋海胆科	细雕刻肋海胆	<i>Temnopleurustoreumaticus</i>														√				√	
	真蛇尾科	腹沟粗蛇尾	<i>Amphiophiuracaniculata</i>																√			
	砂海星科	砂海星	<i>Luidiaquinaria</i>																	√		
	刻肋海胆科	哈氏刻肋海胆	<i>Temnopleurushardwicki</i>																		√	
	阳遂足科	日本倍棘蛇尾	<i>Amphioplus japonicus</i>		√														√			
	阳遂足科	滩栖阳遂足	<i>Amphiuravadicola</i>																	√		
	真蛇尾科	穿孔粗蛇尾	<i>Amphiophiurapertusa</i>																		√	
腔肠动物																						
	海葵科	等指海葵	<i>Actinia equina</i>																		√	
尾索动物																						
	玻璃海鞘科	玻璃海鞘	<i>Ciona intestinalis</i>										√									
	管体星虫科	裸体方格星虫	<i>Sipunculusnudus</i>																		√	
	革囊星虫科	毛头梨体星虫	<i>Apionsomatrichocephala</i>																		√	

“√”表示在该站位采集到

门类	科名	中文名	拉丁文名	站位																		
				H01	H04	H05	H06	H07	H08	H09	H10	H11	H13	H19	H20	H21	H23	H24	H26	H28	H30	H32
节肢动物																						
	扇蟹科	马氏毛粒蟹	<i>Pilumnopeusmakiana</i>																	√		
	鼓虾科	北部湾合鼓虾	<i>Synalpheustonkinensis</i>																	√		
	梭子蟹科	变态螯	<i>Charybdis variegata</i>																		√	
	长臂虾科	锯齿长臂虾	<i>Palaemonserrifer</i>																	√		
	藻虾科	长枪船形虾	<i>Tozeumalanceolatum</i>																	√		
	蝼蛄虾科	大蝼蛄虾	<i>Upogebia major</i>																	√		
	鼓虾科	双刺合鼓虾	<i>Synalpheusbispinosus</i>																	√		
	马耳他钩虾科	马耳他钩虾科一种	Melitidae...gen sp.																	√		
	螺赢蜚科	齿掌卡马钩虾	<i>Kamakakiwae</i>																	√		
	螺赢蜚科	巨大螯蜚	<i>Grandierellamegnae</i>																	√		
	鼓虾科	瘤掌合鼓虾	<i>Synalpheusneomeris</i>																		√	
	长脚蟹科	长崎异背蟹	<i>Heteroplaxnagasakiensis</i>																		√	
	蝼蛄虾科	伍氏蝼蛄虾	<i>Upogebiauwhsienweni</i>																		√	
	扇蟹科	长额毛刺蟹	<i>Pilumnuslongicornis</i>																		√	

“√”表示在该站位采集到

附表五：2020年春季调查潮间带生物种类名录

门类	科名	中文名	拉丁文名	C01			C02			C03			C04		
				高	中	低	高	中	低	高	中	低	高	中	低
环节动物															
	海稚虫科	左腹钩虫	<i>Scoelepislefebvrei</i>											√	
	巨蚓科	潮间泮蚓	<i>Pontodriluslitoralis</i>	√	√	√									
	殴努菲虫科	殴努菲虫	<i>Onuphiseremita</i>												√
	沙蚕科	羽须鳃沙蚕	<i>Dendronereispinnaticirris</i>						√						
	沙蚕科	腺带刺沙蚕	<i>Neanthesglandicincta</i>		√	√		√						√	√
	沙蚕科	双齿围沙蚕	<i>Perinereisaibuhitensis</i>											√	
	双栉虫科	扇栉虫	<i>Amphicteisgunneri</i>											√	√
	小头虫科	背蚓虫	<i>Notomastuslatericeus</i>											√	√
	杂毛虫科	热带杂毛虫	<i>Poecilochaetustropicus</i>												√
脊索动物															
	虾虎鱼科	须鳃虾虎鱼	<i>Taenioidescirratus</i>						√						
节肢动物															
	大眼蟹科	悦目大眼蟹	<i>Macrophthalmus (Paramareotis) erato</i>					√	√						
	对虾科	日本囊对虾	<i>Marsupenaeus japonicus</i>			√									
	方蟹科	平背蜞	<i>Gaeticedepressus</i>				√	√							
	方蟹科	白纹方蟹	<i>Grapsusalbolineatus</i>				√								
	方蟹科	小相手蟹	<i>Nanosesarmagordoniae</i>				√	√						√	√

“√”表示在该站位采集到

门类	科名	中文名	拉丁文名	C01			C02			C03			C04		
				高	中	低	高	中	低	高	中	低	高	中	低
	方蟹科	粗腿厚纹蟹	<i>Pachygrapsus crassipes</i>				√	√							
	方蟹科	双齿近相手蟹	<i>Perisearmabidens</i>										√		
	弓蟹科	绒毛近方蟹	<i>Hemigrapsus penicillatus</i>				√	√	√						
	弓蟹科	长足长方蟹	<i>Metaplax longipes</i>											√	
	弓蟹科	沈氏长方蟹	<i>Metaplax sheni</i>											√	
	鼓虾科	贪食鼓虾	<i>Alpheus avarus</i>						√						
	鼓虾科	优美鼓虾	<i>Alpheus euprosyne</i>						√	√					
	海蟑螂科	海蟑螂	<i>Ligia exotica</i>				√	√							
	和尚蟹科	短指和尚蟹	<i>Mictyris brevidactylus</i>										√		
	猴面蟹科	绒毛拟闭口蟹	<i>Paracleistostomatomentosa</i>					√							
	蝼蛄虾科	美食蝼蛄虾	<i>Upogebia edulis</i>											√	
	毛带蟹科	锯眼泥蟹	<i>Ilyoplax serrata</i>											√	
	毛带蟹科	角眼切腹蟹	<i>Tmethypocoelisceratophora</i>				√								
	茗荷科	鹅茗荷	<i>Lepas anserifera</i>								√	√			
	泥虾科	泥虾	<i>Laomedia astacina</i>											√	
	沙蟹科	清白招潮	<i>Austrcalactea</i>											√	
	沙蟹科	韦氏毛带蟹	<i>Dotillawichmanni</i>										√		
	沙蟹科	北方凹指招潮	<i>Gelasimus vocans</i>					√						√	
	沙蟹科	角眼沙蟹	<i>Ocypodeceratophthalmus</i>									√			

“√”表示在该站位采集到

门类	科名	中文名	拉丁文名	C01			C02			C03			C04		
				高	中	低	高	中	低	高	中	低	高	中	低
	沙蟹科	痕掌沙蟹	<i>Ocypodestimpsoni</i>							√			√		
	梭子蟹科	钝齿短桨蟹	<i>Thalamitacrenata</i>						√						
	藤壶科	网纹纹藤壶	<i>Amphibalanusreticulatus</i>	√	√		√	√						√	
软体动物															
	滨螺科	粗糙拟滨螺	<i>Littorariascabra</i>	√	√		√								
	斧蛤科	楔形斧蛤	<i>Donax cuneatus</i>								√				
	棱蛤科	斑纹棱蛤	<i>Trapezium liratium</i>					√							
	绿螂科	皱纹绿螂	<i>Glaucanomecorrugata</i>											√	
	绿螂科	绿螂属一种	<i>Glaucanomesp.</i>											√	
	牡蛎科	近江巨牡蛎	<i>Crassostrea ariakensis</i>					√						√	
	拟沼螺科	绯拟沼螺	<i>Assiminealatericea</i>											√	
	贻贝科	曲线索贻贝	<i>Hormomyamutabilis</i>					√							
	贻贝科	沼蛤	<i>Limnopernafortanei</i>		√	√									

“√”表示在该站位采集到

附表六：2021年秋季调查浮游植物种类名录

中文名	拉丁文名	站位												
		2	4	6	8	9	11	12	13	14	16	17	19	
日本星杆藻	<i>Asterionellajaponica</i>				√									
奇异棍形藻	<i>Bacillariaparadoxa</i>	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√		√	
透明辐杆藻	<i>Bacteriastromhyalinumvar.hyalinum</i>	√		√				√	√			√	√	
钟形中鼓藻	<i>Bellerocheahorologicalis</i>	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
锤状中鼓藻	<i>Bellerocheamalleus</i>											√		
异角盒形藻	<i>Biddulphiaheteroceros</i>	√			√									
活动盒形藻	<i>Biddulphiamobiliensis</i>												√	
高盒形藻	<i>Biddulphiaeregia</i>	√	√	√	√	√	√	√	√		√		√	
中华盒形藻	<i>Biddulphiasinensis</i>	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√		√	
窄隙角毛藻	<i>Chaetocerosafinis</i>	√	√	√		√		√	√		√		√	
短孢角毛藻	<i>Chaetocerosbrevis</i>										√		√	
北方角毛藻	<i>Chaetocerosbroealis</i>		√											
紧挤角毛藻	<i>Chaetoceroscoarctatus</i>					√						√		
扁面角毛藻	<i>Chaetoceroscompressus</i>	√				√		√	√				√	
并基角毛藻	<i>Chaetocerosdecepiensf.decepiens</i>							√	√		√		√	
齿角毛藻	<i>Chaetocerosdenticulatusf.denticulatus</i>	√											√	
双突角毛藻	<i>Chaetocerosdidymusvardidymus</i>							√	√					
劳氏角毛藻	<i>Chaetoceroslorenzianus</i>	√	√	√	√	√	√	√	√		√	√	√	
秘鲁角毛藻	<i>Chaetocerosperuvianus</i>				√		√							

拟旋链角毛藻	<i>Chaetocerospseudocurvisetus</i>	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
嘴状角毛藻	<i>Chaetocerosrostratus</i>			√									
宽梯形藻	<i>Climacodiumfrauenfeldianum</i>	√										√	
星脐圆筛藻	<i>Coscinodiscusasteromphalus</i>	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
虹彩圆筛藻	<i>Coscinodiscusoculus-iridis</i>	√			√	√	√		√		√		
布氏双尾藻	<i>Ditylumbrightwellii</i>		√	√	√			√	√				√
太阳双尾藻	<i>Ditylumsol</i>					√							√
薄壁几内亚藻	<i>Guinardiaflaccida</i>	√		√	√	√		√		√		√	
中华半管藻	<i>Hemiaulusinensis</i>											√	
膜状缪氏藻	<i>Meunieramembranacea</i>									√			
长菱形藻	<i>Nitzschialongissima</i>				√								
洛氏菱形藻	<i>Nitzschialorenzianavar.lorenziana</i>				√			√	√	√		√	√
菱形藻	<i>Nitzschiaspp.</i>	√				√		√	√	√		√	√
斜纹藻	<i>Pleurosigmasp.</i>								√				
柔弱伪菱形藻	<i>Pseudo-nitzschidelicatissima</i>	√	√	√	√	√	√	√	√	√		√	√
尖刺伪菱形藻	<i>Pseudo-nitzschiapungens</i>	√	√	√	√		√	√	√			√	√
翼根管藻印度变种	<i>Rhizosoleniaalataindica</i>				√		√			√		√	√
伯氏根管藻	<i>Rhizosoleniabergonii</i>							√					
螺端根管藻	<i>Rhizosoleniacochlea</i>											√	
覆瓦根管藻	<i>Rhizosoleniaimbricatavar.schiubsolei</i>			√									
粗根管藻	<i>Rhizosoleniarobusta</i>						√					√	
斯托根管藻	<i>Rhizosoleniastolterfothii</i>											√	

笔尖形根管藻	<i>Rhizosoleniastyliformis</i>	√			√		√	√		√		√	
笔尖形根管藻粗径变种	<i>Rhizosoleniastyliformis</i> var. <i>latissima</i>							√				√	
中肋骨条藻	<i>Skeletonemacostatum</i>	√	√	√	√	√	√	√	√		√	√	√
掌状冠盖藻	<i>Stephanopyxispalmeriana</i>	√	√	√	√	√	√	√	√	√		√	√
泰晤士扭鞘藻	<i>Streptothecethamesis</i>		√	√	√	√	√	√	√		√		√
菱形海线藻	<i>Thalassionemanitzschioides</i>	√	√			√	√	√	√		√		
海链藻	<i>Thalassiosiraspp.</i>	√			√			√	√	√		√	√
伏氏海毛藻	<i>Thalassiothrixfrauenfeldii</i>	√	√	√	√	√	√	√	√		√		√
甲藻门	<i>Pyrrophyta</i>												
短角藻原变种	<i>Ceratiumbreve</i> var. <i>breve</i>												√
梭角藻针状变种	<i>Ceratiumfusum</i> var. <i>seta</i>					√							
波状角藻	<i>Ceratiumtrichoceros</i>					√			√				
海洋原多甲藻	<i>Protoperidiniumoceanicum</i>				√	√	√	√					
五角原多甲藻	<i>Protoperidiniumpentagon</i>			√		√					√		
绿藻门	<i>Chlorophyta</i>												
二角盘星藻点纹变种	<i>Pediastrumduplex</i> var. <i>punctatum</i>	√											

注：“√”为出现种类

附表七：2021年秋季调查浮游动物种类名录

类别	中文名	拉丁文名	站位											
			2	4	6	8	9	11	12	13	14	16	17	19
被囊类														
	小齿海樽	<i>Doliolumdenticulatum</i>											√	
	异体住囊虫	<i>Oikopleuradloica</i>					√		√		√	√	√	
腹足类														
	马蹄珧螺	<i>Limacinatrochiformis</i>				√	√		√	√				
介形类														
	针刺真浮萤	<i>Euconchoeciaaculeata</i>		√							√		√	
毛颚类														
	百陶箭虫	<i>Sagittabedoti</i>	√		√	√	√	√	√	√	√	√	√	
	肥胖箭虫	<i>Sagittaenflata</i>			√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
十足类														
	中型莹虾	<i>Luciferintermedius</i>	√	√					√	√	√		√	√
	正型莹虾	<i>Lucifertypus</i>								√				
枝角类														
	肥胖三角溞	<i>EvadnetergestinaClaus</i>				√					√		√	
桡足类														
	长尾基齿哲水蚤	<i>Clausocalanusfurcatus</i>											√	
	红纺锤水蚤	<i>Acartiaerythraea</i>					√		√	√		√	√	
	后截唇角水蚤	<i>Labidoceradetruncata</i>				√					√			

	尖刺唇角水蚤	<i>Labidoceraacuta</i>												√
	扩指筒角水蚤	<i>Pontellopsisinflatodigitata</i>							√			√		√
桡足类														
	阔节角水蚤	<i>Pontellafera</i>										√		
	伶俐大眼剑水蚤	<i>Corycaeuslautus</i>											√	
	瘦歪水蚤	<i>Tortanusgracilis</i>							√				√	
	瘦尾胸刺水蚤	<i>Centropagestenuiremis</i>			√				√	√				
	椭圆形长足水蚤	<i>Calanopiaelliptica</i>			√	√	√		√	√	√	√	√	√
	微刺哲水蚤	<i>Canthocalanuspauper</i>			√	√	√	√	√	√	√		√	
	微驼隆哲水蚤	<i>Acrocalanusgracilis</i>				√	√							
	亚强真哲水蚤	<i>Subeucalanussubcrassus</i>	√		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	强次真哲水蚤	<i>Subeucalanuscrassus</i>							√		√		√	
	针刺拟哲水蚤	<i>Paracalanusaculeatus</i>	√		√	√	√		√	√	√	√	√	
	真刺唇角水蚤	<i>Labidoceraeuchaeta</i>				√		√	√	√				
	中华哲水蚤	<i>Calanussinicus</i>							√					
	锥形宽水蚤	<i>Temoraturbinata</i>	√						√		√	√	√	
	孔雀唇角水蚤	<i>LabidocerapavoGiesbrecht</i>											√	
	星叶水蚤	<i>Sapphirinastellata</i>											√	
栉水母类														
	球形侧腕水母	<i>Pleurobrachiaglobosa</i>			√	√	√		√	√	√		√	
管水母类														
	拟细浅室水母	<i>Hensiasubtiloides</i>					√						√	√

管水母类														
	双生水母	<i>Diphyeschamissonis</i>									√			
	性辄小型水母	<i>Nanomiabijuga</i>											√	
水螅水母类														
	卡玛拉水母	<i>Malagazzizcarolinae</i>							√	√			√	
	半口壮丽水母	<i>Aglaurahemistoma</i>							√		√		√	
	细颈和平水母	<i>Eirenemenoni</i>			√									
	双叉蕈枝水母	<i>Obeliadichotoma</i>							√					
浮游幼体														
	长尾类幼体	<i>Macruralarva</i>	√		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	短尾类幼体	<i>Brachyuralarva</i>	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	多毛类幼体	<i>Polychaetalarva</i>				√	√		√		√	√	√	√
	虾蛄幼体	<i>Squillalarva</i>											√	
其他														
	鱼卵	<i>Fishegg</i>		√	√					√				√
	仔鱼	<i>Fishlarvae</i>	√		√	√	√		√	√				√

注：“√”为出现种类

附表八：2021年秋季调查鱼卵与仔稚鱼种类名录

科名	中文名	拉丁文	发育阶段	站位												
				2	4	6	8	9	11	12	13	14	16	17	19	
鲷科	鲷	<i>Leiognathus</i> sp.	鱼卵		◇◆	◇					◇	◇	◇◆		◇◆	◆
鲷科	棱鲷	<i>Thrissasp.</i>	鱼卵													◇
鲷科	小公鱼	<i>Stolephorus</i> sp.	鱼卵		◇							◇				
鲱科	小沙丁鱼	<i>Sarinellasp.</i>	鱼卵					◇								
鲷科	鲷科一种	<i>Scorpaenidaesp.</i>	鱼卵									◇				
鲷科	鲷科一种	<i>Mugilidaesp.</i>	鱼卵												◇	
舌鲷科	舌鲷	<i>Cynoglossius</i> sp.	鱼卵		◇◆		◇	◇				◇◆			◇	◇
石首鱼科	石首鱼科一种	<i>Sciaenidaesp.</i>	鱼卵	◇		◇◆		◇			◇					
隆头鱼科	隆头鱼科一种	<i>Labridaesp.</i>	鱼卵				◇◆	◇					◇◆		◇	
隆头鱼科	紫胸鱼	<i>Stethojulissp.</i>	鱼卵					◇								
鱈科	少鳞鱈	<i>Sillagojaponica</i>	仔鱼					◇			◇◆	◇		◇		◇
鲱科	小沙丁鱼	<i>Sarinellasp.</i>	仔鱼	◇◆	◇		◇◆	◆			◇◆	◇◆	◆	◇◆		
鱈科	鱈	<i>Hemiramphussp.</i>	仔鱼									◇				◇
鲷科	美肩鳃鲷	<i>Omobranchuselegans</i>	仔鱼									◇				
鲷科	鳃鲷	<i>Omobranchussp.</i>	仔鱼		◇							◇				
双边鱼科	双边鱼	<i>Ambassisp.</i>	仔鱼								◇					
隆头鱼科	海猪鱼	<i>Halichoeressp.</i>	仔鱼					◆			◆	◇				
金线鱼科	金线鱼属	<i>Neipturesp.</i>	仔鱼											◇		
其它种类	其它种类	<i>Otherspp.</i>	仔鱼				◇◆	◆				◇				

鲻科	鲻科一种	Mugilidaesp.	仔鱼					◆							
舌鳎科	舌鳎	Cynoglossiussp.	仔鱼											◆	
鰕虎鱼科	鰕虎鱼	Gobiidaesp.	仔鱼				◆								
鲷科	鲷	Leiognathussp.	稚鱼										◇		
鯷科	小公鱼	Stolephorussp.	稚鱼	◇◆									◇		
鯷科	康氏小公鱼	Stolephoruscommersoni	稚鱼	◆					◆				◇		
鲷科	美肩鳃鲷	Omobranchuselegans	稚鱼								◇		◇		
鲻科	鲻科一种	Mugilidaesp.	稚鱼			◇	◇			◆					◇
金线鱼科	金线鱼属	Neipturesp.	稚鱼		◇										

注：“◆”为垂直拖网出现种类，“◇”为水平拖网出现种类。

附表九：2021年秋季调查大型底栖动物种类名录

门类	科名	中文名字	拉丁文名	站号													
				2	4	6	8	9	11	12	13	14	16	17	19		
环节动物																	
	齿吻沙蚕科	内卷齿蚕	<i>Aglaophamus</i> sp.								√						
	齿吻沙蚕科	普吉内卷齿蚕	<i>Aglaophamus phuketensis</i>									√	√				
	海蛹科	角海蛹	<i>Ophelina acuminata</i>									√					
	海稚虫科	奇异稚齿虫	<i>Paraprionospio pinnata</i>												√		
	矾沙蚕	矾沙蚕	<i>Eunice aphroditois</i>			√											
	矾沙蚕科	卡氏矾沙蚕	<i>Eunice collin</i>								√						
	沙蚕科	背褶沙蚕	<i>Tambalagama fauveli</i>			√											
	沙蚕科	沙蚕	<i>Nereidida</i> sp.												√		√
	索沙蚕科	纳加索沙蚕	<i>Lumbrineris nagae</i>		√												
	吻沙蚕科	白色吻沙蚕	<i>Glycera alba</i>		√												
	小头虫科	厚鳃蚕	<i>Dasybranchus caducus</i>		√											√	
	蜚龙介科	蜚龙介	<i>Terebellida</i> sp.														√
	竹节虫科	筒毛拟节虫	<i>Praillellagracilis</i>		√												√
棘皮动物																	
	辐蛇尾科	平辐蛇尾	<i>Ophiactis modesta</i> Brock				√										
	辐蛇尾科	沙氏辐蛇尾	<i>Ophiactis savignyi</i>				√						√				
	瓜参科	方柱五角瓜参	<i>Penicaria quadrangularis</i>							√							
	瓜参科	细五角瓜参	<i>Leptopentacta imbricata</i>								√						
	刻肋海胆科	细雕刻肋海胆	<i>Temnopleura rustoreumaticus</i>								√						
脊索动物																	
	石首鱼科	大头银姑鱼	<i>Pennahia macrocephalus</i>	√							√				√		

	石首鱼科	叫姑鱼	<i>Johniusgrypotus</i>							√					
	鲷科	卵鲷	<i>Soleaovata</i>		√										
	塘鳢科	黑体塘鳢	<i>Eleotrismelanosoma</i>	√											
	虾虎鱼科	触角沟虾虎鱼	<i>Oxyurichthystentacularis</i>		√										
	虾虎鱼科	深虾虎鱼	<i>Bathygobiusfuscus</i>	√											
	虾虎鱼科	小头栉孔虾虎鱼	<i>Ctenotrypauchenmicrocephalus</i>												√
	鲷科	红鳍赤鲷	<i>Hypodytesrubripinnis</i>							√					
节肢动物															
	玻璃虾科	细螯虾	<i>Leptochelagracilis</i>						√						
	豆蟹科	异足倒颚蟹	<i>Astenognatusinaequipes</i>		√										
	对虾科	赤虾	<i>Metapenaeopsissp.</i>	√										√	
	对虾科	哈氏仿对虾	<i>Parapenaeopsishardwickii</i>				√				√				√
	对虾科	近缘新对虾	<i>Metapenaeusafinis</i>		√					√					
	对虾科	须赤虾	<i>Metapenaeopsisbarbata</i>								√				
	鼓虾科	短脊鼓虾	<i>Alpheusbrevicristatus</i>						√	√				√	
	鼓虾科	鼓虾	<i>Alpheussp.</i>				√								
	鼓虾科	细角鼓虾	<i>Alpheusparvirostris</i>	√											
	关公蟹科	伪装仿关公蟹	<i>Dorippoidesfacchino</i>		√										
	海蛄虾科	哈氏拟阿蛄虾	<i>Axiopsisiharberri</i>				√								
	活额寄居蟹科	弯螯活额寄居蟹	<i>Diogenesdeflectomanus</i>												√
	涟虫科	细长涟虫	<i>Iphionetenera</i>											√	
	蛄蛄虾科	大蛄蛄虾	<i>Vpogebiamajor</i>						√					√	
	扇蟹科	仿银杏蟹	<i>Actaeodessp.</i>							√					
	扇蟹科	光滑异装蟹	<i>Heteropanopeglabra</i>						√						
	扇蟹科	小巧毛刺蟹	<i>Pilumnusminutus</i>						√						

	梭子蟹科	锐齿鲟	<i>Charybdisjaponica</i>	√													
	虾蛄科	屈足近口虾蛄	<i>Qollastriagonypeles</i>										√				
	玉蟹科	中华五角蟹	<i>NUrsiasinicas</i>			√				√							
	藻虾科	鞭腕虾	<i>Lysmata vittata</i>	√		√			√	√							
	藻虾科	强刺船形虾	<i>Garideahippolytidae</i>						√								
	长臂虾科	低角长臂虾	<i>Palaemonyamashitai</i>			√				√							
	长额虾科	长额七腕虾	<i>Heptacarpuspandaloides</i>										√				
	长脚蟹科	长崎异背蟹	<i>Heteroplaxnagasakiensis</i>										√				
	蜘蛛蟹科	缺刻矶蟹	<i>Pugettia incisa</i>						√								
软体动物																	
	骨螺科	疣荔枝螺	<i>Thaisclavigera</i>	√													
	蓝蛤科	红齿硬蓝蛤	<i>Solidicorbulaerythron</i>						√								
	帘蛤科	巧环楔形蛤	<i>Cyclosumetta concinna</i>										√				
	帘蛤科	小文蛤	<i>Meretrixplanisulcata</i>										√				
	帘蛤科	异侧蛤蜊	<i>Mactrinaequalis</i>										√				
	吻状蛤科	凸小囊蛤	<i>Saccellaconfusa</i>										√				
	樱蛤科	河口楔樱蛤	<i>Cadelladelta</i>										√				
	樱蛤科	三刻纹楔樱蛤	<i>Cadellasp.</i>									√					
	樱蛤科	凸壳明樱蛤	<i>Moerellafragilia</i>	√													
星虫动物																	
	革囊星虫科	变异革囊星虫	<i>Phascolosomavarians</i>														√

注：“√”为出现种类

附表十：2021年秋季调查潮间带生物种类名录

门类	科名	中文名字	拉丁文名	断面 I			断面 II			断面 III			断面 IV			断面 V			断面 VI		
				高潮	中潮	低潮	高潮	中潮	低潮	高潮	中潮	低潮	高潮	中潮	低潮	高潮	中潮	低潮	高潮	中潮	低潮
环节动物																					
	沙蚕科	软疣沙蚕	<i>Tylonereisbogoyawleskyi</i>								√										
脊索动物																					
	海鲶科	斑海鲶	<i>Ariusmaculatus</i>					√													
节肢动物																					
	方蟹科	平背蜆	<i>Gaeticedepressus</i>	√		√					√	√	√								
	方蟹科	平分大额蟹	<i>Metopograpsusmessor</i>	√		√					√			√		√					
	方蟹科	四齿大额蟹	<i>Metopograpsusquadridentatus</i>			√								√	√	√		√			
	弓蟹科	绒毛近方蟹	<i>Hemigrapsuspenicillatus</i>											√	√	√	√	√			
	鼓虾科	细角鼓虾	<i>Alpheusparvirostris</i>	√		√															
	鼓虾科	细足鼓虾	<i>Alpheusgracilipes</i>	√																	
	海蟑螂科	海蟑螂	<i>Ligiaexotica</i>	√							√										
	菱蟹科	火红皱蟹	<i>Leptodiusexaratus</i>	√						√											
	沙蟹科	痕掌沙蟹	<i>Ocypodestimpsoni</i>						√												
	沙蟹科	角眼沙蟹	<i>Ocypodeceratophthalma</i>				√													√	
	扇蟹科	缪氏哲蟹	<i>Menipperumphii</i>												√						
软体动物																					
	贻贝科	翡翠贻贝	<i>Pernaviridis</i>							√											

注：“√”为出现种类

附表十一：2021年秋季调查游泳动物种类名录

编号	中文名字	拉丁文名	地笼网			大船-底拖网								
			2	4	13	6	8	9	11	12	14	16	17	19
1	猛虾蛄	<i>Harpiosquillaharpax</i>							√					
2	葛氏小口虾蛄	<i>Oratosquillaagravieri</i>				√			√		√	√		√
3	口虾蛄	<i>Oratosquillafabricii</i>				√	√	√	√		√	√	√	√
4	伍氏平虾蛄	<i>Erugosquillagrahami</i>						√	√	√	√	√		√
5	眼斑猛虾蛄	<i>Harpiosquillaannandalei</i>							√	√				
6	斑节对虾	<i>Penaeusmonodon</i>								√				
7	哈氏仿对虾	<i>Parapenaeopsisishardwickii</i>				√								√
8	亨氏仿对虾	<i>Parapenaeopsisishungerfordi</i>				√		√			√	√		
9	假长缝拟对虾	<i>Parapenaeusfissuroides</i>							√					
10	近缘新对虾	<i>Metapenaeusafinis</i>							√		√	√		
11	沙栖新对虾	<i>Metapenaeusmoyebi</i>									√	√		
12	须赤虾	<i>Metapenaeopsisbarbata</i>				√	√	√	√	√	√	√	√	√
13	鹰爪虾	<i>Trachypenaeuscurvirostris</i>				√	√	√	√	√	√	√	√	√
14	双凹鼓虾	<i>Alpheusbisincisus</i>							√		√			
15	洁白长臂虾	<i>Palaemonconcinus</i>	√	√	√									
16	颗粒关公蟹	<i>Dorippegranulata</i>							√		√		√	
17	中华关公蟹	<i>Dorippesinica</i>										√		
18	管鞭虾	<i>Solenocerasp.</i>				√	√		√	√		√		√
19	疣背紧握蟹	<i>Lambrustuberculosis</i>				√	√			√	√	√	√	√

20	逍遥馒头蟹	<i>Calappaphilargius</i>				√	√	√	√	√		√		√
21	德汉劳绵蟹	<i>Lauridromiadehaani</i>						√						√
22	斑纹鲟	<i>Charybdiscruciata</i>				√	√	√	√	√	√	√	√	√
23	红星梭子蟹	<i>Portunustribercolatus</i>				√	√	√	√	√	√	√	√	√
24	疾进鲟	<i>Charybdisvadorum</i>				√				√				√
25	矛形梭子蟹	<i>Portunushatatoides</i>				√		√		√	√	√		√
26	日本鲟	<i>Charybdisjaponicus</i>					√	√	√	√				
27	善泳鲟	<i>Charybdisnatator</i>						√		√	√	√		
28	纤细梭子蟹	<i>Portunusgracilimanus</i>				√	√	√	√	√	√	√	√	√
29	远洋梭子蟹	<i>portunuspelagicus</i>					√			√	√	√		
30	阿氏强蟹	<i>Eucratealcocki</i>										√		
31	艾氏牛角蟹	<i>Leptomithraxedwardsi</i>												√
32	羊毛绒球蟹	<i>Docleaovis</i>				√	√	√		√	√	√	√	√
33	短穗乌贼	<i>Sepiabrevimana</i>				√			√			√		√
34	多鳞短额鲆	<i>Engyprosoponmultisquama</i>										√		
35	青缨鲆	<i>Crossorhombusazureus</i>				√		√				√	√	
36	纤羊舌鲆	<i>Arnoglossustenuis</i>						√	√	√				√
37	斑头舌鲷	<i>Cynoglossuspuncticeps</i>					√		√		√	√		
38	大鳞舌鲷	<i>Cynoglossusmacrolepidotus</i>				√					√	√	√	√
39	峨眉条鲷	<i>Zebriasquagga</i>						√	√		√	√	√	√
40	斑鲹	<i>Clupanodonpunctatus</i>						√						
41	青莲小沙丁鱼	<i>Sardinellazunasi</i>			√									

42	黑口𩺰	<i>Ilishamelastoma</i>					√						√	
43	纸刀𩺰	<i>Hishanovacula</i>	√	√	√									
44	汉氏棱鯧	<i>Thryssahamiltonii</i>								√	√			√
45	黄鲫	<i>Setipinnataty</i>				√	√		√		√	√	√	√
46	尖嘴𩺰	<i>Dasyatiszugei</i>							√			√		√
47	鲫鱼	<i>Carassiusauratus</i>	√	√										
48	泥鳅	<i>Misgurnusanguillicaudatus</i>		√										
49	白鲳	<i>Ephippusbrbis</i>							√			√	√	√
50	黄棘颈斑鲳	<i>Nuchequulamannusella</i>									√			
51	银鲳	<i>Stromateoidesargenteus</i>							√	√				
52	带鱼	<i>Trichiurusshumela</i>				√							√	
53	二长棘犁齿鲷	<i>Evynniscardinalis</i>				√								
54	真鲷	<i>Pagrosomusmajor</i>										√		
55	列牙𩺰	<i>Pelatesquaclrilineatus</i>				√	√	√	√	√	√	√	√	√
56	细鳞𩺰	<i>Theraponjarbua</i>				√				√				
57	褐篮子鱼	<i>Siganusfuscescens</i>					√	√	√	√	√	√	√	√
58	齐氏罗非鱼	<i>Tilapiazilaoia</i>	√	√										
59	眼斑拟鲈	<i>Parapercisommatura</i>					√			√	√	√	√	
60	克氏副叶鲔	<i>Alepeskleinii</i>							√		√		√	√
61	大头银姑鱼	<i>Argyrosomusmacrocephalus</i>					√	√			√	√	√	√
62	棘头梅童鱼	<i>Collichthyslucidus</i>											√	
63	叫姑鱼	<i>Johniusbelengerii</i>				√	√	√	√	√	√	√	√	√

64	横带长鳍天竺鲷	<i>Archamiauroensis</i>				√	√			√	√	√	√	√
65	多鳞鱧	<i>Sillagosihama</i>				√	√	√	√	√	√	√	√	
66	红狼牙虾虎鱼	<i>Odontamblyopusrubicundus</i>							√		√			
67	拟矛尾虾虎鱼	<i>Parachaeturichthyspolynema</i>						√	√					
68	扁鲷	<i>Callionymuspalnu</i>				√		√	√	√	√	√		√
69	黄带绯鲤	<i>Upeneussulphureus</i>				√	√				√	√	√	√
70	日本绯鲤	<i>Upeneusjaponicus</i>								√	√	√		
71	长棘银鲈	<i>Gerresfilamentosus</i>				√	√			√	√	√		√
72	长体银鲈	<i>Gerresmacrosoma</i>							√			√	√	
73	海鳗	<i>Muraenesoxcinereus</i>				√	√	√	√	√	√	√	√	√
74	褐海鳗	<i>Muraenesoxbagio</i>					√						√	√
75	网纹裸胸鲳	<i>Gymnothoraxreticularis</i>					√	√	√	√		√	√	
76	长身裸胸鲳	<i>Gymnothoraxprolatus</i>											√	
77	黑尾吻鳗	<i>Rhynchocongerectenurus</i>					√		√	√	√	√		√
78	杂食豆齿鳗	<i>Pisodonophisboro</i>						√	√					
79	斑海鲶	<i>Ariusmaculatus</i>	√			√	√	√	√	√	√	√	√	√
80	线纹鳗鲶	<i>Plotosuslineatus</i>				√	√	√	√	√	√	√	√	√
81	横纹多纪鲀	<i>Takifuguoblongus</i>							√					
82	棕斑兔头鲀	<i>Lagocephaluslunarusspadiceus</i>				√		√	√		√	√	√	√
83	棘线鲀	<i>Grammoplitescaber</i>				√					√			√
84	斑瞳鲀	<i>Inegociaguttata</i>						√		√		√	√	
85	日本瞳鲀	<i>Inegociajaponicus</i>							√					√

86	红鳍赤鲷	<i>Hypodytes rubripinnis</i>						√		√			√	
87	棱须蓑鲷	<i>Apistus carinatus</i>									√			√
88	鲮	<i>Mugil cephalus</i>										√		

注：“√”为出现种类

