

广东省汕尾管辖海域 JH21-09 区块  
海砂开采海洋环境影响报告书  
(报批稿)

建设单位：汕尾市自然资源局

编制单位：广东海兰图环境技术研究有限公司

2022年2月



打印编号: 1640924853000

## 编制单位和编制人员情况表

项目编号	4lcnpd		
建设项目名称	广东省汕尾管辖海域JH21-09区块海砂开采		
建设项目类别	54--150海洋矿产资源勘探开发及其附属工程		
环境影响评价文件类型	报告书		
<b>一、建设单位情况</b>			
单位名称 (盖章)	 汕尾市自然资源局		
统一社会信用代码	11441500MB2C938030		
法定代表人 (签章)	范振学 		
主要负责人 (签字)	范振学		
直接负责的主管人员 (签字)	傅国栋 		
<b>二、编制单位情况</b>			
单位名称 (盖章)	 广东海兰图环境技术研究有限公司		
统一社会信用代码	91440101MA59KQLF0D		
<b>三、编制人员情况</b>			
<b>1. 编制主持人</b>			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
韩春阳	2016035350352015351002000237	BH041659	
<b>2. 主要编制人员</b>			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
黄素绿	环境影响预测与评价、总量控制、清洁生产与污染防治对策、环境经济损益分析、海洋工程环境可行性	BH040635	
郑茜元	总则、区域自然环境和社会环境概况、环境质量现状调查与评价、环境管理与监测计划	BH040639	
韩春阳	概述、工程概况、工程分析、环境事故风险分析与评价、海砂开采量控制、环境影响综合评价结论及对策建议	BH041659	

# 目 录

1 概述.....	1
1.1 建设项目背景.....	1
1.2 建设项目特点.....	3
1.3 环境影响评价工作过程.....	3
1.4 分析判断有关情况.....	4
1.5 关注的主要环境问题及环境影响.....	6
1.6 环境影响评价的主要结论.....	6
2 总则.....	7
2.1 编制依据.....	7
2.1.1 国家法律法规和部门规章.....	7
2.1.2 地方性法规.....	8
2.1.3 相关规划和区划.....	9
2.1.4 技术规范和标准.....	11
2.1.5 项目相关技术资料.....	12
2.2 所在区域环境功能区划.....	12
2.2.1 近岸海域环境功能区划.....	12
2.2.2 海洋功能区划.....	12
2.2.3 环境空气功能区划.....	13
2.2.4 声环境功能区划.....	13
2.2.5 生态环境功能区划.....	14
2.3 环境影响评价和环境质量标准.....	22
2.3.1 环境质量标准.....	22
2.3.2 污染物排放标准.....	24
2.4 环境影响评价等级.....	27
2.5 环境影响评价范围与评价重点.....	35
2.5.1 评价范围.....	35
2.5.2 评价重点.....	38
2.6 环境敏感区与社会活动关注区.....	38
2.6.1 环境敏感区与环境保护对象.....	38
2.6.2 社会活动关注区.....	38
3 工程概况.....	51
3.1 海砂开采名称、性质及地理位置.....	51
3.1.1 海砂开采名称.....	51
3.1.2 性质.....	51
3.1.3 地理位置.....	51
3.2 砂源分析.....	53
3.2.1 申请采砂区的用海范围和面积.....	53
3.2.2 矿区砂源储量分析.....	56
3.2.3 矿石质量.....	62
3.2.4 勘查区海砂细度模数.....	65
3.3 海砂开采方案.....	67

3.3.1	确定开采量.....	67
3.3.2	资源利用率.....	71
3.3.3	采出矿石量.....	71
3.3.4	控制开采指标.....	71
3.3.5	海砂用途及去向.....	74
4	工程分析.....	77
4.1	生产工艺与过程分析.....	77
4.2	工程各阶段污染物排放状况.....	82
4.2.1	悬浮泥沙.....	82
4.2.2	船舶舱底含油污水.....	85
4.2.3	船舶生活污水.....	86
4.2.4	大气.....	86
4.2.5	固体废物.....	86
4.2.6	噪声.....	87
4.2.7	污染源强汇总.....	87
4.3	工程各阶段非污染环境影晌分析.....	88
4.4	环境影晌要素识别和评价因子筛选.....	88
4.4.1	环境影晌要素的识别.....	88
4.4.2	评价因子筛选.....	89
5	区域自然环境和社会环境概况.....	90
5.1	区域自然环境概况.....	90
5.1.1	气象特征.....	90
5.1.2	水文资源.....	94
5.1.3	区域地质背景.....	95
5.1.4	自然灾害.....	105
5.2	区域海洋资源概况.....	109
5.2.1	岸线资源.....	109
5.2.2	港口资源.....	111
5.2.3	航道资源.....	113
5.2.4	锚地资源.....	113
5.2.5	滨海旅游资源.....	114
5.2.6	矿产资源.....	115
5.2.7	自然保护区.....	117
5.2.8	人工鱼礁区.....	117
5.2.9	珍稀海洋动物.....	118
5.2.10	主要经济鱼种“三场一通”分布.....	121
5.3	海域开发利用现状.....	127
5.3.1	海域开发利用现状.....	127
5.3.2	海域使用权属现状.....	128
5.4	外环境污染源调查及分析.....	130
6	环境质量现状调查与评价.....	132
6.1	水文动力环境.....	132
6.1.1	调查概况.....	132
6.1.2	风速风向.....	136

6.1.3	潮汐.....	136
6.1.4	实测海流.....	140
6.1.5	潮流.....	153
6.1.6	余流.....	168
6.1.7	温度、盐度.....	171
6.1.8	悬浮泥沙.....	179
6.2	地形地貌.....	186
6.2.1	水深地形.....	186
6.2.2	矿区地质.....	188
6.2.3	勘察区工程地质特征.....	198
6.2.4	冲淤环境分析.....	216
6.3	海洋环境影响预测与评价.....	218
6.3.1	区域海水水质状况.....	219
6.3.2	海洋环境调查概况.....	227
6.3.3	调查项目.....	230
6.3.4	采样与分析方法.....	231
6.3.5	评价方法与评价标准.....	232
6.3.6	海水水质调查结果与评价.....	238
6.4	海洋沉积物环境质量现状调查与评价.....	247
6.4.1	调查项目.....	247
6.4.2	采样与分析方法.....	247
6.4.3	评价方法与评价标准.....	248
6.4.4	海洋沉积物调查结果与评价.....	248
6.5	海洋生物体质量现状调查与评价.....	254
6.5.1	调查项目.....	254
6.5.2	采样与分析方法.....	254
6.5.3	评价方法与评价标准.....	254
6.5.4	海洋生物体质量调查结果及评价.....	255
6.6	海洋生态环境现状调查.....	258
6.6.1	调查概况.....	258
6.6.2	采样与分析方法.....	258
6.6.3	计算方法.....	259
6.6.4	海洋生态现状调查结果.....	260
6.7	渔业资源现状调查.....	283
6.7.1	调查概况.....	283
6.7.2	采样与分析方法.....	283
6.7.3	计算方法.....	284
6.7.4	渔业资源调查结果.....	284
6.8	大气环境质量现状调查.....	304
7	环境影响预测与评价.....	305
7.1	水动力环境影响预测与评价.....	305
7.1.1	三维水动力模式.....	305
7.1.2	计算结果.....	330
7.2	对波浪动力环境影响分析与评价.....	362

7.2.1	SW 波浪数学模型.....	362
7.2.2	工程前波浪动力分析.....	363
7.2.3	工程后波浪动力变化分析.....	364
7.3	地形地貌与冲淤环境影响分析.....	372
7.3.1	冲淤计算模式.....	372
7.3.2	工程实施后采砂区附近海床冲淤变化.....	373
7.3.3	小结.....	376
7.3.4	采砂对岸滩稳定性影响分析.....	377
7.3.5	边坡坍塌影响.....	380
7.4	水质环境影响预测与评价.....	383
7.4.1	模型及源强介绍.....	383
7.4.2	采砂区 JH21-09 开采模拟结果.....	386
7.4.3	三个采砂区同时开采模拟结果.....	395
7.4.4	施工污废水.....	408
7.5	沉积物环境影响预测与评价.....	410
7.6	生态环境影响预测与评价.....	411
7.6.1	采砂活动对浮游生物的影响.....	411
7.6.2	采砂活动对渔业资源的影响.....	412
7.6.3	采砂活动对附近海域水生生态系统的影响.....	413
7.6.4	项目造成海洋生物资源损失量的分析.....	413
7.6.5	船舶噪声对海洋生态环境影响分析.....	419
7.6.6	对“三场一通道”的影响分析.....	419
7.6.7	对中华白海豚的影响分析.....	420
7.7	采砂活动对敏感目标和海洋功能区的影响分析.....	426
7.7.1	对主要环境敏感区的环境影响评价.....	426
7.7.2	对海洋功能区的影响分析.....	432
7.8	对通航环境的影响分析.....	439
7.9	大气环境影响分析.....	440
7.10	固体废物环境影响分析.....	441
8	环境事故风险分析与评价.....	442
8.1	环境风险评价等级.....	442
8.2	环境敏感目标.....	442
8.3	环境风险识别.....	442
8.4	环境风险事故分析.....	443
8.4.1	通航事故风险.....	443
8.4.2	船舶溢油事故风险.....	443
8.5	溢油事故影响预测分析.....	448
8.5.1	预测模式.....	448
8.5.2	预测结果与分析.....	454
8.5.3	溢油环境影响分析.....	484
8.6	环境风险防范对策措施和应急预案.....	487
8.6.1	风险防范措施.....	487
8.6.2	风险控制措施.....	488
8.6.3	应急预案.....	490

8.7	船舶倾覆环境风险分析及风险防范措施.....	495
8.8	通航安全风险分析及风险防范措施.....	496
8.9	极端天气风险分析及风险防范措施.....	497
8.10	极端天气风险分析及风险防范措施.....	498
9	总量控制.....	499
9.1	污染物总量控制原则.....	499
9.2	污染物总量控制方法.....	499
9.3	污染物总量控制方法方案与建议.....	500
10	清洁生产与污染防治对策.....	501
10.1	清洁生产分析.....	501
10.1.1	清洁生产的要求.....	501
10.1.2	本项目清洁生产分析.....	501
10.1.3	本项目清洁生产建议.....	502
10.1.4	节能减排的要求.....	504
10.1.5	本项目清洁生产结论.....	504
10.2	污染防治对策分析.....	504
10.2.1	采砂作业及船舶防污措施.....	504
10.2.2	采砂过程中岸滩稳定性防治.....	506
10.2.3	采砂期生态影响防治对策.....	507
10.2.4	防止超界、超量、超时开采的管控措施.....	508
10.2.5	海洋生态补偿方案.....	510
10.2.6	通航安全保障措施.....	511
10.2.7	大气污染防治措施.....	512
10.2.8	声污染防治措施.....	513
10.3	环保措施技术、经济可行性分析.....	513
11	海砂开采量控制.....	515
11.1	开采方式的控制.....	515
11.2	开采强度的分析.....	515
12	环境经济损益分析.....	517
12.1	环境经济损益分析方法.....	517
12.2	社会效益分析.....	517
12.3	经济效益分析.....	518
12.4	环境保护投资估算.....	519
12.5	环境经济损益分析.....	520
12.6	环境经济损益综合分析与评价.....	521
13	海洋工程环境可行性.....	522
13.1	与《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》的符合性.....	522
13.1.1	项目所在海域海洋功能区划.....	522
13.1.2	与广东省海洋功能区划的符合性分析.....	528
13.2	与《广东省近岸海域环境功能区划》的符合性分析.....	529
13.3	与《广东省海洋主体功能区规划》的符合性分析.....	531
13.4	与海洋生态红线的符合性.....	532
13.4.1	项目周边海洋生态红线.....	532
13.4.2	项目用海对海洋生态红线的影响分析.....	541

13.4.3	对大陆自然岸线保有的影响.....	541
13.4.4	对海岛自然岸线保有的影响.....	542
13.5	与省、市“三线一单”相符性分析.....	542
13.5.1	广东省“三线一单”生态环境分区管控方案.....	542
13.5.2	汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案.....	545
13.6	与相关规划相符性分析.....	546
13.6.1	与《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》的相符性分析... 546	
13.6.2	与《广东省生态环境保护“十四五”规划》的符合性分析.....	548
13.6.3	与《广东省海洋生态环境保护规划（2017-2020年）》的符合性分析.....	549
13.6.4	与《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》符合性分析.....	550
13.6.5	与《汕尾市国土空间总体规划（2020-2035年）》公示草案的符合性分析.....	551
13.6.6	与《汕尾市国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》符合性分析.....	553
13.6.7	与《汕尾港总体规划》（2013年）符合性分析.....	554
13.7	工程生态用海方案分析.....	555
13.7.1	产业准入与区域管控要求.....	555
13.7.2	岸线利用与保护.....	556
13.7.3	污染排放与控制.....	556
13.7.4	生态补偿与修复.....	556
13.7.5	跟踪监测能力建设.....	557
14	环境管理与监测计划.....	558
14.1	环境管理.....	558
14.1.1	环境管理机构设置.....	558
14.1.2	环境管理计划.....	558
14.2	环境监理.....	559
14.3	环境监测计划.....	560
14.3.1	水下地形监测.....	560
14.3.2	水下地貌监测.....	561
14.3.3	岸线监测.....	561
14.3.4	环境质量监测.....	561
14.3.5	中华白海豚监测.....	562
14.3.6	质量控制与保证.....	563
15	环境影响综合评价结论及对策建议.....	564
15.1	工程概况.....	564
15.2	工程分析结论.....	564
15.3	环境质量现状综合分析与评价结论.....	566
15.3.1	水文动力环境现状调查与评价.....	566
15.3.2	地形地貌与冲淤环境现状调查与评价.....	568
15.3.3	水质环境质量现状调查与评价.....	568
15.3.4	沉积物环境质量现状调查与评价.....	568
15.3.5	海洋生态体质量现状调查与评价.....	568



15.3.6 海洋生态环境现状调查与评价.....	569
15.4 环境影响预测综合分析与评价结论.....	571
15.4.1 水文动力环境影响预测与评价.....	571
15.4.2 波浪环境影响预测与评价.....	572
15.4.3 地形地貌与冲淤环境影响预测与评价.....	572
15.4.4 水质环境影响预测与评价.....	572
15.4.5 沉积物环境影响预测与评价.....	573
15.4.6 生态环境影响预测与评价.....	573
15.5 环境事故影响综合分析与评价结论.....	574
15.6 污染物排放总量控制.....	574
15.7 清洁生产分析.....	574
15.8 环境经济损益分析.....	574
15.9 环境监测计划的可行性结论.....	575
15.10 海砂开采的环境影响综合评价与可行性结论.....	575
15.11 海砂开采的环境保护对策与建议.....	575
附录.....	577
附录I 浮游植物种类名录.....	577
附录II 浮游动物种类名录.....	581
附录III 底栖生物种类名录.....	584
附录IV 潮间带生物种类名录.....	589
附录V 渔业资源种类名录.....	592

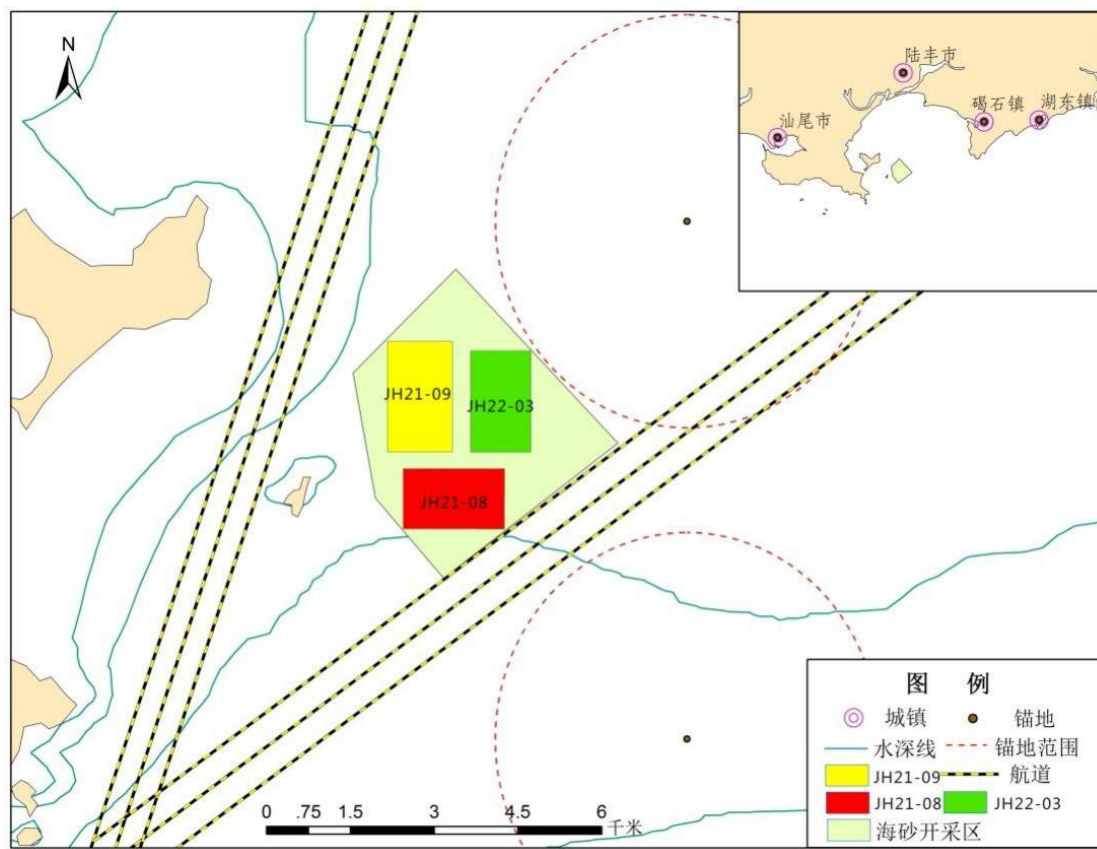
# 1 概述

## 1.1 建设项目背景

海砂是一种重要的矿产资源，作为建筑材料，可广泛用于大型工程项目建设 and 填海造地。合理开发利用海砂能够使其服务于经济建设，促进海洋经济的发展，而盲目、非科学地开采则会导致资源的枯竭，破坏生态环境，乃至影响整个海域资源的可持续利用。

2020年5月，为贯彻落实习近平总书记重要讲话和重要指示批示精神，加快实施粤港澳大湾区建设、支持深圳建设中国特色社会主义先行示范区等国家战略，为保障近三年粤港澳大湾区及我省国家战略重大项目建设海砂供应，广东省自然资源厅印发了广东省自然资源厅关于印发《广东省海砂开采三年行动计划（2020-2022年）》的通知（粤自然资海域[2020]842号），2020-2022年共安排海砂开采区25片和海砂开采储备区14片，总面积约67.23平方千米，主要分布在湛江、珠海、江门、阳江、汕尾、揭阳、汕头和茂名等8市海域。计划三年最少开采海砂（含泥）3亿立方米，每年最少组织6-7片海砂资源出让，每年开采海砂（含泥）约1亿立方米，有效供应海砂6000-7000万立方米。其中，汕尾市计划3片开采区，包括JH21-08区块（列入2021年第三批计划开采，目前正在开展野外工作，预计于2022年完成相关专题论证工作）、JH21-09区块（列入2021年第三批计划开采）、JH22-03区块（列入2022年第二批计划开采，位于目前正在开展野外工作，预计于2022年完成相关专题论证工作）。JH21-08区块位于JH21-09区块的南侧约300m，JH22-03区块位于JH21-09区块的东侧约300m，三个区块的位置见图1.1-1。

2021计划开采海砂9片，总面积约13.86平方千米，初步估算海砂资源量（含泥）约0.77亿立方米，分布在湛江、阳江、珠海和汕尾海域。另外选划海砂开采储备区8片，总面积约15.28平方千米，海砂资源量（含泥）0.83亿立方米，分布在湛江、珠海、揭阳和汕头海域。在海砂计划开采区无法满足需求时，可将海砂开采储备区作为备选出让区块有序组织开采。



**图 1.1-1 汕尾市海砂开采区位置关系图**

本工程为海砂开采海域使用权挂牌出让项目，采砂中标单位及用砂工程现阶段不能确定，成品海砂运输、陆域工程由采砂中标单位承担。海砂开采出让后，成品海砂运输工作、陆域堆放及设施等另行完善相关环评手续，不在本次评价范围内。

海砂开采不涉及水工构筑物施工，本项目没有施工期。项目产品为回填料海砂，若用于民用建筑及基础设施建设要进行淡化处理，达到建筑用砂标准，采砂中标单位需另行完善相关环评手续，不在本次评价范围内。

本次评价的广东省汕尾管辖海域 JH21-09 区块海砂开采项目位于汕尾市碣石湾施公寮岛东南侧，属于《广东省海砂开采三年行动计划（2020-2022 年）》的通知（粤自然资海域[2020]842 号）中 2021 年第三批计划开采区砂源海域。项目开采范围用海面积为 2.3km<sup>2</sup>，用海类型为工业用海（一级类）中的固体矿产开采用海（二级类），用海方式为其它方式（一级类）中海砂等矿产开采（二级类）。

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

工程项目，必须进行海洋环境影响评价。

## 1.2 建设项目特点

本项目拟申请海砂开采区位于汕尾市碣石湾施公寮岛东南侧海域。调查区海砂的矿物组成主要为石英，次要矿物为长石，其中石英含量（石英占轻矿物的质量百分比）在 88.24%~95.54%之间，重矿物含量（重矿物质量占分析质量的百分比）在 0.07%~3.21%之间，全区加权后平均含泥量 16.05%。

根据《广东省汕尾市管辖海域 JH21-09 区块海砂资源储量核实报告》（广东广海海洋勘探开发有限公司，2021 年 12 月），矿区控制资源量 1965.93 万 m<sup>3</sup>，推断资源量 1541.54 万 m<sup>3</sup>，控制资源量和推断资源量共 3507.47 万 m<sup>3</sup>（不含泥），含泥量 16.05%；原矿控制资源量 2341.99 万 m<sup>3</sup>，推断资源量 1836.11 万 m<sup>3</sup>，控制资源量和推断资源量共 4178.10 万 m<sup>3</sup>。平均厚度 9.08m。采砂区可采出的海砂原矿矿石量约为 3531.65 万 m<sup>3</sup>，年控制开采量约为 1368 万 m<sup>3</sup>，可开采年限约为 2.58 年。

项目开采范围用海面积为 2.3km<sup>2</sup>，用海类型为工业用海（一级类）中的固体矿产开采用海（二级类），用海方式为其它方式（一级类）中海砂等矿产开采（二级类）。

## 1.3 环境影响评价工作过程

根据《中华人民共和国环境影响评价法》《建设项目环境保护管理条例》以及《建设项目环境影响评价分类管理名录》等法律法规的有关规定，该项目需执行环境影响评价制度并编制环境影响报告书。

广东海兰图环境技术研究有限公司是汕尾市自然资源局授权开展《汕尾市海砂开采挂牌出让前期工作项目》的技术支撑单位之一，受汕尾市自然资源局的委托，广东海兰图环境技术研究有限公司承担《汕尾市 2021 年海砂开采资源储量详查及相关论证工作》的环境影响评价工作。环评单位在接受委托后，立即组织相关技术人员认真研究了建设单位提供的工程资料，收集了工程区附近海域环境质量现状资料，对拟建项目的建设内容和排污状况进行了资料调研和深入分析。在此基础上，按照国家相关环保法律、法规、污染防治技术政策的有关规定及环境影响评价技术导则要求，预测、分析项目实施过程对海洋环境、大气环境、声

环境等可能造成的不良影响的范围和程度，提出防治污染、减轻项目建设带来的环境影响的措施与对策，并进行经济技术可行性论证，为项目建设合理性提供科学依据；提出项目建设环境可行性的结论，编制完成了《广东省汕尾管辖海域 JH21-09 区块海砂开采项目环境影响报告书》。

按照《海砂开采环境影响评价技术规范》和《环境影响评价技术导则-总纲》（HJ2.1-2016）的要求，本项目环评工作程序见图 1.3-1。

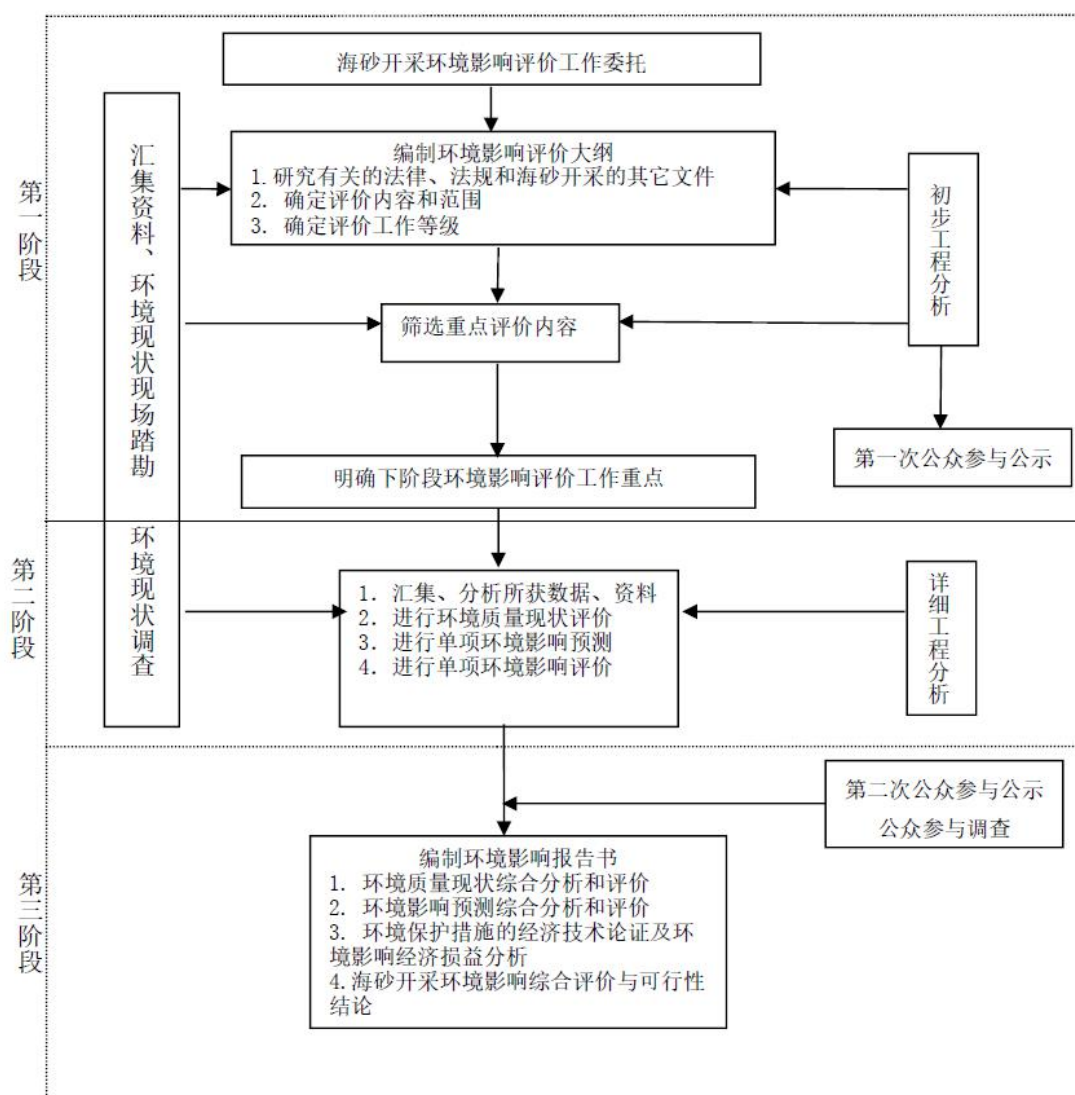


图 1.3-1 项目环境影响评价工作过程

## 1.4 分析判断有关情况

### (1) 与产业政策的相符性分析判断

本工程为海砂开采项目，根据国务院《产业结构调整指导目录（2019年本）》，

本项目属于允许类，符合国家的产业政策要求。此外，根据《市场准入负面清单（2020年版）》，本项目不属于负面清单中所列的禁止准入类项目。

综合分析，本项目的建设符合产业政策要求。

### （2）与海洋功能区划的符合性分析

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》，本项目为海砂开采项目，不涉及炸岛及捕捞活动，不在海上建设永久性水工构筑物，不会影响珠海—潮州近海农渔业区的海域使用用途。本项目开采位置已经经过严格论证，无需占用航道、海底管线、保护区和军事等用海，对交通运输、旅游、核电、海洋能、矿产、倾废、海底管线、保护区和军事等用海需求影响较小。

本项目为海砂开采，海砂开采过程将对项目所在海洋功能区产生一定的影响，为了将项目可能对鱼类“三场一通道”产生的影响降至最低，项目每年的3-7月拟降低采砂强度，保护重要渔业品种的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道。同时，在采砂过程中，项目将严格控制采砂范围，合理控制采砂强度，洗砂废水经溢流管海底以上2.0m处排放，施工船舶含油污水和生活污水均拟收集上岸交由有处理能力的单位处理，禁止排放入海；施工期拟对项目所在海域进行跟踪监测，同时项目也将对造成的海洋生态损失及时进行补偿，则可将项目可能造成的海洋环境影响降至最低。经采取一定的污染防治措施和生态环境保护措施后，项目的建设符合项目所在海洋功能区的环境保护要求。

### （3）与海洋生态红线的符合性

根据《广东省海洋生态红线（2017年版）》《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》《汕尾市人民政府关于印发汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》，本项目不位于海洋生态红线区内，与海洋生态红线的距离均较远，不占用大陆自然岸线保有，不占用海岛自然岸线保有，项目的建设基本不会对海洋生态红线及自然岸线保有产生影响，符合《广东省海洋生态红线（2017年版）》的管控要求。

### （4）与其他规划的符合性分析

本项目不占用岸线，与岸线的距离较远。本项目为海砂建设项目，本项目的建设可为汕尾市重大项目提供海砂，保障汕尾市重大项目的用砂需求。因此，本项目的建设也符合《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》《广东省海洋生态

环境保护规划（2017-2020 年）》《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》《汕尾市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》《广东省海砂开采三年行动计划（2020—2022 年）》等相关规划的要求。

## 1.5 关注的主要环境问题及环境影响

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

海砂开采还会带来来自船舶施工作业的噪声污染和来自施工人员的生活垃圾和采砂过程中的碎石等固体废弃物。噪声污染会对海洋生物造成的影响较小，固体废弃物会收集上岸，不会对海洋环境造成影响。

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

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

## 1.6 环境影响评价的主要结论

本项目建设符合国家产业政策，选址符合相关规划要求。海砂开采过程中产生的悬浮泥沙对水环境的影响是暂时的。开采过程中产生的污废水和固体废物会得到妥善处理处置。同时，针对本项目的工程特点和环境特征，提出了相应的环境保护和污染防治对策措施、风险防范对策措施。评价认为：在采砂单位切实执行国家有关法律法规、严格按照本报告书提出的开采范围、方式、时间和强度作业，并注意监测附近海底地形地貌变化，避免超界、超量、超强度开采，落实报告书中提出的各项污染防治、生态保护对策措施及风险防范措施的前提下，从环境保护角度考虑，广东省汕尾管辖海域JH21-09区块海砂开采项目是可行的。

## 2 总则

### 2.1 编制依据

#### 2.1.1 国家法律法规和部门规章

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014年4月24日修订，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日修正，2017年11月5日施行）；
- (3) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018年12月29日修订并施行）；
- (4) 《中华人民共和国海域使用管理法》（2002年1月1日施行）；
- (5) 《中华人民共和国水污染防治法》（2017年6月27日修正，2018年1月1日实施）；
- (6) 《中华人民共和国大气污染防治法》（2018年10月26日修正，2018年10月26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) 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》（2018年12月29日修正并施行）；
- (9) 《中华人民共和国自然保护区条例》（2017年10月7日修正并施行）；
- (10) 《中华人民共和国渔业法》（2013年12月28日修正并施行）；
- (11) 《中华人民共和国港口法》（2018年12月29日修正并施行）；
- (12) 《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日施行）；
- (13) 《中华人民共和国航道法》（2016年7月2日修正并施行）；
- (14) 《中华人民共和国清洁生产促进法》（2012年2月29日修正，2012年7月1日施行）；
- (15) 《中华人民共和国循环经济促进法》（2018年10月26日修正并施



行)；

(16) 《中华人民共和国节约能源法》(2018年10月26日修正并施行)；

(17) 《中华人民共和国野生动物保护法》(2018年10月26日修正并施行)；

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

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

(20) 《全国海洋经济发展规划纲要》(国发[2003]13号)；

(21) 《国务院关于进一步加强对海洋管理工作若干问题的通知》(国发[2004]24号)；

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

(23) 《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日修订)；

(24) 《防治船舶污染海洋环境管理条例》(2018年3月19日修正)；

(25) 《船舶大气污染物排放控制区实施方案》(交海发〔2018〕168号)；

(26) 《建设项目环境保护管理条例》(2017年10月1日施行)；

(27) 《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)；

(28) 《环境影响评价公众参与办法》(生态环境部部令第4号,2019年1月1日)；

(29) 《市场准入负面清单(2020年版)》(发改体改规[2020]1880号)；

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

(31) 《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》(交海发〔2007〕165号)。

## 2.1.2 地方性法规

(1) 《广东省实施<中华人民共和国海洋环境保护法>办法》(2015年12月30日广东省第十二届人民代表大会常务委员会第二十二次会议修改)；

(2) 《广东省海域使用管理条例》（广东省人大常委会，2007年3月1日施行）；

(3) 《广东省环境保护条例》（2019年11月29日广东省第十三届人民代表大会常务委员会第十五次会议修正）；

(4) 《广东省固体废物污染环境防治条例》（由广东省第十三届人民代表大会常务委员会第七次会议于2018年11月29日修订通过，自2019年3月1日起施行）；

(5) 《广东省大气污染防治条例》（根据2018年11月29日广东省第十三届人民代表大会常务委员会第七次会议通过，2019年3月1日施行）；

(6) 《广东省渔业管理条例》（广东省第十三届人民代表大会常务委员会第十四次会议第三次，2019年9月25日修正）；

(7) 《广东省野生动物保护管理条例》（2020年3月31日，广东省第十三届人民代表大会常务委员会第十九次会议修订）；

(8) 《广东省航道管理条例》（2006年1月）；

(9) 《广东省海砂开采三年行动计划（2020-2022年）》（广东省自然资源厅，2020年5月6日）；

(10) 《广东省人民政府办公厅关于调整海砂开采海域使用权市场化出让方案批准有关事项的通知》（粤府办[2021]8号）；

(11) 《广东省自然资源厅关于明确海砂开采海域使用权和采矿权“两权合一”出让有关事项的通知》（粤自然资函[2021]395号）。

### 2.1.3 相关规划和区划

(1) 《全国海洋功能区划（2011~2020年）》（2012年）；

(2) 《全国海洋主体功能区规划》（国发[2015]42号，2015年8月22日）；

(3) 《全国海洋经济发展“十三五”规划》（国家发展改革委、国家海洋局，发改地区[2017]861号）；

(4) 《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标》；

(5) 《广东省海洋功能区划（2011~2020年）》；

- (6) 《广东省环境保护规划纲要（2006-2020年）》（粤府〔2006〕35号）；
- (7) 《广东海洋经济综合试验区发展规划》（2011年8月）；
- (8) 《广东省海洋生态文明建设行动计划（2016-2020）》（2016年11月）；
- (9) 《广东省海洋生态红线》（广东省人民政府，2017年9月）；
- (10) 《广东省海洋经济发展“十三五”规划》（广东省海洋与渔业厅、广东省发展和改革委员会，2017年4月）；
- (11) 《广东省环境保护“十三五”规划》（粤环[2016]51号，2016年9月22日）；
- (12) 《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》（广东省人民政府、国家海洋局，2017年10月）；
- (13) 《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030年）》（广东省人民政府，2017年10月27日）；
- (14) 《广东省主体功能区规划》（粤府〔2012〕120号）；
- (15) 《广东省海洋主体功能区规划》（广东省海洋与渔业厅、广东省发展和改革委员会，2017年12月）；
- (16) 《广东省海洋生态环境保护规划（2017-2020年）》（广东省海洋与渔业厅，2017年）；
- (17) 《广东省近岸海域环境功能区划》（广东省人民政府办公厅，1999年7月27日）；
- (18) 《广东省人民政府关于同意调整汕尾市部分近岸海域环境功能区划的批复》（粤府函[2013]127号）；
- (19) 《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》（粤府[2020]71号）；
- (20) 《汕尾市环境保护规划纲要（2008-2020）》；
- (21) 《汕尾市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》；
- (22) 《汕尾市城市总体规划（2011-2020年）》；
- (23) 《汕尾港总体规划（2013年）》；

(24) 《汕尾市人民政府关于印发汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（汕府〔2021〕29号）；

#### 2.1.4 技术规范和标准

- (1) 《建设项目环境影响评价技术导则总纲》（HJ2.1-2016）；
- (2) 《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485-2014）；
- (3) 《海砂开采环境影响评价技术规范》，（国家海洋局，2014年4月29日）；
- (4) 《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2011）；
- (5) 《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）；
- (6) 《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2009）；
- (7) 《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）；
- (8) 《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）；
- (9) 《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ 964-2018）；
- (10) 《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）；
- (11) 《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》（国家海洋局，2002年4月）；
- (12) 《海洋监测规范》（GB17378-2007）；
- (13) 《海洋监测技术规程》（HY/T147-2013）；
- (14) 《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）；
- (15) 《海水水质标准》（GB3097-1997）；
- (16) 《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）；
- (17) 《海洋生物质量》（GB 18421-2001）；
- (18) 《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》；
- (19) 《第二次全国海洋污染基线调查技术规范》；
- (20) 《海洋生态损害评估技术指南（试行）》（国海环字[2013]583号）；
- (21) 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）；
- (22) 《用水定额 第3部分：生活》（DB44/T1461.3—2021）；
- (23) 《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）
- (24) 《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T1143-2017）；

(25) 《船舶污染海洋环境风险评价技术规范（试行）》。

## 2.1.5 项目相关技术资料

- (1) 建设单位委托书;
- (2) 《广东省汕尾市管辖海域 JH21-09 区块海砂资源储量核实报告》（广东广海海洋勘探开发有限公司，2021 年 12 月）；
- (3) 《广东省汕尾市管辖海域 JH21-09 矿区回填料海砂资源开发利用方案》（广东省海洋发展规划研究中心，2021 年 12 月）；
- (4) 《广东省汕尾管辖海域 JH21-09 区块海砂开采海域使用论证报告书》（广东省海洋发展规划研究中心，2021 年 12 月）；
- (5) 《汕尾市 2021 年海砂开采资源储量详查作业通航安全保障方案（备案稿）》（广州嘉汶水上工程技术服务有限公司，2021 年 9 月）。

## 2.2 所在区域环境功能区划

### 2.2.1 近岸海域环境功能区划

根据《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办[1999]68 号）及《广东省人民政府关于同意调整汕尾市部分近岸海域环境功能区划的批复》（粤府函[2013]127 号），项目位于碣石湾浅海渔业功能区内，执行海水水质一类标准。详见图 2.2.1-1。

### 2.2.2 海洋功能区划

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020）》，工程所在海域功能区划为珠海-潮州近海农渔业区。项目周边有红海湾农渔业区、遮浪矿产与能源区、遮浪旅游休闲娱乐区、遮浪海洋保护区、施公寮港口航运区、碣石湾西部工业与城镇用海区、碣石湾农渔业区、金厢旅游休闲娱乐区、田尾山工业与城镇用海区、遮浪南海洋保护区和碣石湾近海海洋保护区。

项目所在海域及周边海域海洋功能区与本项目的位置关系及具体分布见图 2.2.2-1 和表 2.2.2-1。

表 2.2.2-1 项目周边海域海洋功能区划分布状况

序号	功能区名称	与本项目相对位置	管理要求
1	红海湾农渔业区	西南侧，约 9.1km	执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准
2	遮浪矿产与能源区	西南侧，约 7.4km	执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准
3	遮浪旅游休闲娱乐区	西南侧，约 6.8km	执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准
4	遮浪海洋保护区	西南侧，约 4.3km	执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准
5	施公寮港口航运区	西侧，约 2.9km	执行海水水质三类标准、海洋沉积物质量二类标准和海洋生物质量二类标准
6	碣石湾西部工业与城镇用海区	西北侧，约 8.1km	执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准
7	碣石湾农渔业区	北侧，约 3.8km	执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准
8	金厢旅游休闲娱乐区	东北侧，约 14.7km	执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准
9	田尾山工业与城镇用海区	东侧，约 13.3km	执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准
10	珠海-潮州近海农渔业区	项目位于该功能区内	执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准
11	遮浪南海洋保护区	西南侧，约 12.9km	执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准
12	碣石湾近海海洋保护区	东南侧，约 19.0km	执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准

### 2.2.3 环境空气功能区划

根据《汕尾市环境保护规划纲要（2008—2020年）》，项目选址处未进行大气环境功能区划。详见图 2.2.3-1。

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

### 2.2.4 声环境功能区划

根据《汕尾市环境保护规划纲要（2008—2020年）》和《汕尾市声环境功能区划方案》，工程区域未划分声环境功能区划。详见图 2.2.4-1。

本项目为海砂开采，选址海域另有其他待开采海砂地块，因此选址参照工业

区划分为声环境质量 3 类区，执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 3 类标准。

## 2.2.5 生态环境功能区划

根据《广东省环境保护规划纲要》（2006-2020 年），本项目属于“E6-1 粤东沿海生态亚区”，生态功能区划见图 2.2.5-1。

根据《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》，项目属于“海域环境管控单元”中的“一般管控单元”，详见图 2.2.5-2。

根据《汕尾市人民政府关于印发汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（汕府〔2021〕29 号），项目选址属于“一般管控单元”中的“珠海-潮州近海农渔业区（汕尾范围）一般管控单元”（编码 HY44000030004），详见图 2.2.5-3。

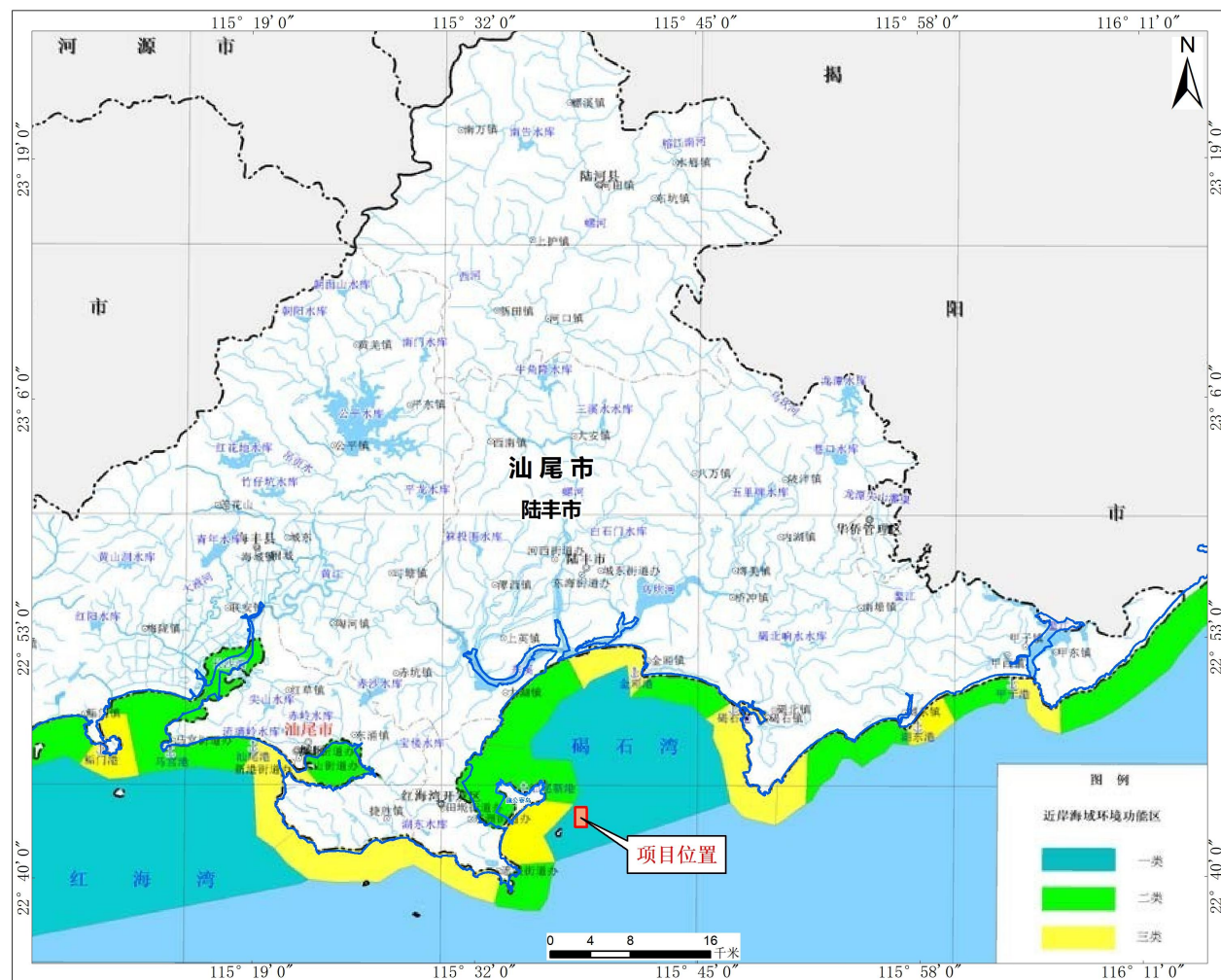


图 2.2.1-1 近岸海域功能区划





图 2.2.2-1 广东省海洋功能区划图

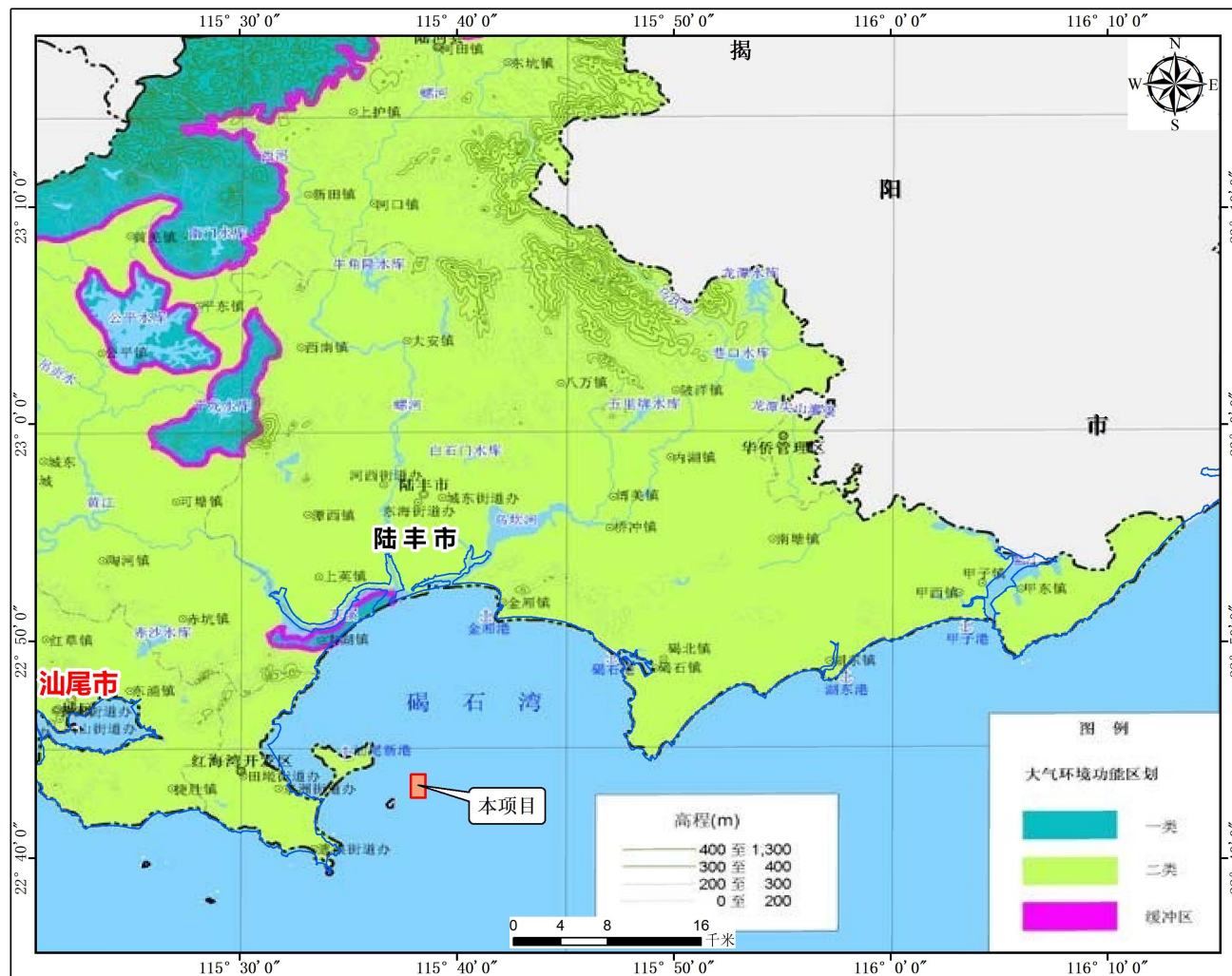


图 2.2.3-1 汕尾市环境空气功能区划图

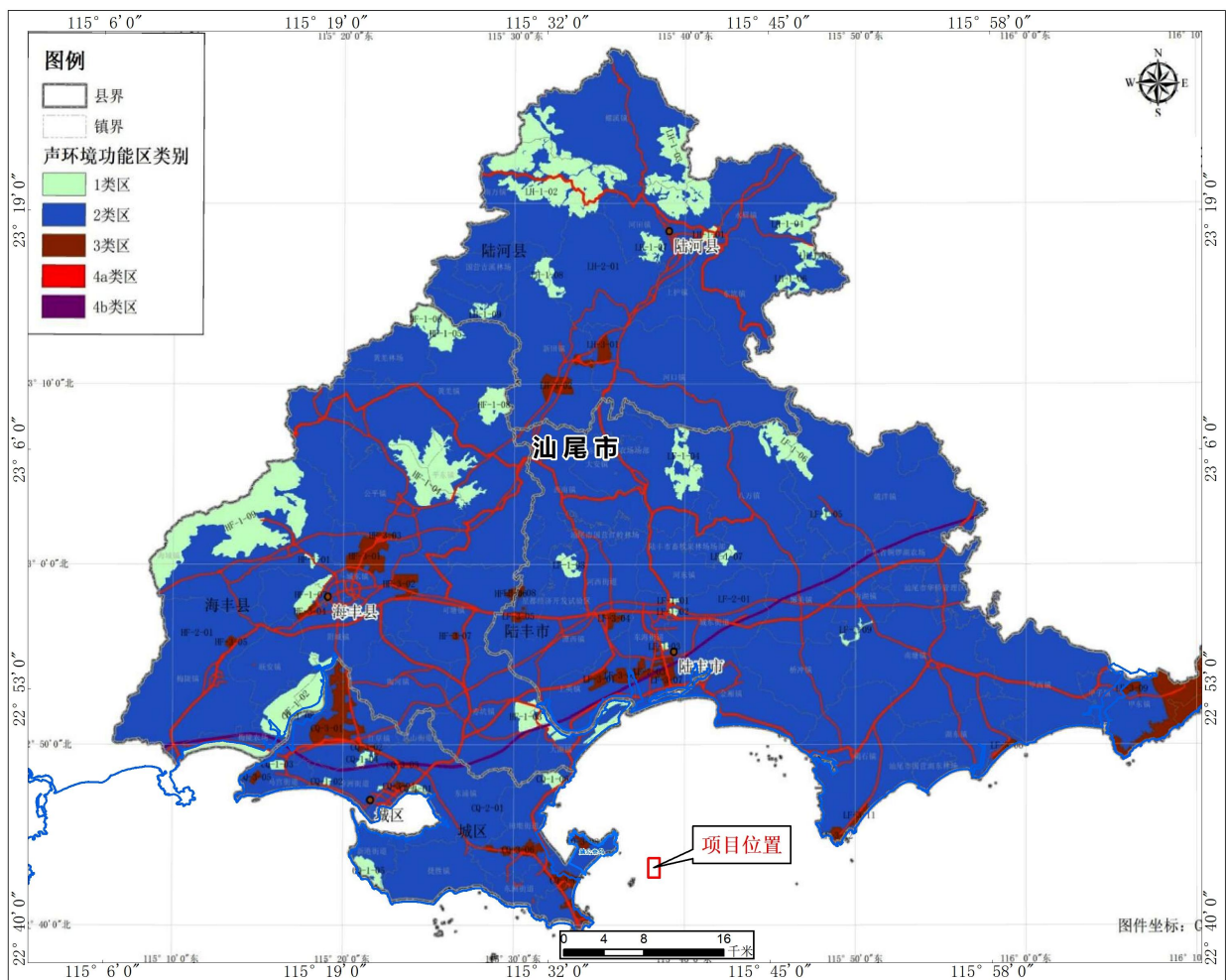


图 2.2.4-1 汕尾市声环境功能区划图



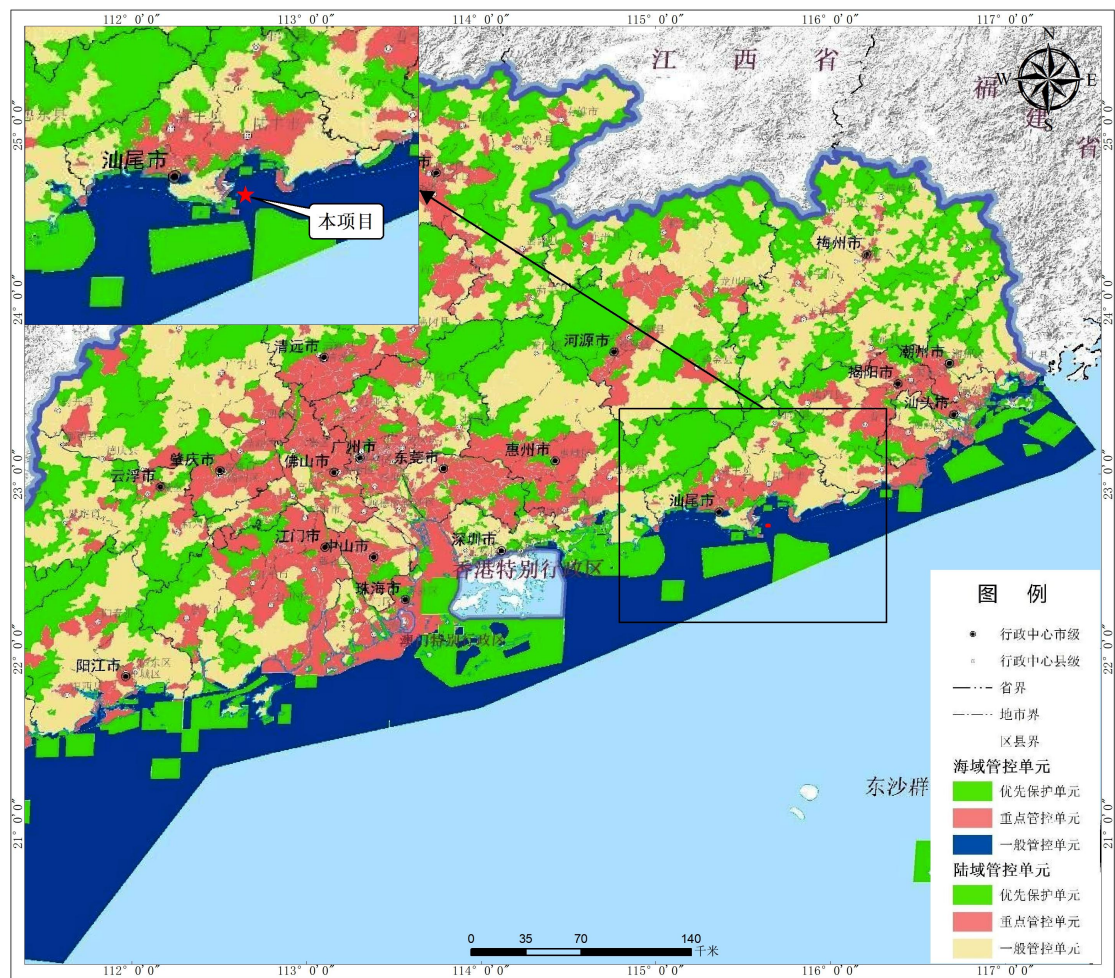


图 2.2.5-2 项目与广东省环境管控单位位置图

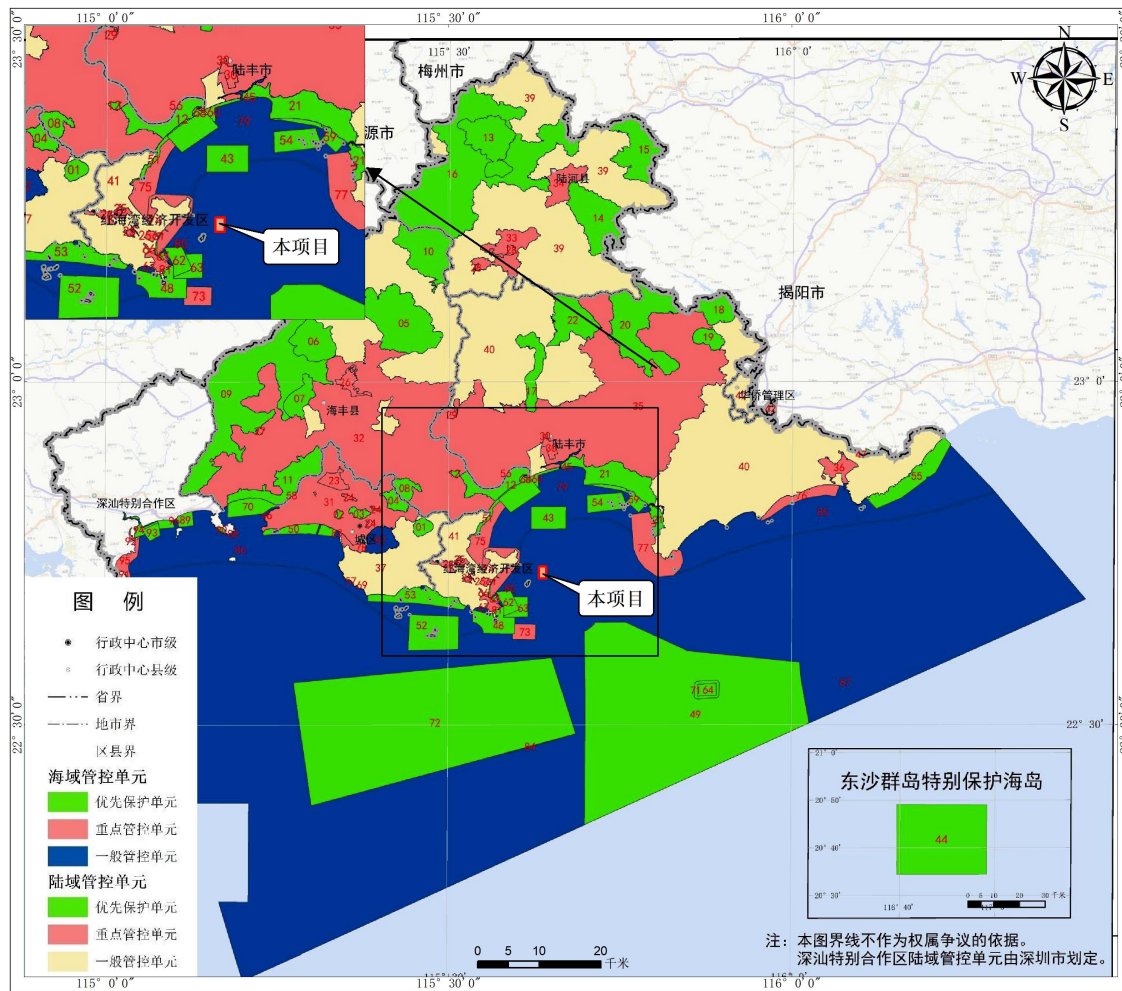


图 2.2.5-3 项目与汕尾市环境管控单位位置图

## 2.3 环境影响评价和环境质量标准

### 2.3.1 环境质量标准

#### 2.3.1.1 海水水质

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020）》，工程所在海域功能区划为珠海-潮州近海农渔业区，执行海水水质一类标准。根据《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办[1999]68号）及《广东省人民政府关于同意调整汕尾市部分近岸海域环境功能区划的批复》（粤府函[2013]127号），项目位于碣石湾浅海渔业功能区内，执行海水水质一类标准。综上所述，工程所在区域执行海水水质一类标准。具体标准值详见表 2.3.1-1。

表 2.3.1-1 海水水质标准（GB3097—1997）

项目	第一类	第二类	第三类	第四类
悬浮物质	人为增加的量≤10		人为增加的量 ≤100	人为增加的量 ≤150
水温	人为造成的海水温升夏季不超过 当时当地 1℃,其它季节不超过 2℃		人为造成的海水温升不超过当 时当地 4℃	
pH	7.8~8.5 同时不超出该海域正常变动范围 的 0.2pH 单位		6.8~8.8 同时不超出该海域正常变动范 围的 0.5pH 单位	
溶解氧>	6	5	4	3
化学需氧量（COD）≤	2	3	4	5
无机氮≤（以 N 计）	0.20	0.30	0.40	0.50
活性磷酸盐≤（以 P 计）	0.015	0.030		0.045
汞≤	0.00005	0.0002		0.0005
镉≤	0.001	0.005	0.010	
铅≤	0.001	0.005	0.010	0.050
六价铬≤	0.005	0.010	0.020	0.050
总铬≤	0.05	0.10	0.20	0.50
砷≤	0.020	0.030	0.050	
铜≤	0.005	0.010	0.050	
锌≤	0.020	0.050	0.10	0.50
硫化物≤（以 S 计）	0.02	0.05	0.10	0.25
挥发性酚≤	0.005		0.010	0.050
石油类≤	0.05		0.30	0.50

#### 2.3.1.2 海洋沉积物

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020）》，工程所在海域功能区划为珠

海-潮州近海农渔业区，执行海洋沉积物一类标准。具体标准值见表 2.3.1-2。

表 2.3.1-2 海洋沉积物质量标准（GB 18668-2002）

序号	项目	第一类	第二类	第三类
1	汞 ( $\times 10^{-6}$ ) $\leq$	0.20	0.50	1.00
2	镉 ( $\times 10^{-6}$ ) $\leq$	0.50	1.50	5.00
3	铅 ( $\times 10^{-6}$ ) $\leq$	60.0	130.0	250.0
4	锌 ( $\times 10^{-6}$ ) $\leq$	150.0	350.0	600.0
5	铜 ( $\times 10^{-6}$ ) $\leq$	35.0	100.0	200.0
6	铬 ( $\times 10^{-6}$ ) $\leq$	80.0	150.0	270.0
7	砷 ( $\times 10^{-6}$ ) $\leq$	20.0	65.0	93.0
8	有机碳 ( $\times 10^{-2}$ ) $\leq$	2.0	3.0	4.0
9	硫化物 ( $\times 10^{-6}$ ) $\leq$	300.0	500.0	500.0
10	石油类 ( $\times 10^{-6}$ ) $\leq$	500.0	1000.0	1500.0

### 2.3.1.3 生物质量

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

具体标准值见表 2.3.1-3 和表 2.3.1-4。

表 2.3.1-3 海洋生物（贝类）质量标准值（鲜重）（单位：mg/kg）

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

表 2.3.1-4 生物体内污染物评价标准（鲜重： $\times 10^{-6}$ ）

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

### 2.3.1.4 环境空气质量

项目选址处未进行大气环境功能区划。由于选址周边分布有其他采砂地块，



因此选址参照工业区划分为空气质量二类区，评价范围环境空气参照执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)及其2018年修改单中二级标准。具体见表2.3.1-5。

表 2.3.1-5 环境空气评价标准

污染物名称	取样时间	浓度限值	执行标准
SO <sub>2</sub>	年平均	60μg/m <sup>3</sup>	《环境空气质量标准》(GB3095-2012)及其修改单(生态环境部2018年第29号)的二级标准
	24小时平均	150μg/m <sup>3</sup>	
	1小时平均	500μg/m <sup>3</sup>	
NO <sub>2</sub>	年平均	40μg/m <sup>3</sup>	
	24小时平均	80μg/m <sup>3</sup>	
	1小时平均	200μg/m <sup>3</sup>	
CO	24小时平均	4mg/m <sup>3</sup>	
	1小时平均	10 mg/m <sup>3</sup>	
O <sub>3</sub>	日最大8小时平均	160μg/m <sup>3</sup>	
	1小时平均	200μg/m <sup>3</sup>	
PM <sub>10</sub>	年平均	70μg/m <sup>3</sup>	
	24小时平均	150μg/m <sup>3</sup>	
PM <sub>2.5</sub>	年平均	35μg/m <sup>3</sup>	
	24小时平均	75μg/m <sup>3</sup>	

### 2.3.1.5 声环境质量

本项目所在区域未进行声环境功能区划，本项目为海砂开采，选址海域另有其他待开采海砂地块，因此选址参照工业区划分为声环境质量3类区，执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的3类标准。环境质量标准摘录见表2.3.1-6。

表 2.3.1-6 声环境质量标准 (GB 3096-2008) (单位: 等效声级 Lep[dB(A)])

声环境功能区类别	昼间	夜间
3类声环境功能区≤	65	55

## 2.3.2 污染物排放标准

### 2.3.2.1 船舶污染物排放标准

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

表 2.3.2-1 船舶水污染物排放控制标准 (GB3552-2018)

污水类别	船舶类别/排放水域		排放控制要求
机器处	400总	沿海	自2018年7月1日起，达标排放(油污水处理装置出水)

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

### 2.3.2.2 大气污染物排放标准

项目船舶尾气二氧化硫、颗粒物、氮氧化物应满足《船舶大气污染物排放控制区实施方案》硫氧化物和颗粒物排放控制要求与氮氧化物排放控制要求。

#### (1) 硫氧化物和颗粒物排放控制要求

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

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

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

④适时评估船舶使用硫含量不大于 0.1% $\text{m/m}$  的船用燃油的可行性，确定是

否要求自 2025 年 1 月 1 日起，海船进入沿海控制区使用硫含量不大于 0.1%m/m 的船用燃油。

(2) 氮氧化物排放控制要求。

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

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

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

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

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

### **2.3.2.3 固体废物**

一般工业固体废物执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）的有关规定；危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及其 2013 年修改单。

## 2.4 环境影响评价等级

### 2.4.1.1 海洋环境影响评价等级

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

本工程为海砂开采项目，申请采砂区域的海洋功能区划主要为珠海-潮州近海农渔业区，属于环境敏感区，因此确定本工程海洋环境评价工作中水动力环境、水质环境、沉积物环境、生态和生物资源环境、地形地貌和冲淤环境影响评价等级均为1级，等级判断依据见表2.4.1-1和表2.4.1-2。

表 2.4.1-1 海洋水文动力、水质、沉积物和生态环境影响评价等级判据一览表

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

表 2.4.1-2 海洋地形地貌与冲淤环境影响评价等级判据一览表

评价等级	工程类型和工程内容
1	面积 $50 \times 10^4 \text{m}^2$ 以上的围海、填海、海湾改造工程，围海筑坝、防波堤、导流堤（长度等于和大于 2km）等工程； <b>连片和单项海砂开采工程</b> ；其它类型海洋工程中不可逆改变或严重改变海岸线、滩涂、海床自然性状和产生较严重冲刷、淤积的工程项目。
2	面积 $(50 \sim 30) \times 10^4 \text{m}^2$ 的围海、填海、海湾改造工程，围海筑坝、防波堤、导流堤（长度 2km~1km）等工程；其它类型海洋工程中较严重改变岸线、滩涂、海床自然性状和产生冲刷、淤积的工程项目。
3	面积 $(30 \sim 20) \times 10^4 \text{m}^2$ 的围海、填海、海湾改造工程，围海筑坝、防波堤、导流堤（长度 1km~0.5km）等工程；其它类型海洋工程中改变海岸线、滩涂、海床自然性状和产生较轻微冲刷、淤积的工程项目。

注：其它类型海洋工程的工程规模可按照导则内表 2 中工程规模的分档确定。

### 2.4.1.2 地表水环境影响评价等级

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）的规定，本项

目既属于水污染影响型项目，也属于水文要素影响型项目。水污染影响型建设项目影响评价等级按照影响类型、排放方式、排放量或影响情况、受纳水体质量现状、水环境保护目标等综合确定。水污染影响型建设项目影响评价等级按照表 2.4.1-5 的分级判据进行划分。

项目拟采用 5 艘 1000m<sup>3</sup>/h 采砂船同时施工。船舶含油污水经收集上岸委托有资质的单位接收处理，船舶生活污水利用船载收集装置收集后上岸交由专业处理单位处理。本工程悬沙产生源强为 60.6333kg/s，单艘采砂船年开采时间为 3420 小时，共开采 2.58 年，则采砂船累计海砂开采时间为 8823.6 小时。根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018），悬浮物为第二类水污染物，污染当量值为 4kg，则本项目采砂船洗砂过程和吸砂过程水污染物当量为  $W=9.63 \times 10^9 > 600000$ 。因此，项目地表水环境水污染影响评价等级为一级。

表 2.4.1-3 项目水污染物当量数一览表

序号	污染物	采砂环节总排放量 (kg)	污染当量值(kg)	水污染当量数 W (无量纲)
1	SS	$9.63 \times 10^9$	4	$2.41 \times 10^9$
最大水污染当量数 W				$2.41 \times 10^9$

项目选址位于《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》中的珠海—潮州近海农渔业区，以及《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办[1999]68 号）和《广东省人民政府关于同意调整汕尾市部分近岸海域环境功能区划的批复》（粤府函[2013]127 号）中的碣石湾浅海渔业功能区，执行第一类海水水质标准。根据《环境影响评价技术导则——地表水环境》（HJ2.3-2018）表 2 的注 5“允许在一类海域建设的项目，评价等级为一级”，因此项目水文要素影响评价等级为一级。

项目水污染型和水文要素影响型建设项目评价等级判定表见表 2.4.1-4。

表 2.4.1-4 水污染影响型建设项目评价等级判定表

评价等级	判定依据	
	排放方式	废水排放量 Q/(m <sup>3</sup> /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	—

表 2.4.1-5 水文要素影响型建设项目评价等级判定表

评价等级	水温	径流		受影响地表水域	
	年径流量与总库容之比 $\alpha$	兴利库容占年径流量百分比 $\beta/\%$	取水量占多年平均径流量百分比 $\gamma/\%$	工程垂直投影面积及外扩范围 $A_1/\text{km}^2$ ；工程扰动水底面积 $A_2/\text{km}^2$ ；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 $A_1/\text{km}^2$ ；工程扰动水底面积 $A_2/\text{km}^2$

				河流	湖库	入海河口、近岸海域
一级	$\alpha \leq 10$ ; 或稳定分层	$\beta \geq 20$ ; 或完全全年调节与多年调节	$\gamma \geq 30$	$A_1 \geq 0.3$ ; 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	$20 > \alpha > 10$ ; 或不稳定分层	$20 > \beta > 10$ ; 或季调节与不完全年调节	$30 > \gamma > 10$	$0.3 > A_1 > 0.05$ ; 或 或 $1.5 > A_2 > 0.2$ ; 或 $10 > R > 5$	$0.3 > A_1 > 0.05$ ; 或 或 $1.5 > A_2 > 0.2$ ; 或 $20 > R > 5$	$0.5 > A_1 > 0.15$ ; 或 或 $3 > A_2 > 0.5$
三级	$\alpha \geq 20$ ; 或混合型	$\beta \leq 2$ , 或无调节	$\gamma \leq 10$	$A_1 \leq 0.05$ ; 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、可能受到大型河流感潮河段咸潮影响的建设项目,评价等级不低于二级。

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

注 4:对不透水的单方向建筑尺度较长的水工建筑物(如防波堤、导流堤等),其与潮流或水流主流向切线垂直方向投影长度大于 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型建设项目评价等级。

### 2.4.1.3 大气环境影响评价等级

项目大气环境影响因素主要来自采砂船作业排放废气,排放量小,根据《环境影响评价技术导则大气环境》(HJ2.2-2018),本项目环境空气的评价等级为三级。

### 2.4.1.4 噪声环境影响评价等级

本项目主体工程位于海上,项目区周围 200m 范围内无声环境敏感目标,根据《环境影响评价技术导则声环境》(HJ2.4-2009),“建设项目所处的声环境功能区为 GB3096 规定的 3 类、4 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)以下[不含 3dB(A)],且受影响人口数量变化不大时,按三级评价。”本项目周边 200m 范围内无声环境敏感目标,噪声增高量在 3dB(A)以下,且受影响人口数量变化不大,确定本次噪声评价等级为三级。

### 2.4.1.5 地下水环境影响评价等级

根据《环境影响评价技术导则-地下水环境》(HJ610-2016)附录 A 中地下

水环境影响评价行业分类表(摘录), 详见表 2.4.1-6。

本项目属于海砂开采项目, 属于IV类建设项目, 根据《环境影响评价技术导则-地下水环境》(HJ610-2016), IV类建设项目可不开展地下水环境影响评价。

表 2.4.1-6 地下水环境影响评价行业分类表 (摘录)

环评类别 J、非金属矿 采选及制品制造	报告书	报告表	地下水环境影响 评价项目类别	
			报告书	报告表
54、土砂石开采	年采 10 万立方米及以上; 海砂 开采工程; 涉及环境敏感区的	其他	IV类	IV类

### 2.4.1.6 土壤环境影响评价等级

根据《环境影响评价技术导则土壤环境(试行)》(HJ964-2018), 附录 A 表 A.1 土壤环境影响评价项目类别, 本项目不在表 A.1 所列行业类型之列, 属于IV类建设项目, IV类建设项目可不开展土壤环境影响评价。

### 2.4.1.7 环境风险评价等级

本项目采砂船、运砂船均使用柴油做动力, 根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018), 环境风险评价工作等级划分为一级、二级、三级。根据建设项目涉及的物质及工艺系统危险性和所在地的环境敏感性确定环境风险潜势, 按照表 2.4.1-7 确定评价工作等级。风险潜势为IV及以上, 进行一级评价; 风险潜势为III, 进行二级评价; 风险潜势为II进行三级评价; 风险潜势为I, 可开展简单分析。

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

本工程拟采用 5 艘 1000m<sup>3</sup>/h 射流式采砂船(单艘吨位 6000 吨级)、10 艘 3000m<sup>3</sup>~5000m<sup>3</sup> 皮带运砂船(其中 5000m<sup>3</sup> 皮带运砂船单艘吨位 7500 吨级)、2 艘补给船(单艘吨位 200 吨位)。根据《船舶污染海洋环境风险评价技术规范(试行)》附录 4.1 中的规定, 非油轮船燃油最大携带量也可用船舶总吨推算, 根据船型不同, 一般取船舶总吨的 8%~12%。按照 10%推算这两种作业船的燃油最大携带量, 为(5×6000+10×7500+2×200)×10%=10540 吨。根据《水上溢油环境风险评估技术导则》附录 C, 6000 吨级散货船燃油总量为 551 吨, 7500 吨

级散货船燃油总量为 528 吨，200 吨级散货船燃油总量为 20 吨。因此，这两种船舶的燃油总量为  $(551 \times 5 + 528 \times 10 + 20 \times 2) = 8075$  吨。根据两种计算方法，取计算结果最大值（10540t）进行环境风险评价等级的判定。

### (1) 危险物质及工艺系统危险性

#### ①危险物质数量与临界量比值（Q）

本项目以 10540 吨估算 Q 值（见表 2.4.1-7），为  $10540/2500=4.216 < 1$ 。

表 2.4.1-7 建设项目 Q 值确定表

序号	危险物质名称	CAS号	最大存在总量qn/t	临界量Qn/t	该种危险物质Q值
381	油类物质（矿物油类，如石油、汽油、柴油等 生物柴油等）	/	10540	2500	4.216
项目Q值Σ					4.216

当  $Q > 1$ ，将 Q 值划分为：（1） $1 \leq Q < 10$ ；（2） $10 \leq Q < 100$ ；（3） $Q \geq 100$ ；由上表可得，本项目 Q 值为 4.216（ $1 < Q \leq 10$ ）。

#### ②行业及生产工艺（M）

分析项目所属行业及生产工艺特点，按照下表评估生产工艺情况。具有多套工艺单元的项目，对每套生产工艺分别评分并求和。将 M 划分为（1） $M > 20$ ；（2） $10 < M \leq 20$ ；（3） $5 < M \leq 10$ ；（4） $M = 5$ ，分别以 M1、M2、M3 和 M4 表示。

表 2.4.1-8 行业及生产工艺（M）

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

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



本项目为海砂开采工程,属于上表中的其他行业,涉及危险物质使用、贮存,  
M=5, 则行业及生产工艺分级为 M4。

### ③危险物质及工艺系统危险性 (P) 分级

根据危险物质数量与临界量比值 (Q) 和行业及生产工艺 (M), 按照下表  
确定危险物质及工艺系统危险性等级 (P)。本项目  $Q=4.216$  ( $1 \leq Q \leq 10$ ), 行  
业及生产工艺为 M4, 根据下表可知, 本项目危险物质及工艺系统危险性为 P4。

表2.4.1-9 危险物质及工艺系统危险性等级判断 (P)

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

### (2) 环境敏感程度 (E)

环境敏感程度分为大气环境、地表水环境、地下水环境的敏感程度。

#### ①大气环境敏感程度

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

表 2.4.1-10 大气环境敏感程度分级

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

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

#### ②地表水环境敏感程度

依据事故情况下危险物质泄漏到水体的排放点接纳地表水体功能敏感性  
(F), 与下游环境敏感目标 (S) 情况, 共分为三种类型, E1 为环境高度敏感

区，E2 为环境中度敏感区，E3 为环境低度敏感区，分级原则见表 2.4.1-11。

项目选址位于《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》中的珠海-潮州近海农渔业区及《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办[1999]68 号）和《广东省人民政府关于同意调整汕尾市部分近岸海域环境功能区划的批复》（粤府函[2013]127 号）中的碣石湾浅海渔业功能区，海水水质均执行《海水水质标准》（GB3097-1997）第一类标准，地表水功能敏感性为 F1；项目周边分布有汕尾市遮浪角东人工鱼礁海洋生态市级自然保护区、汕尾碣石湾鲮鱼长毛对虾国家级水产种质资源保护区等目标，环境敏感目标分级为 S1；根据表 2.4.1-12 判定，项目地表水环境敏感程度分级为 E1。

表 2.4.1-11 地表水环境敏感程度分级

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

地表水功能敏感性和环境敏感目标分级方法判定见表 2.4.1-12 和表 2.4.1-13。

表 2.4.1-12 地表水功能敏感性分区

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

表 2.4.1-13 环境敏感目标分级

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

S3	排放点下游（顺水流向）10km 范围、近岸海域一个潮周期水质点可能达到的最大水平距离的两倍范围内无上述类型 1 和类型 2 包括的敏感保护目标
----	---

### ③地下水环境敏感程度

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

### (3) 建设项目环境风险潜势判断

根据建设项目涉及的物质和工艺系统的危险性及其所在地的环境敏感程度, 结合事故情形下环境影响途径, 确定项目环境风险潜势见表 2.4.1-14。

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

表 2.4.1-14 项目环境风险潜势划分一览表

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

表 2.4.1-15 评价等级划分

环境风险潜势	IV、IV <sup>+</sup>	III	II	I
评价工作等级	一	二	三	简单分析 <sup>a</sup>
<sup>a</sup> 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。				

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

### 2.4.1.8 生态环境评价等级

项目位于珠海-潮州近海农渔业区, 属于重要生态敏感区, 本项目占地 2.3km<sup>2</sup>, 根据《环境影响评价技术导则生态影响》(HJ19-2011) 生态影响评价工作等级划分表 (见表 2.4.1-16), 确定本项目生态评价工作等级为二级。

表 2.4.1-16 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（水域）范围		
	面积≥20km <sup>2</sup> 或长度≥100km	面积 2km <sup>2</sup> ~20km <sup>2</sup> 或长度 50km~100km	面积≤2km <sup>2</sup> 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

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

综上，本项目将生态环境影响评价等级定为 1 级。

## 2.5 环境影响评价范围与评价重点

### 2.5.1 评价范围

#### 2.5.1.1 海洋环境影响评价范围

由 2.4 节的环境影响评价等级确定结果可知，本项目的水动力环境、水质环境、地形地貌与冲淤环境、沉积物环境、生态和生物资源评价等级均为 1 级，根据《海砂开采环境影响评价技术规范》的规定，海洋水文动力环境、水质环境和沉积物环境调查评价范围以海砂开采区外缘线为起点进行划定，1 级评价分别向外扩展不小于 15km。地形调查范围由采砂区外扩 2km 范围需进行现场调查；按垂直等深线走向平行布设主测线，采砂区及外扩 500m 范围内主测线间距以 50m 为宜，采砂区外扩 500 至 2km 范围内主测线间距宜为 100m；地貌调查测线布设与地形调查相同；评价范围横向（垂直于海砂开采项目所在海区中心点潮流主流向）距离一般不小于 5km；纵向（潮流主流向）距离不小于一个潮周期内水质点可能达到的最大水平距离的两倍。海洋生态环境的调查评价范围，主要依据被评价区域及周边区域的生态完整性确定，扩展距离一般以采砂区外缘线为起点进行划定，1 级评价分别向外扩展不小于 15km。

本项目评价范围以拟实施的采砂区整体的外缘线为起点，向东、南、西、北方向分别扩展 15km，评价范围经纬度见表 2.5.1-1，总面积约为 892.38km<sup>2</sup>。

表 2.5.1-1 评价范围经纬度

序号	北纬	东经
1	22° 33' 55.707" N	115° 29' 07.835" E

序号	北纬	东经
2	22° 33' 55.640" N	115° 48' 07.445" E
3	22° 44' 58.676" N	115° 48' 08.254" E
4	22° 51' 55.334" N	115° 41' 57.488" E
5	22° 51' 55.378" N	115° 36' 30.581" E
6	22° 41' 36.704" N	115° 29' 07.340" E

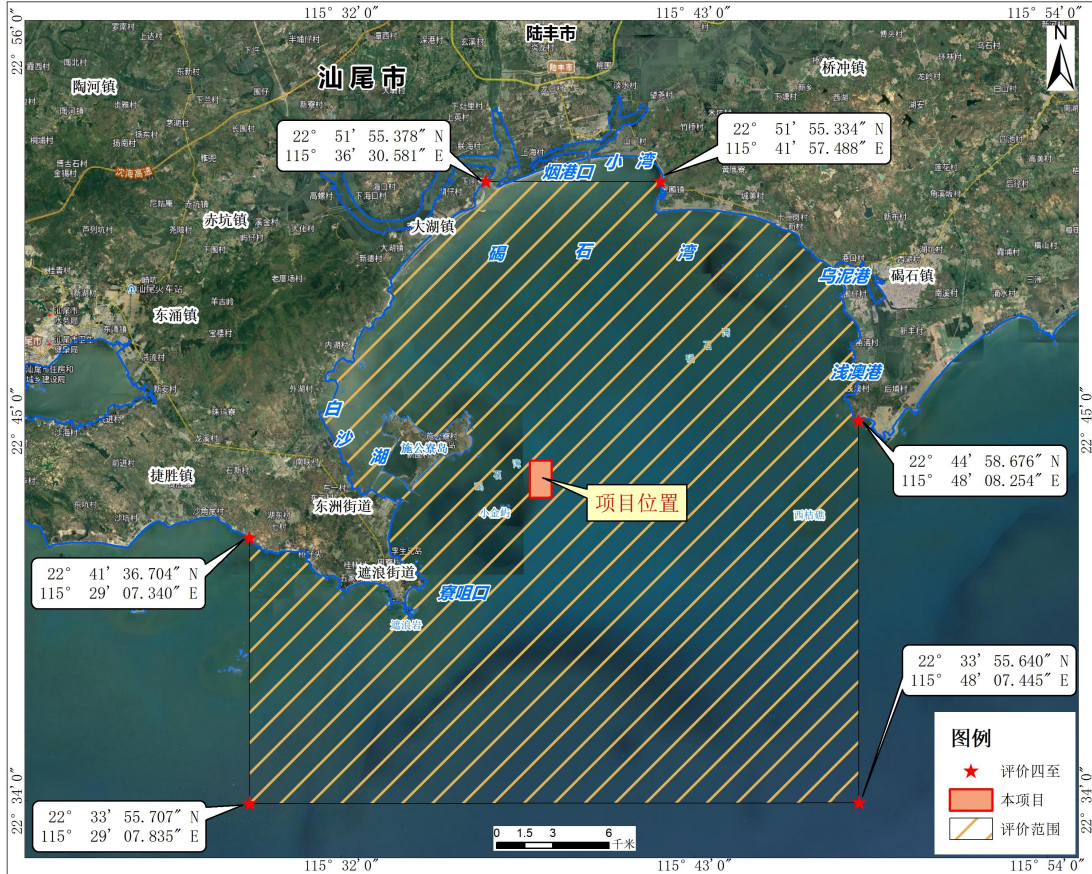


图 2.5.1-1 项目评价范围图

### 2.5.1.2 地表水评价范围

按照《环境影响评价技术导则—地表水环境》（HJ 2.3-2018），本项目地表水环境评价等级为一级（水污染影响）和一级（水文要素影响），结合项目周边情况，确定评价范围与海洋环境评价范围一致。

### 2.5.1.3 大气环境评价范围

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

#### 2.5.1.4 声环境影响评价范围

根据《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2009), 声环境影响评价范围为拟采砂区外 200m。

#### 2.5.1.5 地下水和土壤评价范围

本项目土壤和地下水均可不开展评价, 不设置评价范围。

#### 2.5.1.6 环境风险影响评价范围

由于本项目涉及的环境风险物质仅包括燃料油, 其发生泄漏事故时, 仅对海洋环境产生影响, 基本不会对大气环境产生影响, 因此, 本项目环境风险影响评价范围应依据海水环境风险评价范围, 即覆盖环境风险影响范围所及的水环境保护目标水域, 与海洋环境影响评价范围一致。

#### 2.5.1.7 生态环境评价范围

根据《环境影响评价技术导则生态影响》(HJ19-2011) 生态影响评价工作等级划分表, 确定本项目生态评价工作等级为二级。

参照《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T19485-2014) 表 2, 生态评价等级定为 1 级。综上, 本项目将生态环境影响评价等级定为 1 级。评价范围与海洋环境评价范围一致, 详见图 2.5.1-1。

#### 2.5.1.8 小结

建设项目评价范围一览表见表 2.5.1-2。

表 2.5.1-2 项目评价范围汇总

序号	环境类型	评价等级	评价范围
1	水文动力环境	1 级	项目边界向外扩约 15km
2	海洋水质环境	1 级	
3	海洋沉积物环境	1 级	
4	海洋生态和生物资源环境	1 级	
5	地形地貌与冲淤环境	1 级	
6	地表水环境	一级(水污染影响)、一级(水文要素影响)	地表水环境评价范围与海洋环境评价范围一致, 项目边界向外扩约 15km
7	大气环境	三级	不需设置评价范围
8	声环境	三级	项目边界外 200m 范围以内的区域

序号	环境类型	评价等级	评价范围
9	地下水环境	不开展评价	不需设置评价范围
10	土壤环境	不开展评价	不需设置评价范围
11	环境风险	二级	地表水同海洋环境影响评价范围，项目边界向外扩约 15km；大气和地下水不设置评价范围

## 2.5.2 评价重点

根据本工程所在海域海洋功能特点及采砂对海洋环境影响特征，本工程的环境影响评价重点为：

- (1) 采砂工程所致悬浮泥沙对海水、海洋生态、渔业资源的污染影响；
- (2) 采砂工程所致海底地形变化对水动力环境影响与水动力变化对附近地形地貌和冲淤环境的影响；
- (3) 采砂作业对环境敏感目标的影响分析；
- (4) 采砂过程中采取的环境保护对策、措施；
- (5) 环境风险事故的影响及风险防范措施。

## 2.6 环境敏感区与社会活动关注区

### 2.6.1 环境敏感区与环境保护对象

本项目无陆上工程，根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》和《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T 19485-2014) 中对环境敏感区的定义，通过资料收集、现场踏勘和查阅《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》《中国海洋渔业水域图》（第一批）南海区渔业水域图（第一批）、《广东省海洋生态红线》等附近海洋环境敏感目标主要有：生态红线、南海北部幼鱼繁育场保护区、自然保护区等，各环境敏感目标的基本情况、与项目的最短距离及保护目标等见表 2.6.2-1，位置关系图见图 2.6.2-1 所示。

### 2.6.2 社会活动关注区

根据《海砂开采环境影响评价技术规范》，社会活动关注区主要包括港口、航道开发利用区、通航密集区、海洋能源开发利用区、海水增养殖区、特殊利用区、国家重要设施所在区、海上娱乐运动区、跨海桥梁区、海底隧道管线区，以及可能对海岸线、海岸防护林造成侵蚀危害的区域等。因此，识别本项目周边的

社会活动关注区（除已纳入环境敏感区的）见表 2.6.2-2 所示，主要包括水质国控监测点、航道、锚地等，社会活动关注区分布见图 2.6.2-2 所示。



表 2.6.2-1 工程区域附近海洋环境敏感目标

环境敏感点		面积/长度	位置关系	主要保护对象/ 级别	环境保护要求	
类型	名称					
生态红线	《广东省海洋生态红线》 (2017年版)	189-捷胜重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区	面积 28.38km <sup>2</sup> , 海岸 线长度 20km	西侧, 约 11.1km	沙滩	按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理, 禁止排放有害有毒的污水、油类和其他废弃物, 改善海洋环境质量
		190-捷胜重要渔业海域限制类红线区	面积 49.83km <sup>2</sup>	西南侧, 约 12.2km	渔业资源	按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理, 禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物和其他废弃物, 防止船舶污水、溢油及化学品泄漏等对渔业水域水质造成不利影响, 改善海洋环境质量。
		191-红海湾海洋特别保护区限制类红线区	面积 8.97km <sup>2</sup> , 海岸线长度 8.8km	西南侧, 约 6.8km	礁盘生态系统	按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理, 禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物等污染物和废弃物, 改善海洋环境质量, 防治海岛岸线侵蚀灾害, 维持海岛自然岸线。
		192-红海湾海洋特别保护区禁止类红线区	面积 6.89km <sup>2</sup>	西南侧, 约 8.7km	礁盘生态系统	按照海洋环境保护法、海岛保护法等法律法规及相关规划要求进行管理, 禁止直接向海岛、海域排放污染物, 改善海域海岛环境质量, 执行第一类海水水质标准、第一类海洋沉积物标准和第一类海洋生物标准
		193-遮浪南重要渔业海域限制	面积	西南侧, 约	上升流生态系	按照海洋环境保护法律法规及相关规

		类红线区	652.89km <sup>2</sup>	12.9km	统	划要求进行管理，禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物和其他废弃物，防止船舶污水、溢油及化学品泄漏等对渔业水域水质造成不利影响，改善海洋环境质量。
		194-遮浪角东人工渔礁保护区禁止类红线区	面积 17.05km <sup>2</sup> ，海岸 线长度 1.1km	西南侧，约 2.6km	人工鱼礁系统	按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，禁止直接向海域排放污染物，改善海洋环境质量。
		195-遮浪重要滨海旅游区限制类红线区	面积 0.80km <sup>2</sup> ， 海岸线长度 1.6km	西南侧，约 6.9km	沙滩	生产废水、生活污水须达标排放；加强海域生态环境监测；执行海水水质三类标准、海洋沉积物质量二类标准和海洋生物质量二类标准。
		196-施公寮重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区	面积 0.43km <sup>2</sup> ， 海岸线长度 1.8km	西侧，约 7.7km	沙滩	海水水质、海洋生物质量、沉积物等维持现状，对沙滩资源破坏较严重的区域进行整治修复，保持海洋水文动力维持原状。
		197-螺河重要河口生态系统限制类红线区	面积 23.65km <sup>2</sup> ，海岸 线长度 47.2km	西北侧，约 11.5km	河口湿地	保护河口生态环境，加强对陆源污染物及船舶排污的监控，按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，维持、恢复、改善海洋生态环境和水质、海洋沉积物和海洋生物质量维持现状。
		198-碣石湾长毛对虾重要渔业海域限制类红线区	面积 18.74km <sup>2</sup> ，	北侧，约 6.1km	长毛对虾资源	按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物和其他废弃物，防止船舶污水、溢油及化学品泄漏等对渔业水域水质造成不利

						影响,改善海洋环境质量。
		<u>199-金厢重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区</u>	面积 4.93km <sup>2</sup> , 海岸线长度 10.4km	东北侧,约 14.4km	砂质岸线	按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理,禁止排放有害有毒的污水、油类和其他废弃物,改善海洋环境质量。
		<u>200-金厢重要渔业海域限制类红线区</u>	面积 26.16km <sup>2</sup>	东北侧,约 8.8km	渔业资源	按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理,严格控制有害有毒的污水、油类、油性混合物和其他废弃物,防止船舶污水、溢油及化学品泄漏等对渔业水域水质造成不利影响,改善海洋环境质量。
		<u>201-碣石湾海马珍稀濒危物种集中分布区限制类红线区</u>	面积 210.29km <sup>2</sup>	东南侧,约 9.1km	海马生物资源	执行海水水质第一类标准、海洋沉积物质量第一类标准和海洋生物质量第一类标准。
自然岸线	<u>《广东省海洋生态红线》 (2017年版)</u>	<u>177-遮浪港砂质岸线</u>	岸线长度 5840m	西侧,约 9.5km	自然岸线及潮滩	维持岸线自然属性,向海一侧 3.5 海里内禁止采挖海砂、围填海、倾废等可能诱发沙滩蚀退的开发活动,保持自然岸线形态,保护岸线原有生态功能,加强对受损自然岸线的整治与修复。
		<u>178-寮咀湾基岩岸线</u>	岸线长度 11364m	西侧,约 6.9km	自然岸线及潮滩	维持岸线自然属性,向海一侧 3.5 海里内禁止采挖海砂、围填海、倾废等可能诱发沙滩蚀退的开发活动,保持自然岸线形态,保护岸线原有生态功能,加强对受损自然岸线的整治与修复。
		<u>179-大湖砂质岸线</u>	岸线长度 17309m	西北侧,约 10.9km	自然岸线及潮滩	维持岸线自然属性,向海一侧 3.5 海里内禁止采挖海砂、围填海、倾废等可能

						诱发沙滩蚀退的开发活动,保持自然岸线形态,保护岸线原有生态功能,加强对受损自然岸线的整治与修复。
		180-螺河口河口岸线	岸线长度 297m	北侧,约 18.9km	自然岸线及潮滩	维持河口区域自然属性,保持河口基本形态稳定,保障河口行洪安全和航道通行。允许开展航道疏浚工程,禁止新增围填海、采挖海砂及其他可能破坏河口生态系统功能的开发活动,保障海洋生物洄游通道。
		181-乌坎河口砂质岸线	岸线长度 6546m	北侧,约 14.7km	自然岸线及潮滩	维持岸线自然属性,向海一侧 3.5 海里内禁止采挖海砂、围填海、倾废等可能诱发沙滩蚀退的开发活动,保持自然岸线形态,保护岸线原有生态功能,加强对受损自然岸线的整治与修复。
		182-金厢港砂质岸线	岸线长度 5709m	东北侧,约 16.5km	自然岸线及潮滩	维持岸线自然属性,向海一侧 3.5 海里内禁止采挖海砂、围填海、倾废等可能诱发沙滩蚀退的开发活动,保持自然岸线形态,保护岸线原有生态功能,加强对受损自然岸线的整治与修复。
		183-金厢角砂质岸线	岸线长度 13080m	东北侧,约 14.4km	自然岸线及潮滩	维持岸线自然属性,向海一侧 3.5 海里内禁止采挖海砂、围填海、倾废等可能诱发沙滩蚀退的开发活动,保持自然岸线形态,保护岸线原有生态功能,加强对受损自然岸线的整治与修复。
		184-浅澳港砂质岸线	岸线长度 12109m	东北侧,约 16.9km	自然岸线及潮滩	维持岸线自然属性,向海一侧 3.5 海里内禁止采挖海砂、围填海、倾废等可能

						诱发沙滩蚀退的开发活动,保持自然岸线形态,保护岸线原有生态功能,加强对受损自然岸线的整治与修复。保障不改变自然岸线属性的核电基础设施建设。
		185-湖东港砂质岸线	岸线长度 <u>19521m</u>	东北侧,约 <u>18.7km</u>	自然岸线及潮滩	维持岸线自然属性,向海一侧3.5海里内禁止采挖海砂、围填海、倾废等可能诱发沙滩蚀退的开发活动,保持自然岸线形态,保护岸线原有生态功能,加强对受损自然岸线的整治与修复。保障不改变自然岸线属性的核电基础设施建设。
海岛自然岸线保有	《广东省海洋生态红线》(2017年版)	45-施公寮岛	岸线长度 <u>13688m</u>	西侧,约3.2m	自然岸线	1、以国家规定的红线指标为标准,维持岸线自然属性导向,限制实施可能改变海岛自然岸线(滩)生态功能的开发建设活动,严格控制围填海,禁止非法侵占岸线和采挖海砂; 2、对于有居民海岛,原则上不得占用原有自然岸线,确需使用的,应对开发利用可行性进行科学论证,维持拟使用岸线的自然状态,或采取“占多少恢复多少”的原则,选择已利用岸段开展整治修复工程,保障同样长度的已利用岸线恢复成自然状态; 3、对于无居民海岛,已划定的保有自然岸线原则不得占用,如确实因国防安
		46-施公寮岛	岸线长度 <u>1644m</u>	西北侧,7.2km		
		54-遮浪岩	岸线长度 <u>1498.9m</u>	西南侧,约 <u>8.7km</u>		
		55-虎头	岸线长度 <u>1016.5m</u>	西南侧,约 <u>8.3km</u>		
		53-金屿	岸线长度 <u>3130.7m</u>	西南侧,约 <u>1.5km</u>		
		412-前屿	岸线长度 <u>827.2m</u>	西北侧,约 <u>10.4km</u>		

						<p>全或国家和省重大项目建设需求的，应对开发利用可行性进行科学论证，维持拟使用岸线的自然状态，或采取“占多少恢复多少”的原则；</p> <p>4、根据生态红线控制指标要求，项目用岛不得破坏现有自然砂质岸线，对于项目占用海岛自然砂质岸线的，应维持拟使用砂质岸线的自然状态，或采取“占多少恢复多少”的原则。</p>
保护区	《汕尾市养殖水域滩涂规划》（2018-2030年）	汕尾市遮浪角东人工鱼礁海洋生态市级自然保护区	面积约为 810 公顷	西南侧，约 5.0km	保护遮浪角东人工鱼礁区的海洋生物资源及其栖息环境	<p>在自然保护区的核心区和缓冲区内，不得建设任何生产设施。在自然保护区的实验区内，不得建设污染环境、破坏资源或者景观的生产设施；建设其他项目，其污染物排放不得超过国家和地方规定的污染物排放标准。在自然保护区的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。</p>
		汕尾碣石湾鲷鱼长毛对虾国家级水产种质资源保护区	保护区面积为 1800 公顷，其中核心区面积 675 公顷，实验区面积 1125 公顷	北侧，约 6.3km	保护鲷鱼、长毛对虾及其生境	
三场一通道	《中国海洋渔业水域图》（第一批）南海区渔业水域图（第一	南海北部幼鱼繁育场保护区	/	项目占用	禁止在保护区内进行底拖网作业	<p>南海北部幼鱼繁育场保护区位于南海北部及北部湾沿岸 40m 等深线水域，保护期为 1-12 月，管理要求为禁止在保护区内进行底拖网作业。</p>

	批)	幼鱼幼虾保护区	/	项目占用	海洋水质、生态环境；幼鱼幼虾	南海区幼鱼、幼虾保护区位于广东省沿岸由粤东的南澳岛至粤西的雷州半岛徐闻县外罗港沿海 20 米水深以内的海域，保护期为每年的 3 月 1 日至 5 月 31 日。
珍稀物种		中华白海豚、海龟	/	/	中华白海豚、海龟及其生境	/
人工渔礁区		遮浪角东人工渔礁区	面积约为 810 公顷	西南侧，约 5.0km	海域生物资源	/

表 2.6.2-2 本项目周边社会活动关注区统计一览表

序号	类型	名称	位置关系	保护目标
1	锚地	9#锚地	东南侧, 约 3.1km	水文动力环境、地形冲淤条件
2		10#锚地	东北侧, 约 1.2km	水文动力环境、地形冲淤条件
3		11#锚地	东北侧, 约 11.7km	水文动力环境、地形冲淤条件
4	航道	乌坎西线航道	西侧, 约 1.3km	水深、地形冲淤条件
5		碣石航道	东侧, 约 1.8km	水深、地形冲淤条件
6		乌坎东线航道	东侧, 约 11.3km	水深、地形冲淤条件
7	近岸海域国控监测站 位	GDN14010	西南侧, 约 12.8km	近岸海域海水水质
8		GDN14002	东南侧, 约 16.8km	近岸海域海水水质
9		GDN14004	东北侧, 约 5.6km	近岸海域海水水质
10		GDN14013	东北侧, 约 12.1km	近岸海域海水水质
11		GDN14015	东北侧, 约 15.8km	近岸海域海水水质
12	规划防波堤及码头	汕尾港规划防波堤及码头	西侧, 约 2.4km	/



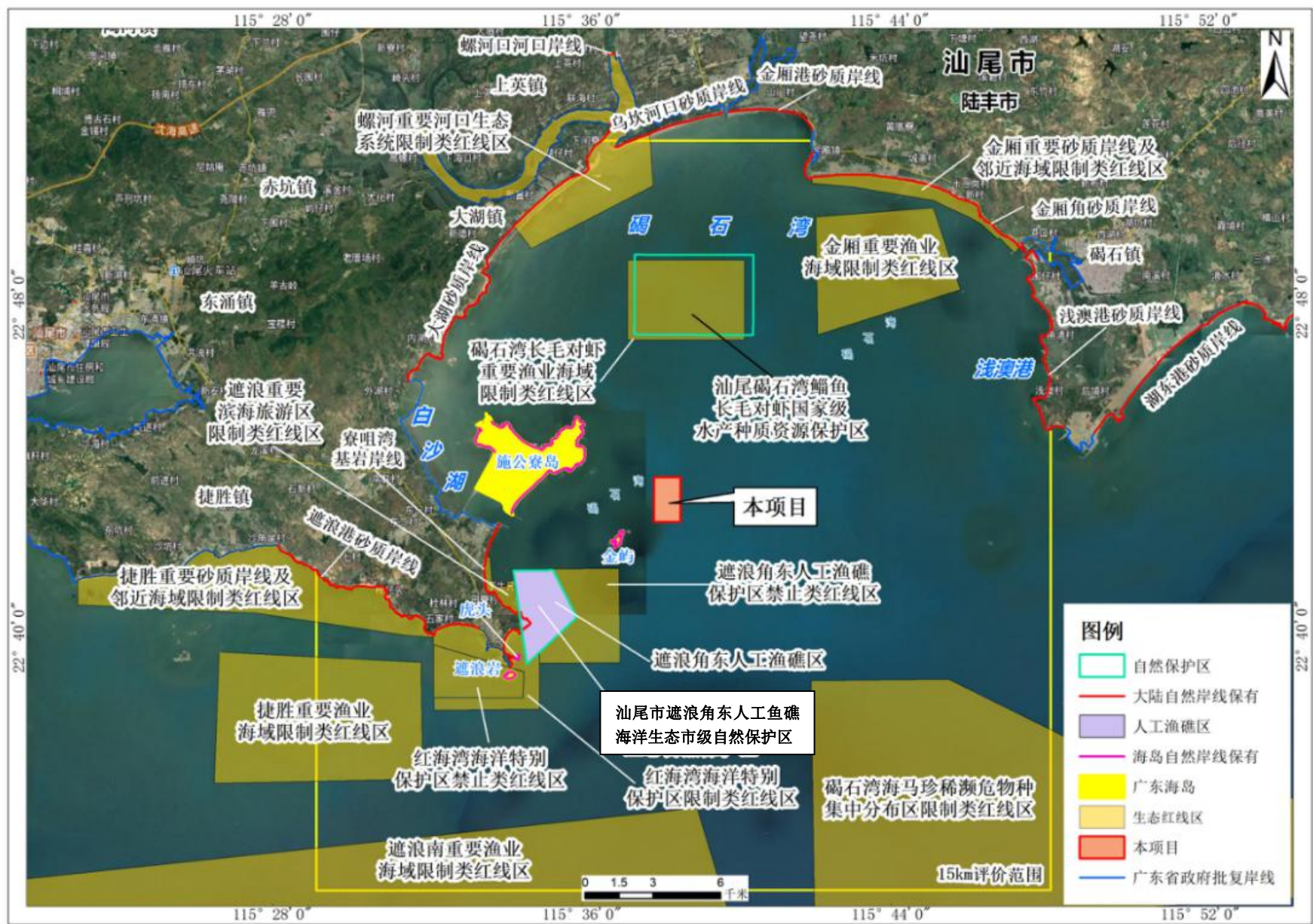


图 2.6.1-1 项目周边环境敏感区分布图

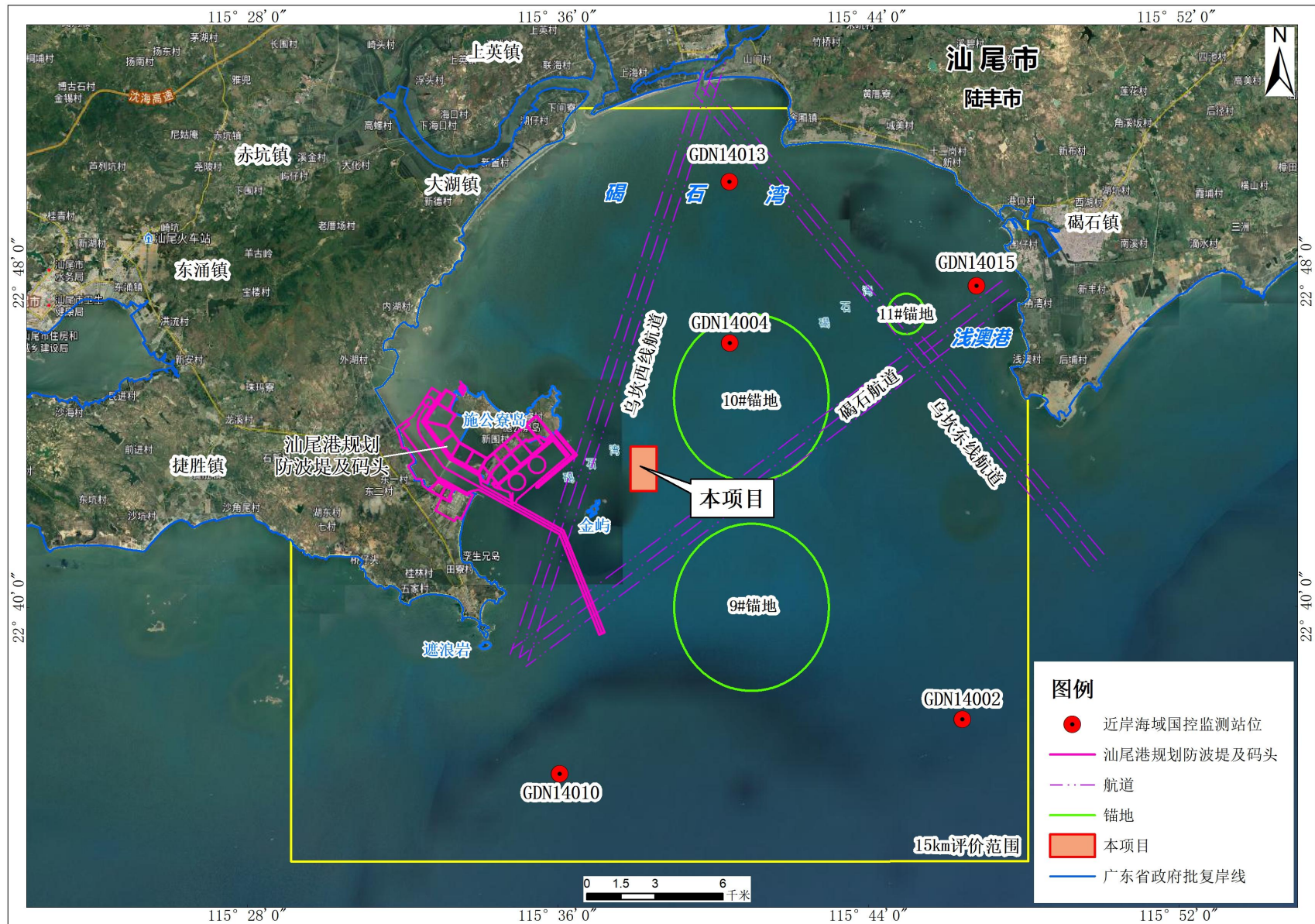


图 2.6.2-1 项目周边社会活动关注区分布图

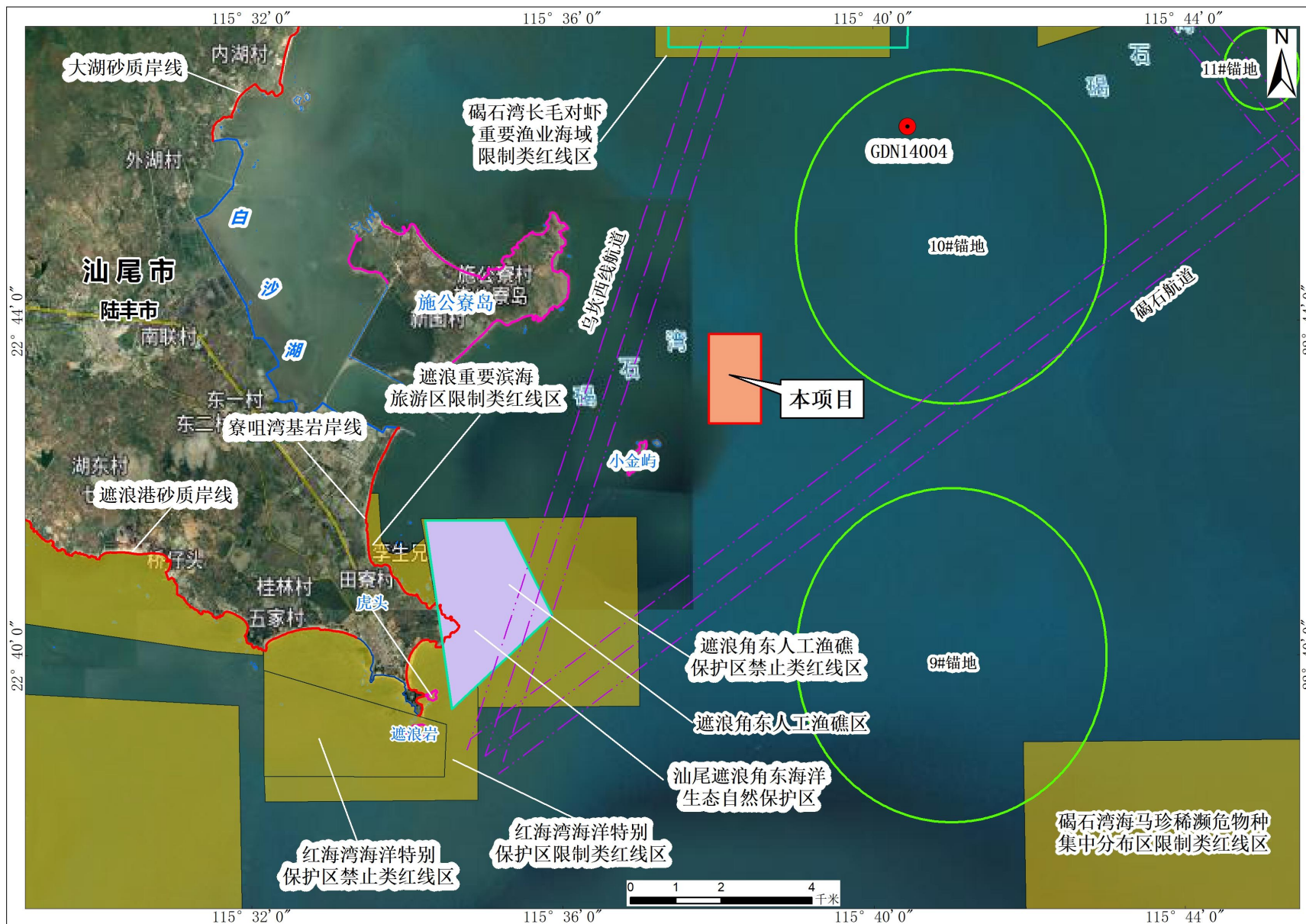


图 2.6.2-2 项目周边环境敏感区和社会活动关注区分布图（局部放大图）

## 3 工程概况

### 3.1 海砂开采名称、性质及地理位置

#### 3.1.1 海砂开采名称

广东省汕尾管辖海域 JH21-09 区块海砂开采。

#### 3.1.2 性质

新建项目。

#### 3.1.3 地理位置

广东省汕尾管辖海域 JH21-09 区块海砂开采位于汕尾市管辖海域碣石湾施公寮岛东南侧，该海域水深 10~15m。项目地理位置见图 3.1-1 所示。

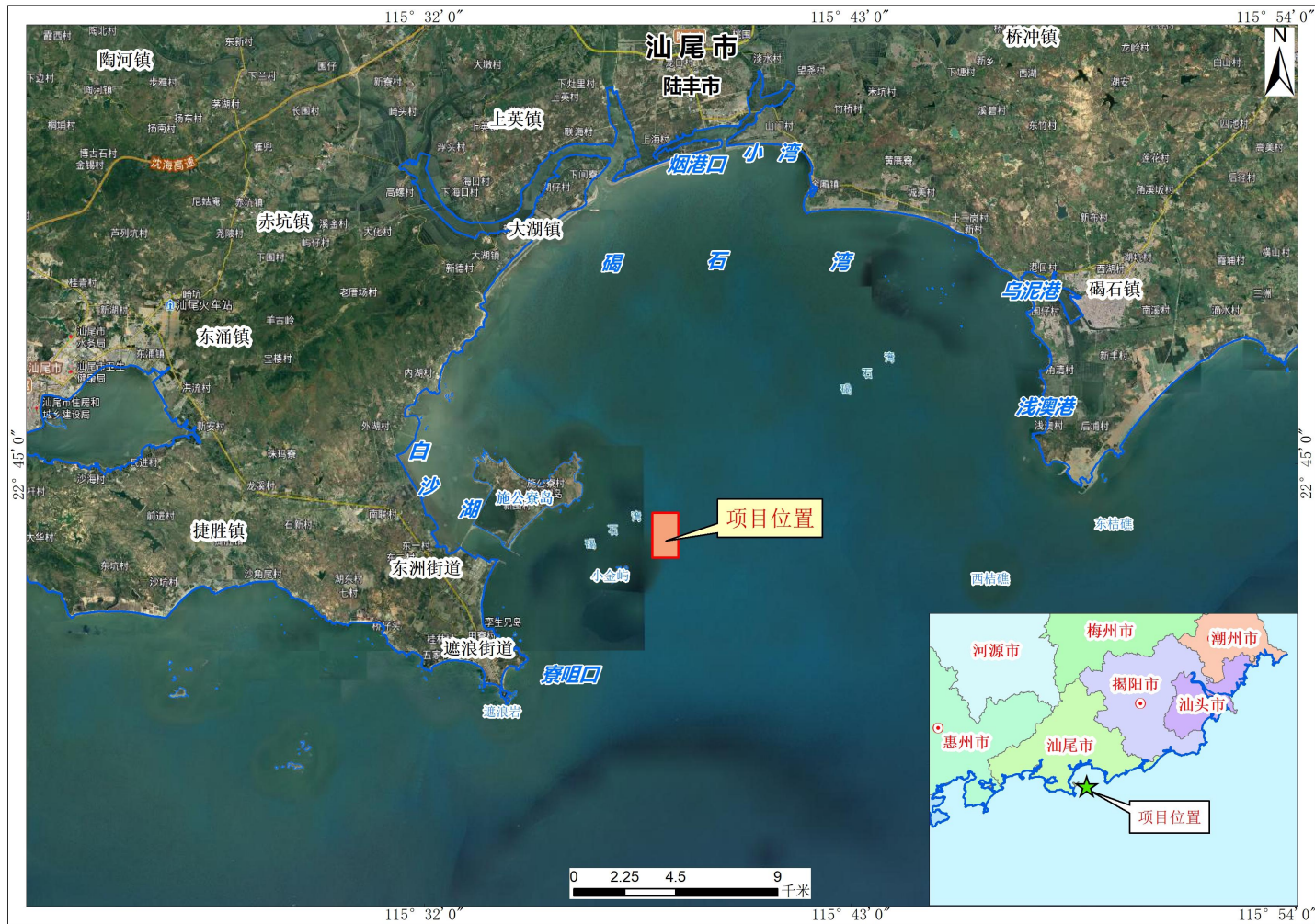


图 3.1.3-1 项目地理位置

## 3.2 砂源分析

本节主要引用《广东省汕尾市管辖海域 JH21-09 矿区回填料用海砂资源储量核实报告》（广东广海海洋勘探开发有限公司，2021 年 12 月）中的相关资料进行论述分析。

### 3.2.1 申请采砂区的用海范围和面积

本项目海砂开采范围用海面积为2.3km<sup>2</sup>，用海类型为工业用海（一级类）中的固体矿产开采用海（二级类），用海方式为其它方式（一级类）中海砂等矿产开采（二级类）。本项目无需占用岸线及滩涂。用海范围界址点坐标见表 3.2-1所示。项目宗海位置图见图3.2-1，宗海界址图见图3.2-2 所示。

表 3.2-1 本项目海砂开采范围宗海界址点坐标

矿区 编 号	编 号	界址点地理坐标		界址点直角坐标		面积 (km <sup>2</sup> )
		E (°′′)	N (°′′)	X (m)	Y (m)	
JH21-09	1	115°37' 52.776"	22°43' 50.573"	2514722.34	513490.52	2.3
	2	115°38' 33.500"	22°43' 50.573"	2514723.41	514652.55	
	3	115°37' 52.776"	22°42' 46.240"	2512743.37	513492.27	
	4	115°38' 33.500"	22°42' 46.240"	2512744.44	514654.46	
		中心点坐标				
	1	115°38'13.138"	22°43'18.408"			

备注：坐标系 CGCS2000，高斯克吕格投影 3 度带，中央经线 115.5° E。

广东省汕尾市管辖海域JH21-09区块海砂开采项目宗海位置图

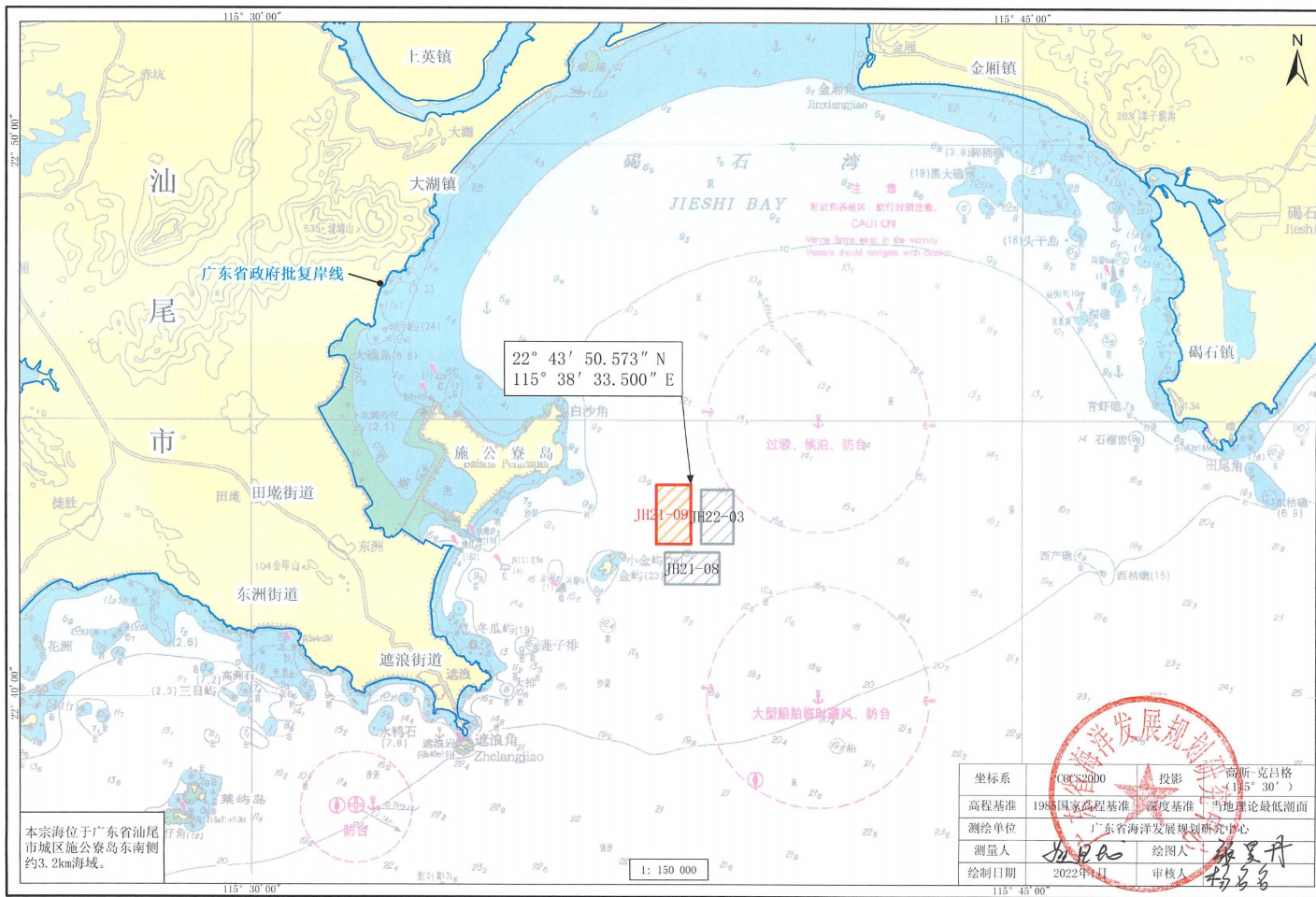


图 3.2-1 项目宗海位置图

广东省汕尾市管辖海域JH21-09区块海砂开采项目宗海界址图

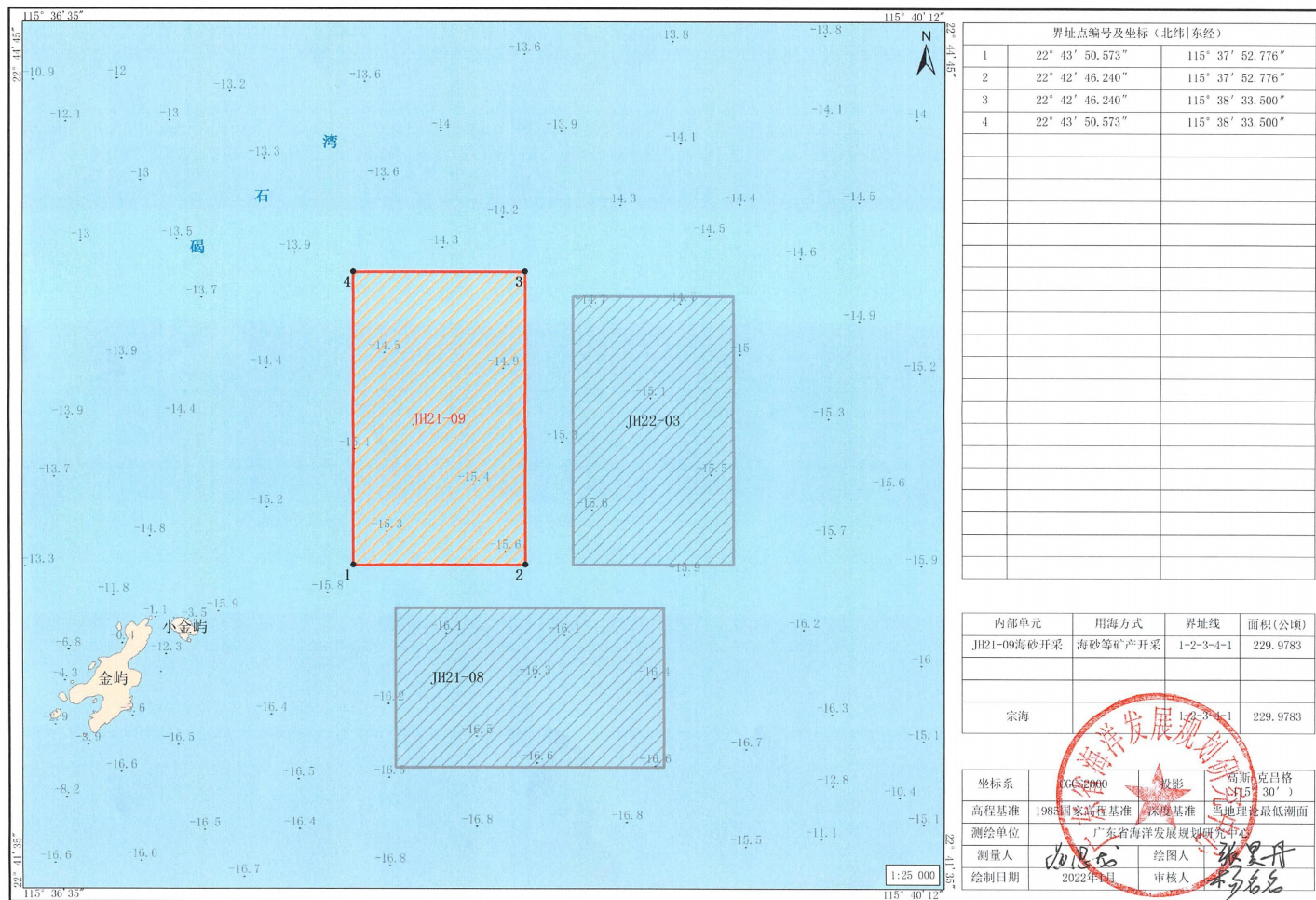


图 3.2-2 项目宗海界址图



## 3.2.2 矿区砂源储量分析

### 3.2.2.1 矿体分布

矿区范围面积 2.3km<sup>2</sup>，由 15 个钻孔系统控制。矿区内发现两套海砂矿体，自上而下分别命名为 V1 和 V2，其平面分布见图 3.2.2-1 和图 3.2.2-2。

V1 矿体在 15 口钻孔 SGL01Z01、SGL01Z02...SGL01Z15 周边都有分布，皆见矿。矿区范围内 V1 矿体面积 2.3km<sup>2</sup>，矿体垂直勘探线方向长 1981m，沿勘探线方向宽 1163m，平均厚度约 5.64m。V1 矿体连续，赋存在上更新统南卫组上部（Q<sub>3</sub><sup>2</sup>），矿体平面形状呈四边形，矿体规模中等，矿体空间形态较简单，呈层状，总体产状近水平。

V2 矿体也在 15 口钻孔都有分布，皆见矿。矿区范围内 V2 矿体面积 2.3km<sup>2</sup>，矿体垂直勘探线方向长 1981m，沿勘探线方向宽 1163m，平均厚度约 12.49m。V2 矿体连续，赋存在上更新统南卫组下部（Q<sub>3</sub><sup>1</sup>）地层中，平面形状呈四边形与 V1 矿体相似，矿体规模较大，空间形态较简单，呈厚层状，整体比 V1 矿体厚。

各个钻孔中矿体 V1 和 V2 的厚度、顶面标高、底面标高和盖层厚度具体见表 3.2.2-1。

### 3.2.2.2 矿层厚度

矿体 V1：该矿层厚度变化在 1.0~15.5m 之间（图 3.2.2-1），矿体厚度大体往西南方向增厚。其中 SGL01Z03、SGL01Z09 孔矿体最薄，厚度为 1.0m，SGL01Z01、SGL01Z04、SGL01Z05 孔矿体厚度 3m~3.9m 左右，SGL01Z02、SGL01Z06、SGL01Z07、SGL01Z08、SGL01Z10、SGL01Z11、SGL01Z12、SGL01Z15 矿体厚度在 5~8.4m 之间，SGL01Z13、SGL01Z14 矿体厚度大于 10m。矿体厚度变化系数为 62.02%。

矿体 V2：矿层厚度变化在 3.9~21.3m 之间（图 3.2.2-2），矿体厚度大体呈西南及东南厚、北部方向和东部变薄的趋势。其中 SGL01Z02、SGL01Z03、SGL01Z09、SGL01Z14 孔矿体厚度相对较小，分别为 3.9m、7m、5.4m 和 7.5m，其他砂体厚度都在 10m 以上，矿体最大厚度出现在 SGL01Z15、SGL01Z12 和 SGL01Z11 孔，分别为 21.3、18.4m 和 17.8m。矿层 V2 平均厚度 12.49m，矿体厚度变化系数为 40.47%。

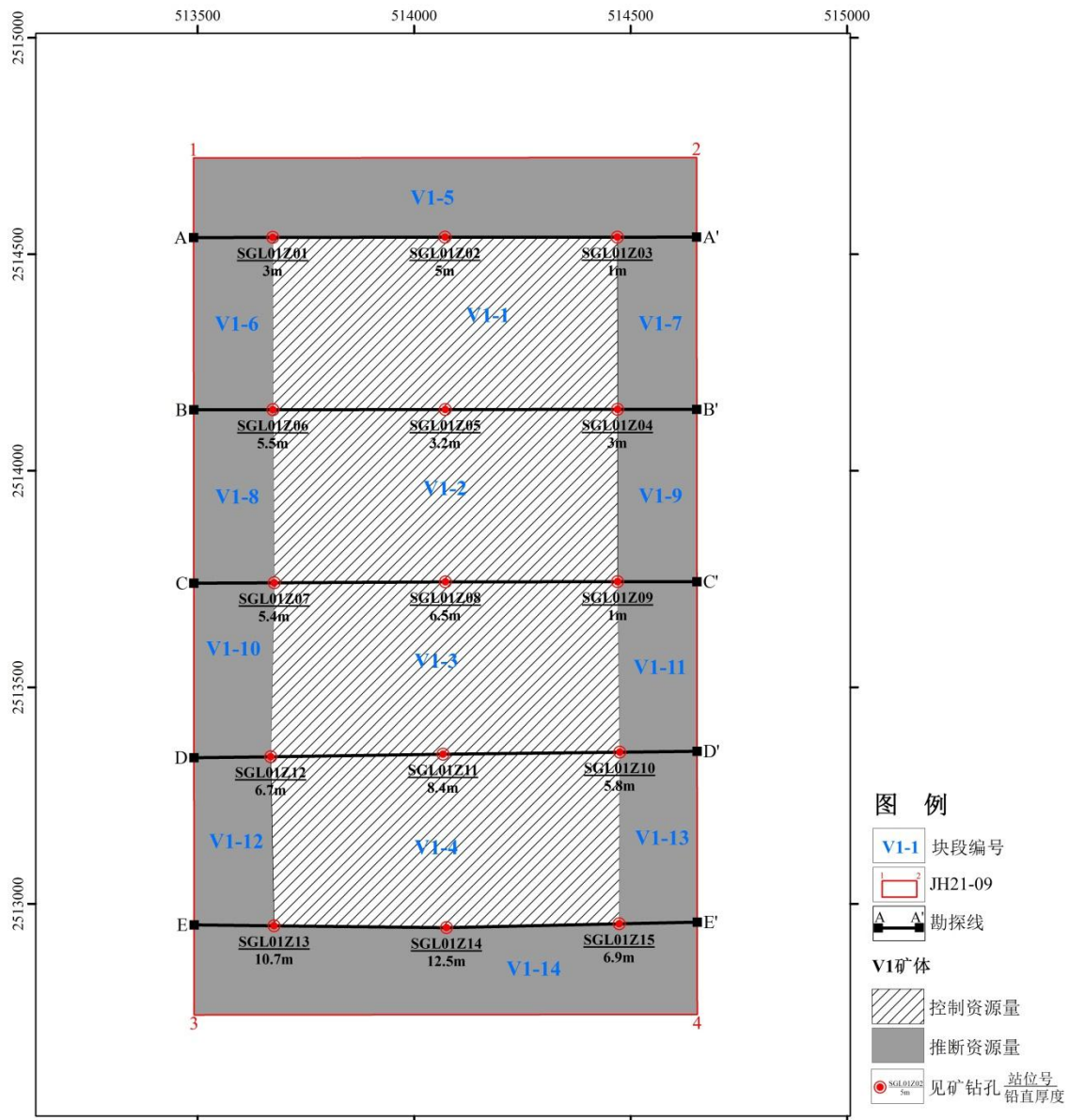


图 3.2.2-1 V1 矿体平面分布图

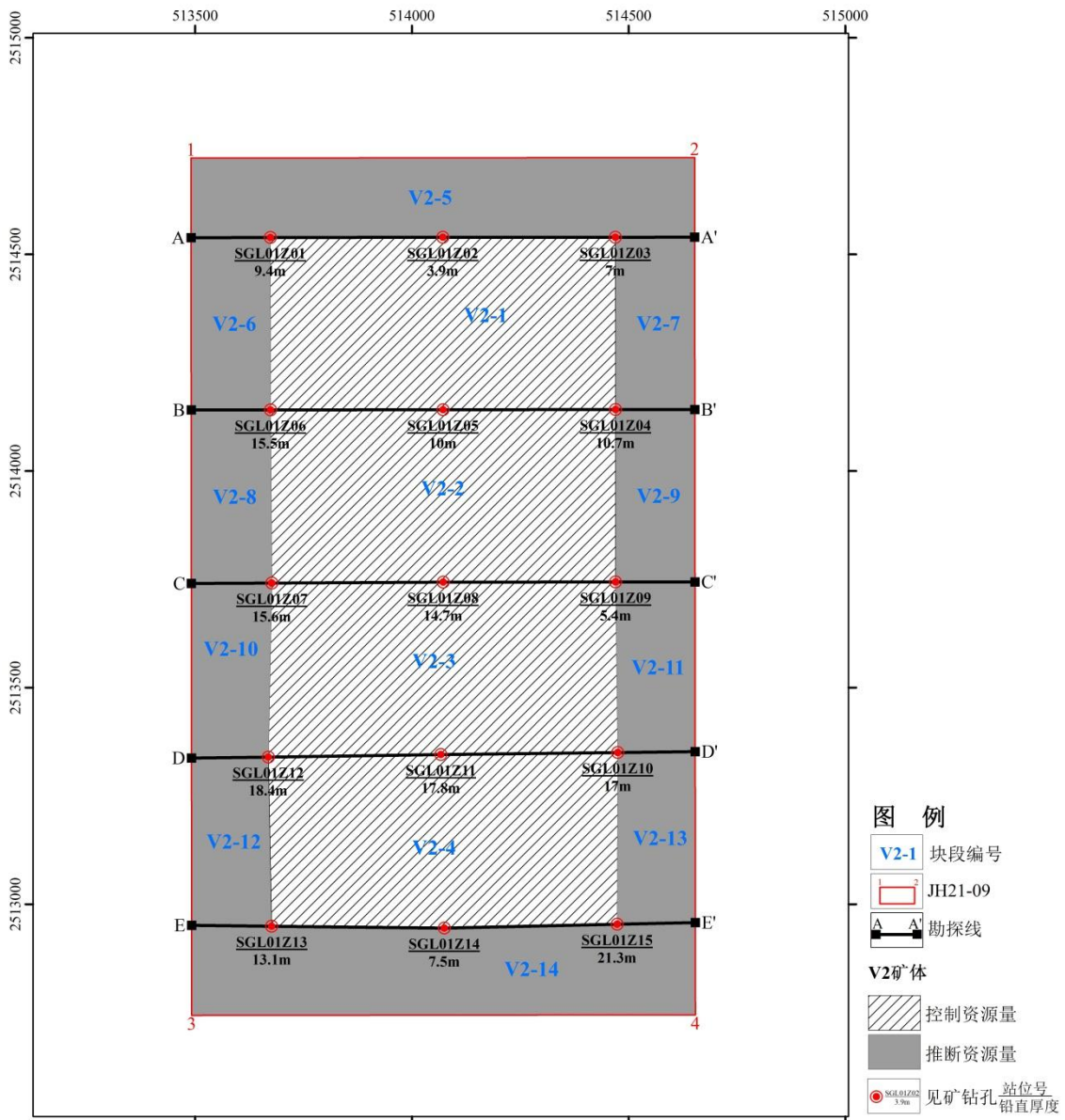


图 3.2.2-2 V2 矿体平面分布图

表 3.2.2-1 各钻孔 V1 和 V2 矿体标高、盖层和砂层厚度 (单位: m)

孔号	孔口 标高	V1 矿 体顶面 标高	V1 矿 体底面 标高	V2 矿体 顶面标 高	V2 矿 体底面 标高	V1 矿 体厚 度	V2 矿 体厚 度	V1 矿体 盖层厚 度	V2 矿 体盖层 厚度
SGL01Z01	-15.79	-19.79	-22.79	-33.79	-43.19	3.0	9.4	4.0	18.0
SGL01Z02	-15.85	-19.75	-24.75	-39.75	-43.65	5.0	3.9	3.9	23.9
SGL01Z03	-15.42	-19.92	-20.92	-35.42	-42.42	1.0	7.0	4.5	20.0
SGL01Z04	-15.37	-19.37	-22.37	-34.37	-45.07	3.0	10.7	4.0	19.0
SGL01Z05	-15.58	-19.48	-22.68	-33.98	-43.98	3.2	10	3.9	18.4
SGL01Z06	-14.91	-19.31	-24.81	-30.21	-45.71	5.5	15.5	4.4	15.3
SGL01Z07	-15.13	-19.23	-24.63	-29.23	-44.83	5.4	15.6	4.1	14.1
SGL01Z08	-15.71	-18.41	-24.91	-34.71	-49.41	6.5	14.7	2.7	19.0
SGL01Z09	-15.95	-22.55	-23.55	-35.15	-40.55	1.0	5.4	6.6	19.2
SGL01Z10	-15.22	-19.42	-25.22	-32.82	-49.82	5.8	17	4.2	17.6
SGL01Z11	-15.6	-20.90	-29.30	-34.30	-52.10	8.4	17.8	5.3	18.7
SGL01Z12	-15.76	-18.26	-24.96	-26.96	-45.36	6.7	18.4	2.5	11.2
SGL01Z13	-15.68	-19.18	-29.88	-31.88	-44.98	10.7	13.1	3.5	16.2
SGL01Z14	-16.27	-24.27	-36.77	-36.77	-44.27	12.5	7.5	8.0	20.5
SGL01Z15	-16.57	-22.67	-29.57	-32.57	-53.87	6.9	21.3	6.1	16.0

### 3.2.2.3 资源量估算

#### (1) 粒度分级标准

粒度分级采用伍登-温德沃斯等比制粒级标准分为三个级别:

- A.  $>2\text{mm}$  ( $<-1\Phi$ ) 为砾级;
- B.  $2\sim 0.063\text{mm}$  ( $-1\Phi\sim 4\Phi$ ) 为砂级;
- C.  $<0.063\text{mm}$  ( $>4\Phi$ ) 为泥。

#### (2) 圈矿指标

- ①含泥量 $<50\%$  (粒径 $<0.063\text{mm}$  的沉积物含量);
- ②细度模数 $\geq 0.7$  (根据《建设用砂》(GB/T 14684-2011)和《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》(JGJ 52-2006);粗砂 3.7~3.1,中砂 3.0~2.3,细砂 2.2~1.6,特细砂 1.5~0.7)。

#### (3) 资源量类型确定

本次详查将矿床资源量划分为控制资源量和推断资源量两类。各类资源量所具备的基本条件如下:

控制资源量：是指在勘查工作程度已达到详查阶段要求（矿体工程控制网度为400m×400m，物探控制网度为200m×200m的地段），地质可靠程度高。

推断资源量：是指控制资源量外推部分；矿体的空间分布、形态、产状和连续性是合理推测的；其数量、品位或质量是基于有限的取样工程和信息数据来估算的，地质可靠程度较低。

#### （4）资源量估算方法

本矿床矿体呈近似层状展布，矿体产状较平缓，分布较连续，矿层厚度变化较稳定，工程分布较均匀，故本次资源量估算方法采用水平投影地质块段法估算海砂资源量。

本报告海砂资源量以体积表示，地质块段法的资源量估算公式如下：

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

其中：VR 为海砂体积资源量；

$S_i$  为第  $i$  个块段的面积；

$H_i$  为参加块段资源量估算的各工程海砂厚度的算术平均值；

$M_i$  为参加块段资源量估算的各工程海砂含泥量的厚度加权平均值。

#### （5）海砂资源量估算结果

根据上述体积资源量估算方法，海砂块段体积为块段面积乘以块段平均厚度，单位为万立方米（ $10^4\text{m}^3$ ）。矿体含泥量计算采用块段体积加权法，矿区含泥量计算采用各矿体的体积加权法。

海砂资源量为海砂块段体积×（1-含泥量）本勘查区海砂资源量估算信息详见表 3.2-3。

##### V1 矿体：

控制块段的体积为  $688.63 \times 10^4\text{m}^3$ ，平均含泥量为 16.03%，控制资源量： $VR_{V1-k}$

$$= \sum_{i=1}^4 S_i \times H_i \times (1 - M_i) = 578.24 \times 10^4\text{m}^3$$

推断块段的体积为  $578.67 \times 10^4\text{m}^3$ ，平均含泥量为 15.57%，推断资源量： $VR_{V1-t}$

$$= \sum_{i=5}^{10} S_i \times H_i \times (1 - M_i) = 488.55 \times 10^4\text{m}^3。$$

##### V2 矿体：

控制块段的体积为  $1653.36 \times 10^4\text{m}^3$ ，平均含泥量为 16.07%，控制资源量： $VR_{V2-k}$

$$= \sum_{i=1}^4 S_i \times H_i \times (1 - M_i) = 1387.69 \times 10^4\text{m}^3。$$

推断块段的体积为  $1257.44 \times 10^4 \text{m}^3$ ，平均含泥量为 16.26%，推断资源量： $VR_{V2-t}$   
 $= \sum_{i=5}^{10} S_i \times H_i \times (1 - M_i) = 1052.99 \times 10^4 \text{m}^3$ 。

**勘查区：**

控制块段的体积为  $2341.99 \times 10^4 \text{m}^3$ ，控制资源量  $VR_k = VR_{V2-k} = 1965.93 \text{万 m}^3$ ；  
 平均含泥量为 16.06%。

推断块段的体积为  $1836.11 \times 10^4 \text{m}^3$ ，推断资源量  $VR_t = VR_{V1-t} + VR_{V2-t} = 1541.54 \text{万 m}^3$ ；  
 平均含泥量为 16.04%。

控制 + 推断块段的体积为  $4178.10 \times 10^4 \text{m}^3$ ，控制 + 推断资源量  
 $VR = VR_k + VR_t = 3507.47 \text{万 m}^3$ ；平均含泥量为 16.05%。

**表 3.2.2-2 海砂资源量计算表**

矿体号	块段号	资源量类型	平均厚度 (米)	面积(平 方米)	原矿量(万 立方米)	平均含泥 量 (%)	资源量 (万 立方米)
V1	V1-1	控制	3.45	316692	109.26	14.81	93.08
	V1-2	控制	4.10	316534	129.78	16.16	108.81
	V1-3	控制	5.63	318129	179.11	16.62	149.34
	V1-4	控制	8.50	318211	270.48	16.07	227.01
	V1-5	推断	3.00	213392	64.02	12.86	55.79
	V1-6	推断	4.25	72862	30.97	14.37	26.52
	V1-7	推断	2.00	72864	14.57	17.00	12.09
	V1-8	推断	5.45	73809	40.23	17.97	33.00
	V1-9	推断	2.00	72871	14.57	19.14	11.78
	V1-10	推断	6.05	73057	44.20	15.83	37.20
	V1-11	推断	3.40	71089	24.17	19.03	19.57
	V1-12	推断	8.70	70301	61.16	13.33	53.01
	V1-13	推断	6.35	71001	45.09	18.14	36.91
	V1-14	推断	10.03	238972	239.69	15.44	202.68
	小计	控制	5.42	1269566	688.63	16.03	578.24
推断		5.62	1030218	578.67	15.57	488.55	
合计	控制+推断	5.51	2299784	1267.30	15.82	1066.79	
V2	V2-1	控制	9.42	316692	298.32	18.76	242.36
	V2-2	控制	11.98	316534	379.21	16.26	317.55
	V2-3	控制	14.82	318129	471.47	13.89	405.98
	V2-4	控制	15.85	318211	504.36	16.37	421.80
	V2-5	推断	6.77	213392	144.47	14.90	122.94
	V2-6	推断	12.45	72862	90.71	16.61	75.64
	V2-7	推断	8.85	72864	64.48	20.00	51.58
	V2-8	推断	15.55	73809	114.77	13.27	99.54
	V2-9	推断	8.05	72871	58.66	18.13	48.02
	V2-10	推断	17.00	73057	124.20	14.64	106.02
	V2-11	推断	11.20	71089	79.62	12.79	69.44
	V2-12	推断	15.75	70301	110.72	20.90	87.58
	V2-13	推断	19.15	71001	135.97	14.02	116.91

	V2-14	推断	13.97	238972	333.84	17.53	275.32
	小计	控制	13.02	1269566	1653.36	16.07	1387.69
		推断	12.21	1030218	1257.44	16.26	1052.99
	合计	控制+推断	12.66	2299784	2910.80	16.15	2440.68
全区合计		控制	9.22	2539132	2341.99	16.06	1965.93
		推断	8.91	2060436	1836.11	16.04	1541.54
		控制+推断	9.08	4599568	4178.10	16.05	3507.47

### 3.2.3 矿石质量

#### 3.2.3.1 矿石组成

根据矿区钻孔 30 个组合样碎屑矿物分析结果，海砂的矿物组成主要为石英，次要矿物为长石，其中石英含量（石英占轻矿物的质量百分比）在 88.24%~95.54% 之间。砂层呈松散结构，平行层理构造或块状构造，紧密密度 1700kg/m<sup>3</sup>，堆积密度 1530kg/m<sup>3</sup>。

V1 矿层内 0.063mm 以上粒级含量（即砂+砾含量）变化在 73.45%~93.45% 之间，均值 84.12%，均值的 95%置信区间为 83.10%~85.13%，中值 84.57%，变化系数 5.59%，变化稳定。

V2 矿层内 0.063mm 以上粒级含量（即砂+砾含量）变化在 37.88%~98.08% 之间，均值 83.54%，均值的 95%置信区间为 82.23%~84.85%，中值 85.03%，变化系数 11.00%，变化较稳定。

#### 3.2.3.2 含泥量

单工程单矿体含泥量为所取样品含泥量与样长的加权平均值；块段的平均含泥量为见矿工程各钻孔含泥量的厚度加权平均值。

V1 矿层内含泥量变化在 6.54%~26.55% 之间，均值 15.88%，均值的 95%置信区间为 14.86%~16.89%，中值 15.44%，变化系数 29.64%。

V2 矿层内含泥量变化在 1.91%~62.11% 之间，均值 16.45%，均值的 95%置信区间为 15.14%~17.76%，中值 14.96%，变化系数 55.87%。

全区加权后平均含泥量 16.05%。

#### 3.2.3.3 含矿性分析

##### (1) 碎屑矿物

JH21-09 矿区共有 15 个钻孔，在每个钻孔取了 2 个样品进行了碎屑矿物分析，共检出碎屑矿物有 37 种，包括陆源碎屑矿物、海洋自生矿物、内源生物碎屑矿物 和

火山源物质矿物。现按比重分为重矿物与轻矿物两类。

现将上下两个层位所采集到的样品分为 V1 和 V2 两个矿体进行分析。

V1 矿体共检出碎屑矿物有 28 种，轻矿物主要为石英，长石次之，石英含量（石英占轻矿物的质量百分比）在 88.24%~95.54%之间；重矿物含量（重矿物质量占分析质量的百分比）在 0.43%~3.21%之间。重矿物包括磁铁矿、钛铁矿、褐铁矿、赤铁矿、黑云母、绿帘石、岩屑、褐帘石、石榴石、海绿石、辉石、角闪石、楣石、锐钛矿、白钛石、黄铁矿、金红石、电气石、磷灰石锆石、及尖晶石等。

V2 矿体共检出碎屑矿物有 26 种，轻矿物主要为石英，长石次之，石英含量（石英占轻矿物的质量百分比）在 91.19%~94.94%之间；重矿物含量（重矿物质量占分析质量的百分比）在 0.07%~0.57%之间。重矿物含量虽少，但种类较多，包括磁铁矿、钛铁矿、褐铁矿、赤铁矿、黑云母、绿帘石、岩屑、褐帘石、透闪石、石榴石、海绿石、辉石、角闪石、金红石、锐钛矿、白钛石、黄铁矿、磷钇矿、尖晶石及锆石等。

表3.2.3-1 矿区碎屑矿物主要种类含量表

野外编号	重矿物含量 (%)	轻矿物含量 (%)	单一重矿物含量 (%)								单一轻矿物含量 (%)			
			磁铁矿	钛铁矿	褐铁矿	黑云母	岩屑	海绿石	黄铁矿	锆石	白云母	钙质	长石	石英
V1 矿体	1.44	61.81	4.87	0.49	0.49	1.61	67.70	21.73	0.11	0.23	0.41	0.10	4.71	92.35
V2 矿体	0.23	13.19	13.89	4.33	2.67	6.51	61.62	5.33	0.12	0.21	0.31	0.04	4.20	93.41

## (2) 重砂矿物品位

对矿区 2 个砂质样品进行了重砂分析，检测出磁铁矿、钛铁矿、电气石、角闪石、锆石、金红石、白钛石、褐铁矿、黄铁矿、锐钛矿、辉石、独居石、绿帘石、石榴石、赤铁矿等共计 15 种矿物，某些矿物的含量极少，未进行称重计量。

海区砂矿目前国内尚无统一的参考性工业指标，矿床评价指标方案使用《砂矿（金属矿产）地质勘查规范》（DZ/T0208-2002）和《矿产地质勘查规范—金属砂矿类》（DZ/T0208-2020）中的一般工业指标，其中钛铁矿和锆石的评价指标参照《矿产地质勘查规范—金属砂矿类》（DZ/T0208-2020）中的



一般工业指标，金红石和独居石的评价指标参照《砂矿（金属矿产）地质勘查规范》（DZ/T0208-2002）中的一般工业指标，具体见表3.2.3-2。

表 3.2.3-2 本次评价使用的矿床工业指标

工业指标项目	钛铁矿	锆石	金红石	独居石
边界品位 (kg/m <sup>3</sup> )	5	0.8	1	0.1
最底工业品位 (kg/m <sup>3</sup> )	13	2	2	0.2
可采厚度 (m)	≥2	≥2	0.5	≥0.5
夹石剔除厚度 (m)	2~3	2~3	剥采比≤4	

### (3) 品位计算以及评价

为了便于与使用的工业指标作比较，矿物含量单位 g/t 转换为kg/m<sup>3</sup>，所用的砂土的干密度值为1.75g/cm<sup>3</sup>。

表 3.2.3-3 钻孔中单样折算后品位

样品编号	重矿物品位 (kg/m <sup>3</sup> )			
	钛铁矿	锆石	金红石	独居石
J2105-1	0.453	0.151	/	/
J2105-2	0.327	0.088	/	/

根据钻孔中单样重砂分析结果折算的品位，参照工业指标要求，勘查区主要的有用重矿物为钛铁矿和锆石，均未达到边界品位。

### 3.2.3.4 放射性分析

放射性测定是为研究海砂矿放射性强度，以评价其对环境和人体的危害程度。根据《建筑材料放射性核素限量》（GB6566—2010）要求，最严格限量是建筑主体材料中天然放射性核素<sup>226</sup>Ra、<sup>232</sup>Th、<sup>40</sup>K 的放射性比活度应同时满足 $I_{Ra} \leq 1.0$  和  $I_{\gamma} \leq 1.0$ 。

内照射指数 $I_{Ra}$ 为0.06，外照射指数 $I_{\gamma}$ 为 0.3。海砂放射性物质照射指数远小于 1，海砂的放射性比活度符合国家标准 GB 6566—2010 的要求，对环境和人体无危害性，可作为建筑主体材料。

表 3.2.3-4 钻孔样品放射性物质照射指数

样品编号	$C_{Ra}$ (Bg·kg <sup>-1</sup> )	$C_{Th}$ (Bg·kg <sup>-1</sup> )	$C_K$ (Bg·kg <sup>-1</sup> )	$I_{Ra}$	$I_{\gamma}$
SGL01-01	12.3	21.5	631.5	0.06	0.3

### 3.2.3.5 有害物质分析

砂中如含有云母、轻物质、有机物、硫化物及硫酸盐、氯化物、贝壳，其限量应符合《建设用砂》（GB/T14684-2011）的要求，具体见表 3.2.3-5。

表 3.2.3-5 有害物质物质限量

类别	I	II	III
云母（按质量计）/%	≤1.0	≤2.0	
轻物质（按质量计）/%	≤1.0		
有机物	合格		
硫化物及硫酸盐（按 SO <sub>3</sub> 质量计）/%	≤0.5		
氯化物（以氯离子计）/%	≤0.01	≤0.02	≤0.06
贝壳（按质量计）/%	≤3.0	≤5.0	≤8.0
该指标仅适用于海砂，其他砂种不作要求			

对矿区采集的1件砂层混合样进行了有害物质分析，结果表明硫化物及硫酸盐含量为0.08%，小于标准值 0.5%，符合我国《建设用砂》（GB/T14684-2011）的要求；氯化物含量为 0.38%，大于 III 类标准值 0.06%，氯化物超标的主要原因为海水中氯化物（氯化钠）超标，经过淡冲洗后可有效降低氯化物含量；有机物、云母和轻物质含量均符合质量要求；贝壳含量为0.3%，符合海砂I类要求。详见表3.2.3-6。

表 3.2.3-6 钻孔样品有害物质物质含量

样品编号	检测结果ω（%）					
	硫化物及硫酸盐	氯化物	有机物	云母	轻物质	贝壳
SGL01-01	0.08	0.38	合格	0.2	0.1	0.3

### 3.2.4 勘查区海砂细度模数

细度模数是用以衡量海砂粗细程度主要指标。其计算公式为：

$$M_x = \frac{(A_2 + A_3 + A_4 + A_5 + A_6) - 5A_1}{100 - A_1}$$

式中： $M_x$ -细度模数；

$A_1$ 、 $A_2$ 、 $A_3$ 、 $A_4$ 、 $A_5$ 、 $A_6$  分别为 4.75mm、2.36mm、1.18mm、600μm、300μm、150μm 筛的累计筛余百分率。

参照《建设用砂》（GB/T14684-2011）和《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》（JGJ52-2006）标准，海砂可分为粗、中、细和特细 4 种规格：粗砂 3.7~3.1；中砂 3.0~2.3；细砂 2.2~1.6；特细砂 1.5~0.7。

根据本次调查测试结果，圈定海砂矿层后，按不同矿体计算的样品各粒级累计

筛余百分率及单工程细度模数，具体如下：

矿体 V1 砂样细度模数在 0.7~3.3 之间，平均值 1.4（N=80），主要为特细砂（N=54），其次为细砂（N=13），少量为中砂（N=5）和粗砂（N=8），有 8 个样品未达到特细砂规格。总体评价为细~特细砂级别。

矿体 V2 砂样细度模数在 0.7~3.5 之间，平均值 2.7（N=193），主要为中砂（N=93），其次为粗砂（N=65），少量为细砂（N=14）和特细砂（N=21）。总体评价为粗~中砂级别。

全矿区平均细度模数为 2.3，整体为细砂级别。

### 3.3 海砂开采方案

本节内容根据《广东省汕尾市管辖海域JH21-09矿区海砂矿产资源开发利用方案》（2021年12月）编写。

根据《核实报告》考虑各海砂层中砂和粉砂的比例，采用地质块段法估算JH21-09矿区海底以下27.3~37.8m以浅海砂原矿资源量，通过计算得出控制资源量和推断资源量共3507.47万m<sup>3</sup>(不含泥)，含泥量16.05%，原矿资源量为4178.10万m<sup>3</sup>。根据《自然资源部关于实施海砂采矿权和海域使用权“两权合一”招拍挂出让的通知》（自然资规〔2019〕5号）规定海砂采矿权和海域使用权出让一般不超过3年。此次拟开采海砂矿区的设计采矿生产能力（原矿）为1368万m<sup>3</sup>/a。产品方案：年产回填海精矿（含泥量（<0.063mm物质）不大于20%），拟对粤港澳大湾区及广东省国家战略重大项目供砂，可用于民用建筑及基础设施建设（要进行淡化处理，达到建筑用砂标准）。

#### 3.3.1 确定开采量

##### （1）备案的资源储量（Q）

经评审，截至2021年11月30日，矿区控制资源量1965.93万m<sup>3</sup>，推断资源量1541.54万m<sup>3</sup>，控制资源量和推断资源量共3507.47万m<sup>3</sup>（不含泥），含泥量16.05%；原矿控制资源量2341.99万m<sup>3</sup>，推断资源量1836.11万m<sup>3</sup>，控制资源量和推断资源量共4178.10万m<sup>3</sup>。

##### （2）涉及利用的资源储量（Q<sub>1</sub>）

根据中国矿业权评估协会制定的《矿业权出让收益评估应用指南（试行）》（2017年11月1日起实施），本设计取控制资源量和推断资源量可利用系数1.0，则设计可利用回填料海砂原矿矿石量为4178.10万m<sup>3</sup>×1=4178.10万m<sup>3</sup>。

##### （3）确定的开采储量（Q<sub>2</sub>）

为避免超矿区开采，避免造成水下矿区边坡坍塌，在水下休止角（30°）以内的矿体将得不到开采，根据以往开采经验计算（如下所示），估算其中V1矿体约有39.38万m<sup>3</sup>，V2矿体约有299.97万m<sup>3</sup>。则实际可开采海砂储量为：4178.10-39.38-299.97=3838.75万m<sup>3</sup>。

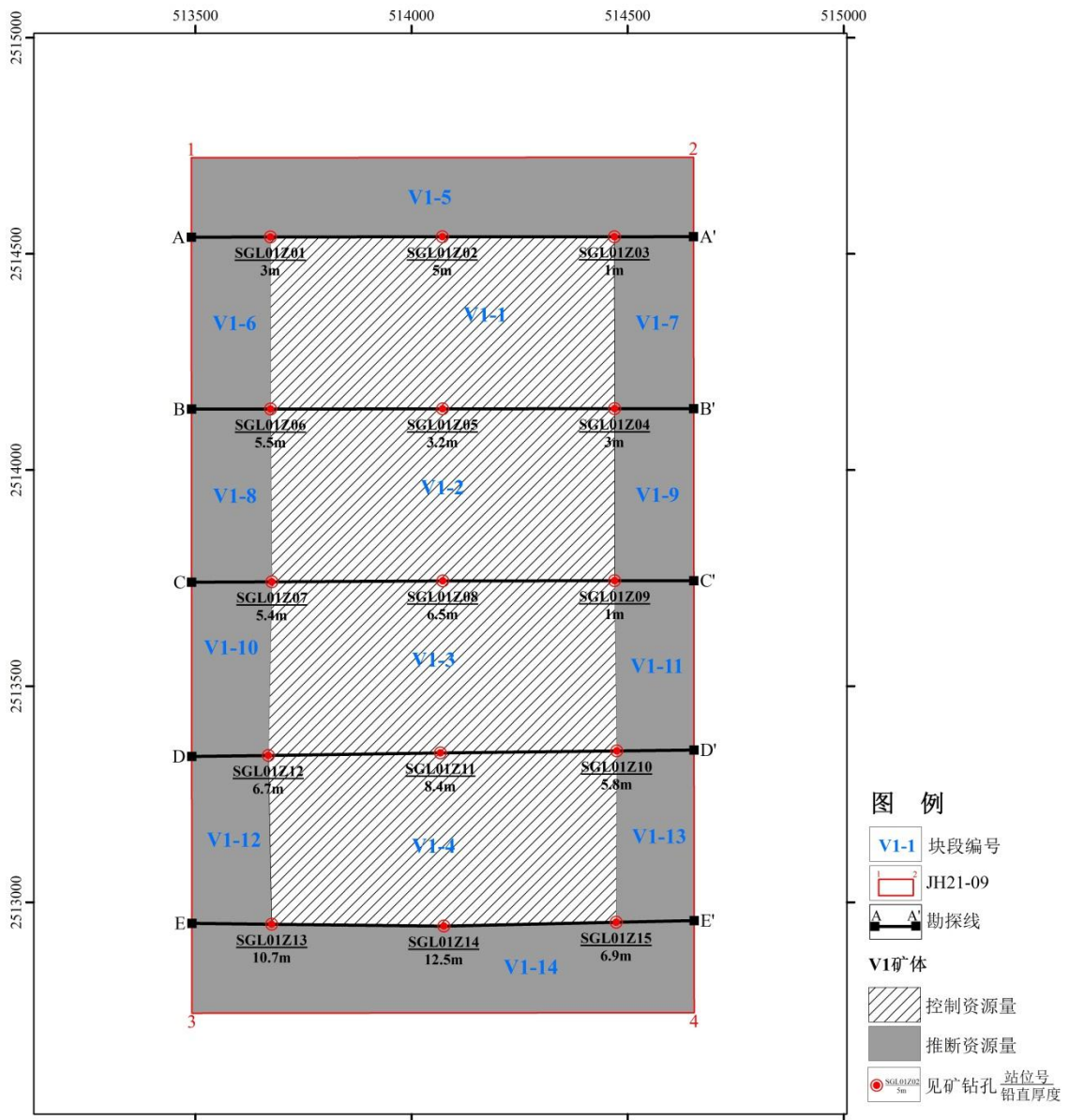


图 3.3.1-1 V1 矿体平面图

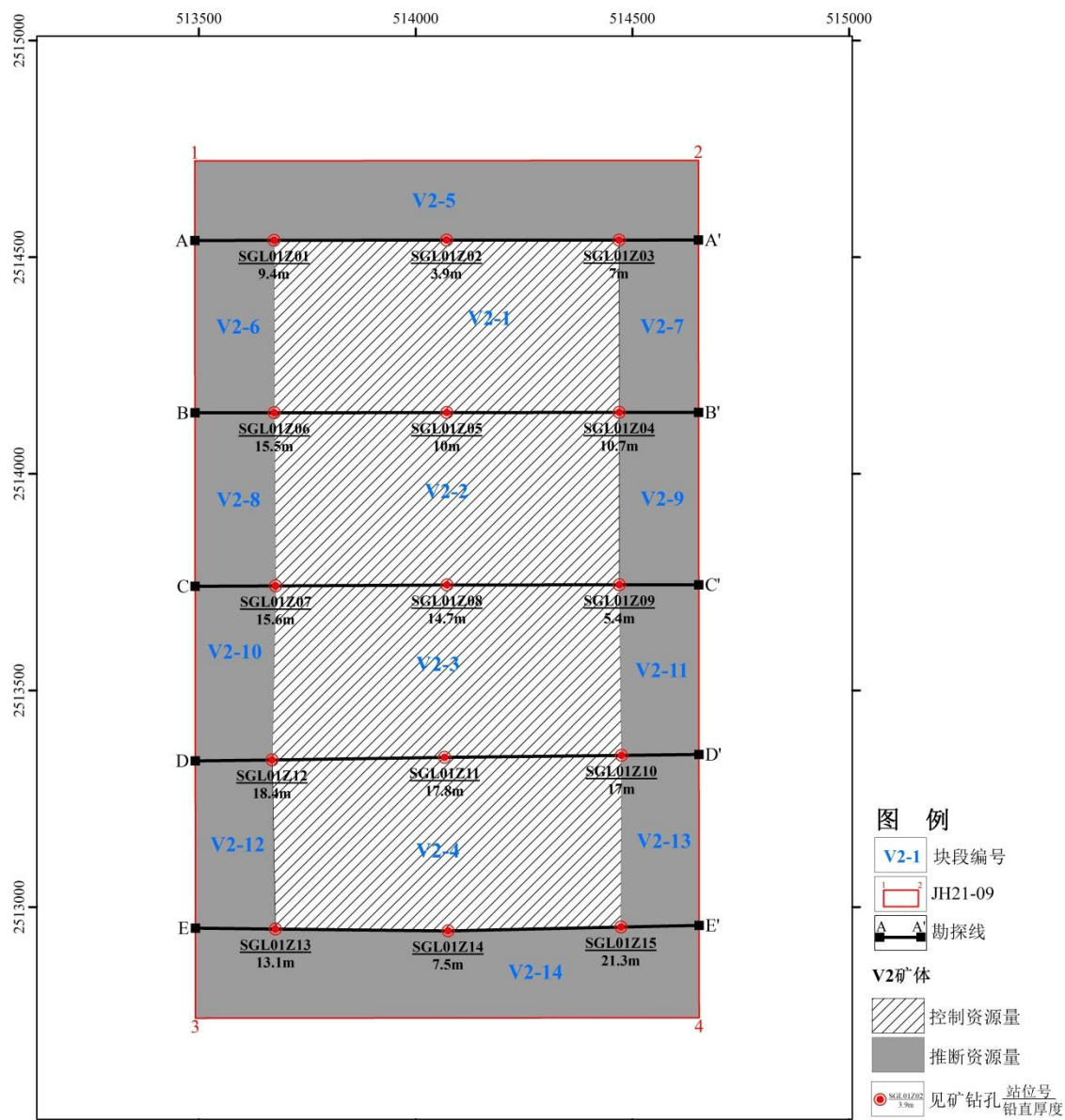


图 3.3.1-2 V2 矿体平面图

(1) 根据《核实报告》中的矿体分布、钻孔间距、勘探线间距以及矿区拐点坐标，可知：

表 3.3.1-1 V1 矿体角点坐标

广东省汕尾市管辖海域 JH21-09 矿区 V1 矿体角点坐标				
角点编号	CGCS2000 坐标系，高斯克吕格投影，中央经线 115.5°E			
	地理坐标		直角坐标	
	E (°′′)	N (°′′)	X (m)	Y (m)
1	115° 37′ 52.776″	22° 43′ 50.573″	2514722.34	513490.52
2	115° 38′ 33.500″	22° 43′ 50.573″	2514723.41	514652.55
3	115° 37′ 52.776″	22° 42′ 46.240″	2512743.37	513492.27
4	115° 38′ 33.500″	22° 42′ 46.240″	2512744.44	514654.46

表 3.3.1-2 V2 矿体角点坐标

广东省汕尾市管辖海域 JH21-09 矿区 V2 矿体角点坐标				
角点编号	CGCS2000 坐标系, 高斯克吕格投影, 中央经线 115.5°E			
	地理坐标		直角坐标	
	E (°′′)	N (°′′)	X (m)	Y (m)
1	115° 37' 52.776"	22° 43' 50.573"	2514722.34	513490.52
2	115° 38' 33.500"	22° 43' 50.573"	2514723.41	514652.55
3	115° 37' 52.776"	22° 42' 46.240"	2512743.37	513492.27
4	115° 38' 33.500"	22° 42' 46.240"	2512744.44	514654.46

(2) 根据《开发利用方案》，以 30° 休止角由境界处 V1 顶面开始放坡，根据各土层不可开采区域厚度计算放坡后各土层边界对应宽度，计算如图 3.3.1-3 所示。

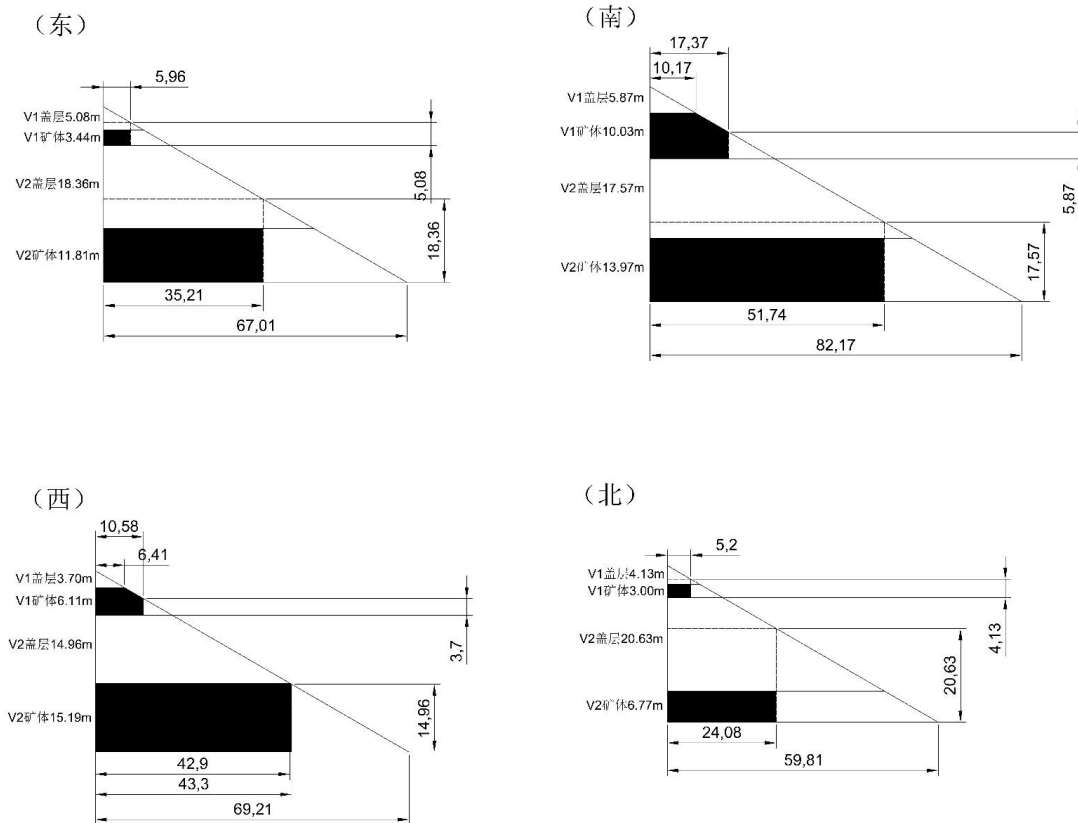


图 3.3.1-3 矿区开采剖面示意图

注：各土层厚度及取30°休止角作为放坡角对应的各土层宽度。

表 3.3.1-3 V1 不可开采资源量

区域	不可开采区域面积 (m <sup>2</sup> )	涉及边长 (m)	不可开采资源量 (万 m <sup>3</sup> )
东边	20.5	1590	3.26
南边	159.25	1560	24.84

西边	59.62	1590	9.48
北边	15.6	1520	2.37
合计			39.95
扣除重叠区域资源量			0.57
V1 矿体中不可开采资源量小计			39.38

表 3.3.1-4 V1 不可开采资源量

区域	不可开采区域面积 (m <sup>2</sup> )	涉及边长 (m)	不可开采资源量 (万 m <sup>3</sup> )
东边	415.83	1590	66.12
南边	722.81	1560	112.76
西边	657.68	1590	104.57
北边	163.02	1520	24.78
合计			308.23
扣除重叠区域资源量			8.26
V2 矿体中不可开采资源量小计			299.97

根据矿区资源总量和上一步计算得到的不能开采的海砂矿体体积，为避免超矿区开采，避免造成水下矿区边坡坍塌，在水下休止角（30°）以内的矿体将得不到开采，根据以往开采经验计算，估算其中 V1 矿体约有 39.38 万 m<sup>3</sup>，V2 矿体约有 299.97 万 m<sup>3</sup>。则实际可开采海砂储量为： $4178.10-39.38-299.97=3838.75$  万 m<sup>3</sup>。

### 3.3.2 资源利用率

方案设计利用资源量为 4178.10 万 m<sup>3</sup>，确定开采储量为 3838.75 万 m<sup>3</sup>，设计资源利用率为： $\eta=3838.75 \div 4178.10 \times 100\%=92\%$ 。

### 3.3.3 采出矿石量

该海砂矿区开采技术条件较好，根据矿山以往露天开采的生产技术指标，确定开采回采率取  $\alpha=92\%$ ，贫化率  $\beta=0\%$ ，则采出矿石量  $Q_3$  为： $3838.75 \times 92\% \div (1-0\%)=3531.65$  万 m<sup>3</sup>。

### 3.3.4 控制开采指标

根据国土资发[2007]190号文，我国对海砂开采实行开采总量严格控制制度，严禁超总量开采。同时，为了降低对本海砂开采区附近海洋环境和海洋生



物等的 损害，本海砂开采区将严格控制开采总量，并落实采砂强度控制指标。

根据本采砂区砂源储量分析结果，采矿区砂源基础储量为4178.10万m<sup>3</sup>，采砂区内控制开采量约为3507.47万m<sup>3</sup>（不含泥）。为充分开发利用出让海域海砂资源，同时最大程度保护附近敏感目标，特别是降低对海域海洋环境的不利影响，项目需根据科学安排采砂作业的时间和强度。由于本项目所在海域的鱼类主要是在春、夏两季（即4~7月）产卵、繁殖，同时项目附近的幼鱼幼虾保护区的保护期为每年的3月1日至5月31日，为了减轻采砂可能对鱼卵及幼鱼的发育生长的不利影响，在项目所在海域鱼类的主要产卵、繁殖期和幼鱼幼虾保护区的保护期期间，应控制采砂强度，适当降低采砂时间。

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

### （1）日最大开采量

本项目海砂开采计划采用5艘1000m<sup>3</sup>/h进行连续作业，非敏感期按每天作业18小时计，出砂率按80%计算，日最大采砂量约为7.2万m<sup>3</sup>。

### （2）月最大开采量

考虑到每个月本海域的环境特征，在台风、大浪、大雾等不利条件下，应停止作业；同时从环境污染控制措施方面考虑，作业船只应每月回港进行船舶检修，清理船上的油污水及产生的固体垃圾，所以取最大可开采天数为每个月20天。

则月最大开采量=日最大开采量×每月最大可工作天数=7.2万m<sup>3</sup>/天×20天/月=144万m<sup>3</sup>/月。

### （3）年最大开采量

本项目所在海域的鱼类主要是在春、夏两季（即4~7月）产卵、繁殖，同时项目附近的幼鱼幼虾保护区的保护期为每年的3月1日至5月31日，为了减轻采砂可能对鱼卵及幼鱼的发育生长的不利影响，在项目所在海域鱼类的主要产卵、繁殖期和幼鱼幼虾保护区的保护期期间，应控制采砂强度，适当降低采砂时间。参照以往已批项目的情况，本报告书建议本项目在敏感期（3月至7月）采砂时间降为非敏感期的2/3，即敏感期每月采砂时间降至15天，每天采砂时间降至18×2/3小时。本项目拟采用5艘1000m<sup>3</sup>/h的采

砂船进行采砂作业，出砂率按 80%计算，则敏感期日采砂量约为 4.8 万 m<sup>3</sup>，月采砂量约为 72 万 m<sup>3</sup>。则据此可计算出本项目的年最大开采量如下：

$$\begin{aligned} \text{年最大控制开采量} &= \text{开采量/小时} \times \text{船数} \times \text{小时数/天} \times \text{天数/月} \times \text{月数/年} \\ &= 1000\text{m}^3/\text{小时} \cdot \text{船} \times 5\text{船} \times 80\% \times 18\text{小时/天} \times 20\text{天/月} \times 7\text{月/年} + 1000\text{m}^3/\text{小时} \cdot \text{船} \times 5 \\ &\text{船} \times 80\% \times (18 \times 2/3)\text{小时/天} \times 15\text{天/月} \times 5\text{月/年} = 1368\text{万m}^3/\text{年}。 \end{aligned}$$

#### (4) 日平均开采量

日平均开采量按年开采控制总量和一年的可开采天数计算。

$$\text{日平均开采量} = \text{年开采控制总量} / \text{可开采天数} = 1368\text{万m}^3 \div 215\text{天} = 6.36\text{万m}^3/\text{天}$$

。

#### (5) 月平均开采量

月平均开采量按年开采控制总量和一年的可开采月数计算。

$$\text{月平均开采量} = \text{年开采控制总量} / \text{可开采月数} = 1368\text{万m}^3/\text{年} \div 12\text{月} = 114.0\text{万m}^3/\text{月}。$$

#### (6) 预计开采年限

根据本项目砂源勘察报告的估算，现拟申请采砂区面积为 2.3km<sup>2</sup>，矿区控制资源量 1965.93 万 m<sup>3</sup>，推断资源量 1541.54 万 m<sup>3</sup>，控制资源量和推断资源量共 3507.47 万 m<sup>3</sup>（不含泥），含泥量 16.05%，海砂原矿资源量共 4178.10 万 m<sup>3</sup>。根据《广东省汕尾市管辖海域 JH21-09 矿区海砂矿产资源开发利用方案》（广东省海洋发展规划研究中心，2021 年 12 月）报告，广东省汕尾市管辖海域 JH21-09 矿区内砂源评估储量约为 3531.65 万 m<sup>3</sup>，按本项目年最大控制开采量为 1368 万 m<sup>3</sup> 计算，则本项目预计开采年限计算如下：

$$\text{预计开采年限} = \text{采砂区内砂源评估储量} / \text{年开采控制总量} = 3531.65\text{万m}^3 \div 1368\text{万m}^3/\text{年} = 2.58\text{年}。$$

根据前述分析，本项目的采砂强度控制指标统计见表 3.3.4-1 所示。

表 3.3.4-1 海砂开采计划拟定采砂强度控制指标

控制项目	开采量 (万 m <sup>3</sup> )	备注
非敏感期日最大开采量	7.2	5 艘采砂船，作业 18 时/天，8 月-次年 2 月

敏感期日最大开采量	4.8	采强度降至 $18 \times 2/3$ 时/天, 3月-7月
日均开采量	6.36	年作业天算平均按215天
非敏感期月最大开采量	144	5艘采砂船作业, 18小时/天, 计20天/月, 8月-次年2月
敏感期月最大开采量	72	5艘采砂船作业, $18 \times 2/3$ 小时/天, 计15天/月, 3~7月
月均开采量	114	1月-12月算数平均值
年均最大控制开采量	1368	
采砂区内最大资源可开采量	3531.65	《广东省汕尾市管辖海域 JH21-09 矿区海砂矿产资源开发利用方案》
开采年限	2.58	年

### (7) 月控制开采量的控制的可操作性与可监管性

考虑到每个月本海域的环境特征, 在台风、大浪、大雾等不利条件下, 应停止作业; 同时从环境污染控制措施方面考虑, 作业船只应每月回港进行船舶检修, 清理船上的油污水及产生的固体垃圾, 所以取最大可开采天数为每个月20天。为了便于监管, 采砂时间应尽量在白天等监管条件较好的时间段内进行, 因此, 为便于监管, 建议非敏感期每天的采砂时间为18小时, 因此根据前述分析, 非敏感期的月控制开采量为144万 $m^3$ , 有利于非敏感期采砂的监管。而为了利于对敏感期采砂的监管, 降低采砂对保护目标的影响, 确保采砂基本均在白天进行, 本评价建议敏感期的月采砂时间和日采砂时间均降为非敏感期的 $2/3$ , 即敏感期的日采砂时间降为 $18 \times 2/3$ 小时, 即敏感期的月控制开采量降低为72万 $m^3$ 。

### 3.3.5 海砂用途及去向

海砂在城市建设使用十分广泛, 海砂正成为仅次于石油、天然气的第二大海洋矿产。根据用途不同海砂又可分为海砂建筑、海砂工业、海砂重矿物提炼等, 其中海砂约有45%用于当做混凝土细骨材料、20%用于铺筑路基、20%用于填海造陆的填料, 15%用于其他用途, 主要用途见表3.3.5-1。

表 3.3.5-1 海砂的主要用途

应用领域	类型	主要用途
海砂建筑	混凝土	当作混凝土细骨材使用
	铺筑路基	路基填料
	填海造陆	回填至海中拓展陆地面积

	其他用途	沥青混凝土、其他填料
海砂工业海砂	砷砂、钙质砂	产量虽仅约占总海砂使用量的一成，但用途却极为广泛
海砂重矿物提炼	钛铁、铁矿	从海砂中分选重矿物或其他金属矿物进行冶炼
海砂玻璃砂	石英砂	石英砂为制造玻璃用的主要原料
海砂铸造砂	铸模	用于制造钢铁及铸造铜、铅、铁的合金
海砂绝热砂	石英砂	常以石英岩为原料，用于制造砂砖与瓷砖
海砂研磨砂	石英砂	主要由石英砂组成，用于锯石、玻璃打磨、金属抛光及喷砂等

根据对广东省汕尾市矿区回填料用海砂的勘查分析结果，该区海砂是适用于海砂建筑中的填海造陆的，若用于民用建筑及基础设施建设要进行淡化处理，要达到《建筑用砂》（GB/T 14684-2011）相关要求，采砂中标单位需另行完善相关手续，海砂去向及目标回填区不在本次评价范围内。

矿山露天水下开采采用射流式采砂船，采砂船将船舱中的洗好的海砂用传送带输送到泊在挖砂船旁边的运砂船上，运砂船将选好的砂运抵卸砂码头港池安全停靠后，皮带船通过皮带机将舱内砂输送至指定码头岸上，或直接运送至目标回填区，由于暂不确定供砂对象和位置，因此，运输方案及路线不在本次评价范围内。

### 施工船舶配置

结合本项目实际情况，海砂开采计划使用 1000m<sup>3</sup>/h 射流式采砂船采砂，采砂船满载吃水 2m，运砂船满载吃水 4.45m，采砂区域水域满足船舶的施工要求。本项目在广东省汕尾市管辖海域 JH21-09 矿区海砂矿取砂，由于暂不确定供砂对象和位置，暂不考虑运输路线。运砂船满载航行时间约 3 小时，皮带运砂船卸砂时间为 1.5 小时，卸砂后空载返回至采砂区时间为 2.5 小时，运砂船一航次运砂时间共计为 7 小时，加上航行中的其他因素，根据当地的水文条件，运砂船日施工能力为 2 航次。为了达到设计的生产能力，需投入 5 艘 1000m<sup>3</sup>/h 的射流式采砂船进行连续作业，作业时间不超过 18 小时，日均可采砂约 7.2 万 m<sup>3</sup>；同时投入仓容为 3000~5000m<sup>3</sup> 的皮带运砂船 1 艘，每天 2 班，才能满足要求。每天的施工效率为：4000m<sup>3</sup>（平均仓容）×10 艘×2 班次=8.0 万 m<sup>3</sup>。按年工作 215 天计算（其中正常开采 140 天，敏感期控制开采 75 天），年生产效率为：（7.2 万 m<sup>3</sup>×140 天）+（4.8 万 m<sup>3</sup>×75 天）=1368 万 m<sup>3</sup>。针对本工程项目特点，拟计划投入 5 艘 1000m<sup>3</sup>/h 射流式采砂船、10 条皮带运砂船以及一批配套辅助船舶，承担本工程的全部施工任务。根据工程施工进度情况和敏感期控制开采量，适时进行

船舶设备调整补充，确保完成年终供砂工程量的任务。基本可满足项目的采砂及运输要求，工作及运输船舶的设置数量合理。采砂船主要工艺规格参数见表 3.3.5-2，运砂船主要工艺规格参数见表 3.3.5-3。

**表 3.3.5-2 1000m<sup>3</sup>/h 射流式采砂船规格及技术性能表**

序号	规格及性能	单位	指标
	射流式采砂船		
1	船体体积（长×宽×高）	m	89.10m×22.80m×6.60m
2	吃水深度	m	4.20
3	作业排水量	t	7635.781
4	总吨	T	5298
5	净吨	T	1589
6	采砂效率	m <sup>3</sup> /h	1000
7	主机总功率	kW	4923
8	主机型	台	3

备注：表中参数通过咨询海事部门得到

**表 3.3.5-3 5000m<sup>3</sup> 皮带运砂船规格及技术性能表**

序号	规格及性能	单位	指标
	皮带运砂船		
1	船体体积（长×宽×高）	m	105m×21.6m×6m
2	吃水深度	m	4.65
3	作业排水量	t	10071
4	航速	节	9
5	卸砂速度	m <sup>3</sup> /h	2500
6	总吨	T	4786
7	净吨	T	2680
8	载重量	t	7000
9	砂仓	m <sup>3</sup>	5000
10	主机总功率	kW	2386
11	主机型	台	2

备注：表中参数通过咨询海事部门得到

## 4 工程分析

### 4.1 生产工艺与过程分析

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

海砂射流开采工艺为：①射流泵将高压射流合成砂浆吸入吸砂管；②吸砂管把砂浆吸到洗砂船舱；③洗砂船洗砂分选；④成品砂运砂船运出。海砂开采的作业流程见图4.1-1。

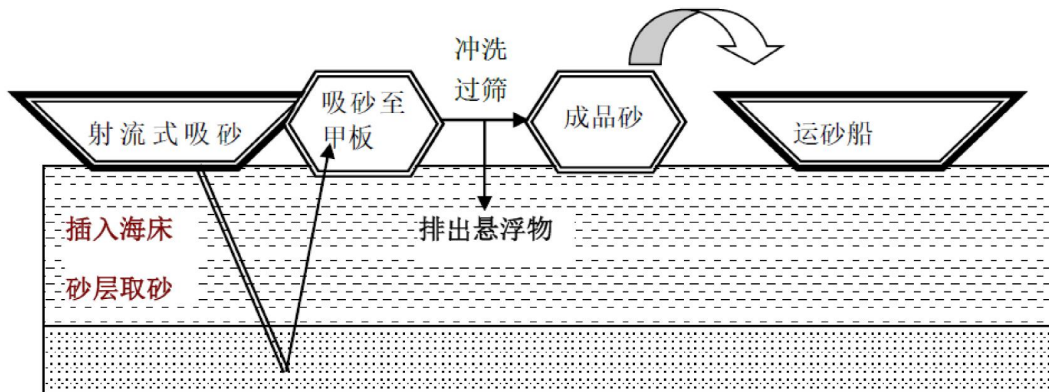


图 4.1-1 海砂开采作业流程示意图



图 4.1-2 射流式采砂船

### (1) 射流泵采砂工作原理

射流式采砂船到达采砂水域后，启动吸砂泵，待吸砂泵机械运转正常达到一定参数后，在指定的海域内将吸砂管（长度一般为 20m~30m，直径为 24 寸）以 60°~70°左右角度插入海床，穿过水层和泥层到达理想砂层。

射流船离心泵将一定压力的工作水经过喷嘴后，形成高速射流与空气之间产生卷吸作用，将射流泵混合室内的空气带走，在混合室形成负高压，将砂水混合物沿吸管吸入，高压水与砂水混合物在混合室内充分混合后进入扩散管，并逐渐降压后沿砂管排入砂舱。根据工程经验，矿层埋深大于 5m 时，吸砂泵出砂率（泥砂混合物）约为 75%~85%。射流泵的工作原理见图 4.1-3。

海砂开采作业时，射流船的位置基本上固定不动，开采到的海砂输送到射流船两侧的自卸式皮带运砂船上，再由运砂船运载到各工地。

淘空砂层后，覆盖上面的淤泥层受重力作用而塌陷，由于高压射流扰动，淤泥层较为松动，刚性射流管和吸砂管随采砂船移动到别工作面。

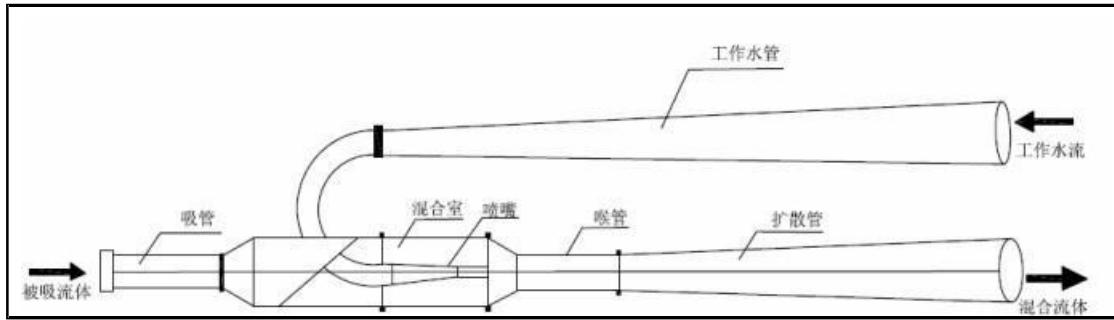


图 4.1-3 射流式采砂船采砂的原理示意图（逆向冲采）

## （2）洗砂过程

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

选矿工艺流程描述：原砂先经格筛除去 $\geq 37.5\text{mm}$  粒级杂物后，通过渣浆泵扬至振动筛进行筛分分级，得到  $4.75\sim 37.5\text{mm}$  粒级海砂产品， $< 4.75\text{mm}$  海砂经过水力分级得到  $0.063\sim 4.75\text{mm}$  海砂产品，脱水后成品海砂通过输送带输送至泊在采砂船边的运砂船上，运砂船承载预定海砂后运往指定码头装卸。溢流部分（ $< 0.063\text{mm}$  粒级砂）为含海水的细砂及淤泥，由溢流口排出回填采空区，尾砂（贝壳等杂物）暂存于船上，在采砂船靠岸检修时由相关接收单位接收处理，不得倾倒入海。筛网洗砂原理见图 4.1-4。

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

水力分级：利用沉降速度不同而将宽级别的颗粒群分成两个或多个较窄级别的过程。在水力分级过程中，水介质大致有三种运动形式：垂直的、接近水平的和回运动的运动。在垂直水流运动中，水流往往是逆着颗粒的沉降方向而向上运动，不同粒度的颗粒沉降速度和运动方向不同，沉降速度小于上升水流速度的细粒向上运动，最终成为溢流；沉降速度大于上升水流速度的粗粒向下沉降，最终成为沉砂或底流，从而实现了分级；在接近水平流动的水流中进行分级时，矿粒在水平方向的运动速度约等于水流速度，而在垂直方向则因粒度不同而有不同的沉降



速度，粗粒因沉降速度大而沉至槽底部成为沉砂，细粒则随水流流出槽外成为溢流，实现了分级；在回转水流运动中，颗粒是按径向的运动速度差分离的，粗粒所受离心力大而分布在外层，细粒则受到水流较大的向心力而分布在内层，实现分级。

根据工程经验，采用筛分—水力分级选矿工艺可将毛砂中约 80%的淤泥洗去。

说明：项目产品为回填用海砂，若用于民用建筑及基础设施建设要进行淡化处理，达到建筑用砂标准，采砂中标单位需另行完善相关环评手续，不在本次评价范围内。

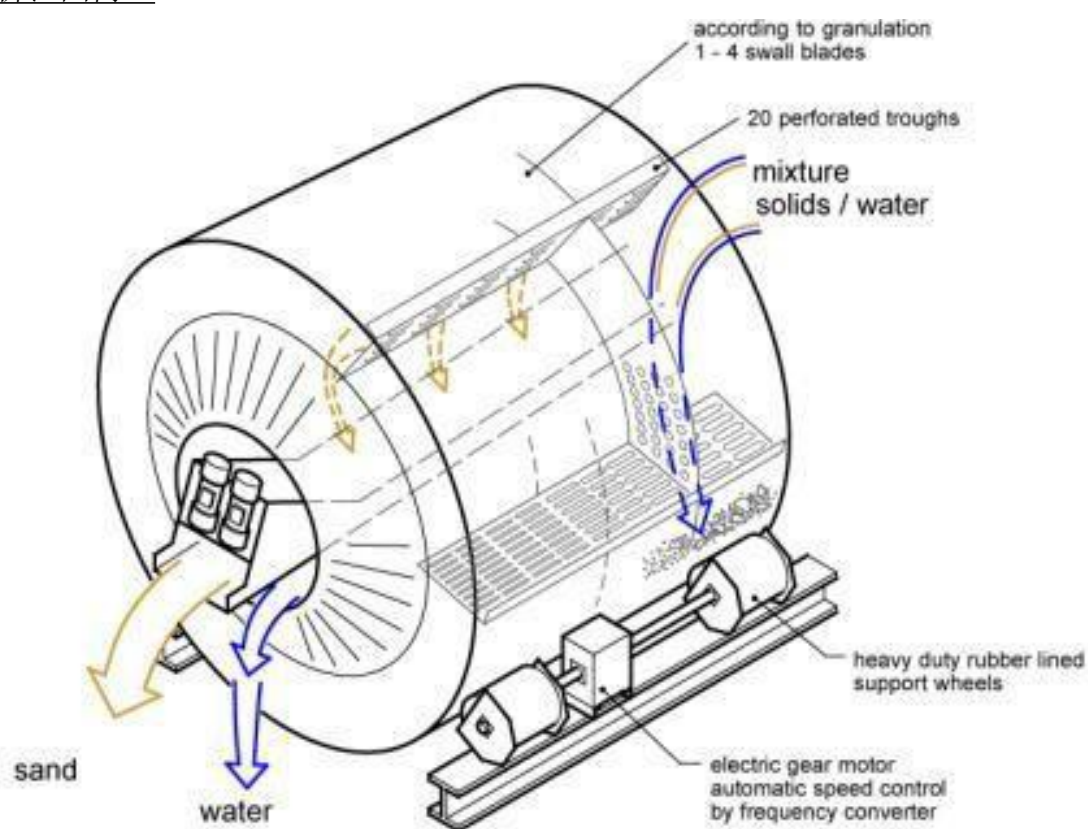


图 4.1-4 采砂船上筛网洗砂示意图

### (3) 溢流管水底排放工艺

溢流管水底排放工艺过程为：射流泵将混合液体泵入筛网进行过滤水洗，砂粒沉入船舱底部，余水通过溢流管配置变频排污泵，在距离海底上方约 2m 处排放。溢流管水底排放工艺示意图见图 4.1-5。

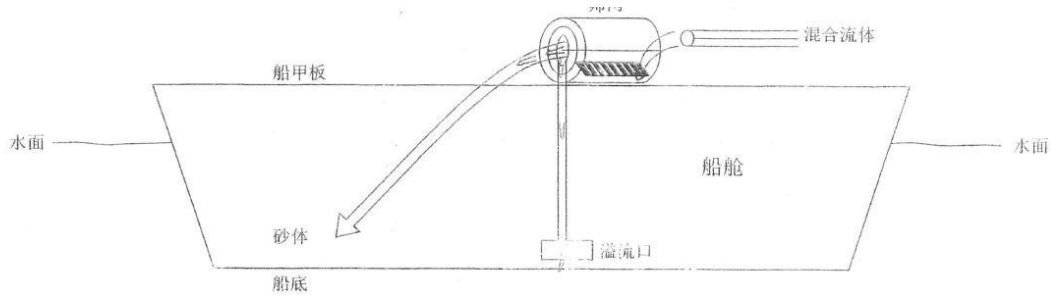


图 4.1-5 溢流管水底排放工艺示意图

变频排污泵工作原理：变频排污泵是通过改变电机工作电源的频率和幅度的方式来控制交流电动机的电力传动元件，水泵用变频器的作用是改善三相交流电动机的起动方式和达到平滑控制水泵电动机转速的目的。当流量降低时，控制器将检测压力信号（传感器电机电流或转速状态），此时，控制器将向变频器发出一个信号，使其降低输出（较低频率）直至压力回到要求水平（设定点）；反之，当流量再次升高时，控制器将检测到压力降低，控制器将向变频器发出一个信号，使其提高输出（较高频率）直至压力回到要求水平（设定点）。

压强计算公式：

$$P=\rho gh$$

式中：P——压强，单位 Pa；

$\rho$ ——密度，海水密度取  $1050\text{kg/m}^3$ ；

g——重力加速度， $g=9.8\text{N/kg}$ ；

h——水深，单位 m。

矿区水深范围为 14.1~16.5m（当地理论深度基准面），根据压强计算公式得到矿区海底处压强约为 145089~169785Pa，距离海底上方约 2m 处压强约为 124509~149205Pa，排污泵可设定 150000Pa 的压力值可确保洗砂余水可通过溢流管在距离海底上方约 2m 处排放，且不会对矿区海床造成冲击，不会引起海床泥沙再悬浮。

#### (4) 开采顺序

本方案设计采用的开采方式为露天水下开采，根据矿体的赋存情况、转运区位置、矿山采矿生产能力要求，设计确定开采顺序从南向北，由东向西推进。可根据现场开采情况调整。采砂作业应有计划的进行，分层分片，可将采砂区分成若干小区，均进行采矿，防止形成大面积的深坑而造成上部淤泥层的坍塌。

由于矿区存在两个矿体，V1、V2 矿体均有盖层，其自上而下的顺序为：V1

矿体、V2 矿体。因此，根据项目开发利用方案，先开采 V1 矿体，再开采 V2 矿体。

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

## 4.2 工程各阶段污染物排放状况

### 4.2.1 悬浮泥沙

采砂作业产生的悬浮泥沙主要来自于洗砂过程和吸砂过程。本项目拟采用采砂强度为 1000m<sup>3</sup>/h 采砂船进行施工。

#### 4.2.1.1 刚性射流管和吸砂管插入预定砂层过程产生的悬浮泥沙

采砂船利用船的推力和高压射流，把吸砂管插入海床并穿过覆盖层，因减缓插砂管插入矿层的速率可减少插管过程的悬沙扩散，报告要求海砂开采单位以低速进行插管速率，插管时长按 0.5h 考虑。按施工经验估算，1000m<sup>3</sup>/h 高压射流产生的洞口平均约 8m<sup>2</sup>。

刚性射流管和吸砂管插入预定砂层过程产生的砂水混合物直接向海底排放，参照海底管线喷射式开挖的泥沙起悬经验系数 15% 进行估算，泥质的干容重按本矿区各钻孔的平均堆积密度 (1.7t/m<sup>3</sup>) 计算，则单艘采砂船插管悬浮泥沙产生源强 (kg/s) = 洞口面积 (m<sup>2</sup>) × 盖层厚度 (m) × 起悬比例 (%) × 泥质干容重 (t/m<sup>3</sup>) × 盖层泥含量 (%) ÷ 持续时间(s) × 1000，计算结果见表 4.2.1-1。

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

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

本项目拟采用射流式采砂船，采砂管拟插入海床目标砂层，射流泵将高压射

流合成砂浆吸入吸砂管（在混合室形成负高压，将砂水混合物沿吸管吸入），由于本项目采砂层上部有较厚的盖层，且加上抽砂时大量海水不断的被吸入“洞孔”内，大部分未被吸到船上的砂水混合物仍在采砂层，仅有极少量会逃逸出采砂孔而进入海床底以上水体。由于 V1 和 V2 矿体盖层平均厚度分别为 4.51m 和 17.81m，因此本评价仅定性分析此部分影响。

#### 4.2.1.3 洗砂环节产生的悬浮泥沙溢流

本工程所需的砂类为细中砂及中粗砂，粒径小于0.063mm 的泥质在洗砂过程中将随溢流排入海。根据工程经验，矿层埋深大于5m时，吸砂泵出砂率（泥砂混合物）约为75%~85%，本矿区矿层埋深大于19m，吸砂泵出砂率（泥砂混合物）取80%，采砂船工作效率为1000m<sup>3</sup>/h，则毛砂工作效率为800m<sup>3</sup>/h。根据工程经验，采用筛分—水力分级选矿工艺可将毛砂中约80%的淤泥洗去，则单艘采砂船洗砂泥质排放源强（kg/s）=毛砂工作效率（m<sup>3</sup>/h）×矿层泥含量（%）×淤泥洗掉比例（%）×泥质干容重（t/m<sup>3</sup>）×1000÷3600，计算结果见表4.2.1-2。

#### 4.2.1.4 矿体盖层淤泥细砂崩塌产生的悬浮泥沙

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

根据工程经验，本次取盖层的0.1%计算悬浮泥沙源强。泥质的干容重按本矿区各钻孔的平均堆积密度（1.70t/m<sup>3</sup>）计算，矿体盖层淤泥细砂崩塌悬浮泥沙产生源强（kg/s）=矿层面积（m<sup>2</sup>）×盖层平均厚度（m）×盖层崩塌起悬量0.1%×泥质干容重（t/m<sup>3</sup>）×盖层泥含量（%）/矿层开采时间（h）×1000÷3600，计算结果见表4.2.1-3所示。

#### 4.2.1.5 边坡坍塌产生的悬浮泥沙

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

#### 4.2.1.6 悬浮物源强

根据前述计算结果，单艘施工船舶刚性射流管和吸砂管插入V1和V2预定砂层过程产生的悬浮泥沙的源强约为5.115~20.181kg/s，刚性射流管和吸砂管插入预定砂层只是一个很短暂的过程，因此悬沙扩散模拟时不考虑。由于V1和V2盖层较厚，因此不考虑高压射流扰动砂层产生、未被采砂船抽吸而扩散的悬浮泥沙源强。洗砂过程产生的悬浮泥沙（泥和粉砂加和）的源强为59.764~61.011kg/s。盖层崩塌过程悬浮泥沙的产生源强约为2.364~4.477kg/s，由于本项目拟采用折返式移动回采路线进行采砂，逐层开采深度较小，且本项目拟采用射流式采砂船，采砂的同时不断有过流水流入采砂坑内，因此矿体盖层下沉较缓慢，盖层可能发生崩塌产生的悬浮泥沙源强而也较小，悬砂预测时不考虑此部分源强。

本工程洗砂过程单艘采砂船的悬浮物合计源强见表4.2.1-4。

**表 4.2.1-1 插管悬浮源强一览表**

序号	矿层	洞口面积 (m <sup>2</sup> )	盖层平均厚度 (m)	排出悬浮泥沙体积 (m <sup>3</sup> )	起悬比例	泥沙干容重 (t/m <sup>3</sup> )	持续时间 (h)	源强 kg/s	工况
1	V1	8	4.51	36.107	15%	1.7	0.5	5.115	单船采砂时
2	V2	8	17.81	142.453				20.181	
3	全区平均	8	11.16	89.28				12.648	

**表 4.2.1-2 洗砂过程各矿体悬浮泥沙源强一览表（单艘船）**

序号	矿层	工况	工作效率 (m <sup>3</sup> /h)	泥（粉砂+粘土）			
				含量 (%)	排放强度 (m <sup>3</sup> /h)	泥沙干容重 (t/m <sup>3</sup> )	排放源强 (kg/s)
1	V1	单船采砂时	800	15.82	126.56	1.7	59.764
2	V2			16.15	129.2		61.011
3	全区			16.05	128.4		60.633

**表 4.2.1-3 矿体盖层淤泥细砂崩塌悬浮泥沙产生源强统计一览表（单艘船）**

序号	矿层	面积 (m <sup>2</sup> )	平均盖层厚度 (m)	可开采资源量 (万 m <sup>3</sup> )	工作小时数 (h)	总排放源强 (kg/s)
1	V1	2279383	4.51	1027.43	2055	2.364
2	V2	2279383	17.81	2140.74	4281	4.477
3	全区	4558765	11.16	3168.17	6336	3.792

表 4.2.1-4 项目悬浮泥沙产生源强一览表

类别		核算源强 kg/s			数模预测源强 kg/s		
		V1	V2	全区	V1	V2	全区
悬 沙 产 生 环 节	插管源强	5.115	20.181	12.648	插管时间仅半小时，时间短，不考虑		
	高压射流扰动砂层源强	V1 盖层平均厚度 4.51m, V2 盖层平均厚度 17.81m。由于盖层较厚，不考虑			盖层较厚，不考虑		
	洗砂源强	59.764	61.011	60.633	59.764	61.011	60.633
	盖层崩塌源强	2.364	4.477	3.792	合理开采、规范作业，基本不会发生，不考虑		
总计		67.244	85.669	77.073	59.764	61.011	60.633

## 4.2.2 船舶舱底含油污水

根据《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018）的船舶舱底油污水水量表，核算项目施工期船舶舱底油污水产生量，见表 4.2.2-1。

船舶油污水的含油浓度为 3000mg/L~6000mg/L 不等，本次评价计为 5000mg/L。根据项目组成和施工组织计划，本工程拟采用 5 艘 1000m<sup>3</sup>/h 射流式采砂船（单艘吨位 6000 吨级）、10 艘 3000m<sup>3</sup>~5000m<sup>3</sup> 皮带运砂船（本次计算取 5000m<sup>3</sup> 皮带运砂船，单艘吨位按 7500 吨级）、2 艘补给船（单艘吨位 200 吨级）。其中 500 吨级船舶舱底油污水产生量为 0.14（t/d·艘）；500~1000 吨级船舶舱底油污水产生量为 0.14~0.27（t/d·艘）；1000~3000 吨级船舶舱底油污水产生量为 0.27~0.81（t/d·艘）；3000~7000 吨级船舶舱底油污水产生量为 0.81~1.96（t/d·艘）；7000~15000 吨级船舶舱底油污水产生量为 1.96~4.20（t/d·艘）。则本项目施工船舶油污水最大产生量为 28.23t/d，油类污染物产生量为 141.15kg/d。

表 4.2.2-1 船舶油污水产生量

船舶吨级 (t)	船舶数量 (艘)	舱底油污水产生量 (t/d·艘)	油污水产生总量 (t/d)
200	2	0.14 (参考500吨级计)	0.28
6000	5	1.39	6.95
7500	10	2.10	21.0
合计			28.23

施工船舶上设置油水分离器和油污水罐，含油污水及时接收上岸，委托有资质的单位接收处理，严禁向水域排放含油污水。舱底含油污水应严格按照《船舶

水污染物排放控制标准）（GB3552-2018）的要求，禁止直接向沿海海域排放油类污染物，经收集上岸后应交由有能力的单位处理。

### 4.2.3 船舶生活污水

本项目拟投入5艘1000m<sup>3</sup>/h的采砂船进行采砂，每艘采砂船配备2艘3000m<sup>3</sup>~5000m<sup>3</sup>的皮带运砂船（合计10艘）进行运输，本项目投入2艘补给船，根据项目附近采砂项目的实际调研，采砂船船员配置人数为20人/艘，运砂船作业人员配置人数为以8人/艘，补给船作业人员以3人/艘计。采砂区每天按5艘采砂船、10艘运砂船、2艘补给船共同作业计算，则本工程作业船舶共有作业人员约186人。参照《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018），船舶工作人员生活用水量按100L/人·d，污水发生量按85%计，则船舶工作人员生活污水产生量约为15.81m<sup>3</sup>/d。根据《排水工程》（下册）中典型生活污水中常浓度水质进行估算，则项目船舶工作人员生活污水各特征污染物的产生情况见表4.2-1所示。船舶工作人员生活污水拟经船舶上的生活污水收集设施收集上岸后，由接收单位拉运处理，不得直接排放入海。

表 4.2.3-1 项目船舶生活污水产生情况统计一览表

污染物	<u>COD<sub>Cr</sub></u>	<u>BOD<sub>5</sub></u>	<u>SS</u>	<u>氨氮</u>	<u>总磷</u>
产生浓度（mg/L）	400	200	220	25	8
产生量（kg/d）	6.3240	3.1620	3.4782	0.3953	0.1265

### 4.2.4 大气

本项目施工过程中，产生的大气污染物主要来源于施工船舶产生的废气。本工程水上作业船舶主要为采砂船和皮带船等。这些船舶一般需配备柴油发电机等设施，柴油发电机运行过程中会产生废气等污染。但本项目施工船舶较少，拟申请采砂区处于相对开阔的海域，距离岸线较远，有利于污染物的扩散，且评价范围内没有敏感点，因此，施工期船舶废气对周边环境影响有限。

### 4.2.5 固体废物

#### 4.2.5.1 生活垃圾

本项目船舶工作人员合计约186人，参照《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018），船舶作业人员生活垃圾产生量按1.5kg/d·人计，则本项目船

船舶生活垃圾产生量为279kg/d。船舶人员船舶生活垃圾拟经分类收集上岸后，由环卫部门清运处理，不得排放入海。

#### 4.2.5.2 碎石杂物

采砂过程的采集到的碎石杂物暂存于船上，在采砂船靠岸检修时由相关接收单位接收处理，不得倾倒入海。

本项目采砂过程将产生少量的碎石杂物，根据项目储量核实报告中的勘探成果，砾石的粒径主要在37.5mm以内，绝大部分为可以直接作为海砂主要组分之一出售，仅极少量较大的碎石（粒径在37.5mm以上）杂物等需清理上岸处理。

根据储量核实报告，碎石杂物总产生量约为 $1368\text{万m}^3/\text{a} \times 2\% = 28.5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ 。碎石干容重计为 $1.32\text{t}/\text{m}^3$ ，折合后碎石杂物产生量约 $1749.77\text{t}/\text{d}$ （ $1325.58\text{m}^3/\text{d}$ ）、 $37.62 \times 10^4 \text{ t}/\text{a}$ 。

#### 4.2.6 噪声

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

#### 4.2.7 污染源强汇总

本项目采砂期间的污染源强汇总见表4.2-2。

表 4.2-2 本项目污染源强汇总表

种类	污染源	发生量	主要污染物	环保措施及排污去向
废水	插管	12.648kg/s	SS	控制采砂范围等
	采砂过程（洗砂）	60.633kg/s	SS	溢流泄水排放通过溢流管进行海底以上2.0m处排放
	船舶舱底航油污水	28.23t/d	石油类	经收集上岸后，交有处理能力的单接收处理
	船舶生活污水	15.81m <sup>3</sup> /d	CODCr:6.324kg/d BOD5: 3.162kg/d SS:3.4782kg/d 氨氮: 0.3953kg/d 总磷: 0.1265kg/d	经船舶生活污水收集设施收集上岸，后由接收单位拉运处理
固废	生活垃圾	279kg/d	卫生清扫物、废旧包装、瓶、罐等	分类收集上岸后，由城市环卫部门清运处理
	碎石杂物	1749.77t/d	碎石杂物	收集上岸由相关单位接收处理



### 4.3 工程各阶段非污染环境影响分析

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

- (1) 采砂后采砂区的海床塌陷对海底地形地貌和海床边坡稳定的影响；
- (2) 对采砂区邻近岸滩地形地貌、岸线的影响；
- (3) 海床变化对水动力环境的影响；
- (4) 潮流场改变对附近海域冲淤环境的影响；
- (5) 采砂作业对海洋生态环境的影响；
- (6) 采砂作业对周边环境敏感区和主要环境保护目标的影响；
- (7) 采砂作业对航道稳定性和通航环境的影响等。

### 4.4 环境影响要素识别和评价因子筛选

#### 4.4.1 环境影响要素的识别

通过对本项目污染物排放状况的分析，本工程海洋环境影响要素的识别判定见表 4.4-1。

表 4.4-1 环境影响要素和评价因子分析一览表

评价时段	环境影响要素	评价因子	工程内容及其表征	影响程度与分析评价深度	报告书中分析评价内容所在章节
施工期	海洋水文动力	潮流	采砂改变海域水文动力条件	+++	7.1
	地形地貌与冲淤环境	地貌演变及冲淤环境变化	采砂作业对作业区地形地貌和冲淤环境的影响	+++	7.3
	海水水质、沉积物	悬浮物	采砂作业过程产生的悬浮泥沙	+++	7.4.1、7.5
		生活污水	来自船舶作业人员	+	7.4.2
		船舶舱底含油污水	来自作业船舶	+	7.4.2
固体废物		来自船舶作业人员生活垃圾和碎石杂物等	+	4.2.4、7.10	

评价时段	环境影响要素	评价因子	工程内容及其表征	影响程度与分析评价深度	报告书中分析评价内容所在章节
	海洋生态	底栖生物损	采砂作业破坏底栖生境	+++	7.6
		游泳生物	采砂作业产生的悬浮物损害海洋生物生存环境	+++	7.6
		鱼卵仔鱼		+++	7.6
	环境风险	油膜扩散	溢油事故风险	+++	8.5
	通航环境	通航环境及通	运输船舶对过往航道的通航	+	7.8
<p>注 1: +表示环境影响要素和评价因子所受到的影响程度为较小或轻微, 需要进行简要的分析与影响预测;</p> <p>注 2: ++表示环境影响要素和评价因子所受到的影响程度为中等, 需要进行常规影响分析与影响预测;</p> <p>注 3: +++环境影响要素和评价因子所受到的影响程度为较大或敏感, 需要进行重点的影响分析与影响预测。</p>					

#### 4.4.2 评价因子筛选

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

水质环境现状评价因子为: 水温、盐度、pH、溶解氧、悬浮物、化学需氧量、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、氨氮、活性磷酸盐、挥发酚、硫化物、石油类、铬、铅、镉、锌、铜、汞和砷等。

沉积物环境现状评价因子为: 现场描述、粒度、类型、含水率、pH、有机碳、硫化物、石油类、铜、铅、镉、锌、铬、总汞和砷。

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

非污染要素主要环境影响预测与评价因子为: 海洋生物的损失量、地形地貌之岸线与海底地形的改变、水动力环境之潮流场变化趋势、冲淤环境之泥沙淤积与冲刷趋势等。

# 5 区域自然环境和社会环境概况

## 5.1 区域自然环境概况

### 5.1.1 气象特征

本报告采用陆丰气象站（59502）资料，地理坐标为东经 115.652°，北纬 22.9652°，距离项目约 26.0km；遮浪海洋站地理坐标为 22° 39' 29.29908" N，115° 34' 3.31477" E，距离项目约 8.6km，代表项目区域的气候与气象特征。项目地处祖国大陆东南部，属南亚热带季风气候区，海洋性气候明显，光、热、水资源丰富。其主要气候特点是：气候温暖，雨量充沛，雨热同季，光照充足；冬不寒冷，夏不酷热，夏长冬短，春早秋迟；秋冬春旱，常有发生，夏涝风灾，危害较重。

根据 2000-2019 年气象数据统计分析，陆丰气象站气象资料整编表如表 5.1.1-1 所示。

表 5.1.1-1 陆丰气象站常规气象项目统计（2000-2019 年）

统计项目		*统计值	极值出现时间	**极值
多年平均气温（℃）		22.8		
累年极端最高气温（℃）		36.8	2005-07-18	38.3
累年极端最低气温（℃）		5.1	2016-01-25	2.0
多年平均气压（hPa）		1011.9		
多年平均水汽压（hPa）		22.5		
多年平均相对湿度（%）		77.2		
多年平均降雨量（mm）		2019.8	2015-05-20	402.5
灾害天气统计	多年平均沙暴日数（d）	0.0		
	多年平均雷暴日数（d）	45.6		
	多年平均冰雹日数（d）	0.0		
	多年平均大风日数（d）	1.9		
多年实测极大风速（m/s）、相应风向		23.9	2013-09-22	40.0 NNE
多年平均风速（m/s）		2.4		
多年主导风向、风向频率（%）		E 12.9%		
多年静风频率（风速≤0.2m/s）（%）		4.3		
*统计值代表均值 **极值代表极端值		举例：累年极端最高气温	*代表极端最高气温的累年平均值	**代表极端最高气温的累年

### 5.1.1.1 气温

#### (1) 月平均气温与极端气温

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

#### (2) 温度年际变化趋势与周期分析

陆丰气象站近 20 年气温无明显变化趋势，2002 年年平均气温最高 (23.3°C)，2011 年年平均气温最低 (22.1°C)，周期为 4 年。

### 5.1.1.2 降水

#### (1) 月平均降水与极端降水

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

#### (2) 降水年际变化趋势与周期分析

陆丰气象站近 20 年年降水总量无明显变化趋势，2006 年年总降水量最大 (2790.9 毫米)，2004 年年总降水量最小 (1502.3 毫米)，无明显周期。

### 5.1.1.3 风况

#### (1) 月平均风速

陆丰气象站月平均风速如表 5.1.1-2，12 月平均风速最大 (2.5 米/秒)，04 月风速最小 (2.2 米/秒)。

表 5.1.1-2 陆丰气象站月平均风速统计 (单位: m/s)

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

根据汕尾海洋站资料统计结果，累年平均风速为 3.2 m/s。各风向年平均风速以 SE 向最大，为 4.5 m/s；ESE 向次之，为 4.3 m/s。最大风速一般出现于台风入侵或影响期间，另外，寒潮来临也会带来大风，一般风速都在 12 m/s 以上。

#### (2) 风向特征

近 20 年资料分析的风向玫瑰图如图 5.1.1-1 所示，陆丰气象站主要风向为 E 和 NNW、N、S，占 46.8%，其中以 E 为主风向，占到全年 12.9%左右。

根据汕尾海洋站 2001 年~2015 年风的资料统计结果，该海域全年盛行偏东向风（NE~SE），总频率为 65%，偏西北向风（W~N）频率最小，偏南向风（ESE~WSW）在全年的 5 月~8 月出现频率较高。风玫瑰图如图 5.1.1-2。

表 5.1.1-3 陆丰气象站风向频率统计（单位：%）

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

20年风向频率统计图  
(2000-2019)  
(静风频率: 4.3%)

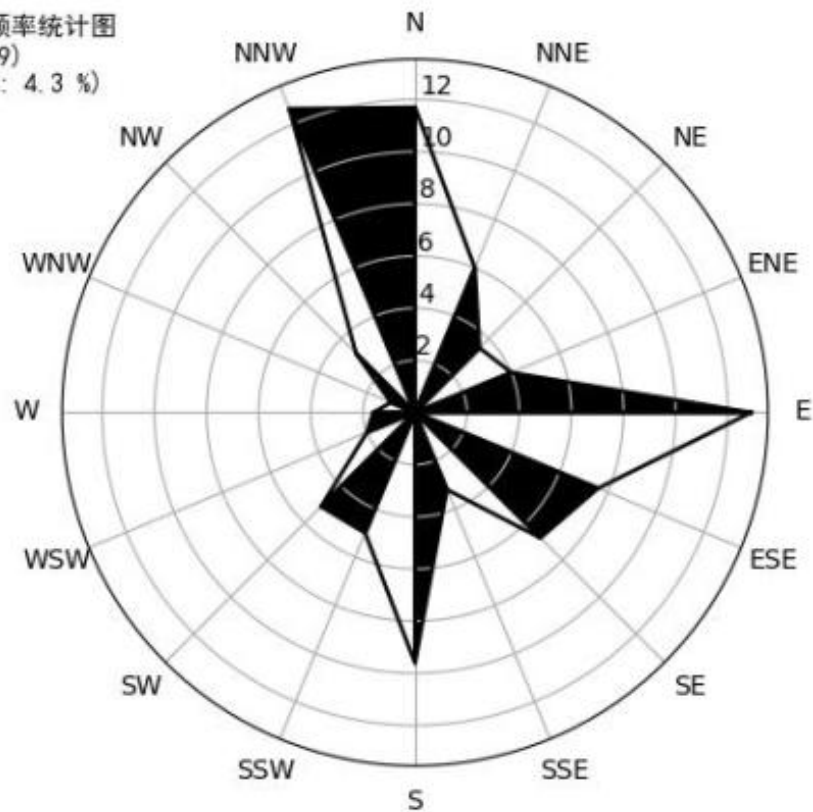


图 5.1.1-1 陆丰风向玫瑰图（静风频率 4.3%）

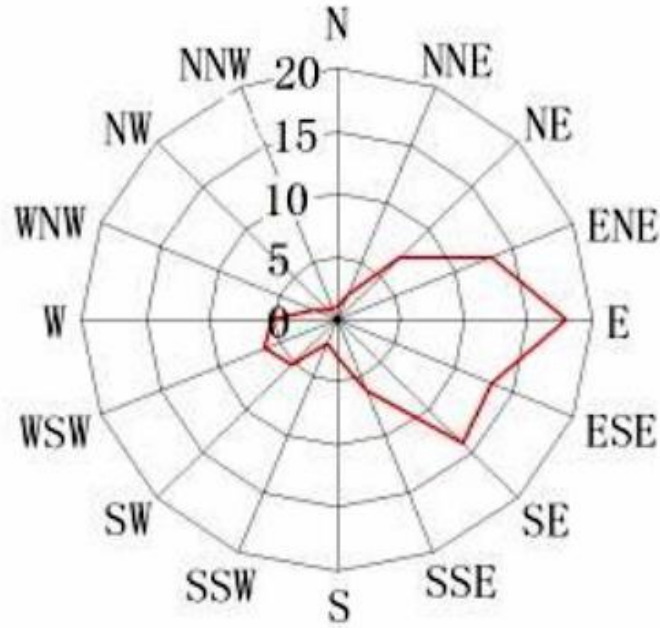


图 5.1.1-2 汕尾海洋站风向玫瑰图

各月风向频率如下：

表 5.1.1-4 陆丰气象站月风向频率统计（单位：%）

风向 月份	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S
01	14.3	6.9	3.2	3.8	11.3	7.9	6.1	2.7	3.4
02	11.2	6.0	3.1	4.0	15.0	10.4	7.2	2.3	6.8
03	8.7	5.4	3.4	4.8	16.2	11.0	8.8	3.5	7.3
04	7.6	4.4	2.8	4.7	15.1	9.2	8.8	3.8	13.1
05	5.8	4.3	3.3	4.8	14.6	8.8	8.7	4.7	14.3
06	4.2	2.8	2.4	3.0	11.3	5.1	5.6	4.4	18.3
07	5.6	4.4	2.4	3.0	10.1	5.2	6.5	4.5	17.6
08	9.9	6.6	3.8	2.9	8.3	4.7	5.5	3.9	13.6
09	14.9	8.5	5.4	4.3	13.7	8.5	6.2	2.9	5.6
10	17.9	7.9	4.8	5.2	16.0	7.0	7.6	2.0	5.7
11	19.6	6.6	3.9	4.2	13.3	7.9	6.1	1.5	4.2
12	20.3	7.5	3.3	3.3	9.6	5.4	4.8	1.6	4.9
风向 月份	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C	
01	2.2	2.2	1.1	0.4	1.0	4.3	24.1	4.9	
02	3.4	2.8	0.8	0.9	0.6	3.4	15.9	6.2	
03	4.2	3.6	1.8	0.9	0.5	2.8	11.8	5.2	
04	5.4	5.0	1.7	1.5	1.2	2.5	7.9	5.2	
05	6.5	6.8	3.0	1.6	0.9	2.5	5.6	3.7	
06	10.9	12.2	3.9	3.9	1.1	1.7	3.7	5.6	
07	8.8	10.6	4.9	3.7	2.0	3.1	4.5	3.2	

08	7.4	9.1	3.8	3.7	1.8	4.1	7.0	3.9	
09	4.2	3.4	1.7	1.1	1.1	3.7	11.9	3.1	
10	2.2	2.3	0.3	0.4	0.6	3.0	14.4	2.6	
11	2.7	1.3	0.6	0.5	0.4	4.0	19.0	4.2	
12	2.2	2.1	0.5	0.6	0.9	3.8	25.3	3.9	

### (3) 风速年际变化特征与周期分析

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

根据汕尾海洋站 15 年风的资料统计结果，汕尾海洋站风速无明显变化趋势，累年平均风速为 3.2 m/s。

## 5.1.1.4 日照

### (1) 月日照时数

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

### (2) 日照时数年际变化趋势与周期分析

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

## 5.1.1.5 相对湿度

### (1) 月相对湿度分析

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

### (2) 相对湿度年际变化趋势与周期分析

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

## 5.1.2 水文资源

### 5.1.2.1 基面关系

当地理论最低潮面在当地平均海平面下 0.9m，56 黄海平均海面在理论最低潮面上 0.623m，85 国家高程在理论最低潮面上 0.465m。各基准面关系如图 5.1.2-1

所示。

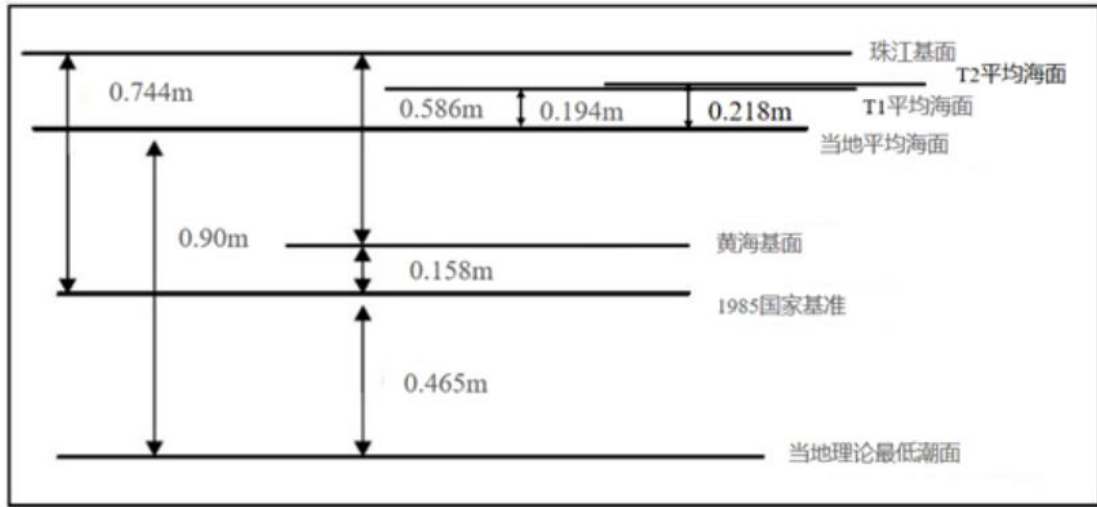


图 5.1.2-1 汕尾站基面关系图

### 5.1.2.2 波浪

工程附近主要有遮浪海洋站波浪统计资料、2005.5~2006.4 田尾角波浪观测资料。

遮浪站常浪向为 E 和 ESE 向，出现频率分别为 27.3%和 20.3%；其次为 NE 和 ENE 向，分别占 9.9%和 6.6%。强浪向为 E 向，S 和 SSE 向次之。 $H_{1/10}$  小于 0.5m 仅占 5.9%，而  $H_{1/10}$  大于 1.5m 的所占频率为 32.6%，表明该海域波浪较强。遮浪站海域出现频率最大的周期为 4.1~5.0s，所占频率为 53.5%，其次为 5.1~6.0s，所占频率为 25.2%，S 向浪最大的周期超过 8s。

田尾角波浪观测站的波浪周年观测时间为 2005 年 5 月 1 日至 2006 年 4 月 30 日，共 365 天。波浪仪离岸约 350m，海图水深 12m 左右。测量记录方式为逐时，波浪数据记录是每整点前 18min 开始记录，共记录 20min。365 天观测期间，记录波浪数据共 8760 次，获取有效记录 8316 次波浪数据，有效率达 94.93%。

通过资料分析可知，该工程海域强浪向为 SE 向，最大波高在 4.5m~5m 范围，其次为 S 向，最大波高在 3.5m~4m 范围；常浪向同样为 SE 向，占全年波浪的 38.6%，其次为 ESE 向，占全年波浪的 39%。另外统计了周期大于 6s 的波浪，仅占全年波浪的 1.7%。

### 5.1.3 区域地质背景

勘查区位于广东沿海汕尾近海，构造区域属华南板块的华夏地块单元，区域



自太古代以来, 经历了一系列的大地构造演化过程, 地层系统发育较全, 岩浆活动和断裂活动较为活跃。

### 5.1.3.1 地层

广东沿海陆区发育地层较老, 自南华系至第四系均有出露, 以下侏罗统分布最广。经历过加里东构造运动的南华系、震旦系、寒武系、奥陶系, 普遍遭受区域变质作用, 但变质程度偏低, 仅达低绿片岩相—绿片岩相, 原生结构构造基本保留。从老到新沉积有华南系、震旦系、寒武系、奥陶系、上中泥盆统、石炭系、二叠系、上三叠统、侏罗系、白垩系、古新统、始新统、第四系。陆区地层按大地构造属性和沉积特征可分四个主要发展阶段: 第一阶段为前南华纪, 第二阶段为南华纪—志留纪, 第三阶段为泥盆纪—中三叠世, 晚三叠世以来为第四阶段。

#### (1) 陆域地层

出让区临近陆域出露地层主要有三叠系、侏罗系、白垩系和第四系。受中生代构造-岩浆事件的影响, 部分地区的三叠系和侏罗系地层发生不同程度的变质作用(图 5.1.3-1)。

#### ①三叠系

上三叠统小坪组: 广泛分布, 主要分布在惠东、紫金、惠来和澄海等地区, 为一套浅海相、滨海相或近海三角洲上部的沉积建造。地层岩性相对单一, 主要由含砾砂岩、石英细砂岩、石英砂岩、粉砂岩、砂页岩组成, 以砂岩为主, 总厚度为 860~2907 米。按岩性组合从下至上可分为三个岩性段: 第一岩性段由含砾砂岩和砂页岩组成, 两者互层, 局部夹薄煤层; 第二岩性段由粉砂岩和细砂岩组成; 第三岩性段由石英砂岩和细砂岩组成。该组地层为区内出露的最老的地层, 与下伏地层关系不明, 与上覆金鸡组地层为整合接触。

#### ②侏罗系

下侏罗统金鸡组: 是分布最广泛的地层, 为一套海陆交互相碎屑沉积建造。岩性变化单一, 主要由长石石英砂岩、石英砂岩、粉砂岩、页岩等组成, 夹薄层含炭质泥岩。根据岩性组合, 从下至上可分为两个亚组, 下亚组下部为泥质粉砂岩, 夹页岩及细粒长石石英砂岩; 中部为细粒长石石英砂岩与泥质粉砂岩及少量泥岩互层; 上部为粉砂质泥岩、泥质粉砂岩互层, 下亚组总厚度为 68~3216 米。上亚组下部为中细粒长石石英砂岩和泥质粉砂岩, 夹粉砂质页岩及含砾石英砂

岩；中部为泥质粉砂岩，粉砂质泥岩，夹石英砂岩、中粒长石石英砂岩及炭质页岩；上部为中-细粒长石石英砂岩夹泥质粉砂岩，上亚组总体厚度为 275~2087 米。

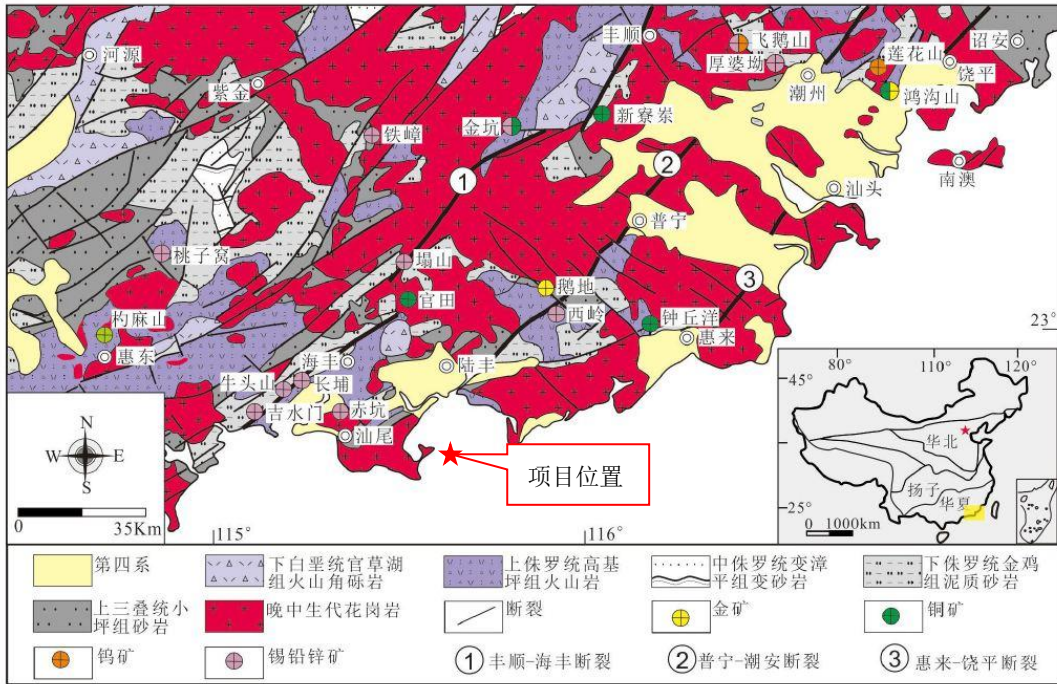


图 5.1.3-1 出让区临近陆域地质图

中侏罗统漳平组：分布非常有限，仅出露在紫金县一带，为一套海陆交互相建造，与下覆地层为整合接触。按岩性组合可划分为两个岩性段：第一岩性段由灰紫色和灰绿色凝灰岩、凝灰质粉砂岩组成，夹细粒长石石英砂岩、页岩和粉砂岩，少量灰黑色粉砂质页岩夹层，厚度为 537~1396 米；第二岩性段由灰白和浅红色中细粒长石石英砂岩组成，含有浅灰绿色和灰紫色粉砂岩夹层，局部夹有凝灰质砾岩，厚度为 530~833 米。

上侏罗统高基坪组：分布广泛，出露面积约占本区总面积的 20%，为一套内陆湖泊相中酸性火山熔岩和火山碎屑岩建造。按岩性组合可分上下两段。下段主要分布在研究区西部，岩性为流纹（斑）岩、流纹质凝灰熔岩、流纹质熔结凝灰岩、英安岩、霏细岩夹英安斑岩和炭质页岩等，厚度为 799~918 米；上段岩性为英安斑岩、英安质凝灰熔岩、流纹质熔结凝灰岩、流纹斑岩、流纹质凝灰熔岩、凝灰角砾岩夹泥质或炭质页岩等，厚度为 1041~2277 米。

### ③白垩系

下白垩统管草湖组：分布有限，主要分布在河源、丰顺和澄海地区，为一套火山-碎屑沉积建造，岩性比较单一，主要为凝灰质砾岩、凝灰质砂砾岩，夹有

粗砂岩和粉砂岩，总厚度大于 1030 米。

#### ④第四系

第四系（Q），主要分布于区域南部沿海地区、中东部地区的河谷阶地，沉积类型多样，有冲积相、坡积洪积相、三角洲相、泻湖湘、海积相和风积相等，岩性主要为砾石、粗砂、细砂及砂质粘土等松散沉积物。

#### （2）海域地层

海区发育的主要沉积盆地有珠江口盆地、台西南盆地和台湾海峡盆地。中生界与新生界均十分发育，如中侏罗系、白垩系、古近系、新近系和第四系。其中珠江口盆地东部地层，自下而上主要发育中生界（上三叠统、侏罗系、下白垩统）、新生界（古近系古新统神狐组、始新统文昌组、下渐新统恩平组、上渐新统珠海组及新近系下中新统珠江组、中中新统韩江组、上中新统粤海组、上新统万山组及第四系）。台西南盆地，是一个中新生代叠合型断陷盆地。中新生界最大沉积厚度超过 10000m，该盆地自下而上发育的地层有：中生界（侏罗系和下白垩统，上白垩统缺失）、新生界（古新统、始新统、渐新统、中新统、上新统和第四系）。台湾海峡盆地基底为与大南澳群（最老岩石为二叠纪）相当的片岩、大理岩，盖层为白垩系和新生界，该盆地钻井揭示了中生代和新生界地层（古新统、始新统、渐新统、中新统、上新统和第四系），沉积厚度具有“东厚西薄”的特征，西部坳陷缺失中新世地层，而东部坳陷新生代地层发育较完整。

海陆地层对比发现，陆区中晚侏罗世发育砂岩、凝灰质砂岩、泥岩、凝灰质泥岩、安山岩、英安质—安山质凝灰熔岩、中基性火山岩及英安质流纹质火山碎屑岩、火山碎屑沉积岩等，以火山岩为主，局部为沉积岩。海区已有钻井钻到的深度证实中生界发育有中晚侏罗统和白垩系。其中中晚侏罗世发育富含有机质碎屑泥岩、泥质粉砂岩夹灰岩、鲕粒灰岩及玄武岩、流纹岩等，总体为水深逐渐增加的海相环境。

进入白垩纪，在陆区河源、五华、丰顺等地形成了多个规模较大的断陷盆地，白垩纪早期沉积砂砾岩、凝灰质砂砾岩、含砾砂岩、砂岩夹凝灰质粉砂岩、沉凝灰岩、碱长流纹质火山碎屑岩、火山碎屑沉积岩。白垩纪晚期发育的主要岩性为泥岩、砂岩、砂砾岩、含砾岩屑砂岩、凝灰岩、流纹岩等，沉积地层的火山岩成分明显较少，以沉积岩为主；白垩纪海区沉积早期发育基性火山喷出岩与泥岩、

砂岩、泥灰岩互层，晚期主要岩性为泥岩、砂岩，含有机碎屑，说明多发生火山喷发，总体为陆相河流—湖泊环境。

古近纪以来，在陆区增城—河源—东源一线以及东莞等地形成断陷盆地，沉积大套陆缘碎屑。古新世—始新世时期，发育了白云质粉砂岩夹泥岩、砾岩、砂砾岩等沉积；渐新世—中更新世本区处于隆升剥蚀状态，直至更新世中晚期才开始接受第四纪沉积，主要发育粘土、泥质砂、砂岩、砾岩的河流、沿海三角洲、现代潮坪等沉积。海区的古新世—始新世沉积时期发育一套陆相为主的碎屑岩，主要岩性有泥岩、砂岩及火山岩、火山碎屑岩等；早渐新世属于河湖沼泽环境，发育泥岩、砂岩夹煤层。晚渐新世主要为海陆过渡环境，发育砂泥互层的三角洲及滨岸相沉积。新近纪时期沉积一套海相地层，主要岩性为泥岩、粉砂岩、砂岩，含海相生物化石；第四纪沉积了一套广海相的砂砾岩、粉砂质粘土，并含海相化石。

调查区内第四系发育，钻孔揭示至中更新统，这里仅讨论中更新统中上段以来的地层划分。

全新统的划分（北尖组 Q<sub>4bj</sub>）：全新统的底界，采用氧同位素 1/2 期界线，年龄约为 10ka，同时它又是气候明显转暖的界线，反映在海区是大规模海侵开始的界线。

上更新统划分（南卫组 Q<sub>3n</sub>）：上更新统与中更新统之间的界线，采用氧同位素 5/6 期之间的分界，年龄为 128ka。钻孔揭示的地层来看，本区缺上更新统中上部。

中更新统划分（北卫组 Q<sub>2bw</sub>）：钻孔只揭示中上更新统，中更新统的中上段以超微化石 NN21/NN20 界线，年代为 275ka。

### 5.1.3.2 地质构造

#### （1）构造位置及演化

调查区位于华南板块东南缘的华夏地块，北侧靠近江南造山带，东南侧濒临西太平洋，南部为南海地块。华南板块自太古代以来，经历了一系列的大地构造演化过程，主要包括太古代-古元古代（4000-1600Ma）古老结晶基底形成阶段，中、新元古代（1600-541Ma）华南大陆板块形成与裂解阶段，早古生代（541-359Ma）陆内造山作用，早中生代（251-200Ma）印支期造山旋回，晚中

生代（170-66Ma）燕山期造山旋回。

## （2）褶皱

陆区褶皱主要赋存于地层中，区域上常被断裂切割和岩浆侵入破坏而残缺不全，主要发育在加里东期、印支期和燕山期。

海区包括伸展、走滑和挤压等构造样式，以伸展构造样式为主。其中走滑构造主要发育在珠江口盆地 NW 向走滑断裂带内，样式以花状构造为主，局部发育垂直变形的强烈挤压褶皱，褶皱变形呈多种形态，有宽缓的开褶皱及窄的紧密褶皱，褶皱的沉积地层表现为同步形变，即自上而下，沉积层表现为韧性揉皱，地层发生平行或相似形变，沉积层形变轴呈大角度或近于垂直。挤压构造样式同样会形成褶皱和逆断层，地震剖面中偶尔会出现小范围的褶皱变形，卷入褶皱变形的地层通常为基底以上的所有地层，且具有由下往上变形逐渐减弱的趋势。反转构造为正反转构造，反转强度不大，属于局部的轻度反转，晚期受到挤压产生了褶皱变形。

## （3）断裂构造

本区断裂极为发育，不同方向、不同规模、不同性质和不同深度的断裂均有分布。断层走向主要有三组：NE-NEE、NW-NWW 和近 EW 向。NE-NEE 和 NW-NWW 向断层在陆区和海区都十分发育，控制了新生代盆地的沉积和发育，为主要断裂系统，近 EW 向断层主要发育在珠江口盆地和台西南盆地西南部。陆区断裂主要是在燕山期挤压状态下形成的，而海区断裂是在喜山期拉张状态下形成。

### ①陆区断裂：

陆区经历了多期地壳构造运动，伴随构造运动相应地形成了一系列的深度、规模、方向和性质不同的断裂带。一般断裂不计其数，区域性大断裂亦较发育，这些区域性大断裂往往切割硅铝层或硅镁层，规模较大，对沉积岩相、岩浆活动及成矿作用起着明显的控制作用，且多为复活断裂或地体拼接带。区内韧性构造亦较发育，确认了一系列韧性剪切带和滑脱构造体系。区域性大断裂主要表现于 NE、NW 及近 EW 三个方向。断裂的构造运动经历了加里东期、印支期、燕山期、喜山期四个阶段。

NE 向断裂在区内构造形迹最为显著，具继承性多期活动特征，其强烈的分

割作用奠定了本区大地构造的基本格局,并在很大程度上控制了显生宙地层及岩浆岩的分布。莲花山断裂带呈北东向贯穿全区,由三条深大断裂组成,自北西向南东依次为丰顺-海丰、普宁-潮安、惠来-饶平断裂。丰顺-海丰断裂东起丰顺北部,经揭东,至海丰,全长约 300 公里,宽约 2 公里,沿断裂分布着金坑、塌山、吉水门、长埔和牛头山等多个锡多金属矿床;普宁-潮安断裂东起潮州北部,经普宁,至陆丰入南海,全长约 210 公里,宽数公里,沿断裂分布着厚婆坳、西岭等多个锡多金属矿床;惠来-饶平断裂带东起饶平,经澄海、汕头、至惠来,全长 150 公里,受沿海第四系覆盖断续出露。

EW 向断裂带形成时代较早,属“南岭纬向构造带”的组成部分,主要表现为对岩体分布的控制以及呈断续分布的 EW 向断裂形迹。

NW 向断裂带主要包括饶平-大埔断裂、韩江断裂、揭西-汕头断裂等,形成时代有早有晚,通常这组断裂被看作 NE 向构造的配套断裂或共轭关系,新生代这组断裂构造活动强烈而显著,表现为切割 NE、EW 向断裂,地貌上标志十分明显,如控制河流转向,第四系分布等。这组断裂也是浅源地震诱发地带,因为地震一般都发生在 NW 向断裂与 NE 向或 EW 向断裂的交汇处。

饶平-大埔大断裂:位于东北的平远、蕉岭、梅县、大埔、饶平一带,主要由双溪、帽山,漳溪、竹笪断裂等组成,长约 150km。断裂切过晚三叠世-白垩纪地层,沿断裂带构造透镜体、压碎岩、片理、劈理和节理发育,并分布燕山晚期的岩浆岩脉。表明断裂早期具压剪性特征,晚期为张性。

## ②海区断裂:

海区断裂反映的主要是新生代以来发育的断裂。海区断裂非常发育,大部分为正断裂,少数为走滑断裂,断裂按其走向大致可分为近 EW 向、NE-NEE 向和 NW-NWW 向三组。北部陆架区大多断裂朝凹陷的主体部位呈阶梯状断落;断裂的走向大多与局部凹陷构造展布的方向一致,凹陷的规模往往受断裂大小所控制;且大部分断裂发育在下第三系,在上第三系数量明显减少,只有少数断裂贯穿整个新生界。海区断裂是在基底拉张状态下形成的,并控制了新生代隆拗格局的发育。断层的数量随着地层由老到新而减少,沉积盆地的发育过程也随之由早期的断陷阶段,发展到晚期的拗陷阶段。

距离拟出让海域最近距离的为闽粤滨海断裂带,其大致分布在 40~50m 水

深线附近，其走向与海岸线平行，主要呈 NEE 走向，此带的西北侧为大陆地形顺势延伸的水下岸坡区，地势起伏变化大，陆连岛、陆连沙嘴发育，岛链、礁岩星罗棋布，水下谷地、洼地交错，新生代沉积分布不连续，厚度一般不超过 200 m；其东南侧岛礁消失，地势平坦，普遍为新生界覆盖，厚度一般超过 500m。此带还是大陆沿岸泥类沉积物（北侧）与滨-浅海砂类沉积物（南侧）的重要分界线。该断裂带是历史上多次强震的发震构造，近期弱震密集分布，该断裂带由一系列近于平行的规模不等的断裂组成。全长约 530km，宽约 10~24km，内部发育有许多小断裂，断裂主要倾向 SE，为正断层。具有明显的分段特征，根据断裂形态及其对沉积的控制作用，以 F17 和 F18 两断裂为界，可将该断裂带分为三段。东段断裂带宽约 24km，中段宽约 21km，西段宽约 18km。

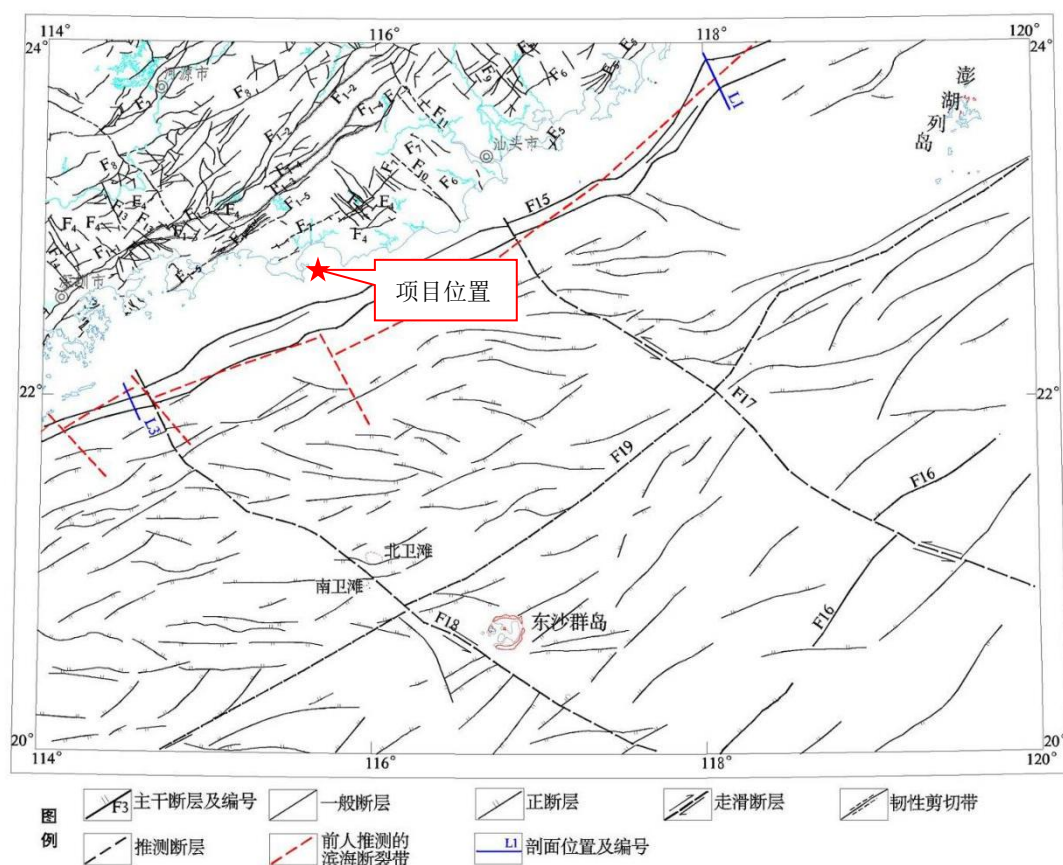


图 5.1.3-2 出让地区基底断裂分布图

### 5.1.3.3 岩浆岩

华南板块从古生代到晚中生代，发生了大规模、多期次的岩浆活动，在华南内陆和东南沿海地区形成了大量的侵入岩和火山岩，其中侵入岩主要为燕山期，海域部分区域揭示有喜山期岩浆岩。

### (1) 陆域岩浆岩

陆域主要以燕山期侵入岩为主，该时期花岗质岩石与多种矿床有密切关系，对矿床的时空分布、成矿物质来源等诸多方面都起着决定性的作用。岩性为辉绿岩、辉长岩、石英闪长岩、花岗闪长岩、二长花岗岩、花岗岩和黑云母花岗岩。辉绿岩和辉长岩以岩脉和岩墙产出，主要分布在惠来和莲花山地区。石英闪长岩和花岗闪长岩以岩株产出，主要分布在莲花山断裂带中部地区。二长花岗岩和黑云母花岗岩则以岩基产出，分布范围遍及全区。前人研究将区内花岗岩分为燕山二期、燕山三期和燕山四期，最新成果表明区内侵入岩的形成时代由老至新则主要有以下三个阶段：中晚侏罗世（170~155Ma）、早白垩世（145~135Ma）和白垩纪中期（130~120Ma）。

中晚侏罗世（170~155Ma）：主要以高钾钙碱性花岗闪长质岩石为主，主要分布在惠州、揭阳和惠来等地区，岩性主要以石英闪长岩和花岗闪长（斑）岩为主。部分岩石与斑岩型铜金矿有关，如钟丘洋、新寮东和鸿沟山铜多金属矿。花岗闪长岩一般呈灰白色，中粗粒结构、斑状结构，块状构造，主要矿物为斜长石（35~45%）、钾长石（10~15%）、石英（15~20%），含有一定角闪石和黑云母，副矿物有锆石、磷灰石和榍石等。石英闪长岩，灰白色，中细粒结构，块状构造，主要矿物为斜长石（40~45%）、钾长石（5~10%）、石英（5~15%）、角闪石（10~15%）和黑云母（5~10%），副矿物为磁铁矿、磷灰石、锆石和榍石等。

早白垩世（145~135Ma）：主要岩性为二长花岗岩、花岗斑岩和黑云母花岗岩，高钾钙碱性，成因类型为I型或者A型，具有高分异特征，部分岩石与钨锡成矿作用相关。该时期岩石主要分布在潮汕和揭阳地区。二长花岗岩，灰白色，中粗粒结构，块状构造，主要矿物为钾长石（35~40%）、斜长石（30~35%）、石英（15~20%），含有一定的黑云母，副矿物为锆石、榍石等。花岗斑岩，灰白色，斑状结构，斑晶（约为30%）主要为钾长石和石英，含有少量的黑云母，基质主要为钾长石、斜长石、石英和黑云母，副矿物为磷灰石和锆石。黑云母花岗岩，整体呈肉红色或者灰色，主要矿物为钾长石（35~50%）、斜长石（10~15%）、石英（20~30%）和黑云母（10~15%），副矿物为锆石和铁钛氧化物。

白垩纪中期（130~120Ma）：主要为花岗岩和黑云母花岗岩，分布极为有限，主要在潮汕地区，以莲花山岩体为代表（Liu et al., 2017）。花岗岩，灰白色或者



肉红色，花岗结构，块状构造，主要矿物为钾长石（35~50%）、斜长石（10~15%）、石英（30~35%）和黑云母（5~10%），副矿物为锆石、磷灰石和铁钛氧化物。黑云母花岗岩，灰色，细粒结构，块状构造，主要矿物为钾长石（45~50%）、斜长石（10~15%）、石英（15~30%）和黑云母（10~15%），副矿物为锆石、磷灰石、钛铁矿和独居石等。

## （2）海域岩浆岩

根据南海北部钻井资料，区域岩浆活动发育时期主要为中生代的燕山期和新生代的喜山期，燕山期的岩浆活动主要以中-酸性为主，连片分布规模较大，喜山期的岩浆活动主要以基性为主，分布零散且范围变化较大，属散布型火成岩区。

燕山期岩浆岩广为发育，规模大小不一，其分布明显受断层控制，多与断层伴生。岩浆岩体分侵入岩和喷出岩两大类，在中部隆起区和南部隆起区上，一般发育酸性、中酸性侵入岩；盆地或拗陷内主要为地幔物质上涌、喷溢而成的喷出岩，构成为数不少的海山或海丘，部分为酸性-基性的侵入岩。这些岩浆岩在地震剖面上表现为柱状、丘状或不规则状，在平面上多呈与断层走向一致的长条状或串珠状，规模较小的岩体通常呈椭圆状。

喜山早期岩浆岩集中分布在东南部的中央隆起带东部、笔架盆地、南部隆起中北部、以及台西南盆地南部等区域的结合部位；其次，在珠一拗陷、北部断阶带以及珠二拗陷北部和中央隆起带西部局部还零散分布着几十个规模小得多的岩体。主要为火山岩，包括为玄武岩和粗面岩，在地震剖面上形态为岩墙、岩柱状及其复合形态，岩体两翼明显受断层控制，大多与断层伴生，沿断层的上升盘产出。岩体边界反射较清楚，顶部呈强反射，内部为杂乱-断续反射，向上刺穿较明显。

喜山晚期岩浆岩在东部台西南盆地、南部隆起、笔架盆地和南海地块东南端局部零星分布。平面上为近圆状、椭圆状和不规则状，走向以 NEE 为主；地震剖面表现为地层反射界面的连续性遭到破坏、波组中断。部分岩体两侧具有明显的牵引现象，形成不规则的柱状、锥状或蘑菇状的形态。而后期沉积层上超于岩体两侧或披覆在岩体的上部。该期岩体一般为中基性火成岩，一般是与断裂作用相伴生的侵位岩浆岩，主要发育期在渐新世~中新世，部分为第四纪。

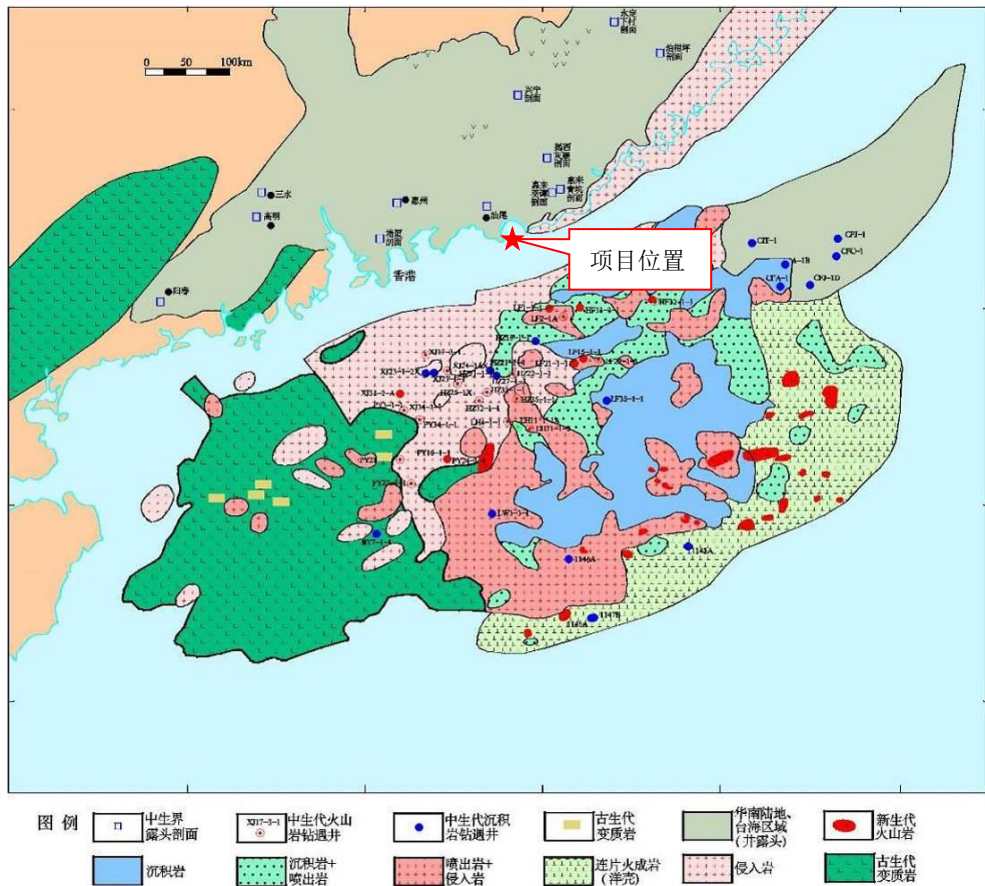


图 5.1.3-3 南海北部陆缘岩浆岩分布图

## 5.1.4 自然灾害

### 5.1.4.1 热带气旋

根据历史资料分析,在广东珠江口以东至饶平一带沿海地区登陆的热带气旋均可能对项目区域造成正面的较大影响。从 1949 至 2019 年,71 年中在广东珠江口以东至饶平一带沿海地区登陆的热带气旋有 96 个(其中达到台风以上量级的 52 个),年平均 1.4 个。有 13 年的登陆热带气旋个数达到 3 个以上,其中 1961 年有 6 个热带气旋在此区域登陆。1969 年中,有 14 个(其中达到过台风以上级别的有 8 个,登陆时达到台风以上量级的 3 个)热带气旋在陆丰沿海登陆,登陆时强度最强的是 1510 号台风“莲花”,风速为 38m/s,出现在 2015 年 7 月 9 日。

登陆该区域的热带气旋一般集中在 6 到 10 月,占 9 成以上。登陆最早的是 1980 年 5 月 24 日登陆的 8004 号热带风暴,登陆最迟的是 2016 年 10 月 21 日在海丰登陆的 1622 号台风“海马”。2018 年及 2019 年无热带气旋在这一带登陆。

表 5.1.4-1 2000-2019 年登陆广东珠江口以东到饶平沿海一带的台风概览

年份	序号	中央编号	强度	过程中心气压极值 (hpa)	过程中心速极值 (m/s)	登录地点	登录日期(月、日)	风力 (级)	风速 (m/s)	中心气压 (hpa)
2000	5		热带低压	1002	15	香港	6.18	7	15	1002
2000	17	13	强热带风暴	980	28	惠东-海丰	9.01	10	28	980
2001	4	104	台风	965	35	海丰-惠东	7.06	11	30	970
2001	18	116	台风	960	40	惠来	9.2	10	28	985
2002	15	212	强热带风暴	980	28	陆丰	8.05	10	25	985
2004	12	409	热带风暴	990	23	香港	7.16	9	23	995
2004	14	411	热带风暴	990	23	陆丰-惠来	7.27	8	20	995
2005	10	510	强热带风暴	980	30	澄海	8.13	10	28	982
2006	1	601	强台风	945	45	饶平-澄海	5.18	12	35	960
2007	7	707	强热带风暴	975	30	香港	8.1	8	20	990
2008	7	806	台风	950	45	深圳	6.25	9	23	985
2009	7	906	台风	965	48	深圳	7.19	13	38	965
2011	6	1103	热带风暴	995	20	饶平-澄海	6.11	7	18	996
2013	20	1319	超强台风	915	60	汕尾	9.22	14	45	930
2014	7	1407	热带风暴	988	23	潮阳	6.15	9	23	988
2015	10	1510	台风	955	42	陆丰	7.09	13	38	965
2016	6	1604	台风	965	38	深圳	8.02	11	30	989
2016	24	1622	台风	905	68	海丰	10.21	13	38	970
2017	7	1702	强热带风暴	984	25	深圳	6.11	9	23	990
2017	15	1707	热带风暴	995	18	香港西贡	7.23	8	18	995
2017	25	1716	强热带风暴	990	25	陆丰	9.03	8	20	995

注：2006 年以前的登陆台风，按只定最大 12 级的旧标准记录登陆强度；2006 年以后的按新标准（最大 17 级）记录登陆强度。强度极值和登陆信息以《台风年鉴》或《热带气旋年鉴》。

### 5.1.4.2 风暴潮

风暴潮灾害是由台风强烈扰动造成的潮水位急剧升降,是一种严重的海洋灾害,主要危害沿海地区。在广东地区,台风风暴潮灾害的特点是:发生次数多、强度大、连续性明显,影响范围广,突发性强,灾害损失大,且主要危害经济发达的沿海地区。影响工程水域的台风平均每年出现2次左右,一般多出现于7~9月。

通常为天文潮、风暴潮、海啸及其它长波振动引起海面变化的综合特征。观测期间影响本海区的台风主要有:莲花,浪卡,莫拉菲,天鹅,莫拉克,巨爵和凯撒娜。经过实测潮位值与天文潮的对比,得到它们引起的增水情况列于下表。

表 5.1.4-2 台风引起的增水

名称/编号	登陆地点	日期	台风引起的增水(m)
莲花(Linfa)/03	福建晋江	2009.6.20	0.34
浪卡(Nangka)/04	广东平海	2009.6.26	0.52
莫拉菲(Molave)/06	广东徐闻	2009.7.19	0.83
天鹅(Goni)/07	广东台山	2009.8.5	0.38
莫拉克(Morakot)/08	福建霞浦	2009.8.9	0.38
巨爵(Koppu)/15	广东台山	2009.9.14	0.51
凯撒娜(Ketsana)/16	越南广义	2009.9.29	0.68

### 5.1.4.3 地震

由于菲律宾海板块与欧亚大陆板块的相互碰撞—聚合作用,造成南海北部断裂构造十分发育,地震活动较活跃。滨海断裂带是南海北部陆缘的一条重要活动构造带,该断裂带对拟出让海域周围地区的地震活动具有显著的控制作用(图 5.1.4-1)。滨海断裂带北侧华南陆块相对稳定,内部变形微软,地震活动以浅源小震为主。

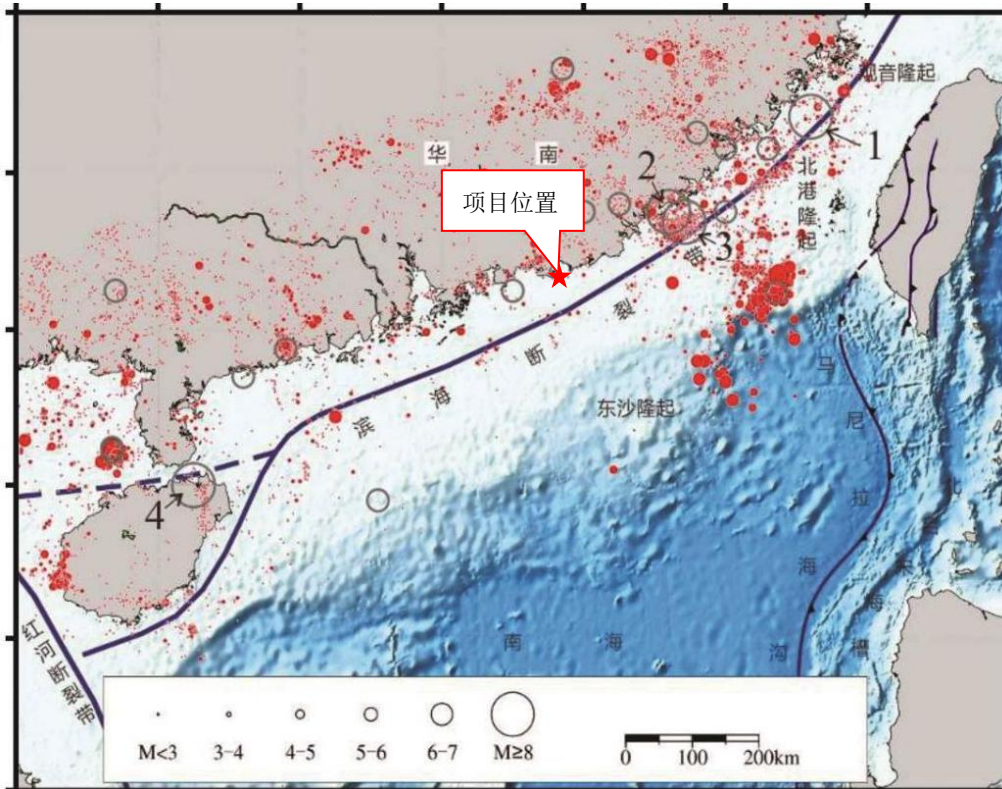


图 5.1.4-1 出让海域周围地震点分布图

该区域属于华南陆缘地震带中闽南-粤东沿海地震活跃区，先后发生较大的地震有 1600 南澳 7.0 级地震、泉州外海 1604 年 8 级强震、1918 年南彭 7.5 级地震和 1994 年台湾浅滩 7.3 级地震。通过对沿滨海断裂带的地震活动性分析表明，小震密集区和  $M \geq 6.0$  的大震、强震活动是地震活跃区的一个重要特征。该区的大的、强震与中小地震有着不同的孕震、发震特征。前者仅在地震活跃区内偶发，且主要沿滨海断裂带分布，显示滨海断裂带具有重要的控制作用；后者在地震活跃区内广泛存在，在局部地区密集成簇，表明局部断裂活动起主要控制作用。

综合滨海断裂带的发震特征和断裂带两侧的块体运动特征可发现，前者以走滑型地震为主的发震特征意味着滨海断裂带的走滑特性，而周边块体的地壳运动速度场则表明滨海断裂带具有右旋挤压特征。处在华南块体与南海块体之间的滨海断裂带，受东侧菲律宾海板块与欧亚板块的 NW 向汇聚挤压，以及西侧印藏碰撞导致的印支地块沿红河断裂带的剪切走滑的作用下，表现为具有右旋挤压剪切性质的块体边界。

## 5.2 区域海洋资源概况

### 5.2.1 岸线资源

#### (1) 大陆自然岸线

根据《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》，汕尾市大陆海岸线长 455.2 千米，共划定严格保护岸线 258.4 千米，限制开发岸线 103.3 千米，优化利用岸线 93.5 千米。本项目不占用广东省大陆自然岸线保有或海岛自然岸线。

项目评价范围内涉及到汕尾市主要保有自然岸线为西侧 9.5km 的遮浪港砂质岸线（177）、西侧 6.9km 的寮咀湾基岩岸线（178）、西北侧 10.9km 的大湖砂质岸线（179）、北侧 14.7km 的乌坎河口砂质岸线（181）、东北侧 14.4km 的金厢角砂质岸线（183）、东北侧 16.9km 的浅澳港砂质岸线（184）。详见图 5.2.1-1。

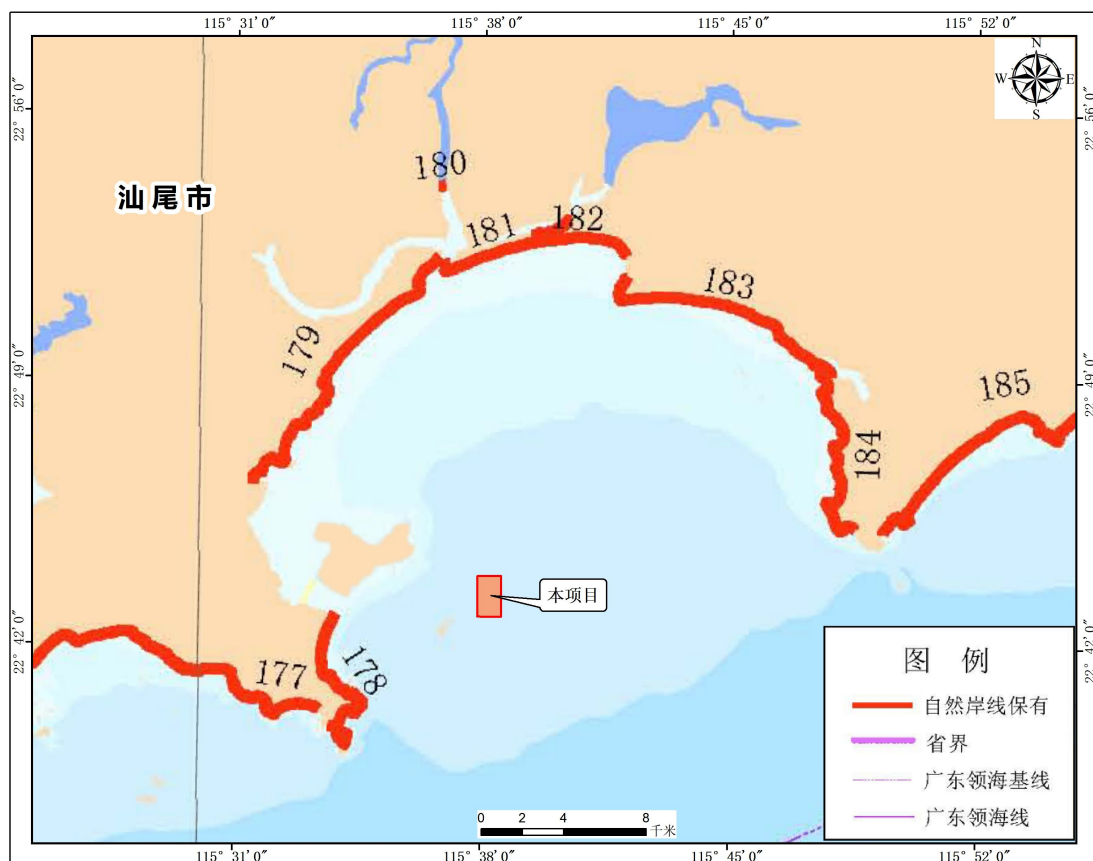


图 5.2.1-1 项目附近岸线分布图

#### (2) 海岛自然岸线

根据《广东省海岛保护规划（2011-2020 年）》，甲子港、湖东港至碣石湾沿岸海域共有海岛 208 个。该区域具有丰富礁盘生物资源、港湾资源，海岛面积

普遍较小。甲子港-碣石湾沿岸区海岛保护的主要方向是礁盘生态保护、自然遗迹保护，适度发展港口航运和临港工业、可再生能源利用。根据国家海洋局、民政部 2018 年 6 月 8 日在中国政府网公布的《我国部分海域海岛标准名称》，评价范围内主要有施公寮岛、遮浪岩、虎头、金屿、前屿、后屿等海岛。

根据《广东省海洋生态红线》（广东省人民政府，2017 年 9 月），项目评价范围内涉及的海岛自然岸线保有见表 5.2.1-1 和图 5.2.1-2。

**表 5.2.1-1 项目周边海岛自然岸线保有**

海岛自然岸线保有名称	所在位置	岸线类型	长度(米)	距离
施公寮岛	海岛北侧及东侧岸段，起点坐标： <u>115°34'8.0"E, 22°43'1.3"N</u> ，终点坐标： <u>115°33'40.2"E, 22°45'8.4"N</u> 。	保有自然岸线	<u>13688</u>	西侧，约 <u>3.2m</u>
施公寮岛	海岛北侧及东侧岸段，起点坐标： <u>115°33'44.8"E, 22°44'28.3"N</u> ，终点坐标： <u>115°33'24.4"E, 22°44'58.1"N</u>	保有自然岸线	<u>1644</u>	西北侧， <u>7.2km</u>
遮浪岩	海岛位置为 <u>22°39'5.1"N, 115°34'9.4"E</u> 。	整岛均划定为保有自然岸线	<u>1498.9</u>	西南侧，约 <u>8.7km</u>
虎头	海岛位置为 <u>22°39'29.8"N, 115°34'19.9"E</u> 。	整岛均划定为保有自然岸线	<u>1016.5</u>	西南侧，约 <u>8.3km</u>
金屿	起点坐标： <u>115°36'52.9" E, 22°42'17.5"N</u> ，终点坐标： <u>115°36'53.2"E, 22°42'17.3"N</u> 。	除海岛西南侧小段岸线之外，全部为保有自然岸线	<u>3130.7</u>	西南侧，约 <u>1.5km</u>
前屿	<u>22°46'38.2"N, 115°32'34.7"E</u>	保有自然岸线	<u>827.2</u>	西北侧，约 <u>10.4km</u>

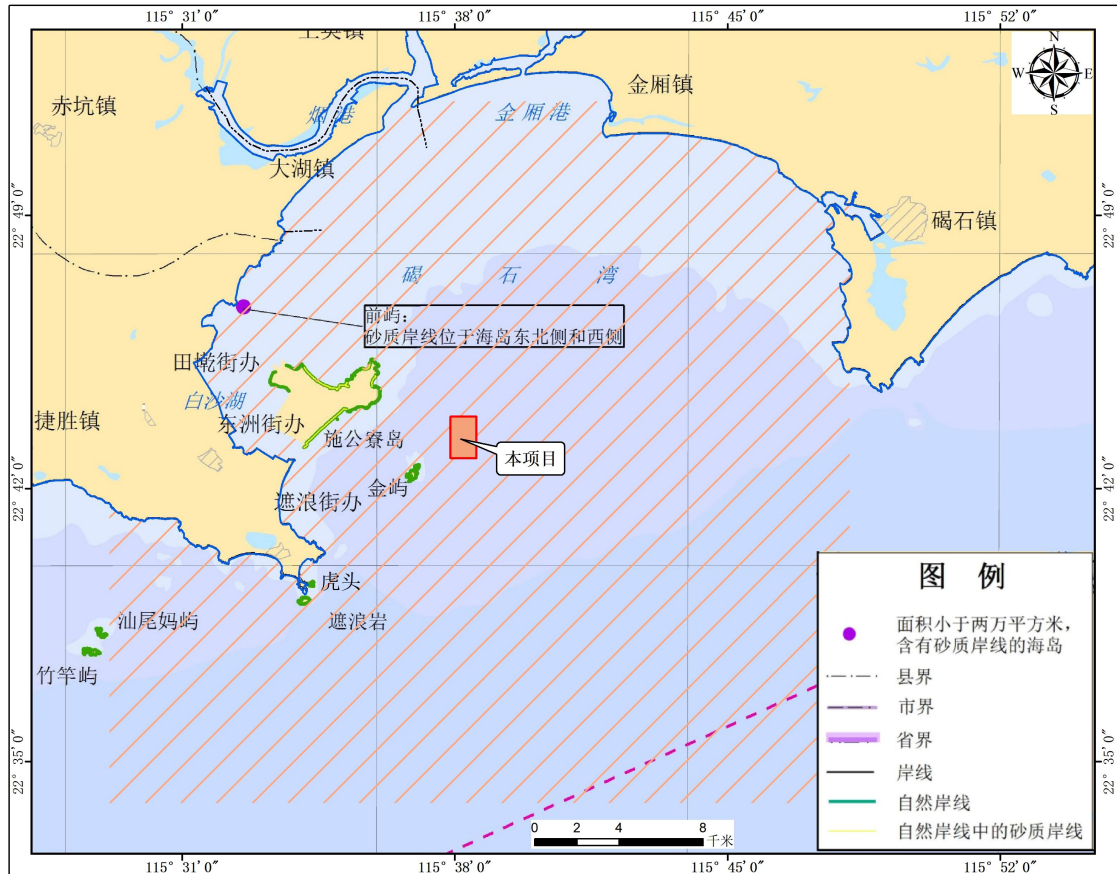


图 5.2.1-2 项目周边海岛自然岸线保有分布图

## 5.2.2 港口资源

根据《汕尾港总体规划》（报批稿）（2013年5月），项目所在海域为汕尾港，南侧为陆丰港区，西侧分布有汕尾新港区、汕尾港区、海丰港区。汕尾港地处惠州市与揭阳市之间沿海，毗邻港澳，是华南地区便捷的海上门户，区位优势明显自然条件优越，水陆交通方便。1962年，汕尾港成为我国率先对外开放的16个港口之一，经过40几年的发展，汕尾港现有汕尾、汕尾新（红海湾）、海丰和陆丰4个港区，其中汕尾港区为国家一类口岸，陆丰港区为国家二类口岸。汕尾新港区已于2009年11月20日由国务院批准作为对外开放的口岸，该口岸现正在进行配套设施建设，迎接国家、省主管部门的检查和验收。进入二十一世纪后，招商引资力度逐渐加大，大型企业开始纷纷落户汕尾，港口发展得到进一步的加强，特别是大型深水泊位开始出现，汕尾新港区建成了汕尾电厂70000DWT散货泊位，海丰港区建成了华城3000DWT石化泊位。

目前，汕尾港全港有码头泊位28个，其中，70000DWT级泊位1个、5000DWT



级泊位 4 个、1000~5000DWT 级泊位 18 个，1000DWT 级以下泊位 5 个。2011 年汕尾港吞吐量为 563.9 万 t。

汕尾港各港区的发展现状如下：

(1) 陆丰港区

该港区现共有码头泊位 5 个，其中 5000DWT 级泊位 2 个，1000DWT 级以下泊位 3 个；设计年综合通过能力 55 万 t。

(2) 汕尾新港区（红海湾）

该港区现共有泊位 7 个，包括 1 个 70000DWT 泊位、2 个 3000DWT 泊位、2 个 2000DWT 泊位和 2 个 1000DWT 泊位，设计年综合通过能力 638.8 万 t。

(3) 汕尾港区

该港区现共有码头泊位 14 个，其中 5000DWT 级泊位 2 个，1000~5000DWT 级泊位 10 个，1000DWT 级以下泊位 2 个；设计年综合通过能力 180 万 t。

(4) 海丰港区

该港区现共有泊位 2 个，包括 1 个 3000DWT 泊位和 1 个 1000DWT 级泊位；设计年综合通过能力 113 万 t。



图 5.2.2-1 汕尾港港区分布图

### 5.2.3 航道资源

根据《汕尾港总体规划》（报批稿）（2013年5月），汕尾港航道主要有汕尾作业区航道（自1#航标~5#航标）、汕尾作业区内航道、马宫作业区航道、后门作业区航道、甲子作业区航道（自西方位标~航道）、碣石作业区航道和乌坎作业区航道。航道具体情况见图 5.2.3-1 所示。



图 5.2.3-1 汕尾港附近航道图

### 5.2.4 锚地资源

根据《汕尾港总体规划》（报批稿）（2013年5月），汕尾港总体规划现有锚地与规划锚地一致，共 15 个锚地，现状情况详见下表。

表 5.2.4-1 汕尾港锚地情况一览表

序号	名称	中心地点	半径 (海里)	用途
1	大型船舶临时避风锚地	115°13'00.00", 22°37'00.00"	2	避风、防台
2	过驳锚地	115°17'30.00", 22°40'00.00"	2	候泊、过驳、防台
3	引航锚地	115°13'00.00", 22°44'30.00"	1	引航、防台
4	检疫锚地	115°16'30.00", 22°45'30.00"	0.5	检疫、防台
5	装运危险货物船舶锚	115°17'36.00", 22°46'18.00"	0.5	装运危险货物船

序号	名称	中心地点	半径 (海里)	用途
	地			舶侯泊
6	检疫锚地	115°09'00.00", 22°45'60.00"	0.5	检疫、防台
7	装运危险货物船舶锚地	115°07'48.00", 22°45'60.00"	0.5	装运危险货物船舶侯泊
8	引航检疫锚地	115°31'60.00", 22°38'00.00"	1	引航、检疫、防台
9	大型船舶临时避风锚地	115°41'00.00", 22°40'00.00"	2	避风、防台
10	过驳锚地	115°41'00.00", 22°45'00.00"	2	过驳、侯泊、防台
11	引航检疫锚地	115°45'00.00", 22°47'00.00"	0.5	引航、检疫、防台
12	引航检疫锚地	115°40'00.00", 22°49'60.00"	0.5	引航、检疫、防台
13	引航检疫锚地	116°04'23.00", 22°49'54.00"	0.5	引航、检疫、防台
14	引航检疫锚地	115°07'40.00", 22°38'60.00"	0.5	引航、检疫、防台
15	引航检疫锚地	115°09'00.00", 22°36'00.00"	1	引航、检疫、防台

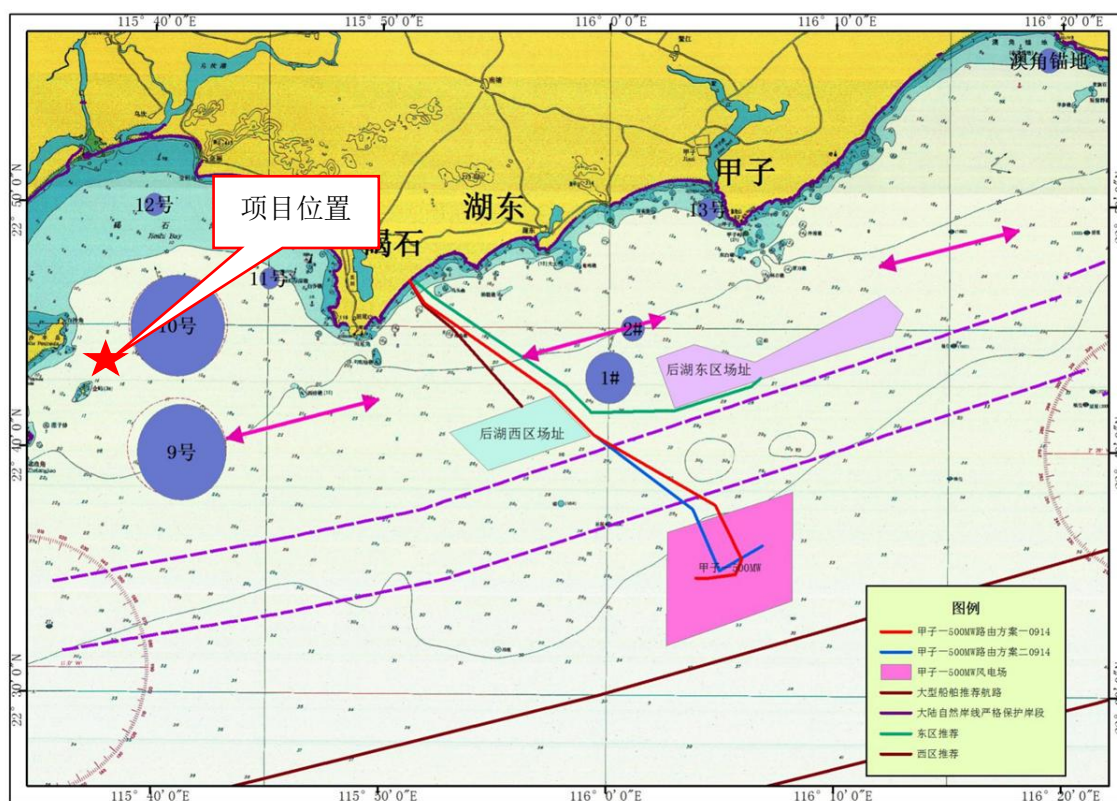


图 5.2.4-1 项目周边锚地

## 5.2.5 滨海旅游资源

汕尾市海岸线上分布着众多沙滩、奇岩、岛礁、古迹等滨海迷人风光，“神、海、沙、石”兼备，具有“阳光、沙滩、海水、空气、绿色”5个旅游资源基本要素，历史、人文内容也十分丰富，适于开发观光旅游、购物旅游、宗教旅游。金厢、

遮浪、捷胜等地海滩连绵，安全系数高、沙质细软，海水水质好，开发滨海旅游条件得天独厚，是海水浴场、日光浴场、水上运动场优良场所，其中以遮浪和金厢旅游资源开发潜力最大。遮浪山、海、湖、角风光旖旎，是国家重点海水浴场之一；观音岭金厢滩沙白、水清、浪小，岭前奇石众多，是一个理想的滨海度假胜地。龟龄岛、小岛等海岛风光旅游资源也具有很大的开发潜力。

## 5.2.6 矿产资源

拟出让海域周围矿产资源较丰富，由华南大陆、近岸区至滨浅海陆架浅水区，矿床类型众多。陆区固体矿产分为金属、非金属、能源矿产等，主要分布在华南大陆各时代地层中。周缘的含矿母岩为滨浅海砂矿形成提供了丰富的物质来源，广东珠江沿岸河流等水系为砂矿运移输入提供了重要途径，在不同控矿因素作用下，有用矿物汇聚富集成为具有经济价值的矿产资源。海区新生代沉积盆地分布范围广，石油与天然气资源十分丰富，发育于陆架区的大型沉积盆地，沉积厚度大，如陆架区的珠江口、台西南盆地均蕴藏着丰富的石油与天然气。

陆区固体矿产：主要包括金属矿产、非金属矿产、能源矿产，其中黑色金属矿产包括铁矿、锰矿、铬矿，有色金属矿产主要有铜、铅、锌、钨、锡、钼、钴、铋、锑各矿种，可见钨矿、锡矿是优势矿种，其次为铅锌矿和铜矿。已知矿床主要沿近东西向佛冈—丰良断裂和北东向河源断裂、博罗—紫金断裂、深圳—五华断裂、潮安—普宁断裂分布，绝大多数与中侏罗世—早白垩世花岗岩侵入活动有关，矿区地表多数出露沉积岩，下有隐伏岩体。非金属矿产包括高岭土、萤石、硫铁矿、泥炭、重晶石、砷、磷矿、滑石、石墨等。能源矿产主要是煤，分散分布于龙门县、博罗县、紫金县、惠来县、普宁县等地。成因类型为陆相沉积型，属陆植煤，海陆交互相滨海沼泽煤。煤层的生成时代为早石炭世、二叠纪、早侏罗世，相对应的含煤地层为测水组（C<sub>1c</sub>）、童子岩组（P<sub>2t</sub>）、桥源组（J<sub>1qy</sub>）。煤质多为无烟煤，规模为小型矿床。含煤建造总体呈条带状，沿北东、北西两个方向展布。

滨（浅）海砂矿：近岸滨海及浅海区具有远景的矿种主要有钛矿物（钛铁矿、金红石、锐钛矿）、锆石、独居石、磷钇矿和石榴石等。滨海砂矿大多数为复合矿床，成因类型主要以海积型为主，冲积、风积型次之，其中海积型成因矿床的矿体规模大，主要形成于沙堤、沙嘴，其次为沙地、沙滩、海积阶地；冲积、风

积型成因矿床的矿体规模小，主要形成于河口堆积平原、冲积阶地、风积沙丘，少量形成于河床、河漫滩。南海北部砂矿在长期演变过程中形成带状分布，称为成矿带。成矿带表现为东西分块、南北分带的特点。由陆至海，每个成矿带的变化趋势基本表现为：砂矿类型由比重大的钛铁矿、砂金、锡石变化为比重小的铌钽铁矿等稀有元素矿床；成因类型由河成型到混合型、海成型、残留型；从北往南，砂矿矿床越来越丰富，规模越来越大。粤西地区除花岗岩外，尚有石英砂岩、石英片岩、火山岩、混合岩等出露，故粤西海岸砂矿重砂矿物多且较为复杂。属磁性和电磁性矿物有黄铁矿、钛铁矿、锐铁矿、白钛矿、独居石、电气石等，非磁性矿物有锆石、金红石、黄玉、十字石、锡石、刚玉等。

根据矿床类型和产出区域，滨海砂矿资源可划分成两个成矿带：①粤东锆石-钛石英成矿带；②粤中锡石-褐钨铌矿、稀土砂矿成矿带，并进一步细分为饶平-海丰丘陵平原港湾式海岸锆石、石英砂矿成矿亚带、惠东-台山低山丘陵平原港湾式海岸褐钨铌矿。粤东锆石-钛石英成矿带主要分布在饶平-陆丰沿岸，主要以锆石和钛铁矿为主，次为独居石，主要以中小型砂矿。成因类型有砂堤砂矿，冲积平原砂矿和阶地残留砂矿。成矿时间从晚更新世至现在。粤中锡石-褐钨铌矿、稀土砂矿成矿带主要分布在陆丰-台山沿岸，以砂锡、铌钽矿为主，中小型规模居多，为冲积砂矿，成矿期为全新世。

石油与天然气：区内发育众多沉积盆地，石油和天然气主要分布在各个盆地中，尤其是珠江口盆地，可供勘探石油及天然气的面积约 17.8 万  $\text{km}^2$ ，初步预测石油资源量约 80 亿吨。自 70 年代勘探开发以来，已在珠一坳陷及东沙隆起区找到油气田及含油气构造 30 个，探明和控制含油气面积 208.7 $\text{km}^2$ ，石油地质储量约 5 亿吨，其中探明储量为 34459 万吨，已确定开发油田 13 个，其中 9 个已投入商业性开发，日产原油 4 万多吨，目前已成为我国海上第一个年产超过千万吨的石油生产基地。据估计，目前已发现的石油储量仅为该油气区石油资源量的 1/10。台西南盆地总面积约 7.2 万  $\text{km}^2$ ，海域占 90%，近些年已在海域内发现了大小局部构造十几个，特别是在中央隆起带上，已在 3 个构造七口井内发现了油气。据估算，台西南盆地石油资源量约 17 亿吨。其他各盆地油气资源一般。因此，珠江口盆地及台西南盆地是我国陆缘近海油气资源十分重要含油气区域。

## 5.2.7 自然保护区

### (1) 汕尾市遮浪角东人工鱼礁海洋生态市级自然保护区

位于遮浪角东北部海域，由汕尾市于 2006 年批准建立。保护区范围包括① 115°34'11"E, 22°41'38"N; ② 115°34'33"E, 22°39'24"N; ③ 115°35'51"E, 22°40'28"N; ④ 115°35'14"E, 22°41'41"N 四点连线内的水域，面积约 810 公顷，水深范围在 10~21m。保护对象为遮浪角东人工鱼礁区的海洋生物资源及其栖息环境。项目距该保护区最近距离约为 5.0km。

### (2) 汕尾碣石湾鲮鱼长毛对虾国家级水产种质资源保护区

汕尾碣石湾鲮鱼长毛对虾国家级水产种质资源保护区总面积 1800 公顷，其中核心区面积 675 公顷，实验区面积 1125 公顷。核心区特别保护期为每年 2 月 1 日-4 月 30 日和 10 月 1 日-12 月 31 日。保护区位于广东省东部汕尾市碣石湾内，以界址点(① 22°49'08"E, 115°37'22"N; ② 22°47'13"E, 115°37'22"N; ③ 22°47'13"E, 115°40'26"N; ④ 22°49'08"E, 115°40'26"N) 四点连线围成。核心区由以下四点连线范围内区域，经纬度坐标分别为：(① 22°48'39"E, 115°37'55"N; ② 22°47'34"E, 115°37'55"N; ③ 22°47'34"E, 115°40'00"N; ④ 22°48'39"E, 115°40'00"N)。实验区为保护区内除核心区以外的区域。保护区主要保护对象为鲮鱼、长毛对虾，其他保护对象包括海鳗、赤点石斑鱼、花鲈、三疣梭子蟹、锯缘青蟹等物种。项目距该保护区最近距离约为 6.3km。

## 5.2.8 人工鱼礁区

根据《广东省沿海人工鱼礁建设规划》，碣石湾海域共规划建设人工鱼礁区 6 个，分别为 1、陆丰市甲子麒麟山人工鱼礁区；2、陆丰市湖东三洲澳人工鱼礁区；3、陆丰市碣石田尾山人工鱼礁区；4、陆丰市金厢南人工鱼礁区；5、汕尾市遮浪角东人工鱼礁区；6、汕尾市遮浪角西人工鱼礁区。目前，已建成汕尾市遮浪角东人工鱼礁区，共投放礁体 860 个，总空方 26691m<sup>3</sup>。此外，陆丰市碣石田尾山人工鱼礁区已易址到陆丰市金厢南人工鱼礁区。目前与项目距离最近的人工鱼礁区为遮浪角东人工鱼礁区，位于项目西南侧约 5.0km。



图 5.2.8-1 人工鱼礁区分布图

## 5.2.9 珍稀海洋动物

### (1) 中华白海豚

中华白海豚 (*Sousa chinensis*)，又名印度太平洋驼背豚,属哺乳纲、鲸目、海豚科、驼背豚属、中华白海豚种。在 1988 年颁布的《中华人民共和国野生动物保护法》中，中华白海豚被列为国家一级保护动物。在 1991 年颁布的《濒危野生动植物国际贸易公约》附录 I 中，中华白海豚被列为严格禁止贸易活动的物种。在 2006 年的国际自然保护联盟濒危物种红色名录（或称 IUCN 红色名录）中，中华白海豚被列为濒危物种。

主要食物、活动特性：中华白海豚主食鱼类，虽在不同地区食性会有所变化，但都以浅滩底栖河口鱼类为主。中华白海豚的繁殖、觅食、社群活动等均在相对固定的港湾内进行，但具有明显的季节移动（Jefferson, 2000; Karczmarski 等, 2000; 贾晓平等, 2000; 刘文华和黄宗国, 2000）。

生境选择：中华白海豚对生境具有选择性，喜欢在近岸水域，一般在离岸 400m 以内的浅水域（水深一般小于 20m）内活动（Preen, 2004; Liu 和 Hills, 1997; Karczmarski, 2000; Karczmarski 等, 2000），近岸的暗礁区是中华白海

豚的关键生境（Keith 等，2002；贾晓平等，2000）。但是其对水深要求的极限，Karczmarski 等（2000）认为是 25m，水深可能成为各亚种群之间基因交流的障碍。中华白海豚对水的透明度没有明显的偏好（Jefferson，2000；Bowater 等，2003）。

繁殖：Jefferson（2000）认为雌性 9-10 岁就可达到性成熟，雄性要晚一些，在 12 岁左右（Cockcroft，1989）。5-7 月份是中华白海豚的交配高峰期。妊娠期可达 11 个月；全年都可产仔，大多数在 1-8 月份产仔（Jefferson，2000），因此春夏季就成为了分娩高峰。每胎一仔，未发现有两仔。出生幼仔在 1m 左右，体重约 20-40kg（王丕烈，1999）。幼体的体长在第一年内增长非常快，而以后增长相对较缓，12 岁前呈较快的指数增长，在 12 岁之后增长的幅度相当小（Jefferson，2000）。体长与体重也具有相关性（Jefferson，2000），随着体长的增大体重也呈指数增长，而且体长越长，体重的增长幅度越大。

分布情况：从 2012 年开始，汕头大学理学院海洋生物研究所通过基于当地生态知识的问卷调查以及船只照片识别的野外调查，对粤东海域的鲸豚类进行种群统计。其中，基于当地生态知识的问卷调查发现：在上世纪 80 年代，在东山、南澳附近海域均可常见中华白海豚出现，渔民目击区域主要集中在汕头港外草屿、外砂河、南澳大桥凤屿、云澳码头以及南澳北面海域，偶见于青澳湾、潮州柘林湾以及汕头湾内附近。照片识别数据库共发现 19 头成年中华白海豚以及 1 头幼豚。主要分布区域为外砂河与南澳大桥凤屿之间海域以及汕头港草屿附近海域（图 5.2.10-1）。由图可知，在 2000 年曾发现中华白海豚在项目评价范围内出没。在 2021 年 4 月和 2021 年 10 月调查中没有发现中华白海豚。



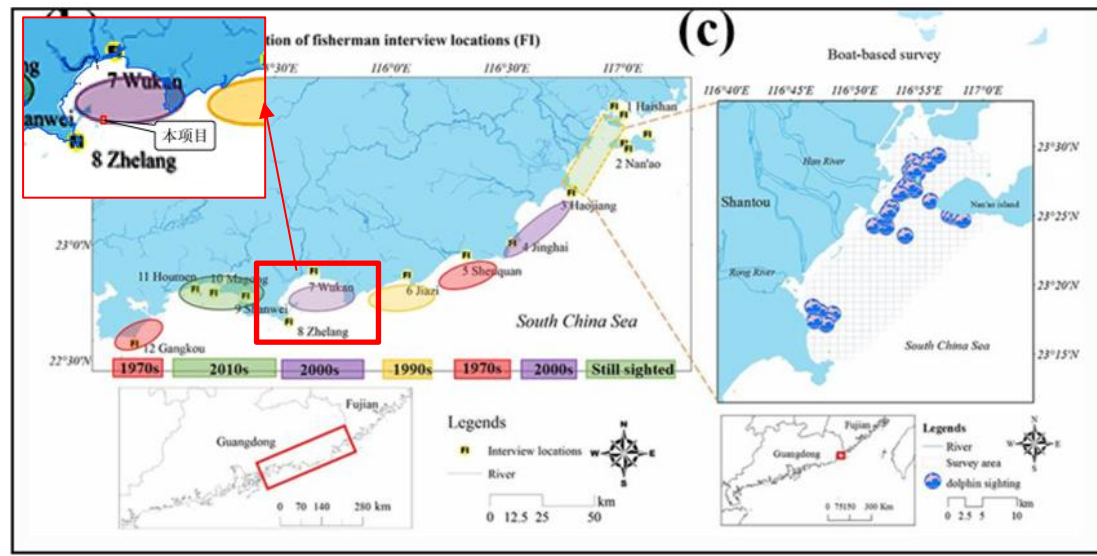


图 5.2.9-1 中华白海豚主要分布区域图

## (2) 海龟

海龟隶属龟鳖目、海龟科、海龟属。海龟生活于近海上层，以鱼类、头足纲动物、甲壳动物以及海藻等为食。每年 4~10 月为繁殖季节，常在礁盘附近水面交尾，需 3~4 小时。雌性在夜间爬到岸边沙滩上，先用前肢挖一深度与体高相当的大坑，伏在坑内，再以后肢交替挖一口径 20cm、深 50cm 左右的“卵坑”，在坑内产卵。产毕以砂覆盖，然后回到海中。每年产卵多次，每产 91~157 枚。卵白色，圆形，径 41~43mm，壳革质，韧软。孵化期 50~100 天。

根据《广东省海洋环境保护规划》研究成果，以及南海水产研究所调查资料，海龟在广东省的主要活动地区为大亚湾、红海湾、汕头。我国已于 1985 年在广东惠东县港口镇海龟湾建立了国家级海龟自然保护区。大多数的海龟生存在比较浅的沿海水域、海湾、泻湖、珊瑚礁和流入大海的河口。不同种类和同一种类内部不同群体的海龟有着各自的迁徙习惯。

通过 2001-2010 年中国大陆对 11 头绿海龟和 3 头蠓龟的洄游路线卫星追踪情况进行分析，可知汕头-台湾海域是海龟活动分布的热点海域，更是海龟的洄游的重要通道。在碣石湾内，鲜少发现海龟。在 2021 年 4 月和 2021 年 10 月调查中没有发现海龟。

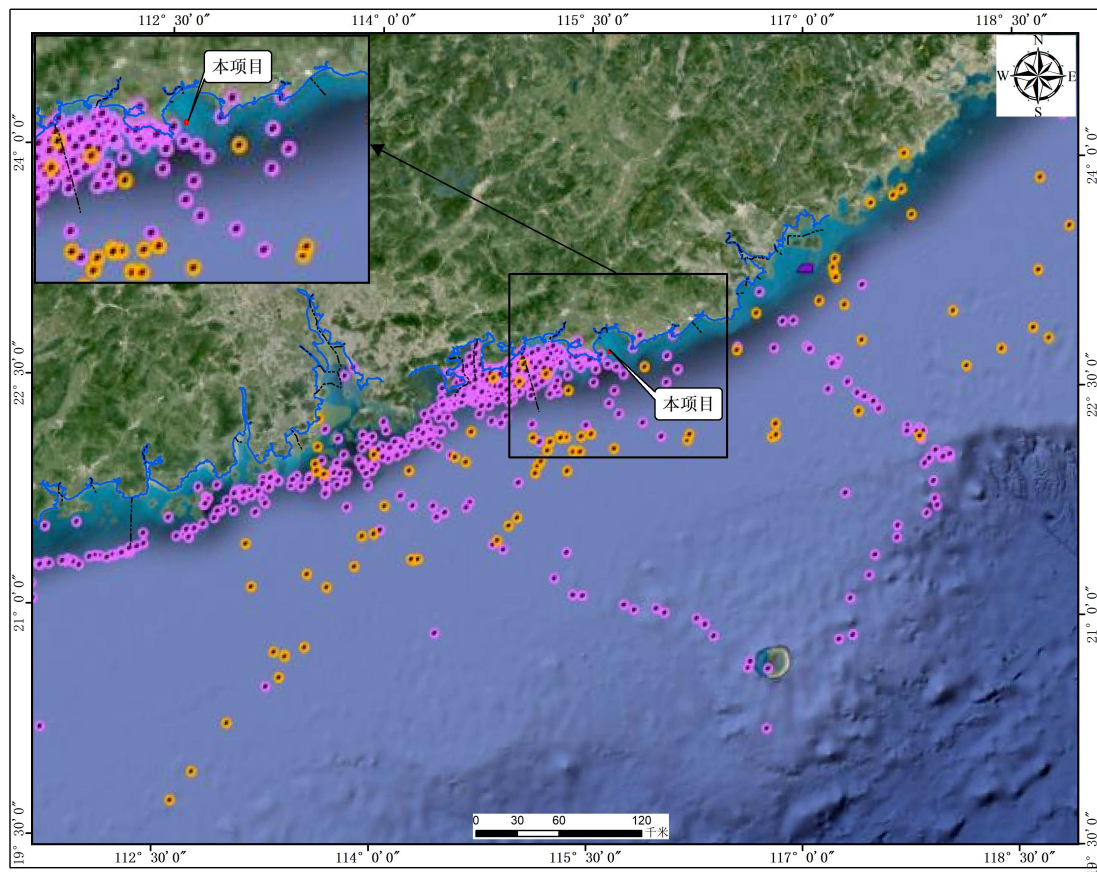


图 5.2.9-2 中国大陆海龟洄游路线卫星追踪图 (2001-2010 年)

### 5.2.10 主要经济鱼种“三场一通”分布

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

#### (1) 南海鱼类产卵场

南海鱼类产卵场分布见图 5.2.10-1 和图 5.2.10-2,本工程海域不在南海中上层鱼类产卵场内,也不在南海底层、近底层鱼类产卵场内。

#### (2) 南海北部幼鱼繁育场保护区

南海北部幼鱼繁育场保护区位于南海北部及北部湾沿岸 40m 等深线水域(图 5.2.9-3),管理要求为禁止在保护区内进行底拖网作业。本项目位于南海北部幼鱼繁育场保护区内。

#### (3) 南海区幼鱼、幼虾保护区

广东省沿岸由粤东的南澳岛至粤西的雷州半岛徐闻县外罗港沿海 20 米水深以内的海域均为南海区幼鱼、幼虾保护区,保护期为每年的 3 月 1 日至 5 月 31

日。本项位于南海区幼鱼、幼虾保护区内。主要功能为渔业水域，保护内容为水质和生态。保护区性质为幼鱼幼虾保护区非水生生物自然保护区和水产种质资源保护区。在禁渔期间，禁止底拖网渔船、拖虾渔船进入上述海域内生产。

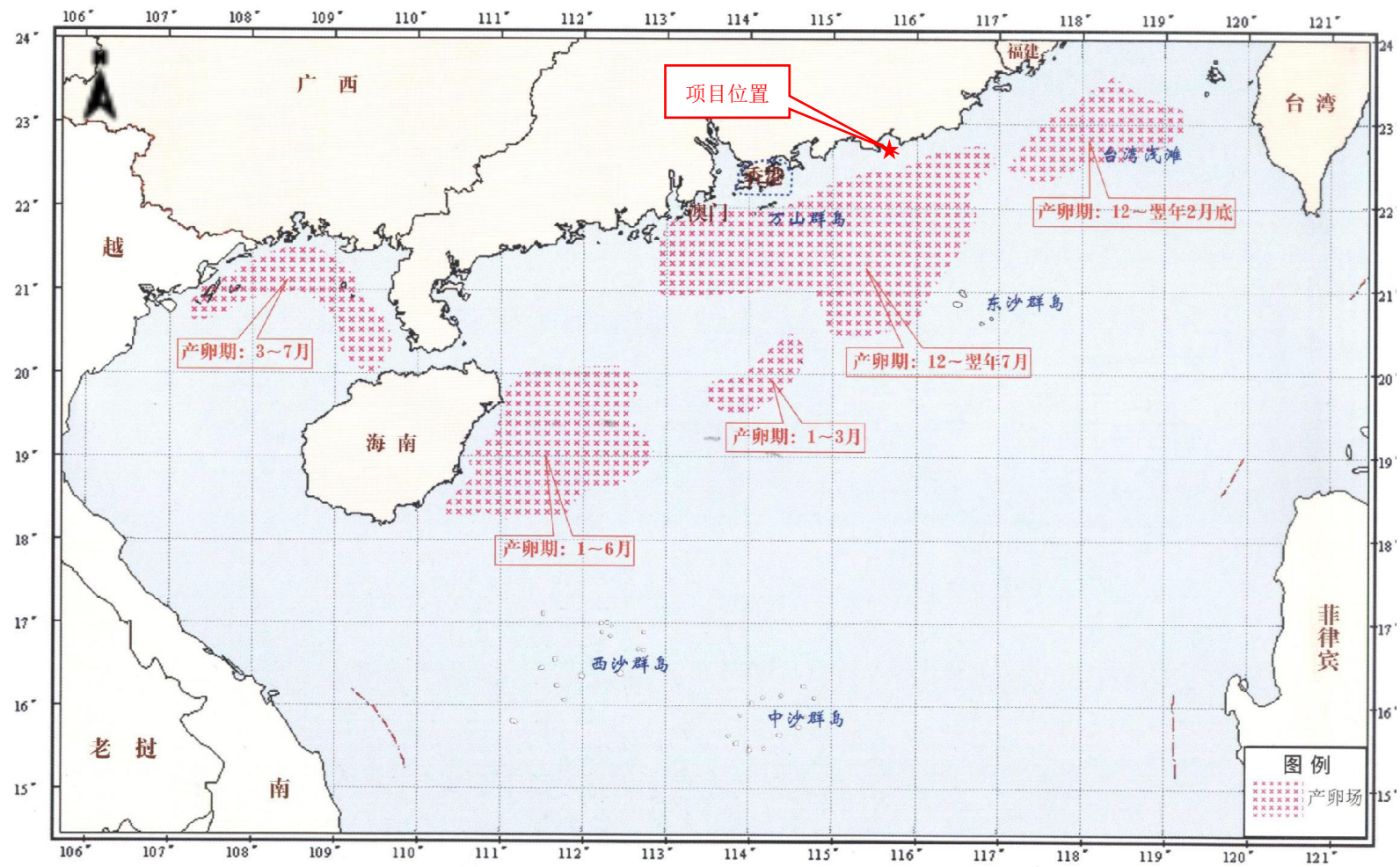


图 5.2.10-1 南海中上层鱼类产卵场示意图

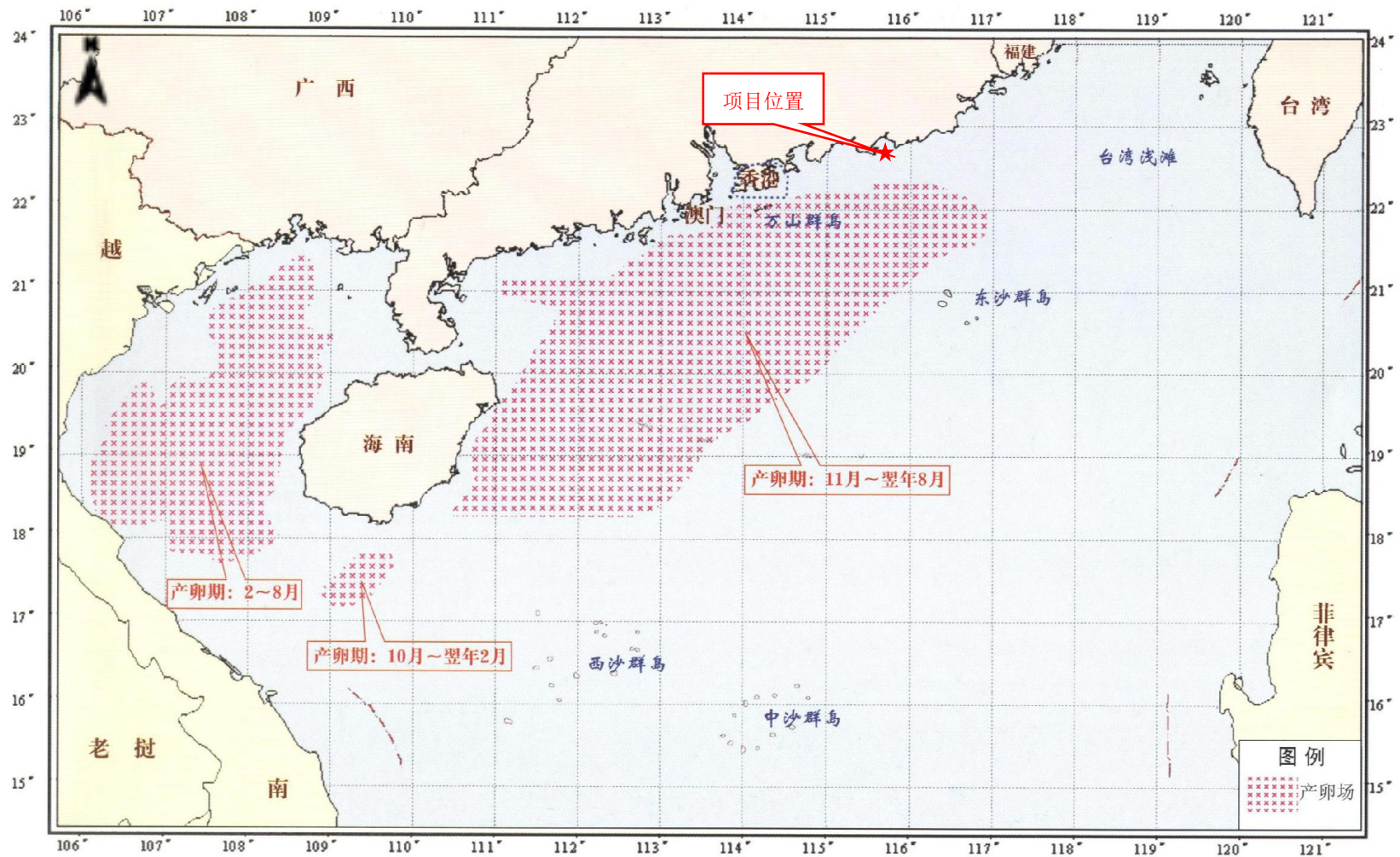


图 5.2.10-2 南海底层、近底层鱼类产卵场示意图

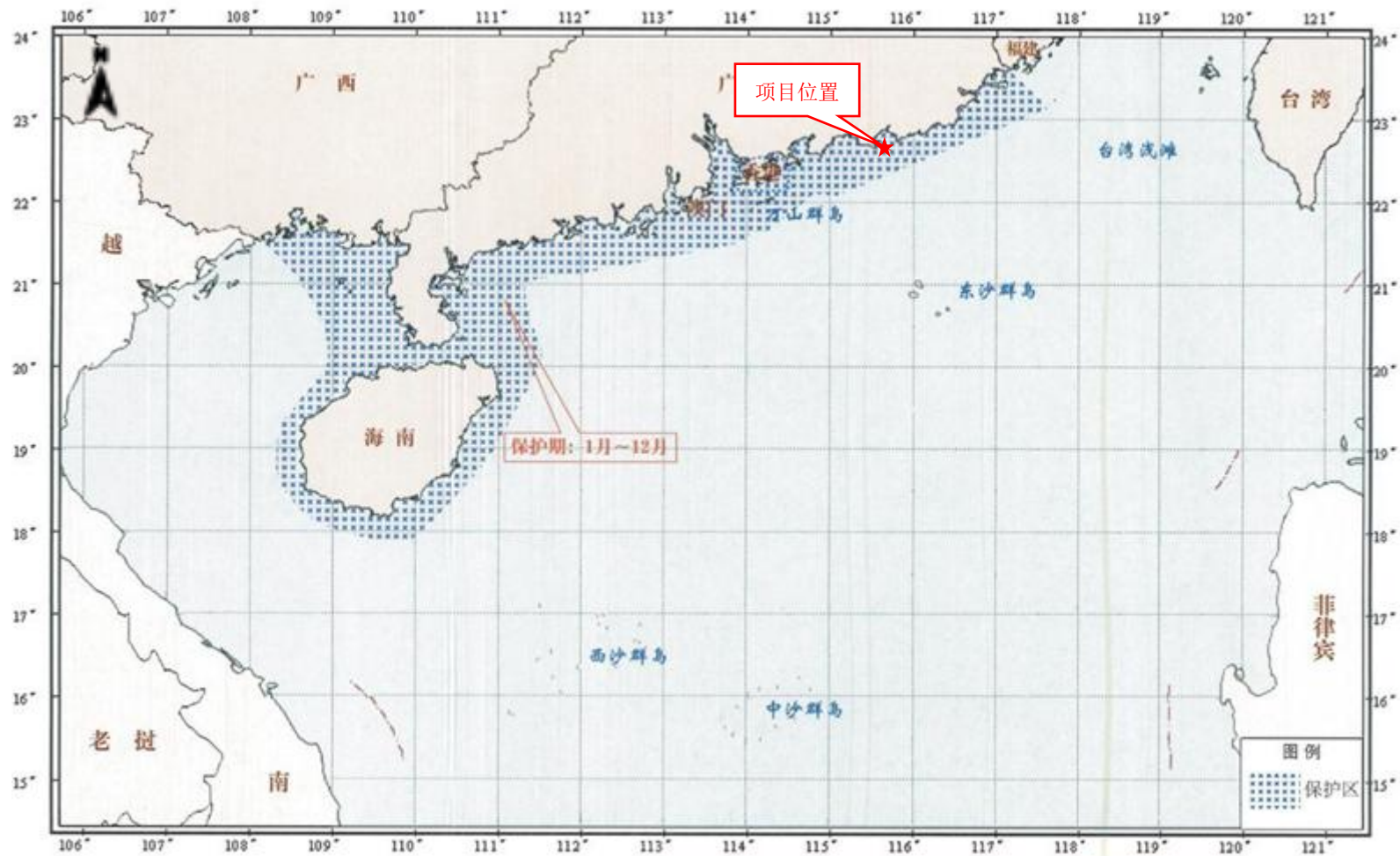


图 5.2.10-3 南海北部幼鱼繁育场保护区范围示意图

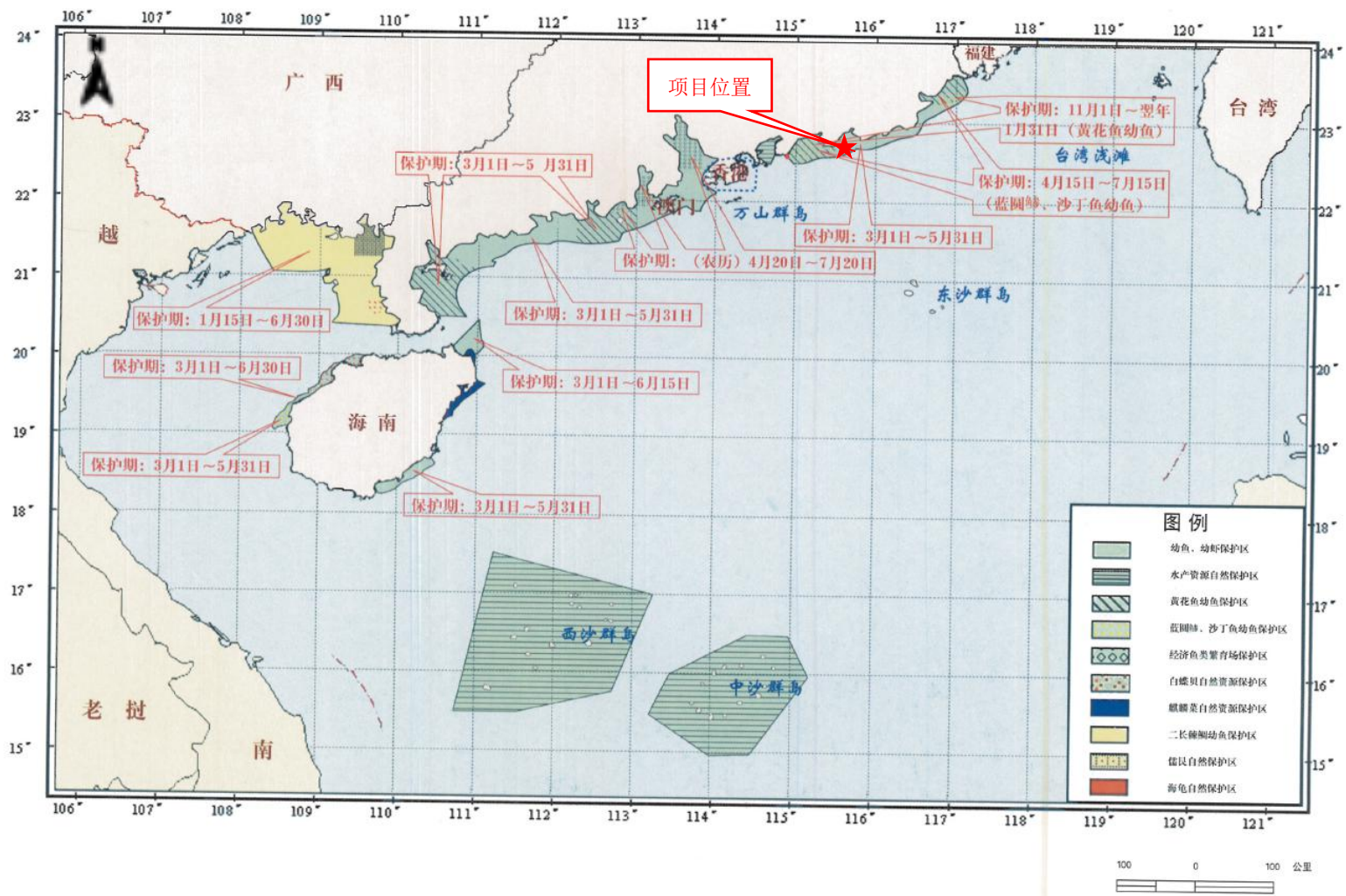


图 5.2.10-4 幼鱼幼虾保护区范围示意图

## 5.3 海域开发利用现状

### 5.3.1 海域开发利用现状

根据资料收集，本项目附近的开发利用项目主要包括电力工业用海等，各开发利用项目与本项目的位置关系见表 5.3.1-1，开发利用项目的分布见图 5.3.1-1 所示。

表 5.3.1-1 项目附近开发利用现状统计表

序号	项目名称	方位/距离	用海类型
1	汕尾市白沙湖连岛公路	西侧，约 6.9km	交通运输用海
2	广东汕尾电厂一期工程	西侧，约 7.1km	工业用海
3	广东省汕尾市遮浪（省二类）渔港一期工程	西南侧，约 11.8km	渔业用海
4	9#锚地	东南侧，约 3.1km	锚地
5	10#锚地	东北侧，约 1.2km	锚地
6	11#锚地	东北侧，约 11.7km	锚地
7	乌坎西线航道	西侧，约 1.3km	航道
8	碣石航道	东侧，约 1.8km	航道
9	乌坎东线航道	东侧，约 11.3km	航道

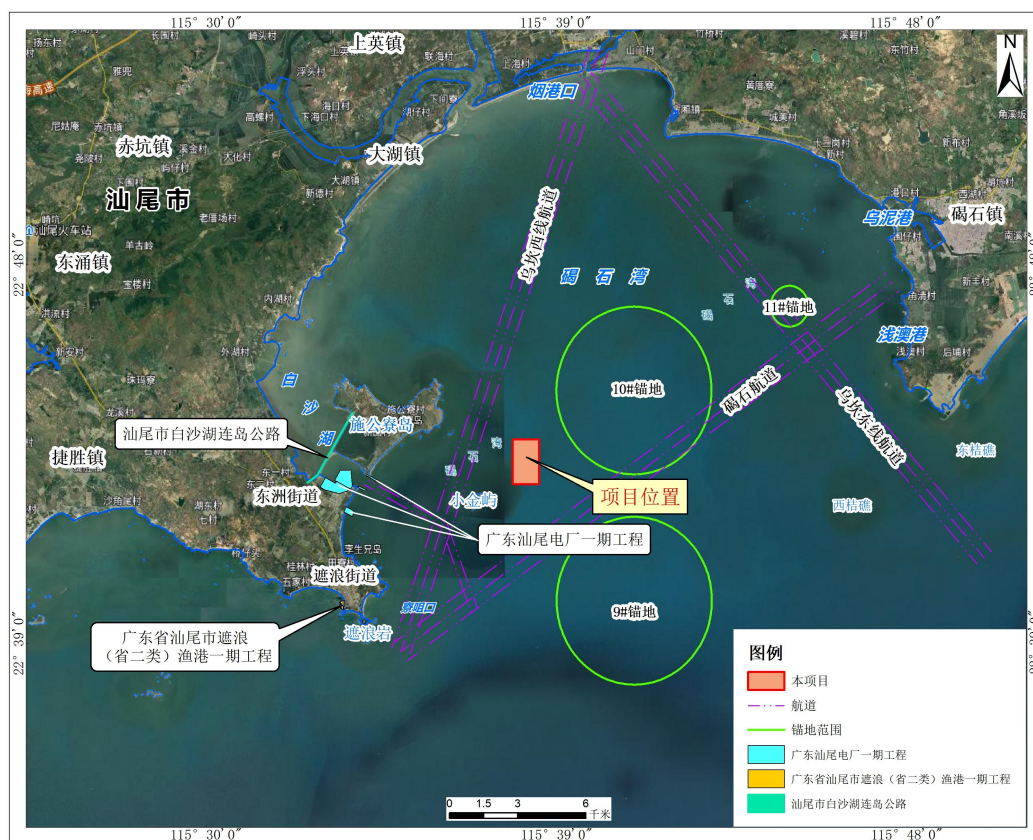


图 5.3.1-1 开发利用现状图



(1) 汕尾市白沙湖连岛公路

汕尾市白沙湖连岛公路于 2005 年 1 月 26 日获得海域使用权证书,为公益性项目。海域使用权人为广东红海湾发电有限公司,用海总面积为 13.5400 公顷。

(2) 广东汕尾电厂一期工程

广东汕尾电厂一期工程于 2014 年 9 月 12 日获得海域使用权证书,为经营性项目。海域使用权人为广东红海湾发电有限公司,用海总面积为 108.7365 公顷。

(3) 广东省汕尾市遮浪(省二类)渔港一期工程

广东省汕尾市遮浪(省二类)渔港一期工程于 2016 年 9 月 9 日获得海域使用权证书,为公益性项目。海域使用权人为广东汕尾红海湾经济开发区遮浪渔港管理处,用海总面积为 6.5862 公顷。

### 5.3.2 海域使用权属现状

根据收集到的资料,与本项目相邻的已确权用海项目目前主要是汕尾市白沙湖连岛公路、广东汕尾电厂一期工程和广东省汕尾市遮浪(省二类)渔港一期工程。详见表 5.3.2-2。

表 5.3.2-2 项目周边海域使用权属现状

序号	项目名称	海域使用权人	海域使用权证	用海起止期限	项目性质	用海类型（一级）	用海类型（二级）	用海方式	总用海面积（公顷）	
1	汕尾市白沙湖连岛公路	广东红海湾发电有限公司	54400001	2005/1/26-2055/1/25	公益性	交通运输用海	路桥用海	建设填海造地	13.5400	
2	广东汕尾电厂一期工程	广东红海湾发电有限公司	2014A44150000848	2014/9/12-2055/12/22	经营性	工业用海	电力工业用海	建设填海造地	48.046	108.7365
			2014A44150000859					建设填海造地	3.0229	
			2014A44150000868					建设填海造地	4.7771	
			2014A44150000879					港池、蓄水等	42.7435	
			2014A44150000879					透水构筑物	0.003	
			2014A44150000889					取、排水口	10.144	
3	广东省汕尾市遮浪（省二类）渔港一期工程	广东汕尾红海湾经济开发区遮浪渔港管理处	2016B44150101224	2016/9/9-2056/9/8	公益性	渔业用海	渔业基础设施用海	港池、蓄水等	3.3797	6.5862
			2016B44150101215					建设填海造地	2.033	
			2016B44150101215					非透水构筑物	1.1735	

## 5.4 外环境污染源调查及分析

项目选址位于广东省陆丰市碣石湾。周边项目有汕尾市白沙湖连岛公路、广东汕尾电厂一期工程和广东省汕尾市遮浪（省二类）渔港一期工程。

公路在运营期的污染源主要有车辆噪声、废气等；电厂项目污染源可能有废气、生活污水、生活垃圾等；渔港在运营期的污染源主要有码头运输车辆、船舶燃油废气、渔港工作人员的生活污水、船舶含油废水、码头装卸渔船以及运输车辆产生的噪声、生活垃圾等。

表 5.4-1 项目附近用海项目污染源一览表

序号	项目名称	位置及距离	主要污染物			
			废气	废水	固废	噪声
1	汕尾市白沙湖连岛公路	西侧，约 6.9km	车辆燃油废气	/	/	车辆鸣笛、行驶噪声
2	广东汕尾电厂一期工程	西侧，约 7.1km	生产废气	生活污水	生活垃圾	/
3	广东省汕尾市遮浪（省二类）渔港一期工程	西南侧，约 11.8km	码头运输车辆、船舶燃油废气	生活污水、船舶含油废水	生活垃圾	渔船以及运输车辆鸣笛、行驶噪声

## 6 环境质量现状调查与评价

### 6.1 水文动力环境

项目委托广州海兰图检测技术有限公司于 2021 年 5 月、10 月在项目附近海域进行水文观测。

#### 6.1.1 调查概况

##### 6.1.1.1 春季调查

###### (1) 调查站位

广州海兰图检测技术有限公司于 2021 年 5 月 27 号到 2021 年 5 月 28 号在项目附近海域进行大潮水文观测。布设连续观测站 6 个，站位号为 SW2-1~SW2-6，观测内容包括流速流向、悬沙、温盐、风速风向等，同时布设临时潮位观测站 2 个。站点布设示意图见图 6.1.1-1，水文观测站坐标和观测内容见表 6.1.1-1。

表 6.1.1-1 2021 年 5 月水文观测站坐标和观测内容

站位	经纬度		调查内容
	东经	北纬	项目
SW2-1	115.5971	22.7773	流速流向、悬沙、温盐
SW2-2	115.6389	22.7195	流速流向、悬沙、温盐、风速风向
SW2-3	115.7103	22.7886	流速流向、悬沙、温盐
SW2-4	115.5612	22.6307	流速流向、悬沙、温盐
SW2-5	115.6651	22.6453	流速流向、悬沙、温盐、风速风向
SW2-6	115.7509	22.6823	流速流向、悬沙、温盐
SWC3	115.5635	22.66249	潮位
SWC4	115.6994	22.85087	潮位

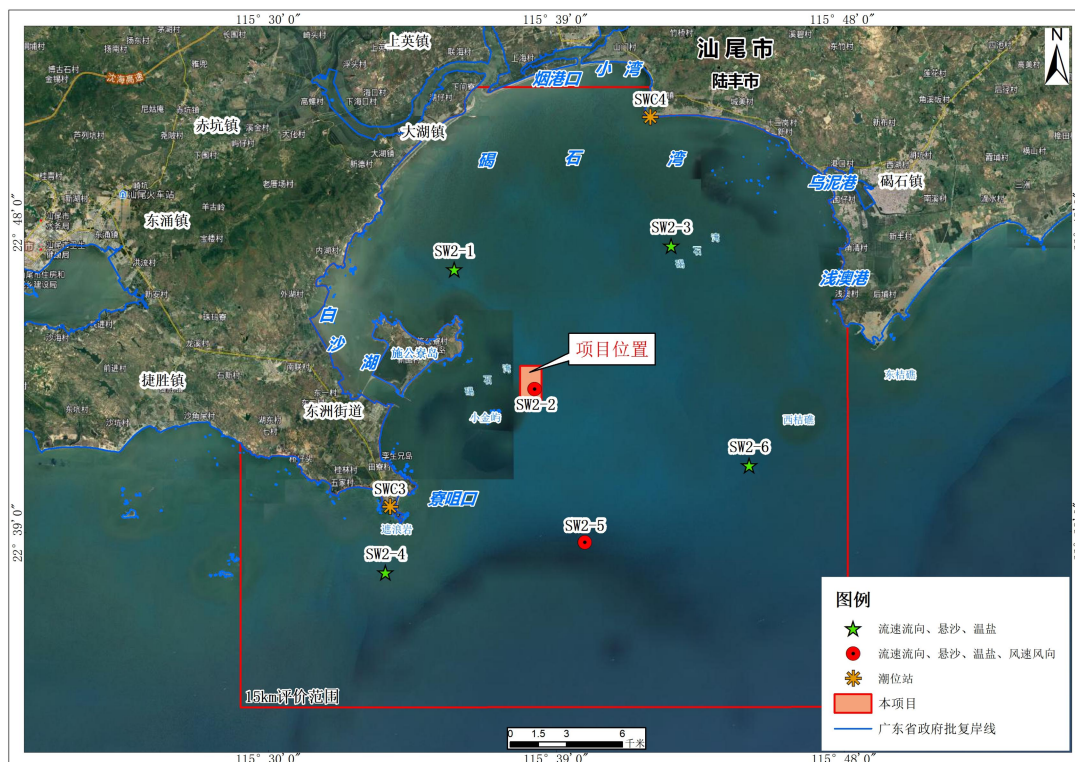


图 6.1.1-1 2021 年 5 月水文监测站位布设示意图

## (2) 观测方法

### 1) 潮位观测

①观测要素：潮位

②观测仪器：海鹰 HY1300 全数字潮位仪

③观测时间与频率：观测时间为 2021 年 5 月 27 日 1 时~2021 年 5 月 29 日 23 时，采样频率为 5 分钟一次。

④基准面分别为 31cm 和 32cm（相对 85 高程）

### 2) 海流观测

①观测要素：流速、流向、温度、盐度

②观测仪器：多普勒海流计 RCM Blue(300m)和温盐深仪 DW1633F

③观测层次：共设置三层，分别为表层（水面下 0.5m），中层（0.6H）与底层（距海底 1m），其中 H 为水深。

④观测时间与频率：观测时间为 2021 年 5 月 27 日 22 时~2021 年 5 月 28 日 23 时，观测频率为每小时一次。各站同步观测。

⑤分析方法：船只锚碇测流法、温盐深仪（CTD）定点测量法

⑥引用标准：《海洋调查规范 第 2 部分：海洋水文》（GB12763.2-2007）。

表 6.1.1-2 各层次提升时间和停留时间表

序号	层次 (m)	提升开始时刻 (分)	停留时刻 (分)
1	底层 (离底 1.0m)	56	57、58、59
2	中层 (0.6H)	00	01、02、03
3	表层 (水面下 0.5m)	04	05、06、07

### 3) 悬沙观测

①观测要素：含沙量。

②观测仪器：采水器，漏斗及附件若干。

③观测层次：共设置三层，分别为表层（水面下 0.5m），中层（0.6H）与底层（距海底 1m），其中 H 为水深。

④观测时间与频率：观测时间为 2021 年 5 月 27 日 22 时~2021 年 5 月 28 日 23 时，观测频率为每 2 小时一次。观测频率为每 2 小时一次。使用采水器依次采集表、中、底三层水样各 1 升。各站同步观测。

⑤分析方法：重量法。

⑥引用标准：《海洋调查规范 第 8 部分:海洋地质地球物理调查》GBT 12763.8-2007 6.1.4 悬浮体。

## 6.1.1.2 秋季调查

### (1) 调查站位

广州海兰图检测技术有限公司于 2021 年 10 月 20 号到 2021 年 10 月 22 号在项目附近海域进行大潮水文观测。布设连续观测站 6 个，站位号为 SW2-1~SW2-6，观测内容包括流速流向、悬沙、温盐、风速风向等，同时布设临时潮位观测站 2 个。站点布设示意图见图 6.1.1-2，水文观测站坐标和观测内容见表 6.1.1-3。

表 6.1.1-3 2021 年 10 月水文观测站坐标和观测内容

站位	经纬度		调查内容
	东经	北纬	项目
SW2-1	115.555916	22.782512	流速流向、悬沙、温盐
SW2-2	115.638900	22.719500	流速流向、悬沙、温盐、风速风向
SW2-3	115.737877	22.779347	流速流向、悬沙、温盐
SW2-4	115.554199	22.646650	流速流向、悬沙、温盐
SW2-5	115.643120	22.647918	流速流向、悬沙、温盐、风速风向
SW2-6	115.744057	22.649502	流速流向、悬沙、温盐
SWC3	115.563469	22.662492	潮位
SWC4	115.699425	22.850867	潮位



图 6.1.1-2 2021 年 10 月水文监测站位布设示意图

## (2) 观测方法

### 1) 潮位观测

①观测要素：潮位

②观测仪器：海鹰 HY1300 全数字潮位仪

③观测时间与频率：观测时间为 2021 年 10 月 20 日 00 时~2021 年 10 月 22 日 23 时，采样频率为 5 分钟一次。

④基准面分别为 31cm 和 32cm（相对 85 高程）。

### 2) 海流观测

①观测要素：流速、流向、温度、盐度

②观测仪器：多普勒海流计 RCM Blue(300m)和温盐深仪 DW1633F

③观测层次：共设置三层，分别为表层（水面下 0.5m），中层（0.6H）与底层（距海底 1m），其中 H 为水深。

④观测时间与频率：观测时间为 2021 年 10 月 20 日 20.00~2021 年 10 月 21 日 21: 00，观测频率为每小时一次。各站同步观测。

⑤分析方法：船只锚碇测流法、温盐深仪（CTD）定点测量法

⑥引用标准：《海洋调查规范 第 2 部分：海洋水文》（GB12763.2-2007）。



表 6.1.1-4 各层次提升时间和停留时间表

序号	层次 (m)	提升开始时刻 (分)	停留时刻 (分)
1	底层 (离底 1.0m)	56	57、58、59
2	中层 (0.6H)	00	01、02、03
3	表层 (水面下 0.5m)	04	05、06、07

### 3) 悬沙观测

①观测要素：含沙量。

②观测仪器：采水器，漏斗及附件若干。

③观测层次：共设置三层，分别为表层（水面下 0.5m），中层（0.6H）与底层（距海底 1m），其中 H 为水深。

④观测时间与频率：观测时间为 2021 年 10 月 20 日 20:00~2021 年 10 月 21 日 21:00，观测频率为每 2 小时一次。使用采水器依次采集表、中、底三层水样各 1 升。各站同步观测。

⑤分析方法：重量法。

⑥引用标准：《海洋调查规范 第 8 部分:海洋地质地球物理调查》GBT 12763.8-2007 6.1.4 悬浮体。

## 6.1.2 风速风向

(1) 春季：本次水文观测期间，风向以西-西南向为主，SW2-2 站风速在 3.8~7.5m/s 之间，SW2-5 站风速在 3.9~6.7m/s 之间。

(2) 秋季：本次水文观测期间，风向以西南为主，风速在 2.9~7.7m/s。各站点风速以及风向变化不大。海况均为 2 级。

## 6.1.3 潮汐

### 6.1.3.1 潮汐特征

#### (1) 春季

对 SWC3 和 SWC4 两个潮位站的观测潮位进行分析，并绘制潮位过程曲线，SWC3 潮位站的最高潮位为 0.84m，最低潮位为-0.77m，最大潮差 1.58m；SWC4 潮位站的最高潮位为 0.79m，最低潮位为-0.72m，最大潮差 1.48m；平均涨潮历时大于平均落潮历时。

表 6.1.3-1 各站实测潮汐特征值统计

项目	潮位特征值	SWC3	SWC4
潮位 (m)	最高潮位	0.84	0.79
	最低潮位	-0.77	-0.72
	平均高潮位	0.77	0.71
	平均低潮位	-0.74	-0.34
	平均潮位	0.00	0.00
潮差 (m)	最大潮差	1.58	1.48
	最小潮差	1.47	1.38
	平均潮差	1.52	1.45
历时 (h)	平均涨潮历时	14.5	14.5
	平均落潮历时	10.3	10.3
观测时间		2021-5-27-01:00~5-29-23:00	2021-5-27-01:00~5-29-23:00

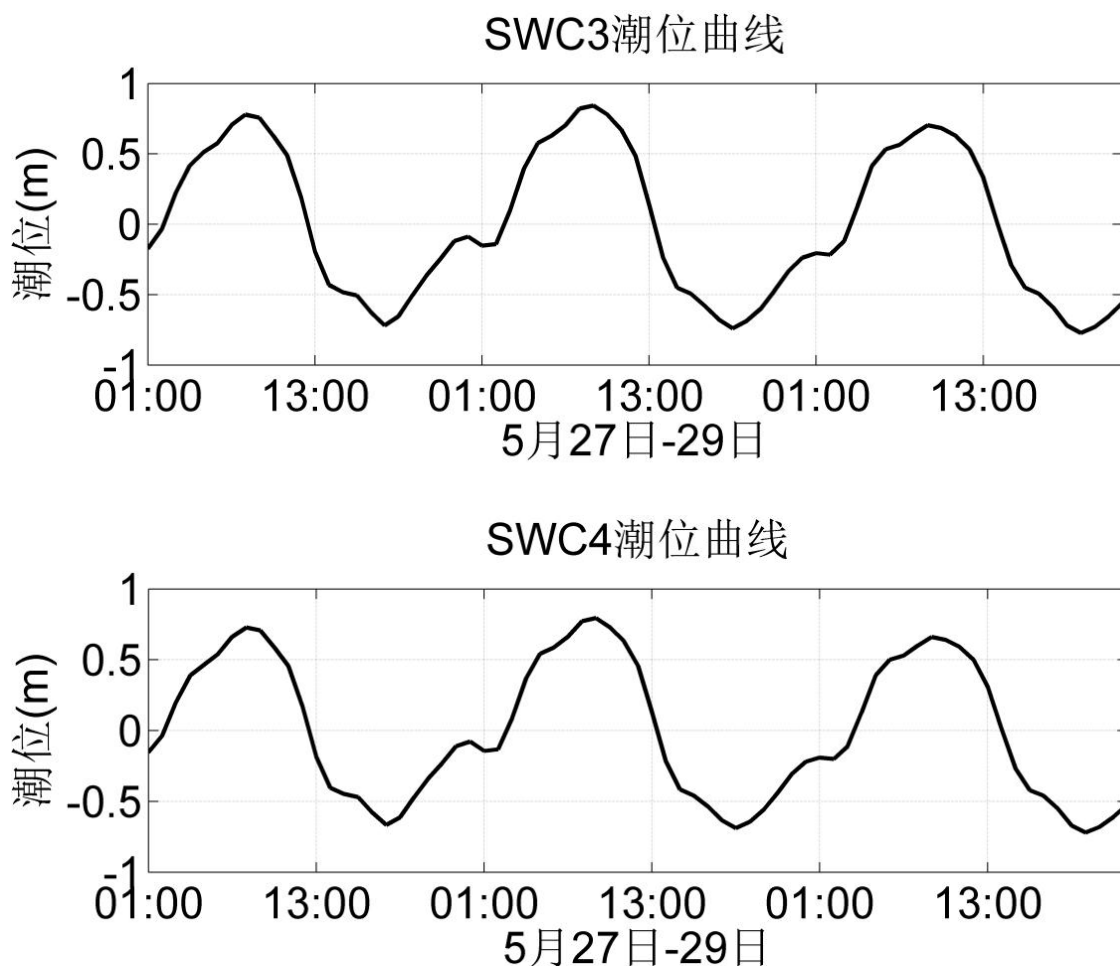


图 6.1.3-1 短期潮位站逐时潮位过程曲线

(1) 秋季

对 SWC3 和 SWC4 两个潮位站的观测潮位进行分析, 并绘制潮位过程曲线,

观测期间调查海区最高潮位为 1.68m, 最低潮位为 0.64m, 最大涨潮潮差为 1.01m, 最大落潮潮差为 1.03m。

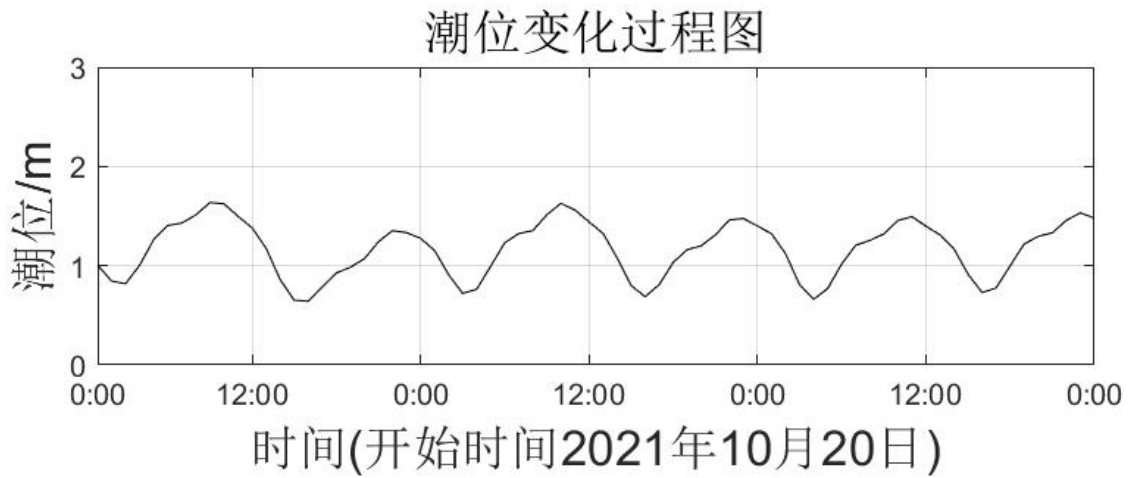


图 6.1.3-2 SWC3 站潮位过程曲线

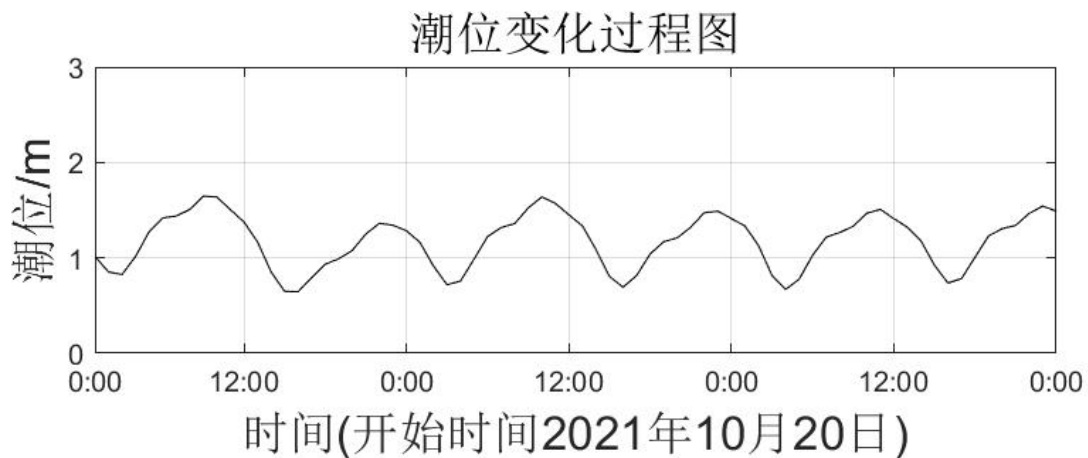


图 6.1.3-3 SWC4 站潮位过程曲线

### 6.1.3.2 潮汐类型

#### (1) 春季

对 SWC3 站和 SWC4 站 2021 年 5 月 27 日 1:00 至 5 月 29 日 23:00 连续 71 小时的潮位资料进行准调和分析, 得到 6 个主要分潮的振幅和迟角。

表 6.1.3-2 潮位站主要分潮调和常数表

分潮	SWC3		SWC4	
	振幅(cm)	迟角(°)	振幅(cm)	迟角(°)
O1	31.8	266	30.0	266
K1	35.4	273	32.9	274
M2	19.8	274	18.7	274
S2	11.0	205	10.4	205

<u>M4</u>	<u>9.3</u>	<u>208</u>	<u>9.0</u>	<u>207</u>
<u>MS4</u>	<u>1.7</u>	<u>136</u>	<u>1.7</u>	<u>126</u>

(2) 秋季

采用最小二乘法原理计算得到各站各分潮的调和常数，表 6.1.3-3 列出了各站六个主要分潮的振幅和迟角。

表 6.1.3-3 调和常数统计分析（基于 72 小时）

分潮	SWC3		SWC4	
	振幅(cm)	迟角(°)	振幅(cm)	迟角(°)
<u>O<sub>1</sub></u>	<u>108.3</u>	<u>134.86</u>	<u>105.2</u>	<u>134.15</u>
<u>K<sub>1</sub></u>	<u>127.8</u>	<u>183.86</u>	<u>124.2</u>	<u>183.15</u>
<u>M<sub>2</sub></u>	<u>27.2</u>	<u>37.09</u>	<u>27.6</u>	<u>36.74</u>
<u>S<sub>2</sub></u>	<u>10.6</u>	<u>77.09</u>	<u>10.7</u>	<u>76.74</u>
<u>M<sub>4</sub></u>	<u>5.6</u>	<u>197.91</u>	<u>5.6</u>	<u>197.06</u>
<u>MS<sub>4</sub></u>	<u>4.4</u>	<u>237.91</u>	<u>4.3</u>	<u>237.06</u>

### 6.1.3.3 潮汐特征

本节引用《中国石化燃料油销售有限公司广东分公司碣石湾油库隐患维修项目环境影响报告书》（三平环保咨询（北京）有限公司，2021 年 1 月），由国家海洋局南海调查技术中心于 2019 年 1 月 20 日~2 月 20 日进行潮位观测资料。

(1) 潮汐过程线

遮浪海洋站地理坐标为 22°39'N，115°34'E。将潮位站观测数据统一订正到 85 基面后，绘制出潮位过程曲线图。

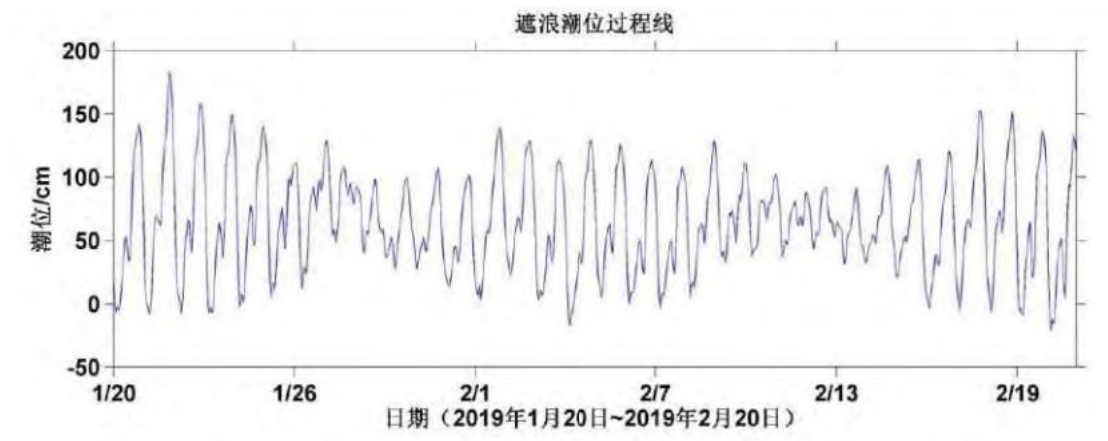


图 6.1.3-4 遮浪站潮位过程曲线（国家 85 基面）

(2) 潮位

遮浪海洋站平均海面为 63.7cm，观测海域从西往东平均海平面降低。遮浪海洋站最高潮位为 188cm；最低潮位为-25cm。



图 6.1.3-5 潮位观测站基面关系

### (3) 潮汐特征

#### 1) 潮汐调和分析

采用最小二乘法原理计算得到遮浪海洋站各分潮的调和常数。

表 6.1.3-4 潮汐调和常数

分潮站名		$O_1$	$K_1$	$M_2$	$S_2$	$M_4$	$MS_4$
遮浪海洋站	$H$ (cm)	25.6	37.1	21.9	8.8	4.9	3.7
	$g$ ( $^\circ$ )	242	309	252	274	219	273

#### 2) 潮汐性质

根据调和常数计算得到，遮浪海洋站的潮汐判别数  $F$  为 2.86，遮浪海洋站属于不正规全日潮类型。

## 6.1.4 实测海流

### 6.1.4.1 春季海流

本次水文观测各观测站不同层次海流平面分布矢量图如图 6.1.4-1 至图 6.1.4-4 所示，图 6.1.4-5 至图 6.1.4-10 为各海流观测站不同层次海流过程矢量图。表 6.1.4-1 为涨、落潮流统计表。

从海流的流态来看，观测期内除 SW2-6 测站外，其他五个测站海流的旋转流特性较为明显。六个测站均位于碣石湾内，所以各个测站的海流流向比较一致，均大致是平行于海岸线，朝向偏东方向，其中 SW2-1、SW2-2 和 SW2-3 站离岸线较近，海流偏小，SW2-4、SW2-5 和 SW2-6 站靠外，受到风和南海环流影响，流速较大。

从各站海流过程矢量图可以看出，(1) SW2-1 站表层、中层、底层涨潮流

主轴主要偏向 N，落潮流偏向 S；（2）SW2-2 站表层、中层涨潮流主轴主要偏向 N，底层则偏向 SE，落潮流偏向 S；（3）SW2-3 站表层、中层和底层涨潮流主轴主要偏向 N，落潮流偏向 SE；（4）SW2-4 站表层、中层、底层涨潮流主轴主要偏向 N，落潮流偏向 SW；（5）SW2-5 站表层、中、底层涨潮流主轴主要偏向 N，落潮流偏向 S；（6）SW2-6 站表层、中、底层涨潮流主轴主要偏向 N，落潮流偏向 S。

从垂向平均流速来看，各站点的涨落潮流速相差不大。观测期间最大涨潮流速为 65.9m/s，最大落潮流速为 58.9cm/s，分别为 SW2-4 站表层和 SW2-4 站中层。最大涨潮和落潮平均流速分别为 34.5cm/s 和 23.6cm/s，出现在 SW2-6 站表层。在垂向上，SW2-4、SW2-5 和 SW2-6 站的中层流速均比表层和底层小，其他测站则是表层最大，中层次之，底层最小。在水平上，各站点的数值差异不是很大，在表层 SW2-5 站流速最大，SW2-1 站最小；在中层 SW2-4 站流速最大，SW2-1 站最小；在底层 SW2-5 站流速最大，SW2-6 站最小。

表 6.1.4-1 各站实测最大涨、落潮流 (cm/s、°)

测站	涨、落潮	表层		中层		底层		垂向平均	
		流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向
SW2-1	落潮流	16.5	234.6	14.7	294.6	37.8	270.8	17.9	91.9
	涨潮流	21.1	259.4	20.6	245.9	28.2	255.1	22.9	73.0
SW2-2	落潮流	32.0	111.7	23.6	107.9	38.6	283.3	22.9	106.3
	涨潮流	45.8	128.0	22.3	119.7	30.4	284.3	23.2	284.9
SW2-3	落潮流	33.0	227.9	37.6	216.6	31.6	225.3	29.3	139.5
	涨潮流	29.1	118.1	36.1	146.8	28.6	142.3	24.5	31.2
SW2-4	落潮流	50.2	57.0	58.9	38.7	44.4	30.4	54.6	222.4
	涨潮流	65.9	197.3	58.1	41.5	60.9	200.5	52.5	18.8
SW2-5	落潮流	55.0	56.6	51.8	40.7	48.2	21.2	51.9	221.1
	涨潮流	65.9	197.3	53.7	40.4	60.9	200.5	53.3	19.4
SW2-6	落潮流	42.7	82.1	27.8	108.4	27.1	50.0	40.3	102.3
	涨潮流	58.2	92.9	34.4	84.8	52.0	99.4	38.5	83.8

表 6.1.4-2 各站实测平均涨、落潮流 (m/s、°)

测站	涨、落潮	表层		中层		底层		垂向平均	
		流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向
SW2-1	落潮流	6.1	219.5	9.3	184.8	14.1	194.4	4.0	197.1
	涨潮流	7.7	299.0	5.8	77.9	7.2	21.0	7.4	53.5
SW2-2	落潮流	21.1	148.6	4.2	190.1	6.4	160.2	12.6	124.0
	涨潮流	8.2	326.1	4.2	344.2	1.8	61.4	1.7	19.1

SW2-3	落潮流	10.2	136.1	10.4	117.7	10.5	112.8	16.9	135.4
	涨潮流	12.5	325.7	14.1	309.8	10.6	319.8	8.3	320.3
SW2-4	落潮流	9.3	198.8	4.6	221.3	10.2	235.8	9.9	269.4
	涨潮流	15.3	358.2	8.2	345.9	16.5	16.1	10.8	73.8
SW2-5	落潮流	16.0	188.6	6.1	181.4	13.3	216.2	9.7	269.3
	涨潮流	21.3	15.9	9.9	338.0	13.6	11.6	14.8	78.9
SW2-6	落潮流	23.6	159.5	12.1	158.4	15.7	184.1	25.0	104.8
	涨潮流	34.5	355.1	17.7	5.6	29.3	4.0	21.7	84.1

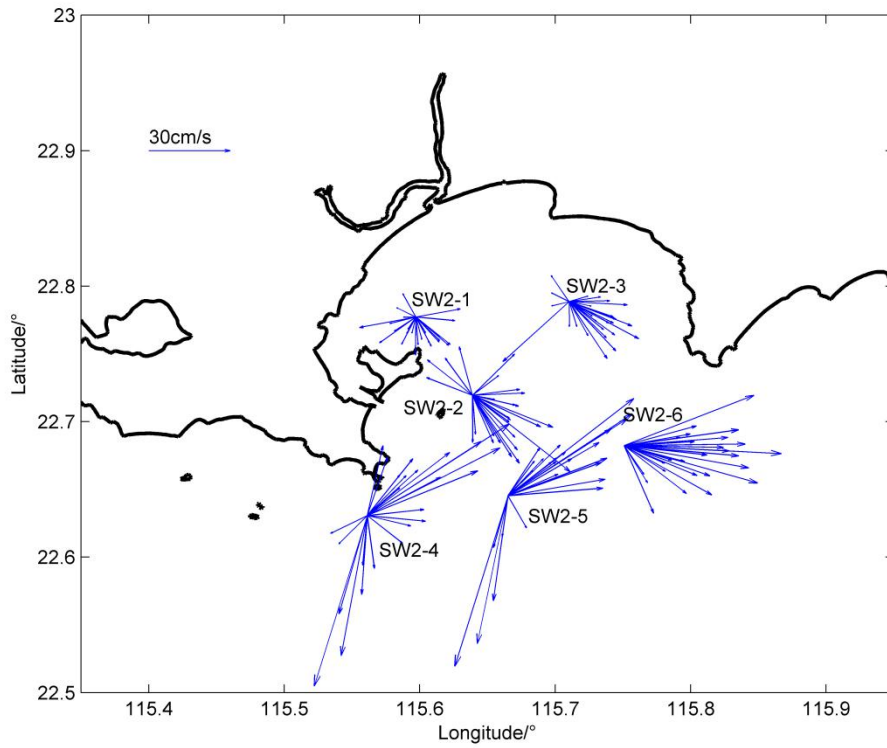


图 6.1.4-1 各站表层海流平面分布矢量图

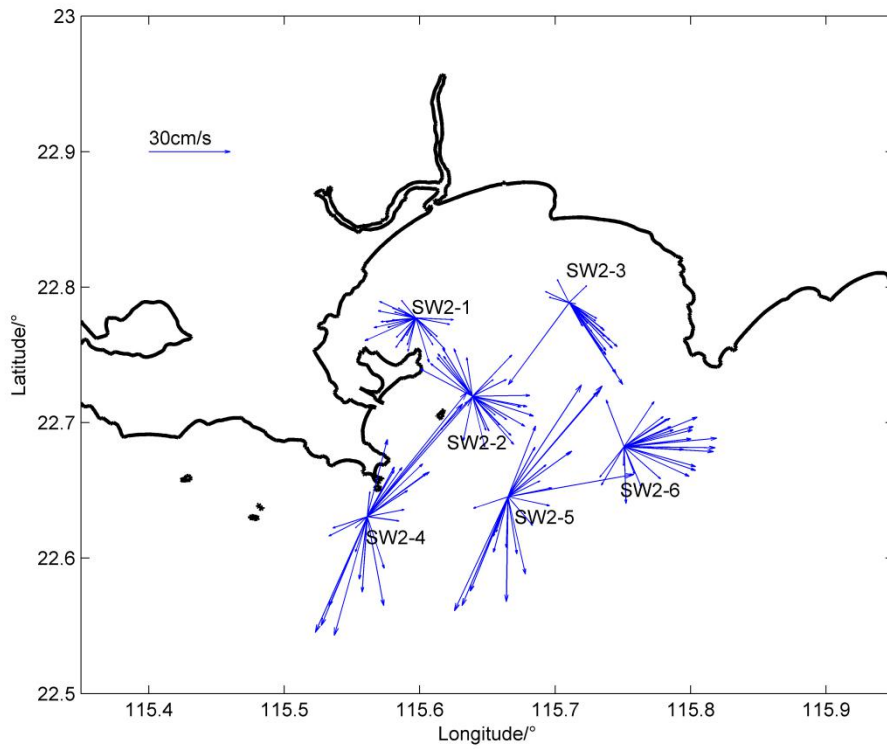


图 6.1.4-2 各站中层海流平面分布矢量图

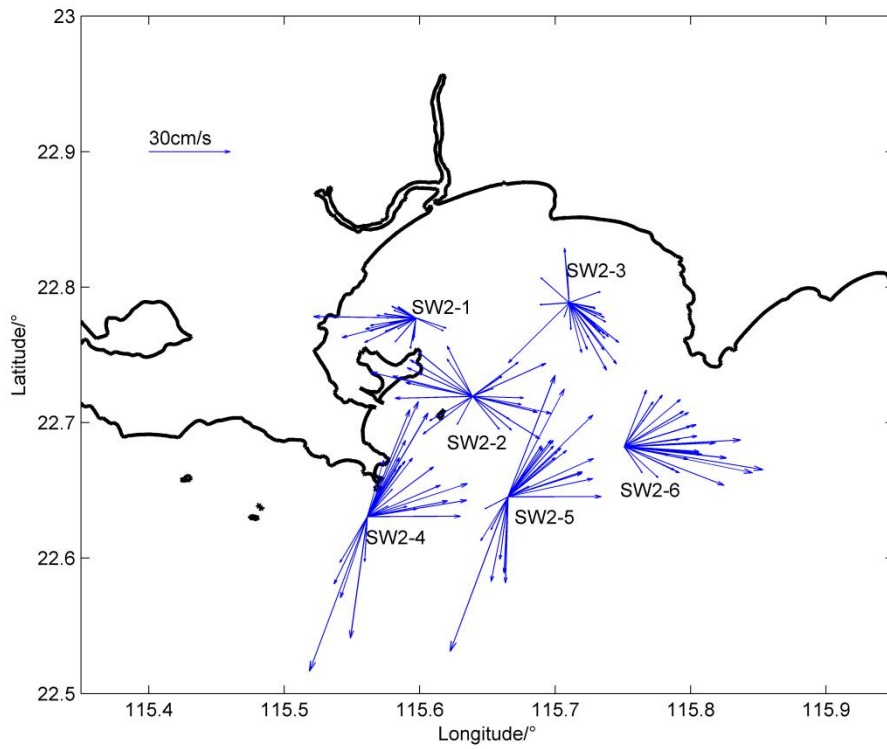


图 6.1.4-3 各站底层海流平面分布矢量图



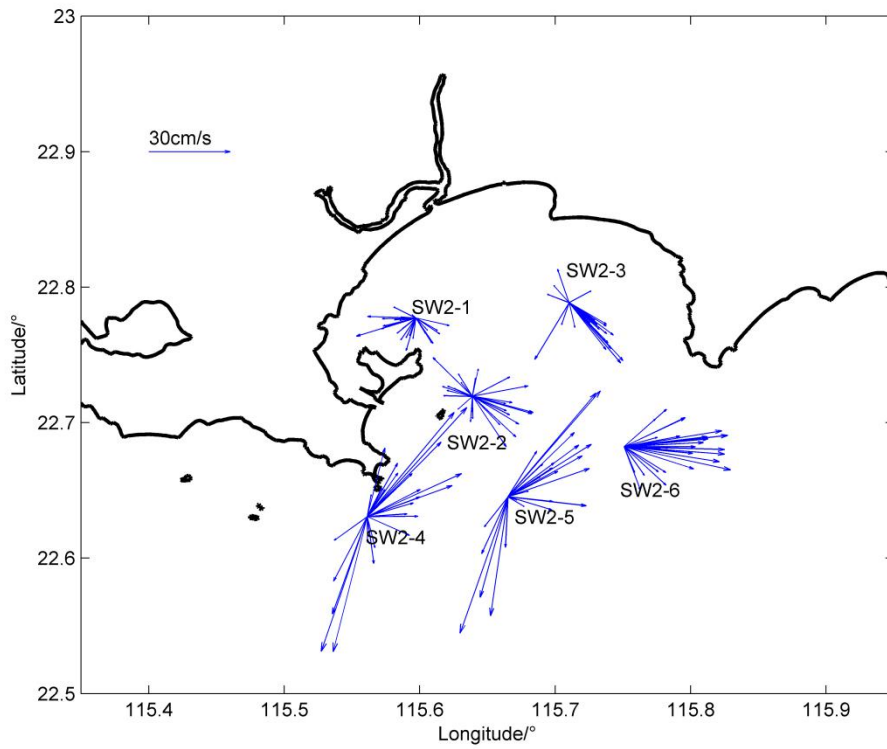


图 6.1.4-4 各站垂向平均海流平面分布矢量图

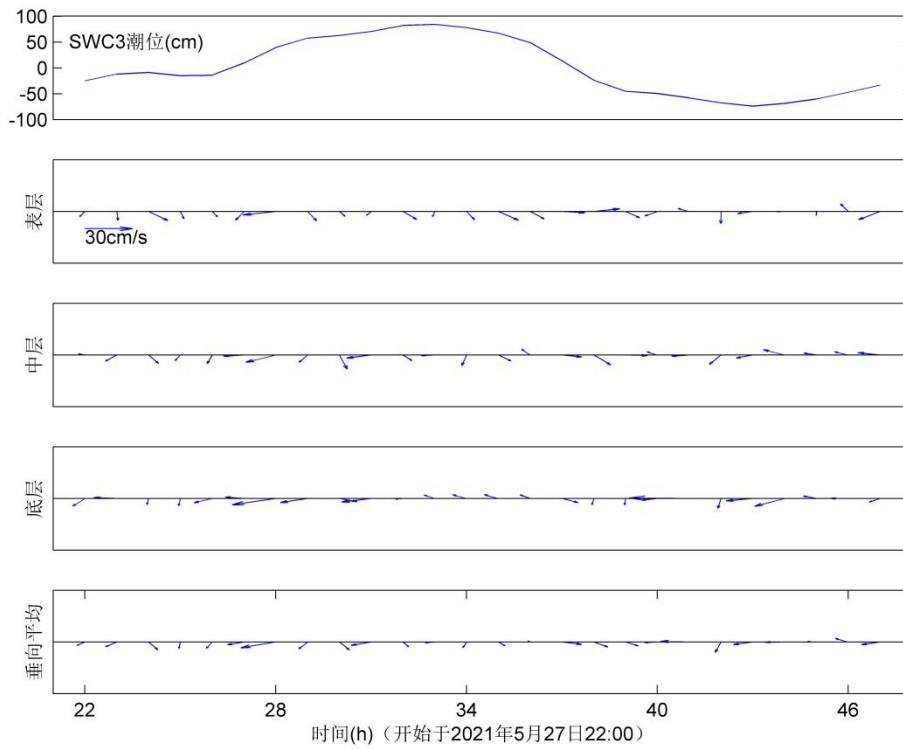


图 6.1.4-5 SW2-1 站海流矢量图

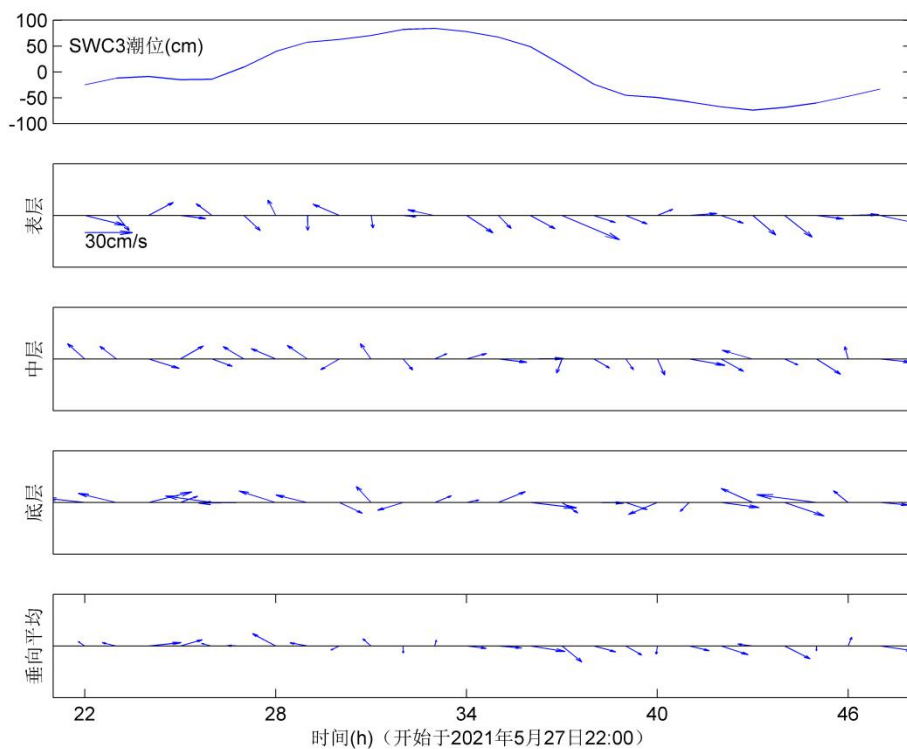


图 6.1.4-6 SW2-2 站海流矢量图

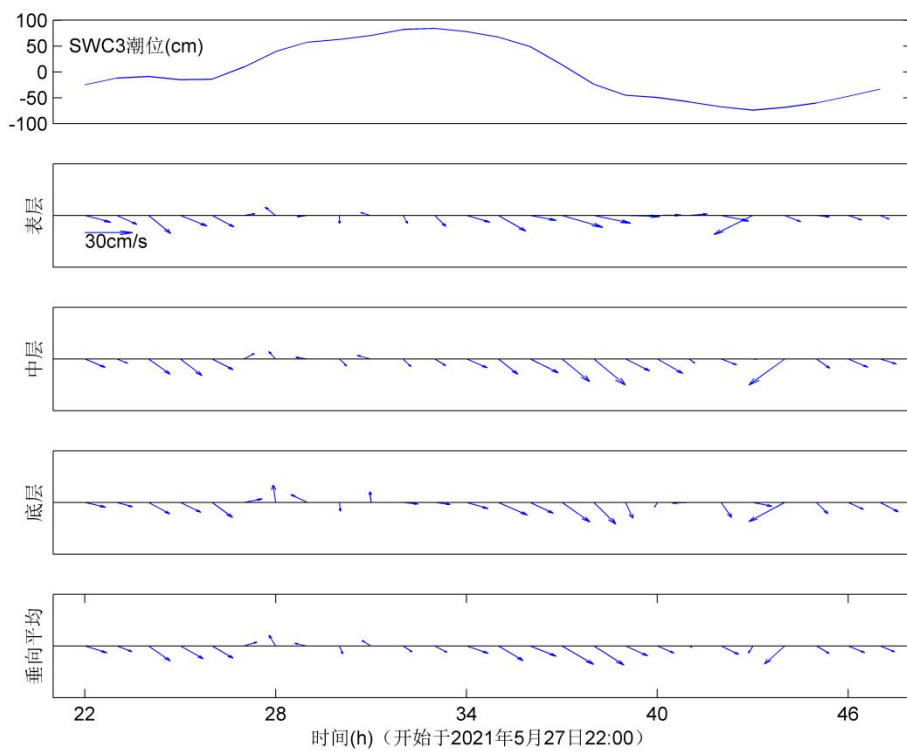


图 6.1.4-7 SW2-3 站海流矢量图

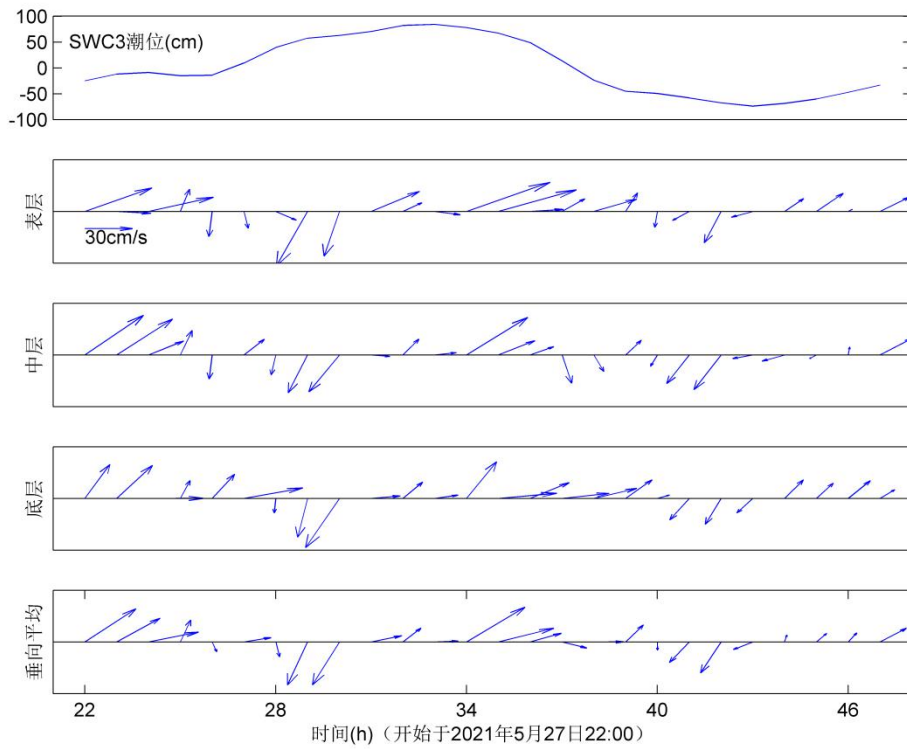


图 6.1.4-8 SW2-4 站海流矢量图

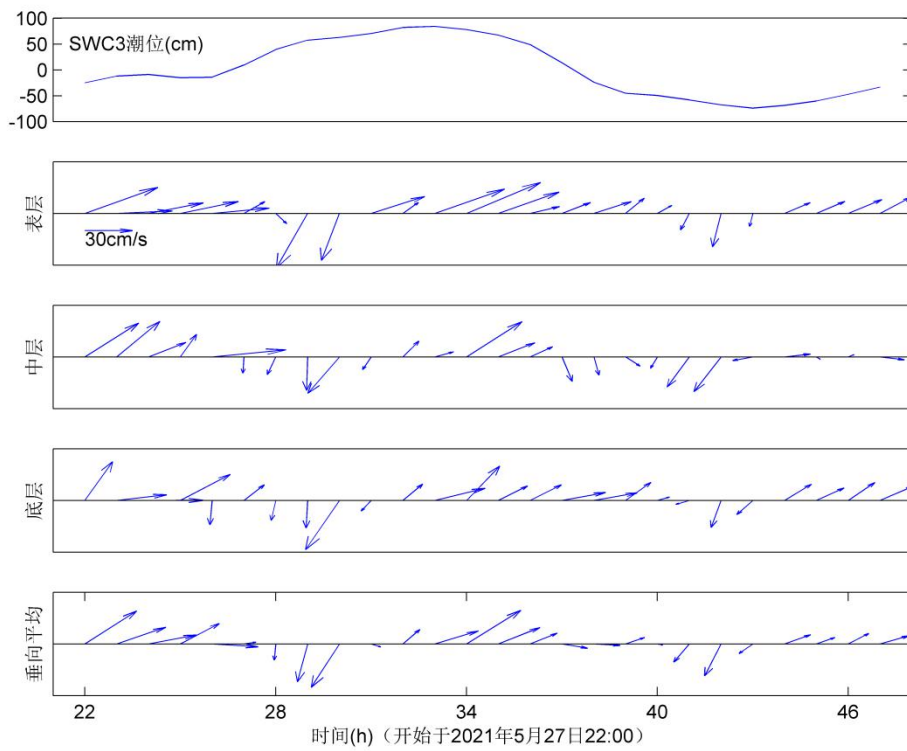


图 6.1.4-9 SW2-5 站海流矢量图

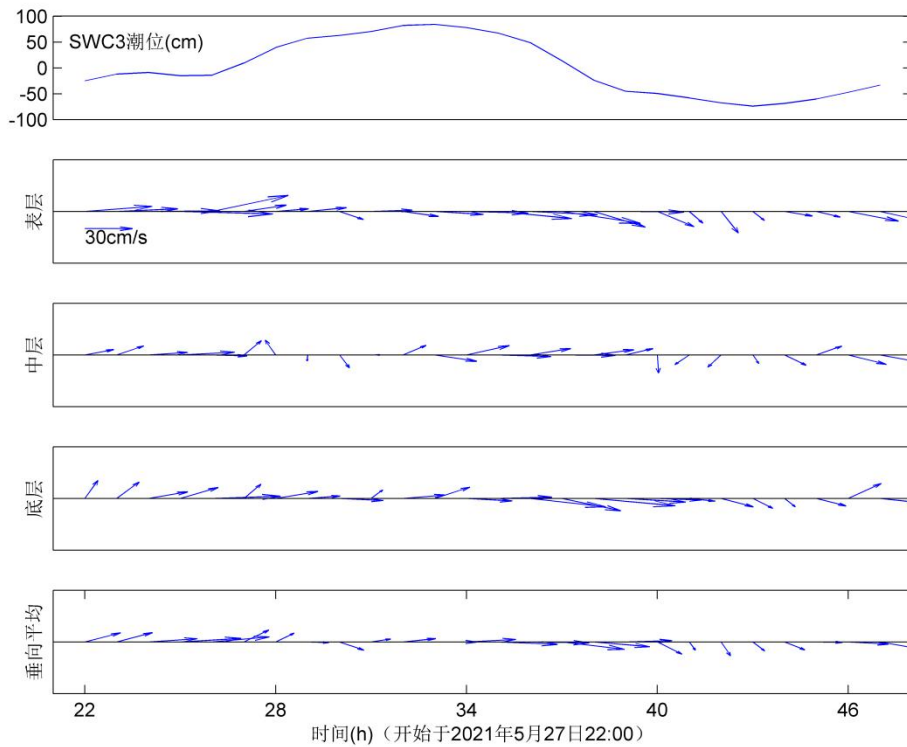


图 6.1.4-10 SW2-6 站海流矢量图

### 6.1.4.2 秋季海流

本次水文观测各观测站不同层次海流平面分布矢量图如图 6.1.4-11 至图 6.1.4-13 所示，图 6.1.4-14 至图 6.1.4-19 为各海流观测站不同层次海流过程矢量图。表 6.1.4-3 为涨、落潮流统计表。

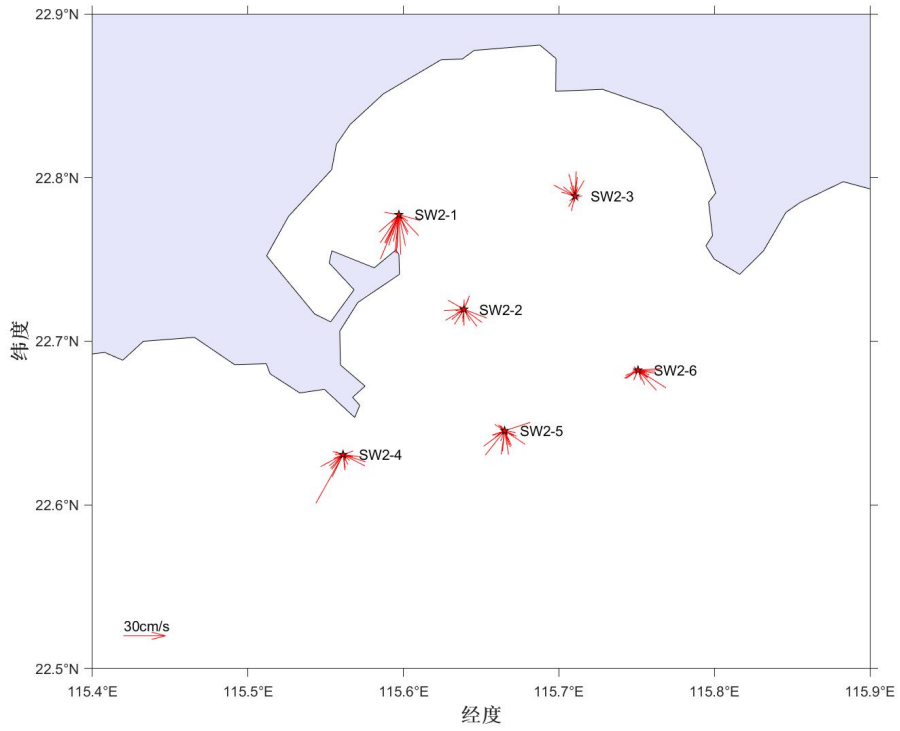
从海流的流态来看，观测期内各站点海流的整体流向为西南方向，且与岸线垂直。

从各站海流过程矢量图可以看出，SW2-1 观测站表层、中层、底层潮流方向基本一致，涨潮流主轴主要偏向 SW，落潮流偏向 SE；其余各观测站表层、中层、底层潮流方向基本一致，涨潮流主轴主要偏向 NE，落潮流偏向 ES。

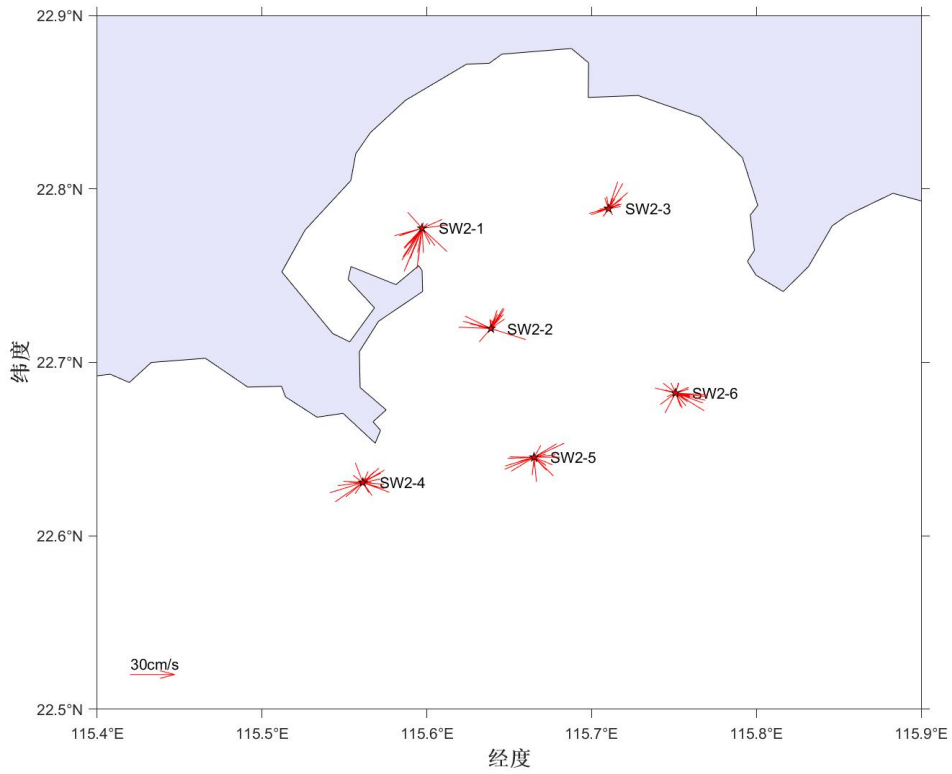
观测期间最大涨潮流速为 41.68cm/s，最大落潮流速为 32.98cm/s，分别出现在 SW2-4 站底层和 SW2-1 站表层。最大涨潮和落潮平均流速分别为 17.47cm/s 和 18.47cm/s，分别出现在 SW2-1 的表层和 SW2-1 站中层。在垂向结构上，各站点流速从上向下比较稳定；在水平上，海流的方向主要与岸线垂直，各测站之间流速变化不大。

表 6.1.4-3 大潮期涨、落潮流对比统计表

层次	站位	流速 (cm/s)、流向 (°)							
		涨潮最大流速	对应时刻流向	涨潮平均流速	平均流向	落潮最大流速	对应时刻流向	落潮平均流速	平均流向
表层	SW2-1	27.05	177.14	17.47	173.45	32.98	203.66	16.35	198.87
	SW2-2	17.32	110	8.45	212.5	15.75	124.66	7.65	143.95
	SW2-3	16.68	296.55	7.03	170	16.9	3.18	8.15	189.35
	SW2-4	38.33	210.41	12.38	215.76	16.97	107.14	8.44	156.32
	SW2-5	21.71	219.78	11.48	201.73	19.04	72.86	9.45	178.82
	SW2-6	11.32	241.07	7.7	180.68	23.39	120.99	10.16	127.4
中层	SW2-1	25.92	187.46	16.11	168.4	30.17	203.56	18.47	203.29
	SW2-2	24.38	106.76	10.33	177.45	19.17	294.45	11.57	78.7
	SW2-3	18.88	30.73	8.01	161.2	16.54	51.51	8.34	160.57
	SW2-4	23.31	253.61	12.36	208.32	16.57	61.21	11.49	86.55
	SW2-5	22.16	66.24	13.23	196.63	17.62	132.46	12.39	115.81
	SW2-6	14.55	208.94	9.93	179.56	22.36	120.36	13.54	109.32
底层	SW2-1	28.23	169.05	15.26	174.14	23.15	215.77	12.84	187.91
	SW2-2	25.76	279.65	11.78	189.72	25.71	1.66	11.27	162.94
	SW2-3	14.49	255.02	8.96	192.59	10.52	333.64	6.83	216.1
	SW2-4	41.68	31.25	14.23	173.6	22.35	30.7	13.73	143.17
	SW2-5	17.62	104.65	12.03	144.91	27.63	78.9	16.27	124.94
	SW2-6	21.76	154.33	13.7	175.4	22.67	357.46	15.71	181.07
垂线平均	SW2-1	22.5	184.93	14.47	179.39	25.41	206.26	13.43	203.17
	SW2-2	19.82	110.32	8.19	212.62	11.49	26.12	6.89	87.68
	SW2-3	12.11	342.71	4.95	131.51	8.62	48.65	4.41	198.31
	SW2-4	21.33	235.96	10.35	173.37	14.48	111.87	7.75	119.08
	SW2-5	17.18	250.43	9.35	186.56	14.85	114.36	9.95	118.87
	SW2-6	13.13	143.74	9.43	176.02	20.35	97.44	10.8	124.61



**图 6.1.4-11 表层海流平面分布矢量图**



**图 6.1.4.12 中层海流平面分布矢量图**

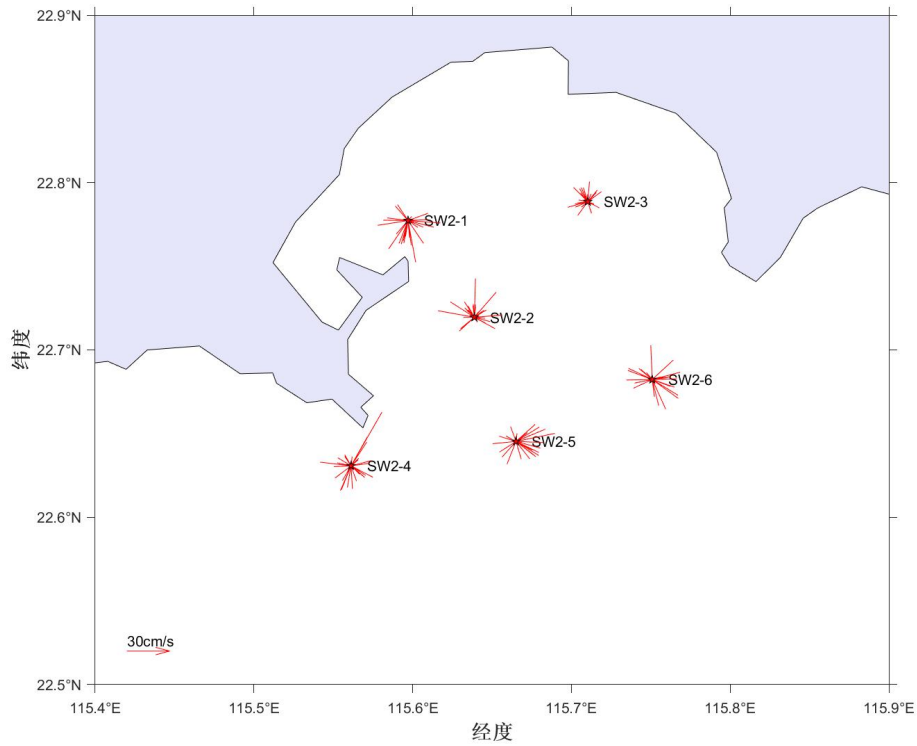
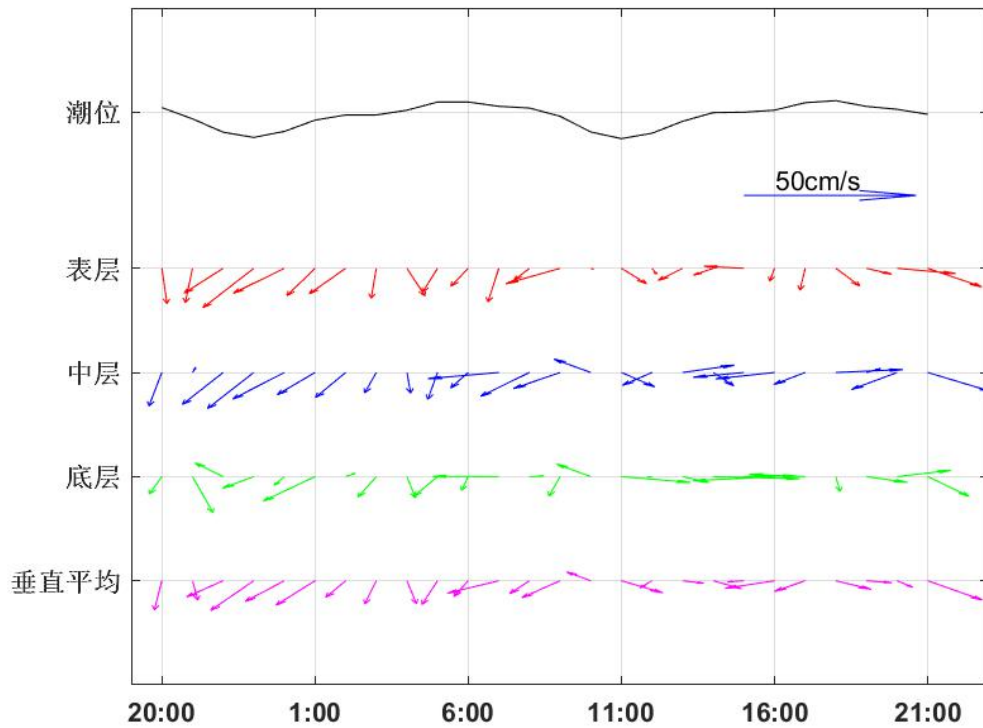
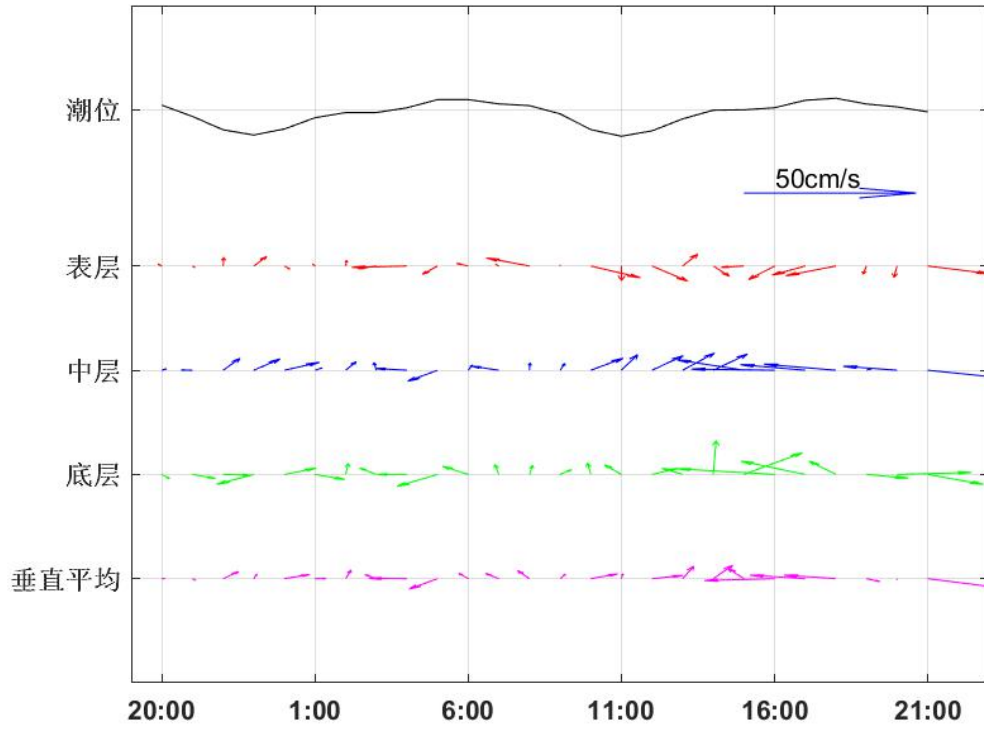


图 6.1.4-13 底层海流平面分布矢量图



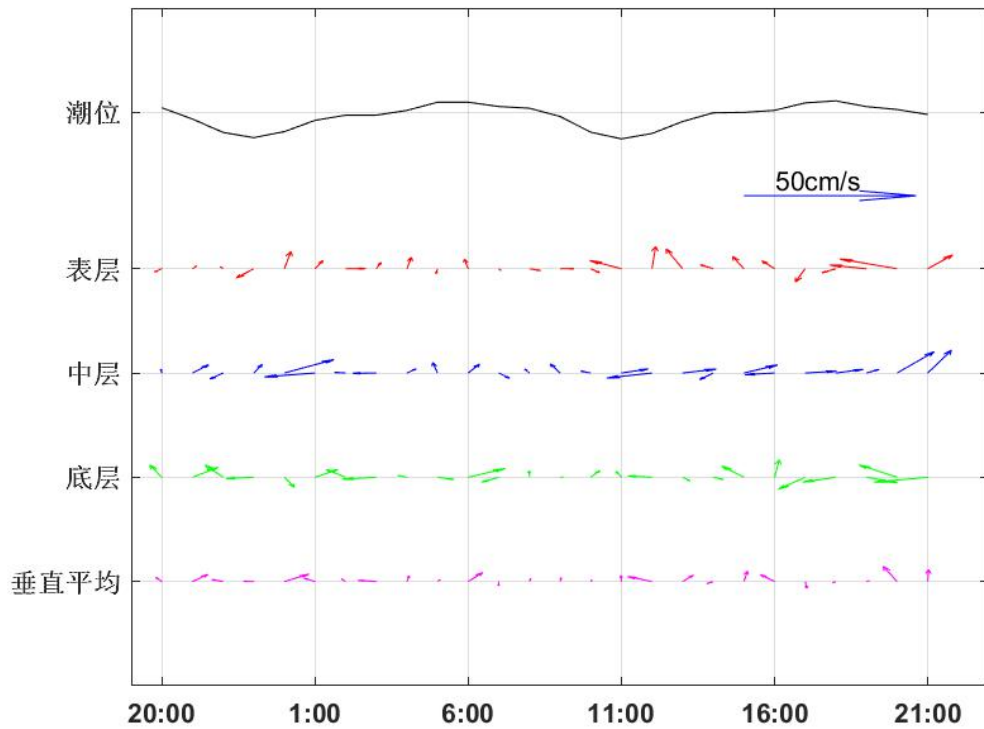
(开始时间 2021 年 10 月 20 日 20:00~结束时间 2021 年 10 月 21 日 21: 00)

图 6.1.4-14 SW2-1 站海流矢量图



(开始时间 2021 年 10 月 20 日 20.00~结束时间 2021 年 10 月 21 日 21: 00)

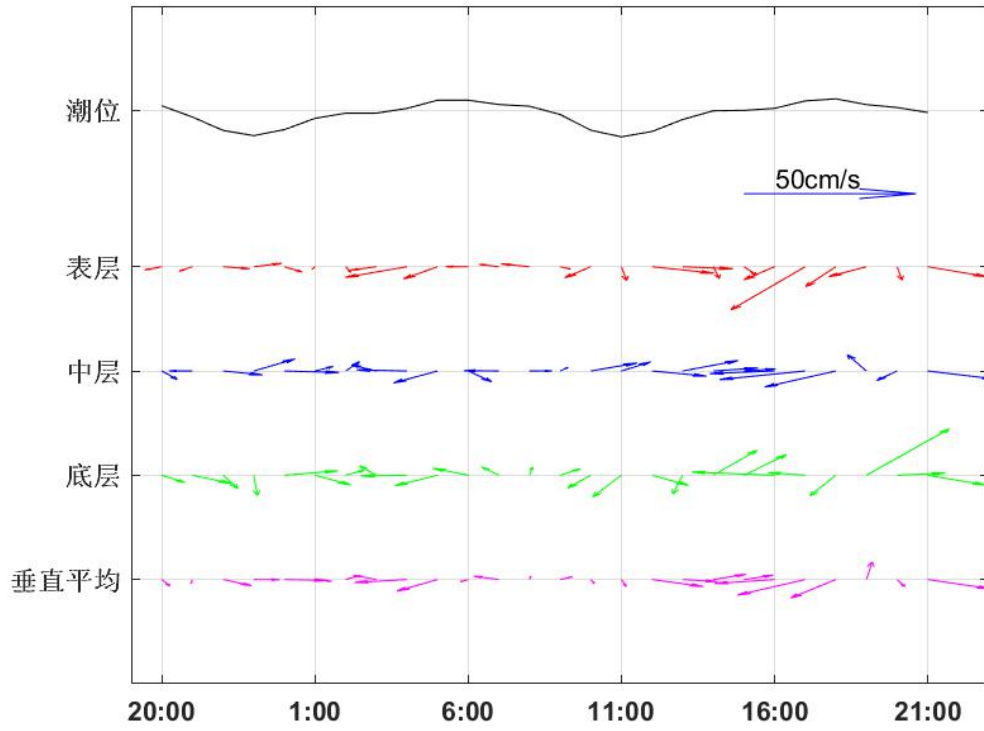
图 6.1.4.15 SW2-2 站海流矢量图



(开始时间 2021 年 10 月 20 日 20.00~结束时间 2021 年 10 月 21 日 21: 00)

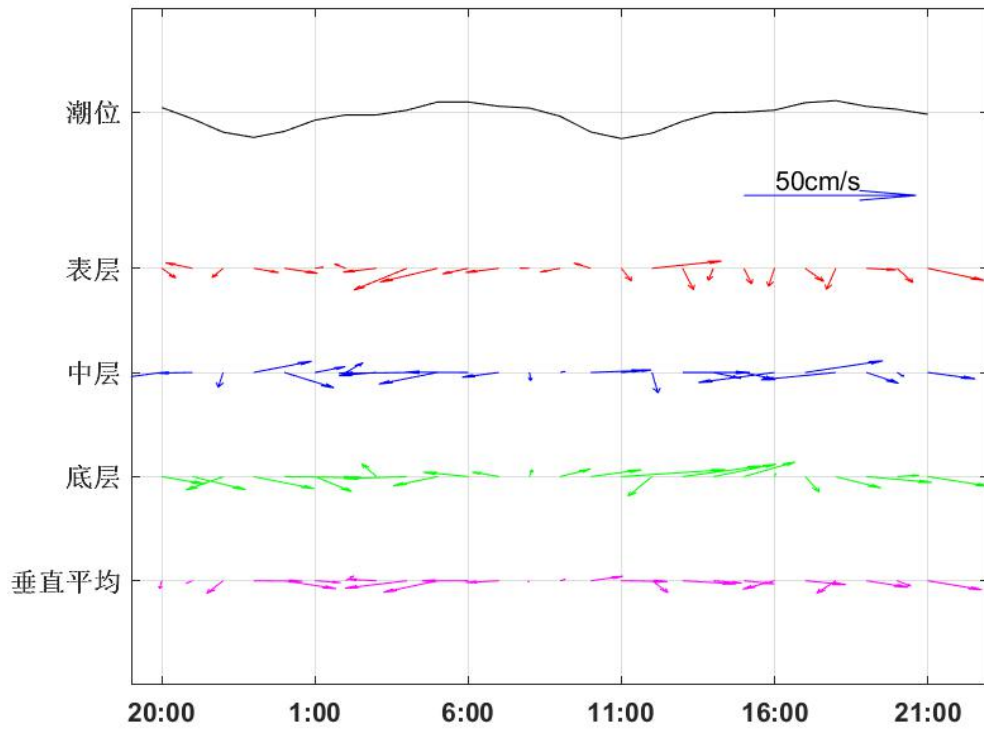
图 6.1.4.16 SW2-3 站海流矢量图





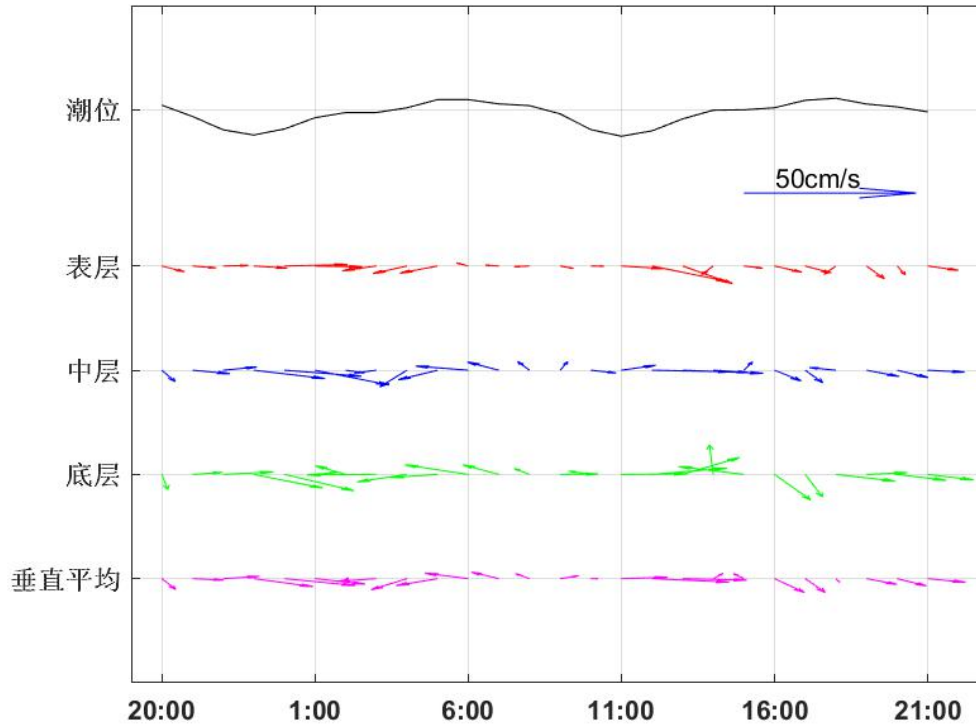
(开始时间 2021 年 10 月 20 日 20:00~结束时间 2021 年 10 月 21 日 21: 00)

图 6.1.4-17 SW2-4 站海流矢量图



(开始时间 2021 年 10 月 20 日 20:00~结束时间 2021 年 10 月 21 日 21: 00)

图 6.1.4-18 SW2-5 站海流矢量图



(开始时间 2021 年 10 月 20 日 20.00~结束时间 2021 年 10 月 21 日 21: 00)

图 6.1.4-19 SW2-6 站海流矢量图

## 6.1.5 潮流

### 6.1.5.1 潮流性质

潮流性质的划分采用潮流性质系数  $F = (W_{O1} + W_{K1}) / W_{M2}$  作为判别标准:

$F \leq 0.5$	正规半日潮流
$0.5 < F \leq 2.0$	不正规半日潮流
$2.0 < F \leq 4.0$	不正规全日潮流
$4.0 < F$	正规全日潮流

其中  $W_{O1}$  为主要太阴日分潮流  $O_1$  的最大流速,  $W_{K1}$  为主要太阴太阳合成日分潮流  $K_1$  的最大流速,  $W_{M2}$  为主要太阴半日分潮流  $M_2$  的最大流速。

#### (1) 春季

各站各层潮流性质系数  $F$  值见表 6.1.5-1。根据潮流调和分析结果, 调查海区潮流类型主要表现为不正规半日潮流, 个别测站出现不正规全日潮流特征。

表 6.1.5-1 潮流性质系数表

站位	层位	特征值 F	潮型
SW2-1	表层	1.38	不正规半日潮流
	中层	0.84	不正规半日潮流
	底层	0.89	不正规半日潮流
SW2-2	表层	1.14	不正规半日潮流
	中层	0.97	不正规半日潮流
	底层	2.57	不正规全日潮流
SW2-3	表层	1.33	不正规半日潮流
	中层	1.07	不正规半日潮流
	底层	1.71	不正规半日潮流
SW2-4	表层	0.63	不正规半日潮流
	中层	0.87	不正规半日潮流
	底层	1.27	不正规半日潮流
SW2-5	表层	1.33	不正规半日潮流
	中层	1.36	不正规全日潮流
	底层	0.94	不正规半日潮流
SW2-6	表层	2.29	不正规全日潮流
	中层	1.66	不正规半日潮流
	底层	2.74	不正规全日潮流

## (2) 秋季

各站各层潮流性质系数 F 值见表 6.1.5-2。根据潮流调和分析结果，各观测点均是正规全日潮流。由此可见，调查海区表层潮流类型主要表现为正规全日潮流。

表 6.1.5-2 潮流性质系数表

站位	层位	特征值 F	潮型
SW2-1	表层	18.53	正规全日潮流
	中层	26.06	正规全日潮流
	底层	22.97	正规全日潮流
SW2-2	表层	11.57	正规全日潮流
	中层	10.93	正规全日潮流
	底层	13.52	正规全日潮流
SW2-3	表层	17.68	正规全日潮流
	中层	25.56	正规全日潮流
	底层	55.48	正规全日潮流
SW2-4	表层	16.4	正规全日潮流
	中层	8.57	正规全日潮流
	底层	24.05	正规全日潮流
SW2-5	表层	38.36	正规全日潮流
	中层	22.62	正规全日潮流
	底层	62.45	正规全日潮流

站位	层位	特征值 F	潮型
SW2-6	表层	40.66	正规全日潮流
	中层	36.98	正规全日潮流
	底层	44.69	正规全日潮流

### 6.1.5.2 潮流的运动形式及潮流椭圆要素

#### (1) 春季

调查海区各站各层  $M_2$ 、 $S_2$ 、 $K_1$  和  $O_1$  的潮流椭圆图如图 6.1.5-1 至图 6.1.5-4 所示，椭圆要素如表 6.1.5-3 所示。潮流运动可粗略分为往复流和旋转流，它可由潮流的椭圆旋转率  $k$  值来描述， $k$  值为潮流椭圆的短半轴与长半轴之比，其值介于-1~1 之间。 $k$  的绝对值越小越接近往复流，越大越接近于旋转流。 $k$  值的正、负号表示潮流旋转的方向，正号表示逆时针方向旋转，负号表示顺时针方向旋转。从结果可知：

本次观测所有站位各层次潮流均表现为  $S_2$  和  $M_2$  分潮流占优。最大  $M_2$  分潮流出现在 SW2-4 站中层，流速为 61.089cm/s。各站各层潮流均表现为  $M_2$  分潮流占优，大部分测站的  $M_2$  分潮流的  $k$  值均较大，绝对值大于 0.25，均表现为旋转流的特征；个别测站个别层次  $M_2$  分潮流  $k$  值绝对值小于 0.25，表现为往复流的特征。

本海区的各分潮最大流速方向主要受附近地形的影响，各个分潮流流向几乎与岸线平行，个别测站分潮流流向与岸线存在一定的夹角，在各测站表中底层差异较小。

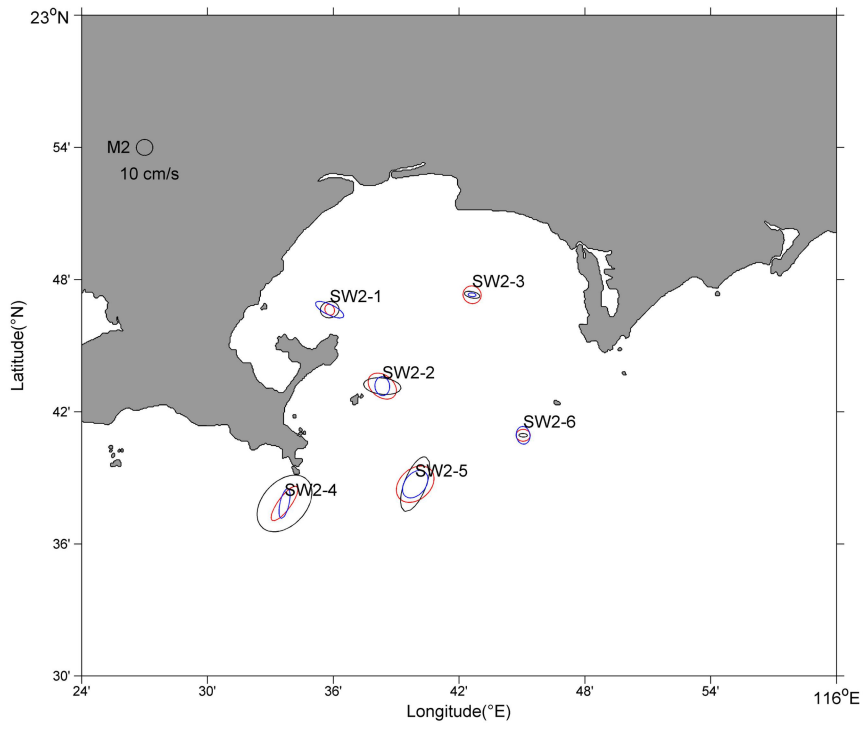


图 6.1.5-1 各测站 M<sub>2</sub>分潮潮流椭圆图（红色表层，黑色中层，蓝色底层）

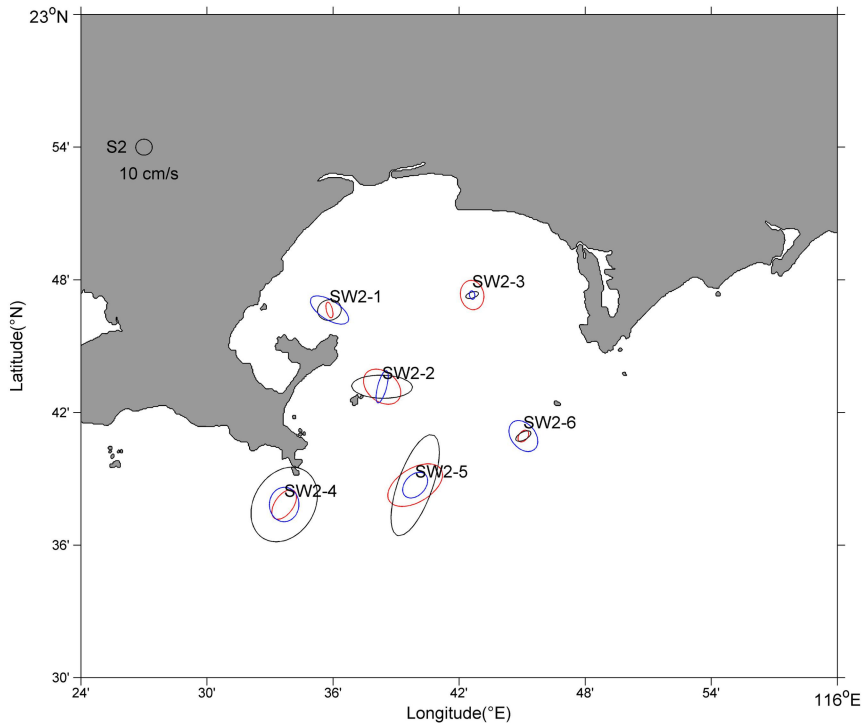


图 6.1.5-2 各测站 S<sub>2</sub>分潮潮流椭圆图

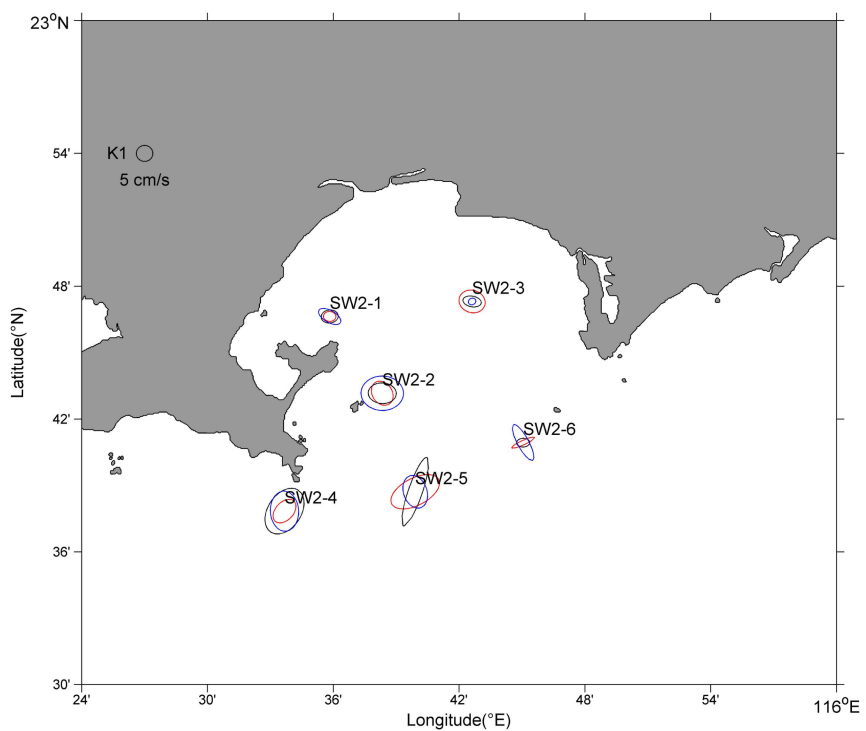


图 6.1.5-3 各测站 K<sub>1</sub>分潮潮流椭圆图

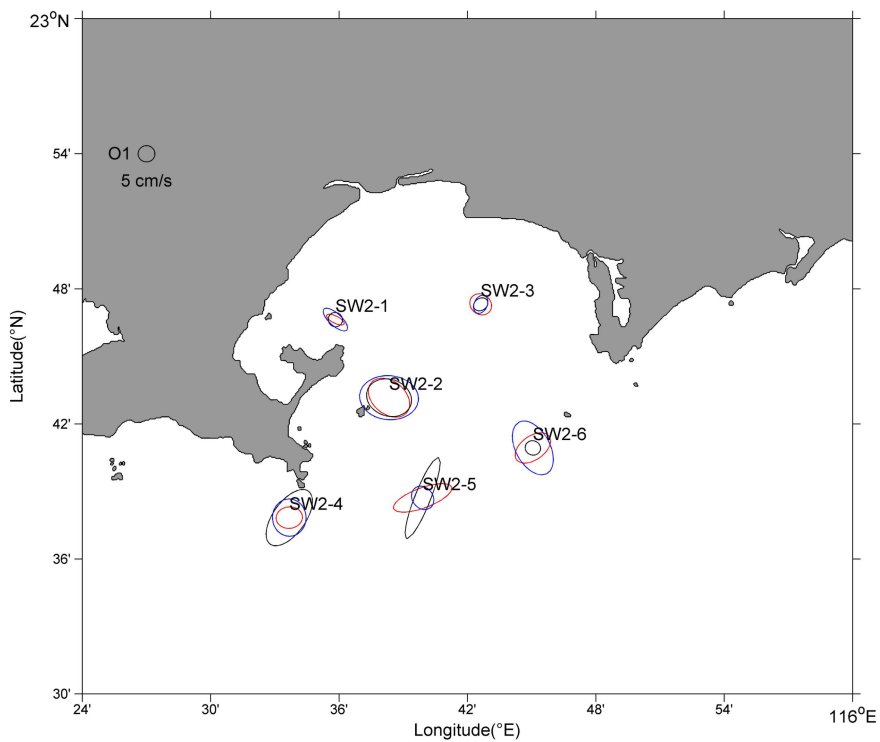


图 6.1.5-4 各测站 O<sub>1</sub>分潮潮流椭圆图

表 6.1.5-3 各站各层潮流椭圆要素

站位层次	分潮	最大潮流 (cm/s)	最小潮流 (cm/s)	椭圆率 k	最大潮流方向 (°)
SW2-1-表	O <sub>1</sub> 分潮	8.7416	0.6091	-0.0697	297.2
	K <sub>1</sub> 分潮	5.672	2.391	-0.4215	93.1
	M <sub>2</sub> 分潮	10.4819	4.2459	-0.4051	156.4
	S <sub>2</sub> 分潮	14.9994	1.0296	-0.0686	346.6
	M <sub>4</sub> 分潮	18.3837	0.1787	0.0097	247
	MS <sub>4</sub> 分潮	19.731	1.5845	-0.0803	245.7
SW2-1-中	O <sub>1</sub> 分潮	6.5963	4.7312	-0.7173	337.5
	K <sub>1</sub> 分潮	7.8085	2.9029	-0.3718	82.4
	M <sub>2</sub> 分潮	17.1385	9.2383	-0.539	258.2
	S <sub>2</sub> 分潮	21.755	11.6408	-0.5351	73.5
	M <sub>4</sub> 分潮	16.8493	1.2593	-0.0747	274.9
	MS <sub>4</sub> 分潮	18.3562	3.3965	-0.185	276.1
SW2-1-底	O <sub>1</sub> 分潮	14.104	1.1387	-0.0807	133.4
	K <sub>1</sub> 分潮	11.4248	1.4091	-0.1233	300.7
	M <sub>2</sub> 分潮	28.7215	1.6671	-0.058	296.8
	S <sub>2</sub> 分潮	40.2941	4.131	-0.1025	123.1
	M <sub>4</sub> 分潮	9.4063	2.1729	0.231	72.1
	MS <sub>4</sub> 分潮	9.1591	0.5412	-0.0591	229.6
SW2-2-表	O <sub>1</sub> 分潮	21.1005	6.1373	0.2909	132.2
	K <sub>1</sub> 分潮	11.9127	4.2653	0.358	329.6
	M <sub>2</sub> 分潮	28.9849	8.6032	0.2968	310.5
	S <sub>2</sub> 分潮	38.7175	11.3673	0.2936	132.2
	M <sub>4</sub> 分潮	42.6087	5.9324	-0.1392	347.1
	MS <sub>4</sub> 分潮	52.8303	8.9499	-0.1694	166.9
SW2-2-中	O <sub>1</sub> 分潮	20.5984	8.7768	-0.4261	291.6
	K <sub>1</sub> 分潮	12.8523	4.3672	-0.3398	92.8
	M <sub>2</sub> 分潮	34.3142	3.5829	0.1044	96.8
	S <sub>2</sub> 分潮	55.593	4.3879	0.0789	271.3
	M <sub>4</sub> 分潮	41.678	14.0839	0.3379	112.1
	MS <sub>4</sub> 分潮	53.2388	14.889	0.2797	291.1
SW2-2-底	O <sub>1</sub> 分潮	26.4516	9.5178	-0.3598	95.3
	K <sub>1</sub> 分潮	19.417	8.6152	-0.4437	270.9
	M <sub>2</sub> 分潮	17.8666	6.0417	0.3382	355.1
	S <sub>2</sub> 分潮	31.3498	1.0588	0.0338	194.4
	M <sub>4</sub> 分潮	13.5496	3.1945	-0.2358	105.8
	MS <sub>4</sub> 分潮	28.1339	4.8434	-0.1722	280.5
SW2-3-表	O <sub>1</sub> 分潮	10.409	5.1686	-0.4965	314.7
	K <sub>1</sub> 分潮	12.1406	5.9043	-0.4863	110.3
	M <sub>2</sub> 分潮	16.9999	11.6332	-0.6843	138.5
	S <sub>2</sub> 分潮	27.6896	9.8441	-0.3555	349.9

站位层次	分潮	最大潮流 (cm/s)	最小潮流 (cm/s)	椭圆率 k	最大潮流方向 (°)
	M <sub>4</sub> 分潮	13.2058	4.9163	-0.3723	77.1
	MS <sub>4</sub> 分潮	15.5345	9.3356	-0.601	246
SW2-3-中	O <sub>1</sub> 分潮	6.8205	2.7023	-0.3962	234.4
	K <sub>1</sub> 分潮	8.4742	1.599	-0.1887	101
	M <sub>2</sub> 分潮	14.2847	1.2578	-0.0881	283
	S <sub>2</sub> 分潮	12.0075	1.3288	-0.1107	251.8
	M <sub>4</sub> 分潮	18.8545	13.808	0.7323	65.3
	MS <sub>4</sub> 分潮	22.3996	13.4725	0.6015	254.4
SW2-3-底	O <sub>1</sub> 分潮	8.7238	2.2816	-0.2615	203.7
	K <sub>1</sub> 分潮	3.4657	1.7124	-0.4941	64.3
	M <sub>2</sub> 分潮	7.1367	0.8592	-0.1204	275.4
	S <sub>2</sub> 分潮	7.9407	1.6828	-0.2119	170.2
	M <sub>4</sub> 分潮	18.7101	1.1516	0.0615	81.7
	MS <sub>4</sub> 分潮	25.0053	0.3922	0.0157	93.6
SW2-4-表	O <sub>1</sub> 分潮	11.794	5.362	-0.4546	263.6
	K <sub>1</sub> 分潮	12.7583	3.0335	-0.2378	41.5
	M <sub>2</sub> 分潮	39.0067	1.8303	-0.0469	215.2
	S <sub>2</sub> 分潮	31.3053	5.0243	-0.1605	213.8
	M <sub>4</sub> 分潮	14.609	6.6018	0.4519	294.6
	MS <sub>4</sub> 分潮	20.2652	0.0576	-0.0028	92
SW2-4-中	O <sub>1</sub> 分潮	29.8993	3.8179	0.1277	214.4
	K <sub>1</sub> 分潮	23.3618	5.7643	0.2467	31.6
	M <sub>2</sub> 分潮	61.089	15.4755	0.2533	220.2
	S <sub>2</sub> 分潮	74.2099	25.2957	0.3409	209.2
	M <sub>4</sub> 分潮	17.3681	6.7583	-0.3891	31.3
	MS <sub>4</sub> 分潮	14.749	5.3868	-0.3652	45.5
SW2-4-底	O <sub>1</sub> 分潮	17.2349	8.8129	-0.5113	178.6
	K <sub>1</sub> 分潮	18.878	5.0687	-0.2685	357.3
	M <sub>2</sub> 分潮	28.4789	1.2062	-0.0424	192.3
	S <sub>2</sub> 分潮	32.3792	14.3528	-0.4433	181.8
	M <sub>4</sub> 分潮	14.3565	10.4111	-0.7252	310.7
	MS <sub>4</sub> 分潮	28.0384	14.627	-0.5217	37.5
SW2-5-表	O <sub>1</sub> 分潮	27.8759	1.5596	-0.0559	248.9
	K <sub>1</sub> 分潮	24.436	3.5449	-0.1451	61.4
	M <sub>2</sub> 分潮	39.4318	12.1757	-0.3088	225.2
	S <sub>2</sub> 分潮	55.8463	9.6642	-0.1731	237.3
	M <sub>4</sub> 分潮	30.8657	1.8535	0.0601	33.5
	MS <sub>4</sub> 分潮	30.755	4.8532	0.1578	32.1
SW2-5-中	O <sub>1</sub> 分潮	40.1057	0.6204	0.0155	201
	K <sub>1</sub> 分潮	33.8949	0.6115	-0.018	18.4
	M <sub>2</sub> 分潮	54.5231	3.7915	0.0695	20.6



站位层次	分潮	最大潮流 (cm/s)	最小潮流 (cm/s)	椭圆率 k	最大潮流方向 (°)
	S <sub>2</sub> 分潮	100.1644	5.1545	-0.0515	198.8
	M <sub>4</sub> 分潮	15.4241	8.6081	-0.5581	63.4
	MS <sub>4</sub> 分潮	21.2107	5.3322	-0.2514	73.4
SW2-5-底	O <sub>1</sub> 分潮	11.4092	4.7584	-0.4171	146.4
	K <sub>1</sub> 分潮	15.7606	4.1993	-0.2664	342
	M <sub>2</sub> 分潮	28.9481	7.3577	-0.2542	216.8
	S <sub>2</sub> 分潮	27.3446	7.4576	-0.2727	220.1
	M <sub>4</sub> 分潮	18.8069	0.6577	0.035	308.4
	MS <sub>4</sub> 分潮	21.2859	12.6568	-0.5946	303
SW2-6-表	O <sub>1</sub> 分潮	18.1533	3.5948	-0.198	232.7
	K <sub>1</sub> 分潮	11.4825	0.1796	-0.0156	65
	M <sub>2</sub> 分潮	12.9176	6.3355	0.4905	267.9
	S <sub>2</sub> 分潮	12.3699	2.8627	0.2314	216.4
	M <sub>4</sub> 分潮	12.8828	1.3066	-0.1014	148.4
	MS <sub>4</sub> 分潮	18.545	0.7496	-0.0404	336.9
SW2-6-中	O <sub>1</sub> 分潮	6.9521	4.5852	-0.6595	117.8
	K <sub>1</sub> 分潮	5.9723	1.5931	-0.2667	267.4
	M <sub>2</sub> 分潮	7.7776	0.6875	0.0884	273
	S <sub>2</sub> 分潮	15.3016	1.7967	-0.1174	60.5
	M <sub>4</sub> 分潮	21.8583	2.2737	-0.104	172.1
	MS <sub>4</sub> 分潮	31.5604	1.2041	0.0382	356.8
SW2-6-底	O <sub>1</sub> 分潮	26.8585	4.8192	-0.1794	152.8
	K <sub>1</sub> 分潮	18.927	0.6838	-0.0361	332.3
	M <sub>2</sub> 分潮	16.6993	5.583	0.3343	172.4
	S <sub>2</sub> 分潮	32.3313	8.8983	0.2752	143.1
	M <sub>4</sub> 分潮	13.0475	3.9366	0.3017	19.6
	MS <sub>4</sub> 分潮	14.7037	1.8417	0.1253	204.2

## (2) 秋季

调查海区各站各层 M<sub>2</sub>、S<sub>2</sub>、K<sub>1</sub>、O<sub>1</sub>、M<sub>4</sub> 和 MS<sub>4</sub> 的潮流椭圆图如图 6.1.5-5 至图 6.1.5-10 所示，椭圆要素如表 6.1.5-4 所示。潮流运动可粗略分为往复流和旋转流，它可由潮流的椭圆旋转率 k 值来描述，k 值为潮流椭圆的短半轴与长半轴之比，其值介于-1~1 之间。k 的绝对值越小越接近往复流，越大越接近于旋转流。k 值的正、负号表示潮流旋转的方向，正号表示逆时针方向旋转，负号表示顺时针方向旋转。

从结果可知：本次观测所有站位各层次潮流主要表现为 K<sub>1</sub> 分潮流占优，椭圆旋转率 k 绝对值小于 0.45，均表现为往复流的特征。最大 K<sub>1</sub> 分潮流出现在 SW2-6 站底层，流速为 210.3cm/s。

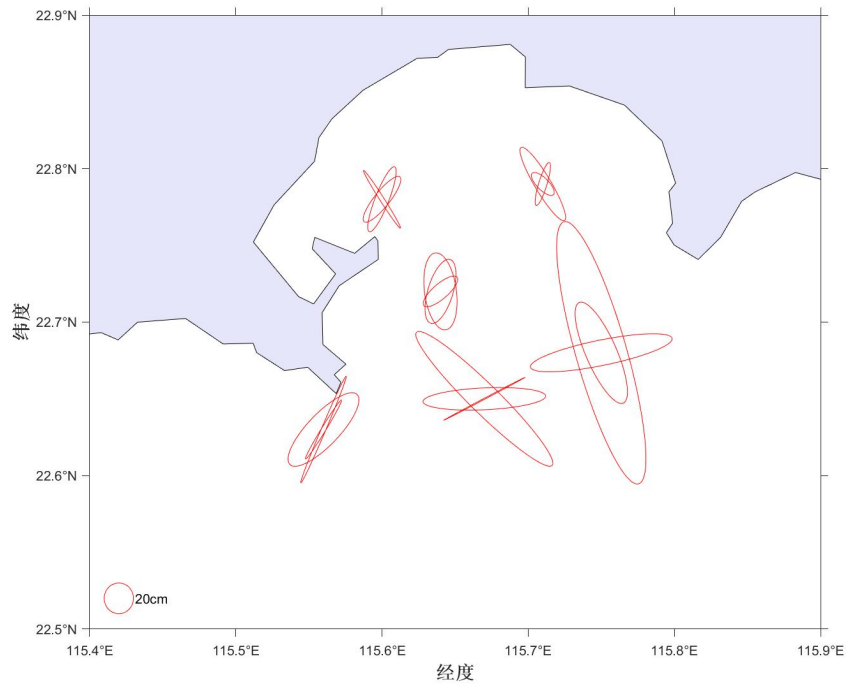


图 6.1.5-5 各站各层 O1 分潮椭圆图

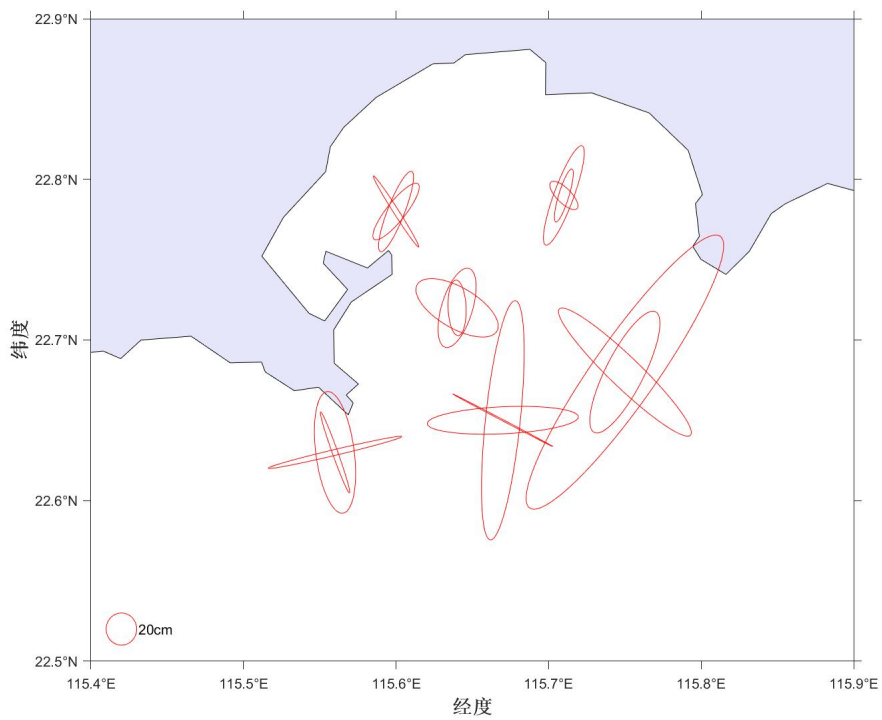


图 6.1.5-6 各站各层 K1 分潮椭圆图

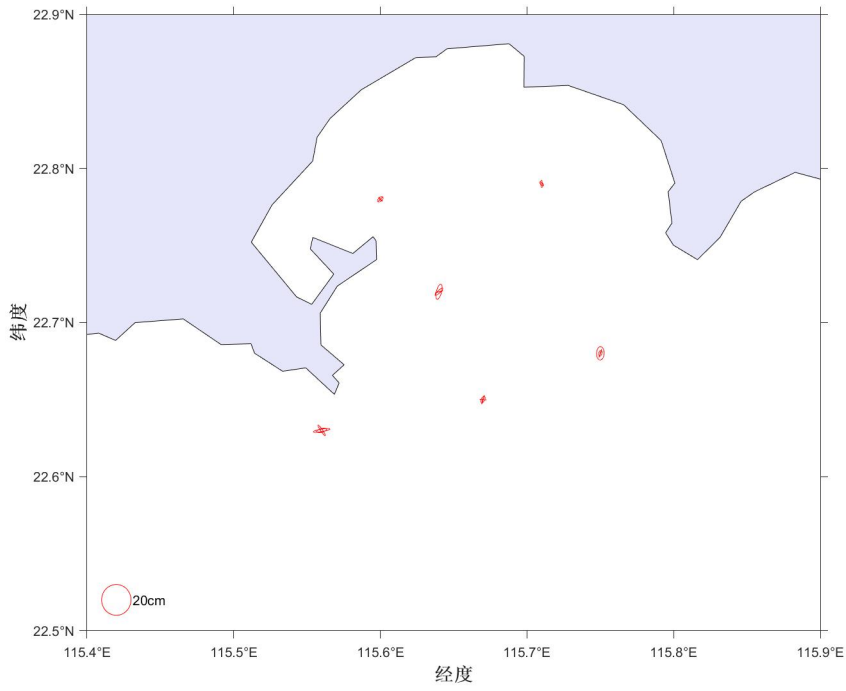


图 6.1.5-7 各站各层 M2 分潮椭圆图

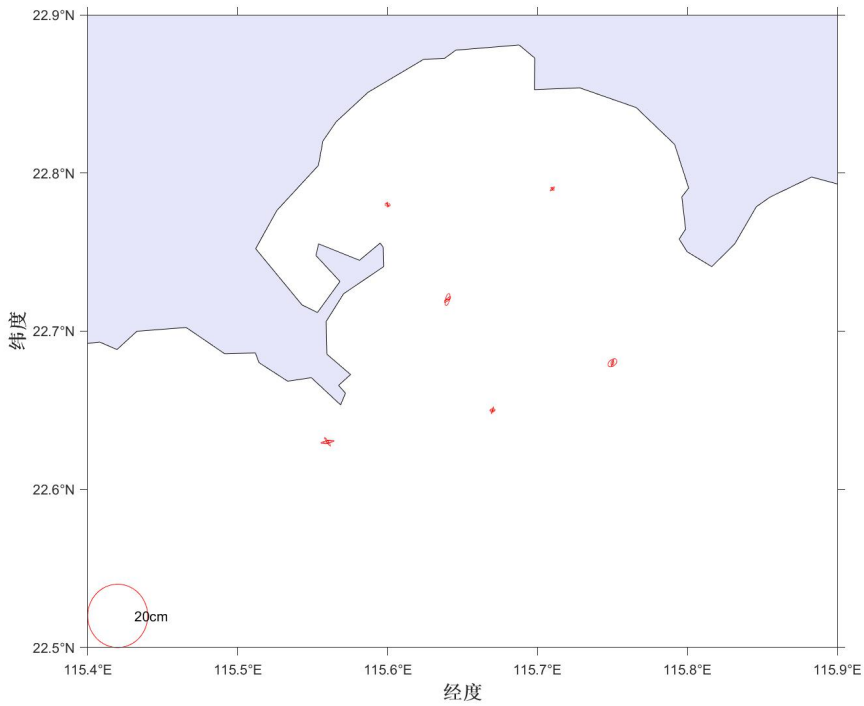
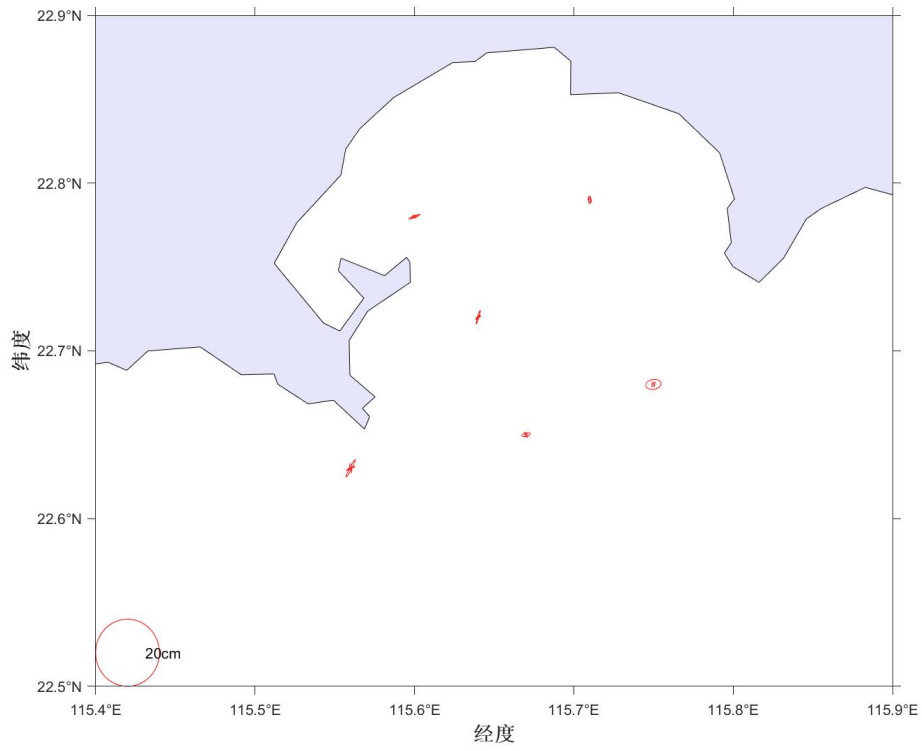
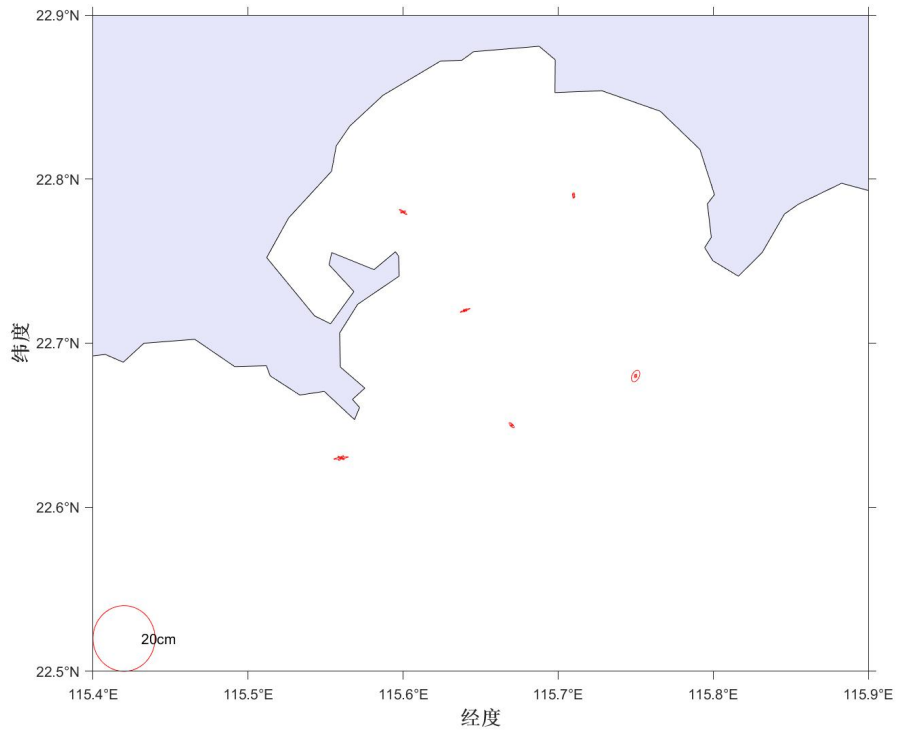


图 6.1.5-8 各站各层 S2 分潮椭圆图



**图 6.1.5-9 各站各层 M4 分潮椭圆图**



**图 6.1.5-10 各站各层 MS4 分潮椭圆图**

表 6.1.5-4 各站各层潮流椭圆要素

站位层次	分潮	最大潮流 (cm/s)	最小潮流 (cm/s)	椭圆率 k	最大潮流方向 (°)
SW2-1-表	O1	38.091	10.294	-0.2702	195.65
	K1	44.947	12.147	-0.2702	195.65
	M2	4.481	2.549	-0.569	318
	S2	1.747	0.994	-0.569	138
	M4	1.506	0.363	0.2408	197.16
	MS4	1.175	0.283	0.2408	197.16
SW2-1-中	O1	45.249	2.892	0.0639	215.79
	K1	53.394	3.413	0.0639	215.79
	M2	3.786	0.485	0.1281	212.91
	S2	1.476	0.189	0.1281	212.91
	M4	2.25	0.387	0.172	229.65
	MS4	1.755	0.302	0.172	229.65
SW2-1-底	O1	45.707	9.322	0.204	236.8
	K1	53.934	11	0.204	236.8
	M2	4.338	0.061	0.0141	57.28
	S2	1.692	0.024	0.0141	237.28
	M4	3.72	0.554	-0.1489	267.4
	MS4	2.901	0.432	-0.1489	87.4
SW2-2-表	O1	29.323	9.974	-0.3401	13.25
	K1	34.601	11.769	-0.3401	193.25
	M2	5.524	0.125	0.0226	69.39
	S2	2.155	0.049	0.0226	69.39
	M4	1.61	0.318	0.1975	210.92
	MS4	1.256	0.248	0.1975	30.92
SW2-2-中	O1	50.63	21.782	0.4302	70.83
	K1	59.744	25.702	0.4302	250.83
	M2	10.094	3.512	0.3479	70.42
	S2	3.937	1.37	0.3479	70.42
	M4	1.851	0.51	-0.2755	242.66
	MS4	1.444	0.398	-0.2755	242.66
SW2-2-底	O1	43.599	17.132	-0.3929	123.78
	K1	51.447	20.215	-0.3929	123.78
	M2	7.031	1.8	0.256	138.93
	S2	2.742	0.702	0.256	138.93
	M4	4.393	0.415	-0.0944	249.46
	MS4	3.426	0.323	-0.0944	69.46
SW2-3-表	O1	29.363	5.626	0.1916	82.94
	K1	34.648	6.638	0.1916	82.94

站位层次	分潮	最大潮流 (cm/s)	最小潮流 (cm/s)	椭圆率 k	最大潮流方向 (°)
	M2	3.621	1.503	0.415	14.93
	S2	1.412	0.586	0.415	14.93
	M4	1.87	0.901	-0.4816	146.35
	MS4	1.459	0.703	-0.4816	146.35
SW2-3-中	O1	56.059	10.968	0.1957	237.75
	K1	66.149	12.943	0.1957	57.75
	M2	4.782	1.253	0.262	221.54
	S2	1.865	0.489	0.262	41.54
	M4	0.966	0.446	-0.4614	303.86
	MS4	0.754	0.348	-0.4614	303.86
SW2-3-底	O1	20.148	7.904	0.3923	68.36
	K1	23.774	9.326	0.3923	68.36
	M2	0.792	0.195	0.2467	56.79
	S2	0.309	0.076	0.2467	56.79
	M4	2.284	0.645	0.2825	328.19
	MS4	1.782	0.503	0.2825	328.19
SW2-4-表	O1	64.722	21.296	-0.329	3.92
	K1	76.372	25.129	-0.329	183.92
	M2	8.602	1.311	-0.1524	55.61
	S2	3.355	0.511	-0.1524	55.61
	M4	3.031	0.412	0.1358	223.46
	MS4	2.364	0.321	0.1358	43.46
SW2-4-中	O1	45.654	3.037	-0.0665	57.55
	K1	53.872	3.584	-0.0665	237.55
	M2	11.607	1.611	0.1388	69.27
	S2	4.527	0.628	0.1388	69.27
	M4	2.709	0.605	0.2233	256.18
	MS4	2.113	0.472	0.2233	76.18
SW2-4-底	O1	76.153	3.078	-0.0404	255.62
	K1	89.861	3.632	-0.0404	75.62
	M2	6.902	2.375	-0.3441	151.03
	S2	2.692	0.926	-0.3441	151.03
	M4	6.009	0.6	0.0999	227.26
	MS4	4.687	0.468	0.0999	47.26
SW2-5-表	O1	83.935	14.241	0.1697	289.07
	K1	99.043	16.804	0.1697	289.07
	M2	4.77	0.056	0.0117	18.78
	S2	1.86	0.022	0.0117	18.78
	M4	1.811	0.691	0.3817	259.71
	MS4	1.412	0.539	0.3817	259.71

站位层次	分潮	最大潮流 (cm/s)	最小潮流 (cm/s)	椭圆率 k	最大潮流方向 (°)
SW2-5-中	O1	62.329	0.674	0.0108	283.21
	K1	73.548	0.795	0.0108	103.21
	M2	6.008	0.523	0.0871	82.94
	S2	2.343	0.204	0.0871	82.94
	M4	1.185	0.258	0.2181	315.17
	MS4	0.924	0.202	0.2181	315.17
SW2-5-底	O1	126.938	19.318	-0.1522	297.7
	K1	149.786	22.796	-0.1522	117.7
	M2	4.431	2.458	0.5547	349.74
	S2	1.728	0.959	0.5547	169.74
	M4	2.813	0.991	0.3521	210.68
	MS4	2.195	0.773	0.3521	30.68
SW2-6-表	O1	72.156	20.89	0.2895	269.04
	K1	85.144	24.65	0.2895	89.04
	M2	3.869	2.176	-0.5625	64.1
	S2	1.509	0.849	-0.5625	64.1
	M4	1.714	0.646	-0.377	315.12
	MS4	1.337	0.504	-0.377	315.12
SW2-6-中	O1	98.687	16.584	-0.168	295.5
	K1	116.45	19.569	-0.168	115.5
	M2	5.818	0.148	0.0254	70.35
	S2	2.269	0.058	0.0254	70.35
	M4	1.398	0.51	0.3645	222.08
	MS4	1.09	0.397	0.3645	222.08
SW2-6-底	O1	178.219	34.676	-0.1946	312.88
	K1	210.299	40.917	-0.1946	132.88
	M2	8.693	5.128	0.5899	340.82
	S2	3.39	2	0.5899	160.82
	M4	4.85	2.922	0.6024	169.79
	MS4	3.783	2.279	0.6024	349.79

### 6.1.5.3 理论最大可能潮流

根据《港口与航道水文规范》JTS 145-2-2015 的规定，对于不正规半日潮流和不正规全日潮的海区，最大可能潮流  $V_{max}$  取下列公式计算中的大值：

$$\vec{V}_{max} = 1.295\vec{W}_{M_2} + 1.245\vec{W}_{S_2} + \vec{W}_{K_1} + \vec{W}_{O_1} + \vec{W}_{M_4} + \vec{W}_{MS_4}$$

$$\vec{V}_{max} = \vec{W}_{M_2} + \vec{W}_{S_2} + 1.600\vec{W}_{K_1} + 1.45\vec{W}_{O_1}$$

上式中 $\bar{W}_{M_2}$ 、 $\bar{W}_{S_2}$ 、 $\bar{W}_{K_1}$ 、 $\bar{W}_{O_1}$ 、 $\bar{W}_{M_4}$ 、 $\bar{W}_{MS_4}$ 分别为M<sub>2</sub>、S<sub>2</sub>、K<sub>1</sub>、O<sub>1</sub>、M<sub>4</sub>和MS<sub>4</sub>这6个主要分潮潮流椭圆长半轴矢量，计算结果列于表6.1.5-5中。

(1) 春季

由表可知，理论最大可能潮流流速的最大值出现在SW2-5站的中层，最大可达197.18cm/s，流向为东偏北方向。SW2-1、SW2-2和SW2-6底层大于表层，其余均是表层大于底层。SW2-5测站中层最大。

表 6.1.5-5 各站潮流可能最大流速及流向

站位	层位	可能最大流速 (cm/s)	流向 (°)
SW2-1	表层	47.23182	223.325
	中层	60.95174	187.9
	底层	107.7461	213.5
SW2-2	表层	117.3584	226.125
	中层	140.3386	188.125
	底层	118.6384	228.925
SW2-3	表层	79.20751	228.35
	中层	56.19673	216.1
	底层	57.0399	199.45
SW2-4	表层	106.8931	153.475
	中层	161.6742	139.55
	底层	96.31879	193.425
SW2-5	表层	149.1249	143.25
	中层	197.1819	68.025
	底层	93.71894	194.65
SW2-6	表层	84.30994	217.15
	中层	51.76351	248.775
	底层	124.3625	253.575

(2) 秋季

由表表6.1.5-6可见，碣石湾附近潮流可能最大流速为280.29cm/s，出现在SW2-5站表层，各站层可能最大流速介于8.15-280.29cm/s之间，各站潮流的可能最大流速方向以北偏东向为主。

表 6.1.5-6 各站层潮流可能最大流速

站位	测层	可能最大流速	
		流速 (cm/s)	方向 (度)
SW2-1	表层	125.71	-106.7
	中层	156.3	-125.69
	底层	149.92	-146.79



SW2-2	表层	10.68	-66.58
	中层	8.15	-161.54
	底层	154.99	-34.72
SW2-3	表层	100.01	9.73
	中层	21.77	30.11
	底层	68.33	21.83
SW2-4	表层	22.94	-69.78
	中层	12.13	13.16
	底层	36.96	-0.17
SW2-5	表层	280.29	159.57
	中层	35.25	-8.5
	底层	53.98	-25.44
SW2-6	表层	36.55	4.52
	中层	49.26	-18.82
	底层	73.42	-40.94

### 6.1.6 余流

观测期间水文观测各站各层余流对比见表 6.1.6-1, 观测期间余流的分布图见图 6.1.6-1。

#### (1) 春季

由图表可知, 调查海区观测期间余流主要介于  $0.66\text{m/s} \sim 29.59\text{cm/s}$ 。最大余流为潮流 SW2-6 站 (表层,  $29.59\text{cm/s}$ ,  $100.1^\circ$ ), 最小余流为潮流 SW2-2 站 (中层,  $0.66\text{cm/s}$ ,  $125.6^\circ$ )。各测站余流的方向基本都是与岸线平行, 方向为东南或偏东方向, SW2-1 为西南偏南方向。

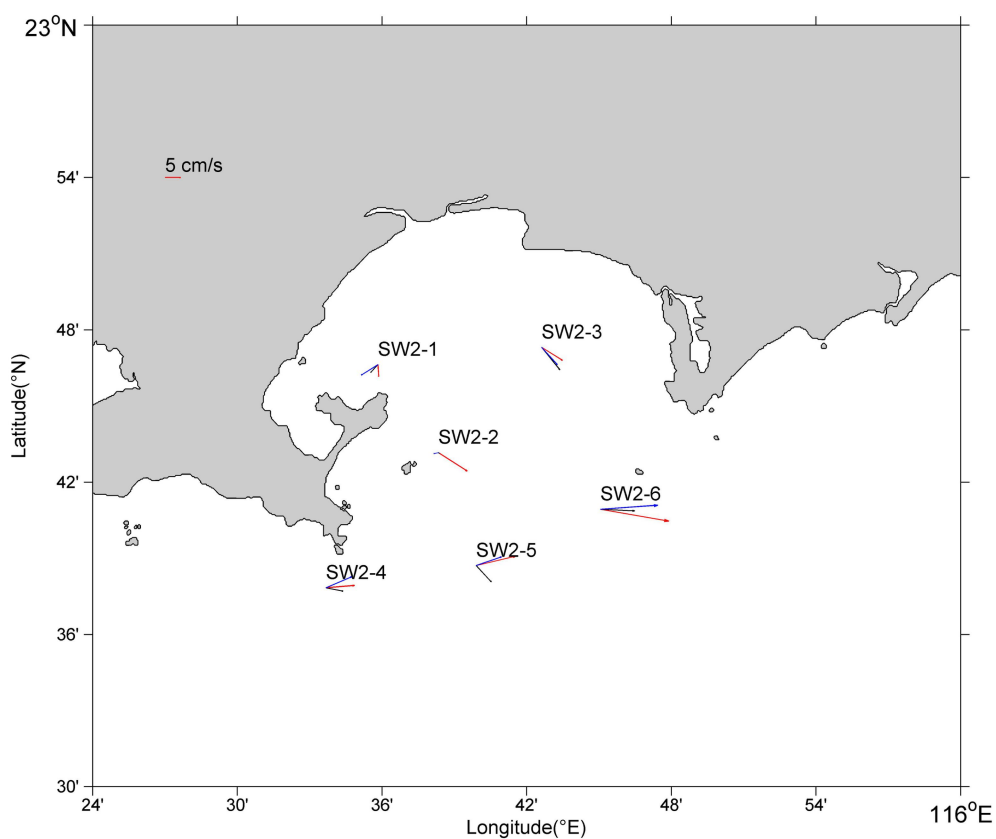


图 6.1.6-1 观测期间余流的分布图

表 6.1.6-1 观测期各站各层余流对比表

站位及层位		观测期间余流	
		流速 (cm/s)	流向 (°)
SW2-1	表层	5.24	176.1
	中层	4.58	221.7
	底层	8.35	236.9
SW2-2	表层	14.7	123.3
	中层	0.66	125.6
	底层	1.96	258.3
SW2-3	表层	10.49	122.7
	中层	12.52	141.7
	底层	10.06	138.5
SW2-4	表层	12.25	85.1
	中层	7.44	101.4
	底层	12.07	66.2
SW2-5	表层	17.31	76.2
	中层	9.55	137.9
	底层	11.46	70.5
SW2-6	表层	29.59	100.1

站位及层位		观测期间余流	
		流速 (cm/s)	流向 (°)
	中层	14.7	92.8
	底层	24.47	85.9

## (2) 秋季

余流通常指实测海流资料中除去周期性流动（天文潮）之后，剩余的部分流动。其中包括潮汐余流、风海流和密度流等非周期性流动。大潮期水文观测各站各层余流对比见表 6.1.6-2，大潮期余流的分布图见图 6.1.6-2。

由图表可知，调查海区观测期间余流主要介于 2.11cm/s~16.68cm/s。最大余流为潮流 SW2-6 站（底层，16.68cm/s，122.89°），最小余流为潮流 SW2-4 站（中层，2.11cm/s，216.46°）。各个站点的余流方向主要垂直海岸线西偏东方向。

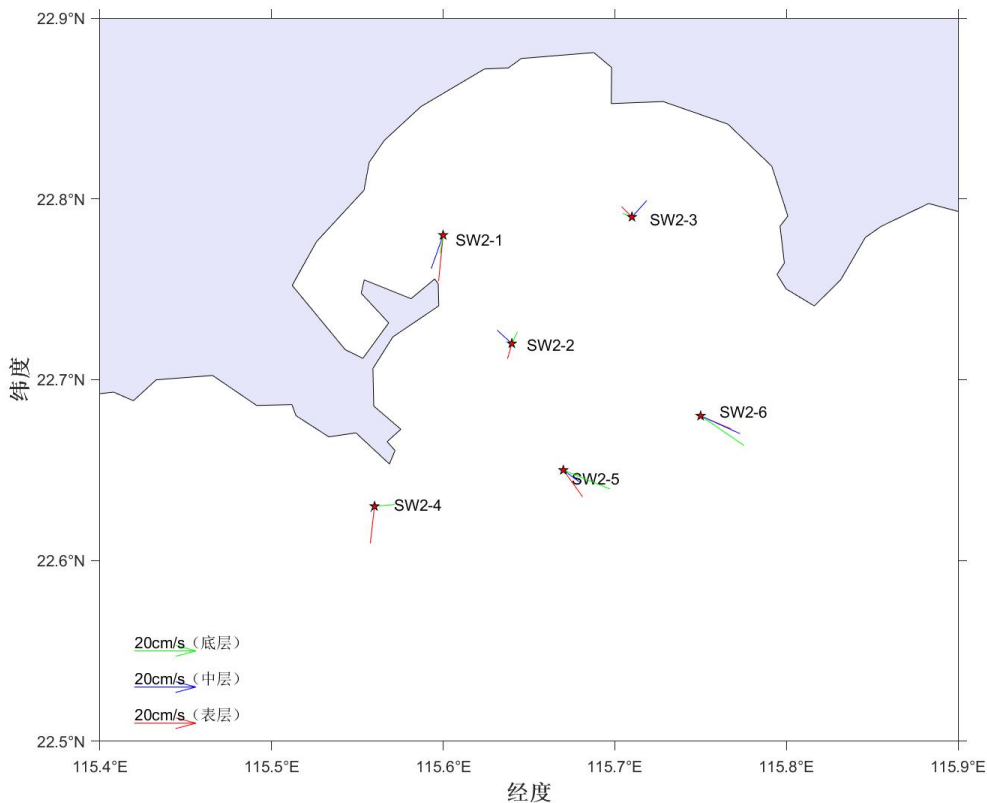


图 6.1.6-2 观测期各站余流图

表 6.1.6-2 观测期各站各层余流对比表

站位及层次	观测期间余流	
	流速 (cm/s)	流向 (°N)
SW2-1-表	14.23	185.97

站位及层次	观测期间余流	
	流速 (cm/s)	流向 (°N)
SW2-1-中	10.96	200.54
SW2-1-底	5.7	189.78
SW2-2-表	4.88	196.47
SW2-2-中	6.28	310.78
SW2-2-底	4.05	26.98
SW2-3-表	4.63	313.63
SW2-3-中	6.94	43.46
SW2-3-底	3.23	290.41
SW2-4-表	11.48	186.79
SW2-4-中	2.11	216.46
SW2-4-底	6.5	85.25
SW2-5-表	10.28	142.7
SW2-5-中	6.74	124.87
SW2-5-底	16.14	110.99
SW2-6-表	10.63	112.23
SW2-6-中	13.87	113.21
SW2-6-底	16.68	122.89

## 6.1.7 温度、盐度

### 6.1.7.1 春季

大潮期水温统计见表 6.1.7-1。由表可见，调查期间调查海区测得的水温最大值为 29.17°C，出现在 SW2-3 站表层；测得水温的最小值为 22.78°C，SW2-6 底层测得。利用本次测得到的水温资料，按层次分别计算平均值。由表可见，水温变化不大。图 6.1.7-1~6 为表、中、底层温度的周日变化过程曲线，由图可以看出：各站海水温度曲线波动较小，垂向分层明显。

调查期间调查海区测得的盐度最大值为 34.36，出现在 SW2-6 站底层；测得盐度的最小值为 32.37，出现在 SW2-4 站表层。利用本次测得到的盐度资料，按层次分别计算平均值。由表可见，盐度变化不大。图 6.1.7-1~6 为表、中、底层盐度的周日变化过程曲线，由图可以看出：各站层盐度曲线呈不规则波动状，盐度垂向分层不明显。

表 6.1.7-1 各站水温、盐度统计

站点	层	温度 (°C)			盐度 (psu)		
		最大	最小	平均	最大	最小	平均

SW2-1	表层	27.93	25.89	26.92	34.06	33.96	34.02
	中层	27.47	25.12	26.30	34.06	33.99	34.03
	底层	26.08	23.99	25.18	34.10	33.92	34.07
SW2-2	表层	27.93	26.48	26.86	34.12	34.00	34.07
	中层	26.92	24.41	26.10	34.17	34.00	34.08
	底层	25.77	24.00	24.56	34.20	34.10	34.17
SW2-3	表层	29.17	28.18	28.56	34.02	33.92	33.99
	中层	28.67	28.15	28.36	34.02	33.96	33.99
	底层	28.41	25.51	26.34	34.07	33.89	34.04
SW2-4	表层	27.14	24.00	25.26	34.20	32.37	33.65
	中层	24.49	23.89	24.15	34.20	34.06	34.16
	底层	24.13	23.79	23.98	34.22	34.17	34.19
SW2-5	表层	26.40	23.13	24.81	33.09	32.64	32.86
	中层	23.70	23.29	23.51	33.02	32.96	32.99
	底层	23.54	23.10	23.34	33.05	32.99	33.02
SW2-6	表层	26.90	25.46	26.22	34.11	32.86	33.75
	中层	26.02	23.46	24.50	34.27	33.84	34.15
	底层	23.65	22.78	23.07	34.36	34.26	34.32

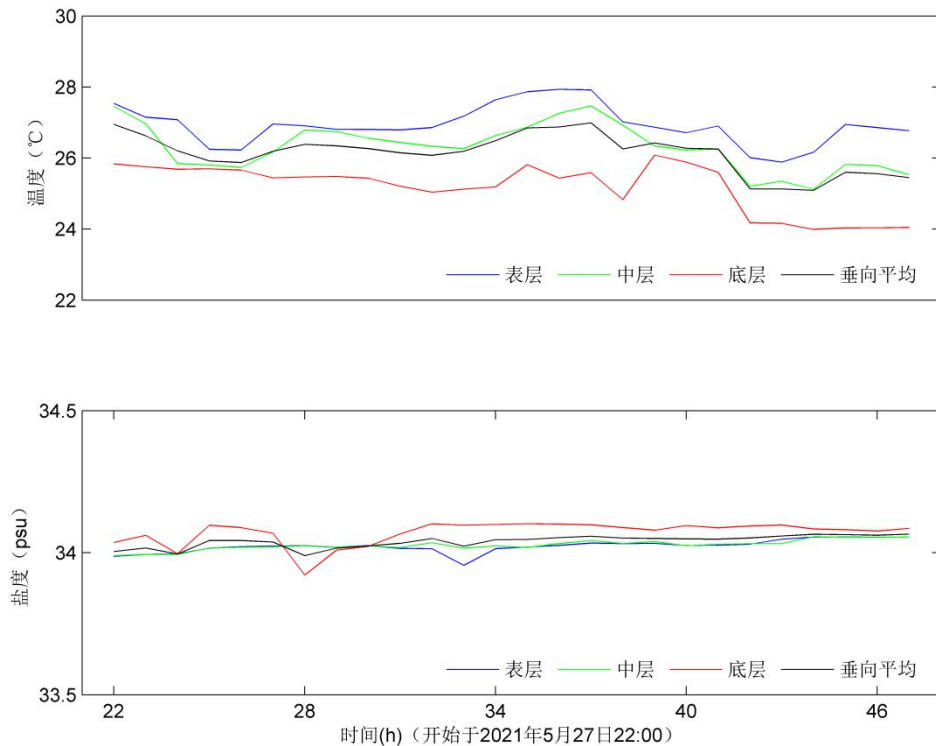


图 6.1.7-1 SW2-1 站水温与盐度过程曲线

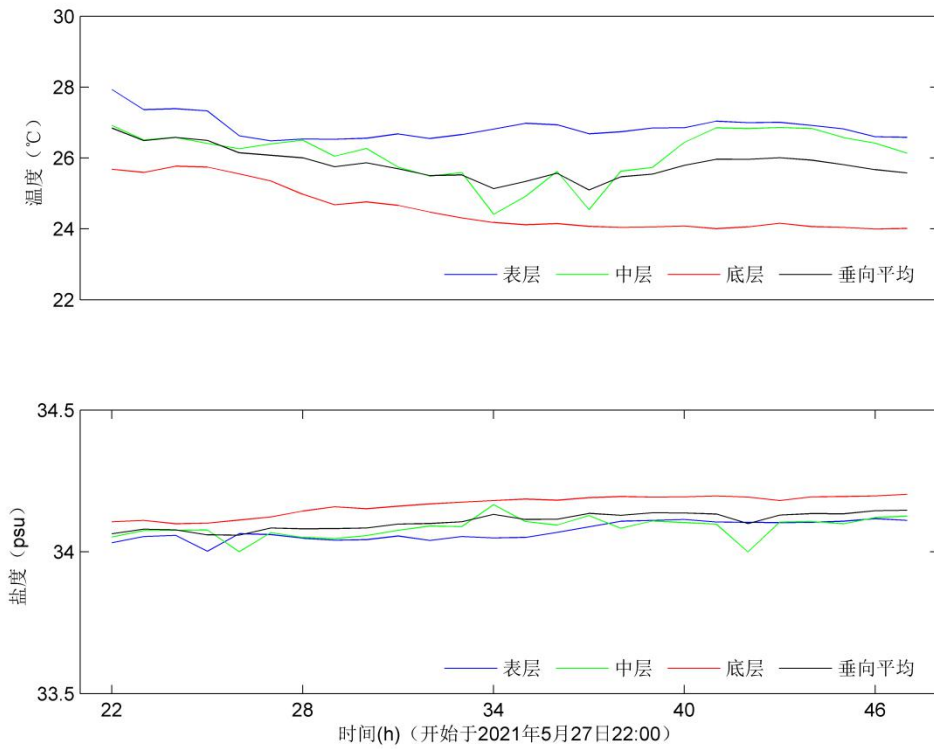


图 6.1.7-2 SW2-2 站水温与盐度过程曲线

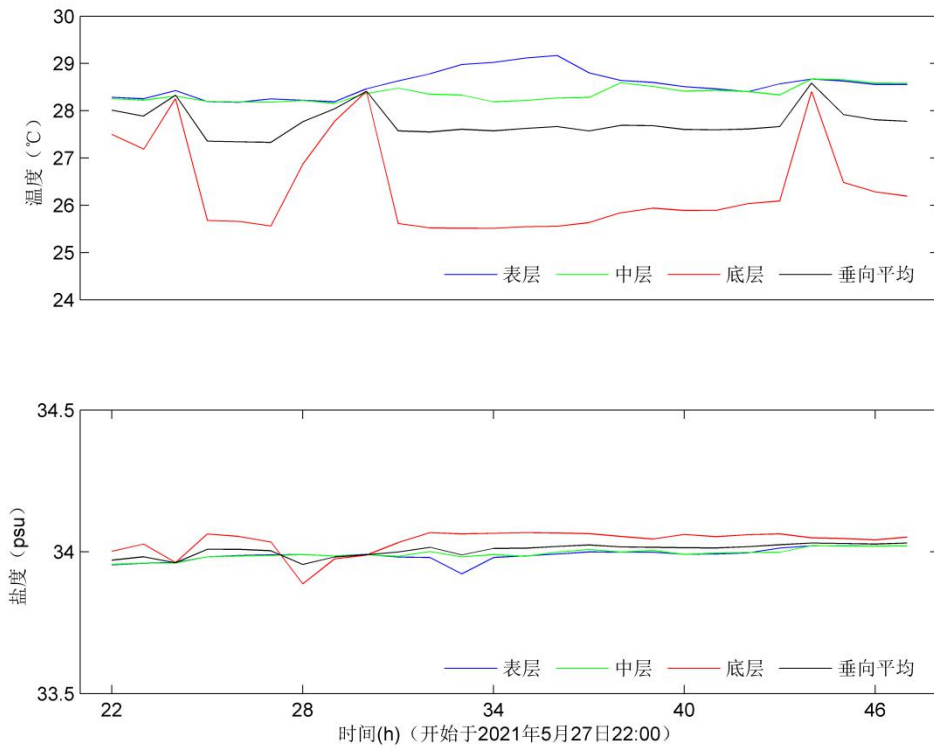


图 6.1.7-3 SW2-3 站水温与盐度过程曲线

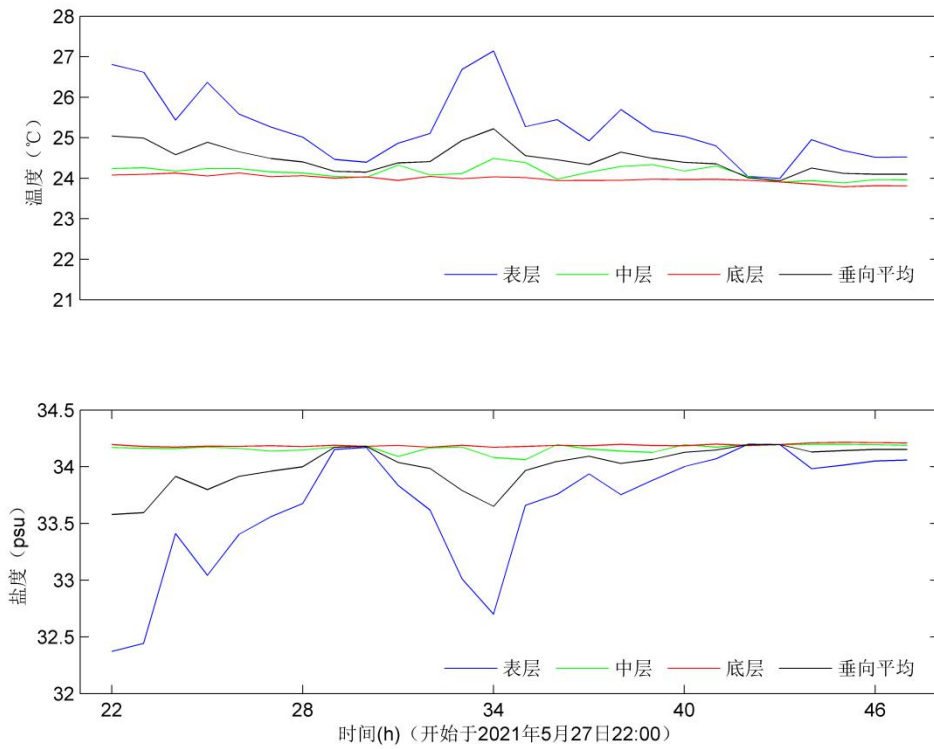


图 6.1.7-4 SW2-4 站水温与盐度过程曲线

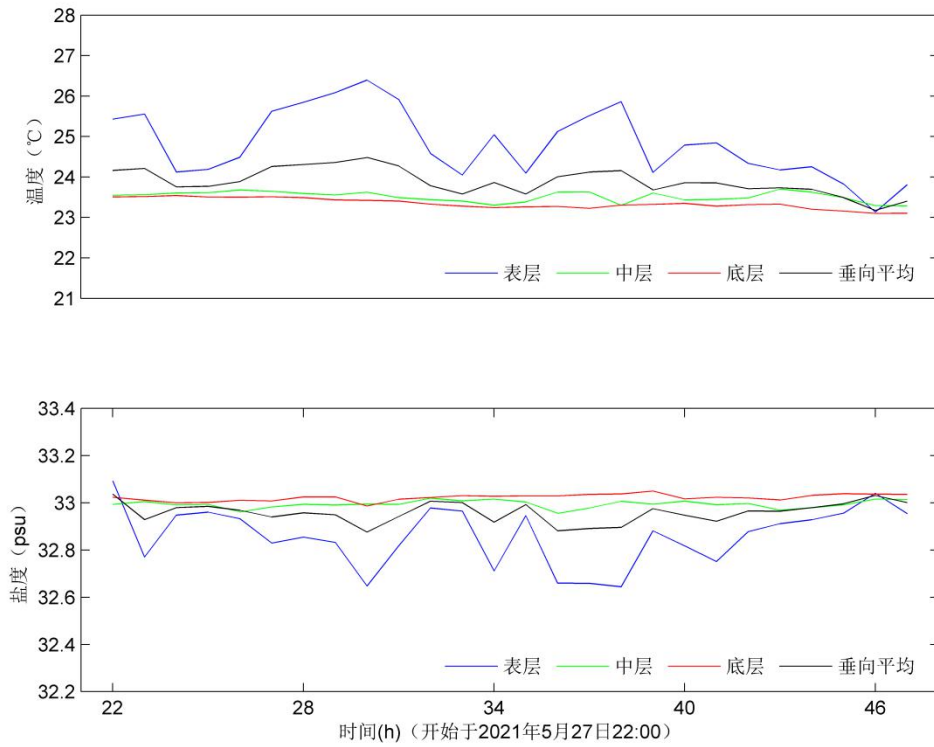


图 6.1.7-5 SW2-5 站水温与盐度过程曲线

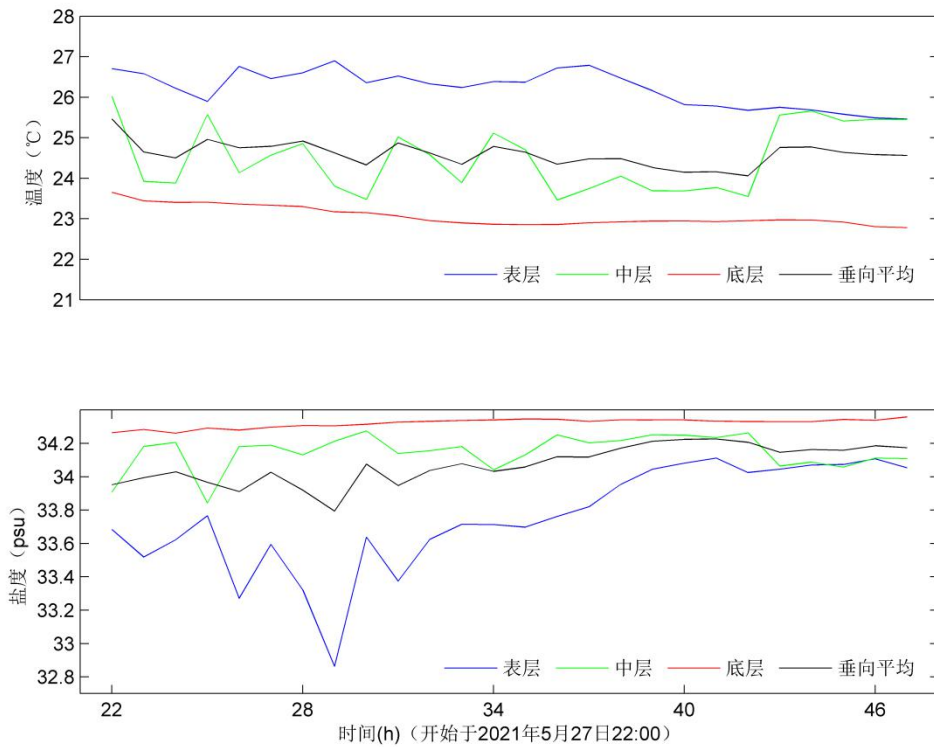


图 6.1.7-6 SW2-6 站水温与盐度过程曲线

### 6.1.7.2 秋季

本次水文观测期间，温度、盐度时间过程曲线如图 6.1.7-7 至图 6.1.7-12 所示，温度、盐度统计如表 6.1.7-2 所示。

温度结果：调查期间调查海区测得的水温最大值为 27.09℃，出现在 SW2-3 站表层；测得水温的最小值为 26.24℃，出现在 SW2-1 站表层；各个调查站位表层、中层和底层，温度变化不大。

图 5.6-1-图 5.6-8 中有各站表、中、底层温度的周日变化过程曲线，由图可以看出：各观测站位水温没有明显的分层现象，混合均匀。

盐度结果：调查期间调查海区测得的盐度最大值为 33.43，出现在 SW2-5 的底层；测得盐度的最小值为 28.05，出现在 SW2-1 站底层。统计结果表明，SW2-1 站受陆地径流影响，盐度明显低于其余各观测站。

图 5.6-1-图 5.6-8 中有各站表、中、底层盐度的周日变化过程曲线，由图可以看出：观测期间盐度没有出现明显分层现象，混合均匀。



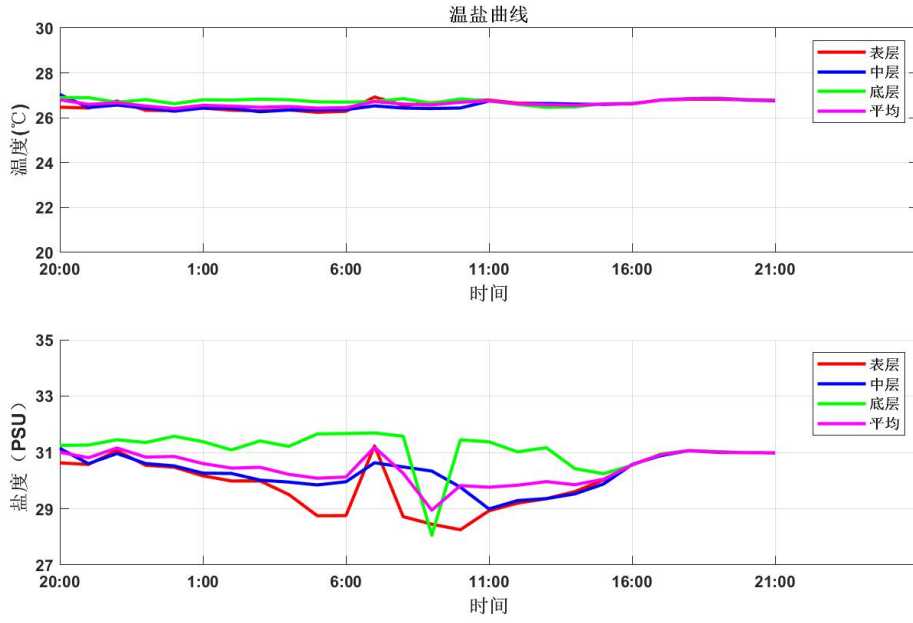


图 6.1.7-7 SW2-1 站各层温度、盐度时间过程曲线

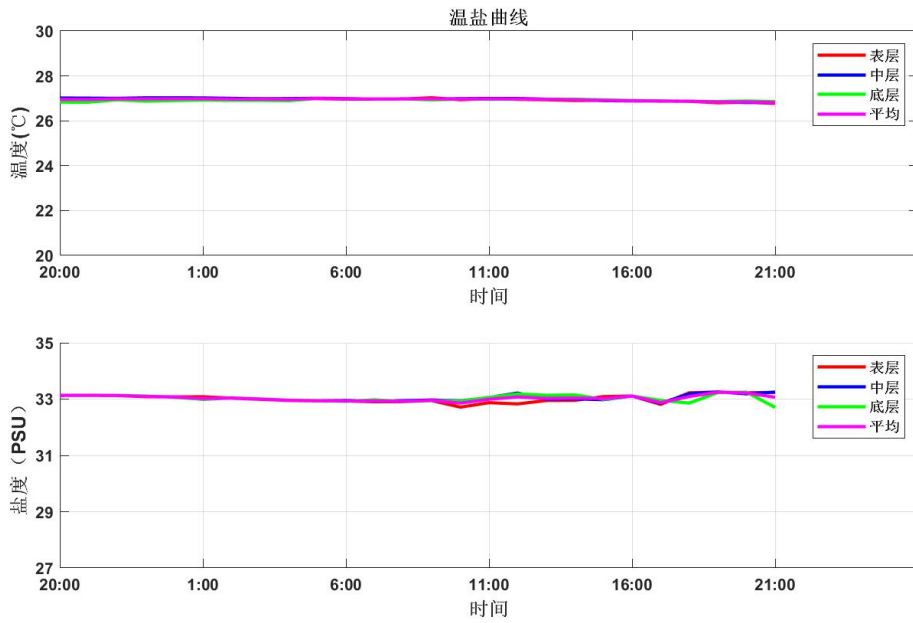


图 6.1.7-8 SW2-2 站各层温度、盐度时间过程曲线

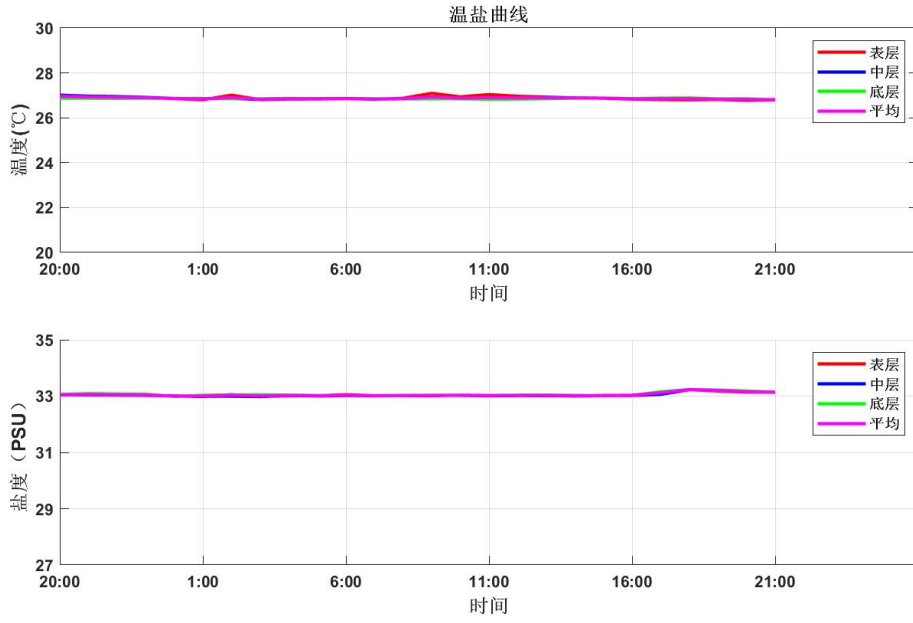


图 6.1.7-9 SW2-3 站各层温度、盐度时间过程曲线

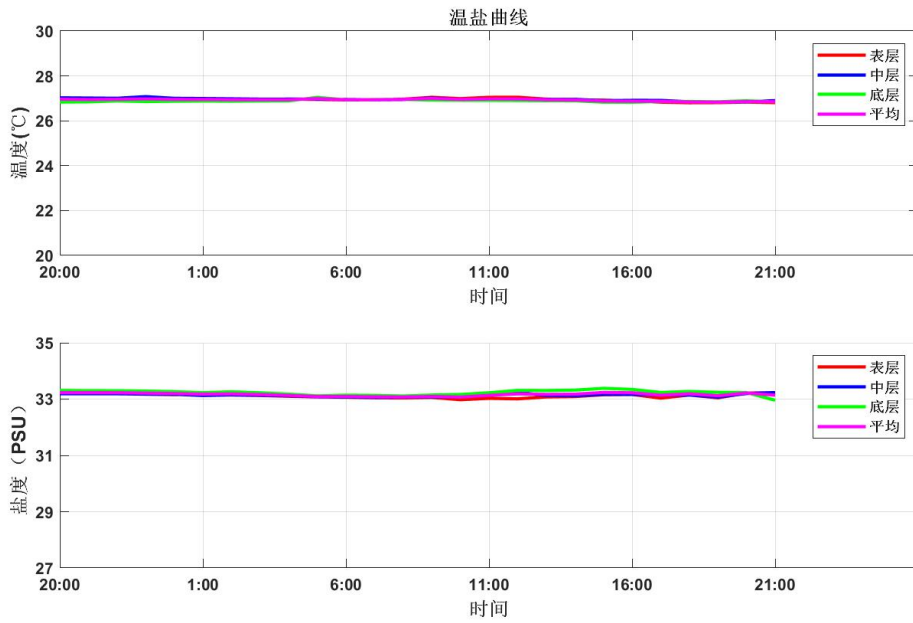


图 6.1.7-10 SW2-4 站各层温度、盐度时间过程曲线

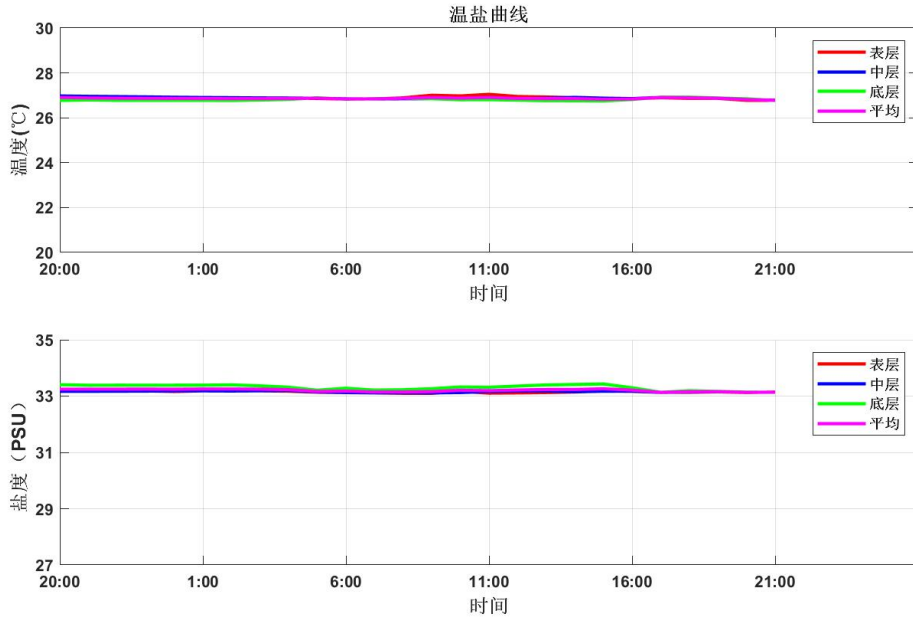


图 6.1.7-11 SW2-5 站各层温度、盐度时间过程曲线

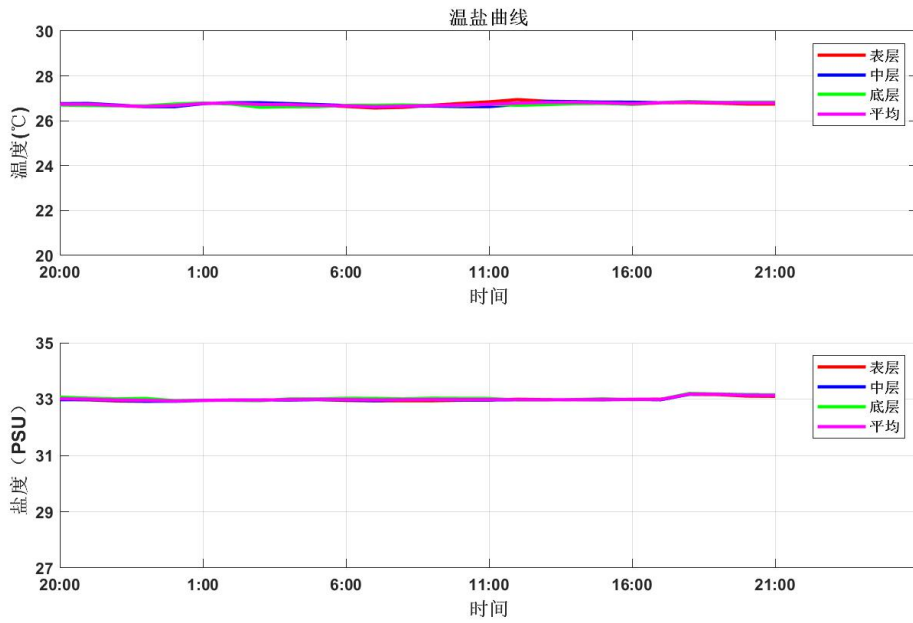


图 6.1.7-12 SW2-6 站各层温度、盐度时间过程曲线

表 6.1.7-2 各站温度、盐度统计

站位	层次	温度 (°C)			盐度		
		最大	最小	平均	最大	最小	平均
SW2-1	表层	26.93	26.24	26.58	31.23	28.25	29.99
	中层	27.04	26.27	26.57	31.14	28.99	30.3
	底层	26.9	26.47	26.74	31.69	28.05	31.07
SW2-2	表层	27.03	26.78	26.95	33.25	32.71	33.02
	中层	27.02	26.81	26.96	33.26	32.85	33.05
	底层	26.99	26.83	26.92	33.25	32.7	33.03
SW2-3	表层	27.09	26.78	26.89	33.23	32.98	33.05
	中层	27.01	26.81	26.87	33.23	32.98	33.04
	底层	26.89	26.8	26.86	33.23	32.99	33.06
SW2-4	表层	27.05	26.8	26.94	33.23	32.98	33.11
	中层	27.08	26.83	26.95	33.24	33.06	33.14
	底层	27.04	26.83	26.89	33.38	32.96	33.23
SW2-5	表层	27.05	26.78	26.89	33.19	33.1	33.15
	中层	26.97	26.79	26.88	33.2	33.12	33.16
	底层	26.92	26.75	26.82	33.43	33.13	33.3
SW2-6	表层	26.94	26.57	26.75	33.17	32.92	32.99
	中层	26.86	26.62	26.75	33.18	32.92	33
	底层	26.86	26.61	26.73	33.2	32.94	33.03

## 6.1.8 悬浮泥沙

### 6.1.8.1 含沙量

#### (1) 春季

本次水文观测期间，各站含沙量过程曲线如图 6.1.8-1 至图 6.1.8-6 所示，各站含沙量范围如表 6.1.8-1 所示。

由图表结果可知：观测期间（1）调查海区含沙量范围为 22mg/L~54mg/L，SW2-2 站表层含沙量最大（54mg/L），其次是 SW2-3 站表层含沙量（50 mg/L），SW2-2 站底层含沙量最小（22mg/L）；（2）在空间分布上各个测站含沙量相差不大；（3）在垂向上，各站各层含沙量呈现底层含沙量大于中表层大于表层的趋势，SW2-2 除外。

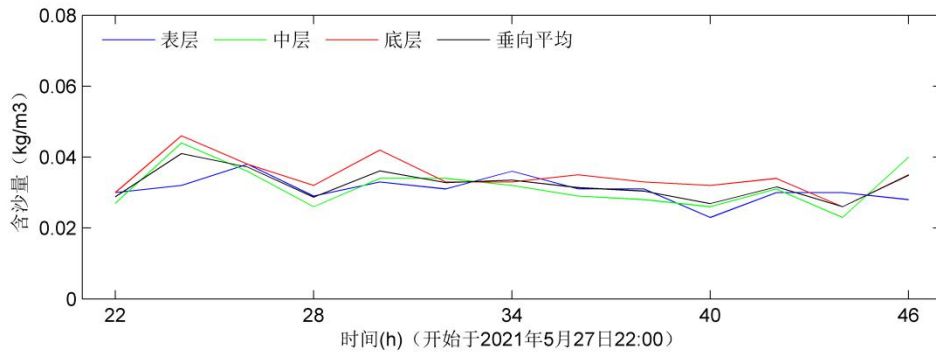


图 6.1.8-1 SW1-1 站含沙量过程曲线

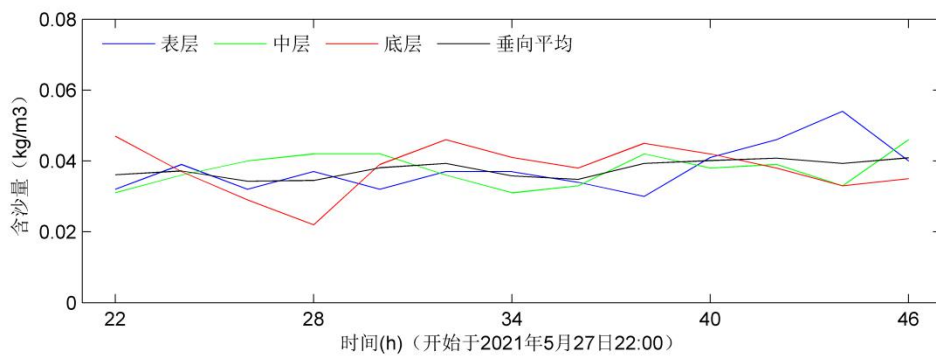


图 6.1.8-2 SW1-2 站含沙量过程曲线

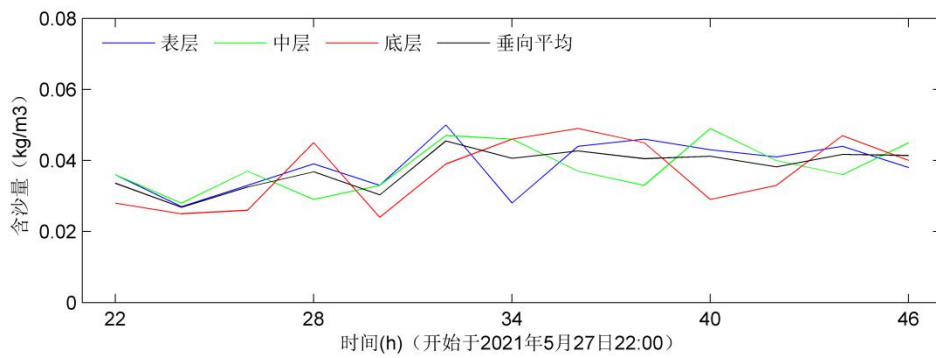


图 6.1.8-3 SW1-3 站含沙量过程曲线

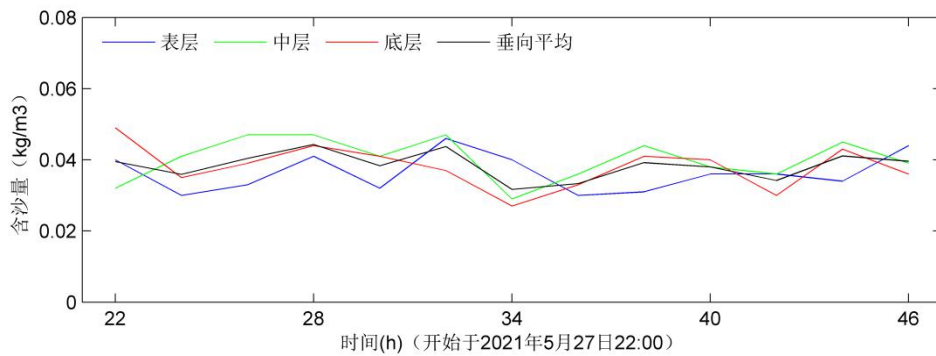


图 6.1.8-4 SW1-4 站含沙量过程曲线

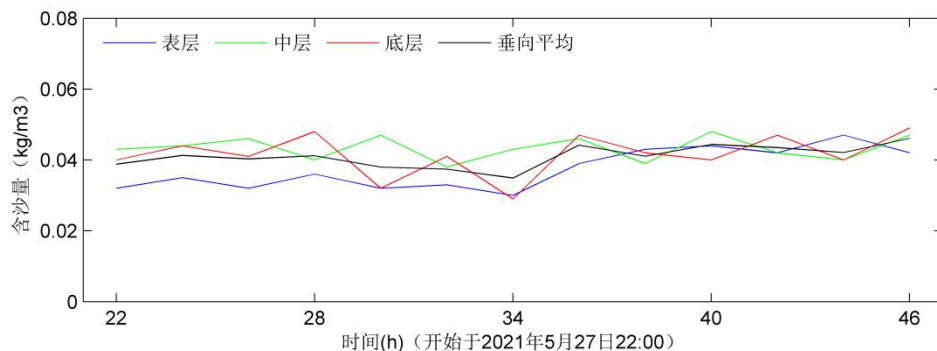


图 6.1.8-5 SW1-5 站含沙量过程曲线

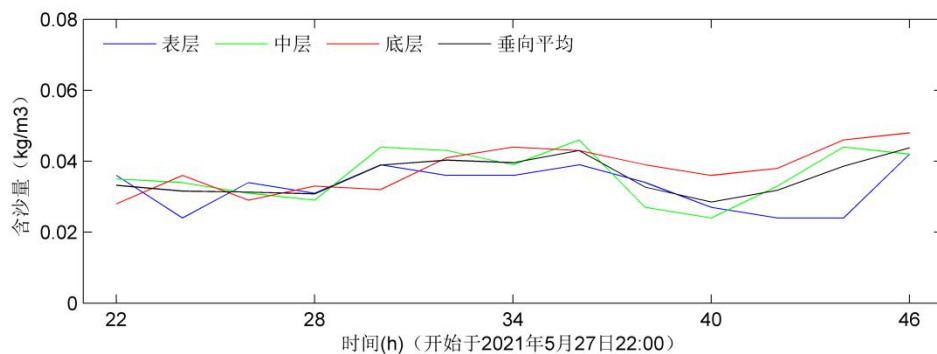


图 6.1.8-6 SW1-6 站含沙量过程曲线

表 6.1.8-1 各测站含沙量统计

站点	层	含沙量 (kg/m <sup>3</sup> )			垂向平均
		最大	最小	平均	
SW2-1	表层	0.038	0.023	0.031	0.032
	中层	0.044	0.023	0.032	
	底层	0.046	0.026	0.035	
SW2-2	表层	0.054	0.03	0.038	0.038
	中层	0.046	0.031	0.038	
	底层	0.047	0.022	0.038	
SW2-3	表层	0.050	0.027	0.039	0.038
	中层	0.049	0.028	0.038	
	底层	0.049	0.024	0.037	
SW2-4	表层	0.046	0.03	0.036	0.038
	中层	0.047	0.029	0.040	
	底层	0.049	0.027	0.038	
SW2-5	表层	0.047	0.03	0.037	0.041
	中层	0.048	0.038	0.043	

	底层	0.049	0.029	0.042	
SW2-6	表层	0.042	0.024	0.033	0.036
	中层	0.046	0.024	0.036	
	底层	0.048	0.028	0.038	

(2) 秋季

本次水文观测期间，各站悬沙浓度过程曲线如图 6.1.8-7 至图 6.1.8-12 所示，各站悬沙浓度范围如表 6.1.8-2 所示。

由图表结果可知：观测期间（1）调查海区悬沙浓度范围为  $0.0188\text{Kg/m}^3 \sim 0.0598\text{Kg/m}^3$ ，SW2-1 站中层悬沙浓度最大（ $0.0598\text{Kg/m}^3$ ），其次是 SW2-4 站底层悬沙浓度（ $0.0557\text{Kg/m}^3$ ），SW2-6 站底层悬沙浓度最小（ $0.0188\text{Kg/m}^3$ ）；（2）在垂向上，各站表层和底层悬沙浓度较为接近。（3）各站层次的悬沙浓度都比较稳定，变化不大。

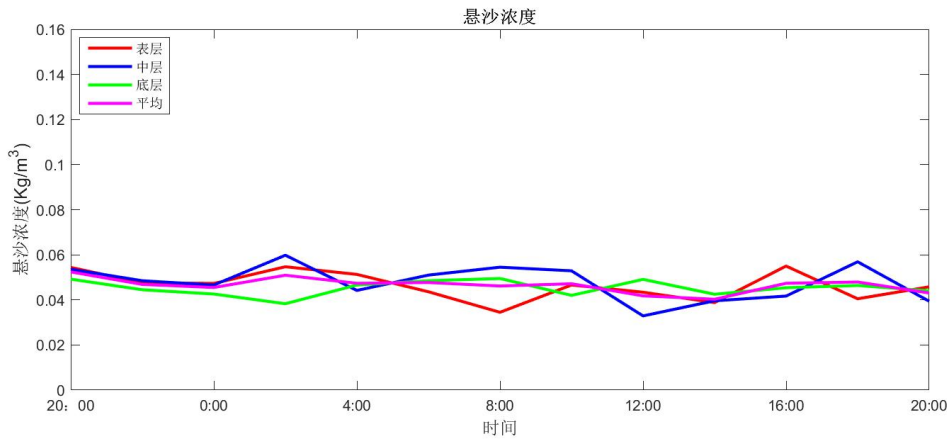


图 6.1.8-7 SW2-1 站悬沙浓度时间过程曲线图

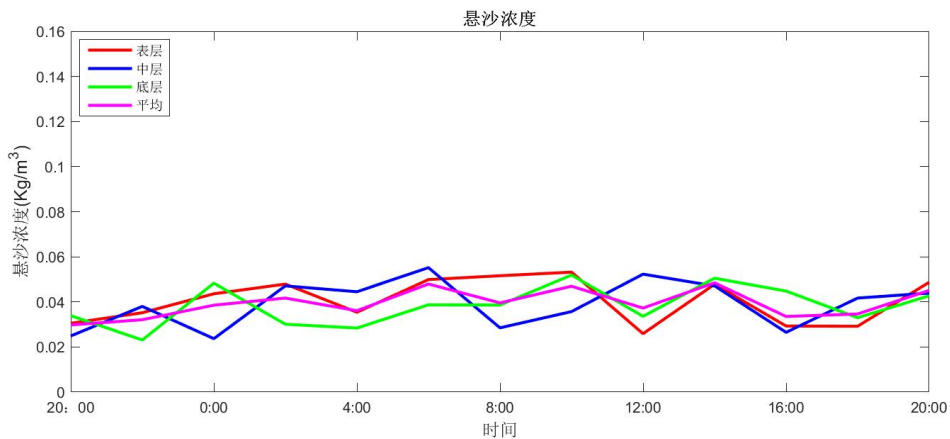


图 6.1.8-8 SW2-2 站悬沙浓度时间过程曲线图

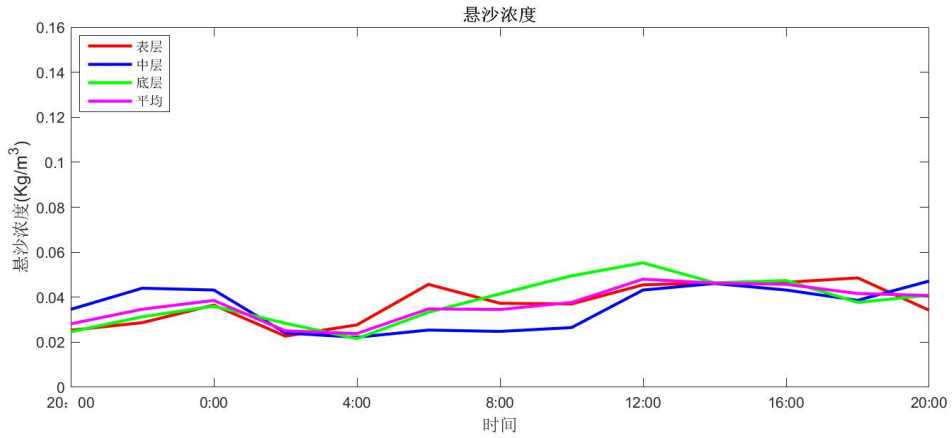


图 6.1.8-9 SW2-3 站悬沙浓度时间过程曲线图

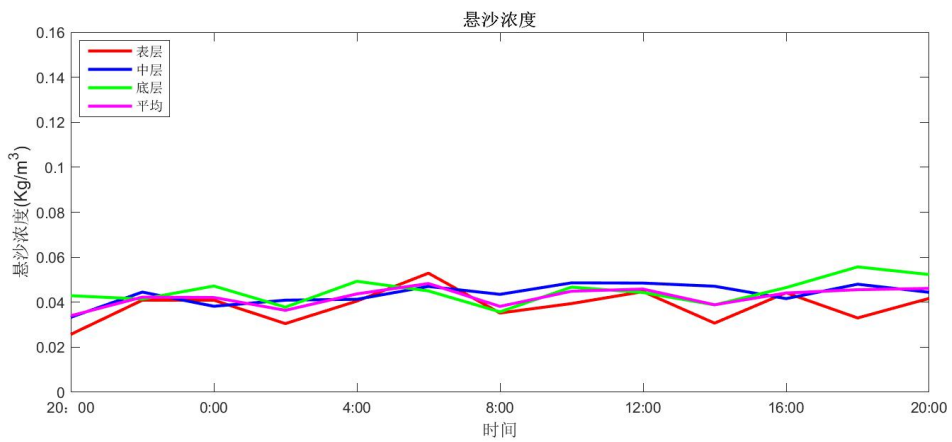


图 6.1.8-10 SW2-4 站悬沙浓度时间过程曲线图

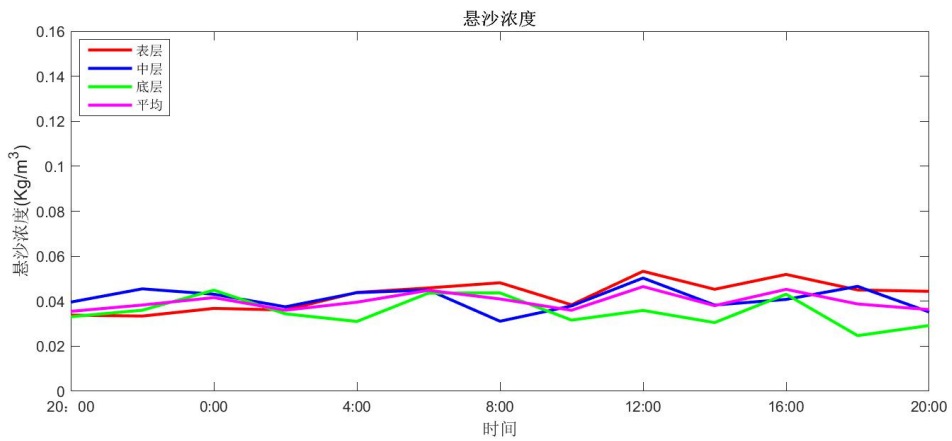


图 6.1.8-11 SW2-5 站悬沙浓度时间过程曲线图



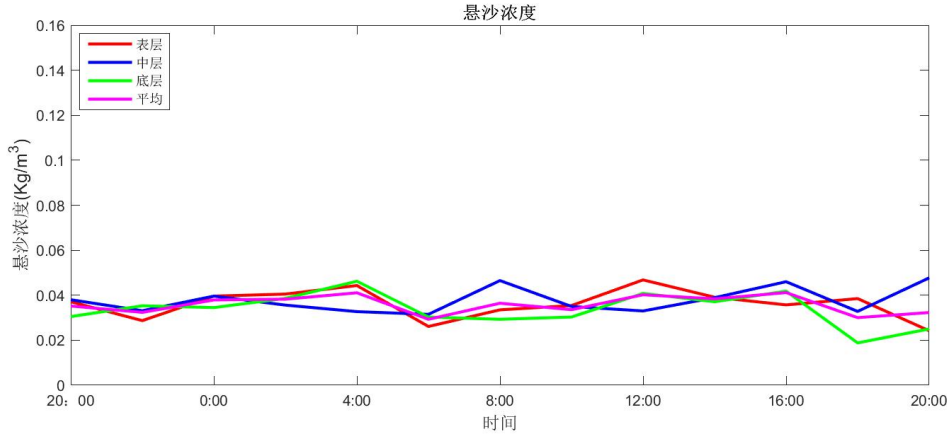


图 6.1.8-12 SW2-6 站悬沙浓度时间过程曲线图

表 6.1.8-2 各站悬沙浓度范围

项目		悬沙浓度 (Kg/m <sup>3</sup> )			
站点	层次	最大	最小	平均	全站平均
SW2-1	表层	0.055	0.0345	0.0464	0.0465
	中层	0.0598	0.0329	0.0478	
	底层	0.0495	0.0383	0.0453	
SW2-2	表层	0.0532	0.0259	0.0406	0.0394
	中层	0.0552	0.0237	0.0392	
	底层	0.0519	0.0231	0.0383	
SW2-3	表层	0.0486	0.0227	0.0371	0.0369
	中层	0.0472	0.0222	0.0356	
	底层	0.0553	0.0216	0.038	
SW2-4	表层	0.0529	0.0257	0.0385	0.0423
	中层	0.0486	0.0333	0.0436	
	底层	0.0557	0.0357	0.0449	
SW2-5	表层	0.0533	0.0334	0.0428	0.0398
	中层	0.0503	0.0311	0.0411	
	底层	0.0449	0.0247	0.0355	
SW2-6	表层	0.0468	0.0242	0.0361	0.0359
	中层	0.0477	0.0315	0.0377	
	底层	0.0462	0.0188	0.0337	

### 6.1.8.2 输沙量

#### (1) 春季

涨潮期最大单日单宽输沙量为 10.06 t/m，方向 51.1°；落潮期最大单日单宽输沙量为 6.24t/m，方向 191.5°；均出现在 SW2-4 站。最大单日单宽净输沙量为 11.31 t/m，方向 91.9°，出现在 SW2-6 站。

表 6.1.8-3 各站单日单宽输沙量统计表

站位	涨潮		落潮		净输沙	
	输沙量	方向	输沙量	方向	输沙量	方向
	(t/m)	(°)	(t/m)	(°)	(t/m)	(°)
SW2-1	0.18	275.9	1.09	205.4	1.16	213.7
SW2-2	1.01	328.9	2.55	130.6	1.62	119.2
SW2-3	0.32	338.8	3.70	140.0	3.40	138.2
SW2-4	10.06	51.1	6.24	191.5	6.59	88.3
SW2-5	8.94	51.8	4.93	171.4	7.78	85.1
SW2-6	5.53	75.7	6.20	106.3	11.31	91.9

(2) 秋季

涨潮期最大单宽输沙量为 0.22 t/m，方向 269.3°，出现在 SW2-1 站；落潮期最大单宽输沙量为 0.24 t/m，方向 339°，出现在 SW2-5 站；最大单宽净输沙量为 0.36t/m，方向 259.2°，出现在 SW2-1 站。净输沙主要方向为西偏南。

表 6.1.8-4 各站大潮单宽输沙量统计表

站位	涨潮		落潮		净输沙	
	输沙量	方向	输沙量	方向	输沙量	方向
	(t/m)	(°)	(t/m)	(°)	(t/m)	(°)
SW2-1	0.22	269.3	0.15	243.9	0.36	259.2
SW2-2	0.06	176.2	0.13	58.5	0.11	85.7
SW2-3	0.09	91.9	0.07	104.3	0.16	97.1
SW2-4	0.19	211.9	0.18	351.3	0.13	275.5
SW2-5	0.18	228.6	0.24	339	0.24	295.6
SW2-6	0.12	279.7	0.21	356.9	0.27	331.1

## 6.2 地形地貌

### 6.2.1 水深地形

矿区整体水深为 14.1~16.5m（理论深度基准面），平均水深为 15.4m，最大水深位于矿区中部海域，最小水深位于矿区西北角海域（图 6.2.1-1）。矿区整体海底水深变化不大，从北到南呈阶梯式下降趋势（图 6.2.1-2~图 6.2.1-3）。

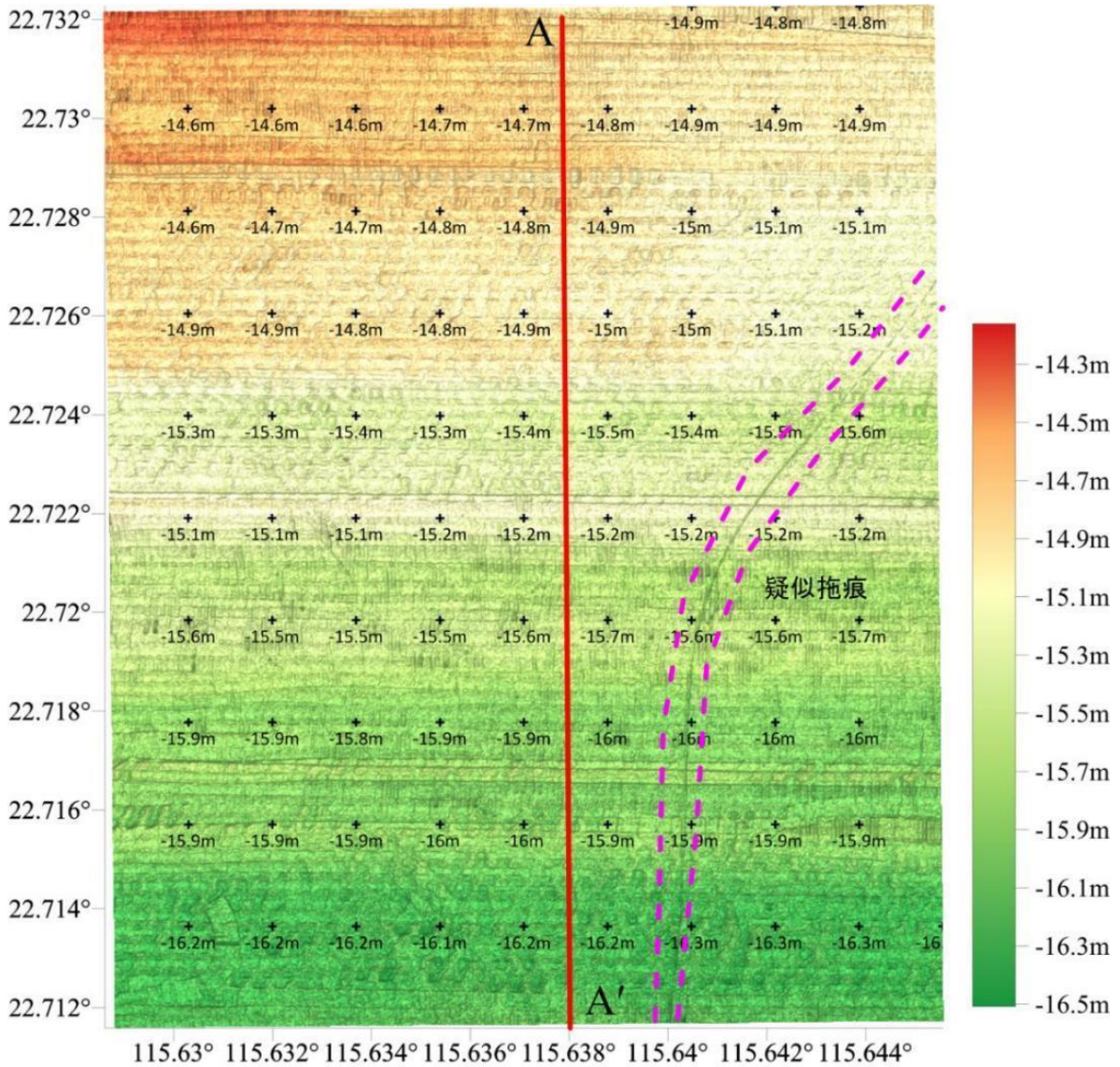


图 6.2.1-1a 项目 JH21-09 采砂区所在海域水深地形图

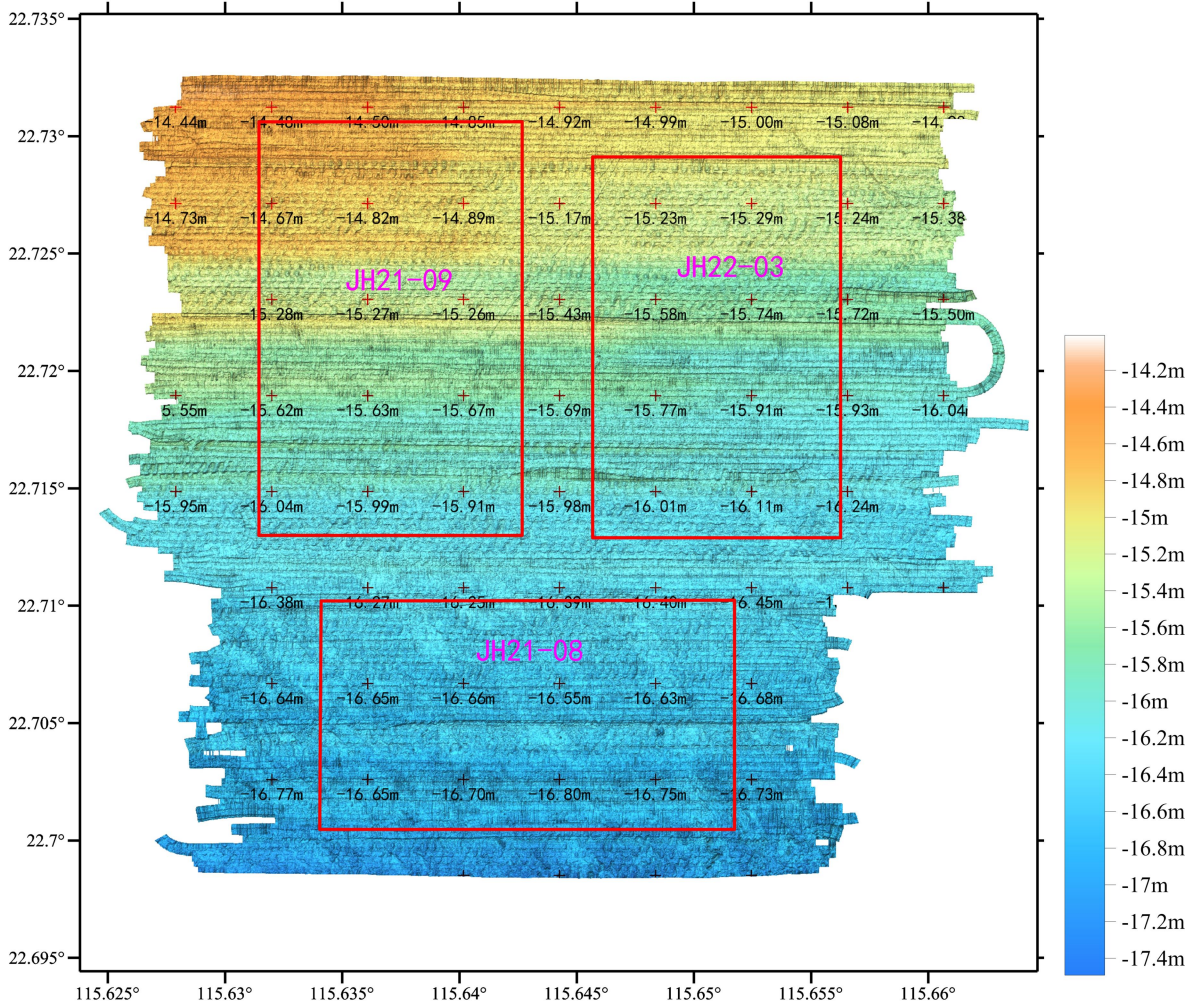


图 6.2.1-1b 项目 JH21-09、JH21-08、JH22-03 采砂区所在海域水深地形图

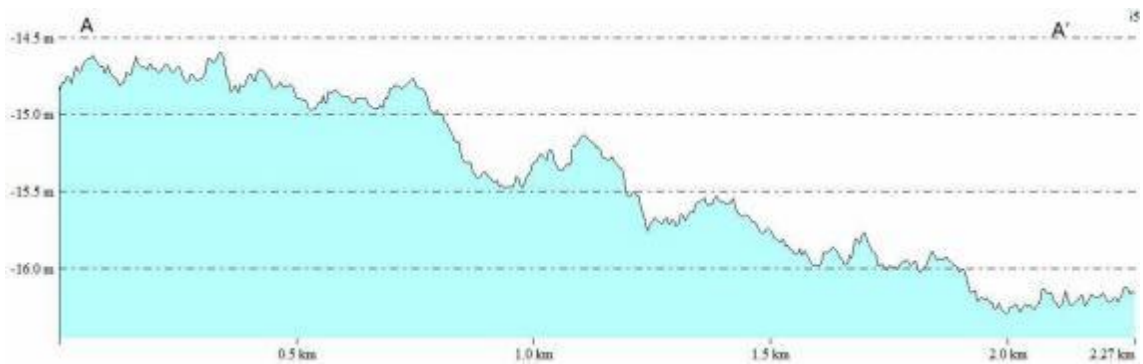


图 6.2.1-2 矿区从北到南水深剖面图

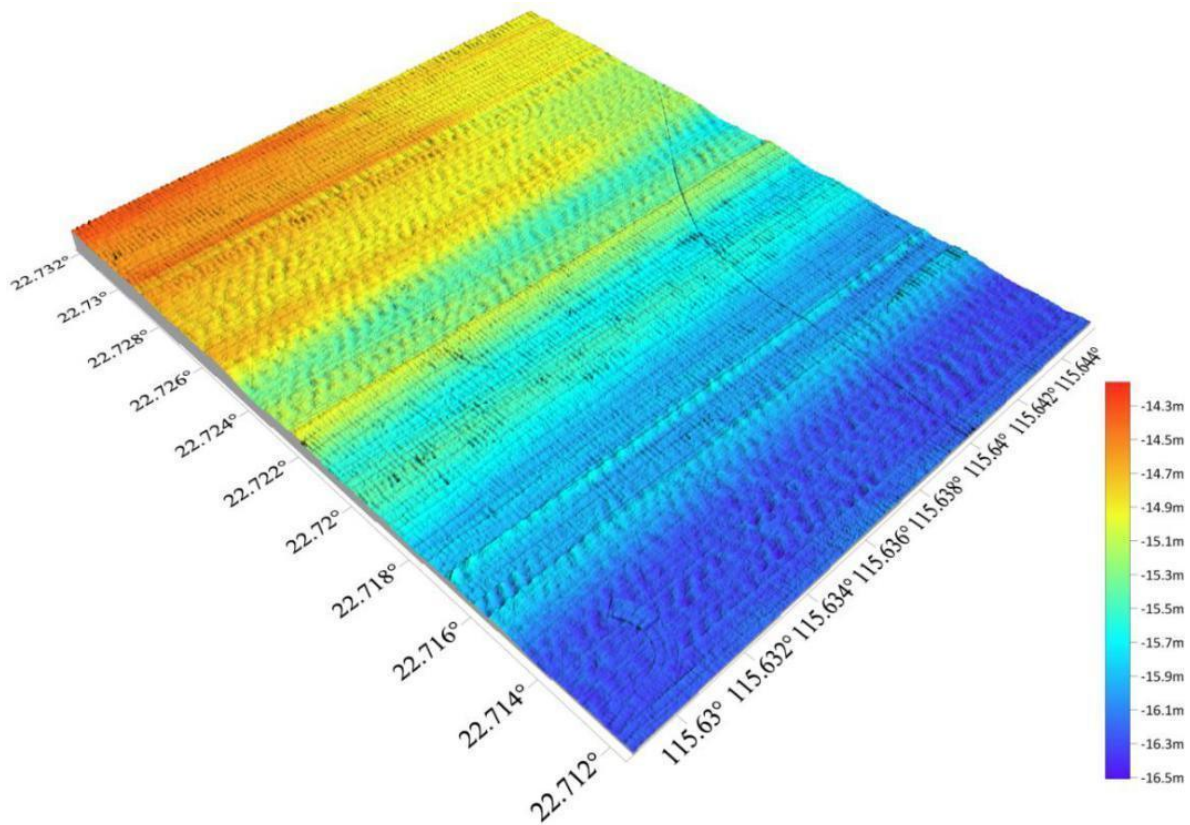


图 6.2.1-3 矿区三维地形图

## 6.2.2 矿区地质

### 6.2.2.1 精细地形地貌特征

矿区整体地形非常平坦，坡度变化范围为  $0.05^{\circ} \sim 1.2^{\circ}$ ，平均坡度约  $0.27^{\circ}$ ，局部受到海底波纹发育的影响，地形崎岖起伏但是幅度很小。

### 6.2.2.2 海底底质

海底底质是指矿区海底沉积物类型。根据本次勘查获取的 45 个钻孔表层沉积物的粒度组成特征，矿区海底底质沉积物类型（采用福克不含砾三角图解）主要为砂质泥（ $N=43$ ），极少数为泥质砂（ $N=1$ ）和泥（ $N=1$ ）。

矿区表层沉积物均不含砾石，砂含量介于  $8.50 \sim 54.10\%$  之间，平均值  $15.92\%$ ，泥含量介于  $45.90 \sim 91.50\%$  之间，平均值  $84.09\%$ ，由此可见，矿区表层沉积物普遍较细，以泥为主，砂含量局部较高，矿区海底处于水动力较弱的沉积环境。

矿区表层沉积物平均粒径介于  $4.52\Phi \sim 6.67\Phi$  之间，均大于  $4\Phi$ ，普遍较细，分选系数介于  $1.93 \sim 2.55$  之间，大多数分选很差，少数分选差，偏态介于  $-0.14 \sim 0.51$  之间，

大部分正态分布，其次为正偏，极少数负偏，峰态介于 0.71~1.04 之间，大部分为宽峰态，其次为中等峰态。

### 6.2.2.3 钻井岩心

矿区地层均为第四系，根据本次钻探资料，对比前人研究成果，勘查区内钻探揭露的地层自上而下大致可以划分为三层（主要依据沉积物特征和沉积环境）。

第一层（全新统 Q<sub>4</sub>）：全新统浅海相沉积层。上部由灰色、青灰色、浅灰色、灰褐色的淤泥、淤泥混粉砂组成，湿，流塑-软塑，局部含适量的贝壳及贝壳碎屑，有腥味，粉砂一般分布均匀或呈薄层状或团粒状分布于淤泥中。该组属全新世浅海相沉积，厚度变化大约在 2.5~6.1m 之间，平均厚 3.9m。

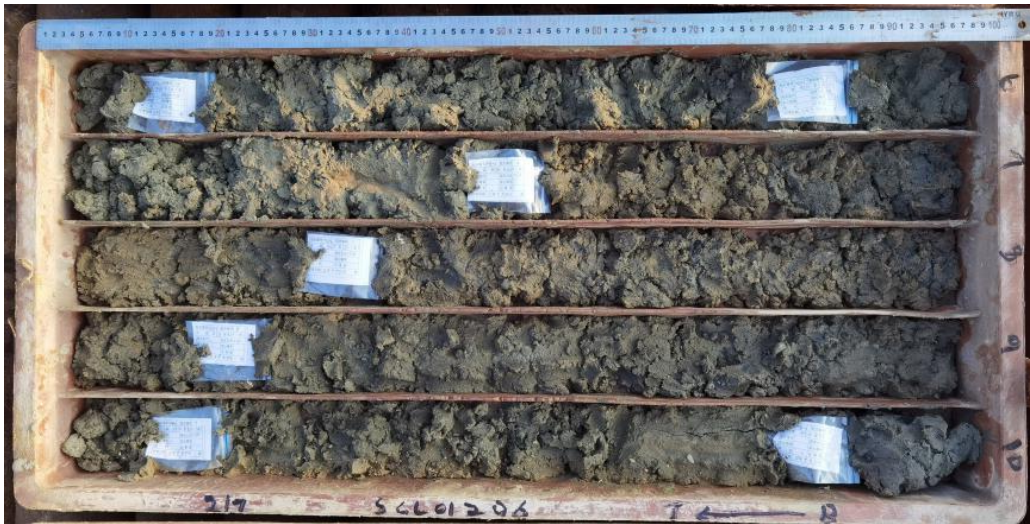
第二层（上更新统上部 Q<sub>3</sub><sup>2</sup>）：全新统滨海相沉积层，局部夹有冲、洪积层。由青灰色、灰黄色、浅灰绿色粉砂、粉细砂、细砂等组成，局部含少量粗砂，饱和，松散状，颗粒较细，分选一般，局部含少量生物碎屑。该组属全新世滨海相沉积，是勘查区主要的上层海砂发育层，总体以滨海相沉积为主，局部发育有冲积、洪积相的砂层，主要受潮汐涨落潮的影响较大。底部有浅海相沉积层。由青灰色、浅灰色粘土、粘土混粉砂、粉砂混粘土等组成，湿，可塑，北部粘性高，南部粘性一般，含贝壳、生物碎屑。该组属上更新世浅海相沉积，厚度变化在 7.6~20.6m 之间，平均厚 14m。

第三层（上更新统下部 Q<sub>3</sub><sup>1</sup>）：上更新统冲积、洪积、滨海相沉积层。由青灰色、土黄色、灰白色、灰褐色细砂、中细砂、粗砂、石英砂、砾质砂等组成，饱和，松散，总体较均匀，分选好，磨圆较好，砂质成分以石英、长石为主，局部含少量砾石。该层形成时代为晚更新世，是勘查区主要的下层海砂发育层，总体以滨海相沉积为主，局部发育有冲积、洪积相的砂层，底部为花岗岩全风化层。钻探工程揭露的厚度范围在 7.2~20.4m 之间，平均厚 12.5m。

底部为花岗岩风化壳，土黄色、灰白色，强风化，由花岗碎屑和粘土组成，花岗碎屑分选、磨圆较差。部分钻孔钻遇新鲜的花岗岩，主要为钾长花岗岩、二长花岗岩。工区砂层整体有两层，上层为粉、细砂，下层为中-粗砂、砾质砂，工区范围内由北向南砂层有逐渐增厚的趋势。



图 6.2.2-1 钻孔 SGL01Z06 揭露的第一层粉砂质淤泥层（进尺 0-5.0m）



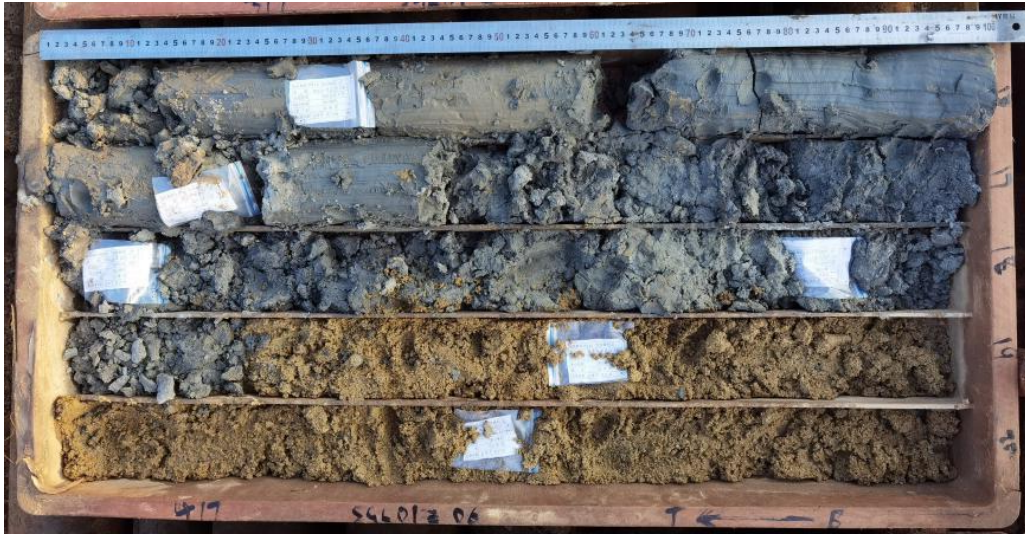


图 6.2.2-2 钻孔 SGL01Z06 揭露的第二层粉砂、细砂层及粘土层（进尺 5.0-20.0m）







图 6.2.2-3 钻孔 SGL01Z06 揭露的第三层中砂、粗砂、砾质砂层及底部风化层和花岗岩  
(进尺 20.0-31.0m)

#### 6.2.2.4 地球物理特征

在海洋沉积环境中，海砂和泥往往相伴生发育，两者之间的空间组合更是多种多样。但是，砂层和泥层由于存在较大物性差异（如密度，孔隙度，含水率，声速等），在分界面上一般存在一个强波阻抗，地震波或声波遇到强波阻抗界面会在物探剖面上形成强反射同相轴，由此，在地震剖面上形成一系列独特的地震反射特征。通过综合分析地震反射特征和地震波的组合特征即地震相的特征，同时，根据钻孔资料与物探资料综合对比解释，可找出海砂的识别标志，并对区域的沉积学信息进行研究，刻画海砂的空间分布，推演海砂沉积过程，分析海砂成因，总结海砂成矿模式，进而指导找砂。

单道地震剖面对泥质和海砂具有良好穿透能力，海砂在单道地震的识别标志为一套中强振幅的杂乱反射，连续性一般较差，其上覆泥质盖层则表现为一套中强振幅的连续层状反射，内部泥质夹层为高频、中强振幅的连续层状或半透明状反射。

钻孔资料最为直观，可对表层砂与埋藏海砂进行肉眼观察，对砂体厚度和海砂成因进行分析，但仅为一孔之见，因此需要结合物探资料进行横向对比。结合浅层地质取样、单道地震和钻孔资料，可以对海砂进行有效的识别。对于浅部地层，浅剖可以识别泥质沉积，若浅剖穿透深度大，反射地层清晰，内部层理良好，则基本上是泥层，反之，若浅剖穿透差，显示的泥质层厚度薄，则其下沉积物含沙量增大，单道地震剖面若地震反射表现为中强振幅的杂乱反射，则可初步判定为砂质沉积，结合钻孔资料

进行联动解释，形成海砂反射模式，进而进行横向追踪。

勘查区位于汕尾市碣石湾施公寮岛东南侧施公寮海域，为拟出让区 1 区，共布设东西向主测线 11 条，编号为 SGL01S01、SGL01S02、SGL01S03、SGL01S04、SGL01S05、SGL01S06、SGL01S07、SGL01S08、SGL01S09、SGL01S10、SGL01S11，布设南北向联络测线 7 条，编号为 SGL01L01、SGL01L02、SGL01L03、SGL01L04、SGL01L05、SGL01L06、SGL01L07，合计工作量 34.26km。

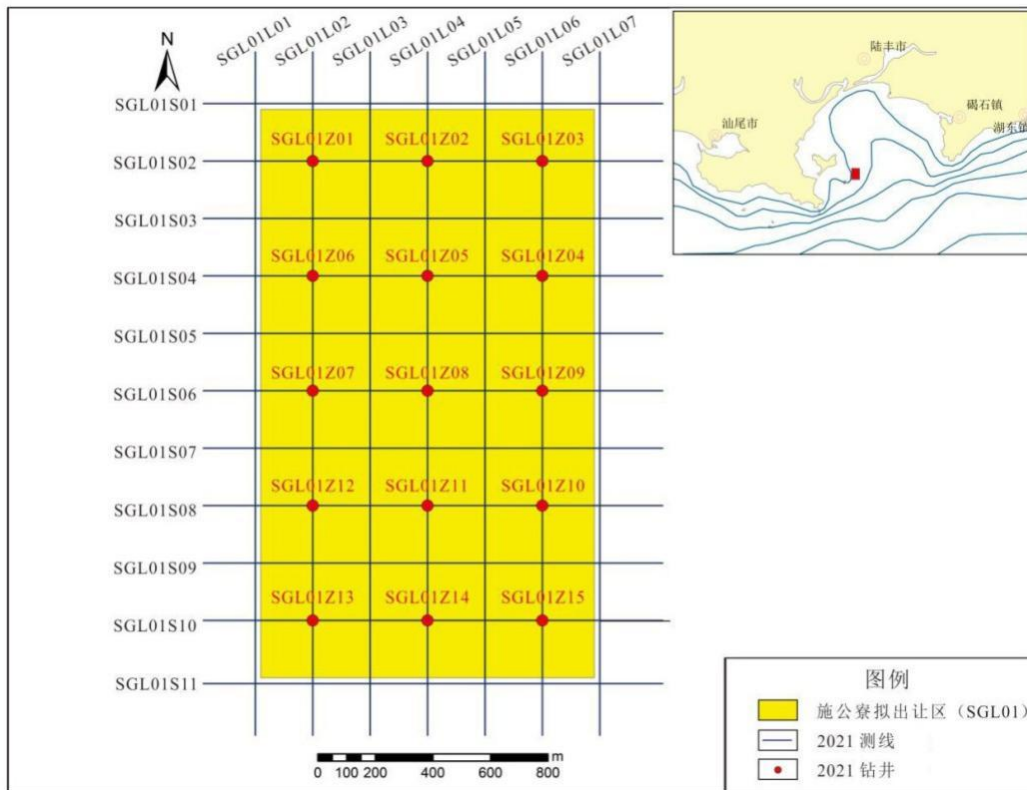


图 6.2.2-4 高分辨率单道地震测线和钻井位置图

钻井资料揭示，本区表层泥层之下普遍发育砂层，浅剖数据最大穿透深度 10 m 左右，数据质量较差。通过野外钻孔资料与浅地层剖面对比分析，本区浅地层剖面无法用来分析埋藏海砂。因此，本文将重点分析钻孔与单道地震资料。

#### (1) 主要单道地震反射界面

依据地震地层学的原理，结合各个剖面的地震相反射结构、波组特征和反射界面特征，如上超、下超、顶超或削截等，在单道地震资料中连续追踪了 4 个主要的地震反射界面，从上往下依次为  $R_0$ 、 $R_1$ 、 $R_2$  和  $R_g$ 。

单道地震主要反射界面特征描述如下：

$R_0$  界面：为海底地震反射界面。由于海水和海底沉积物的波阻抗差异较大，在

地震剖面中表现为明显的高能量特征，总体上呈强振幅、高连续性反射特征，全区可连续追踪，起伏变化不大，在所有反射界面中最易识别。

$R_1$  界面：总体为强振幅，高连续性的反射特征，可连续追踪，在全区广泛分布，界面起伏变化不大，西部略高，东部略低。该界面位于一套连续反射层的底部，之下地震反射连续性一般较差或为高角度反射层。

$R_2$  界面：全区均有分布，总体呈现强振幅、高-中等连续性的反射特征，东部局部区域界面振幅较弱，连续性差，是一个填平补齐界面，起伏变化较大，界面之上发育斜交层，与下伏反射层呈假整合或削截接触关系。

$R_g$  界面：全区均有分布，总体呈中振幅、中-低频率、连续性一般的反射特征，界面上下反射特征明显不同，界面之上为强振幅、低频率的风化壳反射特征，界面之下为弱振幅低频率杂乱反射。受到基底地形起伏不平的影响，界面起伏变化很大。

通过与该区 1:100 万汕头幅钻井测年数据对比，本工作区  $R_1$  界面相当于全新统底界面； $R_2$  界面相当于上更新统上、下段的界面； $R_g$  界面为基底界面，上部为上更新统沉积和基岩风化砂岩，下部为基岩地层。

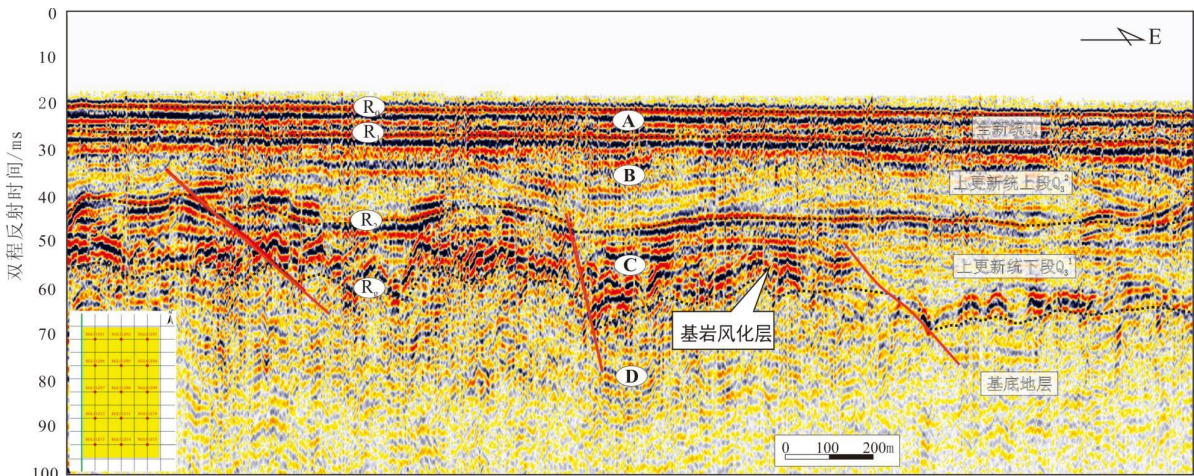


图 6.2.2-5 高分辨率单道地震测线 SGL01L01 地震特征（左下角绿色线为测线位置，以下同）

## (2) 地震地层单元

根据单道地震剖面地震反射界面划分及层序内部特征，结合区域地质资料分析，以  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_g$  为界相应地划分出 A、B、C、D 共 4 个地震地层单元。由于勘查区钻孔进尺均为不超过 40m，钻孔可穿透 A、B、C 层。钻孔揭示本工作区表层普遍发育泥质层，位于 A 层中，厚度较为稳定，约 3~4 m。B 层和 C 层部分区域存在埋藏海砂和风化砂岩，内部夹杂泥质沉积层。

单道地震地层单元特征描述如下：

各地震地层单元特征如下：

地震地层单元 A ( $R_0-R_1$ )：顶界为海底  $R_0$  反射界面，底界为  $R_1$  反射界面，内部反射层组大致以高频、强振幅、连续性好为特征，总体具平行反射结构，席状外形。该地层为勘查区内最年轻的地层，推断为全新世海侵至最大海泛面以后的高水位体系域所沉积的地层，属浅海相沉积层。根据钻孔资料，该层为海底表层泥质层，岩性主要为含粉砂泥。

地震地层单元 B ( $R_1-R_2$ )：顶界为  $R_1$  反射界面，底界为  $R_2$  反射界面，内部反射层组大致以中频、中振幅为主，局部有强振幅层和振幅层、连续性好到一般为特征，总体具前积和斜交反射结构，楔状或充填状外形，与底界面  $R_1$  呈上超接触关系，是一组海退沉积体系，属滨海三角洲前缘相沉积。根据钻孔资料，该层岩性主要为砂层，底部局部发育泥层。

地震地层单元 C ( $R_2-R_g$ )：顶界为  $R_2$  反射界面，底界为  $R_g$  反射界面，内部反射高-中等连续，呈斜交或亚平行反射结构。底界面切割下伏地层。推断该层为末次冰期间冰期形成的滨海相地层。根据钻孔资料，该层岩性主要为砂、含砾砂或泥质砂，砂层发育好。

表 6.2.2-6 地震地层单元划分

地层单元	主要地震相特征							沉积环境	海侵海退
	顶界	底界	振幅	频率	连续性	结构	外形		
A	整合	削截	强	高-中频	好	平行	席状	浅海	海进
B	削截	上超	强-中-差	低频	一般-好	斜交/前积	楔状/充填	滨海-三角洲	海退
C	上超	削截-整合	强-中,局部弱	中-低	一般-好	斜交/平行/亚平行	楔状/充填	滨浅海	海进
D	削截	-	中-弱	低	差	乱岗状/波状	席状披盖	-	-

地震地层单元 D ( $R_g$ )：为基底以下的地层单元，主要表现为低频、弱振幅、差连续反射，根据钻井资料可知为基岩地层。

### (3) 地震剖面解译砂体分布及成因分析

单道地震剖面与钻孔的联合对比解释图见图 6.2.2-6 至图 6.2.2-10。通过井震联合解释，单道地震资料揭示勘查区总体处于浅海沉积环境，表层（层 A）为一套浅海相粉沙质泥岩沉积，全区分布，形成全区泥质盖层；其下部的层 B 为一套海退滨海-

三角洲相砂-泥沉积，层 C 为一套滨浅海砂质沉积，含泥质夹层。

因此，总体上本工作区发育两套更新统砂岩，砂层厚度在 5m-20m 之间，呈现北薄南厚的趋势，底部还发育基岩风化砂岩。

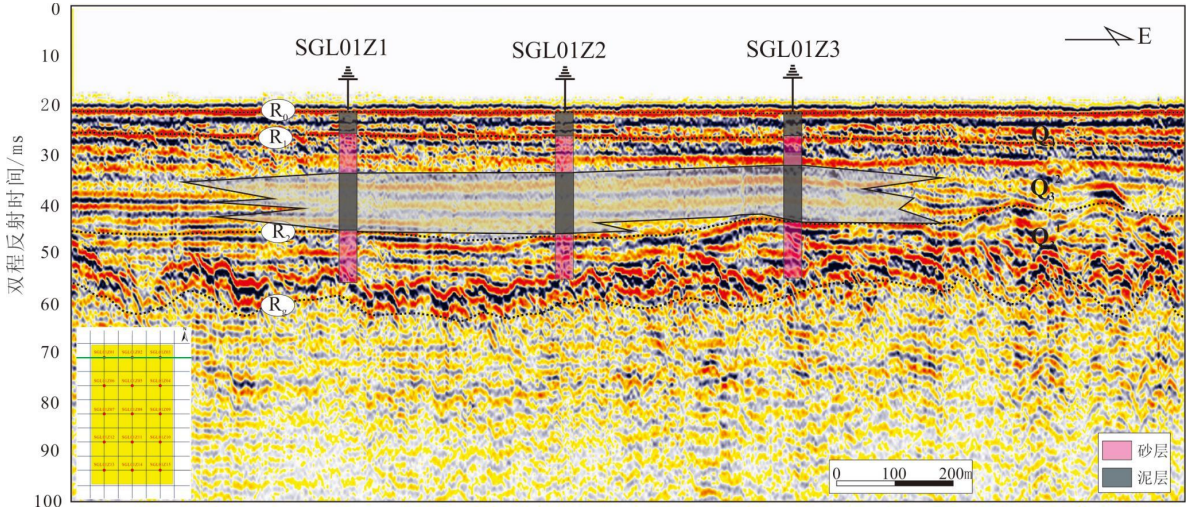


图 6.2.2-6 过测线 SGL01S02 单道地震剖面与钻孔联合对比解释图

过测线 SGL01S02 单道地震剖面与钻孔联合对比解释图可以看出，A 层为泥质盖层，B 层主要为砂层夹泥层，层 C 中发育大规模厚层砂。

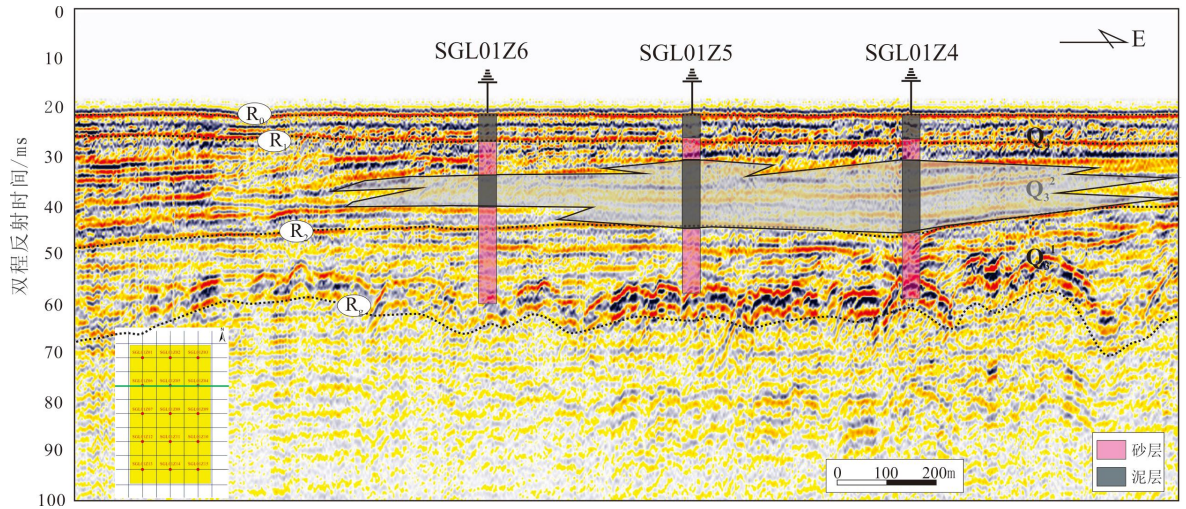


图 6.2.2-7 过测线 SGL01S04 单道地震剖面与钻孔联合对比解释图

过测线 SGL01S04 单道地震剖面与钻孔联合对比解释图可以看出，A 层为泥质盖层，B 层主要为砂层夹泥层，层 C 中发育大规模厚层砂。

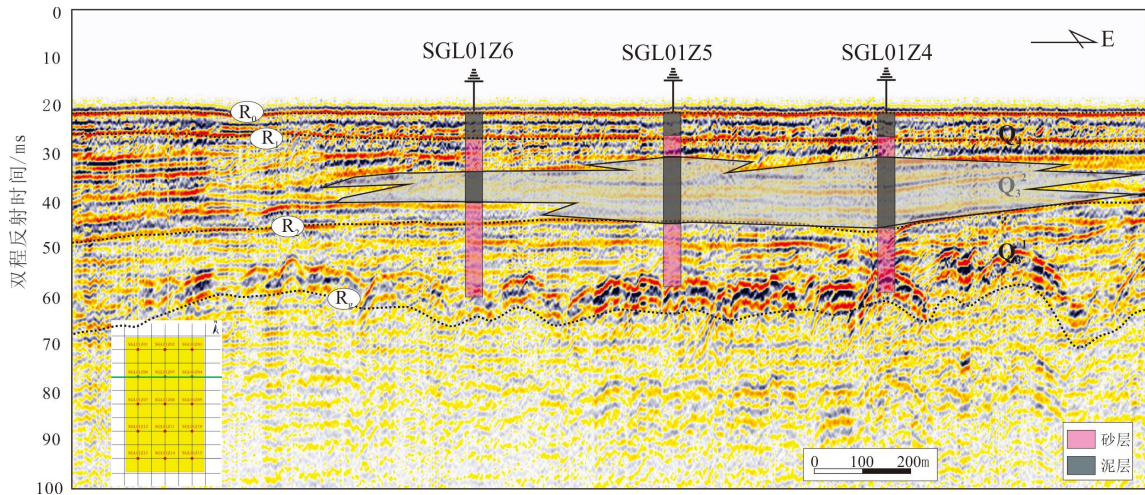


图 6.2.2-8 过测线 SGL01S06 单道地震剖面与钻孔联合对比解释图

过测线 SGL01S06 单道地震剖面与钻孔联合对比解释图可以看出，A 层为泥质盖层，B 层主要为砂层夹泥层，层 C 中发育大规模厚层砂。

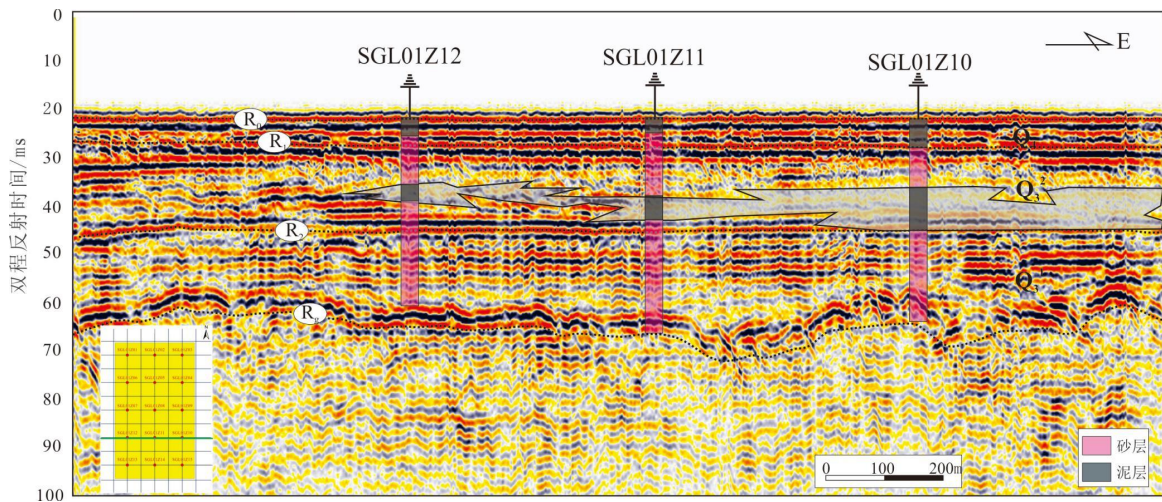


图 6.2.2-9 过测线 SGL01S08 单道地震剖面与钻孔联合对比解释图

过测线 SGL01S08 单道地震剖面与钻孔联合对比解释图可以看出，A 层为泥质盖层，B 层主要为砂层夹泥层，层 C 中发育大规模厚层砂。

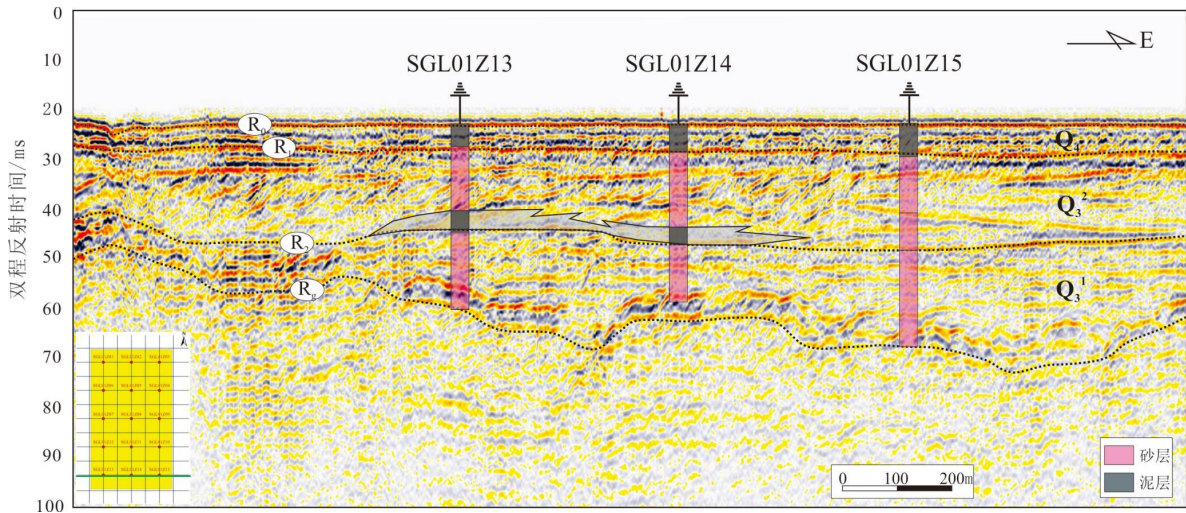


图 6.2.2-10 过测线 SGL01S10 单道地震剖面与钻孔联合对比解释图

过测线 SGL01S10 单道地震剖面与钻孔联合对比解释图可以看出，A 层为泥质盖层，B 层主要为砂层夹泥层，层 C 中发育大规模厚层。

### 6.2.3 勘察区工程地质特征

汕尾市管辖海域碣石湾施公寮岛东南侧 JH21-09 矿区地层相对简单，由泥、砂、砾质砂和花岗岩风化壳等组成，根据本次勘查和收集的钻孔资料，本次勘查孔包括 SGL01Z01、SGL01Z02、SGL01Z03、SGL01Z04、SGL01Z05、SGL01Z06、SGL01Z07、SGL01Z08、SGL01Z09、SGL01Z10、SGL01Z11、SGL01Z12、SGL01Z13、SGL01Z14、SGL01Z15 等 15 个钻孔，从上至下勘查区可分为 5 个工程地质层。

第一层：为全新世海侵过程形成的海相沉积层，土质类型为灰色、青灰色、灰绿色的泥。该泥层上部为淤泥混粉砂，有腥味，部分含生物碎屑，以团粒形式分布；底部粘土混粉砂，饱和，粘土以薄层状或团块状分布。区内所有钻孔揭露该层，层厚 2.5~6.1m，层顶标高-14.91~-16.57m。

第二层：为晚更新世海侵过程形成的海相沉积层，土质类型为灰绿色、灰黄色、青灰色的砂和泥质砂。该砂层为分选较好-好，部分孔含生物碎屑。区内所有钻孔揭露该层，层厚 1.0~15.5m，顶层标高-18.26~-22.67m。

第三层：为晚更新世海相沉积层，土质类型为灰色、青灰色、黄色的泥，局部混粉砂薄层，可塑，部分含生物碎屑，层厚 8.7~16.3m，顶板标高-20.92~-36.77m。

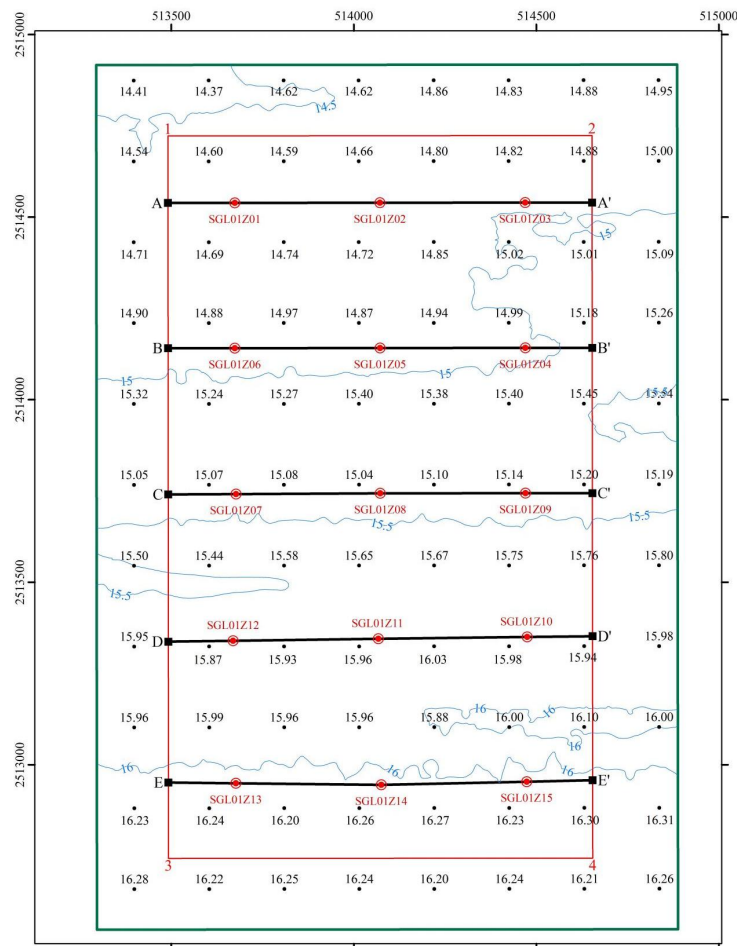
第四层：为晚更新世滨海相沉积层，土质类型为灰色、青灰色、灰黄色、褐黄色

的砾质砂。砂层松散，整体分选较差，磨圆较好。区内所有钻孔揭露该层。层厚 3.9~21.3m，顶层标高为-36.15~-52.27m。

第五层：为晚更新世半风化-风化层，土质类型为土黄色、灰白色、肉黄色的花岗岩风化壳，主要由花岗碎屑和粘土组成，花岗碎屑分选磨圆差，具有棱角，约占 50%~60%，粘土矿物为灰白色，区内钻孔均有揭露，但未钻穿风化壳层，顶层标高为-41.55~-60.5m。



(比例尺1:10 000)



图例

- 15.45 水深点
- 15- 等深线
- 见矿钻孔
- JH21-09
- 多波束调查区范围
- 勘探线

广东省汕尾市管辖海域JH21-09矿区角点坐标				
CGCS2000 坐标系, 高斯克吕格投影, 中央经线 115.5°E				
角点 编号	地理坐标		直角坐标	
	E(°m)	N(°m)	X(m)	Y(m)
1	115° 37' 52.776" E	22° 43' 50.573" N	2514722.34	513490.52
2	115° 38' 33.500" E	22° 43' 50.573" N	2514723.41	514652.55
3	115° 37' 52.776" E	22° 42' 46.240" N	2512743.37	513492.27
4	115° 38' 33.500" E	22° 42' 46.240" N	2512744.44	514654.46

图 6.2.3-1 钻孔平面布置图

汕尾市管辖海域JH21-09矿区SGL01Z01钻孔柱状图

第 1 页 共 1 页

项目名称		广东省汕尾市2021年拟出让海域海砂资源详查										
钻孔编号	SGL01Z01	坐 标	E: 1153759.2	开工日期	2021-09-26	孔 深	27.70 m					
孔口高程	-15.79 m	标	N: 224344.6	竣工日期	2021-09-27	开孔水深	15.70 m					
地层编号	时代成因	层底高程 (m)	层底深度 (m)	分层厚度 (m)	柱状图 1:200	回次进尺 (m)	岩芯长 (m)	地质描述	取样位置	细度模数	样品编号	
1	Q <sub>4</sub>	-18.79	3.00	3.00		1.5	1.35	泥：青灰色，湿，软塑，以石英、长石为主，见贝壳碎屑，有腥味，局部可见粉砂团块，厚约5-10cm。	0.00-1.50		SGL01Z01-01	
						1.5	1.35		1.50-3.00	SGL01Z01-02		
2	Q <sub>3</sub> <sup>2</sup>	-19.79	4.00	1.00		0.9	0.7	砂：以细砂为主，灰绿色，饱和，中密，松散，较均匀，分选好，主要矿物组分为石英和长石。砂+砾含量84.49%，细度模数0.5。	3.00-4.00	0.5	SGL01Z01-03	
3		-20.79	5.00	1.00		1	0.8		4.00-5.00	3.3	SGL01Z01-04	
4		-22.79	7.00	2.00		0.7	0.55		5.00-6.00	1.7	SGL01Z01-05	
4		Q <sub>3</sub> <sup>2</sup>	-22.79	7.00	2.00		0.9	0.7	砾质砂：以砾质粗砂为主，灰黄色，饱和，松散，较为均匀，含生物碎屑。砂+砾含量93.45%，细度模数3.3。	6.00-7.00	1.6	SGL01Z01-06
							0.8	0.65		7.00-8.00	0.2	SGL01Z01-07
5		Q <sub>3</sub> <sup>2</sup>	-25.79	10.00	3.00		0.8	0.6	砂：以混合砂为主，灰黄色，饱和，分选一般，见零星贝壳碎屑，主要组分为石英和长石，含少量石英粗砂、砾。砂+砾含量90.46-90.82%，细度模数1.6-1.7。	8.00-9.00	0.4	SGL01Z01-08
							0.9	0.75		9.00-10.00	0.1	SGL01Z01-09
							0.7	0.55		10.00-12.00		SGL01Z01-10
6		Q <sub>3</sub> <sup>2</sup>	-33.79	18.00	8.00		1.4	1.1	砂：以细砂为主，青灰色，砂质不纯净，分选一般，松散，砂+砾含量88.3-90.65%，细度模数0.1-0.4。	12.00-14.00		SGL01Z01-11
	1.2						1.1	14.00-16.00			SGL01Z01-12	
	0.9						0.85	16.00-18.00			SGL01Z01-13	
	1.1						0.9	18.00-19.00		2.5	SGL01Z01-14	
7	Q <sub>3</sub> <sup>1</sup>	-35.79	20.00	2.00		0.8	0.6	泥：青灰色，主要为粘土，湿，硬塑，粘性强，切面光滑，局部混有粉砂，其余为粉砂团粒，含生物碎屑。	19.00-20.00	2.7	SGL01Z01-15	
						0.8	0.6		20.00-21.00	2.7	SGL01Z01-16	
8	Q <sub>3</sub> <sup>1</sup>	-37.79	22.00	2.00		0.9	0.75	砂：以泥质粗砂和粗砂为主，青灰色，饱和，稍密，分选一般，主要矿物成分为石英和长石。砂+砾含量76.83-86.44%，细度模数2.5-2.7。	21.00-22.00	2.8	SGL01Z01-17	
						0.8	0.65		22.00-23.00	3	SGL01Z01-18	
9	Q <sub>3</sub> <sup>1</sup>	-43.19	27.40	5.40		0.7	0.5	砂：以粗砂为主，青灰色，饱和，稍密，主要矿物成分为石英和长石。砂+砾含量86.45-87.46%，细度模数2.7-2.8。	23.00-24.00	2.9	SGL01Z01-19	
						1.0	0.7		24.00-25.00	2.9	SGL01Z01-20	
						0.8	0.65		25.00-26.00	3.5	SGL01Z01-21	
9	Q <sub>3</sub> <sup>1</sup>	-43.19	27.40	5.40		0.9	0.7	砾质砂：以砾质粗砂和粗砂为主，灰黄色，饱和，密实，整体砂质较纯净，分选一般，局部混有粘粒，成分以石英为主，粒径3-5mm。砂+砾含量82.54-90.56%，细度模数2.9-3.5。	26.00-27.00	3.3	SGL01Z01-22	
						0.8	0.6		27.00-27.40	3.4	SGL01Z01-23	
9	Q <sub>3</sub> <sup>1</sup>	-43.19	27.40	5.40		0.6	0.55	风化壳：土黄色、灰白色，强风化主要由花岗碎屑和粘土组成，花岗碎屑分选磨圆较差，约占50-60%，粒度3-5mm，粘土为白色，作为基质胶结。				

图 6.2.3-3a 钻孔柱状图 (Z01)

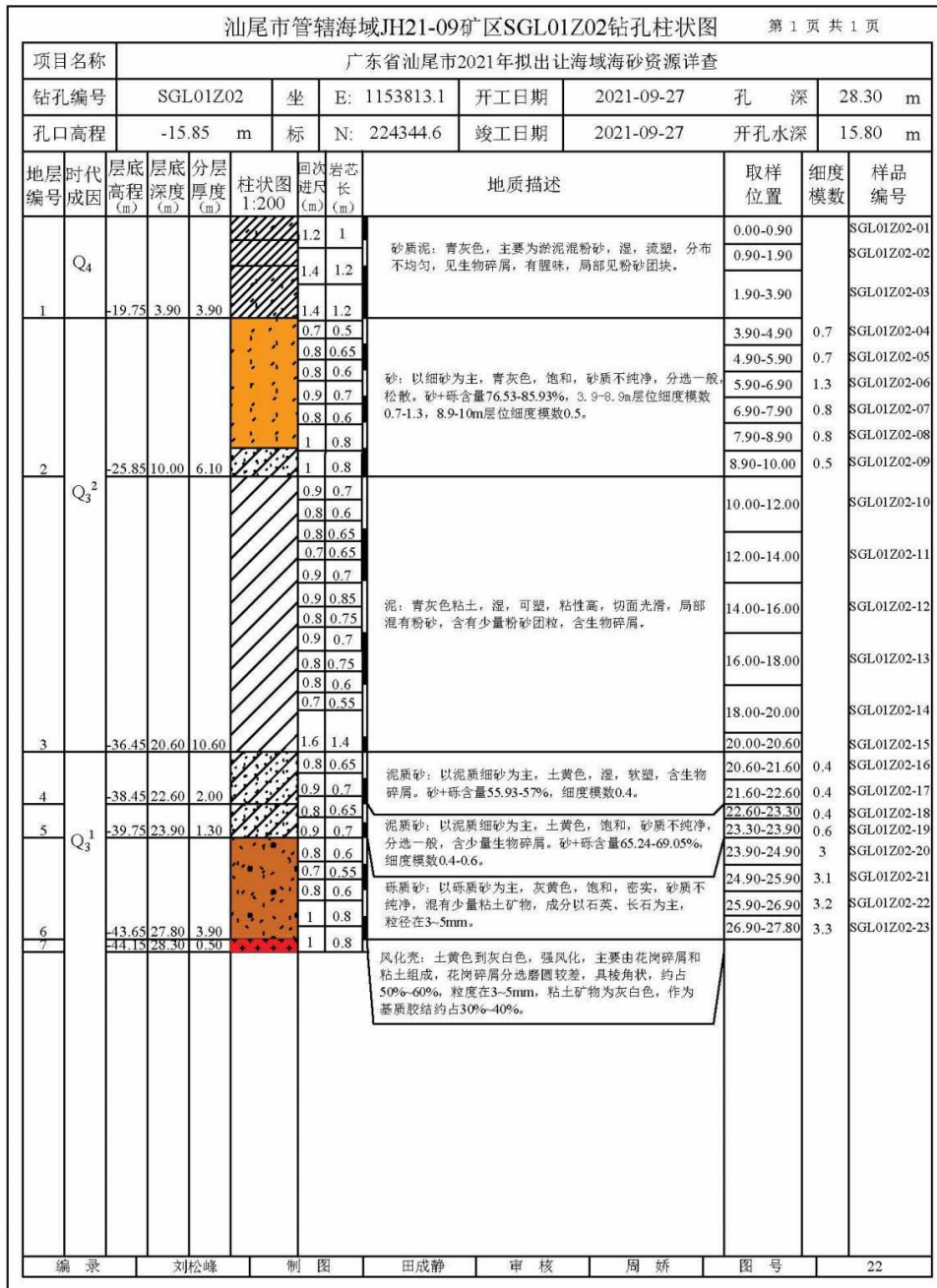


图 6.2.3-3b 钻孔柱状图 (Z02)

汕尾市管辖海域JH21-09矿区SGL01Z03钻孔柱状图

第 1 页 共 1 页

项目名称		广东省汕尾市2021年拟出让海域海砂资源详查									
钻孔编号	SGL01Z03	坐 标	E: 1153827.1	开工日期	2021-09-28	孔 深	27.30 m				
孔口高程	-15.42 m	标	N: 224344.6	竣工日期	2021-09-28	开孔水深	14.60 m				
地层编号	时代成因	层底高程 (m)	层底深度 (m)	分层厚度 (m)	柱状图 1:200	回次 进尺 (m)	岩芯 长 (m)	地质描述	取样 位置	细度 模数	样品 编号
1	Q <sub>4</sub>	-16.22	0.80	0.80		1.5	1.35	砂质泥：青灰色，湿，流塑，分布不均匀，粉砂以薄层状或团粒状分布。	0.00-0.80	0.8	SGL01Z03-01
2		-18.22	2.80	2.00		0.8	0.65		0.80-1.80	0.5	SGL01Z03-02
3		-18.92	3.50	0.70		0.9	0.7	砂质泥：青灰色，粉砂混淤泥，饱和，松散，砂质不纯净。	1.80-2.80	0.5	SGL01Z03-03
	Q <sub>3</sub> <sup>2</sup>					0.9	0.7	泥质砂：以泥质细砂为主，青灰色，粉砂，饱和，松散，砂质不纯净，含少量生物碎屑，砂+砾含量47%，细度模数0.6。	2.80-3.50	0.6	SGL01Z03-04
						0.9	0.7		3.50-4.50	0.6	SGL01Z03-05
						0.8	0.65	砂：以细砂为主，灰黄色，粉细砂，饱和，松散，砂质不纯净，以石英、长石为主，分布较均匀，局部见生物碎屑，砂+砾含量80.6-89.87%，4.5-5.5m层位细度模数0.7，其余层位细度模数0.3-0.6。	4.50-5.50	0.7	SGL01Z03-06
4		-22.42	7.00	3.50		0.7	0.6		5.50-6.50	0.6	SGL01Z03-07
						0.8	0.7	泥：青灰色，粘土，湿，可塑，粘性高，切面光滑，局部混有粉砂团粒，含少量生物碎屑。	6.50-7.00	0.3	SGL01Z03-08
						0.7	0.55		7.00-8.00	0.5	SGL01Z03-09
5		-24.22	8.80	1.80		0.9	0.7	8.00-8.80	0.5	SGL01Z03-10	
						1.5	1.35	泥质砂：以泥质细砂为主，青灰色，粉细砂，饱和，松散，稍湿，砂质不纯净，分布较均匀，以石英、长石为主。砂+砾含量72.79-78.7%，细度模数0.5。	8.80-10.80		SGL01Z03-11
						2.4	2.2		10.80-12.80		SGL01Z03-12
						1.8	1.65	12.80-14.80		SGL01Z03-13	
6	-32.72	17.30	8.50		2.0	1.7	14.80-16.80		SGL01Z03-14		
7	-33.32	17.90	0.60		2.0	1.7	16.80-17.30		SGL01Z03-15		
	Q <sub>3</sub> <sup>1</sup>					1.8	1.6	砾质砂：以砾质粗砂为主，青灰色，以粗砂为主，含砾石，饱和，松散，较均匀，分选差，磨圆度差，矿物以石英为主，含少量长石。砂+砾含量84.39%，细度模数3.2。	17.30-17.90	3.2	SGL01Z03-16
						0.9	0.7		17.90-18.90	1.8	SGL01Z03-17
						0.8	0.65	砾质泥：土黄色，粘土混砂，硬塑，稍湿，局部夹有细砂砂层，厚10-20cm，粘性强（可能为风化石）。	18.90-20.00	1.3	SGL01Z03-18
8		-35.42	20.00	2.10		0.9	0.7		20.00-21.00	3	SGL01Z03-19
						0.8	0.6	砾质砂：以砾质粗砂和泥-砂-砾为主，土黄色至褐黄色到灰白色，饱和，密实，砂质不纯净，分选磨圆一般，以石英、长石为主，分选一般，磨圆好。砂+砾含量76.14-87.72%，细度模数3-3.2。	21.00-22.00	3.1	SGL01Z03-20
						0.9	0.7		22.00-23.00	3.1	SGL01Z03-21
					0.8	0.6	23.00-24.00	3.1	SGL01Z03-22		
					0.9	0.8	24.00-25.00	3.1	SGL01Z03-23		
					0.6	0.5	25.00-26.00	3.2	SGL01Z03-24		
9	-42.42	27.00	7.00		0.8	0.6	26.00-27.00	3.1	SGL01Z03-25		
10						0.7	0.6	花岗岩：灰白色，花岗结构，块状构造，矿物组分为石英（粒度在0.5-1cm，透明-半透明），长石（0.5-0.8cm）暗色矿物主要为黑云母（0.3-0.4cm）。			

图 6.2.3-3c 钻孔柱状图 (Z03)

汕尾市管辖海域JH21-09矿区SGL01Z04钻孔柱状图

项目名称		广东省汕尾市2021年拟出让海域海砂资源详查													
钻孔编号		SGL01Z04		坐 标		E: 1153827.1		开工日期		2021-09-29		孔 深		30.00 m	
孔口高程		-15.37 m		标		N: 224331.7		竣工日期		2021-09-29		开孔水深		16.00 m	
地层 编号	时代 成因	层底 高程 (m)	层底 深度 (m)	分层 厚度 (m)	柱状图 1:200	回次 进尺 (m)	岩芯 长 (m)	地质描述				取样 位置	细度 模数	样品 编号	
1	Q <sub>4</sub>	-17.37	2.00	2.00		1.6	1.4	泥：青灰色，湿，流塑，局部稍有粉砂团粒，含生物碎屑，有腥味。				0.00-2.00	0.6	SGL01Z04-01	
2		-18.37	3.00	1.00		1.8	1.5	泥：青灰色，湿，软塑，粉砂以层状或团粒状分布。				2.00-3.00	0.3	SGL01Z04-02	
3	Q <sub>3</sub> <sup>2</sup>	-21.37	6.00	3.00		0.9	0.7	砂：以细砂和泥质细砂为主，灰黄色，饱和，松散，砂质不纯净，以石英、长石为主，分布较均匀，局部有生物碎屑。砂+砾含量78.99-87.07%，细度模数0.4-0.7。				3.00-4.00	0.4	SGL01Z04-03	
						0.8	0.65	砂：以细砂和泥质细砂为主，灰黄色，饱和，松散，砂质不纯净，以石英、长石为主，分布较均匀，局部有生物碎屑。砂+砾含量78.99-87.07%，细度模数0.4-0.7。				4.00-5.00	0.7	SGL01Z04-04	
0.9		0.75	砂：以粗细砂为主，灰黄色，饱和，松散，稍湿，砂质不纯净，分布较均匀，成分主要为石英和长石。砂+砾含量82.57%，细度模数1.3。				5.00-6.00	0.4	SGL01Z04-05						
0.8		0.65	砂：以粗细砂为主，灰黄色，饱和，松散，稍湿，砂质不纯净，分布较均匀，成分主要为石英和长石。砂+砾含量82.57%，细度模数1.3。				6.00-7.00	1.3	SGL01Z04-06						
0.9		0.7	泥质砂：以泥质细砂为主，青灰色，粉砂，饱和，松散，稍湿，砂质不纯净，分布较均匀，含少量生物碎屑。				7.00-8.00	0.4	SGL01Z04-07						
0.7		0.55	泥质砂：以泥质细砂为主，青灰色，粉砂，饱和，松散，稍湿，砂质不纯净，分布较均匀，含少量生物碎屑。				8.00-9.00	0.1	SGL01Z04-08						
0.7		0.5	泥质砂：以泥质细砂为主，青灰色，粉砂，饱和，松散，稍湿，砂质不纯净，分布较均匀，含少量生物碎屑。				9.00-10.50	0.1	SGL01Z04-09						
1.9		1.75	泥质砂：以泥质细砂为主，青灰色，粉砂，饱和，松散，稍湿，砂质不纯净，分布较均匀，含少量生物碎屑。				10.50-12.50		SGL01Z04-10						
0.8		0.65	泥：青灰色，湿，可塑，粘性高，切面光滑，局部混有粉砂团粒，含少量生物碎屑。				12.50-14.50		SGL01Z04-11						
1.5		1.35	泥：青灰色，湿，可塑，粘性高，切面光滑，局部混有粉砂团粒，含少量生物碎屑。				14.50-16.50		SGL01Z04-12						
1.5	1.35	泥：青灰色，湿，可塑，粘性高，切面光滑，局部混有粉砂团粒，含少量生物碎屑。				16.50-19.00		SGL01Z04-13							
6		-34.37	19.00	10.00		1.9	1.65	泥质砂：以泥质细砂为主，青灰色，饱和，松散，稍湿，较为均匀，分选磨圆度差，矿物以石英为主，含少量长石。砂+砾含量 65.79%，细度模数2。				19.00-20.00	2	SGL01Z04-14	
7		-35.37	20.00	1.00		1.7	1.55	泥质砂：以泥质细砂为主，青灰色，饱和，松散，稍湿，较为均匀，分选磨圆度差，矿物以石英为主，含少量长石。砂+砾含量 65.79%，细度模数2。				20.00-21.40	3	SGL01Z04-15	
8		-36.77	21.40	1.40		0.9	0.75	砾质砂：以砾质粗砂为主，土黄色，饱和，松散，稍湿，分选磨圆度差，含砾石颗粒大小0.5-1.5cm，主要成分为石英。砂+砾含量81.9%，细度模数3。				21.40-22.30	1.2	SGL01Z04-16	
9		-37.67	22.30	0.90		0.6	0.45	砾质砂：以砾质粗砂为主，土黄色，饱和，松散，稍湿，分选磨圆度差，含砾石颗粒大小0.5-1.5cm，主要成分为石英。砂+砾含量81.9%，细度模数3。				22.30-22.70	1.7	SGL01Z04-17	
10		-38.07	22.70	0.40		0.8	0.7	砾质砂：以砾质粗砂为主，土黄色，饱和，松散，稍湿，分选磨圆度差，含砾石颗粒大小0.5-1.5cm，主要成分为石英。砂+砾含量81.9%，细度模数3。				22.70-23.70	2.9	SGL01Z04-18	
11	Q <sub>3</sub> <sup>1</sup>	-41.37	26.00	3.30		0.9	0.75	泥质砂：灰黄色，饱和，密实，稍湿，砂质不纯净，分布较均匀，主要成分为石英和长石。砂+砾含量71.75%，细度模数1.2。				23.70-24.70	2.8	SGL01Z04-19	
						0.8	0.65	泥质砂：灰黄色，饱和，密实，稍湿，砂质不纯净，分布较均匀，主要成分为石英和长石。砂+砾含量71.75%，细度模数1.2。				24.70-26.00	2.7	SGL01Z04-20	
0.9		0.7	泥质砂：灰黄色，饱和，密实，稍湿，砂质不纯净，分布较均匀，主要成分为石英和长石。砂+砾含量71.75%，细度模数1.2。				26.00-26.70	1.4	SGL01Z04-21						
0.7		0.55	泥质砂：以泥质细砂为主，浅青灰色，含砾石和粘土，稍湿，硬塑粘性差，顶部有砾石分布，粒径1-3cm，由粘土矿物胶结。砂+砾含量51.83%，细度模数1.7。				26.70-27.70	2.3	SGL01Z04-22						
0.8		0.6	泥质砂：以泥质细砂为主，浅青灰色，含砾石和粘土，稍湿，硬塑粘性差，顶部有砾石分布，粒径1-3cm，由粘土矿物胶结。砂+砾含量51.83%，细度模数1.7。				27.70-28.70	2.7	SGL01Z04-23						
1.1		0.8	砾质砂：以砾质粗砂为主，灰黄色，以中粗砂为主，含砾石，饱和，密实，稍湿，砂质不纯净，分布较均匀，主要成分为石英和长石，砾石粒径在1-3mm。砂+砾含量87.79-90.62%，细度模数2.7-2.9。				28.70-29.70	2.6	SGL01Z04-24						
				砂质泥：灰白色，稍湿，硬塑，粘性差，粘土含量约60%，细、粉砂含量约40%，由粘土矿物胶结。											
				砂：以粗砂为主，褐色，含砾石，饱和，密实，稍湿，砂质不纯净，分布较均匀，主要成分为石英和长石，粒径在1-3mm。砂+砾含量78.46-84.74%，细度模数2.3-2.7。											
				半风化花岗岩：土黄色，强风化，主要由花岗碎屑和粘土组成，花岗碎屑分选磨圆差，具有棱角。											
编 录		刘松峰		制 图		田成静		审 核		周 娇		图 号		24	

图 6.2.3-3d 钻孔柱状图 (Z04)

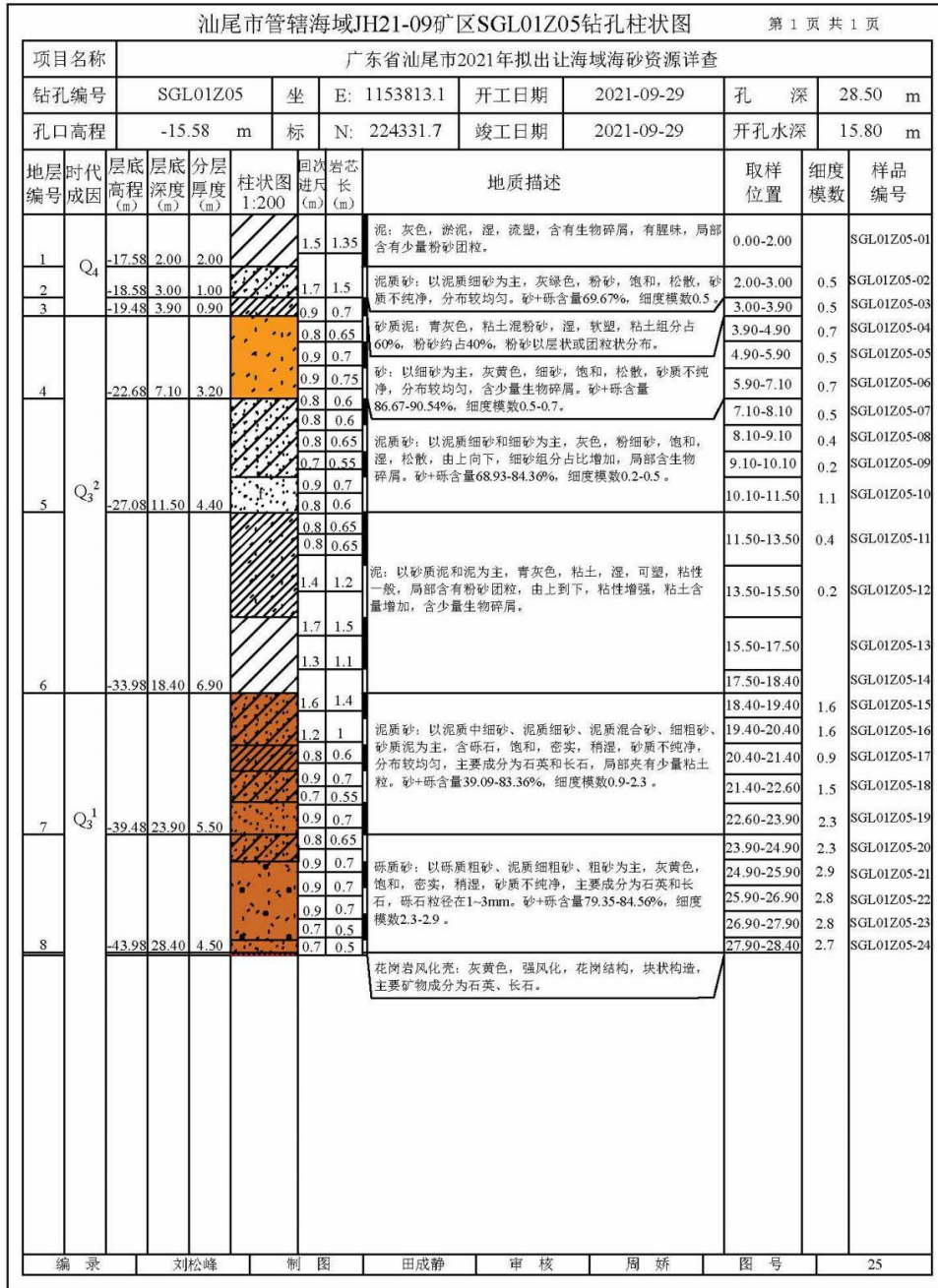


图 6.2.3-3e 钻孔柱状图 (Z05)

汕尾市管辖海域JH21-09矿区SGL01Z06钻孔柱状图

项目名称		广东省汕尾市2021年拟出让海域海砂资源详查										
钻孔编号	SGL01Z06	坐 标	E: 1153759.2	开工日期	2021-09-30	孔 深	31.00 m					
孔口高程	-14.91 m	标	N: 224331.7	竣工日期	2021-09-30	开孔水深	15.60 m					
地层编号	时代成因	层底高程 (m)	层底深度 (m)	分层厚度 (m)	柱状图 1:200	回次 进尺 (m)	岩芯 长度 (m)	地质描述	取样 位置	细度 模数	样品 编号	
1	Q <sub>4</sub>	-17.91	3.00	3.00		1.5	1.35	砂质泥：灰色，淤泥混粉砂，湿，流塑，有腥味，含生物碎屑，以团粒形式分布。	0.00-2.00	0.7	SGL01Z06-01	
						1.8	1.6		2.00-3.00	0.5	SGL01Z06-02	
2	Q <sub>3</sub> <sup>2</sup>	-18.31	3.40	0.40		0.9	0.7	砂质泥：青灰色，粉砂混粘土，饱和，湿，粘土以薄层状或团块状分布。	3.00-3.40	0.4	SGL01Z06-03	
						0.9	0.7		3.40-4.40	0.6	SGL01Z06-04	
						0.7	0.55	砂：以细砂为主，浅灰绿色，以粉细砂为主，饱和，松散，主要成分为石英、长石。砂+砾含量76.98-89.19%，细度模数0.5-1.4。	4.40-5.40	1.4	SGL01Z06-05	
						0.7	0.55		5.40-6.40	0.5	SGL01Z06-06	
						0.8	0.6		6.40-7.40	0.8	SGL01Z06-07	
						0.9	0.7		7.40-8.40	0.8	SGL01Z06-08	
						0.9	0.7		8.40-9.90	0.7	SGL01Z06-09	
						0.8	0.6		泥质砂：以泥质细砂为主，青灰色，粉细砂混粘土，湿，粘性一般，粘土以薄层或团块状与粉砂胶结。砂+砾含量63.99%，细度模数0.1。	9.90-10.80	0.1	SGL01Z06-10
						0.9	0.75			10.80-11.80	0.1	SGL01Z06-11
3	Q <sub>3</sub> <sup>2</sup>	-24.81	9.90	6.50		0.8	0.65	砂质泥：青灰色，粘土混粉砂，湿，可塑，整体以粘土组分为主，粉砂以薄层和团粒状分布，由上到下粘土含量升高。	11.80-13.80	0.1	SGL01Z06-12	
						0.8	0.65		13.80-15.30	0.1	SGL01Z06-13	
						0.7	0.55		泥质砂：以泥质细砂为主，青灰色，粉细砂，饱和，松散，砂质不纯净，含少量生物碎屑，分布均匀，主要成分为石英和长石。砂+砾含量55.12-77.03%，细度模数0.9-1。	15.30-16.50	1	SGL01Z06-14
0.9	0.75	16.50-17.50	0.9	SGL01Z06-15								
4	Q <sub>3</sub> <sup>2</sup>	-25.71	10.80	0.90		0.8	0.65	泥质砂：以泥质细砂为主，青灰色，粉细砂，饱和，松散，砂质不纯净，含少量生物碎屑，分布均匀，主要成分为石英和长石。砂+砾含量55.12-77.03%，细度模数0.9-1。	17.50-18.20	0.9	SGL01Z06-16	
						0.7	0.5		18.20-20.00	2.7	SGL01Z06-17	
5	Q <sub>3</sub> <sup>1</sup>	-30.21	15.30	4.50		0.9	0.7	砂：以粗砂、中粗砂为主，褐黄色、土黄色、灰白色，以中粗砂为主，含砾石，18.20-20.00为褐黄色，20.00-26.00为土黄色，26.00-30.80为灰白色，饱和，密实，砂质不纯净，分段分布均匀，以石英为主，含少量长石，砾石粒径在2-5mm之间，灰白色粗砂，由粘土矿物胶结，有粘性。砂+砾含量80.13-89.69%，细度模数2.3-3.1。	20.00-21.00	2.3	SGL01Z06-18	
						0.8	0.6		21.00-23.00	2.4	SGL01Z06-19	
						0.8	0.6		23.00-24.50	2.6	SGL01Z06-20	
						0.9	0.7		24.50-26.00	2.5	SGL01Z06-21	
						0.9	0.7		26.00-27.00	2.5	SGL01Z06-22	
						0.7	0.5		27.00-28.00	2.9	SGL01Z06-23	
						0.9	0.7		28.00-29.00	3.1	SGL01Z06-24	
						0.8	0.6		钾长石花岗岩：肉红色，花岗结构，块状构造，主要矿物成分为石英、钾长石和斜长石，矿物粒径较大，3-10mm不等。	29.00-30.80	3	SGL01Z06-25
						0.7	0.55					
						7	Q <sub>3</sub> <sup>1</sup>		-45.71	30.80	12.60	

图 6.2.3-3f 钻孔柱状图 (Z06)

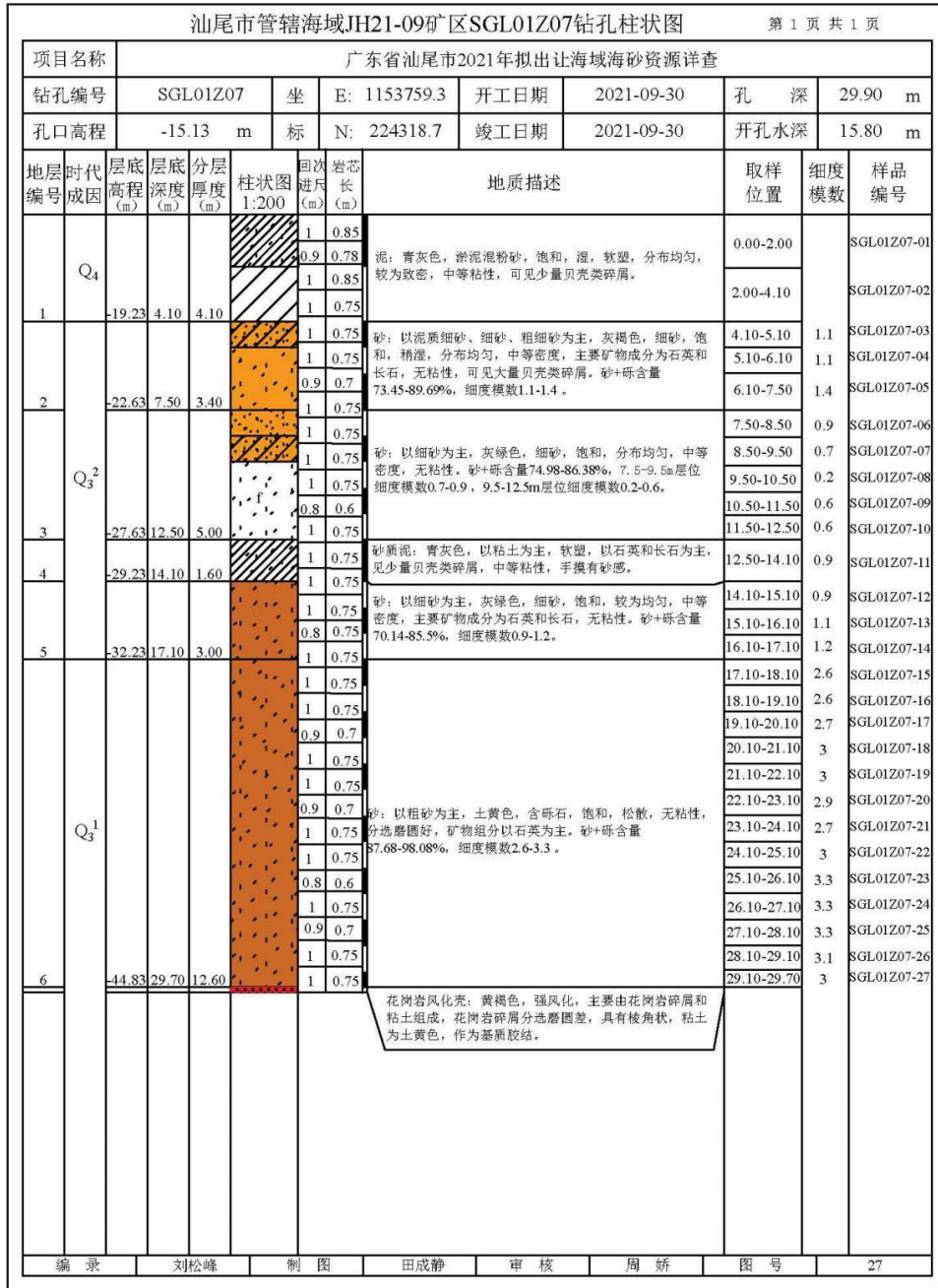


图 6.2.3-3g 钻孔柱状图 (Z07)



汕尾市管辖海域JH21-09矿区SGL01Z08钻孔柱状图

第 1 页 共 1 页

项目名称		广东省汕尾市2021年拟出让海域海砂资源详查										
钻孔编号		SGL01Z08		坐	E: 1153813.1	开工日期	2021-10-02	孔 深	34.00 m			
孔口高程		-15.71 m		标	N: 224318.7	竣工日期	2021-10-02	开孔水深	15.80 m			
地层 编号	时代 成因	层底 高程 (m)	层底 深度 (m)	分层 厚度 (m)	柱状图 1:200	回次 进尺 (m)	岩芯 长 (m)	地质描述		取样 位置	细度 模数	样品 编号
1	Q <sub>4</sub>	-16.71	1.00	1.00		1.4	1.1	泥：灰色，淤泥，湿，软塑，有腥味，含生物碎屑，局部含有少量粉砂团粒。		0.00-1.00		SGL01Z08-01
2		-18.41	2.70	1.70		1.3	1.05	砂质泥：青灰色，淤泥混粉砂，软塑，湿，分布不均匀，以团粒或薄层状分布。		1.00-2.70	0.6	SGL01Z08-02
3		-19.91	4.20	1.50		0.7	0.5	砂：以细砂、泥质细砂为主，青灰色，饱和，松散，砂质不纯净，分布较均匀，含少量生物碎屑。砂+砾含量74.22-82.2%，细度模数0.4-0.7。		2.70-3.50	0.7	SGL01Z08-03
4	Q <sub>3</sub> <sup>2</sup>	-21.91	6.20	2.00		0.8	0.6	砂：以混合砂为主，土黄色，饱和，松散，砂质不纯净，主要成分为石英和长石。砂+砾含量90.55-91.77%，细度模数1.7-1.9。		3.50-4.20	0.4	SGL01Z08-04
						0.9	0.72	砂：以混合砂为主，土黄色，饱和，松散，砂质不纯净，主要成分为石英和长石。砂+砾含量90.55-91.77%，细度模数1.7-1.9。		4.20-5.20	1.9	SGL01Z08-05
5	Q <sub>3</sub> <sup>2</sup>	-24.91	9.20	3.00		0.9	0.75	砂：以混合砂为主，土黄色，饱和，松散，砂质不纯净，主要成分为石英和长石。砂+砾含量90.55-91.77%，细度模数1.7-1.9。		5.20-6.20	1.7	SGL01Z08-06
						0.8	0.6	砂：以混合砂为主，土黄色，饱和，松散，砂质不纯净，主要成分为石英和长石。砂+砾含量90.55-91.77%，细度模数1.7-1.9。		6.20-7.80	1.1	SGL01Z08-07
6	Q <sub>3</sub> <sup>2</sup>	-28.51	12.80	3.60		0.9	0.8	砂：以细砂为主，灰绿色，饱和，砂质不纯净，分布较均匀，主要成分为石英和长石。砂+砾含量84.15-88.85%，细度模数1.1-1.7。		7.80-8.60	1.7	SGL01Z08-08
						0.7	0.5	砂：以细砂为主，灰绿色，饱和，砂质不纯净，分布较均匀，主要成分为石英和长石。砂+砾含量84.15-88.85%，细度模数1.1-1.7。		8.60-9.20	1.2	SGL01Z08-09
7	Q <sub>3</sub> <sup>2</sup>	-32.51	16.80	4.00		1.6	1.4	泥质砂：以泥质砂和细砂为主，青灰色，饱和，砂质不纯净，粘土以薄层或团粒状分布。砂+砾含量76.45-83.87%，细度模数0.3-0.4。		9.20-10.30	0.4	SGL01Z08-10
						1.2	1.1	泥质砂：以泥质砂和细砂为主，青灰色，饱和，砂质不纯净，粘土以薄层或团粒状分布。砂+砾含量76.45-83.87%，细度模数0.3-0.4。		10.30-11.30	0.4	SGL01Z08-11
8	Q <sub>3</sub> <sup>2</sup>	-34.71	19.00	2.20		1.4	1.25	泥质砂：以泥质砂为主，青灰色，局部混粉砂薄层，16.10-16.40为灰绿色，湿，粘性一般，土质不均匀，含粉砂团粒或薄层，含少量生物碎屑。砂+砾含量59.42-60.19%，细度模数0.1-0.2。		11.30-12.00	0.3	SGL01Z08-12
						1.7	1.5	泥质砂：以泥质砂为主，青灰色，局部混粉砂薄层，16.10-16.40为灰绿色，湿，粘性一般，土质不均匀，含粉砂团粒或薄层，含少量生物碎屑。砂+砾含量59.42-60.19%，细度模数0.1-0.2。		12.00-12.80	0.3	SGL01Z08-13
9	Q <sub>3</sub> <sup>2</sup>	-35.21	19.50	0.50		1.8	1.5	砂质泥：青灰色，湿，粘性一般，土质不均匀，含少量生物碎屑。		12.80-14.80	0.2	SGL01Z08-14
						0.9	0.7	砂质泥：青灰色，湿，粘性一般，土质不均匀，含少量生物碎屑。		14.80-16.80	0.1	SGL01Z08-15
10	Q <sub>3</sub> <sup>1</sup>	-38.21	22.50	3.00		1.2	1.05	泥质砂：以泥质中细砂为主，青灰色，饱和，密实，砂质不纯净，含少量生物碎屑。砂+砾含量78.94%，细度模数1.6。		16.80-19.00	0.7	SGL01Z08-16
						0.9	0.7	泥质砂：以泥质中细砂为主，青灰色，饱和，密实，砂质不纯净，含少量生物碎屑。砂+砾含量78.94%，细度模数1.6。		19.00-19.50	1.6	SGL01Z08-17
11	Q <sub>3</sub> <sup>1</sup>	-42.51	26.80	4.30		0.7	0.5	砂：浅灰色，中细砂，中密，分选性一般，磨圆度为次圆-次棱角状，局部含泥团块。砂+砾含量80.41-86.22%，细度模数1.8-2.1。		19.50-20.50	1.7	SGL01Z08-18
						0.8	0.6	砂：浅灰色，中细砂，中密，分选性一般，磨圆度为次圆-次棱角状，局部含泥团块。砂+砾含量80.41-86.22%，细度模数1.8-2.1。		20.50-21.50	2.1	SGL01Z08-19
12	Q <sub>3</sub> <sup>1</sup>	-45.21	29.50	2.70		0.9	0.7	砂：浅黄色，以中粗砂、粗砂为主，稍湿，中密，分选性一般，磨圆度为次圆-次棱角状，局部含泥团块。砂+砾含量86.25-91.45%，细度模数2.1-2.9。		21.50-22.50	1.8	SGL01Z08-20
						0.9	0.7	砂：浅黄色，以中粗砂、粗砂为主，稍湿，中密，分选性一般，磨圆度为次圆-次棱角状，局部含泥团块。砂+砾含量86.25-91.45%，细度模数2.1-2.9。		22.50-23.30	2.9	SGL01Z08-21
13	Q <sub>3</sub> <sup>1</sup>	-49.41	33.70	4.20		0.9	0.7	砂：浅黄色，以中粗砂、粗砂为主，稍湿，中密，分选性一般，磨圆度为次圆-次棱角状，局部含泥团块。砂+砾含量86.25-91.45%，细度模数2.1-2.9。		23.30-24.20	2.8	SGL01Z08-22
						0.8	0.6	砂：浅黄色，以中粗砂、粗砂为主，稍湿，中密，分选性一般，磨圆度为次圆-次棱角状，局部含泥团块。砂+砾含量86.25-91.45%，细度模数2.1-2.9。		24.20-25.00	2.5	SGL01Z08-23
14	Q <sub>3</sub> <sup>1</sup>	-49.71	34.00	0.30		0.9	0.7	砾质砂：土黄色，以砾质粗砂为主，饱和，稍密，分选性一般，磨圆度为次圆-次棱角状。砂+砾含量86.68-88.17%，细度模数2.7-2.9。		25.00-25.90	2.1	SGL01Z08-24
						0.8	0.6	砾质砂：土黄色，以砾质粗砂为主，饱和，稍密，分选性一般，磨圆度为次圆-次棱角状。砂+砾含量86.68-88.17%，细度模数2.7-2.9。		25.90-26.80	2.1	SGL01Z08-25
15	Q <sub>3</sub> <sup>1</sup>	-49.71	34.00	0.30		0.9	0.7	砂质砾：灰白色，以砂质中粗砾为主，饱和，稍密，分选性一般，磨圆度为次圆-次棱角状，偶见呈砂砾半胶结状，少量泥。砂+砾含量79.31-84.31%，细度模数2.3-2.6。		26.80-27.70	2.7	SGL01Z08-26
						0.8	0.6	砂质砾：灰白色，以砂质中粗砾为主，饱和，稍密，分选性一般，磨圆度为次圆-次棱角状，偶见呈砂砾半胶结状，少量泥。砂+砾含量79.31-84.31%，细度模数2.3-2.6。		27.70-28.60	2.9	SGL01Z08-27
16	Q <sub>3</sub> <sup>1</sup>	-49.71	34.00	0.30		0.9	0.7	砂质砾：灰白色，以砂质中粗砾为主，饱和，稍密，分选性一般，磨圆度为次圆-次棱角状，偶见呈砂砾半胶结状，少量泥。砂+砾含量79.31-84.31%，细度模数2.3-2.6。		28.60-29.50	2.9	SGL01Z08-28
						0.7	0.5	砂质砾：灰白色，以砂质中粗砾为主，饱和，稍密，分选性一般，磨圆度为次圆-次棱角状，偶见呈砂砾半胶结状，少量泥。砂+砾含量79.31-84.31%，细度模数2.3-2.6。		29.50-30.30	2.3	SGL01Z08-29
17	Q <sub>3</sub> <sup>1</sup>	-49.71	34.00	0.30		0.8	0.6	钾长花岗岩：肉红色，新鲜，块状构造，花岗岩结构，主要由钾长石、斜长石、石英组成，矿物粒径在1-3mm。		30.30-31.20	2.6	SGL01Z08-30
						0.9	0.7	钾长花岗岩：肉红色，新鲜，块状构造，花岗岩结构，主要由钾长石、斜长石、石英组成，矿物粒径在1-3mm。		31.20-32.00	2.6	SGL01Z08-31
18	Q <sub>3</sub> <sup>1</sup>	-49.71	34.00	0.30		0.9	0.7	钾长花岗岩：肉红色，新鲜，块状构造，花岗岩结构，主要由钾长石、斜长石、石英组成，矿物粒径在1-3mm。		32.00-32.90	2.5	SGL01Z08-32
						0.7	0.5	钾长花岗岩：肉红色，新鲜，块状构造，花岗岩结构，主要由钾长石、斜长石、石英组成，矿物粒径在1-3mm。		32.90-33.70	2.6	SGL01Z08-33

图 6.2.3-3h 钻孔柱状图 (Z08)

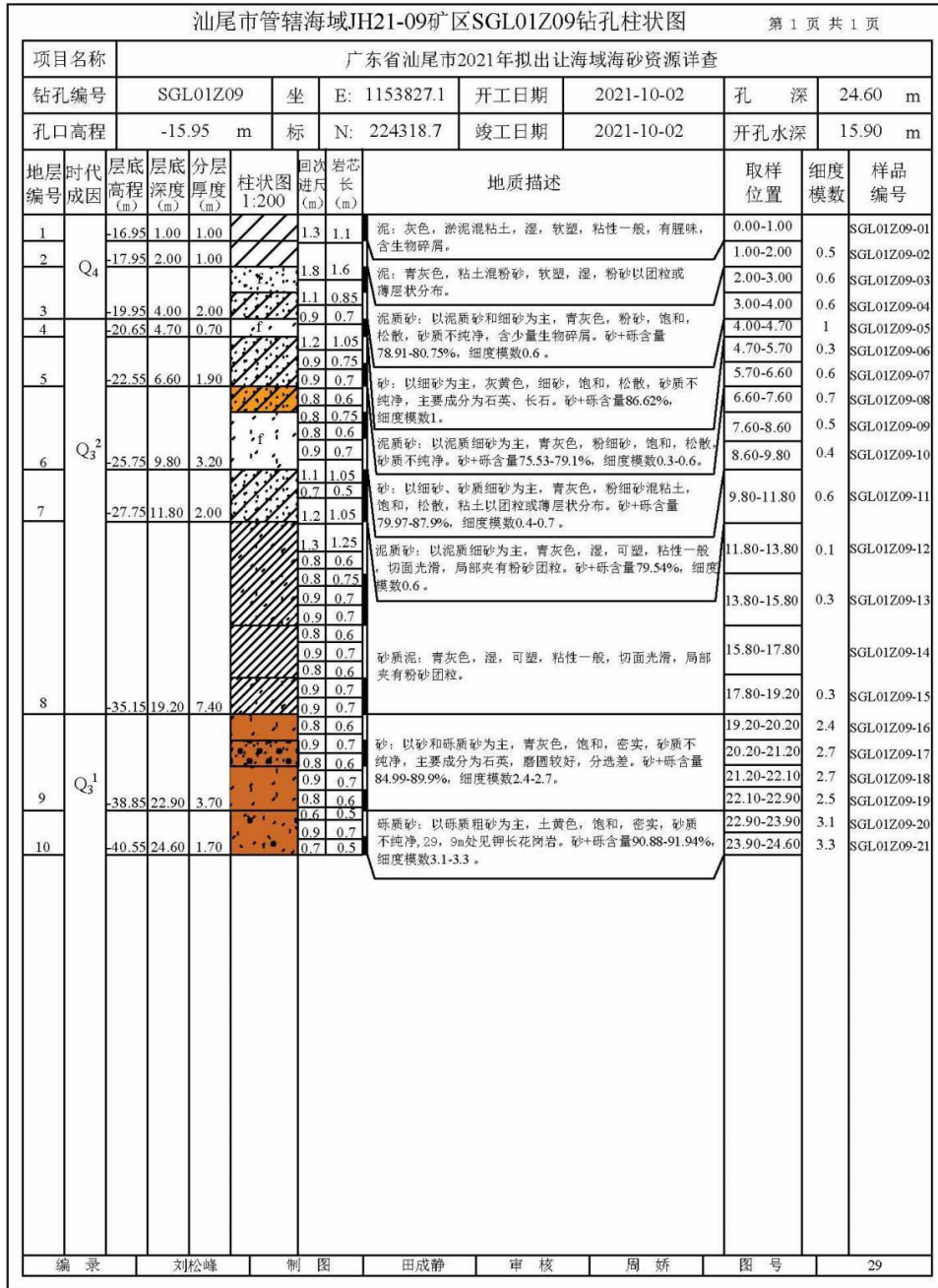


图 6.2.3-3i 钻孔柱状图 (Z09)

汕尾市管辖海域JH21-09矿区SGL01Z10钻孔柱状图										第 1 页 共 1 页								
项目名称		广东省汕尾市2021年拟出让海域海砂资源详查																
钻孔编号		SGL01Z10		坐 标		E: 1153827.2		开工日期		2021-09-30		孔 深		35.00 m				
孔口高程		-15.22 m		标		N: 224305.9		竣工日期		2021-09-30		开孔水深		15.80 m				
地层 编号	时代 成因	层底 高程 (m)	层底 深度 (m)	分层 厚度 (m)	柱状图 1:200	回次 进尺 (m)	岩芯 长 (m)	地质描述				取样 位置	细度 模数	样品 编号				
1	Q <sub>4</sub>	-19.42	4.20	4.20		1	0.75	砂质泥：青灰色，湿，软塑，以石英和长石为主，见少量贝壳类碎屑，中等粘性，手摸有砂感。	0.00-1.20	1.7	SGL01Z10-01							
						1	0.75		1.20-2.20		SGL01Z10-02							
						0.9	0.7		2.20-3.20		SGL01Z10-03							
						1	0.75		3.20-4.20		SGL01Z10-04							
2	Q <sub>3</sub> <sup>2</sup>	-20.22	5.00	0.80		1	0.75	砂：以细砂为主，灰绿色，分布均匀，分选磨圆好，矿物成分以石英为主，弱粘性；砾石+砂含量80.24%，细度模数1.7。	4.20-5.00	SGL01Z10-05								
						0.9	0.7		5.00-6.00	SGL01Z10-06								
3	Q <sub>3</sub> <sup>2</sup>	-28.22	13.00	8.00		0.8	0.6	砂：以细砂为主，灰绿色，饱和，稍湿，较为均匀，中等密度，主要矿物成分为石英和长石，无粘性，可见少量贝壳类碎屑；砾石+砂含量70.62-84.78%，10-12m层位细度模数0.6，其余层位0.7-1.1。	6.00-7.00	0.9	SGL01Z10-07							
						1	0.75		7.00-8.00	1	SGL01Z10-08							
						1	0.75		8.00-9.00	0.6	SGL01Z10-09							
						1	0.75		9.00-10.00	0.7	SGL01Z10-10							
						1	0.75		10.00-11.00	0.6	SGL01Z10-11							
						0.9	0.7		11.00-12.00	0.6	SGL01Z10-12							
						1	0.75		12.00-13.00	0.7	SGL01Z10-13							
						4	Q <sub>3</sub> <sup>1</sup>		-32.82	17.60	4.60		2	1.9	砂质泥：青灰色，较为致密，主要矿物组分为石英和长石，并可见少量贝壳类碎屑，中等粘性，手摸有砂感。	13.00-14.00	2.2	SGL01Z10-14
													2	1.9		14.00-15.00		SGL01Z10-15
													2	1.9		15.00-16.00		SGL01Z10-16
2	1.9	16.00-17.00	SGL01Z10-17															
5	Q <sub>3</sub> <sup>1</sup>	-35.62	20.40	2.80		1	0.75	泥质砂：灰绿色，饱和，较为均匀，中等密度，矿物成分以石英和长石为主，无粘性；砾石+砂含量75.77-78.93%，细度模数2-2.6。	17.60-18.60	2	SGL01Z10-18							
						0.9	0.7		18.60-19.70	2	SGL01Z10-19							
6	Q <sub>3</sub> <sup>1</sup>	-36.22	21.00	0.60		1	0.75	砾质砂：以砾质粗砂为主，灰绿色，饱和，松散，可见少量不规则团块，直径2-3cm，矿物成分以石英和长石为主，无粘性；砾石+砂含量81.41%，细度模数2.8。	19.70-20.40	2.6	SGL01Z10-20							
						0.9	0.75		20.40-21.00	2.8	SGL01Z10-21							
7	Q <sub>3</sub> <sup>1</sup>	-41.72	26.50	5.50		1	0.75	砾质砂：以砾质粗砂为主，土黄色，饱和，松散，分选磨圆好，矿物成分以石英为主，其余为长石和少量贝壳类碎屑；砾石+砂含量82.93-89.13%，细度模数2.9-3.3。	21.00-22.00	3.3	SGL01Z10-22							
						1	0.75		22.00-23.00	3.2	SGL01Z10-23							
						0.9	0.75		23.00-24.00	3	SGL01Z10-24							
						1	0.75		24.00-25.00	2.9	SGL01Z10-25							
						1	0.75		25.00-26.00	3.1	SGL01Z10-26							
						1	0.75		26.00-26.50	3.3	SGL01Z10-27							
						8	Q <sub>3</sub> <sup>1</sup>		-45.22	30.00	3.50		1	0.75	砾质砂：以砾质粗砂为主，土黄色，饱和，湿，松散，分选磨圆好，矿物成分主要为石英，粒径1.3cm；砾石+砂含量85.45-89.41%，细度模数3-3.3。	26.50-27.50	3.2	SGL01Z10-28
													0.8	0.6		27.50-28.50	3.1	SGL01Z10-29
													1	0.75		28.50-29.50	3.3	SGL01Z10-30
													1	0.75		29.50-30.00	3	SGL01Z10-31
9	Q <sub>3</sub> <sup>1</sup>	-49.82	34.60	4.60		0.9	0.7	砂：以粗砂为主，土黄色，饱和，松散，稍湿，无粘性，分选磨圆好，矿物成分以石英为主，长石；暗色矿物和贝壳类碎屑；砾石+砂含量87.38-96.34%，细度模数2.8-2.9。	30.00-31.00	2.9	SGL01Z10-32							
						1	0.75		31.00-32.00	2.8	SGL01Z10-33							
						1	0.75		32.00-33.00	2.9	SGL01Z10-34							
						1	0.75		33.00-34.00	2.9	SGL01Z10-35							
10	Q <sub>3</sub> <sup>1</sup>	-40.22	35.00	0.40		1	0.75	风化壳：黄褐色，强风化，主要由花岗岩碎屑和粘土组成，花岗岩碎屑分选磨圆差，具棱角状，粘土为土黄色，作为基质胶结。	34.00-34.60	2.8	SGL01Z10-36							
编 录		刘松峰		制 图		田成静		审 核		周 娇		图 号		30				

图 6.2.3-j 钻孔柱状图 (Z10)

汕尾市管辖海域JH21-09矿区SGL01Z11钻孔柱状图										第 1 页 共 1 页					
项目名称		广东省汕尾市2021年拟出让海域海砂资源详查													
钻孔编号		SGL01Z11		坐 标		E: 1153812.9		开工日期		2021-09-29					
孔口高程		-15.60 m		标		N: 224305.8		竣工日期		2021-09-29					
孔深		36.70 m		开孔水深		16.10 m									
地层编号	时代成因	层底高程 (m)	层底深度 (m)	分层厚度 (m)	柱状图 1:200	回次 进尺 (m)	岩芯 长 (m)	地质描述		取样 位置	细度 模数	样品 编号			
1	Q <sub>4</sub>	-17.90	2.30	2.30		1	0.75	泥：青灰色，湿，软塑，见少量贝壳类碎屑，中等粘性。	0.00-1.30	0.4	SGL01Z11-01				
						1	0.75		1.30-2.30		SGL01Z11-02				
2		-19.90	4.30	2.00		1	0.75	砂：以细砂为主，灰绿色，细砂，饱和，湿，较为均匀，中等密度，整体为细砂主要矿物成分为石英和长石，无粘性。砂+砾含量81.51-81.99%，细度模数0.4-0.7。	2.30-3.30	0.7	SGL01Z11-03				
						0.8	0.6		3.30-4.30		SGL01Z11-04				
3	Q <sub>3</sub> <sup>2</sup>	-28.50	12.90	8.60		1	0.75	砂：以细砂、泥质细砂为主，灰绿色，饱和，湿，较为均匀，中等密度，整体为细砂主要矿物成分为石英和长石，无粘性，可见少量贝壳类碎屑。砂+砾含量76.51-90.89%，细度模数0.6-1.3。	4.30-5.30	0.6	SGL01Z11-05				
						1	0.75		5.30-6.30		SGL01Z11-06				
						1	0.75		6.30-7.30		SGL01Z11-07				
						0.9	0.7		7.30-8.30		SGL01Z11-08				
						1	0.75		8.30-9.30		SGL01Z11-09				
						1	0.75		9.30-10.30		SGL01Z11-10				
						1	0.75		10.30-11.30		SGL01Z11-11				
						1	0.75		11.30-12.30		SGL01Z11-12				
						0.8	0.6		12.30-12.90		SGL01Z11-13				
						1	0.75		12.90-13.70		SGL01Z11-14				
4		-29.30	13.70	0.80		1	0.75	泥质砂：以泥质细粗砂为主，土黄色，中细砂，饱和，整体较为均匀，中等密度，无粘性，夹少量不规则团块。砂+砾含量75.83%，细度模数2.2。	13.70-14.70	2.2	SGL01Z11-15				
5		-34.30	18.70	5.00		1.5	1.4	泥：以泥、砂质泥为主，青灰色，较为致密，见少量贝壳类碎屑，中等粘性，手摸有砂感。	14.70-15.70	0.6	SGL01Z11-16				
						2	1.9		15.70-16.70		SGL01Z11-17				
						1.5	1.4		16.70-17.70		SGL01Z11-18				
6		-36.60	21.00	2.30		1	0.75	泥-砂-砾：灰绿色，以粗砂为主，含砾石，饱和，湿，松散，较为均匀，分选磨圆好。砂+砾含量60.52-79.79%，细度模数2.2-2.8。	17.70-18.70	1.4	SGL01Z11-19				
						1	0.75		18.70-19.30		SGL01Z11-20				
7	Q <sub>3</sub> <sup>1</sup>	-44.60	29.00	8.00		1	0.75	砾质砂：以砾质粗砂为主，土黄色，饱和，松散，不均匀，见大量不规则团块。矿物组分以石英为主，砂+砾含量79.4-89.03%，细度模数2.8-3.4。	19.30-20.00	2.8	SGL01Z11-21				
						1	0.75		20.00-21.00		SGL01Z11-22				
						1	0.75		21.00-22.00		SGL01Z11-23				
						1	0.75		22.00-23.00		SGL01Z11-24				
						0.9	0.7		23.00-24.00		SGL01Z11-25				
						1	0.75		24.00-25.00		SGL01Z11-26				
						1	0.75		25.00-26.00		SGL01Z11-27				
						1	0.75		26.00-27.00		SGL01Z11-28				
						1	0.75		27.00-28.00		SGL01Z11-29				
						1	0.75		28.00-29.00		SGL01Z11-30				
8		-52.10	36.50	7.50		1	0.75	砂：以粗砂、砾质粗砂为主，土黄色，粗砂，饱和，松散，分选磨圆好，粒径0.5-2mm。矿物组分以石英为主，少量暗色矿物，可见大量贝壳类碎屑。砂+砾含量83.86-95.81%，细度模数2.9-3.3。	29.00-30.00	3.1	SGL01Z11-31				
						1	0.75		30.00-31.00		SGL01Z11-32				
						0.9	0.75		31.00-32.00		SGL01Z11-33				
						1	0.75		32.00-33.00		SGL01Z11-34				
						1	0.75		33.00-34.00		SGL01Z11-35				
						1	0.75		34.00-35.00		SGL01Z11-36				
						1	0.75		35.00-36.00		SGL01Z11-37				
						0.6	0.45		36.00-36.50		SGL01Z11-38				
编 录		刘松峰		制 图		田成静		审 核		周 娇		图 号		31	

图 6.2.3-3k 钻孔柱状图 (Z11)

汕尾市管辖海域JH21-09矿区SGL01Z12钻孔柱状图

项目名称		广东省汕尾市2021年拟出让海域海砂资源详查									
钻孔编号	SGL01Z12	坐 标	E: 1153759	开工日期	2021-09-28	孔 深	30.00 m				
孔口高程	-15.76 m	标	N: 224305.6	竣工日期	2021-09-28	开孔水深	16.00 m				
地层编号	时代成因	层底高程 (m)	层底深度 (m)	分层厚度 (m)	柱状图 1:200	回次 进尺 (m)	岩 芯 长 (m)	地质描述	取样 位置	细度 模数	样品 编号
1	Q <sub>4</sub>	-18.26	2.50	2.50		0.9 0.77 1 0.9		泥：青灰色，湿，软塑，见大量贝壳类碎屑，中等粘性，手摸有砂感。	0.00-1.50 1.50-2.50		SGL01Z12-01 SGL01Z12-02
2	Q <sub>3</sub> <sup>2</sup>	-23.26	7.50	5.00		1 0.75 0.9 0.7 1 0.75 1 0.75 0.8 0.6		砂：以细砂为主，灰绿色，饱和，整体较均匀，中等密度，无粘性，可见少量贝壳类碎屑。砂+砾含量80.45-88.08%，细度模数0.8-1.6。	2.50-3.50 3.50-4.50 4.50-5.50 5.50-6.50 6.50-7.50	1.6 1 0.8 1.1 1.4	SGL01Z12-03 SGL01Z12-04 SGL01Z12-05 SGL01Z12-06 SGL01Z12-07
3		-24.96	9.20	1.70		1 0.75		砂：以粗砂为主，土黄色，松散，较为均匀，含水量高。砂+砾含量85.98-89.48%，细度模数2-2.2。	7.50-8.50 8.50-9.20	2 2.2	SGL01Z12-08 SGL01Z12-09
4		-26.96	11.20	2.00		1 0.75		泥质砂：以泥质细砂为主，青灰色，饱和，较为致密，主要矿物成分以石英和长石为主，见少量贝壳类碎屑，中等粘性，手摸有砂感。砂+砾含量73.3-74.04%，细度模数0.6-0.5。	9.20-10.20 10.20-11.20	0.6 0.5	SGL01Z12-10 SGL01Z12-11
5		-28.76	13.00	1.80		1 0.75		泥质砂：以泥质粗砂为主，青灰色，饱和。砂+砾含量54.85-71.16%，细度模数2.2-2.5。	11.20-12.20 12.20-13.00	2.2 2.5	SGL01Z12-12 SGL01Z12-13
6		-30.26	14.50	1.50		0.9 0.7		泥质砂：以泥质中粗砂为主，灰绿色，饱和，松散，较为均匀，见少量贝壳类碎屑。砂+砾含量77.38%，细度模数2.5。	13.00-14.50 14.50-15.30	2.5 1.9	SGL01Z12-14 SGL01Z12-15
7		-32.06	16.30	1.80		1 0.75		泥质砂：以泥质细砂、泥质粗砂为主，青灰色，含水量高，分布均匀。砂+砾含量63.86-75.03%，细度模数1.9-2.4。	15.30-16.30 16.30-17.60	2.4 2.7	SGL01Z12-16 SGL01Z12-17
8		-33.36	17.60	1.30		1 0.75 0.8 0.6 1 0.75		泥-砂-砾：土黄色，饱和，松散，不均匀。砂+砾含量78.79%，细度模数2.7。	17.60-18.60 18.60-19.60 19.60-20.60	3 3.4 3.4	SGL01Z12-18 SGL01Z12-19 SGL01Z12-20
9		Q <sub>3</sub> <sup>1</sup>	-45.36	29.60	12.00		1 0.75 0.9 0.7 1 0.75 1 0.75 1 0.75 0.9 0.7		砾质砂：以砾质粗砂、砂质砾、粗砂为主，土黄色，饱和，松散，不均匀，见不规则团块，主要成分为石英和长石。砂+砾含量78.79-89.38%，细度模数2.7-3.4。	20.60-21.60 21.60-22.60 22.60-23.60 23.60-24.60 24.60-25.60 25.60-26.60	3 2.9 2.7 2.8 3 3.3
10	-45.76		30.00	0.40		1 0.75		风化壳：黄褐色，强风化，主要由花岗岩碎屑和粘土组成。	26.60-27.60 27.60-28.60 28.60-29.60	3.3 3.4 2.7	SGL01Z12-27 SGL01Z12-28 SGL01Z12-29

图 6.2.3-31 钻孔柱状图 (Z12)

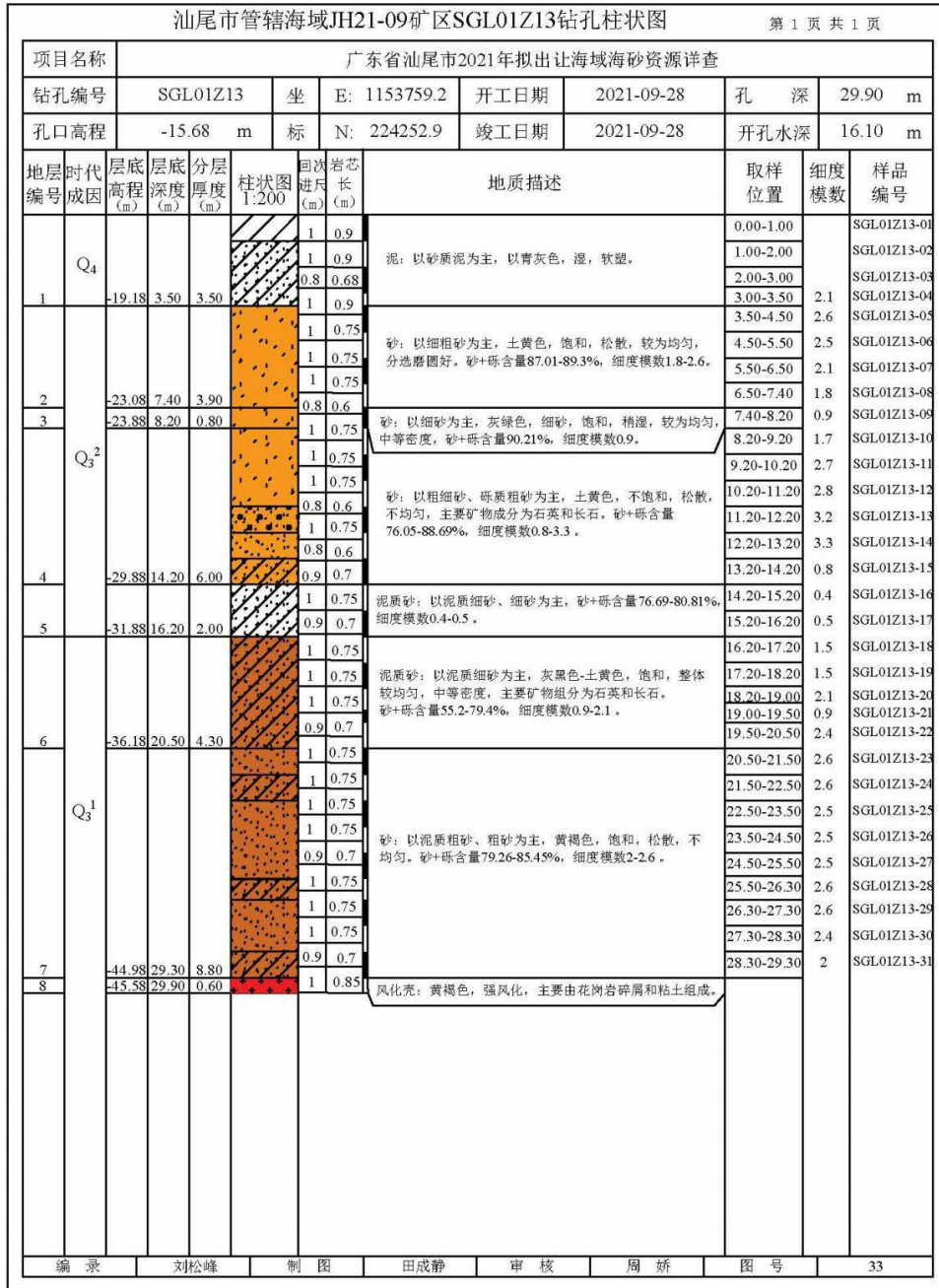


图 6.2.3-3m 钻孔柱状图 (Z13)

汕尾市管辖海域JH21-09矿区SGL01Z14钻孔柱状图

项目名称		广东省汕尾市2021年拟出让海域海砂资源详查									
钻孔编号	SGL01Z14	坐 标	E: 1153813.2	开工日期	2021-09-27	孔 深	29.00 m				
孔口高程	-16.27 m	标	N: 224252.8	竣工日期	2021-09-27	开孔水深	16.50 m				
地层编号	时代成因	层底高程 (m)	层底深度 (m)	分层厚度 (m)	柱状图 I:200	回次进尺 (m)	岩芯长 (m)	地质描述	取样位置	细度模数	样品编号
1	Q <sub>4</sub>	-20.47	4.20	4.20		1	0.85	砂质泥：青灰色，湿，软塑，见大量贝壳类碎屑，弱粘性。	0.00-1.00	0.3	SGL01Z14-01
		2	-21.27	5.00		0.80	1		0.85		1.00-2.00
3	Q <sub>3</sub> <sup>2</sup>		-26.07	9.80	4.80		0.8		0.72		2.00-3.00
		1					0.85		3.00-4.20		SGL01Z14-04
4	Q <sub>3</sub> <sup>2</sup>	-28.27	12.00	2.20		1	0.85	砂：以细砂为主，土黄色，饱和，湿，分布均匀。砂+砾含量82.52%，细度模数0.3。	4.20-5.00	0.7	SGL01Z14-05
						1	0.75		5.00-6.00		SGL01Z14-06
5	Q <sub>3</sub> <sup>2</sup>	-30.12	13.85	1.85		0.9	0.7	砂：以细砂为主，灰绿色，饱和，分布均匀，中等密度。砂+砾含量77.7-83.29%，细度模数0.7-0.4。	6.00-7.00	0.4	SGL01Z14-07
						1	0.75		7.00-8.00		SGL01Z14-08
6	Q <sub>3</sub> <sup>2</sup>	-34.07	17.80	3.95		1	0.75	砾质砂：以砾质粗砂、粗细砂为主，土黄色，以粗砂为主，饱和，松散，较为均匀。砂+砾含量89.99-87.27%；细度模数2.9-3.2。	8.00-9.00	0.7	SGL01Z14-09
						1	0.75		9.00-9.80		SGL01Z14-10
7	Q <sub>3</sub> <sup>2</sup>	-36.77	20.50	2.70		1	0.75	泥质砂：以泥质细砂为主，青灰色，砂+砾含量77.61-79.79%，细度模数1.4。	9.80-10.80	3.2	SGL01Z14-11
						0.9	0.7		10.80-12.00		SGL01Z14-12
8	Q <sub>3</sub> <sup>1</sup>	-40.67	24.40	3.90		1	0.75	砾质砂：以砾质粗砂为主，土黄色，饱和，松散。砂+砾含量80.06-89.27%，细度模数3.1-3.2。	12.00-13.00	1.4	SGL01Z14-13
						1	0.75		13.00-13.85		SGL01Z14-14
9	Q <sub>3</sub> <sup>1</sup>	-42.57	26.30	1.90		0.8	0.6	砾质砂：以砾质粗砂为主，土黄色，饱和，松散。砂+砾含量80.06-89.27%，细度模数3.1-3.2。	13.85-14.85	3.2	SGL01Z14-15
						1	0.75		14.85-15.85		SGL01Z14-16
10	Q <sub>3</sub> <sup>1</sup>	-44.27	28.00	1.70		1	0.75	砂：以细砂为主，青灰色，饱和，分布不均匀，中等密度。砂+砾含量82.98-84.56%，细度模数0.7-0.9。	15.85-16.85	3.1	SGL01Z14-17
						1	0.75		16.85-17.80		SGL01Z14-18
11	Q <sub>3</sub> <sup>1</sup>	-45.27	29.00	1.00		0.9	0.7	砂：以细砂为主，青灰色，饱和，分布不均匀，中等密度。砂+砾含量82.98-84.56%，细度模数0.7-0.9。	17.80-18.80	0.8	SGL01Z14-19
						1	0.75		18.80-19.80		SGL01Z14-20
12	Q <sub>3</sub> <sup>1</sup>	-46.27	29.00	0.00		1	0.75	砾质砂：以砾质粗砂、砾质细砂为主，黄褐色到灰白色，饱和，松散，不均匀。砂+砾含量81.29-92.05%，细度模数2.5-3.2。	19.80-20.50	0.9	SGL01Z14-21
						0.8	0.6		20.50-21.50		SGL01Z14-22
13	Q <sub>3</sub> <sup>1</sup>	-47.27	29.00	0.00		1	0.75	泥质砂：以泥质粗砂为主，黄褐色，饱和，分布均匀，中等密度。砂+砾含量71.24-78.65%，细度模数1-1.5。	21.50-22.50	3.2	SGL01Z14-23
						0.9	0.7		22.50-23.50		SGL01Z14-24
14	Q <sub>3</sub> <sup>1</sup>	-48.27	29.00	0.00		1	0.75	砾质砂：以砾质粗砂、砾质细砂为主，黄褐色，饱和，松散，不均匀。砂+砾含量81.51-81.29%，细度模数2.6-2.8。	23.50-24.40	2.8	SGL01Z14-25
						1	0.75		24.40-25.40		SGL01Z14-26
15	Q <sub>3</sub> <sup>1</sup>	-49.27	29.00	0.00		1	0.75	砾质砂：以砾质粗砂、砾质细砂为主，黄褐色，饱和，松散，不均匀。砂+砾含量81.51-81.29%，细度模数2.6-2.8。	25.40-26.30	1.5	SGL01Z14-27
						1	0.75		26.30-27.30		SGL01Z14-28
16	Q <sub>3</sub> <sup>1</sup>	-50.27	29.00	0.00		1	0.75	风化壳：土黄色，强风化，主要由石英颗粒和粘土矿物组成，粘土为土黄色，作为基质胶结。	27.30-28.00	2.8	SGL01Z14-29
						1	0.75				

图 6.2.3-3n 钻孔柱状图 (Z14)

汕尾市管辖海域JH21-09矿区SGL01Z15钻孔柱状图

第 1 页 共 1 页

广东省汕尾市2021年拟出让海域海砂资源详查															
项目名称		广东省汕尾市2021年拟出让海域海砂资源详查													
钻孔编号		SGL01Z15		坐 标		E: 1153827.2		开工日期		2021-09-26		孔 深		37.80 m	
孔口高程		-16.57 m		标		N: 224253		竣工日期		2021-09-26		开孔水深		16.80 m	
地层 编号	时代 成因	层底 高程 (m)	层底 深度 (m)	分层 厚度 (m)	柱状图 1:200	回次 进尺 (m)	岩芯 长 (m)	地质描述				取 样 位 置	细 度 模 数	样 品 编 号	
1	Q <sub>4</sub>	-22.67	6.10	6.10		1	0.85	泥：青灰色，湿，软塑。				0.00-1.00		SGL01Z15-01	
						1	0.85					1.00-2.00			SGL01Z15-02
						1	0.9					2.00-3.00			SGL01Z15-03
						1	0.9					3.00-4.00			SGL01Z15-04
						0.7	0.6					4.00-5.00			SGL01Z15-05
						1	0.9					5.00-6.10			SGL01Z15-06
2	Q <sub>3</sub> <sup>2</sup>	-29.57	13.00	6.90		1	0.75	砂：以细砂为主，土黄色，饱和，中等密度，稍湿，较均匀。砂+砾含量76.76-87.29%，细度模数0.9-1.2。				6.10-7.00	1.1	SGL01Z15-07	
						1	0.75					7.00-8.00	1	SGL01Z15-08	
						1	0.75					8.00-9.00	1	SGL01Z15-09	
						1	0.75					9.00-10.00	1.1	SGL01Z15-10	
						0.9	0.7					10.00-11.00	0.9	SGL01Z15-11	
						1	0.75					11.00-12.00	1.2	SGL01Z15-12	
						1	0.75					12.00-13.00	0.9	SGL01Z15-13	
						1	0.75					13.00-14.30	0.4	SGL01Z15-14	
						1	0.75					14.30-15.00	0.3	SGL01Z15-15	
						1	0.75					15.00-16.00	0.5	SGL01Z15-16	
3	Q <sub>3</sub> <sup>1</sup>	-32.57	16.00	3.00		0.9	0.7	砂：以泥质细砂、细砂为主，青灰色，饱和，稍湿，较均匀。砂+砾含量66.62-82.13%，细度模数0.3-0.5。				16.00-16.90	0.7	SGL01Z15-17	
						1	0.75					16.90-17.80	2	SGL01Z15-18	
						1	0.75					17.80-18.80	1	SGL01Z15-19	
						0.9	0.7					18.80-19.80	1	SGL01Z15-20	
						1	0.75					19.80-20.80	1	SGL01Z15-21	
						0.9	0.7					20.80-21.80	1	SGL01Z15-22	
						0.9	0.7					21.80-22.60	0.8	SGL01Z15-23	
						1	0.75					22.60-23.60	3.2	SGL01Z15-24	
						1	0.75					23.60-24.60	3.2	SGL01Z15-25	
						1	0.75					24.60-25.60	3	SGL01Z15-26	
5	Q <sub>3</sub> <sup>1</sup>	-43.37	26.80	4.20		1	0.75	砾质砂：主要为砾质粗砂，土黄色，饱和，稍湿，松散，较为均匀，粒径2-3mm。砂+砾含量81.93%，细度模数2.9-3.2。				25.60-26.80	2.9	SGL01Z15-27	
						0.9	0.7					26.80-27.80	2.6	SGL01Z15-28	
6	Q <sub>3</sub> <sup>1</sup>	-44.87	28.30	1.50		1	0.75	泥质砂：以泥质粗砂、泥-砂-砾为主，灰白色，饱和，松散，稍湿。砂+砾含量73.51-77.93%，细度模数2.6-2.8。				27.80-28.30	2.8	SGL01Z15-29	
						1	0.75					28.30-29.30	3.2	SGL01Z15-30	
7	Q <sub>3</sub> <sup>1</sup>	-47.57	31.00	2.70		1	0.75	砾质砂：以砾质粗砂为主，黄褐色，饱和，松散，稍湿，不均匀。砂+砾含量86.15-86.85%，细度模数3.1-3.2。				29.30-30.00	3.1	SGL01Z15-31	
						1	0.75					30.00-31.00	3.1	SGL01Z15-32	
8	Q <sub>3</sub> <sup>1</sup>	-49.92	33.35	2.35		1	0.75	砂：以粗砂为主，灰褐色，饱和，稍湿，松散，主体较均匀。砂+砾含量82.13-84.69%，细度模数2.7-2.8。				31.00-32.00	2.8	SGL01Z15-33	
						1	0.75					32.00-33.35	2.7	SGL01Z15-34	
9	Q <sub>3</sub> <sup>1</sup>	-53.87	37.30	3.95		0.8	0.6	砂：以砾质粗砂、粗砂为主，黄褐色，饱和，湿，松散，较均匀。砂+砾含量85.09-97.67%，细度模数3.1-3.3。				33.35-34.35	3.1	SGL01Z15-35	
						1	0.75					34.35-35.35	3.3	SGL01Z15-36	
						1	0.75					35.35-36.35	3.2	SGL01Z15-37	
10	Q <sub>3</sub> <sup>1</sup>	-54.37	37.80	0.50		1	0.75	花岗岩风化壳：土黄色，强风化，主要由花岗岩碎屑和粘土组成。				36.35-37.30	3.3	SGL01Z15-38	
编 录		刘松峰		制 图		田成静		审 核		周 娇		图 号		35	

图 6.2.3-3o 钻孔柱状图 (Z15)



## 6.2.4 冲淤环境分析

碣石湾为岬角海湾，水深较大，海岸岬角处波能辐聚，水动力作用比较强烈，因而悬沙输运作用也比较强烈。河床区域海岸动力条件以波浪作用最为突出。波浪作用除对花岗岩岬角产生侵蚀作用外，主要体现在对小海湾海滩泥沙的搬运，它们以横向搬运为主，即在不同波况下，砂质物主要在海岸横剖面上上下下运移，不同季节稍有纵向输沙，但都局限在海湾内部。台风暴浪期可引起海床沉积物表层移动或完全移动，形成底层水体最大含沙量，沉积物中跃移质跳跃高度一般在2m以内，由于泥沙的侵蚀或淤积，可引起海床地形变化。所以风浪是该海域的主要动力因素，多年来在风浪的冲击下处于轻微侵蚀状态。但由于海岸基岩和岬角地形的控制，海岸泥沙来源和供应不足。

该海域来沙量很小，风浪是泥沙运动的主要动力因素，风浪作用下泥沙的搬运是泥沙淤积的主要来源。

本报告通过收集到2009年与2019年的海图资料，对近10年的岸线及水深地形变化进行分析对比。

### (1) 2009年~2019年岸线变化对比分析

选取采砂区所在海域内2009年和2019年岸线资料，对比分析评价范围内岸线演变现状分析，上述两个年代岸线对比如图1所示。评价范围内岸线总体较稳定，局部岸线稍有变化，总体表现为施公寮岛岸线外推，施公寮南侧捷胜镇岸线外推，大湖镇岸线内退。对比分析表明，岸线走向一致，局部区域岸线存在外推和退缩，施公寮岛岸线主要表现为外推，与2009年相比，2019年岸线向海推移0~50m；施公寮岛南侧捷胜镇岸线主要表现为向海外推，与2009年相比，2019年岸线向海推移0~50m；大湖镇岸线主要表现为向陆退缩，与2009年相比，2019年岸线向陆退缩0~60m。

### (2) 2009年~2021年水深地形变化对比分析

选取采砂区所在海域内2009年和2019年的海图资料，通过5m、10m、20m、30m水深等值线，对比分析评价范围内水深地形变化分析，上述两个年代水深地形对比如图2所示。评价范围内水深地形总体较稳定，大部分区域水深地形变化幅度在0.5m以内，总体表现为施公寮岛与采砂区之间海域水深减小，采砂区北侧海域水深增大，采砂区东侧海域水深减少；采砂区所在位置海域水深有增有减。

对比分析表明, JH21-09 区块东北部水深增大 0.5-2.0m; 西南部水深减小 0.5-1.0m, 采砂区中部水深变化幅度在 0.5m 以内。

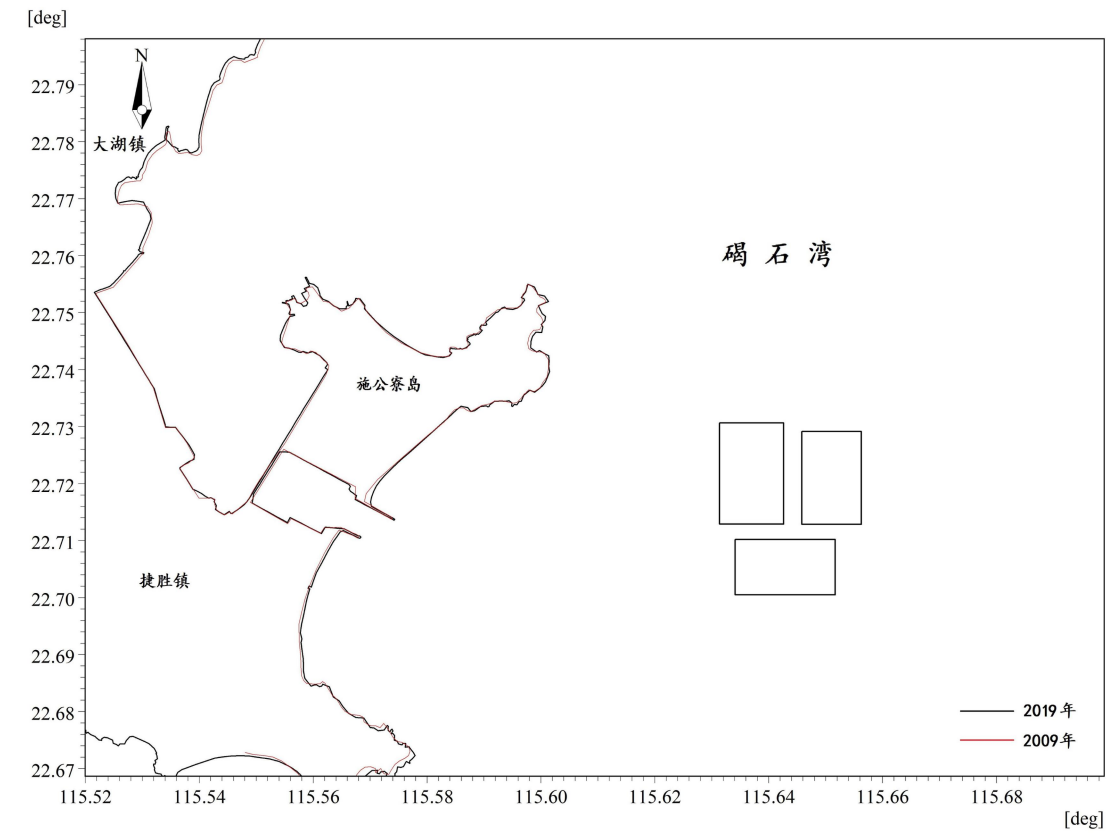


图 6.2.4-1 2009 与 2019 年岸线变化对比

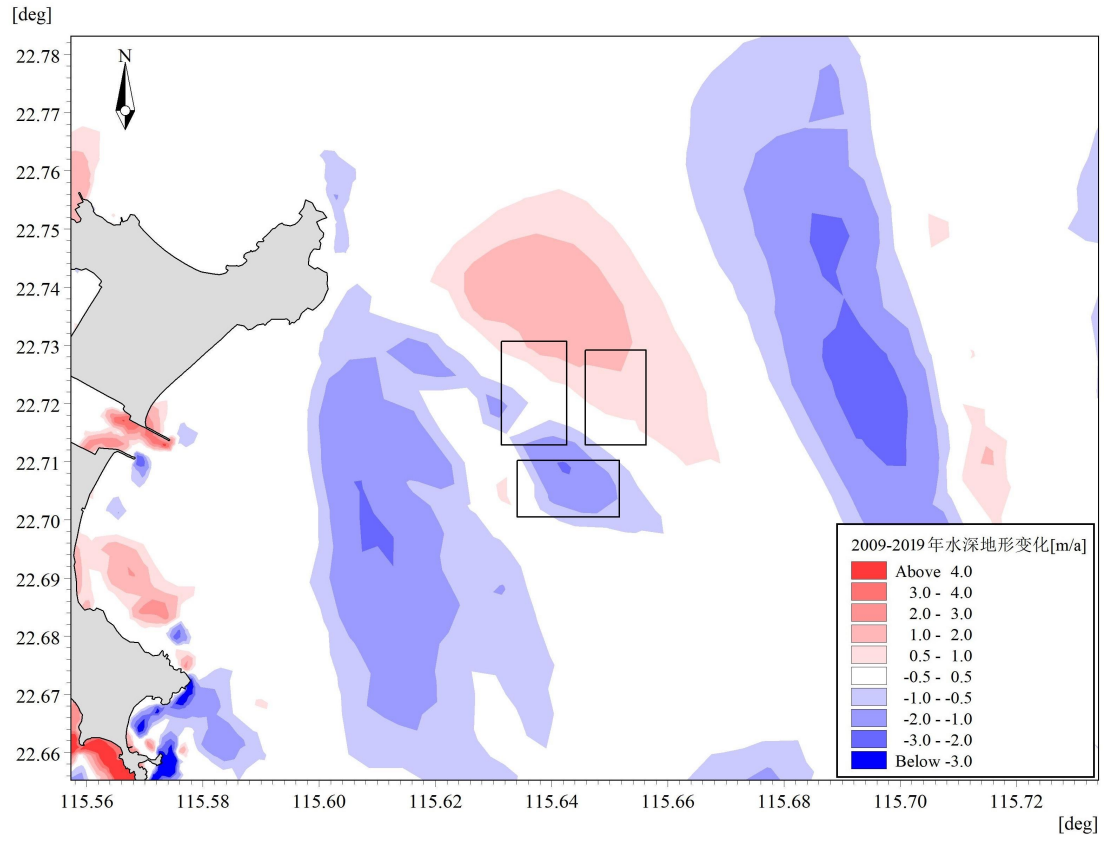


图 6.2.4-2 2009 与 2019 年水深地形变化对比

## 6.3 海洋生态环境现状调查与评价

### 6.3.1 区域海水水质状况

#### 6.3.1.1 2018 年生态环境质量公报数据

根据广东省生态环境厅发布的《2018 年广东省生态环境状况公报》(<http://gdee.gd.gov.cn/attachment/0/374/374083/2466184.pdf>)，2018 年广东省近岸海域水质总体优良，一类、二类、三类、四类和劣四类水质面积占比分别为 66.5%、12.8%、5.1%、3.9%和 11.7%，水质优良面积占比 79.3%。劣四类水质主要分布在珠江口、汕头港、湛江港等局部海域，主要超标因子为无机氮和活性磷酸盐。

2018 年广东省近岸海域功能区点位共 67 个，近岸海域功能区点位水质达标率为 65.7%。其中，阳江、汕尾、惠州、茂名和揭阳等 5 个地级市水质达标率为 100%。

#### 6.3.1.2 2019 年生态环境质量公报数据

根据广东省生态环境厅发布的《2019 年广东省生态环境状况公报》(<http://gdee.gd.gov.cn/attachment/0/393/393736/3007132.pdf>)，2019 年广东省 242 个近岸海域监测点位年均优良（一、二类）面积比例为 87.2%，春、夏、秋三个季节优良比例分别为 84.2%、78.4%、87.9%，年均一类、二类、三类、四类和劣四类海水水质面积比例分别为 48.1%、39.1%、4.9%、1.6%和 6.3%。劣四类水质主要分布在珠江口、汕头港、湛江港等河口海湾，主要超标因子为无机氮和活性磷酸盐。

#### 6.3.1.3 2020 年生态环境质量公报数据

根据广东省生态环境厅发布的《2020 年广东省生态环境状况公报》([http://gdee.gd.gov.cn/hjzkgb/content/post\\_3266052.html](http://gdee.gd.gov.cn/hjzkgb/content/post_3266052.html))，2020 年广东省近岸海域水质年均优良（一、二类）面积比例为 89.5%，一类、二类、三类、四类和劣四类海水水质面积比例分别为 72.5%、17.0%、2.6%、2.2%和 5.7%。劣四类水质主要分布在珠江口、汕头港、湛江港等河口海湾，主要超标因子为无机氮和活性磷酸盐。

### 6.3.1.4 近岸海域国控站位调查概况

本节数据引用广东省生态环境厅发布的《广东省 2018~2020 年近岸海域海水水质监测信息》。经核对共有 5 个近岸海域国控站位在项目评价范围内，站位基本信息如表 6.3.1-1 和图 6.3.1-1。

表 6.3.1-1 项目评价范围内的近岸海域国控站位基本信息一览

序号	监测站位	经度°	纬度°	海洋功能区划
1	GDN14002	115.773883	22.62185	珠海-潮州近海农渔业区
2	GDN14004	115.673967	22.771767	
3	GDN14010	115.600733	22.6006	
4	GDN14013	115.674083	22.835817	碣石湾农渔业区
5	GDN14015	115.78025	22.794183	田尾山工业与城镇用海区

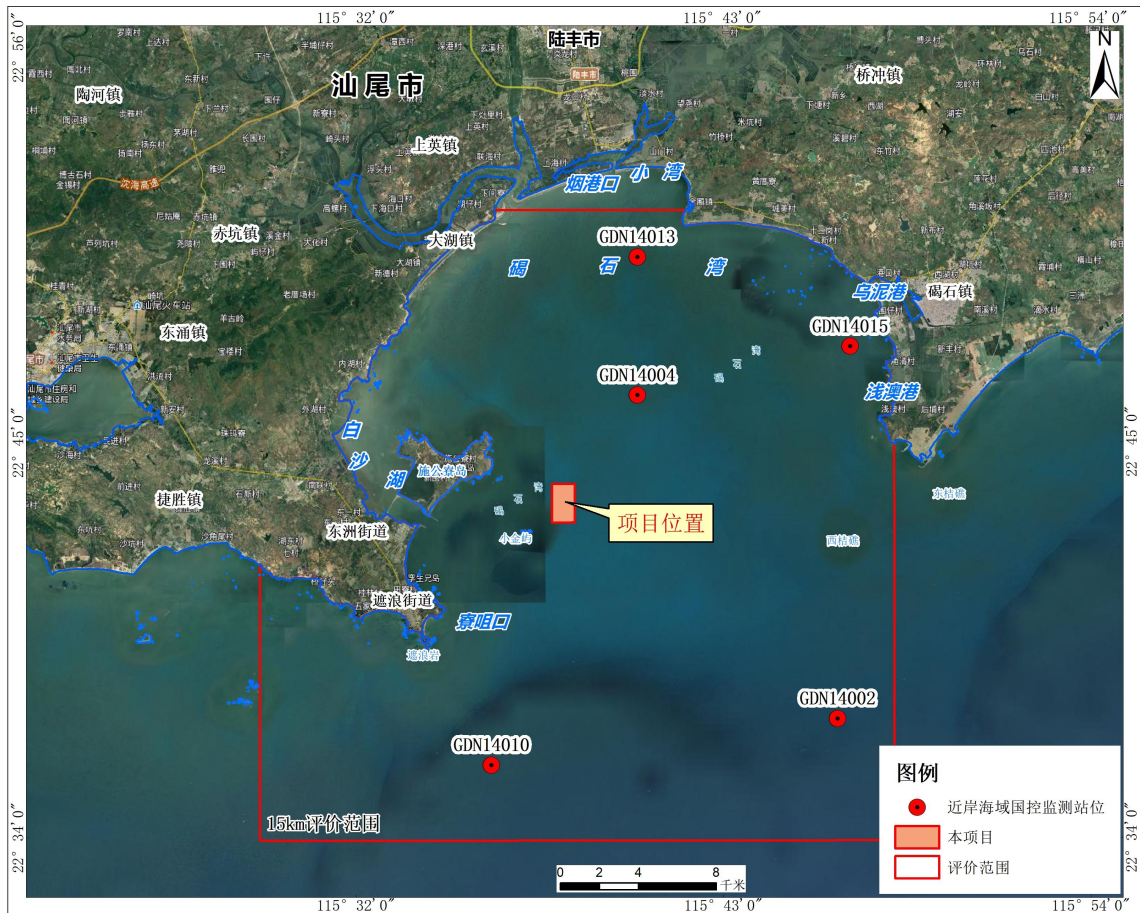


图 6.3.1-1 项目评价范围内近岸海域国控站位布置图

### 6.3.1.5 评价标准

按照《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》，各监测站位执行的水质标准见表 6.3.1-2 和图 6.3.1-2。

表 6.3.1-2 评价范围内近岸海域国控站位在广东省海洋功能区执行的海水水质标准

功能区名称	监测站位	海水水质标准
珠海-潮州近海农渔业区	GDN14002、GDN14004、 GDN14010	GB3097-1997 第一类
碣石湾农渔业区	GDN14013	GB3097-1997 第二类
田尾山工业与城镇用海区	GDN14015	



图 6.3.1-2 项目评价范围内近岸海域国控站位所在广东省海洋功能区示意图

根据《广东省近岸海域环境功能区划》(粤府办[1999]68号)及《广东省人民政府关于同意调整汕尾市部分近岸海域环境功能区划的批复》(粤府函

[2013]127号)规定, 6个近岸海域国控站位执行的水质标准见表 6.3.1-3 和图 6.3.1-3。

表 6.3.1-3 评价范围内近岸海域国控站位在广东省近岸海域水质执行标准

站位	执行水质标准
GDN14004、GDN14013	一类水质目标
GDN14015	三类水质目标

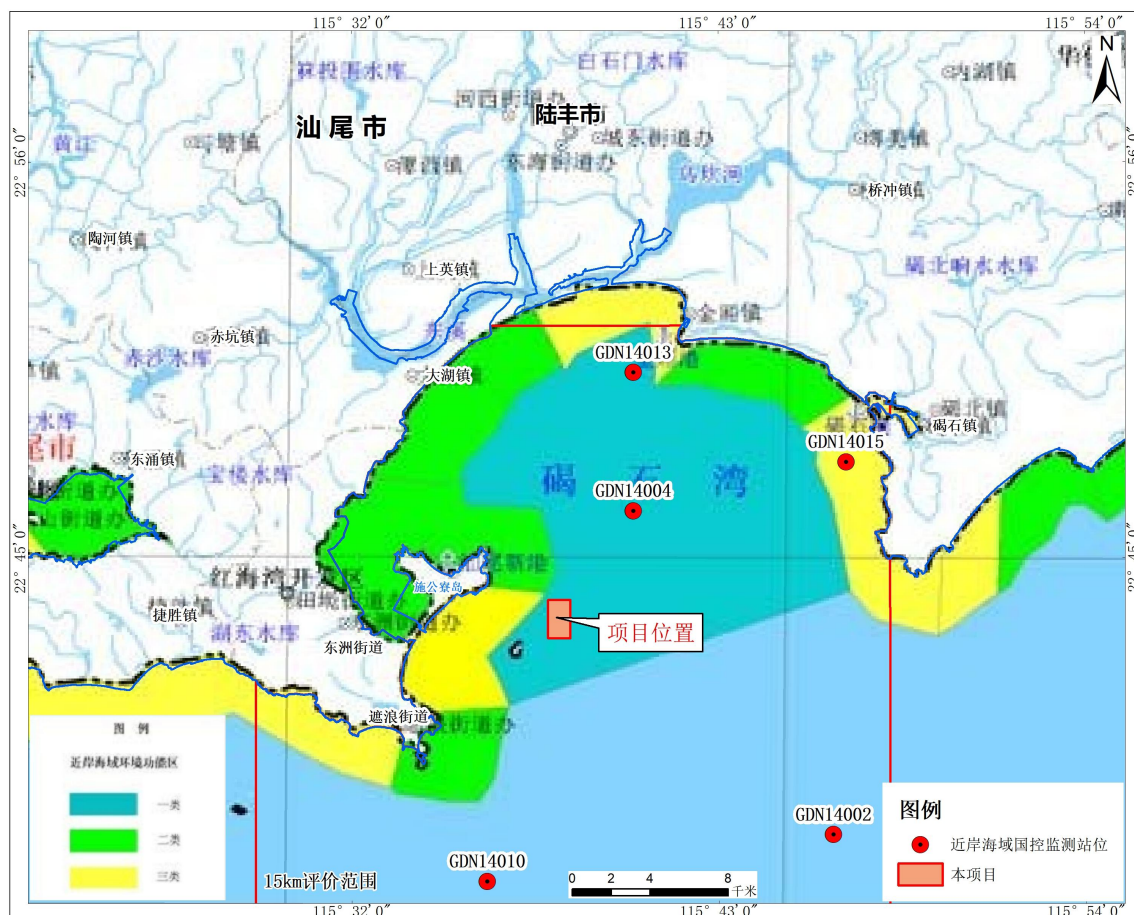


图 6.3.1-3 评价范围内近岸海域国控站位在广东省近岸海域功能区示意图

项目附近海域水质按照《广东省海洋功能区划（2011—2020年）》《广东省近岸海域环境功能区划》(粤府办[1999]68号)及《广东省人民政府关于同意调整汕尾市部分近岸海域环境功能区划的批复》(粤府函[2013]127号)规定海水水质较严者执行, 各监测站位水质执行标准见表 6.3.1-4。

表 6.3.1-4 各国控监测站位执行的水质标准要求一览表

站位	执行水质标准
GDN14002、GDN14004、GDN14010、 GDN14013	一类水质目标
GDN14015	二类水质目标

### 6.3.1.6 调查结果与评价

#### (1) 调查结果

项目评价范围内五个近岸海域国控站 2018 年至 2020 年的监测和统计结果见表 6.3.1-5 至表 6.3.1-7。

#### (2) 评价结果

各监测站位水质评价因子的标准指数见表 6.3.1-8 至表 6.3.1-9。

##### ①执行海水水质第一类标准

调查海域执行海水水质第一类标准要求的站位有 GDN14002、GDN14004、GDN14010、GDN14013，由监测结果及标准指数表可知：主要超标监测因子为无机氮、活性磷酸盐和铅含量，超标率分别为 3.7%、7.4%和 21.7%。

2020 年 11 月编号 GDN14004 站位的无机氮含量不符合海水水质第一类标准要求，但符合海水水质第二类标准要求；

2020 年 11 月编号 GDN14004 和 GDN14010 站位的活性磷酸盐含量不符合海水水质第一类标准要求，但符合海水水质第二类标准要求；

2019 年 4 月编号 GDN14010、2019 年 8 月编号 GDN14002、2020 年 5 月编号 GDN14002 和 GDN14004 以及 2020 年 7 月编号 GDN14002 站位的铅含量不符合海水水质第一类标准要求，但均符合海水水质第二类标准要求。

其余监测因子均符合海水水质第一类标准要求。

##### ②执行海水水质第二类标准

调查海域执行海水水质第二类标准要求的站位有 GDN14015，由监测结果及标准指数表可知：所有调查站位的监测因子均符合海水水质第二类标准要求。



表 6.3.1-5 2018 年项目评价范围内近岸海域国控站位监测数据 单位: pH 无量纲, 叶绿素 mg/m<sup>3</sup>, 其余为 mg/L

监测站位	监测日期	水温	盐度	pH	悬浮物 质	粪大肠菌群	化学需 氧量	氨氮	硝酸盐	亚硝酸盐	无机氮	活性磷酸盐	汞	镉	铅	砷	铜	锌	石油类	非离子 氨
GDN14002	2018 年 04 月 01 日	21.1	36.2	8.29	2.0	10	0.41	0.078	0.019	0.006	0.102	0.006	0.000001L	0.0002L	0.00060	0.0004L	0.00075	0.0046	0.013	0.0046
GDN14004	2018 年 04 月 01 日	21.7	34.5	8.33	1.4	0	0.71	0.079	0.021	0.004	0.104	0.004	0.000001L	0.0002L	0.0006L	0.0004L	0.0010L	0.0026	0.012	0.0055
GDN14002	2018 年 08 月 01 日	26.8	33.7	8.22	6.3	0	0.54	0.007	0.026	0.002	0.036	0.002	0.000001	0.0002L	0.0006L	0.00030	0.00105	0.0039	0.016	0.0006
GDN14004	2018 年 08 月 01 日	33.5	31.0	8.23	5.0	0	0.86	0.009	0.032	0.001L	0.042	0.001L	0.000004	0.0002L	0.0006L	0.00400	0.0010L	0.0043	0.018	0.0012
GDN14002	2018 年 10 月 21 日	24.3	33.2	8.26	7.6	10	0.74	0.002	0.029	0.022	0.052	0.012	0.000020	0.0002L	0.0006L	0.0004L	0.00080	0.0055	0.007L	0.0001
GDN14004	2018 年 10 月 21 日	25.2	31.4	8.14	12.4	10	0.76	0.003	0.046	0.027	0.076	0.014	0.000008	0.0002L	0.0006L	0.0004L	0.001L	0.0036	0.007L	0.0002

注: (1) “—”代表无数据。(2) 数据来自广东省生态环境厅发布的《广东省 2018 年近岸海域海水水质监测信息》, 来源 [http://gdee.gd.gov.cn/sz5628/content/post\\_2727442.html](http://gdee.gd.gov.cn/sz5628/content/post_2727442.html) (3) “L”代表监测数据低于检出限。

表 6.3.1-6 2019 年项目评价范围内近岸海域国控站位监测数据 单位: pH 无量纲, 叶绿素 mg/m<sup>3</sup>, 其余为 mg/L

监测站位	监测日期	水深	pH	盐度	溶解 氧	化学 需氧 量	活性 磷酸 盐	亚硝 酸盐 -氮	硝 酸 盐- 氮	氨- 氮	无机氮	石油类	叶绿素 a	铜	锌	铬	汞	镉	铅	砷	总氮	总磷
GDN14002	2019 年 04 月 19 日	27.0	8.23	33.35	7.06	0.32	0.005	0.002	0.112	0.008	0.122	0.012	1.3	0.00100	0.00557	0.00034	0.000022	0.00005	0.00063	0.00177	0.194	0.010
GDN14004	2019 年 04 月 19 日	12.8	8.21	32.75	7.29	0.69	0.003	0.001	0.042	0.009	0.053	0.011	2.6	0.00100	0.00415	0.00032	0.000031	0.00005	0.00055	0.00140	0.226	0.006
GDN14010	2019 年 04 月 19 日	22.0	8.24	33.40	7.06	0.38	0.003	0.002	0.042	0.009	0.053	0.011	1.0	0.00050	0.00860	0.00028	0.000023	0.00005	0.00110	0.00170	0.158	0.008
GDN14002	2019 年 08 月 15 日	6.0	8.10	21.30	6.54	1.39	0.003	0.010	0.112	0.052	0.175	0.002	3.8	0.00410	0.01960	0.00502	0.000028	0.00016	0.00160	0.00150	0.844	0.036
GDN14004	2019 年 08 月 15 日	28	8.12	34.39	5.41	0.88	0.005	0.003	0.021	0.014	0.037	0.005	1.6	0.000543	0.003003	0.000263333	0.000021	—	0.000527	0.002500	0.341	0.028
GDN14010	2019 年 08 月 15 日	13.8	8.14	34.03	5.22	0.67	0.003	0.004	0.016	0.008	0.027	0.007	0.5	0.000695	0.002170	0.000265	0.000018	—	0.000595	0.002300	0.277	0.018
GDN14002	2019 年 10 月 12 日	24.5	8.12	34.02	5.38	0.76	0.005	0.004	0.024	0.035	0.063	0.013	0.8	0.000855	0.004230	0.00029	0.000020	0.000030	0.000725	0.002500	0.271	0.017
GDN14004	2019 年 10 月 12 日	8.5	8.24	32.37	6.18	1.35	0.001	0.001	0.023	0.005	0.029	0.017	3.0	0.000890	0.002520	0.00021	0.000017	—	0.000690	0.002300	0.307	0.014
GDN14010	2019 年 10 月 12 日	27.5	8.19	34.21	5.79	0.31	0.005	0.002	0.017	0.010	0.028	0.016	0.20	0.00191	0.00410	0.00030	0.000015	0.00004	0.00089	0.00203	0.118	0.013

注: (1) “—”代表无数据。(2) 数据来自广东省生态环境厅发布的《广东省 2019 年近岸海域海水水质监测信息》, 来源 [http://gdee.gd.gov.cn/sz5628/content/post\\_3019827.html](http://gdee.gd.gov.cn/sz5628/content/post_3019827.html)。

表 6.3.1-7 2020 年项目评价范围内近岸海域国控站位监测数据 单位: pH 无量纲, 叶绿素 mg/m<sup>3</sup>, 其余为 mg/L

监测站位	监测日期	悬浮物	叶绿素 a	pH	溶解氧	化学需氧量	氨氮	硝酸盐_氮	亚硝酸盐_氮	无机氮	非离子氮	活性磷酸盐	石油类	总氮	总磷	铜	锌	总铬	汞	镉	铅	砷
GDN14002	2020年05月17日	4.67	1.69	8.19	6.53	0.25	0.0179	0.0055	0.0050	0.0283	0.001411	0.0039	0.0270	0.0763	0.0085	0.001313	0.005623	0.002373	0.000012	0.000015	0.003107	0.001467
GDN14004	2020年05月17日	2.85	1.22	8.17	6.65	0.16	0.0069	0.0075	0.0041	0.0185	0.000514	0.0033	0.0310	0.0310	0.0144	0.000535	0.002400	0.000335	0.000011	0.000015	0.001020	0.001450
GDN14010	2020年05月17日	5.25	1.80	8.21	6.58	0.19	0.0145	0.0083	0.0050	0.0280	0.001250	0.0031	0.0265	—	—	—	—	—	—	—	—	—
GDN14013	2020年05月17日	2.00	0.99	8.17	6.70	0.15	0.0166	0.0059	0.0040	0.0260	0.001278	0.0026	0.0280	—	—	—	—	—	—	—	—	—
GDN14015	2020年05月17日	4.20	2.57	8.16	6.96	0.30	0.0299	0.0048	0.0045	0.0390	0.002253	0.0033	0.0355	—	—	—	—	—	—	—	—	—
GDN14002	2020年07月29日	6.27	0.7	8.24	6.38	0.28	0.004	0.001	0.003	0.008	0.00043	0.004	0.010	0.176	0.012	0.00411	0.00728	0.00084	0.0000110	0.00004	0.00218	0.00150
GDN14004	2020年07月29日	6.60	3.6	8.20	5.86	0.54	0.006	0.005	0.002	0.013	0.00054	0.006	0.015	0.149	0.009	0.00109	0.00368	0.00048	0.0000100	0.00002	0.00070	0.00155
GDN14010	2020年07月29日	6.85	1.5	8.24	6.22	0.40	0.005	0.001	0.002	0.008	0.00055	0.004	0.011	0.191	0.009	0.00168	0.00281	0.00051	0.0000110	0.00002	0.00053	0.00160
GDN14013	2020年07月29日	4.60	3.1	8.21	6.40	0.69	0.007	0.001	0.001	0.009	0.00063	0.004	0.012	0.228	0.011	0.00095	0.00206	0.00018	0.0000120	0.00002	0.00013	0.00150
GDN14015	2020年07月29日	4.40	2.2	8.26	6.56	0.71	0.002	0.001	0.002	0.005	0.00023	0.003	0.013	0.255	0.011	0.00119	0.00326	0.00023	0.0000100	0.00002	0.00022	0.00150
GDN14002	2020年11月01日	10.77	0.62	8.21	7.30	0.43	0.014	0.125	0.008	0.147	0.00085	0.009	0.013	0.601	0.012	0.00093	0.00124	0.00018	0.000004	0.00002	0.00028	0.00157
GDN14004	2020年11月02日	5.85	4.07	8.18	7.43	0.29	0.016	0.262	0.006	0.285	0.00092	0.016	0.014	0.608	0.017	0.00090	0.00139	0.00023	0.000004	0.00003	0.00037	0.00165
GDN14010	2020年11月02日	12.70	0.84	8.21	7.09	0.40	0.009	0.173	0.004	0.185	0.00051	0.017	0.015	—	—	—	—	—	—	—	—	—
GDN14013	2020年11月02日	8.00	2.18	8.28	9.07	0.21	0.019	0.055	0.008	0.083	0.00145	0.002	0.028	—	—	—	—	—	—	—	—	—
GDN14015	2020年11月03日	29.40	1.00	8.15	7.05	0.27	0.011	0.179	0.009	0.198	0.00058	0.017	0.048	—	—	—	—	—	—	—	—	—

注: (1) “—”代表无数据。(2) 数据来自广东省生态环境厅发布的《广东省2020年近岸海域海水水质监测信息》, 来源 [http://gdee.gd.gov.cn/hjzkgb/content/post\\_3266052.html](http://gdee.gd.gov.cn/hjzkgb/content/post_3266052.html)。

表 6.3.1-8 评价范围内近岸海域国控站位监测数据的标准指数统计结果（执行第一类海水水质标准）

监测站位	监测日期	pH	化学需氧量	无机氮	活性磷酸盐	石油类	铜	锌	总铬	汞	镉	铅	砷
GDN14002	2018年4月1日	0.86	0.21	0.51	0.40	0.26	0.15	0.23	—	0.01	0.10	0.60	0.01
GDN14004	2018年4月1日	0.89	0.36	0.52	0.27	0.24	0.10	0.13	—	0.01	0.10	0.30	0.01
GDN14002	2018年8月1日	0.81	0.27	0.18	0.13	0.32	0.21	0.20	—	0.02	0.10	0.30	0.02
GDN14004	2018年8月1日	0.82	0.43	0.21	0.03	0.36	0.10	0.22	—	0.08	0.10	0.30	0.20
GDN14002	2018年10月21日	0.84	0.37	0.26	0.80	0.07	0.16	0.28	—	0.40	0.10	0.30	0.01
GDN14004	2018年10月21日	0.76	0.38	0.38	0.93	0.07	0.10	0.18	—	0.16	0.10	0.30	0.01
GDN14002	2019年4月19日	0.82	0.16	0.61	0.33	0.24	0.20	0.28	0.01	0.44	0.05	0.63	0.09
GDN14004	2019年4月19日	0.81	0.35	0.27	0.20	0.22	0.20	0.21	0.01	0.62	0.05	0.55	0.07
GDN14010	2019年4月19日	0.83	0.19	0.27	0.20	0.22	0.10	0.43	0.01	0.46	0.05	1.10	0.09
GDN14002	2019年8月15日	0.73	0.70	0.88	0.20	0.04	0.82	0.98	0.10	0.56	0.16	1.60	0.08
GDN14004	2019年8月15日	0.75	0.44	0.19	0.33	0.10	0.11	0.15	0.01	0.42	—	0.53	0.13
GDN14010	2019年8月15日	0.76	0.34	0.14	0.20	0.14	0.14	0.11	0.01	0.36	—	0.60	0.12
GDN14002	2019年10月12日	0.75	0.38	0.32	0.33	0.26	0.17	0.21	0.01	0.40	0.03	0.73	0.13
GDN14004	2019年10月12日	0.83	0.68	0.15	0.07	0.34	0.18	0.13	0.00	0.34	—	0.69	0.12
GDN14010	2019年10月12日	0.79	0.16	0.14	0.33	0.32	0.38	0.21	0.01	0.30	0.04	0.89	0.10
GDN14002	2020年5月17日	0.79	0.13	0.14	0.26	0.54	0.26	0.28	0.05	0.24	0.02	3.11	0.07
GDN14004	2020年5月17日	0.78	0.08	0.09	0.22	0.62	0.11	0.12	0.01	0.22	0.02	1.02	0.07
GDN14010	2020年5月17日	0.81	0.10	0.14	0.21	0.53	—	—	—	—	—	—	—
GDN14013	2020年5月17日	0.78	0.08	0.13	0.17	0.56	—	—	—	—	—	—	—
GDN14002	2020年7月29日	0.83	0.15	0.04	0.27	0.20	0.82	0.36	0.02	0.22	0.04	2.18	0.08
GDN14004	2020年7月29日	0.80	0.27	0.07	0.40	0.30	0.22	0.18	0.01	0.20	0.02	0.70	0.08
GDN14010	2020年7月29日	0.83	0.20	0.04	0.27	0.22	0.34	0.14	0.01	0.22	0.02	0.53	0.08
GDN14013	2020年7月29日	0.81	0.35	0.05	0.27	0.24	0.19	0.10	0.00	0.24	0.02	0.13	0.08
GDN14002	2020年11月1日	0.81	0.22	0.74	0.60	0.26	0.19	0.06	0.00	0.08	0.02	0.28	0.08
GDN14004	2020年11月2日	0.79	0.15	1.43	1.07	0.28	0.18	0.07	0.00	0.08	0.03	0.37	0.08
GDN14010	2020年11月2日	0.81	0.20	0.93	1.13	0.30	—	—	—	—	—	—	—
GDN14013	2020年11月2日	0.85	0.11	0.42	0.13	0.56	—	—	—	—	—	—	—
超标率%		0%	0%	3.7%	7.4%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	21.7%	0%

注：（1）“—”代表无数据。（2）低于检出限的项目计算标准指数时以检出限的一半计算。

表 6.3.1-9 评价范围内近岸海域国控站位监测数据的标准指数统计结果（执行第二类海水水质标准）

监测站位	监测日期	pH	化学需氧量	无机氮	活性磷酸盐	石油类	铜	锌	总铬	汞	镉	铅	砷
GDN14015	2020年5月17日	0.77	0.10	0.13	0.11	0.71	—	—	—	—	—	—	—
GDN14015	2020年7月29日	0.84	0.24	0.02	0.10	0.26	0.12	0.07	0.00	0.05	0.00	0.04	0.05
GDN14015	2020年11月3日	0.77	0.09	0.66	0.57	0.96	—	—	—	—	—	—	—
超标率%		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

注：（1）“—”代表无数据。（2）低于检出限的项目计算标准指数时以检出限的一半计算。

## 6.3.2 海洋环境调查概况

项目委托汕尾市润邦检测技术有限公司分别于 2021 年 4 月和 2021 年 10 月在项目附近海域进行海洋环境调查。

### 6.3.2.1 2021 年 4 月

汕尾市润邦检测技术有限公司于 2021 年 4 月 25 日在项目附近海域进行海水水质现状调查。共布设 20 个水质监测站位，从水质站位中选取 12 个站位采集生态调查项目样品，SF7~SF12 采集游泳动物样品，CJ4~CJ6 采集潮间带生物样品。地理坐标和监测类别见表 6.3.2-1，监测站位见图 6.3.2-1。

表 6.3.2-1 2021 年 4 月海洋环境现状调查站位

监测站位编号	经纬度	监测类别
B1	N 22°38'22.34" E 115°32'15.30"	水质、沉积物、生态
B2※	N 22°37'22.28" E 115°35'15.01"	水质
B3	N 22°37'25.01" E 115°31'33.62"	水质、沉积物、生态
B4	N 22°37'26.72" E 115°41'33.26"	水质
B5	N 22°38'26.10" E 115°46'00.32"	水质、沉积物、生态
B6	N 22°41'02.73" E 115°45'06.31"	水质、沉积物、生态
B7	N 22°39'12.08" E 115°41'35.42"	水质
B8	N 22°40'06.00" E 115°38'00.32"	水质、沉积物、生态
B9	N 22°41'30.86" E 115°35'17.54"	水质、沉积物、生态
B10	N 22°43'18.11" E 115°37'17.16"	水质、沉积物、生态
B11	N 22°43'34.98" E 115°40'00.12"	水质、沉积物、生态
B12	N 22°43'27.96" E 115°45'01.55"	水质
B13	N 22°46'16.13" E 115°44'18.22"	水质、生态
B14	N 22°46'00.23" E 115°41'15.21"	水质
B15	N 22°46'20.90" E 115°37'30.56"	水质、沉积物、生态
B16	N 22°46'04.12" E 115°34'29.24"	水质
B17	N 22°48'12.11" E 115°34'33.02"	水质
B18	N 22°49'04.02" E 115°37'25.07"	水质、生态
B19	N 22°49'08.76" E 115°40'00.72"	水质、沉积物、生态
B20※	N 22°48'34.54" E 115°43'28.65"	水质
CJ4 高	N 22°40'01.40" E 115°34'03.98"	潮间带生物
CJ4 中	N 22°40'01.44" E 115°34'04.04"	潮间带生物
CJ4 低	N 22°40'01.38" E 115°34'04.34"	潮间带生物
CJ5 高	N 22°43'32.83" E 115°34'38.17"	潮间带生物

CJ5 中	N 22°43'32.33" E 115°34'38.64"	潮间带生物
CJ5 低	N 22°43'31.93" E 115°34'39.02"	潮间带生物
CJ6 高	N 22°47'38.57" E 115°32'40.42"	潮间带生物
CJ6 中	N 22°47'38.38" E 115°32'40.69"	潮间带生物
CJ6 低	N 22°47'38.28" E 115°32'41.01"	潮间带生物
SF7	起点: N 22°37'58.15" E 115°39'06.16" 终点: N 22°38'17.93" E 115°41'12.95"	游泳动物
SF8	起点: N 22°41'30.95" E 115°38'39.25" 终点: N 22°40'32.06" E 115°35'43.81"	游泳动物
SF9	起点: N 22°40'40.76" E 115°42'08.35" 终点: N 22°40'58.45" E 115°44'16.96"	游泳动物
SF10	起点: N 22°43'29.88" E 115°41'49.98" 终点: N 22°44'32.27" E 115°44'10.09"	游泳动物
SF11	起点: N 22°46'24.68" E 115°38'08.67" 终点: N 22°47'13.80" E 115°35'56.36"	游泳动物
SF12	起点: N 22°47'30.54" E 115°43'30.25" 终点: N 22°47'33.25" E 115°40'58.13"	游泳动物
备注	带※监测站位采集平行样	

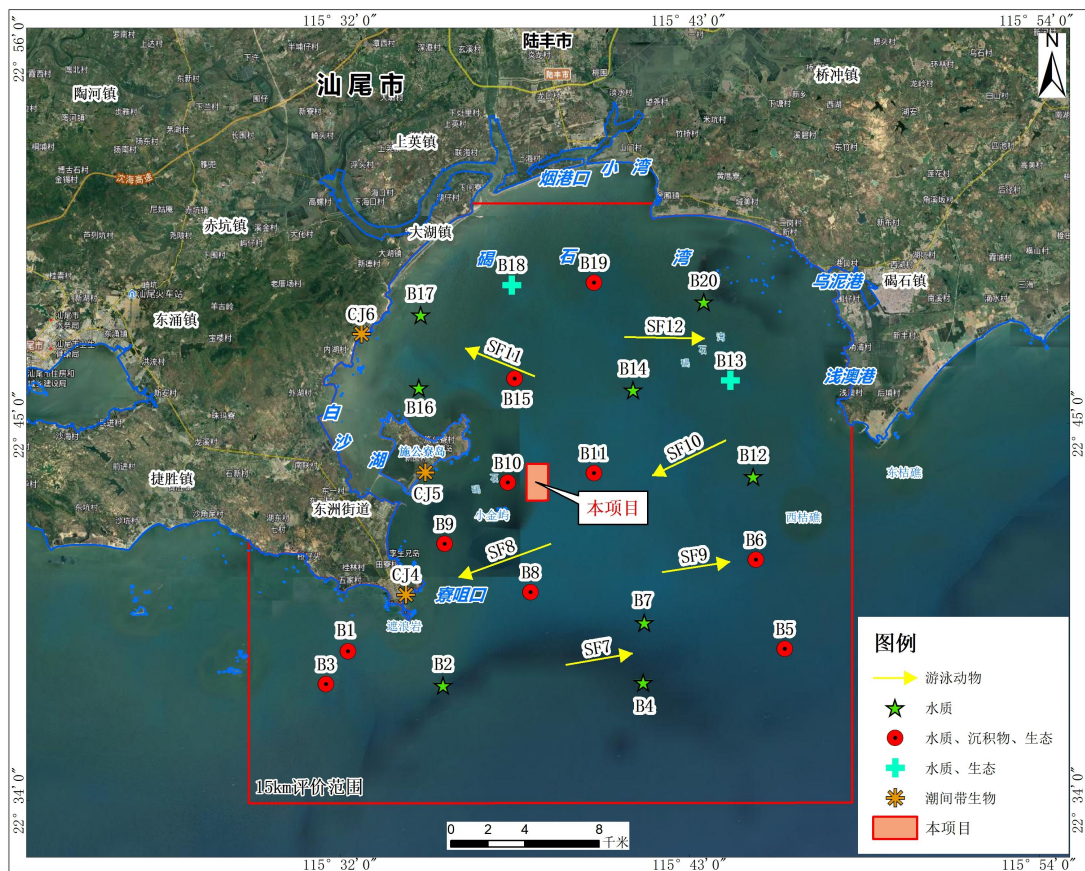


图 6.3.2-1 2021 年 4 月调查站位布置图

### 6.3.2.2 2021 年 10 月

汕尾市润邦检测技术有限公司于 2021 年 10 月 18 日在项目附近海域进行海水水质现状调查。共布设 20 个水质监测站位，从水质站位中选取 12 个站位采集生态调查项目样品，SF7~SF12 采集游泳动物样品，CJ4~CJ6 采集潮间带生物样品。地理坐标和监测类别见表 6.3.2-2，监测站位见图 6.3.2-2。

表 6.3.2-2 2021 年 10 月海洋环境现状调查站位表

监测点位编号	经纬度	监测类别
B1	N 22°37'25.51" E 115°31'10.28"	水质、沉积物、生态
B2※	N 22°35'29.11" E 115°35'15.58"	水质
B3	N 22°35'20.45" E 115°39'40.55"	水质、沉积物、生态
B4	N 22°35'38.25" E 115°43'45.15"	水质
B5	N 22°36'06.21" E 115°48'01.64"	水质、沉积物、生态
B6	N 22°39'42.15" E 115°47'44.16"	水质、沉积物、生态
B7	N 22°39'26.31" E 115°43'26.54"	水质
B8	N 22°39'22.15" E 115°39'32.31"	水质、沉积物、生态
B9	N 22°40'48.51" E 115°35'52.25"	水质、沉积物、生态
B10	N 22°42'53.16" E 115°39'22.13"	水质、沉积物、生态
B11	N 22°42'57.45" E 115°43'16.12"	水质、沉积物、生态
B12	N 22°42'56.52" E 115°47'23.22"	水质
B13	N 22°46'26.35" E 115°46'36.02"	水质、生态
B14	N 22°46'51.25" E 115°43'06.12"	水质
B15	N 22°47'03.12" E 115°38'58.64"	水质、沉积物、生态
B16	N 22°46'53.51" E 115°35'15.55"	水质
B17	N 22°49'34.56" E 115°35'31.25"	水质
B18	N 22°50'48.51" E 115°39'02.61"	水质、生态
B19	N 22°50'02.22" E 115°42'19.25"	水质、沉积物、生态
B20※	N 22°49'19.35" E 115°46'03.15"	水质
CJ4 高	N 22°40'02.37" E 115°34'04.14"	潮间带生物
CJ4 中	N 22°40'02.02" E 115°34'04.40"	潮间带生物
CJ4 低	N 22°40'01.77" E 115°34'04.91"	潮间带生物
CJ5 高	N 22°43'32.51" E 115°34'38.23"	潮间带生物
CJ5 中	N 22°43'32.83" E 115°34'39.52"	潮间带生物
CJ5 低	N 22°43'32.16" E 115°34'39.58"	潮间带生物
CJ6 高	N 22°47'38.18" E 115°32'40.14"	潮间带生物
CJ6 中	N 22°47'37.88" E 115°32'40.26"	潮间带生物

CJ6 低	N 22°47'37.75" E 115°32'40.56"	潮间带生物
SF7	起点: N 22°35'55.24" E 115°37'07.76" 终点: N 22°35'54.06" E 115°38'44.59"	游泳动物
SF8	起点: N 22°39'59.78" E 115°39'54.89" 终点: N 22°40'30.43" E 115°37'29.68"	游泳动物
SF9	起点: N 22°35'57.24" E 115°43'56.70" 终点: N 22°36'14.68" E 115°46'06.71"	游泳动物
SF10	起点: N 22°42'21.84" E 115°42'58.51" 终点: N 22°43'18.13" E 115°44'54.55"	游泳动物
SF11	起点: N 22°47'23.04" E 115°38'43.87" 终点: N 22°46'38.41" E 115°36'42.72"	游泳动物
SF12	起点: N 22°47'34.57" E 115°44'00.16" 终点: N 22°47'45.23" E 115°42'00.28"	游泳动物
备注	带※监测点位采集平行样	

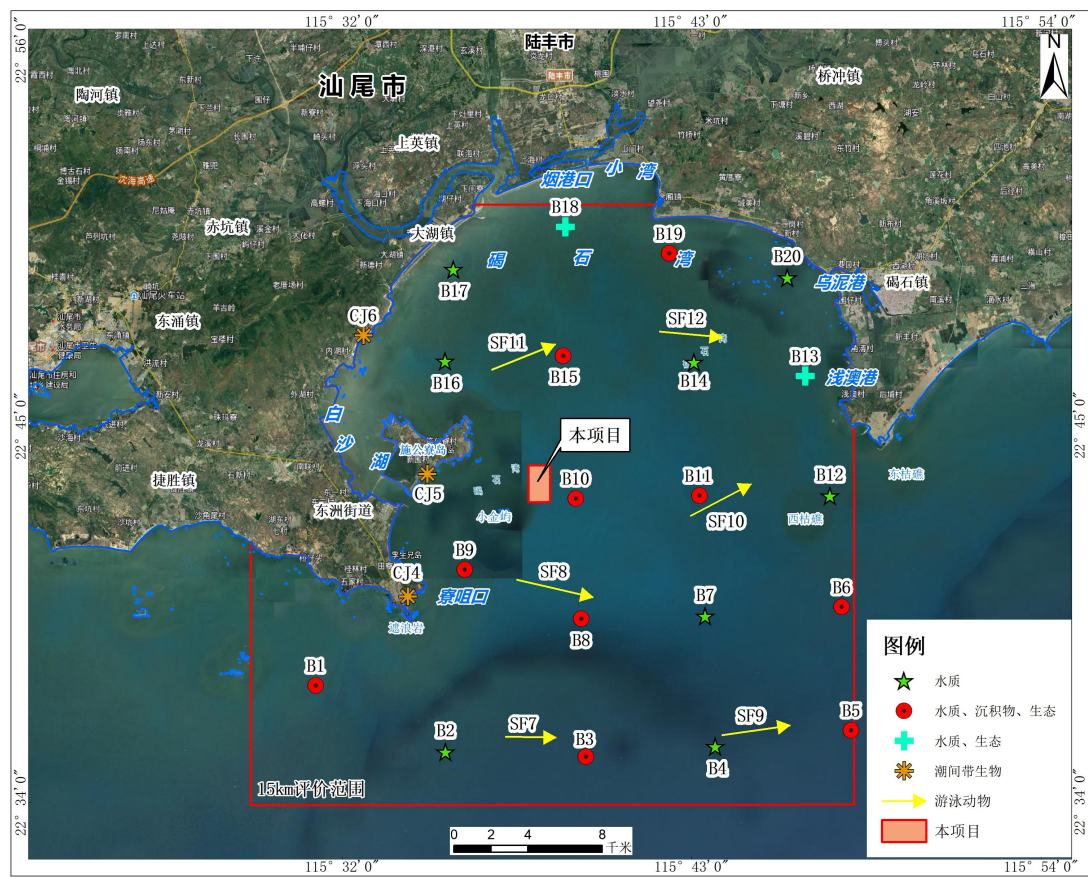


图 6.3.2-2 2021 年 10 月调查站位布置图

### 6.3.3 调查项目

水深、水色、pH、水温、盐度、悬浮物、硫化物、化学需氧量、溶解氧、

亚硝酸盐、硝酸盐、氨、活性磷酸盐、石油类、铜、铅、镉、汞、砷、锌共计 20 项指标。

## 6.3.4 采样与分析方法

### 6.3.4.1 采样方法

调查监测项目采样及其预处理方法根据《海洋调查规范》（GB/T12763.4-2007）、《海洋监测规范》（GB17378—2007）进行。水质采样根据现场水深决定采样层次，当水深<10m 时，只采取表层样；当 10m≤水深<30m 时，采表层和底层水样。

### 6.3.4.2 分析方法

调查项目分析方法根据《海洋监测技术规程》（HY/T147-2013）、《海洋监测规范》（GB17378—2007）、《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）进行，具体分析方法见表 6.3.4-1。

表 6.3.4-1 水质调查分析方法

检测项目	检测方法	检出限	主要分析仪器/型号
水深	《海洋调查规范 第 2 部分：海洋水文观测》 GB/T 12763.2-2007（4.8）	/	测深绳
水色	《海洋调查规范 第 2 部分：海洋水文观测》 GB/T 12763.2-2007（10）	/	海水比色计 /XH-B21
pH 值	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》 GB 17378.4-2007（26.1）	/	精密 pH 计 /PHS-3C
水温	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》 GB 17378.4-2007（25.1）	/	表层水温计/0℃~41℃
盐度	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》 GB 17378.4-2007（29.1）	/	盐度计 /YK-31SA
悬浮物	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》 GB 17378.4-2007（27）	/	十万分之一天平 /BT25S
硫化物	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》 GB 17378.4-2007（18.1）	0.2 μg/L	紫外可见分光光度计 /UV-1800
化学需氧量	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》 GB 17378.4-2007（32）	0.096 mg/L	电子滴定器 /brand
溶解氧	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》 GB 17378.4-2007（31）	/	酸碱滴定管 /25mL
亚硝酸盐	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》 GB 17378.4-2007（37）	/	紫外可见分光光度计 /UV-1800
硝酸盐	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》	0.00127mg/L	紫外分光光度计/



检测项目	检测方法	检出限	主要分析仪器/型号
	GB 17378.4-2007 (38.1)		普析 T6 新世纪
氨	《海洋监测规范 第 4 部分:海水分析》 GB 17378.4-2007 (36.1)	/	紫外可见分光光度计 /UV-1800
活性磷酸盐	《海洋监测规范 第 4 部分:海水分析》 GB 17378.4-2007 (39.1)	0.002mg/L	紫外可见分光光度计 /UV-1800
石油类	《海洋监测规范 第 4 部分:海水分析》 GB 17378.4-2007 (13.2)	3.5μg/L	紫外可见分光光度计 /UV-1800
铜	《海洋监测规范 第 4 部分:海水分析》 GB 17378.4-2007 (6.1)	0.0002mg/L	原子吸收分光光度计 (石墨炉)/AA-7000
铅	《海洋监测规范 第 4 部分:海水分析》 GB 17378.4-2007 (7.1)	0.00003mg/L	原子吸收分光光度计 (石墨炉)/AA-7000
镉	《海洋监测规范 第 4 部分:海水分析》 GB 17378.4-2007 (8.1)	0.00001mg/L	原子吸收分光光度计 (石墨炉)/AA-7000
汞	《海洋监测规范 第 4 部分:海水分析》 GB 17378.4-2007 (5.1)	0.000007mg/L	原子荧光光度计 /AFS-8520
砷	《海洋监测规范 第 4 部分:海水分析》 GB 17378.4-2007 (11.1)	0.0005mg/L	原子荧光光度计 /AFS-8520
锌	《海洋监测规范 第 4 部分:海水分析》 GB 17378.4-2007 (9.1)	0.0031mg/L	原子吸收分光光度计 (火焰)/AA-7000

## 6.3.5 评价方法与评价标准

### 6.3.5.1 评价方法

采用单因子污染指数法（标准指数法）进行评价。

其中：单项水质评价因子(参数) $i$  在第  $j$  点的标准指数：

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

$S_{i,j}$ ——评价因子  $i$  的水质指数，大于 1 表明该水质内容因子超标；

$C_{i,j}$ ——评价因子  $i$  在  $j$  点的实测统计代表值，mg/L；

$C_{i,o}$ ——评价因子  $i$  的水质评价标准限值，mg/L。

对于溶解氧，DO 的标准指数为：

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

$$S_{DO,j} = \frac{|DO_f - DO_j|}{DO_f - DO_s} \quad DO_j \geq DO_f$$

式中： $S_{DO,j}$ —溶解氧的标准指数，大于 1 表明该水质因子超标；

$DO_j$ —溶解氧在  $j$  点的实测统计代表值，mg/L；

DO<sub>s</sub>—溶解氧的水质评价标准限制，mg/L；

DO<sub>f</sub>—饱和溶解氧浓度，mg/L，DO<sub>f</sub>= (491-2.65S) / (33.5+T)

S—实用盐度符号，量纲一；

T——水温，°C。

pH 的标准指数为：

$$S_{pH} = \frac{7.0 - pH}{7.0 - pH_{sd}}, pH \leq 7.0; S_{pH} = \frac{pH - 7.0}{pH_{su} - 7.0}, pH > 7.0$$

式中：S<sub>pH, j</sub>—pH 值的指数，大于 1 表明该水质因子超标；

pH<sub>j</sub>—pH 值实测统计代表值；

pH<sub>su</sub>—pH 评价标准的上限值；

pH<sub>sd</sub>—pH 评价标准的下限值；

水质评价因子的标准指数 > 1，则表明该项水质已超过了规定的水质标准。

### 6.3.5.2 评价标准

(1) 2021 年 4 月

按照《广东省海洋功能区划（2011—2020 年）》规定，各调查站位所在功能区执行的海洋环境评价标准见表 6.3.5-1 和图 6.3.5-1。

表 6.3.5-1 2021 年 4 月调查站位在广东省海洋功能区的执行标准

站位	所在海洋功能区	执行的环境评价标准
B2~B8、B10~B14、B15	珠海-潮州近海农渔业区	执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准
B9	遮浪海洋保护区	
B1	红海湾农渔业区	执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准
B16~B20	碣石湾农渔业区	

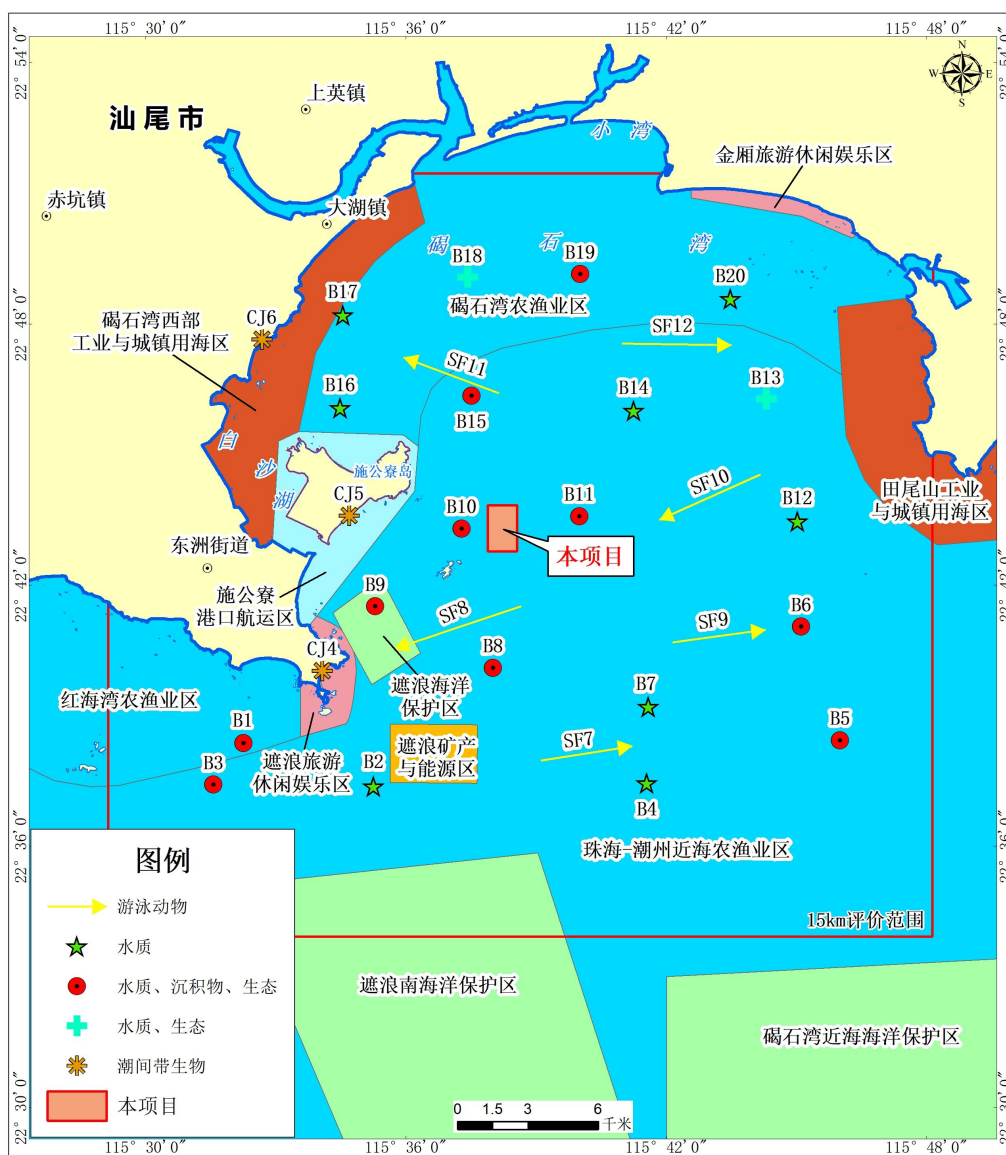


图 6.3.5-1 2021 年 4 月调查站位所处广东省海洋功能区示意图

根据《广东省近岸海域环境功能区划》(粤府办[1999]68 号)及《广东省人民政府关于同意调整汕尾市部分近岸海域环境功能区划的批复》(粤府函[2013]127 号),各调查站位执行水质标准见图 6.3.5-2 和表 6.3.5-2。

表 6.3.5-2 2021 年 4 月调查站位所处广东省近岸海域水质执行标准

站位	执行水质标准
B10、B11、B13~B15、B18~B20	一类水质目标
B7、B16、B17	二类水质目标
B9	三类水质目标

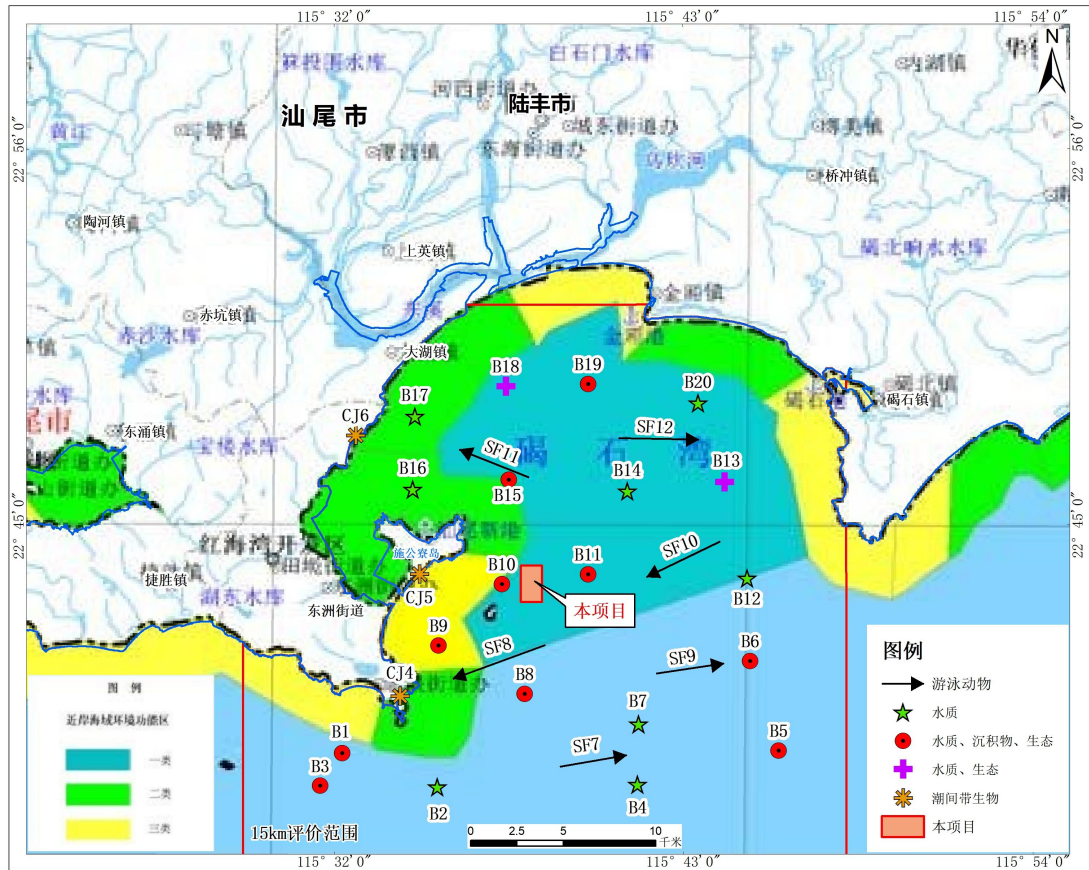


图 6.3.5-2 2021 年 4 月调查站位所处广东省近岸海域功能区示意图

综上所述，项目附近海域水质按照《广东省海洋功能区划（2011—2020 年）》《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府[1999]68 号）和《广东省人民政府关于同意调整汕尾市部分近岸海域环境功能区划的批复》（粤府函[2013]127 号）规定，以海水水质较严者执行，各调查站位水质执行标准详见表 6.3.5-3。

表 6.3.5-3 2021 年 4 月各站位执行的水质标准要求一览表

站位	执行的水质标准
B2~B15、B18~B20	执行海水水质一类标准
B1、B16、B17	执行海水水质二类标准

(2) 2021 年 10 月

按照《广东省海洋功能区划（2011—2020 年）》规定，各调查站位所在功能区执行的海洋环境评价标准见表 6.3.5-4 和图 6.3.5-3。

表 6.3.5-4 2021 年 10 月调查站位在广东省海洋功能区的执行标准

站位	所在海洋功能区	执行的环境评价标准
B1~B8、B10~B12、 B14、B15	珠海-潮州近海农渔业区	执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。
B9	遮浪海洋保护区	

站位	所在海洋功能区	执行的环境评价标准
B16~B20	碣石湾农渔业区	执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。
B13	田尾山工业与城镇用海区	执行海水水质一类标准和海洋生物质量一类标准。

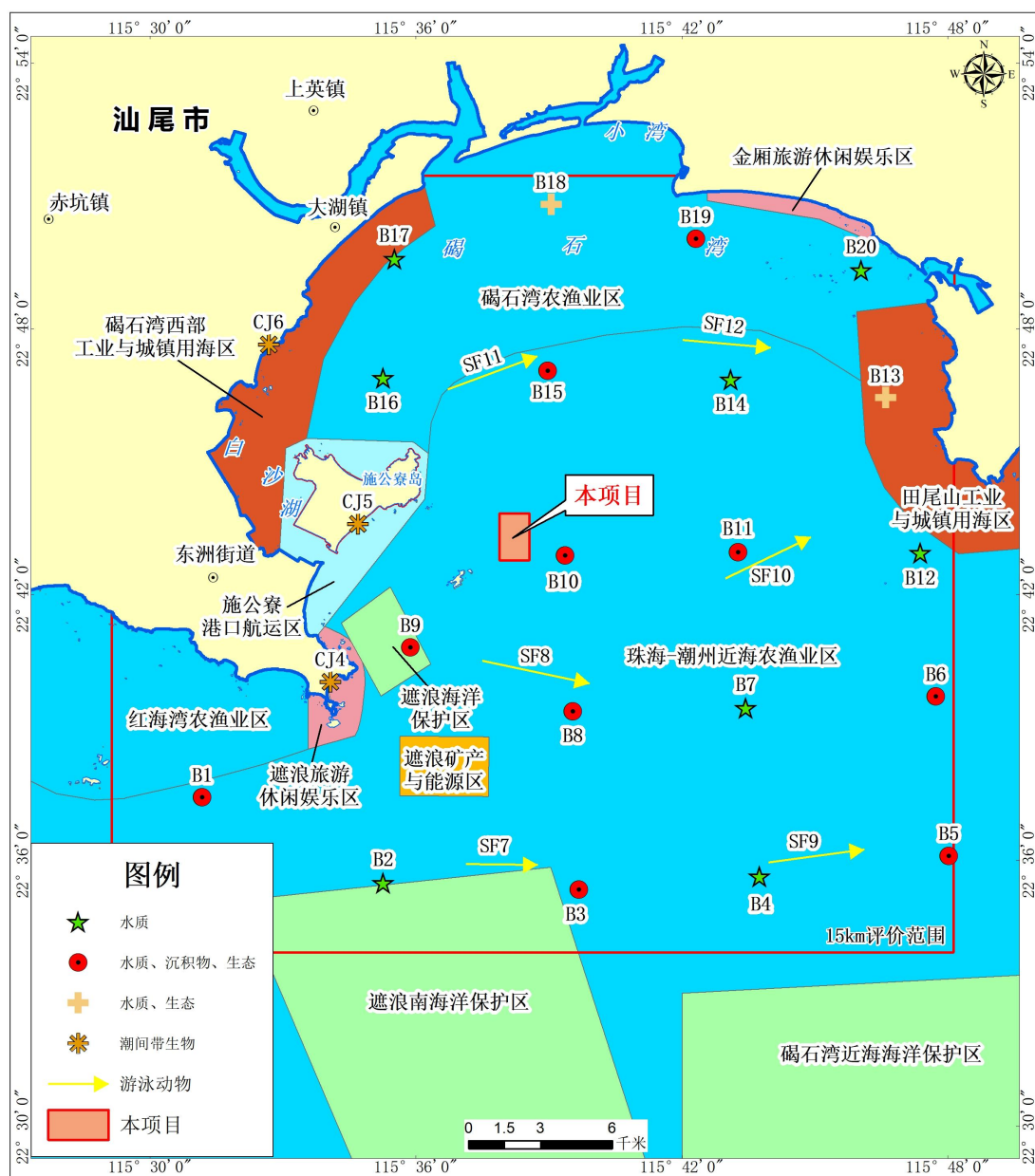


图 6.3.5-3 2021 年 10 月调查站位所处广东省海洋功能区示意图

根据《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办[1999]68 号）及《广东省人民政府关于同意调整汕尾市部分近岸海域环境功能区划的批复》（粤府函[2013]127 号），各调查站位执行水质标准见表 6.3.5-5 和图 6.3.5-4。

表 6.3.5-5 2021 年 10 月调查站位所处广东省近岸海域水质执行标准

站位	执行水质标准
B10、B11、B14、B15	一类水质目标
B16、B17、B19、B20	二类水质目标

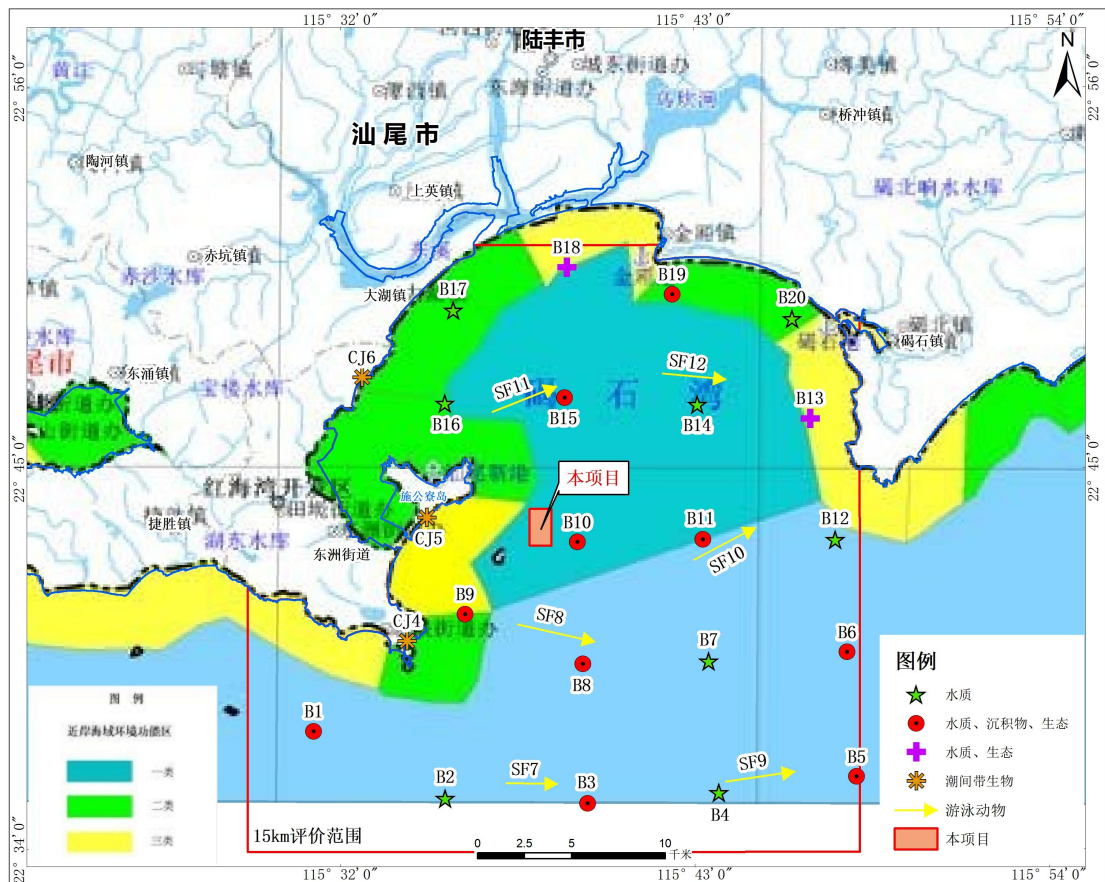


图 6.3.5-4 2021 年 10 月调查站位所处广东省近岸海域功能区示意图

综上所述，项目附近海域水质按照《广东省海洋功能区划（2011—2020 年）》《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府[1999]68 号）和《广东省人民政府关于同意调整汕尾市部分近岸海域环境功能区划的批复》（粤府函[2013]127 号）规定，以海水水质较严者执行，各调查站位水质执行标准详见表 6.3.5-6。

表 6.3.5-6 2021 年 10 月各站位执行的水质标准要求一览表

站位	执行的水质标准
B1~B12、B14、B15	执行海水水质一类标准
B13、B16~B20	执行海水水质二类标准

海域水质现状评价依据标准《海水水质标准》（GB3097-1997），见表 6.3.5-7。

表 6.3.5-7 海水水质标准

单位：mg/L（pH 除外）

水质指标	第一类	第二类	第三类	第四类
pH	7.8~8.5		6.8~8.8	
化学需氧量≤（COD）	2	3	4	5
溶解氧>	6	5	4	3
生化需氧量≤（BOD <sub>5</sub> ）	1	3	4	5
活性磷酸盐≤（以 P 计）	0.015	0.030	0.030	0.045

水质指标	第一类	第二类	第三类	第四类
无机氮 $\leq$ (以 N 计)	0.20	0.30	0.40	0.50
石油类 $\leq$	0.05	0.05	0.30	0.50
铜 (Cu) $\leq$	0.005	0.010	0.050	0.050
铅 (Pb) $\leq$	0.001	0.005	0.010	0.050
锌 (Zn) $\leq$	0.020	0.050	0.100	0.500
镉 (Cd) $\leq$	0.001	0.005	0.010	0.010
汞 (Hg) $\leq$	0.00005	0.0002	0.0002	0.0005
砷 (As) $\leq$	0.020	0.030	0.050	0.050
铬 (Cr) $\leq$	0.05	0.10	0.20	0.50
粪大肠菌群 (个/L)	2000	2000	2000	—
硫化物 $\leq$ (以硫计)	0.02	0.05	0.10	0.25
挥发性酚 $\leq$	0.005	0.005	0.010	0.050

## 6.3.6 海水水质调查结果与评价

### 6.3.6.1 调查结果

(1) 2021 年 4 月

2021 年 4 月各站位水质监测结果见表 6.3.6-1。

(2) 2021 年 10 月

2021 年 10 月各站位水质监测结果见表 6.3.6-2。

### 6.3.6.2 评价结果

(1) 2021 年 4 月

采用上述单项指数评价法，对本次现状监测结果进行标准指数计算，各监测点水质评价因子的标准指数见表 6.3.6-3 至表 6.3.6-4。

①执行海水水质第一类标准

执行第一类海水水质标准的站位有 B2~B15、B18~B20。由监测结果及标准指数表结果可知：主要超标监测因子为活性磷酸盐、石油类、锌、汞，超标率分别为 5.88%、2.94%、2.94%、73.5%。

B6 表层、B15 表层调查站位的活性磷酸盐含量不符合海水水质第一类标准要求，但均符合海水水质第二类标准要求；B5 表层调查站位的石油类含量不符合海水水质第一类标准要求，但符合海水水质第三类标准要求；B10 表层调查站位的锌含量不符合海水水质第一类标准要求，但符合海水水质第二类标准要求；B5 表层、B6、B7 底层、B8~B20 调查站位的汞含量不符合海水水质第一类标准要求，但均符合海水水质第二类标准；其余监测因子均符合海水水质第一类

标准要求。

#### ②执行海水水质第二类标准

执行第二类海水水质标准的站位有 B1、B16、B17。由监测结果及标准指数表结果可知：仅 B1 表层石油类超标，但符合海水水质第三类标准。

综上所述，2021 年 4 月调查附近海域部分站位的活性磷酸盐、石油类、锌、汞含量超过其相对应功能区的标准限值，其余站位的监测因子均符合。

#### (2) 2021 年 10 月

采用上述单项指数评价法，对本次现状监测结果进行标准指数计算，各监测点水质评价因子的标准指数见表 6.3.6-5 至表 6.3.6-6。

#### ①执行海水水质第一类标准

执行第一类海水水质标准的站位有 B1~B12、B14、B15 号。由监测结果及标准指数表结果可知：主要超标监测因子为溶解氧、活性磷酸盐、石油类、铅、汞，超标率分别为 15.63%、87.50%、13.3%、68.75%、28.12%。

B11 表层、B12、B14 调查站位的溶解氧量不符合海水水质第一类标准要求，但均符合海水水质第二类标准要求；B1~B7、B8 表层、B9 底层、B10~B12、B14、B15 调查站位的活性磷酸盐含量不符合海水水质第一类标准要求，但均符合海水水质第二类标准要求；B1 表层、B14 表层调查站位的石油类含量不符合海水水质第一类标准要求，但均符合海水水质第二类标准要求；B1、B2 底层、B2 平行、B3、B4 表底层、B5 中底层、B6 底层、B7、B9 表层、B10、B11 底层、B12、B14 调查站位的铅含量不符合海水水质第一类标准要求，但均符合海水水质第二类标准要求；B2 表层、B3 底层、B6、B7 表层、B10 底层、B11 表层、B12 表层、B14 表层、B15 表层调查站位的汞含量不符合海水水质第一类标准要求，但均符合海水水质第二类标准要求；其余监测因子均符合海水水质第一类标准要求。

#### ②执行海水水质第二类标准

执行第二类海水水质标准的站位有 B13、B16~B20。由监测结果及标准指数表结果可知：该站位所有监测因子均符合海水水质第二类标准要求。

综上所述，2021 年 10 月调查附近海域部分站位的溶解氧、活性磷酸盐、石油类、铅、汞超过其相对应功能区的标准限值，其余站位的监测因子均符合。



表 6.3.6-1 2021 年 4 月海水水质调查结果统计表

站号	采样 层次	pH 值	水温	盐度	活性磷 酸盐	石油类	溶解氧	亚硝酸 盐	硝酸盐	氨氮	无机氮	COD <sub>Mn</sub>	悬浮物	硫化物	铜	铅	镉	汞	砷	锌
			°C	‰	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	mg/L
B1	表层	8.06	23.4	31	0.005	0.0507	7.72	未检出	0.057	0.087	0.1440	1.09	31.2	0.0064	0.0008	0.00016	未检出	0.046	0.0022	0.022
B1	底层	8.04	23.7	32	0.006	/	7.9	0.0002	0.056	0.053	0.1092	0.72	38.9	0.0061	0.0024	0.00031	未检出	0.035	0.0021	未检出
B2	表层	7.99	23.4	30	0.003	0.0332	7.12	0.0004	0.056	0.062	0.1184	1.03	36.4	0.0062	0.0045	未检出	未检出	0.028	0.002	0.0077
B2	底层	8.01	25.7	31	0.003	/	7.03	0.0002	0.056	0.072	0.1282	0.77	45.4	0.0062	0.0038	未检出	未检出	0.045	0.0023	0.0068
B2PX	表层	7.98	23.4	30	0.003	0.0341	7.59	0.0009	0.058	0.041	0.0999	0.96	36.4	0.0063	0.0046	未检出	未检出	0.049	0.0022	0.0043
B2PX	底层	8.04	25.7	31	0.007	/	7.71	0.0004	0.062	0.046	0.1084	0.76	37.9	0.0062	0.0025	未检出	0.00005	0.041	0.0021	0.0081
B3	表层	8.08	22.5	33	0.009	0.0299	7.31	0.0005	0.087	0.022	0.1095	0.47	52	0.006	0.0004	0.0006	0.00002	0.04	0.0023	未检出
B3	底层	8.06	22.3	33	0.006	/	8.16	0.0008	0.087	0.033	0.1208	0.68	35.6	0.006	0.0004	未检出	未检出	0.053	0.0021	未检出
B4	表层	8.05	22.8	32	0.006	0.0298	7.78	0.0007	0.095	0.024	0.1197	1.2	35.5	0.006	0.0022	0.00031	0.00002	0.048	0.0023	未检出
B4	底层	8.07	22.2	33	0.007	/	7.08	0.0009	0.095	0.086	0.1819	1.24	39.9	0.0059	0.0024	未检出	未检出	0.048	0.0026	0.0183
B5	表层	8.08	22.6	32	0.004	0.051	7.44	0.0005	0.103	0.036	0.1395	0.99	39.5	0.0056	0.0003	0.00087	未检出	0.072	0.0022	未检出
B5	底层	8.08	22	32	0.005	/	7.23	0.0006	0.103	0.039	0.1426	1.01	42.2	0.0057	0.0035	0.00005	0.00001	0.049	0.0026	未检出
B6	表层	8.01	23	33	0.02	0.0309	7.39	0.0007	0.077	0.056	0.1337	0.85	45.6	0.0054	0.0029	0.00021	未检出	0.071	0.0023	未检出
B6	底层	8.04	23.4	33	0.004	/	6.95	0.0014	0.072	0.009	0.0824	0.88	38.3	0.005	0.0033	0.00043	未检出	0.058	0.0023	0.0077
B7	表层	8.03	23.2	30	0.003	0.0285	7.2	0.0007	0.076	0.039	0.1157	0.76	47.6	0.005	0.0038	0.00044	未检出	0.048	0.0022	未检出
B7	底层	8.02	23.4	31	0.006	/	6.49	0.001	0.075	0.018	0.0940	0.8	42.4	0.005	0.0039	0.00037	未检出	0.059	0.0022	未检出
B8	表层	7.97	22.8	30	0.006	0.0168	7.51	0.0012	0.005	0.042	0.0482	0.4	50.3	0.0055	0.0005	0.00035	未检出	0.062	0.0022	未检出
B8	底层	7.99	22.5	30	0.008	/	7.87	0.0016	0.005	0.014	0.0206	0.36	42.6	0.006	0.0012	未检出	未检出	0.06	0.002	未检出
B9	表层	7.97	23	32	0.007	未检出	7.49	0.0012	0.005	0.032	0.0382	0.88	40.7	0.0064	0.001	未检出	未检出	0.064	0.0023	0.0037
B9	底层	8.01	22.6	33	0.012	/	7.54	0.0022	0.004	0.017	0.0232	1.01	43.5	0.0058	0.0011	未检出	未检出	0.114	0.0022	未检出
B10	表层	8.03	23	31	0.009	0.0126	7.65	0.0009	0.004	0.028	0.0329	0.66	41.1	0.0054	0.002	未检出	未检出	0.064	0.0022	0.0296
B10	底层	8.04	23	31	0.007	/	8.42	0.0016	0.002	0.009	0.0126	0.66	45.5	0.0054	0.0007	未检出	未检出	0.076	0.0023	未检出
B11	表层	8.01	22.5	33	0.006	0.0071	7.9	0.0008	0.044	0.031	0.0758	0.88	45.3	0.005	0.0027	未检出	0.00001	0.065	0.002	0.013
B11	底层	7.99	22.2	33	0.008	/	8.35	0.0009	0.044	0.032	0.0769	1.09	43	0.0046	0.0025	未检出	未检出	0.064	0.0019	未检出
B12	表层	7.98	22.8	32	0.009	未检出	7.52	0.0006	0.07	0.052	0.1226	0.88	39.5	0.0047	0.003	未检出	0.00001	0.074	0.0021	0.0119
B12	底层	8.01	22.2	32	0.005	/	7.2	0.0009	0.07	0.035	0.1059	0.96	38.4	0.0045	0.0015	未检出	未检出	0.068	0.0021	未检出
B13	表层	8	22.5	32	0.006	0.0085	7.97	0.0021	0.016	0.057	0.0751	0.53	40.8	0.0042	0.0005	0.00044	未检出	0.182	0.0022	0.0032
B13	底层	8.02	21.9	33	0.007	/	8.16	0.0024	0.015	0.013	0.0304	0.47	43.6	0.0042	0.0007	未检出	未检出	0.061	0.0022	未检出
B14	表层	7.97	22.6	30	0.005	未检出	6.31	0.0024	0.062	0.041	0.1054	0.74	45.1	0.0039	0.002	0.00006	未检出	0.069	0.0022	未检出
B14	底层	8	22	31	0.007	/	7.28	0.0021	0.063	0.024	0.0891	0.76	47.8	0.0042	0.0016	未检出	未检出	0.071	0.0022	未检出
B15	表层	7.96	22.5	30	0.028	未检出	8.03	0.0009	0.058	0.048	0.1069	0.58	37	0.005	0.0035	0.00072	0.00002	0.158	0.0025	0.0041
B15	底层	7.98	22.2	30	0.008	/	7.97	0.0011	0.057	0.029	0.0871	0.56	43.2	0.0058	0.0016	0.00046	未检出	0.083	0.0026	未检出
B16	表层	7.99	22	31	0.013	未检出	6.65	0.0037	0.01	0.034	0.0477	0.92	39.8	0.0065	0.0007	0.00052	0.00001	0.075	0.0025	未检出
B17	表层	7.96	22	30	0.014	未检出	7.98	0.0036	0.01	0.033	0.0466	0.88	47.5	0.0066	0.0005	0.00022	未检出	0.065	0.0024	未检出
B18	表层	8.01	22.6	32	0.007	未检出	7.87	0.0015	0.013	0.02	0.0345	1.12	45.7	0.007	0.0006	0.00055	未检出	0.074	0.0025	未检出

B19	表层	7.99	22.5	30	0.006	未检出	7.72	0.001	0.014	0.026	<u>0.0410</u>	0.64	39.9	0.0064	0.0027	0.00062	0.00002	0.065	0.0023	未检出
B20	表层	7.98	23.8	30	0.009	未检出	7.29	0.0011	0.01	0.017	<u>0.0281</u>	0.59	40.5	0.006	0.0013	0.00078	未检出	0.066	0.0024	0.0077
B20PX	表层	8.01	23.8	31	0.008	未检出	7.97	0.0008	0.011	0.019	<u>0.0308</u>	0.64	41.2	0.006	0.0013	未检出	未检出	0.072	0.0021	未检出
最大值		8.08	25.7	33	0.028	0.051	8.42	0.0037	0.103	0.087	<u>0.1937</u>	1.24	52	0.007	0.0046	0.00087	0.00005	0.182	0.0026	0.0296
最小值		7.96	21.9	30	0.003	/	6.31	0.0002	0.002	0.009	<u>0.0112</u>	0.36	31.2	0.004	0.0003	未检出	未检出	0.028	0.0019	未检出
平均值		8.01	22.9	31	0.008	0.0159	7.55	0.0012	0.048	0.036	<u>0.0852</u>	0.8	41.8	0.006	0.002	0.00023	0.000008	0.067	0.0022	0.0049
备注：①表中未检出项目参与计算平均值时视为其检出限值的一半；②无机氮为氨氮、亚硝酸盐氮和硝酸盐氮的总和；③“/”表示该项目无需检测。																				

表 6.3.6-2 2021 年 10 月海水水质调查结果统计表

站号	采样层次	pH 值	水温	盐度	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	亚硝酸盐	硝酸盐	氨	无机氮	COD <sub>Mn</sub>	悬浮物	硫化物	铜	铅	镉	汞	砷	锌
			°C	‰	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L
B1	表	8.1	25.6	31.6	0.018	0.0581	6.87	0.037	0.04	未检出	<u>0.0770</u>	0.79	127.6	未检出	0.0011	0.00342	未检出	0.034	0.0024	未检出
B1	底	8.1	26	31.3	0.019	/	6.94	0.036	0.028	未检出	<u>0.0640</u>	0.96	72.9	0.0002	0.0014	0.00285	0.00008	0.035	0.0023	未检出
B2	表	8.12	26	32.2	0.016	0.0316	6.85	0.033	0.025	未检出	<u>0.0580</u>	0.49	100	0.0007	0.001	0.00087	未检出	0.05	0.0023	未检出
B2	底	8.1	26.2	32.3	0.018	/	6.81	0.038	0.028	未检出	<u>0.0660</u>	0.56	68.9	0.0007	0.0022	0.00125	未检出	0.025	0.0023	未检出
B2	表	8.16	26	31.7	0.016	0.0316	6.81	0.033	0.03	未检出	<u>0.0630</u>	0.62	73.2	0.0007	0.001	0.00118	未检出	0.043	0.0024	未检出
B2	底	8.14	26.2	31.7	0.015	/	6.94	0.037	0.027	未检出	<u>0.0640</u>	0.72	72.3	0.0009	0.0026	0.00203	0.00045	0.016	0.0023	未检出
B3	表	8.12	26.4	30.6	0.016	0.0305	7.2	0.07	0.068	未检出	<u>0.1380</u>	1.1	68.8	0.0004	0.0016	0.00128	未检出	0.027	0.0023	未检出
B3	底	8.11	26.2	30.3	0.017	/	7.17	0.039	0.068	0.009	<u>0.1160</u>	1.04	68.1	0.0003	0.0018	0.00135	未检出	0.054	0.0023	未检出
B4	表	8.13	26.4	32.6	0.018	0.0386	7.07	0.037	0.035	未检出	<u>0.0720</u>	0.48	69.5	0.0004	0.0013	0.0013	未检出	0.017	0.0023	未检出
B4	中	8.12	26.2	32.5	0.019	/	7.1	0.038	0.048	0.005	<u>0.0910</u>	0.41	66.1	0.0004	0.0009	0.00096	0.00023	0.035	0.0023	未检出
B4	底	8.11	26	32.6	0.019	/	7.22	0.036	0.03	0.003	<u>0.0690</u>	0.73	68.5	未检出	0.0017	0.00313	未检出	0.049	0.0023	未检出
B5	表	8.13	26.6	33	0.018	0.0433	7.23	0.036	0.03	0.001	<u>0.0670</u>	0.72	75.5	0.0002	0.0014	0.00085	0.00023	0.026	0.0028	未检出
B5	中	8.14	26	33	0.016	/	7.23	0.037	0.039	0.002	<u>0.0780</u>	0.76	77.5	未检出	0.0047	0.00107	未检出	0.019	0.0024	未检出
B5	底	8.15	26	32.4	0.017	/	7.2	0.031	0.037	未检出	<u>0.0680</u>	0.76	71.4	未检出	0.0006	0.00125	未检出	0.02	0.0023	未检出
B6	表	8.14	26.8	32.8	0.017	0.0363	6.94	0.034	0.042	未检出	<u>0.0760</u>	0.54	64.6	未检出	0.0019	0.00053	未检出	0.064	0.0024	未检出
B6	底	8.12	26.2	32.8	0.016	/	6.96	0.034	0.039	未检出	<u>0.0730</u>	0.59	77.3	未检出	0.0025	0.00132	未检出	0.088	0.0025	未检出
B7	表	8.12	26.4	32.7	0.015	0.0255	7.36	0.036	0.031	未检出	<u>0.0670</u>	0.56	71.7	未检出	0.0022	0.00231	0.00002	0.07	0.0024	未检出
B7	底	8.14	26	32.8	0.017	/	7.35	0.038	0.08	0.002	<u>0.1200</u>	0.6	86.4	未检出	0.0041	0.00164	未检出	0.027	0.0024	未检出
B8	表	8.12	26.8	30.8	0.017	0.0224	7.42	0.072	0.043	未检出	<u>0.1150</u>	0.48	79.7	未检出	0.0009	0.00066	0.00016	0.028	0.0022	未检出
B8	底	8.12	26.2	30.6	0.01	/	7.4	0.066	0.04	0.002	<u>0.1080</u>	0.54	85.5	未检出	0.0014	0.00083	未检出	0.037	0.0021	未检出
B9	表	8.14	26.8	30.7	0.011	0.0322	7.42	0.063	0.054	0.001	<u>0.1180</u>	0.89	115.7	0.0002	0.0012	0.00113	未检出	0.029	0.0022	未检出
B9	底	8.11	26.2	31.1	0.021	/	7.43	0.063	0.051	0.003	<u>0.1170</u>	0.84	73.8	0.0002	0.0015	0.00087	未检出	0.045	0.0022	未检出
B10	表	8.15	27	30.6	0.022	0.0311	7.25	0.061	0.067	0.003	<u>0.1310</u>	0.96	83.2	0.0002	0.0042	0.0018	未检出	0.022	0.0021	未检出
B10	底	8.12	26.2	30.7	0.023	/	7.31	0.067	未检出	0.005	<u>0.0720</u>	0.93	93.5	未检出	0.0025	0.00137	未检出	0.104	0.002	未检出
B11	表	8.13	27	32.8	0.02	0.0316	7.36	0.036	0.044	未检出	<u>0.0800</u>	0.55	88.4	未检出	0.002	0.00091	未检出	0.051	0.0024	0.0086
B11	底	8.14	26.4	32.7	0.025	/	7.34	0.038	0.035	未检出	<u>0.0730</u>	0.48	79.8	0.0002	0.0019	0.00118	未检出	0.029	0.0024	0.0098
B12	表	8.13	26.8	32.9	0.029	0.0191	7.52	0.036	0.032	未检出	<u>0.0680</u>	0.24	67.8	0.0003	0.0022	0.00462	未检出	0.078	0.0024	0.0079

B12	底	8.12	26.2	32.7	0.022	/	7.55	0.037	0.033	未检出	<u>0.0700</u>	0.22	74.6	0.0003	0.0033	0.00198	未检出	0.026	0.0023	0.007
B13	表	8.15	26.8	33.2	0.019	0.019	7.47	0.035	0.034	未检出	<u>0.0690</u>	0.96	78.7	0.0002	0.0009	0.00114	0.00012	0.029	0.0024	未检出
B14	表	8.14	26.8	33.1	0.021	0.0616	7.62	0.032	0.031	未检出	<u>0.0630</u>	0.54	66.5	0.0002	0.0022	0.00126	未检出	0.057	0.0025	未检出
B14	底	8.15	26.4	32.6	0.021	/	7.59	0.037	0.032	未检出	<u>0.0690</u>	0.67	91.1	0.0002	0.0018	0.00315	未检出	0.049	0.0023	未检出
B15	表	8.2	27	32.9	0.023	0.0256	7.08	0.022	未检出	未检出	<u>0.0220</u>	0.47	96	未检出	0.0015	0.00043	未检出	0.11	0.0021	未检出
B15	底	8.18	26.6	32.5	0.024	/	7.16	0.01	0.002	未检出	<u>0.0120</u>	0.67	87.8	0.0005	0.0019	0.00048	未检出	0.048	0.0021	未检出
B16	表	8.21	27	33	0.025	0.0094	7.16	0.013	未检出	未检出	<u>0.0130</u>	0.64	113.9	0.0004	0.0012	0.00404	未检出	0.141	0.0022	未检出
B17	表	8.18	27	33.4	0.023	0.0373	7.15	0.018	0.028	未检出	<u>0.0460</u>	0.56	83.3	0.0003	0.0031	0.00092	未检出	0.078	0.0024	未检出
B18	表	8.18	27.2	33.2	0.024	未检出	7.24	0.018	0.022	未检出	<u>0.0400</u>	0.64	80.5	0.0002	0.0024	0.0009	0.00026	0.077	0.003	未检出
B19	表	8.18	27.2	33.4	0.025	未检出	7.48	0.02	0.014	未检出	<u>0.0340</u>	0.54	81.5	0.0003	0.0025	0.00321	未检出	0.06	0.0023	未检出
B20	表	8.17	27.4	33.3	0.026	未检出	6.92	0.024	0.021	未检出	<u>0.0450</u>	0.48	79.8	0.0003	0.005	0.00267	未检出	0.06	0.0025	未检出
B20	表	8.16	27	33.2	0.025	未检出	7.01	0.025	0.015	未检出	<u>0.0400</u>	0.5	83.6	0.0003	0.0029	0.00228	0.00002	0.068	0.0023	未检出
最大值		8.21	37.3	33.4	0.029	0.0616	7.62	0.072	0.08	0.009	<u>0.1610</u>	1.1	127.6	0.0009	0.005	0.00462	0.00045	0.141	0.003	0.0098
最小值		8.1	34.2	30.3	0.01	/	6.81	0.01	未检出	未检出	<u>0.0100</u>	0.22	64.6	未检出	0.0006	0.00043	未检出	0.016	0.002	未检出
平均值		8.14	36.1	32.3	0.02	0.0325	7.21	0.038	0.037	0.003	<u>0.0780</u>	0.65	81.2	0.0004	0.0021	0.00165	0.00017	0.049	0.0023	0.0083

备注：①表中未检出项目参与计算平均值时视为其检出限值的一半；②无机氮为氨氮、亚硝酸盐氮和硝酸盐氮的总和；③“/”表示该项目无需检测。

表 6.3.6-3 2021 年 04 月份水质监测站位（执行第一类海水水质标准）各要素的质量指数

站位	采样层次	pH	溶解氧	化学需氧量	无机氮	活性磷酸盐	石油类	锌	硫化物	铜	铅	镉	汞	砷
B1	表层	0.71	0.45	0.55	0.72	0.33	1.01	1.10	0.32	0.16	0.16	0.01	0.92	0.11
B1	底层	0.69	0.73	0.36	0.55	0.40	—	0.08	0.31	0.48	0.31	0.01	0.70	0.11
B2	表层	0.66	0.84	0.52	0.59	0.20	0.66	0.39	0.31	0.90	0.02	0.01	0.56	0.10
B2	底层	0.67	0.14	0.39	0.64	0.20	—	0.34	0.31	0.76	0.02	0.01	0.90	0.12
B2PX	表层	0.65	0.29	0.48	0.50	0.20	0.68	0.22	0.32	0.92	0.02	0.01	0.98	0.11
B2PX	底层	0.69	0.89	0.38	0.54	0.47	—	0.41	0.31	0.50	0.02	0.05	0.82	0.11
B3	表层	0.72	0.09	0.24	0.55	0.60	0.60	0.08	0.30	0.08	0.60	0.02	0.80	0.12
B3	底层	0.71	0.75	0.34	0.60	0.40	—	0.08	0.30	0.08	0.02	0.01	1.06	0.11
B4	表层	0.70	0.47	0.60	0.60	0.40	0.60	0.08	0.30	0.44	0.31	0.02	0.96	0.12
B4	底层	0.71	0.85	0.62	0.91	0.47	—	0.92	0.30	0.48	0.02	0.01	0.96	0.13
B5	表层	0.72	0.16	0.50	0.70	0.27	1.02	0.08	0.28	0.06	0.87	0.01	1.44	0.11
B5	底层	0.72	0.83	0.51	0.71	0.33	—	0.08	0.29	0.70	0.05	0.01	0.98	0.13
B6	表层	0.67	0.22	0.43	0.67	1.33	0.62	0.08	0.27	0.58	0.21	0.01	1.42	0.12
B6	底层	0.69	0.86	0.44	0.41	0.27	—	0.39	0.25	0.66	0.43	0.01	1.16	0.12
B7	表层	0.69	0.83	0.38	0.58	0.20	0.57	0.08	0.25	0.76	0.44	0.01	0.96	0.11
B7	底层	0.68	0.92	0.40	0.47	0.40	—	0.08	0.25	0.78	0.37	0.01	1.18	0.11
B8	表层	0.65	0.15	0.20	0.24	0.40	0.34	0.08	0.28	0.10	0.35	0.01	1.24	0.11
B8	底层	0.66	0.39	0.18	0.10	0.53	—	0.08	0.30	0.24	0.02	0.01	1.20	0.10
B9	表层	0.65	0.25	0.44	0.19	0.47	0.04	0.19	0.32	0.20	0.02	0.01	1.28	0.12
B9	底层	0.67	0.29	0.51	0.12	0.80	—	0.08	0.29	0.22	0.02	0.01	2.28	0.11
B10	表层	0.69	0.33	0.33	0.16	0.60	0.25	1.48	0.27	0.40	0.02	0.01	1.28	0.11
B10	底层	0.69	0.96	0.33	0.06	0.47	—	0.08	0.27	0.14	0.02	0.01	1.52	0.12
B11	表层	0.67	0.58	0.44	0.38	0.40	0.14	0.65	0.25	0.54	0.02	0.01	1.30	0.10
B11	底层	0.66	0.89	0.55	0.38	0.53	—	0.08	0.23	0.50	0.02	0.01	1.28	0.10
B12	表层	0.65	0.25	0.44	0.61	0.60	0.04	0.60	0.24	0.60	0.02	0.01	1.48	0.11
B12	底层	0.67	0.83	0.48	0.53	0.33	—	0.08	0.23	0.30	0.02	0.01	1.36	0.11
B13	表层	0.67	0.57	0.27	0.38	0.40	0.17	0.16	0.21	0.10	0.44	0.01	3.64	0.11
B13	底层	0.68	0.68	0.24	0.15	0.47	—	0.08	0.21	0.14	0.02	0.01	1.22	0.11
B14	表层	0.65	0.95	0.37	0.53	0.33	0.04	0.08	0.20	0.40	0.06	0.01	1.38	0.11
B14	底层	0.67	0.82	0.38	0.45	0.47	—	0.08	0.21	0.32	0.02	0.01	1.42	0.11
B15	表层	0.64	0.51	0.29	0.53	1.87	0.04	0.21	0.25	0.70	0.72	0.02	3.16	0.13
B15	底层	0.65	0.42	0.28	0.44	0.53	—	0.08	0.29	0.32	0.46	0.01	1.66	0.13
B18	表层	0.67	0.51	0.56	0.17	0.47	0.04	0.08	0.35	0.12	0.55	0.01	1.48	0.13
B19	表层	0.66	0.28	0.32	0.21	0.40	0.04	0.08	0.32	0.54	0.62	0.02	1.30	0.12
B20	表层	0.65	0.09	0.30	0.14	0.60	0.04	0.39	0.30	0.26	0.78	0.01	1.32	0.12
B20PX	表层	0.67	0.74	0.32	0.15	0.53	0.04	0.08	0.30	0.26	0.02	0.01	1.44	0.11
超标率		0%	0%	0%	0%	5.88%	2.94%	2.94%	0%	0%	0%	0%	73.5%	0%

注：①“—”表示未检指标的标准指数。②低于检出限的项目计算标准指数时以检出限的一半计算。

表 6.3.6-4 2021 年 04 月份水质监测站位（执行第二类海水水质标准）各要素的质量指数

站位	采样层次	pH	溶解氧	化学需氧量	无机氮	活性磷酸盐	石油类	锌	硫化物	铜	铅	镉	汞	砷
B1	表	0.71	0.24	0.36	0.48	0.17	1.01	0.44	0.13	0.08	0.03	0.00	0.23	0.07
B1	底	0.69	0.38	0.24	0.36	0.20	/	0.03	0.12	0.24	0.06	0.00	0.18	0.07
B16	表	0.66	0.75	0.31	0.16	0.43	0.04	0.03	0.13	0.07	0.10	0.00	0.38	0.08
B17	表	0.64	0.23	0.29	0.16	0.47	0.04	0.03	0.13	0.05	0.04	0.00	0.33	0.08
超标率		0%	0%	0%	0%	0%	25%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

注：①低于检出限的项目计算标准指数时以检出限的一半计算。

表 6.3.6-5 2021 年 10 月份水质监测站位（执行第一类海水水质标准）各要素的质量指数

站位	采样层次	pH	溶解氧	化学需氧量	无机氮	活性磷酸盐	石油类	锌	硫化物	铜	铅	镉	汞	砷
B1	表	0.73	0.87	0.40	0.39	1.20	1.16	0.08	0.01	0.22	3.42	0.01	0.68	0.12
B1	底	0.73	0.10	0.48	0.32	1.27	—	0.08	0.01	0.28	2.85	0.08	0.70	0.12
B2	表	0.75	0.04	0.25	0.29	1.07	0.63	0.08	0.04	0.20	0.87	0.01	1.00	0.12
B2	底	0.73	0.02	0.28	0.33	1.20	—	0.08	0.04	0.44	1.25	0.01	0.50	0.12
B2	表	0.77	0.88	0.31	0.32	1.07	0.63	0.08	0.04	0.20	1.18	0.01	0.86	0.12
B2	底	0.76	0.15	0.36	0.32	1.00	—	0.08	0.05	0.52	2.03	0.45	0.32	0.12
B3	表	0.75	0.42	0.55	0.69	1.07	0.61	0.08	0.02	0.32	1.28	0.01	0.54	0.12
B3	底	0.74	0.33	0.52	0.58	1.13	—	0.08	0.02	0.36	1.35	0.01	1.08	0.12
B4	表	0.75	0.42	0.24	0.36	1.20	0.77	0.08	0.02	0.26	1.30	0.01	0.34	0.12
B4	中	0.75	0.41	0.21	0.46	1.27	—	0.08	0.02	0.18	0.96	0.23	0.70	0.12
B4	底	0.74	0.52	0.37	0.35	1.27	—	0.08	0.01	0.34	3.13	0.01	0.98	0.12
B5	表	0.75	0.72	0.36	0.34	1.20	0.87	0.08	0.01	0.28	0.85	0.23	0.52	0.14
B5	中	0.76	0.57	0.38	0.39	1.07	—	0.08	0.01	0.94	1.07	0.01	0.38	0.12
B5	底	0.77	0.48	0.38	0.34	1.13	—	0.08	0.01	0.12	1.25	0.01	0.40	0.12
B6	表	0.76	0.34	0.27	0.38	1.13	0.73	0.08	0.01	0.38	0.53	0.01	1.28	0.12
B6	底	0.75	0.25	0.30	0.37	1.07	—	0.08	0.01	0.50	1.32	0.01	1.76	0.13
B7	表	0.75	0.81	0.28	0.34	1.00	0.51	0.08	0.01	0.44	2.31	0.02	1.40	0.12
B7	底	0.76	0.71	0.30	0.60	1.13	—	0.08	0.01	0.82	1.64	0.01	0.54	0.12
B8	表	0.75	0.80	0.24	0.58	1.13	0.45	0.08	0.01	0.18	0.66	0.16	0.56	0.11
B8	底	0.75	0.62	0.27	0.54	0.67	—	0.08	0.01	0.28	0.83	0.01	0.74	0.11
B9	表	0.76	0.79	0.45	0.59	0.73	0.64	0.08	0.01	0.24	1.13	0.01	0.58	0.11
B9	底	0.74	0.69	0.42	0.59	1.40	—	0.08	0.01	0.30	0.87	0.01	0.90	0.11
B10	表	0.77	0.61	0.48	0.66	1.47	0.62	0.08	0.01	0.84	1.80	0.01	0.44	0.11
B10	底	0.75	0.52	0.47	0.36	1.53	—	0.08	0.01	0.50	1.37	0.01	2.08	0.10
B11	表	0.75	1.00	0.28	0.40	1.33	0.63	0.43	0.01	0.40	0.91	0.01	1.02	0.12
B11	底	0.76	0.79	0.24	0.37	1.67	—	0.49	0.01	0.38	1.18	0.01	0.58	0.12
B12	表	0.75	1.18	0.12	0.34	1.93	0.38	0.40	0.02	0.44	4.62	0.01	1.56	0.12
B12	底	0.75	1.01	0.11	0.35	1.47	—	0.35	0.02	0.66	1.98	0.01	0.52	0.12
B14	表	0.76	1.35	0.27	0.32	1.40	1.23	0.08	0.01	0.44	1.26	0.01	1.14	0.13

站位	采样层次	pH	溶解氧	化学需氧量	无机氮	活性磷酸盐	石油类	锌	硫化物	铜	铅	镉	汞	砷
B14	底	0.77	1.11	0.34	0.35	1.40	—	0.08	0.01	0.36	3.15	0.01	0.98	0.12
B15	表	0.80	0.60	0.24	0.11	1.53	0.51	0.08	0.01	0.30	0.43	0.01	2.20	0.11
B15	底	0.79	0.57	0.34	0.06	1.60	—	0.08	0.03	0.38	0.48	0.01	0.96	0.11
超标率		0%	15.63%	0%	0%	87.50%	13.3%	0%	0%	0%	68.75%	0%	28.12%	0%

注：①“—”表示未检指标的标准指数。②低于检出限的项目计算标准指数时以检出限的一半计算。

表 6.3.6-6 2021 年 10 月份水质监测站位（执行第二类海水水质标准）各要素的质量指数

站位	pH	溶解氧	化学需氧量	无机氮	活性磷酸盐	石油类	锌	硫化物	铜	铅	镉	汞	砷
B13	0.77	0.47	0.32	0.23	0.63	0.38	0.03	0.00	0.09	0.23	0.02	0.15	0.08
B16	0.81	0.29	0.21	0.04	0.83	0.19	0.03	0.13	0.07	0.10	0.00	0.38	0.08
B17	0.79	0.30	0.19	0.15	0.77	0.75	0.03	0.13	0.05	0.04	0.00	0.33	0.08
B18	0.79	0.37	0.21	0.13	0.80	0.04	0.03	0.01	0.12	0.81	0.00	0.71	0.07
B19	0.79	0.52	0.18	0.11	0.83	0.04	0.03	0.01	0.31	0.18	0.00	0.39	0.08
B20	0.78	0.19	0.16	0.15	0.87	0.04	0.03	0.00	0.24	0.18	0.05	0.39	0.10
B20	0.77	0.21	0.17	0.00	0.83	0.04	0.03	0.01	0.25	0.64	0.00	0.30	0.08
超标率	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

注：①低于检出限的项目计算标准指数时以检出限的一半计算。

## 6.4 海洋沉积物环境质量现状调查与评价

项目委托汕尾市润邦检测技术有限公司分别于 2021 年 4 月和 2021 年 10 月在项目附近海域进行海洋沉积物环境质量现状调查。具体站位详见 6.3.2 节。

### 6.4.1 调查项目

粒度、pH、有机碳、硫化物、石油类、铜、铅、镉、总汞、锌共 10 项指标。

### 6.4.2 采样与分析方法

各调查项目的采样方法按《海洋监测规范》（GB17378-2007）和《海洋调查规范》（GB12763-2007）的规定进行。样品的分析按照《海洋监测规范》（GB17378.5-2007）进行，各项的分析方法见表 6.4.2-1。

表 6.4.2-1 沉积物调查分析方法

检测项目	检测方法	检出限	主要分析仪器/型号
粒度	《海洋调查规范第 8 部分：海洋地质地球物理调查》GB/T12763.8-2007 沉积物粒度分析（6.3）	/	电子天平 (BSA224S)YQ-020-05
有机碳	《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB17378.5-2007（18.1）	/	酸式滴定管 /25mL
硫化物	《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB17378.5-2007（17.1）	0.3mg/kg	紫外可见分光光度计 /UV-1800
石油类	《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB17378.5-2007（13.2）	3.0mg/kg	紫外可见分光光度计 /UV-1800
铜	《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB17378.5-2007（6.1）	0.5mg/kg	原子吸收分光光度计 （石墨炉）/AA-7000
铅	《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB17378.5-2007（7.1）	1.0mg/kg	原子吸收分光光度计 （石墨炉）/AA-7000
镉	《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB17378.5-2007（8.1）	0.04mg/kg	原子吸收分光光度计 （石墨炉）/AA-7000
总汞	《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB17378.5-2007（5.1）	0.002mg/kg	原子荧光光度计 /AFS-8520
砷	《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB17378.5-2007（11.1）	0.06mg/kg	原子荧光光度计 /AFS-8520
锌	《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB17378.5-2007（9.1）	6.0mg/kg	原子吸收分光光度计 （火焰）/AA-7000



## 6.4.3 评价方法与评价标准

### 6.4.3.1 评价方法

沉积物质量评价采用单项分指数法，即  $S_{i,j} = C_{i,j} / C_{s,i}$ 。

### 6.4.3.2 评价标准

(1) 2021年4月

采用现状评价依据标准《海洋沉积物质量》（GB 18668-2002）进行评价，见表 6.4.3-1。

表 6.4.3-1 沉积物质量标准

沉积物质量指标	第一类	第二类	第三类
有机碳 ( $\times 10^{-2}$ ) $\leq$	2.0	3.0	4.0
硫化物 ( $\times 10^{-6}$ ) $\leq$	300.0	500.0	600.0
石油类 ( $\times 10^{-6}$ ) $\leq$	500.0	1000.0	1500.0
铜 ( $\times 10^{-6}$ ) $\leq$	35.0	100.0	200.0
铅 ( $\times 10^{-6}$ ) $\leq$	60.0	130.0	250.0
锌 ( $\times 10^{-6}$ ) $\leq$	150.0	350.0	600.0
镉 ( $\times 10^{-6}$ ) $\leq$	0.50	1.50	5.00
汞 ( $\times 10^{-6}$ ) $\leq$	0.20	0.50	1.00
砷 ( $\times 10^{-6}$ ) $\leq$	20.0	65.0	93.0
铬 ( $\times 10^{-6}$ ) $\leq$	80.0	150.0	270.0

沉积物按照《广东省海洋功能区划（2011—2020年）》规定沉积物质量标准执行，各调查站位沉积物执行标准见表 6.4.3-2。

表 6.4.3-2 2021年4月各站位执行的沉积物质量标准要求一览表

站位	执行的沉积物标准
B1、B3、B5、B6、B8~B11、B15、B19	执行海洋沉积物一类标准

(2) 2021年10月

沉积物按照《广东省海洋功能区划（2011—2020年）》规定沉积物质量标准执行，各监测站位执行的沉积物质量标准见表 6.4.3-3。

表 6.4.3-3 2021年10月各站位执行的沉积物质量标准要求一览表

站位	执行的沉积物标准
B1、B3、B5、B6、B8~B11、B15、B19	执行海洋沉积物一类标准

## 6.4.4 海洋沉积物调查结果与评价

### 6.4.4.1 调查结果

(1) 2021年4月

海洋沉积物调查结果分别见表 6.4.4-1。

(2) 2021 年 10 月

海洋沉积物调查结果分别见表 6.4.4-2。

#### **6.4.4.2 评价结果**

(1) 2021 年 4 月

根据单项标准指数法计算出的表层沉积物各评价因子的标准指数以及超标率的统计结果列于表 6.4.4-3。

由 2021 年 4 月监测结果及标准指数表结果可知：所有监测站位的各项调查指标均能符合所在功能区要求执行的海洋沉积物质量标准。

(2) 2021 年 10 月

根据单项标准指数法计算出的表层沉积物各评价因子的标准指数以及超标率的统计结果列于表 6.4.4-4。

由 2021 年 10 月监测结果及标准指数表结果可知：所有监测站位的各项调查指标均能符合所在功能区要求执行的海洋沉积物质量标准。

表 6.4.4-1 2021 年 04 月海洋沉积物质量调查结果

站号	类型	有机碳	硫化物	石油类	铜	铅	镉	总汞	砷	锌
		%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
B1	褐泥质粘土	1.13	231.9	24.2	14.1	28.5	未检出	0.044	5.34	105.7
B3	褐泥质粘土	0.93	96.4	3.3	12.8	18.9	未检出	0.062	6.22	101.2
B5	褐泥质粘土	1.08	228.2	31.4	15.6	22.0	未检出	0.046	5.46	110.7
B6	褐泥质粘土	1.09	166.8	11.6	14.8	29.3	未检出	0.053	8.89	109.6
B8	褐泥质粘土	0.56	132.6	5.4	10.3	20.1	未检出	0.060	7.01	81.0
B9	褐泥质粘土	0.50	105.1	7.9	8.3	21.4	未检出	0.014	0.37	75.3
B10	褐泥质粘土	0.54	78.8	未检出	8.3	19.8	未检出	0.184	3.59	65.4
B11	褐泥质粘土	0.62	290.8	30.9	9.3	17.5	未检出	0.025	1.69	68.9
B15	褐泥质粘土	0.86	181.1	36.1	13.0	19.1	未检出	0.046	7.88	101.5
B19	褐泥质粘土	0.63	269.9	34.4	13.5	27.0	未检出	0.052	7.60	105.7
	最大值	1.13	290.8	36.1	15.6	29.3	未检出	0.184	8.89	110.7
	最小值	0.50	78.8	未检出	8.3	17.5	未检出	0.014	0.37	65.4
	平均值	0.79	178.2	20.6	12.0	22.4	未检出	0.059	5.41	92.5

注：①表中低于检出限项目参与计算平均值时视为其检出限值的一半。

表 6.4.4-2 2021 年 10 月海洋沉积物现状调查结果

站号	类型	有机碳	硫化物	石油类	铜	铅	镉	总汞	砷	锌
		%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
B1	泥质	1.74	197.2	216.7	15.1	22.8	0.05	0.072	5.68	116.7
B3	泥质	1.33	57.8	77.0	16.0	17.4	0.06	0.055	6.31	106.9
B5	泥质	1.65	59.3	68.9	13.8	17.8	0.06	0.056	6.05	101.0
B6	泥质	1.60	108.6	55.5	13.5	5.8	0.19	0.066	7.06	104.4
B8	泥质	1.39	120.2	173.7	15.2	14.9	0.10	0.071	6.74	112.3
B9	泥质	1.66	181.3	168.5	14.2	17.2	0.10	0.063	6.29	104.2
B10	泥质	1.73	85.7	155.1	9.1	11.6	0.09	0.070	6.50	77.4
B11	泥质	1.25	77.6	43.7	9.3	14.3	0.04	0.118	11.80	77.0
B15	泥质	1.31	152.0	120.4	11.6	12.6	0.14	0.060	6.64	96.4
B19	泥质	1.40	34.7	56.3	11.6	12.7	0.07	0.062	5.32	101.1
最大值		1.74	197.2	216.7	16.0	22.8	0.19	0.118	11.80	116.7
最小值		1.25	34.7	43.7	9.1	5.8	0.04	0.055	5.32	77.0
平均值		1.51	107.4	113.6	12.9	14.7	0.09	0.069	6.84	99.7

表 6.4.4-3 2021 年 04 月份沉积物监测站位（执行第一类海洋沉积物质量）各要素标准指数

站位	有机碳	硫化物	石油类	铜	铅	锌	镉	汞	砷	铬
B1	0.57	0.77	0.05	0.40	0.48	0.70	0.04	0.22	0.27	0.36
B3	0.47	0.32	0.01	0.37	0.32	0.67	0.04	0.31	0.31	0.52
B5	0.54	0.76	0.06	0.45	0.37	0.74	0.04	0.23	0.27	0.71
B6	0.55	0.56	0.02	0.42	0.49	0.73	0.04	0.27	0.44	0.68
B8	0.28	0.44	0.01	0.29	0.34	0.54	0.04	0.30	0.35	0.59
B9	0.25	0.35	0.02	0.24	0.36	0.50	0.04	0.07	0.02	0.49
B10	0.27	0.26	0.00	0.24	0.33	0.44	0.04	0.92	0.18	0.49
B11	0.31	0.97	0.06	0.27	0.29	0.46	0.04	0.13	0.08	0.66
B15	0.43	0.60	0.07	0.37	0.32	0.68	0.04	0.23	0.39	0.93
B19	0.32	0.90	0.07	0.39	0.45	0.70	0.04	0.26	0.38	0.37
超标率	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

注：①低于检出限的项目计算标准指数时以检出限的一半计算。

表 6.4.4-4 2021 年 10 月份沉积物监测站位（执行第一类海洋沉积物质量）各要素标准指数

站位	有机碳	硫化物	石油类	铜	铅	锌	镉	汞	砷	铬
B1	0.87	0.66	0.43	0.43	0.38	0.78	0.10	0.36	0.28	0.36
B3	0.67	0.19	0.15	0.46	0.29	0.71	0.12	0.28	0.32	0.52
B5	0.83	0.20	0.14	0.39	0.30	0.67	0.12	0.28	0.30	0.71
B6	0.80	0.36	0.11	0.39	0.10	0.70	0.38	0.33	0.35	0.68
B8	0.70	0.40	0.35	0.43	0.25	0.75	0.20	0.36	0.34	0.59
B9	0.83	0.60	0.34	0.41	0.29	0.69	0.20	0.32	0.31	0.49
B10	0.87	0.29	0.31	0.26	0.19	0.52	0.18	0.35	0.33	0.49
B11	0.63	0.26	0.09	0.27	0.24	0.51	0.08	0.59	0.59	0.66
B15	0.66	0.51	0.24	0.33	0.21	0.64	0.28	0.30	0.33	0.93

站位	有机碳	硫化物	石油类	铜	铅	锌	镉	汞	砷	铬
B19	0.70	0.12	0.11	0.33	0.21	0.67	0.14	0.31	0.27	0.37
超标率	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

## 6.5 海洋生物体质量现状调查与评价

项目委托汕尾市润邦检测技术有限公司分别于 2021 年 4 月和 2021 年 10 月在项目附近海域进行海洋生物体质量现状调查。具体站位详见 6.3.2 节。

### 6.5.1 调查项目

石油烃、铜、铅、镉、总汞、砷、锌共 7 项指标。

### 6.5.2 采样与分析方法

各调查项目的采样方法按《海洋监测规范》（GB17378-2007）和《海洋调查规范》（GB12763-2007）的规定进行。样品的预处理和分析方法遵照《海洋监测规范》（GB 17378.6-2007）进行，各项目的分析方法见表 6.5.2-1。

表 6.5.2-1 海洋生物质量调查分析方法

检测项目	检测方法	检出限	主要分析仪器/型号
石油烃	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》GB 17378.6-2007（13）	0.2 mg/kg	荧光分光光度计 /RF-6000
铜	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》GB 17378.6-2007（6.1）	0.4 mg/kg	原子吸收分光光度计（石墨炉）/AA-7000
铅	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》GB 17378.6-2007（7.1）	0.04 mg/kg	原子吸收分光光度计（石墨炉）/AA-7000
镉	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》GB 17378.6-2007（8.1）	0.005 mg/kg	原子吸收分光光度计（石墨炉）/AA-7000
总汞	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》GB 17378.6-2007（5.1）	0.002 mg/kg	原子荧光光度计 /AFS-8520
砷	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》GB 17378.6-2007（11.1）	0.2 mg/kg	原子荧光光度计 /AFS-8520
锌	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》GB 17378.6-2007（9.1）	0.4 mg/kg	原子吸收分光光度计（火焰） /AA-7000

### 6.5.3 评价方法与评价标准

#### 6.5.3.1 评价方法

采用单项参数标准指数法计算生物的质量指数，即应用公式  $P_i=C_i/C_{si}$ 。

式中： $P_i$ 为第  $i$  种评价因子的质量指数；

$C_i$ 为第  $i$  种评价因子的实测值；

$C_{si}$  为第  $i$  种评价因子的标准值。

生物评价因子的标准指数  $>1$ ，则表明该项指标已超过规定的生物质量标准。

### 6.5.3.2 评价标准

本次甲壳类、鱼类与软体类生物质量标准参考《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》与《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）。海洋生物体质量标准限值见表 6.5.3-1。

表 6.5.3-1 海岸带调查标准最高限值 (mg/kg, 湿重)

标准名称	生物类别	铜	铅	镉	锌	总汞	砷	石油烃
海岸带标准	软体类	100	10.0	5.5	250	0.3	10.0	20*
	鱼类	20	2.0	0.6	40	0.3	5.0	20*
	甲壳类	100	2.0	2.0	150	0.2	8.0	20*

注：\*海岸带生物调查标准中无 TPHs 限量规定，在此石油烃的评价标准采用《第二次全国

## 6.5.4 海洋生物体质量调查结果及评价

### 6.5.4.1 调查结果

(1) 2021 年 4 月

本次调查从 6 个断面采集了鱼类、甲壳类、软体类共 12 个样品，无采集到贝类，海洋生物质量现状调查结果见表 6.5.4-1。

表 6.5.4-1 2021 年 4 月海洋生物质量现状调查结果

断面	样品名称	石油烃	铜	铅	镉	总汞	砷	锌
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
SF7	口虾蛄	8.6	10.4	0.23	0.041	0.016	0.8	10.5
	隆线强蟹	10.6	9.4	0.28	0.054	0.014	0.5	7.6
SF8	口虾蛄	10.1	11.6	未检出	0.298	0.009	2.8	10.4
	变态螭	14.3	9.9	0.07	0.043	0.012	1.0	4.4
SF9	皮氏叫姑鱼	3.4	1.0	未检出	0.054	0.055	0.5	未检出
	棘头梅童鱼	14.5	1.0	3.92	0.061	0.008	0.4	7.2
SF10	龙头鱼	2.2	2.2	0.25	0.058	0.011	0.4	未检出
	棘头梅童鱼	7.0	1.0	0.29	未检出	0.012	0.3	6.6
SF11	口虾蛄	17.0	19.0	0.43	0.154	0.020	1.4	9.6
	变态螭	10.1	12.7	未检出	0.048	0.019	1.3	未检出
SF12	火枪乌贼	4.3	22.2	未检出	0.207	0.023	1.1	6.6
	口虾蛄	7.2	15.6	0.51	0.273	0.021	2.8	18.8

(2) 2021 年 10 月



本次调查从 6 个断面采集了鱼类、甲壳类共 12 个样品，无采集到贝类，海洋生物质量现状调查结果见表 6.5.4-2。

表 6.5.4-2 2021 年 10 月海洋生物质量现状调查结果

断面	样品名称	石油烃	铜	铅	镉	总汞	砷	锌
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
SF7	红星梭子蟹	12.8	7.6	0.26	0.089	0.009	1.0	10.6
	口虾蛄	19.3	20.7	0.34	0.414	0.009	0.8	24.5
SF8	红星梭子蟹	14.3	9.4	0.36	0.113	0.010	0.9	13.6
	口虾蛄	14.7	17.9	0.22	0.340	0.011	1.5	24.3
SF9	红星梭子蟹	19.9	11.4	0.51	0.148	0.007	1.1	17.6
	白姑鱼	19.8	0.7	0.05	未检出	0.006	0.4	11.6
SF10	口虾蛄	14.6	13.4	0.21	0.416	0.009	1.8	23.6
	鹰爪虾	18.0	11.1	1.86	0.072	0.006	1.4	17.3
SF11	口虾蛄	17.1	17.9	1.62	0.398	0.009	1.4	23.0
	红星梭子蟹	11.9	6.8	0.57	0.073	0.009	0.7	15.4
SF12	口虾蛄	9.9	14.5	0.20	0.215	0.010	0.7	11.3
	红星梭子蟹	17.0	8.2	0.33	0.050	0.012	1.6	22.1

### 6.5.4.2 评价结果

#### (1) 2021 年 4 月

海洋生物质量指数见表 6.5.4-3。

结果显示，所有调查站位内采集到的生物体无贝类，仅 SF9 断面棘头梅童鱼铅含量超标，其余指标均满足《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监测简明规程》中规定的生物质量标准要求。

表 6.5.4-2 2021 年 4 月生物质量评价指数

断面	样品类型	名称	评价结果						
			石油烃	铜	铅	镉	总汞	砷	锌
SF7	甲壳类	口虾蛄	0.43	0.10	0.12	0.02	0.08	0.10	0.07
	甲壳类	隆线强蟹	0.53	0.09	0.14	0.03	0.07	0.06	0.05
SF8	甲壳类	口虾蛄	0.51	0.12	0.01	0.15	0.05	0.35	0.07
	甲壳类	变态螳	0.72	0.10	0.04	0.02	0.06	0.13	0.03
SF9	鱼类	皮氏叫姑鱼	0.17	0.05	0.01	0.09	0.18	0.10	0.01
	鱼类	棘头梅童鱼	0.73	0.05	1.96	0.10	0.03	0.08	0.18
SF10	鱼类	龙头鱼	0.11	0.11	0.13	0.10	0.04	0.08	0.01
	鱼类	棘头梅童鱼	0.35	0.05	0.15	0.00	0.04	0.06	0.17
SF11	甲壳类	口虾蛄	0.85	0.19	0.22	0.08	0.10	0.18	0.06
	甲壳类	变态螳	0.51	0.13	0.01	0.02	0.10	0.16	0.00

断面	样品类型	名称	评价结果						
			石油烃	铜	铅	镉	总汞	砷	锌
SF12	软体类	火枪乌贼	0.22	0.22	0.00	0.04	0.08	0.11	0.03
	甲壳类	口虾蛄	0.36	0.16	0.26	0.14	0.11	0.35	0.13
超标率%			0	0	8.3	0	0	0	0

注：低于检出限的标准指数以检出限的一半进行计算。

## (2) 2021 年 10 月

海洋生物质量指数见表 6.5.4-4。

结果显示，所有调查站位内采集到的生物体无贝类，采集到的鱼类、甲壳类生物体内各项评价因子的单项标准指数均小于 1，满足《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监测简明规程》中规定的生物质量标准要求，无超标现象。

表 6.5.4-4 2021 年 10 月生物质量评价指数

断面	样品类型	名称	评价结果						
			石油烃	铜	铅	镉	总汞	砷	锌
SF7	甲壳类	红星梭子蟹	0.640	0.076	0.130	0.045	0.045	0.125	0.071
	甲壳类	口虾蛄	0.965	0.207	0.170	0.207	0.045	0.100	0.163
SF8	甲壳类	红星梭子蟹	0.715	0.094	0.180	0.057	0.050	0.113	0.091
	甲壳类	口虾蛄	0.735	0.179	0.110	0.170	0.055	0.188	0.162
SF9	甲壳类	红星梭子蟹	0.995	0.114	0.255	0.074	0.035	0.138	0.117
	鱼类	白姑鱼	0.990	0.035	0.025	0.004	0.020	0.080	0.290
SF10	甲壳类	口虾蛄	0.730	0.134	0.105	0.208	0.045	0.225	0.157
	甲壳类	鹰爪虾	0.900	0.111	0.930	0.036	0.030	0.175	0.115
SF11	甲壳类	口虾蛄	0.855	0.179	0.810	0.199	0.045	0.175	0.153
	甲壳类	红星梭子蟹	0.595	0.068	0.285	0.037	0.045	0.088	0.103
SF12	甲壳类	口虾蛄	0.495	0.145	0.100	0.108	0.050	0.088	0.075
	甲壳类	红星梭子蟹	0.850	0.082	0.165	0.025	0.060	0.200	0.147
超标率%			0	0	0	0	0	0	0

注：低于检出限的标准指数以检出限的一半进行计算。

## 6.6 海洋生态环境现状调查

### 6.6.1 调查概况

项目委托汕尾市润邦检测技术有限公司分别于 2021 年 4 月和 2021 年 10 月在项目附近海域进行海洋生态环境调查。具体站位详见 6.3.2 节。调查项目包括叶绿素 a 及初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物和潮间带生物。

### 6.6.2 采样与分析方法

#### 6.6.2.1 采样方法

##### ①叶绿素 a 和初级生产力

用容积为 5L 的有机玻璃采水器采表层水样，水样现场过滤，滤膜装入 10mL 离心管放入保温箱中冷藏，带回实验室用紫外可见分光光度法进行分析测定；初级生产力以叶绿素 a 含量按照 Cadee 和 Hegeman(1974)提出的简化的计算真光层初级生产力公式估算。

##### ②浮游植物

用 37cm 口径、筛绢孔径为 0.077mm 的浅水 III 型浮游生物网由底层至表层垂直拖网采集样品。采集到的样品先用 5%福尔马林固定，沉淀法浓缩，然后带回实验室进行鉴定和计数，分析藻类种类组成特点、丰度及优势种，计算多样性指数及均匀度。

##### ③浮游动物

大中型浮游动物采用浅水 I 型浮游生物网（网口直径为 50cm，网口面积为 0.2m<sup>2</sup>，网长 145cm，筛绢孔径约为 0.505mm），从底层至表层进行垂直拖网采集样品，用 5%福尔马林溶液固定后，带回实验室进行种类鉴定和计数，并计算多样性指数及均匀度。

##### ④底栖生物

栖生物：定量样品采用 0.0375m<sup>2</sup> 采泥器，在每站位连续采集样品 2 次，经孔径为 1.00mm 的筛网筛洗干净后，剩余物用 5%福尔马林固定带回实验室完成样本清检、种类鉴定、计数、称重等工作，并计算多样性指数及均匀度。

##### ⑤潮间带生物

在每个调查断面按高、中、低潮三个潮区设立取样站位，在每一个站位上采集标本。取样本时，泥沙质滩涂站位用 25×25 厘米的正方形取样框取样，每站各取样 1 次，取样方法是在站位上随机抛投取样框，先拾取框内滩面上的生物，再挖取泥、沙至 40 厘米深处，用孔径 1 毫米的筛子筛洗，分离出其中的全部埋栖生物；岩礁站位则依生物分布情况，用 25×25 厘米正方形取样框，置框于代表性位置，每站取样 1 次，先拾取样框内岩石面上自由生活的种类后，再剥取全部附着生物。各站采集的样品，全部编号装瓶登记，用无水乙醇固定，带回实验室后，用吸水纸吸干表面水分，然后用天平称重，并进行分类鉴定与计数。

### 6.6.2.2 分析方法

样品的分析采用《海洋监测规范 第 7 部分：近海污染生态调查和生物监测》(GB17378.7-2007)和《海洋调查规范 第 6 部分：海洋生物调查》(GB/T 12763.6)进行，各项目的分析方法如表 6.6.2-1。

表 6.6.2-1 海洋生态调查分析方法

序号	检测指标	检测依据	分析方法
1	浮游植物	《海洋监测规范 第 7 部分：近海污染生态调查和生物监测》GB17378.7-2007/5	浓缩计数法
2	浮游动物	《海洋监测规范 第 7 部分：近海污染生态调查和生物监测》GB17378.7-2007/5	浓缩计数法
3	大型底栖生物	《海洋监测规范 第 7 部分：近海污染生态调查和生物监测》GB17378.7-2007/6	镜检法
4	潮间带生物	《海洋监测规范 第 7 部分：近海污染生态调查和生物监测》GB17378.7-2007/7	镜检法
5	叶绿素 a	《海洋监测规范 第 7 部分：近海污染生态调查和生物监测》GB17378.7-2007/8.2	紫外分光光度法

### 6.6.3 计算方法

#### (1) 初级生产力

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

$$P = C_a Q L t / 2$$

P ——初级生产力 (mg·C/m<sup>2</sup>·d)；

Ca ——表层叶绿素 a 含量 (mg/m<sup>3</sup>)；

Q ——同化系数 (mg·C/(mgChl-a·h))，采用闽南-台湾浅滩近海水域平均同

化系数这里取 3.5;

L——真光层的深度 (m)，取透明度的 3 倍;

t——白昼时间 (h)，12h。

### (2) 优势度

优势度 (Y) 应用以下公式计算:

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

式中:  $n_i$  为第  $i$  种的个体数;  $f_i$  是该种在各站中出现的频率;  $N$  为所有站每个种出现的总个体数。

### (3) 多样性指数

Shannon-Wiener 指数计算公式为:

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

式中:  $H'$ ——种类多样性指数;

$S$ ——样品中的种类总数;

$P_i$ ——第  $i$  种的个体数与总个体数的比值。

### (4) 均匀度

Pielou 均匀度公式为:

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

式中:  $J$ ——均匀度;

$H'$ ——种类多样性指数;

$S$ ——样品中的种类总数。

## 6.6.4 海洋生态现状调查结果

### 6.6.4.1 叶绿素 a 与初级生产力

#### (1) 2021 年 4 月

本次调查区域叶绿素 a 平均浓度为  $1.056\text{mg}/\text{m}^3$ , 变化范围为  $0.323\sim 2.258\text{mg}/\text{m}^3$ , 变幅较大 ( $SD=0.626$ )。本次调查时区域叶绿素 a 含量偏低, 总体叶绿素含量呈现由近岸向外海逐渐减少的趋势。其中 B5 站位叶绿素含量最

低，B18 站位叶绿素含量最高。

调查监测区内平均初级生产力为  $179.19\text{mg}\cdot\text{C}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ ，区域变化范围在  $67.17\sim 369.89\text{mg}\cdot\text{C}/\text{m}^2\cdot\text{d}$  之间，变幅较大 ( $\text{SD}=95.51$ )。其中 B5 站位初级生产力最低，B18 站位初级生产力最高。总体上，监测区域初级生产力处于较低水平。

表 6.6.4-1 (2021 年 4 月) 叶绿素 a 和初级生产力调查结果

站位	叶绿素 a ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	初级生产力 ( $\text{mg}\cdot\text{C}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ )
B1	0.442	83.46
B3	0.442	91.81
B5	0.323	67.17
B6	0.663	146.24
B8	1.461	276.15
B9	0.560	102.33
B10	1.461	257.74
B11	0.561	102.48
B13	1.461	184.10
B15	1.461	230.12
B18	2.258	369.89
B19	1.580	238.84
变化范围	0.323~2.258	67.17~369.89
平均值	$1.056\pm 0.626$	$179.19\pm 95.51$

(2) 2021 年 10 月

本次调查区域叶绿素 a 平均浓度为  $1.204\text{mg}/\text{m}^3$ ，变化范围为  $0.444\sim 2.718\text{mg}/\text{m}^3$ ，变幅较大 ( $\text{SD}=0.718$ )。本次调查时区域叶绿素 a 含量偏低，总体叶绿素含量呈现由近岸向外海逐渐减少的趋势。其中 B11 站位叶绿素含量最低，B8 站位叶绿素含量最高。

调查监测区内平均初级生产力为  $219.72\text{mg}\cdot\text{C}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ ，区域变化范围在  $89.51\sim 547.95\text{mg}\cdot\text{C}/\text{m}^2\cdot\text{d}$  之间，变幅较大 ( $\text{SD}=144.74$ )。其中 B11 站位初级生产力最低，B8 站位初级生产力最高。总体上，监测区域初级生产力处于较低水平。

表 6.6.4-2 (2021 年 10 月) 叶绿素 a (Chla) 和初级生产力调查结果

站位	叶绿素 a ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	初级生产力 ( $\text{mg}\cdot\text{C}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ )
B1	1.463	276.51
B3	0.563	113.50
B5	0.783	167.72
B6	0.563	127.69
B8	2.718	547.95
B9	2.276	430.16
B10	1.699	321.11

站位	叶绿素 a (mg/m <sup>3</sup> )	初级生产力 (mg·C/m <sup>2</sup> ·d)
B11	0.444	89.51
B13	0.784	128.42
B15	0.800	131.04
B18	1.226	154.48
B19	1.123	148.57
变化范围	0.444~2.718	89.51~547.95
平均值	1.204±0.718	219.72±144.74

### 6.6.4.2 浮游植物

#### (1) 2021 年 4 月

##### ① 种类组成和优势种

本次调查共鉴定浮游植物 4 门 26 属 52 种 (含 4 个变种及变型)。硅藻门种类最多, 共 18 属 35 种, 占总种类数的 67.31%; 甲藻门种类次之, 出现 6 属 14 种, 占总种类数的 26.92%; 蓝藻门出现 2 属 2 种, 占总种类数的 3.85%, 金藻门出现 1 属 1 种, 占总种类数的 1.92%。出现种类较多的属为角藻属 (10 种)。

表 6.6.4-3 (2021 年 4 月) 浮游植物种类组成

类群	属数	种类数	种类组成比例 (%)
硅藻	18	35	67.31
甲藻	6	14	26.92
蓝藻	2	2	3.85
金藻	1	1	1.92
总计	26	52	100

##### ② 丰度

调查区域内浮游植物总丰度变化范围为 21.91~120.86×10<sup>4</sup>cell/m<sup>3</sup>, 均值为 54.98×10<sup>4</sup>cell/m<sup>3</sup>。不同站位之间的丰度差异一般, 其中最高丰度出现在 B18, B19 次之。总体浮游植物丰度分布较为一般。

浮游植物群落的组成以硅藻门丰度占优势, 其中的硅藻门丰度占各个调查站位丰度的 49.73%~73.63%, 占调查区域平均丰度的 64.65%, 在 12 个站位均有分布。另外, 甲藻门丰度百分比在 24.75%~44.38%之间, 占区域浮游植物平均丰度的 33.03%, 其他藻类丰度的占比在 1.42%~6.25%之间, 占区域浮游植物平均丰度的 2.32%。

表 6.6.4-4 (2021 年 4 月) 浮游植物各类群丰度

站位	总丰度	硅藻门		甲藻门		其他	
		丰度	百分比	丰度	百分比	丰度	百分比

站位	总丰度	硅藻门		甲藻门		其他	
		丰度	百分比	丰度	百分比	丰度	百分比
B1	28.51	14.18	49.73%	12.55	44.02%	1.78	6.25%
B3	21.91	11.55	52.74%	9.72	44.38%	0.63	2.88%
B5	27.85	17.47	62.71%	9.57	34.38%	0.81	2.92%
B6	61.25	42.03	68.61%	18.00	29.38%	1.23	2.01%
B8	41.68	24.13	57.90%	16.70	40.07%	0.84	2.02%
B9	37.25	23.71	63.64%	13.55	36.36%	/	/
B10	45.77	27.09	59.18%	18.68	40.82%	/	/
B11	34.59	19.59	56.61%	15.01	43.39%	/	/
B13	61.31	42.76	69.75%	17.67	28.83%	0.87	1.42%
B15	63.42	46.70	73.63%	15.70	24.75%	1.03	1.62%
B18	120.86	77.52	64.14%	40.00	33.08%	3.36	2.78%
B19	115.32	79.80	69.20%	30.81	26.72%	4.71	4.09%
平均值	54.98	35.54	64.65%	18.16	33.03%	1.27	2.32%

注：丰度单位为 $\times 10^4 \text{cell/m}^3$ ，“/”为未出现。

### ③优势种

以优势度  $Y$  大于 0.02 为判断标准，本次调查浮游植物优势种共出现 8 种，分别为中肋骨条藻(*Skeletonema costatum*)、短角藻(*Ceratium breve*)、叉状角藻(*Ceratium furca*)、梭角藻(*Ceratium fusus*)、大角角藻(*Ceratium macroceros*)、星脐圆筛藻(*Coscinodiscus asteromphalus*)、海洋原多甲藻(*Protoperidinium oceanicum*)和北方角毛藻(*Chaetoceros borealis*)。这 8 种优势种丰度占调查海域总丰度的 43.70%。其中中肋骨条藻为第一优势种，其优势度为 0.126，其丰度变化范围在  $2.65\sim 14.94\times 10^4 \text{cell/m}^3$ ，占各站位丰度的 9.2%~18.6%，平均丰度  $6.91\times 10^4 \text{cell/m}^3$ ，占区域浮游植物平均丰度的 12.57%。B18 站中肋骨条藻丰度最高，为  $14.94\times 10^4 \text{cell/m}^3$ 。B3 站中肋骨条藻丰度最低，为  $2.65\times 10^4 \text{cell/m}^3$ 。另外，短角藻的优势度居第二位，为 0.059，占总丰度的 6.40%。其他 6 个优势种的优势度在 0.021~0.059，平均丰度在  $1.72\sim 3.27\times 10^4 \text{cell/m}^3$  之间，这 8 种优势种在整个调查海域分布广泛。

表 6.6.4-5 (2021 年 4 月) 浮游植物优势种及其丰度

种名	拉丁文	类群	优势度	平均丰度	丰度占比
中肋骨条藻	<i>Skeletonema costatum</i>	硅藻	0.126	6.91	12.57%
短角藻	<i>Ceratium breve</i>	甲藻	0.059	3.52	6.40%
叉状角藻	<i>Ceratium furca</i>	甲藻	0.059	3.27	5.94%
梭角藻	<i>Ceratium fusus</i>	甲藻	0.038	2.76	5.02%
大角角藻	<i>Ceratium macroceros</i>	甲藻	0.032	2.10	3.82%
星脐圆筛藻	<i>Coscinodiscus asteromphalus</i>	硅藻	0.024	2.01	3.65%



种名	拉丁文	类群	优势度	平均丰度	丰度占比
海洋原多甲藻	<i>Protoperidinium oceanicum</i>	甲藻	0.021	1.75	3.17%
北方角毛藻	<i>Chaetoceros borealis</i>	硅藻	0.021	1.72	3.12%

注：丰度单位为 $\times 10^4 \text{cell/m}^3$

#### ④多样性指数与均匀度

各调查区站位浮游植物种数范围为 17 种~29 种，平均 22 种。多样性指数范围为 3.784~4.699，平均为 4.191。均匀度指数范围为 0.664~0.824，平均为 0.735。多样性指数和均匀度指数均以 B19 最高，B1 最低。总体上，各调查站位各种类浮游植物的多样性指数和均匀度指数均较好。

表 6.6.4-6 (2021 年 4 月) 浮游植物多样性及均匀度指数

站位	种类数	多样性指数	均匀度指数
B1	17	3.784	0.664
B3	18	3.901	0.684
B5	27	4.489	0.787
B6	25	4.411	0.774
B8	19	4.032	0.707
B9	21	4.173	0.732
B10	20	3.952	0.693
B11	19	4.065	0.713
B13	23	4.280	0.751
B15	22	4.139	0.726
B18	25	4.372	0.767
B19	29	4.699	0.824
平均值	22	4.191	0.735

#### ⑤小结

2021 年 4 月调查海域共鉴定浮游植物 4 门 26 属 52 种(含 4 个变种及变型)。浮游植物丰度范围  $21.91\sim 120.86 \times 10^4 \text{cell/m}^3$ ，平均为  $54.98 \times 10^4 \text{cell/m}^3$ 。本次调查浮游植物优势种共出现 8 种，分别为中肋骨条藻、短角藻、叉状角藻、梭角藻、大角角藻、星脐圆筛藻、海洋原多甲藻和北方角毛藻。浮游植物多样性指数平均为 4.191，均匀度指数平均为 0.735。

### (2) 2021 年 10 月

#### ①种类组成

本次调查共鉴定浮游植物 3 门 27 属 58 种(含 3 个变种及变型)。硅藻门种类最多，共 19 属 42 种，占总种类数的 72.41%；甲藻门种类次之，出现 6 属 14 种，占总种类数的 24.14%；蓝藻门出现 2 属 2 种，占总种类数的 3.45%。出现

种类较多的属为角毛藻属（12种）。

表 6.6.4-7 （2021年10月）浮游植物种类

类群	属数	种类数	种类组成比例（%）
硅藻	19	42	72.41
甲藻	6	14	24.14
蓝藻	2	2	3.45
总计	27	58	100

### ②丰度

调查区域内浮游植物总丰度变化范围为 46.13~220.18×10<sup>4</sup>cell/m<sup>3</sup>，均值为 108.35×10<sup>4</sup>cell/m<sup>3</sup>。不同站位之间的丰度差异一般，其中最高丰度出现在 B9，B8 次之。总体浮游植物丰度分布较为一般。

浮游植物群落的组成以硅藻门丰度占优势，其中的硅藻门丰度占各个调查站位丰度的 79.25%~90.89%，占调查区域平均丰度的 84.13%，在 12 个站位均有分布。另外，甲藻门丰度百分比在 9.11%~17.27%之间，占区域浮游植物平均丰度的 14.51%，其他藻类丰度的占比在 1.27%~7.86%之间，占区域浮游植物平均丰度的 1.35%。

表 6.6.4-8 （2021年10月）浮游植物各类群丰度

站位	总丰度	硅藻门		甲藻门		其他	
		丰度	百分比	丰度	百分比	丰度	百分比
B1	66.19	57.49	86.86%	8.70	13.14%	/	/
B3	46.54	38.65	83.04%	7.89	16.96%	/	/
B5	46.13	39.02	84.58%	7.11	15.42%	/	/
B6	64.79	58.34	90.05%	6.44	9.95%	/	/
B8	167.61	152.34	90.89%	15.27	9.11%	/	/
B9	220.18	184.59	83.84%	35.59	16.16%	/	/
B10	110.31	89.86	81.46%	19.06	17.27%	1.40	1.27%
B11	80.93	65.75	81.24%	12.91	15.95%	2.27	2.81%
B13	119.41	100.86	84.47%	18.55	15.53%	/	/
B15	140.10	116.72	83.31%	23.38	16.69%	/	/
B18	120.36	95.39	79.25%	19.76	16.41%	5.21	4.33%
B19	117.69	94.81	80.55%	13.64	11.59%	9.25	7.86%
平均值	108.35	91.15	84.13%	15.69	14.51%	1.51	1.36%

注：丰度单位为×10<sup>4</sup>cell/m<sup>3</sup>，“/”为未出现。

### ③优势种

以优势度 Y 大于 0.02 为判断标准，本次调查浮游植物优势种共出现 8 种，分别为菱形海线藻 (*Thalassionema nitzschioides*)、中肋骨条藻 (*Skeletonema*

*costatum*)、洛氏角毛藻(*Chaetoceros lorenzianus*)、掌状冠盖藻(*Stephanopyxis palmeriana*)、伏氏角毛藻(*Thalassiothrix frauenfeldii*)、梭角藻(*Ceratium fusus*)、笔尖形根管藻(*Rhizosolenia styliformis*)和翼根管藻(*Rhizosolenia alata*)。这 8 种优势种丰度占调查海域总丰度的 44.76%。其中菱形海线藻为第一优势种, 其优势度为 0.122, 其丰度变化范围在 7.06~24.94×10<sup>4</sup>cell/m<sup>3</sup>, 占各站位丰度的 8.16%~21.20%, 平均丰度 13.26×10<sup>4</sup>cell/m<sup>3</sup>, 占区域浮游植物平均丰度的 12.24%。B9 站菱形海线藻丰度最高, 为 24.94×10<sup>4</sup>cell/m<sup>3</sup>。B11 站菱形海线藻丰度最低, 为 7.06×10<sup>4</sup>cell/m<sup>3</sup>。另外, 中肋骨条藻的优势度居第二位, 为 0.074, 占总丰度的 7.36%。其他 6 个优势种的优势度在 0.022~0.062, 平均丰度在 3.50~6.68×10<sup>4</sup>cell/m<sup>3</sup> 之间, 这 8 种优势种在整个调查海域分布广泛。

表 6.6.4-9 (2021 年 10 月) 浮游植物优势种及其丰度

种名	拉丁文	类群	优势度	平均丰度	丰度占比
菱形海线藻	<i>Thalassionemanitzschioides</i>	硅藻	0.122	13.26	12.24%
中肋骨条藻	<i>Skeletonemacostatum</i>	硅藻	0.074	7.98	7.36%
洛氏角毛藻	<i>Chaetoceroslorenzianus</i>	硅藻	0.062	6.68	6.17%
掌状冠盖藻	<i>Stephanopyxispalmeriana</i>	硅藻	0.057	6.22	5.74%
伏氏海毛藻	<i>Thalassiothrixfrauenfeldii</i>	硅藻	0.042	6.12	5.65%
梭角藻	<i>Ceratiumfusum</i>	甲藻	0.032	4.16	3.84%
笔尖形根管藻	<i>Rhizosoleniastyliformis</i>	硅藻	0.025	4.09	3.77%
翼根管藻	<i>Rhizosoleniaalata</i>	硅藻	0.022	3.50	3.23%

注: 丰度单位为×10<sup>4</sup>cell/m<sup>3</sup>

#### ④多样性指数与均匀度

各调查区站位浮游植物种数范围为 22 种~30 种, 平均 27 种。多样性指数范围为 3.912~4.538, 平均为 4.388。均匀度指数范围为 0.668~0.775, 平均为 0.749。多样性指数和均匀度指数均以 B13 最高, B3 最低。总体上, 各调查站位各种类浮游植物的多样性指数和均匀度指数均较好。

表 6.6.4-10 (2021 年 10 月) 浮游植物多样性及均匀度指数

站位	种类数	多样性指数	均匀度指数
B1	28	4.334	0.740
B3	22	3.912	0.668
B5	22	4.292	0.733
B6	28	4.401	0.751
B8	28	4.484	0.765
B9	27	4.529	0.773

站位	种类数	多样性指数	均匀度指数
B10	29	4.465	0.762
B11	27	4.507	0.769
B13	28	4.538	0.775
B15	25	4.402	0.752
B18	30	4.471	0.763
B19	26	4.323	0.738
平均值	27	4.388	0.749

#### ⑤小结

2021年10月调查海域共鉴定浮游植物4门27属58种(含3个变种及变型)。浮游植物丰度范围46.13~220.18×10<sup>4</sup>cell/m<sup>3</sup>, 平均为108.35×10<sup>4</sup>cell/m<sup>3</sup>。本次调查浮游植物优势种共出现8种, 分别为菱形海线藻、中肋骨条藻、洛氏角毛藻、掌状冠盖藻、伏氏海毛藻、梭角藻、笔尖形根管藻和翼根管藻。浮游植物多样性指数平均为4.388, 均匀度指数平均为0.749。

### 6.6.4.3 浮游动物

#### (1) 2021年4月

##### ①种类组成和优势种

经鉴定, 本次调查浮游动物共出现46种(类), 种类一般, 分属8个不同类群, 即被囊动物有尾类、浮游毛颚类、浮游甲壳动物桡足类、浮游甲壳动物莹虾类、浮游幼体、浮游甲壳动物枝角类、腔肠动物水螅水母类和原生动物。其中, 以桡足类出现种类数最多, 为21种, 占总种类数的45.65%; 浮游幼体次之, 出现10种(21.74%); 其他类群出现种类较少。

表 6.6.4-11 (2021年4月) 浮游动物种类

种类	种类数	种类组成比例(%)
浮游甲壳动物桡足类	21	45.65
浮游幼体	10	21.74
浮游毛颚类	7	15.22
腔肠动物水螅水母类	2	4.35
被囊动物有尾类	2	4.35
浮游甲壳动物枝角类	2	4.35
浮游甲壳动物莹虾类	1	2.17
原生动物	1	2.17
总计	46	100

以优势度  $Y \geq 0.02$  为判断标准, 本次调查出现优势种7种, 分别为桡足类幼体(*Copepoda larvae*)、短角长腹剑水蚤(*Oithona brevicornis*)、小拟哲水蚤

(*Paracalanus parvus*)、筒长腹剑水蚤(*Oithona simplex*)、强额拟哲水蚤(*Paracalanus crassirostris*)、亚强次真哲水蚤(*Subeucalanus subcrassus*)和太平洋纺锤水蚤(*Acartia pacifica*)。这7个优势种以桡足类幼体的优势度最高,为0.116,海域平均栖息密度为22.76ind/m<sup>3</sup>,占浮游动物总密度的11.62%,在12个站位均有出现。

表 6.6.4-12 (2021年4月)浮游动物优势种组成

优势种	优势度(Y)	平均密度(ind/m <sup>3</sup> )	密度百分(%)	出现频率(%)
桡足类幼体	0.116	22.76	11.62	100
短角长腹剑水蚤	0.048	14.15	7.22	66.67
小拟哲水蚤	0.041	11.97	6.11	66.67
筒长腹剑水蚤	0.040	11.74	5.99	66.67
强额拟哲水蚤	0.038	11.24	5.74	66.67
亚强次真哲水蚤	0.033	10.94	5.58	58.33
太平洋纺锤水蚤	0.027	8.93	4.56	58.33

### ②密度与生物量

从表 6.6.4-13 可以看出,12 个调查站位浮游动物密度变化范围为 98.86~402.47ind/m<sup>3</sup>,均值 195.89ind/m<sup>3</sup>,变幅较大(SD=115.31)。12 个站位中以 B19 最高、B13 (376.00ind/m<sup>3</sup>) 次之,B1 最低。总体调查海域浮游动物密度一般。12 个调查站位浮游动物总生物量变化范围为 42.05~426.54mg/m<sup>3</sup>,均值 142.89mg/m<sup>3</sup>,变幅较大(SD=131.09)。以 B19 最高,B13 (303.60mg/m<sup>3</sup>) 次之,B1 最低。总体上,调查海域总生物量处于较低水平。

表 6.6.4-13 (2021年4月)浮游动物生物量统计

站位	全网数量(ind)	密度/(ind/m <sup>3</sup> )	总生物量/(mg/m <sup>3</sup> )
B1	348	98.86	42.05
B3	472	109.26	55.79
B5	468	99.57	43.83
B6	476	113.33	62.86
B8	456	128.09	52.53
B9	492	160.78	44.44
B10	508	173.97	225.34
B11	468	157.05	74.83
B13	940	376.00	303.60
B15	348	164.15	277.36
B18	536	367.12	105.48
B19	652	402.47	426.54
平均值	474	195.89±115.31	142.89±131.09

### ③多样性水平

本次调查,各站平均出现浮游动物 15 种(类);浮游动物多样性指数中等,

均值为 3.67，变幅较小（SD=0.17），变化范围为 3.45~4.10，以 B19 最高，B6（3.77）次之，B5 最低；均匀度指数变化范围为 0.62~0.74，均值为 0.66，海区均匀度中等，变幅较小，以 B19 最高，B5 最低。

本次调查，海域多样性阈值变化范围为 2.15~3.05，均值为 2.44，变幅较小（SD=0.24）。B19 最高，B5 最低；其中 B6、B11、B15、B18 和 B19 站位属 II 类水平，多样性较丰富；其他站位均属 III 类水平，多样性中等。总体调查海域整体属 III 类，浮游动物多样性中等。

表 6.6.4-14 （2021 年 4 月）调查区内浮游动物多样性指数和均匀度

站位	种类数	多样性指数 ( $H'$ )	均匀度指数 ( $J$ )	多样性阈值 ( $Dv$ )
B1	14	3.59	0.65	2.33
B3	14	3.56	0.64	2.30
B5	12	3.45	0.62	2.15
B6	15	3.77	0.68	2.58
B8	15	3.56	0.64	2.29
B9	15	3.69	0.67	2.47
B10	14	3.48	0.63	2.20
B11	17	3.75	0.68	2.55
B13	15	3.62	0.66	2.37
B15	16	3.72	0.67	2.50
B18	16	3.72	0.67	2.50
B19	22	4.10	0.74	3.05
平均值	15	3.67±0.17	0.66±0.03	2.44±0.24

#### ④小结

2021 年 4 月调查海域共鉴定出浮游动物 46 种（类），分属 8 个类群，以桡足类出现种类最多。调查区域出现优势种 7 种，分别为桡足类幼体、短角长腹剑水蚤、小拟哲水蚤、筒长腹剑水蚤、强额拟哲水蚤、亚强次真哲水蚤和太平洋纺锤水蚤；多样性指数、均匀度和多样性阈值均值分别为 3.67、0.66 和 2.44，浮游动物多样性和均匀度中等。

#### （2）2021 年 10 月

##### ①种类组成和优势种

经鉴定，本次调查浮游动物共出现 42 种（类），种类一般，分属 10 个不同类群，即被囊动物有尾类、浮游毛颚类、浮游甲壳动物桡足类、浮游甲壳动物莹虾类、浮游甲壳动物樱虾类、浮游幼体、浮游甲壳动物枝角类、腔肠动物水螅水母类、腔肠动物栉水母类和原生动物。其中，以桡足类出现种类数最多，为 17

种，占总种类数的 40.48%；浮游幼体次之，出现 9 种（21.43%）；其他类群出现种类较少。

表 6.6.4-15 (2021 年 10 月) 浮游动物种类

种类	种类数	种类组成比例 (%)
浮游甲壳动物桡足类	17	40.48
浮游幼体	9	21.43
浮游毛颚类	6	14.29
腔肠动物水螅水母类	2	4.76
被囊动物有尾类	2	4.76
浮游甲壳动物枝角类	2	4.76
浮游甲壳动物莹虾类	1	2.38
浮游甲壳动物樱虾类	1	2.38
腔肠动物栉水母类	1	2.38
原生动物	1	2.38
总计	42	100

以优势度  $Y \geq 0.02$  为判断标准，本次调查出现优势种 9 种，分别为桡足类幼体(*Copepoda larvae*)、亚强次真哲水蚤(*Subeucalanus subcrassus*)、肥胖三角溞(*Evadne tergestina*)、普通波水蚤(*Undinula vulgaris*)、肥胖箭虫(*Sagitta enflata*)、鸟喙尖头溞(*Penilia avirostris*)、中华哲水蚤(*Calanus sinicus*)、锥形宽水蚤(*Temora turbinata*)和夜光虫(*Noctiluca scintillans*)。这 9 个优势种以桡足类幼体的优势度最高，为 0.132，海域平均栖息密度为 32.58ind/m<sup>3</sup>，占浮游动物总密度的 13.17%，在 12 个站位均有出现。

表 6.6.4-16 (2021 年 10 月) 浮游动物优势种组成

优势种	优势度 (Y)	平均密度(ind/m <sup>3</sup> )	密度百分(%)	出现频率(%)
桡足类幼体	0.132	32.58	13.17	100
亚强次真哲水蚤	0.105	26.07	10.54	100
肥胖三角溞	0.058	15.67	6.33	91.67
普通波水蚤	0.050	18.64	7.53	66.67
鸟喙尖头溞	0.042	13.68	5.53	75.00
肥胖箭虫	0.037	12.26	4.96	75.00
夜光虫	0.030	11.02	4.46	66.67
锥形宽水蚤	0.029	10.87	4.39	66.67
中华哲水蚤	0.028	11.90	4.81	58.33

### ②密度与生物量

12 个调查站位浮游动物密度变化范围为 112.93~450.00ind/m<sup>3</sup>，均值 247.43ind/m<sup>3</sup>，变幅中等（SD=106.96）。12 个站位中以 B13 最高、B18（409.33ind/m<sup>3</sup>）次之，B5 最低。总体调查海域浮游动物密度一般。12 个调查站

位浮游动物总生物量变化范围为 60.88~327.70mg/m<sup>3</sup>，均值 147.93mg/m<sup>3</sup>，变幅中等（SD=77.82）。以 B13 最高，B18（234.00mg/m<sup>3</sup>）次之，B5 最低。总体上，调查海域总生物量处于较低水平。

表 6.6.4-17 （2021 年 10 月）浮游动物生物量统计

站位	全网数量 (ind)	密度/(ind/m <sup>3</sup> )	总生物量/ (mg/m <sup>3</sup> )
B1	730	197.30	131.08
B3	652	138.72	88.30
B5	664	112.93	60.88
B6	694	146.41	70.68
B8	756	196.88	96.09
B9	758	231.10	96.95
B10	630	201.92	133.33
B11	840	250.00	153.27
B13	666	450.00	327.70
B15	768	342.86	201.34
B18	614	409.33	234.00
B19	490	291.67	181.55
平均值	635.54	247.43±106.96	147.93±77.82

### ③多样性水平

本次调查，各站平均出现浮游动物 16 种（类）；浮游动物多样性指数较高，均值为 3.74，变幅较小（SD=0.17），变化范围为 3.51~4.04，以 B15 最高，B19 次之，B13 最低；均匀度指数变化范围为 0.65~0.75，均值为 0.69，海区均匀度较高，变幅较小，以 B15 最高，B13 最低。

本次调查，海域多样性阈值变化范围为 2.29~3.02，均值为 2.60，变幅较小（SD=0.23）。B15 最高，B13 最低；其中 B1、B6、B8、B9 和 B13 站位属Ⅲ类水平，多样性较丰富；其他站位均属Ⅱ类水平，多样性中等。总体调查海域整体属Ⅱ类，浮游动物多样性较丰富。

表 6.6.4-18 （2021 年 10 月）调查区内浮游动物多样性指数和均匀度

站位	种类数	多样性指数( $H'$ )	均匀度指数( $J$ )	多样性阈值 ( $D_v$ )
B1	15	3.60	0.67	2.40
B3	16	3.75	0.69	2.60
B5	19	3.87	0.72	2.78
B6	16	3.65	0.68	2.47
B8	15	3.54	0.66	2.32
B9	15	3.63	0.67	2.44
B10	16	3.84	0.71	2.73



站位	种类数	多样性指数( $H'$ )	均匀度指数( $J$ )	多样性阈值( $Dv$ )
B11	15	3.76	0.70	2.62
B13	13	3.51	0.65	2.29
B15	18	4.04	0.75	3.02
B18	17	3.76	0.70	2.62
B19	20	3.96	0.73	2.91
平均值	16	3.74±0.17	0.69±0.03	2.60±0.23

#### ④小结

2021年10月调查海域共鉴定出浮游动物42种(类), 分属10个类群, 以桡足类出现种类最多。调查区域出现优势种9种, 分别为桡足类幼体、亚强次真哲水蚤、肥胖三角蚤、普通波水蚤、鸟喙尖头蚤、肥胖箭虫、夜光虫、锥形宽水蚤和中华哲水蚤。浮游动物海域平均密度为247.43 ind/m<sup>3</sup>, 总生物量平均值147.93 mg/m<sup>3</sup>; 多样性指数、均匀度和多样性阈值均值分别为3.74、0.69和2.60, 浮游动物多样性和均匀度较好, 多样性较丰富。

### 6.6.4.4 底栖生物

#### (1) 2021年4月

##### ①种类组成和生态特征

本次定量调查, 共鉴定出底栖生物4门18科20种。其中软体动物为主要生物群为8科8种, 占种类总数的40.00%, 其次为环节动物和节肢动物分别为4科4种、4科6种, 分别占种类总数的20.00%和30.00%。

表 6.6.4-19 (2021年4月) 底栖生物种类组成

门类	科数	种类数	占总种类数的比例(%)
软体动物	8	8	40.00
节肢动物	4	6	30.00
环节动物	4	4	20.00
棘皮动物	2	2	10.00
总计	18	20	100

##### ②优势种和优势度

本次调查, 出现的20种生物中, 优势度在0.02以上的优势种共有5种, 分别为不倒翁虫(*Sternaspis scutata*)、纵肋织纹螺(*Nassarius variciferus*)、毛蚶(*Scapharca subcrenata*)、菲律宾蛤仔(*Ruditapes philippinarum*)和托氏蛤螺(*Umbonium thomasi*); 这5种生物的优势度范围为0.022~0.155。

表 6.6.4-20 (2021 年 4 月) 底栖生物优势种组成

优势种	优势度 (Y)
不倒翁虫( <i>Sternaspis scutata</i> )	0.155
纵肋织纹螺( <i>Nassarius variciferus</i> )	0.067
毛蚶( <i>Scapharca subcrenata</i> )	0.030
菲律宾蛤仔( <i>Ruditapes philippinarum</i> )	0.024
托氏蜡螺( <i>Umbonium thomasi</i> )	0.022

③生物量及栖息密度

1) 总平均生物量和栖息密度

本次调查海域底栖生物的平均栖息密度为 125.56ind/m<sup>2</sup>，总平均生物量为 136.17g/m<sup>2</sup>。栖息密度主要以软体动物为优势，栖息密度为 60.00ind/m<sup>2</sup>，占 47.79%；其次为环节动物，栖息密度为 46.67ind/m<sup>2</sup>，占 37.17%。生物量的组成也以软体动物为主，生物量为 111.13g/m<sup>2</sup>，占总生物量的 75.33%；其次为节肢动物，生物量为 26.73g/m<sup>2</sup>，占总生物量的 18.12%。

表 6.6.4-21 (2021 年 4 月) 底栖生物的平均生物量及栖息密度

项目	软体动物	棘皮动物	节肢动物	环节动物	总计
栖息密度 (ind/m <sup>2</sup> )	60.00	3.33	15.56	46.67	125.56
栖息密度比例 (%)	47.79	2.65	12.39	37.17	100
生物量 (g/m <sup>2</sup> )	111.13	3.30	26.73	6.36	136.17
生物量比例 (%)	75.33	2.24	18.12	4.31	100

2) 生物量及栖息密度的水平分布

调查区海域内各站位底栖生物的生物量差异不大，12 个调查站位生物量范围为 38.68~246.53g/m<sup>2</sup>；栖息密度方面，12 个调查站位栖息密度范围为 40.00~226.67ind/m<sup>2</sup>，其中 B18 站位的生物量最高，为 246.53g/m<sup>2</sup>，同时 B18 站位的栖息密度也为最高，为 226.67ind/m<sup>2</sup>。最高生物量是最低生物量的 6.4 倍，最高栖息密度是最低栖息密度的 5.7 倍。

软体动物在调查海域内所有站位点均有出现，其平均密度为 60.00ind/m<sup>2</sup>，平均生物量为 111.13g/m<sup>2</sup>；其次为节肢动物，平均密度为 15.56ind/m<sup>2</sup>，平均生物量为 26.73g/m<sup>2</sup>。其他两种底栖动物也在各个站位以分散的形式出现，平面分布并不均匀。所有站位的生物量及栖息密度都较一般。

表 6.6.4-22 (2021 年 4 月) 底栖生物生物量及栖息密度的分布

站位	项目	软体动物	棘皮动物	节肢动物	环节动物	总计
B1	生物量	70.00	/	49.73	7.20	126.93
	栖息密度	26.67	/	26.67	40.00	93.33

站位	项目	软体动物	棘皮动物	节肢动物	环节动物	总计
B3	生物量	91.20	20.27	72.80	/	184.27
	栖息密度	53.33	13.33	26.67	/	93.33
B5	生物量	102.13	/	/	/	102.13
	栖息密度	66.67	/	/	/	66.67
B6	生物量	56.67	/	20.13	/	76.80
	栖息密度	26.67	/	13.33	/	40.00
B8	生物量	109.07	/	42.53	3.20	154.80
	栖息密度	53.33	/	26.67	40.00	120.00
B9	生物量	146.40	12.53	54.80	5.47	219.20
	栖息密度	80.00	13.33	40.00	53.33	186.67
B10	生物量	187.20	/	/	4.40	191.60
	栖息密度	80.00	/	/	66.67	146.67
B11	生物量	138.40	6.80	22.13	/	167.33
	栖息密度	40.00	13.33	13.33	/	66.67
B13	生物量	28.40	/	/	10.27	38.67
	栖息密度	40.00	/	/	53.33	93.33
B15	生物量	48.27	/	13.60	24.80	86.67
	栖息密度	26.67	/	13.33	146.67	186.67
B18	生物量	201.47	/	33.87	11.20	246.53
	栖息密度	133.33	/	13.33	80.00	226.67
B19	生物量	154.40	/	11.20	9.73	175.33
	栖息密度	93.33	/	13.33	80.00	186.67
平均值	生物量	111.13	3.30	26.73	6.36	136.17
	栖息密度	60.00	3.33	15.56	46.67	125.56

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

#### ④生物多样性指数及均匀度

调查结果显示，本区域采泥底栖生物多样性指数变化范围在 0.92~2.84 之间，平均为 1.93。多样性指数 B19 站位最高，B6 站位最低；均匀度分布范围在 0.21~0.66 之间，均值为 0.45。本次调查海区底栖生物多样性和均匀度均属于中等水平。

表 6.6.4-23 (2021 年 4 月) 底栖生物多样性指数及均匀度

站位	样方内种类数	样方内个体数	多样性指数( $H'$ )	均匀度( $J$ )
B1	4	7	1.84	0.43
B3	4	7	1.66	0.39
B5	2	5	0.97	0.22
B6	2	3	0.92	0.21
B8	5	9	2.20	0.51
B9	8	14	2.75	0.64
B10	4	11	1.79	0.41

站位	样方内种类数	样方内个体数	多样性指数( $H'$ )	均匀度( $J$ )
B11	3	5	1.37	0.32
B13	4	7	1.84	0.43
B15	6	14	2.22	0.51
B18	6	17	2.74	0.63
B19	8	14	2.84	0.66
平均值	5	9	1.93	0.45

#### ⑤小结

2021年4月调查海域共鉴定出底栖生物4门18科20种。以软体动物出现种类最多为8种，其次为节肢动物6种。优势种共有5种，分别为不倒翁虫、纵肋织纹螺、毛蚶、菲律宾蛤仔和托氏蛞蝓。底栖生物的总平均生物量为136.17g/m<sup>2</sup>，平均栖息密度为125.56ind/m<sup>2</sup>。底栖生物多样性指数平均为1.93；均匀度平均为0.45，区域多样性和均匀度均属于中等水平。

#### (2) 2021年10月

##### ①种类组成和生态特征

本次定量调查，共鉴定出底栖生物4门21科23种。其中软体动物为主要生物群为10科10种，占种类总数的43.48%，其次为节肢动物分别为6科8种，占种类总数的34.78%。

表 6.6.4-24 (2021年10月) 底栖生物种类组成

门类	科数	种类数	占总种类数的比例(%)
软体动物	10	10	43.48
节肢动物	6	8	34.78
环节动物	3	3	13.04
棘皮动物	2	2	8.70
总计	21	23	100

##### ②优势种和优势度

本次调查，出现的23种生物中，优势度在0.02以上的优势种共有5种，分别为不倒翁虫(*Sternaspis scutata*)、菲律宾蛤仔(*Ruditapes philippinarum*)、纵肋织纹螺(*Nassarius variciferus*)、变态蛞蝓(*Charybdis variegata*)和浅缝骨螺(*Murex trapa Roding*)；这5种生物的优势度范围为0.022~0.138。

表 6.6.4-25 (2021年10月) 底栖生物优势种组成

优势种	优势度(Y)
不倒翁虫( <i>Sternaspis scutata</i> )	0.138
菲律宾蛤仔( <i>Ruditapes philippinarum</i> )	0.069
纵肋织纹螺( <i>Nassarius variciferus</i> )	0.044

优势种	优势度 (Y)
变态蠕( <i>Charybdis variegata</i> )	0.044
浅缝骨螺( <i>Murex trapa Roding</i> )	0.022

### ③生物量及栖息密度

#### 1) 总平均生物量和栖息密度

本次调查海域底栖生物的平均栖息密度为 150.00ind/m<sup>2</sup>，总平均生物量为 161.50g/m<sup>2</sup>。栖息密度主要以软体动物为优势，栖息密度为 74.44ind/m<sup>2</sup>，占 49.63%；其次为环节动物，栖息密度为 43.33ind/m<sup>2</sup>，占 28.89%。生物量的组成也以软体动物为主，生物量为 116.23g/m<sup>2</sup>，占总生物量的 71.97%；其次为节肢动物，生物量为 40.63g/m<sup>2</sup>，占总生物量的 25.16%。

表 6.6.4-26 (2021 年 10 月) 底栖生物的平均生物量及栖息密度

项目	软体动物	棘皮动物	节肢动物	环节动物	总计
栖息密度 (ind/m <sup>2</sup> )	74.44	3.33	28.89	43.33	150.00
栖息密度比例 (%)	49.63	2.22	19.26	28.89	100
生物量 (g/m <sup>2</sup> )	116.23	2.49	40.63	2.14	161.50
生物量比例 (%)	71.97	1.54	25.16	1.33	100

#### 2) 生物量及栖息密度的水平分布

调查区海域内各站位底栖生物的生物量差异不大，12 个调查站位生物量范围为 55.47~269.07g/m<sup>2</sup>；栖息密度方面，12 个调查站位栖息密度范围为 80.00~280.00ind/m<sup>2</sup>，其中 B19 站位的生物量最高，为 269.07g/m<sup>2</sup>，B15 站位的栖息密度也为最高，为 280.00ind/m<sup>2</sup>。最高生物量是最低生物量的 4.9 倍，最高栖息密度是最低栖息密度的 3.5 倍。

软体动物在调查海域内所有站位点均有出现，其平均密度为 74.44ind/m<sup>2</sup>，平均生物量为 116.23g/m<sup>2</sup>；其次为节肢动物，平均密度为 28.89ind/m<sup>2</sup>，平均生物量为 40.63g/m<sup>2</sup>。其他两种底栖动物也在各个站位以分散的形式出现，平面分布并不均匀。所有站位的生物量及栖息密度都较一般。

表 6.6.4-27 (2021 年 10 月) 底栖生物生物量及栖息密度的分布

站位	项目	软体动物	棘皮动物	节肢动物	环节动物	总计
B1	生物量	148.13	/	35.47	8.93	192.53
	栖息密度	80.00	/	13.33	53.33	146.67
B3	生物量	16.00	/	35.47	4.00	55.47
	栖息密度	13.33	/	26.67	66.67	106.67
B5	生物量	71.20	/	25.87	0.67	97.73
	栖息密度	40.00	/	13.33	40.00	93.33

站位	项目	软体动物	棘皮动物	节肢动物	环节动物	总计
B6	生物量	78.13	/	27.33	/	105.47
	栖息密度	53.33	/	13.33	/	66.67
B8	生物量	112.67	/	91.87	4.13	208.67
	栖息密度	66.67	/	40.00	80.00	186.67
B9	生物量	158.80	/	14.13	2.13	175.07
	栖息密度	80.00	/	13.33	53.33	146.67
B10	生物量	50.67	/	73.87	/	124.53
	栖息密度	40.00	/	40.00	/	80.00
B11	生物量	63.20	/	83.33	2.13	148.67
	栖息密度	40.00	/	66.67	66.67	173.33
B13	生物量	154.13	11.20	6.80	0.27	172.40
	栖息密度	93.33	13.33	13.33	13.33	133.33
B15	生物量	172.67	/	59.33	2.27	234.27
	栖息密度	133.33	/	66.67	80.00	280.00
B18	生物量	139.73	/	24.40	/	154.13
	栖息密度	106.67	/	26.67	/	133.33
B19	生物量	239.47	18.67	9.73	1.20	269.07
	栖息密度	146.67	26.67	13.33	66.67	253.33
平均值	生物量	116.23	2.49	40.63	2.14	161.50
	栖息密度	74.44	3.33	28.89	43.33	150.00

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

#### ④生物多样性指数及均匀度

调查结果显示，本区域采泥底栖生物多样性指数变化范围在 1.92~3.18 之间，平均为 2.60。多样性指数 B15 站位最高，B6 站位最低；均匀度分布范围在 0.42~0.70 之间，均值为 0.57。本次调查海区底栖生物多样性和均匀度均属于中等水平。

表 6.6.4-28 (2021 年 10 月) 底栖生物多样性指数及均匀度

站位	样方内种类数	样方内个体数	多样性指数( $H'$ )	均匀度( $J$ )
B1	7	11	2.66	0.59
B3	5	8	2.16	0.48
B5	6	7	2.52	0.56
B6	4	5	1.92	0.42
B8	7	14	2.50	0.55
B9	6	11	2.37	0.52
B10	5	6	2.25	0.50
B11	7	13	2.72	0.60
B13	8	10	2.92	0.65
B15	10	21	3.18	0.70
B18	6	10	2.91	0.64

站位	样方内种类数	样方内个体数	多样性指数( $H'$ )	均匀度( $J$ )
B19	10	19	3.07	0.68
平均值	7	11	2.60	0.57

#### ⑤小结

2021年10月调查海域共鉴定出底栖生物4门21科23种。以软体动物出现种类最多为10种，其次为节肢动物8种。优势种共有5种，分别为不倒翁虫、纵肋织纹螺、菲律宾蛤仔、变态蠕和浅缝骨螺。底栖生物的总平均生物量为161.50g/m<sup>2</sup>，平均栖息密度为150.00ind/m<sup>2</sup>。底栖生物多样性指数平均为2.60；均匀度平均为0.57，区域多样性和均匀度均属于中等水平。

### 6.6.4.5 潮间带生物

#### (1) 2021年4月

##### ①潮间带生物种类组成

本次潮间带生物调查，共鉴定出潮间带生物3门11科12种。三个现场断面均为沙质断面，受风浪潮流作用强度大，沉积环境并不稳定，仅采集到软体动物和节肢动物，生物数量和种类均较少。其中，软体动物有8科9种，占种类总数的75.00%；节肢动物各2科2种，各占种类总数的16.67%，常见棒锥螺，疣荔枝螺等。

##### ②潮间带平均生物量及栖息密度

本次调查，潮间带生物平均生物量为31.69g/m<sup>2</sup>，平均栖息密度为11.56ind/m<sup>2</sup>，软体动物生物量和栖息密度都较占优势。

表 6.6.4-29 (2021年4月) 潮间带生物平均生物量及栖息密度

类别	软体动物	节肢动物	环节动物	总计
生物量(g/m <sup>2</sup> )	27.44	3.87	0.38	31.69
生物量百分比 (%)	86.59	12.21	1.19	100
栖息密度(ind/m <sup>2</sup> )	9.33	1.33	0.89	11.56
栖息密度百分比 (%)	80.77	11.54	7.69	100

##### ③生物量及栖息密度比较

3个断面定量采样中，生物量以CJ6号断面的中潮区采样点为最高，其生物量为114.20g/m<sup>2</sup>；其次是CJ6号断面的低潮区采样点，其生物量为58.76g/m<sup>2</sup>，最高生物量是最低生物量的11.20倍；栖息密度也以CJ6号断面的中潮区最高；栖息密度为28ind/m<sup>2</sup>，其次是CJ6号断面的低潮区采样点，栖息密度为20ind/m<sup>2</sup>，最高栖息密度是最低栖息密度的11倍。

表 6.6.4-30 (2021 年 4 月) 潮间带生物分布

采样点	项目	软体动物	节肢动物	环节动物	总计
CJ4 高潮区	生物量	/	/	/	/
	栖息密度	/	/	/	/
CJ4 中潮区	生物量	10.20	/	/	10.20
	栖息密度	4	/	/	4
CJ4 低潮区	生物量	35.80	/	/	35.80
	栖息密度	12	/	/	12
CJ5 高潮区	生物量	/	/	/	/
	栖息密度	/	/	/	/
CJ5 中潮区	生物量	14.28	/	/	14.28
	栖息密度	4	/	/	4
CJ5 低潮区	生物量	16.20	/	/	16.20
	栖息密度	4	/	/	4
CJ6 高潮区	生物量	35.80	/	/	35.80
	栖息密度	12	/	/	12
CJ6 中潮区	生物量	75.96	34.84	3.40	114.20
	栖息密度	24	12.00	8.00	44
CJ6 低潮区	生物量	58.76	/	/	58.76
	栖息密度	24	/	/	24

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

④调查断面水平分布和垂直分布比较

在调查断面的在水平分布上，生物量和栖息密度二者高低排序均为 CJ6 > CJ4 > CJ5。

表 6.6.4-31 (2021 年 4 月) 潮间带生物各断面水平分布

项目	CJ4	CJ5	CJ6
生物量 ( $g/m^2$ )	46.00	30.48	208.76
栖息密度 ( $ind/m^2$ )	16	8	80

在调查断面的在垂直分布上，生物量和栖息密度二者高低排序均为中潮区 > 低潮区 > 高潮区。

表 6.6.4-32 (2021 年 4 月) 潮间带生物各断面垂直分布

项目	高潮区	中潮区	低潮区
生物量 ( $g/m^2$ )	35.80	138.68	110.76
栖息密度 ( $ind/m^2$ )	12	52	40

⑤生物多样性指数和均匀度

本调查海区潮间带生物多样性指数和均匀度见表 6.6.4-33，多样性指数和均匀度的变化范围较大，在 0.81~2.86 之间，平均值为 1.56；均匀度的变化范围为 0.23~0.80，平均值为 0.43；总的来说，多样性指数和均匀度均处于中等水平。



表 6.6.4-33 (2021 年 4 月) 潮间带生物多样性指数及均匀度

采样站号	样方内种类数	样方内个体数	多样性指数	均匀度
CJ4	2	4	0.81	0.23
CJ5	2	2	1.00	0.28
CJ6	9	20	2.86	0.80
平均值	4	8	1.56	0.43

⑥小结

2021 年 4 月调查海域共鉴定出潮间带生物 3 门 11 科 12 种；调查断面潮间带生物平均生物量为 31.69g/m<sup>2</sup>，平均栖息密度为 11.56ind/m<sup>2</sup>。水平分布方面，潮间带生物的平均生物量和平均栖息密度二者高低排序均为 CJ6>CJ4>CJ5。在垂直分布上，潮间带生物的平均生物量和平均栖息密度二者高低排序均为中潮区>低潮区>高潮区。调查断面潮间带生物多样性指数 (H') 平均值为 1.56。种类均匀度平均值为 0.43。

(2) 2021 年 10 月

①潮间带生物种类组成

本次潮间带生物调查，共鉴定出潮间带生物 2 门 11 科 12 种。三个现场断面均为沙质断面，受风浪潮流作用强度大，沉积环境并不稳定，仅采集到软体动物和节肢动物，生物数量和种类均较少。其中，软体动物有 9 科 10 种，占种类总数的 83.33%；节肢动物各 2 科 2 种，各占种类总数的 16.67%，常见棒锥螺，疣荔枝螺等。

②潮间带平均生物量及栖息密度

本次调查，潮间带生物平均生物量为 28.73g/m<sup>2</sup>，平均栖息密度为 15.56ind/m<sup>2</sup>，软体动物生物量和栖息密度都较占优势。

表 6.6.4-34 (2021 年 10 月) 潮间带生物平均生物量及栖息密度

类别	软体动物	节肢动物	总计
生物量(g/m <sup>2</sup> )	26.76	1.97	28.73
生物量百分比 (%)	93.15	6.85	100
栖息密度(ind/m <sup>2</sup> )	14.22	1.33	15.56
栖息密度百分比 (%)	91.43	8.57	100

③生物量及栖息密度比较

3 个断面定量采样中，生物量以 CJ6 号断面的低潮区采样点为最高，其生物量为 58.44g/m<sup>2</sup>；其次是 CJ5 号断面的中潮区采样点，其生物量为 39.08g/m<sup>2</sup>，最高生物量是最低生物量的 2.7 倍；栖息密度也以 CJ6 号断面的低潮区最高；栖息

密度为 40ind/m<sup>2</sup>，其次是 CJ6 号断面的中潮区采样点，栖息密度为 24ind/m<sup>2</sup>，最高栖息密度是最低栖息密度的 3.3 倍。

表 6.6.4-35 (2021 年 10 月) 潮间带生物分布

采样点	项目	软体动物	节肢动物	总计
CJ4 高潮区	生物量	/	/	/
	栖息密度	/	/	/
CJ4 中潮区	生物量	44.84	/	44.84
	栖息密度	20	/	20
CJ4 低潮区	生物量	44.28	/	44.28
	栖息密度	20	/	20
CJ5 高潮区	生物量	/	/	/
	栖息密度	/	/	/
CJ5 中潮区	生物量	39.08	/	39.08
	栖息密度	16	/	16
CJ5 低潮区	生物量	21.28	/	21.28
	栖息密度	12	/	12
CJ6 高潮区	生物量	14.24	8.32	22.56
	栖息密度	8	4.00	12
CJ6 中潮区	生物量	23.92	4.20	28.12
	栖息密度	20	4.00	24
CJ6 低潮区	生物量	53.24	5.20	58.44
	栖息密度	36	4.00	40

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

④调查断面水平分布和垂直分布比较

在调查断面的在水平分布上，生物量和栖息密度二者高低排序均为 CJ6 > CJ4 > CJ5。

表 6.6.4-36 (2021 年 10 月) 潮间带生物各断面水平分布

项目	CJ4	CJ5	CJ6
生物量 (g/m <sup>2</sup> )	89.12	60.36	109.12
栖息密度 (ind/m <sup>2</sup> )	36	28	76

在调查断面的在垂直分布上，生物量和栖息密度二者高低排序均为低潮区 > 中潮区 > 高潮区。

表 6.6.4-37 (2021 年 10 月) 潮间带生物各断面垂直分布

项目	高潮区	中潮区	低潮区
生物量 (g/m <sup>2</sup> )	22.56	112.04	124.00
栖息密度 (ind/m <sup>2</sup> )	12.00	60.00	68.00

⑤生物多样性指数和均匀度

本调查海区潮间带生物多样性指数和均匀度见表 6.6.4-38，多样性指数和均

均匀度的变化范围较大, 在 1.39~2.72 之间, 平均值为 1.99; 均匀度的变化范围为 0.39~0.76, 平均值为 0.56; 总的来说, 多样性指数和均匀度均处于中等水平。

表 6.6.4-38 (2021 年 10 月) 潮间带生物多样性指数及均匀度

采样站号	样方内种类数	样方内个体数	多样性指数	均匀度
CJ4	3	9	1.39	0.39
CJ5	4	7	1.84	0.52
CJ6	8	19	2.72	0.76
平均值	5	12	1.99	0.56

#### ⑥小结

2021 年 10 月调查海域共鉴定出潮间带生物 2 门 11 科 12 种。3 个断面的潮间带生物平均生物量为 28.73g/m<sup>2</sup>, 平均栖息密度为 15.56ind/m<sup>2</sup>。水平分布上, 生物量和栖息密度高低排序均为 CJ6>CJ4>CJ5。垂直分布上, 生物量和栖息密度高低排序均为低潮区>中潮区>高潮区。多样性指数的变化范围较大, 在 1.39~2.72 之间, 平均值为 1.99; 均匀度的变化范围为 0.39~0.76, 平均值为 0.56; 总的来说, 多样性指数和均匀度处于中等水平。

## 6.7 渔业资源现状调查

### 6.7.1 调查概况

项目委托汕尾市润邦检测技术有限公司分别于 2021 年 4 月和 2021 年 10 月在项目附近海域进行渔业资源调查。具体站位详见 6.3.2 节。调查项目包括鱼卵仔稚鱼和游泳生物。

### 6.7.2 采样与分析方法

#### 6.7.2.1 采样方法

鱼卵和仔稚鱼：调查选择适于在调查海区作业且设备条件良好的渔船承担，按照 GB/T12763.6-2007 的相关规定进行样品的采集、保存和运输。A.定量采样：网具使用浅水 I 型浮游生物网（<水深 30m）或大型浮游生物网（>水深 30m）垂直采样，并配有沉锤等设备，由海底至海面垂直拖网。落网速度为 0.5m/s，起网速度为 0.5m/s~0.8m/s。B.定性采样：一般使用大型浮游生物网在海水表层（0m~3m）或其他水层进行水平拖网 10min~15min，船速为 1kn~2kn。海上采得的浮游生物样品按体积 5%的量加入福尔马林溶液固定，带回实验室后将鱼卵仔鱼样品单独挑出，在解剖镜下计数和鉴定。

游泳动物：用单拖作业渔船进行现场试捕调查，所获生物样品进行现场分类和生物学鉴定。租用当地拖网渔船（红遮 2182）进行渔业资源调查。该船主机功率 65kW，船长 12m，宽 3m，吃水水深 0.8m；调查所用网具每张网的上纲长 7.0m，网衣长 15.0m，网口大 3m，网目大 20mm，扫海宽度按浮纲长度的 2/3 计约 10m。调查放网 1 张，拖速约 2.5kn，拖时 30min 左右。拖网时间计算从拖网曳纲停止投放和拖网着底，曳纲拉紧受力时起至起网绞车开始收曳纲时止。对全部渔获物进行种类鉴定和计量，并对主要优势种类做生物学鉴定。

#### 6.7.2.2 分析方法

样品的分析采用《海洋监测规范 第 7 部分：近海污染生态调查和生物监测》（GB17378.7-2007）和《海洋调查规范 第 6 部分：海洋生物调查》（GB/T 12763.6）进行，各项目的分析方法如表 6.7.2-1。

表 6.7.2-1 渔业资源调查分析方法

序号	检测指标	检测依据	分析方法
1	游泳生物	《海洋调查规范 第6部分：海洋生物调查》 GB/T 12763.6-2007/14	目测法
2	鱼卵仔稚鱼	《海洋调查规范 第6部分：海洋生物调查》 GB/T 12763.6-2007/9	镜检法

### 6.7.3 计算方法

#### (1) 鱼卵仔鱼

渔业资源密度(kg/km<sup>2</sup>)根据扫海面积法估算，公式如下：

$$B = \frac{Y}{A(1-E)}$$

式中：Y——平均渔获率 (kg/h)

——A——每小时扫海面积 (km<sup>2</sup>/h)

——E——逃逸率 (这里取 0.5)

#### (2) 游泳生物

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

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

式中：S—重量密度 (kg/km<sup>2</sup>) 或个体密度 (ind/km<sup>2</sup>)；

a—底拖网每小时的扫海面积（扫海宽度取浮网长度的 2/3）；

y—平均重量渔获率 (kg/h) 或平均个体渔获率 (ind/h)；

E—逃逸率（取 0.5）。

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

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

式中：N—某一种类的 ind 数占渔获总 ind 数的百分比；

W—某一种类的重量占渔获总重量的百分比；

F—某一种类的出现的断面数占调查总断面数的百分比。

### 6.7.4 渔业资源调查结果

#### 6.7.4.1 游泳生物

##### (1) 2021 年 4 月

### ①种类组成

本次调查，共捕获游泳生物 33 种，其中：鱼类 15 种，甲壳类共 15 种（其中虾类 4 种，蟹类 9 种、虾蛄类 2 种），头足类 3 种。这些种类分别是龙头鱼、棘头梅童鱼、二长棘鲷、火枪乌贼和口虾蛄等。

六个断面的种类数相对差别一般，其中 SF12 断面的种类数量相对较多为 24 种；SF7 和 SF11 断面种类数量最少，为 17 种。

表 6.7.4-1 （2021 年 4 月）各断面的出现种类统计结果

类群	SF7	SF8	SF9	SF10	SF11	SF12
鱼类	9	6	10	11	5	11
甲壳类	7	12	7	7	11	11
头足类	1	2	1	3	1	2
合计	17	20	18	21	17	24

### ②渔获率

6 个调查断面的重量渔获率变化范围为 3.37~7.70kg/h，平均重量渔获率为 5.71kg/h；个体渔获率变化范围为 512~610ind/h，平均个体渔获率为 557ind/h。其中，甲壳类重量渔获率和个体渔获率为 2.55kg/h 和 318.67ind/h，均占总重量渔获率和总个体渔获率的大部分。

表 6.7.4-2 （2021 年 4 月）各断面的重量渔获率和个体渔获率

类群	项目	SF7	SF8	SF9	SF10	SF11	SF12	平均
鱼类	重量渔获率	2.65	0.89	5.10	4.04	0.82	1.58	2.51
	个体渔获率	172	96	250	272	106	188	180.67
甲壳类	重量渔获率	3.38	3.14	2.03	1.82	2.26	2.67	2.55
	个体渔获率	354	334	208	278	418	320	318.67
头足类	重量渔获率	0.66	0.71	0.57	0.64	0.29	1.00	0.65
	个体渔获率	60	52	54	60	24	96	57.67
合计	重量渔获率	6.68	4.75	7.70	6.51	3.37	5.25	5.71
	个体渔获率	586	512	512	610	548	604	557.00

注：重量渔获率单位为 kg/h；个体渔获率单位为 ind/h；“/”表示没有出现。

### ③资源密度

调查区域游泳生物重量密度和个体密度平均值分别为 246.65kg/km<sup>2</sup> 和 24060ind/km<sup>2</sup>。重量密度分布由低到高的断面依次是 SF11、SF8、SF12、SF10、SF7、SF9；个体密度分布由低到高的断面依次是 SF8、SF9、SF11、SF7、SF12、SF10。

表 6.7.4-3 （2021 年 4 月）调查断面的渔业资源密度

断面	重量密度 (kg/km <sup>2</sup> )	个体密度 (ind/km <sup>2</sup> )
----	----------------------------	-----------------------------

SF7	288.76	25313
SF8	205.09	20821
SF9	332.57	22117
SF10	281.25	26350
SF11	145.57	23672
SF12	226.65	26091
平均	246.65	24060

#### ④鱼类资源状况

##### 1) 鱼类种类组成

本次调查捕获的鱼类共 15 种。这些种类均为我国沿岸、浅海渔业的兼捕对象。大多属于印度洋、太平洋区系，大多数种类分布于大陆架区，以海水性的种类为主，并以栖息于底层、近底层的暖水性种类占优势，其食性大多以底栖生物及小型的游泳生物为主要饵料，这大体上可以反映出该水域鱼类的种类组成区系和主要生态特点。

##### 2) 鱼类资源密度估算

本次调查，鱼类的资源密度见表 6.7.4-4，平均重量密度为 108.63kg/km<sup>2</sup>，平均个体密度为 7804ind/km<sup>2</sup>。

表 6.7.4-4 (2021 年 4 月) 鱼类资源密度

断面	SF7	SF8	SF9	SF10	SF11	SF12	平均
重量密度 (kg/km <sup>2</sup> )	114.55	38.40	220.26	174.69	35.46	68.42	108.63
个体密度 (ind/km <sup>2</sup> )	7430	4147	10799	11749	4579	8121	7804

##### 3) 鱼类优势种

将鱼类 IRI 指数列于表 6.7.4-5，鱼类 IRI 值在 1000 以上的有 5 种，分别为：黄姑鱼、二长棘鲷、龙头鱼、棘头梅童鱼和皮氏叫姑鱼，这 5 种鱼类其平均重量渔获率之和为 2.08kg/h，占鱼类总平均重量渔获率 (2.51kg/h) 的 82.87%；这 5 种鱼类其平均个体渔获率为 129ind/h，占鱼类总平均个体渔获率 (180.67ind/h) 的 71.40%。由此确定这 5 种为鱼类的优势种。

表 6.7.4-5 (2021 年 4 月) 鱼类的 IRI 指数

种类	出现频率 (%)	渔获重量		渔获尾数		IRI
		(kg)	(%)	(ind)	(%)	
黄姑鱼	100.00	0.7710	10.11	24	4.31	1442.04
短吻鳐	83.33	0.2380	3.12	49	8.80	993.17
二长棘鲷	100.00	0.5510	7.23	132	23.70	3092.47
乌塘鳢	33.33	0.1005	1.32	13	2.33	121.72
棕斑兔头鲈	16.67	0.0085	0.11	1	0.18	4.85

种类	出现频率 (%)	渔获重量		渔获尾数		IRI
		(kg)	(%)	(ind)	(%)	
皮氏叫姑鱼	66.67	1.5430	20.24	16	2.87	1540.67
灰康吉鳗	16.67	0.0505	0.66	1	0.18	14.03
龙头鱼	66.67	1.6904	22.17	45	8.08	2016.67
棘头梅童鱼	100.00	1.6815	22.05	170	30.52	5257.34
白姑鱼	50.00	0.3625	4.75	13	2.33	354.40
斑头舌鳎	50.00	0.0750	0.98	4	0.72	85.09
眶棘双边鱼	33.33	0.1845	2.42	39	7.00	314.02
孔虾虎鱼	33.33	0.2035	2.67	38	6.82	316.34
宽体舌鳎	16.67	0.0205	0.27	1	0.18	7.47
多鳞鱻	16.67	0.1445	1.90	11	1.97	64.51

#### 4) 主要经济鱼类生物学特性

##### a. 黄姑鱼

地理分布：分布于西北太平洋区，包括中国、日本、韩国、朝鲜、越南。在中国分布于渤海(在渤海湾北起河北的秦皇岛、南达天津的歧口)、黄海、东海、南海。

生活习性：黄姑鱼为近海中下层鱼类。喜栖息于水深 70~80 米、泥或沙泥底海域。具明显季节洄游习性，具有发声能力，特是鱼群密集生殖盛期。越冬期间主要分布在黄海南部和东海北部外海。幼鱼主要摄食小型虾类、幼鱼和多毛类，成鱼以小型鱼类、虾类和双壳类等底栖生物为主。

本次调查的黄姑鱼体长范围为 55~168mm，体重范围为 17.0~47.5g，平均体重为 32.12g。

##### b. 二长棘鲷

地理分布：分布于北太平洋西部。日本南部，东海，南海北部,台湾海峡以及印度尼西亚沿海均有分布。

生活习性：二长棘鲷为暖温性底层鱼类，栖息于近海水深 20~70 米。为南海经济鱼类。每年的 3~4 月，是二长棘鲷和四长棘鲷(以下称长棘鲷)繁殖生长期。沿海一带浅海域、内湾几乎都有长棘鲷的踪迹，虽然个体不大，但其种群庞大、数量极多。

本次调查的二长棘鲷体长范围为 34~49mm，体重范围为 3.5~8.0g，平均体重为 4.17g。

##### c. 龙头鱼



地理分布：分布于印度洋至西太平洋，包括韩国、日本、中国沿海、台湾及东印度洋海域。在中国分布于黄海南部、东海和南海河口海域，以及台湾南部及西部海域。

生活习性：龙头鱼栖息于沿海中、下层，为肉食性鱼类，主要以食鳗、小公鱼、梭鳗、小沙丁鱼、大黄鱼的幼鱼等小型鱼类，兼食毛虾、虾类和头足类为食。

本次调查的龙头鱼体长范围为 60~186mm，体重范围为 18.5~51.0g，平均体重为 37.56g。

#### **d.棘头梅童鱼**

地理分布：分布于西太平洋区，包括菲律宾、越南、中国、朝鲜、韩国及日本等沿海。

生活习性：主要栖息于河口及深度可达 90 米之砂泥底质中下层水域，群聚性较弱。对温度、盐度的适应能力较强，在长江口、杭州湾等河口海湾内侧沿岸江河淡水注入海区均有分布，有向深浅水间移动和发声习性。捕食底栖生物和小鱼、虾和糠虾为主，有自食幼体现象。

本次调查的棘头梅童鱼体长范围为 20~78mm，体重范围为 1.5~12.0g，平均体重为 9.89g。

#### **e.皮氏叫姑鱼**

地理分布：分布于印度洋至西太平洋，西起波斯湾，东至澳大利亚北部。在中国分布于渤海(在渤海湾南起河北的秦皇岛、北达天津歧口)、黄海、东海、南海。

生活习性：皮氏叫姑鱼为暖温性近岸中下层小型鱼类。喜栖息于泥沙底以及岩礁附近海区，产卵时能发出"咕咕"叫声。主要饵料为桡足类、多毛类、细螯虾、小眼端足类、小蟹、褐虾、鼓虾和小鱼等。幼鱼以浮游动物为主食，成鱼主食小型鱼、虾类、底栖生物等。

本次调查的皮氏叫姑鱼体长范围为 75~204mm，体重范围为 50.5~150.0g，平均体重为 94.44g。

### **⑤头足类的资源状况**

#### **1) 种类组成**

本次调查海域捕获到火枪乌贼、中国枪乌贼和曼氏无针乌贼 3 种头足类。

## 2) 头足类的资源密度估算

本次调查捕获头足类动物种类较少，6个断面均有捕获头足类，其平均重量密度和平均个体密度分别为 27.88kg/km<sup>2</sup> 和 2491ind/km<sup>2</sup>。

表 6.7.4-6 (2021 年 4 月) 头足类资源密度

断面	SF7	SF8	SF9	SF10	SF11	SF12	平均
重量密度 (kg/km <sup>2</sup> )	28.34	30.84	24.67	27.82	12.53	43.11	27.88
个体密度 (ind/km <sup>2</sup> )	2592	2246	2333	2592	1037	4147	2491

## ⑥甲壳类资源状况

### 1) 种类组成

本次调查，共捕获的甲壳类，经鉴定共 15 种，其中：虾类 4 种，蟹类 9 种、虾蛄类 2 种。

### 2) 优势种

将甲壳类 IRI 指数列于表 6.7.4-7，甲壳类 IRI 值在 1000 以上的有 4 种，分别为：猛虾蛄、锈斑蛄、变态蛄和口虾蛄。这 4 种甲壳类平均重量渔获率之和为 1.95kg/h，占甲壳类总平均重量渔获率 (2.55kg/h) 的 76.47%；这 4 种甲壳类平均个体渔获率之和为 181.67ind/h，占甲壳类总平均个体渔获率 (318.67ind/h) 的 57.01%。由此确定这 4 种为甲壳类的优势种。

表 6.7.4-7 (2021 年 4 月) 甲壳类的 IRI 指数

种类	出现频率 (%)	渔获重量		渔获尾数		IRI
		(kg)	(%)	(ind)	(%)	
口虾蛄	100.00	2.8110	36.75	211	22.07	5882.15
猛虾蛄	66.67	0.7425	9.71	65	6.80	1100.48
红星梭子蟹	66.67	0.4665	6.10	52	5.44	769.25
隆线强蟹	66.67	0.7140	9.33	50	5.23	971.04
变态蛄	100.00	1.6490	21.56	217	22.70	4425.74
日本拟平家蟹	16.67	0.0535	0.70	4	0.42	18.63
颗粒拟关公蟹	33.33	0.0340	0.44	9	0.94	46.19
七刺栗壳蟹	33.33	0.1070	1.40	21	2.20	119.84
锈斑蛄	83.33	0.6539	8.55	52	5.44	1165.64
鲜明鼓虾	83.33	0.1170	1.53	83	8.68	850.94
豆形拳蟹	33.33	0.0285	0.37	13	1.36	57.74
中国毛虾	33.33	0.0390	0.51	94	9.83	344.72
鹰爪虾	33.33	0.0720	0.94	17	1.78	90.64
日本蛄	33.33	0.0170	0.22	25	2.62	94.57
须赤虾	83.33	0.1440	1.88	43	4.50	531.69

### 3) 甲壳类资源密度评估

本次调查，甲壳类的资源密度见表 6.7.4-8，其平均重量密度和平均个体密度分别为 110.14kg/km<sup>2</sup> 和 13765ind/km<sup>2</sup>。平均重量密度分布从高到低的站位依次为 SF7、SF8、SF12、SF11、SF9、SF10；平均个体密度分布从高到低的站位依次为 SF11、SF7、SF8、SF12、SF10、SF9。

表 6.7.4-8 (2021 年 4 月) 甲壳类资源密度

断面	SF7	SF8	SF9	SF10	SF11	SF12	平均
重量密度 (kg/km <sup>2</sup> )	145.87	135.84	87.65	78.75	97.58	115.12	110.14
个体密度 (ind/km <sup>2</sup> )	15292	14428	8985	12009	18056	13823	13765

#### ④小结

2021 年 4 月调查海域游泳生物共捕获 33 种，其中：鱼类 15 种，甲壳类虾类 4 种，蟹类 9 种、虾蛄类 2 种，头足类 3 种。调查海域平均重量渔获率和个体渔获率分别为 5.71kg/h 和 557ind/h；渔业资源平均重量密度和个体密度分别为 246.65kg/km<sup>2</sup> 和 24060ind/km<sup>2</sup>；其中，甲壳类重量渔获率和个体渔获率为 2.55kg/h 和 318.67ind./h，均占总重量渔获率和总个体渔获率的大部分。鱼类重量渔获率和个体渔获率分别为 2.51kg/h 和 180.67ind/h；头足类重量渔获率和个体渔获率分别为 0.65kg/h 和 57.67ind/h。优势种为：黄姑鱼、二长棘鲷、龙头鱼、棘头梅童鱼、皮氏叫姑鱼、猛虾蛄、锈斑螳、变态螳和口虾蛄。

### (2) 2021 年 10 月

#### ①种类组成

本次调查，共捕获游泳生物 40 种，其中：鱼类 19 种，甲壳类共 18 种（其中虾类 7 种，蟹类 9 种、虾蛄类 2 种），头足类 3 种。这些种类分别是白姑鱼、龙头鱼、短棘银鲈、中国枪乌贼、红星梭子蟹和口虾蛄等。

六个断面的种类数相对差别一般，其中 SF11 断面的种类数量相对较多为 21 种；SF9 断面种类数量最少，为 17 种。

表 6.7.4-9 (2021 年 10 月) 各断面的出现种类统计结果

类群	SF7	SF8	SF9	SF10	SF11	SF12
鱼类	6	7	7	10	8	6
甲壳类	12	11	9	10	11	12
头足类	1	2	1	0	2	1
合计	19	20	17	20	21	19

#### ②渔获率

6 个调查断面的重量渔获率变化范围为 3.53~4.97kg/h，平均重量渔获率为

4.16kg/h; 个体渔获率变化范围为 300~518ind/h, 平均个体渔获率为 385.00ind/h。其中, 甲壳类重量渔获率和个体渔获率为 3.57kg/h 和 348.33ind/h, 均占总重量渔获率和总个体渔获率的大部分。

表 6.7.4-10 (2021 年 10 月) 各断面的重量渔获率和个体渔获率

类群	项目	SF7	SF8	SF9	SF10	SF11	SF12	平均
鱼类	重量渔获率	0.35	0.34	1.25	0.46	0.77	0.21	0.56
	个体渔获率	32	18	42	44	26	18	30.00
甲壳类	重量渔获率	3.96	3.39	3.32	3.07	4.14	3.52	3.57
	个体渔获率	366	378	290	298	482	276	348.33
头足类	重量渔获率	0.02	0.06	0.02	/	0.06	0.03	0.03
	个体渔获率	6	12	6	/	10	6	6.67
合计	重量渔获率	4.34	3.78	4.58	3.53	4.97	3.76	4.16
	个体渔获率	404	408	338	342	518	300	385.00

注: 重量渔获率单位为 kg/h; 个体渔获率单位为 ind/h; “/”表示没有出现。

### ③资源密度

调查区域游泳生物重量密度和个体密度平均值分别为 224.67kg/km<sup>2</sup> 和 20788ind/km<sup>2</sup>。重量密度分布由低到高的断面依次是 SF10、SF12、SF8、SF7、SF9、SF11; 个体密度分布由低到高的断面依次是 SF12、SF9、SF10、SF7、SF8、SF11。

表 6.7.4-11 (2021 年 10 月) 调查断面的渔业资源密度

断面	重量密度 (kg/km <sup>2</sup> )	个体密度 (ind/km <sup>2</sup> )
SF7	234.07	21814
SF8	204.10	22030
SF9	247.48	18251
SF10	190.60	18467
SF11	268.57	27970
SF12	203.19	16199
平均	224.67	20788

### ④鱼类资源状况

#### 1) 鱼类种类组成

本次调查捕获的鱼类共 19 种。这些种类均为我国沿岸、浅海渔业的兼捕对象。大多属于印度洋、太平洋区系, 大多数种类分布于大陆架区, 以海水性的种类为主, 并以栖息于底层、近底层的暖水性种类占优势, 其食性大多以底栖生物及小型的游泳生物为主要饵料, 这大体上可以反映出该水域鱼类的种类组成区系和主要生态特点。

## 2) 鱼类资源密度估算

本次调查, 鱼类的资源密度见表 6.7.4-12, 其平均重量密度为 30.43kg/km<sup>2</sup>, 平均个体密度为 1620ind/km<sup>2</sup>。

表 6.7.4-12 (2021 年 10 月) 鱼类资源密度

断面	SF7	SF8	SF9	SF10	SF11	SF12	平均
重量密度 (kg/km <sup>2</sup> )	19.06	18.14	67.44	24.84	41.68	11.39	30.43
个体密度 (ind/km <sup>2</sup> )	1728	972	2268	2376	1404	972	1620

## 3) 鱼类优势种

将鱼类 IRI 指数列于表 6.7.4-13, 鱼类 IRI 值在 1000 以上的有 3 种, 分别为: 白姑鱼、龙头鱼和短棘银鲈, 这 3 种鱼类其平均重量渔获率之和为 0.40kg/h, 占鱼类总平均重量渔获率 (0.56kg/h) 的 71.43%; 这 3 种鱼类其平均个体渔获率为 18ind/h, 占鱼类总平均个体渔获率 (30.00ind/h) 的 60.00%。由此确定这 3 种为鱼类的优势种。

表 6.7.4-13 (2021 年 10 月) 鱼类的 IRI 指数

种类	出现频率 (%)	渔获重量		渔获尾数		IRI
		(kg)	(%)	(ind)	(%)	
白姑鱼	100.00	0.9885	58.47	24	26.67	8514.05
龙头鱼	83.33	0.1225	7.25	23	25.56	2733.49
矾塘鳢	66.67	0.0400	2.37	8	8.89	750.34
尖尾鳎	33.33	0.1260	7.45	2	2.22	322.52
红狼牙虾虎鱼	83.33	0.0150	0.89	7	7.78	722.09
短棘银鲈	83.33	0.0810	4.79	7	7.78	1047.44
棘头梅童鱼	16.67	0.0045	0.27	1	1.11	22.96
斑头舌鳎	33.33	0.0130	0.77	2	2.22	99.71
鳎鲆	33.33	0.0780	4.61	2	2.22	227.87
中线天竺鲷	16.67	0.0195	1.15	2	2.22	56.26
弓线天竺鲷	16.67	0.0085	0.50	1	1.11	26.90
褐篮子鱼	33.33	0.0525	3.11	3	3.33	214.63
多鳞鳢	16.67	0.0025	0.15	1	1.11	20.98
宽体舌鳎	16.67	0.0090	0.53	1	1.11	27.39
二长棘鲷	16.67	0.0250	1.48	1	1.11	43.17
食蟹豆齿鳎	16.67	0.0500	2.96	1	1.11	67.81
眶棘双边鱼	16.67	0.0075	0.44	1	1.11	25.91
皮氏叫姑鱼	33.33	0.0380	2.25	2	2.22	149.00
黄姑鱼	16.67	0.0095	0.56	1	1.11	27.88

## 4) 主要经济鱼类生物学特性

### a. 白姑鱼

地理分布：分布于印度洋和太平洋西部，在中国分布于渤海（在渤海湾北起河北的秦皇岛、南至天津岐口）、黄海、东海、南海。

生活习性：白姑鱼为暖温性近底层鱼类。有明显季节洄游习性，春季因生殖集群游向近岸产卵场，产卵场水温约为 20℃、盐度 33.4‰，主要产卵场水深为 40-60 米，产卵后在附近海区索饵，秋末返回越冬场。白姑鱼为捕食性鱼类，食性较杂，主要摄食底栖动物及小型鱼类，如长尾类、短尾类、脊尾白虾、日本鼓虾、鲜明鼓虾、小蟹、矛尾虾虎鱼、纹缟虾虎鱼等。不同月份其摄食强度有较大差异，5-8 月摄食强度较大，冬季则较小。

本次调查的白姑鱼体长范围为 130~215mm，体重范围为 36.5~58.0g，平均体重为 41.19g。

### **b.龙头鱼**

地理分布：分布于印度洋至西太平洋，包括韩国、日本、中国沿海、台湾及东印度洋海域。在中国分布于黄海南部、东海和南海河口海域，以及台湾南部及西部海域。

生活习性：龙头鱼栖息于沿海中、下层，为肉食性鱼类，主要以食鳗、小公鱼、棱鳗、小沙丁鱼、大黄鱼的幼鱼等小型鱼类，兼食毛虾、虾类和头足类为食。

本次调查的龙头鱼体长范围为 100~150mm，体重范围为 4.0~10.5g，平均体重为 5.33g。

### **c.短棘银鲈**

地理分布：分布于中国南海、台湾海峡；印度洋北部沿岸至中国的南海东海。

生活习性：短棘银鲈为热带沿海内湾习见鱼类，摄食端足类、多毛类、桡足类。3—4 月产卵。

本次调查的棘头梅童鱼体长范围为 85~105mm，体重范围为 8.5~13.5g，平均体重为 11.57g。

## **⑤头足类的资源状况**

### **1) 种类组成**

本次调查海域内捕获到火枪乌贼、中国枪乌贼和曼氏无针乌贼 3 种头足类。

### **2) 头足类的资源密度估算**

本次调查捕获头足类动物种类较少，在 5 个断面有捕获头足类，头足类的资

源密度见表 6.7.4-14，其平均重量密度和平均个体密度分别为 1.66kg/km<sup>2</sup> 和 360ind/km<sup>2</sup>。

表 6.7.4-14 (2021 年 10 月) 头足类资源密度

断面	SF7	SF8	SF9	SF10	SF11	SF12	平均
重量密度 (kg/km <sup>2</sup> )	1.24	2.97	1.03	/	3.13	1.62	1.66
个体密度 (ind/km <sup>2</sup> )	324	648	324	/	540	324	360

注：“/”表示没有出现。

### ⑥甲壳类资源状况

#### 1) 种类组成

本次调查，共捕获的甲壳类，经鉴定共 18 种，其中：虾类 7 种，蟹类 9 种、虾蛄类 2 种。

#### 2) 优势种

将甲壳类 IRI 指数列于表 6.7.4-15，甲壳类 IRI 值在 1000 以上的有 5 种，分别为：红星梭子蟹、鹰爪虾、猛虾蛄、豆形拳蟹和口虾蛄。这 5 种甲壳类平均重量渔获率之和为 3.34 kg/h，占甲壳类总平均重量渔获率 (3.57kg/h) 的 93.56%；这 5 种甲壳类平均个体渔获率之和为 300.00 ind/h，占甲壳类总平均个体渔获率 (385.00ind/h) 的 77.92%。由此确定这 5 种为甲壳类的优势种。

表 6.7.4-15 (2021 年 10 月) 甲壳类的 IRI 指数

种类	出现频率 (%)	渔获重量		渔获尾数		IRI
		(kg)	(%)	(ind)	(%)	
红星梭子蟹	100.00	3.9000	36.45	278	26.60	6305.25
鹰爪虾	100.00	0.9945	9.29	177	16.94	2623.25
口虾蛄	100.00	4.1665	38.94	324	31.00	6994.51
猛虾蛄	100.00	0.6415	6.00	44	4.21	1020.60
日本蛄	66.67	0.0625	0.58	5	0.48	70.84
脊尾白虾	33.33	0.0735	0.69	8	0.77	48.42
豆形拳蟹	100.00	0.3085	2.88	77	7.37	1025.17
隆线强蟹	83.33	0.0525	0.49	15	1.44	160.51
日本拟平家蟹	66.67	0.0577	0.54	8	0.77	86.99
变态蛄	33.33	0.0300	0.28	23	2.20	82.71
中华管鞭虾	100.00	0.1290	1.21	44	4.21	541.62
刀额仿对虾	16.67	0.1005	0.94	7	0.67	26.82
锈斑蛄	16.67	0.0245	0.23	1	0.10	5.41
中国毛虾	50.00	0.0195	0.18	19	1.82	100.02
三疣梭子蟹	16.67	0.0845	0.79	3	0.29	17.95
颗粒拟关公蟹	50.00	0.0355	0.33	5	0.48	40.51
鲜明鼓虾	33.33	0.0170	0.16	6	0.57	24.43

种类	出现频率 (%)	渔获重量		渔获尾数		IRI
		(kg)	(%)	(ind)	(%)	
须赤虾	16.67	0.0020	0.02	1	0.10	1.91

### 3) 甲壳类资源密度评估

本次调查, 甲壳类的资源密度见表 6.7.4-16, 其平均重量密度和平均个体密度分别为 192.58kg/km<sup>2</sup> 和 18808ind/km<sup>2</sup>。平均重量密度分布从低到高的站位依次为 SF10、SF9、SF8、SF12、SF7、SF11; 平均个体密度分布从低到高的站位依次为 SF12、SF9、SF10、SF7、SF8、SF11。

表 6.7.4-16 (2021 年 10 月) 甲壳类资源密度

断面	SF7	SF8	SF9	SF10	SF11	SF12	平均
重量密度 (kg/km <sup>2</sup> )	213.77	182.99	179.02	165.77	223.76	190.17	192.58
个体密度 (ind/km <sup>2</sup> )	19762	20410	15659	16091	26026	14903	18808

### ④小结

2021 年 10 月调查海域共记录游泳生物 40 种, 其中: 鱼类 19 种, 甲壳类虾类 7 种, 蟹类 9 种、虾蛄类 2 种, 头足类 3 种。调查海域平均重量渔获率和个体渔获率分别为 4.16kg/h 和 385.00ind/h; 渔业资源平均重量密度和个体密度分别为 224.67kg/km<sup>2</sup> 和 20788ind/km<sup>2</sup>; 其中, 甲壳类重量渔获率和个体渔获率为 3.57kg/h 和 348.33ind/h, 均占总重量渔获率和总个体渔获率的大部分。鱼类重量渔获率和个体渔获率分别为 0.56kg/h 和 30.00ind/h; 头足类重量渔获率和个体渔获率分别为 0.03kg/h 和 6.67ind/h。优势种为: 白姑鱼、龙头鱼、短棘银鲈、猛虾蛄、红星梭子蟹、豆形拳蟹、鹰爪虾和口虾蛄。

## 6.7.4.2 鱼卵仔稚鱼

### (1) 2021 年 4 月

#### ①种类组成

##### 1) 水平拖网

在采集的样品中, 共鉴定出 10 个种类, 隶属于 10 科 10 属, 种类名录如下: 鱼卵记录到小公鱼属(*Stolephorus* sp.)、鲱科(*Mugilidae*)、鲷属(*Leiognathus*)、舌鳎科(*Cynoglossidae*)、小沙丁鱼属(*Sardinella*)、鲷科(*Sparidae*)共 6 种, 而仔稚鱼则记录到鲱科(*Mugilidae*)、虾虎鱼(*Ctenogobius giurinus*)、棘头梅童鱼(*Collichthys lucidus*)、小沙丁鱼属(*Sardinella*)、眶棘双边鱼(*Ambassis gymnocephalus*)、鲷属(*Leiognathus*)、小公鱼属(*Stolephorus* sp)和多鳞鳢(*Sillago*



*sihama*)，共 8 种。

本次调查共采获鱼卵 553 粒，仔稚鱼 89 尾。鱼卵数量以小公鱼属最多，占鱼卵总数的 22.24%，其次是小沙丁鱼属占总数的 16.46%，鲮科占 11.75%，鳊属占 11.57%，舌鳎科占 8.50%，鲷科占 8.32%。仔稚鱼数量以小沙丁鱼属数量最多，占 28.09%，其次是小公鱼属占 19.10%，鲮科占 16.85%，多鳞鱧占 14.61%，棘头梅童鱼占 8.99%，虾虎鱼占 5.62%，眶棘双边鱼占 4.49%，鳊属占 2.25%。出现的经济种类有多鳞鱧、小沙丁鱼属、小公鱼属和鲮科等鱼类。

## 2) 垂直拖网

在垂直采集的样品中，共鉴定出 8 个种类，隶属于 8 科 8 属，种类名录如下：鱼卵记录到小公鱼属(*Stolephorus* sp.)、鲮科(*Mugilidae*)、鳊属(*Leiognathus*)、舌鳎科(*Cynoglossidae*)、小沙丁鱼属(*Sardinella*)、鲷科(*Sparidae*)共 6 种，而仔稚鱼则记录到鲮科(*Mugilidae*)、棘头梅童鱼(*Collichthys lucidus*)、鳊属(*Leiognathus*)、小公鱼属(*Stolephorus*.sp)和多鳞鱧(*Sillago sihama*)，共 5 种。

本次调查共采获鱼卵 22 粒，仔稚鱼 6 尾。鱼卵数量以小公鱼属最多，占鱼卵总数的 27.27%，其次是鳊属和小沙丁鱼占总数的 18.18%，舌鳎科、鲮科属占 13.64%，鲷科占 9.09%。仔稚鱼数量以小公鱼属数量最多，占 33.33%，其次是棘头梅童鱼、鳊属、多鳞鱧和鲮科属均占 16.67%。出现的经济种类有多鳞鱧、小沙丁鱼属、小公鱼属和鲮科等鱼类。

## ②数量分布

### 1) 水平拖网

调查 6 个断面共采到鱼卵 553 粒，仔稚鱼 89 尾，依此计算出调查区域鱼卵平均密度为 362 粒/1000 m<sup>3</sup>，处于一般水平。在调查期间 6 个断面均有采到鱼卵，数量分布差别一般。以 SF11 断面数量最多，密度为 526 粒/1000 m<sup>3</sup>，其次是 SF12 断面密度为 507 粒/1000 m<sup>3</sup>，以 SF9 断面数量最少鱼卵为 228 粒/m<sup>3</sup>。

仔稚鱼采获数量一般，所有断面均有出现，平均密度为 58 尾/1000 m<sup>3</sup>，处于一般水平，以 SF8 断面数量最多，密度为 79 尾/1000 m<sup>3</sup>，其次是 SF12 断面，密度为 75 尾/1000 m<sup>3</sup>，最低密度是 SF7 断面，密度均为 31 尾/1000 m<sup>3</sup>。

表 6.7.4-17 (2021 年 4 月)各站位鱼卵仔鱼密度(水平拖网)

站位	发育期密度	
	鱼卵 (ind/1000 m <sup>3</sup> )	仔稚鱼 (ind/1000 m <sup>3</sup> )

SF7	243	31
SF8	404	79
SF9	228	71
SF10	263	39
SF11	526	55
SF12	507	75
平均	362	58

## 2) 垂直拖网

调查 12 个站点共采到鱼卵 22 粒，仔稚鱼 6 尾，依此计算出调查区域鱼卵平均密度为 0.268 粒/ m<sup>3</sup>。在调查期间 12 个站位均有采到鱼卵，数量分布差别一般。以 B19 站位数量最多，密度为 0.494 粒/m<sup>3</sup>，其次是 B13 站位密度为 0.480 粒/m<sup>3</sup>，以 B5 站位数量最少鱼卵为 0.085 粒/m<sup>3</sup>。

仔稚鱼捕获数量一般，平均密度为 0.082 尾/m<sup>3</sup>，以 B18 站位数量最多，密度为 0.274 尾/ m<sup>3</sup>，其次是 B15 站位，密度均为 0.189 尾/m<sup>3</sup>，最低密度是 B1、B5、B6、B8、B10 和 B19 站位未发现仔稚鱼。

表 6.7.4-18 (2021 年 4 月)各站位鱼卵仔鱼密度(垂直拖网)

站位	发育期密度	
	鱼卵 (ind./m <sup>3</sup> )	仔稚鱼 (ind./m <sup>3</sup> )
B1	0.114	0.000
B3	0.093	0.093
B5	0.085	0.000
B6	0.190	0.000
B8	0.225	0.000
B9	0.392	0.131
B10	0.411	0.000
B11	0.268	0.134
B13	0.480	0.160
B15	0.189	0.189
B18	0.274	0.274
B19	0.494	0.000
平均	0.268	0.082

## ③主要种类的数量分布

### 1) 水平拖网

#### a、公鱼属

小公鱼是沿岸至近海的小型中上层鱼类，集群生活，数量较大，产卵期长，

为3~11月,本属有多个种类,优势种为中华小公鱼。本次调查出现的小公鱼鱼卵共有123粒,在其中6个断面均有出现,平均密度为80粒/1000 m<sup>3</sup>,占本次调查鱼卵总密度的22.10%;仔鱼17尾,在6个断面均有出现。小公鱼鱼卵在调查海域分布以SF12站数量最多,密度为106粒/1000 m<sup>3</sup>。

#### b、小沙丁鱼属

小沙丁鱼为近海暖水性鱼类,一般不见于外海和大洋。游泳迅速,通常栖息于中上层,但秋、冬季表层水温较低时则栖息于较深海区。本次调查出现的小沙丁鱼鱼卵共有91粒,在6个断面均有出现,平均密度为60粒/1000 m<sup>3</sup>,占本次调查鱼卵总密度的16.57%;仔鱼25尾,在6个断面均有出现。小沙丁鱼卵广泛分布于调查海域,以SF12站数量最多,密度为94粒/1000 m<sup>3</sup>。

#### c、鲷科

鲷科,属于广温、广盐性鱼类。可在淡水、咸淡水和咸水中生活,喜欢栖息在沿海近岸、海湾和江河入海口处,是我国南方沿海咸淡水养殖的最主要经济鱼类之一,也是世界上分布最广的重要经济鱼类之一。本次调查出现的鲷科鱼卵共有65粒,在5个断面SF7、SF8、SF9、SF11和SF12均有出现,平均密度为42粒/1000 m<sup>3</sup>,占本次调查鱼卵总密度的11.60%;仔鱼15尾,在4个断面SF7、SF8、SF9和SF12均有出现。鲷科鱼卵在调查海域分布以SF11站数量最多,密度为98粒/1000 m<sup>3</sup>。

### 2) 垂直拖网

#### a、小公鱼属

小公鱼属是沿岸至近海的小型中上层鱼类,集群生活,数量较大,产卵期长,为3~11月,本属有多个种类,优势种为中华小公鱼属。本次调查出现的小公鱼属鱼卵共有6粒,在B9、B10、B13、B15站位均有出现,平均密度为0.065粒/m<sup>3</sup>,占本次调查鱼卵总密度的27.27%;仔鱼2尾,在B13、B18均有出现。小公鱼属鱼卵在调查海域分布以B10、B13站数量最多,密度分别为0.274粒/m<sup>3</sup>、0.320粒/m<sup>3</sup>。

#### b、鳎属

鳎属,分布于红海、印度洋、南洋群岛、澳大利亚北部、台湾岛以及中国南海等海域,主要栖息于沿岸砂泥底质水域,大多栖息于浅水域,水深约在1~40公尺之间,有时会进入深水域,有时会进入河口区。一般在底层活动觅食,肉食

性，以底栖生物为食。本次调查出现的鰻屬鱼卵共有 4 粒，在 B5、B8、B13、B18 均有出现，平均密度为 0.043 粒/m<sup>3</sup>，占本次调查鱼卵总密度的 18.18%；仔鱼 1 尾，在 B3 站位有出现。

#### c、鲷科

鲷科，属于广温、广盐性鱼类。可在淡水、咸淡水和咸水中生活，喜欢栖息在沿海近岸、海湾和江河入海口处，是我国南方沿海咸淡水养殖的最主要经济鱼类之一，也是世界上分布最广的重要经济鱼类之一。本次调查出现的鲷科鱼卵共有 3 粒，在 B1、B6 站位均有出现，平均密度为 0.032 粒/m<sup>3</sup>，占本次调查鱼卵总密度的 13.64%；仔鱼 1 尾，在 B15 站位有出现。

#### ④小结

2021 年 4 月调查海域鱼卵和仔稚鱼水平拖网共鉴定出 10 个种类，隶属于 10 科 10 属，共捕获鱼卵 553 粒，仔稚鱼 89 尾。垂直拖网共鉴定出 8 个种类，隶属于 8 科 8 属，共捕获鱼卵 22 粒，仔稚鱼 6 尾，鱼卵平均密度为 0.268 粒/m<sup>3</sup>，仔稚鱼密度为 0.082 尾/m<sup>3</sup>。

#### (2) 2021 年 10 月

##### 1) 水平拖网

在采集的样品中，共鉴定出 10 个种类，隶属于 10 科 10 属，鱼卵记录到小公鱼属(*Stolephorus sp.*)、鲷科(*Mugilidae*)、鰻属(*Leiognathus*)、褐菖鲉(*Sebastiscus marmoratus*)、斑鰈(*Konosirus punctatus*)、鲷科(*Sparidae*)共 6 种，而仔稚鱼则记录到鲷科(*Mugilidae*)、鲷(*Platycephalus indicus*)、美肩鳃鲷(*Omobranchus elegans*)、白氏银汉鱼(*Allanetta bleekeri*)、褐菖鲉(*Sebastiscus marmoratus*)、鰻属(*Leiognathus*)、斑鰈(*Konosirus punctatus*)、小公鱼属(*Stolephorus.sp*)和多鳞鱻(*Sillago sihama*)，共 9 种。

本次调查共捕获鱼卵 736 粒，仔稚鱼 49 尾。鱼卵数量以小公鱼属最多，占鱼卵总数的 18.89%，其次是鲷科占总数的 18.48%，鲷科占 16.98%，鰻属占 15.76%，褐菖鲉占 3.80%，斑鰈占 3.67%。仔稚鱼数量也以小公鱼属数量最多，占 36.73%，其次是鰻属占 24.49%，鲷科占 20.41%，褐菖鲉占 6.12%，斑鰈占 4.08%，鲷、美肩鳃鲷、白氏银汉鱼和多鳞鱻均占 2.04%。出现的经济种类有多鳞鱻、小公鱼属和鲷科等鱼类。

## 2) 垂直拖网

在采集的样品中，共鉴定出 6 个种类，隶属于 6 科 6 属，种类名录如下：鱼卵记录到小公鱼属(*Stolephorus* sp.)、鲮科(*Mugilidae*)、鲷属(*Leiognathus*)、褐菖鲈(*Sebastiscus marmoratus*)、斑鲹(*Konosirus punctatus*)、鲷科(*Sparidae*)共 6 种，而仔稚鱼则记录到鲮科(*Mugilidae*)、鲷属(*Leiognathus*)、斑鲹(*Konosirus punctatus*)和小公鱼属(*Stolephorus.sp*)，共 4 种。

本次调查共捕获鱼卵 18 粒，仔稚鱼 5 尾。鱼卵数量以小公鱼属最多，占鱼卵总数的 37.50%，其次是鲷属和鲷科均占总数的 15.63%，鲮科占 11.63%，褐菖鲈占 9.38%，斑鲹占 6.25%。仔稚鱼数量也以小公鱼属数量最多，占 33.33%，其次是鲷属占 20.00%，美肩鳃鲷占 13.33%，鲮科、鲮、白氏银汉鱼、褐菖鲈、多鳞鱮占 6.67%。出现的经济种类有多鳞鱮、小公鱼属和鲮科等鱼类。

### ②数量分布

#### 1) 水平拖网

调查 6 个断面共采到鱼卵 736 粒，仔稚鱼 49 尾，依此计算出调查区域鱼卵平均密度为 482 粒/1000 m<sup>3</sup>，处于一般水平。在调查期间 6 个断面均有采到鱼卵，数量分布差别一般。以 SF12 断面数量最多，密度为 624 粒/1000 m<sup>3</sup>，其次是 SF11 断面密度为 593 粒/1000 m<sup>3</sup>，以 SF7 断面数量最少鱼卵为 338 粒/m<sup>3</sup>。

仔稚鱼捕获数量一般，所有断面均有出现，平均密度为 32 尾/1000 m<sup>3</sup>，处于一般水平，以 SF12 断面数量最多，密度为 51 尾/1000 m<sup>3</sup>，其次是 SF9 和 SF11 断面，密度均为 35 尾/1000 m<sup>3</sup>，最低密度是 SF7 和 SF8 断面，密度均为 20 尾/1000 m<sup>3</sup>。

表 6.7.4-19 (2021 年 10 月) 各站位鱼卵仔鱼密度 (水平拖网)

站位	发育期密度	
	鱼卵 (ind/1000 m <sup>3</sup> )	仔稚鱼 (ind/1000 m <sup>3</sup> )
SF7	338	20
SF8	412	20
SF9	448	35
SF10	475	31
SF11	593	35
SF12	624	51
平均	482	32

## 2) 垂直拖网

调查 12 个站位共采到鱼卵 18 粒，仔稚鱼 5 尾，依此计算出调查区域鱼卵平均密度为 0.225 粒/m<sup>3</sup>。在调查期间 12 个站位均有采到鱼卵，数量分布差别一般。以 B19 站位数量最多，密度为 0.714 粒/m<sup>3</sup>，其次是 B15 站位密度为 0.357 粒/m<sup>3</sup>，以 B6 站位数量最少鱼卵为 0.084 粒/m<sup>3</sup>。

仔稚鱼采获数量一般，平均密度为 0.068 尾/m<sup>3</sup>，以 B13 站位数量最多，密度为 0.270 尾/m<sup>3</sup>，其次是 B19 站位，密度均为 0.238 尾/m<sup>3</sup>，最低密度是 B1、B5、B6、B10、B11、B15 和 B18 站位未发现仔稚鱼。

表 6.4.7-20 (2021 年 10 月) 各站位鱼卵仔鱼密度 (垂直拖网)

站位	发育期密度	
	鱼卵 (ind./m <sup>3</sup> )	仔稚鱼 (ind./m <sup>3</sup> )
B1	0.108	0.000
B3	0.170	0.085
B5	0.136	0.000
B6	0.084	0.000
B8	0.104	0.104
B9	0.122	0.122
B10	0.128	0.000
B11	0.238	0.000
B13	0.270	0.270
B15	0.357	0.000
B18	0.267	0.000
B19	0.714	0.238
平均	0.225	0.068

### ③主要种类的数量分布

#### 1) 水平拖网

##### a、小公鱼属

小公鱼是沿岸至近海的小型中上层鱼类，集群生活，数量较大，产卵期长，为 3~11 月，本属有多个种类，优势种为中华小公鱼。本次调查出现的小公鱼鱼卵共有 139 粒，在其中 6 个断面均有出现，平均密度为 91 粒/1000 m<sup>3</sup>，占本次调查鱼卵总密度的 18.89%；仔鱼 18 尾，在 6 个断面均有出现。小公鱼鱼卵在调查海域分布以 SF11 和 SF12 站数量最多，密度均为 122 粒/1000 m<sup>3</sup>。

##### b、鲷属

鲷属，分布于红海、印度洋、南洋群岛、澳大利亚北部、台湾岛以及中国南海等海域，主要栖息于沿岸砂泥底质水域，大多栖息于浅水域，水深约在 1~40

公尺之间，有时会进入深水域，有时会进入河口区。一般在底层活动觅食，肉食性，以底栖生物为食。本次调查出现的鳎属鱼卵共有 116 粒，在 6 个断面均有出现，平均密度为 76 粒/1000 m<sup>3</sup>，占本次调查鱼卵总密度的 15.76%；仔鱼 12 尾，除了 SF7 外其他断面均有出现。鳎属鱼卵分布于调查海域，以 SF8 和 SF12 站数量最多，密度为 102 粒/1000 m<sup>3</sup>。

### c、鲷科

鲷科，属于广温、广盐性鱼类。可在淡水、咸淡水和咸水中生活，喜欢栖息在沿海近岸、海湾和江河入海口处，是我国南方沿海咸淡水养殖的最主要经济鱼类之一，也是世界上分布最广的重要经济鱼类之一。本次调查出现的鲷科鱼卵共有 136 粒，在 6 个断面均有出现，平均密度为 82 粒/1000 m<sup>3</sup>，占本次调查鱼卵总密度的 16.98%；仔鱼 10 尾，在 4 个断面 SF7、SF9、SF11 和 SF12 均有出现。鲷科鱼卵在调查海域分布以 SF12 站数量最多，密度为 149 粒/1000 m<sup>3</sup>。

## 2) 垂直拖网

### a、小公鱼属

小公鱼属是沿岸至近海的小型中上层鱼类，集群生活，数量较大，产卵期长，为 3~11 月，本属有多个种类。本次调查出现的小公鱼属鱼卵共有 6 粒，在 B1、B3、B11、B15、B18 站位均有出现，平均密度为 0.061 粒/m<sup>3</sup>，占本次调查鱼卵总密度的 33.33%；仔鱼 1 尾，在 B3 站位有出现。小公鱼属鱼卵在调查海域分布以 B3 站位数量最多，密度均为 0.170 粒/m<sup>3</sup>。

### b、鳎属

鳎属，分布于红海、印度洋、南洋群岛、澳大利亚北部、台湾岛以及中国南海等海域，主要栖息于沿岸砂泥底质水域，大多栖息于浅水域，水深约在 1~40 公尺之间，有时会进入深水域，有时会进入河口区。一般在底层活动觅食，肉食性，以底栖生物为食。本次调查出现的鳎属鱼卵共有 3 粒，在 B5、B19 站位均有出现，平均密度为 0.030 粒/m<sup>3</sup>，占本次调查鱼卵总密度的 16.67%；仔鱼 2 尾，在 B9、B19 站位有出现。鳎属鱼卵分布于调查海域，以 B5 站数量最多，密度为 0.136 粒/m<sup>3</sup>。

### c、鲷科

鲷科，属于广温、广盐性鱼类。可在淡水、咸淡水和咸水中生活，喜欢栖息

在沿海近岸、海湾和江河入海口处，是我国南方沿海咸淡水养殖的最主要经济鱼类之一，也是世界上分布最广的重要经济鱼类之一。本次调查出现的鲷科鱼卵共有 3 粒，在 B8、B9、B15 站位均有出现，平均密度为 0.030 粒/m<sup>3</sup>，占本次调查鱼卵总密度的 16.67%；仔鱼 1 尾，在 B13 站位有出现。

#### ④小结

2021 年 10 月调查海域水平拖网共鉴定鱼卵和仔稚鱼 10 个种类，隶属于 10 科 10 属，共采到鱼卵 736 粒，仔稚鱼 49 尾。垂直拖网共鉴定出 6 个种类，隶属于 6 科 6 属，共采到鱼卵 18 粒，仔稚鱼 5 尾，鱼卵平均密度为 0.225 粒/m<sup>3</sup>，仔稚鱼平均密度为 0.068 尾/m<sup>3</sup>。



## 6.8 大气环境质量现状调查

根据《2020年汕尾市生态环境状况公报》，区域环境空气质量现状如下：

2020年，汕尾市区空气二氧化硫（SO<sub>2</sub>）年平均浓度为8微克/立方米，与去年持平，达到国家一级标准；二氧化氮（NO<sub>2</sub>）年平均浓度为10微克/立方米，较去年下降1微克/立方米（-9.1%），达到国家一级标准；可吸入颗粒物（PM<sub>10</sub>）年平均浓度为29微克/立方米，较去年下降8微克/立方米（-21.6%），达到国家一级标准；细颗粒物（PM<sub>2.5</sub>）年平均浓度为18微克/立方米，较去年下降3微克/立方米（-14.3%），达到国家二级标准；臭氧日最大8小时均值（O<sub>3</sub>-8h）第90百分位数平均值为136微克/立方米，较去年下降7微克/立方米（-4.9%），达到国家二级标准；一氧化碳（CO）第95百分位数平均值为0.8微克/立方米，较去年下降0.1微克/立方米（-11.1%），达到国家一级标准。

按照环境空气质量标准（GB3095-2012），汕尾市空气质量优良天数368天，其中优222天，良136天。空气质量达到二级以上天数比例平均为97.8%，较去年上升3.3%。

综上，项目所在区域环境空气质量良好，满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及2018年修改单中的二级标准。项目所在区域属于大气环境达标区。

# 7 环境影响预测与评价

## 7.1 水动力环境影响预测与评价

本项目拟申请采砂区位于汕尾市碣石湾施公寮岛东南海域,水深约 15~20m,平均采砂深度为 9.08m,工程所在海域以潮流作用为主,采砂施工使得区域地形发生变化,潮流动力受到一定影响,产生的悬浮泥沙随海流输运扩散,对采砂区及附近海域水质产生一定影响。本论证通过建立附近海域三维潮流模型,预测工程对海洋水文动力环境的影响。

### 7.1.1 三维水动力模式

#### 7.1.1.1 基本方程

三维水动力数学模型是基于三维不可压缩流,雷诺平均化的 N-S 方程,服从 Boussinesq 假定和静水压力假设,它包括了紊流影响以及密度变化,同时包含了温度平衡方程:

(1) 控制方程

①连续方程

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial uD}{\partial x} + \frac{\partial vD}{\partial y} + \frac{\partial wD}{\partial \sigma} = 0$$

②动量方程

$$\frac{\partial uD}{\partial t} + \frac{\partial u^2D}{\partial x} + \frac{\partial uvD}{\partial y} + \frac{\partial uwD}{\partial \sigma} - fvD + gD \frac{\partial \eta}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial \sigma} \left[ \frac{A_M}{D} \frac{\partial u}{\partial \sigma} \right]$$

$$- \frac{gD^2}{\rho_0} \frac{\partial}{\partial x} \int_{\sigma}^0 \rho d\sigma + \frac{gD}{\rho_0} \frac{\partial D}{\partial x} \int_{\sigma}^0 \sigma \frac{\partial \rho}{\partial \sigma} d\sigma + F_x$$

$$\frac{\partial vD}{\partial t} + \frac{\partial uvD}{\partial x} + \frac{\partial v^2D}{\partial y} + \frac{\partial vwD}{\partial \sigma} + fuD + gD \frac{\partial \eta}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial \sigma} \left[ \frac{A_M}{D} \frac{\partial v}{\partial \sigma} \right]$$

$$- \frac{gD^2}{\rho_0} \frac{\partial}{\partial y} \int_{\sigma}^0 \rho d\sigma + \frac{gD}{\rho_0} \frac{\partial D}{\partial y} \int_{\sigma}^0 \sigma \frac{\partial \rho}{\partial \sigma} d\sigma$$

$$DF_x = \frac{\partial}{\partial x} \left[ 2DA_H \frac{\partial u}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[ DA_H \left( \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right) \right]$$

$$DF_Y = \frac{\partial}{\partial y} \left[ 2DA_H \frac{\partial v}{\partial y} \right] + \frac{\partial}{\partial x} \left[ DA_H \left( \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right) \right]$$

$$\sigma = \frac{z - \eta}{H + \eta}$$

$$z = \eta, \sigma = 0$$

$$z = -H, \sigma = -1$$

其中:

x、y、z—坐标系三个分量;

D—总水深(m),  $D = H + \eta$ , H 为平均海平面下水深(m),  $\eta$  为平均海平面起算水位(m);

$u$ —x 方向 (东方向) 流速 (m/s);

$v$ —y 方向 (北方向) 流速 (m/s);

$w$ — $\sigma$  坐标系流速 (m/s), 方向为等  $\sigma$  线的法线方向, 它与三维直角坐标系下垂向流速 W 的关系为:

$$w = W - u \left( \sigma \frac{\partial D}{\partial x} + \frac{\partial \eta}{\partial x} \right) - v \left( \sigma \frac{\partial D}{\partial y} + \frac{\partial \eta}{\partial y} \right) - \left( \sigma \frac{\partial D}{\partial t} + \frac{\partial \eta}{\partial t} \right)$$

$f$ —科氏参数;

g—重力加速度;

$A_H$ —水平湍流粘滞系数, 采用 Smagorinsky 公式计算;

$A_M$ —垂直湍流粘滞系数, 由求解双方程湍动能封闭模型求得;

$\rho_0$  为参考密度, 取  $1025 \text{kg/m}^3$ ;

$\rho$  为海水密度, 由海水状态方程计算。

(3) 初始条件

初始速度场、水位场(开边界除外)均为 0。

(4) 边界条件

①在自由表面上 ( $\sigma = 0$ ) :

$$w(0)=0$$

$$\rho_0 K_M \left( \frac{\partial u}{\partial \sigma}, \frac{\partial v}{\partial \sigma} \right) = (\tau_{ax}, \tau_{ay}), \quad \tau_{ax}, \tau_{ay} \text{ 为海表风应力在 } x, y \text{ 方向上的分量。}$$

②在海底 ( $\sigma = -1$ ) :

$$w(-1)=0$$

$$\rho_w A_M \left( \frac{\partial u}{\partial \sigma}, \frac{\partial v}{\partial \sigma} \right) = (\tau_{bx}, \tau_{by}), \quad \tau_{bx}, \tau_{by} \text{ 为海底切应力 } x, y \text{ 方向上的分量。}$$

③侧边界条件:

在固边界上, 流的法向分量恒为零,  $\vec{V}(x, y, \sigma, t) = 0$ , 无热、盐交换。

在开边界上, 外海开边界来源与全球潮汐模型, 采用 8 个分潮调和常数计算潮位边界, 8 个分潮分别为 M2、S2、N2、K2、K1、O1、P1、Q1。

$$\eta = \eta_0 + \sum_{i=1}^8 A_i f_i \cos(\omega_i t + (V_0 + u_0) - \varphi_i)$$

式中,  $\eta_0$  为平均潮位,  $A$  为分潮振幅,  $\omega$  为分潮角速率,  $f$  为交点因子,  $t$  是区时,  $(V_0 + u_0)$  是平衡潮展开分潮的区时初相角,  $\varphi$  为区时迟角。

④干湿边界

对计算区域内滩地干湿过程, 采用水位判别法处理, 即当某点水深小于浅水深  $\epsilon_{dry}$  (如 0.1m) 时, 令该处流速为零, 滩地干出, 当该处水深大于  $\epsilon_{flood}$  (如 0.2m) 时, 参与计算, 潮水上滩。

(5) 计算方法

对笛卡儿坐标系下的控制方程的归一化:

$$\frac{\partial U}{\partial t} + \frac{\partial(F_x^I - F_x^V)}{\partial x} + \frac{\partial(F_y^I - F_y^V)}{\partial y} = S$$

其中:

$$U = \begin{bmatrix} h \\ h\bar{u} \\ h\bar{v} \end{bmatrix}$$

$$F_x^I = \begin{bmatrix} h\bar{u} \\ h\bar{u}^2 + \frac{1}{2}g(h^2 - d^2) \\ h\bar{u}\bar{v} \end{bmatrix}, F_x^V = \begin{bmatrix} 0 \\ hA(2\frac{\partial\bar{u}}{\partial x}) \\ hA(\frac{\partial\bar{u}}{\partial y} + \frac{\partial\bar{v}}{\partial x}) \end{bmatrix}$$

$$F_y^I = \begin{bmatrix} h\bar{v} \\ h\bar{u}\bar{v} \\ h\bar{v}^2 + \frac{1}{2}g(h^2 - d^2) \end{bmatrix}, F_y^V = \begin{bmatrix} 0 \\ hA(\frac{\partial\bar{u}}{\partial y} + \frac{\partial\bar{v}}{\partial x}) \\ hA(2\frac{\partial\bar{v}}{\partial x}) \end{bmatrix}$$

$$S = \begin{bmatrix} 0 \\ gh\frac{\partial d}{\partial x} + f\bar{v}h - \frac{h}{\rho_0}\frac{\partial p_a}{\partial x} - \frac{gh^2}{2\rho_0}\frac{\partial\rho}{\partial x} - \frac{1}{\rho_0}(\frac{\partial S_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial S_{xy}}{\partial y}) + hu_s \\ gh\frac{\partial d}{\partial y} - f\bar{u}h - \frac{h}{\rho_0}\frac{\partial p_a}{\partial y} - \frac{gh^2}{2\rho_0}\frac{\partial\rho}{\partial y} - \frac{1}{\rho_0}(\frac{\partial S_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial S_{yy}}{\partial y}) + hv_s \end{bmatrix}$$

对于归一化后的方程，在每一个单元上积分，根据高斯定理，将面积分化为线积分

$$\int A_i \frac{\partial U}{\partial t} d\Omega + \int \Gamma_i (F \cdot n) ds = \int A_i S(U) d\Omega$$

进一步简化后得到：

$$\frac{\partial U_i}{\partial t} + \frac{1}{A_i} \sum_j^{NS} F \cdot n \Delta \Gamma_j = S_i$$

### 7.1.1.2 模型搭建及地形处理

#### (1) 模型搭建

水动力模块包含两个模态，即内模态和外模态，在进行计算时，外模态忽略垂向结构，考虑水平对流和扩散，计算二维变量。内模态三维水动力模型考虑垂向分层使用 Sigma 坐标，模型层数与实测海流对应，分为 3 层，计算三维变量，

按稳定性要求  $\frac{\Delta t}{2} < \frac{\alpha \cdot \Delta s}{\sqrt{gH_{max}}}$ ,  $\alpha = 1 \sim 3$ , 水流数学模型的计算步长为 30s。

模型求解采用非结构网格中心网格有限体积法求解，其优点为计算速度较快，非结构网格可以拟合复杂地形。模型计算域涵盖汕尾市、陆丰市海域，西至惠州双月湾，东至陆丰石角尾山，海域东边界为东经 114°50'19"，西边界为东经 115°54'42"，南边界至北纬 22°19'43"，北至汕尾陆丰各个岸线。从外海至近岸海域区网格尺寸逐渐减小，其中近岸海域网格尺寸为 100~300m，外海网格尺度为 2~3km，采砂区海域周边 3km 范围内的网格疏密根据需要确定，工程海域附近网格布置较密，非工程海域相对较疏，采砂区范围内网格尺寸为 30m，采砂区周边 10km 范围内网格尺寸为 30~100m。模型网格节点数为 275276，单元数为 111145。模型网格图见图 7.1.1-1。

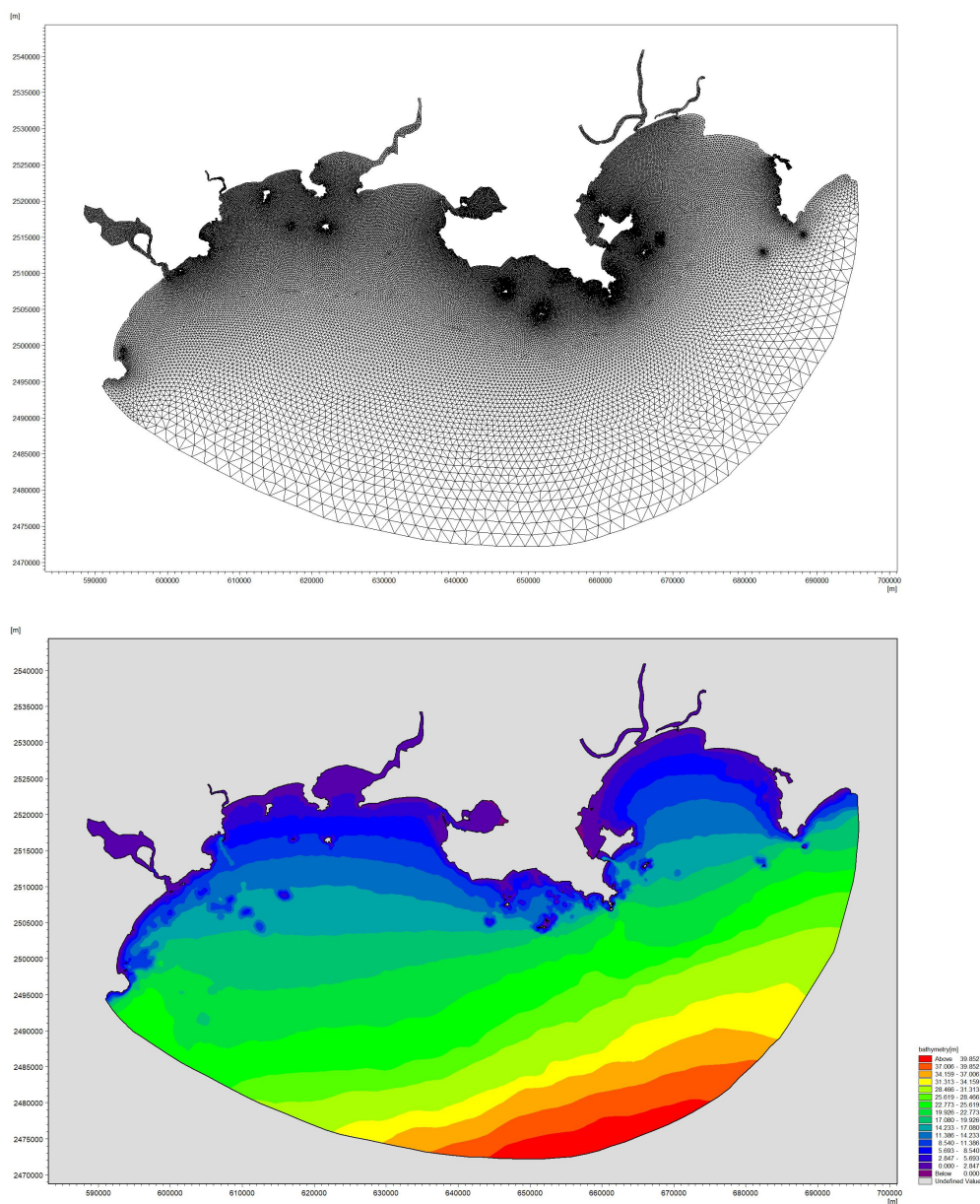


图 7.1.1-1 模型计算范围

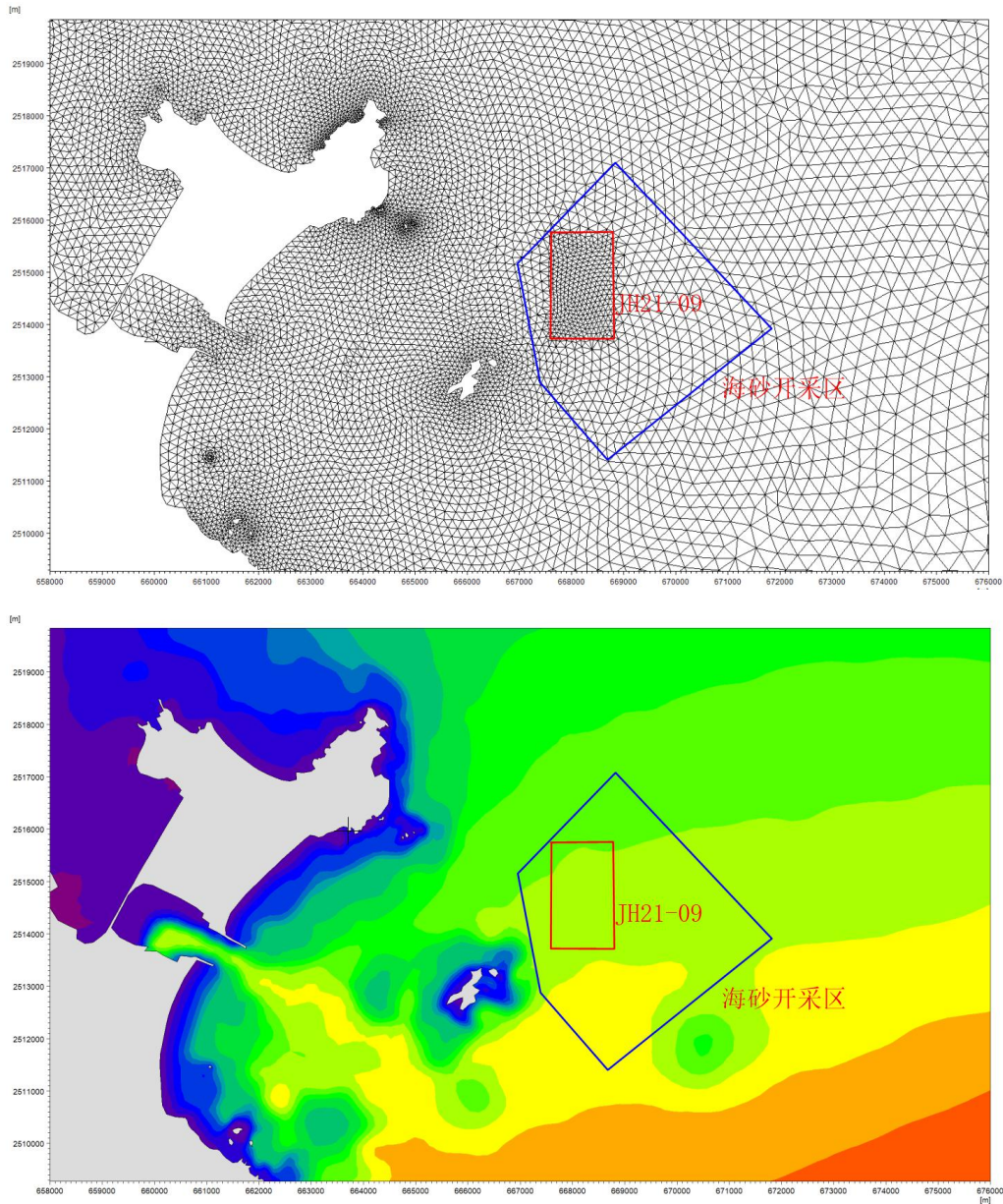


图 7.1.1-2 开采区边界和采砂区网格加密

## (2) 地形处理

数学模型计算时，依据海军航海保证部出版的相关海图和项目区实测水下地形确定水深，并将水深统一换算至平均海平面。采用三角插值的方法将高程散点插值到各网格节点。

相关海图为：2017 年 12 月出版的 1: 150000 石碑山角至红海湾，海图编号 82001；2014 年 1 月出版的 1: 12000 碣石港，海图编号 82201；2016 年 10 月出版的 1: 25000 鲎门港及附近，海图编号 82301；2017 年 9 月出版的 1: 20000 遮浪角及附近，海图编号 82302；2014 年 1 月出版的 1: 25000 马宫港及长沙港，

海图编号 82303；2016 年 10 月出版的 1：10000 汕尾港，海图编号 82304；2016 年 3 月出版的 1：60000 碣石湾，海图编号 82311；2016 年 11 月出版的 1：60000 红海湾，海图编号 82312。

### (3) 边界处理

模型共设 1 个潮位开边界，外海开边界潮位以九个调和常数的形式给出，由中国海域潮汐预报软件 Chinatide 计算获得，主要考虑四个半日分潮（ $M_2$ 、 $S_2$ 、 $N_2$  和  $K_2$ ）、四个全日分潮（ $K_1$ 、 $O_1$ 、 $P_1$  和  $Q_1$ ）及一个长周期分潮（ $Sa$ ）。

## 7.1.1.3 模型验证

### (1) 验证资料

利用 2021 年 5 月红海湾和碣石湾水域代表性测点的潮位、流速、流向等实测资料进行模型的验证，包括 4 个潮位站的潮位资料和 12 个流速测点的流速流向资料，潮位站点和流速测点位置见图 7.1.1-3。

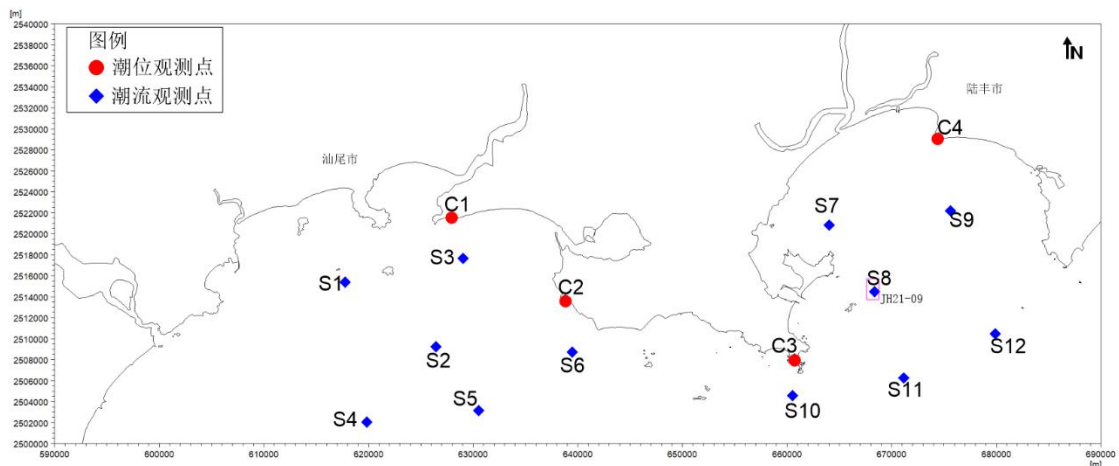
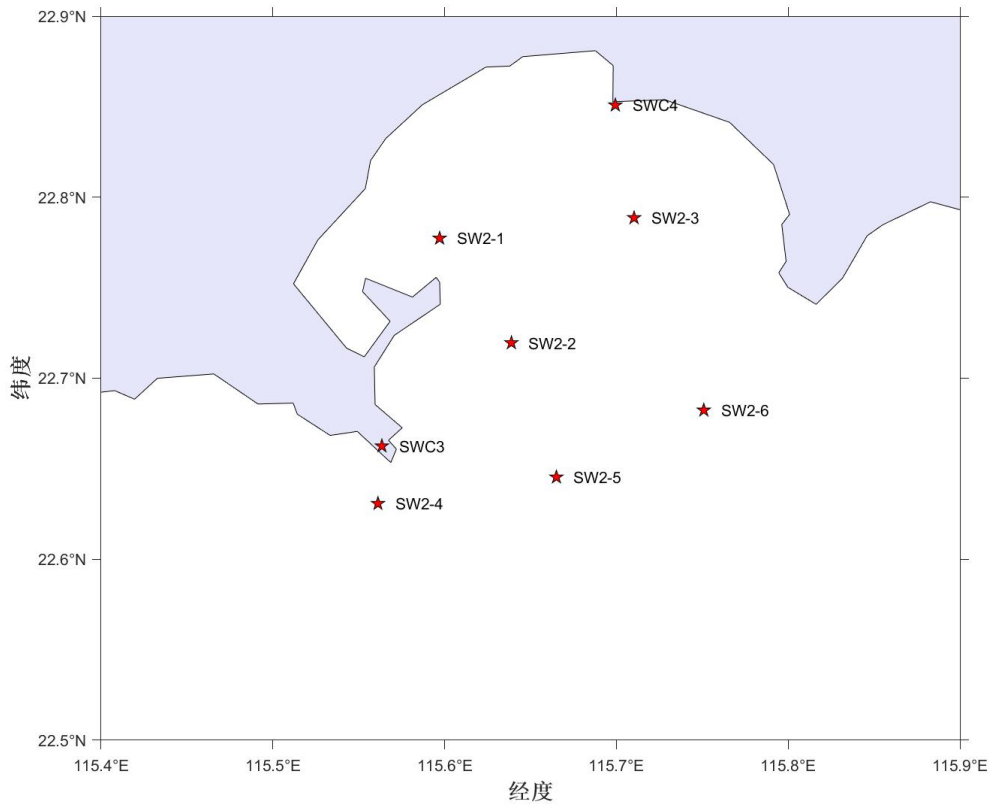


图 7.1.1-3s 2021 年 5 月潮位和流速站点位置





**图 7.1.1-3b 2021 年 10 月潮位和流速站点位置**

### (2) 计算参数

计算海域的糙率是个综合影响因素,是数值计算中十分重要的参数,与水深、床面形态、植被条件等因素有关,经调试,根据各海域的不同特点,糙率  $n$  取值为 0.014~0.03。涡粘系数采用 Smagorinsky 公式确定。

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

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

本报告取模型默认参数为 0.28。

### (3) 验证结果

各潮位站潮位以及流速过程验证结果见下图。验证结果表明:红海湾与碣石湾大范围内的潮位站和流速点的计算潮位、流速、流向和实测值基本吻合,个别站点计算流速与实测流速的误差稍大(可能由于地形资料和边界条件的偏差引起),所建立的工程范围海域潮流数学模型合理可信,基本反映了红海湾与碣石

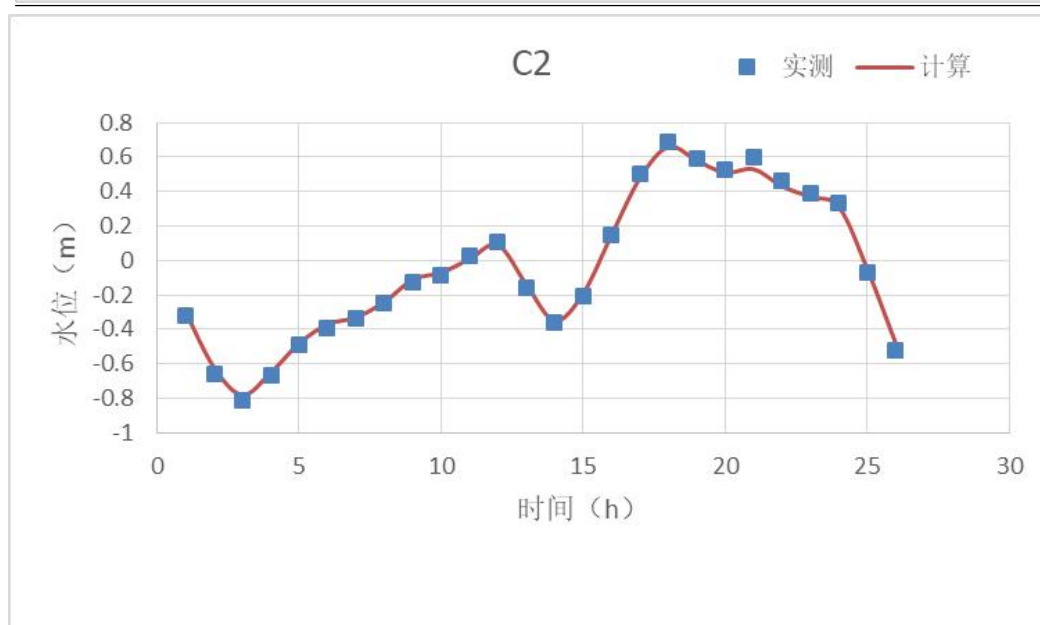
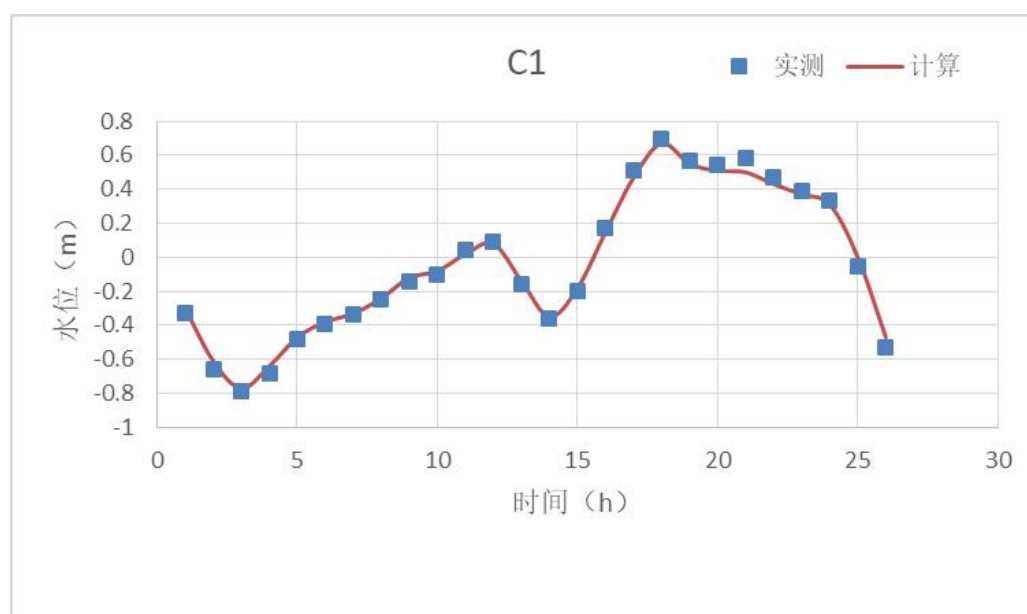
湾海域整体的潮流运动规律；工程海域 12 个潮流点的计算流速、流向和实测值吻合较好，相位差基本控制在 0.5h 以内，流速值的相对误差大部分在 20% 以内，表明所建模型能够反映红海湾与碣石湾海域潮流的变化特征，可用来模拟研究工程实施造成的水动力变化情况。

### ① 潮位验证

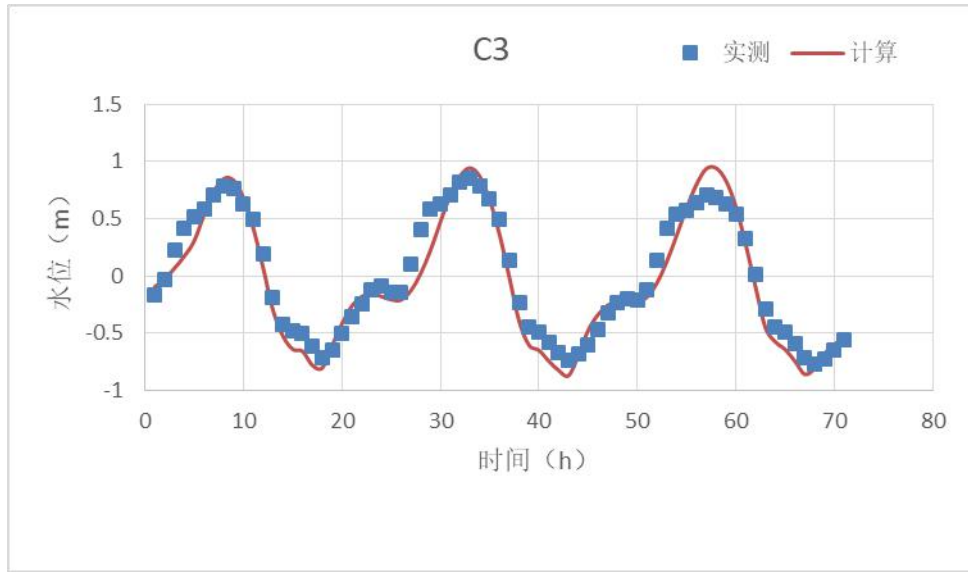
潮位验证结果见图 7.1.1-4~图 7.1.1-6。

表 7.1.1-1 各个站点潮位验证总体偏差表 (单位: m)

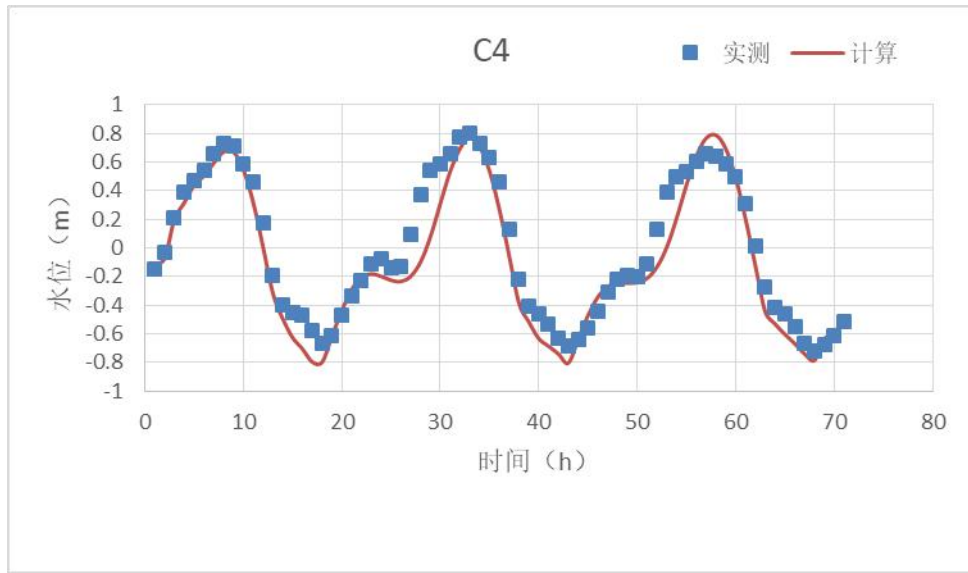
站点	C1	C2	C3	C4	SWC3	SWC4
总体平均偏差	0.054	0.047	0.082	0.091	0.026	0.031



**图 7.1.1-4 C1、C2 站潮位验证曲线 (2021 年 5 月 13 日 14:00~14 日 14:00)**



**图 7.1.1-5 C3 站潮位验证曲线 (2021 年 5 月 27 日 1:00~29 日 23: 00)**



**图 7.1.1-6 C4 站潮位验证曲线 (2021 年 5 月 27 日 1:00~29 日 23: 00)**

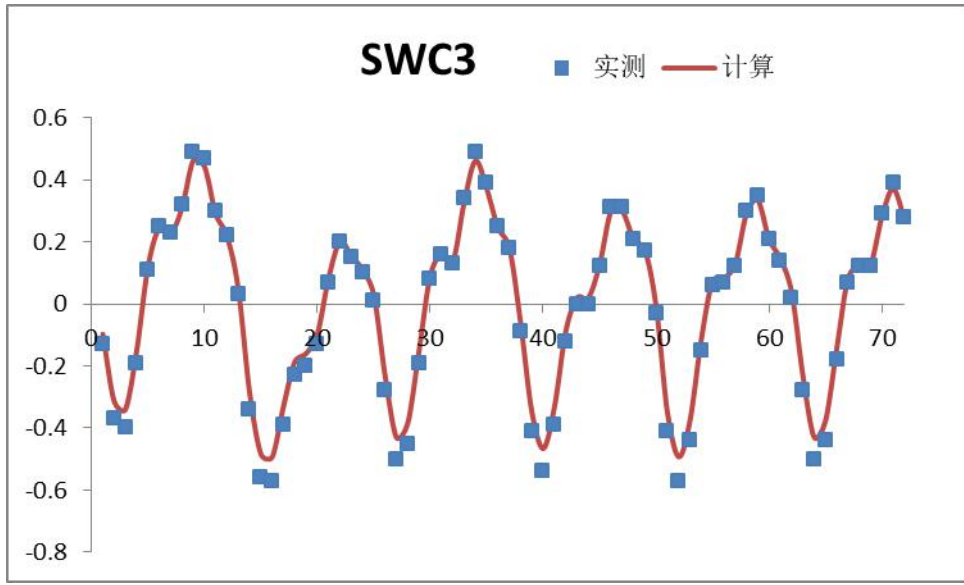


图 7.1.1-7 SWC3 站潮位验证曲线（2021 年 10 月 20 日 0:00~22 日 23: 00）

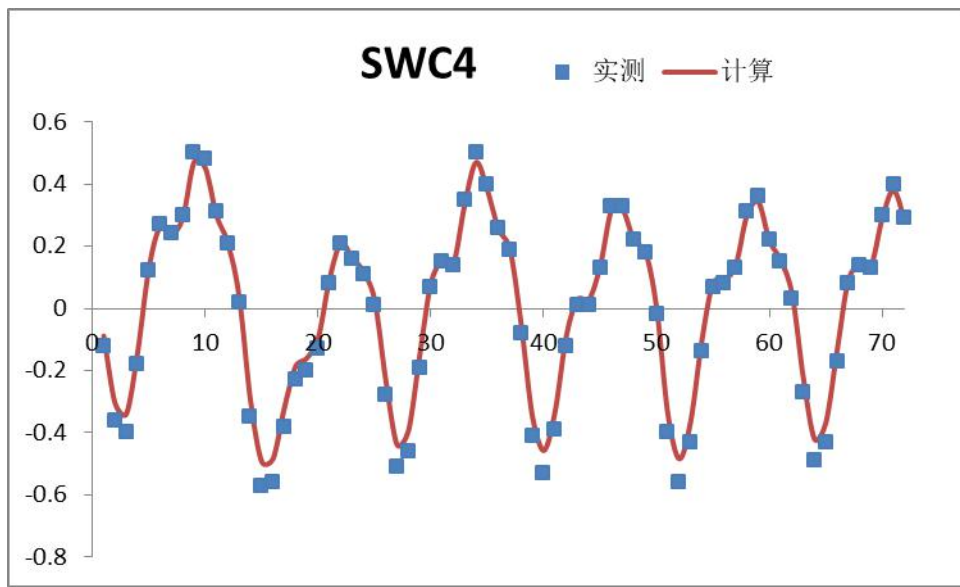


图 7.1.1-8 SWC4 站潮位验证曲线（2021 年 10 月 20 日 0:00~22 日 23: 00）

### ② 5 月海流结果验证

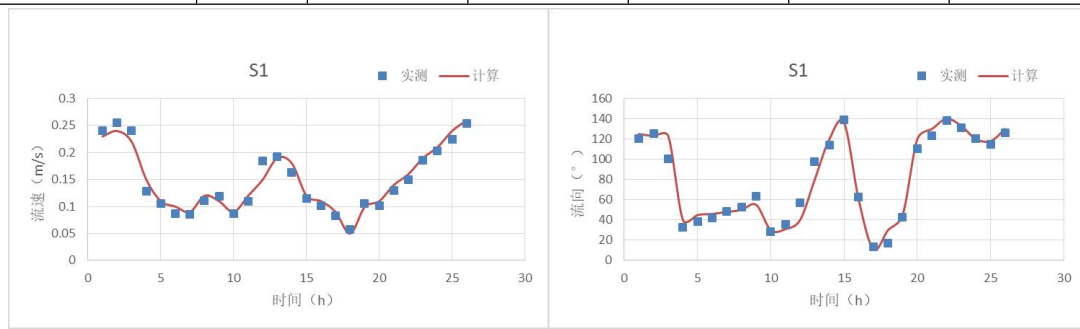
海流验证结果见图 7.1.1-9~图 7.1.1-20。

海流验证结果显示，2021 年 5 月两次测流期间，模型计算的 S1-S12 站流向与实测流向基本吻合，仅个别站点在转流时刻附近出现一定偏差，多数站点的模型计算流速与实测流速量值大小接近，个别站点模型计算的最大流速略小于实测流速。

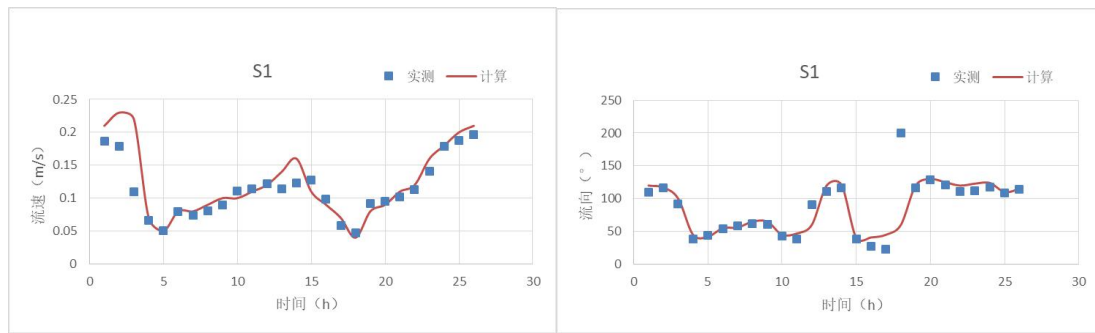
总体而言，模型验证的潮位、流速-流向与实测值基本吻合，可认为模型基本反映了工程海域的潮流场运动特征，可作为本项目水动力环境、悬沙扩散、冲淤环境等方面预测计算的基础。

**表 7.1.1-2 各个站点流速平均误差**

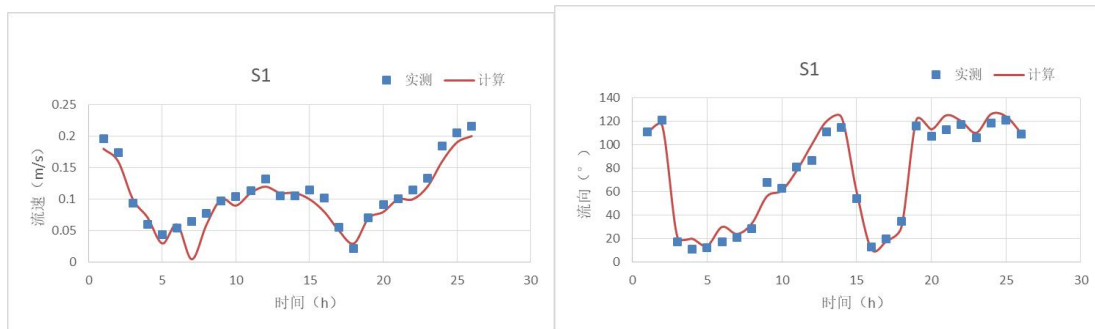
站位	S1	S2	S3	S4	S5	S6
表层误差	2.1%	3.2%	2.7%	4.1%	3.4%	4.1%
中层误差	3.5%	4.6%	4.1%	4.6%	5.1%	6.7%
底层误差	4.1%	5.4%	5.6%	5.2%	4.3%	6.4%
站位	S7	S8	S9	S10	S11	S12
表层误差	3.3%	6.1%	4.9%	5.2%	5.3%	4.1%
中层误差	4.6%	5.7%	5.2%	4.7%	5.0%	4.9%
底层误差	6.2%	6.8%	6.4%	5.6%	6.1%	6.5%



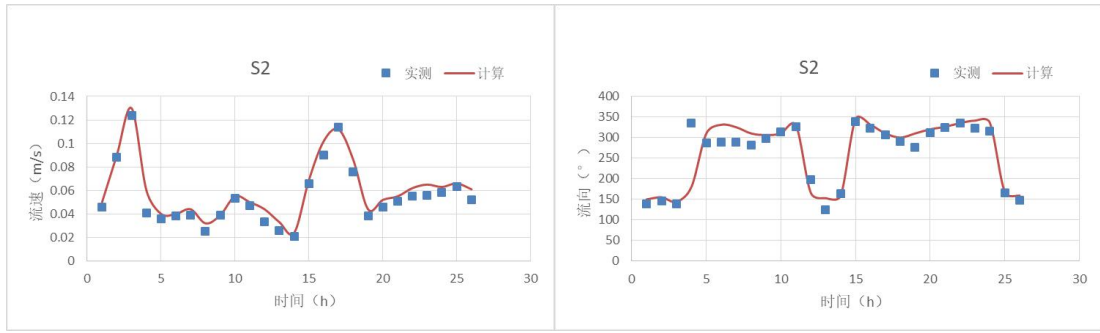
**图 7.1.1-9a S1 站流速、流向验证（表层）（2021 年 5 月 13 日 14:00~14 日 15: 00）**



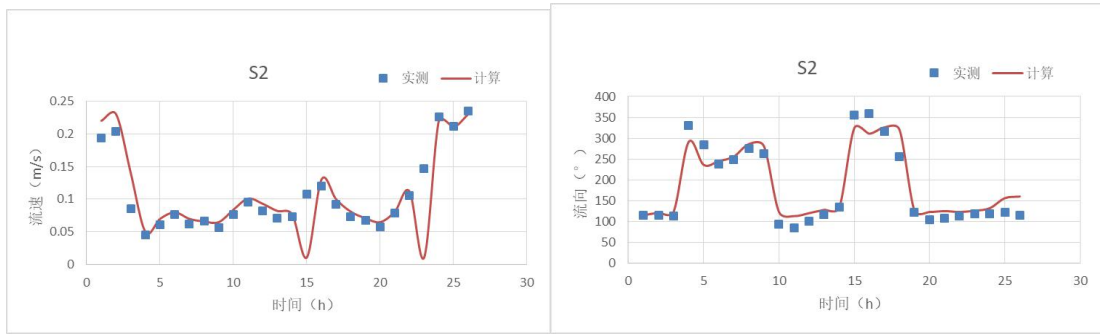
**图 7.1.1-9b S1 站流速、流向验证（中层）（2021 年 5 月 13 日 14:00~14 日 15: 00）**



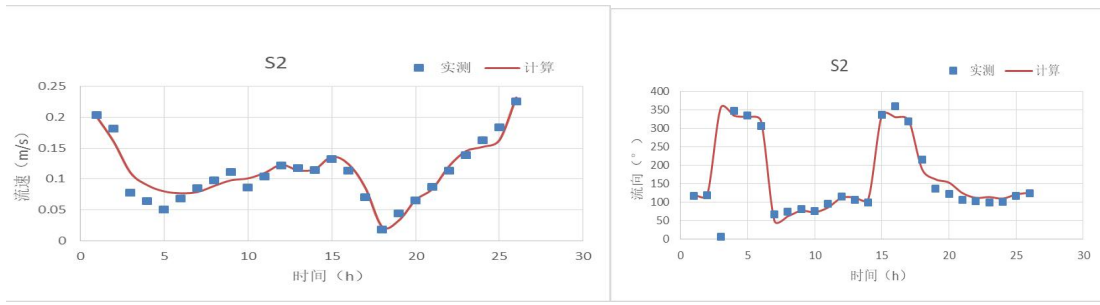
**图 7.1.1-9c S1 站流速、流向验证（底层）（2021 年 5 月 13 日 14:00~14 日 15: 00）**



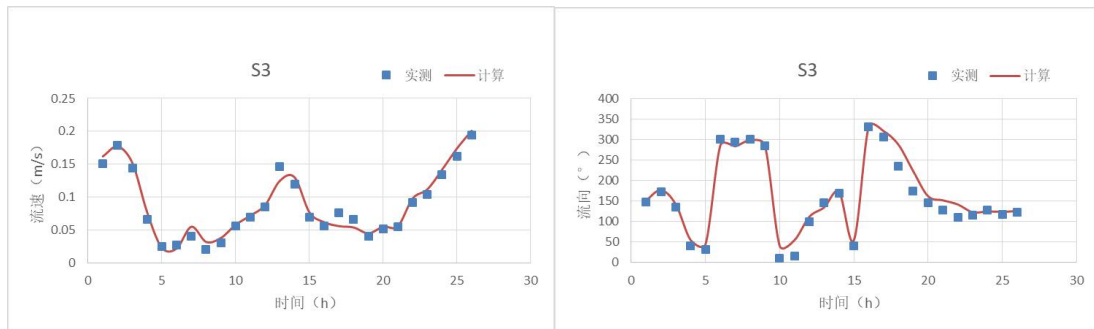
**图 7.1.1-10a S2 站流速、流向验证（表层）（2021 年 5 月 13 日 14:00~14 日 15: 00）**



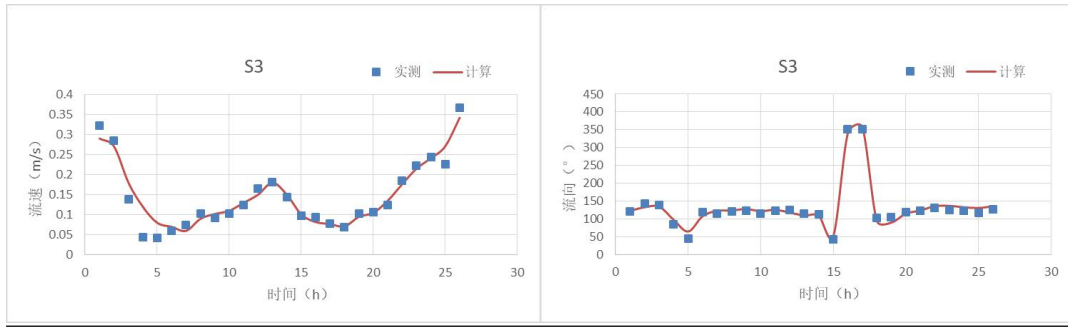
**图 4.1.1-10b S2 站流速、流向验证（中层）（2021 年 5 月 13 日 14:00~14 日 15: 00）**



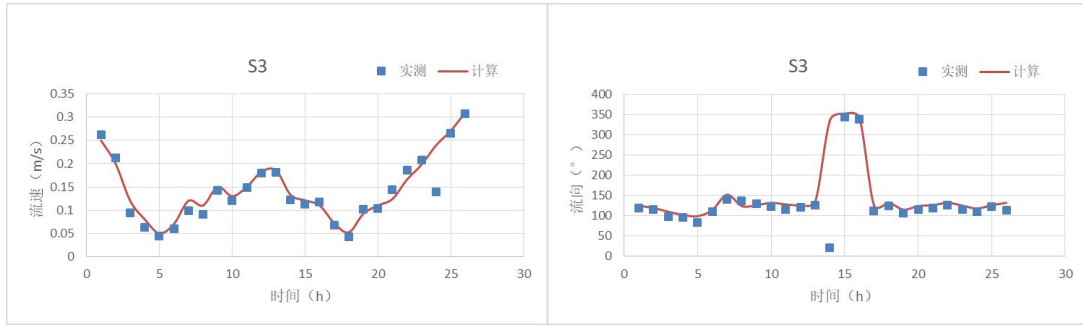
**图 7.1.1-10c S2 站流速、流向验证（底层）（2021 年 5 月 13 日 14:00~14 日 15: 00）**



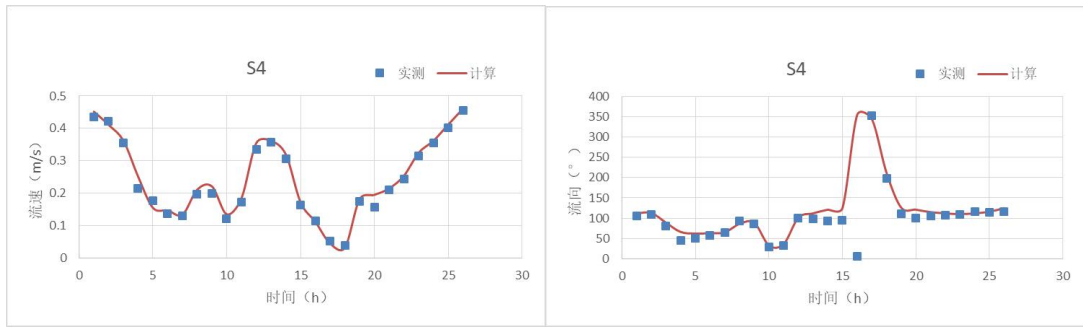
**图 7.1.1-11a S3 站流速、流向验证（表层）（2021 年 5 月 13 日 14:00~14 日 15: 00）**



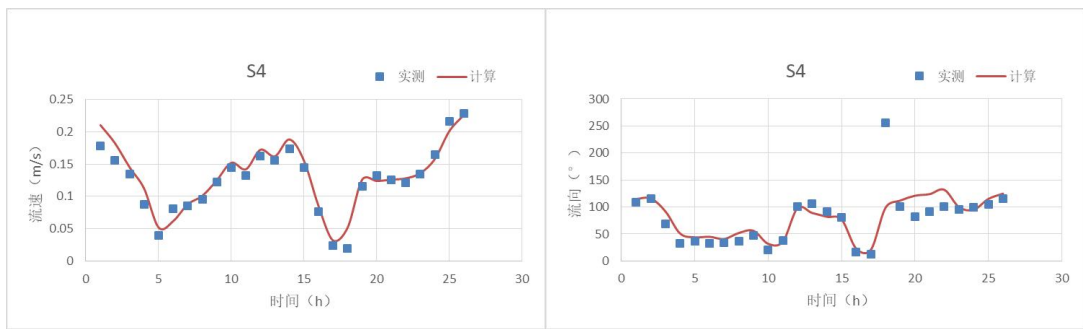
**图 7.1.1-11b S3 站流速、流向验证（中层）（2021 年 5 月 13 日 14:00~14 日 15: 00）**



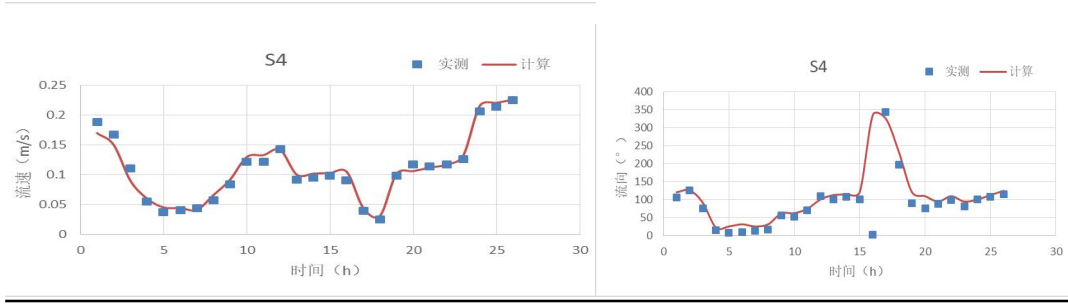
**图 7.1.1-11c S3 站流速、流向验证（底层）（2021 年 5 月 13 日 14:00~14 日 15: 00）**



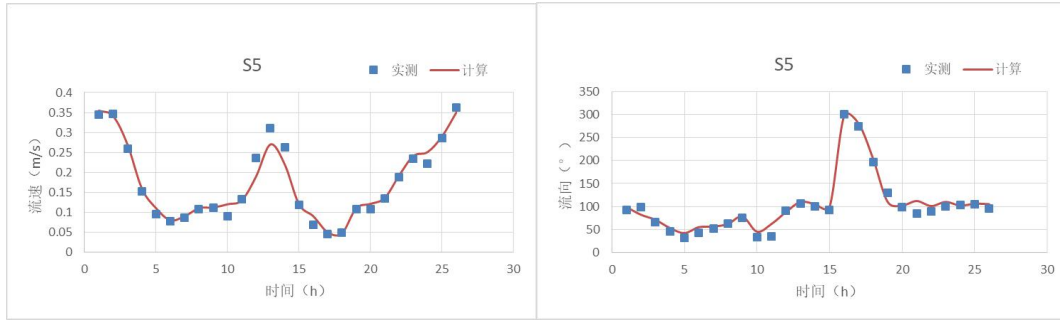
**图 7.1.1-12a S4 站流速、流向验证（表层）（2021 年 5 月 13 日 14:00~14 日 15: 00）**



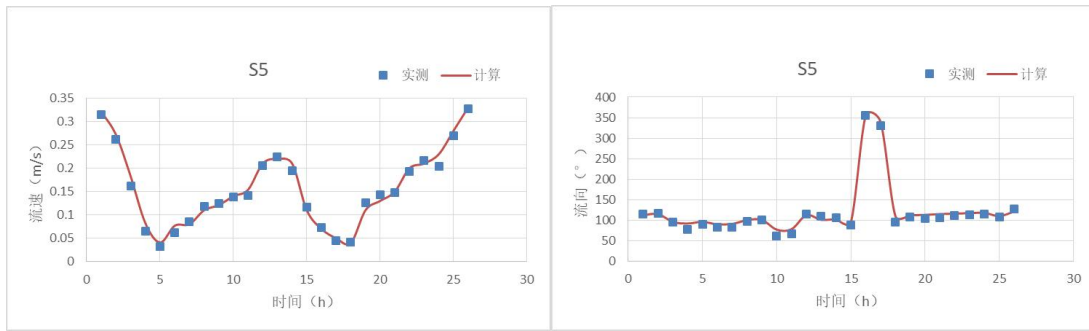
**图 7.1.1-12b S4 站流速、流向验证（中层）（2021 年 5 月 13 日 14:00~14 日 15: 00）**



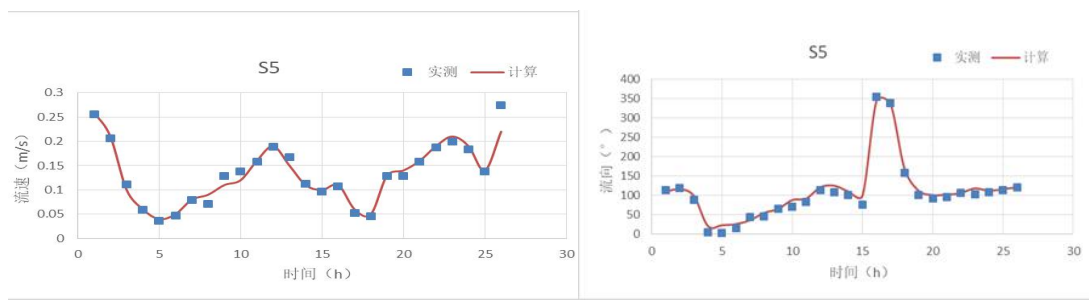
**图 7.1.1-12c S4 站流速、流向验证（底层）（2021 年 5 月 13 日 14:00~14 日 15: 00）**



**图 7.1.1-13a S5 站流速、流向验证（表层）（2021 年 5 月 13 日 14:00~14 日 15: 00）**

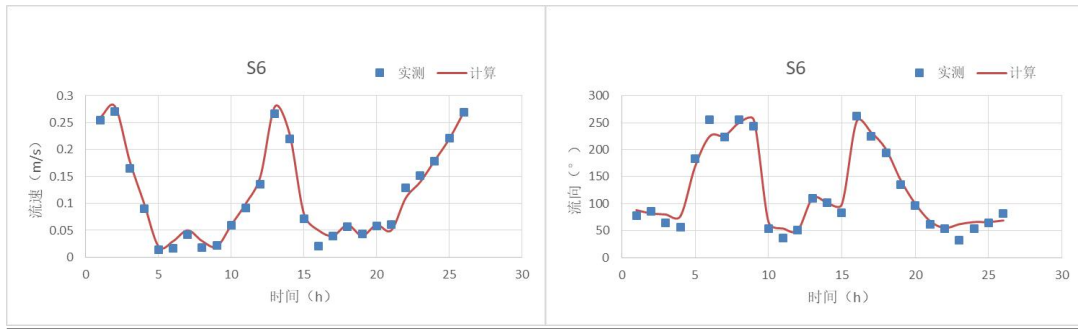


**图 7.1.1-13b S5 站流速、流向验证（中层）（2021 年 5 月 13 日 14:00~14 日 15: 00）**

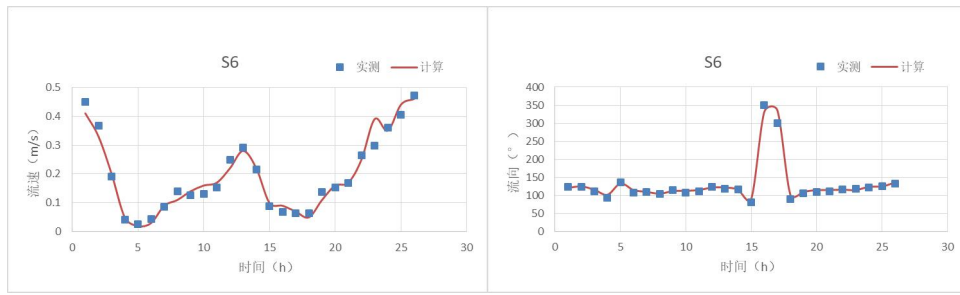


**图 7.1.1-13c S5 站流速、流向验证（底层）（2021 年 5 月 13 日 14:00~14 日 15: 00）**

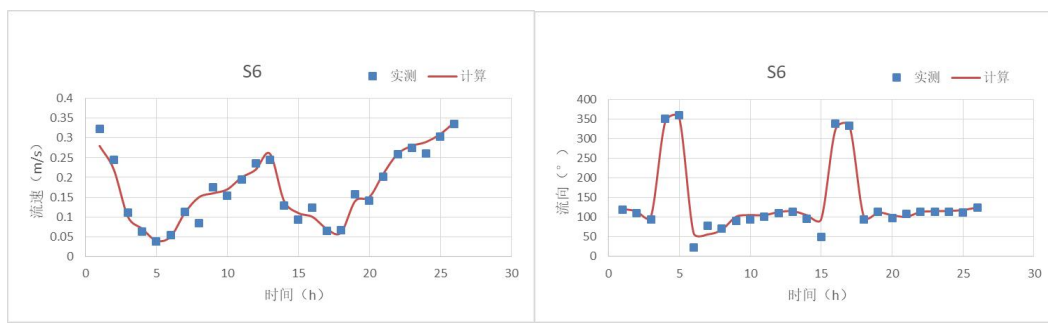




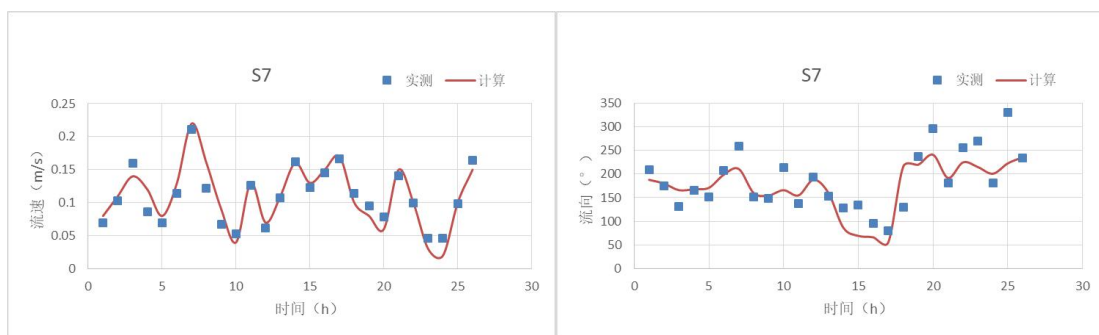
**图 7.1.1-14a S6 站流速、流向验证（表层）（2021 年 5 月 13 日 14:00~14 日 15: 00）**



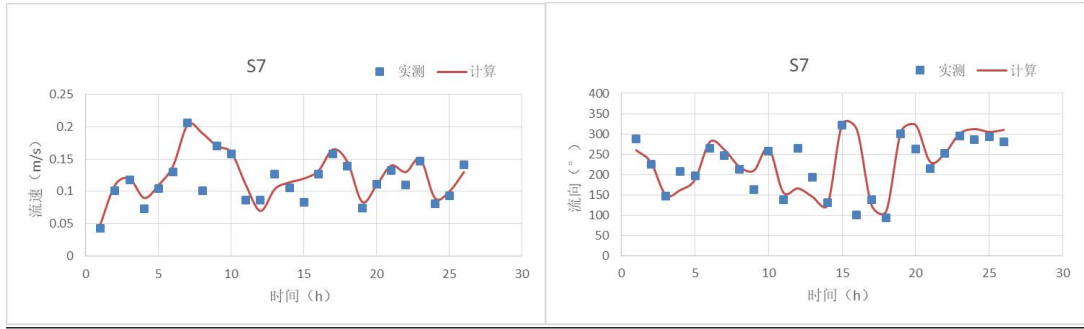
**图 7.1.1-14b S6 站流速、流向验证（中层）（2021 年 5 月 13 日 14:00~14 日 15: 00）**



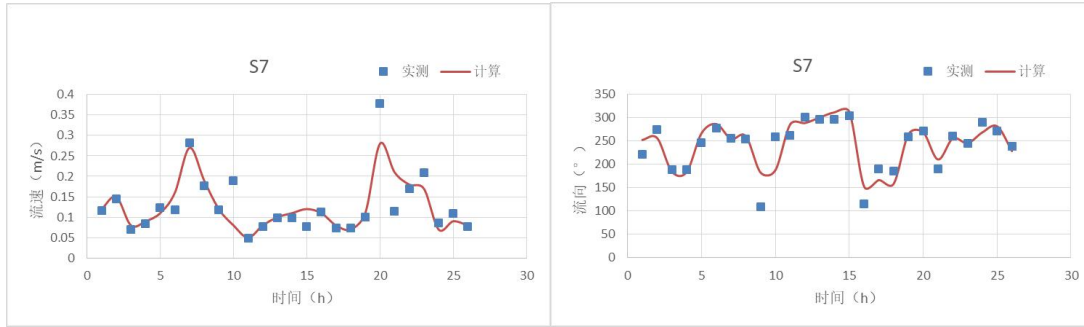
**图 7.1.1-14c S6 站流速、流向验证（底层）（2021 年 5 月 13 日 14:00~14 日 15: 00）**



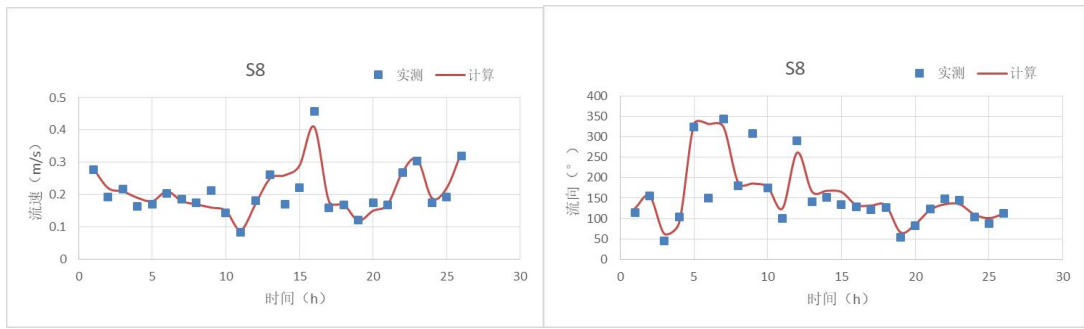
**图 7.1.1-15a S7 站流速、流向验证（表层）（2021 年 5 月 27 日 22:00~28 日 23: 00）**



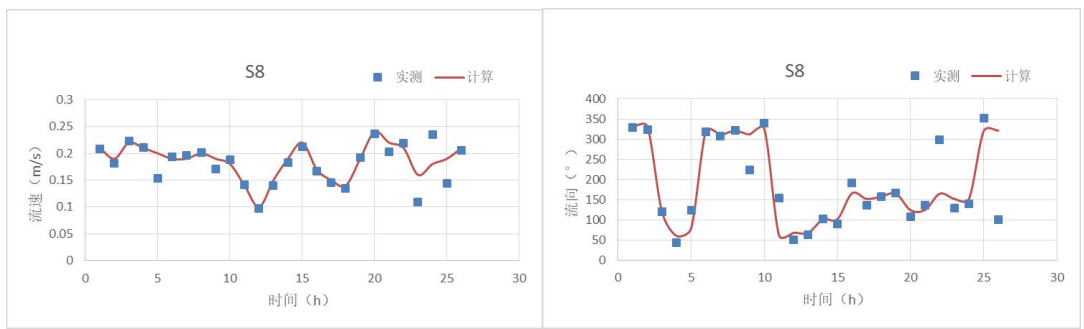
**图 7.1.1-15b S7 站流速、流向验证（中层）（2021 年 5 月 27 日 22:00~28 日 23: 00）**



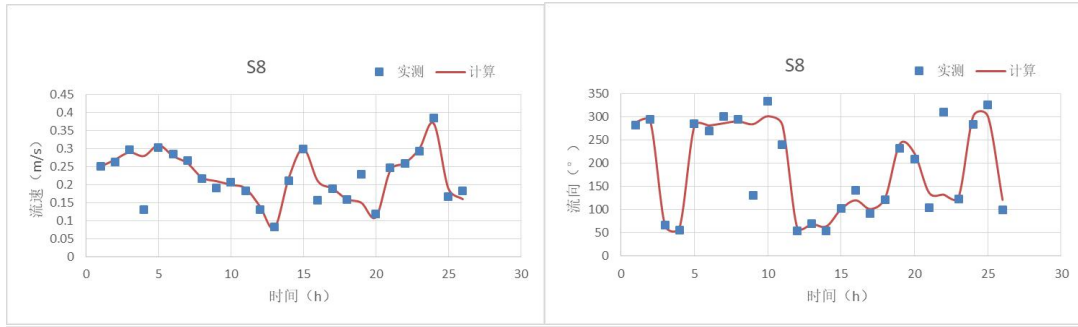
**图 7.1.1-15c S7 站流速、流向验证（底层）（2021 年 5 月 27 日 22:00~28 日 23: 00）**



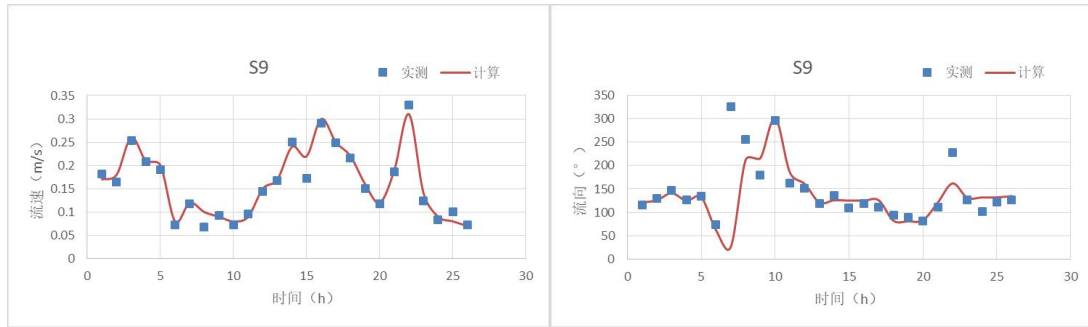
**图 7.1.1-16a S8 站流速、流向验证（表层）（2021 年 5 月 27 日 22:00~28 日 23: 00）**



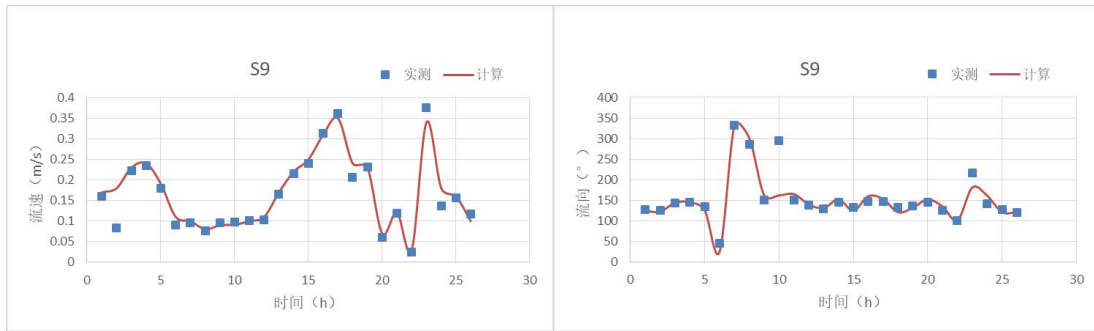
**图 7.1.1-16b S8 站流速、流向验证（中层）（2021 年 5 月 27 日 22:00~28 日 23: 00）**



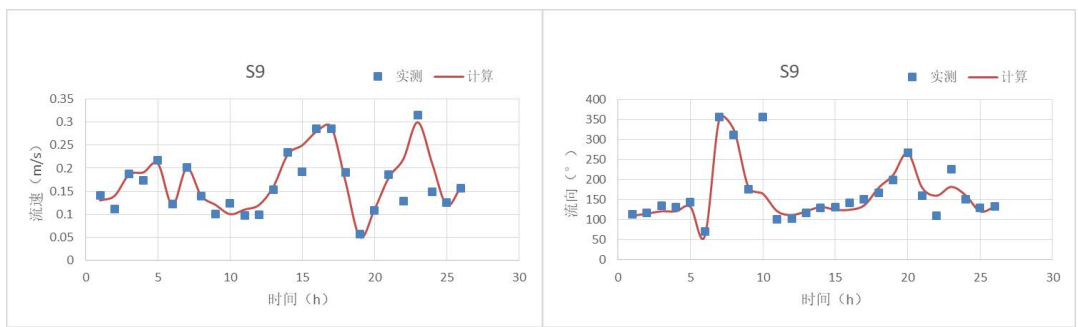
**图 7.1.1-16c S8 站流速、流向验证（底层）（2021 年 5 月 27 日 22:00~28 日 23: 00）**



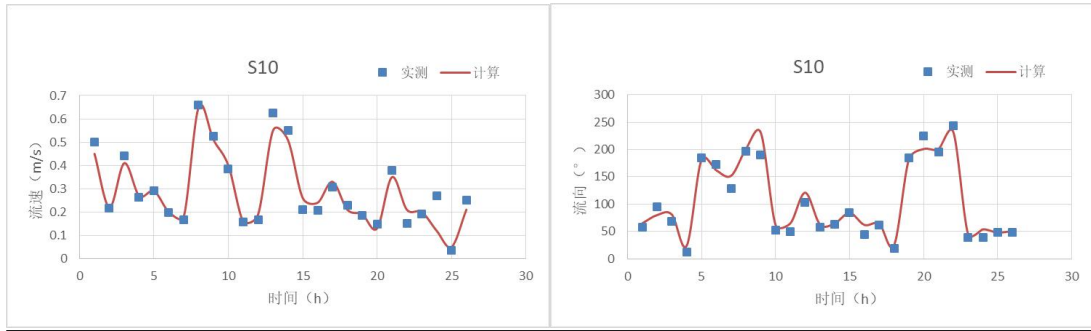
**图 7.1.1-17a S9 站流速、流向验证（表层）（2021 年 5 月 27 日 22:00~28 日 23: 00）**



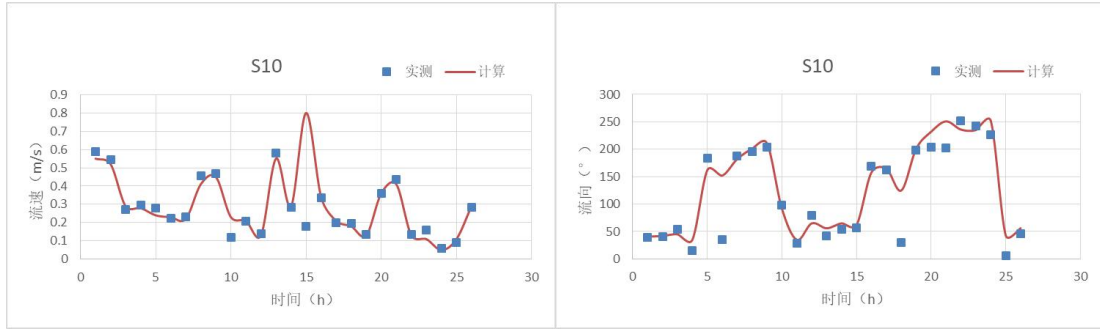
**图 7.1.1-17b S9 站流速、流向验证（中层）（2021 年 5 月 27 日 22:00~28 日 23: 00）**



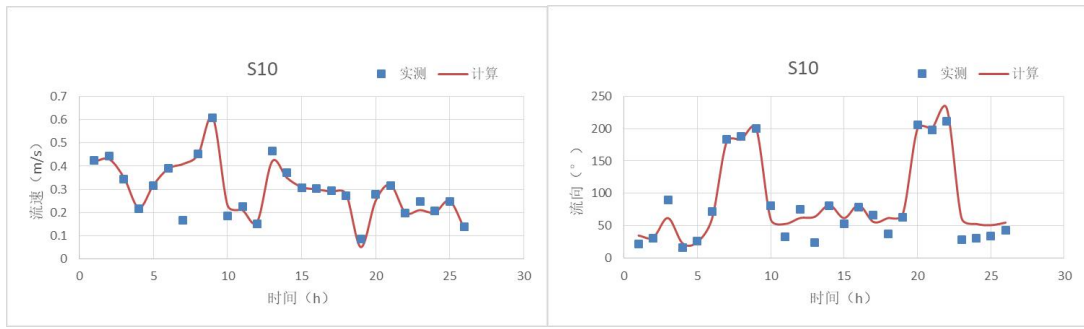
**图 7.1.1-17c S9 站流速、流向验证（底层）（2021 年 5 月 27 日 22:00~28 日 23: 00）**



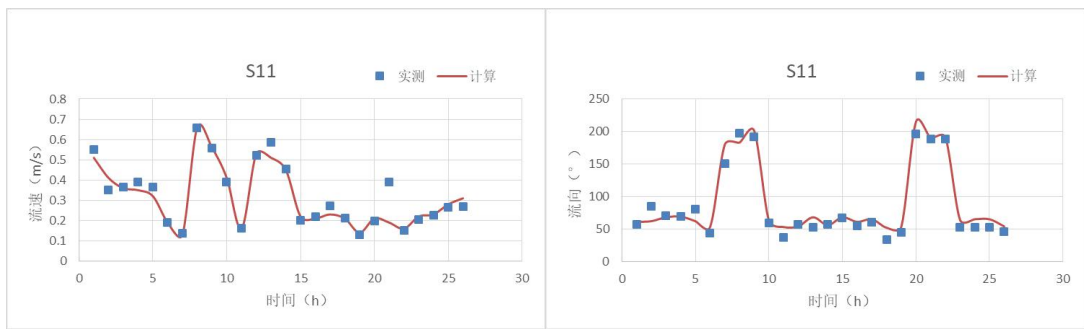
**图 7.1.1-18a S10 站流速、流向验证 (表层) (2021 年 5 月 27 日 22:00~28 日 23: 00)**



**图 7.1.1-18b S10 站流速、流向验证 (中层) (2021 年 5 月 27 日 22:00~28 日 23: 00)**



**图 7.1.1-18c S10 站流速、流向验证 (底层) (2021 年 5 月 27 日 22:00~28 日 23: 00)**



**图 7.1.1-19a S11 站流速、流向验证 (表层) (2021 年 5 月 27 日 22:00~28 日 23: 00)**

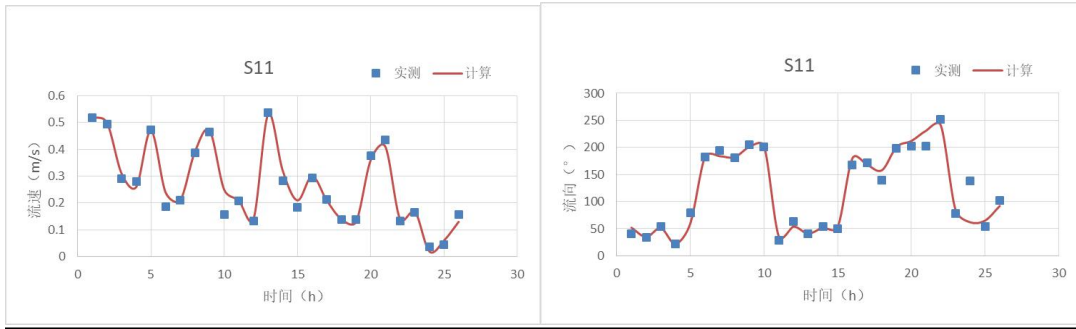


图 7.1.1-19b S11 站流速、流向验证（中层）（2021 年 5 月 27 日 22:00~28 日 23: 00）

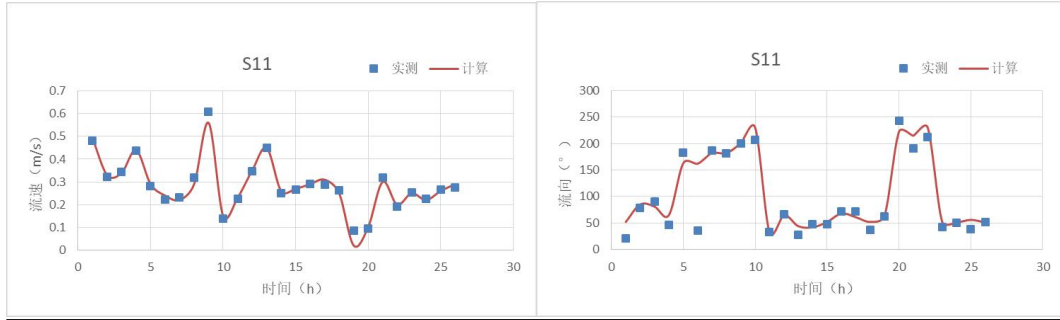


图 7.1.1-19c S11 站流速、流向验证（底层）（2021 年 5 月 27 日 22:00~28 日 23: 00）

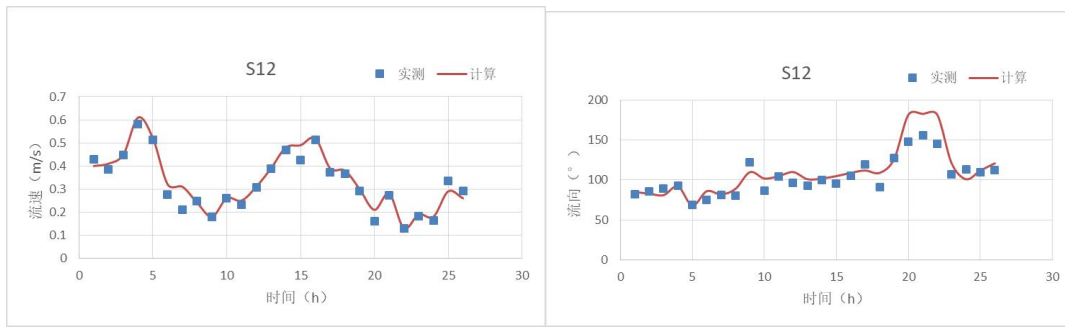


图 7.1.1-20a S12 站流速、流向验证（表层）（2021 年 5 月 27 日 22:00~28 日 23: 00）

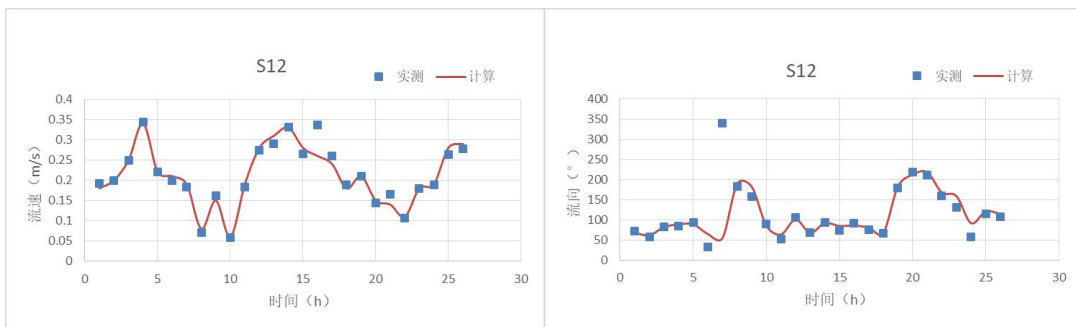


图 7.1.1-20b S12 站流速、流向验证（中层）（2021 年 5 月 27 日 22:00~28 日 23: 00）

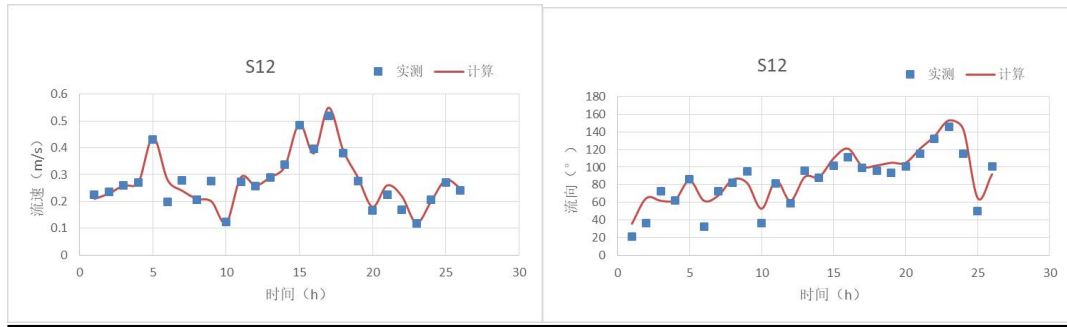


图 7.1.1-20c S12 站流速、流向验证（底层）（2021 年 5 月 27 日 22:00-28 日 23: 00）

③10 月海流结果验证

海流验证结果见图 7.1.1-21~图 7.1.1-27。

海流验证结果显示，2021 年 10 月测流期间，模型计算的 SW2-1 至 SW2-6 站流向与实测流向基本吻合，仅个别站点在转流时刻附近出现一定偏差，多数站点的模型计算流速与实测流速量值大小接近，个别站点模型计算的最大流速略小于实测流速。

总体而言，模型验证的潮位、流速-流向与实测值基本吻合，可认为模型基本反映了工程海域的潮流场运动特征，可作为本项目水动力环境、悬沙扩散、冲淤环境等方面预测计算的基础。

表 7.1.1-2 各个站点流速平均误差

站位	SW2-1	SW2-2	SW2-3	SW2-4	SW2-5	SW2-6
表层误差	3.3%	3.4%	2.9%	5.2%	4.1%	5.2%
中层误差	4.7%	4.1%	5.2%	5.7%	6.2%	7.9%
底层误差	5.1%	4.5%	6.1%	6.5%	7.8%	8.1%

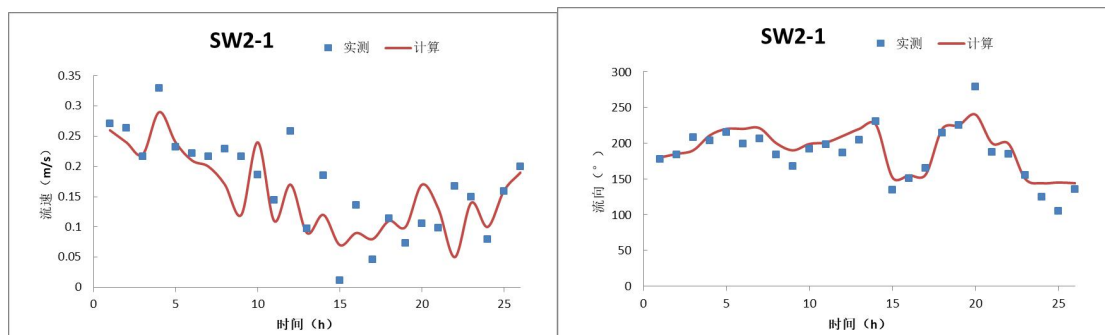


图 7.1.1-21a SW2-1 站流速、流向验证（表层）（2021 年 10 月 20 日 20: 00 至 21 日 21: 00）

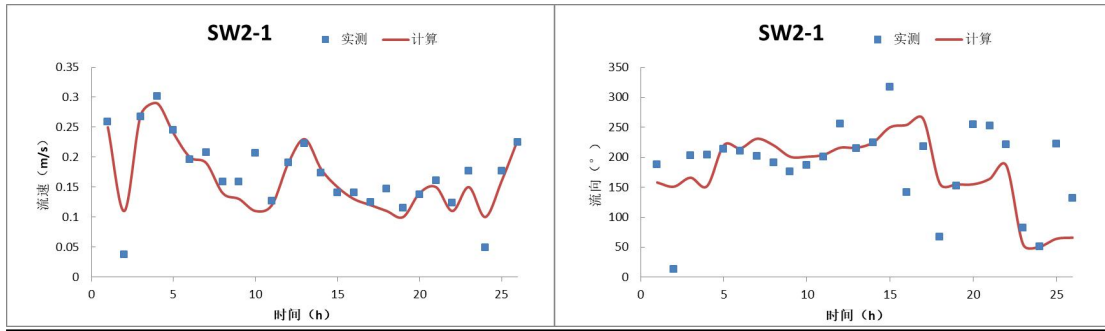


图 7.1.1-21b SW2-1 站流速、流向验证 (中层) (2021 年 10 月 20 日 20: 00 至 21 日 21: 00)

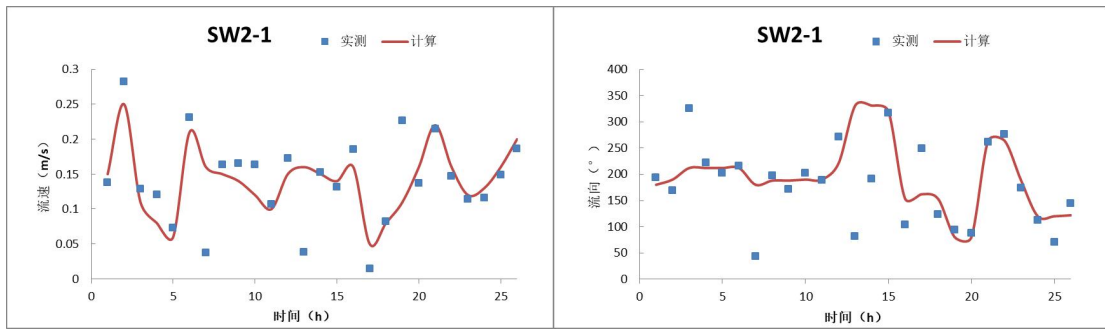


图 7.1.1-21c SW2-1 站流速、流向验证 (底层) (2021 年 10 月 20 日 20: 00 至 21 日 21: 00)

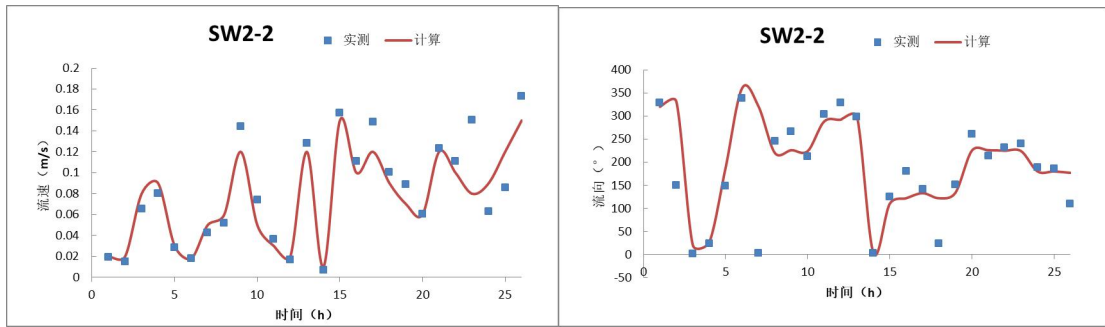


图 7.1.1-22a SW2-2 站流速、流向验证 (表层) (2021 年 10 月 20 日 20: 00 至 21 日 21: 00)

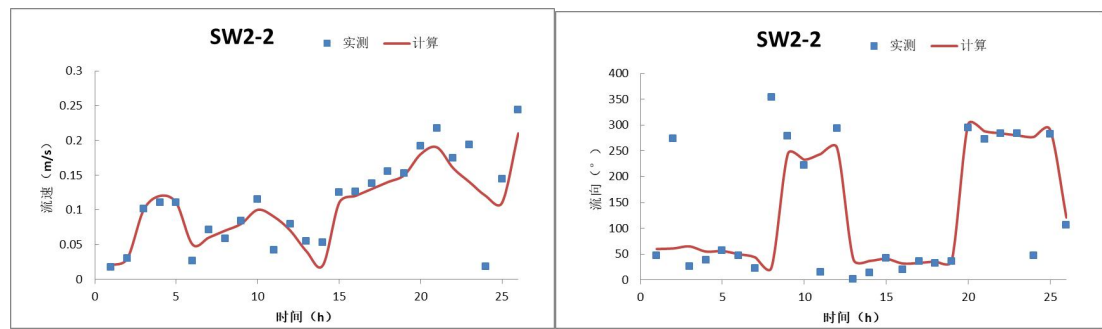


图 7.1.1-22b SW2-2 站流速、流向验证 (中层) (2021 年 10 月 20 日 20: 00 至 21 日 21: 00)

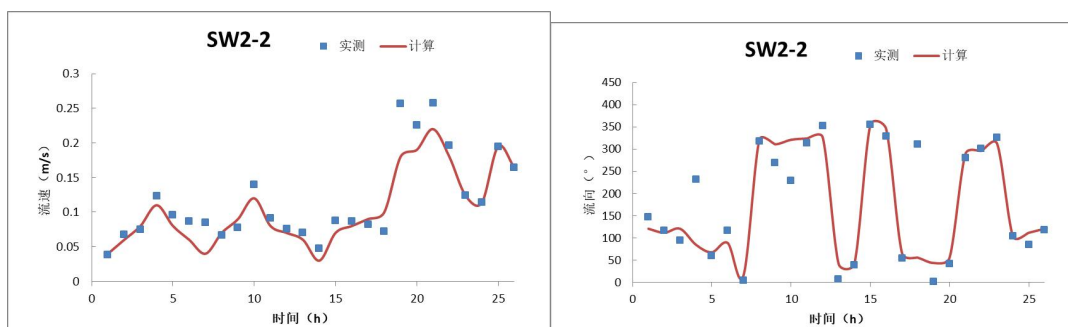


图 7.1.1-22c SW2-2 站流速、流向验证 (底层) (2021 年 10 月 20 日 20: 00 至 21 日 21: 00)

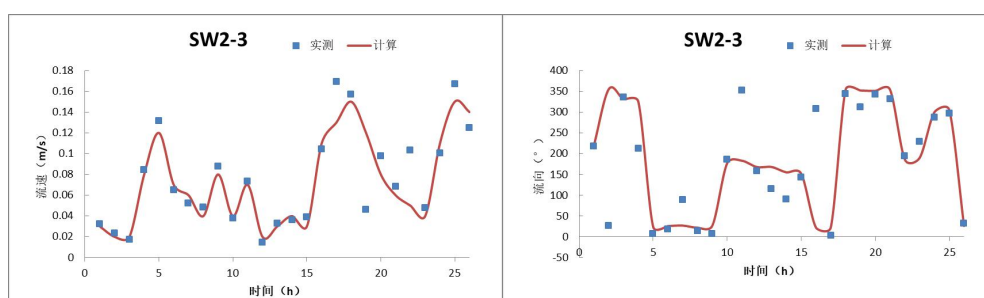


图 7.1.1-23a SW2-3 站流速、流向验证 (表层) (2021 年 10 月 20 日 20: 00 至 21 日 21: 00)

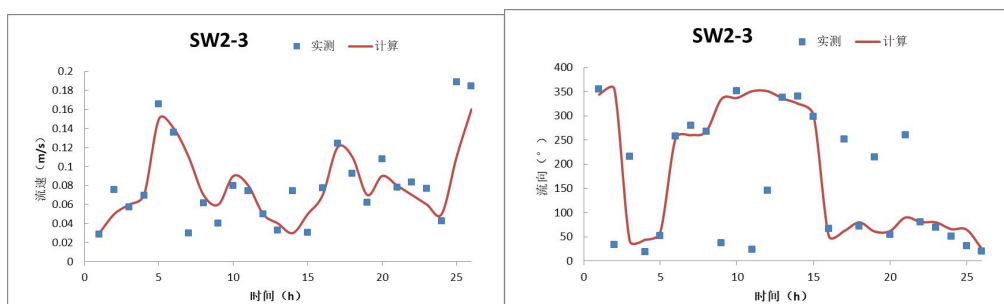


图 7.1.1-23b SW2-3 站流速、流向验证 (中层) (2021 年 10 月 20 日 20: 00 至 21 日 21: 00)

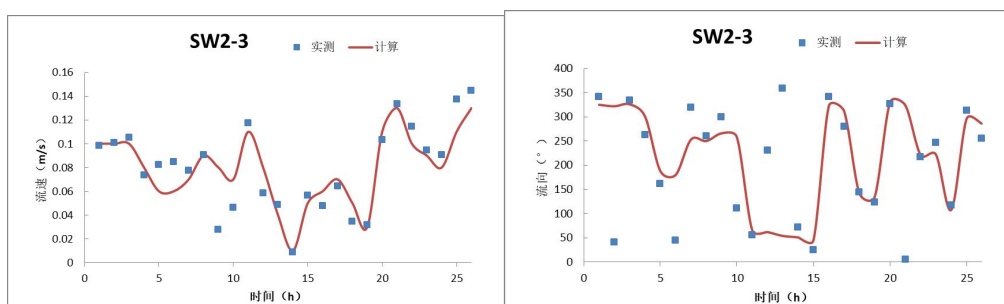


图 7.1.1-23c SW2-3 站流速、流向验证 (底层) (2021 年 10 月 20 日 20: 00 至 21 日 21: 00)



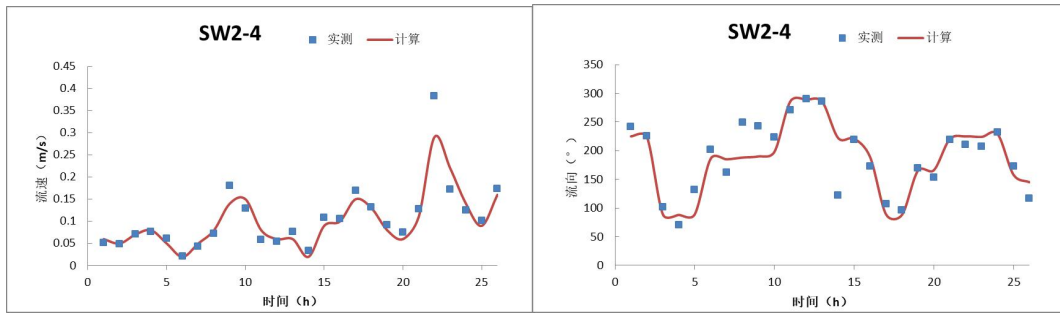


图 7.1.1-24a SW2-4 站流速、流向验证 (表层) (2021 年 10 月 20 日 20:00 至 21 日 21:00)

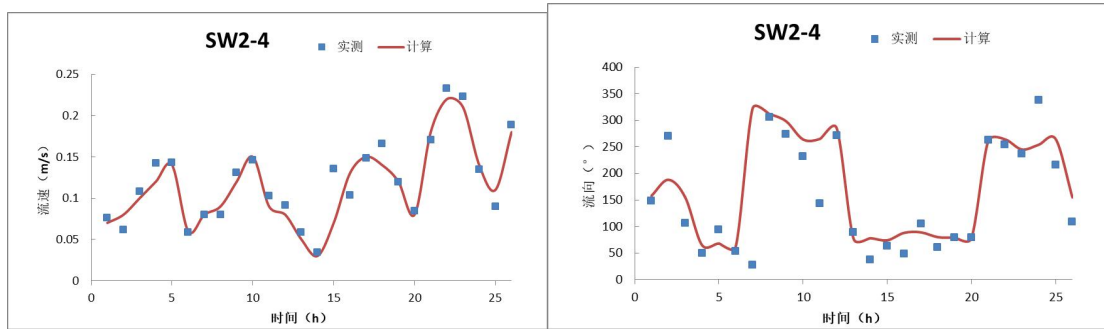


图 7.1.1-24b SW2-4 站流速、流向验证 (中层) (2021 年 10 月 20 日 20:00 至 21 日 21:00)

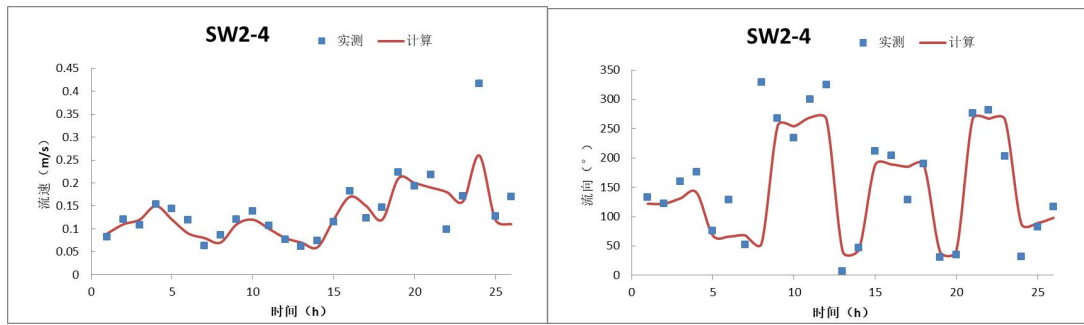


图 7.1.1-24c SW2-4 站流速、流向验证 (底层) (2021 年 10 月 20 日 20:00 至 21 日 21:00)

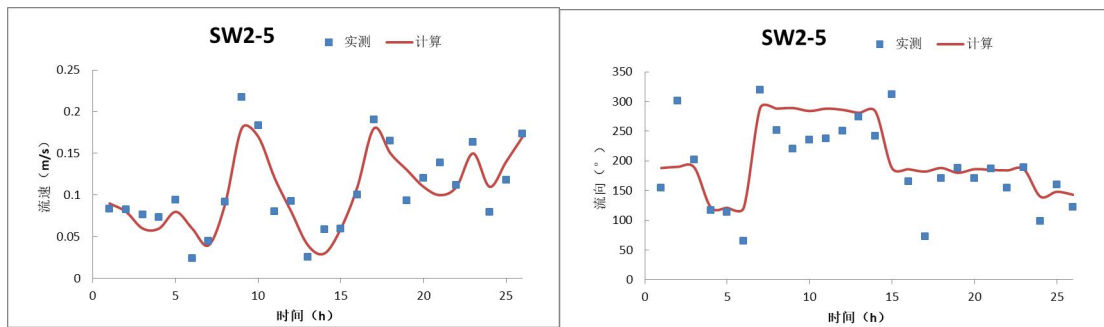


图 7.1.1-25a SW2-5 站流速、流向验证 (表层) (2021 年 10 月 20 日 20:00 至 21 日 21:00)

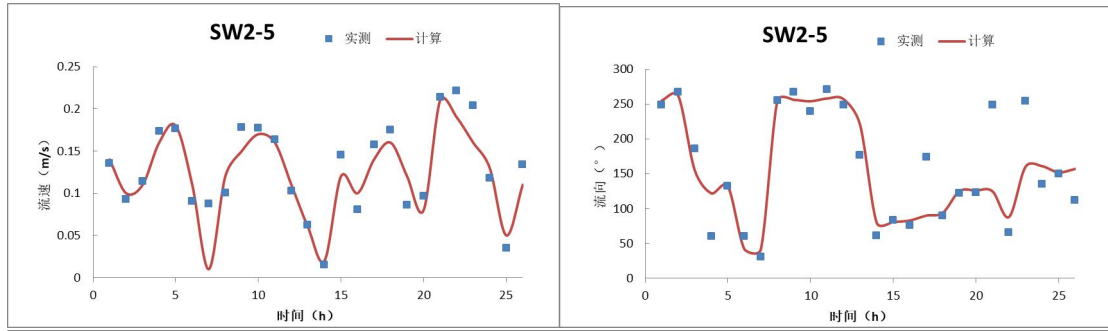


图 7.1.1-25b SW2-5 站流速、流向验证 (中层) (2021 年 10 月 20 日 20: 00 至 21 日 21: 00)

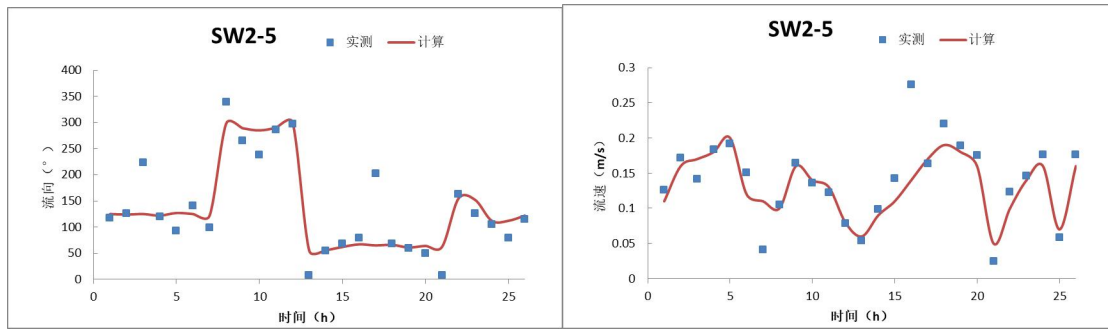


图 7.1.1-25c SW2-5 站流速、流向验证 (底层) (2021 年 10 月 20 日 20: 00 至 21 日 21: 00)

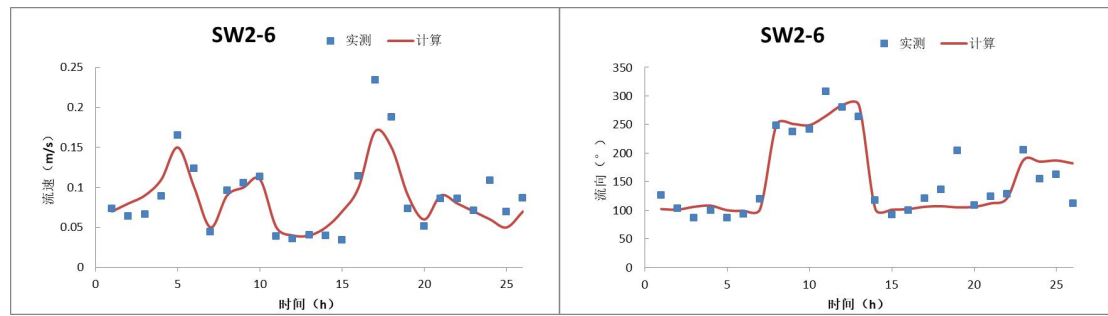


图 7.1.1-26a SW2-6 站流速、流向验证 (表层) (2021 年 10 月 20 日 20: 00 至 21 日 21: 00)

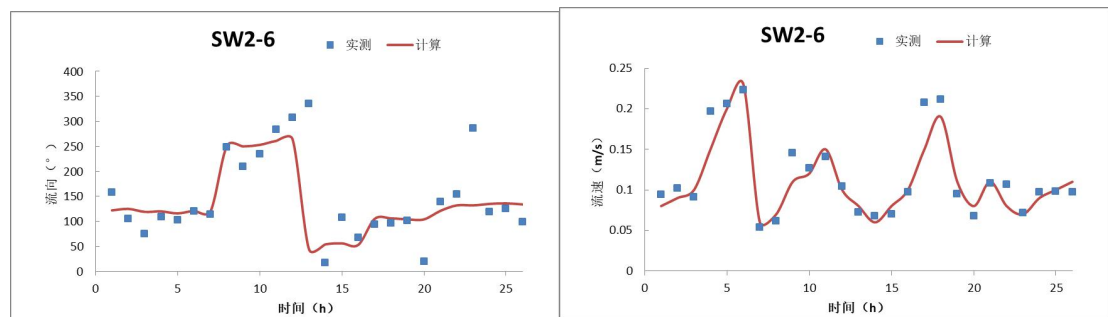


图 7.1.1-26b SW2-6 站流速、流向验证 (中层) (2021 年 10 月 20 日 20: 00 至 21 日 21: 00)

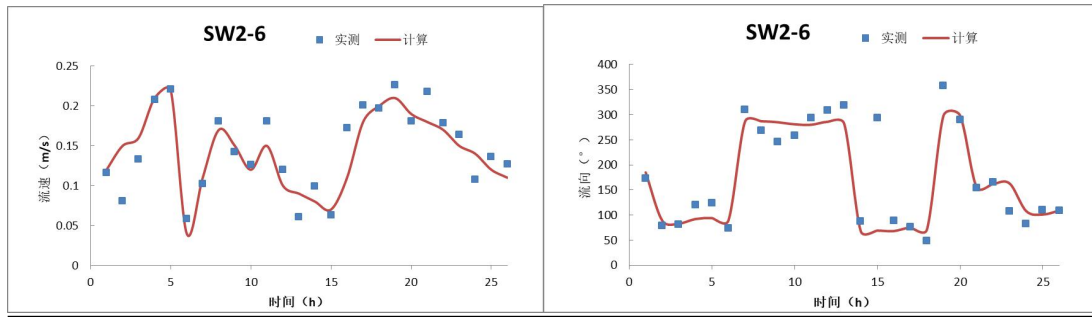


图 7.1.1-26c SW2-6 站流速、流向验证（底层）（2021 年 10 月 20 日 20: 00 至 21 日 21: 00）

## 7.1.2 计算结果

### 7.1.2.1 现状潮流场分析

根据监测数据可以看出，2021 年 5 月监测期间项目地附近潮差大于 10 月份，因此对 2021 年 5 月流场进行分析。

采用经过验证的潮流数学模型，计算了本工程附近水域的潮流场。图 7.1.2-1~图 7.1.2-2 为计算域涨急和落急流场图。

从碣石湾海域大潮涨、落急时刻的流场图可以看到，涨潮时，海水从西边界进入碣石湾海域，并向西北向传播，在碣石湾湾口及湾内，受地形影响，潮流呈往复流。落潮时碣石湾内海水朝东南方向流向外海。施公寮岛外围形成回流，涨潮潮流呈逆时针方向流动，落潮潮流呈顺时针方向流动。

采砂区位于施公寮岛东南侧约 3.2km 处，采砂区周边海域呈旋转流流态，涨潮流方向基本在  $0\sim 45^\circ$  之间，落潮流流向基本在  $180\sim 225^\circ$  之间。涨潮流流经采砂区后向西北方向传播进入施公寮岛周边，落潮流沿西南方向外海运动，流经该采砂区后流向外海。受岛屿地形影响，涨落潮在岬湾附近形成流速高值区。

工程区域水深较大，大潮涨潮平均流速在  $0.1\sim 0.44\text{m/s}$  之间，大潮落潮平均流速在  $0.1\sim 0.61\text{m/s}$  之间，工程海域潮流流速总体不大，大潮涨落潮平均流速在  $0.12\text{m/s}$  左右。项目海区潮流流速整体较弱。

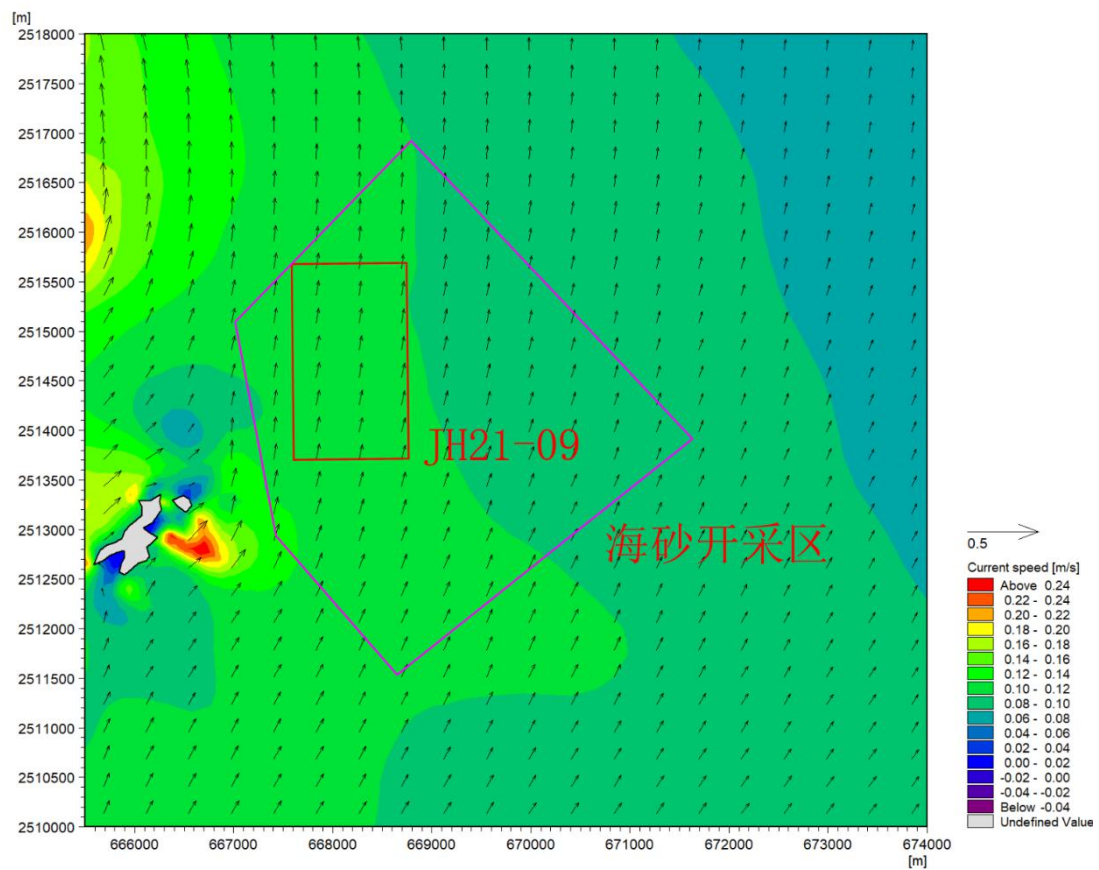
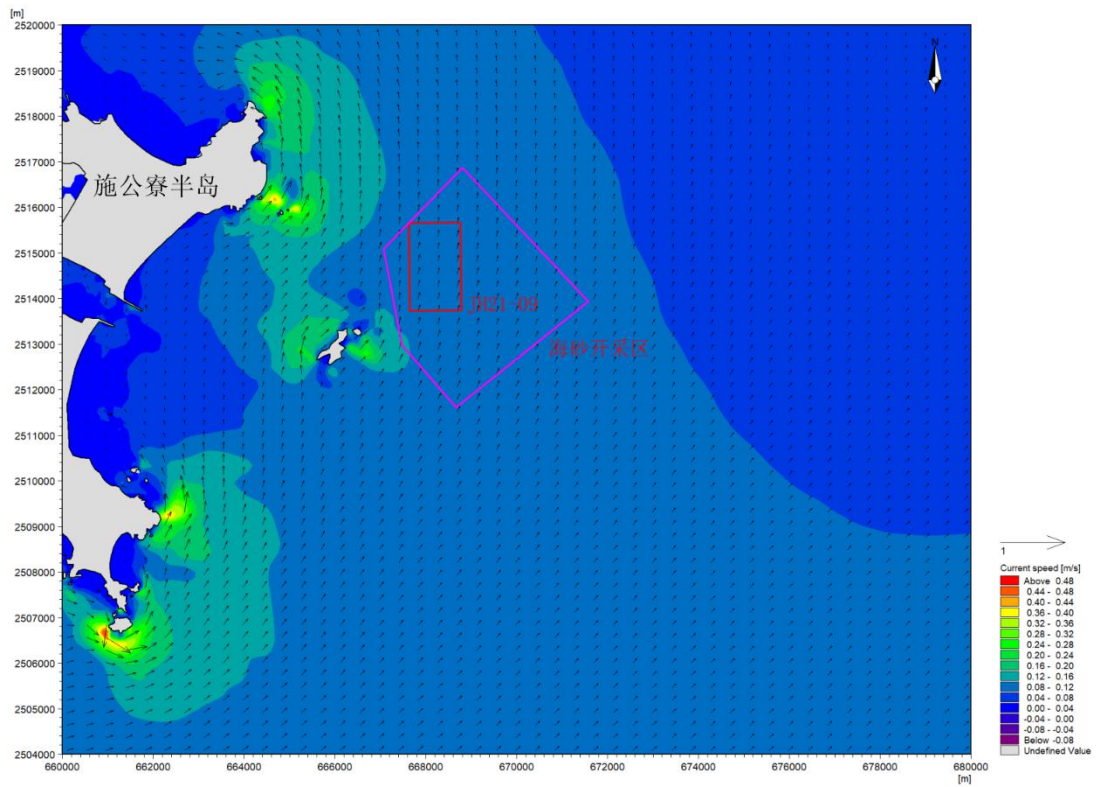


图 7.1.2-1a 工程前工程海域大潮涨急流场（表层）

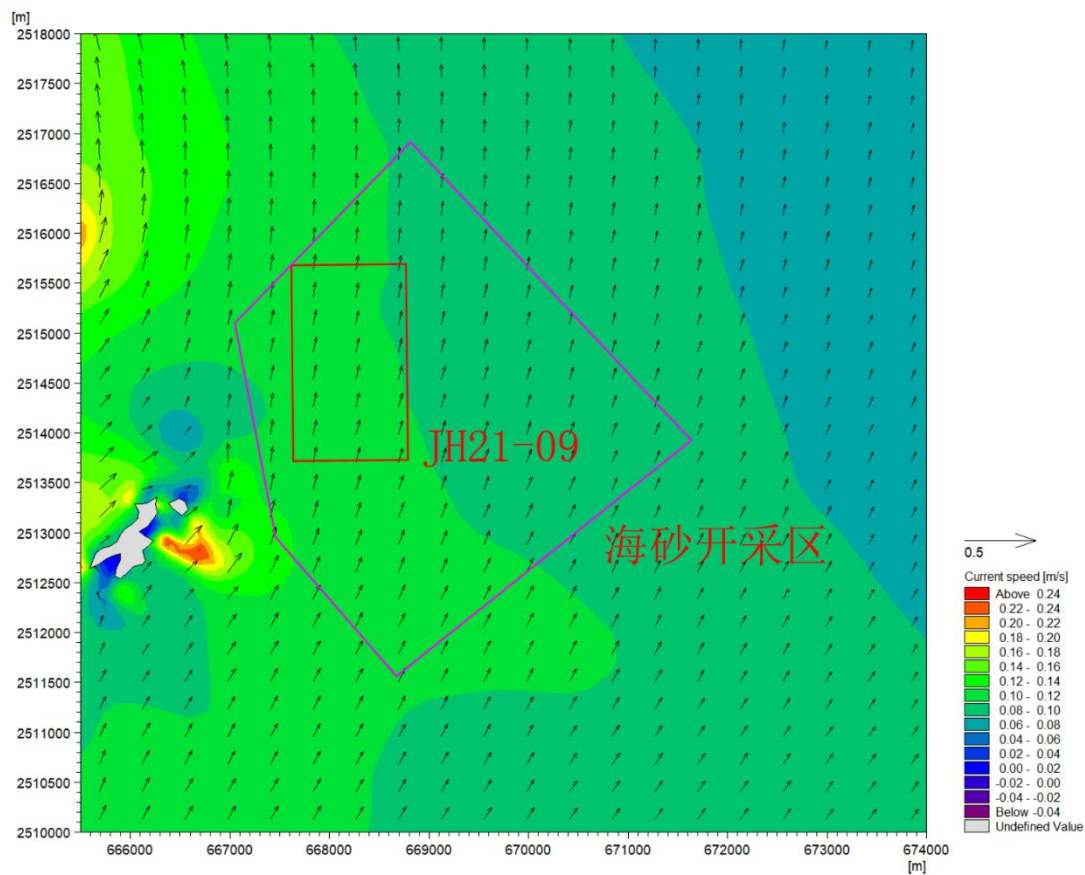
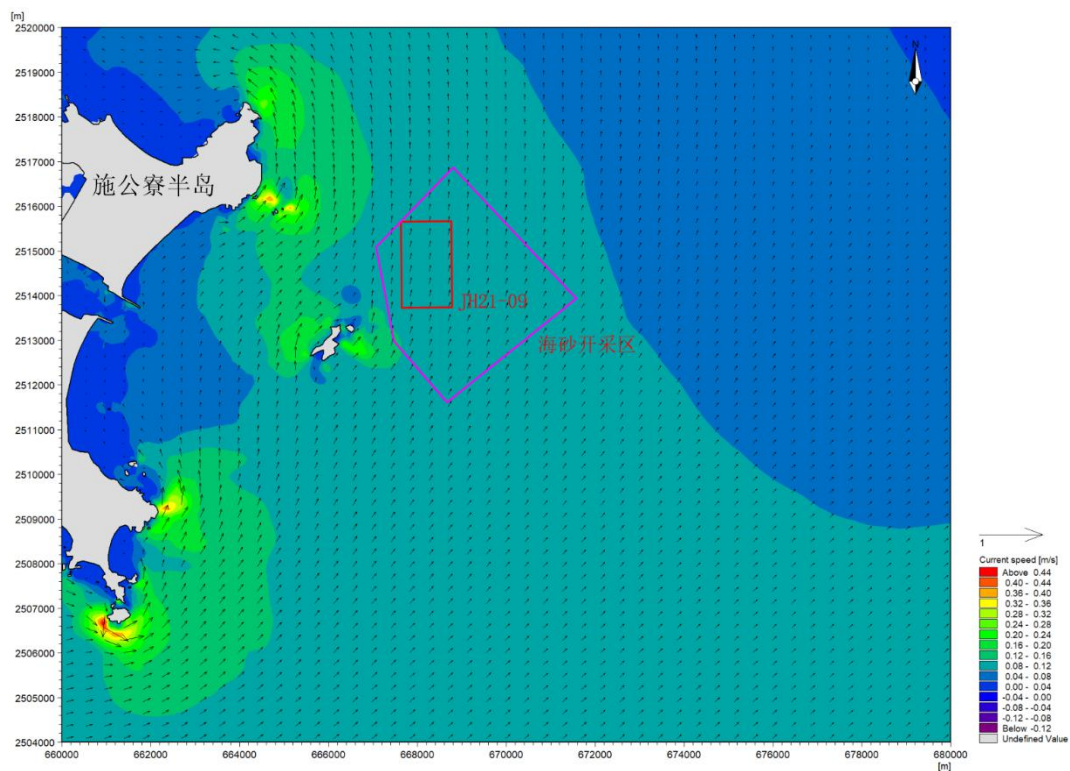


图 7.1.2-1b 工程前工程海域大潮涨急流场（中层）

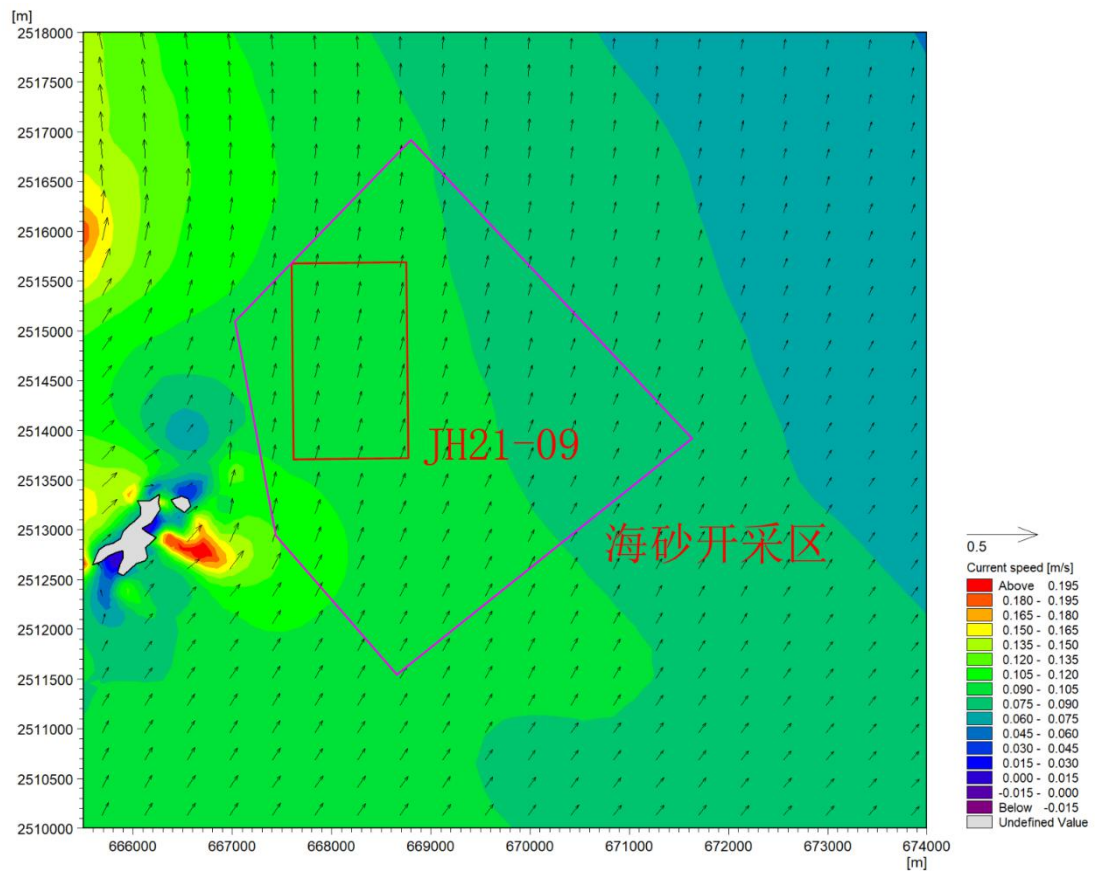
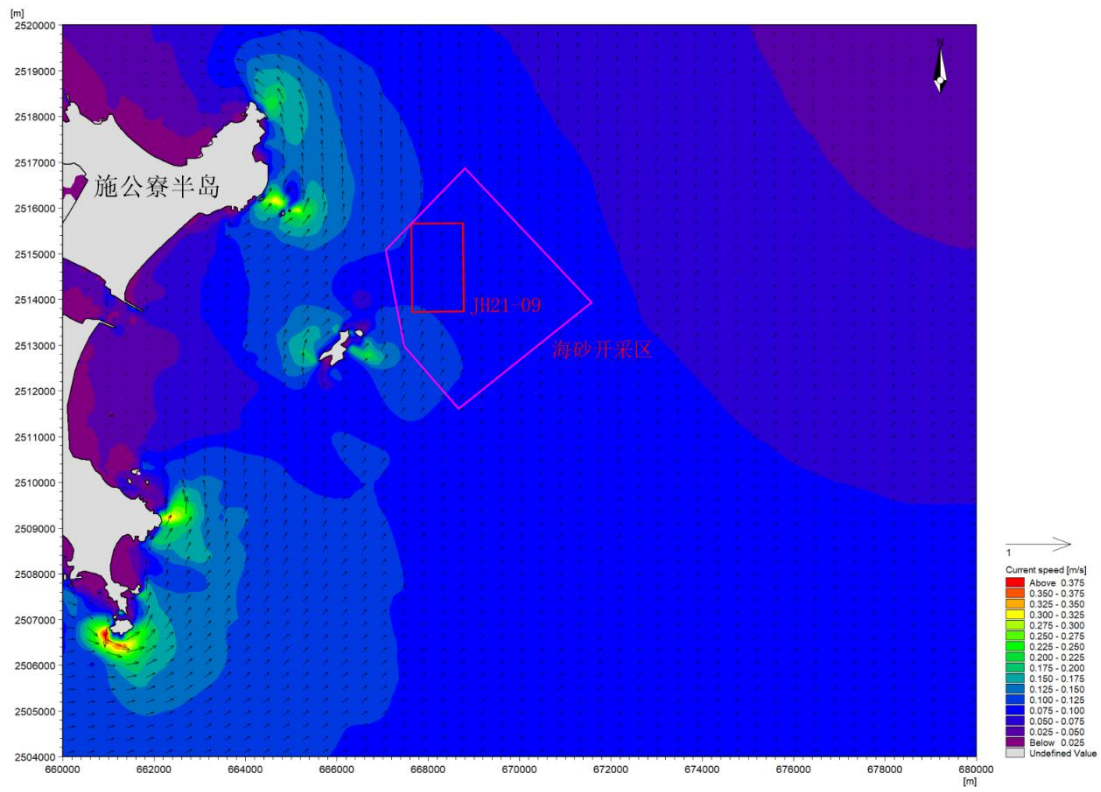


图 7.1.2-1c 工程前工程海域大潮涨急流场（底层）

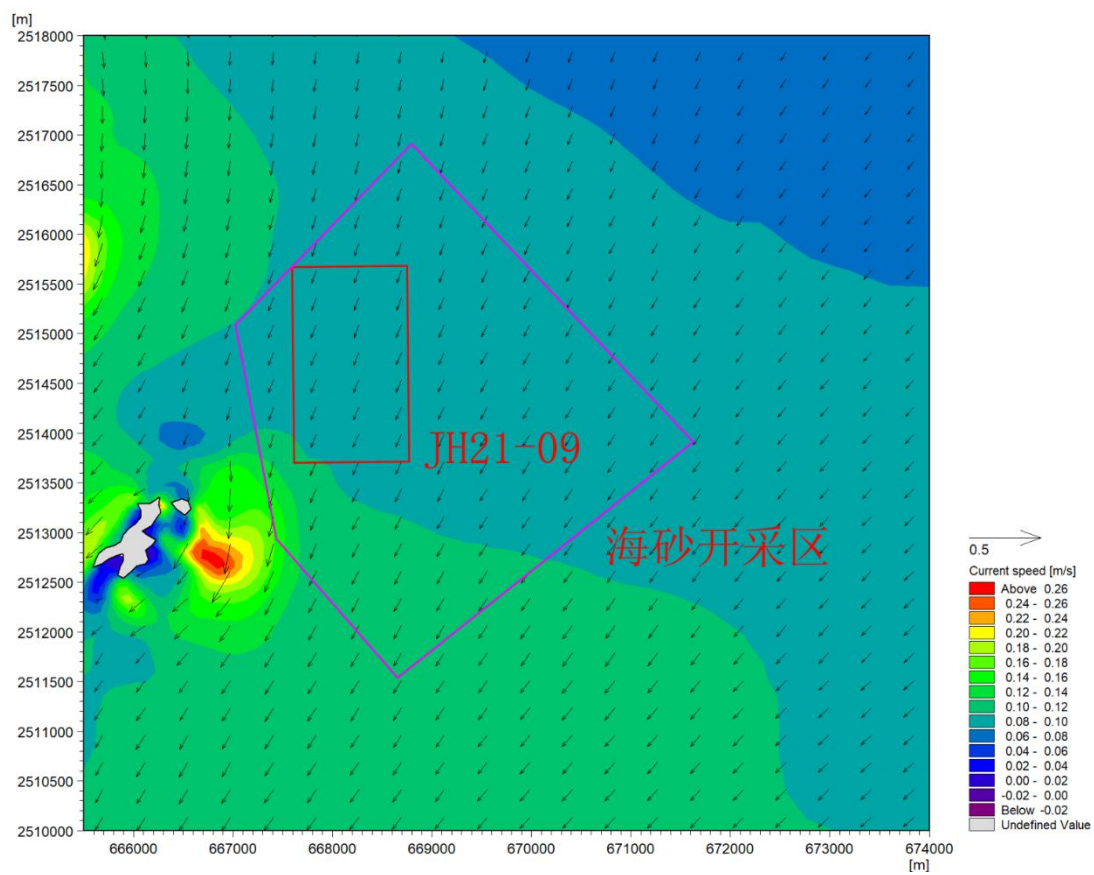
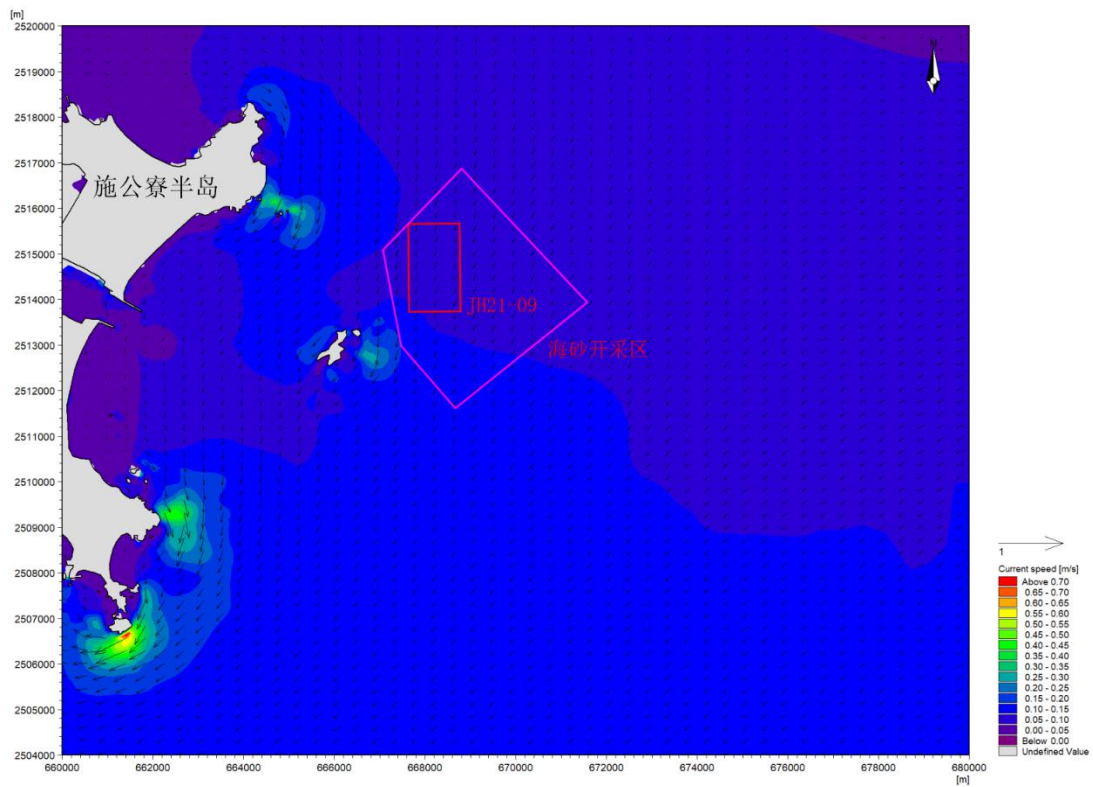


图 7.1.2-2a 工程前工程海域大潮落急流场（表层）

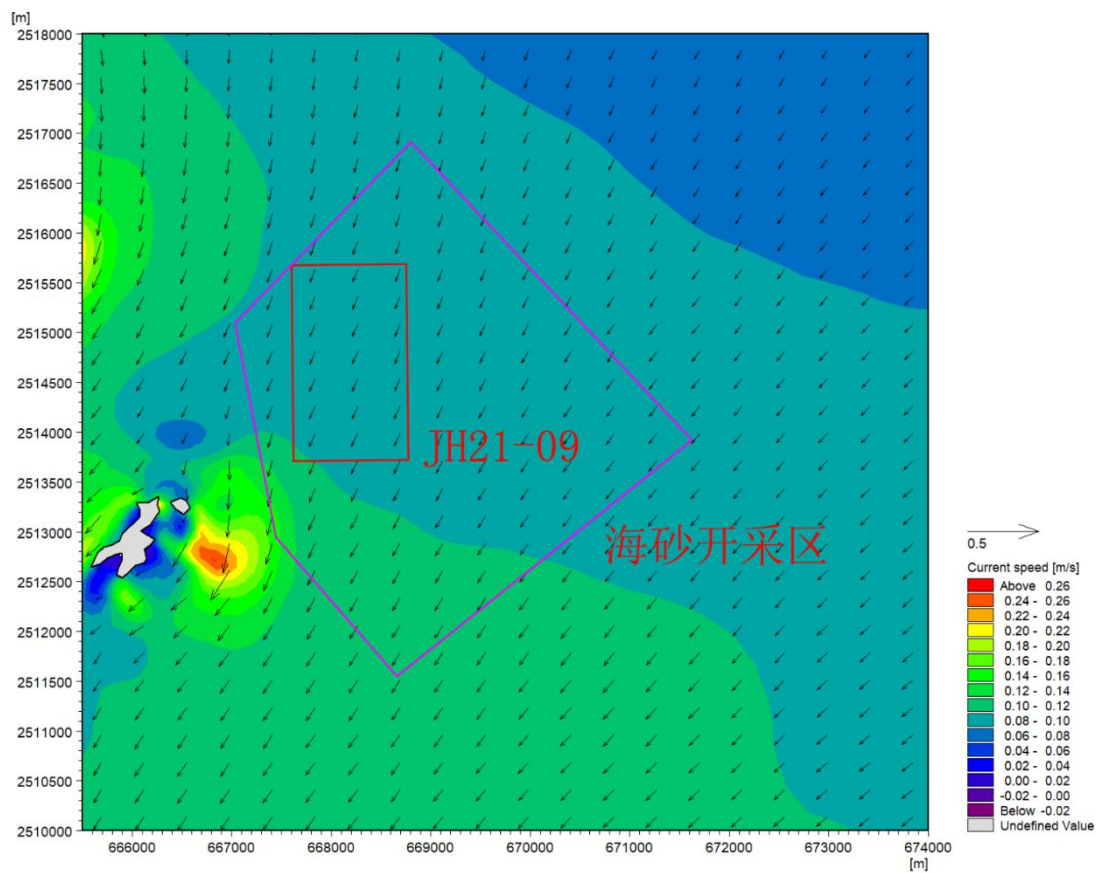
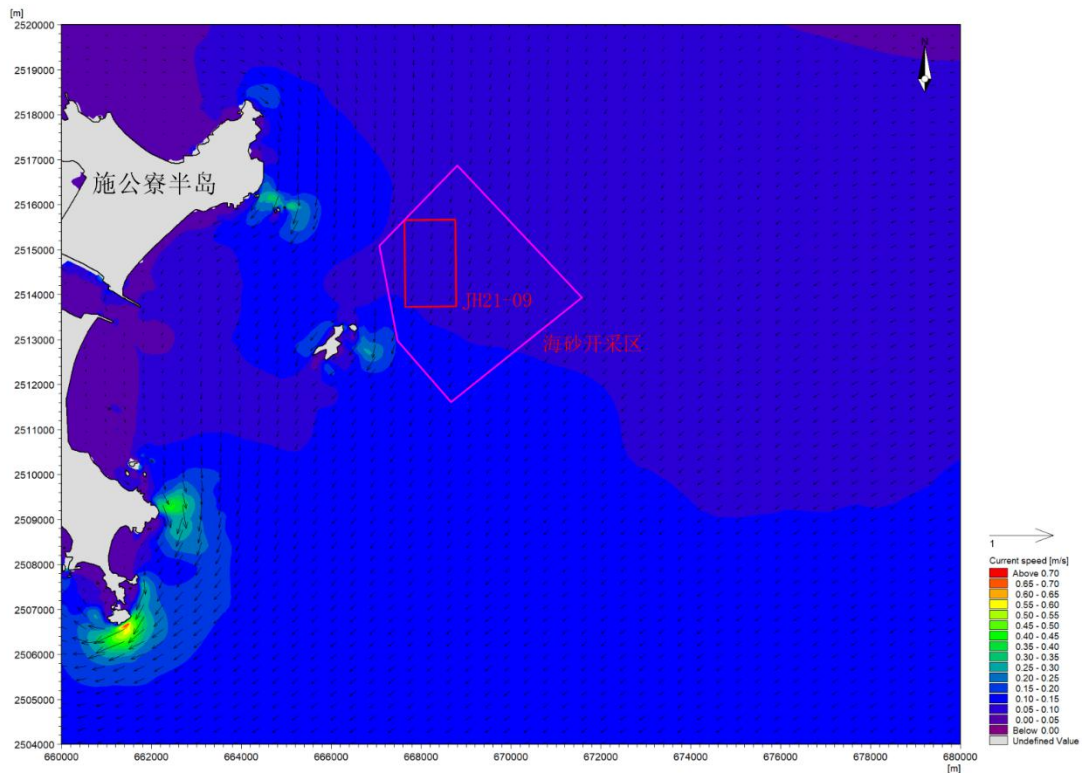


图 7.1.2-2b 工程前工程海域大潮落急流场（中层）



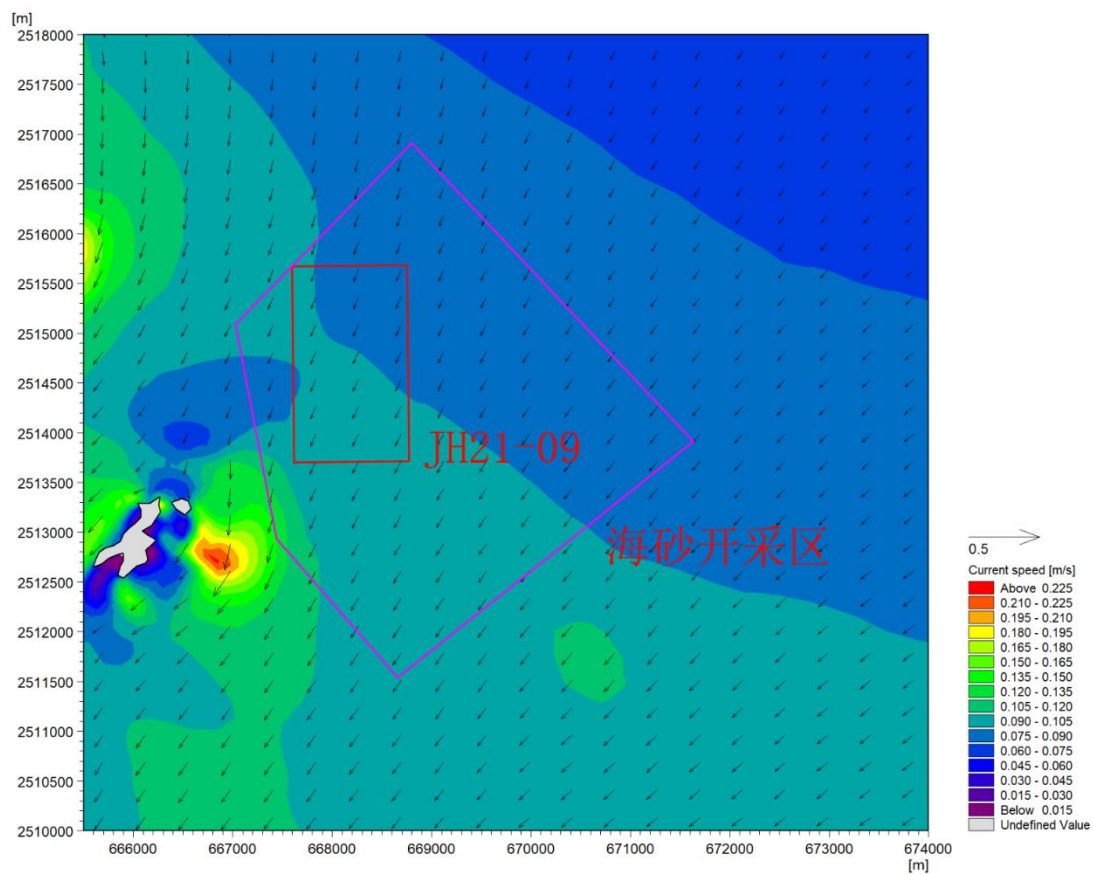
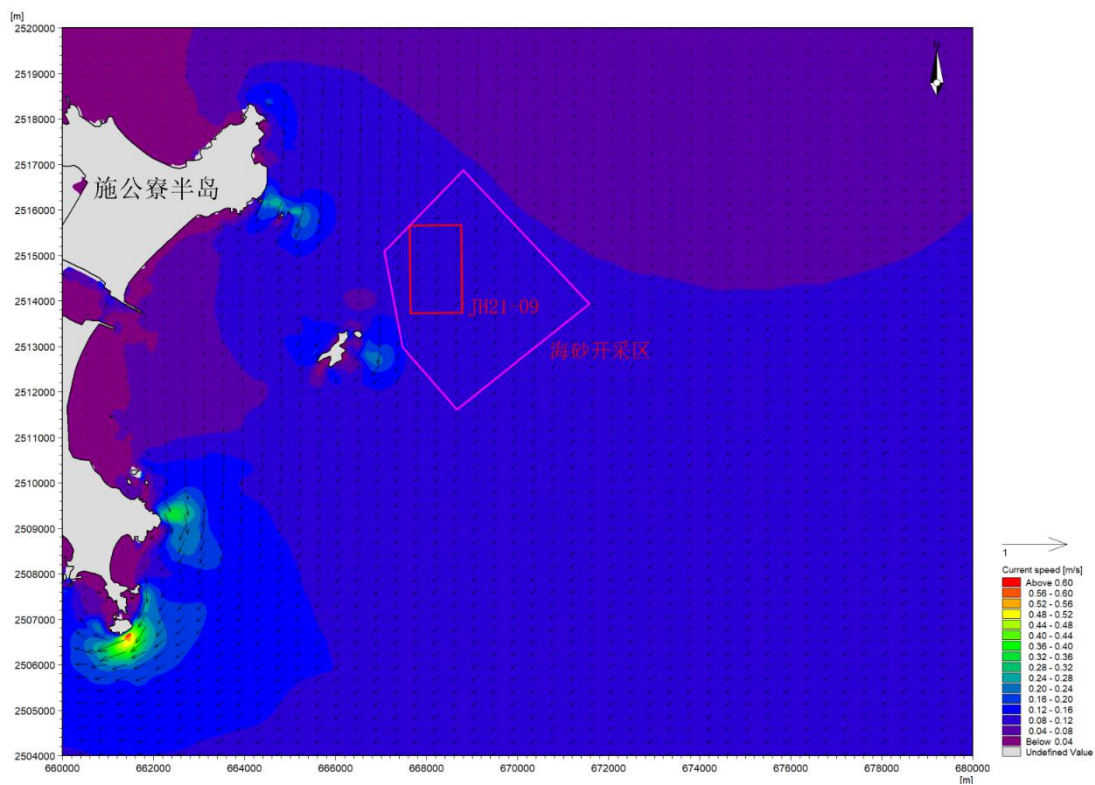


图 7.1.2-2c 工程前工程海域大潮落急流场（底层）

### 7.1.2.2 工程后潮流场分析

根据海域海砂资源储量分析，按最不利情况考虑，即采砂区开采区被平均挖深到 24.08m。通过改变该采砂区海底地形，对工程后潮流场进行计算，分析工程前后流态、潮位、流速、流向等变化情况。考虑到本项目附近共三个采砂区，分两种工况考虑工程实施后对采砂区水动力环境影响，工况一为本项目实施后对水动力环境的影响，工况二为三个采砂区施工完成后对水动力环境的影响。为了解项目采砂对附近海域潮流动力的影响，在采砂区周边水域选取 43 个代表点分别对比工程前后大潮涨、落潮中层平均流速、流向的变化情况，并分别绘制工程前后表中底层流场图及中层大潮涨、落急流场对比图。各代表点具体位置分布见图 7.1.2-3。

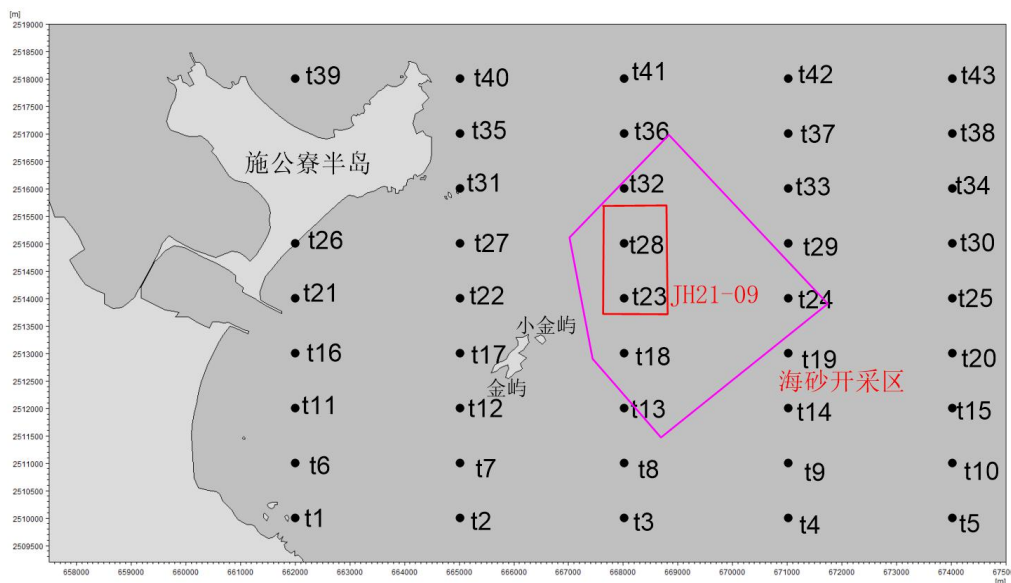


图 7.1.2-3 采砂区附近采样点分布示意图

#### (1) 采砂区 JH21-09 施工对潮流动力的影响

采砂区 JH21-09 单独采砂情况下，工程前后各代表点中层大潮涨潮平均、大潮落潮平均流速、流向对比结果见表 7.1.2-1 和表 7.1.2-2，工程后项目海域表中底涨、落急流场图、工程实施前后中层涨落急流速对比见图 7.1.2-4~图 7.1.2-6。

①从流速差值分布图可以看出，采砂工程实施对海域的潮流影响主要集中在工程区附近，离工程区越远，潮流影响越小。采砂工程实施对采砂区及采砂区南北侧潮流影响以流速减小为主，对采砂区东西侧潮流影响以流速增加为主，影响范围南北向和东西向约 6 km。工程实施后，采砂区水深加深，潮流流速减

小；同时，采砂区水深增大，受涨落潮流向影响，采砂区南北侧潮流部分向采砂区偏移，其流速也相应略有减小；而采砂区东西侧流速则略有增大。工程前后流速变化幅度均在 0.022m/s 以下。

②从表 4.1.1.3-1~表 4.1.1.3-2 可以看出，采砂区内流速变化以减小为主，涨落潮流速减小幅度最大位于采砂区内的 28 号点，涨潮时流速减小 0.022m/s，变率达到-21.4%，落潮时流速减小 0.020m/s，变率达-20.8%；位于采砂区北侧的 32 号点流速增幅最大，涨潮时流速增大 0.011m/s，变率达 10.6%。涨潮流向改变幅度最大位于 18、32 号点，变化幅度为-3.0°（流向变化正值代表顺时针旋转，负值代表逆时针旋转，下同）；落潮流向改变幅度最大位于 32 号点，改变幅度为-4.9°。其余点流速变化均小于 0.01 m/s。可见，由于采砂区工程前水深较浅，约 15m，采砂工程实施后，平均挖深至约 24m，地形变化较大，加上工程区域工程前流速较小，因此，采砂工程对采砂区内流场影响主要集中于采砂区内，采砂区 2.5km 以外海域潮流场基本无变化。

③从工程区域大范围海域流速变化来看，涨、落潮时采砂工程对周边海域产生的流速变幅除了采砂区内及采砂区附近的 1 号、18 号、23 号、27 号、28 号、31 号、32 号、36 号、40 点外，基本在 0.002m/s 及以下，流向变幅基本在 1° 以内。23 号、28 号点位于工程区内，流速变幅率在-15.9%~-21.4%中间，流向变化幅度在-1.1~1.5° 之间；18 号、32 号点靠近工程区，其流速变幅率不超过 11%，流向改变幅度较小，不超过 5°。因此，可认为采砂工程对大范围海域潮流场的影响很小。

表 7.1.2-1 工程前后中层大潮涨潮平均流速流向变化

点位	工程前		工程后		流速差值	流速变率 (%)	流向差值
	大小(m/s)	角度 (°)	大小(m/s)	角度 (°)			
1	0.066	336.3	0.069	333.6	0.003	5.0	-2.7
2	0.107	20.2	0.108	19.5	0.001	1.0	-0.7
3	0.101	33.3	0.102	32.3	0.001	1.1	-1.1
4	0.092	37.9	0.092	37.0	0.000	0.0	-0.9
5	0.084	40.8	0.083	40.2	-0.001	-1.3	-0.6
6	0.063	333.7	0.065	332.1	0.002	3.5	-1.6
7	0.091	17	0.092	15.7	0.001	1.2	-1.3
8	0.103	29.9	0.104	28.5	0.001	1.1	-1.4

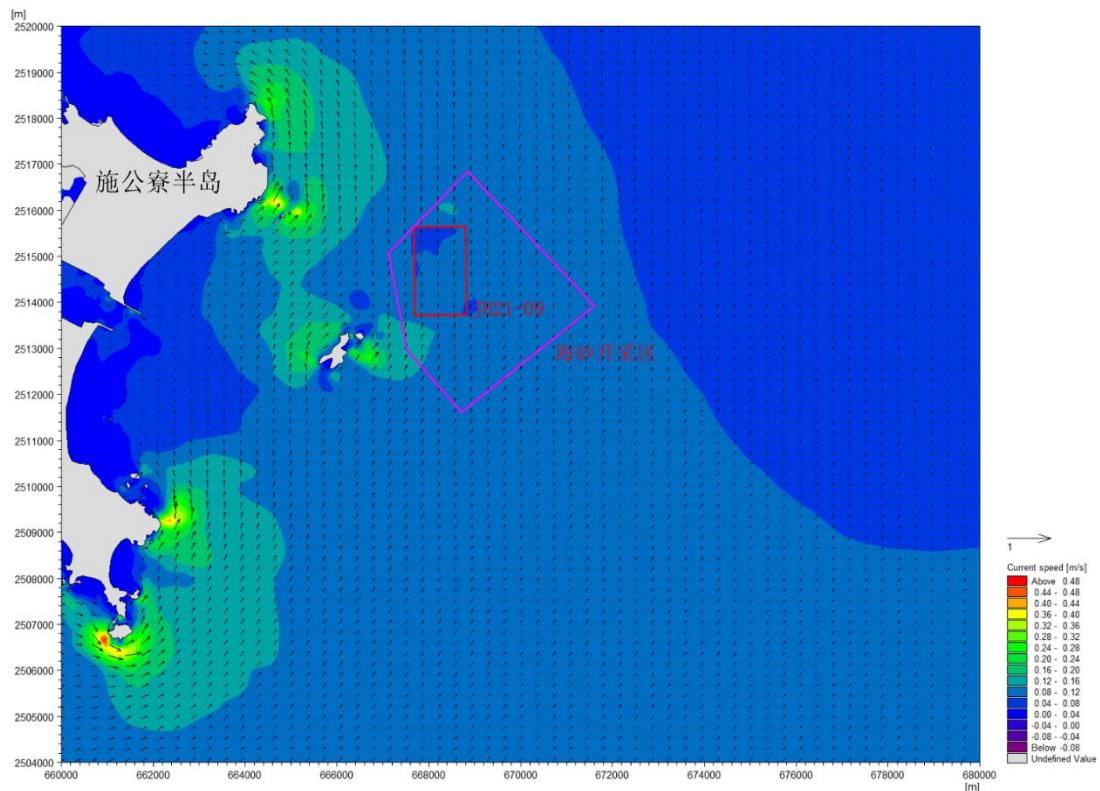
点位	工程前		工程后		流速差值	流速变率 (%)	流向差值
	大小(m/s)	角度 (°)	大小(m/s)	角度 (°)			
9	0.093	33.5	0.092	32.5	-0.001	-1.2	-1.1
10	0.082	37.1	0.081	36.5	-0.001	-1.3	-0.6
11	0.054	4.7	0.055	3.3	0.001	2.0	-1.4
12	0.104	9.6	0.104	9.2	0.000	0.0	-0.4
13	0.108	27.4	0.110	25.8	0.002	2.0	-1.6
14	0.098	27.6	0.097	26.6	-0.001	-1.1	-1.1
15	0.079	34.2	0.078	33.6	-0.001	-1.4	-0.6
16	0.037	24.9	0.038	23.6	0.001	3.0	-1.3
17	0.165	16.9	0.164	16.8	-0.001	-0.7	-0.1
18	0.112	19.4	0.120	16.4	0.008	6.9	-3.0
19	0.088	27.5	0.086	26.5	-0.002	-2.5	-1.1
20	0.077	30.1	0.076	29.6	-0.001	-1.4	-0.5
21	0.047	9	0.046	7.6	-0.001	-2.3	-1.4
22	0.128	40.8	0.126	41.0	-0.002	-1.7	0.2
23	0.104	14.6	0.088	16.1	-0.017	-15.9	1.5
24	0.087	22.7	0.085	22.5	-0.002	-2.5	-0.2
25	0.075	26.9	0.074	26.4	-0.001	-1.5	-0.5
26	0.054	47.7	0.054	47.3	0.000	0.0	-0.4
27	0.124	42.6	0.121	42.8	-0.003	-2.7	0.2
28	0.103	12.6	0.081	13.0	-0.022	-21.4	0.4
29	0.087	17.2	0.085	17.9	-0.002	-2.5	0.7
30	0.072	24.7	0.071	24.2	-0.001	-1.5	-0.5
31	0.25	8.2	0.240	8.3	-0.010	-4.0	0.1
32	0.104	8	0.115	5.0	0.011	10.6	-3.0
33	0.085	13.3	0.084	14.1	-0.001	-1.3	0.8
34	0.07	19.4	0.069	19.1	-0.001	-1.6	-0.3
35	0.14	359.9	0.138	359.8	-0.002	-1.6	-0.1
36	0.105	2.3	0.108	1.1	0.003	3.1	-1.2
37	0.083	8.8	0.083	9.5	0.000	0.0	0.7
38	0.068	14.9	0.068	14.5	0.000	0.0	-0.4
39	0.029	267.8	0.029	266.9	0.000	0.0	-0.9
40	0.186	344.6	0.185	344.5	-0.001	-0.6	-0.1
41	0.1	357.2	0.101	357.1	0.001	1.1	-0.1
42	0.079	4.6	0.079	4.8	0.000	0.0	0.2

点位	工程前		工程后		流速差值	流速变率 (%)	流向差值
	大小(m/s)	角度(°)	大小(m/s)	角度(°)			
43	0.066	10.7	0.066	10.4	0.000	0.0	-0.3

表 7.1.2-2 工程前后中层大潮落潮平均流速流向变化

点位	工程前		工程后		流速差值	流速变率 (%)	流向差值
	大小(m/s)	角度(°)	大小(m/s)	角度(°)			
1	0.110	168.3	0.107	168.4	-0.003	-3.0	0.1
2	0.108	204.2	0.108	204.8	0.000	0.0	0.6
3	0.108	217.9	0.109	217.9	0.001	1.0	0.0
4	0.104	225.7	0.104	225.8	0.000	0.0	0.1
5	0.100	232.0	0.101	232.1	0.001	1.1	0.1
6	0.071	154.4	0.070	154.9	-0.001	-1.5	0.5
7	0.089	202.2	0.089	203.0	0.000	0.0	0.8
8	0.108	214.6	0.110	214.3	0.002	2.0	-0.3
9	0.108	223.6	0.108	223.7	0.000	0.0	0.1
10	0.097	230.9	0.098	231.1	0.001	1.1	0.2
11	0.060	183.6	0.059	184.9	-0.001	-1.8	1.3
12	0.088	199.4	0.088	200.6	0.000	0.0	1.2
13	0.109	211.1	0.111	210.1	0.002	2.0	-1.1
14	0.109	218.4	0.109	218.6	0.000	0.0	0.2
15	0.094	230.2	0.095	230.4	0.001	1.2	0.2
16	0.040	202.5	0.039	204.9	-0.001	-2.8	2.4
17	0.133	204.3	0.134	204.8	0.001	0.8	0.5
18	0.105	205.8	0.109	203.0	0.004	4.2	-2.8
19	0.093	218.3	0.093	218.7	0.000	0.0	0.4
20	0.089	227.5	0.090	227.9	0.001	1.2	0.4
21	0.059	199.0	0.057	199.7	-0.002	-3.7	0.7
22	0.116	221.9	0.117	222.4	0.001	0.9	0.5
23	0.097	204.4	0.081	205.2	-0.017	-17.0	0.8
24	0.089	216.0	0.089	216.9	0.000	0.0	0.9
25	0.086	227.2	0.087	227.6	0.001	1.3	0.4
26	0.054	228.4	0.054	228.8	0.000	0.0	0.4
27	0.129	226.9	0.130	227.2	0.001	0.9	0.3
28	0.095	202.8	0.075	201.8	-0.020	-20.8	-1.1
29	0.086	212.2	0.086	213.6	0.000	0.0	1.4

点位	工程前		工程后		流速差值	流速变率 (%)	流向差值
	大小(m/s)	角度(°)	大小(m/s)	角度(°)			
30	0.081	226.8	0.082	227.3	0.001	1.4	0.5
31	0.257	180.6	0.258	181.0	0.001	0.4	0.4
32	0.094	199.5	0.100	194.6	0.006	5.9	-4.9
33	0.082	209.9	0.083	211.2	0.001	1.3	1.3
34	0.076	224.3	0.077	224.8	0.001	1.4	0.5
35	0.132	183.7	0.133	183.8	0.001	0.8	0.1
36	0.092	193.8	0.095	192.2	0.003	3.6	-1.6
37	0.078	206.2	0.080	207.5	0.002	2.8	1.3
38	0.071	221.9	0.072	222.3	0.001	1.5	0.4
39	0.021	82.0	0.022	85.9	0.001	5.2	3.9
40	0.146	167.3	0.149	167.2	0.003	2.3	-0.1
41	0.085	188.9	0.087	188.3	0.002	2.6	-0.6
42	0.072	203.7	0.074	204.1	0.002	3.1	0.4
43	0.065	219.6	0.066	220.0	0.001	1.7	0.4



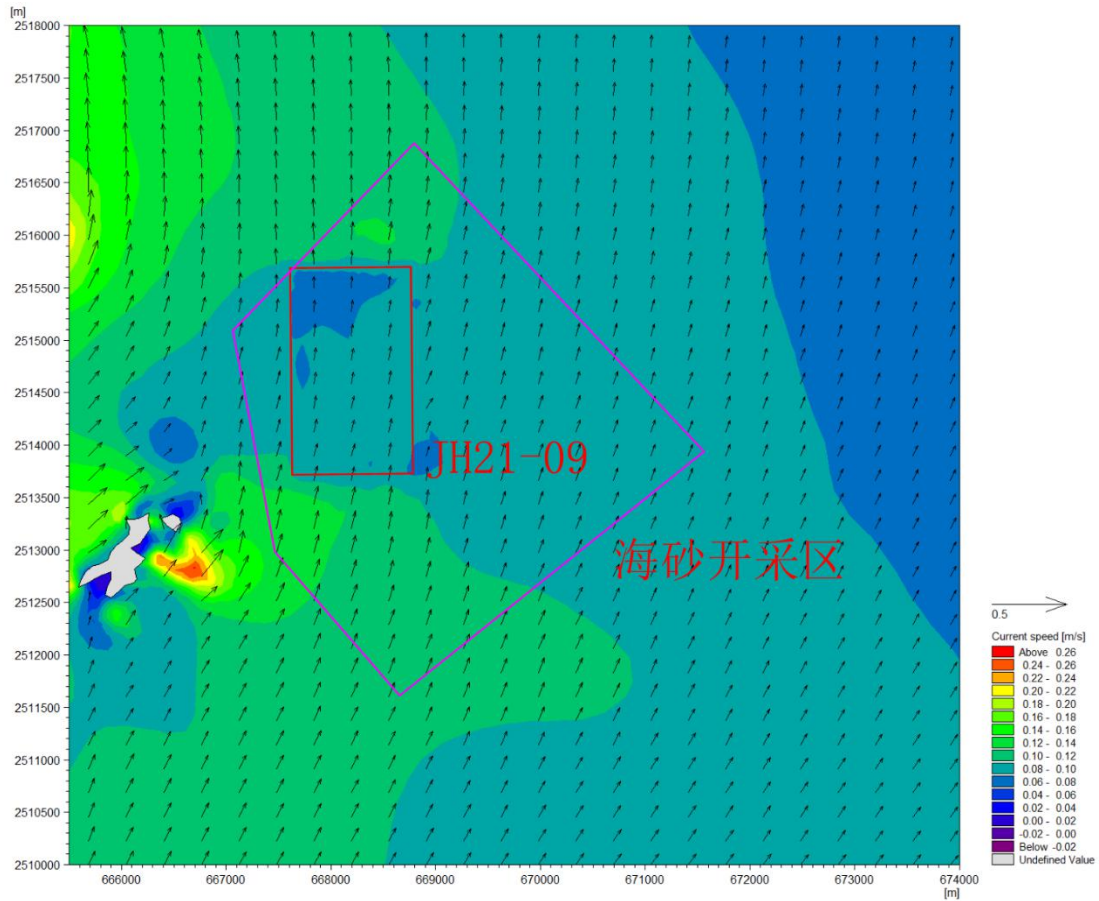
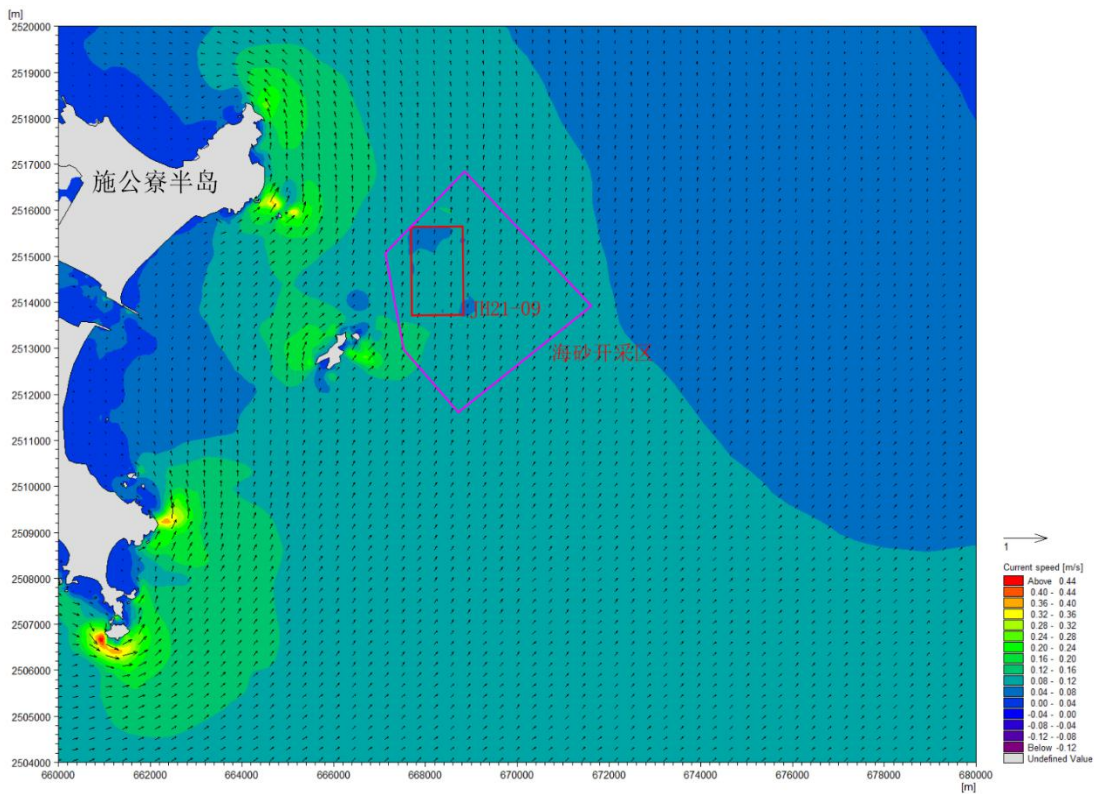


图 7.1.2-4a 工程后大潮涨急流场图（表层）



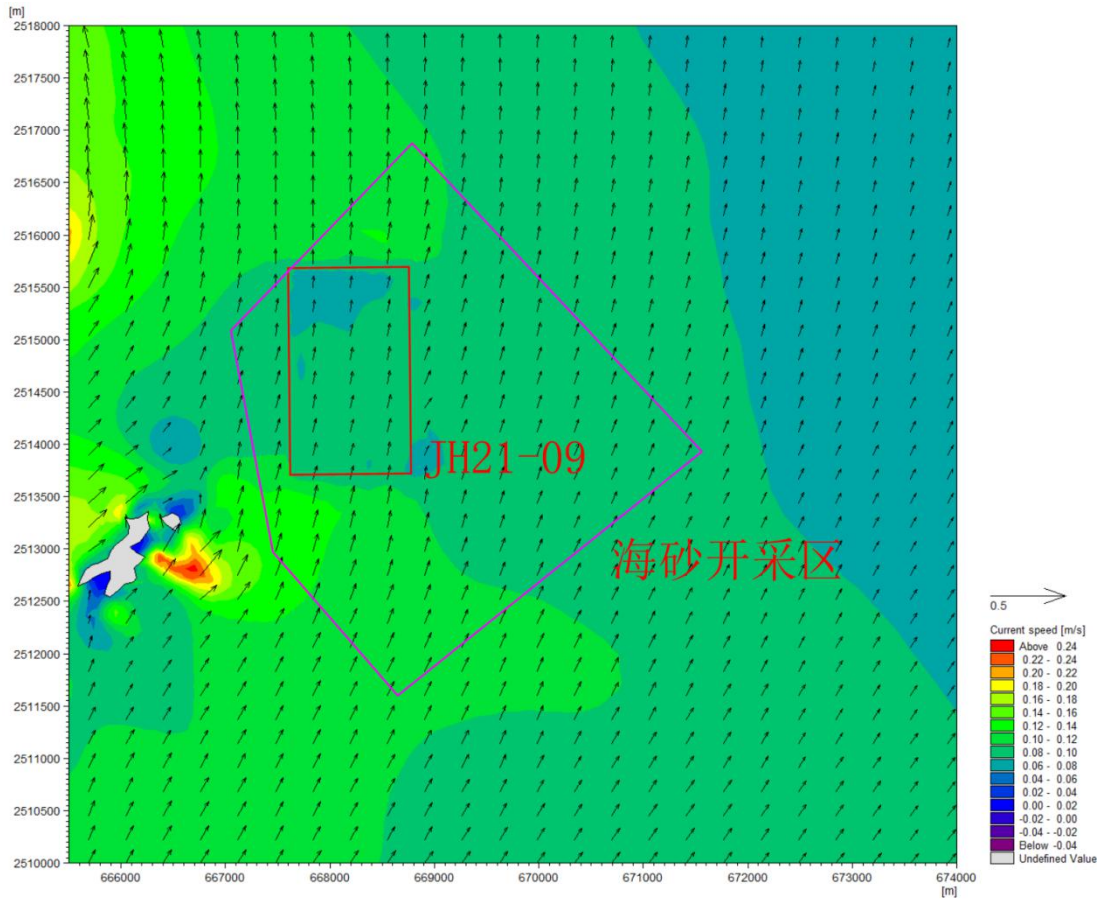
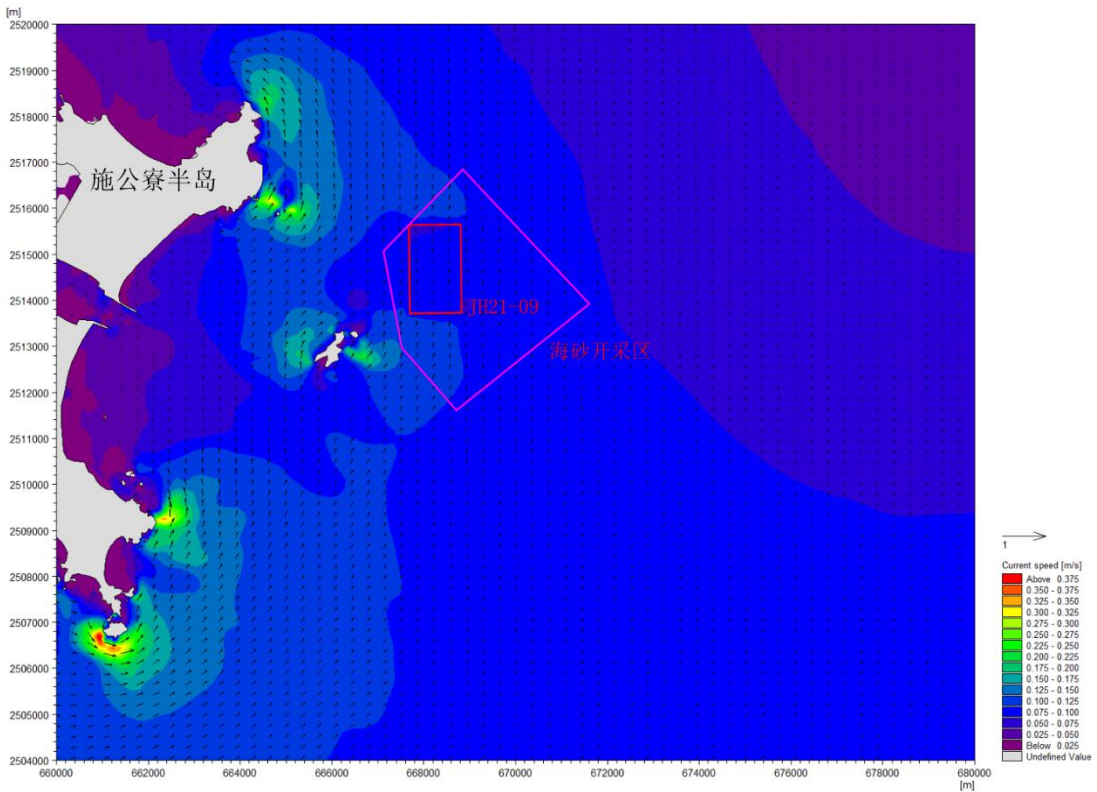


图 7.1.2-4b 工程后大潮涨急流场图（中层）





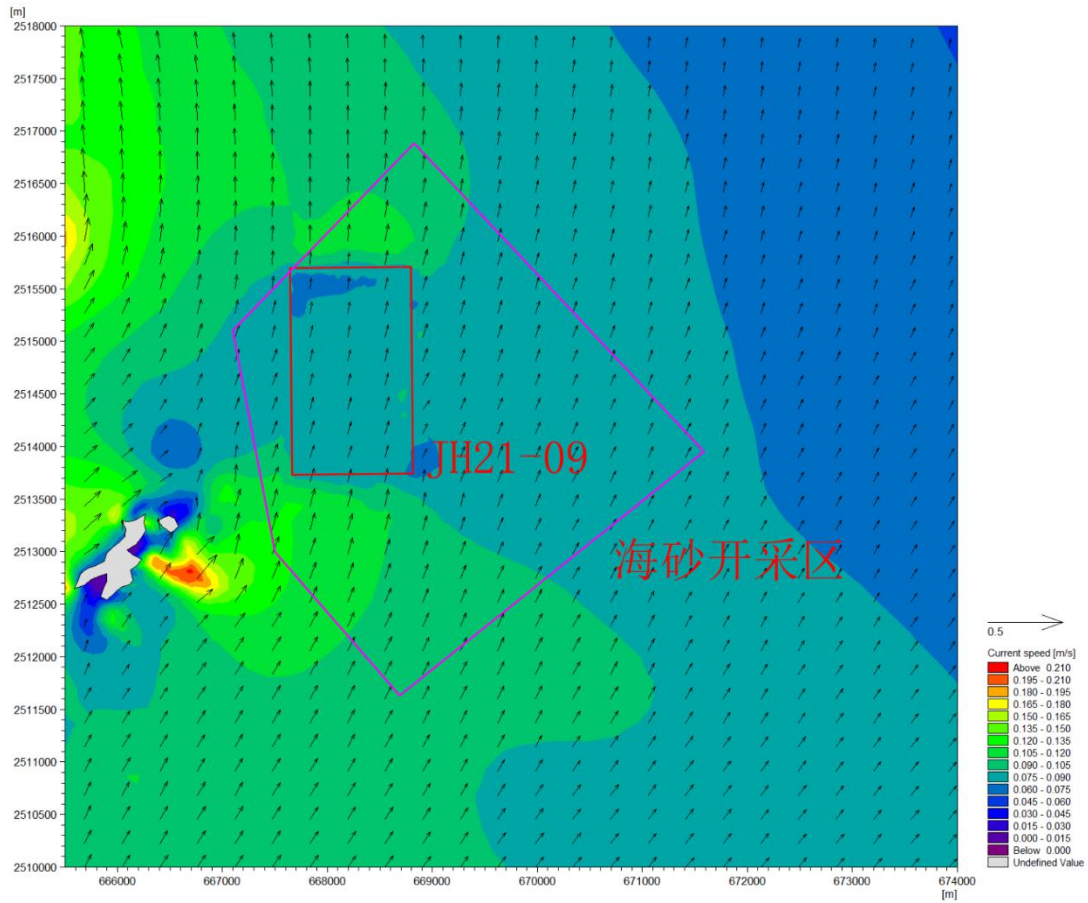
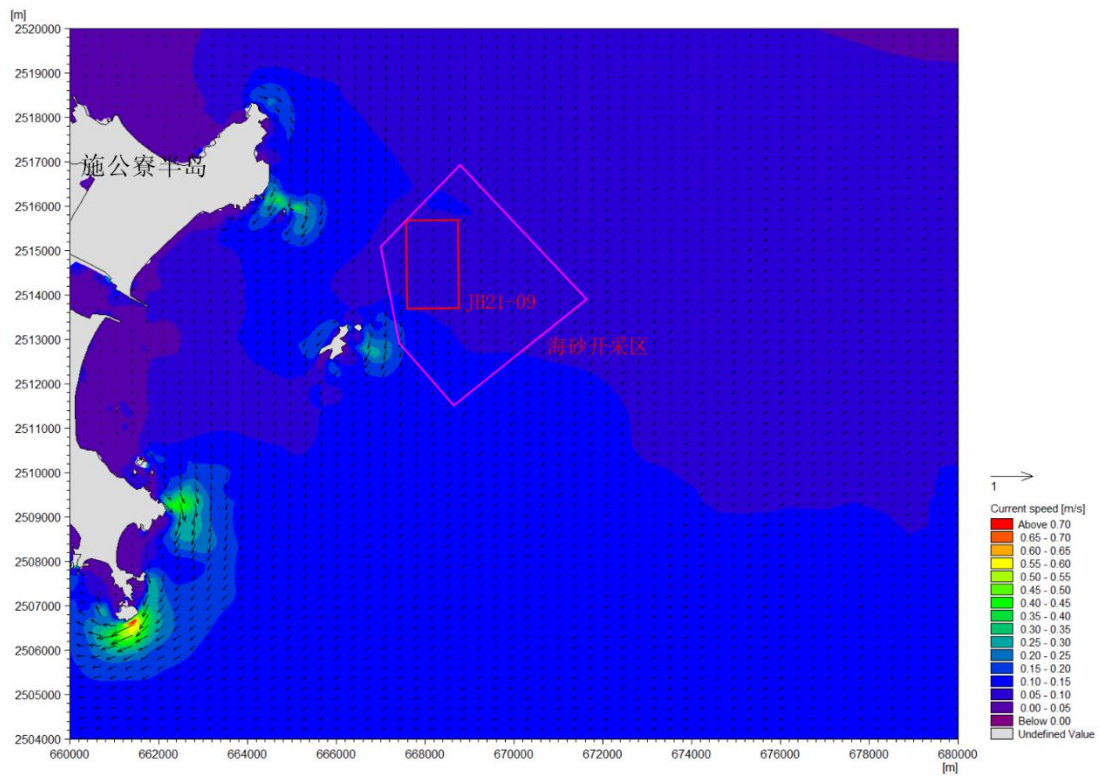


图 7.1.2-4c 工程后大潮涨急流场图（底层）



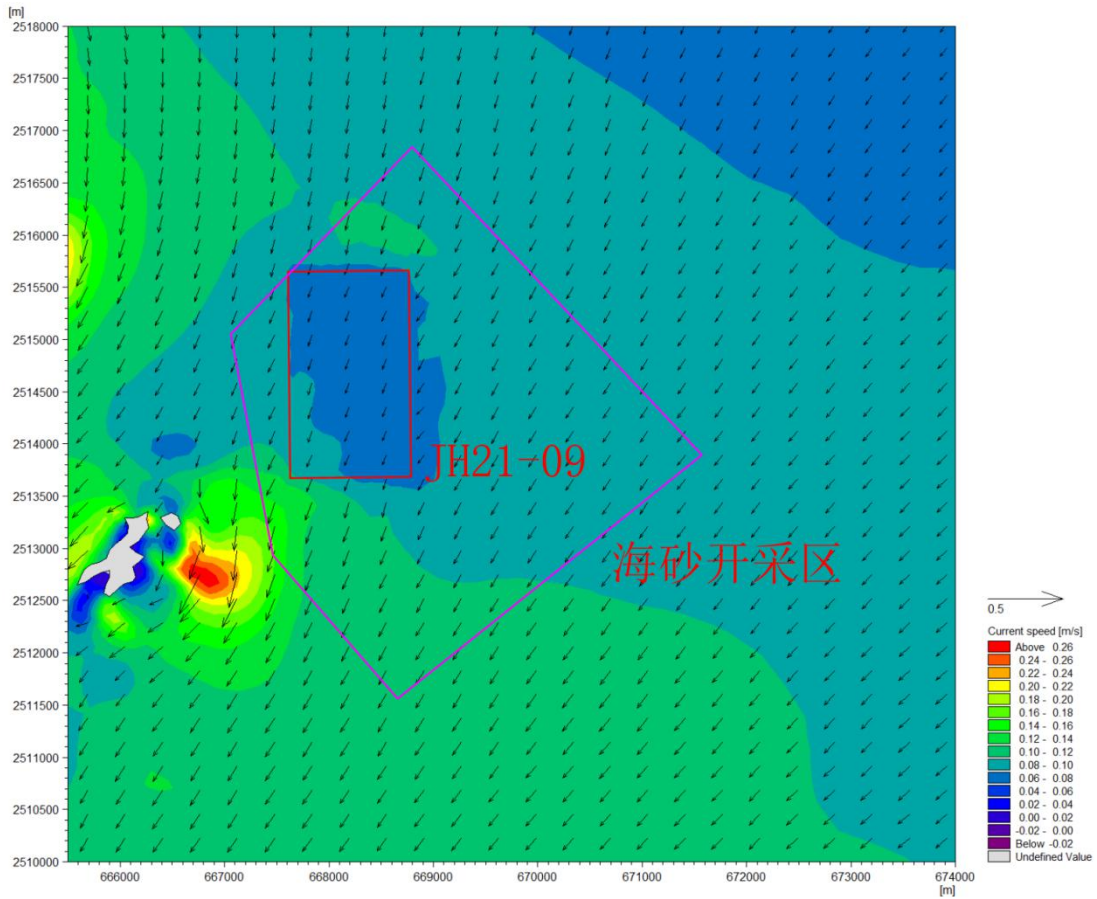
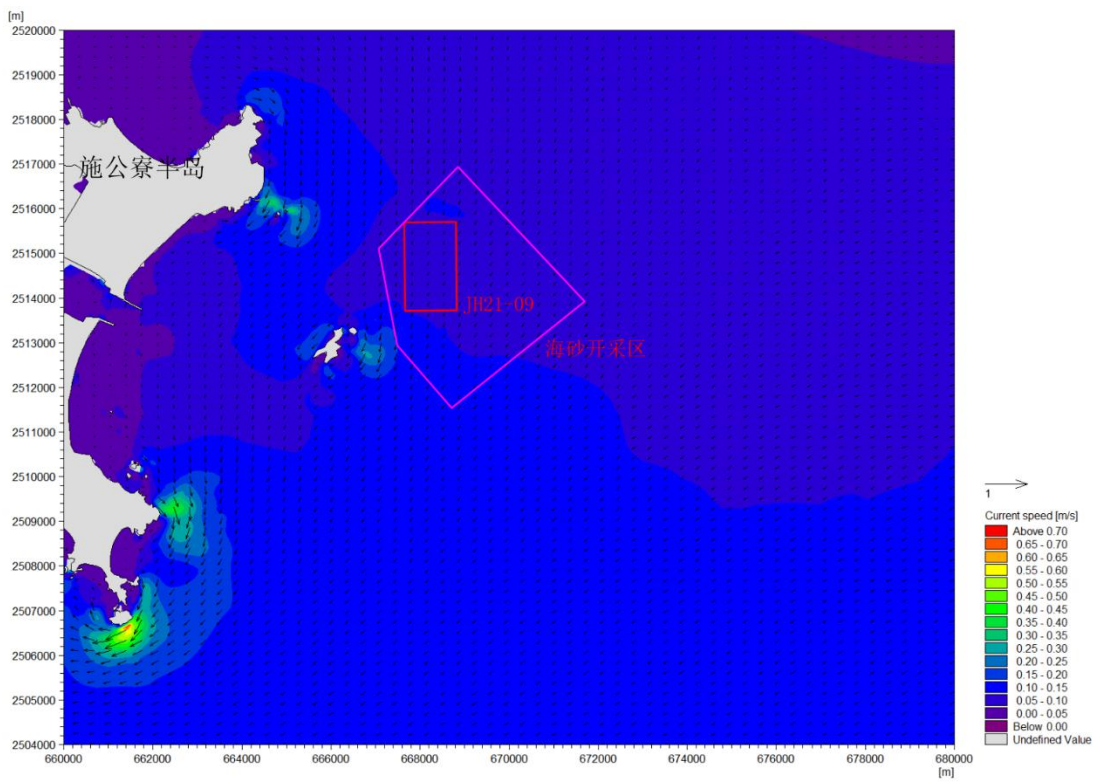


图 7.1.2-5a 工程后大潮落急流场图（表层）



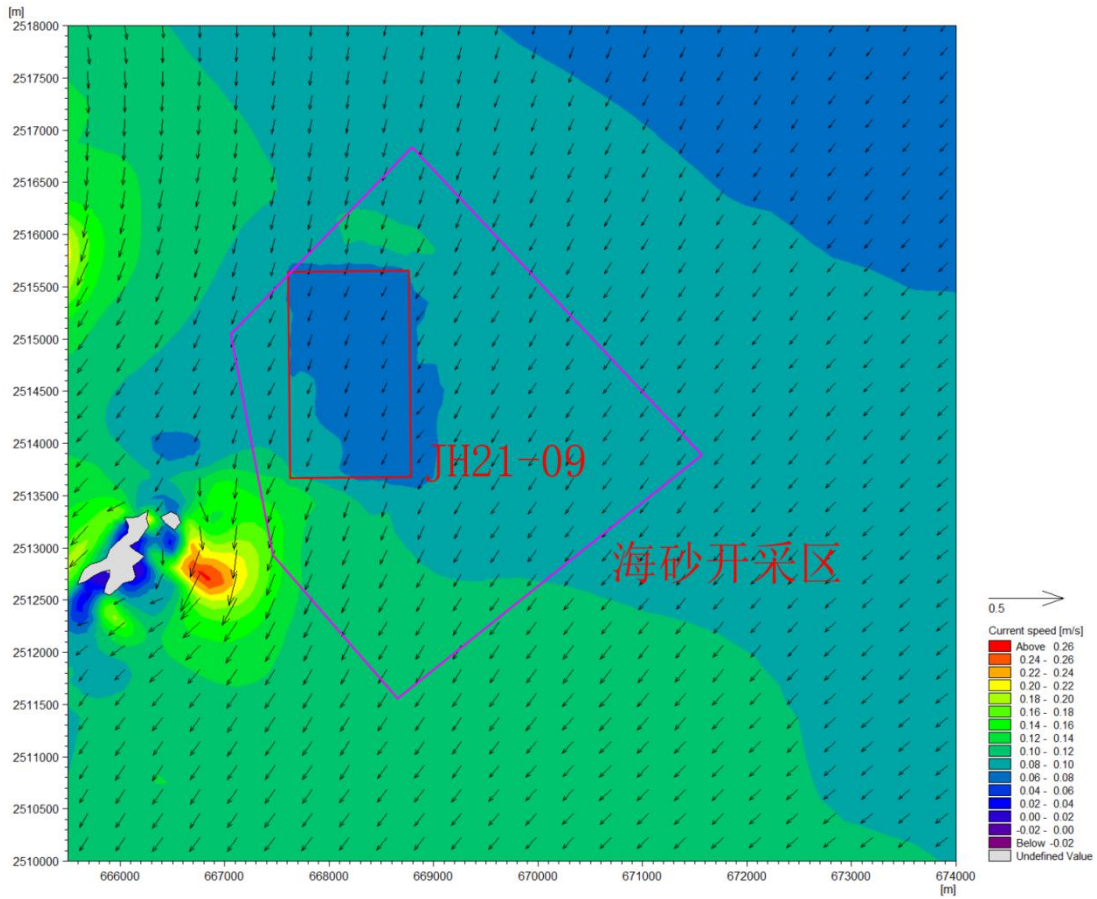
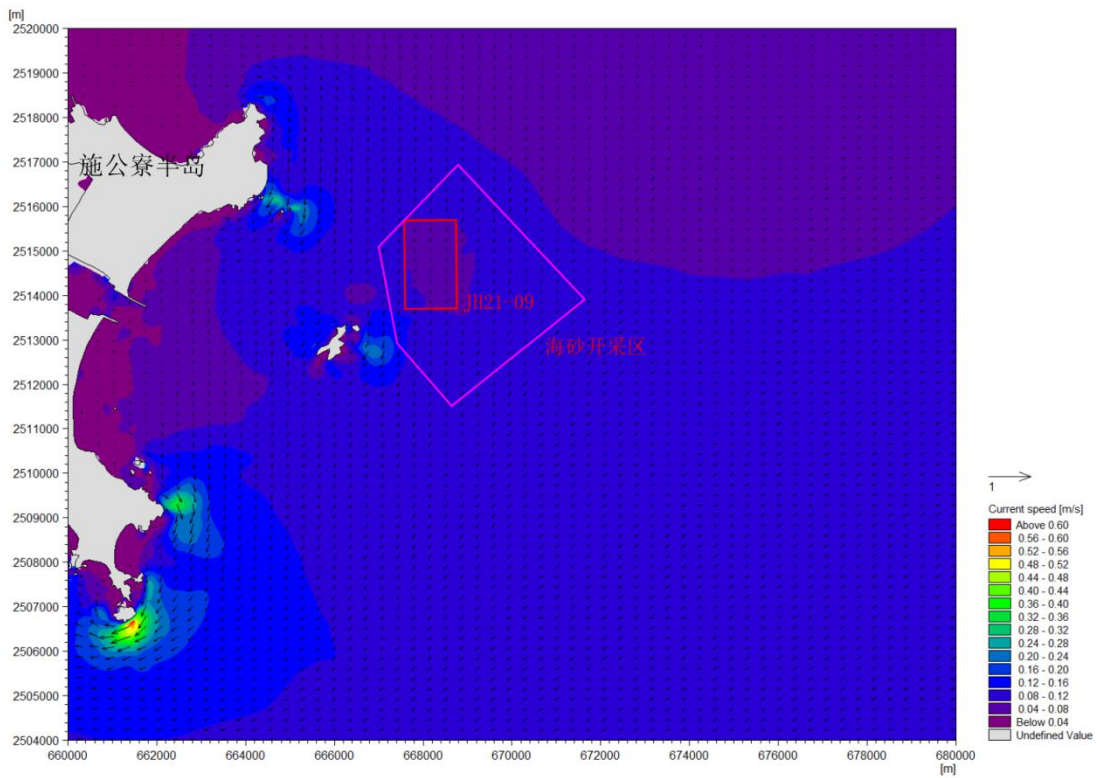


图 7.1.2-5b 工程后大潮落急流场图（中层）



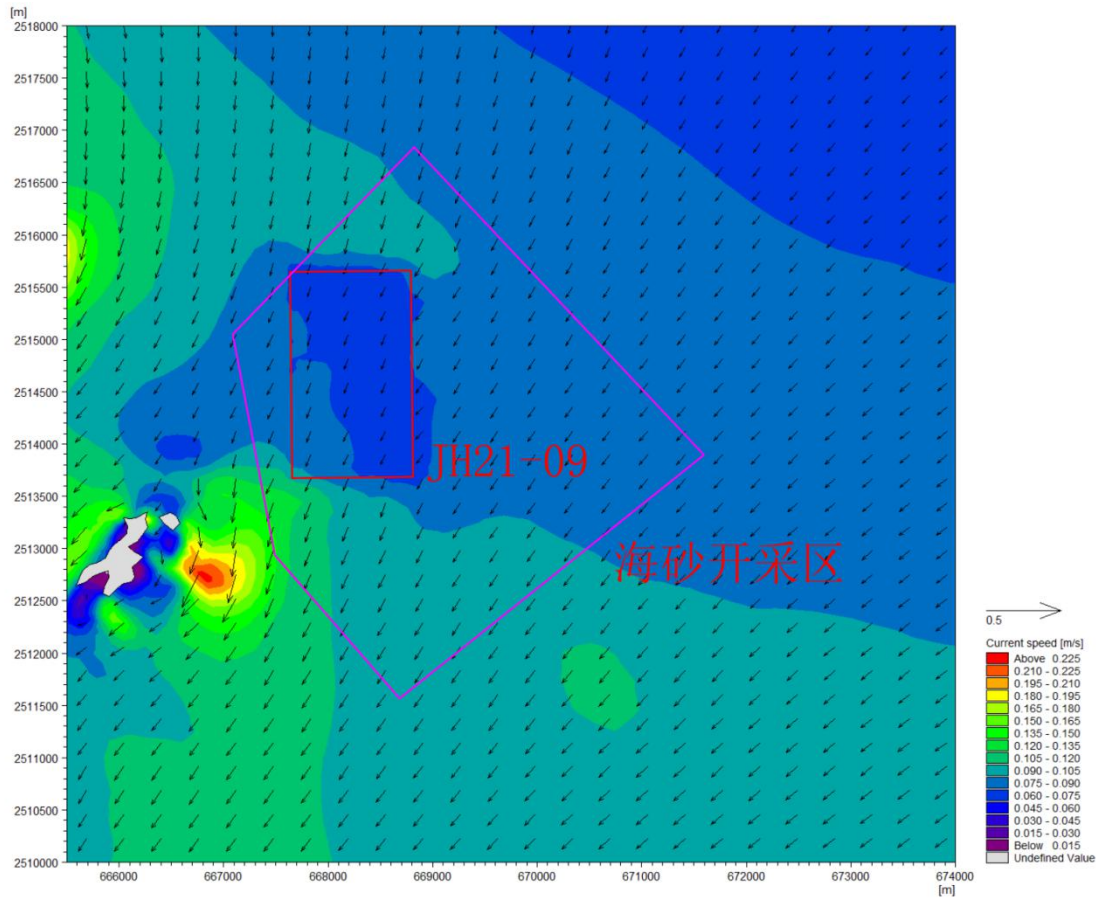


图 7.1.2-5c 工程后大潮落急流场图（底层）

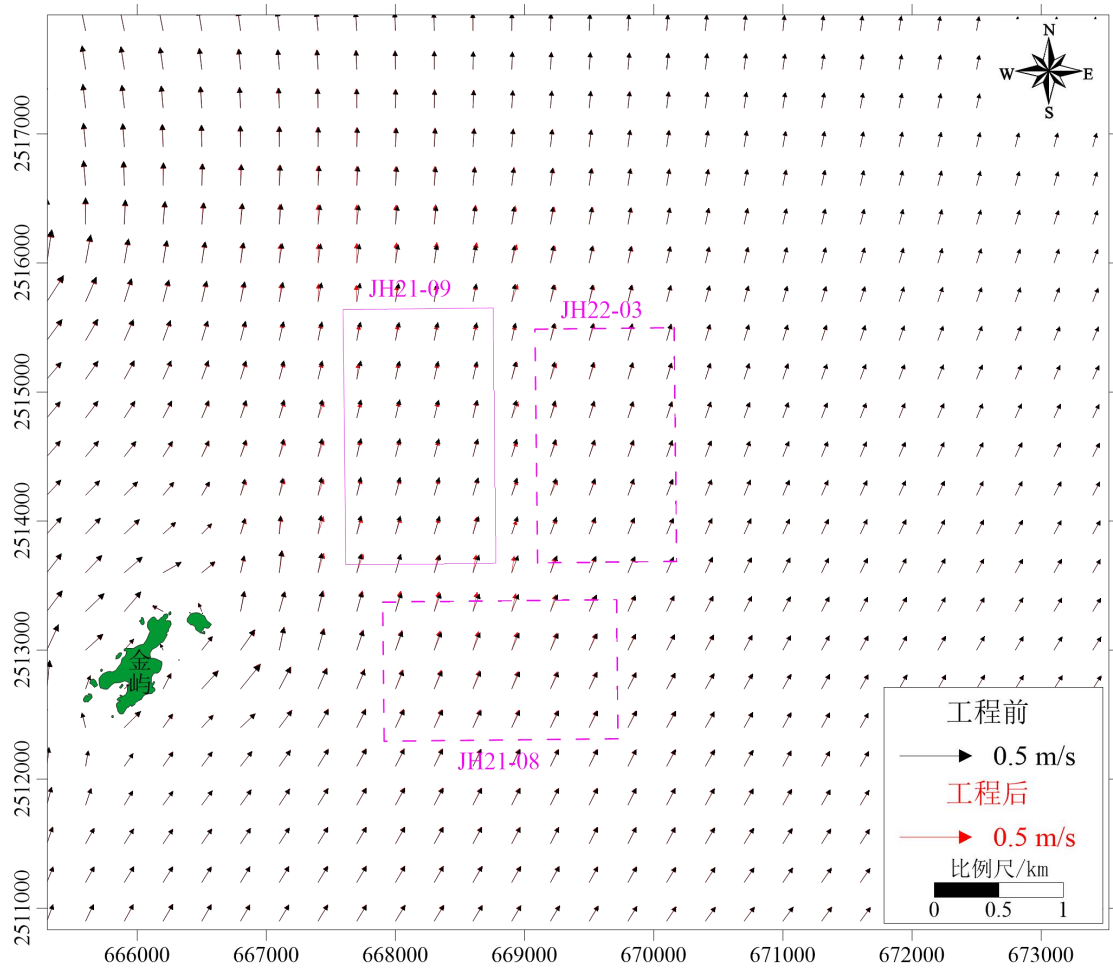


图 7.1.2-6a 工程前后大潮涨急流场对比图（中层）

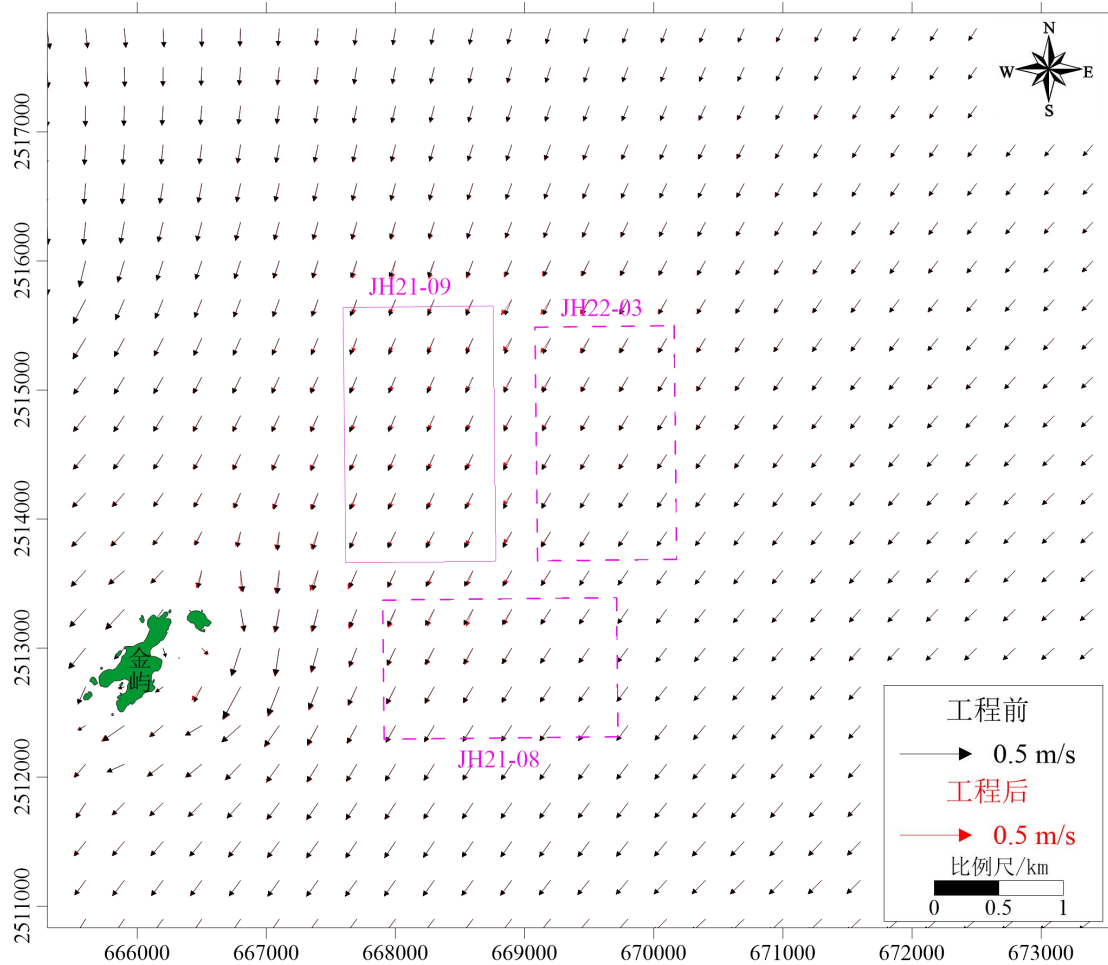


图 7.1.2-6c 工程前后大潮落急流场对比图（中层）

## （2）三个采砂区施工完成后对水动力环境影响分析

由于三个采砂区（JH21-09、JH21-08、JH22-03 区块）分别被列入 2021 和 2022 年海砂开采计划，目前 JH21-08、JH22-03 区块相关专题正在开展中，进度略之后于 JH21-09 区块，但三个采砂区根据项目进展情况，至少存在 2 年的开采重叠期，因此，在考虑三个采砂区整体施工情况下，根据海砂储量分析，JH21-08 区块平均开挖厚度 7.76m，JH22-03 区块平均开挖厚度 6.5m，按最不利工况模拟计算得出，工程前后各代表点中层大潮涨潮平均、大潮落潮平均流速、流向对比结果见表 7.1.2-3 和表 7.1.2-4，工程后项目海域表中底涨、落急流场图、工程实施前后中层涨落急流速对比见图 7.1.2-7~图 7.1.2-10。

从各代表点中层涨急和落急流速对比结果可以看出，三个采砂区工程实施后采砂区内代表点中层涨、落潮平均流速整体减小，工程后涨潮平均流速变化幅度约为  $-0.024\text{m/s}\sim 0.014\text{m/s}$ ，中层落潮平均流速变化幅度约为

-0.020m/s~0.006m/s, 涨潮平均流速变化幅度大于落潮平均流速, 越靠近采砂区, 代表点流速变化越大。

从各代表点中层涨急和落急流向对比结果可以看出, 工程后采砂区内代表点涨、落急流向有所变化, 中层涨、落潮平均流向分别偏转 7.3° 和 1.1°, 采砂区外流向变化相对较小, 越靠近采砂区, 代表点流向变化越大。

从中层涨、落急流场对比图可以看出, 采砂区开挖对附近海域潮流动力的影响主要集中在采砂区周边 3.0km 范围内, 离采砂区越远, 潮流影响越小。由于工程后采砂区浚深, 采砂区内涨、落潮平均流速呈现减小趋势, 流向略有变化, 最大流速减小值约 0.024m/s。水动力环境变化较大的区域主要在采砂区附近, 距离采砂区 3.0km 以外的海域水动力环境基本无变化。

表 7.1.2-3 工程前后中层大潮涨潮平均流速流向变化 (三个采砂区施工后)

点位	工程前		工程后		流速差值	流速变率 (%)	流向差值
	大小(m/s)	角度 (°)	大小(m/s)	角度 (°)			
1	0.066	336.3	0.069	335.0	0.003	4.6	-1.3
2	0.107	20.2	0.110	18.4	0.003	2.9	-1.8
3	0.101	33.3	0.104	30.5	0.003	3.0	-2.8
4	0.092	37.9	0.090	35.0	-0.002	-2.3	-2.9
5	0.084	40.8	0.082	39.2	-0.002	-2.6	-1.6
6	0.063	333.7	0.067	330.9	0.004	6.3	-2.8
7	0.091	17.0	0.094	14.9	0.003	3.3	-2.1
8	0.103	29.9	0.108	27.1	0.005	4.8	-2.8
9	0.093	33.5	0.089	30.1	-0.004	-4.7	-3.4
10	0.082	37.1	0.079	35.5	-0.003	-4.0	-1.6
11	0.054	4.7	0.056	1.1	0.002	3.7	-3.6
12	0.104	9.6	0.104	8.8	0.000	0.0	-0.8
13	0.108	27.4	0.122	27.0	0.014	11.2	-0.4
14	0.098	27.6	0.093	24.5	-0.005	-5.7	-3.2
15	0.079	34.2	0.077	32.8	-0.002	-2.7	-1.4
16	0.037	24.9	0.038	20.6	0.001	2.8	-4.3
17	0.165	16.9	0.161	16.2	-0.004	-2.6	-0.7
18	0.112	19.4	0.094	13.3	-0.018	-19.0	-6.1
19	0.088	27.5	0.081	26.1	-0.007	-9.1	-1.4
20	0.077	30.1	0.075	29.1	-0.002	-2.8	-1.1

点位	工程前		工程后		流速差值	流速变率 (%)	流向差值
	大小(m/s)	角度 (°)	大小(m/s)	角度 (°)			
21	0.047	9.0	0.046	4.9	-0.001	-2.3	-4.1
22	0.128	40.8	0.122	40.5	-0.006	-5.2	-0.3
23	0.104	14.6	0.086	12.7	-0.018	-20.7	-1.9
24	0.087	22.7	0.081	25.1	-0.006	-7.8	2.4
25	0.075	26.9	0.073	26.0	-0.002	-2.9	-0.9
26	0.054	47.7	0.052	46.3	-0.002	-4.0	-1.4
27	0.124	42.6	0.116	42.2	-0.008	-7.3	-0.4
28	0.103	12.6	0.079	11.4	-0.024	-30.6	-1.2
29	0.087	17.2	0.085	21.3	-0.002	-2.5	4.1
30	0.072	24.7	0.071	23.8	-0.001	-1.5	-0.9
31	0.250	8.2	0.231	8.3	-0.019	-8.2	0.1
32	0.104	8.0	0.112	3.3	0.008	7.5	-4.7
33	0.085	13.3	0.086	15.5	0.001	1.2	2.2
34	0.070	19.4	0.069	18.7	-0.001	-1.5	-0.7
35	0.140	359.9	0.134	359.4	-0.006	-4.7	-0.5
36	0.105	2.3	0.107	377.7	0.002	2.0	375.4
37	0.083	8.8	0.084	9.3	0.001	1.2	0.5
38	0.068	14.9	0.068	14.1	0.000	0.0	-0.8
39	0.029	267.8	0.029	265.1	0.000	0.0	-2.7
40	0.186	344.6	0.181	344.3	-0.005	-2.9	-0.3
41	0.100	357.2	0.101	355.7	0.001	1.0	-1.5
42	0.079	4.6	0.080	4.5	0.001	1.3	-0.1
43	0.066	10.7	0.066	9.8	0.000	0.0	-0.9

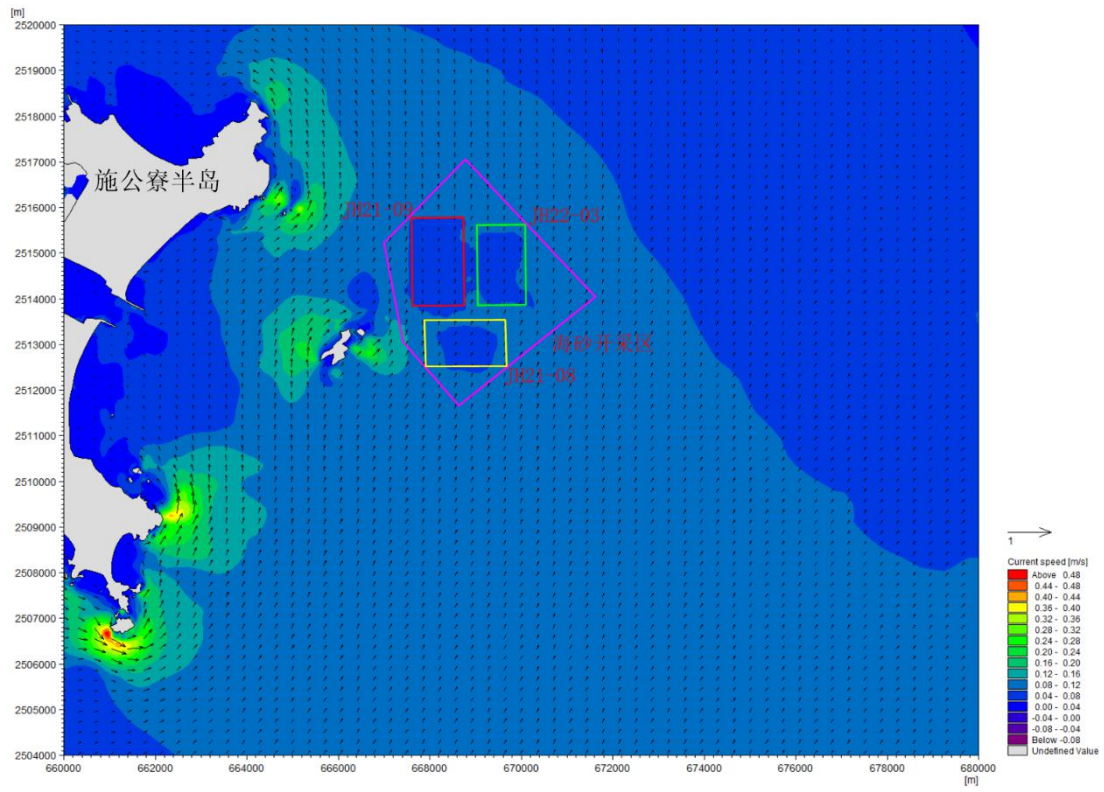
表 7.1.2-4 工程前后中层大潮落潮平均流速流向变化（三个采砂区施工后）

点位	工程前		工程后		流速差值	流速变率 (%)	流向差值
	大小(m/s)	角度 (°)	大小(m/s)	角度 (°)			
1	0.110	168.3	0.107	170.0	-0.003	-2.9	1.7
2	0.108	204.2	0.109	205.8	0.001	1.0	1.6
3	0.108	217.9	0.111	218.0	0.003	2.8	0.1
4	0.104	225.7	0.105	226.3	0.001	1.0	0.6
5	0.100	232.0	0.102	232.5	0.002	2.1	0.5
6	0.071	154.4	0.069	157.0	-0.002	-3.0	2.6
7	0.089	202.2	0.090	204.5	0.001	1.2	2.3



点位	工程前		工程后		流速差值	流速变率 (%)	流向差值
	大小(m/s)	角度(°)	大小(m/s)	角度(°)			
8	0.108	214.6	0.113	213.8	0.005	4.6	-0.8
9	0.108	223.6	0.108	224.7	0.000	0.0	1.1
10	0.097	230.9	0.099	231.5	0.002	2.1	0.6
11	0.060	183.6	0.059	186.2	-0.001	-1.8	2.6
12	0.088	199.4	0.089	202.9	0.001	1.2	3.5
13	0.109	211.1	0.125	208.4	0.016	12.6	-2.7
14	0.109	218.4	0.108	220.6	-0.001	-1.0	2.2
15	0.094	230.2	0.096	231.0	0.002	2.2	0.8
16	0.040	202.5	0.039	206.1	-0.001	-2.7	3.6
17	0.133	204.3	0.134	205.7	0.001	0.8	1.4
18	0.105	205.8	0.097	205.5	-0.008	-8.7	-0.3
19	0.093	218.3	0.093	220.8	0.000	0.0	2.5
20	0.089	227.5	0.092	228.9	0.003	3.4	1.4
21	0.059	199.0	0.059	201.2	0.000	0.0	2.2
22	0.116	221.9	0.120	223.4	0.004	3.5	1.5
23	0.097	204.4	0.078	204.1	-0.019	-24.2	-0.3
24	0.089	216.0	0.086	220.0	-0.003	-3.7	4.0
25	0.086	227.2	0.088	228.4	0.002	2.4	1.2
26	0.054	228.4	0.055	230.1	0.001	1.9	1.7
27	0.129	226.9	0.131	227.7	0.002	1.6	0.8
28	0.095	202.8	0.075	201.6	-0.020	-26.6	-1.2
29	0.086	212.2	0.088	216.9	0.002	2.4	4.7
30	0.081	226.8	0.083	228.1	0.002	2.5	1.3
31	0.257	180.6	0.263	181.4	0.006	2.4	0.8
32	0.094	199.5	0.098	193.9	0.004	4.3	-5.6
33	0.082	209.9	0.088	212.6	0.006	7.1	2.7
34	0.076	224.3	0.079	225.5	0.003	4.0	1.2
35	0.132	183.7	0.135	183.9	0.003	2.3	0.2
36	0.092	193.8	0.097	191.8	0.005	5.4	-2.0
37	0.078	206.2	0.083	207.8	0.005	6.3	1.6
38	0.071	221.9	0.073	223.1	0.002	2.9	1.2
39	0.021	82.0	0.023	91.0	0.002	9.1	9.0
40	0.146	167.3	0.152	167.1	0.006	4.1	-0.2
41	0.085	188.9	0.089	187.6	0.004	4.7	-1.3

点位	工程前		工程后		流速差值	流速变率 (%)	流向差值
	大小(m/s)	角度 (°)	大小(m/s)	角度 (°)			
42	0.072	203.7	0.076	204.0	0.004	5.5	0.3
43	0.065	219.6	0.067	220.5	0.002	3.1	0.9



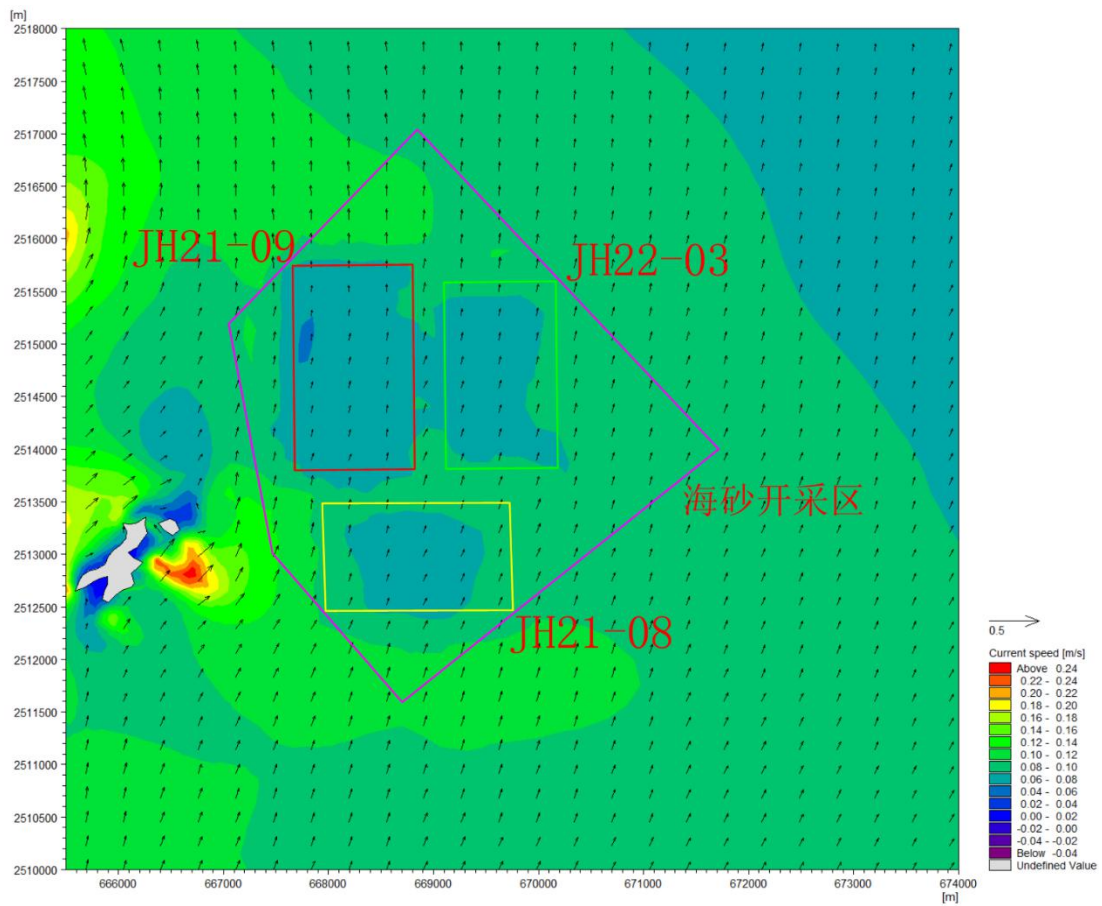
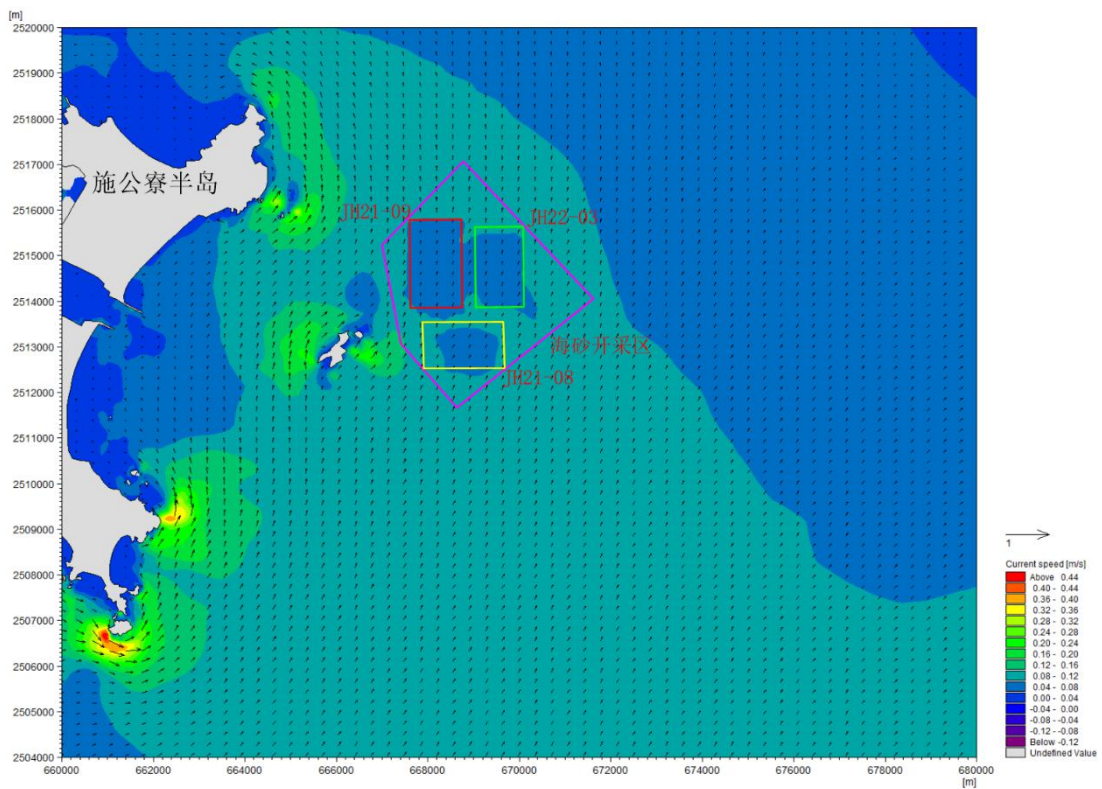


图 7.1.2-7a 工程后表层涨急流场图（三个采砂区施工后）



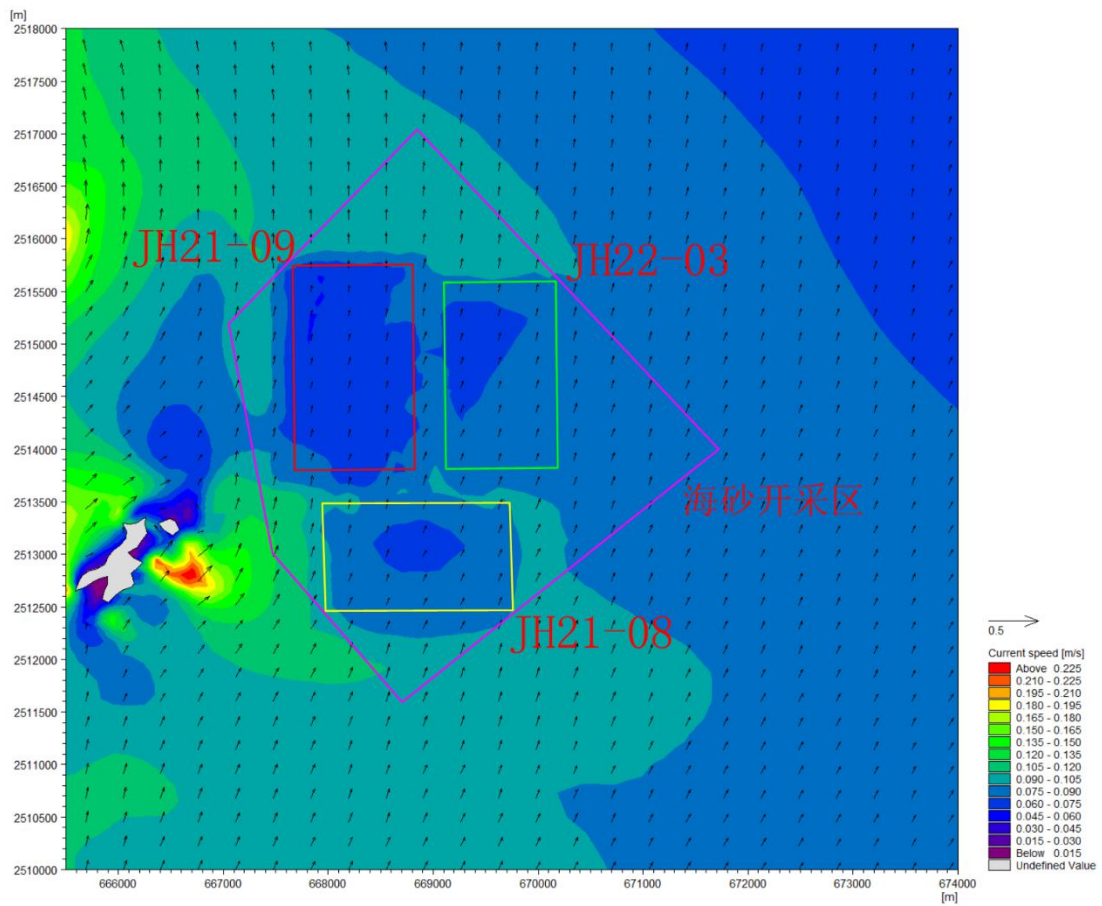
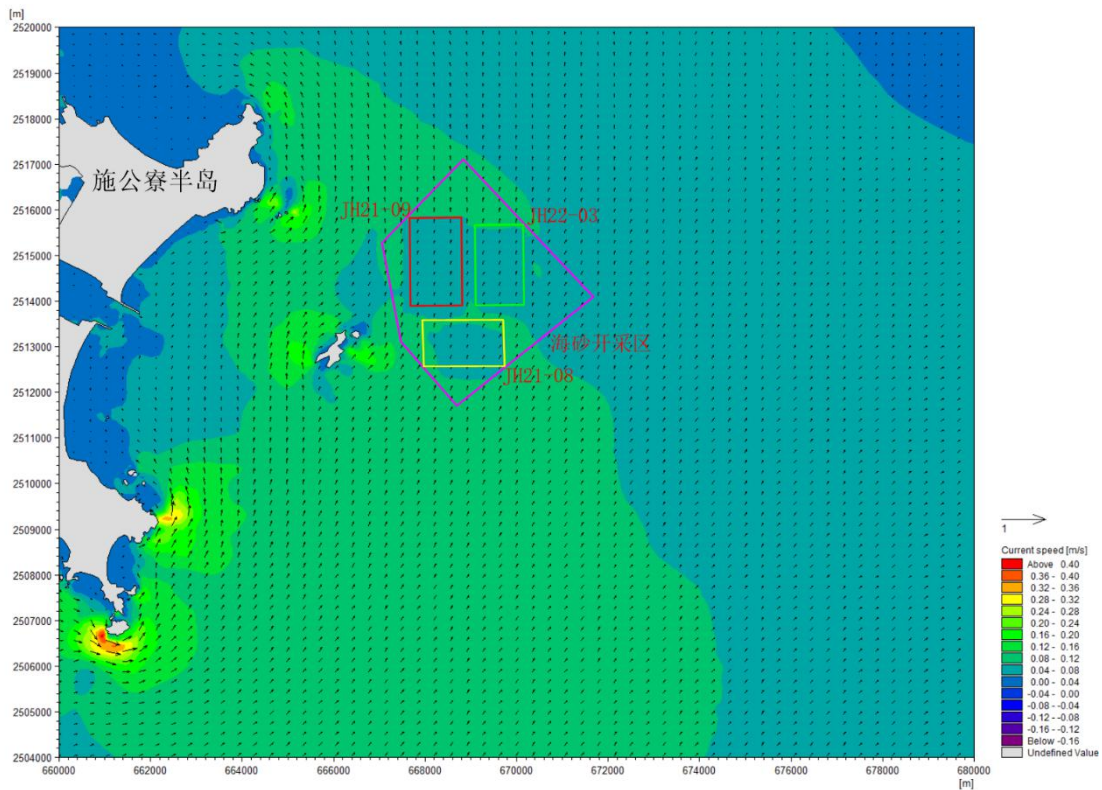


图 7.1.2-7b 工程后中层涨急流场图（三个采砂区施工后）



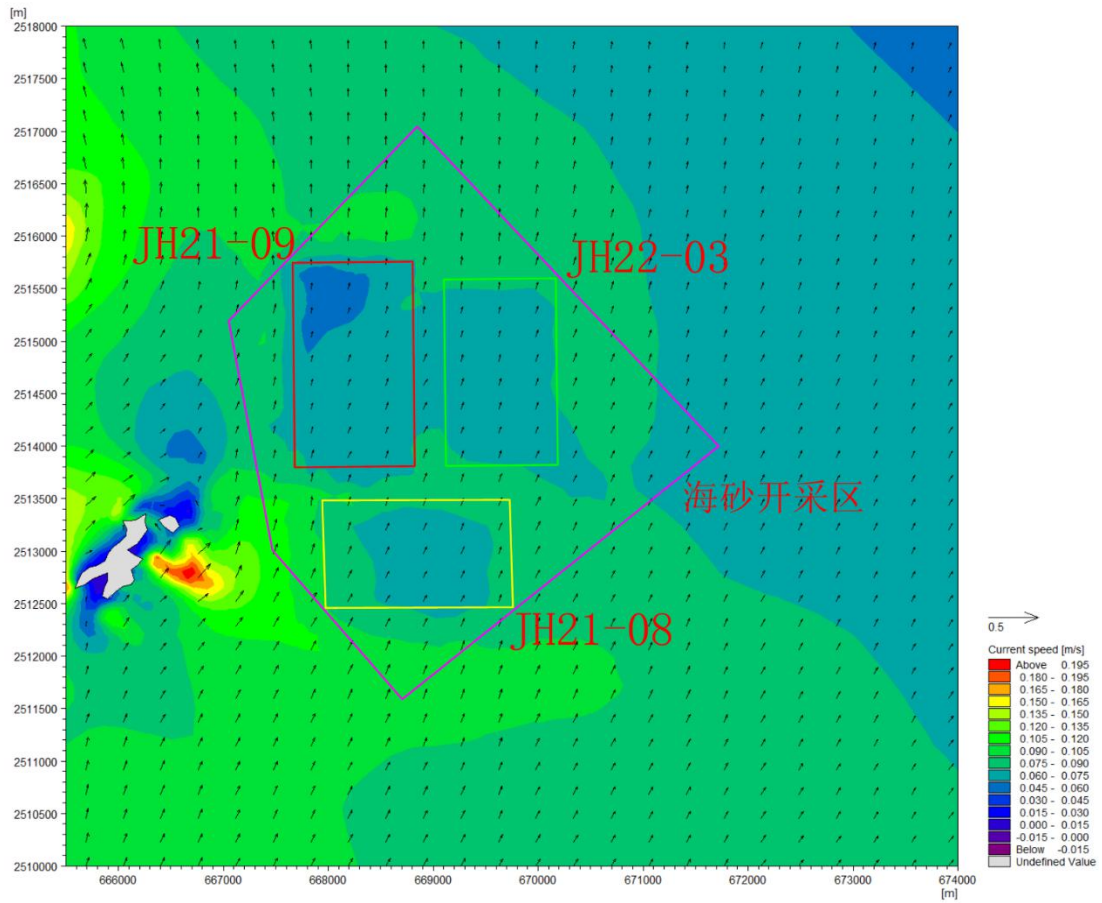
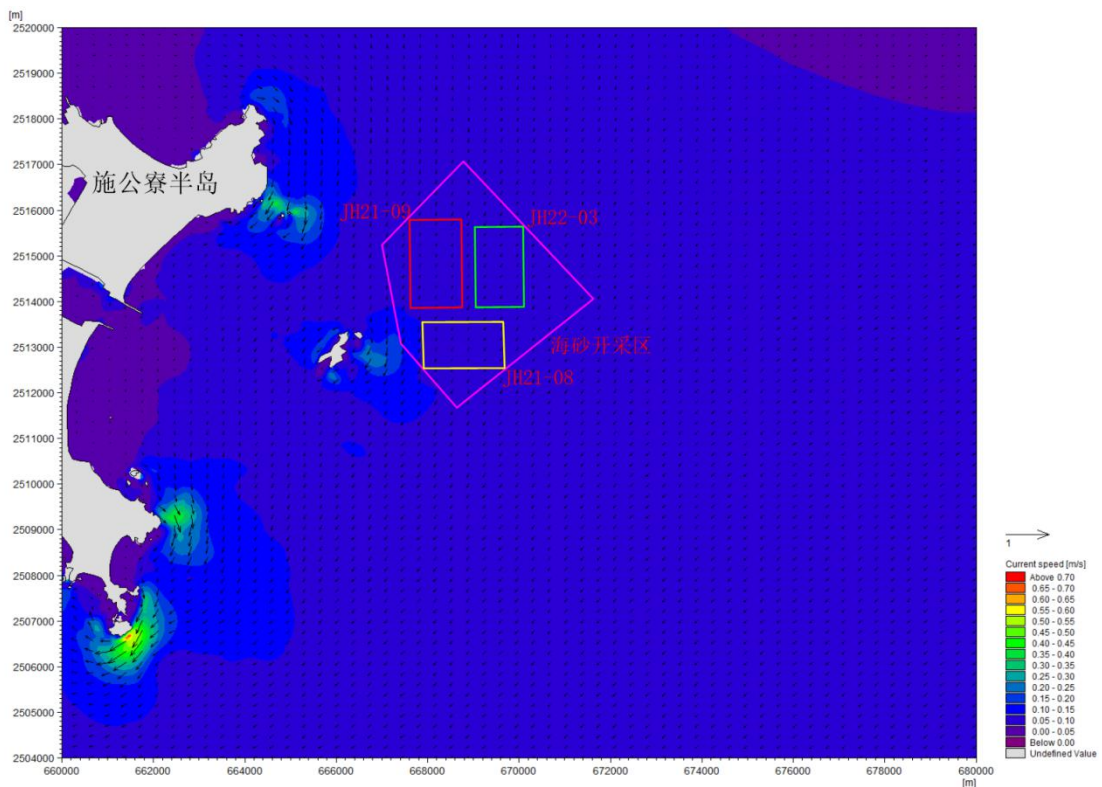


图 7.1.2-7c 工程后底层涨急流场图 (三个采砂区施工后)



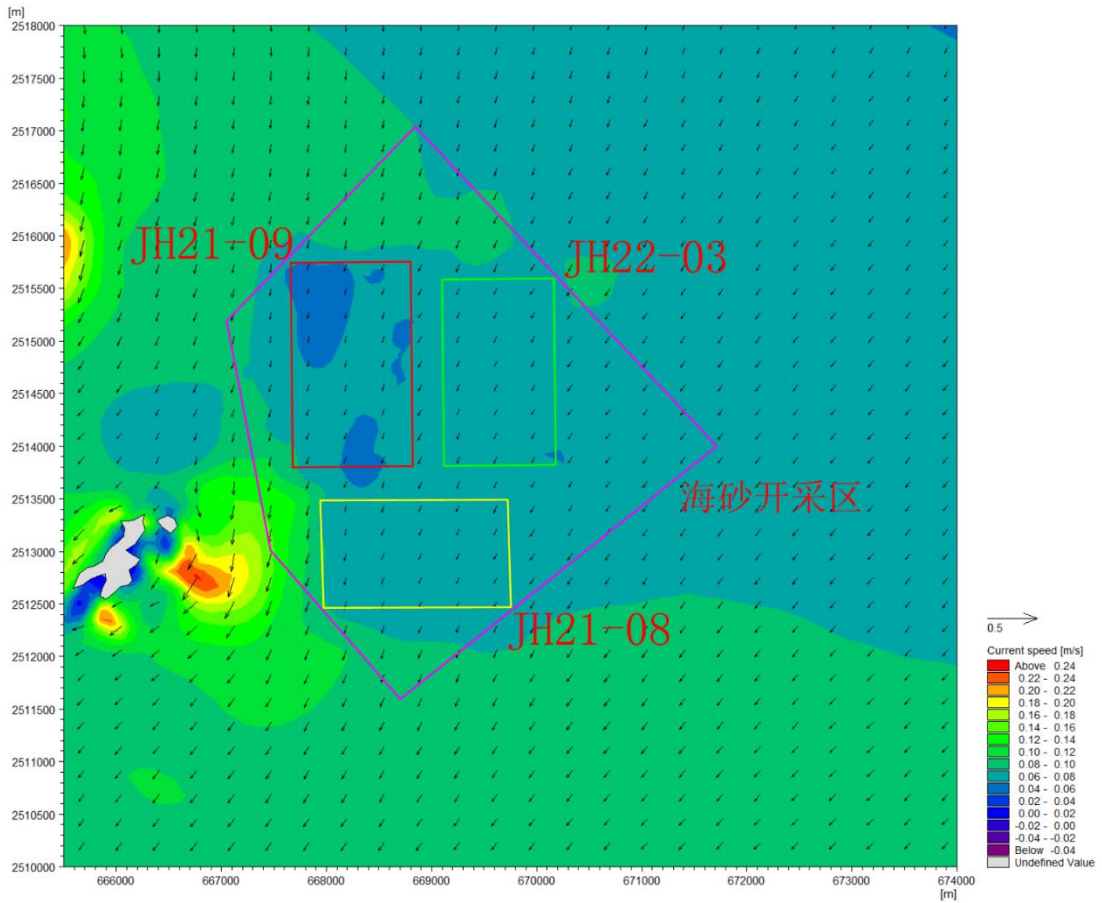
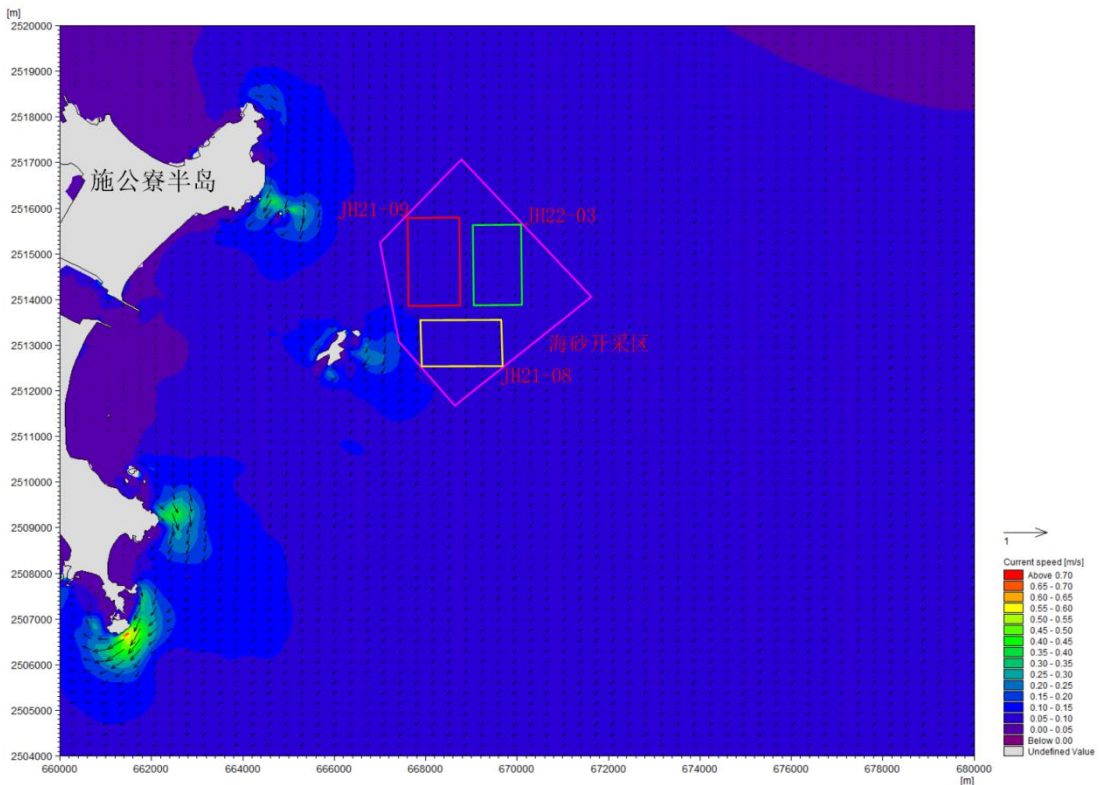


图 7.1.2-8a 工程后表层落急流场图（三个采砂区施工后）



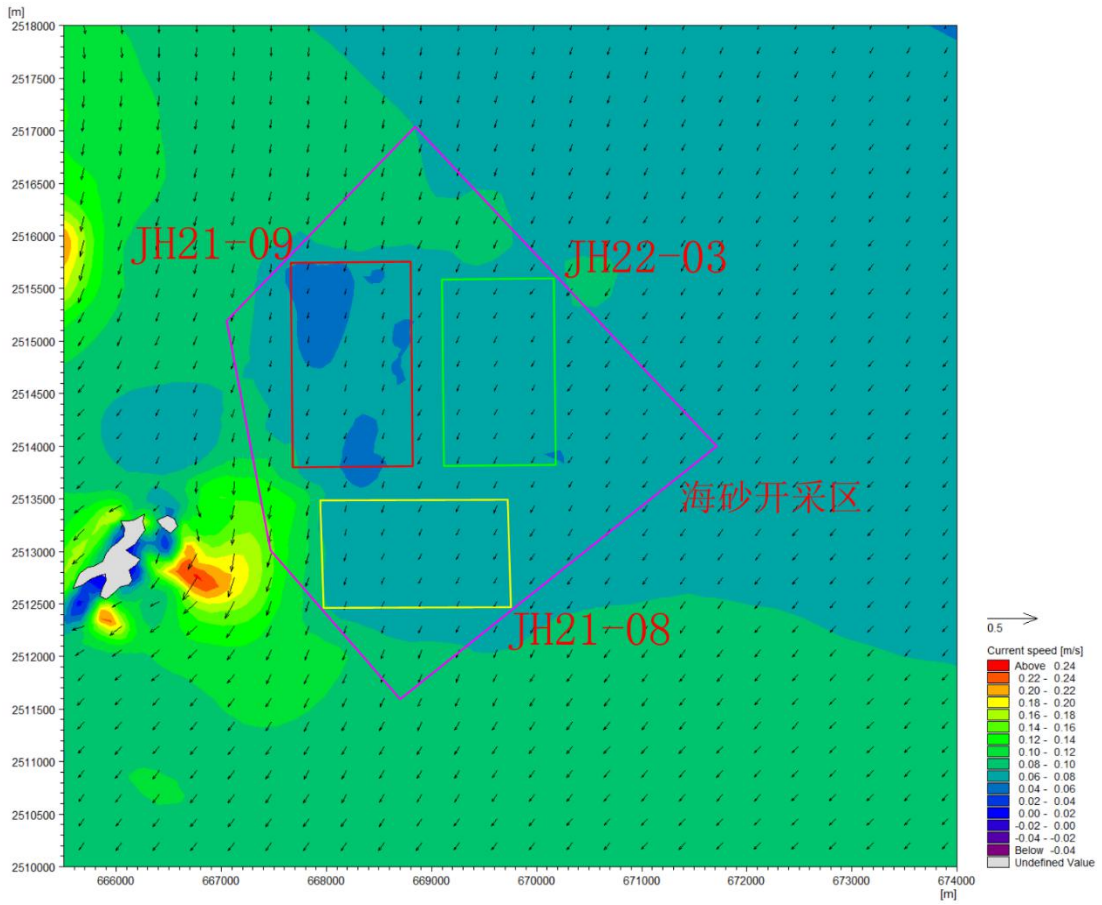
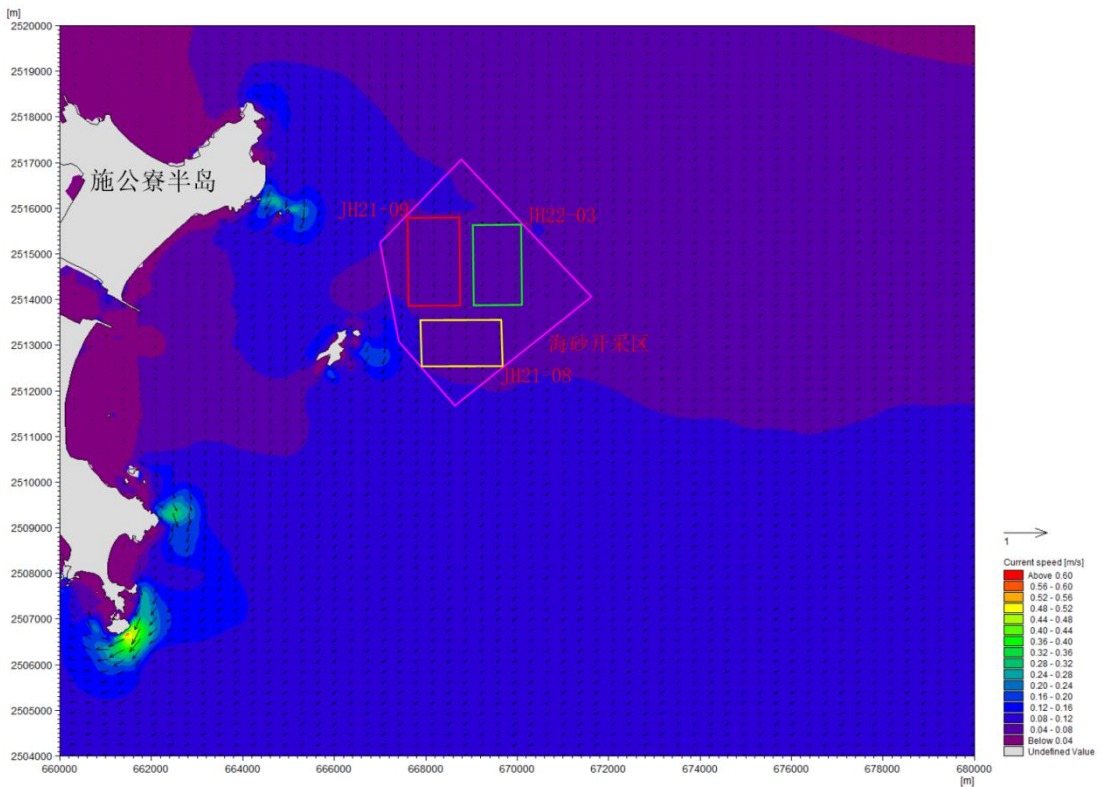


图 7.1.2-8b 工程后中层落急流场图（三个采砂区施工后）



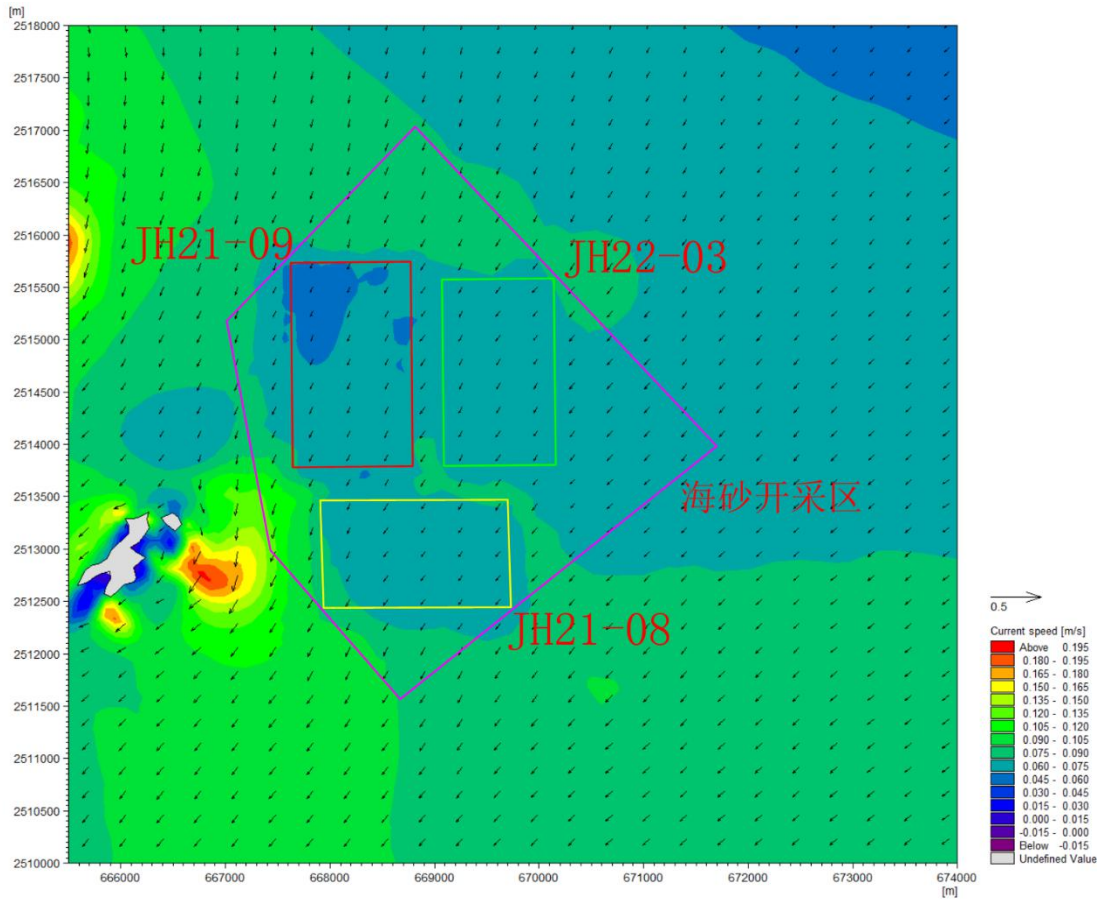


图 7.1.2-8c 工程后底层落急流场图（三个采砂区施工后）



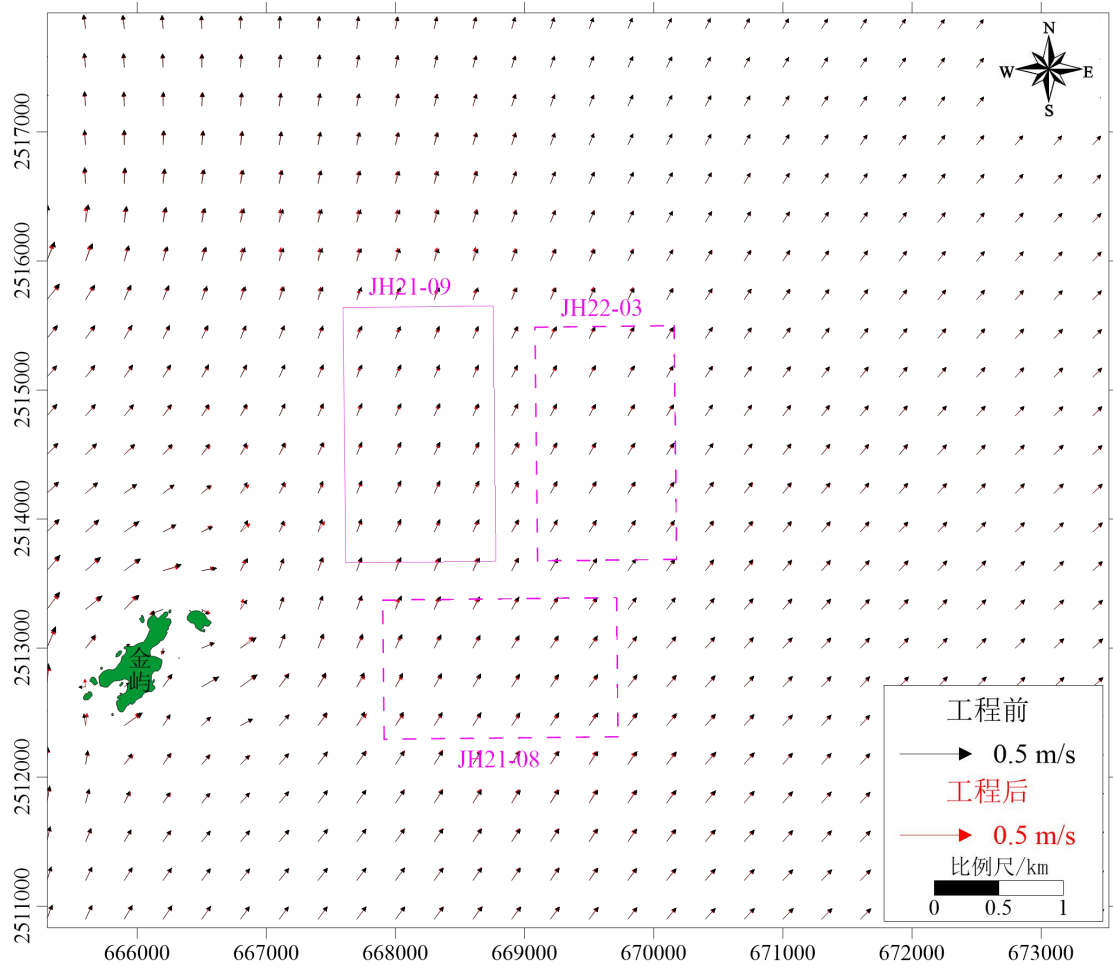


图 7.1.2-9 工程前后中层涨急流场对比（三个采砂区施工后）

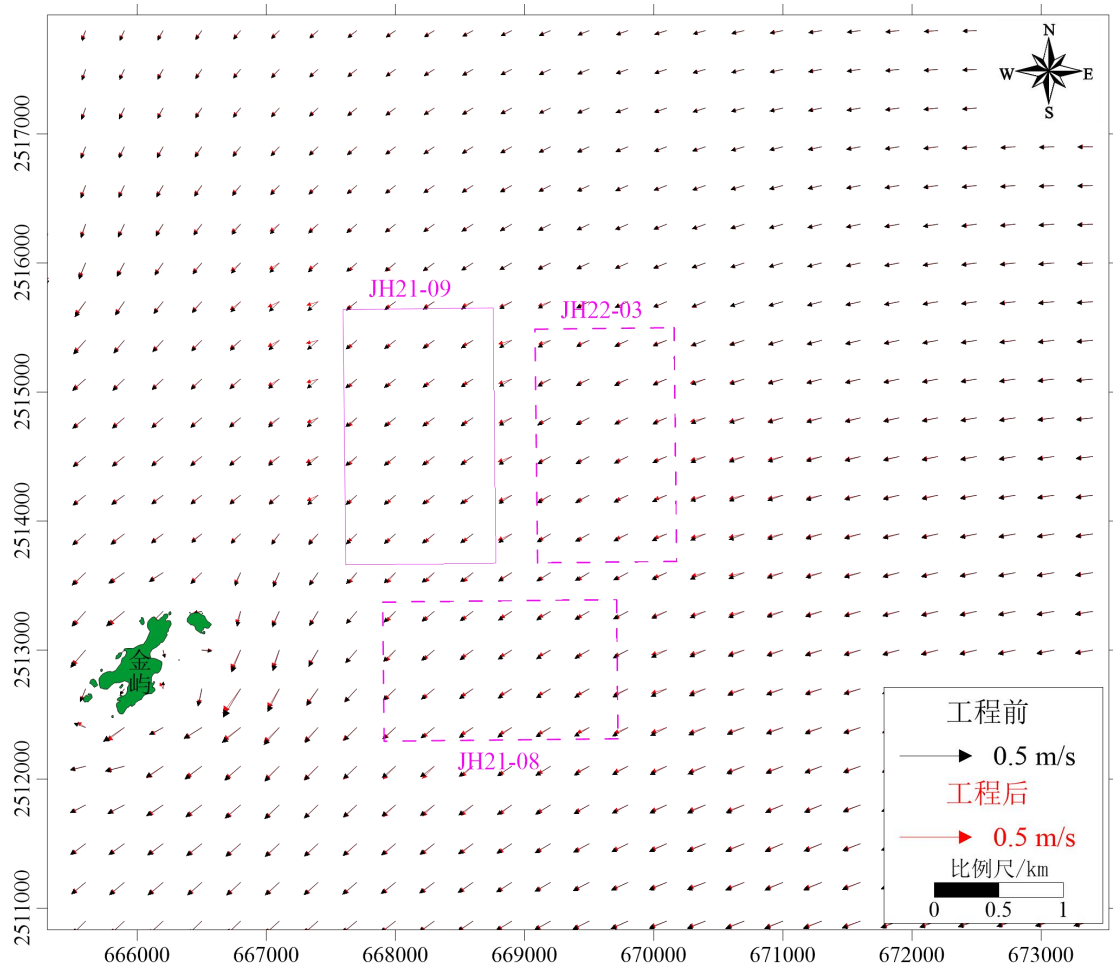


图 7.1.2-10 工程前后中层落急流场对比（三个采砂区施工后）

### (3) 小结

通过采用数学模型对 JH21-09 区块所在海域的采砂工程进行海洋环境影响模拟分析，结果显示采砂工程实施后对海域水动力条件的影响主要集中在海砂开采区 2.5 km 范围内，在 2.5 km 外流速变化小于 0.01m/s，流向变化小于 1°，总体上来看采砂对流场影响较小，对红海湾开发区周边海域不会造成明显影响，不会导致海岸线坍塌等影响，且采砂工期短，结束后可恢复正常。

三块采砂区同时开挖对附近海域潮流动力的影响主要集中在采砂区周边 3.0km 范围内，离采砂区越远，潮流影响越小。由于工程后采砂区浚深，采砂区内涨落潮平均流速呈减小趋势，流向略有变化，最大流速减小值约 0.024m/s。水动力环境变化较大的区域主要在采砂区附近，距离采砂区 3.0km 以外的海域水动力环境基本无变化。

## 7.2 对波浪动力环境影响分析与评价

本项目通过建立二维波浪模型，模拟计算工程实施对附近海域波浪动力环境的影响。

### 7.2.1 SW 波浪数学模型

波谱方程为：

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} C_x N + \frac{\partial}{\partial y} C_y N + \frac{\partial}{\partial \sigma} C_\sigma N + \frac{\partial}{\partial \theta} C_\theta N = \frac{S}{\sigma}$$

式中：

N 为动谱密度；

t 为时间；

x、y 为笛卡尔坐标系坐标；

$C_x$ 、 $C_y$ 、 $C_\sigma$ 、 $C_\theta$  为 x、y、 $\sigma$ 、 $\theta$  方向波群速度，

$$C_x = \frac{dx}{dt} = \frac{1}{2} \left[ 1 + \frac{2kd}{\sinh(2kd)} \right] \frac{\sigma k_x}{k^2} + U_x$$

$$C_y = \frac{dy}{dt} = \frac{1}{2} \left[ 1 + \frac{2kd}{\sinh(2kd)} \right] \frac{\sigma k_y}{k^2} + U_y$$

$$C_\sigma = \frac{d\sigma}{dt} = \frac{\partial \sigma}{\partial d} \left( \frac{\partial d}{\partial t} + \vec{U} \cdot \nabla d \right) - C_g \vec{k} \cdot \frac{\partial \vec{U}}{\partial s}$$

$$C_\theta = \frac{d\theta}{dt} = -\frac{1}{k} \left( \frac{\partial \sigma}{\partial d} \frac{\partial d}{\partial m} + \vec{k} \cdot \frac{\partial \vec{U}}{\partial m} \right)$$

其中波数  $\vec{k} = (k_x, k_y)$ ，d 为水深，s 为波浪的传播方向， $\theta$  和 m 为垂

直于 s 的方向，流速  $\vec{U} = (U_x, U_y)$ ，相对频率  $\sigma = \vec{k} \cdot \vec{U} + \omega$ ， $\omega$  为波浪

固有频率，算子  $\nabla = \frac{d}{dt} = \frac{\partial}{\partial t} + \vec{c} \cdot \nabla_{x,y}$

S 为能量平衡方程中的源项，其中包括风能输入、非线性波波相互作用、白浪、底摩阻及破碎耗散项。

波浪模型计算范围与潮流模型一致，并采用潮流模型的计算网格进行工程区域二维波浪数值模拟。

波浪模型计算选取分别代表冬季 E 向和夏季 SE 向 50 年一遇波要素分析工程实施前后工程海域波要素变化情况，同时为极端天气情况下工程区的骤淤估算提供波浪要素。

表 7.2.1-1 波浪模型外海边界波浪要素

波向	有效波高 (m)	有效波周期 (s)
SE	8.2	12.1
E	7.3	10.1

## 7.2.2 工程前波浪动力分析

为分析工程海域的波浪特征，图 7.2.2-1 和图 7.2.2-2 分别给出了工程前项目海域 50 年一遇 SE 向及 E 向波高分布图。

从图中可以看出，外海 SE 及 E 向波浪传播至工程海域，受岛屿及近岸地形变化的影响，波能逐渐衰减，波峰线逐渐趋于与岸线平行，越靠近岸边波高越小。本项目采砂区位于湾内-12~-20 米附近开阔海域，水深较大，来自外海的 SE 向波浪、E 向浪在地形和岛屿的作用下传播至湾内波向发生偏转，工程区 50 年一遇 SE 向有效波高在 4.4m 左右。

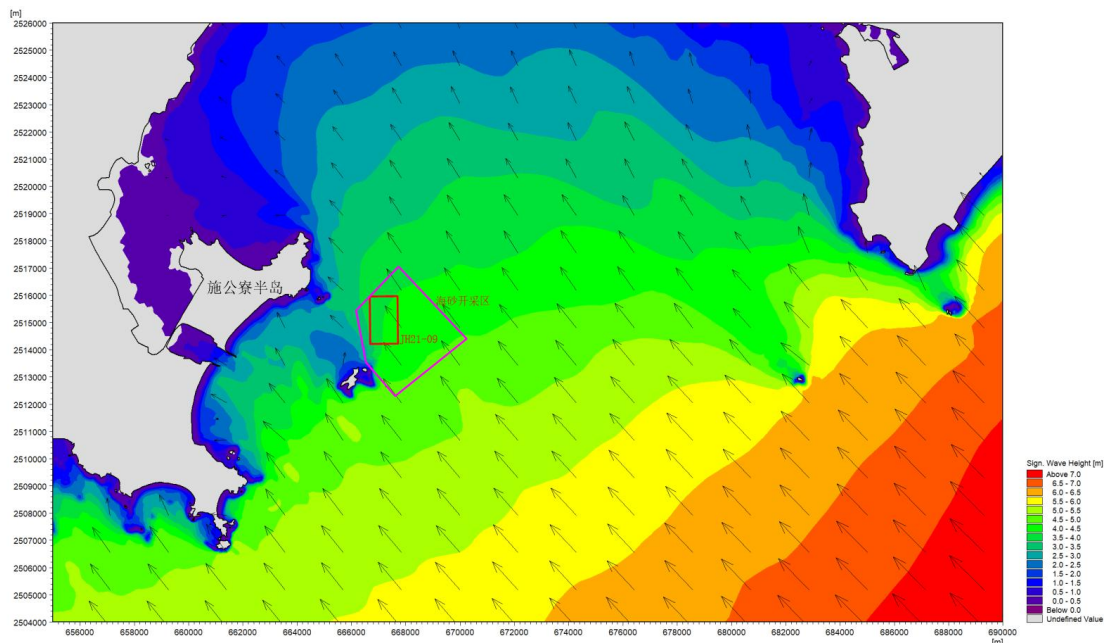


图 7.2.2-1 工程前 50 年一遇 SE 向有效波高分布图

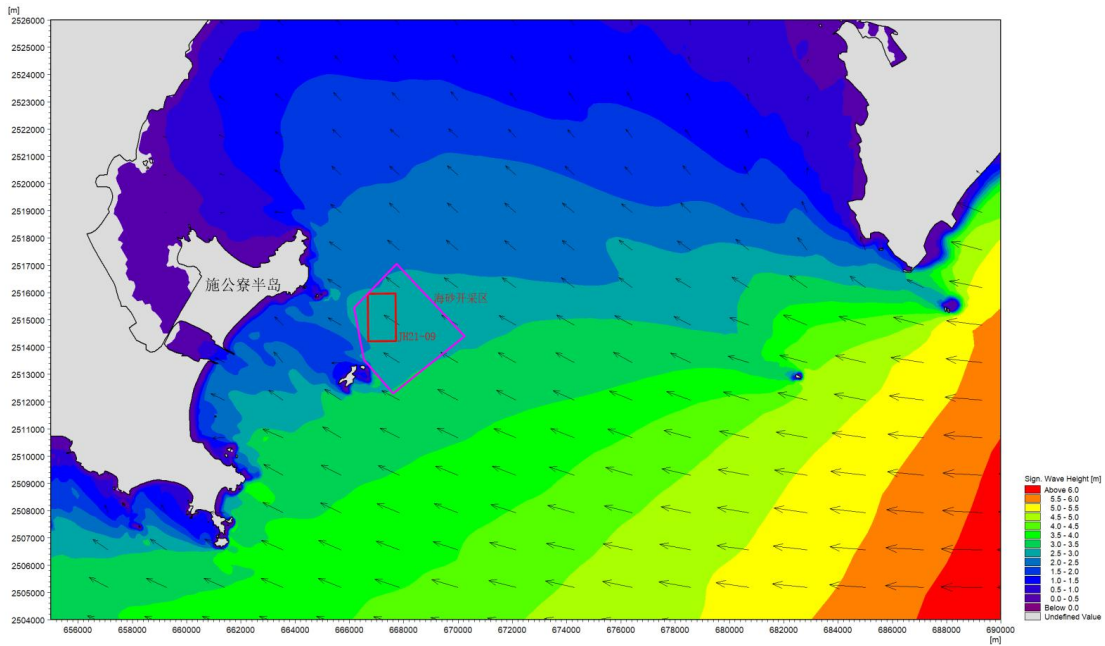


图 7.2.2-2 工程前 50 年一遇 E 向有效波高分布图

### 7.2.3 工程后波浪动力变化分析

考虑到本项目附近共三个采砂区，分两种工况考虑工程实施后对采砂区水动力环境影响，工况一为本项目实施后对水动力环境的影响，工况二为三个采砂区施工完成后对水动力环境的影响。为分析项目采砂对附近海域波浪动力的影响，在采砂区周边水域选取 43 个代表点对比工程前后 50 年一遇 SE 向波浪要素变化情况，代表点位置与潮流代表点一致，见图 7.2.2-3。

#### (1) 采砂区 JH21-09 对波浪动力的影响

采砂区 JH21-09 单独采砂情况下，工程前后各代表点 50 年一遇 SE 向波浪要素变化统计结果见表 7.2.3-1。从表中可以看出，工程实施后，采砂区附近 23、27、28、32、35 代表点有效波高变化相对较大，50 年一遇 SE 向有效波高最大减小 0.51m；50 年一遇 E 向有效波高最大减小 0.24m。采砂区周边海域代表点波高有增有减，50 年一遇 SE 向和 E 向有效波高增加最大值和减小最大值都出现在采砂区内。采砂区采砂后，工程附近波周期变化较小，1~43 代表点 50 年一遇 SE 向波浪平均周期变化均不超过  $\pm 0.50s$ 。总体上看，本项目实施会对工程区内波浪动力环境产生一定程度的影响，但影响范围较小。

表 7.2.3-1 各代表点 50 年一遇 SE 向波浪要素对比（采砂区 JH21-09）

采样点	有效波高 (m)			波周期 (s)		
	工程前	工程后	变化值	工程前	工程后	变化值
1	2.35	2.43	0.08	10.80	10.86	0.06
2	4.82	4.83	0.01	10.50	10.57	0.07
3	4.99	5.00	0.01	10.48	10.53	0.05
4	5.24	5.25	0.01	10.49	10.52	0.03
5	5.45	5.46	0.01	10.46	10.48	0.02
6	2.81	2.85	0.04	10.67	10.74	0.07
7	4.62	4.62	0.00	10.50	10.58	0.08
8	4.85	4.85	0.00	10.49	10.55	0.06
9	5.12	5.13	0.01	10.52	10.56	0.04
10	5.35	5.35	0.00	10.48	10.50	0.02
11	3.29	3.33	0.04	10.80	10.87	0.07
12	4.29	4.32	0.03	10.71	10.79	0.08
13	4.63	4.64	0.01	10.47	10.54	0.07
14	5.02	5.03	0.01	10.60	10.64	0.04
15	5.17	5.18	0.01	10.50	10.53	0.03
16	2.86	2.88	0.02	10.64	10.75	0.11
17	3.15	3.20	0.05	10.93	11.05	0.12
18	4.49	4.53	0.04	10.49	10.58	0.09
19	4.72	4.73	0.01	10.52	10.57	0.05
20	4.99	5.00	0.01	10.52	10.55	0.03
21	2.94	3.01	0.07	10.94	11.06	0.12
22	2.29	2.38	0.09	10.54	10.76	0.22
23	4.35	4.00	-0.35	10.50	10.32	-0.18
24	4.58	4.59	0.01	10.50	10.57	0.07
25	4.87	4.88	0.01	10.53	10.57	0.04
26	0.25	0.72	0.47	11.21	11.36	0.15
27	2.61	2.76	0.15	10.40	10.68	0.28
28	4.22	3.71	-0.51	10.55	10.24	-0.31
29	4.43	4.45	0.02	10.50	10.58	0.08
30	4.66	4.67	0.01	10.51	10.56	0.05
31	0.82	1.12	0.30	11.25	11.25	0.00
32	4.05	3.63	-0.42	10.59	10.47	-0.12
33	4.24	4.29	0.05	10.51	10.62	0.11
34	4.38	4.38	0.00	10.51	10.57	0.06
35	2.64	2.44	-0.20	10.64	10.63	-0.01
36	3.85	3.81	-0.04	10.60	10.68	0.08
37	4.00	4.08	0.08	10.51	10.66	0.15

采样点	有效波高 (m)			波周期 (s)		
	工程前	工程后	变化值	工程前	工程后	变化值
38	4.19	4.20	0.01	10.53	10.61	0.08
39	0.65	0.63	-0.02	10.98	10.97	-0.01
40	2.35	2.56	0.21	10.80	10.66	-0.14
41	4.82	4.63	-0.19	10.50	10.73	0.23
42	4.99	4.92	-0.07	10.48	10.69	0.21
43	5.24	5.10	-0.14	10.49	10.62	0.13

表 7.2.3-2 各代表点 50 年一遇 E 向波浪要素对比 (采砂区 JH21-09)

采样点	有效波高 (m)			波周期 (s)		
	工程前	工程后	变化值	工程前	工程后	变化值
1	2.36	2.39	0.03	9.22	9.38	0.16
2	3.29	3.31	0.02	8.95	9.07	0.12
3	3.45	3.45	0.00	8.96	9.01	0.05
4	3.66	3.67	0.01	8.98	9.00	0.02
5	3.93	3.93	0.00	9.01	9.01	0.00
6	2.55	2.55	0.00	9.03	9.23	0.20
7	3.16	3.16	0.00	8.92	9.06	0.14
8	3.27	3.27	0.00	8.91	8.97	0.06
9	3.51	3.51	0.00	8.97	8.99	0.02
10	3.8	3.80	0.00	9	9.01	0.01
11	2.63	2.63	0.00	9	9.27	0.27
12	3.05	3.05	0.00	9.01	9.17	0.16
13	3.08	3.09	0.01	8.85	8.94	0.09
14	3.39	3.40	0.01	9	9.02	0.02
15	3.52	3.53	0.01	8.94	8.95	0.01
16	2.09	2.07	-0.02	8.66	9.05	0.39
17	2.06	2.07	0.01	8.98	9.24	0.26
18	2.96	3.02	0.06	8.83	8.97	0.14
19	3.11	3.12	0.01	8.87	8.91	0.04
20	3.25	3.25	0.00	8.86	8.88	0.02
21	2.11	2.11	0.00	8.86	9.31	0.45
22	1.66	1.68	0.02	8.68	9.11	0.43
23	2.88	2.64	-0.24	8.81	8.69	-0.12
24	3.01	3.01	0.00	8.83	8.88	0.05
25	3.17	3.17	0.00	8.85	8.86	0.01
26	0.27	0.70	0.43	9.08	9.54	0.46
27	2.11	2.06	-0.05	8.85	9.12	0.27
28	2.8	2.60	-0.20	8.79	8.72	-0.07

采样点	有效波高 (m)			波周期 (s)		
	工程前	工程后	变化值	工程前	工程后	变化值
29	2.89	2.90	0.01	8.77	8.85	0.08
30	3.01	3.02	0.01	8.79	8.82	0.03
31	0.76	1.08	0.32	9.66	9.60	-0.06
32	2.63	2.46	-0.17	8.75	8.85	0.10
33	2.65	2.66	0.01	8.69	8.82	0.13
34	2.62	2.63	0.01	8.62	8.67	0.05
35	2.13	1.80	-0.33	8.93	8.97	0.04
36	2.47	2.60	0.13	8.71	9.06	0.35
37	2.41	2.43	0.02	8.59	8.78	0.19
38	2.38	2.38	0.00	8.52	8.60	0.08
39	0.56	0.56	0.00	9.36	9.61	0.25
40	2.08	1.98	-0.10	8.86	9.16	0.30
41	2.28	2.37	0.09	8.62	9.03	0.41
42	2.23	2.25	0.02	8.5	8.75	0.25
43	2.38	2.39	0.01	8.55	8.66	0.11

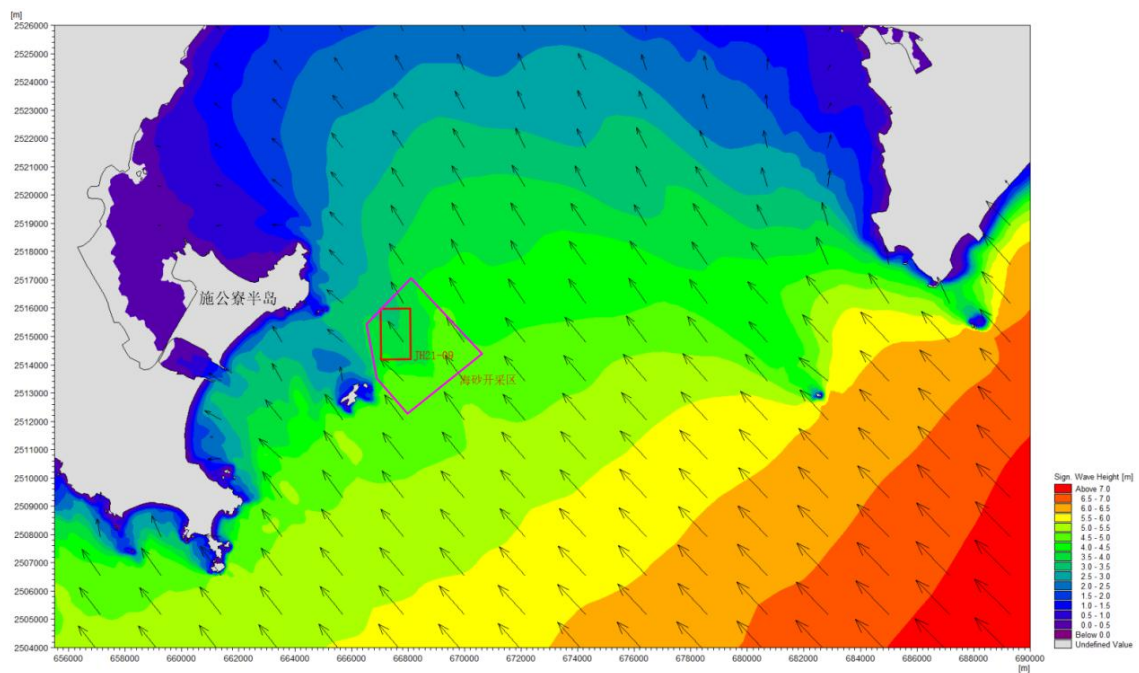


图 7.2.3-1 工程后 50 年一遇 SE 向波高分布图 (采砂区 JH21-09)



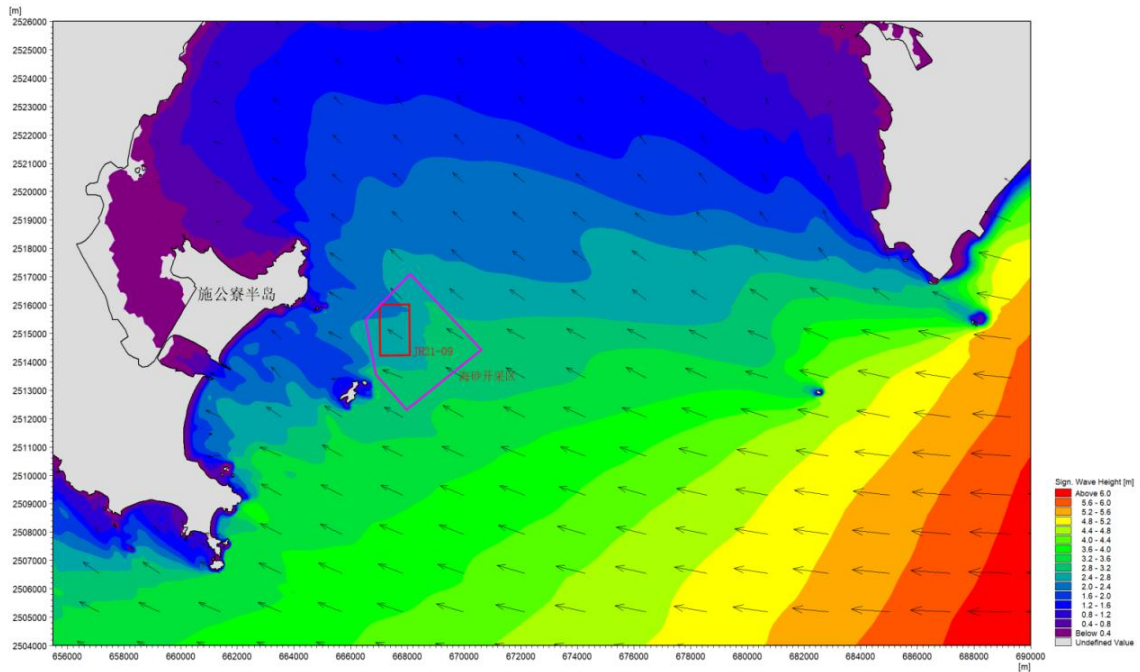


图 7.2.3-2 工程后 50 年一遇 E 向波高分布图（采砂区 JH21-09）

### (2) 三采砂区对波浪动力的叠加影响

三个采砂区同时施工完成情况下，工程前后各代表点 50 年一遇 SE 向、E 向波浪要素变化统计结果见表 7.2.3-3 和表 7.2.3-4，工程前后各代表点 50 年一遇 SE 向、E 向波高分布见图 7.2.3-3 和图 7.2.3-4。从表中可以看出，工程实施后，三个采砂区内代表点发生不同程度的变化，波高以减小为主，50 年一遇 SE 向有效波高变化幅度为  $-1.31\text{m}\sim 0.30\text{m}$ ；50 年一遇 E 向有效波高变化幅度为  $-0.40\text{m}\sim 0.26\text{m}$ ；采砂区周边海域代表点波高有增有减，变化幅度不大。三个采砂区采砂后，工程附近海域波周期较小，代表点 50 年一遇 SE 向波浪平均周期变化均小于  $\pm 0.43\text{s}$ ；代表点 50 年一遇 SE 向波浪平均周期变化均小于  $\pm 0.48\text{s}$ 。总体上看，三个采砂区采砂会对工程附近波浪动力环境产生一定程度的影响。

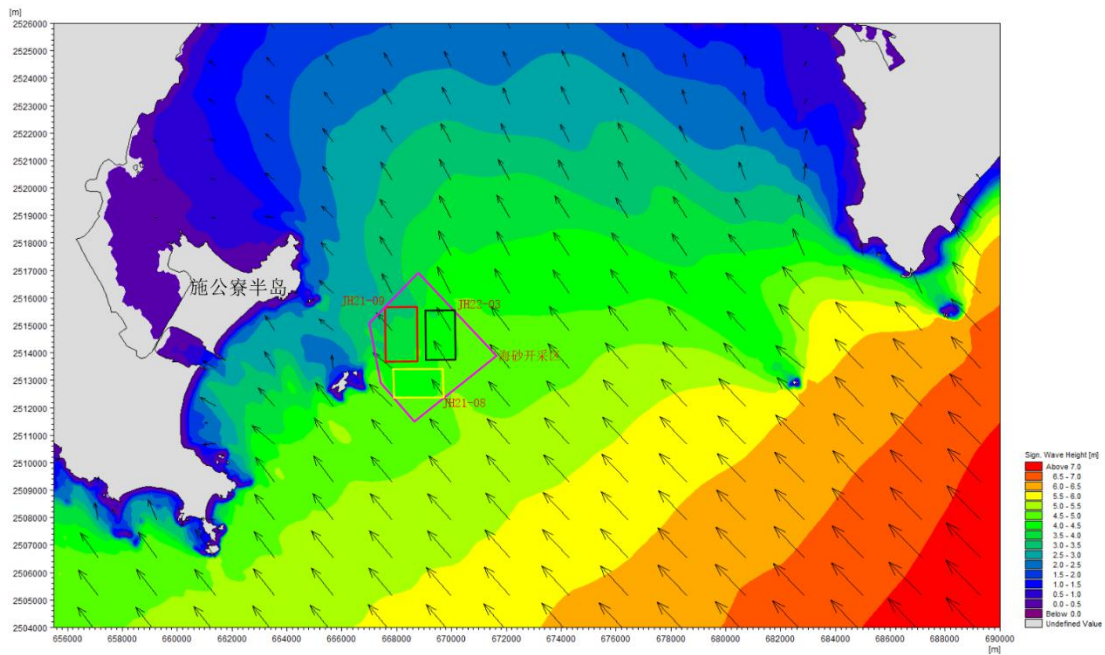


图 7.2.3-3 工程后 50 年一遇 SE 向波浪分布图（三个采砂区）

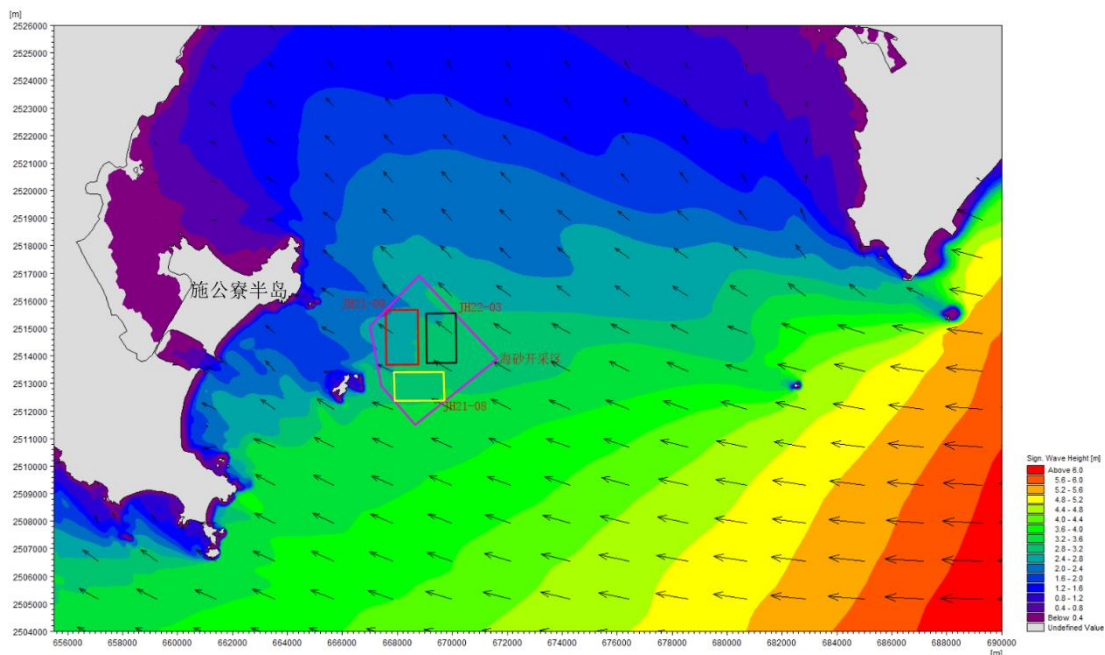


图 7.2.3-4 工程后 50 年一遇 E 向波浪分布图（三个采砂区）

表 7.2.3-3 各代表点 50 年一遇 SE 向波浪要素对比（三个采砂区）

采样点	有效波高 (m)			波周期 (s)		
	工程前	工程后	变化值	工程前	工程后	变化值
1	2.35	2.39	0.04	10.8	10.83	0.03
2	4.82	4.87	0.05	10.5	10.52	0.02
3	4.99	5.00	0.01	10.48	10.49	0.01
4	5.24	5.24	0.00	10.49	10.50	0.01

采样点	有效波高 (m)			波周期 (s)		
	工程前	工程后	变化值	工程前	工程后	变化值
5	5.45	5.45	0.00	10.46	10.46	0.00
6	2.81	2.80	-0.01	10.67	10.69	0.02
7	4.62	4.68	0.06	10.5	10.53	0.03
8	4.85	4.90	0.05	10.49	10.52	0.03
9	5.12	5.13	0.01	10.52	10.53	0.01
10	5.35	5.35	0.00	10.48	10.48	0.00
11	3.29	3.30	0.01	10.8	10.82	0.02
12	4.29	4.31	0.02	10.71	10.74	0.03
13	4.63	4.87	0.24	10.47	10.56	0.09
14	5.02	5.02	0.00	10.6	10.61	0.01
15	5.17	5.18	0.01	10.5	10.51	0.01
16	2.86	2.86	0.00	10.64	10.66	0.02
17	3.15	3.16	0.01	10.93	10.96	0.03
18	4.49	4.26	-0.23	10.49	10.34	-0.15
19	4.72	4.75	0.03	10.52	10.54	0.02
20	4.99	5.00	0.01	10.52	10.53	0.01
21	2.94	2.95	0.01	10.94	10.97	0.03
22	2.29	2.34	0.05	10.54	10.61	0.07
23	4.35	3.94	-0.41	10.5	10.21	-0.29
24	4.58	4.72	0.14	10.5	10.56	0.06
25	4.87	4.88	0.01	10.53	10.54	0.01
26	0.25	0.25	0.00	11.21	11.24	0.03
27	2.61	2.68	0.07	10.4	10.49	0.09
28	4.22	3.72	-0.50	10.55	10.15	-0.40
29	4.43	4.65	0.22	10.5	10.60	0.10
30	4.66	4.68	0.02	10.51	10.53	0.02
31	0.82	0.82	0.00	11.25	11.24	-0.01
32	4.05	3.45	-0.60	10.59	10.26	-0.33
33	4.24	4.54	0.30	10.51	10.64	0.13
34	4.38	4.41	0.03	10.51	10.53	0.02
35	2.64	2.29	-0.35	10.64	10.33	-0.31
36	3.85	3.53	-0.32	10.6	10.39	-0.21
37	4	4.28	0.28	10.51	10.65	0.14
38	4.19	4.25	0.06	10.53	10.57	0.04
39	0.65	0.61	-0.04	10.98	10.74	-0.24
40	2.35	2.41	0.06	10.8	10.37	-0.43
41	4.82	3.51	-1.31	10.5	10.52	0.02
42	4.99	4.02	-0.97	10.48	10.65	0.17
43	5.24	4.16	-1.08	10.49	10.57	0.08

表 7.2.3-4 各代表点 50 年一遇 E 向波浪要素对比（三个采砂区）

采样点	有效波高 (m)			波周期 (s)		
	工程前	工程后	变化值	工程前	工程后	变化值
1	2.36	2.41	0.05	9.22	9.26	0.04
2	3.29	3.36	0.07	8.95	8.98	0.03
3	3.45	3.46	0.01	8.96	8.97	0.01
4	3.66	3.67	0.01	8.98	8.98	0.00
5	3.93	3.93	0.00	9.01	9.01	0.00
6	2.55	2.56	0.01	9.03	9.04	0.01
7	3.16	3.25	0.09	8.92	8.97	0.05
8	3.27	3.35	0.08	8.91	8.96	0.05
9	3.51	3.51	0.00	8.97	8.97	0.00
10	3.8	3.80	0.00	9	9.00	0.00
11	2.63	2.65	0.02	9	9.02	0.02
12	3.05	3.09	0.04	9.01	9.04	0.03
13	3.08	3.34	0.26	8.85	8.99	0.14
14	3.39	3.39	0.00	9	9.00	0.00
15	3.52	3.52	0.00	8.94	8.94	0.00
16	2.09	2.09	0.00	8.66	8.68	0.02
17	2.06	2.07	0.01	8.98	8.98	0.00
18	2.96	2.86	-0.10	8.83	8.71	-0.12
19	3.11	3.12	0.01	8.87	8.88	0.01
20	3.25	3.25	0.00	8.86	8.86	0.00
21	2.11	2.12	0.01	8.86	8.87	0.01
22	1.66	1.66	0.00	8.68	8.67	-0.01
23	2.88	2.67	-0.21	8.81	8.55	-0.26
24	3.01	3.03	0.02	8.83	8.84	0.01
25	3.17	3.17	0.00	8.85	8.85	0.00
26	0.27	0.27	0.00	9.08	9.12	0.04
27	2.11	1.96	-0.15	8.85	8.68	-0.17
28	2.8	2.59	-0.21	8.79	8.52	-0.27
29	2.89	2.95	0.06	8.77	8.81	0.04
30	3.01	3.01	0.00	8.79	8.79	0.00
31	0.76	0.73	-0.03	9.66	9.41	-0.25
32	2.63	2.35	-0.28	8.75	8.50	-0.25
33	2.65	2.74	0.09	8.69	8.76	0.07
34	2.62	2.63	0.01	8.62	8.63	0.01
35	2.13	1.73	-0.40	8.93	8.45	-0.48
36	2.47	2.59	0.12	8.71	8.80	0.09
37	2.41	2.51	0.10	8.59	8.68	0.09

采样点	有效波高 (m)			波周期 (s)		
	工程前	工程后	变化值	工程前	工程后	变化值
38	2.38	2.39	0.01	8.52	8.53	0.01
39	0.56	0.54	-0.02	9.36	9.32	-0.04
40	2.08	1.92	-0.16	8.86	8.66	-0.20
41	2.28	2.42	0.14	8.62	8.76	0.14
42	2.23	2.31	0.08	8.5	8.58	0.08
43	2.38	2.40	0.02	8.55	8.57	0.02

## 7.3 地形地貌与冲淤环境影响分析

从潮流模型计算结果分析可知，采砂工程实施对流态的影响主要在采砂区及离采砂区较近的海域，而对离工程区较远的海域流态影响较小。因此，可初步分析认为采砂区附近水域有一定的冲淤变化，工程远区冲淤影响较小。为进一步确定采砂工程实施对周围海域冲淤变化的影响，采用由动力场变化引起的半经验半理论公式进行冲淤估算。

### 7.3.1 冲淤计算模式

本评价采用曹祖德等人研究的淤泥质海岸外航道淤积计算模式进行冲淤估算。该模式利用二维潮流数值计算模型得到工程前后流场分布变化，再应用淤泥质海岸外航道淤积预报模型公式，计算得到各计算区域第一年的淤积强度。模型公式如下：

$$P = \frac{\alpha \omega S t}{\gamma_c} \left( 1 - \left( \frac{V_2}{V_1} \right)^2 \left( \frac{H_1}{H_2} \right) \right)$$

式中，P 为工程后经过时间 t 的冲淤量；s 为悬沙浓度，由模型计算得到； $\alpha$  为泥沙沉降概率； $\gamma_c$  为淤积物干容重， $\omega$  为沉降速度，V1，V2 分别为工程前、后的流速，H1，H2 分别是工程前后水深。

经推导，可得

$$P = 0.5 \left[ (H_1 + \beta t) - \sqrt{(H_1 - \beta t)^2 + 4\beta t H_1 K} \right]$$

式中， $\beta = \frac{\alpha \omega S}{\gamma_c}$ ， $K = \frac{V_2}{V_1}$

在计算时取 $\alpha$ 为 0.5~0.6,  $\gamma_c$ 取根据经验公式 $\gamma_c = 1750D_{50}^{0.183}$ , 因为本海区的泥沙粒径比较细, 取 0.003mm 作为中值粒径, 取 $\gamma_c = 604.4\text{kg/m}^3$ 。悬沙浓度 $S=0.0377\text{ kg/m}^3$ 。在悬沙计算中, 将沉速表示为:

$$\omega = \begin{cases} 0.06 - 0.01|\bar{V}| & |\bar{V}| < 50\text{cm/s} \\ 0.001 & |\bar{V}| \geq 50\text{cm/s} \end{cases}$$

表 7.3.1-1 悬沙动水沉降速度

V(cm/s)	0	0.1	0.2	0.3
$\omega$ (cm/s)	0.057	0.050	0.042	0.031

### 7.3.2 工程实施后采砂区附近海床冲淤变化

根据上述冲淤计算模式, 采用全潮平均流速的变化对采砂工程实施后工程海域的淤积进行估算。计算得到工程海区附近海域海床年冲淤变化图和平衡冲淤变化图分别见图 7.3.2-1 和 7.3.2-2。

基于水动力结果计算了工程实施前后航道年冲淤变化, 由计算结果可知, 方案实施后, 由于采砂区内水深增加, 采砂工程实施后采砂区内基本处于回淤状态。冲淤变化较大的区域主要位于采砂区内, 年回淤厚度在 0.4m 左右; 采砂区南北则以淤积为主, 淤积幅度在 0.32m/a 以内。采砂区内部受流速减小幅度较大影响, 淤积幅度最大, 最大淤积幅度为 0.37m/a, 平均淤积幅度约为 0.31m/a; 往南北两侧淤积幅度逐渐减小, 在 0.05~0.31m/a 之间, 平均淤积幅度约为 0.18m/a; 东西侧靠近采砂区冲刷幅度较大, 远离采砂区冲刷幅度逐渐减小, 最大冲刷幅度为-0.16m/a, 平均冲刷幅度约为-0.07m/a。因此, 采砂工程实施一年后, 对采砂区内及采砂区附近影响较大, 对采砂中心 2.5km 以外基本无影响; 总体上看, 正常情况下, 采砂工程实施后, 采砂区及附近海域底床会有一个缓慢的再调整过程, 但幅度不会很大; 在极端天气情况下底床调整幅度可能会变大。

根据上述计算模式和第一年冲淤变化情况结果, 可计算出往后逐年的冲淤变化情况。随着冲淤过程的深入和地形向适应工程实施后动力环境方向的调整, 其冲淤强度将逐年较小。工程区淤回到原来水深所需的时间为 9.08m/(0.40m/a)=22.7 年。需要特别指出的是, 由于大洪水、风暴潮、台风等极端天

气条的不可预测性和复杂性，本报告中关于回淤时间的计算仅考虑潮流输沙作用。若将这些极端天气条件考虑在内，回淤时间将大大缩短。

结合工程前后及冲淤平衡后地形分布图（图 7.3.2-3~7.3.2-5）来看，工程实施后采砂区地形加深至约 24m，靠近采砂区附近地形由于采砂造成的地形坡度影响也有所降低，冲淤平衡后，采砂区地形回淤约 9m，采砂区南北侧也有所淤积，东西侧则有所冲刷。

距离采砂区最近的乌坎西线航道整体上处于淤积状态，靠近施公寮岛最近的位置航道有部分冲刷，年淤积量为 0.003m/a，25~30 年达到后冲淤达到平衡后这段航道内淤积为 0.09m，相较于当前该段航道深度约 12m，30 年后淤积的程度几乎无影响。碣石航道，靠近采砂区西侧部分航道内为淤积，年淤积量为 0.0001m/a，25~30 年达到平衡后淤积量为 0.003m，相较于当前该段航道深度约 16m，30 年后淤积的程度几乎无影响。采砂区东北侧和东南侧的两个锚区，影响到的区域 30 年后冲刷程度不超过 0.04m，两个锚区的深度均超过 10m，对其几乎无影响。

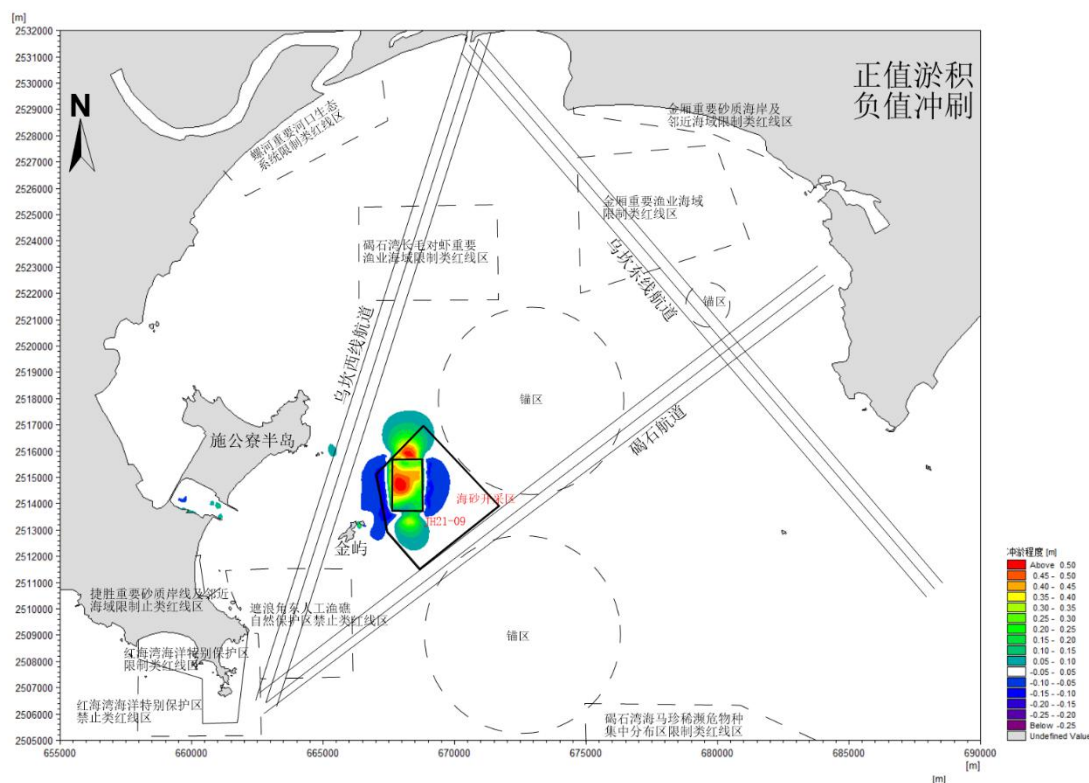


图 7.3.2-1 工程区附近海床年冲淤变化平面分布图

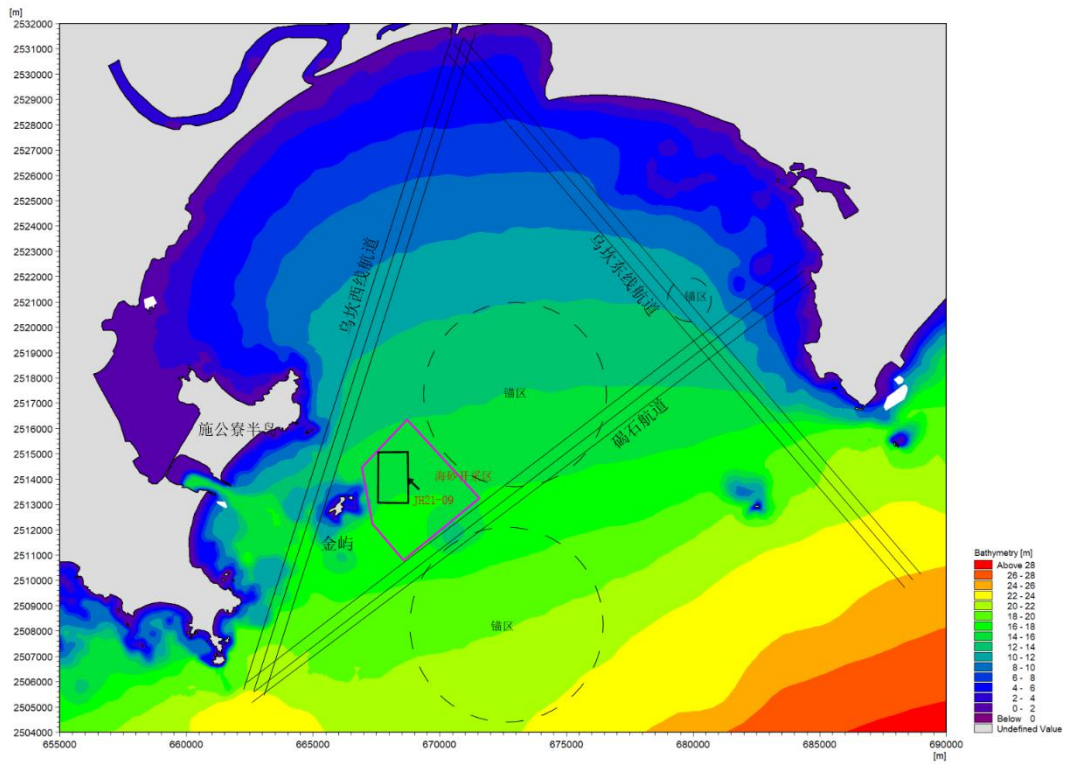


图 7.3.2-2 工程前工程区附近海床地形图

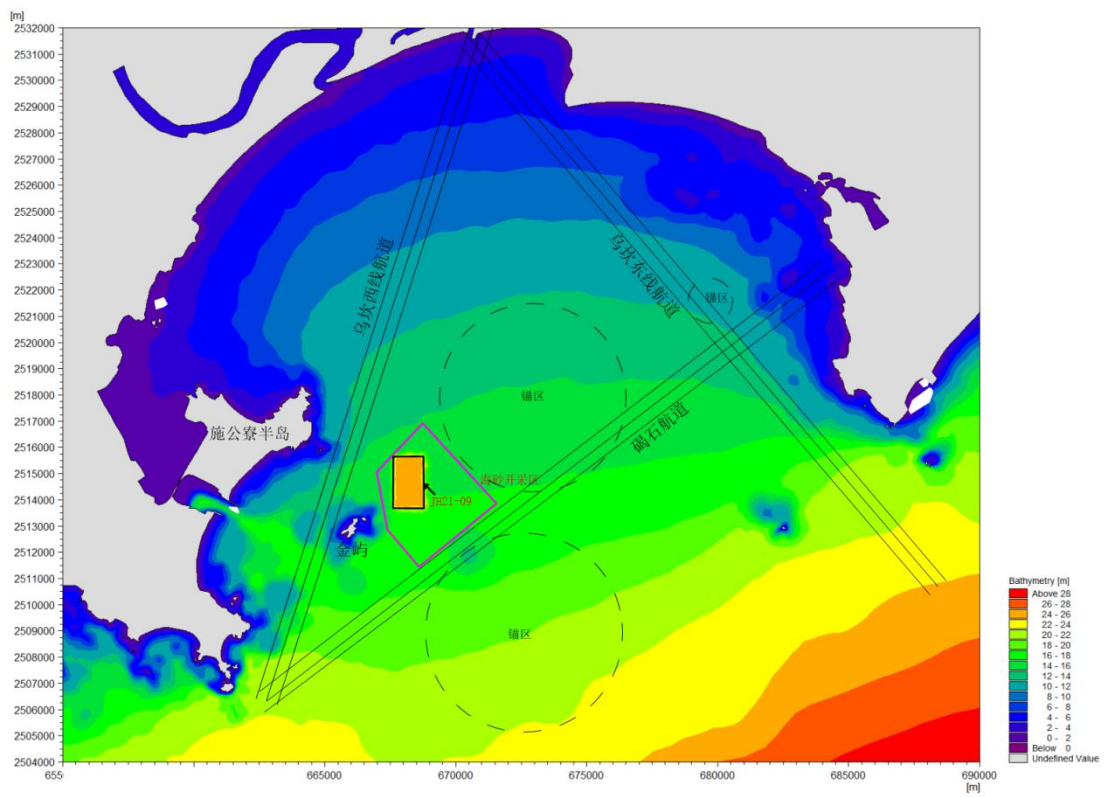


图 7.3.2-3 工程实施后工程区附近海床地形图



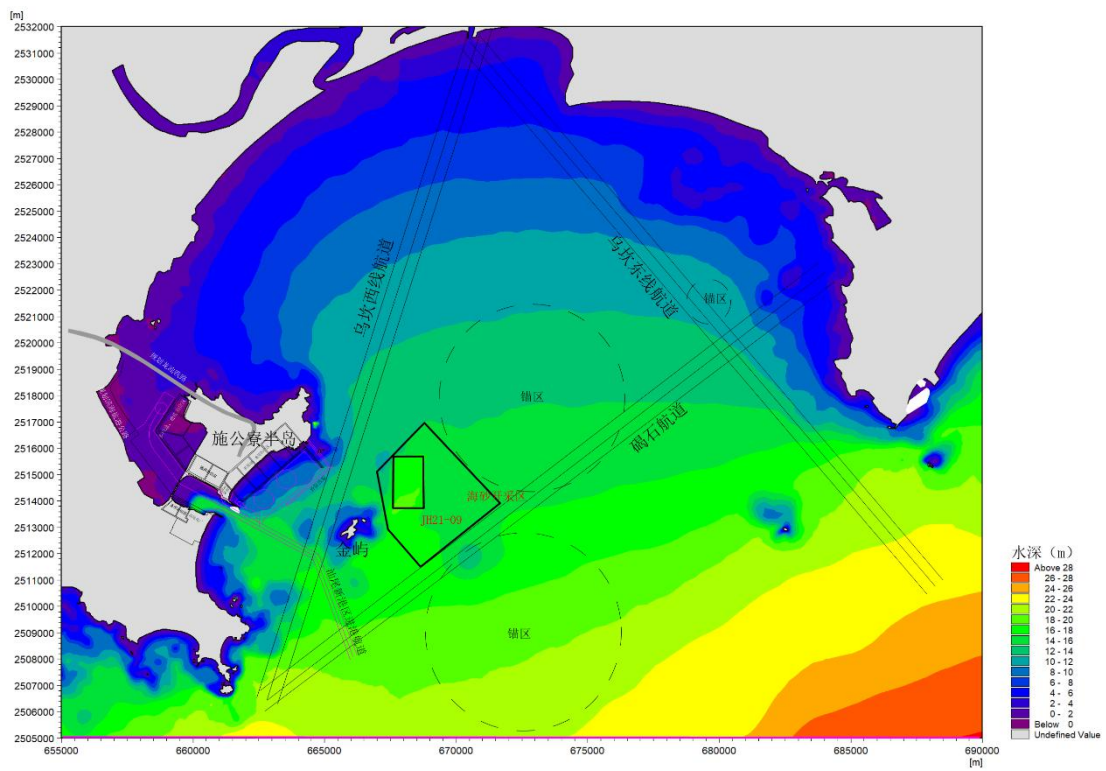
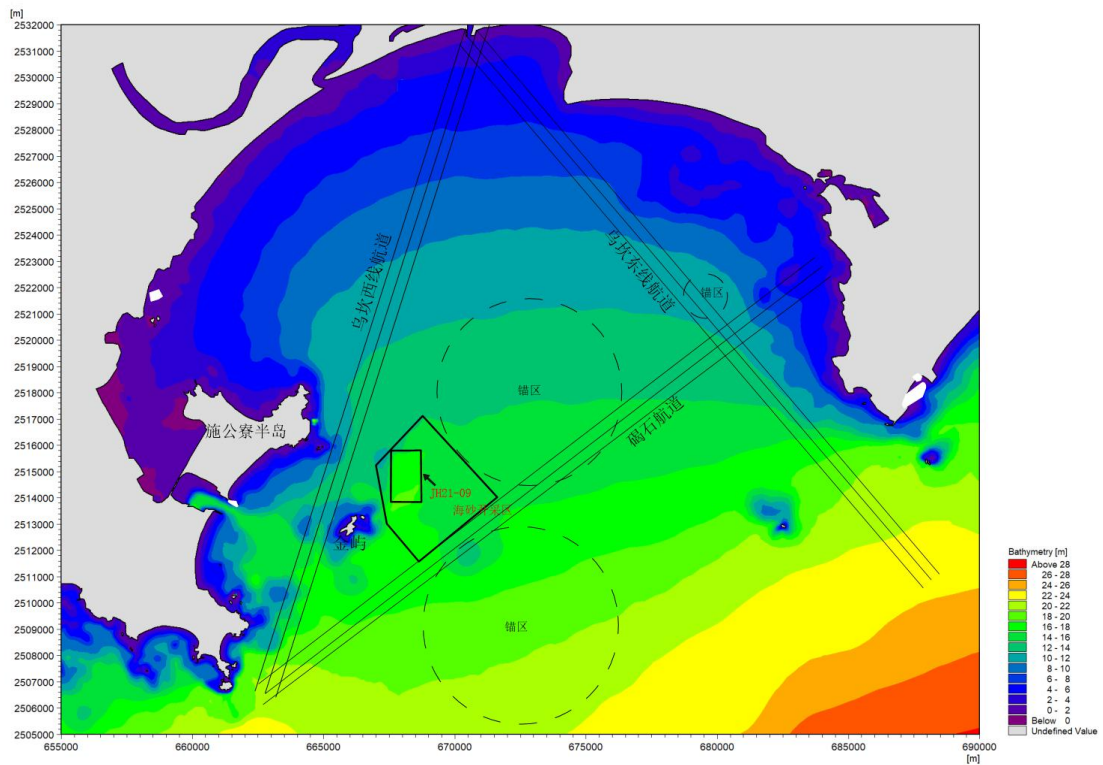


图 7.3.2-4 冲淤平衡后工程区附近海床地形图

### 7.3.3 小结

JH21-09区块开采区距离碶石航道保护宽度（994m）之外19.6~89m；距离施公寮岛最近岸线约3.2km；未占用航道，且通过数模结果分析，乌坎西线航道

整体上处于淤积状态，靠近施公寮岛最近的位置航道有部分淤积，25~30年达到后冲淤达到平衡后这段航道内淤积为0.09m，相较于当前该段航道深度约12m，30年后淤积的程度几乎无影响。碣石航道，靠近采砂区部分航道内西侧为淤积，25~30年达到平衡后淤积量为0.003m，相较于当前该段航道深度约16m，30年后淤积的程度几乎无影响。采砂区东北侧和东南侧的两个锚区，影响到的区域30年后冲刷程度不超过0.04m，两个锚区的深度均超过10m，对其几乎无影响。海砂开采对航道正常使用几乎无影响。针对未来规划中的汕尾新港区进港航道，航道整体上处于冲刷状态，对未来规划的航道正常使用几乎无影响。

### 7.3.4 采砂对岸滩稳定性影响分析

采砂区JH21-09、JH21-08、JH22-03位于碣石湾海域，对于砂质岸线，影响岸滩稳定的主要因素为动力场和泥沙来源。单纯在潮流作用下泥沙很难启动，只有叠加波浪，泥沙才能在波浪启动下产生输运，因此，报告从潮流和波浪两方面分析采砂工程实施前后岸滩附近水动力场的变化，同时分析采砂区附近的泥沙来源情况，从而对三个采砂区实施后做一个定性分析。

#### (1) 泥沙来源

采砂区位于碣石湾海域，本区域泥沙来源主要为近岸泥沙再悬浮引起的沿岸输沙，而沿岸输沙的主要是由于潮流和波浪共同作用引起的，因此，有必要分析三个采砂区实施前后岸滩附近动力场的变化情况。

#### (2) 项目建设对岸线附近动力场的影响

##### 1) 流场

图7.3.3-1和图7.3.3-2为三个采砂区采砂前后大潮涨落急流速变化等值线图，由图可知，三个采砂区采砂完成后，工程前后的潮流场变化主要局限在采砂区附近，大潮涨落急流速最大变幅很小，在0.1m/s以下，距离最近的施公寮岛东北角岸滩约0.2km，本项目与附近岸线的最近距离较近，但潮流场变化较小。因此，本项目的实施基本不会改变附近岸滩的流场。

##### 2) 波浪场

图7.3.3-3和图7.3.3-4为三个采砂区采砂前后50年一遇SE向、E向 $H_{13}$ 波高变化等值线图。根据波浪场计算结果可知：三个采砂区采砂实施后，采砂区周边海域代表点波高有增有减，50年一遇SE向有效波高增加最大值和减小最大值分别位

于0.4m和0.7m以内；50年一遇E向有效波高增加最大值和减小最大值分别位于0.4m和0.4m以内，最大变幅都位于采砂区内。采砂区采砂后，工程附近海域波周期较小，50年一遇SE向、E波浪平均周期变化均不超过 $\pm 0.42s$ 。岸滩区域波高变化最大幅度在0.3m以内，主要影响到施公寮岛东北角，结果表明，本工程总体上看，本工程实施会对工程附近波浪动力环境产生一定程度的影响，但影响较小。

根据上面计算分析结果可知，由于采砂区距离岸线较远，项目建设引起的岸边附近的潮流场、波浪场的变化有限。因此采砂对岸滩稳定性的影响甚微。

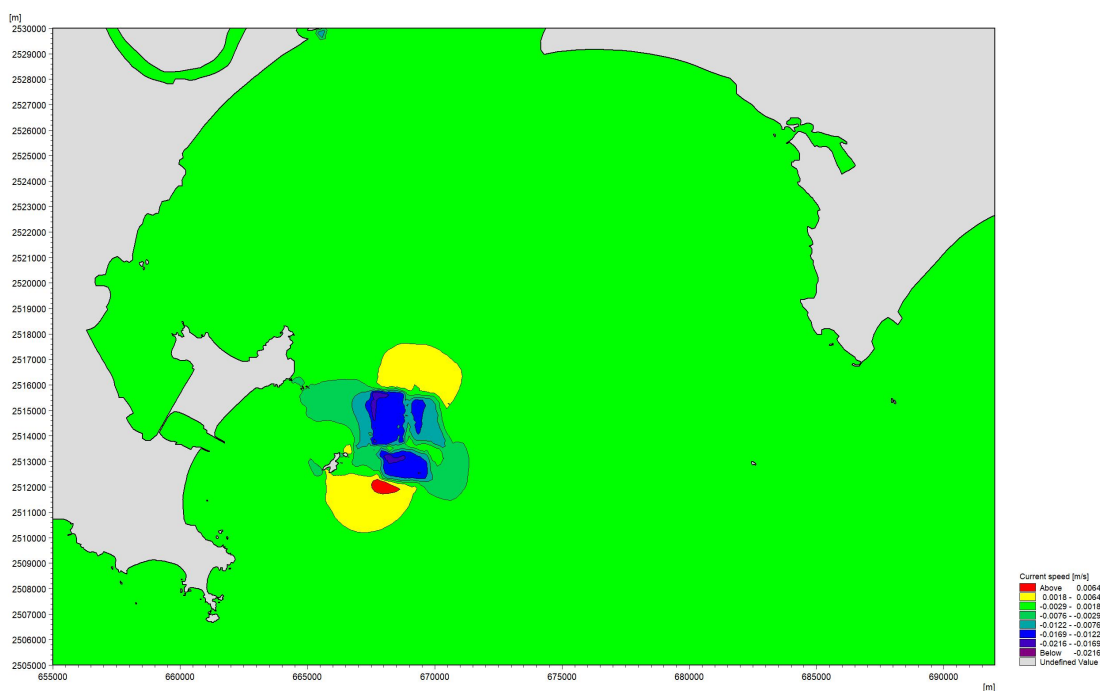


图 7.3.3-1 三个采砂区实施前后大潮涨急流场变化等值线图

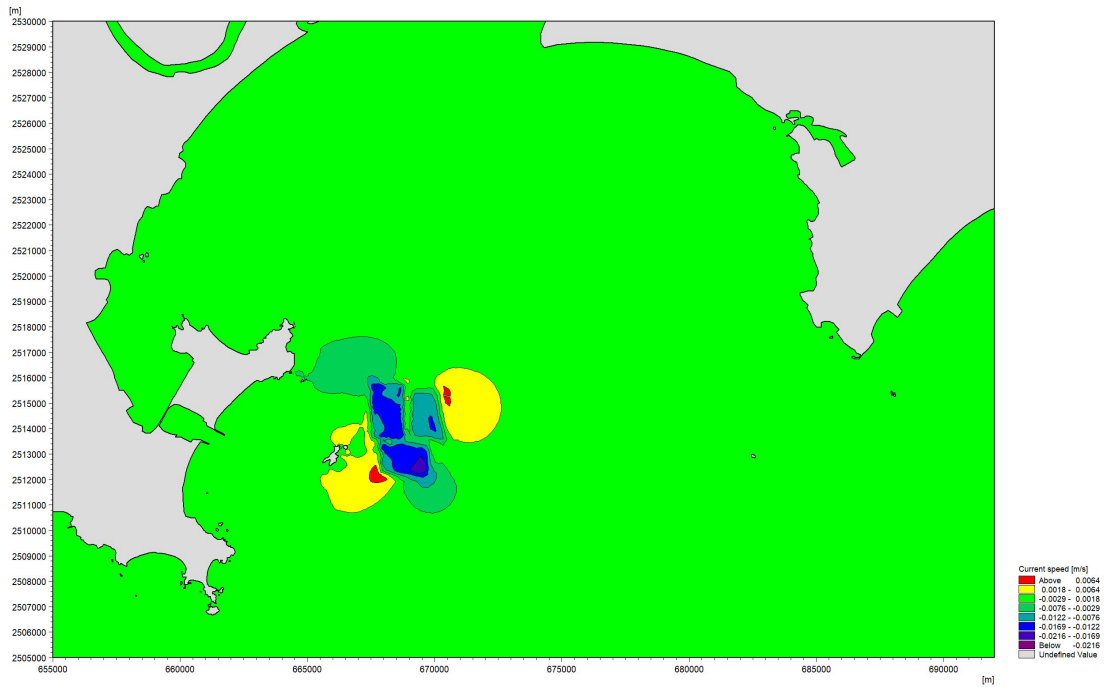


图 7.3.3-2 三个采砂区实施前后大潮落急流场变化等值线图

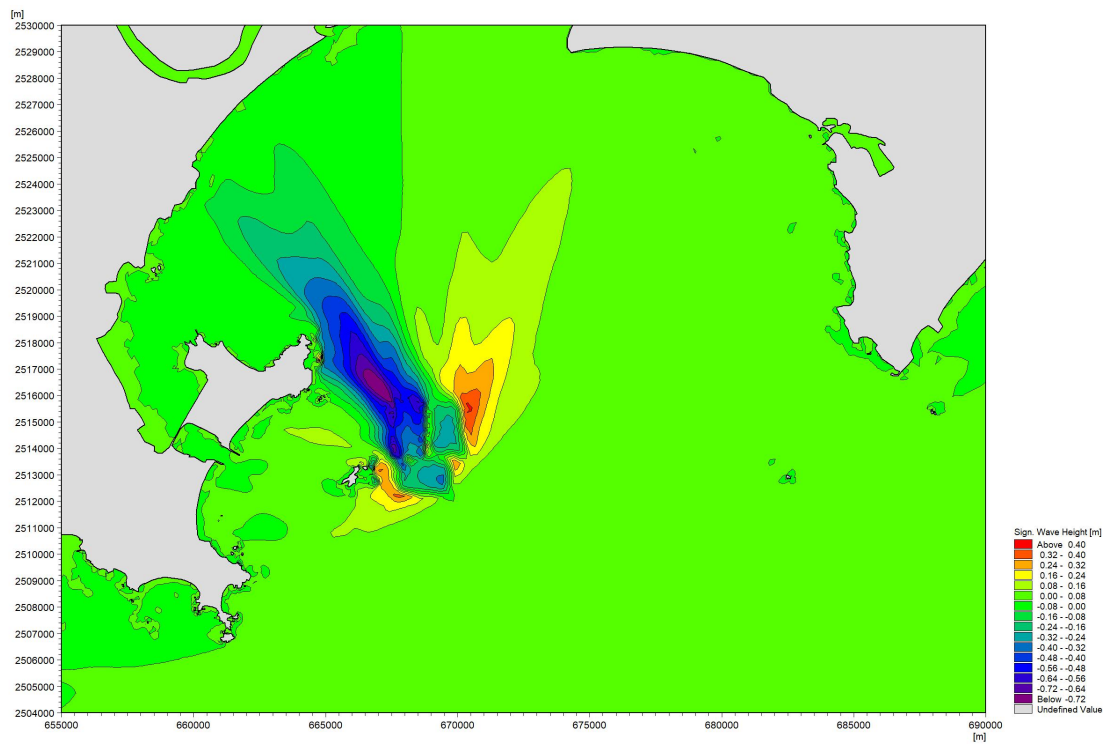


图 7.3.3-3 三个采砂区实施前后 SE 向 50 年一遇 H13 波高变化等值线图

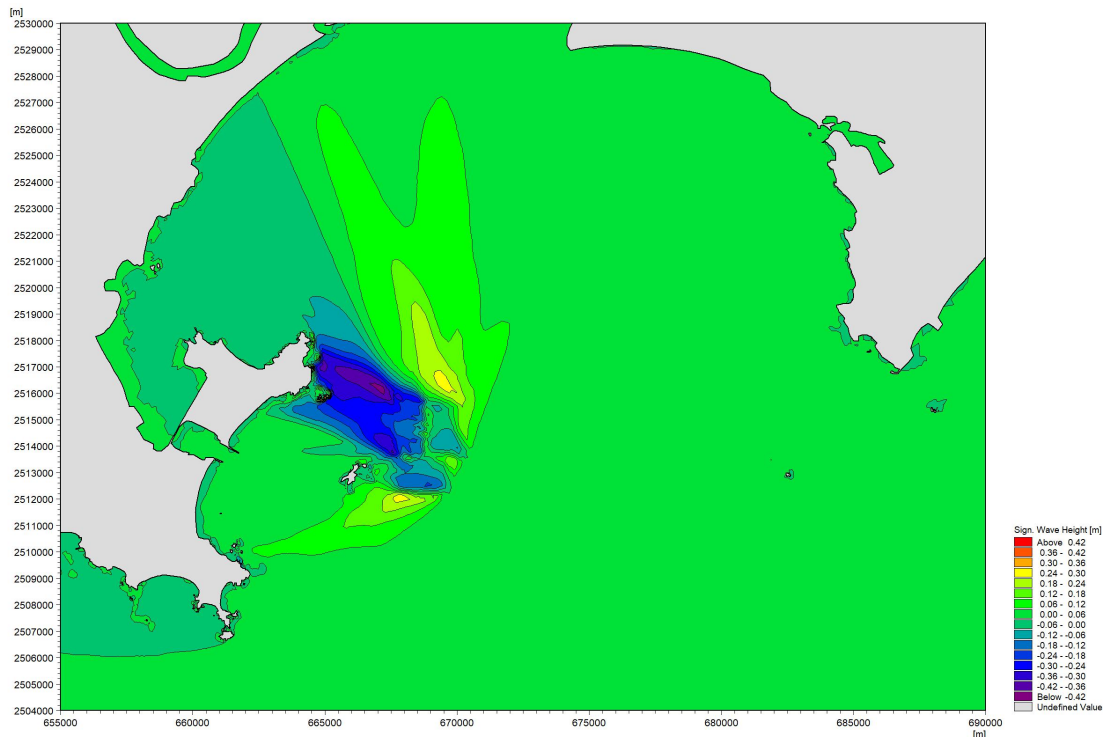


图 7.3.3-4 三个采砂区实施前后 E 向 50 年一遇 H13 波高变化等值线图

### 7.3.5 边坡坍塌影响

较大的水面波动，为采砂作业带来风险。另外，当采砂区位于水深变化较大的区域，采砂较深引起的水动力对沉积物压实作用的差异性容易引起沉积层的侧向流动，从而引发边坡坍塌灾害。

参考中国科学院南海海洋研究所的物理模拟实验结果，中国科学院南海海洋研究所设置不同的采砂深度进行对比试验，实验模型水平和高度均采用 1:100 的比例。控制实验初始模型长度为 35cm，根据实际需求设置实验深度分别为 8cm，11cm，14cm 和 17cm 进行开挖实验（图 7.3.4-1）。实验记录了采砂引起边坡垮塌后边坡的延伸长度（图 7.3.4-2、图 7.3.4-3）。

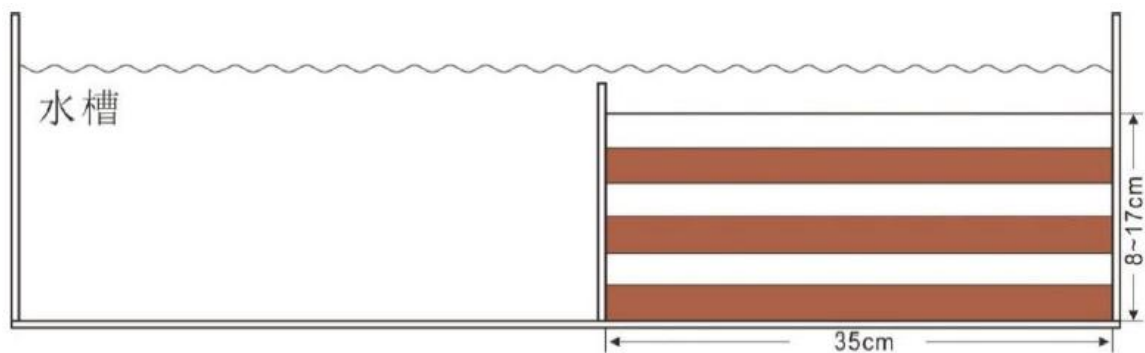


图 7.3.4-1 采砂深度分析实验模型设置



图 7.3.4-2a 采砂深度 8cm 实验照片

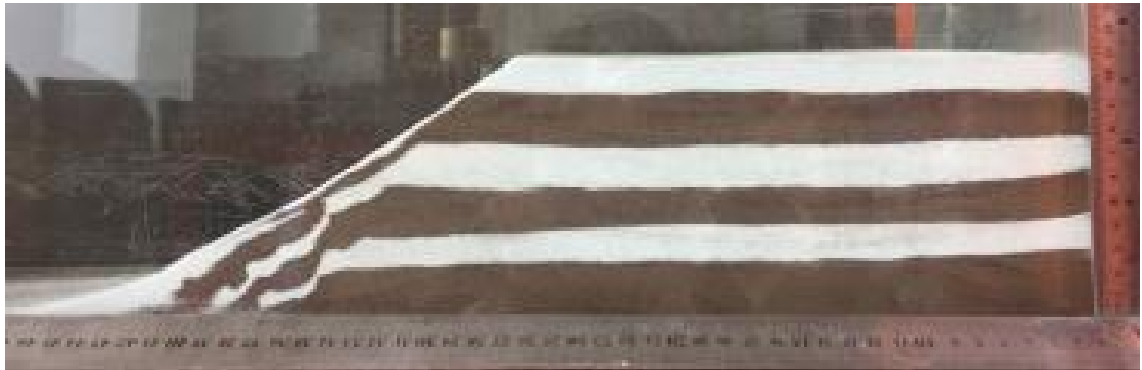


图 7.3.4-2b 采砂深度 11cm 实验照片



图 7.3.4-2c 采砂深度 14cm 实验照片



图 7.3.4-2d 采砂深度 17cm 实验照片

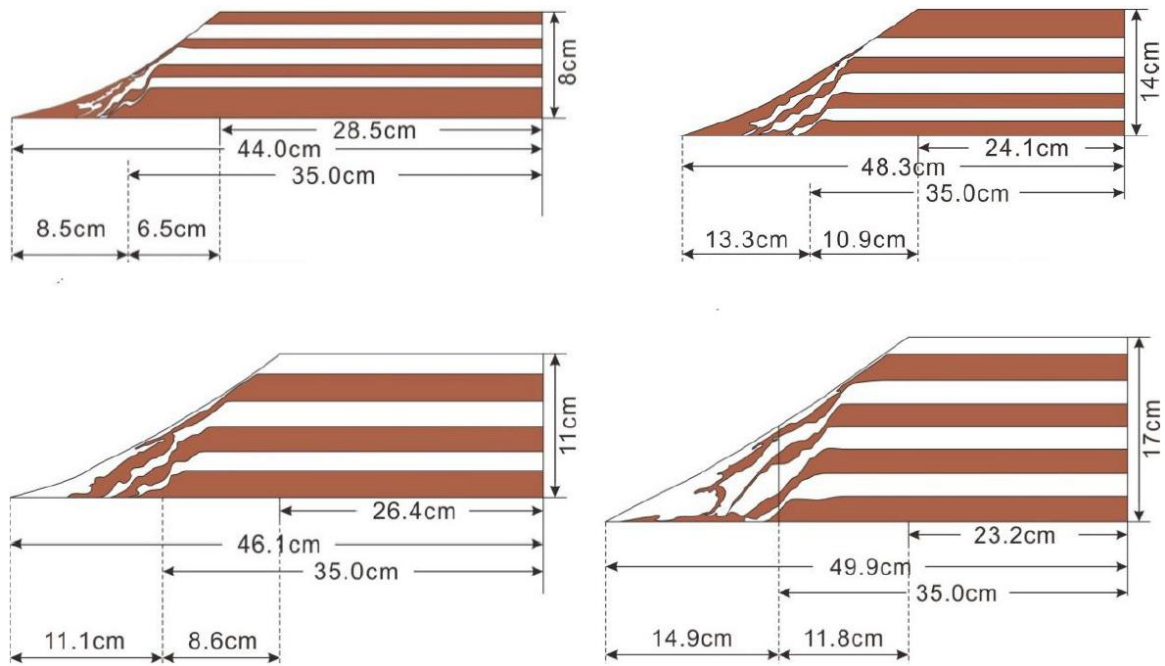


图 7.3.4-3 采砂深度分析实验数据示意图

由于采砂区砂体以中细砂为主，含泥量较少，结构松散，质地基本均一，因此采砂坑边坡可以近似作为无粘性土坡，以考虑其稳定性。另外，可将采砂区边界沿砂脊等深线设置，使采砂工程后砂坑边缘保有浅滩区域的最浅水深，确保砂坑边坡无外来砂源可引起持续滑塌。此时边坡稳定性近似满足：

$$K = \frac{T_f}{T} = \frac{G \cos \beta \tan \varphi}{G \sin \beta} = \frac{\tan \varphi}{\tan \beta}$$

式中  $K$  为稳定安全系数， $G$  为单元体自重， $\beta$  为坡角， $\varphi$  为内摩擦角。当采砂坑如图 7.3.4-2 自然形成时，可近似认为砂坑边坡的抗滑力  $T_f$  和滑动力  $T$  相互平衡，此时坡角与内摩擦角相等，边坡处于极限平衡状态，其稳定安全系数  $K=1$ 。极限平衡状态时的坡角称为自然休止角，由图 7.3.4-3 中的数据可计算得到当采砂深度分别为 8m、11m、14m、17m 时，自然休止角的正切值、角度，以及边坡坍塌宽度（表 7.3.4-1）。

工程建设中为保证土坡具有足够安全储备，通常取  $K$  在 1.3~1.5 之间，为进一步确保安全，可取安全系数  $K=4$ ，此时可计算得到砂坑边坡坍塌引起的坡顶后退距离（表 7.3.4-1），以此为参考，在选定采砂区边界时可使砂坑边缘远离水深更浅的砂脊。

表 7.3.4-1 安全系数 K=1, K=4 时边坡的参数

深度 (m)	K=1				K=4			
	坡角β(自然休止角)	tanβ	边坡宽度(m)	坡顶后退距离(m)	坡角β(自然休止角)	tanβ	边坡宽度(m)	坡顶后退距离(m)
8	27.9	0.53	15.0	6.5	7.4	0.13	61.5	<53.0
11	29.2	0.56	19.7	8.6	8.0	0.14	78.6	<67.5
14	30.1	0.58	24.2	10.9	8.5	0.15	93.3	<80.0
17	32.6	0.64	26.7	11.8	9.1	0.16	106.3	<91.4

本项目全矿区平均细度模数为 2.3，整体为细沙级别，平均采砂深度约为 9.08m，参照中国科学院南海海洋研究所的前述数值模拟结果，本项目采砂区预计可能形成的边坡宽度距离约为 50m。边坡坍塌可能会使表层沉积物和底栖生物被掩埋，造成一定的生物量损失，同时也会对所在海域的地形地貌等造成一定的影响。为确保本项目采砂后形成的边坡处于平衡状态，采砂时的自然休止角应控制在 30°以内，即采砂时的吸砂管应以 60°以上角度插入矿层，以形成较缓的边坡，降低边坡影响。

## 7.4 水质环境影响预测与评价

本工程施工对水质影响主要考虑船舶洗砂过程中所产生的源强。船舶洗砂过程中会产生高浓度含泥沙水，通过溢流管海底排放后会形成高浓度悬沙，其后悬沙随海流运输、扩散和沿程落淤，浓度逐渐减小，范围逐渐增大。施工带来的悬浮泥沙运输扩散对水质环境的影响可采用悬沙扩散方程进行预测。

### 7.4.1 模型及源强介绍

#### 7.4.1.1 基本方程

悬浮物扩散方程：

$$\frac{\partial s}{\partial t} + u \frac{\partial s}{\partial x} + v \frac{\partial s}{\partial y} + w \frac{\partial s}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left( D_x \frac{\partial s}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( D_y \frac{\partial s}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( D_z \frac{\partial s}{\partial z} \right) - kc + \sigma$$

其中，

s—悬沙浓度；

x、y、z—空间水平坐标轴；

u、v、w—x、y、z 轴向流速；



t— 时间变量；

Dx、Dy、Dz— 沿 x、y、z 轴向的涡动分散系数；

$\sigma$ — 悬浮物源强 (g/s)；

$k = \alpha\omega$ ，其中 $\alpha$ 为泥沙沉降机率， $\omega$ 为沉速。

## (2) 计算参数

### ①糙率

同水动力模型预测中糙率取值。

### ②模型计算时间步长

模型采用的时间步长 $\Delta t = 30s$ 。

### ③泥沙沉降速度

根据 2021 年工程区沉积物的调查结果显示，工程区平均中值粒径约为 0.02mm，沉降速度为 0.07cm/s。

洗砂过程产生的悬浮泥沙中主要包含粉砂和粘土两种组分，本报告将运输能力最强运输能力最强的粘土，中值粒径  $d$  为 0.003mm，考虑絮凝作用，沉降速度取值依据《海港水文规范》(JTS145-2013)为 0.05cm/s。

**表 7.4.1-1 泥沙分组及相关参数**

组分	粉砂	粘土
粒度区间 (mm)	0.004~0.063	$\leq 0.004$
$d$ (mm)	0.02	0.003
静水沉速 (cm/s)	0.07	0.05
沉速计算选用方法	Stokes 公式	考虑絮凝作用，取值依据《海港水文规范》(JTS145-2013)

### ④泥沙沉降机率

泥沙沉降机率 $\alpha$ 取值根据潮汐水流中的悬沙运动及冲淤计算(窦国仁, 1963)文献中推荐公式：

$$\alpha = 0.5 + \phi\left(\frac{\omega}{\sigma}\right)$$

其中函数  $\phi\left(\frac{\omega}{\sigma}\right)$  根据机率积分，可查表得到； $\omega$ 为泥沙沉速， $\sigma$ 为脉

动流速均方根， $\sigma = 1.25 \frac{u\sqrt{g}}{C}$ ， $C$ 为谢才系数， $g$ 为重力加速度， $u$ 为断面平均流速。

### 7.4.1.2 源强

由工程分析可知，本项目采砂船舶刚性射流管和吸砂管插入预定砂层只是一个很短暂（约 15 分钟）的过程，很快就会稳定形成洗砂的悬浮泥沙影响状态，且除非预极端天气需进行避台或者船舶定期回港维修，正常采砂期间，无需反复插管，即一次插管后，在船舶无需离开采砂区的情况下，无需再进行插管，因此该影响时间非常短暂，本次不对该短时影响进行悬沙扩散影响预测。

此外，由于本项目采砂层上部有较厚的盖层，大部分未被吸到船上的砂水混合物仍在采砂层，仅有极少量会逃逸出采砂孔而进入海床底以上水体；由于本项目拟采用折返式移动回采路线进行采砂，逐层开采深度较小，且本项目拟采用射流式采砂船，采砂的同时不断有过流水流入采砂坑内，因此矿体盖层下沉较缓慢，盖层可能发生崩塌产生的悬浮泥沙源强而也较小；此外，根据本项目开发利用方案，为避免超矿区开采，造成水下矿区边坡坍塌，采砂船将以  $60^{\circ}\sim 70^{\circ}$  左右角度插入海床，在水下休止角（ $30^{\circ}$ ）以内的矿体将得不到开采，因此在采砂船规范作业的情况下，本项目采砂过程基本不会造成边坡坍塌。因此，高压射流扰动砂层产生的悬浮泥沙未被吸到船上而随海流扩散的悬浮泥沙、盖层崩塌和边坡坍塌产生的悬浮泥沙源强均非常小，相较于本项目洗砂过程产生的悬浮泥沙，其影响基本可忽略不计，本次不对前述过程可能产生的影响进行定量预测评价。

因此，本次环境影响评价主要对本项目洗砂过程产生悬浮泥沙的扩散影响进行预测，根据施工安排，采砂过程拟采用 5 艘  $1000\text{m}^3/\text{h}$  采砂船同时施工，因此，本报告预测 5 艘  $1000\text{m}^3/\text{h}$  采砂船在采砂区 JH21-09 施工产生的悬沙扩散。悬沙产生源强为  $60.633\text{kg/s}$ 。为了解本项目整个采砂过程中，可能影响到的全部范围情况，按边界线间隔 300m 设置一个源强点，预测整个施工期产生的悬沙扩散范围。最大包络线预测源强位置见图 7.4.1-1。

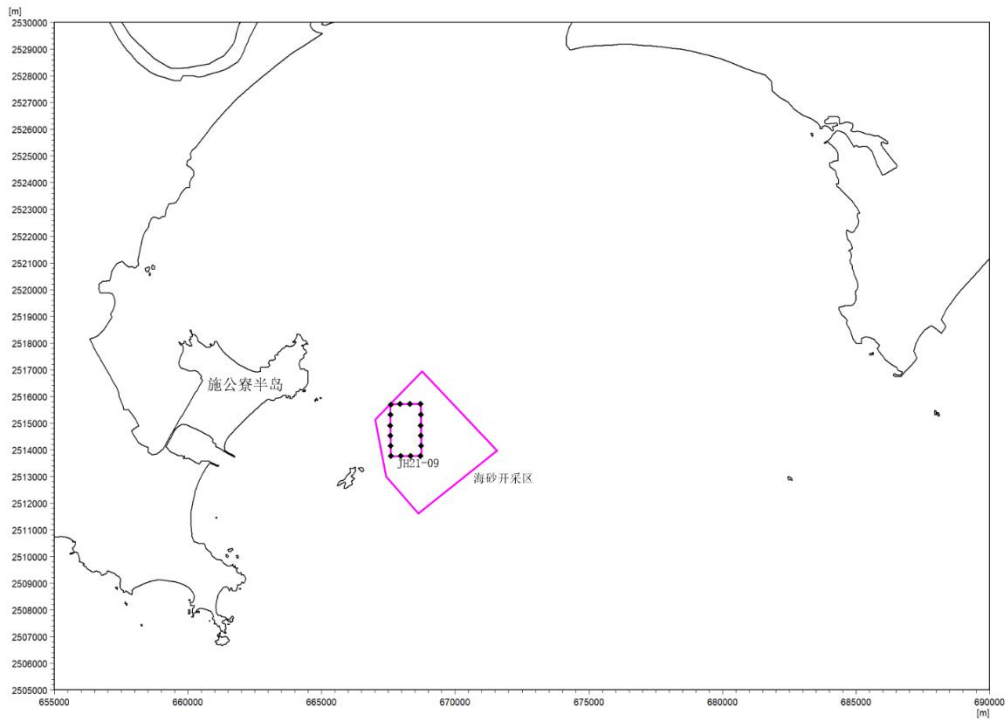


图 7.4.1-1 最大包络线源强点分布图

## 7.4.2 采砂区 JH21-09 开采模拟结果

### 7.4.2.1 采砂区 JH21-09 悬沙预测最大影响结果

本项目计划采用 5 艘采砂能力为 1000m<sup>3</sup>/h 的射流式采砂船进行采砂，由于采砂过程中，采砂船是移动的，且不同时刻的水动力条件不同，因此，在不同的时刻，采砂过程产生的悬浮泥沙影响范围是不同的，为了解本项目整个采砂过程中可能影响到的全部范围情况，本次根据每个源强点单独溢出一个全潮期的悬沙扩散预测结果，统计全部源强点在模拟期间内的悬浮泥沙增量最大值，绘制悬沙增量最大包络线图，其统计结果见表 7.4.2-1。图 7.4.2-1~7.4.2-3 为模拟期内洗砂作业过程中产生悬沙增量包络线浓度场。

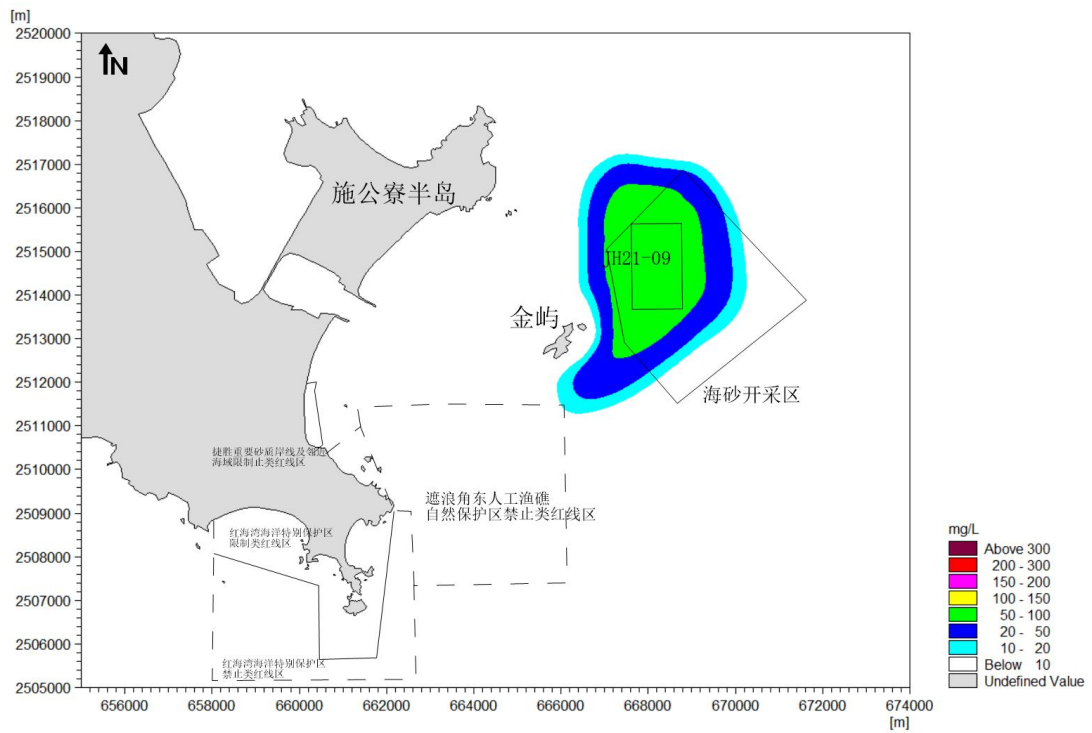
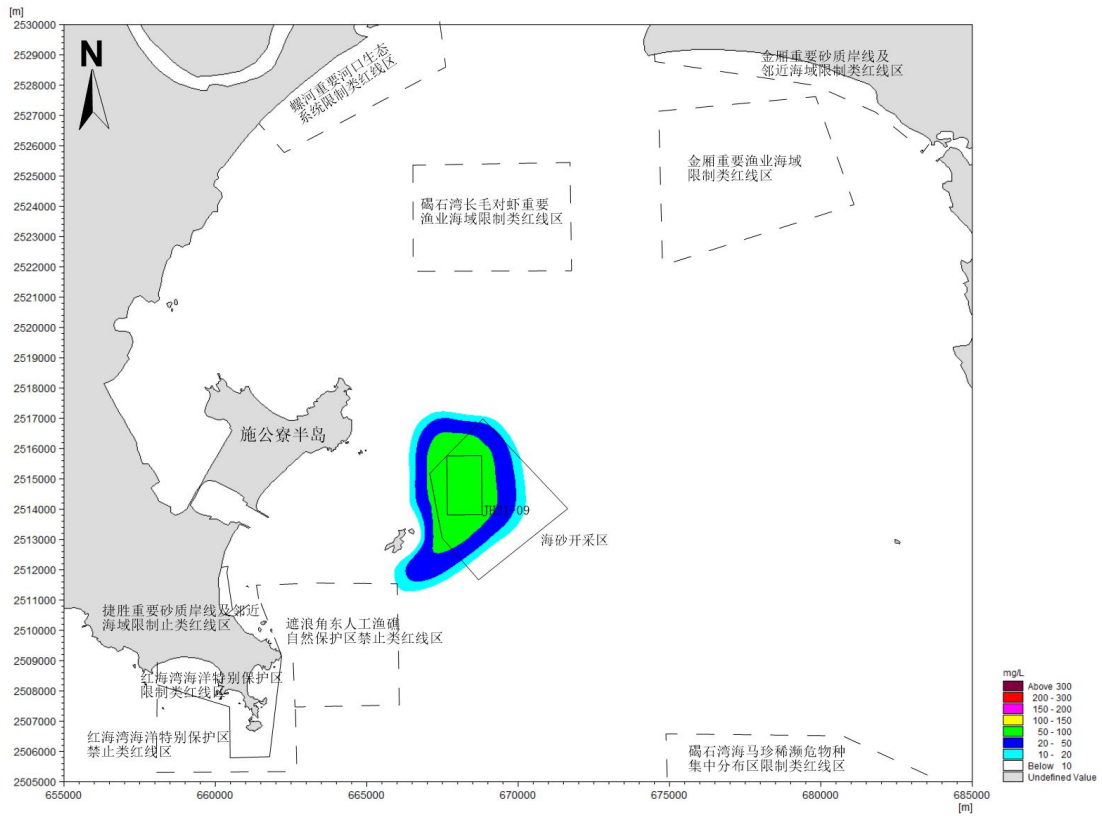


图 7.4.2-1 洗砂产生悬沙增量包络线图（表层）

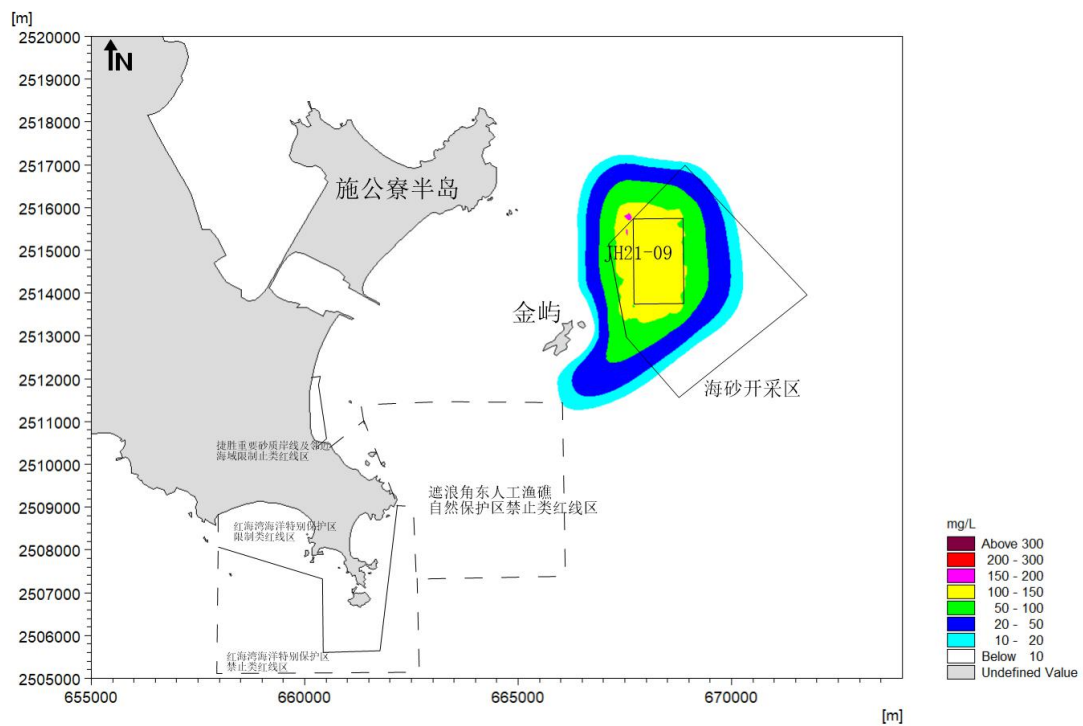
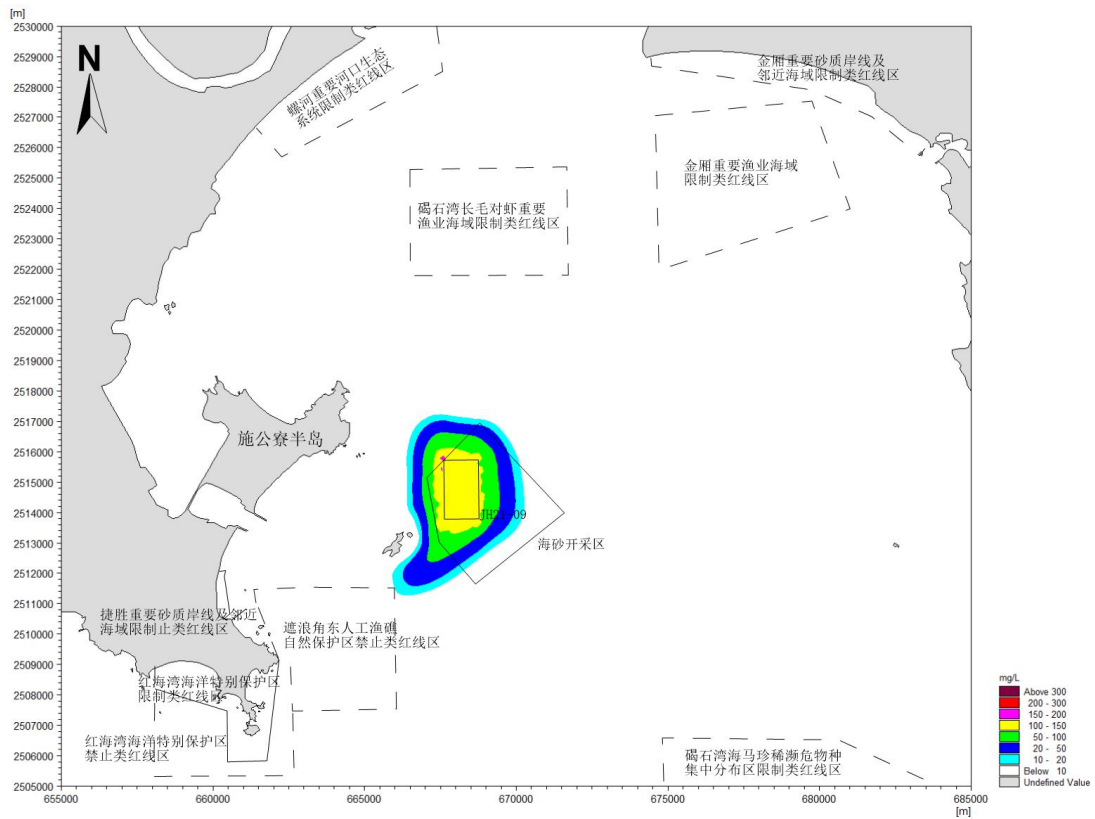


图 7.4.2-2 洗砂产生悬沙增量包络线图（中层）

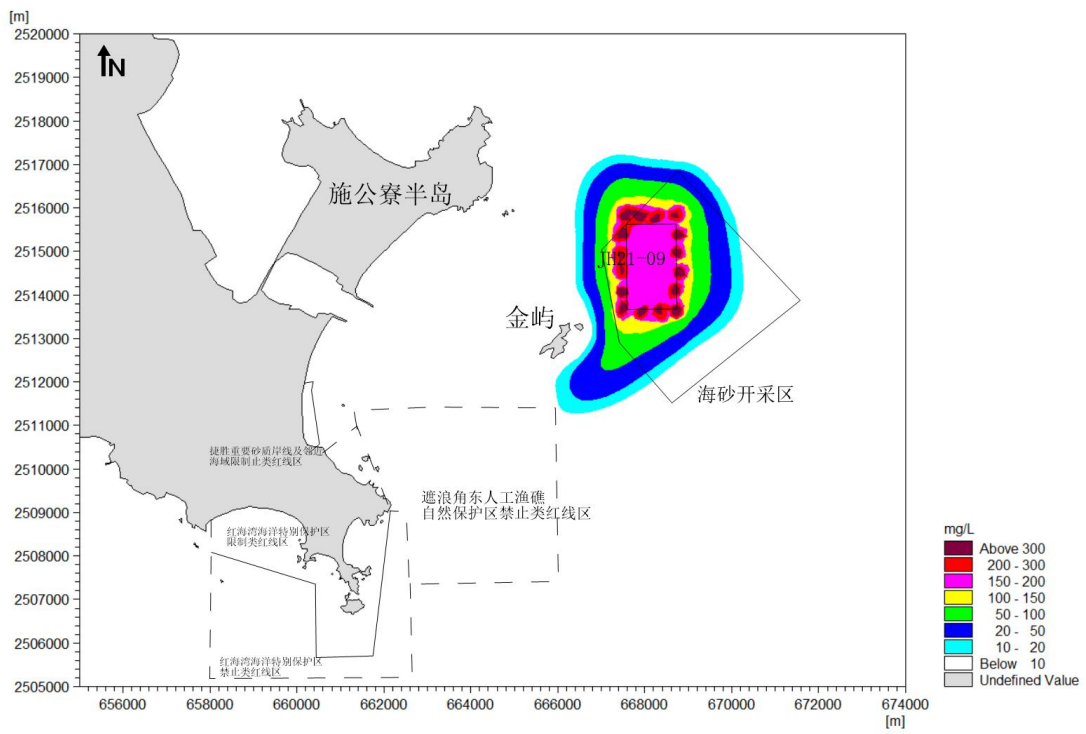
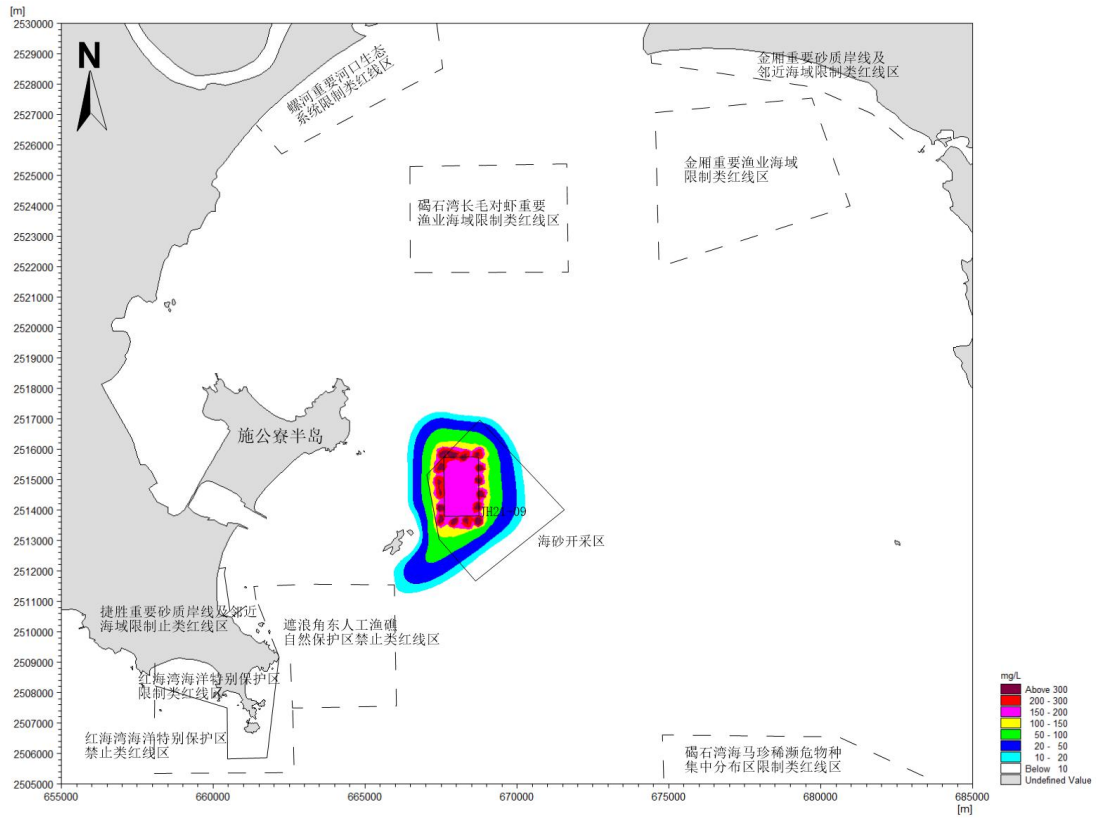


图 7.4.2-3 洗砂产生悬沙增量包络线图（底层）

表 7.4.2-1 施工产生悬沙增量面积(km<sup>2</sup>)

悬沙浓度 包络线 面积	>10 mg/L	>20 mg/L	>50 mg/L	>100 mg/L	>200 mg/L	>300 mg/L	扩散距离 (km)	
							南北向	东西向
表层	18.72	15.25	8.67	0.00	0.00	0.00	5.1	4.0
中层	18.81	15.37	8.61	4.55	0.02	0.00		
底层	18.89	15.66	8.74	4.82	1.47	0.52		
垂线平均	18.81	15.42	8.67	3.12	0.49	0.17		

在洗砂作业过程中，由于机械的搅动作用，使得泥沙悬浮，造成水体混浊水质下降，并使得周边海区底栖生物生存环境遭到破坏，对浮游生物也产生影响，主要污染物为悬浮泥沙（SS）。

计算结果显示，洗砂作业产生的悬浮泥沙将给周边水域带来一定的污染。从分布趋势看，洗砂产生的悬沙扩散主要沿涨落潮方向往东北和西南方向运动，由于洗砂产生的悬浮泥沙通过设置溢流管道海底排放，因此，底层产生的悬沙范围明显大于表层。整体上看，表层没有产生大于 100mg/L 浓度区，大于 10mg/L 的包络线面积约为 18.72 km<sup>2</sup>，大于 20 mg/L 浓度区的包络线面积为 15.25km<sup>2</sup>，大于 50 mg/L 浓度区的包络线面积为 8.67km<sup>2</sup>；中层大于 10mg/L 浓度区的包络线面积为 18.81km<sup>2</sup>，大于 20 mg/L 浓度区的包络线面积为 15.37km<sup>2</sup>，大于 50 mg/L 浓度区的包络线面积为 8.61km<sup>2</sup>，大于 100 mg/L 浓度区的包络线面积为 4.55km<sup>2</sup>，大于 200 mg/L 浓度区的包络线面积为 0.02km<sup>2</sup>；底层大于 10mg/L 浓度区的包络线面积为 18.89km<sup>2</sup>，大于 20 mg/L 浓度区的包络线面积为 15.66km<sup>2</sup>，大于 50 mg/L 浓度区的包络线面积为 8.74km<sup>2</sup>，大于 100 mg/L 浓度区的包络线面积为 4.82km<sup>2</sup>，大于 200 mg/L 浓度区的包络线面积为 1.47km<sup>2</sup>，大于 300 mg/L 浓度区的包络线面积为 0.52km<sup>2</sup>。

#### 7.4.2.2 采砂区 JH21-09 典型代表点悬沙预测影响结果

根据最大包络线预测结果，在采砂区 JH21-09 三个角点布置 3 个代表点作为典型工况计算悬沙扩散范围，并统计三个代表点同时施工产生悬沙扩散面积作为典型代表点施工产生悬沙扩散包络线面积，代表点位置见图 7.2.4-4。考虑最不利影响，每个代表源强点单独溢出一个全潮期，三个代表点表、中和底层

悬沙扩散范围见图 7.2.4-4~图 7.2.4-5。表 7.2.4-2 为模拟期内三个代表点同时施工产生悬沙扩散包络线面积。

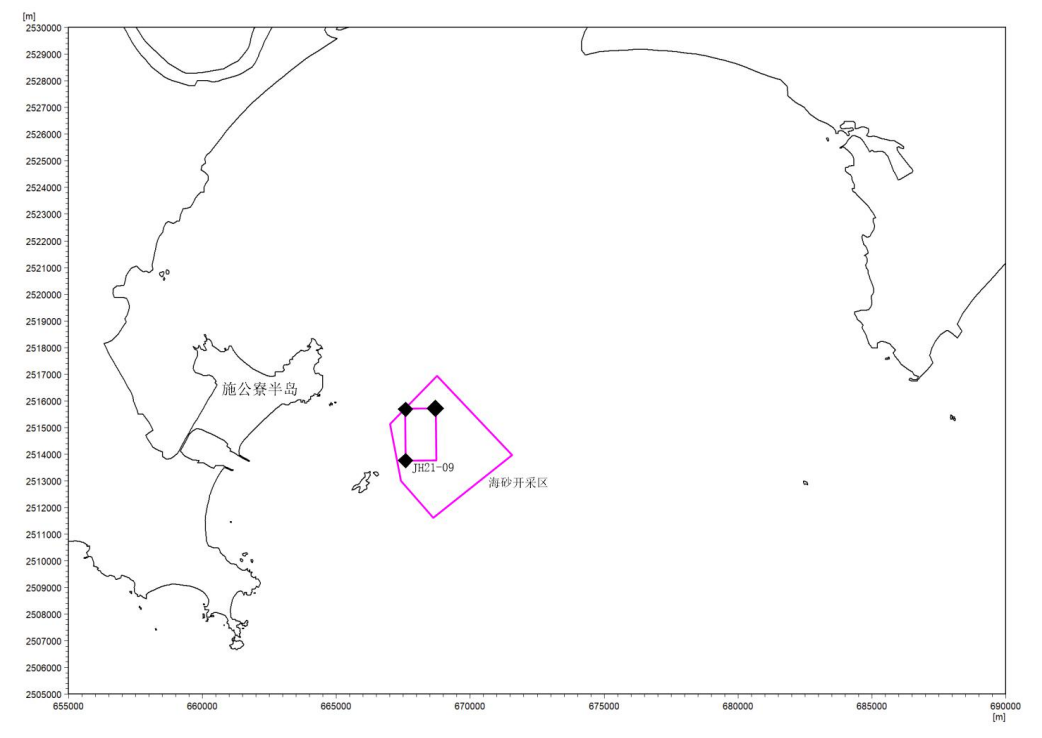
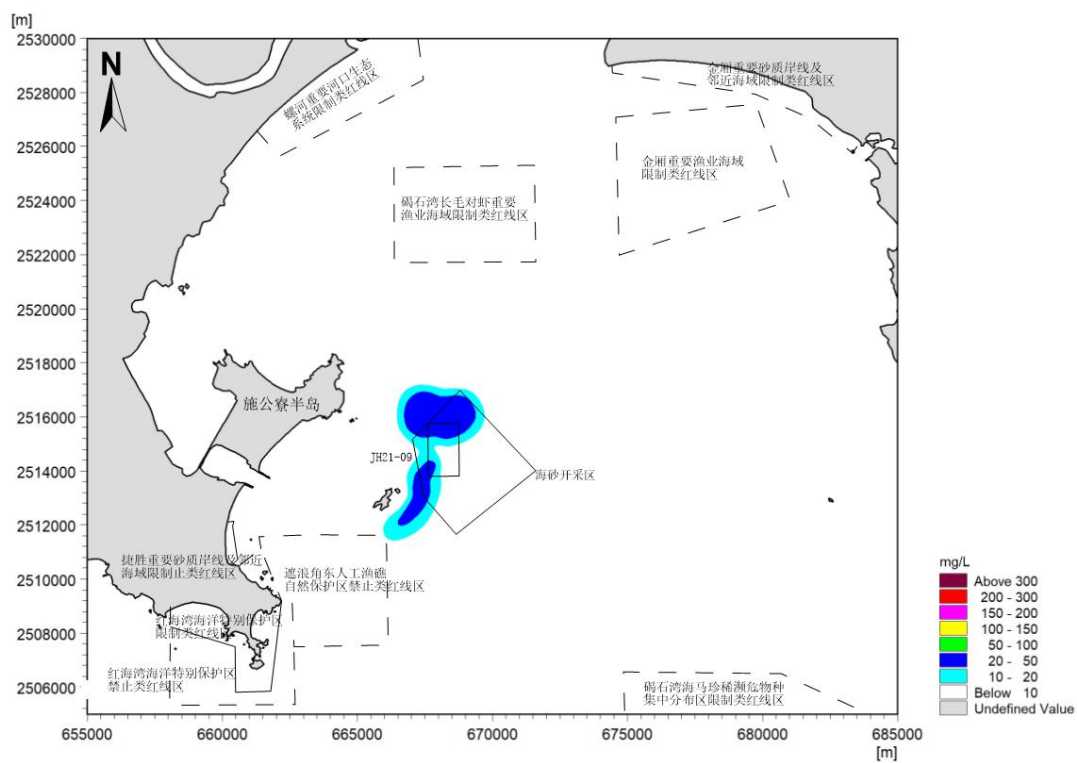


图 7.2.4-4 典型代表点位置图





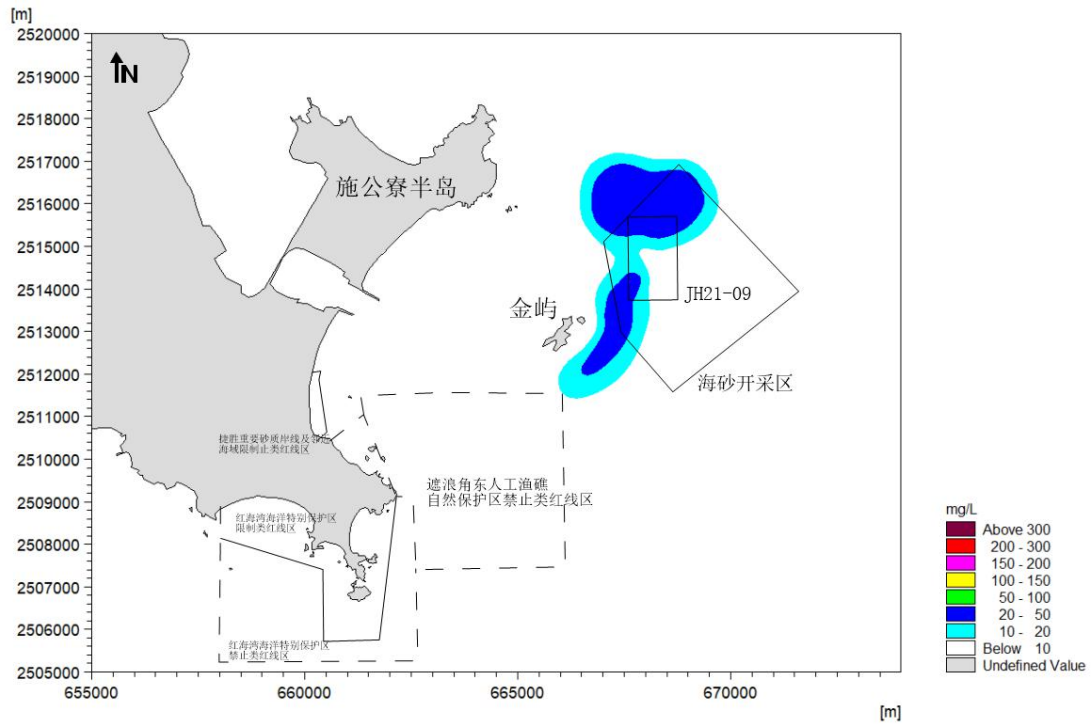
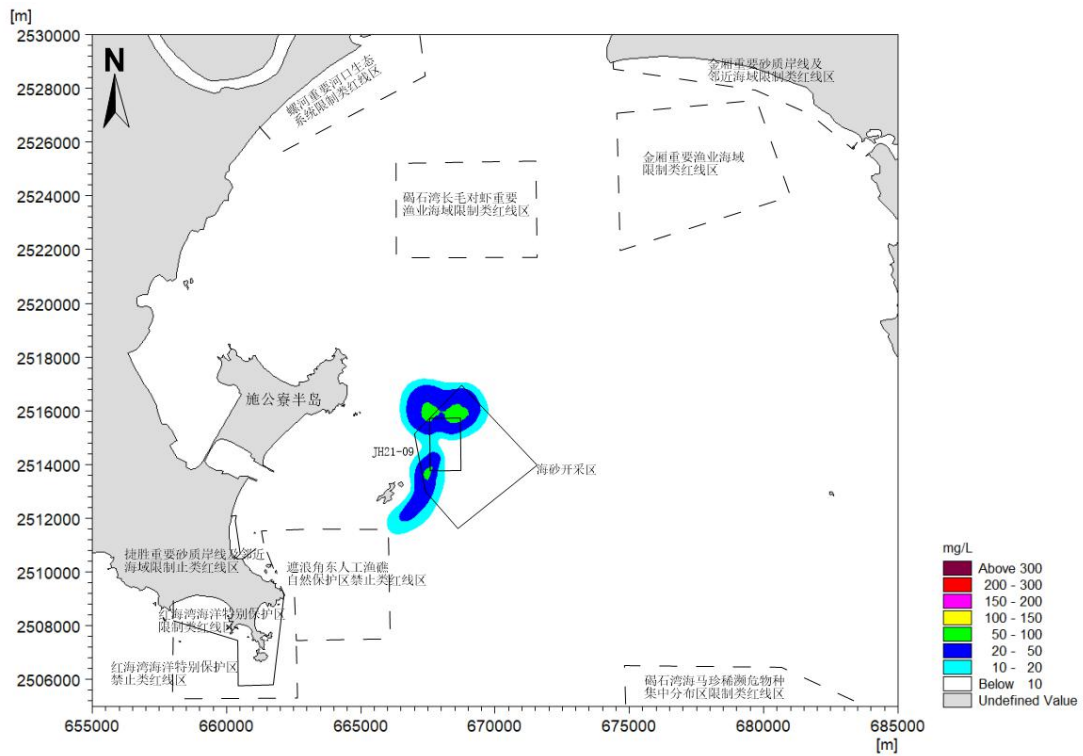


图 7.2.4-5 典型代表点施工悬沙扩散包络线图（表层）



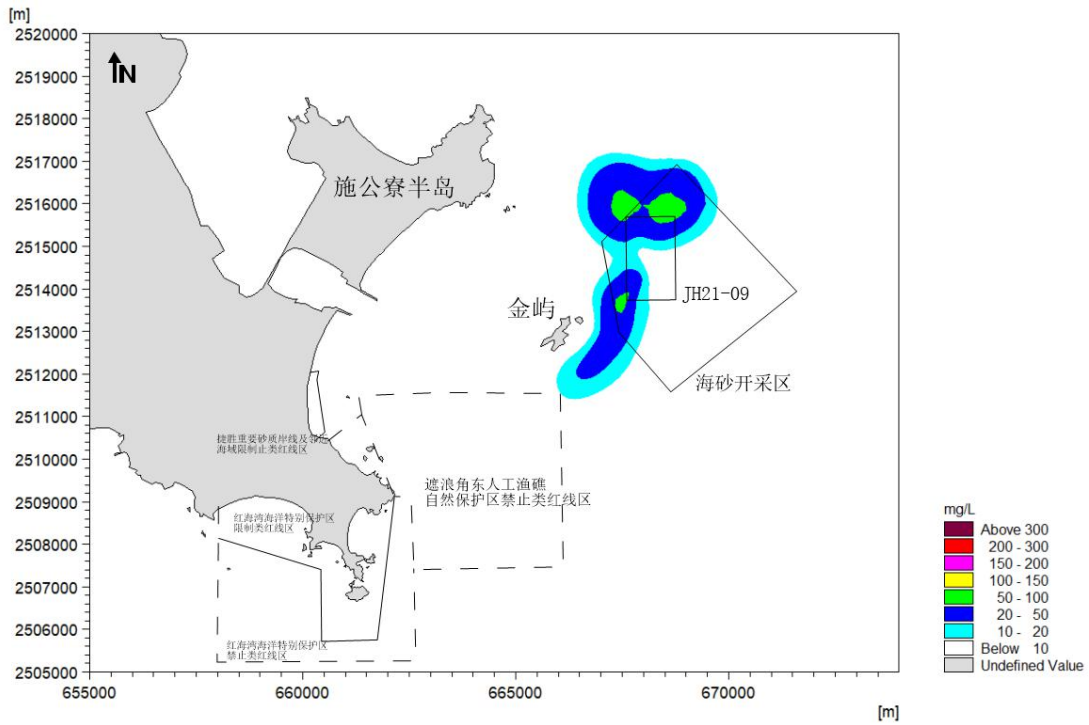
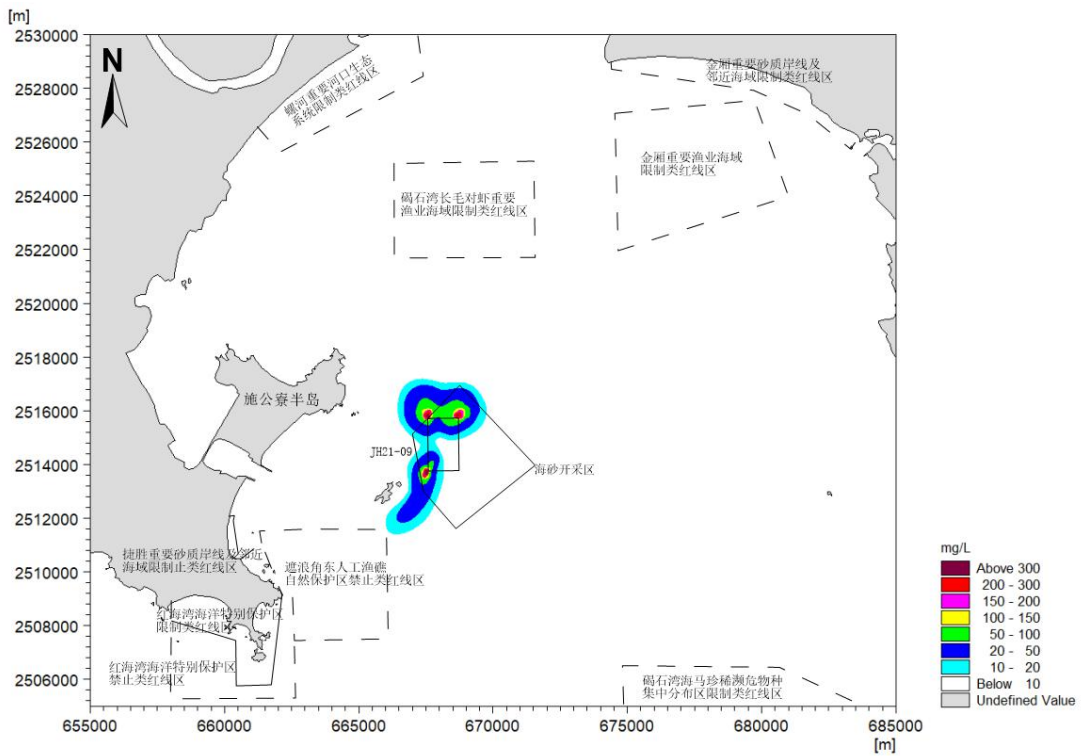


图 7.2.4-6 典型代表点施工悬沙扩散包络线图（中层）



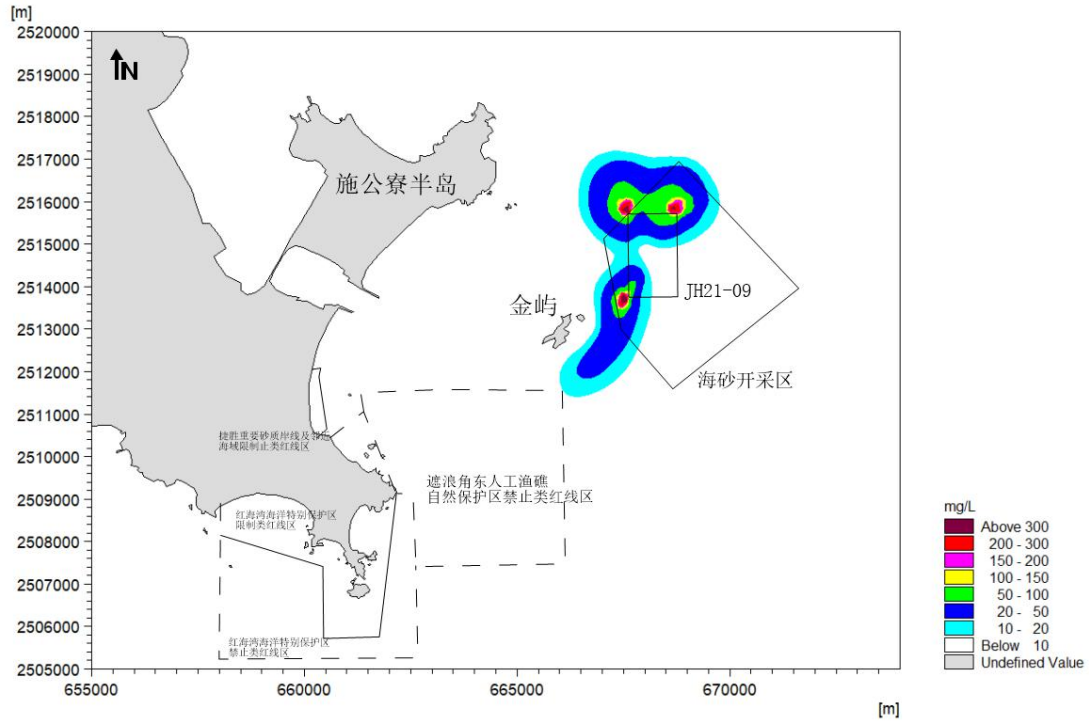


图 7.2.4-7 典型代表点施工悬沙扩散包络线图（底层）

表 7.2.4-2 典型代表点施工产生悬沙扩散包络线面积

悬沙浓度 包络线面积	>10	>20	>50	>100	>200	>300	扩散距离 (km)	
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	南北向	东西向
表层	13.84	8.92	0.00	0.00	0.00	0.00	5.7	3.4
中层	14.37	9.75	2.13	0.00	0.00	0.00		
底层	14.68	10.35	5.24	0.58	0.51	0.02		
垂线平均	14.29	9.67	2.45	0.19	0.17	0.00		

## 7.4.3 三个采砂区同时开采模拟结果

### 7.4.3.1 三个采砂区（JH21-09、JH21-08、JH22-03）悬沙预测最大影响结果

由工程分析可知，本项目采砂船舶刚性射流管和吸砂管插入预定砂层只是一个很短暂（约 15 分钟）的过程，很快就会稳定形成洗砂的悬浮泥沙影响状态，且除非预极端天气需进行避台或者船舶定期回港维修，正常采砂期间，无需反复插管，即一次插管后，在船舶无需离开采砂区的情况下，无需再进行插管，因此该影响时间非常短暂，本次不对该短时影响进行悬沙扩散影响预测。

此外，由于本项目采砂层上部有较厚的盖层，大部分未被吸到船上的砂水混合物仍在采砂层，仅有极少量会逃逸出采砂孔而进入海床底以上水体；由于本项目拟采用折返式移动回采路线进行采砂，逐层开采深度较小，且本项目拟采用射流式采砂船，采砂的同时不断有过流水流入采砂坑内，因此矿体盖层下沉较缓慢，盖层可能发生崩塌产生的悬浮泥沙源强而也较小；此外，根据本项目开发利用方案，为避免超矿区开采，造成水下矿区边坡坍塌，采砂船将以  $60^{\circ} \sim 70^{\circ}$  左右角度插入海床，在水下休止角（ $30^{\circ}$ ）以内的矿体将得不到开采，因此在采砂船规范作业的情况下，本项目采砂过程基本不会造成边坡坍塌。因此，高压射流扰动砂层产生的悬浮泥沙未被吸到船上而随海流扩散的悬浮泥沙、盖层崩塌和边坡坍塌产生的悬浮泥沙源强均非常小，相较于本项目洗砂过程产生的悬浮泥沙，其影响基本可忽略不计，本次不对前述过程可能产生的影响进行定量预测评价。

因此，本次环境影响评价主要对采砂区 JH21-09、JH21-08、JH22-03 三个区块洗砂过程产生悬浮泥沙的扩散影响进行预测，为了解本项目整个采砂过程中三个采砂区块可能影响到的全部范围情况，本次根据每个源强点单独溢出一个全潮期的悬沙扩散预测结果，统计全部源强点在模拟期间内的悬浮泥沙增量最大值，其统计结果见表 7.4.3-1。。悬沙产生源强为  $60.633\text{kg/s}$ 。

预测源强位置见图 7.4.3-1。图 7.4.3-2~7.4.3-4 为模拟期内洗砂作业过程中产生悬沙增量包络线浓度场。

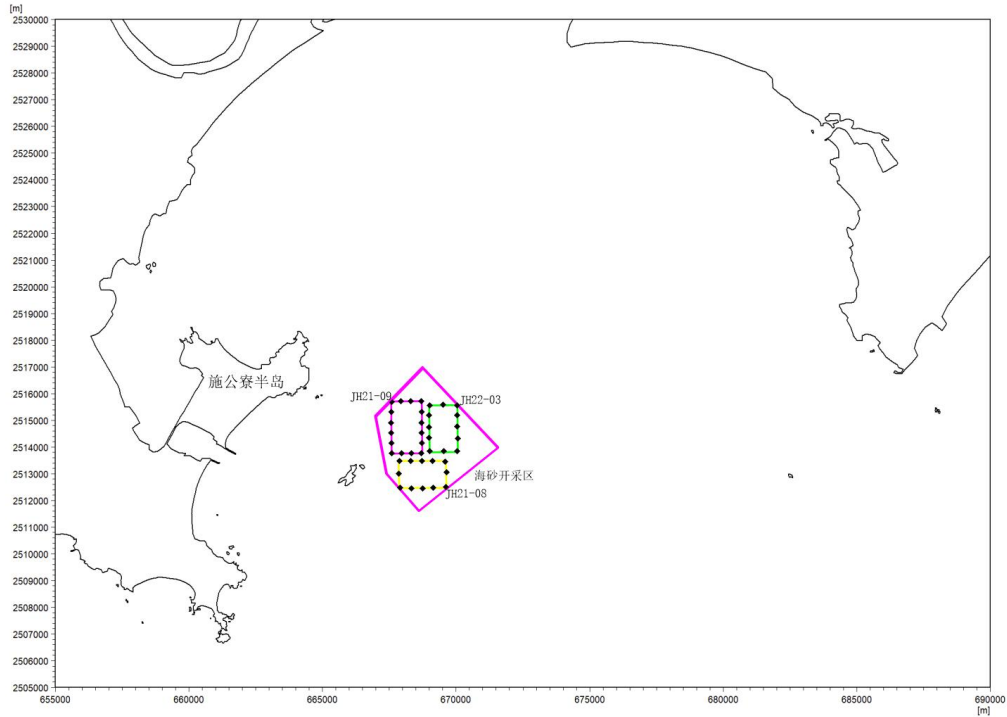
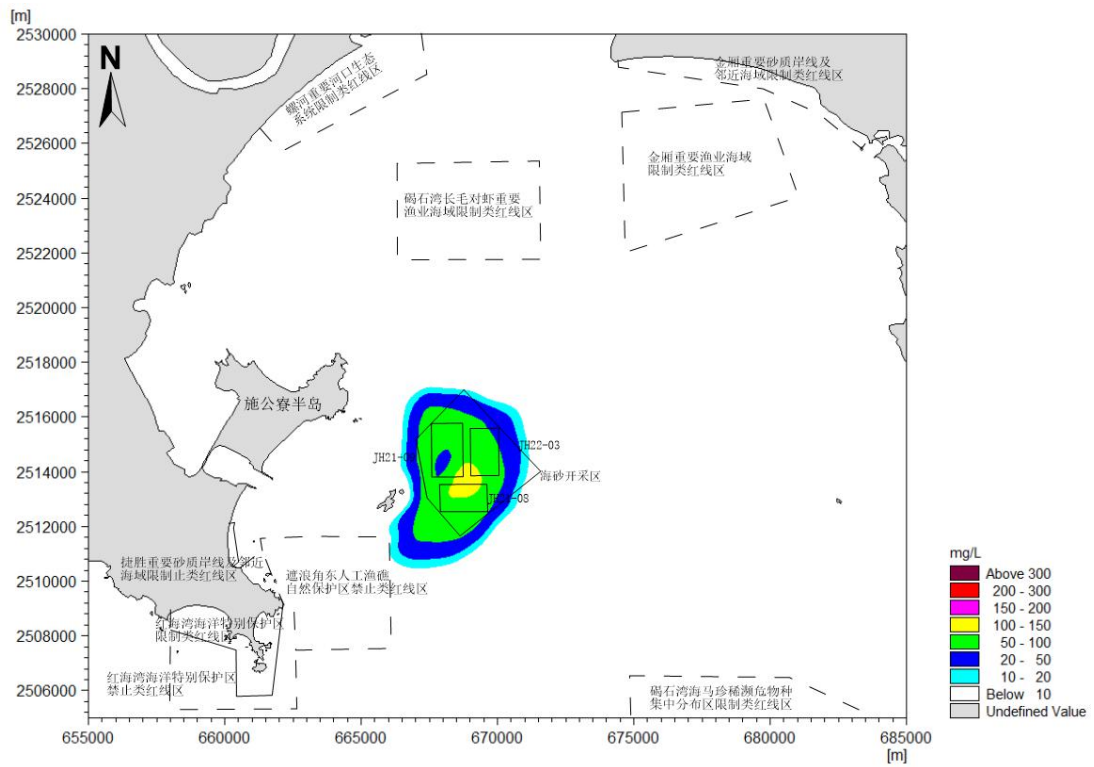


图 7.4.3-1 源强点分布图



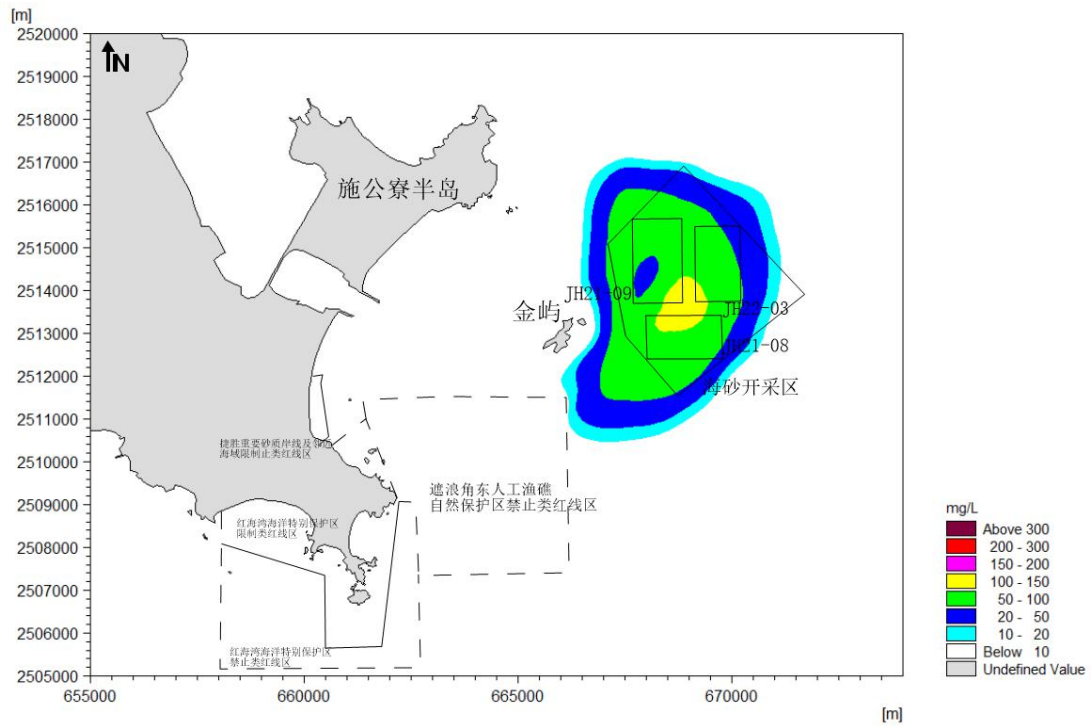
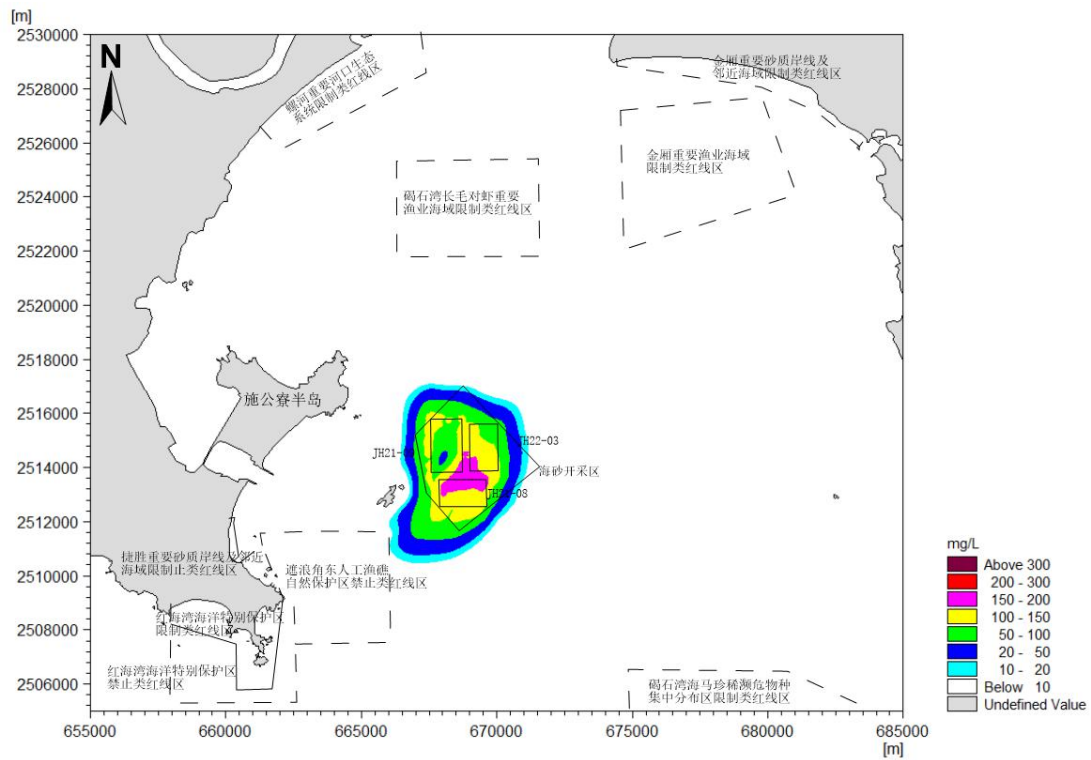


图 7.4.3-2 洗砂产生悬沙增量包络线图（表层）



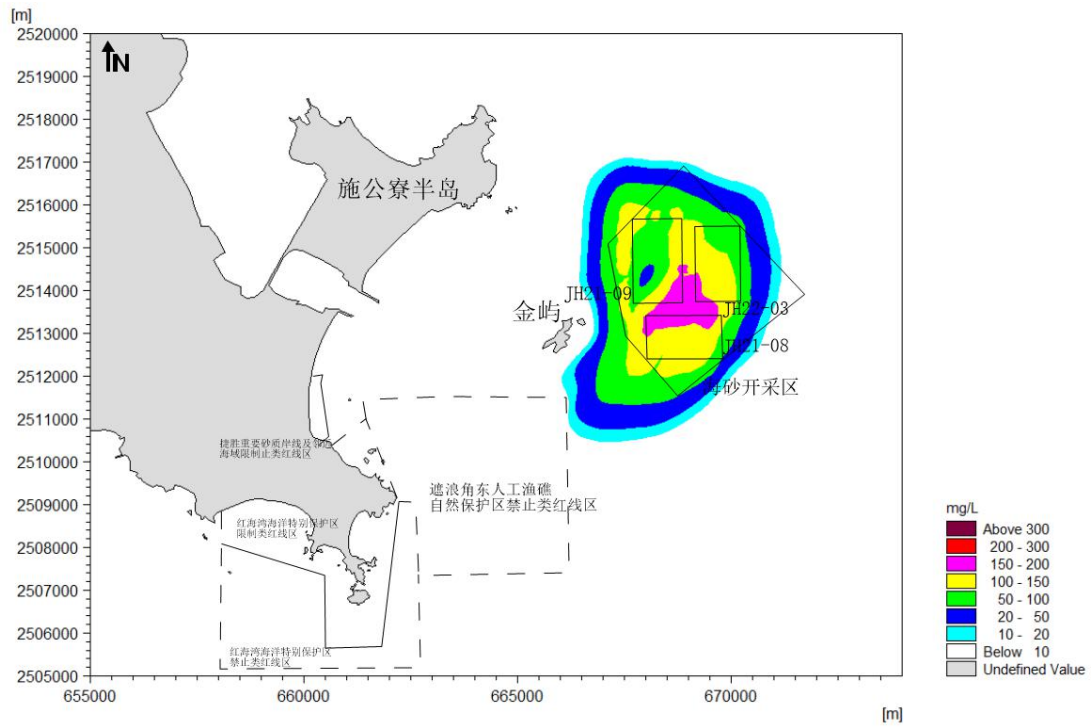
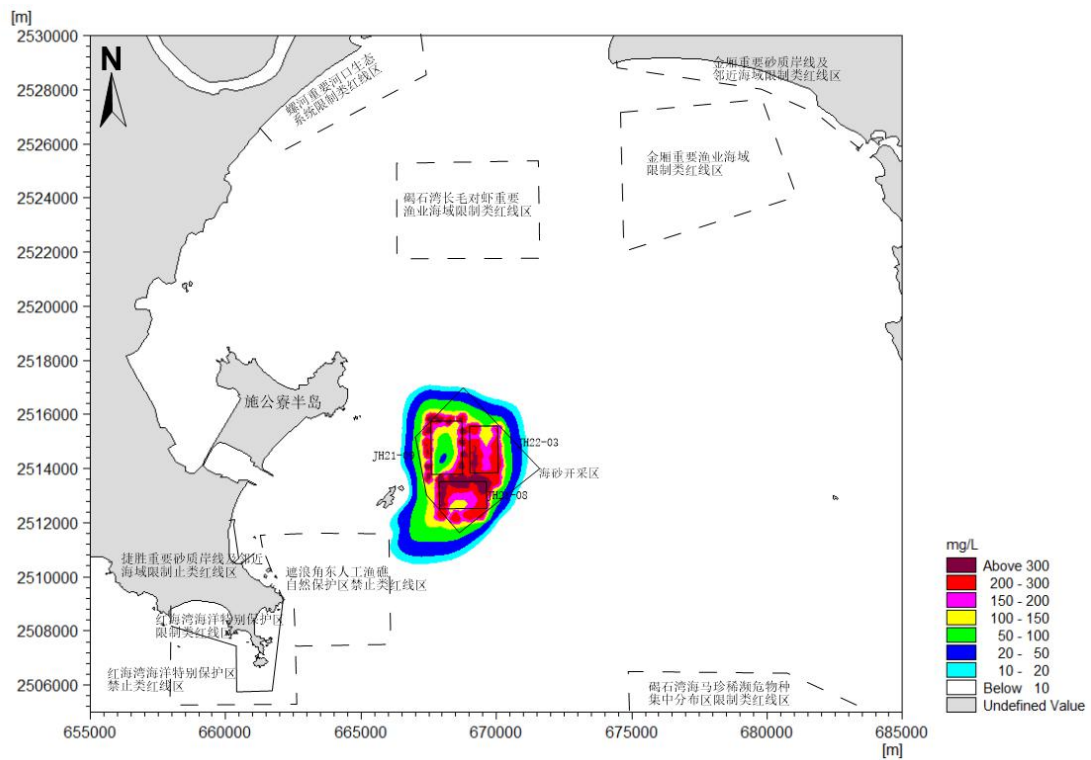


图 7.4.3-3 洗砂产生悬沙增量包络线图（中层）



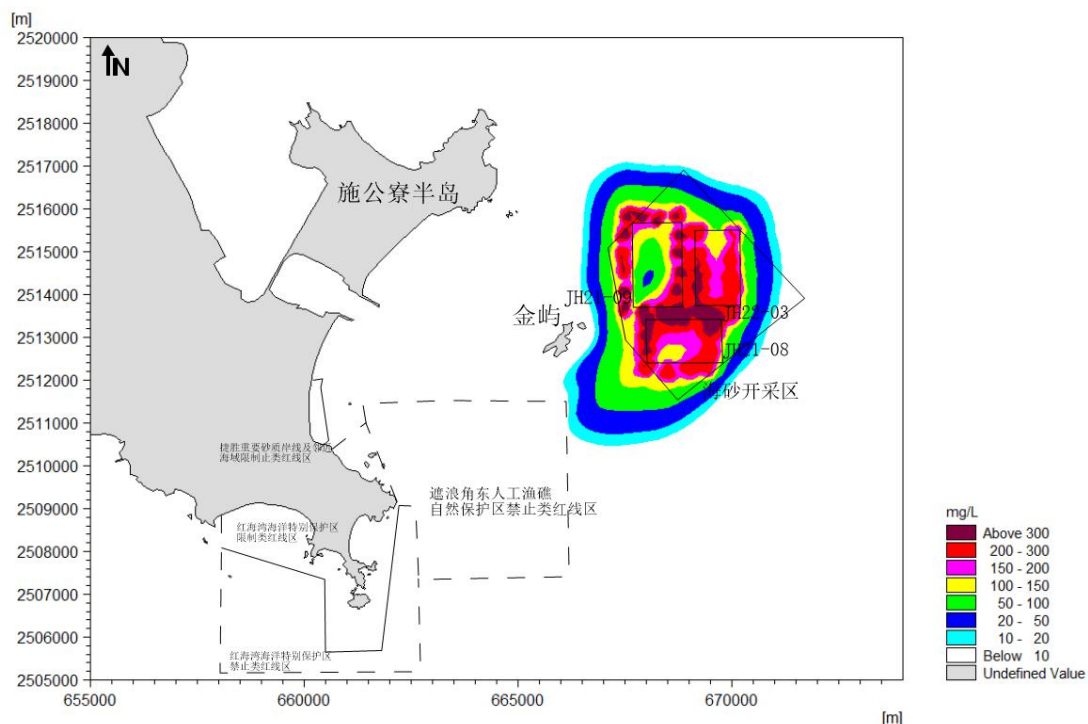


图 7.4.3-3 洗砂产生悬沙增量包络线图（底层）

表 7.4.3-1 施工产生悬沙增量面积(km<sup>2</sup>)

悬沙浓度 包络线面积	>10	>20	>50	>100	>200	>300	扩散距离 (km)	
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	南北向	东西向
表层	26.35	21.52	17.01	3.72	0.00	0.00	8.2	7.5
中层	27.08	21.75	18.25	4.36	0.00	0.00		
底层	27.83	22.16	18.92	4.87	2.26	0.52		
垂线平均	27.08	21.81	18.06	4.31	0.75	0.17		

在洗砂作业过程中，由于机械的搅动作用，使得泥沙悬浮，造成水体混浊水质下降，并使得周边海区底栖生物生存环境遭到破坏，对浮游生物也产生影响，主要污染物为 SS。

计算结果显示，洗砂作业产生的悬浮泥沙将给周边水域带来一定的污染。从分布趋势看，洗砂产生的悬沙扩散主要沿涨落潮方向往东北和西南方向运动，由于洗砂产生的悬浮泥沙通过设置溢流管道海底排放，因此，底层产生的悬沙范围明显大于表层。整体上看，表层没有产生大于 200mg/L 浓度区，大于 10mg/L 的包络线面积约为 26.35 km<sup>2</sup>，大于 20 mg/L 浓度区的包络线面积为 21.52km<sup>2</sup>，大于 50 mg/L 浓度区的包络线面积为 17.01km<sup>2</sup>，大于 100 mg/L 浓度区的包络线面积为 3.72km<sup>2</sup>；中层大于 10mg/L 浓度区的包络线面积为 27.08km<sup>2</sup>，大于 20 mg/L



浓度区的包络线面积为 21.75km<sup>2</sup>，大于 50 mg/L 浓度区的包络线面积为 18.25km<sup>2</sup>，大于 100 mg/L 浓度区的包络线面积为 4.36km<sup>2</sup>；底层大于 10mg/L 浓度区的包络线面积为 27.83km<sup>2</sup>，大于 20 mg/L 浓度区的包络线面积为 22.16km<sup>2</sup>，大于 50 mg/L 浓度区的包络线面积为 18.92km<sup>2</sup>，大于 100 mg/L 浓度区的包络线面积为 4.87km<sup>2</sup>，大于 200 mg/L 浓度区的包络线面积为 2.26km<sup>2</sup>，大于 300 mg/L 浓度区的包络线面积为 0.52km<sup>2</sup>。

### 7.4.3.2 三个采砂区（JH21-09、JH21-08、JH22-03）典型代表点悬沙预测影响结果

根据最大包络线预测结果，在三个采砂区最外角点分别布置 1 个代表点，共 3 个代表点，作为三个采砂区同时施工的典型工况计算悬沙扩散范围，并统计三个代表点同时施工产生悬沙扩散面积作为典型代表点施工产生悬沙扩散包络线面积，代表点位置见图 7.4.3-4。考虑最不利影响，每个代表源强点单独溢出一个全潮期，三个代表点表、中和底层悬沙扩散范围见图 7.4.3-5~图 7.4.3-7。表 7.4.3-2 为模拟期内三个代表点同时施工产生悬沙扩散包络线面积。

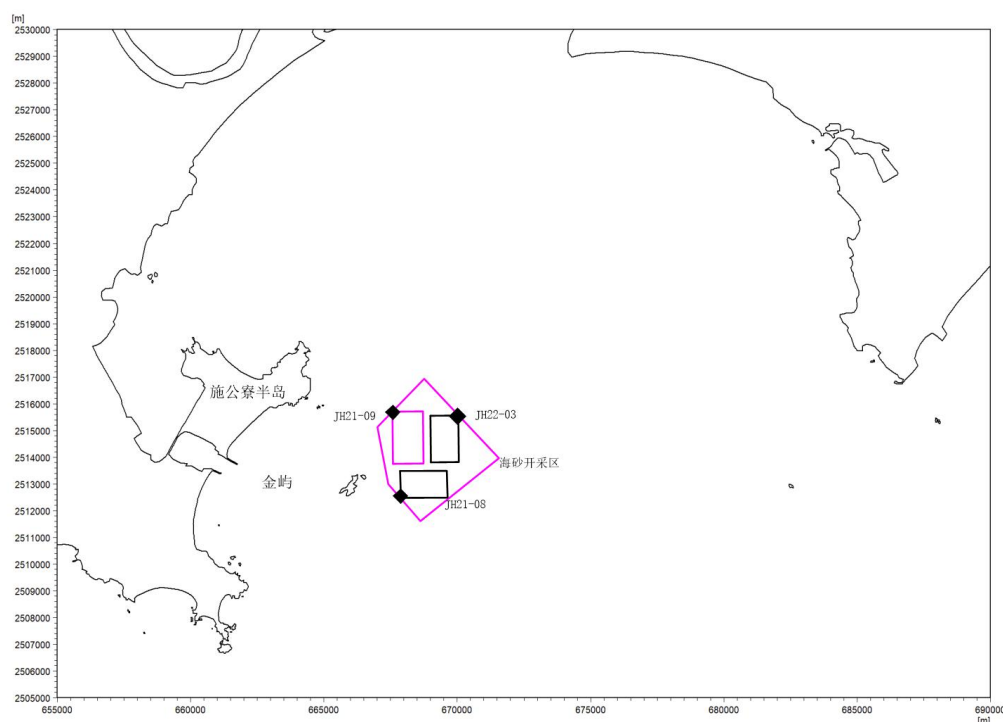


图 7.4.3-4 典型代表点位置图

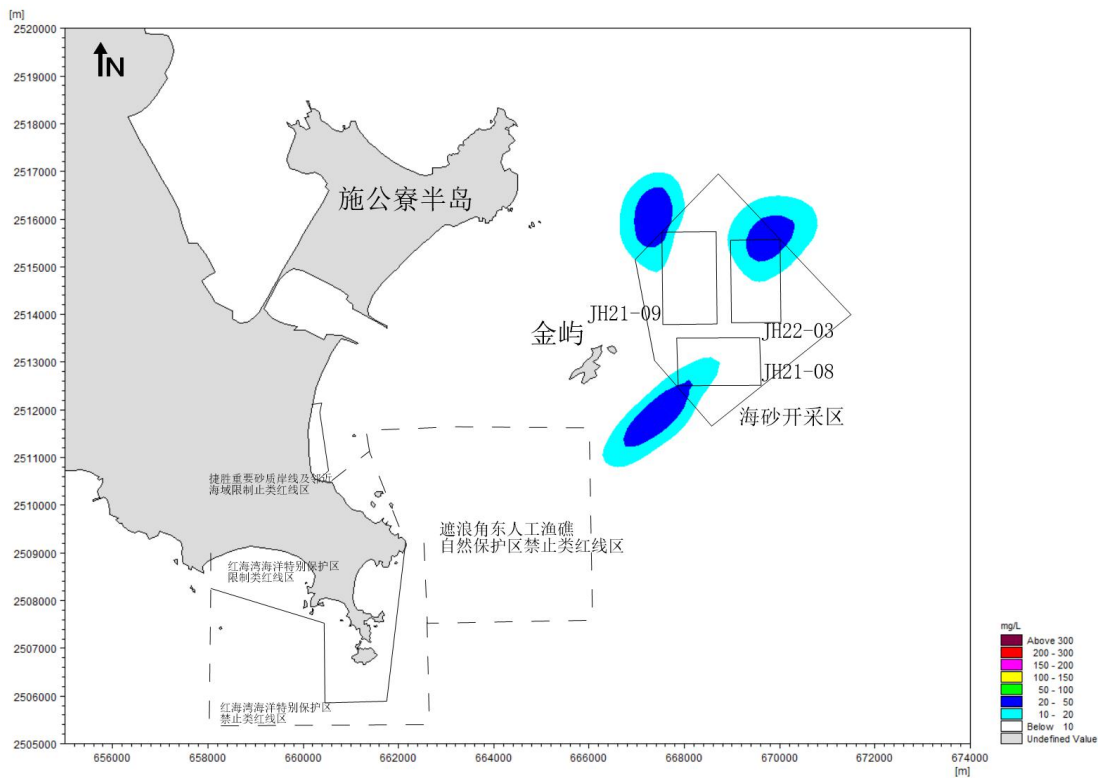
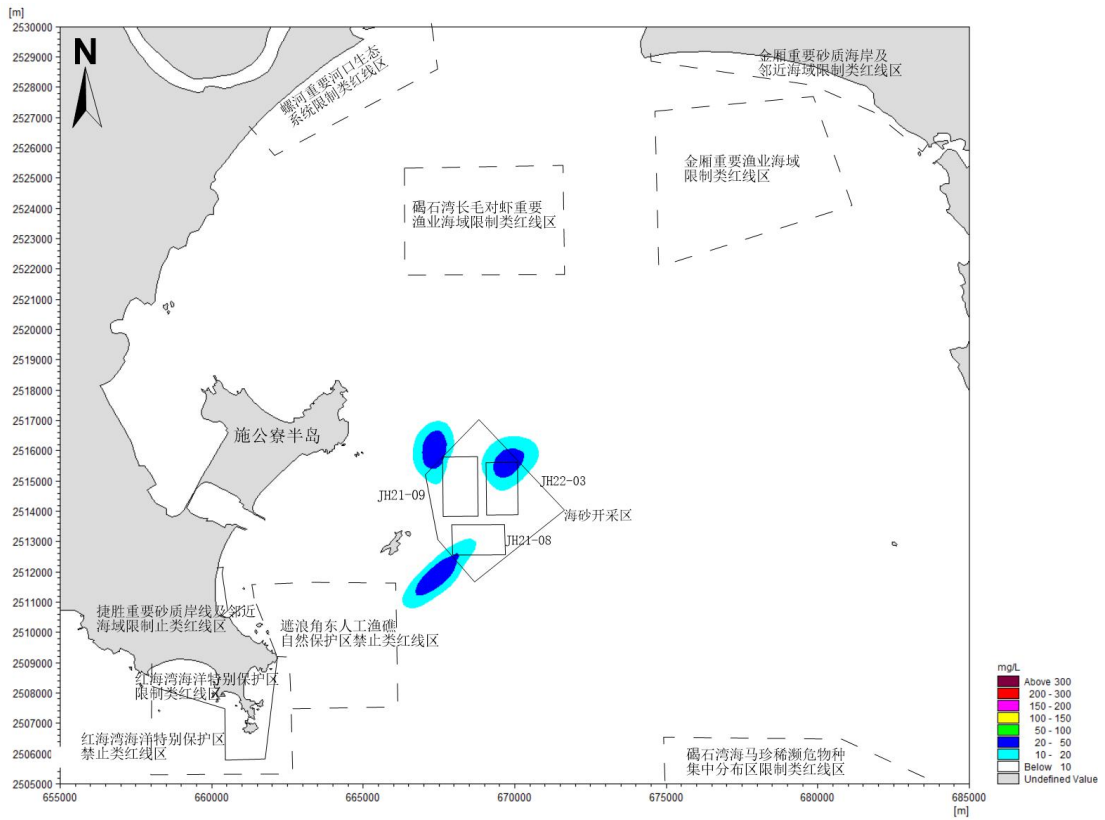


图 7.4.3-5 典型代表点施工悬沙扩散包络线图（表层）

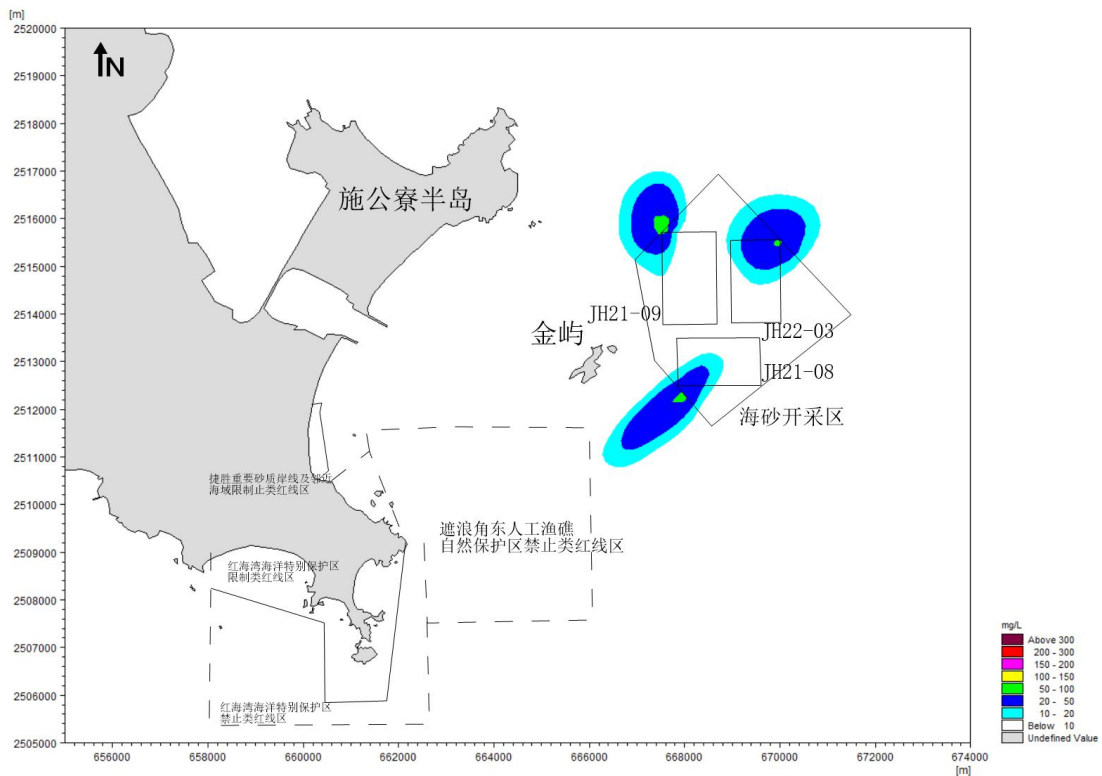
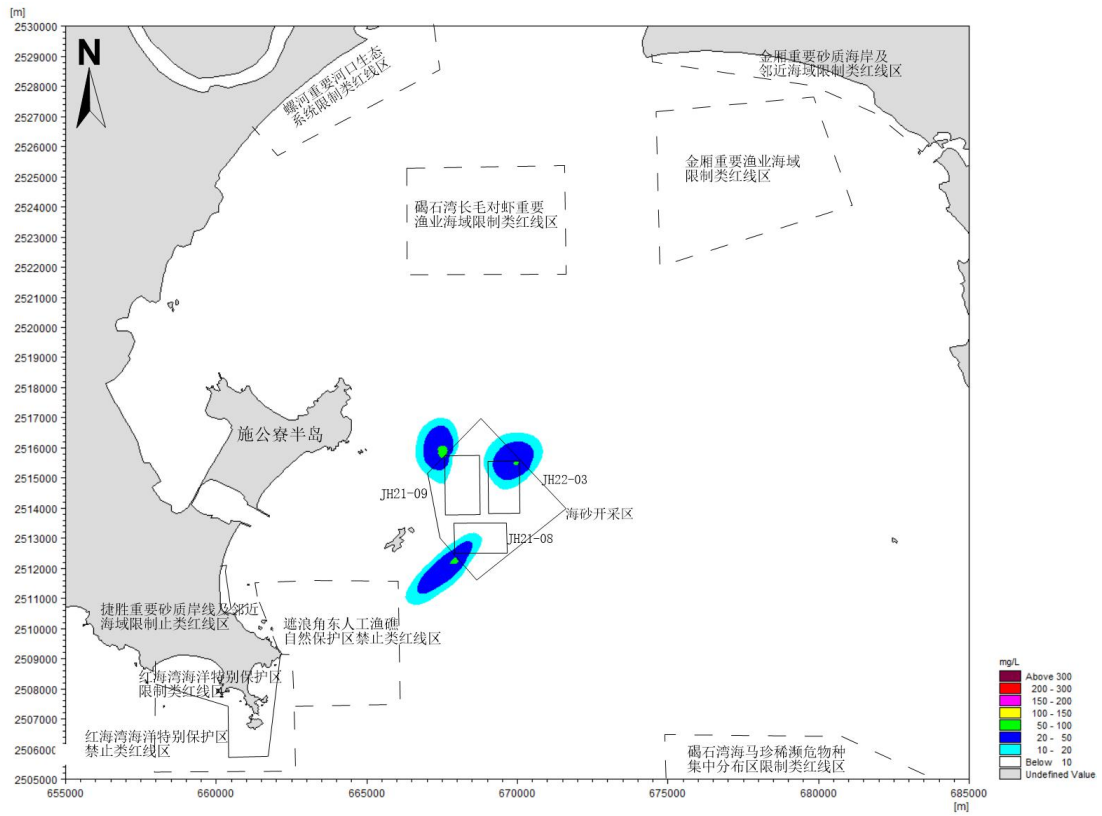


图 7.4.3-6 典型代表点施工悬沙扩散包络线图（中层）

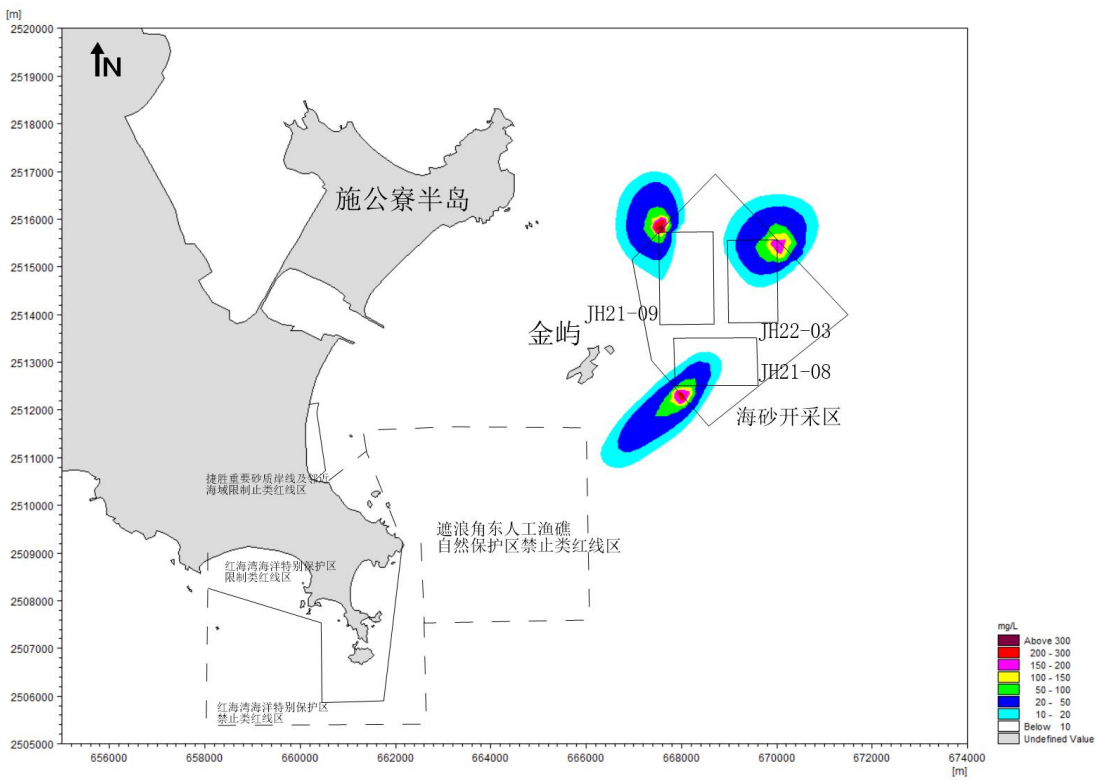
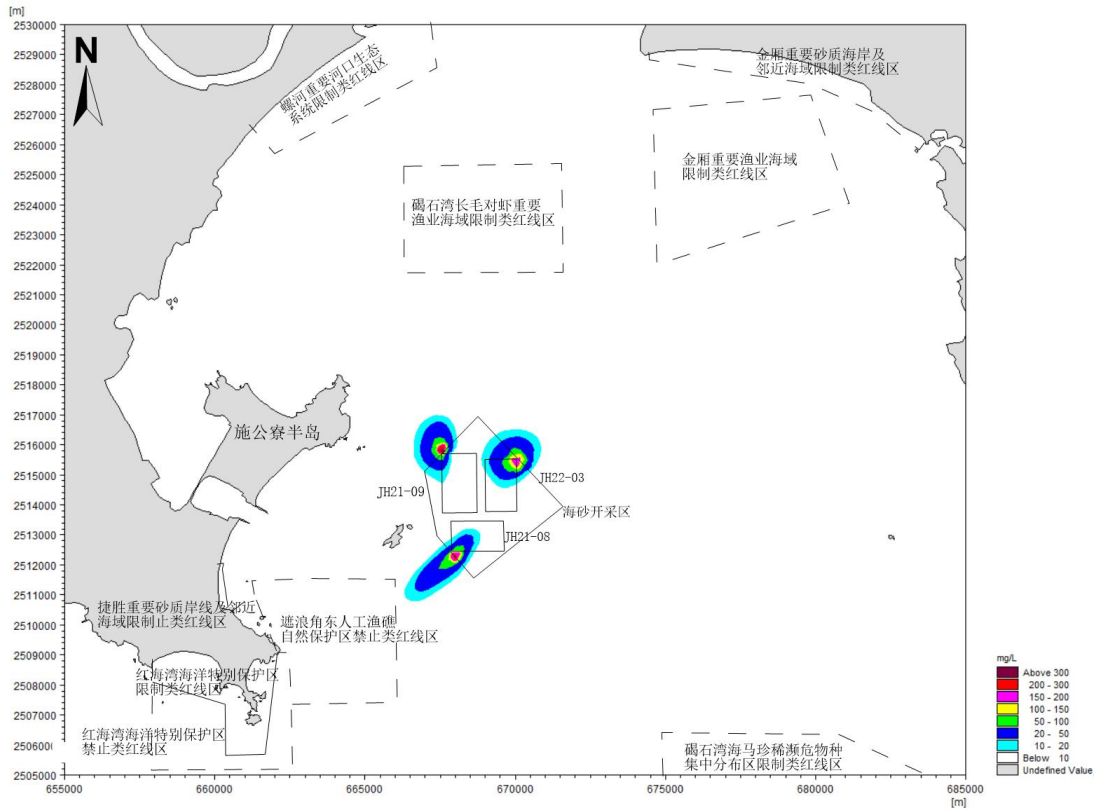


图 7.4.3-7 典型代表点施工悬沙扩散包络线图（底层）

表 7.4.3-2 典型代表点施工产生悬沙扩散包络线面积

悬沙浓度包络线面积	>10 mg/L	>20 mg/L	>50 mg/L	>100 mg/L	>200 mg/L	>300 mg/L	扩散距离 (km)	
							南北向	东西向
表层	6.13	3.45	0.00	0.00	0.00	0.00	4.6	5.2
中层	6.57	3.62	0.51	0.00	0.00	0.00		
底层	6.62	3.72	1.38	0.43	0.21	0.00		
垂线平均	6.44	3.59	0.63	0.14	0.07	0.00		

### 7.4.3.3 三个采砂区 (JH21-09、JH21-08、JH22-03) 15 艘采砂船同时施工悬沙预测影响结果 (不利工况)

考虑本项目 JH21-09 区块的 5 艘采砂船、JH21-08 区块的 5 艘采砂船、JH22-03 区块的 5 艘采砂船，共计 15 艘船同时在三个区块的一个外边进行并排施工，由于采砂过程中，采砂船是移动的，且不同时刻的水动力条件不同，因此，在不同的时刻，采砂过程产生的悬浮泥沙影响范围是不同的，为了解三个区块各 5 艘船并排采砂过程中可能影响到的全部范围情况，根据悬沙扩散预测结果，统计各计算网格点在模拟期间内的悬浮泥沙增量最大值。

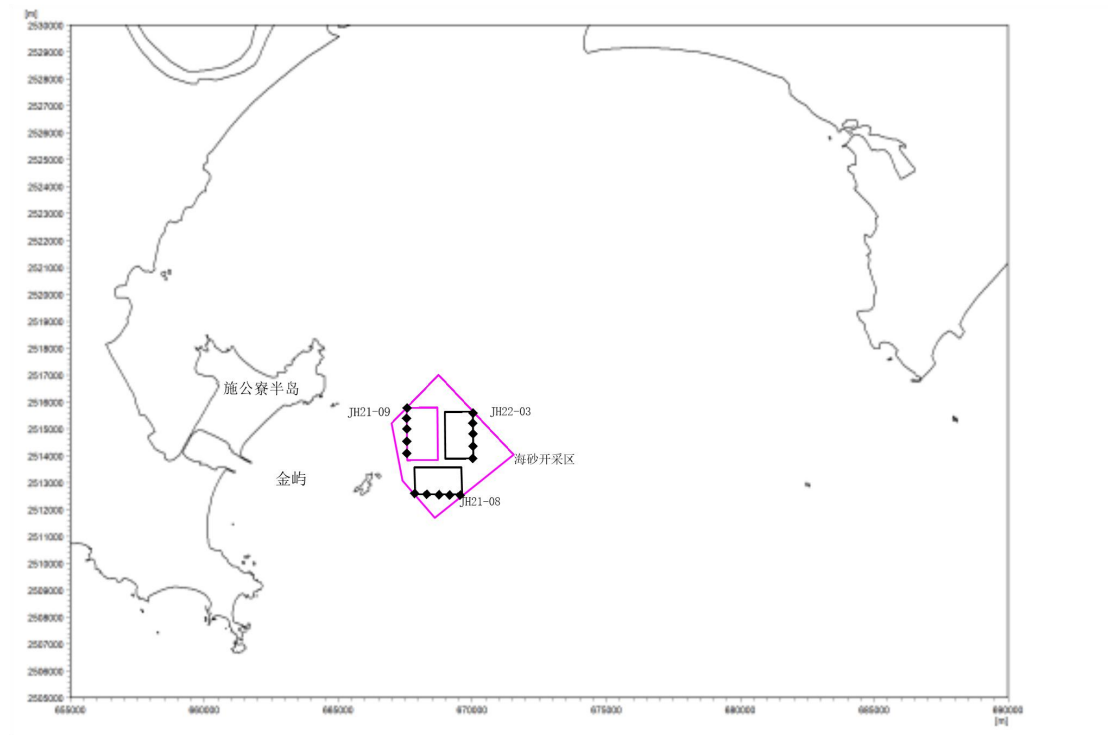


图 7.4.3-8 典型代表点位置图

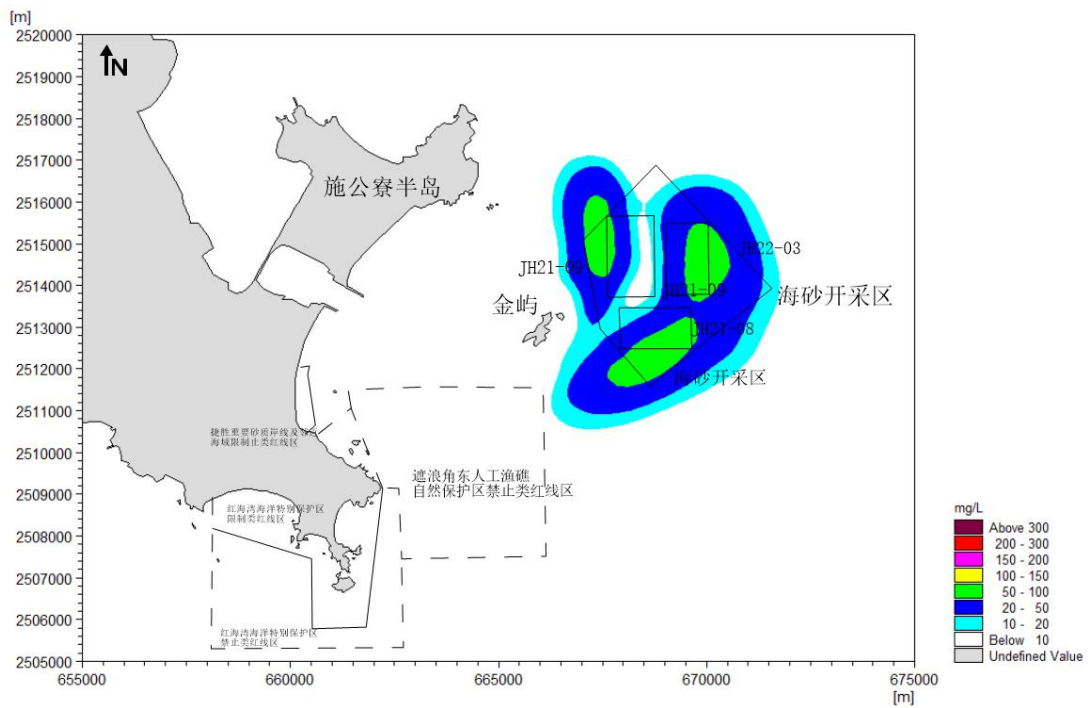
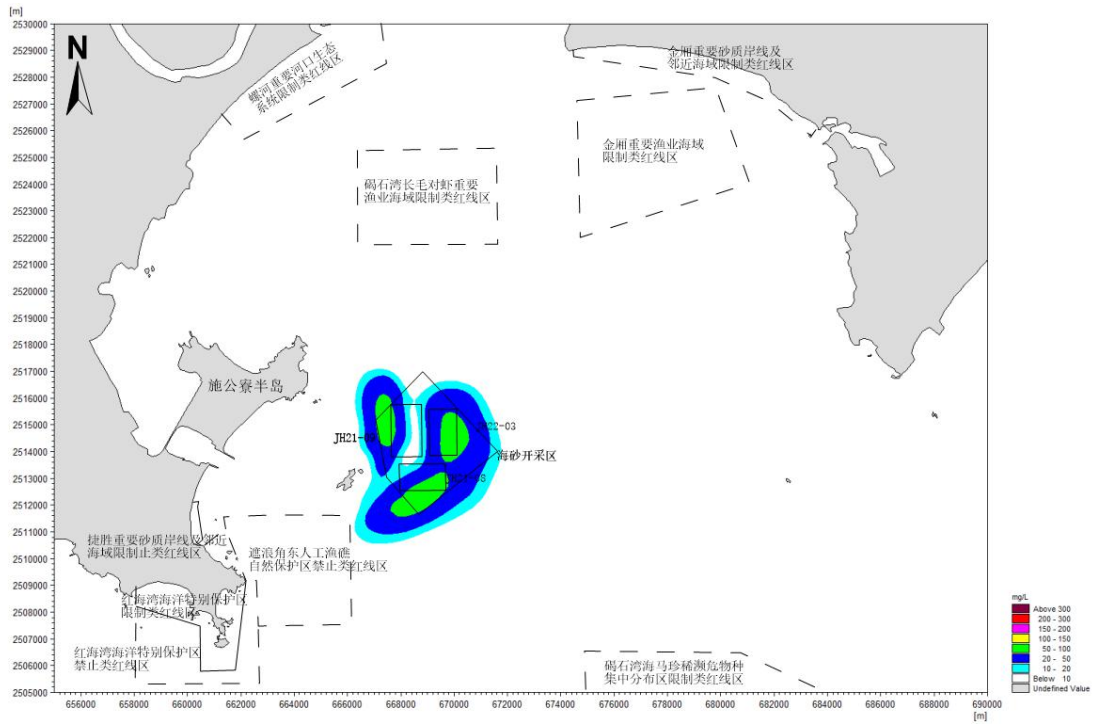


图 7.4.3-9 典型代表点施工悬沙扩散包络线图（表层）

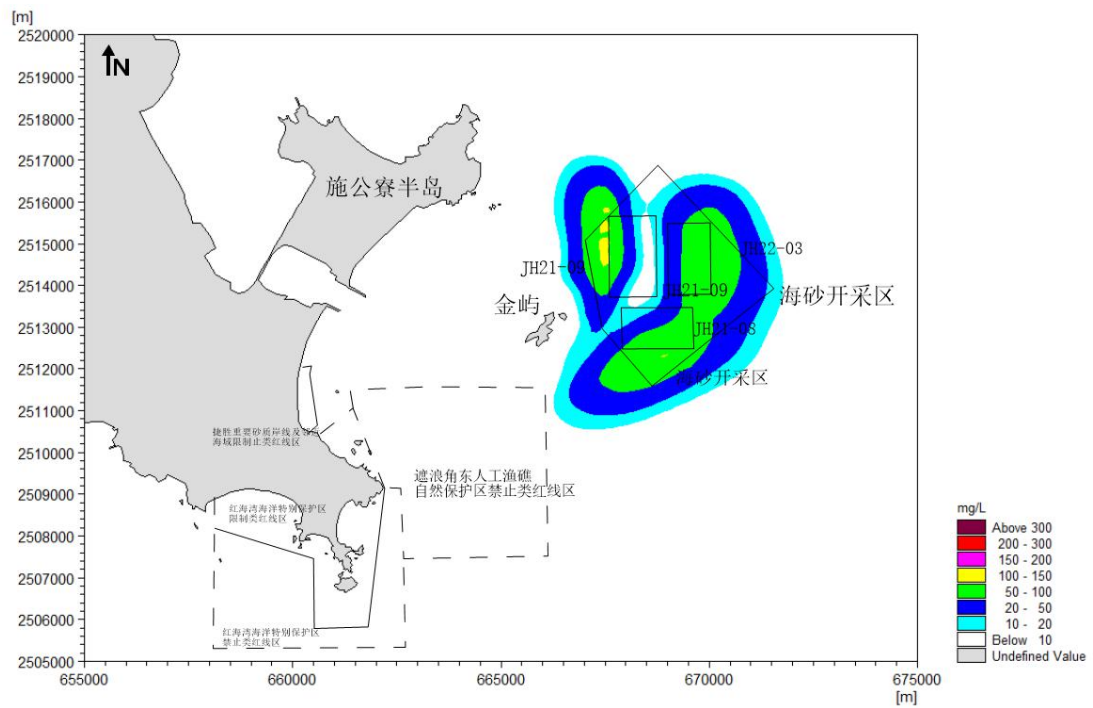
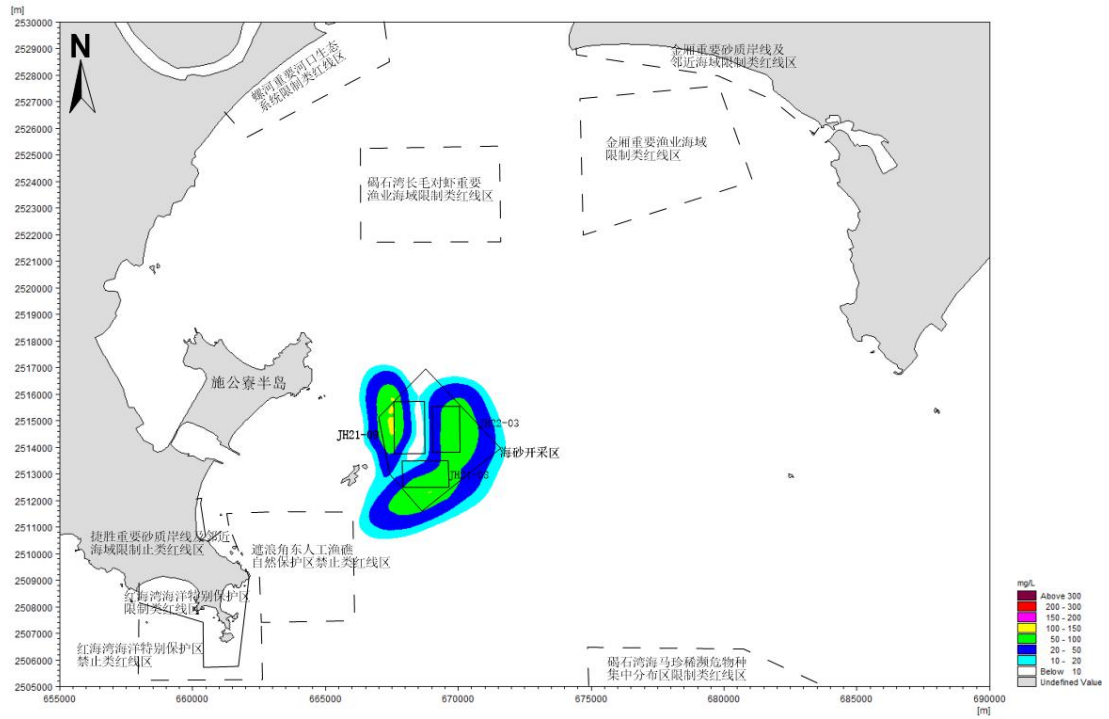


图 7.4.3-10 典型代表点施工悬沙扩散包络线图（中层）

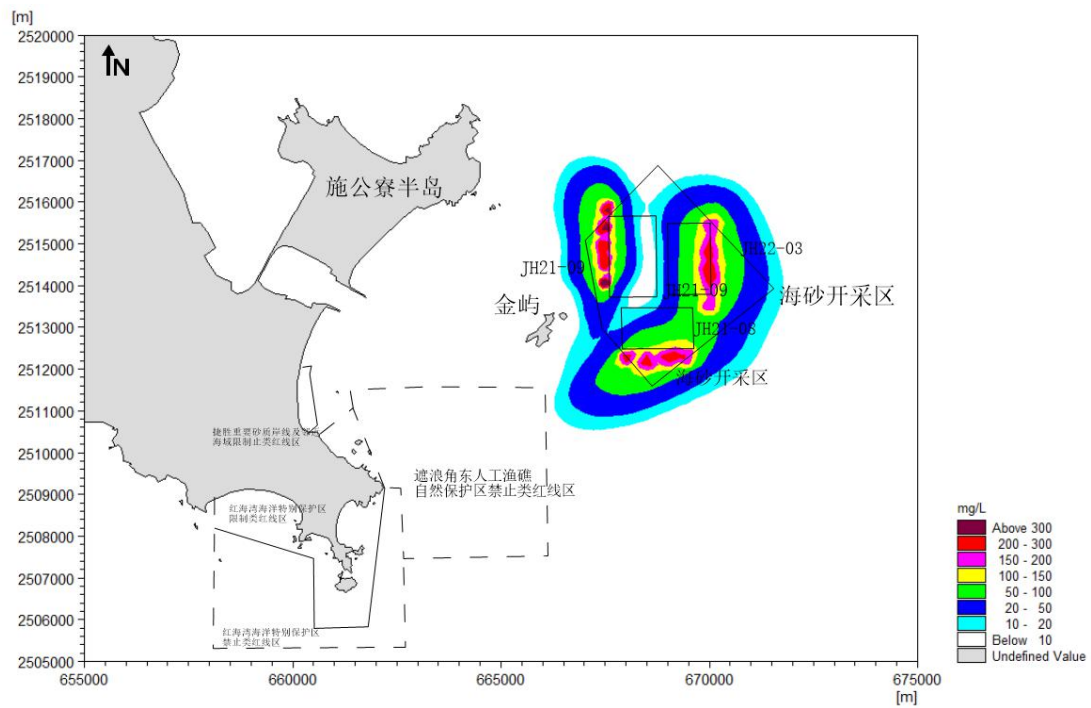
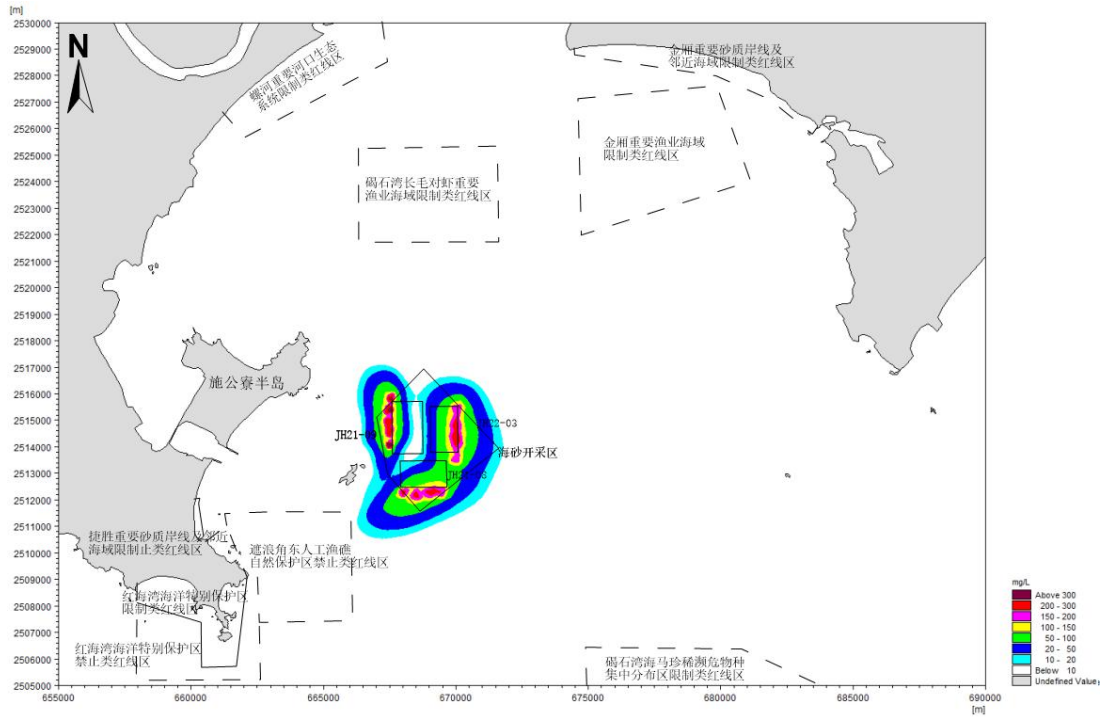


图 7.4.3-11 典型代表点施工悬沙扩散包络线图（底层）

表 7.4.3-3 典型代表点施工产生悬沙扩散包络线面积

悬沙浓度 包络线面积	>10	>20	>50	>100	>200	>300	扩散距离 (km)	
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	南北向	东西向
表层	21.58	19.37	8.33	0.00	0.00	0.00	4.6	5.4
中层	22.17	20.12	8.56	0.08	0.00	0.00		



悬沙浓度 包络线面积	≥10 mg/L	≥20 mg/L	≥50 mg/L	≥100 mg/L	≥200 mg/L	≥300 mg/L	扩散距离 (km)	
							南北向	东西向
底层	22.54	20.43	8.84	2.17	0.14	0.01		
垂线平均	22.09	19.97	8.57	0.75	0.05	0.00		

#### 7.4.4 施工污水

根据工程分析，本工程采砂施工除了采砂作业产生的悬浮物影响外，还包括船舶生活污水、船舶含油污水等。

本工程采砂作业期间，船舶生活污水产生量约为 15.81t/d，主要污染物为 COD、BOD<sub>5</sub>、NH<sub>3</sub>-N 等；船舶含油污水约为 28.23t/d，主要污染物为 COD 和石油类等。上述污水若随意排放，会对工程海域海水水质环境带来不利影响，进而对海域生态环境也带来一定的不利影响。因此，采砂作业期间的船舶生活污水和船舶油污水应运至陆域，交由有处理能力单位进行统一处理。

本项目地表水环境影响评价自查表详见表 7.4.4 -1。

表 7.4.4-1 地表水环境影响评价自查表

工作内容		自查项目	
影响识别	影响类型	水污染影响型 <input checked="" type="checkbox"/> ；水文要素影响型 <input checked="" type="checkbox"/>	
	水环境保护目标	饮用水水源保护区 <input type="checkbox"/> ；饮用水取水口 <input type="checkbox"/> ；涉水的自然保护区 <input type="checkbox"/> ；重要湿地 <input type="checkbox"/> ；重点保护与珍稀水生生物的栖息地 <input type="checkbox"/> ；重要水生生物的自然产卵场及索饵场、越冬场和洄游通道、天然渔场等渔业水体 <input checked="" type="checkbox"/> ；涉水的风景名胜区分区 <input type="checkbox"/> ；其他 <input checked="" type="checkbox"/>	
	影响途径	水污染影响型	水文要素影响型
		直接排放 <input checked="" type="checkbox"/> ；间接排放 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>	水温 <input type="checkbox"/> ；径流 <input type="checkbox"/> ；水域面积 <input checked="" type="checkbox"/>
影响因子	持久性污染物 <input type="checkbox"/> ；有毒有害污染物 <input type="checkbox"/> ；非持久性污染物 <input checked="" type="checkbox"/> ；pH 值 <input type="checkbox"/> ；热污染 <input type="checkbox"/> ；富营养化 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>	水温 <input type="checkbox"/> ；水位（水深） <input checked="" type="checkbox"/> ；流速 <input type="checkbox"/> ；流量 <input type="checkbox"/> ；其他 <input checked="" type="checkbox"/>	
评价等级	水污染影响型	水文要素影响型	
	一级 <input checked="" type="checkbox"/> ；二级 <input type="checkbox"/> ；三级 A <input type="checkbox"/> ；三级 B <input type="checkbox"/>	一级 <input checked="" type="checkbox"/> ；二级 <input type="checkbox"/> ；三级 <input type="checkbox"/>	
现状调查	区域污染源	调查项目	
		已建 <input type="checkbox"/> ；在建 <input type="checkbox"/> ；拟建 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>	拟替代的污染源 <input type="checkbox"/>
	受影响水体水环境质量	数据来源	
		排污许可证 <input type="checkbox"/> ；环评 <input type="checkbox"/> ；环保验收 <input type="checkbox"/> ；既有实测 <input type="checkbox"/> ；现场监测 <input type="checkbox"/> ；入河排放口数据 <input type="checkbox"/> ；其他 <input checked="" type="checkbox"/>	
区域水资源开发利用	调查时期		
		数据来源	
		丰水期 <input type="checkbox"/> ；平水期 <input type="checkbox"/> ；枯水期 <input type="checkbox"/> ；冰封期 <input type="checkbox"/> ；春季 <input checked="" type="checkbox"/> ；夏季 <input type="checkbox"/> ；秋季 <input checked="" type="checkbox"/> ；冬季 <input type="checkbox"/>	
		生态环境保护主管部门 <input checked="" type="checkbox"/> ；补充监测 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>	
		未开发 <input type="checkbox"/> ；开发量 40% 以下 <input type="checkbox"/> ；开发量 40% 以上 <input type="checkbox"/>	

	用状况			
	水文情势调查	调查时期		数据来源
丰水期 <input type="checkbox"/> ; 平水期 <input type="checkbox"/> ; 枯水期 <input type="checkbox"/> ; 冰封期 春季 <input checked="" type="checkbox"/> ; 夏季 <input type="checkbox"/> ; 秋季 <input checked="" type="checkbox"/> ; 冬季 <input type="checkbox"/>		水行政主管部门 <input type="checkbox"/> ; 补充监测 <input checked="" type="checkbox"/> ; 其他 <input type="checkbox"/>		
	补充监测	监测时期	监测因子	监测断面或点位
		丰水期 <input type="checkbox"/> ; 平水期 <input type="checkbox"/> ; 枯水期 <input type="checkbox"/> ; 冰封期 <input type="checkbox"/> 春季 <input checked="" type="checkbox"/> ; 夏季 <input type="checkbox"/> ; 秋季 <input checked="" type="checkbox"/> ; 冬季 <input type="checkbox"/>		监测断面或点位个数(20)个
现状评价	评价范围	河流: 长度 (/) km; 湖库、河口及近岸海域: 面积 (892.38) km <sup>2</sup>		
	评价因子	水质环境现状评价因子为: 水深、水色、pH、水温、盐度、悬浮物、硫化物、化学需氧量、溶解氧、亚硝酸盐、硝酸盐、氨、活性磷酸盐、石油类、铜、铅、镉、汞、砷、锌。 沉积物环境现状评价因子为: 粒度、pH、有机碳、硫化物、石油类、铜、铅、镉、总汞、锌共 10 项指标。 生态环境质量现状分析因子为: 叶绿素与初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物、鱼卵仔鱼、游泳生物、生物体质量(石油烃、铜、铅、镉、总汞、砷、锌)		
	评价标准	河流、湖库、河口: I类 <input type="checkbox"/> ; II类 <input type="checkbox"/> ; III类 <input type="checkbox"/> ; IV类 <input type="checkbox"/> ; V类 <input type="checkbox"/> 规划年评价标准 ( ) ; 近岸海域: 第一类 <input checked="" type="checkbox"/> ; 第二类 <input type="checkbox"/> ; 第三类 <input type="checkbox"/> ; 第四类 <input type="checkbox"/> 规划年评价标准 ( )		
	评价时期	丰水期 <input type="checkbox"/> ; 平水期 <input type="checkbox"/> ; 枯水期 <input type="checkbox"/> ; 冰封期 <input type="checkbox"/> 春季 <input checked="" type="checkbox"/> ; 夏季 <input type="checkbox"/> ; 秋季 <input checked="" type="checkbox"/> ; 冬季 <input type="checkbox"/>		
	评价结论	水环境功能区或水功能区、近岸海域环境功能区水质达标状况 <input type="checkbox"/> ; 达标 <input type="checkbox"/> ; 不达标 <input checked="" type="checkbox"/> 水环境控制单元或断面水质达标状况 <input type="checkbox"/> ; 达标 <input type="checkbox"/> ; 不达标 <input checked="" type="checkbox"/> 水环境保护目标质量状况 <input type="checkbox"/> ; 达标 <input type="checkbox"/> ; 不达标 <input checked="" type="checkbox"/> 对照断面、控制断面等代表性断面的水质状况 <input type="checkbox"/> ; 达标 <input type="checkbox"/> ; 不达标 <input checked="" type="checkbox"/> 底泥污染评价 <input type="checkbox"/> 水资源与开发利用程度及其水文情势评价 <input type="checkbox"/> 水环境质量回顾评价 <input type="checkbox"/> 流域(区域)水资源(包括水能资源)与开发利用总体状况、生态流量管理要求与现状满足程度、建设项目占用水域空间的水流状况与河湖演变状况 <input type="checkbox"/>		达标区 <input type="checkbox"/> 不达标区 <input checked="" type="checkbox"/>
影响预测	预测范围	河流: 长度 (/) km; 湖库、河口及近岸海域: 面积 (908.71) km <sup>2</sup>		
	预测因子	(SS)		
	预测时期	丰水期 <input type="checkbox"/> ; 平水期 <input type="checkbox"/> ; 枯水期 <input type="checkbox"/> ; 冰封期 <input type="checkbox"/> ; 春季 <input checked="" type="checkbox"/> ; 夏季 <input type="checkbox"/> ; 秋季 <input checked="" type="checkbox"/> ; 冬季 <input type="checkbox"/> ; 设计水文条件 <input type="checkbox"/>		
	预测情景	建设期 <input type="checkbox"/> ; 生产运行期 <input checked="" type="checkbox"/> ; 服务期满后 <input type="checkbox"/> ; 正常工况 <input checked="" type="checkbox"/> ; 非正常工况 <input type="checkbox"/> 污染控制和减缓措施方案 <input type="checkbox"/> ; 区(流)域环境质量改善目标要求情景 <input checked="" type="checkbox"/>		
	预测方法	数值解 <input checked="" type="checkbox"/> ; 解析解 <input type="checkbox"/> ; 其他 <input type="checkbox"/> ; 导则推荐模式 <input checked="" type="checkbox"/> ; 其他 <input type="checkbox"/>		
影响评价	水污染控制和水环境影响减	区(流)域水环境质量改善目标 <input checked="" type="checkbox"/> ; 替代削减源 <input type="checkbox"/>		

价	缓措施有效性评价				
	水环境影响评价	排放口混合区外满足水环境管理要求 <input type="checkbox"/> 水环境功能区或水功能区、近岸海域环境功能区水质达标 <input checked="" type="checkbox"/> 满足水环境保护目标水域水环境质量要求 <input checked="" type="checkbox"/> 水环境控制单元或断面水质达标 <input type="checkbox"/> 满足重点水污染物排放总量控制指标要求，重点行业建设项目，主要污染物排放满足等量或减量替代要求 <input type="checkbox"/> 满足区（流）域水环境质量改善目标要求 <input checked="" type="checkbox"/> 水文要素影响型建设项目时应包括水文情势变化评价、主要水文特征值影响评价、生态流量符合性评价 <input type="checkbox"/> 对于新设或调整入河（湖库、近岸海域）排放口的建设项目，应包括排放口设置的环境合理性评价 <input type="checkbox"/> 满足生态保护红线、水环境质量底线、资源利用上线和环境准入清单管理要求 <input checked="" type="checkbox"/>			
	污染源排放量核算	污染物名称	本项目排放量/（t/a）		排放浓度/（mg/L）
		/	/		/
	替代源排放情况	污染源名称	排污许可证编号	污染物名称	排放量/（t/a）
	/	/	/	/	/
	生态流量确定	生态流量：一般水期（）m <sup>3</sup> /s；鱼类繁殖期（）m <sup>3</sup> /s；其他（）m <sup>3</sup> /s 生态水位：一般水期（）m；鱼类繁殖期（）m；其他（）m			
防治措施	环保措施	污水处理设施 <input type="checkbox"/> ；水文减缓设施 <input type="checkbox"/> ；生态流量保障设施 <input type="checkbox"/> ；区域削减 <input type="checkbox"/> ； 依托其他工程措施 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>			
	监测计划		环境质量		污染源
		监测方式	手动 <input checked="" type="checkbox"/> ；自动 <input type="checkbox"/> ；无监测 <input type="checkbox"/>		手动 <input checked="" type="checkbox"/> ；自动 <input type="checkbox"/> ；无监测 <input type="checkbox"/>
		监测点位	（6）		/
		监测因子	（水深、地形、地貌、岸线、环境质量）		/
污染物排放清单	<input type="checkbox"/>				
评价结论		可以接受 <input checked="" type="checkbox"/> ；不可以接受 <input type="checkbox"/>			
注：“ <input type="checkbox"/> ”为勾选项，可√；“（）”为内容填写项；“备注”为其他补充内容。					

## 7.5 沉积物环境影响预测与评价

### （1）表层沉积物质量对砂源的污染影响分析

根据 2021 年 4 月沉积物质量调查结果显示，各项调查指标均符合《海洋沉积物质量》中的第一类标准要求。2021 年 10 月沉积物质量调查结果显示，各项调查指标均符合《海洋沉积物质量》中的第一类标准要求。沉积物质量状况良好。另外，采砂施工产生的悬浮泥沙来源于本海域，不会使本海域沉积物的理化性质产生影响，并且本海域沉积物的环境质量不会发生明显的变化。

## (2) 采砂作业对沉积物污染扩散的影响分析

由射流式采砂船采砂工艺来看，高压射流管插入砂层的速度比较快，射流管引起表层沉积物扰动很小，射流管插入底质过程中产生的悬浮泥沙较小，远小于洗砂环节产生的悬浮泥沙的量。根据洗砂过程中产生的悬浮泥沙扩散预测结果，悬浮泥沙增量 $>100\text{mg/L}$  的包络面积为  $4.31\text{km}^2$ ；并且采砂溢流产生的悬浮物浓度增量仅在采砂区与本底浓度值为同一数量级，而在其余海域相对海水本底浓度值来讲很小，基本不会改变其悬浮物浓度，采砂作业不会使本海域沉积物的环境质量发生明显的变化。

采砂作业对底质的影响主要是当采砂区的砂源砂层掏空，覆盖上面的淤泥层在重力作用下发生坍塌，则表层沉积物可能将被掩埋。采砂作业结束后，采砂区将通过相当长的一段时间重新建立新的相对稳定的沉积物环境。

另外可能造成沉积物质量下降的是采砂施工过程中排放的船舶含油污水、生活污水和生活垃圾。船舶含油污水、生活污水、船舶垃圾和生活垃圾等均收集上岸处理，不直接排海。采砂作业产生的各类废水使沉积物中的有机质和石油类含量增加，从而影响沉积物表面物理性质和化学成份。对沉积物的挖掘和抛洒会导致吸附其上或其内的污染物（如有机炭、Cu、Pb、Zn、Cd、As、Cr、Hg、石油类）以及驻留营养物的溶出，可能使被污染底质因再悬浮而污染水质并沉降到未受污染的底层，导致二次污染。

## 7.6 生态环境影响预测与评价

### 7.6.1 采砂活动对浮游生物的影响

采砂将产生一定量的悬浮泥沙。从水生生态角度来看，施工水域内的局部海水悬浮物增加，水体透明度下降，从而使溶解氧降低，对水生生物产生诸多的负面影响。最直接的影响是削弱了水体的真光层厚度，对浮游植物的光合作用产生不利影响，进而妨碍浮游植物的细胞分裂和生长，降低单位水体浮游植物数量，导致局部水域内初级生产力水平降低，使浮游植物生物量降低。在水生食物链中，除了初级生产者——浮游藻类以外，其它营养级上的生物既是消费者，也是上一营养级生物的饵料。因此，浮游植物生物量的减少，会使以浮游植物为饵料的浮游动物在单位水体中拥有的生物量也相应地减少，那么再以这些浮游生物为食的

一些鱼类等由于饵料的贫乏而导致资源量下降。而且，以捕食鱼类为生的一些高级消费者，也会由于低营养级生物数量的减少而难以觅食。可见，水体中悬浮物质含量的增加，对整个水生生态食物链的影响是多环节的。

同时，浮游动物也将因阳光的透射率下降而迁移别处，浮游动物将受到不同程度的影响。此外，据有关资料，水中悬浮物质含量的增加，对浮游桡足类动物的存活和繁殖有明显的抑制作用。过量的悬浮物质会堵塞浮游桡足类动物的食物过滤系统和消化器官，尤其在悬浮物含量达到 300mg/L 以上时，这种危害特别明显。在悬浮物质中，又以粘性淤泥的危害最大，泥土及细砂泥次之。

浮游生物由于经济价值较难进行量化，因此，不进行损失量的估算。

## 7.6.2 采砂活动对渔业资源的影响

渔业资源主要包括游泳生物（主要为鱼、虾、蟹）和鱼卵仔鱼。对部分游泳生物来讲，采砂产生的悬浮物影响是比较显著的。悬浮物可以粘附在动物身体表面干扰动物的感觉功能，有些粘附甚至可引起动物表皮组织的溃烂；通过动物呼吸，悬浮物可以阻塞鱼类的鳃组织，造成呼吸困难；某些滤食性动物，只有分辨颗粒大小的能力，只要粒径合适就可吸入体内，如果吸入的是泥沙，那么动物有可能因饥饿而死亡；水体的浑浊还会降低水中溶解氧含量，进而对游泳生物和浮游动物产生不利影响，甚至引起死亡。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”。

根据有关研究资料，水体中 SS 浓度大于 100mg/L 时，水体浑浊度将比较高，透明度明显降低，若高浓度持续时间较长，将影响水生动、植物的生长，尤其对幼鱼苗的生长有明显的阻碍，而且可导致死亡。悬浮物对鱼卵的影响也很大，水体中若含有过量的悬浮固体，细微颗粒会粘附在鱼卵的表面，妨碍鱼卵呼吸，不利于鱼卵的孵化，从而影响鱼类繁殖。据研究，当悬浮固体物质含量达到 1000mg/L 以上，鱼类的鱼卵能够存活的时间将很短。

采砂时有一定范围的 SS 浓度增量超过 10mg/L，但游泳生物会由于施工影响范围内的 SS 增加而游离该范围，施工作业完成后，SS 的影响也将消失，鱼类等水生生物又可游回，这种影响持续时间在施工结束后比较短，是暂时性的，一

般不会对该水域的渔业资源造成长期的不良影响，但短期内会造成一定量的损失。

### 7.6.3 采砂活动对附近海域水生生态系统的影响

挖砂致使底栖生物大部分丧失，同时挖砂时产生的大量悬浮泥沙和噪音将影响工程附近海域浮游生物、游泳生物和鱼卵仔鱼的生存环境，浮游动物、植物的生长受到影响，游泳生物被驱散，产卵海域受损，同时，生物洄游路线也将在施工期间发生改变，将避开采砂区。因此，工程附近海域水生生物多样性、均匀度和生物密度将有所下降。

因此，工程附近海域的水生生态系统将受到较大的影响。因此，对于采砂引起的工程附近海域水生生态系统的损耗应在保护区内进行增殖放流。待施工结束，水质恢复、噪声平静后，这些品种的水生生物便会重新进入工程附近海域，使得工程附近海域的生物量恢复至工程前的水平。

### 7.6.4 项目造成海洋生物资源损失量的分析

#### 7.6.4.1 采砂活动对底栖生物的影响

采砂活动淘空底层砂后，覆盖上面的淤泥层受重力作用而塌陷，采砂区的底栖生物种类将被掩埋、覆盖，除少数能够存活外，绝大多数将死亡，导致生物资源损失。参照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（简称《规程》），海床底土坍塌覆盖，彻底破坏底栖生物的生境，按下述公式进行计算：

$$W_i = D_i \times S_i$$

式中：

$W_i$ —第  $i$  种生物资源受损量，单位为尾或个或千克（kg），在这里为底栖生物资源受损量。

$D_i$ —评估区域内第  $i$  种生物资源密度，单位为尾（个）每平方千米[尾（个）/km<sup>2</sup>]、尾（个）每立方千米[尾（个）/km<sup>3</sup>]或千克每平方千米（kg/）。在此为底栖生物密度。

$S_i$ —第  $i$  种生物占用的渔业水域面积或体积，单位为平方千米（km<sup>2</sup>）或立方千米（km<sup>3</sup>）。在此为海砂开采面积。

根据生态调查，2021年4月春季项目所在海域的底栖生物量平均值为136.17

g/m<sup>2</sup>，2021年10月秋季平均生物量为161.50g/m<sup>2</sup>，取该两季的底栖生物生物量平均值148.835g/m<sup>2</sup>进行计算，采沙区面积约为227.9637公顷，同时考虑采沙区周边塌陷区外扩50m，则对底栖生物的影响面积约为260.24公顷，本次采砂活动引起的底栖生物直接损失量为： $148.835 \times 10^{-6} \times 260.24 \times 10^4 = 387.328t$ 。

依据《规程》的规定，占用海洋水域的生物资源损害赔偿，占用年限低于3年的，按照3年补偿；本项目按3年进行补偿计算。底栖生物取平均价格15元/kg。

经济补偿额： $387.328 \times 10^3 \times 3 \times 15 \times 10^{-4} = 1742.976$ 万元

大部分底栖生物的生长较缓慢，开采区抽沙作业后沉积物环境受到破坏，其生态环境的恢复需要较长时间，可能在几年内，开采区的底栖生物种类和生物量都偏于贫乏。在采砂行为结束后底栖生物才能得到逐渐恢复。

#### 7.6.4.2 悬浮物对海洋生物资源影响的评价方法

##### (1) 计算公式

本项目计划年采砂天数为215天，超过15天，按照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程（SC/T 9110-2007）》（以下简称《规程》），采砂工程在悬浮物扩散范围内对海洋生物产生的持续性损害，按以下公式计算：

$$M_i = W_i \times T$$

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

式中： $M_i$  为第  $i$  种生物资源累计损害量，尾、个或千克（kg）；

$W_i$  为第  $i$  种生物资源一次性平均损失量，尾、个或千克（kg）；

$T$  为污染物浓度增量影响的持续周期数（以年实际影响天数除以15），个；

$D_{ij}$  为某一污染物第  $j$  类浓度增量区第  $i$  种类生物资源密度，尾/km<sup>2</sup> 或个/km<sup>2</sup> 或千克（kg）/ km<sup>2</sup>；

$S_i$  为某一污染物第  $j$  类浓度增量区面积，km<sup>2</sup>；

$K_{ij}$  为某一污染物第  $j$  类浓度增量区第  $i$  种类生物资源损失率，%；

$n$  为某一污染物浓度增量分区总数。

##### (2) 取值依据

上述公式中，各参数的取值依据如下：

1) 污染物浓度增量区面积 ( $S_i$ ) 和分区总数 ( $n$ )

根据第 7.4 节的水环境影响预测与评价结果，结合《规程》对污染物超标倍数的分类，下面给出本项目在最不利条件和最大开采强度作业时，15 天内造成的 SS 增量以及最大包络面积，本次计算采用 7.4.3.1 节三个采砂区 (JH21-09、JH21-08、JH22-03) 悬沙预测最大包络面积结果 (表 7.6.4-1)。

表 7.6.4-1 三个采砂区不同超标倍数的 SS 增量整体包络线面积汇总

污染物 i 的超标倍数 $B_i$	对应的 SS 浓度范围 (mg/L)	SS 增量各浓度分区平均最大包络面积 ( $\text{km}^2$ )
$B_i \leq 1$ 倍	$10 < B_i \leq 20$	$27.08 - 21.81 = 5.27$
$1 < B_i \leq 4$ 倍	$20 < B_i \leq 50$	$21.81 - 18.06 = 3.75$
$4 < B_i \leq 9$ 倍	$50 < B_i \leq 100$	$18.06 - 4.31 = 13.75$
$B_i > 9$ 倍	$B_i > 100$	4.31

上述影响面积为 3 个区块同时开采的情况下最不利的潮流、径流条件下的影响面积。三个采砂引起的悬浮物 SS 浓度超标倍数  $B_i \leq 1$  倍的平均面积为  $5.27\text{km}^2$ ， $1 < B_i \leq 4$  倍范围内的平均面积为  $3.75\text{km}^2$ ，在  $4 < B_i \leq 9$  倍范围内的平均面积为  $13.75\text{km}^2$ ，超过第三类海水水质标准 ( $B_i > 9$  倍) 的平均面积为  $4.31\text{km}^2$ ，其余水域 SS 增量  $< 10 \text{ mg/L}$ 。三个区块总面积 =  $227.9637 + 194.1134 + 194.1564 = 616.2355$  公顷。JH21-09 采砂区开采面积占三个采砂区块的总面积比例为： $227.9637 / 616.2355 = 0.37$ 。

根据上述 SS 的影响面积对浮游生物 (尤其是鱼卵和仔稚鱼) 和游泳生物造成的影响进行分析。

2) 生物资源损失率 ( $K_{ij}$ )

根据《规程》，污染物对各类生物损失率根据污染物的超标倍数来确定 (见表 7.6.4-2)。本次评价主要对浮游生物和游泳生物及鱼卵、仔稚鱼造成的影响进行分析。

表 7.6.4-2 《规程》中对污染物对各类生物损失率的规定

污染物 i 的超标倍数 ( $B_i$ )	各类生物损失率 (%)			
	鱼卵和仔稚鱼	成体	浮游动物	浮游植物
$B_i \leq 1$ 倍	5	$< 1$	5	5
$1 < B_i \leq 4$ 倍	5~30	1~10	10~30	10~30
$4 < B_i \leq 9$ 倍	30~50	10~20	30~50	30~50



Bi ≥9 倍	≥50	≥20	≥50	≥50
<p>注：</p> <p>1、本表列出污染物 <i>i</i> 的超标倍数(<i>B<sub>i</sub></i>)，指超《渔业水质标准》或超II类《海水水质标准》的倍数，对标准中未列的污染物，可参考相关标准或按实际污染物种类的毒性试验数据确定；当多种污染物同时存在，以超标倍数最大的污染物为评价依据。</p> <p>2、损失率是指考虑污染物对生物繁殖、生长或造成死亡，以及生物质量下降等影响因素的综合系数。</p> <p>3、本表列出的对各类生物损失率作为工程对海洋生物损害评估的参考值。工程产生各类污染物对海洋生物的损失率可按实际污染物种类，毒性试验数据作相应调整。</p>				

本次评价按《规程》中的“污染物对各类生物损失率”范围值的中值确定本工程增量区的各类生物损失率（详见表 7.6.4-3）。

**表 7.6.4-3 本工程悬浮物对各类生物资源损失率 *K<sub>ij</sub>***

污染物 <i>i</i> 的超标倍数 ( <i>B<sub>i</sub></i> )	各类生物资源损失率 <i>K<sub>ij</sub></i> (%)			
	鱼卵和仔稚鱼	成体	浮游动物	浮游植物
<i>B<sub>i</sub></i> ≤1 倍	5	0.5	5	5
1 < <i>B<sub>i</sub></i> ≤4 倍	15	5	20	20
4 < <i>B<sub>i</sub></i> ≤9 倍	40	15	40	40
<i>B<sub>i</sub></i> ≥9 倍	50	20	50	50

### 3) 持续周期数 (T) 和计算区超标范围的水层平均厚度

根据项目采砂进度计划，本项目每年采砂时间约 215 天，则每年的污染物浓度增量影响的持续周期数为 15（15 天为 1 个周期），根据工程海域水深测量资料，矿区水深为 14.1~16.5m（理论深度基准面），平均水深为 15.4m。

### 4) 生物资源密度 (*D<sub>ij</sub>*)

根据海洋生物春季和秋季的调查结果，取调查海区的平均值。

#### ①浮游植物和浮游动物的生物资源密度

**春秋季：**2021 年 4 月和 2021 年 10 月调查海域浮游植物的资源密度平均值分别为  $54.98 \times 10^4$  cells/m<sup>3</sup> 和  $108.35 \times 10^4$  cells/m<sup>3</sup>，两次调查的平均值为  $8.17 \times 10^6$  cells/m<sup>3</sup>；浮游动物的资源密度平均值分别为 195.89 ind/m<sup>3</sup> 和 247.43 ind./m<sup>3</sup>，两次调查的平均值为 221.66 ind/m<sup>3</sup>。

#### ②游泳生物（以鱼类为主）的生物资源密度

**春秋季：**2021 年 4 月和 2021 年 10 月调查海域游泳动物的资源密度平均值分别为  $108.63$  kg/km<sup>2</sup> 和  $30.43$  kg/km<sup>2</sup>。两次调查的平均值为  $69.53$  kg/km<sup>2</sup>。

#### ③鱼卵和仔稚鱼的资源密度取值方法

春秋季（鱼卵）：2021年4月和2021年10月调查海域鱼卵的资源密度平均值分别为0.268粒/m<sup>3</sup>和0.225粒/m<sup>3</sup>。两次调查的平均值为0.2465粒/m<sup>3</sup>。

春秋季（仔稚鱼）：2021年4月和2021年10月调查海域仔稚鱼的资源密度平均值分别为0.082尾/m<sup>3</sup>和0.068尾/m<sup>3</sup>。两次调查的平均值为0.075尾/m<sup>3</sup>。

#### 7.6.4.3 三个采砂区海洋生物资源损失量计算结果

春秋季浮游生物和游泳生物损失量：

浮游生物损失量  $M = \text{污染物浓度增量区面积 } S \times \text{生物资源损失率 } K \times \text{超标范围水层平均厚度 } H \times \text{生物资源密度 } D \times \text{影响的持续周期数 } T$

浮游植物损失量 = (5.27×0.05+3.75×0.20+13.75×0.40+4.31×0.50) × 10<sup>6</sup> × 15.4 × 8.17 × 10<sup>5</sup> × 15 = 1.64 × 10<sup>15</sup> cells

浮游动物损失量 = (5.27×0.05+3.75×0.20+13.75×0.40+4.31×0.50) × 10<sup>6</sup> × 15.4 × 221.66 × 10<sup>-6</sup> × 15 = 4.44 × 10<sup>5</sup> ind

鱼卵仔稚鱼损失量  $M = \text{污染物浓度增量区面积 } S \times \text{生物资源损失率 } K \times \text{超标范围水层平均厚度 } H \times \text{生物资源密度 } D \times \text{影响的持续周期数 } T$

鱼卵损失量 = (5.27×0.05+3.75×0.15+13.75×0.40+4.31×0.50) × 10<sup>6</sup> × 15.4 × 0.2465 × 15 = 4.829 × 10<sup>8</sup> 粒

仔稚鱼损失量 = (5.27×0.05+3.75×0.15+13.75×0.40+4.31×0.50) × 10<sup>6</sup> × 15.4 × 0.075 × 15 = 1.47 × 10<sup>8</sup> 尾

游泳生物损失量  $M = \text{污染物浓度增量区面积 } S \times \text{生物资源损失率 } K \times \text{生物资源密度 } D \times \text{影响的持续周期数 } T$

游泳生物（鱼类）损失 = (5.27×0.005+3.75×0.05+13.75×0.15+4.31×0.20) × 69.53 × 15 = 3273.142kg

通过计算，三个采砂区导致浮游植物的损失量为 1.64 × 10<sup>15</sup> cells；浮游动物的损失量为 4.44 × 10<sup>5</sup> ind；鱼卵 4.829 × 10<sup>8</sup> 粒、仔稚鱼 1.47 × 10<sup>8</sup> 尾；游泳生物(鱼类)的损失量为 3273.142kg。

#### 7.6.4.4 三个采砂区海洋生物资源直接经济损失

在本项目施工过程中造成的各类海洋生物资源损失量中，由于浮游植物和浮游动物的价值量较低，不计算其直接经济损失额。

根据《规程》的要求，考虑到海洋生物资源调查的内容，各类生物资源的经

济损失额的计算方法如下：

**鱼卵和仔稚鱼、游泳生物：**

鱼卵和仔稚鱼的经济价值应折算成鱼苗进行计算，计算公式为：

$$M = W \times P \times V$$

式中：M 为鱼卵和仔稚鱼的经济损失金额，元；W 为鱼卵和仔稚鱼损失量，尾或个；

P 为鱼卵和仔稚鱼折算为鱼苗的换算比例，鱼卵生长到商品鱼苗按 1%成活率计算，仔稚鱼生长到商品鱼苗按 5%成活率计算，%；V 为鱼苗的商品价格，按汕尾市主要鱼类苗种的平均价格计算，1.0 元/尾。

参考汕尾市 2019 年主要鱼类苗种价格，鱼卵和仔稚鱼折算为鱼苗后的价格取 1.0 元/尾。游泳生物按 2019 年汕尾市市场平均海鱼价格 20 元/kg 计算。

$$\text{鱼卵直接经济损失} = 4.829 \times 10^8 \times 0.01 \times 1.0 \times 10^{-4} = 482.92 \text{ 万元}$$

$$\text{仔鱼直接经济损失} = 1.47 \times 10^8 \times 0.05 \times 1.0 \times 10^{-4} = 734.67 \text{ 万元}$$

$$\text{游泳生物直接经济损失额} = 3273.142 \times 20 \times 10^{-4} = 6.55 \text{ 万元}$$

**7.6.4.5 三个采砂区海洋生物资源损害赔偿额**

依据《规程》的规定，占用海洋水域的生物资源损害补偿，占用年限低于 3 年的，按照 3 年补偿；本项目按 3 年进行补偿计算。三个采砂区需作出游泳生物、鱼卵、仔稚鱼的生态补偿总金额为 3672.40 万元。

**表 7.6.4-4 海洋生物资源损失汇总表**

生物资源	直接损失量	单价	直接经济损失额 (万元)	补偿年限 (年)	经济补偿额 (万元)
游泳生物	3273.142kg	20 元/kg	6.55	3	19.64
鱼卵(粒)	4.829×10 <sup>8</sup>	1.0 元/尾	482.92	3	1448.76
仔鱼(尾)	1.47×10 <sup>8</sup>	1.0 元/尾	734.67	3	2204.00
总计			1224.14	/	3672.40

**7.6.4.6 采砂区 JH21-09 海洋生物资源损害赔偿额**

上述悬沙影响面积为 3 个区块同时开采的情况下最不利的潮流条件下的影响面积，本次评价从保守角度出发，按照 JH21-09 采砂区占总采砂区（3 个采砂区块的总面积）的比例面积进行计算游泳生物、鱼卵、仔稚鱼的生态损失赔偿额，JH21-09 采砂区开采面积为 227.9637 公顷，JH22-09 采砂区开采面积占 3 个采砂区块的总面积比例为：

$$227.9637/(227.9637+194.1134+194.1564)=37\%$$

则本项目的生态补偿总金额为

**表 7.6.4-8 JH21-09 采砂区海洋生物资源损失汇总表**

生物资源	经济补充额 (万元)	
	三个采砂区	JH21-09 采砂区
底栖生物	/	1742.98
游泳生物	19.64	7.27
鱼卵	1448.76	535.94
仔稚鱼	2204.00	815.33
合计		<b>3101.52</b>

### 7.6.5 船舶噪声对海洋生态环境影响分析

项目采砂作业船舶通行时将产生一定的噪声，海域中某些海洋生物对噪声较敏感，如鱼类可能因高强度噪声产生的震动能量而受到较大影响甚至死亡。参照国家海洋局第三海洋研究所编制的《厦门北通道公铁两用桥工程环境影响评价报告》，海域船舶通行等所造成的水下噪声谱级相比原来的水下背景噪声提高仅约4dB，噪声经海底沉积物的吸收，将很快衰减，影响范围将仅仅局限在工程附近海域，不会对所在海域的海洋生态环境产生明显的不良影响。

### 7.6.6 对“三场一通道”的影响分析

根据农业部公告第189号《中国海洋渔业水域图》（第一批）南海区渔业水域图（第一批），本项目位于南海北部幼鱼繁育场保护区内和南海区幼鱼、幼虾保护区。

本项目采砂产生的悬浮泥沙将引起工程区及周边水域水质混浊，使海水光线透射率下降，溶解氧降低，将影响水生动、植物的生长，对产卵场、幼鱼和幼虾保护区中、繁育场中的鱼卵、幼鱼、幼虾的生长造成阻碍，导致幼鱼、幼虾等死亡，同时悬浮泥沙也会粘附在鱼卵的表面，妨碍鱼卵呼吸，不利于鱼卵的孵化，从而影响鱼类繁殖，造成一定的生物量损失。但本项目为采砂项目，影响范围面积占产卵场、保护区的面积比例非常小；根据《中国海洋渔业水域图》（第一批）南海区渔业水域图（第一批），广东省沿岸由粤东的南澳岛至粤西的雷州半岛徐

闻县外罗港沿海 20 米水深以内的海域均为南海区幼鱼、幼虾保护区，该幼鱼幼虾保护区不属于特种幼鱼、幼虾保护区，南海北部幼鱼繁育场保护区位于南海北部及北部湾沿岸 40m 等深线水域，且根据项目所在海域的现状调查资料，项目所在海域的仔幼鱼主要包括皮氏叫姑鱼、黄姑鱼、二长棘鲷、小公鱼属、宽体舌鲷等，虾类主要包括鹰爪虾、须赤虾、刀额仿对虾、脊尾白虾、中国毛虾、中华管鞭虾等，因此，本项目所在海域的幼鱼、幼虾种类主要为常见物种，不属于珍稀濒危物种，因此，本项目的实施，基本不会引起所在海域的幼鱼幼虾等在此绝迹，且本项目对海洋生物的影响主要存在于采砂期，随着采砂期的结束将逐渐消失。同时，本项目也将采取在产卵场、幼鱼和幼虾保护期等敏感期（4 月-翌年 7 月）降低每月的采砂时间，控制每月开采量，同时也拟严格控制采砂范围，严禁超总量开采，采砂期间采取流泄水排放通过溢流管进行海底排放，加强采砂期间的跟踪监测，根据跟踪监测结果及时调整措施，及时对造成的海洋生态损失进行补偿等措施，可将项目采砂过程可能对产卵场、幼鱼和有效保护区和繁育场保护区的影响降至最低，不会对其产生长远的不良影响。

### 7.6.7 对中华白海豚的影响分析

本项目采砂作业过程中产生的污水和固体废物均拟收集上岸处理，不得排放入海，因此，本项目可能对中华白海豚产生影响的主要为悬浮泥沙和船舶采砂作业噪声。

#### （1）悬浮泥沙对中华白海豚的影响分析

本项目采砂作业过程中会产生悬浮泥沙，可引起局部海水浑浊，使周围海水水质污染。根据数值模拟结果，项目采砂作业时，对南北方向的最大影响距离约为 8.6km。中华白海豚主要分布区域为外砂河与南澳大桥凤屿之间海域以及汕头港草屿附近海域，与本项目的距离较远，2021 年春季和秋季在本工程水域调查时未发现中华白海豚，因此，本项目采砂过程中产生的悬浮泥沙，基本不会扩散至中华白海豚的活动区域。且从生理结构上来说，中华白海豚是用肺呼吸的水生哺乳动物，这有别于用鳃呼吸的鱼类，它呼吸时头部露出水面直接呼吸空气，浑浊的水体对其呼吸影响不大；从行为学上来说，中华白海豚长期的进化也使其对外界环境变化具有一定的趋避能力。

本项目将在 3 年内完成采砂，每年实际可开采时间仅约为 215 天，每天工作

在 18 小时内（敏感期工作 12 小时），因此，实际每年的影响时间也较短，施工作业完成后，SS 的影响也将消失。本项目应采取控制采砂范围，严禁超总量开采，控制采砂强度，加强采砂期间的跟踪监测。同时配备海豚观察员，发现中华白海豚出现在工程海域附近时进行驱赶，可降低采砂悬浮泥沙对中华白海豚的影响。

## (2) 水下噪声对中华白海豚的影响

中华白海豚的视力不发达，主要靠回声定位系统觅食、回避危险及与同伴沟通，其发出的声信号大致可分为三类：定位信号（滴答声，Click 信号），通讯信号（哨叫声，Whistles 信号），应急信号（Burst pulses 信号）。

### ① 噪声影响源强分析

厦门大学于 2015 年在厦门新机场施工现场对海洋环境背景噪音、挖沙船、施工货船作业时的水下噪音进行了测量分析。厦门新机场施工现场海洋环境噪音、挖沙船、施工货船作业时的水下噪音详见图 7.6.7-1 和图 7.6.7-2。

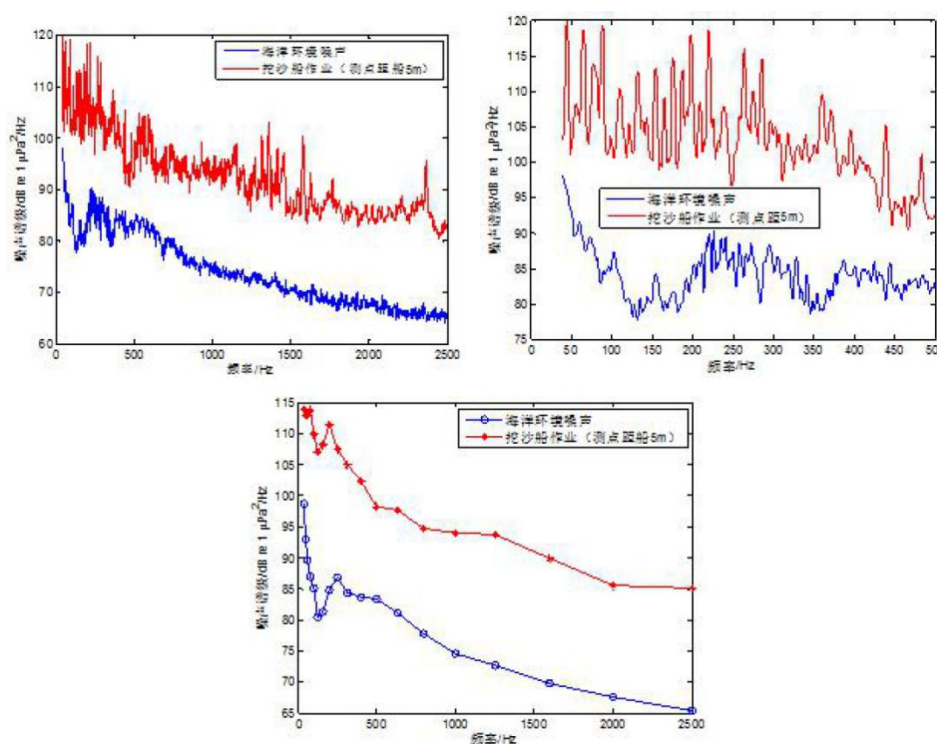
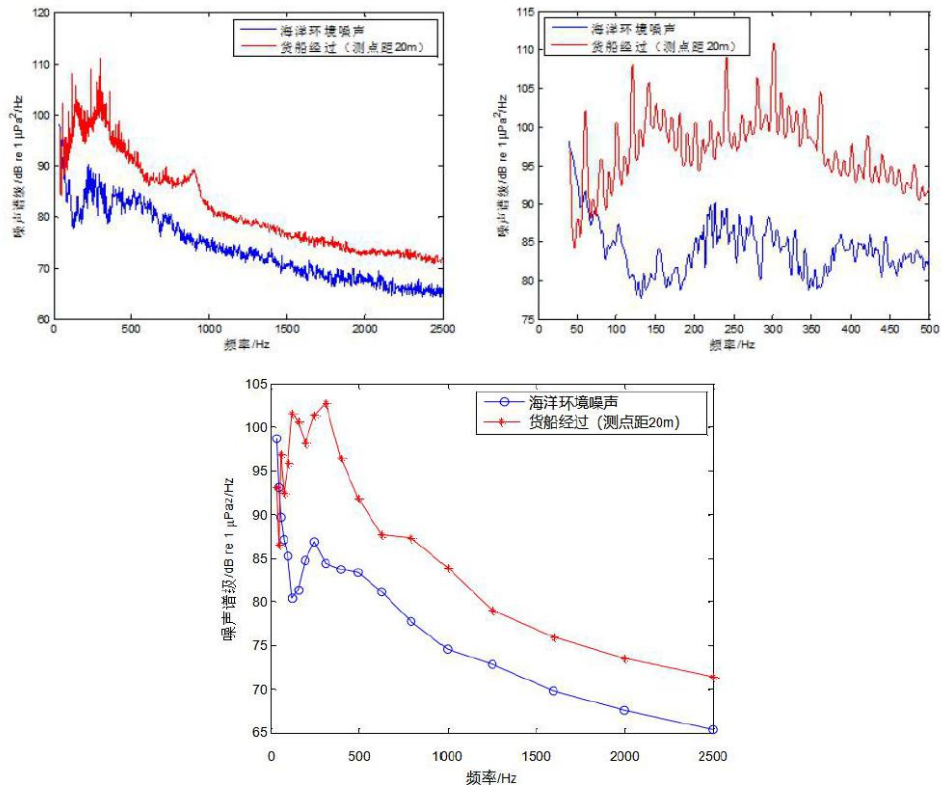


图 7.6.7-1 厦门新机场施工期挖沙船作业时（距 5m）的海洋环境噪声谱



**图 7.6.7-2 厦门新机场施工期施工货船经过时（距 20m）的海洋环境噪声谱级**

由图 7.6.7-1 可以看到，厦门新机场施工期挖沙船作业时（距 5m），海洋环境噪声谱级会提高 16dB 以上，总声压谱级（40~2500Hz 带宽内）提高约 22dB；由图 7.6.7-2 可以看到，厦门新机场施工期货船经过时(距 20m)，海洋环境噪声谱级会提高 10dB 以上，尤其在 100~200Hz 频段，提高达 25dB，总声压谱级（40~2500Hz 带宽内）提高约 13dB。

同时，可以看到，由于总的噪声谱级并不是很高，不超过 120dB(120dB re 1μPa 以下的有效噪声级已与环境背景噪声相当)，远低于美国国家海洋渔业机构（NMFS）颁布的鲸类最大可承受声压标准 180dB(许鹭芬等，水下爆破的声压测量及其对海洋生物的影响)，且船舶作业噪声具有间歇性，声波在传播中随距离的增加成反平方规律衰减，谱级逐渐衰减。

厦门新机场施工过程中配备 3 艘 1000m<sup>3</sup>/h、2 艘 8m<sup>3</sup>/h 抓斗式挖泥船、8 艘自航民船(500m<sup>3</sup>/h)、20 艘泥驳(500m<sup>3</sup>)、10 艘自带皮带机运砂船（1000t 级）以及锚艇、机动艇和交通艇各一艘，总计 46 艘。

而本工程采砂区内同时作业的船舶不超过 5 艘 1000m<sup>3</sup>/h 采砂船、10 艘仓容为 4000m<sup>3</sup> 的皮带运沙船，从船舶数量和总吨位来看，本项目拟投入的船舶比厦门新机场施工船舶少，总吨位也小，因此，本项目作业船舶总叠加源强及影响也

将较厦门新机场的小。

### ②对中华白海豚行为影响分析

水下工程噪声对中华白海豚的影响与伤害主要包括行为与听觉两个方面。在中华白海豚行为方面，水下强噪声会导致中华白海豚的声行为变化、捕食行为变化、以及回避和迁移行为等。在声行为方面，中华白海豚可以通过增大声信号的幅值或持续时长，克服水下噪声对声信号的屏蔽效应。

在中华白海豚听觉方面，水下强噪声会造成中华白海豚听觉系统的听阈变化(Threshold shift, TS)。根据噪声造成的听阈变化持续时效的不同，可将其分为短暂性听阈改变(Temporary Threshold Shift, TTS)与永久性听阈改变(Permanent Threshold Shift, PTS)。TTS类型的听阈变化可以在经过某段时间后完全恢复为零，即噪声的影响完全消除，PTS类型的听阈变化则是永久性的。

Janik 在苏格兰东北部的 Moray Firth 研究了船舶噪声对宽吻中华白海豚行为的影响。研究发现当中华白海豚观察船接近中华白海豚时，中华白海豚的出水次数明显减少。Nowacek 等在 Sarasota、Florida 海域研究了船舶噪声对宽吻中华白海豚行为的影响。研究发现当行船接近中华白海豚时，中华白海豚的呼吸时间间隔(Interbreath intervals, IBI)明显增大，并且中华白海豚之间的距离将减小，中华白海豚游动方向改变，游速明显增大。Buckstaff 在 Sarasota、Florida 海域研究了船舶噪声对宽吻中华白海豚声行为的影响。研究发现船舶噪声对中华白海豚 whistle 的持续时间和频率等参数并没有明显的影响。当行船开始接近中华白海豚时，中华白海豚发出 whistle 的频次明显增加。

### ③对中华白海豚听觉影响分析

根据厦门大学研究并发表的《水下工程噪声对中华白海豚的影响》，施工船舶噪声属于非脉冲型噪声。

Schlundt 等研究了非脉冲型噪声对宽吻中华白海豚的 TTS 影响。实验中中华白海豚所接收的单频噪声频率为 0.4, 3, 10, 20, 75 kHz，持续时长为 1s。实验过程中中华白海豚行为发生变化的声压级范围为 178-193 dB。实验结果显示在多数情况下，声压级在 192-201dB 范围的噪声能够造成 6dB 甚至更高的 TTS。Schlundt 等应用听觉激发电位(Auditory Evoked Potential, AEP)方法研究了非脉冲型噪声对宽吻中华白海豚的 TTS 影响。实验噪声源的频率范围为 4-11kHz，噪声



强度为 160 dB，持续时长为 30 min。实验结果显示中华白海豚在持续接受噪声影响 5min 后 TTS 达到最大值，出现 TTS 的听觉频率范围为 8-16kHz。

Finneran 等研究了非脉冲型噪声对宽吻中华白海豚的 TTS 影响。实验中中华白海豚所接收的单频噪声频率为 3 kHz，持续时长为 1-8s，SEL 范围为 100-203dB。实验结果显示对于中频噪声，中华白海豚开始产生 TTS 的 SEL 为 195 dB。Nachtigall 等研究了非脉冲型噪声对宽吻中华白海豚的 TTS 影响以及中华白海豚的听力恢复情况。实验噪声源的频率范围为 4-11 kHz，噪声源强度在实验过程中逐渐增大至 179 dB，持续时长为 55 min。实验测得中华白海豚对 7.5 kHz 频率声信号的 TTS 平均值为 11 dB，在经过 45 min 休息后中华白海豚听力阈值恢复正常。

参照厦门大学于 2015 年在厦门新机场施工现场的噪声监测结果，挖砂船作业时（距 5m）和货船经过时（距 20m）的水下噪声均不超过 120dB，噪声值小于前述研究白海豚开始产生 TTS 的噪声级，且船舶作业活动产生的噪声一般只在较低的频段如 20~1000Hz 具有较高的能量(Greene, 1987;Greene and Moore, 1995)，主要能量不在中华白海豚的听阈改变的频段内，因此，正常情况下，本项目船舶噪声不会对中华白海豚的听觉系统造成伤害。

#### ④小结

综上所述，本项目作业船舶噪声主要会对中华白海豚的行为产生影响，基本不会对其听觉系统造成伤害，但项目应采取采用低噪声船舶、同时定期对船舶进行维护维修等措施，尽量减小船舶噪声影响。

#### (3) 对海龟的影响分析

大多数的海龟生存在比较浅的沿海水域、海湾、潟湖、珊瑚礁或流入大海的河口，海龟生活于近海上层。大亚湾、红海湾、汕头周围海域是海龟主要活动区域，不在本项目的的评价范围内。2021 年春季和秋季在本工程水域调查时未发现海龟。

由“图 7.7.1-1 采砂区采砂时悬浮泥沙增量超过 10mg/L 包络线与环境敏感点叠加图”可知，本项目采砂过程中，产生增量超过 10mg/L 的悬浮泥不会扩散至南澎列岛周围海域。本项目将在 3 年内完成采砂，每年实际可开采时间仅约为 215 天，每天工作在 18 小时内（敏感期工作 12 小时），因此，实际每年的影响

时间也较短，施工作业完成后，SS的影响也将消失，不会对海龟产生明显的不良影响。本项目应采取控制采砂范围，严禁超总量开采，控制采砂强度，加强采砂期间的跟踪监测，以减少项目施工对海龟造成的影响。

#### (4) 对限制类红线区的影响分析

本项目附近的限制类红线区主要有捷胜重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区（西侧约 11.1km）、捷胜重要渔业海域限制类红线区（西南侧约 12.2km）、红海湾海洋特别保护区限制类红线区（西南侧约 6.8km）、红海湾海洋特别保护区禁止类红线区（西南侧约 8.7km）、遮浪南重要渔业海域限制类红线区（西南侧约 12.9km）、遮浪角东人工渔礁保护区禁止类红线区（西南侧约 2.6km）、遮浪重要滨海旅游区限制类红线区（西南侧约 6.9km）、施公寮重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区（西侧约 7.7km）、螺河重要河口生态系统限制类红线区（西北侧约 11.5km）、碣石湾长毛对虾重要渔业海域限制类红线区（北侧约 6.1km）、金厢重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区（东北侧约 14.4km）、金厢重要渔业海域限制类红线区（东北侧约 8.8km）、碣石湾海马珍稀濒危物种集中分布区限制类红线区（东南侧约 9.1km），根据“图 7.7.1-1 三个采砂区同时采砂时悬浮泥沙增量超过 10mg/L 包络线与环境敏感点叠加图”可知，项目采砂过程产生的悬浮泥沙未扩散至遮浪角东人工渔礁保护区禁止类红线区（西南侧约 2.6km），不会影响该区域的海洋环境质量，不会导致该海域游泳生物、底栖生物以及渔业资源不同程度受损。

“遮浪角东人工渔礁保护区禁止类红线区”的生态保护目标是：人工鱼礁系统。管控措施：执行《海洋特别保护区管理办法》和《海洋自然保护区管理办法》等相关法律法规，重点保护海洋生物资源和海岛景观。禁止实施各种与保护无关的工程建设活动，禁止实施改变区内自然生态条件的生产活动和工程建设活动。鼓励采取适当的人工生态整治与修复措施，恢复海洋生态、资源与关键生境。环境保护要求：按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，禁止直接向海域排放污染物，改善海洋环境质量。遮浪角东人工渔礁保护区禁止类红线区总面积为 17.05km<sup>2</sup>，本项目不会降低该区域的海洋环境质量。

本项目为海砂开采项目，无炸鱼等违法捕鱼行为，不涉及制造或运输污染和危险品，船舶含油污水、生活污水、船舶垃圾和生活垃圾等均收集上岸处理，不

直接排海，本项目对周边海洋环境的影响主要为采砂过程的悬浮泥沙扩散。采砂施工导致一定海域的底质环境改变，以及悬浮泥沙扩散将对周边重要渔业产品的产卵、索饵、越冬环境产生一定影响，由于从工程施工情况来看，悬浮泥沙影响区域相对固定，本项目将在3年内完成采砂，每年实际可开采时间仅约为215天，每天工作在18小时内（敏感期工作12小时），因此，实际每年的影响时间也较短，施工作业完成后，SS的影响也将消失，其对海域自然环境的影响将随着施工期结束而消失。施工结束后，应通过生态补偿及修复措施恢复渔业资源，将影响控制在一定范围和程度内。本项目应采取控制采砂范围，严禁超总量开采，控制采砂强度，尽量避开鱼类产卵盛期，同时严格按照环评报告及相关行业要求中提出的环保措施，确保工程施工对海洋环境的影响程度降到最低。

## 7.7 采砂活动对敏感目标和海洋功能区的影响分析

### 7.7.1 对主要环境敏感区的环境影响评价

#### 7.7.1.1 对保护区的影响分析

本项目附近的保护区主要有汕尾遮浪角东海洋生态自然保护区（西南侧约5.0km）、汕尾碣石湾鲮鱼长毛对虾国家级水产种质资源保护区（北侧约6.3km），本项目与附近保护区的距离均较远。根据“图7.7.1-1三个采砂区同时采砂时悬浮泥沙增量超过10mg/L包络线与环境敏感点叠加图”可知可知，项目采砂过程产生的悬浮泥沙不会扩散至保护区范围内，因此，本项目基本不会对海洋保护区产生影响。

#### 7.7.1.2 对限制类红线区的影响分析

本项目附近的限制类红线区主要有捷胜重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区（西侧约11.1km）、捷胜重要渔业海域限制类红线区（西南侧约12.2km）、红海湾海洋特别保护区限制类红线区（西南侧约6.8km）、红海湾海洋特别保护区禁止类红线区（西南侧约8.7km）、遮浪南重要渔业海域限制类红线区（西南侧约12.9km）、遮浪角东人工渔礁保护区禁止类红线区（西南侧约2.6km）、遮浪重要滨海旅游区限制类红线区（西南侧约6.9km）、施公寮重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区（西侧约7.7km）、螺河重要河口生态系统限制类红线区（西北侧约11.5km）、碣石湾长毛对虾重要渔业海域限制类红线区（北侧约6.1km）、

金厢重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区（东北侧约 14.4km）、金厢重要渔业海域限制类红线区（东北侧约 8.8km）、碣石湾海马珍稀濒危物种集中分布区限制类红线区（东南侧约 9.1km），根据“图 7.7.1-1 三个采砂区同时采砂时悬浮泥沙增量超过 10mg/L 包络线与环境敏感点叠加图”可知，项目采砂过程产生的悬浮泥沙未扩散至遮浪角东人工渔礁保护区禁止类红线区（西南侧约 2.6km），不会影响该区域的海洋环境质量，不会导致该海域游泳生物、底栖生物以及渔业资源不同程度受损。

“遮浪角东人工渔礁保护区禁止类红线区”的生态保护目标是：人工鱼礁系统。管控措施：执行《海洋特别保护区管理办法》和《海洋自然保护区管理办法》等相关法律法规，重点保护海洋生物资源和海岛景观。禁止实施各种与保护无关的工程建设活动，禁止实施改变区内自然生态条件的生产活动和工程建设活动。鼓励采取适当的人工生态整治与修复措施，恢复海洋生态、资源与关键生境。环境保护要求：按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，禁止直接向海域排放污染物，改善海洋环境质量。遮浪角东人工渔礁保护区禁止类红线区总面积为 17.05km<sup>2</sup>，本项目不会降低该区域的海洋环境质量。

本项目为海砂开采项目，无炸鱼等违法捕鱼行为，不涉及制造或运输污染和危险品，船舶含油污水、生活污水、船舶垃圾和生活垃圾等均收集上岸处理，不直接排海，本项目对周边海洋环境的影响主要为采砂过程的悬浮泥沙扩散。采砂施工导致一定海域的底质环境改变，以及悬浮泥沙扩散将对周边重要渔业产品的产卵、索饵、越冬环境产生一定影响，由于从工程施工情况来看，悬浮泥沙影响区域相对固定，本项目将在 3 年内完成采砂，每年实际可开采时间仅约为 215 天，每天工作在 18 小时内（敏感期工作 12 小时），因此，实际每年的影响时间也较短，施工作业完成后，SS 的影响也将消失，其对海域自然环境的影响将随着施工期结束而消失。施工结束后，应通过生态补偿及修复措施恢复渔业资源，将影响控制在一定范围和程度内。本项目应采取控制采砂范围，严禁超总量开采，控制采砂强度，尽量避开鱼类产卵盛期，同时严格按照环评报告及相关行业要求中提出的环保措施，确保工程施工对海洋环境的影响程度降到最低。

### 7.7.1.3 对航道的影响分析

本项目附近有大星山甲子航道（南侧，约9.2km）、汕尾东线航道（西南侧，约14.7km）、东洲航道（西南侧，约12.1km）、乌坎西线航道（西侧，约1.3km）、碣石航道（东侧，约1.8km）、乌坎东线航道（东侧，约11.3km），其中与本项目最近的为碣石航道。

本项目无需占用通航航道，但本项目运砂船舶将海砂运输上岸过程中，将会增加附近航道的通航密度，从而可能对附近的航道的通航环境造成一定的影响，本项目应采取不得随意穿越出海航道、在取得发水上水下施工作业许可证和通航公警告才能正式进场作业、采砂船和运砂船悬挂正确的旗号和号灯等措施，以将项目可能对附近航道的通航环境影响降至最低。由“图 7.7.1-2 三个采砂区同时开采冲淤环境变化与敏感目标叠加图”可知，本项目实施后，距离采砂区最近的乌坎西线航道整体上处于淤积状态，靠近施公寮岛最近的位置航道有部分冲刷，年淤积量为 0.003m/a，25~30 年达到后冲淤达到平衡后这段航道内淤积为 0.09m，相较于当前该段航道深度约 12m，30 年后淤积的程度几乎无影响。碣石航道，靠近采砂区西侧部分航道内为淤积，年淤积量为 0.0001m/a，25~30 年达到平衡后淤积量为 0.003m，相较于当前该段航道深度约 16m，30 年后淤积的程度几乎无影响。项目东西两侧可供小型船航行的水域较宽，进出海门港船舶可以绕开海砂开采区航行。

此外，由于本项目与其他航道的距离较远，因此，本项目基本不会对大星山甲子航道、汕尾东线航道、东洲航道、乌坎西线航道、乌坎东线航道的冲淤产生影响。

综合分析，本项目采砂过程中，可能对距离项目较近的碣石航道的冲淤环境、通航环境和通航安全产生一定的影响，但经采取一定的通航安全保障措施后，对其影响在可接受范围内。

### 7.7.1.4 对锚地的影响分析

本项目附近有施公寮岛、金屿。此外，由“图7.7.1-2 三个采砂区同时开采冲淤环境变化与敏感目标叠加图”可知，影响到的区域30年后冲刷程度不超过 0.04m，距离较近的9#锚地和10#锚地两个锚区的深度均超过10m，对其几乎无影响。因此本项目是实施对周边锚地基本上无影响。

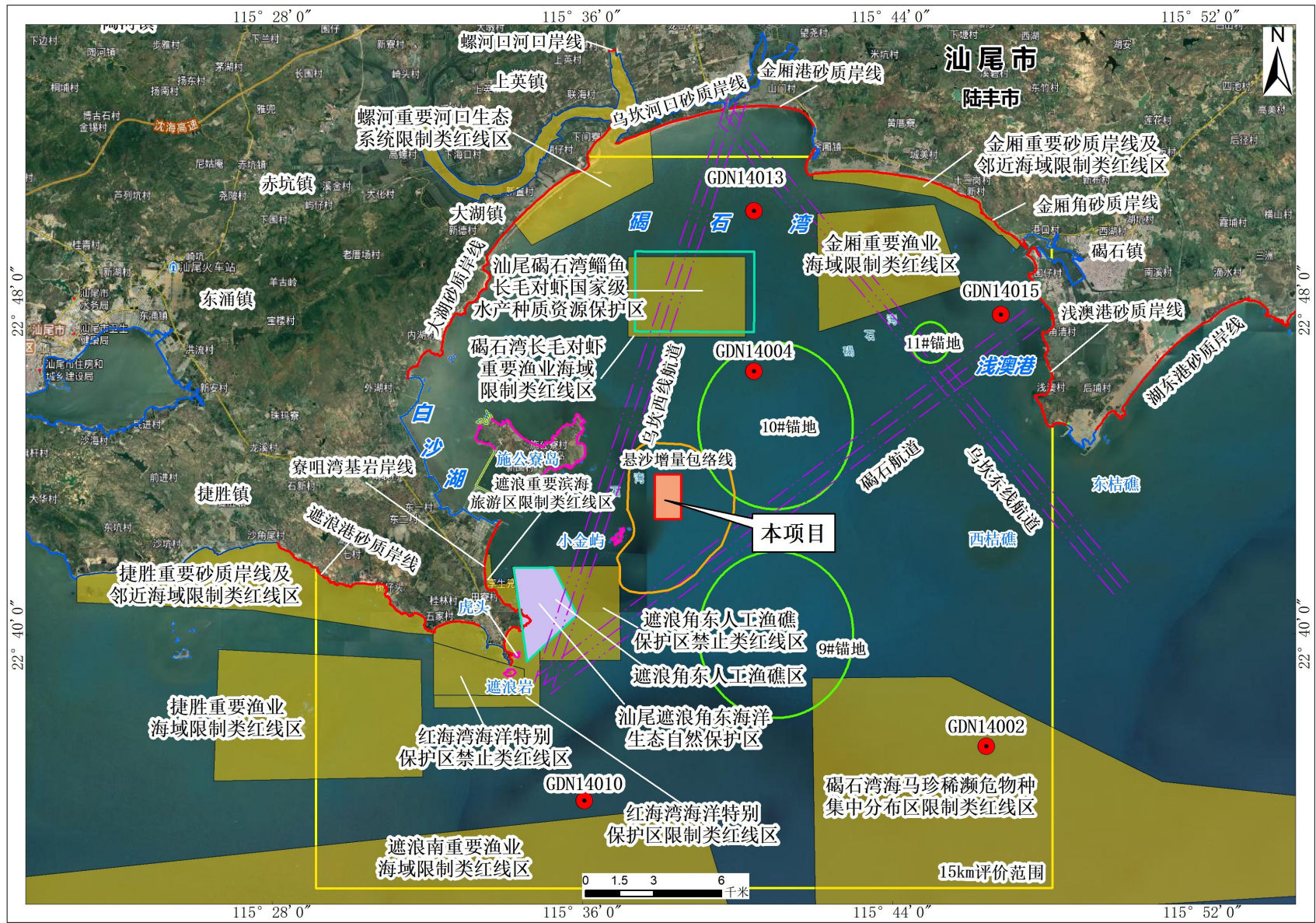


图 7.7.1-1a 三个采砂区同时采砂时悬浮泥沙增量超过 10mg/L 包络线与环境敏感点叠加图

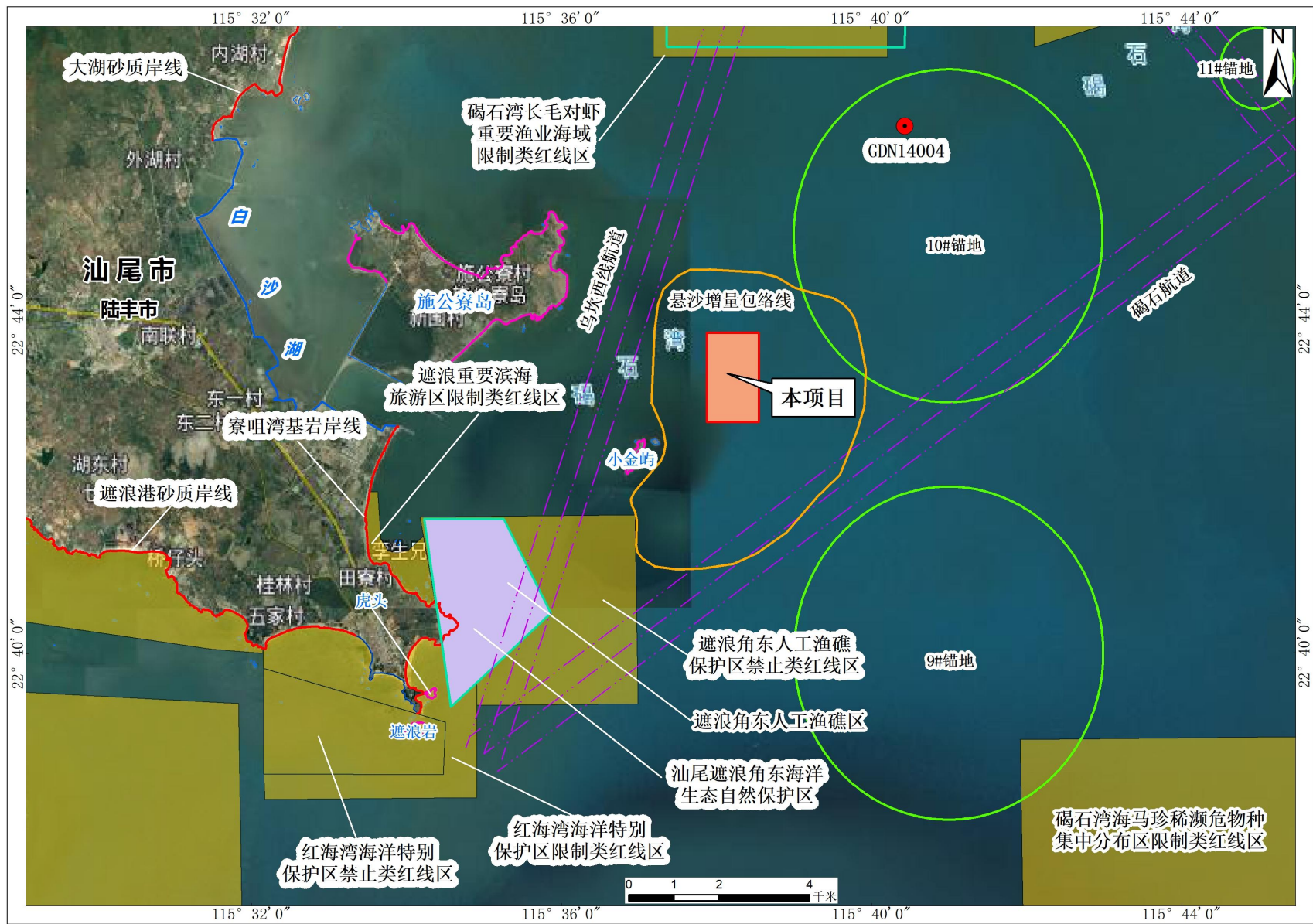


图 7.7.1-1b 三个采砂区同时采砂时悬浮泥沙增量超过 10mg/L 包络线与环境敏感点叠加图 (局部放大图)

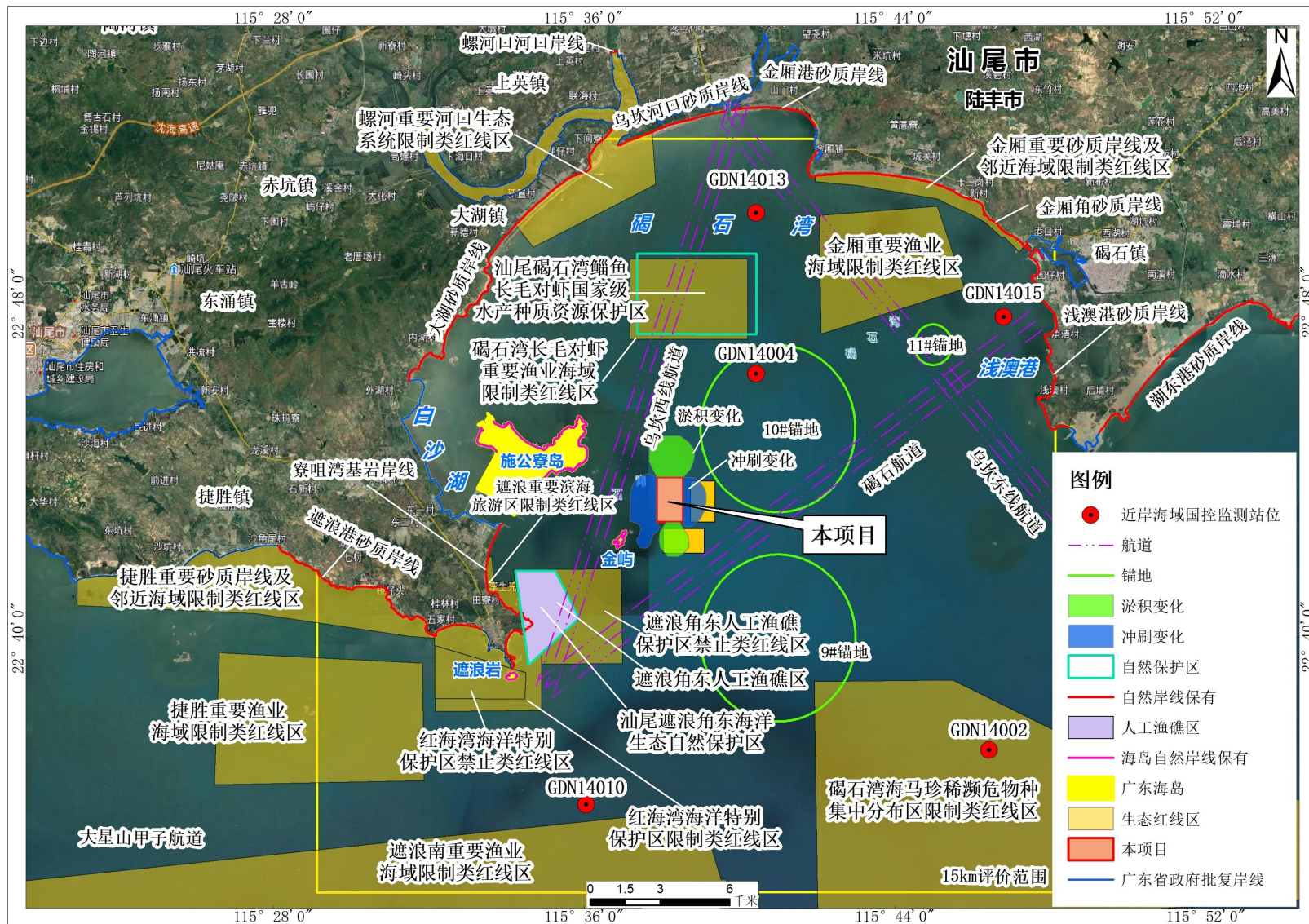


图7.7.1-2 项目区块开采冲淤环境变化与敏感目标叠加图



## 7.7.2 对海洋功能区的影响分析

根据《广东省海洋功能区划（2011—2020年）》，本项目所在的海洋功能区为珠海-潮州近海农渔业，周边海域海洋功能区有：红海湾农渔业区、遮浪矿产与能源区、遮浪旅游休闲娱乐区、遮浪海洋保护区、施公寮港口航运区、碣石湾西部工业与城镇用海区、碣石湾农渔业区、金厢旅游休闲娱乐区、田尾山工业与城镇用海区、遮浪南海洋保护区。

表 7.7.2-1 项目所在海域及周边海域海洋功能区分布表

序号	省海洋功能区划名称	与本项目相对位置	功能区
1	红海湾农渔业区	西南侧，约 9.1km	农渔业区
2	遮浪矿产与能源区	西南侧，约 7.4km	矿产与能源区
3	遮浪旅游休闲娱乐区	西南侧，约 6.8km	旅游休闲娱乐区
4	遮浪海洋保护区	西南侧，约 4.3km	海洋保护区
5	施公寮港口航运区	西侧，约 2.9km	航运区
6	碣石湾西部工业与城镇用海区	西北侧，约 8.1km	工业与城镇用海区
7	碣石湾农渔业区	北侧，约 3.8km	农渔业区
8	金厢旅游休闲娱乐区	东北侧，约 14.7km	旅游休闲娱乐区
9	田尾山工业与城镇用海区	东侧，约 13.3km	工业与城镇用海区
10	遮浪南海洋保护区	西南侧，约 12.9km	海洋保护区
11	珠海-潮州近海农渔业区	在项目范围内	农渔业区

### 7.7.2.1 对农渔业区的影响分析

本项目位于珠海-潮州近海农渔业，周边分布有红海湾农渔业区、碣石湾农渔业区，本工程采砂期间引起的悬浮泥沙会对项目所在的珠海-潮州近海农渔业一定范围内的水质和海洋生态环境造成一定的影响，造成一定的生物量损失，但本工程采砂产生的悬浮泥沙对周围海域的影响是暂时性的，在项目采取严格控制施工范围、合理控制采砂强度，洗砂废水经溢流管海底以上2.0m处排放，施工船舶含油污水和生活污水均收集上岸交由有处理能力的单位处理，在施工期对项目所在海域进行跟踪监测，同时对造成的海洋生态损失进行补偿等措施后，可将本项目对所在海洋功能区的影响降至最低，不会对其产生长远的不良影响。红海湾农渔业区、碣石湾农渔业区与本项目最近距离为3.8km，10mg/L悬浮泥沙增量包络线未扩散至这两个区域（见图7.7.2-1），因此对其影响很小。

### 7.7.2.2 对旅游休闲娱乐区的影响分析

本项目周边分布有遮浪旅游休闲娱乐区、金厢旅游休闲娱乐区，最近距离约

为6.8km，由数值模拟结果可知，本项目建设产生的悬浮泥沙扩散主要集中在工程附近海域，10mg/L 悬浮泥沙增量包络线未扩散至附近旅游休闲娱乐区（见图7.7.2-1），而且这些悬浮物增量会随着海砂开采施工结束很快沉降分散，因此本项目建设对项目附近的该休闲娱乐区基本无影响。且本项目采砂期间产生的生活垃圾、生活污水和船舶含油污水也将由有能力单位收集处理，禁止直接排放入海。因此，本项目的建设不会对附近旅游休闲娱乐区产生影响。

### 7.7.2.3 对航运区的影响分析

本项目西侧约2.9km为施公寮港口航运区。本项目除了海砂开采施工外，没有其他用海方式和施工方式，不会对施公寮港口航运区的主导功能产生不利影响。本项目海砂开采期间会产生悬浮物增量，对海域的生态环境产生影响，但本项目采砂产生的悬浮泥沙扩散主要集中在工程附近海域，10mg/L悬浮泥沙增量包络线未扩散至施公寮港口航运区（见图7.7.2-1），而且这些悬浮物增量会随着海砂开采施工结束很快沉降分散，对此功能区的生态环境几乎无影响。此外，本项目海砂开采期间将增加附近水域和航道的船舶数量，对通航环境有一定影响，但距离靖海港口航运区、海门港口航运区较远，且施工期间将严格遵守海事航道部门的指挥和调度。因此，本项目的建设符合不会对海门港口航运区产生明显的不良影响。

### 7.7.2.4 对工业与城镇用海区的影响分析

本项目西北侧约8.1km为碣石湾西部工业与城镇用海区、东侧约13.3km田尾山工业与城镇用海区。本项目除了海砂开采施工外，没有其他用海方式和施工方式，不会对海门湾工业与城镇用海区的主导功能产生不利影响。由“图7.7.2-1 三个采砂区同时开采悬浮泥沙增量超过10mg/L包络线与海洋功能区叠加图”可知，本项目采砂过程中，产生增量超过10mg/L的悬浮泥不会扩散至项目附近的工业与城镇用海区，基本不会对附近的工业与城镇用海区产生影响。但项目应采取严格控制施工范围、合理控制采砂强度，洗砂废水经溢流管海底以上2.0m处排放，施工船舶含油污水和生活污水均收集上岸交由有处理能力的单位处理，在施工期对项目所在海域进行跟踪监测，同时对造成的海洋生态损失进行补偿等措施，将本项目对附近工业与城镇用海区的影响降至最低。

### 7.7.2.5 对海洋保护区的影响分析

本项目西南侧约4.3km为遮浪海洋保护区、西南侧约12.9km为遮浪南海洋保护区。本项目除了海砂开采施工外，没有其他用海方式和施工方式，不会对海洋保护区的主导功能产生不利影响。由“图7.7.2-1 三个采砂区同时开采悬浮泥沙增量超过10mg/L包络线与海洋功能区叠加图”可知，本项目采砂过程中产生增量超过10mg/L的悬浮泥不会扩散至遮浪海洋保护区、遮浪南海洋保护区，基本不会对附近的海洋保护区产生影响。但项目应采取严格控制施工范围、合理控制采砂强度，洗砂废水经溢流管海底以上2.0m处排放，施工船舶含油污水和生活污水均收集上岸交由有处理能力的单位处理，在施工期对项目所在海域进行跟踪监测，同时对造成的海洋生态损失进行补偿等措施，将本项目对附近环境功能区的影响降至最低。

### 7.7.2.6 对矿产与能源区的影响分析

本项目西南侧约7.4km为遮浪矿产与能源区。本项目除了海砂开采施工外，没有其他用海方式和施工方式，不会对海洋保护区的主导功能产生不利影响。由“图7.7.2-1 三个采砂区同时开采悬浮泥沙增量超过10mg/L包络线与海洋功能区叠加图”可知，本项目采砂过程中产生增量超过10mg/L的悬浮泥不会扩散至遮浪矿产与能源区，基本不会对附近的矿产与能源区产生影响。但项目应采取严格控制施工范围、合理控制采砂强度，洗砂废水经溢流管海底以上2.0m处排放，施工船舶含油污水和生活污水均收集上岸交由有处理能力的单位处理，在施工期对项目所在海域进行跟踪监测，同时对造成的海洋生态损失进行补偿等措施，将本项目对附近环境功能区的影响降至最低。

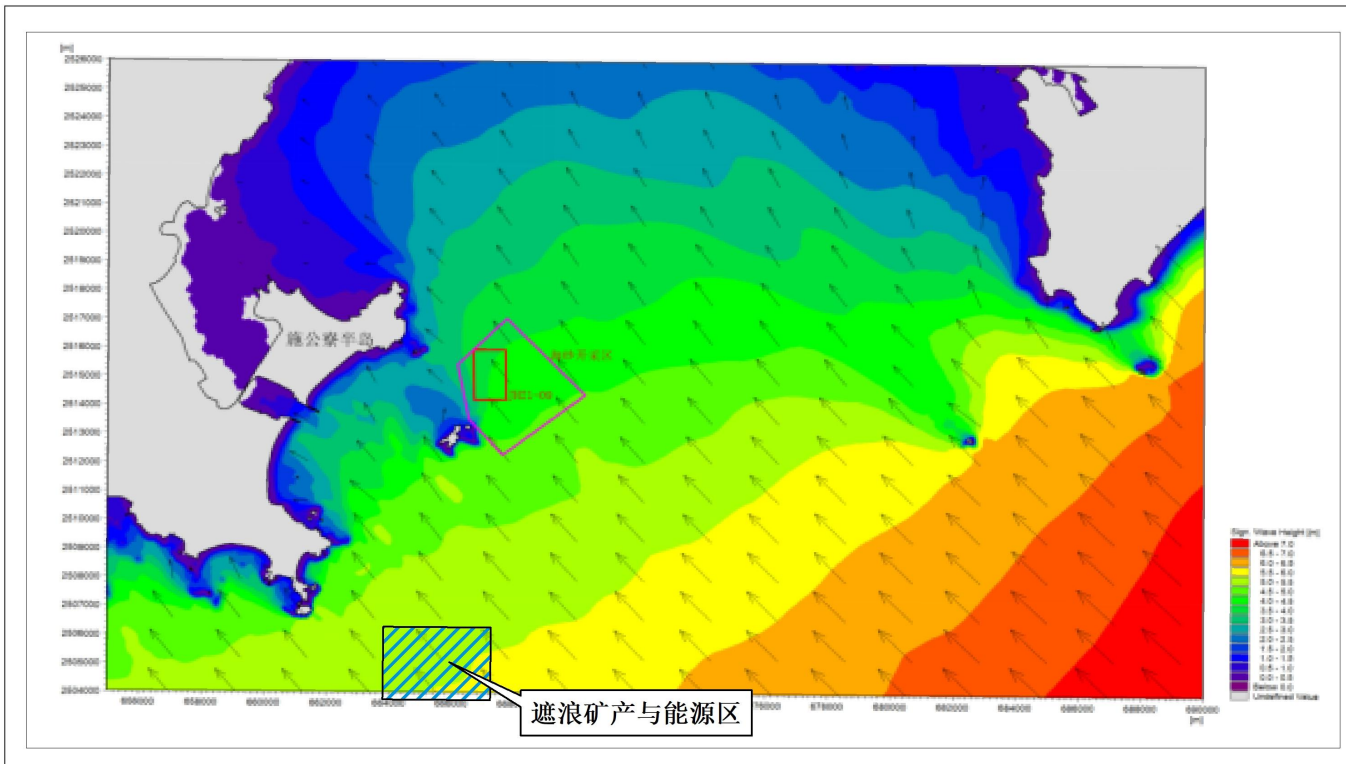
遮浪矿产与能源区主要为波浪能开发，根据“7.2节 波浪环境影响分析”可知，工程实施后，三个采砂区内代表点发生不同程度的变化，波高以减小为主，50年一遇SE向有效波高变化幅度为-1.31m~0.30m；50年一遇E向有效波高变化幅度为-0.40m~0.26m；采砂区周边海域代表点波高有增有减，变化幅度不大。三个采砂区采砂后，工程附近海域波周期较小，代表点50年一遇SE向波浪平均周期变化均小于±0.43s；代表点50年一遇SE向波浪平均周期变化均小于±0.48s。总体上看，三个采砂区采砂会对工程附近波浪动力环境产生一定程度的影响。

根据“图7.7.2-2 工程前后遮浪矿产与能源区波浪分布变化对比图”可知，

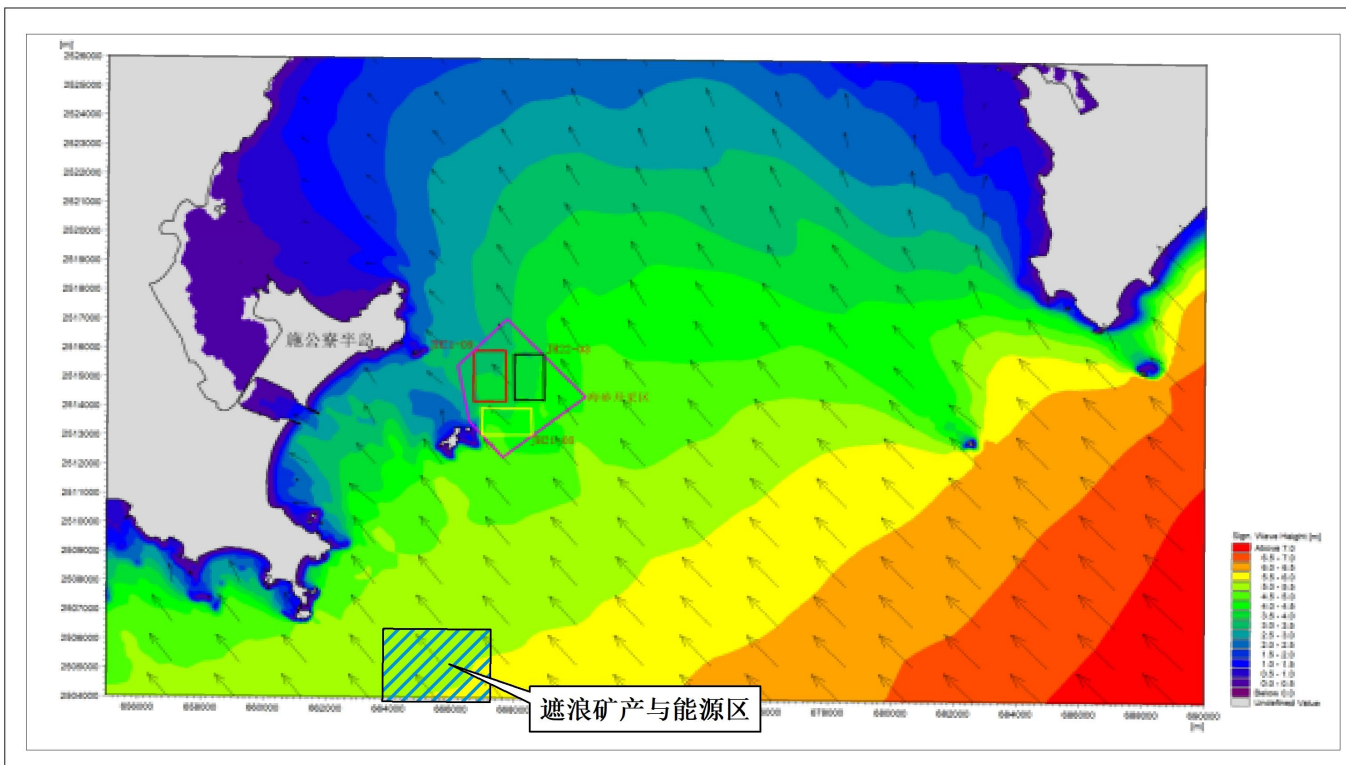
三个采砂区开采后项目遮浪矿产与能源区波浪与开采前无发生明显变动,故本项目实施对遮浪矿产与能源区的波浪能影响不大。



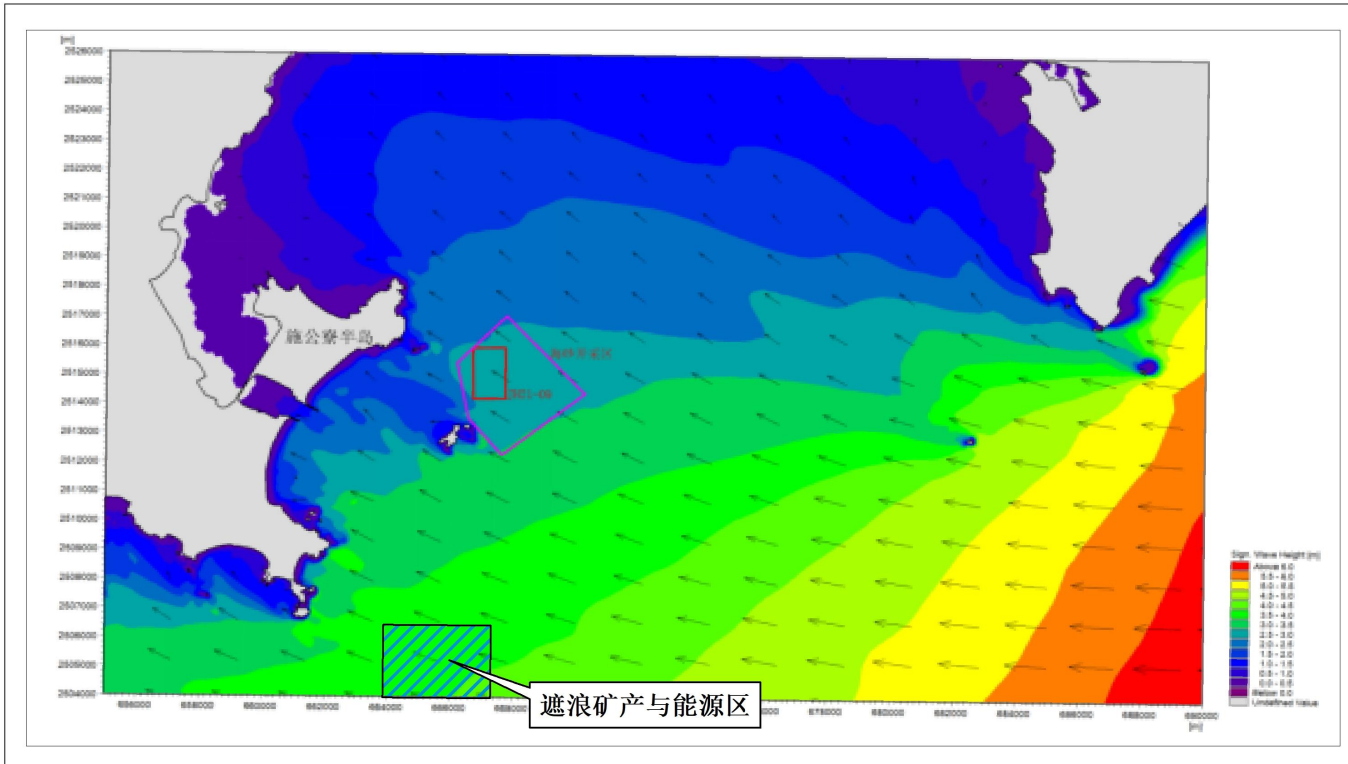
图7.7.2-1 三个采砂区同时开采悬浮泥沙增量超过10mg/L包络线与海洋功能区叠加图



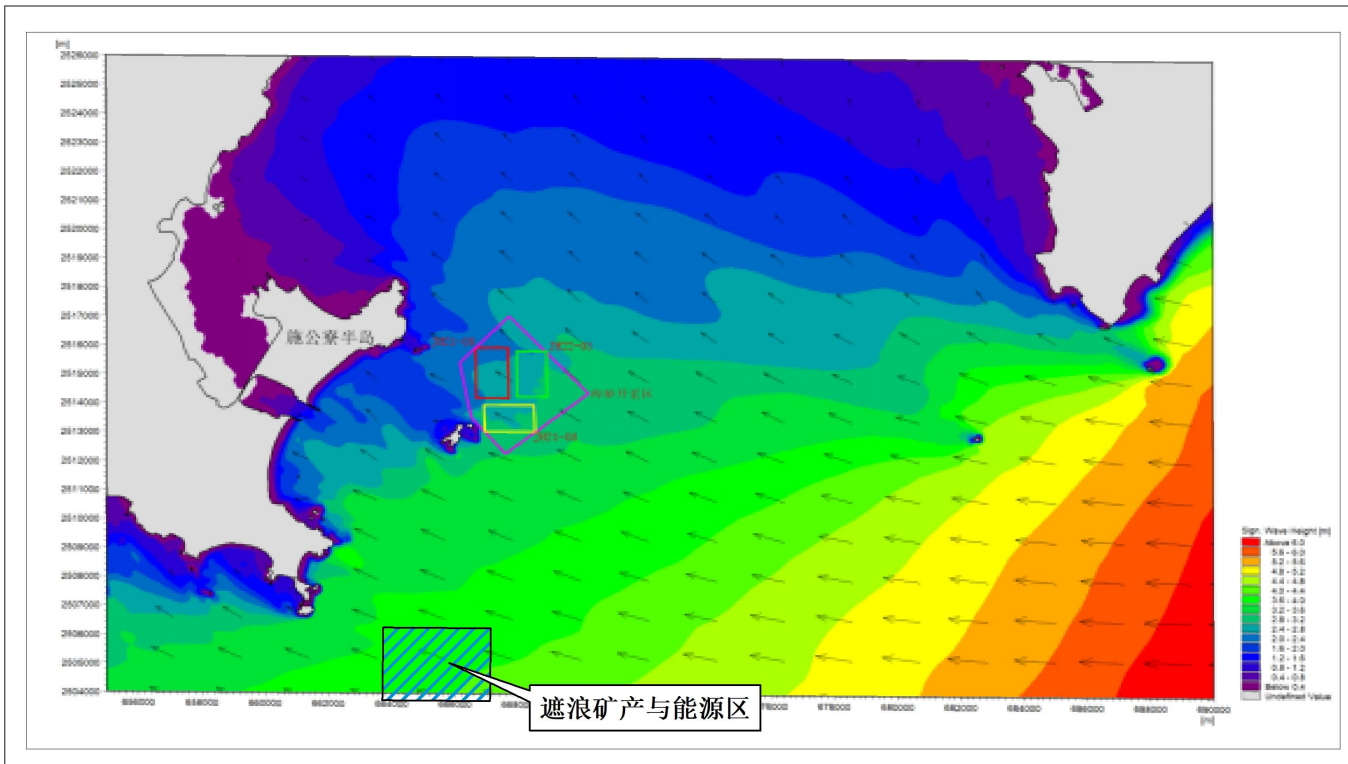
工程前50年一遇SE向有效波高分布图



工程后50年一遇SE向波浪分布图（三个采砂区）



工程前50年一遇SE向有效波高分布图



工程后50年一遇SE向波浪分布图（三个采砂区）

图7.7.2-2 工程前后遮浪矿产与能源区波浪分布变化对比图

### 7.7.2.7 对近岸海域国控监测站位的影响分析

本项目附近有近岸海域国控监测站位GDN14010（西南侧，约12.8km）、GDN14002（东南侧，约16.8km）、GDN14004（东北侧，约5.6km）、GDN14013（东北侧，约12.1km）、GDN14015（东北侧，约15.8km），近岸海域国控监测站位主要为近岸海域海水水质监测，距离项目最近的为国控监测站位GDN22002。根据“图 7.7.1-1 三个采砂区同时采砂时悬浮泥沙增量超过10mg/L包络线与环境敏感点叠加图”，项目采砂过程产生的悬浮泥沙基本不会扩散至国控监测站位，不影响监测站位水质，因此，本项目基本不会对国控监测站位产生影响。

## 7.8 对通航环境的影响分析

本项目无需占用通航航道，可能对通航环境产生影响的主要为运砂船舶的影响。本项目运砂船舶将海砂运输上岸过程中，将会增加附近航道的通航密度，而且船舶可能与过往船舶发生碰撞事故，增加海事部门的管理难度和强度。而且本项目实施后，将在一定程度声改变所在海域的局部水深和冲淤环境等，可能对附近航道的水深和冲淤环境等造成一定的影响。

根据《汕尾市 2021 年海砂开采资源储量详查作业通航安全保障方案（备案稿）》，碣石航道为 5000 吨级液化气船航路，该航道原为碣石湾油库码头成品油船舶运输习惯航路，后由于中国石化燃料油销售有限公司广东分公司碣石湾油库码头自 2001 年停产至今，码头钢引桥栈桥年久失修已损坏，且码头前沿回淤，航道已基本不使用。乌坎东线航道、乌坎西线航道都为 3000 吨级集装箱航路，主要是近海习惯航路航行的船舶转向进入碣石湾，沿东口或者西口进入乌坎作业区的船舶，乌坎作业区泊位较少，货物吞吐量不大，船舶沿乌坎东线、西线航道进出港也不多。施公寮出让区与乌坎西线航道最近距离约 1.3km，其相互影响不大。

根据《汕尾港陆丰港区规划调整方案》（报批稿）中提到的碣石航道、乌坎东线航道和乌坎西线航道没有明确的船舶航迹显示，另外，根据对碣石湾附近海域船舶进出港统计数据来看，碣石航道由于油库码头废弃后并未营运，因此基本无成品油船舶沿该航道航行。乌坎港进出港船舶量也不大，所以 AIS 航迹线无



乌坎东线和西线进出港船舶航迹。整体上来看，碣石湾船舶活动并不密集，且拟选的海砂拟出让区处船舶航迹较少，基本无 AIS 航迹。由此可知，拟选海砂出让区对附近商船活动的影响不大。

因此，本项目应采取严格控制采砂范围，安排警戒船舶、设置施工期航标等措施，将项目施工期可能产生的通航环境影响降至最低。

## 7.9 大气环境影响分析

本项目施工过程中，产生的大气污染物主要来源于施工船舶产生的废气。本工程水上作业船舶主要为采砂船和皮带船等。这些船舶一般需配备柴油发电机等设施，柴油发电机运行过程中会产生废气等污染。但本项目施工船舶较少，拟申请采砂区处于相对开阔的海域，距离岸线较远，有利于污染物的扩散，且评价范围内没有敏感点，因此，施工期船舶废气对周边环境的影响有限。

本项目大气环境影响评价自查表详见表7.9-1。

表 7.9-1 建设项目大气环境影响评价自查表

工作内容		自查项目							
评价等级与范围	评价等级	一级 <input type="checkbox"/>		二级 <input type="checkbox"/>		三级 <input checked="" type="checkbox"/>			
	评价范围	边长=50km <input type="checkbox"/>		边长5~50km <input type="checkbox"/>		边长=5 km <input type="checkbox"/>			
评价因子	SO <sub>2</sub> +NO <sub>x</sub> 排放量	≥ 2000t/a <input type="checkbox"/>		500~2000t/a <input type="checkbox"/>		<500 t/a <input checked="" type="checkbox"/>			
	评价因子	基本污染物：(CO、O <sub>3</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>x</sub> 、PM <sub>10</sub> 、PM <sub>2.5</sub> )				包括二次 PM <sub>2.5</sub> <input type="checkbox"/> 不包括二次 PM <sub>2.5</sub> <input checked="" type="checkbox"/>			
评价标准	评价标准	国家标准 <input checked="" type="checkbox"/>		地方标准 <input type="checkbox"/>		附录 D <input type="checkbox"/>		其他标准 <input type="checkbox"/>	
	环境功能区	一类区 <input type="checkbox"/>		二类区 <input checked="" type="checkbox"/>		一类区和二类区 <input type="checkbox"/>			
现状评价	评价基准年	(2020) 年							
	环境空气质量现状调查数据来源	长期例行监测数据 <input type="checkbox"/>			主管部门发布的数据 <input checked="" type="checkbox"/>		现状补充监测 <input type="checkbox"/>		
	现状评价	达标区 <input checked="" type="checkbox"/>				不达标区 <input type="checkbox"/>			
污染源调查	调查内容	本项目正常排放源 <input type="checkbox"/>		拟替代的污染源 <input type="checkbox"/>		其他在建、拟建项目污染源 <input type="checkbox"/>		区域污染源 <input type="checkbox"/>	
		本项目非正常排放源 <input type="checkbox"/>		现有污染源 <input type="checkbox"/>					
大气环境影响预测与评价	预测模型	AERMOD <input type="checkbox"/>	ADMS <input type="checkbox"/>	AUSTAL2000 <input type="checkbox"/>	EDMS/AED <input type="checkbox"/>	CALPUF <input type="checkbox"/>	网格模型 <input type="checkbox"/>	其他 <input type="checkbox"/>	
	预测范围	边长≥ 50km <input type="checkbox"/>		边长 5~50km <input type="checkbox"/>		边长 = 5 km <input type="checkbox"/>			
	预测因子	预测因子( )				包括二次 PM <sub>2.5</sub> <input type="checkbox"/> 不包括二次 PM <sub>2.5</sub> <input type="checkbox"/>			
	正常排放短期浓度贡献值	本项目最大占标率≤100% <input type="checkbox"/>					本项目最大占标率>100% <input type="checkbox"/>		
	正常排放年均浓度贡献值	一类区	本项目最大占标率≤10% <input type="checkbox"/>				本项目最大占标率>10% <input type="checkbox"/>		
		二类区	本项目最大占标率≤30% <input type="checkbox"/>				项目最大占标率>30% <input type="checkbox"/>		
	非正常排放 1h 浓度贡献值	非正常持续时长 ( ) h		非正常占标率≤100% <input type="checkbox"/>			非正常占标率>100% <input type="checkbox"/>		
保证率日平均浓度和年平均浓度叠加值	叠加达标 <input type="checkbox"/>					叠加不达标 <input type="checkbox"/>			
区域环境质量的整体改善率	k ≤-20% <input type="checkbox"/>					k >-20% <input type="checkbox"/>			

	变化情况			
环境监测计划	污染源监测	监测因子: ( )	有组织废气监测 <input type="checkbox"/> 无组织废气监测 <input type="checkbox"/>	无监测 <input checked="" type="checkbox"/>
	环境质量监测	监测因子: ( )	监测点位数 ( / )	无监测 <input checked="" type="checkbox"/>
评价结论	环境影响	可以接受 <input checked="" type="checkbox"/> 不可以接受 <input type="checkbox"/>		
	大气环境保护距离	距 ( / ) 厂界最远 ( / ) m		
	污染源年排放量	SO <sub>2</sub> : ( / ) t/a	NO <sub>x</sub> : ( / ) t/a	颗粒物: ( / ) t/a VOCs: ( / ) t/a
注:“□”为勾选项, 填“√”;“( )”为内容填写项				

## 7.10 固体废物环境影响分析

本项目产生的固体废物主要包括船舶生活垃圾和碎石杂物。由工程分析结果可知, 本项目生活垃圾产生量约为279kg/d, 生活垃圾主要为有机物, 包括剩饭、剩菜, 如不对其采取有效的处理措施, 将对工程海域海水水质、生态环境等造成影响, 因此船舶人员船舶生活垃圾拟经分类收集上岸后, 由环卫部门清运处理, 不得排放入海。此外, 本项目采砂过程也会产生一定量碎石杂物, 碎石杂物产生量约1749.77t/d(1325.58m<sup>3</sup>/d)。

在采砂船靠岸检修时由相关接收单位接收处理, 不得倾倒入海, 不会对所在海域环境造成二次污染影响。

## 8 环境事故风险分析与评价

### 8.1 环境风险评价等级

#### (1) 风险调查

本项目为采砂工程，根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录中附录 B 及《重大危险源辨识》（GB18218-2018），本项目不属于高风险行业，不涉及高风险工艺。

#### (2) 风险潜势判断及等级判断

根据 2.4 节的环境风险评价等级判断结果，本项目环境风险潜势为 III。因此，确定本项目的环境风险评价工作等级为二级。

### 8.2 环境敏感目标

本项目环境敏感目标主要为有生态红线、南海北部幼鱼繁育场保护区、自然保护区等，见表 2.6-1。

### 8.3 环境风险识别

本项目为采砂项目，不涉及水工构筑物的建设，采砂过程需使用船舶进行采砂和海砂运输，因此，本项目的环境风险主要为船舶溢油产生的环境污染风险。

船舶燃料油是由各种烷烃、环烷烃和芳香烃组成的混合物，大部分为液态烃，伴有气态烃和固态烃，所含基本元素是碳和氢，两种元素的总含量平均为 97~98%，同时含有少量的硫、氧、氮等，其化学组分因产地不同而有所差异。燃料油的理化性质见下表。

表 8.3-1 燃料油的理化性质

项目	特性	项目	特性
外观及气味	黑色粘稠有气味的液体	凝固点 (°C)	<26
液体相对密度	0.92~1.07	粘度 (pas)	<180
沸点 (°C)	>398.9	水溶性	微溶
20°C 时蒸汽压 (kpa)	很低	自燃温度 (°C)	407.2
雷德蒸汽压 (kpa)	0.3 (50°C 时)	挥发性	挥发

项目	特性	项目	特性
闪点(°C)	65.6~221.1	灭火方法	二氧化碳、干粉、泡沫
易燃性	不易燃	危险性	必须加热才能持续燃烧
爆炸极限	1%~5%	主要用途	船用燃料

基于 GESAMP (海洋污染专家组) 的研究报告, 燃料油的污染特性分类为石油类, 执行 MARPOL 73/78 公约附则 I。燃料油一旦溢漏入海, 海域水环境、生态环境等将受到严重影响和破坏。燃料油为微溶性物质, 发生事故性泄漏后, 主要漂浮于海面, 短期内进入水体的量一般较少。其环境影响主要是隔绝了水体和空气之间的正常水气交换, 限制了日光向水体的透入, 使水质和水体自净化功能变差, 破坏了水生生态系统的光合作用及其物质和能量流, 对于海洋哺乳类动物、海鸟等动物的生理功能均有很大的伤害; 随着溢出物在海面的漂移扩散, 溶解或分散于水体中的溢出物量会逐渐增多, 其环境影响主要体现在污染水质并毒害水生生物; 当溢出物上岸, 可造成对岸线及其环境资源的严重污染损害。

此外, 也存在由热带气旋及其引发的巨浪、风暴潮等自然灾害对工程自身的潜在风险。

## 8.4 环境风险事故分析

### 8.4.1 通航事故风险

由于本工程不涉及港口航运等功能, 因此本工程建设涉及的通航环境风险主要集中在海上采砂作业期间。工程海上施工需动用采砂船、运输船、指挥艇等各类施工船舶, 采砂期间各类船舶往返穿越航道及锚地, 对海域通航环境会造成一定影响, 从而存在发生船舶碰撞等事故的可能。此外工程采砂作业若碰到海况条件较恶劣时, 可能对施工船舶自身航行安全带来危险。

### 8.4.2 船舶溢油事故风险

#### 8.4.2.1 船舶溢油事故概率

##### (1) 国际船舶溢油事故统计

国际油轮船东防污染委员会按不同溢油等级和事故原因统计了 1974~2005 年间 9309 起油轮、大型油轮和驳船溢油事故资料, 见表 8.4-1。

表 8.4-1 国际 1974-2005 船舶溢油事故统计分析

事故类型	小于 7t	7~700t	大于 700t	总数	大于 700t 事故比率(%)
装卸	2820	328	30	3178	8.7
加装燃油	548	26	0	574	0.0
其他操作	1178	56	1	1235	0.3
碰撞	171	294	97	562	28.3
搁浅	233	219	118	570	34.4
船体破损	576	89	43	708	12.5
火灾和爆炸	88	14	30	132	8.7
其他原因	2180	146	24	2350	7.0
总计	7794	1172	343	9309	1

从上表统计结果可以看出，装卸、加装燃油等操作性溢油事故中，91%的溢油量小于 7 吨，而相比对于溢油量大于 700 吨的溢油事故，碰撞、搁浅等导致的溢油事故占到事故总数的 84%。从表最后一栏可以看出：单次溢油量超过 700 吨的污染事故中，由于搁浅造成的占 34.4%，碰撞造成的占 28.3%，船壳损伤占 12.5%，火灾和爆炸造成的占 8.7%，因此得出结论碰撞、搁浅等海损事故是船舶溢油事故的主要危险源。

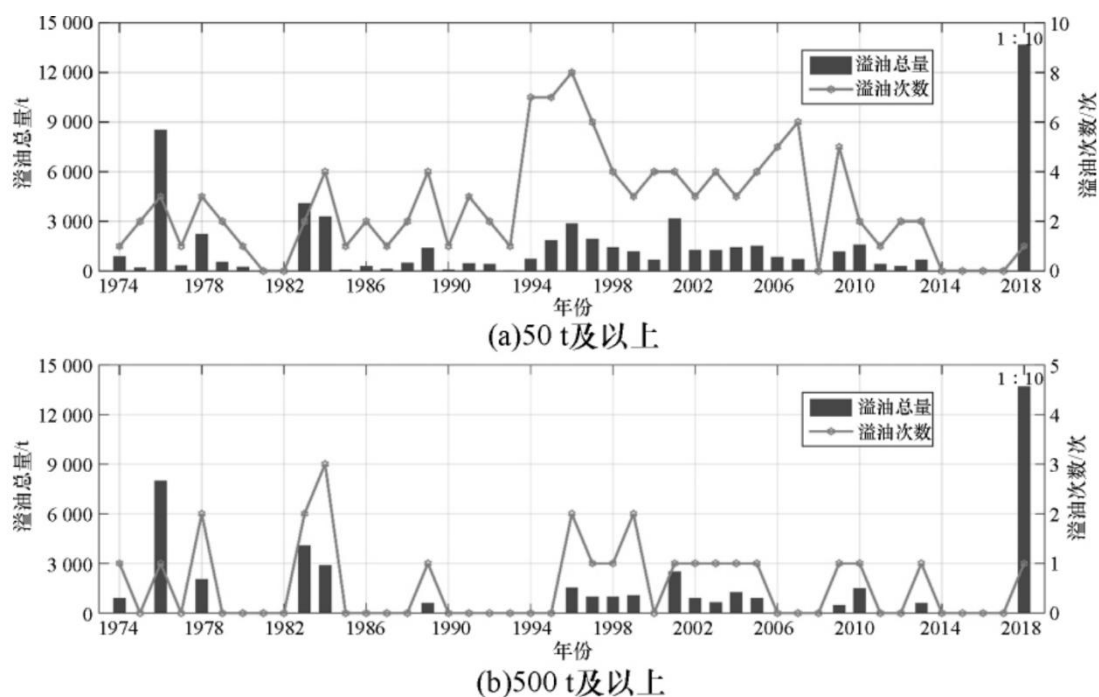
## (2) 国内船舶溢油事故统计

从 1974~2018 年近 30 年以来，我国近海 50t 及以上海洋溢油事故共计 117 次，其中 50t 及以上溢油事故 92 次、500t 及以上溢油事故 24 次、3.4 万 t 及以上溢油事故 1 次；共造成油品损失 186105t。3 类溢油事故的年际变化如图 4.3.1-1 所示。

在溢油事故次数方面：①1974~2018 年我国近海 50t 及以上海洋溢油事故次数总体呈先增后减的态势。1993~1994 年事故次数明显增加，1994~1997 年为事故高发期，其中 1996 年最高达到 8 次；2009 年后事故次数明显减少，2010~2018 年为事故低发期，其中 2014~2017 年事故次数为 0。②1974~2018 年我国近海 500t 及以上海洋溢油事故中，1984 年最高达到 3 次，1985~1995 年和 2006~2018 年事故次数较少。

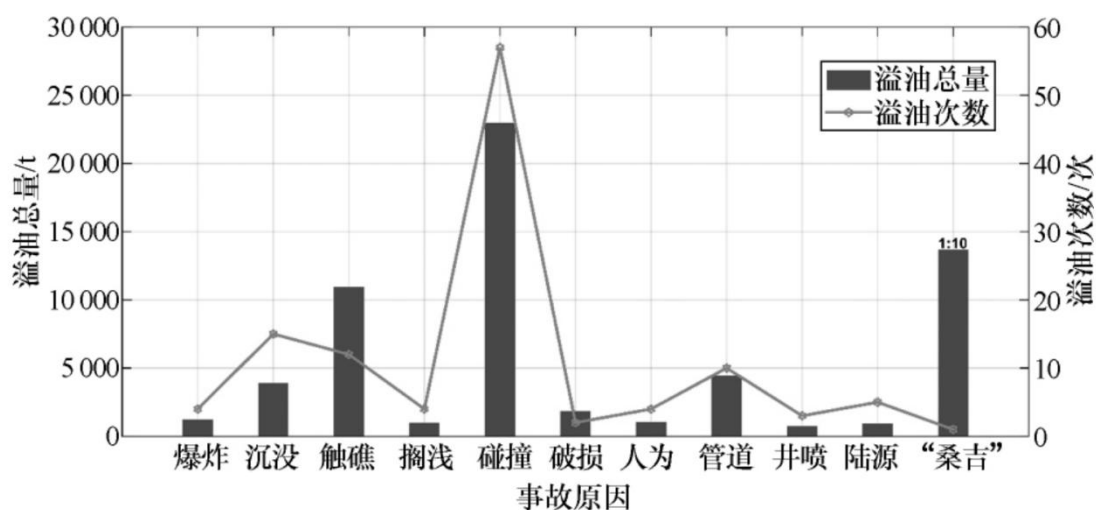
在溢油总量方面：①连续大规模溢油事故出现在 1996~2005 年；②2018 年“桑吉”号溢油事故以高达 137000t 的溢油总量占历年溢油总量的 74%，成为我国

历史上首次也是唯一一次灾难性海洋溢油污染事故（3.4 万 t 以上）；③500t 及以上溢油事故的溢油总量占比为 17%，50t 及以上溢油事故的溢油总量占比仅为 9%。



注：2018 年的溢油总量已按 1:10 的比例缩减展示  
图 8.4-11974~2018 年我国海洋溢油事故次数与溢油总量的年际变化

发生海洋溢油事故的原因多种多样，1974~2018 年我国 50t 及以上海洋溢油事故发生原因主要是船舶在航行、靠离码头时，由于碰撞、触礁、搁浅、爆炸、船体破损、管道断裂、井喷等事故造成溢油。



注：“桑吉”号溢油事故属于碰撞事故，其溢油总量已按 1:10 的比例缩减单独展示。

图 8.4-2 1974~2018 年我国 50t 及以上海洋溢油事故的原因

经统计分析，我国海域发生的重大溢油事故中，船舶碰撞是我国海洋溢油事

故发生的主要原因，触礁和沉没也是船舶溢油事故发生的常见原因，其中碰撞事故导致的溢油总量最大，触礁次之。其中，碰撞是导致海洋溢油事故次数最多（58次）和溢油总量最大（159987t）的因素；触礁导致海洋溢油事故的溢油总量达到10967t，仅次于碰撞；沉没和管道导致海洋溢油事故次数分别达到15次和10次，但溢油总量较小，分别为3903t和4465t。

据国内外溢油事故统计资料表明，船舶碰撞发生溢油事故最主要的原因是船舶突遇恶劣天气，风大、流急、浪高，加之轮机失控，造成船舶触礁和搁浅，引发重大溢油事故发生，事故发生地点主要在河口、港湾、沿海等近岸水域。

### (3) 广东省内船舶溢油事故统计

收集广东省海事局2007~2011年度5年的溢油资料作类比分析，统计见表8.4-2。

表 8.4-2 广东辖区 2007~2011 年船舶水上污染事故分析表

事故次数 统计年份		2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	合计
事故 类型	操作性事故	12	4	2	5	1	24
	海损性事故	6	4	5	4		19
	其他/未知		1				1
	小计	18	9	7	9	1	44
事故 地点	港内	13	6	4	5		28
	航道						
	锚地	2					
	近海	3	2	2	2	1	10
	其他/未知		1	1	1		3
	小计	18	9	7	9	1	44
溢油量	小于10t	17	8	4	6	1	36
	10~49t		1	1	1		3
	50~99t	1		1	1		3
	100~499t						0
	500~999t			1			1
	1000~9999t				1		1
	10000t以上						0
	未知						0
	小计	18	9	7	9	1	44
海损性 事故类 型	碰撞	1		1	3		5
	搁浅			1			1
	触礁	1	1				2
	触损	1			1		2

	沉没	1	3	2			6
	火灾/爆炸	1					1
	船体破损	1		1			2
	其他/未知						0
	小计	6	4	5	4	0	19

统计结果显示，这五年，广东省共发生船舶污染事故 44 起，其中操作性事故 24 起（包括加油事故、装卸事故和误排机舱水事故），海损性事故 19 起，其他事故 1 起。

事故发生在港内的居多，占 63.6%；其次为近海，占 22.7%；发生在锚地和其他区域的各 3 起。溢油量以小于 10t 的居多，共 36 起，占 81.8%；10~50t、100~500t 的各 3 起，各占 6.8%；500~1000t、1000~10000t 的各 1 起，各占 2.3%。其中海损性事故（共 19 起）中，沉没 6 起，占 31.6%；碰撞 5 起，占 26.3%；触礁、触损和船体破损各 2 起，各占 10.5%；搁浅、火灾爆炸各 1 起，各占 5.3%。操作性事故中（24 起），由装卸作业导致的共 15 起，加油作业导致的 2 起，其他作业导致的 7 起，分别占 62.5%、8.3%、29.2%。

已知溢油量的海损性事故，溢油量为 0.003~1755t（包括化学品泄漏事故），平均溢油量 142.5t。操作性事故溢油量为 0.006~3t（包括化学品泄漏事故），平均 0.5t。

统计结果显示，广东省溢油污染事故发生概率为 8.8 次/年，其中 10t 以下的事故发生概率为 7.2 次/年，10~50t、100~500t、500~1000t、1000~10000t 事故发生概率分别为 0.6 次/年（约 1 年一遇）、0.6 次/年（约 1 年一遇）、0.2 次/年（5 年一遇）、0.2（5 年一遇）次/年。事故主要涉及湛江港、广州港、珠海港、惠州港、汕头港，则平均事故发生概率为 1.8 次/年（1 年 2 次），10t 以下、10~50t、100~500t、500~1000t、1000~10000t 事故发生概率分别为 1.44（1 年 2 次）、0.12 次/年（约 10 年一遇）、0.12 次/年（约 10 年一遇）、0.04 次/年（25 年一遇）、0.04 次/年（25 年一遇）。

可见取广东省平均事故发生概率类比较为可信。根据众多溢油污染事故统计分析，一般发生重大溢油污染事故的原因主要是船舶突遇恶劣天气，风大、流急、浪高、轮机失控，造成触礁、碰撞、搁浅而引起的。

#### 8.4.2.2 本工程溢油事故概率

##### (1) 本工程溢油事故发生概率



参考国际油气生产商协会(OGP)编制的《风险评估数据指南》(2010年3月版),船舶发生重大事故的概率为 $1.1 \times 10^{-6}$ 次/年。本项目附近海域航行的船舶主要为鱼船和少量的施工船舶,船舶交通量小。根据本工程施工组织设计,本项目JH21-09采砂区的施工船舶平均按17艘计,则本工程发生船舶碰撞事故的概率为 $1.87 \times 10^{-5}$ 次/年。发生碰撞事故后,再发生溢油事故的概率按50%计算,则本工程发生船舶碰撞溢油风险的概率为 $9.35 \times 10^{-6}$ 次/年。

## (2) 最大可信事故预测

最大可信事故指在所有预测的概率不为0的事故中,对环境(或健康)危害最严重的重大事故。根据本工程所处的环境特点及周边敏感目标分析可知,本工程所处区域船流密度较大,考虑施工期周围船舶在采砂区内与施工船舶碰撞引起溢油污染事故为最大可信事故,即需要对施工区域进行船舶交通事故的溢油预测。

## 8.5 溢油事故影响预测分析

### 8.5.1 预测模式

海上溢油的扩散行为受气象条件和潮流特征等环节条件以及溢油本身化学性质的影响,会经历拓展、漂移及风化等复杂过程。溢油刚发生时,油膜主要在海中进行扩展过程,持续时间较短,随后在海中进行漂移和风化过程,持续时间较长。目前对溢油数值模拟研究的方法基本有两种,一种是基于对流扩散方程,将油膜视作一般污染物;另一种是“油粒子”模型,采用拉格朗日随机走动法和粒子云团来描述溢油过程。“油粒子”模型将油膜分散成大量油粒子,油膜视为这些“油粒子”组成的粒子云团,该方法可以较好地反应海上溢油在各种环境因素影响下的行为情况,目前在溢油研究中被广泛使用。

本次计算采用基本原理是基于拉格朗日体系,模拟溢油在海水中的扩展、漂移、风化等过程,并且能全面反应油膜的漂移轨迹、扫海面积以及溢油物理化学属性的改变情况。

在模型中油被分为两部分:轻质挥发部分(分子量小于 $160\text{g/mol}$ ,沸点小于 $300^\circ\text{C}$ )和重质部分(分子量大于 $160\text{g/mol}$ ,沸点 $300^\circ\text{C}$ 以上),石蜡和沥青作为油中的特殊成分,不参与降解、蒸发和溶解过程。模型中油被离散为大量的油

粒子，每个油粒子代表一定的油量，每个粒子都在模型被单独计算。溢油发生后，油残留物的化学组分变化是物理和生物过程的结果、这通常称为油的风化过程，在模型中油的风化过程主要包括蒸发、扩散、乳化、溶解、沉降、感光氧化和生物降解等，过程示意图见图 8.5.1-1。

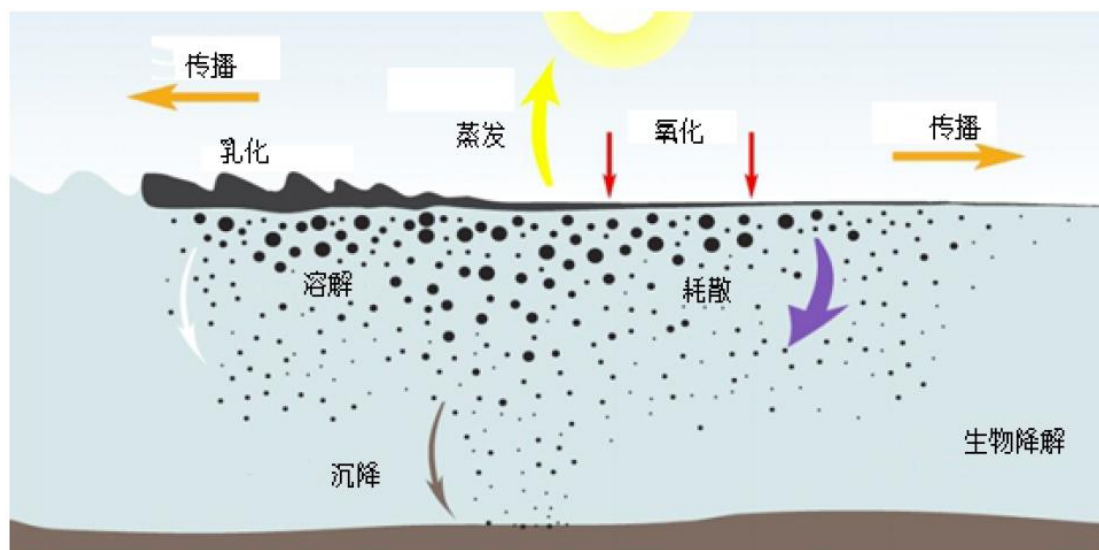


图 8.4-2 1974~2018 年我国 50t 及以上海洋溢油事故的原因

### (1) 控制方程

#### 1) 扩展过程

溢油的扩展过程主要受重力、粘力和表面张力的影响。模型采用的是修正的 Fay 重力-粘性力公式计算油膜的扩展过程：

$$\frac{dA_0}{dt} = K_a A_0^{1/3} \left( \frac{V_0}{A_0} \right)^{4/3}$$

$$V_0 = R_0^2 \pi h_0$$

式中， $A_0$  为油膜扩展面积， $V_0$  为溢油体积， $K_a$  为系数， $h_0$  为油膜初始厚度，取 10cm， $t$  为时间。

#### 2) 漂移过程

“油粒子”模型将漂移过程分为对流和紊动扩散两个主要过程，在每个计算步长内，油粒子的变化都是这两个过程综合作用下的结果。

##### ① 对流过程

油粒子在潮流和风力的作用下产生对位移移，可以表示为：

$$U_p = U_s + C_w \cdot U_w \cdot \sin(\theta - \pi + \theta_w)$$

$$V_p = V_s + C_w \cdot U_w \cdot \cos(\theta - \pi + \theta_w)$$

式中， $U_p$ 、 $V_p$ 分别为油粒子在  $x$ 、 $y$  方向的对流移动分速度； $U_s$ 、 $V_s$ 分别是表面流速在  $x$ 、 $y$  方向的分速度； $U_w$  为海面上 10m 处的风速； $\theta$  为风向角； $C_w$  为风漂移系数，一般取值为 0.03~0.04 之间，本模型取值为 0.03； $\theta_w$  为风偏转角，可表示为：

$$\theta_w = \beta \exp\left(\frac{\alpha |U_w|^3}{g \gamma_w}\right)$$

其中， $\alpha = -0.3 \times 10^{-8}$ ； $\beta = 28.38'$ ； $g$  为重力加速度； $\gamma_w$  为运动粘度。本模型取模型默认值， $\theta_w = 28^\circ$ 。

### ②紊流扩散过程

每个油粒子的空间是由水流的随机脉动所导致的，对于二维的情况，可以将随机走动的距离形式表示为：

$$\Delta S_\alpha = R \cdot \sqrt{6D_\alpha \cdot \Delta t}$$

其中  $\Delta S_\alpha$  为在  $\alpha$  方向上的一个时间步长内可能扩散走动的距离， $D_\alpha$  为  $\alpha$  方向上的扩散系数， $R$  为 -1 到 1 的随机数。

### 3) 溢油风化过程

溢油的风化包括蒸发、乳化以及溶解等过程。其过程十分复杂，与溢油自身属性、温度、风、阳光等许多因素有关。

#### ①蒸发过程

油类蒸发指液态的石油烃变成气态造成油膜与空气间进行物质交换的过程，油类的蒸发受油品本身及环境因素影响，油品本身性质决定着油类在水中的蒸发率，油膜厚度、风场及温度、水温、风速计太阳辐射等因素也影响着油类的蒸发。油膜蒸发是风化过程的主要部分，大多数原油的蒸发量可达 40%，蒸发数量一般占总溢油量的 20%~40%。蒸发率由下式表达：

$$N_i^e = K_{ei} \cdot P_i \cdot \frac{M_i}{\rho_i} / (RT)$$

式中： $N_i^e$  为蒸发率， $P$  为蒸汽压， $i$  为不同的油组分， $R$  为气体常数， $K_{ei}$  为物质传输系数， $M$  为分子量， $T$  为温度， $\rho$  为油组分密度， $K_{ei}$  由下式估算：

$$K_{ei} = K \cdot A_0^{0.045} \cdot Sc_i^{-2/3} \cdot U_w^{0.78}$$

其中， $K$  为蒸发系数， $Sc$  为蒸汽 Schmidt 数，模型取 2.7。

## ② 乳化过程

乳化是油与水经过扰动作用后混合在一起，油膜被打碎成油滴不断向水体运动，同时卷吸海水形成黑褐色的乳化物。这种乳化物可以长期漂浮于海上，体积、粘度和比重都比原来大得多，这是由于其吸收了大量海水的原因。溢油的乳化会极大影响到扩散、蒸发等其它过程，严重地妨碍了溢油的清理工作。溢油的乳化受油膜厚度、水流紊动作用以及环境条件等的影响。

油膜的乳化包括形成水包油型及油包水型两个物化过程。在溢油发生最初的时刻，扩散是最主要的运动方式，由于其是一种物理过程，油膜在自身伸展压缩运动及水流和风浪的扰动下破碎，将油膜分散成各种粒径的油滴，油滴进入水中，形成水包油型乳化。从油膜中扩散到水中的油量损失可由下式计算：

### a. 形成水包油乳化物的过程

溢油在海上的扩散过程中，水流的紊动作用将油膜打碎成油滴，油滴分散到水体后进而形成了水包油的乳化物。这些乳化物表面化学性质稳定，可以防止油滴返回油膜。在静风条件下油膜的伸展压缩运动是主要的分散作用力，而在大风的情况下波浪破碎是主要因素。溢油的损失量计算为：

$$D = D_a + D_b$$

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

$$D_b = \frac{1}{1+50\mu_0 h_s \gamma}$$

式中， $D_a$  为油类进入到水中的分量， $D_b$  为进入水体后没有返回的分量， $\mu_0$  为油的粘度， $\gamma$  为油和水的表面张力。

油粒子返回油膜速率为:

$$\frac{dV_0}{dt} = D_a (1 - D_b)$$

b. 形成油包水乳化物的过程

当水进入油类中, 形成油包水型乳化, 会增加油类的含水率。油类含水率变化由下式得出:

$$\frac{dY_w}{dt} = R_a - R_b$$

$$R_a = K_a (Y_w^{\max} - Y_w) \frac{(1 + U_w)}{\mu_0}$$

$$R_b = K_b Y_w \frac{1}{A_s \cdot \mu_0 \cdot W_a}$$

其中,  $R_a$ 、 $R_b$  分别为水的吸收速率和释放速率,  $A_s$  为溢油的沥青含量,  $W_a$  为溢油的石蜡含量,  $Y_w$  为乳化物含水率,  $Y_w^{\max}$  为最大含水率,  $K_a$ 、 $K_b$  分别为吸收系数和释放系数。  $Y_w^{\max}$  取值为 0.75。

### ③溶解

溢油有微弱的溶于水的特性, 主要是低碳的轻油组分溶解于水。在整个溢油扩散的过程中其溶解量通常不会超过溢油总量的 1%, 可以忽略不计。但考虑到溶解于水中的溢油具有一定的毒性, 溢油扩散数值模拟中需要进行溶解量的计算。

溶解率可表示为:

$$\frac{dV_{di}}{dt} = K_{di} \cdot X_i \cdot C_i^s A_0 \frac{M_i}{\rho_i}$$

$$K_{di} = 2.36 \cdot 10^{-6} e_i$$

$$e_i = \begin{cases} 1.4 & \text{烷烃} \\ 2.2 & \text{芳香烃} \end{cases}$$

其中,  $V_{di}$  为溢油溶解量,  $K_{di}$  为溶解传质系数,  $X_i$  为摩尔分数,  $C_i^s$  为溶解度,  $M$  为摩尔质量。

### 4) 溢油物理化学性质的变化

进入水体的溢油的物理化学性质会随着乳化和蒸发等过程的进行而不断地发生变化。在“油粒子”模型中，溢油的浓度和厚度都以粒子的体积以及网格面积表示。本模型考虑了溢油的密度、粘度和热容量的变化。

具体参数设置见表 8.5.1-1。

表 8.5.1-1 溢油模型参数设置表

参数名称	取值	说明
溢油类型	柴油	
源强	75t	
轻组分油密度	755kg/m <sup>3</sup>	
重组分油密度	940kg/m <sup>3</sup>	
水的运动粘性系数	1.14e-006m <sup>2</sup> /s	
20℃下油的动力粘度	1.4cP	
风漂移系数 $C_w$	0.03	对流过程
风偏向角 $\theta_w$	28°	对流过程
乳化率	2.1e-006 s/m <sup>2</sup>	乳化过程
油的乳化物最大含水率 $Y_w^{\max}$	0.75	乳化过程
吸收系数 $K_a$	5e-007	乳化过程
释出系数 $K_b$	1.2e-005	乳化过程
传质系数 $K_{di}$	2.36e-006	溶解过程
蒸发系数 $K$	0.06	蒸发过程
蒸汽 Schmidt 数 $Sc$	2.7	蒸发过程
油品组分	轻组分油（重量低于 160 克/摩尔，沸点远低于 300 摄氏度）	50%
	重组分油（重量超过 160 g / mol，沸点高于 300℃）	40%
	油中的蜡质（保守）	8%
	油中沥青质含量（保守）	2%

## (2) 溢油源强

采砂施工拟采用 5 艘 1000m<sup>3</sup>/h 的采砂船和 10 艘 3000m<sup>3</sup>~5000m<sup>3</sup> 的皮带船，最大施工船舶吨位约为 7500t，根据《水上溢油环境风险评估技术导则（JT/T1143-2017）》和《船舶污染海洋环境风险评价技术规范（试行）》，非油轮船舶燃油量最大携带量可用船舶总吨位推算，根据船型的不同，一般取船舶

总吨的 8~12%。本项目皮带船总吨位约为 7500t，非油轮船舶一般设有 10 个左右油舱，燃油量最大携带量取船舶总吨的 10%。考虑燃油泄露量取一个油舱的油量，则溢油量约为 75t。

加油泄漏事故溢油量：参照《石油和天然气工程设计防火规范》（GB 50183-2015）要求：“设计泄漏量按一条管道连续输送 10min 的最大流量考虑”，输油管流速约为 200t/h，则加油泄漏事故溢油量约为 33.33t。（这个只是溢油量的计算，最终源强还是以与之前对比出最大值进行计算）。

故溢油源强选择最大值，考虑燃油泄露量取一个油舱的油量，则溢油量约为 75t。

## 8.5.2 预测结果与分析

### 8.5.2.1 工况设置

#### （1）流场参数

考虑到大潮期间潮流流速较大，油膜在大潮期扩散范围最大，因此在流场验证良好的基础上，在 2021 年 5 月实测潮型中选择大潮期的水动力场作为计算流场。

#### （2）气象参数

根据汕尾海洋站 2001 年~2015 年风的资料统计结果，该海域全年盛行偏东风(NE~SE)，总频率为 65%，偏西北向风(W~N)频率最小，偏南向风(ESE~WSW)在全年的 5 月~8 月出现频率较高。根据汕尾海洋站资料统计结果，累年平均风速为 3.2 m/s。各风向年平均风速以 SE 向最大，为 4.5 m/s;ESE 向次之，为 4.3 m/s。最大风速一般出现于台风入侵或影响期间，另外，寒潮来临也会带来大风，一般风速都在 12 m/s 以上。

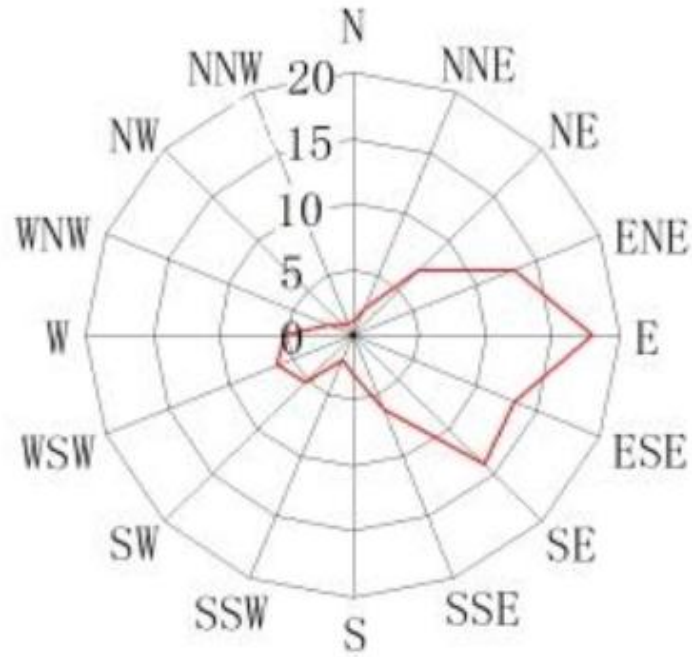


图 8.5.2-1 汕尾海洋站全年风向玫瑰图 (2001 年~2015 年)

针对主要环境敏感目标的不利工况，其风向根据相互位置关系确定，风速取施工船舶抗风等级六级风上限 13.8m/s。

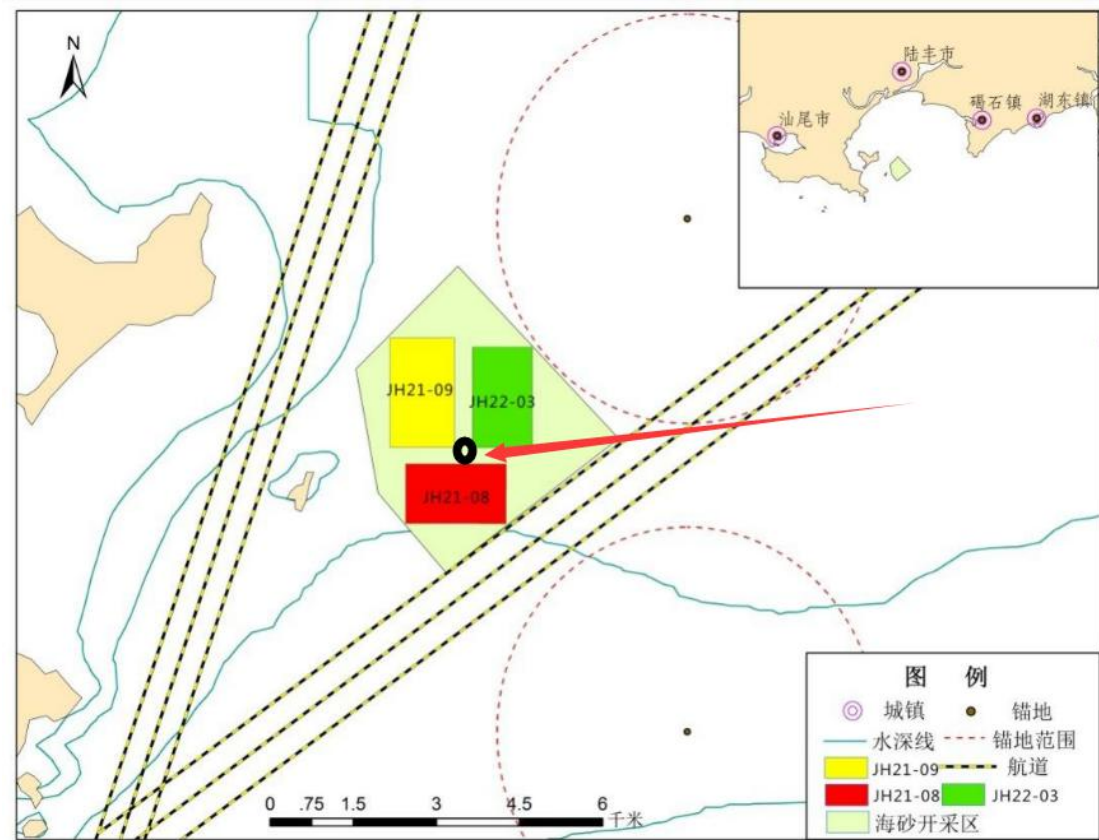


图 8.5.2-2 溢油点位图



### (3) 计算工况

溢油形式主要分为瞬时和连续溢油，一般而言，溢油量的 10%为瞬时溢油，90%为连续溢油。结合本工程实际情况，预测以燃料油作为油品的主要代表，考虑连续 1h 溢油的情况，以大潮作为主要的潮流形式。溢油发生时刻分涨初和落初两种时刻。

溢油计算条件组合见表 8.5.2-1。

表 8.5.2-1 溢油预测工况

工况	潮期	风向	风速 (m/s)	备注	溢油点
工况1	大潮涨初	NE	3.2	常规工况	采砂区中心
工况2	大潮落初	NE			
工况3	大潮涨初	S			
工况4	大潮落初	S			
工况5	大潮涨初	E			
工况6	大潮落初	E			
工况7	大潮涨初	SW	13.8	不利风向	
工况8	大潮落初	SW	13.8	不利风向	
工况9	大潮涨初	E			
工况10	大潮落初	E			

### 8.5.2.2 预测结果分析

表 8.5.2-2 列出了不同工况组合下溢油影响范围统计结果。图 8.5.2-1~图 8.5.2-6 给出了不同工况组合下油膜的扫海范围图。

①工况 1 (NE 向风速 3.2m/s, 溢油时刻大潮涨初) 情况下到达遮浪角东人工渔礁自然保护区禁止类红线区边界时间为 4.1h, 到达捷胜重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区边界时间为 14.2h, 到达海岸的时间为 14.6h, 不经过敏感区。

②工况 2 (NE 向风速 3.2m/s, 溢油时刻大潮落初) 情况下到达遮浪角东人工渔礁自然保护区禁止类红线区边界时间为 16.3h, 到达捷胜重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区边界时间为 23.5h, 到达海岸的时间为 24.1h。

③工况 3 (S 向风速 3.2m/s, 溢油时刻大潮涨初) 情况下到达金厢重要渔业限制类红线区的时间为 33.4h, 到达金厢重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区的时间为 47.5h, 到达海岸的时间为 47.8h。

④工况 4 (S 向风速 3.2m/s, 溢油时刻大潮落初) 情况下到达金厢重要渔业限制类红线区的时间为 32.1h, 到达金厢重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区的时间为 45.2h, 到达海岸的时间为 45.6h。

⑤工况 5 (E 向风速 3.2m/s, 溢油时刻大潮涨初) 情况下到达海岸的时间为 3.9h, 不经过敏感区。

⑥工况 6 (E 向风速 3.2m/s, 溢油时刻大潮落初) 情况下到达海岸的时间为 4.2h, 不经过敏感区。

⑦工况 7 (SW 向风速 13.8m/s, 溢油时刻大潮涨初) 情况下到达海岸的时间为 8.1h, 不经过敏感区。

⑧工况 8 (SW 向风速 13.8m/s, 溢油时刻大潮落初) 情况下到达海岸的时间为 8.7h, 不经过敏感区。

⑨工况 9 (E 向风速 13.8m/s, 溢油时刻大潮涨初) 情况下到达海岸的时间为 2.4h, 不经过敏感区。

⑩工况 10 (E 向风速 13.8m/s, 溢油时刻大潮落初) 情况下到达海岸的时间为 2.7h, 不经过敏感区。

**表 8.5.2-2 溢油事故分析表**

工况	溢油时刻	风速 (m/s)	风向	时间 (h)	扫海面积 (km <sup>2</sup> )	漂移距离 (km)
工况 1	大潮涨初	3.2	NE	2	1.52	3.12
				12	7.05	7.52
				24	11.27	10.24
				48	11.28	10.24
				72	11.28	10.24
工况 2	大潮落初	3.2	NE	2	1.21	2.16
				12	4.14	6.02
				24	6.71	9.51
				48	6.85	9.55
				72	6.85	9.55
工况 3	大潮涨初	3.2	S	2	1.33	1.10
				12	4.91	5.57
				24	11.08	9.81
				48	19.25	16.75
				72	20.56	16.77
工况 4	大潮落初	3.2	S	2	0.88	1.75
				12	4.01	4.65
				24	10.77	9.02

工况	溢油时刻	风速 (m/s)	风向	时间 (h)	扫海面积 (km <sup>2</sup> )	漂移距离 (km)
				48	18.81	16.68
				72	19.28	16.77
工况 5	大潮涨初	3.2	E	2	2.12	6.61
				12	4.15	8.12
				24	4.15	8.12
				48	4.15	8.12
				72	4.15	8.12
工况 6	大潮落初	3.2	E	2	1.35	4.13
				12	3.12	8.17
				24	3.12	8.17
				48	3.12	8.17
				72	3.12	8.17
工况 7	大潮涨初	13.8	SW	2	6.24	5.11
				12	13.48	19.72
				24	13.57	19.81
				48	13.57	19.81
				72	13.57	19.81
工况 8	大潮落初	13.8	SW	2	6.87	5.51
				12	16.12	20.17
				24	16.12	20.17
				48	16.12	20.17
				72	16.12	20.17
工况 9	大潮涨初	13.8	E	2	3.56	5.62
				12	4.72	7.24
				24	4.72	7.24
				48	4.72	7.24
				72	4.72	7.24
工况 10	大潮落初	13.8	E	2	3.74	5.86
				12	4.78	7.24
				24	4.78	7.24
				48	4.78	7.24
				72	4.78	7.24

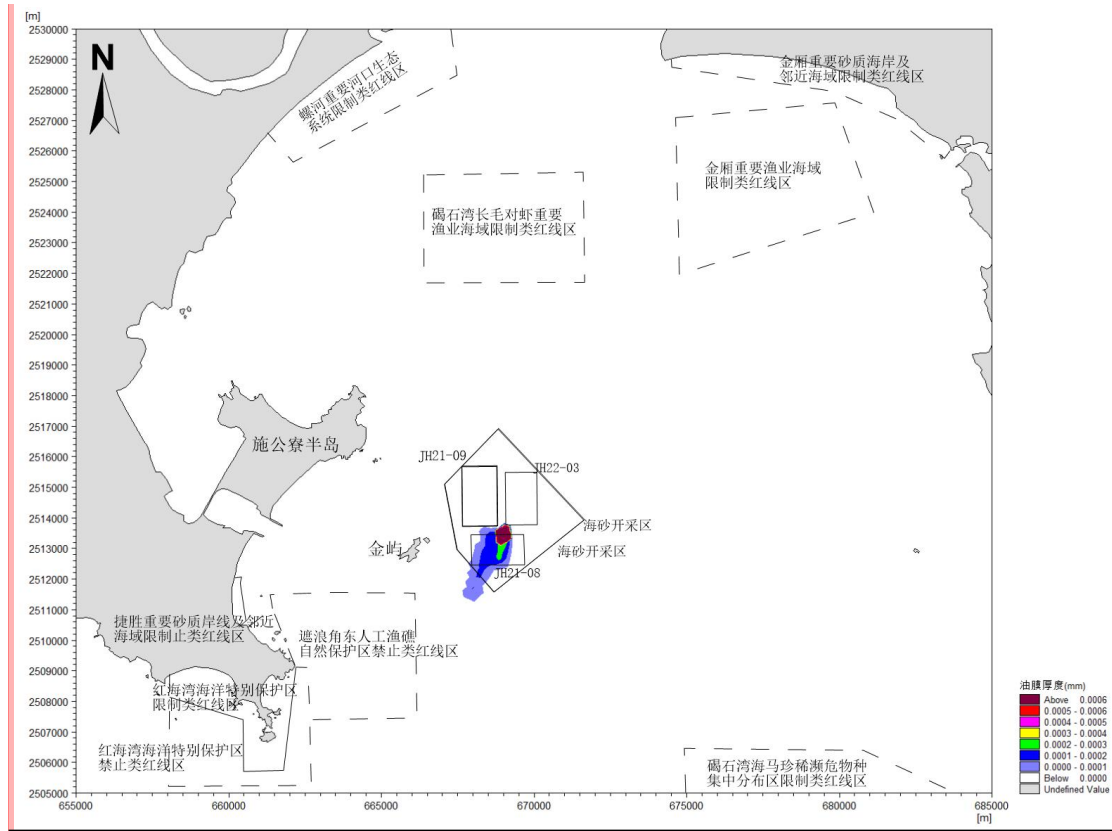


图 8.5.2-1a 工况 1 溢油扫海范围 (2 时)

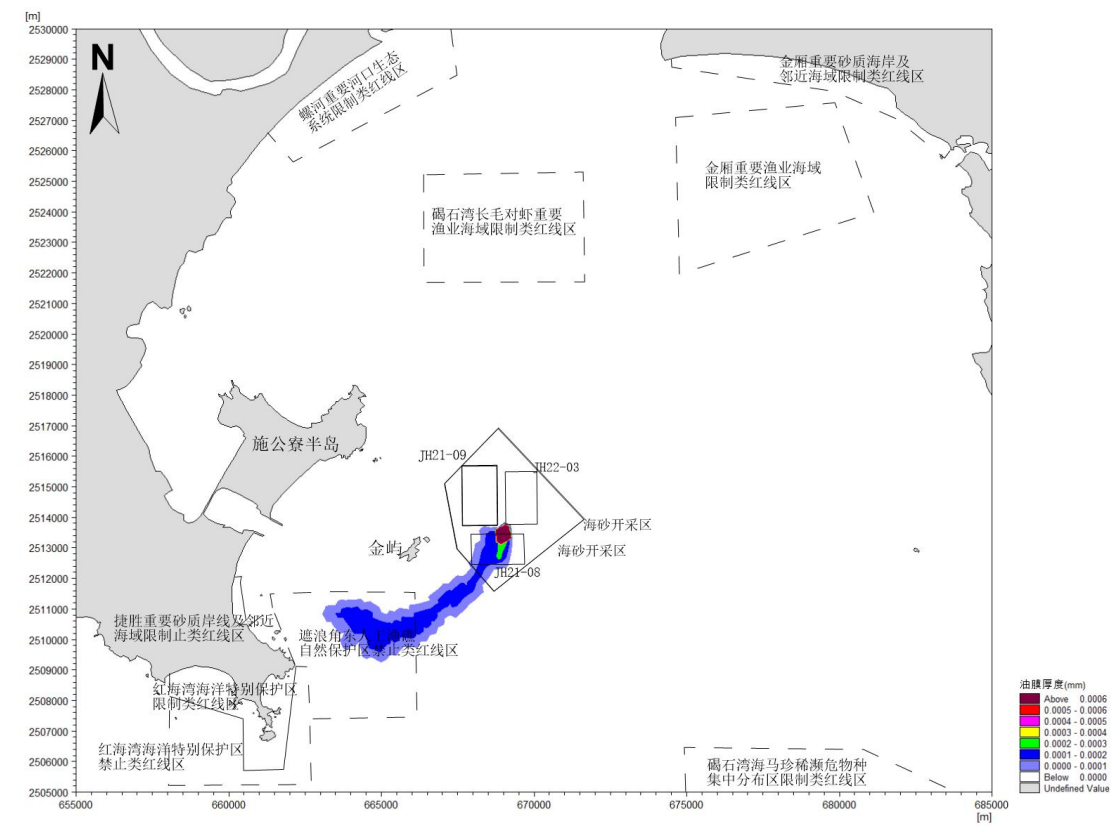


图 8.5.2-1b 工况 1 溢油扫海范围 (12 时)





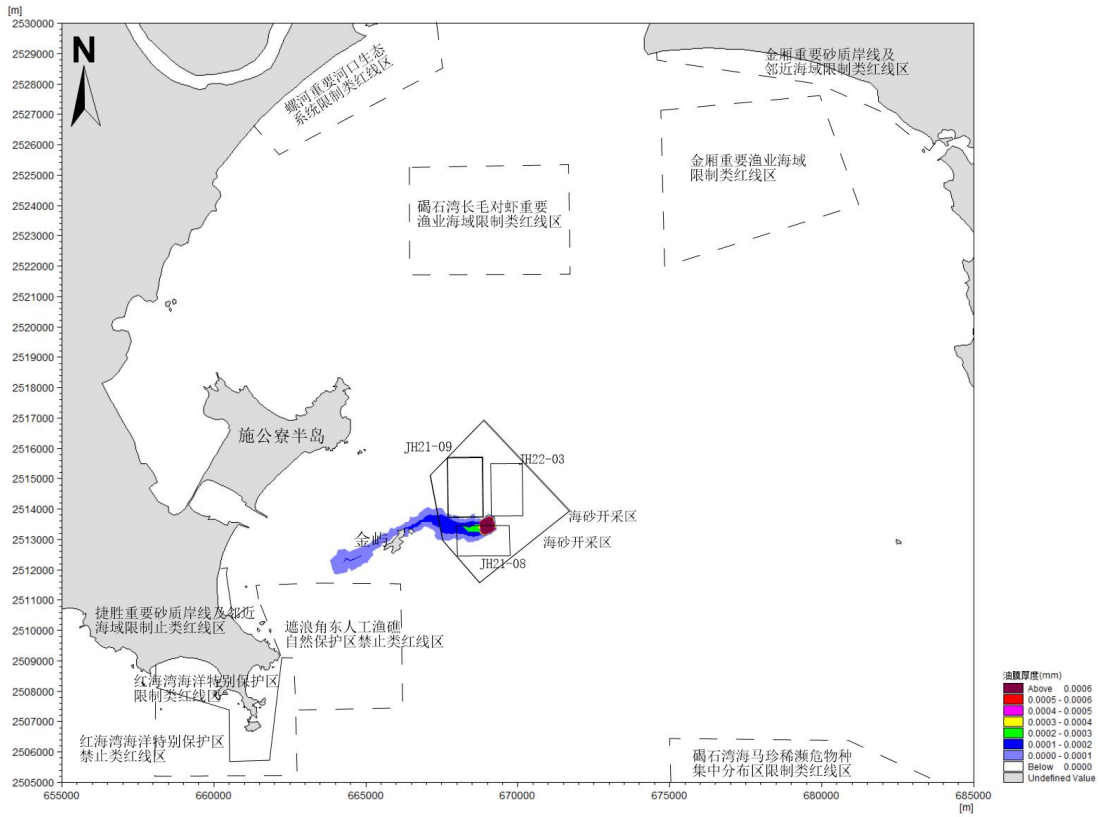


图 8.5.2-2b 工况 2 溢油扫海范围 (12 时)

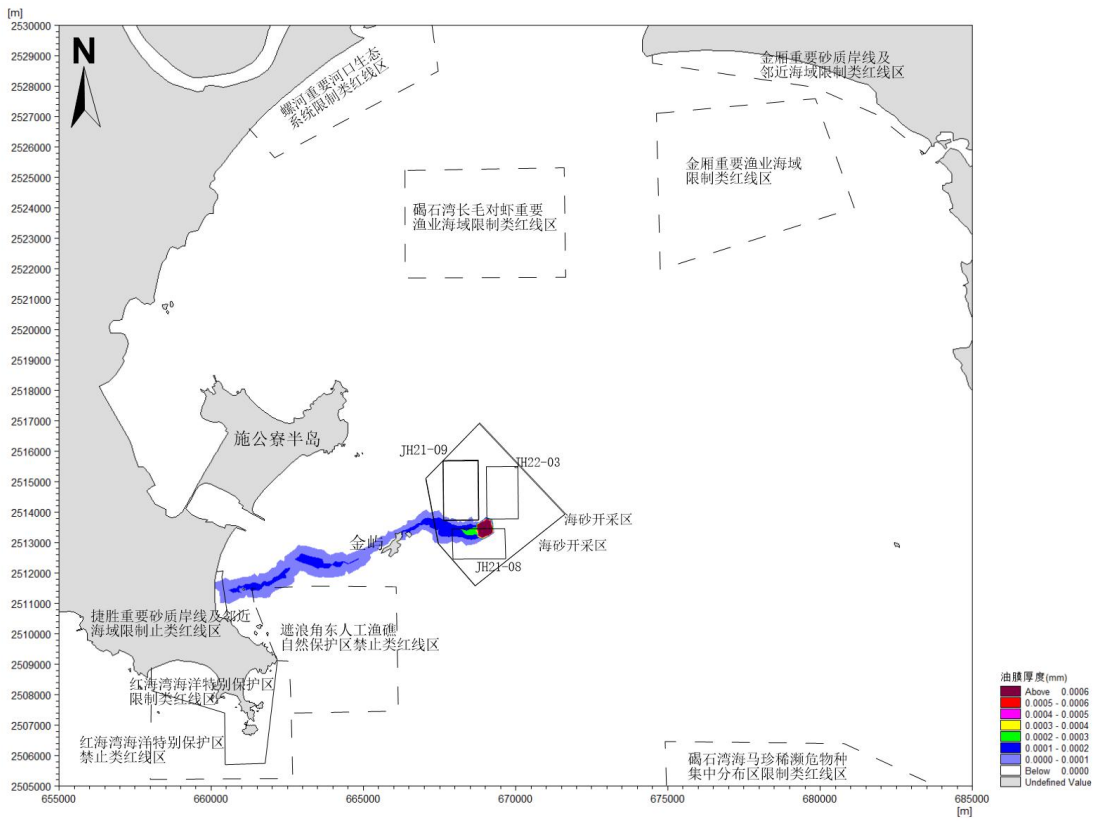


图 8.5.2-2c 工况 2 溢油扫海范围 (24 时)

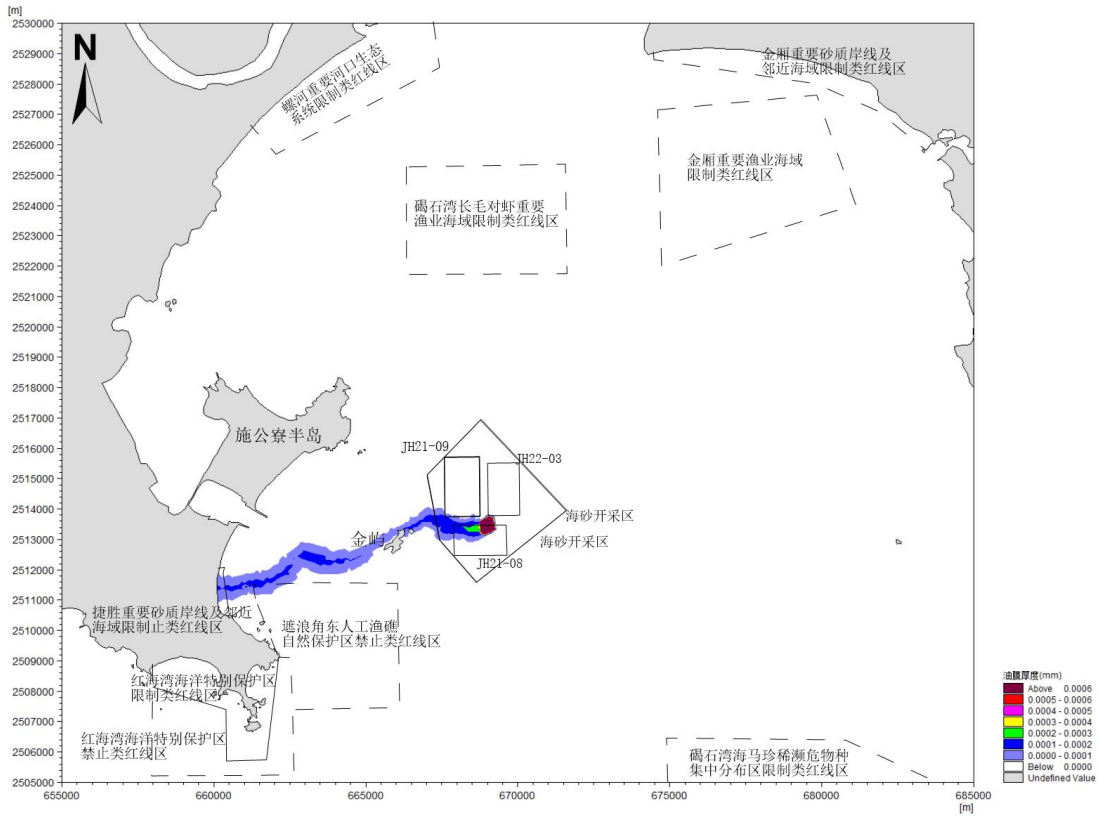


图 8.5.2-2d 工况 2 溢油扫海范围 (48 时)

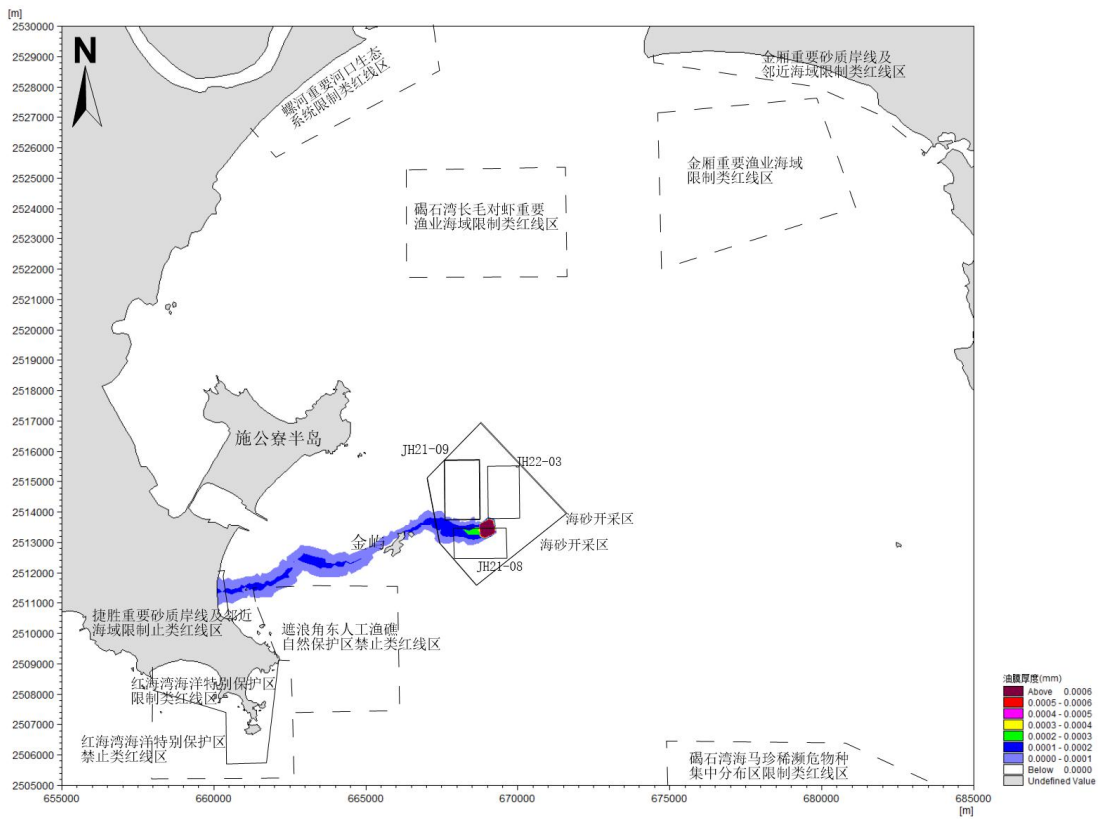


图 8.5.2-2e 工况 2 溢油扫海范围 (72 时)



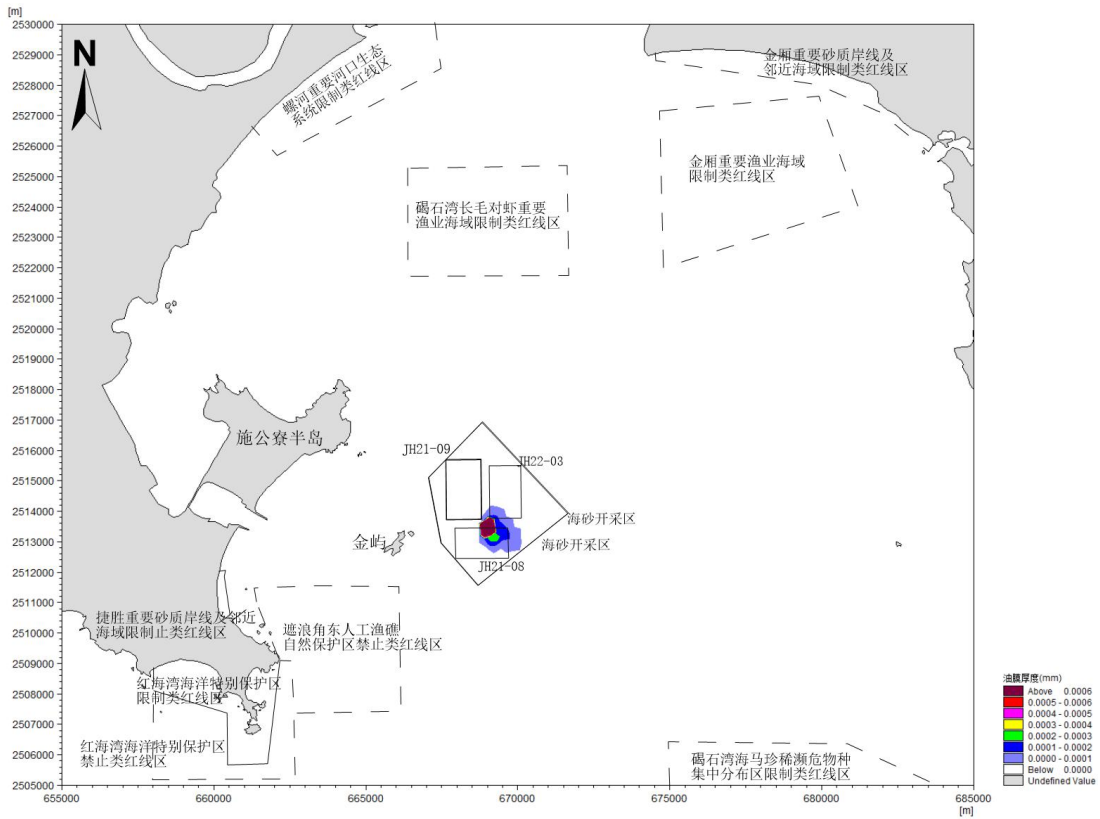


图 8.5.2-3a 工况 3 溢油扫海范围 (2 时)

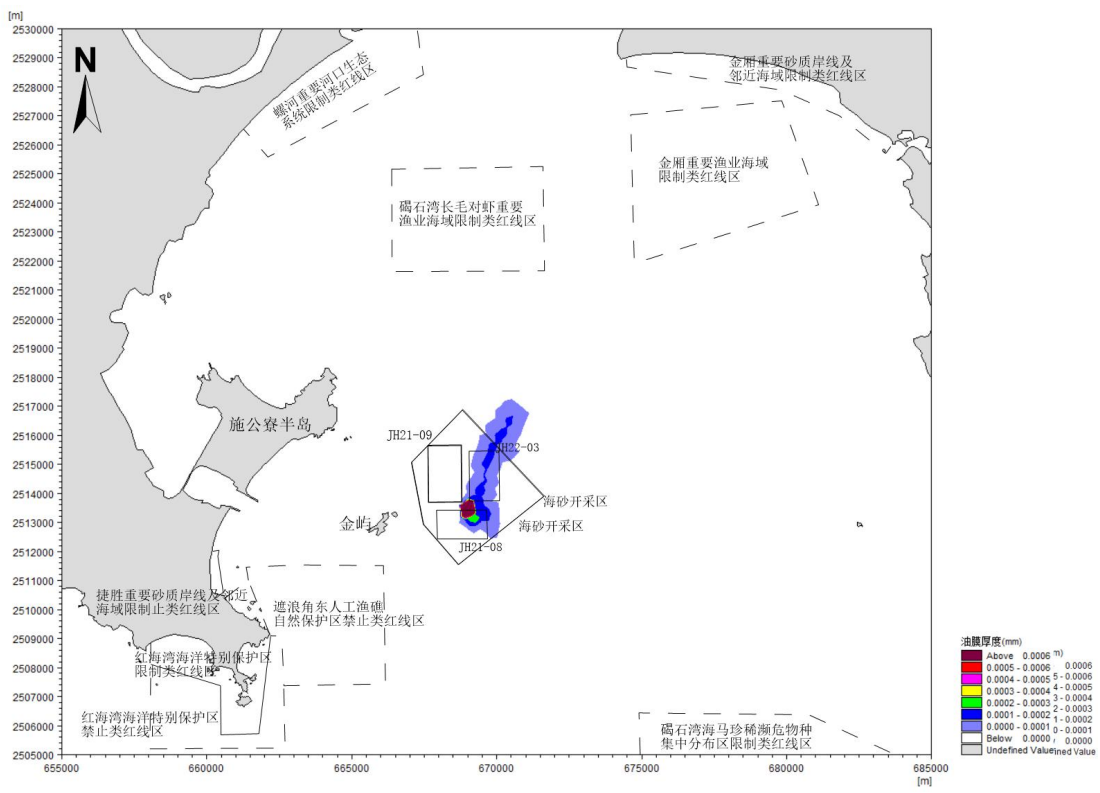


图 8.5.2-3b 工况 3 溢油扫海范围 (12 时)

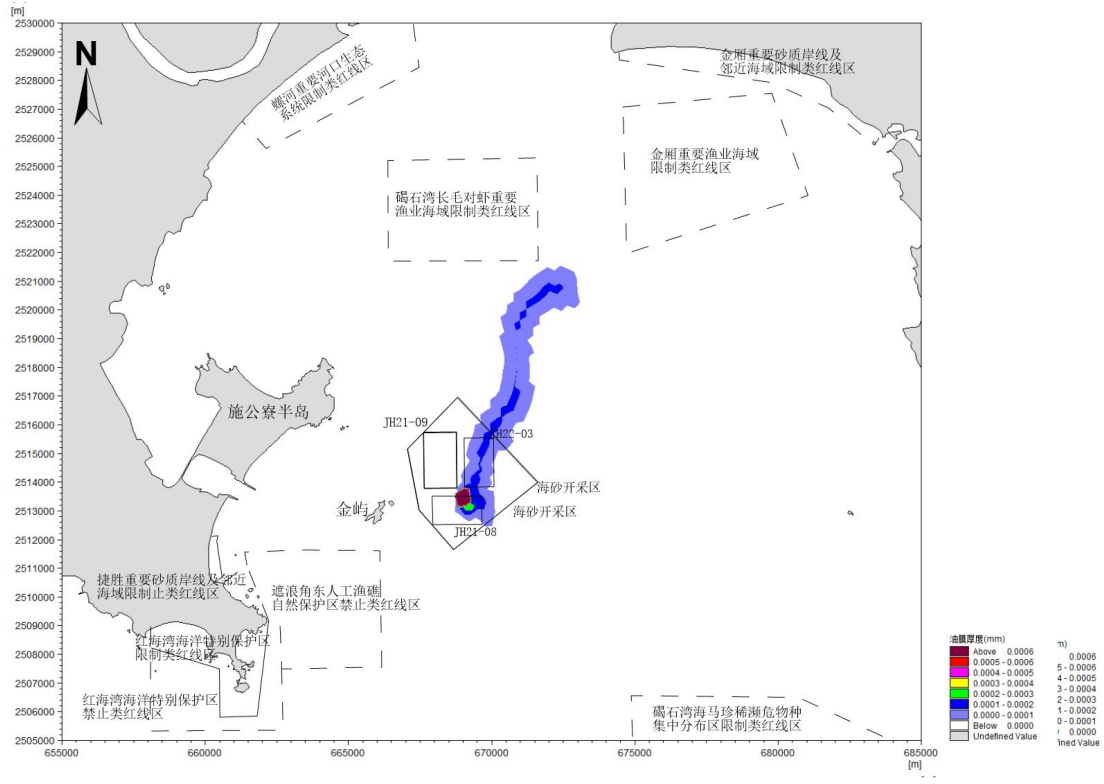


图 8.5.2-3c 工况 3 溢油扫海范围 (24 时)

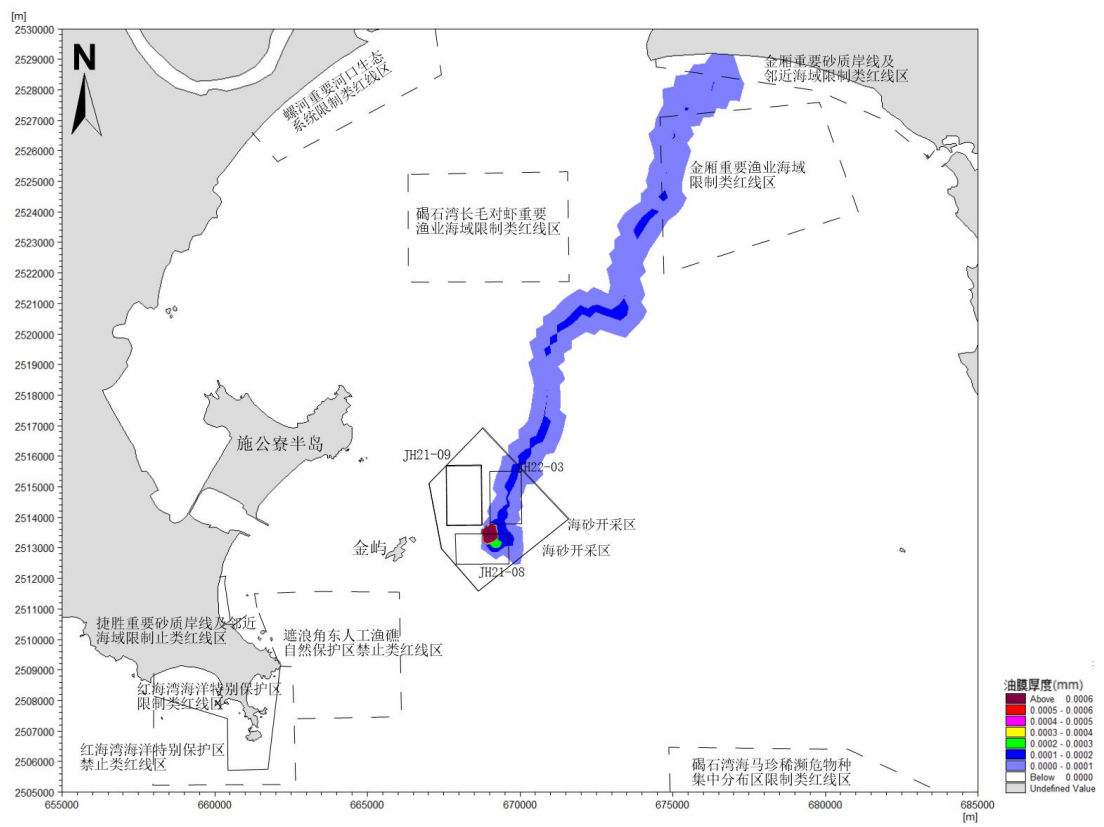


图 8.5.2-3d 工况 3 溢油扫海范围 (48 时)

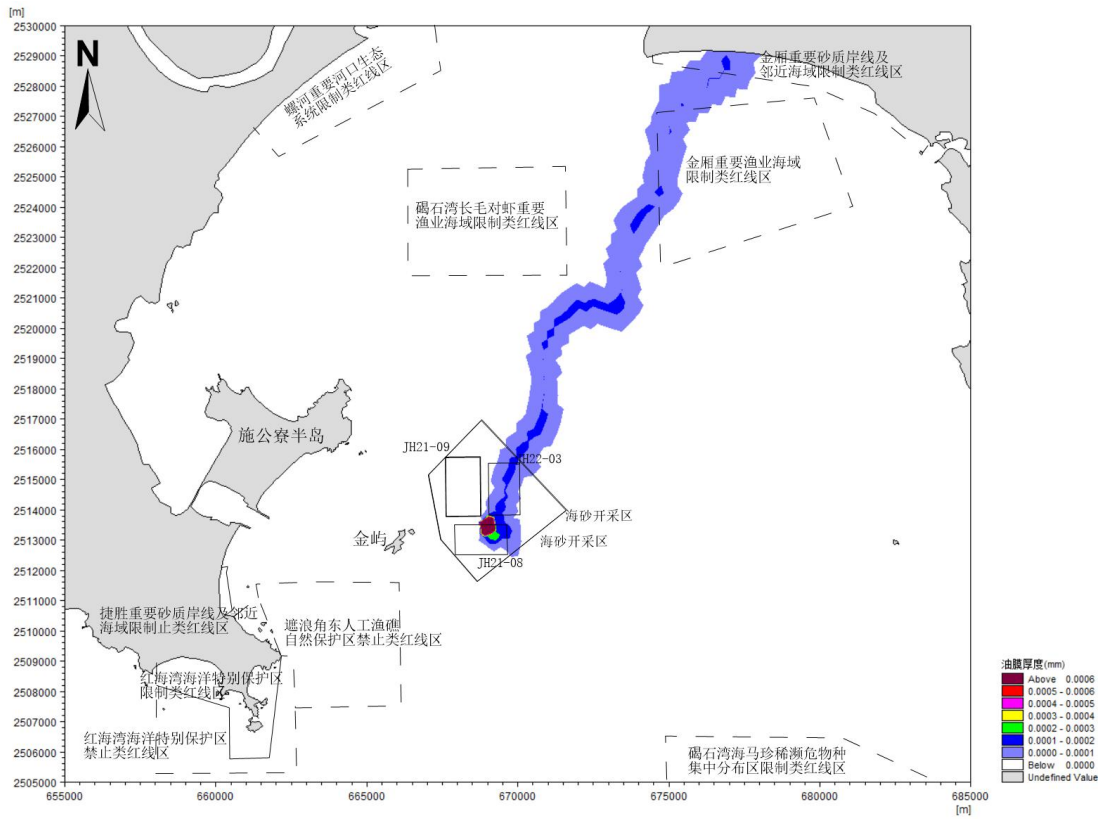


图 8.5.2-3e 工况 3 溢油扫海范围 (72 时)

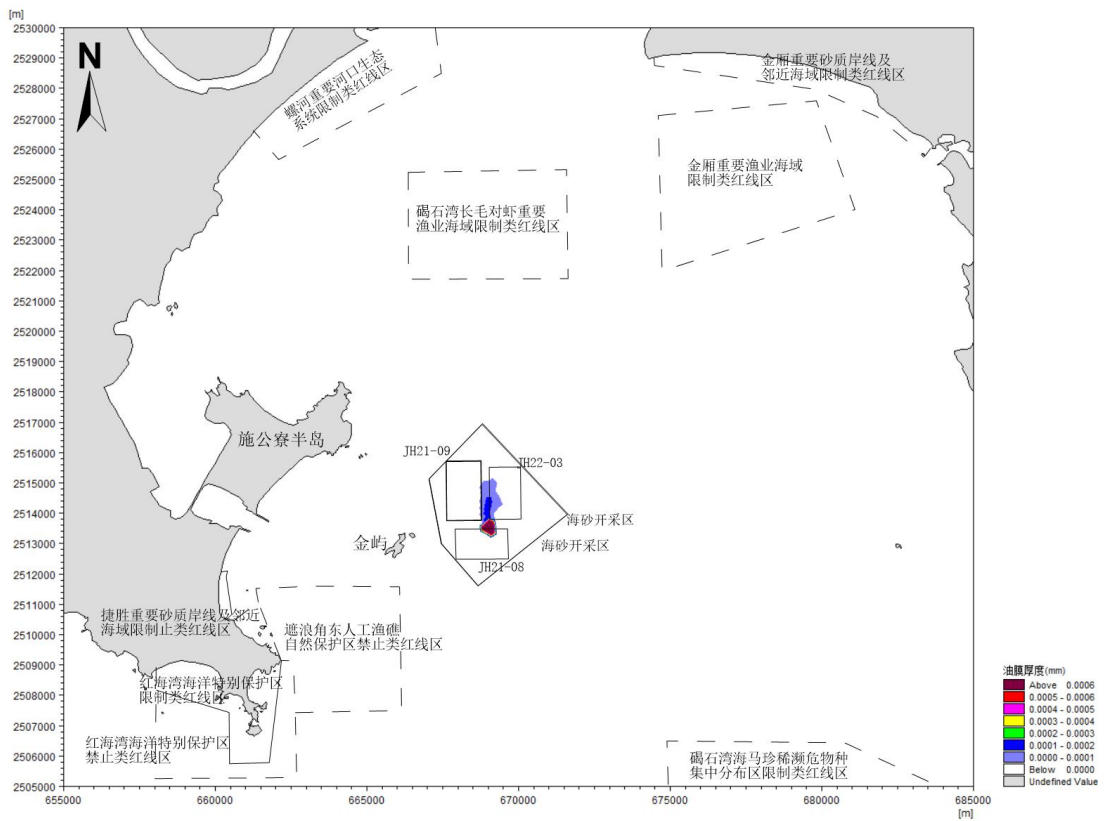


图 8.5.2-4a 工况 4 溢油扫海范围 (2 时)

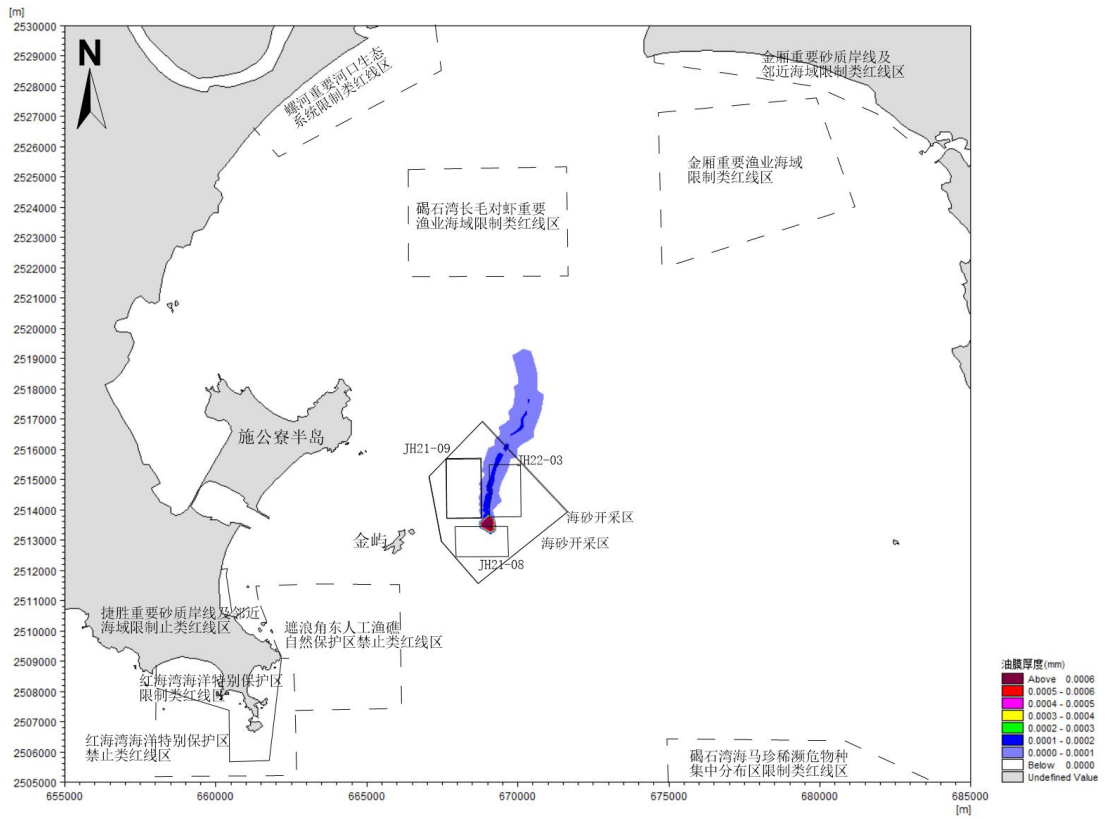


图 8.5.2-4b 工况 4 溢油扫海范围 (12 时)

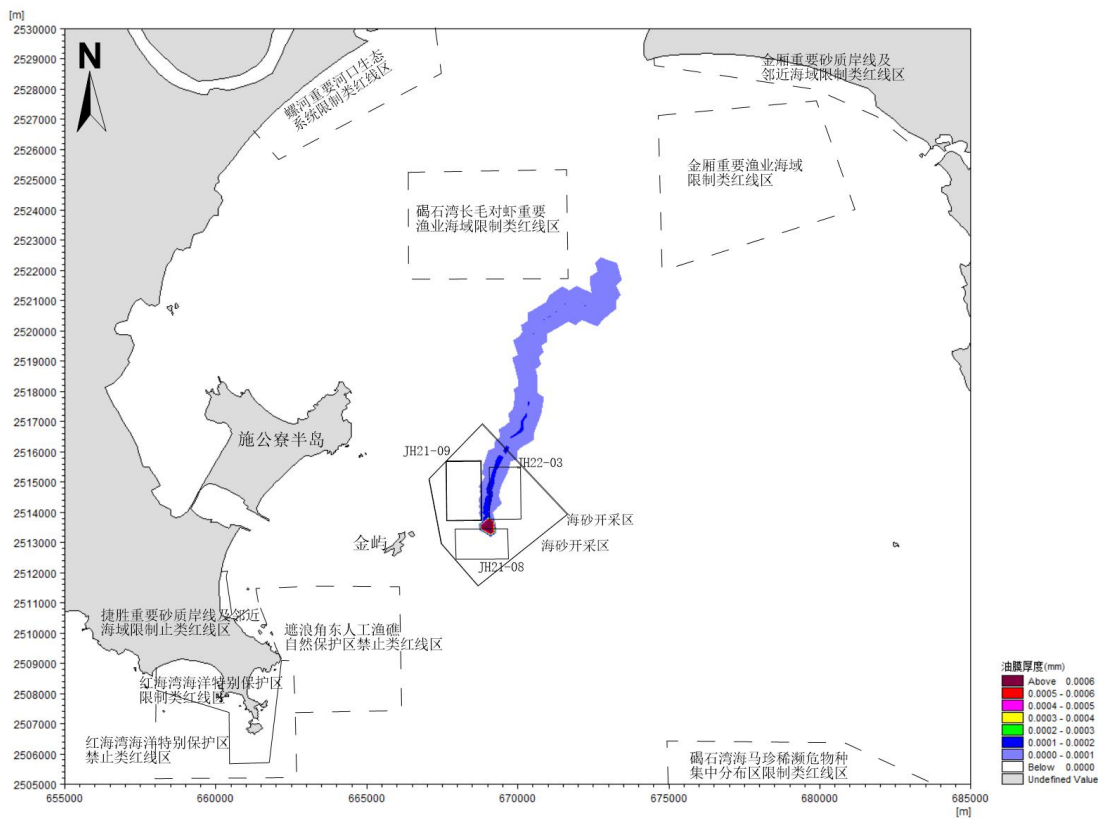


图 8.5.2-4c 工况 4 溢油扫海范围 (24 时)

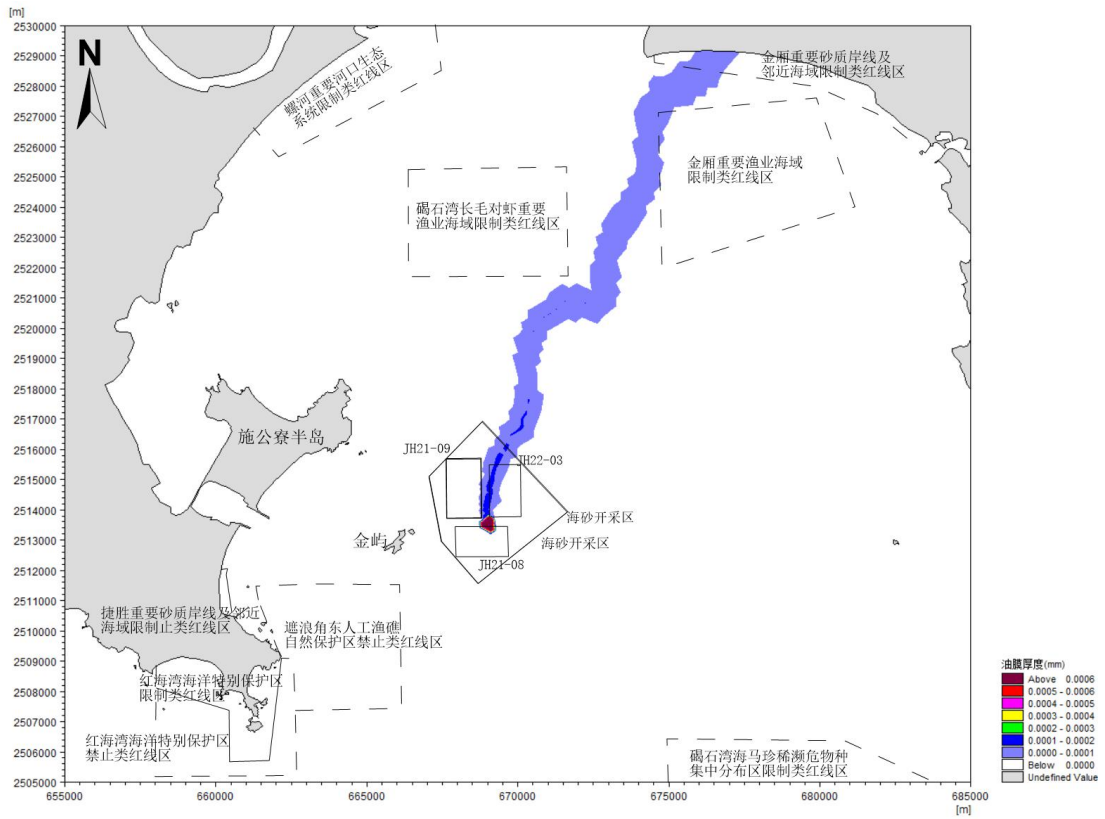


图 8.5.2-4d 工况 4 溢油扫海范围 (48 时)

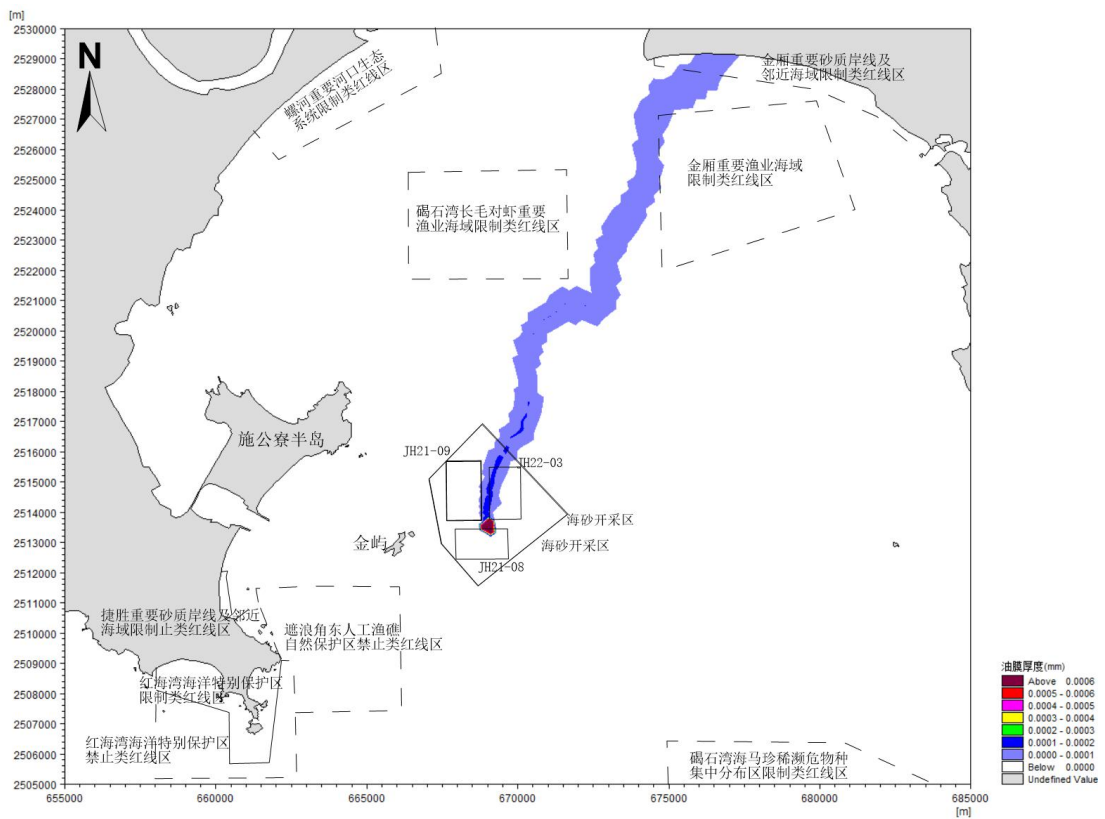


图 8.5.2-4e 工况 4 溢油扫海范围 (72 时)

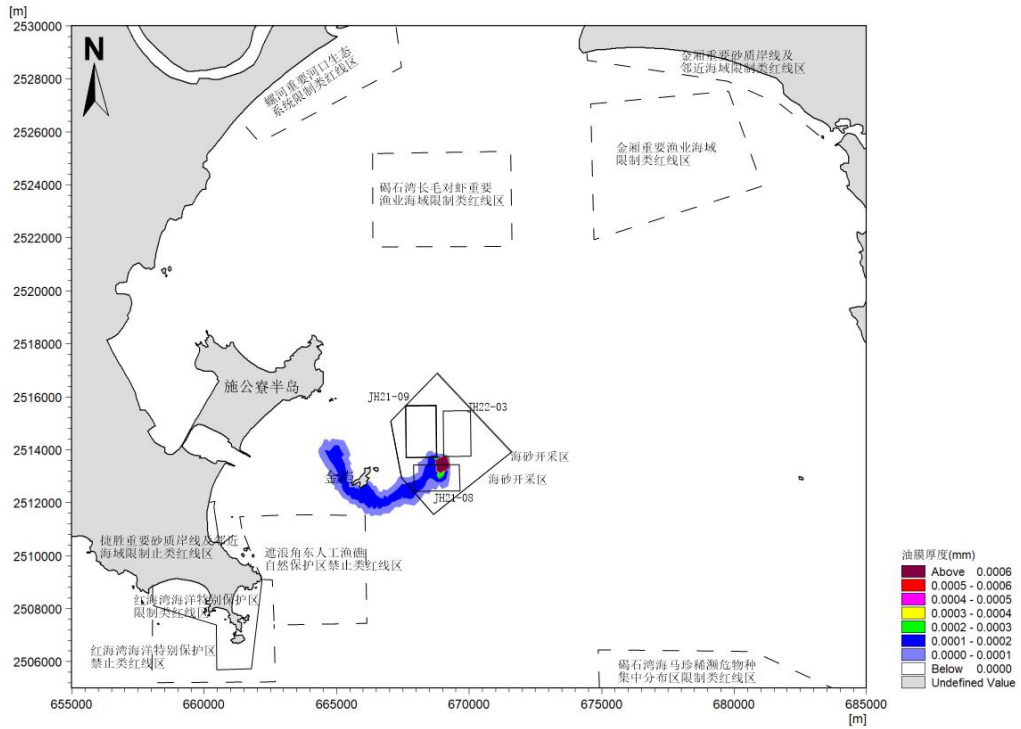


图 8.5.2-5a 工况 5 溢油扫海范围 (2 时)

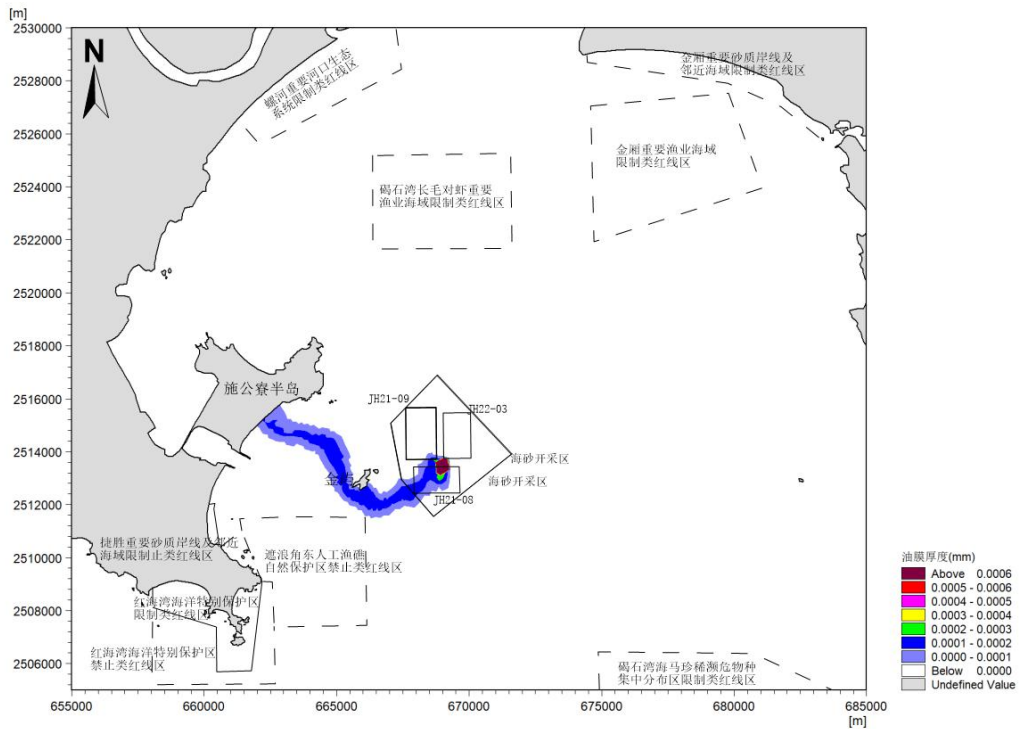


图 8.5.2-5b 工况 5 溢油扫海范围 (12 时)

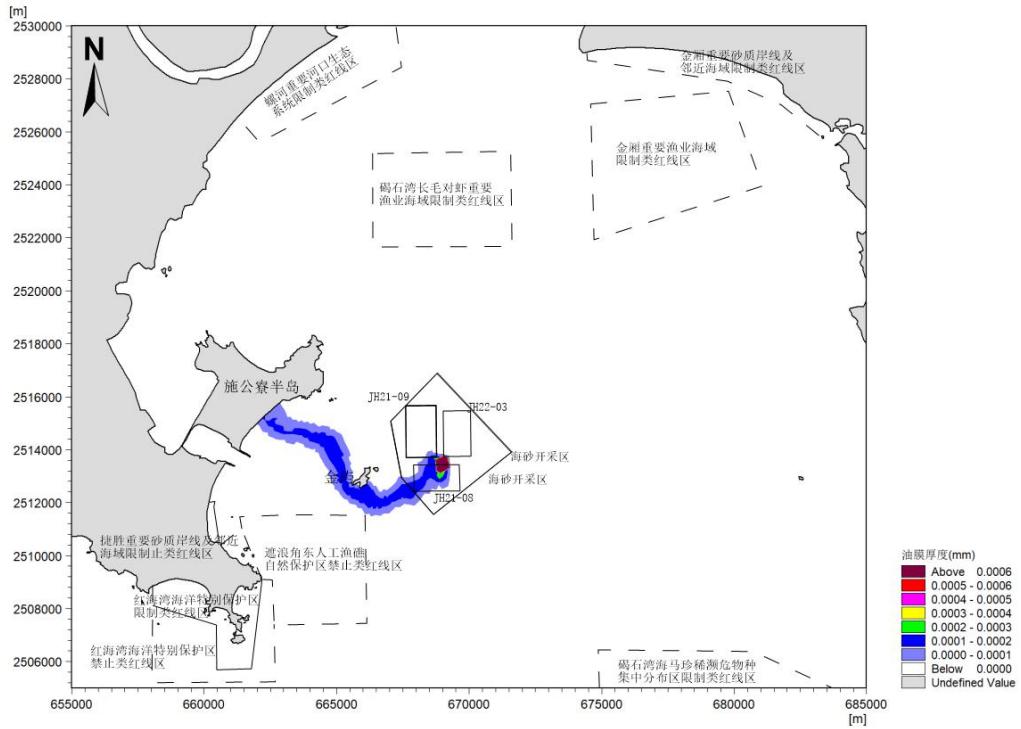


图 8.5.2-5c 工况 5 溢油扫海范围 (24 时)

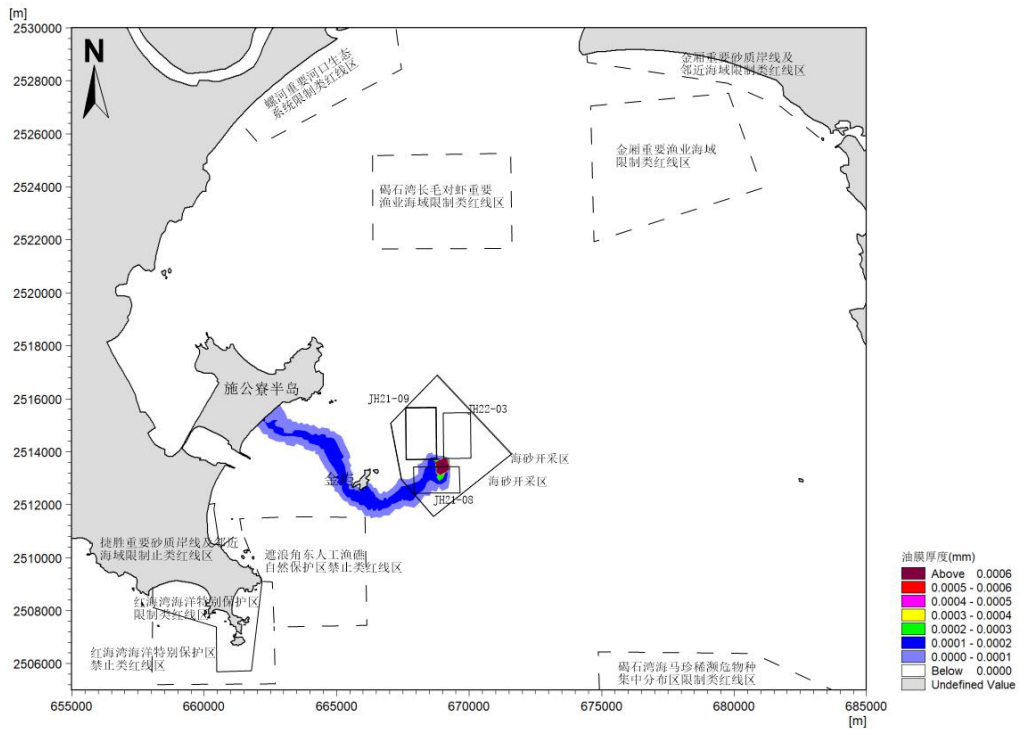


图 8.5.2-5d 工况 5 溢油扫海范围 (48 时)

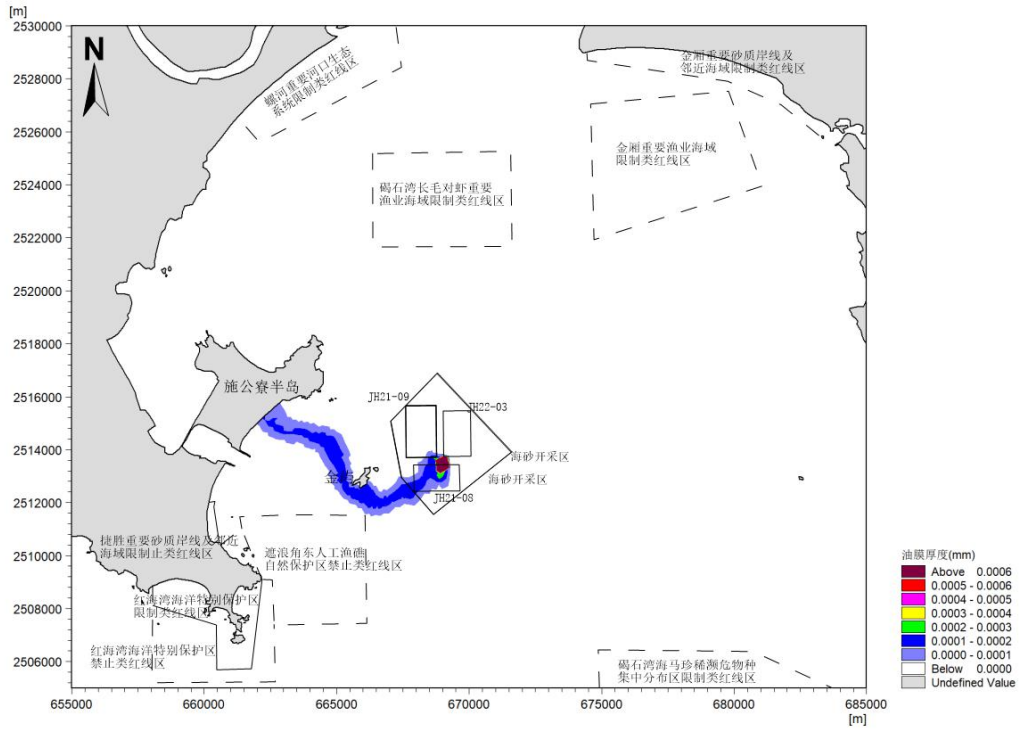


图 8.5.2-5e 工况 5 溢油扫海范围 (72 时)

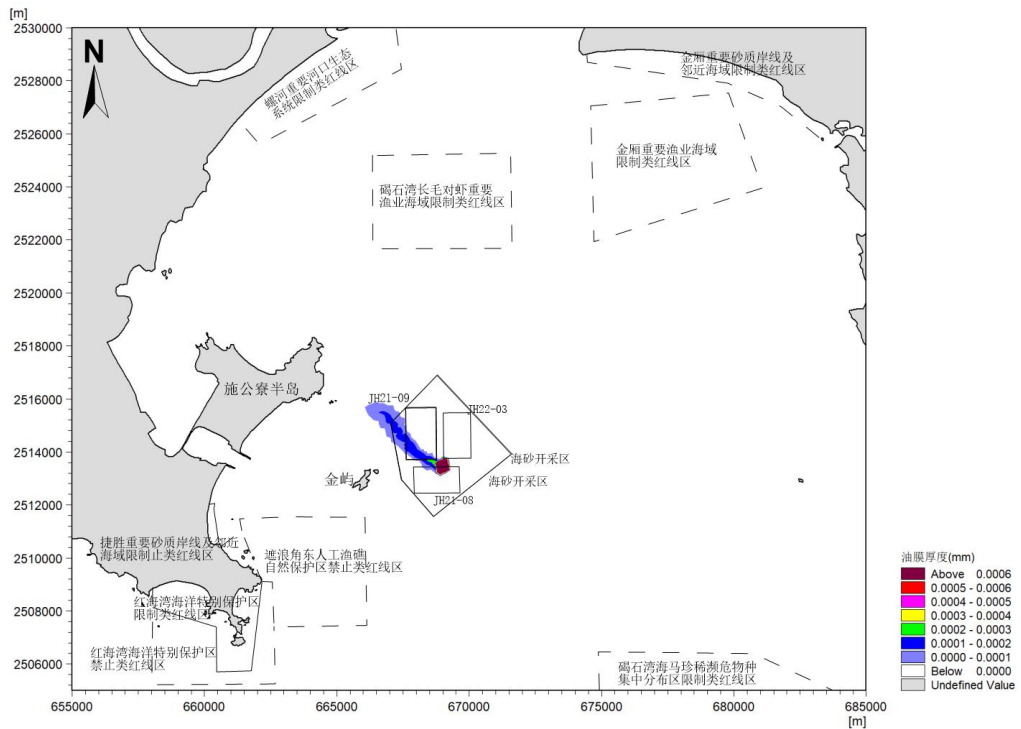


图 8.5.2-10a 工况 5 溢油扫海范围 (2 时)



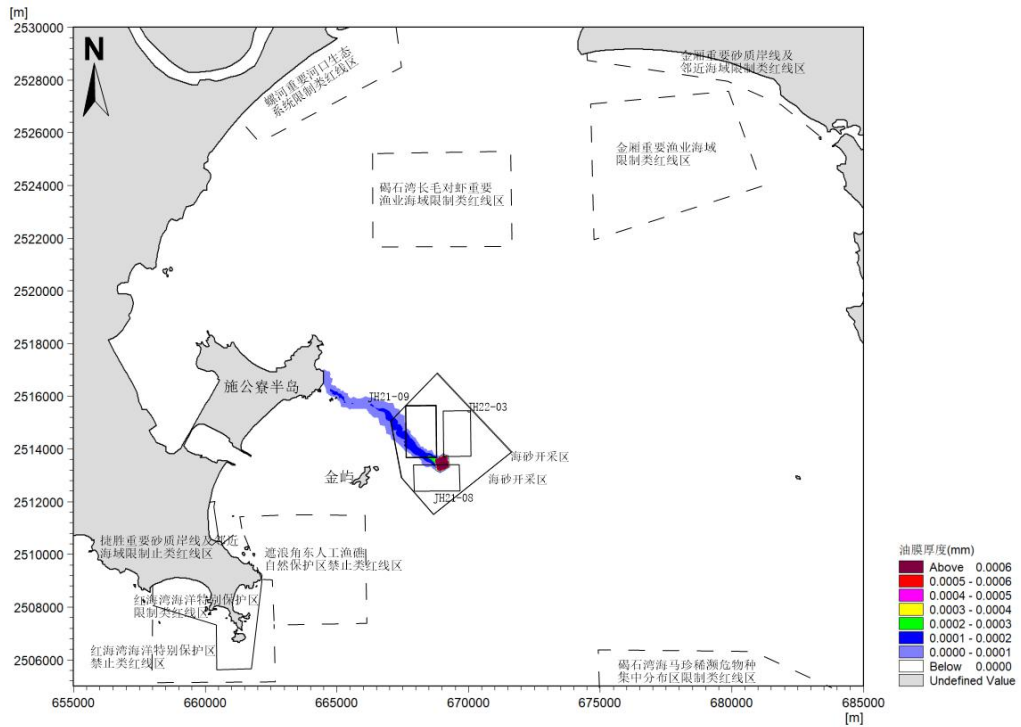


图 8.5.2-5b 工况 5 溢油扫海范围 (12 时)

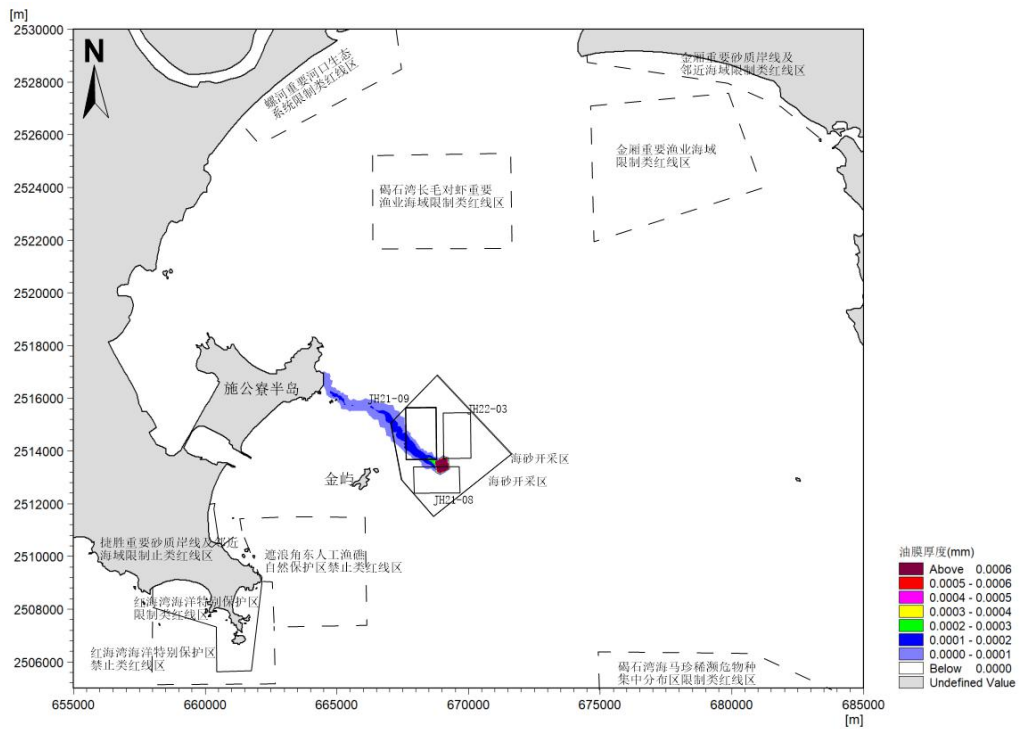


图 8.5.2-6c 工况 6 溢油扫海范围 (24 时)

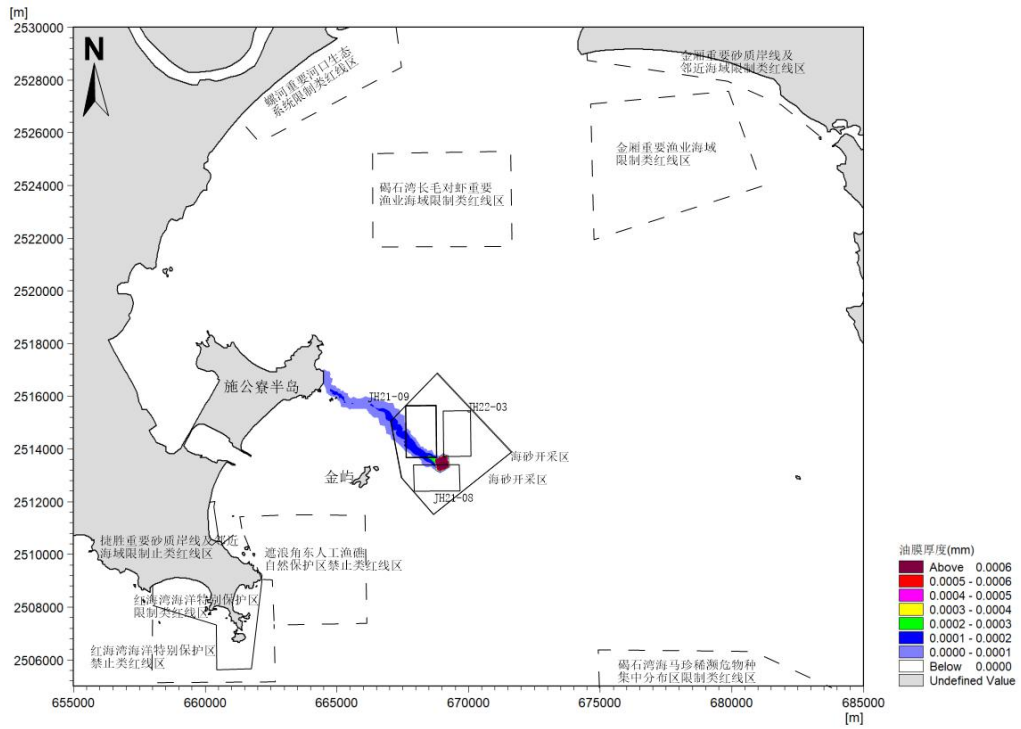


图 8.5.2-6d 工况 6 溢油扫海范围 (48 时)

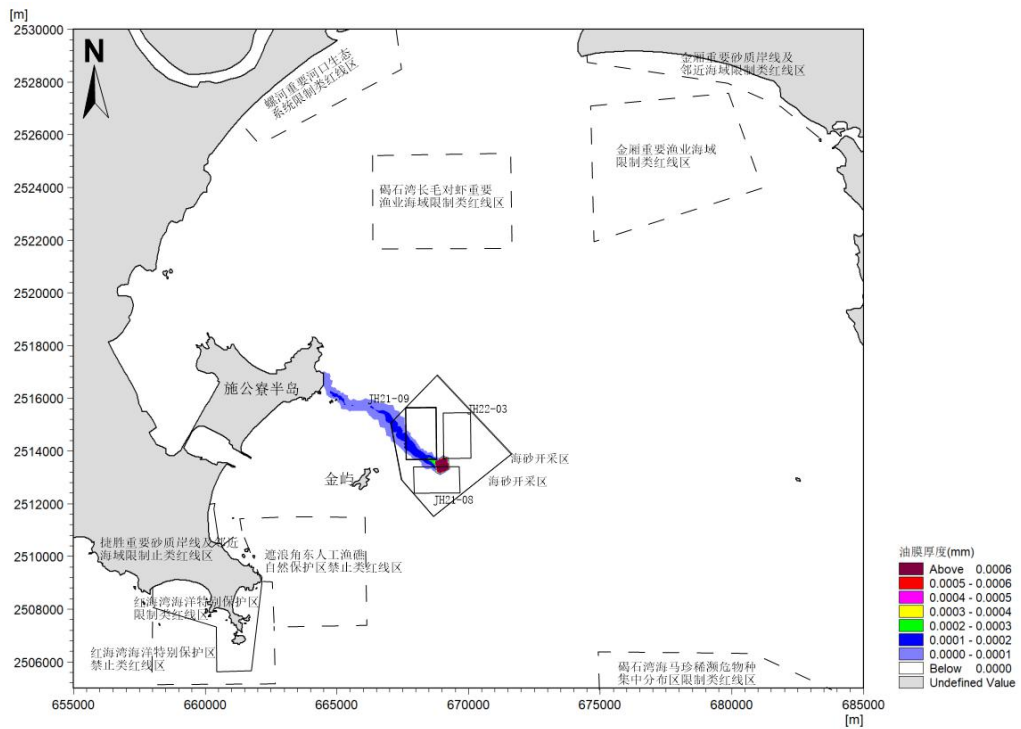


图 8.5.2-6e 工况 6 溢油扫海范围 (72 时)

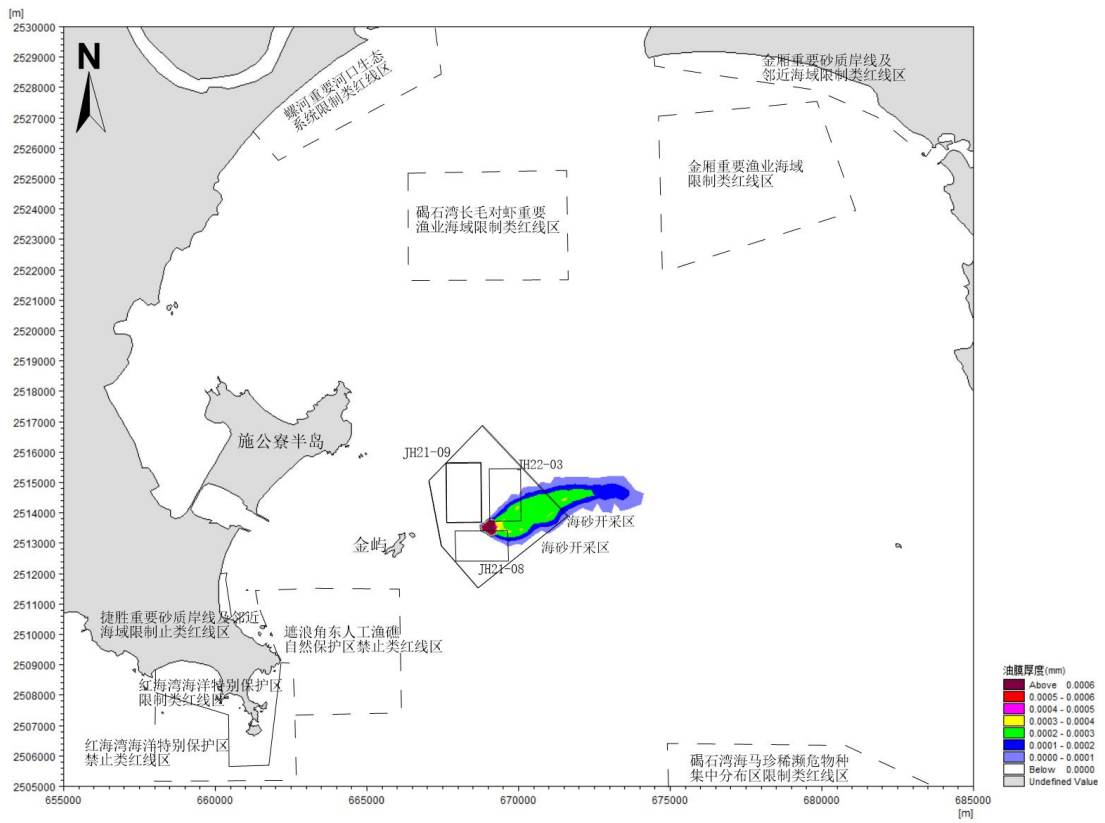


图 8.5.2-7a 工况 7 溢油扫海范围 (2 时)

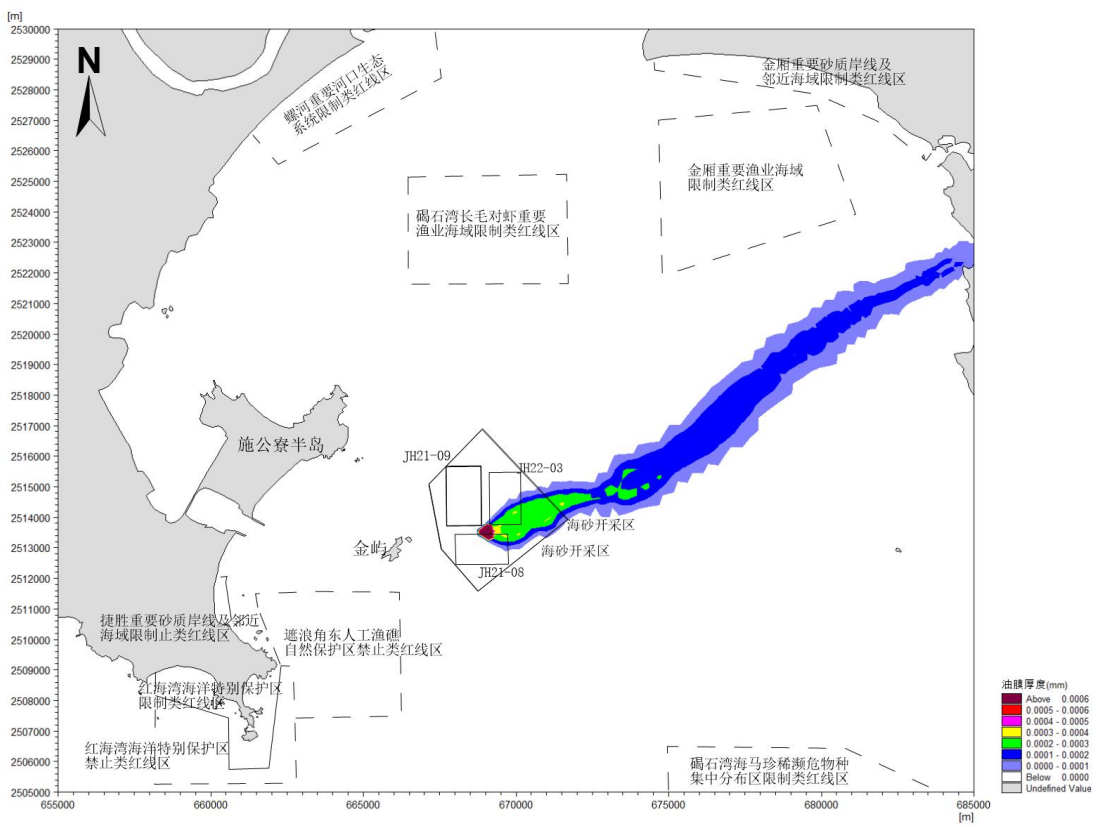


图 8.5.2-7b 工况 7 溢油扫海范围 (12 时)

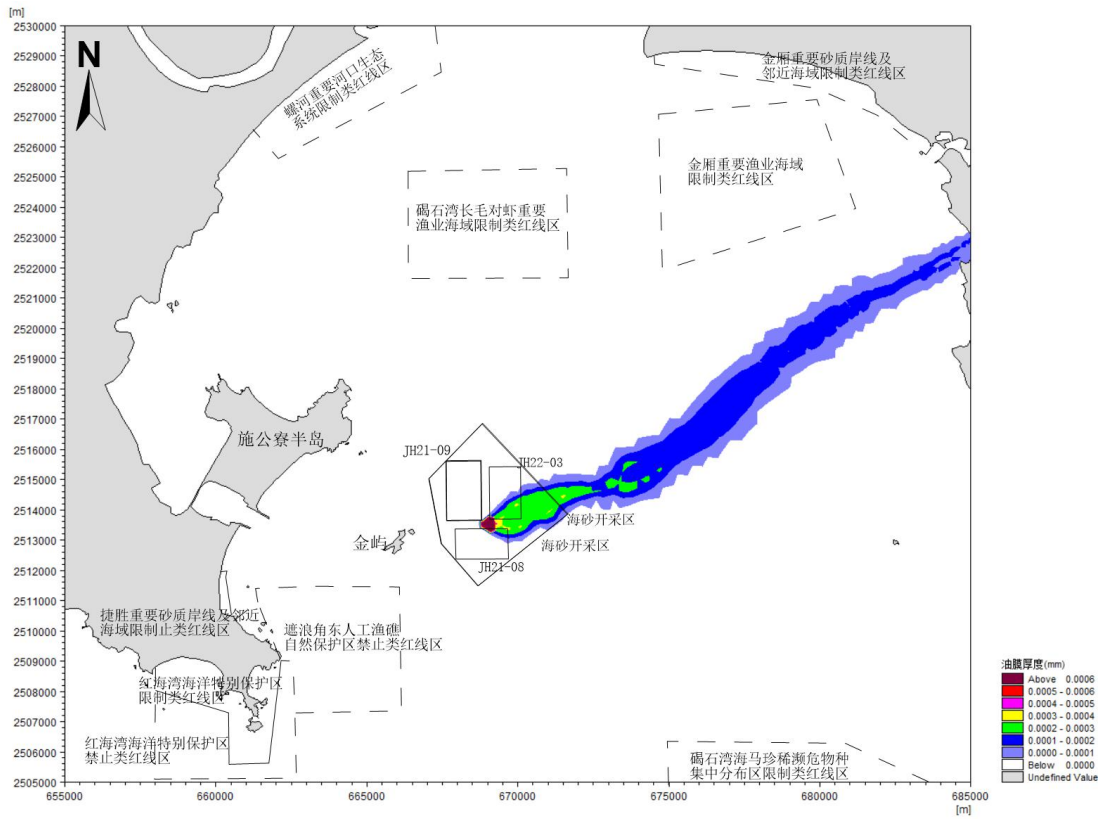


图 8.5.2-7c 工况 7 溢油扫海范围 (24 时)

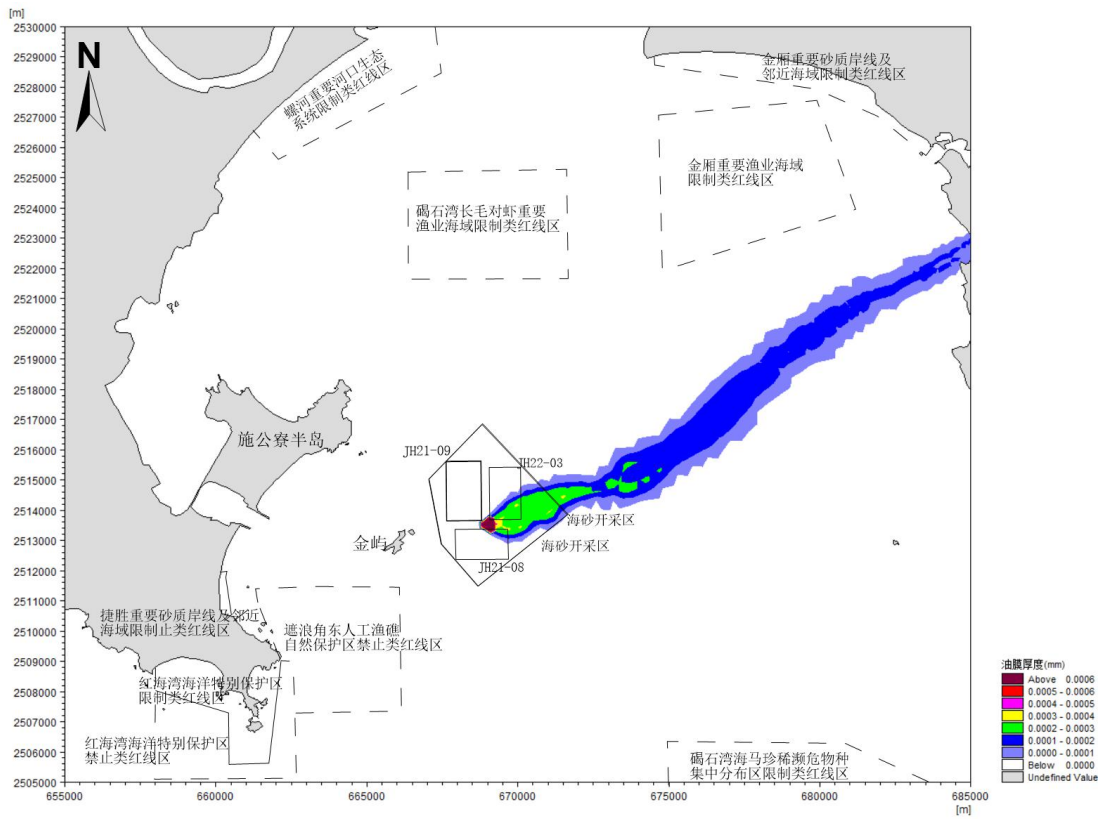


图 8.5.2-7d 工况 7 溢油扫海范围 (48 时)

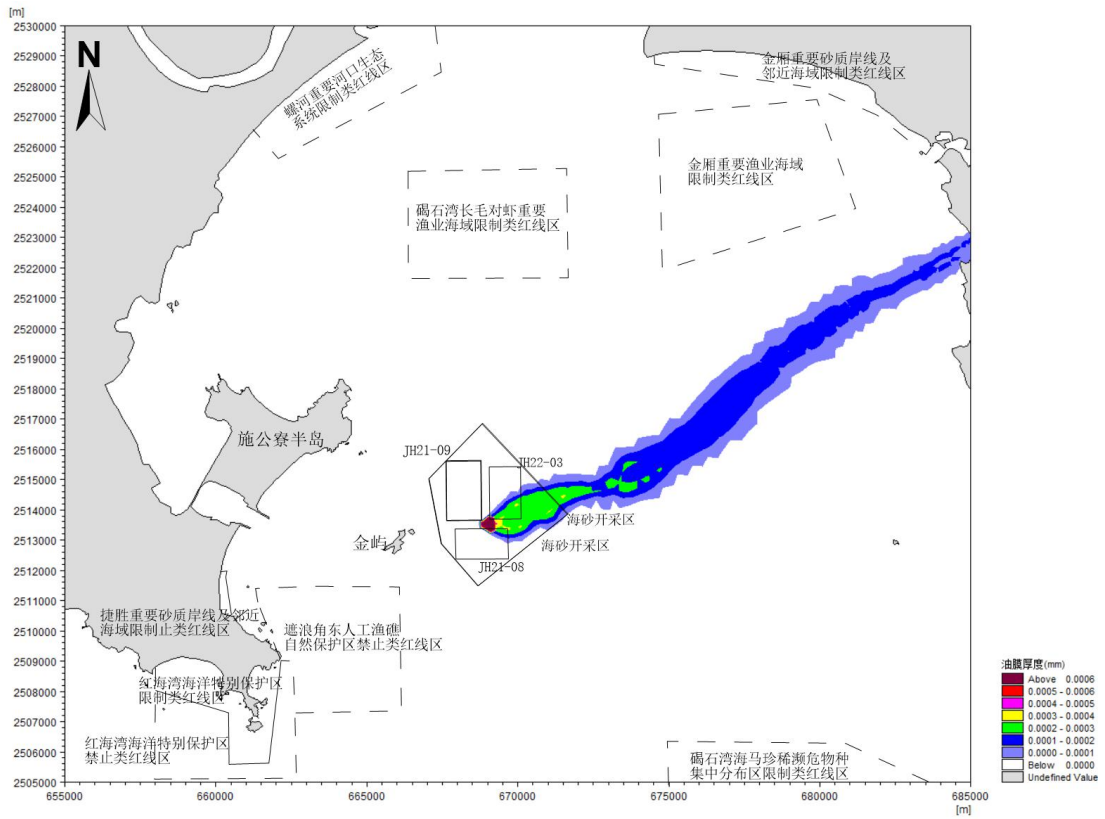


图 8.5.2-7e 工况 7 溢油扫海范围 (72 时)

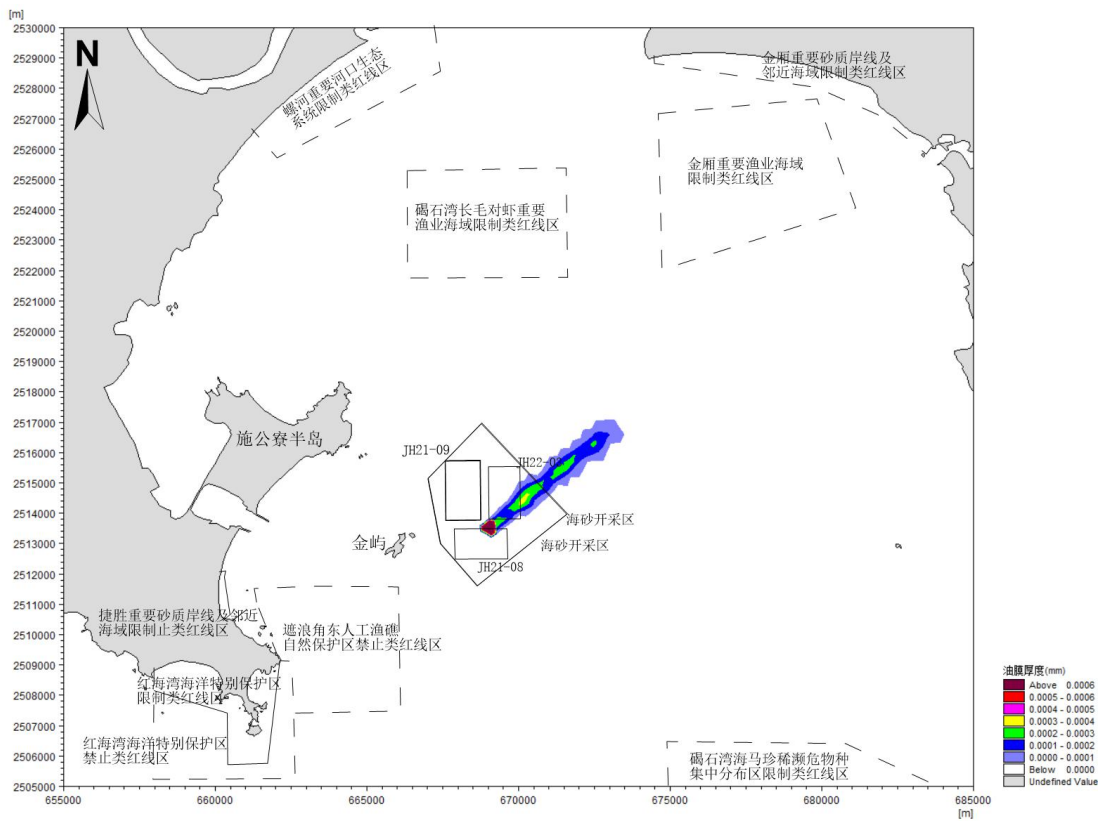


图 8.5.2-8a 工况 8 溢油扫海范围 (2 时)

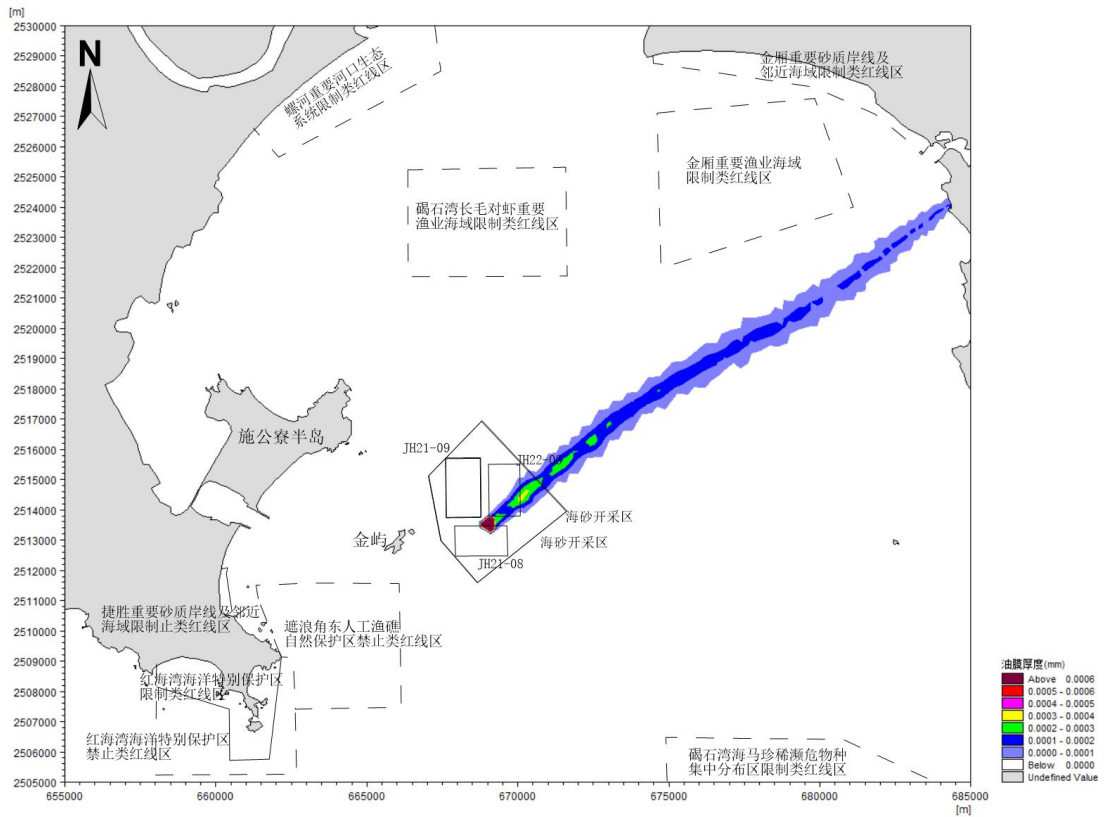


图 8.5.2-8b 工况 8 溢油扫海范围 (12 时)

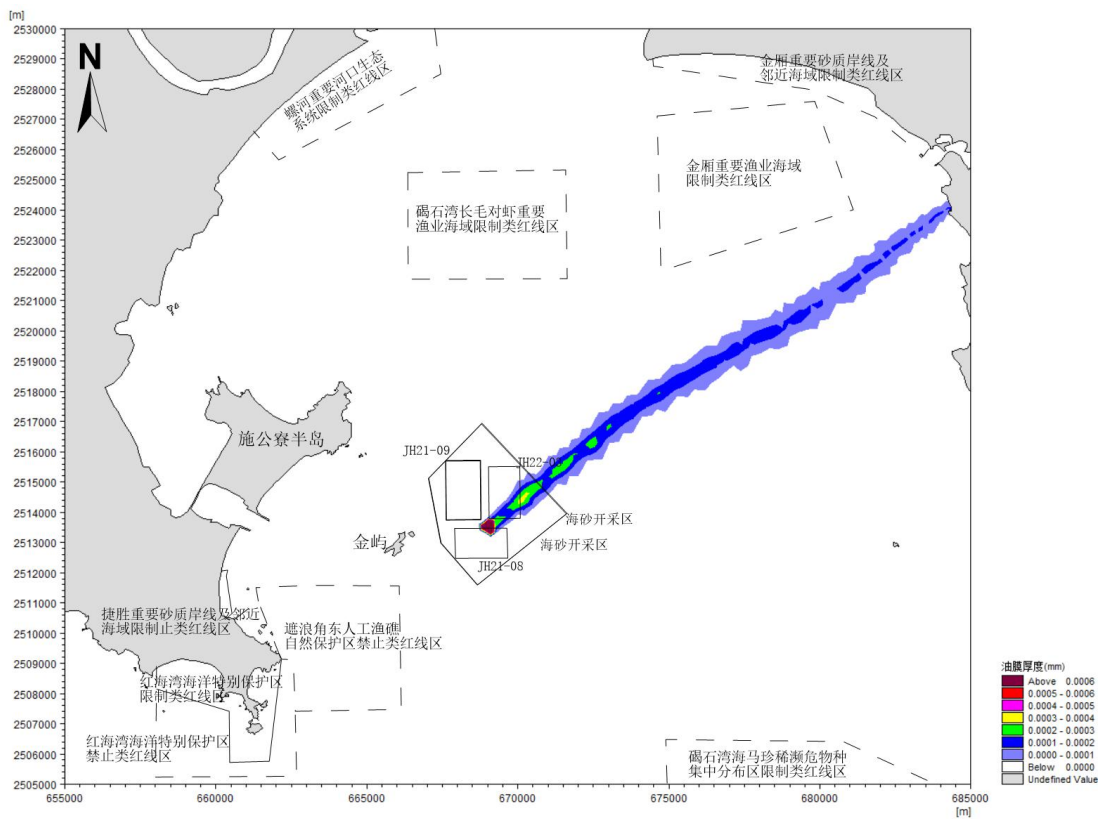


图 8.5.2-8c 工况 8 溢油扫海范围 (24 时)

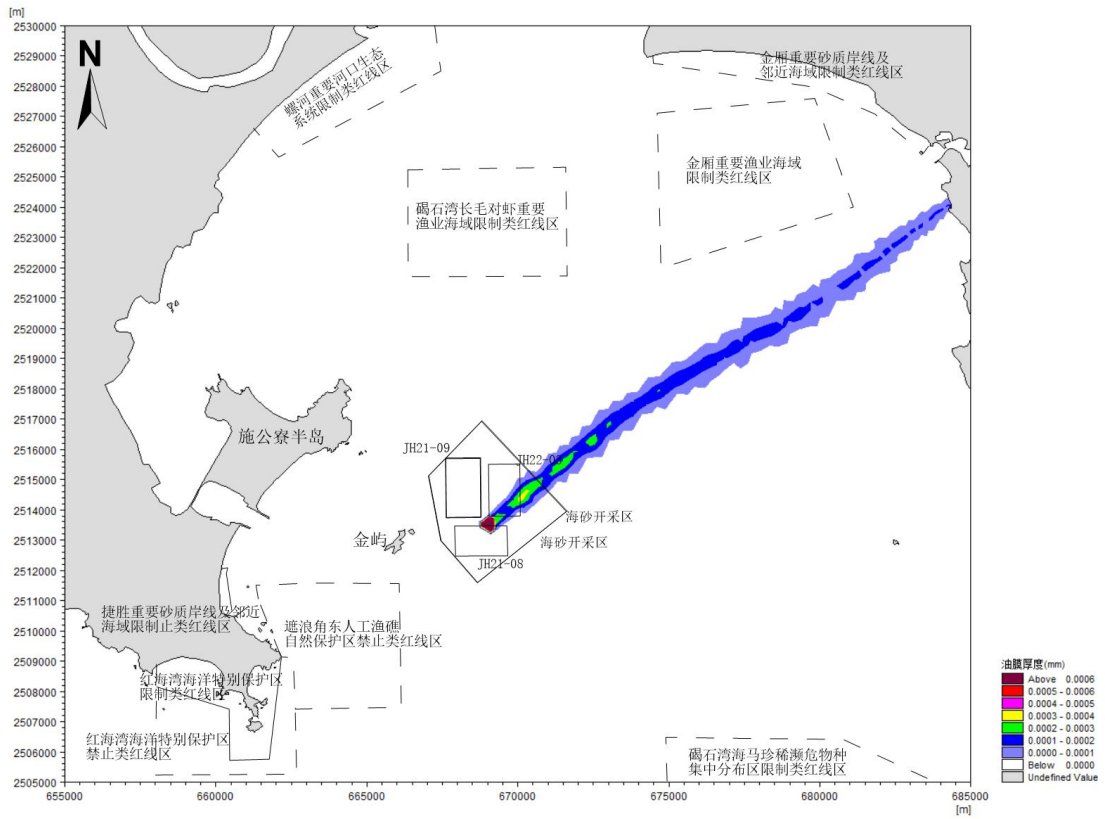


图 8.5.2-8d 工况 8 溢油扫海范围 (48 时)

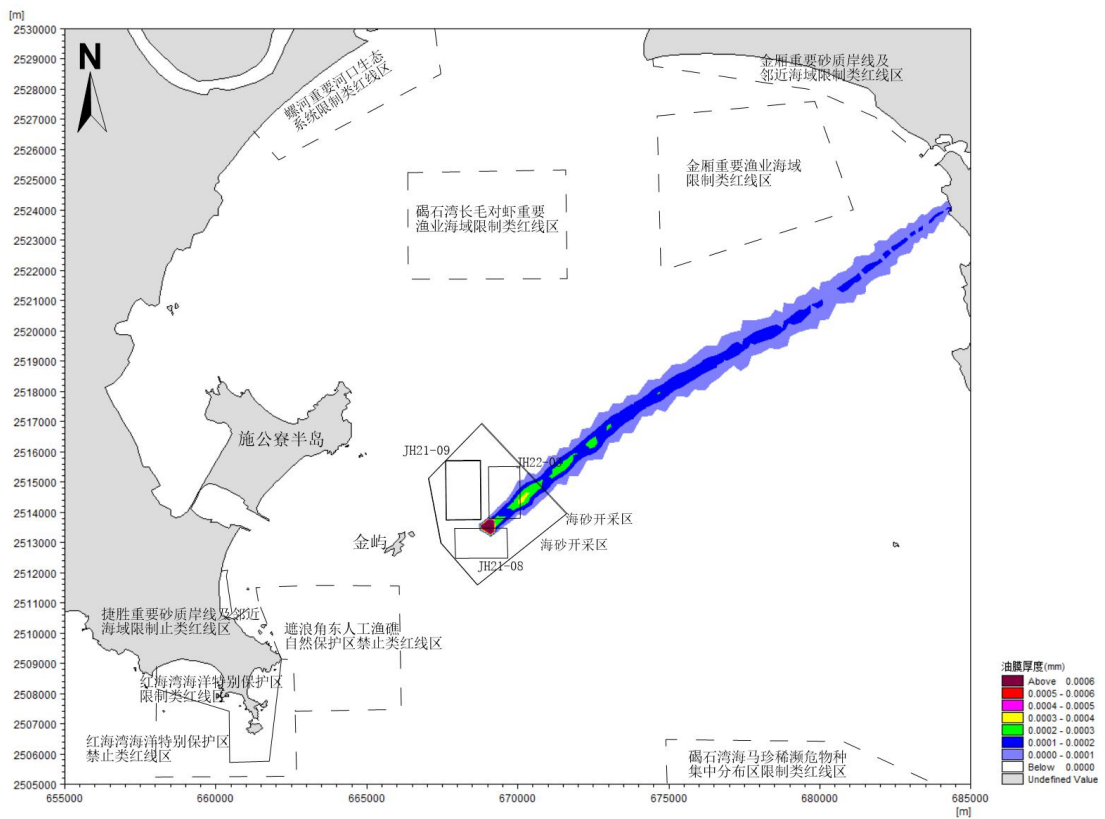


图 8.5.2-8e 工况 8 溢油扫海范围 (72 时)

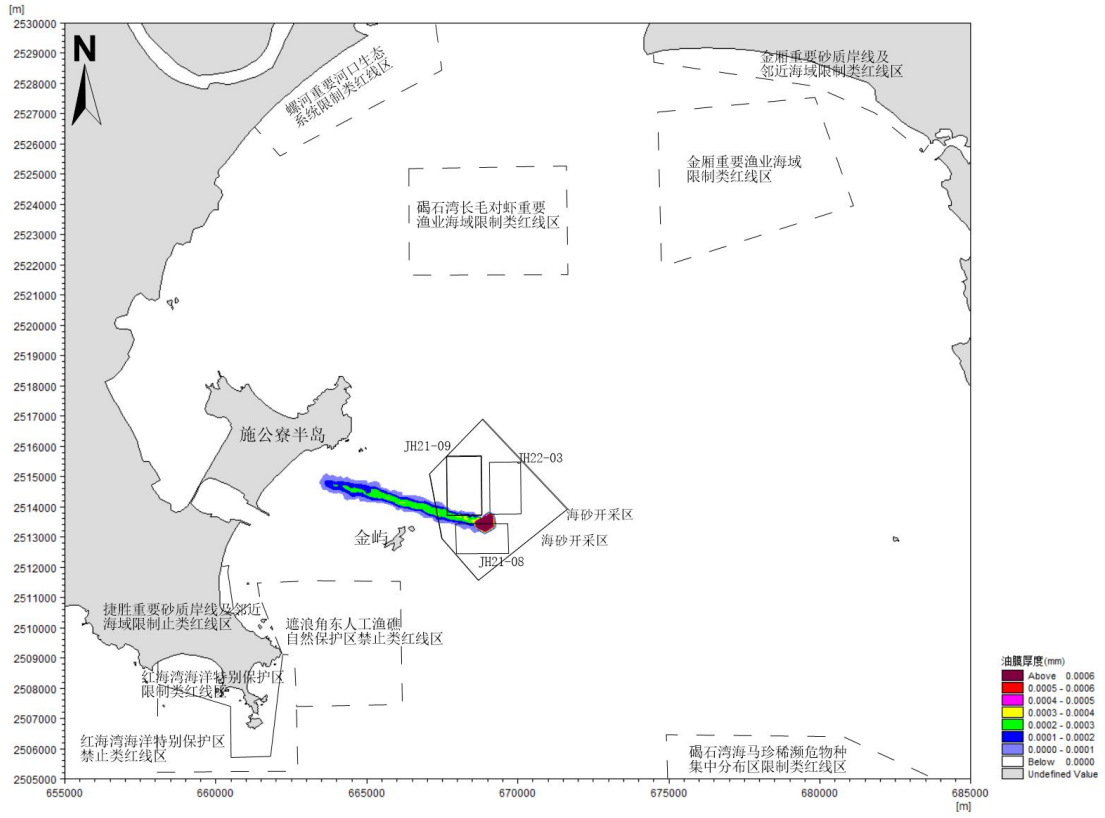


图 8.5.2-9a 工况 9 溢油扫海范围 (2 时)

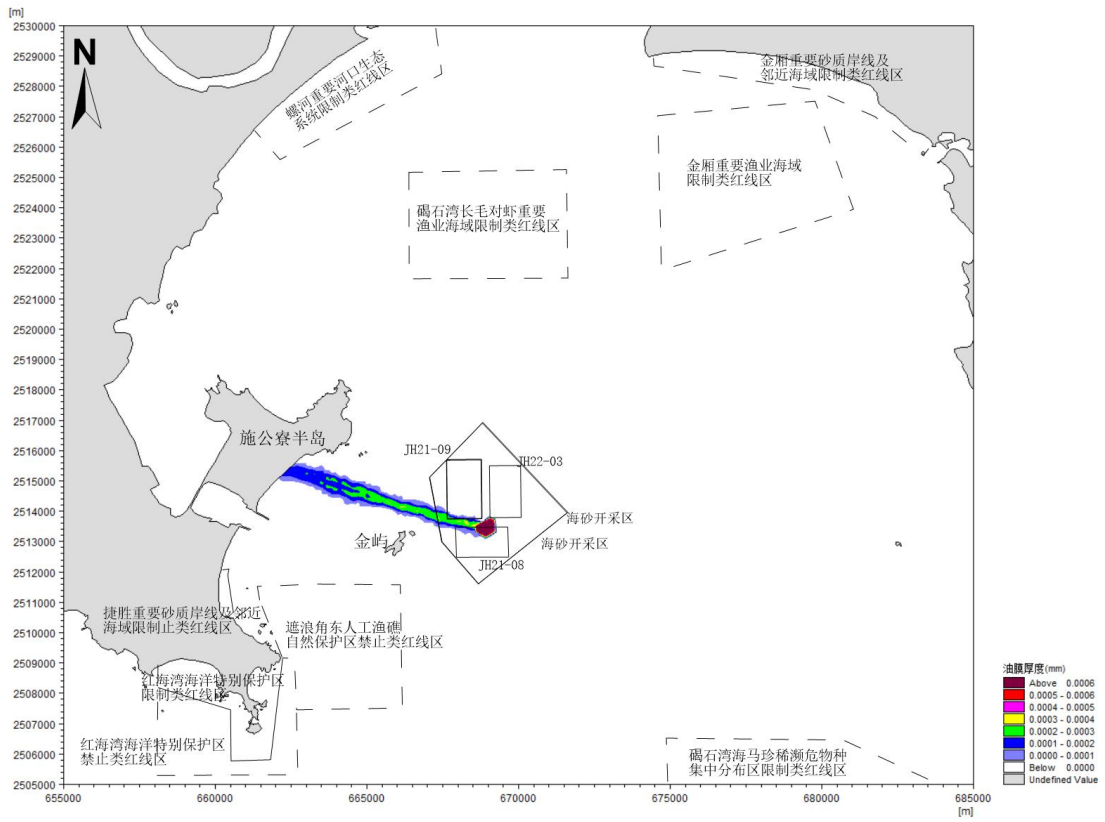


图 8.5.2-9b 工况 9 溢油扫海范围 (12 时)



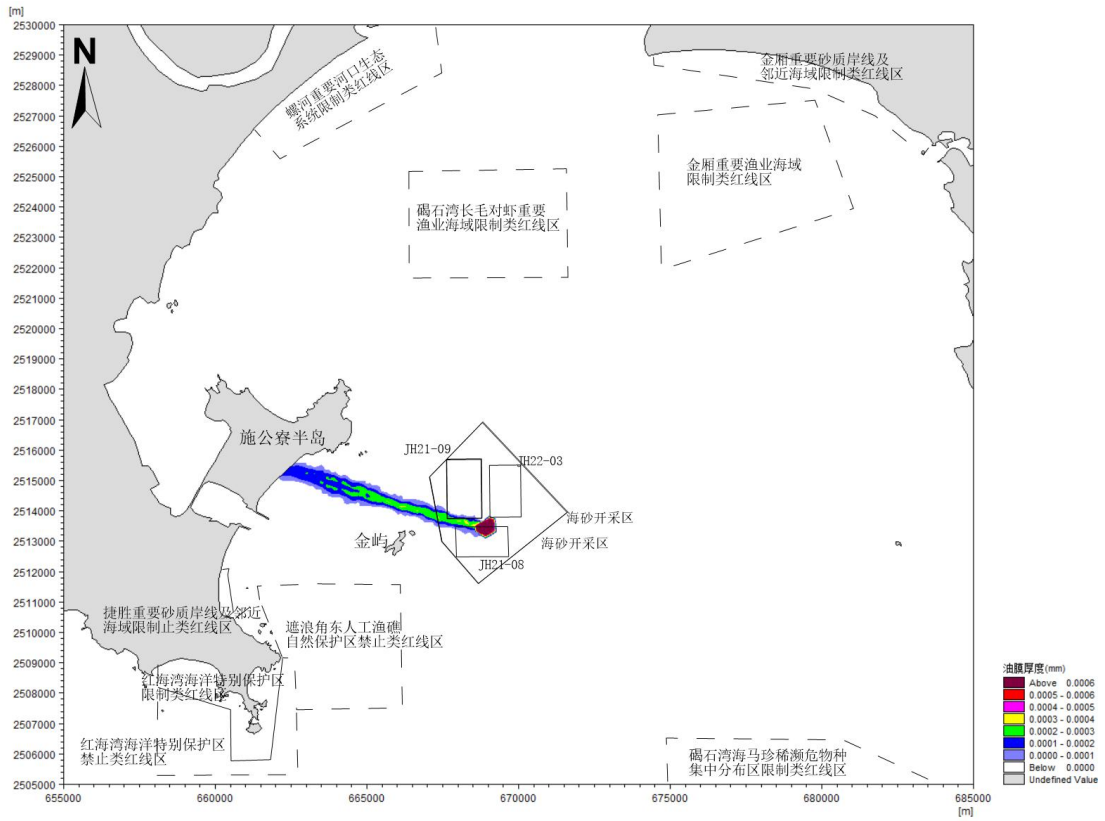


图 8.5.2-9c 工况 9 溢油扫海范围 (24 时)

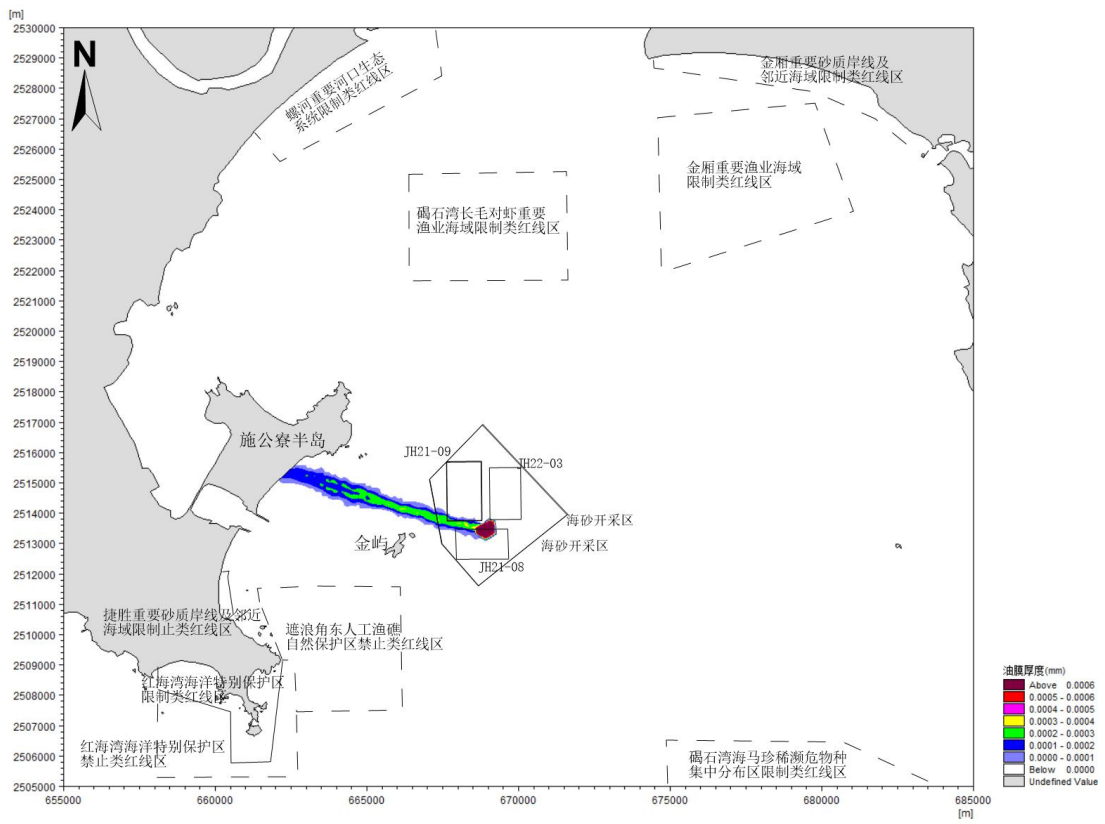


图 8.5.2-9d 工况 9 溢油扫海范围 (48 时)

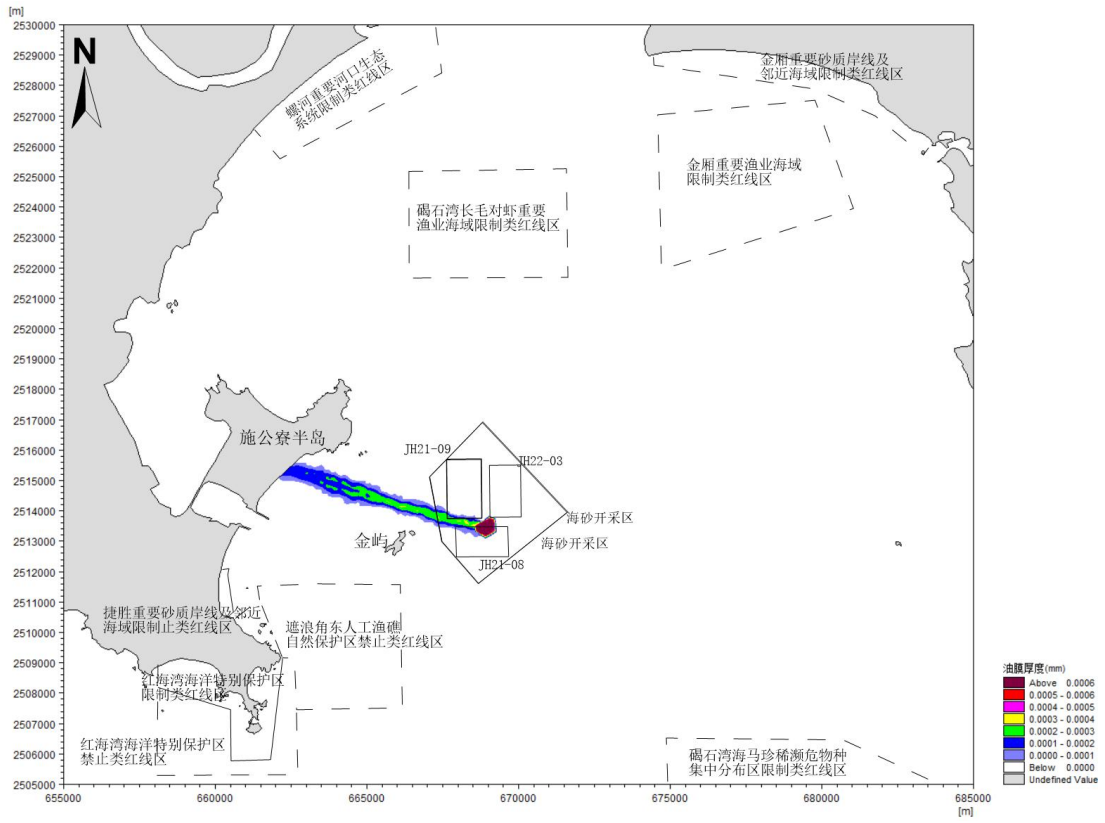


图 8.5.2-9e 工况 9 溢油扫海范围 (72 时)

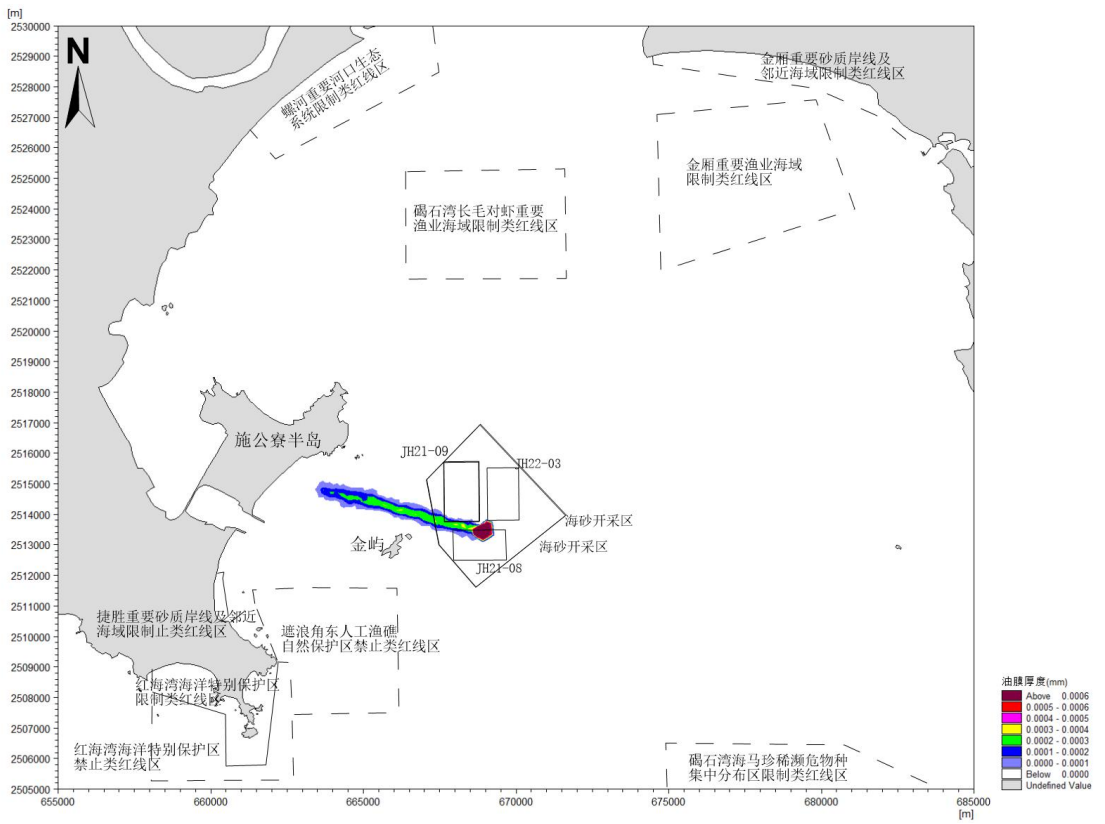


图 8.5.2-10a 工况 10 溢油扫海范围 (2 时)

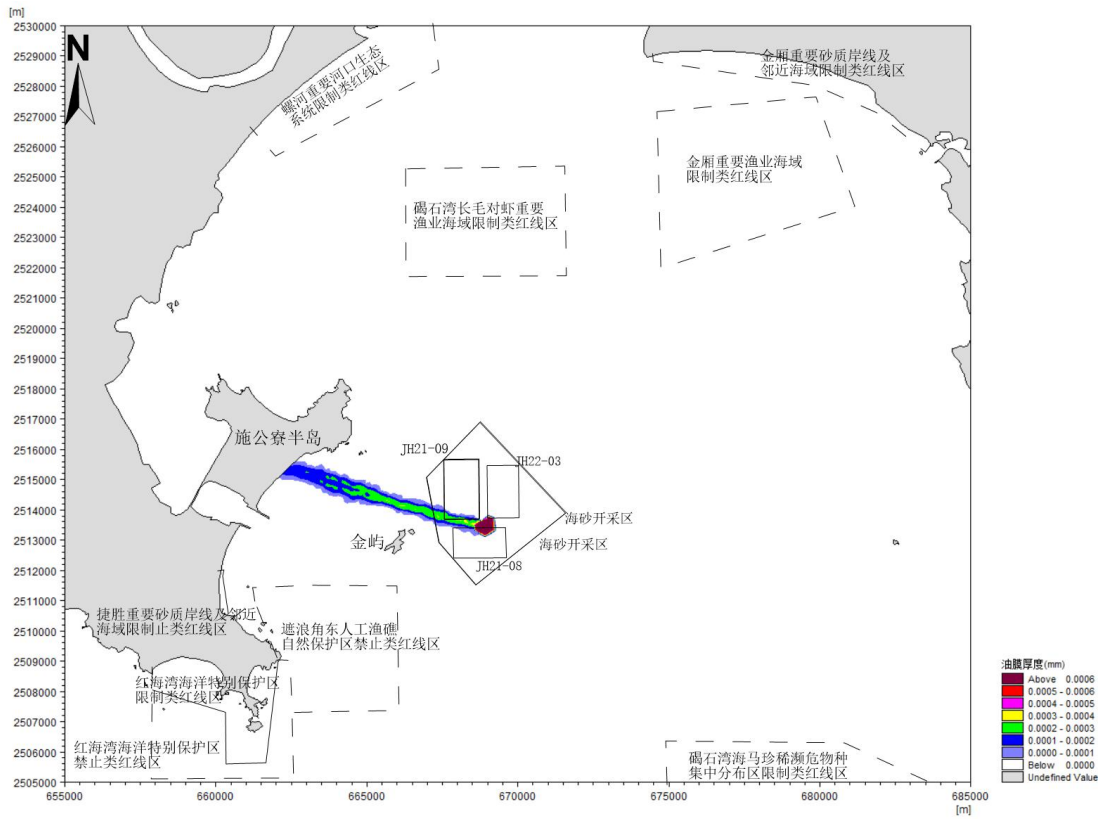


图 8.5.2-10b 工况 10 溢油扫海范围 (12 时)

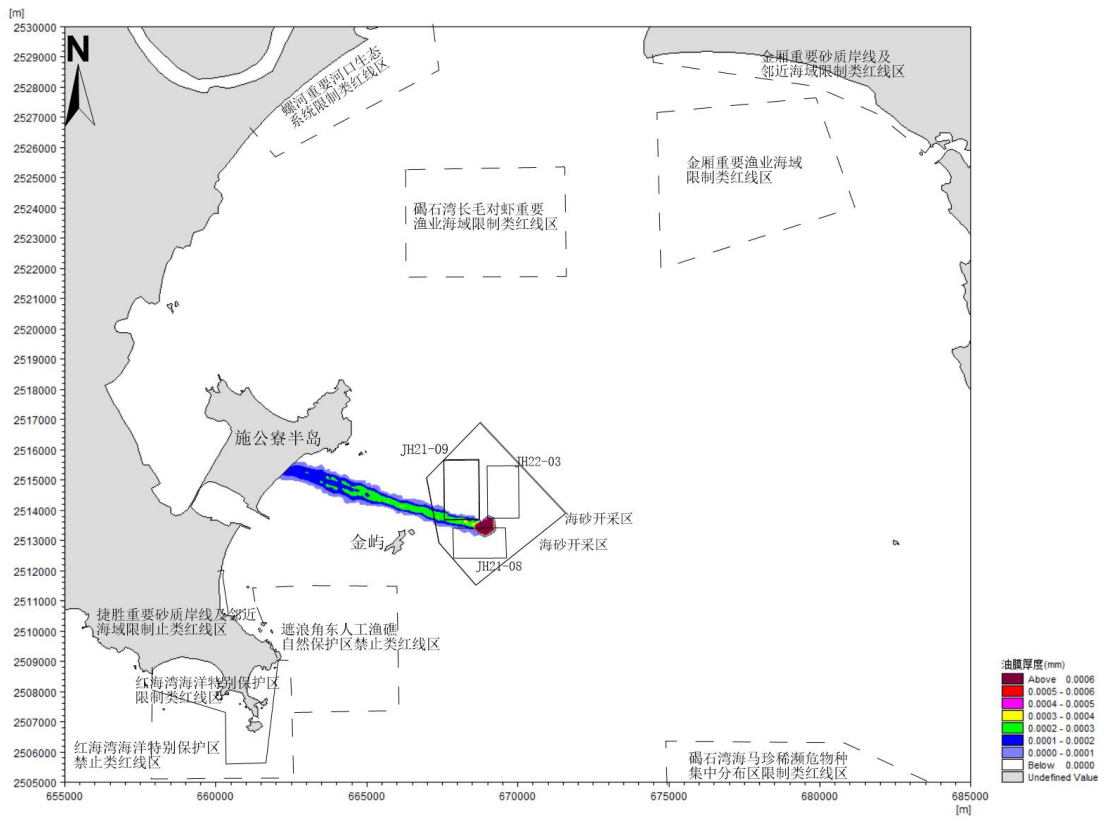


图 8.5.2-10c 工况 10 溢油扫海范围 (24 时)

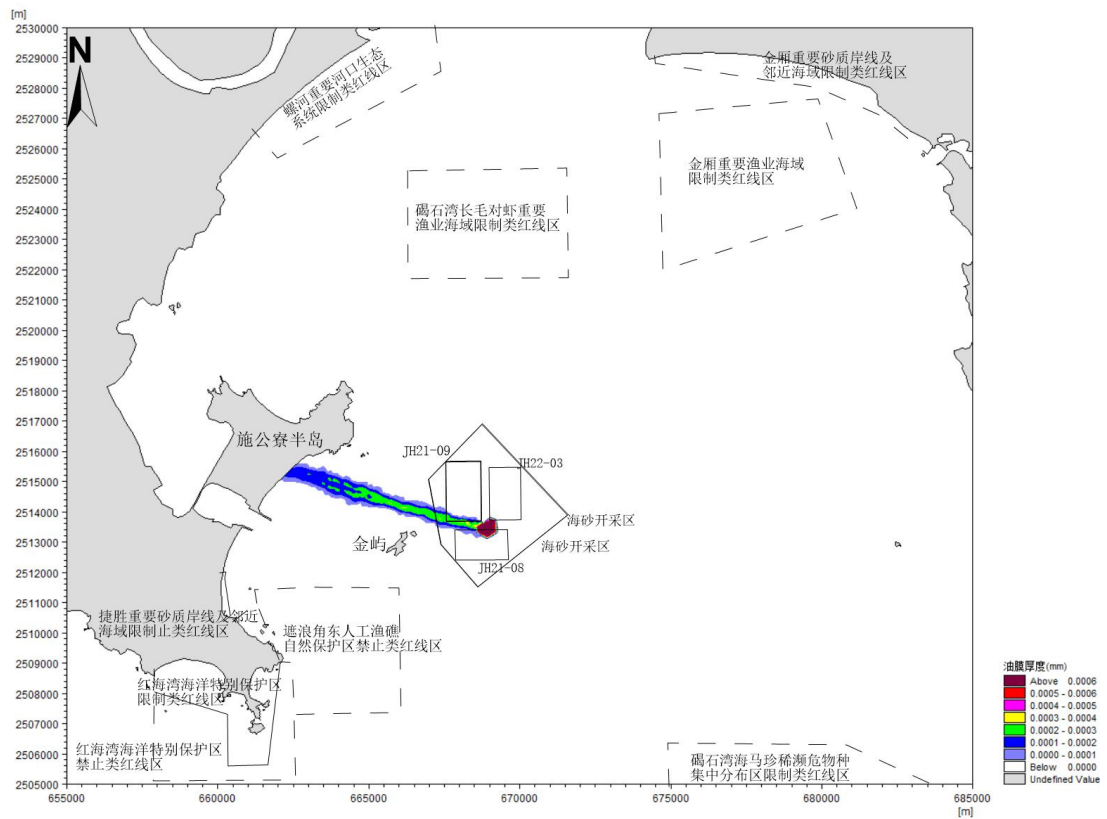


图 8.5.2-10d 工况 10 溢油扫海范围 (48 时)

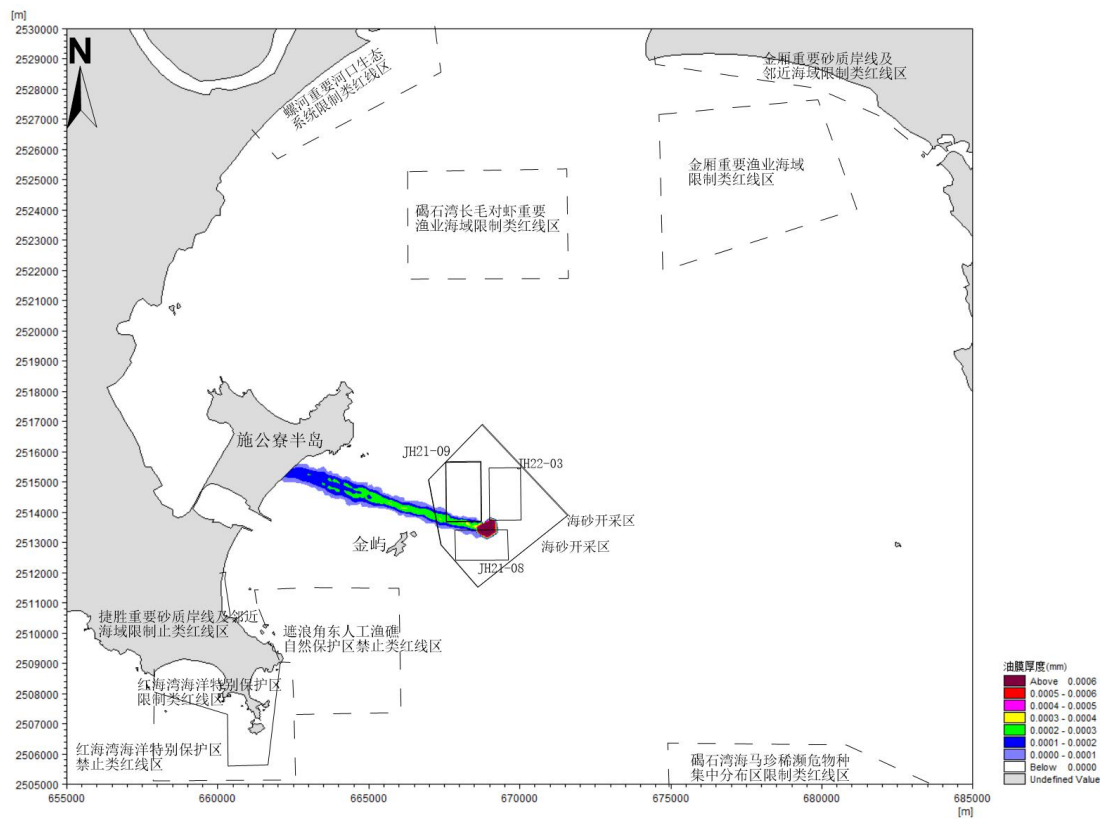


图 8.5.2-10e 工况 10 溢油扫海范围 (72 时)

## 8.5.3 溢油环境影响分析

### 8.5.3.1 溢油对海洋生态环境及海洋生物的影响分析

发生溢油时，大部分溢油浮于水面并扩散成油膜，油膜在海面的停留将影响海水与大气之间的物质交流和热交换，使海水中的含氧量、温度等因素发生较大的变化，促使浮游动物窒息死亡，并降低透光率，影响浮游植物的光合作用。当油污染较轻时，许多海洋生物虽不会立即被伤害，但它们的正常生理功能受到影响，使其捕食能力和生长速度下降，那些对污染抵抗力弱的种类将会减少或消失，从而破坏生态平衡。

#### (1) 对浮游植物的影响

实验证明，石油会破坏浮游植物细胞，损坏叶绿素及干扰气体交换，从而妨碍它们的光合作用。这种破坏作用的程度取决于石油的类型、浓度及浮游植物的种类。国内外许多毒性实验结果表明，浮游植物作为鱼虾类饵料的基础，其对各类油类的耐受能力均很低，浮游植物石油急性中毒致死浓度为 0.1~10mg/L，一般为 1mg/L。对于更敏感的生物种类，即使油浓度低于 0.1mg/L 也会妨碍其细胞的分裂和生长的速率。

#### (2) 对底栖生物的影响

不同种类底栖生物对石油浓度的适应性具有差异，多数底栖生物石油急性中毒致死浓度范围在 2.0~15mg/L，其幼体的致死浓度范围更小。软体动物双壳类吸收水中含量很低的石油，如：0.01ppm 的石油可能使牡蛎呈明显的油味，严重的油味可持续达半年之久。受石油污染的牡蛎会引起因纤毛鳃上皮细胞麻痹而破坏其摄食机制，进而导致死亡。底栖生物的奶油污性通常很差，即使水体中石油含量只有 0.01ppm，也会导致其死亡。当水体中石油浓度在 0.1~0.01ppm 时，对某些底栖甲壳类动物幼体有明显的毒效。

#### (3) 对鱼类的影响

国内外许多研究均表明，高浓度的石油会使鱼卵、仔幼鱼短时间内中毒死亡，而低浓度石油所引起的长期亚急性毒性可干扰鱼类摄食和繁殖，其毒性随石油组分的不同而有差异。

#### (4) 对渔业资源的影响

船舶发生溢油事故后，进入海洋环境的燃料油，在发生湍流扰动下形成乳化

水滴进入水体，直接危害鱼虾的早期发育。据黄海水产研究所对虾活体实验，油浓度低于 3.2mg/L 时，无节幼体变态率与人工育苗的变态率基本一致；但当油浓度大于 10mg/L 时，无节幼体因受油污染影响变态率则明显上升。对虾的蚤状幼体对石油毒性最为敏感，浓度低于 0.1mg/L 时，蚤状幼体的成活率和变态率基本一致，即无明显影响；当浓度达到 1.0mg/L 时，蚤状幼体便不能成活，96h L50 值为 (0.62~0.86) mg/L，即安全浓度为 (0.062~0.086) mg/L；浓度大于 3.2mg/L 时，可致幼体在 48 小时内死亡。溢油对鱼类的影响是多方面的，首先燃油会引起鱼类摄食方式、洄游路线、种群繁殖的改变或个体失衡。在鱼类的不同发育阶段其影响程度也不相同，其中对早期发育阶段的鱼类危害最大。油污染对早期发育鱼类的毒性效应，主要表现在滞缓胚胎发育，影响孵化，降低生理功能，导致畸变死亡。以对鲱鱼的实验为例，当石油浓度为 3mg/L 时，其胚胎发育便受到影响，在 3.1~11.9mg/L 浓度下，孵出的大部分仔鱼多为畸形，并在一天内死亡。对真鲷和牙鲆鱼也有类似结果。当海水油含量为 3.2mg/L 时，真鲷胚胎畸变率较对照组高 2.3 倍；牙鲆孵化仔鱼死亡率达 22.7%，当含油浓度增到 18mg/L 时，孵化仔鱼死亡率达 84.4%，畸变率达 96.6%。燃油中可溶性芳香烃的麻醉作用导致鱼类胚胎活力减弱，代谢低下，当胚胎发育到破膜时，由于能量不足引起初孵仔鱼体形畸变。此外，溢油漂移期间，渔区和捕捞作业会受到很大的影响。成龄鱼类为回避油污而逃离渔场，渔场遭到破坏导致渔获减少；捕获的鱼类也可因沾染油污而降低市场价值。燃料油对鱼卵的危害主要体现在延缓胚胎发育，致使孵化率下降，并导致孵化仔鱼为畸形，严重时直接致使仔鱼死亡。燃油同样也会对仔鱼造成显著的影响，主要是因为仔鱼游泳能力差，回避能力不足，燃油一旦扩散到一定浓度，将导致仔鱼死亡，但是燃料油与原油相比挥发更快，在一定时间内就会挥发大部分，因此燃料油泄露对海洋生物资源的影响要低于原油。

#### (5) 溢油事故对海岸带贝类的危害

溢油一旦搁滩，在大量燃油覆盖的滩面，固着性生物，如贝类、甲壳类生物和藻类会窒息死亡。在油膜蔓延的滩面上，幼贝发育不良，产量下降，成年贝会因沾染油臭而降低市场价值。在潮间带的养殖贝类，也会受到严重的油污染。这些滤食性双壳类、在摄食时也同时摄入海水中的悬浊油分（乳化油滴）。进入蛤类胃中的乳化油滴破乳后结合成更大的油滴，并在体内积累，引起某些生理功能

障碍，终因胃中油积累过多不能排泄而死亡。据 Cilfillan 实验，当油浓度达到 1.0mg/L 时，可使贝类产生呼吸加快，捕食减少的致死效应。沉积在底质孔隙中的油浓度过高，会引起贝类大量死亡。此外，由于做为对虾饵料的贝类大量减少，对虾即便不直接中毒致死也会因缺乏饵料而影响生长发育，降低产量。值得注意的是，溢油对贝类的危害不是暂时性的。漫滩的污油会随潮汐涨落在附近周期性摆动，面积逐渐扩大，在波浪扰动下部分被掩埋进入沉积环境；潮间带溢油也会由于风化和吸附沉降进入沉积环境。这些进入底泥中的油类靠化学降解作用去除需数月之久。使贝类幼体或中毒发育不良或窒息死亡，使急性污染变成沉积环境的长期污染。

### 8.5.3.2 溢油对岸线的影响分析

溢油发生后，一旦水面上的浮油在风浪和潮汐等因素作用下，浮上岸边，便会堆积在高潮线附近，粘附在岸边岩土表面，渗入上层的砂子里，这将对岸线生态环境造成严重影响。

### 8.5.3.3 溢油对和环境敏感区的影响分析

由前述影响分析结果可知，由于本项目与遮浪角东人工渔礁自然保护区禁止类红线区、碣石湾长毛对虾重要渔业海域限制类红线区较近，且初步判断的运输路线与附近航路的距离较近，因此发生溢油环境风险事故时，将对离项目及运输路线较近的敏感点产生影响，若不采取有效措施，油膜将较短时间内到达距离项目较近的环境敏感点。油污染海洋水环境给养殖场带来的损害是多方面的，首先污染能引起当时水域的鱼虾回避或引起鱼类死亡，使渔场破坏，造成养殖场捕捞渔获量的直接减产，其次表现为产值损失，即由于商业水产品的品质下降及市场供求关系的改变，将导致市场价格下降。另外，油品泄露事故发生的时间和位置不同，渔业损失相当悬殊。如果油污染发生在产卵盛期和污染区正处于产卵中心，因鱼类早期生命发育阶段的胚胎和仔鱼是整个生命周期中对各种污染物最为敏感的阶段，油污染使产卵成活率低、孵化仔鱼的畸形率和死亡率高，所以能影响种群资源延续，造成资源补充量明显下降。发生溢油事故对航道的影 响主要为发生溢油时，抢险除油船舶等的投入，将增加附近航道的通航密度，从而对航道的通航环境、通航安全产生一定的影响。

此外，本项目附近海域分布有较多的海洋保护区，虽然本项目与海洋保护区

的距离均较远，但本项目与遮浪角东人工渔礁自然保护区禁止类红线区、碣石湾长毛对虾重要渔业海域限制类红线区相对较近，若在本项目发生溢油事故后，若未能及时对油膜等进行控制，也将可能对附近的海洋保护产生影响，从而可能对保护区内的人工鱼礁、幼鱼幼虾产生一定的影响。综上所述，溢油事故一旦发生将对海洋生态系统造成极大的影响。回顾溢油事故实际案例，1999年珠江口水域发生的“3.24 特大溢油事故”，事故溢油量超过 500t，事故发生当年事故海域的海洋生态系统变化显著，直到事故第二年生态系统才开始逐步恢复，次年的鱼类资源和捕捞量损失约 40%，此后的 3、4 年渔业资源和捕捞量仍明显劣于事故前，直到事故后 7 年渔业资源方恢复到原有水平。可见溢油事故对海洋生态系统、渔业资源的影响是显著的、长期的。鉴于海上溢油事故无论是溢油量、风条件以及溢油时间均有较大的随机性，因此，一旦发生溢油事故需尽快启动相应应急预案进行处理。溢油事故对生态环境影响巨大，需对溢油事故严加防范、杜绝发生，避免造成经济损失和环境污染。

## 8.6 环境风险防范对策措施和应急预案

### 8.6.1 风险防范措施

为减少溢油等环境事故对环境的影响，对于溢油等环境事故风险必须具有高度的认识与戒备，切实贯彻“以防为主，防治结合”的方针，制定切实可行的管理措施。此外，若发生溢油事故，必须采取相应的应急处理措施，以尽量减轻其所产生的危害。

采砂单位应加强与海事主管部门沟通，服从海事主管部门的管理，落实采砂期船舶通航安全保障措施，避免船舶碰撞事故的发生。防范采砂期船舶风险事故导致的溢油事故发生。

①采砂单位应按规定办理水上水下施工作业手续，申请划定施工水域和安全作业区域。采砂期间所有作业和运输船舶必须按照交通部信号管理规定悬挂信号灯，在采砂区现场设置必要的警示装置，并确保作业船舶及人员的适航、适任。

②在采砂前发布航行公告，严禁无关船舶进入采砂区作业水域。注意采砂期间对进出附近水域船舶的影响，加强对作业船舶的监管。过往船舶确要经过本采砂区水域时，应加强了望，谨慎操作，缓速行驶，并与作业船舶保持适当的安全



距离。

③采砂单位在采砂前应 与海事部门等充分沟通协调，及时了解项目采砂海域附近船舶进出情况，以便尽早采取避让措施，避免采砂作业船舶与进出船舶发生碰撞事故。

④采砂单位应当认真考虑采砂作业船舶和人员的安全问题，制定应急预案，及时了解掌握天气情况，避免在恶劣天气条件下进行施工作业。严格执行安全计划，加强值班了望，配备必要的救生设施、通讯器材，确保施工安全。采砂作业船舶在发生紧急事故时，应立即采取必要的措施，同时向海上交管中心报告。

⑤配备一套完整的溢油处理系统对于溢油污染控制是十分必要的。目前，国际上较多采用的溢油处理方法是物理清除法和化学清除法。物理清除法主要机械 设备是围油栏和回收设备，首先是利用围油栏将溢油围在一定的区域内，然后采 用回收装置回收溢油；化学清除法则是向浮油喷洒化学药剂—消油剂，使溢油分 解消散，一般是在物理清除法不能使用的情况下使用。防止海上溢油扩散常见措 施见表 8.6-1 所示。

表 8.6-1 海上溢油防止扩散措施

措施类别	措施内容
围油栅及撇油设备	帘式、围墙式拦油栅
活塞膜化学药剂	化学药剂迅速扩散围住漏油周边，把油推向集油设备
喷洒油聚集剂硫磺	直升机喷洒
药剂反应捕捉	喷洒聚异氰酸酯和聚酰胺，与油产生聚合物，形成胶冻，防止油扩散
空气帘	空气通入穿孔水龙带或管道，组成气泡屏障

## 8.6.2 风险控制措施

溢油事故一旦发生，将对海洋生态环境和生物资源造成严重危害，如若处理 不及时还会发生爆炸，危及人身财产安全。为保护工程海域生态环境和生物资源， 保障生命财产安全，最大程度的降低溢油事故发生对的危害，溢油事故发生后应 采取以下应急措施：

### (1) 启动分级应急响应程序

发现泄漏事故后，应立即通知船长及相关操作人员，并采取一切办法切断事

故源。船长作出判断，启动分级应急响应程序，发出警报，迅速通知港区海域船舶污染应急指挥部、当地海事部门和环保部门等主管部门。现场抢险组等各组在组长指挥下立即按各自的职责实施事故救援，各专业救援队伍迅速赶往事故现场。

### （2）消除泄漏的措施方法

迅速查明事故发生的源点、泄漏部位和原因。初步判断船舶（或油管）破损情况，组织堵漏和将残油转移。当肇事船舶作业有困难时，可按以下几点协助进行。作业要求如下：

①必要时，由救捞人员进行水下探摸。采取各种可能的方法，尽力封堵破损口。

②将残油驳至其他货舱或可接收油的油轮；油驳及油囊中。过驳时须严格遵守安全和防污染操作规程，注意不断调整各舱油量，保持船体平稳上升。需另备移动式泵系设备，以防船上货油泵系不能使用。

③为保证两船安全并靠，应在两船船舷之间设置足够的碰垫，并准备移动式球形碰垫。过驳时派专人随时调整和加固缆绳，密切监视输油管及油舱状况。

### （3）溢油的围控

①当船舶在码头前沿溢油时，在事故码头周围布设一道或多道围油栏进行围控。如果发生汽油等易燃油品泄漏时，还应增设防火围油栏，调用消防船待命，采取防火与防爆措施。

②船舶在锚地、航道上溢油时，事故现场的海况（波高、流速、风速等）符合围油栏的作业条件许可时，采用围油栏在海上进行定位围控。

③在现场围油不可能的情况下，可用围油栏将溢油诱导至利于进行清除作业且对环境敏感区影响较小的水域，再进行清除作业。

④当溢油受风和流的影响有可能向环境敏感区漂移时，需在敏感区周围布设围油栏，减少污染损害。

无论是围油栏围油，还是撇油器回收溢油，都受到海况的制约，因此，定期对海域环境参数进行监测，设置溢油漂移路径数值模拟实时预报系统，对准确而迅速地布置围油栏，控制油污染以及保护海洋环境十分有益。

### （4）海域海岸溢油清除

溢油被限制在一定的水域之后，应及时对其进行回收、处理，根据溢油量的大小，油的扩散方向、气象及海况条件，迅速高速围油方向和面积，缩小围圈，用吸油船最大限度地回收流失的油，然后加分散剂进行分散乳化处理，破坏油膜，减轻其对海域的污染。水面溢油回收后的应急储存也很关键，除了利用当地储油设施和调动油船外，还应使用水上应急储油装置如浮动油囊，陆岸应急储油装置如轻便储油软罐等，以顺利完成水面溢油回收后的处理。

#### （5）溢油分散剂的使用

《溢油分散剂使用准则》（GB18188.2—2000）规定：溢油发生在对水产资源有重大影响区域时，限制使用溢油分散剂。因此本项目发生溢油事故时，应及时上报海事部门，一般情况下不提倡使用消油剂，若要使用消油剂，消油剂的使用品种型号、使用时间、使用方法、使用剂量、使用区域等均应征得海事部门同意后方可使用。

### 8.6.3 应急预案

#### 8.6.3.1 本项目应急预案

风险事故发生后，能否迅速而有效地作出应急反应，对于控制污染，减少污染损失以及消除污染等都起着关键性的作用。为使本工程对于一旦发生的溢油事故能快速作出反应，最大限度地减少事故污染对工程海域的灾害性损失，建设单位应建立应付突发性事故的抢险指挥系统，组织制定一份可操作的风险应急行动计划，定期进行演习。

##### （1）应急计划区

本工程应急计划区主要为采砂区及运输路线沿线。应急事件包括船舶碰撞、倾翻等突发性海上溢油事故。

##### （2）应急指挥组织

项目公司成立船舶污染预防及事故应急指挥部（以下简称应急指挥部），下设运行监督办公室，负责风电场日常运行安全监管及船舶污染事故上报、应急响应、支持保障和善后处理等工作。运行监督办公室设在项目公司中控室，应急指挥部应服从汕尾海事局。

应急指挥部按各自职责设立溢油应急处置小组：通信组、工艺组、溢油清理

组、现场救护组、警戒组、后勤保障组、防火组、油污处理组。各小组主要职责包括：

通信组：负责应急指挥与事故现场的通信联络，确保应急救援指令的下达和现场各种信息的反馈及通信的畅通。

工艺组：及时关闭相关阀门，控制溢油源，防止事故进一步扩大。

溢油清理组：做好溢油堵截围控工作，回收泄漏油品，对溢油现场进行清理。

现场救护组：做好伤病员的接受和医疗，提供现场进行救护等。

警戒组：保持交通畅通，注意现场警戒，实行隔离，注意溢油漂移动向，并及时向指挥部报告。

后勤保障组：提供应急所需的器材、材料及生活用品，保障应急电力供给，负责应急设备的维修。

防火组：防止火灾发生，一旦发生火灾立即实施灭火应急计划。

油污处理组：负责处置油污物的工作，防止二次污染。

应急响应通知程序当船舶发生碰撞导致油泄漏事故时，应及时向应急值班报告，同时向海事主管部门汇报。并立即将事故简要报告上级主管领导、生产指挥系统，通知当地公安、消防部门、环保部门和港监部门。

### （3）应急通讯系统

项目所具备的现代化通讯设备，能够满足溢油应急通讯的需要，无须另行设置新的专门通讯系统。

### （4）预警和报告

运行监督办公室应通过监视系统及时收集掌握在采砂区海域发生的船舶污染事故信息，发现或接报污染事故后立即向应急指挥中心报告，通知应急指挥部的成员到达事故现场。总指挥到达事故现场后，立即成立现场指挥部，总指挥根据现场情况预测可能造成的后果和污染危害程度、紧急程度、发展事态，判断环境污染事件危险性，将预警信息向汕尾市处置船舶污染水域事故应急指挥部逐级上报，由安全指挥中心确定预警等级。

预警信息包括突发事故的类别、起始时间、可能影响范围、警示事项、应采取的措施和发布机关。预警信息的发布、调整和接触可通过广播、电视、报刊、通信、信息网络、警报器等方式进行。

特别重大或者重大突发事故发生后，要立即报告，通报有关地区和部门，应急处置过程中，要及时续报有关情况。

运行监督办公室在中控室监视发现污染事故发生后应立即向应急指挥部报告，由应急指挥部向汕尾市处置船舶污染水域事故应急指挥部报告，最多不超过5分钟。报告内容应包括：发现污染事故的时间、地点，船名，污染物品名，污染范围，当时海况等。

同时应急指挥部通知项目周边的企业单位进行应急准备，调配其应急设施。

#### （5）应急响应及行动

船舶溢油污染事故发生后，应急处置中心应在第一时间获取事故的相关信息，并立即向海事局水上安全指挥中心、海上搜救中心或防汛指挥中心报告，应急决策部门根据事件信息和监测数据，开展应急评估，进行综合分析，确定应急等级。根据海上船舶污染事故专项应急预案及海上管理相关文件确定应急响应等级。

应急决策部门在确定应急响应等级后，立即实施相应的应急计划，迅速开展具体的应急行动，包括人员组织和应急处置资源调配、现场的控制和清理、水上交通管制、应急监测、信息公开发布等。风险事故应急反应程序如图 8.6-2。

#### （6）应急措施程序

一旦船舶发生碰撞造成燃油泄漏时，要及时在泄漏点四周布设围油栏，用最快的办法将船舱内的油品用泵输送、转移到另一艘油船中去。当溢油发生后，应根据溢出量的大小、油的扩散方向、气象以及海况条件，迅速估算出围油方向和面积，缩小围圈，用吸油船最大限度地回收流失的油，然后加消油剂进行分散乳化处理，破坏油膜，减轻其对海域的污染。组织抢险队和救护队迅速奔赴现场，抢救伤员，同时采取防止事故蔓延或扩大的措施。在现场领导小组的统一组织指挥下，按照制定的抢修方案和安全技术措施，周密组织，分工负责，在确保安全的前提下进行抢修。有关回收油和油污废弃物处置的方案，具体处置方法和技术可参照《南海海区溢油应急计划附件 G》执行。

#### （7）应急器材设备

除了充分利用项目所在区域目前已有的溢油应急设施、器材外，本项目采砂船也应配备一定数量的应急设备和器材，以便能够及时应对溢油风险。同时，本

项目采砂船自身配备一定数量的溢油应急设施和器材，还能够应对跑、冒、滴、漏油等大概率事件发生。建议配备的应急器材数量见表 8.6-2。

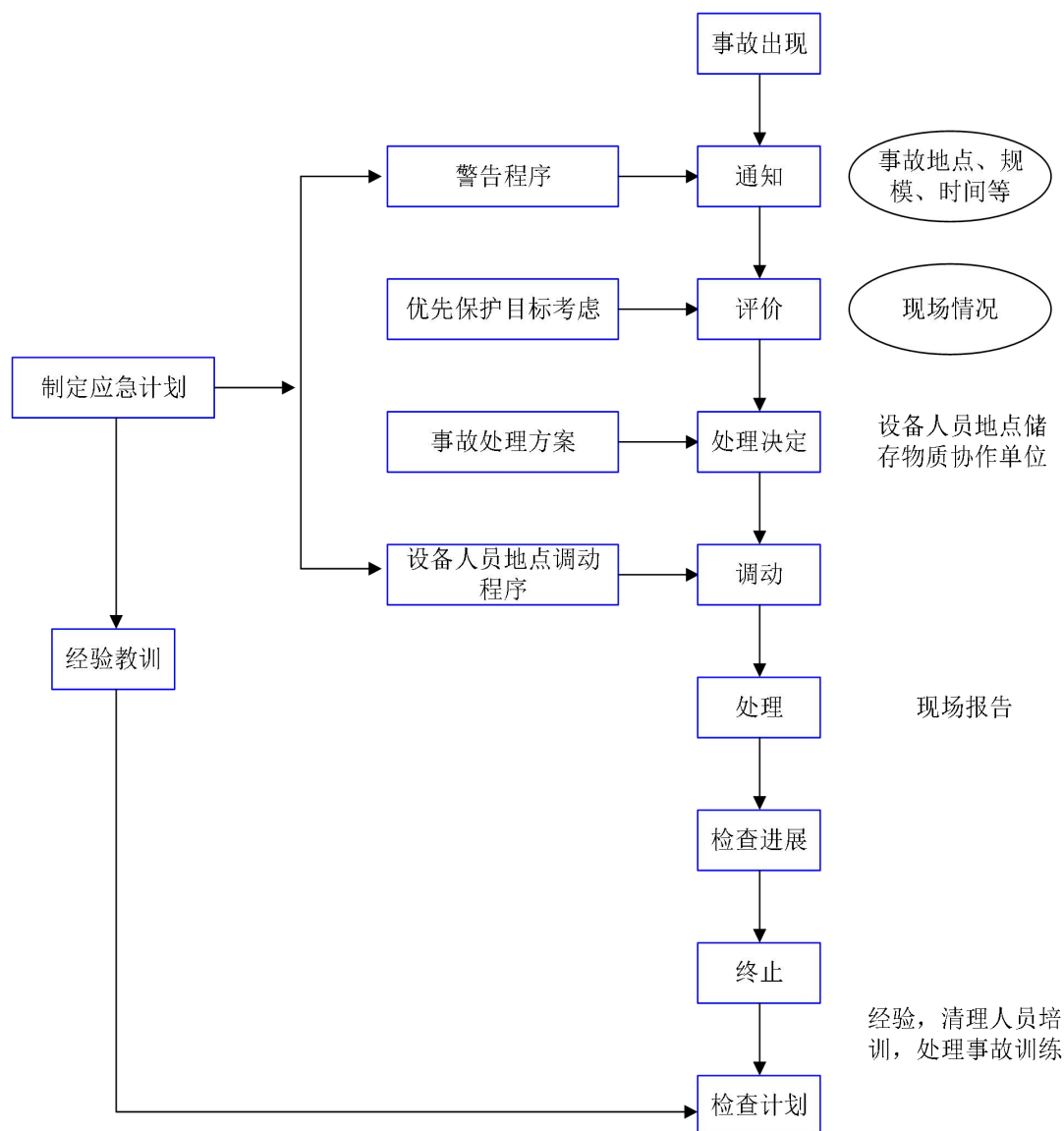


图 8.6-2 风险事故应急响应程序

表 8.6-2 应急器材设置一览表

设备及器材来源	应急设备和器材	数量	备注
本项目采砂船配备的防污应急设施和器材	手提式灭火器	20 个	
	吸油毡	500kg	根据《船用吸油毡》《船舶溢油应急能力评估导则》，油保持率在 80%以上，吸收吸附倍数在 10 倍以上，按 10%最大可能溢油量配备

	围油栏	400m	根据《船舶溢油应急能力评估导则》，按溢油源围控考虑，至少1层围油栏，参考本项目最大船型的长、宽，计算不少于3倍的长宽和
有资质的单位提供的防污应急设施	防污染工作船	1艘	根据《船舶溢油应急能力评估导则》，具备应急拖带能力，拖轮功率不小于562.5kW
	围油栏	400m	根据《船用吸油毡》《船舶溢油应急能力评估导则》，油保持率在80%以上，吸收吸附倍数在10倍以上，按10%最大可能溢油量配备
	吸油毡	500kg	根据《船舶溢油应急能力评估导则》，按溢油源围控考虑，至少1层围油栏，参考本项目最大船型的长、宽，计算不少于3倍的长宽和
	手提式灭火器	10个	
	推车式灭火器	2辆	
	锚、缆绳和垃圾袋等	若干	

### 8.6.3.2 区域溢油应急计划

2000年3月，国家海事行政主管部门颁布并实施了《中国海上船舶溢油应急计划》和《南海海区溢油应急计划》。2009年8月，广东省海事局发布并实施《广东海事局水上交通应急反应预案》。2017年9月，汕尾市人民政府办公室关于印发《汕尾市船舶污染水域事故应急预案》的通知（汕府办函〔2017〕219号）。2021年4月，汕尾市人民政府关于印发《汕尾市海上险情应急预案》的通知（汕府〔2021〕21号）。汕尾市处置船舶污染水域事故应急指挥部，设在汕尾市海上搜救分中心，在市政府的领导和广东省海上搜救中心的指导下，负责统一组织、指挥、协调船舶污染事故应急处置工作。

综上所述，项目所在区域已建立健全的船舶溢油事故应急体系，为保障进出

港船舶航行安全、防止船舶污染事故发生，以及突发事件的应急救援奠定了坚实的基础。

## 8.7 船舶倾覆环境风险分析及风险防范措施

### （1）船舶倾覆环境风险分析

船舶倾覆主要因为气象和人为因素造成。绝大多数是因主机停车、船体配重不均衡、严重横倾、船舶进水等，最终使船舶失去稳性而倾覆。船舶从严重横倾到倾覆，通常仅几分钟，对海上人命财产的打击是毁灭性的，必须从根本上采取系统有效的预防措施。倾覆事故的主要原因：①人为操作失误。②船体破损和机电故障。船体老旧、碰撞、搁浅、物品纵向配重错误、造船缺陷、大风浪袭击等，都可能使船体破损进水，在外力、自由液面综合作用下单向逐步横倾，最终丧失稳性而倾覆。大风浪中，主机、供电、舵机失灵会使船舶失去航向控制能力而呈横风横浪状态，进而谐摆、货移、横倾、进水而翻沉。③忽视自然环境力量。经预报和未经预报的强风大浪等灾害性天气，是倾覆船舶的主要力量。对天气力量的认识不足，或是过于迷信天气预报，不做充分的规避或对抗准备，常导致船舶翻沉。④管理不善或故意行为。施工船管理松懈、混乱，调度部门的盲目指挥，常使船舶面临倾覆危险。

### （2）风险防范措施

①系统地采取本质化的预防倾覆措施。预防船舶倾覆，究其根本离不开安全科学的“人、机、环境、控制(管理)”四大要素，对每个要素采取本质化的安全措施，即对各要素采取尽可能从根本上远离倾覆危险的措施。控制其技术状态和运作，消除和限制事故隐患，就能使船舶倾覆危险和事故大为减少。为了预防倾覆事故，就必须从根本上控制人员的职业素质和操作；控制船体、机电设备的技术状态，严格维护保养，保障其运转正常；正确估量周边环境蕴含的自然力量和船舶的抵御能力，及时正常地预报天气和海况，及时规避灾害天气，避免不可抗力的袭击；加强船上的安全管理，完善机构、规章及其运作。要从根本上预防倾覆，除了科学技术的进步外，应从本质上控制人为因素。②提高船岸人员职业素质。人员职业素质决定着人的职业行为质量，职业道德素质、技术素质、身心素质和能力素质。制定和完善安全管理规章。③规范船员操作，消除不安全行为。人的不安全行为是事故因果链中引发事故的直接原因，规范船员操作行为能直接



阻止事故的发生。④健全维护保养制度，确保机电设备正常运转。主机、供电系统、舵机是船舶在风浪中的自下而上保障，任何故障和失灵，都会使船舶面临倾覆危险。健全维护保养制度并予切实执行和有效监督，意味着远离危险和减少事故。⑤掌握天气动态，规避灾害天气。船舶遵守开航标准和货物系固规定，能以不变应万变地抵御通常的航海风险。船长必须正确、周密地分析和估计航程中的天气动态及其对本船的影响，及早采取针对性的防范措施。对于灾害性天气，应及时停止开采离开开采区停回港池，人员上岸。⑥健全应急演习制度。应急响应计划使人员职责和关系明确，程序清楚。应急演习能使船员综合运用有关知识和技能，熟悉群体配合。防止倾覆应急计划，应包含物品移动和船舶横倾、机电失灵、船舶破损和船舶进水、灭火时处理积水等单项。⑦健全公司安全管理。公司有责任使船机维护、人员职责素质和操作管理规章完备，严格执行监督和纠正环节。

预防船舶倾覆事故是一项安全管理的系统工程，应对“人、机、环境、管理”各要素采取本质化的安全措施。对货物的有效系固，不但能使船舶远离通常的倾覆危险，还能提高船舶克服有害自然力的能力而提高航运经济效益。船舶应尽量避免灾害性天气，必要时应果断地牺牲部分浮力来换取稳性。公司建立、运行和不断完善 SMS。

## 8.8 通航安全风险分析及风险防范措施

项目位于沿海船航行的区域，过往的商船、渔船的交通量较大，一旦操作不当，可能会发生船舶碰撞，从而导致溢油和火灾爆炸。建议施工单位采取以下风险防范措施：

（1）加强瞭望，运输船采取安全航速行驶，按章航行与避让，保障水域的通航安全；

（2）采砂中标单位应配合有关部门落实航标的布设工作，并加强对导助航标志的维护，确保导助航标志的正常有效，以改善通航环境；

（3）作业期间所有船舶须按照交通部信号管理规定显示信号，悬挂正确的旗号和号灯，加强值班瞭望，作业人员应严格按照操作规程进行操作；

（4）对作业船舶进行安全检查，严格按照《海上交通安全法》和《海上避碰章程》的规定航行和作业，防止事故发生；

(5) 作业船舶在发生紧急事件时，应立即采取必要的措施，同时向海上交管中心报告。发生船舶交通事故时，应尽可能关闭所有油仓管路系统的阀门、堵塞油舱通气孔等，防止溢油。

## 8.9 极端天气风险分析及风险防范措施

极端天气主要包括台风、风暴潮、大雾、寒潮、风浪等。船舶在风的作用下，会产生变速、偏转、向下风漂移。风对船舶的作用程度与船舶受风面积、风动力作用中心位置、干舷高度、风级及风舷角大小、船舶航向及航速等诸多因素有关。风力愈大，船舶产生倾斜、漂移、偏转的程度亦愈大；浓雾会使能见度变得很低，有时即使应用雷达等助航仪器，仍有可能发生海损事故；在寒潮来袭时航行，受风浪影响船舶驾驶室易上浪结冰，影响船舶驾瞭望，增加船舶航行风险。冰雪天气时甲板易结冰，人员不慎跌倒摔伤，甚至造成人员落水。天气寒冷、干燥，取暖电器、火炉等取暖设施使用不当，容易引起火灾；船舶在风浪的作用下，锚泊船容易发生走锚。在航船若遭遇大风浪，特别是在长周期波的影响下，在各种外力的干扰下使船舶产生横摇、纵摇、横荡、纵荡、垂荡及偏转等不利的振荡运动，对船舶操纵性有较大影响，推进器出现打空车，航速会下降，因此风浪对船舶通航有一定影响。

建议施工单位采取以下风险防范措施：

(1) 船舶在运输航行时遇到有雾，应正确使用助航仪器，加强了望，按章鸣放雾号，使用安全航速并谨慎驾驶，注意与附近行驶的船舶加强联系。能见度太低（如小于 1000m），有可能保证不了通航安全时，船长应果断择地抛锚，待能见度变好后再进行采砂作业运输；

(2) 应制定防台、防风应急预案，在台风季节，要注意收听台风消息，当遇有台风袭击本水域时，应及早落实相关的防台措施；

(3) 正常情况下，本海区的海浪对船舶的通航安全影响不大，但如果出现台风与寒潮大风时，风浪大，船舶应根据船舶自身情况，按既定的防台、防风预案处置，包括航行中适时、适当减速、避免船舶横摇或盲目掉头、必要时择地抛锚暂避等。

## 8.10 极端天气风险分析及风险防范措施

采砂施工结束后将在海床上形成大面积的采砂坑，采砂坑的形成将对对开采区底栖生物及其生境产生影响，对周边的地形地貌也会产生影响。坍塌引起坍塌区域悬沙剧增，悬沙扩散对塌陷区周边生物产生不利影响，同时覆盖塌陷区底栖生物，使塌陷区底栖生物迁移。根据数模预测结果，受采砂作业影响，泥沙回淤量增加，年回淤厚度在 0.27m 左右。

海砂开采单位在开采期间应采取以下措施降低本区块采砂后形成采砂坑、产生坍塌的情况的发生：

(1) 严格控制采砂作业范围和深度，防止水平和纵向的越界开采；

(2) 采砂船须在开采边界预留一定距离，严格遵守放坡开采，形成约 30° 开采边坡，以保证开采完毕后，采砂坑塌范围不会超过申请用海的区域范围，避免增加采砂坑的面积和深度；

(3) 对本项目造成的生物资源损失进行生态补偿，缴纳补偿费，并采取增殖放流的方式减少生态损失。

若发生坍塌的情况，采砂单位则应加强采砂作业的监督、自查，找出原因，避免再次发生，采砂单位应委托有能力的测绘单位对坍塌区的面积、水深及周边地形地貌进行勘测，上报监管部门，同时增加增殖放流渔业资源的种类和数量。

闭矿后三年内，采砂单位应根据环评要求对对海砂开采区进行地形、地貌、水深等进行跟踪监测，并上报监管部门。具体的监测计划详见本文 14.3 节，同时进行渔业资源增殖放流。

## 9 总量控制

总量控制是指控制和调整特定地区污染物的排放总量,使其不超特定地区环境目标值的情况下该地区所能够接受的纳污量;在符合国家和地方各种有关法律、法规的前提下,要求该地区内的各污染源控制各自的污染物排放总量,以实现这一地区范围内的总量控制目标。实行污染物总量控制是强化环境管理、实现区域环境质量标准的有效办法。将总量控制分析纳入环境影响评价中,将使对单个污染项目的评价和管理转变为对功能区和整个城市或区域环境质量的评价和管理,将使环境管理思想从点源微观管理向区域宏观管理进行转变,从而使环境影响评价制度在环境管理中发挥更大的作用。

### 9.1 污染物总量控制原则

实施污染物排放总量控制是保证实现环境保护总体目标的需要。为了实现环境保护总体目标,必须严格控制污染物排放总量。

对污染物排放总量进行控制的原则是,将给定区域内污染源的污染物排放负荷控制在一定数量之内,使环境质量可以达到规定的环境目标。污染物总量控制方案的确定,在考虑污染物种类、污染源影响范围、区域环境质量、环境功能以及环境管理要求等因素的基础上,结合项目实际条件和控制措施的经济技术可行性进行,提出污染物总量控制思路:

- (1) 按管理部门批准的区域进行施工作业。
- (2) 采用全方位总量控制思想,引进先进技术,实现清洁生产,降低污染物的排放水平,实现达标排放。
- (3) 满足地方环境管理要求,参照区域总量控制规划,使项目造成的环境影响低于项目所在地区的环境保护目标控制水平。

### 9.2 污染物总量控制方法

总量控制分析应以当地环境容量为基础,以增加的污染物排放量不影响当地环境保护目标的实现、不对周围地区环境造成有害影响为原则。确定某个项目的污染物总量控制指标,一般来说,应按照下面的方法来判断:

- (1) 所在地区的环境保护目标控制值和污染物环境本底值。

(2) 有关部门给出的污染物排放量分配值。

(3) 项目需要控制的污染物排放浓度和排放量。

### 9.3 污染物总量控制方法方案与建议

纳入“十三五”规定的总量控制指标为化学需氧量、氨氮。本项目为海砂开采项目，作业船舶产生的生活污水和舱底含油污水均拟收集上岸处理，均不排放入海，因此，本项目不设置水污染物排放总量控制指标。

# 10 清洁生产与污染防治对策

## 10.1 清洁生产分析

### 10.1.1 清洁生产的要求

清洁生产是通过控制整个生产过程来削减污染，即通过工艺技术的改进和管理水平的提高来实现污染削减。清洁生产的主要内容包括清洁的能源、清洁的生产过程和清洁的产品。2002年我国颁布实施了《中华人民共和国清洁生产促进法》，于2003年1月1日施行，从法律的高度要求企业实施清洁生产是为了促进清洁生产，提高资源利用效率，减少和避免污染物的产生，保护和改善环境，保障人体健康，促进经济与社会可持续发展而制定。《清洁生产促进法》的公布实施，标志着我国污染治理模式的重大变革，对实现经济和社会可持续发展必将产生积极的影响。

采砂项目属于海洋矿产资源开发项目，矿产资源开发与利用涉及的环境问题十分广泛，必须从多方面进行有关的防治与保护，而且要运用清洁生产的原理和方法来解决环境与资源保护问题。因此，该项目应坚持实行污染防治和生态保护并重的指导方针，文明施工与作业，合理选择污染小的施工方法，即运用先进技术、工艺和设备，减少污染物的排放，降低排放浓度，从源头上控制污染物的产生，同时加大生态建设和环保治理投入，确保生态环保设施建设与主体工程同时设计、施工和使用。

### 10.1.2 本项目清洁生产分析

本项目拟采用射流抽吸式采砂船配自卸皮带式运砂船，射流抽吸式采砂船是目前采用较多的采砂方式。

海底沉积物的粗砂层一般被很厚的淤泥层所覆盖，用一般链斗式、抓斗式和吸扬式挖砂船开采，其成本高，而且开挖深度受限制，不能开采水下深层砂。目前可用于深水采砂的设备有潜水泵式、气动泵式和射流式等装置。潜水泵式采砂装置水下部分，特别是潜水电机的密封装置容易磨损，工作可靠性差。气动泵式采砂装置单位能耗高。射流式采砂装置由于它在水下无转

动部件、结构简单、耐磨损、工作可靠，它的水下开挖深度大，单位能耗比气动泵式采砂装置低，因此是一种比较理想的水下采砂装备。

射流式采砂装备由工作水泵、射流泥浆泵、冲砂器、管道及闸阀等部分组成。它的工作原理是利用工作水泵产生压力工作水，通过管道压送到冲砂器及射流泥浆泵。利用冲砂器喷嘴的高压水射流破土，使它穿越水下淤泥覆盖层。通过调节它的射流流速及流向，将所需级配的沙砾通过射流泥浆泵将其吸入，提升至水面。

射流抽吸式采砂船可以直接穿透覆盖层，进入藏砂区，不需要开挖表层的淤泥，减少表层淤泥开挖过程中悬沙的排放。采砂船将泥层下的砂层开采后，泥层塌陷有利于采砂坑的回淤。射流抽吸式采砂船溢流泄水排放，通过溢流管在采砂坑内进行水底排放的形式，有利于悬浮物沉降。

本项目采用采砂船与运砂船分离，采砂船抽砂、洗砂均采用专用设备，船舶定位、采砂路线、采砂层次均得到控制，同样的采砂效率下，可有效地减少抽砂、洗砂过程中的悬浮泥沙排放及对水质的影响。项目作业船舶所产生的生活污水、固体废弃物及含油污水将收集上岸由有处理能力的单位进行统一收集上岸进行处理，作业船舶基本不会向项目所在海域排放污染物。

可见，项目的作业船舶排污能够满足清洁生产的要求。综上所述，本工程的采砂工艺是相对清洁的生产工艺。

### 10.1.3 本项目清洁生产建议

本采砂项目将制定采砂计划并报相关部门备案，合理安排采砂期，尽可能缩短采砂期，减少由于采砂活动对周围环境造成的不利影响。建议根据采砂总量、采砂深度、采砂期限及气象条件将整个作业区分成若干个区块。每个区块内限制作业天数及作业强度，作业结束后采砂船移至下一区块进行作业。禁止无序开采，作业区内采取有效的采砂计划后可减少对环境的影响范围和程度，同时减少开采成本。

#### (1) 加强管理

政府有关部门应加强矿产资源开采的环境监管力度，严格执行矿产开发项

目的环境影响评价制度和清洁生产审核制度,要把这两项法律制度作为采矿许可证 发放的重要前提。加强对采砂船的环境监理工作,密切监视海上环境变化,如发现异常现象,应采取必要的措施,并及时通知海洋监测部门,查明原因。

### (2) 选用合适的施工方案

根据本采砂项目,制定合适的采砂作业计划,包括施工工艺、采砂船型、作业方案等方面,并严格按照采砂计划进行海砂开采,尽可能缩短施工期,减少由于采砂活动对周围环境造成的不利影响。在进行采砂过程中,采砂单位应合理安排施工船舶数量、位置,射流功率和抽砂泵功率应相配合,以尽量减少抽砂作业流失的悬浮物。

### (3) 制定安全、合理的防污措施

采砂单位应制定合理的防污措施,尽量减少采砂过程中产生的污染物,如避开台风和风暴潮时期作业等。采砂单位还应制定一系列应急措施来应对采砂过程中出现的突发事件,避免或减少对水质、沉积物、生态环境的影响,有效控制和规避污染风险。

### (4) 海砂开采工艺进行比选

海砂开采方式比选见下表10.1.3-1。

表 10.1.3-1 射流式、绞吸法、斗轮法和耙吸法的比较

采砂工艺	射流式	绞吸法	斗轮法	耙吸法
工作头	吸砂头	绞刀	斗轮	主动耙头
采集浓度控制	一般	较好	最好	一般
最大挖深	>70m	30m	30m	>70m
工作可靠性	稳定	稳定	稳定	一般
矿砂粒径	窄	宽	窄	宽
采矿平整度	低	高	高	低
碇泊方式	自航/锚缆	钢柱/锚缆	钢柱/锚缆	自航
船体抗风浪	较强	弱	弱	强
装机功率	小	大	大	小
运营维护成本	低	高	高	高

由于区块海砂资源分层分布,根据前文 3.2.2,待开采海域矿体 V1 盖层厚度变化介于 2.5~8.0m,矿体 V2 盖层介于 11.2~23.9m。矿体盖层分布有粘土等无法利用的底质,采用绞吸式、斗轮式、耙吸式采砂船作业会外弃大量



淤泥，从清洁生产角度分析，本项目考虑采用射流式采砂船进行作业。

## 10.1.4 节能减排的要求

采砂过程中产生的主要污染物质为悬浮物，根据前面分析，采砂工艺是相对清洁的生产工艺。船舶产生的生活污水中含COD，这部分污染物按照要求不允许直接排入海水中，需带回陆地交由有处理能力单位进行处理后达标排放。这种处置方式符合节能减排的要求。

## 10.1.5 本项目清洁生产结论

根据上述分析，本项目生产设备的选择合理，所采用的采砂工艺是相对清洁的生产工艺，生产船舶排污能够满足清洁生产的要求。本工程采砂工艺清洁生产水平可达国内先进水平。

## 10.2 污染防治对策分析

### 10.2.1 采砂作业及船舶防污措施

#### 10.2.1.1 采砂作业悬浮泥沙污染防治措施

(1) 采砂船洗砂余水通过溢流管配置变频排污泵，在距离海底上方约 2m 处排放，以利于悬浮物沉降，减少悬浮泥沙对表层水体的影响。排污泵应根据实际采砂过程中排污口压强，设定略大于排污口压强的压力值，且压力值不宜过大，防止对矿区海床造成冲击而引起海床泥沙再悬浮。洗砂废水经溢流管海底以上 2.0m 处排放，降低悬浮物排放源强。

(2) 减缓射流船穿透海底淤泥层的速率，以减少此过程中的悬沙扩散。

(3) 严格控制采砂强度，年采砂强度应控制在 1368 万 m<sup>3</sup> 以内，此外，采砂应尽可能选择在大潮和中潮期，利用潮流动力扩散悬浮物，减低悬浮物浓度。同时减少在底栖生物、鱼类的产卵期、浮游动物的快速生长期及鱼卵、仔鱼、幼鱼的高密度季节（4-7 月）的作业强度，主要原因是幼年生物对采砂施工造成的污染和干扰敏感性较低。在南海幼鱼幼虾和黄花鱼幼鱼保护期（3 月 1 日至 5 月 31 日），尽量远离南海幼鱼幼虾和黄花鱼幼鱼保护区施工。

(4) 海砂开采作业必须严格控制在已批准的海域作业，严禁越界开采。为避免超矿区开采、造成水下矿区边坡坍塌，水下休止角（30°）以内的矿体不得开采，采砂船应以 60° 以上的角度插入矿层，以形成坡度较缓的边坡，降低边坡坍塌造成的悬浮泥沙影响。

(5) 在采砂前对所有的采砂设备，尤其是砂仓进行严格检查，发现有可能泄漏污染物的必须先修理后才能开始采砂。

(6) 在采砂过程中应做好采砂设备和运砂船的日常维修和检查工作，保持抽砂设备和运砂船的良好运行和密闭性；在施工过程中密切注意有无泄漏污染物的现象，如有发生，应立即采取措施予以修复，避免采砂和运砂过程发生悬沙泄露，从而加重悬沙污染影响。

(7) 装砂过程应严格按照作业规程进行，避免装载过程砂矿泄露；运砂船装载量不得过量，当运砂船装载量达到最小干舷 30cm 时，必须停止继续装载，确保航行过程中舱内装载的砂石不外溢入海，以避免输送过程中的泄漏对水体造成二次污染。

(8) 采砂作业应有计划的分层逐层进行，这样能够防止形成大面积的深坑而造成上部淤泥层的坍塌，既便于管理，又能够减小悬浮泥沙产生量及其影响范围。

(9) 采砂作业应在气象条件允许的条件下进行，在大风大浪、大雾和雷暴等灾害天气时应暂停作业，避免应灾害天气导致船舶倾覆等，从而造成砂矿倾覆而对海洋环境造成影响。

(10) 委托具有相应监测能力的环境监测单位对采砂区周边环境进行监测，根据监测计划要求进行跟踪监测，以全面、准确掌握施工对海域生态环境的影响，针对跟踪监测发现的具体环境问题，及时反馈给采砂单位，采砂单位应根据跟踪监测结果及时调整和优化采砂作业安排和保护措施。此外，采砂过程中也须密切关注采砂区及其周边海域的水质变化，如发现因采砂施工引起水质明显变化，则应立即停工对采砂船和运砂船的进行检查和维修。

### 10.2.1.2 船舶污染防治措施

(1) 海上施工船舶的生活污水应收集在船上的生活污水集污仓中，统一收集上岸委托具备相应接收能力的船舶污染物接收单位接收(施工前应与资质单位签订船舶污染物接收处理协议)，禁止直接排放入海。

(2) 采砂船舶和运输船舶必须配备舱底含油污水收集设施，将船舶产生的舱底含油污水收集上岸后，委托有处理能力的单位处理，禁止直接排放入海。船舶要配备适量的化学消油剂、吸油剂等物资，船舶的溢油事故一旦发生，立即采取措施，收集溢油，缩小溢油的污染范围。

(3) 施工应按照相关要求，实施船舶污水的铅封管理。船舶产生的油类、油性混合物及其他污水，船舶垃圾、废弃物和其他有毒有害物质收集后上岸处理，严禁排放入海。加强舱底检查，防止舱底漏水。

(4) 严禁施工船舶向施工海域排放废油、残油等污染物；不得在施工区域清洗油舱和有污染物质的容器。

(5) 船舶作业过程中，应加强对船舶的检修，避免船舶发生漏油事故。

(6) 采砂船舶和运输船舶维修时产生的油污应经收集上岸后由有处理能力的单位接收处理，不得直接排放。

(7) 海上施工船舶的固体废弃物应集中收集管理，定时把收集到的垃圾委托具备相应接收能力的船舶污染物接收单位运回陆地进行处理，不得直接排放入海。

### 10.2.2 采砂过程中岸滩稳定性防治

本工程为在拟申请海砂开采区内采砂，可能造成的环境影响是施工作业产生的入海悬沙对海洋生态环境和周围的环境敏感区的影响，以及海砂开采改变采砂区水下地形，从而造成附近水动力环境和冲淤环境发生变化，对周围的海底电缆管道等环境敏感目标造成影响。因此，本项目实施工程中应注意控制海砂开采强度和开采范围，防止越界开采和超强度开采，保护岸滩的稳定性。同时对采砂工艺和使用船型也应按照本报告预测使用的船型和工艺进行控制，避免采砂作业影

响超过本报告的预测范围。

汕尾市政府应持续推进海岸线生态修复工程。推进周边综合治理生态修复和海湾整治行动，指导沿海县市地方开展海洋生态修复工作，遵循海洋生态系统的整体性、系统性及其内在规律，通过海岸沙滩修复与养护、红树林种植、侵蚀海岸防护、建设生态海堤等措施，逐步修复受损的岸线，不断提升海岸生态功能和防灾减灾功能，构建海岸生态安全屏障。

### 10.2.3 采砂期生态影响防治对策

根据采砂作业环境影响分析，采砂对环境的影响的主要因素是洗沙等环节中引起的悬浮物，其次是船舶污水以及溢油等影响。为最大程度的减少项目采砂对海洋生态环境带来的不良影响，建议采砂单位采取以下防治对策：

(1) 我国对海砂实行开采总量控制制度，严禁超总量开采。同时，为了降低对附近海洋环境和经济鱼类等的损害，本项目应落实采砂强度指标，非敏感期采砂量应控制在 7.2 万  $m^3/d$ ，敏感期采砂量应控制在 4.8 $m^3/d$ 。

(2) 采砂过程中须密切注意采砂区及其周边海域的水质变化。如发现因抽砂施工引起水质变化而对周围海域海洋生物产生不良影响，则应立即采取措施，必要时可短暂停工。

(3) 降低在底栖生物、鱼类的产卵期、浮游动物的快速生长期及鱼卵、仔鱼、幼鱼的高密度季节的采砂强度，主要原因是幼体生物对采砂作业造成的污染和干扰敏感性较高。

(4) 合理安排采砂强度，注意保护环境敏感目标。本项目所在海域的鱼类主要是在春、夏两季（即 4~7 月）产卵、繁殖，为了减轻采砂可能对鱼卵及幼鱼的发育生长产生的不利影响，在此期间应控制采砂强度，适当降低采砂时间，建议采砂时间降至非敏感期的 2/3。此外，本项目与南海幼鱼幼虾保护区、南海区幼鱼、幼虾保护区距离较近，保护区的保护期为 3 月 1 日至 5 月 31 日，因此该保护期内，项目采砂应尽量远离该保护区，同时也应在在此期间控制采砂强度，适当降低采砂时间，建议日采砂时间和月采砂时间均降至非敏感期的 2/3，必要时停止采砂作业。

(5) 在采砂过程中，如发现有白海豚出没，运砂船与采砂船须减速，并尽量减少施工机器的开动量，以减轻施工噪音对海豚的干扰。船行的速度限制在10节以下，可以有效防治航船撞击海豚和降低噪音滋扰，因此如果有海豚出现在航道上，运砂船应减速或暂停以避让海豚，直到海豚游离航道后方可施工，以避免海豚被机器或船只螺旋桨撞伤。任何单位和个人发现受伤、搁浅而被困的中华白海豚时，应当及时采取紧急救护措施并报告市渔政管理机构处理。

(6) 采砂作业导致的悬浮物及噪音等会对水生生物栖息地造成破坏，对水生生物的生存和健康生长造成危害。因此，采砂作业应预先制定合理的施工计划，确定合适的采砂范围，减少对底质环境的扰动强度和范围，防止造成不可恢复的破坏和影响。

(7) 采取一定措施，控制悬浮物再悬浮的范围和强度，减少对浮游生物和渔业资源的影响。

(8) 采砂将对水下工程区域内的底栖生物和渔业资源造成一定程度的破坏，业主应采取增殖放流等一系列生态补偿措施对海洋生物资源的损失进行补偿。建议采砂单位按照本报告海洋生态损失的计算结果，对受损的海洋生态环境作出补偿，在当地渔业行政主管部门的指导下，于珠海-潮州近海农渔业区或者周边的其他农渔业区采取人工增殖流放、底播放养、栖息地修复等生态修复措施，促进海洋生态环境的恢复。

(9) 海砂开采实行动态监测制度，海砂开采后每3个月必须监测一次，以分析海砂开采对海洋资源、生态环境、海洋设施以及海底地形变化等影响，并依据污染状况调整作业方案，如改变采砂强度和采砂船只数量。

#### **10.2.4 防止超界、超量、超时开采的管控措施**

(1) 开采作业前，通过对开采企业及监督管理人员进行培训，与采矿权人签订诚信履约责任书、监督管理责任告知等方式，提高采矿权人依法开采矿产资源的意识。同时要求矿山企业配备专业的采矿专业人员，做到懂开采方案，执行好开采方案。监督企业落实数字化矿山建设，建议在抽吸管末端安装探测器，实时传输开采位置和深度，发现超越平面上批准的范围越界开采和超越标高上批准

的范围越界开采发出警报，及时制止。

(2) 开采活动中，必须严格按照批复的开采量进行作业，严格控制开采范围，采砂船采用精确的定位系统（如 DGPS），从技术上实现不超界开采。

(3) 采砂作业期间应详细记录开采过程，开采记录应交由相关部门定期检查并存档，对超量、超强度、超时开采的行为进行批评教育或作出相应处罚，从而杜绝超量开采、超强度开采、超载等违规行为。

(4) 边界开采严格遵循放坡开采要求，避免越界，避免侵犯其他区块利益。

(5) 加强视频监控，加强矿山数字化建设，把矿山的所有空间和有用属性数据实现数字化存储、传输、表述和深加工，应用于各个生产环节与管理与决策之中，达到生产方案优化、管理高效和决策科学化的目的。

(6) 严格落实储量动态监管制度，使矿山储量动态监管常态化。利用矿山地质测量机构的技术力量，配合巡查工作开展对开采边界、开采现状平面图、矿区水深地形地貌或开采境界图的现场监测，并根据需要增加现场监测次数。建立健全矿山巡查制度。将矿山巡查工作纳入监管部门年度考核内容，建立责任制，明确责任人，加强矿山现场巡查，并做好巡查记录，建立巡查台账。

(7) 开启 AIS，AIS 能加强了船舶间避免碰撞的措施，增强了 ARPA 雷达、船舶交通管理系统、船舶报告的功能，在电子海图上显示所有船舶可视化的航向、航线、船名等信息，改进了海事通信的功能，提供了一种与通过 AIS 识别的船舶进行语音和文本通信的方法，增强了船舶的全局意识，使航海界进入了数字时代。

(8) 设置电子围栏，将各开采区的边界输入电子信息系统中，设置围栏，对开采进行终端跟踪监控，禁止越界开采。

(9) 运砂船装载量不得过量，装砂过程应严格按照作业规程进行，防止在风浪作用下或因装砂重心倾斜导致运砂船发生倾覆或海砂外溢。

(10) 严格管控海砂开采时间，非敏感期（8 月至次年 2 月）每天工作在 15 小时内，底栖生物、鱼类的产卵期、浮游动物的快速生长期及鱼卵、仔鱼、幼鱼的高密度季节（3-7 月）适当降低采砂时间，建议日采砂时间和月采砂时间均降至非敏感期的 2/3，由环境监理单位对海砂开采时间进行监督。

## 10.2.5 海洋生态补偿方案

本项目造成的生态资源损失主要包括底栖生物和渔业资源的损失，造成的生态损失总赔偿额约为 3101.52 万元，纳入本项目的环保投资。对于建设项目施工对海洋生物资源造成的损失，项目建设单位应与主管部门协商，就工程建设造成生物资源损失制定合理的补偿计划。补偿金直接上缴财政，专款用于海洋渔业资源与生态环境的恢复。

主要生态补偿措施包括：资源增殖放流、人工鱼礁建设、底播增殖、保护区建设等。具体补偿方案与相关部门协商确定。根据项目所在海域情况，建议项目主要可采取增殖放流的生态补偿措施。

国内外长期从事渔业资源研究的专家研究证实，在渔业资源衰退或受损的情况下，除了降低捕捞强度和减少海洋环境污染及生境破坏之外，从根本上恢复渔业资源、改良资源结构、增加渔业生产，进行渔业资源的人工增殖流放是重要、快捷的有效措施。通过增殖流放，可以迅速弥补本项目施工和营运等因素对海洋渔业资源造成的损失。

### （1）增殖流放品种选择原则

本地原种或子一代的苗种或亲体；能大批量人工育苗；品质优良（属优质经济鱼、虾类、贝类）；适应工程附近海域生态环境且生势良好；工程附近海域自然生态状况中曾经拥有的种类，确需放流其他苗种的，应当通过省级以上渔业行政主管部门组织的专家论证；鱼类品种以恋礁性鱼类、适合转产转业和发展游钓休闲渔业品种为主，或在资源结构中明显低于自然生态状况中的比例，资源衰退难以自然恢复；禁止使用外来种、杂交种、转基因种以及其他不符合生态要求的水生生物物种进行增殖流放。

### （2）增殖流放备选品种

项目海区适宜增殖流放的备选品种包括：石斑鱼、红笛鲷、黄鳍鲷、斑节对虾、黑鲷、中国鲎、海龟、沙蚕、毛蚶、蛤类等。

### （3）增殖流放苗种规格质量

鱼苗体长应在 5cm 以上；虾苗体长应在 2.5cm 以上；贝苗壳长应在 0.5cm

以上。放流苗种应当来自有处理能力的生产单位、检验机构认可。

#### (4) 增殖流放计划

在施工期间根据实际情况开始实施海洋生物增殖流放，增殖流放的期限为 5 年，每年 1 次。每年的增殖流放工作安排在南海区伏季休渔期间内的 5 月下旬至 7 月上旬，以避免高强度捕捞压力时间，提高增殖流放效果。

#### (5) 增殖流放前后的管理

放流前后的现场管理主要由渔政管理部门承担。放流前清理放流区域的作业，并划出一定范围的临时保护区，放流后加强巡逻管理。

### 10.2.6 通航安全保障措施

考虑到本采砂项目在作业期间，会长期占用运砂船频繁进出采砂区与用砂施工点，对通航和交通安全会造成一定影响，本项目结合《汕尾市 2021 年海砂开采资源储量详查作业通航安全保障方案（备案稿）》，建议采取如下通航安全保障措施。

表 10.2-1 通航安全措施保障一览表

名称	交通安全保障措施	备注
采砂区交通安全	为确保采砂作业的安全,划定施工作业区,并向海事部门通报,申请发布航行通告,按照划定的施工作业海域进行宣传	
	获发水上水下施工作业许可证和通航公警告才能正式进场作业	
	采砂船和运砂船应悬挂正确的旗号和号灯	
	开采区应设置明显的标志,加强同上游企业的沟通	
	委托专业的警戒公司进行警戒,签订相关的警戒协议	通过调查,外海航行的船舶不多,主要是渔船活动对采砂区的影响较大,因此,需要采用警戒船舶布置在作业海域附近,用于警戒近海航行的船舶和 9 号、10 号锚地锚泊的船舶
运砂船交通安全	严格按海事部门的相关规定运营,严禁运砂船超载	



	船舶通过 VHF 和 AIS 等航行设备与附近通航船舶联系,在发现有船舶拟进入采砂区海域时,提前告知其本海域施工动态,提醒过往船舶注意避让	
恶劣天气情况下的交通安全	防范台风、风暴潮以及雷雨大风的袭击	<p>①台风到来前,需派遣船舶和人员到拟选择的避风点进行实地调查,了解锚泊区域情况,部分防台锚地有统筹组织,需要提前申请预定,确认好防台锚地后,与当地海事部门联系,确保防台锚地的可用性,碶石湾内有渔船避风塘,也有划定的避风防台锚地 10 号锚地。</p> <p>②当预报 7 级风圈到达前 24 小时必须开始避风,项目负责人应发出防风指令,所有船舶及施工设备、人员停止作业,所有施工设备均应加固停放妥当。各施工船舶进避风锚地单船锚泊,已抛锚就位的船舶保持可以旋回的安全距离。</p> <p>③波浪超过 1.5 级,能见度小于 1000m,停止作业</p>
	悬挂黄色热带气旋警报时,所有船舶择地避风	
航道安全	本项目离航道较近,应对航道水深、流场变化及边坡稳定性进行跟踪监测,并严格控制采砂船只的活动范围和数量	一旦发现影响通航安全的问题,立刻停止开采,并通报海事等相关部门及时解决问题
	严禁往航道抛淤泥和石块	
	船舶夜间作业时显示的灯光应实行管制,防止出现影响船舶在出海航道正常航行的背景亮光	
	运砂船不得随意穿越出海航道,如穿越航道,应主动避让大船,并尽量垂直航道穿越	

### 10.2.7 大气污染防治措施

海砂开采对大气环境的污染主要是采砂船、运砂船的船舶废气,因此大气环境的保护措施包括两方面:一方面是控制污染源的减排措施,包括采用清洁能源

动力船舶、换用低硫油（应使用硫含量不大于 0.1% $m/m$  的船用燃油）等措施；另一方面是污染物接收处理的措施，如油气回收等。

### 10.2.8 声污染防治措施

海砂开采的噪声主要来自采砂船、运砂船和多功能船等作业船舶。噪声防治的措施主要是对船舶做好管理、保养和维护，维持作业船舶的良好运行状态降低运行噪音。

## 10.3 环保措施技术、经济可行性分析

本项目采砂设备的选择合理，所采用的采砂工艺是相对清洁的生产工艺，采砂船舶排污能够满足清洁生产的要求。本工程采砂工艺清洁生产水平可达国内先进水平，从源头减少采砂作业对环境的污染。针对采砂过程中可能出现的污染提出防治对策，对可能造成的环境污染提出针对性措施进行生态补偿，将可有效防止采砂作业对环境造成的影响。从可持续发展角度考虑，本工程环保投资产生的环境效益将远大于环保投资费用本身。因此，本文所提出的环保措施在技术上和经济上都是切实可行的，并将收到显著的效果，具有技术、经济可行性，应在项目的施工全过程加以落实。

本项目拟采取的污染防治对策措施、生态保护对策措施统计见表 10.3-1 所示。

**表 10.3-1 项目污染防治对策措施、生态保护对策措施一览表**

项目	环境保护对策	具体内容
悬沙控制措施	加强管理	合理规划采砂分区，控制采砂范围、采砂时间和采砂强度等
	洗砂溢流水控制	洗砂废水经溢流管海底以上 2.0m 处排放
污水处理	船舶生活污水	由船舶生活污水收集设施收集上岸后，由有处理能力的单位接收处理
	舱底含油废水	由含油污水收集设施收集上岸后，由有处理能力的单位接收处理
固体废弃物处置	生活垃圾、碎石处置	收集上岸后，由环卫部门统一清运处理
海洋生态保护	落实采砂强度指标	落实采砂强度指标，控制采砂强度
	合理规划采砂工期	鱼类资源快速生产期内降低采砂强度，选择在大潮和中潮期进行采砂作业等

	动态监测制度	海砂开采后 3 个月内必须监测一次
	白海豚保护	发现有海洋哺乳动物(中华白海豚)活动应降低施工强度,减小施工船速,对其进行避让等
	生态损失补偿	采用增殖放流等方式进行补偿
大气污染防治	控制污染源	采用清洁能源动力船舶(应使用硫含量不大于 0.1% <b>m/m</b> 的船用燃油)
声污染防治	加强维护管理	对船舶做好管理、保养和维护

# 11 海砂开采量控制

## 11.1 开采方式的控制

本海砂矿床为广东省汕尾管辖海域 JH21-09 区块，矿区控制资源量 1965.93 万 m<sup>3</sup>，推断资源量 1541.54 万 m<sup>3</sup>，控制资源量和推断资源量共 3507.47 万 m<sup>3</sup>（不含泥），含泥量 16.05%，海砂原矿资源量共 4178.10 万 m<sup>3</sup>。本项目拟采用工作效率为 1000m<sup>3</sup>/h 的射流抽吸式采砂船作业，非敏感时期保持每天有 5 艘采砂船进行连续作业 18 小时，采砂强度为 72000m<sup>3</sup>/d。另外，在南海幼鱼、幼虾保护区保护期和鱼类产卵、繁殖等快速生长期（3 至 7 月）内，降低采砂强度，每月采砂时间和每日采砂时间均降至非敏感期的 2/3。本项目控制开采方式如下：

**表 11.1-1 采砂船舶规模和工艺控制要求一览表**

控制对象	控制内容	具体要求	预期效果
施工工艺	采砂船作业平面布置合理，事先制定开采计划，采用清洁的生产工艺	作业船舶将分散作业	降低采砂作业产生的入海悬沙源强
		吸砂功率与洗砂功率相匹配	节约能耗，提高开采效率，降低未吸上船舱的悬沙量
		减缓射流船穿透海底淤泥层的速率	减少此过程中的悬沙扩散
		洗砂水通过接到船底的软管溢流回采砂坑内	采砂坑内水底排放能降低悬沙扩散
		提高洗砂效率和出砂率	节约能耗，提高开采效率
		过滤的杂物和石块要回收岸上处理	减少对海域水质污染和生态破坏
采砂船型	控制作业船舶数量、船型	5 艘射流抽吸式采砂船配 10 艘 3000~5000m <sup>3</sup> 自卸皮带运砂船	根据采砂船数量合理配置运砂船，提高运砂船作业效率的同时，降低交通量
		每艘采砂船的采砂效率控制在 1000m <sup>3</sup> /h	满足开采强度和开采量控制要求
		采砂船每年都需要年检，注意使用的船舶检验证书必须在有效期内	保证施工船舶排污、设备配备、设施安全等达标

## 11.2 开采强度的分析

从保护海洋环境的角度出发，考虑项目所在海域的海洋环境容量和承受能

力，并考虑本项目采砂船的采砂能力和企业的经济效益，确定了本项目开采海砂的日最大开采量、日平均开采量、月最大开采量、月平均开采量、年开采控制总量、开采年限等控制指标，具体见表 11.2-1。根据项目所在海域的生态承载力、环境承载力和资源承载力，保证本项目海砂开采对周边水质环境、生态环境、水动力环境、地形地貌与冲淤环境、环境敏感目标、叠加效应等影响在可接受范围内，建议本项目采取以上开采方式和开采强度进行作业，并严格按照《本项目海砂开采控制指标表》（表 11.2-1）中规定的日最大开采量、日平均开采量、月最大开采量、月平均开采量、年开采控制总量、开采年限等指标进行海砂开采。

**表 11.2-1 海砂开采目标控制一览表**

控制参数		控制量	控制条件
日开采量	日最大开采量	7.5 万 m <sup>3</sup> /d	5 艘采砂船，作业 18 时/天，8 月-次年 2 月
	日平均开采量	6.36 万 m <sup>3</sup> /d	年作业天算数平均按 215 天
月开采量	月最大开采量	144 万 m <sup>3</sup> /月	5 艘采砂船作业，18 小时/天，计 20 天/月，8 月-次年 2 月
	月平均开采量	114 万 m <sup>3</sup> /月	1 月-12 月算数平均值
敏感期控制开采量	日最大开采量	4.8 万 m <sup>3</sup> /d	采强度降至 12 时/天，5 艘船作业，3 月-7 月
	月平均开采量	72 万 m <sup>3</sup> /月	5 艘采砂船作业 12 时/天，计 15 天/月，3 月-7 月
开采总量	年开采量	1368 万 m <sup>3</sup>	以 5 艘船开采 215 天计
	资源总储存量	万 m <sup>3</sup>	4178.10
	控制总开采量	万 m <sup>3</sup>	3531.65
开采范围	采砂区范围	227.9637 公顷	根据地质结构，砂源储量分布，海砂可开采环境条件
可开采年限		2.58 年	

## 12 环境经济损益分析

环境经济损益分析也称为环境影响的经济评价,是建设项目环境影响评价的一项重要内容,其主要任务是估算建设项目需要投入的环保投资和所能收到的环境保护效果。环境经济损益分析就是要估算某一项目、规划或政策所引起环境影响的经济价值,并将环境影响的价值纳入项目、规划或政策的经济分析中去,以判断这些环境影响对该项目、规划或政策的可行性产生的影响。对本工程进行环境影响经济损益分析的目的在于评价项目的社会、经济、环境损益。

### 12.1 环境经济损益分析方法

本报告书以资料分析为主,在详细了解项目的工程概况及各环节污染物影响的程度和范围的基础上,运用费用-效益分析方法进行定性分析评价。

费用-效益分析是最常用的项目环境损益分析方法和政策方法。利用此方法对建设项目进行分析将有利于正确分析项目的可行性。费用是总投资的一部分,而效益包括经济、社会和环境效益。关系为:

费用=生产成本+社会代价+环境损害

效益=经济效益+社会效益+环境效益

### 12.2 社会效益分析

#### (1) 有效缓解建设用砂的供需矛盾,促进汕尾地区社会经济发展

随着经济的发展,城市建设步伐也不断加快,沿海基础工程建设如港口开发、临海工业等大型项目不断增加,工程项目对建设用砂的需求日益显著,导致目前市场的建设用砂供不应求,供需矛盾十分突出。

拟申请海砂开采项目位于汕尾市海域,砂源储藏相对集中,水路运输畅通便捷,开发利用的价值较高,本项目在不超过环境承受能力的条件下,合理合法开采海砂,为汕尾市其他重大项目的提供海砂,可促进汕尾市重大项目的建设,促进当地的经济社会发展。

#### (2) 有利于缓解海洋执法管理压力,实现国家海砂资源所有权

目前，由于全国地区海砂需求量大，供需矛盾突出，经常有非法采砂船，其采砂秩序混乱，严重扰乱海上安全并造成社会资源无序开发，增加了海洋执法监督部门的执法成本和压力。本采砂区的出让，有利于进一步规范海砂开采活动，可以对非法采砂活动有效遏制，对加强采砂管理、保护航道、保护水利设施和海上设施起到积极的推动作用。

另外，国家作为海洋资源的所有者，加强海砂开采管理，规范海砂资源制度，并按照规定收取海域使用金，既有利于实现国家在海洋资源领域的所有权，又有利于海洋资源效益最大化和可持续利用的实现。

### （3）有利于引导海砂产业持续健康发展

海砂是一种普通又难于替代的建筑材料。随着经济的发展，城乡建设、交通和水利等基础设施建设都需要大量海砂。在不影响生态环境的前提下，适当划出部分海域作为采砂区，有利于规范海砂开采秩序，从而实现合理配置海砂资源、提高资源利用效率，引导海砂市场规范化运营有重要意义。

### （4）增加就业机会

本项目的建设不仅可以促进汕尾地区的经济发展，间接地创造许多就业机会，而且项目本身也可以提供一定数量的就业，可在一定程度上维护社会稳定、减轻社会就业压力、提高居民生活水平。

综上所述，本项目建设能够产生明显的社会效益。

## 12.3 经济效益分析

近年来，由于广东省经济的迅速发展，海砂的需求量有增无减。而且从去年开始广东省响应中央、国务院号召，配合陆续出台积极的“扩内需，促发展”的有关政策，特别是加快了广东省的建设步伐。目前市场上的砂量需求很大的。

根据近年调查资料分析统计，由于海砂属不可再生的海洋矿产资源，海砂的价格比以前有所提高，利润较高；而海砂开采前期投资成本较低，同时海砂开采区距离周围工程项目地点较近，海砂运输成本较低，总体经济效益非常显著。

根据 2015 年 12 月颁布实施的《广东省海洋与渔业局关于海砂开采海域使用管理的暂行办法》，广东省海砂开采海域使用权一律通过招标、拍卖、挂牌等市

场化方式进行出让。通过招标、拍卖、挂牌等市场化方式进行海砂开采权出让更有利于海砂资源的长效管理利用。

根据目前海砂市场价格分析，采砂开采既能给企业带来一定的经济效益，又能向国家交纳一定数额的资源费和营业税，可促进当地海洋产业的发展，有着良好的经济效益。

## 12.4 环境保护投资估算

项目用于环境保护的投资主要包括环境管理和监测生态补偿以及采砂期船舶污油水、生活垃圾等处理设施。对建设项目拟采取的污染防治和生态保护措施进行投资估算，结果见表 12.4-1。本项目主要环保工程投资估计约 3586.52 万元，环保投资额较大，可以较好地满足环境保护的需要，环保投资数额合理。

表 12.4-1 本项目环保投资估算一览表

项目	任务	内容	环保投资估算(万元)
施工期环境监理	合理安排施工进度，严格掌握采砂设施性能、控制悬浮泥沙扩散影响范围	环保监理人员 2 人（工程监理可兼任）	100
施工期环境监测	掌握施工期污染物排放状况，为施工管理提供依据	详见监测计划	150
生态补偿	补偿施工期造成的生态损失	采取增殖放流等措施	<u>3101.52</u>
悬浮泥沙污染防治	控制悬浮泥沙扩散影响范围和程度	<u>洗砂废水经溢流管海底以上 2.0m 处排放</u>	<u>10</u>
船舶油污水、垃圾接收处理	施工船舶产生的生活污水、油污水及船舶垃圾严禁向海域排放	由有资质单位接收处理	10
溢油应急费用	施工船舶发生溢油事故时，采取的应急措施	配备溢油事故设备库	100
环保及安全宣传计划等相关费用	进行环保、安全宣传	对采砂作业人员进行环保宣传，减少采砂作业对项目周边敏感目标、生态环境等的影响；进行安全宣传，减少风险事故的省	15



预留	事故状态下的环境跟踪监测等不可预见费		100
合计			3586.52

## 12.5 环境经济损益分析

### (1) 环境直接、间接经济损失估算

环境经济损失是指采取相应环保措施后，工程项目可能仍然造成的环境损失，对于本项目来说，对海洋环境造成的损失主要表现在两个方面：一是海砂开采造成底栖生物的损失；二是在采砂施工过程中导致工程海域悬沙浓度增大，对附近的海洋生物及渔业资源会产生影响。

采砂作业过程中，栖息于开采区内的底栖生物将死亡。经估算本项目采砂造成的底栖生物损失量约为 387.328t，由于大部分底栖生物的生长较缓慢，在采砂结束后较长时间内底栖生物才能得到逐渐恢复。本项目在采砂作业中将产生一定量的悬沙，造成附近局部海域的混浊度增加，降低水体的透明度，对游泳生物和浮游动物产生不利影响，若悬沙浓度过大，甚至会引起死亡。同样，采砂施工产生的悬沙对鱼类也会产生一定的影响。

据估算，本工程采砂导致底栖生物直接损失量为 387.328t；浮游植物的损失量为  $6.049 \times 10^{14}$  cells；浮游动物的损失量为  $1.64 \times 10^5$  ind；鱼卵  $1.786 \times 10^8$  粒、仔稚鱼  $5.436 \times 10^7$  尾；游泳生物(鱼类)的损失量为 1210.84kg。造成底栖生物和渔业资源的直接经济损失额约为 1033.84 万元。

依据《规程》的规定，占用海洋水域的生物资源损害赔偿，占用年限低于 3 年的，按照 3 年补偿；本项目按 3 年进行补偿计算。本项目的建设需作出生态补偿的总金额为 3101.52 万元。。

### (2) 环境直接、间接经济收益估算

环境经济收益是指在采取环境保护措施后所得到的直接和间接效益。直接效益为资源、能源的回收利用所产生的收益；间接效益为由于污染物的适当排出所削减的环境经济损失。对本建设工程来说，环境经济效益只由间接效益组成。

根据本报告前述章节的相关分析可知，在不采取任何环保措施的情况下，工

程环境污染的范围和程度将成倍增大,资源的损失和环境污染损失也同样以倍数增加;在采取环境保护措施后,可以使建设项目产生的环境影响被控制在最小范围和最低程度,进而也能在一定程度上减少资源的损失。因此,建设项目污染防治措施的环境经济效益还是比较明显的。

## 12.6 环境经济损益综合分析与评价

本项目各项环保措施,包括直接投资的环保设施和属于管理范畴的工程措施,其环境经济效益主要体现在:通过各项环保措施的落实,减小项目建设过程中各环境污染因子产生的强度,并进行必要的生态防护,使工程区附近海域水环境和生态环境得到有效保护,降低对保护区特殊生境的影响,将本项目建设可能产生的环境影响降到最低,从而确实有效的保护生态环境,实现社会经济建设和环境资源保护的协调发展,即环境保护和经济建设的双赢。

通过采取各项的环保措施,加强环境保护工作,可有效减少项目建设造成的负面环境影响,将项目建设可能造成的环境经济损失降到最低,是适应工程建设与环境保护、海洋生态环境保护实际需要。经过比较分析,该工程项目能取得较好的社会效益,在采砂过程中采取环境保护措施后,能在一定程度上减少海洋生态环境资源的损失。可见,本项目的环境保护措施是合理的,环境污染导致的生态效益损失可以协调补偿解决。

本建设项目是可行的。从可持续发展角度考虑,本工程环保投资产生的环境效益将远大于环保投资费用本身,应在项目的施工全过程加以落实。

## 13 海洋工程环境可行性

### 13.1 与《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》的符合性

#### 13.1.1 项目所在海域海洋功能区划

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》，本项目所在的海洋功能区为珠海—潮州近海农渔业区，周边海域（评价范围内）的海洋功能区有：红海湾农渔业区、遮浪矿产与能源区、遮浪旅游休闲娱乐区、遮浪海洋保护区、施公寮港口航运区、碣石湾西部工业与城镇用海区、碣石湾农渔业区、金厢旅游休闲娱乐区、田尾山工业与城镇用海区和遮浪南海洋保护区。项目与各功能区的位置关系详见图 13.1.1-1 及表 13.1.1-1，海洋功能区登记表见表 13.1.1-2。

表 13.1.1-1 项目周围海域海洋功能区分布状况

编号	海洋功能区名称	与本项目的方位关系及最短距离	功能区
1	珠海-潮州近海农渔业区	项目所在功能区	农渔业区
2	红海湾农渔业区	西南侧，约 9.1km	农渔业区
3	遮浪矿产与能源区	西南侧，约 7.4km	矿产与能源区
4	遮浪旅游休闲娱乐区	西南侧，约 6.8km	旅游休闲娱乐区
5	遮浪海洋保护区	西南侧，约 4.3km	海洋保护区
6	施公寮港口航运区	西侧，约 2.9km	港口航运区
7	碣石湾西部工业与城镇用海区	西北侧，约 8.1km	工业与城镇用海区
8	碣石湾农渔业区	北侧，约 3.8km	农渔业区
9	金厢旅游休闲娱乐区	东北侧，约 14.7km	旅游休闲娱乐区
10	田尾山工业与城镇用海区	东侧，约 13.3km	工业与城镇用海区
11	遮浪南海洋保护区	西南侧，约 12.9km	海洋保护区



图 13.1.1-1 项目所在海域及周边海域海洋功能区分布示意图

表 13.1.1-2 项目周边海洋功能区登记表

序号	代码	功能区名称	地理范围 (东经、北纬)	功能区类型	面积(公顷) 岸段长度(米)	管理要求	
						海域使用管理	海洋环境保护
220	B1-2	珠海—潮州近海农渔业区	东至: 117°31'36" 西至: 114°26'02" 南至: 21°49'34" 北至: 23°35'10"	农渔业区	1272845	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 相适宜的海域使用类型为渔业用海;</li> <li>2. 禁止炸岛等破坏性活动;</li> <li>3. 40 米等深线向岸一侧实行凭证捕捞制度, 维持渔业生产秩序;</li> <li>4. 经过严格论证, 保障交通运输、旅游、核电、海洋能、矿产、倾废、海底管线及保护区等用海需求;</li> <li>5. 优先保障军事用海需求。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 保护重要渔业品种的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道;</li> <li>2. 执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。</li> </ol>
118	A1-15	红海湾农渔业区	东至:115°33'36" 西至:115°01'32" 南至:22°37'21" 北至:22°54'58"	农渔业区	36273 127532	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.相适宜的海域使用类型为渔业用海;</li> <li>2.保障鲳门渔港、遮浪渔港、马宫渔港、人工鱼礁及深水网箱养殖用海需求, 保障龟龄岛、银龙湾、金町湾旅游娱乐用海;</li> <li>3.适当保障工业和港口航运用海需求;</li> <li>4.保护沙浦-老湾、沙舌-遮浪角砂质海岸及基岩海岸;</li> <li>5.禁止炸岛等破坏性活动;</li> <li>6.严格控制在长沙湾等河口海域围填海, 维护防洪纳潮功能;</li> <li>7.合理控制养殖规模和密度;</li> <li>8.优先保障军事用海需求, 禁止设置有碍军事安全的渔网、渔栅等。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 保护九龙湾、长沙湾等河口海域生态环境及莱屿岛以北礁盘生态系统;</li> <li>2.保护海胆、龙虾、鲍等重要渔业品种;</li> <li>3.严格控制养殖自身污染和水体富营养化, 防止外来物种入侵;</li> <li>4.执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。</li> </ol>
230	B4-2	遮浪矿产与能源区	东至:115°37'38" 西至:115°35'37" 南至:22°37'26"	工业与城	857	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 相适宜的海域使用类型为工业用海;</li> <li>2. 通过论证, 合理安排波浪能相关开发活动, 维持航道畅通。</li> </ol>	执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。

			北至:22°38'48"	镇用海区			
124	A5-28	遮浪旅游休闲娱乐区	东至:115°34'50" 西至:115°33'34" 南至:22°38'30" 北至:22°41'17"	旅游休闲娱乐区	6207874	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.相适宜的海域使用类型为旅游娱乐用海;</li> <li>2.保障帆船训练基地用海需求;</li> <li>3.保护砂质海岸、基岩海岸,禁止在沙滩建设永久性构筑物;</li> <li>4.禁止炸岛等破坏性活动;</li> <li>5.依据生态环境的承载力,合理控制旅游开发强度;</li> <li>6.优先保障军事用海需求。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.保护近岸海域生态环境;</li> <li>2.生产废水、生活污水须达标排海;</li> <li>3.执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。</li> </ol>
229	B6-31	遮浪海洋保护区	东至:115°36'19" 西至:115°34'18" 南至:22°39'42" 北至:22°42'10"	海洋保护区	819	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.相适宜的海域使用类型为特殊用海;</li> <li>2.严格按照国家关于海洋环境保护以及自然保护区管理的法律、法规和标准进行管理。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.保护人工鱼礁礁体及海域生态环境;</li> <li>2.加强保护区海洋生态环境监测;</li> <li>3.执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。</li> </ol>
125	A2-25	施公寮港口航运区	东至:115°36'16" 西至:115°32'55" 南至:22°41'04" 北至:22°45'31"	港口航运区	22075693	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.相适宜的海域使用类型为交通运输用海;</li> <li>2.适当保障临海能源工业用海;</li> <li>3.维持航道畅通,维护海上交通安全;</li> <li>4.在施公寮半岛东部、北部海域基本功能未利用前,保留浅海增养殖等渔业用海及部分旅游娱乐用海;</li> <li>5.保护基岩海岸及施公寮半岛北部砂质海岸;</li> <li>6.围填海须严格论证,优化围填海平面布局,节约集约利用海域资源;</li> <li>7.工程建设及营运期间采取有效措施降低对汕尾市遮浪角东人工鱼礁海洋生态市级自然保护区的影响;</li> <li>8.加强用海动态监测和监管。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.加强港区环境污染治理,生产废水、生活污水须达标排海;</li> <li>2.执行海水水质三类标准、海洋沉积物质量二类标准和海洋生物质量二类标准。</li> </ol>

12 6	A3-2 5	碣石湾 西部 工业与 城镇用 海区	东至:115° 36' 25" 西至:115° 31' 17" 南至:22° 42' 51" 北至:22° 51' 15"	工业 与城 镇用 海区	3445 24141	1. 相适宜的海域使用类型为造地工程用海、工业用海; 2. 保障大湖渔港用海需求, 在基本功能未利用前, 保留白沙湾增养殖等渔业用海; 3. 适当保障港口航运用海需求; 4. 保护海铺圩-角仔砂质海岸、基岩海岸; 5. 围填海须严格论证, 优化围填海平面布局, 节约集约利用海域资源; 6. 加强对围填海的动态监测和监管。	1.严格控制养殖自身污染和水体富营养化, 防止外来物种入侵; 2.基本功能未利用前, 执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准; 3.工程建设期间及建设完成后, 执行海水水质三类标准、海洋沉积物质量二类标准和海洋生物质量二类标准。
12 7	A1-1 6	碣石湾 农渔业 区	东至:115° 49' 00" 西至:115° 31' 21" 南至:22° 45' 11" 北至:22° 54' 24"	农渔 业区	17434 91757	1.相适宜的海域使用类型为渔业用海; 2.保障金厢渔港、碣石渔港、人工鱼礁用海需求; 3.保留海马洲旅游区、乌坎港区、金厢港区的用海; 4.经过严格论证, 保障核电等工业发展的用海需求; 5.严格控制螺河河口海域、乌坎港、碣石渔港的围填海; 6.合理控制养殖规模和密度; 7.维护河口海域防洪纳潮功能, 维持航道畅通。	1.保护碣石湾生态环境; 2.保护鲍、海马等重要渔业品种; 3.严格控制养殖自身污染和水体富营养化, 防止外来物种入侵; 4.加强渔港环境污染治理, 生产废水、生活污水须达标排海; 5.执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。
12 8	A5-2 9	金厢旅 游休闲 娱乐区	东至:115° 46' 23" 西至:115° 42' 33" 南至:22° 49' 58" 北至:22° 51' 06"	旅游 休闲 娱乐 区	411 7277	1.相适宜的海域使用类型为旅游娱乐用海; 2.保障碣石渔港、人工鱼礁用海需求; 3.禁止在沙滩上建设永久性构筑物, 保护砂质海岸; 4.依据生态环境的承载力, 合理控制旅游开发强度。	1.保护近岸海域生态环境; 2.生产废水、生活污水须达标排海; 3.执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。
12 9	A3-2 6	田尾山 工业与 城镇用 海区	东至:115° 50' 30" 西至:115° 45' 56" 南至:22° 42' 55" 北至:22° 48' 35"	工业 与城 镇用 海区	4183 15382	1.相适宜的海域使用类型为造地工程用海、工业用海; 2.保障核电用海需求, 在基本功能未利用前, 保留浅海增养殖等渔业用海; 3.留浅海增养殖等渔业用海; 4.适当保障港口航运用海需求;	1.加强海洋环境监测, 建立完善的应急体系; 2.基本功能未利用前, 执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准;

						<p>5.围填海须严格论证，优化围填海平面布局，节约集约利用海域资源；</p> <p>6.工程建设及营运期间采取有效措施降低对周边功能区的影响；</p> <p>7. 加强对围填海、温排水的动态监测和监管。</p>	<p>3.工程建设期间及建设完成后，执行海水水质三类标准、海洋沉积物质量二类标准和海洋生物质量二类标准。</p>
228	B6-30	遮浪南海洋保护区	<p>东至:115°41'10"</p> <p>西至:115°32'03"</p> <p>南至:22°27'29"</p> <p>北至:22°35'50"</p>	海洋保护区	15552	<p>1.相适宜的海域使用类型为特殊用海；</p> <p>2.按照国家关于海洋环境保护以及自然保护区管理的法律、法规和标准进行管理。</p>	<p>1.严格保护遮浪上升流海洋生态系统；</p> <p>2.执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。</p>

注：引自《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》（2012年）



### 13.1.2 与广东省海洋功能区划的符合性分析

由图 13.1.1-1 可知，本项目位于珠海—潮州近海农渔业区，项目与《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》的符合性见表 13.1.2-1。本项目不涉及炸岛及捕捞活动，不在海上建设永久性水工构筑物，不会影响珠海—潮州近海农渔业区的海域使用用途。海砂开采位置已经经过严格论证，无需占用航道、海底管线、保护区和军事等用海，不会影响交通运输、旅游、核电、海洋能、矿产、倾废、海底管线、保护区和军事等用海需求。

本项目海砂开采过程将对项目所在海洋功能区的生态环境产生一定的影响，为了将项目可能对鱼类“三场一通道”产生的影响降至最低，项目每年的 3-7 月拟降低采砂强度，以保护重要渔业品种的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道。同时，在采砂过程中，项目将严格控制采砂范围，合理控制采砂强度，洗砂废水经溢流管海底以上 2.0m 处排放，施工船舶含油污水和生活污水均拟收集上岸交由有处理能力的单位处理，禁止排放入海；施工期拟对项目所在海域进行跟踪监测，同时项目也将对造成的海洋生态损失及时进行补偿，则可将项目可能造成的海洋环境影响降至最低。经采取一定的污染防治措施和生态环境保护措施后，项目的建设符合项目所在海洋功能区的环境保护要求。

由前述分析结果可知，本项目与评价范围内的红海湾农渔业区、施公寮港口航运区等功能区的距离均较远，项目对附近海洋功能区可能产生的影响较小。综合分析，本项目的建设符合《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》。

表 13.1.2-1 项目用海与功能区划的符合性分析一览表

功能区名称	管理要求	符合性分析	是否符合
珠海—潮州近海农渔业区	1.相适宜的海域使用类型为渔业用海；	本项目为海砂开采项目，不在海上建设永久水工构筑物，不会影响渔业用海。	不冲突
	2.禁止炸岛等破坏性活动；	本项目没有炸岛行为。	符合
	3.40 米等深线向岸一侧实行凭证捕捞制度，维持渔业生产秩序；	本项目不涉及捕捞活动。	符合
	4. 经过严格论证，保障交通运输、旅游、核电、海洋能、	本项目为海砂矿产开采项目，开采位置已征求了各相关部门的意	符合

功能区名称	管理要求	符合性分析	是否符合
	矿产、倾废、海底管线及保护区等用海需求；	见，并根据各部门意见对选址进行优化，无需占用航道、海底管线、保护区等用海，不会影响交通运输、旅游、核电、海洋能、矿产、倾废、海底管线、保护区等用海需求。	
	5. 优先保障军事用海需求。	本项目不会占用军事用海范围。	符合
	海洋环境保护 1.保护重要渔业品种的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道； 2.执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。	1.为将项目可能对鱼类“三场一通道”产生的影响降至最低，项目每年的3月—7月拟降低采砂强度，必要时停止采砂，保护重要渔业品种的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道。 2.在采砂过程中，项目将严格控制采砂范围，合理控制采砂强度，洗砂废水经溢流管海底以上2.0m处排放，施工船舶含油污水和生活污水均拟收集上岸交由有处理能力的单位处理，在施工期对项目所在海域进行跟踪监测，同时项目也应对造成的海洋生态损失进行补偿，将项目可能造成的海洋环境影响降至最低。	符合

### 13.2 与《广东省近岸海域环境功能区划》的符合性分析

为了保护和改善广东省海洋生态环境，防止海洋环境污染，保证沿海地区经济发展战略的实施和社会、经济、环境协调发展及海洋资源的永续利用，广东省于1999年制定了《广东省近岸海域环境功能区划》，该功能区划主要适用于广东省管辖的近岸海域。

经分析，本项目没有位于近岸海域环境功能区范围内（图13.2-1），附近没有严格控制区，且与附近近岸海域环境功能区的距离较远，海砂开采过程基本不

会对附近的近岸海域功能区产生影响，因此，本项目的建设符合《广东省近岸海域环境功能区划》。

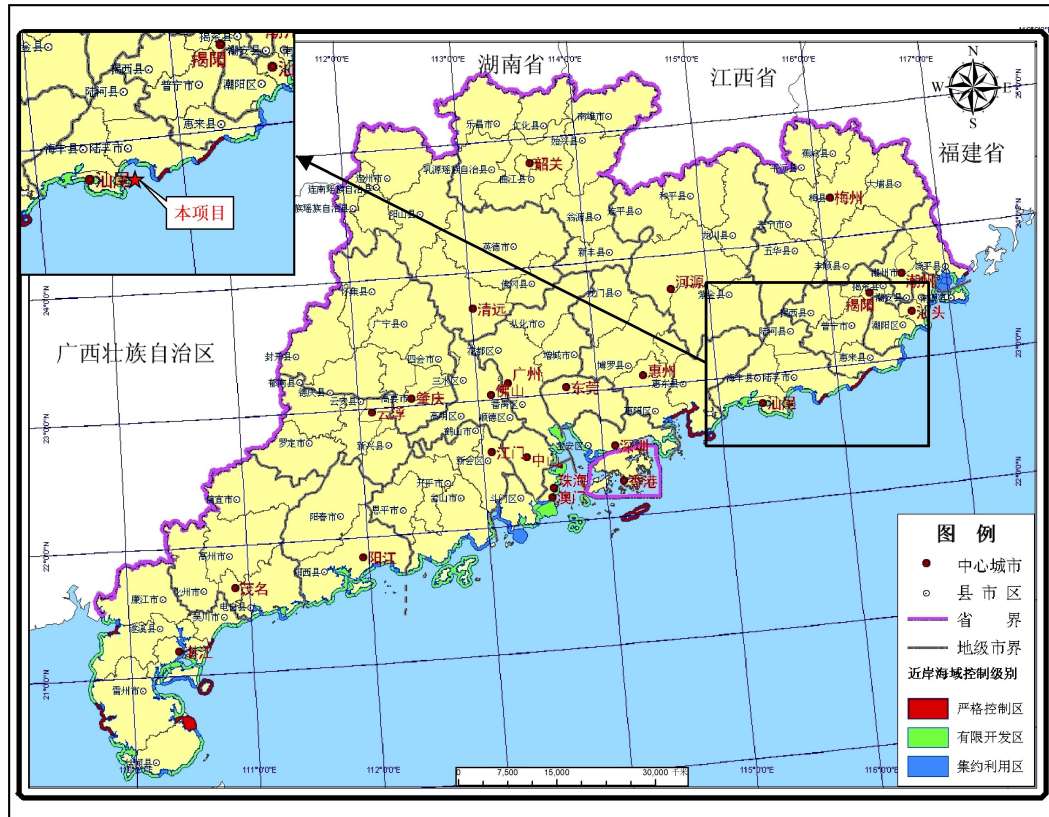


图 13.2-1 广东省近岸海域分级控制图

### 13.3 与《广东省海洋主体功能区规划》的符合性分析

2017年12月，广东省人民政府正式批复《广东省海洋主体功能区规划》，广东省海洋主体功能区按开发内容可分为产业与城镇建设、农渔业生产、生态环境服务三种功能。依据主体功能，将海洋空间划分为优化开发区域、重点开发区域、限制开发区域和禁止开发区域。

本项目位于限制开发区域中的海洋渔业保障区，（图 13.3-1）。根据《广东省海洋主体功能区规划》。限制开发区可在科学分析资源环境承载力基础上，选择沿海部分地区实施点状开发，控制开发强度。科学推进徐闻粤海通道、阳江核电、惠东核电、陆丰核电，以及阳江海洋经济特色产业基地等产业项目和园区建设。推进徐闻、碧甲港、南澳港等港口建设，强化与枢纽港的融合，提供区域服务能力。

本项目为海砂开采项目，项目在科学勘探、分析资源环境承载力基础上确定开发利用方案，也将控制开采强度，确保项目的实施不会对海域资源环境造成明显的不良影响。此外，本项目的建设可为当地建设项目提供海砂，保障粤东地区重大项目的用砂需求，有效解决“用砂难、用砂贵”的问题。因此，本项目的建设符合《广东省海洋主体功能区规划》的要求。

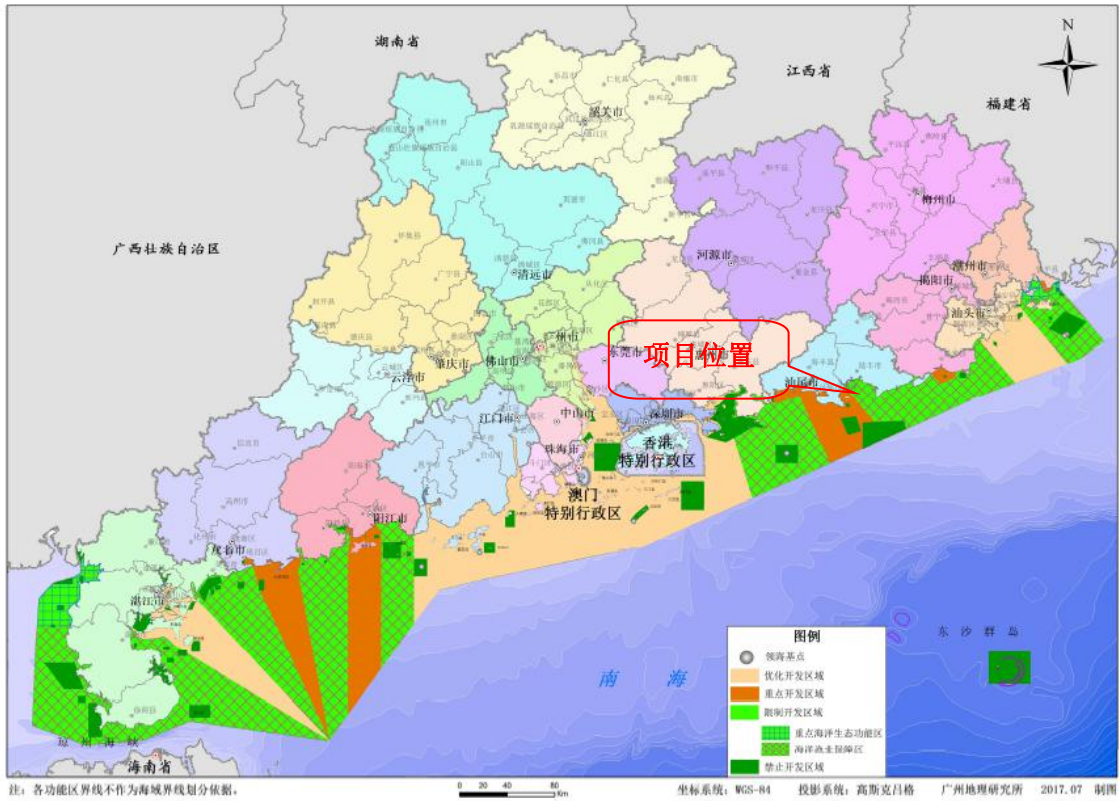


图 13.3-1 项目所在海洋主体功能区划

## 13.4 与海洋生态红线的符合性

### 13.4.1 项目周边海洋生态红线

根据《广东省海洋生态红线》，本项目没有位于海洋生态红线区内，与周边海洋生态红线区的距离较远。项目周边海洋生态红线分布情况见表 13.4.1-1 和图 13.4.1-1）。

表 13.4.1-1 项目与周边海洋生态红线相符性分析

序号	项目周边生态红线区	与本项目相对位置	管控措施	环境保护要求	相符性分析
189	捷胜重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区	西侧，约 11.1km	禁止从事可能改变或影响沙滩自然属性的开发建设活动。设立砂质海岸退缩线，禁止在高潮线向陆一侧 500 米或第一个永久性构筑物或防护林以内构建永久性建筑。在砂质海岸向海一侧禁止采挖海砂、围填海等可能诱发沙滩蚀退的开发活动。加强对受损砂质岸线的修复。	按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，禁止排放有害有毒的污水、油类和其他废弃物，改善海洋环境质量	<p>1. 根据岸滩稳定影响分析，项目建设引起的岸边附近的潮流场、波浪场的变化有限。因此采砂对岸滩稳定性的影响甚微，不会改变或影响沙滩自然属性。</p> <p>2. 本项目不在在高潮线向陆一侧 500 米或第一个永久性构筑物或防护林以内构建永久性建筑。</p> <p>3. 本报告提出的环境保护措施，禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物等污染物和废弃物，本项目已制定船舶污水、溢油相关治理措施及应急预案，并配备应急处理设施；该红线区距离本项目较远，且根据悬浮泥沙预测结果，本项目悬浮泥沙 10mg/L 包络线范围未至该区域，满足第一类海水水质标准，不会降低该区域海洋环境质量。</p> <p>综上所述，本项目实施与该红线区的管控措施和环境保护要求不冲突。</p>
190	捷胜重要渔业海域限制类红线区	西南侧，约 12.2km	维持海域自然属性，保护渔业资源产卵场、育幼场、索饵场和洄游通道。禁止截断洄游通道等开发活动；禁止破坏性捕捞方式，合理有序开展捕捞作业；严格执行禁渔期、禁渔区制度以及渔具渔法规定。港口、航道及其他基础设施建设	按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物和其他废弃物，防止船舶污水、溢油及化学品	<p>1. 本项目为海砂开采项目，项目建设不会改变海域自然属性。</p> <p>2. 本项不涉及捕捞作业；根据《中国海洋渔业水域图（第一批）》，指出“南海区渔业资源呈现了热带暖水性种类的特点，海区内资源种类繁多，但单一种类的群体数量较少，多数鱼类没有明显的洄游路线，没有越冬场。”本项目所在区域不涉及洄游通道，因此，项目实施不会截断洄游通道。</p> <p>3. 该红线区距离本项目较远，且根据悬浮泥沙预测结果，本项目悬浮泥沙 10mg/L 包络线范围未至该区域，满足第一类海</p>

			应以不破坏渔业生态环境为前提。	泄漏等对渔业水域水质造成不利影响，改善海洋环境质量。	水水质标准，不会降低该区域海洋环境质量。 综上所述，本项目实施与该红线区的管控措施和环境保护要求不冲突。
191	红海湾海洋特别保护区限制类红线区	西南侧，约6.8km	执行《海洋特别保护区管理办法》等相关法律法规，重点保护礁盘生态保护目标及其栖息环境。禁止在海洋特别保护区内实施采石、挖砂、围垦滩涂、围海、填海等严重影响海洋生态的利用活动。鼓励实施与保护区保护目标相一致的生态型资源利用活动，鼓励采取适当的人工生态整治与修复措施，恢复海洋生态、资源与关键生境。	按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物等污染物和废弃物，改善海洋环境质量，防治海岛岸线侵蚀灾害，维持海岛自然岸线。	1. 本项目不在该红线区范围内，距离本项目较远。 2. 本报告提出的环境保护措施，禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物等污染物和废弃物，本项目已制定船舶污水、溢油相关治理措施及应急预案，并配备应急处理设施；且根据悬浮泥沙预测结果，本项目悬浮泥沙 10mg/L 包络线范围未至该区域，满足第一类海水水质标准，不会降低该区域海洋环境质量。 3. 根据岸滩稳定影响分析，项目建设引起的岸边附近的潮流场、波浪场的变化有限。因此采砂对岸滩稳定性的影响甚微，不会改变项目周边自然岸线。 综上所述，本项目实施与该红线区的管控措施和环境保护要求不冲突。
192	红海湾海洋特别保护区禁止类红线区	西南侧，约8.7km	执行《海洋特别保护区管理办法》等相关规定，禁止实施各种与保护无关的工程建设活动，禁止实施改变区内自然生态条件的生产活动和任何形式的工程建设活动。	按照海洋环境保护法、海岛保护法等法律法规及相关规划要求进行管理，禁止直接向海岛、海域排放污染物，改善海域海岛环境质量，执行第一类海水水质标准、第一类海洋沉积	1. 本项目不在该红线区范围内，距离本项目较远。 2. 该红线区距离本项目较远，且根据悬浮泥沙预测结果，本项目悬浮泥沙 10mg/L 包络线范围未至该区域，满足第一类海水水质标准，不会降低该区域海洋环境质量。 综上所述，本项目实施与该红线区的管控措施和环境保护要求不冲突。

				物标准和第一类海洋生物标准	
193	遮浪南重要渔业海域限制类红线区	西南侧,约12.9km	禁止围填海,禁止截断洄游通道等开发活动,维持海域自然属性,保护渔业资源产卵场、育幼场、索饵场和洄游通道,禁止破坏性捕捞方式,合理有序开展捕捞作业;严格执行禁渔期、禁渔区制度以及渔具渔法规定。港口、航道及其他基础设施建设应以不破坏渔业生态环境为前提。	按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理,禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物和其他废弃物,防止船舶污水、溢油及化学品泄漏等对渔业水域水质造成不利影响,改善海洋环境质量。	<p>1. 本项目为海砂开采项目,不涉及围填海,项目建设不会改变海域自然属性。</p> <p>2. 本项不涉及捕捞作业;根据《中国海洋渔业水域图(第一批)》,指出“南海区渔业资源呈现了热带暖水性种类的特点,海区内资源种类繁多,但单一种类的群体数量较少,多数鱼类没有明显的洄游路线,没有越冬场。”本项目所在区域不涉及洄游通道,因此,项目实施不会截断洄游通道。</p> <p>3. 本报告提出的环境保护措施,禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物等污染物和废弃物,本项目已制定船舶污水、溢油相关治理措施及应急预案,并配备应急处理设施;且根据悬浮泥沙预测结果,本项目悬浮泥沙 10mg/L 包络线范围未至该区域,满足第一类海水水质标准,不会降低该区域海洋环境质量。</p> <p>综上所述,本项目实施与该红线区的管控措施和环境保护要求不冲突。</p>
194	遮浪角东人工渔礁保护区禁止类红线区	西南侧,约2.6km	执行《中华人民共和国自然保护区条例》、《海洋特别保护区管理办法》和《海洋自然保护区管理办法》等相关法律法规,重点保护海洋生物资源和海岛景观。禁止实施各种与保护无关的工程建设活动,禁止	按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理,禁止直接向海域排放污染物,改善海洋环境质量。	<p>1. 本项目为海砂开采项目,位于该红线区范围以外,根据数学模型预测成果,项目实施不会改变该区域内自然生态条件。</p> <p>2. 本报告提出的环境保护措施,禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物等污染物和废弃物,本项目已制定船舶污水、溢油相关治理措施及应急预案,并配备应急处理设施。</p> <p>3. 该红线区距离本项目较近,且根据悬浮泥沙预测结果,本项目悬浮泥沙 10mg/L 包络线范围未至该区域,满足第一类海</p>



			实施改变区内自然生态条件的生产活动和工程建设活动。鼓励采取适当的人工生态整治与修复措施，恢复海洋生态、资源与关键生境。		水水质标准，不会降低该区域海洋环境质量。 综上所述，本项目实施与该红线区的管控措施和环境保护要求不冲突。
195	遮浪重要滨海旅游区限制类红线区	西南侧，约6.9km	禁止围填海，依据海域生态环境承载力，控制旅游区开发强度。实行海洋垃圾巡查清理制度，有效清理海洋垃圾。禁止从事可能改变和影响滨海旅游的开发建设活动。严格保护砂质海岸与基岩海岸。	生产废水、生活污水须达标排放；加强海域生态环境监测；执行海水水质三类标准、海洋沉积物质量二类标准和海洋生物质量二类标准。	1. 本项目为海砂开采项目，不涉及围填海；根据数学模型预测成果，项目实施基本不会对该区域产生影响。 2. 该红线区距离本项目较远，且根据悬浮泥沙预测结果，本项目悬浮泥沙 10mg/L 包络线范围未至该区域，满足第一类海水水质标准，不会降低该区域海洋环境质量。 3. 本项目制定了详细的环境监测方案。 综上所述，本项目实施与该红线区的管控措施和环境保护要求不冲突。
196	施公寮重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区	西侧，约7.7km	禁止从事可能改变或影响砂质岸线自然属性的开发建设活动。设立砂质海岸退缩线，禁止在高潮线向陆一侧 500 米或第一个永久性构筑物或防护林以内构建永久性建筑。在砂质海岸向海一侧禁止采挖海砂、围填海等可能诱发沙滩蚀退的开发活动。加强对受损砂质岸线的修复。	海水水质、海洋生物质量、沉积物等维持现状，对沙滩资源破坏较严重的区域进行整治修复，保持海水水文动力维持原状。	1. 根据岸滩稳定影响分析，项目建设引起的岸边附近的潮流场、波浪场的变化有限，基本不会改变海洋水文动力现状。因此采砂对岸滩稳定性的影响甚微，不会诱发沙滩的侵蚀，也不会改变或影响岸线自然属性。 2. 本项目不在在高潮线向陆一侧 500 米或第一个永久性构筑物或防护林以内构建永久性建筑。 3. 该红线区距离本项目较远，且根据悬浮泥沙预测结果，本项目悬浮泥沙 10mg/L 包络线范围未至该区域，满足第一类海水水质标准，不会降低该区域海洋环境质量。 综上所述，本项目实施与该红线区的管控措施和环境保护要求不冲突。

197	螺河重要河口生态系统限制类红线区	西北侧, 约 11.5km	禁止围填海、采挖海沙、设置直排排污口及其他可能破坏河口生态系统的开发活动, 保护河口生态系统、保持河口基本形态稳定, 维护海域防洪纳潮功能, 保障渔业资源自然繁衍空间, 兼容道路交通等民生基础设施。	保护河口生态环境, 加强对陆源污染物及船舶排污的监控, 按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理, 维持、恢复、改善海洋生态环境和水质、海洋沉积物和海洋生物质量维持现状。	<p>1. 本项目为海砂开采项目, 不涉及围填海。</p> <p>2. 该红线区距离本项目较远, 且根据数学模型预测结果, 本项目影响范围未至该区域, 不会降低该区域海洋生态环境和水质、海洋沉积物和海洋生物质量维持现状。</p> <p>综上所述, 本项目实施与该红线区的管控措施和环境保护要求不冲突。</p>
198	碣石湾长毛对虾重要渔业海域限制类红线区	北侧, 约 6.1km	禁止围填海, 禁止截断洄游通道、水下爆破施工等开发活动; 维持海域自然属性, 保护渔业资源产卵场、育幼场、索饵场和洄游通道。禁止破坏性捕捞方式, 合理有序开展捕捞作业; 严格执行禁渔期、禁渔区制度以及渔具渔法规定。港口、航道及其他基础设施建设应以不破坏渔业生态环境为前提。	按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理, 禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物和其他废弃物, 防止船舶污水、溢油及化学品泄漏等对渔业水域水质造成不利影响, 改善海洋环境质量。	<p>1. 本项目为海砂开采项目, 不涉及围填海, 项目建设不会改变海域自然属性。</p> <p>2. 本项不涉及捕捞作业; 根据《中国海洋渔业水域图(第一批)》, 指出“南海区渔业资源呈现了热带暖水性种类的特点, 海区内资源种类繁多, 但单一种类的群体数量较少, 多数鱼类没有明显的洄游路线, 没有越冬场。”本项目所在区域不涉及洄游通道, 因此, 项目实施不会截断洄游通道。</p> <p>3. 本报告提出的环境保护措施, 禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物等污染物和废弃物, 本项目已制定船舶污水、溢油相关治理措施及应急预案, 并配备应急处理设施; 且根据悬浮泥沙预测结果, 本项目悬浮泥沙 10mg/L 包络线范围未至该区域, 满足第一类海水水质标准, 不会降低该区域海洋环境质量。</p> <p>综上所述, 本项目实施与该红线区的管控措施和环境保护要求</p>

					不冲突。
199	金厢重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区	东北侧, 约 14.4km	禁止从事可能改变或影响沙滩自然属性的开发建设活动。设立砂质海岸退缩线, 禁止在高潮线向陆一侧 500 米或第一个永久性构筑物或防护林以内构建永久性建筑。在砂质海岸向海一侧禁止采挖海砂、围填海等可能诱发沙滩蚀退的开发活动。加强对受损砂质岸线的修复。	按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理, 禁止排放有害有毒的污水、油类和其他废弃物, 改善海洋环境质量。	<p>1. 根据岸滩稳定影响分析, 项目建设引起的岸边附近的潮流场、波浪场的变化有限。因此采砂对岸滩稳定性的影响甚微, 不会诱发沙滩的侵蚀, 也不会改变或影响沙滩自然属性。</p> <p>2. 本项目不在在高潮线向陆一侧 500 米或第一个永久性构筑物或防护林以内构建永久性建筑。</p> <p>3. 本报告提出的环境保护措施, 禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物等污染物和废弃物, 本项目已制定船舶污水、溢油相关治理措施及应急预案, 并配备应急处理设施; 该红线区距离本项目较远, 且根据悬浮泥沙预测结果, 本项目悬浮泥沙 10mg/L 包络线范围未至该区域, 满足第一类海水水质标准, 不会降低该区域海洋环境质量。</p> <p>综上所述, 本项目实施与该红线区的管控措施和环境保护要求不冲突。</p>
200	金厢重要渔业海域限制类红线区	东北侧, 约 8.8km	禁止围填海, 禁止截断洄游通道、水下爆破施工等开发活动; 保护渔业资源产卵场、育幼场、索饵场和洄游通道。维持海域自然属性, 禁止破坏性捕捞方式, 合理有序开展捕捞作业; 严格执行禁渔期、禁渔区制度以及渔具渔法规定。港口、航道及其他基础设施建设应以不破坏渔业生态环境为	按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理, 严格控制有害有毒的污水、油类、油性混合物和其他废弃物, 防止船舶污水、溢油及化学品泄漏等对渔业水域水质造成不利影响, 改善海洋	<p>1. 本项目为海砂开采项目, 不涉及围填海, 项目建设不会改变海域自然属性。</p> <p>2. 本项不涉及捕捞作业; 根据《中国海洋渔业水域图(第一批)》, 指出“南海区渔业资源呈现了热带暖水性种类的特点, 海区内资源种类繁多, 但单一种类的群体数量较少, 多数鱼类没有明显的洄游路线, 没有越冬场。” 本项目所在区域不涉及洄游通道, 因此, 项目实施不会截断洄游通道。</p> <p>3. 本报告提出的环境保护措施, 禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物等污染物和废弃物, 本项目已制定船舶污水、溢油相关治理措施及应急预案, 并配备应急处理设施; 本项目</p>

			前提。	环境质量。	距离该区域较远，且根据悬浮泥沙预测结果，本项目悬浮泥沙10mg/L 包络线范围未至该区域，满足第一类海水水质标准，不会降低该区域海洋环境质量。 综上所述，本项目实施与该红线区的管控措施和环境保护要求不冲突。
201	碣石湾海马珍稀濒危物种集中分布区限制类红线区	东南侧，约9.1km	禁止围填海，维持促进珍稀濒危物种栖息和索饵的渔业资源，维持海域自然属性，严格保护海马资源及其生境，禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物和其他废弃物，防止船舶污水、溢油及化学品泄漏等对渔业水域水质造成不利影响，改善海洋环境质量。	执行海水水质第一类标准、海洋沉积物质量第一类标准和海洋生物质量第一类标准。	1. 本项目为海砂开采项目，不涉及围填海，项目建设不会改变海域自然属性。 2. 本报告提出的环境保护措施，禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物等污染物和废弃物，本项目已制定船舶污水、溢油相关治理措施及应急预案，并配备应急处理设施；本项目距离该区域较远，且根据悬浮泥沙预测结果，本项目悬浮泥沙10mg/L 包络线范围未至该区域，满足第一类海水水质标准，不会降低该区域海洋环境质量。 综上所述，本项目实施与该红线区的管控措施和环境保护要求不冲突。



图 13.4.1-1 项目周边海洋生态红线分布情况

### 13.4.2 项目用海对海洋生态红线的影响分析

本项目不占用海洋生态红线区，与周边最近的海洋生态红线区距离也在2.6km以上，悬浮泥沙不会扩散至项目附近的海洋生态红线区。根据表 13.4.1-1 项目与周边海洋生态红线相符性分析，本项目实施与周边红线区的管控措施和环境保护要求不冲突。

此外，本项目施工过程中产生的船舶舱底含油污水、生活污水、生活垃圾等均拟收集上岸处理，施工过程中产生的船舶生活污水、船舶舱底含油污水和船舶生活垃圾等均不直接排放入海，不会对附近的海洋生态红线产生影响。虽然本项目基本不会对海洋生态红线区产生影响，但项目仍应采取严格控制采砂范围，控制采砂强度，合理规划采砂工期，及时对造成的海洋生态损失进行补偿等措施，将项目可能对海洋生态环境产生的影响降至最低。

### 13.4.3 对大陆自然岸线保有的影响

本项目不占用大陆自然岸线保有，与大陆自然岸线的距离均较远，采砂活动不会改变大陆自然岸线的自然属性和生态功能，对大陆自然岸线保有没有影响。项目与附近自然岸线保有相对位置见表 13.4.3-1，分布情况见图 13.4.3-1。

表 13.4.3-1 项目与周边海洋生态红线位置关系

序号	自然岸线	与本项目相对位置
177	遮浪港砂质岸线	西侧，约 9.5km
178	寮咀湾基岩岸线	西侧，约 6.9km
179	大湖砂质岸线	西北侧，约 10.9km
180	螺河口河口岸线	北侧，约 18.9km
181	乌坎河口砂质岸线	北侧，约 14.7km
182	金厢港砂质岸线	东北侧，约 16.5km
183	金厢角砂质岸线	东北侧，约 14.4km
184	浅澳港砂质岸线	东北侧，约 16.9km
185	湖东港砂质岸线	东北侧，约 18.7km



图 13.4.3-1 项目周边大陆自然岸线保有分布情况

### 13.4.4 对海岛自然岸线保有的影响

本项目不在海岛自然岸线保有范围之内，与海岛自然岸线的距离均较远，不会改变海岛自然岸线的自然属性和生态功能，对海岛自然岸线保有没有影响。

综上所述，本项目的建设符合《广东省海洋生态红线（2016-2020）年》的要求。

## 13.5 与省、市“三线一单”相符性分析

### 13.5.1 广东省“三线一单”生态环境分区管控方案

为全面贯彻《中共中央国务院关于全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战的意见》，落实生态保护红线，环境质量底线、资源利用上线，广东省人民政府于2020年发布了《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（粤府[2020]71号），确定了生态环境准入清单（以下简称“省三线一单”）。

### (1) 与生态保护红线及一般生产空间符合性分析

根据“省三线一单”的要求，环境管控单元分为优先保护、重点管控和一般管控单元三类。全省共划定海域环境管控单元 471 个，其中优先保护单元 279 个，为海洋生态保护红线；重点管控单元 125 个，主要为用于拓展工业与城镇发展空间、开发利用港口航运资源、矿产能源资源的海域和现状劣四类海水海域；一般管控单元 67 个，为优先保护单元、重点管控单元以外的海域。

本项目采砂区域位于一般管控单元，具体位置见图 13.5.1-1。按照“省三线一单”要求，全省生态保护红线暂采用 2020 年 9 月广东省人民政府报送自然资源部、生态环境部的版本；一般生态空间后续与发布的生态保护红线进行衔接参照 2017 年广东省人民政府批复的《广东省海洋生态红线》。根据《广东省海洋生态红线》，项目采砂场址没有位于海洋生态红线内，不占用大陆自然岸线保有，与大陆自然岸线的距离均较远，采砂活动不会改变大陆自然岸线的自然属性和生态功能，对大陆自然岸线保有没有影响。根据前述章节分析，本项目用海、岸线的利用与广东省海洋生态红线中各相关红线区的要求相符。

在对海砂进行合理开采的前提下，本项目的实施在社会供需矛盾、社会能源危机和采砂规范化管理等一系列社会问题的解决上具有不同程度的促进作用，且对自然资源的开发带来可观的经济价值。

本项目的采砂工艺和设备基本符合清洁生产要求。采砂过程中会对环境产生一定的影响，但在采取相应的环保措施后，其对环境的影响是可以接受的，且采砂作业结束后，对周围环境的影响短期内可以结束；采砂活动对周边的海洋开发活动、功能区和环境敏感目标影响较小。

项目施工期用海风险主要有船舶通航风险、船舶溢油风险自然灾害如雷击、台风、风暴潮等风险，以及意外事故风险，但这些风险都可以通过执行必要的防护措施、制定应急预案、加强监测等方法来避免或者减弱影响。

综上所述，本项目建设对区域生态系统有一定影响，但项目没有大规模、高强度的工业和城镇建设，建设成后有利于规范我省采砂行业，实现经济社会的可持续发展。经分析，项目用海对周边海域的水动力环境、地形地貌与冲淤环境和生态环境影响较小，不会对所在海域产生严重影响，不存在潜在的、重大的安全和环境风险，能确保生态功能不降低。



因此，本项目符合生态保护红线及一般生态空间的要求。

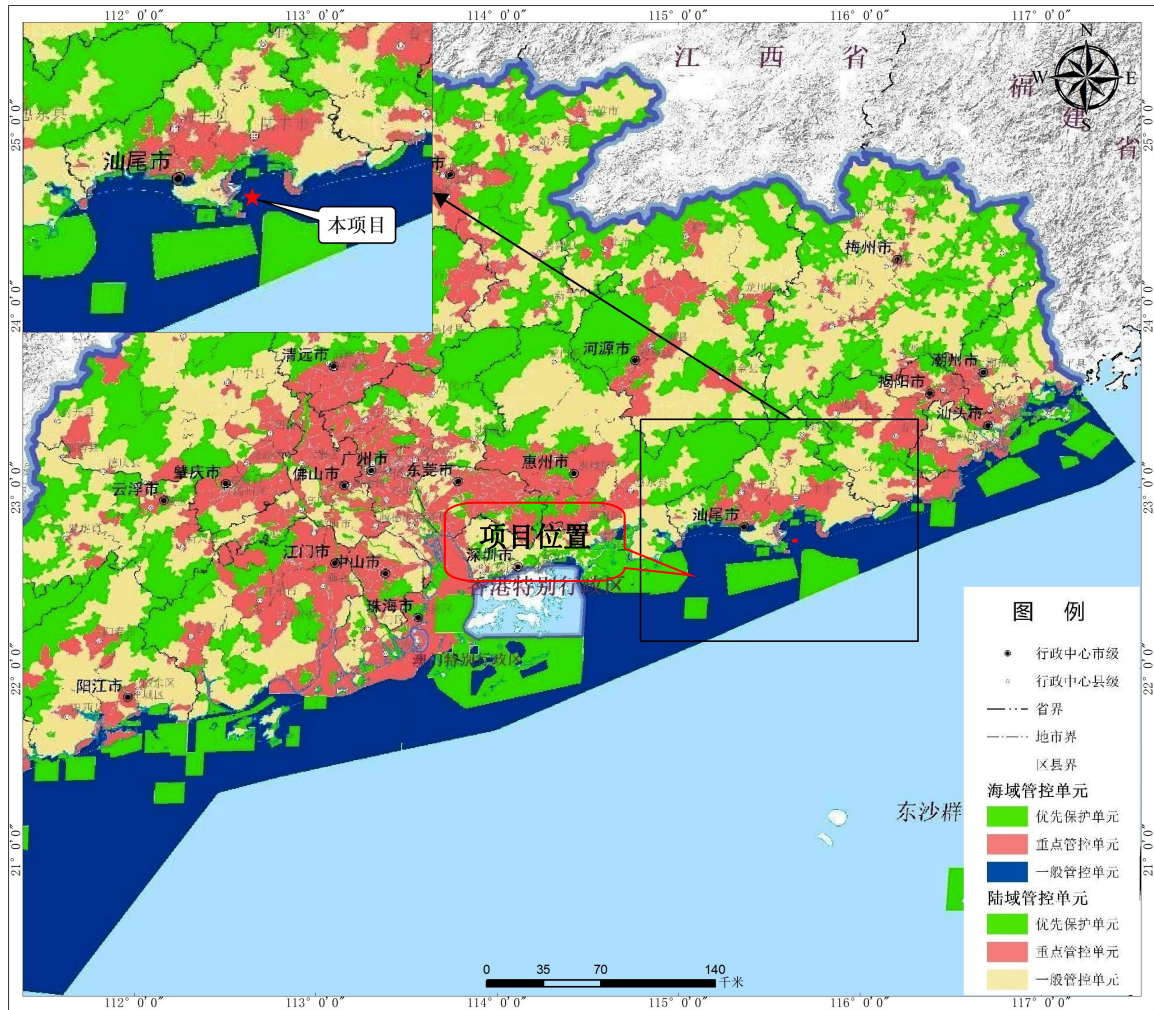


图 13.5.1-1 广东省环境管控单元与本项目叠加示意图

### (2) 与环境质量底线符合性分析

本项目废水、废气、噪声通过各项治理设施治理后均能达标排放，固废有合理可行的处置措施。因此，只要建设方切实做好各项环保措施，项目产生的“三废”经处理后均能达标排放，本项目污染物排放不会改变区域环境功能区要求，不会对区域环境质量底线造成冲击。

### (3) 资源利用上线

本项目拟申请海砂开采区位于汕尾市碣石湾施公寮岛东南侧海域。调查区海砂的矿物组成主要为石英，次要矿物为长石，其中石英含量（石英占轻矿物的质量百分比）在 88.24%~95.54%之间，重矿物含量（重矿物质量占分析质量的百分比）在 0.07%~3.21%之间，全区加权后平均含泥量 16.05%。

根据《广东省汕尾市管辖海域 JH21-09 区块海砂资源储量核实报告》（广东广海海洋勘探开发有限公司，2021 年 12 月），矿区控制资源量 1965.93 万 m<sup>3</sup>，推断资源量 1541.54 万 m<sup>3</sup>，控制资源量和推断资源量共 3507.47 万 m<sup>3</sup>（不含泥），含泥量 16.05%；原矿控制资源量 2341.99 万 m<sup>3</sup>，推断资源量 1836.11 万 m<sup>3</sup>，控制资源量和推断资源量共 4178.10 万 m<sup>3</sup>。平均厚度 9.08m。采砂区可采出的海砂原矿矿石量约为 3531.65 万 m<sup>3</sup>，年控制开采量约为 1368 万 m<sup>3</sup>，可开采年限约为 2.58 年。

本项目采砂区域位于海域，不涉及占用基本农田和耕地，土地资源消耗符合要求。项目位于珠海—潮州近海农渔业区，与项目用海类型不冲突且符合管理要求。

综上所述，项目建设不会突破当地的资源利用上线。

#### (4) 环境准入负面清单

本项目为海砂开采项目，不涉及炸岛及围填海行为，不在海上建设永久性水工构筑物，根据《产业结构调整指导目录》（2019 年修正版），海砂开采没有列入淘汰类项目，且不属于《市场准入负面清单》（2020 年本）中的禁止类。

### 15.3.2 汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案

2021 年 7 月 5 日，汕尾市政府印发《汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案》（以下简称“市三线一单”）。根据方案要求，全市共划定海域环境管控单元 54 个。其中，优先保护单元 37 个，重点管控单元 7 个，一般管控单元 10 个。

本项目采砂场址位于“市三线一单”中的一般管控单元，位置见图 15.3.2-1。根据前述章节分析，项目符合广东省海洋生态保护红线的要求。本项目建设对区域生态系统有一定影响，但项目没有大规模、高强度的工业和城镇建设，建设成后有利于规范我省采砂行业，实现经济社会的可持续发展。经分析，项目用海对周边海域的水动力环境、地形地貌与冲淤环境和生态环境影响较小，不会对所在海域产生严重影响，不存在潜在的、重大的安全和环境风险，能确保生态功能不降低。

因此，项目建设符合“市三线一单”的管理要求。

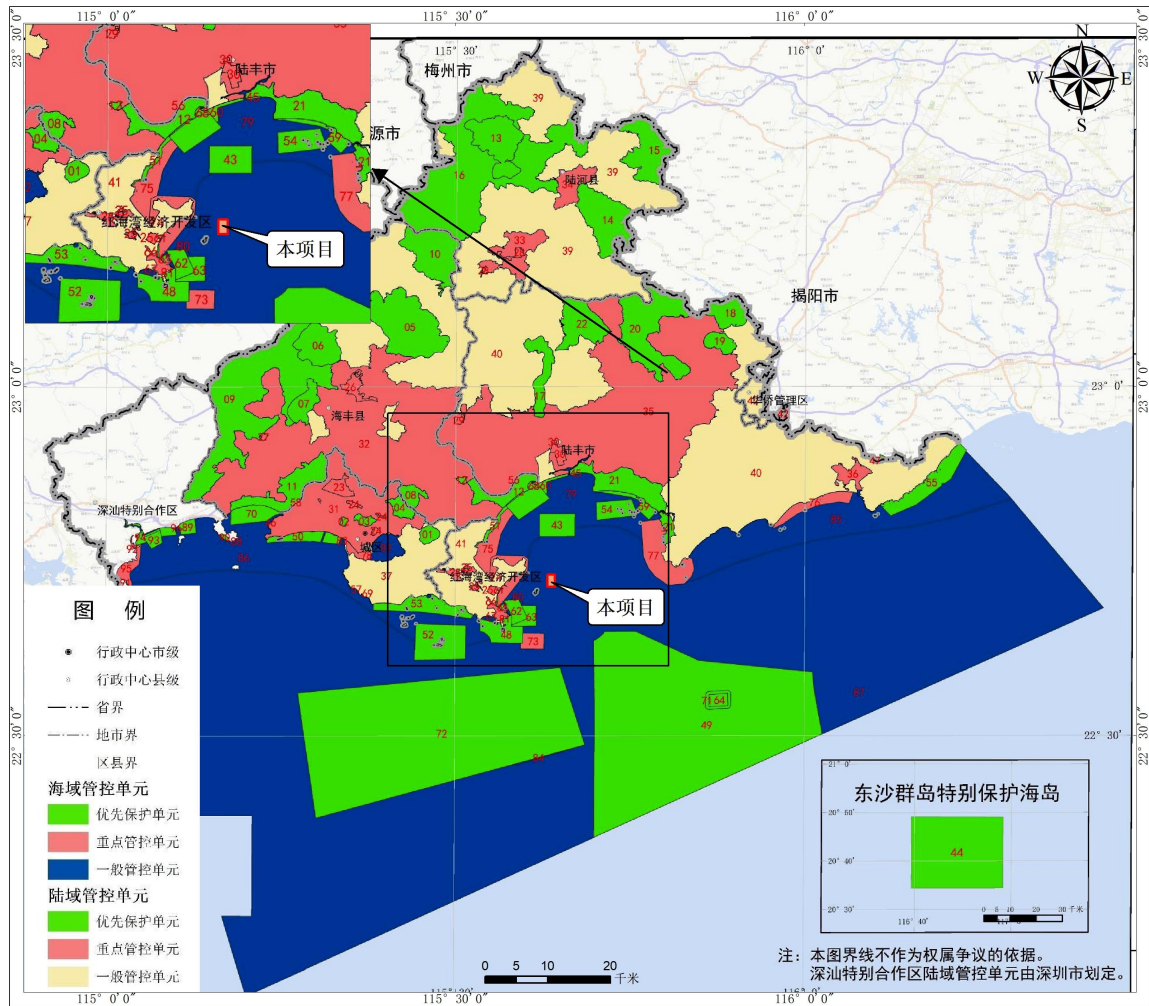


图 13.5.2-1 汕尾市环境管控单元

## 13.6 与相关规划相符性分析

### 13.6.1 与《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》的相符性分析

2017年10月27日发布的《广东省人民政府 国家海洋局关于印发〈广东省海岸带综合保护与利用总体规划〉的通知》（粤府[2017]120号）中，为了严格海岸线管控和构建海岸带基础空间布局，划定了海域“三线”和海域“三区”。其中海域“三线”分为严格保护岸线、限制开发岸线和优化利用岸线等，海域“三区”为海洋生态空间、海洋生物资源利用空间和建设用海空间。

经分析，本项目无需占用岸线，与岸线的距离较远，基本不会对岸线的基本属性、物质组成和生态功能等产生影响。本项目位于海洋生态空间（见图13.6.1-1），海洋生态空间是指对维护海洋生态系统平衡，保障海洋生态安全，构建灾害防御屏障具有关键作用，在重要海洋生态功能区、海洋生态环境敏感区及脆弱区等海域，优先划定以承担生态服务和生态系统维护、灾害防御为主体功能的海洋空间。海洋生态空间实行分级管控。海洋生态保护红线内的海洋生态空间，保护脆弱海洋生态系统、珍稀濒危生物和经济物种；保持自然岸线、水动力环境、水质环境、地形地貌等稳定。对于海洋生态保护红线外的海洋生态空间，在保持自然岸线、地形地貌、底质等稳定的基础上，经相关管理机构批准，可在限定的时间和范围内适当开展观光型旅游、科学研究、教学实习等活动，以及依法批准的其他用海活动。海洋生态空间应实施动态监测制度，及时掌握和评估海域自然资源和环境的变化。

本项目没有位于海洋生态环境敏感区及脆弱区等海域，也没有位于海洋生态保护红线内，根据规划要求：“对于海洋生态保护红线外的海洋生态空间，在保持自然岸线、地形地貌、底质等稳定的基础上，经相关管理机构批准，可在限定的时间和范围内适当开展观光型旅游、科学研究、教学实习等活动，以及依法批准的其他用海活动。”本项目为海砂开采项目，选址与其他用海项目无冲突。在前期工作中，已对矿区进行了必要的地质调查、水文调查和生物资源调查，结合数据分析和数值模拟等手段对矿区海砂矿矿产资源的开采可能面临的问题进行了充分的论证和分析，确保选址和采砂方式的合理性。

综上，本项目的建设满足海域“三线”、“三区”的管控要求，符合《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》。



规划提出，按照贯通陆海污染防治和生态保护的总要求，以美丽海湾建设为目标，全面加大近岸海域污染防治力度，强化陆海生态保护的统筹联动，打造“水清滩净、鱼鸥翔集、人海和谐”的美丽海湾。

海砂开采过程中难以避免会导致水体中悬浮泥沙含量增大，开采期会影响海水水质，导致其使用功能下降。但海砂开采也是合理开发汕尾海域的砂矿资源，在不危害毗邻堤岸的安全、不影响汕尾沿岸港口发展、海上交通安全和海洋生态环境的前提下，海砂开采活动是海洋功能区管理要求所允许的。从另一方面考虑，海砂开采可为地方经济发展提供填海用砂，为周边城镇工业和各行业的建设提供建筑砂料，并且运距短，运输成本低，对海洋工程建设等是有帮助的。海砂开采在一定程度上导致底栖生物受损，底栖生境受到破坏，会带来相当数量的底栖生物的损失，这可以通过各种生态补充方式进行恢复补偿。此外，采砂引起的悬浮物扩散还能够引起浮游动植物和仔稚鱼生物的损失，这可以通过在主要生物品种的繁殖和产卵期控制开采强度以达到减少损失的目的。采砂结束以后，还可通过人工放养促进渔业资源的恢复。

通过上述分析证明，项目可以在该海域进行适当的海砂开采作业。在海砂资源开发利用过程中，应将可能产生的影响控制在可以接受的范围内，并采取渔业资源补偿损失补偿措施，尽量降低其对海洋渔业造成的损害。采砂活动属于不改变海域属性的用海方式，采砂产生的悬浮物对水质的影响主要在采砂施工期间。停止采砂后，通过生态修复等措施，海洋生态环境能够得到逐步恢复，不会受到长期、不可逆的破坏。

因此，本项目建设符合《广东省生态环境保护“十四五”规划》的要求。

### 13.6.3 与《广东省海洋生态环境保护规划（2017-2020年）》的符合性分析

《广东省海洋生态环境保护规划（2017-2020年）》提出了：“（1）全面落实主体功能区和海洋功能区划。强化主体功能区规划在海洋空间开发保护中的基础作用，推动形成海洋主体功能区布局……（2）实施海洋生态保护红线。划定全省海洋生态保护红线，全面实施海洋生态红线制度，制定海洋生态红线监督管理办法……（3）加强海岸带综合保护与利用。全面落实《海岸线保护与利用管

理办法》和《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》，坚持海陆统筹、实施基于生态系统的海岸带综合管理，优化海岸带生产、生活、生态空间架构，强化海岸线分类分段管控，严守自然岸线保有率，筑牢生态安全屏障。基于广东海岸带自然资源禀赋、生态环境容量、产业基础和发展潜力，以海岸线为轴，构建“一线管控、两域对接，三生协调、生态优先，多规融合、湾区发展”的海岸带保护与利用总体格局……（4）加大保护力度，强化海洋生物资源养护。①加强海洋保护区规范化建设；②保护海洋生物多样性。……”

本项目为海砂开采项目，根据相关规划分析结果可知，本项目的建设符合项目所在海域的海洋功能区划的海域使用及环境保护要求，不会对附近海洋生态红线产生不良影响，符合海洋生态红线的管控要求。项目的建设仅会对工程附近一定范围内的海域产生一定的影响，项目施工及营运过程将严格采取相应的污染防治和海洋生态环境保护措施，确保项目对环境影响在可接受范围内。

因此，项目的建设符合《广东省海洋生态环境保护规划（2017-2020 年）》的要求。

### 13.6.4 与《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》符合性分析

为深入贯彻习近平总书记对广东系列重要讲话和重要指示批示精神，2021年1月26日省十三届人大四次会议审议批准《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》（以下简称《省十四五规划》），重点明确“十四五”时期（2021—2025年）广东经济社会发展的指导思想、基本原则、发展目标、发展要求，谋划重大战略，部署重大任务，并对2035年远景目标进行展望，是战略性、宏观性、政策性规划，是政府履行经济调节、市场监管、社会管理、公共服务和生态环境保护职能的重要依据，是未来五年广东省经济社会发展的宏伟蓝图和全省人民共同的行动纲领。

《省十四五规划》要求，统筹岸线近海深远海开发利用。优化“六湾区一半岛”海洋空间功能布局，推动集中集约用海，促进海岛分类保护利用，引导海洋产业集聚发展。聚焦近海向陆区域，合理开展能源开发和资源利用，重点发展现代海洋渔业、滨海旅游、海洋油气、海洋交通运输等产业，加大海洋矿产和珠江

口盆地油气资源勘探和开采力度。大力拓展深远海空间，加大深海油气资源勘探开发力度和深海矿产资源勘查，建设深海矿产资源基地及南海开发保障基地。推行资源有偿使用和生态保护补偿机制。完善资源环境价格机制，将生态环境成本纳入经济运行成本。完善土地、矿产资源、海域海岛等自然资源有偿使用制度，强化环境保护、节能减排降碳约束性指标管理，推进用水权、用能权、排污权、碳排放权市场化交易。

根据《省十四五规划》，“十四五”时期安排新型基础设施、重大产业集群、现代服务业、综合交通运输、现代能源、现代水利、新型城镇化与区域融合发展、农业农村、生态文明、民生保障等十大领域重大项目工程包，“十四五”期间投资5万亿元左右。这些项目建设需要大量的海砂资源，本项目拟开采的海砂为深海矿产资源，科学、合理、合法的海砂开采项目的开展能有利于支援十四五期间粤东地区的建设和城市总体建设，就近提供海砂资源，满足建设项目的砂石需求，而且可以减少海砂私采、盗采、乱采活动，实现海砂资源的可持续利用。在对海砂进行合理开采的前提下，本项目的实施在社会供需矛盾、社会能源危机和采砂规范化管理等一系列社会问题的解决上具有不同程度的促进作用，且对自然资源的开发带来可观的经济价值。

因此，项目建设符合《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》关于统筹岸线近海深远海开发利用，加大海洋矿产开采力度的规划目标。

### **13.6.5 与《汕尾市国土空间总体规划（2020-2035年）》公示草案的符合性分析**

《汕尾市国土空间总体规划（2020-2035年）》是对汕尾市域范围内国土空间开发保护做出的总体安排和综合部署，是指导城乡各类开发建设活动、开展国土空间资源保护利用与修复、制定空间发展政策和实施国土空间规划管理的空间蓝图。规划范围是汕尾市行政辖区（不含深汕特别合作区），陆域面积4396平方千米，海域面积7220平方千米。

规划的发展愿景和定位是聚焦山海湖城、红色圣地、活力湾区，建设沿海经济带靓丽明珠。本项目位于规划中的“南部海洋发展区”（见图13.6.5-1）。规



划要求，坚持陆海统筹，强化基础设施建设和临港产业布局，突出“港产旅游”联动，科学合理开发利用海洋资源，努力推动“海上汕尾”建设高质量发展。

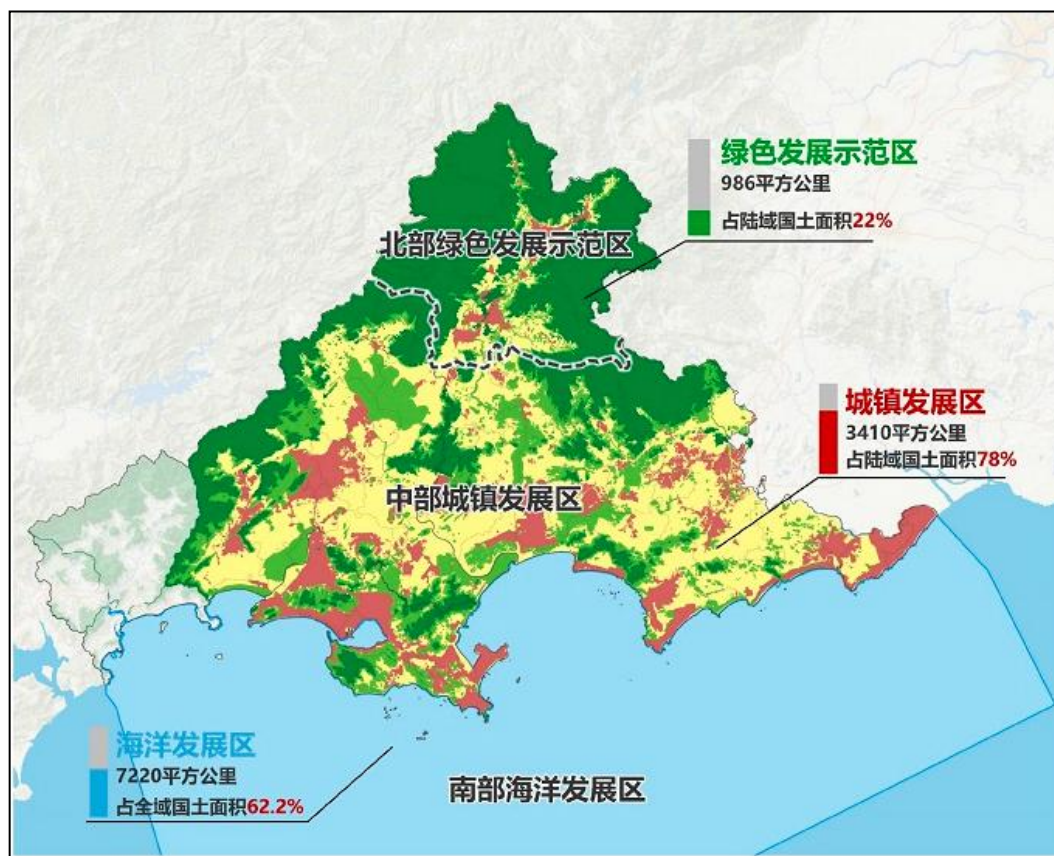


图 13.6.5-1 汕尾国土空间示意图

规划要求，统筹“三线”划定与管控，严格保护永久基本农田，优先划定生态保护红线。构建统筹协调的陆海空间。做大做强海洋经济，依托汕尾海洋资源禀赋，以海洋工程装备制造为主攻方向，促进海上风电、海洋电子信息，海洋工程装备、海洋生物医药、海洋可再生能源、海水综合利用等产业规模化发展，打造千亿级临港产业集群。

经分析，本项目符合省市三线一单管理要求。项目位于海域，没有位于海洋生态保护红线，没有占用农田和耕地。随着生态文明建设的大力推进，国家进一步加大力度对违法违规开采海砂的管制，同时一批重大填海项目上马，作为重要填海原料的海砂资源的市场需求将进一步扩大，海砂价格将有上涨的趋势，所以目前海砂开采的市场前景良好。根据本项目砂源勘察报告的估算，现拟申请采砂区面积为 2.3km<sup>2</sup>，矿区控制资源量 1965.93 万 m<sup>3</sup>，推断资源量 1541.54 万 m<sup>3</sup>，控制资源量和推断资源量共 3507.47 万 m<sup>3</sup>（不含泥），含泥量 16.05%，海砂原矿资源

量共 4178.10 万 m<sup>3</sup>。根据《广东省汕尾市管辖海域 JH21-09 矿区海砂矿产资源开发利用方案》（广东省海洋发展规划研究中心，2021年12月）报告，广东省汕尾市管辖海域 JH21-09 矿区采砂矿产资源控制开采量约为 3531.65 万 m<sup>3</sup>，具有较好的经济效益。本项目海砂矿开采和加工对环境没有大的影响，开发该矿床具有一定的经济效益。项目开发可充分回收利用海砂矿产资源，对当地经济发展有一定的促进作用。

综上分析，本项目建设符合《汕尾市国土空间总体规划（2020-2035年）》公示草案关于做大做强海洋经济的要求。

### 13.6.6 与《汕尾市国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》符合性分析

2021年4月，汕尾市人民政府发布了《汕尾市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》（以下简称《市十四五规划》），提出围绕建设海洋强市目标，依托汕尾海洋岸线资源禀赋，着力优化海洋经济布局，提升海洋产业竞争力，推进海洋治理体系和治理能力现代化，将海洋经济打造成为重要增长极和主引擎。坚持陆海统筹、综合开发，优化海洋空间功能布局，提升海洋资源开发利用水平，积极拓展蓝色经济发展空间。

根据《市十四五规划》，在十四五期间，主动参与粤港澳大湾区城市群功能分工，支持广州、深圳“双城联动”建设，创造条件承接大湾区产业外溢，把汕尾打造成为大湾区城市发展的战略腹地、东进门户。

《市十四五规划》要求，坚持陆海统筹、综合开发，优化海洋空间功能布局，提升海洋资源开发利用水平，积极拓展蓝色经济发展空间。充分发挥规划对海洋经济发展的引领和指导作用，坚持以陆海统筹为统领，优化沿海产业布局，控制用海规模，规范用海秩序，优先满足大型港口、交通干线、海洋生态环境保护、海洋防灾减灾基础设施等重大涉海项目的集中用海需求，进一步转变海岸带开发利用方式，提高岸线近海空间利用质量。优化“一湾区五组团”海洋空间功能布局，推动集中集约用海，促进海岛分类保护利用，加快建设陆丰三甲片区、湖东至碣石片区、碣石至红海湾片区、红海湾至市城区片区和马宫片区 5 个沿海经济功能组团，引导海洋产业集聚发展，做大做强大红海湾区。聚焦近海向陆区域，

合理开展能源开发和资源利用，重点发展临港工业、海洋电子信息、海洋工程装备、海洋生物医药、海洋可再生能源、海水综合利用、滨海旅游业等产业。

综上所述，汕尾市在十四五期间开展的各项建设项目都需要大量的海砂资源，科学、合理、合法的海砂开采项目的开展能有利于支援十四五期间汕尾地区的建设和城市总体建设，就近提供海砂资源，满足建设项目的砂石需求。因此，项目建设符合《汕尾市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》的规划目标。

### **13.6.7 与《汕尾港总体规划》（2013年）符合性分析**

汕尾市地处深圳和汕头两个经济特区中间地带，粤港澳大湾区和海西经济区两大经济圈交汇处，是“一核一带一区”区域发展格局沿海经济带东翼发展战略支点，是粤东地区对接粤港澳大湾区的桥头堡。根据《广东省港口规划布局（2021-2035年）》，汕尾港是广东沿海的地区性重要港口和地区综合运输体系的重要枢纽，是汕尾市参与广东沿海经济带建设的基础支撑，是周边地区率先实现现代化和融入新发展格局的重要依托，是深汕特别合作区的重要发展平台。汕尾港以能源、原材料和散杂货运输为主，兼顾集装箱运输，积极承接珠江三角洲地区港口功能转移。汕尾港应具备装卸储存、中转换装、多式联运、临港产业开发、运输组织、旅游渔业配套等基本功能，同时拓展航运服务、现代物流和保税服务等综合服务功能，提供高效率、高品质、高效益的服务。

根据《汕尾港总体规划》（2013年）规划布局，汕尾港由四大港区构成，即汕尾港区、汕尾新港区、海丰港区和陆丰港区。本项目位于汕尾新港区东南部海域。汕尾新港区具有交通便捷、货物运输路径短、临港产业丰富等优势，是汕尾港的重点发展港区，以服务临港产业和散杂货公共运输需求为主，同时承担汕尾市集装箱喂给运输和近洋支线运输等功能。

根据《广东省汕尾市管辖海域 JH21-09 区块海砂资源储量核实报告》分析，“本项目采砂区块距离最近锚区活动半径外 1.22km，距离乌坎西线航道保护宽度（837m）之外 1.3km，距碣石航道保护宽度（994m）1.68km，距离位于施公寮岛的汕尾新港区岸线最近 3.3km。”详见图 13.6.7-1。

由此分析，项目海砂开采区域所在海域开阔，工程距离规划岸线、沿海航道

均较远，距离附近倾倒区有一定的安全距离。本工程的选址范围避开附近侯潮锚地以及沿海航道路线。海砂开采对汕尾港岸线开发和利用没有不良影响，对汕尾港既定的规划影响不大，也不会影响到附近航道船舶的正常航行。

海砂具有较高的经济价值，在建筑等方面有着不可替代的作用，可广泛用于大型工程项目建设 and 填海造陆。此外开采海砂还在一定程度上起着疏浚航道的作用。本项目的建设可为汕尾港及粤东地区未来发展建设提供海砂，保障汕尾港及粤东地区重大项目的用砂需求，有效解决“用砂难、用砂贵”的问题。

因此，本项目建设与《汕尾港总体规划》(2013年)的规划要求相符合。

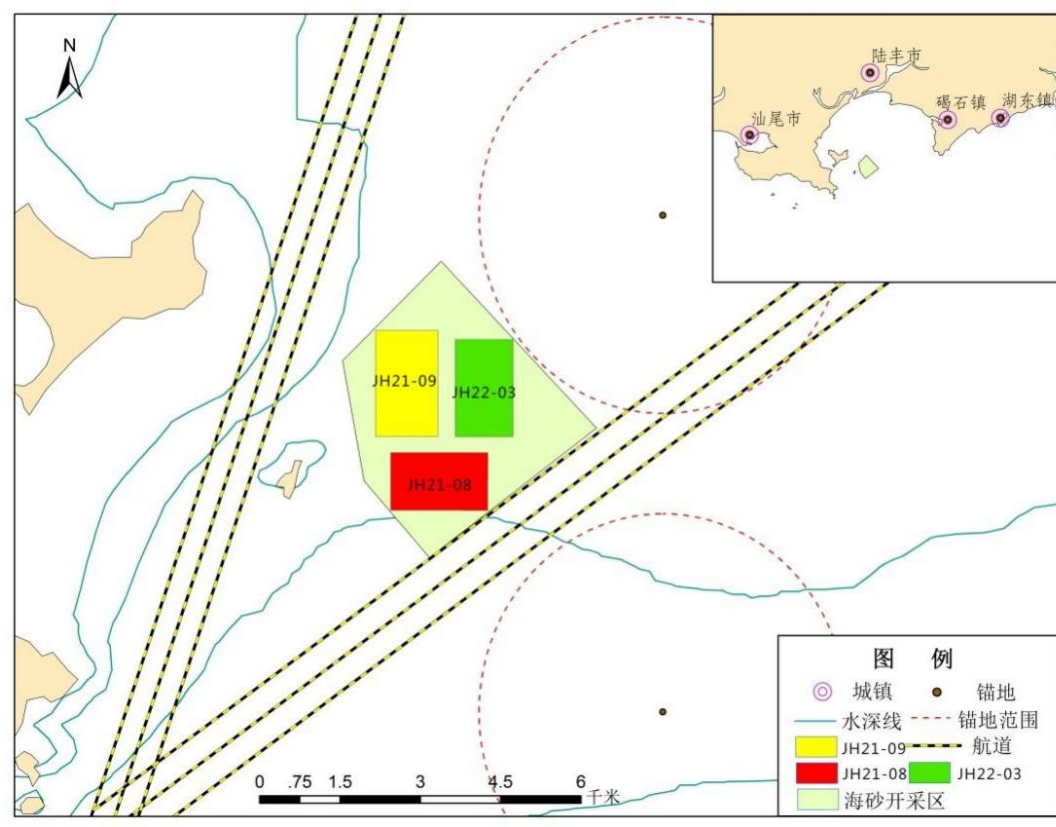


图 13.6.7-1 项目与周边航道、锚地位置关系图

## 13.7 工程生态用海方案分析

### 13.7.1 产业准入与区域管控要求

#### (1) 产业准入符合性

本工程为海砂开采项目，根据国务院《产业结构调整指导目录(2019年本)》，本项目属于允许类，且项目未列入《市场准入负面清单》(2020年本)“禁止准入类”，符合国家的产业政策要求。

## (2) 区域管控要求符合性

本项目位于《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》中的珠海—潮州近海农渔业区，项目建设不影响珠海—潮州近海农渔业区的主导功能，满足周边功能区海域使用管理和环境保护要求，项目用海对周边功能区的影响很小，因此，项目用海符合所在海域海洋功能区划的海域使用管理和海洋环境保护要求。

### 13.7.2 岸线利用与保护

本项目无需占用岸线，与岸线的距离较远，因此，本项目的建设不会对岸线的利用与保护产生影响。

### 13.7.3 污染排放与控制

本工程施工期产生的船舶生活污水、生活垃圾和机舱底含油污水均拟收集上岸交相关单位接收处理，不直接排放海域。综上所述，本工程施工期对废水、固废等污染物均将采取有效的措施进行收集处理，严格进行污染物排放与控制，工程建设符合生态用海的要求。

### 13.7.4 生态补偿与修复

#### (1) 生态补偿方案

根据工程建设方案，工程采挖海砂等将破坏底栖生物的栖息环境，且工程施工过程中产生的悬浮物影响也会减弱浮游植物光合作用能力，在一定程度上影响水域的初级生产能力，并导致海域中浮游动物数量的减少，以及造成渔业资源的损失。

为了缓解和减轻工程对所在海洋生态环境水生生物的不利影响，建设单位应根据农业部《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）的有关规定，对项目附近水域的生物资源恢复作出经济补偿。由 6.6.4 节可知，本工程采砂导致底栖生物直接损失量为 387.328t；三个采砂区导致浮游植物的损失量为  $1.64 \times 10^{15}$  cells；浮游动物的损失量为  $4.44 \times 10^5$  ind；鱼卵  $4.829 \times 10^8$  粒、仔稚鱼  $1.47 \times 10^8$  尾；游泳生物(鱼类)的损失量为 3273.142kg。

#### (2) 生态修复方案

对受到破坏的海洋生境进行恢复与重建，可通过增殖放流等生态修复措施，

促进海洋生态系统的恢复。结合工程周边海域状况，建议本工程实施以增殖放流为主的生态修复措施，具体生态修复措施由建设单位与主管部门协商确定。

人工增殖放流是在对野生鱼、虾、蟹、贝类等进行人工繁殖、养殖或捕捞天然苗种在人工条件下培育后，释放到渔业资源出现衰退的天然水域中，使其自然种群得以恢复，再进行合理捕捞的渔业方式。人工增殖放流可以补充经济水产生物幼体和饵料基础，提高规划区周围海域渔业资源的数量和底栖生物量，修复和改善工程周围海域渔业生物种群结构。

从已有的渔业资源的人工增殖放流的成功经验来看，在本工程海域附近有选择的实施人工增殖的生态恢复措施在技术上还是资金投入上均是可行的。具体放流时间及放流品种应按照当地渔政与水产部门的增殖放流计划予以确定。

### **13.7.5 跟踪监测能力建设**

为了解工程建设对工程海域海洋水质、沉积物和海洋生态环境的影响，监测施工过程中悬浮物影响程度和范围，为施工期和今后长期环境监管提供依据，本工程拟对工程施工期进行跟踪监测，并根据跟踪监测的结果进一步采取相应的保护措施。跟踪监测的内容主要包括水环境质量、海洋生态环境监测、渔业资源调查等内容，具体可见 14.2 章节。

在工程建设期间，建设单位应委托有相应监测能力的监测单位，按照本报告相关要求，开展上述跟踪监测工作，并编制跟踪监测报告。

## 14 环境管理与监测计划

### 14.1 环境管理

为了做好海砂开采期的环境保护工作,减轻本项目外排污染物对海洋环境的影响程度,海砂开采单位应高度重视环境保护工作,制定相应的污染防治和保护措施,明确环境管理程序,建立环境监督机制,成立专门机构进行环境保护管理。

#### 14.1.1 环境管理机构设置

环境管理是工程管理和公司管理的重要组成部分,环境管理机构是实施环境管理的组织保证。为了做好本工程的环境保护工作,减轻本工程外排污染物对海洋环境的影响程度,采砂中标单位应高度重视海洋环境保护工作,应成立专门机构进行环境保护管理工作,设专人负责环境保护事宜,管理监理小组定员建议为3~4人,环境保护工作受生态环境部门的指导和监督。

#### 14.1.2 环境管理计划

环境保护管理机构应实行定岗定员、岗位责任制,负责采砂工序的环境管理工作,负责环境监测计划的实施,监督施工单位对各项环境保护措施的落实情况,保证采砂作业期间环保设施的正常运行。采砂期间的环境管理应着重于作业场所的现场检查和监督,主要职责包括:

(1) 对工程采砂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) 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保意识,加强员工对环境污染防治的责任心,自觉遵守和执行各项环境保护的规章制度。

(3) 加强建设项目的环境管理,根据本报告提出的污染防治措施和对策,制定出切实可行的环境污染防治办法和措施,并对其实施情况进行监督、检查。

(4) 制定本工程的环境保护规划和年度目标计划,制定污染物排放控制指标,并组织实施。

(5) 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;负责环保资料的收集、汇总、保管、归档工作。

(6) 负责对采砂作业过程中的各项环保设施运行状况的例行监测和检查工作,并及时纠正违规行为,防止污染事故的发生。

(7) 加强与生态环境主管部门的沟通和联系,主动接受主管部门的管理、监督和指导。

## 14.2 环境监理

该项目在用海过程中,应接受海洋主管部门的监控监视。当发现有超出海域使用范围、改变海域使用用途和性质,或海域使用对环境、资源造成不良影响时,应采取相应措施对违规行为及时进行纠正,对出现问题及时加以解决。

环境监理是工程监理的重要组成部分,采砂中标单位需委托具有能力的环境监理单位进行环境监理工作。环境监理单位应按照合同条款,独立、公正地开展工作。环境监理实行环境监理工程师负责制,监理人员应具备环境方面的专业知识。

监理单位需帮助采砂单位对项目中的环保设计把关并对环保设施的选购提供参考意见,同时,监理过程中监理人员对采砂过程中出现的环境问题及时与采砂单位沟通并采取相应措施把这些问题控制在源头,将采砂过程中对环境的不利影响降到最低限度。环境监理的具体内容包括:

### (1) 现场环境监理

环境监理人员对重点污染源及其污染防治设施的现场监理每月不少于1次;对一般污染源及其污染防治设施的现场监理每季不少于1次;对项目现场监理每月不少于1次。

环境监理人员进行例行现场检查时,需填写现场监理单,对异常情况要制作《询问调查笔录》,必要时需采样取证并按规定采取相应处理措施。对违法行为,属现场处罚范围的,填写《现场处理决定通知书》,执行现场处罚。

### (2) 监理工程建设

受委托的监理公司应派人员进驻采砂现场,监督工程的采砂进度和是否按国家主管部门批准的用海区域用海,核查用海范围及面积;了解并掌握是否按采砂约定的采砂量进行采砂等。

### (3) 调查、处理环境污染事故和环境污染纠纷

环境监理机构发现环境污染事故或接到举报后,将根据污染事故报告制度及



时向生态环境部门、海洋行政主管部门报告，实地调查和记录环境污染或事故污染状况，进行取证，并采取应急措施控制污染。

环境监理人员应参与污染事故的处理。环境监理机构要对当事人参加的协调会提出调解处理意见，制作会议纪要。

另外，监理人员需对施工人员进行生物多样性保护的宣传教育；协调工程施工中因环境问题产生的纠纷；参加每周的工程例会，根据现场监理的情况及时编报环境监理周报、月报。

### 14.3 环境监测计划

为及时、准确地了解和掌握海砂开采区及其附近海域的生态、环境等要素的变化情况，防止海砂开采活动对海洋资源、生态环境、海洋设施以及海岸、海底地形等造成损害，根据相关法律法规要求，在海砂开采期间应进行动态监测。海砂开采单位根据《海砂开采动态监测简明规范（试行）》《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》，编制海砂开采动态监测方案。

在监测过程中，从海岸动力、沉积地貌方面发现海砂开采造成或加剧海岸侵蚀时，则应报告主管部门，要求业主立即停止开采；影响程度在资源和环境允许的范围内时，应提出减轻有害影响的对策建议，并提请采砂业主采取相应措施。

结合工程特点和项目周围的环境敏感保护目标，海砂动态监测方案如下：

#### 14.3.1 水下地形监测

（1）监测内容：海砂开采期间和开采结束后 3 年内，定期进行海底地形、水深测量，并给出海砂开采前、开采时、开采后不同时段的地形定量变化数据及图形。进行动态监测比对。

（2）监测范围：海砂开采区沿主流向向两侧各延伸 3km，垂直主流向向两侧各延伸 1km 范围。

（3）监测频率：海砂开采后至海砂开采结束后 3 年内，每 3 个月监测一次。

（4）平面控制及深度基准：平面控制采用 CGCS2000 坐标系、高斯投影，深度基准采用当地理论深度基准面。

（5）测量比例尺：海砂开采区 1:5000，向外延伸区 1:10000。

（6）测线及测点布设：测线垂直等深线平行布设，测线间距 100m，测点间

距为 50m；垂直主测线布设适量检查线，检查线间隔 500m。

### 14.3.2 水下地貌监测

(1) 监测范围：从海砂开采区起向岸延伸 5km 或至岸滩低潮位止的区域。由于水下地貌调查受水深限制影响较大，根据规范，侧扫的工作条件要求水深大于 3.0m，因此只在水深大于 3.0m 的海区范围进行地貌侧扫工作，并给出海砂开采前、开采时、开采后不同时段的地貌定量变化数据及图形，进行动态监测比对。

(2) 监测频率：海砂开采后至海砂开采结束后 3 年内，每 3 个月监测一次。

(3) 平面控制：平面控制采用 CGCS2000 坐标系、高斯投影。

(4) 测量比例尺：1:5000。

(5) 测线布设：同水下地形测量。

### 14.3.3 岸线监测

为了解和掌握工程建设对临近的遮浪港砂质岸线、寮咀湾基岩岸线、大湖砂质岸线的影响，本评价要求在海砂开采后至海砂开采结束后 3 年内，对遮浪港砂质岸线、寮咀湾基岩岸线、大湖砂质岸线进行调查监测，并给出海砂开采前、开采时、开采后不同时段的地形定量变化数据及图形，进行动态监测比对。监测内容包括：

(1) 监测位置：分别在遮浪港砂质岸线、寮咀湾基岩岸线、大湖砂质岸线靠近项目处设置 1 处监测点。

(2) 监测频率：海砂开采后至海砂开采结束后 3 年内，每 3 个月监测一次。

(3) 监测项目：岸线形态。

### 14.3.4 环境质量监测

(1) 监测站位布设

按照《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》和《海砂开采动态监测简明规范（试行）》的要求，海砂开采过程中，在工程区域附近设置 9 个监测站位进行监测，其中水质监测布设 9 个站位，沉积物布设 3 个站位，生物监测布设 4 个站位。

水质监测点可考虑布设在 2021 年现状监测点位的 B4、B8、B10、B11、B16

号点位，同时在 GDN14002、GDN14004、GDN14010 近岸海域国控监测站位附近布设 3 个水质监测点，沉积物考虑布设在 B8、B10、B11 号点位，生物考虑布设在 B8、B10、B11、B13 号点位。监测站位布设情况见表 14.3-1 及图 14.3.4-1。

(2) 监测周期

采砂期内每个潮汐年的春、秋季各进行一次监测。

(3) 监测项目

水文：水色、透明度

水质：化学需氧量、石油类、溶解氧、悬浮泥沙等；

沉积物：粒度、有机质、石油类等；

生物：叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、渔业资源、鱼卵仔鱼、底栖生物等。

表 14.3.4-1 监测站位布设表

序号	纬度(N)	经度 (E)	监测项目
B4	22°37'26.72"	115°41'33.26"	水质
B8	22°40'06.00"	115°38'00.32"	水质、沉积物、生态
B10	22°43'18.11"	115°37'17.16"	水质、沉积物、生态
B11	22°43'34.98"	115°40'00.12"	水质、沉积物、生态
B13	22°46'16.13"	115°44'18.22"	水质、生态
B16	22°46'04.12"	115°34'29.24"	水质
GDN14010	22°36'1.86"	115°36'3.18"	水质
GDN14002	22°37'19.14"	115°46'25.74"	水质
GDN14004	22°46'18.96"	115°40'26.64"	水质

### 14.3.5 中华白海豚监测

本项目采砂期间可能会对中华白海豚产生影响,本项目采砂单位应委托有资质和经验的单位对项目区及评价范围内的中华白海豚分布区域进行监测,提交监测分析报告给有关主管部门作为保护管理决策依据。

(1) 监测时间及频次

采砂前进行 1 个航次监测；采砂期间每年的春、夏、秋、冬各进行 1 个航次的监测，每年共计 4 次；竣工后进行 1 个航次后评估监测。

(2) 监测范围

项目评价范围，即以三个拟同时实施的采砂区整体的外缘线为起点，向东、南、西、北方向分别扩展 15km 的范围，监测范围和截线见图 14.3.4-1 所示。

### (3) 监测内容

中华白海豚的数量和分布的变化趋势、个体迁移，项目水域及周边水域栖息地的使用变化等。

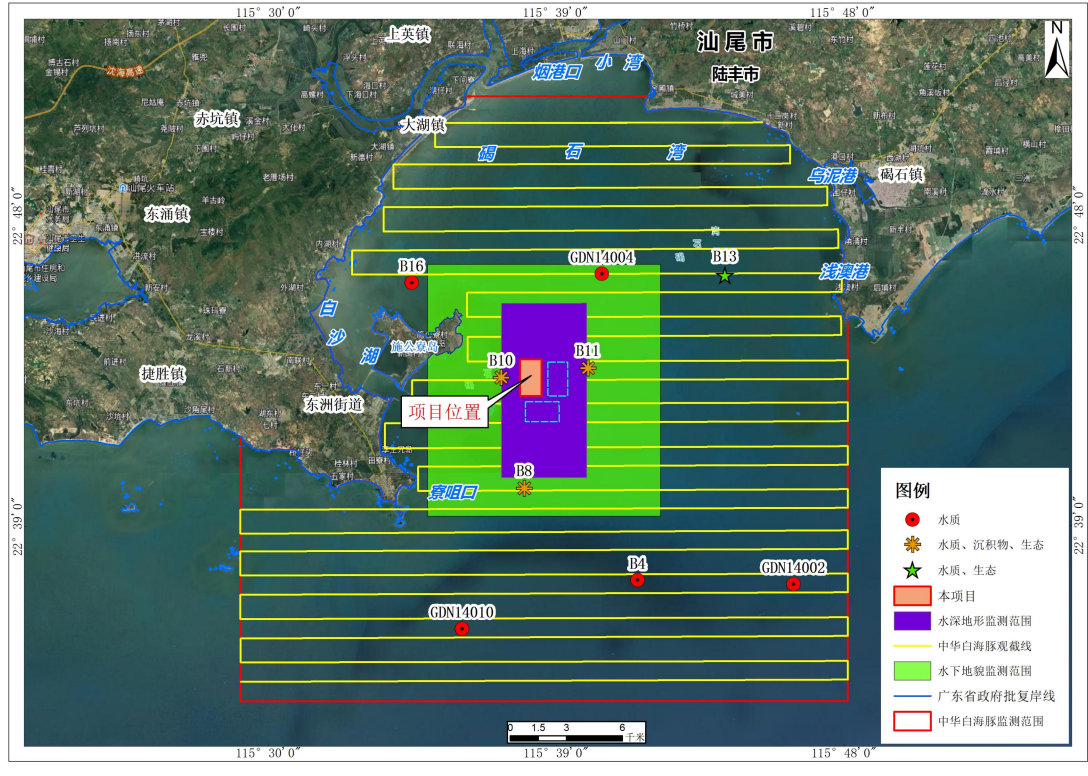


图 14.3.4-1 环境监测站位布置图

### 14.3.6 质量控制与保证

本项目调查主要按照《海洋调查规范》（GB12763-2007）、《海洋监测规范》（GB17378-2007）中的海洋水文气象、海洋化学要素、海洋地质和海洋生物部分调查技术执行。

进行跟踪监测的单位应通过国家级的计量认证，使用的仪器必须是经过国家法定计量机构检定的。

在完成一个航次的跟踪监测后应及时将监测结果报国家海洋管理部门和其它相关部门，确保及时了解由于海砂开采对附近海域造成的影响。

# 15 环境影响综合评价结论及对策建议

## 15.1 工程概况

广东省汕尾管辖海域JH21-09区块海砂开采项目位于汕尾市碣石湾施公寮岛东南侧海域，水深为14.1~16.5m（理论深度基准面），平均水深为15.4m，行政区域属汕尾市管辖。JH21-09区块面积为2.3km<sup>2</sup>。根据推荐采砂方案，采砂强度控制日最大开采量不超过7.2万m<sup>3</sup>/d，日平均采砂量不超过6.36万m<sup>3</sup>/d，年开采量不超过1368万m<sup>3</sup>/年。拟采用采砂量为1000m<sup>3</sup>/h 的射流抽吸式采砂船5艘，并根据采砂规模配置10艘3000m<sup>3</sup>~5000m<sup>3</sup>的运砂船。区块的控制海砂资源量和推断海砂资源量共计3507.47万m<sup>3</sup>（不含泥），采砂区内控制开采量约为1965.93万m<sup>3</sup>。采砂区内砂源评估储量约为3531.65万m<sup>3</sup>，本项目采砂原矿开采量为开采年限为2.58年。

## 15.2 工程分析结论

### （1）采砂生产各阶段污染环境影响分析

根据工程特点，结合本项目附近海域的环境特征，采砂施工期间主要环境影响体现在以下几方面：

#### ①刚性射流管和吸砂管插入预定砂层过程产生的悬浮泥沙

采砂船利用船的推力和高压射流，把吸砂管插入海床并穿过覆盖层，整个过程约需0.5小时。按施工经验估算，1000m<sup>3</sup>/h 高压射流产生的洞口平均约8m<sup>2</sup>。本项目矿体上的平均盖层厚度约为11.16m，则刚性射流管和吸砂管插入矿体预定砂层过程排出泥沙体积约为89.28m<sup>3</sup>。参考广东省已批的《珠江口伶仃洋海域海砂开采项目海洋环境影响报告书（报批稿）》（中国科学院南海海洋研究所，2017年1月）、《钦州湾外湾 B 区海砂开采海域使用权招拍挂项目海洋环境影响报告书（报批稿）》（浙江大学，2019年1月）及射流式采砂船的实际工程实践经验，泥沙起悬按15%估算，即13.392m<sup>3</sup>，泥质的干容重按 1.70t/m<sup>3</sup> 计算（数据来源：汕尾市2021年海砂开采资源储量详查及相关论证工作（JH21-09区块）），则单艘采砂船的源强为12.648kg/s。由于刚性射流管和吸砂管插入预定砂层过程时间较短属于短暂源强，并且影响范围有限，因此悬沙扩散模拟时不考虑。

## ②高压射流扰动砂层产生的悬浮泥沙未被吸到船上而随海流扩散的悬浮泥沙

本项目拟采用射流式采砂船，采砂管拟插入海床目标砂层，射流泵将高压射流合成砂浆吸入吸砂管（在混合室形成负高压，将砂水混合物沿吸管吸入），由于本项目采砂层上部有较厚的盖层，且加上抽沙时大量海水不断的被吸入“洞孔”内，大部分未被吸到船上的砂水混合物仍在采砂层，仅有极少量会逃逸出采砂孔而进入海床底以上水体。由于 V1 和 V2 矿体盖层平均厚度分别为 4.51m 和 17.81m，因此本评价仅定性分析此部分影响。。

## ③洗砂环节产生的悬浮泥沙溢流

本工程所需的砂类为细中砂及中粗砂，粒径小于0.063mm 的泥质在洗砂过程中将随溢流排入海。《广东省汕尾市管辖海域JH21-09区块海砂资源储量核实报告》（广东广海海洋勘探开发有限公司，2021年12月）中的勘测资料，本采砂区内的泥的平均含量约为16.05%。每艘船的毛砂工作效率约为1000m<sup>3</sup>/h 计算，按80%的淤泥被洗掉，该采砂船洗砂泥质排放强度为128.40m<sup>3</sup>/h，泥质的干容重按1.70t/m<sup>3</sup> 计算，则平均每艘采砂船泥质排放源强为60.633kg/s。

## ④矿体盖层淤泥细砂崩塌产生的悬浮泥沙

吸砂管移动取沙作业时，矿体盖层淤泥细砂可能会发生崩塌，从而产生一定的悬浮泥沙，但由于本项目拟采用折返式移动回采路线进行采砂，逐层开采深度较小，因此矿体盖层下沉较缓慢，可能发生崩塌产生的悬浮泥沙源强也将较小，盖层崩塌过程悬浮泥沙的产生源强为3.7923kg/s。

## ⑤船舶舱底含油污水

本工程拟采用5艘1000m<sup>3</sup>/h射流式采砂船（单艘吨位6000吨级）、10艘3000m<sup>3</sup>~5000m<sup>3</sup>皮带运砂船（本次计算取5000m<sup>3</sup>皮带运砂船，单艘吨位按7500吨级）、2艘补给船（单艘吨位200吨级）。本项目施工船舶油污水最大产生量为28.23t/d，油类污染物产生量为141.15kg/d。

舱底含油污水应严格按照《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）的要求，禁止直接向沿海海域排放油类污染物，拟经收集上岸后应交由有处理能力的单位处理。

## ⑥船舶生活污水

本项目拟投入5艘1000m<sup>3</sup>/h的采砂船进行采砂，每艘采砂船配备2艘3000m<sup>3</sup>~5000m<sup>3</sup>的皮带运砂船（合计10艘）进行运输，本项目投入2艘补给船，

根据项目附近采砂项目的实际调研，采砂船船员配置人数为20人/艘，运砂船作业人员配置人数为以8人/艘，补给船作业人员以3人/艘计。采砂区每天按5艘采砂船、10艘运砂船、2艘补给船共同作业计算，则本工程作业船舶共有作业人员约180人。参照《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018），船舶工作人员生活用水量按 100L/人·d，污水发生量按 85%计，则船舶工作人员生活污水产生量约为15.81m<sup>3</sup>/d。根据《排水工程》（下册）中典型生活污水中常浓度水质进行估算，则项目船舶工作人员生活污水各特征污染物的产生情况见表4.2-1所示。船舶工作人员生活污水拟经船舶上的生活污水收集设施收集上岸后，由接收单位拉运处理，不得直接排放入海。

### （2）采砂非污染因素环境影响分析

采砂作业使得所在海区的地形地貌发生变化，进而会导致水动力条件的改变；改变海域的冲淤环境，破坏底栖生物的栖息环境，造成海洋生物群落尤其是底栖生物发生相应变化。

根据本工程的特点，工程非污染环境的影响主要是：

- ①采砂后采砂区的海床塌陷对海底地形地貌和海床边坡稳定的影响；
- ②对采砂区邻近岸滩地形地貌、岸线的影响；
- ③海床变化对水动力环境的影响；
- ④潮流场改变对附近海域冲淤环境的影响；
- ⑤采砂作业对海洋生态环境的影响；
- ⑥采砂作业对周边环境敏感区和主要环境保护目标的影响；
- ⑦采砂作业对航道稳定性和通航环境的影响等。

## 15.3 环境质量现状综合分析评价结论

### 15.3.1 水文动力环境现状调查与评价

#### （1）潮汐

碣石港站和遮浪海洋站的潮汐判别数  $F$  分别为 3.22 和 2.86，碣石港站、遮浪海洋站属于不正规全日潮类型。观测海区东边为正规全日潮海域，西边为不正规全日潮海域，各分潮中全日分潮占主导地位。主要全日分潮振幅比分别为 0.71、0.69 和 0.69，主要浅海分潮振幅和分别为 8.93cm、7.44cm 和 8.62cm。最高潮位为 0.84m，最低潮位为 -0.77m，最大潮差 1.58m；SWC4 潮位站的最高潮位为

0.79m，最低潮位为-0.72m，最大潮差 1.48m；平均涨潮历时大于平均落潮历时。

### (2) 海流

观测期间最大涨潮流速为 65.9m/s，最大落潮流速为 58.9cm/s，分别为 SW2-4 站表层和 SW2-4 站中层。最大涨潮和落潮平均流速分别为 34.5cm/s 和 23.6cm/s，出现在 SW2-6 站表层。在垂向上，SW2-4、SW2-5 和 SW2-6 站的中层流速均比表层和底层小，其他测站则是表层最大，中层次之，底层最小。在水平上，各站点的数值差异不是很大，在表层 SW2-5 站流速最大，SW2-1 站最小；在中层 SW2-4 站流速最大，SW2-1 站最小；在底层 SW2-5 站流速最大，SW2-6 站最小。

### (3) 潮流

潮流运动可粗略分为往复流和旋转流，它可由潮流的椭圆旋转率  $k$  值来描述， $k$  值为潮流椭圆的短半轴与长半轴之比，其值介于-1~1 之间。 $k$  的绝对值越小越接近往复流，越大越接近于旋转流。 $k$  值的正、负号表示潮流旋转的方向，正号表示逆时针方向旋转，负号表示顺时针方向旋转。从结果可知：

本次观测所有站位各层次潮流均表现为  $S_2$  和  $M_2$  分潮流占优。最大  $M_2$  分潮流出现在 SW2-4 站中层，流速为 61.089cm/s。各站各层潮流均表现为  $M_2$  分潮流占优，大部分测站的  $M_2$  分潮流的  $k$  值均较大，绝对值大于 0.25，均表现为旋转流的特征；个别测站个别层次  $M_2$  分潮流  $k$  值绝对值小于 0.25，表现为往复流的特征。

本海区的各分潮最大流速方向主要受附近地形的影响，各个分潮流流向几乎与岸线平行，个别测站分潮流流向与岸线存在一定的夹角，在各测站表中底层差异较小。

### (4) 余流：

调查海区观测期间余流主要介于 0.66m/s~29.59cm/s。最大余流为潮流 SW2-6 站(表层, 29.59cm/s, 100.1°)，最小余流为潮流 SW2-2 站(中层, 0.66cm/s, 125.6°)。各测站余流的方向基本都是与岸线平行，方向为东南或偏东方向，SW2-1 为西南偏南方向。

### (5) 温度、盐度

调查期间调查海区测得的水温最大值为 29.17°C，出现在 SW2-3 站表层；测



得水温的最小值为 22.78℃，SW2-6 底层测得，水温变化不大。调查期间调查海区测得的盐度最大值为 34.36，出现在 SW2-6 站底层；测得盐度的最小值为 32.37，出现在 SW2-4 站表层，盐度变化不大。

#### (6) 悬浮泥沙

观测期间①调查海区含沙量范围为 22mg/L~54mg/L，SW2-2 站表层含沙量最大（54mg/L），其次是 SW2-3 站表层含沙量（50 mg/L），SW2-2 站底层含沙量最小（22mg/L）；②在空间分布上各个测站含沙量相差不大；③在垂向上，各站各层含沙量呈现底层含沙量大于中表层大于表层的趋势，SW2-2 除外。

#### (7) 波浪：

碣石湾以风浪为主，其年频率为 94%，涌浪年频率为 40%。常浪向为 E 向，年平均  $H_{1/10}$  为 1.1m，平均周期为 4.4s。

### 15.3.2 地形地貌与冲淤环境现状调查与评价

矿区整体水深为 14.1~16.5m（理论深度基准面），平均水深为 15.4m，最大水深位于矿区中部海域，最小水深位于矿区西北角海域。矿区整体海底水深变化不大，从北到南呈阶梯式下降趋势。

### 15.3.3 水质环境质量现状调查与评价

2021 年 4 月调查附近海域部分站位的活性磷酸盐、石油类、锌、汞含量超过其相对应功能区标准限值，其余站位的监测因子均符合。

2021 年 10 月调查附近海域部分站位的溶解氧、活性磷酸盐、石油类、铅、汞超过其相对应功能区标准限值，其余站位的监测因子均符合。

### 15.3.4 沉积物环境质量现状调查与评价

2021 年 4 月监测结果及标准指数表结果可知：所有监测站位的各项调查指标均能符合所在功能区要求执行的海洋沉积物质量标准。

2021 年 10 月监测结果及标准指数表结果可知：所有监测站位的各项调查指标均能符合所在功能区要求执行的海洋沉积物质量标准。

### 15.3.5 海洋生态体质量现状调查与评价

2021 年 4 月调查结果显示：所有调查站位内采集到的生物体无贝类，仅 SF9

断面棘头梅童鱼铅含量超标，其余指标均满足《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监测简明规程》中规定的生物质量标准要求。。

2021年10月调查结果显示：所有调查站位内采集到的生物体无贝类，采集到的鱼类、甲壳类生物体内各项评价因子的单项标准指数均小于1，满足《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监测简明规程》中规定的生物质量标准要求，无超标现象。

### 15.3.6 海洋生态环境现状调查与评价

#### (1) 叶绿素 a 和初级生产力

①2021年4月：本次调查区域叶绿素 a 平均浓度为  $1.056\text{mg}/\text{m}^3$ ，变化范围为  $0.323\sim 2.258\text{mg}/\text{m}^3$ ，变幅较大（ $\text{SD}=0.626$ ）。调查监测区内平均初级生产力为  $179.19\text{mg}\cdot\text{C}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ ，区域变化范围在  $67.17\sim 369.89\text{mg}\cdot\text{C}/\text{m}^2\cdot\text{d}$  之间，变幅较大（ $\text{SD}=95.51$ ）。

②2021年10月：本次调查区域叶绿素 a 平均浓度为  $1.204\text{mg}/\text{m}^3$ ，变化范围为  $0.444\sim 2.718\text{mg}/\text{m}^3$ ，变幅较大（ $\text{SD}=0.718$ ）。调查监测区内平均初级生产力为  $219.72\text{mg}\cdot\text{C}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ ，区域变化范围在  $89.51\sim 547.95\text{mg}\cdot\text{C}/\text{m}^2\cdot\text{d}$  之间，变幅较大（ $\text{SD}=144.74$ ）。

#### (2) 浮游植物

①2021年4月调查海域共鉴定浮游植物4门26属52种（含4个变种及变型）。浮游植物丰度范围  $21.91\sim 120.86\times 10^4\text{cell}/\text{m}^3$ ，平均为  $54.98\times 10^4\text{cell}/\text{m}^3$ 。本次调查浮游植物优势种共出现8种，分别为中肋骨条藻、短角藻、叉状角藻、梭角藻、大角角藻、星脐圆筛藻、海洋原多甲藻和北方角毛藻。浮游植物多样性指数平均为4.191，均匀度指数平均为0.735。

②2021年10月调查海域共鉴定浮游植物4门27属58种（含3个变种及变型）。浮游植物丰度范围  $46.13\sim 220.18\times 10^4\text{cell}/\text{m}^3$ ，平均为  $108.35\times 10^4\text{cell}/\text{m}^3$ 。本次调查浮游植物优势种共出现8种，分别为菱形海线藻、中肋骨条藻、洛氏角毛藻、掌状冠盖藻、伏氏海毛藻、梭角藻、笔尖形根管藻和翼根管藻。浮游植物多样性指数平均为4.388，均匀度指数平均为0.749。

#### (3) 浮游动物

①2021年4月调查海域共鉴定出浮游动物46种(类), 分属8个类群, 以桡足类出现种类最多。调查区域出现优势种7种, 分别为桡足类幼体、短角长腹剑水蚤、小拟哲水蚤、筒长腹剑水蚤、强额拟哲水蚤、亚强次真哲水蚤和太平洋纺锤水蚤; 多样性指数、均匀度和多样性阈值均值分别为3.67、0.66和2.44, 浮游动物多样性和均匀度中等。

②2021年10月调查海域共鉴定出浮游动物42种(类), 分属10个类群, 以桡足类出现种类最多。调查区域出现优势种9种, 分别为桡足类幼体、亚强次真哲水蚤、肥胖三角溞、普通波水蚤、鸟喙尖头溞、肥胖箭虫、夜光虫、锥形宽水蚤和中华哲水蚤。浮游动物海域平均密度为247.43ind/m<sup>3</sup>, 总生物量平均值147.93 mg/m<sup>3</sup>; 多样性指数、均匀度和多样性阈值均值分别为3.74、0.69和2.60, 浮游动物多样性和均匀度较好, 多样性较丰富。

#### (4) 底栖生物

①2021年4月调查海域共鉴定出底栖生物4门18科20种。以软体动物出现种类最多为8种, 其次为节肢动物6种。优势种共有5种, 分别为不倒翁虫、纵肋织纹螺、毛蚶、菲律宾蛤仔和托氏蛞蝓。底栖生物的总平均生物量为136.17g/m<sup>2</sup>, 平均栖息密度为125.56ind/m<sup>2</sup>。底栖生物多样性指数平均为1.93; 均匀度平均为0.45, 区域多样性和均匀度均属于中等水平。

②2021年10月调查海域共鉴定出底栖生物4门21科23种。以软体动物出现种类最多为10种, 其次为节肢动物8种。优势种共有5种, 分别为不倒翁虫、纵肋织纹螺、菲律宾蛤仔、变态蛄和浅缝骨螺。底栖生物的总平均生物量为161.50g/m<sup>2</sup>, 平均栖息密度为150.00ind/m<sup>2</sup>。底栖生物多样性指数平均为2.60; 均匀度平均为0.57, 区域多样性和均匀度均属于中等水平。

#### (5) 潮间带生物

①2021年4月调查海域共鉴定出潮间带生物3门11科12种; 调查断面潮间带生物平均生物量为31.69g/m<sup>2</sup>, 平均栖息密度为11.56ind/m<sup>2</sup>。水平分布方面, 潮间带生物的平均生物量和平均栖息密度二者高低排序均为CJ6>CJ4>CJ5。在垂直分布上, 潮间带生物的平均生物量和平均栖息密度二者高低排序均为中潮区>低潮区>高潮区。调查断面潮间带生物多样性指数(H')平均值为1.56。种类均匀度平均值为0.43。

②2021年10月调查海域共鉴定出潮间带生物2门11科12种。3个断面的潮间带生物平均生物量为 $28.73\text{g}/\text{m}^2$ ，平均栖息密度为 $15.56\text{ind}/\text{m}^2$ 。水平分布上，生物量和栖息密度高低排序均为 $\text{CJ6} > \text{CJ4} > \text{CJ5}$ 。垂直分布上，生物量和栖息密度高低排序均为低潮区 $>$ 中潮区 $>$ 高潮区。多样性指数的变化范围较大，在1.39~2.72之间，平均值为1.99；均匀度的变化范围为0.39~0.76，平均值为0.56；总的来说，多样性指数和均匀度处于中等水平。

#### (6) 渔业资源

##### 1) 鱼卵仔鱼

①2021年4月调查海域鱼卵和仔稚鱼水平拖网共鉴定出10个种类，隶属于10科10属，共采获鱼卵553粒，仔稚鱼89尾。垂直拖网共鉴定出8个种类，隶属于8科8属，共采获鱼卵22粒，仔稚鱼6尾，鱼卵平均密度为 $0.268\text{粒}/\text{m}^3$ ，仔稚鱼密度为 $0.082\text{尾}/\text{m}^3$ 。

②2021年10月调查海域水平拖网共鉴定鱼卵和仔稚鱼10个种类，隶属于10科10属，共采到鱼卵736粒，仔稚鱼49尾。垂直拖网共鉴定出6个种类，隶属于6科6属，共采到鱼卵18粒，仔稚鱼5尾，鱼卵平均密度为 $0.225\text{粒}/\text{m}^3$ ，仔稚鱼平均密度为 $0.068\text{尾}/\text{m}^3$ 。。

##### 2) 游泳生物

①2021年4月调查海域游泳生物共捕获33种，其中：鱼类15种，甲壳类虾类4种，蟹类9种、虾蛄类2种，头足类3种。调查海域平均重量渔获率和个体渔获率分别为 $5.71\text{kg}/\text{h}$ 和 $557\text{ind}/\text{h}$ ；渔业资源平均重量密度和个体密度分别为 $246.65\text{kg}/\text{km}^2$ 和 $24060\text{ind}/\text{km}^2$ 。

②2021年10月调查海域共记录游泳生物40种，其中：鱼类19种，甲壳类虾类7种，蟹类9种、虾蛄类2种，头足类3种。调查海域平均重量渔获率和个体渔获率分别为 $4.16\text{kg}/\text{h}$ 和 $385.00\text{ind}/\text{h}$ ；渔业资源平均重量密度和个体密度分别为 $224.67\text{kg}/\text{km}^2$ 和 $20788\text{ind}/\text{km}^2$ 。

## 15.4 环境影响预测综合分析与评价结论

### 15.4.1 水文动力环境影响预测与评价

预测结果表明，工程实施后采砂区水深增加，该区域流速出现一定程度减缓，

流向变化不明显，采砂区周边潮汐动力变化不大，可见工程实施对潮汐动力影响主要出现在采砂区域，影响程度不明显。

### 15.4.2 波浪环境影响预测与评价

预测结果表明，工程实施后采砂区水深增加，该区域波高出现一定程度增加，波向变化不明显，采砂区周边波浪动力变化不大，可见工程实施对波浪动力影响主要出现在采砂区域，影响程度不明显。

### 15.4.3 地形地貌与冲淤环境影响预测与评价

预测结果表明，在采砂实施后采砂区范围内水深增加，采砂工程实施后采砂区内基本处于回淤状态。冲淤变化较大的区域主要位于采砂区内，年回淤厚度在 0.4m 左右；采砂区南北则以淤积为主，淤积幅度在 0.32m/a 以内。采砂区内部受流速减小幅度较大影响，淤积幅度最大，最大淤积幅度为 0.37m/a，平均淤积幅度约为 0.31m/a；往南北两侧淤积幅度逐渐减小，在 0.05~0.31m/a 之间，平均淤积幅度约为 0.18m/a；东西侧靠近采砂区冲刷幅度较大，远离采砂区冲刷幅度逐渐减小，最大冲刷幅度为-0.16m/a，平均冲刷幅度约为-0.07m/a。

本项目全矿区平均细度模数为 2.3，整体为细沙级别，平均采砂深度约为 9.08m，参照中国科学院南海海洋研究所的前述数值模拟结果，本项目采砂区预计可能形成的边坡宽度距离约为 50m。边坡坍塌可能会使表层沉积物和底栖生物被掩埋，造成一定的生物量损失，同时也会对所在海域的地形地貌等造成一定的影响。为确保本项目采砂后形成的边坡处于平衡状态，采砂时的自然休止角应控制在 30°以内，即采砂时的吸砂管应以 60°以上角度插入矿层，以形成较缓的边坡，降低边坡影响。

### 15.4.4 水质环境影响预测与评价

悬浮泥沙预测结果表明，悬浮泥沙主要随涨落潮流向采砂区附近海域扩散，本项目 JH21-09 采砂区单独施工扩散方向为 NE~SW 向，表层、中层和底层 10mg/L 包络线南北向扩散最远距离为 5.10km，东西向扩散最远距离分别为 4.0km（采砂区 JH21-09、JH21-08、JH22-03 同时施工，南北向扩散最远距离为 8.2km，东西向扩散最远距离分别为 7.5km）。本项目 JH21-09 采砂区单独施工导致的表

层、中层和底层超第一、二类海水水质的海域面积分别为 18.72km<sup>2</sup>、18.81km<sup>2</sup> 和 18.89km<sup>2</sup>；超三类海水水质的海域面积分别为 0.00km<sup>2</sup>、4.55km<sup>2</sup> 和 4.82km<sup>2</sup>。三个采砂区（JH21-09、JH21-08、JH22-03）同时施工导致的表层、中层和底层超第一、二类海水水质的海域面积分别为 26.35km<sup>2</sup>、27.08km<sup>2</sup> 和 27.83km<sup>2</sup>；超三类海水水质的海域面积分别为 3.72km<sup>2</sup>、4.36km<sup>2</sup> 和 4.87km<sup>2</sup>。由此可见，采砂施工引起的悬浮泥沙对工程所在区域水质产生一定影响，这种影响主要在采砂过程出现，一旦施工完毕，工程所在区域周边水质环境可在较短时间内恢复。

本工程采砂作业期间，船舶生活污水产生量约为 15.81t/d，主要污染物为 COD、BOD<sub>5</sub>、NH<sub>3</sub>-N 等；船舶含油污水约为 28.23t/d，主要污染物为 COD 和石油类等。上述污水若随意排放，会对工程海域海水水质环境带来不利影响，进而对海域生态环境也带来一定的不利影响。因此，采砂作业期间的船舶生活污水和船舶油污水应运至陆域，交由有处理能力单位进行统一处理。通过上述措施后，项目对周围环境影响较小。

#### 15.4.5 沉积物环境影响预测与评价

根据沉积物调查结果显示，沉积物质量状况良好。另外，采砂施工产生的悬浮泥沙来源于本海域，不会使本海域沉积物的理化性质产生影响，并且本海域沉积物的环境质量不会发生明显的变化，采砂作业不会使本海域沉积物的环境质量发生明显的变化。

采砂作业对底质的影响主要是当采砂区的砂源砂层掏空，覆盖上面的淤泥层在重力作用下发生坍塌，则表层沉积物可能将被掩埋。采砂作业结束后，采砂区将通过相当长的一段时间重新建立新的相对稳定的沉积物环境。可能造成沉积物质量下降的是采砂施工过程排放的船舶含油污水、生活污水和生活垃圾经过妥善处理后，对周围环境影响较小。

#### 15.4.6 生态环境影响预测与评价

项目采砂将造成栖息于此的底栖生物生物量的损失，部分游泳能力差的底栖生物如底栖鱼类、虾类也将因为躲避不及而被损伤或掩埋。采砂和洗沙过程产生的悬浮物对浮游生物、游泳生物和鱼卵仔鱼也将产生一定的影响。本工程采砂导致底栖生物直接损失量为 387.328t；三个采砂区导致浮游植物的损失量为 1.64×

10<sup>15</sup>cells; 浮游动物的损失量为 4.44×10<sup>5</sup>ind; 鱼卵 4.829×10<sup>8</sup> 粒、仔稚鱼 1.47×10<sup>8</sup> 尾; 游泳生物(鱼类)的损失量为 3273.142kg。项目应采取一定的生态补偿措施, 对项目施工期造成的生物损失补偿, 将其可能产生的生态环境影响降至最低。

## 15.5 环境事故影响综合分析与评价结论

施工期间在工程海域发生溢油事故后, 油膜在较短的时间内可到达周边敏感目标, 溢油事故的应急处置工作难度较大。因此, 应严格加强施工期施工船舶的安全管理, 杜绝事故的发生。同时要加强灾发事故的风险防范和应急处置能力建设, 一旦发生溢油事故, 应尽快采取阻拦措施, 并组织人员进行油品的回收工作, 尽量减小污染。

本工程施工具有一定的通航环境风险, 从而存在一定油料泄漏的风险, 为保证工程施工安全, 防止油污事故发生, 施工单位必须有水上施工经验, 施工过程中需科学合理安排施工工序, 周密考虑工程施工期间的安全措施。

## 15.6 污染物排放总量控制

根据水质模拟预测结果, 悬浮物增加对水质的影响属于短期、可恢复性质。另外, 采砂船要严格控制船员生活污水的排放, 严禁向开采海域排放含油机舱废水和生活污水及生活垃圾。采砂活动结束后, 不存在污染物的排放问题。

## 15.7 清洁生产分析

本项目提出的清洁生产和污染防治措施比较清楚、具体和有效, 能够达到环境保护的要求。在实施环境保护措施情况下进行海砂开采, 其产生的海洋环境影响达到最小, 海区渔业资源和环境敏感目标所受损害相对较小, 采砂期产生的主要污染物质采取相应的污染防治措施, 可以得到妥善处理。因此, 本项目的环境保护措施在技术上和经济上是可行的。

## 15.8 环境经济损益分析

根据本报告书的分析可知, 在对海砂进行合理开采的前提下, 本项目的实施在社会供需矛盾、社会能源危机和采砂规范化管理等一系列社会问题的解决上具有不同程度的促进作用, 且对自然资源的开发带来了可观的经济价值。因此, 无

论从社会发展的角度还是经济发展的角度来看，其综合效益是显著的。相比之下，环境污染经济损失是可以承受的。

## 15.9 环境监测计划的可行性结论

本项目通过跟踪监测，结合采砂施工特点和项目周围的环境敏感保护目标，重点监测开采活动对海底地形、水质悬浮物等方面的影响，根据不同监测内容确定相应监测范围、布设监测站位和设计监测频率等，采砂期和采砂结束后海洋环境监测方案，能够及时了解和掌握项目实施过程中对海洋水质、沉积物和生物的影响，以便对可能产生明显环境影响的关键环节事先制定监测，使可能造成环境影响的因素得以及时发现，妥善处理。因此，本项目的环境监测计划是可行的。

## 15.10 海砂开采的环境影响综合评价与可行性结论

项目符合《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》及相关规划的要求，在申请海域进行适当的海砂开采不会影响该海域海洋主导功能的发挥，符合相关规划的要求。项目实施的自然和社会条件适宜，项目的采砂工艺和设备基本符合清洁生产要求。采砂过程中会对环境产生一定的影响，将暂时改变开采区海底地貌和破坏底栖环境，但在采取相应的环保措施后，其对环境的影响是可以接受的，且采砂作业结束后，对周围环境的影响短期内可以结束；采砂活动对周边的海洋开发活动、功能区和环境敏感目标影响较小；项目的风险主要是作业船舶事故引起的溢油风险。

如该项目能落实本报告书所提出的环保措施和建议，从环境保护可行性角度衡量，不会危及相邻岸线稳定、不会影响采砂区周围海底管线的安全、对附近航道的回淤强度影响较小、产生的悬浮物也不会对周围的环境敏感目标造成重大影响。

综上所述，本项目区海砂开采不会对海洋环境产生重大不利影响，对于海洋环境的影响是可以接受的，项目是可行的。

## 15.11 海砂开采的环境保护对策与建议

本项目环境保护对策与建议主要是针对采砂施工期而言，海洋环境保护对策与建议主要包括：



(1) 合理安排采砂船舶位置，射流功率和抽砂泵功率应相配合，以尽量减少抽砂作业流失的悬浮物。

(2) 为减少采砂过程中产生的污染物，采砂单位须按照本报告书的建议落实采砂船舶规模和工艺控制要求、采砂过程的污染防治措施和环保投资，并贯彻执行，避免或减少对水质及生态环境的影响。

(3) 洗砂废水经溢流管海底以上 2.0m 处排放。

(4) 采砂应尽可能选择在大潮和中潮期，利用潮流动力扩散悬浮物，减低悬浮物浓度；同时在鱼类的产卵、繁殖期降低采砂强度。

(5) 加强对施工船舶的环境监理工作，密切监视海上环境变化，如发现异常现象，应采取必要的措施，如暂停施工等，以保护海域的生态环境和航道，并及时通知海洋监测部门，查明原因。

(6) 采砂中标单位应该严格按批准的采砂区范围和本报告书建议的开采强度和开采总量依法采砂，不得在申请区域外采砂或随意扩大采砂范围。对采砂作业准确定位、详细记录其过程，防止越界开采、超量开采、超强度开采。作业前采砂区应设置警示标志。

(7) 进行采砂总量控制，做到从源头控制悬浮物扩散总量。

(8) 采砂中标单位应建立健全安全管理机制，加强对采、运砂船上人员的安全教育和安全管理，认真落实有关安全措施，尽量减少对通航环境的不利影响，保障施工作业和过往船舶的安全。

(9) 项目所在海域处于珠海—潮州近海农渔业区，建议采砂单位在渔业主管部门的指导下，积极采取有效的生态补偿和生态恢复措施，补偿对渔业资源的损失。

(10) 建议海砂开采责任人合理安排采砂工作及运砂路线，并积极与航道、海事主管部门进行沟通协调，针对作业船舶和来往船舶的通航安全做好安全保障措施方案。

(11) 控制采砂船作业数量作为采砂区块出让的条件，建议在采砂招拍挂出让文件中的船舶数量与环评报告保持一致。

# 附录

## 附录 I 浮游植物种类名录

2021 年 4 月	
中文名	拉丁名
<b>硅藻门 <i>Bacillariophyta</i></b>	
星脐圆筛藻	<i>Coscinodiscus asteromphalus</i>
虹彩圆筛藻	<i>Coscinodiscus oculus-iridis</i>
辐射圆筛藻	<i>Coscinodiscus radiatus</i>
格氏圆筛藻	<i>Coscinodiscus granii</i>
琼氏圆筛藻	<i>Coscinodiscus jonesianus</i>
整齐圆筛藻	<i>Coscinodiscus concinnus</i>
小环藻	<i>Cyclotella</i>
颗粒直链藻	<i>Melosira granulata</i>
掌状冠盖藻	<i>Stephanopyxis palmeriana</i>
中肋骨条藻	<i>Skeletonema costatum</i>
笔尖形根管藻	<i>Rhizosolenia styliiformis</i>
透明根管藻	<i>Rhizosolenia hyalina</i> Ostefeld
翼根管藻	<i>Rhizosolenia alata</i>
北方角毛藻	<i>Chaetoceros borealis</i>
大西洋角毛藻	<i>Chaetoceros atlanticus</i>
海洋角毛藻	<i>Chaetoceros pelagicus</i>
中心圆筛藻	<i>Coscinodiscus centralis</i>
菱形海线藻	<i>Thalassionema nitzschioides</i>
柔弱布纹藻	<i>Gyrosigma tenuissimum</i>
丹麦细柱藻	<i>Leptocylindrus danicus</i>
薄壁几内亚藻	<i>Guinardia flaccida</i>
翼根管藻纤细变种	<i>Rhizosolenia alata f. gracillima</i>
秘鲁角毛藻	<i>Chaetoceros peruvianus</i>
长菱形藻	<i>Nitzschia longissima</i>
浮动弯角藻	<i>Eucampia zodiacus</i>
大角管藻	<i>Cerataulina daemon</i>
透明辐杆藻	<i>Bacteriastrum hyalinum</i>
圆海链藻	<i>Thalassiosira rotula</i>

2021 年 4 月	
中文名	拉丁名
布氏双尾藻	<i>Ditylum brightwellii</i>
斯氏根管藻	<i>Rhizosolenia stolterfothii</i> Peragallo
新月菱形藻	<i>Nitzschia closterium</i>
圆柱几内亚藻	<i>Guinardia cylindrus</i>
菱形海线藻小型变种	<i>Thalassionema nitzschioides</i> var. <i>latissima</i>
细弱海链藻	<i>Thalassiosira subtilis</i>
哈氏半盘藻	<i>Hemidiscus hardmannianus</i>
甲藻门 <i>Dinophyta</i>	
梭角藻	<i>Ceratium fusus</i>
海洋原多甲藻	<i>Protoperidinium oceanicum</i>
短角藻	<i>Ceratium breve</i>
大角角藻	<i>Ceratium macroceros</i>
细长角藻	<i>Ceratium longissimum</i>
偏转角藻	<i>Ceratium deflexum</i>
叉状角藻	<i>Ceratium furca</i>
夜光藻	<i>Noctiluca scintillans</i>
斯氏扁甲藻	<i>Pyrophacus horologicum</i>
具尾鳍藻	<i>Dinophysis caudata</i>
塔玛亚历山大藻	<i>Alexandrium tamarens</i>
梭角藻针状变种	<i>Ceratium fusus</i> var. <i>seta</i>
歧分角藻	<i>Ceratium carriense</i>
短角藻平行变种	<i>Ceratium breve</i> var. <i>parallelum</i>
蓝藻门 <i>Cyanophyta</i>	
微囊藻	<i>Microcystis</i>
红海束毛藻	<i>Trichodesmium erythraeum</i>
金藻门 <i>Chrysophyta</i>	
鱼鳞藻	<i>Mallomonas</i>

2021 年 10 月	
中文名	拉丁名
硅藻门 <i>Bacillariophyta</i>	
伏氏海毛藻	<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>
洛氏角毛藻	<i>Chaetoceros lorenzianus</i>
柔弱布纹藻	<i>Gyrosigma tenuissimum</i>
中肋骨条藻	<i>Skeletonema costatum</i>

2021 年 10 月	
中文名	拉丁名
掌状冠盖藻	<i>Stephanopyxis palmeriana</i>
细弱海链藻	<i>Thalassiosira subtilis</i>
辐射圆筛藻	<i>Coscinodiscus radiatus</i>
整齐圆筛藻	<i>Coscinodiscus concinnus</i>
小环藻	<i>Cyclotella</i>
笔尖形根管藻	<i>Rhizosolenia styliformis</i>
透明根管藻	<i>Rhizosolenia hyalina</i> Ostenfeld
翼根管藻	<i>Rhizosolenia alata</i>
海洋角毛藻	<i>Chaetoceros pelagicus</i>
菱形海线藻	<i>Thalassionema nitzschioides</i>
丹麦细柱藻	<i>Leptocylindrus danicus</i>
薄壁几内亚藻	<i>Guinardia flaccida</i>
翼根管藻纤细变种	<i>Rhizosolenia alata</i> f. <i>gracillima</i>
秘鲁角毛藻	<i>Chaetoceros peruvianus</i>
长菱形藻	<i>Nitzschia longissima</i>
浮动弯角藻	<i>Eucampia zodiacus</i>
透明辐杆藻	<i>Bacteriastrum hyalinum</i>
布氏双尾藻	<i>Ditylum brightwellii</i>
斯氏根管藻	<i>Rhizosolenia stolterfothii</i> Peragallo
圆柱几内亚藻	<i>Guinardia cylindrus</i>
距端根管藻	<i>Rhizosolenia calar-avis</i>
北方角毛藻	<i>Chaetoceros borealis</i>
密连角毛藻	<i>Chaetoceros densus</i>
中华盒形藻	<i>Biddulphia sinensis</i>
舟形藻	<i>Navicula tenera</i>
尖刺菱形藻	<i>Nitzschia pungens</i>
小细柱藻	<i>Leptocylindrus minimus</i>
刚毛根管藻	<i>Rhizosolenia setigera</i>
柔弱角毛藻	<i>Chaetoceros debilis</i>
暹罗角毛藻	<i>Chaetoceros siamense</i>
窄隙角毛藻	<i>Chaetoceros affinis</i>
拟旋链角毛藻	<i>Chaetoceros pseudocurvisetus</i>
丹麦角毛藻	<i>Chaetoceros danicus</i>
扭链角毛藻	<i>Chaetoceros tortissimus</i>
大西洋角毛藻	<i>Chaetoceros atlanticus</i>
日本星杆藻	<i>Asterionella japonica</i>

2021 年 10 月	
中文名	拉丁名
星脐圆筛藻	<i>Coscinodiscus asteromphalus</i>
活动盒形藻	<i>Biddulphia mobiliensis</i>
<b>甲藻门 <i>Dinophyta</i></b>	
夜光藻	<i>Noctiluca scintillans</i>
梭角藻	<i>Ceratium fusus</i>
海洋原多甲藻	<i>Protoperidinium oceanicum</i>
短角藻	<i>Ceratium breve</i>
大角角藻	<i>Ceratium macroceros</i>
偏转角藻	<i>Ceratium deflexum</i>
叉状角藻	<i>Ceratium furca</i>
斯氏扁甲藻	<i>Pyrophacus horologicum</i>
具尾鳍藻	<i>Dinophysis caudata</i>
歧分角藻	<i>Ceratium carriense</i>
针角藻	<i>Ceratium belone</i>
歧分原多甲藻	<i>Protoperidinium divergens</i>
血红裸甲藻	<i>Akashiwo sanguinea</i>
<b>蓝藻门 <i>Cyanophyta</i></b>	
微囊藻	<i>Microcystis</i>
红海束毛藻	<i>Trichodesmium erythraeum</i>

## 附录 II 浮游动物种类名录

2021 年 4 月	
中文名	拉丁名
<b>腔肠动物水螅水母类 <i>Hydromedusae</i></b>	
和平水母	<i>Eirene sp.</i>
半球美螅水母	<i>Clytia hemisphaerica</i>
浮游甲壳动物桡足类	Copepoda
短角长腹剑水蚤	<i>Oithona brevicornis</i>
微刺哲水蚤	<i>Canthocalanus pauper</i>
亚强次真哲水蚤	<i>Subeucalanus subcrassus</i>
刺尾纺锤水蚤	<i>Acartia spinicauda</i>
小纺锤水蚤	<i>Acartia negligens</i>
中华哲水蚤	<i>Calanus sinicus</i>
普通波水蚤	<i>Undinula vulgaris</i>
太平洋纺锤水蚤	<i>Acartia pacifica</i>
筒长腹剑水蚤	<i>Oithona simplex</i>
瘦尾胸刺水蚤	<i>Centropages tenuiemis</i>
精致真刺水蚤	<i>Euchaeta concinna</i>
驼背隆哲水蚤	<i>Acrocalanus gibber</i>
强额拟哲水蚤	<i>Paracalanus crassirostris</i>
针刺拟哲水蚤	<i>Paracalanus aculeatus</i>
小拟哲水蚤	<i>Paracalanus parvus</i>
真刺唇角水蚤	<i>Labidocera euchaeta</i>
腹突拟宽水蚤	<i>Temoropia mayumbaaensis</i>
小长腹剑水蚤	<i>Oithona nana</i>
拟长腹剑水蚤	<i>Oithona similis</i>
近缘大眼剑水蚤	<i>Corycaeus affinis</i>
丽隆剑水蚤	<i>Oncaea venusta</i>
<b>浮游甲壳动物枝角类 <i>Cladocera</i></b>	
肥胖三角溞	<i>Evadne tergestina</i>
鸟喙尖头溞	<i>Penilia avirostris</i>
浮游毛颚类	Chaetognatha
肥胖箭虫	<i>Sagitta enflata</i>
百陶箭虫	<i>Sagitta bedoti</i>
漂浮箭虫	<i>Sagitta planctonis</i>
美丽箭虫	<i>Sagitta pulchra</i>
小箭虫	<i>Sagitta neglecta</i>
强壮箭虫	<i>Sagitta crassa</i>
弱箭虫	<i>Sagitta delicata</i>
被囊动物有尾类	Appendicularia

2021年4月	
中文名	拉丁名
红住囊虫	<i>Oikopleura rufescens</i>
异体住囊虫	<i>Oikopleura dioica</i>
浮游莹虾类	Luciferidae
中型莹虾	<i>Lucifer intermedius</i>
<b>原生动物 Protozoa</b>	
夜光虫	<i>Noctiluca scintillans</i>
<b>浮游幼体 Lervae</b>	
莹虾幼体	<i>Lucifer larvae</i>
多毛类幼体	<i>Polychaeta larvae</i>
毛颚类幼体	<i>Chaetognatha larvae</i>
桡足类幼体	<i>Copepoda larvae</i>
十足类幼体	<i>Decapoda larvae</i>
磷虾类幼体	<i>Euphausiacea larvae</i>
无节幼体	<i>nauplius</i>
双壳类幼体	<i>cyphonaute larva</i>
鱼卵	<i>Fish eggs</i>
仔鱼	<i>Fish larvae</i>

2021年10月	
中文名	拉丁名
<b>腔肠动物水螅水母类 Hydromedusae</b>	
半口壮丽水母	<i>Aglaura hemistoma</i>
两手筐水母	<i>Solmundella bitentaculata</i>
<b>腔肠动物栉水母类 Ctenophores</b>	
球型侧腕水母	<i>Pleurobrachia globosa</i>
<b>浮游甲壳动物桡足类 Copepoda</b>	
普通波水蚤	<i>Undinula vulgaris</i>
强次真哲水蚤	<i>Subeucalanus crassus</i>
精致真刺水蚤	<i>Euchaeta concinna</i>
亚强次真哲水蚤	<i>Subeucalanus subcrassus</i>
微刺哲水蚤	<i>Canthocalanus pauper</i>
锥形宽水蚤	<i>Temora turbinata</i>
中华哲水蚤	<i>Calanus sinicus</i>
瘦尾胸刺水蚤	<i>Centropages tenuiemis</i>
刺尾纺锤水蚤	<i>Acartia spinicauda</i>
短角长腹剑水蚤	<i>Oithona brevicornis</i>
筒长腹剑水蚤	<i>Oithona simplex</i>
驼背隆哲水蚤	<i>Acrocalanus gibber</i>
强额拟哲水蚤	<i>Paracalanus crassirostris</i>
小拟哲水蚤	<i>Paracalanus parvus</i>

2021 年 10 月	
中文名	拉丁名
太平洋纺锤水蚤	<i>Acartia pacifica</i>
近缘大眼剑水蚤	<i>Corycaeus affinis</i>
小纺锤水蚤	<i>Acartia negligens</i>
<b>浮游甲壳动物枝角类 <i>Cladocera</i></b>	
肥胖三角溞	<i>Evadne tergestina</i>
鸟喙尖头溞	<i>Penilia avirostris</i>
<b>浮游毛颚类 <i>Chaetognatha</i></b>	
肥胖箭虫	<i>Sagitta enflata</i>
百陶箭虫	<i>Sagitta bedoti</i>
漂浮箭虫	<i>Sagitta planctonis</i>
美丽箭虫	<i>Sagitta pulchra</i>
小箭虫	<i>Sagitta neglecta</i>
强壮箭虫	<i>Sagitta crassa</i>
<b>被囊动物有尾类 <i>Appendicularia</i></b>	
红住囊虫	<i>Oikopleura rufescens</i>
异体住囊虫	<i>Oikopleura dioica</i>
<b>浮游莹虾类 <i>Luciferidae</i></b>	
中型莹虾	<i>Lucifer intermedius</i>
<b>浮游樱虾类 <i>Sergestidae</i></b>	
中国毛虾	<i>Acetes chinensis</i>
<b>原生动物 <i>Protozoa</i></b>	
夜光虫	<i>Noctiluca scintillans</i>
<b>浮游幼体 <i>Lervae</i></b>	
莹虾幼体	<i>Lucifer larvae</i>
多毛类幼体	<i>Polychaeta larvae</i>
毛颚类幼体	<i>Chaetognatha larvae</i>
桡足类幼体	<i>Copepoda larvae</i>
十足类幼体	<i>Decapoda larvae</i>
磷虾类幼体	<i>Euphausiacea larvae</i>
无节幼体	<i>nauplius</i>
鱼卵	<i>Fish eggs</i>
仔鱼	<i>Fish larvae</i>



### 附录III 底栖生物种类名录

2021年4月					
门	纲	目	科	属	种
棘皮动物门 Echinodermata					
	蛇尾纲 <i>Ophiuroidea</i>				
	蔓蛇尾目 <i>Euryalida</i>				
		蔓蛇尾科 <i>Euryalidae</i>			
			枝蛇尾属 <i>Trichaster</i>		
				掌枝蛇尾 <i>Trichaster palmiferus</i>	
	真蛇尾目 <i>Ophiurida</i>				
		阳遂足科 <i>Amphiuridae</i>			
			倍棘蛇尾属 <i>Amphioplus</i>		
				光滑倍棘蛇尾 <i>Amphioplus laevis</i>	
节肢动物门 Arthropoda					
	软甲纲 <i>Malacostraca</i>				
	十足目 <i>Decapoda</i>				
		玉蟹科 <i>Leucosiidae</i>			
			拳蟹属 <i>Philyra</i>		
				豆形拳蟹 <i>Philyra pisum</i>	
			栗壳蟹属 <i>Arcania</i>		
				七刺栗壳蟹 <i>Arcania heptacantha</i>	
		宽背蟹科 <i>Euryplacidae</i>			
			强蟹属 <i>Eucrate</i>		
				隆线强蟹 <i>Eucrate crenata</i>	
		梭子蟹科 <i>Portunidae</i>			
			蜚属 <i>Charybdis</i>		
				变态蜚 <i>Charybdis variegata</i>	
	甲壳纲 <i>Crustacea</i>				
	十足目 <i>Decapoda</i>				
		鼓虾科 <i>Alpheidae</i>			
			鼓虾属 <i>Alpheus</i>		
				短脊鼓虾 <i>Alpheus brevicristatus</i>	
				鲜明鼓虾 <i>Alpheus distinguendus</i>	
软体动物门 Mollusca					
	腹足纲 <i>Gastropoda</i>				
	新腹足目 <i>Neogastropoda</i>				
		织纹螺科 <i>Nassariidae</i>			
			织纹螺属 <i>Nassarius</i>		
				纵肋织纹螺 <i>Nassarius variciferus</i>	
		塔螺科 <i>Turridae</i>			

2021年4月					
门	纲	目	科	属	种
				拟塔螺属 <i>Turricula</i>	
					爪哇拟塔螺 <i>Turricula javana</i>
		中腹足目 <i>Mesogastropoda</i>			
			锥螺科 <i>Turritellidae</i>		
				锥螺属 <i>Turritella</i>	
					棒锥螺 <i>Turritella terebra bacillum</i>
			蛙螺科 <i>Bursidae</i>		
				蛙螺属 <i>Bursa</i>	
					习见蛙螺 <i>Bursa rana</i>
		原始腹足目 <i>Archaeogastropoda</i>			
			马蹄螺科 <i>Trochidae</i>		
				蝟螺科 <i>Umbonium</i>	
					托氏蝟螺 <i>Umbonium thomasi</i>
	双壳纲 <i>Bivalvia</i>				
		帘蛤目 <i>Veneroida</i>			
			帘蛤科 <i>Veneridae</i>		
				蛤仔属 <i>Ruditapes</i>	
					菲律宾蛤仔 <i>Ruditapes philippinarum</i>
			刀蛭科 <i>Cultellidae</i>		
				荚蛭属 <i>Siliqua</i>	
					小荚蛭 <i>Siliqua minima</i>
		蚌目 <i>Arcoida</i>			
			蚌科 <i>Arcidae</i>		
				毛蚌属 <i>Scapharca</i>	
					毛蚌 <i>Scapharca kagoshimensis</i>
环节动物门 <i>Annelida</i>					
	多毛纲 <i>Polychaeta</i>				
		不倒翁虫目 <i>Sternaspida</i>			
			不倒翁虫科 <i>Sternaspidae</i>		
				不倒翁虫属 <i>Sternaspis</i>	
					不倒翁虫 <i>Sternaspis scutata</i>
		叶须虫目 <i>Phyllodocida</i>			
			吻沙蚕科 <i>Glyceridae</i>		
				吻沙蚕属 <i>Glycera</i>	
					头吻沙蚕 <i>Glycera capitata</i>
		沙蚕目 <i>Nereidida</i>			
			齿吻沙蚕科 <i>Nephtyidae</i>		
				内卷齿蚕属 <i>Aglaophamus</i>	
					中华内卷齿蚕 <i>Aglaophamus sinensis</i>
		海锥虫目 <i>Spionida</i>			
			海锥虫科 <i>Spionidae</i>		

2021年4月					
门	纲	目	科	属	种
				伪才女虫属 <i>Pseudopolydora</i>	
					膜质伪才女虫 <i>Pseudopolydora kempi</i>

2021年10月					
门	纲	目	科	属	种
棘皮动物门 Echinodermata					
	蛇尾纲 <i>Ophiuroidea</i>				
		蔓蛇尾目 <i>Euryalida</i>			
			蔓蛇尾科 <i>Euryalidae</i>		
				枝蛇尾属 <i>Trichaster</i>	
					掌枝蛇尾 <i>Trichaster palmiferus</i>
		真蛇尾目 <i>Ophiurida</i>			
			阳遂足科 <i>Amphiuridae</i>		
				倍棘蛇尾属 <i>Amphioplus</i>	
					光滑倍棘蛇尾 <i>Amphioplus laevis</i>
节肢动物门 Arthropoda					
	软甲纲 <i>Malacostraca</i>				
		十足目 <i>Decapoda</i>			
			玉蟹科 <i>Leucosiidae</i>		
				拳蟹属 <i>Philyra</i>	
					豆形拳蟹 <i>Philyra pisum</i>
				栗壳蟹属 <i>Arcania</i>	
					七刺栗壳蟹 <i>Arcania heptacantha</i>
			宽背蟹科 <i>Euryplacidae</i>		
				强蟹属 <i>Eucrate</i>	
					隆线强蟹 <i>Eucrate crenata</i>
			梭子蟹科 <i>Portunidae</i>		
				螯属 <i>Charybdis</i>	
					变态螯 <i>Charybdis variegata</i>
			鼓虾科 <i>Alpheidae</i>		
				鼓虾属 <i>Alpheus</i>	
					短脊鼓虾 <i>Alpheus brevicristatus</i>
					鲜明鼓虾 <i>Alpheus distinguendus</i>
			樱虾科 <i>Sergestidae</i>		
				毛虾属 <i>Acetes</i>	
					中国毛虾 <i>Acetes chinensis</i>
			管鞭虾科 <i>Solenoceridae</i>		
				管鞭虾属 <i>Solenocera</i>	
					中华管鞭虾 <i>Solenocera crassicornis</i>
软体动物门 Mollusca					

2021年10月

门	纲	目	科	属	种
	腹足纲 <i>Gastropoda</i>				
		新腹足目 <i>Neogastropoda</i>			
			织纹螺科 <i>Nassariidae</i>		
				织纹螺属 <i>Nassarius</i>	
				纵肋织纹螺 <i>Nassarius variciferus</i>	
			塔螺科 <i>Turridae</i>		
				拟塔螺属 <i>Turricula</i>	
				爪哇拟塔螺 <i>Turricula javana</i>	
			骨螺科 <i>Muricidae</i>		
				骨螺属 <i>Murex</i>	
				浅缝骨螺 <i>Murex trapa Roding</i>	
		中腹足目 <i>Mesogastropoda</i>			
			锥螺科 <i>Turritellidae</i>		
				锥螺属 <i>Turritella</i>	
				棒锥螺 <i>Turritella terebra bacillum</i>	
			蛙螺科 <i>Bursidae</i>		
				蛙螺属 <i>Bursa</i>	
				习见蛙螺 <i>Bursa rana</i>	
		原始腹足目 <i>Archaeogastropoda</i>			
			马蹄螺科 <i>Trochidae</i>		
			蝟螺科 <i>Umbonium</i>		
				托氏蝟螺 <i>Umbonium thomasi</i>	
	双壳纲 <i>Bivalvia</i>				
		帘蛤目 <i>Veneroida</i>			
			帘蛤科 <i>Veneridae</i>		
				蛤仔属 <i>Ruditapes</i>	
				菲律宾蛤仔 <i>Ruditapes philippinarum</i>	
			樱蛤科 <i>Tellinidae</i>		
				樱蛤属 <i>Tellinides</i>	
				中国小樱蛤 <i>Tellinides chinensis</i>	
			刀蛭科 <i>Cultellidae</i>		
				荚蛭属 <i>Siliqua</i>	
				小荚蛭 <i>Siliqua minima</i>	
		蚶目 <i>Arcoida</i>			
			蚶科 <i>Arcidae</i>		
				毛蚶属 <i>Scapharca</i>	
				毛蚶 <i>Scapharca kagoshimensis</i>	
环节动物门 <i>Annelida</i>					
	多毛纲 <i>Polychaeta</i>				
		不倒翁虫目 <i>Sternaspida</i>			
			不倒翁虫科 <i>Sternaspidae</i>		

2021年10月					
门	纲	目	科	属	种
				不倒翁虫属 <i>Sternaspis</i>	
				不倒翁虫 <i>Sternaspis scutata</i>	
		叶须虫目 <i>Phyllodocida</i>			
			吻沙蚕科 <i>Glyceridae</i>		
			吻沙蚕属 <i>Glycera</i>		
			头吻沙蚕 <i>Glycera capitata</i>		
		沙蚕目 <i>Nereidida</i>			
			齿吻沙蚕科 <i>Nephtyidae</i>		
			内卷齿蚕属 <i>Aglaophamus</i>		
			中华内卷齿蚕 <i>Aglaophamus sinensis</i>		

## 附录IV 潮间带生物种类名录

2021年4月					
门	纲	目	科	属	种
节肢动物门 Arthropoda					
	软甲纲 <i>Malacostraca</i>				
		十足目 <i>Decapoda</i>			
			活额寄居蟹科 <i>Diogenidae</i>		
				细螯寄居蟹属 <i>Clibanarius</i>	
				细螯寄居蟹 <i>Clibanarius clibanarius</i>	
			沙蟹科 <i>Ocypodidae</i>		
				招潮蟹属 <i>Uca</i>	
				招潮蟹 <i>Uca</i>	
软体动物门 Mollusca					
	腹足纲 <i>Gastropoda</i>				
		新腹足目 <i>Neogastropoda</i>			
			骨螺科 <i>Muricidae</i>		
				荔枝螺属 <i>Thais</i>	
				疣荔枝螺 <i>Thais clavigera</i>	
			织纹螺科 <i>Nassariidae</i>		
				织纹螺属 <i>Nassarius</i>	
				秀丽织纹螺 <i>Nassarius festivus</i>	
				习见织纹螺 <i>Nassarius dealbatus</i>	
			马蹄螺科 <i>Trochidae</i>		
				单齿螺属 <i>Monodonta</i>	
				单齿螺 <i>Monodonta labio</i>	
		中腹足目 <i>Mesogastropoda</i>			
			汇螺科 <i>Potamididae</i>		
				滩栖螺属 <i>Batillaria</i>	
				纵带滩栖螺 <i>Batillaria zonalis</i>	
			滨螺科 <i>Littorinidae</i>		
				结节滨螺属 <i>Nodilittorina</i>	
				塔结节滨螺 <i>Nodilittorina exigua</i>	
			锥螺科 <i>Turritellidae</i>		
				锥螺属 <i>Turritella</i>	
				棒锥螺 <i>Turritella terebra bacillum</i>	
	双壳纲 <i>Bivalvia</i>				
		帘蛤目 <i>Veneroida</i>			
			帘蛤科 <i>Veneridae</i>		
				蛤仔属 <i>Ruditapes</i>	
				菲律宾蛤仔 <i>Ruditapes philippinarum</i>	

2021年4月					
门	纲	目	科	属	种
		蛞蝓目 <i>Arcoida</i>			
			蛞蝓科 <i>Arcidae</i>		
				毛蛞蝓属 <i>Scapharca</i>	
				毛蛞蝓 <i>Scapharca kagoshimensis</i>	
环节动物门 <i>Annelida</i>					
	多毛纲 <i>Polychaeta</i>				
		叶须虫目 <i>Phyllodocida</i>			
			吻沙蚕科 <i>Glyceridae</i>		
				吻沙蚕属 <i>Glycera</i>	
				长吻沙蚕 <i>Glycera chirori</i>	

2021年10月					
门	纲	目	科	属	种
节肢动物门 <i>Arthropoda</i>					
	软甲纲 <i>Malacostraca</i>				
		十足目 <i>Decapoda</i>			
			活额寄居蟹科 <i>Diogenidae</i>		
				细螯寄居蟹属 <i>Clibanarius</i>	
				细螯寄居蟹 <i>Clibanarius clibanarius</i>	
			沙蟹科 <i>Ocypodidae</i>		
				招潮蟹属 <i>Uca</i>	
				招潮蟹 <i>Uca</i>	
软体动物门 <i>Mollusca</i>					
	腹足纲 <i>Gastropoda</i>				
		新腹足目 <i>Neogastropoda</i>			
			骨螺科 <i>Muricidae</i>		
				荔枝螺属 <i>Thais</i>	
				疣荔枝螺 <i>Thais clavigera</i>	
			织纹螺科 <i>Nassariidae</i>		
				织纹螺属 <i>Nassarius</i>	
				秀丽织纹螺 <i>Nassarius festivus</i>	
				西格织纹螺 <i>Nassarius siquinjorensis</i>	
			马蹄螺科 <i>Trochidae</i>		
				单齿螺属 <i>Monodonta</i>	
				单齿螺 <i>Monodonta labio</i>	
		中腹足目 <i>Mesogastropoda</i>			
			汇螺科 <i>Potamididae</i>		
				滩栖螺属 <i>Batillaria</i>	
				纵带滩栖螺 <i>Batillaria zonalis</i>	
			滨螺科 <i>Littorinidae</i>		

2021年10月					
门	纲	目	科	属	种
				结节滨螺属 <i>Nodilittorina</i>	
					塔结节滨螺 <i>Nodilittorina exigua</i>
			玉螺科 <i>Naticidae</i>		
				扁玉螺属 <i>Neverita</i>	
					扁玉螺 <i>Neverita didyma</i>
			锥螺科 <i>Turritellidae</i>		
				锥螺属 <i>Turritella</i>	
					棒锥螺 <i>Turritella terebra bacillum</i>
	双壳纲 <i>Bivalvia</i>				
		帘蛤目 <i>Veneroida</i>			
			帘蛤科 <i>Veneridae</i>		
				蛤仔属 <i>Ruditapes</i>	
					菲律宾蛤仔 <i>Ruditapes philippinarum</i>
		蚶目 <i>Arcoida</i>			
			蚶科 <i>Arcidae</i>		
				毛蚶属 <i>Scapharca</i>	
					毛蚶 <i>Scapharca kagoshimensis</i>



## 附录 V 渔业资源种类名录

2021 年 4 月					
类群	纲	目	科	属	种
鱼类 Fishes					
硬骨鱼纲 <i>Osteichthyes</i>					
鲈形目 <i>Perciformes</i>					
石首鱼科 <i>Sciaenidae</i>					
梅童鱼属 <i>Collichthys</i>					
棘头梅童鱼 <i>Collichthys lucidus</i>					
叫姑鱼属 <i>Johnius</i>					
皮氏叫姑鱼 <i>Johnius belangerii</i>					
黄姑鱼属 <i>Nibea</i>					
黄姑鱼 <i>Nibea albiflora</i>					
白姑鱼属 <i>Argyrosomus</i>					
白姑鱼 <i>Argyrosomus argentatus</i>					
双边鱼科 <i>Ambassidae</i>					
双边鱼属 <i>Ambassis</i>					
眶棘双边鱼 <i>Ambassis gymnocephalus</i>					
塘鳢科 <i>Eleotridae</i>					
乌塘鳢属 <i>Bostrichthys</i>					
乌塘鳢 <i>Bostrichthys sinensis</i>					
鲻科 <i>Leiognathidae</i>					
光胸鲻属 <i>Leiognathus</i>					
短吻鲻 <i>Leiognathus brevirostris</i>					
虾虎鱼科 <i>Gobiidae</i>					
虾虎鱼属 <i>Eucyclogobius</i>					
虾虎鱼 <i>Eucyclogobius newberryi</i>					
孔虾虎鱼属 <i>Trypauchen</i>					
孔虾虎鱼 <i>Trypauchen vagina</i>					
鲷科 <i>Sparidae</i>					
二长棘鲷属 <i>Parargyrops</i>					
二长棘鲷 <i>Parargyrops edita</i>					
鱧科 <i>Sillaginidae</i>					
鱧属 <i>Sillago</i>					
多鳞鱧 <i>Sillago sihama</i>					
灯笼鱼目 <i>Myctophiformes</i>					
龙头鱼科 <i>Harpadontidae</i>					
龙头鱼属 <i>Harpadon</i>					
龙头鱼 <i>Harpadon nehereus</i>					
鲱形目 <i>Clupeiformes</i>					

2021年4月					
类群	纲	目	科	属	种
			鯧科 <i>Engraulidae</i>		
				小公鱼属 <i>Stolephorus</i>	
		鲱形目 <i>Pleuronectiformes</i>			
			舌鳎科 <i>Cynoglossidae</i>		
				舌鳎属 <i>Cynoglossus</i>	
				斑头舌鳎 <i>Cynoglossus puncticeps</i>	
				宽体舌鳎 <i>Cynoglossus robustus</i>	
		鲑形目 <i>Tetraodontiformes</i>			
			四齿鲑科 <i>Tetraodontidae</i>		
				兔头鲑属 <i>Lagocephalus</i>	
				棕斑兔头鲑 <i>Lagocephalus spadiceus</i>	
		鲻形目 <i>Mugiliformes</i>			
			鲻科 <i>Mugilidae</i>		
				鲻属 <i>Mugil</i>	
		鳗鲡目 <i>Anguilliformes</i>			
			康吉鳗科 <i>Congridae</i>		
				康吉鳗属 <i>Conger</i>	
				灰康吉鳗 <i>Conger cinereus</i>	
甲壳类 Crustacean					
		软甲纲 <i>Malacostraca</i>			
		十足目 <i>Decapoda</i>			
			梭子蟹科 <i>Portunidae</i>		
				梭子蟹属 <i>Portunus</i>	
				红星梭子蟹 <i>Portunus sanguinolentus</i>	
				螯属 <i>Charybdis</i>	
				变态螯 <i>Charybdis variegata</i>	
				锈斑螯 <i>Charybdis feriatus</i>	
				日本螯 <i>Charybdis japonica</i>	
			长脚蟹科 <i>Goneplacidae</i>		
				强蟹属 <i>Eucrate</i>	
				隆线强蟹 <i>Eucrate crenata</i>	
			玉蟹科 <i>Leucosiidae</i>		
				拳蟹属 <i>Philyra</i>	
				豆形拳蟹 <i>Philyra pisum</i>	
				栗壳蟹属 <i>Arcania</i>	
				七刺栗壳蟹 <i>Arcania heptacantha</i>	
			关公蟹科 <i>Dorippidae</i>		
				拟平家蟹属 <i>Heikeopsis</i>	
				日本拟平家蟹 <i>Heikeopsis japonicus</i>	
				拟关公蟹属 <i>Paradorippe</i>	
				颗粒拟关公蟹 <i>Paradorippe granulata</i>	

2021年4月					
类群	纲	目	科	属	种
			对虾科 <i>Penaeidae</i>		
				鹰爪虾属 <i>Trachysalambria</i>	
				鹰爪虾 <i>Trachysalambria curvirostris</i>	
				赤虾属 <i>Metapenaeopsis</i>	
				须赤虾 <i>Metapenaeopsis barbata</i>	
			樱虾科 <i>Sergestidae</i>		
				毛虾属 <i>Acetes</i>	
				中国毛虾 <i>Acetes chinensis</i>	
			鼓虾科 <i>Alpheidae</i>		
				鼓虾属 <i>Alpheus</i>	
				鲜明鼓虾 <i>Alpheus distinguendus</i>	
		口足目 <i>Stomatopoda</i>			
			虾蛄科 <i>Squilla</i>		
				口虾蛄属 <i>Oratosquilla</i>	
				口虾蛄 <i>Oratosquilla oratoria</i>	
				猛虾蛄属 <i>Harpisquilla</i>	
				猛虾蛄 <i>Harpisquilla harpax</i>	
软体类 <i>Mollusca</i>					
		头足纲 <i>Cephalopoda</i>			
		管鱿目 <i>Teuthida</i>			
			枪鱿科 <i>Loliginidae</i>		
				枪鱿属 <i>Loligo</i>	
				中国枪乌贼 <i>Loligo chinensis</i>	
				火枪乌贼 <i>Loliolus beka</i>	
		乌贼目 <i>Sepiida</i>			
			乌贼科 <i>Sepiidae</i>		
				无针乌贼属 <i>Sepiella</i>	
				曼氏无针乌贼 <i>Sepiella maindroni</i>	

2021年10月					
类群	纲	目	科	属	种
鱼类 <i>Fishes</i>					
		硬骨鱼纲 <i>Osteichthyes</i>			
		鲈形目 <i>Perciformes</i>			
			石首鱼科 <i>Sciaenidae</i>		
				梅童鱼属 <i>Collichthys</i>	
				棘头梅童鱼 <i>Collichthys lucidus</i>	
				叫姑鱼属 <i>Johnius</i>	
				皮氏叫姑鱼 <i>Johnius belangerii</i>	
				黄姑鱼属 <i>Nibea</i>	

2021年10月					
类群	纲	目	科	属	种
					黄姑鱼 <i>Nibea albiflora</i>
				白姑鱼属	<i>Argyrosomus</i>
					白姑鱼 <i>Argyrosomus argentatus</i>
			双边鱼科 <i>Ambassidae</i>		
				双边鱼属	<i>Ambassis</i>
					眶棘双边鱼 <i>Ambassis gymnocephalus</i>
			塘鳢科 <i>Eleotridae</i>		
				矾塘鳢属	<i>Eviota</i>
					矾塘鳢 <i>Eviota abax</i>
			天竺鲷科 <i>Apogonidae</i>		
				天竺鲷属	<i>Apogon</i>
					中线天竺鲷 <i>Apogon kiensis</i>
					弓线天竺鲷 <i>Apogon amboinensis</i>
			银鲈科 <i>Gerridae</i>		
				银鲈属	<i>Gerres</i>
					短棘银鲈 <i>Gerres lucidus</i>
			鳗虾虎鱼科 <i>Taenioididae</i>		
				狼牙虾虎鱼属	<i>Odontamblyopus</i>
					红狼牙虾虎鱼 <i>Odontamblyopus rubicundus</i>
			鲷科 <i>Sparidae</i>		
				二长棘鲷属	<i>Parargyrops</i>
					二长棘鲷 <i>Parargyrops edita</i>
			鰺科 <i>Blenniidae</i>		
				肩鰺属	<i>Omobranchus</i>
					美肩鰺 <i>Omobranchus elegans</i>
			鱧科 <i>Sillaginidae</i>		
				鱧属	<i>Sillago</i>
					多鳞鱧 <i>Sillago sihama</i>
			篮子鱼科 <i>Siganidae</i>		
				篮子鱼属	<i>Siganus</i>
					褐篮子鱼 <i>Siganus fuscenssens</i>
		灯笼鱼目 <i>Myctophiformes</i>			
			龙头鱼科 <i>Harpadontidae</i>		
				龙头鱼属	<i>Harpadon</i>
					龙头鱼 <i>Harpadon nehereus</i>
		鲱形目 <i>Clupeiformes</i>			
			鲱科 <i>Engraulidae</i>		
				小公鱼属	<i>Stolephorus</i>
			鲱科 <i>Clupeidae</i>		
				斑鲚属	<i>Konosirus</i>
					斑鲚 <i>Konosirus punctatus</i>

2021年10月					
类群	纲	目	科	属	种
		鲈形目 <i>Pleuronectiformes</i>			
			舌鳎科 <i>Cynoglossidae</i>		
				舌鳎属 <i>Cynoglossus</i>	
				斑头舌鳎 <i>Cynoglossus puncticeps</i>	
				宽体舌鳎 <i>Cynoglossus robustus</i>	
		鲮形目 <i>Mugiliformes</i>			
			鲮科 <i>Mugilidae</i>		
				鲮属 <i>Mugil</i>	
		鳗鲡目 <i>Anguilliformes</i>			
			鳗鲡科 <i>Plotosidae</i>		
				尖尾鳗属 <i>Urocenger</i>	
				尖尾鳗 <i>Urocenger lepturus</i>	
			蛇鳗科 <i>Ophichthidae</i>		
				豆齿鳗属 <i>Pisodonophis</i>	
				食蟹豆齿鳗 <i>Pisodonophis cancrivorus</i>	
		鲇形目 <i>Siluriformes</i>			
			鳗鲡科 <i>Plotosidae</i>		
				鳗鲡属 <i>Plotosus</i>	
				鳗鲡 <i>Plotosus anguillaris</i>	
		鲉形目 <i>Scorpaeniformes</i>			
			鲉科 <i>Scorpaenidae</i>		
				菖鲉属 <i>Sebastiscus</i>	
				褐菖鲉 <i>Sebastiscus marmoratus</i>	
			鲷科 <i>Platycephalidae</i>		
				鲷属 <i>Platycephalus</i>	
				鲷 <i>Platycephalus indicus</i>	
		银汉鱼目 <i>Atheriniformes</i>			
			银汉鱼科 <i>Atherinidae</i>		
				银汉鱼属 <i>Allanetta</i>	
				白氏银汉鱼 <i>Allanetta bleekeri</i>	
甲壳类 Crustacean					
	软甲纲 <i>Malacostraca</i>				
		十足目 <i>Decapoda</i>			
			梭子蟹科 <i>Portunidae</i>		
				梭子蟹属 <i>Portunus</i>	
				红星梭子蟹 <i>Portunus sanguinolentus</i>	
				三疣梭子蟹 <i>Portunus trituberculatus</i>	
				螯属 <i>Charybdis</i>	
				变态螯 <i>Charybdis variegata</i>	
				锈斑螯 <i>Charybdis feriatus</i>	
				日本螯 <i>Charybdis japonica</i>	

2021年10月					
类群	纲	目	科	属	种
			长脚蟹科 <i>Goneplacidae</i>		
				强蟹属 <i>Eucrate</i>	
				隆线强蟹 <i>Eucrate crenata</i>	
			玉蟹科 <i>Leucosiidae</i>		
				拳蟹属 <i>Philyra</i>	
				豆形拳蟹 <i>Philyra pisum</i>	
			关公蟹科 <i>Dorippidae</i>		
				拟平家蟹属 <i>Heikeopsis</i>	
				日本拟平家蟹 <i>Heikeopsis japonicus</i>	
				拟关公蟹属 <i>Paradorippe</i>	
				颗粒拟关公蟹 <i>Paradorippe granulata</i>	
			对虾科 <i>Penaeidae</i>		
				鹰爪虾属 <i>Trachysalambria</i>	
				鹰爪虾 <i>Trachysalambria curvirostris</i>	
				赤虾属 <i>Metapenaeopsis</i>	
				须赤虾 <i>Metapenaeopsis barbata</i>	
				仿对虾属 <i>Parapenaeopsis</i>	
				刀额仿对虾 <i>Parapenaeopsis a cultrirostris</i>	
			长臂虾科 <i>Palaemonidae</i>		
				白虾属 <i>Exopalaemon</i>	
				脊尾白虾 <i>Exopalaemon carinicauda</i>	
			樱虾科 <i>Sergestidae</i>		
				毛虾属 <i>Acetes</i>	
				中国毛虾 <i>Acetes chinensis</i>	
			鼓虾科 <i>Alpheidae</i>		
				鼓虾属 <i>Alpheus</i>	
				鲜明鼓虾 <i>Alpheus distinguendus</i>	
			管鞭虾科 <i>Solenoceridae</i>		
				管鞭虾属 <i>Solenocera</i>	
				中华管鞭虾 <i>Solenocera crassicornis</i>	
		口足目 <i>Stomatopoda</i>			
			虾蛄科 <i>Squilla</i>		
				口虾蛄属 <i>Oratosquilla</i>	
				口虾蛄 <i>Oratosquilla oratoria</i>	
				猛虾蛄属 <i>Harpisquilla</i>	
				猛虾蛄 <i>Harpisquilla harpax</i>	
软体类 <i>Mollusca</i>					
	头足纲 <i>Cephalopoda</i>				
		管鱿目 <i>Teuthida</i>			
			枪鱿科 <i>Loliginidae</i>		
				枪鱿属 <i>Loligo</i>	

2021 年 10 月					
类群	纲	目	科	属	种
					中国枪乌贼 <i>Loligo chinensis</i>
					火枪乌贼 <i>Loliolus beka</i>
		乌贼目 <i>Sepiida</i>			
			乌贼科 <i>Sepiidae</i>		
				无针乌贼属 <i>Sepiella</i>	
					曼氏无针乌贼 <i>Sepiella maindroni</i>

# 广东省汕尾管辖海域 JH21-09 区块海砂开采海洋环境影响报告书专家评审意见

受广东省生态环境厅委托，广东省环境技术中心于2022年1月18日在广州市主持召开了《广东省汕尾管辖海域JH21-09区块海砂开采海洋环境影响报告书》（以下简称“报告书”）专家评审会。广东省生态环境厅、广东海事局、广东省海洋综合执法总队、汕尾市生态环境局、汕尾市自然资源局（建设单位）、广东海兰图环境技术研究有限公司（报告书编制单位）等单位的代表和7位专家（名单附后）参加了会议。与会专家和代表听取了建设单位和报告书编制单位对项目情况及报告书内容的介绍。评审会期间建设单位和编制单位对专家会前预审意见进行了回应。专家组经过充分讨论，形成以下专家评审意见。

## 一、项目概况与工程分析

### （一）项目概况

广东省汕尾管辖海域JH21-09区块海砂开采项目位于广东省汕尾市碣石湾施公寮岛东南侧，行政区划隶属汕尾市。调查区海砂的矿物组成主要为石英，海砂资源量3507.47万 $m^3$ （不含泥），可采出的海砂原矿矿石量约为3460.68万 $m^3$ 。根据项目开发利用方案，拟采用采砂量为1000 $m^3/h$ 的射流抽吸式采砂船5艘，并根据采砂规模配置10艘仓容为3000~5000 $m^3$ 的运砂船。

专家组认为：工程概况介绍内容基本清楚。

建议：

1. 核实项目评价对象和评价范围。完善海砂运输路线和航道说明。
2. 补充说明项目与 JH22-03、JH21-08 两个海砂开采区块的关系、



距离、开采进度等情况。

3. 结合项目开发利用方案，核实矿区海砂开采量、开采深度、施工方案、开发年限、开发天数，核实采砂船、运砂船等主要施工设备的类型和数量。

## （二）工程分析

单艘采砂船舶刚性射流管和吸砂管插入预定砂层过程产生的悬浮泥沙的源强为12.548kg/s；单艘采砂船洗砂过程产生的悬浮泥沙的源强为60.633kg/s。此外，由于本项目采砂层上部有较厚的盖层，大部分未被吸到船上的砂水混合物仍在采砂层，仅有极少量会逃逸出采砂孔而进入海床底以上水体；由于本项目拟采用折返式移动回采路线进行采砂，逐层开采深度较小，且本项目拟采用射流式采砂船，采砂的同时不断有过流水流入采砂坑内，因此矿体盖层下沉较缓慢，盖层可能发生崩塌产生的悬浮泥沙源强而也较小。采砂船舶生活污水产生量约为15.30t/d，舱底含油污水产生量约为5.70t/d，其中石油类的最大产生量约为28.5kg/d。采砂船舶生活垃圾产生量约为270kg/d，碎石杂物一定量。此外，采砂船舶作业过程也会产生一定的船舶噪声。

根据工程的特点，工程非污染环境的影响主要为采砂后采砂区的海床塌陷对海底地形地貌和海床边坡稳定的影响，对采砂区邻近岸滩地形地貌、岸线的影响，海床变化对水动力环境的影响，潮流场改变对附近海域冲淤环境的影响，采砂作业对海洋生态环境的影响，采砂作业对周边环境敏感区和主要环境保护目标的影响，采砂作业对航道稳定性和通航环境的影响等。

专家组认为：工程分析内容基本清楚。

建议：

1. 细化采砂工艺和洗砂溢流方式说明，分析合理性和先进性。

2. 类比同类施工设施情况，核实采砂污染源强计算结果，给出源强计算参数。

## 二、海洋功能区划及相关规划符合性分析

### （一）海洋功能区划符合性分析

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》，本项目所在的海洋功能区为珠海-潮州近海农渔业区，本项目为海砂开采项目，不涉及炸岛及捕捞活动，不在海上建设永久性水工构筑物，不会影响珠海-潮州近海农渔业区的海域使用用途。本项目选址是经过严格论证确定的，可为相关涉海工程提供填海用砂，经采取一定的通航安全保护措施后，本项目对通航环境影响在可接受范围内。本项目不占用海底管线、保护区和军事等用海，不会影响旅游、核电、海洋能、倾废、海底管线、保护区和军事等用海需求。因此，本项目符合所在海洋功能区的海域使用管理要求。本项目海砂开采过程将对项目所在海洋功能区产生一定的影响，为了将项目可能对鱼类“三场一通道”产生的影响降至最低，项目每年的3-7月拟降低采砂强度，保护重要渔业品种的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道。同时，在采砂过程中，项目将严格控制采砂范围，合理控制采砂强度，在采砂船溢流泄水口上安装拦污栅，施工船舶含油污水和生活污水均拟收集上岸交由有处理能力的单位处理，禁止排入海；营运期拟对项目所在海域进行跟踪监测，同时项目也将对造成的海洋生态损失及时进行补偿，则可将项目可能造成的海洋环境影响降至最低。经采取一定的污染防治措施和生态环境保护措施后，项目的建设符合项目所在海洋功能区的环境保护要求。

### （二）主体功能区规划符合性分析

本项目为海砂开采项目，项目在科学勘探、分析资源环境承载力

基础上确定开发利用方案，也将控制开采强度，确保项目的实施不会对海域资源环境造成明显的不良影响。此外，此外，本项目的建设可为当地建设项目提供海砂，保障粤东地区重大项目的用砂需求。因此，本项目的建设符合《广东省海洋主体功能区规划》的要求。

### （三）生态红线符合性分析

根据《广东省海洋生态红线（2017年版）》，本项目不位于海洋生态红线区内，不占用大陆自然岸线保有，不占用海岛自然岸线保有，距离最近砂质岸线大于3.5海里，与《广东省海洋生态红线》的管控要求不相关冲突。

根据《汕尾市人民政府关于印发汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（汕府〔2021〕29号），本项目所在地属于海域环境管控单元中的一般管控单元，不占用汕头市优先保护单元。

### （四）海洋环境保护规划符合性分析

报告书认为，工程与广东省海洋生态环境保护规划相符。

### （五）其他相关规划符合性分析

本项目为海砂建设项目，本项目的建设可为粤港澳大湾区及我省国家战略重大项目提供海砂，保障粤港澳大湾区及我省国家战略重大项目的用砂需求，可促进附近重大项目的建设，因此，本项目的建设也符合《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》《广东省海砂开采三年行动计划（2020—2022年）》等相关规划的要求。

专家组认为，项目与海洋主体功能区规划、海洋功能区划、海洋环境保护规划、海洋生态红线制度等相关规划和要求的符合性分析结论总体可信。

建议：

1、进一步分析项目与《广东省海砂开采三年行动计划(2020-2022年)》的相符性。

2、明确生态红线面积、与项目的距离，完善项目与海洋生态红线的符合性分析。

### 三、评价技术方法和路线

#### (一) 评价范围

考虑到项目可能与其他两个采砂区同时实施，因此，本工程评价范围为以拟实施的采砂区整体的外缘线为起点，向东、南、西、北方向分别扩展15km的海域范围，评价海域面积约892.38km<sup>2</sup>。

#### (二) 评价重点

根据工程特点和工程所在区域环境特征以及环境影响要素识别和评价因子筛选结果，确定工程环境影响评价重点为：(1) 采砂工程所致悬浮泥沙对海水、海洋生态及渔业资源的污染影响；(2) 采砂工程所致海底地形变化对水动力环境影响与水动力变化对附近地形地貌和冲淤环境的影响；(3) 采砂作业对环境敏感目标的影响分析。(4) 采砂过程中采取的环境保护对策、措施。(5) 环境风险事故影响分析。

#### (三) 评价等级

报告书确定工程水动力环境、水质环境、地形地貌与冲淤环境、沉积物环境、生态和生物资源环境、地形地貌和冲淤环境评价等级均为1级，地表水环境水污染影响评价等级为一级、水文影响评价等级为1级，大气评价等级为三级，声环境影响评价等级为三级，地下水和土壤环境影响可不开展评价，环境风险评价等级为二级，生态环境评价等级为1级。

#### (四) 评价标准

不同监测站位海水水质分别执行《海水水质标准》第一、二、三

类标准；海洋沉积物执行《海洋沉积物质量标准》第一类标准；软体动物、甲壳动物、鱼类生物体内污染物质（除石油烃外）含量评价标准采用《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的标准，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准；贝类生物体内污染物质含量评价标准采用《海洋生物质量》（GB18421-2001）中的第一类标准；船舶污染物排放执行《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）；悬浮泥沙排放应执行《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）第二时段一级排放标准；大气污染物排放标准执行《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二时段无组织排放监控限制；边界水上噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）中噪声标准限值，水下噪声排放标准采用美国国家海洋渔业局现行采用的（过渡性）保护门限值。

#### （五）主要环境保护目标

根据相关资料及现场调查，工程附近海域环境敏感目标主要包括海洋生态红线区、海洋环境保护区、幼鱼幼虾保护区、南海北部幼鱼繁育场保护区、近岸海域监测国控站位、人工鱼礁区、锚地、航道等。

专家组认为：报告书评价技术方法和路线基本符合环评技术导则及相关规范的要求。

建议：

1、加强环境保护目标识别，核实“施公寮岛重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区”等环境敏感区的距离和方位。核实“三场一通道”环境保护目标。

2、详细说明各类保护区的保护内容和保护要求，明确其出处和依据。

## 四、环境质量现状与评价

### （一）环境现状资料来源及与相关规范符合性

报告书的海洋水文动力现状环境资料为广州海兰图检测技术有限公司于2021年5月27号到2021年5月28号、2021年10月20号到2021年10月23号在项目附近海域的实测资料。

广州海兰图检测技术有限公司于2021年04月28日对汕尾市海湾海砂开采区海域开展海洋环境现状调查。本次调查共设水质调查站位20个，海洋生态与渔业资源调查站位12个，沉积物调查站位10个，潮间带调查断面3条。广州海兰图检测技术有限公司于2021年10月18日对汕尾市海湾海砂开采区海域开展海洋环境现状调查。本次调查共设水质调查站位20个，海洋生态与渔业资源调查站位12个，沉积物调查站位10个，潮间带调查断面3条。

### （二）海洋水文动力环境现状与评价

春季观测期间最大涨潮流速为65.9cm/s，最大落潮流速为58.9cm/s，最大涨潮和落潮平均流速分别为34.5cm/s和23.6cm/s。秋季观测期间最大涨潮流速为41.68cm/s，最大落潮流速为32.98cm/s，最大涨潮和落潮平均流速分别为17.47cm/s和18.47cm/s。在垂向结构上，各站点流速从上向下比较稳定；在水平上，海流的方向主要与岸线平行，各测站之间流速变化不大。

春季调查海区悬沙浓度范围为0.022kg/m<sup>3</sup>~0.054kg/m<sup>3</sup>；秋季调查海区悬沙浓度范围为0.0188kg/m<sup>3</sup>~0.0598kg/m<sup>3</sup>。在垂向上，各站表层和底层悬沙浓度较为接近；各站层次的悬沙浓度都比较稳定，变化不大。

### （三）海洋地形地貌与冲淤环境现状与评价

矿区水深范围14.1~16.5m（当地理论深度基准面），矿区整体海

底水深变化不大，从北到南呈阶梯式下降趋势。

#### （四）海水水质环境现状与评价

广东省近岸海域监测站位2018年至2020年的监测数据显示，除部分年份的无机氮、活性磷酸盐和铅等达到第二类海水水质要求外，评价范围内国控站位的其余指标均满足第一类海水水质要求。

2021年春季和秋季补充监测显示，本调查海域部分站位的溶解氧、活性磷酸盐、石油类、锌、汞存在超标，其他各项调查指标均满足调查海域执行的海水水质标准要求。从平面分布上来看，海水水质与离岸距离有直接相关性，主要可能与陆域生活污染源的输入有关。

#### （五）海洋沉积物环境现状与评价

2021年4月春季和2021年10月秋季的海洋沉积物环境质量现状调查结果显示，调查海域海洋沉积物质量总体较好，均满足第一类海洋沉积物标准。

#### （六）海洋生物质量现状与评价

2021年春季和秋季调查结果表明，调查海域鱼类、甲壳类和软体类体内各项评价因子的单项标准指数均小于1（仅2021年4月SF9断面棘头梅童鱼铅含量超标），满足《第二次全国海洋污染基线监测技术规程》（第二分册）和《全国海岸和海涂资源综合监测简明规程》中规定的生物质量标准要求，无超标现象。2021年春季监测的甲壳类生物体质量满足《海洋生物质量》（GB18421-2001）中的第一类标准要求，无超标现象。2021年秋季监测的鱼类、甲壳类生物体质量满足《海洋生物质量》（GB18421-2001）中的第一类标准要求，无超标现象。

#### （七）海洋生态环境（包括渔业资源）现状与评价

2021年春季调查结果显示，本次调查海区表层水体叶绿素a含量的变化范围为（0.323~2.258）mg/m<sup>3</sup>，平均值为1.056 mg/m<sup>3</sup>，初级

生产力的变化范围为(67.17~369.89) mg·C/(m<sup>2</sup>·d), 平均值为 179.19 mg·C/(m<sup>2</sup>·d); 本次调查共记录浮游植物 4 门 26 属 52 种(含 4 个变种及变型)。浮游植物丰度范围 21.91~120.86×10<sup>4</sup>cell/m<sup>3</sup>; 本次调查海域共记录浮游动物 8 个生物类群 46 种, 各采样站浮游动物湿重生物量变化幅度为 42.05~426.54 mg/m<sup>3</sup>, 平均生物量为 142.89mg/m<sup>3</sup>; 本次调查海域共记录大型底栖动物底栖生物 4 门 18 科 20 种, 平均栖息密度为 125.56ind/m<sup>2</sup>, 平均生物量为 136.17g/m<sup>2</sup>; 本次调查共记录潮间带生物 3 门 11 科 12 种, 平均生物量为 31.69 g/m<sup>2</sup>, 平均栖息密度为 11.56ind/m<sup>2</sup>; 本次调查共采到鱼卵 553 粒, 仔稚鱼 89 尾, 鱼卵平均密度为 362 个/1000m<sup>3</sup>, 仔稚鱼的平均密度为 58 尾/1000m<sup>3</sup>; 本次调查共记录游泳动物 33 种, 渔业资源平均总个体渔获率为 557ind/h, 渔业资源平均总重量渔获率为 5710 g/h, 平均重量密度为 246.65 kg/km<sup>2</sup>, 平均个体密度为 24.06×10<sup>3</sup> ind/km<sup>2</sup>。

2021 年秋季调查结果显示, 本次调查海区表层水体叶绿素 a 含量的变化范围为(0.444~2.718) mg/m<sup>3</sup>, 平均值为 1.204 mg/m<sup>3</sup>, 调查海域初级生产力的变化范围为(89.51~547.95) mg·C/(m<sup>2</sup>·d), 平均值为 219.72mg·C/(m<sup>2</sup>·d); 本次调查共记录浮游植物 4 门 27 属 58 种(含 3 个变种及变型)。浮游植物丰度范围 46.13~220.18×10<sup>4</sup>cell/m<sup>3</sup>, 平均为 108.35×10<sup>4</sup>cell/m<sup>3</sup>; 本次调查共记录浮游动物 10 个生物类群 42 种, 各采样站浮游动物湿重生物量变化幅度为(60.88~327.70) mg/m<sup>3</sup>, 平均生物量为 147.93 mg/m<sup>3</sup>; 本次调查共记录大型底栖动物底栖生物 4 门 21 科 23 种, 平均栖息密度为 150.00ind/m<sup>2</sup>, 平均生物量为 161.50g /m<sup>2</sup>; 本次调查记录潮间带生物 2 门 11 科 12 种, 平均生物量为 28.73g/m<sup>2</sup>, 各潮间带平均栖息密度为 15.56ind/m<sup>2</sup>; 本次调查共采集到鱼卵 736 粒, 仔稚鱼 49 尾, 鱼卵平



均密度为 482 个/1000m<sup>3</sup>，仔稚鱼的平均密度为 32 尾/1000m<sup>3</sup>；本次调查，共捕获游泳动物 40 种，渔业资源的平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 4160g/h 和 385ind/h，平均重量密度为 224.67 kg/km<sup>2</sup>，平均个体密度为 20.788×10<sup>3</sup>ind/km<sup>2</sup>。

专家组认为，海水水质、海洋沉积物、海洋生物质量和海洋生态环境等现状调查与评价内容总体客观，调查结论总体可信。

建议：

1、说明鱼卵仔鱼密度结果的合理性，建议采用垂直拖网取样的结果。

2、核实海水水质中汞、铅等指标超标的原因。

## 五、环境影响分析预测

### （一）海洋水文动力环境影响分析预测

采砂工程实施对海域的潮流影响主要集中在工程区附近，离工程区越远，潮流影响越小。采砂工程实施对采砂区及采砂区南北侧潮流影响以流速减小为主，对采砂区东西侧潮流影响以流速增加为主，影响范围南北向和东西向约 6 km。工程实施后，采砂区水深加深，潮流流速减小；同时，采砂区水深增大，受涨落潮流向影响，采砂区南北侧潮流部分向采砂区偏移，其流速也相应略有减小；而采砂区东西侧流速则略有增大。工程前后流速变化幅度均在 0.022m/s 以下。

从各代表点中层涨急和落急流向对比结果可以看出，采砂区内流速变化以减小为主，涨落潮流速减小幅度最大位于采砂区内的 28 号点，涨潮时流速减小 0.022m/s，变率达到-21.4%，落潮时流速减小 0.020m/s，变率达-20.8%；位于采砂区北侧的 32 号点流速增幅最大，涨潮时流速增大 0.011m/s，变率达 10.6%。涨潮流向改变幅度最大位于 18、32 号点，变化幅度为-3.0°（流向变化正值代表顺时针旋转，

负值代表逆时针旋转，下同)；落潮流向改变幅度最大位于 32 号点，改变幅度为 $-4.9^{\circ}$ 。其余点流速变化均小于  $0.01\text{ m/s}$ 。可见，由于采砂区工程前水深较浅，约  $15\text{m}$ ，采砂工程实施后，平均挖深至约  $24\text{m}$ ，地形变化较大，加上工程区域工程前流速较小，因此，采砂工程对采砂区内流场影响主要集中于采砂区内，采砂区  $2.5\text{km}$  以外海域潮流场基本无变化。

从中层涨、落急流场对比图可以看出，涨、落潮时采砂工程对周边海域产生的流速变幅除了采砂区内及采砂区附近的 1 号、18 号、23 号、27 号、28 号、31 号、32 号、36 号、40 点外，基本在  $0.002\text{m/s}$  及以下，流向变幅基本在  $1^{\circ}$  以内。23 号、28 号点位于工程区内，流速变幅率在 $-15.9\%$ ~ $-21.4\%$ 中间，流向变化幅度在 $-1.1\sim 1.5^{\circ}$ 之间；18 号、32 号点靠近工程区，其流速变幅率不超过  $11\%$ ，流向改变幅度较小，不超过  $5^{\circ}$ 。因此，可认为采砂工程对大范围海域潮流场的影响很小。

专家组认为，海洋水文动力环境影响预测与评价结论基本可信。

建议：

1. 完善潮流模拟验证，建议补充 2021 年 10 月实测调查站位的流场验证，核实流场模拟结果。
2. 列表说明水动力模型验证结果，包括相对误差、绝对误差等。

## (二) 海洋地形地貌与冲淤环境影响分析预测

方案实施后，由于采砂区内水深增加，采砂工程实施后采砂区内基本处于回淤状态。冲淤变化较大的区域主要位于采砂区内，年回淤厚度在  $0.4\text{m}$  左右；采砂区南北则以淤积为主，淤积幅度在  $0.32\text{m/a}$  以内。采砂区内部受流速减小幅度较大影响，淤积幅度最大，最大淤积幅度为  $0.37\text{m/a}$ ，平均淤积幅度约为  $0.31\text{m/a}$ ；往南北两侧淤积幅度

逐渐减小，在 0.05~0.31m/a 之间，平均淤积幅度约为 0.18m/a；东西侧靠近采砂区冲刷幅度较大，远离采砂区冲刷幅度逐渐减小，最大冲刷幅度为-0.16m/a，平均冲刷幅度约为-0.07m/a。因此，采砂工程实施一年后，对采砂区内及采砂区附近影响较大，对采砂中心 2.5km 以外基本无影响；总体上看，正常情况下，采砂工程实施后，采砂区及附近海域底床会有一个缓慢的再调整过程，但幅度不会很大；在极端天气情况下底床调整幅度可能会变大。

专家组认为，项目对海洋地形地貌与冲淤环境影响预测与评价结论基本可信。

建议：

1. 完善项目海域现状岸线及地形冲淤变化资料。
2. 完善工程后地形变化分析。

### （三）海水水质环境影响分析预测

项目采砂期间，产生的悬浮物影响区域主要集中在采砂区及其附近海域，根据计算结果，项目单独施工时造成悬沙垂线平均浓度大于 10mg/L 的整体包络线面积为 24.53km<sup>2</sup>，当三个区块同时采砂时，影响也会增大，造成悬沙垂线浓度大于 10mg/L 的整体包络线面积将增大至 27.56km<sup>2</sup>。项目采砂作业产生的悬浮泥沙将给周边水域带来一定的污染，影响范围较大，项目应采取控制采砂范围和采砂强度、采砂船溢流泄水排放通过溢流管进行海底排放、避免在灾害性天气采砂、加强设备的维护管理、避免超载装运等措施，将悬浮泥沙影响降至最低。此外，项目船舶作业人员产生的生活污水经施工船舶上的生活污水收集储存设施收集上岸后，由接收单位拉运处理。船舶舱底含油污水经收集上岸后，交有资质的单位处理，均不排入项目及其附近海域，不会对项目所在海域及附近海域的水质产生明显的影响。

专家组认为，海水水质环境影响预测与评价结论基本可信。

建议：

1、核实泥沙沉降速度，考虑砂质粒径分析中分级粒径作为代表粒径，核实悬沙环境影响预测结果。

2、补充采砂船同时集中施工工况悬沙影响预测分析。

#### （四）海洋沉积物环境影响分析预测

采砂过程中，由于吸砂管从海底淤泥层直插入砂层，因此，采砂前期对表层沉积物影响不大；当采到一定量时，砂层掏空，覆盖上面的淤泥层在重力作用下发生崩塌，则表层沉积物将被掩埋，特征被彻底改变。同时，砂层被抽走后，采砂区的垂直沉积物将出现断砂层，沉积物垂直结构也发生变化。抽砂过程中溢流的泥浆水主要成分为粉砂和粘土，与海域表层沉积物粒度类型接近，并将随水流、波浪向周围海域扩散、沉降，影响范围主要集中在悬浮泥沙扩散范围，由于本项目采砂过程产生的悬浮泥沙主要来源于本海域，在陆源污染不变的情况下，悬浮泥沙基本不会改变采砂区以外海底的沉积物特征。采砂作业结束后，采砂区将通过相当长的一段时间重新建立新的相对稳定的沉积物环境。此外，项目采砂过程产生的各类废水和固体废物均拟收集上岸处理处置，不得排放入海，不会对项目所在海域的海洋沉积物环境产生明显的不良影响。

专家组认为，海洋沉积物环境影响预测与评价结论总体可信。

#### （五）海洋生态环境（包括渔业资源）影响分析预测

项目采砂将造成栖息于此的底栖生物生物量的损失，部分游泳能力差的底栖生物如底栖鱼类、虾类也将因为躲避不及而被损伤或掩埋。采砂和洗沙过程产生的悬浮物对浮游生物、游泳生物和鱼卵仔鱼也将产生一定的影响。采砂过程将造成的生物损失为：底栖生物

387.32t、游泳植物  $7.918 \times 10^{14}$ cells、浮游动物  $2.149 \times 10^5$ ind、鱼卵  $3.997 \times 10^8$ 粒、仔稚鱼  $4.262 \times 10^7$ 尾、游泳动物 5572.824kg。项目应采取一定的生态补偿措施，对项目营运期造成的生物损失补偿，将其可能产生的生态环境影响降至最低。

专家组认为，海洋生态环境（包括渔业资源）影响预测与评价结论总体可信。

建议：根据核实后悬沙影响预测结果及鱼卵仔鱼密度等数据，核实生物资源损失计算结果。

#### （六）主要环境保护目标和周围海域开发活动的影响分析预测

根据采砂作业的悬浮物预测分析结果可知，采砂作业引起的悬浮物影响主要可能对遮浪角东人工渔礁保护区禁止类红线区、红海湾农渔业区、碣石湾农渔业区、南海北部幼鱼繁育场保护区、幼鱼幼虾保护区等环境敏感目标产生影响，因此本项目应采取控制采砂范围和采砂强度、采砂船溢流泄水排放通过溢流管进行海底排放、避免在灾害性天气采砂、加强设备的维护管理、避免超载装运、对造成的生态损失及时进行补偿等措施，以将对其的影响降至最低。

专家组认为，主要环境保护目标和周围海域开发活动的环境影响预测与评价结论基本可信。

建议：

1、根据核实后的环境影响预测结果，完善项目对生态红线等环境敏感区的影响分析。

2、完善通航环境影响分析内容。

### 六、环境事故风险分析与评价

本项目的环境风险主要为船舶溢油产生的环境污染风险、由热带气旋及其引发的巨浪、风暴潮等自然灾害对工程自身的潜在风险，其

中以溢油环境风险为主，其中以溢油事故可能产生的影响为主，溢油事故风险预测结果显示，一旦发生溢油事故，将对采砂区周围环境敏感目标造成一定的影响。

为防止溢油事故的发生，采砂单位必须办理相关水上水下作业许可证，加强对施工作业和船舶航行的管理；要与当地海事部门有效沟通和协作，随时向海上交通安全管理部门通报采砂船的航行与作业情况；采砂单位和作业船舶必须根据港区船舶动态，合理安排施工作业面，在有船舶通过时，提前采取避让的措施。制定防范恶劣天气和海况应急措施；应配备必要的风险防范设施、应急反应设备、制定严格的行动规程，将环境风险事故概率及影响降至最低。

专家组认为：环境风险防范和应急管理措施基本可行，环境风险预测分析与评价结论总体可信。

建议：

1、根据采砂船、运砂船的规格、数量和采砂洗砂生产制度等，核实施工船舶总吨位，核实危险物质最大存在量和临界量比值（Q值），核实环境风险评价等级。核实溢油泄漏源强。

2、按《水上溢油环境风险评估技术导则》完善环境风险评价内容。影响预测应考虑不利风况、潮流不同预测方案组合。补充东风（主导风向）条件下溢油影响预测分析。

## 七、环境保护对策措施

### （一）清洁生产分析

本项目采用的采砂工艺相对较清洁，污染防治措施具体、有效，能够达到环境保护的要求。在实施环境保护措施情况下进行海砂开采，其产生的海洋环境影响达到最小，海区渔业资源和环境敏感目标所受损害相对较小，采砂作业产生的主要污染物质将采取相应的污染

防治措施，可以得到妥善处理。因此，本工程采砂工艺清洁生产水平可满足要求。

专家组认为，清洁生产分析内容较完善。

建议：完善采砂施工工艺和施工设备的清洁生产水平分析。

## （二）污染防治对策措施

### 1、污染防治和生态保护对策措施

合理安排采砂船舶位置，避免所有采砂船集中在一个点位采砂，尽量减小不同采砂船的悬浮泥沙叠加影响。采砂船溢流泄水排放通过溢流管进行海底排放，以利于悬浮物沉降，减少悬浮泥沙对表层水体的影响。采砂应尽可能选择在大潮和中潮期，利用潮流动力扩散悬浮物，减低悬浮物浓度；采砂船溢流泄水口上安装拦污栅。船舶生活污水、舱底含油污水和碎石杂物收集上岸后，再由接收单位拉运处理。

施工单位应对整个施工进行合理规划，尽量缩短施工期，以减轻施工可能带来的海洋生态环境影响。严格落实采砂强度指标，合理安排采砂强度，同时降低在底栖生物、鱼类的产卵期、浮游动物的快速生长期及鱼卵、仔鱼、幼鱼的高密度季节的作业强度。对造成的海洋生态损失及时进行补偿。

### 2、总量控制

项目为海砂开采项目，作业船舶产生的生活污水和舱底含油污水均拟收集上岸处理，均不排放入海，因此，项目不设置水污染物排放总量控制指标。

专家组认为，污染防治措施基本可行。

建议：强化污染防治措施的针对性，减少施工作业污染物排放，降低对环境敏感区的影响。

## 八、工程生态用海方案评价

项目的建设符合国家产业政策要求，符合《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》的海域使用管理要求和环境保护要求。项目不占用岸线，不会对岸线的利用与保护产生影响。采砂过程产生的各类废水和固体废物等均拟收集上岸处理，不得直接排放入海，建议通过增殖放流等生态修复措施对受到破坏的海洋生境进行恢复与重建，符合生态用海的要求。

专家组认为，工程生态用海方案总体可行。

## 九、环境管理与环境监测

建设单位应牵头并会同施工单位共同设立内部环境保护管理机构，专人负责环境保护工作，严格执行本报告提出的污染防治措施和对策，负责制定、监督、落实有关环境保护管理制度。根据采砂期存在的主要环境问题，制定施工期环境保护管理条例和环境监理计划，并负责监督执行。制订并落实环境监测计划。

报告书制定了采砂期设置6个站位开展海水水质、3个站位开展海洋沉积物和4个站位开展海洋生态环境的环境质量监测计划方案，同时制定了采砂期水下地形、水下地貌、岸线监测方案。

专家组认为，环境管理与监测计划内容较全面。

建议：核实施工期环境监测计划，包括监测点位和频次等。

## 十、总体评审结论

### （一）报告书编制质量

结合评审会期间建设单位和报告书编制单位提供的补充材料，专家组认为，报告书编制较规范，内容较全面，评价因子、评价标准、评价等级、评价范围确定基本合理，环境保护目标识别较全面、准确，工程概况和工程分析内容基本清楚，与海洋主体功能区规划、海洋功能区划、海洋环境保护规划、海洋生态红线制度等相关规划和要求的



符合性分析结论总体可信，海洋现状调查与评价内容较客观，调查结论总体可信，环境影响预测评价方法、模式及参数选取基本符合相关技术规范和环评技术导则的要求，对海洋环境、海洋资源等的影响预测结果基本可信，清洁生产分析内容较全面，工程生态用海方案总体可行，提出的污染防治措施、生态保护对策措施以及环境风险防范和应急管理措施基本可行。

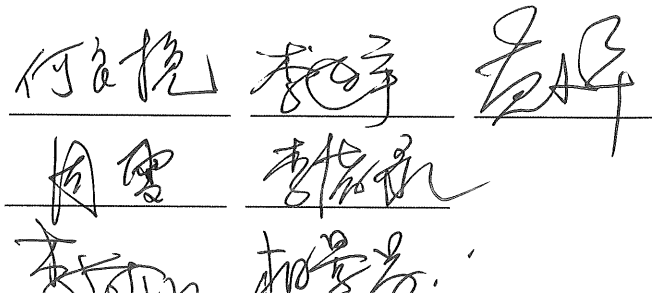
综上，在落实上述修改完善意见的前提下，报告书给出的环境影响评价综合结论基本可信。

## （二）项目环境可行性

广东省汕尾管辖海域 JH21-09 区块海砂开采项目可为粤港澳大湾区及广东省国家战略重大项目供砂，项目建设符合《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》及相关规划的要求，符合海洋生态红线管控要求。工程建设的环境影响主要为对工程海域局部水文动力、地形冲淤、海水水质以及海域生态环境、渔业资源等的影响，采取合理的、切实可行的环保措施，可减轻工程建设可能造成的不良环境影响。

专家组认为，工程采砂过程会对海洋环境产生一定的影响，建设单位应严格遵守有关法律法规，加强海洋环境管理，认真落实报告书提出的各项环保对策和生态补偿措施，工程建设产生的海洋环境影响范围和影响程度可以得到有效控制和减缓。

综上，从环境保护角度，项目建设总体可行。

专家组：

2022 年 1 月 18 日

## 专家组意见回复

类别	序号	专家组意见	修改回应
专家组意见	1	1.核实项目评价对象和评价范围。完善海砂运输路线和航道说明。	根据向业主核实本项目海砂去向未定，海砂运输路线未确定，结合汕头海砂、揭阳海砂等其他区域同批次海砂会议讨论结果，将海砂运输路线及相关内容删除。本次评价不包括海砂去向及运输路线。
	2	2.补充说明项目与 JH22-03、JH21-08 两个海砂开采区块的关系、距离、开采进度等情况。	已在 1.1 建设项目背景中补充完善了本项目邻近的 JH22-03 和 JH21-08 区块的工程概况。
	3	3.结合项目开发利用方案，核实矿区海砂开采量、开采深度、施工方案、开发年限、开发天数，核实采砂船、运砂船等主要施工设备的类型和数量。	已与开发利用方案编制单位确认，并在 3.3 节海砂开发方案中确定了矿区海砂开采量、开采深度、施工方案、开发年限、开发天数，核实采砂船、运砂船等主要施工设备的类型和数量。
	4	4、细化采砂工艺和洗砂溢流方式说明，分析合理性和先进性。	在 4.1 节进行了细化。
	5	5、类比同类施工设施情况，核实采砂污染源强计算结果，给出源强计算参数。	在 4.2.1 节中对悬浮物源强计算过程进行了详细说明，并给出相应计算过程及公式，源强计算结果见表 4.2.1-1~4.2.1-4。
	6	6、进一步分析项目与《广东省海砂开采三年行动计划(2020-2022 年)》的相符性。	在 1.1 节中详细介绍了本项目与《广东省海砂开采三年行动计划（2020-2022 年）》的相符性问题。
	7	7、明确生态红线面积、与项目的距离，完善项目与海洋生态红线的符合性分析。	已完善工程附近海域海洋环境敏感目标一览表，详见 2.6.1 节；
	8	8、加强环境保护目标识别，核实“施公寮岛重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区”等环境敏感区的距离和方位。核实“三场一通道”环境保护目标。	已补充，详见表 2.6.2-1 和表 2.6.2-2。
	9	9、详细说明各类保护区的保护内容和保护	已补充，详见表 2.6.2-1 和表 2.6.2-2。保护区内容详见 5.2.7 节

	要求，明确其出处和依据。	
10	10、说明鱼卵仔鱼密度结果的合理性，建议采用垂直拖网取样的结果。	已与监测单位汕尾市润邦检测技术有限公司核实垂直拖网鱼卵仔鱼密度，详见 6.7.4.2 节。
11	11、核实海水水质中汞、铅等指标超标的原因。	汞、铅超标原因可能是受到陆源的影响。
12	12、完善潮流模拟验证，建议补充 2021 年 10 月实测调查站位的流场验证，核实流场模拟结果。	已根据专家意见进行了 2021 年 5 月和 10 月两季的潮位潮流进行了验证，详见 7.1.1.3 节。对流场模拟结果进行了核实。
13	13、列表说明水动力模型验证结果，包括相对误差、绝对误差等。	在 7.1.1.3 节中列表补充了误差分析和评价内容。
14	14、完善项目海域现状岸线及地形冲淤变化资料。	) 已补充工程周边海域冲淤变化趋势分析内容，详见 6.2.4 节。
15	15、完善工程后地形变化分析。	已在 7.3.2 工程实施后采砂区附近海床冲淤变化中对工程实施后地形变化进行了详细分析说明。
16	16、核实泥沙沉降速度，考虑砂质粒径分析中分级粒径作为代表粒径，核实悬沙环境影响预测结果。	(1) 在 7.3.1 节中补充了泥沙沉降速度选取的依据； (2) 已核实悬沙计算成果。
17	17、补充采砂船同时集中施工工况悬沙影响预测分析。	报告书中对包括三个采砂区同时施工的工况、采砂位置等组合情况进行了细化，详见 7.4.3。
18	18、根据核实后悬沙影响预测结果及鱼卵仔鱼密度等数据，核实生物资源损失计算结果。	(1) 已与监测单位汕尾市润邦检测技术有限公司核实 2021 年 4 月和 10 月的垂直拖网鱼卵仔鱼密度，详见 6.7.4.2 节。(2) 并以核实后数据进行了生物损失计算，详见 7.6.4 节。
19	19、根据核实后的环境影响预测结果，完善项目对生态红线等环境敏感区的影响分析。	已核实，详见 7.7 节
20	20、完善通航环境影响分析内容。	已完善通航环境影响分析内容，详见 7.8 节、8.8 节、10.2.6 节。
21	21、根据采砂船、运砂船的规格、数量和采砂洗砂生产制度等，核实施工船舶总吨位，核实	已按《水上溢油环境风险评估技术导则》完善了 2.4.1.7 风险评价等级内容

		危险物质最大存在量和临界量比值（Q值），核实环境风险评价等级。核实溢油泄漏源强。	
22	22、按《水上溢油环境风险评估技术导则》完善环境风险评价内容。影响预测应考虑不利风况、潮流不同预测方案组合。补充东风（主导风向）条件下溢油影响预测分析。		已按《水上溢油环境风险评估技术导则》完善了2.4.1.7 风险评价等级内容；完善了预测工况组合，详见 8.5.1；补充东风条件下预测影响，详见 8.5.2。
23	23、完善采砂施工工艺和施工设备的清洁生产水平分析。		本报告对采砂施工工艺和施工设备的清洁生产水平进行了详细分析，详见 10.1 节
24	24、强化污染防治措施的针对性，减少施工作业污染物排放，降低对环境敏感区的影响。		已强化污染防治措施的针对性，详见 10.2 节
25	25、核实施工期环境监测计划，包括监测点位和频次等。		已核实施工期环境监测计划，详见 14.3 节。



建设项目环境影响报告书审批基础信息表

填表单位（盖章）：

填表人（签字）：

项目经办人（签字）：

建设项目	项目名称	广东省汕尾管辖海域JH21-09区块海砂开采				建设内容	拟对广东省汕尾管辖海域JH21-09区块海砂进行开采，采砂区内回填用海砂原矿开采量约为3531.65万m³				
	项目代码	2112-440000-04-05-530667									
	环评信用平台项目编号	41cnpd									
	建设地点	汕尾市施公寮岛东南侧海域				建设规模	年控制开采量约为1368万m³，计划3年内采完。				
	项目建设周期（月）	36.0				计划开工时间	2022年4月				
	环境影响评价行业类别	150-海洋矿产资源勘探开发及其附属工程				预计投产时间	2025年4月				
	建设性质	新建（迁建）				国民经济行业类型及代码	B101 土石方开采				
	现有工程排污许可证或排污登记表编号（改、扩建项目）		现有工程排污许可管理类别（改、扩建项目）			项目申请类别	新申报项目				
	规划环评开展情况	无				规划环评文件名					
	规划环评审查机关					规划环评审查意见文号	无				
建设地点中心坐标（非线性工程）	经度	115.636983	纬度	22.721780	占地面积（平方米）	2299783	环评文件类别	环境影响报告书			
建设地点坐标（线性工程）	起点经度		起点纬度		终点经度		终点纬度		工程长度（千米）		
总投资（万元）	101977.91				环保投资（万元）	3586.52	所占比例（%）	3.52			
建设单位	单位名称	汕尾市自然资源局		法定代表人	范振学	环评编制单位	单位名称	广东海兰图环境技术研究有限公司		统一社会信用代码	91440101MA59KQLF0D
				主要负责人	傅国栋		姓名	韩春阳		联系电话	02089446181
	统一社会信用代码（组织机构代码）	11441500MB20938030		联系电话	13927950999		信用编号	BH041659			
	通讯地址	汕尾市城区政和路6号					职业资格证书管理号	2016035350352015351002000237			
通讯地址	广州大道南448号财智大厦1506房										
污染物排放量	污染物	现有工程（已建+在建）		本工程（拟建或调整变更）	总体工程（已建+在建+拟建或调整变更）				区域削减来源（国家、省级审批项目）		
		①排放量（吨/年）	②许可排放量（吨/年）	③预测排放量（吨/年）	④“以新带老”削减量（吨/年）	⑤区域平衡替代本工程削减量（吨/年）	⑥预测排放总量（吨/年）	⑦排放增减量（吨/年）			
	废水	废水量（万吨/年）						0.000	0.000		
		COD						0.000	0.000		
		氨氮						0.000	0.000		
		总磷						0.000	0.000		
		总氮						0.000	0.000		
		铅						0.000	0.000		
		汞						0.000	0.000		
		镉						0.000	0.000		
		铬						0.000	0.000		
		类金属砷						0.000	0.000		
	其他特征污染物						0.000	0.000			
	废气	废气量（万标立方米/年）						0.000	0.000		
		二氧化硫						0.000	0.000		
氮氧化物							0.000	0.000			
颗粒物							0.000	0.000			
挥发性有机物							0.000	0.000			
	铅						0.000	0.000			

		汞									0.000	0.000		
		镉									0.000	0.000		
		铬									0.000	0.000		
		类金属砷									0.000	0.000		
		其他特征污染物									0.000	0.000		
项目涉及法律法规规定的保护区情况	影响及主要措施		名称	级别	主要保护对象(目标)	工程影响情况	是否占用	占用面积(公顷)	生态防护措施					
	生态保护目标								<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建 (多选)					
	生态保护红线								<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建 (多选)					
	自然保护区								<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建 (多选)					
	饮用水水源保护区(地表)		(可增行)		/				<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建 (多选)					
	饮用水水源保护区(地下)		(可增行)		/				<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建 (多选)					
	风景名胜		(可增行)		/				<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建 (多选)					
其他		(可增行)						<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建 (多选)						
主要原料及燃料信息	主要原料								主要燃料					
	序号	名称	年最大使用量	计量单位	有毒有害物质及含量(%)			序号	名称	灰分(%)	硫分(%)	年最大使用量	计量单位	
大气污染治理与排放信息	有组织排放(主要排放口)	序号(编号)	排放口名称	排气筒高度(米)	污染防治设施工艺			生产设施		污染物排放				
					序号(编号)	名称	污染防治设施处理效率	序号(编号)	名称	污染物种类	排放浓度(毫克/立方米)	排放速率(千克/小时)	排放量(吨/年)	排放标准名称
	无组织排放	序号	无组织排放源名称						污染物种类	排放浓度(毫克/立方米)	排放标准名称			
水污染治理与排放信息(主要排放口)	车间或生产设施排放口	序号(编号)	排放口名称	废水类别	污染防治设施工艺			排放去向	污染物排放					
					序号(编号)	名称	污染治理设施处理水量(吨/小时)		污染物种类	排放浓度(毫克/升)	排放量(吨/年)	排放标准名称		
	总排放口(间接排放)	序号(编号)	排放口名称	污染防治设施工艺	污染防治设施处理水量(吨/小时)	接纳污水处理厂		接纳污水处理厂排放标准名称	污染物排放					
						名称	编号		污染物种类	排放浓度(毫克/升)	排放量(吨/年)	排放标准名称		
总排放口(直接排)	序号(编号)	排放口名称	污染防治设施工艺	污染防治设施处理水量(吨/小时)		接纳水体		污染物排放						
						名称	功能类别	污染物种类	排放浓度(毫克/升)	排放量(吨/年)	排放标准名称			

