

**广东廉江核电项目一期工程海域取排水设施建安工程
排水箱涵施工用海疏浚工程
海域使用论证报告表**

(公示稿)

中环宇恩（广东）生态科技有限公司
统一社会信用代码：91440101MA5CKM5Q0K
2024年3月

《论证报告编制信用信息表》

论证报告编制信用信息表

论证报告编号	4408812024000303			
论证报告所属项目名称	广东廉江核电项目一期工程海域取排水设施建安工程排水箱涵施工用海疏浚工程			
一、编制单位基本情况				
单位名称	中环宇恩（广东）生态科技有限公司			
统一社会信用代码	91440101MA5CKM5Q0K			
法定代表人	林立			
联系人	林工			
联系人手机	18922102216			
二、编制人员有关情况				
姓名	信用编号	本项论证职责	签字	
杨小红	BH002516	论证项目负责人		
杨小红	BH002516	1. 项目用海基本情况 2. 项目所在海域概况		
吴兴旭	BH001783	3. 资源生态影响分析 4. 海域开发利用协调分析		
郑修茹	BH002429	5. 国土空间规划符合性分析 6. 项目用海合理性分析		
丁佳瑛	BH001782	7. 生态用海对策措施		
周颖欣	BH002428	8. 结论		
		9. 报告其他内容		
本单位符合海域使用论证有关管理规定对编制主体的要求，相关信息真实准确、完整有效，不涉及国家秘密，如隐瞒有关情况或者提供虚假材料的，愿意承担相应的法律责任。愿意接受相应的信用监管，如发生相关失信行为，愿意接受相应的失信行为约束措施。				
承诺主体(公章): 2024年3月6日				

2024年3月6日

4401A6903931

《项目基本情况表》

项目名称	广东廉江核电项目一期工程海域取排水设施建安工程排水箱施工用海疏浚工程海域使用论证报告表			
项目地址	广东省湛江市廉江市车板镇龙头沙渔港西南侧海域			
项目性质	公益性 ()	经营性 (<input checked="" type="checkbox"/>)		
用海面积	19.6595ha	投资金额	491 万元	
用海期限	2 年	预计就业人数	/人	
占用岸线	总长度	132.65m	邻近土地平均价格	/万元/ha
	自然岸线	-	预计拉动区域经济产值	/万元
	人工岸线	132.65m	填海成本	/万元/ha
	其他岸线	-		
海域用海类型	工业用海（一级类）中的电力工业用海（二级类）		新增岸线	-
用海方式	面 积		具体用途	
专用航道、锚地及其它 开放式	19.6595ha		排水箱涵施工用海疏浚	

目录

1 概述	1
1.1 论证工作由来	1
1.2 论证依据	2
1.2.1 法律法规	2
1.2.2 相关规划和区划	3
1.2.3 标准规范	4
1.2.4 项目技术资料	5
1.3 论证工作等级和范围	5
1.3.1 论证等级	5
1.3.2 论证范围	6
1.4 论证重点	7
2 项目用海基本情况	8
2.1 用海项目建设内容	8
2.2 平面布置和主要结构、尺度	9
2.3 项目主要施工工艺和方法	13
2.3.1 主要施工内容	13
2.3.2 疏浚方案	13
2.3.3 土石方平衡	26
2.3.4 主要船机设备配置	27
2.3.5 施工进度计划	29
2.4 项目用海需求	29
2.5 项目用海必要性	33
2.5.1 项目建设的必要性	33
2.5.2 项目用海的必要性	34
3 项目所在海域概况	35
3.1 海洋资源概况	35
3.1.1 渔业资源	35
3.1.2 矿产资源	35
3.1.3 岸线资源	36
3.1.4 “三场一通道”	36
3.1.5 港口、航道资源	39
3.1.6 保护区	40
3.1.7 保护性水生生物	45
3.1.8 红树林资源	47
3.2 海洋生态概况	48
3.2.1 气候气象特征	48
3.2.2 自然灾害	51
3.2.3 水文动力特征	53
3.2.4 地形地貌	79
3.2.5 环境质量现状调查与评价	90

4 资源生态影响分析	147
4.1 生态影响分析	147
4.1.1 水文动力环境影响预测与评价	147
4.1.2 地形地貌与冲淤环境影响分析	161
4.1.3 水质环境影响分析	163
4.1.4 沉积物环境影响分析	172
4.1.5 对浮游生物的影响分析	173
4.1.6 对底栖生物的影响分析	174
4.1.7 对渔业资源的影响分析	174
4.2 资源影响分析	175
4.2.1 对岸线资源和海洋空间资源的影响分析	175
4.2.2 对红树林的影响分析	176
4.2.3 对通航环境影响的分析	179
4.2.4 项目用海对海洋生物资源的影响	179
5 海域开发利用协调分析	183
5.1 海域开发利用现状	183
5.1.1 社会经济概况	183
5.1.2 海域使用现状	185
5.1.3 海域使用权属	192
5.2 项目用海对海域开发活动的影响	194
5.2.1 对自然保护区的影响分析	194
5.2.2 对渔港码头的影响分析	195
5.2.3 对航道的影响分析	195
5.2.4 对海水养殖的影响分析	197
5.2.5 对人工鱼礁的影响分析	198
5.2.6 对湛江市廉江市红树林的影响	198
5.3 利益相关者界定	198
5.4 相关利益协调分析	201
5.5 项目用海对国防安全和国家海洋权益的协调性分析	202
5.5.1 对国防安全和军事活动的影响分析	202
5.5.2 对国家海洋权益的影响分析	203
6 国土空间规划符合性分析	204
6.1 所在海域国土空间规划分区基本情况	204
6.1.1 与《广东省国土空间规划（2021-2035年）》的符合性分析	204
6.1.2 与《湛江市国土空间总体规划（2021-2035年）》的符合性分析	205
6.1.3 与《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035年）》符合性	205
6.2 项目用海与海洋功能区划符合性分析	206
6.2.1 与《全国海洋功能区划（2011-2020年）》的符合性分析	206
6.2.2 与《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》的符合性分析	206
6.2.3 与《广西壮族自治区海洋功能区划（2011-2020年）》的协调性分析	213
6.3 项目用海与生态保护红线的符合性分析	215
6.3.1 与广东生态保护红线的符合性分析	215
6.3.2 与广西壮族自治区生态保护红线的符合性分析	217

6.4 与相关规划符合性分析	218
6.4.1 与《广东省海洋主体功能区规划》的符合性分析.....	218
6.4.2 与《广东省国民经济和社会发展的第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》的符合性分析	220
6.4.3 与《湛江市城市总体规划（2011-2020 年）》符合性分析	220
6.4.4 与《湛江市国民经济和社会发展的第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》的符合性分析	220
6.4.5 项目与国家产业政策的符合性分析.....	221
7 项目用海合理性分析	222
7.1 用海选址合理性分析	222
7.1.1 区域和社会条件的适宜性分析.....	222
7.1.2 自然资源和环境条件的适宜性分析.....	222
7.1.3 区域生态环境的适应性	223
7.1.4 周边用海活动适宜性	223
7.1.5 用海选址是否存在潜在、重大的用海风险.....	224
7.1.6 选址合理性分析	224
7.2 用海平面布置合理性分析	224
7.3 用海方式合理性分析	227
7.4 占用岸线合理性分析	227
7.5 用海面积合理性分析	229
7.5.1 用海面积合理性分析.....	229
7.5.2 宗海图绘制	229
7.6 用海期限合理性分析	234
8 生态用海对策措施	235
8.1 生态用海对策	235
8.1.1 用海设计生态保护对策措施.....	235
8.1.2 施工阶段生态保护对策.....	235
8.1.3 生态跟踪监测	237
8.2 生态保护修复措施	240
8.2.1 项目用海主要生态问题.....	240
8.2.2 生态保护修复重点和目标.....	241
8.2.3 生态保护措施	241
8.2.4 海洋生物资源恢复.....	246
9 结论	247
9.1 项目用海基本情况	247
9.2 项目用海必要性结论	247
9.3 项目用海资源环境影响分析结论	248
9.4 海域开发利用协调分析结论	248
9.5 项目用海与海洋功能区划及相关规划符合性分析结论.....	249
9.6 项目用海合理性分析结论	249
9.7 项目用海可行性结论	250

1 概述

1.1 论证工作由来

我国是世界上最大的能源生产国和消费国，传统能源生产和消费模式已难以适应当前形势。在经济增速换挡、资源环境约束趋紧的新常态下，推动能源革命势在必行、刻不容缓。核电作为唯一可以大规模替代化石能源的清洁低碳能源，是我国能源绿色发展的支柱。在环境压力日趋增大的情况下，稳步建设和发展核电符合广东核电强省的战略思想。

国家电力投资集团有限公司根据国内核电形势的发展和集团内部对核电建设的战略规划，拟实施广东廉江核电项目，廉江核电项目由其二级子公司国核湛江核电有限公司投资建设，规划建设 6 台百万千瓦核电机组，总投资 1300 亿元，一次规划、分期建设。

广东廉江核电项目一期工程已通过核准，建设内容包括建设 2 台 CAP1000 压水堆核电机组；一座 3000 吨驳船靠泊码头以满足核电厂的大件设备卸运需要，大件码头长 138m，宽 35m，采用连片式布置。后方通过 356m 长、11m 宽的栈桥与后方陆域相连。停泊水域位于码头平台前方，宽 44m，底标高-5.3m；回旋水域布置于停泊水域前方，回旋圆直径为 165m，底标高-5.3m。航道按 3000 吨级单线航道设计，设计底宽 120m，底标高为-4.1m；采用“近岸取水口和引水箱涵+排水暗涵”方案，利用大件码头港池的水深条件取水，排水口布置在大件码头航道边，距取水口约 1000m。大件码头、回旋水域及取排水设施用海已委托中国海洋大学编制《广东廉江核电项目一期工程海域使用论证报告书》。该项目已获得自然资源部审批，2023 年 3 月取得海域使用权证。目前建设进度：码头区及栈桥区临时疏浚已经完成，进港航道及停泊水域完成 70%，栈桥也正在建设中。排水设施只建设了支护、截渗结构，排水管涵安装需要使用到施工船舶，但由于当初广东廉江核电项目一期工程设计时，未充分考虑排水设施的施工期用海，导致排水设施用海范围未能兼容施工船舶长期施工，为能顺利建设排水设施，需要申请施工船舶所需航行及停靠的海域，面积为 19.6595 公顷。拟申请的海域现状水深最深为-1.49m，泥驳船满载时设计底标高为-3.5~-4.1m，为了施工船舶能顺

利航行，需对该海域进行疏浚，即实施广东廉江核电项目一期工程海域取排水设施建安工程排水设施施工用海疏浚工程（以下简称“本项目”），需要疏浚至底标高-3.5m，乘潮水位 1m，满足泥驳船航行。排水设施海上建安工程施工期则为 12 个月，其中，本项目施工期为 9 个月，本项目的疏浚工程完成后，施工船舶仍需在此申请海域通航，直至排水设施完工，因此，本项目申请用海期限包含排水设施用海疏浚工期和建设的工期。

根据《中华人民共和国海域使用管理法》规定，在中华人民共和国内水、领海持续使用特定海域三个月以上的排他性用海活动，在向海洋行政主管部门申请使用海域时，必须出具海域使用论证材料，论证该海域使用是否可行。为此，受国核湛江核电有限公司委托，中环宇恩（广东）生态科技有限公司对本项目进行海域使用论证工作。

接受委托后，本单位组成了项目组，开展现场调查、收集相关资料，了解本项目附近区域的自然环境条件，查清工程区附近海洋资源开发利用现状；分析界定利益相关者，并提请业主与利益相关者进行协调；进行涉海工程综合分析研究，在此基础上编制了《广东廉江核电项目一期工程海域取排水设施建安工程排水箱涵施工用海疏浚工程海域使用论证报告表》。

1.2 论证依据

1.2.1 法律法规

- (1) 《中华人民共和国海域使用管理法》，2002 年 1 月 1 日起施行；
- (2) 《中华人民共和国海洋环境保护法》，2023 年 10 月 24 日修订；
- (3) 《中华人民共和国海上交通安全法》，2021 年 4 月 29 日修订；
- (4) 《中华人民共和国港口法》，2018 年 12 月 29 日修正；
- (5) 《中华人民共和国渔业法》，2013 年 12 月 28 日修订；
- (6) 《中华人民共和国航道法》，2016 年 7 月 2 日修正；
- (7) 《自然资源部生态环境部国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》，自然资发〔2022〕142 号；
- (8) 《中华人民共和国防治海岸工程建设项目污染损害海洋环境管理条例

例》，2017年3月1日修订；

(9) 《海域使用权管理规定》，国海发〔2006〕27号，2007年1月1日起施行；

(10) 《海域使用权登记办法》，国海发〔2006〕28号，2007年1月1日起施行；

(11) 《海域使用论证管理规定》，国海发〔2008〕4号，2008年3月1日起施行；

(12) 《海洋特别保护区管理办法》，国海发〔2010〕21号，2010年8月31日起施行；

(13) 《中华人民共和国自然保护区条例》，2017年10月7日修订；

(14) 《关于加强疏浚用海监管工作的通知》，粤海函〔2017〕1100号，2017年10月；

(15) 《关于进一步明确开展涉海疏浚工程用海监管有关事项的通知》，粤海监函〔2019〕99号，2019年11月；

(16) 《广东省项目用海政策实施工作指引》，2020年2月28日；

(17) 《广东省海域使用管理条例》，2021年9月29日修订。

1.2.2 相关规划和区划

(1) 《全国海洋功能区划（2011~2020年）》，2012年4月；

(2) 《核电中长期发展规划（2005-2020年）》，2017年10月；

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

(4) 《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》，2013年1月；

(5) 《广东省能源发展“十四五”规划》，2022年3月；

(6) 《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》，2021年1月；

(7) 《广东省海洋主体功能区规划》，2017年12月；

(8) 《广东省生态环境厅关于印发广东省海洋生态环境保护“十四五”规划的通知》，粤环〔2022〕7号，2022年4月27日；

- (9) 《广东省国土空间规划（2021-2035年）》，2023年12月26日；
- (10) 《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035年）》，2023年5月10日；
- (11) 《湛江市国土空间总体规划（2021-2035年）》，2022年12月9日；
- (12) 《廉江市城市总体规划修编（2010-2020年）》，2017年8月4日；
- (13) 《广西壮族自治区海洋主体功能区规划》，广西壮族自治区人民政府，2018年4月；
- (14) 《广西壮族自治区海洋功能区划（2011-2020年）》，广西壮族自治区人民政府，2012年10月。

1.2.3 标准规范

- (1) 《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）；
- (2) 《海洋监测规范》（GB 17378-2007）；
- (3) 《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）；
- (4) 《港口与航道水文规范》（JTS145-2015）；
- (5) 《海洋工程地形测量规范》（GB/T17501-2017）；
- (6) 《全球定位系统（GPS）测量规范》（GB/T 1831-2009）；
- (7) 《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）；
- (8) 《海域使用分类》（HY/T123-2009）；
- (9) 《海域使用面积测量规范》（HY/T 070-2022）；
- (10) 《中国海图图式》（GB 12319-2022）；
- (11) 《港口工程环境保护设计规范》（JTS 149-1-2007）；
- (12) 《海水水质标准》（GB 3097-1997）；
- (13) 《海洋生物质量》（GB 18421-2001）；
- (14) 《海洋沉积物质量》（GB 18668-2002）；
- (15) 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）；
- (16) 《近岸海域环境监测技术规范》（HJ 442.1-2020）；
- (17) 《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）；

- (18) 《港口及航道护岸工程设计与施工规范》（JTJ 300-2000）；
- (19) 《海港总体设计规范》（JTS165-2013）；
- (20) 《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》；
- (21) 《宗海图编绘技术规范》（HY/T251-2018）；
- (22) 《疏浚与吹填工程设计与施工规范》（JTS 181-5-2012）。

1.2.4 项目技术资料

- (1) 《广东廉江核电项目一期工程海域使用论证报告书》，中国海洋大学，2021年4月；
- (2) 《广东廉江核电项目海工工程海洋环境影响评价专题》，上海勘测设计研究院有限公司，2020年12月；
- (3) 《广东廉江核电项目通航安全专题论证报告》，武汉理工大学，2020年8月；
- (4) 《广东廉江核电项目大件码头工勘岩芯高岭土矿鉴定报告》（SD-KCSI0-CS01-2021016），广东省地质局第四地质大队，2021年3月；
- (5) 《广东廉江核电项目海工工程对广西山口国家级红树林生态自然保护区生态影响评价报告》，广西红树林研究中心，2021年3月30日；
- (6) 《广东廉江核电项目对广东湛江红树林国家级自然保护区生态影响评价专题报告》，广州草木蕃环境科技有限公司，2022年8月。

1.3 论证工作等级和范围

1.3.1 论证等级

根据《海域使用分类》（HY/T 123-2009），本项目海域使用类型为工业用海（一级类）中的电力工业用海（二级类），用海方式为开放式（一级方式）中的专用航道、锚地及其它开放式（二级方式）。

按照《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）的判定依据，用海方式为开放式（一级方式）中的其他开放式（二级方式）的海域使用论证等级为三级，判定依据见下表。因此，本项目海域使用论证等级判定为三级。

表 1.3.1-1 海域使用论证判断依据

一级用海方式	二级用海方式	用海规模	所在海域特征	论证等级
开放式	其他开放式	所有规模	所有海域	三

1.3.2 论证范围

根据《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023），论证范围应依据项目用海情况、所在海域特征及周边海域开发利用现状等确定，应覆盖项目用海可能影响到的全部区域。论证范围以项目用海外缘线为起点进行划定，一级论证向外扩展 15km，二级论证 8km，三级论证 5km。

本项目为三级论证，确定项目的论证范围外扩 5km（图 1.3.2-1），论证范围面积共计 87.47km²，范围坐标见下表。

表 1.3.2-1 论证范围界址点坐标表点（CGCS2000 坐标）

序号	东经	北纬
1		
2		
3		
4		
5		
6		

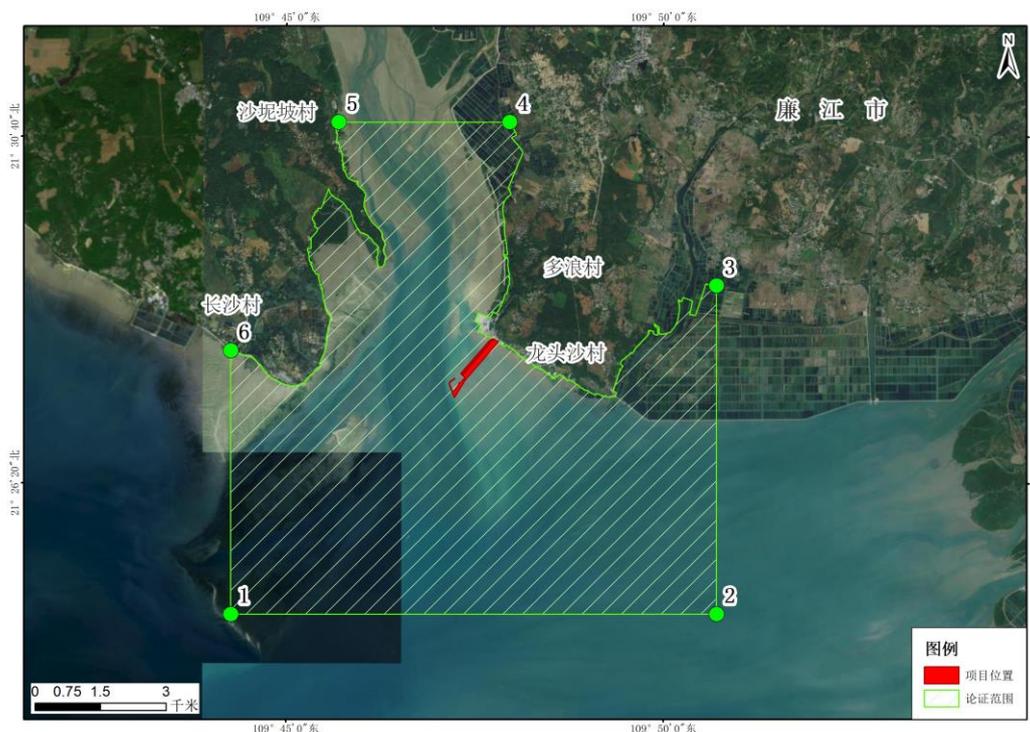


图 1.3.2-1 项目用海论证范围平面图

1.4 论证重点

依据项目用海类型、用海方式和用海规模，结合海域资源环境现状、周边利益相关者等特点，确定本项目海域使用论证工作的论证重点为：

- (1) 选址（线）合理性；
- (2) 项目用海资源环境影响分析；
- (3) 海域开发利用协调分析。

2 项目用海基本情况

2.1 用海项目建设内容

1、项目建设内容

(1) 项目名称：广东廉江核电项目一期工程海域取排水设施建安工程排水箱涵施工用海疏浚工程

(2) 用海主体：国核湛江核电有限公司

(3) 用海性质：营业性

(4) 项目性质：新建

(5) 工程投资额：491 万元

(6) 项目用海位置：广东省湛江市廉江市车板镇龙头沙渔港西南侧海域。



图 2.1-1 项目位置图

(7) 项目建设内容：本项目为施工用海疏浚工程，主要为广东廉江核电项目一期工程排水设施建安工程服务，目前，排水设施只建设了支护、截渗结构，排水设施未真正建设。施工用海疏浚宽约 148m，长约 1624.9m，本项目施工期间泥驳船满载时设计底标高为-3.5~-4.1m，现状海域水深为最深为-1.49m，不满

足施工船舶最低通航水深要求，因此，需疏浚至-3.5m，乘潮水位 1m，即水深达为-4.5m，可满足泥驳船通航需要。疏浚总量约 58 万 m³，疏浚土外抛至铁山港外海洋倾倒区。挖泥采用 13m³ 抓斗船，配备 5 艘 1000m³ 泥驳。

(8) 占用岸线：本项目为疏浚工程，申请用海范围涉及人工岸线 132.65 米，但疏浚施工不会改变岸线属性。

(9) 占用海域面积：疏浚工程申请用海总面积为 19.6595 公顷。

(10) 用海类型和用海方式：项目用海类型为工业用海（一级类）中的电力工业用海（二级类），用海方式为开放式（一级方式）中的专用航道、锚地及其它开放式（二级方式）。

2.2 平面布置和主要结构、尺度

本项目所在海域水深不满足泥驳船满载最低通航水深要求。因此，本项目申请用海对箱涵周围水域进行疏浚至-3.5m。

根据排水设施各分项工程施工工艺，箱涵安装时 500t 起重船（船总长 48.5m，）占用海域宽度最大，且垂直于箱涵轴线定位，施工期间后续工序（模袋混凝土、接缝抛石压载）的施工船舶（最大为 2000t 抛石船，船宽 16.5m）需在起重船船艏处穿行，为确保船舶穿行时各船组安全，穿行船舶需与起重船保持一定的安全距离（15m），且与施工用海疏浚边坡保持一定的安全距离（避免低潮搁浅）。

根据《疏浚与吹填工程设计规范》，疏浚工程设计应考虑疏浚作业的水平、垂向偏差，在宽度和深度上分别增加计算超宽和计算超深。本项目使用的 13m³ 抓斗挖泥船施工超宽为 4.0m，超深为 0.6。综上，剔除已确权的排水箱涵（宽 24.8m），本项目用海宽 148m，断面图如图 2.2-3 所示。

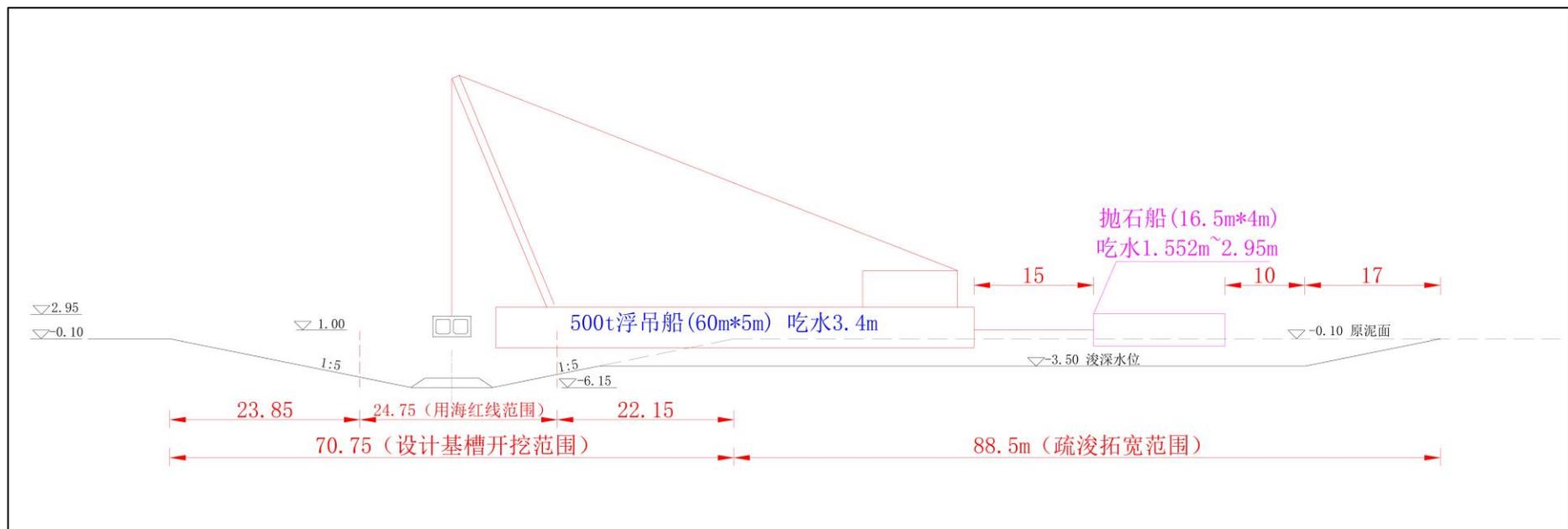


图 2.2-1 施工船舶布设示意图

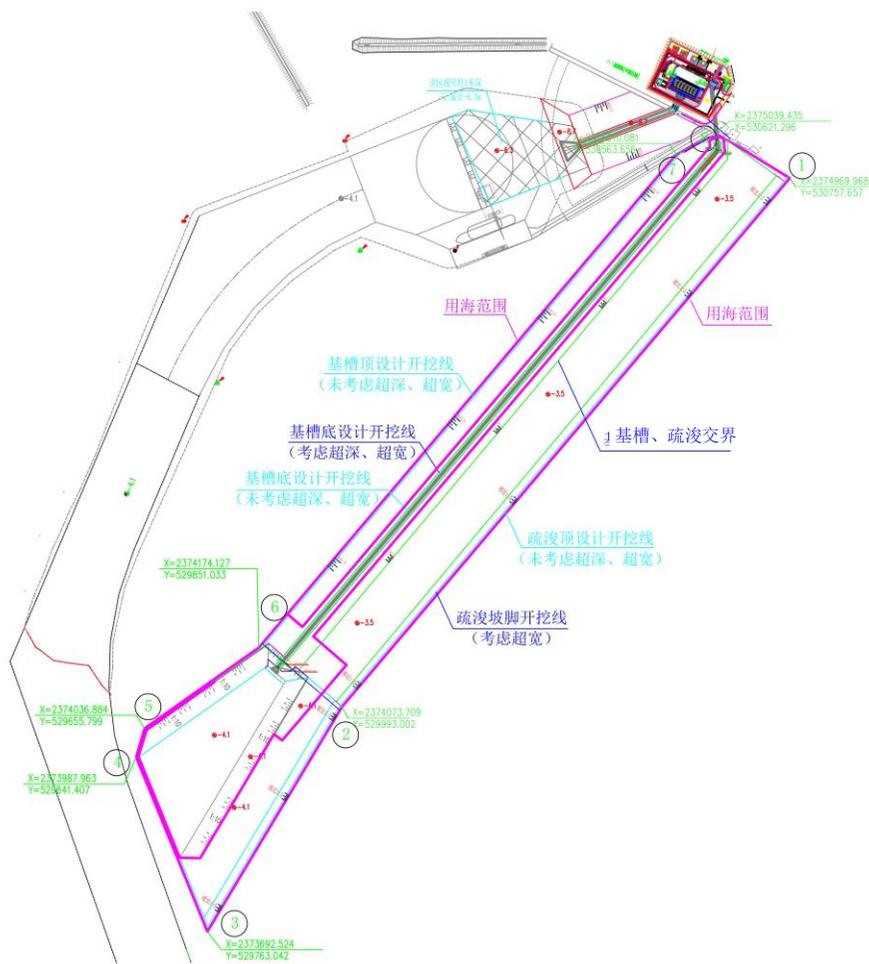
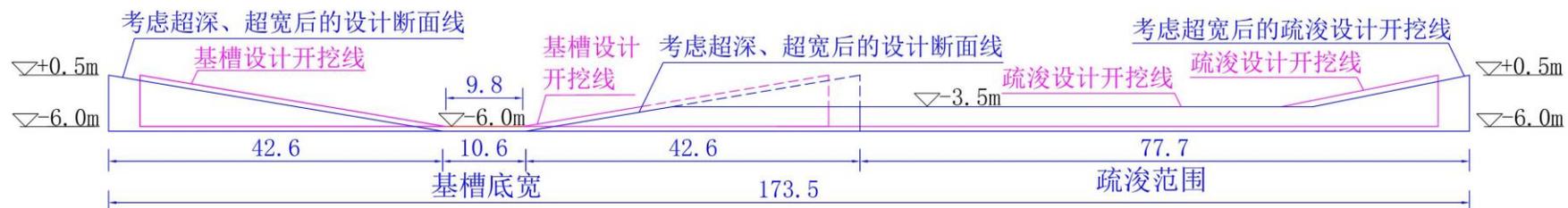
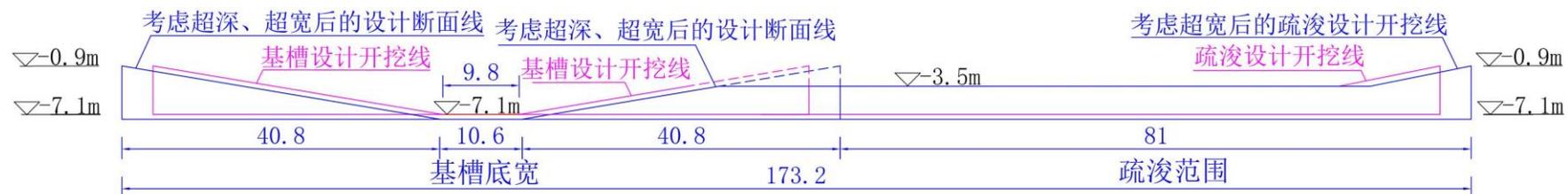


图 2.2-2 施工用海疏浚工程总平面布置图



1-1断面



2-2断面

图 2.2-3 施工用海疏浚断面图

2.3 项目主要施工工艺和方法

2.3.1 主要施工内容

将项目申请用海范围内的水深整体开挖至-3.5m 高程（满足船舶施工水深要求），疏浚将从海侧向陆侧推进。疏浚量为 58 万 m³。

本工程采用 1 艘 13m³ 抓斗挖泥船，配备 5 艘泥驳。开挖料的抛卸按照有关规定进行抛卸，开挖料全部抛卸至铁山港外海洋倾倒区。

2.3.2 疏浚方案

2.3.2.1 工艺流程

1. 施工工艺流程图

施工工艺流程如下图：

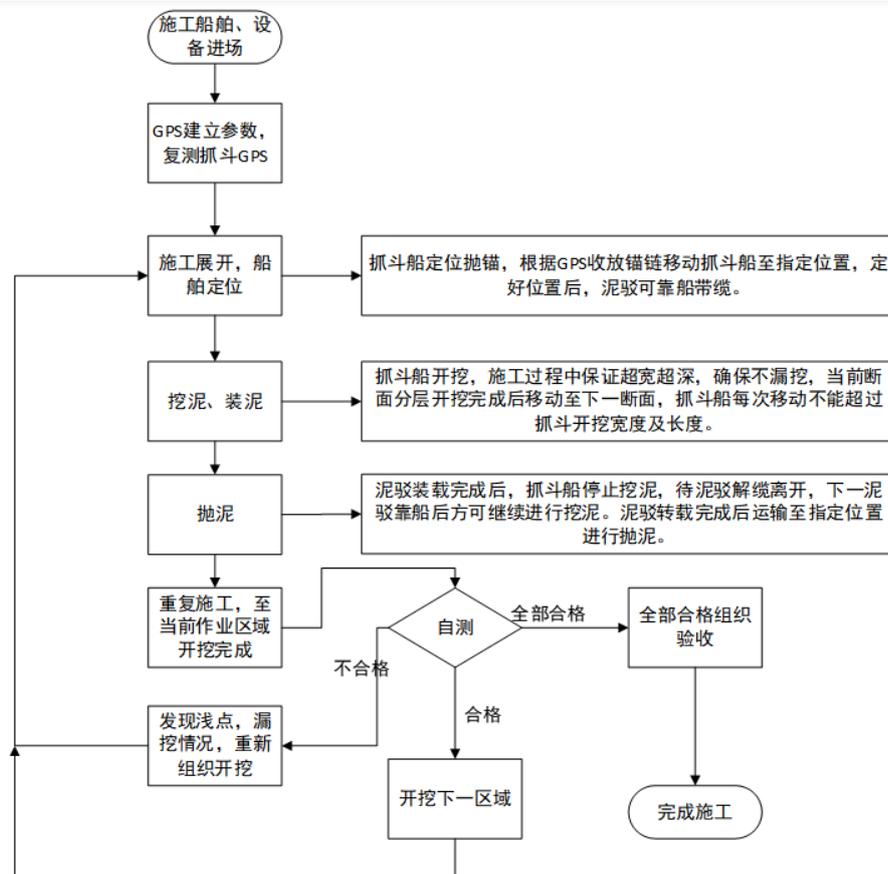


图 2.3.2-1 抓斗挖泥施工工艺流程图

2. 施工测量

(1) 测量放线流程

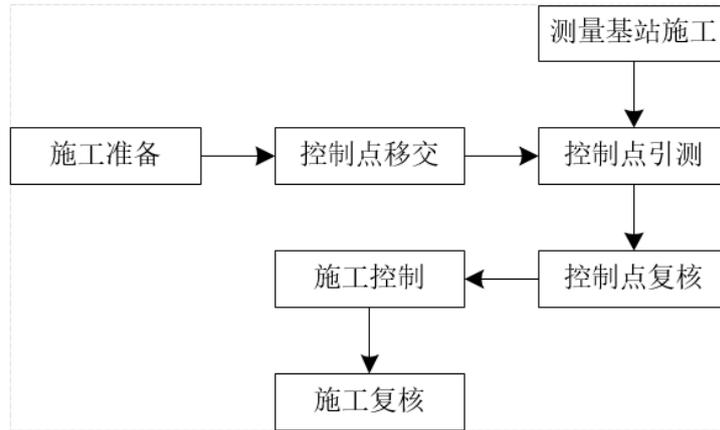


图 2.3.2-2 疏浚测量工艺流程示意图

(2) 测量控制点验收

疏浚区的坐标控制点由业主单位提供，疏浚前复测原地面标高，整理汇编资料。抓斗船采用实时动态 GPS 定位法控制定位，疏浚过程的底标高以水砣测深法控制，疏浚的竣工标高则采用测深仪测深法控制，采用测量船测量保证挖泥施工满足要求。施工前在适当位置设立一水尺，由专人观测，并制定通报机制，以保证水位通报及时准确，人工通报精度应达到 0.1m。

(3) 施工平面控制

本工程疏浚采用 GPS 定位系统，接收信号，定位精度为 1.0 米。精确定位时采用 RTK-GPS 定位，电台频率为 410-420MHz，定位精度达 $\pm 2\text{cm}+1\text{ppm}$ 。在挖泥船上均配备 DGPS 信标机，与装有测量软件的计算机联机使用。施工船舶上的 DGPS 在接收卫星信号的同时，也接收当地信标站的差分信号，从而测得准确的挖泥位置坐标，并通过计算机以图形的形式实时显示出施工船舶在设计疏浚区的相对位置。同时，在计算机的屏幕上以不同的颜色显示挖泥区不同标高的泥面。驾驶员据此进行挖泥操作，有效控制施工平面，从而提高施工效率和保证工程质量。

(4) 施工高程控制

施工船舶采用钢丝标记、水砣、测杆等测深手段，可知道实时的相对挖泥深度，潮位的变化通过安装在潮位观测站的潮位自动遥报仪传送到挖泥船的接收机

上,挖泥操作员据此不断调整挖泥机具的下放深度从而控制开挖深度来掌握标高的变化,取得最新的数据,及时校对和调整挖泥深度。

2.3.2.2 疏浚土质分类及工程量

(1) 工程量计算的原则及方法

根据交通运输部《疏浚与吹填工程设计规范》(JTS181-5-2012)的规定,疏浚工程量包括设计断面工程量、计算超宽和计算超深工程量,以及施工期回淤量。

疏浚工程量主要依据中通大地空间信息技术股份有限公司 2023 年 12 月份绘制的 1:1000 水深地形,计算软件为南方 CASS。

根据《疏浚与吹填工程设计规范》(JTS 181-5-2012),超宽取 4m,超深 0.6m。疏浚土质分类执行《疏浚与吹填工程设计规范》(JTS181-5-2012)。

(2) 工程量计算结果

本项目疏浚总量约 58 万 m^3 ,疏浚区土质以 6 级土为主。疏浚土的总体可控性较好。疏浚范围图和方量计算见下图 2.3.2-3。

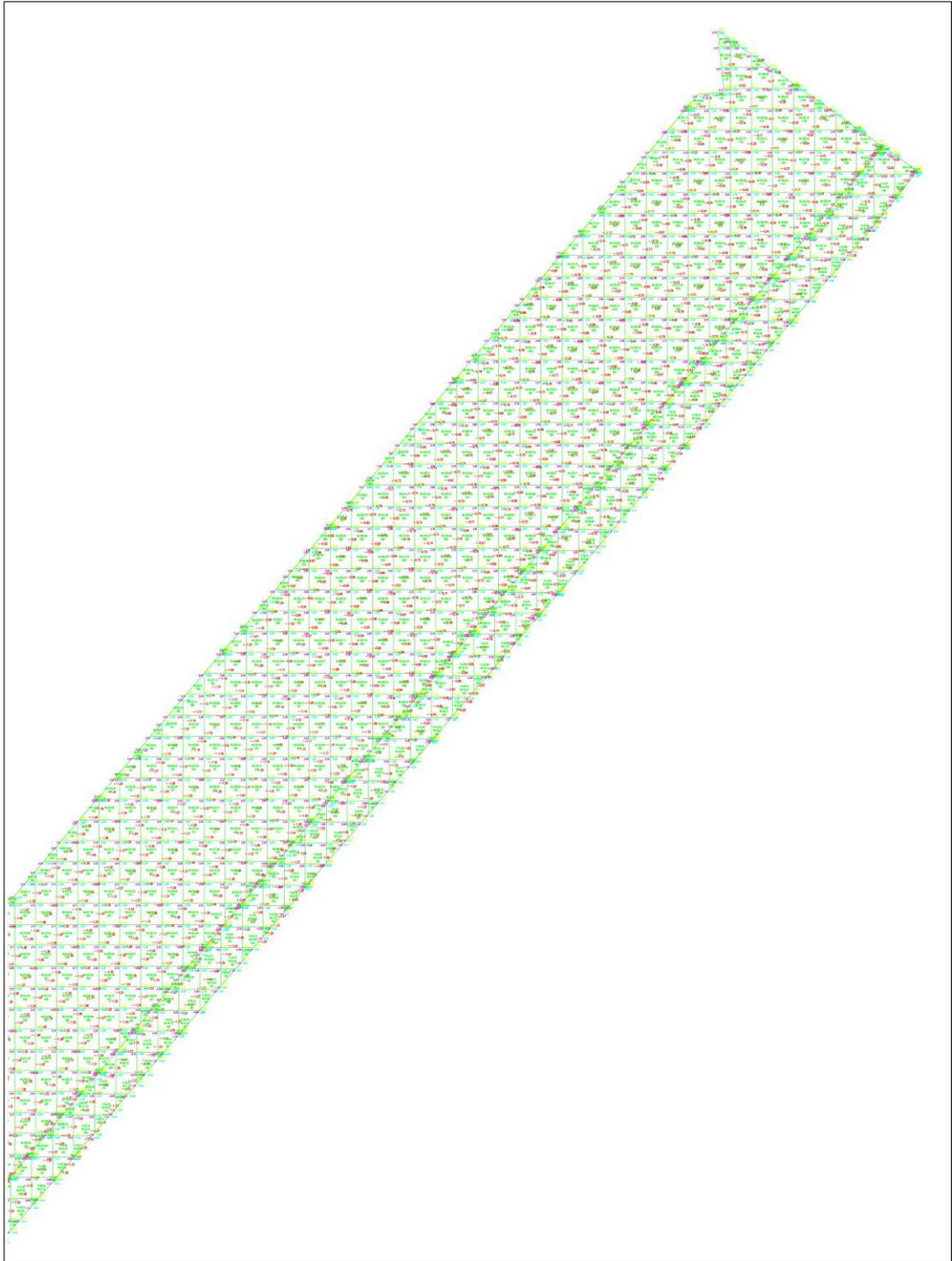


图 2.3.2-3 本项目疏浚工程量计算图 1

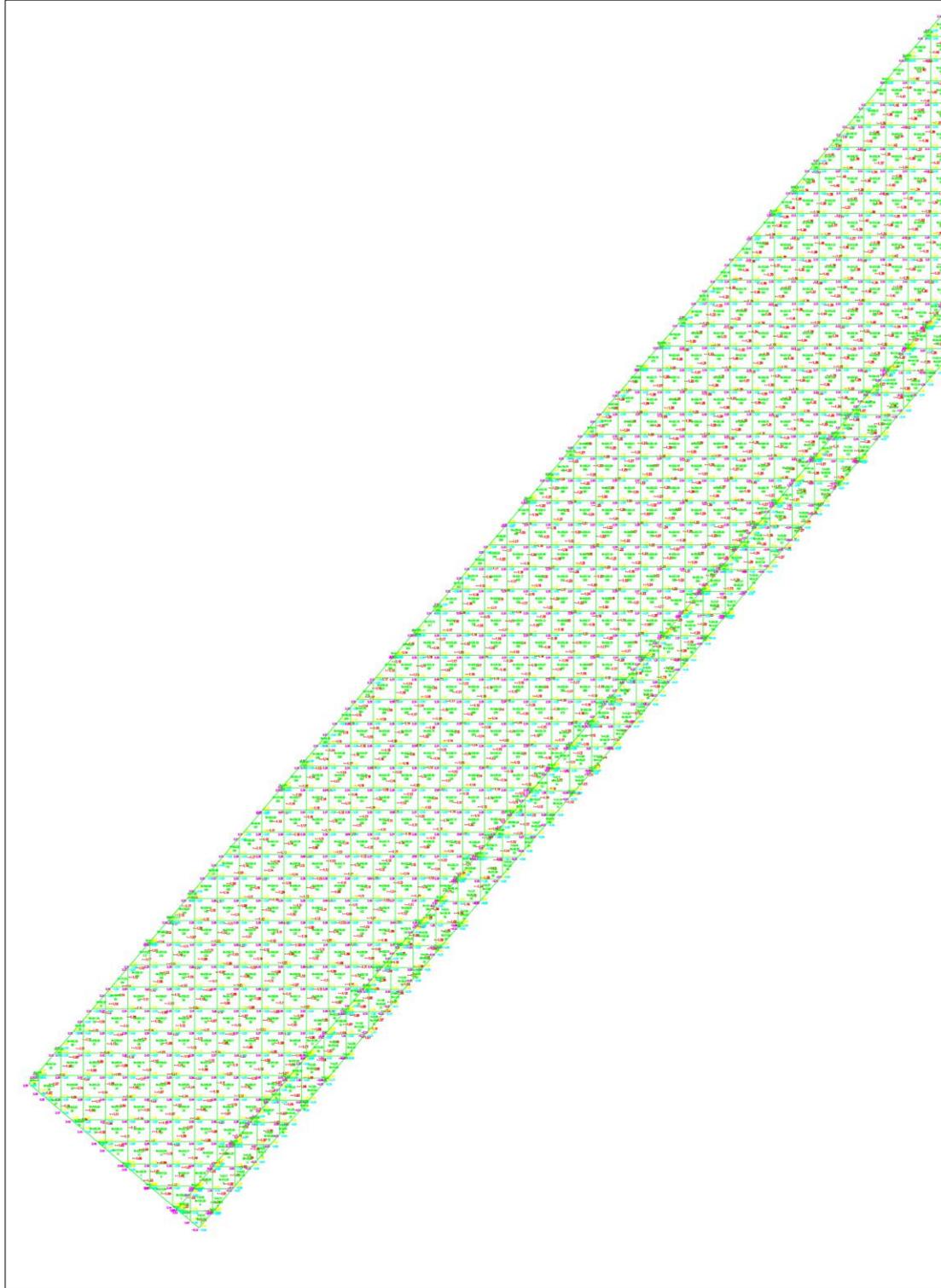


图 2.3.2-3 本项目疏浚工程量计算图 2

2.3.2.3 抓斗船施工方法

1、抓斗船选型

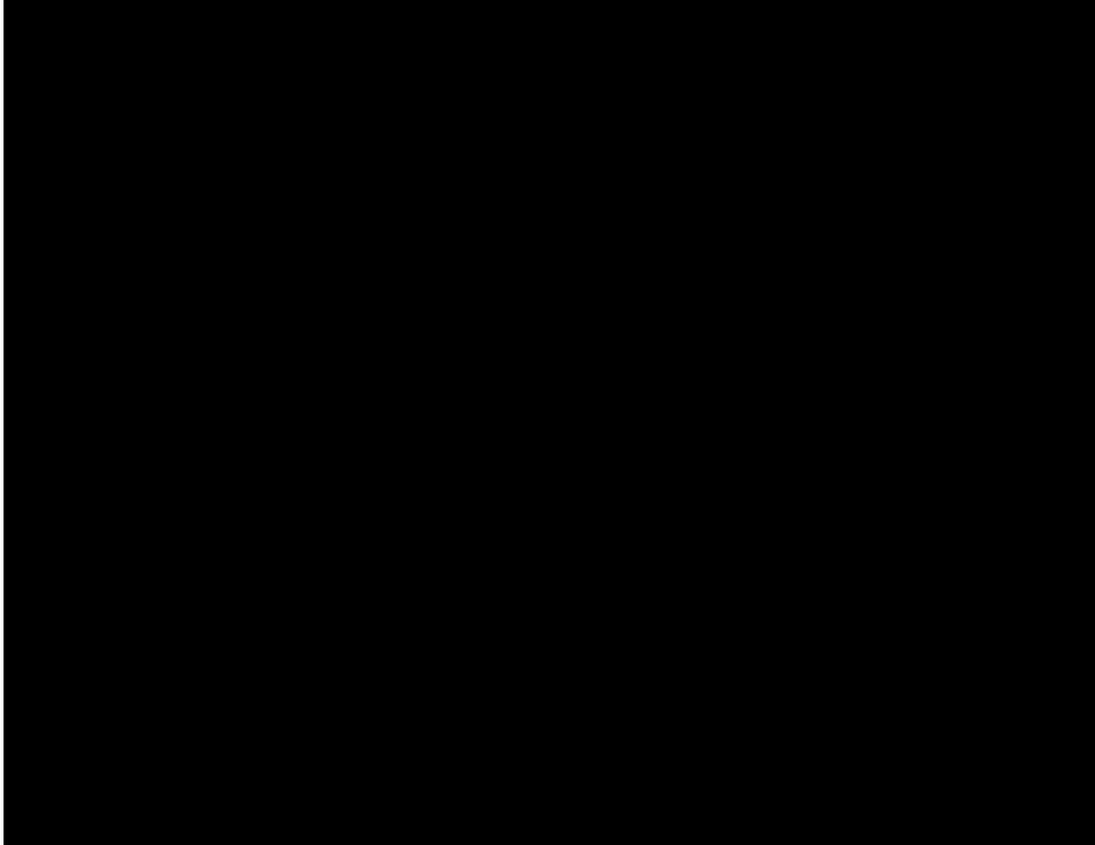
本工程疏浚范围内揭示的地层主要为粉砂质砂和砂。根据《疏浚与吹填工程

设计规范》相关规定，砂土层为 6 类土，采用抓斗船较易开挖。根据表 2.4.2-1 抓斗船抓斗选型表。选用 13m³ 抓斗可满足施工。

表 2.3.2-1 疏浚岩土可开挖性表

疏浚岩土的可挖性

表 6.2.3



2、船舶抛锚定位及泥驳靠船离船

挖泥施工时，挖泥船平行基槽定位，采用 4 锚定位。船艏抛八字锚，所抛方向与挖槽方向夹角在 35° ~45° 之间，船尾抛交叉锚，控制船尾横移方向。每一次抛锚长度，需要保证可开挖施工区长约 100m。

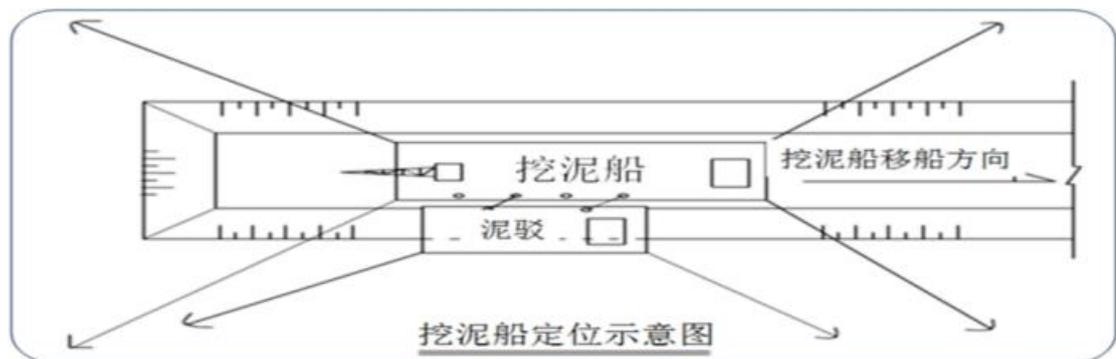


图 2.3.2-4 挖泥船定位示意图

抓斗船左右两侧轮流停靠泥驳，均可停靠泥驳，泥驳停靠前应通过对讲机告知抓斗船，得到抓斗船同意后方可进行停靠；停靠前泥驳首先由缓慢靠近抓斗船一侧，方向与抓斗船方向一致，泥驳船头靠近抓斗船时，由泥驳船上水手将缆绳抛掷至抓斗船，抓斗船船员将泥驳船头缆绳带好至抓斗船船头系船柱，随后泥驳船尾向抓斗船靠近，同样系好缆绳；泥驳停止前进，靠抓斗船完成。

泥驳离开抓斗船时，由抓斗船船员通过对讲机通知泥驳，泥驳回应后方可进行离船操作，离船时，由抓斗船船员将缆绳解开，随后泥驳启动，缓慢离开抓斗船。

3、分层分块要求

抓斗船泊位疏浚开挖时采用分段、分层、分条方式进行施工。分段长度约60~100m，分层按2.0~3.0m控制，分条每条宽约13~14m，施工中条与条之间重叠2m。挖泥作业时，根据土质和泥层厚度确定下斗的间距和前移距离：土质稀软、泥层较薄时，下斗间距宜大；土质坚硬、泥层较厚时，斗距宜小。挖厚层软土时，若抓斗充泥量超过最大容量时，应增加抓斗重叠量，前移距离取抓斗张开宽度的0.6~0.7倍，放坡采用阶梯法。

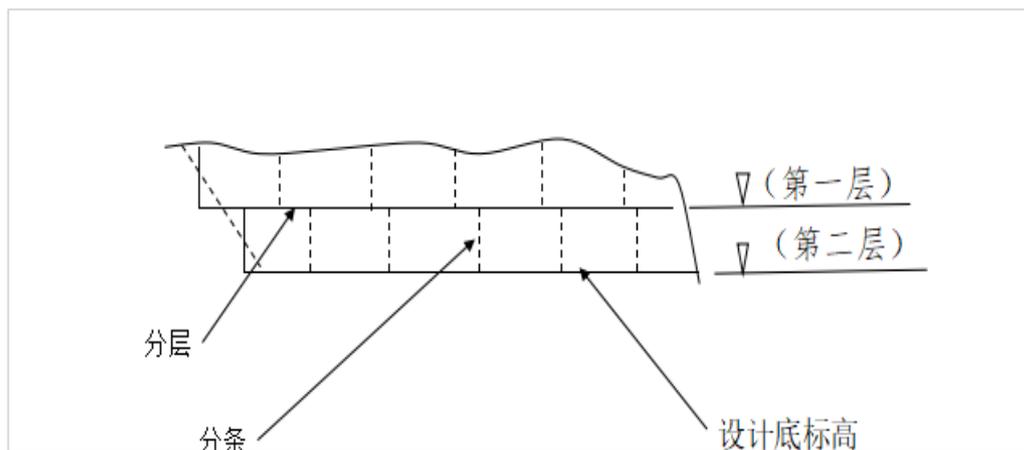


图 2.3.2-5 挖泥分层示意图

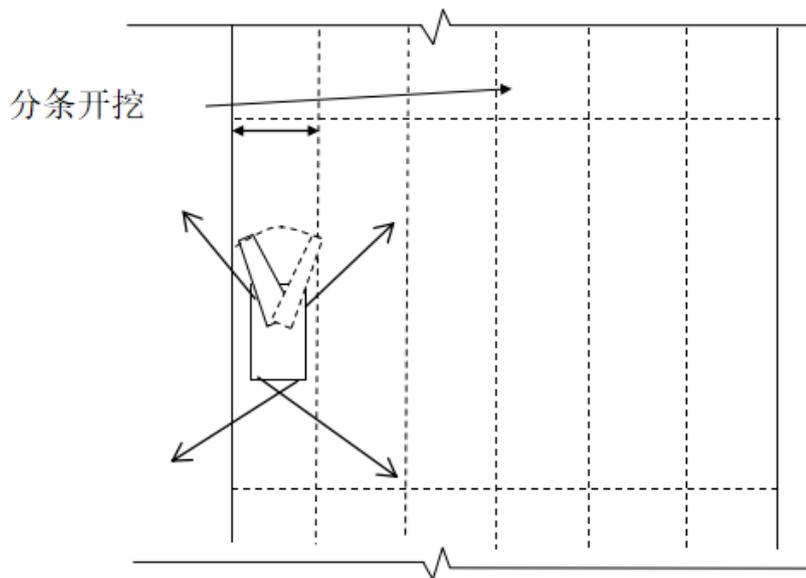


图 2.3.2-6 挖泥分条示意图

4、抓斗船施工

(1) 抓斗船定位及锚定：抓斗船完成技术交底后，将施工图及施工区域坐标导入抓斗船计算机系统，采用实时动态 GPS 对抓斗船进行定位，然后用锚艇抛锚对抓斗船四锚固位。抓斗船锚定后则采用绞锚的方式收紧锚缆以让抓斗船移位，并用 GPS 对新位置进行校准。

(2) 开挖水深控制：抓斗船由抓斗起重绳定长控制抓斗开挖深度，结合实时潮位调整起重绳定长，以保证抓斗水下开挖面的平整。抓斗船由操作员进行控制，首先在空中张开空斗，然后放线，依靠斗自身的重量切入泥层，严格控制切入深度，操作员操作闭合泥斗，将装满疏浚土的泥斗提升至水面以上，转动斗臂将重斗移到泥驳上方，开斗卸泥，然后再反向转动斗臂再将空斗抛入开挖点。

(3) 抓斗船左右两侧均可停靠泥驳，待一侧泥驳装满后，抓斗船继续往另一泥驳进行装驳作业。满驳泥驳按规定航线，航行至卸泥区进行抛卸，中途严禁抛卸、漏卸。抛卸完毕后返回至抓斗船一侧，等待装驳。

(4) 挖泥采取扇形开挖。抓斗开口宽度以抓斗充泥“满而不外溢”为限。具体的开挖方法为：由外而内分条逐阶梯完成分段长的开挖任务后转入下一挖条开挖。当开挖位置原始水深浅于泥驳吃水时，需将抓斗船组艏向转动约 45° ，使泥驳置于已完成开挖的满足吃水的区域。在施工过程中，为保证施工质量，防止

出现欠挖或漏挖的现象，每条每层在开挖的过程中，应该保证有重叠开挖的区域，控制施工质量。

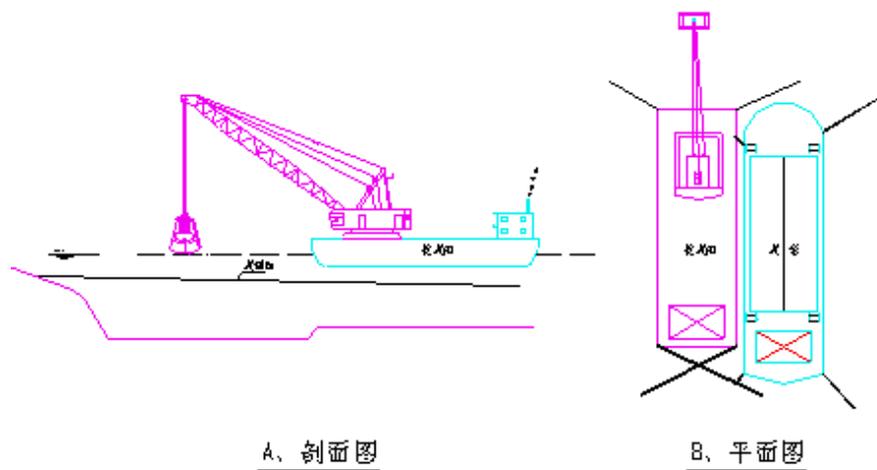


图 2.3.2-7 抓斗船挖泥布置示意图

(5) 特殊条件下应按下列方法进行施工

水深小于泥驳吃水时，宜利用高潮位分层开挖出满足泥驳吃水的挖槽，低潮位时挖泥船退至起挖点开挖，依次交替进行施工。

2.3.2.4 抛泥

施工过程中加强对船舶保养检修，防止运输过程中的泥砂流失污染环境，泥驳的航行线路按指定航线航行。挖泥船组按规定悬挂信号旗。

泥驳装满后，利用泥驳上自带的 GPS 定位系统将泥驳开向航道部门指定位

置进行抛泥。抛泥前需征得航道等有关部门的同意并完成废弃物海洋倾倒许可证办理。

根据设计文件要求，疏浚土外抛至铁山港外海洋倾倒区，面积 14.43 平方公里，距离本工程约 32 海里。避免在鲸豚捕食时间段（12: 00 至 15: 00）通过保护区及其周边海域，或降低泥驳航速通过保护区及保护区周边海域，并加强观测。

2.3.2.5 防污帘安装

施工前，在距离施工区域约 100m 左右的距离自北向南设置一道高约 5m 的土工布防污屏，为防疏浚悬浮物顺着龙头沙渔港水域向北侧水域扩散，于渔港西防波堤于陆域之间设置一道土工布防污屏。防污帘采用 PVC 材质。具体布设位置及布设范围根据施工情况进行调整。

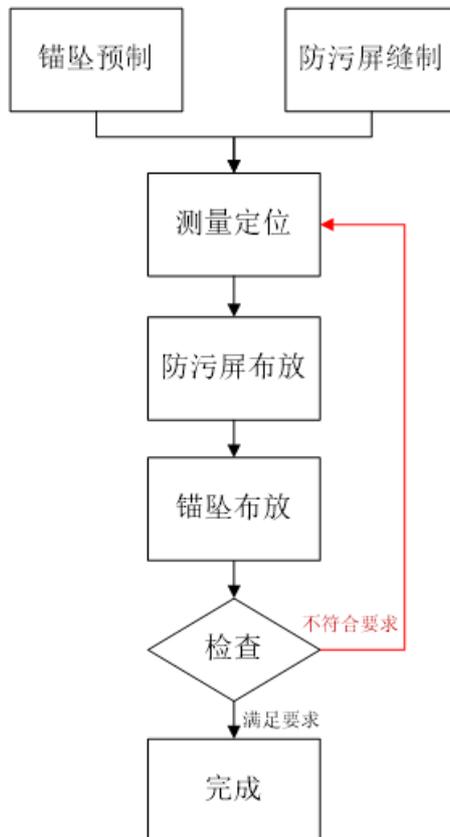


图 2.3.2-8 防污帘安装工艺流程图



图 2.3.2-9 防污帘安装位置示意图



图 2.3.2-10 防污帘材质示意图

安装防污帘步骤

- (1) 将防污屏及其他防污屏附件运送到利于防污屏下水拖带的位置（使用工作船）；
- (2) 将锚坠、锚绳、起锚绳、系拉绳和浮漂等放到小工作船上。

(3) 在大工作船甲板上将防污屏连接成所需长度，用绳带每隔一定距离将防污屏系绑成大捆。

(4) 使用 RTK 等测量设备按设计坐标测量放样，并做好水上标记。

(5) 将防污屏按找标记位置布放到指定区域。布放时不要划伤防污屏，不要扭绞。

(6) 小工作船在预定位置布放固定锚坠，并将防污屏与锚坠链接好，固定防污屏的位置。定位防污屏后，检查裙体是否有缠绕在浮体上。

(7) 用锚坠对防污屏的布设位置和形状进行调整，确保无误后，可解开捆绑用绳带，解除防污屏的卷曲状态。

(8) 防污屏布设后，实际情况（水流、水位等外部环境的影响）往往会出现与理想形状不尽相同之处，例如出现弧形，反向弧形，变化不大位移等都属正常现象。

(9) 布放完毕后，根据水深及潮位调整防污屏上的锁紧绳，使防污屏的底端与海底保持适当的空间，保证防污屏的正常使用。

(10) 防污屏布设完成后，应定期巡视检查，如出现破损情况及时修补，以免影响防污效果。

(11) 遇特殊情况，需要使防污屏沉入水中，先用锁紧绳将防污屏系绑成捆，然后解除自浮体，将防污屏沉入水中。

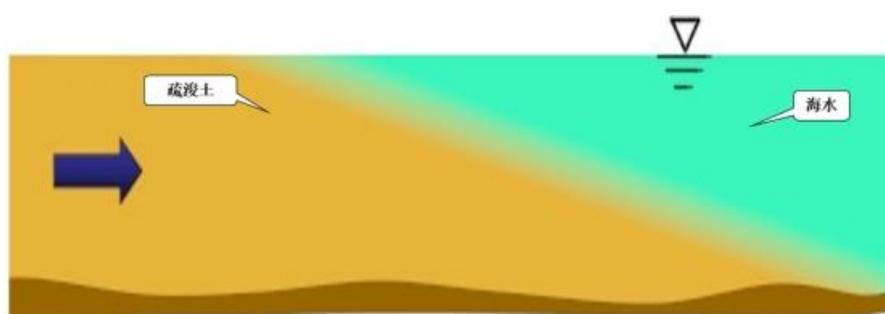


图 2.3.2-11 疏浚土扩散示意图

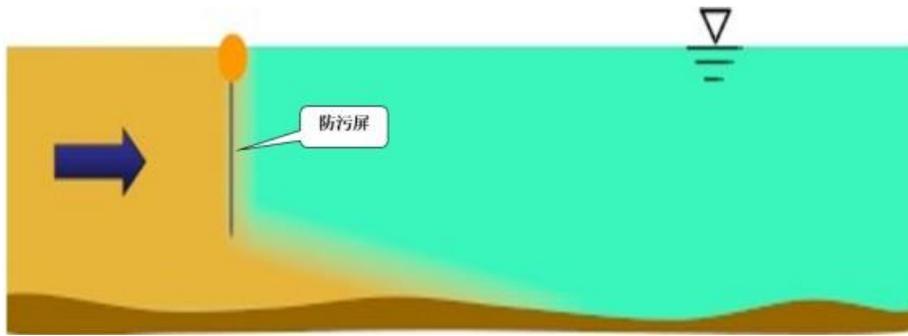


图 2.3.2-12 防污屏拦截疏浚土示意图

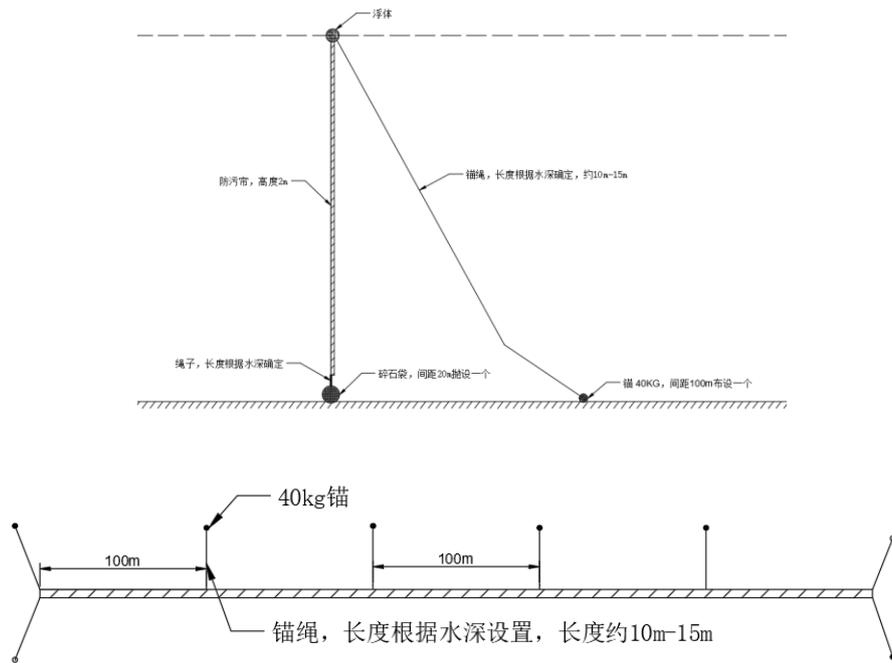


图 2.3.2-13 防污屏固定示意图



图 2.3.2-14 防污屏实例效果图

2.3.3 土石方平衡

本工程海域天然水深较浅，局部水域不能满足船舶进港及作业要求，需对水域进行疏浚至设计底标高。最新地质勘察报告显示，本工程疏浚范围内的地层主要为砂混淤泥和粉细砂层。根据《疏浚与吹填工程设计规范》相关规定，砂与粉砂质砂均为 6 类土，采用抓斗挖泥船较易~容易开挖。本工程拟采用 1 艘 13m³ 抓斗挖泥船进行疏浚，疏浚边坡取为 1:5~1:6，满足规范要求，边坡可保持稳定。

本项目疏浚总量约 58 万 m³，设计底标高-3.5m；土质级别为 6 级土。结合现状调查结果，本次调查各站位各评价因子均符合第一类沉积物质量标准，表明调查海域沉积物质量状况良好；结合广东省地质局第四地质大队 2021 年 3 月 25 日完成的《广东廉江核电项目大件码头工勘岩芯高岭土矿鉴定报告》（SD-KCSI0-CS01-2021016）成果，疏浚区域疏浚影响范围内无高岭土矿，初步判断疏浚物符合外抛的要求，具体疏浚物理化成分分析以后续办理抛泥证的监测结果为准。疏浚土拟外抛至铁山港外临时性海洋倾倒区，控制点坐标为 109° 18' 47.207" E，21° 17' 09.904" N；109° 21' 23.297" E，21° 18' 15.440" N；109° 22' 03.978" E，21° 16' 48.286" N；109° 19' 27.908" E，21° 15' 42.761" N 四点连线围成的区域，面积 14.43 平方公里，距离本工程约 32 海里。施工前，业主方需就外海倾倒区以及运淤航线办理相关批文。因外抛航线附近存在合浦儒艮保护区核心区，航线避开核心区，在外侧绕道，如下图；另外，疏浚工程严格按照《广东省人民政府办公厅关于印发广东省促进砂石行业健康有序发展实施方案的通知》（粤办函〔2021〕51 号）、中国海监广东省总队《关于进一步明确开展涉海疏浚工程用海监管有关事项的通知》（粤海监函〔2019〕99 号）等文件规定和要求执行。

全国倾倒地规划（2020-2025年）——南海



图 2.3.3-1 抛泥区位置示意图（N31：铁山港外远海倾倒地）



图 2.3.3-2 疏浚物外抛路线图

2.3.4 主要船机设备配置

1、疏浚施工船舶

本项目疏浚采用 1 艘 13m³ 抓斗船，配备 5 艘 1000m³ 泥驳。

表 2.3.4-1 主要船机设备配置一览表

时间	2024 年						2025 年			
	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月
13m ³ 抓斗船	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
自航泥驳	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

表 2.3.4-2 泥驳型号

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

2、排水设施施工船舶

表 2.3.4-3 排水设施施工船舶

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

3、本项目拟投入的主要测量仪器设备表

表 2.3.4-4 主要测量仪器设备表

序号	仪器设备	规格/型号	产地	单位	数量	备注
1	RTK	V30	中国	套	1	自有
2	测深仪	HD370	中国	套	1	自有
3	对讲机	/	中国	台	8	自有
4	GPS 信标机	中海达	中国	台	1	自有
5	钢卷尺	0-50m		个	2	自有
6	水准标尺	铝合金 0-5m		把	2	自有

2.3.5 施工进度计划

1、疏浚到-3.5 米的可行性说明

根据施工船舶类型、满载吃水深度及潮位变化情况(设计低水位为-1.25m),泥驳施工所需水深为-3.5~-4.1m,疏浚至-3.5m 可根据实际情况乘潮施工,乘潮水位 1m,乘潮时间 10 小时。低潮位时现场施工船舶不进行施工作业。结合现场实际情况,每天可作业时间按 70~80% 可满足本项目施工需求。

2、施工工期计算

广东廉江核电项目一期工程海域取排水设施建安工程海上施工时间段为 2024 年 07 月 01 日至 2025 年 06 月 30 日,共计约 12 个月。其中,本项目疏浚施工时间约为 9 个月:2024 年 07 月 01 日至 2025 年 04 月 06 日,共 280 天。采用 13m³ 抓斗船配置 5 艘泥驳,泥驳满载航速为 5.6 节,空载航速为 6 节,卸泥区距离现场约 32 海里,泥驳往返共需 11 小时。

抓斗船工效: $13 \times 0.8 \times 40 \times 20 = 8320(\text{m}^3/\text{天})$,泥驳装载完成需要时间为 3.5 小时,根据《疏浚与吹填工程设计规范》(JTS 181-5-2012)第 6.2.7 条计算,抓斗船每天工作 20 小时,泥驳每天工作 24 小时。

拟配备 5 艘 1000m³ 泥驳。现场根据实际情况进行船舶进场,或增加船舶。抓斗船每天施工 20h,每天挖泥总量为 8320m³/d。

d—抓斗船工效按每月工作 20 天计算,则单月生产能力约为 10 万 m³。

疏浚工期为 9 个月,计划工效约为 $58 \div 9 = 6.4 \text{ 万 m}^3 < 10 \text{ 万 m}^3$,实际工效大于计划工效,因此满足工期要求。

表 2.3.5-1 疏浚施工进度计划

序号	任务名称	工程量 (m ³)	工期	开始时间	完成时间
1	疏浚工程	58 万	9 个月	2024 年 07 月 01 日	2025 年 04 月 06 日

2.4 项目用海需求

本项目用海总面积 19.6595 公顷,均为疏浚用海。项目海域使用类型为工业用海(一级类)中的电力工业用海(二级类),用海方式为开放式(一级方式)中的专用航道、锚地及其它开放式(二级方式)。

广东廉江核电项目一期工程海域取排水设施建安工程海上施工时间约 12 个月，其中，本项目疏浚施工时间约为 9 个月。考虑台风天气、潮汐变化导致船舶无法疏浚、布设排水管涵期间施工船舶通行和停靠以及其他不可控因素，本项目拟申请用海期限 2 年。

项目宗海位置图、项目宗海界址图见图 2.4-1、图 2.4-2，项目用海分图界址点坐标见表 2.4-1 所示。

广东廉江核电项目一期工程海域取排水设施建安工程排水箱涵施工用海疏浚工程宗海位置图

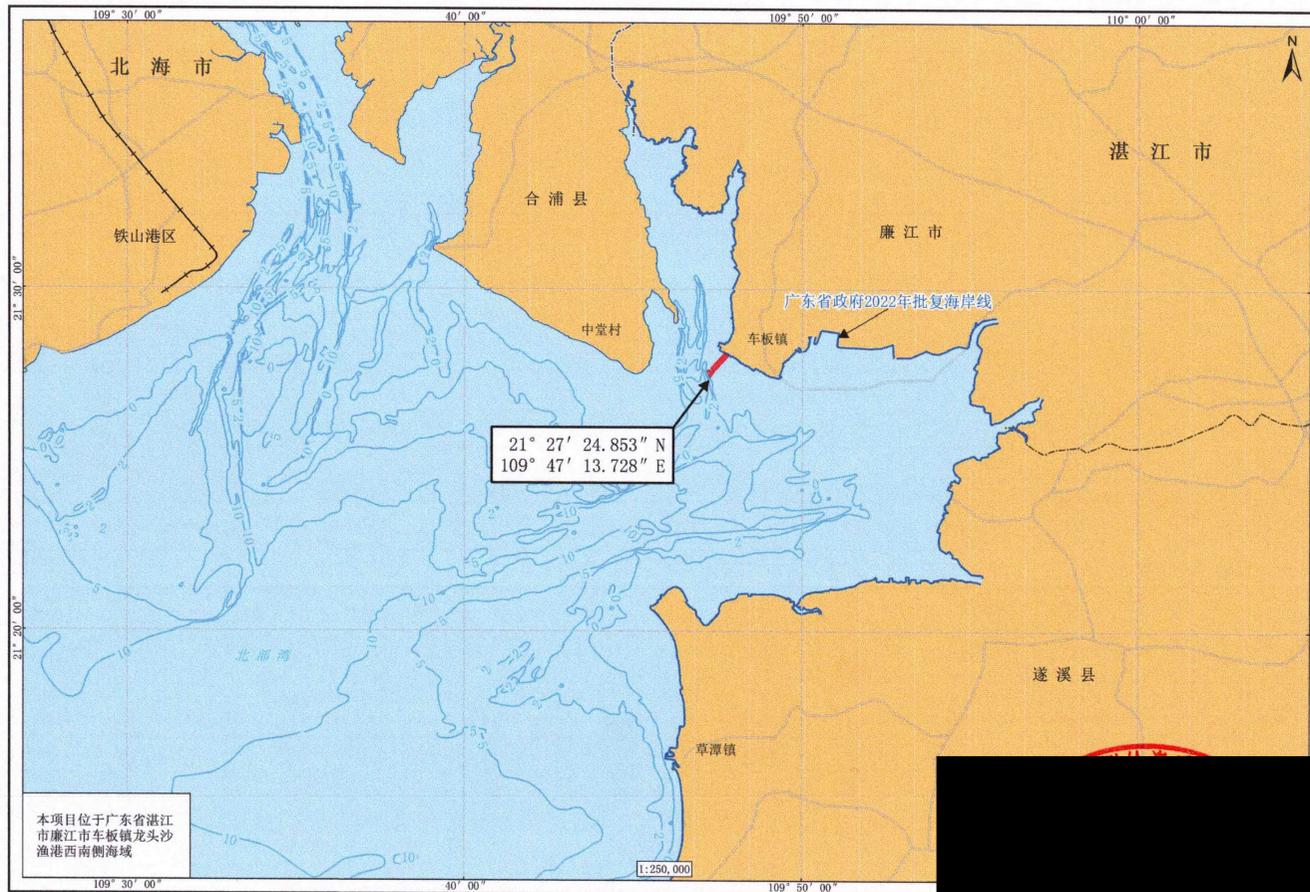


图 2.4-1 项目宗海位置图

广东廉江核电项目一期工程海域取排水设施建安工程排水箱涵施工用海疏浚工程宗海界址图

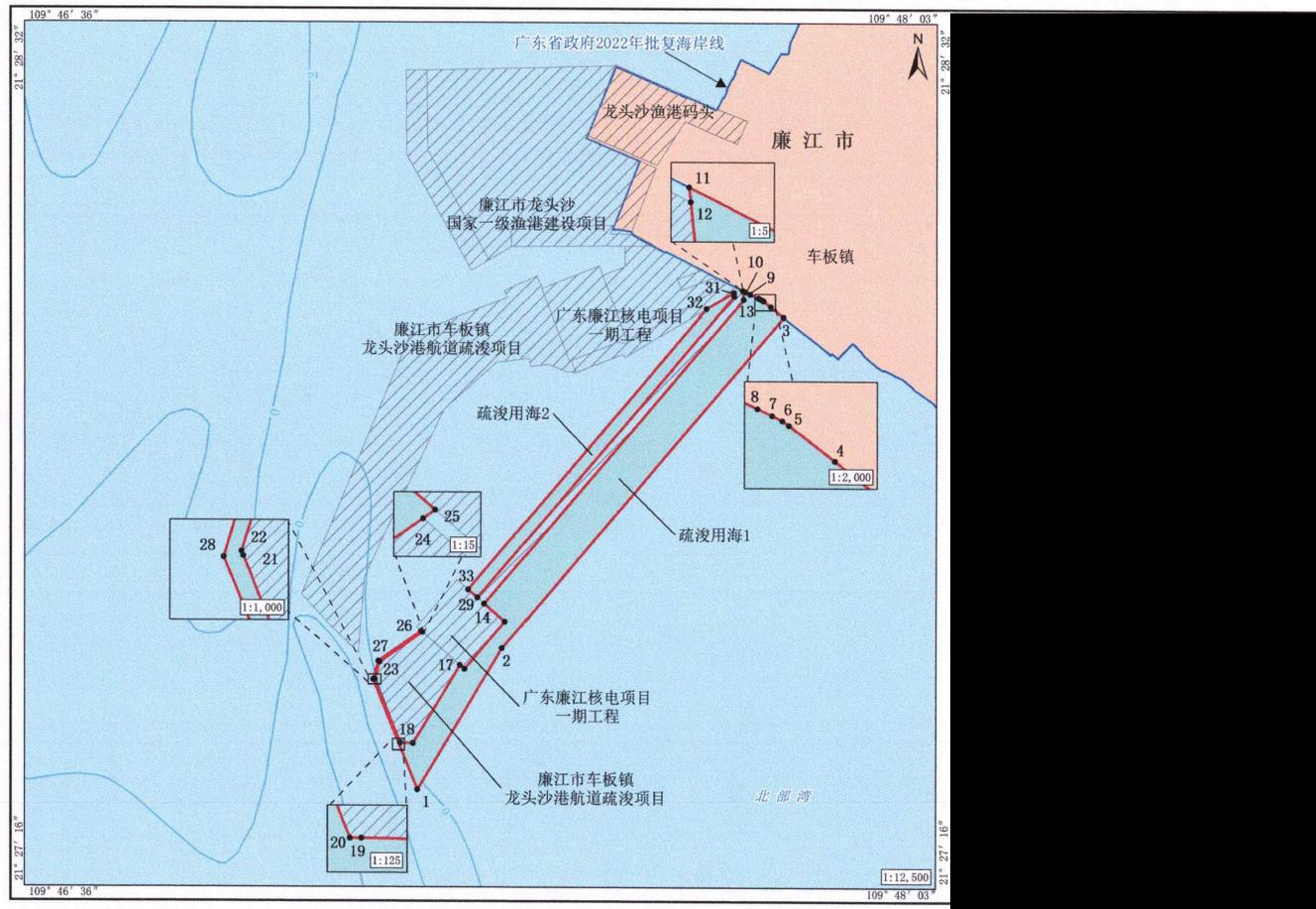
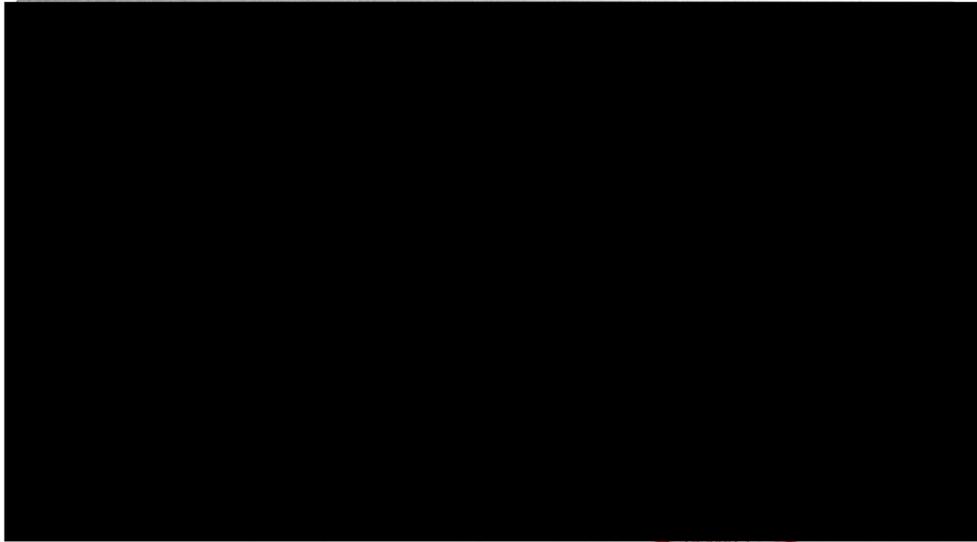


图 2.4-1 项目宗海界址图

表 2.4-1 项目宗海界址点

附页 广东廉江核电项目一期工程海域取排水设施建安工程排水箱涵

施工用海疏浚工程宗海界址点 (续)



2.5 项目用海必要性

2.5.1 项目建设的必要性

1) 是适应能源发展规划要求、实现经济社会可持续发展的需要

2014年,国务院办公厅印发的《国家能源发展战略行动计划(2014-2020年)》提出,坚持“节约、清洁、安全”的战略方针,加快构建清洁、高效、安全、可持续发展的现代能源体系,并强调发展绿色低碳战略,着力优化能源结构,把发展清洁能源作为调整能源结构的主攻方向,大幅增加风电、太阳能、地热能等可再生能源和核电消费比重。2015年10月,《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十三个五年规划的建议》强调:“推进能源革命,加快能源技术创新,建设清洁低碳、安全高效的现代能源体系。提高非化石能源比重,推动煤炭等化石能源清洁高效利用。加快发展风能、太阳能、生物质能、地热能,安全高效发展核电。”核电作为唯一可以大规模替代化石能源的低碳清洁能源,是我国能源绿色发展的支柱。

广东省能源资源匮乏,省内煤、气等资源大量依靠省外输入,水电仅有的开发量已基本开发完毕,新能源开发条件一般,一次能源供应主要依靠外省调入或进口解决,近年来对外依存度均在80%以上。随着区外一次能源消费的快速增长,

未来对广东省的一次能源供应存在不确定性。核电项目的建设能够提升广东省内一次能源供应能力，降低能源对外依存度。

本项目主要为广东廉江核电项目一期工程服务，按满足施工船舶进出港需要的标准建设，本工程建设是适应能源发展规划要求、实现经济社会可持续发展的需要。

2) 有助改善环境质量，促进广东节能环保、可持续发展

随着广东省经济快速发展以及工业化、城镇化进程的加快，特别是近年来经济偏向重型化发展，环境污染和生态破坏的态势并未得到有效遏制，污染物排放总量依然很大，环境承载力较差。

核电作为清洁能源，发展核电替代化石能源，对于减少二氧化碳排放，减轻污染物排放，改善环境质量，降低 PM2.5 浓度具有明显的作用。按年利用小时数 7000 小时，本工程机组一年发电量按 175 亿千瓦时计算，可减少排放二氧化碳约 1125 万吨，即使替代超洁净排放煤电机组（按燃气轮机排放限值——烟尘、二氧化硫、氮氧化物分别为 5 毫克/标立方米，35 毫克/标立方米，50 毫克/标立方米考虑），每年可减少烟尘约 275 吨，二氧化硫约 2000 吨，氮氧化物约 2750 吨。

本项目主要为广东廉江核电项目一期工程服务，项目建设能够保证设计船型的通航，加快推进廉江核电项目排水设施建设，因此，本项目建设是促进和保障广东廉江核电项目顺利实施，促进广东节能环保、可持续发展的需要。

综上，本工程能够适应广东省尤其是广东西区中长期电力需求增长的需要，项目建设加快了核电项目建设，有利于促进广东节能环保、可持续发展。项目建设是必要的。

2.5.2 项目用海的必要性

本项目主要为广东廉江核电项目一期工程海域取排水设施建安工程服务，施工期为 12 个月，其中，本项目施工期为 9 个月。目前排水设施建设区域周围的水深条件，无法满足建设所需的施工船舶通航需求。拟对申请用海区域进行疏浚至设计底标高-3.5m，确保挖泥船等施工船舶能够正常通行，从而保障排水设施施工的顺利进行，避免由于水深不足而造成设备运输困难和延误。因此，项目用海是必要的。

3 项目所在海域概况

3.1 海洋资源概况

3.1.1 渔业资源

湛江市是渔业大市，渔业资源丰富。根据《湛江市统计年鉴 2023》统计，湛江市水产养殖面积总计 76776.96 公顷，其中海水养殖面积 54887.40 公顷，淡水养殖面积 21889.56 公顷。全市有渔业乡镇 15 个，渔业村 225 个，渔业人口 46.03 万人，渔民人均收入 25584 元。其中以捕捞为主的渔业村 217 个，捕捞渔业人口 25.26 万人，海洋捕捞渔船 1.57 万艘。

湛江海洋生物资源丰富，有经济价值的鱼类资源，鱼类隶属 21 目 120 科 371 属 520 种。虾类有 7 属 28 种，蟹类主要有锯缘青蟹、梭子蟹等，贝类有 5 纲 107 科 275 属 547 种，另外还有棘皮类、环节类、腔肠类、海兽类。湛江市水产品产量连续多年居广东省之首。湛江的对虾引领世界行情，湛江拥有“中国对虾之都”、“中国海鲜美食之都”、“国家级出口水产品质量安全示范区”、“国家级水海产品外贸示范基地”和“国家级海洋生态文明建设示范区”等多张水产业国家级名片。湛江市拥有水产种苗场 600 多家，深水网箱养殖基地 3 个，水产品加工企业 187 家，涉海高新技术企业 12 家，海洋科研机构 30 多家。海洋渔业已成为湛江体系最完善、功能最配套、从业人员最集中的集群产业之一，已经形成水产种苗培育和养殖、捕捞、加工、流通、研发及水产饲料等协作配套的较为完整的产业链。2022 年全年，湛江市水产品产量总计 122.20 万吨，其中海水产品 103.81 万吨，淡水产品 18.39 万吨，总产量相比 2021 年增长 1.0%。

廉江市海产鱼类有马鲛鱼、鲳鱼、鲫鱼（曹白）、黄鱼、鲸鲨、竹鱼、棱鱼、白力、青鳞、三来、狗母、西江仔、门鳝、针鱼、鲳鱼、白目鱼、马友鱼、石斑鱼、鲈鱼、大眼鸡、沙鲮鱼、黄花鱼、班铲、二长棘鲷、三牙、尖头、赤鸡、黄加立、立仔、金线鱼、红三鱼、带鱼、花古棍、跳鱼、能鱼、左口、地鱼、沙甲、龙利、狗仔沙、乌记沙、黑翅沙、犁头摇、牛屎甫、尖嘴甫、黄甫、燕甫、龟鱼等。

3.1.2 矿产资源

廉江市位于粤桂加里东褶皱隆起带的东南缘，云开古陆的西南端，吴川——

四会大断裂西侧，上古生代中坳—廉江复式向斜南段。廉江市境内地层出露较全，岩浆活动频繁，褶皱、断裂构造发育，岩石受变质作用强烈，成矿条件较好，已发现矿产资源 30 多种，其中非金属矿产有白云岩、石灰岩、花岗岩、高岭土、泥炭土、红砖粘土、玄武岩、石英岩、玻璃沙、磷矿、黄铁矿、钾长石、滑石、透闪石、云母、水晶、河沙等。金属矿产有金、银、锌、白钨、铁、锰、铅、铜、钼和锡等矿产。

3.1.3 岸线资源

根据自然资源局发《湛江市统计年鉴 2023》相关统计，截至 2022 年，湛江市大陆海岸线长度总长达 1243.7km，岛屿个数共计 134 个，岛屿岸线长度总长达 779.9km。

湛江海岸线砂质岸线绵长，有 13 段优质沙滩，包括王村港、吉兆湾、吴阳、南三岛、东海岛、硃洲岛东岸、笏斗沙岛、海安白沙湾、乌石北拳半岛、企水赤豆寮岛、纪家盘龙湾、江洪仙群岛、草潭角头沙等，总长达 150 多 km。

3.1.4 “三场一通道”

根据《中国海洋渔业水域图（第一批）》（中华人民共和国农业部，2002 年 2 月）的资料显示，本工程所在海域涉及南海北部幼鱼繁育场保护区（见图 3.1.4-1）及南海国家级及省级保护区中的二长棘鲷幼鱼保护区（见图 3.1.4-2）。

南海北部幼鱼繁育场保护区：位于南海北部沿岸 40m 等深线以内的水域，保护期为 1~12 月。

二长棘鲷幼鱼保护区：为北部湾涠洲岛北端的北纬 21° 05′ 线以北海域，连接涠洲岛南至海康县流沙港以西 20 米水深以内海域，保护期为每年的 1 月 15 日至 6 月 30 日。

本项目位于南海北部幼鱼繁育场保护区和二长棘鲷幼鱼保护区的保护范围内，保护期分别为 1~12 月和每年的 1 月 15 日至 6 月 30 日。

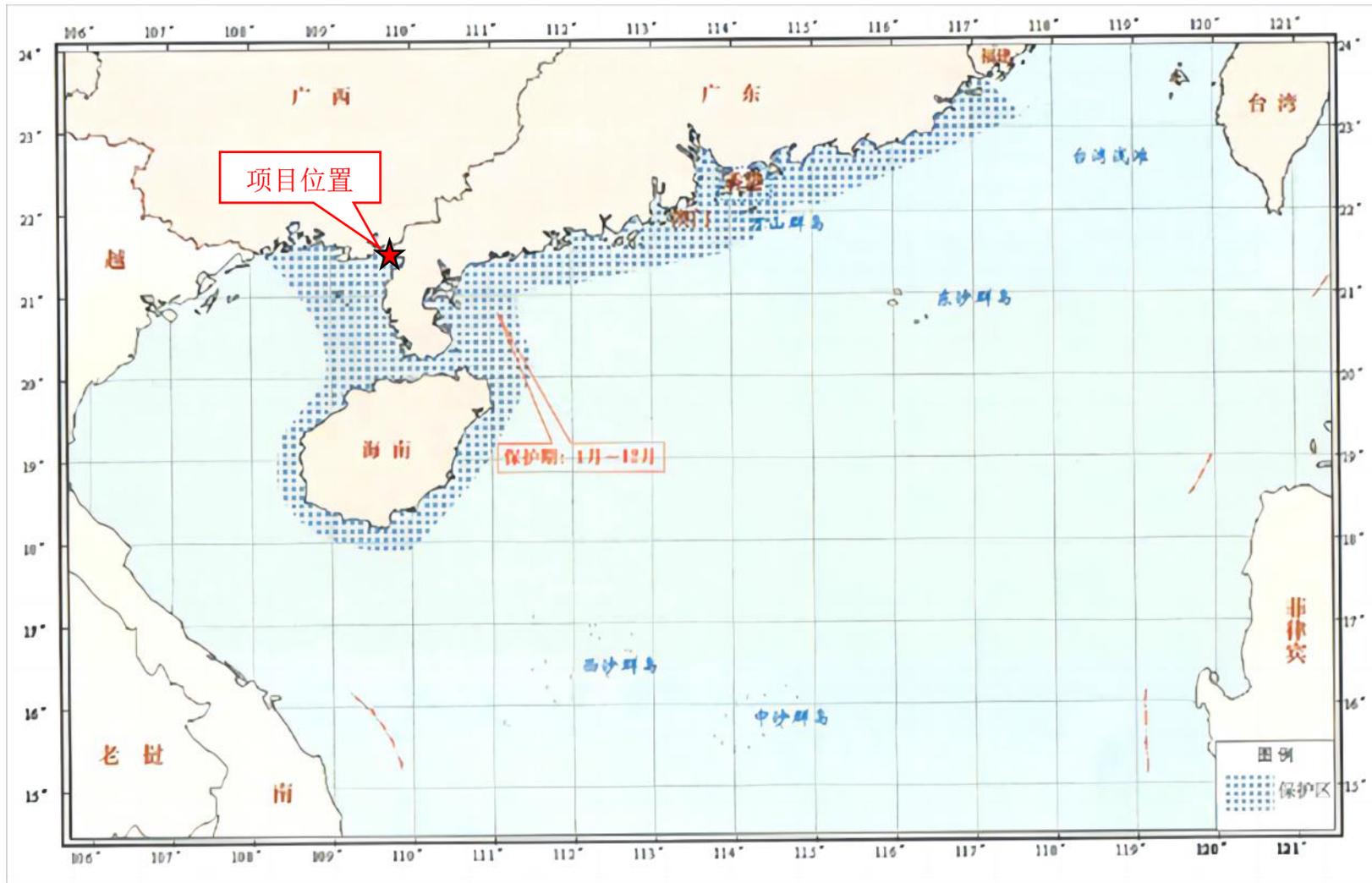


图 3.1.4-1 南海北部幼鱼繁育场保护区

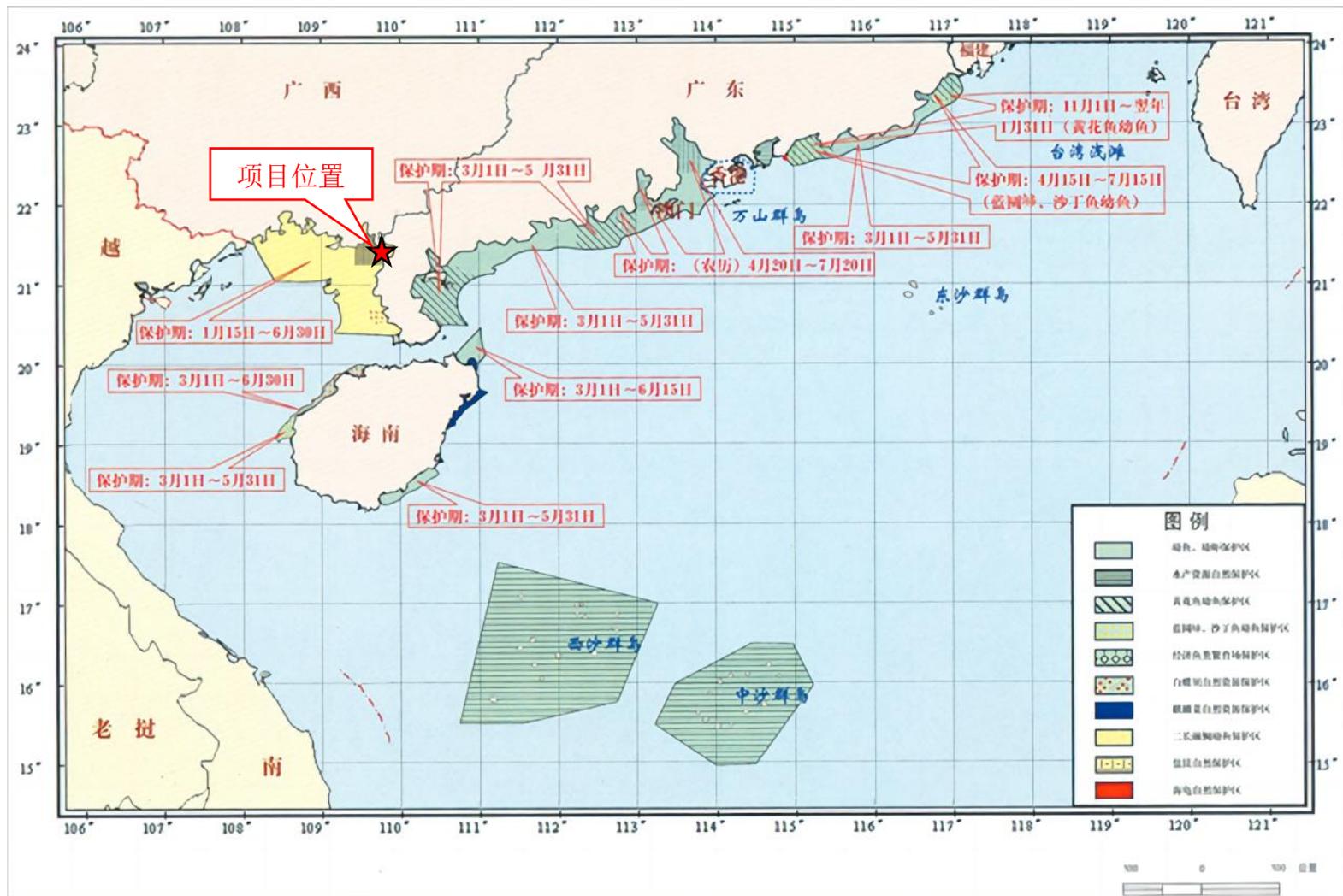


图 3.1.4-2 南海国家级及省级保护区分布示意图

3.1.5 港口、航道资源

廉江市距湛江港仅 60 千米，有铁路和公路紧密相连。湛江港已与世界五大洲 100 多个国家和地区通航，是廉江走向国际市场的主要出海通道。廉江在北部湾畔沿岸还拥有安铺、营仔、龙头沙等 3 个天然良港。龙头沙港新上的一个 3000 吨和两个 2000 吨级泊位正在加紧建设。安铺港曾经有过每月从该港开往广州、海南、东兴、北海及越南的海防、西贡等地航班。廉江有三大港口，分别为：安铺久渔渔港、营仔渔港和车板龙头沙渔港。港口吞吐能力 100 多万吨。拥有运输船 140 艘。面向南海北部湾海域，连接两广经济合作区，距廉江市 70km。依据《廉江市城市总体规划修编（2010-2020 年）》，廉江市将加快龙头沙国家一级渔港建设，改造营仔港。按照将龙头沙港建设成为湛江地区中型综合枢纽港的目标，积极开展龙头沙万吨级深水码头前期勘查工作，同时结合港口开发，建设临港工业区。

1、航道

项目海域附近有 3 条航道，分别为营仔航道、龙头沙航道、犁头沙航道。目前上述港口均无危险品运输，主要为渔业码头和杂件运输。

2、港口码头

营仔港：长 618m，宽 240m，港区水域面积 15 万 m²，1990 年经农业部批准为营仔渔业港区，属综合性港口，由渔业作业区和商业口岸等部分组成。泊位 5 个，均为 1000 吨以下。2014 年停泊船只最大吨位为 700 吨级，年平均停靠船只 330 只，主要装卸货物为水产品、煤，无危险品运输。

龙头沙港：是廉江市唯一经国家农业部批准的三类港口。现有 1000 吨级码头 200m，泊位两个，吞吐量 20 万吨，码头堆场 4 万 m²，护岸堤 1000m。年平均停靠船只 600 只，主要装卸货物为水产品，无危险品运输。龙头沙港区域包括车板镇、安铺镇、营仔镇、高桥镇。建成后港区水域面积达 41 万 m²，可容纳大型渔船数 100 艘，中型渔船数 200 艘，小型渔船数 300 艘，防台风等级 12 级。为进一步发展海洋经济，促进海产品的贸易及加工，廉江市明确提出，把龙头沙港海洋产业园作为“一廊两区”建设的重要组成部分。省海洋与渔业局已向农业部申报作为一级渔港纳入管理，同时还作为广东省现代渔港经济区建设 17 个重

点港口之一，在原渔港的基础上，将其建设成为以海洋产业带动捕捞业、海水养殖业、运输业、鱼需品生产、海产品加工业发展的整体规范的、功能多样的产业园区。

3.1.6 保护区

本项目论证范围内涉及有 4 个保护区，即广西山口红树林海洋保护区、广西合浦儒艮国家级自然保护区、广东湛江红树林国家级自然保护区和北海珍珠贝海洋保护区。

1、广西合浦儒艮国家级自然保护区

1986 年，广西壮族自治区人民政府以桂政办函(1986)122 号文和桂编(1986)192 号文批准成立自治区级合浦儒艮自然保护区；1992 年 10 月，国务院国函(1992)166 号文批准成立广西合浦儒艮国家级自然保护区。保护区位于广西北海市合浦县沙田镇附近海域，东起山口镇英罗港，西至沙田镇海域，海岸线全长 43km，其界线为：地理坐标(109°38'30"，21°30')、(109°46'30"，21°30')、(109°34'30"，21°18')、(109°44'，21°18') 四点连线内的海域。保护区总面积 350km²，其中核心区面积 132km²，缓冲区面积为 110km²，实验区面积 108km²。

其海岸基本功能为海洋保护区用海，保护对象为儒艮和中华白海豚等珍稀物种及其栖息环境——红树林生态系统和海草床生态系统。

保护区严格执行《自然保护区管理条例》和《海洋类自然保护区管理办法》，执行保护区总体规划。开展海域生态环境动态监测和评估；海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量执行一类标准。

广西壮族自治区海洋功能区划 (2011-2020年) 图一北海市

广西海图院

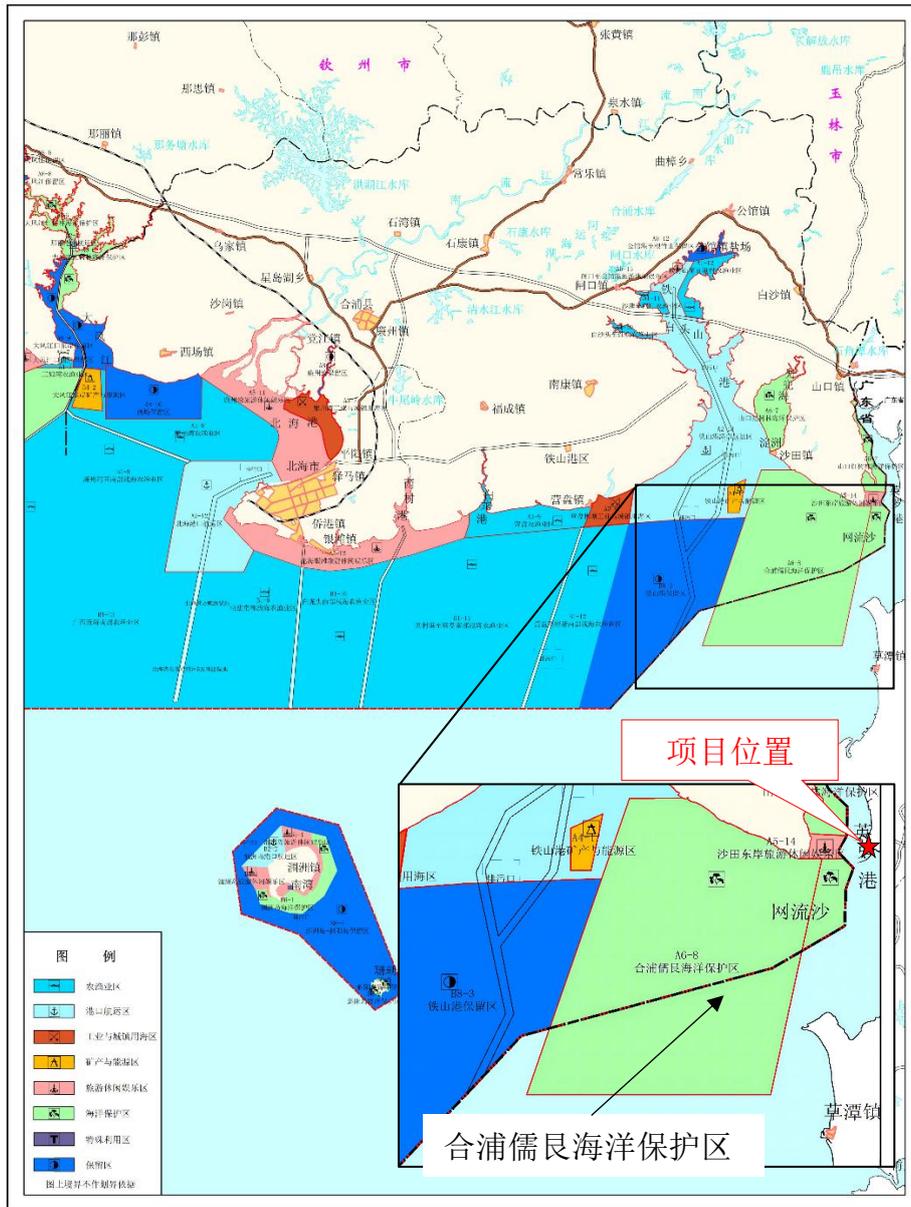


图 3.1.6-1 保护区地理位置与功能区划图

2、广西山口国家级红树林生态自然保护区

广西山口国家级红树林生态自然保护区由广西合浦县东南部沙田半岛的东西两侧海岸及海域组成,东邻广东省湛江红树林保护区,地域跨越合浦县的山口、沙田和白沙三镇。保护区管理处设于广西北海市。保护区管理处在英罗、沙田和白沙设三个保护站。

广西山口国家级红树林生态自然保护区由沙田半岛东侧和西侧的沿岸陆域和海域组成,分为英罗港分区和丹兜海分区两大部分。英罗港分区位于沙田半岛

东侧的英罗港，陆域北起广西广东陆上交界的洗米河口，向南经山口镇的山东、高坡、北界，至英罗村止，跨 4 个村委，海岸线总长 21.7km；海域为广西广东海上分界线以西，向南止于 21°28'22"的海域。丹兜海分区位于沙田半岛西侧的丹兜海湾，陆域东起上新村、向北经永安、丹兜和山角，至白沙镇的那郊后向南经那江、那潭、和荣，最后止于沙尾，跨 11 个村，海岸线总长 19.2km；海域范围为向南止于 21°31'40"的丹兜海域。

广西山口国家级红树林生态自然保护区由合浦县沙田半岛东侧的英罗港和西侧的丹兜海两个区域组成，总岸线长 40.9km，其中英罗港 19.2km，丹兜海 21.7km；保护区总面积 8000hm²，其中英罗港 2865.4hm²，丹兜海 5134.6hm²。各功能区的面积分别是：核心区 824.1hm²，缓冲区 3600.4hm²，实验区 3575.5hm²。保护区总面积中海域面积 4970.5hm²。陆地 3029.5hm²，分别占保护区总面积的 62.1%和 37.9%。

其海洋基本功能为海洋保护区用海，兼顾生态观光旅游用海和渔业用海。保护区的保护对象为红树林生态系统，保护目标为提高红树林生态系统的生物多样性；保护自然景观。严格执行《自然保护区管理条例》和《海洋类自然保护区管理办法》，执行保护区总体规划。海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量执行一类标准。

广西山口国家级红树林生态自然保护区位置示意图

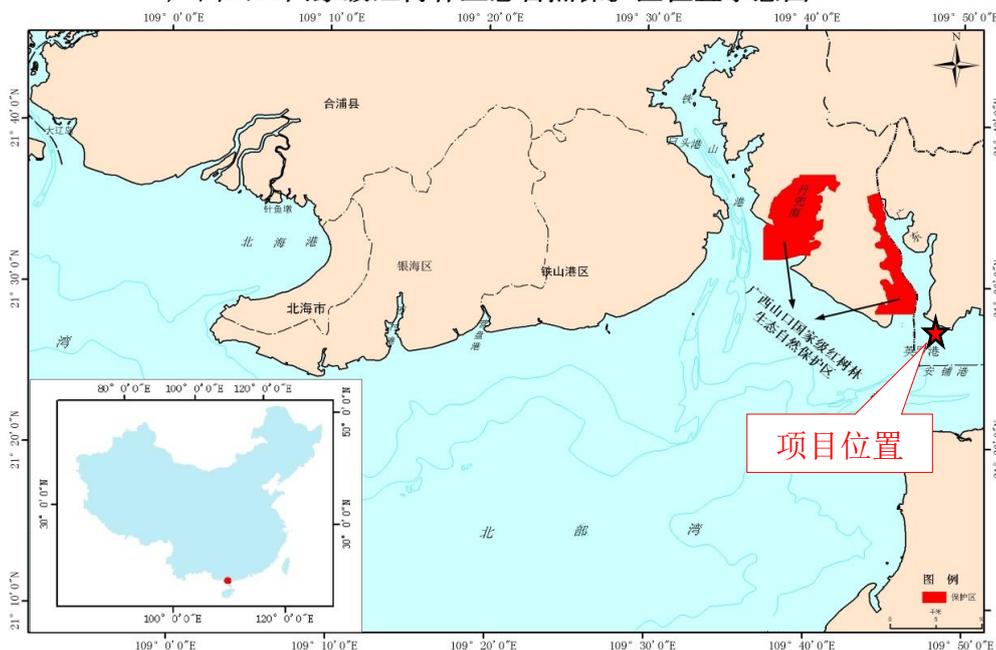


图 3.1.6-2 广西山口国家级红树林生态自然保护区地理位置图

3、广东湛江红树林国家级自然保护区

广东湛江红树林国家级自然保护区位于中国大陆最南端，分为 40 余片，成带状分散分布于广东省雷州半岛沿海滩涂，总面积 20278.8hm²。保护区西北以高桥片为主，地理坐标为东经 109°44'9"—109°56'10"，北纬 21°9'19"—21°34'15"；东北以官渡片为主，地理坐标为东经 110°21'51"—110°38'19"，北纬 21°6'29"—21°27'27"；最东以湖光片为主，地理坐标为东经 110°6'35"—110°30'19"，北纬 20°48'5"—21°7'53"；东南以和安片为主，地理坐标为东经 110°17'49"—110°27'40"，北纬 20°34'11"—20°43'48"；西南片以角尾片为主，地理坐标为东经 109°41'20"—110°12'15"，北纬 20°14'6"—20°52'19"。

湛江红树林保护区总面积为 20278.8hm²，其水域面积大于 30%。保护区分为核心区、缓冲区和试验区。

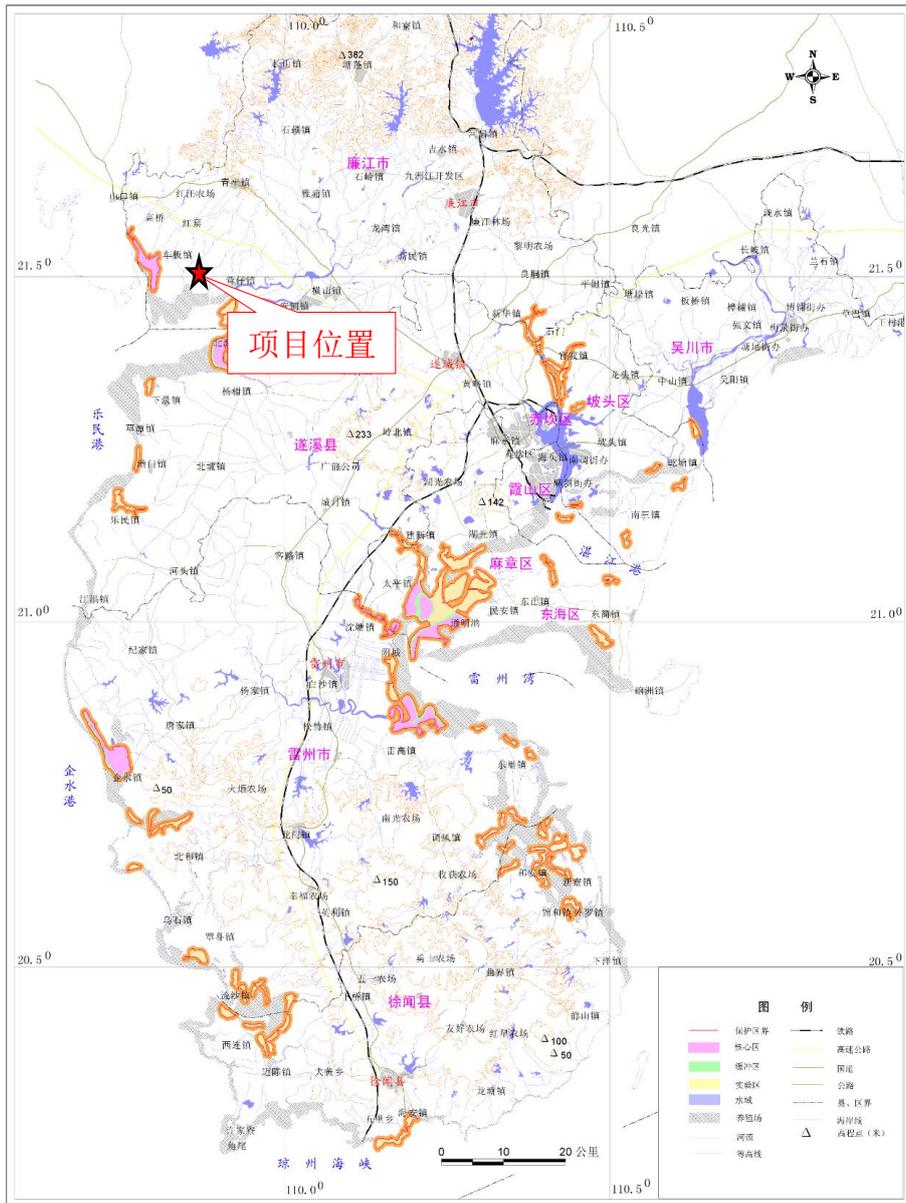
核心区主要集中在廉江市高桥德耀、遂溪县北潭、遂溪县界炮安塘、雷州市企水湾、麻章太平镇至东海区民安镇海域。经统计，核心区面积共有 6613.00hm²，占保护区总面积的 32.61%。区内是湛江红树林资源种类最为丰富的区域，最突出的特征是红树林湿地生态系统稳定，均为天然林或天然次生林，红树林种类多、生长茂盛且集中连片，是湛江红树林生态系统的精华所在。区内没有居民点，人为干扰极少。

缓冲区面积 1711.95hm²，占保护区总面积的 8.44%。区内除沿海滩涂外还分布有一定面积的天然或人工更新的有林地，林龄尚幼，树种较单纯，分布较分散，生态功能较脆弱。区内无居民点。

试验区面积为 11953.86hm²，占保护区总面积的 58.95%。实验区的主要功能是人工促进红树林生态系统的修复、恢复，开展科学实验，培育红树苗木，开展森林旅游、多种经营和教学实习活动。

保护区的保护对象为：①热带红树林湿地生态系统及其生物多样性，包括红树林资源、邻近滩涂、水面和栖息于林内的野生动物；②海岸和红树林的典型自然景观。

广东湛江红树林国家级自然保护区功能区划图



国家林业局调查规划设计院

2002年8月

图 3.1.6-3 广东湛江红树林国家级自然保护区功能区划图

3、北海珍珠贝海洋保护区

广西北海珍珠贝海洋保护区位于北海市合浦县英罗港南侧海域，东经 109°45'-109°47'，北纬 21°23'-21°27'。功能区类型为海洋保护区，面积为 1336 公顷。海域使用管理的用途管制要求为海洋保护区用海；兼顾渔业用海。用海方式控制要求为禁止改变海域自然属性。海洋环境保护的生态保护重点目标为保护珍珠贝资源及生境。环境保护要求为海水水质执行不劣于二类标准，海洋沉积物和海洋生物执行一类标准。



图 3.1.6-4 北海珍珠贝海洋保护区功能区划图

3.1.7 保护性水生生物

2021年2月1日，国家林业和草原局 农业农村部联合发布 2021年第3号公告，公布经国务院批准的最新版《国家重点保护野生动物名录》。保护性水生生物主要是指列入《国家重点保护的野生动物名录》的一级和二级保护动物。根据现场调查和资料收集，本项目周边海域主要保护性水生生物有儒艮（一级）和中国鲎（二级）。

1、儒艮

儒艮别名海牛、美人鱼，属哺乳纲海牛目儒艮科，拉丁学名(*Dugong dugon*)。系海生草食性兽类，属国家一级保护野生动物，其栖息地与水温、海流以及作为主要食物的海草分布有密切关系。多在距海岸 20 米左右的海草丛中出没，有时随潮水进入河口，取食后又随退潮回到海中，很少游向外海。

儒艮最大体长 3.3 米，成体平均长约 2.7 米。体纺锤形，身体的后部侧扁。皮肤较光滑，有稀疏的短毛。头部较小，略呈圆形。上唇略呈马蹄形。嘴吻弯向腹面，其前端扁平，称为吻盘。儒艮行动缓慢，性情温顺，视力差，听觉灵敏，平日呈昏睡状。饱食后除不时出水换气外，爱潜入 30~40 米深的海底，伏于岩礁等处静候，从不远离海岸到大洋深海去。对海温有一定的要求，不去冷海。对冷敏感，水温低于 15℃，易染肺炎死去；水质差也易罹皮肤溃疡、内寄生虫等。儒艮喜成群活动，以 2~3 头的家族群活动，虽然常单独行动，但也会组成 6 头左右的小群体，有时会达数百头以上。在隐蔽条件良好的海草区底部生活，定期浮出水面呼吸。生性害羞，只要稍稍惊吓，就会立即逃避。从不远离海岸。行动速度不快，一般每小时 2 海里左右，在逃跑时也不过 5 海里。一般每 1 至 2 分钟浮至水面一次，但有时会潜水达 8 分钟以上。上浮时仅将吻部尖端露出水面，下潜时会像海豚一般整个身体垂直旋转 1 圈。一般而言每天会游动 25 公里左右的距离。

儒艮仅摄食海床底部生长的植物，深度约在 1 到 5 米左右，以多种海生植物的根、茎、叶，与部分藻类等为食，常会吃掉整株植物。它们不会使用门牙来咬断海草，而是以其大而可抓握的吻来摄食。有时它们会留下一条啃食过的痕迹，当退潮时海草林露出水面即可见到。儒艮一般白天或晚上皆会进食，但在人类活动频繁的地区则多半在晚上觅食。每天要消耗 45 公斤以上的水生植物，有很大一部分时间用在摄食上。觅食海藻的动作酷似牛，一面咀嚼，一面不停地摆动着头部，所以又有“海牛”一名。

4、中国鲨

中国鲨俗称海怪、三刺鲨，是国家二级重点保护野生生物。在动物分类学上隶属于节肢动物门肢口纲剑尾目鲨科鲨属。

体似瓢形，深褐色，全长可达 70cm，宽约 30cm，雌性成体一般体重都在 2kg 以上。由头胸部、腹部和尾剑三部分组成，全体覆以硬甲，背面圆突，腹面凹陷。头胸甲自前缘至左右两侧呈半圆形雄性个体前缘两侧各有一凹陷处。头胸部背甲广阔略呈马蹄形，自其前缘至左右两侧缘成半圆形，两侧向后突出成刺。背面突起较高（雄者稍扁平），中央有一纵脊，其前端有单眼 1 对，两侧各有纵脊 1 条，其上各有复眼 1 对，腹面凹陷，有口，有附肢 6 对。

中国鲎一般生活在深海区，主要吃小型无脊椎动物、薄壳小贝类、海豆芽、海葵等。平时生活于水深 40m 以内的泥沙质海底，以蠕虫、环节动物、腕足动物及软体动物为食，昼伏夜出。

每年 5-8 月的繁殖季节中国鲎便回到沙滩上产卵，入秋后，从浅海游回深海过冬。卵对沙滩的沙质和温度等自然环境都有很高的要求。雌雄成对爬到潮间带，通常雄性在雌体背上，6-7 月为产卵盛期，雌鲎在产卵前在沙滩上挖穴，将卵产在穴中，每穴产卵 100-1000 粒，接着雄体把精液撒在其上而受精。袂孵出的幼鲎，体长仅 7-8mm，没有剑尾，身体仅分中央及两侧三部分，与三叶虫的成虫极相似，故称三叶幼虫。要经 20 多次的蜕壳，共历 8 年左右，才达性成熟期。幼鲎在滩涂上长到 9 岁才移居浅海，一般要到 13 岁才达到性成熟。成年后就耐饥，连续 10 个月不进食也不会饿死。夏季繁殖，产卵高峰期一般在 6-8 月，产卵场所通常选择在接近高潮区、退潮时阳光照得到的沙滩上。雌鲎一生中要蜕皮 18 次，雄鲎 19 次，约 15 年才能成熟，一旦成熟之后，就不再蜕皮。

广西、海南、广东、香港、澳门、福建、台湾、浙江等沿海省份，其中福建平潭是著名的产区。

由于中国鲎生长周期长，需要近 13 年时间才能繁殖，保护形势严峻，因此我国广东省、广西壮族自治区、福建省和江苏省将其列为重点保护水生野生动物。在本次项目调查中我们发现中国鲎在项目附近海域分布较广、较多，系当地海区的常见海洋生物。

3.1.8 红树林资源

2022 年湛江市现有红树林面积 7196.87hm²，其中廉江市红树林面积占 20%（1403.33 公顷）。主要红树林群落类型及其面积分别如下：白骨壤-木榄-秋茄 369.55 公顷，无瓣海桑-桐花树 144.86 公顷，白骨壤-木榄-无瓣海桑-桐花树 135.28 公顷，木榄-桐花树 120.49 公顷，桐花树-木榄-白骨壤 114.91 公顷，白骨壤-红海榄 96.94 公顷，桐花树 71.41 公顷，卤蕨 56.22 公顷，桐花树-木榄-无瓣海桑 47.66 公顷，红海榄-白骨壤-木榄-桐花树 47.34 公顷，白骨壤 44.81 公顷，无瓣海桑 39.67 公顷，桐花树-秋茄-卤蕨-老鼠筋-海漆 38.84 公顷，白骨壤-无瓣海桑 23.36 公顷，黄槿 17.31 公顷，海漆 22.17 公顷，桐花树-无瓣海桑 9.42 公顷，老鼠筋 3.09 公

顷。其中廉江市高桥镇的木榄优势群落是中国大陆（海南以外）最大片的天然木榄群落，面积约 123hm²，其中最老的木榄林年龄约 80 年。同时，高桥镇红树林也是雷州半岛生态序列最完整的红树林，拥有从先锋树种（白骨壤）、演替中期树种（红海榄）到演替后期树种（木榄）的天然演替系列。

1990 年 1 月，广东省人民政府以粤办函（1990）13 号文批准成立湛江红树林省级自然保护区，保护区旨在保护红树林相关的鸟类资源，地点为廉江市高桥镇，面积为 2000 多公顷。1992 年经广东省林业厅批准，在廉江市高桥镇设立保护区管理站，以管理廉江市的高桥、车板两镇的红树林为主，管辖面积 2000 公顷。1995 年，由湛江市人民政府申请扩大保护区管理范围和面积，由省级升为国家级。1997 年 12 月 8 日，国务院国函（1997）109 号文批准建立广东湛江红树林国家级自然保护区。2002 年 1 月 1 日，湛江红树林湿地又被正式批准列入国际湿地名录。

广东湛江红树林国家级自然保护区地处广东省西南部的湛江市，沿雷州半岛 1556 千米海岸线分布。地处中国大陆最南端，东经 109°40′—110°35′，北纬 20°14′—21°35′，由沿雷州半岛海岸线带状间断性分布的 68 个保护小区组成，保护总面积 20278.8 公顷，其中红树林面积 9000 多公顷，占全国的 33%，广东省的 78%，是中国红树林面积最大、分布最集中的自然保护区。

3.2 海洋生态概况

3.2.1 气候气象特征

气象资料引自

根据 2013 年 11 月~2014 年 10 月专门设立的湛江核电项目气象站周年观测资料（站位见图 3.2.1-1），并参考铁山港、雷州等站气象资料分析本工程的气象条件如下：

1. 气温

本地区属亚热带湿润海洋气候，夏长冬短。

多年平均气温：22.6℃

多年极端最高气温：37.1℃（1963.9.6）

多年极端最低气温：2.0℃（1977.1.31）

气温>35℃平均每年出现 0.5 天。

2013 年 11 月~2014 年 10 月观测的气温资料显示，年平均气温为 23.2℃，6 月的最高气温（34.8℃）和月平均气温（29.2℃）均高于其他月份，最高气温超过 30℃的月份出现在 4 月~11 月，其中 5 月~9 月的最高气温均超过 34℃。月平均气温最小值为 14.5℃，出现在 2013 年 12 月份；年最低气温为 3.2℃，出现在 2014 年 2 月份。

2.降水

本地区雨量充沛，每年 5~9 月为雨季，年平均降雨量 1548mm，最大 1774.6mm，最小 1160.4mm；铁山港顶部的公馆圩年平均降雨量 1582mm，最大 2302mm，平均日降雨 144.5mm，最大日降雨 277.6mm。

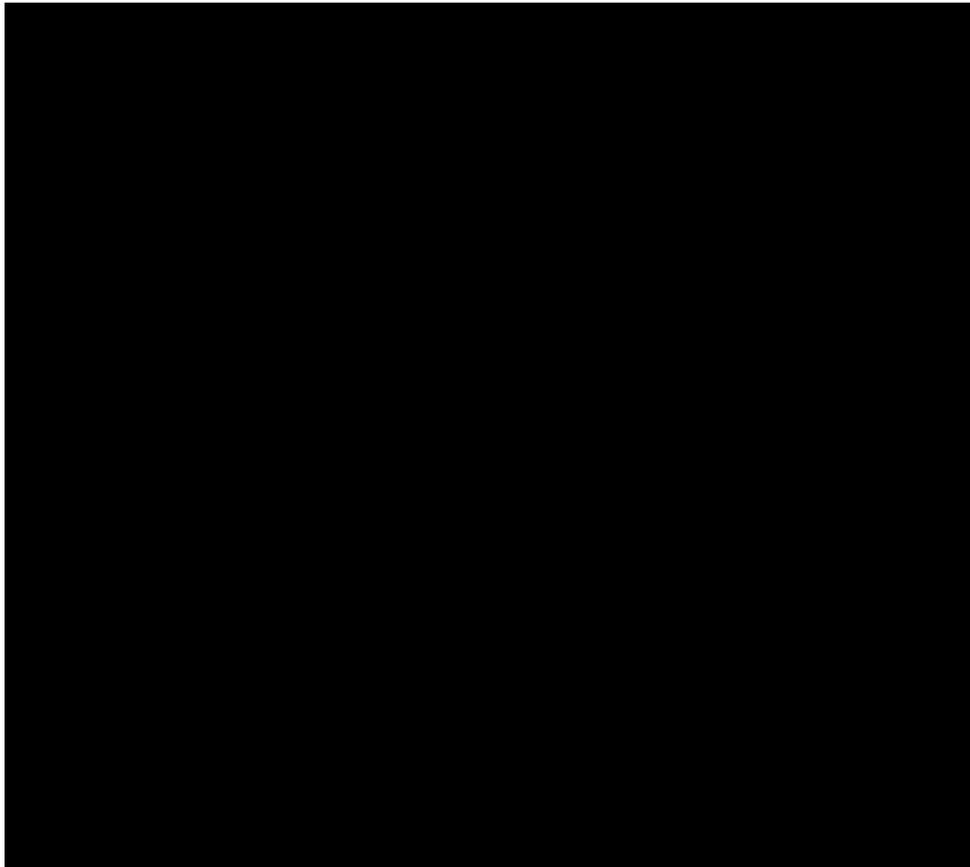


图 3.2.1-1 水文气象周年观测站位置示意图

3.风况

本地区风向随季节性变化显著，5~8 月多为偏南风，10 月至来年 3 月多为

偏北风，4~9月为季风转换期。全年常风向：北向，频率22.5%；次常风向：南向，频率13%。全年强风向：东南向，最大风速24m/s年出现 $\geq 13.8\text{m/s}$ （相当于6级风）大风日数：平均11.8天，最多25天（1956年），最少3天（1954年）。

台风：夏秋两季常受台风影响，每年有2~4次，台风由南海进入北部湾时，因受到海南岛和雷州半岛的阻挡，风力减弱，一般仅有5~6级，其延时约24h左右。

2013年10月底，在广东省廉江市车板镇沙仔路村附近布设了周年气象观测站，具体位置为： $21^{\circ} 27.5' \text{ N}$ ， $109^{\circ} 49.3' \text{ E}$ ，观测时间为2013年10月27日到2014年11月30日，根据一年的实测资料统计，年平均风速为 3.2m/s ，年最大风速为 27.6m/s ，极大风速为 37.8m/s 。风速大于等于6级的天数为15天。2013年11月，受强台风“海燕”影响，该月最大风速为 14.6m/s ，极大风速为 20.3m/s （2013年11月11日）；2014年7月，受超强台风“威马逊”影响，该月最大风速为 27.6m/s ，极大风速为 37.8m/s （2014年7月19日）；9月受台风“海鸥”影响，观测站记录的最大风速为 25.5m/s ，极大风速为 37.5m/s （2014年9月16日）。工程海域季风特征十分明显，除了5月~9月SW和WSW向风出现的频率较高外（但也不是常风向），其它月份均是NNE-ENE-ESE向风出现频率占据绝对优势。这5个方向风频率之和为69.5%，其次为SW~WSW向，频率为10.42%，其余各向的风频率均不超过3%。观测海区风玫瑰图见图3.1-2。

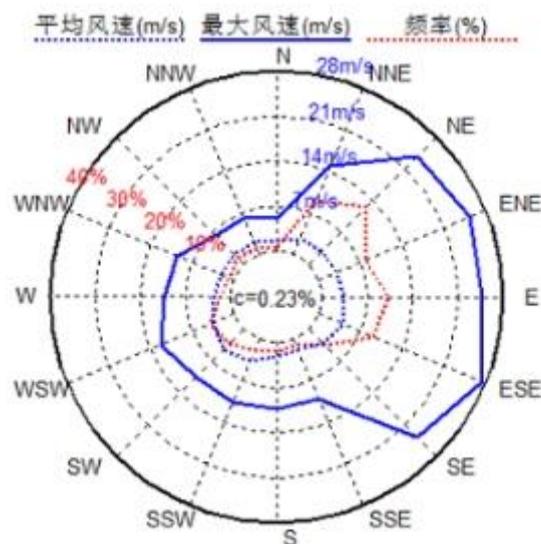


图 3.2.1-2 观测海区全年风玫瑰图

4.雾况

雾主要出现在冬末春初（1~4月），以3月份雾日最多，清晨有雾，日出雾消，其持续时间很短。

多年年平均雾日：13.5 天

多年最多雾日：24 天

多年最小雾日：4 天

相对湿度

多年平均相对湿度：81%

多年最小相对湿度：5%

多年最高年平均相对湿度：84%

多年最低年平均相对湿度：75%

一般每年10月至次年1月，月平均相对湿度较低，在74~77%之间；2~9月月平均湿度均在81%以上。2013年11月~2014年10月观测的相对湿度资料显示，该地区2月~8月的相对湿度较大，9月~翌年1月的相对湿度较小。年平均相对湿度为76%，月平均相对湿度最大值出现在3月，为89%，最小值出现在12月，为62%，月最小相对湿度最小值出现在1月，为17%，最大值出现在4月，为56%。月最大相对湿度均大于90%。

3.2.2 自然灾害

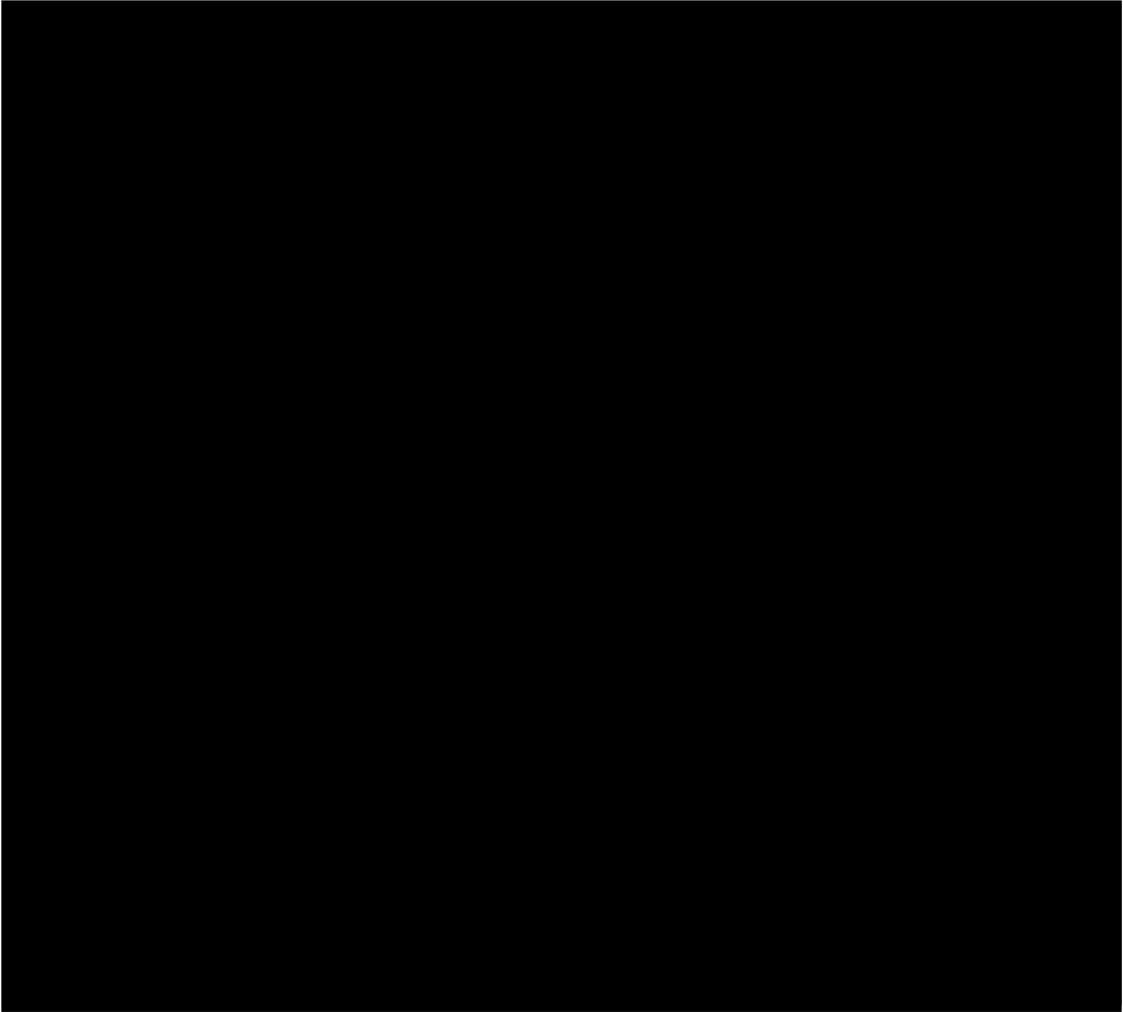
1、台风

湛江位于南海北部，是受热带气旋影响较为严重的地区之一，平均每年有1.9个热带气旋影响湛江地区；年最多为5个，热带气旋8月出现最多，占27%，其次是9月占24%。

据中国天气台风网统计，2013至2023年间，共计17个台风从粤西登陆，其中影响最为严重的是台风“威马逊”和台风“彩虹”。台风具体情况统计如下表。

表 3.2.2-1 2013 至 2020 年影响粤西海域的台风统计表





2、风暴潮

风暴潮：由热带气旋、温带气旋、海上飚线等风暴过境所伴随的强风和气压骤变而引起叠加在天文潮位之上的海面震荡或非周期性异常升高（降低）现象。分为台风风暴潮和温带风暴潮两种。广东以台风风暴潮为主。根据《广东省海洋灾害公报》，湛江沿海地区是我国风暴潮灾害高发区。均每年发生风暴潮灾害 1.3 次。2013~2023 年期间，湛江市共发生风暴潮灾害 10 次。其中 2014 年强台风“威马逊”“海鸥”和 2015 年强台风“彩虹”影响最为严重。

3、地震

地震是由于地壳运动在应力作用下岩石产生应力和应变的产物，当岩石的应力和应变积累到一定程度且超出破裂强度时，即产生破裂和错动，也就是发生地震，这种瞬时作用产生的破裂即通常所说的断裂，所以说地震与断裂构造密切相关。

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），场地所在廉江市车板镇

在 II 类场地下，场地 50 年超越概率为 10% 水平的地震动峰值加速度为 0.05g，地震动加速度反应谱特征周期为 0.35s，对应抗震设防烈度为 6 度。根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）（2016 年版），设计地震分组为第一组。场地内 20m 深度范围内土层的等效剪切波速介于 150m/s~250m/s 之间，场地内覆盖层厚度介于 3~50m 范围，故拟建场地建筑的场地类别为 II 类。表层分布填土及淤泥层的地段，工程场地属对建筑抗震不利地段，其他地段工程场地属对建筑抗震一般地段。

3.2.3 水文动力特征

本节引自 [] 《廉江核电项目同步水文补充测验专题夏季潮流泥沙观测报告》

冬季潮流泥沙观测于 2018 年 12 月进行，在工程周围海域布置水文测站 10 个，编号为 L1~L10，测量内容包括流速、流向、海水温度、盐度和悬沙。其中 L1~L4 和 L9 位于安铺港附近海区，L5~L8 和 L10 位于铁山港附近海区。同时，在廉江附近海域布设潮汐观测站 1 个，编号为 W，连续观测一个月，覆盖整个全潮观测期。调查站位布置见图 3.2.3-1。

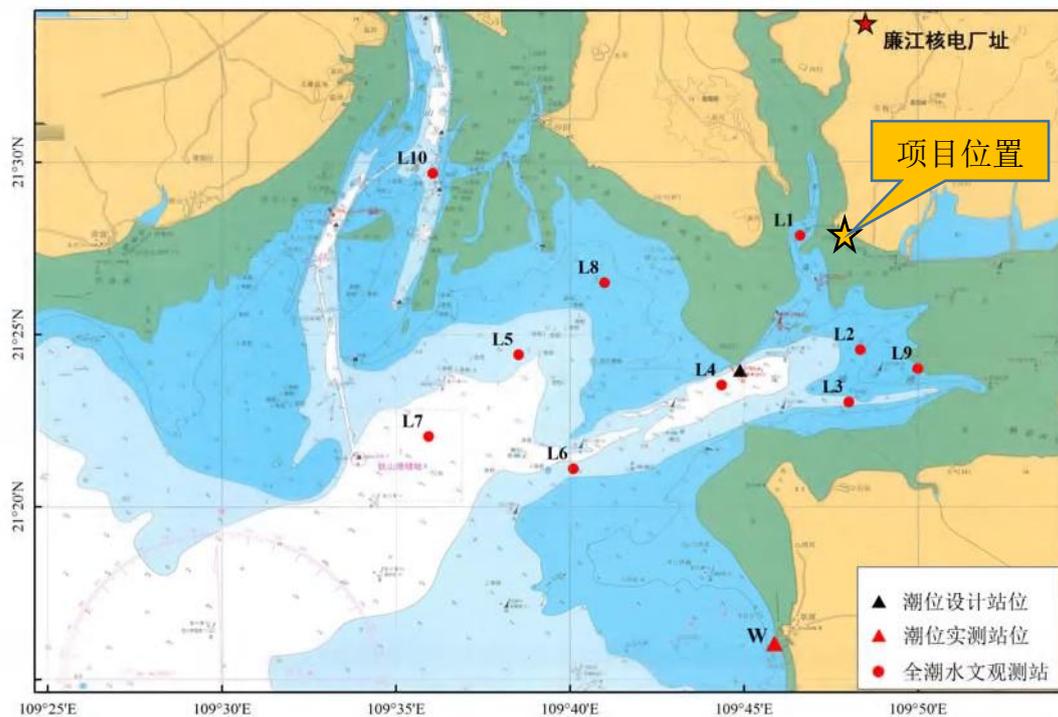


图 3.2.3-1 2018 年 12 月全潮观测站位示意图



图 3.2.3-2 2018 年 12 月潮位观测站位示意图

1、基准面及换算关系

本工程采用 1985 国家高程基准，廉江、铁山港以及北海站潮位站基面关系换算如下（单位：cm）：

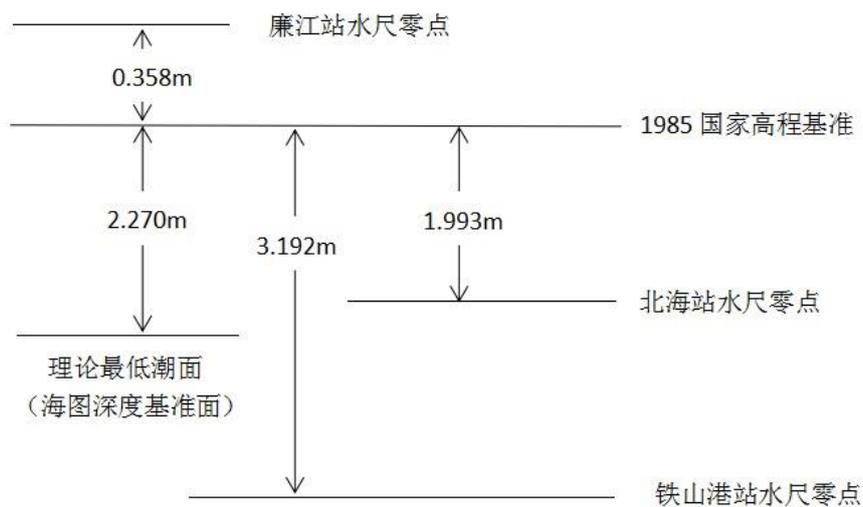


图 3.2.3-3 各基准面换算关系图

2、潮汐特征值

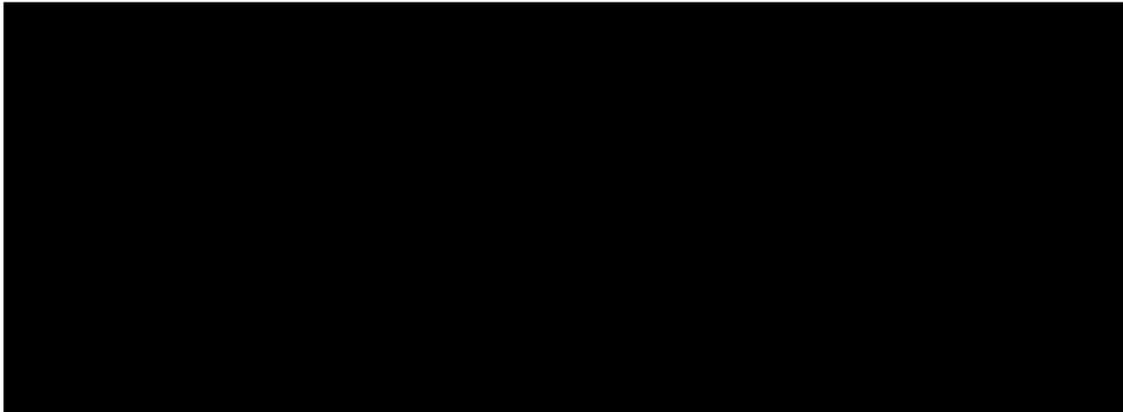
2018 年 12 月水文测验期间，海域实测潮汐特征值见表 3.2.3-1。

调查海区三个潮位站的月平均海面均为 61cm（85 基面），说明调查海区的月平均海面空间变化不大。月平均潮差在 251cm~260cm 之间，均超过

200cm，月大潮差可达 575cm(位于铁山港站)，因此本海区潮汐作用较强，属于中等强度潮汐海区。此外从涨、落历时看，本海区涨潮历时均比落潮历时长，西部海域的北海站涨潮历时最大，铁山港的涨潮历时和落潮历时最小。

本海区的潮汐在大、中潮期间一天多出现一个高潮和一个低潮，而在小潮期间一天多出现两个高潮和两个低潮，且相邻两个高（低）潮潮高不等，潮汐不等现象显著，工程海区的潮汐表现为全日潮特征。

表 3.2.3-1 潮位站实测潮汐特征值（85 高程，单位：cm）



3、潮汐类型

采用主要日分潮振幅与主要半日分潮振幅的比值 $F=(H_{K1}+H_{O1})/H_{M2}$ ，作为划分潮汐性质的判据。

当 $F<0.5$ 为正规半日潮

$0.5\leq F<2.0$ 为不正规半日潮

$2.0\leq F<4.0$ 为不正规全日潮

$F\geq 4.0$ 为正规全日潮

从表 3.2.3-2~3.2.3-3 可见，廉江站、铁山港站和北海站的潮汐性质系数 F 值在 3.69~4.87 之间。调查海区的潮汐类型为正规全日潮，各分潮中全日分潮占主导地位。

表 3.2.3-2 主要分潮调和常数表



表 3.2.3-3 主要分潮调和常数表

4、潮流

(1) 潮流性质

潮流性质的划分采用潮流性质系数 $F = (W_{O_1} + W_{K_1}) / W_{M_2}$ 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_{O_1} 为主要太阴日分潮流 O_1 的最大流速, W_{K_1} 为主要太阴太阳合成日分潮流 K_1 的最大流速, W_{M_2} 为主要太阴半日分潮流 M_2 的最大流速。

各站层的潮流性质系数 F 值见表 3.2.3-4。

根据潮流调和和分析结果, L1 站和 L4 站各层的 F 值均大于 2.0 且小于 4.0, L3 站、L5 站和 L7 站个别层的 F 值大于 2.0 且小于 4.0, 潮流类型为不正规全日潮流, 其余各站各层的 F 值均小于或等于 2.0 且大于 0.5, 潮流类型为不正规半日潮流。由此可见, 本次调查期间该海区潮流类型主要以不正规半日潮流和不正规全日潮流为主。图 3.2.3-4~3.2.3-6 分别为调查海区 M_2 分潮、 K_1 分潮和 O_1 分潮流长轴平面分布图, 从表和图中可以看出:

①本海区潮流主要以 M_2 、 K_1 和 O_1 分潮流为主, 三个分潮量值相当, S_2 分潮流以及四分之一日分潮流 M_4 和 M_{S_4} 的量值均很小。最大 M_2 、 K_1 和 O_1 分潮流分别出现在 L10 站和 L4 站, 分别为 26.0cm/s、29.3cm/s 和 26.9cm/s。

②L1~L10 站各层 M_2 、 K_1 和 O_1 分潮流的 k 值均很小, 绝对值大部分小于 0.2, 说明该海区的潮流运动以往复流为主。

③本海区的各分潮最大流速方向主要受附近地形的影响, 方向基本与岸线或

等深线平行，且表中底层差异较小。各站 M_2 ， K_1 和 O_1 分潮流运动方向大致呈 NE-SW 向。

表 3.2.3-4 潮流性质系数

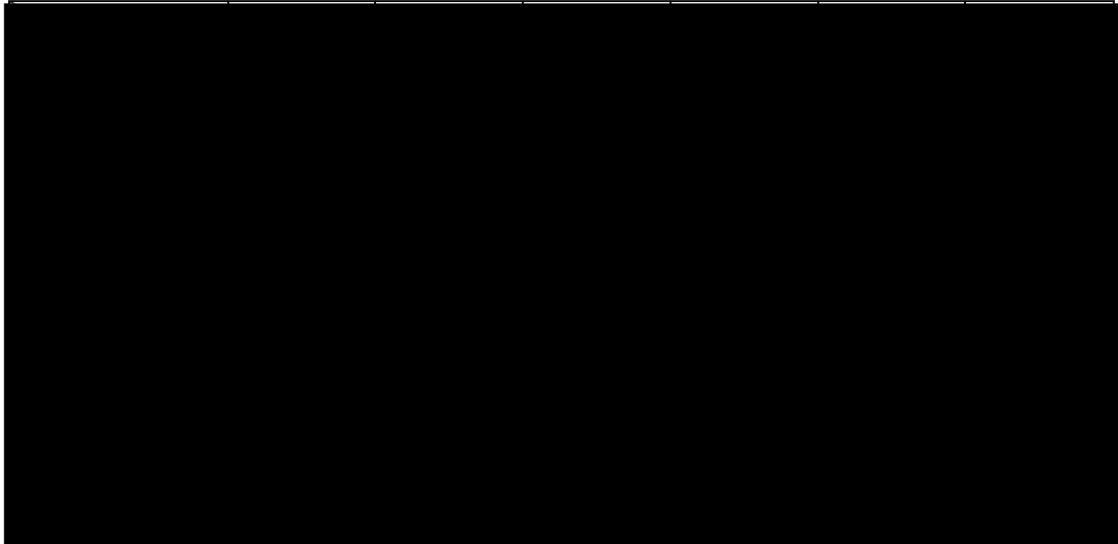
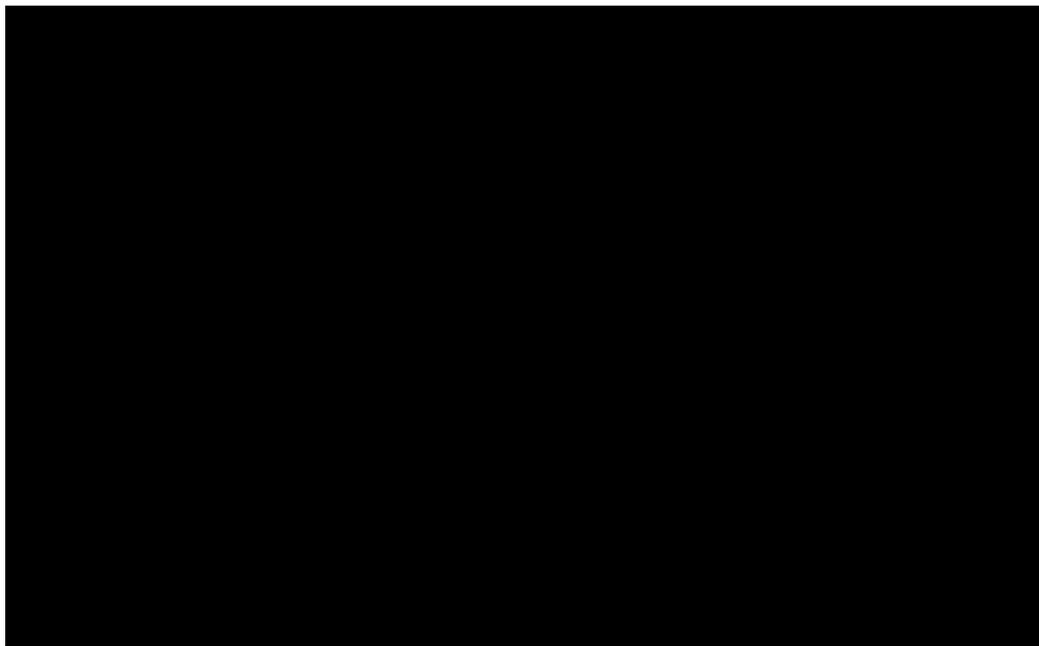
A large black rectangular redaction box covering the content of Table 3.2.3-4.

图 3.2.3-4 M_2 分潮长轴分布图

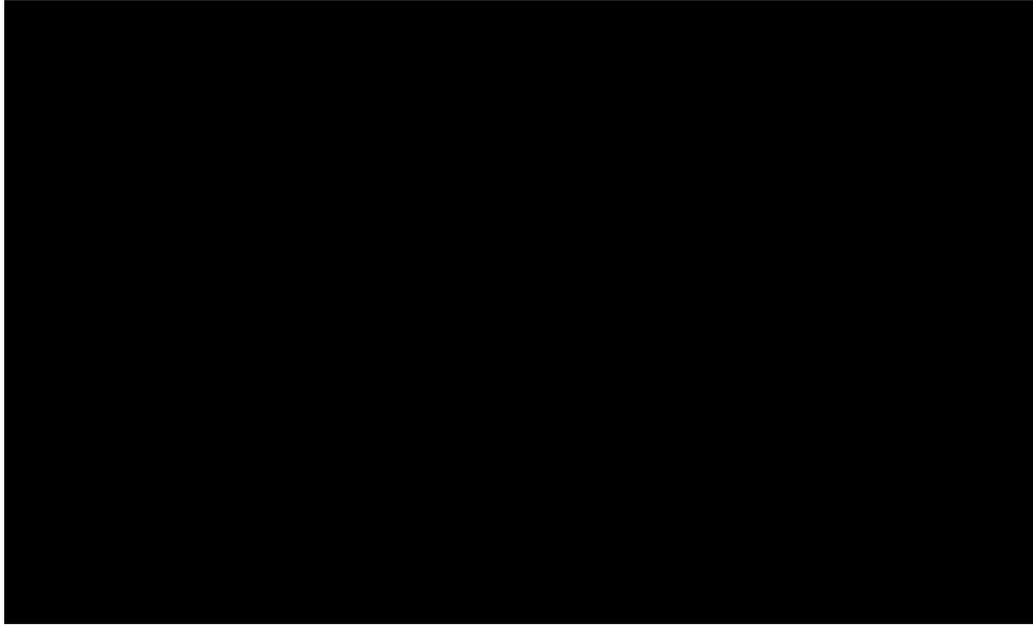


图 3.2.3-5 K1 分潮长轴分布图



图 3.2.3-6 O1 分潮长轴分布图

(2) 理论最大可能潮流

通过公式计算，冬季理论最大可能潮流流速的最大值出现在 L4 站的表层，达 115cm/s，流向为东北偏东向。各站层的理论最大可能潮流流速均表现为次表层极大，流速极大值多出现在各站 0.2H 及 0.4H 层处。最大可能潮流流向基本为 NE-SW 向，并且随深度变化不大。

5、海流

(1) 实测海流

从海流的流态来看，大潮期作业区内各站海流的往复流特征明显，从表层到底层，各站各层海流形态较为相似。作业站位均分布在一个半封闭的海湾中，海流方向基本与海湾岸线平行。从海流过程矢量图可以看出，L3 站 NW 向流随水深增加演变成近似 W 向流；L4 站和 L8 站 N 向流随水深增加演变成 NE 向流；其余各站各层流向较为一致。

从流速来看，大潮期海流流速较大，落潮流速普遍大于涨潮流速。观测期间最大流速为 112cm/s，其次为 108cm/s，分别为 L4 站表层和次表层落潮最大流速，均出现在落潮时段。最大涨潮流速为 84cm/s。最大涨潮和落潮平均流速分别为 45cm/s 和 63cm/s，分别出现在 L4 站表层和 L4 站次表层。空间分布上，以安铺港口门附近的 L4 站流速为最大，其次是 L10 站和 L3 站；L8 站流速较小；与大潮期相比，中潮期各站流速有所减小，落潮流速略大于涨潮流速。观测期间最大流速为 121cm/s，其次为 97cm/s，分别为 L4 站的表层落潮最大流速和 L4 站的 0.2H 层落潮最大流速。最大涨潮流速为 80cm/s，出现在 L4 站表层。最大涨潮平均流速和落潮平均流速分别为 37cm/s 和 57cm/s，分别出现在 L4 站 0.2H 层和 L4 站表层。涨潮最大流速为 53cm/s，出现在 L4 站的 0.4H 层。涨潮和落潮最大平均流速分别出现在 L4 站的 0.8H 层和 L4 站的 0.6H 层，分别为 35cm/s 和 33cm/s；L8 站流速相对较小，小潮期观测到的落潮最小平均流速为 8cm/s；在垂直方向上，最大流速及涨落潮平均流速均随水深增加而减小。在垂直方向上，海流流速随水深增加而减小；海区垂向平均流速、平均流向与海区中层平均流速、平均流向相近。

表 3.2.3-5~表 3.2.3-7 为冬季海流流速、流向统计表，图 3.2.3-7~图 3.2.3-9 为冬季垂向平均海流平面分布图，图 3.2.3-10~图 3.2.3-12 为冬季垂向平均流速、流向矢量图。

表 3.2.3-5 大潮期流速、流向统计表

测层	测站	涨潮流(cm/s、°、hour)					落潮流(cm/s、°、hour)				
		Vmean	Dmean	Vmax	Dmax	平均历时	Vmean	Dmean	Vmax	Dmax	平均历时
表层	L1										
	L2										
	L3										
	L4										
	L5										
	L6										
	L7										
	L8										
	L9										
	L10										
0.2H	L1										
	L2										
	L3										
	L4										
	L5										
	L6										
	L7										
	L8										
	L9										
	L10										

测层	测站	涨潮流(cm/s、°、hour)					落潮流(cm/s、°、hour)				
		Vmean	Dmean	Vmax	Dmax	平均历时	Vmean	Dmean	Vmax	Dmax	平均历时
0.4H	L1										
	L2										
	L3										
	L4										
	L5										
	L6										
	L7										
	L8										
	L9										
	L10										
0.6H	L1										
	L2										
	L3										
	L4										
	L5										
	L6										
	L7										
	L8										
	L9										
	L10										
0.8H	L1										

测层	测站	涨潮流(cm/s、°、hour)					落潮流(cm/s、°、hour)				
		Vmean	Dmean	Vmax	Dmax	平均历时	Vmean	Dmean	Vmax	Dmax	平均历时
	L2										
	L3										
	L4										
	L5										
	L6										
	L7										
	L8										
	L9										
	L10										
	底层	L1									
L2											
L3											
L4											
L5											
L6											
L7											
L8											
L9											
L10											
垂向平均	L1										
	L2										

测层	测站	涨潮流(cm/s、°、hour)					落潮流(cm/s、°、hour)				
		Vmean	Dmean	Vmax	Dmax	平均历时	Vmean	Dmean	Vmax	Dmax	平均历时
	L3										
	L4										
	L5										
	L6										
	L7										
	L8										
	L9										
	L10										

表 3.2.3-6 冬季中潮期流速、流向统计表

测层	测站	涨潮流(cm/s、°、hour)					落潮流(cm/s、°、hour)				
		Vmean	Dmean	Vmax	Dmax	平均历时	Vmean	Dmean	Vmax	Dmax	平均历时
表层	L1										
	L2										
	L3										
	L4										
	L5										
	L6										
	L7										
	L8										

测层	测站	涨潮流(cm/s、°、hour)					落潮流(cm/s、°、hour)				
		Vmean	Dmean	Vmax	Dmax	平均 历时	Vmean	Dmean	Vmax	Dmax	平均 历时
	L9										
	L10										
0.2H	L1										
	L2										
	L3										
	L4										
	L5										
	L6										
	L7										
	L8										
	L9										
	L10										
0.4H	L1										
	L2										
	L3										
	L4										
	L5										
	L6										
	L7										
	L8										
	L9										

测层	测站	涨潮流(cm/s、°、hour)					落潮流(cm/s、°、hour)				
		Vmean	Dmean	Vmax	Dmax	平均 历时	Vmean	Dmean	Vmax	Dmax	平均 历时
	L10										
0.6H	L1										
	L2										
	L3										
	L4										
	L5										
	L6										
	L7										
	L8										
	L9										
	L10										
0.8H	L1										
	L2										
	L3										
	L4										
	L5										
	L6										
	L7										
	L8										
	L9										
	L10										

测层	测站	涨潮流(cm/s、°、hour)					落潮流(cm/s、°、hour)				
		Vmean	Dmean	Vmax	Dmax	平均 历时	Vmean	Dmean	Vmax	Dmax	平均 历时
底层	L1										
	L2										
	L3										
	L4										
	L5										
	L6										
	L7										
	L8										
	L9										
	L10										
垂向平均	L1										
	L2										
	L3										
	L4										
	L5										
	L6										
	L7										
	L8										
	L9										
	L10										

表 3.2.3-7 冬季小潮期流速、流向统计表

测层	测站	涨潮流(cm/s、°、hour)					落潮流(cm/s、°、hour)				
		Vmean	Dmean	Vmax	Dmax	平均历时	Vmean	Dmean	Vmax	Dmax	平均历时
表层	L1										
	L2										
	L3										
	L4										
	L5										
	L6										
	L7										
	L8										
	L9										
	L10										
0.2H	L1										
	L2										
	L3										
	L4										
	L5										
	L6										
	L7										
	L8										
	L9										

测层	测站	涨潮流(cm/s、°、hour)					落潮流(cm/s、°、hour)				
		Vmean	Dmean	Vmax	Dmax	平均历时	Vmean	Dmean	Vmax	Dmax	平均历时
	L10										
0.4H	L1										
	L2										
	L3										
	L4										
	L5										
	L6										
	L7										
	L8										
	L9										
	L10										
0.6H	L1										
	L2										
	L3										
	L4										
	L5										
	L6										
	L7										
	L8										
	L9										

测层	测站	涨潮流(cm/s、°、hour)					落潮流(cm/s、°、hour)				
		Vmean	Dmean	Vmax	Dmax	平均历时	Vmean	Dmean	Vmax	Dmax	平均历时
	L10										
0.8H	L1										
	L2										
	L3										
	L4										
	L5										
	L6										
	L7										
	L8										
	L9										
	L10										
底层	L1										
	L2										
	L3										
	L4										
	L5										
	L6										
	L7										
	L8										
	L9										

测层	测站	涨潮流(cm/s、°、hour)					落潮流(cm/s、°、hour)				
		Vmean	Dmean	Vmax	Dmax	平均历时	Vmean	Dmean	Vmax	Dmax	平均历时
	L10										
垂向平均	L1										
	L2										
	L3										
	L4										
	L5										
	L6										
	L7										
	L8										
	L9										
	L10										

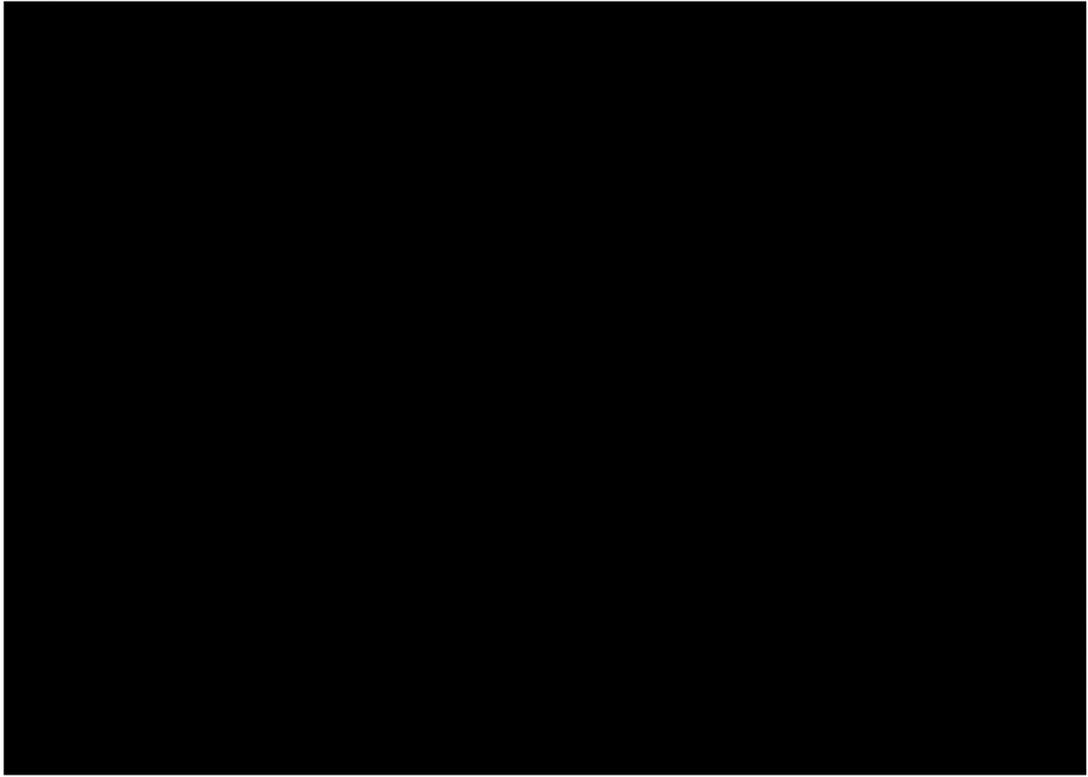


图 3.2.3-7 冬季大潮期垂向平均海流平面分布图

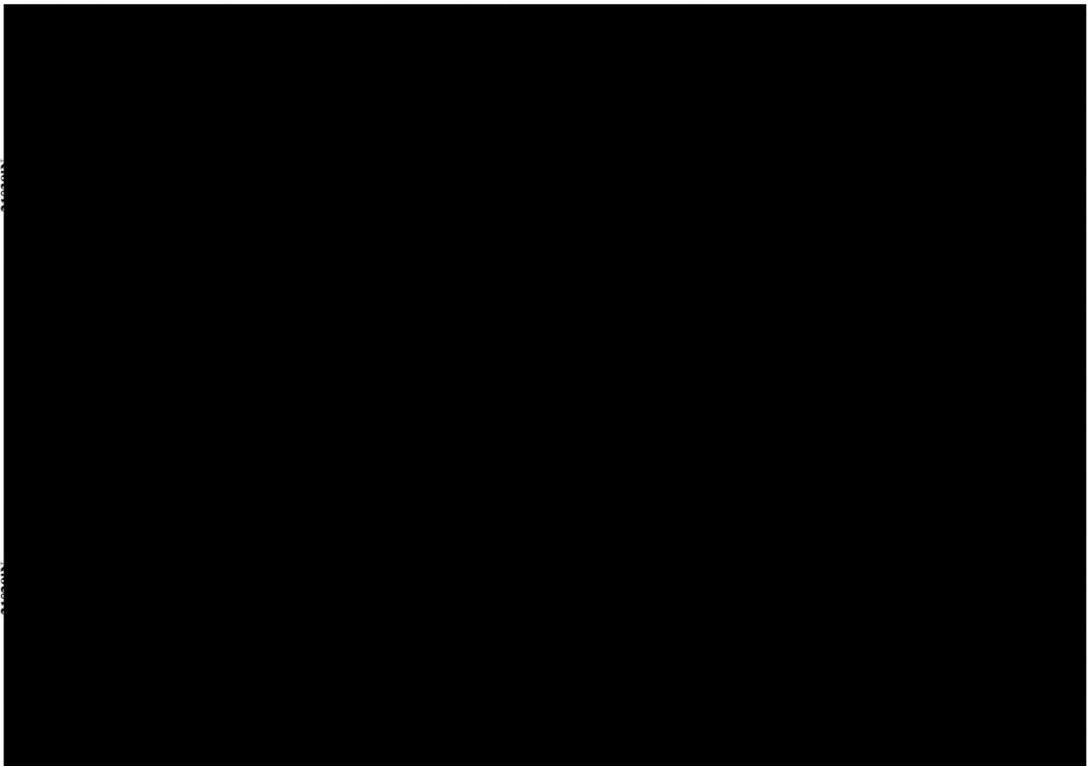


图 3.2.3-8 冬季中潮期垂向平均海流平面分布图

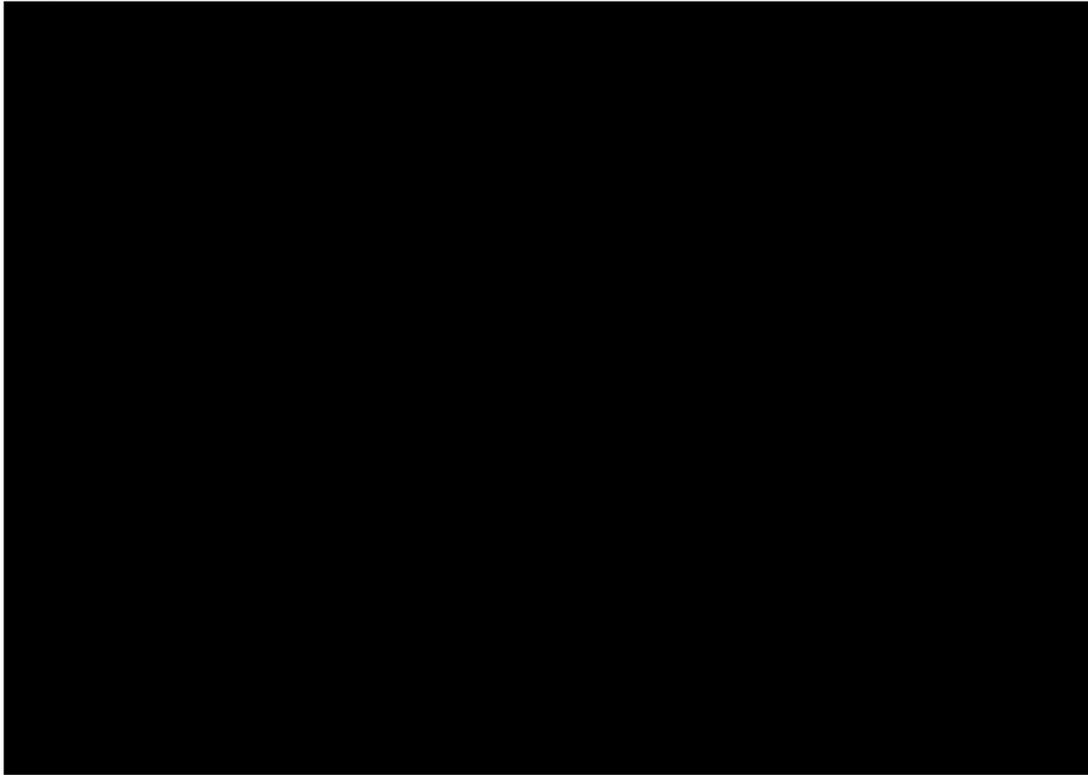


图 3.2.3-9 冬季小潮期垂向平均海流平面分布图

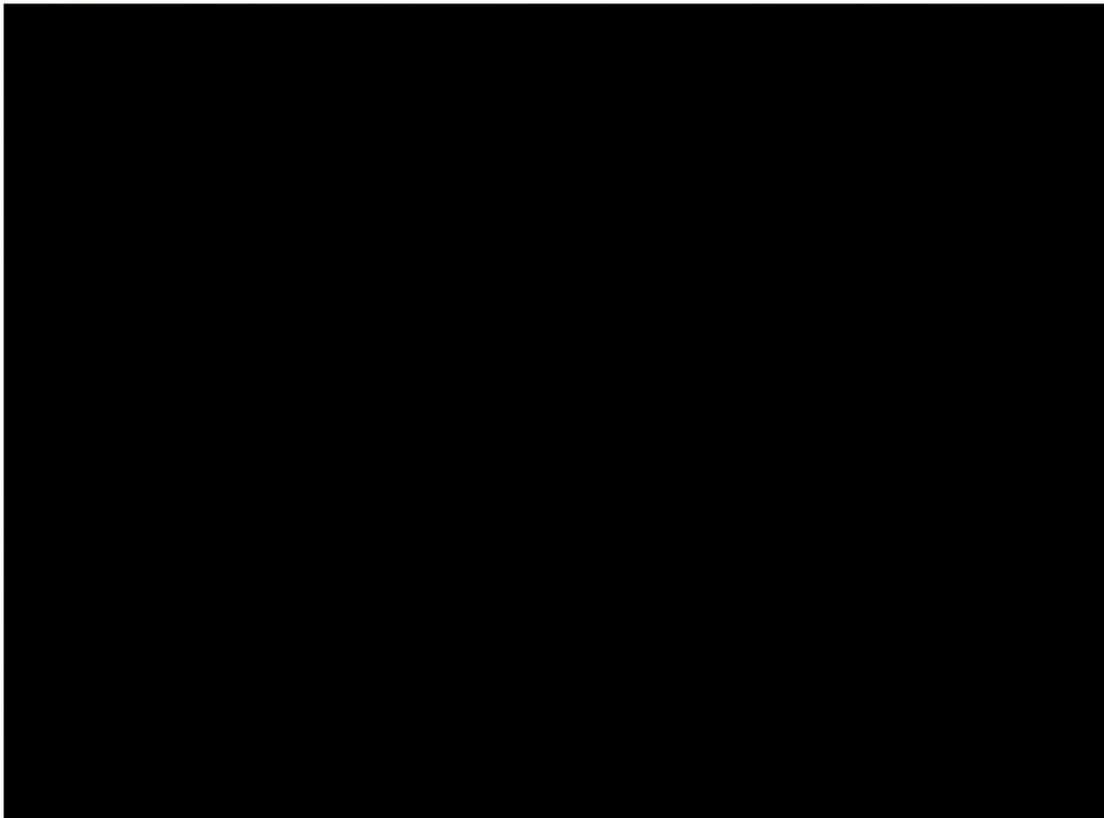


图 3.2.3-10 冬季大潮期垂向平均流速、流向矢量图

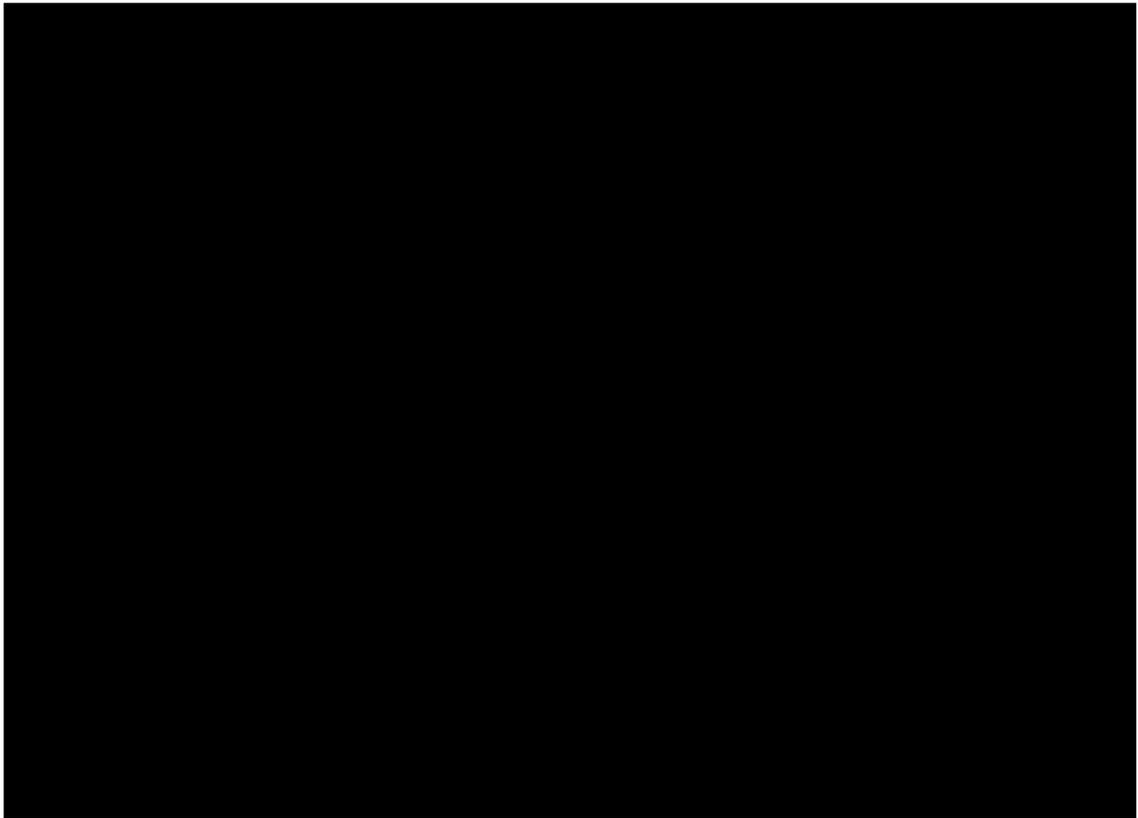


图 3.2.3-11 冬季中潮期垂向平均流速、流向矢量图

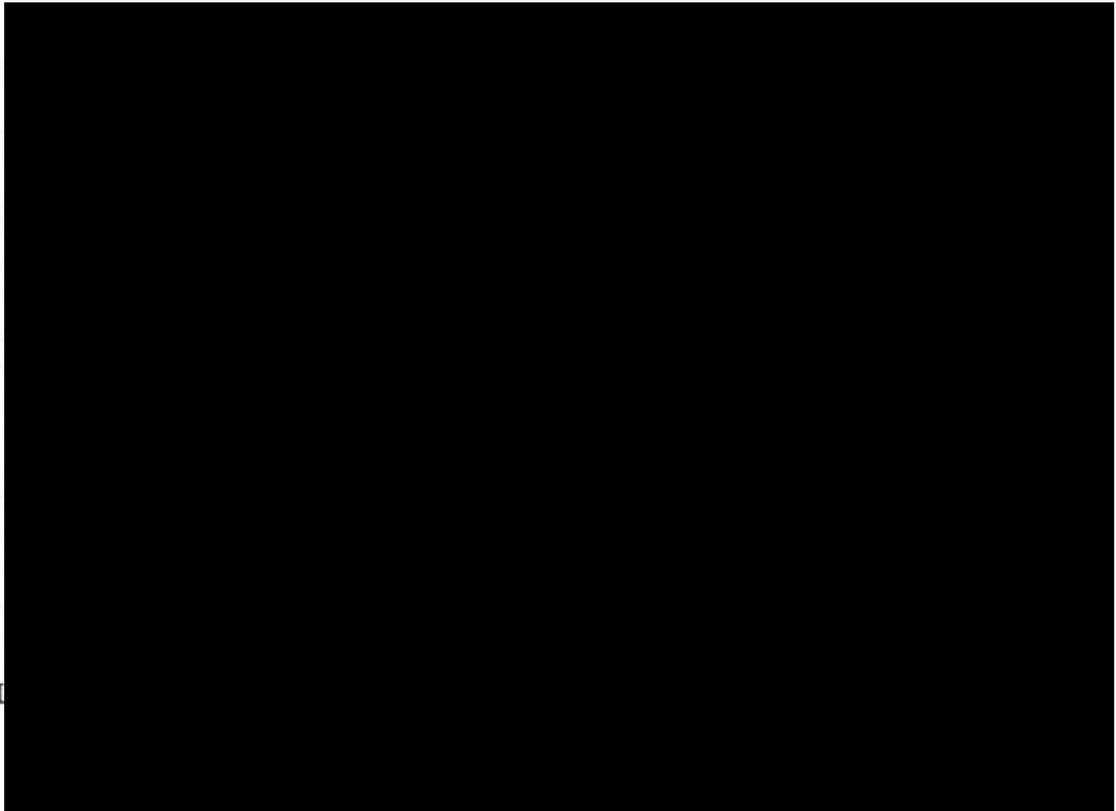


图 3.2.3-12 冬季小潮期垂向平均流速、流向矢量图

6、余流

调查海区大、中、小潮期的冬季余流流速、流向见表 3.2.3-8~3.2.3-10。余流的平面分布见图 3.2.3-13~3.2.3-15。从图和表中可见：冬季调查海区余流主要介于 0.6cm/s~17.2cm/s。

大、中、小潮期各站的余流最大值分别为 17.2cm/s、17cm/s 和 10.4cm/s，分别出现在 L4 站表层、L6 站表层和 L7 站 0.4H 层。表层余流流速普遍大于中层余流和底层余流。这是由于底摩擦耗能的结果，近海海底余流一般要小于表层。调查海区大潮期的余流方向基本上是表层余流为西南或西北向，中底层为东北或西南向；中潮期和小潮期的余流方向大致上是表层余流为西南向，中底层为东南向。

表 3.2.3-8 冬季大潮余流流速、流向统计

站号 潮流		L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10
表	流速 (cm/s)										
	流速 (°)										
0.2H	流速 (cm/s)										
	流速 (°)										
0.4H	流速 (cm/s)										
	流速 (°)										
0.6H	流速 (cm/s)										
	流速 (°)										
0.8H	流速 (cm/s)										
	流速 (°)										
底	流速 (cm/s)										
	流速 (°)										

表 3.2.3-9 冬季中潮余流流速、流向统计

站号 潮流		L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10
表	流速 (cm/s)										
	流速 (°)										
0.2H	流速 (cm/s)										
	流速 (°)										
0.4H	流速 (cm/s)										
	流速 (°)										
0.6H	流速 (cm/s)										
	流速 (°)										
0.8H	流速 (cm/s)										
	流速 (°)										
底	流速 (cm/s)										
	流速 (°)										

表 3.2.3-10 冬季小潮余流流速、流向统计

站号 潮汛		L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10
表	流速 (cm/s)										
	流速 (°)										
0.2H	流速 (cm/s)										
	流速 (°)										
0.4H	流速 (cm/s)										
	流速 (°)										
0.6H	流速 (cm/s)										
	流速 (°)										
0.8H	流速 (cm/s)										
	流速 (°)										
底	流速 (cm/s)										
	流速 (°)										

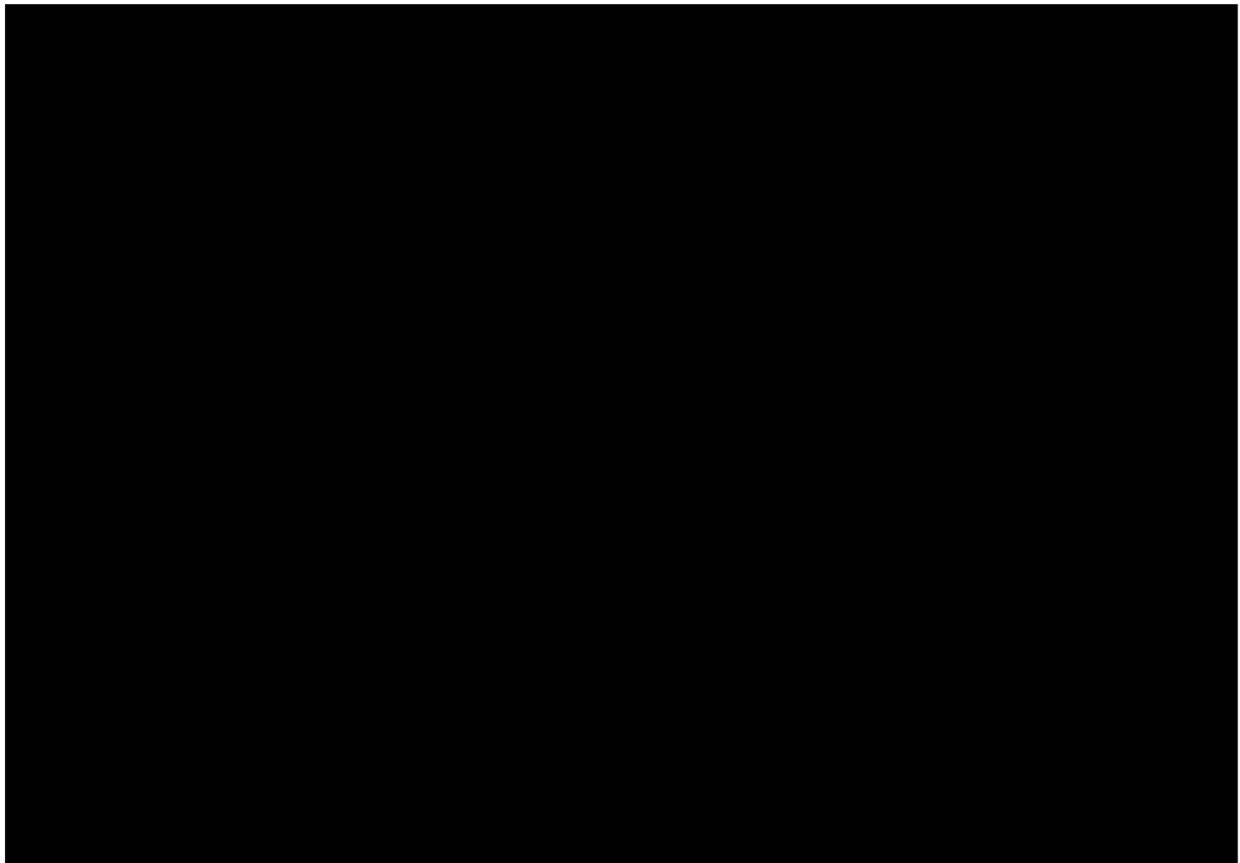


图 3.2.3-11 冬季大潮期余流平面分布图



图 3.2.3-12 冬季中潮期余流平面分布图



图 3.2.3-13 冬季小潮期余流平面分布图

7、波浪

在调查海区连续 1 年的波浪观测过程，有效波高 $H_{1/3}$ 小于 50cm 的出现频率为 94.81%，波高小于 100cm 的出现频率为 96.04%，十分之一大波 $H_{1/10}$ 波高小

于 50cm 的出现频率为 90.49%，本海区全年波向主要集中在 WSW 向（常浪向）和 E 向（次常浪向）两个方向，波浪的年频率分别为 24.95% 和 16.21%。因调查海区位于北部湾东北部的安铺湾口处，受地形影响，SSE~SSW 向及 NNW 四个方向的波浪年频率均低于 1.00%。常浪向季节变化明显，5 月~9 月以 SW~WSW 向浪为主，10 月~翌年 4 月以 NNE~E 向浪为主，WSW 向浪为辅；各月强浪向以 E 和 SW~WSW 向为主。年最大波高 H_{max} 、十分之一大波波高 $H_{1/10}$ 、有效波高 $H_{1/3}$ 和平均波高 H_m 的最大值分别为 508cm、315cm、260cm 和 165cm，均发生在超强台风“威马逊”和台风“海鸥”经过期间，无台风影响的月份最大波高均不大于 200cm。在观测期间内，使工程海域受影响的热带气旋和大风过程主要有 201330 号强台风“海燕”（2013 年 11 月 05 日~11 月 11 日）、201409 号超强台风“威马逊”（2014 年 7 月 16 日~7 月 19 日）和 201415 号台风“海鸥”（2014 年 9 月 13 日~9 月 17 日）以及多次典型东北季风、东向大风和西南向大风过程。

波周期主要集中在不大于 5.0s 区间，最大波高、十分之一大波、有效波高和平均波高对应的周期 $T_{H_{max}}$ 、 $T_{H_{1/10}}$ 、 $T_{H_{1/3}}$ 和 T_{H_m} 位于 5.0s~5.9s 的频率分别是 3.56%、2.57%、1.96% 和 0.40%，大于 6.0s 的频率分别是 0.22%、0.09%、0.08% 和 0.00%。工程区域波浪玫瑰图见图 3.2.3-14。

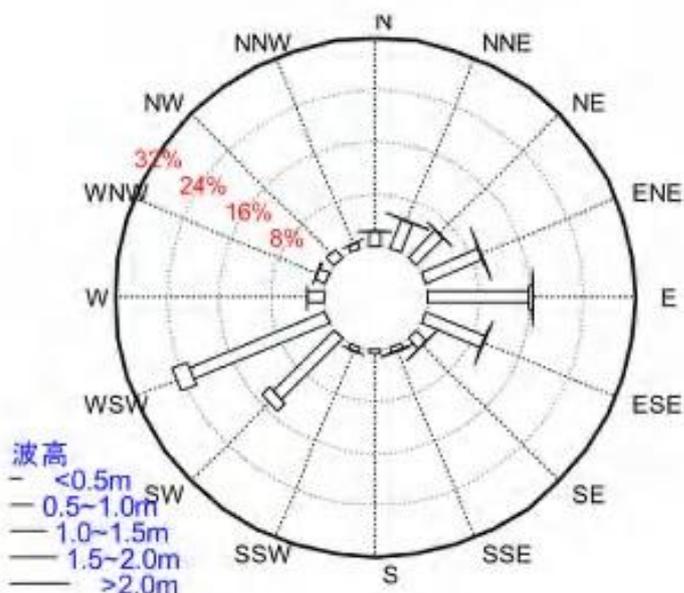


图 3.2.3-14 工程海域波浪玫瑰图（2013.11-2014.10）

根据附近工程的波浪研究成果，推算本工程的设计波浪见表 3.2.3-11 和表 3.2.3-12。

表 3.2.3-11 离岸布置大件码头波浪参数

重现期	水位	H _{1%}	H _{4%}	H _{5%}	H _{13%}	\bar{H}	T _m	L
50	极端高							
	设计高							
	设计低							
	极端低							
10	极端高							
	极端低							
2	设计高							

表 3.2.3-12 近岸布置大件码头波浪参数

重现期	水位	H _{1%}	H _{4%}	H _{5%}	H _{13%}	\bar{H}	T _m	L
50	极端高							
	设计高							
	设计低							
	极端低							
10	极端高							
	极端低							
2	设计高							

8、悬沙

根据 2018 年 7 月 18 日~2018 年 8 月 18 日以及在 2018 年 12 月 4 日~2019 年 1 月 3 日调查海域水文测验资料分析，各站表、中、底层的平均含沙量在 0.0073kg/m³~0.0102kg/m³ 之间，调查区属低悬沙浓度海区，底层>中层>表层。调查海区悬沙组成主要为粘土质粉砂。

9、水温

调查海域海水温度的分布变化主要与太阳辐射有关，同时也受沿岸水及降雨的影响。根据历年资料统计，调查海域年平均水温为 23.49℃，极端最高水温为 34.4℃，出现时间为 1969 年 7 月 15 日；极端最低水温为 8.4℃，出现时间为 1969 年 2 月 5 日，水温具有明显的夏高冬低季节性变化特点。年内水温最高月份为 7

月~8月；最低月份为1月~2月，季节变化相当明显，这是与年内太阳辐射有直接关系。

根据调查海域水文测验资料分析，全潮观测期间，调查海区表、中、底层水温日变化范围分别约为 $17.05^{\circ}\text{C}\sim 21.31^{\circ}\text{C}$ 、 $17.11^{\circ}\text{C}\sim 21.30^{\circ}\text{C}$ 和 $17.10^{\circ}\text{C}\sim 21.30^{\circ}\text{C}$ ，变化幅度分别为 4.26°C 、 4.29°C 和 4.20°C 。各站位的水温呈现出随着潮位的涨落而变化，涨潮时，测点水温逐渐降低，落潮时，测点水温逐渐升高。

10、盐度

调查海域盐度一般为26~31左右。调查海域周边无大河流注入，影响该海域盐度的主要因素是沿岸水和降雨。一年之中，夏季降雨量最多，平均为2000多毫米，约占全年降雨量的60%~70%，因此，该季盐度明显低于其他季节，平均只有22.0左右；冬季降雨量少，平均盐度为30.5，比夏季高8.5。根据2018年12月4日~2019年1月3日调查海域水文测验资料分析，全潮观测期间，调查海区表、中、底层盐度变化范围分别约为21.96~30.75、21.96~30.75和21.95~30.75，变化幅度分别为8.76、8.76和8.80，同测站的表、中、底各层盐度变化幅度相近。观测期间，深水站盐度较大，周日变化幅度较小，浅水站盐度值略小，周日盐度变化幅度较大。受海水涨落潮的影响，盐度最低值出现在落憩时刻，盐度最高值出现在涨憩时刻。

3.2.4 地形地貌

廉江市地形南宽北窄，东西两面若曲尺之外向，颇似“凸”字形。地势北高南低，从丘陵到台地呈阶梯状分布，并且延伸到海。北部山峦起伏，若高远之画境，双峰嶂顶海拔382米，为廉江市（也是湛江市）的最高点。毗邻有仙人嶂，鸡笠嶂、彭岩嶂、青嶂、山祖嶂及三角岭、罗伞岭等数十座100~300余米的峰岭重叠排列，构成一道天然屏障，对寒潮南下及台风侵入起了一定阻挡作用。九洲江从东北向西南斜贯市境流入北部湾，沿河两岸及其下游三角洲有较大的冲积平原分布，南部宽阔平坦。全市地形大致分为三类：南及西南濒海地带，属浅海沉积平原及九洲江冲积平原，地形比较平缓，海拔一般在55米以下，面积占全市土地总面积二成左右；东南部及中部属缓坡低丘陵地带，坡度在5度至15度之间，海拔在60~100米以内，无明显山峰，呈扁平起伏，面积占土地总面积五成左右；北及西北部为丘陵区，局部地区坡度较陡峻，一般坡度在15度至30度之

间，海拔 200 米上下，局部地方超过 300 米，主要分布在长山、塘蓬、和寮等镇，面积占土地总面积三成左右。

项目场地位于广东省湛江市廉江市车板镇龙头沙渔港西南侧海域，场地地貌类型较简单，为海岸地貌，整体地势东北高，西南低，向大海倾斜。

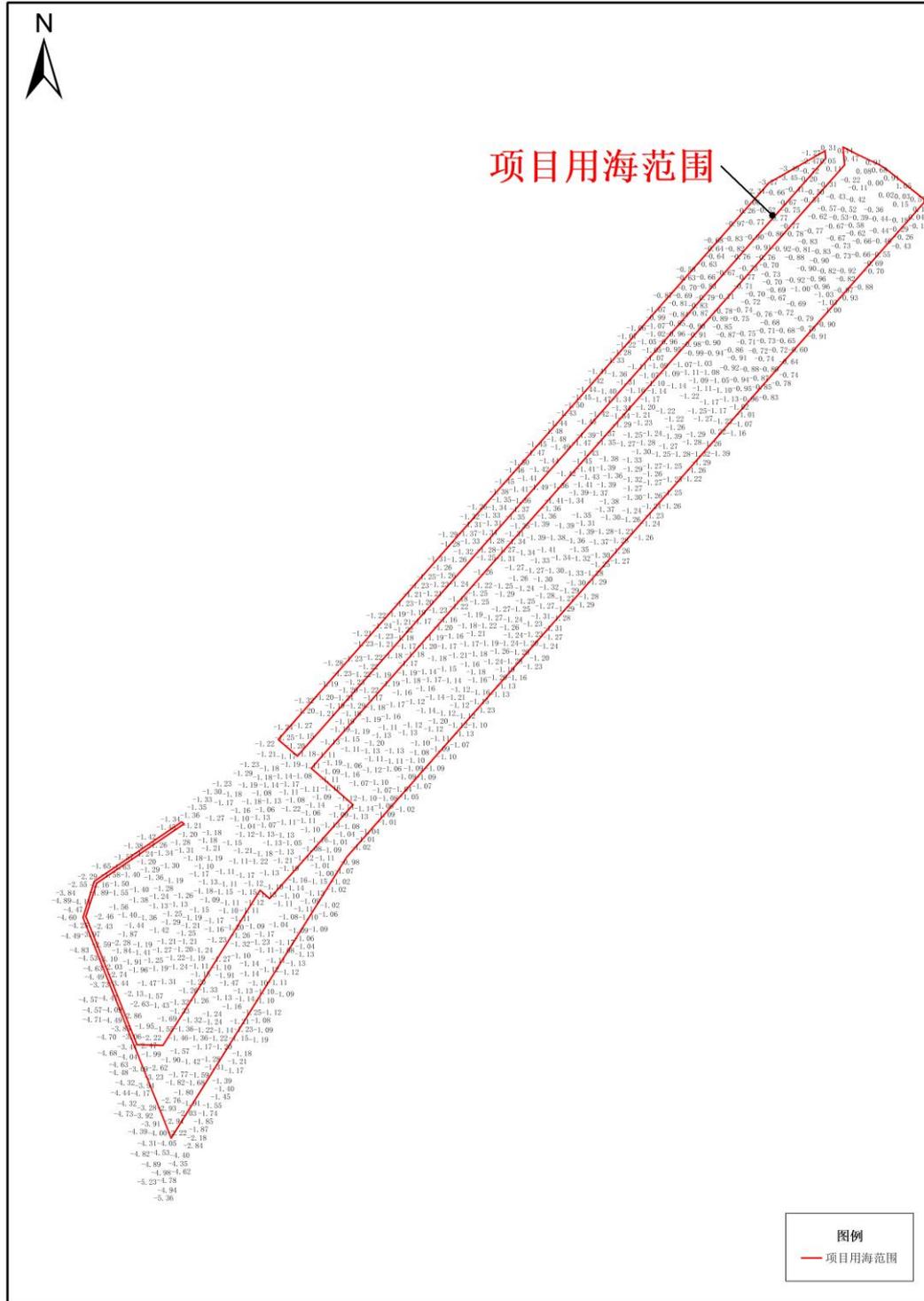


图 3.2.4-1 项目水深图

1、地质构造

参考《广东廉江核电项目(取排水)工程施工图设计阶段岩土工程勘测报告》(中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司, 2022年4月)的勘测资料结果分析。可知工程所在区域, 区域性断裂有信宜—廉江断裂(F2)、古城镇—龙潭角断裂(F3)。

1) 信宜—廉江断裂(F2)

区域上, 信宜-廉江大断裂北起自信宜县西北安莪附近, 向西南经六明、高坡、木头塘、宝圩、那水、新圩、长湾河水库、低村、鹤岭、廉江、安铺, 止于营仔圩一带, 陆地部分长约150km(《1:200000 廉江幅区域地质测量报告书》(后简称“廉江幅”))东北段走向 $30-40^{\circ}$, 西南段向东偏转为 60° , 呈微向东偏转为 60° , 呈微向东南凸出的弧形。西南段潜没于北部湾海域。主要由古城-沙铲、宝圩-岐坡嶂, 山背-官桥等10余条断裂组成。呈舒缓波状延伸。断面一般向北西倾斜, 倾角约 50° , 力学性质具压性兼剪性。本报告中所指的信宜-廉江断裂(F2)为廉江幅所述信宜廉江断裂的分支断裂⑧山背断裂。该断裂在近区域范围内延伸长约28km, 该断裂北起廉江市北中垌一带, 经廉江市南的沙井、新民镇新塘, 在上寮附近隐伏于九州江平原第四系之下。断裂走向 $30-60^{\circ}$, 倾向南东, 倾角较陡, 常表现为逆断层。该断裂错断了第四系底界, 为早-中第四纪活动断层。

2) 古城镇—龙潭角断裂(F3)

古城镇—龙潭角断裂(F3)为廉江幅中②古城-沙断裂, 为信宜-廉江断裂带的一个分支。该断裂属廉江-信宜褶断带的南西部主带北西侧, 是褶断带内主要断裂之一。区域上, 东北起自古城东北的路, 向西南经古城、石角镇西北、石埔、灯草、武陵水库管理所、雅塘镇西光岭、东埔、营仔北面木头塘一带。断裂走向 $30-50^{\circ}$, 倾向北西, 倾角 $30-60^{\circ}$, 平面上基本连续分布, 逆断裂为主, 长约60km。该断裂剖面上大多没有造成明显的地形地貌变化, 断层出露的位置, 其两侧地形平缓, 无断层陡坎、槽地等断层地貌显示, 在卫星影像上没有清晰的线性显示。断裂破碎带内未见较新鲜的断层物质, 残坡积层未见错动痕迹, 地貌未见明显的线性排布, 新生代以来活动迹象不明显。

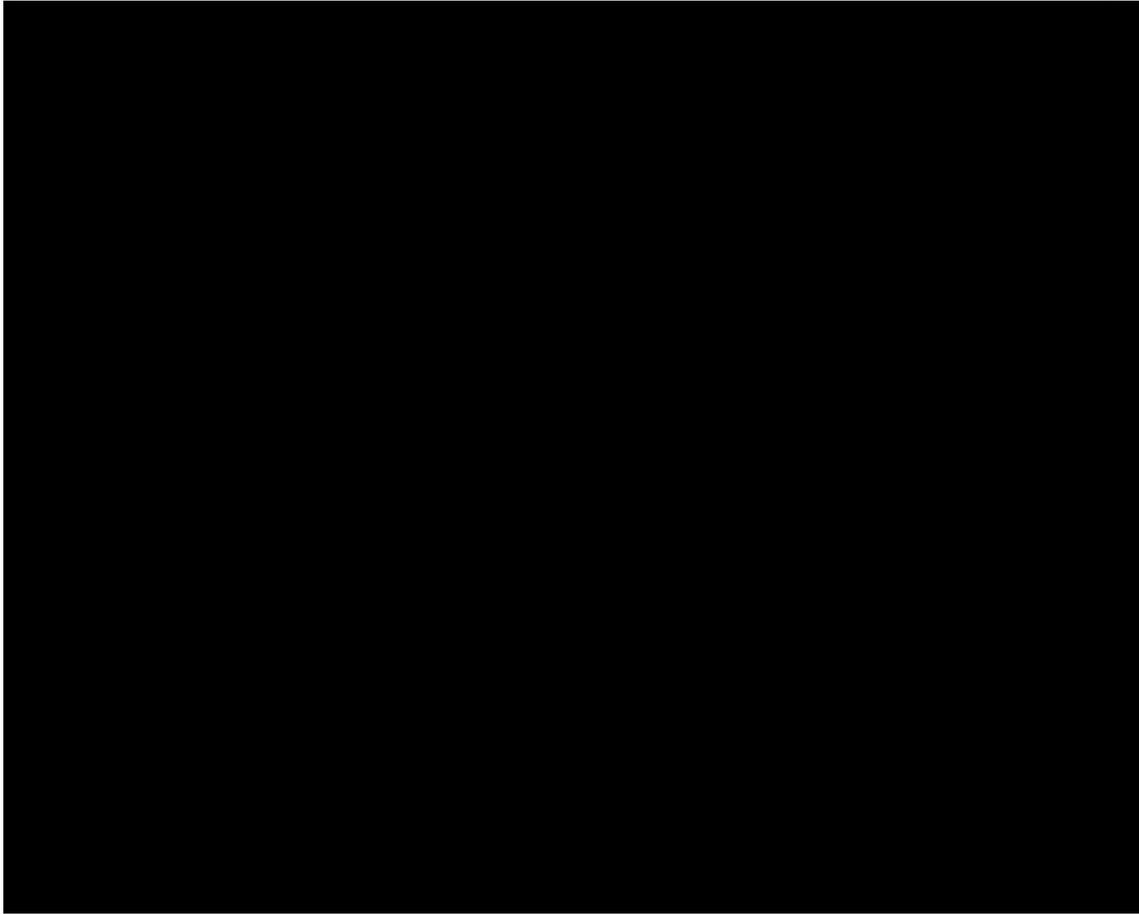


表 3.2.4-2 工程区域地质构造图（含厂址位置）

2、工程地质

参考《广东廉江核电项目（取排水）工程施工图设计阶段岩土工程勘测报告》（中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司，2022 年 4 月）。

由勘测结果可知，勘测区域范围内主要为第四系人工成因素填土、海陆交互沉积成因黏性土及砂土，Q2 北海组黏性土及砂土，Q1 湛江组黏性土及砂土等。按岩土性质和成因可分为 4 大类共 10 层。

现将勘测范围内所揭露的岩土层按层号顺序分述如下：

（1）人工成因填土层（Q4ml）

1) 素填土（层号①）：灰褐色，主要由黏性土和中粗砂组成，局部混少量碎石，新近堆积，人工成因，稍湿，松散。该层标准贯入试验实测击数为 3~4 击，仅在钻孔 GH01、GH17、HQ17、HQ22 揭露，揭露深度范围内层厚度为 0.80m~4.80m，层底面高程为-1.61m~1.73m，层顶面高程为 2.04m~4.63m。

（2）海陆交互沉积层（Q4mc）

1) 淤泥（层号②1）：灰黑色，含有机质及少量中细砂，略有腥臭味，切面

较光滑，海陆交互成因，饱和，流塑。该层标准贯入试验实测击数为 2~4 击，局部地段有分布，揭露深度范围内该层厚度为 0.70m~3.60m，层底面高程为-4.27m~-0.67m，层顶面高程为-2.42m~1.73m。

2) 中粗砂 (层号②3)：灰黑、灰色，砂质主要成分为石英，局部夹薄层黏性土，混少量贝壳碎屑，级配良好，海陆交互成因，饱和，松散~稍密。该层标准贯入试验实测击数为 4~15 击，大部分地段有分布，揭露深度范围内该层厚度为 1.00m~6.60m，层底面高程为-8.23m~-1.00m，层顶面高程为-4.27m~0.69m。

(3) 北海组冲积层 (Q2al)

1) 冲积成因黏土 (层号③1)：灰白色，含少量中粗砂颗粒，黏性好，韧性好，干强度高，切面较光滑，冲积成因，稍湿，可塑。该层标准贯入试验实测击数为 9 击，仅在钻孔 GH35 揭露，揭露深度范围内该层厚度为 2.40m，层底面高程为-9.97m，层顶面高程为-7.57m。

2) 黏土 (层号③2)：灰白、灰黄色，砂质主要成分为石英、长石，局部夹薄层黏性土，级配不良，冲积成因，稍湿，硬塑，局部可塑。该层标准贯入试验实测击数为 12~25 击，大部分地段有分布，揭露深度范围内该层厚度为 0.60m~11.80m，层底面高程为-35.89m~-4.51m，层顶面高程为-32.44m~-3.51m。

3) 粉砂 (③3)：灰白、灰黄色，砂质主要成分为石英、长石，局部夹薄层黏性土，级配不良，冲积成因，饱和，稍密~中密。该层标准贯入试验实测击数为 12~26 击，大部分地段有分布，揭露深度范围内该层厚度为 0.50m~8.40m，层底面高程为-43.49m~-6.01m，层顶面高程为-35.89m~-4.22m。

4) 中粗砂 (层号③4)：灰、灰黄色，砂质主要成分为石英、长石，局部夹薄层黏性土及粉细砂，级配良好，冲积成因，饱和，稍密~中密。该层标准贯入试验实测击数为 11~26 击，大部分地段有分布，揭露深度范围内该层厚度为 1.30m~14.20m，层底面高程为-31.05m~-5.97m，层顶面高程为-29.15m~-1.11m。

5) 圆砾 (层号③5)：灰黄色，砾石成分主要为石英，粒径多为 1~2cm，多呈浑圆状、次棱角状，充填多量粗砂颗粒，冲积成因，饱和，中密。该层仅在钻孔 GH11 揭露，揭露深度范围内该层厚度为 1.30m，层底面高程为-15.60m，层顶面高程为-14.30m。

(4) 湛江组冲积层 (Q1al)

1) 黏土 (层号④1): 灰白、褐红色, 含少量中粗砂颗粒, 黏性好, 韧性好, 干强度高, 切面较光滑, 冲积成因, 稍湿, 硬塑。该层标准贯入试验实测击数为 14~19 击, 局部地段有分布, 揭露深度范围内该层厚度为 0.50m~4.80m, 层底面高程为-32.20m~-25.98m, 层顶面高程为-30.91m~-22.88m。

2) 中粗砂 (层号④3): 红褐、灰黄色, 砂质主要成分为石英、长石, 混多量黏粒及粉细砂, 级配良好, 冲积成因, 饱和, 中密, 局部稍密。该层标准贯入试验实测击数为 13~25 击, 大部分地段有分布, 揭露深度范围内该层厚度为 0.70m~9.90m, 层底面高程为-32.43m~-20.81m, 层顶面高程为-30.96m~-18.01m。

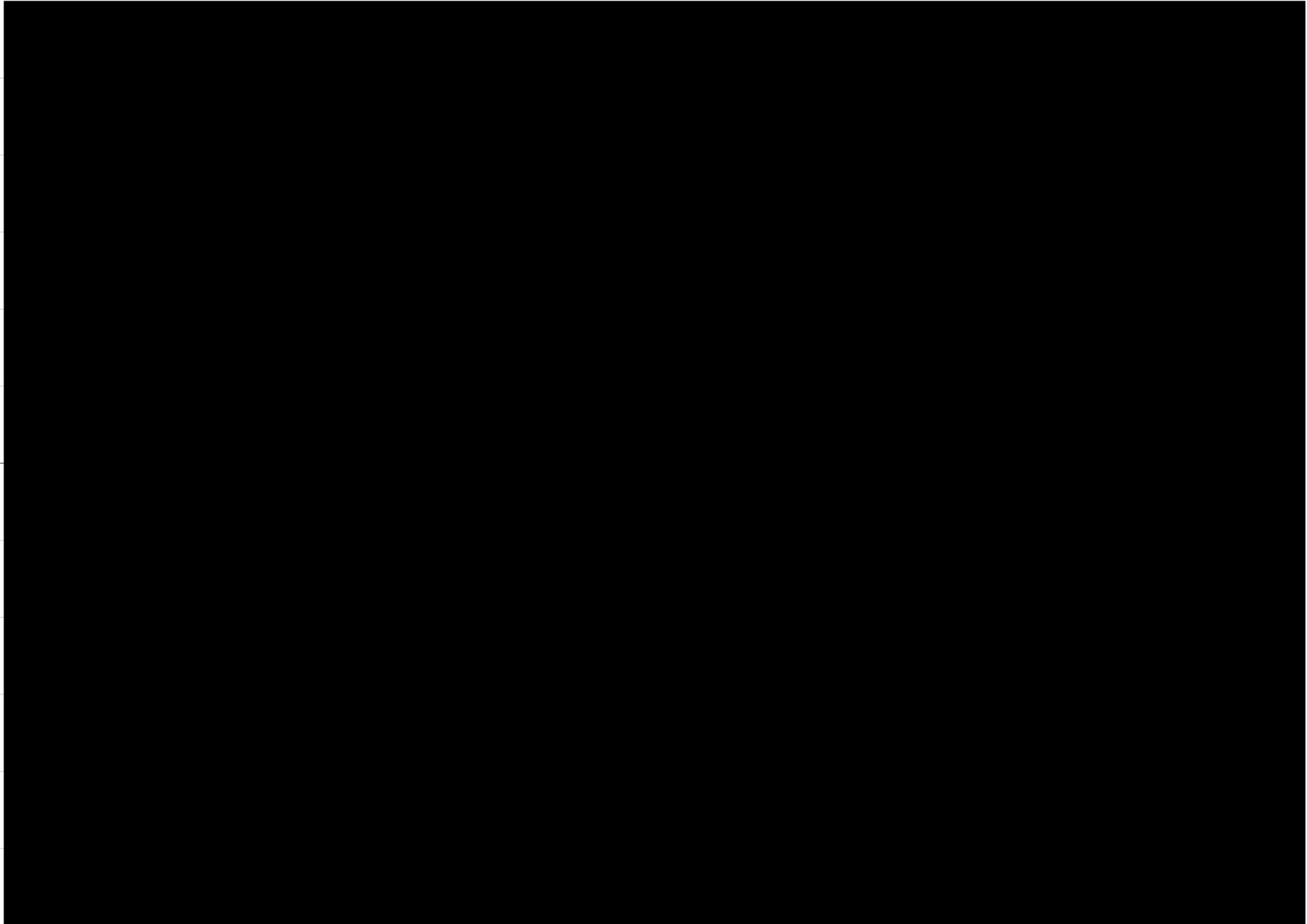


图 3.2.4-3 工程地质钻孔位置图

图例

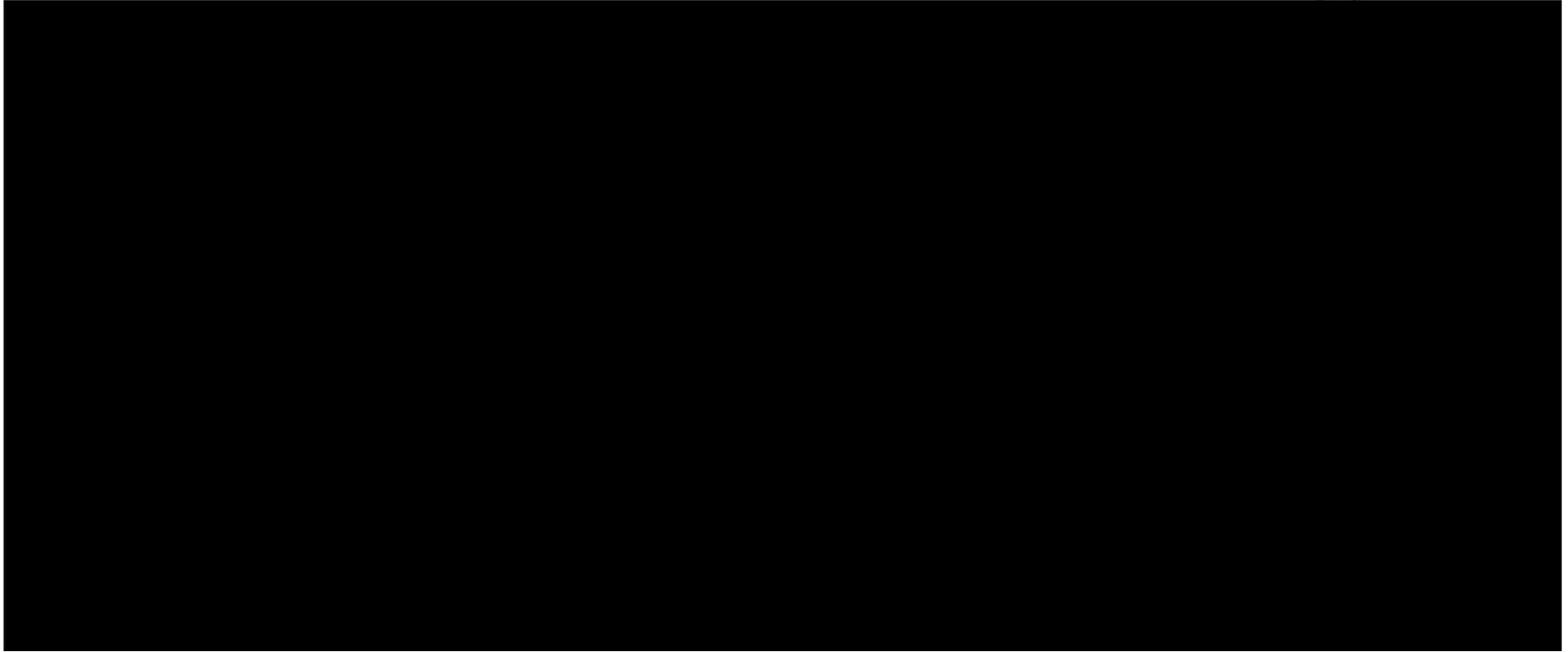
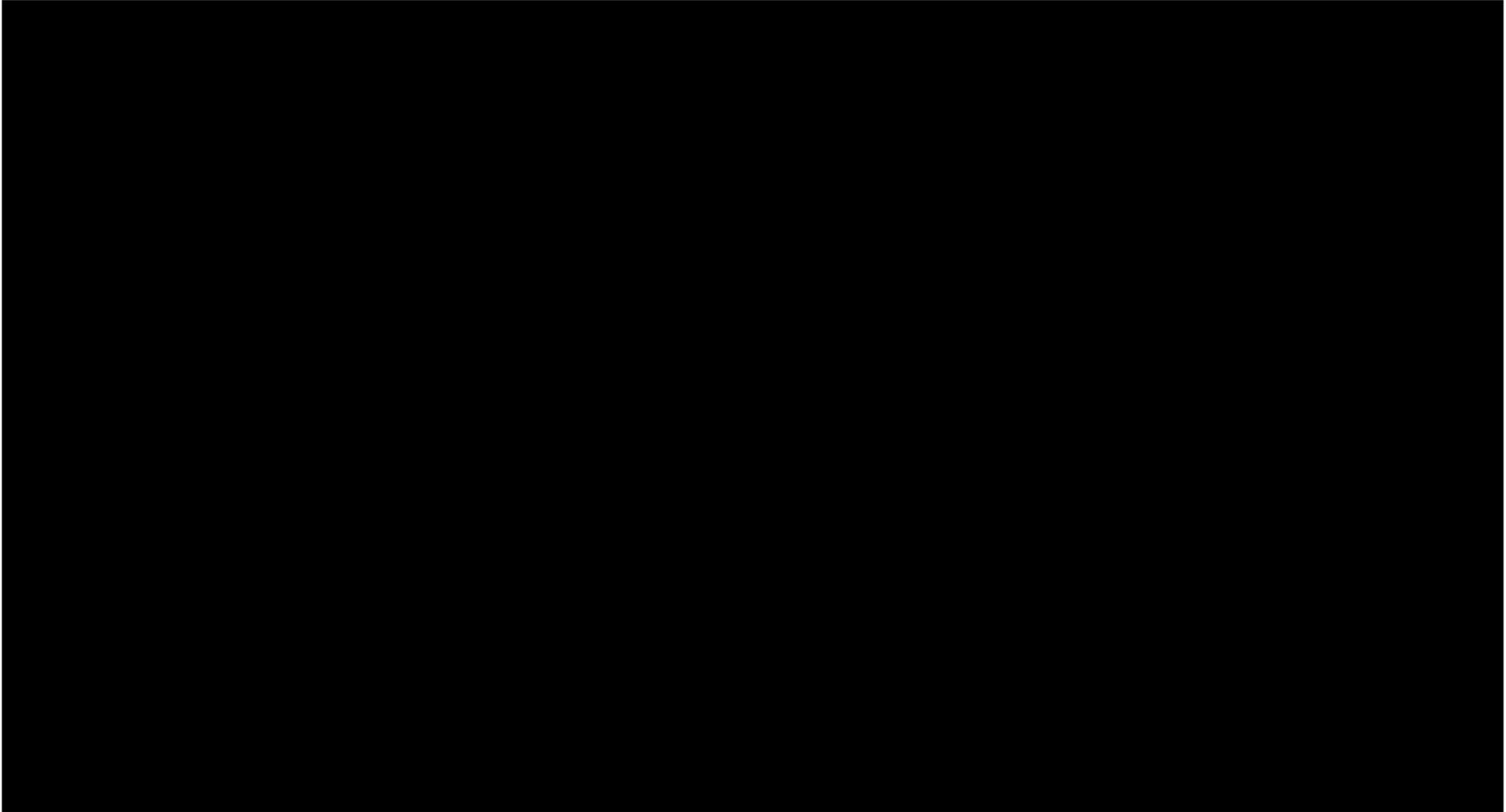


图 3.2.4-4 取水箱涵工程地质剖面图



(1985国家高程基准)



图 3.2.4-5 排水设施工程地质剖面图

3、冲淤环境变化

冲淤资料引自广东省水利水电科学研究院 2020 年 6 月编制完成的《国核廉江核电项目可研阶段岸滩稳定性分析及泥沙数值模拟计算分析专题报告》。

为了解工程周边海底地形变化状况，对工程周边 2013 年 12 月和 2017 年 08 月两期水深进行冲淤变化对比，来反应该区域地形的变化。

从图 3.2.4-6 中可以看出，工程北侧英罗湾海域 2013~2017 年整体冲淤变化不大，仅局部区域出现蚀淤，工程南侧海域 4000m 范围内冲淤变化不大，4000m 范围深槽多处于淤积状态，最大淤积量可达 1.4m。

龙头沙码头外侧防波堤之间发生冲刷，最大冲刷量约为 0.7m，清淤导致码头西侧和西北侧港池局部水深变大。

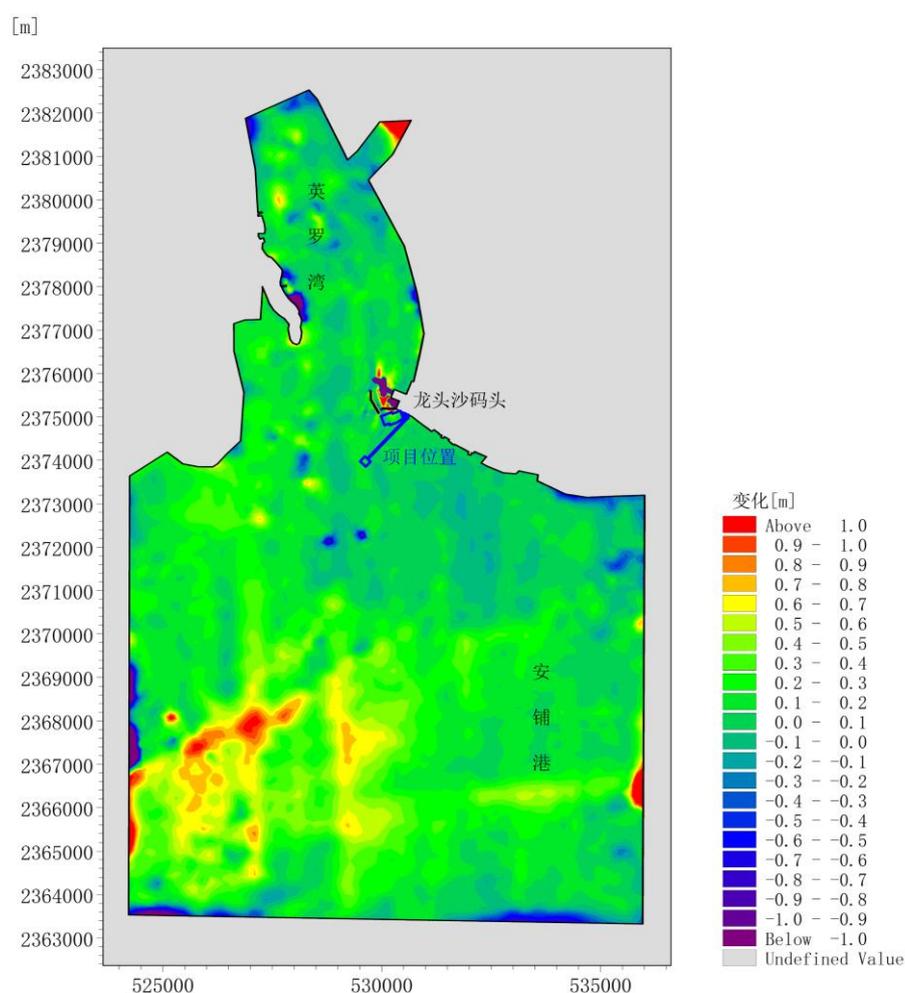


图 3.2.4-6 工程海域 2013-2017 年地形冲淤变化分布（正为淤积，负为冲刷）

3.2.5 环境质量现状调查与评价

3.2.5.1 海水水质

本报告春季调查资料引用

2021年4月在工程附近海域开展的海洋环境质量现状调查数据，本次评价共引用其中33个水质调查站位，14个沉积物调查站位，17个生态（含生物资源）调查站位，4个潮间带断面。

1、调查站位

2021年4月春季调查站位设置见表3.2.5-1图3.2.5-1。

表3.2.5-1 2022年春季海洋环境现状调查站位表

序号	站号	经度 (E)	纬度 (N)	调查要素
1	S1			
2	S2			
3	S3			
4	S4			
5	S5			
6	S6			
7	S7*			
8	S8			
9	S9			
10	S10			
11	S11*			
12	S12			
13	S13			
14	S14*			
15	S15			
16	S16			
17	S17			
18	S18			
19	S19			
20	S20			
21	S21			
22	S22			
23	S23			
24	S24			
25	S25			
26	S26			
27	S27			
28	S28			

序号	站号	经度 (E)	纬度 (N)	调查要素
29	S29			
30	S30			
31	S31			
32	S32			
33	S33			
34	C1	高潮区		
35		中潮区		
36		低潮区		
37	C2	高潮区		
38		中潮区		
39		低潮区		
40	C3	高潮区		
41		中潮区		
42		低潮区		
43	C4	高潮区		
44		中潮区		
45		低潮区		

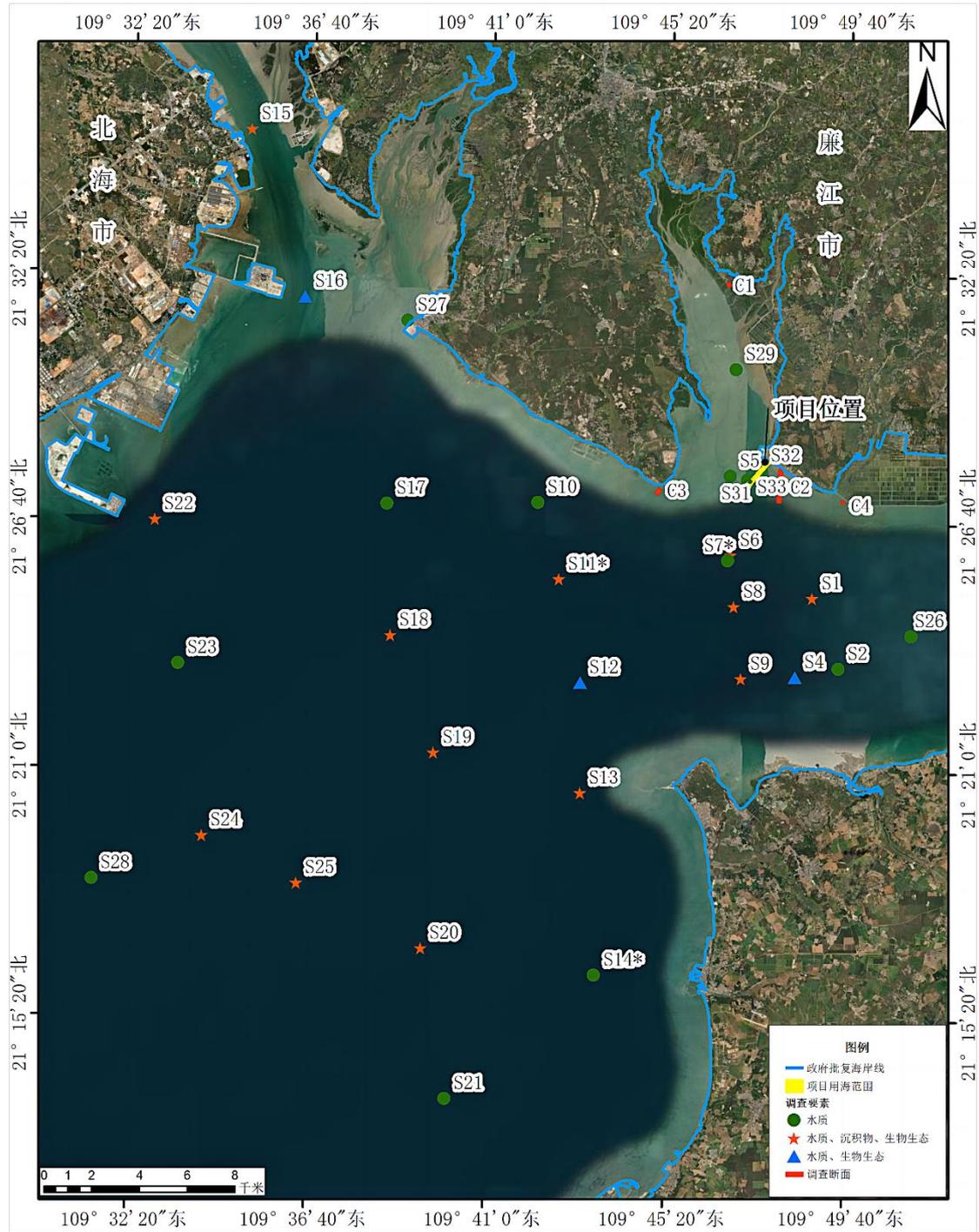


图 3.2.5-1 2022 年春季调查站位图

2、调查项目

2021 年 4 月：水深、水温、盐度、水色、透明度、pH、悬浮物、DO、COD_{Mn}、总氮、氨氮、亚硝氮、硝态氮、总磷、磷酸盐、硅酸盐、石油类、水温、汞、镉、铅、铜、总铬、六价铬、锌、铁、锰、砷、氰化物、硫化物、氟化物、挥发性酚、多环芳烃、多氯联苯、硼、硒、余氯共 36 项。

3、采样方法

根据《海洋监测规范》GB17378-2007 和《海洋调查规范》GBT12763-2007 的有关规定和要求执行。

所用调查船只进入预定站位，使用 GPS 进行定位，测量水深。根据实测水深，生物生态站进行透明度、水色等现场观测，并按照《海洋监测规范》(GB17378-2007) 的要求采集水样，水深<10m 时，采表层水样；水深 10m≤水深<25m 时，采表层和底层水样。其中表层为距表面 0.1-1m，底层为离底 2 m，并进行分装、预处理、编号记录、保存。

4、分析方法

样品的分析严格按照《海洋调查规范》(GB/T12763-2007) 和《海洋监测规范》(GB17378-2007) 进行，规范未涉及的项目参照其他国标或行业标准测试，各项目的分析方法见表 3.2.5-2。

表 3.2.5-2 水质要素分析方法

序号	监测项目	测定方法	检出限
1	水深	GB/T 12763.2/4.8-2007 水深测量	/
2	水温	GB/T 12763.2/5-2007 水温观测	/
3	盐度	GB17378.4/29-2007 盐度计法	/
4	水色	GB/T12763.2/10-2007 海水透明度、水色和海水发光观测	/
5	透明度	GB/T12763.2/10-2007 海水透明度、水色和海水发光观测	/
6	pH	GB17378.4/26-2007pH 计法	/
7	溶解氧(DO)	GB17378.4/31-2007 碘量法	/
8	化学需氧量(COD _{Mn})	GB17378.4/32-2007 碱性高锰酸钾法	/
9	悬浮物	GB17378.4/27-2007 重量法	/
10	氰化物	GB17378.4/20.1-2007 异烟酸-吡唑啉酮分光光度法	0.5μg/L
11	硫化物	GB17378.4/18.1-2007 亚甲基蓝分光光度法	0.2μg/L
12	亚硝酸盐 (NO ₂ -N)	HY-T 147.1-2013 (7.1、8.1、9.1、10.1、11、12、13) 流动分析法	0.35μg/L
13	硝酸盐 (NO ₃ -N)		0.60μg/L
14	氨盐 (NH ₄ -N)		1.08μg/L
15	活性磷酸盐 (PO ₄ -P)		0.72μg/L
16	活性硅酸盐		2.8μg/L
17	总氮		/
18	总磷		/
19	油类		GB17378.4/13.2-2007 紫外分光光度法

序号	监测项目	测定方法	检出限
20	挥发性酚	GB17378.4/19-20074-氨基安替比林分光光度法	1.1µg/L
21	氟化物	水和废水监测分析方法（第四版）离子选择电极法	0.05mg/L
22	余氯	HJ 586-2010 N, N-二乙基- 1, 4-苯二胺（DPD）分光光度法 现场测定	0.04mg/L
23	硼	《水质 32 种元素的测定 电感耦合等离子体发射光谱法》HJ 776-2015	0.01mg/L
24	铜（Cu）	GB17378.4/6.1-2007 无火焰原子吸收分光光度法	0.2µg/L
25	铅（Pb）	GB17378.4/7.1-2007 无火焰原子吸收分光光度法	0.03µg/L
26	镉（Cd）	GB17378.4/8.1-2007 无火焰原子吸收分光光度法	0.01µg/L
27	锌（Zn）	GB17378.4/9.1-2007 火焰原子吸收分光光度法	3.1µg/L
28	总铬（Cr）	GB17378.4/10.1-2007 无火焰原子吸收分光光度法	0.4µg/L
29	六价铬	《水质 六价铬的测定 二苯碳酰二肼分光光度法》GB/T 7467-1987	0.004mg/L
30	锰（Mn）	《海洋监测技术规程 第 1 部分：海水》HY/T 147.1-2013 电感耦合等离子体质谱法 5	0.01µg/L
31	铁（Fe）	《水质 铁、锰的测定 火焰原子吸收分光光度法》GB/T 11911-1989	0.030mg/L
32	总汞（Hg）	GB17378.4/5.1-2007 原子荧光法	0.007µg/L
33	砷（As）	GB17378.4/11.1-2007 原子荧光法	0.5µg/L
34	多环芳烃（PAHs）	《海水中 16 种多环芳烃的测定 气相色谱-质谱法》GB/T 26411-2010	0.001µg/L
35	多氯联苯（PCBs）	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》GB 17378.4-2007 气相色谱法（15）	5×10 ⁻⁶ mg/L
36	硒	《近岸海域环境监测技术规范》（HJ 442.1-2020）原子荧光法测定近岸海域海水中的硒	0.0002mg/L

5、评价标准

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》（2012 年），项目所在海域的海洋功能区划为英罗港-海康港农渔业区，周边海域（评价范围内）的海洋功能区划为安铺港工业与城镇用海区、角头沙东北部海洋保护区、北海珍珠贝海洋保护区、合浦儒艮海洋保护区以及铁山港港口航运区等。本次调查站位与功能区分布情况见图 3.2.5-2。

结合本工程的特点和项目所属海域实际情况，以及附近海域的功能区划情况，本工程所在海域水质评价标准执行见表 3.2.5-3，海水水质标准指数及检出限见表 3.2.5-4。

表 3.2.5-3 2022 年春季海水水质调查站位执行标准要求

功能区名称	对应站位	海洋环境保护要求
安铺港工业与城镇用海区	S1、S2、S26	海水水质执行三类类标准。
英罗港-海康港农渔业区	S3、S4、S8、S14、S20、S21、S22、S23、S24、S25、S28、S29、S30、S31、S32、S33	海水水质执行二类标准。
角头沙东北部海洋保护区	S9	海水水质执行一类标准。
北海珍珠贝海洋保护区	S5、S6、S7	海水水质执行一类标准。
合浦儒艮海洋保护区	S10、S11、S12、S13、S18、S19	海水水质执行一类标准。
铁山港港口航运区	S15、S16、S17、S27	海水水质执行四类标准。

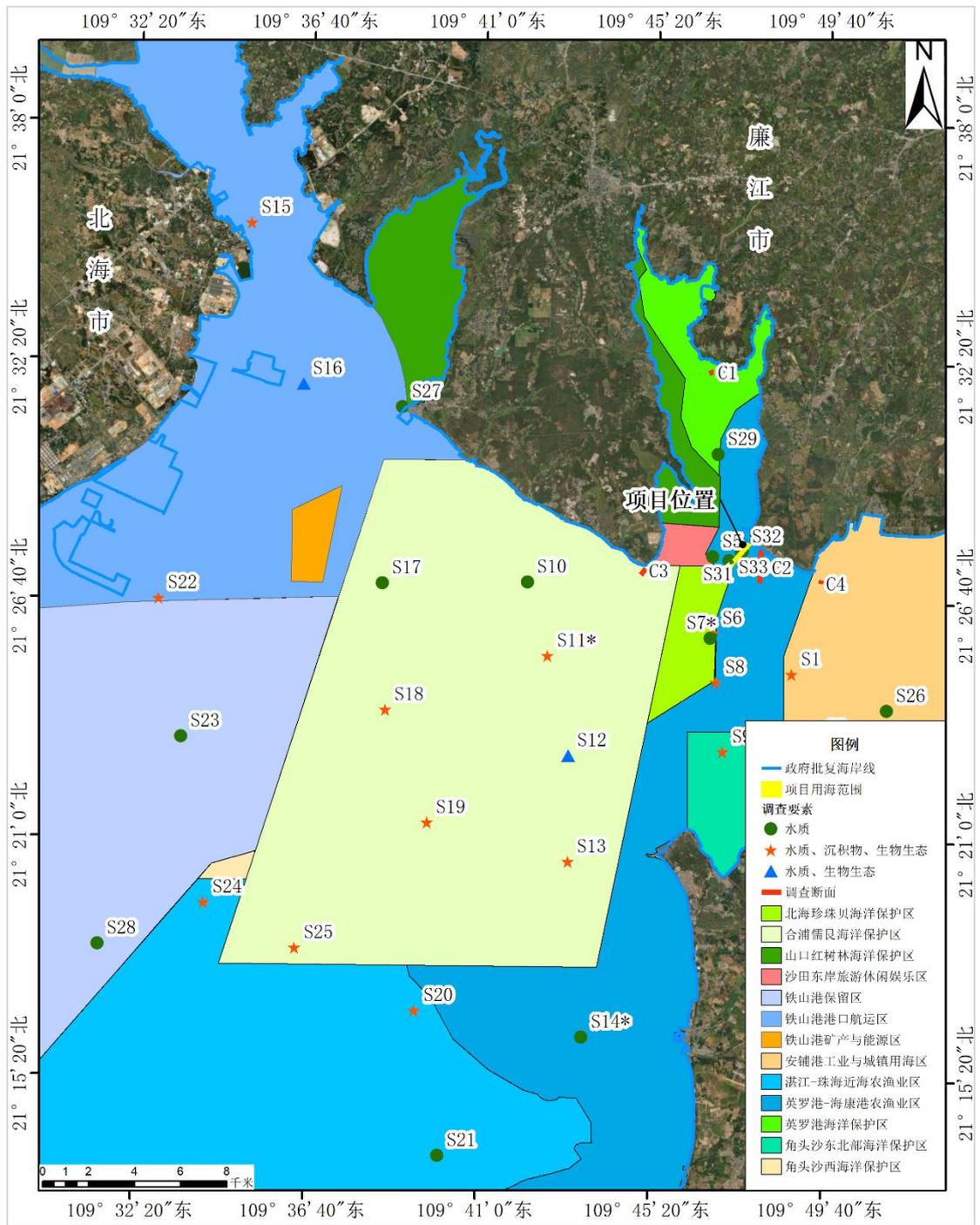


图 3.2.5-2 调查站位与功能区叠图

表 3.2.5-4 海水水质标准 单位: mg/L (pH 除外)

序号	项目	第一类	第二类	第三类	第四类
1	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	
2	溶解氧 (DO) >	6	5	4	3
3	化学需氧量 (COD _{Mn}) ≤	2	3	4	5
4	石油类 ≤	0.05		0.30	0.50

序号	项目	第一类	第二类	第三类	第四类
5	无机氮（以 N 计）≤	0.20	0.30	0.40	0.50
6	活性磷酸盐（以 P 计）≤	0.015	0.030		0.045
7	挥发酚	0.005		0.010	0.050
8	氰化物（以 CN ⁻ 计）	0.005		0.10	0.20
9	硫化物（以 S 计）	0.02	0.05	0.10	0.25
10	汞（Hg）≤	0.00005	0.0002		0.0005
11	镉（Cd）≤	0.001	0.005	0.010	
12	铅（Pb）≤	0.001	0.005	0.010	0.050
13	铜（Cu）≤	0.005	0.010	0.050	
14	锌（Zn）≤	0.020	0.050	0.10	0.50
15	砷（As）≤	0.020	0.030	0.050	
16	总铬（Cr）≤	0.05	0.10	0.20	0.50

6、评价方法

根据《海水水质标准》（GB3097-1997），采用单因子评价法，对水环境监测的监测数据进行分析评价。

（1）水质评价方法采用单项指数法，其计算公式为

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

式中： $S_{i,j}$ —评价因子 i 的水质指数，大于 1 表明该水质因子超标；

$C_{i,j}$ —评价因子 i 在 j 点的实测统计代表值，mg/L；

C_{si} —评价因子 i 的水质评价标准限值，mg/L。

（2）pH 的污染指数的计算公式为：

$$S_{\text{pH},j} = \frac{7.0 - \text{pH}_j}{7.0 - \text{pH}_{\text{sd}}} \quad \text{pH}_j \leq 7.0$$

$$S_{\text{pH},j} = \frac{\text{pH}_j - 7.0}{\text{pH}_{\text{su}} - 7.0} \quad \text{pH}_j > 7.0$$

式中： $S_{\text{pH},j}$ —pH 值的指数，大于 1 表明该水质因子超标；

pH_j —pH 值实测统计代表值；

pH_{sd} —评价标准中 pH 值的下限值；

pH_{su} —评价标准中 pH 值的上限值。

（3）对于 DO 采用以下计算公式：

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

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

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_s —溶解氧的水质评价标准限制，mg/L；

DO_f —饱和溶解氧浓度，mg/L，对于河流， $DO_f = 468 / (31.6 + T)$ ，对于盐度比较高的湖泊、水库及入海河口、近岸海域， $DO_f = (491 - 2.65S) / (33.5 + T)$ ；

S—实用盐度符号，量纲为一；

T—水温，°C。

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。

1、海洋水质调查结果

(1) 2021 年春季

2021 年 4 月海水水质调查结果见表 3.2.5-5。

根据调查结果可知：调查海域六价铬、重金属铬、重金属硒、氰化物、挥发性酚、多氯联苯、和多环芳烃在各调查站位均未检出。

2、海洋水质现状评价

调查海域海水水质标准指数见表 3.2.5-6~表 3.2.5-9。

A. 一类标准

要求执行海水水质一类标准的功能区包括角头沙东北部海洋保护区和合浦儒艮海洋保护区，由调查结果及评价结果可知，位于这 2 个海洋功能区的调查站位共 7 个（10 个层次），主要超标因子为无机氮，超标率为 10%，超标层次数为 1 个；其余检测因子均符合海水水质一类标准。

B. 二类标准

要求执行海水水质二类标准的海洋功能区包括英罗港-海康港农渔业区和北海珍珠贝海洋保护区，由调查结果及评价结果可知，位于该海洋功能区的调查站位共 19 个（24 个层次），主要的超标因子为无机氮，超标率均为 25.00%，超标层次数为 6 个；其次是活性磷酸盐，超标率为 20.83%，超标层次数为 5 个；其余检测因子均符合海水水质二类标准。

C.三类标准

要求执行海水水质三类标准的海洋功能区为安铺港工业与城镇用海区，由调查结果及评价结果可知，位于该海洋功能区的调查站位共 3 个（3 个层次），其检测因子均符合海水水质三类标准。

D.四类标准

要求执行海水水质四类标准的海洋功能区为铁山港港口航运区，由调查结果及评价结果可知，位于该海洋功能区的调查站位共 4 个（6 个层次），其检测因子均符合海水水质四类标准。

3、总体评价

根据海水水质评价结果，项目所在及其周边海域不同功能区存在不同检测因子的超标现象，其中海水水质要求执行二类标准的英罗港-海康港农渔业区和北海珍珠贝海洋保护区超标因子较多，主要超标因子为无机氮和活性磷酸盐。海水水质要求执行一类标准的角头沙东北部海洋保护区也有少量超标。其余功能区的海水水质均符合其管理要求。

综上所述，项目所在及其周边海域主要超标因子为无机氮，这和近年的《广东省海洋环境状况公报》一致，含量本底值较高，主要超标原因可能是陆源污染物入海所致。

表 3.2.5-5 海水水质调查结果

站号	层次	水深	透明度	水色	悬浮物	pH	盐度	水温	DO	COD	无机氮	活性磷酸盐	亚硝酸盐氮	硝酸盐氮	汞	镉	铅	六价铬	总铬
	m	m	m	/	mg/L	/	‰	℃	mg/L					μg/L			mg/L	μg/L	
S1																			
S2																			
S3																			
S4																			
S5																			
S6																			
S7																			
S8																			
S9																			
S10																			
S11																			
S12																			
S13																			
S14																			
S15																			
S16																			

站号	层次	水深	透明度	水色	悬浮物	pH	盐度	水温	DO	COD	无机氮	活性磷酸盐	亚硝酸盐氮	硝酸盐氮	汞	镉	铅	六价铬	总铬	
	m	m	m	/	mg/L	/	‰	℃	mg/L					μg/L			mg/L	μg/L		
S17																				
S18																				
S19																				
S20																				
S21																				
S22																				
S23																				
S24																				
S25																				
S26																				
S27																				
S28																				
S29																				

站号	层次	水深	透明度	水色	悬浮物	pH	盐度	水温	DO	COD	无机氮	活性磷酸盐	亚硝酸盐氮	硝酸盐氮	汞	镉	铅	六价铬	总铬
	m	m	m	/	mg/L	/	‰	℃	mg/L					μg/L			mg/L	μg/L	
S30																			
S31																			
S32																			
S33																			

续表

站号	层次	砷	铜	锌	硒	氰化物	硫化物	挥发性酚	石油类	总氮	总磷	铵盐	硅酸盐	氟化物	硼	余氯	铁	多氯联苯	多环芳烃	锰
	m	μg/L			mg/L	mg/L														
S1																				
S2																				
S3																				
S4																				
S5																				
S6																				
S7																				
S8																				
S9																				

站号	层次	砷	铜	锌	硒	氟化物	硫化物	挥发性酚	石油类	总氮	总磷	铵盐	硅酸盐	氟化物	硼	余氯	铁	多氯联苯	多环芳烃	锰	
	m	μg/L			mg/L	mg/L														μg/L	
S10																					
S11																					
S12																					
S13																					
S14																					
S15																					
S16																					
S17																					
S18																					
S19																					
S20																					
S21																					
S22																					

站号	层次	砷	铜	锌	硒	氟化物	硫化物	挥发性酚	石油类	总氮	总磷	铵盐	硅酸盐	氟化物	硼	余氯	铁	多氯联苯	多环芳烃	锰	
	m	μg/L			mg/L	mg/L														μg/L	
S23																					
S24																					
S25																					
S26																					
S27																					
S28																					
S29																					
S30																					
S31																					
S32																					
S33																					

表 3.2.5-6 一类海水水质质量指数

站号	层次	pH	DO	COD	无机氮	活性磷酸盐	汞	镉	铅	六价铬	总铬	砷	铜	锌	硒	氰化物	硫化物	挥发性酚	石油类
S9																			
S10																			
S11																			
S12																			
S13																			
S18																			
S19																			

备注：角头沙东北部海洋保护区和合浦儒艮海洋保护区执行海水水质一类标准，其中，-表示监测数据低于方法检测限；/表示无监测数据；加粗字体表示超出评价标准

表 3.2.5-7 二类海水水质质量指数

站号	层次	pH	DO	COD	无机氮	活性磷酸盐	汞	镉	铅	六价铬	总铬	砷	铜	锌	硒	氰化物	硫化物	挥发性酚	石油类
S3																			
S4																			
S5																			
S6																			
S7																			
S8																			
S14																			
S20																			
S21																			
S22																			
S23																			
S24																			
S25																			
S28																			
S29																			

站号	层次	pH	DO	COD	无机氮	活性磷酸盐	汞	镉	铅	六价铬	总铬	砷	铜	锌	硒	氰化物	硫化物	挥发性酚	石油类
S30																			
S31																			
S32																			
S33																			
备注：英罗港-海康港农渔业区和北海珍珠贝海洋保护区执行海水水质二类标准，其中，-表示监测数据低于方法检测限；/表示无监测数据；加粗字体表示超出评价标准																			

表 3.2.5-8 三类海水水质质量指数

站号	层次	pH	DO	COD	无机氮	活性磷酸盐	汞	镉	铅	六价铬	总铬	砷	铜	锌	硒	氰化物	硫化物	挥发性酚	石油类
S1																			
S2																			
S26																			
备注：安铺港工业与城镇用海区执行海水水质三类标准，其中，-表示监测数据低于方法检测限；/表示无监测数据；加粗字体表示超出评价标准																			

表 3.2.5-9 四类海水水质质量指数

站号	层次	pH	DO	COD	无机氮	活性磷酸盐	汞	镉	铅	六价铬	总铬	砷	铜	锌	硒	氰化物	硫化物	挥发性酚	石油类
S15																			
S16																			
S17																			
S27																			
备注：铁山港港口航运区执行海水水质四类标准，其中，-表示监测数据低于方法检测限；/表示无监测数据；加粗字体表示超出评价标准																			

3.2.5.2 海洋沉积物

本报告沉积物春季调查资料引用

于 2021 年 4 月在工程附近海域开展的海洋环境质量现状调查数据,本次评价共引用其中 14 个沉积物调查站位。

1、调查站位

调查站位设置见表 3.2.5-1, 图见图 3.2.5-1。

2、调查内容

调查内容: 粒度、含水率、铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷、有机碳、硫化物、石油类、pH、泥温、Eh、硒共计 16 项。

3、调查与分析方法

到达指定站位后,用抓泥斗采集沉积物,仅取表层样(0~10cm),现场测定温度,记录底质类型,并分装与处理、保存。

沉积物样品采集、贮存、运输和预处理及其分析测定均按《海洋调查规范》(GB/T12763-2007)和《海洋监测规范》(GB17378-2007)中的相应要求进行,超出的项目参照其他行业标准,各项目的分析方法及检出限列于下表。

表 3.2.5-10 沉积物质量分析方法

序号	监测项目	测试方法	检出限
1	温度	表层温度计	0.1°C
2	pH	GB/T12763.8/6.7.2-2007 电位法	/
3	粒度	GB/T12763.8/6.3.2.3-2007 激光粒度法	/
4	有机碳	GB17378.5/18.1-2007 重铬酸钾氧化-还原容量法	0.10%
5	铜 (Cu)	GB17378.5/6.1-2007 无火焰原子吸收分光光度法	0.5
6	铅 (Pb)	GB17378.5/7.1-2007 无火焰原子吸收分光光度法	1
7	镉 (Cd)	GB17378.5/8.1-2007 无火焰原子吸收分光光度法	0.04
8	锌 (Zn)	GB17378.5/9-2007 火焰原子吸收分光光度法	6
9	铬 (Cr)	GB17378.5/10.1-2007 无火焰原子吸收分光光度法	2
10	砷 (As)	GB17378.5/11.1-2007 原子荧光法	0.06
11	汞 (Hg)	GB17378.5/5.1-2007 原子荧光法	0.002
12	硒 (Se)	GB17378.5/12.1-2007 荧光分光光度法	0.1

序号	监测项目	测试方法	检出限
13	油类	GB17378.5/13.2-2007 紫外分光光度法	3
14	硫化物	GB17378.5/17.1-2007 亚甲基蓝分光光度法	0.3
15	含水率	GB17378.5/19-2007 重量法	/
16	氧化还原电位	GB/T12763.8/6.7.3-2007 电位计法	/

注：除温度、粒度、有机碳、含水率和氧化还原电位外，检出限的单位均为 $\times 10^{-6}$

4、评价方法

根据《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）对沉积物质量监测的监测数据进行分析评价。

采用单项参数标准指数法计算沉积物的质量指数，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。

沉积物评价因子的标准指数 > 1 ，则表明该项指标已超过了规定的沉积物质量标准。

5、评价标准

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》（2012年），项目所在海域的海洋功能区划为英罗港-海康港农渔业区，周边海域（评价范围内）的海洋功能区划为安铺港工业与城镇用海区、角头沙东北部海洋保护区、北海珍珠贝海洋保护区、合浦儒艮海洋保护区以及铁山港港口航运区等。本次海洋沉积物调查站位与功能区分布情况见图 3.2.5-2。

结合本工程的特点和项目所属海域实际情况，以及附近海域的功能区划情况，本工程所在海域沉积物评价标准执行见表 3.2.5-11，海洋沉积物标准指数见表 3.2.6-3。

表 3.2.5-11 2022 年春季海水水质调查站位执行标准要求

功能区名称	对应站位	海洋环境保护要求
安铺港工业与城镇用海区	S1	海洋沉积物质量二类标准。
英罗港-海康港农渔业区	S3、S8、S20、S22、S24、S25	海洋沉积物质量执行一类标准。
角头沙东北部海洋保护区	S9	海洋沉积物质量执行一类标准。
北海珍珠贝海洋保护区	S6	海洋沉积物质量执行一类标准。

功能区名称	对应站位	海洋环境保护要求
合浦儒艮海洋保护区	S11、S13、S18、S19	海洋沉积物质量执行一类标准。
铁山港港口航运区	S15	海洋沉积物质量执行不低于三类标准。

表 3.2.5-12 海洋沉积物质量评价标准指数

序号	项目		第一类	第二类	第三类
1	硫化物 \leq	$\times 10^{-6}$	300	500	600
2	铜 \leq		35	100	200
3	铅 \leq		60	130	250
4	锌 \leq		150	350	600
5	镉 \leq		0.5	1.5	5.0
6	汞 \leq		0.2	0.5	1.0
7	砷 \leq		20	65	93
8	石油类 \leq		500	1000	1500
9	总铬	80	150	270	
10	有机碳 \leq	10^{-2}	2.0	3.0	4.0

6、海洋沉积物调查结果

1) 沉积物化学

2021 年 4 月海洋沉积物调查结果见表 3.2.5-13。

2) 沉积物粒度

本次调查，各站位沉积物粒度分析结果见表 3.2.6-5。用谢帕德分类法进行分类，本次调查的沉积物类型主要为砂，共在 7 个站出现；其次为粉砂质砂，在 5 个站出现，粘土质粉砂、砂-粉砂-粘土各在一个站出现。

表 3.2.5-13 项目所处及周边海域海洋沉积物调查结果（单位：mg/kg，除 pH、含水率、泥温和 Eh）

站号	含水率	汞	镉	铅	锌	铜	铬	砷	有机碳	硫化物	石油类	pH	泥温	Eh	硒
	%	×10 ⁻⁶						×10 ⁻²	×10 ⁻⁶		℃		mv	×10 ⁻⁶	
S1															
S3															
S6															
S8															
S9															
S11															
S13															
S15															
S18															
S19															
S20															
S22															
S24															
S25															

表 3.2.5-14 沉积物粒度分析结果统计表

样品编号	粒组百分含量				粒度参数（福克法）					谢帕德分类法
	砾石	砂	粉砂	粘土	Mz	σ_1	SK _I	KG	Md	
S1										
S3										
S6										
S8										
S9										
S11										
S13										
S15										
S18										
S19										
S20										
S22										
S24										
S25										

2、海洋沉积物现状评价

海洋沉积物标准指数见表 3.2.5-15~3.2.5-17。

根据功能区保护目标要求，站位 S3、S8、S20、S22、S24、S25 位于“英罗港-海康港农渔业区”内；站位 S9 位于“角头沙东北部海洋保护区”内；站位 S6 位于“北海珍珠贝海洋保护区”内；站位 S11、S13、S18、S19 位于“合浦儒艮海洋保护区”内，其沉积物评价要求皆为“海洋沉积物质量执行一类标准”。上述 12 个站位沉积物评价结果如表 3.2.5-14 所示：各站位所有监测因子均符合海洋沉积物一类标准要求。

根据功能区保护目标要求，站位 S1 位于“安铺港工业与城镇用海区”内，其沉积物评价要求均为“海洋沉积物质量执行二类标准”。站位 S1 评价结果如表 3.2.5-15 所示：各站位沉积物指标均符合沉积物二类标准要求。

根据功能区保护目标要求，站位 S15 位于“铁山港港口航运区”内，其沉积物评价要求为“海洋沉积物质量执行不低于三类标准”。站位 S15 沉积物评价结果如表 3.2.5-16 所示：各站位沉积物均达到沉积物三类标准。

表 3.2.5-15 海洋沉积物质量一类标准评价指数

站号	汞	镉	铅	锌	铜	铬	砷	有机碳	硫化物	石油类
S3										
S6										
S8										
S9										
S11										
S13										
S18										
S19										
S20										
S22										
S24										
S25										
是否超标										

备注：英罗港-海康港农渔业区、角头沙东北部海洋保护区、北海珍珠贝海洋保护区和合浦儒艮海洋保护区执行海洋沉积物质量一类标准，-表示监测数据低于方法检测限

表 3.2.5-16 海洋沉积物质量二类标准评价指数

站号	汞	镉	铅	锌	铜	铬	砷	有机碳	硫化物	石油类
S1										
是否超标										

注：安铺港工业与城镇用海区执行海洋沉积物质量一类标准，-表示监测数据低于方法检测限

表 3.2.5-17 海洋沉积物质量三类标准评价指数

站号	汞	镉	铅	锌	铜	铬	砷	有机碳	硫化物	石油类
S15										
是否超标										

注：铁山港港口航运区执行海洋沉积物质量一类标准，-表示监测数据低于方法检测限

综上所述，各站位监测因子均符合所在功能区的海洋沉积物标准。总体来看，项目及其周围海域海洋沉积物质量状况良好。

3.2.5.3 海洋生态环境质量调查现状

1、调查站位设置

本报告海洋生态春季调查资料引用

2021年4月在工程附近海域开展的海洋环境质量现状调查数据，本次评价共引用其中17个生态（含生物资源）调查站位和4个潮间带断面。站位设置见表3.2.5-1和图3.2.5-1。

2、调查项目

调查项目：叶绿素a和初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物、鱼卵仔鱼、微生物等。

3、调查要素及采样分析方法

2021年4月20日至4月27日，34006号渔船进行项目所在及周边海域春季水生生态专题调查。各调查项目调查要素及采样分析方法按照《海洋监测规范》（GB17378-2007）、《海洋调查规范》（GB12763-2007）执行。

（1）叶绿素a和初级生产力

叶绿素a调查使用有机玻璃采水器采集水样，采样层次与水样相同。每份取500ml水样，加入2ml的1%碳酸镁溶液，用0.45 μm的醋酸纤维滤膜过滤，滤膜用90%丙酮萃取，定容至10ml，低温下萃取约24小时后（中间必须取出摇匀），用紫外可见分光光度法测定。测定时，取样品上清液进入比色管。脱镁叶绿素，参照荧光法测定。

（2）浮游植物

浮游植物的采集和分析均按《海洋监测规范》（GB17378-2007）和《海洋调查规范—海洋生物调查》（GB/T 12763.6-2007）中规定的方法进行。

利用浮游生物浅水III浮游生物网，网口面积0.1m²，采用垂直拖网法。样品现场用福尔马林固定，带回实验室，进行种类鉴定和定量分析。定量计数用计数框，视野法计数，取其平均密度，通过过滤的水柱，测算出每个调查站位浮游植物的密度，单位以每立方米多少个细胞数表示（cells/m³）。

(3) 浮游动物

浮游动物的采集和分析均按《海洋监测规范》(GB17378-2007)和《海洋调查规范-海洋生物调查》(GB/T 12763.6-2007)中规定的方法进行。

以浅水 I 浮游生物网采样,网口面积 0.2m²,每个调查站从底至表垂直拖曳大型网,样品现场用 5%甲醛溶液固定保存,带回实验室进行种类鉴定,总生物量及栖息密度分布等分析。总生物量的研究采用湿重法,栖息密度分布采用个体计数法,然后根据滤水量换算为每 m³ 水体的浮游动物数量。

(4) 底栖动物

底栖生物调查方法按照《海洋监测规范》(GB17378.1-2007)和《海洋调查规范》(GB/T 12763.1-2007)中有关底栖生物的规定执行。

采泥底栖生物调查方法是采用抓斗式采泥器进行定量取样,取样面积为 0.05m²,每个站采样 2 次。样品用 5%甲醛溶液液固定后带回室内分析鉴定,生物量和栖息密度分别以 g/m² 和栖息密度 ind./m² 为单位。

(5) 潮间带生物

分别在项目区周边设 4 处潮间带代表断面,以 C1~C4 表示,其中 C1 调查断面沉积物为泥相,C2~C4 调查断面沉积物均为泥沙相。调查方法按照《海洋监测规范》(GB17378.1-2007)和《海洋调查规范》(GB/T 12763.1-2007)进行。生物量和栖息密度分别以 g/m² 和 ind./m² 为计算单位。

(6) 微生物

取样采用击开式微生物采水器,取样瓶高压灭菌。分析方法:细菌总量采用涂布平板法;总大肠菌和粪大肠菌:发酵法(5 管 MPN 法)。细菌总数方法为《海洋监测规范 第 7 部分:近海污染生态调查和生物监测》GB 17378.7-2007 平板计数法(10.1)。粪大肠菌群方法为《海洋监测规范 第 7 部分:近海污染生态调查和生物监测》GB 17378.7-2007 发酵法(9.1)。大肠菌群方法为参照《食品安全国家标准 饮用天然矿泉水检验方法》GB 8538-2016(52.1)。

4、评价计算公式

(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 ($\text{mg}\cdot\text{C}/\text{m}^2\cdot\text{d}$)；

C_a ——表层叶绿素 a 含量 (mg/m^3)；

Q ——同化系数 ($\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{mgChl}\cdot\text{a}\cdot\text{h})$)，根据 [REDACTED] 以往调查结果，这里取 3.42；

L ——真光层的深度 (m)，即透明度的三倍；

t ——白昼时间 (h)，10.5h。

(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。

(5) 丰富度指数 (d)

丰富度指数公式为:

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

式中: *d*——丰富度;

S——种类数;

N——个体总数。

5、海洋生态调查结果

(1) 叶绿素 a 及初级生产力

1) 调查结果

本次调查共采集大面积观测站 (共 17 个站位)。

由表 3.2.5-18 结果可知, 总体上, 大面积观测站各站叶绿素 a 质量浓度变化在 2.21~5.44mg/m³ 范围内, 平均值为 3.08mg/m³; 脱镁叶绿素质量浓度变化在 1.74~4.41mg/m³ 范围内, 平均值为 2.45mg/m³。在空间分布上, 春季最高值出现在 S8 站。各站海洋初级生产力变化范围在 67.60~376.62mgC/(m²·d), 最大出现在 S25 号站表层, 最小出现在 S13 号站表层, 平均为 216.37mgC/(m²·d)。

表 3.2.5-18 大面积观测站叶绿素 a 及脱镁叶绿素质量浓度

站位	层次	叶绿素 a	脱镁叶绿素	初级生产力
		mg/m ³	mg/m ³	mgC/(m ² ·d)
S1				
S3				
S4				
S6				
S8				
S9				
S11				
S12				
S13				
S15				
S16				
S18				

站位	层次	叶绿素 a	脱镁叶绿素	初级生产力
		mg/m ³	mg/m ³	mgC/(m ² ·d)
S19				
S20				
S22				
S24				
S25				

2) 小结

本次大面积观测站各站叶绿素 a 质量浓度变化在 2.21~5.44mg/m³ 范围内，平均值为 3.08mg/m³，脱镁叶绿素质量浓度变化在 1.74~4.41mg/m³ 范围内，平均值为 2.45mg/m³。各站海洋初级生产力变化范围在 67.60~376.62mgC/(m²·d) 范围内，平均为 216.37mgC/(m²·d)。

(2) 浮游植物

1) 种类组成

本次调查共记录浮游植物 5 门 54 属 133 种。其中以硅藻门出现的种类为最多，为 42 属 106 种，占总种数的 79.70%；其次是甲藻门，为 9 属 24 种，占总种数的 18.05%；蓝藻门、绿藻门、金藻门出现的种类数最少，均为 1 属 1 种，各自占总种数的 0.75%。硅藻门种角毛藻出现种类数最多，为 20 种，其次是硅藻门的根管藻、圆筛藻和甲藻门的原多甲藻，均为 10 种。浮游植物种类组成可见表 3.2.5-19。

表 3.2.5-19 浮游植物种类组成表

类群	属数	种类数	种类组成比例 (%)
硅藻			
甲藻			
蓝藻			
绿藻			
金藻			
合计			

2) 丰度

浮游植物丰度调查结果详见表 3.2.5-20。

本次调查结果表明，调查海区浮游植物丰度变化范围为 $228.78 \times 10^4 \text{cells/m}^3 \sim 6034.03 \times 10^4 \text{cells/m}^3$ ，平均值为 $1724.81 \times 10^4 \text{cells/m}^3$ 。不同站位的丰度差异较大，最高丰度出现在 S20 号站，S13 号站次之，其丰度为 $5492.00 \times 10^4 \text{cells/m}^3$ ，最低丰度则出现在 S16 号站。

浮游植物丰度组成以硅藻占绝对优势，其丰度占各站总丰度的 95.05%~99.97%，平均为 98.73%，硅藻在 17 个测站中均出现；甲藻次之，其丰度占各站总丰度的 0.01%~4.95%，平均为 0.92%，甲藻在 17 个测站中均有出现；蓝藻其丰度占各站总丰度的 0.00%~3.21%，平均为 0.31%；其他类丰度占各站总丰度的 0.00%~0.65%，平均为 0.04%。

表 3.2.5-20 浮游植物丰度 ($\times 10^4 \text{cells/m}^3$) 及其百分比值 (%)

站位	总丰度	硅藻		甲藻		蓝藻		裸藻	
		丰度	百分比%	丰度	百分比%	丰度	百分比%	丰度	百分比%
S1									
S3									
S4									
S6									
S8									
S9									
S11									
S12									
S13									
S15									
S16									
S18									
S19									
S20									
S22									
S24									
S25									
平均									

3) 优势种

以优势度 Y 大于 0.02 为判断标准，本次调查的浮游植物优势种出现 6 种，均为硅藻门，分别为透明辐杆藻、拟旋链角毛藻、中肋骨条藻、柔弱海链藻、掌状冠盖藻和洛氏角毛藻。

透明辐杆藻的优势度为 0.455，丰度占调查海区总丰度的 37.53%，该优势种在整个调查区域分布广泛，在 17 个调查站位中 16 个站有出现，出现率为 94.12%，其中在 S20 号站位密度最高，为 $5137.58 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ ，为该调查海区的第一优势种。拟旋链角毛藻的优势度为 0.107，丰度占调查海区总丰度的 15.36%，在 17 个调查站位中 16 个站有出现，出现率为 94.12%，其他优势种见表 3.2.5-21。

表 3.2.5-21 浮游植物优势种及优势度

序号	中文名	类群	优势度	占总丰度的百分比 (%)
1	透明辐杆藻	硅藻		
2	拟旋链角毛藻	硅藻		
3	中肋骨条藻	硅藻		
4	柔弱海链藻	硅藻		
5	掌状冠盖藻	硅藻		
6	洛氏角毛藻	硅藻		

4) 多样性水平

本次调查各站位多样性水平及均匀度结果见表 3.2.5-22，由结果可知各站位浮游植物种数变化范围 42~70 种，平均 56 种。Shannon-wiener 多样性指数范围为 1.101~3.701，平均为 2.642，多样性指数以 S12 号站位最高，S4 号站位次之，S3 号站最低，多样性属于中等水平；丰富度指数范围为 2.749~4.188，平均为 3.492，其中 S18 号丰富度指数最高，S15 号站最低；Pielou 均匀度指数范围为 0.198~0.622，平均为 0.454，S16 号站均匀度指数最高，S3 号站最低。

表 3.2.5-22 浮游植物优势种及优势度

站位	种类数	多样性指数(H')	丰富度指数 (d)	均匀度 (J)
S1				
S3				
S4				
S6				
S8				
S9				
S11				
S12				

站位	种类数	多样性指数(H')	丰富度指数 (d)	均匀度 (J)
S13				
S15				
S16				
S18				
S19				
S20				
S22				
S24				
S25				
平均				
最大值				
最小值				

5) 小结

本次调查共记录浮游植物 5 门 54 属 133 种，硅藻门出现的种类为最多，为 42 属 106 种。调查海区浮游植物丰度变化范围 $228.78 \times 10^4 \sim 6034.03 \times 10^4 \text{cells/m}^3$ 之间，平均值为 $1724.81 \times 10^4 \text{cells/m}^3$ 。本次调查的浮游植物优势种出现 6 种，均为硅藻门，分别为透明辐杆藻、拟旋链角毛藻、中肋骨条藻、柔弱海链藻、掌状冠盖藻和洛氏角毛藻。调查海区各站位浮游植物种数变化范围 42~70 种，平均 56 种，Shannon-wiener 多样性指数范围在 1.101~3.701 之间，平均为 2.642；调查海区丰富度指数范围在 2.749~4.188 之间，平均为 3.492，多样性属于中等水平；Pielou 均匀度指数范围在 0.198~0.622 之间，平均为 0.454。

(3) 浮游动物

1) 种类组成

本次调查共记录浮游动物 13 个生物类群 81 种（见附录 II—浮游动物种类名录）。其中桡足类 36 种，浮游幼体类 15 种，刺胞动物 12 种，端足类、毛颚类和十足类各为 3 种，被囊类和翼足类各为 2 种，多毛类、介形类、糠虾类、枝角类、栉水母动物各为 1 种。

2) 生物量、密度及其分布

本次调查结果显示（表 3.2.5-23），各采样站浮游动物湿重生物量变化幅度为 $30.00 \text{mg/m}^3 \sim 868.00 \text{mg/m}^3$ ，平均生物量为 234.28mg/m^3 。在整个调查区中，生物量最高出现在 S13 号采样站，最低出现在 S15 号采样站。在个体数量分布方

面，浮游动物密度变化幅度为 $88.24\text{ind./m}^3\sim 2380.00\text{ind./m}^3$ ，平均密度 500.71ind./m^3 。浮游生物最高密度出现在 S13 号采样站，最低密度则出现在 S4 号采样站。

表 3.2.5-23 各站位浮游动物生物量及密度统计

站位	密度 (ind./m^3)	生物量 (mg/m^3)
S1		
S3		
S4		
S6		
S8		
S9		
S11		
S12		
S13		
S15		
S16		
S18		
S19		
S20		
S22		
S24		
S25		
平均		

3) 主要类群分布

A. 浮游幼体

浮游幼体类在全部 17 个调查站位均有出现，平均密度为 375.01ind./m^3 ，占浮游动物总密度的 74.90%，其密度变化范围为 $24.68\text{ind./m}^3\sim 1964.00\text{ind./m}^3$ 。其中最高密度分布于 S13 号采样站，其次是 S6 号采样站，密度为 765.00ind./m^3 ，S9 号站位密度最低。

B. 桡足类

桡足类在 17 个调查站位均有出现，平均密度为 58.79ind./m^3 ，占浮游动物总密度的 11.74%，其密度变化范围为 $9.68\text{ind./m}^3\sim 212.00\text{ind./m}^3$ 。其中最高密度分布于 S13 号采样站，其次是 S1 号采样站，密度为 206.25ind./m^3 ，S8 号站位密度最低。

C.其他种类

浮游动物的其他类群有刺胞动物、端足类、毛颚类、十足类、被囊类、翼足类、多毛类、介形类、糠虾类、枝角类、栉水母动物等，它们大部分属于我国沿岸和近岸区系的广分布种，虽然出现的数量不多，但在调查的海域内也较为广泛分布。

4) 生物多样性指数及均匀度

本次调查海域各测站的浮游动物平均出现种类数范围在 17~43 种之间，平均出现种类数 24 种；种类多样性指数范围为 0.877~4.030 之间，平均为 2.745，多样性指数最高出现在 S19 号采样站，其次为 S24 号采样站，最低则出现在 S22 号采样站，多样性属于中等水平；丰富度指数范围为 2.918~5.838，平均为 3.836，其中 S18 号丰富度指数最高，S6 号站最低；种类均匀度变化范围在 0.187~0.853 之间，平均为 0.605，最高出现在 S4 号采样站，最低出现在 S22 号采样站，各站物种之间分布较为均匀。详见表 3.2.5-24。

表 3.2.5-24 各站位浮游动物的多样性指数及均匀度

站位	种类数	多样性指数(H')	丰富度指数(d)	均匀度 (J)
S1				
S3				
S4				
S6				
S8				
S9				
S11				
S12				
S13				
S15				
S16				
S18				
S19				
S20				
S22				
S24				
S25				
平均				

5) 优势种、优势度及其分布

以优势度 ≥ 0.02 为判断标准,本调查海域在调查期间浮游动物的优势种有6种,为浮游幼体的短尾类幼体、蔓足类幼体、长尾类幼体,十足类的中型莹虾,毛颚类的肥胖箭虫,桡足类的克氏纺锤水蚤,优势度指数分别为0.591、0.029、0.028、0.036、0.031、0.024。短尾类幼体的平均密度为308.68ind./m³,占浮游动物总密度的61.65%,在17个调查站位中均有出现,其中在S13号站位密度最高,为1900.00ind./m³,为本调查海域的第一优势种;中型莹虾的平均密度为16.93ind./m³,占浮游动物总密度的3.38%,在17个调查站位中15个站有出现,其中在S13号站位密度最高,为72.00ind./m³。

浮游动物的优势种及优势度见表3.2.5-26。

表3.2.5-26 浮游动物的优势种及优势度

中文名	拉丁文	优势度	平均密度 (ind./m ³)	占总丰度百分比 (%)
短尾类幼体	<i>Brachyura larvae</i>			
中型莹虾	<i>Lucifer intermedius</i>			
肥胖箭虫	<i>Sagitta enflata</i>			
蔓足类幼体	<i>Cirripedia larvae</i>			
长尾类幼体	<i>Macrura larvae</i>			
克氏纺锤水蚤	<i>Acartia clausi</i>			

6) 小结

本次调查共记录浮游动物13个生物类群81种,其中桡足类36种,浮游幼体类15种,刺胞动物12种,端足类、毛颚类和十足类各为3种,被囊类和翼足类各为2种,多毛类、介形类、糠虾类、枝角类、栉水母动物各为1种。各采样站浮游动物湿重生物量变化幅度为30.00mg/m³~868.00mg/m³,平均生物量为234.28mg/m³,浮游动物密度变化幅度为88.24ind./m³~2380.00ind./m³,平均密度500.71ind./m³。本次调查海域各测站的浮游动物平均出现种类数范围在17~43种之间,平均出现种类数24种;种类多样性指数范围为0.877~4.030之间,平均为2.745,多样性属于中等水平;丰富度指数范围为2.918~5.838,平均为3.836;种类均匀度变化范围在0.187~0.853之间,平均为0.605,各站物种之间分布较为均匀。本调查海域在调查期间浮游动物的优势种有6种,为浮游幼体的短尾类幼体、蔓足类幼体、长尾类幼体,十足类的中型莹虾,毛颚类的肥胖箭虫,桡足类

的克氏纺锤水蚤。

(4) 大型底栖生物

1) 种类组成

本次调查共记录大型底栖动物 61 种，其中环节动物 35 种、软体动物 4 种、节肢动物 12 种、其他种类动物（包括棘皮动物 3 种、纽形动物和星虫动物 2 种、多孔动物、刺胞动物和头索动物各 1 种）共 10 种（附录 III）。环节动物、软体动物和节肢动物分别占总种数的 57.38%、6.56% 和 19.67%，环节动物和节肢动物是构成本次调查海区大型底栖生物的主要类群。

2) 大型底栖生物栖息密度和生物量

大型底栖生物定量采泥样品分析结果（见表 3.2.5-27）表明，调查海区大型底栖生物平均栖息密度为 187.06ind./m²，以环节动物的平均栖息密度最高，为 101.18ind./m²，占总平均密度的 54.09%；其他动物次之，平均栖息密度之和为 45.88ind./m²，占总平均密度的 24.53%；节肢动物的平均栖息密度为 28.24ind./m²，占总平均密度的 15.09%；软体动物的平均栖息密度为 11.76ind./m²，占总平均密度的 6.29%。

底栖生物的平均生物量为 36.76g/m²，以节肢动物的平均生物量居首位，节肢动物的平均生物量为 30.41g/m²，占总平均生物量的 82.73%；其次为其他动物，其他动物的平均生物量之和为 2.78g/m²，占总平均生物量的 7.55%；环节动物的平均生物量为 2.26g/m²，占平均生物量的 6.16%；软体动物的平均生物量为 1.31g/m²。

表 3.2.5-27 底栖生物各类群的生物量和栖息密度

站位	项目	合计	环节动物	软体动物	节肢动物	其他动物
S1	栖息密度(ind./m ²)					
	生物量(g/m ²)					
S3	栖息密度(ind./m ²)					
	生物量(g/m ²)					
S4	栖息密度(ind./m ²)					
	生物量(g/m ²)					
S6	栖息密度(ind./m ²)					
	生物量(g/m ²)					

站位	项目	合计	环节动物	软体动物	节肢动物	其他动物
S8	栖息密度(ind./m ²)					
	生物量(g/m ²)					
S9	栖息密度(ind./m ²)					
	生物量(g/m ²)					
S11	栖息密度(ind./m ²)					
	生物量(g/m ²)					
S12	栖息密度(ind./m ²)					
	生物量(g/m ²)					
S13	栖息密度(ind./m ²)					
	生物量(g/m ²)					
S15	栖息密度(ind./m ²)					
	生物量(g/m ²)					
S16	栖息密度(ind./m ²)					
	生物量(g/m ²)					
S18	栖息密度(ind./m ²)					
	生物量(g/m ²)					
S19	栖息密度(ind./m ²)					
	生物量(g/m ²)					
S20	栖息密度(ind./m ²)					
	生物量(g/m ²)					
S22	栖息密度(ind./m ²)					
	生物量(g/m ²)					
S24	栖息密度(ind./m ²)					
	生物量(g/m ²)					
S25	栖息密度(ind./m ²)					
	生物量(g/m ²)					
平均	栖息密度(ind./m ²)					
	生物量(g/m ²)					

本次调查结果表明,各采样站位的底栖生物栖息密度分布不均匀,变化范围从 20.00ind./m²~700.00ind./m²,其中 S16 号站位栖息密度最高,为 700.00ind./m²。该站位密度最高的原因在于记录到数量很多的多孔动物寻常海绵纲,它在该站位的栖息密度为 600.00ind./m²,占该站总密度的 85.71%。其次为 S20 和 S22 号站位栖息密度较高,均为 290.00ind./m²,S20 站位密度较高的原因是记录到数量较多的环节动物蜈蚣欧努菲虫、扁蛭虫、背毛背蚓虫和节肢动物地中海巨亮钩虾,它们在站位的栖息密度分别为 40.00ind./m²、30.00ind./m²、30.00ind./m²和

40.00ind./m²；S22 站位密度较高的原因是记录到数量较多的环节动物尖锥虫、细丝鳃虫、角海蛹、背毛背蚓虫和节肢动物豆形短眼蟹，它们在站位的栖息密度分别为 30.00ind./m²、30.00ind./m²、30.00ind./m²、30.00ind./m² 和 70.00ind./m²；最低的站位为 S12 号站，栖息密度为 20.00ind./m²。

本次调查海域的底栖生物的生物量平面分布也不均匀，变化范围从 0.08g/m²~212.99g/m²，在 17 个监测站位中仅 S6 号站位的生物量大于 100.00g/m²，为 212.99g/m²。构成 S6 号站位较高生物量的原因在于出现个体大的节肢动物远海梭子蟹，生物量为 182.29g/m²。最低的站位为 S12 号站，生物量为 0.08g/m²，该站位生物量低的原因在于该站位仅记录到个体较小的底栖生物，个体较大的其它动物类群没有出现。

环节动物在调查海区的平均密度为 101.18ind./m²，在 17 个站位中均有出现，出现频率为 100.00%。密度分布范围为 10.00ind./m²~210.00ind./m²；平均生物量为 2.26g/m²，生物量分布范围为 0.04g/m²~5.84g/m²。

节肢动物在调查海区 17 个站位中 10 站有出现，出现频率为 58.82%，平均密度为 28.24ind./m²，密度分布范围为 0.00ind./m²~90.00ind./m²；平均生物量为 30.41g/m²，生物量分布范围为 0.00g/m²~210.35g/m²。

3) 大型底栖生物种类优势种

大型底栖动物种类若按其优势度 $Y \geq 0.02$ 时即被认定为优势种，那么本次调查海区的底栖生物仅有 2 个优势种，为环节动物的奇异稚齿虫和节肢动物的豆形短眼蟹，优势度分别为 0.118 和 0.028。奇异稚齿虫在 17 个站位中的 12 个站出现，其平均栖息密度为 31.18ind./m²，占调查海区底栖生物平均密度的 16.67%，为该调查海区的第一优势种；豆形短眼蟹在 17 个站位中的 7 个站出现，其平均栖息密度为 12.94ind./m²，占调查海区底栖生物平均密度的 6.92%。见表 3.2.5-28。

表 3.2.5-28 底栖生物优势种及优势度

优势种	类群	优势度 (Y)	平均密度 (ind./m ²)	占总生物栖息密度的百分比(%)
奇异稚齿虫	环节动物	0.118	31.18	16.67
豆形短眼蟹	节肢动物	0.028	12.94	6.92

4) 底栖生物物种多样性指数及均匀度

调查海域的各定量采样站位大型底栖生物出现种数变化的范围在 2~15 种/站，平均 7 种/站。多样性指数 (H') 变化范围在 0.918~3.702 之间，平均值为 2.304。多样性指数最高出现在 S20 号站，最低则为 S18 号站，多样性属于中等水平。丰富度指数范围为 0.455~4.158，平均为 2.329，其中 S20 号丰富度指数最高，S18 号站最低；均匀度范围在 0.329~1.000 之间，平均值为 0.854，均匀度指数最高出现在 S12 号站，最低出现在 S16 号站，各站位之间分布均匀。

调查海域的各定量采样站位大型底栖生物出现种数变化的范围在 2~15 种/站，平均 7 种/站。多样性指数 (H') 变化范围在 0.918~3.702 之间，平均值为 2.304。多样性指数最高出现在 S20 号站，最低则为 S18 号站，多样性属于中等水平。丰富度指数范围为 0.455~4.158，平均为 2.329，其中 S20 号丰富度指数最高，S18 号站最低；均匀度范围在 0.329~1.000 之间，平均值为 0.854，均匀度指数最高出现在 S12 号站，最低出现在 S16 号站，各站位之间分布均匀。

各调查站位底栖生物出现种数与物种多样性指数及均匀度见表 3.2.5-29。

表 3.2.5-29 各调查站位底栖生物出现种数与物种多样性指数

站位	种类数	多样性指数(H')	丰富度指数(d)	均匀度 (J)
S1				
S3				
S4				
S6				
S8				
S9				
S11				
S12				
S13				
S15				
S16				
S18				
S19				
S20				
S22				
S24				
S25				
平均				

5) 小结

本次调查共记录大型底栖动物 61 种，其中环节动物 35 种、软体动物 4 种、节肢动物 12 种、其他种类动物（包括棘皮动物 3 种、纽形动物和星虫动物 2 种、多孔动物、刺胞动物和头索动物各 1 种）共 10 种。调查海区大型底栖生物平均栖息密度为 187.06ind./m^2 ，平均生物量为 36.76g/m^2 。本次调查海区的底栖生物仅有 2 个优势种，为环节动物的奇异稚齿虫和节肢动物的豆形短眼蟹。调查海域的各定量采样站位大型底栖生物出现种数变化的范围在 2~15 种/站，平均 7 种/站。多样性指数 (H') 变化范围在 0.918~3.702 之间，平均值为 2.304，多样性属于中等水平。丰富度指数范围为 0.455~4.158，平均为 2.329；均匀度范围在 0.329~1.000 之间，平均值为 0.854，各站位之间分布均匀。

(5) 潮间带生物

1) 种类组成

本次调查共记录潮间带生物 49 种，其中软体动物 19 种，节肢动物 17 种，环节动物 7 种和其他动物 6 种（刺胞动物 3 种、脊椎动物 2 种、纽形动物 1 种）（附录 IV）。软体动物、节肢动物和环节动物占总种数的分别为 38.78%、34.69% 和 14.29%。软体动物和节肢动物是构成本次调查海区潮间带生物的主要类群。

4 个断面按沉积物的类型，C1 调查断面沉积物为红树林泥相，C2~C4 调查断面沉积物均为泥沙相。

高潮区：生物群落组成以软体动物疣滩栖螺和中间拟滨螺为主，它们在高潮区的平均栖息密度分别为 20.00ind./m^2 和 77.00ind./m^2 ，它们的平均栖息密度之和占高潮区总平均栖息密度的 56.40%。

中潮区：生物群落组成以软体动物疣滩栖螺、节肢动物绒毛近方蟹和环节动物独齿围沙蚕为主，它们在中潮区的平均栖息密度分别为 28.00ind./m^2 、 19.00ind./m^2 和 11.00ind./m^2 ，它们的平均栖息密度之和占中潮区总平均栖息密度的 65.17%。

低潮区：生物群落组成以软体动物中国绿螂为主，它们在低潮区的平均栖息密度为 90.00ind./m^2 ，它们的平均栖息密度占低潮区总平均栖息密度的 49.18%。

2) 平均生物量及平均栖息密度的组成

调查断面潮间带生物平均生物量为 94.52g/m²；平均栖息密度为 148.00ind./m²。

在潮间带平均生物量的组成中，以软体动物居首位，平均生物量为 64.11g/m²，占总平均生物量的 67.83%；其次为节肢动物，其平均生物量为 29.51g/m²，占总平均生物量的 31.22%；其他动物平均生物量之和为 0.58g/m²，占总平均生物量的 0.61%；环节动物平均生物量为 0.33g/m²，占总生物量的 0.34%。

在平均栖息密度方面，其组成情况与生物量类似，总平均栖息密度为 148.00ind./m²。其中软体动物居首位，为 87.67ind./m²，节肢动物次之，为 44.33ind./m²。

表 3.2.5-30 潮间带平均生物量及平均栖息密度的组成

类别	合计	环节动物	软体动物	节肢动物	其他动物
栖息密度 (ind./m ²)					
生物量 (g/m ²)					

A. 平均生物量及平均栖息密度的水平分布

调查断面的潮间带生物平均生物量和平均栖息密度的水平分布方面，平均栖息密度表现为 C3 断面>C2 断面>C1 断面>C4 断面；平均生物量表现为为 C3 断面>C2 断面>C4 断面>C1 断面。详见表 3.2.5-31。

表 3.2.5-31 潮间带平均生物量及平均栖息密度的水平分布

断面名称	项目	合计	环节动物	软体动物	节肢动物	其他动物
C1	栖息密度 (ind./m ²)					
	生物量 (g/m ²)					
C2	栖息密度 (ind./m ²)					
	生物量 (g/m ²)					
C3	栖息密度 (ind./m ²)					
	生物量 (g/m ²)					
C4	栖息密度 (ind./m ²)					
	生物量 (g/m ²)					

B. 平均生物量及平均栖息密度的垂直分布

在垂直分布上，潮间带生物的平均生物量表现为高潮区最高，中潮区居中，低潮带最低，其中高潮区的平均生物量主要由软体动物组成；平均栖息密度的垂直分布表现为低潮区>高潮区>中潮区。潮间带平均生物量及平均栖息密度的垂直分布结果见表 3.2.5-32。

表 3.2.5-32 潮间带平均生物量及平均栖息密度的垂直分布

潮带	项目	合计	环节动物	软体动物	节肢动物	其他动物
高	栖息密度 (ind./m ²)					
	生物量 (g/m ²)					
中	栖息密度 (ind./m ²)					
	生物量 (g/m ²)					
低	栖息密度 (ind./m ²)					
	生物量 (g/m ²)					

C.潮间带生物多样性指数

计算结果显示(见表 3.2.5-33), 4 条调查断面出现的种类数在 5~25 种/断面之间, 平均 16 种/断面, 多样性指数 (H') 变化范围在 1.900~2.992 之间, 平均值为 2.618。多样性指数最高出现在 C3 断面, 最低则为 C1 断面, 多样性属中等水平。丰富度指数范围为 0.924~4.300, 平均为 3.025, 其中 C3 断面丰富度指数最高, C1 断面最低; 均匀度范围在 0.600~0.818 之间, 平均值为 0.715, 均匀度指数最高出现在 C1 断面, 最低则为 C2 断面, 各断面位之间物种分布较为均匀。

表 3.2.5-33 调查海区潮间带生物多样性指数及均匀度

断面名称	样方内出现的种类数	多样性指数 (H')	丰富度指数 (d)	均匀度 (J')
C1				
C2				
C3				
C4				
平均				

3) 小结

本次调查共记录潮间带生物 49 种, 其中软体动物 19 种, 节肢动物 17 种, 环节动物 7 种和其他动物 6 种(刺胞动物 3 种、脊椎动物 2 种、纽形动物 1 种)。调查断面潮间带生物平均生物量为 94.52g/m²; 平均栖息密度为 148.00ind./m²。

水平分布方面: 平均栖息密度表现为 C3 断面>C2 断面>C1 断面>C4 断面; 平均生物量表现为为 C3 断面>C2 断面>C4 断面>C1 断面。在垂直分布上, 潮间带生物的平均生物量表现为高潮区最高, 中潮区居中, 低潮带最低; 平均栖息密度的垂直分布表现为低潮区>高潮区>中潮区。4 条调查断面出现的种类数在 5~25 种/断面之间, 平均 16 种/断面, 多样性指数 (H') 变化范围在 1.900~2.992 之间,

平均值为 2.618，多样性属中等水平；丰富度指数范围为 0.924~4.300，平均为 3.025；均匀度范围在 0.600~0.818 之间，平均值为 0.715 各断面位之间物种分布较为均匀。

(6) 微生物

1) 细菌总数

调查区春季细菌总数数量范围在 1.4×10^3 个/mL ~ 1.3×10^5 个/mL，平均为 1.706×10^4 个/mL。数量分布高值区在 S22 号站区域。

表 3.2.5-34 调查水体表层微生物检测结果

站位	细菌总数 (个/mL)	粪大肠菌群 (MPN/L)	大肠菌群 (MPN/100mL)
S1			
S3			
S4			
S6			
S8			
S9			
S11			
S12			
S13			
S15			
S16			
S18			
S19			
S20			
S22			
S24			
S25			
平均值			

2) 大肠菌群

除了 S1 号站大肠杆菌数量为 8MPN/100mL，其余站位大肠菌群数量均低于 2MPN/100mL。

3) 粪大肠菌群

粪大肠菌数量均低于 20MPN/L。

4) 小结

调查区春季细菌总数数量范围在 1.4×10^3 个/mL ~ 1.3×10^5 个/mL，平均为 1.706×10^4 个/mL。除了 S1 号站大肠杆菌数量为 8MPN/100mL，其余站位大肠菌群数量均低于 2MPN/100mL。粪大肠菌数量均低于 20MPN/L。

3.2.5.4 渔业资源现状

本节渔业资源现状调查数据引用中国科学院南海海洋研究所于 2021 年 4 月在项目附近做的渔业资源调查资料，共引用调查布设的 15 个游泳生物、海洋生物质量调查站位、16 个鱼卵仔鱼调查站位，调查站位设置见表 3.2.5-35 和图 3.2.5-3。

表 3.2.5-35 渔业资源及生物质量调查站位分布表

序号	站号	东经	北纬	调查内容
1	S1			
2	S6			
3	S8			
4	S9			
5	S12			
6	S13			
7	S15			
8	S16			
9	S18			
10	S19			
11	S20			
12	S22			
13	S24			
14	S25			
15	S27			
16	新 S25			
17	S0			

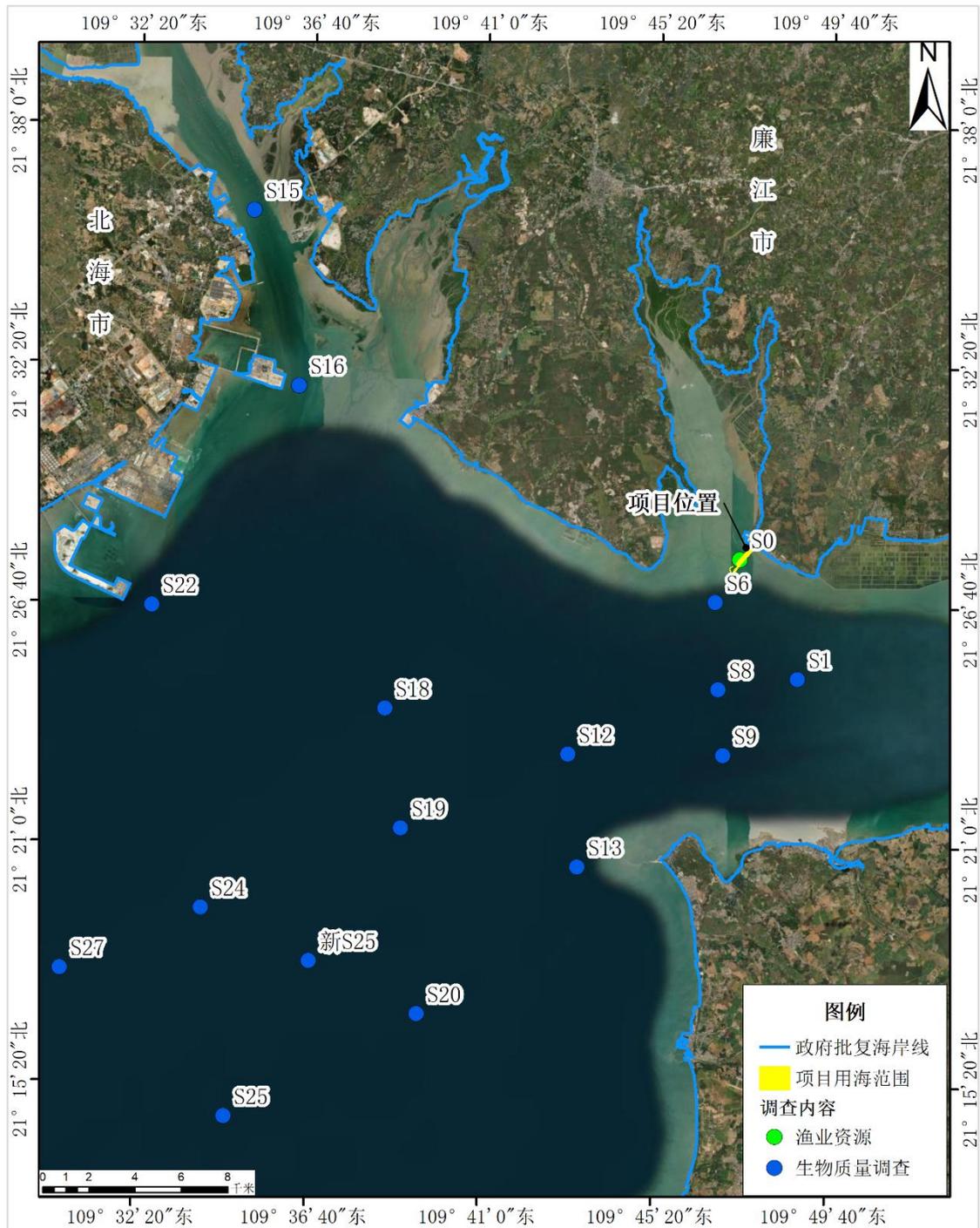


图 3.2.5-3 渔业资源及生物质量调查站位分布图

1、调查项目

调查项目：游泳生物、鱼卵仔鱼

2、调查方法

(1) 游泳生物：采用单船有翼单囊拖网进行作业，调查船为租用的单船底拖网渔船，主机功率 79kW；采样网具上纲 12m，网身长 27m，网口目尺寸 40mm，网囊目尺寸 20mm。调查时间选择在白天进行，综合拖速、拖向、流向、流速、

风向和风速等多种因素，在距离站位位置 2nmile~4nmile 处放网，拖速控制在 3.0kn 左右，经 0.5 小时后正好到达站位位置或附近。临放网前准确测定船位，放网时间以停止曳纲投放，曳纲着底开始受力时为准。拖网中尽量保持拖网方向朝向拖网站位，注意周围船只动态和调查船的拖网是否正常等，若出现不正常拖网时，视其情况改变拖向或立即起网。临起网前准确记录船位，起网时间以起网机开始卷收曳纲时间为准。如遇严重破网等导致渔获量大量减少时，应重新拖网，每次放网 1 张。囊网里全部渔获物收集，记录估计的网次总质量 (kg)。单位带回实验室鉴定种类、计数、称重。

(2) 鱼卵仔鱼：采用拖网法，每个调查站采用水平拖网和垂直拖网两种方法，网具浅 I 浮游生物网，水平拖网于表层水平拖曳 10 分钟取得，拖速保持在 3 节左右，垂直拖网为每个调查站从底至表垂直拖曳浮游生物网，共获得 34 个鱼卵仔鱼样品。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。

3、评价方法

(1) 渔业资源

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，求算公式为：

$$S=(y)/a(1-E)$$

式中：S—重量密度 (kg/km²) 或个体密度 (ind./km²)

a—底拖网每小时的扫海面积（扫海宽度取浮纲长度的 2/3）

y—平均渔获率 (kg/h) 或平均生物个体密度 (ind./h)

E—逃逸率（取 0.5）

确定优势种的方法：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* 计算公式为：

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

式中：N—某一种类的尾数占渔获总尾数的百分比

W —某一类重量占渔获总重量的百分比

F —某一类出现的站位数占调查总站位数的百分比。

(2) 鱼卵仔鱼

鱼卵仔鱼的密度计算方法根据面积、拖网距离和鉴定的鱼卵仔鱼数量，按以下公式计算单位体积内鱼卵仔鱼的分布密度：

$$V=N/(S\times L)$$

式中： V ——鱼卵仔鱼的分布密度，单位为个/ m^3 、尾/ m^3 ；

N ——每网鱼卵仔鱼数量，单位为(个，尾)；

S ——网口面积，单位为 m^2 ；

L ——拖网距离，单位为 m 。

4、调查结果

(1) 游泳生物

1) 种类组成

根据 2021 年 4 月渔业资源调查，共鉴定出游泳动物 79 种，各站渔获物种类变化在 14~26 种之间。其中，鱼类 51 种，占拖网总种数的 64.56%；甲壳类 26 种，占 32.91%；头足类 2 种，占 2.53%。各站位渔获物种类数见表 3.2.5-36。拖网调查渔获物重量密度中，鱼类占 56.38%，甲壳类占 41.12%，头足类占 2.50%；尾数密度中鱼类占 25.72%，甲壳类占 72.91%，头足类占 1.36%。见表 3.2.5-37。

表 3.2.5-36 各站位渔获物种类数

站号	渔获物种类数
S1	
S6	
S8	
S9	
S12	
S13	
S15	
S16	
S18	
S19	
S20	
S22	

站号	渔获物种类数
S24	
S25	
S27	

表 3.2.5-37 渔获物(重量、尾数)分类群百分比组成

类群	重量 (%)	尾数 (%)
鱼类		
甲壳类		
头足类		

2) 渔获物资源密度分布

春季各站渔获物总重量密度变化范围在 102.03~664.26kg/km²，平均值为 298.32kg/km²；尾数密度变化范围在 13.08×10³~137.27×10³ind/km²，平均值为 47.91×10³ind/km²。

其中，鱼类资源重量密度平均值为 168.19kg/km²，最大值为 424.29kg/km²，最小值为 60.45kg/km²；甲壳类资源重量密度平均值为 122.68kg/km²，最大值为 475.86kg/km²，最小值为 20.47kg/km²；头足类重量密度平均值为 7.45kg/km²，最大值为 40.70kg/km²，最小值为 0.00kg/km²。

鱼类资源尾数密度平均值为 12.32×10³ind/km²，最大值为 31.47×10³ind/km²，最小值为 6.92×10³ind/km²；甲壳类尾数密度平均值为 34.93×10³ind/km²，最大值为 128.92×10³ind/km²，最小值为 2.95×10³ind/km²；头足类尾数密度平均值为 0.65×10³ind/km²，最大值为 2.78×10³ind/km²，最小值为 0.00×10³ind/km²。见表 3.2.5-38。

表 3.2.5-38 各类群渔业资源平均密度（重量、尾数）

类群	鱼类		甲壳类		头足类	
	重量密度 (kg/km ²)	尾数密度 (10 ³ ind/km ²)	重量密度 (kg/km ²)	尾数密度 (10 ³ ind/km ²)	重量密度 (kg/km ²)	尾数密度 (10 ³ ind/km ²)
最大值						
最小值						
平均						

3) 渔获物优势种

优势种是具有控制群落和反映群落特征的种类,本报告中以各类群中物种的相对重要性指数 (IRI) 值大于 1000 的物种为优势种。优势种种类如表 3.2.5-39 所示。

调查海区优势种主要有鱼类的二长棘鲷、短吻鲷、圆吻海鲷和甲壳类的须赤虾。

表 3.2.5-39 渔获物各类群优势种及 IRI 值

类别	种类	W%	N%	F%	IRI
鱼类	二长棘鲷				
	短吻鲷				
	圆吻海鲷				
甲壳类	须赤虾				

4) 主要经济种类生物学特性

A.二长棘鲷

二长棘鲷属于鲈形目, 鲷科、二长棘鲷属。俗称立鱼、立仔。二长棘鲷属暖温性近底层鱼类, 洄游性小型鱼类。适温范围为 21-27°C, 底质以泥和泥沙为适宜, 底层盐度范围为 31.0-34.8‰, 但盐度低于 33.2‰的海区分布较少。二长棘鲷喜结群, 成鱼平时栖息于较深水域, 分布广且移动性不大, 其洄游多见于产卵时期。每年 10-11 月份期间, 亲鱼性腺逐渐发育, 到 12 月份至翌年 2 月份鱼群洄游移动至沿岸一带水域产卵, 鱼群产卵结束后, 鱼群分散并移至较深一带水域栖息。肉食性, 以小鱼、小虾或软体动物为食。属中上等食用鱼类。其肉厚刺少, 肉质细腻。食用方法多以红烧、清蒸为主。除鲜食外, 还可加工成咸干品。

B.短吻鲷

短吻鲷为鲈形目、鲷科的其中一个种。俗名金钱仔。体长为体高的 2.7 倍, 头长的 4.3 倍。小型暖水性鱼类。喜栖息于近岸海区向下至深度大约 40m 沙泥底质的沿海海区, 也可生活于河口区。群游性, 一般在底层活动。杂食性, 以小型甲壳类、多毛类及藻类为食。属下等食用小型鱼类, 一般制成鱼干或用作饲料加工。

C.圆吻海鲷

圆吻海鲷属于鲱形目, 鲱科、海鲷属。俗称油鱼、黄肠鱼、海鲫仔。圆吻海鲷属暖水性浅海鱼类。一般不做长距离移动, 常群居在沿海港湾和河口附近, 喜结群游在水面, 能适应广泛的盐度变化, 有时可进入淡水生活。属多次产卵的鱼

类，怀卵量多少与鱼体大小有关。白天多在中下层觅食，夜间则上浮至中上层。圆吻海鲷它不属于长途洄游的鱼类，仅在栖息的海湾内外移动，每年 8 月份陆续从较深的区域集群游向沿岸浅水区域索饵，并选择适当场所产卵。杂食性，主食浮游植物，也食浮游动物和底栖生物。属中等食用鱼类，为产量不高的次经济性鱼种。鲜食多采用油炸和油煎的方法，也可以加工制成咸干品。

D. 须赤虾

须赤虾为十足目、赤虾属海洋生物，俗名铁壳虾。印度尼西亚、日本、朝鲜及我国南海、东海各省区均有分布。栖息于水深 5-220m 之软泥至细砂底海区，尤以 20-70m 海区为密集，其对水温和盐度变化有较强的适应能力，底质自软泥至细沙环境都能适应。除摄食底栖生物外，还摄食底层游泳生物和游泳动物，系重要经济虾类。

5) 小结

根据 2021 年 4 月渔业资源调查，共鉴定出游泳动物 79 种，各站渔获物种类变化在 14~26 种之间。其中，鱼类 51 种，占拖网总种数的 64.56%；甲壳类 26 种，占 32.91%；头足类 2 种，占 2.53%。

拖网调查渔获物重量密度中，鱼类占 56.38%，甲壳类占 41.12%，头足类占 2.50%。尾数密度中鱼类占 25.72%，甲壳类占 72.91%，头足类占 1.36%。

各站渔获物总重量密度变化范围在 102.03kg/km²~664.26kg/km²，平均值为 298.32kg/km²；尾数密度变化范围在 13.08×10³~137.27×10³ind/km²，平均值为 47.91×10³ind/km²。

调查海区优势种主要有鱼类的二长棘鲷、短吻鲷、圆吻海鲷和甲壳类的须赤虾。

(2) 鱼卵仔鱼

1) 种类组成

根据拖网采集的样品分析，本次调查共采集鉴定出 11 种鱼卵仔鱼种类，见表 3.2.5-40。鱼卵数量最多的是鲷属鱼卵，其鱼卵数量占总数的 46.0%，其次是未定种鱼卵，占 20.6%，其余种类占 33.4%。仔鱼出现数量最多的是鰕虎鱼科，占总数的 33.33%，其次是鲷属和未定种，各占 18.52%，其余种类占 29.6%。

表 3.2.5-40 鱼卵和仔稚鱼的种类组成

序号	种名	拉丁名
1	鳊属	<i>Leiognathus</i> sp.
2	鲮科	Mugilidae
3	石首鱼科	Sciaenidae
4	多鳞鱚	<i>Sillago sihama</i>
5	鲷科	Sparidae
6	鲱科	<i>Clupeidae</i> sp.
7	鳀科	Engraulidae
8	鰕虎鱼科	Gobiidae
9	鱯属	<i>Callionymus</i> sp.
10	鲷科	Soleidae
11	未定种	Und

2) 数量分布

调查海域鱼卵平均密度为 188 粒/100 m³，仔鱼平均密度为 114 尾/100 m³，各站位鱼卵仔鱼密度见表 3.2.8-7。最高密度为 550 粒/100 m³ (S20 站)，最低密度为 0 粒/100 m³ (S1、S6 和 S15 站)。仔鱼各个站位密度相差较大，以 S22 号站数量较多，密度为 444 尾/100 m³，其余站位密度均较低。

表 3.2.5-41 鱼卵仔稚鱼密度分布 (粒 (尾) /100 m³)

站位	鱼卵	仔稚鱼
S0		
S1		
S6		
S8		
S9		
S12		
S13		
S15		
S16		
S18		
S19		
S20		
S22		
S24		
S25		
S27		
平均		

3) 小结

根据拖网采集的样品分析, 本次调查共采集鉴定出 11 种鱼卵仔鱼种类。鱼卵数量最多的是鳎属鱼卵, 其鱼卵数量占总数的 46.0%; 仔鱼出现数量最多的是鰕虎鱼科, 占总数的 33.33%。

调查海域鱼卵平均密度为 188 粒/100 m³, 仔鱼平均密度为 114 尾/100 m³, 仔鱼各个站位密度相差较大, 以 S22 号站数量较多, 密度为 444 尾/100 m³, 其余站位密度均较低。

3.2.5.5 海洋生物体质量

本节海洋生物体质量现状调查引用中国科学院南海海洋研究所 2021 年 4 月于项目附近开展的生态调查资料。调查站位设置见表 3.2.5-35 和图 3.2.5-3。海洋生物质量调查样品信息见表 3.2.5-42。

表 3.2.5-42 样品采集站位及种类情况表

序号	站位	种名	类群
1	S6		
2	S8		
4	S12、S25		
5	S13		
6	S9		
7	S9		
8	S8、S24		
9	S13		
10	S12		
11	S18		
12	S1、S15		
13	S19、S27		
14	S13、S18、S27		
15	S1、S8		
16	S1、S9		
17	S6、S20、S22		
18	S12		
19	S16		
20	S13、S18		
21	S9		
22	S1、S15		

序号	站位	种名	类群
23	S1、S9		
25	S19		

1、调查项目

调查项目：汞、镉、铅、铬、砷、铜、锌、石油类共 8 项。

2、调查方法

在项目附近海域常见的优势或经济鱼类、贝类、甲壳类和头足类，即海区内在数量上占优势、对生境影响较大的种类生物体质量现状进行监测。测试样品来源于同步调查的渔业资源样品，采集的样品用现场海水冲洗干净后，放入双层聚乙烯袋中冰冻保存，送回实验室进行生物体质量检测。

3、评价方法

采用单项参数标准指数法计算沉积物的质量指数，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。

评价因子的标准指数 > 1 ，则表明该项指标已超过了规定的质量标准。

4、评价标准

贝类生物质量标准采用《海洋生物质量》（GB18421-2001）标准进行评价；甲壳类、鱼类和头足类生物体内污染物质含量评价标准采用《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准，标准值详见表 3.2.5-43。

表 3.2.5-43 海洋生物质量（湿重）评价标准（ $\times 10^{-6}$ ）

生物类别	标准等级	总汞	镉	铅	铬	砷	铜	锌	石油类
鱼类	/	0.3	0.6	2	/	/	20	40	20
甲壳类		0.2	2	2	/	/	100	150	/
软体类		0.3	5.5	10	/	/	100	250	/
贝类	一类标准	0.05	0.2	0.1	0.5	1	10	20	15
	二类标准	0.1	2	2	2	5	25	50	50
	三类标准	0.3	5	6	6	8	50（牡蛎 100）	100（牡蛎 500）	80

5、海洋生物质量调查结果

海洋生物质量检测的物种是选取在项目附近海域常见的优势或经济鱼类、贝

类、甲壳类和头足类，即海区内在数量上占优势、对生境影响较大的种类生物体质量现状进行监测，测试样品来源于同步调查的渔业资源样品。本次调查海洋生物质量调查结果见表 3.2.5-44。

表 3.2.5-44 海洋生物质量调查结果

序号	样品类型	单位: mg/kg							
		汞	镉	铅	铬	砷	铜	锌	石油烃
1	甲壳类								
2	甲壳类								
3	贝类								
4	甲壳类								
5	甲壳类								
6	鱼类								
7	甲壳类								
8	鱼类								
9	鱼类								
10	鱼类								
11	头足类								
12	甲壳类								
13	头足类								
14	贝类								
15	甲壳类								
16	鱼类								
17	甲壳类								
18	鱼类								
19	鱼类								
20	鱼类								
21	鱼类								
22	鱼类								
23	鱼类								
24	贝类								
25	鱼类								

6、海洋生物质量评价结果

评价采用单因子标准指数法，评价计算结果见表 3.2.5-45。

由于鱼类、甲壳类、软体类中铬、砷以及甲壳类和软体类中石油类无评价标准，因此不对鱼类、甲壳类、软体类中铬、砷以及甲壳类和软体类中石油类展开评价。

根据生物质量指数结果，海洋生物质量调查中鱼类超标指标有 1 个，超标率达 0.50%；甲壳类超标指标有 1 个，超标率达 0.50%；贝类超标指标有 4 个（参照一类标准），超标率达 5.00%；头足类所有检测指标均符合评价标准。具体情况如下：

（1）鱼类：鱼类调查中发现镉超标，镉在该检测指标中的超标率为 4%，超标物种是短吻鲷。

（2）甲壳类：甲壳类调查中发现镉超标，镉在该检测指标中的超标率为 8%，超标物种是口虾蛄。

（3）贝类：贝类调查中发现铅、铬、砷和石油烃超标，铅、铬、砷在相应检测指标中的超标率均为 12%，铅超标物种是波纹巴非蛤、红树蚬、毛蚶；铬超标物种是波纹巴非蛤、红树蚬、毛蚶；砷超标物种是波纹巴非蛤、红树蚬、毛蚶；石油烃在相应检测指标中的超标率为 4%，超标物种是红树蚬。

表 3.2.5-45 海洋生物质量指数

序号	分类	汞	镉	铅	铬	砷	铜	锌	石油烃
1	甲壳类								
2	甲壳类								
3	贝类								
4	甲壳类								
5	甲壳类								
6	鱼类								
7	甲壳类								
8	鱼类								
9	鱼类								
10	鱼类								
11	头足类								
12	甲壳类								
13	头足类								
14	贝类								
15	甲壳类								
16	鱼类								
17	甲壳类								
18	鱼类								
19	鱼类								
20	鱼类								

序号	分类	汞	镉	铅	铬	砷	铜	锌	石油 烃
21	鱼类								
22	鱼类								
23	鱼类								
24	贝类								
25	鱼类								
注：表中加粗字体表示超出标准，-表示低于检测限值，/表示无检测或评价数据									

7、小结

海水中的重金属来源途径多，例如工业废水、采矿废水、地质风化、地表径流、大气干湿沉降等，主要分类两大类：人类活动和自然活动。随着社会的不断发展，工业废水和生活污水排放总量增多并出现水体污染。加上受到来自冶金、矿山开采等工业的重金属污染，使得水体水质中含有超标的重金属物质，导致水生生物受到污染。根据廉江市自然资源局官网发布的《关于廉江市 2019 年度矿山储量年报编制和核查工作的公告》：廉江市目前持证开采矿山共九家公司。经调查，廉江区域也有较多采矿项目，如广东省廉江市清平镇横桠埗矿区建筑用花岗岩矿项目、广东省廉江市新民镇高街矿区水泥用石灰岩矿项目等。工业及生活污水若处理不当，有可能间接或直接地排入海中，带来水质的污染进而影响海洋生物的生物体质量。污染物通过吞噬、吸附和吸收等作用，进入到生物体内，当生物体摄入量超过了其消除量时，污染物被滞留在体内就会逐渐积累进而超过水体中污染物浓度，这种现象叫做生物积累，人类捕食这些水产品也可能危害到人类的健康。

4 资源生态影响分析

4.1 生态影响分析

4.1.1 水文动力环境影响预测与评价

4.1.1.1 潮流场数学模型

针对本工程所在的安铺港、英罗港海域的水动力特性，本节采用平面二维水动力模型进行潮流场计算。所用模型的控制方程如下：

(1) 基本方程

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

连续方程：

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

动量方程：

$$\frac{\partial h\bar{u}}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}^2}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{u}\bar{v}}{\partial y} - f\bar{v}h + gh \frac{\partial \eta}{\partial x} = -\frac{1}{\rho_0} \left(h \frac{\partial P_a}{\partial x} + \frac{gh^2}{2} \frac{\partial \rho}{\partial x} \right) + A_x + hu_s S$$

$$\frac{\partial h\bar{v}}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{v}^2}{\partial y} + \frac{\partial h\bar{u}\bar{v}}{\partial x} + f\bar{u}h + gh \frac{\partial \eta}{\partial y} = -\frac{1}{\rho_0} \left(h \frac{\partial P_a}{\partial y} + \frac{gh^2}{2} \frac{\partial \rho}{\partial y} \right) + A_y + hv_s S$$

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

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

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

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

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

(2) 数值解法

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

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

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

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

4.1.1.2 模型建立

(1) 计算范围和网格设置

模型外海边界取在广西北海市铁山港区营盘镇与广东湛江市遂溪县江洪镇一线，涵盖安铺港、英罗港、铁山港，研究水域面积约 1306 km²。

模型采用三角形网格对计算区域进行离散，为了提高工程附近区域的模拟精度，对用海范围附近区域的网格进行局部加密，加密区域网格的三角形边长约 20m。模型截取范围及计算网格见图 4.1.1-1，工程附近网格布置见图 4.1.1-2。



图 4.1.1-1 模型范围示意图

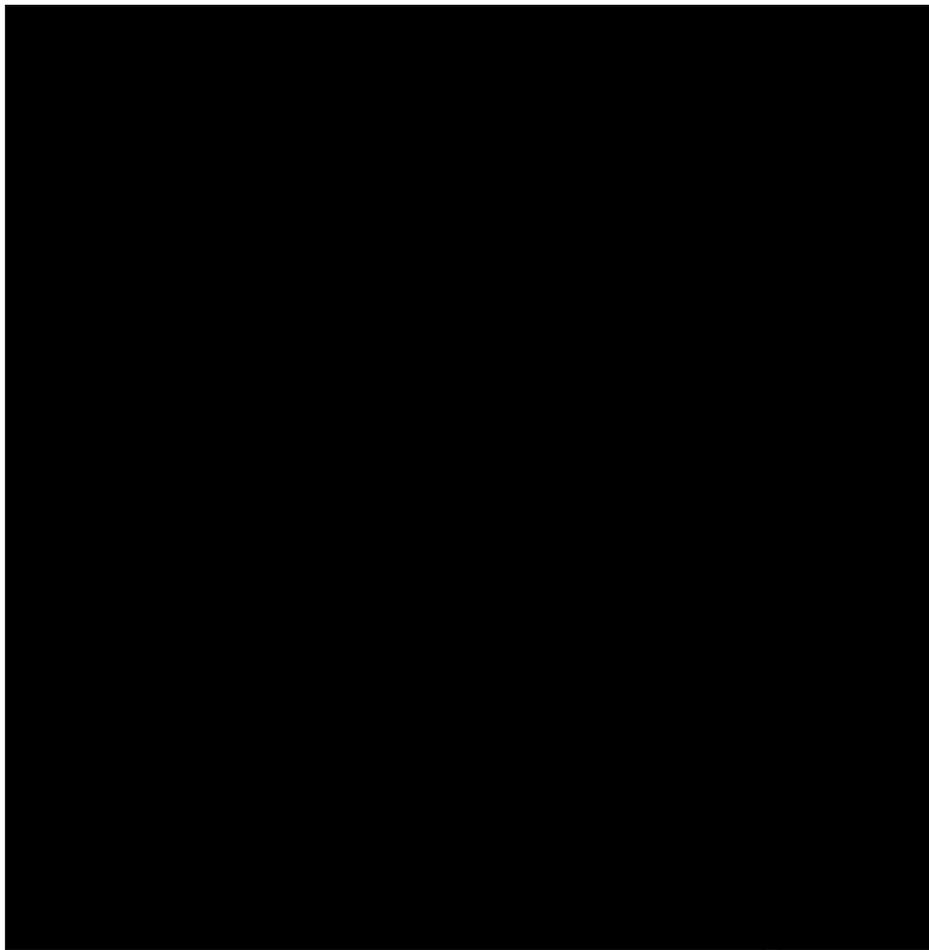


图 4.1.1-2a 模型网格地形图 (85 高程)

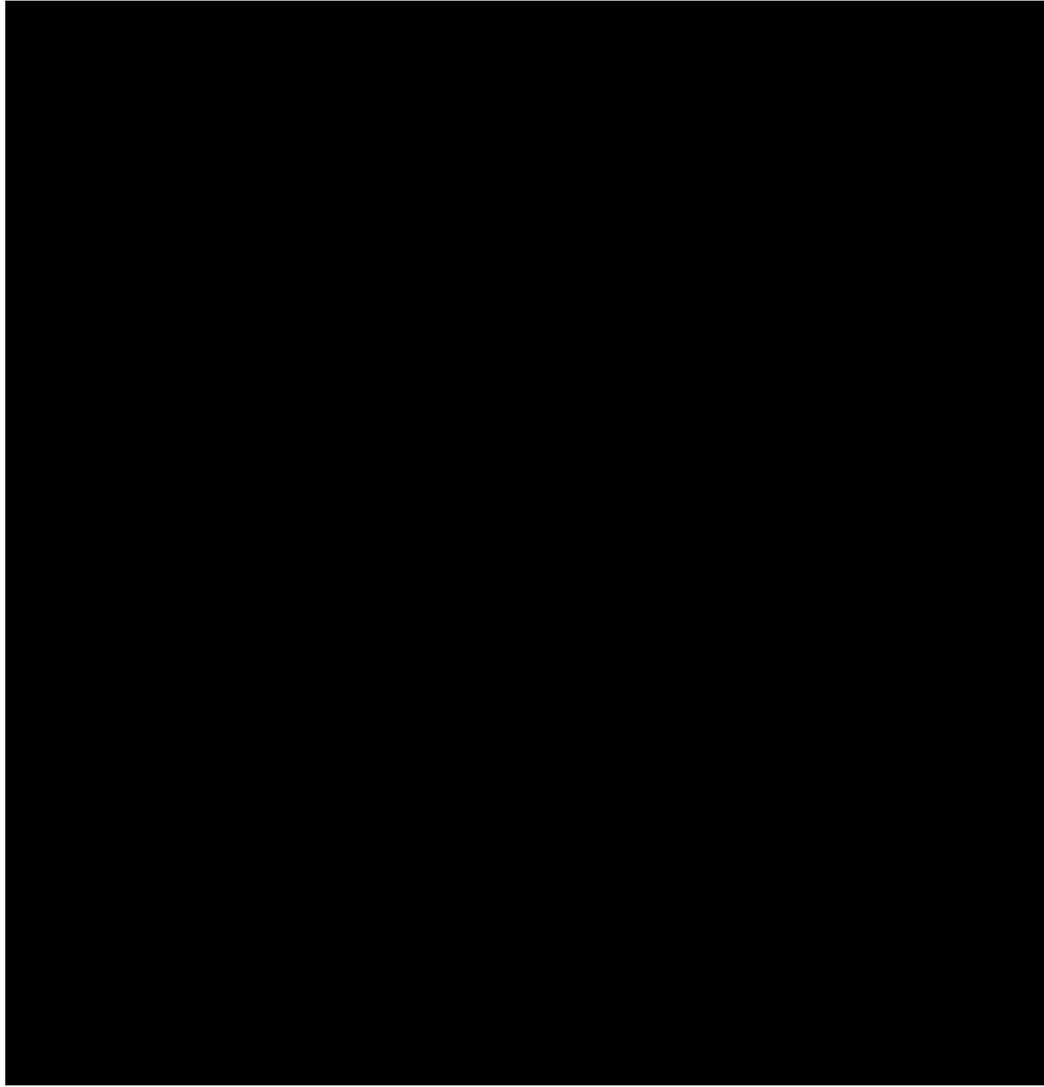


图 4.1.1-2b 项目附近局部海域网格地形图（85 高程）

（2）采用的地形资料及坐标系、高程系

模型采用的地形资料包括：（1）江洪港至北海港海图 1:20000，中国人民解放军海军司令部航海保证部；（2）安铺港及附近海图 1:40000，中国人民解放军海军司令部航海保证部；（3）工程区域 1:10000 水下地形图，2017 年，中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司。

模型平面坐标系采用 2000 国家大地坐标系，3 度带高斯投影平面直角坐标系，中央子午线为 111°，高程采用 1985 国家基准高程。

计算区域水下地形见图 4.1.1-2，考虑到计算海域浅滩较多，本模型增加了漫滩、露滩效应的模拟。

（3）边界条件及计算步长

边界条件：模型外海边界采用水位控制，水位由中国海洋大学研发的中国近海潮汐预测程序（ChinaTide）提供，该潮汐预测程序由 9 个分潮的调和常数进行叠加而获得潮位，具有较高精度。

模型在固壁边界上给定滑移边界条件，即固壁上法向流速为零，而切向流速不为零。

计算步长根据稳定性要求动态调整，取值在 0.1~5.0 s 之间。

4.1.1.3 模型验证

采用 2018 年 8 月 3 日~4 日（小潮期）、2018 年 8 月 7 日~8 日（中潮期）和 2018 年 8 月 9 日~10 日（大潮期）的水文观测资料进行模型验证。观测资料包括 1 个站点（廉江站）的潮位资料和 10 个站点（L1~L10）的海流资料，站位分布见图 4.1.1-4。

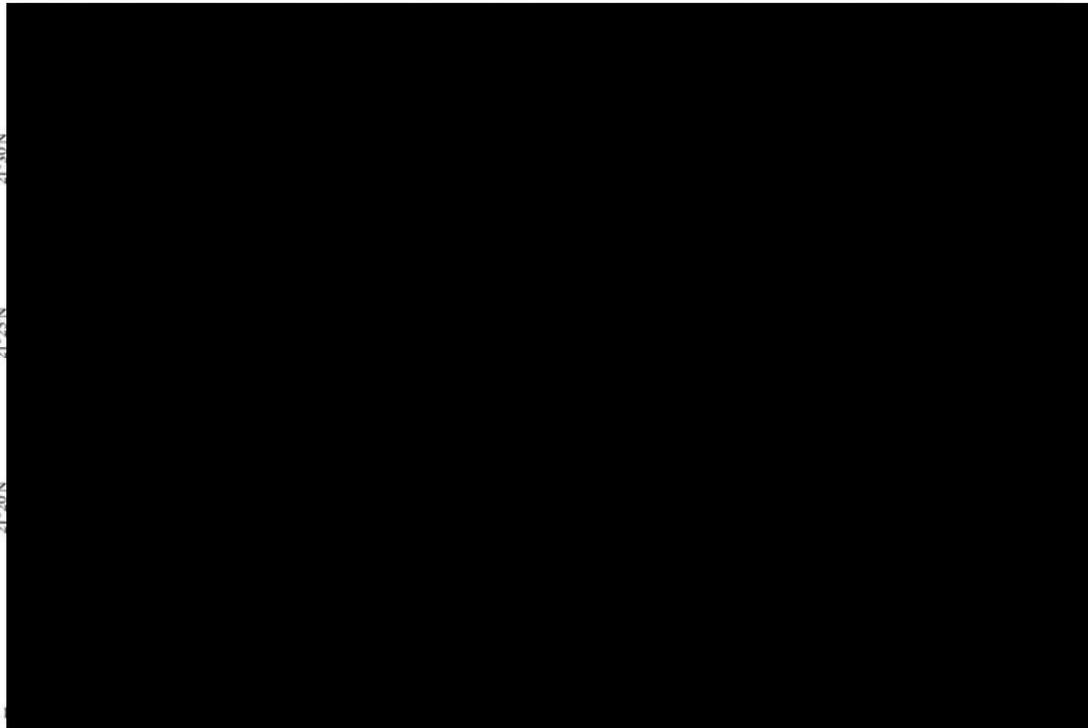
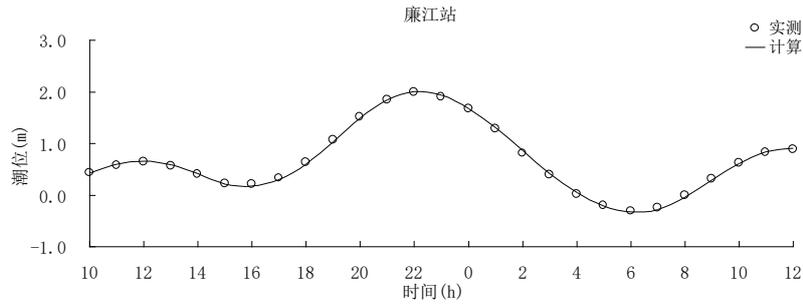


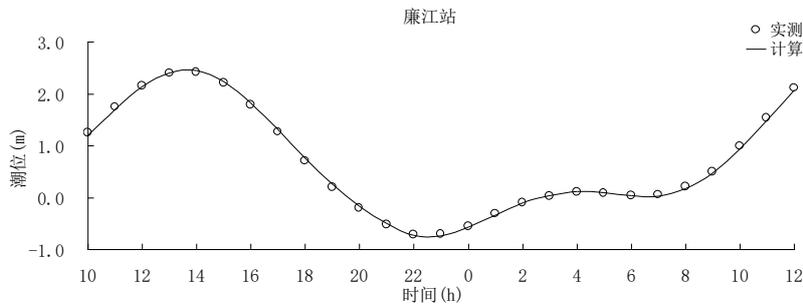
图 4.1.1-4 水文观测站位布置图

(1) 潮位验证

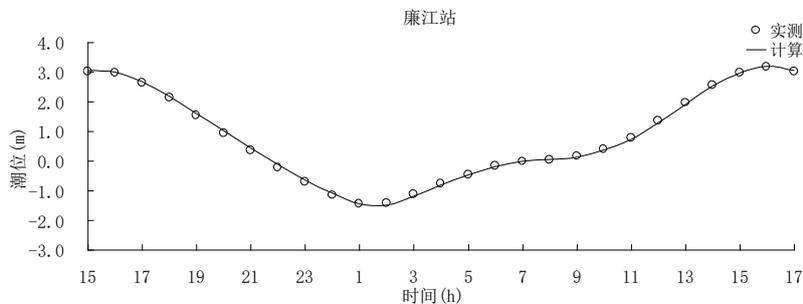
潮位验证结果见图 4.1.1-5。从图上可以看出，廉江站（W）夏季小、中、大潮的计算潮位过程与实测过程总体吻合良好，仅个别时刻出现一定的偏差，偏差幅度基本控制在 0.10m 范围内，满足规范要求。



(夏季小潮期 2018 年 8 月 3 日~4 日)



(夏季中潮期 2018 年 8 月 7 日~8 日)



(夏季大潮期 2018 年 8 月 9 日~10 日)

图 4.1.1-5 潮位验证曲线

(2) 海流结果验证

海流验证结果见图 4.1.1-6。海流验证结果显示，10 个海流站（L1~L10）的流向和流速的计算过程与实测过程也基本吻合，仅个别站点在转流时流向存在一定的偏差。由于转流时流速一般较小，此时即便出现短时间的流向偏差，对潮流及物质运输的影响也不大。

总体而言，模型计算的潮位、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、悬浮泥沙和溢油计算的基础。

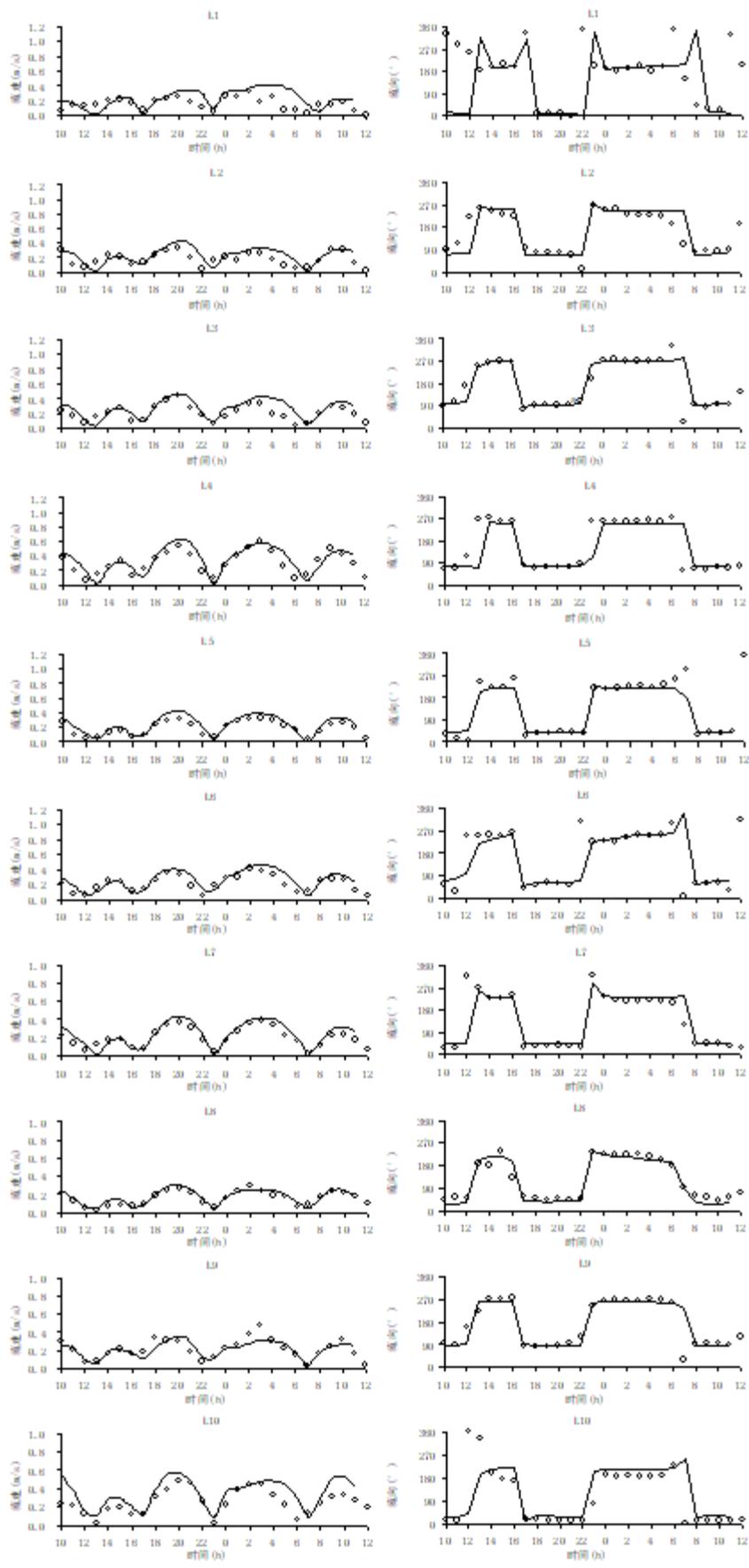


图 4.1.1-6a 小潮期海流验证曲线 (2018 年 8 月 3 日~4 日)

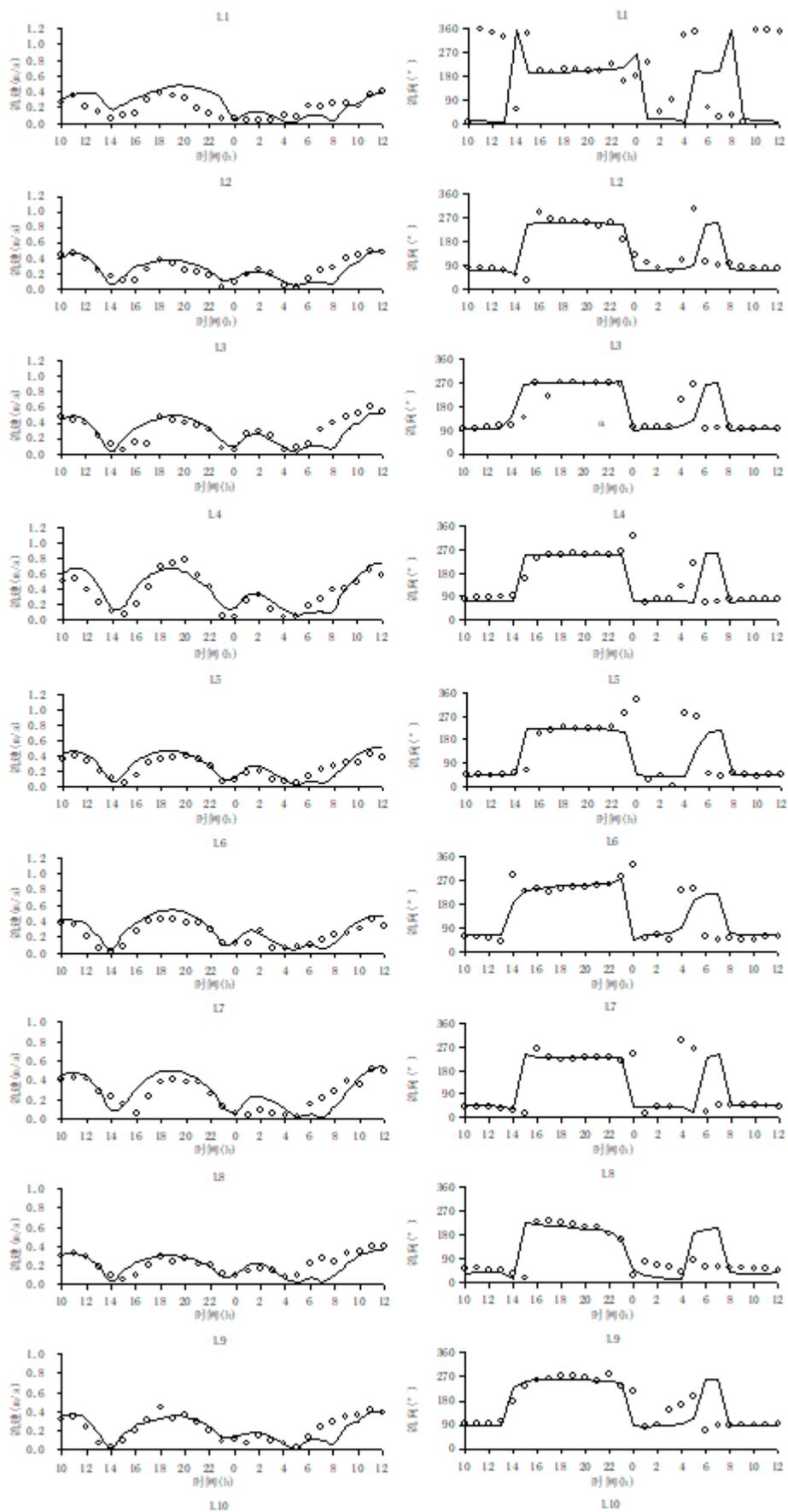


图 4.1.1-6b 中潮期海流验证曲线 (2018 年 8 月 7 日~8 日)

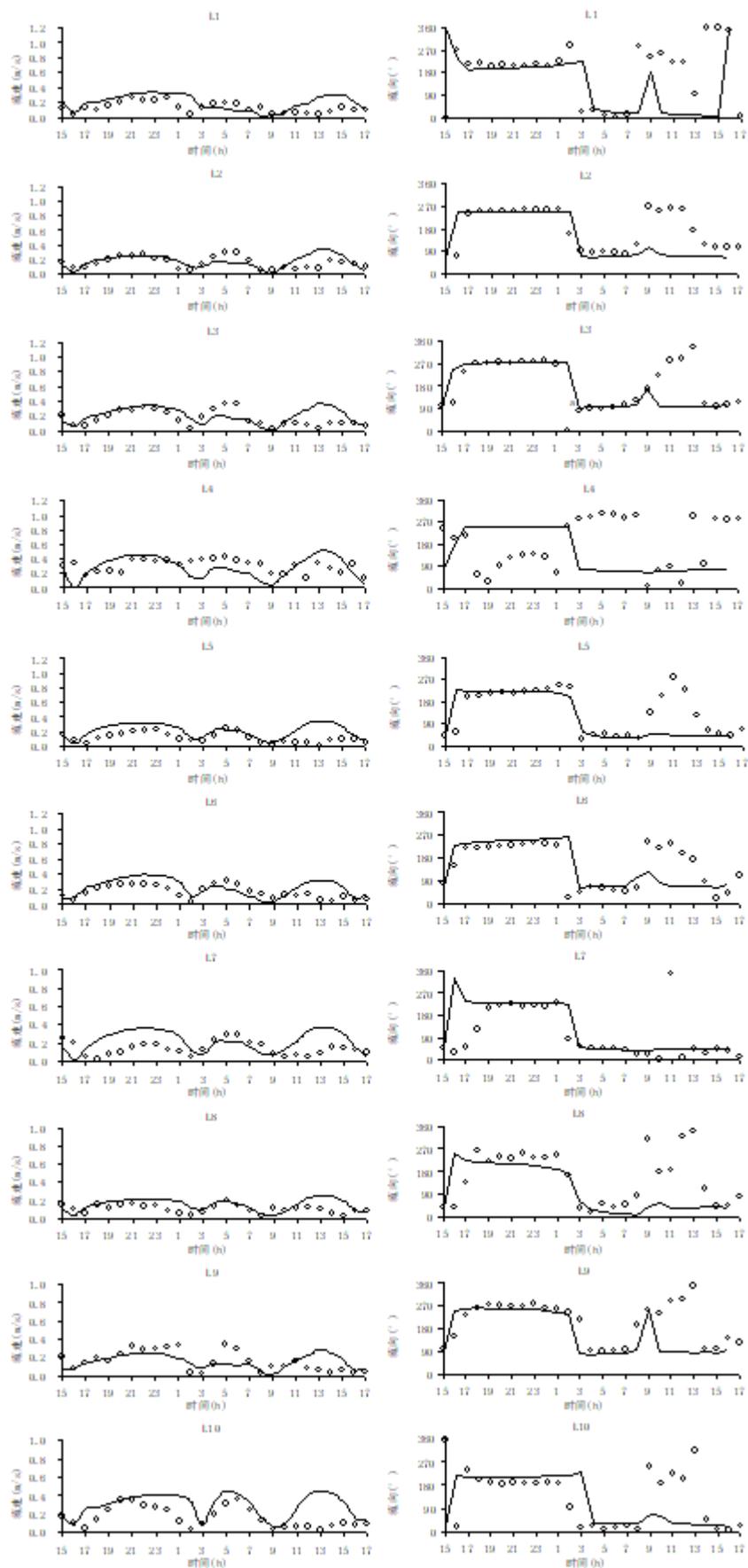


图 4.1.1-6c 大潮期海流验证曲线 (2018 年 8 月 9 日~10 日)

4.1.1.4 潮流场分析

(1) 工程前潮流场

图 4.1.1-7~图 4.1.1-8 为工程海域夏季大潮涨、落急时刻的流速矢量图，经分析可知：

(1) 工程海域的潮流呈往复流流态，涨潮流由安铺港西侧流向港内，主流位于深槽内，流向为东北向，涨潮流进入安铺港内再分为两支，一支向东进入安铺港深入，另一支转向北进入英罗湾。落潮流方向刚好与涨潮流方向相反。

(2) 从流速平面分布来看，由于滩槽分异明显，涨落急时刻均是深槽流速较大，浅滩流速较小。涨急时，深槽流速达到 0.8m/s 左右；落急时，深槽流速均达到 0.7m/s 左右；涨落急时刻，浅滩区域则在 0.3m/s 以下。涨潮流速大于落潮流速。

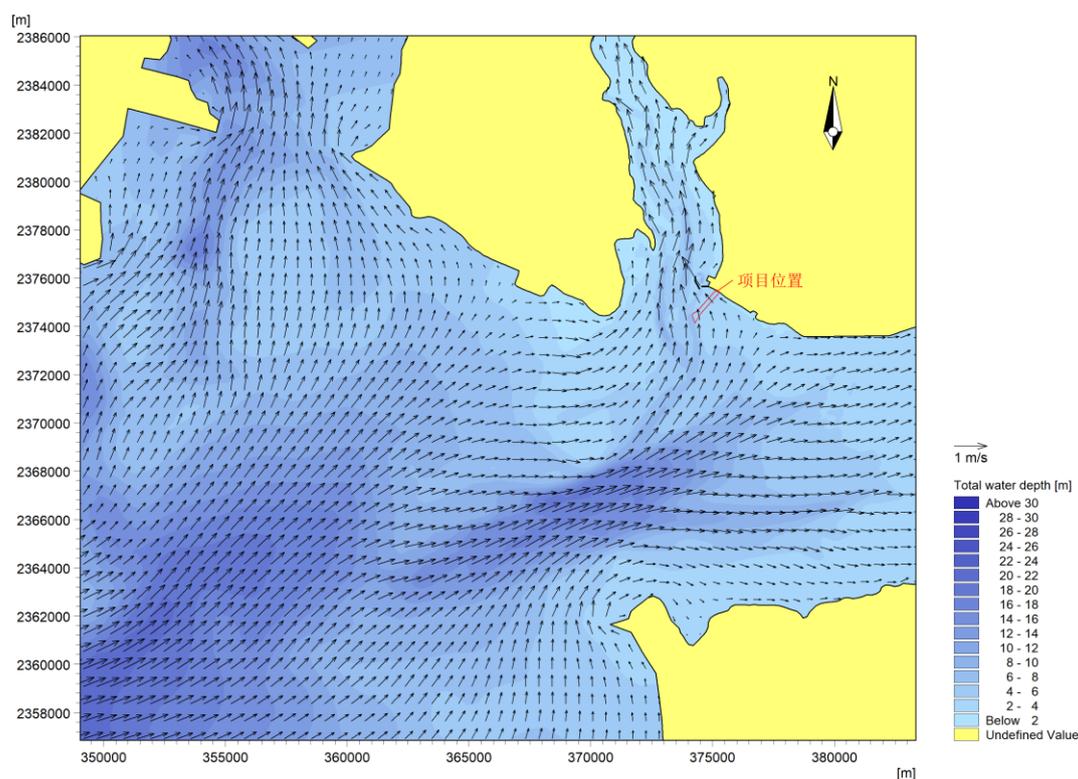


图 4.1.1-7a 工程海域涨潮时流场图

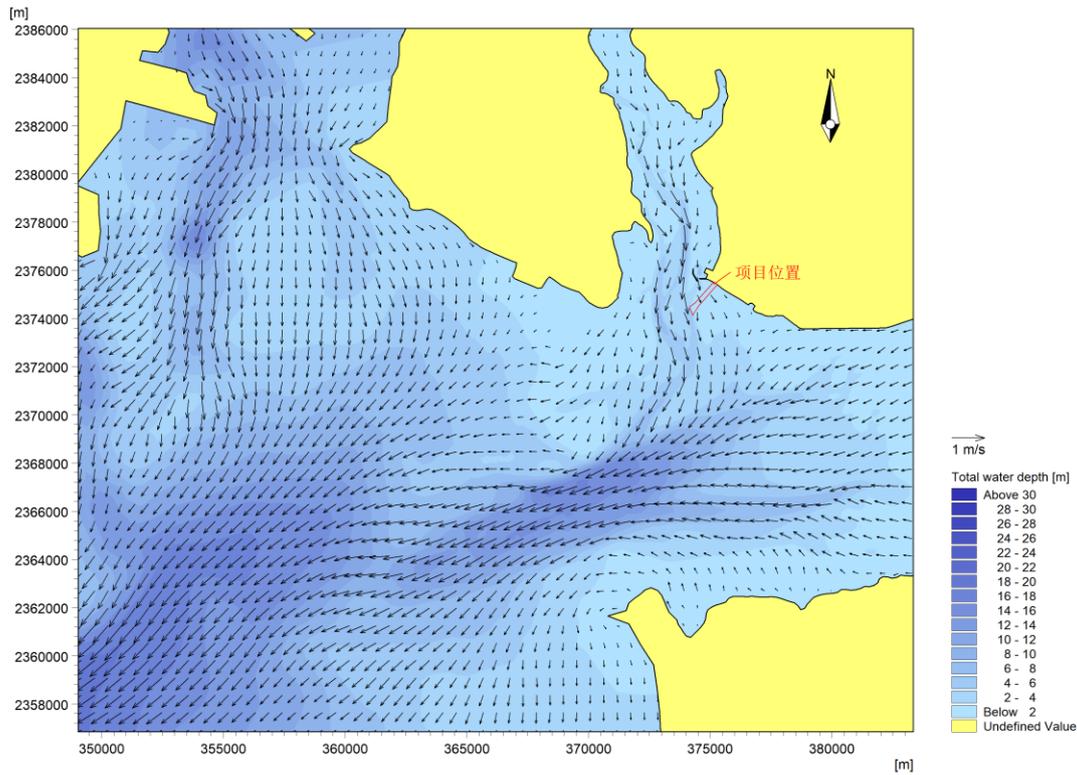


图 4.1.1-7b 工程海域落潮时流场图

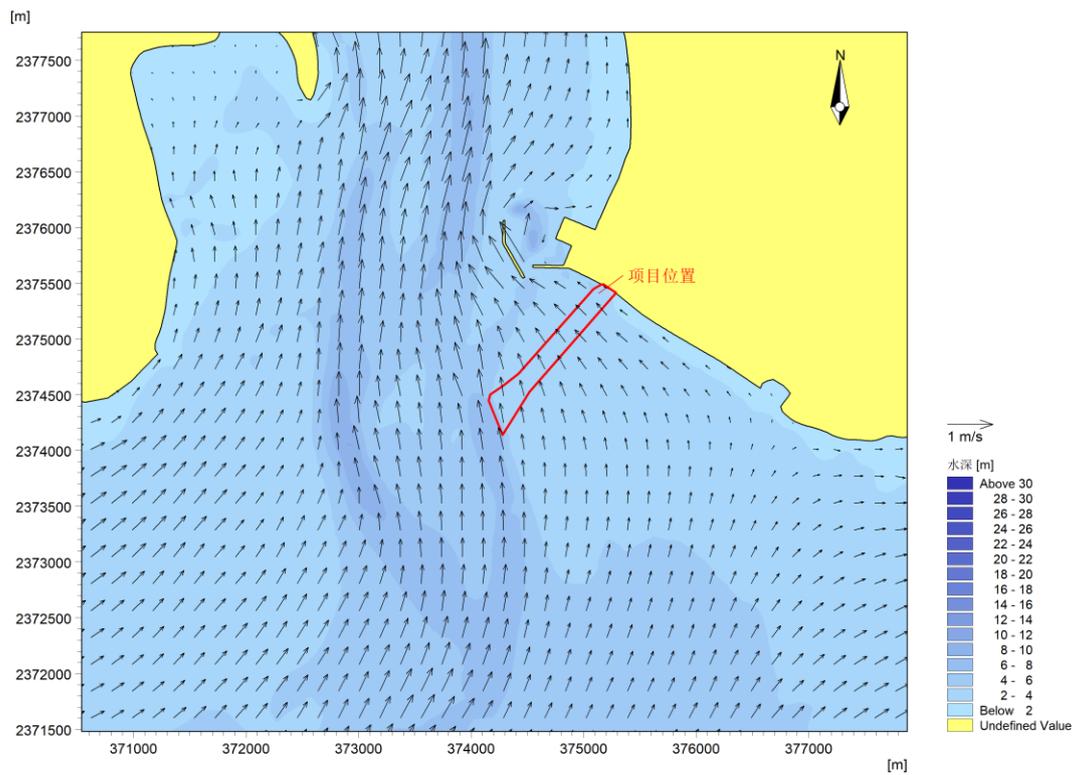


图 4.1.1-8a 工程附近局部海域涨急流场图

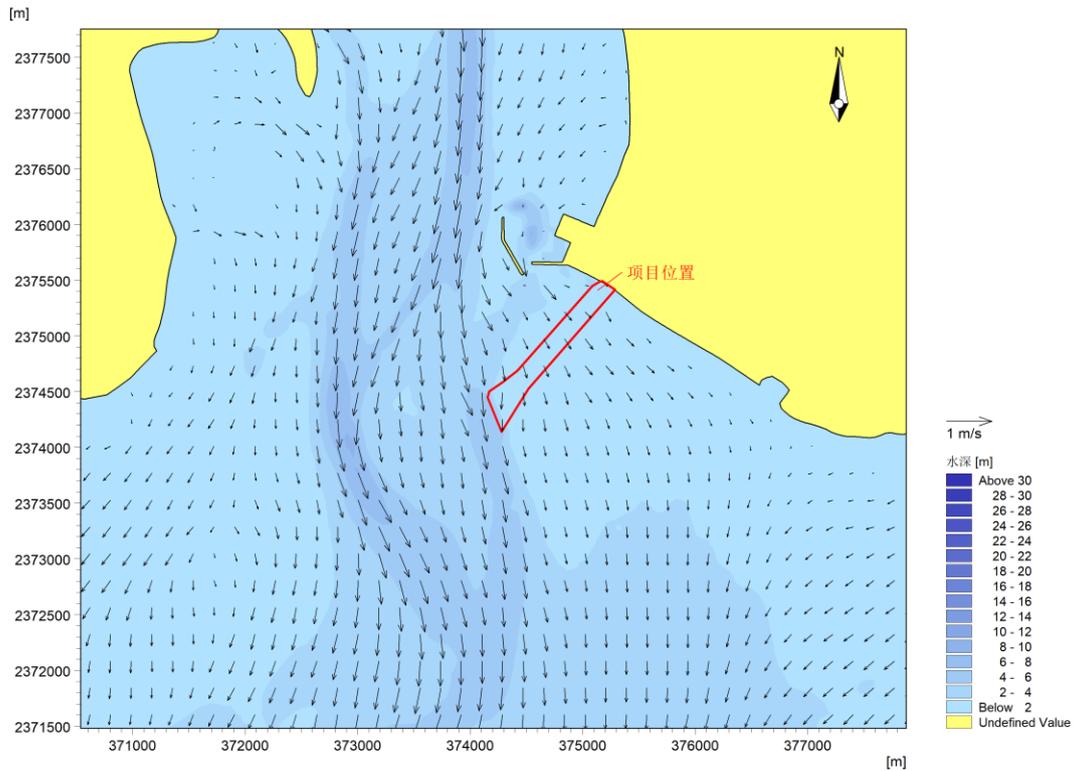


图 4.1.1-8b 工程附近局部海域落急流场图

(2) 工程前后流场变化分析

为了更直观地观察本项目实施前后工程海域的流场变化特征，将工程前后的流场叠加到一起进行对比，并绘制工程前后流速变化等值线图进行分析，拟建项目附近海域工程前后大潮涨急、落急时刻的流场对比见图 4.1.1-9，工程前后流速变化等值线见图 4.1.1-10。

由图 4.1.1-9 可见，工程实施后，附近水域由于水深发生变化，潮流流向出现小角度的偏转（最大偏转角度基本上不超过 5° ），其它水域工程前后流态无明显变化。

由图 4.1.1-10 可见，工程实施后，用海水域因疏浚水深增大，平均流速减小，用海范围上、下游小范围水域流速则有所增大，这与疏浚水域阻力减小的一般规律相符合。

总体而言，本项目对工程海域的水动力环境影响不大，工程前后流速变化大于 0.01m/s 的影响范围为用海范围周边 450m 内，对周边其它海域的水动力环境不产生明显影响。

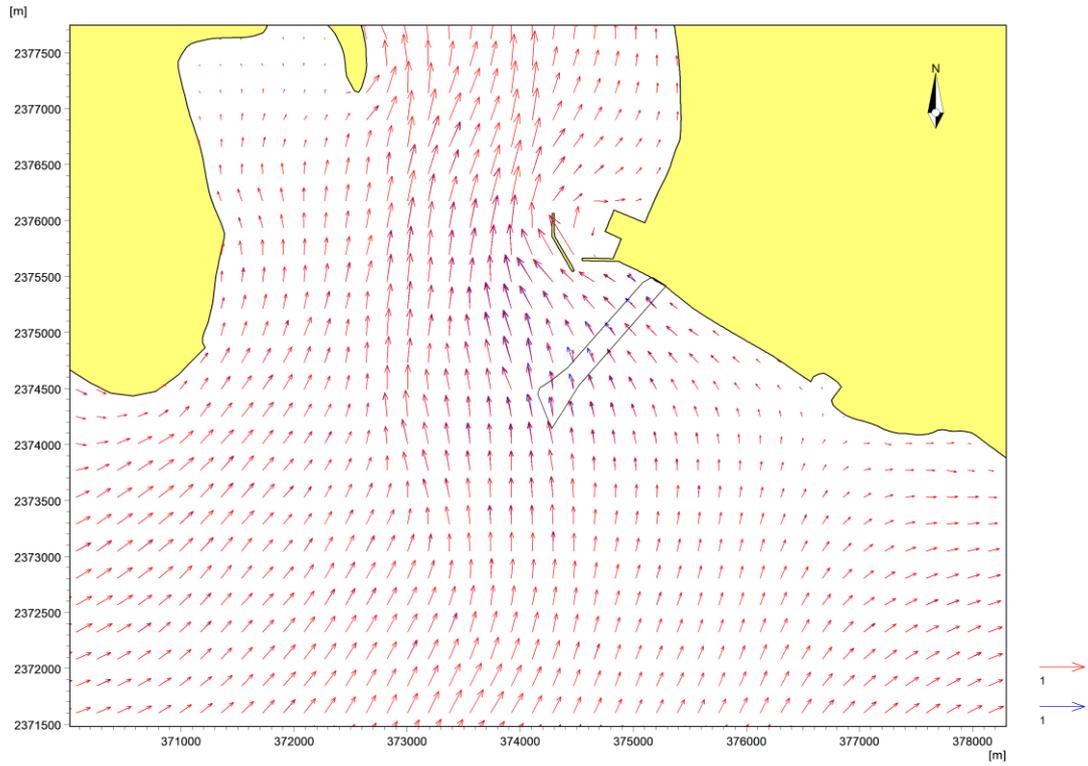


图 4.1.1-9a 附近海域工程前后大潮涨急时刻的流场对比图

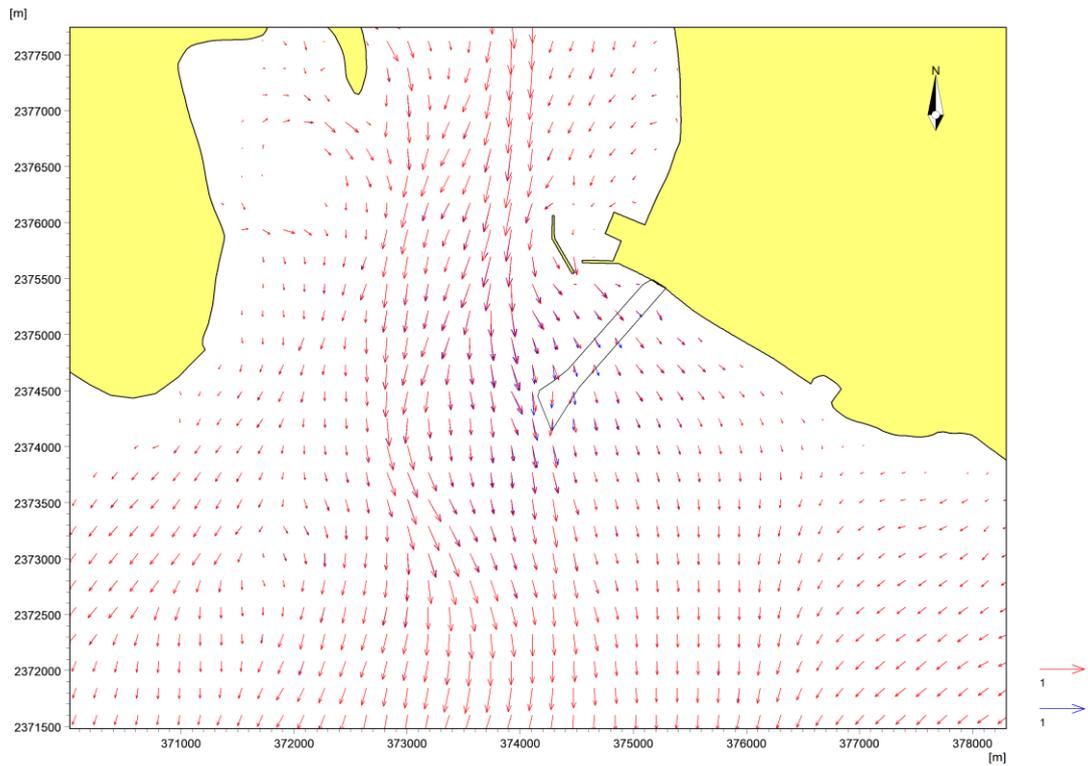


图 4.1.1-9b 附近海域工程前后大潮落急时刻的流场对比图

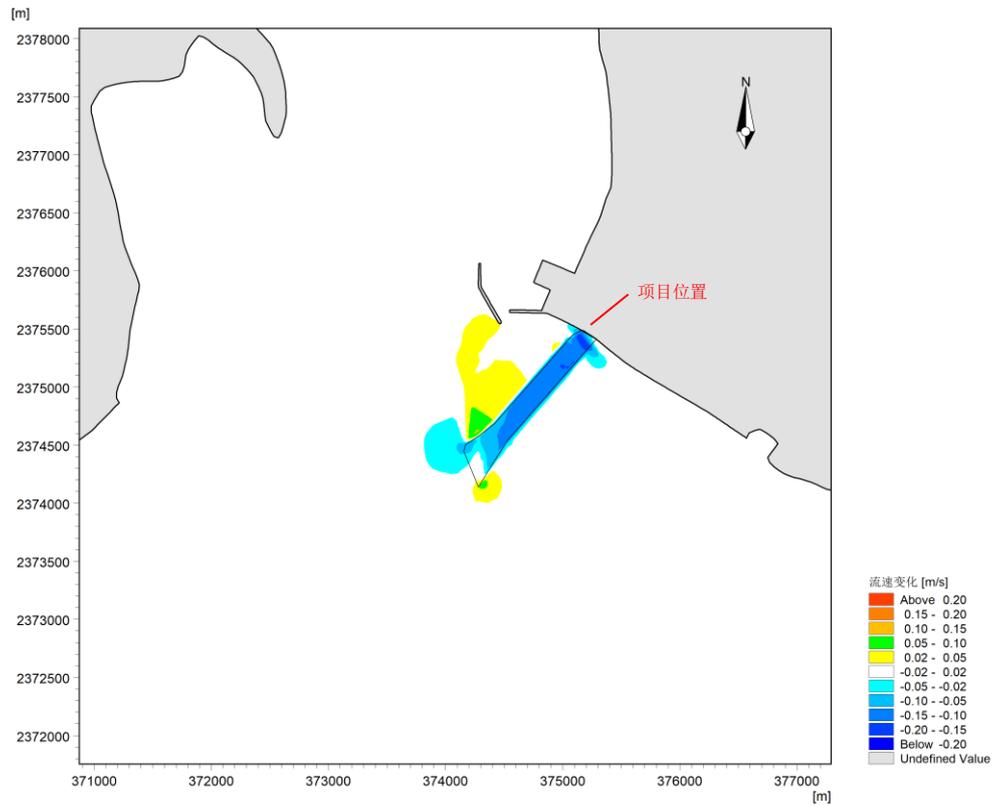


图 4.1.1-10a 大桥附近水域工程前后涨急时刻流速变化等值线图
(工程后-工程前)

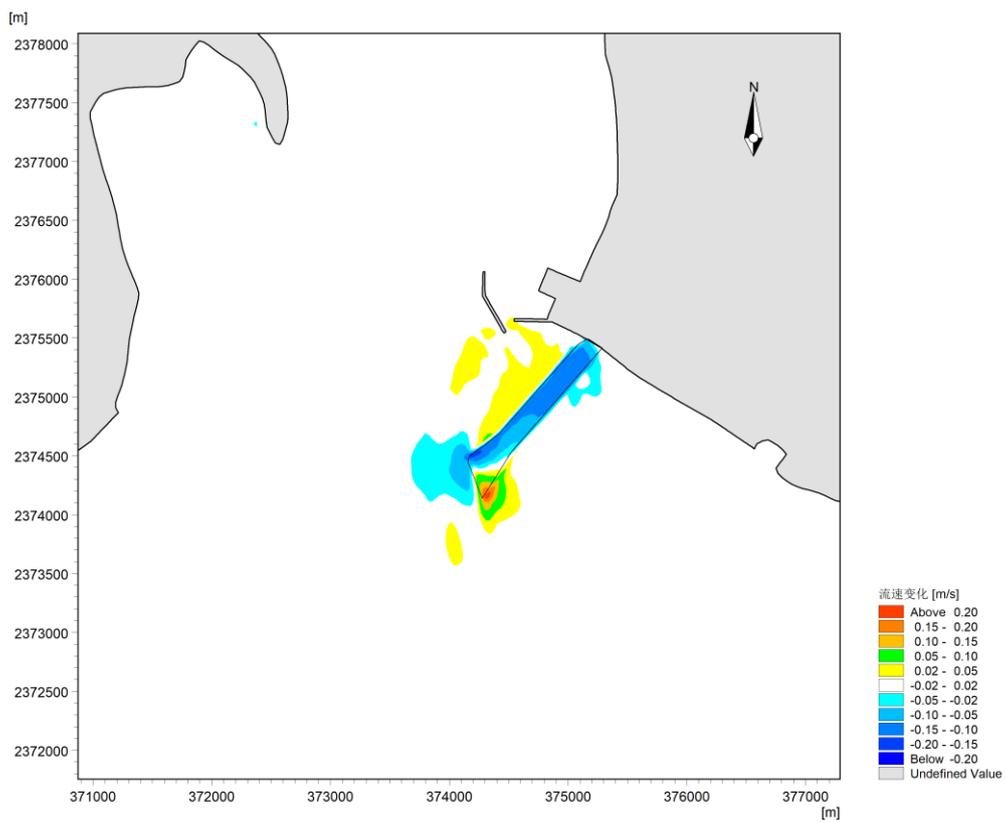


图 4.1.1-10b 大桥附近水域工程前后落急时刻流速变化等值线图
(工程后-工程前)

4.1.2 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,本项目对流场的影响主要在用海范围附近小范围海域,其余海域流场基本不受影响,因此,可定性判断本项目对海床的冲淤影响主要为用海范围附近的局部海域。为进一步定量分析本项目对周围海域海床冲淤变化的影响,本节采用海港水文规范中航道和港池的淤积强度计算方法对海床冲淤强度进行估算。

(1) 计算公式

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

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

式中: P 为冲淤强度 (m/a);

α 为淤积系数,取0.35;

ω 为细颗粒泥沙的絮凝沉降速度 (m/s),取0.0004~0.0005;

S 为波浪和潮流综合作用下的挟沙力含沙量 (kg/m^3);

t 为淤积历时 (s);

γ_0 为淤积物的干容重 (kg/m^3);

V 、 V' 分别为工程前、后水流的平均流速 (m/s);

d_1 、 d_2 分别为工程前、后的水深 (m)。

(2) 参数选取

① 波浪和潮流综合作用下的挟沙力含沙量 S

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

式中 γ_s 为泥沙颗粒的容重 (kg/m^3);

γ 为海水的容重 (kg/m^3);

V_1 为潮流和风吹流的时段平均合成流速 (m/s);

V_2 为波浪水质点的平均水平速度 (m/s);

d_1 为平均水深 (m);

② 淤积物的干容重 γ_0

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

式中 γ_0 淤积物的干容重 (kg/m^3);

D_{50} 为淤积物颗粒的中值粒径 (mm), 根据疏浚区取样分析结果, 中值粒径为 0.06mm 。

根据以上参数, 采用2018年8月3日~10日包含大、中、小潮的潮汐过程作为海床冲淤计算的典型动力条件, 计算得到正常天气情况下本项目实施后工程附近海域的海床冲淤变化情况, 见图6.3-1。

本项目实施后, 疏浚改变了工程附近海域的地形和水深, 对工程附近海域的海床冲淤态势产生了一定影响:

(1) 用海范围水域水深增大, 流速有所减弱, 总体呈淤积态势, 最大淤积强度约 0.40m/a , 平均淤积强度约 0.26m/a ;

(2) 工程后用海范围上游侧、用海范围西端南侧小范围水域流速有所增强, 呈冲刷态势, 最大冲刷强度分别约 0.29m/a 、 0.33m/a ;

(3) 用海范围下游侧、用海范围西端西侧小范围水域呈淤积态势, 最大淤积强度分别约 0.09m/a 、 0.15m/a 。

总体而言, 本项目对周边海域的冲淤影响主要位于用海范围附近小范围海域, 年冲淤强度大于 0.01m/a 的影响区域仅限于用海范围周边 915m 范围内, 对周边的其它环境敏感目标的冲淤影响较小。另外, 以上计算的冲淤强度为工程刚实施后的冲淤强度, 随着冲淤过程的深入, 地形向适应工程后水动力环境方向调整, 冲淤强度将逐年减小。

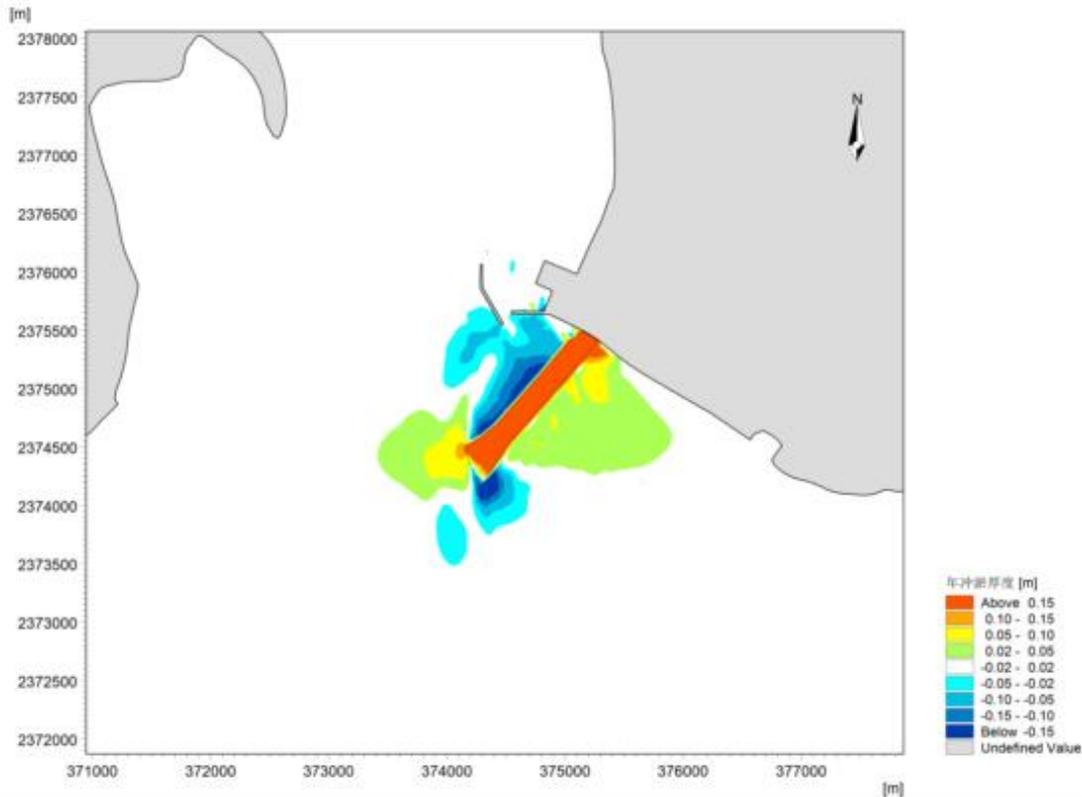


图 4.1.2-1 推荐方案项目附近海域海床年冲淤变化分布图（正值淤积、负值冲刷）

4.1.3 水质环境影响分析

本项目施工过程中疏浚会产生悬浮物，造成水体混浊、对项目周边的水质环境产生影响。本节在上述水动力计算的基础上，对施工期产生的悬浮物进行预测，据此评估本项目施工对水质环境的影响。

4.1.3.1 悬浮物扩散计算模型

(1) 悬浮物输运扩散方程

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

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

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

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

(2) 定解条件

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

边界条件：在闭边界上，悬浮物增量浓度的法向梯度为零。

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

(3) 模型参数

1) 广义物质扩散系数 A_x 、 A_y ：按以下公式计算，

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

式中： C_s 为谢才系数。

2) 冲刷系数 M ：计算不考虑悬浮物沉降后的再悬浮， M 取0。

3) 泥沙沉降几率 λ

根据经验取值为0.50。

4) 泥沙的沉速 ω ：根据《港口与航道水文规范》(JTS 145-2015)，泥沙颗粒中值粒径小于等于0.03mm时，絮凝沉降速度 ω 取0.04~0.05cm/s，泥沙颗粒的中值粒径大于0.03mm时，沉速则需用其单颗粒泥沙沉速。根据国家海洋局南海调查技术中心2017年11月、2018年1月、2018年4月和2018年8月在工程附近海域进行的表层沉积物粒度调查结果，选用靠近工程区域的S1、S3、S6、S8、S9站点的平均中值粒径4.072 $Md\phi$ 作为工程区域底质砂中值粒径，即0.06mm。

因此， w_s 计算公式采用下式：

$$w_s = \frac{(\rho_s - \rho)gd^2}{18 \cdot \rho\nu}$$

式中： ρ_s 为泥沙颗粒密度，取 2650kg/m³； ρ 为海水密度，取 1000kg/m³； g 为重力加速度，取 9.8m/s²； d 为泥沙粒径（m），取悬沙中值粒径 0.06mm； ν 为海水的运动粘滞系数，取 1×10⁻⁶m²/s。计算得到悬沙沉降速度为 0.003m/s。

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

$$V_d = k \left(1.1 \ln \frac{h}{\Delta} \right) \left(\frac{d'}{d_*} \right)^{1/3} \sqrt{3.6 \frac{r_s - r}{r} gD}, \quad k = 0.26$$

$$V_e = k \left(1.1 \ln \frac{h}{\Delta} \right) \left(\frac{d'}{d_*} \right)^{1/3} \sqrt{3.6 \frac{r_s - r}{r} gD + \left(\frac{r_0}{r_*} \right)^{5/2} \frac{\varepsilon + g\delta h(\delta/D)^{1/2}}{D}}, \quad k = 0.41$$

以上两公式中其他各参数取值为， $g=981\text{cm/s}^2$ ，当泥沙粒径 $D < 0.05\text{cm}$ ，床面糙率 $\Delta=0.1\text{cm}$ ， $d'=0.05\text{cm}$ ， $d_*=1.0\text{cm}$ ，泥沙粘结系数 $\varepsilon=1.75\text{cm}^3/\text{s}^2$ ，薄膜水厚度参数 $\delta=2.31 \times 10^{-5}\text{cm}$ ， h 水深（cm）， r_0 床面泥沙干容重（g/cm³）， r_* 床面泥沙稳定干容重（g/cm³），泥沙密度 $r_s=2.65\text{g/cm}^3$ ，海水密度 $r=1.025\text{g/cm}^3$ 。

4.1.3.2 悬浮物扩散计算条件

(1) 计算采用的水动力条件

工程海域无大的径流汇入，其动力条件主要受潮汐动力控制。本次选用 2018 年 8 月 3 日~10 日包含大、中、小潮的潮汐过程作为悬浮泥沙扩散计算的代表动力条件。

(2) 悬浮物源强与计算工况

项目疏浚采用 1 艘 13 m³ 抓斗船施工，配备 5 艘 1000 m³ 泥驳。根据《水运工程建设项目环境影响评价指南》(JTS/T105-2021)的经验公式法计算本项目悬浮物发生量公式：

$$Q = \frac{R}{R_0} \cdot T \cdot W_0$$

Q —悬浮物发生量（t/h）；

W_0 —悬浮物发生系数 (t/m^3)；

R_0 —指定发生系数 W_0 时的悬浮物粒径累计百分比 (%)；

R —现场流速中 SS 临界粒子的粒径累计百分比 (%)；

T —挖泥船疏浚效率, m^3/h 。

根据《港口建设项目环境影响评价规范》中表 4.2.4 悬浮物发生量参数指导取值, W_0 取值为 $0.038t/m^3$, R 取值为 89.2%, R_0 取值为 80.2%。根据以上公式计算, 本项目抓斗船源强为 $10.57t/h$, 即 $2.94kg/s$ 。

沿用海范围疏浚区间隔约 50m 布置悬浮泥沙源强点, 模拟用海范围不同位置疏浚的悬浮泥沙扩散情况, 沿用海范围疏浚区四周和中心布置悬浮泥沙源强点, 模拟用海范围疏浚的悬浮泥沙扩散情况, 共设置源强点 56 个。选取 3 个典型点施工的情景作为代表, 分析悬浮泥沙的扩散规律, 典型情景的计算工况见表 4.1.3-1。

表 4.1.3-1 悬浮物扩散计算的典型情景

序号	计算工况 (典型情景)	源强代表点	源强大小
1	用海范围北段疏浚区作业	1#	2.94 kg/s
2	用海范围中部疏浚区作业	2#	2.94 kg/s
3	用海范围南部疏浚区作业	3#	2.94 kg/s



图 4.1.3-1 悬浮物源强位置示意图

4.1.3.3 悬浮物计算结果与分析

潮流是悬浮物输运、扩散的“载体”，施工产生的悬浮物除因自身重力发生沉降外，主要受潮流作用，进行输运、稀释和扩散。悬浮物计算时，首先进行水动力场计算，然后再施加悬浮物源强，计算出模拟时段内各计算网格点的悬浮物增量浓度，最后统计各计算网格点在模拟时段内的悬浮物增量浓度最大值，再利用各网格点的最大值绘制出各计算工况的悬浮物增量浓度包络线图。

计算得出典型情景的悬浮物增量浓度包络线见图 4.1.3-2~图 4.1.3-4。另外，将各源强点施工的增量浓度包络线进行叠加，可绘制出本项目整个施工期的悬浮物增量浓度总包络线，见图 4.1.3-5。各典型情景包络线及施工期总包络线不同增量浓度的影响面积见表 4.1.3-2，施工对周边敏感目标造成的最大增量浓度及 10mg/L 浓度包络线与周边环境敏感目标的最近距离统计见表 4.1.3-3。

本项目拟疏浚区域位于英罗港出口，所在水域的潮流为南北方向的往复流，施工引起的悬浮物主要在潮流输运下向南、北两个方向扩散，悬浮物增量浓度包络线大致呈南北方向为长轴的椭圆状分布。

本项目施工期引起的悬浮物增量浓度大于 10mg/L 的最大影响面积为 1.2267 km²，增量浓度 10mg/L 的包络线最远距离仅为疏浚区周边 355m。

本项目位于英罗港-海康港农渔业区范围内，施工产生的悬浮物对其会产生一定的影响，引起的悬浮物最大增量浓度为 298mg/L；对北海珍珠贝渔业资源红线区、北海珍珠贝海洋保护区造成的悬浮物最大增量浓度分别为 12.3mg/L、7.1mg/L。除此之外，本项目距广西山口红树林保护区、广东湛江红树林国家级自然保护区、合浦儒艮海洋保护区、湛江遂溪中国鲎地方级自然保护区等其它环境敏感目标较远，施工引起的悬浮物增量浓度均在 1.0mg/L 以下。

表 4.1.3-2 悬浮物不同增量浓度的影响面积统计 单位：km²

序号	典型情景/源强点	>200mg/L	>150mg/L	>100mg/L	>50mg/L	>20mg/L	>10mg/L
1	用海范围北段疏浚区作业	0.0015	0.0019	0.0033	0.0071	0.0177	0.0300
2	用海范围中部疏浚区作业	0.0018	0.0024	0.0045	0.0132	0.0427	0.0857
3	用海范围南部疏浚区	0.0019	0.0028	0.0048	0.0121	0.0450	0.0908

序号	典型情景/源强点	>200mg/L	>150mg/L	>100mg/L	>50mg/L	>20mg/L	>10mg/L
	作业						
4	施工期总包络	0.3802	0.4099	0.4713	0.5802	0.8814	1.2267

注：表中“-”表示影响面积小于0.0001km²

表 4.1.3-3 周边环境敏感目标的最大增量浓度及距 10mg/L 包络线的最近距离统计

敏感目标类型	敏感目标名称	最大增量浓度	距离 10mg/L
功能区划	北海珍珠贝海洋保护区	7.1	52
	山口红树林海洋保护区	0.5	1073
	合浦儒艮海洋保护区	<0.1	1926
	沙田东岸旅游休闲娱乐区	0.5	389
	英罗港-海康港农渔业区	298	0
	英罗港海洋保护区	<0.1	3026
生态红线	北海珍珠贝渔业资源红线区	12.3	0
	北部湾水源涵养生态保护红线	<0.1	1203
	广西合浦儒艮国家级自然保护区	0.9	282
	广西山口红树林国家级自然保护区	0.9	931
	广东湛江红树林国家级自然保护区	<0.1	580
	湛江市廉江市红树林	<0.1	131
自然保护区	湛江遂溪中国鲎地方级自然保护区	<0.1	4592
	广西合浦儒艮国家级自然保护区	0.9	282
	广西山口红树林国家级自然保护区	0.9	931
	广东湛江红树林国家级自然保护区	<0.1	580

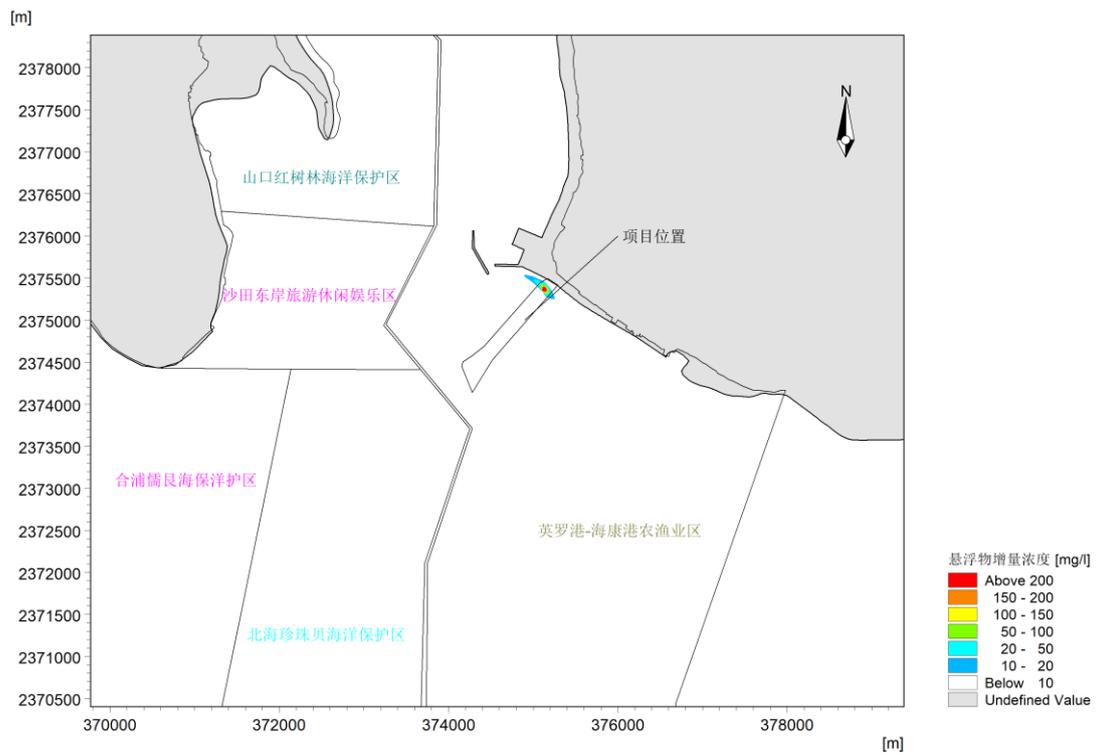
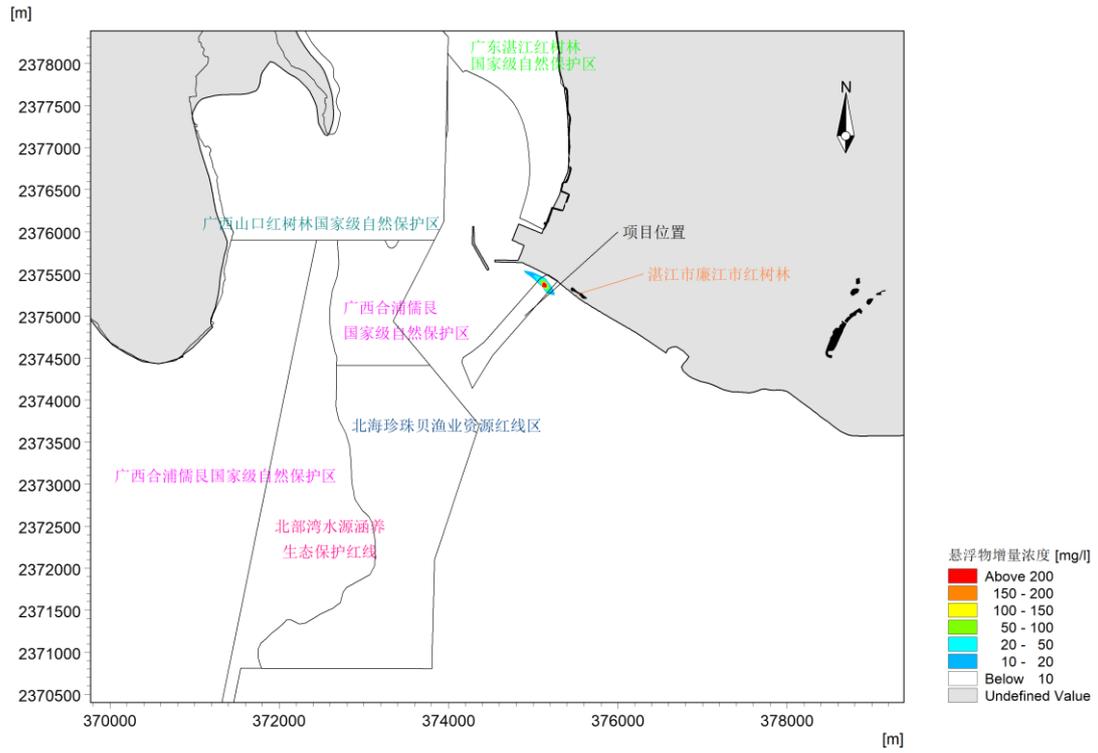


图 4.1.3-2 用海范围北段疏浚区作业的悬浮物增量浓度包络线

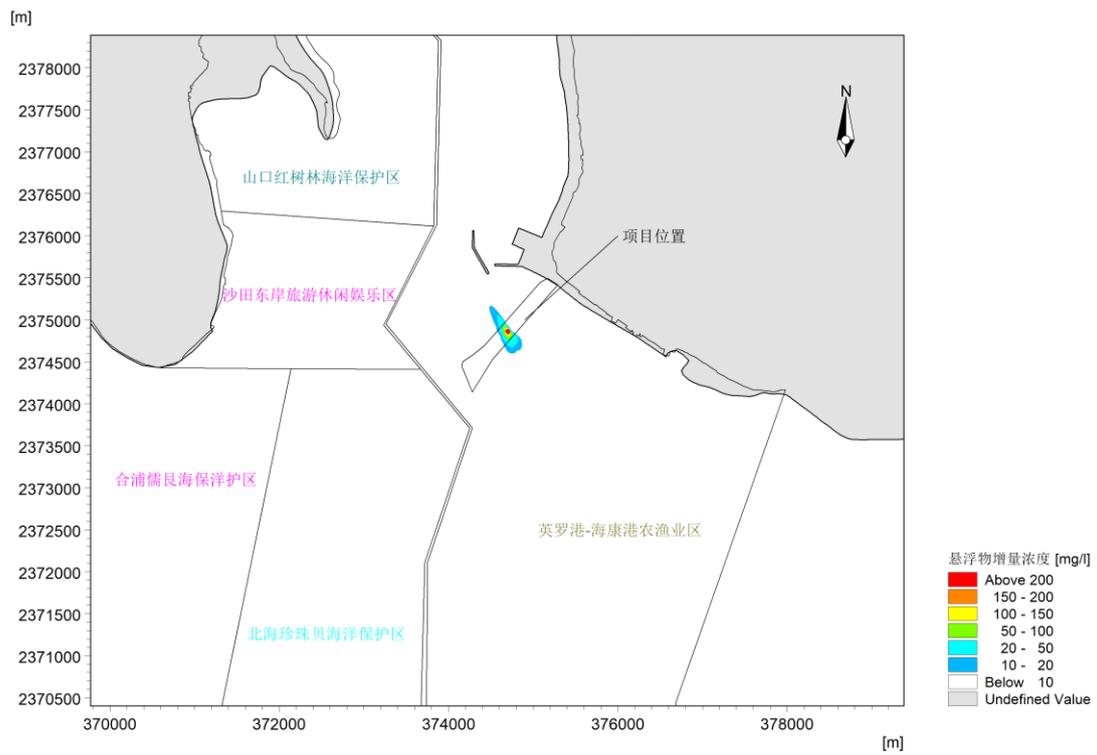
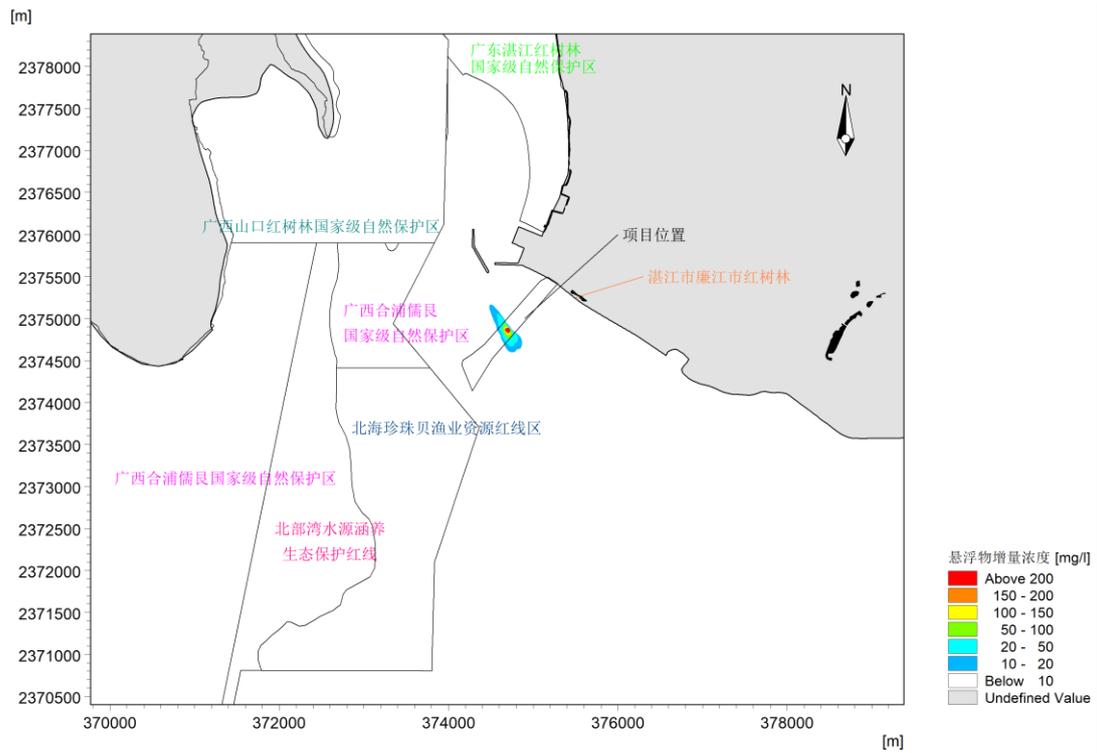


图 4.1.3-3 用海范围中段疏浚区作业的悬浮物增量浓度包络线

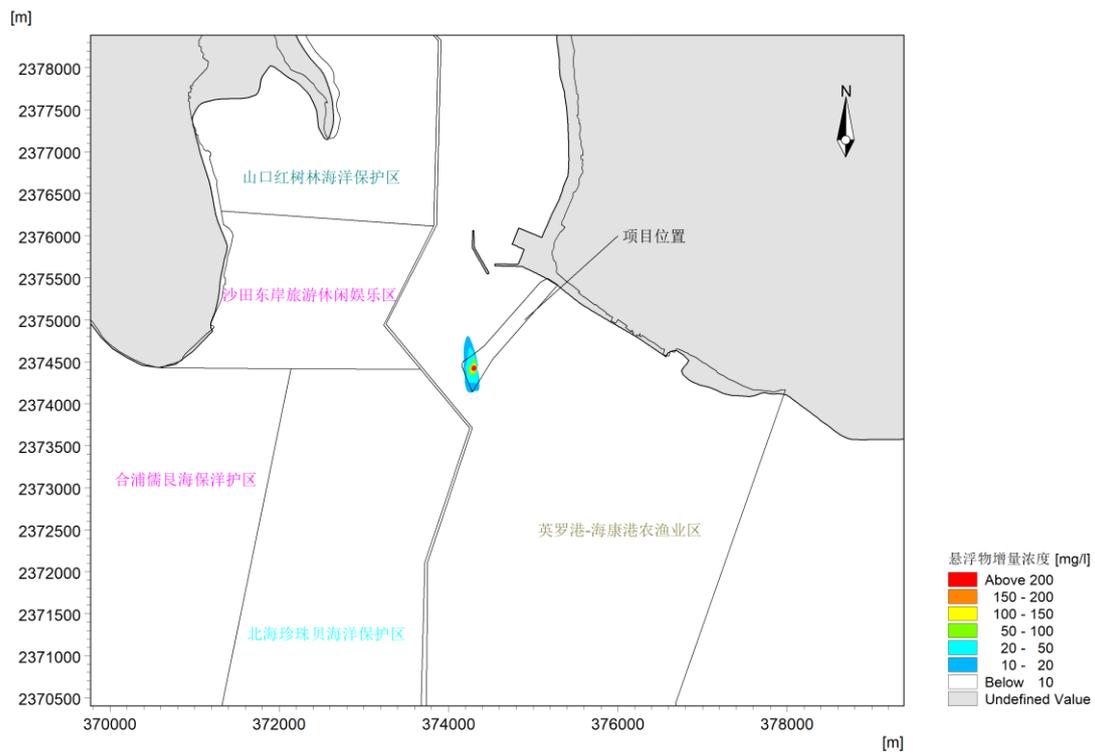
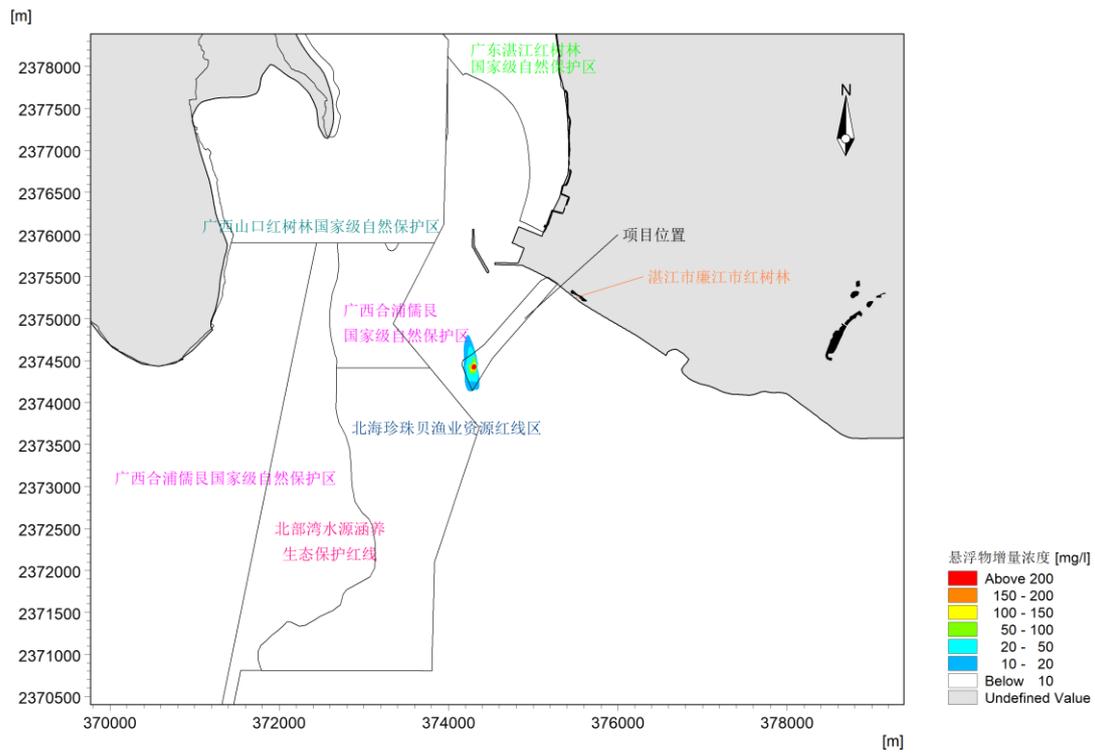


图 4.1.3-4 用海范围南段疏浚区作业的悬浮物增量浓度包络线

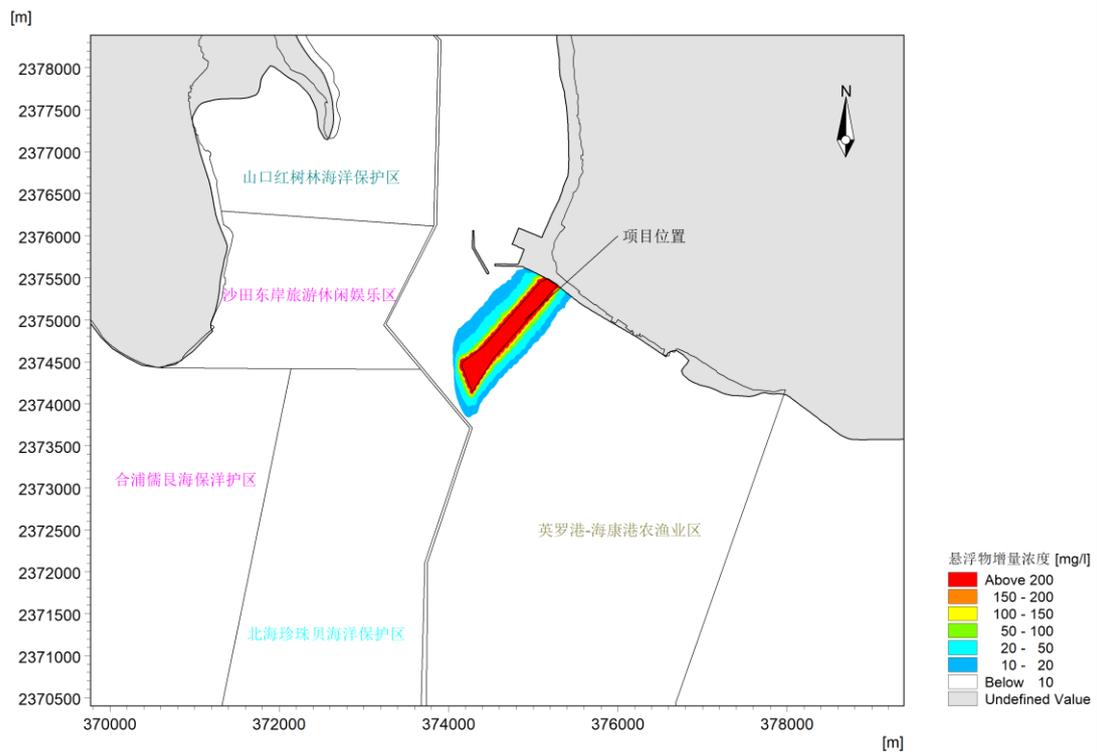
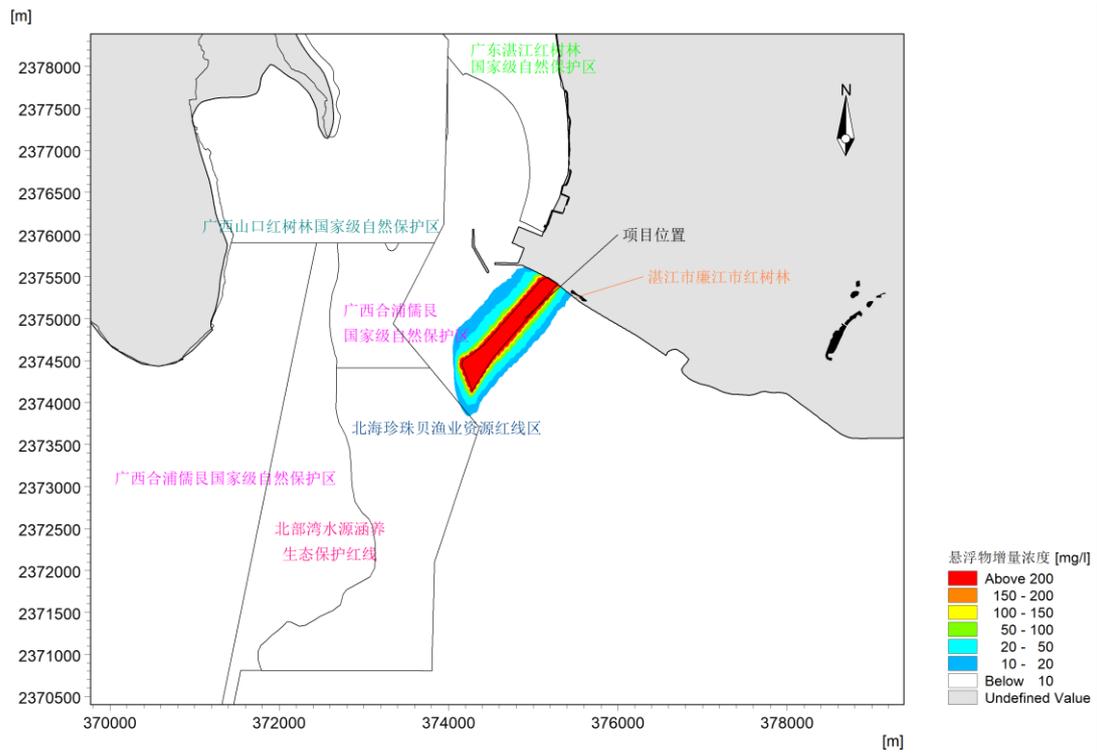


图 4.1.3-5 本项目施工期悬浮物增量浓度总包络线

4.1.4 沉积物环境影响分析

疏浚作业过程中产生的悬浮物沉降可能影响周围海域的沉积物环境；根据沉积物环境现状监测结果，项目所在海域的沉积物质量状况较好，调查因子均符合

《海洋沉积物质量》（GB 18668-2002）的相应功能区标准限值要求。因此，工程施工过程产生的悬浮物扩散和沉降后，沉积物的环境质量不会产生严重变化，仍将基本保持现有水平。

此外，疏浚所产生的疏浚物运至指定区域，不会对海域周边的沉积环境产生影响。

4.1.5 对浮游生物的影响分析

（1）对浮游植物的影响

浮游植物不仅是水域生态系统中最重要初级生产者，而且是水中溶解氧的主要供应者，它启动了水域生态系统中的食物网，在水域生态系统的能量流动、物质循环和信息传递中起着至关重要的作用。

从海洋生态角度来看，施工海域内的局部海水悬浮物增加，一般而言，悬浮物的浓度增加在 10mg/L 以下时，水体中的浮游植物不会受到影响，而当悬浮物浓度增加 50mg/L 以上时，浮游植物会收到较大的影响，特别是中心区域，悬浮物含量极高，海水透光性极差，浮游植物基本上无法生存。当悬浮物的浓度增加量在 10mg/L~50mg/L 时，浮游植物将会受到轻微的影响。悬浮物浓度增高造成水体透明度下降，削弱了水体的真光层厚度，对浮游植物的光合作用产生的不利影响，从而使溶解氧降低，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。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，致使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。

项目疏浚期间附近海域的悬浮物浓度有所增大，其影响范围一般集中在疏浚范围附近区域，并且这种影响将随着工程施工的结束而消失。因此，施工过程中，对周围水体中浮游植物产生影响范围主要在项目附近一定距离的海域范围内。

（2）对浮游动物的影响

浮游动物是是中上层水域中鱼类和其他经济动物的重要饵料，对渔业的发展具有重要意义。由于很多种浮游动物的分布与气候有关，因此，也可用作暖流、

寒流的指示动物。

施工作业引起施工海域内的局部悬浮物质增加了水体的浑浊度。悬浮物对浮游动物的影响与悬浮物的粒径、浓度等有关。由于悬浮颗粒物的浓度增加，悬浮颗粒会粘附在动物体表，造成以滤食性为主的浮游动物摄入粒径合适的泥沙，从而使浮游动物因内部系统紊乱，因饥饿而死亡。除上述影响外还会间接影响浮游动物的生长率、存活率、摄食率、丰度、生产量及群落结构等方面。而在悬浮物质中，又以粘性淤泥的危害最大，泥土及细砂泥次之。同时，过量的悬浮物质对鱼、虾类幼体的存活也会产生明显的抑制作用。

虽然海水中悬浮物的增加对浮游生物产生了一定的不利影响，但这种影响是暂时的、局部的，由于海洋的自净能力强，水体浑浊现象将逐渐消失，水质将逐渐恢复。疏浚完成后，新的浮游生物的重新植入，各类浮游生物量逐渐增加又将恢复至原水平。因此，对浮游生物的影响是可以在短时间内消失的。

4.1.6 对底栖生物的影响分析

在工程疏浚过程中，疏浚范围内的沉积物环境将被彻底破坏，底栖生物的生存环境将被彻底改变，破坏了底栖生物的生存环境，少量活动能力强的底栖动物逃往他处，而大部分底栖种类将随抓斗被挖到泥驳船上，绝大部分种类诸如贝类、多毛类、线虫类等都难以存活，对底栖生物群落的破坏是不可逆转的。

此外，项目疏浚开挖引起局部海域悬浮物浓度增加，降低了海水透明度，大量悬浮物质沉降后，还将对底栖生物产生直接的覆盖作用，进而对施工海域附近的底栖生物造成一定影响。

本项目为疏浚工程，不需要进行维护性疏浚；因此，施工期结束后，通过海流和动植物自然生长以及生态系统运动，疏浚用海区域经过一段时间后，疏浚区域的底栖群落结构将逐步恢复，种数、丰富度及多样性等参数将恢复到海域开挖前的状态，如要完全恢复则需要多年的时间，才能彻底恢复。

4.1.7 对渔业资源的影响分析

施工过程中施工器械、运输船舶作业产生的噪声一定程度上会惊扰或影响部分仔幼鱼索饵、栖息活动，但绝大部分可能受到影响的鱼类可以回避，此外作业

船舶产生的油污水，也可影响鱼类的摄食和繁殖，使渔获物产生油臭味而影响其食用价值。上述影响只存在施工期间，施工结束后将不会带来影响。

疏浚对渔业资源产生的影响主要来自施工产生的悬浮泥沙，水中大量存在的悬浮物对生物的危害首先表现为堵塞或破坏海洋生物的呼吸器官，严重损害鳃部的滤水和呼吸功能，甚至窒息死亡，悬浮物对鱼卵的影响很大，水体中若含有过量的悬浮固体细微颗粒会粘附在鱼卵的表面，妨碍鱼卵呼吸，不利于鱼卵的孵化，鱼卵和仔稚鱼将受到悬浮物的影响而死亡；施工对渔业的影响还体现在浮游动物与浮游植物食物供应所受到的影响上。浮游植物和浮游动物是海洋生物的初级和次级生产力，施工过程会对浮游植物和浮游动物的生长产生不利影响，严重时甚至会导致死亡；鱼类等水生生物都比较容易适应水环境的缓慢变化，但对骤变的环境，它们反应则是敏感的。施工作业引起悬浮物质含量变化，并由此造成水体混浊度的变化，其过程呈跳跃式和脉冲式，这必然引起鱼类等其他游泳生物行动的改变，鱼类将避开这一点源混浊区，产生“驱散效应”。

本项目施工期对工程附近水生生态环境产生一定的影响，建议施工尽量避开春夏季（鱼、虾类产卵、仔幼鱼索饵季节）或控制施工强度，施工结束后，影响逐步消失，海洋生态经过一段时间的自我调整与恢复，附近水域海洋生物区系会重新形成。

4.2 资源影响分析

4.2.1 对岸线资源和海洋空间资源的影响分析

海洋资源共存于一个主体的海洋环境中，在同一个空间上同时拥有多种资源，有多种用途，其分布是立体式多层状的，其特点决定了该海域是多功能区，根据各功能的重要程度排出的功能顺序，其首位功能为主导功能。

本项目为新增用海项目，根据《海域使用分类》（HY / T 123-2009），本项目海域使用类型为工业用海（一级类）中的电力工业用海（二级类），用海方式为开放式（一级方式）中的专用航道、锚地及其它开放式（二级方式）。按照《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）的判定依据，用海方式为开放式（一级方式）中的其他开放式（二级方式），海域使用论证等级为三级，项目用海涉

及人工海岸线 132.65 米，但项目建设不造成海岸线原有形态或生态功能改变。

本项目主要为排水设施施工船舶进出而开展，由于水深不满足通航需求，因此，需要进行疏浚。疏浚工程会占用部分海洋空间资源，使周围海域空间资源紧张，但项目用海面积为 19.6595 公顷，占用海洋空间相对较小，项目申请用海期限为 2 年，占用海域时间短，到期后将恢复海域的自由空间，因此，项目建设对海洋空间资源影响是有限的。

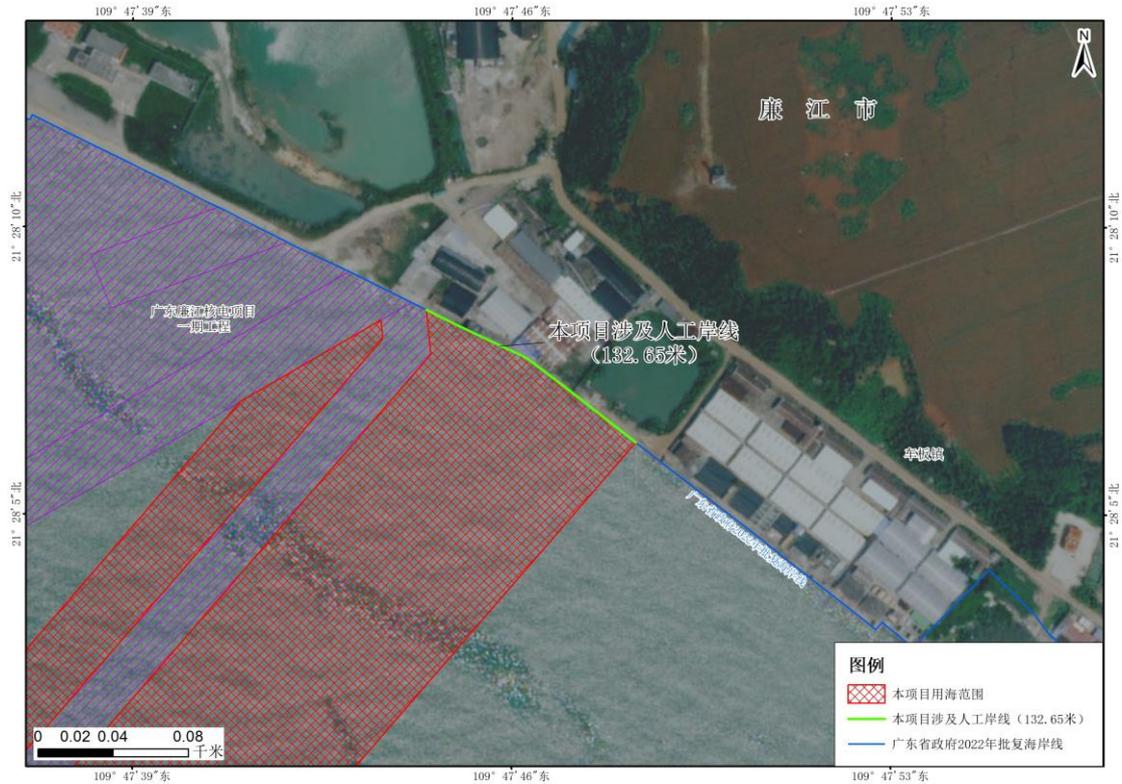


图 4.2.1-1 本项目涉及岸线示意图

4.2.2 对红树林的影响分析

本项目周边红树林分布在项目北侧、东侧和东南侧沿岸，主要是广东湛江红树林国家级自然保护区、广西山口红树林国家级自然保护区和湛江市廉江市红树林（见图 4.2.2-1）。本项目为疏浚工程，位于广东省湛江市廉江市车板镇龙头沙渔港西南侧海域，距离本项目东南方向约 188m 为湛江市廉江市红树林。通过数值模拟结果，本项目疏浚产生的悬浮泥沙会扩散至红树林保护区内，影响到广西山口红树林保护区的最大增量浓度小于 1mg/L，广东湛江红树林国家级自然保护区和湛江市廉江市红树林的最大增量浓度均小于 0.1mg/L，距离 10mg/L 包络线

的最近距离分别 931m、580m、21m。为考虑到本项目数模采用最大工况，同一点施工船同时施工进行数据模拟，实际施工过程中悬浮泥沙扩散量与扩散方向分散，且距离项目 188m 的湛江市廉江市红树林外侧修筑有海堤，可阻挡悬浮泥沙，现状如图 4.2.2-2，可见项目施工不会对红树林保护区造成严重影响。且项目施工期时间不长，影响范围有限，且部分红树林位于滩涂，悬浮泥沙所产生的影响是暂时和局部的，加之悬浮泥沙具有一定的沉降性能，随着施工作业结束悬浮泥沙将慢慢沉降，工程海区的水质会逐渐恢复原有的水平。

本项目疏浚过程中会安装防污帘进一步降低悬浮泥沙向周围环境扩散。根据《广东廉江核电项目对广东湛江红树林国家级自然保护区生态影响评价》，临时施工用海工程不占用保护区，不会对保护区内的植物多样性造成直接影响。根据《广东廉江核电项目海工工程对广西山口国家级红树林生态自然保护区生态影响评价报告》，广东廉江核电项目海工工程在水动力、冲淤、悬浮泥沙等方面对山口红树林的影响在可接受的范围内。

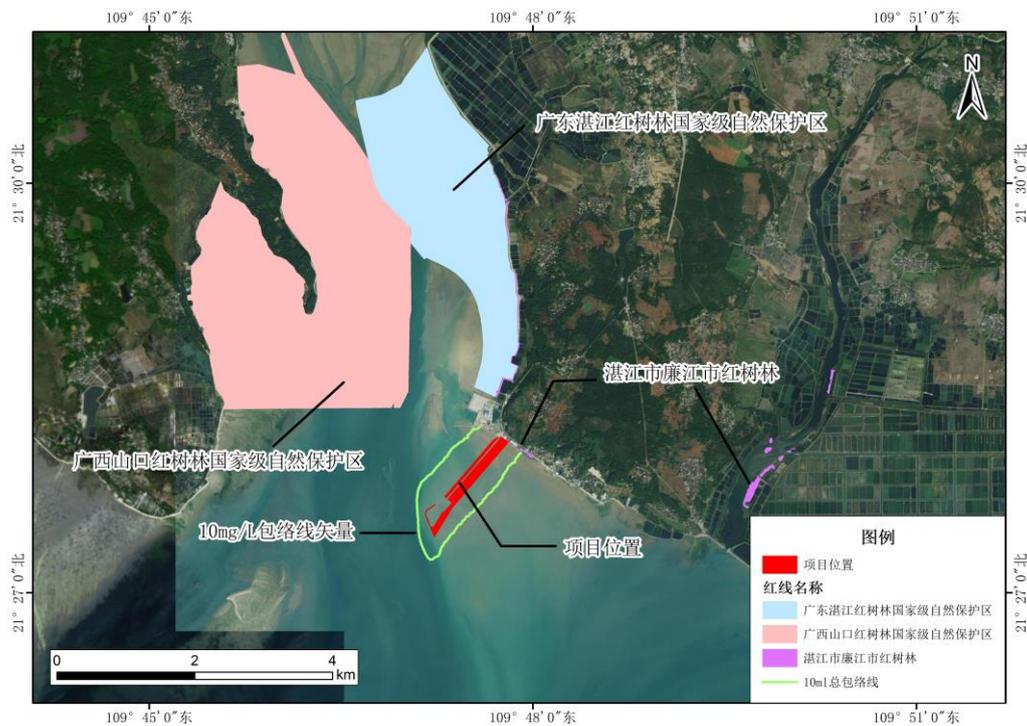


图 4.2.2-1 红树林与 10mg/L 包络线的位置关系图



图 4.2.2-2 湛江市廉江市红树林现状图

4.2.3 对通航环境影响的分析

本项目为疏浚工程，项目的施工需使用挖泥船、抛泥船等施工船舶，通航量的增加，无疑将对工程海域的通航安全带来一定的影响，如果稍有疏忽，将可能发生船舶碰撞事故，因此应引起建设单位和相关管理部门的高度重视。

为尽量减小本工程施工船舶对出海航道通航环境的影响，保障本工程施工船舶和在出海航道过往船舶的安全，建议本工程建设单位应积极采取如下的对策措施：

(1) 建设单位应主动与当地海事部门充分沟通，施工单位应提前向海事主管部门报送施工方案和施工作业安全措施（施工方案包括施工作业时间、进度、作业机具、作业方法方式等；施工作业安全措施包括设置临时助航标志、警戒区等），待海事主管部门批准且发布航行通告后方可施工；

(2) 建设单位和施工单位应主动与出海航道的管理部门多沟通，除了尽量安排在工程海域海上交通非繁忙时段进行施工之外，还应在施工区周边设置醒目的施工警示标志，并向海事部门申请派巡逻船加强现场监管工作；

(3) 建议成立由建设单位、施工单位及海事主管机关组成的项目施工期通航安全协调组织机构，并且由海事主管机关定期或不定期对施工海域进行巡航。明确联系制度及工作程序，及时发布航行通告及加强现场安全监督管理。

(4) 施工单位应结合港区水域周围的应急资源状况、水域特点及船舶海损事故的特点制定相应的工程水域综合应急预案，以便在发生海损事故后能作出快速应急反应，减少海损事故造成的损失、控制海损事故的扩大、确保船舶的航行安全以及工程自身的安全。

4.2.4 项目用海对海洋生物资源的影响

4.2.4.1 对底栖生物资源的影响分析

本项目疏浚施工导致疏浚范围内的底栖生物遭受彻底损失。

参照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）（以下简称《规程》），底栖生物的资源损失按以下公式进行计算：

$$W_i = D_i \times S_i$$

式中：

W_i 为第 i 种生物资源受损量，单位为尾（个）或 kg；

D_i 为评估区域内第 i 种生物资源密度，单位为尾（个）/km²、尾（个）/km³ 或 kg/km²；

S_i 为第 i 种生物占用的渔业资源水域面积，单位为 km² 或 km³。

根据《广东廉江核电项目一期工程海域取排水口设施建安工程工程量计算报告》计算结果，本项目疏浚 19.6595 公顷，疏浚量为 58 万 m³。

根据报告中 2022 年 3 月的调查数据，底栖生物的平均生物量为 36.76g/m²。

因此，本项目造成底栖生物损失量为：

疏浚造成底栖生物损失量：19.6595×10⁴×36.76g/m²×10⁻⁶=7.2268t。

4.2.4.2 渔业资源损耗分析

按照《规程》，疏浚在悬浮物扩散范围内对海洋生物产生的持续性损害，按以下公式计算：

$$M_i = W_i \times T$$

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

式中：

M_i 为第 i 种生物资源累计损害量；

W_i 为第 i 种生物资源一次性平均损失量；

T 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）；

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；

S_j 为某一污染物第 j 类浓度增量区面积；

K_{ij} 为某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源损失率；

n 为某一污染物浓度增量分区总数。上述各参数的取值如下：

（1）污染物浓度增量区面积（S）和分区总数（n）

根据水质影响预测结果，本工程施工产生的悬浮物浓度增量分区总数取4。

(2) 生物资源密度 (D_{ij})

选取 2021 年春季所有调查站位的定量平均年生物量进行计算，具体见下表。

表 4.2.2-1 项目渔业资源密度取值一览表

序号	类别	平均生物量
1	游泳生物 (kg/km ²)	298.32
2	鱼卵 (粒/m ³)	1.88
3	仔稚鱼 (尾/m ³)	1.14

(3) 生物资源损失率 (K_{ij})

由于悬沙浓度增量小于 10mg/L 对生物影响较小，造成的损失率很小，因此近似认为悬浮泥沙对海洋生物不产生影响。参照《规程》中的“污染物对各类生物损失率”，近似按超标倍数 $B_i \leq 1$ 、 $1 < B_i \leq 4$ 倍、 $4 < B_i \leq 9$ 倍及 $B_i \geq 9$ 倍损失率范围的中值确定本工程增量区的各类生物损失率，详见表下表。

表4.3.2-2 悬浮物对各类生物损失率

悬沙扩散区域	面积 (km ²)	浓度范围 (mg/L)	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
I区	1.2267	10~20	$B_i \leq 1$ 倍	5	0.5
II区	0.8814	20~50	$1 < B_i \leq 4$ 倍	17	5
III区	0.5802	50~100	$4 < B_i \leq 9$ 倍	40	15
IV区	0.4713	≥ 100	$B_i \geq 9$ 倍	50	20

(4) 持续周期数 (T) 和计算区水深

根据项目施工方案，广东廉江核电项目一期工程海域取排水设施建安工程海上施工时间段为 2024 年 07 月 01 日至 2025 年 06 月 30 日，共计约 12 个月。其中，本项目疏浚施工时间约为 9 个月：2024 年 07 月 01 日至 2025 年 04 月 06 日，按 280 天计，算得污染物浓度增量影响的持续周期数为 19；根据工程海域测量资料，工程区平均水深均取 1.5m。

(5) 悬浮泥沙扩散导致生物损失情况

综上所述，施工期间累计损失量约为：

鱼卵： $1.88 \times 10^6 \times 1.2267 \times 5\% \times 1.5 \times 19 + 1.88 \times 10^6 \times 0.8814 \times 17\% \times 1.5 \times 19 + 1.88 \times 10^6 \times 0.5802 \times 40\% \times 1.5 \times 19 + 1.88 \times 10^6 \times 0.4713 \times 50\% \times 1.5 \times 19 = 36.38 \times 10^6$ 粒。

仔鱼： $1.14 \times 10^6 \times 1.2267 \times 5\% \times 1.5 \times 19 + 1.14 \times 10^6 \times 0.8814 \times 17\% \times 1.5 \times 19 + 1.14 \times 10^6 \times 0.5802 \times 40\% \times 1.5 \times 19 + 1.14 \times 10^6 \times 0.4712 \times 50\% \times 1.5 \times 19 = 22.06 \times 10^6$ 尾；

游泳生物： $298.32 \times 1.2267 \times 0.5\% \times 19 + 298.32 \times 0.8814 \times 5\% \times 19 + 298.32 \times 0.5802 \times 15\% \times 19 + 298.32 \times 0.4712 \times 20\% \times 19 = 1.3121$ t。

即施工期间导致的鱼卵损失 36.38×10^6 粒；仔鱼损失 22.06×10^6 尾；游泳生物损失量约 1.3121t。

4.2.4.3 海洋生物资源损失总量

根据以上计算结果，本项目施工引起的直接海洋生物资源的损失量以及工程施工期悬浮物扩散引起的直接海洋生物资源的损失量见表 4.3.2-1。

本项目疏浚造成海域生物资源累计损失量按 3 年计，施工期悬浮物扩散导致的海洋生物资源累计损失量按 3 年计，工程建设造成的生物资源损失总量见下表。其补偿方式和方法等补偿事宜，由业主与渔业主管部门协商。

表 4.2.4-3 生物资源损失计算

影响因素	影响对象	影响面积	生物量	损失量	补偿年限	累计损失量
疏浚	底栖生物	20.1069 公顷	36.76g/m ²	7.2268t	3 年	21.6804t
施工期悬浮物扩散影响	游泳生物	见表 4.3.2-2	298.32kg/km ²	1.3121t	3 年	3.9363t
	鱼卵		1.88 粒/m ³	36.38×10^6 粒		1.09×10^8 粒
	仔鱼		1.14 尾/m ³	22.06×10^6 尾		6.62×10^7 尾

5 海域开发利用协调分析

5.1 海域开发利用现状

5.1.1 社会经济概况

(1) 湛江市社会经济概况

湛江市位于中国大陆最南端、广东省西南部、粤桂琼三省（区）交汇处，介于东经 109°31'~110°55'，北纬 20°12'~21°35'之间，东濒南海，南与海南省相望，西临北部湾，背靠大西南。全市面积 1.32 万 km²，现辖雷州、廉江、吴川 3 市，徐闻、遂溪 2 县，霞山、赤坎、坡头、麻章 4 区，拥有 1 个国家级经济技术开发区和 6 个省级经济开发区（试验区、工业区）。

2022 年末，全市常住人口 703.54 万人，比上年末增加 0.45 万人，其中城镇常住人口 332.84 万人，占常住人口比重（常住人口城镇化率）47.31%，比上年末提高 0.85 个百分点。经广东省统计局统一核算，2022 年湛江实现地区生产总值（初步核算数）3712.56 亿元，比上年增长 1.2%。其中，第一产业增加值 682.78 亿元，增长 4.5%，对地区生产总值增长的贡献率为 75.2%；第二产业增加值 1457.77 亿元，下降 0.9%，对地区生产总值增长的贡献率为-28.0%；第三产业增加值 1572.00 亿元，增长 1.4%，对地区生产总值增长的贡献率为 52.8%。三次产业结构比重为 18.4:39.3:42.3。人均地区生产总值 52787 元，增长 0.8%。全年全市地方一般公共预算收入 146.89 亿元，剔除留抵退税因素后同口径下降（以下简称同口径）2.2%，自然口径下降 8.4%；其中，税收收入 83.24 亿元，同口径下降 4.7%，自然口径下降 15.0%。全年一般公共预算支出 521.84 亿元，下降 3.4%。其中，教育支出 127.06 亿元，增长 4.4%；社会保障和就业支出 114.81 亿元，增长 4.9%；卫生健康支出 71.67 亿元，下降 4.2%；一般公共服务支出 49.60 亿元，增长 2.6%；农林水事务支出 46.81 亿元，下降 27.5%；住房保障支出 19.93 亿元，增长 18.1%；交通运输支出 17.96 亿元，下降 18.7%；城乡社区事务支出 11.52 亿元，下降 28.2%；节能环保支出 5.11 亿元，下降 17.3%。民生类支出 425.31 亿元，下降 5.2%，占一般公共预算支出比重 81.5%。全年城镇新增就业 5.72 万人，

城镇失业人员再就业 3.05 万人。全年居民消费价格比上年上涨 1.8%。分类别看，交通和通信类上涨 4.8%，食品烟酒类上涨 2.4%，衣着类上涨 2.4%，教育文化和娱乐类上涨 1.5%，居住类上涨 0.9%，医疗保健类下跌 0.7%，生活用品及服务类下跌 0.4%，其他用品和服务类持平。

（2）廉江市社会经济概况

廉江市位于广东省西南部、雷州半岛北部，西南濒临北部湾，总面积 2866.83km²。根据《2022 年廉江市国民经济和社会发展统计公报》，2022 年末，全市户籍人口 187.64 万人，其中，城镇人口 55.62 万人，农村人口 132.02 万人。全年出生人口 2.13 万人，出生率 11.3‰；死亡人口 0.55 万人，死亡率 2.9‰；人口自然增长率 8.4‰。常住人口 136.71 万人，其中，城镇常住人口 47.08 万人，农村常住人口 89.63 万人，常住人口城镇化率 34.4%。

经湛江市统计局统一核算，2022 年，全市实现地区生产总值 533.14 亿元，同比增长 2.0%。其中，第一产业增加值 138.82 亿元，同比增长 2.9%；第二产业增加值 180.33 亿元，同比增长 2.5%；第三产业增加值 213.99 亿元，同比增长 0.8%。三次产业比重为 26.0:33.8:40.2。人均生产总值 38998 元，增长 3.1%。

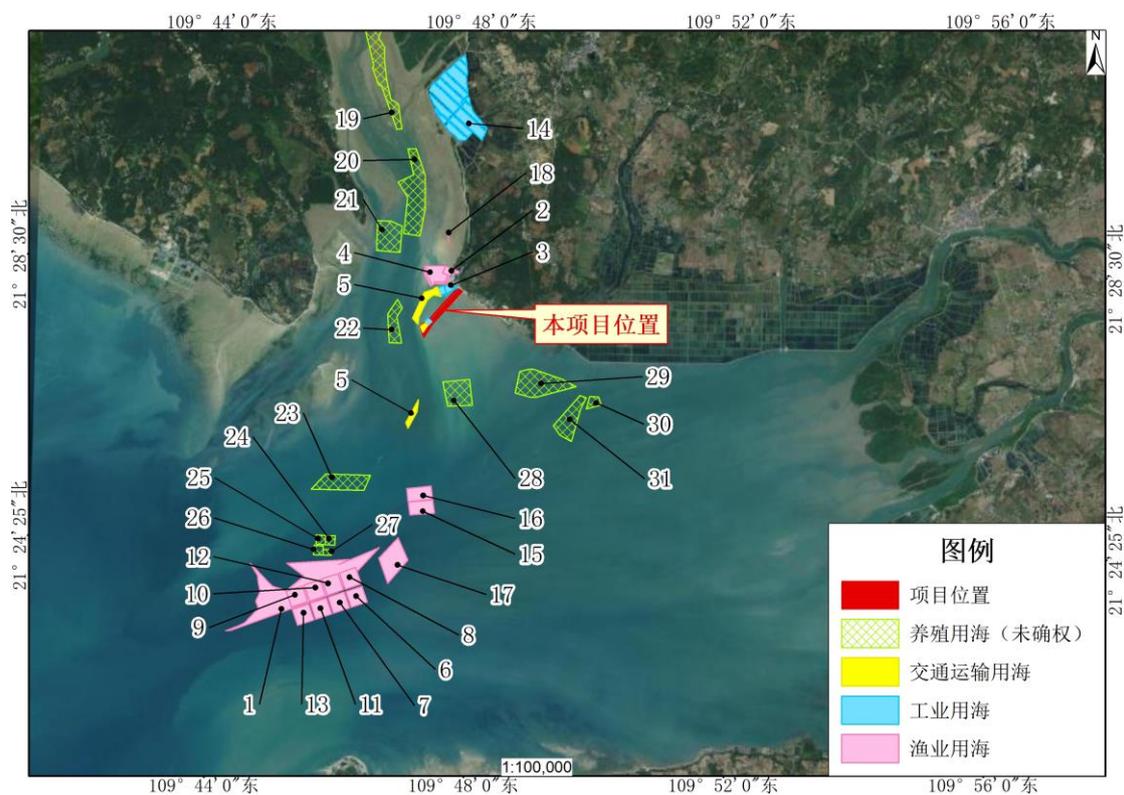
全市三级库财政收入 33.89 亿元，同比增长 2.9%；其中，地方一般公共预算收入 20.97 亿元，同比增长 19.6%；税收收入 6.47 亿元，同比减少 16.1%。其中，增值税 2.18 亿元，同比减少 17.6%；企业所得税 0.63 亿元，同比减少 27.8%；个人所得税 0.20 亿元，同比减少 20.0%；城市维护建设税 0.64 亿元，同比减少 13.7%；土地增值税 0.67 亿元，同比增长 22.2%；契税 0.58 亿元，同比减少 58.2%。非税收入 14.50 亿元，同比增长 47.7%。

全市公共财政支出 83.65 亿元，比上年增长 0.7%。其中，一般公共服务支出 6.71 亿元，增长 2.8%；公共安全支出 2.46 亿元，减少 10.9%；教育支出 23.24 亿元，增长 7.5%；科学技术支出 601 万元，减少 49.4%；文化旅游体育与传媒支出 1.08 亿元，减少 8.2%；社会保障和就业支出 20.16 亿元，增长 6.8%；卫生健康支出 7.53 亿元，减少 9.2%；节能环保支出 1.84 亿元，增长 86.4%；城乡社区事务支出 2.36 亿元，增长 30.7%；农林水事务支出 10.95 亿元，减少 26.2%；交通运输支出 2.46 亿元，增加 105.1%；住房保障支出 2.94 亿元，减少 3.4%。

5.1.2 海域使用现状

通过现场调查并收集相关资料,本项目周边海域开发利用现状主要有渔港码头、人工渔礁、海水养殖区、自然保护区等。

保护区主要为广东湛江红树林国家级自然保护区、广西山口红树林国家级自然保护区、广西合浦儒艮国家级自然保护区和北海珍珠贝海洋保护区。红树林区主要为湛江市廉江市红树林。渔港区主要为龙头沙渔港,渔港码头和防波堤位于本项目西北侧。围海养殖区主要集中在本项目东北两侧,大部分位于广东省境内。开放式养殖区主要集中在广东遂溪县附近海域以及广西境内铁山港北侧海湾内,工程周边也有零星分布。另外,项目南侧约 5.73km,广东、广西交界处有一处人工渔礁区。



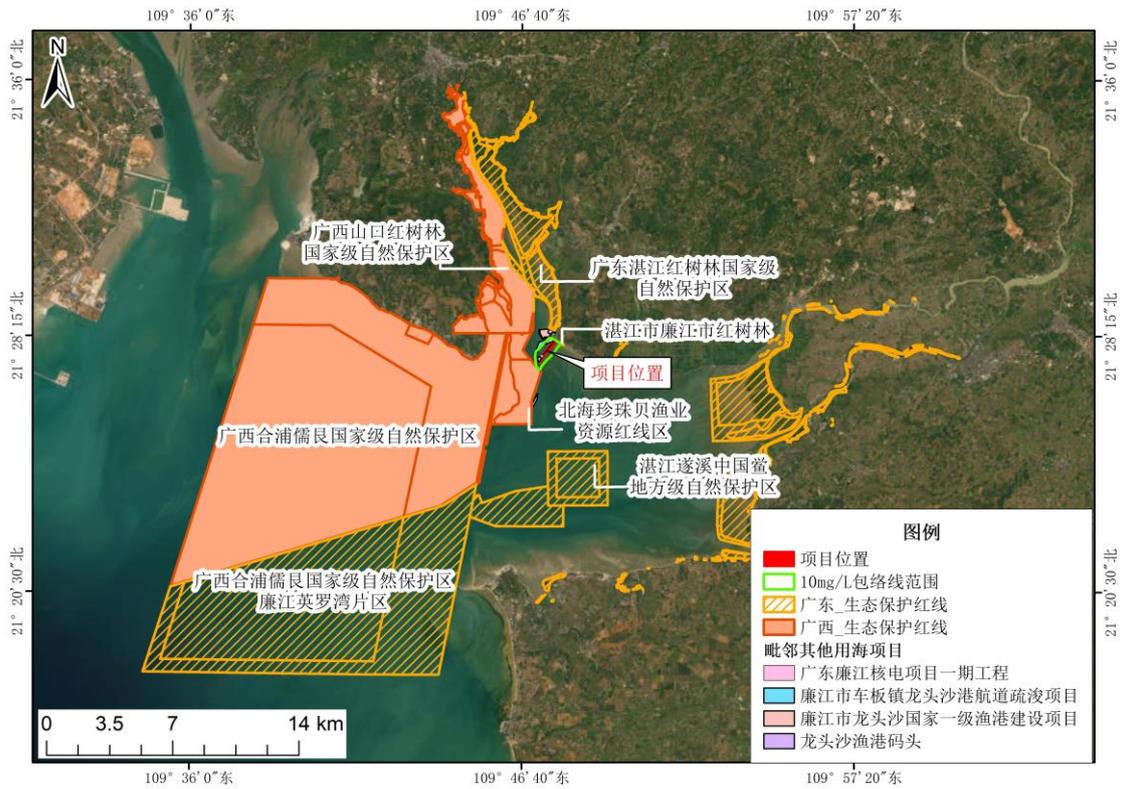


图 5.1.2-1b 项目用海周边开发利用现状分布图 2



图 5.1.2-2a 项目用海周边开发利用与 10mg/L 悬浮泥沙包络线叠加分析图

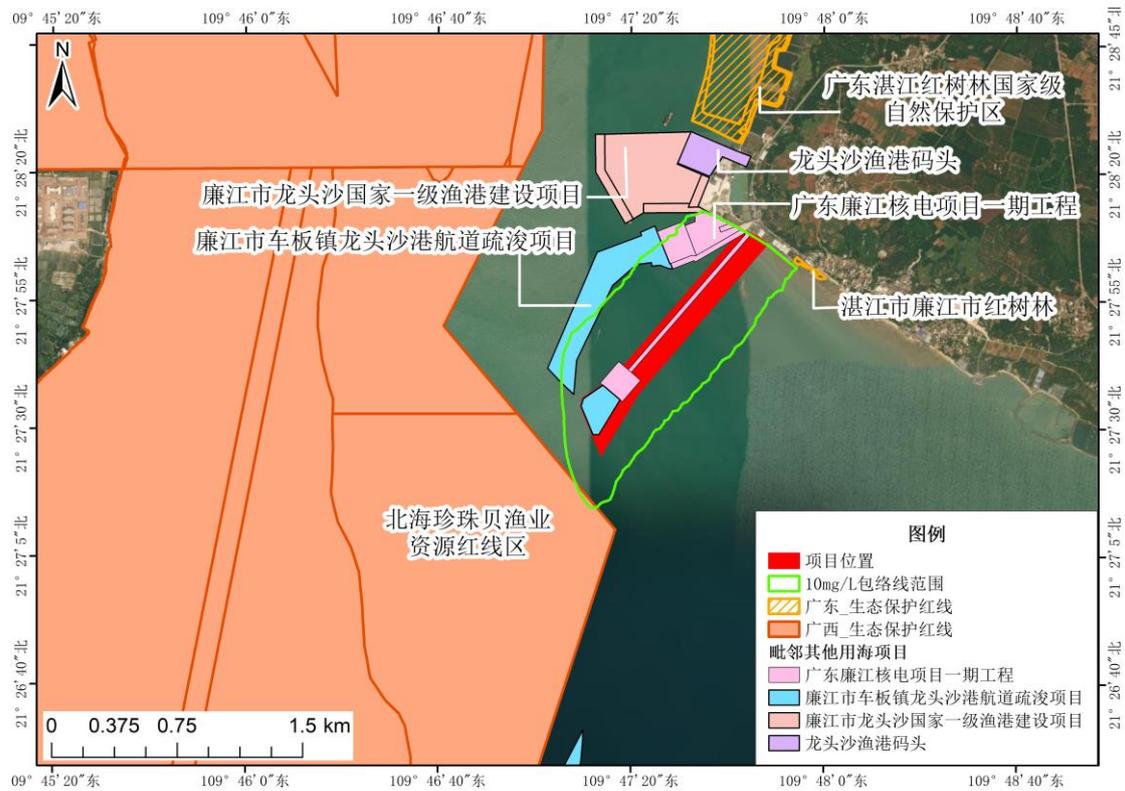


图 5.1.2-2b 项目用海周边开发利用与 10mg/L 悬浮泥沙包络线叠加分析图

表 5.1.2-1 项目周边开发利用现状

序号	项目名称	用海主体	方位、距离 (km)	用海类型
1	人工鱼礁	廉江市海洋怀渔业局	西南侧, 5.73	渔业用海
2	龙头沙渔港码头	廉江市海洋与渔业局	北侧, 0.40	渔业用海
3	广东廉江核电项目一期工程	国核湛江核电有限公司	相邻	工业用海
4	廉江市龙头沙国家一级渔港建设项目	廉江市龙头沙港口建设工程有限公司	西北侧, 0.22	渔业用海
5	廉江市车板镇龙头沙港航道疏浚项目	国核湛江核电有限公司	相邻	交通运输用海
6	湛江汇富海洋科技有限公司网箱鱼类开放式养殖用海项目一	湛江汇富海洋科技有限公司	西南侧, 6.84	渔业用海
7	湛江汇富海洋科技有限公司网箱鱼类开放式养殖用海项目二	湛江汇富海洋科技有限公司	西南侧, 7.13	渔业用海
8	湛江市汇富投资有限公司网箱鱼类开放式养殖用海项目	湛江市汇富投资有限公司	西南侧, 6.40	渔业用海
9	徐闻宏盛水产养殖有限公司网箱鱼类开放式养殖用海项目一	徐闻宏盛水产养殖有限公司	西南侧, 7.38	渔业用海
10	徐闻宏盛水产养殖有限公司网箱鱼类开放式养殖用海项目二	徐闻宏盛水产养殖有限公司	西南侧, 7.04	渔业用海

序号	项目名称	用海主体	方位、距离 (km)	用海类型
11	徐闻县海飞水产有限公司网箱鱼类开放式养殖用海项目二	徐闻县海飞水产有限公司	西南侧, 7.43	工业用海
12	徐闻宏盛水产养殖有限公司网箱鱼类开放式养殖用海项目三	徐闻宏盛水产养殖有限公司	西南侧, 6.71	渔业用海
13	徐闻县海飞水产有限公司网箱鱼类开放式养殖用海项目一	徐闻县海飞水产有限公司	西南侧, 7.76	渔业用海
14	廉江市车板镇 200 兆瓦光伏渔光互补项目	信创新能源(廉江)有限公司	北侧, 3.98	工业用海
15	廉江市车板张志基贝类养殖	张志基	南侧, 4.33	渔业用海
16	廉江市车板钟如宝贝类养殖	钟如宝	南侧, 3.96	渔业用海
17	湛江市亿川鳄鱼产业有限公司深水网箱养殖项目	湛江市亿川鳄鱼产业有限公司	南侧, 5.38	渔业用海
18	湛江市廉江市车板镇海岸生态修复项目	廉江市自然资源局	北侧, 1.27	渔业用海
19	筏式养殖 1 (未确权)	/	西北侧, 4.54	/
20	筏式养殖 2 (未确权)	/	西北侧, 1.73	/
21	筏式养殖 3 (未确权)	/	西北侧, 1.77	/
22	黑哨二筏式养殖	/	西侧, 0.60	/
23	筏式养殖 4 (未确权)	/	西南侧, 3.94	/
24	筏式养殖 5 (未确权)	/	西南侧, 5.8	/
25	筏式养殖 6 (未确权)	/	西南侧, 5.9	/
26	筏式养殖 7 (未确权)	/	西南侧, 6.1	/
27	筏式养殖 8 (未确权)	/	西南侧, 6.1	/
28	筏式养殖 9 (未确权)	/	东南侧, 1.3	/
29	筏式养殖 10 (未确权)	/	东侧, 2.7	/
30	筏式养殖 11 (未确权)	/	东侧, 4.7	/
31	筏式养殖 12 (未确权)	/	东侧, 4.2	/

(1) 广东廉江核电项目

广东廉江核电项目大件码头工程与取排水设施已取得自然资源部的用海批复。申请用海总面积 15.3583 公顷, 包括码头栈桥用海 1.5863 公顷, 港池用海 3.5069 公顷, 取水管道用海 0.2637 公顷, 取水口用海 4.3630 公顷, 排水设施用海 2.717 公顷, 排水口用海 2.9208 公顷。宗海界址图见下图。广东廉江核电项目大件码头工程南侧紧邻本项目。

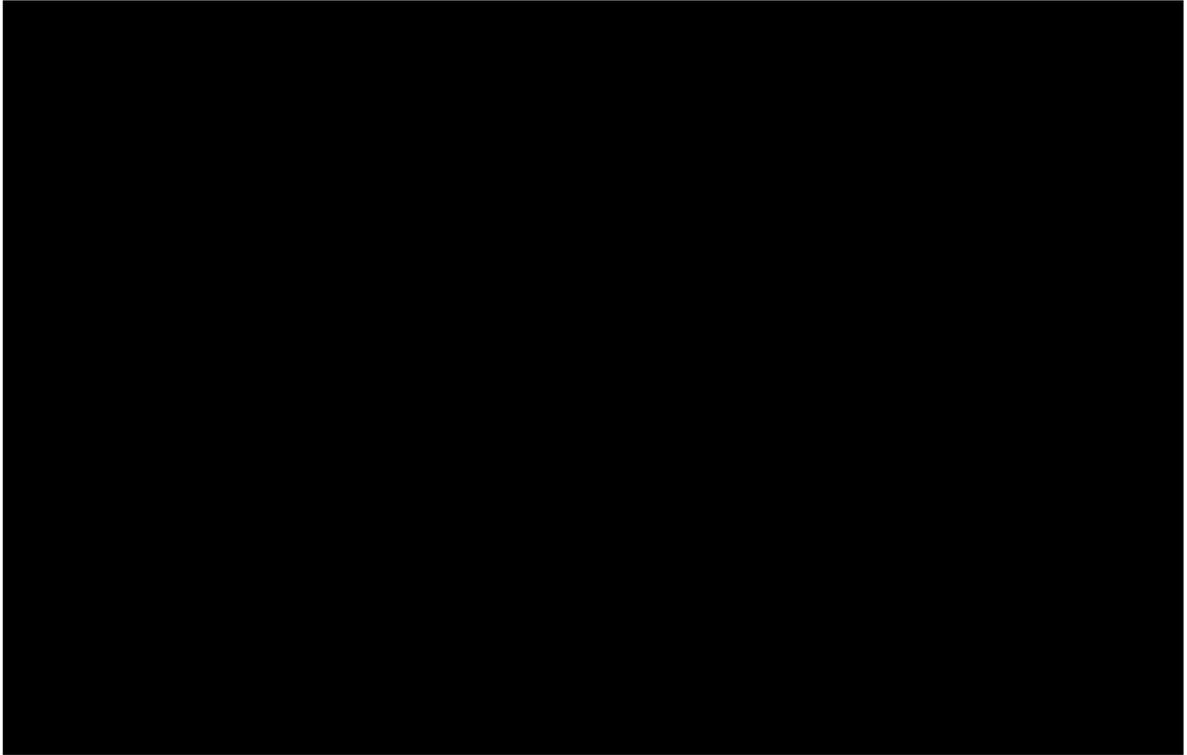


图 5.1.2-3 广东廉江核电项目一期工程宗海界址图

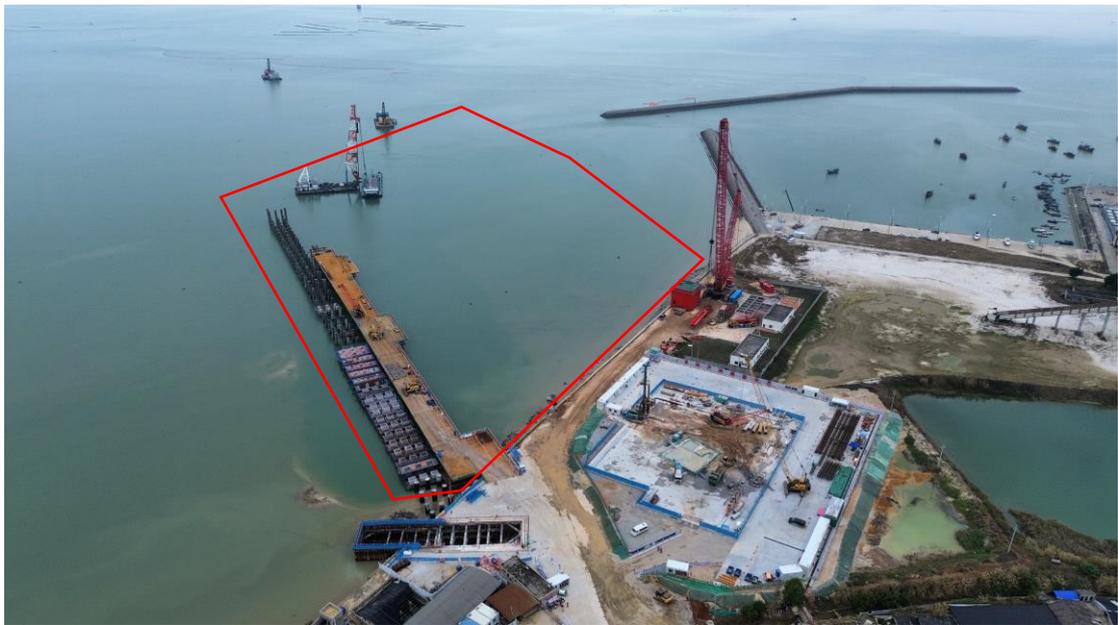


图 5.1.2-4 项目用海周边确权项目示意图

(2) 渔港码头

廉江市龙头沙国家一级渔港建设项目龙头沙渔港是廉江市唯一经国家农业部批准的三类港口，也是廉江市唯一的深水港口，将建设码头 200 米、南防波堤 324 米、西防波堤 550 米、综合执法办证中心 500 平方米，港池航道疏浚 30 万

立方米、航标 3 座、渔港标志 1 座、临时工程 1 项、配套排水及消防、环保工程和通讯导航设备等设施，位于本项目北侧，相距 0.08km；龙头沙渔港码头位于本项目北侧，相距 0.40km。



图 5.1.2-5a 龙头沙渔港平面布置图

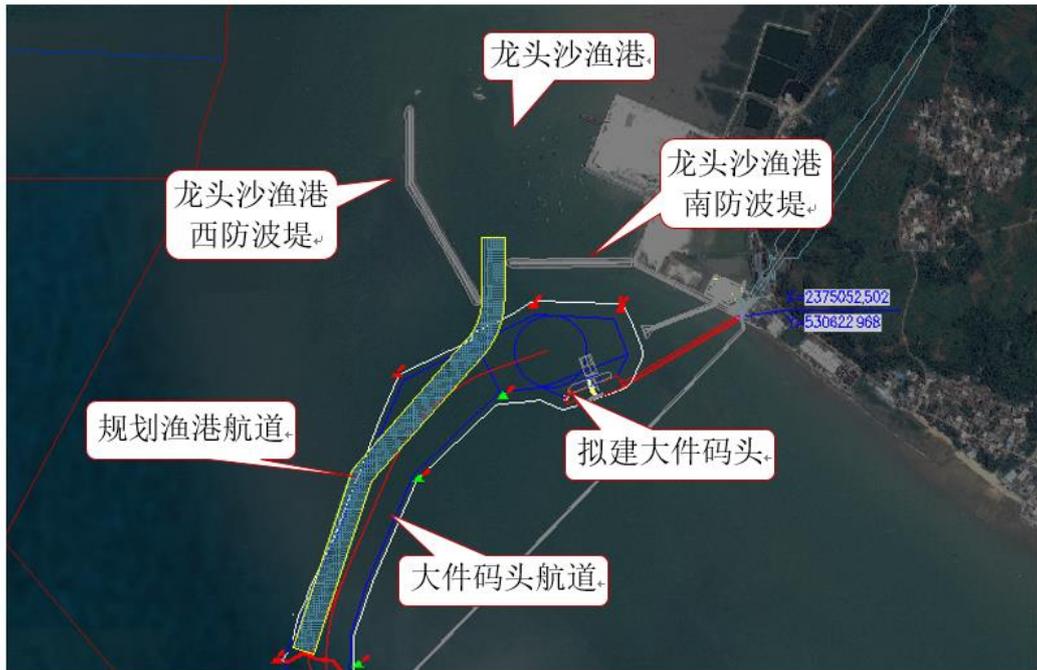


图 5.1.2-5b 航道与龙头沙渔港的位置关系

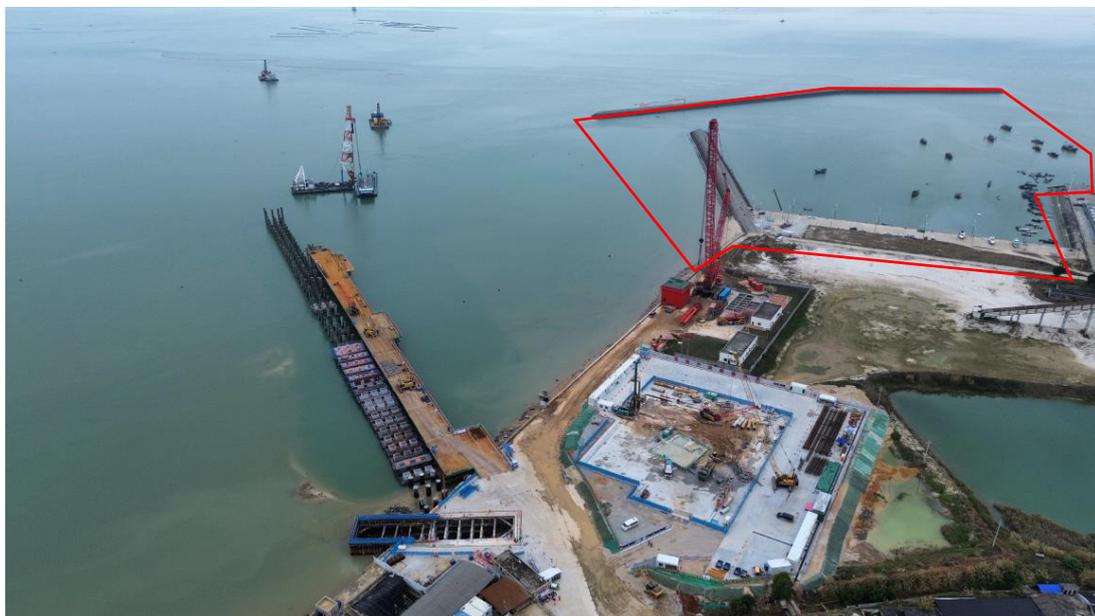


图 5.1.2-6 龙头沙渔港现状示意图

(3) 人工渔礁

人工鱼礁为人工置于天然水域环境中用于修复和优化水域生态环境的构造物，通过适当地制作和放置，来增殖和诱集各类海洋生物，达到改善水域生态环境的目的。廉江市海洋与渔业局人工渔礁位于本项目南侧，相距约 5.73km。

(4) 海水养殖区

本项目西南侧 5-7km 处分布有网箱鱼类开放式养殖，南侧 3-4km 处有贝类养殖活动，距离本项目 5.38km 处有深水网箱养殖项目。



图 5.1.2-7 项目用海周边养殖现状图

(5) 自然保护区

本项目北侧有广东湛江红树林国家级自然保护区、广西山口红树林国家级自然保护区，南侧有湛江遂溪中国鲎地方级自然保护区，西南侧有广西合浦儒艮国家级自然保护区、北海珍珠贝海洋保护区。

(5) 红树林

湛江市红树林资源丰富，本项目东侧 0.19km 处均有湛江市廉江市红树林，南侧 11km 处有湛江市遂溪县红树林。

5.1.3 海域使用权属

本项目所在海域周边已确权的项目主要有：人工鱼礁、码头、渔港、养殖项目等，与项目紧邻的有：龙头沙渔港码头、广东廉江核电项目一期工程、廉江市龙头沙国家一级渔港建设项目、廉江市车板镇龙头沙港航道疏浚项目。

表 5.1.3-1 项目紧邻确权用海项目信息表

序号	项目名称	用海主体	用海类型	用海方式	面积（公顷）
2	龙头沙渔港码头	廉江市海洋与渔业局	渔业用海	开放式养殖	6.0000

序号	项目名称	用海主体	用海类型	用海方式	面积（公顷）
3	广东廉江核电项目一期工程	国核湛江核电有限公司	工业用海	透水构筑物、海底电缆管道、港池、蓄水等、取、排水口	15.3583
4	廉江市龙头沙国家一级渔港建设项目	廉江市龙头沙港口建设工程有限公司	渔业用海	建设填海造地、非透水构筑物、港池、蓄水等	26.9630
5	廉江市车板镇龙头沙港航道疏浚项目	国核湛江核电有限公司	交通运输用海	专用航道、锚地及其它开放式	30.0070

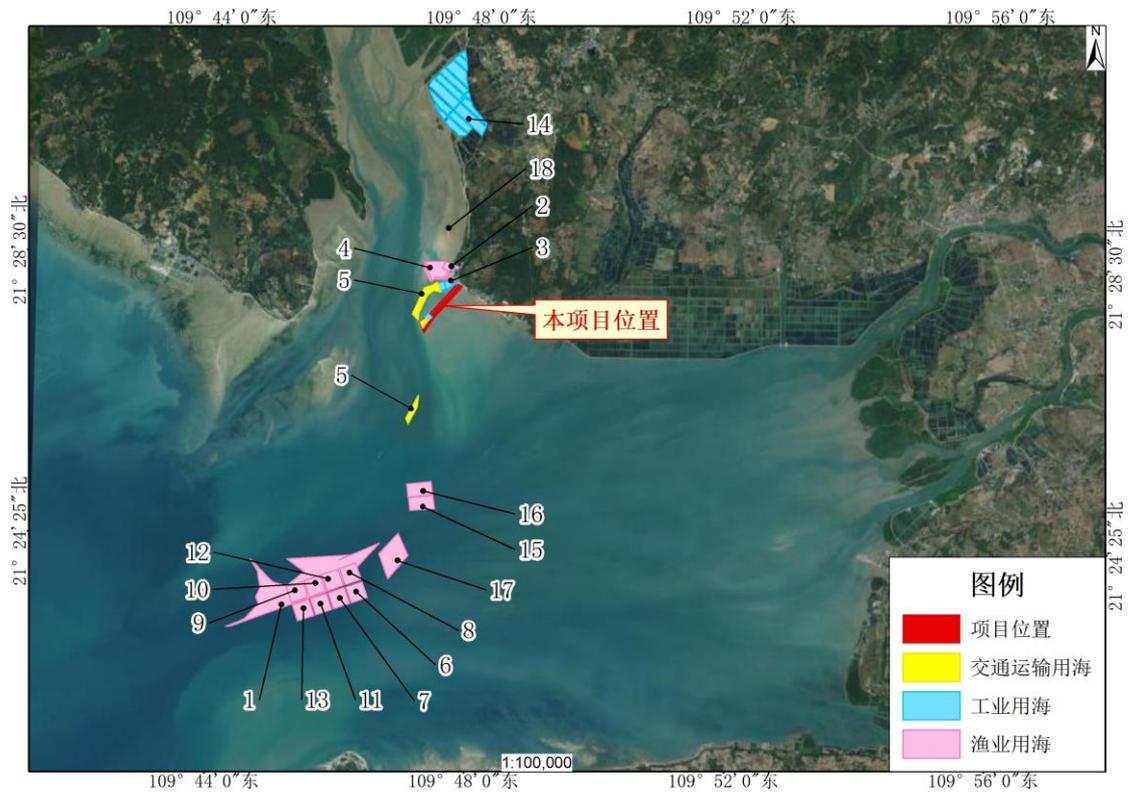


图 5.1.3-1 项目用海周边海域权属分布图



图 5.1.3-2 项目用海周边海域权属与 10mg/L 悬浮泥沙包络线叠加分析图

5.2 项目用海对海域开发活动的影响

本项目涉海工程所在海域附近的开发活动主要有自然保护区、渔港码头、航道、海水养殖以及人工渔礁等。

5.2.1 对自然保护区的影响分析

项目周边海域保护区主要有国家级保护区 4 个，即广东湛江红树林国家级自然保护区、广西山口红树林国家级自然保护区、广西合浦儒艮国家级自然保护区和北海珍珠贝海洋保护区。

红树林生态系统是一种典型的海岸带湿地生态系统，红树林由于错综复杂的发达根系可以缓冲海浪对海岸的侵蚀，起到防风消浪、固岸护堤的作用：能够阻止海浪带入泥沙，防止底泥再次悬浮，减少悬浮物的产生，同时还可以促使大颗粒物快速沉降并吸附微小悬浮颗粒，减少了悬浮物在水体中的停留时间，保持较好的水质。

项目疏浚过程中船舶施工产生的噪声可对产生源 1km 范围内的野生动物产生一定的惊扰。在采取保护措施后，项目施工将不会对保护区产生影响。

本项目位于保护区之外，施工不占用保护区。疏浚施工期引起的悬浮泥沙对红树林自然保护区的海水水质影响轻微，施工期间产生悬浮泥沙的沉降会促进红树林滩涂高程的升高，同时，悬浮泥沙对周边水域的影响是暂时的、可逆的，随着施工结束，悬浮物浓度会在数小时内（和海流流速、泥沙沉降特性等有关）迅速扩散、衰减至背景浓度值，将恢复到原有水平；施工期间对儒艮自然保护区主要影响为疏浚产生的悬浮泥沙等对海草资源的影响，从而造成儒艮的食物资源减少，本项目距广西合浦儒艮国家级自然保护区约 2.19km，施工期引起的悬浮泥沙对广西合浦儒艮国家级自然保护区的海水水质影响轻微；施工期间对北海珍珠贝海洋保护区主要影响为疏浚产生的悬浮泥沙等对珍珠贝的滤食的影响，本项目距北海珍珠贝海洋保护区约 2.19km，施工期引起的悬浮泥沙对广西合浦儒艮国家级自然保护区的海水水质影响轻微。

5.2.2 对渔港码头的影响分析

本项目附近主要有龙头沙渔港，疏浚对附近海域水动力环境的影响范围有限，疏浚工程不会对相邻渔港码头的正常运行产生影响。

施工期间，施工作业船只增加了船舶的通航密度。施工作业船舶和施工作业机具将占用一定的通航水域，对于通过该水域的船舶正常航行有一定的影响；施工船舶频繁进出该水域客观上增加了船舶交通流量和密度，船舶在该水域中会遇局面增多并变得复杂。施工单位严格落实安全生产责任，施工船运用良好船艺，谨慎驾驶的驾驶员；严密、科学的施工组织和合理的生产调度；把工程安全、施工安全和通航安全放在首位，做好施工作业的安全管理工作；自觉服从海上交通主管部门和海事部分的安排和调度下，施工船舶通航事故风险可控。

5.2.3 对航道的影响分析

1、项目附近航道现状

本项目周边现有航道为安铺（龙头沙）航道、安铺（营仔）航道、安铺（犁头沙）航道以及部分习惯航路，航道信息如下表所示，习惯航路为供过往渔船航行的航路。航道级别均较低，多为渔船提供的通行航道，且现有航路穿越核电厂规划排水暗涵、合浦儒艮自然保护区。

表 5.2.3-1 本工程附近航道现状表

航道名称	航道现状技术等级	航道发展规划技术等级	航标配布类别	维护标志数(座)	航段里程(公里)	设标里程(公里)
安铺(营仔)航道	500 吨级	1000 吨级 杂货船	沿海	10	39	39
安铺(龙头沙)航道	500 吨级	1000 吨级 杂货船	沿海	6	13	13
安铺(犁头沙)航道	500 吨级	1000 吨级 杂货船	沿海	11	10	10

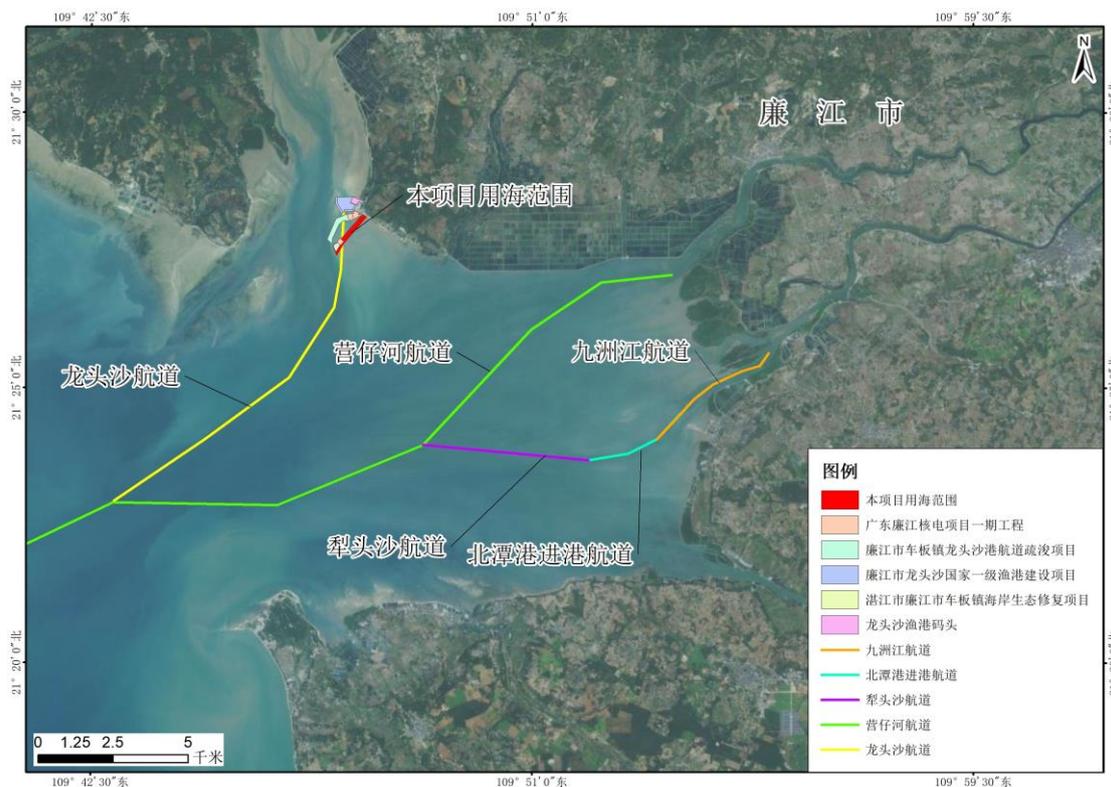


图 5.2.3-1 码头周边航路现状图

2、项目用海对航道的影响分析

本项目为廉江核电排水设施施工用海疏浚，项目周围海域有安铺（营仔）航道。本项目工程施工期间施工船舶占用一定的龙头沙航道，会与进出航道以及附近航行的其他船舶发生会遇，疏浚物运输船舶需航经龙头沙航道运至倾倒区，增加了该水域的船舶通航密度，运输行为与主航道存在相互影响的可能性。

施工单位应加强与建设单位的沟通协调，实时掌握码头生产营运计划，根据生产营运计划选择疏浚施工作业时间窗口；大型船舶进出采取单个泊位交叉营运的模式，在收到大型船舶进出港计划后，及时调整疏浚作业时间，将施工船舶移

至暂不使用的泊位水域，待大型船舶出港后再进行疏浚作业，有效避免对码头正常生产营运的影响。

为了确保施工作业通航安全，提前向海事管理机构申请发布航行通告；加强与港口调度中心、邻近码头业主的沟通协调，及时掌握船舶进出港动态（特别是大型船舶），合理选择施工作业窗口，加强船舶调度管理，运输船舶尽量避免在龙头沙主航道中央航行，穿越航道时尽量垂直穿越，缩短穿越时间，注意避让在航道航行的大型船舶，保障安全。

疏浚完成后，底土损失将会对项目所在的海域的水动力条件造成一定的影响，使周边的流速流向产生轻微变化，但由此产生的水文动力条件改变是极小的，且集中在项目范围之内，根据模型预测结果及历史经验证明，维护疏浚对船舶航行的影响极小。挖泥致使悬浮泥沙扩散，但悬浮泥沙扩散量及扩散范围均有限，不会造成周边其它航道淤塞而影响通航。

5.2.4 对海水养殖的影响分析

项目周边的养殖区主要包括开放式养殖区和围海养殖区。

本项目在疏浚过程中，将会产生一定量的悬浮泥沙，施工期间产生的悬浮泥沙对开放式养殖区和围海养殖区的水质和生态环境有一定影响。根据施工期水质影响预测结果，疏浚施工作业区产生的悬沙主要分布在疏浚区周边海域，施工期间 10mg/L 悬浮泥沙扩散范围未到达邻近养殖区，但由于距离未确权开放性养殖（黑哨二筏式养殖）较近，风况等不利情况下可能会有少量悬沙到达邻近养殖区，宜合理安排施工时间，控制施工强度。建设单位要加强施工组织管理，采取工程措施（如设置防污帘），将悬浮泥沙扩散对附近海域水质的影响降到最低。另外，施工期产生的含油污水统一收集，交由有资质的单位处理、禁止向海域排放，生活污水排入不向海域排放；施工期结束后，不会对外排放废水等污染物，对项目周边养殖区的水质环境无影响。

本项目施工应采用先进的施工工艺和设备，合理安排施工顺序和进度。为了尽量减少泥沙的溢散，施工单位必须加强管理，严格按照施工规范和时序进行施工。

5.2.5 对人工鱼礁的影响分析

人工鱼礁是指通过在水域中设置构造物，以改善水生生态环境，为海洋生物提供素饵、繁殖、生长发育场所，达到保护，增殖资源和提高渔获质量的目的。廉江龙头沙礁区位于北部湾东北部，安铺港水道内，距龙头沙渔港约 4 海里，礁区范围的经纬度坐标为 $110^{\circ} 44.000' \sim 110^{\circ} 47.500'E, 21^{\circ} 22.000' \sim 21^{\circ} 24.000'N$ ，礁区面积约 8.5km^2 ，水深 5-20m，海底表层沉积物为粘土质砂和砂-粉砂-粘土。这一带海域渔业资源丰富，主要品种有鱼、斑、二长棘鲷、石斑鱼、鳗蟹、马鲛、白姑鱼、多鳞鳢、青鳞鱼、宝刀鱼、乌贼、枪乌贼、鲨、鲈和鲳等。2005 年，湛江市在该礁区投放了 GDS05 和 GDS11 两种礁型的钢筋混凝土礁体共 376 个及 9 艘淘汰渔船，总空方 60178m^3 。

本项目在疏浚过程中，疏浚施工作业区产生的悬沙主要分布在疏浚区周边海域，且这种影响是暂时的，会随着施工的开始而结束，且本项目施工区域与人工鱼礁区域有一定距离，对人工鱼礁基本没有影响。

5.2.6 对湛江市廉江市红树林的影响

本项目周边海域存在的红树林主要为湛江市廉江市红树林，与项目距离约为 188m，疏浚施工过程中会对红树林产生一定的影响。疏浚施工期引起的悬浮泥沙对红树林的海水水质影响轻微，施工期间产生悬浮泥沙的沉降会促进红树林滩涂高程的升高，但是悬浮泥沙对周边水域的影响是暂时的、可逆的，随着施工结束，悬浮物浓度会在数小时内（和海流流速、泥沙沉降特性等有关）迅速扩散、衰减至背景浓度值，将恢复到原有水平；施工过程中也将会采取工程措施（如设置防污帘），将悬浮泥沙扩散对附近海域水质的影响降到最低，合理安排施工顺序和进度。为了尽量减少泥沙的溢散。因此，本项目的实施对湛江市廉江市红树林影响较小。

5.3 利益相关者界定

利益相关者指受到项目用海影响而产生直接利益关系的单位和个人，界定的利益相关者应该是与用海项目存在直接利害关系的个人、企事业单位或其他组织

或团体。

本项目的用海方式为专用航道、锚地及其它开放式。项目疏浚除了对疏浚范围区域内和区域外的海洋环境、海底地形地貌、自然资源造成影响之外，还会对用海区域内外的海洋开发利用活动产生影响。通过对本工程周围用海现状的调查，分析项目用海对周边开发活动的影响情况，按照利益相关者的界定原则，来确定本工程的利益相关者。

根据 5.2.1 节、5.2.6 节分析可知，工程建设不会对周边的保护区产生明显影响。但由于本项目距离湛江市廉江市红树林、广东湛江红树林国家级自然保护区和广西山口红树林国家级自然保护区较近，应在施工期布设防污帘，对施工悬沙的扩散进行阻挡，降低施工悬沙对周边各保护区的影响。施工前应主动向湛江市林业局、广东湛江红树林国家级自然保护区、广西山口红树林国家级自然保护区管理局提供项目施工方案、施工时间等工程方案，并请在施工期间采取有效的环境保护，杜绝任何对红树林保护区不利影响的发生；而距离保护范围的疏浚作业应执行短时间、小潮期间施工的要求，尽可能减少扩散至保护区的施工悬浮泥沙量。项目建设方积极加强与湛江市林业局、保护区管理部门的沟通与联系，并配合保护区做好相应的生态宣教、生态管护和生态监测等方面的工作，认真落实生态保护与恢复措施。

根据 5.2.2 节分析可知，项目建设会对龙头沙渔港通行水域的船舶正常航行造成一定的影响。龙头沙渔港防波堤、港池、渔港码头，项目名称为廉江市龙头沙国家一级渔港建设项目，海域使用权人为廉江市龙头沙港口建设工程有限公司。2017 年 8 月 14 日，由廉江市基础设施建设投资有限责任公司出资，成立廉江市临港建设投资有限公司，全面接管龙头沙渔港建设项目后续工作，原廉江市龙头沙港口建设工程有限公司注销。根据中共廉江市委办公室、廉江市人民政府办公室 2019 年印发的《廉江市农业农村局职能配置、内设机构和人员编制规定》，由廉江市农业农村局负责渔业渔港管理，组织并实施渔港基础设施的建设。因此，龙头沙渔港的责任单位为廉江市农业农村局。

根据 5.2.3 节分析可知，项目建设对周边水域的通航安全有一定影响。

根据 5.2.4 节、5.2.5 节分析可知，项目建设不会对周边开放式养殖区、人工

鱼礁产生明显影响。

综上,本项目利益相关协调部门为廉江市农业农村局、海事部门和港航部门。

表 5.3-1 利益相关者的分析界定表

序号	项目名称	方位、距离 (km)	影响因素	是否为利益 相关者
1	人工鱼礁	西南侧, 5.73	基本无影响	否
2	龙头沙渔港码头	北侧, 0.40	影响通航安全	是
3	广东廉江核电项目一期工程	相邻	悬浮泥沙影响, 有重叠	否, 同一建设单位
4	廉江市龙头沙国家一级渔港建设项目	西北侧, 0.22	悬浮泥沙影响, 有重叠	是
5	廉江市车板镇龙头沙港航道疏浚项目	相邻	悬浮泥沙影响, 有重叠	否, 同一建设单位
6	湛江汇富海洋科技有限公司网箱鱼类开放式养殖用海项目一	西南侧, 6.84	基本无影响	否
7	湛江汇富海洋科技有限公司网箱鱼类开放式养殖用海项目二	西南侧, 7.13	基本无影响	否
8	湛江市汇富投资有限公司网箱鱼类开放式养殖用海项目	西南侧, 6.40	基本无影响	否
9	徐闻宏盛水产养殖有限公司网箱鱼类开放式养殖用海项目一	西南侧, 7.38	基本无影响	否
10	徐闻宏盛水产养殖有限公司网箱鱼类开放式养殖用海项目二	西南侧, 7.04	基本无影响	否
11	徐闻县海飞水产有限公司网箱鱼类开放式养殖用海项目二	西南侧, 7.43	基本无影响	否
12	徐闻宏盛水产养殖有限公司网箱鱼类开放式养殖用海项目三	西南侧, 6.71	基本无影响	否
13	徐闻县海飞水产有限公司网箱鱼类开放式养殖用海项目一	西南侧, 7.76	基本无影响	否
14	廉江市车板镇 200 兆瓦光伏渔光互补项目	北侧, 3.98	基本无影响	否
15	廉江市车板张志基贝类养殖	南侧, 4.33	基本无影响	否
16	廉江市车板钟如宝贝类养殖	南侧, 3.96	基本无影响	否
17	湛江市亿川鳄鱼产业有限公司深水网箱养殖项目	南侧, 5.38	基本无影响	否
18	湛江市廉江市车板镇海岸生态修复项目	北侧, 1.27	基本无影响	否
19	筏式养殖 1 (未确权)	西北侧, 4.54	基本无影响	否
20	筏式养殖 2 (未确权)	西北侧, 1.73	基本无影响	否
21	筏式养殖 3 (未确权)	西北侧, 1.77	基本无影响	否

序号	项目名称	方位、距离 (km)	影响因素	是否为利益 相关者
22	黑哨二筏式养殖	西侧, 0.6	基本无影响	否
23	筏式养殖 4 (未确权)	西南侧, 3.94	基本无影响	否
24	筏式养殖 5 (未确权)	西南侧, 5.8	基本无影响	否
25	筏式养殖 6 (未确权)	西南侧, 5.9	基本无影响	否
26	筏式养殖 7 (未确权)	西南侧, 6.1	基本无影响	否
27	筏式养殖 8 (未确权)	西南侧, 6.1	基本无影响	否
28	筏式养殖 9 (未确权)	东南侧, 1.3	基本无影响	否
29	筏式养殖 10 (未确权)	东侧, 2.7	基本无影响	否
30	筏式养殖 11 (未确权)	东侧, 4.7	基本无影响	否
31	筏式养殖 12 (未确权)	东侧, 4.2	基本无影响	否
32	广东湛江红树林国家级自然保护区	北侧, 0.55	基本无影响	否
33	广西山口红树林国家级自然保护区	西北侧, 1.20	基本无影响	否
34	广西合浦儒艮国家级自然保护区	西南侧, 2.20	基本无影响	否
35	北海珍珠贝渔业资源红线区	西南侧, 0.25	悬浮泥沙影响, 有重叠	影响小
36	湛江市廉江市红树林	东侧, 0.19	基本无影响	否

5.4 相关利益协调分析

(1) 与廉江市农业农村局的协调分析

国核湛江核电有限公司就本项目建设对龙头沙渔港的影响等问题与廉江市农业农村局进行了协调沟通, 廉江市农业农村局原则上大力支持本项目建设并出具了《关于<湛江核电关于恳请出具支持广东廉江核电项目大件码头及海工工程建设的函>的复函》。建设单位应在施工、运营期加固龙头沙渔港护岸, 并加强对航道的相应维护, 确保不影响渔港的正常运行。

(2) 与港航部门和海事部门的协调分析

本项目疏浚施工时对龙头沙渔港的正常运行会有一定影响, 施工船舶和机械占用附近范围的水域, 加大了周围水域和航道的船舶流量和密度, 增加了航行船舶的碰撞风险, 提高了附近海域船舶航行和会遇时的操纵难度。本项目疏浚施工开始前, 为保证海上交通的正常秩序, 建设单位与施工单位应制定详细的施工计划, 配合海事部门以及渔港管理部门加强对使用项目附近水域的船舶进出顺序、引航、港区锚地的使用实施统一调度和安排, 以缓解航道间船舶会遇的相互干扰,

减少可能发生的通航风险事故几率。施工前船舶进驻场地发布航行公告，明确作业时间与施工作业水域按章避让，对施工船只的活动时间及活动范围进行控制和规范，在航道狭窄处，要求交汇双方加强瞭望，充分沟通保障船舶通航安全。施工过程中严格遵守《中华人民共和国海上交通安全法》的相关条例，并接受以上管理部门的监督管理。

国核湛江核电有限公司就核电项目与湛江市交通运输局进行了协调沟通，湛江市交通运输局原则上大力支持本项目建设；另外，为支持廉江港区开发，带动区域临港产业发展，湛江市交通运输局在组织修编的《湛江港总体规划》（2019-2035年）时已在廉江港区规划了相应的泊位，为核电项目大件码头建设提供规划支持。湛江市交通运输局《关于廉江核电项目大件输运码头纳入湛江港总体规划的函》。

2020年6月，建设单位委托武汉理工大学编制完成了《广东廉江核电项目通航安全影响专题研究报告》（以下简称《评估报告》）。《评估报告》从通航环境和通航安全的角度出发，经过对工程设计方案合理性分析、对航道、锚地等公共资源的适宜性评估、对通航安全影响的综合论证，认为本工程及附近水域的通航安全是有保障的。建设单位已开展了通航安全影响评估并通过评审会。2021年1月，自然资源部向广东省政府征求项目用海意见时，广东省自然资源厅受省政府委托征求广东海事局意见，广东海事局已回函明确同意项目建设用海。

5.5 项目用海对国防安全 and 国家海洋权益的协调性分析

5.5.1 对国防安全和军事活动的影响分析

本项目用海不占用军事用地，也不妨碍军事设施的使用。国防用海具有隐蔽性、突发性等特点，为此要求时刻保持海上安全畅通，不影响军事演习及作战需求。本项目施工期间，若遇军事演习或战时必须绝对服从军事行动和国防安全的需要，服从区域国防单位的交通管制，并服从国防单位的征用，满足军事活动的需要。

2021年5月，广东省能源局转发了南部战区关于广东廉江核电项目厂址军事影响意见（粤能电力函〔2021〕158号）的函，同意项目建设，在项目国家正

式批复项目建设后，开展有关工作，确保军事设施使用效能和安全保密。

2023年7月，南海舰队关于对廉江市车板镇龙头沙港航道疏浚项目海域使用的意见（南海参作函〔2023〕1009号），同意项目建设。

本项目主要是为广东廉江核电项目一期工程海域取排水设施建安工程的建设而服务，一期项目已两次征求部队意见，本项目作为配套服务工程，将不需要征求部队意见。

综上所述，本工程不会危及国家权益和国防安全。

5.5.2 对国家海洋权益的影响分析

《中华人民共和国海域使用管理法》规定，海域属于国家所有，任何单位及个人使用海域，必须向海洋行政主管部门提出申请，获得海域使用权后，依法按规定缴纳海域使用金，确保国家作为海域所有权者的利益。海域是国家的资源，任何方式的使用都必须尊重国家的权力和维护国家的利益，遵守维护国家权益的有关规则，防止在海域使用中有损于国家海洋资源，破坏生态环境的行为。本项目用海严格遵守国家法律法规，确保了国家所有权权益。

项目建设不涉及国家领海基点，不涉及国家秘密，本项目不会对国防安全和国家海洋权益产生影响。

6 国土空间规划符合性分析

6.1 所在海域国土空间规划分区基本情况

6.1.1 与《广东省国土空间规划（2021-2035年）》的符合性分析

《广东省国土空间规划（2021-2035年）》提出：“按照耕地和永久基本农田、生态保护红线、城镇开发边界的优先序统筹划定落实三条控制线，把三条控制线作为调整经济结构、规划产业发展、推进城镇化不可逾越的红线。以三条控制线分别围合的空间为重点管控区域，统筹发展和安全，统筹资源保护利用，优化农业、生态、城镇等各类空间布局”，“以生态保护红线围合的空间为核心，整体保护和合理利用森林、湿地、河流、湖泊、滩涂、岸线、海洋、荒地等自然生态空间，全面改善自然生态系统质量，全力增强生态产品供给功能”。

本项目建设不占用“生态保护红线”，项目建设所造成的海洋环境影响较小，不会引起周边生态保护红线的生态环境恶化，不会对生态红线的保护及管理造成阻碍，项目建设与《自然资源部生态环境部国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知(试行)》要求相符合。因此，本项目建设符合《广东省国土空间规划(2021-2035年)》中的强化底线约束和空间管控的要求。

此外，根据《广东省国土空间规划（2021-2035年）》，还提出“推进海洋生态修复和环境治理，构建通山达海、城海相融的滨海景观体系，统筹航运交通、能源矿产、渔业养殖、基础设施布局，增强海岸带综合承载力，推动海岸带高质量发展”。“推进海洋优势产业集中集约布局，拓展新兴产业后备发展空间，强化潜力产业基础空间保障，重点支持打造海洋油气化工、海洋旅游、海洋清洁能源、船舶与海洋工程装备、海洋生物等五个千亿级以上海洋产业集群，统筹推进现代海洋产业集聚区、沿海产业平台建设。”

本项目属于疏浚工程，通过将本项目与《广东省国土空间规划（2021-2035年）》中的海洋空间功能布局图叠加分析，本项目位于海洋开发利用空间，属于可开发利用的海域。本项目建设目标为了广东廉江核电项目一期工程能顺利建设排水设施，能在环境压力日趋增大的情况下，稳步建设和发展核电符合广东核电

强省的战略思想。因此，项目建设符合《广东省国土空间规划（2021-2035年）》的规划要求。

6.1.2 与《湛江市国土空间总体规划（2021-2035年）》的符合性分析

《湛江市国土空间总体规划（2021-2035年）》提出：“加快广东湛江临港大型产业聚集区建设”，“构建‘一核双芯、三带六片、多支点’的产业空间格局”，“以湛江临港大型产业集聚区东海岛片区及雷州奋勇片区作为产业发展双芯，联动环湛江湾外湾多个产业园区，共同构成支撑湛江产业发展的动力核，辐射带动三条与区域联系的产业拓展带，积极推进建设市域六个重点产业片区及多个产业保障平台”。

由于前期广东廉江核电项目一期工程设计时未充分考虑排水设施的施工期用海，导致排水设施用海范围未能兼容施工船舶长期施工，为了能顺利建设排水设施，需要申请施工船舶所需航行及停靠的海域。本项目主要是为广东廉江核电项目一期工程海域取排水设施建安工程的建设而服务，符合“广东湛江临港大型产业聚集区建设”。因此，本项目建设符合《湛江市国土空间总体规划（2021-2035年）》的要求。

6.1.3 与《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035年）》符合性

根据《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035年）》的要求，坚持自然恢复为主，人工修复为辅，以提高生态系统多样性、稳定性、持续性、守住自然生态安全边界、筑牢省域生态安全格局为目标，严守生态保护红线，加强自然保护地体系建设，整体保护陆海重要生态空间，保障省域生态安全。重点推进森林保育、水源涵养、水土保持、生物多样性保护、海岸带生态保护和修复等生态保护修复任务，推动绿碳、蓝碳发展。

本项目用海区域不在生态保护红线区范围内，项目施工对所在海域的影响很小，对周边海洋生态保护红线的影响有限，项目施工完成后，周边海域逐渐恢复成原有海洋生态环境，符合《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035年）》的要求。

6.2 项目用海与海洋功能区划符合性分析

6.2.1 与《全国海洋功能区划（2011-2020年）》的符合性分析

根据《全国海洋功能区划（2011-2020年）》，本工程位于粤西海域，主要功能为海洋保护、渔业、港口航运。海陵湾重点发展渔业、港口航运，保障临海工业用海需求，重点保护海陵岛、南鹏列岛海草床等海洋生态系统，保护大树岛龙虾种质资源；博贺湾至水东湾重点发展渔业、港口航运，围绕博贺中心渔港发展现代化渔业产业基地，重点保护沿海礁盘生态系统和红树林，保护大放鸡岛海域文昌鱼自然资源；水东湾至湛江湾重点发展港口航运、渔业和海洋保护，重点支持湛江主枢纽港及临海产业的综合发展，保护东海岛附近海域海草床生态系统，保护吴阳文昌鱼种质资源和湛江硇洲岛海洋资源，开展特呈岛周边海域红树林湿地生态系统的修复；雷州湾至英罗港重点发展海洋保护、渔业和港口航运，保障渔业用海发展，重点保护和修复红树林、珊瑚礁、海草床等生态系统，保护中华白海豚、白蝶贝、儒艮等生物资源。区域实施污染物排海总量控制制度，改善海洋环境质量。

本项目在廉江英罗港附近海域进行疏浚作业，主要是为广东廉江核电项目一期工程海域取排水设施建安工程的建设而服务，项目建设将加快核电项目一期工程完工，有利于海洋产业综合发展，符合该区重点发展临海产业的要求。

综上，本项目用海符合《全国海洋功能区划（2011-2020年）》。

6.2.2 与《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》的符合性分析

(1) 《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》

《中华人民共和国海域使用管理法》第四条规定：“国家实行海洋功能区划制度。海域使用必须符合海洋功能区划。”第十五条规定：“养殖、盐业、交通、旅游等行业规划及海域使用的，应当符合海洋功能区划。沿海土地利用总体规划、城市规划、港口规划涉及海域使用的，应当与海洋功能区划相衔接。”因此，需要对本项目与海洋功能区划的关系进行分析。

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》，本项目所在区域海洋功能

区划为英罗港-海康港农渔业区。附近海洋功能区为角头沙西海洋保护区、英罗港海洋保护区（A6-1）、安铺港工业与城镇用海区（A3-1）、角头沙东北部海洋保护区（A6-2）、安铺港保留区（A8-1）以及湛江-珠海近海农渔业区（B1-1）等。项目与周边功能区位置关系见表 6.2.2-1 和图 6.2.2-1，功能区划登记表见表 6.2.2-2。

表 6.2.2-1 项目用海与周边海洋功能区的位置关系（《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》）

序号		功能区名称	方位及距离
1	A6-1	英罗港海洋保护区	北侧，约 3.19km
2	A1-1	英罗港—海康港农渔业区	项目所在功能区
3	A3-1	安铺港工业与城镇用海区	东侧，约 2.90km
4	A8-1	安铺港保留区	东侧，约 10.221km
5	A6-2	角头沙东北部海洋保护区	南侧，约 7.01km
6	B6-2	角头沙西海洋保护区	西南侧，约 11.20km
7	B1-1	湛江-珠海近海农渔业区	西南侧，约 20.10km

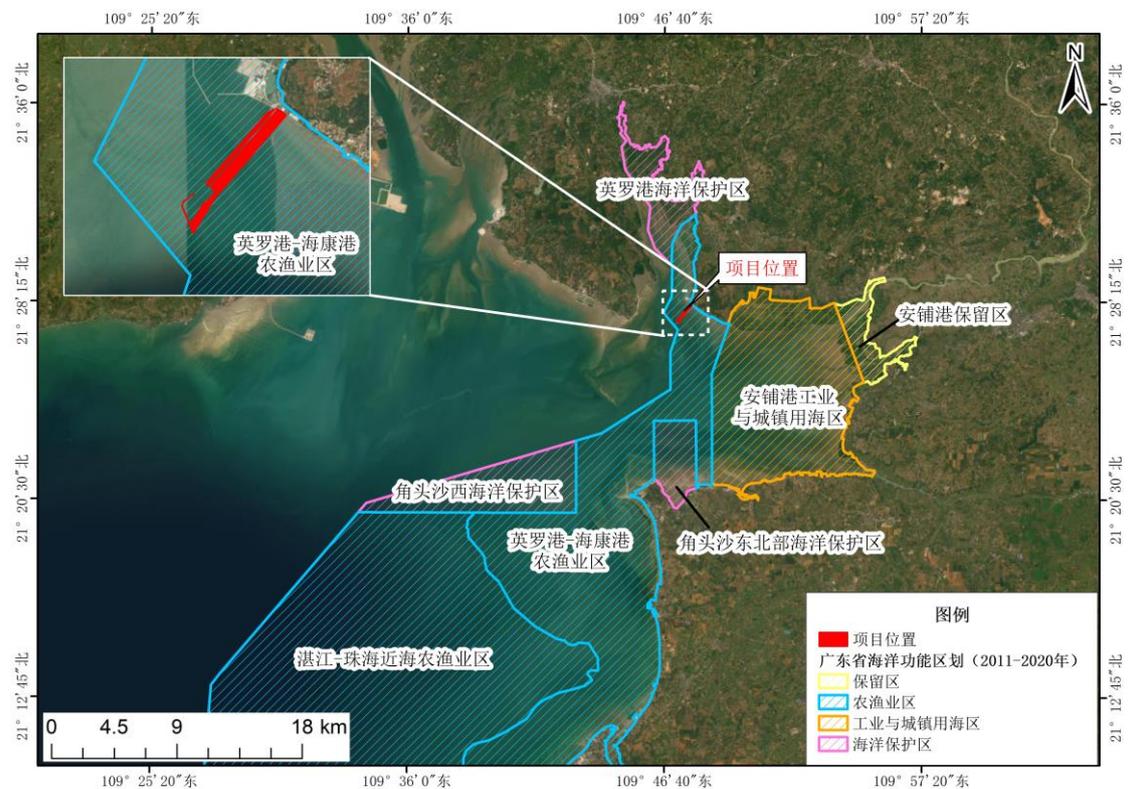


图 6.2.2-1 项目用海与广东省海洋功能区划叠置图

表 6.2.2-2 项目所在海域海洋功能区划分布登记表

序号	代码	功能区名称	地区	地理位置 (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
1	A6-1	英罗港海洋保护区	湛江市	东至:109°48'17" 西至:109°44'41" 南至:21°29'42" 北至:21°36'05"	海洋保护区	2097 28979	<p>1.相适宜的海域使用类型为特殊用海; 2.保障湛江国家级红树林保护区管理设施建设的用海需求;</p> <p>3.保留非核心区内的滩涂养殖等渔业用海;</p> <p>4.严控围海养殖, 维护防洪纳潮功能; 5.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。</p>	<p>1.保护英罗港红树林及海湾生态环境;</p> <p>2.加强与广西交界海域海洋环境保护;</p> <p>3.加强保护区海洋生态环境监测;</p> <p>4.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>
2	A1-1	英罗港—海康港农渔业区	湛江市	东至:109°51'31" 西至:109°34'02" 南至:20°40'40" 北至:21°31'41"	农渔业区	58018 170671	<p>1.相适宜的海域使用类型为渔业用海; 2.保障龙头沙渔港、港门渔港、草潭渔港、乐民避风塘、江洪渔港、企水渔港、海康渔港的用海需求, 保留龙头沙沿岸围内养殖用海;</p> <p>3.保障与广西交界海域的港口航运和旅游休闲娱乐用海需求;</p> <p>4.适当保障江洪渔港西侧及角头沙旅游娱乐用海需求;</p> <p>5.保护角头沙-赤豆寮砂质海岸及安铺港、企水湾内生物海岸;</p>	<p>1.保护企水湾、海康港沿岸红树林, 保护安铺港河口海域生态环境;</p> <p>2.保护沙虫、巴菲蛤、珍珠贝等重要渔业品种;</p> <p>3.严格控制沿岸滩涂养殖自身污染和水体富营养化, 防止外来物种入侵;</p> <p>4.加强渔港环境污染治理, 生产废水、生活污水须达标排海;</p> <p>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。</p>

序号	代码	功能区名称	地区	地理位置 (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
							6.严格限制在河口海域围填海, 维护防洪纳潮功能, 维持航道畅通; 7.合理控制养殖规模和密度。	
3	A3-1	安铺港工业与城镇用海区	湛江市	东至:109°55'23" 西至:109°48'37" 南至:21°20'31" 北至:21°28'49"	工业与城镇用海区	12450 43783	1.相适宜的海域使用类型为造地工程用海、工业用海; 2.在基本功能未利用前, 保留龙营围围海养殖及湾内滩涂增养殖等渔业用海; 3.适当保障港口交通用海需求; 4.围填海须严格论证, 优化围填海平面布局, 留出营仔河、九洲江、杨柑河防洪纳潮通道, 节约集约利用海域资源, 禁止在红树林岸段进行围填海; 5. 程建设期间采取有效措施降低对遂溪中国鲎县级自然保护区、合浦儒艮国家级自然保护区的影响, 加强对围填海的动态监测和监管	1.保护安铺港沿岸红树林, 保护河口海域生态环境; 2.基本功能未利用前, 执行海水水二类标准、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。
4	A8-1	安铺港保留区	湛江市	东至:109°57'08" 西至:109°53'42" 南至:21°25'02" 北至:21°29'12"	保留区	1358 25953	1.控制营仔围海养殖规模, 维护河口海域防洪纳潮功能, 维持航道畅通; 2.通过严格论证, 合理安排相关开发活动	1.保护营仔河-九洲江沿岸红树林; 2.海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量等维持现状。

序号	代码	功能区名称	地区	地理位置 (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
5	A6-2	角头沙东北部海洋保护区	湛江市	东至:109°47'59" 西至:109°46'13" 南至:21°20'10" 北至:21°23'3"	海洋保护区	1634 5213	<ol style="list-style-type: none"> 1.相适宜的海域使用类型为特殊用海; 2.保障遂溪中国鲨县级自然保护区管理设施建设的用海需求; 3.保留非核心区内的滩涂养殖等渔业用海; 4.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。 	<ol style="list-style-type: none"> 1.保护中国登及其生境, 保护埠头村沿岸红树林; 2.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; 3.加强保护区海洋生态环境监测; 4.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类标准。
6	B6-2	角头沙西海洋保护区	湛江市	东至:109°43'00" 西至:109°33'57" 南至:21°19'59" 北至:21°22'49"	海洋保护区	4473	<ol style="list-style-type: none"> 1.相适宜的海域使用类型为特殊用海; 2.适当保留增殖养殖等渔业用海; 3.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。 	<ol style="list-style-type: none"> 1.严格保护儒艮及其生境; 2.加强保护区海洋生态环境监测; 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。
7	B1-1	湛江-珠海近海农渔业区	湛江市、茂名市、阳江市、江门市、珠海市	东至:113°30'50" 西至:109°24'40" 南至:20°07'01" 北至:22°03'37"	农渔业区	3053896	<ol style="list-style-type: none"> 1.相适宜的海域使用类型为渔业用海; 2.禁止炸岛等破坏性活动; 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; 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、保护区等用海需求; 5.优先保障军事用海需求。 	<ol style="list-style-type: none"> 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。

(2) 与《广东省海洋功能区划(2011-2020年)》的符合性分析

本项目位于英罗港—海康港农渔业区(A1-1),其海域使用管理要求为:1.相适宜的海域使用类型为渔业用海;2.保障龙头沙渔港、港门渔港、草潭渔港、乐民避风塘、江洪渔港、企水渔港、海康渔港的用海需求,保留龙头沙沿岸围内养殖用海;3.保障与广西交界海域的港口航运和旅游休闲娱乐用海需求;4.适当保障江洪渔港西侧及角头沙旅游娱乐用海需求;5.保护角头沙—赤豆寮砂质海岸及安铺港、企水港湾内生物海岸;6.严格限制在河口海域围填海,维护防洪纳潮功能,维持航道畅通。7.合理控制养殖规模和密度。

海洋环境保护要求为:1.保护企水湾、海康港沿岸红树林,保护安铺港河口海域生态环境;2.保护沙虫、巴菲蛤、珍珠贝等重要渔业品种;3.严格控制沿岸滩涂养殖自身污染和水体富营养化,防治外来物种入侵;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。

本项目海域使用类型为工业用海(一级类)中的电力工业用海(二级类),用海方式为开放式(一级方式)中的专用航道、锚地及其它开放式(二级方式)。本项目建设不会影响英罗港渔船进出渔港、渔业经济的发展,项目用海与渔业用海是相适宜的,可保障龙头沙渔港用海的需求。

项目建设加强了航道通行能力,有利于“保障与广西交界海域的港口航运用海需求”。

本项目距离江洪渔港、角头沙、安铺港、企水港湾较远,不会对其游娱乐用海需求和生物海岸的保护产生影响。另外,本项目不进行围填海建设,符合该区的用海方式控制要求;施工期将对广东廉江核电项目一期工程排水设施工程施工用海范围进行适当疏浚,不影响“维护防洪纳潮功能,维持航道畅通”的管理要求。

项目造成的水文动力环境及冲淤环境变化主要集中于疏浚区域,施工期引起的悬浮物最大增量浓度为298mg/L,悬浮物增量浓度大于100mg/L的最大影响面积为0.4713km²,悬浮物增量浓度大于10mg/L的最大影响面积为1.2267km²,增量浓度10mg/L的包络线最远距离仅为疏浚区周边355m,不会对龙头沙渔港周边的砂质海岸以及生物海岸造成影响,本项目疏浚区域为沙渔港西南侧海域,不涉及围填海以及构筑物的建设,有助于维持航道畅通,不会对周边养殖业以及红树林生态环境产生不良影响。项目疏浚产生的悬浮泥沙主要集中于疏浚区域周边,扩散范围较小,且项目施工时间较短,影

响范围有限，所产生的影响是暂时和局部的，加之悬浮泥沙具有一定的沉降性能，随着施工作业结束，悬浮泥沙将慢慢沉降，工程海区的水质会逐渐恢复原有的水平，疏浚区域仍可保持海洋水质环境、沉积物环境以及海洋生物质量原有水平，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。

综上所述，本项目建设符合所在海域海洋功能区划的管控要求，且不会对周边的海洋功能区划产生太大的影响，符合《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》。

本项目不位于广西的海洋功能区划范围内，项目建设对周边的广西海洋功能区划的影响主要为施工时产生的悬浮物。本项目实施的疏浚对周边的海洋功能区划影响较小，施工期间建设单位还将采取设置防污屏等环保措施，采用环保措施后，悬浮泥沙的扩散范围与扩散浓度都将进一步降低。施工悬浮物在施工结束后一个潮周期内即可恢复至背景值，悬浮泥沙对工程周边水域的影响是暂时的、可逆的，随着施工结束，影响消失。

项目施工期悬浮泥沙对北海珍珠贝海洋保护区水质影响较小。此外施工期对周边功能区的影响很小。项目建设与《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》相协调。

（3）对周边海洋功能区的影响分析

由图 6.2.2-1、表 6.2.2-1 可知，工程周边的海洋功能区有英罗港海洋保护区（A6-1）、安铺港工业与城镇用海区（A3-1）、角头沙东北部海洋保护区（A6-2）以及安铺港保留区（A8-1）等多个海洋功能区。本项目施工产生的悬浮泥沙可能对所在海域海洋功能区主导功能的发挥将产生一定程度的不利影响，施工期引起的悬浮物增量浓度大于 10mg/L 的最大影响面积为 1.2267 km²，增量浓度 10mg/L 的包络线最远距离仅为疏浚区周边 355m。根据悬浮物预测结果，本项目对周边海洋功能区划施工引起的悬浮物增量浓度在 0.1mg/L 以下。本项目施工期共计 9 个月，疏浚施工结束后，排水管涵施工船舶仍需开展管涵安装工作，管涵安装工作结束后，撤除施工船舶，海域水质环境逐步恢复正常，因此对周边海域海洋功能区主导功能的发挥基本产生影响较小。

综上所述，本项目建设过程中，对海洋底栖生物的生态平衡会造成一定的破坏，并导致局部海水质量降低。因此，必须加强生态环境保护工作，维护海洋生态环境。本工程必须按照《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》（2012年）的海域使用管理要求和海洋环境保护要求，加强管理，维护海洋功能区的正常运行，可避免或减少对毗邻海洋功能区的影响。项目建设不会影响周边海洋功能区基本功能的发挥，不会对各海洋功

能区的海域使用管理要求和海洋环境保护要求产生明显影响。

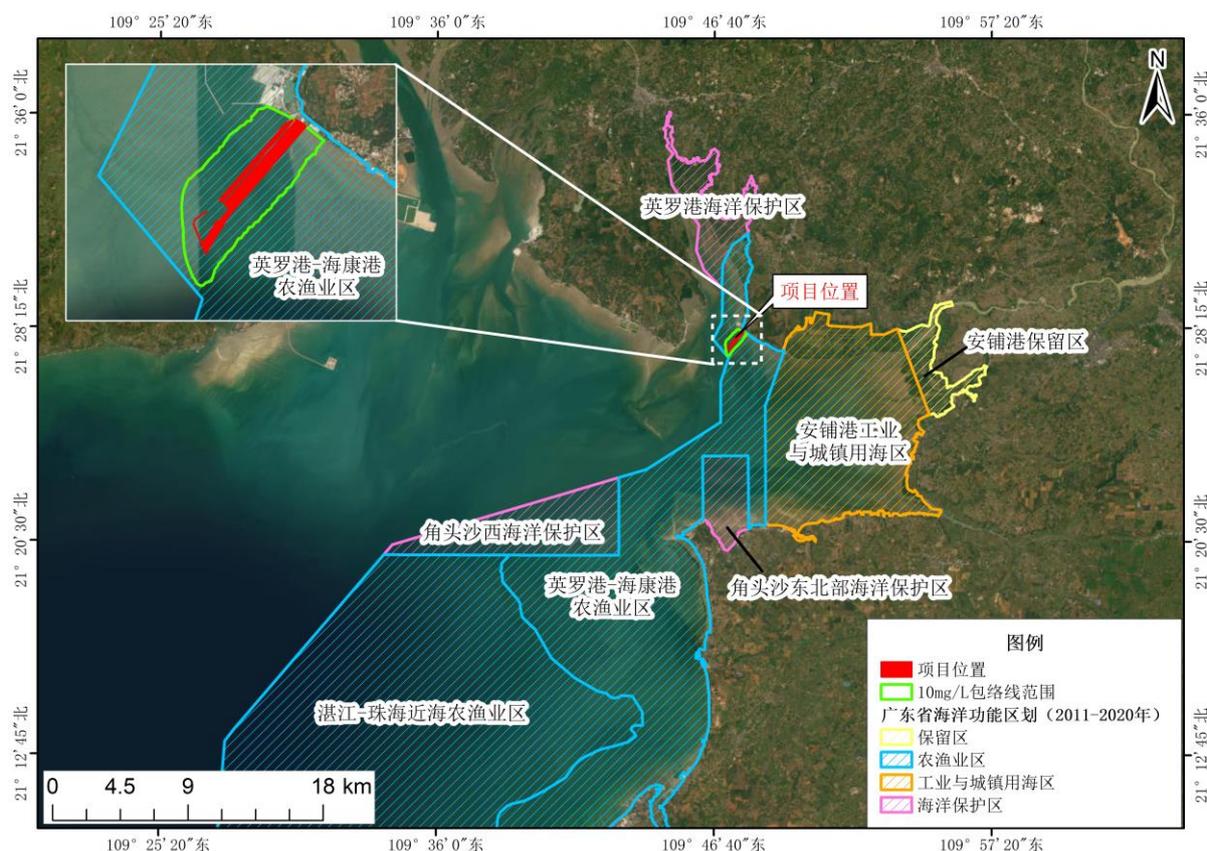


图 6.2.2-2 本项目悬浮泥沙扩散范围与广东省海洋功能区划叠加图

6.2.3 与《广西壮族自治区海洋功能区划（2011-2020 年）》的协调性分析

本项目位于广东省、广西壮族自治区交界处，根据《广西壮族自治区海洋功能区划（2011-2020 年）》，项目用海毗邻广西铁山港东侧的英罗港海域，距离本项目较近的功能区包括山口红树林海洋保护区（A6-7）、沙田东岸旅游休闲娱乐区（A5-14）、北海珍珠贝海洋保护区（B6-1）、铁山港港口航运区（A2-13）以及合浦儒艮海洋保护区（A6-8）。

根据 4.1.3 章节数值模拟分析，北海珍珠贝海洋保护区、山口红树林海洋保护区、合浦儒艮海洋保护区与沙田东岸旅游休闲娱乐区增量浓度 10mg/L 的包络线距离分别为 52m、1073m、1926m 和 389m，对北海珍珠贝海洋保护区最大增量浓度影响为 7.1 mg/L、其他均<1mg/L。其中施工期疏浚产生的 7.1 mg/L 悬沙扩散进入北海珍珠贝海洋保护区，叠加区域悬浮物浓度本底值 7.1mg/L 后，保护区悬浮物浓度最大约 14.6mg/L；根据栗志民等（2012）的研究成果《沉积再悬浮颗粒物对马氏珠母贝摄食生理影响的室内模拟》，马氏珍珠贝的摄食率、清滤率等随着总悬浮颗粒物浓度的升高而增加，在 50mg/L 时达到最大值，超过 50mg/L 时，摄食率、清滤率均会下降。保护区悬浮物浓

度最大约 14.6mg/L<50mg/L，这表明施工期由本工程引起的悬浮泥沙增量导致北海珍珠贝海洋保护区内悬浮物含量增高的浓度仍在马氏珍珠贝生长的适养范围内。施工期间建设单位还将采取设置防污屏等环保措施，采用环保措施后，悬浮泥沙的扩散范围与扩散浓度都将进一步降低。施工悬浮物在施工结束后一个潮周期内即可恢复至背景值，悬浮泥沙对工程周边水域和北海珍珠贝海洋保护区的影响是暂时的、可逆的，随着施工结束，影响消失。

综上所述，项目施工期悬浮泥沙对北海珍珠贝海洋保护区水质影响较小。此项目施工期对周边功能区的影响很小。项目建设与《广西壮族自治区海洋功能区划（2011-2020年）》相协调。

表 6.2.3-1 项目用海与周边海洋功能区的位置关系（《广西壮族自治区海洋功能区划（2011-2020年）》）

序号		功能区名称	方位及距离
1	A6-7	山口红树林海洋保护区	西北侧，约 0.86km
2	A5-14	沙田东岸旅游休闲娱乐区	西侧，约 0.40km
3	B6-1	北海珍珠贝海洋保护区	西侧，约 0.12km
4	A2-13	铁山港港口航运区	西侧，约 11.90km
5	A6-8	合浦儒艮海洋保护区	东南侧，约 1.84km

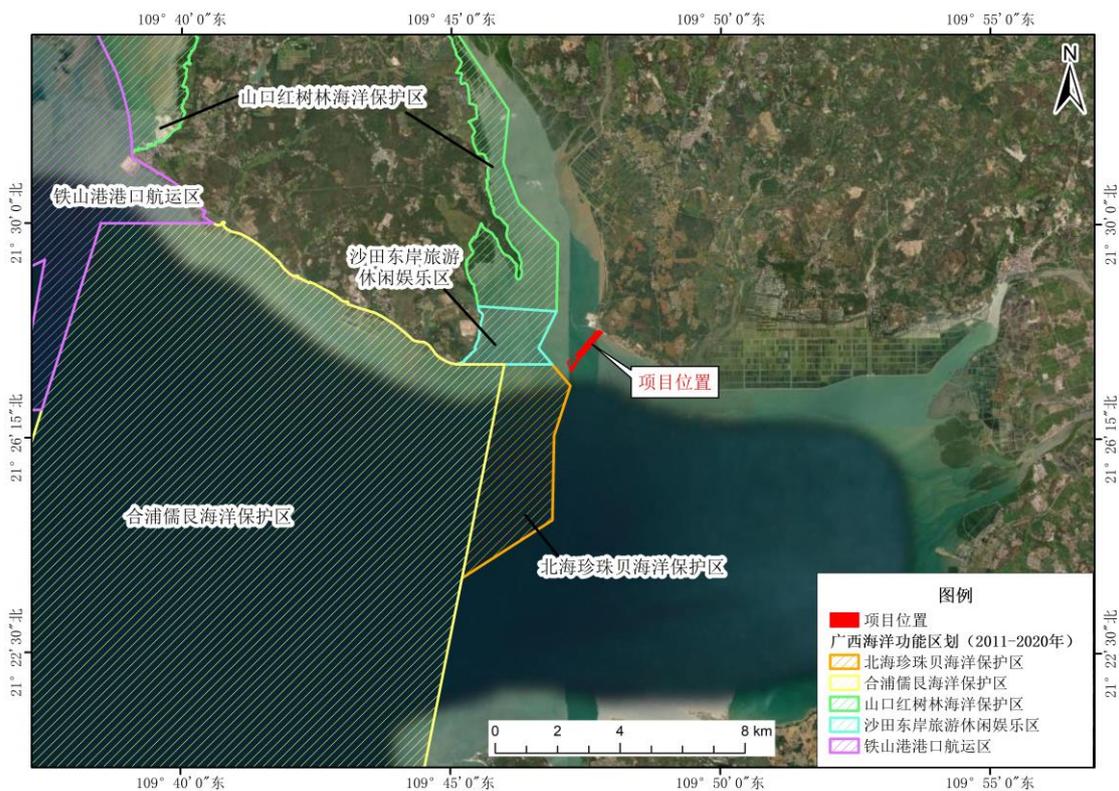


图 6.2.3-1 项目论证范围内海洋功能区划分布图（广西）

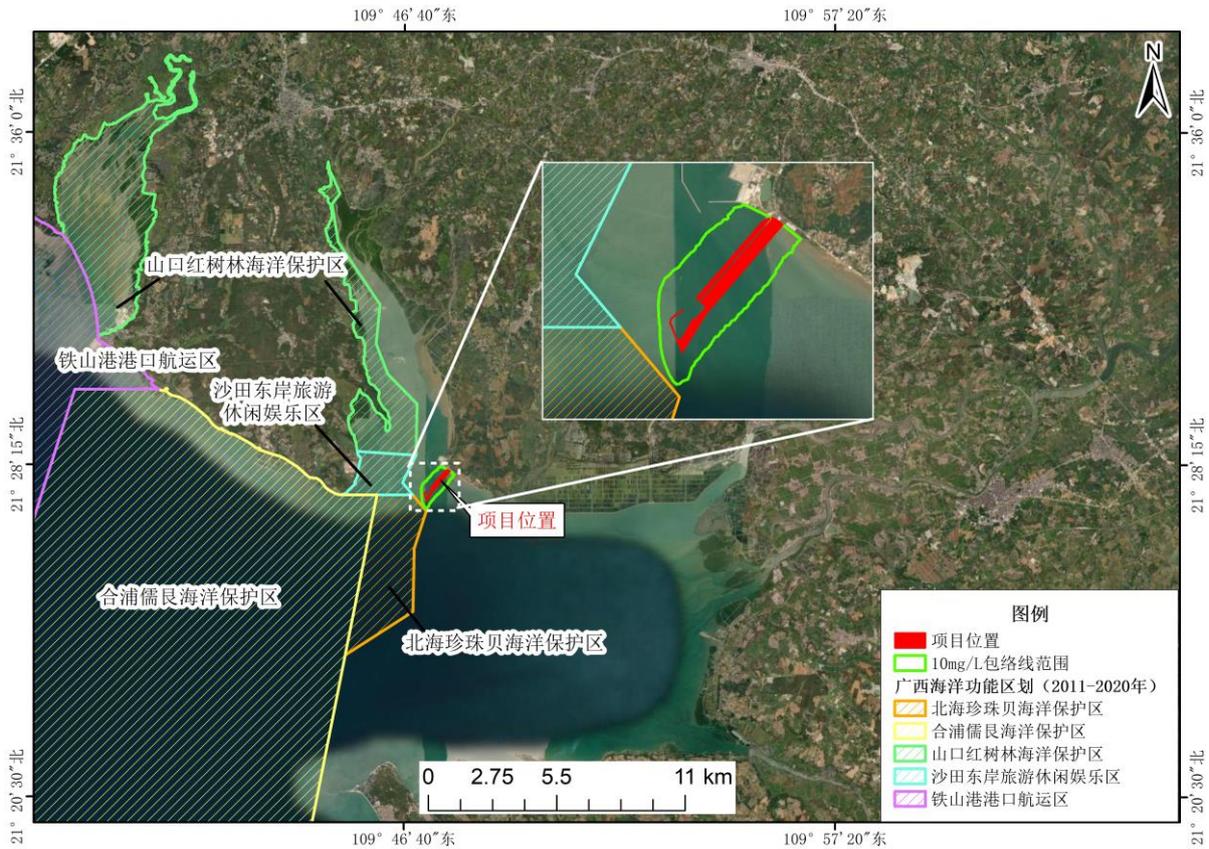


图 6.2.3-2 本项目悬浮泥沙扩散范围与广西壮族自治区海洋功能区划叠加图

6.3 项目用海与生态保护红线的符合性分析

6.3.1 与广东生态保护红线的符合性分析

根据《自然资源部办公厅关于北京等省（区、市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》，广东省完成了“三区三线”划定工作，划定成果符合质检要求，从即日起正式启用，作为建设项目用地用海报批的依据。海洋生态保护红线指在海洋生态空间内，为维护海洋生态健康与生态安全，以重要海洋生态功能区、海洋生态敏感区和海洋生态脆弱区为保护重点而划定的实施严格管控、强制性保护边界。严格落实各类管控措施，积极推进红线区保护与管理，加强红线区的监视监测，确保生态功能不降低、性质不改变、空间面积不减少，对受损和退化的生态系统实施整治修复。

根据《自然资源部生态环境部国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142号），生态保护红线是国土空间规划中的重要管控边界，生态保护红线内自然保护地核心保护区外，禁止开发性、生产性建设活动，在符合法律法规的前提下，仅允许以下对生态功能不造成破坏的有限人为活动。生态保

护红线内自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区等区域，依照法律法规执行。规范管控对生态功能不造成破坏的有限人为活动。

本项目未占用生态保护红线，与项目布局最近的湛江市廉江红树林生态红线区距离约 188m，周边生态保护红线有：广东湛江红树林国家级自然保护区、湛江市廉江市红树林、湛江遂溪中国鲎地方级自然保护区、广西合浦儒艮国家级自然保护区廉江英罗湾片区等。本项目与各生态红线区距离见表 6.3.1-1，各生态红线区分布见图 6.3.1-1。

本项目属于疏浚工程，未涉及新增填海造地和新增围海活动。

根据数模预测结果，本项目施工期引起的悬浮物增量浓度大于 10mg/L 的最大影响面积为 1.2267km²，增量浓度 10mg/L 的包络线最远距离仅为疏浚区周边 355m。本项目距广东湛江红树林国家级自然保护区、广西合浦儒艮国家级自然保护区廉江英罗湾片区、湛江遂溪中国鲎地方级自然保护区等其它环境敏感目标较远，施工引起的悬浮物增量浓度均在 1.0mg/L 以下。

表 6.3.1-1 项目周边生态保护红线分布（广东省）

序号	红线区	相对工程的方位	与项目最短距离
1	广东湛江红树林国家级自然保护区	北侧	约 0.54km
2	广西合浦儒艮国家级自然保护区廉江英罗湾片区	西南侧	约 7.60km
3	廉江市沿岸龙头沙人工渔礁重要渔业资源产卵场	南侧	约 6.88km
4	湛江市廉江市红树林	东北侧	约 0.19km
5	湛江遂溪鲎地方级自然保护区	东南侧	约 4.91km

项目与广西山口红树林国家级自然保护区、合浦儒艮重要湿地红线区等其它环境敏感目标较远，施工引起的悬浮物增量浓度均在 1.0mg/L 以下。

表 6.3.2-1 项目周边生态保护红线分布（广西壮族自治区）

序号	红线区	相对工程的方位	与项目最短距离
1	北部湾水源涵养生态保护红线	西南侧	约 1.60km
2	北海珍珠贝渔业资源红线区	西南侧	约 0.22km
3	广西合浦儒艮国家级自然保护区	西南侧	约 0.38km
4	广西山口红树林国家级自然保护区	西北侧	约 1.23km
5	合浦儒艮重要湿地红线区	西南侧	约 5.14km

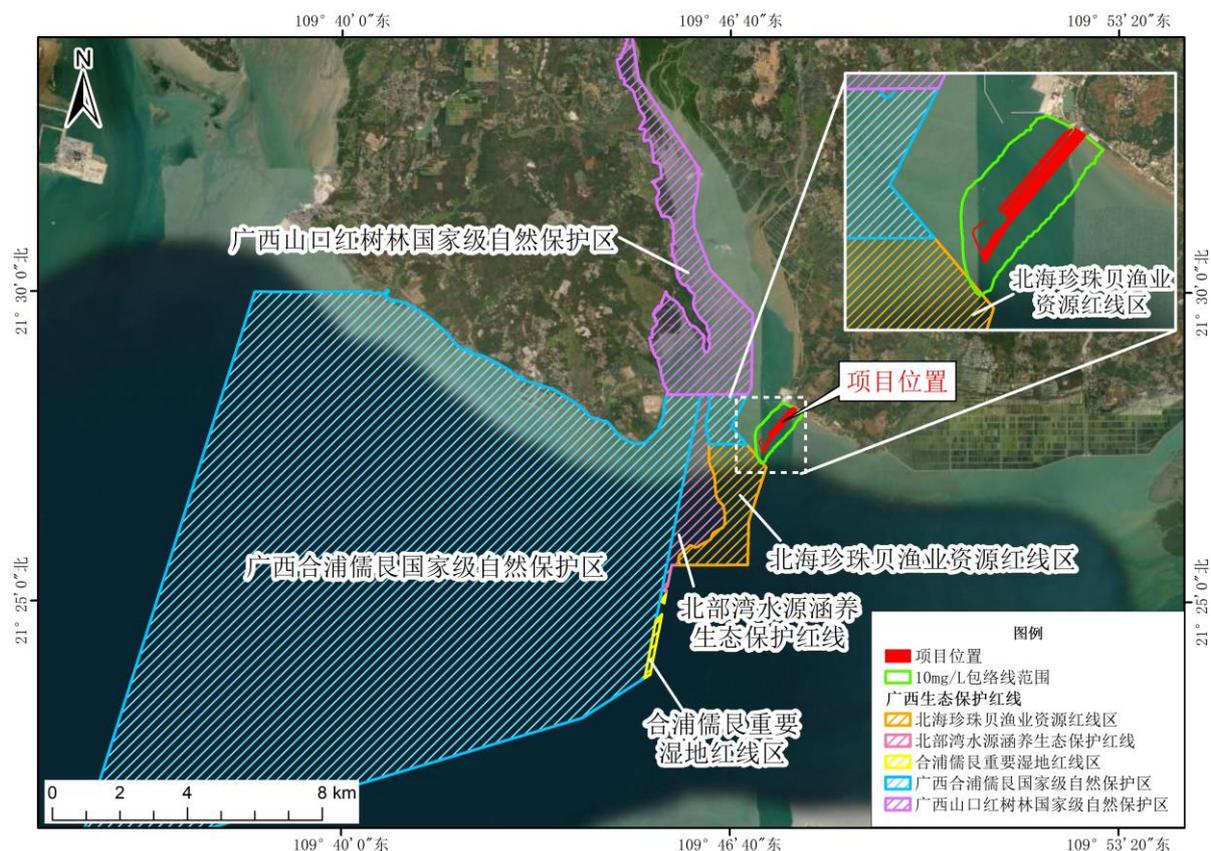


图 6.3.2-1 项目所在海域海洋生态红线分布图（广西）

6.4 与相关规划符合性分析

6.4.1 与《广东省海洋主体功能区规划》的符合性分析

根据《广东省海洋主体功能区规划》，海洋主体功能区按开发内容可分为产业与城镇建设、农渔业生产、生态环境服务三种功能。依据主体功能，将海洋空间划分为以下

四类区域：优化开发区域、重点开发区域、限制开发区域和禁止开发区域。本项目所在海域位于《广东省海洋主体功能区规划》划定的限制开发区域，为限制开发区域中的重点海洋生态功能区。

优化开发区域，是指现有开发利用强度较高，资源环境约束较强，产业结构亟需调整和优化的海域；重点开发区域，是指在沿海经济设海发展中具有重要地位，发展潜力较大，资源环境承载能力较强，可以进行高强度集中开发的海域；限制开发区域，是指提供海洋水产品为主要功能的海域，包括用于保护海洋渔业资源和海洋生态功能的海域；禁止开发区域，是指对维护海洋生物多样性，保护典型海洋生态系统具有重要作用的海域，包括海洋自然保护区、领海基点所在岛屿以及位于自然保护区内的无居民海岛。

本项目所在的海域为限制开发区域，该区域的功能定位为：我省重要的海洋渔业生产基地，重要的海洋生态环境保护地区，是保障海洋食品供给和生态安全的重要海域，满足人类发展对海洋渔业资源和海洋生态环境的需求，是人与海洋和谐发对的重要载体。发展方向及布局为：海洋空间开发总体格局：构建以粤东、粤西两大生态保护与渔业生产重点地区，加强湛江雷州半岛、阳江海陵湾，汕尾红海湾和碣石湾、揭阳神泉港、潮州柘林湾、汕头南澳等地区的渔业生产和生态保护重点，保障全省海洋生态和渔业发展安全。实施产业据点式开发：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。推进徐闻港、碧甲港、南澳港等港口建设，强化与枢纽港的融合，提升区域服务能力。推进海水增养殖发展：增强海洋渔业的可持续发展能力，普及提高海洋养殖技术，发展设施渔业，拓展深水养殖，推广生态养殖模式。继续实施海洋捕捞渔船数量和功率总量控制制度，严格执行伏季休渔制度，调整捕捞作业结构，控制近海捕捞强度，科学合理规划建设人工渔礁，保护近海和传统渔场渔业资源。加强水产种质资源和重要渔业资源保护，开展鱼、虾、蟹、贝类等品种的人工增殖放流，改善渔业资源种群结构。重点扶植雷州半岛的海洋增养殖发展，优化潮州柘林湾、汕头南澳北部、惠州考洲洋、湛江流沙港和安铺港等海水养殖区建设。

本项目作为广东廉江核电项目的配套工程，主要对用海范围内疏浚，不进行围填海建设，不会对重点海洋生态功能区产生明显影响，不会影响其“重要的海洋渔业生产基地，重要的海洋生态环境保护地区”功能定位的发挥。另外，核电作为清洁能源，发

展核电替代化石能源，对于减少二氧化碳排放，减轻污染物排放，改善环境质量。综上所述，项目建设符合《广东省海洋主体功能区规划》。

因此，项目用海符合《广东省海洋主体功能区规划》。

6.4.2 与《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》的符合性分析

本项目建设可加快推进广东廉江项目及配套工程实施，提高湛江市及周边地区能源供应保障能力，有利于加快广东省政府完善能源基础设施网络，实现构建高质量绿色低碳能源保障体系，符合《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》中相关产业布局和能源发展的内容。

6.4.3 与《湛江市城市总体规划（2011-2020 年）》符合性分析

2017 年 6 月，国务院办公厅正式批准湛江市城市总体规划，根据《湛江市城市总体规划（2011-2020 年）》，湛江市总体发展目标为：以科学发展观为统领，以世界先进城市为标杆，以包括空港、深水良港等在内的全市综合运输体系为支撑，以海洋经济产业、绿色钢铁石化产业为龙头，以现代服务业发展为重点，以循环经济和生态建设为纽带，以海湾海岛景观塑造为特色，建成全国重要的沿海开放城市，现代化的新兴港口工业城市，适宜人居、创业、旅游的生态型海湾城市，更具集聚力、辐射力、引领力的粤西地区中心城市，代表广东参与环北部湾和东盟合作竞争的区域性中心城市。城市发展战略以安全、舒适、愉悦的空间塑造，实现魅力引领发展。加强城市安全，建立生态安全格局，健全综合防灾体系，构建多通道快速交通体系；提升城市舒适宜居水平，重构公共服务设施体系，打造城市绿色开敞空间，倡导低碳与慢行交通出行；营造令人愉悦的城市空间，塑造活力涌动的公共岸线，彰显海湾城市风貌，复兴历史街区，体验多元文化。

本项目通过疏浚，加快核电项目一期工程的建设，为湛江市发展提供助力，可提升城市舒适宜居水平，项目建设符合湛江市城市总体规划。

6.4.4 与《湛江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》的符合性分析

《湛江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》已经在

湛江市十四届人民代表大会会议审议通过。规划提出，推动转型优化升级，加快构建现代产业体系。全面推进产业基础高级化、产业链现代化，推动先进制造业和现代服务业协调发展，统筹发展海洋经济，优化产业结构和布局，打造世界级产业新城，提高经济质量效益和核心竞争力。

规划还提到全力发展战略性支柱产业，延伸完善上下游产业链，发展壮大绿色钢铁、绿色石化、高端造纸、绿色能源四大战略性支柱产业，形成强大产业支柱力量。加快发展绿色能源产业，优化能源结构，助推能源清洁低碳化转型，提升非化石能源比重，逐步建立现代化能源综合生产体系。优先发展新能源产业，建成廉江核电项目一期、粤电新寮海上风电、国电投徐闻海上风电场等项目。打造全国沿海重要能源产业基地。

因此，本项目作为广东廉江核电项目一期工程海域取排水设施建安工程的建设而服务，符合《湛江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》。

6.4.5 项目与国家产业政策的符合性分析

本项目疏浚主要为广东廉江核电项目一期工程海域取排水设施建安工程的建设而服务，广东廉江核电项目属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》目录中第一类鼓励类项目中的六、核能第 1 项“核电站建设与运行”。同时该核电项目符合《国家能源局能源发展十三五规划》中关于国家可持续发展政策和国家能源发展的目标任务要求，符合《核电中长期发展规划（2005-2020 年）》，已列入广东省“十三五”时期全省能源发展重点项目。

7 项目用海合理性分析

7.1 用海选址合理性分析

针对本项目的用海特点,拟从社会经济条件、自然环境条件、区域生态环境、与周边海洋开发活动的适宜性等方面分析本项目选址的合理性。

7.1.1 区域和社会条件的适宜性分析

车板镇龙头沙渔港始建 1972 年,1975 年建成投产,位于雷州半岛西北部,是廉江市唯一经国家农业部批准的三类港口。距廉城 70 公里,距 325 国道 14 公里,连结海南、越南、东南亚等地,海上运输条件十分优越。该镇发挥龙头沙渔港海上运输的独特优势,带动整个渔港的发展。

为进一步发展海洋经济,促进海产品的贸易及加工,廉江市明确提出,把龙头沙港海洋产业园作为“一廊两区”建设的重要组成部分。省海洋与渔业局已向农业部申报作为一级渔港纳入管理,同时还作为广东省现代渔港经济区建设 17 个重点港口之一,总投资 1.1 亿元,主要用于码头建设、疏浚工程、环港公路、水产品交易市场、渔民新村以及相关配套设施。在原渔港的基础上,将其建设成为以海洋产业带动捕捞业、海水养殖业、运输业、鱼需品生产、海产品加工业发展的整体规范的、功能多样的产业园区。

本疏浚工程更是服务于广东廉江核电项目排水设施建安工程,助力加快发展绿色能源产业,优化能源结构,助推能源清洁低碳化转型,提升非化石能源比重。综上,从地理位置、港口体系和腹地经济、后方集输运系统发展水平几个方面来看,本项目选址区域的基础设施、区位条件等社会条件均能满足项目建设和营运的要求,能够满足项目用海需求。

7.1.2 自然资源和环境条件的适宜性分析

本项目尽量利用天然深水区布置,减少周边保护区的影响。项目疏浚具有以下有利条件。本工程所在区域自然条件良好,掩护条件较好,风和波浪影响较小(台风影响期间除外),用海范围内横流流速较小。工程所在区域地质条件良好,疏浚土可挖性较好。因此,本工程的建设条件较好,在技术上是可行的。

1.气象条件的适宜性

工程位置属亚热带季风气候区，海洋性气候明显，光、热、水资源丰富。气候温暖，雨量充沛，雨热同季，光照充足，具有良好的自然环境条件，可作业天数多，适宜于海上作业。项目所在海域受风暴潮影响的可能性较大，在工程的建设施工和日后通航运营中，风暴潮的影响是不容忽视的。应做好防台防风暴潮工作。

2. 水域条件的适宜性

本工程所处水域较开阔，水深条件较好，掩护条件较好，除台风影响期间外均可施工。

7.1.3 区域生态环境的适应性

本工程疏浚将不可避免的对区域生态系统造成一定的不利影响。本工程生态影响包括直接影响和间接影响两个方面。直接影响主要限定在疏浚的范围之内，将直接破坏底栖生物生境，改变底栖生物栖息地；间接影响则是由于疏浚致使施工的局部水域悬浮物增加，施工过程带来油污对区域海洋生物造成毒害，施工行动的干扰等。随着工程结束，工程范围内生境将重新恢复。建议工程建设单位通过生态补偿措施对海洋生物资源的损失进行补偿，在当地渔业行政主管部门的指导下，开展生态修复措施，促进海洋生态环境的恢复。工程在采取一定补偿措施以及环保措施的前提下，可减轻对生态环境的影响。

7.1.4 周边用海活动适宜性

本项目所在海域用海活动以开放式养殖为主，项目所在海域附近的开发活动。根据第5章分析，疏浚施工期间合理安排施工顺序、精心组织施工，采用先进环保的施工工艺，尽量将悬沙泥沙对养殖区的影响降至最低。工程施工期船舶进出附近海域，客观上增加了航道的船舶交通流量和密度，增加了船舶会遇几率，这就必然会较大地增加海事部门安全监督管理的工作量和工作难度，特别是现场巡逻监督。项目建设单位在与海事部门进行充分的沟通协调下，即可营造出安全有秩序的通航环境。由此可见，本项目选址与周边用海活动具有可协调性。

此外，在项目施工前，为保证海上交通的正常秩序，业主单位与施工单位应制定详细的施工计划，对施工船舶的活动时间及活动范围进行控制和规范，并及时与当地海事部门以及渔港管理部门做好协调沟通。按照海事部门以及渔港管理

部门要求，施工前船舶进驻场地发布航行公告，明确作业时间与施工作业水域。此外，施工单位也应严格按照其他生态部门、渔业部门等要求进行施工，严格遵守《中华人民共和国海上交通安全法》的相关条例，并接受以上管理部门的监督管理。在施工场地设置相应的施工警示标志，必要时向海事部门申请派巡逻船加强现场监管工作。同时，业主单位应配合海事部门以及渔港管理部门加强对使用航道水域的船舶进出顺序、引航、港区锚地的使用实施统一调度和安排，以缓解航道间船舶会遇的相互干扰，减少可能发生的通航风险事故几率。在航道狭窄处，要求交汇双方加强瞭望，充分沟通，按章避让，保障船舶通航安全。本项目疏浚完成后，可使船舶航行交通组织更加流畅，从某种程度上来说有利于减轻船舶相互间的影响，保障行船安全。综上，本项目用海与周边海域开发利用活动具有良好的协调性。

7.1.5 用海选址是否存在潜在、重大的用海风险

本项目为疏浚工程，在施工期间主要可能受台风等自然灾害影响或施工船舶碰撞引起的溢油等环境风险，以及与周边用海项目施工协调，不存在重大的项目用海风险。根据风险分析，建设单位应对项目用海风险做好防御措施及应急预案。

7.1.6 选址合理性分析

工程海域附近目前规划的航道有廉江市龙头沙一级渔港进港航道，航道设计底高程为-4.0m，设计底宽 60m，目前尚未疏浚。

工程水域自然水深较浅，周边是大片的浅滩，工程周边海底底质主要是沙，应尽量结合现有深槽布置，充分利用现有的海域水深条件，尽量减少水域疏浚量，并进行局部调整，减少了工程量，减少了施工时间，减少了对海洋生态环境的影响。因此，本项目选址具有合理性。

7.2 用海平面布置合理性分析

本项目所在海域水深不满足排水设施施工船舶。广东廉江核电项目一期工程排水设施施工期间泥驳船满载时设计底标高为-3.5~-4.1m，现状海域水深为最深为-1.49m，不满足施工船舶最低通航水深要求，因此，需疏浚至-3.5m，乘潮水位 1m，即水深达-4.5m 时，可满足泥驳船通航。

施工期间施工船舶 500t 起重船船长 48.5m，作业时垂直于箱涵轴线定位，施

工期间后续工序（模袋混凝土、接缝抛石压载）的施工船舶（最大为 2000t 抛石船）需在起重船船艙处穿行，为确保船舶穿行时各船组安全，穿行船舶需与起重船保持一定的安全距离（15m），且与施工用海疏浚边坡保持一定的安全距离（避免低潮搁浅）。根据以上施工船舶施工和通航需求，确定了项目的用海范围。如下图所示。

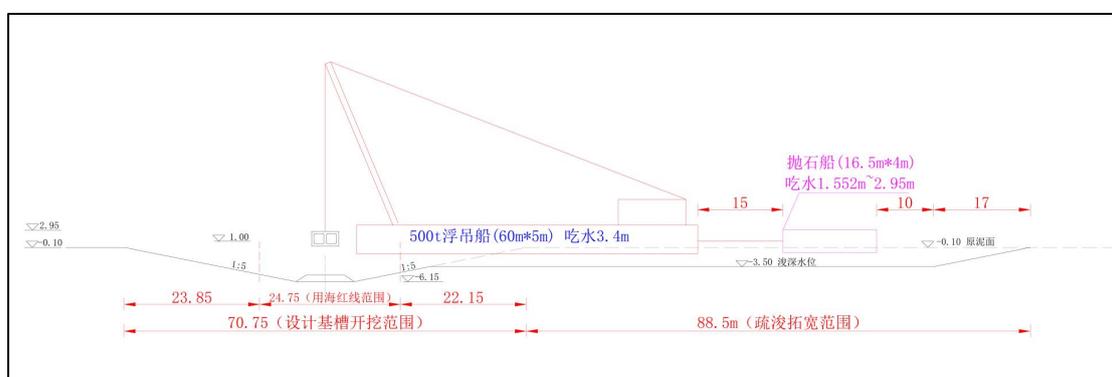


图 7.2-1 疏浚最小通行宽度示意图

排水设施在施工时其施工船舶所需最小顶宽为 159.25m。根据《广东廉江核电项目一期工程海域使用论证报告书》中码头总平面布置图（图 7.2-2），排水设施西北侧为大件码头的栈桥，二者间距较近不能满足施工船舶安全施工最小通行需求，因此，排水设施的施工主要在东南侧进行，本项目根据施工船舶施工位置与所需最小通行宽度确定用海平面布置（图 7.2.-3）。

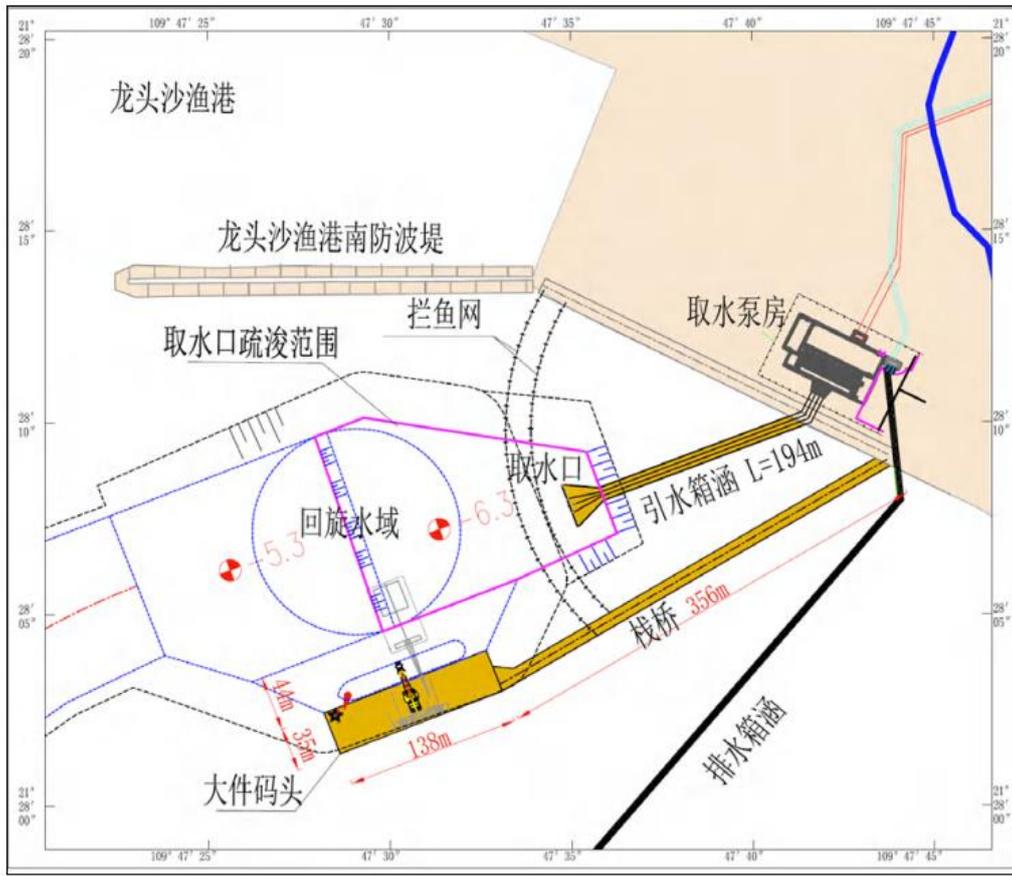


图 7.2-2 广东廉江核电项目一期工程码头总平面布置图

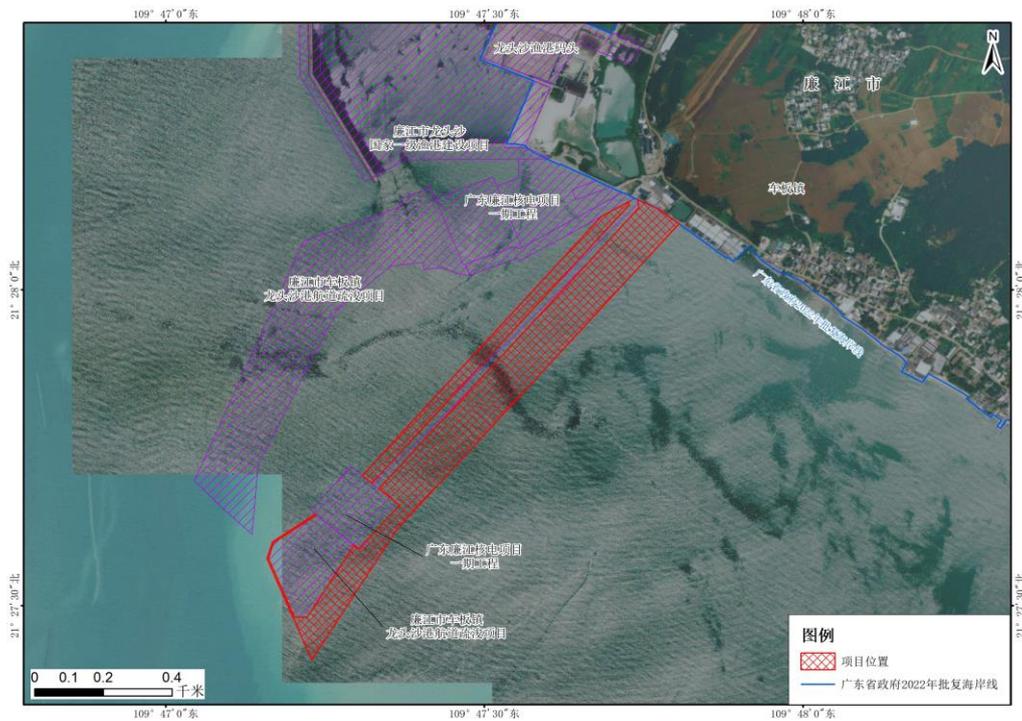


图 7.2-3 本项目用海平面布置图

7.3 用海方式合理性分析

本项目海域使用类型为工业用海（一级类）中的电力工业用海（二级类），用海方式为开放式（一级方式）中的专用航道、锚地及其它开放式（二级方式）。作为疏浚工程，其用海是由工程的特点和工程建设的特殊要求决定的，其用海方式具有唯一性。

本项目用海仅对申请用海范围内海域进行浚深，本项目申请用海涉及人工岸线 132.65 米，但疏浚施工不会改变岸线的属性。

本工程疏浚将不可避免的对区域生态系统造成一定的不利影响。建议建设单位采取鱼类增殖放流等方式进行生态资源补偿。工程在采取补偿措施以及环保措施的前提下，可减轻对生态环境的影响。

因此，本项目建设对区域生态系统有一定影响，建议通过增殖放流等措施进行生态补偿，使项目周边海域在工程实施后能够逐步恢复原来的生态状况，保持区域生态平衡。

7.4 占用岸线合理性分析

本项目用海仅对申请用海范围内海域进行浚深，本项目申请用海范围涉及人工岸线 132.65 米，但疏浚施工不会改变岸线的属性。

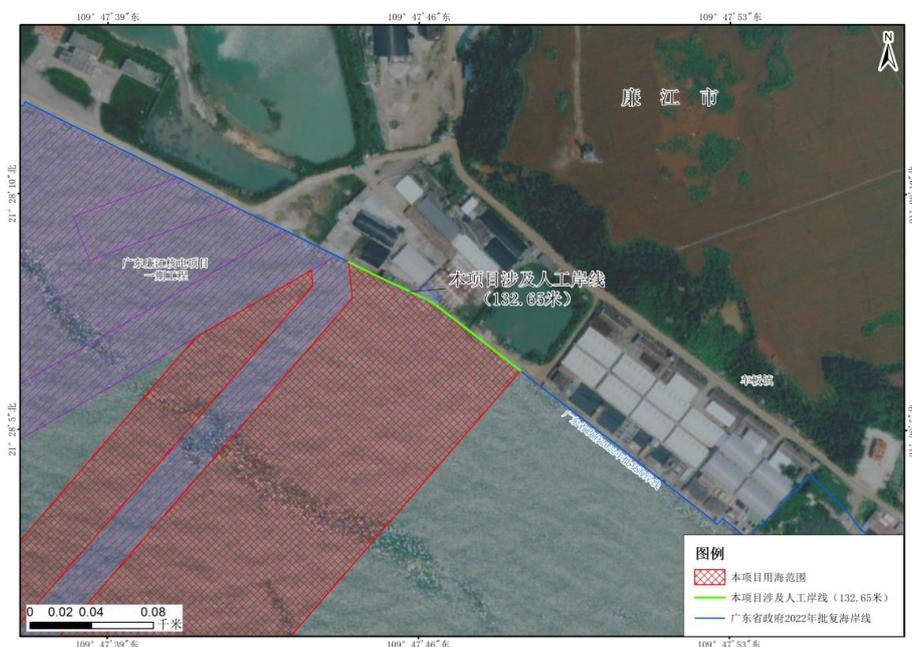


图 7.4-1 本项目涉及岸线图



图 7.4-2 项目用海岸线现状图

7.5 用海面积合理性分析

7.5.1 用海面积合理性分析

本项目为了广东廉江核电项目一期工程排水设施海上建安工程顺利进行，施工期间泥驳船满载时设计底标高为-3.5~-4.1m，现状海域水深为最深为-1.49m，不满足施工船舶最低通航水深要求，因此，需疏浚至-3.5m，乘潮水位 1m，即水深达-4.5m 时，可满足泥驳船通航。

施工期间使用到的 500t 起重船船长 48.5m，作业时垂直于箱涵轴线定位，施工期间后续工序（模袋混凝土、接缝抛石压载）的施工船舶（最大为 2000t 抛石船）需在起重船船艉处穿行，为确保船舶穿行时各船组安全，穿行船舶需与起重船保持一定的安全距离（15m），且工用海疏浚边边坡保持一定的安全距离（避免低潮搁浅）。根据以上施工船舶施工和通行需求，确定了项目的用海范围。

本项目的疏浚工程完成后，施工船舶仍需在此申请海域施工，直至排水设施完工。

根据《疏浚与吹填工程设计规范》，疏浚工程设计应考虑疏浚作业的水平 and 垂向偏差，在宽度和深度上分别增加计算超宽和计算超深。本项目使用的 13m³ 抓斗挖泥船施工超宽为 4.0m，超深为 0.6m。本工程最终界定用海面积为 19.6595 公顷，符合《海籍调查规范》（HY/T124-2009）中开放式用海界定“以实际设计或使用的范围为界”的要求。

因此，项目用海符合《海籍调查规范》，项目用海面积合理。

7.5.2 宗海图绘制

7.5.2.1 测量相关说明

（1）宗海测量相关说明

根据《海域使用分类》《海籍调查规范》，青岛博研海洋环境科技有限公司负责进行本工程海域使用测量，测绘资质证书号为：乙测资字 37509936。

（2）执行的技术标准

《海域使用面积测量规范》（HY 070-2022）；

《海域使用分类》（HY/T 123-2009）；

《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）；

《宗海图编绘技术规范》（HY/T 251-2018）。

7.5.2.2 宗海界址点的确定方法

根据《海籍调查规范》5.3.4 开放式用海“以实际设计或使用的范围为界”，本项目疏浚北侧与广东省政府 2022 年批复海岸线重叠，东南西侧以实际设计范围为界，中间与海域权属 2023A44088100496、2023D44088101691 无缝衔接，最终确定用海范围 19.6595 公顷。

7.5.2.3 宗海图的绘制

（1）用海面积的计算方法

本项目面积测算采用 CGCS2000 坐标系，高斯-克吕格投影方式，中央子午线为 110°。绘图采用 Arcgis 软件成图，面积量算直接采用该软件面积量算功能，其算法与坐标解析法原理一致。即对于有 n 个界址点的宗海内部单元，根据界址点的平面直角坐标 x_i 、 y_i （ i 为界址点序号），计算各宗海的面积 S （ hm^2 ）并转换为公顷，面积计算公式为：

$$S = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n x_i (y_{i+1} - y_{i-1})$$

式中， S 为宗海面积（ hm^2 ）， x_i 、 y_i 为第 i 个界址点坐标（ m ）。

（2）用海面积的界定依据

根据《海籍调查规范》（HY/T 124-2009），本项目用海面积界定时主要依据以下几点：

1) 本项目用海面积界定

根据《海籍调查规范》及本项用海的实际用海类型，界定本项目用海为 1 宗海，共为 19.6595 公顷，用海类型为工业用海（一级类）中的电力工业用海（二级类），用海方式为开放式（一级方式）中的专用航道、锚地及其它开放式（二级方式）。项目宗海位置图、项目宗海图见图 7.5.2-1 和图 7.5.2-2。

2) 本项目用海内部单元

①疏浚用海 1

折线 1-2-...-28-1 围成的区域为疏浚用海 1，面积为 16.0385 公顷。

界址线 1-2-3，根据广东廉江核电项目一期工程海域排水设施施工所需船舶的安全通航范围，结合《疏浚与吹填工程设计规范》中对 13m³ 抓斗挖泥船施工超宽为 4.0m，超深为 0.6m，确定的疏浚边坡坡顶为疏浚用海 1 的用海范围的东南边界；

界址线 3-4-...-10-11，与广东省政府 2022 年批复海岸线重叠，确定为用海范围的北外边界；

界址线 12-13-14-15-16-17，与广东廉江核电项目一期工程无缝衔接，确定为用海范围的内边界；

界址线 17-18-...-24，与廉江市车板镇龙头沙港航道疏浚项目无缝衔接，确定为用海范围内边界；

界址线 25-26，与广东廉江核电项目一期工程无缝衔接，确定为用海范围的内边界；

界址线 26-27-28-1，根据项目总平面布置设计，确定为用海范围西南侧外边界。

②疏浚用海 2

界址线 29-30-31-32-33-29 围成的区域为疏浚用海 2，面积为 3.6210 公顷。

界址线 33-29-30-31-32，与广东廉江核电项目一期工程无缝衔接，确定为用海范围的东侧边界；

界址线 32-33，根据项目总平面布置设计，结合《疏浚与吹填工程设计规范》中对 13m³ 抓斗挖泥船施工超宽为 4.0m，超深为 0.6m，确定为用海范围西侧边界。

广东廉江核电项目一期工程海域取排水设施建安工程排水箱涵施工用海疏浚工程宗海位置图

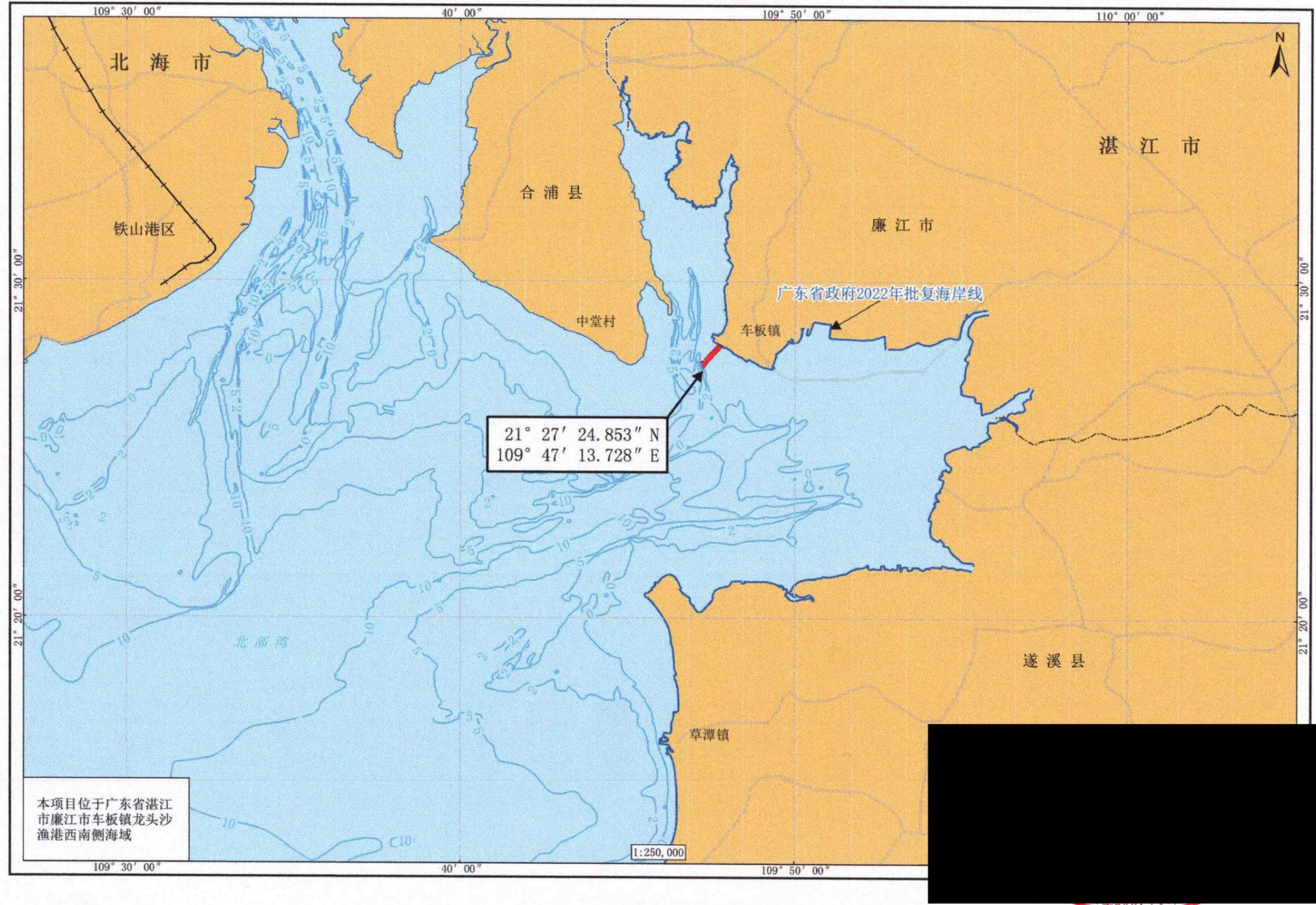


图 7.5.2-1 宗海位置图

广东廉江核电项目一期工程海域取排水设施建安工程排水箱涵施工用海疏浚工程宗海界址图

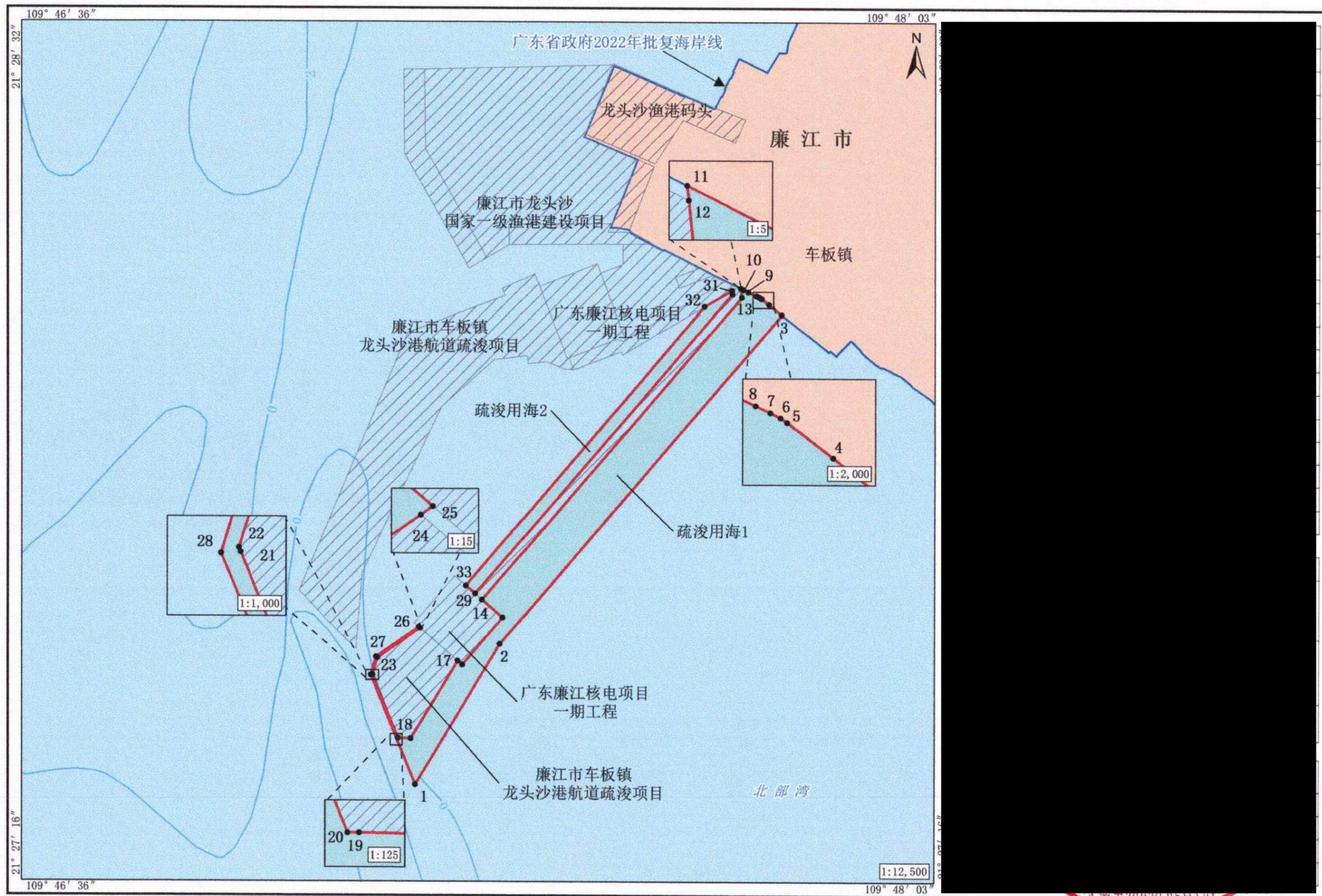
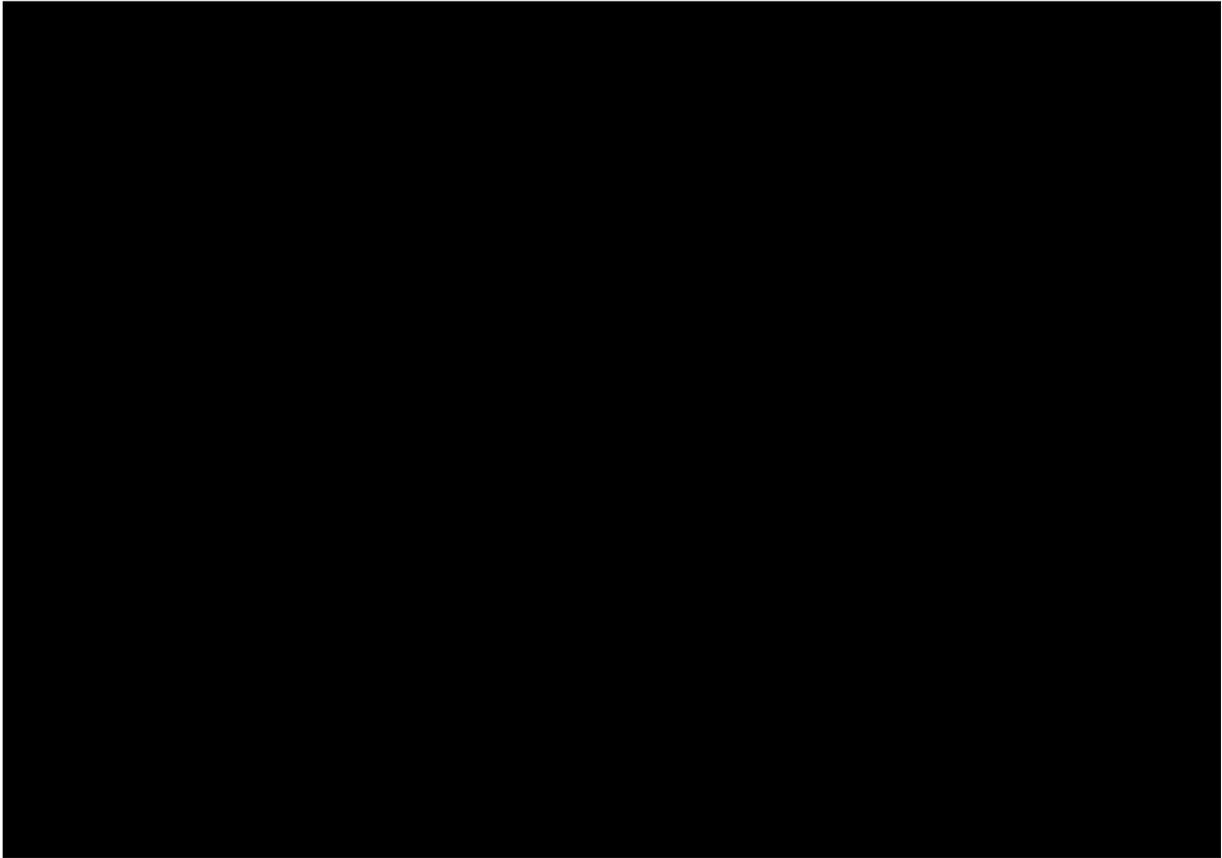


图 7.5.2-2 宗海界址图

表 7.5.2-1 宗海界址点续表



7.6 用海期限合理性分析

用海期限分析考虑的因素主要有工程设计使用寿命、业主的用海要求、海域使用权最高期限等，而用海期限的最终确定还应通过项目用海与海洋政策、利益相关者和海域资源环境状况等因素的关系分析后确定。

广东廉江核电项目取排水管道等设计使用寿命均为 50 年，其建设单位申请用海期限 50 年。本项目仅为满足广东廉江核电项目排水设施施工船舶能够正常施工进行的疏浚用海，根据排水设施建安工程海上施工期为 12 个月。考虑施工实际需求，台风天气无法施工等不可控因素，为了避免超期违法行为，适当延长疏浚工程的施工用海期限，因此将申请用海期限确定为 2 年。

综合考虑《中华人民共和国海域使用管理法》规定，结合项目自身的特殊性及其建设单位用海需求，申请用海期限为 2 年，本项目申请用海期限是合理的。

根据《中华人民共和国海域使用管理法》第二十六条，海域使用权期限届满，海域使用权人需要继续使用海域的，应当至迟于期限届满前二个月向原批准用海的人民政府申请续期。

8 生态用海对策措施

8.1 生态用海对策

8.1.1 用海设计生态保护对策措施

为使本项目用海设计体现生态化理念，避让生态敏感目标、尽可能减少对海洋自然资源的占用等。特提出以下措施：

1、疏浚施工作业尽量避开水产资源敏感期 4~5 月，若无法避开，可采取相关措施降低影响。

2、挖泥船到达施工点首次下耙时，先试作下耙动作，目的是驱赶施工点附近的浮游动物。

3、加强施工船只管理，避免施工区域船舶集中，避免在同一工程区大量动力机械设备同时运作导致局部声级过高。

4、施工船舶含油污水和生活污水禁止在工程海域排放，含油污水收集后交由有处置能力单位处理，海上生活污水收集上岸处理。施工单位还应对施工船只进行机械管理，定期进行检修，强化保养，严禁带“病”作业，防止机油泄漏事故。

5、海上施工应选择海况良好，潮流较缓的情况进行施工作业，在保证施工质量的前提下尽可能缩短作业时间。

6、应主动采取增殖放流等修复措施，以促进生态环境的恢复，对受损的海洋生物资源、水产资源进行补偿。

8.1.2 施工阶段生态保护对策

8.1.2.1 疏浚施工污染防治措施

1、采用先进的施工工艺和设备，合理安排施工顺序和进度；选择中、小潮、海况好的时间施工，以减小悬浮物的扩散范围。

2、在疏浚施工过程中，施工单位应合理安排施工船舶位置，合理制定施工计划，设计好挖泥进度，尽量缩短工期，减少疏浚施工产生的悬浮物对水质的影响。

3、在施工过程中采用 GPS 与常规定位技术相结合的方法，尽量减少超深超挖，以尽量减少疏浚作业对底质的扰动强度和范围，控制挖泥产生的悬浮泥沙的扩散。

4、疏浚物需按要求办理海洋废弃物倾倒许可证及水上水下活动许可证后，抛至海

口海洋倾倒区，严禁在工程海域和运输过程随意抛弃。

5、施工环境监理中应加强疏浚施工作业监督，避免施工单位的不规范操作。施工单位应合理安排施工船舶数量、位置、抓斗施工进度，尽量减少疏浚作业对底泥的搅动强度和范围。做好施工设备的日常维修检查工作，保持设备的良好运行和密闭性，发生故障后应及时予以修复。

6、施工前应从避让来往船只的角度优化作业面布置，避免发生船舶碰撞事故。

7、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水质、生态环境影响。

8、加强与当地气象预报部门的联系，在恶劣天气条件下应提前做好施工安全防护工作，避免造成船舶碰撞事故。

9、作业期间应同步进行海洋监测，并利用监测结果反过来约束施工作业，尽量减少项目施工对临近水体的环境所产生的影响。

8.1.2.2 施工期污水污染海域防治措施

施工期的各种生产、生活污水由各施工单位负责处理，不得随意排放，建设单位应在施工招标书中提出相应的条款和处罚制度。各施工单位在合同中应承诺处理施工期产生的生产、生活废污水，并达到环保要求。

1、生活污水

施工期，本项目产生的生活污水包括陆域施工人员生活污水和船舶生活污水。施工期间工作人员产生的生活污水通过污水管网系统收集输送至生活污水处理站，生活垃圾统一收集，统一交由环卫部门收集处理。

2、施工车辆和施工船舶含油废水

施工船舶产生的油类污染物收集后须定期排放至岸上接收设施，交由海事局认可的有资质单位接收处置。

8.1.2.3 疏浚物倾倒过程的环保对策

本项目疏浚产生的疏浚物将抛至铁山港外海洋倾倒区，在运泥船航行过程中，采取以下防止污染海域的措施：

1、杜绝运泥船运输过程中随意倾倒疏浚物，运泥船舶必须将疏浚泥运往指定的抛泥区。

2、运泥船在运输疏浚泥过程中应关闭舱门，并确定舱门关闭无误后方可航行。如泥舱关闭不严，在航行沿途由于泥浆的泄漏入海，将导致污染事故的发生。同时，应加强同当地气象预报部门的联系，在恶劣天气条件下，应提前做好防护准备并停止作业。

3、运泥船必须在指定位置处置疏浚物，不得随意倾倒。

8.1.2.4 固体废物处理措施

1、施工期间所产生的固体废弃物主要为生活垃圾。生活垃圾交环卫部门妥善处理。保证每天至少收集清理一次固体废弃物，不得随意抛弃或填埋。建设单位应在施工招标书中提出相应的条款和处罚制度；

2、禁止在评价水域内随意丢弃疏浚土方，疏浚物质倾倒至管理部门指定的海洋倾倒区；

3、严禁将船舶垃圾投入水域中；施工船舶生活垃圾采用集中收集，定期上岸，交由环卫部门处置的方式，禁止倾倒入施工水域。

8.1.2.5 施工噪声防治措施

1、施工阶段各种主要噪声源安排在昼间非正常休息时间进行，以免噪声扰民。

2、合理安排施工进度，尽量缩短施工工期，避免高噪声机械同时施工；

3、加强施工机械设备的维修和保养，使施工机械处于良好的工作状态，以降低噪声源强；

4、对施工机械操作工人及现场施工人员按劳动卫生标准控制工作时间，亦可采取个人防护措施，如戴隔声耳塞、头盔等。

8.1.3 生态跟踪监测

建设项目海洋环境跟踪监测的目的是通过对由于建设项目的施工和运营而对海洋环境产生的影响的跟踪监测，了解和掌握建设项目在其施工期和运营期对海洋水文动力、水质、沉积物和生物的影响，评价其影响范围和影响程度。

环境监测主要由项目建设单位委托的资质的环境监测部门按照制订的计划进行监测。根据本项目的工程特征和区域环境现状、环境规划要求及《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》，制定本项目的环境监测计划，包括环境监测的项目、频次、分析方法和评价标准等具体内容。

8.1.3.1 监测范围、站位与内容

监测范围主要分布在项目周围海域。监测站位主要选择在施工区等所在海域进行监测，在施工期工程区附近海域设置监测点：

水质监测因子为：共布设 8 个站，主要包括 pH、悬浮物、溶解氧、化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐、硫化物、石油类等指标。其中，重点监测要素为悬浮物、石油类；对于悬浮物等重点监测要素，每月开展一次例行监测，建议在项目施工海域周边布设 4 个站位，开展月度监测，监测指标包括悬浮物、化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐、石油类。上述 4 个站位应从上述 8 个站中选出，优选选择离项目最近的 4 个站位。“

沉积物监测因子为：共布设 4 个站位，主要包括粒度、总汞、铜、铅、镉、锌、铬、砷、硒、石油类、硫化物、有机碳等。重点监测要素为石油类；

海洋生物监测因子为：共布设 5 个站位，主要包括叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物、游泳生物等类别。

水文监测因子：水文监测应布设 8 个站位，主要水文监测因子包括：水温、盐度、水色、透明度及水深。其中，重点监测要素为水深。

表 8.1.3-1 环境跟踪监测站位表

站位	经度 (E)	纬度 (N)	调查要素
S1	109.779456	21.484284	水文、水质、生物、沉积物
S2	109.777563	21.466657	水文、水质、生物
S3	109.779339	21.446150	水文、水质
S4	109.780874	21.417719	水文、水质
S5	109.794956	21.464223	水文、水质、生物、沉积物
S6	109.796733	21.446357	水文、水质
S7	109.799186	21.428181	水文、水质、生物、沉积物
S8	109.811632	21.446230	水文、水质、生物、沉积物

表 8.1.3-2 月度海洋生态环境要素监测布点方案

站位图	经度 (E)	纬度 (N)
G1	109.777563	21.466657
G2	109.779339	21.446150
G3	109.794956	21.464223
G4	109.796733	21.446357

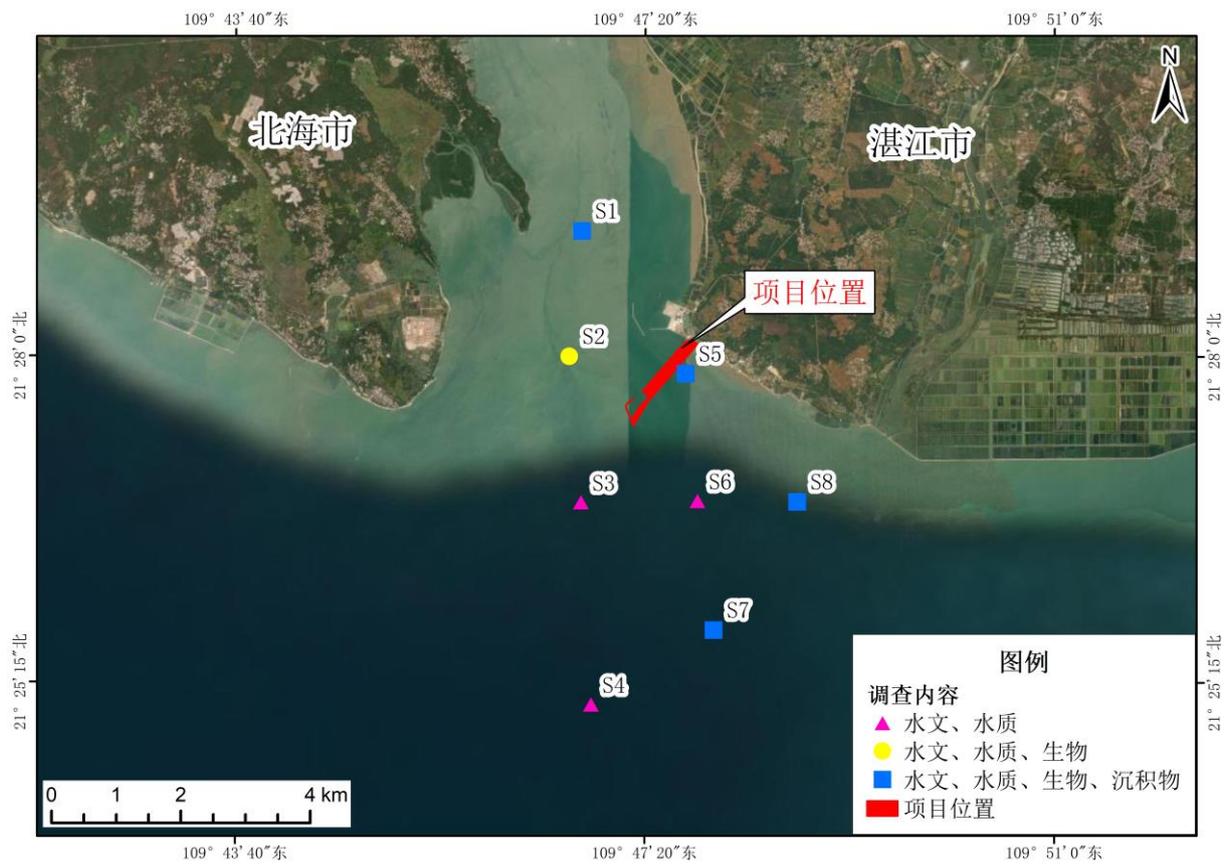


图 8.1.3-1 海洋生态环境要素监测布点方案示意图



图 8.1.3-2 月度海洋生态环境要素监测布点方案示意图

8.1.3.2 监测时间与频率

水质：施工期内每个季度各进行一次监测。

沉积物：施工期监测一次。施工结束后进行一次后评估监测。

海洋生物：施工期内每个季度各进行一次监测。施工结束后进行一次后评估监测。

水文：施工期每个季节选择大潮期进行一次；施工结束后进行一次后评估监测

(3) 监测资料建档及报告提交

承担监测的单位应认真分析监测数据，发现异常及时向上级主管部门汇报，以便采取相应的补充环保对策措施。并加强监测数据的管理，全部监测数据报项目建设部门存档备案，作为项目环境保护竣工验收的重要资料。具体做法：

a. 施工期每月向上级主管部门提交环境监察审核报告一份。报告书应对当月监察与审核情况进行评估和总结，并做下一个月的监察计划和监测程序。

b. 日常委托监测分析按化验室质量控制技术进行，对原始记录及相关资料应完整保留备查。

c. 及时整理汇总监测资料，反馈通报，建立良好的信息系统，定期总结。

d. 环境管理与监测情况应随时接受海洋环保主管部门的检查和监督。

8.2 生态保护修复措施

8.2.1 项目用海主要生态问题

本项目用海类型为工业用海中的电力工业用海，用海方式为开放式（一级方式）中的专用航道、锚地及其它开放式（二级方式），项目用海涉及人工岸线 132.65 米，结合本报告第 4 章节内容，项目用海引起的主要生态问题为：疏浚过程中，底内生物和底上生物因底部的底泥开挖、搬运而将全部损失；部分游泳能力差的底栖生物也将因躲避不及而被损伤或掩埋。施工产生的悬浮泥沙会增加水体的浑浊度，影响水体的透光性，对周边海域浮游生物产生不利影响，也会阻塞鱼类的鳃组织，造成其呼吸困难，严重的可能会引起死亡，对渔业资源会产生一定的影响。此外，疏浚开挖作业施工产生的大量悬浮物质沉降后，还将对底栖生物产生直接的覆盖作用，进而导致施工一定范围内底栖生物物的死亡。

项目建设所造成海洋生物资源损失估算结果为：底栖生物 7.2268t，鱼卵损失粒 36.38×10^6 粒，仔鱼损失 22.06×10^6 尾，游泳生物损失量约 1.3131t。

8.2.2 生态保护修复重点和目标

针对本项目用海引起的主要生态问题，确定项目生态保护修复重点和目标为海洋资源恢复，通过生态补偿措施对用海造成的渔业资源损失进行补偿恢复，实现渔业可持续发展，促进人与自然的和谐发展，维护水生生物多样性。有关生态补偿的具体措施，业主单位应主动与相关主管部门协商决定。

8.2.3 生态保护措施

8.2.3.1 施工期生态保护措施

从项目设计开始就应该把重视海洋环境与资源保护作为基本原则，贯穿在项目建设的设计、施工、运营全过程。本项目疏浚物倾倒至临时倾倒区，业主单位应严格按照倾倒区的相关管理要求，取得同意意见，才可以进行倾倒。

疏浚施工过程主要是悬浮物泥沙及施工噪声产生对环境的影响，将从减少悬浮物数量、防止悬浮物扩散、降低施工噪声、施工船舶污水、油污、生活垃圾等方面采取措施，降低疏浚施工对环境的影响。

8.2.3.2 减少悬浮物措施

1、挖泥船应精确定位后再开始挖掘，选用 GPS 全球定位系统，精确确定需开挖位置，从根本上减少对环境产生影响的悬浮物的数量。

2、北海珍珠贝海洋保护区和沙田东岸旅游休闲娱乐区位于本工程西南侧和西侧，距离都较近，与其他保护区相比，最大悬浮物浓度较高。针对这一情况，可依据现场天气条件，合理安排施工进度，如在东北风向较大时，可适当减小施工强度，降低施工悬沙在北海珍珠贝海洋保护区和沙田东岸旅游休闲娱乐区内的浓度和扩散范围。

3、作业单位应合理安排施工作业时段和范围，落实通航安全的管理要求，保障通航安全。根据海上安全管理规定，协助做好工程海域的通航安全协调和管理工作。

4、开展施工期环境监理。重点强化施工人员、施工区域、施工方式、施工时间的管理以及生态保护和恢复工程建设的监督。当发生不利环境影响比较显著时，环境监理单位应报告环境保护部门，并通知建设单位和施工单位，停止工程建设，落实相应环保对策措施，在消除和减缓生态环境影响后方可恢复施工。

8.2.3.3 防止悬浮物扩散

1、针对悬沙对保护区和红线区的影响，施工时，在工程周边各保护区和红线区边界处设置防污帘，对施工悬沙的扩散进行阻挡，降低施工悬沙进入保护区、红线区的浓度，进一步降低施工悬沙对工程周边各保护区和红线区的影响。

2、施工前，在距离施工区域约 100m 左右的距离自北向南设置一道高约 5m 的土工布防污屏，为防疏浚悬浮物顺着龙头沙渔港水域向北侧水域扩散，于渔港西防波堤于陆域之间设置一道土工布防污屏。

3、防污屏主要由防污帘布、浮体以及系锚点三部分组合而成，防污屏每节长度为 20m，每 20m 设置一个系锚点，主要由 400g/m² 机织布和 PVC 自浮体（浮漂）组成，整体构成屏状结构，拦截悬浮物或泥沙的扩散，垂直有效作用范围为水面以下至海底。示意图如下图所示。



图 8.2.3-1 无土工布拦污屏泥浆扩散图



图 8.2.3-2 有土工布拦污屏泥浆扩散图



图 8.2.3-3 防污屏材料



图 8.2.3-4 防污屏布设

4、抓斗船施工拟采用抓斗作业区域包围措施，在抓斗船抓斗作业预取焊接钢骨架，骨架上安装防污帘、浮体，防污帘底部绑块体压脚，防止抓斗带起的悬浮物扩散。



图 8.2.3-5 抓斗船包围防污帘示意图

5、泥驳卸泥航行时应紧闭底仓门，防止疏浚物泄露，所有泥驳均安装卸泥监控系统，疏浚物必须卸至倾废证上指定的卸泥区，严禁私自排放。同时定期对泥驳舱门液压开关系统进行检查，对密闭不严的泥驳，禁止其参与卸泥作业。

8.2.3.4 减少噪声

施工期间（特别是夜间和鸟类觅食时间）控制施工船舶鸣笛和高音喇叭的使用，减少噪音的影响，挖泥船内部，挖泥船与泥驳之间使用对讲机等无线通讯设备联络，无线对讲设备 24 小时安排人值守。

1、严格准入制度，选用效率高、噪音小的船舶、机械设备，船机设备经过检验达到噪声排放要求后方可进入施工现场。

2、严格落实船机设备的维修保养，保持低噪声运行状态，避免船机设备非正常运转而产生的噪声。

3、施工船舶使用标准静音机械，如发电机、空气压缩机等使用静音型号，减低噪音。对产生较大噪声的设备应该设置在封闭的场所，或加装消音器、减音器，挡音板或隔音罩等。

4、施工船舶在非紧急情况下不使用高音喇叭或鸣笛，船内部、船与船之间使用高频对讲机等无线通讯设备进行联络。

5、施工船舶在机舱路口上布置主机、辅机消声器，控制主机、辅机的噪声排放，限制突发性高噪声，主机、辅机的进气管和排气管同时家装消音器。

8.2.3.5 施工船舶污水、污油、生活垃圾处理

1、船舶污水、污油处理措施

(1) 本工程应遵照交通部发布的《中华人民共和国船舶及其有关作业活动污染海洋环境防治管理规定》对海上施工船舶的进行管理，禁止直接向海域水体排放机舱所处的舱底含油污水和生活污水。

(2) 严格执行国家《船舶水污染物排放控制标准》和国际防止船舶污染海洋公约的相关规定，施工船舶的油污水排放系统应实施铅封，并对铅封位置予以标识，并保持完好，且做好相应记录。严禁所有施工船只的含油废水等在施工海域排放，船舶油污水进行统一收集运至岸上，委托有资质的公司接收处置。

(3) 施工船舶应将船舶舱底油污水接收情况记载在管理机构签发的《油类记录簿》中，且《油类记录簿》应当随时可供检查。

(4) 船舶的排油监控装置、油水分离设备均应处于正常使用状态，注意设备的日常检查保养工作，发生故障时要及时修复，轮机长要经常知道敦促轮机人员正确使用油水分离装置。

(5) 对海域施工期间，各类运输船、挖泥船和起重作业船等施工船舶上作业人员产生的生活污水，需统一收集运至岸上处理，并委托有资质的单位接收处置。

(6) 甲板冲洗水可直接排放入海，但甲板上偶尔出现的少量油（通常是润滑油）应用锯末或棉纱吸净后冲洗，含油的棉纱等应收集后运回陆地。

(7) 加强施工设备的管理与养护，杜绝石油类物质泄漏，减少海水受污染的可能性。

(8) 加强船舶管理，避免水上污染事件的发生。建立详细的溢油应急计划，定期开展应急演练，做好防范准备。配备防油污设备，并定期检查。利用现有的水上应急围油回收设施，防止污染物扩散。定期巡查船舶防污染情况，一旦出现事故立即启动应急预案，及时通知周边保护区等环境敏感点，将事故损失降到最低。

2、船舶生活垃圾处理措施

(1) 施工船舶配置垃圾桶，生活垃圾应做好日常收集和分类处理，严禁向水域倾倒，收集后由发包人认定的船舶污染物接收单位有偿接收处理；对散落水面的固体废物，应尽力打捞回收。

(2) 船舶配备的垃圾桶应有盖，不渗漏，不外溢。

(3) 船舶运输施工材料时,应采取遮盖措施,加强管理,避免施工材料坠入水域中造成污染。

3、加强监测

在施工海域横向(垂直于海岸线或潮流主流方向的方向)不少于3个断面,其中经过本工程所处海域中心点位主断面,两侧分别不少于1个。主断面上设连续测站1~3个,其他断面连续测站1个,大面测站1~3个。

此外还需在距离施工位置较近的北海珍珠贝海洋保护区、沙田东岸旅游休闲娱乐区和广东湛江红树林国家级自然保护区、英罗港海洋保护区、山口红树林海洋保护区、合浦儒艮海洋保护区、廉江市英罗湾儒艮自然保护区等重要保护区内布设监测1-3个水文监测点,重点监测悬浮物扩散浓度增量。

8.2.4 海洋生物资源恢复

项目施工对资源造成最直观的损失是疏浚开挖,破坏底栖生态环境造成的底栖生物的直接损失以及悬浮泥沙扩散造成鱼卵仔稚鱼、游泳生物的死亡。

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/T9110-2007)的有关规定,对项目附近水域的生物资源恢复作出补偿。具体补偿措施与地方农业农村部门协商确定。

《中国水生生物资源养护行动纲要》(国发[2006]9号)明确提出:建立健全水生生物资源有偿使用制度,完善资源与生态补偿机制。按照谁开发谁保护、谁受益谁补偿、谁损害谁修复的原则,开发利用者应依法交纳资源增殖保护费用,专项用于水生生物资源养护工作;对资源及生态造成损害的,应进行赔偿或补偿,并采取必要的修复措施。

目前,海洋工程的生态补偿通常采用增殖放流的方式进行补偿,通过人为向工程海域放流鱼苗、虾苗、蟹苗,补充海域的生物资源量。本项目造成底栖生物、游泳生物损失,应落实海洋生态补偿措施,有关具体的海洋生物资源和渔业资源补偿方案,建议建设单位与农业农村主管部门协商,明确补偿计划、具体实施单位等,并依据《广东省海洋与渔业资源环境损失赔偿款收缴使用管理暂行办法》,生物资源损害补偿费用统一交由相关主管部门收取。

9 结论

9.1 项目用海基本情况

广东廉江核电项目一期工程的排水设施铺设箱涵需施工船舶进入。由于现状海域水深不满足施工船舶设计底标高，且核电项目一期工程申请用海时，仅申请了排水设施的用海区域，未考虑施工船舶施工所需用海区域，导致目前的申请用海范围不满足施工船舶进入，因此本项目申请施工船舶施工所需的海域。本项目主要为广东廉江核电项目一期工程海域排水设施建安工程服务，疏浚宽约 148m，长约 1624.9m，申请用海总面积为 19.6595 公顷。本项目施工期间泥驳船满载时设计底标高为-3.5~-4.1m，现状海域水深为最深为-1.49m，不满足船舶施工水深要求，因此，需疏浚至-3.5m，乘潮 1m，即水深达 -4.5m 时，可满足泥驳船航行需要。疏浚总量约 58 万 m³，疏浚土外抛至铁山港外海洋倾倒区。

广东廉江核电项目一期工程海域取排水设施建安工程海上施工时间段为 2024 年 07 月 01 日至 2025 年 06 月 30 日，共计约 12 个月。其中，本项目疏浚施工时间约为 9 个月：2024 年 07 月 01 日至 2025 年 04 月 06 日，共 280 天。

本项目为疏浚工程，本项目申请用海涉及人工岸线 132.65 米，但疏浚施工不会改变岸线的属性。申请用海总面积为 19.6595 公顷。用海类型和用海方式：项目用海类型为工业用海（一级类）中的电力工业用海（二级类），用海方式为开放式（一级方式）中的专用航道、锚地及其它开放式（二级方式）。

9.2 项目用海必要性结论

广东廉江核电项目已被列入国家《能源发展“十三五”规划》，符合国家能源发展战略，有助于优化广东省能源结构，缓解一次能源紧张供应形势，提高广东能源自给率；对于适应改善环境质量，促进广东节能环保、可持续发展有重要作用。项目建设对保障广东省和粤港澳大湾区能源电力安全、优化能源结构具有重要意义。

本项目作为广东廉江核电项目的配套工程，主要对施工用海范围进行疏浚，满足设计船型的施工要求，其用海需求是由其工程特点和工程建设的特殊要求决定的，本项目用海是必要的。

9.3 项目用海资源环境影响分析结论

1、对水动力环境和冲淤环境的影响

本项目对工程海域的水动力环境影响不大，工程前后流速变化大于 0.01m/s 的影响范围为用海范围周边 450m 内，对周边其它海域的水动力环境不产生明显影响。

2、对水质、沉积物环境的影响

在疏浚作业过程中，由设备搅动引起的悬浮泥沙在潮流的作用下向外海扩散，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，疏浚施工作业产生的悬浮泥沙将给周边水域带来一定的污染，也会对项目附近海域沉积物环境造成一定的影响，从整体分布趋势看，由于用海范围附近水动力环境较弱，疏浚产生的悬浮沙扩散对海域污染的范围主要是在用海范围附近，100mg/L 高浓度区范围相对较小。

施工船舶对水质、沉积物环境的影响还有施工船舶含油污水、施工船舶生活污水和船舶垃圾。施工船舶含油污水委托具有资质的船舶污染物接收单位接收处理，禁止在施工水域排放。施工船舶产生的生活污水由船舶生活污水处理设施处理达标后排放；船舶垃圾应做好日常的收集、分类与储存工作，靠岸后交由当地环卫部门接受处理。

建设单位在严格落实以上措施的前提下，施工船舶对水质、沉积物环境的影响很小。

3、对资源影响结论

本项目建设占用了部分海域空间资源，疏浚施工对大型船的适应性加强，到港的大型船增加，对周边港口航道的远期发展规划会产生积极的影响。疏浚施工对海洋生物和渔业资源产生一定的影响，根据计算结果，本项目疏浚施工及产生的悬浮泥沙所造成海洋生物资源损失估算结果为底栖生物 7.2268t，鱼卵损失 36.38×10^6 粒；仔鱼损失 22.06×10^6 尾；游泳生物损失量约 1.3131t。

9.4 海域开发利用协调分析结论

本项目利益相关协调部门为廉江市农业农村局、海事部门和港航部门，施工前并应主动向湛江市林业局、广东湛江红树林国家级自然保护区、广西山口红树林国家级自然保护区管理部门提供项目施工方案、施工时间等工程方案，请在施工、运营期间采取有效的环境保护，杜绝任何对红树林保护区不利影响的发生。

建设单位已与廉江市农业农村局充分沟通协调，取得协调意见并支持项目建设，建

建设单位应在施工、运营期加固龙头沙渔港护岸，并加强对航道的相应维护，确保不影响渔港的正常运行。

湛江市交通运输局出具函件，支持项目建设并将廉江核电项目码头纳入湛江港总体规划。建设单位已开展了通航安全影响评估并通过评审会，2021年1月广东海事局已回函同意项目建设用海。

9.5 项目用海与海洋功能区划及相关规划符合性分析结论

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》，项目用海位于英罗港—海康港农渔业区。本项目为广东廉江核电项目的配套工程，主要建设内容施工用海疏浚工程。项目用海类型为工业用海中的电力工业用海，用海方式为开放式中的专用航道、锚地及其它开放式，本项目建设有利于英罗港渔船进出渔港、有利于推动渔业经济的发展，项目用海与渔业用海是相适宜的，可保障龙头沙渔港用海的需求。

项目用海范围不在生态保护红线区控制范围内，项目用海符合《广东省国土空间规划（2021-2035年）》《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035年）》《湛江市国土空间总体规划（2021-2035年）》《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》《湛江市城市总体规划（2011-2020年）》等规划。

9.6 项目用海合理性分析结论

本项目选址阶段，结合项目所在海域的海洋功能区划、海洋保护区范围以及广东省与广西壮族自治区分界的位置，从占用海域面积、与港区规划协调性、工期与工程量、与周边养殖活动的适应性、节约投资等角度考虑。不仅充分利用天然水深，减少水域疏浚量，并与大件码头工程留有一定的安全距离。选址较合理。

项目平面布置用海尺度界址点量算符合《海籍调查规范》的要求。平面布置和用海面积合理。

广东廉江核电项目取排水管道等设计使用寿命均为50年，其建设单位申请用海期限50年。本项目仅为满足广东廉江核电项目排水设施施工船舶能够正常施工进行的疏浚用海，根据取排水设施建安工程海上施工期为12个月，其中，本项目工程施工期为9个月，考虑施工实际需求，避免超期违法行为，适当延长疏浚工程的施工用海期限，因此将申请用海期限确定为2年。

9.7 项目用海可行性结论

本项目为广东廉江核电项目一期工程的配套工程，项目的建设符合《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》和相关规划要求，项目建设与国家宏观政策、地方城市发展战略规划相一致，项目选址合理，用海面积适宜，与利益相关者具有协调性；同时，项目建设对广东廉江核电项目一期工程建设至关重要。

根据本报告前述章节的分析和论证结果可知，本项目用海是必要的，用海对周边资源环境的影响是可以接受的，与毗邻其他项目具有较好的协调性，符合海洋功能区划及相关规划，项目用海选址、用海方式和平面布置、用海面积合理。在项目建设单位切实执行国家有关法律法规，切实落实本报告书提出的海域使用管理对策措施，切实落实用海风险应急对策措施和应急预案的前提下，从海域使用角度考虑，本工程的海域使用是可行的。