

防城港市东湾榕木江西侧生态护岸工程
海域使用论证报告书
(公示稿)

国家海洋信息中心

(社会信用代码: **121000004013602937**)

2026年3月

关于《防城港市东湾榕木江西侧生态护岸工程海域使用论证报告书》全文公示删减内容及理由的说明

根据《自然资源部关于规范海域使用论证材料编制的通知》（自然资源规〔2021〕1号）相关要求，我单位对《防城港市东湾榕木江西侧生态护岸工程海域使用论证报告书》全本予以公示。

在此次公示中，我单位按要求删除或模糊处理报告中涉及第三方技术秘密、商业秘密等内容。现将删除或模糊处理内容说明如下：

1、删除或模糊处理工程具体位置、相关坐标、工程地质勘察、地形地貌的部分图件及数据。

原因：此部分内容属于工程项目建设的涉密部分。

2、删除或模糊处理本工程设计结构、技术参数指标和相关工程技术参数。

原因：此部分内容属于商业秘密。

3、删除或模糊处理相关资料编制单位等涉及第三方的内容。

原因：影响第三方商业利益。

4、删除或模糊处理部分水文环境现状调查资料、海洋环境现状调查资料及生物种类名录、现场踏勘记录，仅保留评价结果。

原因：现状调查详细数据涉及监测单位和委托单位商业秘密。

5、删除周边用海项目权属信息。

原因：此部分内容涉及第三方商业秘密

6、删除资料来源说明及附件内容。

原因：此部分内容涉及用海单位、利益相关者及有关管理部门的管理要求，未经同意不允许公开。

项目基本情况表

项目名称	防城港市东湾榕木江西侧生态护岸工程		
项目地址	广西壮族自治区防城港市港口区		
项目性质	公益性 (<input checked="" type="checkbox"/>)	经营性 (<input type="checkbox"/>)	
用海面积	0.2308ha	投资金额	200 万元
用海期限	40 年	预计就业人数	
占用岸线	总长度	297.95 m	邻近土地平均价格
	自然岸线	0	预计拉动区域经济产值
	人工岸线	297.95 m	填海成本
	其他岸线	0	
海域使用类型	海岸防护工程用海	新增岸线	0
用海方式	面积	具体用途	
非透水构筑物	0.2308 ha	海堤修复和生态化改造	
注：邻近土地平均价格是指项目周边土地价格的平均值			

目 录

摘 要.....	1
1. 项目用海基本情况.....	1
2. 项目用海必要性.....	1
3. 利益相关者协调情况.....	2
4. 资源生态影响.....	2
5. 规划符合性.....	3
6. 项目用海合理性.....	3
1 项目概述.....	6
1.1 论证工作来由.....	6
1.2 论证依据.....	8
1.2.1 法律法规.....	8
1.2.2 相关规划和区划.....	11
1.2.3 技术标准和规范.....	11
1.2.4 项目基础资料.....	12
1.3 论证工作等级和范围.....	13
1.3.1 论证工作等级.....	13
1.3.2 论证项目性质.....	14
1.3.3 项目论证范围.....	14
1.4 论证重点.....	16
2 项目用海基本情况.....	17
2.1 用海项目建设内容.....	17
2.2 平面布置和主要结构、尺度.....	18

2.2.1 工程设计平面布置.....	18
2.2.2 用海平面尺度.....	19
2.3 项目主要施工工艺和方法.....	19
2.3.1 施工进度安排.....	19
2.3.2 施工方案简述.....	19
2.4 项目申请用海情况.....	21
2.5 项目用海必要性.....	22
2.5.1 项目建设必要性.....	22
2.5.2 项目用海必要性.....	23
3 项目所在海域概况.....	25
3.1 海洋资源概况.....	25
3.1.1 岸线资源.....	25
3.1.2 海岛资源.....	25
3.1.3 旅游资源.....	26
3.1.4 渔业资源.....	27
3.1.5 港口资源.....	27
3.1.6 滩涂资源.....	30
3.1.7 红树林资源.....	30
3.2 自然环境状况.....	32
3.2.1 气候条件.....	32
3.2.2 海洋水文.....	36
3.2.3 地形地貌与冲淤.....	53
3.2.4 工程地质.....	56
3.2.5 海洋自然灾害.....	61
3.3 海洋生态概况.....	64

3.3.1 海洋水质现状.....	64
3.3.2 海洋沉积物现状.....	71
3.3.3 海洋生态现状.....	74
3.3.4 游泳生物.....	89
3.3.5 渔业资源.....	93
3.3.6 生物体质量.....	96
3.3.7 重要的海洋生态系统.....	99
4 资源生态影响分析.....	101
4.1 资源影响分析.....	101
4.1.1 对海洋空间资源的影响.....	101
4.1.2 对海洋生物资源的影响.....	102
4.2 生态影响评价.....	106
4.2.1 水文动力环境影响分析.....	107
4.2.2 地形地貌与冲淤环境影响分析.....	120
4.2.3 对水质环境的影响分析.....	126
4.2.4 对沉积物环境的影响分析.....	126
4.2.5 对海洋生物影响分析.....	127
4.2.6 对周围红树及红树林的影响分析.....	128
5 海域开发利用协调分析.....	130
5.1 海域开发利用现状.....	130
5.1.1 社会经济概况.....	130
5.1.2 海域使用现状.....	134
5.1.3 海域使用权属.....	138
5.2 项目用海对海域开发活动的影响.....	139
5.2.1 对周边用海项目的影响分析.....	140

5.2.2 对周边养殖用海的影响分析.....	141
5.3 利益相关者界定.....	141
5.4 相关利益协调分析.....	142
5.5 项目用海对国防安全 and 国家海洋权益的影响分析	143
5.5.1 与国防安全和军事活动的协调性分析.....	143
5.5.2 与国家海洋权益的协调性分析.....	143
6 国土空间规划符合性分析.....	145
6.1 与《广西壮族自治区国土空间规划（2021-2035年）》 符合性分析.....	145
6.2 与《防城港市国土空间总体规划（2021-2035年）》 符合性分析.....	145
6.3 与《广西壮族自治区国土空间生态修复规划 （2021-2035年）》符合性分析.....	146
6.4 对海洋功能区影响分析.....	146
6.5 与相关规划符合性分析.....	147
6.5.1 与社会经济发展规划符合性分析.....	148
6.5.2 项目用海与海洋主体功能区划的符合性分析.....	150
6.5.3 与《防城港市港口区养殖水域滩涂规划 （2024-2030年）》符合性分析.....	151
6.5.4 与《广西壮族自治区近岸海域环境功能区划调整 方案》符合性分析.....	153
7 项目用海合理性分析.....	155
7.1 用海选址合理性分析.....	155
7.1.1 区位和社会条件适宜性分析.....	155

7.1.2 项目选址与自然条件及生态环境适宜性分析	155
7.1.3 项目用海与周边用海活动协调性分析	158
7.1.4 与海洋产业协调发展适宜性	159
7.2 用海平面布置合理性分析	159
7.2.1 平面布置集约节约用海分析	160
7.2.2 平面布置利于生态保护分析	160
7.2.3 平面布置减缓水文动力环境和冲淤环境影响分析	160
7.2.4 平面布置减少对周边其他用海活动影响分析	161
7.3 用海方式合理性分析	161
7.3.1 用海方式界定	161
7.3.2 用海方式合理性	162
7.3.3 用海原则分析	162
7.3.4 用海方式减少对自然属性影响分析	163
7.3.5 用海方式减少对区域海洋生态系统影响分析	163
7.3.6 用海方式减少对水文动力环境和冲淤环境影响分析	164
7.4. 岸线利用的合理性分析	164
7.5 项目用海面积合理性分析	165
7.5.1 用海面积合理性分析	165
7.5.2 宗海图绘制	166
7.5.3 用海面积量算	167
7.5.4 用海期限合理性分析	167
8 生态用海对策措施	169
8.1 概述	169

8.2 生态用海对策.....	169
8.2.1 环境保护对策.....	169
8.2.2 生态保护对策.....	171
8.2.3 生态跟踪监测.....	172
8.3 生态保护修复措施.....	172
8.3.1 生态保护修复目标.....	173
8.3.2 生态保护修复方案.....	173
9 结论.....	175
9.1 项目用海基本情况.....	175
9.2 项目用海必要性结论.....	175
9.3 资源生态影响分析结论.....	175
9.4 海域开发利用协调分析结论.....	176
9.5 项目用海与国土空间规划及相关规划符合性分析结论.....	176
9.6 项目用海合理性分析结论.....	177
9.7 项目用海可行性结论.....	177

摘要

1.项目用海基本情况

项目名称：防城港市东湾榕木江西侧生态护岸工程。

建设单位：广西盛隆冶金有限公司。

用海类型：特殊用海（一级）中的海岸防护工程用海（二级）。

用海方式：构筑物用海（一级）中的非透水构筑物用海（二级）。

用海面积：用海总面积为 0.2308 ha。

占用岸线情况：占用人工岸线 297.95 m。

用海年限：本项目申请用海期限 40 年。

设权形式：排他性用海。

2.项目用海必要性

防城港市东湾榕木江西侧四轧海岸线海堤位于防城港市经济开发区，长期受海浪、风暴潮等侵蚀，部分区域已出现坍塌和倾斜。为巩固现有已建海堤的建设成果，消除区域灾害隐患，确保经济区生产安全、人民生命和财产安全，保障防城港市经济社会发展，本项目计划对四轧海岸线海堤以生态护坡形式进行修复加固，使其达到相应防潮标准，将使四轧海岸线海堤满足防台防洪要求，使海堤沿线工业园区减轻风暴潮的危害。因此项目建设是必要的，按照现行法律法

规和技术规范要求完善用海手续，实现依法依规用海和保障国家海洋权益。

3.利益相关者协调情况

根据论证范围和本项目对周边用海项目的影晌分析，界定利益相关者为防城港市港口区城市建设投资有限责任公司。经过业主与利益相关者沟通协调，相关利益方均同意本项目建设的实施。业主已经收到相关利益相关者的复函，各复函均原则同意本项目实施并提出了有针对性的意见和建议。

4.资源生态影响

本项目不占用岛礁和自然岸线，占用人工岸线297.95m。本项目对本海域海洋生物资源影响较小，不影响论证范围内滨海旅游资源。

本项目对涨落潮的影响较小，在可接受范围内，对紧邻的海岸防护工程用海项目影响有限；在冲淤方面，海域新增淤积主要分布在项目建设所在海域附近，外海及邻近的榕木江口基本无变化。

项目位于潮间带滩涂，高程较高，大部分时间均裸露着，低潮位时露滩，项目施工期间利用低潮露滩时施工，施工产生的悬浮物数量较小，基本不会产生悬浮物扩散至周围海域，并实施废水收集处理，固废分类收集处理，废水废物不排海，不会对周边海域的水质、沉积物等造成明显影响，对潮间带

生物、浮游植物、浮游动物和渔业资源等影响较小，项目施工不占用红树林，也不会对周边红树林产生影响。

5. 规划符合性

项目用海位于《广西壮族自治区国土空间规划（2021-2035年）》划定的海洋开发利用空间，不占用海洋生态保护区和海洋生态控制区。项目用海位于《防城港市国土空间总体规划（2021-2035年）》和《防城港市海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》（送审稿）划定的渔业用海区，不占用海洋生态保护区和海洋生态控制区，项目的特殊用海类型和非透水构筑物的用海方式满足功能区管控要求。本项目用海占用人工岸线和自然海域，不占用自然海岸线和岛礁等海洋空间资源，项目用海范围内无红树林、珊瑚礁和海草床等典型海洋湿地生态系统以及鸟类重要的栖息地和迁徙通道，不会对以上海洋空间资源以及典型海洋生态系统造成直接影响。综上，项目对所在的国土空间生态修复规划分区不会造成明显不利影响。项目符合《广西壮族自治区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》、《北部湾城市群建设“十四五”实施方案》。

6. 项目用海合理性

（1）选址合理性

本项目位于西部陆海新通道的关键节点防城港市，区位优势明显，稳定性条件较好，且自然灾害引发的工程安全风险

险概率极低。受项目用海影响的海域大部分与本项目同属一个海域使用权人，影响可控，相关利益者存在可协调途径。总体来说，本工程外部条件优越，施工条件和基础设施良好，区位条件可以满足项目建设及运营需要。选址较为合理。

（2）平面布置的合理性

本项目总体平面布置在坚持科学规范原则的基础上，做到集约节约使用海域空间资源，对生态敏感目标无影响，减少对水文动力环境和冲淤环境的影响，用海面积满足工程用海需求和平面布局要求。该项目的用海平面布置是合理的。

（3）用海方式合理性

本项目对海堤进行修复加固，采用毛石堆坡+绿化植被结合的方案，以非透水构筑物将该段岸线进行加固，用海面积较小，对海域生态环境影响较小，项目用海方式合理。

（4）用海面积合理性

本项目界址点、界址线和用海范围严格按照《海籍调查规范》（HY/T124-2009）的要求界定；宗海图的绘制科学、合理，宗海面积量算符合《海域使用面积测量技术规范》的要求，面积计算方法得当。本项目为生态护坡工程，申请用海面积为海堤及附属设施的实际用海范围，项目非透水构筑物用海面积符合用海需求合理。

（5）用海期限合理性

本工程申请用海期限为**40**年（**2**年施工期，**38**年运营期），符合项目设计使用年限，满足工程实际用海需求；从法律的符合性来讲，用海期限满足《中华人民共和国海域使用管理法》的规定，因此，本项目申请海域使用期限为**40**年，从工程设计寿命和法律法规的角度都是合理的。

1 项目概述

1.1 论证工作来由

广西防城港市东湾榕木江西侧生态护岸工程位于广西盛隆有限公司厂区四轧东海岸现有海堤外侧，该区域在榕木江入海口附近，陆域紧邻盛隆冶金有限公司的工业园区。项目区域四轧海岸线原有海堤因海浪、风暴潮等原因，已出现部分坍塌和倾斜问题，为保障生产安全、人民生命财产安全，亟需实施修复，为工业园区防灾减灾和生态保护修复提供保障。

项目业主为广西盛隆冶金有限公司，是由福建吴钢集团联合闽籍民营企业家在防城港市投资创办的股份制民营企业，是在西部大开发浪潮中由广西福建商会牵线引进的“百企入桂”重点项目。广西盛隆冶金有限公司自2009年起进行战略转型，大力倡导节能环保理念，坚持绿色发展，走可持续发展之路和新型的工业化道路。广西盛隆冶金公司“十四五”规划总目标是通过工艺装备升级、全球化协同、产业链延伸、碳减排推进、绿色化升级、智能化建设、创新能力提升，建设成为世界一流的绿色化、智能化标杆企业。该公司正积极打造“南厂区技改项目超百亿、北厂区改造项目超百亿、上下游配套产业链超百亿”等“三个百亿”工程。

本工程原有海岸线结构形式主要为浆砌筑毛石海堤，顶部为砖砌挡墙和绿化带。海堤总长为**300m**。毛石海堤采用毛石和砂浆砌筑而成，梯形结构，底部宽度**4m**，顶部宽度**2m**，高度为**7.07m**；顶部砖砌挡墙位于毛石海堤外侧，宽度为**24cm**，采用页岩砖砌筑，内外抹灰，高度为**0.7m**。挡墙顶部为高度**16cm**高压顶，宽度**24cm**钢筋混凝土结构，内设**2根12**通长钢筋；海堤顶部内侧为绿化带花池，宽度为**176cm**。

本项目拟建的防城港市东湾榕木江西侧生态护岸工程，抛填片石护堤总长度**300m**，南北走向，底部宽度距离现有海堤**7.2m**，高度为**5.2m**，顶部宽度**2m**，护堤采用片石抛填形成，放坡比例为**1:1**。项目建设以非透水构筑物形式，采用毛石堆坡+绿化植被结合的方式建设生态护坡，为海洋防灾减灾和生态保护修复提供支撑，为防城港市生态恢复岸线认定提供储备空间。

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。根据上述规定，建设单位广西盛隆冶金有限公司委托国家海洋信息中心（委托书见附录B）对该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，开展现场调查和调访工作，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，量算工程用海面积等工作。在此基础上编制了本海域使用论证报告书。

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》，2001年10月27日第九届全国人民代表大会常务委员会第二十四次会议通过；

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

(3)《中华人民共和国渔业法》，2013年12月28日第十二届全国人民代表大会常务委员会第六次会议第三次修订；

(4)《中华人民共和国海上交通安全法》，2021年4月29日，第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议通过；

(5)《中华人民共和国港口法》，2015年4月24日第十二届全国人民代表大会常务委员会第十四次会议通过；

(6)《中华人民共和国测绘法》，2017年4月27日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十七次会议第二次修订；

(7)《中华人民共和国可再生能源法》，2009年12月26日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十二次会议修订；

(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》，2017年修正；

(9)《中华人民共和国自然保护区条例》，2017年修订；

(10)《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》，2013年修订；

(11)《海洋自然保护区管理办法》(国海发〔1995〕251号)；

(12)《防治船舶污染海洋环境管理条例》(2010年3月1日起实施)；

(13)《国家海洋局关于完善国家海洋局直接受理项目用海审查工作有关问题的通知》，2013年；

(14)《自然资源部关于规范海域使用论证材料编制的通知》(自然资规〔2021〕1号)；

(15)《海域使用权管理规定》，国家海洋局，2006年；

- (16)《海岸线保护与利用管理办法》，国家海洋局，2017年；
- (17)《关于调整海域、无居民海岛使用金征收标准的通知》，财政部/国家海洋局，2018年；
- (18)《海域使用金征收标准》(财综字〔2018〕15号)；
- (19)《自然资源部办公厅关于进一步做好海域使用论证报告评审工作的通知》(自然资办函〔2021〕2073号)；
- (20)《关于贯彻实施〈中华人民共和国物权法〉全面落实海域物权制度的通知》(国海管字〔2007〕208号)；
- (21)《海域使用测量管理办法》(国海发〔2002〕22号)；
- (22)《国家海洋局关于在海洋领域全面使用2000国家大地坐标系的通知》，国海科字〔2014〕775号；
- (23)《自然资源部关于探索推进海域立体分层设权工作的通知》(自然资规〔2023〕8号)；
- (24)《自然资源部办公厅关于印发〈海域立体分层设权宗海范围界定指南(试行)〉的通知》(2023年11月17日)；
- (25)《广西壮族自治区海域使用管理条例》
- (26)《广西壮族自治区海洋环境保护条例》
- (27)《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》

1.2.2 相关规划和区划

(1)《广西壮族自治区国土空间规划(2021—2035年)》;

(2)《中国海洋渔业水域图(第一批)》(中华人民共和国农业部公告第189号);

(3)《“十四五”海洋经济发展规划》,2021年12月;

(4)《水运“十四五”发展规划》,2021年11月;

(5)《广西壮族自治区“十四五”海洋经济发展规划》,2021年8月;

(6)《防城港市城市总体规划(2015-2030年)》;

(7)《防城港市国土空间总体规划(2021-2035年)》。

(8)《防城港市海岸带及海洋空间规划(2021-2035年)》(送审稿)

1.2.3 技术标准和规范

(1)《海域使用论证技术导则》(GB/T 42361-2023);

(2)《海籍调查规范》(HY/T 124-2009);

(3)《海域使用分类》(HY/T 123-2009);

(4)《海洋调查规范》(GB/T12763-2007);

(5)《海洋监测规范》(GB 17378-2007);

(6)《海水水质标准》(GB 3097-1997);

(7)《海洋沉积物质量》(GB 18668-2002);

(8)《海洋生物质量》(GB 18421-2001);

- (9)《海域使用面积测量技术规范》(HY 070-2022);
- (10)《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T 19485-2014);
- (11)《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》(2002.4);
- (12)《全球定位系统(GPS)测量规范》(GB/T 18314-2016);
- (13)《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T 9110-2007);
- (14)《宗海图编绘技术规范》(HY/T 251-2018);
- (15)《海港总体设计规范》(JTS165-2013);
- (16)《港口与航道水文规范》(JTS145-2015);
- (17)《码头结构设计规范》(JTS167-2018)。

1.2.4 项目基础资料

《报北部湾港防城港港域企沙港区榕木江作业区西7号至9号泊位工程海域使用论证报告书》，广西中冠智合生态环境有限公司，2024年11月。

《北部湾港防城港港域企沙港区榕木江作业区西7号至9号泊位工程环境影响报告书》广西交通设计集团有限公司，2025年1月。

《广西防城港市海洋生态保护修复项目环境影响报告书》浙江省环境科技有限公司，2024年3月。

1.3 论证工作等级和范围

1.3.1 论证工作等级

海域使用论证工作实行等级划分制度，按项目的用海方式、规模和所在海域特征划分为一级、二级、三级。按《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》（自然资源发〔2023〕234号）规定，本项目用海类型为“特殊用海”（一级类）中的“海洋保护修复及海岸防护工程用海”（二级类）。

按《海域使用分类》（HY/T123-2009）规定，本项目用海方式为“构筑物”（一级方式）中的“非透水构筑物”（二级方式）；按《财政部国家海洋局印发〈关于调整海域无居民海岛使用金征收标准〉的通知》（财综〔2018〕15号）规定，本项目用海方式为“构筑物用海”中的“非透水构筑物用海”。

根据《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023），构筑物总长度（250~500）m 或用海面积（5~10）公顷的其他海域，论证等级为二级。本项目码头所在海域为除海洋自然保护区、海洋特别保护区、重要河口和海湾等的其他海域，属于非敏感海域，建设总长度 300m，总面积约 0.2308ha，根据非透水构筑物判定论证等级为二级。因此，本项目论证等级为二级。

表 1.3.1-1 海域使用论证等级参考表

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
构筑物用海	非透水构筑物用海	构筑物总长度 $\geq 500\text{m}$ 或用海面积 ≥ 10 公顷	所有海域	一
		构筑物总长度(250~500)m 或用海面积(5~10)公顷	敏感海域	一
			其他海域	二
		构筑物总长度 $\leq 250\text{m}$ 或用海面积 ≤ 5 公顷	所有海域	二

注 1: 敏感海域是指海洋生态保护红线区, 重要河口、海湾, 红树林、珊瑚礁、海草床等重要生态系统所在海域, 特别保护海岛所在海域等。

注 2: 构筑物总长度按照构筑物中心线长度界定, 并行铺设的海底电缆、海底管道等的长度, 按最长的管线长度计。

1.3.2 论证项目性质

防城港市东湾榕木江西侧生态护岸工程位于防城港市经济开发区盛隆工业园区四轧海岸线区域。本项目是以生态护岸形式实施海堤修复和加固, 属于海岸防护工程用海, 其核心功能为防御风暴潮、波浪侵袭, 保护工业园区岸滩及区域内所有设施的生命财产安全, 具有典型的防灾减灾公共安全属性和非营利性特征, 服务对象为区域内不特定多数主体而非单一企业, 符合公益事业用海的法定要件。因此, 本项目虽位于产业园区范围, 但其防护功能覆盖整个海岸线安全, 本质属于公益性海岸防护工程用海。

1.3.3 项目论证范围

根据《海域使用论证技术导则》(GB/T 42361-2023)的规定: 论证范围应根据项目用海情况、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。一般情况下，论证范围以项目用海外缘线为起点进行划定，二级论证向外扩展 8km。

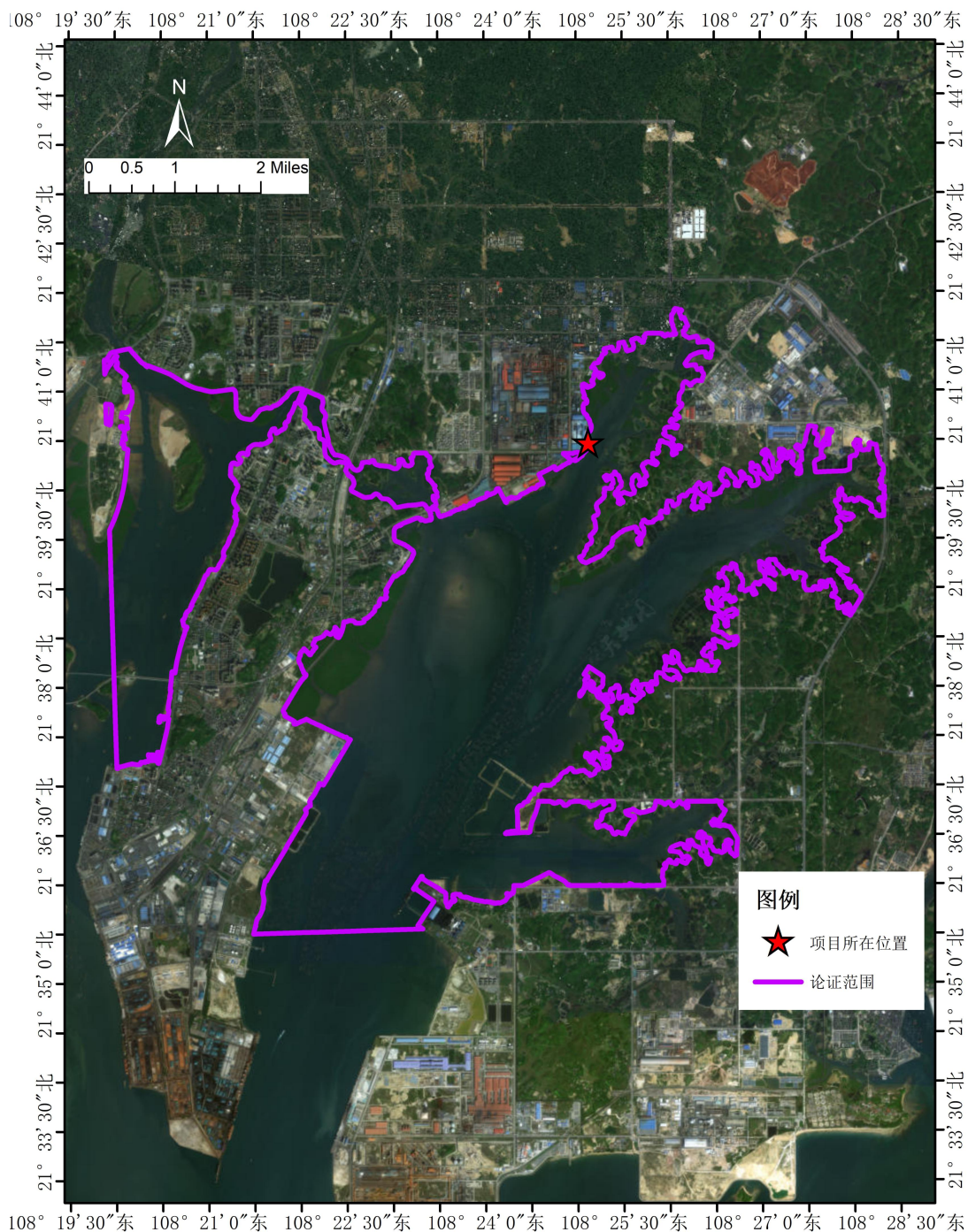


图 1.3-1 项目海域使用论证范围图

1.4 论证重点

根据工程项目所处海域的自然环境条件、海洋资源分布及开发利用现状等特点，结合项目的用海类型、用海性质、可能造成的环境影响及二级论证的要求，参照《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）附录 C，结合项目用海实际，确定本项目的论证重点为：

- （1）项目选址合理性分析；
- （2）平面布置合理性分析；
- （3）用海方式合理性；
- （4）资源生态影响。

2 项目用海基本情况

2.1 用海项目建设内容

项目名称：防城港市东湾榕木江西侧生态护岸工程

项目性质：公益性

投资主体：广西盛隆冶金有限公司

用海方式：非透水构筑物

用海面积：申请用海面积 0.2308ha

建设工期：本项目施工期安排为 2 个月

建设规模：本项目建设包括海岸线的毛石堆坡+绿化植被。其中，毛石挡土墙 300 米，用海面积 0.2308 平方米，挡土墙上覆盖绿化植被，长约 300 米，面积约 600 平方米。

投资规模：本工程计划投资 200 万元，其中工程费用 110 万元，内容包括：建筑工程、给排水工程、绿化、环境保护及临时工程等。

地理位置：本项目所在区域位置如图所示。



图 2.1-1 区域位置示意图

2.2 平面布置和主要结构、尺度

2.2.1 工程设计平面布置

抛填片石护堤总长度 300m，位于广西盛隆有限公司厂区四轧东海岸现有海堤外侧，南北走向，底部宽度距离现有海堤 7.2m，高度为 5.2m，顶部宽度 2m。护堤采用片石抛填形成，放坡比例为 1:1。项目规划总平面图、施工平面、立面、剖面图见图 2.2-1~2.2-4。

图 2.2-1 规划总平面图

图 2.2-1 抛填片石护堤平面布置图 (-2.2m)

图 2.2-2 抛填片石护堤立面布置图

图 2.2-3 抛填片石护堤剖面结构图

2.2.2 用海平面尺度

抛填片石护堤总长度 300m，底部宽度海堤 7.2m。

图 2.2-4 项目用海平面尺度示意图

2.3 项目主要施工工艺和方法

2.3.1 施工进度安排

根据本工程施工总进度计划安排，细化各分项工程的施工节点，具体如下：

- 1) 施工围挡搭设：4 天
- 2) 抛填片石：20 天
- 3) 堤顶硬化：10 天
- 4) 绿化施工：7 天

2.3.2 施工方案简述

本工程主要为在现有砌石海堤基础外增加片石抛填护坡，起加固海堤防护，减小海水侵蚀作用。

工程所在施工区域海域为潮间带滩涂，每天低潮干滩时间为 13 小时，抛填片石工程根据潮水情况施工。具体施工工艺顺序如下：

施工工艺顺序：施工材料及机具准备→施工围挡搭设→抛填片石→护坡顶部硬化→护坡顶部植草绿化施工

（1）施工围挡搭设

为避免施工过程中对厂区造成不利影响，施工前在施工区域海岸线向陆一侧位置进行围挡搭设，围挡采用临时彩钢金属围挡，外挂安全警示标牌和反光贴。围挡施工沿线南端和北端各留一个出入口，以便石料和机械出入。

（2）抛填片石

工程片石抛填施工采用从南端向北抛填片石的施工顺序。片石抛填采用大型反铲式挖掘机进行，石料堆放在现有混凝土路面，通过挖掘机将片石抛填至护坡边缘。片石石料抛填完毕后使用挖掘机在片石堆上方平整坡顶及边坡石块，平整高度为低于现有海堤 2.3m。

（3）堤顶硬化

为保证抛石护坡牢固和美观，坡顶进行硬化处理。硬化前采用粗砂和碎石填充顶部片石缝隙，使用平板夯实机夯实平整，以便后续浇筑混凝土坡顶。坡顶采用 100mm 厚 C25 素混凝土做为垫层，每 6 米设一条沉降缝，外侧做宽 100mm，高 200mm 的素混凝土翻边。混凝土施工采用泵送混凝土。

（4）绿化施工

护坡坡顶硬化完成后，待混凝土强度达到 80%后进行坡顶绿化施工。首先使用挖掘机将种植土从海堤路面转至填

石护坡顶部，随后采用人工平整种植土的方式对绿化基层平整，平整完毕后铺草皮浇水养护。主要施工机械设备见表 2.3-1，主要工程量见表 2.3-2。

表 2.3-1 项目施工机械设备表

表 2.3-2 项目主要工程量汇总表

2.4 项目申请用海情况

按《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》（自然资发〔2023〕234号）规定，本项目用海类型为“特殊用海”（一级类）中的“海洋保护修复及海岸防护工程用海”（二级类）。

按《海域使用分类》（HY/T123-2009）规定，本项目用海方式为“构筑物”（一级方式）中的“非透水构筑物”（二级方式）；按《财政部国家海洋局印发〈关于调整海域无居民海岛使用金征收标准〉的通知》（财综〔2018〕15号）规定，本项目用海方式为“构筑物用海”中的“非透水构筑物用海”。

项目申请用海面积为 0.2308ha，均为非透水构筑物用海。项目申请用海期限为 40 年，其中施工期 2 个月，运营期 39 年 10 个月。

图 2.4-1 宗海位置图**图 2.4-2 宗海界址图****表 2.4-1 界址点坐标及编号表**

2.5 项目用海必要性

2.5.1 项目建设必要性

项目建设是保障沿海地区经济社会发展和人民群众生命财产安全的需要。《中华人民共和国国民经济和社会发展的第十三个五年规划纲要》提出，“支持沿海地区全面参与全球经济合作和竞争，发挥环渤海、长三角、珠三角地区的对外开放门户作用，率先对接国际高标准投资和贸易规则体系，培育具有全球竞争力的经济区”。经济社会快速发展对沿海地区防潮减灾提出了新的更高的要求，但近年来，台风风暴潮灾害呈多发、频发、连发态势，灾害损失日趋加重，防城港市东湾榕木江西侧四轧海岸线海堤出现部分区域坍塌与倾斜等受损问题，因此，海堤作为防御台风风暴潮灾害的第一道防线，加强该受损人工海堤修复和生态护坡建设，提升抵御台风风暴潮冲刷和破坏的能力，对于保障沿海地区经济社会发展和人民群众生命财产安全具有重要作用。

项目建设是保护防城港市港口区地区社会稳定、经济持续发展的需要。防城港市榕木江区域是重要的工业园区及仓

储基地，海堤因地方财政薄弱，年久失修，容易受到潮汐和潮流侵蚀，尤其是近些年来台风和风暴潮叠加效应加剧，受损更加严重。加快推动海堤达标加固建设，是事关人民群众切身利益，保障地方经济社会稳定和科学发展的大事。本项目实施后，可保护海堤沿线工业园区、相邻村镇的安全，减轻区域内台风风暴潮灾害带来的经济损失，有效保护区域内基础设施、固定资产、工农业生产、群众生命及财产，社会效益显著，为防城港市港口区社会稳定、经济持续发展创造了良好的基础条件。

项目建设是改善海堤沿线生态环境的需要。以生态护坡形式开展海堤修复工程，可减轻防城港经济区水土流失情况，提高海岸抗冲刷能力，有效遏制海岸侵蚀现象，为经济区安全生产、社会安定、人民安居乐业创造了良好的生存环境。同时，以生态护坡形式开展海堤修复工程还可保护沿海土地、植被等自然资源，为动植物的生长和繁衍创造有利条件，对促进区域生态环境改善具有积极作用。此外，本海堤工程还有利于保护海岸滩涂，可通过加强造林绿化，扩大植被覆盖面积，提升海堤生态减灾功能。

2.5.2 项目用海必要性

防城港经济区是防城港市经济战略增长极的重要区域。防城港市东湾榕木江西侧四轧海岸线海堤位于防城港市经济开发区，长期受海浪、风暴潮等侵蚀，部分区域已出现坍

塌和倾斜。为巩固现有已建海堤的建设成果，消除区域灾害隐患，确保经济区生产安全、人民生命和财产安全，保障防城港市经济社会发展，本项目计划对四轧海岸线海堤以生态护坡形式进行修复加固，使其达到相应防潮标准，将使四轧海岸线海堤满足防台防洪要求，使海堤沿线工业园区减轻风暴潮的危害。

本项目性质为公益性海岸防护工程，需紧邻岸线在原有海堤基础上进行布局，以生态护坡形式实施海堤修复，从而实现抵御潮汐、风暴潮功能。本项目沿用原有堤线向外扩展必要距离以进行海堤修复和生态化改造，充分利用现有工程基础，既修复了原有人工海堤，又提升了原人工海堤的生态功能与减灾能力。本项目建设包括海岸线的毛石堆坡+绿化植被，沿旧有海堤修复并向外扩展改造，抛填片石护堤总长度 300m，南北走向，底部宽度距离现有海堤 7.2m，高度为 5.2m，顶部宽度 2m。护堤采用片石抛填形成，放坡比例为 1:1，护堤顶部覆盖绿化植被，长 300 米，面积约 600 平方米，整体用海面积 0.2308ha，严格依据国家标准进行设计，体现集约节约用海原则。因此项目建设是必要的，按照现行法律法规和技术规范要求完善用海手续，实现依法依规用海和保障国家海洋权益。

3 项目所在海域概况

3.1 海洋资源概况

3.1.1 岸线资源

防城港市濒临北部湾，是中国大陆海岸线最西南端起点，大陆海岸线总长 538.55km，纳入自然岸线管理的岸线长度 200.125km。防城港三面丘陵环抱，岸线曲折，由瀾尾半岛、白龙半岛、渔瀾半岛和企沙半岛分割成珍珠湾和防城湾等溺谷型海湾，海湾湾口有深槽，湾内水域宽阔、泥沙淤积较少，外海波浪影响较小，岸线后方多为低山和平原，为港口建设提供了较好的条件。其中较好的港口岸线包括白龙岸线、马鞍岭岸线、渔瀾半岛南部岸线、榕木江岸线、企沙半岛西岸线、企沙半岛南岸线等。

根据《防城港市自然岸线管理办法（试行）》规定，防城港市自然岸线保有率远期管控目标应不低于自治区下达的相应管控目标。

3.1.2 海岛资源

防城港市海岛岸线长度约为 156.7km，管辖海域面积近 10000km²，全市共有海岛 284 个，其中有居民海岛 2 个，无居民海岛 282 个。

防城港海岛数量多，分布广，其分布表现出如下主要特点：防城港海岛基本上沿大陆岸线分布，为近岸海岛；防城

港海岛面积小，绝大多数为 $200\text{m}^2 \sim 1\text{km}^2$ 的小岛。海岛主要分布在钦州湾（包括茅尾海、钦州湾外湾及白沙江、尖山江、旧洋江）内，共有海岛 145 个，占海岛总数的 51.1%；其次是防城港东湾，海岛数量为 80 个，占海岛总数的 28.1%；防城港海岛绝大多数为大陆岛，因而其形成和分布受大陆构造所控制，表现为海岛基本上沿大陆岸线分布，且多分布在海湾和河谷的港汊交汇处、顶部和两侧，如茅岭江、珍珠港湾、西湾、东湾的榕木江、风流岭江、云约江等。

3.1.3 旅游资源

防城港市地处北回归线以南，属南亚热带季风气候区。由于受到海洋的调节作用，气候宜人，适宜旅游开发。本区旅游资源较丰富，但开发利用程度较低，其旅游资源大致可以分为滨海旅游资源和海岛旅游资源两种类型。代表性的滨海旅游资源有位于防城区江山乡南部的江山半岛旅游度假区和东兴市江平镇南部的万尾金滩旅游度假区。江山半岛旅游区包括半岛风光，大平坡滨海旅游度假区，现为自治区级旅游度假区。万尾岛旅游度假区已建有宾馆、别墅、商店及金滩海水浴场，南北向和东西向大道贯通全岛，环境优美，为防城港市重要滨海旅游度假区。海岛旅游资源具代表性的有企沙湾口东侧海域的沙扒墩旅游区和防城江河口区地带的针鱼岭长榄岛旅游区。沙扒墩岛上已建有海岛别墅和凉亭，岛上树林茂密，东南沿岸沙滩洁白，海水清澈，为岛屿旅游

理想去处。针鱼岭岛和长榄岛上自然景观优美，周边海滩红树林环绕，该旅游资源已列入防城港市旅游发展规划。根据《2024年防城港市国民经济和社会发展统计公报》，2024年防城港市全年共接待国内游客3983.62万人次，实现国内旅游收入363.17亿元。

3.1.4 渔业资源

防城港市海洋渔业资源较为丰富，附近海域有鱼类500多种，虾类200多种，头足类近50种，蟹类20多种。还有众多的贝类和其他海产动物、藻类等。区域内海洋自然生态环境良好，水质受污染程度轻。沿岸海区水质较为肥沃，天然饵料丰富，是石斑鱼、鲈鱼、鲷鱼、对虾、青蟹以及多种品类的栖息和繁殖的理想场所。防城港市的海水质量好，自然饵料充足，海水养殖业发展的潜力很大。目前，人工养殖的有对虾、文蛤、牡蛎、青蟹、金鲳鱼、石斑鱼等海洋生物。

3.1.5 港口资源

(1) 港口码头

防城港背靠大西南、面向东南亚、东临粤港澳，是我国沿海主要港口之一，是西南地区最便捷的出海通道，也是我国与东盟国家海上贸易的重要口岸，具有优越的区位优势。防城湾湾口向南敞开，中间被渔湾半岛分为东湾和西湾，东部为企沙半岛，西部为白龙尾半岛。西湾为防城河主流入海

通道，东湾也是防城河通过渔濠半岛顶端的海峡入海的通道之一。

防城港共拥有西湾北、南作业区，东湾港区、云约江港区等三大港区，已建成万吨级以上泊位 59 个，其中 20 万吨级泊位 7 个，泊位最大靠泊能力为 20 万吨级。靠泊的最大船舶是 2010 年 2 月到港的“河北宏图”号货轮，载重吨位为 28.1 万吨。码头库场面积超 400 万平方米，年实际通过能力超过 8000 万吨，其中集装箱通过能力 55 万 TEU。2025 年上半年港口货物吞吐量达 1.02 亿吨，增长 14.6%，刷新历史同期最高纪录。防城港是全国沿海港口装卸货种最齐全的港口之一，交通运输部列入统计口径的 16 类货种在防城港都有作业。拥有 4 个 15 万吨级深水泊位和 1 个 20 万吨级深水泊位，是现今华南沿海唯一可同时接卸 5 艘满载的好望角型船舶的港口。

防城港是广西最大的海港，和世界 100 多个国家和地区有往来贸易，防城港北接黔川，西靠云南，东临粤、琼、港澳，南濒北部湾，是联接中国大陆资源丰富的大西南和经济活跃的东南亚地区的枢纽地带。水陆交通便利，南防高速公路直达港口，与西南公路出海大通道相连，这使得防城港可以直接与全国公路联网。海运开辟有联接“珠三角”、“长三角”、环渤海湾等经济圈的国内航线；与世界 100 多个国家和地区、250 多个港口通商通航，海运网络覆盖全球。集装

箱航线开辟了东南亚、东北亚、中东、欧洲、美西、美东、澳门、香港的国际直航或中转班轮航线以及防城港—蛇口/赤湾—全球集装箱公共快线。

(2) 航道、锚地

防城港进港航道呈“Y”形，由外航道、防城湾内的西湾航道和东湾航道组成。

外航道即三牙航道，由防城湾外海向北至现有 20 万吨级矿石码头处，长 17.336km，为 20 万吨级单向航道，通航宽度 195m，底高程-17.9m（防城湾当地理论深度基准面，下同），乘潮保证率 90%。

西湾航道由三牙航道北端向西北至西湾内港区，自南向北依次分为四段。其中，西贤航道和 18 号泊位前沿以南段牛头航道为 10 万吨级单向航道，长 3.666km，底宽 130m，底高程-13.5m，乘潮保证率 90%；13 号~17 号泊位前的牛头航道为 7 万吨级单向航道，长 1.516km，底宽 130m，底高程-12.5m，乘潮保证率 70%；11 号~12 号泊位前的牛头航道为 5 万吨级单向航道，长 0.6km，底宽 125m，底高程-11.0m，乘潮保证率 70%；10 号泊位至 6 号泊位段航道为 3 万吨级单向航道，长 1.788km，底宽 125m，底高程-9.5m，乘潮保证率 74%。

由三牙航道北端现有 20 万吨级矿石码头向东北至东湾液体化工码头段的东湾航道现为 5~10 万吨级单向航道，其

中 10 万吨级航段长 1.538km,底宽 160m,底高程-13.0m,乘潮保证率 80%; 5 万吨级航段长 1.454km,底宽 160m,底高程-11.4m,乘潮保证率 70%。从东湾液体化工码头向东北至防城港电厂码头段的东湾航道现为 5 万吨级单向航道,长 5.123km,底宽 165m,底高程-9.7m,乘潮保证率 30%。航道共设置有 1 座导航灯塔、2 个灯桩、10 个导标、54 个浮标、212 个岸标,还有激光导航站和全天候卫星导航站各 1 座。外海采用灯塔、雷达导航,三牙航道采用激光和浮标导航,西湾航道采用导标和浮标导航,东湾航道采用浮标导航。

防城港已建锚地共 9 个,锚地总面积 412.6km²,最大锚泊等级为 30 万吨级。

3.1.6 滩涂资源

防城港湾沿海滩涂资源十分丰富,该湾及其附近沿岸滩涂面积达 17700ha。其中沙滩面积 9400ha,沙泥滩面积 4400ha,红树林滩面积 2200ha,淤泥滩面积 1230ha,岩滩面积 470ha。

3.1.7 红树林资源

防城港市现有红树林 2058.83ha,占全区的 22.07%。其中,1049.96 ha(51.00%)位于自然保护地内,1008.87 ha (49.00%)位于自然保护地外。按行政区域分:港口区 696.89 ha,占 33.85%;防城区 479.13 ha 占 23.27%;

东兴市 882.81ha, 占 42.88%。防城港湾红树林资源丰富, 主要分布于渔洲坪沿岸、长榄岛周边滩涂、浮鱼岭周边滩涂。主要种类有桐花树、白骨壤、秋茄、木榄、银叶树和海漆等 14 种, 其中 10 种真红树, 4 种半红树植物, 详见表 3.1.7-1。

本项目的建设不占用红树林资源。

表 3.1.7-1 防城港湾红树林种类名

科名	科名种名	分布	
		东湾	西湾
真红树植物		4 种	8 种
红树科	木榄 (<i>Bruguiera gymnorhiza</i>)		√
	秋茄 (<i>Kandelia candel</i>)	√	√
	红海榄 (<i>Rhizophora stylosa</i>)		
紫金牛科	桐花树 (<i>Aegiceras corniculatum</i>)	√	√
马鞭草科	白骨壤 (<i>Avicennia marina</i>)	√	√
大戟科	海漆 (<i>Excoecaria agallocha</i>)		√
使君子科	榄李 (<i>Lumnitzera racemosa</i>)		√
爵床科	老鼠勒 (<i>Acanthus ilicifolius</i>)		√
梧桐科	银叶树 (<i>Heritiera littoralis</i>)	√	√
半红树植物		3 种	3 种
锦葵科	黄槿 (<i>Hibiscus tiliacus</i>)	√	√

	杨叶肖槿 (<i>Thespesia populnea</i>)		√
蝶形花科	水黄皮 (<i>Pongamia pinnata</i>)	√	√
夹竹桃科	海芒果 (<i>Cerbera manghas</i>)	√	

3.2 自然环境状况

3.2.1 气候条件

防城港市濒临北部湾，具有明显的海洋性季风气候特点。区域气候气象资料采用防城港气象站 1997~2016 年近 20 年的地面气象统计资料，防城港气象站（站点编号 59635）地理坐标为东经 108.35°，北纬 21.62°，海拔高度 31m。

3.2.1.1 气温

监测海域全年气温较高，多年年平均气温为 23.6℃，最热月出现在 6 月，多年月平均气温为 29.4℃；7 月次之，多年月平均气温为 28.8℃；最冷月出现在 1 月，多年月平均气温为 15.8℃。气温的年较差，即最热月与最冷月平均气温的差值，为 13.6℃。历年最高气温为 37.9℃，出现在 2015 年 7 月 12 日；历年最低气温为 3.0℃，出现在 2016 年 1 月 24 日（见表 3.2.1-1）。

表 3.2.1-1 防城港海洋站 2014 年-2022 年气温特征值统计(单位: °C)

3.2.1.2 气压

监测海域的月平均气压 12 月最高，为 1016.5 hPa，7 月最低，为 1000.2hPa；多年平均气压为 1008.2 hPa，多年最高气压为 1036.7 hPa，出现在 2016 年 1 月 24 日，多年最低气压为 956.1 hPa，出现在 2014 年 7 月 19 日（表 3.2.1-2）。

表 3.2.1-2 防城港海洋站 2014 年 - 2022 年气压统计(单位：
hPa)

3.2.1.3 降水

监测海域水汽来源充足，雨量充沛，多年平均降雨量为 2409.0mm。雨季为 5 月-10 月，雨季多年平均降水量为 2037.5mm，为全年降水量的 84.6%。日最高降水量为 291.1mm，出现在 2019 年 6 月 16 日。7 月月平均降水量最大，为 841.8mm，12 月月平均降水量较少，为 41.0mm；年平均降水天数为 156d，其中 8 月月平均降水日数最多，为 20d，其次为 7 月，月平均降水日数为 19d。11 月、12 月月平均降水日数较少，均为 9d，详见表 3.2.1-3。

表 3.2.1-3 防城港海洋站 2014 年-2022 年降水量统计

3.2.1.4 风况

根据防城港海洋站 2014 年-2022 年共 9 周年的风观测资料统计(结果见表 3.2.1-4 和图 3.2.1-1), 监测海域处于防城港附近海域, 属于热带季风区, 风存在明显的季节变化, 春、秋、冬季以 NNE 向风为主, 夏季以 SW 向风为主。全年常风向为 NNE 向, 多年平均出现频率为 34.09%; 次常风向为 SW 和 NE 向, 多年平均出现频率分别为 13.05%和 10.54%; 多年平均静风频率为 0.66%。

表 3.2.1-4 防城港海洋站累年(2014 年 - 2022 年)各月各向风频率(%)

说明: C 为静风。

图 3.2.1-1 防城港市多年风向频率玫瑰图

监测海域位于微风区, 累年平均风速为 4.1m/s, 累年最大风速为 33.8m/s, 累年极大风速为 51.2m/s (见表 3.2.1-5)。

表 3.2.1-5 防城港海洋站累年(2014 年-2022 年)各月平均风速、最大风速、极大风速及对应风向(风速: m/s, 风向: °)

监测海域各月平均风速在 2.8m/s ~ 5.7m/s 之间, 其中 12 月平均风速最大, 为 5.7m/s, 8 月平均风速最小, 为 2.8 m/s。

监测海域各月最大风速在 $13.9\text{m/s} \sim 33.8\text{m/s}$ 之间，月最大风速的最大值出现在 7 月，月最大风速的最小值出现在 5 月。

监测海域各月极大风速在 $20.6\text{m/s} \sim 51.2\text{m/s}$ 之间，月极大风速的最大值出在 7 月，极大风速值为 51.2m/s ，风向为 268° （详见表 3.2.1-5）。极大风速的最大值主要出现在热带气旋影响的季节。

监测海域累年各月各向平均风速详见表 3.2.1-6，各月各向平均风速存在差异，但就全年平均风速而言，NNE 向最大，为 5.4m/s ，NE 向次之，为 4.8m/s ，WNW 向最小，仅为 1.3m/s 。

表 3.2.1-6 防城港海洋站累年(2014 年-2022 年)各月各向平均风速 (m/s) 统计

监测海域 ≥ 6 级风（瞬时风速 $\geq 10.8\text{m/s}$ ）的日数，全年各月均会出现，其中 6 月出现日数最多，其次为 12 月，全年大于 6 级日数为 174.2 天。监测海域 ≥ 8 级风（瞬时风速 $\geq 17.2\text{m/s}$ ）的日数，以 12 月出现最多，9 月出现最少，全年大于 8 级风出现日数为 38.6 天。

3.2.1.5 雾、相对湿度及蒸发量

防城港市年平均雾日为 22.2 天，最多年雾日为 36 天，最少年雾日为 8 天。雾多发生在冬末春初早晨，一般延续 2~3 小时，日出雾散。

防城港市平均相对湿度达 81%，最大月平均相对湿度为 88%，出现在 3 月份，最小月平均相对湿度为 71%，出现在 11 月份。最小相对湿度为 18%。

防城港市年平均蒸发量为 1645.2mm，二月是低温阴雨集中月，蒸发量最低，其值为 55.4mm；9 月秋旱蒸发量最大，其值为 197.2mm。

3.2.2 海洋水文

3.2.2.1 潮汐

项目工程所在海域为规则全日潮海域，其特点是：当全日分潮显著时，潮差大，涨潮历时大于落潮历时，憩流时间短；当半日分潮显著时，潮差小，涨落潮历时大致相等，憩流时间长。主要通过收集防城港市海洋环境监测站 1996~2018 年实测潮位资料，进行统计计算，其潮位特征值如下表所示（以理论深度基准面起算，下同）：

本报告采用 1985 国家高程，高于理论深度基准面 1.91m。防城港潮汐特征值与理论深度基准面起算的高程关系见图 3.2.2-1。

表 3.2.2-1 监测海域潮汐特征值的统计表

图 3.2.2-1 防城港湾潮汐特征值与理论深度基准面起算的高程关系

3.2.2.2 实测海流

海洋水文数据引用两次调查数据。

3.2.2.3.1 第一次调查数据

表 3.2.2-2 水文调查站位表**图 3.2.2-2 海洋水文观测站位**

(1) 潮汐特征

潮位观测时间涵盖潮流观测时间，提取潮流观测期间内的潮位进行分析，潮位过程线见图 3.2.2-2。

根据潮位过程曲线图可知，大潮期观测到的潮位类型为全日潮型，一个观测周期内有两次高潮和一次低潮，H1 站第一次高潮出现于 9 月 6 日 13:20，潮高在 85 高基面以上 2.10m，第二次高潮出现于 9 月 7 日 14:00，潮高在 85 高基面以上 2.31m，低潮出现于 9 月 7 日 0:30，潮高在 85 高基面以下 2.15m，潮差分别为 4.25m、4.46m。

H1 涨潮历时约 13 小时 30 分钟，落潮历时 11 小时 10 分钟。项目海域涨潮历时大于落潮历时。

图 3.2.2-3 大潮期 H1 站潮位过程曲线图

(2) 实测海流统计分析

1) 实测涨、落潮流特征

根据调查结果，将实测资料整理成流速、流向报表，并对涨落潮期流速特征值进行统计，分析观测期间海域潮流特征如下：

①观测海域整体呈现往复流形态，受地形影响，潮流方向基本平行于等深线；在外海区域的 B5、B6 站，其往复流形态弱于靠近近岸的其他站点，有转变为旋转流形态的趋势。

②大潮期，B1、B2、B3、B4、B5 和 B6 站海流最大流速分别为 38cm/s、107cm/s、60cm/s、64cm/s、96cm/s 和 67cm/s。

③项目海区涨潮历时显著大于落潮历时，涨潮期流速整体上小于落潮流速。

图 3.2.2-4 垂向平均海流矢量图

表 3.2.2-3 大潮期实测海流分层流速特征值统计表(流速：cm/s，流向：°)

(3) 潮流调和分析

对潮流的调和与分析采用准调和与分析方法进行，对实测的流速、流向过程曲线经过修匀后采用引入引进差比数的方法，分析得出各站各层的 O_1 、 K_1 、 M_2 、 S_2 、 M_4 、 MS_4 等 6 个分潮的调和常数和椭圆要素。

1) 潮流类型

按照《海港水文规范》，潮流可分为规则的、不规则的半日潮流和规则的、不规则的全日潮流，可以用潮流形态数 $F = (W_{O1} + W_{K1}) / W_{M2}$ (W 为分潮流椭圆长轴的长度) 来判别。

当 $0 < F \leq 0.5$ 规则半日潮流

当 $0.5 < F \leq 2.0$ 不规则半日潮流

当 $2.0 < F \leq 4.0$ 不规则全日潮流

当 $4.0 < F$ 规则全日潮流

表 3.2.2-4 给出各站各层的 F 值，由表可知，观测期间，潮型系数基本在 1.7 ~ 17.3 之间，除了 B2 站为规则全日潮流，B1、B4 站表层为不规则半日潮之外，其余站点的表、中、底层基本都以不规则全日潮为主，表明防城港东、西湾内及湾外近海存在混合潮流。测站 O_1 、 K_1 全日分潮流最大， M_2 半日分潮流次之， MS_4 四分之一分潮流较小，说明在本海区浅水效应不甚明显。

表 3.2.2-4 潮流性质参数表

表 3.2.2-5 B1 站调和常数、椭圆要素表（振幅：cm，流速：cm/s，
方向：°）

表 3.2.2-6 B2 站调和常数、椭圆要素表（振幅：cm，流速：cm/s，
方向：°）

表 3.2.2-7 B3 站调和常数、椭圆要素表（振幅：cm，流速：cm/s，
方向：°）

表 3.2.2-8 B4 站调和常数、椭圆要素表（振幅：cm，流速：cm/s，
方向：°）

表 3.2.2-9 B5 站调和常数、椭圆要素表（振幅：cm，流速：cm/s，
方向：°）

表 3.2.2-10 B6 站调和常数、椭圆要素表（振幅：cm，流速：cm/s，
方向：°）

2) 潮流运动形式

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

由表 3.2.2-5 至表 3.2.2-10 中旋转率可知，各站各分潮流的椭圆率有正有负，以负居多，表明左、右旋都有。根据计算得到的旋转率显示，B1 站到 B5 站的|K|值小于 0.25，表明这几个站都是以往复流为主，而 B6 站表层到底层的|K|值均大于 0.25，表明 B6 站的潮流具有较强的旋转性。B4 站与 B5 站中层与底层的 K 值大于 0，表明 B4 站与 B5 站中层与底层潮流以逆时针方向为主，其余站点 K 值均小于 0，潮流运动以顺时针方向为主。表 3.2.2-11 给出各站 K₁、M₂ 分潮流的旋转率 K。从表中可以看出，B1、B2 站底层和 B2 和 B3-B5 站旋转率值较小，呈现往复流特征；B2 站表层以及 B6 站旋转率值较大，总体上呈现往复流特征，较大的旋转率值主要与风、水深、地形有关。

表 3.2.2-11 K₁、M₂ 分潮流旋转率(k)统计表

3) 可能最大潮流流速

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

$$\vec{V}_{\max} = \vec{W}_{M2} + \vec{W}_{S2} + 1.600\vec{W}_{K1} + 1.450\vec{W}_{O1}$$

对规则半日潮流海区，潮流可能最大流速采用下面公式计算：

$$\vec{V}_{\max} = 1.259 \vec{W}_{M2} + 1.254 \vec{W}_{S2} + \vec{W}_{K1} + \vec{W}_{O1} + \vec{W}_{M4} + \vec{W}_{MS4}$$

对于不规则半日潮流海区和不规则全日潮流海区，选取以上两式中的最大值。计算得到各站的潮流可能最大流速，其结果详见表 3.2.2-12。从表中可知，潮流可能最大流速最大为 108.8cm/s，出现在 B1 站表层；最小 25.0cm/s，出现在 B4 站底层。

表 3.2.2-12 潮流可能最大流速及其流向表（单位：流速：cm/s；
流向：°）

4) 水质点的最大可能运移距离

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

$$\vec{L}_{\max} = 142.3\vec{W}_{M2} + 137.5\vec{W}_{S2} + 438.91.600\vec{W}_{K1} + 429.1\vec{W}_{O1}$$

对规则半日潮流海区，水质点的最大可能运移距离采用下面公式计算：

$$\vec{L}_{\max} = 184.3\vec{W}_{M2} + 171.2\vec{W}_{S2} + 274.3\vec{W}_{K1} + 295.9\vec{W}_{O1} + 71.2\vec{W}_{M4} + 69.9\vec{W}_{MS4}$$

对于不规则半日潮流海区和不规则全日潮流海区，采用以上两式中的最大值。

计算得到各海流观测站潮流水质点的最大可能运移距离，其结果见表 3.2.2-13。从表中可知，水质点的最大可能

运移距离最大值为 31.7km，出现在 B2 站表层；最小值为 7.0km，出现在 B5 站底层。

表 3.2.2-13 水质点最大可能运移距离表（单位：距离：km；方向：°）

（4）余流

余流主要是由温盐效应、风应力和地形等因素引起的流动，它是从实测海流资料中剔除了周期性潮流的剩余部分。表 3.2.2-14 为观测期间各站各层余流分析成果表，图 3.2.2-5 给出了观测期间各站各层的余流矢量图。根据本次观测的海流测量资料，分析调查海区的余流特征如下。

整体上来看，从表层到底层，余流逐渐减小。不同站点的余流方向和流速大小差异较大，B1 站、B3 站与 B4 站底层余流流速较小，均小于 10cm/s。B5 站余流流速最大，均超过了 20cm/s，最大余流流速出现在表层，为 33.2cm/s。其次为 B6 站与 B2 站，这两个站的余流流速在 13-19cm/s 之间。在方向上，B1 站与 B4 站余流以偏南向为主，而 B2 站、B3 站以及 B5 站则以东南向（SE）为主，B6 站由于更为靠近外海，受外海的气旋式环流影响，主要以西南向（SW）为主。

表 3.2.2-14 大潮期余流流速、流向表(流速：cm/s，流向：°)

图 3.2.2-5 大潮期余流矢量图

(5) 波浪

防城港的波浪主要由风浪、涌浪和混合浪组成。根据白龙尾海洋站实测资料，防城湾湾口及其附近海区平时波浪不大，常见浪为 0~3 级、其出现频率超过 80%，1m 以上波浪出现频率小于 18%，2m 以上的大浪频率约占 1.5%，台风影响时产生的 5~6 级波浪仅占波浪频率的 0.07%。常浪向为 NNE 向，频率为 20.41%。强浪向为 SSE 向、最大波高 7.0m，次强浪向为 SE 向、最大波高为 6.0m，均为台风袭击时产生。

根据 2010 年 3 月南京水利科学研究院对防城港海域波浪数学模型研究的成果，对防城湾有影响的波浪主要是 SE~SW 向的外海来浪，外海深水处 SE 向的波高较大、50 年一遇波高 H13% 为 5.7m，S 向、SW 向的 50 年一遇波高 H13% 分别为 4.2m、4.0m。SE 向外海波浪进入防城港水域后，随着水深变浅而波高衰减，同时有向顺时针方向偏转的趋势，受企沙半岛和渔濠岛的掩护，湾内大部分水域波浪较小，该向浪在暗埠江水面的波浪主要由局部风产生。SSE~SW 向外海波浪进入防城湾后受航道及拦门沙的影响而波高迅速减小，在暗埠江水域受局部风的作用而波高有所增大。受防城港深水进港航道的影 响，波浪经过航道和航道两侧浅滩后波高分布十分复杂，波浪进入航道后波能向航道两侧浅滩传播，航道内波高减小，航道两侧波高增大，波浪进入近岸浅

水区时发生破碎。防城港各规划港区建成后，西湾水域波浪变化不大；东湾由于口门缩窄、水域面积缩小，波浪进入湾内后不易迅速扩散而引起部分水域的波高有所增大。总体上破波线位于理论深度基准面水深 2~6m 之间，波高越大，破波位置越向外海。

口门外护岸及口门外侧港区的波高一般是 SSE 方向最大，在 50 年一遇和极端高水位时钢铁基地外护岸最大波高 H1% 达 6.64m，随着波浪向拦门沙口内传播，波高逐渐衰减，至渔瀾港区南部水域最大波高 H1% 为 5.14m；西湾内马鞍岭最大波高 H1% 为 2.80m；东湾 20 万吨级码头处最大波高 H1% 达 4.70m，云约江、暗埠江主要受 S~SW 方向波浪影响，最大波高 H1% 为 3.02m。企沙港区实施后，在 50 年一遇和极端高水位条件下，围堤沿线最大波高 H1% 达 6.87m，波向为 SSE 方向。企沙东港区主要受 SE~SSE 方向波浪影响，在 50 年一遇和极端高水位条件下，围堤沿线最大波高 H1% 达 6.49m。

3.2.2.3.2 第二次调查数据

图 3.2.2-6 调查监测站位位置图

表 3.2.2-15 调查监测站位表

(1) 实测海流分析

海流时间序列矢量图中各时刻的垂线平均流速按如下公式进行计算： $V_{\text{垂线}}=0.3*V_{\text{表}}+0.5*V_{0.6H}+0.2*V_{\text{底}}$ ，海流过程线中的潮位采用海流观测同期的防城海洋站潮位资料，潮期平均流速计算先对各时次的流速按矢量分解成东分量和北分量，再对东分量和北分量取绝对值后再合成求取算术平均，这种方法主要区别于余流算法。图 3.2.2-7 为大潮期各站、层（表层、0.6H 和底层，H 为瞬时水深）海流矢量图，表 3.2.2-16 为大潮期各站、层最大流速统计表，表 3.2.2-17 为大潮期各站、层平均流速计算表。

由各图表可以看出监测海域大潮期海流具有如下特征：

1) 监测海域海流主要为潮流，东西向的 10m 等深线将监测海域分成近岸和外海两部分，外海（10m 以深区域，C1 站、C11 站、C12 站、C13 站）的海流主要为放射状的旋转流，没有固定的涨、落潮流路。近岸区域（10m 以浅区域）的海流主要为近似直线状的往复流，涨潮时，海流主要为偏北向流（北、东北和西北），落潮时，海流主要为偏南向流（南、东南和西南），涨落潮流向与当地等深线或海岸的总体走向基本一致。

2) 监测海域各站表层平均流速在 9.1cm/s~44.1cm/s 之间；0.6H 层平均流速在 8.7cm/s~37.2cm/s 之间；底层平均流速在 5.3cm/s~25.1cm/s 之间；垂线平均流速的平均值在 5.9cm/s~36.3cm/s 之间。由表层至底层，流速

总体呈现减小的趋势。实测表层最大海流流速为 98.8cm/s; 0.6H 层最大流速为 86.2cm/s; 底层最大流速为 51.4cm/s。最大流速均位于 C15 站。

图 3.2.2-7 大潮期各站、层（表层、0.6H 和底层，H 为瞬时水深）

海流矢量图

表 3.2.2-16 大潮期最大流速

表 3.2.2-17 大潮期平均流速（单位：cm/s）

（3）潮流分析

1) 潮流类型

根据《港口与航道水文规范》(JTS145—2015)，潮流按以下潮流性质系数 $F=(W_{O1}+W_{K1})/W_{M2}$ 判别标准可分为规则的半日潮流、不规则的半日潮流、不规则的全日潮流和规则的全日潮流四种类型：

$F \leq 0.5$ 规则半日潮流

$0.5 < F \leq 2.0$ 不规则半日潮流

$2.0 < F \leq 4.0$ 不规则全日潮流

$F > 4.0$ 规则全日潮流

其中 W_{O1} 为主要太阴日分潮流的椭圆长半轴长度(单位 cm/s，下同)， W_{K1} 为主要太阴太阳合成日分潮流的椭圆长半轴长度， W_{M2} 为主要太阴半日分潮流的椭圆长半轴长度。

根据《港口与航道水文规范》，对海流观测资料进行准调和和分析，分析时选用“引入差比关系的准调和和分析方法”，差比数采用 2019 年~2021 年防城海洋站的潮位资料调和和分析计算求得，得出各站层的 O_1 （主要太阴全日分潮流）、 K_1 （太阴太阳合成全日分潮流）、 M_2 （主要太阴半日分潮流）、 S_2 （主要太阳半日分潮流）、 M_4 （浅水分潮流）和 MS_4 （浅水四分之一分潮流）等 6 个主要分潮流的调和常数以及椭圆要素等潮流特征值，并计算各站、层的潮流性质系数 F ，见表 3.2.2-18。工程海域的潮流类型较复杂，潮流性质系数 F 在 0.70~12.99 之间，潮流类型有不规则的半日潮流、不规则的全日潮流、规则的全日潮流三种，西湾海域潮流类型主要为不规则的全日潮流；山新村海域潮流类型主要为不规则的半日潮流，万尾海域潮流类型主要为不规则的半日潮流。

表 3.2.2-18 潮流性质系数 F

2) 潮流运动形式和潮流椭圆要素

潮流运动可粗略分为往复流和旋转流，它可由潮流的椭圆率 k 值来描述， k 值为潮流椭圆的短半轴与长半轴之比，其值介于 -1~1 之间。 k 的绝对值越小越接近往复流，越大越接近于旋转流。 k 值的正、负号表示潮流旋转的方向，正号表示逆时针方向旋转，负号表示顺时针方向旋转。

根据潮流准调和分析结果，表 3.3-70 列出了各站、层 O_1 ， K_1 ， M_2 ， S_2 ， M_4 ， MS_4 等六个主要分潮流的椭圆要素，由表中可以看出：

①监测海域各主要分潮流长半轴主要以 O_1 为最大， M_2 和 K_1 次之， M_4 和 MS_4 最小。分潮流椭圆长轴方向主要为东北—西南向和西北—东南向，与当地等深线的总体走向基本一致。受海底摩擦影响，各分潮流椭圆长半轴的最大值主要出现在表层和 $0.6H$ 层。各分潮流长半轴的最大值出现在 C2 站表层的 O_1 ，为 31.2cm/s 。

②监测海域主要分潮流椭圆率 k 在 $-0.73\sim 0.63$ 之间， 10m 等深线以浅的近岸站多在 $-0.30\sim 0.30$ 之间，潮流以往复流运动为主， 10m 等深线以深的外海站多 < -0.30 或 > 0.30 ，潮流以旋转流运动为主。

(4) 余流分析

余流通常指实测海流资料中除去周期性流动(天文潮)之外，剩余的部分流动。其中包括潮汐余流、风海流和密度流等非周期性流动。监测海域大潮期的余流见表 3.2.2-19。工程海域余流呈现以下特点：

①监测海域大部分站的表层余流受东北季风影响明显，流向主要为西南向，与盛行风向一致， $0.6H$ 、底层海流受风影响不明显，流向较杂乱，规律性不明显。

②大潮期余流在 $0.3\text{cm/s}\sim 16.9\text{cm/s}$ 之间。最大余流为 16.9cm/s ，流向为 149° ，出现在 C5 站的表层。

③余流具有表层大于 $0.6H$ 层， $0.6H$ 层大于底层的一般特点。空间上，C5 站余流受防城江径流影响比其他站都要略大，但总体的余流均较小，工程海域海流以潮流为主。

表 3.2.2-19 大潮期余流

(4) 小结

1) 工程海域外海 (10m 以深区域) 的海流主要为放射状的旋转流，没有固定的涨、落潮流路。近岸 (10m 以浅区域) 的海流主要为直线状的往复流，涨潮时，海流主要为偏北向流，落潮时，海流主要为偏南向流，涨落潮流向与当地等深线的走向基本一致。

2) 工程海域垂线平均流速的平均值在 $5.9\text{cm/s}\sim 36.3\text{cm/s}$ 之间。由表层至底层，流速总体呈现减小的趋势。实测最大海流流速为 98.8cm/s 。近岸流速一般比外海流速大。

3) 流速的最大值往往在中潮位附近出现，最小值往往在高、低潮位附近出现，受地形影响，工程海域的潮波主要表现为驻波的性质。

4) 工程海域的潮流类型复杂，有不规则的半日潮流、不规则的全日潮流、规则的全日潮流三种，但以不规则的半

日潮流为主。潮流运动形式近岸以往复流运动为主，外海以旋转流运动为主。监测海域各主要分潮流以 O_1 为最大， M_2 和 K_1 次之。分潮流椭圆长轴方向主要与当地等深线的方向一致。

5) 工程海域潮流的可能最大流速在 $16.6\text{cm/s}\sim 163.3\text{cm/s}$ 之间，对应流向多为东北—西南、南—北向或西北—东南向，与当地等深线走向基本一致。最大值出现在 C2 站的表层，大小为 163.3cm/s ，方向为 47° 。

6) 工程海域表层余流受东北季风影响明显，流向主要为西南向，与盛行风向一致， $0.6H$ 、底层海流受风影响不明显，流向较杂乱，规律性不明显。大潮期余流在 $1.6\text{cm/s}\sim 16.0\text{cm/s}$ 之间。最大余流为 16.9cm/s ，流向为 149° ，出现在 C5 站的表层。余流具有表层大于 $0.6H$ 层， $0.6H$ 层大于底层的一般特点。

3.2.2.3 波浪

本节引用《北部湾港防城港港域企沙港区榕木江作业区西 7 号至 9 号泊位工程环境影响报告书》(报批稿)中数据。波浪数据主要收集了工程海域内防城港海洋站 2014 年-2022 年共 9 周年的波浪观测资料对监测海域的波浪特征进行分析，需要说明的是，防城港海洋站的波浪观测，2016 年 6 月 1 日以前观测方式为目测波浪，2016 年 6 月 1 日 2 时开始采用 LPB1-2 型声学测波仪观测波浪。

(1) 波浪类型

工程海域的波浪类型以风浪（F）为主，出现频率为 55.6%，其次为涌浪（U），出现频率为 44.3%，其他波浪类型（F/U、U/F、U）出现频率极低，三者频率之和不超过 0.1%（见下图）。因此，监测海域的波浪类型主要为风浪（F）。

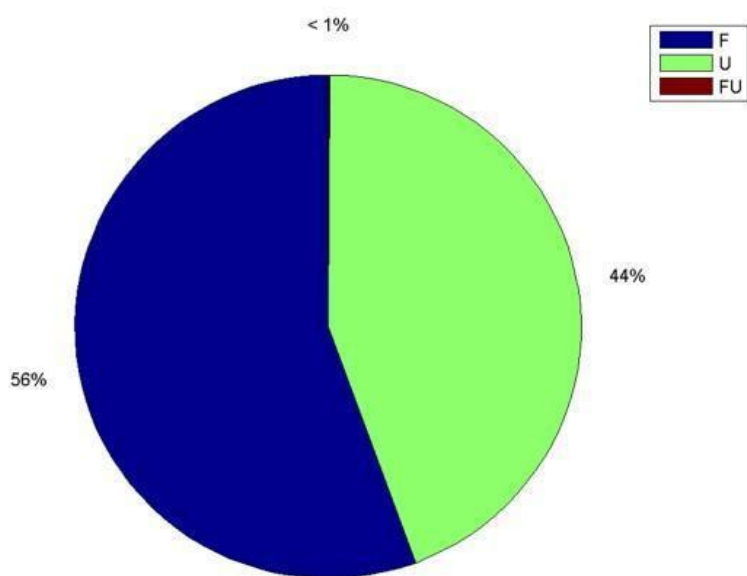


图 3.2.2-8 防城港站波浪类型出现频率图

(2) 多年各月各向波浪出现频率

受季风影响，监测海域的波向季节变化明显，春、秋、冬季盛行波向为 NNE 向，夏季盛行波向为 SW 向，全年波向主要集中在 NNE、SW、SSW、NE 向，这四个方向分布频率均超过 10%（见表 3.2.2-20）。防城港海洋站常波向为 NNE 向（见图 3.2.2-9）。

表 3.2.2-20 防城港站多年（2014 年-2022 年）各月各向波浪出现频率（%）

图 3.2.2-9 防城港海洋站全年波浪玫瑰图

(3) 多年各月最大波高、平均波高及相应周期

工程海域波浪为轻浪区，防城港站多年平均十分之一大波波高为 0.6m，对应周期为 3.9s，实测最大波高为 4.4m。平均波高(H1/10)各月变化，12 月和 1 月平均波高(H1/10)最大，为 3.8m，2 月-4 月和 9 月平均波高(H1/10)最小，均为 0.5m。监测海域全年各月平均波高(H1/10)均大于等于 0.5m，属于轻浪区。防城港站各月平均周期 (T1/10)，以 6 月最大，为 4.6s，12 月最小，为 3.5s(见表 3.2.2-21)。防城港站由于受岛屿和半岛阻挡，监测海域外海波浪可能比防城港站大。

表 3.2.2-21 防城港站多年（2014 年—2022 年）各月最大波高、平均 1/10 波高及平均 1/10 周期

3.2.3 地形地貌与冲淤

3.2.3.1 地形地貌

防城港所在的防城湾，三面丘陵环抱，湾口朝南，口门宽约 10.4km，由于受地质构造影响及海水长期浸蚀，陆域两翼突出，东为企沙半岛，西为白龙尾半岛，湾内有东北-

西南走向的渔**漓**岛将防城湾分成外湾、内湾两部分，水域呈“丫”型。白龙尾半岛与渔**漓**岛之间形成内湾，水域面积约40km²，渔**漓**岛与企沙半岛之间形成外湾，水域面积约120km²。

防城湾位于钦州背斜东南翼，为一单斜构造，构造线呈NNE - SSW走向，褶皱和断裂不发育。暗埠江以东为志留系黄褐色砂岩，灰绿色千枚状页岩，微变质页岩夹砂岩薄层。暗埠江以西为侏罗系地层，下部为砾岩，上部为紫红色砂岩、页岩。在低洼地、海滩为第四系淤泥、粘土、砂和卵石覆盖。

企沙半岛南部和白龙半岛东侧为砂质基岩海岸，有新老海蚀崖，岬角多为磨石岩滩，有的向海成为礁石。海滩上部和潮上带发育有数目和规模不等的新老沙堤。海滩宽度自湾口向湾内增大，坡度减小，泥质含量增多。防城河现代河口三角洲主要包括针鱼岭北端至将军岭附近地区，其特点是汉河较多，浅滩、沙洲发育，现代沉积物主要是粗、中砂。局部水体稳定的地区沉积着粉砂和淤泥质粉砂，其上有红树林生长。

3.2.3.2 工程泥沙

防城港东、西湾与山地相连，无大河流进，只在西湾顶部有防城河流入。防城河全长约100km，流域面积810km²。据统计分析，防城河多年平均流量56.6m³/s，年径流总量17.86亿m³，年平均输沙总量23.7万吨，集中于暴雨季

节。按径流总量和输沙总量计算，年平均含沙量仅 $0.133\text{kg}/\text{m}^3$ ，属多水少沙河流。

2007年5月份现场水文测验表明，湾口及外海域无论大、中潮整个涨、落潮过程中水体含沙量均小 $0.005\text{kg}/\text{m}^3$ ，说明湾口及外海几乎为清水。东湾潮汐通道大潮期涨潮含沙量小于 $0.005\text{kg}/\text{m}^3$ ，而落潮期有 $0.0187\text{kg}/\text{m}^3$ 含沙量出现，底层达 $0.032\text{kg}/\text{m}^3$ ，有明显的落潮输沙现象；中潮期流速小于大潮期，涨、落潮含沙量均小于 $0.005\text{kg}/\text{m}^3$ 。西湾潮汐通道落潮含沙量明显大于涨潮含沙量。东湾内，中潮期含沙量明显小于大潮期，大潮期瞬时最大含沙量为 $0.0228\text{kg}/\text{m}^3$ 。西湾内，同样中潮期含沙量小于大潮期，西湾含沙量略高于东湾，大潮时瞬时含沙量值达 $0.0648\text{kg}/\text{m}^3$ 。

现场观测资料表明，防城港内湾含沙量高于外海，西湾含沙量一般高于东湾，落潮期含沙量明显大于涨潮期，有明显向外海输沙现象。海域总体含沙量很小，这是防城港可以开挖深水航道，建设深水良港的优越条件。

3.2.3.3 泥沙回淤

根据南京水利科学研究院对防城港的泥沙淤积分析，防城港的泥沙淤积由潮流对底沙的冲淤、波浪对底沙的输送淤积以及航道浚深后悬沙引起的回淤构成。港区的淤积泥沙主要来自于港区周边浅滩泥沙的局部搬运，建港初期由于施工

引起周边浅滩的局部不稳定边坡，可能造成初期回淤大于预测值，但随着港区的建成和维护，周边浅滩的供沙能力会逐步下降，港池及航道的年维护量将逐渐减少。

根据南京水利科学研究院 2010 年对防城港泥沙淤积分析的研究成果，防城港各港区按规划实施后，防城港电厂处港池的年回淤强度为 0.30 ~ 0.41m，云约江处港池年回淤强度为 0.21 ~ 0.26m；拦门沙航道（万吨码头以南）的年回淤强度为 0.15 ~ 0.30m，东湾内电厂航道的年回淤强度为 0.22 ~ 0.24m，云约江以北航道的年回淤强度为 0.17 ~ 0.25m；50 年重现期台风条件下，拦门沙航道平均淤厚为 0.42m。总体来说，防城港海域泥沙回淤量不大，完全可靠疏浚方法维持水深，保持整个港湾的冲淤基本平衡。

3.2.4 工程地质

勘察场地位于防城湾东湾湾顶的风流岭江口北岸和榕木江口西岸附近海域，场地码头水工、回旋水域为滨海-浅海带，属浅海地貌，场地地面大部分地段较平坦，地面高程为 -1.00 ~ 2.21m。涨潮时地面均被海水淹没，退潮时码头水工区大部出露。据区域地质资料、地质调查及钻探揭示，场地未见区域性断裂构造和软弱的构造破碎带存在，场地环境历史沿革无重大变化，已建成的码头泊位运行良好，区域地质构造相对较稳定。

据本项目工程区钻探揭示，场地岩土层主要由第四系人工堆积层（ Q^{ml} ）、第四系海陆交互相沉积层（ Q^{mc} ）、第四系残积层（ Q^{el} ）、志留系基岩（ S ）组成。现将地层描述如下：

（1）第四系人工堆积层（ Q^{ml} ）

素填土①：杂色，成分杂乱，其主要成分由中风化砂岩、泥质粉砂岩碎石、角砾或石英圆砾、卵石混淤泥、砂土、黏性土组成，状态为松散~稍密。该层主要分布于码头水工区北西侧岸坡，本次钻探未揭示。

（2）第四系海陆交互相沉积层（ Q^{mc} ）

为第四系以来形成的松散层，具有成分复杂、多相变、状态松软、上部富含有机质等特点。土层主要有淤泥、淤泥质粉质黏土、淤泥混砂、砂、砂混淤泥等，具有较明显的层理。由于在沉积过程中环境变化，不同土层常以互层、夹层或透镜体形式交错分布，且分布不均匀，层面呈现不对称波痕。该层分布广，大多数钻孔有揭示，根据土类可分为五层。

1) 淤泥②₁：灰、深灰、灰黑色，流塑，含有机质、具腥臭味，土质不均匀，局部混少量细砂，局部为淤泥质粉质黏土，抽取进尺快。勘察区该层大部分钻孔有揭示，层厚 0.20~5.60m，平均厚度 2.54m。

2) 淤泥质粉质黏土②₂：深灰色，软塑，含有机质、具腥臭味，土质不均匀，局部混少量细砂抽取进尺快。该层仅

SK3、SK12、SK35、SK43、SK67 钻孔有揭示,层厚 1.35 ~ 4.70m, 平均厚度 2.73m。

3) 细砂③₁: 灰、深灰、灰黄、灰白色, 松散状, 饱和, 砂粒成分以石英为主, 颗粒不均, 局部混淤泥。该层仅 GK18、SK55、SK60、SK61、SK63 钻孔有揭示, 层厚 1.60 ~ 5.00m, 平均厚度 2.93m。

4) 粗砂③₁: 灰、深灰色, 松散状, 饱和, 砂粒成分以石英为主, 颗粒不均, 局部混圆砾。该层仅 SK62 钻孔有揭示, 层厚 0.55m。

5) 砾砂④: 灰、灰黑色, 松散状, 成分为石英, 粒径 2mm 为主, 亚圆状, 隙间充填细砂, 局部混少量淤泥。该层仅 SK46 钻孔有揭示, 层厚 1.50m。

(3) 第四系残积层 (Q^{el})

1) 粉质黏土⑤₁: 灰白、黄色, 可塑状态为主, 土质不均匀, 韧性及干强度中等。勘察区该层部分钻孔有揭示, 层厚 0.30 ~ 2.50m, 平均厚度 1.41m。

2) 粉质黏土⑤₂: 褐红、褐黄色, 硬塑状态为主, 土质不均匀, 韧性及干强度高。勘察区该层部分钻孔有揭示, 层厚 0.40 ~ 3.20m, 平均厚度 1.61m。

(4) 志留系地层 (S)

岩性主要为泥质粉砂岩、粉砂质泥岩、砂岩, 以泥质粉砂岩为主, 粉砂质泥岩次之, 砂岩仅少数钻孔有分布。泥质

粉砂岩为泥质粉砂结构，粉砂质泥岩为粉砂泥质结构，砂岩为砂质结构，薄~中厚层状构造。

根据风化程度不同分为全风化层⑥、强风化层⑦和中风化层⑧，其特征描述如下。

1) 全风化砂岩⑥₁: 灰白、灰黄色，除石英外，矿物已全部风化变质密实砂土状，可辨原岩结构，送水钻进很快。勘察区该层仅 GK17、SK52 钻孔有揭示，层厚 2.00 ~ 2.30m，平均厚度 2.15m。

2) 全风化泥质粉砂岩⑥₂: 褐黄、褐红色，矿物已全部风化变质成坚硬黏性土状，可辨原岩结构，送水钻进很快。勘察区该层仅部分钻孔有揭示，层厚 0.30 ~ 6.25m，平均厚度 2.59m。

3) 全风化粉砂质泥岩⑥₃: 褐黄、褐红色，矿物已全部风化成坚硬状黏性土，可辨原岩结构，送水钻进很快。勘察区该层大部分钻孔有揭示，层厚 0.60 ~ 6.10m，平均厚度 2.19m。

4) 强风化砂岩⑦₁: 灰白色、灰褐色，结构大部分破坏，风化裂隙很发育，岩质极软，岩芯一般呈碎块、砾砂状，送水钻进稍快，一般用手可折断或锤击易碎。勘察区该层仅 SK54、SK56、SK59、SK68 钻孔有揭示，层厚 1.10 ~ 4.30m，平均厚度 3.05m。

5) 强风化泥质粉砂岩⑦₂: 紫、紫红色, 结构大部分破坏, 风化裂隙很发育, 岩质极软, 岩芯一般呈碎块、土柱, 送水钻进稍快, 一般用手可折断或锤击易碎, 局部风化程度不均, 夹薄层全风化或中风化。勘察区该层仅部分钻孔有揭示, 层厚 1.00~8.20m, 平均厚度 4.04m。

6) 强风化粉砂质泥岩⑦₃: 紫、紫红色, 结构大部分破坏, 风化裂隙很发育, 岩质极软, 岩芯一般呈碎块状、短柱状。送水钻进快, 一般用手可折断或锤击易碎, 局部风化程度不均, 夹薄层全风化或中风化。勘察区该层大部分钻孔有揭示, 层厚 0.50~6.60m, 平均厚度 3.06m。

7) 中风化砂岩⑧₁: 褐色、灰褐色、紫红色, 岩石坚硬程度属较硬岩, 砂质结构, 薄~中厚层状构造, 裂隙较发育~发育, 钻进较慢~慢, 岩芯呈短柱状、碎块状、砾砂状, 岩体破碎~较破碎, 局部夹泥质粉砂岩。勘察区该层仅 GK11、GK17、SK26、SK52、SK55、SK56、SK59、SK60、SK68 钻孔有揭示, 本次钻探未揭穿该层。

8) 中风化泥质粉砂岩⑧₂: 褐红色、紫色、紫红色, 岩石坚硬程度属软岩, 泥质粉砂结构, 薄~中厚层状构造, 岩芯锤击声哑, 可锤击碎, 裂隙较发育~发育, 钻进较慢、较平稳, 岩芯呈碎块状、短柱状、中柱状, 岩体较破碎~较完整, 局部夹粉砂质泥岩。勘察区该层大部分钻孔有揭示, 本次钻探未揭穿该层。

9) 中风化粉砂质泥岩⑧₃: 褐红色、紫色、紫红色, 岩石坚硬程度属极软岩, 粉砂泥质结构, 薄~中厚层状构造, 风干易开裂, 锤击声哑, 无回弹, 有凹痕, 易击碎, 岩芯多呈短柱状、中柱状, 少量碎块状, 局部夹泥质粉砂岩。勘察区该层大部分钻孔有揭示, 本次钻探未揭穿该层。

图 3.2.4-1 工程区典型钻孔柱状剖面图 1

图 3.2.4-2 工程区典型钻孔柱状剖面 2

3.2.5 海洋自然灾害

3.2.5.1 地震

根据《广西地震动参数区划图》和《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010), 防城港属Ⅵ度抗震设防烈度、设计地震第一组, 地震动峰值加速度值为 0.05g, 地震动反应谱特征周期为 0.35s。

3.2.5.2 热带气旋

热带气旋, 是指发生、发展于西太平洋和南海上的热带气旋性天气系统, 常使农作物受损、交通通讯设施被破坏, 甚至造成人民生命财产的严重损失。每年 5~11 月属热带气旋季节, 以 7~9 月居多, 其中尤以 8 月为最多, 占全年热带气旋影响总次数的 26.3%, 7 月和 9 月均占 21.1%。据 33 年资料统计, 平均每年有 1.2 次热带气旋影响该湾沿岸,

影响严重的（指最大风力 8 级以上，或阵风 10 级以上）占 36.8%，其中 7 月份占热带气旋影响次数的 62.5%。监测海域几乎每年都可受到其影响，影响监测海域附近的热带气旋来自太平洋和南海，按照《热带气旋等级》国家标准（GB/T 19201-2006）划分为：

热带低压：风力 6~7 级（风速 10.8~17.1m/s）；

热带风暴：风力 8~9 级（风速 17.2~24.4m/s）；

强热带风暴：风力 10~11 级（风速 24.5~32.6m/s）；

台风：风力 12 级~13 级（风速 32.7m/s~41.4m/s）；

强台风：风力 14~15 级（风速 41.5m/s~50.9m/s）；

超强台风：风力 ≥ 16 级（风速 ≥ 51.0 m/s）。

热带气旋的影响范围通常很广（平均有 1 个经纬距，100 多 km），有些台风的大风半径甚至可达 300km 左右，会对该范围海区海上工程设施和船只造成不同程度的影响，只是风力大小影响的程度不同。本报告的统计范围为 19° 35' N~23° 35' N，106° 20' E~110° 20' E。根据中国台风网“CMA-STI 热带气旋最佳路径数据集”最新数据，统计了 1949 年至 2022 年影响本监测海域的热带气旋，统计结果表 3.2.5.1。74 年间，共有 195 个热带气旋影响监测海域，其中热带低压 54 个，热带风暴 49 个，强热带风暴 66 个，台风 23 个，强台风 2 个，超强台风 1 个。热带气旋多发生在 6 月-10 月，该时间内的发生次数占总数的

96.9%以上，7月份发生次数最多，为56次，8月份次之，均为52次，12月-翌年3月发生次数均为0。图3.2.5.1为影响监测海域的台风级及以上热带气旋路径图。

表 3.2.5-1 监测海域 1949 年-2022 年热带气旋各月统计表(单位:个)

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合计
热带低压	0	0	0	0	0	7	18	15	9	4	1	0	54
热带风暴	0	0	0	0	0	7	17	10	9	5	1	0	49
强热带风暴	0	0	0	0	2	11	17	17	12	6	1	0	66
台风	0	0	0	0	0	3	3	9	5	2	1	0	23
强台风	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2
超强台风	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
合计	0	0	0	0	2	28	56	52	36	17	4	0	195

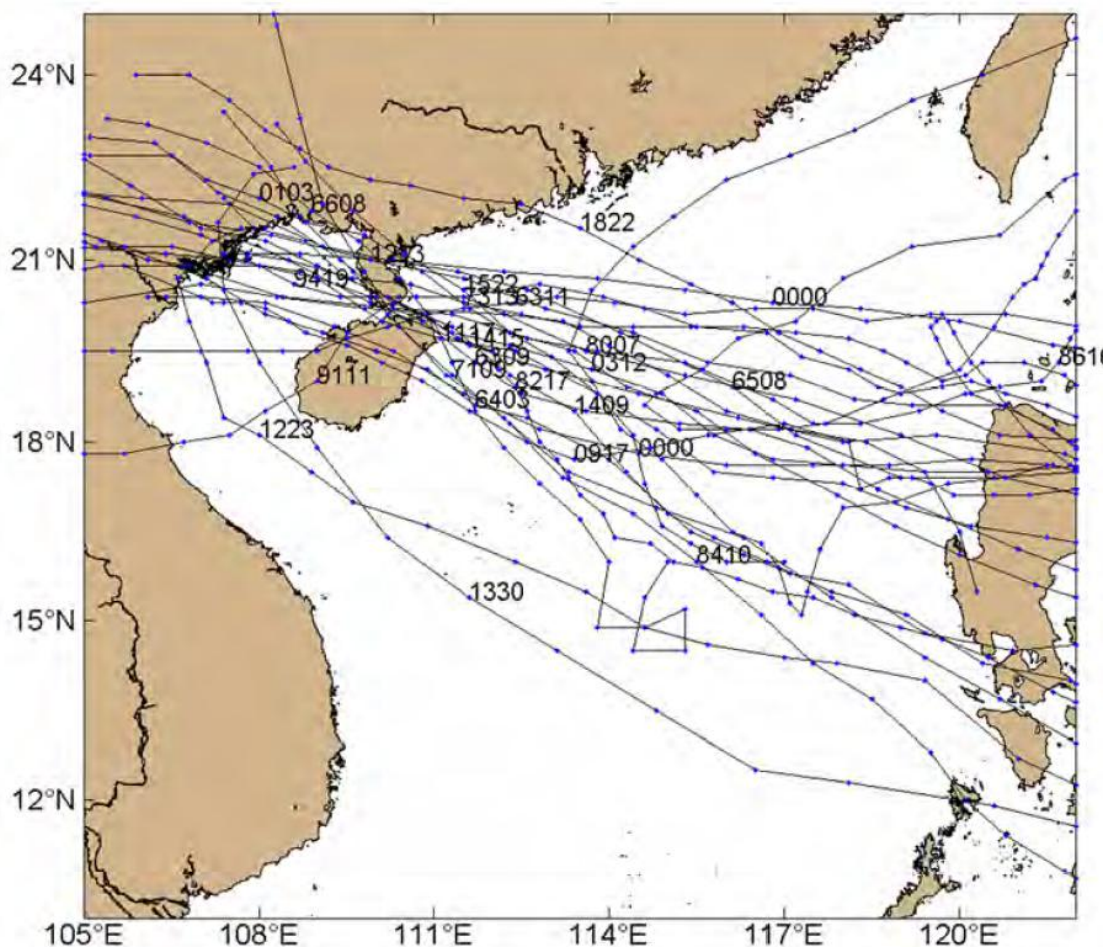


图 3.2.5-1 影响监测海域的台风级及以上热带气旋路径图

3.3 海洋生态概况

本次海洋生态环境现状调查与评价的数据引用浙江省环境科技有限公司 2025 年 1 月编制的北部湾港防城港港域企沙港区榕木江作业区西 7 号至 9 号泊位工程环境影响报告书（报批稿）。

3.3.1 海洋水质现状

3.3.1.1 调查站位布设

调查时间：2023 年 4 月 14 日、4 月 19 日、4 月 20 日

调查站位见图 3.3.1-1 和表 3.3.1-1。

图 3.3.1-1 项目区域环境质量现状调查站位图

表 3.3.1-1 项目区域环境质量现状调查站位表

3.3.1.2 监测项目和监测方法

海水水质调查期间，根据《海洋监测规范 第 3 部分：样品采集、贮存与运输》（GB17378.3-2007）、《海洋生态修复技术指南（试行）》（2021），所用调查船只进入预定站位，使用 GPS 进行定位，测量水深。根据实测水深决定采样层次，即：当水深 $<3\text{m}$ 时，取样 1 层，即表层；当 $3\text{m}\leq$ 水深 $\leq 5\text{m}$ 时，取样 2 层，即表层、底层；当水深 $>5\text{m}$ 时，取样 3 层，即表层、中层、底层。其中，表层在海面下 0.1m—1m 处采样，中层在 0.6 倍水深处采样，底层为距海底 2m

处采样。样品采集后，立即对样品进行分装、预处理、编号记录、保存。

调查项目包括：水深、水温、盐度、pH、化学需氧量、溶解氧、营养盐（亚硝酸盐、硝酸盐、氨氮、活性磷酸盐）、重金属（总汞、砷、铜、铅、镉、总铬、锌）。

采样和分析方法主要按《海洋监测规范》(GB17378-2007)和《海洋调查规范》(GB/T12763-2007)进行，见表 3.3.1-2。

表 3.3.1-2 水质监测项目分析方法一览表

序号	监测项目	样品采集、预处理及保存方法	样品测定方法	检出限
1	水深	现场测定	现场测定 GB/T12763.2-2007	-
2	水温	现场测定	表层温度计法 GB/T13195	-
3	盐度	-	盐度计法 GB17378.4-2007	2-
4	溶解氧	加 1ml MnCl ₂ 和 1ml 碱性碘化钾	碘量法 GB17378.4-2007	-
5	pH	现场测定	pH 计法 GB17378.4-2007	-
6	氨氮	现场用 0.45μm, φ60mm 微孔滤膜过滤、测定或过滤后 -20℃冷冻可保存 7d	靛酚蓝分光光度 GB17378.4-2007	-
			流动分析法 HY/T147.1-2013	-
7	亚硝酸盐		流动分析法 HY/T147.1-2013	0.35μg/L
8	硝酸盐		萘乙二胺分光光度法 GB17378.4-2007	-
			流动分析法 HY/T147.1-2013	0.6μg/L
9	活性磷酸盐		锌-镉还原法 GB17378.4-2007	-
			流动分析法 HY/T147.1-2013	0.72μg/L

序号	监测项目	样品采集、预处理及保存方法	样品测定方法	检出限
			磷钼蓝分光光度法 GB17378.4-2007	-
10	化学需氧量 (COD _{Mn})	现场测定	碱性高锰酸钾法 GB17378.4-2007	-
11	总汞 (Hg)	加 H ₂ SO ₄ 至 pH<2 低温冷藏	原子荧光分光光度法 GB17378.4-2007	0.007μg/L
12	砷 (As)	用 0.45μm, φ47mm 微孔滤膜过滤加 H ₂ SO ₄ 至 pH<2 低温冷藏	无火焰原子吸收分光光度法 GB17378.4-2007	0.5μg/L
13	总铬 (Cr)	用 0.45μm, φ47mm 微孔滤膜过滤加 HNO ₃ 至 pH<2 低温冷藏		0.4μg/L
14	铜 (Cu)			0.2μg/L
15	铅 (Pb)			0.03μg/L
16	镉 (Cd)		0.01μg/L	
17	锌 (Zn)		火焰原子吸收分光光度法 GB17378.4-2007	3.1μg/L
18	石油类	正己烷萃取, 5°C避光冷藏	紫外分光光度法 GB17378.4-2007	3.5μg/L

3.3.1.3 评价标准与方法

按照《广西壮族自治区生态环境厅关于印发广西壮族自治区近岸海域环境功能区划调整方案的通知》(桂环发〔2023〕9号)的环境管理要求,所有站位均采用《海水水质标准》(GB3097-1997)中的相应水质标准要求进行评价,各站位执行水质标准详见表 3.3.1-3。

表 3.3.1-3 海水水质标准

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 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 >	6	5	4	3
3	化学需氧量 (COD _{Mn}) ≤	2	3	4	5
4	无机氮(以 N 计) ≤	0.20	0.30	0.40	0.50

序号	项目	第一类	第二类	第三类	第四类
5	磷酸盐(以P计)≤	0.015	0.030		0.045
6	总汞≤	0.00005	0.0002		0.0005
7	镉≤	0.001	0.005	0.010	
8	铅≤	0.001	0.005	0.010	0.050
9	砷≤	0.020	0.030	0.050	
10	铜≤	0.005	0.010	0.050	
11	锌≤	0.020	0.050	0.10	0.50
12	总铬≤	0.05	0.10	0.20	0.50
13	石油类	0.05		0.3	0.5

注：单位均为 mg/L (pH 除外)；无机氮为亚硝酸盐、硝酸盐和铵盐的和。

根据监测结果，依据《环境影响评价技术导则—地表水环境》(HJ2.3-2018)采用单项指数法对水质现状进行评价。

① 单项水质参数 i 在第 j 点的标准指数

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

式中： $S_{i,j}$ — i 污染物在 j 点的污染指数；

$C_{i,j}$ — i 污染物在 j 点的实测浓度，mg/L；

$C_{s,i}$ — i 污染物的评价标准，mg/L。

② DO 的标准指数为：

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

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

式中： $S_{DO,j}$ —溶解氧的海水水质标准，大于 1 表明该水质因子超标； DO_j — j 点的溶解氧实测值，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，

$DO_{ff}=(491-2.65S)/(33.5+T)$; S—实用盐度符号, 量纲为 1; T—水温, °C。

③pH 的标准指数为:

$$S_{pH,j} = \frac{|7.0 - pH_j|}{DO_f - pH_{sd}} \quad pH_j \leq 7.0$$

$$S_{pH,j} = \frac{pH_j - 7.0}{pH_{su} - 7.0} \quad pH_j > 7.0$$

式中: $S_{pH,j}$ — 评价因子的质量指数; 大于 1 表明该水质参数超标; pH_j — 测站评价因子的实测值; pH_{su} — pH 评价标准的上限值; pH_{sd} — pH 评价标准的下限值;

3.3.1.4 水质调查及评价结果及统计

本次调查共 20 个站位, 各调查要素统计结果见表 3.3.1-5 所示。各站位各水质调查要素评价结果见表 3.3.1-5 和表 3.3.1-6, 各水质要素的评价值分析如下。

本次调查共采集到 36 个站/层样品, 所有站/层水质样品中的 pH、镉、砷、总铬、石油类符合一类水质标准; 部分站位水质样品中溶解氧、COD、无机氮、磷酸盐、铜、铅、锌、总汞的质量浓度超出第一类海水水质标准。其中, 溶解氧的超标率为 75%、COD 的超标率为 2.8%、无机氮的超标率为 27.8%、磷酸盐的超标率为 100%、铜的超标率为 2.8%、铅的超标率为 2.8%、锌的超标率为 38.9%、总汞的超标率为 2.8%。

对于超过一类水质标准的要素，按照二类水质标准进行评价。溶解氧、COD、铜、铅、总汞的质量浓度符合第二类海水水质标准；无机氮、磷酸盐、锌的质量浓度超出第二类海水水质标准。其中，对于无机氮而言，8.3%的样品符合第四类海水水质标准；对于磷酸盐而言，16.7%的样品符合第四类海水水质标准，2.8%的样品处于劣四类水质；对于锌而言，2.8%的样品符合第三类海水水质标准。

评价结果显示本项目区域超标因子主要是无机氮、磷酸盐，无机氮超二类、符合四类海水水质标准为30~32号站；磷酸盐超二类、符合四类海水水质标准26号站、28号站、30号站、31号站、33号站，32站为劣四类水质。从超标站位分布来看，26~33号均是分布在西湾湾内。随着近年西湾两岸开发活动的增加，来往船只的频繁，是造成无机氮和磷酸盐超标的主要原因。本项目所在的东湾监测点位水质满足四类海水水质标准。

表 3.3.1-4 水质化学调查结果统计表

备注：溶解无机氮为亚硝酸盐氮、氨氮和硝酸盐氮的氮之和，“NA”表示未检出。

表 3.3.1-5 水质评价指数

表 3.3.1-6 水质评价结果表

3.3.2 海洋沉积物现状

3.3.2.1 调查站位

本次调查采用与水质同步的调查数据。

3.3.2.2 调查项目及采样分析方法

沉积物调查项目包括：铜（Cu）、铅（Pb）、锌（Zn）、镉（Cd）、总汞（Hg）、砷（As）、总铬（Cr）、硫化物、石油类、有机碳、沉积物粒度等 11 项。

到达指定站位后，用剪刀臂式抓泥斗采集沉积物，仅取表层样（0~10cm），现场记录底质类型，并分装与处理、保存。

沉积物样品的采集和分析方法按《海洋监测规范》（GB17378-2007）、《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）的要求进行，具体分析方法见表 3.3.2-1。

表 3.3.2-1 沉积物环境调查项目分析方法一览表

序号	调查项目	保存方法	样品测定方法	检出限 ($\times 10^{-6}$)
1	总汞(Hg)	聚乙烯袋装，冷藏避光保存	GB17378.5-2007/5.1 原子 荧光法	0.002
2	铜 (Cu)		GB17378.5-2007/6.2 火焰原子吸收分光光度法	2.0
3	铅 (Pb)		GB17378.5-2007/7.1 无火焰原子吸收分光光度法	1.0
4	镉 (Cd)		GB17378.5-2007/8.1 无火焰原子吸收分光光度法	0.04
5	锌 (Zn)		GB17378.5-2007/9 火焰原子吸收分光光度法	6.0
6	石油类		GB17378.5-2007/13.2 紫外分光光度法	3.0
7	总铬 (Cr)		GB17378.5-2007/10.1	2.0

			无火焰原子吸收分光光度法	
8	砷 (As)		GB17378.5-2007/11.1 原子荧光法	0.06
9	有机碳		GB17378.5-2007/18.1 重铬酸钾氧化-还原容量法	0.10%
10	硫化物	玻璃瓶, 冷冻避光保存	GB17378.5-2007/17.1 亚甲基蓝分光光度法	0.3
11	粒度	聚乙烯袋装, 常温保存	GB/T12763.8/6.3-2007 激光粒度法	/

3.3.2.3 评价标准及方法

1、评价标准

本次调查依据《海洋沉积物质量》(GB18668-2002)规定进行海洋沉积物标准分类, 见表 3.3.2-2。

表 3.3.2-2 海洋沉积物质量

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

2、评价方法

沉积物现状评价采用单项指数法和平均分指数法进行, 其指数计算方法如下:

$$Q_j = \frac{C_j}{C_o}$$

式中：C_j—评价因子实测值

C_o—评价因子的评价标准值

Q_j—j 站评价因子的质量分指数

Q_j≤1 属清洁

Q_j>1 属超出标准

3.3.2.4 沉积物调查结果及分析

(1) 沉积物粒度调查结果及分析

各站位沉积物粒度分析结果见表 3.3.2-3。其中，21 号站采集沉积物样品主要为贝壳等生物残骸，其他站位用谢帕德分类法进行分类，结果显示 22 站位表层沉积物组分为砂，23、24、26、27、31 站位表层沉积物组分为粉砂质砂，35、36 站位表层沉积物组分为砾砂，39、40 站位表层沉积物组分为砂质粉砂。其中，砾石含量为 0%~30.83%之间，平均值为 5.85%；砂含量在 12.93%~94.02%之间，平均值为 61.06%；粉砂含量在 4.76%~72.07%之间，平均值为 26.46%；粘土含量在 1.24%~15.43%之间，平均值为 6.62%。平均粒径（M_Z）变化范围是 1.18φ~6.22φ，平均值为 3.27φ。

表 3.3.2-3 沉积物粒度分析结果（本项目区域）

注：“/”表示未检测；“-”表示无数据。

(2) 沉积物化学调查结果及分析

本次沉积物调查结果统计表见表 3.3.2-4。

表 3.3.2-4 沉积物化学调查结果 (本项目区域)

(3) 沉积物评价结果

表层沉积物中各评价因子质量指数及超标率, 列于表 3.3.2-5。参照第一类沉积物标准, 调查站位沉积物样品有机碳、硫化物、砷、铅和镉检测参数均符合第一类沉积物标准。石油类、总汞和锌在 1—2 个站位不满足第一类标准, 铜有较多站位不满足第一类标准, 但满足第二类标准。整体来看, 沉积物质量较好。

表 3.3.2-5 沉积物质量指数和超标率 (本项目区域)

3.3.3 海洋生态现状

海洋生态现状调查包括叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物。

3.3.3.1 调查及评价方法

1、调查方法

(1) 叶绿素 a 与初级生产力

叶绿素 a 与海洋生物调查站位同步进行, 采样层次与海水水质样品采样层次相同。现场过滤, 滤膜冷藏, 带回实验室分析测定。

初级生产力根据叶绿素 a 调查结果, 按照 Cadée(1974) 提出的简化公式估算:

$$P=Ps \times E \times D/2$$

P_s =叶绿素 a 含量×同化系数（本调查中取值 3.12）；

E =透明度×3，如果大于水深，采用水深；

D 为日照时间长度（本调查中取值 12）。

（2）浮游生物

浮游植物的采样方法是按《海洋监测规范第 7 部分：近海污染生态调查和生物监测》（GB17378.7-2007）中的有关浮游生物调查的规定进行。浅水区浮游植物样品用浅水Ⅲ型浮游生物网（网口直径 37cm，网口面积 0.1m²，网长 140cm，筛绢孔径 0.077mm），浮游动物样品用浅水Ⅰ型浮游生物网（网口直径 50cm，网口面积 0.2m²，网长 145cm，筛绢孔径 0.505mm），自底层（距底 2m）至表层垂直拖网取得。样品用甲醛溶液固定，加入量为样品体积的 5%。样品的室内分析鉴定以个体计数法进行。最后浮游植物换算成个细胞/m³，浮游动物个体密度以个/m³表示，生物量以 mg/m³表示。测定分析种类组成、数量、分布、优势度、多样性指数和均匀度。

（3）大型底栖生物

底栖生物的采集和分析均按《海洋监测规范第 7 部分：近海污染生态调查和生物监测》（GB17378.7 - 2007）中规定的方法进行。

采用张口面积为 0.05m^2 的抓斗式采泥器采集底栖生物样品，每站采样 2~3 次，获得泥样经孔径为 0.5mm 的筛网进行冲刷，将底栖生物挑进聚乙烯瓶中保存。样品用甲醛固定，带回实验室分析鉴定、计数和称重。测定分析种类组成、数量、分布、优势度、多样性指数和均匀度。

(4) 潮间带生物

滩涂定量采样分别在高、中、低潮区各进行采集，为获取低潮带的样品。在泥、沙等底质断面，每个潮区用 $25\text{cm}\times 25\text{cm}\times 30\text{cm}$ 的定量采样框取 3 个样方。将采集的框内样品置于过筛器中淘洗，将潮间带生物挑进聚乙烯瓶中保存。样品用甲醛溶液固定，加入量为样品体积的 5%，带回实验室分析鉴定和计数。测定分析种类组成、数量、分布、优势度、多样性指数和均匀度。

(5) 鱼卵仔鱼

鱼卵仔鱼样品的采集和分析均按《海洋调查规范第 6 部分：海洋生物调查》(GBT12763.6-2007) 中规定的方法进行。

垂直拖网采用浅水 I 型浮游生物网自底层 (距底 2m) 至表层采集样品，水平拖网用浅水 I 型浮游生物网采集定性样品，水平拖网船速为 3 节，拖网 10 分钟。样品用甲醛溶液固定，加入量为样品体积的 5%，带回实验室分析鉴定和计

数。测定分析种类组成、数量和分布；鱼类浮游生物密度用 ind/m^3 表示。

(6) 游泳动物

游泳动物样品的采集和分析均按照《海洋调查规范第 6 部分：海洋生物调查》GB/T12763.6-2007 中规定的方法进行。

调查船名为港口管 12575, 网具网囊目 5cm, 网纲 6m, 网长 20m。每站进行一次拖网, 一次拖曳 1.5 小时。样品直接冷冻保存, 带回实验室分析鉴定和计数。测定分析种类组成、数量、分布、优势度、多样性指数和均匀度。调查的渔获物中选择鱼类、甲壳类和软体类中的代表种类, 分析铜、铅、锌、镉、砷、总汞、总铬、石油烃含量。

2、分析方法

参照《海洋监测规范第 7 部分：近海污染生态调查和生物监测》(GB17378.7-2007)、《海洋调查规范第 6 部分：海洋生物调查》(GB/T12763.6—2007) 中规定的方法对叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、大型底栖生物、潮间带生物、鱼卵与仔稚鱼、游泳动物进行分析, 方法详见表 3.3.3-1。

表 3.3.3-1 海洋生物生态分析方法 3.3.3-9

序号	分析项目	分析方法	规范性引用文件
1	叶绿素 a	分光光度法	GB 17378.7-2007
2	浮游植物	计数法	GB 17378.7-2007
3	浮游动物	湿重、计数法	GB 17378.7-2007
4	大型底栖生物	湿重、计数法	GB 17378.7-2007

序号	分析项目	分析方法	规范性引用文件
5	潮间带生物	湿重、计数法	GB 17378.7-2007
6	鱼卵与仔稚鱼	计数法	GB 12763.6—2007
7	游泳动物	湿重、计数法	GB 12763.6—2007

3、评价方法

(1) 生物群落特征

采用能反映生物群落特征的指数，优势度 (Y)、多样性指数 (H')、均匀度 (J)、丰富度指数 (d) 对浮游植物、浮游动物以及大型底栖生物的群落结构特征进行分析。计算公式如下：

① 优势度 (Y):

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

② Shannon-Wiener 多样性指数:

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

③ Pielou 均匀度指数:

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

④ Margalef 丰富度指数:

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

式中， n —第 i 种的个体数量 (ind/m^2);

N —某站总生物数量 (ind/m^2) (浮游生物单位为 ind/m^3);

f_i —某种生物的出现频率 (%) ;

S —出现生物总种数； $P_i = n_i/N$;

$H_{max} = \log_2 S$ ，为最大多样性指数。

(2) 游泳动物

游泳动物资源密度的评估根据底拖网扫海面积法（密度指数法），来估算评价区内的游泳动物资源密度，求算公式为： $S=y/a(1-E)$

式中： S —资源密度（ kg/km^2 ， ind/km^2 ）；

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 ， ind/h ）；

E —逃逸率（取0.5）。

根据渔获物中个体大小悬殊的特点，选用 Pinkas 等提出的相对重要性指数（ IRI ）来分析渔获物数量组成中其生态优势种的成分，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 —某一种类的重量占渔获总重量的百分比；

F —某一种类出现的站位数占调查总站位数的百分比。

3.3.3.2 海洋生物生态调查结果

(1) 叶绿素 a 及初级生产力

各调查站位海水叶绿素 a 的含量介于 $1.0\sim 2.6mg/m^3$ 之间，平均为 $1.8mg/m^3$ ，根据水体透明度和表层叶绿素 a

含量估算得到的海区表层水体初级生产力范围在 (32.8~256.3)mgC/m²·d 之间，平均值为 132.0mgC/m²·d。

(2) 浮游植物

① 种类组成

本次生态调查共鉴定出浮游植物 5 门 61 种 (含未定种的属)，隶属于蓝藻门、甲藻门、黄藻门、硅藻门和裸藻门 5 大门类。其中硅藻门种类最多，有 51 种，占总种数的 83.61%；其次是甲藻门有 7 种，占总种数的 11.48%；蓝藻门、黄藻门和裸藻门各有 1 种，各占总种数的 1.64%。

② 密度及分布

各调查站位浮游植物的密度在 $0.62 \times 10^4 \sim 273.56 \times 10^4$ cells/m³ 之间，平均密度为 45.03×10^4 cells/m³，其中硅藻门的平均密度最高，为 43.27×10^4 cells/m³，占浮游植物平均密度的 96.09%；其次是甲藻门，平均密度为 1.33×10^4 cells/m³，占浮游植物平均密度的 2.95%；黄藻门的平均密度最低，为 0.02×10^4 cells/m³，占浮游植物平均密度的 0.04%。

③ 优势种及分布

按照优势度 $Y \geq 0.02$ 来确定本次调查浮游植物的优势种有 6 种，分别是：中肋骨条藻 *Skeletonema costatum*、菱形海线藻 *Thalassionema nitzschioides*、并基角毛藻

Chaetoceros decipiens f. *decipiens*、旋链角毛藻 *Chaetoceros curvisetus*、丹麦细柱藻 *Leptocylindrus danicus*、劳氏角毛藻 *Chaetoceros lorenzianus*。其中中肋骨条藻的优势度最高，为 0.316，为世界广布性种；其次是菱形海线藻，优势度为 0.170，为世界广布性种；并基角毛藻的优势度为 0.147，为北极至温带广盐性种；旋链角毛藻的优势度为 0.037，为广温性沿岸种；丹麦细柱藻的优势度为 0.030，为世界广布性种；劳氏角毛藻的优势度为 0.025，为世界广布性种。

④多样性水平

各调查站位浮游植物的 Shannon-Wiener 多样性指数 (H') 和 Pielou 均匀度指数 (J) 如表 3.3.3-2 所示。调查站位浮游植物的 Shannon-Wiener 多样性指数 (H') 范围在 1.93~4.24 之间，平均值为 2.89，其中 22 号站位多样性指数最高 (4.24)，24 号站位次之 (3.41)，31 号站位的多样性指数最低 (1.93)，整体来说，调查站位多样性指数水平一般。

各调查站位浮游植物的 Pielou 均匀度指数 (J) 范围在 0.47~0.88 之间，平均值为 0.61，其中 22 号站位最高，为 0.88，40 号站位次之 (为 0.67)，26 号和 31 号站位最低，均为 0.47，整体来说，调查站位均匀度水平一般。

各调查站位浮游植物的丰富度指数（ d ）范围在 0.56~2.41 之间，平均值为 1.55，其中 39 号站位最高，为 2.41，23 号站位次之（2.15），40 号站位最低（0.56）。

表 3.3.3-2 各站位浮游植物的多样性水平

⑤小结

浮游植物是测量水质的指示生物，其丰富程度和群落组成结构的变化直接影响水体质量状况。本次调查浮游植物调查结果显示，调查海域内浮游植物种类 84 种，种群以硅藻门为主要构成类群，其占比达到 76.19%，甲藻门占比为 23.81%。调查海域浮游植物平均密度为 $4.86 \times 10^7 \text{ cells/m}^3$ ，空间分布不均匀；从种类组成特征来看，调查海域内优势种有 3 种，均为常见优势种。

（3）浮游动物

①种类组成

本次调查共记录浮游动物 11 个生物类群 55 种，各类群浮游动物的种类构成如图 3.3.3-1 所示。其中桡足类 19 种，占总种数的 34.55%；浮游幼体 12 种，占总种数的 21.82%；水母类 9 种，占总种数的 16.36%；毛颚类 4 种，占总种数的 7.27%；端足类、枝角类、翼足类和被囊类各 2 种，各占总种数的 3.64%；十足类、鳞虾类和介形类各 1 种，各占总种数的 1.82%。

图 3.3.3-1 浮游动物各类群组成情况

②密度及生物量分布

本次调查中，各站位的浮游动物密度在 20.68~1435.00ind/m³ 之间，平均密度为 215.84ind/m³，其中 31 号站的浮游动物密度最高，为 1435.00ind/m³；22 号站次之，为 312.50ind/m³；23 号站的密度最低，为 20.68ind/m³。各站位的浮游动物生物量的变化范围在 6.429~245.000mg/m³ 之间，平均生物量为 47.894mg/m³，最高值出现在 31 号站(245.000mg/m³)，最低值出现在 23 号站(6.429mg/m³)。

表 3.3.3-3 调查站位浮游动物密度和生物量

③优势种及其分布

优势度计算方法与浮游植物相同，计算各浮游动物的优势度（幼体类和鱼卵稚仔鱼不计），根据 $Y \geq 0.02$ 确定调查海域的优势种。本次调查海域浮游动物优势种有 5 种，为桡足类中的近缘大眼水蚤 *Corycaeus affinis*、太平洋纺锤水蚤 *Acartia pacifica* 和坚长腹剑水蚤 *Oithona rigida*；毛颚类中的肥胖箭虫 *Sagitta enflata*；被囊类中的殖孢囊虫 *Stegosoma magnum*。其中优势度最大的为太平洋纺锤水蚤 *Acartia pacifica* ($Y=0.172$)，为最优势种。优势种在各站位的密度分布及优势度见表 3.3.3-4。

表 3.3.3-4 浮游动物优势种类及密度的空间分布（单位：ind/m³）

④多样性水平

调查海域浮游动物 *Shannon-Wiener* 多样性指数 (H')、*Pielou* 均匀度指数 (J) 和丰富度 (d) 如表 3.3.3-5 所示。各调查站位的 *Shannon-Wiener* 多样性指数在 2.07~3.80 之间, 平均值为 3.09, 最高值出现在 22 号站 (3.80), 最低值出现在 35 号站 (2.07); *Pielou* 均匀度指数变化范围在 0.61~0.90 之间, 平均值为 0.79, 最高值出现在 36 号站 (0.90), 最低值出现在 31 号站 (0.61); 丰富度 (d) 在 1.14~4.09 之间, 平均值为 2.37, 最高值出现在 40 号站 (4.09), 最低值出现在 35 号站 (1.14)。总体来说, 调查站位的多样性指数处于较高水平, 均匀度水平一般, 丰富度处于较低水平。

表 3.3.3-5 调查海域浮游动物多样性水平

⑤小结

浮游动物群落变化与环境因素密切相关, 作为反映环境特征的一项重要指标对于海洋环境监测具有重要意义。本次浮游动物调查结果显示, 调查海域内浮游动物种类 55 种, 群落结构主要由桡足类、毛颚类、水母类、被囊类和浮游幼体组成; 浮游动物平均密度和平均生物量分别为 215.84 ind/m³ 和 47.894mg/m³。从种类组成特征来看, 调查海域内优势种有 5 个, 其中太平洋纺锤水蚤优势地位最突出。结合统计多样性水平, 显示该调查海域的多样性指数处于较

高水平，均匀度水平一般，丰富度处于较低水平，浮游动物环境一般。

(4) 底栖生物

① 种类组成

本次调查共记录大型底栖生物 43 种，其中环节动物 17 种，占总种数的 39.53%；节肢动物 14 种，占总种数的 32.56%；软体动物 7 种，占总种数的 16.28%；纽形动物和棘皮动物各 2 种，各占总种数的 4.65%；脊索动物 1 种，占总种数的 2.33%。本调查中，环节动物是构成本次调查海区大型底栖生物的主要类群。底栖生物种类组成详见图 3.3.3-2。

图 3.3.3-2 调查海域底栖生物种类组成图

② 栖息密度和生物量

分析结果表明，调查海区大型底栖生物平均栖息密度为 81.51ind/m² (表 3.3.3-6)，其中以软体动物的平均栖息密度最高，为 32.50ind/m²，占总平均密度的 39.87%；其次为环节动物，平均栖息密度为 30.45ind/m²，占总平均密度的 37.36%；脊索动物的平均栖息密度最低 (1.11ind/m²)，占总平均密度的 1.36%。

底栖生物的平均生物量为 55.51g/m² (表 3.3.3-6)，以软体动物的平均生物量居首位，软体动物的平均生物量为

36.40g/m², 占总平均生物量的 65.57%; 其次为棘皮动物, 平均生物量为 14.32g/m², 占总平均生物量的 25.80%; 脊索动物最少, 平均生物量为 0.06g/m², 占总平均生物量的 0.11%。

表 3.3.3-6 调查海域底栖生物各类群的生物量和栖息密度

③种类优势种

大型底栖生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有 1 个优势种 (表 3.3.3-7), 为软体动物的凸加夫蛤 (*Gafrarium tumidum*), 优势度为 0.024。凸加夫蛤平均栖息密度为 22.78ind/m², 占底栖生物平均密度的 28.24%, 为本次调查第一优势种。

表 3.3.3-7 调查海域底栖生物优势种及优势度

④物种多样性指数、丰富度及均匀度

调查海域的各采样站位大型底栖生物出现种数变化的范围在 2~11 种/站之间。多样性指数 (H') 变化范围在 0.47~2.99 之间, 平均值为 1.61 (表 3.3.3-8)。

表 3.3.3-8 调查海域大型底栖生物出现种数与群落指数

⑤小结

本次调查共记录大型底栖生物 43 种, 其中环节动物 17 种、节肢动物 14 种、软体动物 7 种、纽形动物和棘皮动物各 2 种、脊索动物 1 种。调查海区大型底栖生物平均栖息密度为 81.51ind/m², 平均生物量为 55.51g/m²。本次调查

海区的底栖生物有 1 个优势种，为软体动物的凸加夫蛤 (*Gafrarium tumidum*)。调查海域采样站位大型底栖生物出现种数变化的范围在 2~11 种/站。多样性指数变化范围在 0.47~2.99 之间，平均值为 1.61，多样性属于较低水平；均匀度范围在 0.47~1.00 之间，平均值为 0.86，调查站位物种间均匀度水平较高；丰富度指数范围为 0.15~1.39，平均为 0.54。

(5) 潮间带生物

① 种类组成

调查断面定量采集到的潮间带生物经鉴定共有 18 种，隶属 4 门 16 科。其中发现节肢动物种类最多，有 8 种，占总种数的 44.44%；其次为软体动物（5 种），占总种数的 27.78%；环节动物 4 种，占总种数的 22.22%；刺胞动物只有 1 种，占总种数的 5.56%。

图 3.3.3-3 潮间带生物种类组成

② 栖息密度及生物量分布

a、栖息密度及生物量的组成

调查断面的潮间带生物总平均栖息密度及生物量见表 3.3.3-9，总平均栖息密度为 74.07ind/m²，总平均生物量为 128.213g/m²。在潮间带生物平均栖息密度的百分组成中，节肢动物栖息密度居首位，为 45.03ind/m²，占 60.80%；

其次为软体动物 ($14.81\text{ind}/\text{m}^2$), 占 20.00%; 刺胞动物最低 ($1.18\text{ind}/\text{m}^2$), 占 1.61%。平均生物量组成方面以软体动物居首位, 为 $99.090\text{g}/\text{m}^2$, 占 77.29%; 其次为节肢动物 ($27.119\text{g}/\text{m}^2$), 占 21.15%; 刺胞动物最低, 仅为 $0.441\text{g}/\text{m}^2$, 占 0.34%。

表 3.3.3-9 调查断面潮间带平均栖息密度及生物量的组成

项目	刺胞动物	环节动物	软体动物	节肢动物	合计
平均栖息密度 (ind/m^2)	1.18	13.03	14.81	45.03	74.07
平均生物量 (g/m^2)	0.441	1.563	99.090	27.119	128.213

b、栖息密度与生物量的水平分布

调查断面潮间带生物栖息密度及生物量的水平分布见表 3.3.3-10, 栖息密度方面, 潮间带生物的栖息密度表现为 C12 断面最高, 为 $87.10\text{ind}/\text{m}^2$, 其次为 C13 断面 ($72.88\text{ind}/\text{m}^2$), 最低出现在 C11 断面, 为 $62.21\text{ind}/\text{m}^2$ 。潮间带生物量方面, C13 断面的生物量最高, 为 $215.597\text{g}/\text{m}^2$, 其次为 C11 断面 ($111.461\text{g}/\text{m}^2$), C12 断面生物量最低, 为 $57.582\text{g}/\text{m}^2$ 。

表 3.3.3-10 调查断面潮间带栖息密度 (ind/m^2) 及生物量 (g/m^2) 的水平分布

c、栖息密度及生物量的垂直分布

调查断面潮间带栖息密度及生物量的垂直分布见表, 在垂直分布上, 潮间带生物的栖息密度方面表现为中潮带最高, 为 $87.11\text{ind}/\text{m}^2$, 其次为低潮带 ($71.10\text{ind}/\text{m}^2$), 高

潮带最低，为 $64.00\text{ind}/\text{m}^2$ ，即中潮带 $>$ 低潮带 $>$ 高潮带。在生物量方面，低潮带生物量最高，为 $218.573\text{g}/\text{m}^2$ ，其次为中潮带 ($118.628\text{g}/\text{m}^2$)，高潮带最低，为 $47.439\text{g}/\text{m}^2$ ，即低潮带 $>$ 中潮带 $>$ 高潮带。

表 3.3.3-11 调查断面潮间带栖息密度 (ind/m^2) 及生物量 (g/m^2) 的垂直分布

调查断面 Shannon-Wiener 多样性指数 (H') 和 Pielou 均匀度指数 (J) 如表 3.3.3-12 所示，Shannon-Wiener 多样性指数范围处于 $1.61\sim 1.82$ 之间，平均值为 1.73 。多样性指数在 C13 断面出现最高 (1.82)，其次为 C12 断面 (1.75)，C11 断面最低 (1.61)。Pielou 均匀度指数数值变化范围在 $0.77\sim 0.90$ 之间，平均值为 0.84 。均匀度指数 (J) 在 C11 断面出现最高 (0.90)，其次为 C13 断面 (0.85)，C12 断面最低 (0.77)。调查断面潮间带多样性指数处于较低水平，均匀度指数均处于较高水平。

表 3.3.3-12 调查海区潮间带生物多样性指数及均匀度

3.3.4 游泳生物

3.3.4.1 渔业资源种类组成

(1) 种类组成

本次调查共捕获游泳生物 64 种，其中：鱼类 36 种，甲壳类 25 种（虾蛄类 4 种、虾类 7 种和蟹类 14 种）和头足类 3 种（图 3.3.4-1）。

图 3.3.4-1 游泳动物种类组成

(2) 多样性

游泳生物的多样性指数分布范围在 3.22~3.93 之间, 平均为 3.68, 多样性指数最高值出现在 25 号断面, 最低出现在 22 号断面, 调查断面多样性指数处于较高水平; 丰富度指数分布范围在 2.16~3.43 之间, 平均为 2.85, 丰富度指数最高值出现在 25 号断面(3.43), 最低出现在 38 号断面(2.16); 均匀度分布范围在 0.69~0.84 之间, 平均为 0.77, 均匀度最高值出现在 39 号断面 (0.84), 最低出现在 22 号断面 (0.69), 调查断面均匀度指数处于一般水平 (表 3.3.4-1)。

表 3.3.4-1 游泳生物多样性

(3) 幼体比例

本次调查幼体群体占有游泳生物群体的平均比例 28.59%。渔获物中, 鱼类幼体比例为 29.63%, 虾类幼体比例为 35.62%, 蟹类幼体比例为 25.07%, 虾蛄类幼体比例为 22.77%, 头足类幼体比例为 27.82%。各类群成体尾数、幼体尾数和幼体比例见表 3.3.4-2, 渔获物各种类幼体比例见表表 3.3.4-3。

表 3.3.4-2 游泳生物拖网分类群成体尾数、幼体尾数和幼体比例(%)

表 3.3.4-3 游泳生物拖网分类群成体尾数、幼体尾数和幼体比例(%)

3.3.4.2 渔获率

渔业资源的平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 7.71kg/h 和 576.33ind/h，其中：甲壳类（虾类、蟹类、虾蛄类）的平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 3.15kg/h 和 289.50ind/h，占平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 40.91%和 50.23%；鱼类平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 4.21kg/h 和 250.58ind/h，占平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 54.57%和 43.48%；头足类重量渔获率和个体渔获率分别为 0.35kg/h 和 36.25ind/h，占平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 4.53%和 6.29%（表 3.3.4-4）。

表 3.3.4-4 各断面渔获率及各类群百分比

3.3.4.3 渔业资源密度

本次调查各断面渔业资源密度分布见表 3.3.4-5。平均重量密度为 693.59kg/km²，范围为 497.43kg/km²~863.74kg/km²，40 号断面最高（863.74kg/km²），39 号断面最低（497.43kg/km²）；平均个体密度为 51.87×10³ind/km²，个体密度最高的断面为 40 号断面，其值为 66.95×10³ind/km²，最低为 25 号断面，其个体密度为 38.97×10³ind/km²。

表 3.3.4-5 各调查断面的渔业资源密度

3.3.4.4 优势种类和主要经济种类

将鱼类 IRI 指数列于表 3.3.4-6。从表中可得出，鱼类 IRI 值在 1000 以上的优势种有 3 种：条马鲛、黑口鲷和金钱鱼，这 3 种鱼类的重量渔获率之和为 33.02kg/h，占鱼类总重量渔获率（50.47kg/h）的 65.43%；这 3 种鱼类的个体渔获率之和为 2153ind/h，占鱼类总个体渔获率（3007ind/h）的 71.60%。

表 3.3.4-6 鱼类的 IRI 指数

3.3.4.5 小结

本次共采集到游泳动物 64 种，隶属于 11 目 33 科，其中鱼类为 7 目 22 科 36 种，头足类为 2 目 2 科 3 种，甲壳类 2 目 9 科 25 种。游泳动物的平均渔获率为 7.71kg/h 和 576.33ind/h。其中，鱼类为 4.21kg/h 和 250.58ind/h，头足类的平均渔获率为 0.35kg/h 和 36.25ind/h，甲壳类的平均渔获率为 3.15kg/h 和 289.50ind/h。根据扫海面积法估算，12 个站位目前游泳动物的平均资源密度约为 693.59kg/km² 和 51.87×10³ind/km²，其中鱼类约为 378.46kg/km² 和 22.55×10³ind/km²，头足类约为 31.40kg/km² 和 3.26×10³ind/km²，甲壳类约为 283.72kg/km² 和 26.06×10³ind/km²。根据相对重要性指数 (IRI) 公式计算评价调查海域内的相对重要性指标 (IRI)，并以 IRI 大于 1000 作为优势渔获物的判断指标，本次调查的优势渔获种类共有 10 种。其中鱼类优势种有 3 种，分别

为条马鲛 (9506.78)、黑口鲷 (2540.64) 和金钱鱼 (1425.43); 甲壳类优势种有 6 种, 分别为双额短桨蟹 (5410.26)、门司赤虾 (2473.70)、黑斑口虾蛄 (2453.82) 猛虾蛄 (1682.11)、隆线强蟹 (1568.57) 和银光梭子蟹 (1435.05); 软体类优势种有 1 种, 为火枪乌贼 (17299.85)。本次调查海域渔获物中, 鱼类平均幼体比例为 29.63%; 虾蛄类平均幼体比例为 22.77%; 虾类平均幼体比例为 35.82%; 蟹类平均幼体比例为 25.07%; 头足类平均幼体比例为 27.82%。项目海域渔获物丰富度指数 (d) 均值为 2.85 (2.16~3.43), 多样性指数 (H') 均值为 3.68 (3.22~3.93), 均匀度指数 (J) 均值为 0.77 (0.69-0.84)。

3.3.5 渔业资源

3.3.5.1 种类组成

本次调查鱼类浮游生物水平和垂直采样调查共获得鱼卵 6631ind, 仔稚鱼 307ind。经鉴定共有 14 种, 其中鱼卵 13 种, 仔稚鱼 5 种, 隶属于鲱形目、鲻形目、鲈形目和鲽形目等 4 目 12 科。

(1) 水平拖网种类组成

鱼类浮游生物水平拖网调查共获得鱼卵 6543ind, 仔稚鱼 300ind。经鉴定共有 14 种, 隶属于 4 目 12 科, 其中鲈形目为 6 种, 占总种数 42.86%; 鲱形目为 4 种, 占总种数的 28.57%; 鲽形目种类有 3 种, 占总种数的 21.43%; 鲻

形目种类仅 1 种，占总种数的 7.14%（图 3.3.5-1）。水平拖网的鱼卵中发现鲈形目鳊科数量最多（2586ind），占总数比例 39.52%，在本次调查鱼卵中具有数量上的绝对优势。仔稚鱼中发现鲈形目石首鱼科（211ind）最多，占总数比例 70.33%，此种在仔稚鱼中具有数量上的绝对优势。

图 3.3.5-1 水平拖网鱼类浮游生物种类组成

（2）垂直拖网种类组成

鱼类浮游生物垂直拖网调查共获得鱼卵 88ind，仔稚鱼 7ind。经鉴定共有 10 种，隶属于 4 目 9 科，其中鲈形目为 5 种，占总种数的 50.00%；鲱形目为 3 种，占总种数的 30.00%；鲇形目和鲾形目均为 1 种，各占总种数的 10.00%（图 3.3.5-2）。垂直拖网鱼卵中鲈形目鳊科发现数量最多（55ind），占总数比例 62.50%，在本次调查鱼卵中具有数量上的绝对优势。垂直拖网调查发现仔稚鱼中仅有鲈形目石首鱼科 7ind，其余种类均未发现。

图 3.3.5-2 垂直拖网鱼类浮游生物种类组成

3.3.5.2 数量分布

本次水平拖网鱼类浮游生物的空间分布情况如表 3.3.5-1 所示，鱼卵的数量分布范围在 10~1752ind/net 之间，平均值为 545.25ind/net，其中在 38 站位发现鱼卵数量最高（1752ind/net），其次为 40 号站位

(1628ind/net), 23号站位鱼卵数量最低(10ind/net)。仔稚鱼的数量分布范围在2~78ind/net之间, 平均数量为25.00ind/net, 40号站位出现最高, 数量为78ind/net, 其次为35号站位(46ind/net), 36号站位最低, 数量为2ind/net。

表 3.3.5-1 鱼类浮游生物水平拖网密度及其分布

本次垂直拖网鱼类浮游生物的空间分布情况如表 3.3.5-2 所示, 鱼卵的密度分布范围在 0.44~36.67ind/m³ 之间, 平均值为 10.76ind/m³, 其中在 31 号站位发现鱼卵密度最高(36.67ind/m³), 其次为 38 号站位(26.92ind/m³), 24 号站位密度最低(0.44ind/m³); 仔稚鱼的密度分布范围在 0.00~2.63ind/m³ 之间, 平均密度为 0.85ind/m³, 22 号站位出现最高, 密度为 2.63ind/m³, 其次为 21 号站位(2.17ind/m³), 23 号、24 号、26 号、31 号、35 号和 40 号站位仔稚鱼密度最低, 均未发现仔稚鱼。

表 3.3.5-2 鱼类浮游生物垂直拖网密度及其分布

3.3.5.3 小结

本次鱼卵、仔稚鱼调查结果显示: 经鉴定共有 14 种, 其中鱼卵 13 种, 仔稚鱼 5 种, 隶属于鲱形目、鲻形目、鲈形目和鲷形目等 4 目 12 科。水平拖网获得鱼卵与仔稚鱼 14 种, 调查站位鱼卵和仔稚鱼水平拖网的平均数量分别为

545.25ind/net 和 25.00ind/net，其中鱼卵最优势种为鲈形目鳊科，仔稚鱼最优势种为石首鱼科；垂直拖网获得鱼卵与仔稚鱼 10 种，调查站位鱼卵和仔稚鱼垂直拖网的平均密度分别为 10.76ind/m³ 和 0.85ind/m³，其中鱼卵最优势种为鲈形目鳊科，仔稚鱼最优势种为石首鱼科。

3.3.6 生物体质量

3.3.6.1 调查项目及采样分析方法

通过开展生物生态现状调查，采集了代表性生物样品，检测项目包括总汞、砷、铅、铜、锌、镉、总铬和石油烃共 8 项。

采样和分析方法主要参照《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》（GB 17378.6-2007）中规定的方法进行，见表 3.3.6-1。

表 3.3.6-1 监测项目分析方法一览表

序号	检测项目	方法依据	检出限（10 ⁻⁶ ）
1	总汞	GB17378.6-2007（5.1）原子荧光法	0.0001
2	砷	GB17378.6-2007（11.1）原子荧光法	0.003
3	铜	GB17378.6-2007（6.1）无火焰原子吸收分光光度法	0.1
4	铅	GB17378.6-2007（7.1）无火焰原子吸收分光光度法	0.03
5	镉	GB17378.6-2007（8.1）无火焰原子吸收分光光度法	0.001
6	锌	GB17378.6-2007（9.1）火焰原子吸收分光光度法	0.2
7	总铬	GB17378.6-2007（10.1）无火焰原子吸收分光光度法	0.04
8	石油烃	GB17378.6-2007（13）荧光分光光度法	0.2

3.3.6.2 评价标准及方法

生物体质量评价中，贝类生物体内污染物质含量评价标准采用《海洋生物质量》(GB18421-2001)，软体动物、甲壳动物、鱼类生物体内污染物质(除石油烃外)含量评价标准采用《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》(第二分册)中规定的生物质量标准，具体标准值如表 3.3.6-2 和表 3.3.6-3 所示。海洋生物污染物残留量评价方法采用单因子指数法。公式如下：

$$I_i = C_i / S_i$$

式中： I_i — i 项评价因子的标准指数；

C_i — i 项评价因子的实测值；

S_i — i 项评价因子的评价标准值。

评价因子的标准指数 >1 ，则表明该项生物体质量已超过了规定的标准。

表 3.3.6-2 海洋生物(贝类)质量标准(鲜重： $\times 10^{-6}$)

项目	第一类	第二类	第三类
总汞 \leq	0.05	0.1	0.3
砷 \leq	1.0	5.0	8.0
镉 \leq	0.2	2.0	5.0
总铬 \leq	0.5	2.0	6.0
铅 \leq	0.1	2.0	6.0
铜 \leq	10.0	25.0	50.0(牡蛎 100)
锌 \leq	20.0	50.0	100.0(牡蛎 500)
石油烃 \leq	15.0	50.0	80.0

注：以贝类去壳部分的鲜重计

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

第二类，适用于一般工业用水区、滨海风景旅游区。

第三类，适用于港口海域和海洋开发作业区。

表 3.3.6-3 海洋生物体评价标准 ($\times 10^{-6}$ 湿重)

生物类别	铜	铅	镉	锌	总汞	砷	总铬	石油烃
鱼类	20	2.0	0.6	40	0.3	--	--	20
甲壳类	100	20.0	2.0	150	0.2	--	--	20
软体类	100	10.0	5.5	250	0.3	--	--	20

3.3.6.3 生物体质量环境跟踪监测结果

本次生物体挑取了个体较大且优势度较高的鱼类、甲壳类和软体类进行生物体质量检测，采集了斑鰶、多鳞鱮、黑斑口虾蛄、黑棘鲷、黑口鰺、火枪乌贼、金钱鱼、金乌贼、近缘新对虾、门司赤虾、猛虾蛄、皮氏叫姑鱼、条马鲛、远洋梭子蟹，共 14 种生物样品，检测项目包括总汞、砷、铅、铜、锌、镉、总铬和石油烃共 8 项，检测结果为干重值，本报告湿重值是根据干重检测值和含水率换算后得到，详见表 3.3.6-4 及表 3.3.6-5。

调查期间监测海域海洋生物体中石油烃含量变化范围为 $(2.6\sim 78.2) \times 10^{-6}$ ，平均值为 44.9×10^{-6} ；总汞含量变化范围为 $(0.0240\sim 0.3802) \times 10^{-6}$ ，平均值为 0.1700×10^{-6} ；砷含量变化范围为 $(2.581\sim 20.082) \times 10^{-6}$ ，平均值为 6.880×10^{-6} ；镉含量变化范围为 $(20.9\sim 105.0) \times 10^{-6}$ ，平均值为 52.0×10^{-6} ；铅含量变化范围为 $(0.24\sim 0.52) \times 10^{-6}$ ，平均值为 0.34×10^{-6} ；铜含量变化范围为 $(1.1\sim 107.0) \times 10^{-6}$ ，平均值为 22.4×10^{-6} ；锌含量变化范围为 $(0.010\sim 2.293) \times 10^{-6}$ ，平均值为

0.470×10^{-6} ；总铬含量变化范围为 $(0.21 \sim 0.34) \times 10^{-6}$ ，平均值为 0.28×10^{-6} 。

表 3.3.6-4 生物体质量检测结果（干重： $\times 10^{-6}$ ）

表 3.3.6-5 生物体质量检测结果（湿重： $\times 10^{-6}$ ）

3.3.6.4 生物体质量评价

生物体质量指数采用湿重结果进行评价，总铬、砷无质量标准，均不参与评价。从生物体质量检测结果及其对应质量指数评价（下表 3.3.6-6）可以看出，该调查海域鱼类、甲壳类和软体类生物体中总汞、铜、铅、锌、镉、石油烃等指标测值含量均符合《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，未出现超标现象。

表 3.3.6-6 海洋生物体质量标准指数（贝类按一类生物质量标准评价）

3.3.7 重要的海洋生态系统

根据现场调查，项目所在海域不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区；不涉及生态保护红线管控范围、海洋公园、重要湿地，重点保护野生动物栖息地，重要水生生物的自然产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道，天然渔场，项目附近分布有红树林。

红树林生态系统具有丰富的生物多样性和极高的生产力，同时发挥着诸多其它生态系统所不能替代的重要功能，

如抵御海洋灾害、控制海岸侵蚀、改善气候、降解污染、美化环境、维护区域生态平衡及提供野生动植物生境等，是海岸带中独特的、复杂的和具有特殊生态价值的生态系统。

防城港市有林业用地 **50** 多万平方公里，其中有林面积 **29.73** 万平方公里，活立木蓄积量 **630** 万立方米，森林覆盖率达 **58.7%**。境内林种资源品种繁多，共有 **1500** 多种，林副产品 **300** 多种。最著名的是松、杉等用材林和经济价值较高的肉桂、八角以及国家一级保护树种金花茶。其次是国家二级重点保护树种紫荆木、万年木、野荔枝、广柏等和国家三级重点保护树种竹叶楠、土沉香、香花木。

防城港市内共分布有北仑河口国家级自然保护区、防城金花茶国家级自然保护区、十万大山国家级自然保护区和防城万鹤山鹭鸟县级自然保护区，总面积约 **70572km²**。防城港湾红树林资源丰富，主要分布于渔洲坪沿岸、长榄岛周边滩涂、浮鱼岭周边滩涂。主要种类有桐花树、白骨壤、秋茄、木榄、银叶树和海漆等 **14** 种。主要种类有 **14** 种，在渔洲坪西北边缘还生长着作为风水林而保留下来的古银叶树，是防城湾独有的红树林种群。

4 资源生态影响分析

4.1 资源影响分析

4.1.1 对海洋空间资源的影响

从海图上看，本项目位于海岸线和 0m 等深线之间，全部位于海涂内，占用 297.95m 人工岸线，不占用自然岸线和岛礁。根据实测成果，项目占用海域面积 0.2308ha，为非透水构筑，项目使用海域 40 年。

4.1.1.1 对滩涂的影响

从空间上看，本项目位于防城港市近岸海域，在榕木江湾顶，属于渔业用海区，不占用海洋生态保护区和海洋生态控制区。本项目属于非透水构筑物，占用水体和海床和底土空间，项目区域内失去滩涂自然属性。但项目高程较高，大部分时间均裸露着，低潮位时露滩，项目施工期间利用低潮露滩时施工及修建海堤，施工对周边区域滩涂资源的影响较小。

4.1.1.2 对周边海岛资源的影响

根据工程平面布置，本项目周边的海岛仅有山猪山岛。该岛位于本项目码头东北侧约 350m 处，为无居民海岛，属于生态保护类海岛。根据数模计算结果，本项目建设不会对山猪山岛产生影响，可以保障其生态功能。

4.1.2 对海洋生物资源的影响

4.1.2.1 项目用海对海洋生物的影响

4.1.2.1.1 对海洋生物的影响分析

工程所在海域为潮间带滩涂，每天低潮干滩时间为 13 小时，抛填片石等施工主要在低潮时进行，基本不产生悬浮泥沙。项目运营期占用海域会对占用海域的底栖、浮游动植物等海洋生物造成一定的损失。

项目为海洋生态修复项目，运营期工程本身不产生污染物，不会对海洋生态环境产生不利影响，且项目建成后可以提供生物生长所需的表面、为蟹贝提供庇护场所、为大型鱼类提供觅食场所等生态服务功能，提高生物生物多样性，对海洋生物资源恢复具有一定的正向效应。

4.1.2.1.2 生态损失量估算

按照农业部颁布的《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T 9110-2007)，根据 2024 年 3 月对周边海域开展的现状调查资料，对工程建设造成的生物损失进行估算。工程海域生物资源数量如表 4.1-1 所示。

表 4.1-1 项目海域资源密度概况

种类	调查时间	密度或生物量	
浮游植物	2024 年 3 月	密度 ($\times 10^4 \text{cells/m}^3$)	45.03
浮游动物		密度 (mg/m^3)	47.894
底栖生物		生物量 (g/m^2)	55.51
鱼卵		密度 (粒/m^3)	10.76
仔稚鱼		密度 (尾/m^3)	0.85
游泳动物		密度 (kg/km^2)	693.59

(1) 生物损失量评估方法

占用水域造成的生物资源损失

工程建设需要，占用渔业水域，使渔业水域功能被破坏或海洋生物资源栖息地丧失。各种类生物资源损害量评估按公式 4.1-1 计算：

$$W_i = D_i \times S_i$$

式中：

W_i —— 第 i 种类生物资源受损量，单位为尾、个、千克 (kg)；

D_i —— 评估区域内第 i 种类生物资源密度，单位为尾(个)每平方千米[尾(个)/ km^2]、尾(个)每立方千米[尾(个)/ km^3]、千克每平方千米 (kg/km^2)；

S_i —— 第 i 种类生物占用的渔业水域面积或体积，单位为平方千米 (km^2) 或立方千米 (km^3)。

(2) 生物损失量计算结果

本项目建设需占用部分海域，对海洋生物资源在成一定的损失，占用海域的面积按实际面积估算，工程所在海域水深按平均 1.5m 进行计算。

项目建设对工程海域的占用是永久性的，海域属性改变，其海洋资源也随之丧失，占用海域面积为 2308m^2 。根据《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”)中的计算方法,对生物资源损失量进行估算。

表 4.1-2 项目占用海域造成生态损失表

补偿类型	生物类型	平均生物量		补偿面积(m ²)	水深(m)	损失率(%)	生物损失量
占用海域影响	浮游植物	密度($\times 10^4$ cells/m ³)	45.03	2308	1.5	100	1.56×10^9 cells
	浮游动物	密度(mg/m ³)	47.894		1.5	100	0.17kg
	底栖生物	生物量(g/m ²)	55.51		-	100	128.12kg
	鱼卵	密度(粒/m ³)	10.76		1.5	100	3.73×10^4 粒
	仔稚鱼	密度(尾/m ³)	0.85		1.5	100	2940尾
	游泳动物	密度(kg/km ²)	693.59		-	100	1.6kg

综上,本项目引起的浮游植物总损失量 1.56×10^9 cells,浮游动物损失量 0.17kg,底栖生物损失量为 128.12kg,鱼卵损失量为 3.73×10^4 粒,仔稚鱼损失量为 2940尾,游泳动物损失量为 1.6kg。

4.1.2.1.3 生物资源损失金额

本项目造成的各类海洋生物资源损失量中，由于浮游生物价值量较低，不计算其经济损失。

(1) 计算方法

1) 鱼卵、仔稚鱼和幼体经济价值的计算

鱼卵、仔稚鱼的经济价值应折算成鱼苗进行计算。鱼卵、仔稚鱼经济价值按下式计算：

$$M = W \times P \times E$$

式中： M —鱼卵和仔稚鱼经济损失金额； W —鱼卵和仔稚鱼损失量； P —鱼卵和仔稚鱼折算为鱼苗的换算比例，鱼卵生长到商品鱼苗按 1% 成活率计算，仔稚鱼生长到商品鱼苗按 5% 成活率计算。 E —鱼苗的商品价格，根据广西地区近多年来主要鱼类苗种平均价格，商品鱼苗的平均价格按 1.5 元/尾计。

2) 成体和底栖生物的经济价值计算：

$$M = W \times E$$

式中： M ——第 i 种类生物成体生物资源的经济损失额； W ——第 i 种类生物成体生物资源损失的资源量； E ——生物资源的商品价格。根据广西地区海水产品最小成体市场平均价格行情和广西地区渔业统计年报汇编中海洋捕捞产值与产量均值的比值计算，以及经咨询物价部门、市场调研，确定游泳动物和底栖生物按 1.8 万元/t 计。

(2) 海洋生物资源补偿年限

根据中华人民共和国水产行业标准《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》的规定：（1）“占用渔业水域的生物资源损害补偿，占用年限 20 年以上的，按不低于 20 年补偿”；（2）“一次性生物资源的损害补偿为一次性损害额的 3 倍”；（3）“持续性生物资源损害，实际影响年限低于 3 年的，按 3 年补偿；实际年限 3~20 年的，按实际影响年限补偿”；影响持续时间 20 年以上的，补偿时间不应低于 20 年。

（3）渔业资源损害经济价值

工程建设造成的生物资源损害金额约为 6.24 万元，补偿计算见表 4.1-3。建设单位作为生态补偿的责任主体，可采取补偿措施，缓解和减轻工程对所在海域生态环境的不利影响，对建设造成生物生态的损失，其补偿措施应与当地渔业部门协商确定。

表 4.1-3 工程海洋生物资源损害价值量估算

补偿类型	生物类型	损失量值 (W)	单位	成活率	价格 (元/尾, 元/kg)	补偿倍数	补偿金 (万元)	
工程占用	浮游动物	0.17	kg	10%	18	20	0.01	
	底栖动物	128.12	kg	-	1.5	20	4.61	
	鱼卵	37251	粒	1%	18	20	1.12	
	仔稚鱼	2943	尾	5%	18		0.44	
	游泳生物	1.60	kg	100%	18	20	0.06	
合计		6.24						

4.2 生态影响评价

4.2.1 水动力环境影响分析

4.2.1.1 水动力模型介绍

本课题采用非结构网格的有限体积海洋模型进行水动力模拟。防城港沿海海域地形复杂，水动力数值模拟对网格分辨率要求极高，因此选用三角形网格模式作为本课题的数值模型。

4.2.1.1.1 模型方程组

模式海洋原始控制方程组由动量方程、连续方程、密度方程、温度方程和盐度方程组成：

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} - fv = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial z} (K_m \frac{\partial u}{\partial z}) + F_u$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} + fu = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial z} K_m \frac{\partial v}{\partial z} + F_v$$

$$\frac{\partial P}{\partial z} = -\rho g$$

$$T = \text{const}$$

$$\frac{\partial S}{\partial t} + u \frac{\partial S}{\partial x} + v \frac{\partial S}{\partial y} + w \frac{\partial S}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial z} K_h \frac{\partial S}{\partial z} + F_s$$

$$\rho = \rho(T, S)$$

上式中， x 为直角坐标系中东向坐标， y 为北向坐标， z 为垂直方向的坐标； u 是 x 方向上的速度分量， v 是 y 方向上的速度分量， w 是 z 方向上的速度分量； g 为重力加速度； ρ 为密度； S 为盐度； θ 是位温； P 为压强； f 是科氏力参数；

K_m 和 K_h 分别为垂向涡动黏性系数和热力学垂向涡动摩擦系数。 F_u 和 F_v 是水平动量扩散项, F_θ 代表温度扩散项, F_s 代表盐度扩散项。

垂向采用 σ 坐标, σ 坐标变换如下:

$$\sigma = \frac{z - \zeta}{H + \zeta} = \frac{z - \zeta}{D}$$

在 σ 坐标变换下, 模式的控制方程组可写为:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial Du}{\partial x} + \frac{\partial Dv}{\partial y} + \frac{\partial \omega}{\partial \sigma} &= 0 \\ \frac{\partial D}{\partial t} + \frac{\partial u^2 D}{\partial x} + \frac{\partial uvD}{\partial y} + \frac{\partial u\omega}{\partial \sigma} - fvD & \\ &= -gD \frac{\partial \zeta}{\partial x} - \frac{gD}{\rho_0} \left[\frac{\partial}{\partial x} (D \int_{\sigma}^0 \rho d\sigma') \right] + \sigma \rho \frac{\partial D}{\partial x} + \frac{1}{D} \frac{\partial}{\partial \sigma} (K_m \frac{\partial u}{\partial \sigma}) + DF_x \\ \frac{\partial vD}{\partial t} + \frac{\partial uvD}{\partial x} + \frac{\partial v^2 D}{\partial y} + \frac{\partial v\omega}{\partial \sigma} + fuD & \\ &= -gD \frac{\partial \zeta}{\partial y} - \frac{gD}{\rho_0} \left[\frac{\partial}{\partial y} (D \int_{\sigma}^0 \rho d\sigma') \right] + \sigma \rho \frac{\partial D}{\partial y} + \frac{1}{D} \frac{\partial}{\partial \sigma} (K_m \frac{\partial v}{\partial \sigma}) + DF_y \\ \frac{\partial \theta D}{\partial t} + \frac{\partial \theta u D}{\partial x} + \frac{\partial \theta v D}{\partial y} + \frac{\partial \theta \omega}{\partial \sigma} &= \frac{1}{D} \frac{\partial}{\partial \sigma} (K_h \frac{\partial \theta}{\partial \sigma}) + D\hat{H} + DF_\theta \\ \frac{\partial s D}{\partial t} + \frac{\partial s u D}{\partial x} + \frac{\partial s v D}{\partial y} + \frac{\partial s \omega}{\partial \sigma} &= \frac{1}{D} \frac{\partial}{\partial \sigma} (K_h \frac{\partial s}{\partial \sigma}) + DF_s \\ \rho &= \rho(\theta, s) \end{aligned}$$

4.2.1.1.2 有限体积法

对于连续方程, 对于一个三角形面积通量为:

$$\iint \frac{\partial \zeta}{\partial t} dx dy = - \iint \left[\frac{\partial (\bar{u}D)}{\partial x} + \frac{\partial (\bar{v}D)}{\partial y} \right] dx dy = - \oint_{s'} \bar{v}_n D ds'$$

其中, \bar{v}_n 为三角形边的垂直法线分量; s' 为包含三条边的闭合曲线。上述方程是改进的四阶 Runge-Kutta 时间步长方案的积分。这是具有二阶时间精确性的多阶时间步进法, 这种方法的具体步骤如下:

$$\zeta_j^0 = \zeta_j^n, R_\zeta^0 = R_\zeta^n = \sum_{m=1}^{NT(j)} [(\Delta x_{2m-1} \bar{v}_m^n - \Delta y_{2m-1} \bar{u}_m^n) D_{2m-1}^n + (\Delta x_{2m} \bar{v}_m^n - \Delta y_{2m} \bar{u}_m^n) D_{2m}^n]$$

$$\zeta_j^k = \zeta_j^0 - \alpha^k \frac{\Delta t R_\zeta^{k-1}}{2\Omega_j^\zeta}; \text{ and } \zeta_j^{n+1} = \zeta_j^4$$

其中 $k=1, 2, 3, 4$; $(\alpha^1, \alpha^2, \alpha^3, \alpha^4) = (1/4, 1/3, 1/2, 1)$; 上标 n 代表第 n 个时间步长; Ω_j^ζ 为质心、相邻三角形边中点与 ζ_j 所在节点围成的面积。 \bar{u}_m^n 和 \bar{v}_m^n 定义如下:

$$\bar{u}_m^n = \overline{u(NT(m))}^n, \bar{v}_m^n = \overline{v(NT(m))}^n.$$

Δt 是外模时间步长, 有:

$$\Delta x_{2m-1} = x_{2m} - x_{2m-1}; \Delta x_{2m} = x_{2m+1} - x_{2m}$$

$$\Delta y_{2m-1} = y_{2m} - y_{2m-1}; \Delta y_{2m} = y_{2m+1} - y_{2m}$$

相似地, 对于动量方程, 有:

$$\begin{aligned} \iint \frac{\partial \bar{u} D}{\partial t} dx dy &= - \oint \bar{u} D \bar{v}_n ds' + \iint f \bar{v} D dx dy - \iint g D \frac{\partial \zeta}{\partial x} dx dy \\ &\quad - \iint \left\{ \frac{g D^2}{\rho_o} \int_{-1}^0 \frac{\partial}{\partial x} \int \rho d\sigma - \int_{\sigma}^0 \frac{\partial \rho}{\partial \sigma} \frac{\sigma}{D} \frac{\partial D}{\partial x} d\sigma \right\} d\sigma dx dy \\ &\quad + \iint \frac{\tau_{sx} - \tau_{bx}}{\rho_o} dx dy + \iint D \tilde{F}_x dx dy + \iint G_x dx dy \\ \iint \frac{\partial \bar{v} D}{\partial t} dx dy &= - \oint \bar{v} D \bar{v}_n ds' - \iint f \bar{u} D dx dy - \iint g D \frac{\partial \zeta}{\partial y} dx dy \\ &\quad - \iint \left\{ \frac{g D^2}{\rho_o} \int_{-1}^0 \frac{\partial}{\partial y} \int \rho d\sigma - \int_{\sigma}^0 \frac{\partial \rho}{\partial \sigma} \frac{\sigma}{D} \frac{\partial D}{\partial y} d\sigma \right\} d\sigma dx dy \\ &\quad + \iint \frac{\tau_{sy} - \tau_{by}}{\rho_o} dx dy + \iint D \tilde{F}_y dx dy + \iint G_y dx dy. \end{aligned}$$

用改进的四阶 Runge-Kutta 时间方案进行积分:

$$\bar{u}_i^0 = \bar{u}_i^n, \bar{v}_i^0 = \bar{v}_i^n; \bar{R}_u^0 = \bar{R}_u^n, \bar{R}_v^0 = \bar{R}_v^n$$

$$\bar{u}_i^k = \bar{u}_i^0 - \alpha^k \frac{\Delta t \bar{R}_u^0}{4\Omega_i^u \bar{D}_i}, \bar{v}_i^k = \bar{v}_i^0 - \alpha^k \frac{\Delta t \bar{R}_v^0}{4\Omega_i^v \bar{D}_i},$$

$$\bar{u}_i^{n+1} = \bar{u}_i^4, \bar{v}_i^{n+1} = \bar{v}_i^4$$

其中 Ω_i^u 和 Ω_i^v 为 \bar{u} 和 \bar{v} 所在的三角形面积。在这种模式使用的网格中， \bar{u} 和 \bar{v} 总是位于质心，所以 $\Omega_i^u + \Omega_i^v = \Omega_i$ 。 \bar{D}_i 为质心深度，是在相邻三个节点的深度插值。

4.2.1.1.3 网格设计

不同于结构化网格，非结构化网格是指网格区域内所有的内部点都没有相同的毗邻单元。也就是说与网格区域内的不同内部点相连的网格数目不同。可见，结构化网格中不会包含非结构化网格，但是非结构化网格中则可能包含结构化网格。非结构化网格技术的发展是从六十年代开始的，主要是想解决结构化网格不能够生成任意形状和连通区域的网格的问题。但是，这种非结构化网格的生成技术较结构性网格生成技术要复杂很多，求解区域的复杂性的提高也会随之提高对非结构化网格生成技术的要求。目前，非结构化网格生成技术中发展较为成熟的只有平面三角形网格的自动生成技术。

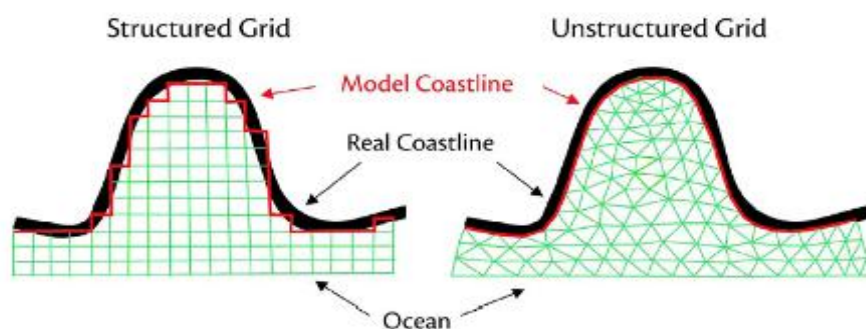


图 4.2.1-1 结构网格（左）与非结构网格（右）比较

模式中，采用 **Paving** 方法对计算范围进行网格划分，生成若干个三角形，每个三角形都有特定的编号，每个节点也有特定编号。一个不规则三角形包含三个节点、一个质心和三条边（下图）。若用 **N** 表示三角形中心的总数，用 **M** 表示三角形节点的总数目，则计算区域内任一三角形中心的坐标可由下式得到：

$$[X(i), Y(i)], i = 1: N,$$

同样，节点坐标可以表示为：

$$[X_x(j), Y_x(j)], j = 1: M.$$

因为所有的三角形网格都没有发生重合，因此总的三角形网格数也等于 **N**。而且，每一个三角形都有特定的编号，所有的三角形都有特定的组合方式，以便于计算和处理。

所有的变量都是在这些三角形网格上进行的，其中 $\zeta, H, D, \omega, S, \theta, \rho, q^2, q^{2l}, K_m, K_h, A_m q^2$ 及 A_* 是通过三角形节点计算的，不同的是，**u** 和 **v** 是通过三角形中心点计算的（图 4.2.1-2）。

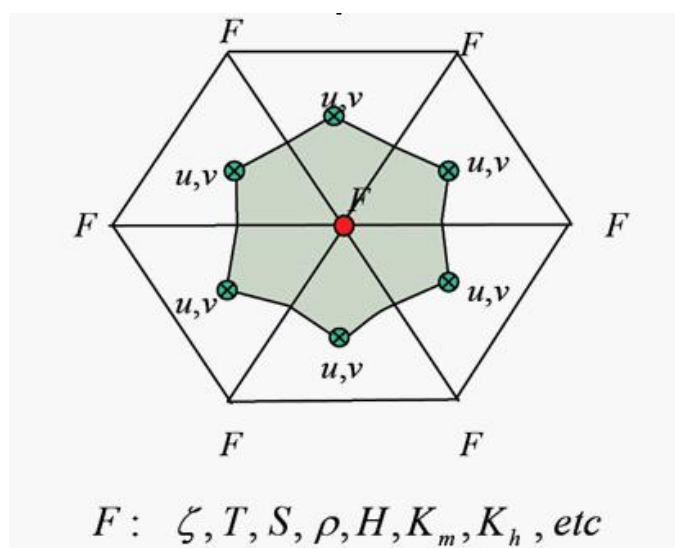


图 4.2.1-2 变量空间配置计算量在网格点上的分布

4.2.1.1.4 干湿网格处理

河口海岸数值模型中，对于滩涂区体积输运一直难以准确模拟，结果误差也难以令人满意。一些方法也被尝试来解决这个难题：一种不固定边界，而是采用变边界法，另一种则是利用干湿点判来判断边界。如果计算区域网格上某一点的总水深大于该点的参考水深和是海表面起伏 ζ 之和时判断该点为湿点，正常进行变量计算；否则判断该点是干点，此点的速度给定为零。若此点上一时刻是湿点，本时刻为干点，则可能造成物理上的不连续，即不能保证体积守恒。但是此种判断方法简单方便，被广泛应用于对近岸海洋模型中的潮间带水体体积输运的数值模拟。

而 FVCOM 中的干湿处理方法利用的是质量守恒，这一方法已在一系列模拟中证实有效。同时这一方法探讨了网格分辨率、时间步长以及潮间带地形坡度等等之间的关系。

判断某一节点的干或湿的准则给出为：

$$\begin{cases} \text{湿, 若 } D = H + \zeta + h_B > D_{\min} \\ \text{干, 若 } D = H + \zeta + h_B \leq D_{\min} \end{cases}$$

对三角形单元：

$$\begin{cases} \text{湿, 若 } D = \min(h_{B_j}, h_{B_i}, h_{B_k}) + \max(\zeta_i, \zeta_j, \zeta_k) > D_{\min} \\ \text{干, 若 } D = \min(h_{B_j}, h_{B_i}, h_{B_k}) + \max(\zeta_i, \zeta_j, \zeta_k) \leq D_{\min} \end{cases}$$

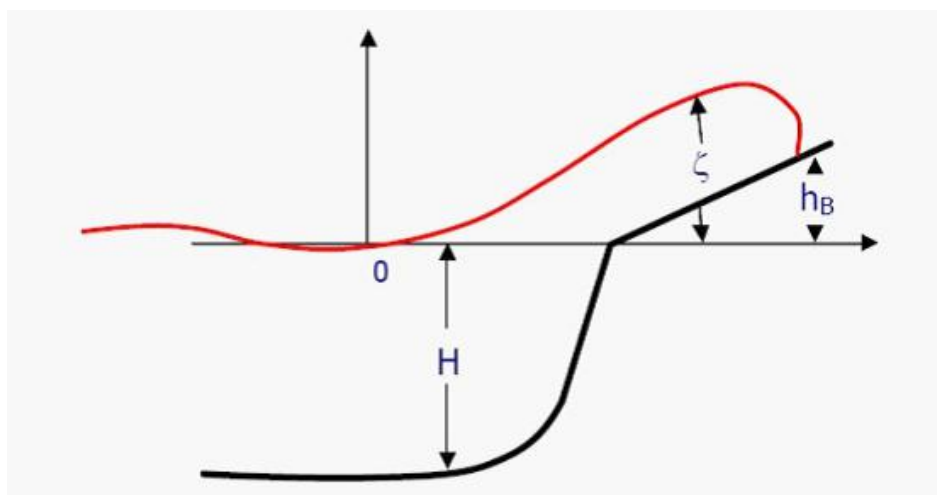


图 4.2.1-3 参考水深 (H)，海面水位 (ζ) 和地形高度 (h_B) 的定义

式中， D_{min} 是在底部指定的粘性层的厚度，而 h_B 则如图 4-3 所示，是与河流主渠道边界相连的地形高度， $\hat{i}, \hat{j}, \hat{k}$ 是表示一个三角形单元的三个节点的整数，这三个整数确定意味着这个三角形确定。

若三角形被定义为干，则此三角形质心处的速度被定义成零，并且三角形的三条边的断面通量也给定为零。在这个时间步长里，这个三角形单元将不参加计算。例如，连续方程的积分形式可写为：

$$\iint_{TCE} \frac{\partial \zeta}{\partial t} dx dy = - \iint_{TCE} \left[\frac{\partial(\bar{u}D)}{\partial x} + \frac{\partial(\bar{v}D)}{\partial y} \right] dx dy = - \sum_i \bar{v}_i D dl$$

\bar{u} 和 \bar{v} 分别表示垂向平均速度在 x 和 y 方向的分量。这一方法也保证了体积守恒，因为计算中不考虑干的三角形，即判断为干的三角形的边界通量为零。

4.2.1.2 数值模型建立

4.2.1.2.1 工程前后网格

工程前模式计算海域如图 4.2.1-4 所示，计算范围为： 105°E - 113°E ， 14°N - 22°N ，覆盖了防城港市及周边海域。计算区域内有 105132 个节点，这些节点将计算区域分成 201618 个互不重合的三角形单元。海堤建设区域分辨率最高可达 3-5m，外海开边界处分辨率约 10km，这样对非重点研究区域采用较低分辨率，减少了网格总数，大大节省了计算资源。模式中将开边界设置在较远位置，计算范围大，能够有效消除开边界影响。

工程后的模式计算海域如图 4.2.1-5 所示，计算范围与工程前相同。计算区域内有 105606 个节点，这些节点将计算区域分成 202541 个互不重合的三角形单元，三角形网格数与工程前接近，外海开边界处分辨率约 10km，与工程前相同。

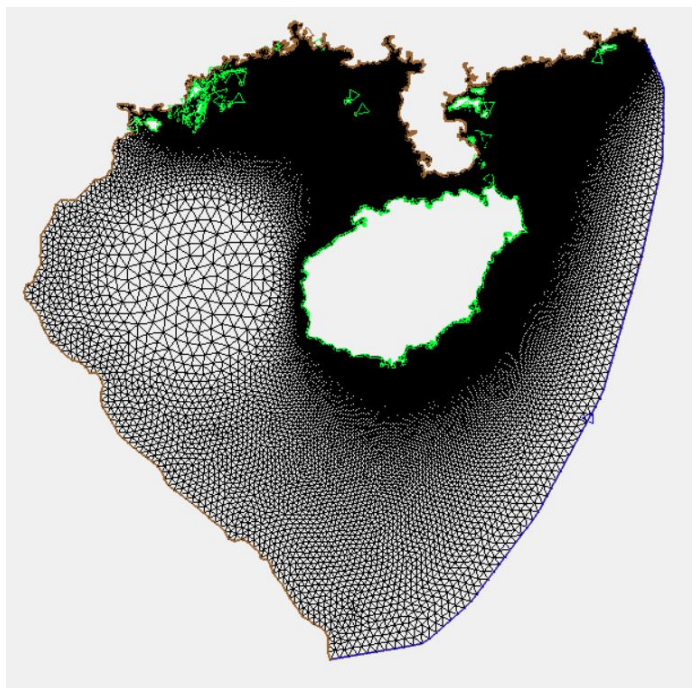


图 4.2.1-4 工程前计算范围和网格分布

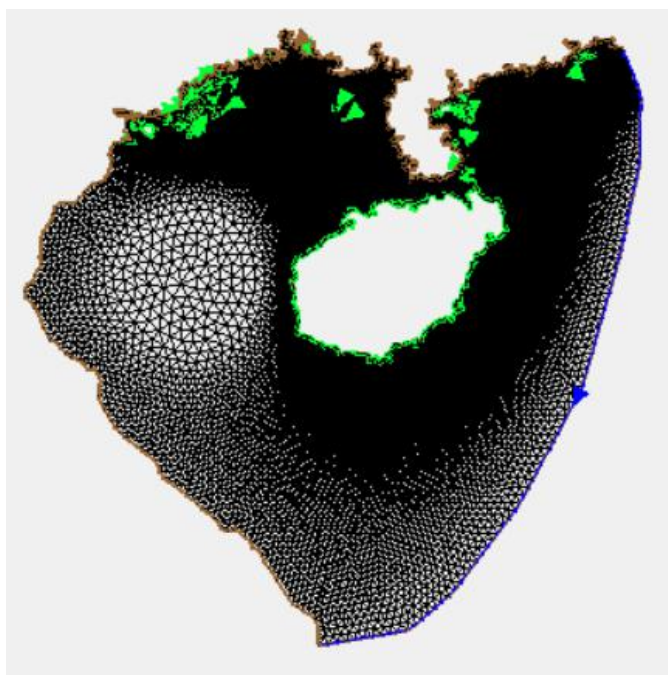


图 4.2.1-5 工程后计算范围和网格分布

数学模型中工程的模拟主要有加密网格法、附加糙率法和附加阻力法等。本次数学模型中采用网格加密的方法进行

模拟，对工程岸线和附近海域进行加密，分辨率为 3m，可以较好的计算工程前后对周围海域的影响。图 4.2.1-6 为工程前海堤周围网格，图 4.2.1-7 为工程后海堤周围网格。

图 4.2.1-6 工程前海堤周围网格

图 4.2.1-7 工程后海堤周围网格

4.2.1.2.2 水深地形数据

水深地形数据采用 2022 年版流沙湾至东兴港海图、钦州湾海图、防城港湾海图、广西 908 专项、2023 年 5 月工程区海域局部调查数据，外海的水深来自国家海洋信息中心中国近海水深数据集，不同水深的起算面或基面是不一样的，需要利用当地平均海平面、理论深度基准面和 85 高程等基面以及相对关系将三种水深进行标准化处理和基准统一，并利用 ArcGIS 软件将水深进行拼接、融合。计算区域地形分布如图 4.2.1-8 所示。

图 4.2.1-8 计算范围水深分布

岸线采用最新的岸线资料。外海潮位开边界由 TPXO10 模型提供。一般 9 月已逐渐转为平水期，故防城河径流量估取 $60\text{m}^3/\text{s}$ 。

4.2.1.3 模型验证

采用 2022 年 9 月的水文资料对模型进行验证，选取的防城港湾 4 个潮流站的调查时间为 2022 年 9 月 6 日至 7 日。具体站位布置见图 4.2.1-9。

图 4.2.1-9 模型验证的潮流站空间分布图

图 4.2.1-10 至图 4.2.1-14 给出了 2022 年 9 月 2 个潮位站和 4 个潮流测站（L2、L3、L4、L5）的流速计算结果与实测结果比较。流向以北方向为起始，顺时针旋转为正。由图可见，各验证点计算流速和实测资料基本吻合，流向验证较好；由于个别区域的地形数据未更新至最新，这可能导致了个别站点计算结果与实测资料稍有偏差。但总体来看，验证结果符合《海岸与河口潮流泥沙模拟技术规程》(JTS/T231-2-2010)要求，流速过程线的形态基本一致，这表明建立的二维潮流数学模型能较好地模拟工程所在海区水流传播过程和水流运动规律，可用于本工程水动力环境影响预测评价。

图 4.2.1-10 验潮站潮位对比图

图 4.2.1-11 L2 站流速流向对比图

图 4.2.1-12 L3 站流速流向对比图

图 4.2.1-13 L4 站流速流向对比图

图 4.2.1-14 L5 站流速流向对比图

4.2.1.4 工程前后流场变化分析

4.2.1.4.1 涨潮（涨急时刻）流场变化

图 4.2.1-15 至图 4.2.1-17 是工程前后涨潮(涨急时刻)流场分布图和对比图。在防城港的典型涨急流场中，潮流表现出明显的“束流与挤压”特征。受限于复杂岸线边界，涨潮水流在进入该海域时，由于岸线曲折度高、岬角凸出，主流带在狭窄水道或受海堤阻挡的区域被迫发生转折。在涨急时刻，流场中心的主流轴线流速极快，但受防城港特殊的岸线形状影响，主流带两侧极易形成强剪切界面，在该界面处存在巨大的流速梯度。海堤工程的介入，改变了原有涨潮水流进入海湾的自然路径。涨急流场在堤前发生顶托与绕流。由于海堤结构对水流产生了强制性的截断作用，水流在流经堤头时被挤压，流速增加 0.01-0.02m/s。堤后遮蔽区海堤工程造成的最显著流速变化区域。水流受海堤遮挡形成动力降低区域，流速较工程大幅降低流速降低 0.01-0.03m/s。

图 4.2.1-15 工程前涨急流场

图 4.2.1-16 工程后涨急流场

图 4.2.1-17 工程前后涨急流场对比

4.2.1.4.1 落潮（落急时刻）流场变化

图 4.2.1-18 至图 4.2.1-20 是工程前后落潮(落急时刻)流场分布图和对比图。在潮流动力学中，落急时刻是指落潮过程中流速达到最大的阶段。与涨急流场相比，落急流场往往呈现出不同的空间形态，这主要取决于防城港当地的海岸线几何形状、航道走向及地形水深。在落急时刻，潮流由海湾内部向外海涌出。主流带通常会沿着深槽轴线汇聚并向外海延伸。由于受到海堤的物理阻挡，主流线往往会发生偏转，避开海堤突出的堤身，转向更深的水域，表现出明显的向外排泄特征。水流通过狭窄的堤头区域时，类似于喷嘴效应，流速瞬间达到峰值，形成高速的落潮射流。与涨急不同，在海堤位于落潮路径的下游侧时，堤后会形成巨流速低区域。总体对流速影响小于 0.03m/s。

图 4.2.1-18 工程前落急流场

图 4.2.1-19 工程后落急流场

图 4.2.1-20 工程前后落急流场对比

4.2.1.5 水文动力环境影响分析结论

本工程建设平台属非透水构筑物，占用海域面积较小，建成后整体流场调整主要集中在工程周边小范围海域，对堤头、堤后区域略有影响，但总体流速影响小于 0.03m/s ，流场基本无变化。本工程建设对当地水动力环境不会产生显著影响。

4.2.2 地形地貌与冲淤环境影响分析

4.2.2.1 冲淤模型选取

工程建设后，桩基等构筑物改变了局部水流条件和含沙量分布，从而引起海床变化。床面变形方程可计算海床的冲淤量，但泥沙冲淤是个长历时的过程，采用该方法计算工作量大，受资料限制参数取值也较为困难，难以保证计算结果精度，计算误差可能超过风电场桩基本身带来的影响。因此对于工程建设后引起的海床冲淤情况，目前较多采用半经验半理论公式进行估算。

4.2.2.1.1 数学模型

根据窦国仁悬沙输沙方程

$$\frac{\partial S}{\partial t} + \frac{\partial q}{\partial x} = \omega S^* - \omega S$$

其中， H 为水深， m ； S 为含沙量， kg/m^3 ； q 为单宽流量， m^2/s ； α 为泥沙沉降机率； ω 为悬沙沉降速度， m/s ； S^* 为挟沙力含沙量， kg/m^3 。

对上式在一个 T 潮周期内积分，并经差分变换后，可得到一个潮周期 T 内的海床冲淤强度

$$\Delta Z: \frac{\alpha T S_1^*}{\gamma} \% ; \frac{S_1^*}{S_2^*}$$

一年中冲淤强度为

$$p: n \Delta Z: \frac{n \alpha T S_1^*}{\gamma} \% ; \frac{S_1^*}{S_2^*}$$

其中， T 为潮周期， s ； n 为一年中的潮周期数。

将挟沙力公式 $S^* = K \frac{v^2}{gH}$ 代入式中，得

$$p = n \Delta Z = \frac{n \alpha \omega T S_1^*}{\gamma_0} \left[1 - \left(\frac{v_2}{v_1} \right)^2 \frac{H_1}{H_2} \right]$$

其中， H_1 为工程前水深， m ； H_2 为工程后水深， m ； v_1 为工程前流速， m/s ； v_2 为工程后流速， m/s 。

求解得到，经推导可得 ΔH ：

$$\begin{aligned} \Delta H &= H_1 - H_2 \\ &= 0.5[(H_1 + \beta \Delta t) \\ &\quad - \sqrt{(\beta \Delta t - H_1)^2 + 4\beta \Delta t K^2 H_1}] \end{aligned}$$

其中， $\beta = \frac{\alpha \omega S_1^*}{\gamma_0}$ ， $K = \frac{v_2}{v_1}$ ， Δt 为计算时间。

水动力模型计算表明，本工程建设引起的局部流场变化主要表现为工程场区附近局部流速的减小和增大，由工程海域水体含沙量、悬沙粒度、底质粒度等分析结果并结合水动

力模型得到的流场，可计算本工程建设引起的桩基附近滩面泥沙冲淤强度。

值得注意的是，通过工程前后平均流速相对比值来计算冲淤量的，在流速较大区域(流速大于泥沙起动流速)是合理的，但在流速较小区域，利用流速相对比值而不考虑绝对流速是一个重大的缺陷。海床冲刷是在泥沙颗粒具有足够的能量克服水下重力和颗粒间粘结力而悬扬时才发生的，当工程前后流速相对比值较大而绝对流速较小时，由于流速小于泥沙颗粒的起动流速，泥沙不足以悬浮，例如在流速较小的一些浅滩区域，公式可能会计算出不合理的结果。为了避免不合理结果的出现，需根据泥沙起动流速对工程后流速增大区域冲刷可能性进行判断。

窦国仁泥沙起动流速表达式为：

U

$$= k' \left(\ln 11 \frac{H}{\Delta} \right) \left(\frac{d'}{d_*} \right)^{\frac{1}{6}} \sqrt{3.6 \frac{\rho_s - \rho}{\rho} g d + \left(\frac{\gamma_0}{\gamma_{0*}} \right)^{2.5} \frac{\varepsilon_0 + g H \delta \left(\frac{\delta}{d} \right)^{\frac{1}{2}}}{d}}$$

其中, $k' = 0.26$ 表示将动未动, $k' = 0.32$ 表示少量动, $k' = 0.41$ 表示普遍动, 一般取 $k' = 0.32$; H 为水深, m; Δ 为床面糙率高度, 当泥沙中值粒径 $d \leq 0.5\text{mm}$ 时, $\Delta = 1.0\text{mm}$ 。当 $0.5\text{mm} < d < 10\text{mm}$ 时, $\Delta = 2d$ 。当 $d \geq 10\text{mm}$ 时, $\Delta = 2d_*^{1/2} d^{1/2}$, 单位要转换为 m; 当泥沙

中值粒径 $d \leq 0.5\text{mm}$ 时， $d' = 0.5\text{mm}$ 。当 $0.5\text{mm} < d < 10\text{mm}$ 时， $d' = d$ 。当 $d \geq 10\text{mm}$ 时， $d' = 10\text{mm}$ ，单位要转换为 m ； $d_* = 10\text{mm}$ ，单位要转换为 m ； ρ_s 为泥沙密度， kg/m^3 ； ρ 为水密度， kg/m^3 ； g 为重力加速度， m/s^2 ； γ_0 为泥沙干容重， kg/m^3 ； γ_{0*} 为泥沙稳定干容重， kg/m^3 ； ε_0 为综合粘结力参数，其值与颗粒的物理化学性质有关，对于粘土还与有机质含量及沉积环境等有关，变化范围较大。根据试验资料可知，对于一般泥沙 $\varepsilon_0 = 1.75\text{cm}^3/\text{s}^2$ ，对于粘土最大可达 $17.5\text{cm}^3/\text{s}^2$ ，对于电木粉 cm^3/s^2 ，对于塑料沙 $\varepsilon_0 = 0.1\text{cm}^3/\text{s}^2$ ，单位要转换为 cm^3/s^2 ， δ 为薄膜水厚度参数，等于 $2.31 \times 10^{-5}\text{cm}$ (相当于 770 个水分子厚度)，单位要转换为 m 。

在选择一般泥沙粒径下，对起动流速模型及区域的起动流速情况作了简要分析。窦国仁模型考虑了泥沙的粘性，相对非粘性泥沙模型具有更好的优势。同样根据工程周边底质特点，设定统一经验性参数（并不一定完全适合工程范围），作为诊断起动流速的基本背景场。工程区域起动流速主要分布在 $0.2 \sim 0.4\text{m}/\text{s}$ 。

图 4.2.2-1 起动流速模型的比较

4.2.2.1.2 参数选择

根据《港口与航道水文规范》(JTS 145-2015), 分散体的中值粒径小于等于 0.03mm 时, 絮凝沉降速度 ω 取 $0.04\sim 0.05\text{cm/s}$, 分散体的中值粒径大于 0.03mm 时, 可按有关的泥沙沉降速度公式计算。工程海域悬沙颗粒中值粒径较小, 小于 0.03mm , 悬沙以絮凝沉降为主, 絮凝沉降速度 ω 可取为 0.045cm/s 。

工程前后流速取全潮平均流速; 泥沙沉降机率 α 取 0.5 ; 悬浮泥沙平均中值粒径取 0.00675mm , 悬浮泥沙干容重 γ_0 取 1093kg/m^3 。

4.2.2.2 冲淤预测结果分析

根据数值模拟结果和冲淤半经验半理论模型, 给出了工程区及附近冲淤结果。由于防城港地区特殊的海岸动力环境, 海堤的布置直接改变了原本的纳潮空间与水流流态。当海堤突入海中时, 堤前与堤侧会形成明显的绕流与回流区, 流速分布的剧烈梯度导致泥沙输移规律发生根本性偏移: 在遮蔽效应强烈的背流侧, 流速大幅降低, 水体挟沙能力衰减, 导致悬浮泥沙快速沉降, 形成显著的淤积中心; 而在紧邻堤头的迎流面, 由于水流受阻被迫绕行, 流速瞬时增大, 产生强烈的冲刷应力, 可能对海堤的基础结构稳定性构成潜在威胁。总体来说, 在堤前产生泥沙冲淤, 冲淤速度不超过 0.04m/a 。总体呈现冲淤动态平衡。此外, 从海区的泥沙来源来看, 防城港湾的泥沙淤积由潮流对底沙的冲淤、波浪对底沙的输送

淤积悬沙引起的回淤构成，汛期河流来沙也是该海域泥沙的一大来源。防城港湾海域含沙量小，淤积泥沙要来自于周边浅滩泥沙的局部搬运，本项目港池回旋水域在疏浚工程初期由于施工引起周边浅滩的局部边坡不稳定，可能造成初期回淤大于预测值，但随着项目建成，周边浅滩的供沙能力会逐步下降，工程区的年维护量将逐渐减少。由此可见，工程区海域的泥沙回淤量不大，除建设初期在本项目疏浚区及邻近区域有一定的淤积和冲刷外，港湾的其它区域保持冲淤基本平衡。

图 4.2.2-2 项目实施后工程区附近底床冲淤变化 (m/a)

4.2.2.3 地形地貌与冲淤环境影响分析结论

本工程建设平台属非透水构筑物，占用海域面积较小，建成后轻微改变了原有纳潮空间与水流流态。在紧邻堤头的迎流面，由于水流受阻被迫绕行，导致流速瞬时增大，产生强烈的冲刷应力，在堤前产生泥沙冲淤，但冲淤速度不超过 0.04m/a 。对区域整体冲淤环境影响有限。另外，本项目港池回旋水域在疏浚工程初期由于施工引起周边浅滩的局部边坡不稳定，可能造成初期回淤大于预测值，但随着项目建成，周边浅滩的供沙能力会逐步下降，工程区的年维护量将逐渐减少。工程区海域的泥沙回淤量不大，除建设初期在本

项目疏浚区及邻近区域有一定的淤积和冲刷外，港湾的其它区域保持冲淤基本平衡。无大面积淤积或失稳可能，不会引起相邻岸滩侵蚀、岸线变形、航道淤积等连锁不利影响。

4.2.3 对水质环境的影响分析

4.2.3.1 施工期悬浮物影响分析

本工程项目位于榕木江区域潮间带滩涂上，高程较高，大部分时间均裸露着，低潮时潮间带露出水面形成干滩，在此期间于现有砌石海堤基础外增加片石抛填护坡作业，且工程对岸线改动较小，基本不产生悬浮物扩散至周围海域，对周围海域的水质环境影响极小。

4.2.3.2 施工期其它污染物的影响分析

项目施工过程的施工机械和工作人员可能产生施工废水、施工固体废弃物等。施工机械产生的含油废水收集处理，施工废水过滤沉淀后回用，固废分类收集处理，不排海。施工期间产生的污染物不会对海域环境造成明显影响。

4.2.4 对沉积物环境的影响分析

4.2.4.1 施工期影响

本项目施工期间，沉积物环境的影响因素主要包括片石抛填施工、废污水排放及固体废物产生等方面，对沉积物环境的影响包括沉积物环境占用以及污染物质扩散造成沉积物环境的恶化两种。

本项目占用海底面积为 0.2308ha，造占用海域范围内沉积物环境消失。项目片石抛填施工会在一定程度上扰动工程区周围沉积物，可能引起施工区及邻近海域沉积物的悬浮、再沉降及局部淤积变化，但项目施工面积较小且采用退潮露滩等低扰动方式施工，产生的悬浮物影响范围极小，基本不会扰动项目区以外的沉积物环境，对周围沉积环境的影响较小。

项目施工期产生的污水和固体废弃物均得到有效处理，不在海域排放，对区域沉积物环境没有影响。

4.2.4.2 营运期影响

本项目以生态护坡形式开展海堤防护工程建设，项目营运期不产生污染物质，堤面洒落物由环卫工人及时清扫，堤面雨水经收集后沉淀排放，对区域沉积物环境影响极小。

4.2.5 对海洋生物影响分析

项目建设对工程海域的占用是永久性的，海域属性改变，其海洋资源也随之丧失，占用海域面积为 2308m²，项目海域周边一定范围内潮间带生物全部损失。项目施工期，在低潮露滩时施工，且项目占用海域面积小，产生的悬浮物及其他污染物量较小，影响范围小，对邻近水域的海洋生物影响较小。

4.2.6 对周围红树及红树林的影响分析

本项目施工区域内没有红树林分布，项目不占用红树林。项目北侧有红树林分布，根据《广西红树林资源保护规划（2020-2030年）》，属于限制开发建设的红树林区域。

（1）限制开发建设的红树林区域严禁开展大规模的工业化和城镇化建设，包括采矿、采石、采砂、工业开发、能源项目、开发区、房地产等破坏地貌景观和红树林的活动；严禁从事污染环境、破坏自然资源或自然景观的活动。

（2）除国家或者自治区重点工程建设项目外，禁止占用本区域红树林地。国家或者自治区重点工程建设项目确实无法避让，需要占用或者征收红树林地的，应当开展不可避免性论证，编制红树林专项影响评价和生态恢复方案，依法办理用地、用海、用林审批手续。建设项目涉及自然保护地的，应当依照国家和自治区自然保护地管理的有关规定办理。

（3）限制开发建设的红树林区域允许开展下列活动：禁止开发建设的红树林区域允许开展的活动；标本采集、考古调查发掘和文物保护活动；宣传教育、参观、旅游活动以及必要的配套设施建设；法律、行政法规规定的其他活动。

（4）利用、占用自治区重要湿地范围内的红树林地，应当符合《广西壮族自治区湿地保护条例》的有关规定。

根据生态影响分析，项目建设未占用红树林，对红树林未有明显影响。项目施工期间利用低潮露滩时施工，且本项

目施工面积较小，施工产生的悬浮物数量较少，基本不扩散至红树林生长区，对红树林生长区无影响。

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

5.1.1.1 社会经济基本状况

(1) 防城港市

根据《2024年防城港市国民经济和社会发展统计公报》初步核算，防城港市2024年全年全市实现生产总值1167.55亿元，按可比价计算，比上年增长7.5%。从产业看，第一产业增加值139.87亿元，增长4.6%；第二产业增加值631.45亿元，增长8.8%；第三产业增加值396.23亿元，增长6.8%。第一产业增加值占地区生产总值比重为12.0%，第二产业增加值比重为54.1%，第三产业增加值比重为33.9%。按常住人口计算，全年人均地区生产总值108670元，比上年增长6.5%。



图 5.1.1-1 防城港市 2019-2024 年生产总值总量及增长速度

(2) 港口区

根据《2024 年港口区国民经济和社会发展统计公报》初步核算，全年全区实现生产总值 **769.92** 亿元，按可比价计算，比上年增长 **7.5%**。从产业看，第一产业增加值 **25.48** 亿元，增长 **4.4%**；第二产业增加值 **543.95** 亿元，增长 **8.3%**；第三产业增加值 **200.49** 亿元，增长 **5.8%**。从产业结构看，第一、二、三产业增加值占地区生产总值的比重分别为 **3.3%**、**70.7%**和 **26.0%**。按常住人口计算，人均生产总值 **304738** 元，增长 **6.2%**。



图 5.1.1-2 防城港市港口区 2018-2023 年生产总值总量及增长速度

5.1.1.2 工业和建筑业发展现状

防城港市全年规模以上工业增加值比上年增长 **10.1%**。年末，全市规模以上工业企业 **205** 家，其中产值超亿元企业 **87** 家。规模以上工业中，从轻重工业看，轻工业增加值比上年增长 **5.3%**，重工业增加值增长 **10.7%**。

从经济类型看，股份制企业增加值比上年增长 **9.6%**，国有控股企业增加值增长 **7.9%**，外商及港澳台商投资企业增加值增长 **12.0%**，私营企业增加值增长 **14.3%**。分门类看，制造业增加值增长 **10.4%**，电力热力燃气及水生产和供应业增加值增长 **10.7%**，采矿业增加值下降 **1.9%**。

从重点行业看，黑色金属冶炼和压延加工业增加值比上年增长 **10.6%**，有色金属冶炼和压延加工业增加值增长 **13.0%**，电力、热力生产和供应业增加值增长 **10.6%**，农副食品加工业增加值增长 **6.7%**，化学原料和化学制品制造业增加值增长 **25.6%**。

5.1.1.3 交通运输和邮电发展现状

防城港市全年公路和水路客货运周转量 **480.14** 亿吨公里，比上年增长 **13.5%**。货物运输总量 **13391** 万吨，下降 **0.01%**；旅客运输总量 **311** 万人，增长 **12.3%**。

全年港口货物吞吐量 **18519** 万吨，比上年下降 **4.5%**。集装箱吞吐量 **100.50** 万标准箱，增长 **7.8%**。从货物贸易方式看，外贸货物吞吐量 **11537** 万吨，增长 **2.3%**；内贸货物吞吐量 **6981** 万吨，下降 **14.0%**。从商品主要种类看，

完成吞吐量前五位货种分别为：金属矿石 **6568** 万吨，煤炭及制品 **3871** 万吨，钢铁 **2227** 万吨，非金属矿石 **2130** 万吨，矿建材料 **1612** 万吨。

5.1.1.4 财政金融与居民收入现状

防城港市全年一般公共预算收入 **54.23** 亿元，比上年下降 **9.8%**。其中，税收收入 **32.65** 亿元，下降 **2.7%**；非税收入 **21.58** 亿元，下降 **18.7%**。一般公共预算支出 **162.19** 亿元，增长 **1.0%**。其中民生重点领域支出 **120.85** 亿元。重点支出情况如下：城乡社区支出 **21.11** 亿元，增长 **30.8%**；农林水支出 **18.35** 亿元，增长 **23.0%**；科学技术支出 **2.37** 亿元，增长 **1.0%**。全年城镇居民人均可支配收入 **44363** 元，比上年增长 **4.9%**，扣除价格因素，实际增长 **5.1%**；农村居民人均可支配收入 **22855** 元，增长 **6.5%**，扣除价格因素，实际增长 **6.7%**。

5.1.1.5 电力产业发展现状

防城港的电力能源主要由核电、海上风电和火电构成，并正在积极开发光伏等新能源。防城港核电站是我国西部地区首个核电项目，规划建设 **6** 台百万千瓦级核电机组。其中一期工程 **1、2** 号机组已投运，二期工程 **3、4** 号机组采用“华龙一号”技术，已于 **2024** 年全面投运。三期工程 **5、6** 号机组已于 **2025** 年 **5** 月全面启动建设，同样采用“华龙一号”技术。全部建成后，基地总装机容量将突破 **690** 万千瓦，年

发电量可达 530 亿千瓦时。防城港海域规划了 4 个海上风电场址，总装机容量超过 500 万千瓦。其中，广西首个海上风电项目——防城港海上风电示范项目已于 2025 年 6 月 30 日前实现累计发电量突破 14 亿千瓦时。该项目应用了智能巡检机器人、大数据、数字孪生等先进技术实现智慧运维。防城港电厂一期拥有两台 63 万千瓦燃煤超临界发电机组，年发电量约 60 亿千瓦时；二期两台 66 万千瓦燃煤超超临界发电机组也在推进中。截至 2025 年 3 月底，仅防城港核电基地已累计发电超 1600 亿千瓦时，等效减排二氧化碳约 1.31 亿吨。海上风电项目截至 2025 年 6 月底提供的 14 亿千瓦时清洁电能，等效减排二氧化碳约 111 万吨。

5.1.2 海域使用现状

根据现场勘查与调访，周边海域涉及榕木江口海域，用海类型主要涉及游憩、海岸防护工程、港口、工业等。

图 5.1.2-1 岸线现场航拍图

表 5.1.2-1 项目论证范围内权属

图 5.1.2-2 论证范围内权属示意图

5.1.2.1 养殖用海

周边海水养殖业主要有三种类型，一是浅海滩涂贝类养殖；二是潮间带和沿岸池塘的虾、蟹类养殖；三是海上经济鱼类网箱养殖和牡蛎筏式养殖。据统计，2023 年项目所在港口区海水养殖面积 7065ha，约占水产养殖总面积的

95.53%；海水养殖产量 21.05 万吨，占全区渔业总产量的 81.0%；海水养殖产值达 26.3 亿元，占渔业总产值的 81.72%。其中：浅海、滩涂贝类养殖面积 4950ha、产量 17.94 万吨，分别占海水养殖面积和产量的 70.06%、85.23%，滩涂贝类养殖在全区海水养殖业中占着主要的地位。浅海、滩涂贝类养殖的品种包括：近江牡蛎、巴菲蛤、文蛤三大类，其中：近江牡蛎养殖面积为 2750ha、产量为 11.43 万吨；文蛤养殖面积为 750ha、产量为 3.15 万吨；巴菲蛤养殖面积为 1450ha，产量为 3.36 万吨。目前，周边港口区海水养殖业已从传统的滩涂贝类养殖为主，逐步发展到贝类、虾、蟹和海水经济鱼类等多品种养殖的格局，养殖品种结构得到了进一步优化，对虾、蟹类、海水经济鱼类、贝类等优质品种养殖已逐渐成为今后海水养殖业发展的主要方向。

5.1.2.2 交通运输用海

项目论证范围内有两个大港口用海区，分别为渔濠港区、企沙港区。

(1) 渔濠港区

渔濠港区位于防城湾内的渔濠半岛西南端，是以矿石、煤炭、粮食等大宗干散货和集装箱、件杂货及液体散货转运为主，兼顾服务平陆运河大宗干散货海河联运的大型综合性港区，防城港现有的公共泊位、深水泊位及大型专业化泊位

均集中在此港区，主要由北部湾港防城港码头有限公司经营，主要服务盛隆冶金、粮油加工和金川铜镍等临港工业。此外，港区北部有防城港市海关码头、防城港市富境通海运有限公司和防城港市港口区就业服务中心等的码头泊位。

截至 2024 年底，渔漓港区共有生产性泊位 51 个，其中 20 万吨级泊位 3 个（其中金属矿石泊位 1 个、通用散货泊位 2 个）、10 万吨级泊位 4 个、7 万吨级泊位 6 个、5 万吨级泊位 10 个、1~3 万吨级 16 个、万吨级以下泊位 12 个，港区码头岸线长 11613m，年通过能力为 6611 万吨（其中集装箱 187 万标箱）、旅客 100 万人，港区主要经营散货和件杂货业务。

（2）企沙港区

企沙港区以服务临港产业发展所需的矿石、煤炭等大宗干散货和件杂货、液体化工品运输为主，现有中电广西防城港电力有限公司、北部湾港防城港码头有限公司、广西钢铁集团有限公司、防城港市港口区水产供销公司、防城港市港口区光坡镇实业开发公司、防城港市卫东实业有限责任公司、防城港市德城经济实业总公司、防城港市港口区企沙镇北港装卸服务公司、防城港银港港务发展公司等码头泊位，主要服务广西钢铁、金川铜镍、华昇中铝等大型临港工业，是支撑临港工业发展的重要港区。

截至 2024 年底，企沙港区建成泊位 49 个，其中生产性泊位 44 个，包括 20 万吨级泊位 4 个（其中金属矿石泊位 3 个、通用散货泊位 1 个）、10 万吨级泊位 2 个、7 万吨级泊位 2 个、5 万吨级泊位 2 个、2 万吨级泊位 2 个、1000~10000 吨级泊位 20 个、其余为千吨级以下泊位。年设计通过能力为 8399 万吨；港区主要经营散货和件杂货业务。

5.1.2.3 周边红树林现状

根据《广西红树林资源保护规划（2020-2030 年）》，广西分布有真红树植物 12 种（含 2 种外来种），占全国种数的 44%，另有半红树植物 8 种。分布面积较大的树种是白骨壤（3312.36ha，占 35.50%）、秋茄（2664.94ha，占 28.56%）和桐花树（2135.30ha，占 22.89%），占红树林总面积的 86.95%。

防城港市现有红树林 2058.83ha，占全区的 22.07%。其中，1049.96ha（51.00%）位于自然保护地内，1008.87ha（49.00%）位于自然保护地外。按土地类型分：乔木林地 111.68ha，占 5.42%；灌木林地 1947.15ha，占 94.58%。按行政区域分：港口区 696.89ha，占 33.85%；防城区 479.13ha，占 23.27%；东兴市 882.81ha，占 42.88%。

项目北侧有红树林分布，距离项目约 300 米。

图 5.1.2-3 项目周边红树林现状

图 5.1.2-4 项目周边红树林分布

5.1.2.4 项目用海涉及占用岸线情况

本项目占用岸线 297.95 m，全部为人工岸线。项目建设非透水构筑物，不形成新的有效岸线。因此，本项目不减少现状人工岸线、无新增岸线，不占用自然岸线，不影响自然岸线保有率。占用岸线情况见图 5.1.2-4。

图 5.1.2-5 项目占用岸线情况

5.1.3 海域使用权属

5.1.3.1 周边养殖用海权属

根据现场踏勘发现，榕木江湾东侧有大面积养殖用海，距离项目约 700 米，经与防城港市海洋局确认，论证范围内的养殖均为无证养殖，未办理登记备案手续。

5.1.3.2 周边港口用海权属

紧邻项目区域有榕木江港口用海，海域使用权人为广西盛隆码头有限公司。广西盛隆码头有限公司成立于 2016 年 1 月，为广西盛隆冶金有限公司日常生产的配套水路运输公司，公司依托于广西盛隆冶金有限公司的雄厚实力和先进运营管理理念，全面承接榕木江码头的建设及后续运营管理工作。盛隆码头公司以依托防城港，连接全国，辐射全球为导向，重点为支撑广西盛隆冶金公司“十四五”规划总目标服务。

5.1.3.3 周边工业用海权属

项目周边有一处工业用海（防城港市榕木江工业用海（区域一）海域使用权出让项目），位于项目西南侧，海域使用权人为广西盛隆冶金有限公司，与本项目为同一海域使用权人。

5.1.3.4 周边游憩用海权属

项目周边有一处浮式游艇码头，项目名称为防城港市榕木江游艇码头项目，海域使用权人为广西诚亮文化旅游投资有限公司，

5.1.3.5 周边特殊用海权属

项目周边有海岸防护工程用海，项目名称为防城港海岸保护和整治工程项目，海域使用权人为防城港市港口区城市建设投资有限责任公司。

表 5.1.3-1 项目周边权属表

图 5.1.3-1 项目周边权属现状示意图

本项目用海区与周边用海活动各项目用海范围界址点明确，权属清晰，无重叠，因此，本项目工程用海与其他项目用海不存在权属纠纷。

5.2 项目用海对海域开发活动的影响

5.2.1 对周边用海项目的影响分析

根据 5.1 章节对周边海域开发利用现状和海域使用权属的分析，项目用海对周边用海项目的影响主要是对榕木江港口用海项目、防城港市榕木江工业用海项目、防城港市榕木江游艇码头项目、防城港海岸保护和整治工程项目、防城港市钢铁基地产业园配套道路（榕木江大街西段、葛坪路）工程项目的影晌。

其中防城港市榕木江工业用海项目使用权人与本项目申请人为同一法人，榕木江港口用海项目使用权人为本项目申请公司下属二级子公司，且本项目主要是为上述两项目防灾减灾提供支撑。本项目与防城港海岸保护和整治工程项目存在衔接性，在本项目施工范围南北两侧均有相应的海岸保护和整治工程，本项目竣工后，预期与原有的防城港海岸保护和整治工程项目形成良性互动，共同形成整体的防灾减灾和生态修复功能。

本项目施工面积较小且采用退潮露滩等低扰动方式施工，产生的悬浮物影响范围极小，基本不会扰动项目区以外的水质环境。同时，项目施工不涉及施工船舶，施工期间不会使附近船舶的通航密度增大。

因此，本项目对周边开发利用活动的运营基本不会产生不利影响。

5.2.2 对周边养殖用海的影响分析

项目周边存在许多未确权的养殖用海，项目对养殖用海的影响主要集中在施工期泥沙悬浮物。由于本项目规模较小，施工期间利用低潮露滩时施工及修建海堤，施工产生的悬浮物数量较小，悬浮物影响幅度和范围十分有限，且工程施工期短，对周边养殖活动基本没有影响。

5.3 利益相关者界定

利益相关者是指与项目用海有直接或间接连带关系或者受到项目用海影响的开发、利用者，界定的利益相关者应该是与用海项目存在利害关系的个人、企事业单位或其他组织或团体。

根据论证范围和本项目对周边用海项目的影响分析，受项目实施影响的利益相关者主要有：防城港市港口区城市建设投资有限责任公司。

表 5.3-1 利益相关者一览表

序号	海域开发活动	相对位置关系	利益相关者名称	利益相关内容	影响程度	是否为利益相关者或需协调部门
1	海岸防护工程用海	紧邻，位于本项目南侧	防城港市港口区城市建设投资有限责任公司	新建海堤与利益相关者海堤衔接	基本无影响	是



图 5.3-1 本项目利益相关者分布图

5.4 相关利益协调分析

本项目不存在权属冲突，与上述利益相关者的协调内容和协调方式如表所示。本项目需与防城港市港口区城市建设

投资有限责任公司的海岸防护工程衔接，在施工时采取搭建方式实施，不涉及海岸防护工程本体，不影响其原有功能，项目已获得海岸防护工程业主同意。

表 5.4-1 利益协调情况一览表

序号	利益相关者名称	相对位置关系	海域开发活动	利益相关内容	影响程度	协调内容	协调方案
1	防城港市港口区城市建设投资有限责任公司	紧邻，位于本项目南侧	海岸防护工程用海	新建海堤与原有海堤衔接	基本无影响	权属无冲突，是否允许工程实施	采用搭建方式接通

5.5 项目用海对国防安全 and 国家海洋权益的影响分析

5.5.1 与国防安全和军事活动的协调性分析

本项目选址已充分考虑避让周边军事活动用海，不涉及军事用海、军事禁区或军事管理区，项目的建设和运营不会对国防安全和军事活动造成不利影响。

5.5.2 与国家海洋权益的协调性分析

本项目用海不涉及领海基点，不涉及国家秘密等。项目建设符合国家产业政策要求，项目用海对所在海域的自然环境、海洋资源负面影响总体可以接受。项目用海符合《广西壮族自治区国土空间规划（2021-2035年）》《防城港市国土空间总体规划（2021-2035年）》要求，项目用海将在国家有关海域使用法律、法规的指导下严格进行。

综上，项目用海不会对国家海洋权益维护造成不利影响。

6 国土空间规划符合性分析

本章分析了项目用海与《广西壮族自治区国土空间规划（2021-2035年）》《防城港市国土空间总体规划（2021-2035年）》《广西壮族自治区国土空间生态修复规划（2021-2035年）》的符合性。

6.1 与《广西壮族自治区国土空间规划（2021-2035年）》符合性分析

项目用海全部位于《广西壮族自治区国土空间规划（2021-2035年）》划定的海洋开发利用空间内，本项目拟建地点位于广西盛隆有限公司厂区四轧东海岸现有海堤外侧，工程完成后将占用人工岸线 297.95 米，未影响到周边的海洋生态保护区和海洋生态控制区。项目建设可加强区域防潮排涝，保障沿海人民和产业的防潮安全，推进系统、安全的防洪减灾体系建设。

6.2 与《防城港市国土空间总体规划（2021-2035年）》符合性分析

本项目位于《防城港市国土空间总体规划（2021-2035年）》划定的渔业用海区内，符合渔业用海区发展指引和管控要求。具体管控要求为：海洋发展空间渔业用海区优化开发岸线两侧分布有围海养殖的，合理布局沿岸水产养殖空间，

推进健康养殖，可开展养殖围塘规模化改造，优化近岸养殖布局 and 空间利用，保障渔民生产生活和现代渔业发展用海需求。控制水深 0 至 6 米范围内的开发强度，重点开发水深 6 至 15 米范围内的海域，鼓励开发 20 米水深以外海域，发展生态牧场。围填海严控增量、盘活存量，切实提高海洋资源节约集约化程度。严格控制近岸海域海砂开采的数量、范围和规模。合理增设特殊用海区，保障排污倾废及海底工程建设。禁止新增产能严重过剩以及高污染、高耗能、高排放等项目用海，适当发展海上风电等可再生能源。

6.3 与《广西壮族自治区国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》符合性分析

本项目用海占用人工岸线和自然海域，不占用自然海岸线、海涂和岛礁等海洋空间资源，项目用海范围内无红树林、珊瑚礁和海草床等典型海洋湿地生态系统以及鸟类重要的栖息地和迁徙通道，不会对以上海洋空间资源以及典型海洋生态系统造成直接影响。综上，项目对所在的国土空间生态修复规划分区不会造成明显不利影响。

6.4 对海洋功能区影响分析

本项目位于《防城港市国土空间总体规划（2021-2035 年）》划定的渔业用海区内。项目北侧分布有东湾生态保护区，西侧为陆域空间工业发展区，东侧零散分布有东湾生态

保护区，南侧分布有海洋预留区。本用海项目毗邻海域的功能区具体的分布状况见图 6.2-1。



图 6.2-1 本项目周边规划分区示意图

本项目对于巩固海堤安全，提升海堤防潮挡浪减灾能力具有重要作用。由图 6.2-1 可知，本项目对邻近的东湾生态保护区、海洋预留区不会产生不利影响，不会影响这些功能区基本功能的发挥，符合其海洋环境保护和海域使用管理要求。

6.5 与相关规划符合性分析

6.5.1 与社会经济发展规划符合性分析

6.5.1.1 项目用海与《广西壮族自治区国民经济和社会 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

“十四五”时期，是我国全面建成小康社会、实现第一个百年奋斗目标之后，乘势而上开启全面建设社会主义现代化国家新征程、向第二个百年奋斗目标进军的第一个五年，是建设壮美广西、共圆复兴梦想的关键时期。《广西壮族自治区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》提出“十四五”时期经济社会发展主要目标为：高质量发展迈出新步伐、改革开放取得新突破、生态文明建设达到新高度、人民生活品质迈上新台阶、社会文明建设取得新进步、社会治理效能实现新提升。

规划在“扎实推进生态环境保护建设”章节中提出，坚持人与自然和谐共生，统筹山水林田湖草海湿地系统治理，加强生态环境治理和保护修复，提升生态系统质量和稳定性，持续擦亮广西生态优势金字招牌。“加强水利基础设施建设”章节中提出，全面实施防汛抗旱水利提升工程，加快推进防洪控制性枢纽工程建设，继续实施病险水库（闸）除险加固、主要支流治理、中小河流治理、山洪灾害防治等工程，强化流域防洪调度，提升洪涝灾害防御能力和超标准洪水应对能力。加强水文地质调查。加强生态海堤建设，完善沿海地区

防潮减灾体系。加强中越跨界 河流整治，进一步稳固界河岸线。

项目实施后将显著提升海堤结构稳定性、海洋生态保护能力与防潮防洪标准，直接增强区域抵御风暴潮与洪涝灾害的能力。通过加固堤防、提升防灾标准，完全契合规划中关于加强生态保护修复、强化防洪减灾能力、保障沿海地区安全的政策导向。因此，该项目建设有利于提升防城港整体防灾减灾水平，与区域发展规划目标高度一致。

6.5.1.2 项目用海与《北部湾城市群建设“十四五”实施方案》的符合性分析

2022年3月，国家发展改革委依据《中华人民共和国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》《中共中央、国务院关于新时代推进西部大开发形成新格局的指导意见》等文件，编制发布了《北部湾城市群建设“十四五”实施方案》。

《北部湾城市群建设“十四五”实施方案》在“强化城市群风险防控体系”中指出，健全防汛防台风应急预案体系，全面加强城市防洪防潮排涝体系建设，推进江河堤防、海堤、水库、水闸等设施加固和中小河流治理，完善城市排水防涝工程，确保老城区雨停后及时排干积水、新城区不再出现“城市看海”现象。综上，项目用海符合《北部湾城市群建设“十四五”实施方案》的内容导向。

6.5.2 项目用海与海洋主体功能区划的符合性分析

6.5.2.1 项目用海与《全国海洋主体功能区规划》的符合性分析

《全国海洋主体功能区规划》依据主体功能，将海洋空间划分为优化开发区域、重点开发区域、限制开发区域和禁止开发区域等四类区域。本项目所在的防城港市位于“北部湾海域”，属于优化开发区域。该区域的发展方向与开发原则是，优化近岸海域空间布局，合理调整海域开发规模和时序，控制开发强度，严格实施围填海总量控制制度；推动海洋传统产业技术改造和优化升级，大力发展海洋高技术产业，积极发展现代海洋服务业，推动海洋产业结构向高端、高效、高附加值转变；推进海洋经济绿色发展，提高产业准入门槛，积极开发利用海洋可再生能源，增强海洋碳汇功能；严格控制陆源污染物排放，加强重点河口海湾污染整治和生态修复，规范入海排污口设置；有效保护自然岸线和典型海洋生态系统，提高海洋生态服务功能。

本项目的建设能够进一步完善防城港市基础设施建设，提升城市防洪排涝能力，对当地海洋产业的发展具有促进作用。因此，本项目符合优化开发区域的要求。

6.5.2.2 项目用海与《广西壮族自治区海洋主体功能区规划》的符合性分析

根据《广西壮族自治区海洋主体功能区规划》，项目所在防城港市港口区是广西海洋经济活动的主要承载区域，以及沿海地区工业化与城镇化发展的空间拓展区域。该区域主要承担港口和临港产业用海等功能。规划对包括港口区在内的开发活动提出了明确的指导原则，主要体现在：（1）集约高效开发：规划强调“面上保护、点上开发”，要求提高沿海工业与城镇建设空间的集约化利用程度，并严格控制全区海洋开发强度。（2）生态保护红线：规划将邻近港口区的东兴市海域等划为限制或禁止开发区域，并要求严守生态保护红线，体现了开发与保护并重的原则。（3）陆海统筹与空间优化：旨在构建陆海统筹的海洋空间开发格局，通过优化用海结构来保障港口航运等关键基础设施的建设需求。

本项目提升防洪减灾能力的核心目标，正是保障重点开发区域（港口区）国土安全与经济社会可持续发展的关键基础设施支撑，符合规划中关于强化沿海地区防潮减灾体系和保障空间拓展区域安全的导向。

6.5.3 与《防城港市港口区养殖水域滩涂规划(2024-2030年)》符合性分析

《防城港市港口区养殖水域滩涂规划(2024-2030年)》规划明确了港口区养殖水域滩涂的区域边界、管理规则与责任要求，按要求划定了禁止养殖区、限制养殖区和养殖区，设定了发展底线，对于保障渔民合法权益，合理布局水产养

殖生产，稳定基本养殖面积，保护水域滩涂生态环境，促进产业持续健康绿色发展具有重要的意义，从而确保水产品有效供给安全、生态环境安全 and 产品质量安全，实现提质增效、减量增收、绿色发展、富裕渔民的发展目标。划定海水禁止养殖区 8 处，总面积 26080.0ha，占海水规划总面积的 37.92%，包括：港口东湾红树林保护禁止养殖区、广西近海南部海洋特别保护禁止养殖区、北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护禁止养殖区、西湾港口航道禁止养殖区、东湾港口航道禁止养殖区、企沙港口航道禁止养殖区、钦州湾航道禁止养殖区、港口西湾风景旅游区禁止养殖区。

主要管控措施：禁止在此范围水域滩涂内从事养殖、繁殖等相关的活动，严禁建设养殖设施等的其他永久性设施；不得在此范围进行可能危及城市建设港口用海安全等活动。禁止养殖区内的水产养殖，由本级人民政府及相关部门负责限期搬迁或关停。禁止养殖区内重点生态功能区和公共设施安全区域划定前已有的水产养殖，搬迁或关停造成养殖户经济损失的应依法给予补偿和妥善安置。

本项目抛填片石护堤总长度 300m，位于广西盛隆有限公司厂区四轧东海岸现有海堤外侧，南北走向，底部宽度距离现有海堤 7.2m，高度为 5.2m，顶部宽度 2m。护堤采用片石抛填形成，放坡比例为 1:1。项目用海在采取措施防

止施工期悬浮泥沙影响周边养殖区的情况下，用海符合《防城港市港口区养殖水域滩涂规划(2024-2030年)》的要求。

6.5.4 与《广西壮族自治区近岸海域环境功能区划调整方案》符合性分析

《广西壮族自治区近岸海域环境功能区划调整方案》(以下简称“《方案》”)明确，防城港市东湾交通用海区(GX083CⅢ):王府街道沙港社区南部海域，范围是E108°22'12"、N21°30'8"，E108°21'9"、N21°30'58"，E108°23'41"、N21°39'44"，E108°25'11"、N21°40'33"，E108°27'5"、N21°39'33"，E108°24'37"、N21°37'23"，E108°25'59"、N21°36'23"，E108°23'4"、N21°35'36"，E108°20'46"、N21°30'57"，E108°22'10"、N21°33'26"，E108°22'6"、N21°36'15"，E108°24'44"、N21°38'58"围成的海域(除潭油作业区、榕木江作业区、防城港东湾排污混合区外)，面积为41.5平方公里。主导功能为交通运输用海，属三类环境功能区，水质保护目标为海水水质标准第三类。

第三类环境功能区(C):适用于一般工业用水区，滨海风景旅游区。执行不低于《海水水质标准》(GB3097—1997)第三类海水水质标准。

本项目位于《方案》规定的防城港市东湾交通用海区，属于第三类海水水质功能区，其水质管理目标应执行第三类

海水水质标准。本工程为海堤修复项目，属于非透水构筑物用海，施工期间主要环境影响来自悬浮泥沙扩散。根据预测分析，施工产生的悬浮泥沙将导致局部海域水体浑浊度增加，但影响范围有限，且随着施工结束而逐渐消失。施工活动不会改变所在海域的 pH、溶解氧、化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐等主要水质指标的本质属性，不会导致该海域水质类别由第三类下降为第四类或劣于第四类标准。

因此，在严格落实环境保护措施的前提下，本项目施工期和运营期对海水水质的影响均可控制在第三类水质标准的容许范围内，符合防城港市东湾交通用海区三类区的海水水质管理要求。

7 项目用海合理性分析

7.1 用海选址合理性分析

7.1.1 区位和社会条件适宜性分析

防城港市位于广西南部边陲，南临北部湾，北连南宁市，东接钦州，西邻越南。防城港市港口区防城港市港口区市依港而建，因港得名。防城港是我国西南第一大深水良港。港口区是自治区规划中的临海工业区，注重发展与港口服务相关的工业企业，现有船舶修造、制盐、五金修理、水产品加工、纺织、建筑、运输及海产品加工等多种产业。港口是广西重要的海产品集散地，产品远销国内及东南亚各国，贸易兴旺，市场繁荣，拥有各类交易场地 2 万多平方米。

本项目拟建设地点位于广西盛隆有限公司厂区四轧东海岸现有海堤外侧。该区域地处港口区纵深，是港口功能拓展与产业布局的重要区域，加固修复此段海堤对于保障后方国土安全、服务港口及临港产业发展具有基础性、战略性意义。

7.1.2 项目选址与自然条件及生态环境适宜性分析

7.1.2.1 气候条件的适宜性分析

项目建设地点当地气候适宜，无严冬酷暑，建设地点位于广西盛隆有限公司厂区四轧东海岸现有海堤外侧，港区掩

护条件较好，一般情况下风浪较小，具有较好的施工条件，全年作业天数达到 320 天以上。

7.1.2.2 地理位置的适宜性分析

项目所在区域地形地貌条件简单，基岩分布稳定。勘察范围内未发现滑坡、崩塌、泥石流、土洞及活动性断裂等严重影响场地稳定性的不良地质构造，岸线形态稳定，不存在临空陡坎面等隐患。区域地质构造稳定，适宜开展堤防类工程建设。工程场地覆盖层以软弱土层为主，该特性有利于片石抛填等施工工序的进行。其下伏基岩埋藏较浅，岩面较为平缓，承载力高、稳定性好，可作为防浪结构的优良基础持力层，能有效保障海堤结构的长期抗滑、抗倾覆稳定。

综上所述，该区域稳定的地质背景、易于开挖的覆盖层及承载力较高的浅埋基岩，共同构成了实施海堤修复的有利自然条件。该地质条件既能满足防浪结构对基础稳定性的核心要求，也为堤身绿化工程的后续实施提供了稳定、安全的地基保障。

7.1.2.3 海洋水文动力环境适宜性分析

项目所在海域水体交换能力较好，深水岸线长、潮差大、水流畅通，水质和沉积物质量状况良好。工程选址于榕木江四轧海岸线及海域，此位置受外海直接波浪影响较弱，海域水动力条件相对稳定，这有利于减少修复施工期间的风浪干扰，保障作业安全。本工程建设平台属非透水构筑物，占用

海域面积较小，建成后整体流场调整主要集中在工程周边小范围海域，对堤头、堤后区域略有影响，但总体流速影响小于 0.03m/s ，流场基本无变化，这意味着工程实施对周边整体水文动力环境的影响范围较小，符合海洋环境保护的要求。本工程的建设对当地水动力环境不会产生显著影响。该区域潮差特征明显，这一稳定的潮汐动力条件为海堤工程设计提供了明确的边界参数。同时，良好的水体交换与水质、沉积物环境质量，有助于维护海堤结构周边的环境稳定，减少淤积或污染风险，为海堤的长期稳固运行提供了有利的自然条件。

综上所述，项目海域水文动力环境特征为海堤修复工程提供了受掩护的施工条件、可控的环境影响以及利于结构稳定的自然基础，因此项目选址与建设是合理、可行的。

7.1.2.4 生态环境适宜性

本项目用海类型为非透水构筑物，项目位于规划的企沙港区渔业用海区内水域，根据选址周边区域环境和生态现状调查结果，项目区域的生态环境较好。施工期间，抛石等作业产生的悬浮泥沙，将在一定范围内导致水体透明度暂时降低，对浮游生物、部分底栖生物及游泳生物的幼体发育造成短期可逆影响。鉴于该海域水文交换条件较好，悬浮物扩散范围有限，且鱼类等游泳能力较强的生物可主动避让，因此不会对渔业资源种群造成长期损害。施工结束后，伴随悬浮

泥沙的沉降，水生生态环境将较快自然恢复。因此，项目建设对周边海域内生态资源的影响较小，对周边海洋生态功能不会产生明显影响。项目选址此处与周边生态环境相适宜。

总体而言，本项目拟选址区域的自然条件可满足项目建设需要，且项目在设计时充分考虑了工程所在地的自然条件，项目选址与自然条件相适宜。

7.1.3 项目用海与周边用海活动协调性分析

本项目用海对附近海域开发活动的影响主要发生在施工期。由于抛石等作业产生的悬浮泥沙入海，可能会对周边用海活动产生影响。本工程建设平台属非透水构筑物，占用海域面积较小，建成后轻微改变了原有纳潮空间与水流流态。在紧邻堤头的迎流面，由于水流受阻被迫绕行，导致流速瞬时增大，产生强烈的冲刷应力，在堤前产生泥沙冲淤，但冲淤速度不超过 0.04m/a 。对区域整体冲淤环境影响有限。另外，本项目港池回旋水域在疏浚工程初期由于施工引起周边浅滩的局部边坡不稳定，可能造成初期回淤大于预测值，但随着项目建成，周边浅滩的供沙能力会逐步下降，工程区的年维护量将逐渐减少。工程区海域的泥沙回淤量不大，除建设初期在本项目疏浚区及邻近区域有一定的淤积和冲刷外，港湾的其它区域保持冲淤基本平衡。无大面积淤积或失稳可能，不会引起相邻岸滩侵蚀、岸线变形、航道淤积等连锁不利影响。

因此，项目施工对周边用海活动影响可控，而且这种影响会随着工程竣工而结束。

7.1.4 与海洋产业协调发展适宜性

本项目建设是广西盛隆冶金有限公司为保障其四轧厂区前海岸安全而实施的防护工程，通过构建 300 米长的“毛石堆坡+绿化植被”防护体系，直接服务于企业的安全生产。项目位于防城港市东湾榕木江区域，该区域是防城港市经济开发区，产业集聚度高，海岸线的稳固是港口运营、船舶修造、水产品加工及物流贸易等所有临海产业安全发展的共同前提。本工程提升了特定岸段的防灾能力，不仅直接保障了核心工业企业的生产设施与运营安全，也间接强化了区域产业承载空间的整体安全韧性，其采用的生态化修复方案还响应了产业升级对生态环境品质的提升要求。因此，项目的实施巩固了区域临港产业发展的安全基础，与防城港市港口区以港口为核心的海洋产业可持续发展方向相协调。

7.2 用海平面布置合理性分析

抛填片石护堤总长度 300m，位于广西盛隆有限公司厂区四轧东海岸现有海堤外侧，南北走向，底部宽度距离现有海堤 7.2m，高度为 5.2m，顶部宽度 2m。护堤采用片石抛填形成，放坡比例为 1:1。生态护坡堤顶区域覆土种植绿色植被，形成“毛石堆坡+绿化植被”的复合断面结构。该方

案充分考虑了与原地形地貌的配合，旨在保证结构稳定与防护功能的前提下，尽可能减少对自然岸线的影响。

7.2.1 平面布置集约节约用海分析

本项目严格遵循节约集约用海原则。堤线布置主要沿既有海堤轴线，以维持原有海岸格局与功能。方案基于现状海堤范围与工程实际防护需求进行设计，最大限度地利用原有堤基，避免了不必要的海域占用和新岸线开挖，从而有效提高海域空间资源利用效率，体现了集约、经济的用海理念。

7.2.2 平面布置利于生态保护分析

本项目工程平面布置避让了现状红树林。本项目沿现状海堤进行整治加固，海堤的施工建设、部分堤体将占用部分生物生境，抛石等施工产生的悬浮泥沙则会对所在海域产生短期影响，造成一定的渔业资源及游泳生物等的损失。本项目建设范围基本沿原海堤堤线分布，尽可能减少新增用海范围，进而减少对海域资源的占用和海洋生物资源的损失，项目可通过采取相应生态修复措施，降低对生态和环境保护的影响。

因此，本项目建设完成后，有利于区域生态保护。

7.2.3 平面布置减缓水文动力环境和冲淤环境影响分析

本工程在原址进行海堤加固，堤线走向与工程前基本保持一致，从整体上维护了海域原有的水流格局。项目建设对

水文动力与冲淤环境的影响主要集中在施工期：施工将导致局部流速场改变，表现为沿岸流速减弱、挟沙能力下降，可能产生轻微淤积。根据预测分析，工程区域附近径流来沙量较小，因此造成的冲淤变化总体有限。

因此，本项目建设对项目所在海域地形地貌和冲淤环境会造成一定的影响，但项目建设对周边海域的影响有限。项目平面布置能够最大程度减少对水文动力环境、冲淤环境的影响。

7.2.4 平面布置减少对周边其他用海活动影响分析

本项目申请用海范围与周边用海项目不产生权属冲突，根据本项目平面布置，通过严密、科学的施工组织和合理的生产调度，把工程安全、施工安全放在首位，做好施工作业的安全管理工作等措施，在做好利益相关者协调沟通，并听从协调部门的协调安排的前提下，本项目用海平面布置能够减少对周边其他用海活动的影响。

综上，本项目用海平面布置是合理的。

7.3 用海方式合理性分析

7.3.1 用海方式界定

项目用海方式的界定：按《海域使用分类》（HY/T 123-2009），本项目用海方式为：“构筑物”（一级方式）——“非透水构筑物”（二级方式）；按《财政部 国家海洋局

印发《关于调整海域无居民海岛使用金征收标准》的通知》（财综〔2018〕15号），本项目用海方式为“构筑物用海”——“非透水构筑物用海”。根据财综〔2018〕15号文件，用海方式界定中明确，“非透水构筑物用海”是指采用非透水方式构筑不形成有效岸线的码头、突堤、引堤、防波堤、路基、设施基座等构筑物的用海。项目标准化海堤修筑高度高于区域最高潮位，起到阻挡、分隔高潮位海水冲击作用，属于非透水构筑物，因此本项目用海方式为“非透水构筑物用海”。

7.3.2 用海方式合理性

本项目对海堤进行修复加固，采用毛石堆坡+绿化植被结合的方案，以非透水构筑物将该段岸线进行加固，用海面积较小，对海域生态环境影响较小，项目用海方式合理。

7.3.3 用海原则分析

从生态用海的角度出发，若采用填海方式建设，将对海堤修复区域的地形和冲淤、水动力影响很大，改变海域自然属性，影响纳潮、红树林等滨海湿地生态系统环境。因此本项目不采用填海方式，避免对海洋生态环境造成重大破坏。

项目建设海堤，若采用透水构筑物形式，海水不受海堤阻挡、分割，将难以达到防治台风和风暴潮灾害影响的功能。

综上所述，本项目的用海方式满足了项目用海需求，对资源生态环境影响较小，不适宜采用“非透水构筑物用海”以外的其他用海方式。

7.3.4 用海方式减少对自然属性影响分析

本项目用海位于《防城港市国土空间总体规划（2021-2035年）》划定的海洋渔业用海区，项目用海类型与该海区的海域使用类型要求不冲突；本项目为非透构筑物用海，在原址外侧以生态护坡形式进行加固维修，对海域自然属性的影响不大。本项目建设不涉及围填海，秉持尽可能采用透水、开放式的用海原则。因此，项目采用的用海方式，有利于维护项目所在海域基本功能。

7.3.5 用海方式减少对区域海洋生态系统影响分析

本项目用海方式为非透水构筑物。项目对海洋生态环境的影响主要来源于施工期所引起的施工水域中的局部悬浮物浓度增加，但项目施工期所产生的影响为暂时性影响，将随施工期结束而消除。

本项目为海堤加固工程，非污染类项目，营运期基本不会产生污染物，不会对海洋生态系统造成影响。

因此，本项目采用的用海方式，对海洋生态系统的影响不大，有利于保护海域生态系统。

7.3.6 用海方式减少对水文动力环境和冲淤环境影响分析

根据数值模拟结果，本工程建设平台属非透水构筑物，占用海域面积较小，建成后整体流场调整主要集中在工程周边小范围海域，对堤头、堤后区域略有影响，但总体流速影响小于 0.03m/s ，流场基本无变化。本工程建设对当地水文动力环境不会产生显著影响。

本工程建设平台属非透水构筑物，占用海域面积较小，建成后轻微改变了原有纳潮空间与水流流态。在紧邻堤头的迎流面，由于水流受阻被迫绕行，导致流速瞬时增大，产生强烈的冲刷应力，在堤前产生泥沙冲淤，但冲淤速度不超过 0.04m/a 。对区域整体冲淤环境影响有限。另外，本项目港池回旋水域在疏浚工程初期由于施工引起周边浅滩的局部边坡不稳定，可能造成初期回淤大于预测值，但随着项目建成，周边浅滩的供沙能力会逐步下降，工程区的年维护量将逐渐减少。工程区海域的泥沙回淤量不大，除建设初期在本项目疏浚区及邻近区域有一定的淤积和冲刷外，港湾的其它区域保持冲淤基本平衡。无大面积淤积或失稳可能，不会引起相邻岸滩侵蚀、岸线变形、航道淤积等连锁不利影响。

总而言之，项目采用的用海方式对周边海域的水文动力环境和冲淤环境不会产生较大不利影响。

7.4. 岸线利用的合理性分析

本项目位于广西盛隆有限公司厂区四轧东海岸现有海堤外侧，修复段海岸线总体呈直线型布置，南北向共占用岸线总长度为 **297.95** 米，全部为人工岸线。项目建设非透水构筑物，不减少现状人工岸线、无新增岸线，不影响自然岸线保有率。因此，本项目占用岸线是合理可行的。

7.5 项目用海面积合理性分析

7.5.1 用海面积合理性分析

项目建设应严格落实节约集约、严格管控的要求，在满足项目正常功能用海和必要安全防护需求的前提下，按照最大程度控制用海面积、严格控制生态影响的原则，合理确定项目用海面积。

项目用海需求为海堤建设占用一定的海域空间，海堤结构需满足安全、稳定的要求，且满足道路通行需求。项目用海建设内容为标准化海堤（含桥闸及配套陆域工程），根据标准化海堤设计规范进行建设非透水构筑物，海堤工程总长 **300m**，底部宽度距离现有海堤 **7.2m**，高度为 **5.2m**，顶部宽度 **2m**。海堤设计符合《海堤工程设计规范》，满足结构稳定性要求，用海面积包含了海堤边坡用海，与用海需求相符。

本项目属于海岸防护型的公益性水利基础设施工程，主要功能是防洪防潮并兼顾排涝，对保障沿海地区的公共安全至关重要。申请用海面积为海堤及附属设施的实际用海范围。

综上所述，项目非透水构筑物用海面积符合用海需求，是合理的。

7.5.2 宗海图绘制

项目宗海图绘制是由国家海洋信息中心根据《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）的界定方法计算的。工程项目的宗海位置图反映了宗海的地理位置、平面轮廓及其与周边重要地物的位置关系。宗海界址图反映了宗海及宗海内部单元的界址点分布、界址范围、用海面积、用海方式及其相邻宗海的位置、用海范围等信息。工程项目根据设计的总平面图、周边已确权项目以及大陆海岸线选取用海界址点。项目用海典型界址点具有代表性，简洁、有效地反映了项目用海的平面布置和权属范围。宗海平面布置图反映了属于同一项目各宗海及其内部单元的平面布置和位置关系。图件比例尺以能清晰反映同一项目各宗海的平面布置位置关系及与相邻宗海位置关系。因此，项目的宗海图绘制符合《宗海图编绘技术规范》（HY/T 251-2018）和《海籍调查规范》要求。

7.5.3 用海面积量算

根据《海籍调查规范》，非透水构筑物用海岸边以海岸线为界，水中以非透水构筑物及其防护设施的水下外缘线为界。本项目非透水构筑物的面积为标准海堤现状用海实际坡脚线投影范围，结合 2019 年审核修测的海岸线确定用海范围，不设置保护范围。项目不设置立体分层确权。

项目宗海面积计算采用坐标解析法进行计算，即利用已有的各点平面坐标，借助于专业制图软件自动计算生成。用海面积保留 4 位小数，单位为 ha，计算得到用海面积为 0.2308ha。

项目用海面积量算符合《海籍调查规范》和《宗海图编绘技术规范》要求。

7.5.4 用海期限合理性分析

根据《中华人民共和国海域使用管理法》第二十五条的规定，公益事业用海的海域使用权最高期限为四十年。项目属于公益性水利基础设施工程用海。根据《中华人民共和国海域使用管理法》有关规定和项目用海类型，本项目申请用海期限为 40 年，未超过法律规定的最高期限要求，也在海堤设施的设计使用年限内，有利于发挥中长期防灾减灾功能等，可以最大程度发挥项目的综合效益。申请用海期限 40 年是合理的。

8 生态用海对策措施

8.1 概述

本项目计划对四轧海岸线海堤以生态护坡形式进行修复加固，属于海岸防护工程用海，采用非透水构筑物的斜坡式生态化海堤形式。本项目为对原有海堤进行除险加固，施工活动在一定程度上对滩涂底栖生物、红树林分布区及近岸水环境产生扰动。随着工程完工，对海洋生态环境的直接影响逐渐消减，但仍需对在建过程中的生态干预后果进行评估，并落实后续的生态补偿及监测工作，确保海堤运行与海域生态系统平衡共存。

8.2 生态用海对策

8.2.1 环境保护对策

项目位于防城港东湾顶端榕木江周边海域，在在施工期和运营期全过程各环节上已采用了能减轻环境污染、减少对海洋生物影响的施工方式，防止环境污染，保护周边海域生态环境。

(1) 水污染防治措施

- 1) 做好施工设备的日常检查维修，防止污染事故。
- 2) 施工作业尽量避开旅游旺季，同时加快工程施工进度，缩短海上施工周期和时间，注意保护环境敏感点。

3) 施工人员的就餐和洗涤采用集中管理, 如集中就餐、洗涤等, 尽量减少生活污水产生量。

4) 现场浇筑施工应采用预拌混凝土, 混凝土搅拌和预制件生产过程中产生的废水, 应集中收集, 并设置沉淀池处理后用于砂石材料冲洗等, 禁止外排。

5) 施工机械设备产生的含油废水都要收集经隔油过滤沉淀处理后排入城市污水管网, 禁止外排。

6) 建议应选择在合理的潮水时段施工, 以减轻悬沙扩散对周边海域的影响。

7) 施工区周边采取防污帘的施工方案, 尽可能避免对周边红树林及养殖活动造成影响。

(2) 固体废物处置措施

1) 作业人员生活垃圾都要集中收集, 送防城港市生活垃圾处理场进行处理, 不得随意丢弃。

2) 作业物料的堆放位置应远离海域, 各类材料应有遮雨设施; 严禁向海中排放固体废弃物。

(3) 环境空气及噪声污染防治措施

1) 加强对施工机械的维修保养, 禁止以柴油为燃料的电机机械超负荷工作, 减少烟度和颗粒物的排放。最好选用符合环保要求的电机设备。

2) 设备选型要选择符合噪声环境标准的低噪声设备,个别高噪声源强设备采取消声隔声设施。对电机等机械做好维护工作,保持设备低噪音水平。

3) 项目开工前 15 日建设单位应向地方环境保护行政主管部门申报该工程名称、施工场所和期限、可能产生的环境噪声值以及所采取的环境噪声污染防治措施情况。

4) 施工机械要采用低噪声设备,加强设备的日常维修保养,使施工机械降低施工机械噪声。

5) 施工期通过及时清扫运输道路散落尘土,洒水降尘,运输车辆加盖篷布等措施,减轻扬尘对周围环境的污染。

8.2.2 生态保护对策

在施工前制订红树林保护、污染防治和水土保持方案,在建设施工过程中,采取有效措施,保护好水体、周边林木、植被和地形地貌,不得造成污染和破坏。项目竣工后,及时清理施工现场。

为减少其施工活动的影响程度和范围,施工单位在制定施工计划、安排进度时,应充分注意到附近海域的环境保护问题,及时调整施工进度。加快工程施工进度,减少对周边海域生态环境的影响。

项目建设尤其应注意保护项目所在区域临近的红树林,施工期应在红树林周边设置防污帘,防止悬浮泥沙扩散影响

红树林的生长。运营期严格做好项目废水、垃圾的收集处理工作，避免影响周边红树林。

无论施工期还是运营期项目建设单位均应密切关注对红树林的影响，一旦有影响应立即上报主管部门，并采取措施减缓，如确实造成了损失，应按照《广西壮族自治区红树林资源保护条例》等相关管理要求进行补偿或承担相应责任。

8.2.3 生态跟踪监测

根据导则，涉及新建填海、非透水构筑物（（长度大于（含）500 m 或面积大于（含）10 ha）、封闭性围海（面积大于（含）10 ha）等完全或严重改变海域自然属性的用海项目，核电、石化工业、油气开采、海上风电等用海项目，以及论证范围内涉及典型海洋生态系统的用海项目，应根据资源生态影响分析结果，结合相关管理要求，提出生态跟踪监测方案。本项目作为海岸防护工程，本身没有产生污染物，未造成显著生态影响，运营期对生态环境基本无影响。故不安排生态跟踪监测。但后续需加强项目海域生态环境的动态监管，确保工程在运行过程中都能满足该区海洋国土空间规划的要求。

8.3 生态保护修复措施

8.3.1 生态保护修复目标

根据项目建设产生的主要资源生态问题，结合区域的生态功能定位，确定本方案的保护修复总体目标为：严格保护用海区域及周边的海洋生物资源，最大程度的降低项目工程建设对生态资源和生态系统的影响和破坏，维持生态系统的原真性和完整性，同时制定科学、合理的修复措施，使区域整体的生态环境质量和生态系统服务功能不因项目的开展而显著改变。

8.3.2 生态保护修复方案

按照“损害什么、修复什么”的基本原则确定本项目的生态修复方案，以减少项目实施对本海域海洋资源和海洋生态系统的影响，促进本海域海洋生态系统的恢复，维护近海海洋生态系统的健康。

本项目对原有海堤进行修复加固，可提高防潮防洪排涝标准，消除工程隐患，完善区域防洪潮体系，结合生态海堤建设，整治和修复现状海岸线，构建海岸带生态减灾体系，强化海岸带生态与减灾功能协同增效，提升海岸抵御自然灾害的能力。

本项目为现有海堤的提升达标工程，可不实行海岸线占补。项目结合生态海堤建设，堤型布置已全面考虑了生态化设计，可以显著提升当前人工岸线生态功能的整体水平，可以达成海岸线整治修复的效果。

图 8.3.2-1 海堤修复后效果图

海堤建筑材料部分采用当地块石等绿色环保、适宜当地海域生态系统的无害化建筑材料，在堤顶运用本地植物，增植乔灌木及地被造景，在一定程度上促进恢复生物多样性，体现生态和景观方面的需求。

9 结论

9.1 项目用海基本情况

防城港市东湾榕木江西侧生态护岸工程是为提升海岸线防灾减灾能力，保护周边工业园区的项目，同时也是促进海岸线生态保护修复。项目用海单位为广西盛隆冶金有限公司，项目用海类型为特殊用海中的海岸防护工程用海，用海方式为非透水构筑物，面积 0.2308 公顷，占用岸线长度 297.95 米。

9.2 项目用海必要性结论

本项目是以生态护坡形式建设的海堤防护型公益性水利基础设施工程，项目建设能提高周边城镇和工业园区防洪御潮、排涝能力，改善滨海生态环境、提升沿海人民生活质量，为社会经济的可持续发展奠定基础，提升海堤防洪、挡潮标准，项目涉及海堤加固、护坡建设和植被种植，项目用海必要。

9.3 资源生态影响分析结论

本项目是以生态护坡形式建设的海堤防护型公益性水利基础设施工程，项目建设对周边水动力和地形冲淤的影响较小。海堤采用低潮干滩作业，用海面积小，施工期产生的悬沙对海域水质产生影响较小，且这种影响会随时施工期结

束而逐渐消失，施工期废水和固体废弃物将专门收集处理，不排向外海，营运期不产生污水。项目建设不改变和新增岸线，施工和运营均占用原有的人工岸线，并在建设后使得岸线有生态功能。

9.4 海域开发利用协调分析结论

根据项目用海与利益相关者协调分析结果显示，本项目利益相关者为防城港市港口区城市建设投资有限责任公司。项目报批前，已征得相关利益者同意本项目开展建设的书面意见。

9.5 项目用海与国土空间规划及相关规划符合性分析结论

项目用海位于《广西壮族自治区国土空间规划（2021-2035年）》划定的海洋开发利用空间，不占用海洋生态保护区和海洋生态控制区。项目用海与防城港市国土空间总体规划相符，位于渔业用海区，本工程属于海岸防护工程用海，工程建设不会对所在国土空间规划分区的主导功能产生影响，也不会对毗邻功能区产生影响。

本项目用海不占用自然海岸线、海涂和岛礁等海洋空间资源，项目用海范围内无红树林、珊瑚礁和海草床等典型海洋湿地生态系统以及鸟类重要的栖息地和迁徙通道，不会对以上海洋空间资源以及典型海洋生态系统造成直接影响。综

上，项目对所在的国土空间生态修复规划分区不会造成明显不利影响。

9.6 项目用海合理性分析结论

本项目以用海单位提供的平面布置为底图，以 2019 年最新修测岸线为界，向海一侧申请非透水构筑物用海而不是围填海的方式，采用毛石堆坡+绿化植被结合的方案，以非透水构筑物将该段岸线进行加固，用海面积较小，对海域生态环境影响较小，项目用海方式合理。本项目为非透水构筑物，海堤工程总长 300m，底部宽度距离现有海堤 7.2m，高度为 5.2m，顶部宽度 2m。海堤设计符合《海堤工程设计规范》，满足结构稳定性要求，用海面积包含了生态护坡用海，与用海需求相符。

9.7 项目用海可行性结论

本项目参照围填海工程生态海堤建设技术要求，结合项目实际情况，着重生态化平面设计、海堤生态化建设等方面的生态建设，同时满足相关规划的要求，生态建设方案合理可行，生态修复措施重在海堤生态化建设。

综上所述，项目建设和用海是必要的；项目用海符合防城港市国土空间总体规划，符合广西壮族自治区国土空间生态修复规划；项目用海选址、平面布置、用海方式、用海面积和用海期限是合理的。从海洋环境保护、资源可持续利用

及海洋产业协调发展考虑，权衡项目实施的利弊，并采取积极有效的用海监控、跟踪、管理对策和环境保护措施等前提下，本项目的海域使用可行。

