

北海港铁山港 20 万吨级航道工程
(啄罗作业区至石头埠作业区段)

环境影响报告书

(公示本)

建设单位：北海市路港建设投资开发有限公司

编制单位：交通运输部水运科学研究所

二〇二五年八月

概 述

1 建设单位概况

根据《西部陆海新通道北部湾国际门户港基础设施提升三年行动计划（2023-2025 年）》工作部署，北海港铁山港 20 万吨级航道工程（啄罗作业区至石头埠作业区段）（以下简称“本工程”）实施双业主协调工作机制，建设单位为北海市路港建设投资开发有限公司和广西壮族自治区港航发展中心，以北海市路港建设投资开发有限公司为牵头单位制定工作机制并加快推进项目建设，广西壮族自治区港航发展中心配合项目工作推进。

北海市路港建设投资开发有限公司成立于 2007 年 2 月，由北海市国资委全额出资，隶属北海市人民政府直接管理，是北海市四大政府性投融资平台和建设主体之一，担负着铁山港（临海）工业区基础设施、全市交通基础设施的融资和建设任务。公司的经营范围为：主营基础设施项目建设、投（融）资及经营管理，土地综合开发建设，铁山港工业区开发建设的资本经营，对所拥有的国有资产的经营管理和维护，资产经营租赁、物业管理、房地产开发、咨询服务、实业投资，汽车租赁服务。

广西壮族自治区港航发展中心，其前身为广西壮族自治区北部湾港口管理局，为公益一类事业单位，实行自治区交通运输厅和自治区北部湾经济区规划建设管理办公室双重管理、以自治区交通运输厅管理为主的管理体制。港航发展中心下辖 4 个市级航道养护中心，主要职责为承担辖区航道及航道设施的养护和应急处理、除军用航标和渔业航标以外的航标设置和维护、辖区养护航道的信息收集和服务、船闸运行的具体协调调度等工作；下辖 6 个船舶检验中心，主要职责为实施管辖区域内的船舶及船用产品、海上设施、船运货物集装箱检验、辖区渔船法定检验业务指导等工作；下辖 3 个引航站，主要职责为向外国籍船舶及申请引航的中国籍船舶提供引航服务。

2 项目由来

北海港位于广西壮族自治区东南端，是广西沿海地区性重要港口和北部湾国际枢纽海港的重要组成部分，划分为石步岭港区、铁山港西港区、铁山港东港区和涠洲岛港区 4 个港区以及合浦、海角和侨港 3 个港点。其中，铁山港西港区主要服务临港产业发展，以金属矿石、煤炭等大宗干散货和 LNG、油品等液体散货运输为主，兼顾集

装箱运输；铁山东港区以干散货和件杂货运输为主，服务后方临港产业发展。近年来，北海市紧抓新发展机遇，加大招商引资力度，引进了一批钢铁（新材料）项目、矿产资源绿色开发利用项目、石油化工和高端化学品产业项目落户铁山湾东、西工业园区。这些重大项目投产后，将增加对煤炭、铝土矿、红土镍矿、铁矿石、原油等大宗原料的海运需求，预计年海运量将超过 6000 万吨，主要依靠远洋运输从国外进口。随着远洋运输船舶大型化发展趋势，20 万吨级及以上船舶已成为此类物资国际运输的主力船型。为适应后方临港产业发展需求和船舶大型化趋势，铁山港区亟需配套建设相应等级的深水泊位和深水航道等基础设施。

为适应产业发展，铁山港西港区和东港区已规划建设 13 个 20 万吨级泊位。目前，铁山港西港区石头埠作业区 23 号泊位工程（20 万吨级散货泊位，原编号 19 号）已开工建设；铁山港西港区北暮作业区南 1 号至南 3 号泊位工程（3 个 20 万吨级散货泊位）和铁山港东港区沙尾作业区 4 号、5 号泊位工程（2 个 20 万吨级散货泊位）也已启动前期工作。这 6 个泊位建成后，设计年通过能力将达到 5895 万吨。然而，铁山港进港航道的现状等级为 10 万吨级，亟需提升航道等级，以与码头建设进度相匹配。为解决此问题，铁山港 20 万吨级航道（外海至啄罗作业区段）已先行立项建设。

在此背景下，北海市路港建设投资开发有限公司计划实施铁山港 20 万吨级航道（啄罗作业区至石头埠段）（简称“本工程”），拟在现有 10 万吨级单向航道基础上进行拓宽浚深，以满足 20 万吨级散货船满载单向通航要求。本工程已列入《水运“十四五”发展规划》和《西部陆海新通道北部湾国际门户港基础设施提升三年行动计划（2023-2025 年）》（见附件 2）重点建设项目，于 2025 年 4 月 18 日取得广西壮族自治区发展和改革委员会立项批复（桂发改交通〔2025〕305 号，见附件 3）。

根据《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国环境影响评价法》《建设项目环境保护管理条例》等法律、法规的要求，建设单位委托交通运输部水运科学研究所开展北海港铁山港 20 万吨级航道工程（啄罗作业区至石头埠作业区段）环境影响评价工作。接受委托后，编制单位在收集资料和现场踏勘等相关工作基础上，编制完成《北海港铁山港 20 万吨级航道工程（啄罗作业区至石头埠作业区段）环境影响报告书》（以下简称“《报告书》”）。

3 环境影响文件类型判定

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，本工程属于“五十二、

交通运输业、管道运输业”中“143—航道工程、水运辅助工程—新建、扩建航道工程”，本工程应编制环境影响报告书。

4 建设项目特点

本工程位于北海市铁山湾内海域，拟建航道在现有 10 万吨级单向航道（铁山港区航道疏浚二期扩建工程、铁山港区航道三期工程）基础上进行拓宽浚深，按照满足 20 万吨级散货船满载单向通航要求建设，航道全长 15.154km，设计宽度 210~235m、设计底高程-18.50m（B1CD 段）/-18.30m（DEF1 段）。

建设内容包括疏浚工程、导助航和数字化工程、北海港域公共航道管养基地等。疏浚总量 2495.26 万 m³，疏浚物处置方式包括疏浚物（海砂）海上接驳交割拍卖、船吹上岸、外抛；迁移灯浮标 20 座、新增灯浮标 1 座；管养基地拟建 3 个 1000 吨级工作船泊位，为工作船提供靠泊服务、为人员提供物资补给。工程总投资 27.0 亿元，建设期 3 年（含试运营期 1 年）。

本工程建设对环境产生的影响主要包括：航道疏浚及疏浚物处置、配套航道管养基地构筑物建设及港池疏浚对周边海域水文动力、地形地貌和冲淤环境、海水水质、海洋生态环境和渔业资源的影响；疏浚产生的悬浮泥沙扩散、水文动力条件及冲淤环境变化对红树林分布区、海草床分布区、幼鲎栖息地等环境敏感区的影响；施工船舶机械、运营期航行船舶及航道管养基地运营产生的废水、废气、噪声、固废对海域环境的影响；可能发生的船舶溢油环境风险事故对海洋环境的污染。工程通过采取《报告书》提出的各项污染防治措施、生态保护修复措施及风险防范应急措施，能有效减缓因工程建设造成的不利生态环境影响。

5 环境影响评价的工作过程

交通运输部水运科学研究所接受委托后成立了项目组，按照前期准备及调研，分析论证和预测评价，环境影响评价文件编制三个阶段开展了环境影响评价工作。

（1）前期准备和调研阶段

接受环境影响评价委托后，首先研究国家和地方有关环境保护的法律法规、政策、标准及相关规划等文件，确定环境影响评价文件类型，进行第一阶段的公众意见调查。在研究相关技术文件的基础上，进行初步的工程分析，同时开展初步的环境状况调查。

（2）分析论证和预测评价阶段

开展进一步工程分析，进行充分的环境现状调查、监测及环境质量现状评价；结合污染源强和环境现状调查资料分析，开展建设项目环境影响预测与评价，并提出减缓环境污染和生态影响的环境管理措施、工程措施，得出工程环境影响的结论。

（3）环境影响评价文件编制阶段

汇总、分析第二阶段工作所得的各种资料、数据，根据建设项目环境影响分析结果、公众参与调查结果及专题论证报告结论，进一步完善减少环境污染和生态影响的环境管理措施和工程措施。从环境保护的角度明确项目建设的可行性，给出评价结论和提出进一步减缓环境影响的建议，形成《报告书》（征求意见稿），开展第二阶段公众参与调查。

6 分析判定相关情况

本工程属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》鼓励类项目，符合《北部湾港总体规划（2035 年）》等相关规划。

本工程建设内容符合《广西壮族自治区国土空间规划（2021-2035 年）》《北海市国土空间总体规划（2021-2035 年）》《广西壮族自治区海洋主体功能区规划》等空间规划、功能区划、环境保护规划及生态环境分区管控要求，具备环境可行性。

7 关注的主要环境问题及环境影响

《报告书》关注的主要环境问题及环境影响包括：

（1）航道疏浚及疏浚物处置、配套航道管养基地的码头构筑物建设及港池疏浚对所在海域水文动力条件、地形地貌和冲淤环境的改变，对海域海水水质、海洋生态环境及渔业资源的影响，以及工程拟采取污染防治和生态环境保护修复措施的有效性。

（2）航道疏浚及疏浚物处置、配套航道管养基地的码头构筑物建设及港池疏浚产生的悬浮泥沙扩散、水文动力条件及冲淤环境变化对红树林分布区、海草床分布区、幼鲎栖息地等环境敏感区的影响，以及工程拟采取的污染防治和生态环境保护修复措施的有效性。

（3）施工船舶机械、运营期航行船舶及航道管养基地运营产生的废水、废气、噪声、固废对海域环境的影响，以及拟采取污染防治措施的有效性。

(4) 船舶溢油环境风险事故对所在海域环境敏感区的影响范围、影响程度，以及环境风险防范措施的有效性、应急处置能力的匹配性。

8 环境影响评价的主要结论

本工程位于北海市铁山湾内海域，航道起自铁山港西港区啄罗作业区末端（B1点），与北海港铁山港 20 万吨级航道工程（外海至啄罗作业区）相接，向北延伸经铁山湾进港航道（B1CD 段）、北暮外航道（DE 段）、石头埠航道（EF1 段），终点至铁山港西港区石头埠作业区 23 号泊位（F1 点）。拟建航道在现有 10 万吨级单向航道（铁山港区航道疏浚二期扩建工程、铁山港区航道三期工程）基础上拓宽浚深，按照满足 20 万吨级散货船满载单向通航要求建设，航道全长 15.154km、设计宽度 210~235m、设计底高程-18.50m（B1CD 段）/-18.30m（DEF1 段）。建设内容主要包括疏浚工程、导助航和数字化工程（迁移灯浮标 20 座、新增灯浮标 1 座）、北海港域公共航道管养基地（拟建 3 个 1000 吨级工作船泊位，为工作船提供靠泊服务、为人员提供物资补给）等。工程总投资 27.0 亿元，建设期 3 年（含试运营期 1 年）。

本工程建设规模符合《北部湾港总体规划（2035 年）》等相关规划，建设内容符合《广西壮族自治区国土空间规划（2021-2035 年）》《北海市国土空间总体规划（2021-2035 年）》《广西壮族自治区海洋主体功能区规划》等空间规划、功能区划、环境保护规划及生态环境分区管控要求。

本工程实施对环境影响主要包括：航道疏浚及疏浚物处置、配套航道管养基地的码头构筑物建设及港池疏浚对海水水质、海洋水文动力条件、地形地貌和冲淤环境、海洋生态环境和渔业资源的影响，对红树林分布区、海草床分布区、幼鲎栖息地等环境敏感区的影响；施工船舶机械、运营期航行船舶及航道管养基地运营产生的废水、废气、噪声、固废对海域环境的影响；可能发生的船舶溢油环境风险事故对海洋环境的污染。为此《报告书》提出加强施工期环境管理，强化疏浚、构筑物建设、疏浚物处置等环节悬浮泥沙防控，临近重要环境敏感区航段施工船舶外围、疏浚海砂海上过驳交割区以及海砂船吹上岸围堰溢流口布设防污帘，临近幼鲎栖息地航段涉水施工避开鲎产卵高峰期（6-7 月）；落实中华白海豚、印太江豚等安全防护措施；加强船舶污染物接收转运处置管理和船舶污染海洋环境风险防控，并采取增殖放流、人工鱼礁建设、相关科研等生态补偿措施修复受损渔业资源和生态环境。运营期通航船舶严格按照“联单制度”要求，将船舶污染物委托船舶污染物接收单位接收、转运和处置；管养

基地配套建设生活污水预处理设施、岸电设施、靠泊船舶污染物接收设施；制定突发环境事件应急预案，定期开展事故风险应急演练等。

尽管本工程施工期和运营期将不可避免的产生一定量的废水、废气、噪声以及固体废弃物等污染物，同时也存在环境风险事故发生的可能，但在全面加强环境监管，严格执行环保“三同时”制度，认真落实报告书提出的各项污染防治、生态保护、风险防范、应急处置等措施的情况下，从环境保护角度认为本工程的建设是可行的。

目 录

概 述	I
1 建设单位概况.....	I
2 项目由来.....	I
3 环境影响文件类型判定.....	II
4 建设项目特点.....	III
5 环境影响评价的工作过程.....	III
6 分析判定相关情况.....	IV
7 关注的主要环境问题及环境影响.....	IV
8 环境影响评价的主要结论.....	V
第一章 总 则	4
1.1 编制依据.....	4
1.2 评价时段与评价因子.....	9
1.3 环境功能区划.....	11
1.4 评价标准.....	12
1.5 评价工作等级及评价范围.....	18
1.6 环境保护目标.....	24
第二章 工程概况与工程分析.....	28
2.1 地理位置.....	28
2.2 现有工程概况.....	28
2.3 扩建工程概况.....	35
2.4 施工方案.....	52
2.5 工程用海用地.....	68
2.6 施工期工程分析.....	69
2.7 运营期工程分析.....	77
2.8 土石方平衡.....	84
第三章 环境现状调查与评价.....	85
3.1 自然环境现状调查与评价.....	85
3.2 主要环境保护目标调查.....	90
3.3 环境质量现状调查与评价.....	90
第四章 施工期环境影响评价.....	91
4.1 水环境影响评价.....	91
4.2 海洋沉积物环境影响评价.....	100
4.3 海洋生态环境影响分析.....	101
4.4 冲淤环境影响评价.....	116
4.5 大气环境影响评价.....	121
4.6 声环境影响评价.....	122
4.7 通航安全影响分析.....	123

4.8 固体废物影响分析.....	124
4.9 对主要敏感目标影响分析.....	125
第五章 运营期环境影响评价.....	126
5.1 水环境影响分析.....	126
5.2 海洋生态影响分析.....	126
5.3 大气环境影响分析.....	128
5.4 声环境影响分析.....	129
5.5 固体废物影响分析.....	129
第六章 环境风险评价.....	131
6.1 评价等级.....	131
6.2 评价范围.....	135
6.3 风险识别与分析.....	136
6.4 典型事故统计资料分析.....	139
6.5 溢油事故影响分析.....	143
6.6 环境风险可接受性分析.....	159
6.7 环境风险事故防范应急对策措施.....	160
6.8 评价小结.....	170
第七章 红树林影响评价.....	172
7.1 红树林生态系统现状.....	172
7.2 红树林保护要求相符合性.....	172
7.3 红树林影响分析.....	174
7.4 红树林保护措施.....	176
第八章 环境可行性分析.....	178
8.1 产业政策相符合性分析.....	178
8.2 与上位布局规划的符合性分析.....	178
8.3 与功能区规划及环境保护规划的符合性分析.....	186
8.4 与生态环境分区管控要求的符合性分析.....	189
8.5 建设项目重大环境制约因素判定.....	196
第九章 环境保护措施及其可行性论证.....	197
9.1 施工期环保措施.....	197
9.2 运营期环保措施.....	211
9.3 建设项目“三同时”验收及环保投资估算.....	215
第十章 环境管理与监测计划.....	219
10.1 环境管理.....	219
10.2 环境监测计划.....	221
10.3 污染物排放管理要求.....	224
10.4 排污许可管理.....	227
10.5 应向社会公开的信息内容.....	227

第十一章 环境影响经济损益分析.....	228
11.1 经济效益分析.....	228
11.2 社会效益分析.....	229
11.3 环境效益分析.....	230
11.4 评价小结.....	230
第十二章 环境影响评价结论.....	231
12.1 工程概况.....	231
12.2 环境可行性分析结论.....	231
12.3 环境质量现状调查与评价结论.....	232
12.4 施工期环境影响评价结论.....	235
12.5 运营期环境评价结论.....	237
12.6 环境风险事故评价结论.....	238
12.7 环境保护措施.....	239
12.8 环境影响经济损益分析.....	239
12.9 环境管理与监测计划.....	239
12.10 综合评价结论.....	240

第一章 总 则

1.1 编制依据

1.1.1 法律法规和部门规章

(1) 环境保护法律

- ① 《中华人民共和国环境保护法》，2014年4月24日修订；
- ② 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018年12月29日修正；
- ③ 《中华人民共和国海洋环境保护法》，2023年10月24日修订；
- ④ 《中华人民共和国水污染防治法》，2017年6月27日修正；
- ⑤ 《中华人民共和国大气污染防治法》，2018年10月26日修正；
- ⑥ 《中华人民共和国噪声污染防治法》，2021年12月24日通过；
- ⑦ 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020年4月29日修订；
- ⑧ 《中华人民共和国水法》，2016年7月2日修改；
- ⑨ 《中华人民共和国港口法》，2018年12月29日修正；
- ⑩ 《中华人民共和国渔业法》，2013年12月28日修正；
- ⑪ 《中华人民共和国清洁生产促进法》，2012年2月29日修正；
- ⑫ 《中华人民共和国野生动物保护法》，2022年12月30日修订；
- ⑬ 《中华人民共和国海域使用管理法》，2001年10月27日通过；
- ⑭ 《中华人民共和国节约能源法》，2018年10月26日修正。

(2) 环境保护行政法规

- ① 《建设项目环境保护管理条例》，2017年10月1日施行；
- ② 《中华人民共和国防治海岸工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》，2018年3月19日修订；

- ③ 《防治船舶污染海洋环境管理条例》，2018 年 3 月 19 日修订；
- ④ 《国务院关于印发“十四五”节能减排综合工作方案通知》，国发〔2021〕33 号；
- ⑤ 《国务院关于印发大气污染防治行动计划的通知》，国发〔2013〕37 号；
- ⑥ 《国务院关于印发水污染防治行动计划的通知》，国发〔2015〕17 号；
- ⑦ 《危险废物经营许可证管理办法》，国务院，2016 年 2 月 6 日修订；
- ⑧ 《中华人民共和国海洋倾废管理条例》，2017 年 3 月 1 日修订。

（3）政府部门规章

- ① 《国家危险废物名录（2025 年版）》，生态环境部、国家发展和改革委员会、公安部、交通运输部、国家卫生健康委员会令第 36 号，2025 年 1 月 1 日施行；
- ② 《环境影响评价公众参与办法》，生态环境部令 4 号，2019 年 1 月 1 日施行；
- ③ 《企业事业单位突发环境事件应急预案备案管理办法（试行）》，环发〔2015〕4 号；
- ④ 《关于进一步加强水生生物资源保护严格环境影响评价管理的通知》，环发〔2013〕86 号；
- ⑤ 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，国家发展改革委令第 7 号，自 2024 年 2 月 1 日起施行；
- ⑥ 《关于加强资源环境生态红线管控的指导意见》，发改环资〔2016〕1162 号；
- ⑦ 《船舶大气污染物排放控制区实施方案》，交海发〔2018〕168 号；
- ⑧ 《中华人民共和国船舶污染海洋环境应急防备和应急处置管理规定》，交通运输部令〔2019〕40 号；
- ⑨ 《中华人民共和国船舶及其有关作业活动污染海洋环境防治管理规定》，交通运输部令〔2017〕15 号；
- ⑩ 《水产种质资源保护区管理办法》，农业部令〔2011〕第 1 号，2016 年修正；
- ⑪ 《中华人民共和国海洋倾废管理条例实施办法》，国家海洋局令第 2 号，2017 年 12 月 27 日修正；

(12)《生态环境分区管控管理暂行规定》，环环评〔2024〕41号。

1.1.2 国际公约

- (1)《经 1978 年议定书修订的 1973 年国际防止船舶造成污染公约（MARPOL 73/78）》（国际海事组织，1978 年）；
- (2) MARPOL 73/78 附则 I~VI（详见表 1.1-1）；
- (3)《1990 年国际油污防备、响应和合作公约》（国际海事组织，1990 年）。

表 1.1-1

MARPOL 73/78 附则

附则序号	附则名称	附则生效时间	对我国生效时间
附则 I	防止油污规则	与议定书同时	1983 年 10 月 2 日
附则 IV	防止船舶生活污水污染规则	2005 年 8 月 1 日	2007 年 2 月 2 日
附则 V	防止船舶垃圾污染规则	1988 年 12 月 31 日	1989 年 2 月 21 日
附则 V 修正案	防止船舶垃圾污染规则	2012 年 7 月 1 日	2013 年 1 月 1 日
附则 VI	防止船舶造成空气污染国际规则	2005 年 5 月 19 日	2006 年 8 月 23 日

1.1.3 地方性法规及规范性文件

- (1)《广西壮族自治区环境保护条例》，2016 年 5 月 25 日修订；
- (2)《广西壮族自治区海洋环境保护条例》，2018 年 9 月 30 日修订；
- (3)《广西壮族自治区水污染防治条例》，2020 年 1 月 17 日通过；
- (4)《广西壮族自治区大气污染防治条例》，2018 年 11 月 28 日通过；
- (5)《广西壮族自治区海域使用管理条例》，2015 年 12 月 10 日通过；
- (6)《广西壮族自治区国土空间规划（2021-2035 年）》，国函〔2023〕149 号；
- (7)《北海市国土空间总体规划（2021-2035 年）》，桂政函〔2024〕15 号；
- (8)《广西壮族自治区近岸海域环境功能区划调整方案》，广西壮族自治区，2023 年 3 月 7 日；
- (9)《广西壮族自治区海洋环境保护规划（2016-2025）》，广西壮族自治区海洋与渔业厅、广西壮族自治区环境保护厅，2017 年 8 月；
- (10)《广西生态保护红线管理办法（试行）》，桂自然资规〔2023〕4 号；
- (11)《广西壮族自治区“三线一单”环境管控单元及生态环境准入清单（试行）》，

桂环规范〔2021〕6号；

(12)《广西壮族自治区海域使用管理条例》，2015年12月10日通过；

(13)《广西壮族自治区加强危险废物全程监管实施方案》，桂环发〔2018〕17号；

(14)《广西北部湾港船舶污染物接收、运转、处置能力评估及相应设施建设方案》，北部湾港口管理局，2017年5月；

(15)《广西壮族自治区养殖水域滩涂规划（2021-2030年）》，桂农厅发〔2021〕44号；

(16)《广西壮族自治区红树林资源保护条例（2025修订）》，广西壮族自治区人民代表大会常务委员会，2025年3月27日；

(17)《广西红树林资源保护规划（2020-2030年）》，桂林发〔2021〕10号；

(18)《关于北部湾港总体规划（2035年）环境影响报告书的审查意见》，环审〔2023〕125号；

(19)《交通运输部 广西壮族自治区人民政府关于北部湾港总体规划（2035年）的批复》，交规划函〔2024〕314号。

1.1.4 技术规范

(1)《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016)；

(2)《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》(HJ1409-2025)；

(3)《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018)；

(4)《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ/T2.3-2018)；

(5)《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ610-2016)；

(6)《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》(HJ964-2018)；

(7)《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2021)；

(8)《环境影响评价技术导则 生态环境》(HJ19-2022)；

(9)《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169-2018)；

- (10)《船舶溢油应急能力评估导则》(JT/T877-2013);
- (11)《水上溢油环境风险评估技术导则》(JT/T1143-2017);
- (12)《船舶污染海洋环境风险评价技术规范（试行）》;
- (13)《港口码头水上污染事故应急防备能力要求》(JT/T451-2017);
- (14)《水运工程建设项目环境影响评价指南》(JTS/T105-2021);
- (15)《水运工程环境保护设计规范》(JTS149-2018);
- (16)《航道工程设计规范》(JTS181-2016);
- (17)《爆破安全规程》(GB6722-2014);
- (18)《船舶发动机排气污染物排放限值及测量方法（中国第一、二阶段）》
(GB15097-2016);
- (19)《危险废物鉴别标准 通则》(GB5085.7-2019);
- (20)《海洋调查规范》(GB/T12763-2007);
- (21)《海洋监测规范》(GB17378-2007);
- (22)《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007);
- (23)《水生动物增殖放流技术规范》(DB45/T1083-2014);
- (24)《海水、海洋沉积物和海洋生物质量评价技术规范》(HJ1300-2023)。

1.1.5 工作依据及工程资料

- (1) 环评委托书;
- (2)《北海港铁山港 20 万吨级航道工程（啄罗作业区至石头埠作业区段）工程可行性研究报告》，广西北港规划设计院有限公司，2025 年 2 月；
- (3)《北海港铁山港 20 万吨级航道工程（啄罗作业区至石头埠作业区段）初步设计》，广西交通设计集团有限公司，2025 年 7 月；
- (4)《北海港铁山港 20 万吨级航道工程（啄罗作业区至石头埠作业区段）岩土勘察报告》，广西交通设计集团有限公司，2025 年 6 月；

(5) 北海港铁山港 20 万吨级航道（啄罗作业区至石头埠作业区段）1:1000 测图，广西交通设计集团有限公司，2025 年 6 月；

(6)《北海铁山港 30 万吨级进港航道工程（含分期）波浪、潮流和泥沙模型试验研究报告》，南京水利科学研究院，2021 年 11 月；

(7)《铁山港进港航道等级提升潮流数学模型研究及泥沙回淤分析》，南京水利科学研究院，2019 年 12 月；

(8)《北海港铁山港区航道疏浚二期扩建工程竣工环境保护验收调查报告》，广西交科集团有限公司，2024 年 5 月；

(9)《北海港铁山港区航道三期工程（No.I 标段及 No.II 标段）竣工环境保护验收调查报告》，广西交通设计集团有限公司，2025 年 6 月。

1.2 评价时段与评价因子

(1) 评价时段

施工期和运营期。

(2) 影响识别

1) 施工期环境影响因素

航道疏浚及疏浚物处置、配套航道管养基地的码头构筑物建设及港池疏浚对周边海域海水水质、水文动力、地形地貌冲淤、海洋沉积物、海洋生态环境及渔业资源的影响；施工船舶、机械产生的废水、废气、噪声、固废对周围环境的影响；施工期间发生船舶碰撞等事故情况下，燃料油泄漏可能会对港区及周围环境产生不同程度影响。

2) 运营期环境影响因素

拟建航道作为公用航道，本身不进行生产作业，不直接产生污染物。运营期环境影响主要来自于航行船舶尾气、船舶噪声、船舶污染物，配套公共航道管养基地产生的废气、废水、噪声、固体废物等对周围环境影响，以及可能发生的船舶燃料油泄漏事故对水环境、海洋生态等的不利影响。

表 1.2-1

环境影响因素的矩阵筛选

环境要素 污染环节 斜线	施工期			运营期		
	疏浚、构筑物建设	施工船舶、机械、人员	风险事故	航道船舶航行	航道管养基地运行	风险事故
水文	-1C					
地形地貌与冲淤	-1C					
水质及底质	-2D	-1D	-3D	-1C	-1C	-3D
海洋生态	-2D	-1D	-3D	-1C	-1C	-3D
声环境		-1D		-1C	-1C	
环境空气		-1D	-2D	-1C	-1C	-2D
景观与美学	-1D		-3D			-3D
就业、劳务	+2D			+2C	+2C	
经济	+2D		-3D	+2C	+2C	-3D

注：D/C，短期/长期影响；+/-，有利/不利影响；1/2/3，影响程度较轻/一般/较重；空白，影响不明显或无影响。

(3) 评价因子

根据影响识别结果，确定本工程环评重点内容和评价因子见表 1.2-2 和表 1.2-3。

表 1.2-2

环境影响评价内容及重点

时段	工程活动	主要污染因子	现状评价内容	影响分析内容	评价深度
施工期	水上施工	SS、非污染生态影响	水文动力、地形地貌冲淤、海水水质、海洋沉积物、生态环境、渔业资源、生物体质量	施工 SS 扩散影响、水动力条件变化、地形地貌冲淤环境变化	重点评价
	管养基地 陆上施工	废水、废气、固废、噪声	海水水质、大气环境、声环境	施工废水回收再利用，施工废气、噪声达标排放，固废无害化处置	简评
运营期	航道船舶 航行	船舶废气 船舶噪声	工程所在区域 大气、声环境质量	分析污染源及源强；评价对周围环境的影响	简评
		船舶污水 船舶垃圾	周围海域 水环境质量	船舶污染物收集、转运、处置措施可行性分析	简评
	管养基地 运行	生活废水	周围海域 水环境质量	废水种类及源强；废水收集、达标处理的可行性分析	简评
		废气	工程所在区域 环境空气质量	分析污染源及源强；评价主要污染物对周围环境空气质量的影响	简评
	噪声	工程所在区域 声环境质量	主要噪声源及源强分析；预测港界噪声达标的可行性		简评
	固废	种类、产生量分析	分析固废无害化处置措施的可行性		简评

时段	工程活动	主要污染因子	现状评价内容	影响分析内容	评价深度
	风险事故	溢油污染	事故致因、规模及污染后果	预测船舶溢油事故对周围环境的影响范围和程度，提出溢油泄漏事故风险防范和应急处置措施要求	重点评价

表 1.2-3

环境影响评价因子

环境要素	环境现状评价	影响预测评价
环境空气	SO ₂ 、NO ₂ 、PM ₁₀ 、PM _{2.5} 、CO、O ₃	/
水动力、地形地貌冲淤	潮位、流速、流向、地形地貌、冲淤变化	潮位、流速、流向、地形地貌、冲淤变化
海洋水环境	PH、水温、水深、盐度、悬浮物、化学需氧量、溶解氧、无机氮（硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、氨氮）、活性磷酸盐、石油类、挥发性酚、重金属（铜、铅、镉、汞、锌、总铬、砷）。	SS 增量
海洋沉积物	硫化物、石油类、有机碳、汞、铜、铅、镉、锌、铬、砷。	/
海洋生态	叶绿素 a、初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物、鱼卵、仔稚鱼、游泳动物，海洋生物质量	生物生态损失
声环境	L _{Aeq}	L _{Aeq}
固体废物	/	船舶垃圾、生活垃圾
环境风险	/	石油类

1.3 环境功能区划

1.3.1 近岸海域环境功能区划

根据《广西壮族自治区近岸海域环境功能区划调整方案》（桂环发〔2023〕9号），本工程航道选线穿越英罗港北部交通用海区（GX013CIII）、英罗港南部交通用海区（GX014CII）、北海港铁山港作业区（GX015DIV）水质过渡带、铁山港西岸排污混合区（GX016DIV）及其水质过渡带，配套公共航道管养基地位于北海港铁山港作业区（GX015DIV），详见表 1.3-1 和图 1.3-1。

表 1.3-1 涉及各功能区类别、主导功能及水质保护目标一览表

功能区名称及代码	主导功能	环境功能区类别	水质保护目标 (执行海水水质标准)
英罗港北部交通用海区 (GX013CIII)	交通运输用海	三类	三类
英罗港南部交通用海区 (GX014CII)	交通运输用海	三类	二类
北海港铁山港作业区 (GX015DIV) 水质过渡带	港口、工业用海	四类	三类

功能区名称及代码	主导功能	环境功能区类别	水质保护目标 (执行海水水质标准)
铁山港西岸排污混合区 (GX016DIV) 及其水质过渡带	港口、工业、生活排污用海	四类	三类、四类
北海港铁山港作业区 (GX015DIV)	港口、工业用海	四类	四类

1.3.2 环境空气功能区划

根据《北海市水、气、声环境功能区划方案》(2021 年-2030 年)，本工程拟建航道位于开阔外海，未划定大气环境功能区，参照二类环境空气功能区，执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 中二级标准；配套公共航道管养基地所在区域为二类环境空气功能区，执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 中二级标准。

1.3.3 声环境功能区划

根据《北海市水、气、声环境功能区划方案》(2021 年-2030 年)，本工程拟建航道位于开阔外海，未划定声环境功能区，参照 3 类声环境功能区，执行《声环境质量标准》(GB3096-2008) 中 3 类标准限值；配套公共航道管养基地所在区域划分为 3 类声环境功能区，执行《声环境质量标准》(GB3096-2008) 中 3 类标准限值。

1.4 评价标准

1.4.1 环境质量标准

(1) 海水水质标准

根据《广西壮族自治区近岸海域环境功能区划调整方案》(桂环发〔2023〕9号)，本工程航道选线穿越英罗港北部交通用海区(GX013CIII)、英罗港南部交通用海区(GX014CII)、北海港铁山港作业区(GX015DIV)水质过渡带、铁山港西岸排污混合区(GX016DIV)及其水质过渡带；配套公共航道管养基地位于北海港铁山港作业区(GX015DIV)。水质保护目标包括二至四类海水水质标准。

根据海水水质调查站位布设，海水水质现状评价执行《海水水质标准》(GB3097-1997) 中一至四类标准，具体标准限值见表 1.4-1。

表 1.4-1 海水水质标准 (GB3097-1997) 单位: mg/L (pH 除外)

项目	一类标准	二类标准	三类标准	四类标准
pH值	7.8~8.5	7.8~8.5	6.8~8.8	6.8~8.8

项目	一类标准	二类标准	三类标准	四类标准
DO	6	5	4	3
COD _{Mn}	2	3	4	5
BOD ₅	1	3	4	5
SS	10	10	100	150
无机氮	0.20	0.30	0.40	0.50
非离子氨	0.02	0.02	0.02	0.02
活性磷酸盐	0.015	0.030	0.030	0.045
石油类	0.05	0.05	0.30	0.50
Cu	0.005	0.010	0.050	0.050
Pb	0.001	0.005	0.010	0.050
Zn	0.020	0.050	0.10	0.50
Cd	0.001	0.005	0.010	0.010
总铬	0.05	0.10	0.20	0.50
As	0.020	0.030	0.050	0.050
Ni	0.005	0.010	0.020	0.050
Hg	0.00005	0.0002	0.0002	0.0005
氰化物	0.005	0.005	0.10	0.20
挥发酚	0.005	0.005	0.010	0.050
硫化物	0.02	0.05	0.10	0.25
表面活性剂	0.03	0.10	0.10	0.10
六六六	0.001	0.002	0.003	0.005
滴滴涕	0.00005	0.0001	0.0001	0.0001

(2) 海洋沉积物标准

参照《广西壮族自治区海洋功能区划（2011-2020）》，结合海洋沉积物调查站位布设，海洋沉积物质量评价执行《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）中第一至第三类标准，具体标准限值见表 1.4-2。

表 1.4-2 海洋沉积物质量（GB18668-2002） 单位： $\times 10^{-6}$ (有机碳除外)

序号	项目	第一类	第二类	第三类
1	废弃物及其他	海底无工业、生活废弃物，无大型植物碎屑和动物尸体等		海底无明显工业、生活废弃物，无明显大型植物碎屑和动物尸体等
2	色、臭、结构	沉积物无异色、异臭，自然结构		
3	大肠菌群（个/g 湿重）	$\leq 200^1$		
4	粪大肠菌群（个/g 湿重）	$\leq 40^2$		
5	病原体	供人生食贝类增养殖底质不得含有病原体		
6	汞 ($\times 10^{-6}$)	≤ 0.20	≤ 0.50	≤ 1.00
7	镉 ($\times 10^{-6}$)	≤ 0.50	≤ 1.50	≤ 5.00

序号	项目	第一类	第二类	第三类
8	铅 ($\times 10^{-6}$)	≤ 60.0	≤ 130.0	≤ 250.0
9	锌 ($\times 10^{-6}$)	≤ 150.0	≤ 350.0	≤ 600.0
10	铜 ($\times 10^{-6}$)	≤ 35.0	≤ 100.0	≤ 200.0
11	铬 ($\times 10^{-6}$)	≤ 80.0	≤ 150.0	≤ 270.0
12	砷 ($\times 10^{-6}$)	≤ 20.0	≤ 65.0	≤ 93.0
13	有机碳 ($\times 10^{-2}$)	≤ 2.0	≤ 3.0	≤ 4.0
14	硫化物 ($\times 10^{-6}$)	≤ 300.0	≤ 500.0	≤ 600.0
15	石油类 ($\times 10^{-6}$)	≤ 500.0	≤ 1000.0	≤ 1500.0
16	六六六 ($\times 10^{-6}$)	≤ 0.50	≤ 1.00	≤ 1.50
17	滴滴涕 ($\times 10^{-6}$)	≤ 0.02	≤ 0.05	≤ 0.10
18	多氯联苯 ($\times 10^{-6}$)	≤ 0.02	≤ 0.20	≤ 0.60

1) 除大肠菌群、粪大肠菌群、病原体外，其余数值测定项目（序号自 6 至 18）均以干重计；
 2) 对供人生食的贝类增养殖底质，大肠菌群（个/g 湿重）要求 ≤ 14 ；
 3) 对供人生食的贝类增养殖底质，粪大肠菌群（个/g 湿重）要求 ≤ 3 。

(3) 海洋生物质量标准

双壳贝类生物质量执行《海洋生物质量》（GB18421-2001）中一、二、三类标准，具体标准值见表 1.4-3。

其他软体动物、甲壳动物、鱼类和定居性鱼类等的重金属、石油烃执行《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）附录 C，具体标准值见表 1.4-4。

表 1.4-3 海洋生物质量（GB18421-2001） 单位：mg/kg

序号	监测项目	第一类	第二类	第三类
1	总汞≤	0.05	0.10	0.30
2	镉≤	0.2	2.0	5.0
3	铅≤	0.1	2.0	6.0
4	砷≤	1.0	5.0	8.0
5	铜≤	10	25	50 (牡蛎100)
6	铬≤	0.5	2.0	6.0
7	锌≤	20	50	100 (牡蛎500)
8	石油烃≤	15	50	80
9	六六六≤	0.02	0.15	0.50
10	滴滴涕≤	0.01	0.10	0.50

注：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：适用一般工业用水区、滨海风景旅游区；第三类：适用港口海域和海洋开发作业区。

表 1.4-4 其他海洋生物质量参考值（鲜重） 单位：mg/kg

生物类别	软体动物（非双壳贝类）	甲壳类	鱼类
总汞	0.3	0.2	0.3
镉	5.5	2.0	0.6

生物类别	软体动物（非双壳贝类）	甲壳类	鱼类
锌	250	150	40
铅	10	2	2
铜	100	100	20
砷	1	1	1
石油烃	20	20	20

(4) 环境空气

本工程所在区域执行《环境空气质量标准》(GB 3095-2012) 中二级标准，见表 1.4-5。

表 1.4-5 环境空气质量标准 (GB 3095-2012)

污染物名称	标准限值($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			标准来源
	1 小时平均	24 小时平均	年平均	
SO ₂	500	150	60	《环境空气质量标准》GB 3095-2012) 二级标准限值
NO ₂	200	80	40	
PM ₁₀	/	150	70	
PM _{2.5}	/	75	35	
CO	10 mg/m ³	4 mg/m ³	/	
O ₃	200	160 (日最大 8h 平均)	/	
TSP	200	300	200	

(5) 声环境

本工程所在区域执行《声环境质量标准》(GB 3096-2008) 3 类区标准限值，即昼间 65dB、夜间 55dB。

1.4.2 污染物排放标准

(1) 废水

生活污水主要产生于航道管养基地的业务用房，经化粪池预处理后排入调节池，采用槽车定期清抽送至铁山港区生活污水处理厂进一步处理；具备接管条件后，通过市政污水管网输送至铁山港区生活污水处理厂进一步处理。

铁山港区生活污水处理厂的出水水质执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002) 一级 A 标准，见表 1.4-6。

表 1.4-6 《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)

序号	控制项目	一级 A 标准
1	pH值	6~9

序号	控制项目	一级 A 标准
2	悬浮物	10
3	石油类	1
4	化学需氧量	50
5	五日生化需氧量	10
6	氨氮	5

(2) 废气

根据《非道路移动机械用柴油机排气污染物排放限值及测量方法（中国第三、四阶段）》（GB 20891-2014）及其修改单，“自 2022 年 12 月 1 日起，所有生产、进口和销售的 560kW 以下（含 560kW）非道路移动机械及其装用的柴油机应符合本标准第四阶段要求”。

本工程管养基地的非道路移动机械废气排放执行其表 2 对应的第四阶段排放限值要求，执行标准见表 1.4-7。

表 1.4-7 非道路移动机械用柴油机排气污染物排放限值（摘录） 单位：g/kWh

阶段	额定功率 (kw)	CO	HC	NOx	HC+NOx	PM
第四阶段	37≤Pmax<56	5.0	—	—	4.7	0.025
	56≤Pmax<130	5.0	0.19	3.3	—	0.025
	130≤Pmax<560	3.5	0.19	2.0	—	0.025

(2) 噪声

管养基地施工场界噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）；运营期噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 3 类标准限值，见表 1.4-8。

表 1.4-8 噪声排放标准

标准名称	噪声限值, dB(A)		
	昼间	夜间	
《工业企业厂界噪声排放标准》（GB 12348-2008）中 3 类标准限值	65	55	频发噪声的最大声级超过限值的幅度≤10 偶发噪声的最大声级超过限值的幅度≤15
《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）	70	55	噪声最大声级超过限值的幅度≤15

(3) 固体废物

一般工业固体废物执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB 18599-2020)。

(4) 船舶污染物

船舶污水、船舶垃圾执行《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018)，具体见表 1.4-9 和表 1.4-10；船舶废气排放标准执行《船舶发动机排气污染物排放限值及测量方法（中国第一、二阶段）》(GB15097-2016) 中第二阶段排放限值，见表 1.4-11。

表 1.4-9 《船舶水污染物排放控制标准》(GB 3552-2018) 中污水排放要求

污水类别	船舶类别/排放水域	排放控制要求
机器处所含油污水	400 总吨及以上船舶	自 2018 年 7 月 1 日起，达标排放（油污水处理装置出水口处石油类≤15mg/L，排放在船舶航行中进行）或收集并排入接收设施。
	400 总吨以下船舶	自 2018 年 7 月 1 日起，达标排放（油污水处理装置出水口处石油类≤15mg/L，排放在船舶航行中进行）或收集并排入接收设施。
含货油残余物的油污水	150 总吨及以上油船	自 2018 年 7 月 1 日起，收集并排入接收设施，或在达船舶航行中排放，并同时满足下列条件：(1) 油船距最近陆地 50 海里以上；(2) 排入海中油污水含油量瞬间排放率不超过 30 升/海里；(3) 排入海中油污水含油量不得超过货油总量的 1/30000；(4) 排油监控系统运转正常。
	150 总吨以下油船	自 2018 年 7 月 1 日起，收集并排入接收设施。
船舶生活污水	400 总吨及以上船舶，400 总吨一下且经核定许可载运 15 人及以上的船舶	自 2018 年 7 月 1 日起，应采利用船载收集装置收集，排入接收设施或利用船载生活污水处理设施处理，根据船舶类别和安装生活污水处理装置的时间，处理达标排放。
	3 海里 < 距最近陆地间距离 ≤ 12 海里海域	自 2018 年 7 月 1 日起，同时满足下列条件： (1) 使用设备打碎固体物和消毒后排放； (2) 船速不低于 4 节，且生活污水排放速率不超过相应船速下的最大允许排放速率。
	距最近陆地间距离 > 12 海里的海域	自 2018 年 7 月 1 日起，船速不低于 4 节，且生活污水排放速率不超过相应船速下的最大允许排放速率。
在饮用水水源保护区内，不得排放生活污水，并按规定控制措施进行记录。		

表 1.4-10 《船舶水污染物排放控制标准》(GB 3552-2018) 中船舶垃圾排放要求

垃圾类别	排放控制要求
塑料废弃物、废弃食用油、生活废弃物、焚烧炉灰渣、废弃渔具和电子垃圾	收集并排入接收设施

垃圾类别	排放控制要求
食品废弃物	在距最近陆地 3 海里以内（含）的海域，应收集并排入接收设施；在距最近陆地 3 海里至 12 海里（含）的海域，粉碎或磨碎至直径不大于 25mm 后方可排放；在距最近陆地 12 海里以外的海域可以排放。
货物残余物	在距最近陆地 12 海里以内（含）的海域，应收集并排入接收设施；在距最近陆地 12 海里以外的海域，不含危害海洋环境物质的货物残余物方可排放。
动物尸体	在距最近陆地 12 海里以内（含）的海域，应收集并排入接收设施；在距最近陆地 12 海里以外的海域可以排放。
货仓、甲板和外表面清洗水	其含有的清洁剂或添加剂不属于危害海洋环境物质的方可排放；其他操作废弃物应收集并排入接收设施。
对于不同类别船舶垃圾的混合垃圾	应同时满足所含每一类船舶垃圾的排放控制要求

表 1.4-11 《船舶发动机排气污染物排放限值及测量方法(中国第一、二阶段)》(GB 15097-2016)
船机排气污染物第二阶段排放限值

船机类型	单缸排气量(SV)(L/缸)	额定净功率(P)(kW)	CO(g/kWh)	HC+NO _x (g/kWh)	CH ₄ ⁽¹⁾ (g/kWh)	PM(g/kWh)
第 1 类	SV<0.9	P≥37	5.0	5.8	1.0	0.3
	0.9≤SV<1.2		5.0	5.8	1.0	0.14
	1.2≤SV<5		5.0	5.8	1.0	0.12
第 2 类	5≤SV<15	P<2000	5.0	6.2	1.2	0.14
		2000≤P<3700	5.0	7.8	1.5	0.14
		P≥3700	5.0	7.8	1.5	0.27
	15≤SV<20	P<2000	5.0	7.0	1.5	0.34
		2000≤P<3300	5.0	8.7	1.6	0.50
		P≥3300	5.0	9.8	1.8	0.50
	20≤SV<25	P<2000	5.0	9.8	1.8	0.27
		P≥2000	5.0	9.8	1.8	0.50
	25≤SV<30	P<2000	5.0	11.0	2.0	0.27
		P≥2000	5.0	11.0	2.0	0.50
(1) 仅适用于 NG (含双燃料) 船机。						

1.5 评价工作等级及评价范围

1.5.1 评价等级

1.5.1.1 海洋生态环境

(1) 判定过程

①根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》(HJ 1409-2025)附录B,判定本工程海洋生态影响类型为水下工程开挖量,见表 1.5-1。

表 1.5-1

本工程海洋生态影响类型

影响类型	主要项目类别		本工程涉及
向海洋排放废水（新增排放因子或排放量）	工业废水排放工程 ¹ ；城镇生活污水排污管道工程；海洋油气开发工程；矿盐卤水开发工程；海上娱乐及运动、海上景观开发工程；码头工程；水产养殖基地、工厂化养殖、高位池（提水）养殖工程；其他有浓盐水、温（冷）排水排海的工程		不涉及
水下工程开挖/回填量	海洋（海底）矿产资源（不含油气开采）开发、海砂开采工程；清淤、疏浚、取土（沙）等水下开挖工程；滩涂垫高等回填（补沙）工程；海底隧道；航道工程、码头工程、水运辅助工程		航道工程、码头工程
挖沟埋设管缆总长度 ³	海底管道及电（光）缆工程；海洋能源开发利用、输送设施及网络工程；海洋油气开发及其附属工程		不涉及
水下炸礁、爆破挤淤工程量	水下炸礁（岩）、爆破、挤淤工程		不涉及
泥浆及钻屑排放量	海洋油气开发工程；海洋（海底）矿产资源开发；海底物资储藏设施工程、海洋空间资源利用工程		不涉及
入海河口（湾口）宽度束窄/拓宽尺度占原宽度的比例	跨海桥梁工程；海上堤坝工程；围填海工程		不涉及
用海面积	围海	围海工程，围海养殖	
	填海	填海工程	
	其他用海 ³	海上风电、海上太阳能发电、海水养殖、各类海上平台及浮式设施工程、海上景观开发工程	
线性水工构筑物轴线长度	透水	跨海桥梁工程；海上栈桥	
	非透水	防波堤等水运辅助工程；海上堤坝、临时围堰、堤坝拆除等工程；海洋能源开发利用类工程	
人工鱼礁固体投放量 Q (空方万 m ³)	海洋人工鱼礁工程、含人工鱼礁投放的海洋牧场项目		不涉及

注 1：指有工业废水排海的海岸工程或工业废水排污管道工程。

注 2：可用管缆总长度判定评价等级的建设项目不考虑水下开挖量。

注 3：其他用海面积是指项目外缘线投影面积，当项目涉及多个不相连的组成部分，以各组成部分单个外缘线投影面积总和计。

②根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》(HJ 1409-2025) 表 1，结合工程影响类型进行判定：本工程疏浚工程量 2495.26 万 m³，大于 500 万 m³，判定海洋生态环境评价等级为 1 级。详见表 1.5-2。

表 1.5-2

建设项目海洋生态环境影响评价等级判定表

影响类型	评价等级		1	2	3
	含 A 类污染物	$Q \geq 2$	$0.5 \leq Q < 2$	$Q < 0.5$	
废水排放量 Q(10 ⁴ m ³ /d) ^a	含 B 类污染物	$Q \geq 20$	$5 \leq Q < 20$	$Q < 5$	
	含 C 类污染物	$Q \geq 500$	$50 \leq Q < 500$	$Q < 50$	
	水下开挖/回填量 Q(10 ⁴ m ³) ^b	$Q \geq 500$	$100 \leq Q < 500$	$Q < 100$	
泥浆及钻屑排放量 Q(10 ⁴ m ³)		$Q \geq 10$	$5 \leq Q < 10$	$Q < 5$	
挖沟埋设管缆总长度 L(km) ^c		$L \geq 100$	$60 \leq L < 100$	$L < 60$	
水下炸礁、爆破挤淤工程量 Q(10 ⁴ m ³) ^d		$Q \geq 6$	$0.2 \leq Q < 6$	$Q < 0.2$	
入海河口(湾口)宽度束窄/拓宽尺度占原宽度的比例 R%		$R \geq 5$	$1 < R < 5$	$R \leq 1$	

影响类型	评价等级		1	2	3
	围海	S≥100	S<100	/	
用海面积 S (hm ²)	填海	S≥50	S<50	/	
	其他用海 ^c	S≥200	100≤S<200	S<100	
线性水工构筑物轴线长度 L(km)	透水	L≥5	1≤L<5	L<1	
	非透水	L≥2	0.5≤L<2	L<0.5	
人工鱼礁固体投放量 Q (空方 10 ⁴ m ³)		Q≥10	5≤Q<10	Q<5	
^a :排放口位于近岸海域以外海域的评价等级降低一级(最低为3级); 建设项目排放的污染物为受纳水体超标因子评价等级应不低于2级。					
^b :海底隧道按水下开挖(回填)量划分评价等级,采用盾构、钻爆方式施工的海底隧道,评价等级降低一级(最低为3级)。					
^c :挖沟埋设管缆总长度以挖沟累积长度计。					
^d :爆破挤淤工程量以挤出淤泥量计。					
^e :其他用海主要指海上风电、海上太阳能发电、海水养殖等开放式用海建设项目;不投加饵料的海水养殖项目,评价等级为3级。					

③本工程位于北海市铁山湾及铁山港西港区，不涉及（临时或永久占用、穿越等）重要敏感区，不涉及排放废水入封闭海域，根据 HJ1409 评价等级无需提高一级。

(2) 判定结果

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》(HJ 1409-2025)，最终判定本工程海洋生态环境评价等级为1级。

1.5.1.2 地表水环境

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ 2.3-2018)，按照水文要素影响型建设项目判定，本工程位于沿海近岸海域，工程扰动水底面积 A2 约 5.33km²，判定本工程地表水评价等级为一级（见表 1.5-4）。

表 1.5-4 水文要素影响型建设项目评价等级判定

等级评价	水温	径流		受影响地表水域		
	年径流量与库容百分比 α/%	兴利库容与年径流量百分比 β/%	取水量占多年平均径流量比 γ/%	工程垂直投影面积及外扩范围 A ₁ /km ² ; 工程扰动水底面积 A ₂ /km ² ; 过水断面宽度站用比例或占用水域面积比例 R/%	河流	湖库
一级	α≤10; 或稳定分层	β≥20; 或完全全年调节与多年调节	γ≥30	A ₁ ≥0.3; 或 A ₂ ≥1.5; 或 R≥10	A ₁ ≥0.3; 或 A ₂ ≥1.5; 或 R≥20	A ₁ ≥0.5; 或 A ₂ ≥3
二级	20>α>10; 或不稳定分层	20>β>2; 或季调节与	30>γ>10	0.3>A ₁ >0.05; 或	0.3>A ₁ >0.05	0.5>A ₁ >0.15; 或

等级评价	水温	径流		受影响地表水域		
	年径流量与库容百分比 $\alpha/\%$	兴利库容与年径流量百分比 $\beta/\%$	取水量占多年平均径流量比例 $\gamma/\%$	工程垂直投影面积及外扩范围 A_1/km^2 ; 工程扰动水底面积 A_2/km^2 ; 过水断面宽度站用比例或占用水域面积比例 $R/\%$	河流	湖库
		不完全年调节		$1.5 > A_2 > 0.2$; 或 $10 > R > 5$	$1.5 > A_2 > 0.2$; 或 $20 > R > 5$	$3 > A_2 > 0.5$
三级	$\alpha \geq 20$; 或混合型	$\beta \leq 2$; 或无调节	$\gamma \leq 10$	$A_1 \leq 0.05$; 或 $A_2 \leq 0.2$; 或 $R \leq 5$	$A_1 \leq 0.05$; 或 $A_2 \leq 0.2$; 或 $R \leq 5$	$A_1 \leq 0.15$; $A_2 \leq 0.5$

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

1.5.1.3 生态环境

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2022) 中评价等级判定要求，“涉海工程评价等级判定参照 GB/T 19485”。

本工程属于涉海工程，海洋生态评价等级为一级，判定过程见报告书 1.5.1.1 节。

1.5.1.4 大气环境

本工程拟建航道主要服务于后方港口船舶通行，本身不排放任何大气污染物，施工期和运营期废气主要来源于施工船舶及通行船舶废气；公共航道管养基地主要为工作船提供靠泊服务，施工期和运营期废气主要来源于施工船舶及装卸车辆尾气，为无组织排放的流动污染源，且排放量较小。

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2-2018) 及周围环境质量状况，判定本工程大气环境影响评价等级为三级。

1.5.1.5 声环境

本工程建成后，噪声级增高量在 3dB(A)以下，且受影响人口数量无变化。根据

《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2021)，判定本工程声环境影响评价等级为三级。

1.5.1.6 地下水环境

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ 610-2016)附录 A，本工程为航道工程(含工作船码头工程)，属于 IV 类项目，可不开展地下水环境影响评价。

1.5.1.7 土壤环境级

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境》(HJ 964-2018)附录 A，本工程为航道工程(含工作船码头工程)，属于 IV 类项目，可不开展土壤环境影响评价。

1.5.1.8 环境风险评价等级

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》(HJ 1409-2025)、《建设项目环境风险评价技术导则 (HJ169-2018)》，判定本工程环境风险评价等级为一级，见第六章。

1.5.2 评价范围

参照《环境影响评价技术导则》(HJ 1409-2025、HJ 2.3-2018、HJ 19-2011、HJ 2.2-2018、HJ 2.4-2009、HJ 610-2016、HJ 964-2018)、《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)的要求，确定本工程评价范围为：

(1) 海洋生态环境评价范围

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》(HJ1409-2025)，海洋生态环境评价范围以建设项目平面布置外缘线向外的扩展距离确定，一级评价项目在潮流主流向的扩展距离应不小于 15km~30km，垂直于潮流主潮流向的扩展距离以不小于主流向扩展距离的 1/2 为宜；航道类项目穿越非生态敏感区时，以线路中心线向两侧和两端外延 1km 为参考评价范围

本工程海洋生态环境评价等级为一级，结合所在海域环境敏感区分布情况，确定海洋生态环境评价范围为：以拟建航道和公共航道管养基地平面布置外缘线各向外扩展 15km，即 A~D 点与岸线围起的整个海域作为评价范围，覆盖海域面积约 1029.195km²，具体评价范围见表 1.5-5、图 1.5-1。

表 1.5-5

海洋生态环境评价范围控制点坐标（CGCS2000 大地坐标系）

控制点	坐标	
	经度	纬度
A	109°21'26.314"E	21°27'18.099"N
B	109°21'24.402"E	21°17'14.921"N
C	109°44'31.216"E	21°17'14.331"N
D	109°44'30.417"E	21°27'53.838"N

(2) 声环境评价范围

根据《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ 2.4-2021)要求，航道工程声环境评价范围为线源中心两侧 200m 范围；公共航道管养基地工程为厂界外 200m 范围。在此范围无声环境敏感目标。

(3) 大气环境评价范围

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

(4) 海洋环境风险评价范围

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》(HJ1409-2025)，海洋环境风险评价等级为一级的建设项目，评价范围根据危险物质 72h 扩散范围确定，可根据海域特征、生态敏感区分布情况等做适当调整。

本工程海洋环境风险评价等级为一级，根据船舶燃料油泄漏 72h 扩散范围，并适当扩展包含铁山港湾内及湾口主要生态敏感区，确定评价范围为由 I、II、III 连线以及海岸线所围成的水域，面积约为 1807.14km²，控制点坐标见表 1.5-6。

表 1.5-6

海域环境风险评价范围控制点坐标

序号	大地坐标 (CGCS2000 坐标系)	
	经度	纬度
I	109° 19' 56.912" E	21° 26' 57.239" N
II	109° 19' 46.060" E	21° 11' 47.114" N
III	109° 45' 30.817" E	21° 11' 40.564" N

1.5.3 小节

根据评价等级、周围敏感资源分布情况，确定评价等级见表 1.5-6、评价范围见图 1.5-2。

表 1.5-6

评价等级划分及评价范围

环境要素	评价导则	判定等级	最终判定等级	评价范围
海洋生态环境 (含水质和沉积物环境、水文动力环境、冲淤环境、生态环境)	《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》	一级	一级	由 A~D 各点连线及岸线围成水域，面积约为 1029.195km ²
地表水环境	《环境影响评价技术导则 地表水环境》	一级	一级	
生态环境	《环境影响评价技术导则 生态影响》	一级	一级	
环境空气	《环境影响评价技术导则 大气环境》	三级	三级	/
声环境	《环境影响评价技术导则 声环境》	三级	三级	场界外 200m
地下水环境	《环境影响评价技术导则 地下水环境》	/	/	/
土壤环境	《环境影响评价技术导则 土壤环境》	/	/	/
环境风险	《建设项目环境风险评价技术导则》	二级	二级	I、II、III连线及海岸线围成水域，面积约为 1807.14km ²

1.6 环境保护目标

1.6.1 陆域环境保护目标

声环境评价范围内无陆域环境保护目标。

1.6.2 海域环境保护目标

本工程评价范围内海域环境保护目标见表 1.6-1、图 1.6-1。

表 1.6-1

海洋生态环境保护目标和海洋风险保护目标一览表

序号	类型	环境保护目标	级别	面积及保护对象	位置关系 (km)		资料来源			
					主体工程	临时工程（疏浚物处置）				
海洋生态环境保护目标和海洋风险保护目标										
1	自然保护区	广西山口红树林生态国家级自然保护区	核心区 (1-1)	国家级	8000hm ² , 保护对象为红树林生态系统	E	6.12	E	15.16	《全国自然保护区名录》(2015年)
			缓冲区 (1-2)			E	3.67	E	13.55	
			实验区 (1-3)			E	1.52	E	10.51	
2		广西合浦儒艮国家级自然保护区	核心区 (2-1)	国家级	35000hm ² , 保护对象为儒艮及海洋生态系统	E	6.84	E	7.63	
			缓冲区 (2-2)			E	5.50	E	4.47	
			实验区 (2-3)			E	4.5	E	9.06	
3	重要敏感区 生态保护红线	广西山口红树林国家级自然保护区生态保护红线	HY4505001008	/	红树林及其生境	NE	1.48	E	7.82	广西生态云建设项目准入研判系统
		广西山口红树林国家级自然保护区重要湿地生态保护红线	HY45050010026	/	红树林及其生境	E	5.05	NE	12.71	
		广西合浦儒艮国家级自然保护区生态保护红线	HY45050010005	/	儒艮及海洋生态系统	E	4.26	E	8.22	
		合浦儒艮重要湿地生态保护红线	HY45050010031	/	儒艮及海洋生态系统	E	3.97	E	7.91	
		北海市铁山港湾海草床生态保护红线	HY45050010017	/	海草床及生境	E	0.87	NE	10.16	
		北海铁山湾近岸红树林生态保护红线	HY45050010034	/	红树林及其生境	E	1.49	N	15.12	
		北海市铁山港港近岸生态保护红线	HY45050010040	/	红树林及其生境	E	0.54	NE	7.82	
		北海铁山港红树林重要湿地生态保护红线	HY45050010029	/	红树林及其生境	NE	2.04	N	15.32	
		广西合浦儒艮国家级自然保护区廉江英罗湾片区生态保护红线	/	/	红树林及其生境	SE	15.15	E	4.37	湛江市生态保护红线
		广东湛江红树林国家级自然保护区生态保护红线	/	/	红树林及其生境	NE	21.42	E	26.51	
廉江市沿岸龙头沙人工鱼礁重要渔业资源产卵场生态保护红线					重要渔业资源产卵场，与龙头沙人工鱼礁区范围重叠	SE	22.06	SE	22.79	

序号	类型	环境保护目标		级别	面积及保护对象	位置关系(km)				资料来源			
						主体工程		临时工程(疏浚物处置)					
		湛江遂溪中国鲎地方级自然保护区生态保护红线	/	/	珍稀濒危物种分布区，与湛江遂溪中国鲎地方级自然保护区重叠	SE	23.90	E	26.03				
4	特殊生境	海草床	铁山湾合浦海草床	北暮(4-1)	/	海草床及生境	W	2.43.	N	4.88	《2021 年广西海草床生态系统健康监测与评价报告》		
				沙背(4-2)	/		E	1.12	NE	9.03			
				下龙尾(4-3)	/		E	1.32	NE	8.47			
				榕根山(4-4)	/		E	8.55	E	14.19			
5	一般敏感区	重要水生生物天然集中分布区	幼鲎栖息地	红树林	铁山湾红树林分布区	/	红树林及生境	W/N/E	1.56	N/E	11.72	《广西红树林资源保护规划(2020-2030)》《北海市红树林资源保护规划(2020-2030年)》	
6						坡尾底(6-1)	/	幼鲎栖息地	W	2.91	N	3.93	北部湾大学的关杰耀团队调查研究
7						沙田(6-2)	/	幼鲎栖息地	E	6.18	NE	12.63	
8	海湾	水产种质资源保护区	北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区	核心区(9-1)	中华白海豚及印太江豚活动水域	/	幼鲎栖息地	E	13.01	E	14.09		
9						榕根山(6-3)	/	幼鲎栖息地	S	1.30	海砂海上过驳交割区(简称海上转运区)位于其中	《北部湾港总体规划环境影响报告书》	
10						铁山湾	/	海湾及其生态系统	位于其中		位于其中	/	
9	重要湿地	广西合浦铁山港东岸红树林自治区重要湿地	核心区内	国家级	总面积 11422km ² , 实验区面积 3334km ² , 主要保护对象为二长棘鲷和长毛对虾	SW	25.74	SW	7.66	国家级水产种质资源保护区名单(第九批)(2015 年农业部第 2322 号公告)			
						SW	5.28	W	3.22				

序号	类型	环境保护目标	级别	面积及保护对象	位置关系(km)				资料来源	
					主体工程		临时工程(疏浚物处置)			
1 1		广西合浦儒艮自治区重要湿地	省级	总面积35000hm ² , 湿地面积14413.08hm ² , 保护对象为湿地生态系统	E	4.03	E	7.63	(2021年1月8日)	
1 2	其他养殖区	广投北海电厂取水口	/	取水口	NW	0.93	N	13.41	/	
1 3		神华电厂取水口	/	取水口	W	0.68	N	9.48	/	
1 4		英罗港湾口浅海养殖区(3-1-1-04)	/	1511.59hm ² , 大獭蛤和珍珠贝等贝类	SE	19.18	SE	22.41	《北海市养殖水域滩涂规划(2018-2030)》	
		沙塍至闸口滩涂养殖区(3-1-2-25)	/	546.25hm ² , 牡蛎等贝类	N	14.64	N	22.80		
		根竹山至良港村滩涂养殖区(3-1-2-26)	/	1616.02hm ² , 东风螺等	NE	11.92	N	22.08		
		青山头苗种生产区(3-1-2-31)	/	404.72hm ² , 对虾珍珠贝鱼类等	W	0.78	NW	1.15		
		闸口苗种生产区(3-1-2-32)	/	49.74hm ² , 对虾	NW	13.18	N	21.60		
		英罗苗种生产区(3-1-2-33)	/	709.01hm ² , 贝类	E	7.68	E	13.67		
海洋风险保护目标										
1 5	重要敏感区	广东湛江红树林国家级自然保护区	核心区(15-1)	国家级	红树林及其生境	NE	21.83	E	24.80	《全国自然保护区名录》(2015年)
1 6			实验区(15-2)			NE	21.78	E	23.93	
1 7	其他	湛江遂溪中国鲎地方级自然保护区	核心区(16-1)	省级	中国鲎及其生境	NE	24.63	E	26.44	
			实验区(16-2)			NE	23.90	E	25.83	
1 7	人工鱼礁区	龙头沙人工鱼礁区	/	/	SE	22.06	E	22.76	/	
注：最近距离为航道边界、管养基地设计边界与敏感目标的最近直线距离；广西合浦儒艮自治区重要湿地与广西合浦儒艮国家级自然保护区范围存在重合。为避免产生混淆，未重复标绘以上保护区，以上保护区功能分区图及与本工程位置关系详见“3.2 环境保护目标调查”一节。										

第二章 工程概况与工程分析

2.1 地理位置

北海市位于广西壮族自治区东南端，北接钦州市，东连玉林市、广东省湛江市，南濒北部湾，地理位置在东经 $108^{\circ}50'-109^{\circ}47'$ 、北纬 $20^{\circ}26'-21^{\circ}55'$ 之间。北海港域位于北海市沿海一线，由石步岭、铁山港西、铁山港东和涠洲岛 4 个港区以及合浦、海角和侨港 3 个港点组成。

本工程位于北海市铁山湾内海域（见图 2.1-1），航道起点位于铁山港西港区啄罗作业区末端（B1 点），与北海港铁山港 20 万吨级航道工程（外海至啄罗作业区）相接，向北延伸经铁山湾进港航道（B1CD 段）、北暮外航道（DE 段）、石头埠航道（EF1 段），终点至铁山港西港区石头埠作业区 23 号泊位（F1 点），航道全长 15.154km；配套的航道管养基地位于铁山港西港区啄罗作业区 2 号港池底部。

本工程地理位置见图 2.1-2。

2.2 现有工程概况

本工程拟建航道在现有 10 万吨级单向航道（铁山港区航道疏浚二期扩建工程、铁山港区航道三期工程）基础上进行拓宽浚深，按照满足 20 万吨级散货船满载单向通航要求建设，航道全长 15.154km，包括铁山湾进港航道（B1CD 段）、北暮外航道（DE 段）、石头埠航道（EF1 段）。

(1) B1C 段经实施铁山港区航道疏浚二期扩建工程后，目前已达到 10 万吨级散货船单向乘潮通航标准，乘潮保证率 90%，通航宽度 190m，设计底高程为 -14.0m。

(2) CDEF1 段经实施铁山港区航道三期工程后，目前已达到 10 吨级散货船单向乘潮通航标准，乘潮保证率 90%，通航宽度 190m，设计底高程为 -14.0m。

本工程拟建航道与现有工程位置关系示意见图 2.2-1。

2.2.1 铁山港区航道疏浚二期扩建工程

2.2.1.1 基本情况

北海港铁山港区航道疏浚二期扩建工程（AMBCZ 段）（以下简称“二期扩建工程”），是在原有的二期工程航道基础上浚深和延长，按 10 万吨级散货船满载乘潮单向通航乘潮保证率为 90% 的标准，同时兼顾 26.3 万 m³ LNG 船等船型安全通航的需求设计（LNG 船不乘潮），航道全长约 18.7km。

二期扩建工程中 AM 航段（5.4km）属于外航道，MBCZ 航段（13.3km）属于西航道。外航道 AM 段及西航道 MB 段有效宽度 330m，设计底高程-14.7m；西航道 BCZ 段有效宽度 190m，设计底高程-14.0m。

二期扩建工程于 2016 年 12 月竣工通航，于 2024 年 4 月通过竣工环保验收。二期扩建工程航道位置见图 2.2-2。

2.2.1.2 主要建设内容

二期扩建工程建设内容包括疏浚工程、助导航设施、通信及配套工程等。二期扩建工程疏浚作业海域面积 536.7hm²，其中航道工程 511.7hm²，临时储泥坑 25hm²；疏浚工程量 2322 万 m³；临时围堰工程 9270.1m；疏浚物全部纳入吹填一区和吹填二区综合利用（吹填工程不属于二期扩建工程建设内容）。

二期扩建工程实际总投资为 81968.59 万元，其中直接环保投资为 2805 万元，占项目总投资的 3.42%，实际工期 17 个月。

2.2.1.3 建设历程回顾

（1）建设历程

二期扩建工程主要建设过程见表 2.2-1。

表 2.2-1 二期扩建工程主要建设过程一览表

建设阶段	审批单位	批复文号	批复（完成）时间
环境影响报告书批复	原广西壮族自治区环境保护厅	桂环审〔2014〕86 号 (见附件 5.1)	2014 年 3 月 31 日
可行性研究报告批复	广西壮族自治区发展和改革委员会	桂发改交通〔2014〕714 号	2014 年 6 月 19 日
初步设计批复	广西壮族自治区交通运输厅	桂交行审〔2014〕77 号	2014 年 11 月 6 日
海域使用批复	广西壮族自治区海洋局	桂海函〔2014〕272 号	2014 年 11 月 14 日
施工图设计批复	广西壮族自治区交通运输厅	桂交行审〔2015〕34 号	2015 年 4 月 8 日
正式开工	/	/	2015 年 4 月 8 日
完工日期	/	/	2016 年 12 月 26 日
竣工环保验收	通过建设单位组织的竣工环保验收（见附件 5.2）		2024 年 4 月 29 日

(2) 参建单位

二期扩建工程主要参建单位见表 2.2-2。

表 2.2-2

二期扩建工程参建单位清单

序号	参建单位	单位名称
1	建设单位	北海市路港建设投资开发有限公司
2	运营单位	广西壮族自治区北部湾港口管理局北海分局
3	设计单位	广西交通设计集团有限公司 (原广西壮族自治区交通规划勘察设计研究院)
4	环评单位	广西交通科学研究院
5	工程监理单位	广西八桂工程监理咨询有限公司
6	施工单位	中交广州航道局有限公司
7	竣工环保验收单位	广西交通设计集团有限公司

2.2.1.4 污染物排放及环保措施执行情况

(1) 主要环保措施执行情况

根据《北海港铁山港区航道疏浚二期扩建工程竣工环保验收意见》(见附件 5.2)，施工期间以及竣工环保验收至今，二期扩建工程采取的环保措施主要包括：

1) 水污染防治措施

施工期，施工船舶自身配有油水分离器及收集设施、配备临时生活污水收集设施，施工船舶生活污水经自身污水处理设施处理达标后在海事部门指定区域排放；含油污水经自身油水分离装置处理后委托有资质单位接收处置。运营期，在海事等相关部门监管下严格执行海洋环境保护相关法律法规，严禁任何船舶在进港航道内排放船舶污水，严格按照自治区“联单制度”由有资质的船舶污染物接收单位进行接收、转运及处置。

2) 固体废物处置措施

施工期，疏浚施工产生的疏浚物均按规定全部纳入吹填一区及吹填二区进行综合利用；施工船舶生活垃圾集中收集后上岸交铁山港区环卫部门处理。运营期，固体废物主要为通航船舶生活垃圾，由海事部门负责监督管理，严格按照自治区“联单制度”由有资质的船舶污染物接收单位进行接收、转运及处置。

3) 生态保护修复措施

根据《广西壮族自治区农业农村厅关于北海港铁山港区航道疏浚二期扩建工程渔业资源补偿增殖放流实施方案的意见》(桂农厅函〔2024〕705号),该工程渔业资源补偿费用为2602万元,采用增殖放流的方式修复受损渔业资源,增殖放流实施时间为2024年~2026年,增殖放流方格星虫840万尾、施氏獭蛤840万粒、长毛对虾12300万尾、日本对虾各12300万尾、拟穴青蟹495万只、中国鲎64万尾、黑鲷430万尾、黄鳍鲷430万尾、浅色黄姑鱼430万尾,石斑鱼(青石斑鱼或橙点石斑鱼)40万尾,放流数量总计28169万尾(粒、只)。2025年6月25日,在北海市营盘农渔业区海域开展了第一次放流工作,放流品种及数量包括:黑鲷鱼苗为113.8956万尾(全长>4厘米)、黄鳍鲷鱼苗为111.0244万尾(全长>4厘米)、浅色黄姑鱼苗为114.380万尾(全长>4厘米)、长毛对虾苗为3195.1080万尾(体长>1厘米)、日本对虾苗为3499.7760万尾(体长>1厘米)、方格星虫为168.7200万尾(体长>1厘米)、拟穴青蟹为109.8656万只(头胸甲宽>0.6厘米)。

4) 环境风险应急防范

施工期间制定了应急预案,配备了一定数量的环境应急物资,并于施工期间组织了突发环境事故应急演练。建设单位制定有《北海港铁山港区航道疏浚二期扩建工程突发环境事件应急预案》,周边分布有广西海事局等多家具有溢油应急能力的机构,作为公用航道工程,有足够数量可依托应急设备及物资。

(2) 环境保护措施效果和工程建设对环境影响

广西交通设计集团有限公司出具的《北海港铁山港区航道疏浚二期扩建工程竣工环境保护验收调查报告》表明:

1) 根据试运营期水生生态监测结果:表层海水叶绿素a含量范围为1.21~2.04微克/升,平均值为1.50微克/升,底层海水叶绿素a含量范围为1.03~1.81微克/升,平均值为1.32微克/升;鉴定出浮游植物3门32种,浮游植物细胞总数量平均值为 19.96×10^4 细胞数量/立方米;鉴定出浮游动物18种和浮游幼体8种,浮游动物平均密度为5782.0生物个体数量/立方米,平均生物量为385.78毫克/立方米;鉴定出底栖生物2大门类5种,以环节动物种类最多,栖息密度平均值为10.7生物个体数量/平方米,生物量平均值为0.13克/平方米。

2) 根据海水水质和沉积物监测结果，所有站位的海水水质监测因子均满足《海水水质标准》(GB3097-1997) 相应标准要求；所有站位的沉积物监测因子均满足《海洋沉积物质量》(GB18668-2002) 三级标准要求。

2.2.2 铁山港区航道三期工程

2.2.2.1 基本情况

北海港铁山港区航道三期工程（以下简称“三期工程”）位于北海市铁山湾内海域，起点为铁山港西港区北暮作业区前沿的 C 点（二期扩建工程航道终点），终点至湾内的雷田作业区口门外（K 点），总长约 23.6km。其中 CDEF 段长 13.4km，为 10 万吨级航道，设计有效宽度 190m、设计底高程-14.0m；FGH 段长 2.7km，为 5 万吨级航道，设计有效宽度 150m、设计底高程为-12.4m；HI 段长 3.2km，为 1 万吨级航道，设计有效宽度 95m、设计底高程为-7.5m；IJK 段长 4.3km、为 5000 吨级航道，设计有效宽度 75m、设计底高程-6.5m。三期工程航道位置见图 2.2-3。

2.2.2.2 主要建设内容

三期工程分为 3 个标段进行建设，其中 No.I 标段总长 9.07km，桩号为 K0+491.3~K8+584.2，即 CDE 段，已于 2019 年 12 月完工；No.II 标段总长 5.219km，桩号为 K8+584.2~K13+803.541，即 EFG 段，已于 2020 年 12 月完工；No.III 标段总长 9.311km，桩号为 K13+803.541~K23+578.962，即 GHIK 段，于 2023 年开工建设，目前仍处于施工阶段。建设内容包括疏浚工程、吹填工程（含临时围堤工程）、助导航设施等。

三期工程分阶段验收，No.I 标段和 No.II 标段于 2025 年 6 月通过竣工环保验收。No.I 标段和 No.II 标段总投资 77430.22 万元，其中环保投资为 2730.03 万元，占总投资的 3.53%。

2.2.2.3 建设历程回顾

(1) 建设历程

三期工程主要建设过程见表 2.2-3。

表 2.2-3 三期工程主要建设过程一览表

建设阶段	审批单位	批复文号	批复（完成）时间
环境影响报告书批复	原广西壮族自治区环境保护厅	桂环审〔2014〕35号 (见附件 6.1)	2014年1月26日
可行性研究报告批复	广西壮族自治区发展和改革委员会	桂发改交通〔2014〕716号	2014年6月19日
初步设计批复	广西壮族自治区交通运输厅	桂交行审〔2014〕47号	2014年8月4日
海域使用批复	广西壮族自治区海洋局	桂海函〔2014〕306号	2014年12月25日
施工图设计批复	广西壮族自治区交通运输厅	桂交行审〔2015〕33号	2015年4月8日
正式开工	/	/	2016年4月20日
NO.I 标段交工验收	/	/	2019年12月27日
NO.II 标段交工验收	/	/	2020年12月31日
NO.I 和 NO.II 标段 竣工环保验收	通过建设单位组织的竣工环保验收(见附件 6.2)		2025年6月10日

(2) 参建单位

三期工程主要参建单位见表 2.2-4。

表 2.2-4 三期工程参建单位清单

序号	参建单位	单位名称	
1	建设单位	北海市路港建设投资开发有限公司	
2	运营单位	北海市路港建设投资开发有限公司 (未来将移交给广西壮族自治区北部湾港口管理局北海分局)	
3	设计单位	广西交通设计集团有限公司 (原广西壮族自治区交通规划勘察设计研究院)	
4	环评单位	广西交通科学研究院	
5	监理单位	NO.I 标段	广西八桂工程监理咨询有限公司
		NO.II 标段	广州华申建设工程管理有限公司
6	施工单位	NO.I 标段	中交广州航道局有限公司
		NO.II 标段	
7	竣工环保验收单位	NO.I 标段、 NO.II 标段	广西交通设计集团有限公司

2.2.2.4 污染物排放及环保措施执行情况

（1）主要环保措施执行情况

根据《北海港铁山港区航道疏浚三期工程竣工环保验收意见》（见附件 6.2），施工期间以及竣工环保验收至今，三期工程采取的环保措施主要包括：

1) 水污染防治措施

施工期，施工船舶自身配有油水分离器及收集设施、配备临时生活污水收集设施，施工船舶生活污水经自身污水处理设施处理达标后在海事部门指定区域排放；含油污水经自身油水分离装置处理后委托有资质单位接收处置。运营期，在海事等相关部门监管下严格执行海洋环境保护相关法律法规，严禁任何船舶在进港航道内排放船舶污水，严格按照自治区“联单制度”由有资质的船舶污染物接收单位进行接收、转运及处置。

2) 固体废物处置措施

施工期，疏浚施工产生的疏浚物均按规定全部纳入吹填区进行综合利用；施工船舶生活垃圾集中收集后上岸交铁山港区环卫部门处理。运营期，固体废物主要为通航船舶生活垃圾，由海事部门负责监督管理，严格按照自治区“联单制度”由有资质的船舶污染物接收单位进行接收、转运及处置。

3) 生态保护修复措施

根据《北海港铁山港区航道三期工程渔业资源补偿增殖放流实施方案》（审定稿），该工程渔业资源补偿费用为 2465.37 万元，采用增殖放流和人工鱼礁建设的方式修复受损渔业资源，实施时间为 2025 年~2027 年，增殖放流品种为中国鲎、方格星虫、施氏獭蛤、织锦巴非蛤、长毛对虾、日本对虾、拟穴青蟹、浅色黄姑鱼、真鲷 9 种；拟建造人工鱼礁 500 座，总体积 16000 空方。建设单位将按照批复方案要求有序推进渔业资源补偿工作。

4) 环境风险应急防范

施工期间制定了应急预案，配备了一定数量的环境应急物资，并于施工期间组织了突发环境事故应急演练。建设单位制定有突发环境事件应急预案，航道周边分布有广西海事局等多家具有溢油应急能力的机构，作为公用航道工程，有足够的数量可依托应急设备及物资。

（2）环境保护措施效果和工程建设对环境影响

广西交通设计集团有限公司出具的《北海港铁山港区航道疏浚二期扩建工程竣工环境保护验收调查报告》表明：

1) 根据水生生态监测结果：表层海水叶绿素 a 含量平均值为 $1.32\mu\text{g}$ ；浮游植物 3 门 32 种，其中硅藻门 28 种，多样性指数(H')平均值为 2.782、均匀度(J)平均值为 0.747、丰富度(D)平均值为 1.382；浮游动物 18 种和浮游类幼体 8 种，平均密度为 $5782.0\text{ind}/\text{m}^3$ ，多样性指数(H')平均值为 2.907、均匀度指数(J)平均值为 0.745、丰富度指数(D)平均值为 1.293；底栖生物 2 大门类 5 种，平均生物量为 $0.13\text{g}/\text{m}^2$ ，多样性指数(H')平均值为 0.959、均匀度指数(J)平均值为 0.959、丰富度指数(D)平均值为 0.815。

2) 根据海水水质和沉积物监测结果，所有站位所有监测指标均满足《海水水质标准》(GB3097-1997) 相应标准要求（二类、三类）；所有站位的沉积物监测因子硫化物、有机碳、铜、铅、镉、锌、砷、油类和总汞均满足《海洋沉积物质量》(GB18668-2002) 三级标准要求。

2.3 扩建工程概况

2.3.1 工程组成

本工程为北海港铁山港 20 万吨级航道工程（啄罗作业区至石头埠作业区段），在现有 10 万吨级单向航道（铁山港区航道疏浚二期扩建工程、铁山港区航道三期工程）基础上进行拓宽浚深，按照满足 20 万吨级散货船满载单向通航要求建设（乘潮历时 7h，乘潮水位 2.55m，乘潮保证率 90%），包括铁山湾进港航道（B1CD 段）、北暮外航道（DE 段）、石头埠航道（EF1 段）。航道全长 15.154km，航道设计宽度 210~235m、设计底高程-18.50m（B1CD 段）/-18.30m（DEF1 段）。

建设内容包括疏浚工程、导助航和数字化工程、北海港域公共航道管养基地等。疏浚总量 2495.26 万 m^3 ，疏浚物处置方式包括疏浚物（海砂）海上接驳交割拍卖、船吹上岸、外抛；迁移灯浮标 20 座、新增灯浮标 1 座；管养基地拟建 3 个 1000 吨级工作船泊位，为工作船提供靠泊服务、为人员提供物资补给。工程总投资 27.0 亿元，建设期 3 年（含试运营期 1 年）。

本工程组成见表 2.3-1，主要技术经济指标见表 2.3-2。

表 2.3-1 工程组成表

组成	工程名称	工程内容
主体工程	疏浚工程	航道疏浚量为2484.16万m ³ （含施工期回淤量212万m ³ ，1年试运行期回淤量80万m ³ ）。
配套工程	导助航与数字化工程	迁移灯浮标20座、新增灯浮标1座；制作电子海图1项。
	航道管养基地	管养基地拟建3个1000吨级工作船泊位（泊位总长225m），疏浚开挖量11.1万m ³ 。码头平台自东向西布置物资应急存储场地、业务用房、停车棚、简易ETC大门，共用执法码头已建值班室，进港道路拟利用执法码头已建4#路，给水、消防、供电、照明、通信、控制等配套设施均接入执法码头，与执法码头协调管理。

表 2.3-2 主要技术经济指标表

序号	项目	单位	数量	备注
1	建设规模	万吨	20	单向航道、乘潮
2	设计代表船型	万吨	20	散货船
3	航道长度	km	15.154	
4	航道主尺度	通航宽度	m	210~235
5		设计低高程	m	-18.30~-18.50 高程基准采用当地（石头埠）理论深度基准面。
6		转弯半径	m	1650~3000
7	乘潮参数	乘潮水位	m	2.55
8		乘潮水位保证率	%	90
9		乘潮历时	h	7.0
10	疏浚工程量	万 m ³	2495.26	航道疏浚量 2484.16 万 m ³ （含施工期回淤量 212 万 m ³ ，1 年试运营期回淤量 80 万 m ³ ）、管养基地疏浚开挖量 11.1 万 m ³
11	迁移灯浮标	座	20	
12	北海港域公共航道管养基地	泊位数量	个	3
		岸线长度	m	225
		码头平台宽度	m	36
		码头平台高程	m	7.5
		港池底高程	m	-5.0 含停泊水域（宽 16m）、回旋水域（回旋圆半径 56.8m）
13	海域使用面积	公共航道	hm ²	533.7904 其他开放式
		码头	hm ²	0.8108 透水构筑物
		港池	hm ²	2.8157 港池、蓄水
		施工期疏浚	hm ²	1.2715 港池、蓄水

序号	项目	单位	数量	备注
	耙吸船艏吹区	hm ²	8.7500	专用航道、锚地及其他开放式
	合计	hm ²	547.4384	
14	总投资估算	万元	269963.12	
15	内部收益率	%	11.88%	
16	建设期	月	36	含试运营期 1 年

2.3.2 航道平面布置

（1）航道平面布置

本工程拟建航道起点位于铁山港西港区啄罗作业区 21 号泊位（B1 点），与北海港铁山港 20 万吨级航道工程（外海至啄罗作业区）相接，向北延伸经铁山湾进港航道（B1CD 段）、北暮外航道（DE 段）、石头埠航道（EF1 段），终点至铁山港西港区石头埠作业区 23 号泊位（F1 点）。

航道全长 15.154km，其中 B1CD 段长 7.648km，设计通航宽度 235m，设计底高程为 -18.50m；DE 段长 2.928km，设计通航宽度 220m，设计底高程为 -18.30m；EF1 段长 4.578km，设计通航宽度 210m，设计底高程为 -18.30m。

本工程航道控制点坐标见表 2.3-3，总平面布置见图 2.3-1。

表 2.3-3 本工程航道控制点坐标表

点号	坐标		偏角 (°)	半径 R(m)	弧长 L (m)	切线长 T(m)	外距 E (m)
	X	Y					
B1	2374796.069	505299.355	/	/	/	/	/
C	2376412.573	506018.637	28°05'	1650	764.525	780.204	108.579
D	2380076.692	510719.771	42°41'	3000	2234.534	2343.916	434.779
E	2383033.922	511208.822	30°20'	2500	1323.707	1355.525	120.319
F	2387315.976	509569.651	/	/	/	/	/

备注：采用 2000 国家大地坐标系，高斯投影，中央子午线为 109.5 度。

(2) 本工程拟建航道与现有航道位置关系

在现有 10 万吨级单向航道（通航宽度 190m，设计底高程-14.0m）基础上，本工程 B1C 段航道东边线不变，西边线向西拓宽 45m，中心线向西偏移 22.5m；CD 段航道中心线保持不变，航道边线向两侧各拓宽 22.5m；DE 段航道东边线不变，西边线向西拓宽 30m，中心线向西偏移 15m；EF1 段航道中心线向东偏移 30m，西边线向东偏移 20m、东边线向东拓宽 40m。

2.3.3 航道建设规模

2.3.3.1 航道通航船型

航道通航船型包括散货船、油船、液化气船、化学品船、杂货船和集装箱船，通航船型主尺度见表 2.3-4。

表 2.3-4 到港预测船型主尺度表

船型	船舶吨级 DWT (t)	船型主尺度 (m)			备注
		总长	型宽	满载吃水	
散货船	10000	135	20.5	8.5	沿海、近洋散货
	35000	190	30.4	11.2	
	50000	223	32.3	12.8	矿石、远洋粮、煤炭、化肥、非金属矿石
	100000	250	43	14.5	澳矿、外贸煤炭、远洋粮
	150000	289	45	17.9	澳矿、南非、南美矿、外贸煤炭
	200000	312	50	18.5	澳矿、几内亚
油船	5000	125	17.5	7	沿海成品油
	30000	185	31.5	12	远洋成品油
	50000	229	32.2	12.8	沿海原油
	100000	246	43	14.8	远洋原油
	150000	274	50	17.1	
液化气船	5000GT	123	19.5	8.5	沿海
	10000GT	158	22	9.8	近洋
	20000GT	180	28	11.7	
	30000GT	230	36.6	12.7	远洋
	50000GT	230	36.7	13.6	远洋
	100000GT	298	48	12.3	
	150000GT	345	53.8	13.6	
化学品船	3000	99	14.6	6	沿海
	5000	114	17.6	7	沿海、近洋
	10000	127	20	8.4	
	20000	160	24.2	9.8	
	50000	183	32.2	12.9	远洋
	100000	244	42	14.9	

船型	船舶吨级 DWT (t)	船型主尺度 (m)			备注
		总长	型宽	满载吃水	
杂货船	2000	86	13.5	4.9	沿海
	3000	108	16	5.9	沿海
	5000	124	18.4	7.4	沿海、近洋
	10000	146	22	8.7	近洋
	20000	166	25.2	10.1	远洋
	30000	192	27.6	11	
集装箱船	5000	121	19.2	6.9	351~700TEU
	10000	141	22.6	8.3	701~1050TEU
	30000	241	32.3	12	1901~3500TEU
	50000	293	32.3	13	3501~5650TEU
	70000	300	40.3	14	5651~6630TEU

2.3.3.2 航道通航密度

本工程主要为北海港铁山港西港区、铁山港东港区服务，预测航道货运吞吐量分别为 2030 年 13915 万吨、2035 年 19830 万吨。根据航道货物流量、流向及分货类通航船型，预测航道船舶通过量及船舶通航密度计算公式如下：

$$n = \frac{W}{T \cdot P}$$

式中： n —通航密度（艘/天）； W —货运量（万吨）； T —年平均营运天数，取 320 天； P —单船平均载重量（万吨/艘）。

预测 2030 年、2035 年本航道货运船舶通过量分别为 16457 艘次、23941 艘次，其中 20 万吨级船舶到港分别为 270 艘次、311 艘次。2030 年、2035 年航道通航船舶平均密度分别为艘次 51.43 艘次/d、74.82 艘次/d，其中 20 万吨级船舶平均密度为 0.84 艘次/d、0.97 艘次/d。

分货类、分吨级船舶艘次预测数详见表 2.3-5。

表 2.3-5 (1)

本工程通航密度预测表（2030 年）

单位：艘次/年

序号	货物分类	合计	20 万吨级	15 万吨级	10~12 万吨级	5~7 万吨级	3 万吨级	1 万吨级	1 万吨级及以下
1	煤炭	1494		90	75	1031	299		
2	石油及制品	140						140	
3	金属矿石	2063	270		21	865	248	309	351
4	钢铁	1200					60	120	1020
5	矿建材料	1387			3	42	166	139	1037
6	非金属矿石	2453			5	74	294	245	1835
7	粮食	452			1	14	54	45	338
8	化工原料及制品	0	0	0	0	0	0	0	0
9	集装箱	304			2	3	87	122	91
10	木材	800				200	400	160	40
11	其他	6164				308	925	1849	3082
12	合计	16457	270	90	105	2536	2533	3129	7795
13	日均密度（艘次/天）	51.43	0.84	0.28	0.33	7.92	7.91	9.78	24.36

表 2.3-5 (2)

本工程通航密度预测表（2035 年）

单位：艘次/年

序号	货物分类	合计	20 万吨级	15 万吨级	10~12 万吨级	5~7 万吨级	3 万吨级	1 万吨级	1 万吨级及以下
1	煤炭	2028	41	122	122	1338	406		
2	石油及制品	170						170	
3	金属矿石	2771	270		28	1254	333	416	471
4	钢铁	1540					77	154	1309
5	矿建材料	2293			5	69	275	229	1715
6	非金属矿石	3880			8	116	466	388	2902
7	粮食	619			1	19	74	62	463
8	化工原料及制品	0	0	0	0	0	0	0	0
9	集装箱	520			3	5	148	208	156
10	木材	1140				285	570	228	57
11	其他	8980				449	1347	2694	4490
12	合计	23941	311	122	166	3535	3695	4549	11564
13	日均密度（艘次/天）	74.82	0.97	0.38	0.52	11.05	11.55	14.22	36.14

2.3.3.3 航道设计控制船型

本工程航道设计控制船型为 20 万吨级散货船，设计控制船型主尺度见表 2.3-6。

表 2.3-6

航道设计控制船型主尺度

船舶吨级 (DWT)	设计船型尺度 (m)			备注
	总长 L	型宽 B	设计吃水 T	
10 万吨级散货船	250	430	14.5	主力船型
15 万吨级散货船	289	45.0	17.9	主力船型
15 万吨级集装箱船	367	51.2	16.0	复核船型
20 万吨级散货船	312	50.0	18.5	设计船型

2.3.3.4 乘潮历时和乘潮水位

(1) 船舶航速

根据《关于北海港水域船舶航行相关规则的通告》(北海海航〔2022〕049号)，在铁山港区 12#标以南航速不得超过 12 节，12#标以北航速不得超过 8 节。

从航行安全角度考虑，B1CD 段航行航速可达 8~10 节，设计计算航速取 8 节；DE 段航行速度可达 6~8 节、EF1 段航行速度为 4~6 节，设计计算航速取 6 节。

(2) 乘潮历时

根据规范规定乘潮历时计算公式如下：

$$t_s = K_t \times (t_1 + t_2 + t_3)$$

其中： t_s —每潮次船舶乘潮进出港所需的持续时间 (h)； K_t —时间富裕系数 1.1~1.3，取 1.2； t_1 —每潮次船舶通过航道的持续时间 (h)，其中包括船舶间追踪航行的间隔时间； t_2+t_3 —一艘船舶在港内转头及靠泊码头所需的时间 (h)，取 1.0h；

各通航标准下船舶乘潮历时计算结果详见表 2.3-7。20 万吨级散货船从锚地到港区规划最远 20 万吨级散货泊位需要的乘潮时间 6.91h，考虑一定的富裕量，乘潮历时取值为 7h，满足设计代表船型乘潮通航的要求。

表 2.3-7

乘潮历时表

航段	长度 (m)	航速 (节)	t_1 (h)	t_2+t_3 (h)	K_t	t_s (h)
锚地至航道起点 W	36400	10	1.96			
铁山港 20 万吨级航道（外海至啄罗作业区段）	W~S~A 段	52964	10	2.86	1.2	6.91
	A~M 段	6625	10	0.36		
	M~B 段	6247	8	0.42		
本工程	B~C 段	3070	8	0.21		
	C~D 段	5887	8	0.40		

航段		长度 (m)	航速 (节)	t_1 (h)	t_2+t_3 (h)	K_t	t_s (h)
	D~E 段	2928	6	0.20			
	E~F1 段	4578	4~6	0.50			
码头水域	船舶砖头、靠离 码头时间				0.75		

(3) 乘潮水位

北海港各乘潮历时的不同保证率乘潮水位见表 2.3-8，据此确定本工程 20 万吨级散货船乘潮历时 7 小时、保证率 90% 的乘潮水位为 2.55m。

表 2.3-8 铁山港验潮站各乘潮历时下的乘潮水位

历时保 证率 (P%)	各乘潮历时的乘潮水位 (m)							
	1.0h	2.0h	3.0h	4.0h	5.0h	6.0h	7.0h	8.0h
10	5.38	5.24	5.05	4.8	4.54	4.26	4.00	3.72
20	5.18	5.05	4.86	4.64	4.37	4.11	3.87	3.59
30	5.00	4.89	4.71	4.51	4.26	4.01	3.77	3.51
40	4.83	4.7	4.55	4.31	4.09	3.88	3.66	3.44
50	4.63	4.51	4.33	4.11	3.89	3.72	3.50	3.29
60	4.36	4.21	4.07	3.85	3.68	3.51	3.30	3.13
70	3.98	3.86	3.72	3.51	3.25	3.23	3.06	2.96
80	3.60	3.52	3.39	3.19	3.04	2.95	2.83	2.69
90	3.21	3.09	3.01	2.90	2.75	2.67	2.55	2.43

2.3.3.5 航道主尺度

(1) 航道设计通航宽度

根据《海港总体设计规范》(JTS165-2013) 和《海轮航道通航标准》(JTS180-3-2018)，航道设计通航宽度是指航槽断面通航水深处两底边线之间的宽度，主要取决于船舶航行时，在水文、气象条件影响下船舶的航速、偏位、锚船效应、岸吸力等安全控制因素。通常航道水面宽度划分为航迹带宽度 A 、船舶间富裕宽度 b 、船舶与航道底边间的富裕宽度 c 等部分。

航道设计通航宽度按下式进行计算：

$$\text{单向航道: } W=A+2c;$$

$$\text{双向航道: } W=2A+b+2c; \quad A=n(L\sin Y+B)$$

式中： W —航道设计通航宽度 (m); A —航迹带宽度 (m); L —设计代表船型总长 (m); B —设计代表船型型宽 (m); n —船舶漂移倍数; Y —风、流压偏角 ($^\circ$); c —船舶与航道底边间的富裕宽度 (m)。

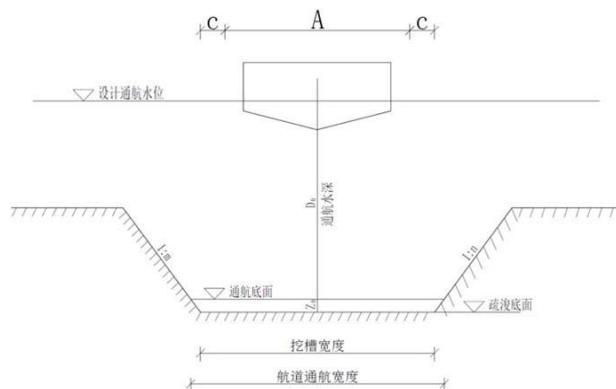


图 2.3-4 航道通航宽度计算示意图

本工程所在水域的底质大多为松散的砂或淤泥，对 c 值的控制因素主要是航速，根据《海港总体设计规范》(JTS165-2013) 和《海轮航道通航标准》(JTS180-3-2018)， c 值取值相关因素详见表 2.3-9。本工程设计代表船型为 20 万吨级散货船，船舶在 B1CD 航段航行航速可达 8 节~10 节，富裕宽度取 B；DE 航段航速可达 6 节~8 节，富裕宽度取 B；EF1 航段航行航速为 4 节~6 节，富裕宽度取 0.75B。

表 2.3-9 船舶与航道底边间的富裕宽度 c

项目	杂货船或集装箱船		散货船		油轮或其它危险品船	
航速 (kn)	≤ 6	> 6	≤ 6	> 6	≤ 6	> 6
c (m)	0.50B	0.75B	0.75B	B	B	1.50B

根据《海港总体设计规范》(JTS165-2013)，船舶漂移倍数 n 和风、流压偏角 γ 值按表 2.3-10 取值。《广西北部湾港总体规划修编潮流数学模型研究及泥沙回淤分析》(南京水利科学研究院，2016 年 12 月) 给出工程范围内各段潮流横向流速为 0.05~0.18m/s、局部介于 0.50m/s~0.75m/s，确定本工程船舶漂移倍数 $n=1.75\sim 1.81$ 倍，风、流压偏角取 3~5°；局部取 $n=1.59$ 倍，风、流压偏角取 10°。

表 2.3-10 船舶漂移倍数 n 和风、流压偏角 γ 值

风力	横风≤7 级				
	$V \leq 0.1$	$0.1 < V \leq 0.25$	$0.25 < V \leq 0.5$	$0.5 < V \leq 0.75$	$0.75 < V \leq 1.00$
N	1.81	1.75	1.69	1.59	1.45
$\gamma(^{\circ})$	3	5	7	10	14

本工程设计代表船型的单向通航宽度计算见表 2.3-11，航道宽度取 210~235m。

表 2.3-11 航道宽度计算表

航段	L	B	n	r	A=n (Lsinr+B)	C	W=A+2c	取值
B1~C 段	312	50	1.75	5	135.09	50	235.09	235
C~D 段	312	50	1.75	5	135.09	50	235.09	235
D~E 段	312	50	1.81	3	120.06	50	220.06	220
E~F1 段	312	50	1.75	5	135.09	37.5	210.09	210

(2) 航道设计水深及底高程

根据《海港总体设计规范》(JTS165-2013) 和《海轮航道通航标准》(JTS180-3-2018) 的规定, 航道设计水深 D 按下式进行计算:

$$D=D_0+Z_4$$

$$D_0=T+Z_0+Z_1+Z_2+Z_3$$

式中: D_0 —航道通航水深 (m); T —设计代表船型满载吃水(m); Z_0 —船舶航行时船体下沉值(m); Z_1 —船舶航行时龙骨下最小富裕深度(m); Z_2 —波浪富裕深度(m); Z_3 —船舶装载纵倾富裕深度(m), 散货船取 0.15m; Z_4 —备淤富裕深度(m), 取 0.4m。

航道设计水深 D 和设计底高程的计算结果见表 2.3-12。根据计算结果, 并结合与湾外至啄罗作业区段的衔接要求, B1CD 段航道设计底高程取-18.50m, DEF1 段设计底高程取-18.30m。

表 2.3-12 航道设计水深及底高程计算表

分段	T	Z ₀	Z ₁	Z ₂	Z ₃	D ₀	Z ₄	D	水位	航道计算底高程
B1~C 段	18.5	0.6	0.7	0.68	0.15	20.63	0.4	21.03	2.55	-18.48
C~D 段	18.5	0.6	0.7	0.72	0.15	20.67	0.4	21.07	2.55	-18.52
D~E 段	18.5	0.6	0.7	0.54	0.15	20.49	0.4	20.89	2.55	-18.34
E~F1 段	18.5	0.47	0.7	0.56	0.15	20.38	0.4	20.78	2.55	-18.23

(3) 航道设计边坡

参照《疏浚与吹填工程设计规范》(JTS185-5-2012), 并结合航道二期扩建工程和航道三期工程实施情况, 综合确定本工程航道边坡设计: 淤泥土类取 1:7, 3 至 5 级粘性土类取 1:3, 其余土质取 1:5。

(4) 航道转弯半径

根据《海港总体设计规范》(JTS165-2013) 和《海轮航道通航标准》(JTS180-3-2018), 航道转弯半径 R 和加宽方式根据航速、转向角 φ 和设计船长确定。

一般情况: 当转向角 $10 < \varphi \leq 30$, $R = (3 \sim 5)L$ 时, 可采用切角法进行加宽; 当转向角 $30 < \varphi \leq 60$, $R = (5 \sim 10)L$ 时, 可采用折线切割法进行加宽。本工程在 C 点、D 点和 E 点分别有一处转向角, 其中 C 点转向角 $\varphi=28^{\circ}05'$, D 点 $\varphi=42^{\circ}41'$, E 点 $\varphi=30^{\circ}20'$ 。根据《海港总体设计规范》(JTS 165-2013) 条文说明第 6.3.7 条, 转弯半径可按以下公式确定:

$$R = \frac{0.5 \cdot V_s \cdot L}{1 - \sin \frac{\phi}{2}}$$

式中： R —转弯半径（m）； V_s —船速（knots）； L —设计船长（m）； ϕ —转向角（°）。

根据以上分析，航道在 C、D、E 点分别有一转角，各拐点均采用三段折线切割法进行加宽，各拐点转弯半径取值见表 2.3-13。

表 2.3-13 拐点转弯半径取值表

拐点	航速 V_s (kn)	转向角 ϕ (°)	转弯半径计算值 $R_0(m)$	转弯半径取值 $R(m)$
C	8	28.08	1648	1650
D	6	42.68	1962	3000
E	6	30.34	1690	2500

2.3.4 配套工程

2.3.4.1 北海港域公共航道管养基地

（1）地理位置

为进一步完善北海港域航道管养基础设施，确保航道养护质量，本工程拟配套建设北海港域公共航道管养基地（简称“管养基地”）。

管养基地位于铁山港西港区啄罗作业区 2 号港池底部，西侧紧邻已建铁山港区执法码头、东侧相邻铁山港西港区北暮作业区南 10 号泊位（见图 2.3-5），主要为工作船提供靠泊服务、为人员提供物资补给。

（2）建设内容

管养基地拟建 3 个 1000 吨级工作船泊位，泊位总长 225m。码头平台采用预制高桩板梁框架结构，纵深 36m、顶高程 7.50m。码头平台自东向西依次布置物资应急存储场地、业务用房、停车棚、简易 ETC 大门，共用执法码头已建值班室，进港道路拟利用执法码头已建 4#路，给水、消防、供电、照明、通信、控制等配套设施均接入执法码头，与执法码头协调管理。码头前沿停泊水域宽 16m，回旋水域边界沿南 10 号泊位回旋水域布置、回旋半径 56.8m，停泊水域和回旋水域底高程均取-5.0m。建设内容包括码头水工建筑物（含码头水工和泥面线以下护岸加固）、港池疏浚，以及业务用房、进港道路等附属设施。

管养基地主要建设内容见表 2.3-14，平面布置见图 2.3-6。

表 2.3-14 北海港域公共航道管养基地主要建设内容

序号	项目	单位	数量	备注
1	泊位数量	个	3	1000吨级工作船泊位
2	泊位长度	m	225	
3	码头平台宽度	m	36	
4	码头平台顶高程	m	7.50	
5	港池底高程	m	-5.0	含停泊水域（宽16m）、回旋水域 (回旋圆半径56.8m)
6	水工平台面积	m ²	8100	
7	业务用房	m ²	640*2	1座， 2层
8	停车棚	m ²	432	
9	污水处理设施	/	/	1座化粪池（有效容积9m ³ ）、1座 调节池（有效容积9.5m ³ ）

（3）设计船型

管养基地设计船型主尺度见表 2.3-15。

表 2.3-15 设计船型主尺度表

船舶名称	船舶类型	船型尺度 (m)			
		总长	型宽	型深	吃水
100 吨级工作船	设计船型	20	5.2	2.5	1.05
500 吨级工作船		40	7.2	4.0	3.5
1000 吨级工作船		60	7.8	4.7	4.0

（4）装卸工艺

管养基地主要为工作船提供靠泊服务、为人员提供物资补给，主要装卸的货物为生活物资或应急物资，均为件杂货。主要装卸工艺如下：

- ①装卸船作业：考虑到货物装卸运量不明确，作业随机性较大，通过租用一台额定起重量 25t 汽车吊进行物资装卸船作业。
- ②水平运输：货物为件杂货，水平运输采用牵引平板车。
- ③人员上下船：工作人员通过船上自带悬桥或舢舨上、下船。

（5）管养基地定员

管养基地工作人员定员 42 人，运营天数 365 天，采用 24 小时值班制。

（6）水工建筑物

码头水工为预制高桩板梁框架结构，护岸采用斜坡式+挡墙结构。

码头前沿结构长度为 225m，平台宽度为 36m。水工平台采用预制高桩板梁框架结构，分为 5 个结构段，每个结构段长 45m，每个结构段含 5 个排架，间距为 8m。桩基采用 PHC1000-C-130 预应力管桩，每榀排架布置 6 根直桩。桩顶为现浇桩帽，前沿桩帽下部连接预制靠船构件；横梁为倒 T 型结构，下横梁部分预制，现浇节点和上横梁现浇成型，然后安装预制纵梁和预制面板再现浇上横梁。横梁总高度 2.45m，其中下横梁高度 0.65m，宽度 1.2m，上横梁高度 1.4m，宽度 0.8m。纵梁为叠合梁，分为预制和现浇两部分，预制纵梁安装在下横梁上，剩余部分与上横梁现浇连接。预制纵梁高度均为 1.4m，梁宽 0.6m。面板采用叠合式，分为预制部分和现浇部分，其中预制部分厚 200mm，现浇部分厚 200mm。磨耗层厚度为 50mm~160mm。码头顶面布置 350kN 系船柱和系船环，每榀排架前方竖向连续布置 3 个 SA500H×1500L 标准反力型橡胶护舷。为方便上下船，每个结构段均布置高潮步梯和低潮步梯，共设置 5 处高潮步梯和 5 处低潮步梯。

护岸结构为斜坡式结构型式，全部建设于自然泥面线以下。护岸坡度为 1:3.5，在高程-1.3m 处设置 2.2m 宽平台。在高程-1.3m 以下，护岸结构从内至外依次铺设复合土工布两层、600mm 厚级配碎石反滤和 600mm 厚二片石垫层，抛石两层 700mm 厚、单块重量大于 120kg 的块石；-1.0m 以上，护岸结构从内至外依次铺设复合土工布两层、600mm 厚二片石垫层级配碎石反滤、600mm 厚二片石垫层、600mm 厚 50~100kg 块石垫层，最外层安放 L=1000mm、厚度 600mm 预制四脚空心方块。

接岸结构采 C30 砼衡重式挡土墙。挡土墙高 4.5m，底宽 3.0m，台宽 1.4m，顶宽 1.6m，前趾长 0.6m。挡土墙基槽开挖结合护岸开挖进行，开挖基槽底高程为 2.0m，墙后开挖边坡为 1:1.5。挡土墙开挖后恢复面层，墙后回填块石（碎石填缝），基底自上而下设 100mmC20 砼垫层、900mm 抛石基床。

码头结构断面图见图 2.3-7。

（7）其他附属设施

①生产辅助建筑物

生产辅助建筑物包括物资应急储存场地、业务用房、停车棚、简易 ETC 大门。

②给水、消防

港区设置两个独立的给水系统，一为船舶、生活、环保给水系统，二为消火栓消防给水系统。生活水源从后方市政管网接入，管径为 DN100mm；消防用水水源从铁山港区执法码头消防给水管网接入，管径为 DN150mm。船舶、生活、环保给水系统干管管径为 DN110mm，成枝状布置给水管道接入点位港区大门附近，延伸至各用水点，泊位前方设置 3 个船舶供水栓，供给船舶用水。消防系统采用独立的供水管网，干管管径为 DN160mm，管网成环状布置。

③排水采用雨污分流制

港区降雨为洁净雨水，雨水排水系统利用港区自然坡面直接排放入海。

管养基地自建 1 座化粪池（有效容积 9m³），生活污水通过化粪池收集处理后排入污水调节池（有效容积为 9.5m³），采用槽车定期清抽送至铁山港区生活污水处理厂进一步处理；具备接管条件后，通过市政污水管网输送至铁山港区生活污水处理厂进一步处理。

④供电、照明

10kV 电源拟从附近公共执法码头变电所引接或附近市电引接。码头生产、辅助设施及照明用电采用 380V/220V 电压配电，船舶岸电采用 0.4kV/50Hz 供电。车棚附近设 10kV 箱式变电站（1×500kVA），变电所内设置高、低压配电装置、配电变压器和岸电隔离装置及控制柜。10kV 电源经配电变压器降压后供岸电（码头前沿设 6 个低压岸电接电箱）、车棚充电桩、综合办公楼、2 座中杆灯、9 套投光灯及 3 座路灯等用电。10kV 段采用双电源进线，第二电源根据需求实施或预留。

电力电缆采用穿管或电缆沟槽方式敷设。电缆埋管在跨越人行道部分穿管埋深不小于 0.7m，在跨越车行道部分穿管埋深不小于 1m。

2.3.4.2 导助航工程

（1）助导航设施现状

铁山港进港航道现有公用航道灯浮标共 37 座，其中左侧 18 座，右侧 19 座。本工程现状为 10 万吨级航道，航道起点为现状铁山港 14 号灯浮，终点为铁山港 31 号灯浮。航标配布情况见表 2.3-16。

表 2.3-16 铁山港进港航道现状航标配布情况表

序号	航标名称	位置	灯质	射程 (n mile)	备注
1	铁山港 1 号灯浮	109°34'1.30"E、21°21'24.60"N	单闪光(1)绿 4 秒	3	右侧标
2	铁山港 2 号灯浮	109°33'46.60"E、21°21'21.90"N	单闪光(1)红 4 秒	3	左侧标
3	铁山港 3 号灯浮	109°33'46.90"E、21°22'29.70"N	单闪光(1)绿 4 秒	3	右侧标
4	铁山港 4 号灯浮	109°33'34.30"E、21°22'27.40"N	单闪光(1)红 4 秒	3	左侧标
5	铁山港 5 号灯浮	109°33'33.50"E、21°23'35.00"N	单闪光(1)绿 4 秒	3	右侧标
6	铁山港 6 号灯浮	109°33'20.90"E、21°23'32.70"N	单闪光(1)红 4 秒	3	左侧标
7	铁山港 7 号灯浮	109°33'20.20"E、21°24'40.30"N	混合联闪光(2+1) 绿 12 秒	3	右侧标
8	铁山港 8 号灯浮	109°33'7.60"E、21°24'38.00"N	单闪光(1)红 4 秒	3	左侧标
9	铁山港 9 号灯浮	109°33'6.80"E、21°25'45.60"N	单闪光(1)绿 4 秒	3	右侧标
10	铁山港 10 号灯浮	109°32'50.50"E、21°25'59.70"N	单闪光(1)红 4 秒	3	左侧标
11	铁山港 11 号灯浮	109°32'53.50"E、21°26'50.70"N	联闪光(2)绿 6 秒	3	右侧标
12	铁山港 12 号灯浮	109°32'37.20"E、21°27'6.40"N	联闪光(3)红 10 秒	3	左侧标
13	铁山港 13 号灯浮	109°32'56.30"E、21°27'26.40"N	联闪光(3)绿 10 秒	3	右侧标
14	铁山港 14 号灯浮	109°33'16.20"E、21°28'7.80"N	单闪光(1)绿 4 秒	3	右侧标
15	铁山港 15 号灯浮	109°33'9.50"E、21°28'16.40"N	混合联闪光(2+1) 红 6 秒	3	左侧标
16	铁山港 16 号灯浮	109°33'45.00"E、21°29'10.50"N	混合联闪光(2+1) 红 6 秒	3	左侧标
17	铁山港 17 号灯浮	109°33'51.20"E、21°29'5.10"N	单闪光(1)绿 4 秒	3	右侧标
18	铁山港 18 号灯浮	109°34'1.20"E、21°29'22.70"N	单闪光(1)红 4 秒	3	左侧标
19	铁山港 19 号灯浮	109°34'59.00"E、21°29'54.50"N	联闪光(2)绿 6 秒	3	右侧标
20	铁山港 20 号灯浮	109°34'52.20"E、21°29'59.50"N	联闪光(2)红 6 秒	3	左侧标
21	铁山港 21 号灯浮	109°35'46.90"E、21°30'39.60"N	联闪光(3)红 10 秒	3	左侧标
22	铁山港 22 号灯浮	109°36'17.10"E、21°30'51.40"N	联闪光(3)绿 10 秒	3	右侧标
23	铁山港 23 号灯浮	109°36'17.80"E、21°32'3.80"N	单闪光(1)红 4 秒	3	左侧标
24	铁山港 24 号灯浮	109°36'34.00"E、21°32'27.00"N	单闪光(1)绿 4 秒	3	右侧标
25	铁山港 25 号灯浮	109°36'19.10"E、21°32'39.10"N	单闪光(1)红 4 秒	3	左侧标
26	铁山港 26 号灯浮	109°36'1.80"E、21°33'23.30"N	单闪光(1)红 4 秒	3	左侧标
27	铁山港 27 号灯浮	109°36'9.90"E、21°33'26.20"N	单闪光(1)绿 4 秒	3	右侧标
28	铁山港 28 号灯浮	109°35'40.70"E、21°34'14.80"N	混合联闪光(2+1) 红 6 秒	3	左侧标
29	铁山港 29 号灯浮	109°35'50.20"E、21°34'14.18"N	单闪光(1)绿 4 秒	3	右侧标
30	铁山港 30 号灯浮	109°35'28.40"E、21°34'46.00"N	单闪光(1)红 4 秒	3	左侧标
31	铁山港 31 号灯浮	109°35'30.80"E、21°35'0.80"N	单闪光(1)绿 4 秒	3	右侧标
32	铁山港 32 号灯浮	109°35'11.30"E、21°35'17.40"N	联闪光(2)红 6 秒	3	左侧标
33	铁山港 33 号灯浮	109°34'59.20"E、21°36'17.50"N	联闪光(3)绿 10 秒	3	右侧标
34	铁山港 34 号灯浮	109°34'57.90"E、21°35'53.90"N	单闪光(1)红 4 秒	3	左侧标
35	铁山港 35 号灯浮	109°34'49.20"E、21°36'32.40"N	单闪光(1)绿 4 秒	3	右侧标
36	铁山港 36 号灯浮	109°34'47.50"E、21°36'22.30"N	单闪光(1)红 4 秒	3	左侧标
37	铁山港 37 号灯浮	109°34'36.80"E、21°37'2.70"N	联闪光(2)绿 6 秒	3	右侧标

（2）灯浮标迁移方案

本工程需要迁移改造现状灯浮标 20 座，公共航道管养基地新增 1 座灯浮标，灯浮标迁移布设方案见表 2.3-17。

表 2.3-17

灯浮标迁移布设方案

航标名称	航标性质	航标种类	航标功能	经度	维度	灯质	颜色	备注
铁山港 H2 号灯浮	专用航标	灯浮标	左侧标	109°32'59.70"E	21°28'11.10"N	联闪光(2)红 6 秒	红	利用原标
铁山港 72 号灯浮	公用航标	灯浮标	右侧标	109°33'16.19"E	21°28'7.79"N	单闪光(1)绿 4 秒	绿	迁移原 14 号标并调整编号
铁山港 73 号灯浮	公用航标	灯浮标	推荐航道 左侧标	109°33'6.16"E	21°28'17.78"N	混合联闪光(2+1)红 6 秒	红	迁移原 15 号标并调整编号
铁山港 74 号灯浮	公用航标	灯浮标	推荐航道 左侧标	109°33'51.67"E	21°29'4.53"N	混合联闪光(2+1)红 6 秒	红	迁移原 16 号标并调整编号
铁山港 75 号灯浮	公用航标	灯浮标	右侧标	109°33'46.66"E	21°29'13.99"N	单闪光(1)绿 4 秒	绿	迁移原 17 号标并调整编号
铁山港 76 号灯浮	公用航标	灯浮标	左侧标	109°34'0.71"E	21°29'23.28"N	单闪光(1)红 4 秒	红	迁移原 18 号标并调整编号
铁山港 77 号灯浮	公用航标	灯浮标	右侧标	109°34'59.46"E	21°29'53.93"N	联闪光(2)绿 6 秒	绿	迁移原 19 号标并调整编号
铁山港 78 号灯浮	公用航标	灯浮标	左侧标	109°34'51.52"E	21°30'0.3"N	联闪光(2)红 6 秒	红	迁移原 20 号标并调整编号
铁山港 79 号灯浮	公用航标	灯浮标	左侧标	109°35'45.45"E	21°30'41.55"N	联闪光(3)红 10 秒	红	迁移原 21 号标并调整编号
铁山港 80 号灯浮	公用航标	灯浮标	右侧标	109°36'16.89"E	21°30'50.34"N	联闪光(3)绿 10 秒	绿	迁移原 22 号标并调整编号
铁山港 81 号灯浮	专用航标	灯浮标	左侧标	109°36'10.30"E	21°31'21.90"N	连续快闪光(1)红 1 秒	红	利用原 22A 号标并调编号
铁山港 82 号灯浮	公用航标	灯浮标	左侧标	109°36'16.81"E	21°32'4.12"N	单闪光(1)红 4 秒	红	迁移原 23 号标并调整编号
铁山港 83 号灯浮	公用航标	灯浮标	右侧标	109°36'33.99"E	21°32'27"N	单闪光(1)绿 4 秒	绿	迁移原 24 号标并调整编号
铁山港 84 号灯浮	公用航标	灯浮标	左侧标	109°36'19.39"E	21°32'39.17"N	单闪光(1)红 4 秒	红	迁移原 25 号标并调整编号
铁山港港龙该码头 G1 号灯浮	专用航标	灯浮标	推荐航道 左侧标	109°36'5.35"E	21°33'12.50"N	混合联闪光(2+1)红 6 秒	红	利用原标
铁山港 85 号灯浮	公用航标	灯浮标	左侧标	109°36'11.14"E	21°33'26.64"N	单闪光(1)红 4 秒	红	迁移原 26 号标并调整编号
铁山港 86 号灯浮	公用航标	灯浮标	右侧标	109°36'2.38"E	21°33'23.5"N	单闪光(1)绿 4 秒	绿	迁移原 27 号标并调整编号
信义码头 X1 号灯浮	专用航标	灯浮标	左侧标	109°35'44.50"E	21°34'5.10"N	联闪光(2)红 6 秒	红	利用原标
铁山港 87 号灯浮	公用航标	灯浮标	左侧标	109°35'51.51"E	21°34'14.72"N	混合联闪光(2+1)红 6 秒	红	迁移原 28 号标并调整编号
铁山港 88 号灯浮	公用航标	灯浮标	右侧标	109°35'41.34"E	21°34'15.02"N	单闪光(1)绿 4 秒	绿	迁移原 29 号标并调整编号
榄根作业区 D2 号灯浮	专用航标	灯浮标	推荐航道 右侧标	109°35'38.78"E	21°34'41.46"N	混合联闪光(2+1)绿 6 秒	绿	利用原标，迁移至新标位
铁山港 89 号灯浮	公用航标	灯浮标	左侧标	109°35'28.65"E	21°34'46.09"N	单闪光(1)红 4 秒	红	迁移原 30 号标并调整编号
铁山港 90 号灯浮	公用航标	灯浮标	右侧标	109°35'30.8"E	21°35'0.8"N	单闪光(1)绿 4 秒	绿	迁移原 31 号标并调整编号
铁山港管养基地 G1	专用航标	灯浮标	南方位标			甚快闪加长闪(6)+(1)白 10 秒	白	新增设

2.3.4.3 数字化方案

本工程依据现有测量成果对电子海图进行矢量图制作，纳入现有广西 VTS 系统。

2.3.5 依托工程

根据《北部湾港总体规划（2035 年）》，考虑北、钦、防三市水资源一体规划、统筹利用，将水域锚地划分为外锚地、防城湾锚地、钦州湾锚地、铁山湾锚地等。

其中 5#锚地为距离铁山港进港航道最近的大型船舶锚地，锚泊船型为 30 万吨级及以下船舶，锚地面积 88.8km^2 ，可供本工程设计代表船型锚泊。

2.4 施工方案

2.4.1 疏浚工程

2.4.1.1 疏浚土类型

按照《疏浚与吹填工程设计规范》（JTS181-5-2012），本工程疏浚土分类及开挖边坡比见表 2.4-1。

表 2.4-1 疏浚土类型及开挖边坡比汇总表

岩土类别	岩土名称	疏浚级别	开挖坡比
填土类	素填土	1 级	1:7
	素填土	4 级	1:3
	素填土	6 级	1:5
淤泥土类	淤泥	1 级	1:7
	淤泥质黏土	2 级	1:7
砂土类	砂土	6 级	1:5
	砂土	7 级	1:5
	砂土	8 级	1:5
碎石土类	圆砾	9 级	1:5
粘性土类	粉质粘土	3 级	1:3
	粉质粘土	4 级	1:3
	粉质粘土	5 级	1:3

2.4.1.2 疏浚范围

本工程疏浚范围总面积约 544.2hm^2 （包含疏浚边坡在内的实际开挖范围）。其中，航道疏浚面积为 541.96hm^2 ；管养基地港池疏浚面积为 1.78hm^2 、码头护岸开挖面积

0.81hm²。

航道疏浚范围见图 2.4-1，管养基地港池疏浚和护岸开挖范围见图 2.4-2；拟建航道各航段典型开挖断面见图 2.4-3。

2.4.1.3 疏浚工程量

本工程疏浚工程量为 2495.26 万 m³，其中航道疏浚量为 2484.16 万 m³（含施工期回淤量 212 万 m³，1 年试运营期回淤量 80 万 m³）、管养基地疏浚开挖量为 11.1 万 m³，见表 2.4-2。

表 2.4-2 本工程疏浚工程量统计表

工程组成	土类	级别	分土类汇总 (万 m ³)
航道工程	填土类	1 级	47.68
		4 级	
		6 级	
	淤泥土类	1 级	419.45
		2 级	
	粘性土类	3 级	490.91
		4 级	
		5 级	
	砂土类	6 级	1152.26
		7 级	
		8 级	
	碎石土类	9 级	81.86
	小计		2192.16
	施工期回淤量		212
	试运行期维护量		80
	合计		2484.16
管养基地	粘性土类	5 级	11.1
	砂土类	7 级	
总计			2495.26

2.4.1.4 疏浚施工方案

(1) 航道疏浚方案

航道疏浚拟采用 10000m³耙吸式挖泥船和 18m³抓斗式挖泥船组合施工，疏浚方式见表 2.4-3。

表 2.4.3 疏浚土疏浚方式汇总表

岩土类别	岩土名称	疏浚级别	疏浚工程量	疏浚方式
填土类	素填土	1 级	47.68	4 艘 10000m ³ 耙吸式挖泥船
	素填土	4 级		
	素填土	6 级		
淤泥土类	淤泥	1 级	419.45	
	淤泥质黏土	2 级		
砂土类	砂土	6 级	1152.26	
	砂土	7 级		
	砂土	8 级		
碎石土类	圆砾	9 级	81.86	
施工期回淤量			212	
试运行期维护量			80	
粘性土类	粉质粘土	3 级	490.91	2 艘 18m ³ 抓斗式挖泥船配 4 艘泥驳
	粉质粘土	4 级		
	粉质粘土	5 级		

(2) 配套管养基地港池疏浚方案

配套管养基地港池砂土类拟采用 2 艘 1000m³ 耙吸挖泥船进行疏浚施工；粘土类拟采用 1 艘 13m³ 抓斗挖泥船配备 2 艘泥驳进行疏浚施工。

2.4.1.5 疏浚施工工艺

(1) 耙吸式挖泥船施工工艺

①施工流程

耙吸式挖泥船整个施工过程可分为疏浚前检查、下耙、装舱、起耙和抛泥（卸泥）共五大部分。自航耙吸式挖泥船的施工工艺流程见图 2.4-4 和图 2.4-5。

本工程疏浚挖泥采用“装舱溢流法”，即疏浚施工时产生的泥水进行溢流处理，耙吸船可基本满载。

“装舱溢流法”是耙吸式挖泥船最常用的主要施工方法。作业时，挖泥船在挖槽内开挖，将泵吸泥浆装入泥舱。耙吸挖泥船的额定泥舱舱容系指该船设计最大舱容，也是正常施工条件下应该充分利用的舱容。泥舱载重量则为额定舱容与设计泥浆容重的乘积。除疏浚天然容重小的浮泥和细颗粒泥沙或特别短程抛泥外，一般待泥浆装满到调定的舱容后，为了增加装舱土方量，都采用继续一段时间的溢流。在溢流过程中，较粗的泥沙颗粒和土块在舱内沉淀，细颗粒泥沙随同溢流出舱的水体流出舱外。从放耙、泵吸装舱、溢流、停泵收耙、航行、抛泥、返航到再放耙（包括历次调头在内）

为一次装舱施工作业循环。

③抛卸工艺

本工程拟采用“舱底抛泥”方式抛卸疏浚物。耙吸船设有舱底泥门，通过液压控制可以开启泥门，舱内的泥沙在自身重力作用下会流出泥舱逐渐沉积至水底。采用此种抛泥方式，在水深条件满足时，尽可能将泥门全部打开，这样可以节省抛泥时间，有利于施工进度。同时，可以避免由于泥浆中存在的某些大型物体，如石块、木头、废钢铁等夹在泥门和门框之间，将泥门部件损坏，或降低其密封性。配有泥舱高压冲水的耙吸船，还可应用高压冲水进行舱内冲洗，使淤积的泥沙尽可能全部抛净。

（2）抓斗挖泥船施工工艺流程

抓斗挖泥船由操作员进行控制，首先在空中张开空斗，然后放线，依靠抓斗自身的重量切入岩土层，严格控制切入深度，操作员操作闭合泥斗，将装满疏浚土的泥斗提升至水面以上，转动斗臂将重斗移到泥驳上方，开斗卸泥，然后再反向转动斗臂挖泥。抓斗挖泥船左右两侧轮流停靠泥驳，待一侧泥驳装满后，抓斗船继续往另外一侧泥驳进行装驳作业。满驳的泥驳按规定航线，航行至指定区域进行抛卸。抛卸完毕后返回至抓斗挖泥船一侧，等待装驳。如此循环作业。具体流程图见图 2.4-7。

2.4.2 疏浚物处置

2.4.2.1 疏浚物处置方式

（1）疏浚物处置方式

本工程疏浚物总量 2495.26 万 m³，处置方式包括疏浚物（海砂）海上接驳交割拍卖 702.12 万 m³、疏浚物（海砂）和碎石艏吹上岸 532 万 m³、外抛至海洋倾倒区 1261.14 万 m³，处置去向见表 2.4-4 和图 2.4-8。

表 2.4-4

本工程疏浚物处置方式汇总表

序号	处理方式		数量(万 m ³)		疏浚土类型	疏浚土对应航段	平均运距/吹距					
1	海砂海上接驳交割拍卖		海上接驳交割区 (简称海上转运区)		702.12 (全部交割拍卖)	702.12	砂土类	K07+600~K15+154	水上运距 50km			
2	舶吹上岸	南侧临时堆存区		317 (全部上岸拍卖)		532	砂土类	K00+000~K06+100	水上运距 5.0km, 吹距 2.5km (水上管线 2km, 陆上管线 0.5km)			
		和润临时堆存区		215 (22 万 m ³ 用于地块吹填成陆, 剩余 193 万 m ³ 上岸拍卖)			砂土类、碎石土类	K06+100~K15+154	水上运距 12.5km, 吹距 2.5km (水上管线 2km, 陆上管线 0.5km)			
3	外抛至海洋倾倒区	铁山港外临时性海洋倾倒区		91.14		1261.14	填土类、淤泥土类、粘性土类	全航段	水上运距 55km			
		钦州倾倒区 A 区		700					水上运距 155km			
		钦州倾倒区 B 区		470					水上运距 155km			
合计				2495.26								

2.4.2.2 海砂海上接驳交割拍卖

（1）海上接驳交割区（海上转运区）

本工程拟将 702.12 万 m^3 砂土运至海上接驳交割区（海上转运区）进行拍卖，海上转运区位于规划铁山湾 3#锚地区东北角，尺寸为 500m×500m，水深满足需求，不需要疏浚，具体位置见图 2.4-8。

（2）海上接驳方式

10000m³ 自航耙吸式挖泥船将砂土运至海上转运区内进行海上接驳，通过耙吸船侧面伸出的一根管泵将砂土送至过驳船中，在输送过程中要应控制泵送流量，防治溢舱的情况。

（3）海砂海上接驳交割拍卖手续办理

在开展海砂海上接驳交割拍卖前，建设单位需商请北海市自然资源局出具允许疏浚物（海砂）海上接驳交割拍卖的书面意见，明确海上接驳交割量。并与北海市自然资源局签订疏浚物（海砂）海上拍卖处置协议，明确海砂进入海上接驳交割区后权属归北海市自然资源局所有，海砂海上接驳交割过程中的环境污染防治费用及防治责任由北海市自然资源局负责。

2.4.2.3 疏浚物艏吹上岸

（1）疏浚物艏吹上岸方案

为充分利用海砂资源，本工程拟将 317 万 m^3 砂土采取耙吸船艏吹至南侧临时堆存区，临时堆存后拍卖；将 215 万 m^3 砂土采取耙吸船艏吹至和润临时堆存区，其中 22 万 m^3 用于该地块吹填成陆，剩余 193 万 m^3 临时堆存后拍卖。

（2）艏吹区设计方案

艏吹区作为施工期间大型耙吸式挖泥船临时锚泊并进行疏浚物艏吹上岸作业水域使用，按照满足10000m³大型耙吸式挖泥船艏吹作业所需施工作业面要求，确定艏吹区设计尺度为250m×350m（见图2.4-10），用海面积约8.75hm²。现状水深满足设计底高程-10m的要求，无需开展疏浚作业。

（3）临时堆存区土地权属

①南侧临时堆存区

南侧临时堆存区位于北海市铁山港啄罗作业区 1 号突堤陆侧，包括 5 个地块，其

中 4 个地块已取得建设用地使用权证书、1 个地块已取得海域使用权证书并通过填海竣工海域使用验收，权利人均位北海市路港建设投资开发有限公司（见表 2.4-5 和图 2.4-11）。

②和润临时堆存区

和润临时堆存区位于铁山港啄罗作业区 2 号突堤陆侧，包括 2 个地块，均已取得海域使用权证书，具体为大豆饲料蛋白项目（桂（2023）北海市不动产权第 0093049 号）、润华仓储物流项目（桂（2023）北海市不动产权第 0093006 号），并已取得《广西壮族自治区海洋局关于大豆饲料蛋白项目继续填海有关事项的批复》（桂海函〔2022〕887 号）、《广西壮族自治区海洋局关于润华仓储物流项目继续填海有关事项的批复》（桂海函〔2022〕884 号），见表 2.4-6 和图 2.4-11。

表 2.4-5

南侧临时堆存区地块权属信息

序号	权利人	证书编号	权利类型	用途	面积 (公顷)	使用期限	备注
1	北海市路港建设投资开发有限公司	桂（2021）北海市不动产权第 0080700 号	国有建设用地使用权	仓储用地、工业用地	37.242389	2015.9.14-2065.9.13	
3		桂（2022）北海市不动产权第 0002052 号		仓储用地、工业用地	41.253481	2015.12.2-2065.12.2	
4		桂（2021）北海市不动产权第 0080703 号		仓储用地、工业用地	43.235143	2015.10.13-2065.10.12	
5		桂（2021）北海市不动产权第 0080712 号		仓储用地、工业用地	43.650334	2015.12.2-2065.12.1	
6	北海市路港建设投资开发有限公司	桂（2018）北海市不动产权第 0022588 号 (项目名称：铁山港区汇通仓储物流项目)	海域使用权	交通运输用海/ 港口用海 (用海方式为建设填海造地)	39.337	2018.3.30-2068.3.30	已通过填海竣工海域使用验收（桂海函〔2021〕350号）：实际填海 30.9233 公顷，剩余 8.4137 公顷不再实施填海。

表 2.4-6

和润临时堆存区地块权属信息

序号	权利人	项目名称	证书编号	权利类型	用途	用海方式	面积(公顷)	使用期限	备注
1	北海市路港仓储有限公司	大豆饲料蛋白项目	桂（2023）北海市不动产权第 0093049 号	海域使用权	工业用海/其它工业用海	建设填海造地	34.2045	2014.12.17-2064.12.16	已取得《广西壮族自治区海洋局关于大豆饲料蛋白项目继续填海有关事项的批复》（桂海函〔2022〕887号）
2		润华仓储物流项目	桂（2023）北海市不动产权第 0093006 号		交通运输用海/港口用海				已取得《广西壮族自治区海洋局关于润华仓储物流项目继续填海有关事项的批复》（桂海函〔2022〕884号）

(4) 临时堆存区船吹上岸和临时围堰建设方案

1) 南侧临时堆存区

① 船吹上岸方案

南侧临时堆存区 5 个地块现状地面高程在 6.1~11.9m 之间，平均高程约 7.4m，通过四周增设临时围填（高程+12.8m）的方式，围堰内形成临时堆存区总面积约 145.14 万 m²，可容纳疏浚土约 626 万 m³。拟考虑将本工程 317 万 m³ 砂土采用船吹的施工工艺输送至南侧临时堆存区，吹距 2.5km。

② 临时围堰建设方案

临时堆存区边界四周布置有围堰，南区由于面积较大，内部还设有分隔围堰，以有利于加长泥浆流程和泥沙沉淀。由于是在已吹填成陆的场地内进行二次吹填，本次临时堆存区新建的外部围堰和分隔围堰均按临时建筑物考虑。

外围堰采用大型充填砂袋作为堤身结构，充填砂袋材料采用断裂强度为 40KN/m 的编织土工布，充填砂考虑取自现场回填砂或本工程疏浚砂。围堰分两级修筑，两级顶宽均为 2.0m，内、外侧坡率均为 1:1.5。施工前，第一级围堰所在区域先平整场地至高程 7.0m。为减少泥水外渗，围堰内侧坡面先铺设两层密封膜，再铺设一层 200g/m² 无纺土工布作为防渗层。

分隔围堰通过推填吹填砂料形成堤身结构。分隔围堰分两级填筑，顶宽均为 2.0m，两侧坡率均为 1:2，出水口端部坡率均为 1:3。第一级顶高程为 10.0m，第二级顶高程为 12.5m。分隔围堰出水口的位置和底宽由现场根据吹填管线的布置，以有利于加长泥浆流程和泥沙沉淀的原则确定。

溢流口设置在东北角，并在溢流口设置双侧防污帘。

南侧临时堆存区临时围堰平面布置图见图 2.4-12、断面图见图 2.4-13。

2) 和润临时堆存区

① 船吹上岸方案

和润临时堆存区 2 个地块四周已建有围堰，场地内约 11.2 万 m² 区域未达到设计填海顶标高+7.5m 要求，拟采用本工程 22 万 m³ 疏浚土（砂土、碎石）用于该地块吹填成陆（溢流口设置于围堰东侧）；地块通过填海竣工海域使用验收后，通过四周增设临时围填（高程+13m）的方式，围堰内形成临时堆存区总面积约 38.7 万 m²（平均高程

+7.5m），可容纳本工程 193 万 m³ 疏浚砂土。

因此，拟将本工程 215 万 m³ 疏浚物（砂土、碎石）采用艏吹的施工工艺输送至和润临时堆存区，吹距 2.5km。其中 22 万 m³（砂土、碎石）用于该地块陆域形成；通过四周增设临时围填（高程+13m）的方式，容纳剩余 193 万 m³ 砂土。

②临时围堰建设方案

临时堆存区边界四周布置有围堰，由于是在已吹填成陆的场地内进行二次吹填，本次临时堆存区新建的围堰按临时建筑物考虑。

新建的围堰采用大型充填砂袋作为堤身结构，充填砂袋材料采用断裂强度为 40kN/m 的编织土工布，充填砂考虑取自现场回填砂或本工程疏浚砂。围堰分两级修筑，一二级边坡砂袋高度分别是 3m 和 2.5m，两级顶宽均为 2.0m，内、外侧坡率均为 1:1.5。施工前，第一级围堰所在区域先平整场地至地面平均高程。为减少泥水外渗，围堰内侧坡面先铺设两层密封膜，再铺设一层 200g/m² 无纺土工布作为防渗层。各临时堆存区的堆存高度均为 5m。

临时堆存区设 1 座溢流口，并在溢流口设置双侧防污帘。

和润临时堆存区现状见图 2.4-14，吹填范围及填海验收后临时围堰平面布置见图 2.4-15，临时围堰断面图见图 2.4-16。

（5）艏吹上岸施工方案

耙吸船航行至艏吹区，根据潮流方向确定耙吸船锚泊位置，接管交通船协助将管头钢索与耙吸船吊索联接，耙吸船吊起管头，使船艏接口与水上自浮管线管头连接并锁闭，开启泥泵通过输泥管线将疏浚土输送至接力泵船接力吹填至临时堆存区，待舱内疏浚土吹净后，耙吸船根据管线的长度继续吹清水，以保证泥土不沉积在排泥管线内，造成泥土堵管现象发生，吹清水完毕后，在耙吸船上值班水手长的统一指挥下，断开管头联接，耙吸船起锚驶离艏吹区。

（6）疏浚物艏吹上岸手续办理

在开展疏浚物艏吹上岸前，建设单位需与北海市铁山港区人民政府签订疏浚物（海砂）上岸拍卖处置协议，明确疏浚物（海砂）上岸拍卖量、临时堆存地块和堆存周期，明确疏浚物（海砂）上岸后权属归北海市铁山港区人民政府所有，明确疏浚物（海砂）上岸后临时堆存、转运、处置过程中环保、水土保持防治费用及防治责任由北海市铁山港区人民政府负责。

2.4.2.4 疏浚土外抛海洋倾倒区

（1）疏浚物外抛量

本工程疏浚物总量 2495.26 万 m³，其中外抛至海洋倾倒区 1261.14 万 m³，见表 2.4-7 和图 2.4-8。

表 2.4-7 本工程疏浚物外抛倾倒区统计表

编号	倾倒区名称	计划倾倒量（万 m ³ ）	平均运距（km）
1	铁山港外临时性海洋倾倒区	91.14	55
2	钦州倾倒区 A 区	700	155
3	钦州倾倒区 B 区	470	155
4	合计	1261.14	

（2）疏浚物外抛可行性分析

2022 年 3 月，生态环境部、自然资源部联合印发《全国海洋倾倒区规划（2021-2025 年）》（环海洋〔2022〕16 号，见附件 7.1），对规划期内的沿海倾倒区布局进行了优化调整。根据《规划》，南海海域布设 51 个规划倾倒区，其中广西规划倾倒区共 8 个，分布在防城港、钦州和北海的沿岸和远海海域，主要服务于广西北部湾港各港区建设产生疏浚物的处置需要。广西规划的 8 个倾倒区中，目前已获生态环境部批复可使用的海洋倾倒区有 5 个，包括钦州港 30 万吨级进港航道疏浚工程疏浚物临时性海洋倾倒区 A 区（规划名：钦州湾外倾倒区）和 B 区（规划名：钦州湾外远海倾倒区）、铁山港外临时性海洋倾倒区（规划名：铁山港外倾倒区）、防城港 2 号倾倒区（规划名：防城港 2 号倾倒区）、廉州湾外倾倒区。

①根据《关于发布 2021 年全国可继续使用倾倒区和暂停使用倾倒区名录的公告》（生态环境部公告，2021 年第 8 号），钦州港 30 万吨级进港航道疏浚工程疏浚物临时性海洋倾倒区 A 区是由 108°28'00"E, 21°20'28"N; 108°28'00"E, 21°22'40"N; 108°31'00"E, 21°22'40"N; 108°31'00"E, 21°40'28"N 四点所围成的海域，面积 21km²（见附件 7.2），年控制倾倒容量为 1400 万 m³。

②根据《关于发布 2021 年全国可继续使用倾倒区和暂停使用倾倒区名录的公告》（生态环境部公告，2021 年第 8 号），钦州港 30 万吨级进港航道疏浚工程疏浚物临时性海洋倾倒区 B 区是由 108°25'00"E, 21°15'00"N; 108°25'00"E, 21°17'00"N; 108°25'40"E, 21°17'00"N; 108°27'00"E, 21°15'40"N; 108°27'00"E, 21°15'00"N 五点所围成的海域，面积 9.9km²（见附件 7.2），年控制倾倒容量为 1500 万 m³。

③根据《关于启用珠江口外 2 号和铁山港外 2 个临时性海洋倾倒区的公告》（生态

环境部公告，2021 年第 51 号），铁山港外临时性海洋倾倒区是由 $109^{\circ}18'47.207"E$, $21^{\circ}17'09.904"N$; $109^{\circ}21'23.297"E$, $21^{\circ}18'15.440"N$; $109^{\circ}22'03.978"E$, $21^{\circ}16'48.286"N$; $109^{\circ}19'27.908"E$, $21^{\circ}15'42.761"N$ 四点所围成的海域，面积 14.43km^2 （见附件 7.3），年控制倾倒容量为 1200 万 m^3 。

④根据《关于设立防城港 2#倾倒区等 5 个倾倒区的公告》（生态环境部公告，2024 年第 9 号），防城港 2 号倾倒区是由 $108^{\circ}30'29.47"E$, $21^{\circ}24'54.76"N$; $108^{\circ}30'29.47"E$, $21^{\circ}22'44.54"N$; $108^{\circ}31'49.80"E$, $21^{\circ}22'43.96"N$; $108^{\circ}31'48.57"E$, $21^{\circ}24'56.49"N$ 四点所围成的海域，面积 9.3km^2 ，年控制倾倒容量为 1500 万 m^3 （见附件 4.4）。

⑤根据《关于设立廉州湾外倾倒区等 4 个倾倒区的公告》（生态环境部公告，2025 年第 1 号），廉州湾外倾倒区是 $108^{\circ}48'3.218"E$, $21^{\circ}21'1.113"N$; $108^{\circ}49'12.6239"E$, $21^{\circ}20'18.144"N$; $108^{\circ}51'10.9361"E$, $21^{\circ}19'4.851"N$; $108^{\circ}49'14.4336"E$, $21^{\circ}19'4.66"N$; $108^{\circ}48'5.8457"E$, $21^{\circ}19'37.8822"N$ 五点连成的海域，面积 8.51km^2 ，用于处置符合相关标准和要求的疏浚物。

广西现有的 5 处已启用倾倒区中，钦州港 30 万吨级进港航道疏浚工程疏浚物临时性海洋倾倒区 A 区、B 区的年控制倾倒容量分别为 1400 万 m^3 和 1500 万 m^3 ，铁山港外临时性海洋倾倒区的年控制倾倒容量为 1200 万 m^3 ，海洋倾倒区的年控制倾倒容量能够满足本工程疏浚物的倾倒需求。

（3）疏浚物理化性质

本工程位于铁山湾内海域，航道途经北暮作业区，所在海域疏浚物理化性质相似，引用《北海港铁山港西港区北暮作业区 7#、8#泊位水工工程疏浚物海洋倾倒检验评价报告》（生态环境部珠江流域南海海域生态环境监督管理局、生态环境监测与科学研究中心，2022 年 4 月）中化学测试结果开展疏浚物理化性质分析（见表 2.4-8）。

根据《海洋倾倒物质评价规范 疏浚物》（GB30980-2014），疏浚物划分为清洁疏浚物（I类）、沾污疏浚物（II类）和污染疏浚物（III类）共三类。疏浚物海洋倾倒化学评价限值见表 2.4-9，类别评价规则见表 2.4-10。

按照单因子指数评价法，各指标评价指数均小于 1，对照《海洋倾倒物质评价规范 疏浚物》（GB30980-2014）中疏浚物类别评价规则，疏浚物属于清洁疏浚物（I类），可直接倾倒，评价结果见表 2.4-11。

表 2.4-8

本工程所在海域疏浚物理化性质

站位	砷	镉	铬	铜	铅	汞	锌	硫化物	油类	有机碳
单位	$\times 10^{-6}$								$\times 10^{-2}$	
1	7.89	0.046	47.3	10.20	34.3	0.059	36.5	71.7	50.2	0.70
2	2.37	<0.015	55.5	11.60	31.8	0.060	44.3	25.0	39.0	0.86
3	7.32	<0.015	5.3	5.75	6.8	0.010	6.8	18.4	34.8	0.07
4	2.37	<0.015	26.5	6.29	18.9	0.014	19.9	35.1	51.9	0.46
5	1.60	<0.015	47.8	10.20	29.0	0.010	35.5	40.8	48.1	0.71
6	1.62	<0.015	33.4	7.22	28.1	0.054	25.6	54.9	44.4	0.51
7	7.20	<0.015	8.9	2.75	7.9	0.010	6.2	40.4	38.3	0.11
8	1.51	<0.015	43.5	9.50	26.5	0.060	33.8	59.4	51.8	0.74
9	6.98	<0.015	58.7	11.40	33.6	0.017	45.0	52.7	42.9	0.89
10	3.93	0.121	60.8	12.00	32.3	0.017	44.7	33.0	46.5	0.86
11	1.62	<0.015	27.5	4.34	23.6	0.042	16.0	24.1	35.4	0.13
12	5.10	<0.015	14.3	3.71	16.0	0.037	12.5	47.9	30.2	0.20
13	3.85	<0.015	19.1	5.22	17.0	0.045	15.5	19.1	35.7	0.33
14	4.07	<0.015	28.0	6.63	27.8	0.037	21.0	45.2	51.3	0.38
15	1.59	<0.015	30.0	5.49	21.4	0.077	20.2	32.0	33.4	0.51
16	5.61	<0.015	39.2	3.96	52.6	0.040	23.0	17.7	35.9	0.26
17	5.41	<0.015	33.4	7.84	24.8	0.081	26.6	57.2	66.8	0.59
18	1.62	<0.015	37.3	4.60	41.7	0.211	23.7	32.2	38.6	0.40
19	1.54	<0.015	32.2	4.89	45.2	0.226	21.4	29.9	36.5	0.42

表 2.4-9

疏浚物类别化学评价限制

化学组分	$\omega/10^{-6}$		化学组分	$\omega/10^{-6}$	
	下限	上限		下限	上限
砷	20	100	铅	75	250
镉	0.8	5	汞	0.3	1
铬	80	300	锌	200	600
铜	50	300	有机碳 ^a	2	4
硫化物	300	800	滴滴涕	0.02	0.1
油类	500	1500	多氯联苯	0.02	0.6
六六六	0.5	1.5			

备注：a 有机碳的单位为 10^{-2} 。

表 2.4-10

疏浚物类别评价规则

疏浚物类别	评价规则
清洁疏浚物 (I类)	符合下列条件之一：(1) 疏浚物中所有污染物的含量都不超过化学筛分水平的下限；(2) 疏浚物中镉、汞、666、DDT、多氯联苯总量不超下限，砷、铬、铜、铅、锌、有机碳、硫化物、油类，其中不多于两种的含量超过化学筛分水平的下限，但不超过(上限+下限)/2，且其 $<4\mu\text{m}$ 的粒度组分含量 $\leq 5\%$ ， $<63\mu\text{m}$ 的粒度组分含量 $<20\%$ 。
沾污疏浚物 (II类)	疏浚物中主要化学组分含量均不超过化学评价限值的上限，且符合下列条件之一：(1) 疏浚物中镉、汞、666、DDT、多氯联苯总量等一种或以上的含量超过化学筛分水平的下限；(2) 疏浚物中砷、铬、铜、铅、锌、有机碳、硫化物、油类物理化学组分含量不满足清洁疏浚物清洁疏浚物(I类)(2)的规定。
污染疏浚物 (III类)	疏浚物中一种或一种以上污染物含量超过化学筛分水平的上限。

表 2.4-11

疏浚物化学检验结果评价指数

站位	砷	镉	铬	铜	铅	汞	锌	硫化物	油类	有机碳
1	0.39	0.06	0.59	0.20	0.46	0.20	0.18	0.24	0.10	0.35
2	0.12	0.02	0.69	0.23	0.42	0.20	0.22	0.08	0.08	0.43
3	0.37	0.02	0.07	0.12	0.09	0.03	0.03	0.06	0.07	0.04
4	0.12	0.02	0.33	0.13	0.25	0.05	0.10	0.12	0.10	0.23
5	0.08	0.02	0.60	0.20	0.39	0.03	0.18	0.14	0.10	0.36
6	0.08	0.02	0.42	0.14	0.37	0.18	0.13	0.18	0.09	0.26
7	0.36	0.02	0.11	0.06	0.10	0.03	0.03	0.13	0.08	0.06
8	0.08	0.02	0.54	0.19	0.35	0.20	0.17	0.20	0.10	0.37
9	0.35	0.02	0.73	0.23	0.45	0.06	0.23	0.18	0.09	0.45
10	0.20	0.15	0.76	0.24	0.43	0.06	0.22	0.11	0.09	0.43
11	0.08	0.02	0.34	0.09	0.31	0.14	0.08	0.08	0.07	0.07
12	0.26	0.02	0.18	0.07	0.21	0.12	0.06	0.16	0.06	0.10
13	0.19	0.02	0.24	0.10	0.23	0.15	0.08	0.06	0.07	0.17
14	0.20	0.02	0.35	0.13	0.37	0.12	0.11	0.15	0.10	0.19
15	0.08	0.02	0.38	0.11	0.29	0.26	0.10	0.11	0.07	0.26
16	0.28	0.02	0.49	0.08	0.70	0.13	0.12	0.06	0.07	0.13
17	0.27	0.02	0.42	0.16	0.33	0.27	0.13	0.19	0.13	0.30
18	0.08	0.02	0.47	0.09	0.56	0.70	0.12	0.11	0.08	0.20
19	0.08	0.02	0.40	0.10	0.60	0.75	0.11	0.10	0.07	0.21
最大值	0.39	0.15	0.76	0.24	0.70	0.75	0.23	0.24	0.13	0.45

（4）海洋倾倒区手续

具体实施阶段，建设单位需按照《中华人民共和国海洋倾废管理条例》《废弃物海洋倾倒许可证核发事项办事指南（南海海域）》等规定，完成海洋倾倒许可证申请和办理手续，确定最终海洋倾倒区，保障本工程疏浚物处置需求。

2.4.3 管养基地构筑物工程

（1）码头水工工程

水工平台采用预制高桩板梁框架结构，主要由桩基、桩帽、预制横梁、预制纵梁、预制板、现浇节点、现浇板、磨耗层、系靠船附属设施等部分组成。施工顺序为：①码头预制纵、横梁和预制面板的预制；②桩基施工；③坡顶地基处理及护岸面层施工；④桩帽及下横梁现浇构件施工；⑤码头上部结构横梁、纵梁、轨道梁、面板、靠船构件等构件安装施工；⑥系船柱、橡胶护舷等码头附属设施的安装。

（2）护岸工程

护岸结构施工在桩基施工完成并验收合格后进行，全部建设于自然泥面线以下。首先进行岸坡削坡、接岸挡墙底部地基加固，再铺设复合土层、碎石、垫层、四脚空心方块面层。

接岸挡墙施工在开挖坡顶地基处理完成后进行，首先在已处理地基上依次施工土工布、块石基床和砼垫层，然后进行接岸挡墙立模浇筑，在陆域斜坡铺设二片石垫层、级配碎石倒滤层及土工布等反滤措施，最后回填块石形成护岸结构。

（3）其他附属设施

其他附属实施施工均采用常规施工工艺，可结合码头平台施工进度统筹安排。

2.4.4 导助航工程

灯浮标迁移施工流程为：灯浮标通过 GPS 定位迁移至指定抛设地点后，运输船舶抛锚固定，使船舶停靠在最佳抛设位置，以便使混凝土沉石一次性抛设成功；沉石抛设完毕后，由现场测量人员再次进行位置确认，确保位置准确无误。

2.4.5 施工船舶

根据工程量和施工工期要求，本工程计划投入的施工船舶见表 2.4-12。

表 2.4-12

投入本工程施工船舶一览表

序号	施工环节	设备类型	单位	数量	规格型号
1	疏浚施工	自航耙吸式挖泥船	艘	4	10000m ³
		自航耙吸式挖泥船	艘	2	1000m ³
		抓斗挖泥船	艘	3	13m ³
2	疏浚物处置	泥驳	艘	6	
3	管养基地 构筑物建设	构件驳	艘	3	400t
		起重船	艘	1	350t
		搅拌船	艘	1	100m ³ /h
4	迁移灯浮标	运输船	艘	1	100t

2.4.6 施工进度

本工程施工总工期 36 个月，其中疏浚工程 21 个月，导助航和数字化工程 1 个月，航道管养基地建设 20 个月，施工准备及竣工验收各 1 个月，试运行期 12 个月。

表 2.4-13

施工进度计划表

施工内容	施工期第 1 年												施工期第 2 年												试运行期 1 年
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
施工准备																									
B1-C-D 段（填土、淤泥及 3 级粘土）疏浚																									
D-E-F1 段（填土、淤泥及 3 级粘土）疏浚																									
B1-C-D 段（砂土、4 级及 5 级粘土）疏浚																									
D-E-F1 段（砂土、4 级及 5 级粘土）疏浚																									
助导航标志工程																									
北海港域公共航道管养基地																									
交竣工验收																									

2.5 工程用海用地

2.5.1 工程用海

本工程用海类型为“交通运输用海”中的“航道用海”、“港口用海”和“锚地用海”，申请用海总面积为 547.4384hm²。其中公共航道用海面积 533.7904hm²，用海方式为“开放式用海”中的“其他开放式用海”。航道管养基地的码头用海面积 0.8108hm²，用海方式为“构筑物”中的“透水构筑物”；港池用海面积 2.8157hm²，用海方式为“围海”中的“港池、蓄水”；施工期疏浚用海面积 1.2715hm²，用海方式为“围海”中的“港池、蓄水”。耙吸船艏吹区用海面积为 8.7500hm²，用海方式为专用航道、锚地及其他开放式用海”。施工期疏浚用海、艏吹区用海作为施工用海申请用海期限 3 年，其余申请用海期限 40 年。本工程用海手续正在申请办理中。

表 2.5-1 本工程申请用海情况一览表

建设内容		用海面积 (hm ²)	用海类型	用海方式	申请 用海期限
公共航道		533.7904	航道用海	其他开放式	40 年
航道管养基地	码头	0.8108	港口用海	透水构筑物	40 年
	港池	2.8157		港池、蓄水	40 年
	施工期疏浚	1.2715		港池、蓄水	3 年
耙吸船艏吹区		8.7500	锚地用海	专用航道、锚地及其 他开放式用海	3 年
合计		547.4384		/	/

本工程宗海位置图见图 2.5-1、宗海平面布置图见图 2.5-2、宗海界址图见图 2.5-3 至 2.5-5。

2.5.2 工程用地

本工程航道管养基地的码头接岸结构建设需对后方“北海铁山港区物流管理区工程”约 0.326 公顷地块进行地基加固施工（现状为空地，加固完成后地表将恢复原貌）。上述地块已通过填海造陆形成，已由广西北部湾国际港务集团有限公司办理土地使用权证。管养基地进港道路拟利用公共执法码头已建 4#路，给水、消防、供电、照明、通信、控制等配套设施均接入执法码头。

本工程占用土地权属位置见图 2.5-7、土地现状见图 2.5-8。

2.6 施工期工程分析

2.6.1 产污节点分析

本工程主要施工内容包括航道疏浚，配套管养基地码头构筑物和附属设施建设、港池疏浚，以及灯浮标迁移安装。

根据施工工艺特点，结合工程附近环境特征，施工期环境影响包括水域疏浚改变海底地形，对海洋水文动力、地形地貌冲淤环境的长期影响；水上施工造成水体和底泥扰动，对水质、沉积物、生物生态及渔业资源的短暂影响；施工扬尘、噪声、废水及固废对周围环境的影响。

本工程施工期环境影响因素及产污节点见图 2.6-1。

2.6.2 污染源强估算

2.6.2.1 悬浮泥沙

悬浮泥沙（SS）主要发生在疏浚、疏浚物处置、抛石和打桩施工活动期间，悬浮泥沙对海洋生态环境造成一定范围的影响。

（1）耙吸式挖泥船疏浚

本工程航道疏浚采用 10000m^3 耙吸式挖泥船进行施工，耙吸式挖泥船挖泥过程搅动水体产生的悬浮泥沙量与挖泥船类型与大小、耙头种类、水力吸入能力的大小、作业现场的波浪与水流、现场水盐度、底质粒径分布有关；一般距耙头 $10\text{m}\sim 15\text{m}$ 距离处水中 SS 浓度增加值不超过 50mg/L 。

采用耙吸式挖泥船疏浚时，如采用满舱不溢流的方式，则入海泥沙源强较小；但如果满舱溢流，则入海泥沙源强要大得多。因此，本报告主要考虑疏浚满舱溢流作用方式的泥沙入海影响。按疏浚规范作业要求，满舱溢流时间控制在 0.5h 之内。采用效率为 $10000\text{m}^3/\text{h}$ 耙吸式挖泥船疏浚作业时，吸入的泥浆比重一般控制在 $1.05\sim 1.07\text{t/m}^3$ ，疏浚效率最好。为减小溢流悬浮泥沙源强，在满仓溢流处设置过滤沉淀槽，槽壁内外加过滤网，进入槽内含泥沙水体沉淀后进入内侧二次沉淀槽，沉淀后通过溢流管排放，溢流管排放口应设置在海底面上 0.5m 处，在施工过程中应注意对沉淀槽的清淤。通过二次沉淀过滤，溢流水体含泥量约为 $10\sim 15\text{kg/m}^3$ ，按含泥量最大 15kg/m^3 ，计算当采用 10000m^3 耙吸式挖泥船作业时，满舱溢流泥沙量（Q 值）最大为 150t/h ，相当于 41.67kg/s 。

（2）抓斗式挖泥船疏浚

本工程航道疏浚及管养基地港池疏浚、护岸开挖采用 13m^3 抓斗式挖泥船进行施工。采用《水运工程建设项目环境影响评价指南》（JTS/T105-2021）推荐经验公式计算抓斗式挖泥船挖泥作业源强：

$$Q_2 = \frac{R}{R_o} TW_0 \quad \text{式 2.6-1;}$$

式中： Q_2 —疏浚作业悬浮物发生量 (t/h)； R —现场流速悬浮物临界粒子累计百分比（%），宜现场实测法确定，无实测资料时可取 89.2%； T —挖泥船疏浚效率 (m^3/h)； W_0 —悬浮物发生系数 (t/m^3)，宜采用现场实测法确定，无实测资料时可取 $38.0 \times 10^{-3}\text{t/m}^3$ ； R_o —发生系数 W_0 时的悬浮物粒径累计百分比（%），宜现场实测法确定，无实测资料时可取 80.2%。

参考《疏浚与吹填工程设计规范》附录 F.0.3， 13m^3 抓斗式挖泥船的设计产量为

520m³/h，同时参照钦州港东航道扩建工程（扩建 10 万吨级双向航道）现场疏浚施工调研经验，实际疏浚效率约为设计产量的 75%，校核后 13m³ 抓斗式挖泥船施工效率约为 390m³/h，疏浚挖泥作业源强 $Q=89.2\%/80.2\%\times390\text{m}^3/\text{h}\times38.0\times10^{-3}\text{t}/\text{m}^3=4.58\text{kg}/\text{s}$ 。

（3）管养基地护岸抛石

参考崔雷等（填海工程悬浮物对海域环境影响的数值模拟研究，2017），抛石施工作业悬浮泥沙产生量可按下式计算：

$$Q = E \times c \times \alpha \times \rho \quad \text{式 2.6-3;}$$

式中： Q —— 抛石作业悬浮泥沙源强，kg/s； E —— 抛石作业效率，m³/s； c —— 石料中泥土含量，%（体积），以 5% 计； α —— 泥土进入海水后悬浮泥沙产生系数，以 10% 计； ρ —— 泥土密度，取 1450kg/m³。

抛石主要采用 1000t 定位方驳配 600t~1000t 开体驳进行抛石的工艺。每艘开体驳装料、运输时长综合考虑 1 小时，每船预估方量 600m³，约 5 分钟抛完，则开体驳开底抛石产生的悬浮泥沙源强为： $Q=600\times5\%\times10\%\times1450/5/60=14.5\text{kg}/\text{s}$ 。

（4）管养基地码头打桩

在码头平台施工时，钢管桩施打和拔除过程中会扰动海底周边底泥导致悬浮。根据经验分析，钢管桩在振动拔除的过程中产生悬浮泥沙量相对较大，可按下式计算：

$$Q = \frac{\pi \cdot d \cdot h_0 \cdot \rho \cdot \varphi}{t} \quad \text{式 2.6-2;}$$

式中： Q —— 悬浮泥沙发生量，kg/s； d —— 钢管桩直径，取 1.5m； h_0 —— 钢管桩泥下深度，取 12m； φ —— 钢管桩外壁附着泥层厚度，取 0.03m； ρ —— 附着泥层密度，取 1450kg/m³； t —— 拔桩时间，取 2h。

计算打桩产生的悬浮泥沙源强约为 0.34kg/s。

（5）吹填溢流

本工程部分疏浚物经耙吸式挖泥船开挖后接管吹填上岸。采用《水运工程建设项目建设项目环境影响评价指南（JTS/T 105-2021）》推荐吹填溢流悬浮物发生量计算公式计算吹填溢流源强，公式如下：

$$Q_3=cQ$$

式中， Q_3 —— 溢流口悬浮物源强（kg/s）； c —— 溢流口悬浮物浓度控制标准（kg/m³）；

Q—溢流口流量 (m³/s)。

溢流口拟设在回填区的东北侧，回填区的泥浆水流经分隔围堰、多道防污屏沉隔，最后经溢流口排出。溢流口悬浮泥沙浓度控制在标准要求范围内 (<150mg/L)，本工程采用 10000m³ 耙吸式挖泥船，艏吹作业效率为 5000m³/h，疏浚作业产生的溢流水与疏浚效率比值约为 4:1，因此溢流源强为 $5000 \times 4 / 3600 \times 150 / 1000 = 0.83 \text{kg/s}$ 。

(6) 海上转运溢流

参考曾建军（2016）文中的试验结果，耙吸式挖泥船泥舱溢流浓度为 1.5kg/m³（曾建军. 挖泥船疏浚悬浮物源强及环境影响对比分析[J]. 环境保护与循环经济, 2016, 36(11): 40-42+46），本工程施工时 10000m³ 耙吸式挖泥船的溢流流量 4500m³/h。据此估算，海上转运作业时驳船泥舱溢流的悬浮泥沙为 6750kg/h（即 1.88kg/s）。

2.6.2.2 废水

(1) 船舶污水

施工船舶污水包括船舶机舱含油污水和船舶生活污水。结合本工程施工方案确定的施工船舶投入数量及施工时间，同时根据《工程船舶劳动定员》(JT/T383.2-2008) 确定的各施工船舶定员数量、根据《水运工程环境保护设计规范》(JTS149-2018) 确定的船舶污水产生量指标，估算本工程施工期共产生船舶生活污水 5126t，船舶机舱油污水 2250t。

本工程船舶污水严格按照船舶污染物监管“联单制度”进行管理，施工单位委托有资质船舶污染物接收单位进行接收、转运及处置。

表 2.6-1 本工程施工期船舶污水产生量

船舶类型	定员 (单艘人)	有效施工天数 (艘/单艘天)	船舶生活污水		船舶机舱油污水	
			人均污水量 (L/人·d)	污水产生量 (t)	产生指标 (t/d·艘)	产生量 (t)
10000m ³ 耙吸船	20	4/360	80	2304	1.2	1728
1000m ³ 耙吸船	10	2/300	80	480	0.14	84
抓斗式挖泥船	15	3/300	80	1080	0.14	126
自航泥驳	8	6/300	80	768	0.14	168
构件驳	6	3/200	80	288	0.14	84
起重船	6	1/200	80	96	0.14	28
搅拌船	6	1/200	80	96	0.14	28
运输船	6	1/30	80	14.4	0.14	4
合计				5126	—	2250
主要污染物				COD	—	石油类

船舶 类型	定员 (单艘 人)	有效施工 天数(艘/ 单艘天)	船舶生活污水		船舶机舱油污水	
			人均污水量 (L/人·d)	污水产生量 (t)	产生指标 (t/d·艘)	产生量(t)
				(300mg/L) BOD ₅ (200mg/L)		(5000mg/L)

(2) 陆域污水

陆域污水包括配套管养基地建设产生的生产废水和生活污水。

① 生产废水

施工现场生产用水主要为混凝土构件作业养护废水，产生量较少约为10m³/d，考虑到地表蒸发、离散损失等作用，实际排放量几乎为零。

② 生活污水

管养基地配置环保厕所和防渗水池，施工人员产生的少量生活污水，收集后定期由环卫部门采用吸污车抽吸运送至铁山港区生活污水处理厂处理。

2.6.2.3 废气

施工期大气污染物主要来自于施工船舶、施工机械排放的尾气污染物，以及配套管养基地建设期间材料运输及施工现场产生的扬尘。

(1) 施工船舶、机械尾气

施工船舶、机械作业时会排放尾气，主要污染物为 SO₂、NO_x、CO、非甲烷总烃等，均为无组织排放，将对大气环境造成一定的影响，但随着施工的结束，也将随之消失。同时，根据《中华人民共和国大气污染防治法》有关要求，施工船舶发动机应通过船舶检验机构认可，使用符合标准的燃油，满足大气污染物排放要求。

(1) 材料运输扬尘

车辆道路扬尘发生在进场道路两侧及施工场地内。如采用洒水措施，将利于 TSP 沉降，在施工下风向 100m 外，TSP 浓度满足《大气污染物综合排放标准》中无组织排放监控浓度限值要求，施工路段洒水降尘试验结果见表 2.6-2。

表 2.6-2 施工路段洒水降尘试验结果

距路边距离 (m)		0	20	50	100	200
TSP (mg/m ³)	不洒水	11.03	2.89	1.15	0.86	0.56
	洒水	2.11	1.40	0.68	0.60	0.29

(3) 施工现场作业扬尘

类比同类港口施工现场起尘规律，在车辆卸料时产生的粉尘污染、道路二次扬尘、场地扬尘等共同作用下，在未采取环保措施情况下，施工扬尘（TSP）面源污染源强为 $539\text{g}/\text{s}\cdot\text{km}^2$ ，采取洒水措施后为 $140\text{g}/\text{s}\cdot\text{km}^2$ ，施工作业场所粉尘浓度为 $1.5\text{mg}/\text{m}^3 \sim 30\text{mg}/\text{m}^3$ 。

2.6.2.4 噪声

施工期噪声源于施工船舶、施工机械，会对周围声环境产生一定影响。施工船舶主要包括耙吸式挖泥船、抓斗式挖泥船等，距离施工船舶 5m 处噪声级一般在 80~90dB(A)之间。

2.6.2.5 固体废弃物

施工期固体废物包括疏浚物、施工船舶垃圾，以及配套管养基地建设产生的施工人员生活垃圾和建筑垃圾。

(1) 疏浚物

本工程疏浚总量 2495.26 万 m^3 ，其中疏浚物（海砂）海上接驳交割拍卖 702.12 万 m^3 、疏浚物（海砂）和碎石艏吹上岸 532 万 m^3 、外抛至海洋倾倒区 1261.14 万 m^3 。

(2) 施工船舶垃圾

按照《水运工程环境保护设计规范》(JTS149-1-2018)，施工船舶生活垃圾发生系数按照 $1\text{kg}/\text{d}\cdot\text{人}$ 估算，本工程施工期船舶垃圾产生量约 64t。

表 2.6-3 本工程施工期船舶垃圾产生量

船舶类型	定员 (单艘人)	有效施工天数 (艘/单艘天)	船舶生活垃圾	
			废物量 ($\text{kg}/\text{人}\cdot\text{d}$)	船舶垃圾产生量 t
10000 m^3 耙吸船	20	4/360	1	28.8
1000 m^3 耙吸船	10	2/300	1	6.0
抓斗式挖泥船	15	3/300	1	13.5
自航泥驳	8	6/300	1	9.6
构件驳	6	3/200	1	3.6
起重船	6	1/200	1	1.2
搅拌船	6	1/200	1	1.2
运输船	6	1/30	1	0.2
合计				64

施工船舶垃圾应做好日常的收集、分类与储存工作，严格按照船舶污染物监管“联

单制度”进行管理，委托船舶污染物接收单位接收处理，严禁将船舶垃圾倾倒入海污染水域。

（2）陆域生产生活垃圾

本工程除水上施工外，还包括配套管养基地的附属设施施工。建筑材料均可得到有效利用，因此仅有少量的建筑垃圾产生。陆域施工人员按 30 人计，施工人员生活垃圾发生系数按照 $1.5\text{kg}/\text{天}\cdot\text{人}$ 估算，则陆域生活垃圾产生量为 $0.045\text{t}/\text{d}$ 。按照施工人员施工 300 天，则整个施工期陆域生活垃圾产生量约 13.5t。生活垃圾定点收集后送市政垃圾处理场统一处理。

2.6.2.6 非污染生态环境影响源强

（1）工程占用海域

本工程航道和配套管养基地建设，导致施工范围内海底底质搅动、破坏，将造成底栖生物的死亡。

（2）水文动力条件变化

本工程水域开挖将改变海域水深，对工程附近水文动力条件产生一定影响，还将造成海底冲淤条件的变化。

2.6.2.7 环境风险事故

本工程施工期环境风险主要是施工船舶可能发生的燃料油泄漏事故。最大船型为 10000m^3 耙吸式挖泥船，燃油舱容量约 700t，考虑发生碰撞后燃油舱内燃料油全部泄漏，最大可信事故溢油量为 700t，可能最大事故溢油量为 70t（详见第六章）。

2.6.3 源强汇总

本工程施工期源强汇总详见表 2.6-4。

表 2.6-4

施工期污染源强及拟采取污染防治措施

环境要素	污染源（施工工艺）	主要污染物	污染物源强	拟采取污染防治措施
水环境	10000m ³ 耙吸船挖泥	SS	41.67kg/s	施工工艺科学，布设防污帘等。
	1000m ³ 耙吸船挖泥	SS	4.17kg/s	
	抓斗挖泥船挖泥	SS	4.58kg/s	
	打桩作业	SS	0.34kg/s	
	抛石作业	SS	14.5kg/s	
	艏吹溢流	SS	0.83kg/s	
	海上转运溢流	SS	1.88kg/s	
	船舶生活污水	COD、BOD、SS	5126t	
	船舶油污水	石油类	2250t	
	管养基地生活污水	COD、BOD、SS	少量	
环境空气	施工机械、船舶尾气	SO ₂ 、NO _x 、CO、非甲烷总烃	/	使用耗油低、排气量小的施工船舶、机械。
	材料运输扬尘	TSP	下风向 100m 处 0.86mg/m ³	道路洒水等
	施工现场起尘	TSP	539g/s·km ²	自然排放、洒水抑尘等
声环境	施工船舶噪声	等效 A 声级	距源 5m 处 80~90dB(A)	合理安排施工时间、加强设备保养等。
固体废物	疏浚物	/	2495.26 万 m ³	疏浚物（海砂）海上驳接交割拍卖 702.12 万 m ³ 、疏浚物（海砂）和碎石艏吹上岸 532 万 m ³ 、外抛至海洋倾倒区 1261.14 万 m ³ 。
	船舶垃圾	/	64t	按“联单制度”要求，委托船舶污染物接收单位进行接收、转运和处置。
	生活垃圾		13.5t	定点收集后送市政垃圾处理场处理。
	建筑垃圾			尽量回收利用，不能回收利用的委托第三方单位接收处置。
非污染生态影响	占用海域	疏浚、构筑物占用海域，渔业资源损失	/	合理开发，采取适当生态补偿措施。
	水文动力变化	潮流流速、流向变化	/	/
	地形地貌冲淤变化	冲淤趋势变化	/	/
环境风险	施工船舶燃料油泄漏	石油类	最大可信事故溢油量为 700t、可能最大事故溢油量为 70t	加强施工船舶通航管理，编制船舶防污染应急预案，建立应急组织，定期开展应急演练。

2.7 运营期工程分析

2.7.1 产污节点分析

本工程运营期污染物主要来源于航道内航行船舶产生的船舶污染物、交通噪声、船舶碰撞等造成的船舶溢油风险；以及配套管养基地产生的靠泊船舶污染物、废水、废气、固体废物及交通噪声等，产污节点见图 2.7-1 和表 2.7-1。

表 2.7-1 本工程运营期污染源产生环节

环境要素	生产活动	污染环节
水环境	航道船舶通航；管养基地船舶靠泊、人员候工	船舶生活污水和机舱油污水、港区生活污水。
大气环境	航道船舶通航；管养基地船舶靠泊、装卸车辆	船舶、车辆燃油尾气。
声环境	航道船舶通航；管养基地船舶靠泊、装卸车辆	船舶、车辆交通噪声。
固废	航道船舶通航；管养基地船舶靠泊、人员候工	船舶生活垃圾和船舶检修废物、港区生活污水。
环境风险	船舶通航	可能发生因船舶碰撞等造成的船舶溢油风险事故。

2.7.2 污染源强估算

2.7.2.1 废水

(1) 航道航行船舶污水

航道航行船舶产生的船舶生活污水和机舱油污水应按照“联单制度”要求，委托船舶污染物接收单位进行接收、转运和处置，禁止随意排海。

(2) 管养基地废水

管养基地仅进行公务人员登船落船和少量生活物资或应急物资补给接卸，产生的废水包括码头值班人员生活污水、靠泊工作船生活污水和舱底含油污水。

①管养基地生活污水

管养基地定员 42 人（采用三班制作业），经类比用水量按 100L/d·人计，污水发生系数为 0.8，则生活用水量约 1.4t/d，污水产生量 1.12t/d；管养基地年运营天数 365 天，则生活污水产生量约 409t。

管养基地自建 1 座化粪池（有效容积 9m³），生活污水通过化粪池收集处理后排入污水调节池（有效容积为 9.5m³），采用槽车定期清抽送至铁山港区生活污水处理厂进一步处理；具备接管条件后，通过市政污水管网输送至铁山港区生活污水处理厂进一步处理。铁山港区生活污水处理厂出水水质执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准。管养基地生活污水中主要污染物产生量及排放情况见表 2.7-1。

表 2.7-1 生活污水主要污染物产生量及排放情况

类别		单位	COD	BOD ₅	氨氮	SS
产生量	污染物浓度范围	mg/L	200~400	60~120	30~60	100~200
	计算值	mg/L	400	120	60	200
	污染物产生量	t/a	0.123	0.041	0.020	0.041
铁山港区生活污水处理厂	排放浓度	mg/L	50	10	5	10
	排放量	t/a	0.020	0.004	0.002	0.004

②靠泊工作船污水

A. 工作船生活污水

配套管养基地靠泊的工作船最大船型为 1000 吨级，每艘工作船定员约 10 人，用水量按照 20L/人计，排污系数按照 0.8 计，平均年停靠船舶 180 艘次，则靠泊工作船生活污水产生量为 28.8t/a，污染物产生量见表 2.7-2。

表 2.7-2 船舶生活污水中主要污染物产生量

污染物名称	单位	COD	BOD ₅	氨氮	SS
污染物浓度范围	mg/L	200~400	60~120	30~60	100~200
计算值	mg/L	400	120	60	200
污染物产生量	t/a	0.012	0.003	0.002	0.006

B. 机舱油污水

根据《水运工程环境保护设计规范》(JTS149-1-2018)，1000 吨级船舶舱底油污水产生量为 0.27t/d·艘。经计算，靠泊工作船机舱油污水产生量为 48.6t/a，主要污染因子石油类浓度约 2000mg/L，则石油类年产生量 0.10t/a。

靠泊工作船污水由码头接收后，由建设单位委托船舶污染物接收单位，按照船舶污染物监管“联单制度”，对码头接收的船舶污水进行转运处置，或者由船方自行直接委托船舶污染物接收单位进行接收处置。

2.7.2.2 废气

(1) 航道航行船舶废气

运营期航道本身不排放任何大气污染物，间接环境空气影响主要为航道内通航船舶产生的船舶废气，主要污染因子为 SO₂、NO_x 等。

船舶废气排放量采用英国劳氏船级社推荐的计算方法，即船舶使用的燃油量按照 3.72kg/kt·km 计，每 1t 燃油产生的 SO₂、NO₂ 排放量为 10kg、7.2kg。根据货物运量预测结果，估算进出 15.154km 航道内航行船舶的废气排放量，见表 2.7-3。

表 2.7-3 运营期船舶废气产生量

特征年	货运量（万t）	船舶废气发生量 (t)	
		SO ₂	NO ₂
2030年	13915	78.5	56.5
2035年	19830	111.8	80.5

(2) 管养基地废气

①靠泊船舶废气

航道管养基地码头前沿设置船舶岸电装置，为靠泊工作船提供辅助动力，船舶辅机停止运转，避免了船舶辅机废气的产生。

②装卸车辆尾气

管养基地通过牵引平板车、汽车吊进行装卸船，为工作船提供生活物资或应急物资补给。参照《非道路移动源大气污染物排放清单编制技术指南（试行）》，平板车、汽车吊的平均额定净功率为 50kW，污染物排放系数：CO 为 4.5g/kWh、SO₂ 和 NO_x 为 3.5g/kWh、PM₁₀ 为 0.35g/kWh、PM_{2.5} 为 0.32g/kWh。管养基地装卸车辆平均按照 2 辆/天计，平均每天每辆车作业时间 2h，则管养基地内装卸车辆尾气排放情况见表 2.7-4。

表 2.7-4 管养基地运输车辆尾气排放情况

污染物	排放系数 (g/kWh)	装卸车辆 (辆/天)	每天运行时间 (h)	污染物排放量	
				kg/h	t/a
CO	4.5			0.9	0.27
SO ₂	3.5			0.7	0.21
NO _x	3.5			0.7	0.21
PM ₁₀	0.35			0.07	0.02
PM _{2.5}	0.32			0.06	0.02

2.7.2.3 噪声

运营期噪声污染源主要为航行船舶交通噪声，以及管养基地靠泊船舶和装卸车辆噪声。类比调查同类项目现场实测资料，航行船舶距离噪声源 20m 处噪声级在 60~80dB (A) 之间；停靠船舶、装卸车辆距离噪声源 5m 处噪声级在 60~95dB (A) 之间。

2.7.2.4 固体废物

(1) 航道航行船舶垃圾

航道航行船舶产生的船舶垃圾应按照“联单制度”要求，委托船舶污染物接收单位进行接收、转运和处置，禁止随意抛弃入海。

(2) 管养基地固体废物

管养基地运营产生的固体废物包括码头值班人员生活垃圾、靠泊工作船垃圾。

①管养基地生活垃圾

管养基地定员 42 人（采用三班制作业），生活垃圾产生量按 1.0kg/d·人计，管养基地年运营天数 365 天，则生活垃圾产生量为 5.1t/a，由港区环卫部门统一收集处理。

②靠泊船舶垃圾

A. 船舶生活垃圾

按照《水运工程环境保护设计规范》(JTS149-1-2018)，船舶生活垃圾发生系数为 1.5kg/人·d。配套管养基地平均年停靠工作船 180 艘次，每艘工作船定员约 10 人，则靠泊船舶生活垃圾产生量为 2.7t/a。

B. 船检修废物

类比同类型项目，每艘到港工作船产生船舶检修废物 10kg，估算运营期船舶检修废物产生量约 1.8t/a。

靠泊工作船可通过排入码头自建的临时接收存储设施或自行委托船舶污染物接收单位，进行船舶垃圾的接收、转运及处置。

2.7.2.5 环境风险事故

本工程运营期环境风险主要是航行船舶交通事故造成的水上溢油污染，污染物为石油类（船舶燃料油）。

航道设计控制船型为 20 万吨级散货船，参照《水上溢油环境风险评估技术导则 JTT1143-2017》附录 C，确定最大可信事故泄漏量为 8500t，可能最大水上溢油事故泄漏量为 1200t（详见第六章）。

2.7.3 源强汇总

本工程运营期污染源强见表 2.7-5。

表 2.7-3

本工程运营期污染源强及拟采取污染防治措施

环境要素	污染源	发生量	主要污染物	污染物发生量 (t/a)	污染物排放量 (t/a)	拟采取的措施
废水	航道航行船舶污水	/	COD、BOD ₅ 、氨氮、SS、石油类	/	/	委托船舶污染物接收单位进行接收、转运和处置
	管养基地 靠泊工作船生活污水	28.8t/a	COD	0.012	/	靠泊工作船污水由码头接收后，由建设单位委托船舶污染物接收单位，按照船舶污染物监管“联单制度”，对码头接收的船舶污水进行转运处置，或者由船方自行直接委托船舶污染物接收单位进行接收处置。
			BOD ₅	0.003	/	
			氨氮	0.002	/	
			SS	0.006	/	
	管养基地靠泊工作船油污水	48.6t/a	石油类	0.10	/	管养基地自建化粪池和调节池，生活污水经化粪池预处理后排入调节池，采用槽车定期清抽送至铁山港区生活污水处理厂处理；具备接管条件后，通过市政污水管网输送至铁山港区生活污水处理厂处理。铁山港区生活污水处理厂出水水质执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级 A 标准。
	管养基地 生活污水	409t/a	COD	0.123	0.020	
			BOD ₅	0.041	0.004	
			氨氮	0.020	0.002	
			SS	0.041	0.004	
废气	航道航行船舶废气	/	NO _X 、CO、SO ₂	/	/	遵守《船舶大气污染物排放控制区实施方案》，使用清洁燃料，减少尾气排放。
	管养基地 靠泊工作船废气	/	NO _X 、CO、SO ₂	/	/	管养基地码头前沿设置船舶岸电装置，具备受电设施的船舶靠泊期间应当使用岸电。
	装卸车辆尾气	/	CO	0.27	0.27	加大绿色新能源流动机械的使用。
			SO ₂	0.21	0.21	
			NO _X	0.21	0.21	
			PM ₁₀	0.02	0.02	
			PM _{2.5}	0.02	0.02	

环境要素	污染源	发生量	主要污染物	污染物发生量 (t/a)	污染物排放量 (t/a)	拟采取的措施
噪声	船舶噪声	/	等效 A 声级	20m 处 60~80dB (A)	低于 50dB (A)	加强调度，减少鸣笛次数。
	装卸车辆噪声	/	等效 A 声级	5m 处 60~95dB (A)	低于 50dB (A)	加强装卸车辆调度。
固体废物	航道航行船舶垃圾	/	-	/	/	委托船舶污染物接收单位进行接收、转运和处置
	管养基地靠泊工作船生活垃圾	2.7t/a	-	2.7	0	到港船舶垃圾由码头接收或由船方自行委托船舶污染物接收单位进行接收处置。
	管养基地靠泊工作船检修废物	1.8t/a	-	1.8	0	
	管养基地生活垃圾	5.1t/a	-	5.1	0	由港区环卫部门统一收集处理。
环境风险	突发性溢油事故	/	石油类	/	最大可信事故溢油量 8500 吨；可能最大水上事故溢油量 1200 吨	建立并落实船舶溢油风险事故防范和应急制度，制定突发环境事件应急预案，定期开展应急演练等。

2.8 土石方平衡

本工程疏浚物总量 2495.26 万 m^3 ，处置方式包括疏浚物（海砂）海上接驳交割拍卖 702.12 万 m^3 、疏浚物（海砂）和碎石船吹上岸 532 万 m^3 、外抛至海洋倾倒区 1261.14 万 m^3 。

本工程土石方平衡见图 2.8-1。

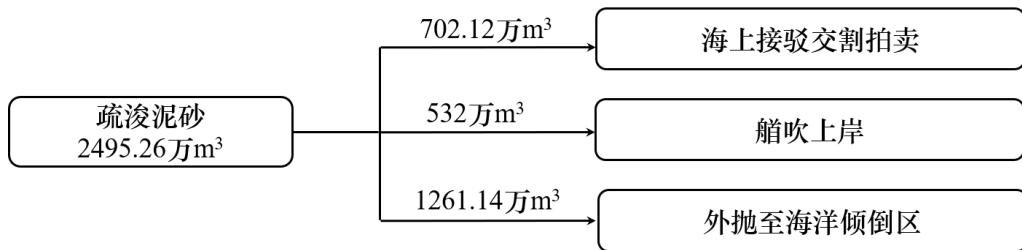


图 2.8-1 本工程土石方平衡图

第三章 环境现状调查与评价

3.1 自然环境现状调查与评价

3.1.1 气候特征

(1) 气温

北海市属亚热带海洋性季风气候，冬无严寒，夏无酷暑。据北海气象局气温资料统计：

历年年平均气温： 23°C

历年极端最高气温： 37.1°C (1990 年 8 月 23 日)

历年极端最低气温： 2°C (2002 年 12 月 27 日)

7 月份平均气温： 28.7°C

1 月份平均气温： 14.3°C

(2) 降水

北海市雨量充沛，每年 5~9 月为雨季，这几个月的降水量为全年降水量的 78.7%，其中又以 8 月份降水量为最多，10 月至次年 4 月为旱季，降水较少，仅为全年降水量的 21.3%。据北海气象站点多年实测降雨资料统计：

历年年最大降水量： 2728.4mm (2008 年);

历年年最小降水量： 1109.2mm (1992 年);

历年平均降水量： 1779.9mm;

24 小时最大降水量： 509.2mm;

1 小时最大降水量： 114.7mm;

日降水量 $\geq 50\text{mm}$ 的降水日数平均每年为 8.2d，最多 14d，最少 3d。日降水量 $\geq 100\text{mm}$ 的降水日数平均每年为 2.2d，最多 4d，最少 0d。

(3) 风况

本地区常风向为 N 向，频率为 22.1%；次风向为 ESE 向，频率为 10.8%；极大风速出现的风向为 SE，实测最大风速出现在热带风暴期间，阵风风速超过 30m/s。该地区风向季节变化显著，冬季盛吹北风，夏季盛吹偏南风。

（4）雾况

北海地区的雾主要出现在冬末春初，尤以 3 月份雾日最多。雾出现时间一般从 02: 00 开始，09: 00 结束，水平能见度 100~800m。多年平均雾数日 13.2d，3 月份雾日数 3.4d。

（5）相对湿度

年平均相对湿度为 81%，最小相对湿度为 5%（1963 年 2 月 27 日），且随季节变化明显，一年内湿度高值月各地均为 3 月，而 10 月至次年 1 月各地平均湿度均小于 80%。

（6）雷暴

北海市区陆地平均每年有 83~84 天雷暴日数，最多一年达 100 天（1954 年），雷暴日多集中在夏季（6~9 月），约占全年雷暴天数的 73~75%，其中又以 8 月份最多，约占全年的 23~24%。

3.1.2 工程地质

3.1.2.1 地形地貌

勘察航道地处铁山港海湾内，为近陆（大陆边缘）海底地貌，主要地形表现为潮流冲刷槽与纵向潮流沙脊相间分布，海潮主流的运动冲刷深切形成低槽，落潮流与涨潮流反复的退涨将潮流中的泥沙淤积形成纵向潮流沙脊。拟建航道全线地面高程 -5~-20m，海底地形较平坦，所有钻孔均位于潮位以下。

3.1.2.2 地质构造

根据区域地质资料，铁山港湾位于华南准地台华夏褶断带的粤西隆起西南端与右江褶断区越北隆起北缘褶断束东南端的接壤地区。自古生代至新生代，本区各时代均有沉积，但由于构造运动的影响，使部分（或局部）地区部分地层缺失，而上下地层呈平行不整合或角度不整合接触。自加里东期以来，各次构造运动在本区内均有表现，但加里东运动在本区无明显反映，而华力西期东吴运动、中生代印支运动和燕山

运动反映十分强烈，波及面较广，因而引起沉积建造、沉积相有显著的差异。

根据区域地质资料、地质调查揭示，勘察场地未见区域性断裂构造及破碎带存在，本场地历史沿革无重大地质构造运动，区域地质稳定。

3.1.2.3 地层岩性

根据《北海港铁山港 20 万吨级航道工程（啄罗作业区至石头埠作业区段）岩土勘察报告》（2025 年 6 月），本工程各航段场地岩土层主要由第四系人工堆积层（Qml）、第四系海相沉积层（Qm）、新近系泻湖相沉积层（N）组成，自上而下分述如下：

1.第四系人工堆积层（Qml）

素填土①：杂色，主要成分为淤泥、砂土和黏性土组成，主要为疏浚弃渣或疏浚后产生的回淤，按其成分差异，把成分以淤泥为主的素填土层定为①1 层、以砂土为主的定为①2 层、以黏性土为主的定为①3 层。该层零星分布于场地表层，本次勘察仅钻孔 6 个钻孔揭露该层，层厚 0.50~2.70m。

2.第四系海相沉积层（Qm）

该层为勘察场地内主要的第四系覆盖层，具有成分复杂、多相变、结构松散、部分含有机质等特点。根据岩性及工程特性的差异，该层可细分为②、③、④等 3 层：

(1) 淤泥类土②：灰、深灰色，含有机质、具腥臭味，流塑状为主，局部软塑~可塑状，土质不均匀，局部为淤泥质黏土或混有砂土。该层抽取进尺快，局部钻具可自落。按其成分差异可分为淤泥、淤泥混砂、淤泥质黏土、淤泥质粉质黏土，按其性质差异，把流塑状淤泥定为②层，软塑至可塑状淤泥类土定为②1 亚层，该层广泛分布于场地表层，为覆盖层中主要土层之一，41 个钻孔钻孔有揭示，厚度 0.40~8.80m，钻孔平均厚度 3.26m。

(2) 砂土③：灰、深灰、灰黄、褐黄等色，砂粒成分以石英为主，局部混淤泥及圆砾等，松散状为主，局部中密或密实状。按其成分差异可分为粉砂、细砂、中砂、粗砂、砾砂及其混合土等。按其密实程度不同，把松散状砂土定为③1 亚层、中密状砂土定为③2 亚层、密实状砂土定为③3 亚层，该层广泛分布于场地，为覆盖层中主要土层之一，大部分钻孔有揭示，厚度 0.60~8.80m，钻孔平均厚度 3.20m。

(3) 圆砾④：黄、褐黄、灰黄等色，成分为石英，粒径 2~20mm，亚圆状，颗粒级配差，隙间充填砂土，局部混少量淤泥、黏性土。松散状为主，局部中密状，该

层零星分布场地，22个钻孔有揭示，厚度0.50~6.70m，钻孔平均厚度2.27m。

3.新近系泻湖相沉积层（N）

(1) 粉质黏土⑤：局部相变为黏土或粉土，灰白、浅灰色为主，局部浅红、紫红色，硬塑~坚硬状为主，局部可塑状，韧性、干强度高~低，属固结黏土，按其状态不同，把可塑状定为⑤1亚层、硬塑状定为⑤2亚层，坚硬状定为⑤3亚层，该层大部分钻孔有揭示，厚度0.60~7.50m，钻孔平均厚度3.17m。

(2) 砂土⑥：灰白、浅灰色，砂粒成分以石英为主，局部混黏土及圆砾，松散~中密状为主，局部密实状，按其成分差异可分为粉砂、细砂、粗砂、粉砂混黏土、细砂混黏土，按其密实程度不同，把松散状定为⑥1亚层、中密状定为⑥2亚层，密实状定为⑥3亚层，该层仅约1/3钻孔有揭示，厚度1.30~10.10m，钻孔平均厚度3.44m。。

3.1.2.4 工程地质条件评价

根据场地岩土层结构及物理力学性质特征，参照《疏浚与吹填工程设计规范》(JTS/181-5-2012)，勘察场地各类土质水下边坡坡比见表3.1-1。

表 3.1-1 各类土质水下边坡坡比

岩土类别	岩土名称	疏浚级别	开挖坡比
填土类	素填土	1级	1:7
	素填土	4级	1:3
	素填土	6级	1:5
淤泥土类	淤泥	1级	1:7
	淤泥质黏土	2级	1:7
砂土类	砂土	6级	1:5
	砂土	7级	1:5
	砂土	8级	1:5
碎石土类	圆砾	9级	1:5
粘性土类	粉质粘土	3级	1:3
	粉质粘土	4级	1:3
	粉质粘土	5级	1:3

3.1.3 地震

根据《中国地震动参数区划图》(GB 18306-2015)、《水运工程抗震设计规范》

(JTS 146-2012)，北海市铁山港区在II类场地条件下，基本地震动峰值加速度为 0.05g (见图 3.1-2)，地震动反应谱特征周期为 0.35s (见图 3.1-3)，对应的地震基本烈度为 6 度，设计地震分组为第一组。

根据区域地质资料、地质调查及钻探揭示，勘察场地未见区域性断裂构造及破碎带存在，本场地历史沿革无重大地质构造运动，区域地质稳定。

3.1.4 海洋自然灾害

(1) 热带气旋（台风）

热带气旋是调查区域最严重的灾害性天气。它对国民经济的发展和人民生命财产的安全威胁很大。据 1965~2014 年的观测资料统计，影响和登陆北海的热带气旋共 130 次，平均每年约 2.6 次，最大风力达 16 级，影响这一带的热带气旋一般发生在 5~11 月，尤以 7~9 月出现频率最高，约占影响和登陆调查区域热带气旋的 73.5%。

根据前面项目所在区域的自然条件分析，北海市城区风力大于 8 级的大风天数年最多 25d，最少 3d。近年来，常有台风侵袭广西沿海，造成的危害有时也是相当严重的，如 2008 年 9 号台风“北冕”、2012 年 13 号台风“启德”。根据台风天气网资料，2014 年 7 月强台风“威马逊”是 1973 年以来影响广西沿海大的台风，在广西防城港市登陆时最大风力 48m/s。9 月又有台风“海鸥”影响。台风同时带来强降雨，对广西沿海造成较大损失，受“威马逊”的影响，广西受灾人口 155.43 万人，水产养殖受灾面积 7.53 千公顷，损坏海堤、护岸 49.03 千米，直接经济损失 24.66 亿元。

(2) 风暴潮

风暴潮是由强烈的大气扰动而引起的水位异常升降现象，较大风暴潮一般都是由台风引起。广西沿海是受台风风暴潮影响较为频繁的地区之一，台风风暴潮灾害常有发生。据不完全统计，1965 年~2009 年，北海市沿岸平均每年发生风暴潮 2~3 次，其中较大以上强度的风暴潮每年 0.87 次，严重以上强度的风暴潮每 3 年有一次；北海市沿岸每年 4~11 月均有可能发生风暴增水，且集中在 7~10 月，尤以 9 月最多。影响北海市沿岸的热带气旋主要以西北行路径为主，且多是穿过雷州半岛或海南岛后在越南沿海登陆，此种情况下，风暴潮曲线表现为周期性波动。根据广西 2014 年海洋环境质量公报，2014 年 7 月，受 1409 号台风“威马逊”外围风力的影响，广西沿海各验潮站出现 84cm~286cm 的风暴增水。

(3) 灾害性海浪

2015 年~2018 年北部湾海域出现的灾害性海浪过程共计 10 次，平均每年 2.5 次。灾害性海浪过程以 6~11 月的最多，占了总数的 70%;灾害性海浪的最大有效波高为 3.0~5.0m，持续时间最长为 1190min，最短为 20min，波向以 N 和 NW 方位最多，各占 30%;台风和冷空气是引发灾害性海浪的主要天气系统，6~10 月的灾害性海浪主要由台风引发，11 月至翌年 4 月的灾害性海浪主要由冷空气引发。台风引发的灾害性海浪过程最多、海浪最高、持续时间最长。

3.2 主要环境保护目标调查

略

3.3 环境质量现状调查与评价

略

第四章 施工期环境影响评价

4.1 水环境影响评价

4.1.1 海洋水文动力环境影响预测与评价

4.1.1.1 水动力模型简介

对工程建设带来的水动力环境影响，报告中采用平面二维数值模型 MIKE21FM 来进行预测与分析。该模型采用非结构三角网格剖分计算域，三角网格能较好的拟合陆边界，网格设计灵活且可随意控制网格疏密，该软件具有算法可靠、计算稳定、界面友好、前后处理功能强大等优点，已在全球 70 多个国家得到应用，有上百例成功算例，计算结果可靠，为国际所公认。模型采用标准 Galerkin 有限元法进行水平空间离散，在时间上，采用显式迎风差分格式离散动量方程与输运方程。

(1) 模型控制方程

①连续方程：

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial h u}{\partial x} + \frac{\partial h v}{\partial y} = 0$$

②x 向动量方程：

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} - f v = -g \frac{\partial \zeta}{\partial x} - \frac{g u \sqrt{u^2 + v^2}}{c^2 h} + \frac{\partial}{\partial x} (N_x \frac{\partial u}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (N_y \frac{\partial u}{\partial y})$$

③y 向动量方程：

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + f u = -g \frac{\partial \zeta}{\partial y} - \frac{g v \sqrt{u^2 + v^2}}{c^2 h} + \frac{\partial}{\partial x} (N_x \frac{\partial v}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (N_y \frac{\partial v}{\partial y})$$

式中， t —时间 (s)；

x, y —原点 o 置于某一水平基面的直角坐标系坐标；

u, v —流速矢量 \vec{V} 沿 x, y 方向的分量 (m/s)；

ζ —相对于 xoy 坐标平面的水位 (m)；

$h = d + \zeta$ —总水深 (m)；

d —相对于 xoy 坐标平面的水深；

N_x , N_y — x , y 向水流紊动粘性系数 (m^2/s);

f —科氏参量;

g —重力加速度 (m/s^2);

C —谢才系数, $c=Mh^{1/6}$, M 为曼宁糙率系数。

(2) 初始条件

$$\zeta(x, y, t)|_{t=0} = \zeta_0(x, y)$$

$$u(x, y, t)|_{t=0} = u_0(x, y)$$

$$v(x, y, t)|_{t=0} = v_0(x, y)$$

$$s(x, y, t)|_{t=0} = s_0(x, y)$$

式中, ζ_0 、 u_0 、 v_0 分别为 ζ 、 u 、 v 初始值。

(3) 边界条件

①固边界可按下列方法确定

法向流速为零

$$\vec{V} \cdot \vec{n} = 0$$

式中, \vec{n} —固边界法向单位矢量。

法向泥沙通量为零

$$\frac{\partial s}{\partial n} = 0$$

②开边界可采用已知水位 $\zeta^*(x, y, t)$ 或流速 $\vec{V}^*(x, y, t)$ 控制

$$\zeta(x, y, t)|_{\Gamma} = \zeta^*(x, y, t) \quad (\text{潮位})$$

$$\vec{V}(x, y, t)|_{\Gamma} = \vec{V}^*(x, y, t) \quad (\text{流速})$$

4.1.1.2 计算域和网格设置

(1) 计算域设置

本工程所建立的海域数学模型计算域范围见图 3.2-1a, 即图中 A、B、C 三点以及部分北部湾岸线围成的海域。模拟采用非结构三角网格, 整个模拟区域由 50014 个结点和 95440 个三角单元组成, 最小空间步长约为 10m, 最小时间步长 0.2s, 大海域计算网格见图 4.1-1。

为清楚地反映项目用海对其附近海域水动力环境的影响，模拟中将项目附近海域网格进行加密，加密的小海域计算域及网格分布见图 4.1-2，各边界点坐标见表 4.1-1。

表 4.1-1 计算域边界点坐标一览表

点号	北纬	东经
A	21°26'10.04"	107°58'37.85"
B	20°39'46.98"	108°27'56.14"
C	20°39'46.80"	109°44'16.69"

（2）水深和岸界

水深选取中国人民解放军海军航海保证部制作的 1: 15 万海图（1416570 号）、1:12 万海图（1416710 号、1416770 号）、1: 4 万海图（1516781 号）、1: 3 万海图（1516771 号、1516791 号）、2020 年 12 月北海港铁山港区航道三期工程 NO2 标段测量总图、2021 年铁山港进港航道水下地形测量以及 2021 年 11 月项目附近海域 1:1000 水深测图和铁山港 30 万吨级进港航道工程 1: 2000 水深测图。岸界依据广西 908 海岸线以及 2019-2020 年卫星影像资料确定。

（3）大海域模型水边界输入

开边界：外海开边界给定潮位过程线，由中国海洋大学研发的中国近海潮汐预测程序（China Tide）提供。

闭边界：以大海域和用海区周边岸线作为闭边界。

（4）计算时间步长和底床糙率

模型计算时间步长根据 CFL 条件进行动态调整，确保模型计算稳定进行，最小时 间步长 0.05s。底床糙率通过曼宁系数进行控制，曼尼系数 M 取 $41\sim46\text{m}^{1/3}/\text{s}$ 。

（5）水平涡动粘滞系数

采用考虑亚尺度网格效应的 Smagorinsky (1963) 公式计算水平涡粘系数，表达式如下：

$$A = c_s^2 l^2 \sqrt{2S_{ij} S_{ij}}$$

$$S_{ij} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) \quad (i, j=1, 2)$$

式中： c_s 为常数， l 为特征混合长度，由计算得到。

4.1.1.3 潮流数值模型及验证

（1）潮位验证

潮位验证选用南京水利科学研究院于 2020 年 11 月在采集的实测潮位资料（CW1 站位、CW2 站位），调查站位图见图 4.1-3，潮位验证结果见图 4.1-4、4.1-5。

（2）潮流验证

潮流验证选用南京水利科学研究院于 2020 年 11 月在项目用海附近海域连续 27 小时同步观测的 9 个站位（1#、2#、3#、5#、6#、W1#、W2、#W3#、W4#）潮流资料与本次数模拟结果进行对比验证，调查站位图见图 4.1-3，潮流验证结果见图 4.1-6。从验证结果来看，此次模拟的潮流过程与实测数据基本一致，能够客观反映工程海域的潮流运动情况。

上述潮位、潮流验证结果表明，对应观测点上模拟得到的潮位、流速流向与实测值基本吻合，能够较好地反映项目周边海域潮流状况。

4.1.1.4 潮流场模拟结果分析

潮流场数值模拟结果显示，小潮期项目周边海域潮流场分布与大潮期基本一致，流速较大潮期小，因此报告中给出大潮期项目周边海域的潮流场模拟结果，分析中潮位时刻采用草潭站的潮位时刻。

（1）大海域潮流场数值模拟结果

大海域计算域潮流场模拟结果见图 4.1-7、图 4.1-8。该海域潮流运动形式以往复流为主，外侧海域逐渐向旋转流过渡。涨急时刻流向整体自外海向湾顶汇聚，流速介于 0.1~1.2m/s 之间，防城港、钦州湾以及铁山湾等湾顶口门处流速较大，向外海流速逐渐变小。落急时刻流向整体相反，自湾顶向外海流动，流速介于 0.1~1.4m/s 之间，防城港、钦州湾以及铁山湾等湾顶口门处流速较大，向外海流速逐渐变小。

（2）项目周边海域潮流场数值模拟结果

①工程建设前潮流场

工程建设前项目周边海域大潮期潮流场见图 4.1-9、图 4.1-10。涨急时刻，潮流流向整体上呈东北向，流速整体介于 0.2~1.1m/s 之间，项目所在海域流速较大，介于 0.5~0.9m/s 之间。落急时刻，潮流流向与涨急时刻相反，呈西南向，具有明显往复流特征，流速整体介于 0.4~1.2m/s 之间，项目所在海域流速介于 0.4~1.0m/s 之间。

②工程建设后潮流场

工程建设后项目周边海域大潮期潮流场见图 4.1-11、图 4.1-12。涨急时刻，潮流流

向整体上呈东北向，流速整体介于 0.2~1.1m/s 之间，项目所在海域流速较大，介于 0.5~0.9m/s 之间。落急时刻，潮流流向与涨急时刻相反，呈西南向，具有明显往复流特征，流速整体介于 0.4~1.2m/s 之间，项目所在海域流速介于 0.4~1.0m/s 之间。

4.1.1.5 项目建设对周边海域潮流场影响分析

本工程主要建设内容为航道水域和管养基地港池水域疏浚，周边海域潮流场的变化主要为疏浚导致水深改变继而引起的流速变化，项目建设前后周边海域大潮期涨落急时刻的潮流场流速变化图见图4.1-13和图4.1-14。可见，流速变化范围整体较小且主要集中在项目建设区域及其周围。

涨急时刻，航道范围内大部分区域流速减弱介于0~0.08m/s之间，CD航段西侧附近区域流速增大0~0.05m/s，航道范围内流速变化幅度小于10%，大部分区域流速变化幅度小于5%；受水深变化影响，航道周边区域的流速整体略有减小，减小幅度介于0~0.03m/s，流速变化小于5%；管养基地泊位西侧区域流速减弱，流速变化量小于0.005m/s，变化幅度小于5%。落急时刻，航道范围内大部分区域流速减弱介于0~0.10m/s之间，航道中段流速减弱最大，高达0.10m/s，CD航段西北侧附近区域流速增大0~0.07m/s，航道范围内流速变化幅度小于10%，大部分区域流速变化幅度小于5%；受水深变化影响，航道周边区域的流速整体略有减小，减小幅度介于0~0.06m/s，流速变化小于10%；管养基地泊位西侧区域流速增大，流速变化量小于0.025m/s，变化幅度小于10%。

综上所述，项目及其周边海域流速整体减小，流速变化量介于0~0.10m/s，仅在航道南段部分区域呈现出显著的流速增大，流速变化量介于0~0.07m/s。整体而言，工程建设造成项目及其附近海域的流速变化小于10%，对其水动力环境影响不大。

根据工程建设导致的涨、落急时刻流场变化影响范围和幅度预测结果，在受水动力变化环境影响较为敏感的红树林、海草床和幼鲎栖息地等环境敏感区，流场变化体现为流速减小的特征，流速减小幅度均小于0.06m/s。

4.1.2 海水水质环境影响预测与评价

4.1.2.1 预测模型

潮流是海域污染物进行稀释扩散的主要动力因素，在获得可靠的潮流场基础上，通过添加水质预测模块（平面二维非恒定的对流—扩散模型），可进行水质预测计算。

（1）二维水质对流扩散控制方程

$$\frac{\partial}{\partial t}(hc) + \frac{\partial}{\partial x}(uhc) + \frac{\partial}{\partial y}(vhc) = \frac{\partial}{\partial x}\left(h \cdot D_x \cdot \frac{\partial c}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(h \cdot D_y \cdot \frac{\partial c}{\partial y}\right) - F \cdot h \cdot c + s$$

式中：D_x、D_y为x、y方向的扩散系数；c为污染物浓度；F=αω_s，α为悬浮颗粒沉降机率；ω_s为悬浮颗粒平均沉降速度；Q为源强。

（2）边界条件

岸边界条件：浓度通量为零；

开边界条件：

入流：C| Γ =P₀，式中 Γ 为水边界，P₀为边界浓度，模型仅计算增量影响，取P₀=0。

出流： $\frac{\partial C}{\partial t} + U_n \frac{\partial C}{\partial n} = 0$ ，式中U_n边界法向流速，n为法向。

（3）初始条件

$$C(x, y)|_{t=0} = 0$$

4.1.2.2 悬浮泥沙发生点位置

本工程产生悬浮泥沙的水上施工环节主要为航道和管养基地码头港池疏浚、管养基地护岸开挖、抛石及打桩作业、舶吹溢流、疏浚物海上转运，针对不同水上施工环节，选取代表点进行模拟预测，悬浮泥沙模拟发生点位置如图 4.1-15 所示。

4.1.2.3 模拟条件

根据《海水水质标准》(GB3097-1997) 中二类水质标准的规定，悬浮物质人为增加量不得高于 10mg/L，所以模拟临界值定为 10mg/L。由于潮流的周期运动影响到浓度场的不断变化，将模拟区域每个格点悬浮泥沙浓度值等于或超过 10mg/L 定义为对该点有影响，将计算时间内每个格点出现的最大浓度定义为该点的最大浓度，各点的最大浓度经过差值成图后形成泥沙发生点的最大影响范围。

各控制点按照连续源强，本次评价模拟了大潮期施工时 48 小时内，各控制点的悬浮物扩散范围，并统计 48h 各个典型点相同浓度的扩散线连接形成不同施工过程的最大悬沙包络线。

4.1.2.4 悬浮泥沙源强

各施工环节的悬浮泥沙源强见 2.6.2 节。

4.1.2.5 泥沙沉降速度

根据《海岸工程环境》(常瑞芳), 细泥沙, $D < 0.1\text{mm}$, 采用斯托克斯公式计算单颗粒泥沙的沉速:

$$\omega = \frac{1}{18} \frac{\rho_s - \rho}{\rho} g \frac{D^2}{v}$$

其中, ρ_s ——沙的密度, 取 2650kg/m^3 ;

ρ ——水的密度, 取 1000 kg/m^3 ;

g ——重力加速度, 取 9.81m/s^2 ;

D ——泥沙的粒径;

v ——粘滞系数, $v = 1.792 \times 10^{-6} \exp(-0.042T^{0.87})$, 水温 T 取 23.4°C (多年平均气温)。

泥沙群体平均沉速公式如下:

$$\omega = \frac{1}{100} \sum_{i=1}^N \Delta P_i \cdot \omega_i$$

其中, ω ——泥沙群体的平均沉速;

ω_i ——粒径为 D_i 的泥沙的沉速;

ΔP_i ——粒径 D_i 的泥沙所占的重量百分数。

本工程海域底质主要为淤泥质黏土、淤泥质砂和粉砂, 中值粒径介于 $0.005\text{mm} \sim 0.25\text{mm}$ 之间, 其中淤泥质黏土的粒径取 0.01mm , 占 28% ; 淤泥质砂的粒径取 0.025mm , 占 30% ; 粉砂的粒径取 0.125mm , 占 42% 。根据以上公式计算, 模拟时泥沙沉降速度取值为 0.0062m/s 。

4.1.2.6 模拟结果分析

(1) 航道施工期间预测结果

航道疏浚作业产生的悬浮泥沙最大扩散范围如图 4.1-16 所示。模拟结果表明, 施工产生的大于 10mg/L 悬浮泥沙总包络面积为 24.32km^2 , 其中 $10\sim20\text{mg/L}$ 悬浮泥沙包络面积为 5.79km^2 , $20\sim50\text{mg/L}$ 悬浮泥沙包络面积为 5.89km^2 , $50\sim100\text{mg/L}$ 悬浮泥沙包络面积为 2.48km^2 , $100\sim150\text{mg/L}$ 悬浮泥沙包络面积为 1.26km^2 , 大于 150mg/L 悬浮泥沙总包络面积为 8.89km^2 。自航道疏浚范围边界起算, 大于 10mg/L 增量浓度悬浮泥沙

扩散范围向西北最大扩散距离约 2.10km，向南最大扩散距离约 3.21km。结果见表 4.1-2。

表 4.1-2 航道疏浚产生预测悬浮物最高浓度超标面积

悬浮泥沙浓度 (mg/L)	10~20	20~50	50~100	100~150	>150	>10
包络面积 (km ²)	5.79	5.89	2.48	1.26	8.89	24.32

(2) 管养基地施工期间预测结果

①疏浚作业

疏浚作业产生的悬浮泥沙最大扩散范围如图 4.1-17 所示。模拟结果表明，施工产生的大于 10mg/L 悬浮泥沙总包络面积为 0.14km²，其中 10~20mg/L 悬浮泥沙包络面积为 0.04km²，20~50mg/L 悬浮泥沙包络面积为 0.03km²，50~100mg/L 悬浮泥沙包络面积为 0.02km²，100~150mg/L 悬浮泥沙包络面积为 0.01km²，大于 150mg/L 悬浮泥沙总包络面积为 0.04km²。自港池疏浚范围边界起算，大于 10mg/L 增量浓度悬浮泥沙扩散范围向边界外侧最大扩散距离约 179m。结果见表 4.1-3。

表 4.1-3 管养基地疏浚产生预测悬浮物最高浓度超标面积

悬浮泥沙浓度 (mg/L)	10~20	20~50	50~100	100~150	>150	>10
包络面积 (km ²)	0.04	0.03	0.02	0.01	0.04	0.14

②抛石作业

抛石作业产生的悬浮泥沙最大扩散范围如图 4.1-18 所示。模拟结果表明，施工产生的大于 10mg/L 悬浮泥沙总包络面积为 0.07km²，其中 10~20mg/L 悬浮泥沙包络面积为 0.01km²，20~50mg/L 悬浮泥沙包络面积为 0.02km²，50~100mg/L 悬浮泥沙包络面积为 0.01km²，100~150mg/L 悬浮泥沙包络面积为 0.004km²，大于 150mg/L 悬浮泥沙总包络面积为 0.03km²。自水工建筑物边界起算，大于 10mg/L 增量浓度悬浮泥沙扩散范围向边界外侧最大扩散距离约 198m。结果见表 4.1-4。

表 4.1-4 管养基地抛石产生预测悬浮物最高浓度超标面积

悬浮泥沙浓度 (mg/L)	10~20	20~50	50~100	100~150	>150	>10
包络面积 (km ²)	0.01	0.02	0.01	0.004	0.03	0.07

③打桩作业

打桩作业产生的悬浮泥沙最大扩散范围如图 4.1-19 所示。模拟结果表明，施工产

生的大于 10mg/L 悬浮泥沙总包络面积为 0.02km^2 。自水工建筑物边界起算，大于 10mg/L 增量浓度悬浮泥沙扩散范围向边界外侧最大扩散距离约 58m。结果见表 4.1-5。

表 4.1-5 管养基地打桩产生预测悬浮物最高浓度超标面积

悬浮泥沙浓度 (mg/L)	10~20	20~50	50~100	100~150	>150	>10
包络面积 (km ²)	0.02	/	/	/	/	0.02

④管养基地施工总悬沙扩散范围

管养基地施工产生的悬浮泥沙最大扩散范围如图 4.1-20 所示。施工产生的大于 10mg/L 悬浮泥沙总包络面积为 0.23km^2 ，其中 10~20mg/L 悬浮泥沙包络面积为 0.06km^2 ，20~50mg/L 悬浮泥沙包络面积为 0.05km^2 ，50~100mg/L 悬浮泥沙包络面积为 0.03km^2 ，100~150mg/L 悬浮泥沙包络面积为 0.01km^2 ，大于 150mg/L 悬浮泥沙总包络面积为 0.07km^2 。自港池疏浚范围边界起算，大于 10mg/L 增量浓度悬浮泥沙扩散范围向边界外侧最大扩散距离约 190m。结果见表 4.1-6。

表 4.1-6 管养基地施工产生预测悬浮物最高浓度超标面积

悬浮泥沙浓度 (mg/L)	10~20	20~50	50~100	100~150	>150	>10
包络面积 (km ²)	0.06	0.05	0.03	0.01	0.07	0.23

(3) 疏浚物船吹溢流预测结果

船吹溢流产生的悬浮泥沙最大扩散范围如图 4.1-21 所示。模拟结果表明，南侧临时堆存区施工产生的大于 10mg/L 悬浮泥沙总包络面积为 0.0254km^2 ，其中 10~20mg/L 悬浮泥沙包络面积为 0.0094km^2 ，20~50mg/L 悬浮泥沙包络面积为 0.0155km^2 ，大于 50mg/L 悬浮泥沙总包络面积为 0.0005km^2 ，大于 10mg/L 增量浓度悬浮泥沙扩散范围向东南最大扩散距离约 0.30km。和润临时堆存区施工产生的大于 10mg/L 悬浮泥沙总包络面积为 0.0112km^2 ，其中 10~20mg/L 悬浮泥沙包络面积为 0.0066km^2 ，20~50mg/L 悬浮泥沙包络面积为 0.0032km^2 ，大于 50mg/L 悬浮泥沙总包络面积为 0.0014km^2 ，大于 10mg/L 增量浓度悬浮泥沙扩散范围向东最大扩散距离约 0.15km。疏浚物船吹施工产生的大于 10mg/L 悬浮泥沙总包络面积为 0.0366km^2 ，其中 10~20mg/L 悬浮泥沙包络面积为 0.0160km^2 ，20~50mg/L 悬浮泥沙包络面积为 0.0187km^2 ，大于 50mg/L 悬浮泥沙总包络面积为 0.0019km^2 ，大于 10mg/L 增量浓度悬浮泥沙扩散范围向东最大扩散距离约 0.15km。结果见表 4.1-7。

表 4.1-7 疏浚物船吹溢流作业产生预测悬浮物最高浓度超标面积

悬浮泥沙浓度 (mg/L)	10~20	20~50	50~100	100~150	>150	>10
南侧临时堆存区 包络面积 (km ²)	0.009	0.016	0.001	/	/	0.025
和润临时堆存区 包络面积 (km ²)	0.007	0.003	0.001	/	/	0.011
总包络面积 (km ²)	0.016	0.019	0.002	/	/	0.036

(4) 疏浚物海上转运施工期间预测结果

海上转运作业产生的悬浮泥沙最大扩散范围如图 4.1-22 所示。模拟结果表明，施工产生的大于 10mg/L 悬浮泥沙总包络面积为 0.18km²，其中 10~20mg/L 悬浮泥沙包络面积为 0.15km²，20~50mg/L 悬浮泥沙包络面积为 0.03km²，大于 10mg/L 增量浓度悬浮泥沙扩散范围向东北最大扩散距离约 0.60km。结果见表 4.1-8。

表 4.1-8 疏浚物海上转运作业产生预测悬浮物最高浓度超标面积

悬浮泥沙浓度 (mg/L)	10~20	20~50	50~100	100~150	>150	>10
总包络面积 (km ²)	0.15	0.03	/	/	/	0.18

(5) 整个施工期间悬浮泥沙预测结果

综上所述，本工程施工期间产生的大于 10mg/L 悬浮泥沙总包络面积为 24.77km²，其中 10~20mg/L 悬浮泥沙包络面积为 6.02km²，20~50mg/L 悬浮泥沙包络面积为 5.96km²，50~100mg/L 悬浮泥沙包络面积为 2.51km²，100~150mg/L 悬浮泥沙包络面积为 1.28km²，大于 150mg/L 悬浮泥沙总包络面积为 8.96km²。结果见表 4.1-9。

表 4.1-9 本工程施工期间产生预测悬浮物最高浓度超标面积

悬浮泥沙浓度 (mg/L)	10~20	20~50	50~100	100~150	>150	>10
包络面积 (km ²)	6.02	5.96	2.51	1.28	8.96	24.77

4.2 海洋沉积物环境影响评价

本工程疏浚等施工过程中，沉积物被搅动悬浮后，产生的悬浮泥沙在其自重及絮凝作用下会沉积于海底，使原来的沉积物粒度和组成发生变化，从而改变了表层沉积物类型及海底底床的高度。根据收集的广西海域典型疏浚工程的疏浚物样品理化性质分析结果看，疏浚物质量良好，且疏浚过程中无外来污染物，由施工扰动海区产生的悬浮物再次沉降对本海区表层沉积物环境质量不会产生明显的影响，沉积物质量仍将

基本保持现有水平。

4.3 海洋生态环境影响分析

4.3.1 管养基地平台及护岸施工影响分析

本工程建设 1 处公共航道管养基地，采用高桩结构型式形成平台，各功能区均布置于平台上。护岸采用斜坡式+挡墙结构。护岸开挖和抛石、码头桩基施工将对海域空间形成永久占用。其中，管养基地平台采用桩基结构，共使用 150 根 $\Phi 1000\text{mm}$ 预应力管桩，桩基占海面积 118m^2 。斜坡式护岸采用先开挖后抛石的方式形成，均位于现状泥面线以下，主要对海底底质形成永久占用，护岸占海面积 0.81hm^2 。以上主体工程建设将直接掩埋和破坏用海区域内的底栖生物生境，并永久占用部分海洋水体空间，对所在海域生态环境形成持久性影响。

4.3.2 疏浚及疏浚物处置工程影响分析

（1）对底栖生物的影响分析

本工程航道疏浚以及管养基地港池疏浚施工会对海域内的底栖生物产生一定的影响，按其影响性质分为直接、间接影响。直接影响是指疏浚施工过程中，由于其施工行为占用海域，从而破坏了底栖生物的生境，直接导致底栖生物死亡；间接影响是指疏浚开挖、舶吹溢流、疏浚物海上转运溢流等施工行为引起的悬浮泥沙增加并在一定区域内扩散，进而影响悬浮泥沙扩散区的底栖生物生存环境。具体影响分析如下：

1) 直接占用的影响

底栖生物幼体阶段为浮游幼虫，在繁殖产量足够的条件下，会随海流作用来到工程海域生长。因此，底栖生物群落的恢复速度受影响区域大小和影响时间的影响。当受影响区域较小，且影响时间处于非产卵期时，其恢复通常较快，5~6 个月后主要结构参数（种数、丰富度及多样性等）将与挖掘前或邻近未挖掘水域基本一致，但物种组成仍存在差异，彻底恢复则需要更长时间。反之，若受影响区域较大，影响时间恰逢繁殖期或影响持续时间较长，则恢复通常较慢，若无人工放流底栖生物幼苗，恢复期通常更长。

本工程拟建航道及管养基地建设涉及疏浚开挖作业，将改变施工区域内海洋生物原有的栖息环境，对底栖生物造成影响。除少量活动能力较强的底栖种类能够逃往他处外，大部分底栖生物将被掩埋、覆盖而死亡。

本工程航道疏浚主要采用大型耙吸挖泥船作业，疏浚土质以淤泥质土、砂土、碎石土为主。Newell 等¹研究表明，对于淤泥底质，疏浚开挖后底栖生物恢复时间为 6~8 个月；对沙质底质，恢复时间则要 2~3 年的时间。根据 4.4 节冲淤环境影响预测结果，工程建成后航道内部因局部挖深，整体呈现淤积趋势，淤积量介于 0~0.05m/a，航道中段淤积速率最大，可达 0.05m/a。预测结果表明，航道疏浚工程实施后，将打破海底泥沙的冲淤平衡，底质泥沙将持续迁移演变。部分泥沙重新进入航道内部形成覆盖层，底栖生物赖以生存的泥沙质环境将逐渐恢复，底栖生境也将逐渐恢复并形成新的底栖生物群落。同时，采用增殖放流等生态修复措施，可进一步缩短底栖生物的恢复周期。

2) 悬浮泥沙扩散影响

本工程施工中会形成一定面积的悬浮物扩散区域，根据悬浮泥沙扩散模拟预测结果，航道、管养基地施工产生大于 10mg/L 悬浮泥沙包络面积分别约 24.32km²、0.15km²，艏吹溢流、疏浚物海上转运溢流产生大于 10mg/L 悬浮泥沙包络面积分别约 0.037km²、0.18km²。悬浮泥沙对影响范围内底栖生物造成不利影响包括两方面：一是由于悬浮物增加导致局部海域海水透明度降低，浮游生物数量减少，底栖生物栖息环境恶化；二是泥沙沉积后可能引贝类动物的外套腔和水管受到堵塞而致死。悬浮物沉积主要影响航道及港池疏浚区域外围悬浮泥沙含量较高的局部范围内，施工结束后一段时间内，受影响的底栖生物群落会逐渐被新的群落所替代。

通过以上分析可知，工程建设对底栖生物的影响主要是使其数量减少，某些敏感种类会遭受损害甚至消失。水下挖掘会对疏浚区域内的底栖生物造成破坏，不过这种破坏影响随着施工的结束而逐渐消退。若同时采用增殖放流等生态修复措施，则能有效缩短底栖生物的恢复周期。航道疏浚过程中产生的悬浮泥沙对底栖生物影响是暂时性的，随着施工结束，受此影响的底栖生物生存环境可逐步恢复原状。

(2) 对浮游生物和鱼卵、仔鱼的影响分析

本工程航道及港池疏浚、护岸抛石、桩基施工、艏吹溢流、海上转运溢流过程中对浮游植物最主要的影响是水体中增加的悬浮物质影响了水体的透光性，进而影响了浮游植物的光合作用。一般而言，悬浮物的浓度增加在 10mg/L 以下时，水体中的浮游植物不会受到影响，而当悬浮物浓度增加 50mg/L 以上时，浮游植物会受到较大的影

¹ NEWELL R C, SEIDERER L J, HITCHCOCK D R. The impact of dredging works in coastal waters: A review of the sensitivity to disturbance and subsequent recovery of biological resources on the sea bed[J]. Oceanography and Marine Biology. 1998. 36: 127-178.

响，特别是中心区域，悬浮物含量高，海水透光性差，浮游植物难以生存。当悬浮物的浓度增加量在 10~50mg/L 时，浮游植物将会受到轻微的影响。根据悬浮物扩散模拟计算结果，航道、管养基地施工产生的大于 50mg/L 的悬浮物扩散影响范围分别为 12.63km²、0.08km²。悬浮物浓度增量较高的区域局限在施工区域内及其周边较近区域。因此，对浮游植物的影响只在工程施工区域及其附近范围。

施工对浮游动物最主要的影响同样来自增加的悬浮物质。悬浮物对浮游动物的影响与悬浮物的粒径、浓度等有关。由于悬浮颗粒物的浓度增加，造成以滤食性为主的浮游动物摄入粒径合适的泥沙，内部系统紊乱，因饥饿而死亡。某些挠足类动物，具有依据光线强弱变化而进行昼夜垂直迁移的习性，水体的透明度降低，会引起这些动物生活习性的混乱，破坏其生理功能。具体影响反映在浮游动物的生长率、存活率、摄食率、密度、生产量及群落结构等方面。浮游动物受影响程度和范围与浮游植物相似，悬浮物浓度增加 50mg/L 以上时，浮游动物的损失率可以达到 40% 以上。浮游动物受影响程度和范围与浮游植物的相似。

施工对鱼卵和仔稚鱼的影响原理是水中含有过量的悬浮固体，细微的固体颗粒会粘附在鱼卵和仔稚鱼的表面，妨碍鱼卵和仔稚鱼的呼吸与水体之间的氧和二氧化碳的交换，过高的悬浮物浓度会降低鱼类的繁殖速率。

本工程疏浚等施工过程中掀起的悬浮泥沙对浮游生物的影响主要反映在悬浮泥沙入海将导致海水的浑浊度增大，透明度降低，不利于浮游植物的繁殖生长。此外，还表现在对浮游动物的生产率和摄食率的影响等。类比长江口航道疏浚悬浮泥沙对水生生物的毒性效应的试验结果，当悬浮泥沙浓度达到 9mg/L 时，将影响浮游动物的存活率和浮游植物的光合作用。在该范围内的浮游动植物和鱼卵、仔鱼受到一定程度的扰动影响，但这种影响具有暂时性，随着水上施工的结束，影响也逐渐减弱并消失。

（3）对渔业资源的影响分析

施工过程对渔业资源的影响主要是悬浮物及水下施工噪声对渔业资源的影响。

1) 悬浮物影响分析

悬浮物对鱼类的影响主要表现为直接杀死鱼类个体；降低其生长率及其对疾病的抵抗力；干扰其产卵、降低孵化率和仔鱼成活率；降低其饵料生物的密度；降低其捕食效率等。对鱼卵的影响原理是水中含有过量的悬浮固体，细微的固体颗粒会粘附在鱼卵的表面，妨碍鱼卵的呼吸与水体之间的氧和二氧化碳的交换，过高的悬浮物浓度会降低鱼类的繁殖速率。

国外学者曾做过大量实验研究悬浮物对成鱼的影响。Biosson 等人研究鱼类在混浊水域表现出的回避反应，结果表明，当水体悬浮物浓度达到 70mg/L 时，鱼类在 5min 内迅速表现出回避反应。如果水中悬浮固体物质含量过高，容易使鱼类的鳃耙腺积聚泥沙，损害鳃部的滤水呼吸功能，甚至窒息死亡。实验数据表明，当 SS 高达 80000mg/L 时，鱼类最多只能忍耐一天；在 6000mg/L 的含量水平，最多只能忍耐一周；在 300mg/L 含量水平，而且每天作短时间搅拌，使沉淀淤泥泛起至 SS 浓度达到 2300mg/L，则鱼类仅能存活 3~4 周。一般说来，受到 200mg/L 以下含量水平的短期影响，鱼类不会直接死亡。贾晓平综合国内外有关文献报道，提出悬浮物对不同海洋种类的致死浓度和明显影响浓度，见表 4.3-1。

表 4.3-1 施工活动对渔业资源直接、间接影响判定表

种类	成体 (mg/L)		幼体 (mg/L)	
	致死浓度	明显影响浓度	致死浓度	明显影响浓度
鱼类	52000	500	250	125
虾类	8000	500	400	125
蟹类	9000	4300	700	125
贝类	700	500	250	125

该表所列数据主要针对原水质较清、悬浮物含量较低水域在受到大量悬浮物影响时的情况，海洋生物致死浓度和受影响浓度指标。贝类对悬浮泥沙的影响最为敏感，当悬浮物浓度达到 700mg/L 即达到贝类的致死浓度。

此外，悬浮泥沙对渔业的影响主要还体现在对浮游动物与浮游植物食物供应所受到的影响上。浮游植物和浮游动物是海洋生物的初级和次级生产力，海水中悬浮物浓度过高，对浮游植物和浮游动物的生长产生不利影响。从食物链的角度对鱼类和虾类的存活与生长产生明显的抑制作用，对渔业资源带来一定影响。悬浮泥沙对渔业的影响不是永久性的，而是可逆的，会随着施工结束而逐渐恢复。

根据施工期悬浮物扩散模拟预测结果，航道施工产生的大于 10mg/L 悬浮泥沙总包络面积为 24.32km²，其中 10~20mg/L 悬浮泥沙包络面积为 5.79km²，20~50mg/L 悬浮泥沙包络面积为 5.89km²，50~100mg/L 悬浮泥沙包络面积为 2.48km²，大于 100mg/L 悬浮泥沙总包络面积为 10.15km²。自航道疏浚范围边界起算，大于 10mg/L 增量浓度悬浮泥沙扩散范围向西北最大扩散距离约 2.10km，向西南最大扩散距离约 3.21km。管养基地施工产生的大于 10mg/L 悬浮泥沙总包络面积为 0.15km²，其中 10~20mg/L 悬浮泥沙包络面积为 0.04km²，20~50mg/L 悬浮泥沙包络面积为 0.03km²，50~100mg/L 悬浮泥沙包络面积为 0.02km²，大于 100mg/L 悬浮泥沙总包络面积为 0.06km²。自港池疏浚范围边界起算，大于 10mg/L 增量浓度悬浮泥沙扩散范围向边界外侧最大扩散距离约 190m。

疏浚物船吹溢流及海上转运溢流产生的大于 10mg/L 悬浮泥沙总包络面积为 0.22km²，其中 10~20mg/L 悬浮泥沙包络面积为 0.17km²，20~50mg/L 悬浮泥沙包络面积为 0.05km²，50~100mg/L 悬浮泥沙包络面积为 0.002km²。施工悬沙影响基本局限于施工区域及周边海域内，该区域内悬浮物可能对幼体造成明显影响，其它区域悬浮物浓度增量小于 100mg/L，对渔业资源影响较小。

游泳生物主要包括鱼类、虾蟹类、头足类软体生物等。浮游植物生产的产物基本上要通过浮游动物这个环节才能被其他动物所利用，浮游动物通过摄食影响或控制初级生产力，同时其种群动态变化又可能影响许多鱼类和其他动物资源群体的生物量。疏浚作业挖起的悬浮物将增加海水的浑浊度，减少了透光层的厚度，使生物合成量减少，同时使整个水层的浮游植物的生产力水平下降，对浮游植物生长繁殖造成不利，进一步影响了浮游动物的摄食能力和摄食量，从而也影响了浮游动物的生长和繁殖。但这种影响是短时期的，完成作业之后，通过一系列的稀释、吸附、沉淀或扩散等海洋环境的物理过程，从而恢复浮游生物的正常生存环境。

2) 水下施工噪声影响分析

施工期噪声源于施工船舶，会对周围声环境产生一定影响。施工船舶包括耙吸式挖泥船、抓斗式挖泥船、交通船、锚艇，距离施工船舶 5m 处噪声级一般在 80~90dB(A) 之间。根据《人为水下噪声对海洋生物影响评价指南》(HY/T 0341-2022) 附录 A，本工程施工机械噪声为非脉冲噪声，施工噪声值未超过鱼卵和幼体以及成鱼的致死或潜在致死噪声限值，对渔业资源不会产生显著影响。

4.3.3 生态损失补偿计算

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程 (SC/T 9110-2007)》，对工程建设造成的海洋生物资源损失量进行计算。

(1) 生物量取值

采用广西壮族自治区海洋环境监测中心站 2025 年 5 月 29 日~30 日在工程附近海域开展调查所获数据，用于计算底栖生物、鱼卵、仔稚鱼和游泳动物（区分成、幼体）的生物资源损失量。

(2) 生物资源损失量估算

1) 工程占用水域造成海洋生物损失

①评估方法

报告书根据有关影响机理分析和实测资料，采用《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T 9110-2007)中工程建设对海洋生物资源的损害评估方法，进行海洋生物资源损失的估算。工程用海范围内的海洋生物资源损失量计算公式参见下式。

$$W_i = D_i \times S_i$$

式中， W_i —第 i 种类生物资源受损量，单位为尾（尾）、个（个）、千克（kg）； D_i —评估区域内第 i 种类生物资源密度，单位尾（个）/km²、尾（个）/km³、kg/km²； S_i —第 i 种类生物占用的渔业水域面积或体积，单位为 km² 或 km³。

②管养基地平台桩基占用损失

管养基地平台采用高桩结构，共使用 150 根 Φ1000mm 预应力管桩，桩基占海面积 118m²。造成生物资源损失见表 4.3-3。

表 4.3-3 管养基地平台桩基占用海域造成生物资源损失量

生物类型	资源密度		水深 H(m)	占用面积 S(m ²)	资源损失量	
	密度	单位			损失量	单位
底栖生物	55.76	g/m ²	-	118	0.01	t
鱼卵	1.3	粒/m ³	3	118	0.0005	×10 ⁶ 粒
仔稚鱼	0.32	尾/m ³	3	118	0.0001	×10 ⁶ 尾
幼体	鱼类	626	尾/km ²	-	0.07	尾
	虾类	310	尾/km ²	-	0.04	尾
	蟹类	1313	尾/km ²	-	0.15	尾
	头足类	1409	尾/km ²	-	0.17	尾
成体	鱼类	119.83	kg/km ²	-	0.01	kg
	虾类	3.09	kg/km ²	-	0.0004	kg
	蟹类	29.91	kg/km ²	-	0.004	kg
	头足类	58.86	kg/km ²	-	0.01	kg
浮游植物	2.79	×10 ⁷ 个/m ³	3	118	0.001	×10 ¹³ 个
浮游动物	92.7	mg/m ³	3	118	0.00003	t

②管养基地护岸抛石占用损失

斜坡式护岸采用先开挖后抛石的方式形成，均位于现状泥面线以下，主要对海底底质形成永久占用，护岸占海面积 0.81hm²。造成生物资源损失见表 4.3-4。

表 4.3-4 管养基地护岸抛石占用海域造成生物资源损失量

影响环节	占用面积 (hm ²)	底栖生物资源密度 (g/m ²)	资源损失量 (t)
管养基地护岸抛石	0.81	55.76	0.45

③航道及港池疏浚开挖占用损失

航道及港池疏浚开挖过程造成底栖生物损失。本工程疏浚开挖面积 543.39hm²，疏浚过程中该海域底栖生物几乎 100%死亡，底栖生物的生物量为 55.76g/m²，造成的底栖生物平均损失量为 302.99t。

表 4.3-5 疏浚开挖占用海域造成生物资源损失量

影响环节	占用面积 (hm ²)	底栖生物资源密度 (g/m ²)	资源损失量 (t)
航道、港池疏浚 开挖	543.39	55.76	302.99

2) 疏浚、护岸抛石、桩基施打悬浮泥沙海洋生物损失

①评估方法

由于航道和港池疏浚、护岸抛石、桩基施打等施工环节均为移动污染源，采用一次性平均损失量计算方法。生物资源损害量按以下公式计算：

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

式中：

W_i —第 i 种生物资源损害量，单位为尾（尾）、个（个）、千克（kg）；

D_{ij} —某一污染物第 j 种类浓度增量区第 i 种生物资源密度，单位为尾（个）/km²、尾（个）/km³、kg /km²；

S_i —某一污染物第 j 种类浓度增量区面积，单位 km² 或 km³；

K_{ij} —某一污染物第 j 种类浓度增量区第 i 种生物资源损失率（%）；

N—某一污染物浓度增量分区数。

表 4.3-6 污染物造成各类生物损失率

污染物 i 的超标倍数 (B_i)	各类生物损失率 (%)				
	鱼卵和仔稚鱼	游泳动物幼体	游泳动物成体	浮游动物	浮游植物
$B_i \leq 1$ 倍 (10~20mg/L)	5	5	1	5	5
$1 < B_i \leq 4$ 倍 (20~50mg/L)	10	10	5	20	20
$4 < B_i \leq 9$ 倍 (50~100mg/L)	30	30	15	40	40
$B_i \geq 9$ 倍 (≥ 100 mg/L)	50	50	20	50	50

②损失量计算

参照悬浮物浓度增量预测值将悬浮物浓度增量分为 4 个区，施工过程中悬浮泥沙增量超标倍数、超标面积和在各区内类生物损失率如表 4.3-7 所示，计算水深值采取

10mg/L 增量浓度悬沙扩散影响范围内的平均水深，根据工程所在海域实测水深资料，平均水深取 11m，对损失量进行估算见表 4.3-8。

表 4.3-7 施工期疏浚悬浮物对各类生物损失率

分区	浓度增量	面积 km ²	污染物超标倍数 (Bi)	各类生物损失率 (%)				
				鱼卵和仔稚鱼	幼体	成体	浮游动物	浮游植物
I区	≤20mg/L	5.85	Bi≤1倍	5	5	1	5	5
II区	20~50mg/L	5.94	1<Bi≤4倍	10	10	5	20	20
III区	50~100mg/L	2.51	4<Bi≤9倍	30	30	15	40	40
IV区	≥100mg/L	10.23	Bi>9 倍	50	50	20	50	50

表 4.3-8 疏浚、抛石、打桩悬浮泥沙造成生物损失量

资源	面积 (km ²)	Bi≤1	1<Bi≤4	4<Bi≤9	Bi≥9	小计
		5.85	5.94	2.51	10.23	
鱼卵	密度 (粒/m ³)	1.30	1.30	1.30	1.30	96.59
	损失率	5%	10%	30%	50%	
	损失量 (10 ⁶ 个)	4.18	8.49	10.77	73.14	
仔稚鱼	密度 (尾/m ³)	0.32	0.32	0.32	0.32	23.78
	损失率	5%	10%	30%	50%	
	损失量 (10 ⁶ 尾)	1.03	2.09	2.65	18.00	
幼体	鱼类	密度 (尾/km ²)	626	626	626	4228.32
	鱼类	损失率	5%	10%	30%	
	鱼类	损失量 (尾)	183.11	371.84	471.38	
	虾类	密度 (尾/km ²)	310	310	310	2093.90
	虾类	损失率	5%	10%	30%	
	虾类	损失量 (尾)	90.68	184.14	233.43	
	蟹类	密度 (尾/km ²)	1313	1313	1313	8868.66
	蟹类	损失率	5%	10%	30%	
	蟹类	损失量 (尾)	384.05	779.92	988.69	
成体	头足类	密度 (尾/km ²)	1409	1409	1409	9517.09
	头足类	损失率	5%	10%	30%	
	头足类	损失量 (尾)	412.13	836.95	1060.98	
	鱼类	密度 (kg/km ²)	119.83	119.83	119.83	332.89
	鱼类	损失率	1%	5%	15%	
	鱼类	损失量 (kg)	7.01	35.59	45.12	
	虾类	密度 (kg/km ²)	3.09	3.09	3.09	8.58
	虾类	损失率	1%	5%	15%	
	虾类	损失量 (kg)	0.18	0.92	1.16	
	蟹类	密度 (kg/km ²)	29.91	29.91	29.91	83.09
	蟹类	损失率	1%	5%	15%	

资源	面积 (km ²)	Bi≤1	1<Bi≤4	4<Bi≤9	Bi ≥9	小计
		5.85	5.94	2.51	10.23	
头足类	损失量 (kg)	1.75	8.88	11.26	61.20	163.51
	密度 (kg/km ²)	58.86	58.86	58.86	58.86	
	损失率	1%	5%	15%	20%	
浮游植物	损失量 (kg)	3.44	17.48	22.16	120.43	233.23
	密度 (×10 ⁷ 个/m ³)	2.79	2.79	2.79	2.79	
	损失率	5%	20%	40%	50%	
浮游动物	损失量 (×10 ¹³ 个)	8.98	36.46	30.81	156.98	7.75
	密度 (mg/m ³)	92.7	92.7	92.7	92.7	
	损失率	5%	20%	40%	50%	
	损失量 (t)	0.30	1.21	1.02	5.22	

3) 船吹溢流和海上转运溢流悬浮泥沙海洋生物损失

①评估方法

船吹溢流和海上转运溢流产生的悬沙其浓度增量区域存在时间超过 15 天，应计算生物资源的累计损害量；悬浮物扩散影响范围内海洋生物受损量计算公式参见下式。

$$M_i = W_i \times T$$

式中：

M_i —第 i 种生物资源累计损害量，单位为尾（尾）、个（个）、千克（kg）；

W_i —第 i 种生物资源损害量，单位为尾（尾）、个（个）、千克（kg）；

T —污染物浓度增加量影响的持续周期数（以年实际影响天数除以 15，年吹填和海上转运施工工期均按 330d 考虑，T 为 22），单位为个。

②损失量计算

参照悬浮物浓度增量预测值将悬浮物浓度增量分为 4 个区，施工过程中悬浮泥沙增量超标倍数、超标面积和在各区内类生物损失率如表 4.3-9 所示。

船吹溢流悬浮泥沙影响范围内平均水深取 2m，对损失量进行估算见表 4.3-10。海上转运区溢流悬浮泥沙影响范围内平均水深取 15m，对损失量进行估算见表 4.3-11。

表 4.3-9 施工期溢流悬浮物对各类生物损失率

分区	浓度增量	船吹溢流影响面积 km ²	海上转运溢流影响面积 km ²	污染物超标倍数 (Bi)	各类生物损失率 (%)				
					鱼卵和仔稚鱼	幼体	成体	浮游动物	浮游植物
I区	≤20mg/L	0.016	0.15	Bi≤1倍	5	5	1	5	5
II区	20~50mg/L	0.019	0.03	1<Bi≤4倍	10	10	5	20	20
III区	50~100mg/L	0.002	0	4<Bi≤9倍	30	30	15	40	40
IV区	≥100mg/L	0	0	Bi>9 倍	50	50	20	50	50

表 4.3-10 船吹溢流悬浮泥沙造成生物损失量

资源	面积 (km ²)	Bi≤1	1<Bi≤4	4<Bi≤9	Bi≥9	小计
		0.016	0.019	0.002	0	
鱼卵	密度 (粒/m ³)	1.30	1.30	1.30	1.30	0.19
	损失率	5%	10%	30%	50%	
	周期数 (个)	22	22	22	22	
	损失量 (10 ⁶ 个)	0.05	0.11	0.03	0	
仔稚鱼	密度 (尾/m ³)	0.32	0.32	0.32	0.32	0.05
	损失率	5%	10%	30%	50%	
	周期数 (个)	22	22	22	22	
	损失量 (10 ⁶ 尾)	0.01	0.03	0.01	0	
幼体	鱼类	密度 (尾/km ²)	626	626	626	45.45
		损失率	5%	10%	30%	
		周期数 (个)	22	22	22	
		损失量 (尾)	11.02	26.17	8.26	
	虾类	密度 (尾/km ²)	310	310	310	22.51
		损失率	5%	10%	30%	
		周期数 (个)	22	22	22	
		损失量 (尾)	5.46	12.96	4.09	
成体	蟹类	密度 (尾/km ²)	1313	1313	1313	95.32
		损失率	5%	10%	30%	
		周期数 (个)	22	22	22	
		损失量 (尾)	23.11	54.88	17.33	
	头足类	密度 (尾/km ²)	1409	1409	1409	102.29
		损失率	5%	10%	30%	
		周期数 (个)	22	22	22	
		损失量 (尾)	24.80	58.90	18.60	
成体	鱼类	密度 (kg/km ²)	119.83	119.83	119.83	3.72
		损失率	1%	5%	15%	
		周期数 (个)	22	22	22	
		损失量 (kg)	0.42	2.50	0.79	

资源	面积 (km ²)	Bi≤1	1<Bi≤4	4<Bi≤9	Bi≥9	小计
		0.016	0.019	0.002	0	
虾类	密度 (kg/km ²)	3.09	3.09	3.09	3.09	0.10
	损失率	1%	5%	15%	20%	
	周期数 (个)	22	22	22	22	
	损失量 (kg)	0.01	0.06	0.02	0	
蟹类	密度 (kg/km ²)	29.91	29.91	29.91	29.91	0.93
	损失率	1%	5%	15%	20%	
	周期数 (个)	22	22	22	22	
	损失量 (kg)	0.11	0.63	0.20	0	
头足类	密度 (kg/km ²)	58.86	58.86	58.86	58.86	1.83
	损失率	1%	5%	15%	20%	
	周期数 (个)	22	22	22	22	
	损失量 (kg)	0.21	1.23	0.39	0	
浮游植物	密度 (×10 ⁷ 个/m ³)	2.79	2.79	2.79	2.79	0.66
	损失率	5%	20%	40%	50%	
	周期数 (个)	22	22	22	22	
	损失量 (×10 ¹³ 个)	0.10	0.47	0.10	0	
浮游动物	密度 (mg/m ³)	92.7	92.7	92.7	92.7	0.02
	损失率	5%	20%	40%	50%	
	周期数 (个)	22	22	22	22	
	损失量 (t)	0.003	0.015	0.003	0	

表 4.3-11 海上转运区溢流悬浮泥沙造成生物损失量

资源	面积 (km ²)	Bi≤1	1<Bi≤4	4<Bi≤9	Bi≥9	小计
		0.15	0.03	0	0	
鱼卵	密度 (粒/m ³)	1.30	1.30	1.30	1.30	4.50
	损失率	5%	10%	30%	50%	
	周期数 (个)	22	22	22	22	
	损失量 (10 ⁶ 个)	3.22	1.29	0	0.00	
仔稚鱼	密度 (尾/m ³)	0.32	0.32	0.32	0.32	1.11
	损失率	5%	10%	30%	50%	
	周期数 (个)	22	22	22	22	
	损失量 (10 ⁶ 尾)	0.79	0.32	0	0.00	
幼体	鱼类	密度 (尾/km ²)	626	626	626	144.61
		损失率	5%	10%	30%	
		周期数 (个)	22	22	22	
		损失量 (尾)	103.29	41.32	0	
	虾类	密度 (尾/km ²)	310	310	310	71.61
		损失率	5%	10%	30%	
		周期数 (个)	22	22	22	
		损失量 (尾)	51.15	20.46	0	
	蟹类	密度 (尾/km ²)	1313	1313	1313	303.30

资源	面积 (km ²)	Bi≤1	1<Bi≤4	4<Bi≤9	Bi≥9	小计
		0.15	0.03	0	0	
	损失率	5%	10%	30%	50%	
	周期数 (个)	22	22	22	22	
	损失量 (尾)	216.65	86.66	0	0	
头足类	密度 (尾/km ²)	1409	1409	1409	1409	325.48
	损失率	5%	10%	30%	50%	
	周期数 (个)	22	22	22	22	
	损失量 (尾)	232.49	92.99	0	0	
成体	鱼类	密度 (kg/km ²)	119.83	119.83	119.83	7.91
		损失率	1%	5%	15%	
		周期数 (个)	22	22	22	
		损失量 (kg)	3.95	3.95	0	
	虾类	密度 (kg/km ²)	3.09	3.09	3.09	0.20
		损失率	1%	5%	15%	
		周期数 (个)	22	22	22	
		损失量 (kg)	0.10	0.10	0	
	蟹类	密度 (kg/km ²)	29.91	29.91	29.91	1.97
		损失率	1%	5%	15%	
		周期数 (个)	22	22	22	
		损失量 (kg)	0.99	0.99	0	
	头足类	密度 (kg/km ²)	58.86	58.86	58.86	3.88
		损失率	1%	5%	15%	
		周期数 (个)	22	22	22	
		损失量 (kg)	1.94	1.94	0	
浮游植物	密度 (×10 ⁷ 个/m ³)	2.79	2.79	2.79	2.79	12.43
	损失率	5%	20%	40%		
	周期数 (个)	22	22	22		
	损失量 (×10 ¹³ 个)	6.91	5.52	0		
浮游动物	密度 (mg/m ³)	92.7	92.7	92.7	92.7	0.41
	损失率	5%	20%	40%		
	周期数 (个)	22	22	22		
	损失量 (t)	0.23	0.18	0		

4) 生物资源损失计算结果汇总

工程建设造成生物资源损失量汇总结果见表4.3-12。本工程造成海洋生物资源损失量为：底栖生物303.45t，鱼卵101.28×10⁶粒，仔稚鱼24.93×10⁶尾，鱼类幼体4418尾，虾类幼体2188尾，蟹类幼体9267尾，头足类幼体9945尾。鱼类成体344.53kg，虾类成体8.88kg，蟹类成体86kg，头足类成体169.3kg，浮游植物246.32×10¹³个，浮游动物8.18t。

表 4.3-12 工程建设造成生物资源损失量汇总结果

生物类型 影响环节	桩基永 久占用 海域	护岸抛 石占用 海域	疏浚开挖 占用海域	疏浚、抛 石、打桩等 悬浮泥沙	船吹溢流、 海上转运溢 流悬浮泥沙	合计	
底栖生物 (t)	-	0.45	302.99	-	-	303.45	
鱼卵 ($\times 10^6$ 粒)	0.0005	-	-	99.66	4.69	101.28	
仔稚鱼 ($\times 10^6$ 尾)	0.0001	-	-	24.53	1.16	24.93	
幼 体	鱼类 (尾)	0.07	-	-	4363	190	4418
	虾类 (尾)	0.04	-	-	2161	94	2188
	蟹类 (尾)	0.15	-	-	9151	399	9267
	头足类 (尾)	0.17	-	-	9820	428	9945
成 体	鱼类 (kg)	0.01	-	-	343.97	11.63	344.53
	虾类 (kg)	0.0004	-	-	8.87	0.30	8.88
	蟹类 (kg)	0.004	-	-	85.86	2.90	86.00
	头足类 (kg)	0.01	-	-	168.96	5.71	169.23
浮游植物 ($\times 10^{13}$ 个)	0.001	-	-	240.35	13.09	246.32	
浮游动物 (t)	0.00003	-	-	7.99	0.44	8.18	

(3) 生态补偿

1) 鱼卵、仔稚鱼经济价值的计算

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T 9110-2007)，鱼卵、仔稚鱼的经济价值应折算成鱼苗，并按以下公式计算：

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

式中：M—鱼卵和仔稚鱼经济损失金额，单位为元；W—鱼卵和仔稚鱼损失量，单位为个、尾；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，单位为百分比 (%)；E—鱼苗的商品价格，按当地主要鱼类苗种的平均价格计算，单位为元每尾 (元/尾)。捕捞鱼苗的平均价格根据市场调研结果，参考养殖场常见鱼苗市场售价，按 0.8 元/尾计算。

2) 幼体经济价值的计算

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T 9110-2007)，幼体的经济价值应折算成成体进行计算，当折算成成体的经济价值低于鱼类苗种价格时，则按鱼类苗种价格计算。经核算，本工程建设造成的幼体生物资源损失经济价值，按折算为成体后的计算值高于按鱼类苗种价格的计算值（计算差值 52.8 万元），故本次幼体的经济价值按折算为成体进行计算。幼体折算为成体的经济价值按以下公式计算：

$$M_i = W_i \times P_i \times G_i \times E_i$$

式中：

M_i ——第 i 种类生物幼体的经济损失额，单位为元（元）；

W_i ——第 i 种类生物幼体的资源量，单位为尾（尾）；

P_i ——第 i 种类生物幼体折算为成体的换算比例，按 100% 计算，单位为百分比（%）；

G_i ——第 i 种类生物幼体长成最小成熟规格的重量，幼鱼、幼蟹、幼头足类按照平均成体的最小成熟规格 0.1kg/尾计算，幼虾按照平均成体的最小成熟规格 0.01kg/尾计算，单位为千克每尾（kg/尾）；

E_i ——第 i 种类生物成体的商品价格，按当时当地水产品平均价格计算，单位为元每千克（元/kg）。根据《2024 年中国渔业统计年鉴》，2023 年广西壮族自治区海洋捕捞产值为 924076 万元，产量为 475555 吨，海洋捕捞产值与产量比值为 19.4 元/kg（1.94 万元/t），略高于 2022 年计算结果（1.89 万元/t），成体生物资源价格按 19.4 元/kg（1.94 万元/t）计。

3) 成体生物资源经济价值的计算

成体生物资源经济价值按以下公式计算：

$$M_i = W_i \times E_i$$

式中：

M_i ——第 i 种类生物成体生物资源的经济损失额，单位为元（元）；

W_i ——第 i 种类生物成体生物资源损失的资源量，单位为千克（kg）；

E_i ——第 i 种类生物的商品价格，单位为元每千克（元/kg）。按 19.4 元/kg（1.94 万元/t）计。

4) 底栖生物的经济价值计算

底栖生物经济损失按以下公式计算：

$$M_i = W_i \times E_i$$

式中： M ——经济损失额，单位为元（元）； W ——生物资源损失量，单位为千克（kg）； E ——生物资源的价格，单位为元每千克（元/kg）。按 19.4 元/kg（1.94 万元/t）计。

5) 生物资源损害补偿年限（倍数）确定

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T 9110-2007): ①占用渔业水域的生物资源损害补偿, 占用年限低于 3 年的, 按 3 年补偿; 占用年限 3~20 年的, 按实际占用年限补偿; 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的补偿, 实际影响年限低于 3 年的, 按 3 年补偿; 实际影响年限 3~20 年的, 按实际占用年限补偿; 实际影响年限 20 年以上的, 按不低于 20 年补偿。

结合本工程建设对海洋生物资源影响程度和年限, 确定以下补偿年限(倍数):

①管养基地平台桩基和护岸抛石对水体空间和海底底质形成永久占用, 占用渔业水域的补偿年限按 20 年计。

②疏浚施工范围内的底栖生物生境随工程施工结束可逐渐恢复, 占用补偿年限按照 3 年计。

③悬浮泥沙扩散对海洋生物资源构成的损害, 属于一次性生物资源损害, 按照 3 倍补偿。

6) 生态损失补偿金

补偿金额计算结果见表 4.3-13。建设单位需投入生态补偿金额共计 2336.94 万元, 按三年补偿, 补偿经费全部用于生态修复, 并列入工程环境保护预算。

表 4.3-13 生物损失量及生态补偿方案

补偿类型	生物种类	损失量	转换系数	单价	补偿年限/倍数	补偿金额(万元)
管养基地平台桩基永久占用海域	鱼卵 ($\times 10^6$ 粒)	0.0005	0.01	0.8 元/尾	20	0.01
	仔稚鱼 ($\times 10^6$ 尾)	0.0001	0.05	0.8 元/尾		0.01
	幼体 鱼类(尾)	0.07	0.1kg/尾	19.4 元/kg		0.0003
	虾类(尾)	0.04	0.1kg/尾	19.4 元/kg		0.0001
	蟹类(尾)	0.15	0.01kg/尾	19.4 元/kg		0.0001
	头足类(尾)	0.17	0.1kg/尾	19.4 元/kg		0.001
	成体 鱼类(kg)	0.01	-	19.4 元/kg		0.001
	虾类(kg)	0.0004	-	19.4 元/kg		0.00001
	蟹类(kg)	0.004	-	19.4 元/kg		0.0001
	头足类(kg)	0.01	-	19.4 元/kg		0.0003
管养基地护岸抛石永久占用海域	底栖生物(t)	0.45	-	1.94 万元/t		17.52
疏浚开挖、悬浮泥沙	底栖生物(t)	302.99	-	1.94 万元/t	3	1763.43
	鱼卵 ($\times 10^6$ 粒)	101.28	0.01	0.8 元/尾		243.08
	仔稚鱼 ($\times 10^6$ 尾)	24.93	0.05	0.8 元/尾		299.17
	幼体 鱼类(尾)	4418	0.1kg/尾	19.4 元/kg		2.57

补偿类型	生物种类		损失量	转换系数	单价	补偿年限/倍数	补偿金额(万元)
成体	体	虾类(尾)	2188	0.1kg/尾	19.4 元/kg		1.27
		蟹类(尾)	9267	0.01kg/尾	19.4 元/kg		0.54
		头足类(尾)	9945	0.1kg/尾	19.4 元/kg		5.79
	成体	鱼类(kg)	344.51	-	19.4 元/kg		2.01
		虾类(kg)	8.88	-	19.4 元/kg		0.05
		蟹类(kg)	85.99	-	19.4 元/kg		0.50
		头足类(kg)	169.22	-	19.4 元/kg		0.98
补偿金合计(万元)							2336.94

4.4 冲淤环境影响评价

利用沉积物取样分析、海流观测等方法，结合水深地形、工程地质、风速资料，运用二维数学模型模拟潮流、波浪（施加风）作用条件下工程周围海域海底地形的演化。

4.4.1 泥沙运动控制方程

$$\frac{\partial c}{\partial t} + u \frac{\partial c}{\partial x} + v \frac{\partial c}{\partial y} = \frac{1}{h} \frac{\partial}{\partial x} \left(h D_x \frac{\partial c}{\partial x} \right) + \frac{1}{h} \frac{\partial}{\partial y} \left(h D_y \frac{\partial c}{\partial y} \right) + Q_L C_L \frac{1}{h} - S$$

式中： c —水深平均悬浮泥沙浓度 (kg/m^3)； S —沉积/侵蚀源汇项 ($\text{kg}/\text{m}^3/\text{s}$)； Q_L —单位水平区域内点源排放量 ($\text{m}^3/\text{s}/\text{m}^2$)； C_L —点源排放浓度 (kg/m^3)。

4.4.2 沉积物沉积和侵蚀计算公式

① 粘性土沉积和侵蚀

沉积速率根据 Krone (1962) 等提出的方法计算粘性土沉积，公式如下：

$$S_D = \omega c_b p_d$$

式中： S_D —沉积速率； ω —沉降速度 (m/s)； c_b —底层悬浮泥沙浓度 (kg/m^3)； p_d —沉降概率。

沉降速度计算公式：

$$\omega = \begin{cases} kc^\gamma & c \leq 10 \text{kg}/\text{m}^3 \\ \omega_r \left(1 - \frac{c}{c_{gel}} \right)^{\omega_n} & c > 10 \text{kg}/\text{m}^3 \end{cases}$$

式中， c —体积浓度； k ， γ —系数， γ 取值介于 1~2 之间； ω_r —沉降速度； ω_n —组分能量常数； c_{gel} —泥沙絮凝点。

$$\text{沉降概率公式: } p_d = \begin{cases} 1 - \frac{\tau_b}{\tau_{cd}}, & \tau_b \leq \tau_{cd} \\ 0, & \tau_b > \tau_{cd} \end{cases}$$

式中, τ_b —海底剪切应力 (N/m^2) ; τ_{cd} —沉积临界剪切应力 (N/m^2) 。

泥沙浓度分布计算包括 2 种方法:

A. Teeter 公式

$$c_b = \bar{c}\beta$$

$$\text{式中, } \beta = 1 + \frac{P_e}{1.25 + 4.75 p_b^{2.5}}; \quad p_e = \frac{w_s h}{D_z} = \frac{6w_s}{\kappa U_f}$$

κ —Von Karman 常数 (0.4) ; U_f —摩擦速度, $U_f = \sqrt{\tau_b / \rho}$ 。

B. Rouse 公式

$$-\varepsilon \frac{dc}{dz} = \alpha c \quad \varepsilon = kU_f z \left(1 - \frac{z}{h}\right) \quad c = c_a \left[\frac{a}{h-a} \frac{h-z}{z} \right]^R, \quad a \leq z \leq h$$

$$R = \frac{\omega}{kU_f}$$

$$\text{底层悬浮泥沙浓度公式: } c_a = \frac{\bar{c}}{Rc}$$

式中, ε —扩散系数; z —垂向笛卡尔坐标; c_a —深度基准面处的悬浮泥沙浓度; a —深度基准面; \bar{c} —水深平均浓度; R —Rouse 参数。

底床侵蚀根据底床密实程度, 侵蚀计算可以分为 2 种方式:

A. 密实、固结底床侵蚀计算公式

$$S_E = E \left(\frac{\tau_b}{\tau_{ce}} - 1 \right)^n, \quad \tau_b > \tau_{ce}$$

式中, E —底床侵蚀度 ($\text{kg}/\text{m}^2/\text{s}$) ; τ_b —底床剪切力 (N/m^2) ; τ_{ce} —侵蚀临界剪切力 (N/m^2) ; n —侵蚀能力。

B. 软、部分固结底床侵蚀计算公式

$$S_E = E \exp[\alpha(\tau_b - \tau_{ce})^{1/2}], \quad \tau_b > \tau_{ce}$$

式中, α —参考系数。

非粘性土沉积和侵蚀

根据 Van Rijn (1984) 等提出的方法计算非粘性土再悬浮，确定无量纲颗粒参数公式如下

$$d^* = d_{50} \left[\frac{(s-1)g}{\nu^2} \right]^{\frac{1}{3}}$$

式中， S —颗粒比重； g —重力加速度； ν —粘滞系数； d_{50} —中值粒经。

底床临界起动流速

泥沙悬浮的判定通过实际摩擦流速 U_f 和临界摩擦流速 $U_{f,cr}$ 的比较得以实现。其主要通过两种方式，一种是利用泥沙运移阶段参数 T ；另一种是利用临界摩擦流速 $U_{f,cr}$ 和沉降速度的比值。

A. 泥沙运移阶段参数 T

$$T = \begin{cases} \left(\frac{U_f}{U_{f,cr}} \right) - 1, & U_f > U_{f,cr} \\ 0, & U_f \leq U_{f,cr} \end{cases}$$

$$U_f = \sqrt{ghI} = \frac{\sqrt{g}}{C_z} |\vec{V}|$$

式中， I —能量梯度； C_z —谢才系数 ($m^{1/2}/s$) ($= 18 \ln(4h/d_{90})$)。

B. 临界摩擦流速 $U_{f,cr}$ 和沉降速度的比值

$$\frac{U_{f,cr}}{\omega} = \begin{cases} \frac{4}{d^*}, & 1 < d^* \leq 10 \\ 0.4, & d^* > 10 \end{cases}$$

沉降速度

非粘性土沉降速度公式：

$$\omega = \begin{cases} \frac{(s-1)gd^2}{18\nu}, & d \leq 100 \mu m \\ \frac{10\nu}{d} \left\{ \left[1 + \frac{0.01(s-1)gd^3}{\nu^2} \right]^{0.5} - 1 \right\}, & 100 < d \leq 1000 \mu m \\ 1.1[(s-1)gd]^{0.5}, & d_b > 1000 \mu m \end{cases}$$

式中， d —非粘性土颗粒粒径； $s = \rho_s / \rho$ 。

悬移质运移

悬移质泥沙平衡浓度计算公式：

$$\bar{c}_e = \frac{q_s}{\bar{u}h} \quad q_s = \int_a^h c dy \quad a = k_s = 2d_{50}$$

式中， \bar{u} —水深平均流速 (m/s)； q_s —悬移质运移量 (kg/m/s)； c —距离底床 y (m) 处的悬浮泥沙浓度 (kg/m³)； u —距离底床 y (m) 处的流速 (m/s)； a —底床分层厚度 (m)； k_s —等效粗糙高度 (m)。

非粘性土浓度分布

非粘性土浓度分布主要取决于湍流扩散系数 ε_s 和沉降速度 w_s 。

A. 湍流扩散系数计算公式为：

$$\varepsilon_s = \beta \Phi \varepsilon_f$$

$$\beta = \begin{cases} 1 + \left(\frac{w_s}{U_f} \right)^2, & \frac{w_s}{U_f} < 0.5 \\ 1, & 0.5 \leq \frac{w_s}{U_f} < 0.25 \\ \text{不悬浮}, & \frac{w_s}{U_f} \geq 2.5 \end{cases}$$

式中， β —扩散因子； Φ —阻尼系数。

B. 非粘性土浓度分布

$$\text{非粘性土浓度分布由 Peclet 系数 } Pe \text{ 确定 } Pe = \frac{C_{rc}}{C_{rd}}$$

式中， C_{rc} —Courant 对流系数 ($= w_s \Delta t / h$)； C_{rd} —Courant 扩散系数 ($= \varepsilon_f \Delta t / h^2$)； ε_f —水深平均流体扩散系数。

非粘性土沉积

$$S_d = - \left(\frac{\bar{c}_e - \bar{c}}{t_s} \right), \bar{c}_e < \bar{c}$$

$$t_s = \frac{h_s}{w_s}$$

$$\bar{c}_e = 10^6 F C_a s$$

$$F = c / c_a$$

式中， \bar{c}_e —平衡浓度； s —取 2.65。

非粘性土侵蚀

$$S_e = -\left(\frac{\bar{c}_e - \bar{c}}{t_s}\right), \bar{c}_e > \bar{c}$$

4.4.3 输入参数确定

(1) 沉积物类型、粒度特征参数

根据《铁山港进港航道等级提升潮流数学模型及泥沙回淤分析》（南京水利科学研究院，2019），铁山湾水域沉积物以较粗的砂质物占优势，海湾北段潮流槽分布有砾砂、中砂、中细砂、砂等；两侧浅滩以细砂为主，仅南部浅滩为粗中砂或砂。东槽及两侧浅滩为砂、细中砂、中细砂、粗中砂、中粗砂和砾砂等。西槽自北向南，分布着砾砂和细砂。大牛石西南的边缘沙坝，自岸向海依次分布着砾砂、粗砂、中粗砂和中砂。落潮三角洲东南部较深水域和丹兜港南侧外海分布着粉砂质砂、粘土质砂、中细砂、砂和砂—粉砂—粘土等物质，是细粒沉积物含量较高的区域。中值粒径在 0.005-0.083mm 之间。

(2) 风的资料输入

根据本海区附近海域风资料的统计结果输入，模拟工程周边海域的蚀淤变化情况。

(3) 悬浮泥沙浓度

悬浮泥沙浓度取值参照《广西北海炼油异地改造项目潮流数学模型研究及泥沙回淤分析》（南京水利科学研究院）研究时加风浪修正后的含沙量值，即 0.05 kg/m^3 。

(4) 其它参数输入

根据该海域沉积物粒度特征，侵蚀临界剪应力取值介于 $0.75\sim1.5\text{N/m}^2$ 之间；根据海底沉积物组成和粒度特征，曼宁系数取值介于 $32\sim45\text{m}^{1/3}/\text{s}$ 。

4.4.4 工程附近海域冲淤特征

工程建设前后年冲淤效果如图4.4-1和4.4-2所示。模拟结果表明，工程建设前，航道中段处于侵蚀状态，侵蚀速率介于 $0\sim0.15\text{m/a}$ ；航道北段和南段处于淤积状态，淤积速率介于 $0\sim0.10\text{m/a}$ ；而管养基地处于弱淤积状态，淤积速率小于 0.05m/a 。工程建设后达到冲淤平衡后，项目及其周边海域的冲淤状态与建设前较为相似。

4.4.5 工程建设对附近海域冲淤环境影响分析

工程建设前后冲淤对比如图 4.4-3 所示。工程建设对周边海域冲淤环境影响较小，工程建成后航道疏浚范围内年冲淤量有所增加，增加量介于 0~0.05m/a，航道 D-E 段淤积速率最大，可达 0.05m/a。在航道 C-D 段东西两侧区域，年冲蚀量有所增加，速率变化量小于 0.025m/a；而在航道起点（B1）以南区域，年冲蚀量有所减小，速率变化量小于 0.015m/a。工程影响范围主要集中在项目范围内及附近区域。工程建设不会对周边海域冲淤环境产生显著影响。

4.5 大气环境影响评价

施工期大气污染物主要来自于施工船舶、施工机械排放的尾气污染物，以及配套管养基地建设期间材料运输及施工现场产生的扬尘。

（1）施工船舶尾气分析

本工程拟建航道和配套管养基地港池疏浚开挖期间，挖泥船等施工船舶以柴油为动力，船舶主机运行过程中排放少量燃油废气，主要污染因子为 SO₂、NO_x 等。

疏浚开挖等施工作业均在海上进行，具有流动性和间歇性特点，施工船舶排放的燃油废气将迅速扩散，对周围环境影响较小。同时，施工区距离周边环境空气敏感点较远，不会对陆上居民区产生明显不利影响。

（2）施工机械尾气分析

施工机械作业时会排放尾气，主要污染物为 SO₂、NO_x、CO、非甲烷总烃等，均为无组织排放。由于废气量较小，且施工作业在相对开阔场地进行，具有流动性和间歇性特点，对周围环境影响较轻。

（3）材料运输道路扬尘分析

配套管养基地建设时，施工运输车辆道路扬尘并不局限于港界范围。道路扬尘的起尘量与运输车辆的车速、载重量、轮胎与地面的接触面积、路面含尘量、相对湿度等有关。类比同类工程施工现场车辆运输引起扬尘实测资料，距离污染源 100m 处，下风向 TSP 浓度为 0.60~0.86mg/m³，满足《大气污染物综合排放标准》中无组织排放监控浓度限值要求。

（4）施工现场作业扬尘分析

配套管养基地建设时，施工现场产生的各起尘环节属于无组织排放，在时间及空间上均较零散，影响也是局部的、短期的、可逆的。类比同类工程施工现场扬尘实测资料，距离污染源 110m 处，下风向 TSP 浓度为 0.12~0.79mg/m³，满足《大气污染物综合排放标准》中无组织排放监控浓度限值要求。

综上，本工程施工期间产生的施工船舶和机械尾气、道路和现场作业扬尘，在采取必要环保对策措施情况下，对周围大气环境影响较小，可以为环境所接受。

4.6 声环境影响评价

（1）施工期噪声源

施工期噪声源来自于施工船舶（耙吸式挖泥船、抓斗式挖泥船、泥驳等）和施工机械、车辆（挖掘机、推土机、压路机、移动式吊车、运输车），距离噪声源 5m 处噪声级在 80~90dB(A)之间，详见表 4.6-1。

表 4.6-1 施工作业噪声源项

设备	测点距离 (m)	噪声值 dB (A)
施工船舶	5	90
挖掘机	5	86
推土机	5	86
压路机	5	85
移动式吊车	5	80
运输车	5	86

（2）施工期噪声影响预测

施工现场作业噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)。施工期噪声源可视为点声源，按照《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2021) 中规定，选择无指向性点源几何发散衰减模式进行计算，计算公示见式 4.6-1。

$$L_p(r) = L_p(r_0) - 20\lg(r/r_0) \quad \text{式 4.6-1;}$$

式中： $L_p(r_0)$ —参考位置 r_0 处的声级 (dB(A))； r —预测点处与点声源之间的距离 (m)； r_0 —参考点与点声源之间的距离 (m)。

施工船舶、施工机械和车辆噪声预测结果见表 4.6-2。可知，昼间在距施工区 50m 处，夜间在距施工区 281m 处，施工噪声衰减已满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011) 要求。

表4.6-2

施工船舶、施工机械和车辆噪声预测结果

设备类型	5m处等效声 级 [dB (A)]	衰减至《建筑施工场界环境噪声 排放标准》噪声值距离 (m)		衰减至《声环境质量标准》2类区昼 间噪声值距离(m)
		70dB (A)	55dB (A)	
施工船舶	90	50	281	158
挖掘机	86	32	177	100
推土机	86	32	177	100
压路机	85	28	158	89
移动式吊车	80	16	89	50
运输车	86	32	177	100

本工程拟建航道和配套管养基距离周边声环境敏感点较远（均大于 400m），施工噪声不会对周围环境造成明显不利影响。

4.7 通航安全影响分析

本工程涉及疏浚工程，施工期间使用耙吸式挖泥船、抓斗式挖泥船、泥驳等施工船舶，水上施工期间需占用部分海域作为水上施工安全作业区，施工期间其它无关船舶不允许进入安全作业区，将对工程周边过往船舶通航产生一定影响。施工船舶进出安全作业区，将增加周边航道的船舶流量，对过往船舶通航也有一定影响，施工船舶航行过程中可能与航道内其他正常航行的船舶发生碰撞等水上交通安全事故。

对于以上施工过程中存在的通航安全影响，采取以下通航安全风险防范，以有效避免通航风险事故的发生。

(1) 工程建设单位、施工单位应建立水上交通安全管理制度体系，严格履行涉水工程建设期和使用期水上交通安全有关职责，根据现场情况制定切实可行的通航安全保障措施和通航安全维护方案，积极采取措施避免工程对周边海域安全造成威胁。

(2) 施工单位要与为其服务的船舶签订安全责任书，将施工作业船舶和为施工作业服务的所有船舶纳入安全管理体系内进行管理。施工单位应严格执行通航报告提出的安全建议及保障措施，施工前应取得水上水下活动许可证及疏浚物倾倒许可证。

(3) 施工单位应在规定期限内向当地海事部门提出施工作业通航安全审核申请，接受海事部门审核，在收到海事部门水上水下施工作业许可后方可施工，未取得许可的，不得擅自施工作业。

(4) 实施施工作业的船舶、设施须按有关规定，在明显处昼夜显示规定的号灯、

号型。施工作业者在施工作业期间应按港监确定的安全要求，设置必须的安全作业区或警戒区，设置有关标志或配备警戒船。在现场作业船舶或警戒船上配备有效通信设备，施工期间由专人值守，并在指定频道上监听。施工单位进行施工作业前，应按有关规定由海事部门发布航行警告、航行通告。

(5) 为施工船舶划定合理的施工水域，施工范围上下游外侧，设置航标，指示过往船舶注意安全，防止发生安全事故。施工船舶避免与营运船舶发生碰撞，并针对此类事故制定应急预案。

(6) 施工期间划定安全作业区域，需要封航或禁航时，提前向北海海事局提出申请，并在施工水域上下游附近设置警戒站点、禁航信号，并配备警戒船舶、落实警戒人员和通信联络设施，维护好现场通航秩序。

(7) 施工单位必须清除其遗留在施工作业海域的碍航物体，施工船舶严格按照倾倒许可证许可的范围进行倾倒作业，严禁随意倾倒废弃物。

(8) 划定与施工作业相关的安全作业区必须报经海事部门核准、公告；与施工作业无关的船舶、排筏等设施不得进入施工安全作业区。施工单位不得擅自扩大施工作业安全作业区的范围。

4.8 固体废物影响分析

施工期产生的固体废物主要包括疏浚物、建筑垃圾、施工人员生活垃圾以及施工船舶垃圾。

(1) 本工程疏浚物总量 2495.26 万 m³，其中疏浚物（海砂）海上接驳交割拍卖 702.12 万 m³、疏浚物（海砂）和碎石艏吹上岸 532 万 m³、外抛至海洋倾倒区 1261.14 万 m³。

表 4.8-1 本工程疏浚物处置方式汇总表

序号	处理方式		数量(万 m ³)		疏浚土类型	平均运距/吹距
1	海砂海上接驳交割拍卖	海上接驳交割区 (简称海上转运区)	702.12 (全部交割拍卖)	702.12	砂土类	水上运距 50km
2	艏吹上岸	南侧临时堆存区	317 (全部上岸拍卖)	532	砂土类	水上运距 5.0km， 吹距 2.5km

序号	处理方式		数量（万 m ³ ）		疏浚土类型	平均运距/吹距
	和润临时堆存区				砂土类、碎石土类	(水上管线 2km, 陆上管线 0.5km)
			215 (22 万 m ³ 用于地块吹填成陆, 剩余 193 万 m ³ 上岸拍卖)			水上运距 12.5km, 吹距 2.5km (水上管线 2km, 陆上管线 0.5km)
3	外抛至 海洋倾 倒区	铁山港外临时性 海洋倾倒区	91.14	1261. 14	填土类、淤 泥土类、粘 性土类	水上运距 55km
		钦州倾倒区 A 区	700			水上运距 155km
		钦州倾倒区 B 区	470			水上运距 155km
合计			2495. 26			

(2) 建筑垃圾根据情况尽量回收利用, 陆上生活垃圾定点收集后送市政垃圾处理厂处理。

(3) 施工船舶垃圾应做好日常的收集、分类与储存工作, 严格按照自治区“联单制度”进行管理, 建立船舶垃圾产生、外运、处置及最终去向的详细台账, 委托船舶污染物接收单位进行接收、转运及处置, 严禁将船舶垃圾倾倒入海污染水域。

施工期的固体废物排放是暂时的, 通过积极有效的施工管理措施, 施工期固体废物不会对环境造成不利影响。

4.9 对主要敏感目标影响分析

略

第五章 运营期环境影响评价

5.1 水环境影响分析

（1）各类污水影响

公共航道工程运营期本身不进行生产活动，所产生的污水主要为通航船舶生活污水及机舱油污水。严禁任何船舶在进港航道内排放污水，确保航道水域的环境不被污染。船舶靠岸后，船舶生活污水和含油污水严格按照自治区“联单制度”由有资质单位进行接收、转运及处置。

管养基地运营期产生污水包括工作船生活污水和机舱油污水、基地工作人员生活污水。工作船生活污水和机舱油污水由码头接收后，由建设单位委托船舶污染物接收单位，按照船舶污染物监管“联单制度”，对码头接收的船舶污水进行转运处置，或者由船方自行直接委托船舶污染物接收单位进行接收处置。基地工作人员生活污水经化粪池预处理后，采用槽车定期清抽送至铁山港区生活污水处理厂进一步处理；具备接管条件后，通过市政污水管网输送至铁山港区生活污水处理厂进一步处理，铁山港区生活污水处理厂出水水质执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准。

综上，本工程运营期产生的各类污水均经集中收集后处置，不会对周围水环境产生不利影响。

（2）航道及港池维护性疏浚悬浮泥沙扩散影响

本工程运营期航道和港池维护性疏浚产生的少量疏浚物，拟外抛至指定抛泥区。维护性疏浚期间产生的主要污染物为悬浮泥沙，由于航道及港池回淤强度较小，维护性疏浚工程量少，同时通过挖泥船精确定位、减少超挖土方量、缩短试喷时间、确保运输船舶泥门密闭、指定位置倾倒疏浚物等施工方式，能够进一步降低悬浮泥沙扩散对所在海域海水水质影响。因此，本工程运营期维护性疏浚对周围水环境影响较小。

5.2 海洋生态影响分析

5.2.1 正常工况下生态环境影响

本工程运营期正常工况下对区域生态环境造成的影响主要是往来船舶产生的废

气、废水、噪声及固体废物影响。此外，运营期航道、港池需进行维护性疏浚，也会对区域生态环境造成一定影响。

本工程运营期航道通航船舶以及管养基地停靠工作船产生的生活污水和含油污水，均经集中收集后转运和处置，严禁在海域排放，不会对周边海域生态环境造成不利影响。

受泥沙回淤影响，航道、港池运营期需定期进行维护性疏浚，疏浚施工中将产生一定量的悬浮泥沙。运营期维护性疏浚施工船舶及施工工艺可类比施工期疏浚工艺，其悬浮泥沙产生量及扩散范围与施工期疏浚悬浮泥沙预测结果类似，将会对生态环境产生相似的不利影响。

根据 4.3 节影响分析结果，疏浚产生悬浮泥沙会对海域生物生态及渔业资源造成一定不利影响，但该影响是暂时的，随着疏浚的结束其影响将逐渐消失，生态系统将逐渐恢复。运营期维护性疏浚过程中，仍应严格落实各项悬浮物防治措施，尽可能减小悬浮泥沙产生量，以将维护性疏浚对生态环境的不利影响降至最低程度。

5.2.2 事故状况下生态环境影响

本工程运营期事故状况下对海洋生态影响主要是指船舶事故情况下的燃料油泄漏、污水非正常排放等的影响，其生态影响可以通过风险防范措施最大限度地控制。

船舶事故下燃料油泄漏事故发生后，泄漏的油品迅速扩散，形成油膜漂浮在海面上，并在潮汐、海流、风的共同作用下在海面漂移。油膜直接影响水生生物资源，对浮游生物、水鸟危害严重，一旦靠近海岸，对与岸线相关的水产养殖资源、潮间带湿地产生较大影响。

（1）对水生生态的影响

实验证明石油类会破坏浮游植物细胞，损坏叶绿素及干扰气体交换，从而妨碍它们的光合作用。另外，海面油膜对阳光的遮蔽作用影响着浮游植物的光合作用，也会使其腐败变质。浮游植物的变质以及细胞中进入碳氢化合物的藻类都会影响以浮游生物为食的海洋生物的生存。

（2）对渔业资源和水产养殖的影响

成鱼有着非常敏感的器官，它们一旦嗅到油味，会很快地游离溢油水域。而幼鱼生活在近岸浅水域容易受到溢油污染。当毒性较大的油进入浅水湾时，不论是自然原

因还是使用分散剂，都会对该水域的幼鱼造成多方面的危害。航道所在海域分布北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区以及多处确权养殖区，在冬、春季是经济鱼类的产卵期，若产卵期发生海上溢油事故，将对区域渔业资源和水产养殖造成更加严重的影响。

（3）对浅水域及岸线的影响

浅水域通常是贝类、幼鱼等海洋生物活动最集中的场所，也是海鸟等的重要栖息地。

溢油对海鸟危害最大，造成海鸟大量死亡。漂浮于海面上的石油污染物粘附在海鸟羽毛上，破坏羽毛的保温性能，使海鸟体重增加而丧失飞翔能力，体质下降导致死亡；海鸟将石油污染物吞食，其毒性使其海鸟体内内部功能。神经系统受到损伤而死亡。

油膜污染旅游岸线，将对沿岸的景观资源受到严重破坏和污染。遮蔽的岸线如滩涂和湿地等资源的生态价值很高，当落潮后鸟类在此觅食，涨潮时又是幼鱼活动的场所，这种水域对油的净化能力又很弱，溢油影响周期很长。如果在这类水域使用溢油分散剂，造成危害会更大。

综上，本工程运营期一旦发生船舶碰撞溢油事故，将对周边海域生态环境造成严重危害。本工程建设过程中，必须高度重视突发环境风险事故的防范和应急体系的建设，提高防范意识，制定突发环境事件应急预案，并通过开展专业的培训、应急演练，保证突发性环境风险事故的应急处置能力。在认真落实报告书提出的各项风险防范与应急措施后，可最大限度的降低风险事故发生概率，减缓风险事故污染对海域生态环境的不利影响。

5.3 大气环境影响分析

（1）航道航行船舶

运营期航道本身不排放污染物，不会对环境产生不利影响，对大气环境间接影响为航道内通航船舶产生的船舶废气，属线性无组织排放源，具有近距离污染的特点，主要污染物为 SO₂、NO_x。本工程位于船舶大气污染物排放控制区，航行船舶按照《船舶大气污染物排放控制区实施方案》要求，使用清洁船用燃油，船舶废气中 SO₂、NO_x产生量较小，且航道内航行船舶并不密集、排放源分散、区域辽阔海域，对周围大气环境影响轻微。

（2）航道管养基地靠泊船舶废气

航道管养基地码头前沿设置船舶岸电装置，为靠泊工作船提供辅助动力，船舶辅机停止运转，避免了船舶辅机废气的产生。

（3）装卸车辆尾气

管养基地通过牵引平板车、汽车吊进行装卸船，为工作船提供生活物资或应急物资补给，主要污染物为 CO、NO_x、PM₁₀ 和 PM_{2.5}。管养基地内装卸车辆数量较少，尾气排放量较小，对周围大气环境影响轻微。

5.4 声环境影响分析

（1）拟建航道声环境影响分析

本工程运营期航行船舶设计代表船型为 20 万吨级散货船。根据同等级航道实测资料类比，该类船型 20m 处的暴露声级约 75dB (A)，衰减至 4a 类昼间标准 70dB (A) 的距离为 36m，衰减至 4a 类夜间标准 55dB (A) 的距离为 200m，衰减至 2 类昼间标准 60dB (A) 的距离为 112m，衰减至 2 类夜间标准 50dB (A) 的距离为 356m。因海域海面宽阔，航行船舶噪声影响范围主要集中在海上，航道距离陆域居民区较远，运营期航行船舶噪声不会对陆域声环境敏感点造成影响。

（2）配套航道管养基地声环境影响分析

本工程运营期噪声源来自停靠船舶、车辆噪声，噪声源强为 60~95dB(A)。衰减至 4a 类昼间标准 70dB (A) 的距离为 18m，衰减至 4a 类夜间标准 55dB (A) 的距离为 100m，衰减至 2 类昼间标准 60dB (A) 的距离为 56m，衰减至 2 类夜间标准 50dB (A) 的距离为 178m。航道管养基地距离声环境敏感点较远，距离超过 300m，工程运营期间产生的噪声不会对环境敏感点造成影响。

5.5 固体废物影响分析

（1）拟建航道固体废物影响分析

本工程运营期固体废物主要来自船舶垃圾，航行船舶垃圾禁止在水域排放，应委托有船舶污染物接收能力的单位，进行船舶垃圾的接收、转运及处置；来自疫情港口的船舶应申请卫生检疫处理，发现病情等疫情时，必须先在船上由卫生检疫部门进行杀毒、消毒处理，然后用密封袋或桶盛装进行接收，由有资质的船舶污染物接收单位

负责接收处理。

（2）配套航道管养基地工程固体废物影响分析

航道管养基地运营期固体废物主要包括基地生产生活垃圾和船舶垃圾。

①管养基地生活垃圾主要是工作人员餐饮等活动产生的食物残渣、卫生清扫物、废旧包装袋、瓶、罐等。生活垃圾如不及时清理，会腐烂变质，并散发出恶劣气味。码头作业区配置一定数量的垃圾桶，尽量回收再利用，不能利用的委托港区环卫部门定期清运至市政垃圾处理场处理。

②船舶垃圾主要包括船员生活垃圾、船舶维修垃圾。船舶垃圾污染及其影响主要表现在：船舶垃圾中的有毒有害物质，进入水体后将直接毒害水生生物；船舶垃圾中的有机物需要消耗水中的溶解氧，影响水体的自净能力；有些垃圾长期混和于海水之中而逐渐变成对海洋环境有害的物质；某些悬浮于水中的垃圾，可以堵塞某些水生生物的鳃；沉于海底的垃圾逐渐积聚，会改变动植物的天然营养条件，甚至造成海底严重污染，致使某些底栖生物绝迹。到港船舶垃圾可通过排入码头自建的临时接收存储设施或自行委托船舶污染物接收单位，进行船舶垃圾的接收、转运及处置。

综上所述，本工程在落实固废处置措施，妥善处置各类固体废物，真正做到固废减量化、无害化和资源化的前提下，固体废弃物不会对周围环境造成明显影响。

第六章 环境风险评价

6.1 评价等级

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）中海洋生态环境风险评价等级判定要求，采用《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）的判定方法，分析建设项目环境风险潜势，判定风险评价等级。

《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）将环境风险评价工作等级划分为一级、二级和三级。根据建设项目涉及的物质及工艺系统危险性和所在地的环境敏感性确定环境风险潜势（表 6.1-2），并根据环境风险潜势对应确定评价等级（表 6.1-1）。

表 6.1-1 环境风险评价工作等级划分依据

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

表 6.1-2 建设项目环境风险潜势划分

环境敏感程度 (E)	危险物质及工艺系统危险性 (P)			
	极高危害 (P1)	高度危害 (P2)	中度危害 (P3)	轻度危害 (P4)
环境高敏感区 (E1)	IV ⁺	IV	III	III
环境中敏感区 (E2)	IV	III	III	II
环境低敏感区 (E3)	III	III	II	I

注：IV⁺为极高环境风险。

6.1.1 P 的分级确定

根据本工程生产、使用、储存过程中涉及的有毒有害、易燃易爆物质，按照 HJ 169-2018 附录 B、HJ 1409-2025 附录 G 确定危险物质的临界量。定量分析危险物质数量与临界量的比值 (Q) 和所属行业及生产工艺特点 (M)，按表 6.1-3 对危险物质及工艺系统危险性 (P) 等级进行判断。

表 6.1-3 危险物质及工艺系统危险性等级判断 (P)

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

(1) 危险物质数量与临界量比值 (Q)

计算所涉及的每种危险物质在厂界内的最大存在总量与其对应临界量（油类物质参照《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025），其他物质参照 HJ 169 的比值 Q。在不同厂区的同一种物质，按其在厂界内的最大存在总量计算。当只涉及一种危险物质时，计算该物质的总量与其临界量比值，即为 Q；当存在多种危险物质时，则按下式计算物质总量与其临界量比值 (Q)：

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

式中： q_1, q_2, \dots, q_n ——每种危险物质的最大存在总量，t。 Q_1, Q_2, \dots, Q_n ——每种危险物质的临界量，t。当 $Q < 1$ 时，该项目环境风险潜势为 I。当 $Q \geq 1$ 时，将 Q 值划分为：① $1 \leq Q < 10$ ；② $10 \leq Q < 100$ ；③ $Q \geq 100$ 。

本工程建设公共航道以及公共航道管养基地，其中公共航道涉及危险物质主要为通航船舶携带的货油或燃料油。按照《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）附录 G，船舶在线量按单个船舶所载货油或船用燃料油全部舱容的数量确定。本工程通航最大船型为 20 万吨级散货船，参照《水上溢油环境风险评估技术导则 JT/T 1143-2017》附录 C 表 C.6“散货船燃油舱中燃油数量关系”，经插值法计算得到 20 万吨级散货船所载燃料油总量为 8570m^3 ，燃料油密度按 0.99t/m^3 计，则燃油总量为 8500 吨，船舶燃料油临界量为 100t，计算得 $Q=85$ 。

公共航道管养基地涉及危险物质主要为工作船携带燃料油，燃料油种为柴油。基地共配套建设 3 个 1000 吨级工作船泊位，1000 吨级工作船燃油舱总容量为 60t，按照同时停靠 3 艘 1000 吨级工作船计，则柴油最大存在总量为 180t，柴油临界量为 100t，计算得 $Q=1.8$ 。

综上，本工程 Q 值为 86.8。

表 6.1-4 本工程涉及危险货物 Q 值计算一览表

序号	危险物质名称	对应《导则》附录 B 中列出的重点关注危险物质名称	CAS 号	临界量 Q_n/t	最大存在总量 q_n/t	该种危险物质 Q 值
1	船舶燃料油	油类物质（矿物油类，如石油、汽油、柴油等；生物柴油等）	/	100	8500	85
2	柴油	油类物质（矿物油类，如石油、汽油、柴油等；生物柴油等）	68334-30-5	100	180	1.8
项目 Q 值 Σ						86.8

(2) 行业及生产工艺 (M)

分析项目所属行业及生产工艺特点，将 M 划分为：① $M > 20$ ；② $10 < M \leq 20$ ；③ $5 < M \leq 10$ ；④ $M = 5$ ，分别以 M1、M2、M3 和 M4 表示。本工程公共航道管养基地属于“码头”，公共航道属于“其他”，对应的 M 分值合计为 15，为 M2。

表 6.1-5 建设项目 M 值确定表

序号	行业名称	生产工艺	数量/套	M 分值
1	管道、港口/码头等	涉及危险物质管道运输项目、港口/码头等	/	10
2	其他	涉及危险物质使用、贮存的项目	/	5
项目 M 值 Σ				15

(3) 危险物质及工艺系统危险性 (P)

综上，本工程危险物质数量与临界量比值 $Q=86.8$ ，行业及生产工艺为 M2，根据表 6.1-3，可以确认改扩建工程危险物质及工艺系统危险性等级 (P) 为 P2。

6.1.2 E 的分级确定

(1) 依据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018) 判定

地表水环境依据事故情况下危险物质泄漏到水体的排放点受纳地表水体功能敏感性，与下游环境敏感目标情况，共分为三种类型，E1 为环境高度敏感区，E2 为环境中度敏感区，E3 为环境低度敏感区，分级原则见表 6.1-6。其中地表水功能敏感性分区和环境敏感目标分级分别见表 6.1-7 和表 6.1-8。

表 6.1-6 地表水环境敏感程度分级

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

表 6.1-7 地表水功能敏感性分区

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

表 6.1-8

环境敏感目标分级

分级	环境敏感目标
S1	发生事故时，危险物质泄漏到内陆水体的排放点下游（顺水流向）10km 范围内、近岸海域一个潮周期水质点可能达到的最大水平距离的两倍范围内，有如下一类或多类环境风险受体：集中式地表水饮用水水源保护区（包括一级保护区、二级保护区及准保护区）；农村及分散式饮用水水源保护区；自然保护区；重要湿地；珍稀濒危野生动植物天然集中分布区；重要水生生物的自然产卵场及索饵场、越冬场和洄游通道；世界文化和自然遗产地；红树林、珊瑚礁等滨海湿地生态系统；珍稀、濒危海洋生物的天然集中分布区；海洋特别保护区；海上自然保护区；盐场保护区；海水浴场；海洋自然历史遗迹；风景名胜区；或其他特殊重要保护区域
S2	发生事故时，危险物质泄漏到内陆水体的排放点下游（顺水流向）10km 范围内、近岸海域一个潮周期水质点可能达到的最大水平距离的两倍范围内，有如下一类或多类环境风险受体：水产养殖区；天然浴场；森林公园；地质公园；海滨风景游览区；具有重要经济价值的海洋生物生存区域
S3	排放点下游（顺水流向）10km 范围内、近岸海域一个潮周期水质点可能达到的最大水平距离的两倍范围内无上述类型 1 和类型 2 包括的敏感保护目标

根据《广西壮族自治区近岸海域环境功能区划调整方案》（桂环发〔2023〕9号），本工程位于英罗港北部交通用海区（GX013CIII）、英罗港南部交通用海区（GX014CII）、北海港铁山港作业区（GX015DIV）水质过渡带、铁山港西岸排污混合区（GX016DIV）及其水质过渡带，涉及各功能区类别、主导功能及水质保护目标详见表 1.3-1 和图 1.3-1。排放点进入地表水水域环境功能最高为三类，或海水水质分类第二类；确定地表水环境敏感特征属于较敏感 F2。

近岸海域一个潮周期水质点可能达到的最大水平距离的两倍范围内有自然保护区、重要湿地、红树林和海草床等滨海湿地生态系统以及珍稀、濒危海洋生物的天然集中分布区，环境敏感目标分级为 S1，确定地表水环境敏感程度分级为 E1。

表 6.1-9a

建设项目环境敏感特征表

类别	环境敏感特征			
	受纳水体			
序号	受纳水体名称	排放点水域环境功能	24h 内流经范围/km	
地表水	1 英罗港北部交通用海区（GX013CIII）	三类功能区，海水水质标准第三类	/	
	2 英罗港南部交通用海区（GX014CII）	三类功能区，海水水质标准第二类	/	
	3 北海港铁山港作业区（GX015DIV）水质过渡带	四类功能区，海水水质标准第三类	/	
	4 铁山港西岸排污混合区（GX016DIV）及其水质过渡带	四类功能区，海水水质标准第三、四类	/	

近岸海域一个潮周期最大水平距离两倍范围内敏感目标				
序号	敏感目标名称	环境敏感特征	水质目标	与排放点距离/km
1	广西山口国家级红树林生态自然保护区	自然保护区、红树林滨海湿地生态系统	第一类	1.39
2	广西合浦儒艮国家级自然保护区	自然保护区、珍稀、濒危海洋生物的天然集中分布区	第一类	4.14
3	广西合浦铁山港东岸红树林自治区重要湿地	重要湿地	第一、二类	1.52
4	铁山湾红树林分布区	红树林滨海湿地生态系统	第一、二类	1.39
5	合浦海草床	海草床滨海湿地生态系统	第二类	1.00
6	中华白海豚及印太江豚活动水域	珍稀、濒危海洋生物的天然集中分布区	第一~四类	1.22
地表水环境敏感程度 E 值				E1

(2) 依据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》(HJ 1409-2025) 判定

本工程作为海洋工程建设项目，参照 HJ 1409 附录 G 进行环境敏感程度 E 的分级判定，分级判定依据见表 6.1-9b，危险物质泄漏到海洋的排放点位于海水水质分类第二类区域，本工程环境敏感性为 E2。

表6.1-9b 环境敏感程度分级

敏感性	环境敏感特征
E1	危险物质泄漏到海洋的排放点位于海水水质分类第一类区域或重要敏感区
E2	危险物质泄漏到海洋的排放点位于海水水质分类第二类区域或一般敏感区
E3	上述地区以外的其他地区

(3) 综合判定

综上，判定本工程地表水环境敏感程度分级为 E1。

6.1.3 环境风险潜势及评价等级确定

本工程危险物质及工艺系统危险性等级为 P2，地表水环境敏感程度分级为 E1，根据表 6.1-2，本工程地表水环境风险潜势为 IV，对应的环境风险评价工作等级为一级。

6.2 评价范围

(1) 时间范围

施工期及运营期。

(2) 空间范围

按照 HJ 1409-2025，海洋生态环境风险评价范围根据评价等级合理确定，一般不小于相应评价等级的生态环境影响评价范围。一级评价项目的评价范围根据危险物质 72h 扩散范围确定，可根据海域特征、生态敏感区分布情况等做适当调整。

本工程海洋生态环境风险评价范围根据船舶燃料油泄漏后 72h 扩散范围确定，并适当扩展包含铁山港湾内及湾口主要生态敏感区，确定评价范围为由 I、II、III 点连线以及海岸线所围成的水域，面积约为 1807.14km²，海洋生态环境风险评价范围示意图及控制点坐标见 1.5.2 节。

6.3 风险识别与分析

6.3.1 风险源的识别

(1) 施工期风险源识别

本工程施工期建设内容包括航道和管养基地两大部分，航道施工内容包括疏浚以及疏浚物转运和外抛，管养基地施工内容包括港池疏浚、护岸开挖及抛石、高桩码头施工。施工区域与铁山港区现状进港航道以及周边已建码头港池水域存在重叠，施工船舶往来作业过程中可能发生相互碰撞或与航道内通行的其他商船发生碰撞，导致船用燃料油泄漏入海的风险。施工船舶使用燃油为 0 号柴油，理化性质及危险特性见表 6.3-1。

(2) 运营期风险源识别

运营期管养基地停靠 1000 吨级工作船，工作船使用燃油为 0 号柴油，理化性质及危险特性见表 6.3-1。运营期往来船舶经由本工程公共航道通行，可能发生碰撞导致船用燃料油泄漏入海。船用燃料油理化特性见表 6.3-2。

表 6.3-1 柴油理化性质及危险特性表

标识	英文名: Diesel oil	分子式:	分子量:
	CAS 号:	UN 编号:	危险货物编号:
理化性质			
外观与性状: 稍有粘性的棕色液体。 熔点(℃): -18 沸点(℃): 282-338 相对密度(水=1): 0.87-0.9 相对蒸气密度(空气=1): 主要用途 用作柴油机的燃料。 溶解性			
燃烧爆炸危险性	引燃温度 (℃): 257	爆炸上限 (V%): 爆炸下限 (V%):	闪点 (℃): 38
	危险特性	遇明火、高热或与氧化剂接触，有引起燃烧爆炸的危险。若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。	
	稳定性:	聚合危害:	

	禁忌物	强氧化剂、卤素。					
	灭火方法	喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。灭火剂：泡沫、干粉、二氧化碳。用水灭火无效。					
毒性及健康危害	环境标准	中国 MAC(mg/m ³)	未制定标准				
		前苏联 MAC(mg/m ³)	未制定标准				
		TLVTN	未制定标准				
		TLVWN	未制定标准				
	侵入途径	吸入、食入、经皮吸收。					
	毒性	LD50: 无资料 LC50: 无资料					
	健康危害	皮肤接触可为主要吸收途径，可致急性肾脏损害。柴油可引起接触性皮炎、油性痤疮。吸入其雾滴或液体呛入可引起吸入性肺炎。能经胎盘进入胎儿血中。柴油废气可引起眼、鼻刺激症状，头晕及头痛。					
包装与储运	危险性类别：	危险货物包装标志：Z01					
	储运注意事项	储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。应与氧化剂、卤素分开存放，切忌混储。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。					
防护措施	皮肤接触：立即脱去污染的衣着，用肥皂水和清水彻底冲洗皮肤。就医。眼睛接触：提起眼睑，用流动清水或生理盐水冲洗。就医。吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸。就医。食入：尽快彻底洗胃。就医						
泄漏处置	迅速撤离泄漏污染区人员至安全区，并进行隔离，严格限制出入。切断火源。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿一般作业工作服。尽可能切断泄漏源。防止流入下水道、排洪沟等限制性空间。小量泄漏：用活性炭或其它惰性材料吸收。大量泄漏：构筑围堤或挖坑收容。用泵转移至槽车或专用收集器内，回收或运至废物处理场所处置。						

表 6.3-2 船用 180/380#燃料油性质

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

船用燃料油危险性包括：

①火灾爆炸危险性：油品多属于易燃性物质，同时又有易蒸发的特点，挥发后与空气形成可燃性混合物，当混合物浓度达到一定比例时，遇到火种就可能燃烧和爆炸。通常采用闪点作为易燃液体的标准，凡闪点≤61°C的液体均为易燃液体。燃料油的闪点一般>120°C，因此，燃料油不属于易燃液体。

②资源环境危害性：燃料油难溶于水、比重比水轻、黏度比较大，因此当海上发

生溢油事故，溢油首先会因浮力而漂浮于海面，因重力而在海面发生扩展，因黏着力而形成具有一定厚度的成片油膜，因风、浪、潮的作用力而在水面漂移扩散。与此同时，在阳光、海面能量、微生物等环境因素的作用下，溢油发生一系列的溶解、乳化、光解、蒸发、分解等迁移转化反应，一旦遇到海岸、生物体、无机悬浮物，溢油还会发生附着、吸附和沉降等变化。

船舶燃料油属于持久性油类，其对环境影响和损害具有严重性和持久性特点。着岸的泄漏燃料油若不采取人工清除，则很难自然降解。因此，该工程船舶一旦发生重大溢油事故，将给当地海洋经济、海洋环境带来严重后果。

③人体健康危害性：化学物质对人体健康的危害性通常是指物质的毒性，物质毒性危害程度极度危害、高度危害、中度危害和轻度危害四个级别。表 6.3-2 给出了毒物危害程度分级标准。对照燃料油理化性质和表 6.3-1 可见，燃料油对人体健康的危害程度属中度危害。

表 6.3-3 毒物危害程度分级依据

指标	危害程度分级				
	I（极度危害）	II（高度危害）	III（中度危害）	IV（轻度危害）	
中毒危害	吸入 LC50, mg/m ³	<20	200—	2000—	>20000
	经皮 LD50, mg/kg	<100	100—	500—	>2500
	经口 LD50, mg/kg	<25	25—	500—	>5000
急性中毒		易发生中毒 后果严重	可发生中毒 愈后良好	偶可发中毒	未见急性中毒 有急性影响
慢性中毒		患病率高≥5%	患病率较高≤5% 或发生率较高 ≥20%	偶发中毒病例或 发生率较高≥10%	无慢性中毒 有慢性影响
慢性中毒后果		脱离接触后继续 发展或不能治愈	脱离接触后 可基本治愈	脱离接触后可恢 复不致严重后果	脱离接触后自行 恢复无不良后果
致癌性		人体致癌物	可疑人体致癌物	实验动物致癌性	无致癌性
最高容许浓度, mg/m ³		<0.1	0.1—	1.0—	>1.0

6.3.2 事故原因分析

施工期施工船舶往来作业过程中以及运营期船舶通航过程中，由于人为因素、环境因素、船舶因素等可能造成燃料油泄漏事故，对周边水域造成污染，甚至引发火

灾、爆炸，危害人群健康。

表 6.3-4 船舶储运过程危险性识别

事故类型	触发因素
航行事故：外部碰撞、撞击、搁浅	环境因素、人为因素
船舶本身（完整性）事故：船舶结构存在设计缺陷，船舶内突发事件引发的船体破损	船舶因素、人为因素

6.3.3 事故类型及后果分析

本工程施工期和运营期可能存在的环境风险事故主要为船舶燃料油泄露及其引起的火灾爆炸事故，风险类型及危害分析见下表。

表 6.3-5 风险类型及事故危害情况统计表

风险类型	事故危害
水上溢油事故	燃料油一旦入海，对周边海域水质、生态环境造成不利影响。
火灾爆炸事故	火灾对人员的伤害主要来自燃烧爆炸的高温辐射和燃烧产物的烟气毒性；爆炸主要以冲击波的形式对人员、设备及环境造成伤害与破坏。 火灾爆炸事故引发伴生/次生污染物排放，可能导致更大规模的泄漏等污染事故，并制约防污应急反应行动。

6.3.4 风险识别结果

本工程风险识别结果见图 6.3-1。

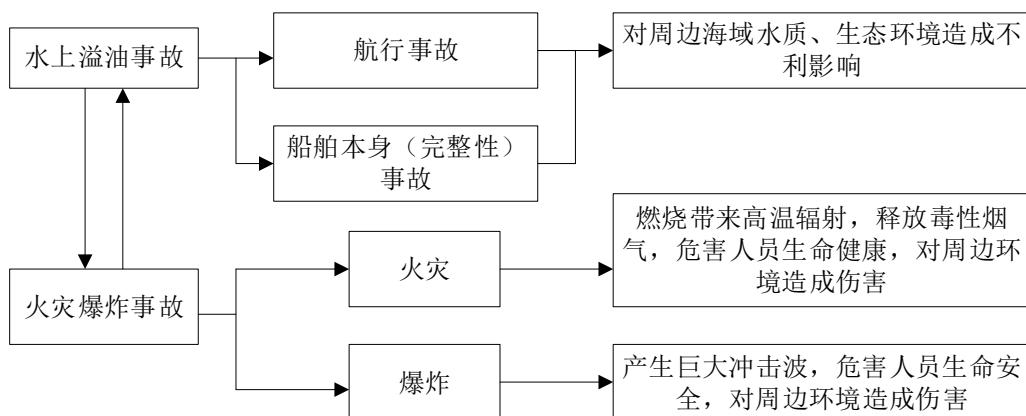


图 6.3-1 本工程风险事故识别图

6.4 典型事故统计资料分析

根据国际船东污染联合会（ITOPF, International Tanker Owners Pollution Federation Ltd）1970~2023 年统计资料，50 年间全球发生油品船舶泄漏事故 1 万多次，其中泄漏

量大于 700t 的事故次数为 471 次，7~700t 的事故次数 1400 次，泄漏量小于 7t 的事故大于 80%。

根据溢油事故原因统计，7~700t 溢油事故以碰撞导致的事故数量最多，占 26.5%；其次是搁浅，占 19.6%；大于 700 吨的事故中，以搁浅和碰撞导致的居多，分别占 32.2%、29.8%。

表 6.4-1 7~700t 溢油事故原因统计（1970~2023 年）

事故原因	装货/卸货	加油	其他操作	未知	合计
碰撞	5	0	64	300	369
搁浅	0	0	28	244	272
船体受损	37	4	15	45	101
设备故障	151	7	20	39	217
火灾/爆炸	9	0	16	26	51
其他	99	13	40	28	180
未知	101	10	15	84	210
合计	402	34	198	766	1400
占比 (%)	29	2	14	55	/

表 6.4-2 大于 700t 溢油事故原因统计（1970~2023 年）

事故原因	抛锚（内陆 / 限制区域）	抛锚（开放水域）	在航（内陆 / 限制区域）	在航（开放水域）	装货/卸货	其他操作事故/未知	合计
碰撞	8	5	35	67	2	23	140
搁浅	5	1	46	68	2	28	150
船体受损	2	1	0	49	0	8	60
设备故障	0	0	0	7	11	1	19
火灾/爆炸	2	3	1	25	13	10	54
其他	3	0	0	17	8	7	35
未知	0	0	0	1	6	6	13
合计	20	10	82	234	42	83	471
占比%	4	2	17.5	50	9	18	/

6.4.2 国内事故统计分析

根据陈勤思等²统计，1974~2018 年我国近海 50t 及以上海洋溢油事故共计 117 次，其中 50t 及以上溢油事故 92 次、500t 及以上溢油事故 24 次、3.4 万 t 及以上溢油事故 1 次；共造成油品损失 186105t。

² 陈勤思,胡松. 中国近海沿岸海洋溢油事故研究[J]. 海洋开发与管理,2020,v.37;No.272(12):49-53.

溢油事故次数方面：①1974~2018 年我国近海 50t 及以上海洋溢油事故次数总体呈先增后减的态势。1993~1994 年事故次数明显增加，1994~1997 年为事故高发期，其中 1996 年最高达到 8 次；2009 年后事故次数明显减少，2010~2018 年为事故低发期，其中 2014~2017 年事故次数为 0。②1974~2018 年我国近海 500t 及以上海洋溢油事故中，1984 年最高达到 3 次，1985~1995 年和 2006~2018 年事故次数较少。

溢油总量方面：①连续大规模溢油事故出现在 1996~2005 年；②2021 年青岛“4.27”船舶污染事故中，巴拿马籍杂货船“义海”轮与利比里亚籍油船“交响乐”轮碰撞，事故导致“交响乐”轮左舷第 2 货舱破损，约 9400 吨船载货油泄漏入海，为近年来特别重大船舶污染事故；③500t 及以上溢油事故的溢油总量占比为 17%，50t 及以上溢油事故的溢油总量占比仅为 9%。

碰撞是导致海洋溢油事故次数最多（58 次）和溢油总量最大的因素；触礁导致海洋溢油事故的溢油总量达到 10967t，仅次于碰撞；沉没和管道导致海洋溢油事故次数分别达到 15 次和 10 次，但溢油总量较小，分别为 3903t 和 4465t。

根据上述结果，将溢油事故的原因分为非船舶源溢油、船舶碰撞溢油和其他船舶事故溢油 3 个部分，进一步分析各种原因导致溢油事故次数的年际变化，并作阶段性统计。结果表明：①船舶碰撞溢油和其他船舶事故溢油的发生次数均呈先增后减的态势，其中船舶碰撞溢油在 2000~2009 年发生次数最多（26 次），其他船舶事故溢油在 1990~1999 年发生次数最多（18 次）；②船舶溢油一直是海洋溢油事故发生的主要原因，但 2010 年后发生次数显著减少，态势得到有效控制；③非船舶源溢油发生次数较少，1980~1989 年最高达到 7 次，之后保持在 4 次左右，且未见改善。

6.4.3 所在海域环境风险事故统计

（1）船舶交通事故统计分析

根据北海海事局提供的 2012~2024 年船舶水上交通事故统计资料，进行船舶交通事故统计与分析。事故统计资料见表 6.4-3，事故数量和事故类型统计图见图 6.4-1、图 6.4-2。

事故统计资料表明，2012 年~2024 年共 10 余年间北海辖区共发生船舶交通事故 74 起，其中碰撞事故 32 件，搁浅事故 11 件，触损事故 10 件，自沉 12 件，风灾事故 1 件，火灾/爆炸事故 4 件。因此看来，北海辖区内的水上交通事故主要是碰撞、触损、搁浅和自沉事故。

表 6.4-3 2012~2024 年北海辖区船舶水上交通事故统计表

类型 年度	碰撞	搁浅	触礁	触损	浪损	火灾/ 爆炸	风灾	自沉	其他	合计
2012	10	/	/	2	/	/	/	/	/	12
2013	2	2	/	1	/	/	/	1	/	6
2014	2	/	/	/	/	2	/	1	/	5
2015	2	/	/	/	/	/	/	3	/	5
2016	1	1	/	/	/	/	1	1	/	4
2017	1	5	/	2	/	1	/	/	/	9
2018	6	1	/	4	/	/	/	1	/	12
2019	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0
2020	5	1	/	/	/	/	/	2	2	10
2021	2	1	/	/	/	/	/	2	/	5
2022	1	/	1	1	/	/	/	/	/	3
2023	/	/	1	/	/	1	/	1	/	3
2024	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0
合计	32	11	2	10	0	4	1	12	2	74
百分比 (%)	45.1%	15.5%	1.4%	14.1%	0.0%	4.2%	1.4%	15.5%	2.8%	100

(2) 船舶污染事故、污染量统计与分析

经调研北海海事局 2012~2024 年船舶污染事故统计资料，该海域 10 余年间共发生 2 起船舶溢油污染事故，其事故类型见表 6.4-2。

在发生过的船舶溢油污染事故中，其中一起是巴拿马籍“DACANGSHAN”轮（“大仓山”轮，总吨 5358）在北海石步岭码头排放带油压载水时过失操作，造成 0.45 吨 120 号重质燃料油泄漏；另一起是巴拿马籍“CHANGLE”轮（“长乐”轮，总吨 19841）在铁山港电厂码头排放带油压载水时造成约 0.087 吨机舱舱底污油入海。

表 6.4-4 2012~2024 年北海辖区船舶污染事故统计表

年份	事故数目	事故类型
2012	1	溢油
2013	0	/
2014	0	/
2015	1	溢油
2016	0	/
2017	0	/
2018	0	/
2019	0	/
2020	0	/
2021	0	/

年份	事故数目	事故类型
2022	0	/
2023	0	/
2024	0	/
总计	2	/

(3) 船舶事故发生频率

根据北海海事局提供 2012 年~2024 年船舶水上交通事故统计资料，该海域在这 10 余年间，共发生各种等级船舶交通事故 74 起。总体上来看，该海域船舶交通事故数量较少，平均每年发生 5.7 起。

北海辖区 2012 年~2024 年期间船舶进出港总流量 501110 艘次，年吞吐总量 45584.6 万吨，共发生各类水上交通事故 74 起。由此计算船舶交通事故发生频率见表 6.4-5 所示。

表 6.4-5 船舶交通事故发生频率

统计类型 频率统计	年度频率 (次/年)	艘次频次 (次/万艘次)	吞吐量频次 (次/万吨)
船舶交通事故发生频率	5.7	1.48	0.0016

统计资料表明，该海域 2012 年~2024 年间发生船舶溢油污染事故 2 起，平均每年发生约 0.15 起，事故规模均较小，均为操作性溢油事故，未发生溢油量大于 100 吨溢油污染事故。由此计算船舶交通事故发生频率见表 6.4-6 所示。

表 6.4-6 船舶污染事故发生频率

统计类型 频率统计	年度频率 (次/年)	艘次频次 (次/万艘次)	吞吐量频次 (次/万吨)
船舶污染事故发生频率	0.15	0.039	0.000043

6.5 溢油事故影响分析

6.5.1 溢油事故源项确定

6.5.1.1 污染量预测

根据《水上溢油环境风险评估技术导则 JT/T 1143-2017》，最大可信事故的定义为：在所有预测的概率不为零的事故中，溢油量最大的水上溢油事故。可能最大水上溢油事故的定义为：在设定条件下，可能发生的溢油量最大的水上溢油事故。

最大可信水上溢油事故溢油量按照设计代表船型所载货油或船用燃料油全部泄漏的数量确定，可能最大水上溢油事故溢油量按照设计代表船型的 1 个货油边舱或燃料

油边舱的容积确定。

（1）施工期

施工期最大施工船型为 10000m³ 耙吸式挖泥船，类比同类船舶资料，燃油舱总容量约 700t，单舱容量约 70t，确定施工期施工船舶最大可信事故溢油量为 700t，可能最大事故溢油量为 70t。

（2）运营期

本工程航道设计控制船型为 20 万吨级散货船，参照《水上溢油环境风险评估技术导则 JT/T 1143-2017》附录 C，确定最大可信事故泄漏量为 8500t，可能最大水上溢油事故泄漏量为 1200t。

本工程管养基地拟建 3 个 1000 吨级工作船泊位，设计停靠最大船型为 1000 吨级工作船，经调研，1000 吨级工作船使用燃油为 0 号柴油，燃油总量为 60t，一般设有 2 个燃油舱，单舱燃油量 30t。确定最大可信事故泄漏量为 60t，可能最大水上溢油事故泄漏量为 30t。

6.5.1.2 风险事故概率分析

根据北海辖区 2012-2022 年海上溢油事故的统计资料，对本工程事故发生概率进行类比分析，结果见表 6.5-1。

表 6.5-1 不同等级溢油事故发生概率统计表

危害后果等级	危害后果量级划分	事故发生次数	本工程事故概率	事故概率等级
C1	溢油量 10000t 以上，或造成直接经济损失 ^a 10 亿元以上，或危害后果指数值 ^b ≥20	0	-	≤中等
C2	溢油量（1000~10000）t，或造成直接经济损失（2~10）亿元，或危害后果指数值 16~20	0	-	≤中等
C3	溢油量（500~1000）t，或造成直接经济损失（1~2）亿元，或危害后果指数值 12~16	0	-	≤中等
C4	溢油量（100~500）t，或造成直接经济损失 5000 万元~1 亿元，或危害后果指数值 8~12	0	-	≤中等
C5	溢油量（50~100）t，或造成直接经济损失（1000~5000）万元，或危害后果指数值 4~8	0		≤中等
C6	溢油量 50t 以下，或造成直接经济损失不足 1000 万元，或危害后果指数值 <4	2	0.15	较高

6.5.2 风险计算与评价

6.5.2.1 溢油预测模型

溢油事故模拟预测采用 MIKE Spill Analysis 模型计算，该模型考虑由于风、流、物理分散作用和 STOKES 散射等引起的粒子移动。该模型对溢油的漂移、风化、扩散、溶解、岸线吸附等一系列过程进行模拟，预测油膜漂移轨迹和泄漏油品的归宿，对其危害程度进行评估，其模拟程序见图 6.5-1。

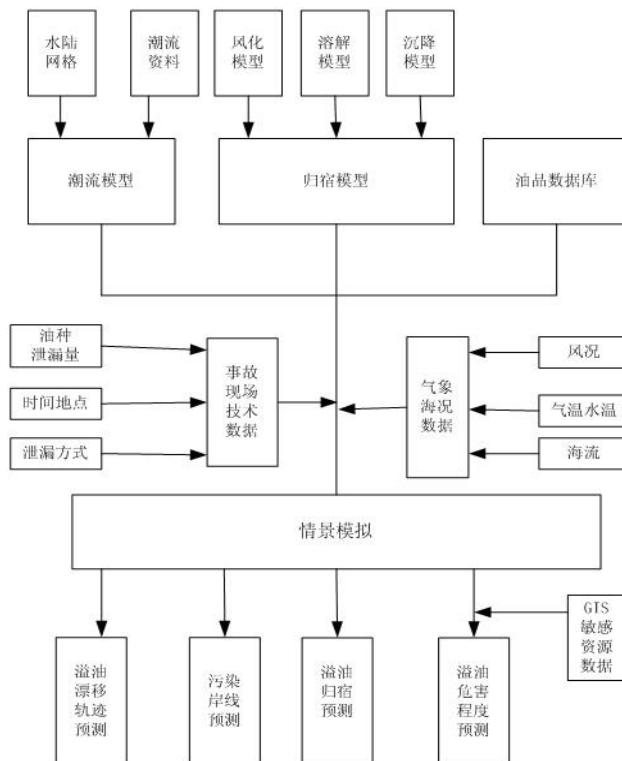


图 6.5-1 溢油事故模拟程序框图

模型根据水陆网格确定水陆边界条件和模拟预测范围，在输入风场、温度等气象海况资料以及溢油事故现场数据后，通过潮流模型、归宿模型等一系列数学模型对溢油事故进行情景模拟，预测溢油的漂移轨迹和物理转化过程。并结合敏感资源数据，对溢油事故危害进行分析评估。

(1) 推流和随机游动扩散过程

①推流过程

模型假设泄漏油品可概化成独立的具有已知质量的拉格朗日粒子。油粒子在 t 时刻的位置向量表示为 X_t ，见式 6.5-1。

$$\vec{X}_t = \vec{X}_{t-1} + \square t \vec{U}_{oil}; \quad \text{式 6.5-1;}$$

式中： $\square t$ ——时间步长， s； \vec{X}_{t-1} ——表面油粒子位置，在 $t-1$ 即 $t-\square t$ 时刻；

\vec{U}_{oil} ——油膜漂移速率， m/s。

粒子的漂移速率 \vec{U}_{oil} (m/s) 计算公式见式 6.5-2。

$$\vec{U}_{oil} = \vec{U}_w + \vec{U}_t + \vec{U}_r + \alpha \vec{U}_e + \beta \vec{U}_p \quad \text{式 6.5-2;}$$

式中： \vec{U}_w ——由风力和波浪作用产生的速度分量， m/s； \vec{U}_t ——潮流作用产生的速度分量， m/s； \vec{U}_r ——余流（例如密度流）作用产生的速度分量， m/s； \vec{U}_e ——埃克曼流作用产生的速度分量， m/s； \vec{U}_p ——喷射流作用产生的速度分量， m/s； α ——表面漂浮粒子的取值 0，水面下粒子取值 1； β ——非喷射型泄漏取值 0，喷射型泄漏取值 1。

②风力系数

风力系数是油膜漂移速率与风速的比值。油膜漂移速率 U_{WC} 和 V_{WC} ，分别由式 6.5-3 和式 6.5-4 计算：

$$U_{WC} = C_1 U_w \quad \text{式 6.5-3;}$$

$$V_{WC} = C_1 V_w \quad \text{式 6.5-4;}$$

式中： U_w ——风速的东向分量， m/s； V_w ——风速的北向分量， m/s； C_1 ——风力系数，%，本评价取 3%。

③随机游动扩散过程

模型加入了随机游动扩散过程，油膜的弥散距离计算公式见式 6.5-5 和式 6.5-6。

$$x_{dd} = \gamma \sqrt{6D_x \Delta t} \quad \text{式 6.5-5;}$$

$$y_{dd} = \gamma \sqrt{6D_y \Delta t} \quad \text{式 6.5-6;}$$

式中： D_x 、 D_y ——x 和 y 方向的水平弥散系数， m²/s； Δt ——时间步长， s； γ ——随机数， -1~+1。

(2) 归宿模型

①延展过程

延展过程决定了表面浮油的面积扩展，从而进一步影响水面油膜的蒸发、溶解、扩散和光氧化作用。延展是湍流扩散以及重力、惯性、黏性和表面张力平衡的联合作用结果。由于厚油膜延展而造成的浮油面积的变化速率 \tilde{A}_{tk} (m²/s) 的计算式见式 6.5-

7。

$$\tilde{A}_{tk} = \frac{dA_{tk}}{dt} = K_1 A_{tk}^{1/3} \left(\frac{V_m}{A_{tk}} \right)^{4/3} \quad \text{式 6.5-7;}$$

式中： A_{tk} ——浮油表面积， m^2 ； K_1 ——延展速率常数， $1/\text{s}$ ； V_m ——浮油体积， m^3 ； t ——时间， s 。

② 蒸发过程

蒸发过程可导致 20~40% 的浮油从水面进入大气，具体百分比取决于油种。油品蒸发率 F_v 计算式见式 6.5-8。

$$F_v = \ln \left[1 + B(T_G/T) \theta \exp(A - BT_0/T) \right] \left[T/(BT_G) \right] \quad \text{式 6.5-8;}$$

式中： T_0 ——修正的蒸馏曲线的初沸点， K ； T_G ——修正的蒸馏曲线的梯度； T ——环境温度， K ； A, B ——无量纲常数； t ——时间， s ； θ ——蒸发能力。

③ 水体携带过程

水面浮油暴露在风和浪中，浮油会被携带或扩散进入水体。水体携带是一种物理过程，在破碎浪的作用下，油滴从水面迁移到水体中。水体携带速率 Q_d ($\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$) 和油粒子大小之间的关系，见式 6.5-9。

$$Q_d = C^* D_d^{0.57} S F d^{0.7} \Delta d \quad \text{式 6.5-9;}$$

式中： C^* ——与油种和风化状态相关的水体携带速率经验常数； D_d ——单位表面耗散的破碎波能量， J/m^2 ； S ——浮油覆盖的水面面积分数； F ——受破碎浪侵袭的水面面积分数； d ——油粒子直径， m ； Δd ——油粒子直径差， m 。

④ 乳化过程

水-油乳化物，或称为乳胶状物的形成取决于油的组分和水环境条件。乳化油可能有 80% 是以连续相油存在的微米级油粒子。一般乳化油的黏度要高于形成乳化油之前的油品黏度。由于水的混入，油/水混和物的体积明显加大。水混入油相的速率 \tilde{F}_{wc} (s^{-1}) 计算方法见式 6.5-10。

$$\tilde{F}_{wc} = \frac{dF_{wc}}{dt} = C_1 U_w^2 \left(1 - \frac{F_{wc}}{C_2} \right) \quad \text{式 6.5-10;}$$

式中： U_w ——风速， m/s ； C_1 ——经验常数； C_2 ——常数（用于控制水分的最大

比例); F_{wc} ——水在油相中的最大比例(油品特性参数)。

6.5.2.2 预测情景确定

(1) 事故地点

本工程航道起点位于啄罗作业区 2 号突堤附近, 终点位于石头埠作业区 23 号泊位, 航道终点与 23 号泊位港池水域衔接, 大型散货船舶具有掉头和回旋操作难度大的特点, 在港池和航道衔接水域更易发生事故, 且航道深入铁山港湾内水域, 两岸分布较多红树林, 生境较为敏感, 因此将航道终点作为事故预测点。大型散货船舶在行驶过程中同时具有转弯半径较大的特点, 本工程航道设有 3 处转弯, 考虑与其他事故预测点应保持足够距离以体现事故影响范围的代表性, 将航道 C 点转弯处作为事故预测点。综上, 选取上述两点作为事故模拟预测点。

(2) 事故规模

根据《水上溢油环境风险评估技术导则》(JT/T 1143-2017) 中表 5“典型水上溢油事故情形模拟参数”, 溢油量参数选择可能最大水上溢油事故的溢油量。根据污染量预测结果, 选取运营期可能最大水上事故溢油量 1200 吨作为事故规模, 事故发生后 1h 内全部泄漏入海。

(3) 溢油发生时刻

分别模拟了涨潮、落潮两种工况。

(4) 环境条件

根据《水上溢油环境风险评估技术导则》(JT/T 1143-2017) 及周边环境敏感区分布特点, 选取冬、夏季主导风向和不利风向进行模拟。夏季主导风向 SE, 平均风速 3.2m/s; 冬季主导风向 N, 平均风速 4.2m/s; 不利风向 W、SSW, 取 6 级风速 10.8m/s。预测情景设置见表 6.5-2, 溢油事故发生点及周边敏感目标分布见图 6.5-2。

表 6.5-2 溢油事故预测情景

事故类型	泄漏规模	泄漏种类	事故位置	溢油时刻	风向	风速
可能最大海上溢油事故	1200t	船舶燃料油	航道终点	涨潮	夏季主导风向 SE	3.2m/s
					冬季主导风向 N	4.2m/s
					不利风向 W	10.8m/s
					不利风向 SSW	10.8m/s
				落潮	夏季主导风向 SE	3.2m/s
					冬季主导风向 N	4.2m/s
					不利风向 W	10.8m/s
					不利风向 SSW	10.8m/s

事故类型	泄漏规模	泄漏种类	事故位置	溢油时刻	风向	风速
			航道 C 点 转弯处	涨潮	夏季主导风向 SE	3.2m/s
					冬季主导风向 N	4.2m/s
					不利风向 W	10.8m/s
					不利风向 SSW	10.8m/s
				落潮	夏季主导风向 SE	3.2m/s
					冬季主导风向 N	4.2m/s
					不利风向 W	10.8m/s
					不利风向 SSW	10.8m/s

6.5.2.3 溢油模型模拟结果

根据《港口码头水上污染事故应急防备能力要求》（JT/T 451-2017），公司自有一级防备能力要求的应急响应时间，即自接到应急响应通知后应急反应时间最低要求为 4h，由此给出本工程溢油应急物资抵达现场前（4h）及 72h、48h、24h、12h 等不同代表性时刻溢油漂移轨迹和油膜扫海范围与评价范围内环境风险敏感目标的叠图，详见图 6.5-3 和 6.5-4。

溢油应急物资抵达现场前（4h）及 72h、48h、24h、12h 不同代表性时刻溢油漂移距离、扫海面积和残余油量统计结果，以及溢油到达各海洋生态环境风险敏感目标和岸线的时间详见表 6.5-3 和 6.5-4。

（一）航道 C 点转弯处

（1）冬季主导风（N 风，4.2m/s）

①涨潮

涨急发生溢油时，油膜先向东北扩散，5 小时后到达生态保护红线，7 小时后到达中华白海豚及印太江豚活动水域，18 小时后到达广西合浦儒艮国家级自然保护区（缓冲区）、合浦儒艮重要湿地生态保护红线、广西合浦儒艮自治区重要湿地，20 小时后到达广西合浦儒艮国家级自然保护区（核心区）。模拟时段内未到达岸线。各代表时刻溢油漂移轨迹和油膜扫海范围如图 6.5-3 所示。

②落潮

落急发生溢油时，油膜先向南扩散，1 小时后到达中华白海豚及印太江豚活动水域，8 小时后到达广西合浦儒艮国家级自然保护区（缓冲区）、合浦儒艮重要湿地生态保护红线、广西合浦儒艮自治区重要湿地，10 小时后到达广西合浦儒艮国家级自然保护区（核心区），16 小时后到达广西合浦儒艮国家级自然保护区（实验区），17 小时后到达铁山湾合浦海草床（下龙尾、沙背）、生态保护红线。模拟时段内未到达岸

线。各代表时刻溢油漂移轨迹和油膜扫海范围如图 6.5-3 所示。

（2）夏季主导风（SE 风，3.2m/s）

①涨潮

涨急发生溢油时，油膜主要先向东北扩散，4 小时后到达神华电厂取水口，8 小时后到达铁山湾合浦海草床（北暮），9 小时后到达中华白海豚及印太江豚活动水域，12 小时后到达北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区（实验区），18 小时后到达坡尾底幼鲎栖息地，20 小时后到达养殖区。各代表时刻溢油漂移轨迹和油膜扫海范围如图 6.5-3 所示。

②落潮

落急发生溢油时，油膜主要先向南扩散，1 小时后到达中华白海豚及印太江豚活动水域，14 小时后到达铁山湾合浦海草床（北暮）、坡尾底幼鲎栖息地，18 小时后到达广投北海电厂取水口，26 小时后到达北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区（实验区），38 小时后到达养殖区。各代表时刻溢油漂移轨迹和油膜扫海范围如图 6.5-3 所示。

（3）不利风（W 风，13.8m/s）

①涨潮

涨急发生溢油时，油膜主要先向东北扩散，3 小时后到达生态保护红线、广西山口红树林生态国家级自然保护区（实验区），6 小时后到达铁山湾合浦海草床（下龙尾、沙背），8 小时后到达广西合浦儒艮国家级自然保护区（实验区）、合浦儒艮重要湿地生态保护红线、广西合浦儒艮自治区重要湿地，9 小时后到达广西合浦儒艮国家级自然保护区（缓冲区和核心区）、中华白海豚及印太江豚活动水域，22 小时后到达养殖区，24 小时后到达广西山口红树林生态国家级自然保护区（缓冲区），25 小时后到达广东湛江红树林国家级自然保护区（实验区和核心区），40 小时后到达湛江遂溪中国鲎地方级自然保护区（实验区），43 小时后到达龙头沙人工鱼礁区，45 小时后到达湛江遂溪中国鲎地方级自然保护区（实验区），50 小时后到达广西山口红树林生态国家级自然保护区（缓冲区和核心区），66 小时后到达湛江遂溪中国鲎地方级自然保护区（核心区）。各代表时刻溢油漂移轨迹和油膜扫海范围如图 6.5-3 所示。

②落潮

落急发生溢油时，油膜主要先向南扩散，1 小时后到达中华白海豚及印太江豚活动

水域，6 小时后到达广西合浦儒艮国家级自然保护区（缓冲区）、合浦儒艮重要湿地生态保护红线、广西合浦儒艮自治区重要湿地，8 小时后到达广西合浦儒艮国家级自然保护区（核心区），12 小时后到达铁山湾合浦海草床（下龙尾）、广西合浦儒艮国家级自然保护区（实验区）、生态保护红线，14 小时后到达广西山口红树林生态国家级自然保护区（实验区）、沙田幼鲎栖息地、榕根山幼鲎栖息地、红树林分布区、养殖区，16 小时后到达广西山口红树林生态国家级自然保护区（缓冲区），17 小时后到达广西山口红树林生态国家级自然保护区（核心区），40 小时后到达广东湛江红树林国家级自然保护区（实验区），44 小时后到达广东湛江红树林国家级自然保护区（核心区）。各代表时刻溢油漂移轨迹和油膜扫海范围如图 6.5-3 所示。

（4）不利风（SSW 风，13.8m/s）

①涨潮

涨急发生溢油时，油膜主要先向东北扩散，4 小时后到达神华电厂取水口，8 小时后到达生态保护红线，10 小时后到达铁山湾合浦海草床（北暮），11 小时后到达中华白海豚及印太江豚活动水域，20 小时后到达坡尾底幼鲎栖息地，23 小时后到达广西合浦铁山港东岸红树林自治区重要湿地、红树林分布区，38 小时后到达北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区（实验区），43 小时后到达广西山口红树林生态国家级自然保护区（实验区和缓冲区），52 小时后到达养殖区，59 小时后到达广西山口红树林生态国家级自然保护区（核心区），61 小时后到达铁山湾合浦海草床（下龙尾、沙背）。各代表时刻溢油漂移轨迹和油膜扫海范围如图 6.5-3 所示。

②落潮

落急发生溢油时，油膜主要先向南扩散，1 小时后到达中华白海豚及印太江豚活动水域，14 小时后到达神华电厂取水口、广西合浦铁山港东岸红树林自治区重要湿地、红树林分布区和生态保护红线，32 小时后到达坡尾底幼鲎栖息地、铁山湾合浦海草床（北暮），33 小时后到达广西山口红树林生态国家级自然保护区（实验区和缓冲区），41 小时后到达养殖区，50 小时后到达广西山口红树林生态国家级自然保护区（核心区），51 小时后到达北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区（实验区），52 小时后到达铁山湾合浦海草床（下龙尾、沙背）。各代表时刻溢油漂移轨迹和油膜扫海范围如图 6.5-3 所示。

表 6.5-3

航道 C 点转弯处溢油事故模拟预测结果分析

发生点	风况	潮时	时刻	漂移距离 (km)	扫海面积 (km ²)	污染岸线距 离 (km)	到达各敏感目标及岸线的时间
航道 C 点 转弯处	冬季盛行风 N, 3.2m/s	涨急时	4h	7.09	3.47	/	5 小时后到达生态保护红线，7 小时后到达中华白海豚及印太江豚活动水域，18 小时后到达广西合浦儒艮国家级自然保护区（缓冲区）、合浦儒艮重要湿地生态保护红线、广西合浦儒艮自治区重要湿地，20 小时后到达广西合浦儒艮国家级自然保护区（核心区）。
			12h	25.33	52.57	/	
			24h	43.76	81.78	/	
			48h	76.53	181.74	/	
			72h	103.97	276.91	/	
		落急时	4h	14.49	7.81	/	1 小时后到达中华白海豚及印太江豚活动水域，8 小时后到达广西合浦儒艮国家级自然保护区（缓冲区）、合浦儒艮重要湿地生态保护红线、广西合浦儒艮自治区重要湿地，10 小时后到达广西合浦儒艮国家级自然保护区（核心区），16 小时后到达广西合浦儒艮国家级自然保护区（试验区），17 小时后到达铁山湾合浦海草床（下龙尾、沙背）、生态保护红线。
			12h	24.38	41.78	/	
			24h	41.92	146.27	/	
			48h	84.59	274.37	/	
			72h	110.04	385.55	/	
	夏季盛行风 SE, 4.2m/s	涨急时	4h	7.67	4.76	/	4 小时后到达神华电厂取水口，8 小时后到达铁山湾合浦海草床（北暮），9 小时后到达中华白海豚及印太江豚活动水域，12 小时后到达北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区（试验区），18 小时后到达坡尾底幼鲎栖息地，20 小时后到达养殖区。
			12h	25.52	28.73	/	
			24h	42.99	64.04	7.35	
			48h	67.00	66.50	1.38	
			72h	89.84	81.03	10.85	
		落急时	4h	13.16	10.00	/	1 小时后到达中华白海豚及印太江豚活动水域，14 小时后到达铁山湾合浦海草床（北暮）、坡尾底幼鲎栖息地，18 小时后到达广投北海电厂取水口，26 小时后到达北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区（试验区），38 小时后到达养殖区。
			12h	28.08	21.12	/	
			24h	40.95	27.11	/	
			48h	69.15	34.79	/	
			72h	86.77	47.49	7.30	
	不利风向 W, 10.8m/s	涨急时	4h	9.39	4.60	/	3 小时后到达生态保护红线、广西山口红树林生态国家级自然保护区（试验区），6 小时后到达铁山湾合浦海草床（下龙尾、沙背），8 小时后到达广西合浦儒艮国家级自然保护
			12h	25.50	27.03	/	
			24h	44.96	56.21	/	

发生点	风况	潮时	时刻	漂移距离 (km)	扫海面积 (km ²)	污染岸线距 离 (km)	到达各敏感目标及岸线的时间
			48h	84.93	149.66	8.48	区（实验区）、合浦儒艮重要湿地生态保护红线、广西合浦儒艮自治区重要湿地，9 小时后到达广西合浦儒艮国家级自然保护区（缓冲区和核心区）、中华白海豚及印太江豚活动水域，22 小时后到达养殖区，24 小时后到达广西山口红树林生态国家级自然保护区（缓冲区），25 小时后到达广东湛江红树林国家级自然保护区（实验区和核心区），40 小时后到达湛江遂溪中国鲎地方级自然保护区（实验区），43 小时后到达龙头沙人工鱼礁区，45 小时后到达湛江遂溪中国鲎地方级自然保护区（实验区），50 小时后到达广西山口红树林生态国家级自然保护区（缓冲区和核心区），66 小时后到达湛江遂溪中国鲎地方级自然保护区（核心区）。
			72h	125.31	183.73	12.72	
			4h	12.29	2.04	/	1 小时后到达中华白海豚及印太江豚活动水域，6 小时后到达广西合浦儒艮国家级自然保护区（缓冲区）、合浦儒艮重要湿地生态保护红线、广西合浦儒艮自治区重要湿地，8 小时后到达广西合浦儒艮国家级自然保护区（核心区），12 小时后到达铁山湾合浦海草床（下龙尾）、广西合浦儒艮国家级自然保护区（实验区）、生态保护红线，14 小时后到达广西山口红树林生态国家级自然保护区（实验区）、沙田幼鲎栖息地、榕根山幼鲎栖息地、红树林分布区、养殖区，16 小时后到达广西山口红树林生态国家级自然保护区（缓冲区），17 小时后到达广西山口红树林生态国家级自然保护区（核心区），40 小时后到达广东湛江红树林国家级自然保护区（实验区），44 小时后到达广东湛江红树林国家级自然保护区（核心区）。
			12h	26.92	6.72	/	
			24h	43.96	13.92	6.55	
			48h	69.56	50.24	5.85	
	落急时		72h	106.14	143.83	2.81	

发生点	风况	潮时	时刻	漂移距离 (km)	扫海面积 (km ²)	污染岸线距 离 (km)	到达各敏感目标及岸线的时间
不利风向 SSW, 10.8m/s	涨急时	4h 12h 24h 48h 72h	4h	10.98	4.96	/	4 小时后到达神华电厂取水口，8 小时后到达生态保护红线，10 小时后到达铁山湾合浦海草床（北暮），11 小时后到达中华白海豚及印太江豚活动水域，20 小时后到达坡尾底幼鲎栖息地，23 小时后到达广西合浦铁山港东岸红树林自治区重要湿地、红树林分布区，38 小时后到达北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区（实验区），43 小时后到达广西山口红树林生态国家级自然保护区（实验区和缓冲区），52 小时后到达养殖区，59 小时后到达广西山口红树林生态国家级自然保护区（核心区），61 小时后到达铁山湾合浦海草床（下龙尾、沙背）。
			12h	23.95	17.89	/	
			24h	54.85	38.56	0.93	
			48h	90.87	104.39	7.04	
			72h	129.10	248.49	9.19	
	落急时	4h 12h 24h 48h 72h	4h	10.32	7.21	/	1 小时后到达中华白海豚及印太江豚活动水域，14 小时后到达神华电厂取水口、广西合浦铁山港东岸红树林自治区重要湿地、红树林分布区和生态保护红线，32 小时后到达坡尾底幼鲎栖息地、铁山湾合浦海草床（北暮），33 小时后到达广西山口红树林生态国家级自然保护区（实验区和缓冲区），41 小时后到达养殖区，50 小时后到达广西山口红树林生态国家级自然保护区（核心区），51 小时后到达北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区（实验区），52 小时后到达铁山湾合浦海草床（下龙尾、沙背）。
			12h	29.18	35.90	/	
			24h	45.48	44.47	1.80	
			48h	86.12	134.62	6.14	
			72h	110.40	213.35	7.45	

(二) 航道终点处

(1) 冬季主导风 (N 风, 4.2m/s)

① 涨潮

涨急发生溢油时，油膜先向西北扩散，7 小时后到达广投北海电厂取水口，9 小时后到达神华电厂取水口，13 小时后到达中华白海豚及印太江豚活动水域，20 小时后到达生态保护红线，22 小时后到达铁山湾合浦海草床（下龙尾、沙背），24 小时后到达广西合浦儒艮国家级自然保护区（实验区）、广西山口红树林生态国家级自然保护区（实验区），26 小时后到达广西山口红树林生态国家级自然保护区（缓冲区），27 小时后到达广西合浦铁山港东岸红树林自治区重要湿地、红树林分布区、广西山口红树林生态国家级自然保护区（核心区），34 小时后到达广西合浦儒艮国家级自然保护区（缓冲区、核心区）、合浦儒艮重要湿地生态保护红线、广西合浦儒艮自治区重要湿地，50 小时后到达沙田幼鲎栖息地。各代表时刻溢油漂移轨迹和油膜扫海范围如图 6.5-4 所示。

② 落潮

落急发生溢油时，油膜先向南扩散，6 小时后到达生态保护红线，8 小时后到达广西山口红树林生态国家级自然保护区（实验区），10 小时后到达铁山湾合浦海草床（下龙尾、沙背），14 小时后到达广西山口红树林生态国家级自然保护区（缓冲区），16 小时后到达广西合浦铁山港东岸红树林自治区重要湿地、红树林分布区、广西山口红树林生态国家级自然保护区（核心区），28 小时后到达中华白海豚及印太江豚活动水域，34 小时后到达广西合浦儒艮国家级自然保护区（实验区、缓冲区）、合浦儒艮重要湿地生态保护红线、广西合浦儒艮自治区重要湿地，50 小时后到达广西合浦儒艮国家级自然保护区（核心区），62 小时后到达沙田幼鲎栖息地，64 小时后到达养殖区、榕根山幼鲎栖息地。各代表时刻溢油漂移轨迹和油膜扫海范围如图 6.5-4。

(2) 夏季主导风 (SE 风, 3.2m/s)

① 涨潮

涨急发生溢油时，油膜主要先向西北扩散，8 小时后到达广投北海电厂取水口，14 小时后到达神华电厂取水口，18 小时后到达红树林分布区。各代表时刻溢油漂移轨迹和油膜扫海范围如图 6.5-4 所示。

② 落潮

落急发生溢油时，油膜主要先向扩散，5 小时后到达神华电厂取水口，8 小时后到

达广投北海电厂取水口，10 小时后到达红树林分布区，32 小时后到达坡尾幼鲎栖息地、铁山湾合浦海草床（北暮），49 小时后到达中华白海豚及印太江豚活动水域，66 小时后到达养殖区。各代表时刻溢油漂移轨迹和油膜扫海范围如图 6.5-4 所示。

（3）不利风（W 风，13.8m/s）

①涨潮

涨急发生溢油时，油膜主要先向北扩散，2 小时后到达生态保护红线、红树林分布区、广西合浦铁山港东岸红树林自治区重要湿地，18 小时后到达广西山口红树林生态国家级自然保护区（实验区、缓冲区、核心区），34 小时后到达广西合浦儒艮国家级自然保护区（实验区、缓冲区）、合浦儒艮重要湿地生态保护红线、广西合浦儒艮自治区重要湿地，36 小时后到达铁山湾合浦海草床（下龙尾、沙背）、中华白海豚及印太江豚活动水域，46 小时后到达养殖区、幼鲎栖息地（沙田、榕根山）、广西合浦儒艮国家级自然保护区（核心区）。各代表时刻溢油漂移轨迹和油膜扫海范围如图 6.5-4 所示。

②落潮

落急发生溢油时，油膜主要先向东南扩散，4 小时后到达生态保护红线，8 小时后到达广西山口红树林生态国家级自然保护区（实验区），14 小时后到达广西山口红树林生态国家级自然保护区（缓冲区、核心区）、红树林分布区，26 小时后到达铁山湾合浦海草床（下龙尾、沙背），48 小时后到达广西合浦儒艮国家级自然保护区（实验区），50 小时后到达广西合浦儒艮国家级自然保护区（缓冲区、核心区）、合浦儒艮重要湿地生态保护红线、广西合浦儒艮自治区重要湿地、中华白海豚及印太江豚活动水域，60 小时后到达幼鲎栖息地（沙田、榕根山）、养殖区。

（4）不利风（SSW 风，13.8m/s）

①涨潮

涨急发生溢油时，油膜主要先向西北扩散，3 小时后到达生态保护红线、红树林分布区、广西合浦铁山港东岸红树林自治区重要湿地、养殖区。各代表时刻溢油漂移轨迹和油膜扫海范围如图 6.5-4 所示。

②落潮

落急发生溢油时，油膜主要先向东南扩散，6 小时后到达生态保护红线、红树林分布区、广西合浦铁山港东岸红树林自治区重要湿地，44 小时后到达养殖区。各代表时刻溢油漂移轨迹和油膜扫海范围如图 6.5-4 所示。

表 6.5-4

航道终点处溢油事故模拟预测结果分析

发生点	风况	潮时	时刻	漂移距离 (km)	扫海面积 (km ²)	污染岸线距离 (km)	到达各敏感目标及岸线的时间
航道终点处	冬季盛行风 N, 3.2m/s	涨急时	4h	7.68	5.64	/	7 小时后到达广投北海电厂取水口，9 小时后到达神华电厂取水口，13 小时后到达中华白海豚及印太江豚活动水域，20 小时后到达生态保护红线，22 小时后到达铁山湾合浦海草床（下龙尾、沙背），24 小时后到达广西合浦儒艮国家级自然保护区（实验区）、广西山口红树林生态国家级自然保护区（实验区），26 小时后到达广西山口红树林生态国家级自然保护区（缓冲区），27 小时后到达广西合浦铁山港东岸红树林自治区重要湿地、红树林分布区、广西山口红树林生态国家级自然保护区（核心区），34 小时后到达广西合浦儒艮国家级自然保护区（缓冲区、核心区）、合浦儒艮重要湿地生态保护红线、广西合浦儒艮自治区重要湿地，50 小时后到达沙田幼鲎栖息地。
			12h	26.00	26.07	/	
			24h	38.06	45.56	/	
			48h	72.76	105.10	/	
			72h	101.24	297.84	0.02	
	夏季盛行风 SE, 4.2m/s	落急时	4h	9.16	5.75	/	6 小时后到达生态保护红线，8 小时后到达广西山口红树林生态国家级自然保护区（实验区），10 小时后到达铁山湾合浦海草床（下龙尾、沙背），14 小时后到达广西山口红树林生态国家级自然保护区（缓冲区），16 小时后到达广西合浦铁山港东岸红树林自治区重要湿地、红树林分布区、广西山口红树林生态国家级自然保护区（核心区），28 小时后到达中华白海豚及印太江豚活动水域，34 小时后到达广西合浦儒艮国家级自然保护区（实验区、缓冲区）、合浦儒艮重要湿地生态保护红线、广西合浦儒艮自治区重要湿地，50 小时后到达广西合浦儒艮国家级自然保护区（核心区），62 小时后到达沙田幼鲎栖息地，64 小时后到达养殖区、榕根山幼鲎栖息地。
			12h	16.41	21.90	/	
			24h	32.22	66.55	0.05	
			48h	58.56	114.96	3.01	
			72h	84.93	310.97	6.67	
		涨急时	4h	8.98	6.91	/	8 小时后到达广投北海电厂取水口，14 小时后到达神华电厂取水口，18 小时后到达红树林分布区。
			12h	19.92	12.66	/	
			24h	24.52	16.97	0.72	
			48h	31.19	18.21	0.45	
			72h	37.61	18.84	3.32	
		落急时	4h	6.04	3.59	/	5 小时后到达神华电厂取水口，8 小时后到达广投北海电厂取水口，10 小时后到达红树林分布区，32 小时后到达坡尾底幼鲎栖息地、铁山湾合浦海草床（北暮），49 小时后到达中华白海豚及印太江豚活动水域，66 小时后到达养殖区。
			12h	9.09	8.76	0.62	
			24h	16.72	12.31	0.25	
			48h	12.25	17.97	0.04	
			72h	26.86	29.88	3.45	

发生点	风况	潮时	时刻	漂移距离(km)	扫海面积(km ²)	污染岸线距离(km)	到达各敏感目标及岸线的时间
a	不利风向 W, 10.8m/s	涨急时	4h	7.26	2.94	1.15	2 小时后到达生态保护红线、红树林分布区、广西合浦铁山港东岸红树林自治区重要湿地，18 小时后到达广西山口红树林生态国家级自然保护区（实验区、缓冲区、核心区），34 小时后到达广西合浦儒艮国家级自然保护区（实验区、缓冲区）、合浦儒艮重要湿地生态保护红线、广西合浦儒艮自治区重要湿地，36 小时后到达铁山湾合浦海草床（下龙尾、沙背）、中华白海豚及印太江豚活动水域，46 小时后到达养殖区、幼鲎栖息地（沙田、榕根山）、广西合浦儒艮国家级自然保护区（核心区）。
			12h	19.25	4.20	/	
			24h	25.37	14.41	2.47	
			48h	50.18	69.29	4.22	
			72h	80.99	137.71	6.83	
		落急时	4h	5.32	1.73	/	4 小时后到达生态保护红线，8 小时后到达广西山口红树林生态国家级自然保护区（实验区），14 小时后到达广西山口红树林生态国家级自然保护区（缓冲区、核心区）、红树林分布区，26 小时后到达铁山湾合浦海草床（下龙尾、沙背），48 小时后到达广西合浦儒艮国家级自然保护区（实验区），50 小时后到达广西合浦儒艮国家级自然保护区（缓冲区、核心区）、合浦儒艮重要湿地生态保护红线、广西合浦儒艮自治区重要湿地、中华白海豚及印太江豚活动水域，60 小时后到达幼鲎栖息地（沙田、榕根山）、养殖区。
			12h	9.90	2.72	/	
			24h	26.44	14.01	4.09	
			48h	50.68	43.37	3.72	
			72h	84.29	101.71	2.73	
a	不利风向 SSW, 10.8m/s	涨急时	4h	11.58	5.95	0.70	3 小时后到达生态保护红线、红树林分布区、广西合浦铁山港东岸红树林自治区重要湿地、养殖区。
			12h	12.92	9.24	/	
			24h	13.53	10.18	0.76	
			48h	16.04	18.27	2.29	
			72h	37.63	25.99	2.38	
		落急时	4h	3.60	1.83	/	6 小时后到达生态保护红线、红树林分布区、广西合浦铁山港东岸红树林自治区重要湿地，44 小时后到达养殖区。
			12h	9.33	3.09	0.34	
			24h	17.97	4.89	0.12	
			48h	32.12	19.13	0.84	
			72h	48.31	24.45	1.69	

6.6 环境风险可接受性分析

参考《水上溢油环境风险评估技术导则》关于水上溢油事故风险准则的风险矩阵法。风险矩阵由事故概率和危害后果组成。其中，纵坐标可用事故概率表示；横坐标为危害后果，可用水上溢油事故的溢油量、危害后果指数表示。概率指数和危害后果指数等级划分见表 6.6-1、表 6.6-2。

表6.6-1 水上溢油事故概率等级划分

等级	事故概率/发生一次事故的频率
很高	$\geq 1/\leq 1$ 个工作年
较高	0.1~1/ (1~10) 个工作年
中等	0.02~0.1/ (10~50) 个工作年
较低	0.01~0.02/ (50~100) 个工作年
很低	0.001~0.01/ (100~1000) 个工作年
极低	$< 0.001/1000$ 以上个工作年

注：区间值前一个数量级包括本数，后一个数量级不包括本数，下同。

表6.6-2 水上溢油事故危害后果等级划分

级别	详细说明
C1	溢油量 10000t 以上，或造成直接经济损失 ^a 10 亿元以上，或危害后果指数值 ^b ≥ 20
C2	溢油量 (1000~10000) t，或造成直接经济损失 (2~10) 亿元，或危害后果指数值 16~20
C3	溢油量 (500~1000) t，或造成直接经济损失 (1~2) 亿元，或危害后果指数值 12~16
C4	溢油量 (100~500) t，或造成直接经济损失 5000 万元~1 亿元，或危害后果指数值 8~12
C5	溢油量 (50~100) t，或造成直接经济损失 (1000~5000) 万元，或危害后果指数值 4~8
C6	溢油量 50t 以下，或造成直接经济损失不足 1000 万元，或危害后果指数值 < 4

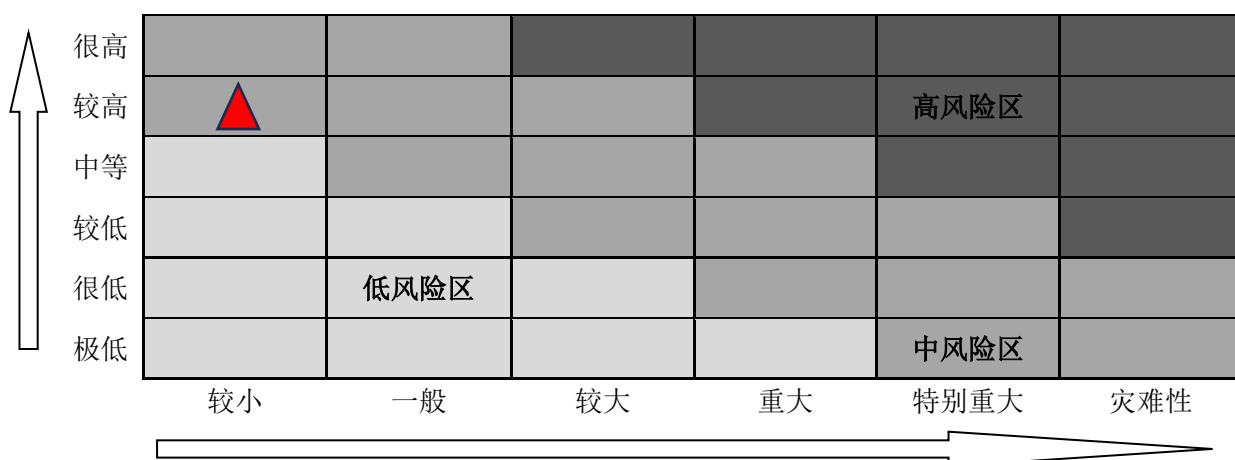


图6.6-1 可能最大水上溢油事故风险准则矩阵示意图

根据 6.4 小节船舶污染事故、污染量统计分析，2012~2022 年广西北海发生污染事故危害后果等级均为 C6，事故风险概率等级为较高。因此，判定本工程溢油事故风险

等级处于中风险区。根据“技术导则”，中等风险区为可容忍区。

6.7 环境风险事故防范应急对策措施

6.7.1 施工期环境风险事故防范与应急措施

(1) 建设单位在与施工单位签订合同时，应在合同中明确建设单位、施工单位防污染责任和义务。

(2) 开展施工期通航安全论证，加强船舶通航安全管理，规范施工船舶操船作业，严防船舶碰撞、搁浅等安全事故引发船舶污染事故。

(3) 禁止内河船舶参与施工作业。

(4) 办理水上、水下施工许可，通过增加警示标识、发布通航安全公告等措施加强施工警告，加强对施工船舶进港流量的控制。

(5) 大型施工船舶应制定防污染应急计划，并按照标准配备应急设备物资。

(6) 北海港辖区现有 1 家一级船舶污染清除单位和 1 家二级船舶污染清除单位，一级清污单位为广西鹏达海洋工程有限公司，该公司具备在北海港及其近海水域为船舶提供污染清除服务的能力；二级清污单位为广西丰豪海洋工程有限公司，该公司具备在北海港及距岸 20 海里水域为船舶提供污染清除服务的能力，施工船舶应当与辖区专业清污单位签订清污协议，提供清污应急防备服务。

(7) 施工单位应制定船舶防污染应急预案，建立应急组织机构，配备专职和兼职应急人员，依托辖区专业清污单位应急资源定期开展应急演练。

6.7.2 运营期环境风险事故防范与应急措施

6.7.2.1 溢油风险防范措施

(1) 加强船舶航行管理与操船作业

接受海事部门船舶监管，建立航行该海域内的船舶交通管制系统，实施对船舶的全航程监控；加强导助航系统建设，配置覆盖航道、锚地至码头作业区之间导航设施；加强船舶航行的管理，可有效避免船舶碰撞、搁浅等。

(2) 制定水上溢油风险应急预案

一旦发生海上溢油事故时，能及时作出反应，对事故作出最快速、最有效地处

理，本次评价提出了相应的海上溢油应急预案，应急预案主要包括应急响应通知程序、应急机构建立和应急措施程序。

6.7.2.2 溢油风险应急措施

6.7.2.2.1 区域应急力量

（1）应急预案体系建设

1) 国家应急预案

2018 年 3 月 8 日，《国家重大海上溢油应急处置预案》经国家重大海上溢油应急处置部际联席会议审议通过印发（交溢油函〔2018〕121 号）。《预案》共分为总则、组织指挥体系、监测预警和信息报告、应急响应处置、后期处置、综合保障、附则等 7 个章节，以及部际联席会议成员单位的职责及分工、部际联席会议工作组组成及职责分工 2 个附件。《预案》明确了国家重大海上溢油的判定情形，国家重大海上溢油应急处置部际联席会议负责组织、指导全国重大海上溢油应急处置工作，中国海上溢油应急中心为日常办事机构。

2) 地方政府应急预案

广西壮族自治区人民政府十分注重广西沿海海洋环境的保护工作，广西海事局作为中央直属机构具体负责广西沿海辖区的防治船舶污染监管工作，在从源头上有效遏制船舶污染的同时，努力推进辖区的船舶溢油应急能力建设，目前正在制定《广西壮族自治区船舶污染应急预案》。

为落实《防治船舶污染海洋环境管理条例》要求，提升船舶污染应急能力水平，保护北海水域生态环境，北海市人民政府 2011 年 12 月制订并发布《北海市船舶污染应急反应预案》，这是广西沿海首个船舶污染应急反应预案。

《北海市船舶污染应急反应预案》由总则、应急组织机构及职责、应急反应行动、应急反应措施、信息发布、证据收集与使用、情况总结、培训与演习及附则等九大部分组成，并设立北海市船舶污染应急反应中心，与北海海上搜救中心合署办公，由市人民政府分管副市长任指挥长，涉海的 22 家单位和部门组成。北海市船舶污染应急反应中心主要负责：组织实施辖区船舶污染事故应急预案；实行 24 小时船舶污染事故应急值班制度；迅速组成船舶污染事故应急反应现场指挥部，指定现场指挥对溢油应急进行现场指挥；制定应急反应对策并实施，协调各有关部门的应急行动，调动各部门的应急反应人力、物力资源和后勤支援等其它职责范围内的应急救援工作。

近年来，随着北部湾经济区的开发建设，北海港总体规划的实施，北海海域船舶进出港交通流量大幅增加，《北海市船舶污染应急反应预案》的发布实施，健全了船舶防污染机制，加强了组织领导，明确了各部门职责，将全面提升北海市船舶污染应急反应处置能力，为有效保护保护北海水域生态环境、促进北海市经济社会发展及航运发展起到积极作用。

上述应急预案将为在本工程区域发生船舶溢油事故时，能作出最快速、最有效的反应提供保障，确保溢油事故不对海洋环境及其环境敏感目标产生严重污染影响或降低这种影响。

（2）应急联动机制

广西、广东和海南海事局在广西南宁共同签署了《北部湾海域船舶溢油应急联动机制》。三省（区）海事部门根据《中国海上船舶溢油应急计划》和《南海海区船舶溢油应急计划》确定的总体框架，在交通运输部海事局统一领导下，遵循属地管理、统一指挥、信息交流、资源共享、区域协作、优势互补、快速反应、联动高效的原则，通过建立定期协调沟通制度、突发船舶污染事故和险情通报机制、区域重大船舶溢油污染事故应急联动协调制度、信息沟通交流平台、分支机构的协调联系制度、船舶污染损害索赔管理机制、联合演习和联合培训制度等一系列促进船舶溢油应急反应和处置工作的区域合作机制，共同组成应急行动救援联动力量，整合区域有限的应急资源，最大限度地提升区域污染应急防备反应和合作能力，共同抵御船舶溢油污染，为实现区域协调和可持续发展，保护北部湾水域环境发挥积极作用。

（3）北海辖区应急资源

1) 船舶污染物清除单位

根据《中华人民共和国广西海事局关于公布 2024 年广西辖区船舶污染清除单位应急清污能力监督检查结果的通告》，北海市现有 1 家一级船舶污染清除单位和 1 家二级船舶污染清除单位。一级清污单位为广西鹏达海洋工程有限公司，该公司具备在北海港及其近海水域为船舶提供污染清除服务的能力；二级清污单位为广西丰豪海洋工程有限公司，该公司具备在北海港及距岸 20 海里水域为船舶提供污染清除服务的能力。

两家公司应急资源详见下表。

表 6.7-1 广西鹏达海洋工程有限公司主要应急设备

序号	应急设备名称	数量
1	设备库	1 处，位于北海市地角路 145 号第 5 仓库，库房面积约 800m ² ，场地面积约 860m ² 。
2	应急处置船	2 艘（鹏达油 1、鸿鑫油 1，总舱容 1106m ³ ）
3	辅助船舶	8 艘（沿海 4 艘，港区 4 艘）
4	围油栏	6950m
5	收油机	7 台（总收油速率 435m ³ /h）
6	喷洒装置	12 台（喷洒速率：8 台 40L/min、4 台 140L/min）
7	清洁装置	6 台（冷水 4 台、热水 2 台）
8	应急卸载泵	2 台（每台卸载能力 300m ³ /h）
9	污染物处置	自行处置及委托广西神州立方环境资源有限公司、南宁市安明油脂有限公司处置。
10	临时储存装置	2720m ³
11	吸油毡	8.5 吨
12	吸油拖栏	3760m
13	消油剂	6.5 吨
14	应急人员	49 人

表 6.7-2 广西丰豪海洋工程有限公司主要应急设备

项目	功能要求		型号	数量
围油栏	开阔水域(m)	总高≥1500mm	WGV1500	1000 米
	非开阔水域 (m)	总高≥900mm	WGV900	1000 米
	岸线防护 (m)	总高≥600mm	WGV600	2000 米
	防火 (m)	总高≥900mm	FW900H	200 米
	岸滩围油栏 (m)	总高≥600mm	WGV600T	500 米
收油机	回收能力 (m ³ /h)	高粘度≥150	DXS100	1 台
		高粘度≥150	YS50	1 台
		中、低粘度≥100	ZP100	1 台
喷洒装置	船用 (台)		PSB140	2 台
	手持 (套)		PSC40	4 套
清洁装置	热水 (台)		GH1	1 台
	冷水 (台)		GH5	2 台
吸油材料	吸油拖栏 (m)		XTL-Y220	1000 米
	吸油毡 (t)		PP-2	6 吨
消油剂	常规型 (t)		GM-2	10 吨
卸载装置	总卸载能力 (t/h)		150m ³ /h; 100m ³ /h	2 台
储存装置	储存能力 (m ³)		公司自有应急处置 船 2 艘	
	轻便储油罐			
充气设备	充气机		5 套	
	充水机			

2) 主要码头企业

①北部湾港北海码头有限公司

北部湾港北海码头有限公司是北海港辖区内最大的公共码头运营商，公司现运营管理码头包括铁山港西港区北暮作业区 6 个泊位和石步岭作业区 5 个泊位，现已配备一批应急设备物资（详见表 6.7-3），是北海港辖区主要的企业应急力量。

表 6.7-3 北部湾港北海码头有限公司应急设备物资清单

序号	名称	型号/规格	数量	存放地点
1	围油栏	WGV900	1440 米	公司物资仓库
2	PVC 围油栏	岸滩型, WQV900T	400 米	
3	收油机	ZSY6.5	2 台	
4	吸油毡	PP-2 (1*2m 20kg/张)	1.6 吨	
5	吸油拖栏	XTL-Y220	240 米	
6	溢油分散剂	GM-2 20kg/桶	2.18 吨	
7	溢油分散剂喷洒装置	PSC40	2 套	
8	油拖网	SW4	2 套	
9	吸收材料（消防沙）	/	2 吨	
10	泄漏处理桶	P-SKFL31	20 个	
11	柴油抽水机	168F-2 寸自吸泵	1 台	
12	电动充气机	GL-55 防水型	1 台	
	气动吸盘式堵漏器	HCDL-XP	1 台	
13	轻便储存装置		13m ³	
14	防火隔热服	FH-7	2 套	
15	重型内置防火太空服（消防员灭火防护服）	QDXL	2 套	
16	防护衣	L 码	10 套	
17	防护服	3M4570 化工	10 套	
18	护目镜	/	10 套	
19	护目镜	代塔尔 101104	10 副	
20	塑料软刷	长柄	20 把	
21	自救式空气呼吸器	TZL30	12 套	
22	防毒面具	3M6200	20 套	
23	消防防毒面具	兴安 TZL30	10 套	
24	防尘口罩	KN95	50 套	
25	耐酸碱手套	/	20 双	
26	安全鞋	41:10 双 42:10 双	20 双	
27	便携式可燃气体探测仪	YT-1200H-EX	2 台	

②广西铁山东岸码头有限公司

广西铁山东岸码头有限公司溢油应急设备物资清单见表 6.7-4。

表 6.7-4

广西铁山东岸码头有限公司溢油应急设备物资清单

序号	应急物资名称	规格/型号	数量	状况	存放位置
1	围油栏	PVC 快速布放型	880m	良好	应急物资设备库
2	吸油机	回收能力不低于 17.5m ³ /h	1 台	良好	应急物资设备库
3	吸油毡	吸油性应达到本身重量 10 倍以上	1t	良好	应急物资设备库
4	吸水沙袋	20kg/袋	1t	良好	应急物资设备库
5	消油剂	GM-2 20kg/桶	1t	良好	应急物资设备库
6	溢油分散剂	生物降解环保型分散剂	2t	良好	应急物资设备库

(4) 周边区域应急资源

本工程周边区域可协调应急资源主要包括防城港市、钦州市以及海南省现有应急资源。防城港市、钦州市、海南省现共有 9 家一级船舶污染清除单位和 1 家二级船舶污染清除单位，见表 6.7-5.。均可在本工程发生溢油事故后的应急处置中协调使用。

根据广西海事局统计资料，目前在北海海事局、钦州海事局和防城港海事局配备了部分溢油应急设施设备，具体设备数量如表 6.7-6 所示。另外，2012 年 4 月，专业溢油应急处置船“海巡 1002”正式投入广西海事局使用，该船浮油回收舱容 639m³，可一次性回收中高粘度浮油 640 立方米，最大浮油回收能力 200m³/h。上述应急资源和力量，尤其是“海巡 1002”投入使用后，将大大增强北部湾海域溢油应急和防污染能力，对保护北部湾海域清洁、航行安全起到重要的支持保障作用，并提升广西沿海辖区及南海海区溢油事故的综合应急处置能力。

此外，钦州市现已建成钦州溢油应急设备库，按照一次综合溢油清除控制能力 500 吨标准建设，设备物资清单详见表 6.7-7。

表 6.7-5 周边区域船舶污染清除单位及能力资质一览表

序号	辖区	单位名称	能力等级	服务区域
1	广西	钦州市桂通船舶服务有限公司	一级	钦州港及其近岸水域
2		广西鑫丰海洋科技环保有限公司	一级	钦州港及其近岸水域
3		广西北部湾港环保科技有限公司	一级	钦州港及其近岸水域
4		钦州市苏南船舶服务有限公司	一级	钦州港及其近岸水域
5		广西北部湾港安船舶环保有限公司	一级	防城港及其近岸水域
6		防城港市恒创船舶服务有限公司	一级	防城港及其近岸水域
7	海南	海南碧洋环保科技有限公司	一级	洋浦港区及其近海海域
8		洋浦海蓝船舶技术服务有限公司	一级	洋浦港区及其近海海域
9		海南金洋港口服务有限公司	一级	洋浦港区及其近海海域
10		海南忠富船舶服务有限公司	二级	海口港及其近岸水域

表 6.7.6 广西沿海海事局溢油应急救援物资储备情况表

单位名称	围油栏 (m)	收油机(台)	吸油毡(吨)	吸油拖栏(m)
钦州海事局	2600	3	19	5600
北海海事局	660		4	
防城港海事局	680	1	4	
合计	3940	4	27	5600

表 6.7.7 广西海事局钦州溢油应急设备库设备物资配备一览表

设备类型	设备名称	规格型号	数量	单位	主要参数
围控设备	充气式橡胶围油栏	WQJ 1500	800	m	高度 1500m
	固体浮子式围油栏	WGV-900	200	m	高度 900m
	重型海洋充气围油栏	WQJ 2000	1600	m	高度 2000m
	水冷型防火式围油栏	HYDRO-FIR	150	m	高度 2000m
	岸滩围油栏	WQV-600	200	m	高度 600m
喷洒装置	船用消油剂喷洒装置	PS40	4	套	喷洒速率 40m ³ /h
	船用消油剂喷洒装置	slickbar3210	2	套	喷洒速率 40m ³ /h
清洗装置	高压热水清洗机	CAYR150	4	套	喷洒速率 150m ³ /h
回收装置	侧挂式收油机	DIP402	1	套	回收速率 120m ³ /h
	堰式收油机	Y-30	1	套	回收速率 30m ³ /h
	多功能收油机	LMS 75	1	套	回收速率 60m ³ /h
	自航式收油机	DIP4500I	1	套	回收速率 120m ³ /h
	盘式收油机	KOMARA 30	1	套	回收速率 30m ³ /h
	真空式收油机	ZKJ20	2	套	回收速率 20m ³ /h
	岩石收油机	LRC	2	套	回收速率 12m ³ /h
应急卸载装置	凸轮转子泵	CMTB1505U	1	台	卸载能力 150m ³ /h, 高中粘度油类
	螺杆泵	LPP130HS	2	台	卸载能力 500m ³ /h, 高中粘度油类
	离心式小型卸载泵	XZ100	1	台	卸载能力 100m ³ /h, 中低粘度油类
临时储存装置	IBC 集装桶	1000L	10	套	1
	定制包装箱	定制	300	套	0.1
	应急设备模块化托架	定制	6	套	0.1
	浮动油囊	FN10	4	套	10
	防腐蚀安全柜	/	1	套	0.5
	轻便储油罐	QG5	1	套	5
	防溢漏托盘	1201	6	套	0.1
	防爆安全柜	/	1	套	10
	溢油应急设备配件箱	定制	6	套	0.1
吸油材料	化学吸收剂	英必思	0.5	吨	高中低粘度
	吸油拖栏	XTL220Y	300	米	中低粘度
	防化学品吸污卷	PJ2	2	吨	中低粘度
	吸油毡 1	PP2	2.8	吨	中低粘度

设备类型	设备名称	规格型号	数量	单位	主要参数
消油剂	吸油毡	PP2	2	吨	中低粘度
	普通消油剂	肯富 3 号	1.2	吨	/
	溢油分散剂	富肯-3	9	吨	/
	消油剂	GM-2	1	吨	/
防护设备	B 级防化服	RHZK530	2	套	便携式
	防化服	深圳曼其	15	套	便携式
	清污防护服	深圳曼其	20	套	便携式
	个人防护装备套装	套装	30	套	便携式
应急船舶	海巡 1002	/	1	艘	总长 59.6m，型宽 12m，型深 5.2m，总吨 998，深静水航速 13.5kn，轻载最大航速 15.0kn，续航力 800 海里，浮油回收舱容 639m ³ ，动态斜面回收，最大浮油回收能力 200m ³ /h。采用全方位溢油监视、跟踪、探测雷达系统。

（5）区域现有应急能力综合评价

近年来，随着北部湾经济区开发建设，各级海事管理机构和专业清污单位加强了船舶防污染应急能力建设，配备一定数量的溢油应急设备和设施，进一步建设国家钦州中型船舶溢油应急设备库并实施船舶污染清除协议制度，区域防污染应急能力得到较大提升。

环北部湾各大港口企业，根据自身发展状况，按相关规范和标准要求，陆续配备溢油应急设备，形成海事部门、地方政府和港口企业共同建设区域船舶防污染应急能力，建立有效的区域应急联防机制，保护北部湾海域生态环境，为北部湾经济区开发建设保驾护航。

本工程所在北海水域船舶防污染工作由北海海事局主管，北海市已制定并实施《北海市船舶污染应急反应预案》。预案考虑了北海水域的地理环境等因素，以现有设备、器材及人员为基础，确定所需进行的合理、有效并具有实际操作性的溢油应急反应的要求、程序和规定等，以便在发生海上船舶污染事故时，能够协调各相关部门单位、地方政府和港口企业采取最迅速、最有效行动，最大限度地减少污染损害，尽快恢复生产、生活秩序。该预案的实施为提升北海水域船舶溢油风险防范能力，提高应急处置水平奠定了良好基础。

综合来看，根据北海港“十四五”期间的发展形势，全面加强区域船舶防污染应急

能力建设，提高区域应急能力水平，是当前船舶防污染工作的重中之重。现阶段各港口企业和码头将按照规范和标准的要求，持续配备足够的应急设备设施和应急人员，建立区域防污染应急联防机制，采取科学、有效应急防范措施，应对可能发生的船舶污染事故。

6.7.2.2.2 本工程自有应急力量

本工程建设公共航道以及公共航道养护基地，公共航道工程运营期主要依托周边区域应急力量，运营期无需单独配备溢油应急设备。公共航道管养基地配套建设 3 个 1000 吨级工作船泊位，工作船使用燃油为 0 号柴油，属于轻质油品，具有较强的挥发性，不具备典型污染危害特性，不再要求配备围油栏、收油机、吸油毡、溢油分散剂等常规应急设备物资。

6.7.2.2.3 风险应急措施

溢油事故一旦发生后，根据应急计划进行应急反应，同时依据溢油事故的具体情况，在现场指挥部的统一指挥下，组织调动人力物力，开展污染清除和生态恢复工作。

溢油事故处理主要包括溢油控制和溢油清除。溢油控制包括对船舶的溢油源进行堵漏、转驳，对海面溢油进行围控，以便控制溢油源和已泄漏油品的扩散。溢油清除包括溢油的围控、回收、分散、固化、沉降、焚烧和生物降解等处理。海域溢油控制与清除作业应在溢油应急现场指挥部统一指挥下，组织调动人力物力，投入溢油事故的控制与清除作业。在采取应急行动是可行且安全的情况下，应急人员应穿着合适的防护服和呼吸器。

目前，国际上较多采用的溢油处理方法是物理清除法和化学清除法。物理清除法主要机械设备是围油栏和回收设备，首先是利用围油栏将溢油围在一定的区域内，然后采用回收装置回收溢油；化学清除除法则是向浮油喷洒化学药剂—消油剂，使溢油分解消散，一般是在物理清除法不能使用的情况下使用。

污染控制措施，目的就是为了减轻溢油对环境造成的影响。无论是围油栏围油，还是撤油器回收溢油，都受到海况的制约，因此，定期对海域环境参数进行监测，设置溢油漂移路径数值模拟实时预报系统，对准确而迅速地布置围油栏，控制油污染以及保护海洋环境十分有益。此外，建立一套完整的监测与通讯联络系统，对于及时发现，及早采取有效的污染控制措施也十分必要。

航道处溢油由于水流速度大于 0.7 节，溢油除平潮期间可以短时间围住溢油外，公认多数时间是围不住的。多数溢油会从围油栏下部流走，如果风力稍大，也可能从倾斜的围油栏上部翻过流散。为此，采取下列处理方法：

一旦在航道海域发生溢油事故，围控设备、清污设备要尽快到达溢油现场。视风和流速情况，能围则围，否则溢油扩散，给后续工作造成更大困难。用浮油回收船、围油栏布放艇拖带导流型围油栏组成“V”字型高效应急组合，在溢油流向的下风向，迎着回收。并随时调整“V”的张口或进行流动回收，哪里有油污带就在哪里回收。迅速调动其他或社会清污能力予以支援，组织另一组“高效应急组合”第二防线的回收作业，而后才组织其他清污处置。吸油材料进行吸附回收，慎用分散剂，确保周围保护区不受二次污染。

6.7.2.2.4 应急预案编制

根据《防治船舶污染海洋环境管理条例》，本工程应当制定防治船舶及其有关作业活动污染海洋环境的应急预案（简称“船舶污染应急预案”），并报海事主管部门和生态环境主管部门备案。本次评价提出船舶污染应急预案编制原则，指导本工程编制船舶污染应急预案。

（1）应急目标明确

编制船舶污染应急预案的基本目标是：提高处置突发事件（船舶污染事故）的能力，最大程度地预防和减少船舶污染事故及其造成的损害，保障码头安全和保护海洋环境。

（2）应急组织完善

应急组织包括应急指挥系统、日常机构和应急队伍。

应急预案应明确码头应急指挥部的组成和成员职责，应急现场指挥部组成和人员职责，与主管机关应急指挥系统的衔接机制。

日常机构应明确人员组成及其职责，24 小时值班及应急联系方式。

应急队伍包括码头自身应急队伍和外部援助力。应急预案应明确码头自身应急队伍成员及联系电话，码头应变部署表（各岗位人员在应急时的位置和职责），收录外部援助力（包括地方政府应急主管机构、海事管理机构、公共卫生、医疗、消防、环保等）名称和联系方式，以及与其他社会应急力量的援助协议。

（3）应急保障有力

应急保障包括应急设备、应急队伍、物资及后勤、经费保障、清除物处置等，还应建立培训和演习的相关制度。

为确保应急预案的执行效力，本码头公司最高管理层应以书面声明的形式承诺为应急反应提供充分有效的应急保障。

本工程应结合区域国家应急设备库和北海港社会应急能力建设布局，配备能应对该码头附近水域污染事故的应急设备、器材和设施。组建兼职应急队伍，制订培训和演习计划，加强对应急人员操作技能培训，熟练使用应急防治设备器材，熟悉应急反应程序，一旦发生船舶污染事故，应急队伍能迅速投入应急反应行动，增强应对突发性污染事故的处置能力。

（4）应急反应快速

应急反应包括风险预测和分析、事故报告和报警、应急响应。

风险预测和分析可参照评估报告，分析识别船舶污染风险；结合码头的水文、气象等自然条件和周围的环境敏感资源，分析事故的危害影响（污染扩散和漂移方向、对环境敏感区的影响）；评估事故危害及影响。

事故报告和报警包括初始报告（由谁报告、如何报告、向谁报告，报告内容），初始报告记录和事故报警（内部报警和外部报警，报警时间、部门和内容）。

应急响应包括初始行动（事故现场应急措施）、应急预案的启动、应急措施、证据收集和记录、环境跟踪监测、事故终止和总结、应急响应程序图等。

（5）与相关应急预案有机衔接

预案的编制过程应充分考虑与国家、区域和地方相关应急预案的衔接，重点是与《中华人民共和国突发事件应对法》、《北部湾海域船舶溢油应急联动机制》、《北海市船舶污染应急反应预案》衔接，与国家、广西溢油应急能力建设规划衔接，与北海市相关应急预案衔接，将本工程的防污应急反应体系纳入区域防污应急体系，建立区域应急联动机制。

6.8 评价小结

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）、《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018），本工程海域环境风险评价等级判定为一级。

施工期及运营期可能存在的环境风险事故主要为船舶碰撞造成的溢油事故。本工程水上溢油事故风险水平处在中风险区，施工期最大可信事故溢油量 700 吨，可能最大事故溢油量 70 吨。运营期最大可信事故溢油量为 8500 吨，可能最大水上事故溢油量为 1200 吨。

在选定的典型溢油情境下，可能受到溢油事故影响的敏感点及到达各保护目标的时间为：1 小时后到达中华白海豚及印太江豚活动水域，3 小时后到达广西山口红树林生态国家级自然保护区、生态保护红线、养殖区，4 小时后到达神华电厂取水口，6 小时后到达铁山湾合浦海草床、广西合浦铁山港东岸红树林自治区重要湿地、红树林分布区、广西合浦儒艮国家级自然保护区、合浦儒艮重要湿地生态保护红线、广西合浦儒艮自治区重要湿地，7 小时后到达广投北海电厂取水口，12 小时后到达北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区（实验区），14 小时后到达幼鲎栖息地，25 小时后到达广东湛江红树林国家级自然保护区，40 小时后到达湛江遂溪中国鲎地方级自然保护区，43 小时后到达龙头沙人工鱼礁区。由于风速、风向等自然条件在实际情况下经常发生变化，因此溢油事故发生后，除典型溢油情景预测模拟下受到溢油污染的敏感目标外，工程附近海域内其他敏感目标也存在一定受到污染的风险。

本工程通航水域一旦发生较大规模溢油事故，将会对区域海洋环境资源造成严重污染和破坏。本工程建设过程中，必须提高防范意识，制定突发环境事件应急预案，定期开展应急培训和应急演练，提高突发环境风险事故的应急处置能力。在认真落实报告书提出的各项风险防范与应急措施，最大限度的降低风险事故发生概率和减轻风险事故污染损害后果前提下，工程建设的环境风险是可以接受的。

第七章 红树林影响评价

7.1 红树林生态系统现状

略

7.2 红树林保护要求相符性

7.2.1 与《红树林保护修复专项行动计划（2020-2025 年）》符合性分析

2020 年 9 月，自然资源部、国家林业和草原局联合印发《红树林保护修复专项行动计划（2020-2025 年）》（以下简称《行动计划》）。《行动计划》要求在生态保护红线划定中，按照应划尽划、应保尽保的要求，依据相关基础性调查及科学评估成果，将红树林相关自然保护地，以及自然保护地外的红树林、红树林适宜恢复区域，全部划入生态保护红线实行严格保护。严格红树林地用途管制，从严管控涉及红树林的人为活动，红树林自然保护地核心保护区原则上禁止人为活动；其他区域严格禁止开发性、生产性建设活动，可在有效实施用途管制、不影响红树林生态系统功能的前提下，开展适度的林下科普体验、生态旅游以及生态养殖，经依法批准进行的科学观测、标本采集等活动。除国家重大项目外，禁止占用红树林地；确需占用的，应开展不可避让性论证，按规定报批。《行动计划》提出要科学营造和修复红树林，在自然保护地内养殖塘清退的基础上，优先实施红树林生态修复。到 2025 年，营造红树林 9050 公顷。其中，广东 5500 公顷、海南 2000 公顷、广西 **1000 公顷**、福建 350 公顷、浙江 200 公顷。到 2025 年，修复现有红树林 9750 公顷。其中，广东 2500 公顷、广西 **3500 公顷**、海南 3200 公顷、福建 550 公顷。

本工程不直接占用红树林分布区，在严格落实《报告书》提出的污染防治和生态环境保护修复措施基础上，工程建设不会对红树林分布区造成明显不利影响，与《红树林保护修复专项行动计划（2020-2025 年）》要求相协调。

7.2.2 与《广西壮族自治区红树林资源保护条例（2025 修订）》符合性分析

2025 年 3 月 27 日，广西壮族自治区第十四届人民代表大会常务委员会第十五次会议修订通过《广西壮族自治区红树林资源保护条例（2025 修订）》，自 2025 年 6 月 1 日

起实施。该条例规定的红树林资源保护范围包括红树林湿地和县级以上人民政府规划用于恢复、发展红树林的区域。

该条例“第三章红树林资源保护和管理”的第二十三条提出：

(1) 禁止占用红树林湿地。经自治区人民政府有关部门评估，确因国家重大项目、防灾减灾等需要占用红树林湿地的，用地单位应当进行环境影响评价、不可避让性论证等，依法办理用地、用海审批手续。涉及自然保护地调整的，应当依照国家和自治区自然保护地管理的有关规定办理。

(2) 除因防洪、航道、港口或者其他水工程占用河道管理范围以及蓄滞洪区内的红树林湿地外，经依法批准占用红树林湿地的，应当根据当地自然条件恢复或者重建与所占湿地面积和质量相当的湿地；没有条件恢复、重建的，应当缴纳湿地恢复费。

(3) 用地单位应当根据占用红树林湿地对生态环境的影响，采取必要的生态监测和防护措施，减轻不利影响。

本工程不直接占用红树林分布区，在严格落实《报告书》提出的污染防治和生态环境保护修复措施基础上，工程建设不会对红树林分布区造成明显不利影响，符合《广西壮族自治区红树林资源保护条例（2025修订）》。

7.2.3 与红树林资源保护规划的符合性分析

2021 年 2 月 10 日，广西壮族自治区人民政府印发了《广西红树林资源保护规划（2020-2030 年）》（桂政函〔2021〕23 号）。2022 年 1 月 18 日，为贯彻落实《广西壮族自治区红树林资源保护条例》要求，推进《广西红树林资源保护规划（2020-2030 年）》目标任务实施，强化红树林资源保护，北海市自然资源局印发了《北海市红树林资源保护规划（2020-2030 年）》。

《广西红树林资源保护规划（2020-2030 年）》《北海市红树林资源保护规划（2020-2030 年）》，将现有红树林和规划用于红树林恢复的区域划分为三类区域，实行分区、分类管理。（一）禁止开发建设的红树林区域：是指生态区位特别重要，必须采取严格保护，禁止进行工业化城镇化开发建设的红树林区域；（二）限制开发建设的红树林区域：是指生态区位重要，限制进行工业化城镇化开发建设的红树林区域；（三）红树林生态修复规划区域：是指规划用于开展红树林生态修复的区域。

本工程不直接占用红树林分布区，不涉及禁止开发建设的红树林区域、限制开发

建设的红树林区域和红树林生态修复规划区域（见图 7.1-11），在严格落实《报告书》提出的污染防治和生态环境保护修复措施基础上，工程建设不会对红树林分布区造成明显不利影响，符合《广西红树林资源保护规划（2020-2030 年）》《北海市红树林资源保护规划（2020-2030 年）》。

7.3 红树林影响分析

本工程不直接占用红树林分布区，与铁山湾东西岸红树林分布区最近距离约 1.56km，与广西山口国家级红树林生态自然保护区、广西合浦儒艮国家级自然保护区、广西合浦铁山港东岸红树林自治区重要湿地最近距离分别为 1.52km、4.5km、1.81km（见图 7.3-1）。海域水动力条件、冲淤环境、海水水质等是影响红树林生境关键因子，本报告从航道扩宽浚深后水动力条件和冲淤环境变化、悬浮泥沙扩散、溢油污染事故等方面，分析本工程建设对铁山湾东、西两岸红树林分布区的影响。

7.3.1 海洋水动力条件变化对红树林影响

本工程拟建管养基地选址位于啄罗作业区 2 号港池底部，相邻公共执法码头已建环抱型港池的内部，所在水域较为封闭，且距离红树林分布区较远。根据 4.1 节、4.4 节预测结果，管养基地港池疏浚、码头水工结构施工等引起的流场变化幅度最大不超过 0.03m/s，造成的流场变化较为轻微，主要局限于工程施工范围内及附近水域，距离红树林较远，不会对红树林造成显著不利影响。

本工程航道扩宽浚深后，由于水深条件的改变导致所在海域流速发生变化。根据 4.1.1 节预测结果，航道工程建设导致铁山湾东西两岸红树林分布区的流场变化主要呈流速减小的特征，流速减小幅度均小于 0.03m/s，航道建设对周边红树林分布区水动力条件影响较小。

7.3.2 冲淤环境变化对红树林影响

根据 4.4 节冲淤环境影响预测结果，工程建设对周边海域冲淤环境影响较小，工程建成后航道疏浚范围内年冲淤量有所增加，增加量介于 0~0.05m/a，航道中段淤积速率最大，可达 0.05m/a。在航道中段东西两侧区域，年冲蚀量有所增加，速率变化量小于 0.025m/a；而在航道以南区域，年冲蚀量有所减小，速率变化量小于 0.015m/a。管养基地施工造成周边区域冲淤强度变化小于 0.01m/a。工程影响范围主要集中在项目范围内及附近区域。工程建设不会对周边海域冲淤环境产生显著影响。

在受地形地貌与冲淤环境变化影响较为敏感的红树林分布区，工程建设导致红树林分布区年冲淤量的变化幅度小于 0.01m/a ，未对周边红树林分布区产生显著不利影响。

7.3.3 悬浮泥沙扩散对红树林影响

（1）悬浮泥沙扩散影响范围

根据 4.1.2 节海水水质环境影响预测评价结果，在往复流作用下航道疏浚产生悬浮泥沙扩散范围包络线基本呈南北狭长带状分布，与涨落潮方向基本一致，自航道疏浚范围边界起算，增量浓度大于 10mg/L 悬浮泥沙包络线向西北最远扩散距离 2.21km ，向南最远扩散距离 3.22km ，与广西山口红树林生态国家级自然保护区（实验区）最近距离 0.96km ，与广西合浦铁山港东岸红树林自治区重要湿地最近距离约 0.9km ，与东岸的红树林天然分布区最近距离约 0.92km ，与西岸的红树林天然分布区最近距离约 1.29km ，见图 4.9-1。

（2）悬浮泥沙扩散对红树林影响

本工程航道所在海域底质含有高岭土成分，高岭土悬浮物富含 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 等，影响湿地底质环境质量，并存在重金属富集的风险；同时，高岭土的黏结性强，容易引起底质结块，形成缺氧环境，影响红树植物的呼吸作用及其他底栖生物的生存。根据《报告书》水动力条件预测结果，航道疏浚增量浓度大于 10mg/L 的悬浮泥沙未扩散至周边红树林分布区，工程实施对周边红树林分布区影响总体较小。

为进一步降低悬浮泥沙（含高岭土）扩散对铁山湾红树林的影响，避免不合理施工导致悬浮泥沙扩散范围增加，本评价提出建设单位在施工期应制定并严格落实红树林专项保护方案，采取布设防护帘等悬浮泥沙防控措施，具体保护措施见 7.4 节。

建设单位在制定并严格落实红树林专项保护方案，落实报告提出的各项悬浮泥沙防控措施及红树林动态监测计划基础上，可最大限度避免因工程建设对周边红树林造成的不利影响，环境影响总体可接受。

7.3.4 溢油事故对红树林影响分析

本工程建设期及运营期均存在因船舶碰撞等事故导致船舶燃料油泄漏的风险，可能会对红树林生境造成一定不利影响。《报告书》第六章溢油风险事故预测结果表明，航道发生溢油事故后，在典型预测情形下，油膜将于 2 小时后到达铁山港红树林

分布区、广西合浦铁山港东岸红树林自治区重要湿地，8 小时后到达广西山口红树林生态国家级自然保护区（实验区）。

为避免和减缓溢油事故对红树林的不利影响，建设单位应按要求编制突发环境事件应急预案，定期开展应急培训和应急演练，提高突发环境风险事故的应急处置能力。一旦发生溢油事故，应做到迅速响应，采取应急措施减缓油污扩散对红树林分布区的影响。

7.3.5 其他污染物对红树林影响分析

本工程施工期及运营期建设单位应加强船舶污染物接收、转运、处置环节的管理，确保污染物不向水域排放，不会对周围水环境产生影响。

7.4 红树林保护措施

7.4.1 工程措施

(1) 本工程所在海域广泛分布高岭土，海上施工过程要防止高岭土扩散，疏浚施工前建议开展高岭土分布勘察，根据勘察结果合理设置施工方案，合理选择疏浚设备和施工工艺。

(2) 合理安排施工计划，限制疏浚时段、缩短单次疏浚作业时间，减少悬浮泥沙扩散距离、扩散面积；密切关注气象情况，避免在大风、大浪、大潮等不利条件下施工，在台风等恶劣天气条件下暂停施工。

(3) 严格规范疏浚等相关施工作业，落实好施工期悬浮物污染防控措施。施工船舶疏浚开挖前应精准定位，避免超挖土方引起多余悬浮泥沙扰动；密切关注施工船舶有无泄漏污染物现象，如有发生立即采取相应措施。

(4) 为减轻航道疏浚对周边红树林分布区的影响，在临近红树林分布区航段，采用侧面围控施工作业面的方式布设防污帘（见图 9.1-1）。防污帘是既可渗透水又能阻挡细粒悬浮固体的垂直屏蔽，从水表面向下延伸到一定水深，从而尽可能减轻悬浮泥沙对红树林造成的不利影响。

(5) 施工期产生的生活污水、机舱油污水及生活垃圾等船舶污染物应严格按照自治区“联单制度”进行管理，委托船舶污染物接收单位进行接收、转运和处置，严禁排海，避免对红树林分布区造成不利影响。

7.4.2 管理措施

(1) 建设单位应制定红树林专项保护方案，采取最严格的悬浮泥沙防控措施，最大限度地避免因工程建设对周边红树林造成不利影响。

(2) 建议委托有能力的环保专业技术单位开展施工期环境管理，协助建设单位加强建设项目全过程控制，指导和监督施工单位落实好施工期各项环保措施，确保施工过程中各项环保措施落实到位。

(3) 开展施工期悬浮泥沙漂移扩散及红树林生境现状跟踪监测工作，密切监测航道疏浚造成的悬浮泥沙漂移扩散情况，特别关注是否有高岭土溢出扩散现象，发现水质异常立即采取降低施工强度等措施，必要时暂停施工；并通过人工观察、无人机巡查等多种方式，与林业主管部门联合监测周边红树林生长情况，如发现施工区附近红树林枯萎、死亡等非正常生长情况时，需迅速报告、及时查找原因并采取相应措施，减少工程施工产生的影响。监测频率可随施工进度和监测到的污染状况及时调整，监测计划见 10.2-1。

(4) 严格落实环境风险事故防范与应急措施，一旦发生船舶溢油等风险事故，应立即启动应急预案，采取有效应急措施，尽可能减轻溢油事故对红树林分布区的不利影响。

第八章 环境可行性分析

8.1 产业政策相符性分析

本工程拟建航道及配套管养基地，属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中第二十五项“水运”行业中“高等级航道建设”“码头泊位建设”，属于鼓励类项目，符合国家产业政策。

8.2 与上位布局规划的符合性分析

8.2.1 与《北部湾港总体规划（2035 年）》及规划环评相符性

8.2.1.1 与《北部湾港总体规划（2035 年）》相符性

2024 年 6 月 28 日，交通运输部和广西壮族自治区人民政府联合批复了《北部湾港总体规划（2035 年）》（交规划函〔2024〕314 号），将北部湾港规划为“一港三域五核五区多港区”的总体格局（三域：防城、钦州、北海三大港域；五核：渔𬇕、企沙、金谷、大榄坪、铁山西五大核心港区；五区：包括企沙南、三墩、石步岭、铁山东、涠洲岛五个其它港区）。

（1）拟建航道符合性

根据《北部湾港总体规划（2035 年）》，北海港域铁山湾航道由铁山湾进港航道、铁山西支航道、北暮外航道、石头埠航道、雷田航道、沙田航道组成。

①铁山湾进港航道：由涠洲岛北部外海向东北延伸至铁山湾内国华电厂码头南侧。铁山湾湾口至啄罗作业区规划 30 万吨级原油码头段，规划为 30 万吨级航道，近期建设为 20 万吨级航道；远期根据 30 万吨级原油码头建设进展，及时配套扩建为 30 万吨级航道。30 万吨级原油泊位至国华电厂南侧段，规划为 20 万吨级航道。

②北暮外航道：由铁山湾口向东北经东深槽至铁山西港区石头埠作业区、并入铁山湾进港航道，规划为 20 万吨级航道。

③石头埠航道：石头埠航道由国华电厂码头至装备制造业发展区最北端。国华电厂码头向西北至北海电厂码头南端段规划为 20 万吨级单向航道；北海电厂码头前沿段规划为 7 万吨级单向航道；北海电厂码头以北段规划为 5 万吨级单向航道。

本工程航道选线位于《北部湾港总体规划（2035 年）》划定的铁山湾进港航道、北暮外航道、石头埠航道规划范围内（见图 8.2-1），按满足 20 万吨级船舶满载单向通航要求设计。其中，B1CD 航段、DE 航段、EF1 航段分别对应铁山湾进港航道（30 万吨级原油泊位至国华电厂南侧段）、北暮外航道（铁山湾口至铁山西港区石头埠作业区）、石头埠航道（国华电厂码头向西北至北海电厂码头南端段），符合“规划为 20 万吨级航道”的等级要求。

（2）航道管养基地符合性

根据《北部湾港总体规划（2035 年）》，铁山港西港区啄罗作业区自南向北规划为两大突堤结合挖入式港池的布置型式，划分为液体散货码头区、干散货码头区、通用码头区、支持系统区。其中，支持系统区位于 2 号港池底部（与北暮作业区交界处），规划支持系统码头岸线 1.4 公里、陆域面积 18 万平方米。

本工程航道管养基地位于啄罗作业区 2 号港池底部，工作船泊位岸线长度 225m，全部位于啄罗作业区支持系统区内，岸线功能、建设规模符合支持系统区规划要求。

综上，本工程选线、选址、建设规模等符合《北部湾港总体规划（2035 年）》。航道建成后将提升铁山港东、西港区进港航道等级至 20 万吨级，增强港域大型船舶通航保障能力，与近期规划建设的大型深水泊位相匹配，进一步优化港域水域布局，保障港口正常运营和远期发展需要；航道管养基地建成后将完善航道管养基础设施，确保航道养护质量，提高航道维护效率。

8.2.1.2 与《北部湾港总体规划（2021-2035 年）环境影响报告书》及审查意见相符性

（一）规划环评审查意见及其符合性分析

2023 年 11 月，生态环境部印发了《关于北部湾港总体规划（2021-2035 年）环境影响报告书的审查意见》（环审〔2023〕125 号）。与本工程相关的审查意见主要有：

（1）处理好发展和保护的关系。合理控制港口开发规模与强度，不得占用依法应当禁止开发的区域，优先避让其他生态环境敏感区域采取严格的生态保护修复和污染防治措施，确保符合生态环境质量改善要求。进一步明确各港域功能定位，优化港口布局，合理安排港口开发建设时序，确保优化后的《规划》符合绿色低碳发展要求。

符合性分析：本工程不占用生态保护红线、自然保护区、水产种质资源保护区等生态环境敏感区。

(2) 优化港口布局与功能，严控新增围填海。按照北部湾国际枢纽海港发展要求，进一步明确各港域专业化分工。港口新增围填海应当符合《关于加强滨海湿地保护严格管控围填海的通知》(国发〔2018〕24号)的要求；涉及历史遗留问题围填海应按照《自然资源部办公厅关于已批准但尚未完成围填海项目处置有关事宜的函》(自然资办函〔2021〕1958号)规定实施。

符合性分析：本工程建设不涉及新增围填海，配套航道管养基地通过透水构筑物结构建设。

(3) 加强环境风险防范。加强港区环境风险管理，建设环境污染预报分析和应急决策支持系统，提升快速应急响应能力建设与港区环境风险相匹配的应急能力，统筹规划建设应急基地与设备库，配备必要的应急船舶，制定突发环境事件应急预案，提升现有油品、液体化学品泊位的风险防控能力。

符合性分析：本工程可能发生船舶溢油泄漏事故造成的环境污染，报告书提出制定突发环境事件应急预案，定期开展环境风险事故应急演练等风险应急防范措施要求，见报告书第六章。

(4) 加强海洋生态保护和修复。对新增围填海和临近红树林、珊瑚礁、海草床、中国鲎栖息地等环境敏感区的码头、航道、锚地项目，在建设运营过程中强化全过程环境管理及长期跟踪研究，为规划实施的海洋生态保护方案优化、后续规划方案的修订或局部调整提供科学依据和技术支撑。

符合性分析：报告书提出开展施工期及运营期环境管理，见报告书 9.1.5 节。

(5) 强化并落实污染防治措施。完善并落实港口和船舶污染物接收转运及处置设施建设方案，加强全过程监管，确保各类污染物得到妥善处置。加强温室气体管控，严格控制船舶大气污染物排放，码头应按规定同步配套建设岸电设施，鼓励采用清洁能源供热或集中供热，适时建设配套的清洁能源供应设施，优先采用清洁能源港作机械及运输车辆。加强港口施工、运行噪声污染防治，确保符合生态环境保护要求。

符合性分析：报告书提出通航船舶将严格按照自治区“联单制度”要求，将船舶污染物委托接收单位接收、转运和处置；航道管养基地配套设置船舶岸电设施、船舶污染物接收设施、生活污水处理设施；通过合理调度，减少船舶鸣笛次数，将船舶噪声降到最低。

(6) 建立健全生态环境长期监测体系。建立涵盖水、生态、大气等要素的常态化监测体系，在港区及周边建立红树林、珊瑚礁、海草床生态系统及其生境和中华白海豚、中国鲎等重要保护物种及其栖息地的长期跟踪监测体系，系统评估港口开发对典型生态系统、重要保护物种的影响，必要时强化生态环境保护措施、优化施工运营管理措施或调整《规划》内容等。

符合性分析：报告参考《海岸带生态系统现状调查与评估技术导则》，提出施工期红树林、海草床跟踪监测计划，见报告书 10.2 节。

（二）规划环评对建设项目环评建议及本工程落实情况

对规划包含的近期建设项目环评的建议：《规划》中所包含的近期建设项目，在开展环境影响评价时，应遵循《报告书》主要结论和提出的环保对策措施，重点分析项目施工期环境影响评价；应重视单个项目污染物排放量与总量控制目标关系的评价；项目环境保护措施与生态补偿措施的研究与落实；对各港区控制性详规的环境合理性论证；项目所在区域的生态环境现状调查与评价。

符合性分析：报告书开展工程产污节点、污染物种类和源强分析；进行了施工期和运营期各环境要素影响评价，以及环境敏感区影响分析；针对施工期及运营期提出生态保护、大气污染防治、水污染防治、固体废物收集处置、环境风险事故应急防范等措施要求。

综上所述，本工程落实了《北部湾港总体规划（2035 年）环境影响报告书》及审查意见相关要求。

8.2.2 与《广西壮族自治区国土空间总体规划（2021-2035 年）》相符合性

2023 年 12 月 18 日，《广西壮族自治区国土空间规划（2021-2035 年）》获国务院批复（国函〔2023〕149 号）。根据《广西壮族自治区国土空间规划（2021-2035 年）》，依据全区海域地理位置、自然资源状况、环境特征以及经济社会发展的用海需求，划定海洋“两空间内部一红线”，即海洋生态空间和海洋开发利用空间，在海洋生态空间内部划定海洋生态保护红线。全区海洋生态空间面积 2247 平方千米，占海域面积的 33.5%，其中海洋生态保护红线 1682 平方千米，海洋生态控制区 565 平方千米；海洋开发利用空间面积 4465 平方千米，占海域面积的 66.5%。按照海洋生态空间（海洋生态保护红线、海洋生态控制区）和海洋开发利用空间进行差异化管控，引导海洋空间资源协调有序、集约高效利用。

根据与海洋“两空间内部一红线”分布图的叠置分析（见图 8.2-3），本工程位于《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，不占用海洋生态红线区和海洋生态控制区，不占用生态保护红线和永久基本农田，符合《广西壮族自治区国土空间规划（2021-2035 年）》管控要求）（见表 8.2-1）。

表 8.2-1 海洋生态空间分类管控要求

海洋生态空间	管控要求	符合性分析	是否符合
海洋开发利用空间	在市县国土空间规划中，根据自然禀赋条件，进一步将海洋开发利用空间划分为渔业用海区、交通运输用海区、工矿通信用海区、游憩用海区、特殊用海区、海洋预留区六大类，并明确各类功能分区的管控要求。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，鼓励开发水深 20 米以上海域，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利用程度。在工矿通信用海区内，严格控制近岸海域海砂开采的数量、规模和范围。禁止新增产能严重过剩以及高污染、高耗能、高排放等用海项目，支持海上风电等可再生能源适当发展。	本工程建设高等级航道及配套航道管养基地，属于北海港铁山港港域公共基础设施，符合海洋开发利用空间中交通运输用海区的管控要求，与“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”的要求相适应。	符合

8.2.3 与《北海市国土空间总体规划（2021-2035 年）》相符性

2024 年 2 月 4 日，《北海市国土空间总体规划（2021-2035 年）》获得广西壮族自治区人民政府批复（桂政函〔2024〕15 号）。

根据《北海市国土空间总体规划（2021-2035 年）》，为处理好海洋开发和保护的关系，坚持在保护中开发、在开发中保护的原则，划定海洋“两空间内部一红线”，海洋生态空间占海域面积的 43.87%，其中海洋生态保护红线占海域面积的 35.84%；海洋开发利用空间占海域面积的 56.13%。

海洋空间实施分类管控：（1）加强海洋生态空间管控。海洋生态保护红线内严格执行生态保护红线管控相关规定，不得规划布局海上风电场。（2）规范海洋开发利用空间管控。细化海洋开发利用空间，明确各类功能区管控要求。控制水深 0—6 米范围内的开发强度，重点开发水深 6-15 米范围内的海域，鼓励开发 20 米等深线以外海域，

发展生态牧场，鼓励远洋渔业。鼓励海域空间立体化使用，探索建立不同用海活动立体分层使用海域的搭配清单，建立海域分层确权管理制度。

本工程位于《北海市国土空间总体规划（2021-2035年）》划定的海洋开发利用空间内，不占用海洋生态空间，不占用生态保护红线和永久基本农田（见图8.2-4），符合《北海市国土空间总体规划（2021-2035年）》管控要求（见表8.2-2）。

表 8.2-2 海洋生态空间分类管控要求

海洋生态空间	管控要求	符合性分析	是否符合
海洋开发利用空间	控制水深 0-6 米范围内的开发强度，重点开发水深 6-15 米范围内的海域，鼓励开发 20 米等深线以外海域，发展生态牧场，鼓励远洋渔业。鼓励海域空间立体化使用，探索建立不同用海活动立体分层使用海域的搭配清单，建立海域分层确权管理制度。	本工程建设高等级航道及配套航道管养基地，属于北海港铁山港港域公共基础设施，符合海洋开发利用空间中交通运输用海区的管控要求，与“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”的要求相适应。	符合

8.2.4 与《广西壮族自治区海岸带综合保护与利用规划（2021-2035 年）》相符合性

根据《广西壮族自治区海岸带综合保护与利用规划（2021-2035 年）》（征求意见稿），规划范围为沿海县级行政区所辖陆域和海域，包括防城港东兴市、港口区、防城区、钦州市钦南区、北海市海城区、银海区、铁山港区、合浦县。规划总面积 22392 平方千米，其中海域面积 13668 平方千米（根据国务院批复的自治区国土空间规划海域面积再修订），陆域 8724 平方千米。规划期限为 2021-2035 年，基准年为 2020 年。

（1）总体格局：《规划》基于广西海岸带自然资源禀赋和承载能力、产业基础和发展潜力，统筹生态保护、资源利用、产业联动、经济发展的空间布局，坚持陆海统筹、生态共建、集群发展，着力构建“一线两域、两带十廊、三核六湾”的海岸带空间保护与利用总体格局。

本工程位于“一线两域、两带十廊、三核六湾”中的现代化沿海经济带及铁山港——廉州湾核心片区中的铁山湾区域，见图 8.2-5。

（2）海洋功能区划定：《规划》将海洋空间划分为①生态保护区：将具有重要生

态功能、必须严格保护和修复的自然区域划入海洋生态空间，其中生态敏感脆弱，关系国家生态安全的区域划入海洋生态保护红线，即生态保护区；②生态控制区：生态保护红线外，需要予以保留原貌，强化生态保育和生态建设、限制开发建设的海洋自然区域为生态控制区；③海洋发展区：海洋发展区细分为渔业用海区、交通运输用海区、工矿通信用海区、游憩用海区、特殊用海区和海洋预留区等功能区。交通运输用海区是以港口建设、航道利用、锚地利用、路桥建设等为主要功能导向的海域，包括港口区、航运区、路桥隧道区，规划交通运输用海区 13 个，占比 11.52%。

本工程位于交通运输用海区中的铁山港交通运输用海区，见图 8.2-6。

（3）陆海一体化保护和利用空间：向海一侧功能区确定后，依据陆海生态系统整体性和开发利用关联性，识别需陆海一体化保护和利用空间。《规划》共划定生态保护、渔业发展、港口和工业发展、旅游发展、核电发展五大类 23 个陆海一体化保护和利用空间，对区域内的生态环境保护、整治修复和开发利用活动统筹谋划，明确发展指引和协调管控要求。

本工程部分航段、配套管养基地及舶吹区用海位于陆海一体化保护和利用空间中的港口和工业发展类空间（20 号铁山港临海工业陆海一体化区），见图 8.2-7。

（4）与海洋功能分区管控要求的符合性分析

本工程位于《广西壮族自治区海岸带综合保护与利用规划（2021-2035 年）》（征求意见稿）划定的“一线两域、两带十廊、三核六湾”中的现代化沿海经济带及铁山港——廉州湾核心片区中的铁山湾区域。工程用海位于交通运输用海区，其中管养基地、舶吹区及部分航道用海位于“陆海一体化保护和利用空间”中的“港口和工业发展类空间”。

本工程与所在海洋功能分区管控要求的符合性分析见表 8.2-3。由表可知，本工程与所在海洋功能分区管控要求相符，符合《广西壮族自治区海岸带综合保护与利用规划（2021-2035 年）（征求意见稿）》。

表 8.2-3

本工程与所在海洋功能分区管控要求的符合性分析

海洋功能分区	管控要求	符合性分析	是否符合
交通运输用海	海岸交通运输用海区主要用于近岸港口陆域、码头、港池、路桥等航运设施建设，近海交通运输用海区主要用于港外航道、锚地等航运用海。保护深水岸线资源，严控深水浅用。在已经开发利用的港区、锚地、航道以及规定的航路及其保护范围内，禁止开展有碍航行安全的活动；在未开发利用的交通运输用海范围内，可开展无碍将来交通运输功能发挥的海洋开发活动，如渔业、游憩等，不影响交通运输用海安全前提下，可兼容海底管线用海，排污用海。交通运输用海区要加强污染防治管理，配备相应的污染物接收设施和防污染设备、器材，制定完善的防污染管理制度。推进航道、锚地共建共享，提高公用码头岸线占比，严控工矿企业自备码头岸线。港口区原则上执行不劣于四类的海水水质标准，航道区和锚地水域原则上执行不劣于三类的海水水质标准。围填海需符合国家相关法规，坚持集约节约用海。	本工程建设高等级航道及配套航道管养基地，位于铁山港交通运输用海。航道本身不产生污染物，管养基地码头产生的生活污水经化粪池预处理后采用槽车定期清抽送至铁山港区生活污水处理厂进一步处理；具备接管条件后，通过市政污水管网输送至铁山港区生活污水处理厂进一步处理。本工程不涉及围填海。	符合
港口和工业发展类陆海一体化空间	港口和工业发展类陆海一体化空间以各类工业园区、产业园区和港口及毗邻的海域为主。坚持生态优先，严守生态底线，港口的建设与运营不得对红树林、儒艮、海草床、中华白海豚等自然资源造成损害。维护和改善港口用海区和航运用海区原有的水动力和泥沙冲淤环境。港口建设同步强化生态保护修复，最大程度避免降低生态系统服务功能。配套建设污水和生活垃圾处理设施，强化污染物控制，提高粉尘、废气、油污、废水和工业废弃物处理能力，严格实行污水达标排放以及废弃物的科学处置。严格控制船只倾倒、排污活动，有效防范外来物种入侵以及危险品泄露、溢油等风险事故的发生。完善、加强涉及危险品储运的港口码头项目的消防环保功能区建设。	本工程管养基地、舶吹区及部分航段用海位于港口和工业发展类陆海一体化空间。航道本身不产生污染物，管养基地码头产生的生活污水经化粪池预处理后采用槽车定期清抽送至铁山港区生活污水处理厂进一步处理；具备接管条件后，通过市政污水管网输送至铁山港区生活污水处理厂进一步处理。本工程建设单位将建立并落实船舶溢油风险事故防范和应急制度，制定突发环境事件应急预案，定期开展应急演练等。	符合

8.3 与功能区规划及环境保护规划的符合性分析

8.3.1 与海洋主体功能区划相符性

8.3.1.1 与《全国海洋主体功能区规划》相符性

2015年8月1日，国务院印发了《关于印发全国海洋主体功能区规划的通知》。依据主体功能，将海洋空间划分为四类区域：优化开发区域、重点开发区域、限制开发区域和禁止开发区域。

规划指出，我国已明确公布的内水和领海面积38万平方公里，是海洋开发活动的核心区域，也是坚持海陆统筹、实现人口资源环境协调发展的关键区域。优化开发区域，包括渤海湾、长江口及其两翼、珠江口及其两翼、北部湾、海峡西部以及辽东半岛、山东半岛、苏北、海南岛附近海域。重点开发区域，包括城镇建设用海区、港口和临港产业用海区、海洋工程和资源开发区。限制开发区域，包括海洋渔业保障区、海洋特别保护区和海岛及其周边海域。禁止开发区域，包括各级各类海洋自然保护区、领海基点所在岛礁等。

北部湾海域为优化开发区域，包括广东省湛江市（滘尾角以西）和广西壮族自治区北海市、钦州市、防城港市毗邻海域。构建西南现代化港口群。积极推广生态养殖，严格控制近海捕捞强度，合理开发渔业资源。依托民俗文化特色，发展具有热带气候、沙滩海岛、边关风貌和民族风情的特色旅游。推动近岸海域污染防治，强化船舶污染治理。加强珍稀濒危物种、水产种质资源及沿海红树林、海草床、河口、海湾、滨海湿地等保护。

本工程为北海港铁山港基础设施建设，工程建设可完善港航基础设施，保障临港产业货物运输需求，符合《全国海洋主体功能区规划》“构建西南现代化港口群”发展定位。

8.3.1.2 与《广西壮族自治区海洋主体功能区规划》相符性

2018 年 4 月，广西壮族自治区人民政府印发《广西壮族自治区海洋主体功能区规划》（桂政发〔2018〕23 号），明确海洋主体功能区按开发内容分为产业与城镇建设、农渔业生产、生态环境服务三种功能；依据主体功能，广西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、禁止开发区域。

本工程位于《广西壮族自治区海洋主体功能区规划》划定的重点开发区域—北海市铁山港区管理海域、限制开发区域—北海市合浦县管理海域（见图 8.3-1）。

北海市铁山港区管理海域（面积 396.1 平方千米）：加强深水航道和泊位建设，建设高水平的出海通道，发展临港及配套产业，形成以商贸和清洁型物资运输为主的集约化程度较高的综合性港区；推进营盘中心渔港建设，发展深水抗风浪离岸养殖，发展南珠养殖，强化对南珠的保护，加大人工鱼礁建设，维持海洋生态平衡；按照养殖容量控制养殖规模和养殖密度，发展健康、生态养殖方式，增加人工增殖放流活动，减少海水养殖对海洋环境影响；加强海洋环境监测，严格控制开发活动对自然岸线占用，保护好红树林、海草床等海洋生态系统，强化对珍珠贝、大獭蛤等贝类，方格星虫、蓝圆鲹和二长棘鲷产卵场的保护，修复受损的红树林生态系统及受互花米草（大米草）侵占的沿岸浅滩涂。

北海市合浦县管理海域（海洋水产品保障区域，面积 379.1 平方千米）：根据海洋资源环境承载力，适度发展滨海旅游业，铁山港东岸发展深水航道和对外开放口岸（龙港新区）；推行多种业态的渔业发展模式，加强渔业基础设施建设；优化海水养殖布局，按照养殖容量控制养殖规模和养殖密度，发展健康、生态养殖方式，降低对近岸海洋环境影响；加强红树林、海草床生态功能区修复和治理；保护海岸景观和生态功能，实施海岸线综合整治，加强海洋环境监测，加强海洋防灾减灾工作，加强侵蚀岸段的治理和保护，推进滨海堤防标准化建设，提升防灾减灾能力；海域内的 27 个无居民海岛以农林牧渔业、旅游娱乐业用岛为主，兼顾防洪防涝、防风暴潮等防灾工程、红树林保护等。

本工程拟建公用航道工程及配套航道管养基地，建成后将满足北海港域 20 万吨级船舶通航需求，符合北海市铁山港区管理海域“加强深水航道和泊位建设”、北海市合浦县管理海域“铁山港东岸发展深水航道”的管理要求，与《广西壮族自治区海洋主体功能区规划》是相符的。

8.3.2 与近岸海域环境功能区划相符性分析

根据《广西壮族自治区近岸海域环境功能区划调整方案》（桂环发〔2023〕9 号），本工程航道选线穿越英罗港北部交通用海区（GX013CIII）、英罗港南部交通用海区（GX014CII）、北海港铁山港作业区（GX015DIV）水质过渡带、铁山港西岸排污混合区（GX016DIV）及其水质过渡带，配套航道管养基地位于北海港铁山港作业区

(GX015DIV)，见图 8.3-2 和表 8.3-1。

表 8.3-1 涉及各功能区类别、主导功能及水质保护目标一览表

功能区名称及代码	主导功能	环境功能区类别	水质保护目标 (执行海水水质标准)
英罗港北部交通用海区 (GX013CIII)	交通运输用海	三类	三类
英罗港南部交通用海区 (GX014CII)	交通运输用海	三类	二类
北海港铁山港作业区 (GX015DIV) 水质过渡带	港口、工业用海	四类	三类
铁山港西岸排污混合区 (GX016DIV) 及其水质过渡带	港口、工业、生活排 污用海	四类	三类、四类
北海港铁山港作业区 (GX015DIV)	港口、工业用海	四类	四类

本工程拟建航道及配套航道管养基地，属于港航基础设施，工程建设与英罗港北部交通用海区(GX013CIII)、英罗港南部交通用海区(GX014CII)、北海港铁山港作业区(GX015DIV)、铁山港西岸排污混合区(GX016DIV)主导功能不冲突。施工期航道及管养基地港池疏浚，悬浮物增量浓度暂时性升高，会对海域生态环境造成影响，但该影响是暂时的，随着施工结束影响将逐渐消失；航道运营期主要为北海港域进出船舶提供航行通道，仅占用上层水体，航道本身不产生污染物，不影响排污区正常功能的发挥；航道管养基地主要为工作船提供靠泊服务、为人员提供物资补给，不向水体排污。在严格落实报告书提出的各项污染防治和风险应急防范措施后，工程建设符合《广西壮族自治区近岸海域环境功能区划调整方案》(桂环发〔2023〕9号)。

8.3.3 与《北海市养殖水域滩涂规划》相符合性

2019 年 9 月，北海市人民政府批准实施《北海市养殖水域滩涂规划（2018-2030）》。规划的养殖水域滩涂范围包括北海市行政区管辖的陆域和海洋功能区划范围，将北海市境内水域划分为禁养区、限养区、养殖区 3 个一级功能区域。其中，禁止养殖区为饮用水源地一级保护区，自然保护区核心区和缓冲区，国家级水产种质资源保护区核心区、港口区、航道区、法律法规规定的其他禁止从事水产养殖的区域。

(1) 禁养区规划面积 18455.33hm²，禁养区规划二级功能区 3 个：港口航道及临海工业用地禁养区、城镇用地禁养区、其他禁养区。

(2) 限养区规划面积 40785.16hm²，共有 8 个二级功能区 13 个三级功能区，铁山

港管辖海域内北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级种质资源保护区实验区部分均为限养区，并进一步划分为 6 个二级功能区，其中（四）深海网箱限养区，主要为营盘南面深水区，以深水网箱养殖方式为主，养殖品种主要为金鲳鱼、石斑鱼等深水网箱鱼类，规划面积 3369.82hm²。

（3）铁山湾的养殖区主要包括青山头苗种生产区（3-1-2-31）、英罗苗种生产区（3-1-2-33）、南康大塘池塘养殖区（3-1-2-12）、闸口群珠池塘养殖区（3-1-2-13）、白沙头苗种生产区（3-1-2-32）、闸口新平池塘养殖区（3-1-2-14）、沙塍至闸口滩涂养殖区（3-1-2-25）、闸口大路山池塘养殖区（3-1-2-15）、闸口茅山池塘养殖区（3-1-2-16）、根竹山至良港村滩涂养殖区（3-1-2-26）、白沙独山—良港池塘养殖区（3-1-2-17）。

本工程位于铁山港港口航运区（A2-13），位于禁养区内，工程建设符合《北海市铁山港区养殖水域滩涂规划》。

8.4 与生态环境分区管控要求的符合性分析

2024 年 7 月 6 日，生态环境部印发《生态环境分区管控管理暂行规定》（环环评〔2024〕41 号），明确提出：建设项目开展环评工作初期，应分析与生态环境分区管控要求的符合性，对不满足要求的，应进一步论证其生态环境可行性，优化调整项目建设内容或重新选址；建设项目环评审批部门开展审批时，应重点审查项目选址选线、生态影响、污染物排放、风险防范等与生态环境分区管控方案的符合性。

2024年12月，北海市生态环境局印发《北海市生态环境分区管控动态更新成果（2023年）》（北环字〔2024〕312号），并同步更新广西生态云建设项目准入研判系统，将北海市划分为优先保护单元、重点管控单元和一般管控单元三类，实施分类管控：①全市陆域共划分为53个环境管控单元，其中，优先保护单元23个，面积占比8%；重点管控单元26个，面积占比56.32%；一般管控单元4个，面积占比35.68%。②全市近岸海域共划分为86个环境管控单元，其中，优先保护单元50个，面积占比17%；重点管控单元19个，面积占比4.12%；一般管控单元17个，面积占比78.88%。

经分析，本工程不占用优先保护单元（含海洋生态保护红线），主体工程占用3个管控单元，其中2个重点管控单元，北海市铁山港西港区（铁山港西港交通运输用海区）（编码HY45050020003）、北海市铁山港西岸排污混合区（铁山港西岸特殊用海

区）（编码HY45050020010）；1个一般管控单元，为铁山港外湾保留区（铁山港外湾海洋预留区）（编码HY45050030014）。施工期临时工程（疏浚海砂舶吹区、海砂海上接驳交割区）占用2个管控单元，其中1个重点管控单元，北海市铁山港A5排污混合区（北海市铁山港特殊用海区）（编码HY45050020009）；1个一般管控单元，为铁山港外湾保留区（铁山港外湾海洋预留区）（编码HY45050030014）。

本工程涉及的各生态环境分区管控单元见表 8.4-1 和图 8.4-1。经分析，本工程与各管控单元的生态环境准入及管控要求相符，见表 8.4-2。

表 8.4-1 本工程涉及的生态环境分区管控单元

序号	工程内容		环境管控单元编码	环境管控单元名称	环境管控单元分类
1	主体工程	航道、管养基地	HY45050020003	北海市铁山港西港区（铁山港西港交通运输用海区）	重点管控单元
2		航道	HY45050020010	北海市铁山港西岸排污混合区（铁山港西岸特殊用海区）	重点管控单元
3		航道	HY45050030014	铁山港外湾保留区（铁山港外湾海洋预留区）	一般管控单元
4	施工期临时工程	舶吹区	HY45050030014	铁山港外湾保留区（铁山港外湾海洋预留区）	一般管控单元
5		海砂海上接驳交割区（即海上转运区）	HY45050020009	北海市铁山港 A5 排污混合区（北海市铁山港特殊用海区）	重点管控单元

表 8.4-2

本工程与北海市生态环境分区管控单元的相符性分析一览表

生态环境准入及管控要求		本工程实际情况	符合性
HY45050020003 北海市铁山港西港区（铁山港西港交通运输用海区）			
空间布局约束	1.加强水生生物重要生境以及自然岸线、红树林、海草床、湿地等保护。新建港口码头应避让且尽量远离生态保护红线、法定保护区、鱼类“三场一通道”等环境保护目标，降低规划实施对敏感目标的影响；现有港口码头应根据其与敏感目标的位置关系，提出强化环境保护措施的要求，避免加剧不利环境影响，危险品码头需远离各类生态环境敏感目标。	本工程不直接占用生态保护红线、法定保护区、鱼类“三场一通道”等环境保护目标。报告书已针对临近环境敏感区提出污染防治、生态保护等措施要求，避免对环境造成不利影响。	符合
	2.不得突破港口总体规划划定的岸线范围。	本工程管养基地位于《北部湾港总体规划（2021~2035 年）》划定的岸线范围内。	
	3.建立渔业资源损失补偿机制，开展增殖放流、人工鱼礁等生态修复工作。	本工程生态补偿金额为 2336.94 万元，采用增殖放流、人工鱼礁建设及效果评估的方式进行生态补偿。	
	4.合理控制港口开发规模与强度，不得占用依法应当禁止开发的区域，优先避让其他生态环境敏感区域。推进港口岸电设施建设和使用。	本工程不占用依法应当禁止开发的区域；本工程管养基地将配备港口岸电设施，并按照《港口和船舶岸电管理办法》强化靠港船舶岸电使用。	
	5.禁止规划新增石油化工类等可能对水体产生较大污染的货物运输规模。	本工程不涉及。	
	6.严格控制建设不符合《北部湾港总体规划（2021-2035 年）》、《北海港总体规划（2035 年）》的港口码头项目。	本工程符合《北部湾港总体规划（2035 年）》《北海港总体规划（2035 年）》。	
污染物排放管控	1.船舶排放含油污水、生活污水等，应当符合船舶污染物排放标准。禁止向水体倾倒船舶垃圾，禁止排放不符合规定的船舶压载水。	航道航行船舶污染物委托船舶污染物接收单位接收处置。	符合
	2.统筹规划建设船舶污染物、废弃物的接收、转运及处理处置设施。从事船舶污染物、废弃物接收作业，或者从事装载油类、污染危害性货物船舶清洗作业的单位，应当具备与其运营规模相适应的接收处理能力。	管养基地靠泊工作船产生的船舶污染物由码头接收后，委托船舶污染物接收单位，按照船舶污染物监管“联单制度”进行转运处置。	
	3.实行雨污分流和污水分质处理，完善港区污水集中处理设施和配套管网建设，实现污水集中处理、回用或达标排放。	管养基地自建化粪池和调节池，生活污水经化粪池预处理后，采用槽车定期清抽送至铁山港区生活污水处理厂进一步处理；具备接管条件后，通过市政污水管网输送至铁山港区生活污水处理厂进一步处理，出水质执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准。	

生态环境准入及管控要求		本工程实际情况	符合性
环境风险防控	4.干散货作业区应实现封闭/半封闭堆存或建设有效防风抑尘设施。采取油气回收措施等有效措施控制港区油气无组织排放。	本工程不涉及。	符合
	5.船舶向大气排放污染物，应当符合规定的排放标准。鼓励船舶更新改造时优先选择新能源和清洁能源动力燃料。	航道内行驶船舶严格执行《船舶大气污染物排放控制区实施方案》要求，通过使用符合规定的清洁燃料油或其他清洁能源、新能源、船载蓄电装置或尾气后处理等替代措施，满足硫氧化物、颗粒物和氮氧化物的排放控制要求。	
	6.施工、疏浚时应布设防污帘，减少悬浮泥沙对海草床的影响。	本工程在临近海草床分布区的航道段施工时，采用侧面围控方式布设防污帘，以降低疏浚悬沙泥沙扩散对海草床的影响。	
资源开发利用效率要求	1.严控港区油品运输、存储的环境风险，加大船舶航行安全保障和港区风险防范力度。船舶装载运输油类或者有毒货物，应当采取防止溢流和渗漏的措施，防止货物落水造成水污染。	报告书设置了环境风险评价专章，要求建设单位编制突发环境事件应急预案，定期开展应急演练，并与地方政府环境应急预案有机衔接。	符合
	2.开展环境风险评估，编制重大突发环境事件应急预案并备案，完善陆域环境风险源和海上溢油及危险化学品泄漏对近岸海域影响的应急方案，落实港区环境风险应急能力建设，并定期开展应急演练。完善区域应急联动机制。探索建立健全沿海环境污染责任保险制度。	报告书设置了环境风险评价专章，要求建设单位编制突发环境事件应急预案，定期开展应急演练，并与地方政府环境应急预案有机衔接。	
空间布局约束	港口资源环境利用指标应达到行业先进水平。集约化利用岸线资源，优化海岸线布局。	建设单位坚持节约集约用地，提高土地利用效率，集约化利用岸线资源，优化海岸线布局。	符合
HY45050020010 北海市铁山港西岸排污混合区（铁山港西岸特殊用海区）			
空间布局约束	1.严格按照相关法律法规、国土空间规划以及海水动力条件等要求，经科学论证后，规范设置和监管入海排污口，并报设区的市级以上人民政府生态环境行政主管部门备案。	本工程不设置入海排污口，严禁任何船舶在进港航道内排放污水，确保航道水域环境不被污染。	符合
	2.加快推进深海排放基础设施建设，实行离岸排放。	本工程不属于深海排放基础设施项目。	

生态环境准入及管控要求		本工程实际情况	符合性
污染物排放管控	1.入海排污口各类污染物排放须符合国家、省、市以及相关行业的污染物排放标准及主要污染物总量控制指标，同时满足国土空间规划的管理要求。	本工程不设置入海排污口。	符合
	2.禁止向海域排放油类、酸液、碱液、剧毒废液和高、中水平放射性废水，严格控制向海域排放含有不易降解的有机物和重金属的废水，排放低水平放射性废水应当符合国家放射性污染防治标准，其他污染物的排放应当符合国家或者地方标准。	本工程严禁任何船舶在进港航道内排放污水，确保航道水域环境不被污染。	
	3.含病原体的医疗污水、生活污水和工业废水必须经过处理，符合国家有关排放标准后，方能排入海域。	本工程严禁任何船舶在进港航道内排放污水，确保航道水域环境不被污染。	
	4.向海排放含热废水，必须采取有效措施，保证邻近渔业水域的水温符合国家海洋环境质量标准，避免热污染对水产资源的危害。	本工程严禁任何船舶在进港航道内排放污水，确保航道水域环境不被污染。	
	5.严格控制排污混合区主要污染物排放超出最大允许排放量。	本工程严禁任何船舶在进港航道内排放污水，确保航道水域环境不被污染。	
	6.严格落实《北海铁山港近岸海域入海排污总量削减方案》相关要求。	本工程严禁任何船舶在进港航道内排放污水，确保航道水域环境不被污染。	
环境风险防控	1.深入强化入海排污口环境安全监管，提升海域水环境监察、监测能力，建立入海排污长效管理机制，定期开展联合执法。	本工程不设置入海排污口，严禁任何船舶在进港航道内排放污水，确保航道水域环境不被污染。	符合
	2.强化环境风险源精准化管理，健全突发环境事件风险评估制度，加强污染物排放浓度和总量监测监控，强化监控确保达标排放。	报告书设置了环境风险评价专章，要求建设单位编制突发环境事件应急预案，定期开展应急演练，并与地方政府环境应急预案有机衔接。	
HY45050030014 铁山港外湾保留区（铁山港外湾海洋预留区）			
空间布局约束	1. 建设污水海洋处置工程，应当符合国家有关规定。允许改、扩建航道、选划排污混合区等用海活动；西北部海域允许适度的渔业用海，保障南珠养殖用海需求。	本工程选址、选线、建设规模与《北部湾港总体规划（2035年）》相符。	符合
	2. 维护航道及锚地地形地貌稳定。	本工程拟建航道施工结束后对所在海域地形地貌和冲淤环境影响较小。	

生态环境准入及管控要求		本工程实际情况	符合性
污染物排放管控	1. 严格控制国控监测点海水水质不劣于二类标准。	本工程严禁任何船舶在进港航道内排放污水，确保航道水域环境不被污染。	符合
	2. 加强区域环境质量监测及污染监测，海域开发前基本保持所在海域环境质量现状水平。	本评价提出了环境跟踪监测计划，通过监测可及时掌握工程所在区域环境变化，从而反馈给工程决策部门，为本工程的环境管理提供科学依据。	
	3. 工程建设项目不得违法向海洋排放污染物、废弃物及其他有害物质。	本工程严禁任何船舶在进港航道内排放污水，确保航道水域的环境不被污染。船舶靠岸后，生活污水和含油污水严格按照自治区“联单制度”由有资质单位进行接收、转运及处置。	
HY45050020009 北海市铁山港 A5 排污混合区（北海市铁山港特殊用海区）			
空间布局约束	1. 严格按照相关法律法规、国土空间规划以及海水动力条件等要求，经科学论证后，规范设置和监管入海排污口，并报设区的市级以上人民政府生态环境行政主管部门备案。	本工程不涉及排污口	符合
	2. 加快推进深海排放基础设施建设，实行离岸排放。	本工程不涉及排污口	符合
污染物排放管控	1. 入海排污口各类污染物排放须符合国家、省、市以及相关行业的污染物排放标准及主要污染物总量控制指标，同时满足国土空间规划的管理要求。	本工程不涉及排污口	符合
	2. 禁止向海域排放油类、酸液、碱液、剧毒废液和高、中水平放射性废水，严格控制向海域排放含有不易降解的有机物和重金属的废水，排放低水平放射性废水应当符合国家放射性污染防治标准，其他污染物的排放应当符合国家或者地方标准。	不涉及	符合
	3. 含病原体的医疗污水、生活污水和工业废水必须经过处理，符合国家有关排放标准后，方能排入海域。	不涉及	符合
	4. 向海域排放含热废水，必须采取有效措施，保证邻近渔业水域的水温	不涉及	符合

生态环境准入及管控要求		本工程实际情况	符合性
环境风险防控	符合国家海洋环境质量标准，避免热污染对水产资源的危害。		
	5. 严格控制排污混合区主要污染物排放超出最大允许排放量。	不涉及	符合
	6. 严格落实《北海铁山港近岸海域入海排污总量削减方案》相关要求。	本工程不涉及排污口	符合
	7. 在污水排放口，针对主要污染物排放因子，配置在线监测系统，实时监测各污染因子的排放浓度及排放量。	本工程不涉及排污口	符合
环境风险防控	1. 深入强化入海排污口环境安全监管，提升海域水环境监察、监测能力，建立入海排污口长效管理机制，定期开展联合执法。	本工程不涉及排污口	符合
	2. 强化环境风险源精准化管理，健全突发环境事件风险评估制度，加强污染物排放浓度和总量监测监控，强化监控确保达标排放。	本工程不涉及排污口	符合
	3. 根据各污水排放口在线监测系统实时的监测数据，实时掌握污染物排放情况，一旦发现污染物超标，应立即启动应急管控预案。	本工程不涉及排污口	符合

8.5 建设项目重大环境制约因素判定

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025），当建设项目存在下述任一情况时，应判定存在重大环境制约因素，可提出建设项目重新选址或重新设计的建议，并根据改进方案重新开展海洋生态环境影响评价。本评价逐条对照重大环境制约因素进行分析，判定本工程不涉及重大环境制约因素。

表 8.5-1 本工程是否涉及重大环境制约因素判定表

序号	重大环境制约因素	本工程	是否涉及重大环境制约因素
1	建设项目的选址（选线）、建设规模、总平面布置、用海方式等不符合现行有效的国土空间规划、海洋生态环境保护规划等有关规划及其规划环评要求	本工程建设符合国家产业政策，符合《北海市国土空间总体规划（2021-2035 年）》《北部湾港总体规划（2035 年）》及环评等要求	否
2	建设项目的主体装备、技术设备、工艺水平、能源消耗、污染治理措施等不符合国家产业政策、环境保护政策和清洁生产要求	采取的各项节能、环保措施符合国家产业政策、环境保护政策和清洁生产要求	否
3	建设项目向海域排放的污水种类、浓度、数量、排放方式和混合区范围等不符合国家或者地方的有关规定	本工程不建设入海排污口，不会对所在海洋环境功能区水质目标及水质变化趋势造成不利影响	否
4	建设项目的建设或生产运行产生的海洋生态环境影响程度，不能满足评价海域和周边海域生态环境保护要求	施工期航道及管养基地港池疏浚，悬浮物增量浓度暂时性升高，随施工结束影响逐渐消失；正常运行不会对周边海域生态环境产生影响	否
5	采取最佳可行技术后，建设项目的建设或生产运行将对所在海域海水水质、生物生态、主要海洋生态环境保护目标仍产生重大不利影响	正常运行不会对海域海水水质、生物生态、主要海洋生态环境保护目标产生重大不利影响	否
6	采取区域削减方案后，建设项目仍不能满足所在海域环境质量改善目标要求	本工程不建设入海排污口	否
7	建设项目的建设或生产运行对评价海域和周边海域水动力环境、地形地貌与冲淤环境产生影响，并导致海洋生态环境产生重大不利影响	施工期航道及管养基地港池疏浚，悬浮物增量浓度暂时性升高，随施工结束影响逐渐消失；正常运行不会导致海洋生态环境产生重大不利影响	否
8	建设项目存在重大海洋生态环境风险和环境隐患	在认真落实报告书提出的各项风险应急防范措施，最大限度地降低风险事故发生概率和减轻风险事故污染损害后果前提下，工程建设的环境风险是可以接受的	否
结论			不涉及

第九章 环境保护措施及其可行性论证

9.1 施工期环保措施

9.1.1 水环境保护对策措施

9.1.1.1 疏浚施工污染防治

(1) 施工单位应在全面研究合同和技术要求、调查和分析现场施工条件的基础上，编制施工组织设计，合理选择疏浚设备和施工方法，对整个工程的施工质量、进度和资源消耗做出合理安排，尽可能缩短施工周期，以减小施工作业对水环境影响。

(2) 避开大风浪季节施工，密切关注天气预报，在恶劣天气条件下应提前做好施工安全防护工作，6级以上大风应停止施工作业，避免造成船舶事故。

(3) 施工单位按规定向海事管理机构申请办理《水上水下施工作业许可证》，制定并实施经海事管理部门核准的施工作业通航秩序维护方案，确保通航环境安全。

(4) 施工单位按要求设置必要的安全作业区或警戒区，设置警戒标志，配备有效的通讯设备并有专人值守。

(5) 为避免超挖土方引起多余的扰动而产生悬浮物，施工船舶应精确定位后再开始挖掘，或尽量选用 GPS 全球定位系统，准确确定需开挖航道的位置，减少疏浚作业中不必要的超深、超宽的疏浚土方量。

(6) 加强施工船舶的日常检查维修，重点对挖泥船的连接部件以及储泥船舱进行检查，防止断裂或泄漏造成污染事故。

(7) 拟建航道所在的铁山湾东西两岸分布有铁山湾生态保护红线、广西山口红树林生态国家级自然保护区、红树林分布区、海草床分布区、幼鲎栖息地等环境敏感区，航道两侧还分布有无证养殖区。上述航段开展疏浚作业时，应在航道临近环境敏感区或无证养殖区一侧，采用侧面围控施工作业面的方式布设防污帘，防污帘长度为 500 米（最大挖泥船型为 $10000m^3$ 自航耙吸式挖泥船，船长 137m、船宽 25.6m，防污帘长度应不低于船长 3 倍，取 500m）。在确保不影响船舶施工作业和通航安全的前提下，防污帘布设位置应尽可能靠近作业区域（见图 9.1-1 和图 9.1-2）。同时，加强环境敏感区所在海域悬浮泥沙浓度跟踪监测和巡查，一旦发现悬沙浓度异常升高，立即采

取降低施工强度等措施，必要时暂停施工。

9.1.1.2 管养基地基槽开挖、块石抛填污染防治

(1) 将基槽划分为若干施工单元，采用“跳仓开挖”方式，避免大面积同时扰动；控制开挖速度，保持挖泥船匀速作业，避免急停急转导致水流剧烈扰动。

(2) 抛石前需要进行测量和定位，分区分段进行网格抛投，避免悬沙大范围扩散；采用“薄层多次”抛填方式，单次抛填厚度不超过一定距离，避免大块石冲击水体产生剧烈扰动。

9.1.1.3 海砂海上接驳交割污染防治

(1) 在开展海砂海上接驳交割拍卖前，建设单位需商请北海市自然资源局出具允许疏浚物（海砂）海上接驳交割拍卖的书面意见，明确海上接驳交割量。并与北海市自然资源局签订疏浚物（海砂）海上拍卖处置协议，明确海砂进入海上接驳交割区后权属归北海市自然资源局所有，海砂海上接驳交割过程中的环境污染防治费用及防治责任由北海市自然资源局负责。

(2) 施工单位提前获取作业区域未来 48 小时以上的气象预报（风速、风向、降水、能见度）和水文数据（水深、水流速度、潮汐规律、波浪高度）。当风速大于 6 级风、波高 $\geq 1.5m$ 时，应停止接驳作业，避免船舶晃动导致设备损坏或物料输送偏差导致的不利影响。

(3) 明确作业范围并向海事部门报备，设置安全警示标识（如浮标、警示灯）；与周边船舶建立通讯联络（VHF 甚高频），划定安全警戒区，配备有效的通讯设备并有专人值守，避免碰撞风险。

(4) 使用输送管道过驳，减少海沙在转运中因风浪或操作失误掉落海中；过驳区域设置防污帘，采用高密度聚乙烯材质的浮体围栏，拦截掉落的海沙，避免扩散污染周边海域。

9.1.1.4 疏浚物舶吹上岸污染防治

(1) 舶吹上岸手续办理

在开展疏浚物舶吹上岸前，建设单位需与北海市铁山港区人民政府签订疏浚物（海砂）上岸拍卖处置协议，明确疏浚物（海砂）上岸拍卖量、临时堆存地块和堆存

周期，明确疏浚物（海砂）上岸后权属归北海市铁山港区人民政府所有，明确疏浚物（海砂）上岸后临时堆存、转运、处置过程中环保、水土保持防治费用及防治责任由北海市铁山港区人民政府负责。

（2）艏吹区施工污染防治措施

①施工单位提前获取作业区域未来 48 小时以上的气象预报（风速、风向、降水、能见度）和水文数据（水深、水流速度、潮汐规律、波浪高度）。当风速大于 6 级风、波高 $\geq 1.5\text{m}$ 时，应停止艏吹作业，避免船舶晃动导致设备损坏或物料输送偏差导致的不利影响。

②明确施工作业范围并向海事部门报备，设置安全警示标识（如浮标、警示灯）；与周边船舶建立通讯联络（VHF 甚高频），划定安全警戒区，配备有效的通讯设备并有专人值守，避免碰撞风险。

③检查输送泵体密封件、叶轮磨损情况，测试空载及负载状态下的压力（通常高压吹填压力为 0.5-2.0MPa）、流量稳定性，确保无异常振动或异响。

④检查输泥管道连接处的法兰密封、管道壁厚（避免因高压导致爆裂），对柔性管道（如橡胶管）需确认其耐压等级与作业压力匹配；同时测试管道伸缩节、阀门的灵活性，防止堵塞或泄漏。

⑤根据吹填需求调整喷头角度（通常与水平方向呈 10°-30°），确保物料喷射方向精准；检查喷头耐磨层（如高锰钢涂层）完好性，避免因磨损导致喷射效率下降。

⑥管道状态定期检查，每 2 小时巡查输泥管道是否有弯曲过度、磨损渗漏（可通过听声、观察压力变化判断），尤其在船舶转向或潮汐变化时，需同步调整管道角度，防止因拉伸导致接口断裂。定期对排泥管、挖泥船的连接点进行检查和维修，一旦发生管道损坏或连接不良，立即采取补救措施，避免意外的泥浆外溢入海。

⑦加强施工船舶的日常检查维修和定期保养，对管道接口、阀门、伸缩节等活动部件涂抹润滑脂；检查船舶锚链、动力系统的损耗情况，记录设备运行时长及故障点，形成维护报告，防止断裂或泄漏造成污染事故。

⑧当突发台风、强暴雨时，立即停机并切断设备电源，收起输泥管道，启动船舶抗风模式（如调整锚链张力、降至最低吃水），按应急预案驶向避风港。

⑨若输送管道爆裂，应立即关闭泥泵并关闭上下游阀门，用堵漏工具临时封堵；

若堵塞，先反向注水冲洗，无效则拆解管道清除堵塞物（禁止暴力敲击）。

⑩优化吹填工艺参数，避免大功率泵机“满负荷”作业，吹填速率过快会导致泥沙在吹填区内部无法及时沉降，大量随水流溢出。

⑪合理敷设排泥管线，水上管线应根据水流、风向布设成平滑的弧形，并抛锚固定。在水陆管线连接处和水下管线连接处应设双向管子锚和三厢管子锚加以固定。

⑫艏吹作业宜进行间断性施工，避免连续作业造成周边海域悬浮泥沙浓度过高和扩散影响范围过大。

（3）南侧临时堆存区、和润临时堆存区施工污染防控措施

①吹泥过程中的外溢泥浆入海将直接影响到临时堆存区附近的海水水质，因此陆域吹填时严禁先溢流，应先在临时堆存区周围设置围堤，通过在临时堆存区内设置分隔围埝、防污屏、保证溢流口位置高于临时堆存区泥面高度并布设土工布过滤层等工程措施，使排水在临时堆存区内变得较为澄清再从溢流口排出。

②泥浆在临时堆存区围堰内应有足够的沉淀时间，保证回排清水的悬浮物浓度达标，作业中发现超标可通过适当间断吹填施工、延长临时堆存区泥浆的停留时间以降低浓度值。

③做好施工期环境管理和环境监测计划，对施工现场进行监测，及时掌握环境质量动态，根据监测结果优化环境保护措施，发现污染加重时，应暂停施工。

④在临时堆存区溢流口周边布设双层防污帘，利用浮体+沉子结构形成物理阻隔，减少泥沙向周边水域扩散。

⑤控制吹填速率和压力，避免因泵砂压力过大导致泥沙飞溅，采用“分层吹填、逐步推进”方式，每层厚度控制在 0.5-1m，待上层泥沙初步固结后再进行下层作业，减少悬浮泥沙量。

9.1.1.5 疏浚物外抛过程污染防治

（1）疏浚施工前取得倾倒许可证，疏浚土倾倒至管理部门批准的指定海洋倾倒区。

（2）施工船舶应当保持 AIS 定位系统打开，必须运至倾倒许可证指定地点方可抛泥，严禁抛泥船只未到达指定区域便在中途倾倒泥沙，并防止船运泥沙外溢现象，必

要时可安排相应人员，配置必要的监测仪器（如 GPS）进行监控，以免对海水水质、海洋生态保护区、水产种质资源保护区、自然保护区等造成污染。

（3）泥驳在倾倒区抛泥完毕后，应及时关闭舱门，并确定舱门关闭无误后方可返航，否则泥舱关闭不严，在航行沿途中由于泥浆的泄漏将会导致污染事故的发生。同时在疏浚物倾倒作业期间，应加强同当地气象预报部门的联系，在恶劣天气条件下，应提前做好防护准备并停止挖泥和倾倒作业。

9.1.1.6 船舶污染物污染防治

（1）施工船舶产生的污染物严格按照自治区“联单制度”要求，做好日常的收集、分类与储存工作，并委托具备相应接收能力的船舶污染物接收单位接收、转运和处置，严禁排海。北海港辖区内共有船舶污染物接收公司 2 家，分别是广西鹏达海洋工程有限公司、广西丰豪海洋工程有限公司。

（2）施工期禁止内河船舶及“三无”船舶参与海上施工和运输，作业船舶应遵守大气污染物排放控制区相关要求，通过使用符合规定的清洁燃料油，满足硫氧化物、颗粒物和氮氧化物的排放控制要求。

9.1.1.7 管养基地施工区污染防治

（1）管养基地施工区域配置环保厕所和防渗水池，收集施工期生活污水，生活污水集中收集后定期由环卫部门用吸污车抽吸运送至铁山港区生活污水处理厂处理。

（2）水泥、黄沙、石灰类的建筑材料需集中堆放，并采取一定的防雨淋措施，及时清扫施工运输过程中抛洒的建筑材料，以免建筑材料随雨水冲刷污染附近水体。

（3）外购商业砂浆及混凝土减少现场搅拌，搅拌站等临时设施四周设有盖板沟收集含尘污水，经沉淀池沉淀后回用于场地喷淋、冲洗。

施工期采取的水污染防治措施均是常规环保措施，在国内外类似工程中应用广泛，在经济、技术等方面可行。

9.1.2 大气环境保护对策措施

（1）本工程所在海域位于船舶大气污染物排放控制区内，施工期禁止内河船舶及“三无”船舶参与海上施工和运输，作业船舶应遵守大气污染物排放控制区相关要求，通过使用符合规定的清洁燃料油，满足硫氧化物、颗粒物和氮氧化物排放控制要求。

(2) 配套航道管养基地建设期间，应加强对施工现场环境管理和大气环境保护措施：①统一堆放施工材料，设置防尘或围栏防护设施。②进出工地的物料、垃圾运输车辆，应当采用密闭车斗；确无密闭车斗的，装载高度最高点不得超过车辆槽帮上沿40cm，两侧边缘应当低于槽帮上缘10cm；车斗应用苫布覆盖，苫布边缘至少要遮住槽帮上沿以下15cm。③水泥和其它易飞扬的细颗粒散体材料，应安排在临时仓库内存放或严密遮盖，运输时防止洒漏、飞扬，卸运尽量在仓库内进行并洒水湿润。④施工垃圾应及时清运、适量洒水，以减少扬尘。⑤对入场施工机械进行管理，检查合格的机器才可进场作业，尽量减少施工机器产生的燃油废气。⑥外购商业砂浆及混凝土减少现场搅拌。

施工期采取的大气环境保护措施均是常规环保措施，在国内外类似工程中应用广泛，在经济、技术等方面可行。

9.1.3 噪声污染防治措施

(1) 合理选择施工机械、施工方法，选取低噪声、低振动的施工机械和船舶、运输车辆，从源头控制噪声污染。

(2) 做好施工机械和船舶的调度和交通疏导工作，减少船舶鸣笛，降低交通噪声。运输车辆经过有居民区的路段，应合理安排运输时间，减速慢行、禁止鸣笛。

(3) 加强施工机械、施工船舶、车辆的维修保养工作，使其始终保持良好的运行状态，减少因机械磨损而增加的噪声。

(4) 高噪声设备操作人员及附近施工人员应佩戴防噪声耳罩，合理安排人员作息时间，减少高噪声环境下工作时间。

(5) 加强航道管养基地工程施工期场界噪声监测，施工场界噪声满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011) 排放限值(昼间70dB, 夜间55dB)。

(6) 要加强对施工人员的管理和培训，要求施工人员严格按照操作规程和管理规定使用设备，避免因操作不当导致噪声增大。

施工期采取的噪声环境保护措施均是常规环保措施，在国内外类似工程中应用广泛，在经济、技术等方面可行。

9.1.4 固体废弃物处理措施

(1) 疏浚施工前，取得倾倒许可证，疏浚物外抛至指定的海洋倾倒区。

(2) 在开展海砂海上接驳交割拍卖前，建设单位需商请北海市自然资源局出具允许疏浚物（海砂）海上接驳交割拍卖的书面意见，明确海上接驳交割量。并与北海市自然资源局签订疏浚物（海砂）海上拍卖处置协议，明确海砂进入海上接驳交割区后权属归北海市自然资源局所有，海砂海上接驳交割过程中的环境污染防治费用及防治责任由北海市自然资源局负责。

(3) 在开展疏浚物舶吹上岸前，建设单位需与北海市铁山港区人民政府签订疏浚物（海砂）上岸拍卖处置协议，明确疏浚物（海砂）上岸拍卖量、临时堆存地块和堆存周期，明确疏浚物（海砂）上岸后权属归北海市铁山港区人民政府所有，明确疏浚物（海砂）上岸后临时堆存、转运、处置过程中环保、水土保持防治费用及防治责任由北海市铁山港区人民政府负责。

(4) 施工船舶垃圾应做好日常的收集、分类与储存工作，严格按照自治区“联单制度”进行管理，委托有资质的船舶污染物接收单位进行接收转运处置，建立固体废物产生、外运、处置及最终去向的详细台账，严禁将船舶垃圾倾倒入海污染水域。

(5) 施工废料等固体废物应做好日常的收集、分类与储存工作，建立固体废物产生、外运、处置及最终去向的详细台账。

(6) 建筑垃圾中可利用的物料较多，施工单位应分类收集回收利用；不可回收利用的部分委托第三方单位接收处置，严禁随意抛弃。

(7) 施工单位要加强施工管理，配置一定数量的垃圾箱，生活垃圾定点堆放并及时转运至市政垃圾处理场进行处理。

(8) 建设单位应负责对固体废物收集处置工作进行监督，与施工单位签订环保责任书，由各施工单位负责施工期固体废物的处理。

施工期采取的固废处置措施均是常规环保措施，在国内外类似工程中应用广泛，在经济、技术等方面可行。

9.1.5 生态保护措施

9.1.5.1 环境敏感区保护措施

9.1.5.1.1 红树林分布区保护措施

见“第七章 红树林影响评价”中的“7.4 红树林保护措施”章节。

9.1.5.1.2 海草床分布区保护措施

(1) 合理安排施工计划，限制疏浚时段、缩短单次疏浚作业时间，减少悬浮泥沙扩散距离、扩散面积，降低悬浮泥沙对邻近海草床生态系统的不利影响。

(2) 为减轻航道疏浚对周边海草床分布区的影响，在临近海草床分布区航段，采用侧面围控施工作业面的方式布设防污帘（见图 9.1-1）。防污帘是既可渗透水又能阻挡细粒悬浮固体的垂直屏蔽，从水表面向下延伸到一定水深，从而尽可能减轻悬浮泥沙对海草床造成的不利影响。

(3) 严格落实环境风险事故防范与应急措施，一旦发生溢油等风险事故，立即启动应急预案，采取有效应急措施，尽可能减轻溢油事故对海草床分布区的不利影响。

9.1.5.1.3 鲎资源及其栖息地保护措施

(1) 合理安排施工计划，密切关注气象情况，避免在大风、大浪、大潮等不利条件下施工，在台风等恶劣天气条件下暂停施工；航道 CD 段临近坡尾底幼鲎栖息地，该航段涉水施工应避开鲎产卵高峰期（6-7 月），最大限度降低悬浮泥沙扩散对鲎产卵、育幼造成的不利影响。

(2) 制定鲎应急保护机制，若在航道开挖过程中误捕中国鲎或圆尾蝎鲎，应将其放流到附近海域；若鲎误捕个数较多时，或在施工区域发现多只鲎死亡个体时应报备有关部门，查明原因并采取相应补救措施。

(3) 严格落实环境风险事故防范与应急措施，一旦发生溢油等风险事故，应立即启动应急预案，采取有效应急措施，尽可能减轻溢油事故对幼鲎栖息地的不利影响。

(4) 加强施工人员对野生动物保护的宣传和教育，特别是对中国鲎和圆尾蝎鲎等珍稀保护物种保护的教育，同时施工期间应避免在鲎洄游通道所在海域的中下段水层设置网状物。

9.1.5.1.4 儒艮、中华白海豚及印太江豚保护措施

(1) 委托专业技术机构开展施工期环境管理，协助建设单位加强对施工单位施工作业的监督管理，落实作业过程中对儒艮、中华白海豚及印太江豚的安全防护措施。

(2) 施工单位应安排专人对施工海域儒艮、中华白海豚及印太江豚活动进行观察瞭望，观察员在船上事业开阔无遮挡处值班，使用望远镜及肉眼搜索施工船周围 360

度范围的海面，确保在 500m（建议 1500m）范围内看不见此类物种才能施工；施工船舶（泥驳除外）布设 2 个驱豚仪，深度为水下 1 米处。

（3）为防止航船撞击海豚和水上交通事故，施工船舶应严格遵守《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》，在儒艮、中华白海豚和印太江豚活动水域航行时，加强海上观察瞭望并控制航速在 6 节以下，一旦发现珍稀保护物种出没须采取限速、避让措施，避免对其造成撞击伤害；同时，研究制定施工船舶相对固定的航线，尽可能缩小船舶航行影响范围。

（4）做好塑料和帘布等对儒艮、中华白海豚及印太江豚构成威胁的固体废弃物处置，确保固体废物按要求妥善收集，严禁乱扔，排入海域，避免对其产生不利影响。

（5）强化水上交通运输船只管理，进港航道航行加强观察瞭望，一旦发现航道附近有中华白海豚等珍稀水生生物出没，尽可能降低航速，减少船舶撞击风险。

（6）从事航道施工、日常航道管理、维护性疏浚和船只引航的所有工作人员均应接受中华白海豚等珍稀保护物种的相关保护知识的教育和培训，工作人员应熟悉并严格遵守相关保护要求和行为守则。

9.1.5.1.5 自然保护区、生态保护红线保护措施

（1）在临近铁山湾生态保护区红线及广西山口红树林生态国家级自然保护区的航段开展疏浚作业时，采用侧面围控施工作业面的方式布设防污帘，防污帘长度为 500 米。在确保不影响船舶施工作业和通航安全的前提下，防污帘布设位置应尽可能靠近作业区域（见图 9.1-1）。

（2）施工期间安排专船对悬沙扩散范围及方向进行巡视监控，避免在落潮时期悬浮泥沙大规模扩散进入广西合浦儒艮国家级自然保护区、生态保护红线区。

（3）加强施工期风险事故防范和应急处置管理，严格落实各项环境风险事故防范与应急措施，一旦发生溢油等风险事故，应及时响应，并通过布设围油栏、吸油毡及喷洒消油剂等措施限制油膜扩散面积，尽可能减轻溢油事故对保护区内保护物种的不利影响。

9.1.5.1.6 北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区保护措施

（1）加强对疏浚土外抛过程监管，强化悬浮物防控措施，避免运输途中泥沙泄漏和违规倾倒对北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区造成污染。

(2) 在水产种质资源保护区核心区特别保护期间(1月15日至3月1日)，保护区范围外施工期疏浚砂土海上转运作业应做好各项防护措施，并通过加强施工环境管理、优化施工组织设计、采用先进施工工艺、控制施工作业强度等措施，防止悬浮泥沙扩散进入保护区核心区，避免对保护区核心区生物资源和生态环境造成损害。

(3) 施工期间安排专船对悬沙扩散范围及方向进行巡视监控，避免在落潮时期悬浮泥沙大规模扩散进入北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区。

(4) 加强施工期风险事故防范和应急处置管理，严格落实各项环境风险事故防范与应急措施，一旦发生溢油等风险事故，应及时响应，并通过布设围油栏、吸油毡及喷洒消油剂等措施限制油膜扩散面积，尽可能减轻溢油事故对水产种质资源保护区内保护物种的不利影响。

9.1.5.2 海洋生物资源损害补偿

本工程用海主要生态环境影响为施工期航道疏浚及疏浚物处置、配套航道管养基地的码头构筑物建设及港池疏浚对海洋生态及渔业资源等造成的不利影响。本报告提出采用增殖放流、人工鱼礁建设及其效果评估的方式进行生态补偿。

在具体实施阶段，建设单位应按照主管部门要求，委托专业机构制定更加具体的实施方案。

9.1.5.2.1 增殖放流工作方案

增殖放流是补偿和修复渔业资源、保障渔业资源可持续的重要措施，报告书提出增殖放流的原则性实施方案要求。

(1) 增殖放流物种

根据《农业农村部关于做好“十四五”水生生物增殖放流工作的指导意见》(农渔发〔2022〕1号)，北海海域适宜增殖放流物种见表 9.1-1。

表 9.1-1 北海海域适宜增殖放流物种一览表

放流海域	面积 (km ²)	适宜放流物种
沙田海域	200	布氏鲳鲹、黑鲷、紫红笛鲷、黄鳍鲷、斑节对虾、日本对虾、长毛对虾、墨吉对虾、拟穴青蟹、克氏海马、大珠母贝、二长棘鲷、三线矶鲈、四指马鲅、花尾胡椒鲷、丝背细鳞鲀、锈斑蟳、浅色黄姑鱼
营盘海域	300	布氏鲳鲹、紫红笛鲷、真鲷、黄鳍鲷、斑节对虾、日本对
银滩-冠头岭海域	300	布氏鲳鲹、紫红笛鲷、真鲷、黄鳍鲷、斑节对虾、日本对

放流海域	面积 (km ²)	适宜放流物种
廉州湾海域	350	虾、长毛对虾、墨吉对虾、拟穴青蟹、中国鲎、二长棘鲷、三线矶鲈、日本海马、四指马鲅、花尾胡椒鲷、丝背细鳞鰐、锈斑鰐、浅色黄姑鱼
涠洲岛海域	400	青石斑鱼、真鲷、黄鳍鲷、断斑石鲈、花尾胡椒鲷、斑节对虾、日本对虾、墨吉对虾、拟穴青蟹、克氏海马*、布氏鲳鲹、褐毛鲿、红笛鲷

参照《农业部关于加强渔业资源增殖放流工作的通知》和《农业农村部关于做好“十四五”水生生物增殖放流工作的指导意见》(农渔发〔2022〕1号)，考虑广西北部湾海洋渔业资源情况、市场苗种繁殖供应现状，结合北海市增殖放流工程实践，本工程增殖放流种类为长毛对虾、日本对虾、拟穴青蟹、紫红笛鲷、黄鳍鲷、浅色黄姑鱼6种。

(2) 增殖放流规格确定

根据北海市历年增殖放流的工程实践以及《水生生物增殖放流技术规程》(SC/T 9401-2010)、《水生动物增殖放流技术规范》(DB45/T 1083-2014)等有关规范要求，确定本次放流对象的规格。详见表 9.1-2。

表 9.1-2 增殖放流苗种规格 单位：cm

物种名称	国家推荐放流规格	地方推荐放流规格	本次建议放流规格
长毛对虾	大规格：平均体长≥2.5 小规格：2.5>平均体长≥1.0	1.5	体长≥1.0
日本对虾			
拟穴青蟹	大规格：平均头胸甲宽≥2.0 小规格：2.0>平均头胸甲宽≥0.6	1~3	头胸甲宽≥1.0
紫红笛鲷			
黄鳍鲷	大规格：平均代表长度≥8.0 小规格：8.0>平均代表长度≥2.0	3~5	全长≥4.0
浅色黄姑鱼		1.5~3	全长≥4.0
		3.5~5	全长≥4.0

- 注：1、国家推荐依据《水生生物增殖放流技术规程》(SC/T 9401-2010)；
 2、地方推荐依据广西地方标准《水生动物增殖放流技术规范》(DB45/T 1083-2014)；
 3、《水生生物增殖放流技术规范鲷科鱼类》(SC/T 9418-2015)提出小规格苗种全长3cm~5cm，大规格苗种全长≥5cm，标志增殖放流苗种全长≥5cm。
 4、上述苗种的规格合格率不得低于90%。

(3) 增殖放流苗种亲本及培育要求

①所提供的苗种必须是本地种原种或子一代苗种，经当地水产苗种管理部门检疫合格，健康不带病害、病毒，无禁用药物残留，符合放流要求；

②水生经济生物苗种供应单位需持有《水产苗种生产许可证》，苗种供应单位具备相关资质及相应的技术人员、设备、场地、业绩等支撑材料。

③人工繁殖增殖放流苗种按照有关苗种繁育技术规范进行，水源、水质、饲料符合相关规定和检验检疫要求。

④苗种检验检疫。水生生物增殖放流技术规程 SC/T 9401-2010 附录 A 规定的疫病病种不得检出；国家、行业颁布的禁用药物不得检出，其他药物残留符合 NY5070 的要求。

（4）增殖放流地点

增殖放流水域应选择适宜增殖放流对象生长的海域，水质符合《渔业水质标准》（GB 11607-1989）要求，同时避开倾废区、电厂、盐场、养殖场等进、排水区。放流鱼类、甲壳类应选择潮下带适宜水域，放流贝类、虫类应选择潮间带适宜水域。根据相关规划以及周边开发建设情况，建议在沙田海域放流虾类和青蟹，在营盘海域进行鱼类增殖放流。下阶段，放流地点可根据实际情况进行调整。

（5）增殖放流时间

为了保障增殖放流实施的效果、方便渔政管理，建议放流时间尽量安排在海洋伏季休渔期 5~8 月，每年进行 1 次，总共分 3 年完成。

（6）增殖放流过程控制

①为保证增殖放流过程真实可靠，可委托公证处进行公证。公证人员全程参与苗种验收、运输和放流环节，放流结束后，公证人员向本次增殖放流实施方出具公证文书。

②苗种包装措施：放流苗种必须经过强化锻炼后，视增殖放流水域的温度、盐度提前调节培育用水的温度（温差 $\leq 2^{\circ}\text{C}$ ）、盐度（盐度差 $\leq 3\text{‰}$ ）；根据增殖放流物种的耐氧性、规格、放流日气温及运输时间、运输方式等因素，合理确定包装方式和密度，采取必要的充氧和控温措施；除外包装工具，其它包装工具应在使用前消毒处理。苗种打包装运输整个过程应符合增殖放流技术规程。

③苗种运输：苗种的运输应尽可能缩短运输距离，节省运输时间，提高运输成活率，根据水体温度和运输距离确定运输密度，运输过程中，避免剧烈颠簸、阳光暴晒和雨淋。

④苗种质量：a、感官质量。规格整齐，活力强，外观完整，体表光洁；b、可数指标。规格合格率 $\geq 90\%$ ，死亡率，伤残率，体色异常率，挂脏率之和 $< 5\%$ ；c、疫病。水生生物增殖放流技术规程 SC/T 9401-2010 附录 A 规定的疫病病种不得检出；d、药物残留。国家，行业颁布的禁用药物不得检出，其他药物残留符合 NY5070 的要求。

⑤苗种验收：放流苗种在放流现场应由 2 人以上负责抽样测量，测算放流总数和规格并按规定进行记录验收，抽样验收接受监督小组现场监督。

（7）增殖放流现场管理

增殖放流的实施应在渔业行政主管部门的监督和相关技术人员的指导下进行，同时在水生生物投放过程中，技术人员应观测并记录投放水域的底质、水深、水温、盐度等水文参数及天气、风向和风力等气象参数。

建议放流方式采用船运输至海上投放，放流时应将苗种尽可能贴近水面，使得放流时苗种可以直接入水，防止受到二次伤害。渔政管理部门负责放流前清理放流海域的有害渔具、放流期间禁渔、配合增殖放流工作的实施和后续管护。

9.1.5.2.2 人工鱼礁建设方案

建设人工鱼礁是改善和修复受损渔业生境、增殖和养护渔业资源的有效举措，其成效已在实践中得到验证。建礁后，礁体可为附着生物提供基底，吸引鱼类等水生生物在礁区觅食、繁殖和栖息，从而显著提升初级生产力和次级生产力，形成人工牧场和近海渔场，加速渔业资源恢复和生物多样性保护。本报告提出通过建设人工鱼礁进行生态保护修复。

（1）礁体设计

①礁体材料优先选用环保、耐腐蚀材料，如混凝土、废旧钢材（经特殊处理）、陶瓷等，确保长期稳定且不对海洋环境造成污染。

②礁体结构设计：礁体形态多样，如中空正方体、多孔框架、仿珊瑚礁结构等，增加表面积以吸引更多生物附着；同时设置不同大小的孔洞和缝隙，满足不同体型海洋生物需求。

（2）鱼礁建设地点

①投放海域应符合国家和地方的海域使用功能区划与渔业发展规划要求。

②不与水利、海上开采、航道、港区、锚地、通航密集区、倾废区、海底管线及其他海洋工程设施和国防用海等功能区划相冲突。

③应能保持鱼礁良好的稳定性，投放后不发生洗掘、滑移、倾覆和埋设现象。

④适宜目标生物栖息、繁育和生长。

（3）投放施工

①采用专用运输船舶，根据礁体重量和体积合理装载，确保运输安全。

②投放过程使用起重机等设备精准投放礁体，按预定布局排列，可采用矩阵式、条带式等方式，确保礁体间距合理，形成生态群落。

（4）后期监测与维护

①生态监测：定期通过水下摄像机、声呐等设备，监测鱼礁区生物种类、数量变化，评估生态修复效果。

②礁体维护：检查礁体是否移位、破损，及时清理附着的渔网等杂物，保障鱼礁功能正常。

9.1.5.2.3 渔业资源生态补偿措施效果评估

渔业生态补偿措施效果评估主要包括增殖放流、人工鱼礁建设等各类渔业生态补偿措施实施时的技术监管及落实后的效果评估，效果评估数据应汇总提交至渔业主管部门。

其中增殖放流效果评估主要包括：（1）放流前本底调查。在确定增殖放流海域后，建设单位委托相关单位对增殖放流海域进行海洋生物资源的本底调查，调查项目主要包括底栖生物、鱼卵、仔稚鱼、游泳生物等，重点调查增殖放流品种的资源现状。（2）放流后效果评估。在每个年度的增殖放流实施后，建设单位委托相关单位根据《海水鱼类增殖放流效果评估技术规范》（SC/T9446-2023）开展增殖放流效果的跟踪调查和评估工作，跟踪调查方法包括增殖放流群体资源调查（其中样品分析包括标记识别检测、基础生物学测定、遗传多样性分析）、渔产量统计、问卷调查等，评价指标包括标记率、增殖放流群体对资源量的数量贡献率、增殖放流群体对资源量的重要贡献率、增殖放流鱼种的总捕捞产量、增殖放流群体的捕捞产值、直接投入产出比、遗

传多样性、社会效益评价等，进而从经济效益、生态效益、社会效益三方面开展增殖放流效果判定与评估。

9.2 运营期环保措施

9.2.1 水环境污染污染防治的措施

（1）拟建航道航行船舶

严禁任何船舶在进港航道内排放污水，确保航道水域的环境不被污染。船舶靠岸后，生活污水和含油污水严格按照自治区“联单制度”由有资质单位进行接收、转运及处置。

（2）航道管养基地陆域污水接收处置措施

生活污水主要产生于航道管养基地的业务用房。生活污水通过化粪池（有效容积为 9m³）收集处理后排入污水调节池（有效容积为 9.5m³），采用槽车定期清抽送至铁山港区生活污水处理厂进一步处理；具备接管条件后，通过市政污水管网输送至铁山港区生活污水处理厂进一步处理。

铁山港区生活污水处理厂接纳可行性分析如下：

①纳管标准

航道管养基地产生的生活污水，水质简单易生化降解，不含重金属或难降解的有机物，经化粪池预处理后，水质可以满足铁山港区生活污水处理厂的纳管要求。

②剩余处理能力

铁山港区生活污水处理厂的远期设计规模为 25 万 m³/d，目前建成实际处理规模为 4 万 m³/d，剩余处理能力约为 1.5 万 m³/d。本工程废水排放量 1.12m³/d，污水处理厂有足够的剩余处理能力接纳处理本工程排放的污水。

③处理工艺

铁山港区生活污水处理厂于 2014 年 4 月建成投入使用，于 2018 年完成水质提标改造工程，采用“微孔曝气氧化沟+光催化氧化+气浮一体化+纤维转盘滤池”的处理工艺，对各污染物去除效率为 COD38%、NH₃-N72%、TP55%，出水水质执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中一级 A 标准，尾水通过 B3 排污口深

海排放。

（3）航道管养基地到港船舶污水接收处置措施

航道管养基地运营后船舶污水主要包括靠泊工作船生活污水和工作船机舱油污水。建设单位应按照《防治船舶污染海洋环境管理条例》要求，配套船舶污水接收设施，确保其处于良好运行状态，并委托船舶污染物接收单位，按照船舶污染物监管“联单制度”，对需在码头接收的船舶污水进行转运及处置。到港工作船可通过排入码头配备的接收设施或自行委托有资质船舶污染物接收单位，进行船舶污水的接收、转运及处置。

①船舶污水接收设施配备：码头前沿配置机舱含油污水收集箱；配置船舶生活污水收集箱或船舶生活污水管网接口。

②船舶污染物接收单位接收船舶污染物，应当向船舶出具污染物接收单证，经双方签字确认并留存至少 2 年。污染物接收单证应当注明作业双方名称，作业开始和结束的时间、地点，以及污染物种类、数量等内容。船舶应当将污染物接收单证保存在相应的记录簿中。

（4）运营期维护性疏浚期间水污染防治措施

运营期航道或港池维护性疏浚作业时应精确定位，减少超挖土方量，缩短挖泥船的试喷时间，减少溢流对施工区水域环境的影响，运输疏浚土过程应确保泥门密闭，严防泥浆泄漏，最大限度减少悬浮泥沙产生量。

运营期采取的水环境保护措施均是常规环保措施，在国内外类似工程中应用广泛，在经济、技术等方面可行。

9.2.2 大气污染防治措施

（1）本工程所在海域位于船舶大气污染物排放控制区内，在航道内行驶的海船应严格执行《船舶大气污染物排放控制区实施方案》要求，通过使用符合规定的清洁燃料油或其他清洁能源、新能源、船载蓄电装置或尾气后处理等替代措施，满足硫氧化物、颗粒物和氮氧化物的排放控制要求。

(2) 航道管养基地码头前沿设置船舶岸电装置，具备受电设施的船舶靠泊期间应当使用岸电。岸电设施日常使用与管理应遵循《交通运输部关于修改〈港口和船舶岸电管理办法〉的决定》（中华人民共和国交通运输部令 2025 年第 2 号）要求。

9.2.3 噪声污染治理措施

做好船舶的调度和交通疏导工作，尽量减少船舶鸣笛次数，设置低速行驶标志，将船舶噪声降低到最低程度。

9.2.4 固体废弃物治理措施

(1) 运营期维护性疏浚产生的少量疏浚物，外抛至指定的抛泥区，不得违规抛弃。

(2) 运营期航行船舶产生的船舶垃圾禁止排海，应严格按照自治区“联单制度”要求，将船舶垃圾委托有资质单位进行接收、转运及处置。

(3) 航道管养基地同步建设船舶垃圾岸上临时接收存储设施，船舶生活垃圾接收设施应选用分类垃圾桶（箱），图示、颜色应符合《生活垃圾分类图示》（GB/T 19095-2019）要求，材质宜选择塑料、金属等材质，单个容积不小于 120L，数量不少于 2 套。同时委托船舶污染物接收单位，按照船舶污染物监管“联单制度”，对管养基地接收的船舶垃圾进行转运及处置。到港船舶可通过排入码头自建的临时接收存储设施或自行委托船舶污染物接收单位，进行船舶垃圾的接收、转运及处置。

(4) 航道管养基地产生的港区生活垃圾委托港区环卫部门统一收集处理；一般工业固体废物，委托第三方单位接收处置。

运营期采取的固体废物环境保护措施均是常规环保措施，在国内外类似工程中应用广泛，在经济、技术等方面可行。

9.2.5 生态保护措施

(1) 加强各类船舶污染物的收集、委托处置等环节管理工作，杜绝船舶污染物事故性排放，造成附近海域水质受到污染。

(2) 严格执行本报告提出的运营期海洋生态跟踪监测计划，对不利的生态影响及时向环保、海洋和渔业行政主管部门报告并采取积极的补救措施。

(3) 维护性疏浚污染防治措施:

①施工单位应合理选择疏浚设备和施工方法，对整个工程的施工质量、进度和资源消耗做出合理安排，尽可能地缩短施工周期，以减小施工作业对水环境的影响。

②为避免超挖土方引起多余扰动而产生的悬浮物，施工船舶应精确定位后再开始挖掘，尽可能减少疏浚作业中不必要的超深、超宽的疏浚土方量，从根本上减少对水环境产生影响的悬浮物的数量。

③加强对挖泥船疏浚、外抛过程的监管，必须运至指定地点方可抛泥，严防半路抛撒或泄漏。

④加强施工船舶的日常检查维修，重点对挖泥船的连接部件以及储泥舱进行检查，防止断裂或泄漏造成污染事故。

⑤疏浚施工前，施工单位应向当地主管部门备案，施工船舶应当保持 AIS 定位系统打开，当地主管部门不定期抽查，加强监管，确保挖泥船舶在指定地点卸泥，防止船舶发生没有进入倾倒区提前倾倒或越界倾倒行为。

⑥严格管理施工船舶和施工机械，禁止将船舶污水排入海域。维护性疏浚施工船舶的含油污水、生活污水均委托海事部门认可的专业船舶污染物接收单位进行接收、转运及处置。施工船舶的含油污水、生活污水应严格按照船舶污染物监管“联单制度”进行管理，通过规范联单的使用，实现对船舶油污水、生活污水从产生到最终处置全过程的有效监管，确保污水得到妥善处理，保障水域环境安全。

9.2.6 环境敏感区保护措施

9.2.6.1 保护物种生境保护措施

为有效控制航道维护性疏浚悬浮泥沙扩散范围，避免对周边海域的红树林分布区、海草床分布区及幼鲎栖息地等环境敏感区造成污染影响，针对维护性疏浚提出如下要求：

(1) 航道维护性疏浚尽量安排在冬季枯水期进行。冬季枯水期相较其他季节生物量较低，有利于减少对底栖生物量的影响；同时，可有效避开中国鲎产卵高峰期（6-7月），降低对其繁殖活动的干扰。

(2) 疏浚作业期间应密切关注气象情况，避免在大风、大浪、大潮等不利条件下施工，以减小悬浮泥沙的扩散范围。

(3) 施工船舶疏浚开挖前应精准定位，避免超挖土方引起多余悬浮泥沙扰动；密切关注施工船舶有无泄漏污染物现象，如有发生立即采取相应措施。

(4) 在临近铁山湾生态保护红线及广西山口红树林生态国家级自然保护区的航段开展维护性疏浚作业时，应在航道两侧采用侧面围控方式布设防污帘；对于临近施工航段的红树林分布区、海草床分布区，在分布区外围海域布设防污帘进行防护。

9.2.6.2 珍稀水生生物保护措施

(1) 强化水上交通运输船只管理，进港航道航行加强观察瞭望，一旦发现航道附近有中华白海豚等珍稀水生生物出没，尽可能降低航速，减少船舶撞击风险。

(2) 采取严格污染物排放控制措施，进港船舶和管养基地污染物禁止随意排海。

(3) 从事日常航道管理、维护性疏浚和船只引航的所有工作人员均应接受中华白海豚等珍稀保护物种的相关保护知识的教育和培训，工作人员应熟悉并严格遵守相关保护要求和行为守则。

9.3 建设项目“三同时”验收及环保投资估算

9.3.1 竣工环保验收“三同时”一览表

本工程竣工后需开展竣工环保验收工作，竣工环保验收主要调查环境影响报告书中提出的环保措施和环保设施的落实情况。竣工环保验收“三同时”一览表见表 9.3-1。

表 9.3-1

环境保护竣工验收“三同时”一览表

序号	项目	具体内容	验收要求
1	水污染防治措施	<p>1、布设防污帘，避免悬浮泥沙扩散对自然保护区、生态保护红线、红树林和海草床分布区等环境敏感区造成影响。</p> <p>2、管养基地自建化粪池和调节池，生活污水通过化粪池预处理后排入污水调节池，采用槽车定期清抽送至铁山港区生活污水处理厂进一步处理；具备接管条件后，通过市政污水管网输送至铁山港区生活污水处理厂进一步处理。</p> <p>3、施工船舶精确定位再挖掘，减少疏浚作业中不必要的超深、超宽的疏浚土方量。</p> <p>4、加强施工船舶的日常检查维修，重点对挖泥船的连接部件以及储泥船舱进行检查，防止断裂或泄漏造成污染事故。</p>	<p>1、做好悬浮泥沙污染防控，加强跟踪调查。</p> <p>2、确保管养基地生活污水经预处理后送至铁山港区生活污水厂处理。</p> <p>3、做好各项防护措施，及时记录和检查。</p>
2	大气污染防治措施	<p>1、施工现场统一堆放施工材料，设置防尘或围栏防护；进出工地的物料、垃圾运输车辆，采用密闭车斗；施工垃圾应及时清运、适量洒水，以减少扬尘；外购商业砂浆及混凝土减少现场搅拌。</p> <p>2、管养基地码头前沿设置岸电装置。</p> <p>3、施工期禁止内河船舶及“三无”船舶参与海上施工和运输，通过使用符合规定的清洁燃料油，满足硫氧化物、颗粒物和氮氧化物排放控制要求。</p>	<p>1、做好各项防护措施，及时记录和检查。</p> <p>2、具备受电设施的船舶靠泊期间应当使用岸电。</p>
3	噪声治理	选择低噪声设备，加强机械设备维护；加强船岸协调，减少船舶鸣笛次数，夜间禁止船舶鸣笛。	做好防护措施，及时记录和检查。
4	船舶 污染 防治 措施	施工船舶污染物	委托有资质单位进行接收、转运及处置。
		航行船舶污染物	委托有资质单位进行接收、转运及处置。
		管养基地船舶污染物	配套建设船舶污水和船舶垃圾接收设施。
5	固废污染防治措施	设置垃圾回收桶，分类回收生活垃圾、生产垃圾。	设置垃圾回收桶，并加强环境管理。

序号	项目	具体内容	验收要求
6	生态保护措施	1、开展施工期环境管理，并落实环境敏感区各项生态保护措施要求。 2、开展施工期海洋环境跟踪监测。 3、生态补偿金额为 2336.94 万元，采用增殖放流、人工鱼礁建设及效果评估的方式进行生态补偿。	1、确保各项生态保护措施有效落实。 2、提交海域环境跟踪监测报告。 3、按照通过主管部门审查的补偿方案实施
7	环境风险防控	落实施工船舶、运营期船舶安全管理制度，提高环境风险应急处理能力；编制突发环境事件应急预案	编制完成后向主管部门备案，定期演练，预防和处理突发环境事故

9.3.2 环保投资估算

结合本工程污染特点、周围环境特征和环境管理的要求，估算本工程环保投资约 3791.28 万元，占工程总投资（269963.12 万元）的 1.40%，工程环保投资见表 9.3-2。

表 9.3-2 本工程环保投资估算一览表

序号	环保措施	单位	数量	单价 (万元)	总价 (万元)	备注
1	施工期费用	/	/	/	3461.94	
1.1	施工人员培训	项	1	5	5	施工人员安全环保交底培训
1.2	环境管理	项	2	200	400	200 万元/年，施工期按 2 年计
1.3	悬浮泥沙防控	项	1	200	200	防污帘购置、安装、维护等
1.4	施工噪声防治	项	1	10	10	采购驱豚仪，声驱法驱赶海洋生物，中华白海豚安全防护措施等
1.5	施工洒水抑尘、道路清扫费用	项	1	5	5	航道管养基地施工环保措施落实
1.6	环保厕所、防渗水池、固废处置	项	1	5	5	航道管养基地施工环保措施落实
1.7	船舶污染物委托处置	项	/	/	50	对船舶污水、船舶垃圾等委托有资质单位接收、转运及处置
1.8	溢油风险防控	项	/	/	50	施工期应急预案编制、应急演练，与清污单位签订应急事故处置协议等
1.9	环境跟踪监测	项	/	/	400	按照 10.2 节跟踪监测计划要求，制定并实施跟踪监测方案
1.10	生态补偿	项	/	/	2336.94	以增殖放流、人工鱼礁建设及效果评估的方式进行生态补偿，补偿方案经论证后实施。
2	运营期费用	/	/	/	255	/
2.1	溢油风险防控	项	/	/	30	应急预案编制、应急演练等
2.2	环境监测	项	/	/	100	/

序号	环保措施	单 位	数 量	单价 (万元)	总价 (万元)	备注
2.3	船舶岸电	项	/	/	20	航道管养基地环保措施落实
2.4	垃圾桶及生活垃圾处置	项	/	/	5	航道管养基地环保措施落实
2.5	管养基地化粪池、调节池及生活污水清抽费用	项	/	/	40	航道管养基地环保措施落实
2.6	管养基地船舶污染物接收设施与委托处置	项	/	/	10	航道管养基地环保措施落实
2.7	竣工环保验收	项	1	50	50	/
1~2 项合计		/	/	/	3716.94	/
3	不可预见费用	项	/	/	74.34	1~2 项费用之和的 2%
合计		/	/	/	3791.28	/

第十章 环境管理与监测计划

10.1 环境管理

10.1.1 建设单位环境管理机构与职责

根据《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国海洋环境保护法》，企事业单位在生产和经营中防止污染、保护生态环境是其重要职责。为做好本工程环境保护工作，建设单位应设置环境管理机构和专职环境管理人员，负责监督和管理本工程各项环境保护措施的落实，施工期环境管理和竣工环保验收工作。

建设单位环保管理机构的主要职责包括：①制定各项环境管理制度，建立健全环境管理体系；②宣传并执行国家有关环保法规政策；③加强日常环境管理工作，对整个施工过程实施全程环境管理，监督各项环保措施的落实，防止污染事故的发生；④加强与环境保护主管部门的沟通和联系，主动接受生态环境主管部门的管理、监督和指导；⑤按生态环境主管部门规定和要求填报各种环境管理报表；⑥协调处理因本工程所产生的环境问题；⑦执行环境信息公开制度。

10.1.2 施工单位环境管理机构与职责

(1) 施工单位应建立完善的环境管理体系，健全内部环境管理制度，加强日常环境管理工作，对整个施工过程实施全程环境管理，杜绝施工过程中污染工序和污染事故的发生；

(2) 加强施工过程中的环境管理制度，根据本报告中提出的环境保护措施，施工单位应制定切实可行的环境保护行动计划，将环境保护措施分解落实到具体结构（人）；做好环境教育和宣传工作，提高各级施工管理人员和具体施工人员的环境保护意识，加强员工对环境污染防治的责任心，自觉遵守和执行各项环境保护的规章制度，定期对环境保护设施进行维护和保养，确保环境保护设施的正常运行，防止污染事故的发生；加强与环境保护主管部门的沟通和联系，主动接受环境保护主管部门的管理、监督和指导。

10.1.3 施工期环境管理

根据《生态环境部关于北部湾港总体规划（2035 年）环境影响报告书的审查意见》（环审〔2023〕125 号）第三项第六条的要求，“对新增围填海和临近红树林、珊瑚礁、海草床、中国鲎栖息地等环境敏感区的码头、航道、锚地项目，在建设运营过程中强化全过程环境管理及长期跟踪研究”。

本工程所在海域分布自然保护区、生态保护红线、红树林、海草床、幼鲎栖息地等环境敏感区。建设单位应委托具备专业能力的环保技术单位开展施工期环境管理，严格管控施工组织和施工工艺，防范环境风险，最大程度降低工程建设对各类环境敏感区的不利影响。施工期环境管理主要工作包括：

- (1) 依据有关法律法规、技术规范、建设项目环境影响报告书及其批复等，协助建设单位建立健全生态环境管理体系和制度，协助和指导建设单位对工程建设实施全过程环境保护管理。
- (2) 审核初步设计环境保护篇章，确保其与海域使用论证及其批复文件、环评及其批复文件的相符性，监督污染防治、生态保护、生态修复措施，以及环境保护设施投资和渔业资源生态补偿资金的落实。
- (3) 审核施工承包合同中生态环境保护条款，明确建设单位、施工单位生态环境保护责任和义务。
- (4) 负责审核施工单位制定的生态环境保护施工组织方案（含中华白海豚、红树林、海草床、幼鲎栖息地等专项保护方案），提出审核意见。
- (5) 通过驻场巡查、旁站等方式指导工程监理单位开展施工现场环境监理。监督指导施工单位落实好施工期各项环保措施（水环境、大气环境、声环境、固体废物，海洋生态等），确保环保“三同时”制度得到有效执行。
- (6) 在施工过程中应加强观测瞭望，开展航道疏浚的船舶应配备至少 1 名海豚观察员，观察员可由船员或工人来兼任，在施工作业时观察员应佩戴望远镜，对施工船舶半径 1500 米内海域范围进行观察瞭望，海豚观察员每隔 30 分钟轮换以减轻疲劳，并保持与船控制台的通畅联系。
- (7) 审核施工期环境影响跟踪监测方案，并监督实施。

(8) 协助建设单位开展突发环境事件应急演练，加强与生态环境、渔业、海事主管部门沟通联系，积极参与区域突发环境事件应急演练，提高参建单位应对突发环境事件的能力。

(9) 协助建设单位处理施工期间可能发生的环境投诉或污染事故，解决利益相关者合理诉求。

(10) 协助建设单位开展生态环境保护，加强对施工单位、施工人员的生态环境保护教育，使其在施工中能自觉保护生态环境，并遵守相关的生态保护规定。

10.2 环境监测计划

环境监测作为环境监督管理的主要实施手段，通过监测可以及时掌握施工期和运营期周围海域的环境变化情况，从而反馈给工程决策部门，为本工程的环境管理提供科学依据。根据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》及环境影响评价技术导则等有关规定，制定本工程监测方案。

10.2.1 施工期环境监测计划

(1) 监测方案

根据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》《海岸带生态系统现状调查与评估技术导则》等规定，结合本工程环境影响和所在海域环境特征，制定本工程施工期环境监测计划，包括施工期海洋生态环境监测计划，监测方案见表 10.2-1，监测站位设置见表 10.2-3 和图 10.2-1；以及施工期污染源跟踪监测计划，监测方案见表 10.2-2。

表 10.2-1 本工程施工期环境现状监测方案

环境要素	监测项目	监测点位	监测频次	监测方法
海水水质	透明度、悬浮物、pH、COD、无机氮、磷酸盐、石油类、重金属（Cu、Pb、Zn、Cd、Cr、Hg）	布设 16 个调查站位	施工期选择春、秋两季分别监测，施工结束后进行一次后评估监测。	按照《海洋监测规范》（GB17378-2007）、《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）和《海水水质标准》有关规定
海洋沉积物	石油类、重金属（Cu、Pb、Zn、Cd、Cr、Hg）、硫化物、有机碳	布设 8 个调查站位	施工期每年监测一次，工程完工后一个月采最后一次施工期间样品。	按照《海洋监测规范》（GB17378-2007）、《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）和《海洋沉积物质量》有关规定

环境要素	监测项目	监测点位	监测频次	监测方法
海洋生态、渔业资源	叶绿素 a、浮游动物、浮游植物、底栖生物、鱼卵仔鱼、游泳动物	布设 10 个调查站位	施工期选择春、秋两季分别监测，施工结束后监测 1 次。	按照《海洋监测规范》(GB17378-2007)、《海洋调查规范》(GB/T12763-2007) 有关规定
红树林植被	面积、分布、盖度、物种等	布设 6 个调查站位	施工期选择春、秋两季分别监测；施工结束后监测 1 次。	参照《海岸带生态系统现状调查与评估技术导则 第 3 部分 红树林》
海草床植被	面积、分布、盖度、物种等	布设 2 个调查站位	施工期选择春、秋两季分别监测；施工结束后监测 1 次。	参照《海岸带生态系统现状调查与评估技术导则 第 6 部分 海草床》

备注：具体监测频次和站位位置，可视工程施工进度与强度作适当调整，本报告所提供的施工期监测计划仅供参考。

表 10.2-2 航道管养基地工程施工期污染源监测计划

污染源	监测项目	监测点位	监测频次	监测方法
噪声	等效连续 A 声级	施工场界	施工期每半年进行 1 次监测。	按照《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011) 中规定的方法进行监测。
空气环境	TSP	施工场界	施工期每半年进行 1 次采样监测。	按照《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996) 附录 C 规定的方法进行监测。

表 10.2-3 本工程施工期海洋环境监测站位一览表

序号	位置		调查内容				
	经度	纬度	水质	沉积物	海洋生态及渔业资源	红树林	海草床
1	109°34'43.481"E	21°35'47.478"N	√				
2	109°35'49.259"E	21°35'42.008"N	√	√	√		
3	109°35'13.257"E	21°34'48.518"N	√				
4	109°36'30.975"E	21°34'17.073"N	√				
5	109°36'50.470"E	21°33'16.762"N	√	√	√		
6	109°35'38.880"E	21°33'9.760"N	√	√	√		
7	109°37'0.228"E	21°32'1.283"N	√	√	√		
8	109°34'56.536"E	21°30'51.802"N	√	√	√		
9	109°36'46.564"E	21°30'52.023"N	√	√	√		
10	109°31'24.18"E	21°27'52.25"N	√	√	√		
11	109°36'8.725"E	21°29'21.678"N	√		√		
12	109°31'42.412"E	21°28'57.636"N	√				
13	109°34'56.775"E	21°28'21.406"N	√				
14	109°32'24.304"E	21°27'53.719"N	√		√		
15	109°31'33.147"E	21°26'23.061"N	√				
16	109°34'7.223"E	21°26'27.786"N	√	√	√		
C1	109°35'29.295"E	21°36'47.223"N				√	

序号	位置		调查内容				
	经度	纬度	水质	沉积物	海洋生态及渔业资源	红树林	海草床
C2	109°36'3.002"E	21°36'10.552"N				√	
C3	109°36'14.067"E	21°35'43.699"N				√	
C4	109°36'29.432"E	21°35'6.456"N				√	
C5	109°36'46.123"E	21°34'23.434"N				√	
C6	109°37'36.084"E	21°33'48.299"N				√	
H1	109°33'42.428"E	21°30'48.897"N					√
H2	109°37'0.9"E	21°30'28.957"N					√

(2) 监测方法与成果

监测工作应按照《海洋监测规范》《海洋调查规范》《海岸带生态系统现状调查与评估技术导则》《建筑施工场界环境噪声排放标准》等有关规定方法进行；海洋环境基本要素监测的导航定位设备采用船舶自动识别系统（AIS）或差分全球定位系统（DGPS），监测单位应制定采样操作程序，防治采样沾污，并对所采集的样品进行相关处理妥善贮存；室内分析应选定适当的检测方法，保证检测质量。

监测成果：提交 CMA 监测报告和跟踪监测评价报告。

(3) 监测数据的管理

施工期由受委托监测单位根据工程施工进度按监测计划进行监测，若有异常情况应及时通知当地生态环境主管部门，以便采取相应的对策措施；同时要将工程施工的环境监测结果编制年度监测报告。

10.2.2 运营期环境监测计划

本工程为公用航道，运营期航道本身不进行生产活动，不会对海洋环境造成直接影响，运营期可充分利用所在海区海洋环境质量例行监测站位调查资料，跟踪海域环境质量变化趋势。为了解项目建设后区域冲淤情况，保障航道使用安全，应定期开展水深地形跟踪调查；运营期若开展维护性疏浚，疏浚期间建设单位应委托当地有资质的海洋环境监测单位开展海洋环境质量跟踪监测，跟踪监测方案可参考施工期例行监测方案。

配套航道管养基地运营期应开展厂界噪声，根据《环境监测技术规范》、《排污单位自行监测技术指南总则》（HJ 819-2017）等执行，并出具完整监测报告，为建设单位日常环境管理和落实环保措施提供依据。详见表 10.2-4。

表 10.2-4 航道管养基地工程运营期污染源监测计划

环境要素	监测项目	监测点位	监测频次	监测方法
声环境	等效 A 声级	工程厂界	半年 监测 1 次	按照《工业企业厂界噪声排放标准》 (GB/T12348-2008) 规定方法监测

10.2.3 应急监测

一旦发生溢油事故，应进行事故状态下环境跟踪监测，以掌握油膜影响范围内海水水质和生态污染程度，以及溢油事故可能威胁到的环境敏感点。监测站位、监测频率等应根据溢油事故情况与监测部门协商确定，建议包括以下内容：

（1）监测站位：受溢油影响的海域。

（2）监测项目

海水水质：DO、COD、pH、石油类、重金属等；

生态环境：生物残毒、底栖生物、浮游动物、浮游植物等。

（3）监测频次：监测频次应根据污染程度，能反映所污染海域的海水水质和生态污染程度。

10.3 污染物排放管理要求

10.3.1 施工期污染物排放管理要求

本工程施工期污染物排放主要管理要求详见表 10.3-1。

表10.3-1 施工期环境保护管理主要内容

环境要素	控制项目	防治或控制措施	环境管理
水环境	水下施工作业	采用科学施工工艺，合理安排施工时间，对疏浚施工、疏浚物外抛、艏吹区艏吹作业、疏浚砂土海上转运等环节加强监管，控制悬浮泥沙扩散范围。	施工单位严格执行相关规定
	船舶污水	委托船舶污染物接收单位接收处理。	按照自治区“联单制度”进行管理
	生活污水	施工营地设简易环保厕所和防渗水池，生活污水委托环卫部门定期接收处理。	施工单位严格执行相关规定

环境要素	控制项目	防治或控制措施	环境管理
	含尘污水	施工临时场地四周设置盖板沟收集含尘污水，沉淀池沉淀后回用。	施工单位严格执行相关规定
环境空气	施工扬尘	道路洒水、硬化，物料遮盖等；使用符合规定的清洁燃料油，排气量小的施工机械和施工船舶。	施工单位环保措施落实到人，作好施工场地环境管理和保洁工作
声环境	施工船舶、机械噪声	采取低噪声施工设备，合理安排施工时间。	施工单位严格执行相关规定
固体废物	疏浚物	疏浚物三种处理方式：1) 部分外抛，施工单位在开工前办理倾倒许可证，按照倾倒许可证要求进行作业；2) 艇吹作业，施工单位做好艇吹作业污染防治措施，严格落实环保措施；3) 海上转运疏浚砂土，施工单位做好相应悬浮泥沙防治措施，严格执行相应环保措施。	施工单位严格执行相关规定
	建筑垃圾	建筑垃圾及时清运，不能长期堆存，做到随有随清，车辆用毡布遮盖，防治撒落。	依照港区相关规定执行
	生活垃圾	定点收集后送市政垃圾处理场处理	

10.3.2 运营期污染物排放管理要求

本工程运营期污染物排放清单见 10.3-2。建设单位应严格按照污染物排放清单及其管理要求，进行项目的污染物排放管理，确保各项污染物达标排放及符合总量控制要求。

表10.3-2

本工程运营期污染物排放清单一览表

序号	污染物排放清单	管理要求及验收依据							
		北海港铁山港 20 万吨级航道工程（啄罗作业区至石头埠作业区段）航道工程、配套航道管养基地							
1	工程组成	污染因子及污染防治措施							
	污染物控制要求								
污染物种类	环境要素	污染因子	污染治理措施		排放形式及排放去向	排污口信息	执行的环境标准		总量标
			污染治理设施或措施	是否可行技术			污染物排放标准	环境质量标准	
1	生活污水	COD	管养基地自建化粪池和调节池	是	生活污水经化粪池预处理后排入到调节池，采用槽车定期清抽送至铁山港区生活污水处理厂；具备接管条件后，通过市政污水管网输送至铁山港区生活污水处理厂进一步处理	/	《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准	/	/
		BOD ₅							
		氨氮							
		SS							
		石油类							
2	废气	TSP	船舶和流动车辆采用低硫燃油或清洁能源	是	无组织排放	/	《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）II 时段无组织排放监控浓度限值	《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准	/
		SO ₂							
		氮氧化物							
3	噪声	噪声	做好船舶的调度和交通疏导工作，尽量减少船舶鸣笛次数	是	将噪声降低到最低程度	/	《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348- 2008）3类标准	《声环境质量标准》（GB3096-2006）中 3 类标准	/
4	固废	航道管养基地生活垃圾纳入市政垃圾处理系统。						/	
5	环境风险防范措施	根据要求配备应急资源设备，通过应急演练及定期培训学习，掌握及熟练运用突发环境事件应急预案及应急响应程序。							

10.4 排污许可管理

建设单位根据《排污许可证申请与核发技术规范 码头》(HJ1107-2020)进行排污许可申请，严格执行当地生态环境局最终核发的排污许可证。

运营中污染物的排污口数量、位置、排放方式、去向及排污种类、许可排放浓度、许可排放量等均应符合排污许可证中规定要求。如需变更排污许可证信息需按规定要求向当地生态环境局提出申请。

10.5 应向社会公开的信息内容

根据《建设项目环境影响评价信息公开机制方案》(环发〔2015〕162号)，建设单位既是建设项目环评公众参与和履行环境责任的主体，也是建设项目环评信息公开的主体，应向社会公开以下信息内容：

(1) **公开环境影响报告书编制信息。**根据建设项目环境影响评价公众参与调查相关规定，建设单位在环境影响报告书编制过程中，应向社会公开建设项目基本情况、选址、主要保护目标、主要环境影响、拟采取主要环境保护措施、公众参与途径等。

(2) **公开环境影响报告书全本。**建设单位在建设项目环境影响报告书编制完成后，向环境保护主管部门报批前，应当向社会公开环境影响报告书全本，以及公众参与情况说明。报批过程中，如对环境影响报告书进一步修改，应及时公开最后版本。

(3) **公开建设项目开工前的信息。**建设项目开工建设前，建设单位应当向社会公开建设项目开工日期、设计单位、施工单位和环境监理单位、工程基本情况、实际选址、拟采取的环境保护措施清单和实施计划、由地方政府或相关部门负责配套的环境保护措施清单和实施计划等，并确保上述信息在整个施工期内均处于公开状态。

(4) **公开建设项目施工过程中的信息。**建设过程中，建设单位应在施工中期向社会公开建设项目环境保护措施进展情况、施工期环境保护措施落实情况、施工期环境监理情况、施工期环境监测结果等。

(5) **公开建设项目建成后的信息。**建设项目建成后，建设单位应当向社会公开建设项目环评提出的各项环境保护设施和措施执行情况、竣工环境保护验收监测和调查结果。

第十一章 环境影响经济损益分析

11.1 经济效益分析

11.1.1 国民经济效益分析

本工程总投资为 269963.12 万元，本项目为交通基础设施，建设所需的资金需要积极争取国家补助，多渠道筹措资金，全部投资均为项目资本金，无银行贷款。资金来源包括超长期特别国债和地方配套资金，其中地方配套资金由自治区本级财政和北海市财政按照 6:4 的比例承担。

根据项目经济分析，预测 2030 年、2035 年，有、无项目对比年运输费用节约 16698 万元、23796 万元。本工程经济内部收益率 10.94%，大于设定的社会折现率 8%，经济净现值 146668 万元 ($i_s=8\%$)，说明本工程具有良好的国民经济效益，从经济资源配置角度是合理的。同时，本工程是建设西部陆海新通道和北部湾国际门户港的重要一环，工程建设后，铁山港进港航道等级从 10 万吨级提升至 20 万吨级，航道设计通过能力满足 2030 年 15 万吨级船舶 0.28 艘次/d、20 万吨船舶 0.84 艘次/d、各类到港船舶 51.43 艘次/d 的通航要求和 2035 年 15 万吨级船舶 0.38 艘次/d、20 万吨船舶 0.97 艘次/d、各类到港船舶 74.82 艘次/d 的通航要求。工程建设后航道条件得到改善，也将进一步降低本地区的运输成本，提高本地区港口的竞争力，促进本地区临港产业的发展，对北部湾经济区和北海市产业发展有着巨大的带动作用。

11.1.2 经济影响分析

（1）行业影响分析

本工程实施将对北海港整体扩建和高效安全运转起到重要的支撑作用，将极大的节省企业和社会的物流成本。本工程作为北海港建设的基础性工程，对于优化码头及集疏运运输体系、建设区域性国际枢纽大港具有积极的意义。

（2）区域经济影响分析

铁山港现状进港航道为 10 万吨级单向航道，为配合临港产业的发展，航道等级提高到 20 万吨级，可极大地降低大宗散货等物资的物流运输成本，提高地区产品的市场竞争力。因此，从国家战略布局需要、北部湾经济区及北海市经济发展及国家产业结构调整的角度来看，本工程的实施具有巨大的推动作用。

11.2 社会效益分析

11.2.1 社会影响效果分析

（1）工程对所在地区的影响

根据《北海市工业高质量发展“十四五”规划》，“十四五”期间，北海市将围绕全方位开放发展新格局，立足北海主体功能划分和发展定位，结合区域资源状况、环境资源承载能力、产业基础、发展优势和北部湾城市群建设，促进和引导产业整合与集群发展，加快形成以三大组团为核心，七大产业园区为重点，沿海新兴产业带为支撑的产业新布局。以产业园区为载体，重点发展北海市铁山港（临海）工业区、北海经济技术开发区、北海综合保税区、北海高新技术产业开发区、广西合浦工业园区、龙港新区北海铁山东港产业园和广西北海国家海洋农业科技园区（暨北海海洋产业科技园区），形成铁山港组团、廉州湾组团和城区组团三大产业组团。

为配合临港产业发展，将现状 10 万吨级航道提升为 20 万吨级航道，可极大降低大宗散货等物流运输成本，提高地区产品的市场竞争力，助推北海港结构升级，提升港口规模化、专业化、集约化水平，对助力建设北部湾国际门户港具有重要的作用。

（2）工程对地区就业的影响

本工程的建设将需雇佣一定的从事水运工程施工的人员，为社会提供一批就业岗位，同时可培训一批具有从事航运作业及管理技能的人员。此外，随着航道等级提高，大宗物流进入北海及腹地市场，将促进制造、工贸、金融等相关行业发展，带来更多的就业岗位。

（3）工程对所在地区居民生活水平和生活质量的影响

本工程的建设将进一步完善北海港基础设施水平，是北部湾经济区及北海市工业发展的必要保证，随着港口及后方临港经济区的不断发展，将带动后方腹地的经济发展，对改善当地居民的生活条件、提高生活质量产生积极促进作用。

11.2.2 社会适应性分析

（1）与工程相关的不同利益群体对工程的态度

本工程的建设涉及当地的利益群体主要有：工业、建筑业、运输业以及服务业等。根据工程的性质分析，当地的工业、建筑业、运输业、服务业将对本工程抱有积

极参与的态度。

（2）工程所在地各级组织对工程的态度

本工程投产后，将带动当地港口物流业发展，促进当地经济发展，当地政府对本工程建设持积极配合的态度。

11.2.3 社会风险及对策分析

本工程社会风险主要体现在施工期可能对航道所在海域渔业资源造成一定损失。为解决上述负面影响，采取的主要措施如下：

- (1) 以增殖放流、人工鱼礁建设及效果评估的方式进行生态补偿，补偿方案经论证后实施。
- (2) 提供更多的就业机会，并在就业招聘时，根据岗位具体情况优先考虑照顾失业渔民以及项目附近地区群众。

11.3 环境效益分析

本工程环境经济损失主要体现在施工期可能对航道所在海域海洋生物资源造成一定损失。为解决上述负面影响，采取的主要措施如下：以增殖放流、人工鱼礁建设及效果评估的方式进行生态补偿，补偿方案经论证后实施。

11.4 评价小结

本工程作为公用航道，航道等级的提升进一步完善了北海港铁山港区集疏运体系，推动了铁山港区大型散货泊位建设进度，具有较高的社会效益和经济效益。本工程的实施虽然会对所在海域带来一定不利影响，但在严格采取相应污染防治和生态保护修复措施后，对环境的影响总体上是可接受的。

第十二章 环境影响评价结论

12.1 工程概况

本工程位于北海市铁山湾内海域，航道起自铁山港西港区啄罗作业区末端（B1点），与北海港铁山港 20 万吨级航道工程（外海至啄罗作业区）相接，向北延伸经铁山湾进港航道（B1CD 段）、北暮外航道（DE 段）、石头埠航道（EF1 段），终点至铁山港西港区石头埠作业区 23 号泊位（F1 点）。拟建航道在现有 10 万吨级单向航道（铁山港区航道疏浚二期扩建工程、铁山港区航道三期工程）基础上拓宽浚深，按照满足 20 万吨级散货船满载单向通航要求建设（乘潮历时 7h，乘潮水位 2.55m，乘潮保证率 90%），航道全长 15.154km、设计宽度 210~235m、设计底高程-18.50m（B1CD 段）/-18.30m（DEF1 段）。

本工程主要建设内容包括航道疏浚工程、导助航和数字化工程、北海港域公共航道管养基地等。疏浚总量 2495.26 万 m³，疏浚物处置方式包括疏浚物（海砂）海上接驳交割拍卖、艏吹上岸、外抛；迁移灯浮标 20 座、新增灯浮标 1 座；管养基地拟建 3 个 1000 吨级工作船泊位，为工作船提供靠泊服务、为人员提供物资补给。

本工程总投资 27.0 亿元，环保投资 3791.28 万元，占总投资的 1.40%；建设期 3 年（含试运营期 1 年）。

12.2 环境可行性分析结论

本工程属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》鼓励类项目，建设规模符合《北部湾港总体规划（2035 年）》等相关规划。

本工程建设内容符合《广西壮族自治区国土空间规划（2021-2035 年）》《北海市国土空间总体规划（2021-2035 年）》《广西壮族自治区海洋主体功能区规划》等空间规划、功能区划、环境保护规划及生态环境分区管控要求，具备环境可行性。

12.3 环境质量现状调查与评价结论

12.3.1 海域环境

(1) 海水水质评价结果

调查海区海水水质状况总体良好，除秋季 E1、E8 站位无机氮存在超标外，其余调查因子均满足相应环境功能区划海水水质标准要求。超标原因主要与陆源污水排放、养殖等人类活动有关。

(2) 沉积物评价结果

2023 年 11 月 9 个监测点位 (E1、E2、E4、E7、E8、E9、E11、E12、E18) 及 2025 年 5 月 10 个监测点位 (2#、4#、7#、9#、10#、13#、14#、15#、19#、20#) 的监测结果显示，两次监测各监测点位的有机碳、石油类、硫化物、铜、铅、锌、镉、砷、汞在调查海区的标准评价指数都小于 1，未超出《海洋沉积物质量》(GB18668-2002) 中相应标准，调查海区沉积物中各评价因子的含量均不高，符合海洋功能区划对沉积物质量的管理要求，海域海洋沉积物质量良好。

(3) 海洋生态调查结果

叶绿素 a：秋季调查海区叶绿素 a 含量范围是 (1.71~11) $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 5.14 $\mu\text{g/L}$ ；春季调查海区叶绿素 a 含量范围是 (1.2~4.3) $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 2.9 $\mu\text{g/L}$ ；海域初级生产力浓度范围为 43~563 毫克•有机碳/(平方米•日)，年均值为 273 毫克•有机碳/(平方米•日)。初级生产力呈现区域性高峰的特点，高值区分布在铁山港西南部，低值区在营盘镇和彬定村附近海域。

浮游植物：2023 年 11 月 (秋季) 共鉴定出浮游植物 4 门 85 种。其中，硅藻种类数最多，为 67 种，占总种类数的 78.82%；甲藻 16 种，占 18.82%；裸藻 2 种，占 2.35%。13 个站位浮游植物的细胞密度介于 $(15.33\sim2065.10) \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ 之间，平均密度为 $520.83 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ 。2025 年 5 月 (春季) 共鉴定出浮游植物 2 门 50 种。其中，硅藻种类数最多，为 49 种，占总种类数的 98.0%；甲藻 1 种，占 2.0%。12 个站位浮游植物的细胞密度介于 $(40\sim22170) \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ 之间，平均密度为 $2790 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ 。2025 年春季优势种有 3 种，优势度由大到小分别为中肋骨条藻、旋链角毛藻和洛氏角毛藻。2025 年春季浮游植物丰富度指数在 0.85~2.46 之间，平均为 1.71；均匀度指数在 0.35~0.76 之间，平均为 0.55；多样性指数在 1.22~3.00 之间，平均为 2.19。多样性

指数在 2#站位出现最低值，主要由于中肋骨条藻细胞丰度较高，密度占比相对于其他种类过高造成的。从空间分布上看，铁山港的浮游植物多样性指数从内湾到外湾呈现逐渐降低的变化趋势。

浮游动物：2023 年 11 月秋季调查海域各站位共鉴定出浮游动物 8 类群 35 种。其中，浮游幼体最多，有 15 种。13 个站位浮游动物密度范围为 (109.19~451.5) ind./m³，平均密度为 267.48ind./m³。2025 年 5 月春季调查海区鉴定出大型浮游动物 16 大类 87 种（含浮游幼虫）。其中，种类数最多的是水螅水母类，共 20 种，2025 年 5 月春季调查海区鉴定出中小型浮游动物 14 大类 98 种（含浮游幼虫）。其中，种类数最多的是桡足类，共 32 种。2025 年春季调查海区大型浮游动物丰度在 120.41~2360.80 个/m³ 之间，平均值为 779.72 个/m³。最高的是 9#站位，主要是由于短尾类溞状幼虫的丰度较高。最低的是 16#站位。大型浮游动物湿重生物量在 20.16~235.38 mg/m³ 之间，平均值为 92.70 mg/m³。空间分布上呈现湾内低于湾外的趋势。生物量最低的是 16#，最高的是 20#站位。2025 年春季调查海区中小型浮游动物丰度在 9186.78~147777.74 个/m³ 之间，平均值为 37966.36 个/m³。丰度的空间分布呈现湾外高于湾内的趋势。2025 年春季大型浮游动物共出现 3 种优势种。分别为短尾类溞状幼虫、中型莹虾和长尾类糠虾幼虫。中小型浮游动物优势种 7 种，依次为强额拟哲水蚤、短尾类溞状幼虫、蔓足类无节幼虫、红小毛猛水蚤、简长腹剑水蚤、长尾类溞状幼虫和双壳类壳顶幼虫。2025 年春季大型浮游动物各站位的丰富度指数在 2.58~5.83 之间，平均为 3.88；均匀度指数在 0.27~0.79 之间，平均为 0.51；多样性指数在 1.24~3.52 之间，平均为 2.33，生境质量等级为一般。中小型浮游动物丰富度指数在 2.39~4.52 之间，平均为 3.23；均匀度指数在 0.45~0.72 之间，平均为 0.59；多样性指数在 2.17~3.84 之间，平均为 3.00，详见表 2.3-4。从浮游动物角度评价而言，调查海区夏季的生境质量等级为优良。

底栖动物：2023 年 11 月秋季共鉴定出大型底栖生物 8 门 35 种，其中多毛类和节肢动物均为 11 种，各占总种类数的 31.43%；软体动物 7 种，占总种类数的 20.00%；棘皮动物为 2 种，占总种类数的 5.71%；脊索动物、刺胞细胞、星虫动物、螠虫动物各为 1 种，占 2.86%。各站底栖动物密度分布范围为 4~40 个/m²，平均为 33.75 个/m²。生物量分布范围为 0.2 ~157.54g/m²，平均为 16.99g/m²。2025 年 5 月春季共鉴定出大型底栖生物 8 门 84 种，其中环节动物门 45 种，占总种类数的 53.57%；节肢动物门 21 种，占比为 25.00%；棘皮动物门 6 种，占比为 7.14%；软体动物门 5 种，占比为 5.95%；其他类动物（包括刺胞动物门、纽形动物门、帚虫动物门和脊索动物门）共 7 种，占比为 8.33%。各站底栖动物密度分布范围为 43.33~456.67 个/m²，平均为 145.83 个

/m²。生物量分布范围为 1.33~436.83g/m²，平均为 55.76g/m²。2025 年春季调查海区共发现大型底栖生物优势种 ($Y>0.02$) 2 种，分别为节肢动物门的豆形短眼蟹和棘皮动物门的滩栖阳遂足。2025 年春季调查海区大型底栖生物丰富度指数 d 在 1.34~4.87 之间，平均为 2.44；均匀度指数 J' 在 0.47 ~0.98 之间，平均为 0.77；多样性指数 H' 在 1.15~3.38 之间，平均为 2.70，调查海区生境质量等级为“一般”。

潮间带动物：2023 年 11 月秋季共鉴定出潮间带生物 5 门 36 种，其中软体动物种类最多，为 15 种，占总种类数的 41.67%；潮间带生物平均栖息密度为 23.21ind./m²，平均生物量为 18.23g/m²。2025 年 5 月春季共鉴定出潮间带生物 6 门 116 种，其中软体动物门 58 种最多，占总种类数的 50.00%；潮间带生物平均栖息密度为 136ind./m²，平均生物量为 62.06g/m²。2025 年春季调查海区潮间带生物优势种 ($Y>0.02$) 包括环节动物门的持真节虫、丝异须虫和节肢动物门的短指和尚蟹共 3 种。2025 年春季调查海区潮间带生物丰富度指数 d 按断面分布范围在 2.78~5.91 之间，平均值为 4.74；均匀度指数 J' 按断面分布范围在 0.59~0.89 之间，平均值为 0.76；多样性指数 H' 按断面分布范围在 2.96~4.15 之间，平均值为 3.40，调查海区生境质量等级为“优良”。

（4）生物体质量

根据监测结果显示，检测到贝类站位满足《海洋生物质量》(GB18421-2001) 中三类标准，其余各站位监测因子均满足《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，石油烃也满足《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》(第三分册) 中规定的生物质量标准。

（5）渔业资源调查结果

2023 年 11 月秋季采集到 3 种鱼卵，未采集到仔稚鱼。有 6 个站位采获到鱼卵，密度范围为 (0.505~5) 个/m³，平均密度为 2.63 个/m³。共捕获鱼类 62 种，其中鱼类 39 种，虾类 8 种，蟹类 6 种，头足类 5 种，口足类 4 种。2025 年 5 月春季垂直拖网采集到的鱼卵共 37 粒，仔稚鱼共 8 尾，分属于 3 目 8 科 17 种。其中鲱形目 1 科 5 种，占总种数的 35.29%；鲈形目 6 科 10 种，占总种数的 58.82%；鲻形目 1 科 1 种占总种数的 5.88%。鲱形目鱼卵 10 粒，占总个数的 22.22%；鲈形目鱼卵 9 粒和仔稚鱼 8 尾共 17 粒（尾），占总个数的 37.78%；鲻形目鱼卵 18 粒，占总个数的 40.00%。鱼卵密度变化范围在 0.00~3.31 粒/立方米之间，海域平均鱼卵密度为 1.30 粒/立方米。仔稚鱼密度变化范围在 0.00~1.10 尾/立方米之间，海域平均仔稚鱼密度为 0.32 尾/立方米。水平拖网采集到的鱼卵共 17496 粒，仔稚鱼共 317 尾，分属于 6 目 16 科 32 种。鱼卵密度变化范

围在 0.3162~11.3551 粒/m³之间，海域平均鱼卵密度为 4.0825 粒/m³。共捕获渔获物 17255 尾，182.65 千克；主渔获物涵盖了鱼类、甲壳类（虾类、蟹类、虾蛄）、头足类，共 3 个大类群。捕获的渔业资源生物 116 种，隶属 3 门 3 纲 14 目 52 科 87 属，其中鱼类 9 目 34 科 52 属 67 种，占 57.76%；虾类 6 科 11 属 20 种，占 17.24%；蟹类 8 科 13 属 18 种，占 15.52%；虾蛄类 1 科 6 属 6 种，占 5.17%；头足类 3 目 3 科 5 种，占 4.31%。渔业资源调查站位的平均个体渔获率为 1437.9 ind./h，范围为 86.0 ~ 3155.0 ind./h；平均重量渔获率为 15.22 kg/h，范围为 1.74 ~ 25.59 kg/h。

12.3.2 声环境

本工程航道管养基地选址区声环境质量能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）3类标准要求。

12.3.3 大气环境

2024 年北海市二氧化硫、二氧化氮的年均浓度、一氧化碳日均 95% 百分位数浓度、臭氧日最大 8 小时 90% 百分位数浓度、可吸入颗粒物（PM₁₀）和细颗粒物（PM_{2.5}）年均浓度达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。

12.4 施工期环境影响评价结论

（1）水环境影响评价

本工程的建设对周边海域的水动力条件、冲淤环境变化影响较轻微，主要局限于施工范围所在海域。航道施工产生的大于 10mg/L 悬浮泥沙总包络面积为 24.32km²，其中 10~20mg/L 悬浮泥沙包络面积为 5.79km²，20~50mg/L 悬浮泥沙包络面积为 5.89km²，50~100mg/L 悬浮泥沙包络面积为 2.48km²，100~150mg/L 悬浮泥沙包络面积为 1.26km²，大于 150mg/L 悬浮泥沙总包络面积为 8.89km²。自航道疏浚范围边界起算，大于 10mg/L 增量浓度悬浮泥沙扩散范围向西北最大扩散距离约 2.10km，向南最大扩散距离约 3.21km。管养基地施工产生的大于 10mg/L 悬浮泥沙总包络面积为 0.23km²，其中 10~20mg/L 悬浮泥沙包络面积为 0.06km²，20~50mg/L 悬浮泥沙包络面积为 0.05km²，50~100mg/L 悬浮泥沙包络面积为 0.03km²，100~150mg/L 悬浮泥沙包络面积为 0.01km²，大于 150mg/L 悬浮泥沙总包络面积为 0.07km²。自港池疏浚范围边界起算，大于 10mg/L 增量浓度悬浮泥沙扩散范围向边界外侧最大扩散距离约 190m。艏

吹溢流施工产生的大于 10mg/L 悬浮泥沙总包络面积为 0.036km²，其中 10~20mg/L 悬浮泥沙包络面积为 0.016km²，20~50mg/L 悬浮泥沙包络面积为 0.019km²，大于 50mg/L 悬浮泥沙总包络面积为 0.002km²，大于 10mg/L 增量浓度悬浮泥沙扩散范围向东南最大扩散距离约 0.30km。海上转运溢流施工产生的大于 10mg/L 悬浮泥沙总包络面积为 0.18km²，其中 10~20mg/L 悬浮泥沙包络面积为 0.15km²，20~50mg/L 悬浮泥沙包络面积为 0.03km²，大于 10mg/L 增量浓度悬浮泥沙扩散范围向东北最大扩散距离约 0.60km。随着施工作业结束，悬浮泥沙影响也随之结束。随着施工作业结束，其影响也随之结束。施工期各类污水在采取相应环保措施后，对区域水环境质量不会产生明显影响。

（2）海洋生态环境影响

本工程施工期产生的生态环境影响主要为工程施工直接占用海域对底栖生物的影响以及施工造成的悬浮泥沙骤增对底栖生物、鱼卵、仔鱼、游泳生物等的影响，在严格落实各项海洋生态环境保护及补偿修复措施后，工程建设及运营对区域海洋生态环境不会产生显著不利影响。

（3）环境空气影响

施工期大气污染物主要来自于施工船舶、施工机械排放的尾气污染物，以及配套管养基地建设期间材料运输及施工现场产生的扬尘，在采取必要环保对策措施情况下，对周围大气环境影响较小，可以为环境所接受。

（4）声环境影响

施工期噪声源于施工船舶、施工机械和运输车辆，拟建航道和配套管养基距离周边声环境敏感点较远，施工噪声不会对周围环境造成明显不利影响。同时，通过加强施工作业管理，严格控制施工时间，待施工结束后，上述影响随即消失。

（5）固体废物影响

施工期的固体废物排放是暂时的，通过积极有效的施工管理措施，施工期固体废物不会对环境造成不利影响。

（6）通航安全影响

施工期各类施工船舶可能会与过往船舶发生碰撞等水上交通安全事故，根据工程现场情况制定详细可行的通航安全保障方案和通航安全维护方案，严格按照批准的通

航安全保障方案内容进行施工，施工过程对通航安全影响是可控的。

（7）环境敏感区

拟建航道、管养基地等建设产生的增量浓度大于 10mg/L 的悬浮泥沙未进入工程周边各类自然保护区、红树林、海草床和幼鲎栖息地等环境敏感区；航道建成后，工程周边红树林、海草床和幼鲎栖息地等环境敏感区的流场条件、冲淤环境未发生明显变化，流速减小幅度小于 0.04m/s 、年冲淤量的变化幅度小于 0.02m/a 。

12.5 运营期环境评价结论

（1）水环境影响

本工程为公用航道工程，运营期本身不进行生产活动，航行船舶产生的船舶污水严格按照“联单制度”由有资质单位进行接收、转运及处置，不对外环境排放，不会对周围水环境产生影响。管养基地工作船生活污水和机舱油污水由码头接收后，由建设单位委托船舶污染物接收单位，按照船舶污染物监管“联单制度”，对码头接收的船舶污水进行转运处置，或者由船方自行直接委托船舶污染物接收单位进行接收处置。管养基地工作人员生活污水经化粪池预处理后进入调节池，采用槽车定期清抽送至铁山港区生活污水处理厂；具备接管条件后通过市政污水管网输送至铁山港区生活污水处理厂进一步处理，出水水质执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准。各类污水均经集中收集后处置，不会对周围水环境产生不利影响。

（2）环境空气影响

航道在其运行期间，本身不排放任何污染物，不会对环境产生不利影响；间接影响为航道内过往船舶产生的船舶废气，属线性无组织排放源，主要污染因子为 SO_2 、 NO_x 等，由于废气排放量较少且航道位于开阔海域，对区域环境空气质量影响较小。

航道管养基地码头前沿设置船舶岸电装置，为靠泊工作船提供辅助动力，船舶辅机停止运转，避免了船舶辅机废气的产生；管养基地内装卸车辆数量较少，尾气排放量较小，对周围大气环境影响轻微。

（3）声环境影响

运营期噪声污染源主要为航道航行船舶和管养基地停靠船舶、车辆的交通噪声，工程距离声环境敏感目标较远，且噪声发生都是短时的，不会产生明显影响。

（4）海洋生态环境影响

运营期对生态环境产生影响主要为事故状态下的船舶燃料油泄漏、船舶污水非正常排放等的影响，可通过风险防范措施最大限度地控制。

（5）固体废物影响

本工程在落实固体废物处置措施，妥善处置各类固体废物，真正做到固废减量化、无害化和资源化的前提下，固体废弃物不会对周围环境造成明显影响。

12.6 环境风险事故评价结论

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）、《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018），本工程海域环境风险评价等级判定为一级。施工期及运营期可能存在的环境风险事故主要为船舶碰撞造成的溢油事故。本工程水上溢油事故风险水平处在中风险区，施工期最大可信事故溢油量 700 吨，可能最大事故溢油量 70 吨。运营期最大可信事故溢油量为 8500 吨，可能最大水上事故溢油量为 1200 吨。

在选定的典型溢油情境下，可能受到溢油事故影响的敏感点及到达各保护目标的时间为：1 小时后到达中华白海豚及印太江豚活动水域，3 小时后到达广西山口红树林生态国家级自然保护区、生态保护红线、养殖区，4 小时后到达神华电厂取水口，6 小时后到达铁山湾合浦海草床、广西合浦铁山港东岸红树林自治区重要湿地、红树林分布区、广西合浦儒艮国家级自然保护区、合浦儒艮重要湿地生态保护红线、广西合浦儒艮自治区重要湿地，7 小时后到达广投北海电厂取水口，12 小时后到达北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区（实验区），14 小时后到达幼鲎栖息地，25 小时后到达广东湛江红树林国家级自然保护区，40 小时后到达湛江遂溪中国鲎地方级自然保护区，43 小时后到达龙头沙人工鱼礁区。由于风速、风向等自然条件在实际情况下经常发生变化，因此溢油事故发生后，除典型溢油情景预测模拟下受到溢油污染的敏感目标外，工程附近海域内其他敏感目标也存在一定受到污染的风险。

本工程通航水域一旦发生较大规模溢油事故，将会对区域海洋环境资源造成严重污染和破坏。本工程建设过程中，必须提高防范意识，制定突发环境事件应急预案，定期开展应急培训和应急演练，提高突发环境风险事故的应急处置能力。在认真落实

报告书提出的各项风险防范与应急措施，最大限度的降低风险事故发生概率和减轻风险事故污染损害后果前提下，工程建设的环境风险是可以接受的。

12.7 环境保护措施

施工期采用先进施工工艺，合理选择施工设备和施工方法，合理安排施工计划，强化疏浚、疏浚物外抛、艏吹区艏吹作业、疏浚砂土海上转运等环节的环境管理；临近重要环境敏感区航段疏浚施工布设防污帘；临近幼鲎栖息地航段涉水施工避开鲎产卵高峰期（6-7月）；疏浚物外抛至指定抛泥区；落实中华白海豚、印太江豚等安全防护措施；加强施工船舶污染物、施工场地污染物接收转运处置管理和船舶污染海洋环境风险防控；加强施工期海洋环境跟踪监测，委托具备专业能力的环保技术单位开展施工期环境管理，并采取增殖放流、人工鱼礁建设及效果评估的方式进行生态补偿。

运营期做好航道溢油风险防范和应急保障；通航船舶严格按照自治区“联单制度”要求，将船舶污染物委托接收单位接收、转运和处置；维护性疏浚采取严格的悬浮泥沙扩散措施；航道管养基地配套设置船舶岸电设施、船舶污染物接收设施、生活污水预处理设施。

在采取上述措施后，可以将本工程施工期及运营期的环境影响降到最低。

12.8 环境影响经济损益分析

本工程作为公用航道，航道等级的提升进一步完善了北海港铁山港区集疏运体系，推动了铁山港区大型散货泊位建设进度，具有较高的社会效益和经济效益。本工程的实施虽然会对所在海域带来一定不利影响，但在严格采取相应污染防治和生态保护修复措施后，对环境的影响总体上是可接受的。

12.9 环境管理与监测计划

建设单位应设置环境管理机构和专职环境管理人员，负责监督和管理本工程各项环境保护措施的落实，并接受环境保护行政主管部门的监督。通过环境管理与环境监测计划的实施，有助于本工程环境保护工作规范化，促进各项环保措施有效落实。

12.10 综合评价结论

本工程位于北海市铁山湾内海域，航道起自铁山港西港区啄罗作业区末端（B1点），与北海港铁山港 20 万吨级航道工程（外海至啄罗作业区）相接，向北延伸经铁山湾进港航道（B1CD 段）、北暮外航道（DE 段）、石头埠航道（EF1 段），终点至铁山港西港区石头埠作业区 23 号泊位（F1 点）。拟建航道在现有 10 万吨级单向航道（铁山港区航道疏浚二期扩建工程、铁山港区航道三期工程）基础上拓宽浚深，按照满足 20 万吨级散货船满载单向通航要求建设，航道全长 15.154km、设计宽度 210~235m、设计底高程-18.50m（B1CD 段）/-18.30m（DEF1 段）。建设内容主要包括疏浚工程、导助航和数字化工程（迁移灯浮标 20 座、新增灯浮标 1 座）、北海港域公共航道管养基地（拟建 3 个 1000 吨级工作船泊位，为工作船提供靠泊服务、为人员提供物资补给）等。工程总投资 27.0 亿元，建设期 3 年（含试运营期 1 年）。

本工程建设规模符合《北部湾港总体规划（2035 年）》等相关规划，建设内容符合《广西壮族自治区国土空间规划（2021-2035 年）》《北海市国土空间总体规划（2021-2035 年）》《广西壮族自治区海洋主体功能区规划》等空间规划、功能区划、环境保护规划及生态环境分区管控要求。

本工程实施对环境影响主要包括：航道疏浚及疏浚物处置、配套航道管养基地的码头构筑物建设及港池疏浚对海水水质、海洋水文动力条件、地形地貌和冲淤环境、海洋生态环境和渔业资源的影响，对红树林分布区、海草床分布区、幼鲎栖息地等环境敏感区的影响；施工船舶机械、运营期航行船舶及航道管养基地运营产生的废水、废气、噪声、固废对海域环境的影响；可能发生的船舶溢油环境风险事故对海洋环境的污染。为此《报告书》提出加强施工期环境管理，强化疏浚、构筑物建设、疏浚物处置等环节悬浮泥沙防控，临近重要环境敏感区航段施工船舶外围、疏浚海砂海上接驳交割区以及海砂船吹上岸围堰溢流口布设防污帘，临近幼鲎栖息地航段涉水施工避开鲎产卵高峰期（6-7 月）；落实中华白海豚、印太江豚等安全防护措施；加强船舶污染物接收转运处置管理和船舶污染海洋环境风险防控，并采取增殖放流、人工鱼礁建设、相关科研等生态补偿措施修复受损渔业资源和生态环境。运营期通航船舶严格按照“联单制度”要求，将船舶污染物委托船舶污染物接收单位接收、转运和处置；管养基地配套建设生活污水预处理设施、岸电设施、靠泊船舶污染物接收设施；制定突发环境事件应急预案，定期开展事故风险应急演练等。

尽管本工程施工期和运营期将不可避免的产生一定量的废水、废气、噪声以及固体废弃物等污染物，同时也存在环境风险事故发生的可能，但在全面加强环境监管，严格执行环保“三同时”制度，认真落实报告书提出的各项污染防治、生态保护、风险防范、应急处置等措施的情况下，从环境保护角度认为本工程的建设是可行的。