



广西蓝迪环保科技有限公司

Guangxi LanDi Environmental Technology Co., Ltd.

广西液化天然气（LNG）三期扩建项目

海域使用论证报告书

（公示稿）

广西蓝迪环保科技有限公司

2021年10月

海域使用论证委托单位（项目前期业主）：北海市铁山港区海洋局

海域使用论证承担单位：广西蓝迪环保科技有限公司（签章）

海域使用论证单位法人代表：蓝锦琼

通讯地址：北海市北海大道与湖南路交汇处东南角金癸花园 C8-2 号

邮政编码：536000 电子邮箱：3050707830@qq.com

联系电话：18907797650

项目负责人：梅念蜀 工程师



论证报告书主要编写人员

姓名	从事专业	技术职称	负责章节	签名
李丽	工程管理	工程师	1 概述 3 项目所在海域概况 6 项目用海与海洋功能区划及 相关规划符合性分析 8 海域使用对策措施	
梅念蜀	环境工程	工程师	2 项目基本情况 4 项目用海资源环境影响分析 5 海域开发利用协调分析 7 项目用海合理性分析 9 结论与建议	

技术审查人：邢益柄



国家企业信用公示系统网址: <http://www.gsxt.gov.cn>

业务咨询电话: 18907797650

目 录

1 概述	1
1.1 论证工作来由	1
1.2 论证依据	3
1.2.1 法律法规	3
1.2.2 技术标准和规范	4
1.2.3 相关区划和规划	5
1.2.4 项目基础资料	6
1.3 论证工作等级和范围	6
1.3.1 论证工作等级	6
1.3.2 论证范围	8
1.4 论证重点	9
2 项目基本情况	10
2.1 项目建设内容	10
2.1.1 项目名称和性质	10
2.1.2 项目前期业主	10
2.1.3 项目地理位置	10
2.1.4 项目总体建设方案、规模、经济技术指标及总平布置	13
2.2 项目涉海工程平面布置和主要结构、尺度	19
2.2.1 项目用海总平面布置	19
2.2.2 项目海工工程主要结构和尺度	21
2.3 项目工艺方案	44
2.3.1 物料储运特性	44
2.3.2 项目整体生产工艺方案	45
2.3.3 码头装卸工艺	46
2.3.4 取排水工艺技术方案	47
2.4 项目主要施工工艺和方法	48
2.4.1 施工条件	48
2.4.2 施工方案	49
2.4.3 工程量及疏浚土处置	54
2.4.4 项目施工工期及施工计划进度	62
2.5 项目申请用海情况	62
2.6 项目申请用地情况	69
2.7 项目用海必要性	69
2.7.1 项目建设的必要性	69

2.7.2 项目用海的必要性	72
3 项目所在海域概况	77
3.1 自然环境概况	77
3.1.1 自然条件概况	77
3.1.2 地质地貌及工程泥沙	83
3.1.3 海洋自然灾害	93
3.2 海洋生态环境概况	94
3.2.1 海水水质环境现状调查与评价	95
3.2.2 海洋沉积物环境质量现状调查与评价	100
3.2.3 海洋生态现状调查与评价	102
3.3 疏浚物分类评价	122
3.3.1 疏浚质量调查	122
3.3.2 疏浚物分类评价	123
3.4 自然资源概况	123
3.4.1 岸线资源	123
3.4.2 岛礁资源	124
3.4.3 滩涂资源	124
3.4.4 港口及航道资源	124
3.4.5 海洋矿产资源	125
3.4.6 渔业资源	125
3.4.7 红树林资源	126
3.4.8 海草资源	127
3.5 海域开发利用现状及权属现状	127
3.5.1 社会经济概况	128
3.5.2 海域开发利用现状	131
3.5.3 海域用海权属状况	142
4 项目用海环项目用海资源环境影响分析	145
4.1 项目用海环境影响分析	145
4.1.1 项目用海对水文动力环境的影响分析	145
4.1.2 施工期悬浮物扩散影响分析	165
4.1.3 营运期冷排水及余氯对海域水质环境的影响预测	171
4.1.4 对铁山港湾纳潮量的影响分析	180
4.1.4 冲淤环境影响分析	181
4.2 项目用海生态影响分析	183
4.2.1 对滨海湿地生态服务功能影响分析	183

4.2.2 项目施工期对海洋生态环境影响分析	183
4.2.3 项目营运期对海洋生态环境影响分析	185
4.3 项目用海资源影响分析	194
4.3.1 渔业资源的损耗分析	194
4.3.2 项目建设对其他资源的损耗分析	200
4.4 项目用海风险分析	201
4.4.1 用海风险识别	201
4.4.2 LNG 泄漏风险分析	203
4.4.3 火灾爆炸风险分析	205
4.4.4 船舶溢油风险分析	210
4.4.5 自然灾害风险分析	221
4.4.5 自然灾害	222
5 海域开发利用协调分析	224
5.1 项目用海对海域开发活动的影响	224
5.1.1 对广西液化天然气（LNG）项目一期工程的影响分析	224
5.1.2 对铁山港区利华物流配送中心项目的影响分析	226
5.1.3 对铁山港十八号路一期工程的影响分析	226
5.1.4 对周边航道通航环境的影响分析	227
5.1.5 对周边海域海水养殖环境的影响分析	227
5.1.6 项目用海对航标影响分析	228
5.1.7 项目用海对其它用海项目影响分析	228
5.1.8 对北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级种质资源保护区的影响分析	229
5.1.9 儒艮国家级自然保护区、山口红树林生态自然保护区影响分析	229
5.1.10 对中华白海豚的影响分析	230
5.1.1 对铁山港湾海草床的影响分析	232
5.2 利益相关者界定	233
5.3 利益相关者协调分析	235
5.3.1 与国家石油天然气管网集团有限公司的协调分析	235
5.3.2 与北海市路港建设投资开发有限公司的协调分析	237
5.3.3 与1号港池养殖户的协调分析	238
5.3.4 与航标管理机构的协调分析	238
5.3.4 与铁山港10万吨级航道主管部门与海事部门的协调分析	239
5.3.6 与周边其他项目用海的协调分析	240
5.3.7 与倾倒区主管部门的协调分析	241
5.4 项目用海对国防安全和国家海洋权益的影响分析	241

6 项目用海与海洋功能区划及相关规划的符合性分析	242
6.1 项目用海与海洋功能区划符合性分析	242
6.1.1 项目所在海域及其周边海洋功能区	242
6.1.2 项目建设对功能区的影响分析	246
6.1.3 项目用海与功能区划符合性分析	247
6.2 项目用海与相关规划符合性分析	248
6.2.1 与《广西海洋生态红线划定方案》符合性分析	248
6.2.2 与《北海市城市总体规划(2013-2030)》的符合性分析	249
6.2.3 与《广西北部湾港总体规划修编》的符合性分析	250
6.2.4 与《北海港总体规划(2019~2035年)》的符合性分析	252
6.2.5 与《北海港铁山港西港区总体规划(2017-2035年)》的符合性分析 ..	254
6.2.6 与《北海市铁山港区养殖水域滩涂规划(2018-2030)》的符合性分析 ..	256
6.2.7 与《北海市南珠养殖用海规划方案(2017-2030年)》的符合性分析 ..	257
7 项目用海合理性分析	258
7.1 项目选址合理性分析	258
7.1.1 符合海洋功能区划及相关规划	258
7.1.2 项目选址与自然条件适宜性分析	258
7.1.3 项目选址与生态环境适宜性分析	259
7.1.4 项目选址与周边用海活动适宜性分析	260
7.1.5 项目选址与所在区域社会条件适宜性分析	263
7.2 用海方式和平面布置合理性分析	265
7.2.1 用海方式合理性分析	265
7.2.2 项目平面布置合理性分析	267
7.3 用海面积合理性分析	271
7.3.1 用海面积合理性分析	271
7.3.2 宗海图绘制	273
7.3.3 项目用海面积量算	273
7.4 用海期限合理性分析	274
8 项目生态用海分析	276
8.1 项目用海与海洋生态文明建设实施方案的符合性分析	276
8.2 项目主要生态问题	277
8.3 项目海洋生态补偿	278
8.3.1 项目海洋生态保护补偿	278
8.3.2 项目海洋生态损害补偿方案	278
8.4 项目生态用海对策措施	280

9 海域使用对策措施	281
9.1 区划实施对策措施	281
9.2 开发协调对策措施	281
9.2.1 与广西 LNG 一期工程协调措施	281
9.2.2 通航安全协调措施	282
9.2.3 对周边养殖的协调措施	282
9.2.4 对倾倒区的协调措施	282
9.3 风险防范对策措施	283
9.3.1 自然灾害风险防范措施	283
9.3.2 施工安全风险防范措施	284
9.3.3 溢油事故风险防范措施	285
9.3.4 环境敏感区域防控措施	286
9.3.5 通航安全防范措施	286
9.4 监督管理对策措施	288
9.4.1 海域使用面积、用途的监控	288
9.4.2 海域使用过程中的监督管理对策措施	289
9.4.3 环境影响跟踪监测管理措施	289
9.4.4 环境保护措施	290
9.4.5 生态保护措施	291
9.4.6 通航安全监控	292
10 结论与建议	294
10.1 结论	294
10.1.1 项目用海基本情况	294
10.1.2 项目用海必要性结论	295
10.1.3 项目用海资源环境影响分析结论	295
10.1.4 海域开发利用协调分析结论	297
10.1.5 项目用海与海洋功能区划及相关规划符合性分析结论	297
10.1.6 项目用海合理性分析结论	298
10.1.7 项目用海可行性结论	298
10.2 建议	299
一、资料来源说明	299
二、现场勘查记录	301
三、相关附件	302
附件 1 论证委托书	302
附件 2 海域论证报告技术审查意见	303

1 概述

1.1 论证工作来由

我国面临经济发展和环境保护的双重压力，一方面经济持续高速发展，另一方面环境却不断恶化；我国又是世界上最大的煤炭生产国和消费国，燃煤已成为我国大气污染的主要来源，大面积推广清洁燃料已成为我国的当务之急。天然气具有燃烧清洁的特性，燃烧排放的二氧化碳比煤少 40%，比石油少 25%，有利于环境保护；同时资源丰富，分布广泛，价格亦相对低廉。

我国天然气行业迅速发展，天然气消费持续快速增长，在国家能源体系中重要性不断提高，而储气基础设施建设滞后、储备能力不足等问题凸显，成为制约天然气安全稳定供应和行业健康发展的突出短板。2020 年 4 月 10 日，国家发展改革委、财政部、自然资源部等联合印发《关于加快推进天然气储备能力建设的实施意见》（发改价格〔2020〕567 号），要求加快储气基础设施建设，进一步提升储备能力，为贯彻落实《关于加快推进天然气储备能力建设的实施意见》（发改价格〔2020〕567 号），广西发改委下发了《加快推进广西天然气储备能力建设实施方案》（桂发改油气〔2020〕718 号），要求加快推进储气设施和配套管网建设，形成不低于 3 天日均消费量的地方政府储气能力和不低于年用气量 5% 的城镇燃气企业储气能力。

广西现有广西液化天然气（LNG）项目（下称“广西 LNG 一期工程”）于 2016 年投产，建成 1 个 26.6 万方 LNG 泊位（码头结构兼顾 8~26.6 万 m³LNG 船）、1 个工作船码头及相应的配套设施，4 个 16 万方 LNG 储罐，LNG 接收能力 600 万吨/年，投资 75 亿元。2018 年中国石化启动了广西液化天然气（LNG）项目二期工程核准及建设工作，项目二期工程于 2018 年取得广西壮族自治区发展和改革委员会核准批复（桂发改能源〔2018〕1461 号），同意中国石化在一期工程预留区域建设 2 座 20 万立方米 LNG 储罐及配套设施，建成后高压外输能力达到 3000 万立方米/日，项目总投资 19 亿元，目前项目二期工程尚未开工建设。2019 年 12 月，按照国家油气管网体制改革要求，国家石油天然气管网集团有限公司（以下简称：国家管网公司）正式成立，广西 LNG 接收站一期工程于 2020 年 10 月移交国家管网公司。在此背景下，为进一步拓展中国石化在桂天然气业务

发展需求，中国石化计划对广西液化天然气（LNG）项目进行三期扩建，由广西燃气集团有限公司负责建设实施。广西燃气集团有限公司由中国石油化工集团公司与广西投资集团有限公司共同出资成立，负责开展广西省级天然气管网和广西壮族自治区沿海 LNG 接收站及其他储气设施的建设及运营。

在广西壮族自治区发展和改革委员会的大力支持下，广西液化天然气（LNG）三期扩建项目作为重点项目已列入《加快推进广西天然气储备能力建设实施方案》（桂发改油气〔2020〕718 号），要求 2024 年底前建成，新增储气能力 5.5 亿立方米。

广西液化天然气（LNG）三期扩建项目位于广西北海市铁山港西港区啄罗作业区 1 号突堤，包括码头工程、接收站工程两部分，码头工程位于一期工程码头南面，利用预留 LNG 第二泊位建设 1 个 26.6 万 m^3 LNG 船的 LNG 泊位（码头结构兼顾 3~26.6 万 m^3 LNG 船）及相应的配套设施，建设规模为接卸 LNG600 万吨/年；接收站位于已建广西 LNG 一期工程接收站西侧陆域，主要功能是接卸由 LNG 远洋输送船运来的 LNG，在 LNG 储罐内储存，气化后的天然气通过输气管线送至用户，LNG 亦可从罐区直接装车运输至用户。广西液化天然气（LNG）三期扩建项目计划分为两个阶段进行建设，第一阶段建设 LNG 码头、4 台 22 万 LNG 储罐、气化设施、LNG 汽车装车、外输计量、辅助设施及公用工程等，新增设计能力 600 万吨/年，第一阶段计划于 2024 年底建成投产，2029 年达产。第二阶段考虑增加气化能力，根据市场情况进行实施。

广西液化天然气（LNG）三期扩建项目为新建工程，独立于已建广西 LNG 接收站一期工程（两者的业主不同）。三期扩建项目的建设有助于增加我国 LNG 物流通道，提高我国 LNG 清洁能源的消费比重，是响应国家节能减排号召、发展清洁能源的需要。

拟建项目部分占用海域，根据《中华人民共和国海域使用管理法》，使用海域必须对项目用海进行海域使用论证。受项目前期业主——北海市铁山港区海洋局委托，广西蓝迪环保科技有限公司承担该项目海域使用论证工作。根据《海域使用论证技术导则》要求，论证单位研究了该项目的相关技术文件，进行了现场踏勘和初步调研，同时委托了海洋环境现状调查，开展了资料收集、数据处理和分析论证工作，对项目建设使用海域的可行性和合理性进行了分析和论证，在此

基础上编制《广西液化天然气（LNG）三期扩建项目海域使用论证报告书》，报自治区海洋行政主管部门组织专家审查。

1.2 论证依据

1.2.1 法律法规

(1) 《中华人民共和国海域使用管理法》，中华人民共和国第九届全国人民代表大会常务委员会第二十四次会议于 2001 年 10 月 27 日通过，自 2002 年 1 月 1 日起施行；

(2) 《中华人民共和国海洋环境保护法》（2017 年修正），中华人民共和国第十二届全国人民代表大会常务委员会第三十次会议通过，2017 年 11 月 5 日起实施；

(3) 《中华人民共和国渔业法》（2013 年修正），中华人民共和国第十二届全国人民代表大会常务委员会第六次会议通过，2013 年 12 月 28 日起实施；

(4) 《中华人民共和国防治陆源污染物污染损害海洋环境管理条例》，国务院，自 1990 年 8 月 1 日施行；

(5) 《中华人民共和国防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》（2018 年修订），国务院令第 475 号，自 2006 年 11 月 1 日起施行，根据 2018 年 3 月 19 日《国务院关于修改和废止部分行政法规的决定》第二次修订；

(6) 《中华人民共和国防治海岸工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》（2017 年修订），国务院令第 507 号，自 2008 年 1 月 1 日起施行；根据 2017 年 3 月 1 日《国务院关于修改和废止部分行政法规的决定》第二次修订；

(7) 《中华人民共和国固体废弃物污染环境防治法》（2016 年修订），中华人民共和国第十届全国人民代表大会常务委员会第十三次会议于 2004 年 12 月 29 日修订通过，自 2005 年 4 月 1 日起施行；2016 年 11 月 7 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十四次会议修订通过；

(8) 《中华人民共和国水上水下作为和活动通航安全管理规定》（中华人民共和国交通运输部令 2021 年第 24 号），于 2021 年 8 月 25 日经第 22 次部务会议通过，自 2021 年 9 月 1 日起施行；

(9) 《中华人民共和国安全生产法》(2021年修正)，中华人民共和国第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十九次会议于2021年6月10日修订通过，自2021年9月1日起施行；

(10) 《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》，交海发[2007]165号，自2007年5月1日实施；

(11) 《关于印发〈海域使用论证管理规定〉的通知》，国家海洋局，国海发[2008]4号，自2008年3月1日施行；

(12) 《海域使用权管理规定》，国家海洋局，国海发[2006]27号，自2007年1月1日起施行；

(13) 《产业结构调整指导目录（2019年本）》（国家发展和改革委员会第21号令，2020年1月1日起施行）。

(14) 《广西壮族自治区海洋环境保护条例》，广西壮族自治区第十二届人民代表大会常务委员会于2013年11月28日第七次会议通过，自2014年2月1日起施行；

(15) 《广西壮族自治区海域使用管理条例》，广西壮族自治区第十二届人民代表大会常务委员会第二十次会议于2015年12月10日修订通过，自2016年3月1日起施行；

(16) 《广西海域使用权招标拍卖挂牌出让管理办法》，桂海渔规（2018）1号，2018年1月8日起实施。

(17) 国家自然资源部关于规范海域使用论证材料编制的通知，自然资规（2021）1号，实施日期2021年01月08日。

1.2.2 技术标准和规范

(1) 《海域使用论证技术导则》，国家海洋局，2010；

(2) 《海籍调查规范》(HY/T124-2009)；

(3) 《海域使用分类体系》(HY/T123-2009)；

(4) 《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T 19485-2014)；

(5) 《海洋监测规范》(GB17378-2007)；

(6) 《海洋调查规范》(GB12763-2007)；

(7) 《海水水质标准》(GB 3097-97)；

- (8) 《海洋沉积物质量》(GB 18668-2002)；
- (9) 《海洋生物质量》(GB 18421-2001)；
- (10) 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T 9110-2007)；
- (11) 《近岸海域环境监测技术规范》(HJ442-2020)；
- (12) 《海港总体设计规范》(JTS165-2013)；
- (13) 《液化天然气码头设计规范》(JTS165-5-2016)；
- (14) 《油气化工码头设计防火规范》(JTS158-2019)；
- (15) 液化天然气接收站工程设计规范(GB 51156-2015)；
- (16) 《码头结构设计规范》(JTS167-2018)。

1.2.3 相关区划和规划

- (1) 《广西壮族自治区海洋功能区划(2011-2020年)》；
- (2) 《广西北部湾经济区发展规划(2006-2020年)》(2014年修订)；
- (3) 《广西壮族自治区海洋功能区划(2011-2020年)》；
- (4) 《广西海洋生态红线划定方案》，2017年12月；
- (5) 《广西壮族自治区海洋环境保护规划(2016-2025)》，2017年8月30日；
- (6) 《广西北部湾港总体规划修编》，2017年6月；
- (7) 《北海市城市总体规划(2013-2030年)》，2016年3月；
- (8) 《北海港总体规划(2008~2025年)》，2012年；
- (9) 《北海港总体规划(2019~2035年)》(报批稿)，2020年
- (10) 《北海市海洋环境保护规划(2010-2020)》，2012年；
- (11) 《北海市土地利用总体规划(2006-2020年(2015年调整))》，2015年；
- (12) 《北海市养殖水域滩涂规划(2018—2030年)》，2019年；
- (13) 《北海市人民政府 关于印发北海市南珠养殖用海规划方案的通知》，2017；
- (14) 《北海港铁山港西港区总体规划(2017-2035年)》；
- (15) 《北海市铁山港区养殖水域滩涂规划(2018-2030)》，2019年；
- (16) 《北海市南珠养殖用海规划方案(2017-2030年)》；

(17) 《广西近岸海域环境功能区划调整方案》(桂政办发[2011]74号)。

1.2.4 项目基础资料

- (1) 《委托书》，广西燃气集团有限公司，2021年3月18日；
- (2) 《广西液化天然气(LNG)三期扩建项目配套码头工程潮流数学模型研究及泥沙回淤分析》，南京水利科学研究院，2021年4月；
- (3) 《广西燃气集团有限公司广西液化天然气(LNG)三期扩建项目接收站安全预评价报告》，河南油田工程咨询股份有限公司，2021年5月；
- (4) 《广西燃气集团有限公司广西液化天然气(LNG)三期扩建项目码头工程安全预评价报告》，北京中安质环技术评价中心有限公司，2021年5月；
- (5) 《广西液化天然气(LNG)三期扩建项目可行性研究报告》，中交第二航务工程勘察设计院有限公司，2021年7月；
- (6) 《广西LNG三期扩建工程场地地震安全性评价报告》，(广州震安科技有限公司，2021年7月；
- (7) 《广西液化天然气(LNG)三期扩建项目配套码头工程岩土工程勘察报告(可行性研究阶段勘察)》，中交第二航务工程勘察设计院有限公司，2021年7月；
- (8) 《广西液化天然气(LNG)三期扩建项目海洋环境现状资料汇编报告》，广西北部湾海洋研究中心，2021年7月；
- (9) 《广西液化天然气(LNG)三期扩建项目配套码头工程航道通航条件影响评价报告》，武汉理工大学，2021年8月；
- (10) 《海域使用勘测定界技术报告书》，广西比例尺测绘科技有限公司，2021年8月27日；
- (11) 建设单位提供的其他资料。

1.3 论证工作等级和范围

1.3.1 论证工作等级

本项目用海内容包括码头、港池、导流潜堤、接岸引桥、取排水口、内部专用航道和连接水域，根据《海域使用论证技术导则》和《海域使用分类体系》规定，本项目用海类型为工业用海中的其它工业用海及交通运输用海中的航道用海，

用海方式为围海中的港池、蓄水用海（编码 31）、构筑物用海中的透水构筑物用海（编码 23）、非透水构筑物用海（编码 21），其它方式中的取、排水口用海（55）以及开放式中的专用航道及其它开放式用海。项目申请用海总面积 141.3677hm²，其中围海用海面积 48.9453hm²，构筑物用海面积 6.7375hm²，其他用海方式用海面积 6.1148hm²，开放式用海面积 79.5701hm²，详见表 1.3-1。

表 1.3-1 本项目申请用海情况一览表

序号	用海方式		用海规模		备注
	一级	二级	长度 (m)	面积 (hm ²)	
1	围海用海	港池、蓄水等	/	2.8183	港池
			/	46.1270	回旋水域
			/	48.9453	
2	构筑物用海	其他透水构筑物	1127	4.1542	引桥
			438	1.2772	码头
		小计	1565	5.4314	
		非透水构筑物	180	1.3061	导流潜堤
		小计	1745	6.7375	
3	其他用海方式	工业取、排水口用海	/	4.0591	取水口
			/	2.0557	排水口
		小计		6.1148	
4	开放式用海	专用航道、锚地及其它开放式	/	47.0682	内部航道
			/	32.5019	连接水域
			小计	79.5701	
合计				141.3677	

根据《海域使用论证技术导则》论证等级评判方法，本项目海域使用论证工作等级判定方法见表 1.3-2。

表 1.3-2 海域使用论证等级判断表

一级用海方式	二级用海方式	用海规模	所在海域特征	论证等级
围海用海	港池用海	用海总面积<100hm ²	所有海域	三级
构筑物用海	其他透水 构筑物用海	构筑物总长度≥2000m; 用海总面积≥30hm ²	所有海域	一级
		构筑物总长度(400~2000)m, 用海总面积(10~30)hm ²	敏感海域	一级
	非透水 构筑物用海	构筑物总长度≤250m; 用海总 面积≤5hm ²	其他海域	二级
其他用海方式	工业取、排水 口用海	所有规模	所有海域	二级
开放式用海	专用航道、 锚地及其它 开放式	航道长度 < 10km	所有海域	二级

本项目港池申请用海面积 48.9453hm^2 ，小于 100hm^2 ，其论证工作等级为三级；其他透水构筑物长 1565m ，在 $(400\sim 2000)\text{ m}$ 之间，用海面积 5.4314hm^2 ，位于其他海域，其论证工作等级为二级；非透水构筑物长 180m ，小于 250m ，申请用海总面积 1.3061hm^2 ，小于 5hm^2 ，其论证工作等级为二级；项目 LNG 气化及冷能综合利用取、排水口为工业取排水口用海，其论证工作等级为二级；开放式用海，内部航道长度 1.90km ， $< 10\text{km}$ ，其论证工作等级为二级；按照“就高不就低”的原则，确定本项目用海论证工作等级为二级。

1.3.2 论证范围

按照《海域使用论证技术导则》要求，二级论证项目的论证范围应以项目用海外缘线为起点进行划定，向外扩展不小于 8km 。本项目论证范围以工程外边缘为界，向四周各外扩 8km ，论证海域面积共约 275km^2 。论证范围如图 1.3-1 中 A-B-C-D-E 及海岸线连线所示，论证范围坐标见表 1.3-3。

表 1.3-2 论证范围界址点坐标

界址点	经度	纬度
A	$109^\circ 27'3.6006''$	$21^\circ 27'36.2712''$
B	$109^\circ 27'3.8843''$	$21^\circ 21'14.4322''$
C	$109^\circ 37'39.2179''$	$21^\circ 21'17.7104''$
D	$109^\circ 37'38.6512''$	$21^\circ 31'9.8151''$
E	$109^\circ 33'7.9754''$	$21^\circ 31'4.5533''$

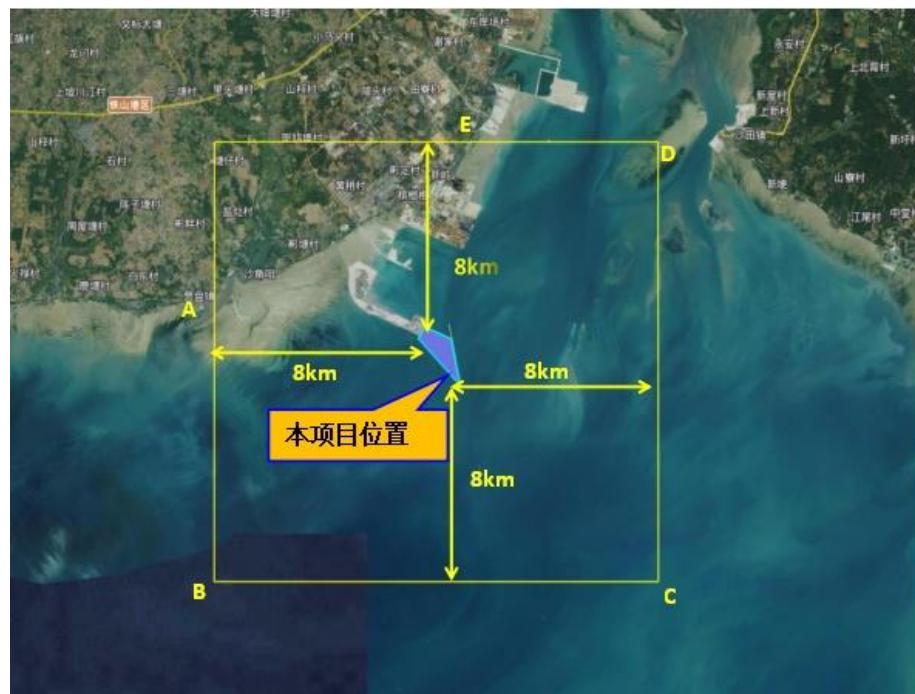


图 1.3-1 本项目海域使用论证范围图

1.4 论证重点

依据本项目的用海类型、用海方式和用海规模，结合海域资源环境现状，重点关注以下几个问题：

- (1) 项目用海必要性；
- (2) 项目选址合理性；
- (3) 项目用海平面布置方案和用海面积合理性；
- (4) 项目建设对资源环境的影响；
- (5) 海域开发利用协调分析；
- (6) 项目用海风险及对策措施。

2 项目基本情况

2.1 项目建设内容

2.1.1 项目名称和性质

项目名称：广西液化天然气（LNG）三期扩建项目。

项目性质：新建（独立于已建广西 LNG 接收站一期工程）。

2.1.2 项目前期业主

项目前期业主：北海市铁山港区海洋局。

2.1.3 项目地理位置

拟建项目位于广西北海市铁山港西港区啄罗作业区，利用广西铁山西港区规划预留 LNG 第二泊位和紧邻广西液化天然气（LNG）项目一期用地后方已填海陆域实施项目建设，地理位置北纬 $21^{\circ} 26' 47.970''$ 、东经 $109^{\circ} 32' 41.690''$ ，项目地理位置示意图如图 2.1-1 所示。



图 2.1-1 项目地理位置示意图（一）

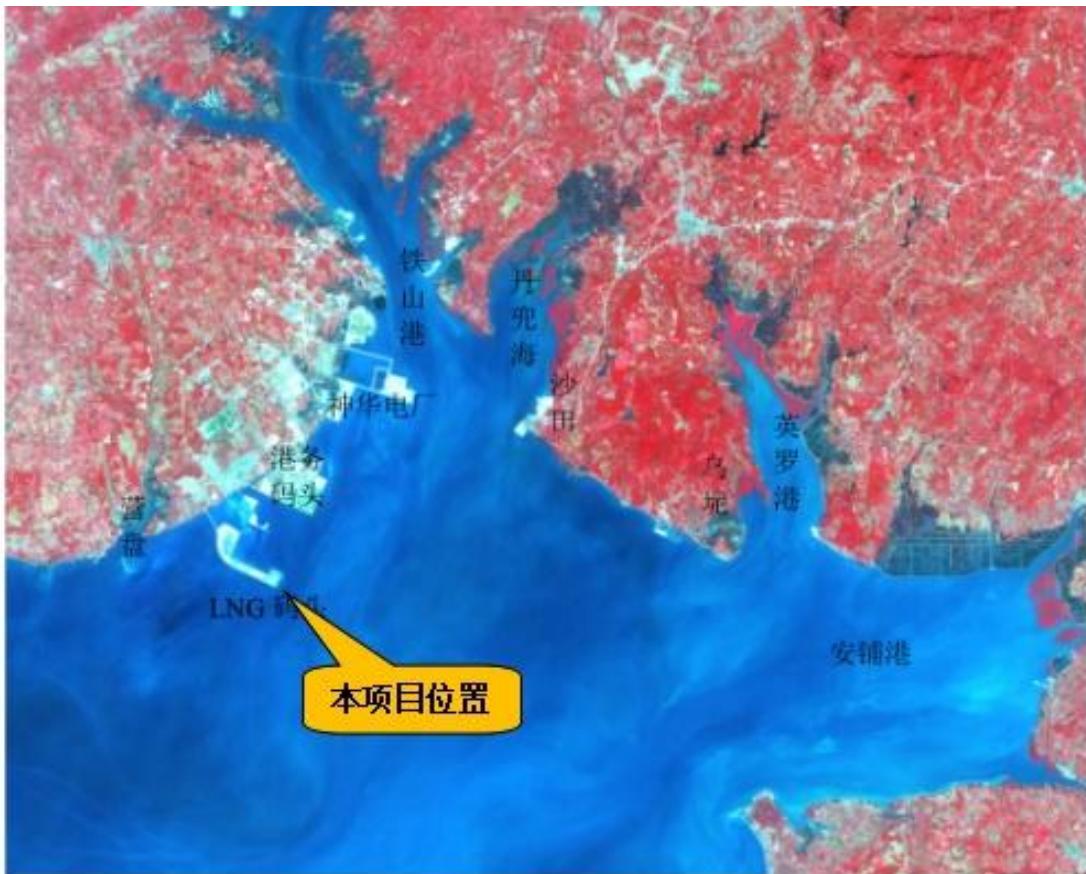


图 2.1-1 项目地理位置示意图（二）



图 2.1-1 项目地理位置示意图（三）



图 2.1-1 项目地理位置示意图（四）

北海市位于广西南部、北部湾东海岸，位于东经 $108^{\circ} 50' 45'' \sim 109^{\circ} 47' 28''$ ，北纬 $20^{\circ} 26' \sim 21^{\circ} 55' 34''$ 之间，全市南北跨度 114 公里，东西跨度 93 公里。境内有钦北铁路、209、325 国道经过，高速公路可直达南宁、玉林、湛江等地，把北海与桂林、重庆、成都、广州等重要城市连接起来，构筑了中国西南地区便捷的公路出海通道。市政府所在地为海城区，距离自治区首府南宁市 220 公里。北海开放历史悠久，文化底蕴深厚，是古代“海上丝绸之路”的重要始发港，是国家历史文化名城、广西北部湾经济区重要组成城市。北海区位优势突出，地处华南经济圈、西南经济圈和东盟经济圈的结合部，处于泛北部湾经济合作区域结合部的中心位置，是中国西部地区唯一列入全国首批 14 个进一步对外开放的沿海城市，也是中国西部唯一同时拥有深水海港、全天候机场、高速铁

路和高速公路的城市。北海旅游资源丰富，生态环境优良，是享誉海内外的旅游休闲度假胜地。

铁山港东邻广东省湛江市，南邻北部湾，西部为北海市，北部为灵山县、浦北县和博白县。港区距北海市约 50 公里，距南宁市 250 公里，距广东省湛江市约 150 公里，距海南省首府海口市 120 海里左右。铁山港区是西南最便捷的出海通道之一，是广西以致大西南连接广东、福建陆路经济走廊的重要交通枢纽，是北海市对外开发以发展工业为主的行政区，自治区几大重点项目北海电厂、大型炼油厂等落户该区。

铁山港为一天然良港，港湾三面陆地环抱，湾口朝南，在口门处（沙田附近），水面宽约 10km，湾口至湾顶长约 40km。现有铁山港区主航道系利用天然深槽疏浚形成。经多年使用，其航槽稳定性好，泥沙回淤轻微，船舶航行条件较好。

2.1.4 项目总体建设方案、规模、经济技术指标及总平布置

广西液化天然气（LNG）三期扩建项目为新建工程，独立于已建广西 LNG 项目一期工程，位于广西北海港铁山西港区啄罗作业区 1 号突堤，码头及港池东侧为 10 万吨级进港航道，码头西侧紧邻广西 LNG 一期工程接收站，南侧面向外海，北侧为铁山西港区啄罗作业区 1 号港池和广西 LNG 一期工程配套码头，建设内容包括码头、接收站（不含冷能综合利用）两部份，建设规模为接卸 LNG600 万吨/年，码头工程部份拟建设 1 个 26.6 万 m^3 LNG 船的 LNG 泊位（码头结构兼顾 3~26.6 万 m^3 LNG 船）及相应的配套设施（取水口水工建筑物、排水口水工建筑物、护岸（改造）、导流潜堤等）；接收站建设 8 座 LNG 储罐，新增接收能力 600 万吨/年，其中气化外输能力为 450 万吨/年，LNG 汽车装车能力 150 万吨/年（含罐式集装箱 50 万吨/年），先期建设 4 座工作容积为 $22 \times 10^4 m^3$ 的储罐及其他配套设施，预留 4 座工作容积为 $27 \times 10^4 m^3$ 的储罐及其他配套设施、冷能利用设施用地等。项目第一阶段计划于 2024 年底建成投产，2027 年达产；第二阶段考虑增加气化能力，根据市场情况进行实施。项目第一阶段主要建设内容及配套设施见表 2.1-1。

工程总平面布置见图 2.1-2。

表 2.1-1 项目第一阶段主要建设内容及配套设施表

序号	名称	单位	总规模	备注
一	LNG 码头设施	m ³ /h	14,000	
	LNG 泊位	座	1 (26.6 万 m ³ LNG 船泊位)	码头结构兼顾 3~26.6 万 m ³ LNG 船
	卸料臂(液相)	台	4 台 16"	
	返回臂(气相)	台	1 台 16"	
	卸船总管	根	1 根 DN1100	预留第二阶段储罐接口
	气相返回总管	根	1 根 DN800	预留第二阶段储罐接口
二	LNG 罐区	m ³	880,000	预留第二阶段 2 台罐位置
	220,000m ³ LNG 罐	台	4	全包容式混凝土储罐
	低压泵(200t/h, 280m)	台	12	
	低压总管	根	1 根 DN600	预留第二阶段高压泵、储罐接口
三	工艺处理设施	10 ⁴ t/a	450	
	再冷凝器(40t/h)	个	1	
	BOG 压缩机 14t/h)	台	2	预留第二阶段 1 台压缩机位置
	外输高压(200t/h, 2400m)	台	5	1 台备用
	高压总管	根	1 根 DN600	预留第二阶段高压泵接口
	开架式海水气化器 (200t/h)	台	5	1 台备用,
	海水泵(8000m ³ /h, 33m)	台	5	
	海水总管	根	2 根 DN2000	总管一次建成, 预留第二阶段 ORV 接口
四	天然气输送系统	10 ⁸ m ³ /a	63	
	外输管道	根	1 根 DN1000	预留第二阶段 ORV 接口
	发球设施	套	1	
五	LNG 装车	10 ⁴ t/a	150	含罐式集装箱 50 万 t/a
	汽车装车鹤位	个	10	
	罐式集装箱装车鹤位	个	10	
	装车地衡	台	4	
	装车总管	根	1 根 DN400	预留第二阶段低压泵接口
六	火炬	t/h	160	
	封闭式地面火炬(80t/h. 座)	座	2 座	

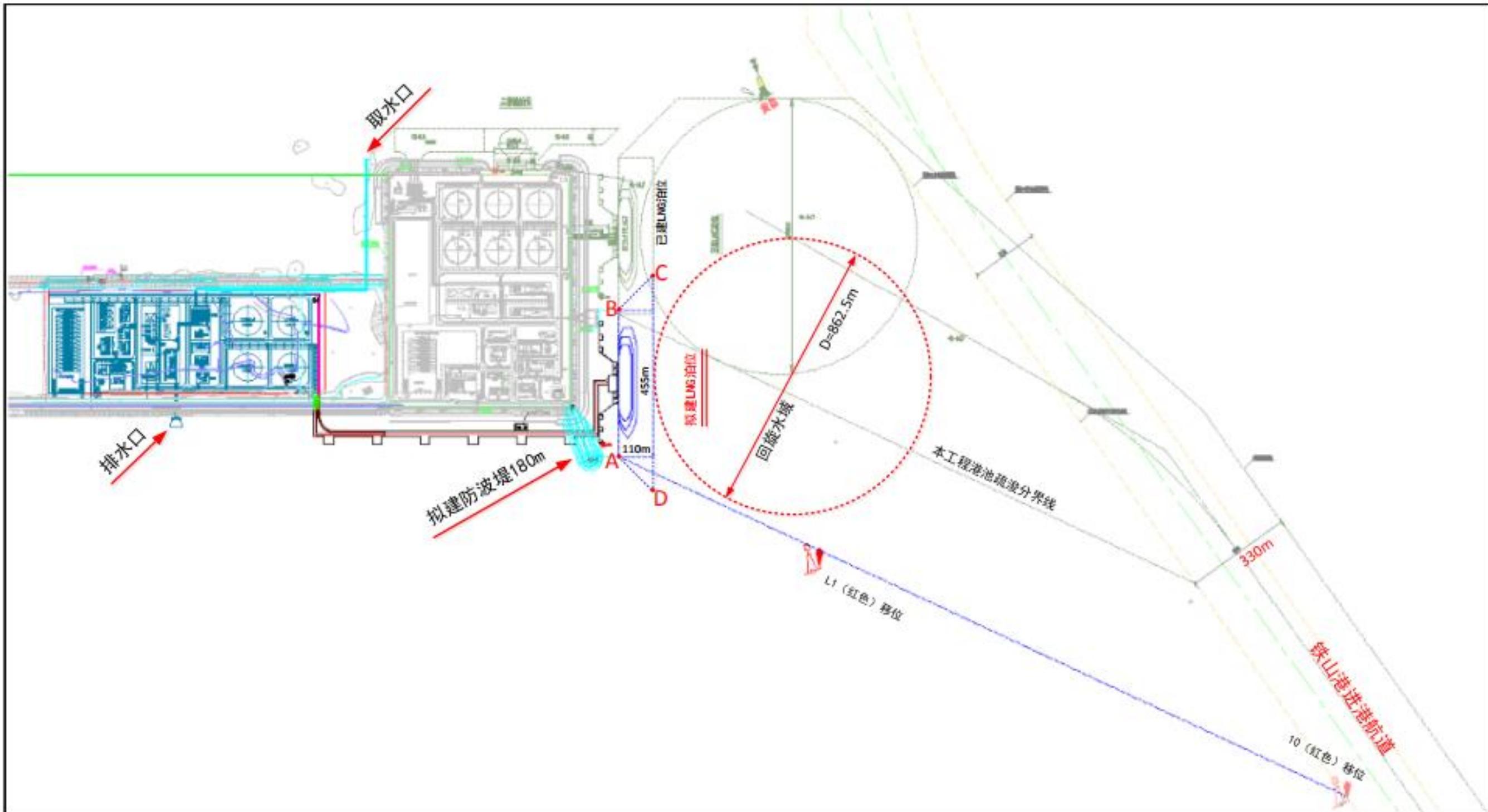


图 2.2-2 项目总平面布置图 (一)

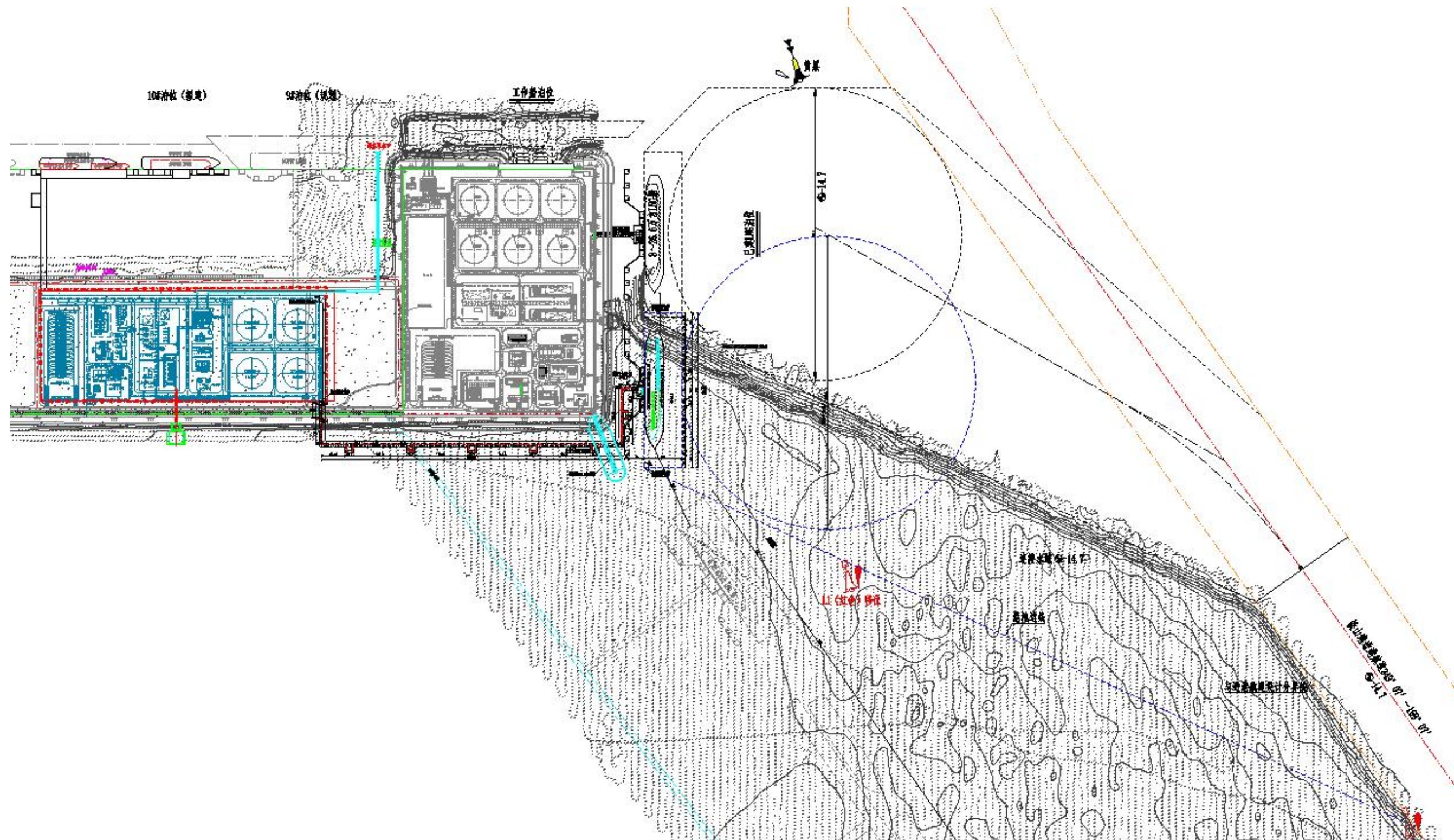


图 2.2-2 项目总平面布置图（二）

1、码头工程

建设1个26.6万m³LNG船的LNG泊位(码头结构兼顾3~26.6万m³LNG船)及相应的配套设施。

2、接收站工程

4座工作容积为 $22 \times 10^4 m^3$ 的全容式预应力混凝土储罐及其他配套设施等。

项目资源由LNG远洋输送船运来的LNG，在LNG储罐内储存，气化后的天然气通过输气管线送至用户，LNG亦可从罐区直接装车运输至用户。

项目新增设计能力600万吨/年，其中LNG汽车装车能力150万吨/年(含罐式集装箱50万吨/年)，项目第一阶段计划于2024年底建成投产，2027年达产；第二阶段将在达产时完成扩建，总投资78亿。

拟建LNG接收站位于已建广西LNG一期工程接收站陆域西侧，总面积约27.844公顷。

拟建项目总定员176人，主要在LNG接收站工作，总投资1777545万元，其中接收站总投资为649952万元。

3、项目涉海工程的建设内容、规模及经济技术指标

本项目涉海工程主要包括码头水工建筑物、接岸引桥、港池、回旋水域、进港航道、导流潜堤、取排水口和护岸改造等，总投资估算为172307.98万元。

本项目LNG码头吞吐量600万t/年，泊位长度384.0m，码头前沿顶高程11.7m，停泊水域、回旋水域、进港航道底高程-14.7m。项目涉海工程主要技术指标及工程量见表2.1-2。

表 2.1-2 项目涉海工程主要技术经济指标表

序号	项 目	单 位	数 量	备 注
1	码头吞吐量	万 t/年	600	
2	码头通过能力	万 t/年	625	
3	泊位数	个	1	
4	码头长度	m	384	
5	设计高水位	m	5.54	
6	设计低水位	m	0.92	
7	码头前沿顶高程	m	11.7	
8	码头前沿停泊水域底高程	m	-14.7	
9	回旋水域底高程	m	-14.7	
10	进港航道底高程	m	-14.7	
11	引桥长度	m	1127	
12	管廊跨堤桥	座	1	尺度 50×9
13	车行道跨堤桥	座	1	尺度 50×6
14	导流潜堤长度	m	180	
15	护岸改造长度	m	1061.81	
16	疏浚量	万 m ³	1044.0	含施工期回淤，取水口开挖
17	海域使用面积	hm ²	141.3677	
18	非透水构筑物	hm ²	1.3061	导流潜堤
19	透水构筑物	hm ²	5.4314	码头及引桥
20	其中码头	hm ²	1.2772	
21	引桥	hm ²	4.1542	
22	港池、蓄水等	hm ²	48.9453	港池、回旋水域
23	其中停泊水域	hm ²	2.8183	
24	回旋水域	hm ²	46.1270	
25	专用航道(连接水域)用海	hm ²	79.5701	
26	取、排水口用海	hm ²	6.1148	取排水口
27	其中取水口用海	hm ²	4.0591	
28	排水口用海	hm ²	2.0557	
29	码头施工工期	月	21	
30	工程总投资	万元	172307.98	含税价
			158686.70	不含税价

2.2 项目涉海工程平面布置和主要结构、尺度

2.2.1 项目用海总平面布置

结合港区规划及广西 LNG 一期工程接收站建设情况，拟建 LNG 码头位于广西 LNG 一期工程接收站东侧，一期工程 LNG 码头南侧；拟建 LNG 接收站位于广西 LNG 一期工程接收站西侧。

1、导流潜堤平面布置

根据《北海港总体规划》，啄罗作业区规划 LNG 泊位岸线 842m，规划布置 2 个 15 万 GT LNG 泊位。已建广西 LNG 一期工程接收站陆域长度 720m，其配套 LNG 泊位位于规划 LNG 泊位岸线北侧端部，与已建广西 LNG 一期工程接收站陆域北侧端部平齐。本工程拟建 LNG 泊位位于规划 LNG 泊位岸线南侧端部，LNG 泊位凸出于已建接收站陆域东南侧端部 122m。

根据《广西液化天然气(LNG)三期扩建项目配套码头工程潮流数学模型研究及泥沙回淤分析》（南京水利科学研究院，2021 年 4 月）结果：现状条件下，由于受已建广西 LNG 一期工程接收站陆域的阻流影响，涨潮流顺南护岸走向，在护岸端点附近以东向为主，拟建泊位处最大横流达到 0.8m/s；落潮流越过护岸端点后，继续流向西南方向，拟建泊位处最大横流达到 0.5m/s。为减小横流对拟建 LNG 泊位的靠离泊及泊稳影响，需配套建设导流潜堤。导流潜堤起点位于已建广西 LNG 一期工程接收站陆域东南角，轴线方位角 N3° 9' 42" -183° 9' 42"。为形成拟建 LNG 泊位区域良好水流条件，新建导流潜堤长度暂定 180m，后期将结合相关数模试验研究成果进一步优化。

2、码头前沿线

结合规划，本工程拟建 LNG 泊位码头前沿线与已建 LNG 泊位码头前沿线平齐布置，即码头前沿线平行于已建接收站陆域坡顶线，其方位角为 24° 26' 9" ~ 204° 26' 9"。新建导流潜堤后，码头前沿基本线顺流顺浪，LNG 码头前沿线距离陆域防浪墙 150m，LNG 码头装卸平台距离防浪墙 119m。

3、码头平面布置

拟建 LNG 泊位采用蝶形墩式布置型式，码头长度 384m，约为最大设计船长的 1.11 倍。

由于本工程设计代表船型船舶尺度变化较大，为满足大小船舶靠泊要求，同时适应不同 LNG 船管汇中心偏离船舶中心的情况，本工程设置四个靠船墩。外侧靠船墩设置一组护舷，内侧靠船墩设置两组护舷，共六组护舷。外侧护舷间距 115m，中间护舷间距 79m，内侧护舷间距 55m，满足大小船舶靠泊要求。

根据《液化天然气码头设计规范》（JTS165-5-2016），液化天然气船舶停靠码头时船艏宜朝向有利于船舶紧急离开码头的方向，因此，LNG 船舶进港后，经回旋后采用右舷靠泊，船艏朝向航道。考虑适应 LNG 船管汇相对于船中的偏移，码头装卸平台管汇中心相对于码头中心向船艏偏移 3m。

结合相邻已建 LNG 泊位经验及相关系泊模型试验结论，本工程采用 6 个系缆墩布置形式，最外侧系缆墩系缆点中心间距 370m。系缆墩呈一字型布置，以码头中心线对称。系缆墩系缆点距离码头前沿线 49m，满足 OCIMF 规定。

LNG 泊位装卸平台尺度为 50m×30m，系靠船墩尺度为 16m×16m，系缆墩尺度为 14m×14m。装卸平台通过 1 座接岸引桥与拟建接收站陆域衔接。

4、接岸引桥

为避开已建广西 LNG 一期工程接收站项目陆域及已建护岸，本工程接岸引桥拟布置于已建护岸外侧，接岸引桥总长度约 1127m。

接岸引桥共分 4 段，第一、二段引桥位于已建接收站东侧，第三段引桥位于已建接收站南侧，第四段引桥位于已建接收站南侧，呈“L”型，自该段开始引桥分为管廊引桥和检修车道引桥；管廊引桥通过管廊跨堤桥跨过已建引堤，检修车道引桥通过车行道跨堤桥跨过已建引堤。

项目接岸引桥分段示意图见图 2.2-1。

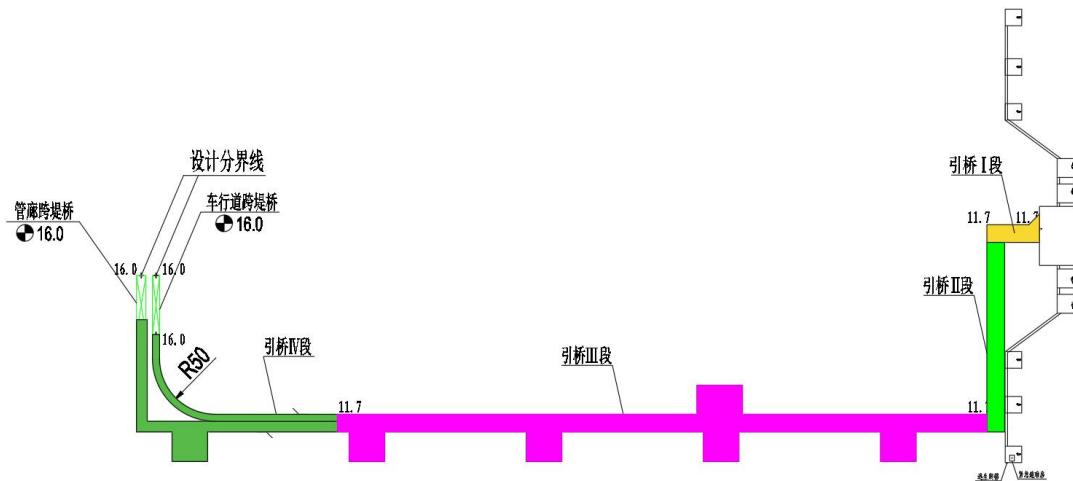


图 2.2-1 项目接岸引桥分段示意图

5、水域平面布置

停泊水域长度 455m，宽度 110m，设计底高程-14.7m，布置在码头正前方；回旋圆直径 862.5m，设计底高程-14.7m，布置在停泊水域正前方。

本项目用海海域天然水深较浅，不能满足船舶进港及作业要求，需对港池及航道水域进行疏浚至设计底标高，此外需对导流潜堤及接岸引桥位置进行必要的疏浚，以便施工船舶作业。

6、取水口和排水口平面布置

取水口布置于拟建接收站陆域北侧的 1 号港池内，利用 1 号港池规划支持系统岸线与规划液体散货泊位岸线之间的安全富裕间距进行布置；排水口布置于拟建接收站陆域南侧。

2.2.2 项目海工工程主要结构和尺度

1、水工设计条件

(1) 泊位功能性质及设计代表船型

本项目建设 1 个 26.6 万 m^3 LNG 船的 LNG 泊位（码头结构兼顾 3~26.6 万 m^3 LNG 船）及相应的配套设施，接卸 LNG600 万吨/年。根据船型预测结果，本项目设计代表船型主尺度见表 2.2-1。

表 2.2-1 设计代表船型及尺度表

设计船型		总长	型宽	型深	满载吃水	备注
LNG 泊位	26.6 万 m^3 LNG 船	345	55.0	28.0	12.20	Q-Max (最大靠泊船型)
	21.5 万 m^3 LNG 船	315	50.0	27.0	12.00	Q-Flex
	17.2 万 m^3 LNG 船	290.0	46.95	26.25	11.50	主力船型

	14.7万m ³ LNG船	292.0	43.35	26.25	11.45	主力船型
	8万m ³ LNG船	239.0	40.0	26.80	11.00	兼顾船型
	3万m ³ LNG船	181.55	29.0	16.0	8.85	兼顾船型

(2) 设计水位

本工程有关设计水位如下：

重现期 100 年的年极值高水位：7.09m

极端高水位：6.99m（重现期 50 年年极值高水位）

设计高水位：5.54m（高潮累积频率 10% 的潮位）

设计低水位：0.92m（低潮累积频率 90% 的潮位）

极端低水位：-0.67m（重现期 50 年的年极值低水位）

2、码头泊位长度

根据《液化天然气码头设计规范》(JTS 165-5-2016)，码头泊位长度应满足船舶安全靠泊、离泊和系泊作业要求，通过模拟试验确定，但不应小于 1 倍设计船长。在可行性研究阶段，可按 1.0~1.2 倍设计船长估算。根据本项目可研报告，项目借鉴国际通用做法和案例，利用软件分析设计船型在本工程特定自然条件下的船舶运动量及缆绳受力情况，并参照临近已建 LNG 码头工程的设计经验，将码头长度确定为 384m(最外侧系缆点中心距 370m)，约为最大设计船长的 1.11 倍。

3、码头停泊水域设计水深、底高程、宽度

(1) 码头停泊水域设计水深

根据《海港总体设计规范》(JTS165-2013)，码头前沿设计水深按下式计算：

$$D = T + Z1 + Z2 + Z3 + Z4$$

式中：D—码头前沿设计水深 (m)；

T—设计代表船型满载吃水 (m)；

Z1—龙骨下最小富裕深度 (m)；

Z2—波浪富裕深度 (m)；

Z3—船舶因配载不均匀而增加的船尾吃水值 (m)；

Z4—备淤富裕深度 (m)；

各泊位码头前沿设计水深见表 2.2-2。

表 2.2-2 码头前沿设计水深表 单位: m

泊位名称	船舶	T	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄	D
LNG 泊位	26.6 万方 LNG 船	12.2	0.6	0.75	0.15	0.41	14.11

(2) 码头停泊水域设计底高程

根据《液化天然气码头设计规范》(JTS 165-5-2016)，LNG 码头前沿设计水深应保证满载设计船舶在当地理论最低潮面时安全停靠。LNG 码头前沿设计底高程 = 当地理论最低潮面 - 码头前沿设计水深。

码头停泊水域设计底高程见表 2.2-3。

表 2.2-3 码头停泊水域设计底高程表 单位: m

泊位名称	船舶	设计低水位	Dm	设计底高程	取值
LNG 泊位	26.6 万方 LNG 船	0	14.11	-14.11	-14.7 ^①

注: ①与进港航道取为一致。

(3) 码头前沿停泊水域宽度

LNG 泊位停泊水域宽度按 2 倍设计代表船型船宽考虑，即 110m。

4、港池/航道设计水深、底高程、航道宽度

(1) 港池/航道设计水深

根据《海港总体设计规范》(JTS165-2013)，进港航道设计水深按下式计算：

$$D = T + Z_0 + Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4$$

式中：D—码头前沿设计水深(m)；

T—设计代表船型满载吃水(m)；

Z₀—龙骨下最小富裕深度(m)；

Z₁—航行时龙骨下最小富裕深度(m)；

Z₂—波浪富裕深度(m)；

Z₃—船舶因配载不均匀而增加的船尾吃水值(m)；

Z₄—备淤富裕深度(m)；

港池/航道设计水深详见表 2.2-4。

表 2.2-4 进港航道设计水深表 单位: m

泊位名称	T	Z ₀	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄	D
LNG 泊位	12.2	0.5	0.5	0.9	0.15	0.4	14.65

(2) 港池/航道设计底高程

根据《液化天然气码头设计规范》(JTS 165-5-2016)，LNG 码头港池/航道设计水深的计算基准面宜采用当地理论最低潮面，即港池/航道设计底高程=当地理论最低潮面 - 港池/航道设计水深。对于工作船码头，港池/航道设计底高程 = 设计低水位 - 港池/航道设计水深。

港池/航道设计底高程见表 2.2-5。

表 2.2-5 进港航道设计底高程表 单位：m

泊位名称	船舶	设计低水位	Dm	设计底高程	取值
LNG 泊位	26.6 万方 LNG 船	0	14.65	-14.65	-14.7

(3) 航道宽度

本工程航道按单向航道设计。

单向航道宽度 $W = A + 2c$

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

式中：W—航道有效宽度(m)；

A—航迹带宽度(m)；

n—船舶漂移倍数；

γ —风、流压偏角(°)；

c—船舶与航道底边间的富裕宽度(m)，取 1.5B。

航道有效宽度计算见表 2.2-6。

表 2.2-6 航道有效宽度计算表 单位：m

船型	L	B	A	c	W	备注
$26.6 \times 10^4 \text{ m}^3 \text{ LNG 船}$	345	55	164.0	82.5	329	$n=1.69 \quad \gamma=7^\circ$

5、回旋水域

(1) 回旋圆直径

按交通部颁《海港总体设计规范》(JTS 165-2013) 规定，结合本港区的实际情况，码头回旋水域布置在泊位前方。LNG 泊位回旋圆直径按 2.5 倍设计船型船长考虑，取 862.5m。

(2) 回旋水域设计水深及底高程

根据《海港总体设计规范》(JTS 165-2013)，回旋水域设计水深可取航道设计水深；回旋水域设计底高程与航道设计底高程一致。

6、船舶制动水域及连接水域

LNG 船舶制动距离按 4 倍船长计算，取为 1380m，船舶制动水域布置于进港航道和连接水域上。

7、高程设计

(1) LNG 泊位码头前沿顶高程

码头面设计高程的确定需统筹考虑码头装卸平台、引桥的要求。码头装卸平台为高桩墩式或重力墩式，其上部结构可以承受一定的波浪力；引桥检修车道采用预应力空心板结构，上部为管架，考虑引桥面不上水；考虑引桥与码头装卸平台的合理衔接，码头前沿顶高程主要考虑引桥的要求。

码头前沿顶高程计算根据《海港总体设计规范》(JTS165-2013)，并结合码头引桥不受波浪力作用综合确定，其高程按下式计算：

$$E = E_0 + h \quad E_0 = DWL + \eta - h_0 + \Delta F$$

式中：E—码头前沿顶高程；

E₀—上部结构受力计算的下缘高程；

h—码头上部结构高度；

DWL—设计水位；

η—水面以上波峰面高度；

h₀—水面以上波峰面高出上部结构底面的高度，当波峰面低于上部结构底面时取 0；

△F—受力标准的富裕高度。

①基本标准

设计高水位时 50 年一遇的 H1% 波高为 5.25m，其波峰面高度为 2.93m，则 $E = 5.54 + 2.93 + 1.2 + (0 \sim 1.0) = 9.67 \sim 10.67m$ ；

②校核标准

极端高水位时 50 年一遇的 H1% 波高为 5.49m，其超高值可取 0.0~0.5m，即 $E = 6.99 + 3.067 + 1.2 + (0 \sim 0.5) = 11.257 \sim 11.757m$ 。

根据《液化天然气码头设计规范》(JTS165-5-2016)，液化天然气码头结构设计波浪要素重现期应采用 100 年，且不应小于历史实测值。对于引桥码头面

设计高程，采用 100 年一遇高水位情况下 100 年一遇的 H1%（波列累积频率为 1% 的波高）波峰面高度复核如下：

$$E = 7.09 + 3.241 + 1.2 + (0 \sim 0.5) = 11.531 \sim 12.031 \text{m}.$$

另外，根据《广西液化天然气（LNG）项目码头及陆域形成工程波浪局部整体物理模型试验报告》，在 50 年一遇极端高水位及 50 年一遇波浪条件下，装卸平台前沿最大波峰面高程为+10.9m；在 100 年一遇极端高水位及 100 年一遇波浪条件下，装卸平台前沿最大波峰面高程为+11.3m。

结合临近已建 LNG 泊位码头前沿顶高程，综合确定拟建 LNG 泊位码头前沿顶高程为 11.7m，码头在极端天气情况下承受波浪力。

（2）LNG 泊位码头系、靠船墩高程

LNG 泊位系、靠船墩高程按如下公式确定：

$$E = HWL + \eta_0 + 1.5$$

HWL-- 设计高水位，5.54m；

η_0 --相应水位时逃离波高的波峰面高度， $\eta_0 = 1.2 \text{m}$ ；

$$E = 5.54 + 1.2 + 1.5 = 8.24 \text{m};$$

根据上述计算和分析，LNG 泊位系、靠船墩高程确定为 8.2m。

（3）陆域高程

根据接收站设计院要求，后方陆域高程确定为 8.0m。

（4）导流潜堤高程

为了对码头进行良好掩护，需配套建设一段导流潜堤，第一、二方案导流潜堤长度暂定 180m。

导流潜堤结构采用实体斜坡式结构，导流潜堤顶标高为 6.5m。堤心采用 10~100kg 抛填块石，两侧边坡均为 1:1.5，堤心两侧为 300~600kg 块石垫层，护面采用 6.0T 扭王字块，两侧坡底均设 150~300kg 的护底块石。

7、水工结构方案

（1）LNG 码头

工程码头水工结构方案共选择两种，通过技术、经济和安全方面的分析比较，结合用海有关政策限制，本工程码头水工结构推荐高桩墩式结构。

对于高桩墩式方案，可供选择的打入桩型主要有预应力大直径管桩、PHC 桩、钢管桩等。本工程区域内地质为较密实的砂土及粉质粘土层，且水工结构承受的船舶荷载及波流力的水平力较大，桩基受力后产生较大的拔力、压力及弯矩；因此，采用钢管桩具有以下优点：施工期钢管桩沉桩容易、能有效进入持力层；使用期钢管桩强度高，抗拔及抗压能力较强，能有效承受较大水平力及桩身弯矩；桩基首选钢管桩。

LNG 码头采用蝶型布置，主要由 1 座作业平台、2 对系靠船墩、3 对系缆墩和 1 座引桥组成。

码头作业平台尺度为 50m×30m，桩基采用 $\Phi 1200\text{mm}$ 钢管桩，上部现浇钢筋砼墩台。系靠船墩 2 对，单墩平面尺度为 16m×16m，桩基均采用 $\Phi 1300\text{mm}$ 钢管桩，系缆墩 6 个，单墩平面尺度为 14m×14m，桩基均采用 $\Phi 1300\text{mm}$ 钢管桩，上部均为现浇钢筋砼墩台。作业平台与系靠船墩之间用实心板连接，每个系靠船墩设置 1 组 1500kN 快速脱缆钩（双钩），前沿设一套两鼓一板 SUC2250H（低反力型）橡胶护舷；每个系缆墩均设 1 组 1500kN 快速脱缆钩（三钩）。系靠船墩与工作平台和系靠船墩之间采用人行桥连接，系缆墩与系缆墩和系靠船墩之间采用钢联桥连接。

码头结构推荐方案图、码头结构断面图、码头结构立面图、码头结构平面图见图 2.2-2 至 2.2-5。

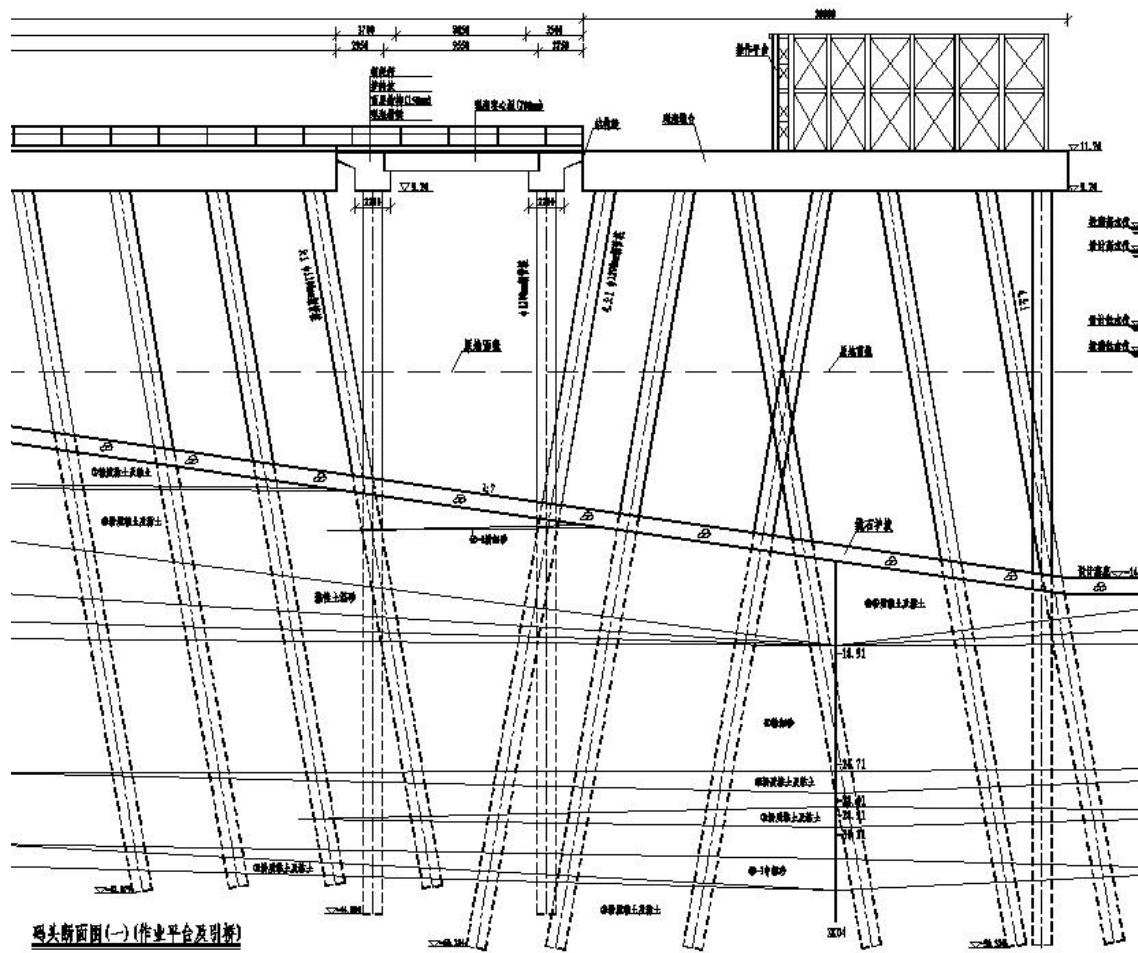


图 2.2-2 码头结构图（高桩墩式结构方案）

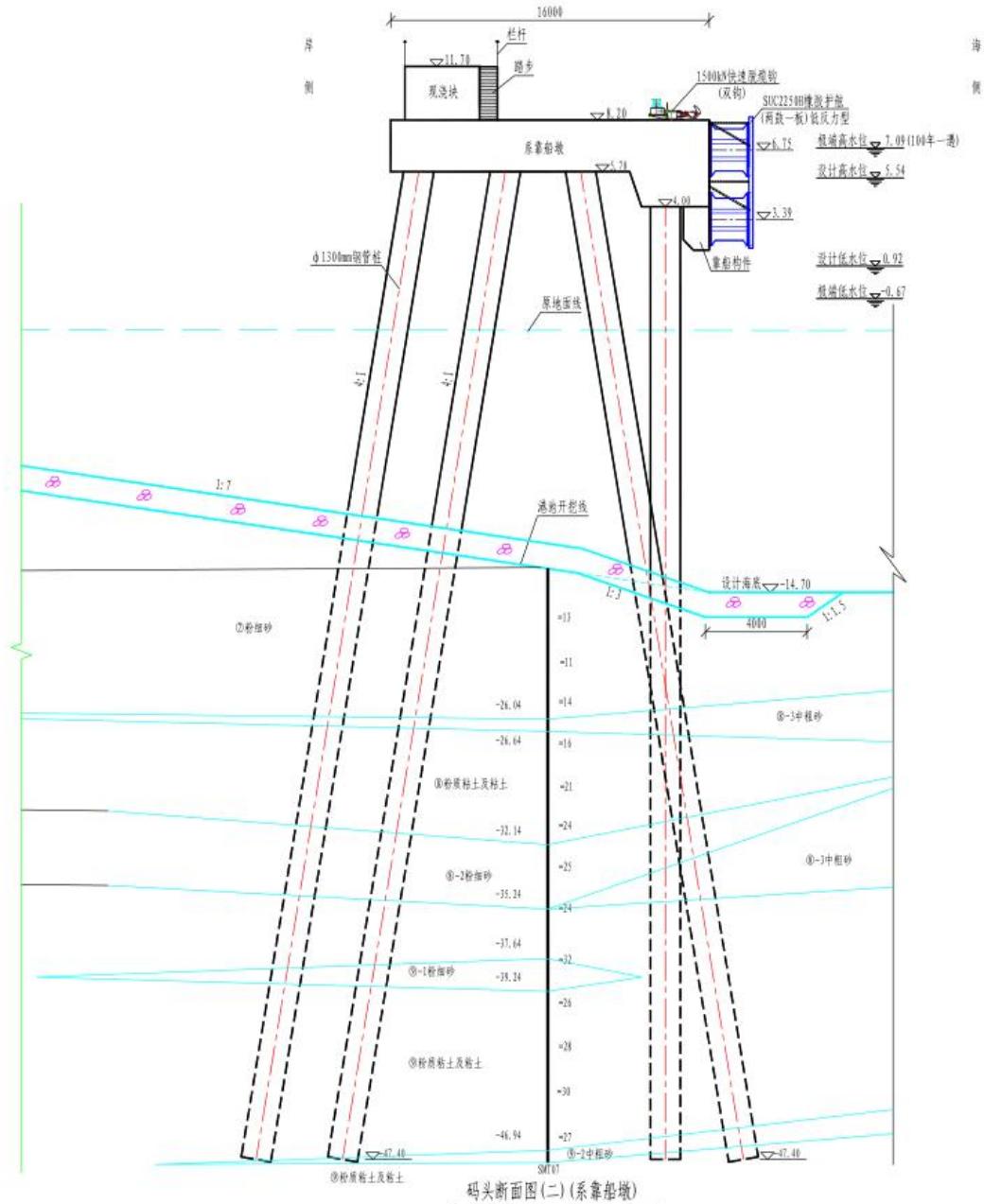


图 2.2-3 码头结构断面图

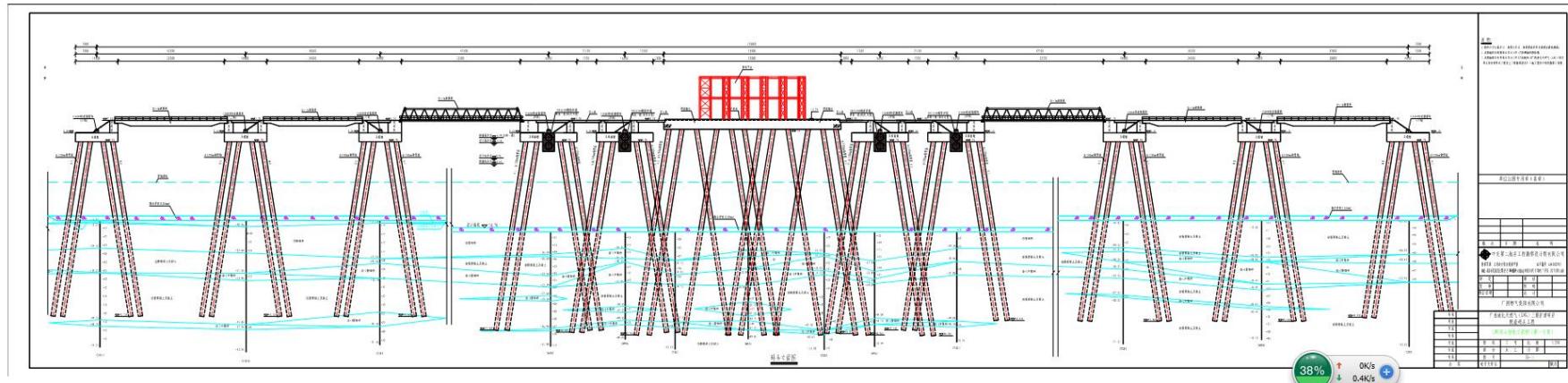


图 2.2-4 码头结构立面图

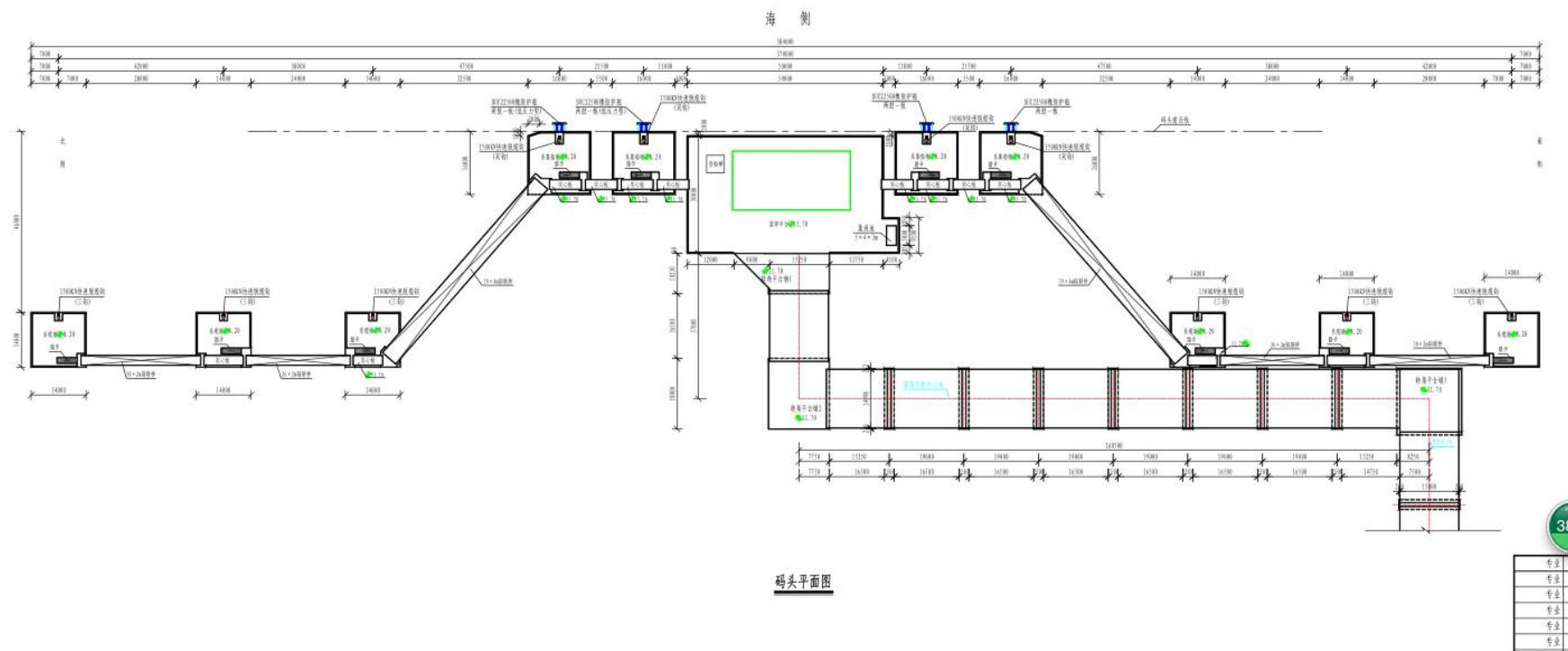


图 2.2-5 码头水工结构平面图（一）

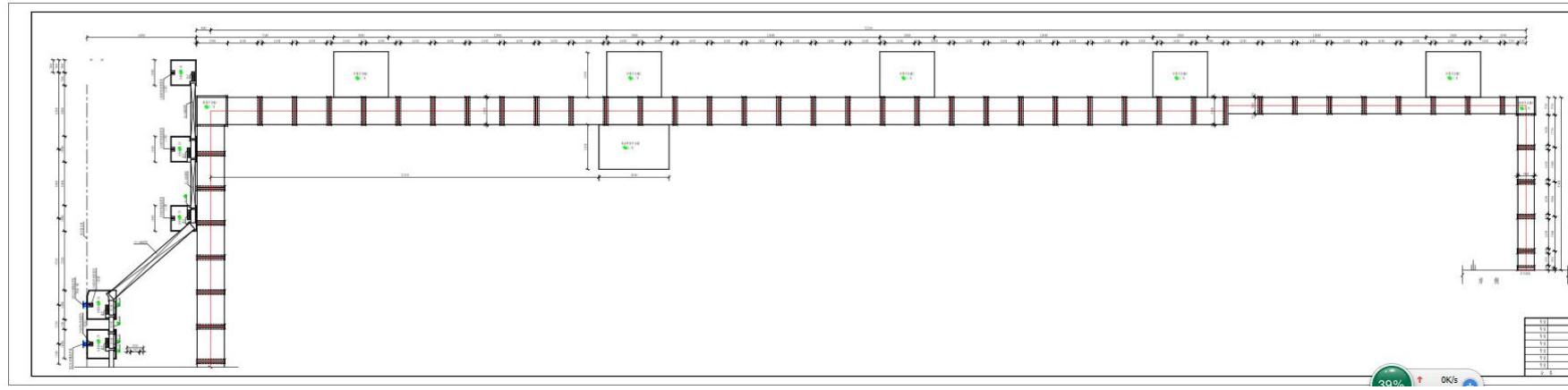


图 2.2-5 码头水工结构平面图（二）

(2) 接岸引桥

接岸引桥共分 4 段，第一、二段引桥位于已建接收站东侧，引桥长分别为 37m、160.5m，引桥宽度 15m；第三段引桥位于已建接收站南侧，引桥边缘距已建护岸防浪墙 80m，引桥长为 659m，引桥宽度 15m；第四段引桥位于已建接收站南侧，呈“L”型，自该段开始引桥分为管廊引桥（宽 9m）和检修车道引桥（宽 6m），其中管廊引桥长 306.207m，宽 9m，引桥面高程 11.7m；检修车道引桥长 252.742m，宽 6m，引桥面高程 11.7~16.0m。管廊引桥通过管廊跨堤桥跨过已建引堤，管廊跨堤桥尺度暂定 50×9m；检修车道引桥通过车行道跨堤桥跨过已建引堤，车行道跨堤桥尺度暂定 50×6m。

引桥结构均采用高桩墩式及高桩排架式相结合的型式，综合用房平台墩平面尺度 53.5m×35m、补偿平台墩平面尺度 30m×43.25m，为高桩墩台结构，其余为高桩排架结构。排架间距 19m，基础采用 $\Phi 1200\text{mm}$ 钢管桩（接岸处采用 $\Phi 1200\text{mm}$ 灌注桩），每榀排架设 3 根桩，上部结构为现浇横梁、预安空心板、现浇面层。管廊跨堤桥及车行道跨堤桥均采用大高桩梁板结构，基础采用灌注桩，上部结构为大跨度钢箱梁桥面。

引桥结构断面图见图 2.2-6。

(3) 护岸

根据《液化天然气码头设计规范》(JTS165-5-2016) 的相关规定，直接掩护罐区护岸防浪墙顶高程按照重现期为 100 年的年极值高水位和重现期为 100 年的 H1% 波浪爬高计算。护岸海侧的护面块体按照重现期为 100 年的 H4% 波浪计算确定。

由于本项目相关模型试验研究正在开展，防浪墙顶标高暂按规范计算，取 10.00m；护面采用 150~200kg 块石。后期将结合陆域排水布置及模型试验研究成果进行调整。护岸断面图见图 2.2-7。

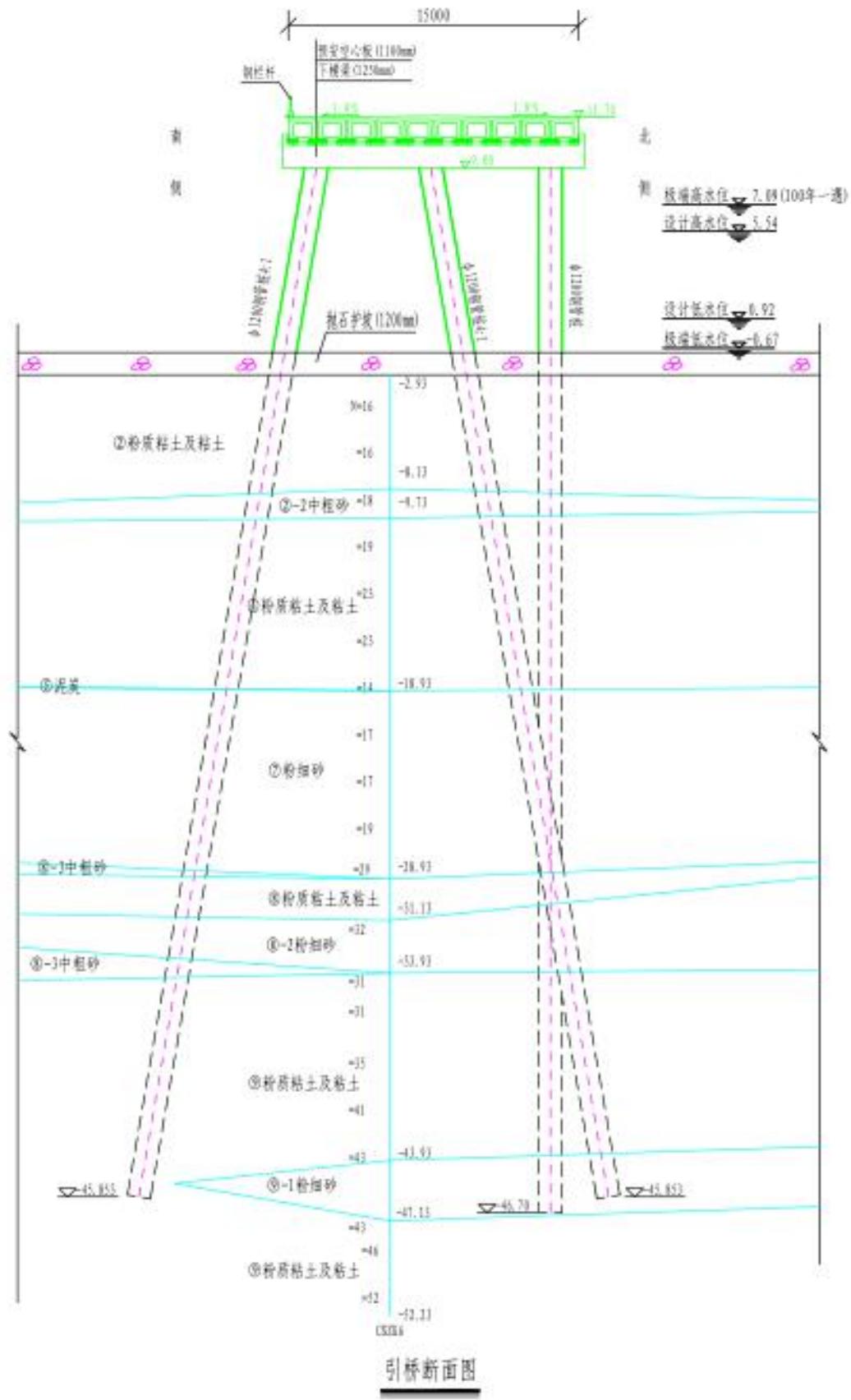


图 2.2-7 引桥结构断面图

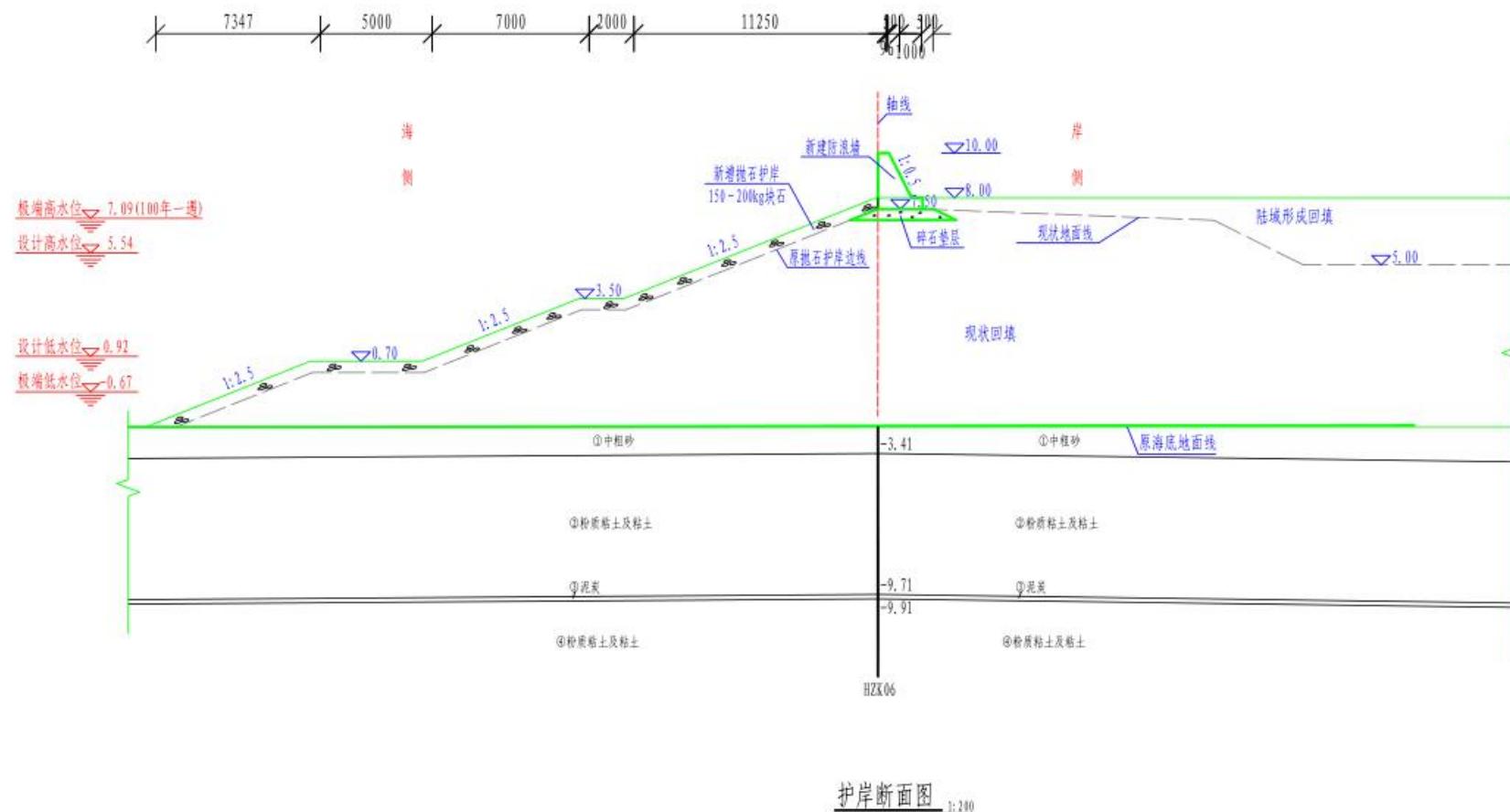


图 2.2-7 护岸断面图

(4) 取水口

项目设置海水给水系统，主要提供 LNG 气化加热用水，水源为海水，主要包括取水设施、海水取水泵、清污设备、电解海水制氯设施及辅助设施。项目第一阶段设计海水用量 $32000\text{m}^3/\text{h}$ ，项目第二阶段设计海水用量为 $48000\text{m}^3/\text{h}$ 。

取水口结构主要包括取水头、进水管和取水池结构。

取水头平面呈“梯形”，采用钢筋混凝土沉箱结构，布置于拟建接收站陆域北侧 1 号港池内，利用 1 号港池规划支持系统岸线与规划液体散货泊位岸线之间的安全富裕间距进行布置。进水管采用钢筋混凝土方形箱涵结构，单根涵管总长度约 1000m，净尺寸为 $2.0 \times 2.0\text{m}$ （宽×高），涵管下部设抛石基床和碎石垫层。

取水池结构由前池、滤网间和取水泵房基础组成。取水泵房基础结构共设 10 孔流道，单孔流道设钢筋砼横撑、立柱及闸门；滤网间结构共设 4 道过滤室，过滤室按进水流向分别设置检修闸槽、拦污栅及侧面进水旋转滤网、检修闸槽；前池结构内设钢筋砼立柱、横撑等。前池、滤网间、取水泵房基础整体现浇成一箱涵结构。

取水口平面布置图见图 2.2-8。

(5) 排水口

本项目海水排水系统用于收集和排放 LNG 气化单元排出的海水，采用渠道排放方式，海水在开架式气化器中加热 LNG 后温度降低，就近排海将使循环的海水短路，并可能影响海洋环境，故采取远离取水口排入大海的办法排放冷海水。排水温度与取水水温的温差控制在 5℃以内。

排水口布置于拟建接收站陆域南侧，穿过港区已建引堤向南侧海域排水。排水口陆域部分由接收站工程设计单位负责，分界线位于接收站陆域围墙。排水口拟采用钢筋砼排水涵管与钢管结合型式，出分界线后采用钢管顶管施工穿过已建引堤，穿过已建引堤后采用钢筋砼排水涵管。排水涵管外侧 55m 范围内设置了钢筋砼底板、消力坎、250~400kg 块石护底等消能设施。

排水口结构平面图见图 2.2-9。

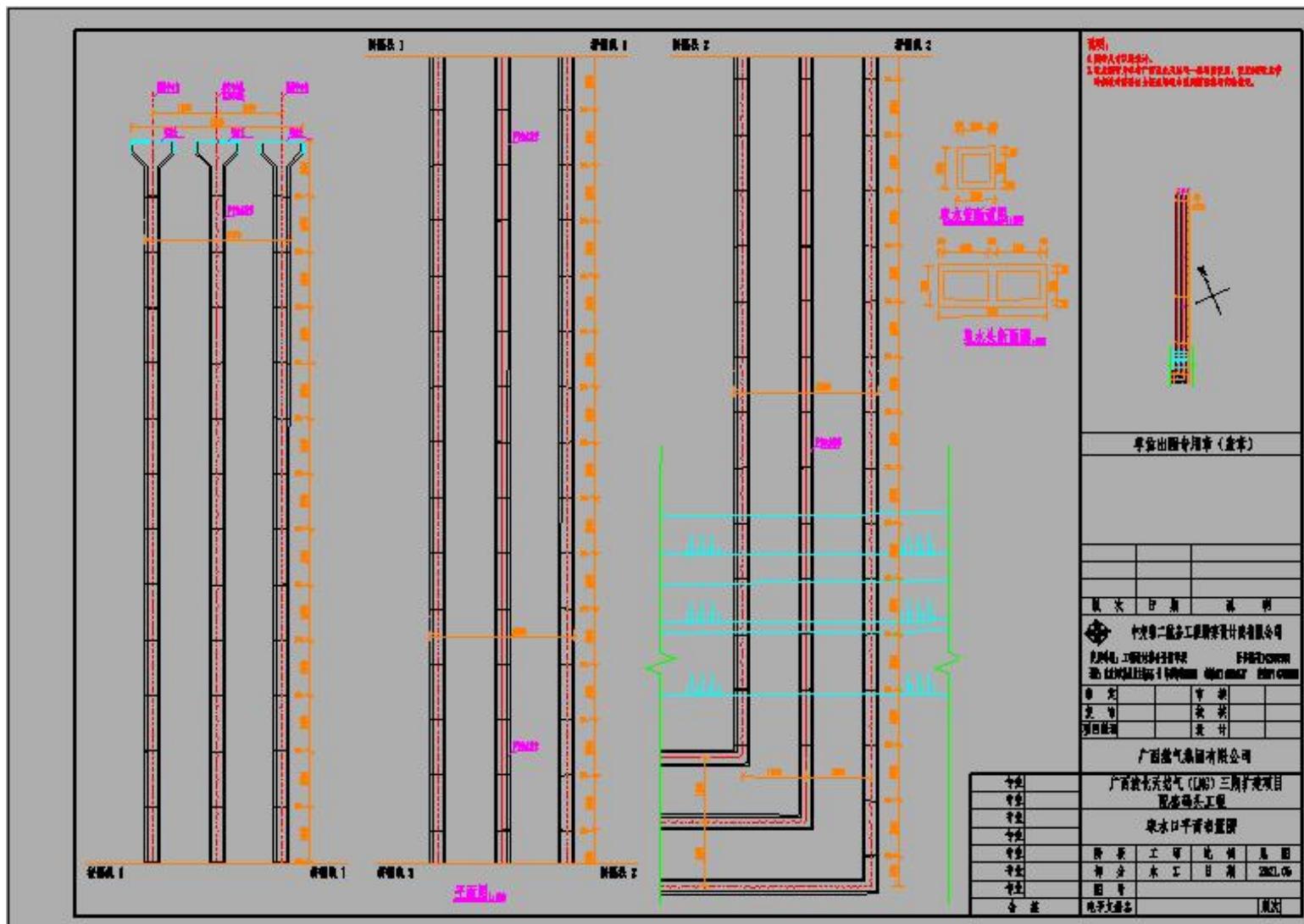


图 2.2-8 取水口平面布置图

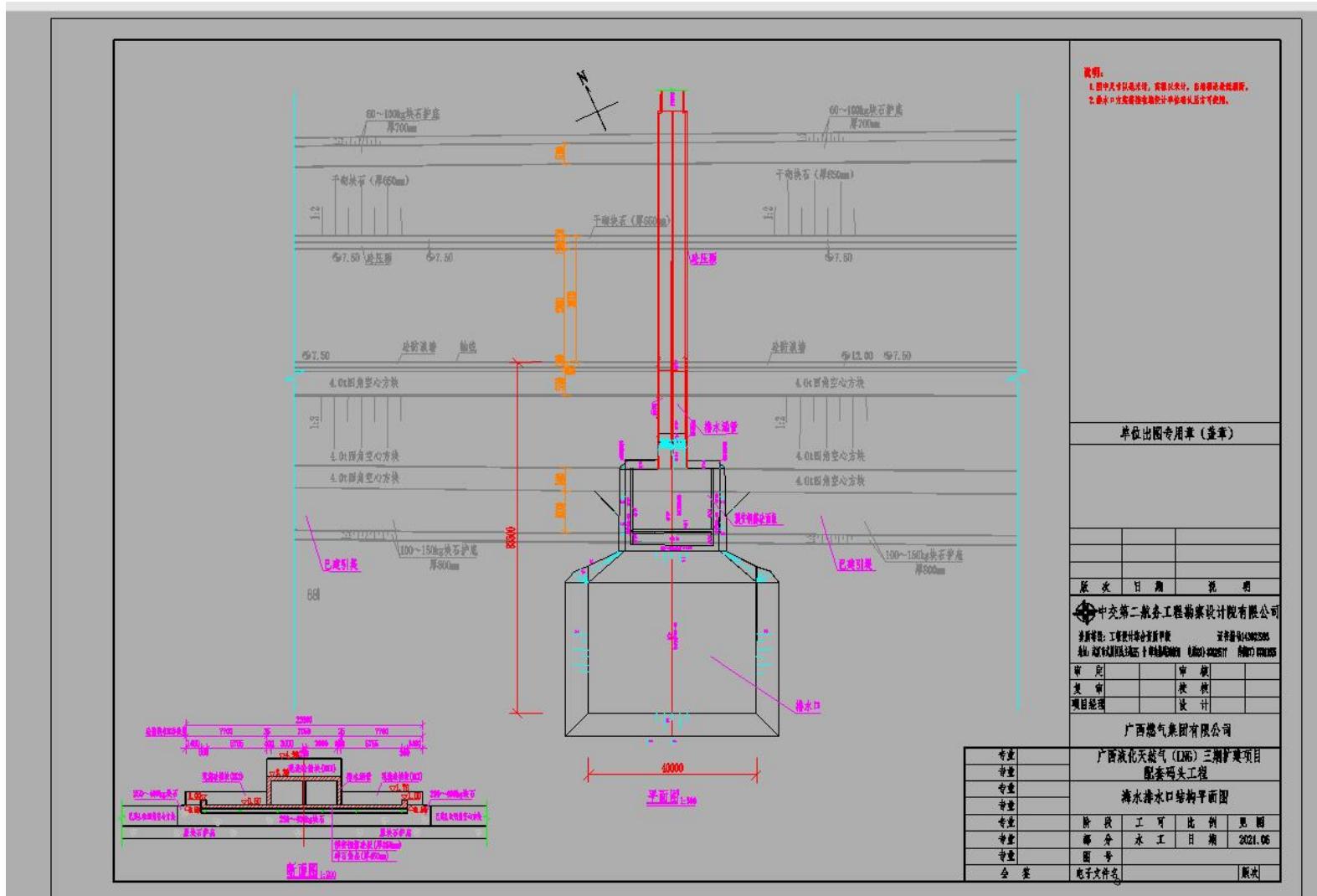


图 2.2-9 排水口结构平面图

(6) 导流潜堤

为了对码头进行良好掩护，需配套建设一段导流潜堤。导流潜堤采用实体斜坡式结构，长度约180m，顶标高暂定为6.5m。堤心采用10~100kg抛填块石，两侧边坡均为1:1.5，堤心两侧为300~600kg块石垫层，护面采用6.0T扭王字块，两侧坡底均设150~300kg的护底块石。

导流潜堤断面图见图2.2-10。

(7) 配套工程

配套工程除港作车船、船岸通信、辅助靠泊系统（包括激光靠泊系统、缆绳张力监控系统、环境监测系统、岸船专用通信连接系统，不含各系统的集成）外均纳入接收站建设。

(8) 智慧工程

根据智慧港口发展情况和本工程具体特点，本工程智慧工程以港区BIM数据为基础，结合GIS平台，建设港区智慧港口管理平台，集成对接港口各应用系统相关业务数据、监测数据、属性数据等，实现港区基础设施、生产运营、安全环保的可视化、精细化管理。

本工程地形地貌以及码头设施设备的BIM模型，结合GIS平台，进行模型轻量化处理与数据发布，构建BIM+GIS基础数据。

采用面向服务的层次体系架构（Service Oriented Architecture，简称SOA架构）进行智慧港口管理平台建设。系统将从基础设施层、技术平台层、应用系统层进行构建。集成控制、计算机管理系统、环境监测、视频监控等系统业务数据、监测数据，可视化、精细化管理港口的生产与安全。

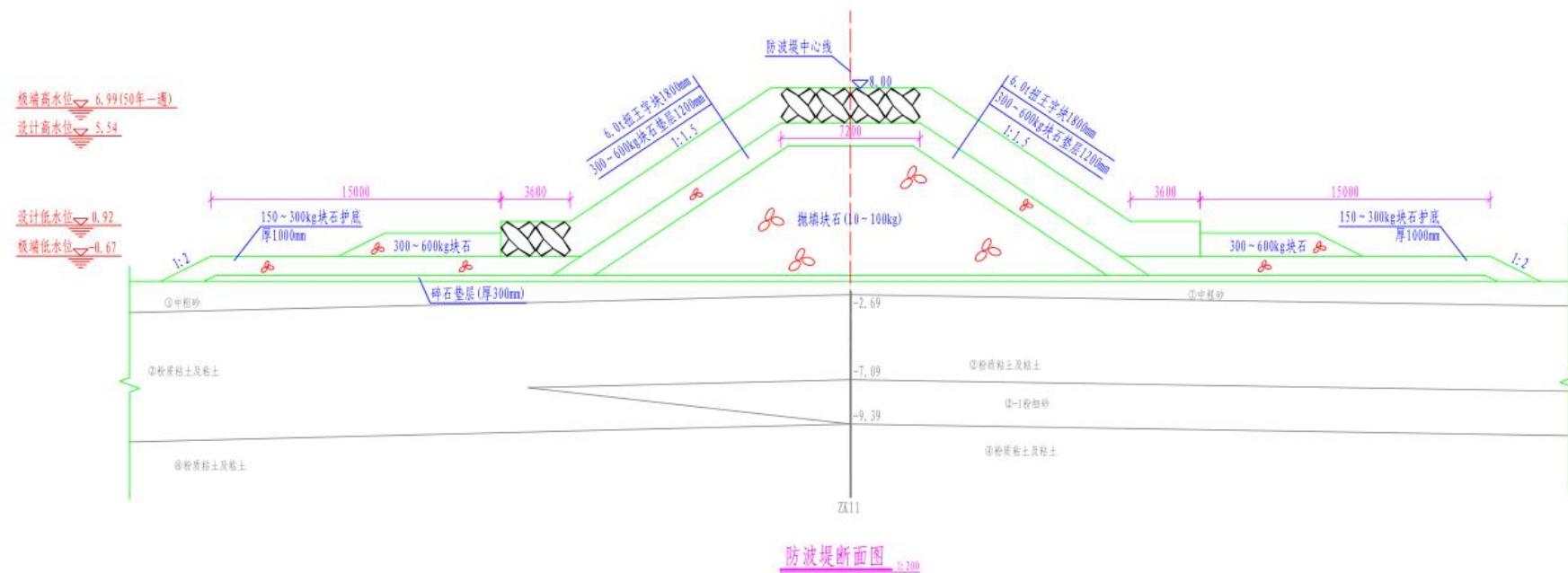


图 2.2-10 导流潜堤断面图

8、航道和锚地

(1) 航道

本工程到港船舶可利用铁山港进港航道 A~B 段进出码头。铁山港进港航道二期扩建工程航道已于 2016 年 12 月交工，建设按 10 万吨级散货船满载乘潮单向通航乘潮保证率为 90%（乘潮水位 2.78m）的标准，同时考虑兼顾满足 26.6 万 m^3 LNG 船型安全通航的要求。航道全长约为 18.7km，A~B 段设计宽度为 330m，设计底高程为 -14.7m（当地理论最低潮面，下同）；B~C~Z（铁山港区西港区 16#泊位处）段设计宽度为 190m，设计底高程为 -14.0m。10 万吨级散货船采用 2.78m 的乘潮水位，乘潮保证率为 90%；LNG 船舶进出港不考虑乘潮。

目前，铁山港进港航道正在进行三期工程，三期工程是在二期工程的基础上向湾内延伸，起点为二期航道的终点 C 点，终于湾内的雷田作业区口门处 K 点，工程总长 23.579km。

本工程设计代表船型为 26.6 万 m^3 LNG 船（345m×55m×27.0m×12.2m），设计船型所需航道宽度 329m，航道底高程为 -14.7m。本项目东侧的铁山港进港航道 AB 段航道设计宽度为 330m，底高程为 -14.7m，航道宽度和底高程均可满足本项目设计代表船型不乘潮进港要求。本工程连接水域及回旋水域与铁山港区航道平顺衔接，LNG 船舶利用铁山港区进港航道可到达本工程水域，见图 2.2-11。

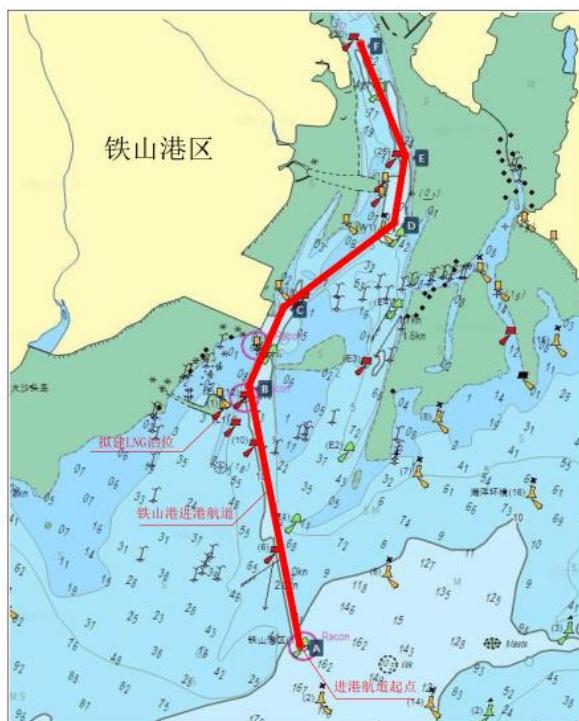


图 2.2-11 铁山港进港航道建设示意图

(2) 锚地

根据《广西北部湾港总体规划修编》(2018年5月)，规划在铁山湾外规划7个港外锚地、在湾口规划1个应急锚地、在湾内规划1个湾内锚地，总面积267.45km²，其中应急锚地位于铁山湾口铁山湾进港航道的东侧，为15万吨级液化气船应急锚地，面积2×2km²，水深16.2m。

目前现有锚地2个：分别为铁山港区现有1~5万吨级锚地及LNG锚地。

现有LNG锚地位于以21°05'55"N、109°18'00"E为中心，1000m为半径海域范围，该锚地为广西液化天然气(LNG)一期项目配套设施，锚地设计代表船型为26.6万m³LNG船及14.7万m³LNG船，可满足1艘26.6万m³LNG船及1艘14.7万m³LNG船同时锚泊，或2艘17.2万m³LNG船同时锚泊。

本工程配套锚地初步选址于规划的北海港LNG船及危险品船锚地，与已建的广西液化天然气(LNG)一期项目码头配套设施相邻，拟建锚地在以点21°06'22.7"N、109°19'02.7"E为圆心、1000m为半径海域范围，所在海域水深为16.8~17.0m之间，水深能够满足码头最大设计代表船型26.6万m³LNG船舶的锚泊要求，见图2.2-12。

锚地具体位置应另进行专题论证，并与相关主管部门协商确定。

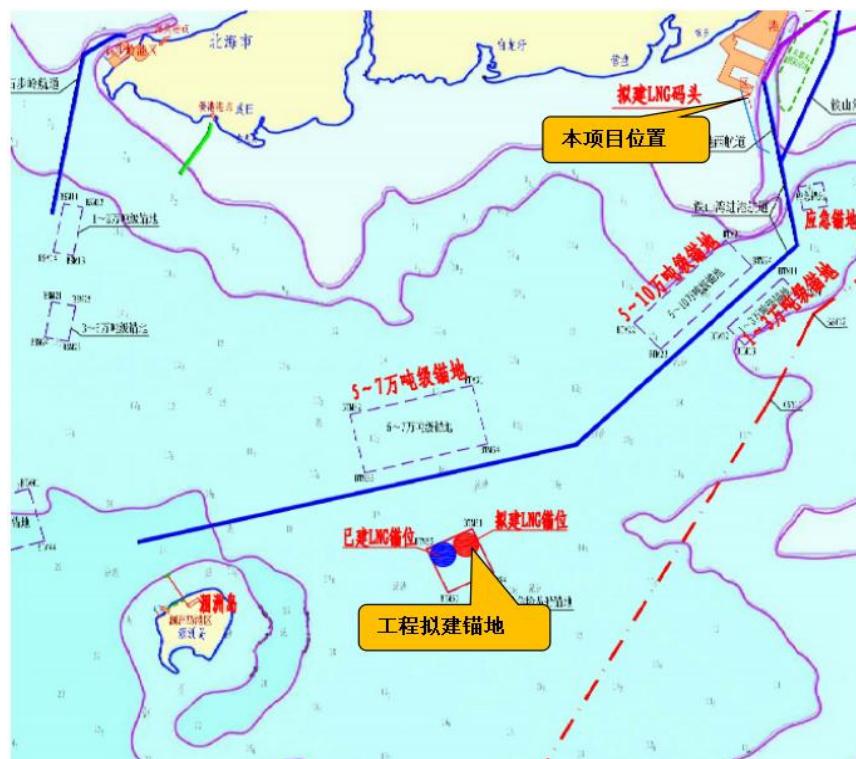


图2.2-12 本工程拟建锚地位置示意图

9、导助航及安全监督设施

(1) 导助航设施

铁山港区进港航道沿途导助航设施配布比较完善,能满足该项目船舶的航行要求。该项目回旋水域与已建 LNG 码头回旋水域部分共用, 已建的 LNG 码头在回旋水域南侧设置铁山港 L1#灯浮, 与主航道上的 10#灯浮连线标示港池边界。本工程拟将原 L1#灯浮及 10#灯浮南移, 标示港池南侧边界。另在码头南侧端部和导流潜堤端部各设置 1 座灯桩。

(2) VTS 系统

北海 VTS 系统由 VTS 中心及冠头岭、铁山港、涠洲岛三个雷达站组成。

铁山港区 VTS 报告线为下列 4 点连线:

T1: 21° 30' 8.8" N, 109° 32' 8.0" E;

T2: 21° 20' 10" N, 109° 32' 8.0" E;

T3: 21° 20' 10" N, 109° 39' 16.5" E;

T4: 21° 31' 9.2" N, 109° 39' 16.5" E。

10、港作车船

根据需要配备港作车辆和港作拖船。

根据《液化天然气码头设计规范》(JTS165-5-2016) 中关于 LNG 船进出港所需港作拖轮规定: 80000m³ 及以上液化天然气船舶靠泊时, 可配置 3-5 艘拖船协助作业; 离泊时, 可配置 2-3 艘拖船协助作业。单船最小功率不应小于 3000kw。

根据船舶操纵仿真模拟试验表明, 6 级及以下 ($\leq 13.8 \text{m/s}$) 风力条件时, 26.6 万 m³ LNG 船采用 2 艘 5000 匹马力及 3 艘 4000 匹马力的拖轮协助, 其中 1 艘 5000 匹马力拖轮用于船舶制动。14.7 万 m³ LNG 船采用 2 艘 5000 匹马力及 2 艘 4000 匹马力的拖轮协助, 其中 1 艘 5000 匹马力拖轮用于船舶制动。

根据调研, 北海港辖区作业拖轮目前共有 8 艘, 总量较少, 拖轮种类较单一, 消拖两用拖轮较少, 不能满足 LNG 船靠离泊要求, 业主应在码头建成前妥善解决拖轮问题。

11、通信

通信系统包括行政/调度电话系统、无线通信系统、扩音对讲系统、火灾报警系统、电视监视系统、数据通信及电信线路、激光靠泊系统、环境监测系统、

缆绳张力监测系统、岸船专用通信连接系统等，码头区有线通信由后方接收站区接线。本工程所需中、远海及近海船岸通信均利用北海港既有海岸电台解决，码头区与接收站区内生产调度通信采用 VHF 无线对讲机，施工期通信可由当地电信局接线。

12、消防

(1) 消防站

本项目新建企业级消防站，位于接收站，主要包括一个消防站主楼和一座训练场等。

(2) 消防设施

本项目设置了消防水系统、高倍数泡沫系统、干粉灭火系统、水幕、消防水炮、灭火器等消防设施，各区域拟配置消防设施如下：

①LNG 储罐区、LNG 工艺处理区和汽车装车区拟配置固定式消防水炮、室外消火栓、固定式水喷雾系统（储罐罐顶平台）、高倍数泡沫系统（LNG 集液池）、干粉灭火系统（LNG 罐顶安全阀）、灭火器、火灾及可燃气体报警器等设施；

②LNG 码头卸料区拟配置固定式高架消防水炮（LNG 船舶）、水幕（码头前沿）、固定式水喷雾系统（高架消防水炮炮塔、从码头到栈桥的紧急疏散通道及阀门集中处）、高倍数泡沫系统（LNG 集液池）、干粉灭火系统（码头工作平台装卸区）、气体灭火系统（码头机柜间、配电室）、灭火器、火灾及可燃气体报警器等设施，其他区域拟配置消火栓、灭火器和火灾报警设施等设施。

本项目接收站和码头海水消防泵合并设置、消防管网分开单独设置，消防水系统平时由稳压泵用淡水保压，火灾时启动海水消防泵，用海水消防。在辅助生产设施及办公楼、生活区等设置低压消防水系统，消防水采用淡水，消防淡水来自安全储水罐，本项目设安全储水罐（消防水、生产水合建，简称安全储水罐）2 座，每座有效容积为 1000m³。

2.3 项目工艺方案

2.3.1 物料储运特性

LNG 接收站主要作用是接收、储存和气化 LNG，气化后向输气管道供气。天然气是一种无色无味气体，比空气轻。液化天然气组成绝大部分是甲烷，天然气经过低温液化后即得到液化天然气。液化天然气具有低温、易挥发和易燃易爆的

特性，储存温度为-162℃。人体接触低温的液化天然气易引起冻伤。泄漏的液化天然气很容易挥发，天然气与空气的混合物具有爆炸性。此外天然气为窒息性气体，空气中天然气浓度过高时，人可因缺氧而头疼、呼吸困难，甚至昏迷、窒息而死。

LNG 主要储运特性见表 2.3-1，本项目的 LNG 组分范围见表 2.3-2。

表 2.3-1 物料主要储运特性表

品种	沸点℃	液体密度 kg/m ³	相对密度(气体)
LNG	-162	430~460	0.6~0.7

表 2.3-2 LNG 的组份范围一览表

组分	长期协议品种	现货(国际主流资源)	
	APLNG	最大	最小
甲烷(CH ₄)	99.81	99.87	85.56
乙烷(C ₂ H ₆)	0.02	0.01	12.06
丙烷及以上C ₃₊)	0	0	2.05
氮气(N ₂)	0.17	0.12	0.33
总计	100.00	100.00	100

2.3.2 项目整体生产工艺方案

LNG 接收站采用成熟、节能的 BOG 再冷凝工艺，包括 LNG 接收、储存、增压和气化 LNG，并在气化后向输气管道供气，同时考虑装车外运要求。在 LNG 冷能利用方面，预留冷能利用接口，本项目不包含冷能综合利用工程建设，见下图。

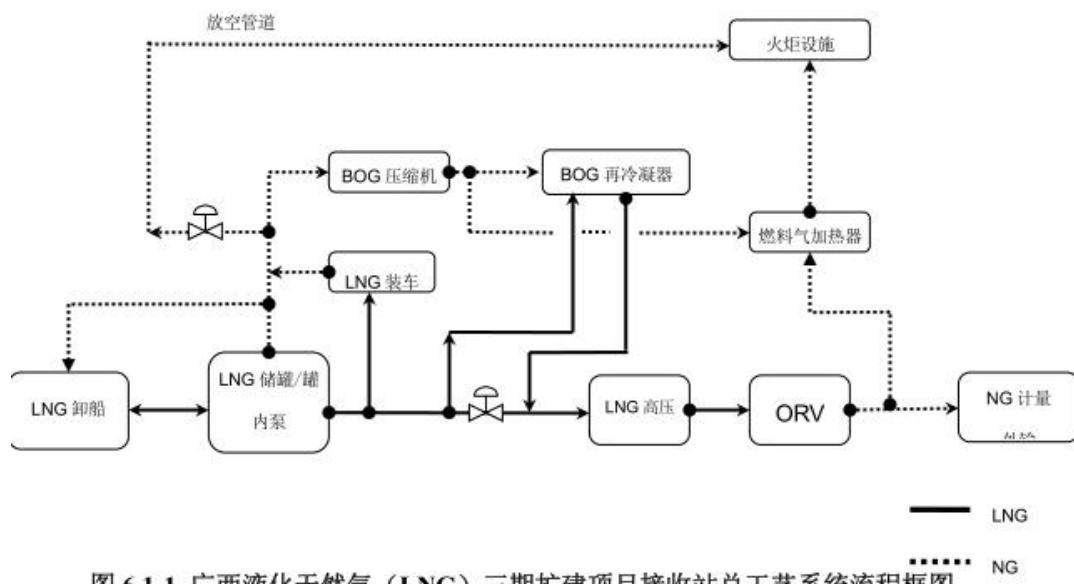


图 6.1-1 广西液化天然气(LNG)三期扩建项目接收站总工艺系统流程框图

按照对液化天然气（LNG）站内蒸发气（BOG）的处理方式不同，LNG 接收站工艺方法有直接输出工艺和再冷凝工艺两种。本工程采用成熟、节能的再冷凝工艺。

再冷凝工艺是将 LNG 储罐产生蒸发气压缩到较低压力与由 LNG 低压输送泵从 LNG 储罐送出的 LNG 在再冷凝器中混合。利用 LNG 增压后的过冷量，使蒸发气再冷凝，冷凝后的 LNG 通过 LNG 高压输送泵加压后，经气化器气化后外输。再冷凝工艺利用了 LNG 的部分冷能，大大减少了蒸发气（BOG）压缩机的功率消耗，可节省能量和投资。

工艺系统分为卸船系统、LNG 储存系统、蒸发气（BOG）处理系统、LNG 输送及气化系统、天然气外输系统、LNG 装车系统、火炬及泄放系统、燃料气加热等其他工程系统等 8 个部分。

卸船工艺采用单管方案。单管设计方案与双管设计方案比较，单管方案投资更省，能耗更低。LNG 储罐选用安全、可靠的全容式预应力混凝土储罐，LNG 气化器全部选用开架式海水气化器（ORV），天然气外输通过外输高压泵加压 LNG 至外输压力，LNG 再经气化器气化后送至输气管道外输，本项目 NG 外输气不进行热值调整。

LNG 装车外运通过罐内低压泵送至汽车装车设施装车后运出。

2.3.3 码头装卸工艺

LNG 码头的卸船系统主要由卸料臂、气相返回臂、LNG 卸船管、气相回流线及 LNG 循环保冷管道组成。

LNG 运输船抵达 LNG 专用码头后，通过 4 台 16 “液相卸船臂”、1 台 16 “气体返回臂”和卸料管线，借助船用泵将 LNG 送进接收站的储罐内。卸船时 LNG 可以从 LNG 储罐的上部管口直接进入储罐，也可通过内部插入管由底部进入 LNG 储罐。该设计可使不同比重的 LNG 以不同方式进入储罐。通常，较重的 LNG 从上部进入，较轻的 LNG 从下部进入，便于不同比重的 LNG 相互扩散及混合；同时，也可通过 LNG 低压输送泵将罐内 LNG 循环到上部或底部，从而有效防止分层、翻滚现象的产生。

卸船工艺流程简述如下：

1、LNG 液相

LNG运输船→装卸臂→码头管线→(后方管线, 罐区)

2、LNG气相

(后方管线, 罐区) → 码头管线→ 装卸臂→ LNG运输船

3、干管扫线

装卸干管平时不扫线, 需要时(如维修等)可先用气相置换液相再用氮气自罐区通过码头循环管扫向罐区。

4、循环保冷

所有卸船管线采用循环保冷措施。

本项目LNG运输船主力船型为17.5万m³, 码头装卸设施按175,000m³船型设计, 兼顾满足30,000~266,000m³船型设计, 参照其它LNG项目的经验, 码头作业时间为35小时, 净卸船时间不大于20小时, 最大卸船流量为14,000m³/h。

在码头设有1台LNG收集罐, LNG收集罐的作用是接收卸船结束后从各卸料液体支管中排出的LNG, 气化后经气体返回管道进入蒸发气总管。

2.3.4 取排水工艺技术方案

1、取水系统

取水系统主要用于提供LNG气化加热用水及高压消防系统提供消防水, 水源为海水。

本工程取水工程流程为: 拟建接收站陆域北侧1号港池海域→海域取水构筑物→取水泵房→水管→海水预处理设施→开架式气化器厂区。

为避免海洋污损生物在管段、设施内壁附着繁殖而导致管道水阻增加和生物对管道内壁表面破坏, 影响运行的经济性和使用寿命, 对安全生产造成危害, 本工程设计采用电解海水制取的次氯酸钠进行杀菌除藻。

电解海水制氯系统工艺流程为: 取水管来海水→海水预过滤器→海水升压泵→自动冲洗过滤器→次氯酸钠发生器→次氯酸钠贮存罐→循环水泵进水流道。

加氯系统布置于海水泵房附近, 在取水口和泵吸水池均投加次氯酸钠, 取水口为冲击加药, 泵吸水池为连续加药, 按照连续加药和冲击加药交替进行; 连续加药浓度: 1.0mg/L, 每天24小时加药; 冲击加药浓度: 3.0mg/L, 每天冲击4次, 每次60分钟。未降解余氯将随排水口排放的冷却水扩散至周围水体中, 一般排水口余氯量约为0~0.2mg/L。

2、排水系统

本系统用于收集和排放 LNG 气化单元排出的海水，冷排水口位于接收站南侧，为开敞式喇叭口形式，设置一定的底坡以防止泥沙淤积，海水在开架式气化器中加热 LNG 后温度降低，就近排海将使循环的海水短路，并可能影响海洋环境，故本项目排水口设于接收站南侧，远离取水口（位于接收站北面）排入大海的办法排放冷海水，排水温度与取水水温的温差控制在 5℃以内。冷海水排放量为第一阶段 $32000\text{m}^3/\text{h}$ ，第二阶段为 $48000\text{m}^3/\text{h}$ ，冷海水中含有少量余氯（小于 0.2mg/L ）。

2.4 项目主要施工工艺和方法

2.4.1 施工条件

1、水文气象条件

拟建工程位于北部湾北海港铁山港西港区，工程地点水文、气象条件适宜，年平均气温 22.6°C 。本地区季风分布特征比较明显，北海地区风向季节性变化显著，冬季盛行偏北风，夏季盛行东南风。该地区全年无冰冻期，夏、秋两季为台风多发季节，每年发生 2~4 次。北海受台风袭击时，市区陆地平均最大风力 ≥ 9 级，台风主要集中在 6 月至 9 月。台风形成的暴雨、风浪对施工及施工船舶安全有一定的影响。

2、场地条件

本工程位于广西北海港铁山西港区啄罗作业区 1 号突堤，紧临已建成运行的 LNG 接收站一期工程。项目停泊水域及回旋水域位于铁山湾西港区，铁山湾泥沙淤积不大，可通过常规的疏浚来维护；本项目东侧为铁山港区进港航道，设计宽度为 330m，设计底高程为 -14.7m ，能满足本项目施工船舶和 LNG 船舶通航要求。

本工程接收站拟选址区域陆域已形成，可作为本工程施工场地和预制构件预制场。该预制场施工用水用电非常方便，完全可以满足预制构件的预制、堆放、出运等条件；另外项目在已经吹填形成的项目接收站北侧空地设临时施工营地。根据本工程地质报告，地基土层主要为砂层、粉质粘土及粘土层，承载力较高，可作为桩基和重力式码头基础。

3、水、电、交通条件

拟建场地位于北海港铁山港西港区，经过几年开发建设，铁山港西港区基础设施已初具规模，水陆路交通十分便捷，项目依托现有港区道路及已经形成陆域，

可作为对外交通及施工通道。项目所需供电、供水、通信等配套基础设施已接入港区附近，施工用水、电、通讯等均可依托 LNG 接收站一期工程等就近解决。

4、建材供应与设备运输

本工程建筑材料主要有钢材、水泥、砂、碎石、块石等，均可从北海直接采购，通过汽车或船将材料运抵预制场或工程现场，各种设备主要通过铁山港区路网集疏运。

5、施工队伍

华南地区有多家水运施工企业常年在北部湾沿海施工，熟悉该地区的地形地貌及施工特点，具有丰富施工经验，施工设备齐全，施工技术有保障，能胜任本项目港工工程建设。北海市现有一或二级建筑安装企业十余家，施工能力较强，能承担本工程陆上土建工程任务，这些为本工程优选承包单位创造了有利条件。

6、影响施工主要因素和关键环节

本工程陆域施工场地没有建筑物，施工不受干扰，不需拆迁；港池占用主航道，因而港池疏浚施工对航运船舶没有太大影响。工程主要特点是工程数量大，使用船机规格、数量大，主要的单项工程之间有干扰。由于在海上作业，施工时受到一定风、浪影响，应注意统筹协调，合理安排，台风期应注意防台。

2.4.2 施工方案

1、施工总体方案

施工顺序：预制构件和现场施工同步进行，现场先对航道和施工水域进行疏浚，并为打桩船、起重船等船机设备提供作业水深，航道、港池疏浚自东向西方向展开；然后进行取水箱涵基槽开挖、桩基施打、排水箱涵吊装、取水箱涵吊装、导流潜堤抛石等。总体形成以水域疏浚、取水箱涵基槽施工、桩基施工、排水箱涵安装、取水箱涵安装、现浇墩台、现浇横梁、横梁和面板安装、现浇接缝和面层及附属设施（设备及管线）安装等工序为流水作业线。其他配套工程可视相关工程的进度情况安排交叉流水施工。

2、水域疏浚

本工程水域疏浚包括进港航道、回旋水域、码头前沿停泊水域、取排水箱涵基槽、施工船舶作业区域等位置开挖疏浚，疏浚范围详见图 2.4-1、图 2.4-2，总疏浚量约 1044 万 m^3 。

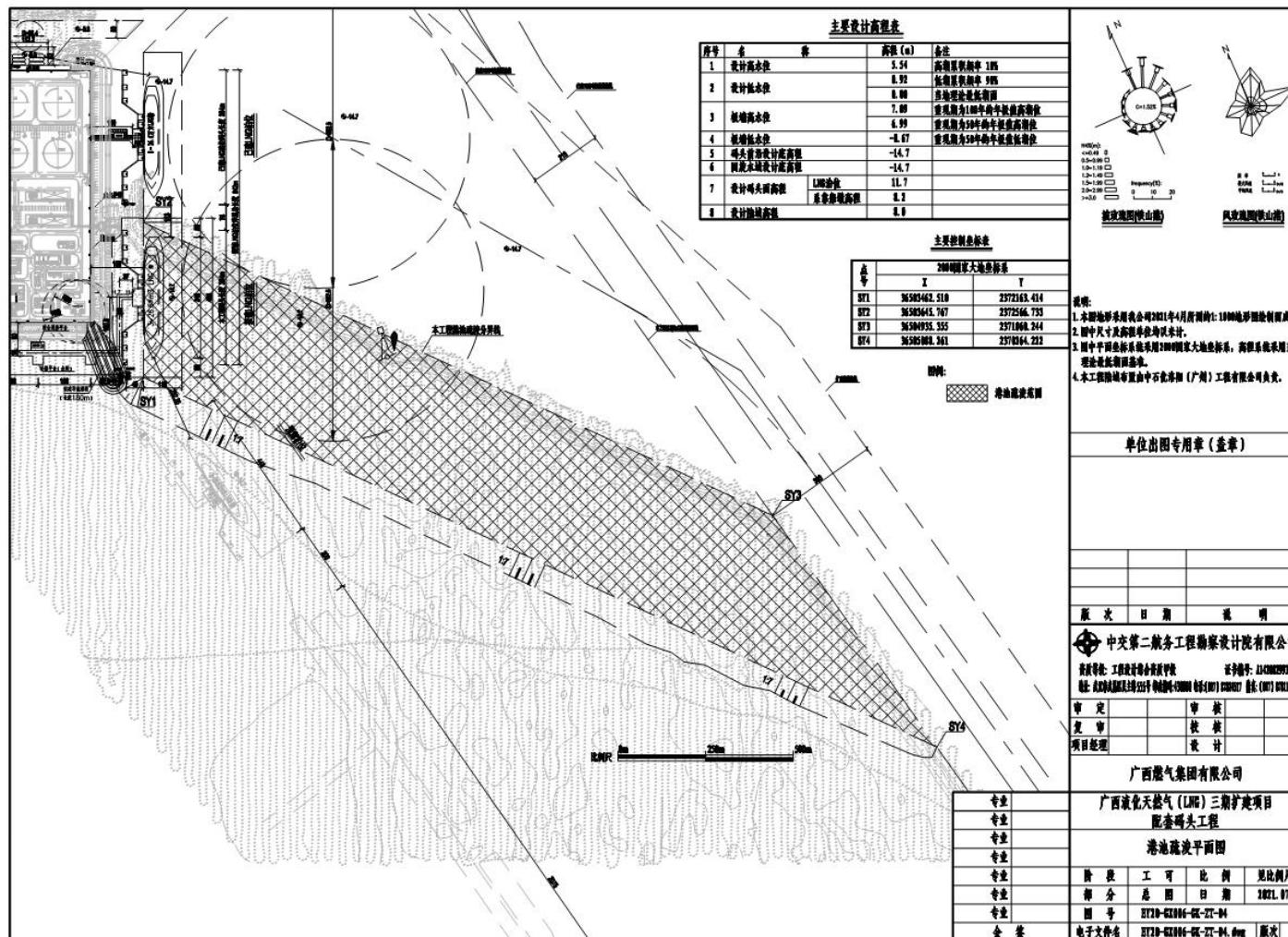


图 2.4-1 本项目停泊、回旋水域、支航道用海区与疏浚区情况图

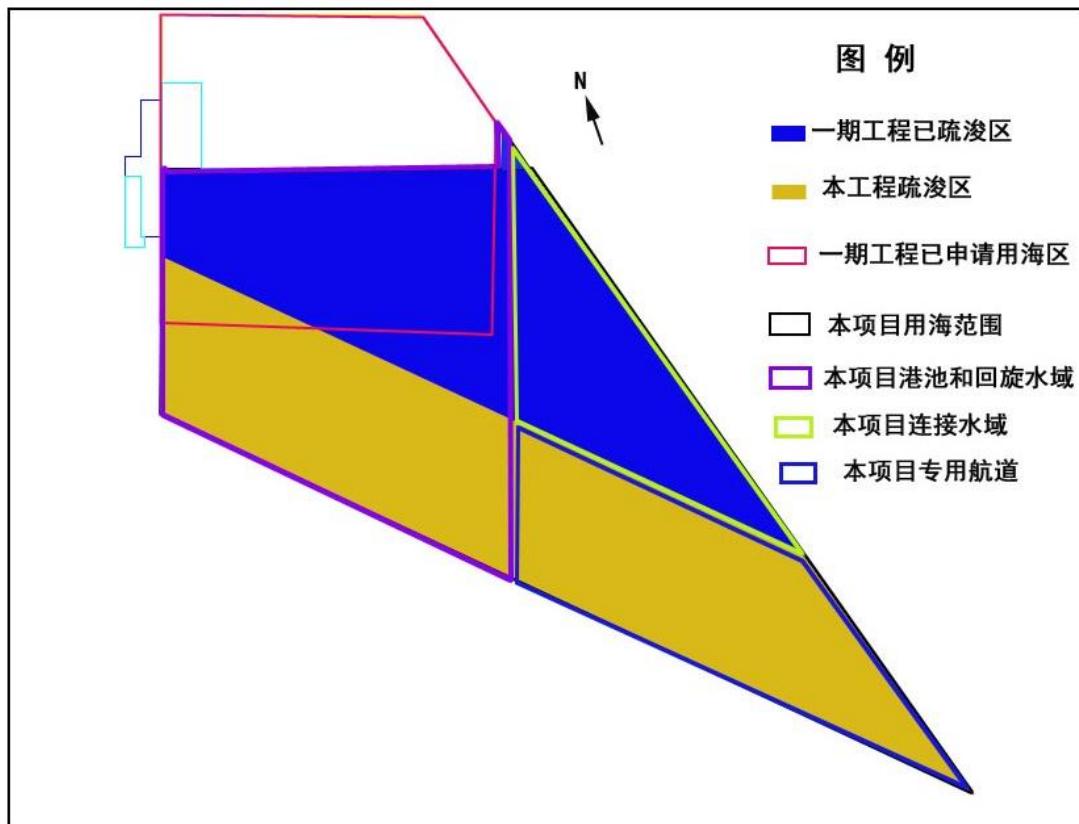


图 2.4-2 项目停泊、回旋水域、专用航道、连接水域用海区与疏浚区情况示意图

不同水域区域采用不同疏浚设备进行挖泥，其中

(1) 取水箱涵基槽、取水口区域以及排水箱涵基槽、排水口区域开挖采用 1 艘 4m^3 抓斗船配合泥驳进行疏浚施工，疏浚量约 20 万 m^3 。

(2) 进港航道、回旋水域、码头前沿停泊水域表层疏浚物采用 2 艘 $3500\text{m}^3/\text{h}$ 绞吸挖泥船配合泥驳进行疏浚施工，局部区域及深层疏浚物采用 3 艘 15m^3 抓斗挖泥船配合泥驳进行疏浚施工，总疏浚量约 1024 万 m^3 。

3、取排水工程

(1) 取水工程主要施工工序

取水头部陆上预制→取水头部海床开挖疏浚→底部抛石整平→取水头部吊装→抛石反压；引水箱涵陆上分段预制→箱涵沿线海床开挖疏浚→底部抛石整平→箱涵分段沉管施工→箱涵两侧及顶部抛石反压。

(2) 排水暗涵主要施工工序

排水口及箱涵陆上预制→防浪堤拆除→基槽开挖→底部抛石夯实整平→排水口及排水箱涵吊装→防波堤恢复等。

4、码头和接岸引桥施工

LNG码头及引桥工程施工大体流程如下：钢管桩制作→水下沉桩→现浇墩台→系、靠船设施安装→码头附属设施（设备及管线）安装。

（1）桩基施工

本工程码头桩基共 204 根，全部为采用阴极保护的斜桩（钢管桩），其中 $\Phi 1300$ 打入桩 148 根； $\Phi 1200\text{mm}$ 打入桩 56 根，桩长约 60m~62m。接岸引桥桩基共 367 根，其中采用阴极保护斜桩（钢管桩）361 根，为 $\Phi 1200$ 打入桩， $\Phi 1200\text{mm}$ 灌注桩 6 根，为直桩，桩长约 56m~60m。钢管桩在工厂制作完成后，采用方驳运至现场。

拟投入打桩船、锚艇、1000t 运输驳船进行施工。

总体顺序：先打引桥桩基，后打码头桩基，由岸侧向海侧阶梯状推进，接岸引桥根部灌注桩可同时进行水上施工。

沉桩施工顺序：打桩船与运桩船抛锚驻位→吊桩与立桩→桩定位→下桩→套替打、压锤→锤击→停锤。

灌注桩施工按常规方法进行，首先安装钢护筒，桩身成孔采用回转钻机或冲击钻完成，循环泥浆护壁，钻孔完成后进行清孔，接着安放钢筋笼，竖管法浇筑水下混凝土，然后等混凝土凝固成形后拔出护筒，最后检查灌注桩工程质量。

（2）码头和引桥上部结构施工

引桥及码头上部结构现浇有横梁、纵梁、面板、桩帽、系船柱基础等，使用水上砼拌合船、运输驳船、履带吊等设备进行施工。

水上现浇桩帽混凝土、梁接头混凝土施工时均由水上混凝土拌合船搅拌供应，砼泵送入模、人工机械振捣成型。水上设方驳吊机组作为工作船，再配备部分民船进行支、拆模板及吊运钢筋施工。板接缝、面层混凝土由后方砼拌合站（或从商品砼拌合站购买）负责搅拌，用混凝土罐车运输至施工现场，汽车泵送入模，人工机械振捣成型并及时洒水养护。现场所用钢筋均在后方场地加工制作，用船水上运输到现场，工作船上吊机配合吊运、人工现场安放或绑扎成型。

5、导流潜堤施工

导流潜堤施工时，采用水上抛填，护面人工块体可在现场临时预制厂预制，并用水上浮吊或陆上履带吊安装。

导流潜堤施工流程：抛石船进行堤心石抛填施工→扭王字块陆上预制→船上吊机进行吊装安放扭王字块。

6、护岸施工

护岸施工流程：抛石堤心→块石垫层→护底块石→护面安放→防浪墙施工。

7、预制场设置

本工程利用接收站用地设置预制场，制作、存放钢管桩、混凝土构件等。

8、材料运输

本工程所需建筑材料主要包括钢材、水泥、砂、碎石、块石等，可从北海市直接采购。

建筑材料及设备可通过铁山港路网集疏运，预制场到施工现场主要通过水路运输。

9、主要施工设备

为确保施工进度要求，码头施工需配绞吸挖泥船、抓斗挖泥船、大型打桩船等施工设备，具体见表 2.4-1。

表 2.4-1 项目主要施工设备一览表

序号	机械设备名称	规格、型号	单位	数量	备注
1	耙吸式挖泥船	3500m ³ /h	艘	1	配 1 艘锚艇
2	抓斗挖泥船	15m ³	艘	3	
3	开体泥驳	1000m ³	艘	6	
4	交通船	20 人	艘	1	兼作测量船
5	打桩船		艘	1	
6	桩驳	2000t	艘	2	
7	起重船	130t	艘	1	
8	钻机		台	2	

2.4.3 工程量及疏浚土处置

1、疏浚区基本情况

本工程停泊水域、回旋水域、专用航道、连接水域以及取水口用海面积 134.6302hm²，工程部份停泊水域、回旋水域、连接水域与已建的广西液化天然气(LNG)项目一期工程的回旋水域、连接水域重叠，重叠面积 82.0523hm²，其中 80.2581hm²已由一期工程浚深至-14.7m，能满足本项目使用需求。本工程部份停泊水域和回旋水域、专用航道及取水口现状水深不符合使用要求，需要疏浚，共需疏浚水域面积 94.8670hm²，具体见表 2.4-2 和图 2.4-1、图 2.4-2。

表 2.4.2 本项目停泊水域、回旋水域、内部航道及取排水口疏浚面积情况

序号	用海方式		用海规模		备注
	一级	二级	长度(m)	面积(hm ²)	
1	围海用海	港池、蓄水等	/	2.8183	港池
			/	46.1270	回旋水域
			/	48.9453	
2	构筑物用海	其他透水构筑物	1127	4.1542	引桥
			438	1.2772	码头
		小计	1565	5.4314	
		非透水构筑物	180	1.3061	导流潜堤
		小计	1745	6.7375	
3	其他用海方式	工业取、排水口用海	/	4.0591	取水口
			/	2.0557	排水口
		小计		6.1148	
4	开放式用海	专用航道、锚地及其它开放式	/	47.0682	内部航道
			/	32.5019	连接水域
		小计		79.5701	
合计				141.3677	

用海单元	用海面积(hm ²)	与一期工程重叠用海面积(hm ²)	一期工程已疏浚面积(hm ²)	本项目需疏浚面积(hm ²)
停泊水域	2.8183	2.1954	2.1954	0.6229
回旋水域	46.1270	34.9346	34.9346	11.1924
内部航道	47.0682	0	0	47.0682
连接水域	32.5019	32.5019	32.5019	32.5019
取水口	4.0591	0	0	4.0591
排水口	2.0557	0	0	4.0591
合计	134.6302	69.6319	69.6319	99.5036

本工程需疏浚的停泊水域、回旋水域、专用航道以及取水口现状水深情况如下：按施工期平均水位 2.5m 考虑，停泊水域现状地形平均水深为 5m，回旋水域现状地形平均水深为 7.5m，内部专用航道现状地形平均水深为 10m，需浚深至 -14.7m。取水管和取水口现状地形平均水深 4.0m，需要开挖至 9.1m 水深，平均挖泥厚度 4.5m。项目及周边海域水深图见图 2.4-3 至图 2.4-6。

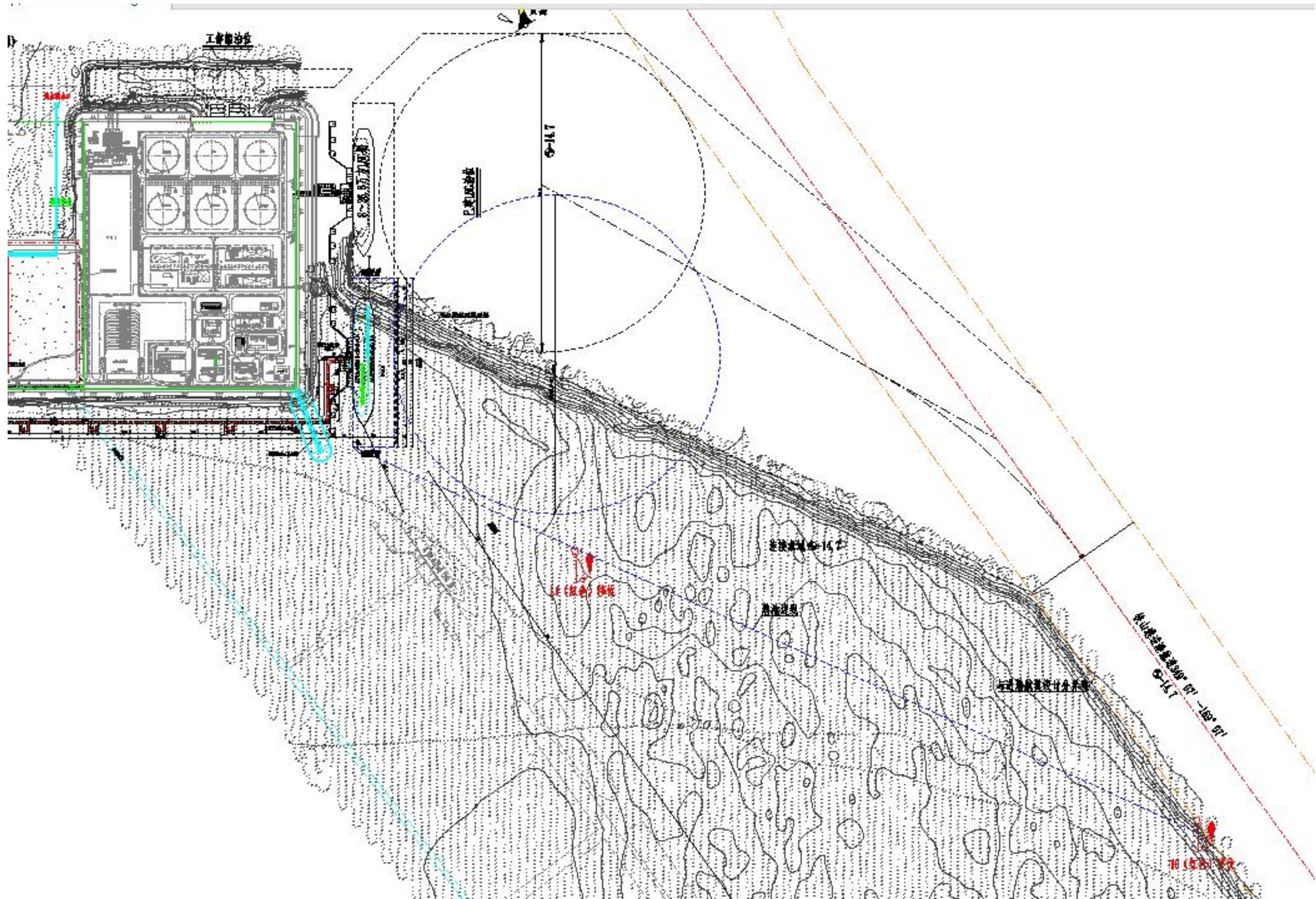


图 2.4-3 项目及周边海域水深图

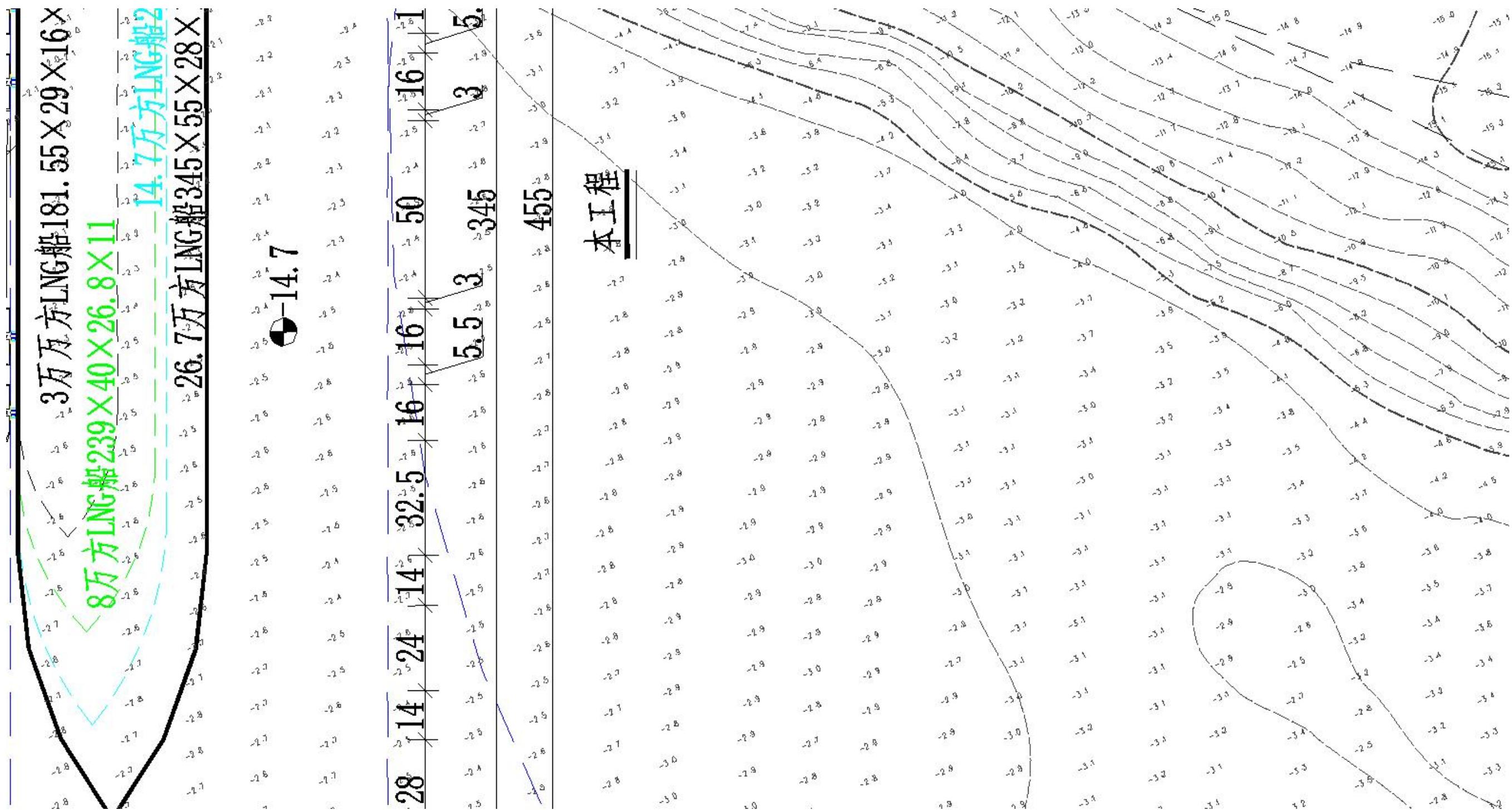


图 2.4-4 项目及周边海域水深图(港池及回旋水域局部)

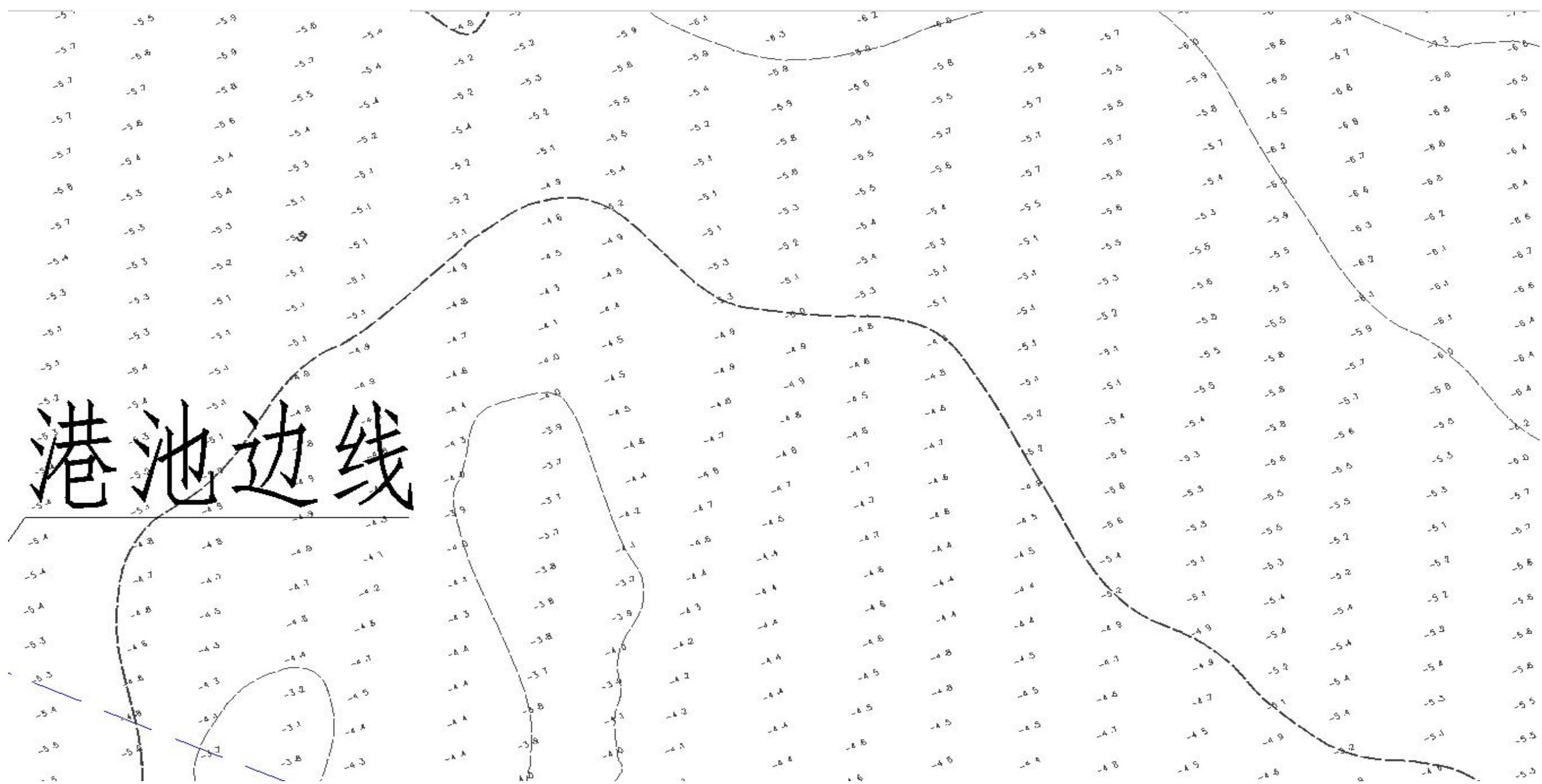


图 2.4-5 项目及周边海域水深图（连接水域局部）

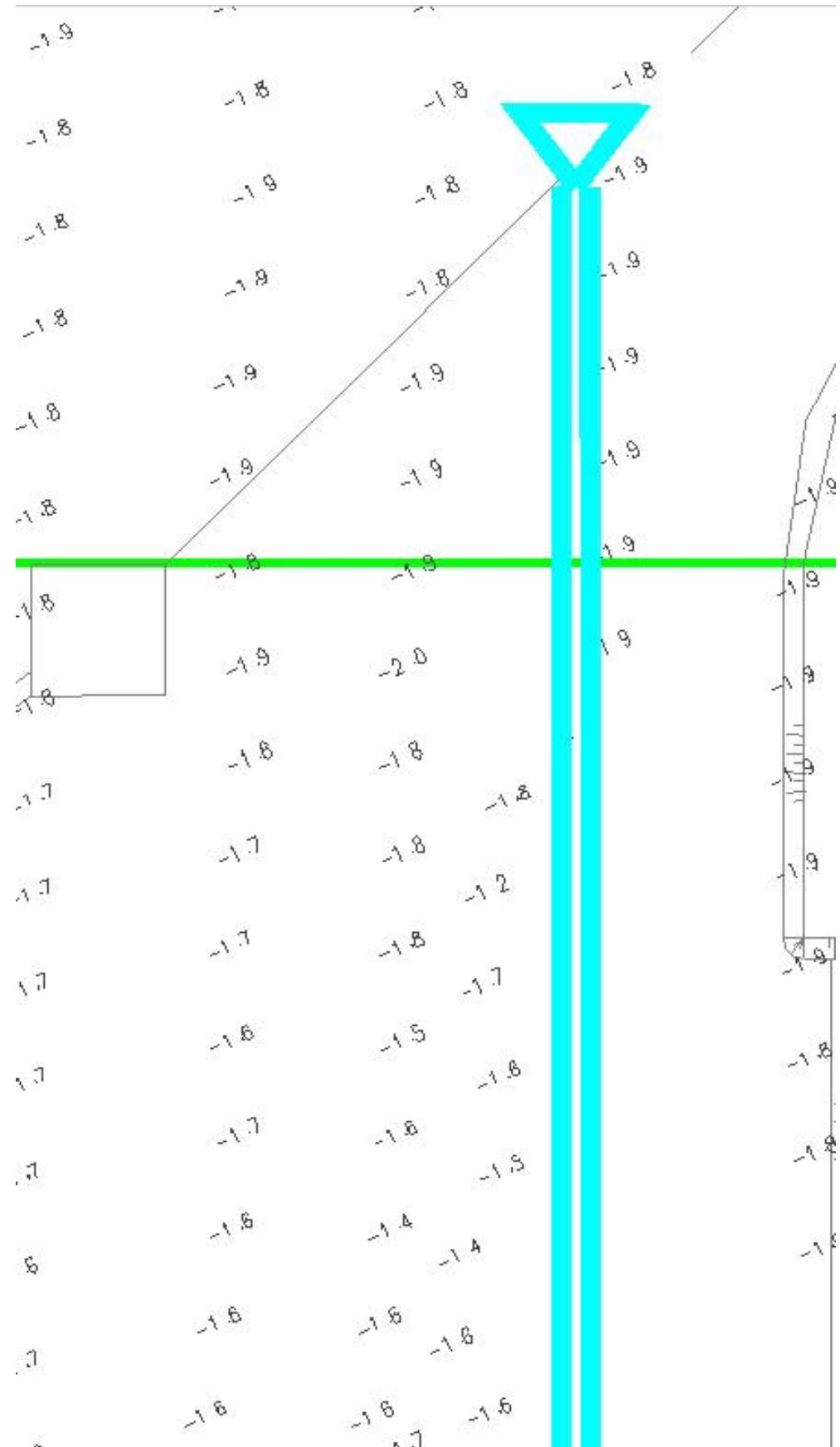


图 2.4-6 项目及周边海域水深图(海水取水管和取水口局部)

本工程停泊水域、回旋水域及专用内部航道需浚深至-14.7m，平均挖泥厚度11.8m，平均挖深=施工期平均水位-挖泥设计底标高+计算超深值-泥层厚度/2=2.5-(-14.7)+0.6-11.8/2=11.9m，疏浚边坡按1:7计。

疏浚区疏浚总工程量包括疏浚区疏浚工程量和施工期回淤量，合计为1044万 m^3 。疏浚区疏浚工程量为990.0万 m^3 (含超挖)，主要为粉质黏土及黏土和中粗砂，其中取水头及取水管基槽开挖疏浚量约20万 m^3 ，停泊水域、回旋水域及连接水域开挖疏浚量970.0万 m^3 。施工期回淤量按0.41m/a、疏浚施工期16个月计，施工期回淤疏浚工程量为54万 m^3 ，主要为浮泥，疏浚分级1级，详见表2.4-3。

表 2.4-3 项目疏浚物主要类别及疏浚工程量表

编号	部位	土类别	数量(万 m^3)	备注
1	取水头及取水管基槽开挖	中粗砂、粉质黏土及黏土	20	
2	停泊水域、回旋水域及连接水域	8级中粗砂	388	
		5级粉质黏土及黏土	582	
3	施工期回淤量	1级浮泥	54	施工期回淤量
	小计		1044	

2、疏浚土处置

项目停泊水域、回旋水域及连接水域疏浚产生疏浚土共1044万 m^3 ，外抛至在广西北海市拟设的“铁山港倾倒区”或钦州港30万吨级进港航道疏浚工程疏浚临时性海洋倾倒区B区。

(1)根据生态环境部2020年10月发布《全国倾倒区规划(2020-2025年)》，为解决广西北部湾港口航道工程建设产生的疏浚物海洋倾倒需要，拟设置铁山港外倾倒区，华南环境科学研究所受生态环境部委托于2021年5月25日组织召开了《铁山港倾倒区选划论证报告》专家评审会，根据《铁山港倾倒区选划论证报告》，拟选划铁山港倾倒区位置为：

A (109° 18' 47.207" E, 21° 17' 9.904" N)、

B (109° 21' 23.297" E, 21° 18' 15.440" N)、

C (109° 22' 03.978" E, 21° 16' 48.286" N)、

D (109° 19' 27.908" E, 21° 15' 42.961" N)

四点连线范围海域。《铁山港倾倒区选划论证报告》与《全国倾倒区规划(2020-2025年)》中关于铁山港倾倒区选址基本相同，地理位置如图2.4-7所示。

铁山港倾倒区位于项目西南面，与本项目距离较近，距离为24km，但目前尚未获批。

(2) 根据《2021年全国可继续使用倾倒区名录》，目前本项目周边最近合法抛泥区为钦州港30万吨级进港航道疏浚工程疏浚临时性海洋倾倒区B区，位于项目西南面，该区域抛泥运距约125km。

项目开工时，若铁山港倾倒区已获批，则优先运至铁山港倾倒区倾倒；若铁山港倾倒区未获批，则疏浚物运至钦州港30万吨级进港航道疏浚工程疏浚临时性海洋倾倒区B区倾倒，待铁山港倾倒区获批后再倾倒。

根据广西北部湾海洋研究中心于2021年9月(秋季)对本项目疏浚区疏浚物现状调查结果，测值与《海洋倾倒物质评价规范-疏浚物 GB30980-2014》中(表1 疏浚物类别化学评价限制)比较分析(见表3.3-3)，本疏浚区疏浚物各指标含量均低于疏浚物分类化学评价限值下限，初步判定属于清洁疏浚物(I类)。本工程共产生疏浚物1044万m³，拟利用现有航道外抛至“铁山港倾倒区”或钦州港30万吨级进港航道疏浚工程疏浚临时性海洋倾倒区B区，疏浚物外抛运输路线见图2.4-7。

建设单位在施工前要向主管部门提出疏浚物倾倒申请要求，由于铁山港倾倒区目前还未正式批复，本工程疏浚物最终去向由主管部门核发的废弃物海洋倾倒许可证确定。



图 2.4-7 疏浚物外抛运输路线示意图

2.4.4 项目施工工期及施工计划进度

根据本工程规模和施工特点，本工程总施工期为 21 个月，其中水下施工 16 个月，各项工程项目施工进度安排详见表 2.4-4。

表 2.4-4 工程施工进度计划表

项目工程	2022年		2023年												2024年							
	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	
施工准备																						
施工采购																						
引桥部分施工																						
靠船装卸作业平台施工																						
排水口施工																						
取水口施工																						
港池疏浚																						
导流潜堤施工																						
导助航设施安装																						
联试联调																						
竣工验收																						

2.5 项目申请用海情况

本项目用海类型为工业用海中的其它工业用海和交通运输用海中的航道用海，用海方式为开放式用海中专用航道及其它开放式用海（编码 44）、围海中的港池、蓄水用海（编码 31）、构筑物用海中的透水构筑物用海（编码 23）、非透水构筑物用海（编码 21）以及其它方式中的取、排水口用海（55）。

本项目使用岸线长度 384m，建设码头工程，申请用海期限为五十年。

本项目拟申请用海总面积 141.3677hm²，其中透水构筑物用海面积 5.4314hm²（码头 1.2772hm²，接岸引桥 4.1542hm²），透水构筑物长度 1565m（码头长 438m、接岸引桥长 1127m），港池（港池、蓄水等）用海面积 48.9453hm²（港池 2.8183hm²、回旋水域 46.1270hm²），开放式用海面积 79.5701hm²（内部航道 47.0682hm²、连接水域 32.5019hm²），导流潜堤（非透水构筑物）用海面积 1.3061hm²，取、排水口用海面积 6.1148hm²（取水口用海面积 4.0591hm²、排水口用海面积 2.0557hm²）。项目用海区地理坐标为 109° 31' 13.321"E~109° 32' 56.774"E, 21° 25' 34.154"N~21° 27' 18.808"N。

另外，本项目回旋水域需共用广西液化天然气（LNG）项目一期工程 37.9640hm² 水域面积，该面积一期工程已申请用海。本工程停泊水域用海面积 5.0266hm²，其中有 2.2083hm² 与广西液化天然气（LNG）项目一期工程的港池用海存在重叠，该重叠区域广西液化天然气（LNG）项目一期工程已申请用海，本项目不能重复申请用海，该部份海域一期工程没有实际使用，建议建设单位与广西液化天然气（LNG）项目一期工程的业主协商办理海域使用权证置换手续。

本项目申请总用海面积 141.3677hm²，与一期项目已获得海域使用权属重叠用海面积 37.1300hm²，见表 2.5-1 和图 2.5-1。

本项目宗海位置、平面布置、界址、现状图见图 2.5-2 至图 2.5-7。

表 2.5-1 项目用海与一期工程重叠情况

序号	用海名称	用海面积 (hm ²)	与一期工程已获 权属重叠用海面 积 (hm ²)	与一期工程尚未获权 属重叠用海面积 (hm ²)	本项目申请用 海面积 (hm ²)
1	码头	1.2772	0	0	1.2772
2	接岸引桥	4.1542	0	0	4.1542
3	停泊水域	5.0137	2.1954	0	2.8183
4	回旋水域	81.0616	34.9346	0	46.1270
5	连接水域	42.1818	0	9.6799	32.5019
6	内部航道	47.0682	0	0	47.0682
7	导流潜堤	1.3061	0	0	1.3061
8	取水口	4.0591	0	0	4.0591
9	排水口	2.0557	0	0	2.0557
合计		188.1776	37.1300	9.6799	141.3677

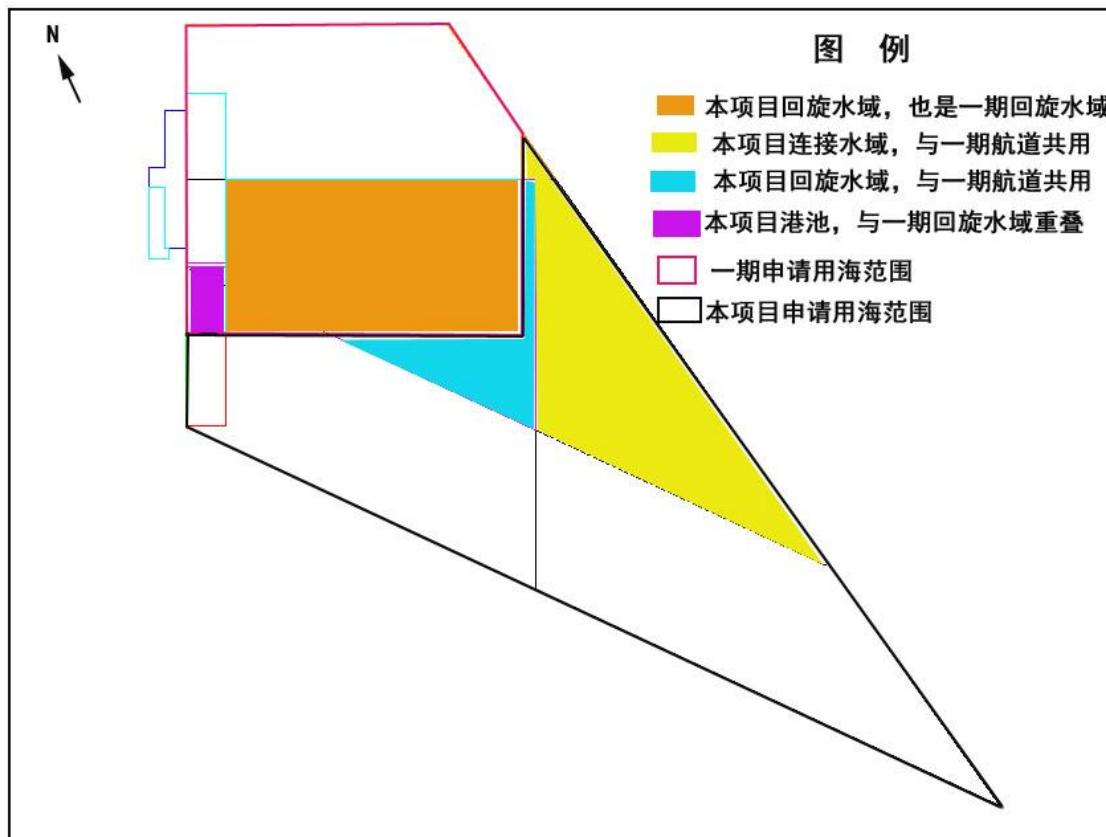


图 2.5-1 项目用海与一期工程重叠情况示意图

广西液化天然气 (LNG) 三期扩建项目宗海位置图



图 2.5-2 项目宗海位置图

广西液化天然气 (LNG) 三期扩建项目 (引桥、导流潜堤、码头、取排水口) 宗海界址图

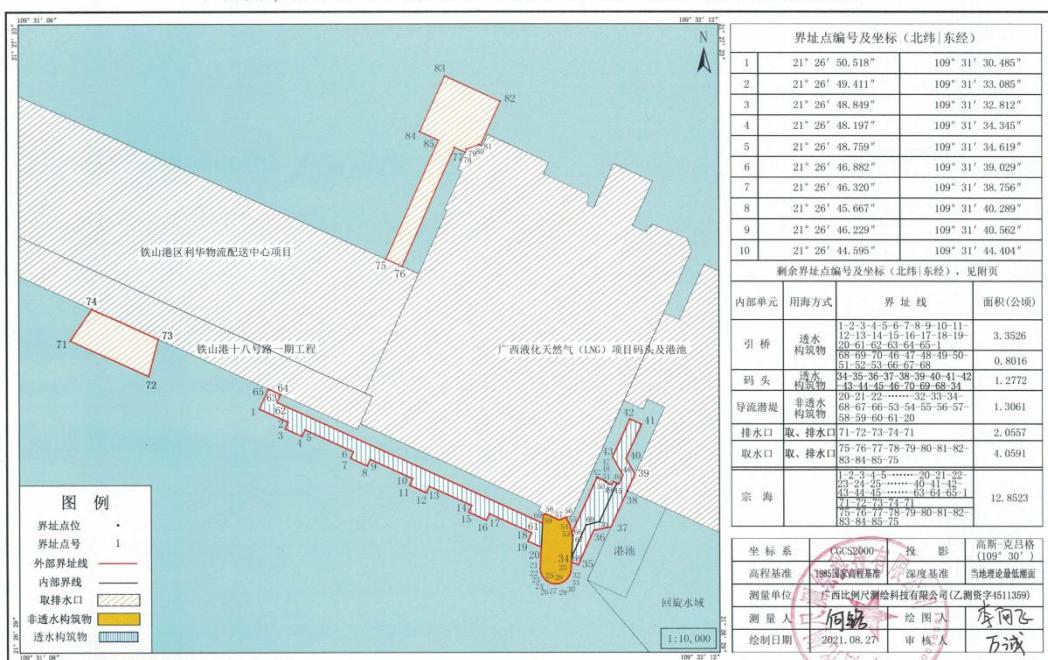


图 2.5-3 项目 (引桥、导流潜堤、码头、取排水口) 宗海界址图 (一)

附页 广西液化天然气(LNG)三期扩建项目(引桥、导流潜堤、码头、取排水口)宗海界址点(续)		
	界址点编号及坐标(北纬 东经)	界址点编号及坐标(北纬 东经)
11	21° 26' 44.032"	109° 31' 44.131"
12	21° 26' 43.380"	109° 31' 45.664"
13	21° 26' 43.942"	109° 31' 45.937"
14	21° 26' 42.308"	109° 31' 49.777"
15	21° 26' 41.745"	109° 31' 49.504"
16	21° 26' 41.052"	109° 31' 51.134"
17	21° 26' 41.614"	109° 31' 51.407"
18	21° 26' 39.979"	109° 31' 55.248"
19	21° 26' 39.269"	109° 31' 54.903"
20	21° 26' 38.755"	109° 31' 56.109"
21	21° 26' 36.892"	109° 31' 55.999"
22	21° 26' 36.561"	109° 31' 56.066"
23	21° 26' 36.234"	109° 31' 56.235"
24	21° 26' 35.978"	109° 31' 56.474"
25	21° 26' 35.815"	109° 31' 56.718"
26	21° 26' 35.695"	109° 31' 57.019"
27	21° 26' 35.643"	109° 31' 57.340"
28	21° 26' 35.659"	109° 31' 57.648"
29	21° 26' 35.734"	109° 31' 57.942"
30	21° 26' 35.873"	109° 31' 58.221"
31	21° 26' 36.105"	109° 31' 58.498"
32	21° 26' 36.373"	109° 31' 58.689"
33	21° 26' 36.745"	109° 31' 58.821"
34	21° 26' 37.510"	109° 31' 58.866"
35	21° 26' 37.250"	109° 31' 59.477"
36	21° 26' 40.177"	109° 32' 00.899"
37	21° 26' 40.476"	109° 32' 02.481"
38	21° 26' 43.550"	109° 32' 03.970"
39	21° 26' 44.974"	109° 32' 04.660"
40	21° 26' 46.281"	109° 32' 03.863"
41	21° 26' 49.208"	109° 32' 05.284"
42	21° 26' 49.666"	109° 32' 04.209"
43	21° 26' 46.438"	109° 32' 02.642"
44	21° 26' 44.884"	109° 32' 03.566"
45	21° 26' 44.131"	109° 32' 03.200"
46	21° 26' 44.205"	109° 32' 03.026"
47	21° 26' 44.339"	109° 32' 02.710"
48	21° 26' 44.115"	109° 32' 02.601"
49	21° 26' 44.078"	109° 32' 02.497"
50	21° 26' 44.280"	109° 32' 02.021"
51	21° 26' 44.343"	109° 32' 02.052"
52	21° 26' 44.702"	109° 32' 01.207"
53	21° 26' 39.948"	109° 31' 58.899"
54	21° 26' 40.704"	109° 31' 58.722"
55	21° 26' 41.121"	109° 31' 58.461"
56	21° 26' 41.326"	109° 31' 58.444"
57	21° 26' 41.080"	109° 31' 57.750"

坐标系 CGCS2000 投影 高斯-克吕格
 (109° 30')

测量单位 广西比例尺测绘科技有限公司
 (乙测资字4511359)

测量人 何铭 绘图人 李向飞
 绘制日期 2021.08.27 审核人 万诚



图 2.5-3 项目(引桥、导流潜堤、码头、取排水口)宗海界址图(二)

广西液化天然气(LNG)三期扩建项目海域使用论证报告书

广西液化天然气(LNG)三期扩建项目(港池、回旋水域)宗海界址图

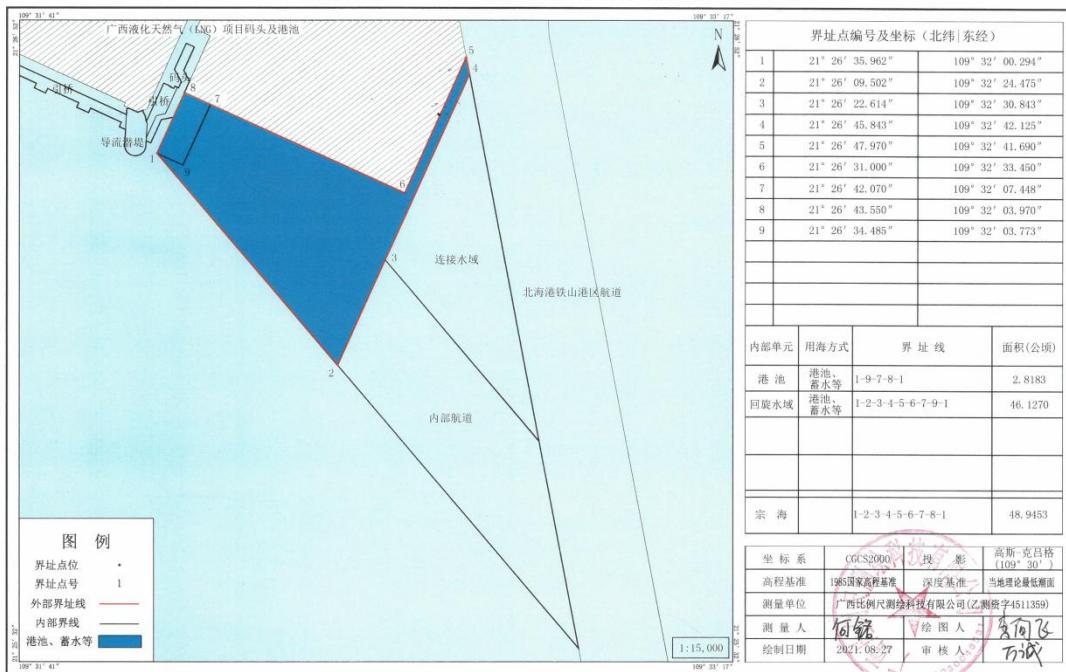


图 2.5-4 项目(港池、回旋水域)宗海界址图

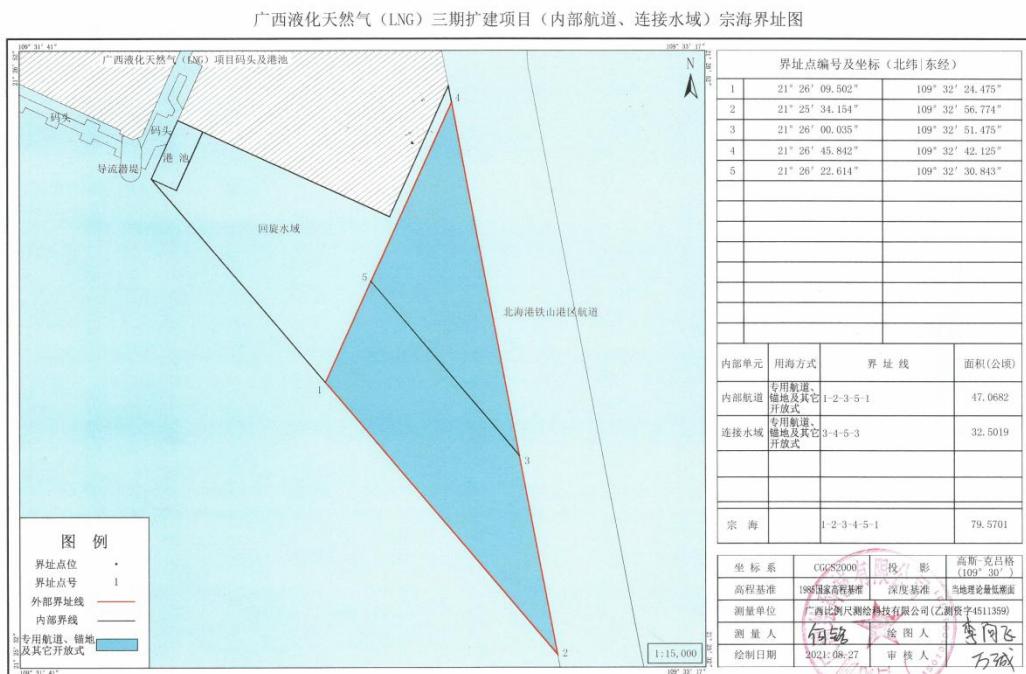


图 2.5-5 项目(内部航道、连接水域)宗海界址图

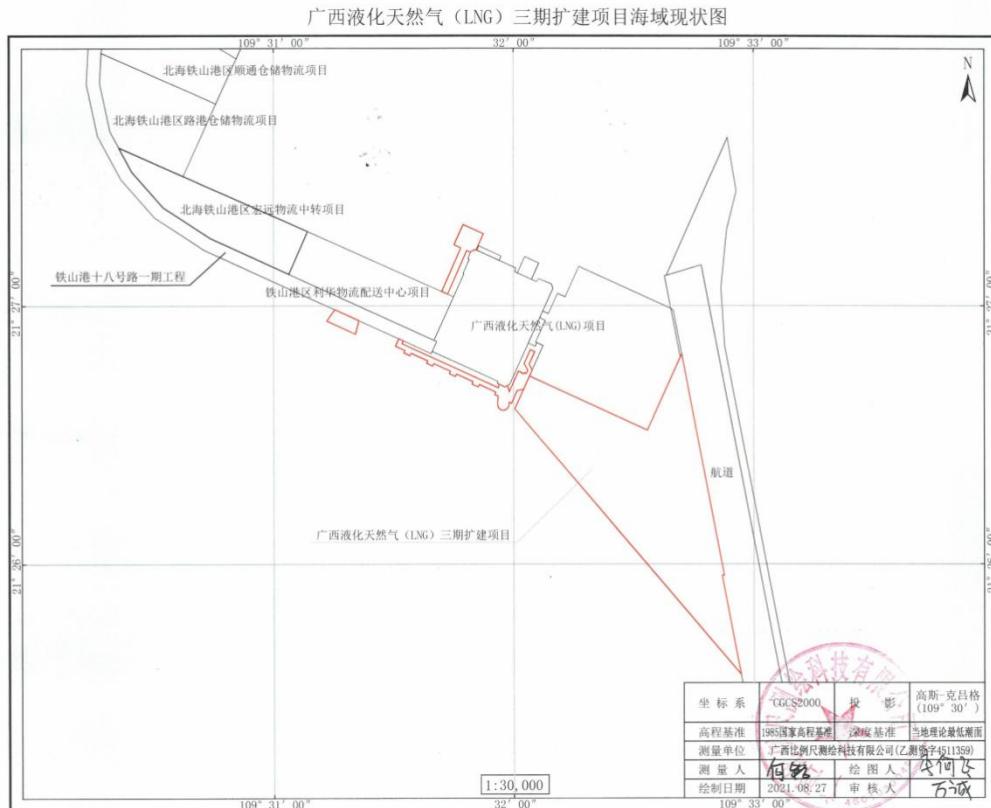


图 2.5-6 项目宗海现状图

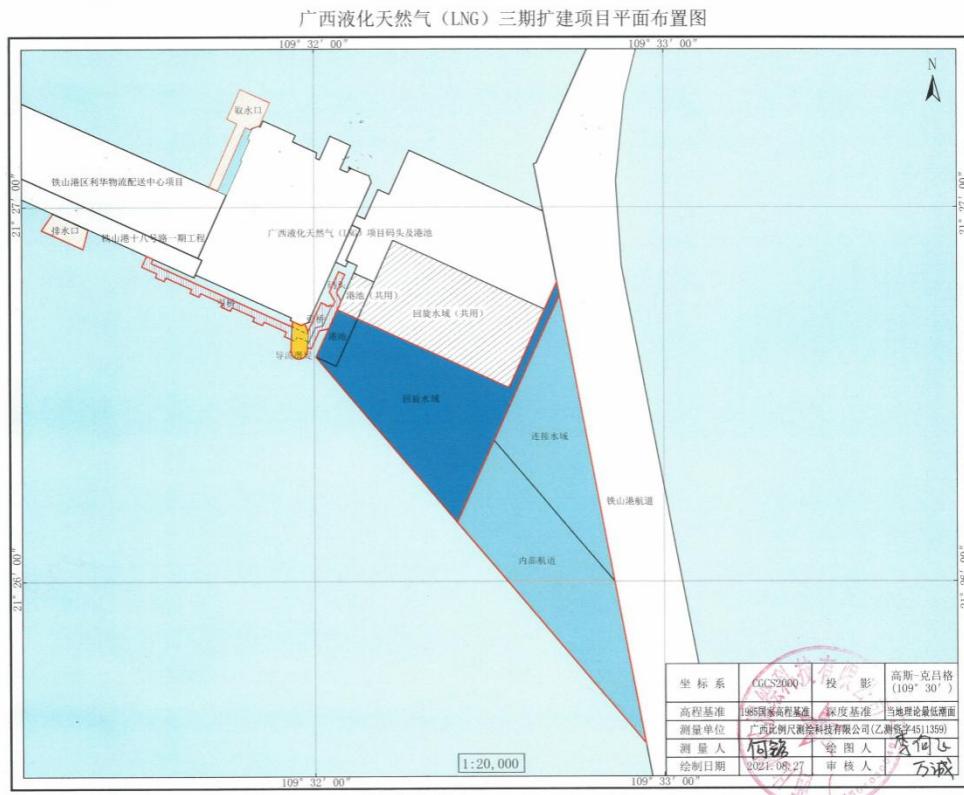


图 2.5-7 项目平面布置图

2.6 项目申请用地情况

项目接收站意向用地位于铁山港工业区滨海路以南，临近广西液化天然气(LNG)项目一期工程，为北海市路港建设投资开发有限公司(以下简称“北海路港公司”)吹填的铁山港西港区啄罗作业区1号突堤陆域范围内，原项目名称是铁山港区利华物流配送中心项目。根据北海市自然资源局《关于广西液化天然气(LNG)三期扩建项目用地预审意见的复函》(北自然资复〔2020〕993号，见附件7)，目前北海路港公司已取得该地块海域使用权证，尚未办理用海验收手续。根据有关政策，待填海验收完成后，该吹填陆域可变更为新增建设用地。北海路港公司已同意本项目选址(见附件6)，后续建设单位与北海路港公司办理使用权证置换等相关事宜即可。

2.7 项目用海必要性

2.7.1 项目建设的必要性

1、本项目的建设是优化我国能源结构，响应国家节能减排号召，发展清洁能源和实现可持续发展战略需要

我国面临经济发展和环境保护的双重压力，一方面经济持续高速发展，另一方面环境却不断恶化，我国又是世界上最大的煤炭生产国和消费国，燃煤已成为我国大气污染的主要来源，大面积推广清洁燃料已成为我国的当务之急。天然气具有燃烧清洁的特性，燃烧排放二氧化碳比煤少40%，比石油少25%，有利于环境保护；同时资源丰富，分布广泛，价格亦相对低廉。

国家能源局数据显示，2013年到2016年，我国天然气和非化石能源消费比重提高4.2%，煤炭消费比重下降5.4%，可再生能源发电装机占比提高4%，水电、风电、太阳能发电和在建核电装机规模均居世界第一，单位GDP能耗累计下降约14.6%。国家节能减排“十三五”规划中明确提出，要调整能源消费结构，促进天然气产量快速增长，推进煤层气、页岩气等非常规油气资源开发利用，加强油气战略进口通道、国内主干管网、城市配网和储备库建设。

国务院办公厅印发的《能源发展战略行动计划(2014-2020年)》指出：“到2020年我国一次能源消费总量控制在48亿吨标准煤左右，煤炭消费总量控制在

42亿吨左右。非化石能源占一次能源消费比重达到15%，天然气比重达到10%以上，煤炭消费比重控制在62%以内。”

我国天然气行业迅速发展，天然气消费持续快速增长，在国家能源体系中重要性不断提高，而储气基础设施建设滞后、储备能力不足等问题凸显，成为制约天然气安全稳定供应和行业健康发展的突出短板。本项目的建设有助于增加我国LNG物流通道，提高我国LNG清洁能源的消费比重，是响应国家节能减排号召、发展清洁能源的需要。

2、本项目的建设是统筹推进广西壮族自治区储气调峰体系建设，高质量完成全区天然气储气任务的需要

由于天然气广泛应用于各大城市，涉及千家万户，属于公共事业；同时天然气的输送便利性又远不及煤炭、石油等能源。一旦出现供应中断，应急保障问题就会十分突出。因此，天然气供应必须具备稳定安全的特点，并充分考虑在紧急事故发生后的应急预案。保证一定数量的不可中断应急气量，有助于大型管道的平稳安全运行。根据经验，在大型天然气供气项目中，可以根据天然气用户的种类确定不可中断应急气量。天然气用户可以分为城市燃气、工业企业、发电和化工等。根据应急预案制定原则，一般在出现供应中断等紧急事故情况下，必须优先保证城市民用、公福建等用气。因此，确定不可中断应急气量的原则是：在出现供应中断等紧急事故状况下，应保障至少3天的90%城市燃气用气量和50%工业企业用气量（主要是玻璃、钢铁等不可中断用户的用气量）。

国家发展改革委、国家能源局2018年4月印发的《关于加快储气设施建设和完善储气调峰辅助服务市场机制的意见》，以及国家发展改革委2018年5月印发的《关于统筹规划做好储气设施建设运行的通知》中，都明确要求县级以上地方人民政府指定的部门会同相关部门建立健全燃气应急储备制度，到2020年至少形成不低于保障本行政区域日均3天需求量的储气能力，以发生应急情况时必须最大限度保证与居民生活密切相关的民生用气供应安全可靠。城镇燃气企业要建立天然气储备，到2020年形成不低于其年用气量5%的储气能力，并且按照上述指标以当年实际合同量或用气量为基数进行考核。明确提出“加快储气设施建设，补齐储气能力不足短板。各地要根据已签订的《明确储气设施规划建设责任备忘录》要求，按照规划目标，加强统筹规划，不搞遍地开花，科学加快储气

设施建设。对于尚未达到储气任务目标的地区，要提前采取增加备用 LNG 罐箱、租赁储气能力、签订可中断用户等方式，来履行储气责任，补齐储气能力不足的短板。各地有关部门要积极推进已开工的项目按期投产，已核准的项目尽快开工建设，确保中央预算内投资补助项目按计划建成投产。”

2020 年 4 月 10 日，国家发展改革委、财政部、自然资源部等联合印发《关于加快推进天然气储备能力建设的实施意见》（发改价格〔2020〕567 号），要求加快储气基础设施建设，进一步提升储备能力，为贯彻落实《关于加快推进天然气储备能力建设的实施意见》（发改价格〔2020〕567 号），广西发改委下发了《加快推进广西天然气储备能力建设实施方案》（桂发改油气〔2020〕718 号），要求加快推进储气设施和配套管网建设，形成不低于 3 天日均消费量的地方政府储气能力和不低于年用气量 5% 的城镇燃气企业储气能力。本项目作为近期重点项目列入其中，待项目建成后，新增储气能力 5.5 亿立方米，最大储气能力 11 亿立方米，可以充分满足广西壮族自治区储气能力需求。

3、本项目的建设是助力“建设壮美广西、共圆复兴梦想”的需要

广西液化天然气（LNG）项目自 2013 年核准到 2016 年建成，是广西第一个落户的 LNG 接收站项目，总投资 177 亿元，2019 年接卸 LNG286 万吨，实现营业收入 9.1 亿元，利税 1.9 亿元，随着“南气北上”通道打通，经营量及利税将进一步攀升。

广西液化天然气（LNG）三期扩建项目的实施，可有效利用陆域和 LNG 泊位等稀缺资源，项目建成后接卸规模可达到 600 万吨/年，将为广西打造“向海经济”提供新动能。

4、本项目的建设是中石化打造“一基两翼三新”发展格局，助力中石化天然气跨越式发展的重要基础

广西天然气市场一直以来是中石化天然气在华南地区重要支撑，“十四五”期间，中国石化将进一步加大天然气基础设施投资力度，拟将天然气业务打造成中国石化首要发展战略和重大核心战略产业，计划在广西经营天然气 90 亿立方米，急需要通过扩建 LNG 接收站满足生产经营需求。因此，本项目的建设也是十分必要和迫切的。

5、本项目的建设为江海直达型 LNG 运输提供预留条件

2014年4月交通运输部批准首批两家企业获得中国沿海和内河水域LNG运输船试营运资格，分别是中海油能源和浙江华祥海运有限公司（浙江华祥）。目前，中海油能源的1艘3万立方米级LNG运输船已在江南造船建造完毕并交付使用，浙江华祥1艘1.4万立方米级LNG运输船也已建造完毕并在2016年12月完成试航。国内建造的首批支线LNG运输船除这2艘外，还有大连因泰集团有限公司（大连因泰）的1艘2.8万立方米级LNG运输船、浙江元和海运有限公司的1艘3万立方米级LNG运输船，4艘船均入级中国船级社。中海油、中石油、中国液化天然气运输（控股）有限公司等正与相关造船企业洽谈，打造中小型LNG船队，以抢占未来LNG二程转运市场。

目前，交通运输部关于内河运输监管的相关规定即将出台，LNG内河运输即将全面放开，沿海大型LNG接收终端大多数都不具备小型LNG船的靠泊条件，本工程相邻已建北海LNG接收站项目配套码头亦不具备小型LNG船的靠泊条件。本工程设计最小LNG靠泊船型为3万方LNG船，为今后江海直达型LNG运输提供预留条件，待内河监管放开后，实现LNG从沿海大型LNG接收终端运输至沿江、沿海中小型LNG卫星站之间的运输。

因此，本项目的建设也是十分必要和迫切的。

2.7.2 项目用海的必要性

项目用海是由项目本身性质、项目所在区域的规划、所在的海域自然条件决定的，本项目用海必要性主要体现在以下几个方面。

1、项目用海符合国家产业政策，属于国家鼓励的用海项目

① 项目用海属于产业结构调整指导目录中的鼓励类项目

根据《产业结构调整指导目录（2019年本）》，将各产业划分为三大类，分别是鼓励类、限制类和淘汰类。其中鼓励类主要是对经济社会发展有重要促进作用，有利于节约资源、保护环境、产业结构优化升级、需要采取政策措施予以鼓励和支持的关键技术、装备及产品。石油、天然气行业中的“原油、天然气、液化天然气、成品油的储运和管道输送设施、网络和液化天然气加注设施建设”和水运行业中“深水泊位（沿海万吨级、内河千吨级以上）建设”属于鼓励类的项目。

本项目建设LNG接收站和1个26.6万m³LNG船的LNG泊位(码头结构兼顾8~26.6万m³LNG船)及相应的配套设施,接卸LNG600万吨/年,项目属于天然气和液化天然气的储运和管道输送设施和沿海万吨级以上深水泊位建设。因此,本项目既属于国家《产业结构调整指导目录(2019年本)》中石油、天然气行业中的鼓励类产业项目,又属于水运行业中鼓励类产业项目,满足能源结构和港口产业结构调整的需求。

② 项目用海符合国家公路水路交通发展政策

2009年2月,交通运输部发布了《资源节约型环境友好型公路水路交通发展政策》(以下简称《政策》),其中在水运方面要求,“调整水路交通基础设施结构。充分发挥水路运输运能大、占地少、能耗低、污染小的比较优势,大力开展水路运输。促进沿海港口资源整合,统筹区域港口群协调发展,拓展港口服务功能,进一步完善专业化码头设施。大力发展公用码头,加强老港区功能调整和技术改造。进一步提高港口航道等级和通航能力,以适应船舶大型化趋势。大力开展内河水运,建设以高等级航道为主体的干支直达、通江达海的内河航道体系,加快发展长江黄金水道,加快航电结合、梯级开发进程,建设布局合理、功能完善的内河港口体系”,“调整水路运输业结构。大力开展现代海运服务业,提高海运服务贸易能力,拓展国际物流业务,增强国际竞争力。鼓励船舶专业化和大型化,加快干散货、原油、液化天然气、集装箱等专业化大型船队的发展,明显提高海运船队技术水平。”。

本项目建设1个26.6万m³LNG船的LNG泊位(码头结构兼顾8~26.6万m³LNG船)及相应的配套设施,符合“统筹区域港口群协调发展,拓展港口服务功能,进一步完善专业化码头设施”政策。因此,本项目用海建设符合国家公路水路交通发展政策要求。

③ 项目用海符合国家低碳经济发展政策

低碳经济作为一种以低能耗、低污染、低排放为基础的经济模式,在全球能源危机和共同应对气候变化背景下应运而生,而发展低碳经济是改变我国粗放式经济模式的必然要求,也是培育未来经济增长点的主动选择。

水运方式具有投入少、运量大、占地少、成本低、效益好等其他运输方式所不具备的优势，符合可持续发展战略要求。码头建设能充分发挥水运方式的优势，对减少环境污染、社会耗能和企业的运输成本将起巨大的促进作用。

本项目码头用海为临港工业及后方腹地服务，充分发挥水路运输成本优势，也符合当前我国大力发展低碳经济的战略要求。

2、项目用海符合广西区沿海港口布局规划

《广西壮族自治区沿海港口布局规划》遵循适应性、协调性、整体性、备择性、可持续发展、合理性的原则，把沿海港口岸线资源作为一个整体，统筹规划岸线利用，坚持深水深用，鼓励专用码头与公用码头相结合的开发模式，力求充分利用岸线，避免重复建设，保证港口可持续发展。全区规划港口岸线（包括现已开发利用的岸线、近期开发的重点岸线及远期预留的岸线）228km，其中大陆岸线224km、岛屿岸线4km，分别占全区大陆岸线和岛屿岸线长的14.0%和1.2%；深水港口岸线160.4km，占规划港口岸线的70.4%。由此可见岸线开发潜力巨大，本项目占用港口岸线384m，能够对岸线进行有序的开发利用。

根据《广西北部湾港总体规划修编》和《北海港总体规划(2019—2035年)》（报批稿），铁山港西港区是北海港重点发展的枢纽港区之一，规划为桂东和粤西大宗物资中转运输和临港工业服务的港区；港区自南向北由啄罗作业区、北暮作业区、北暮东作业区、石头埠作业区和雷田作业区组成，规划岸线55802m，其中深水岸线52220m，规划布置2000~150000吨级泊位192个，陆域面积6654hm²，年通过能力52500万吨。其中，啄罗作业区位于铁山港西港区南部，规划为液化天然气、液体化学品和油品等液体散货作业区。

根据《北海港总体规划》，啄罗作业区规划布置3个15万GT LNG泊位，其中1号突堤东部布置2个15万吨级液化天然气泊位(7#~8#泊位)，岸线长842m，已建广西LNG一期工程接收站陆域长度720m，其配套LNG泊位位于1号突堤东部泊位岸线北侧端部，与已建广西LNG一期工程接收站陆域北侧端部平齐。本工程拟建LNG泊位位于1号突堤东部规划LNG泊位岸线南侧端部，LNG泊位凸出于已建广西LNG一期工程接收站陆域端部122m，项目建设符合《北海港总体规划》。项目用海是由项目自身功能、性质以及项目选址、布局等决定的。

本项目用海内容包括码头用海、港池用海，接岸引桥用海、导流潜堤用海、取、排水口用海等，各部分建设内容的用海都是必要的。

(1) 码头用海

LNG 码头工程既是液化天然气工程的必需设施，又是最重要的环节之一，它的建设是液化天然气接收站接气的重要保证，因此，本码头工程的建设是十分必要和迫切的。

码头泊位需要满足一定的设计水深，以保证船舶进出和停靠作业期间的安全。项目选址海域具有较好的水深条件，符合“深水深用”的用海原则，适合大型深水码头的建设，这是 LNG 项目选址的重要依据，因此本项目码头用海是必要的。

(2) 港池用海

港池用海属于码头用海的配套项目，为码头靠泊船舶提供停靠水域和回旋水域，因此本次工程中需划出港池水域，港池用海是项目用海所必需的；同时从港区主航道驶向港池过程中，为满足船舶减速和航行安全的需要，划定一条专用的连接水域是必要的。

(3) 接岸引桥用海

本工程拟建 LNG 码头位于已建广西 LNG 一期工程的码头南侧，其前沿线与已建广西 LNG 一期工程的码头前沿线平齐布置，拟建 LNG 接收站位于已建广西 LNG 一期工程接收站的西侧，拟建 LNG 码头前沿线距离陆域防浪墙 150m，拟建 LNG 码头装卸平台距离陆域防浪墙 119m。由于拟建 LNG 接收站和拟建 LNG 码头装卸平台的位置关系，必须建设 1 座接岸引桥以衔接 LNG 码头装卸平台与拟建接收站陆域，为避开已建广西 LNG 一期工程接收站项目及已建护岸，本工程接岸引桥拟布置于已建护岸外侧，位于已建接收站东侧和南侧，呈“L”型布置。可见接岸引桥的用海是必要的。

(4) 导流潜堤用海

根据《广西液化天然气(LNG)三期扩建项目配套码头工程潮流数学模型研究及泥沙回淤分析》报告（南京水利科学研究院）：拟建 LNG 工程项目位于规划的铁山港区西港区最南端，是潮流进出西槽的必由之路，拟建泊位区南段约 157m 超出后方陆域南护岸，与涨、落潮流夹角较大，且潮动力较强，无导流潜堤工程时，中、南段泊位区横流相对较大。在潮差累计频率为 13% 潮动力条件下（石头

埠潮差 4.7m)，整个泊位区内最大横流不超过 0.50m/s；在潮差累计频率为 3% 潮动力条件下(石头埠潮差 5.53m)，中、南段泊位区最大横流均超过 0.50m/s，最大约 0.66m/s，一个潮周期内横流流速超过 0.50m/s 时长 4.75 小时。为减小横流对拟建 LNG 泊位的靠离泊及泊稳影响，需配套建设导流潜堤，因此导流潜堤的建设是必要的，同时导流潜堤的建设也符合港区规划。

(5) 取、排水口用海

LNG 蕴藏着大量的低温能量，在被用于燃料或化工原料之前，需要进行热交换把它气化为常温气体。为充分利用海洋资源，节省能源，降低运营成本，本项目采用海水作为 LNG 的气化热源，因此本项目海水取水口用海是必要的。

LNG 气化过程中其释放的冷能可采用直接或间接的方法加以利用，这部分能量十分珍贵，本项目第一阶段预留冷能利用设施用地。在进行完成 LNG 气化和冷能综合利用（第二阶段）后，低温的海水需排入海域环境中，因此排水口用海也是必要的。

可见，本项目码头、港池、接岸引桥、导流潜堤、取排水口用海是必要的。

综上所述，无论从国家产业政策、广西沿海港口布局规划，还是从项目自身功能、性质以及选址、布局等来看，本项目用海均是非常必要的。

3 项目所在海域概况

3.1 自然环境概况

3.1.1 自然条件概况

1、气候特征

根据北海市气象局 1988~2013 年 26 年气象资料进行统计分析。

(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：23.0℃；

历年年极端最高气温：37.1℃（1990.08.23）；

历年年极端最低气温：2.6℃（2002.12.27）；

历年年最热月为 7 月，平均气温 28.9℃；

年最冷月为 1 月，平均气温 14.4℃；

月平均气温最高 30.0℃（2010 年 7 月），月平均气温最低 9.7℃（2011 年 1 月）。

(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%。据北海气象局多年实测资料统计：

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 \geqslant 50mm 的降水日数平均每年为 8.2d，最多 14d，最少 3d。日降水量 \geqslant 100mm 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。

各方位最大风速、平均风速、风向频率见图 3.1-1。

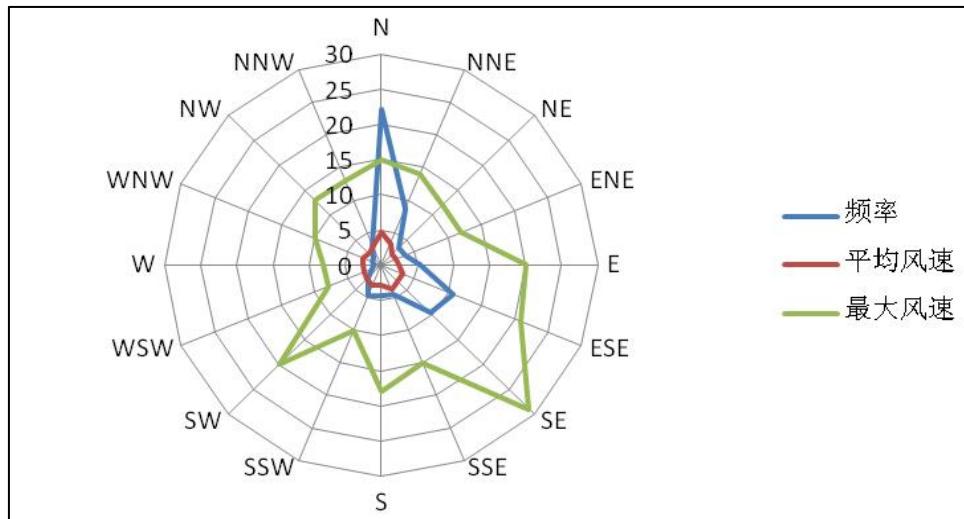


图 3.1-1 北海市风况玫瑰图 (1988-2013 年)

据统计，风速 $\geq 17\text{m/s}$ （8 级以上）的大风天数，年最多 25d，最少 3d，平均 11.8d。另由 24h 逐时风速、风向记录统计，风速 ≥ 6 级的频率为 0.7%，历年平均约 58.7h，最多一年达 100h。

(4) 雾况

北海地区雾主要出现在冬末春初，尤以 3 月份雾日最多，通常清晨有雾，日出雾消，雾的持续时间很短。据统计：

历年年最多雾日数：24d；

历年年最少雾日数：4d；

历年年平均雾日数：13.2d。

(5) 湿度、蒸发量、日照：

湿度：多年平均相对湿度为 81.5%，最大年平均相对湿度 87%，最小年平均相对湿度 74%。2-9 月的相对湿度在 81%-87% 之间，10-11 月及 1 月在 74%-77% 之间。

蒸发量：多年平均蒸发量为 1780.7mm，月最大蒸发量出现在 7 月，其值为 182.3mm；最小蒸发量出现在 2 月，其值为 88.6mm。

日照：累年平均日照时数为 1933.4h，日照频率平均为 39.8%。月平均日照时数 147.2h，最长日照时数出现在 2003 年 7 月，其值为 292.1h；最短日照出现在 2005 年 2 月，其值为 39.1h。

2、海洋水文

(1) 基准面

铁山港区验潮站位于铁山湾中部西岸的石头埠，铁山港区潮位、高程从当地理论最低潮面起算，各基面之间的关系如下：

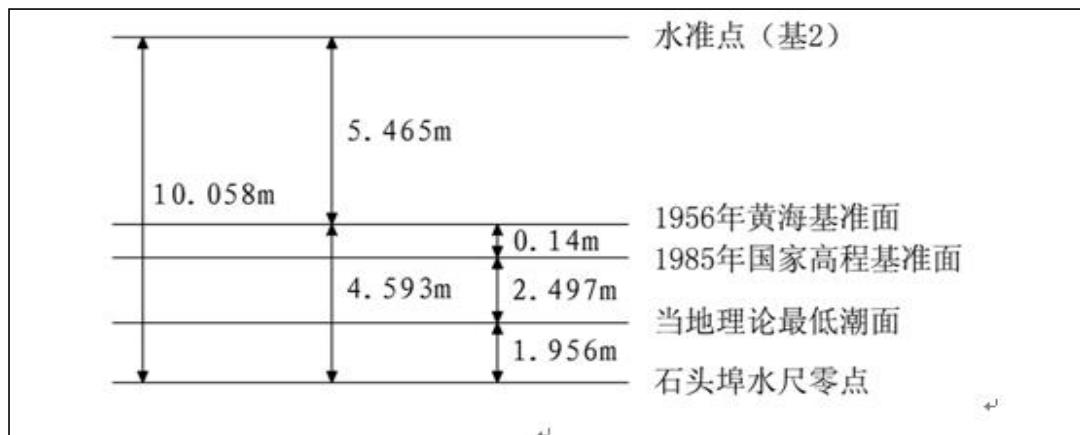


图 3.1-2 铁山港区潮汐特征值与黄海基面起算的高程关系图

(2) 潮汐性质及潮型、水位特征值

铁山港潮流性质特征值在 1.63~3.70 之间，表明该湾大部分区域为不规则半日潮海区，口门附近为不规则全日潮流。比值由口门向里递减，如口门处为 3.70，港湾顶部仅 1.63。潮流主流向与深槽走向相一致，口门处涨潮流流向 NNE，落潮流向为 SSW。铁山港主要日分潮椭圆长轴方向与水道走向一致，为 S—N 向，旋转率在 0.03—0.32 之间，为逆时针方向旋转。潮流的运动形式，属往复流性质。

铁山湾湾口往外至涠洲岛一带，潮流由往复流逐渐过渡为旋转流。不过长轴仍为 NE~SW 方向。转流方向由落转涨一般为顺时针方向，由涨转落一般为逆时针方向。湾内最大流速超过 1m/s，湾外流速一般都在 0.3~0.5m/s 以下。

根据 2008 年 4 月的实测资料大潮期，涨潮最大测点流速为 0.88m/s，落潮最大测点流速为 0.84m/s。中潮期，涨潮最大流速为 0.58m/s，落潮最大测点流速为 0.62m/s。小潮期，涨潮最大测点流速为 0.66m/s，落潮最大测点流速为 0.82m/s。

根据实测潮位资料统计，其从理论深度基准面起算的潮位特征值如下：

历年最高潮位：6.31m

历年最低潮位：-0.09m

多年平均高潮位：4.28m

多年平均低潮位：1.80m

多年平均潮位：3.00m

多年平均潮差：2.45m

历年最大潮差：6.25m

日潮平均涨潮历时：8小时5分

日潮平均落潮历时：6小时25分

(3) 设计水位

设计高、低水位根据铁山港区实测潮位资料计算，成果如下：

设计高水位：5.41m（潮峰累积频率10%）

设计低水位：1.13m（潮谷累积频率90%）

极端高水位：6.86m（重现期为50年一遇）

极端低水位：-0.46m（重现期为50年一遇）

当地理论最低潮面：0.00m

(4) 乘潮水位

各乘潮历时下的乘潮水位见表3.1-1。

表3.1-1 铁山港区乘潮水位表

保证率(%)\ 乘潮水位(m)	1	2	3	4
10	5.41	5.26	5.07	4.83
20	5.16	5.06	4.85	4.63
30	4.98	4.87	4.69	4.48
40	4.74	4.63	4.48	4.29
50	4.49	4.39	4.22	4.02
60	4.12	4.01	3.85	3.65
70	3.68	3.56	3.44	3.29
80	3.28	3.21	3.09	2.97
90	2.91	2.85	2.78	2.67

(2) 波浪

① 工程水域波浪概况

铁山湾湾口西南 60km 的涠洲岛海洋站有长期波浪观测资料，波浪资料统计见表 3.1-2。涠洲岛附近海区波浪以风浪为主，涌浪在各波向出现频率很小、仅在 SSW 向出现较多。由于受雷州半岛掩护，涠洲岛附近海区波浪强度不大，年平均波高 0.67m；实测最大波高为 5.0m，周期 8.3s，方向 SE 向。常波向为 NNE、NE 和 E 向，频率分别为 10.67%、10.39% 和 10.07%；强波向为 SSW 向，年平均波高 1.23m，频率 8.9%。波高小于 0.5m 的风浪频率为 38.85%，波高大于 1.5m 的风浪频率为 4.6%（见图 3.1-3）。

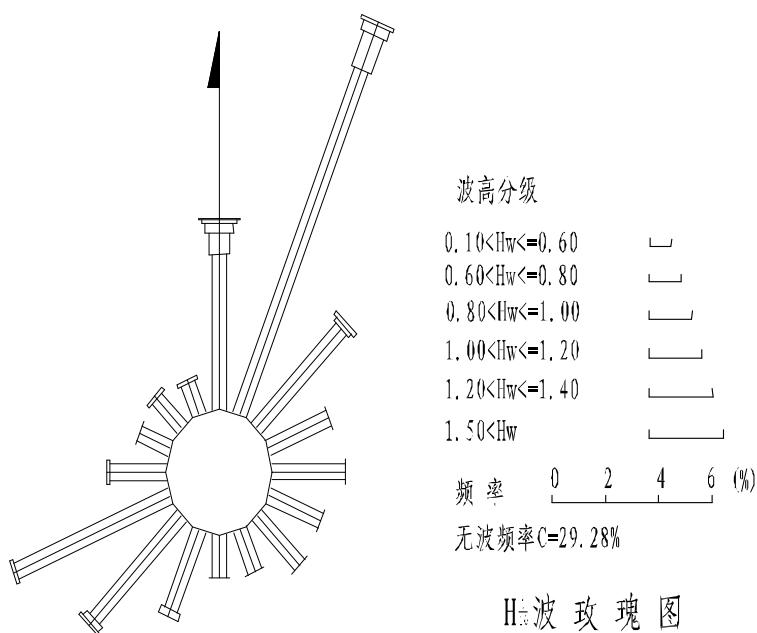


图 3.1-3 波玫瑰图

表 3.1-2 涠洲岛海洋站波浪资料统计表 (1962~1982 年)

方向 项目	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
H(m)	0.54	0.54	0.55	0.59	0.64	0.65	0.70	0.66	0.87	1.23	0.87	0.66	0.56	0.56	0.55	0.59
T(s)	2.57	2.96	3.04	3.08	3.10	3.19	3.46	3.40	4.08	4.46	3.98	3.48	3.39	3.31	3.41	3.29
P(%)	6.72	10.67	10.39	6.87	10.07	7.33	7.42	4.45	3.17	8.90	2.79	0.5	0.37	0.31	0.31	0.25

此外，湾口西侧 50km 的北海市南湾渔业基地也曾设站进行波浪观测。根据该站的波浪观测资料统计，海区常波向为 NW 向，次常波向为 SE 向，而涌浪以 SSW 向最多；平均大波波高 $H_1/10$ 为 0.5m，平均波高 0.3m，平均周期 3.0s；最

大波高 2.5m，波向 WSW 向，周期 3.8s，最大周期 6.3s。1977 年风浪占 70%，西向波浪频率稍大于东向波浪频率，全年各向波浪分级频率统计见表 3.1-3。

表 3.1-3 北海市南湾渔业基地测波站 1977 年波浪频率统计表 单位：%

方向 H(m)	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
0.1~0.7	0	0.14	0.48	0.34	0.34	0.70	18.7	12.06	3.73	7.13	5.47	0.11	0.13	2.95	26.16	1.65
0.8~1.2							0.82	0.48		3.85	2.06			0.28	0.71	
1.3~1.8							0.7			3.08	1.50					
无波浪	3.90															

(2) 各种设计波要素

本区受雷州半岛掩护，波浪强度不大。根据南科院对涠洲岛站 1960~1991 年波浪观测资料统计，年平均波高为 0.67m，常浪向为 NNE 和 NE，频率分别为 10.67% 和 10.39%。强浪向为 SSW，年平均波高为 1.23m，频率为 8.90%。波高小于 0.5m 的风浪，频率为 38.85%。波高大于 1.5m 的风浪，频率为 4.6%。经台风大浪统计和频率分析表明，其方向主要发生在 S、SSW 和 SW 向，观测期间三方向的极值波高分别为 4.6m、4.5m 和 4.6m。此外，根据北海湾口西侧 50km 的北海市南湾渔业基地测波站实测资料统计分析，常波向为 NW，次常波向为 SE，而涌浪以 SSW 向最多；平均大波波高 $H_1/10$ 为 0.5m，平均波高为 0.3m，平均周期为 3.0s，最大波高为 2.5m，相应波向为 WSW，周期为 3.8s，出现于 1976 年 6 月 1 日。

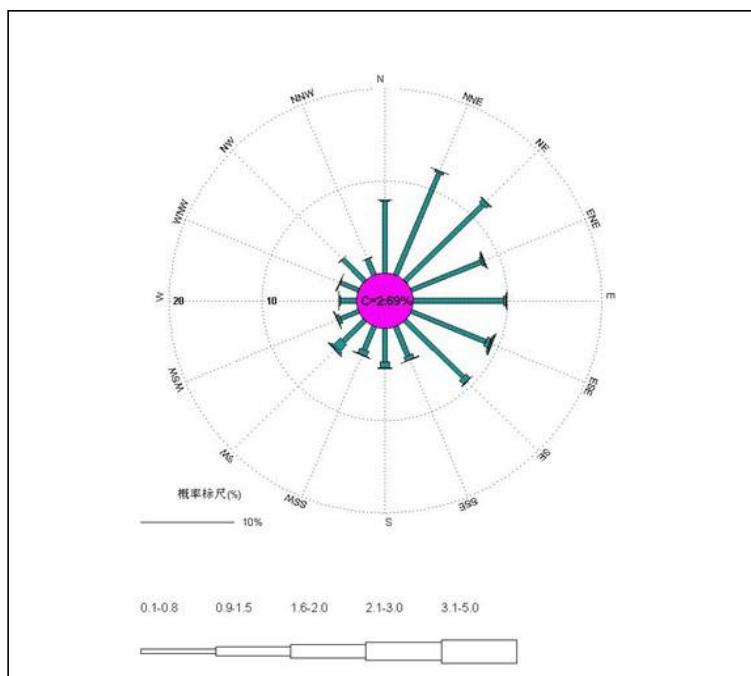


图 3.1-4 波浪玫瑰图 (2011.1—2012.1)

2011 年 1 月至 2012 年 1 月,在工程区附近海域进行了一年期的波浪观测。波浪站布置在东经 $109^{\circ} 26' 00''$, 北纬 $21^{\circ} 21' 06''$, 10m 等深线外侧。对 H_{1/10} 与主波向进行统计, 从统计结果可发现 1~4 月以及 12 月, 波浪以北向浪为主, 其中除 3 月各向分布较为平均外, 其它各月波向主要集中于 N~ENE 之间, 但波高普遍较小, 集中于 1.5m 以下。5 月, 波浪各向分布较平均, 波高普遍位于 1.5m 以下, 6 月~8 月, 主要以南向浪为主, 其中 6~7 月, 主要集中在 WSW~S 之间, 8 月主要为 SE, 波高普遍较大, 这三个月内均有 2.0m 以上的中到大浪出现。9~11 月, 波浪以东向为主, 主要集中在 NE~SE 之间, 波高普遍位于 1.5m 以下。临时站全年波玫瑰图见 3.1-4 图。全年 1/10 大波波高介于 0~4.0m, 波周期介于 0~11.5 秒, 其中出现概率最大的区域为波高 0.5~2.5m, 周期 3~6 秒的范围内。观测海域全年平均波高 0.28m, 全年平均周期 3.31 秒, 全年实测极大波高 4.1m(9 月 11 日 19 时), 全年实测最大 H_{1/10} 波高 4.0m(6 月 24 日 14 时), 全年实测最大有效波高 2.9m(6 月 24 日 14 时)。最大波高出现在 2011 年第 4 号热带风暴“海马”期间。

波浪在从湾外传至湾内牛栏石附近工程区域的过程中, 将受折射、浅水变形和海底摩擦等因素影响而减弱, 并且所处水下地形和掩护条件也有不同, 故本工程区波浪大小、方向将较上述两测波站的观测结果为小。考虑 LNG 引堤、石化码头陆域对本工程区域 S 向及 SSW 向波浪的掩护作用, 偏 SE 向波浪采用小风区浪公式计算, 初步推算得到码头前沿设计波浪要素见表 3.1-4。

表 3.1-4 设计波浪要素表

水位	重现期 (y)	H _{1%}	H _{4%}	H _{5%}	H _{13%}	H(m)	T(s)	L(m)	波向
极端高水位	50	2.9	2.5	2.5	2.1	1.3	5.0	34	SE~ SSE
	25	2.6	2.3	2.3	1.9	1.2	4.7	31	
	2	1.6	1.4	1.3	1.1	0.8	4.0	24	
设计高水位	50	2.3	2.3	2.3	1.9	1.2	4.9	31	SE~ SSE
	25	2.3	2.1	2.1	1.7	1.1	4.6	28	
	2	1.4	1.3	1.2	1.0	0.7	3.9	22	

3.1.2 地质地貌及工程泥沙

1、铁山港湾地形地貌

铁山港属台地溺谷湾, 呈 S 型向北深入内陆 40 多 km, 东西宽 3~4km。平均纳潮量 $1.9 \times 10^8 \text{ m}^3$, 最大达 $3.76 \times 10^8 \text{ m}^3$, 平面上内湾呈鹿角状, 湾口呈喇叭型。铁山港湾顶北部的陆地出露泥盆系紫红色砂砾岩、粉砂岩为主的地层。海湾东西

两侧的陆地则主要是胶结不好的湛江组(Q_1) 灰白色及白色粉砂质粘土和粘土质砂、北海组(Q_2)棕红色砾质粘土及砂砾岩等。晚第四纪期间多次火山活动形成大片玄武岩台地，经强烈风化形成厚数米至十几米的红色风化壳，岩性的松软和强烈的风化为沿岸及浅海区提供了物质来源。项目所在区域属铁山港海湾范围，主要海底地貌由潮间浅滩、潮流深槽、潮流沙脊、水下拦门浅滩、水下岸坡和海底平原等组成（见图 3.1-5）。

◎潮流深槽

铁山港湾潮流深槽自湾口门向北延伸至老鸦洲岛西侧全长约 26km，宽为 0.6~1.5km，在老鸦洲西侧附近仅 0.2~0.3km。水深一般 6~10m，最深处位于湾口即中间沙以西深槽处，水深达 22.5m，而深槽尾端水深为 4m~7m。除在湾口潮流深槽分叉口有潮流沙脊（中间沙）和东侧几道潮流沙脊处，整个潮流深槽没有暗礁。由于落潮流速大于涨潮流速，使深槽内泥沙淤积少，且潮流深槽较稳定。

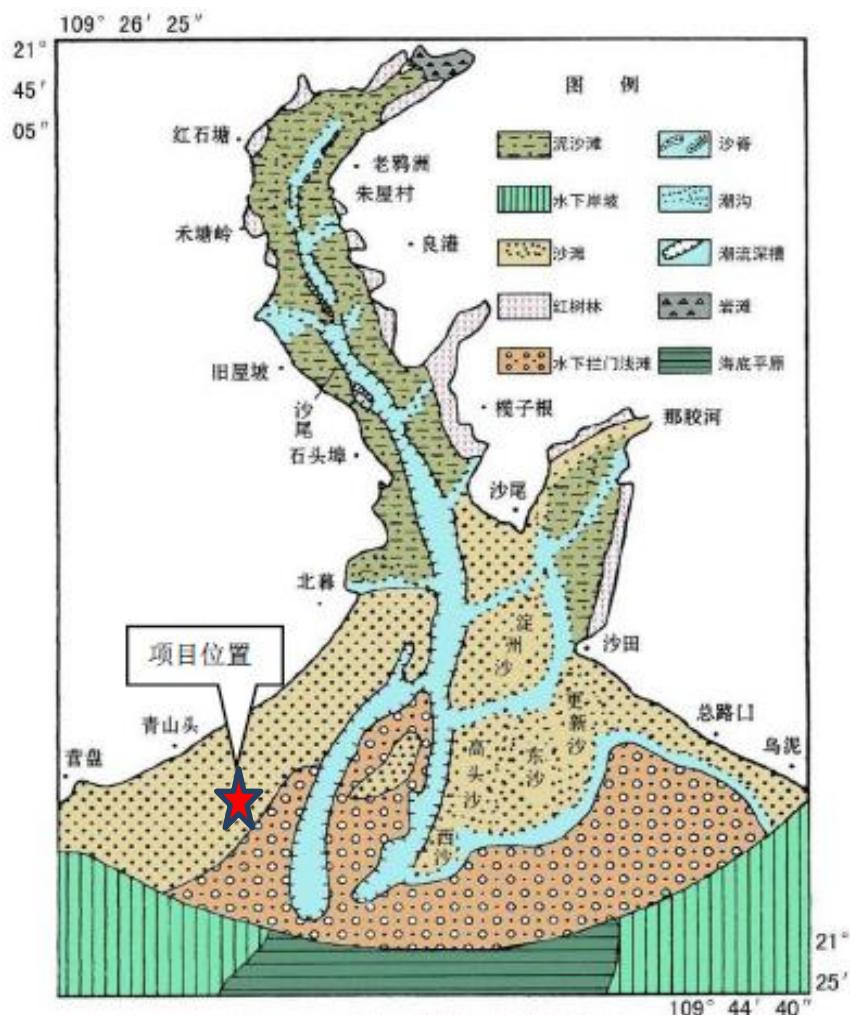


图 3.1-5 铁山港湾海底地貌图

潮流冲刷深槽沉积物组成外湾段比内湾段较粗，外湾（石头埠以南）潮流冲刷深槽沉积物原来为粗中砂，砂的含量达90%以上，其中中砂含量46.18%~56.26%，粗砂占24.32%~35.18%，细砂为15.13%~17.19%。 M_2 为0.86~1.13 Φ ， δ 为0.38~1.03，分选粒度以好-较好为主， SK_1 为-0.16~0.33，以正偏居多。 Kg 为1.01~1.35，以窄-中等峰态为主。概率曲线呈二段式或三段式，推移组分占5%左右，跃移组分80%~90%。频率曲线呈多峰态。而在人工疏浚航道以后，现已粗化为砾石质粗砂。内湾（石头埠以北）潮流冲刷深槽沉积物为中细砂，砂的含量达63.55%~97.88%，其中中砂平均为30.80%。细砂平均为37.60%， M_2 为2.52 Φ ~4.37 Φ ， δ_1 为2.27~4.06，分选程序差-很差， SK_1 为0.17~0.59，多为正-极正偏态， Kg 为1.02~3.33，以窄峰态为主。

◎潮流沙脊

该湾潮流沙脊十分发育，内湾由于水域狭窄潮成沙脊狭长且规模较小，而湾口潮成沙脊规模较大，如淀洲沙脊长7km，宽4km，规模较大的还有东沙、高沙头、更新沙脊等，其沉积物组成由粗中砂、细砂局部中粗砂等组成。其中以中砂为主，含量占一半左右， M_2 为0.86 Φ ~1.36 Φ ， δ 为0.31~1.03，分选程序为好至较好， SK_1 为-0.16~0.54，多为正偏态。 Kg 为0.93~2.08以中等至窄峰态为主。概率曲线呈三段式和四段式，推移组分小于11%，跳跃组分占80%~88%，部分样品具有双跳跃组分，反映了潮流往复流的双向搬运作用，以及波浪对沙脊浅滩的筛选作用。

◎潮间浅滩铁山港湾的水下部分主要为潮间浅滩，沿着整个海湾沿岸呈带状分布，其浅滩宽阔平坦，一般宽1~2km，最宽为湾口门两侧达3~5km，浅滩坡度为0.3‰~1.0‰之间，潮间浅滩面积约258km²，占海湾总面积的75%，按水动力作用条件，沉积物粗细及组成特征可清楚地把潮间浅滩划分5种类型：即泥沙滩、沙滩、潮沟、岩滩、红树林滩。

◎水下拦门浅滩

位于铁山港湾口门一带深槽尾部，长约28km，宽约3km~5km，水深2m~3.5m，内缘与潮间浅滩和潮流沙脊相接，偏西由于潮流深槽拉断面而把该浅滩分隔为东西两部分，东部面积较大，约85km²，西部面积较小约20 km²，滩面较为平坦，

微向海(南)倾斜,坡度为1‰~2‰,外缘属于海底平原。水下拦门浅滩的沉积物主要为细中砂,与潮流沙脊物质组成相近。

◎水下岸坡

水下岸坡分布于湾口东、西两侧,且向外海域延伸,中间有海底平原相隔。水下岸坡的特点是水深宽阔,一般宽为8km~12km,其外缘水深8m~15m,坡度近岸较陡为0.2‰~1.0‰,向海坡度逐渐变缓为0.1‰~1.0‰,其表层沉积物为中粗砂,以粗砂为主,局部分布着粗中砂和细砂,沉积物中含较多贝壳碎片和完整贝壳,局部夹有砂质粘土团块。

◎海底平原

海底平原分布于湾口中间,宽约20km,内缘为水下拦门浅滩,向南(海)延伸至涠洲岛外海区。一般分布于10m水深以外海域,海底平原的坡度为0.1‰~1.0‰,海底2m~4m柱状沉积物为泥质沙或沙质泥。海底平原沉积物中重矿物含量较低(小于0.5%),但富含贝壳和有孔虫。尤其是孔虫壳体含量极为丰富,每50g干样中含量上万枚。

2、项目所在场地的地形、地貌

拟建接收站场地原地貌为海滩及滨海地貌,海底地形较平坦,高程在-2.50~-1.50m之间,经人工造陆后形成现状地貌,地形稍有起伏,勘察期间地表存在零星水塘、小沙丘,勘察期间孔口标高范围为:+6.05~+8.62米。场地北部吹填多为中粗砂,质地较硬,南部表层0.5~1m为较纯中粗砂,下部多为淤泥混砂,质地软,地形地貌见图3.1-6。

拟建码头位于已建成天然气一期工程码头南侧,西侧为当地政府修建的护坡,目前护坡损坏程度较小,海域总体地形较平坦,泥面标高一般-1.8~-2.6m。

3、项目所在场地的工程地质

(1) 地质构造

工程区属华南褶皱系中的钦州残余地槽、北部湾拗陷和云开台隆等三个二级单元,古生代以来,经受了加里东、华里西-印支、燕山、喜马拉雅等多期构造运动,形成了一系列的褶皱、断裂和多个构造盆地。

工程区位于新华夏系第二沉降带的西南端与南岭纬向构造带的复合地带，按照各类构造形迹的性质、规模和排列关系，将其分为隶属于华夏系构造、东西向构造和北西向构造。

工程区内地质构造主要公馆向斜及公馆一带断裂：主要为乘马断裂（1）、马鞍岭断裂（2）、石子坝断裂（3）。

公馆向斜长约 35km，宽约 9km，南西端被第四系掩盖或没于海中，往北东 40° 走向延伸，至梅嶂一带翘起，成向南西倾没的宽展性向斜。核部出露石炭系下统灰岩及煤系，两翼为泥盆系下中统碎屑岩，轴线轴向北东 40° 。轴面倾向各地段有变化，两翼及核部不仅被成组的走向断裂所切，且被北西组扭破裂成断块。调查区内，公馆以南向斜发育形式较复杂，核部组成五个次一级褶曲，由石炭系下统灰岩或煤系构成轴部，呈短轴倒转向斜，倾角 $55^{\circ} \sim 70^{\circ}$ 。近南东翼轴面倾向南东面倒转，且发育许多石香肠构造，局部也形成平缓褶曲。向斜北西翼，闸口至公馆沿线，在泥盆系下中统与上统、坚硬与脆性岩性之间被乘马断层纵切破坏，产状较低，缺失中统，南东翼也被石子坝断裂破坏。

在公馆一带断裂较为发育，主要有乘马断裂(1)、马鞍岭断裂(2)、石子坝断裂(3)，断裂规模不大，但分布较密集，均为压性或压扭性断裂。工程区构造纲要图见图 2-4，其中红色标注为勘区位置。

（2）区域地质条件状况

根据 2015 年中国地震局出版的《中国地震参数区划图》附录 G “场地地震动峰值加速度与地震烈度对照表”可知场区地震动峰值加速度为 0.05g，反应谱特征周期为 0.35s，区域地质稳定。本区地震基本烈度为 VI 度。

工程区地质构造纲要图见图 3.1-8。



图 3.1-8 工程区地质构造纲要图

(3) 地层岩性及岩土特征

根据《广西液化天然气(LNG)三期扩建项目配套码头工程岩土工程勘察报告(可行性研究阶段勘察)》(中交第二航务工程勘察设计院有限公司, 2021年7月), 场地分布地层有: 人工中粗砂土, 第四系全新统冲积层、第四系上更新统、中更新统北海组冲洪积层构成。勘区场地及周围影响的范围内, 四周开阔, 根据勘察结果, 勘察深度范围内未发现其他对工程不利的断裂构造、河道、沟浜、墓穴、防空洞、孤石、采空区等。拟建场地海底地形较平缓, 无深沟、深槽; 岸线边坡稳定, 未见崩塌、滑坡、泥石流等不良地质现象, 未发现活动性断裂, 历史上未发生过强烈地震。

勘区揭示地层沿深度自上而下按单元层划分描述如下:

①-1 中粗砂 (Q4 ml): 灰白色、灰黄色, 稍干~湿, 松散~稍密, 以中粗砂为主, 颗粒较均匀, 含少贝壳屑, 局部混较多黏性土, 密实度分布不均匀, 分布连续, 层顶标高+6.33~+8.62米, 层底标高-2.48~+6.68米, 平均层厚5.43米, 平均标准贯入击数N=5(4~8)。

①-2 砂混淤泥 (Q4ml)：灰褐色，稍湿~湿，松散，以细砂为主，含少贝壳屑，局部混淤泥较多，分布不连续，层顶标高+0.52~+5.33米，层底标高-1.07~-+1.99米，平均层厚2.52米，平均标准贯入击数N=4(3~4)。

①-2a 淤泥混砂 (Q4ml)：褐灰色，饱和，流塑，含贝壳碎屑及腐殖质，局部混砂较多，分布不连续，层顶标高+5.07~+6.68米，层底标高-1.53~-+1.88米，平均层厚5.7米，平均标准贯入击数N=3(3~4)。

①-2b 淤泥质粉质黏土 (Q4ml)：褐灰色，饱和，流塑，含贝壳碎屑及腐殖质，混砂不均，分布不连续，层顶标高-1.07~-+5.53米，层底标高-3.52~-+1.33米，平均层厚2.99米，平均标准贯入击数N=3(2~4)。

①-3 中粗砂 (Q4ml)：灰黄色、褐黄色，稍湿~湿，松散，局部稍密，以中粗砂为主，颗粒较均匀，含少贝壳屑，局部混较多黏性土，分布不连续，层顶标高-1.00~-+0.23米，层底标高-2.47~-1.70米，平均层厚1.59米，平均标准贯入击数N=6(3~13)。

①-4 人工抛石 (Q4ml)：灰白色、灰色，一般为防止海岸或构造物受海水流冲刷而抛填较大石块，为前期工程修建而形成现状引堤、护坡，主要分布在拟建场区正面受海水流冲刷的位置，本次勘察仅GK09号孔揭露。

②中粗砂 (Q4al)：灰黄色，灰色，局部为粉细砂，饱和，混少许粘性土，一般呈稍密状，局部松散，局部混砾砂等粗颗粒，普遍分布于引堤区表层，层顶标高-7.97~-+2.77米，层底标高-8.87~-2.03米，平均层厚2.39米，平均标准贯入击数N=9(5~13)。

③黏土 (Q3al+p1)：灰白色，粉红色，褐色，灰白色混粉红色，偶见褐黄色等杂色，饱和，混砂不均，可塑~硬塑状，一般质较纯，局部不均匀，混砂不均，分布连续，局部为黏土，层顶标高-9.44~-1.81米，层底标高-13.17~-2.21米，平均层厚2.84米，该层平均标准贯入击数N=16(7~24)。

③-1t 粉细砂 (Q3al+p1)：灰色、灰白色，饱和，局部夹薄层粘性土，混粘性土，偶含中粗砾砂颗粒，一般呈稍密状，局部松散或中密状，该层呈透镜体状穿插于③黏土单元土体层之中，层顶标高-16.47~-4.27米，层底标高-19.52~-5.67米，平均层厚1.78米，平均标准贯入击数N=8(5~12)。

③-2t 中粗砂 (Q3al+p1) : 灰色, 灰黄色, 饱和, 局部夹薄层粘性土, 混粘性土, 一般呈中密状, 局部稍密, 该层呈透镜体状穿插于③黏土单元土体层之中, 层顶标高-11.29~-3.88米, 层底标高-13.99~-6.10米, 平均层厚2.19米, 平均标准贯入击数N=18(11~23)。

③-3t 淤泥质粉质黏土 (Q3al+p1) : 深灰色, 饱和, 混砂不均, 含云母, 呈流塑状, 含腐殖质, 本次勘察仅在港池区BGCZK04号钻孔有揭露。

④泥炭 (Q2al+p1) : 黑色, 灰黑色、黑褐色, 质轻, 密度相对较小, 含泥量不均, 局部混砂, 污手, 含炭量不均匀, 占20~80%不等, 韧性、干强度相对稍低, 薄层状, 该层为勘区标志层之一。该层分布较为连续, 局部缺失, 层顶标高-13.17~-8.15米, 层底标高-13.40~-8.63米, 平均层厚0.46米(层厚0.15~1.20米)。

⑤粉质黏土 (Q2al+p1) : 灰黄色, 灰色, 褐黄色, 粉红色等杂色, 饱和, 一般质较纯, 局部不均匀, 混砂不均, 一般呈硬塑状, 局部可塑或坚硬, 局部为黏土, 粘性土矿物成分以高岭石、石英、绢云母为主, 粘性强。粘性土混砂因砂含量不同, 粘性有所减弱。该层在勘区普遍发育, 层顶标高-17.03~-6.99米, 层底标高-19.71~-9.05米, 平均层厚2.76米, 平均标准贯入击数N=19(8~28)。

⑤-1t 粉细砂 (Q2al+p1) : 灰黄色, 饱和, 一般呈稍密~中密状, 局部松散, 混粗颗粒, 混少许粘性土, 分布不连续, 呈透镜体穿插于⑤粉质黏土单元土体之中, 层顶标高-18.69~-8.63米, 层底标高-19.99~-10.29米, 平均层厚1.76米, 其平均标准贯入击数N=18(11~27)。

⑤-2t 中粗砂 (Q2al+p1) : 灰黄色, 褐黄色, 饱和, 混粘性土少许, 一般呈中密状, 呈透镜体状分布, 层顶标高-19.27~-12.53米, 层底标高-23.02~-14.31米, 平均层厚2.42米, 平均标准贯入击数N=22(17~27)。

⑥泥炭 (Q2al+p1) : 黑色, 灰黑色、黑褐色, 质轻, 密度相对较小, 含泥量不均, 污手, 含炭量不均匀, 占20~80%不等, 韧性、干强度相对稍低, 薄层状, 在天然状态下有一定的结构强度, 该层分布不连续, 本次勘察仅GK08号钻孔有揭露。

⑦粉质黏土 (Q2al+p1) : 灰色, 灰白色, 灰褐色, 饱和, 局部为黏土, 混砂不含腐殖质, 一般呈可塑~硬塑状, 分布不连续, 局部缺失, 层顶标高-23.93~

-16.82米，层底标高-26.07~-18.32米，平均层厚2.20米，平均标准贯入击数N=18(9~24)。

⑦-1t 粉细砂(Q2al+p1)：灰白色，饱和，稍密~中密，混粗颗粒，含黏粒不均，该层分布不连续，局部缺失，层顶标高-21.58~-18.06米，层底标高-23.65~-20.26米，平均层厚3.07米，平均标准贯入击数N=12(8~17)。

⑦-2t 中粗砂(Q2al+p1)：浅灰色，褐灰色，偶见黄色，饱和，中密，混黏粒不均，该层仅局部分布，本次勘察仅LYZK14号钻孔有揭露。⑧粉土、粉砂(Q2al+p1)：浅灰色、灰黄色，饱和，一般呈稍密~中密状，多呈粉土粉砂互层状态，局部混粗颗粒较多，混较多黏性土，该层分布较连续，局部缺失，层顶标高-27.31~-15.35米，层底标高-30.38~-19.35米，平均层厚3.65米，平均标准贯入击数N=18(12~28)。

⑨粉质黏土(Q2al+p1)：浅灰色，灰白色，偶见肉红色，饱和，一般呈硬塑状态，局部坚硬，含铁锰质结核，一般质较纯，局部为粉质黏土，混砂不均，该层分布连续，层顶标高-31.35~-21.45米，层底标高-34.12~-22.75米，平均层厚2.08米，平均标准贯入击数N=21(13~32)。

⑨-1t 粉细砂(Q2al+p1)：灰白色，灰黄色，饱和，中密，含黏粒，含粗颗粒，该层分布不连续，呈透镜体状分布，层顶标高-33.75~-22.75米，层底标高-36.55~-25.52米，平均层厚2.89米，平均标准贯入击数N=18(12~28)。

⑨-2t 中粗砂(Q2al+p1)：灰色，灰黄色，饱和，中密，混黏粒，局部含较多量粗颗粒，该层分布不连续，层顶标高-27.33~-25.12米，层底标高-29.49~-26.02米，平均层厚1.50米，平均标准贯入击数N=25(23~28)。

⑩黏土(Q2al+p1)：灰白色、灰色为主，偶见褐黄色，饱和，硬塑~坚硬，局部为粉质黏土，含铁锰质结核，质较纯，局部夹薄层细砂，局部夹腐殖物，该层全区分布连续，局部厚度较大，层顶标高-54.42~-31.03米，层底标高-56.62~-34.03米，平均层厚3.48米，平均标准贯入击数N=30(17~39)。

⑩-1t 粉细砂(Q2al+p1)：灰白色为主，饱和，中密，含云母，含黏粒不均，混粗颗粒少许，该层分布不连续，层顶标高-51.68~-40.11米，层底标高-54.18~-40.81米，平均层厚2.35米，平均标准贯入击数N=33(18~43)。

⑩-2t 中粗砂 (Q2a1+p1) : 灰白色, 灰色, 饱和, 密实, 混黏粒不均, 局部夹薄层粘性土, 该层分布不连续, 层顶标高-52.24~-39.95米, 层底标高-57.84~-42.75米, 平均层厚2.95米, 平均标准贯入击数N=35(31~41)。

⑪粉质黏土 (Q2a1+p1) : 灰白色、灰色为主, 偶见褐黄色, 饱和, 硬塑~坚硬, 局部为粉质黏土, 含铁锰质结核, 质较纯, 局部夹薄层细砂, 局部夹腐殖物, 该层全区分布连续, 局部厚度较大, 部分钻孔未揭穿, 层顶标高-56.62~-51.69米, 层底标高-58.52~-56.99米, 平均层厚3.42米, 平均标准贯入击数N=41(38~43)。

⑫-2t 中粗砂 (Q2a1+p1) : 灰白色, 灰色, 饱和, 密实, 混黏粒不均, 局部夹薄层黏性土, 该层分布不连续, 局部并未揭穿该层, 层顶标高-54.18~-51.83米, 层底标高-57.18~-55.09米, 平均层厚3.6米, 平均标准贯入击数N=40(34~44)。

(4) 疏浚岩土分级

根据设计方案, 港池开挖设计底标高为-18m。针对港池内标高-18m以上地层, 主要为②中粗砂、③黏土、③-1t 粉细砂、③-2t 中粗砂、③-3t 淤泥质粉质黏土、⑤粉质黏土、⑤-1t 粉细砂及⑤-2t 中粗砂。其岩土工程特性按疏浚工艺条件评价场地岩土层的可开挖性难易程度, 根据《疏浚与吹填工程设计规范》(JTS181-5-2012), 评价意见如下:②中粗砂的疏浚岩土级别为6级, ③黏土的疏浚岩土级别为5级, ③-1t 粉细砂的疏浚岩土级别为6级, ③-2t 中粗砂的疏浚岩土级别为7级, ③-3t 淤泥质粉质黏土的疏浚岩土级别为2级, ⑤粉质黏土的疏浚岩土级别为5级, ⑤-1t 粉细砂的疏浚岩土级别为7级, ⑤-2t 中粗砂的疏浚岩土级别为7级。

根据勘区的土层特性, 可选用挖掘能力较强及效率较高的挖泥设备进行疏浚施工; 考虑到勘区范围较大, 推荐港池疏浚开挖采用大型的铲斗式或者抓斗式挖泥船。挖泥船对各岩土层疏浚岩土的可挖性评价见表3.1-5。

表 3.1-5 挖泥船对各岩土层疏浚岩土的可挖性比较表

岩土类别	级别	状态	绞吸挖泥船 绞刀功率(kW)		抓斗挖泥船 斗容(m ³)		铲斗挖泥船 斗容(m ³)		链斗挖泥船 生产率(m ³ /h)	
			≥1000	<1000	≥8	<8	≥4	≥500	<500	
淤泥质土类	2	软	容易	较易	较易	较易	容易	容易	容易	
黏性土类	5	坚硬	较难	困难	困难	很难	较难	困难	困难	
砂土类	6	松散	容易	容易	容易	容易	容易	容易	容易	
砂土类	7	稍密~中密	较易	较难	较易	较难	容易	较易	尚可	

4、泥沙来源

铁山港的泥沙来源分为陆相来沙和海相来沙。

铁山湾没有较大的河流注入，周围有一些小河溪汇入。其中较大者为流入丹兜海的白沙河，流域面积 644km²，河长 83km；此外还有公馆河、闸利河、白坭江，流域面积分别为 10km²、58km² 和 75km²，这些小河溪径流量小，每年为海湾输送约 30 万吨泥沙，输沙量较小。

由于铁山湾海区水深大、水流波浪动力均较弱，水下地形比较稳定，平均水体含沙量很小、仅为 0.001~0.01kg/m³，悬移质颗粒细（中值粒径 0.003~0.018mm）、主要沉积于湾顶和丹兜港内区域。

根据天津大学的研究成果，铁山湾口门每年自西向东沿岸输沙 5.27~8.59 万立方米，主要出现在营盘附近的潮间带及其以下的破波区，大部分于涨潮阶段进入西槽及东槽，小部分进入主槽。另外，波浪对海岸侵蚀也提供少量泥沙。

由于铁山港航道所处区域波浪影响较小，底质粒径也较粗，根据南京水利科学研究院的研究成果，在正常波浪作用下航道水域泥沙是不会运移的。

由此可见，铁山湾波浪沿岸输沙和陆域来沙均较小，含沙量很低。

3.1.3 海洋自然灾害

根据工程项目所处位置的气候特征、地质状况等资料分析，对本工程可能造成影响的自然因素主要有热带气旋（台风）、风暴潮、灾害性海浪、地震等。

(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最大的台风，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，1949 年~2003 年的 55 年中，造成广西沿海受灾较为严重的台风共 30 多次，且多数台风均不同程度地诱发台风风暴潮，并造成一定的灾害损失。灾害较为严重的台风风暴潮有 6508 号、8217 号及 8609 号三场台风风暴潮。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) 海浪

本区海浪主要为风浪，根据气象统计资料，该区常风向为 N 向，相应地，工程区附近的常浪向也为 N 向，每年 9 月至翌年 3 月以 N 向浪居多，4~8 月则以 SE-SW 浪为主，其强浪向为 SW 向，最弱浪向为 NW-N 向。

(4) 地震

本区域未发生过大 5 级的地震，有仪器观测记录地震共 8 次，但震级最大只有 3.2 级，对建筑物未造成破坏，根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2001)，项目区地震动峰值加速度为 0.05g，地震反应谱特征周期为 0.35s，相当于地震基本烈度 VI 度。根据 2010 年《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)，北海地区抗震设防烈度为 6 度。

3.2 海洋生态环境概况

项目周边海域海洋生态环境概况分析，采用《广西液化天然气(LNG)三期扩建项目资料汇编报告》，海水水质、海洋沉积物、海洋生态和生物、渔业资源（游泳生物）、鱼卵、仔鱼以及海洋生物体质量的调查资料，监测调查时间2021年3月22–26日。

3.2.1 海水水质环境现状调查与评价

1、调查站位和时间

海域水质共布设4条监测断面，20个监测站位，海水水质调查站位图3.2-1；调查时间为2021年3月22–25日。

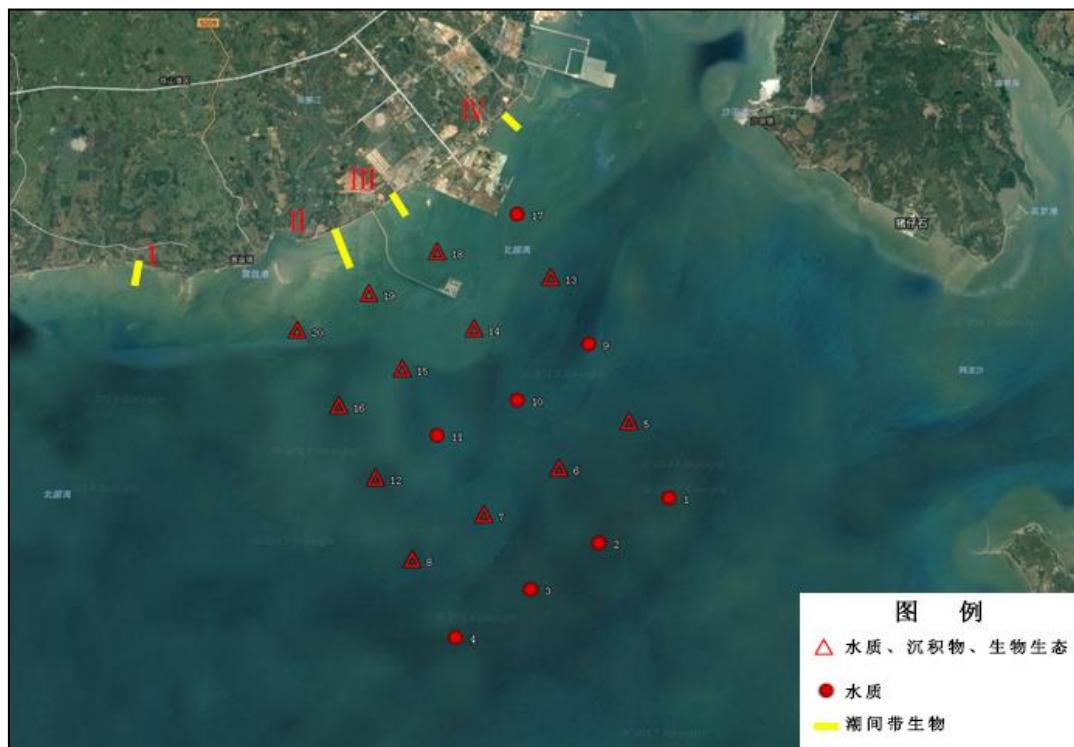


图3.2-1 项目海水水质现状监测站位分布示意图

2、调查项目与分析方法

监测项目：水温、盐度、pH值、SS、DO、COD、无机氮（硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、氨氮）、活性磷酸盐、石油类、重金属（As、Hg、Cu、Pb、Zn、Cd、Cr）、硅酸盐，共计19项。

样品的采集、贮存、运输和分析均按照《海洋监测规范》(GB 17378-2007)、《海洋监测技术规程》(HY/T 147-2013)、《海洋调查规范》和《近岸海域环

境监测技术规范》中有关规定进行。海水水质调查分析方法、分析仪器及检出限见表 3.2-2。

表 3.2-2 海水水质调查分析方法、分析仪器及检出限

序号	项目	分析方法	仪器名称及型号	检出限 (mg/L)
1	水温	温度计法	SWL1-1表层水温表	—
2	pH	pH计法	PHSJ-4A型pH计	—
3	溶解氧	碘量法	(滴定)	0.17
4	化学需氧量	碱性高锰酸钾法	(滴定)	—
5	硝酸盐	锌镉还原法	Cary100 紫外可见分光光度计	0.72×10^{-3}
6	亚硝酸盐	萘乙二胺分光光度法	Cary100 紫外可见分光光度计	0.28×10^{-3}
7	氨氮	次溴酸盐氧化法	Cary100 紫外可见分光光度计	0.42×10^{-3}
8	无机磷	磷钼蓝分光光度法	Cary100 紫外可见分光光度计	0.62×10^{-3}
9	硅酸盐	硅钼蓝分光光度法	Cary100紫外可见分光光度计	2.8×10^{-3}
10	悬浮物	重量法	XS105DU梅特勒电子天平	—
11	油类	紫外分光光度法	Cary100 紫外可见分光光度计	3.5×10^{-3}
12	铜	无火焰原子吸收分光光度法	AA 800原子吸收光谱仪	0.2×10^{-3}
13	铅	无火焰原子吸收分光光度法	AA 800原子吸收光谱仪	0.03×10^{-3}
14	锌	火焰原子吸收分光光度法	AA 800原子吸收光谱仪	3.1×10^{-3}
15	镉	无火焰原子吸收分光光度法	AA 800原子吸收光谱仪	0.01×10^{-3}
16	总铬	无火焰原子吸收分光光度法	AA 800原子吸收光谱仪	0.4×10^{-3}
17	砷	原子荧光法	AFS-830原子荧光光度计	0.5×10^{-3}
18	汞	原子荧光法	AFS-830原子荧光光度计	0.007×10^{-3}
19	盐度	海洋监测规范 第4部分： 海水分析 GB 17378.4-2007 (盐度计法)	盐度计	/

3、海水水质现状评价

(1) 评价因子和评价标准

水质评价因子包括：pH 值、DO、COD、无机氮（硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、氨氮）、活性磷酸盐、石油类、铜、铅、锌、镉、总铬、汞、砷等共 13 项。其中

盐度在《海水水质标准》(GB3097-1997)没有评价标准,悬浮物、水温在标准中强调的是“人为增加的量”、“人为造成”,故本评价对其不作评价。

根据监测站位所在海区的海洋功能区划及《广西近岸海域环境功能区划调整方案》(桂政办发[2011]74号)环境管理要求,1#、2#、5#测站执行《海水水质标准》(GB 3097-1997)中第一类海水水质标准,13#测站执行第三类海水水质标准,17#、18#、19#测站执行第四类海水水质标准,其他测站执行第二类海水水质标准,海水水质评价标准见表3.2-4。

表3.2-4《海水水质标准》(GB 3097-1997) 单位:mg/L(pH值除外)

序号	项目	第一类	第二类	第三类	第四类
1	悬浮物	人为增加的量≤10		人为增加的量≤100	人为增加的量≤150
2	水温		人为造成的海水温升夏季不超过当时当地1℃,其它季节不超过2℃		人为造成的海水温升夏季不超过当时当地4℃
3	pH		7.8~8.5		6.8~8.8
4	溶解氧 >	6	5	4	3
5	化学需氧量 ≤	2	3	4	5
6	无机氮 ≤	0.20	0.30	0.40	0.50
7	活性磷酸盐 ≤	0.015		0.030	0.045
8	汞≤	0.00005		0.0002	0.0005
9	镉≤	0.001	0.005		0.01
10	总铬≤	0.05	0.10	0.20	0.50
11	铅≤	0.001	0.005	0.010	0.050
12	砷≤	0.020	0.020		0.050
13	铜≤	0.005	0.010		0.050
14	锌≤	0.020	0.050	0.10	0.50
15	石油类≤		0.05	0.30	0.50

(2) 评价方法

①一般水质因子采用单项标准指数法进行评价,按下列公式计算:

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

式中: $S_{i,j}$ —单项评价因子*i*在*j*站位的标准指数;

$c_{i,j}$ —单项评价因子*i*在*j*站位的实测值;

c_{si} —单项评价因子*i*的评价标准值。

②溶解氧(DO)采用下式计算:

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

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

式中： S_{DO_j} — j 站位的DO标准指数；

DO_f —现场水温及盐度条件下，水样中氧的饱和含量(mg/L)，一般采用的计算公式是： $DO_f = 468 / (31.6 + T)$ ，对于盐度较高的河口及近岸海域，计算公式为 $DO_f = (491 - 2.65S) / (33.5 + T)$ ，式中T为水温(℃)；

DO_j — j 站位的DO实测值；

DO_s —DO的评价标准值。

③pH

pH有其特殊性，它的评价标准值为7.8~8.5和6.8~8.8，计算式为：

$$IpH_i = \frac{7.0 - pH}{7.0 - pH_{sd}} \quad pH \leq 7.0$$

$$IpH_i = \frac{pH - 7.0}{pH_{su} - 7.0} \quad pH > 7.0$$

式中：

IpH_i —pH的标准指数；

pH_{sd} —pH评价标准下限值；

pH_{su} —pH评价标准上限值；

pH—pH的实测值。

水质参数标准指数≤1，表明该因子符合水质评价标准，满足功能区使用要求；标准指数>1，表明该因子超过了水质评价标准，已经不能满足功能区使用要求，也说明水质已受到该因子污染，指数值越大，污染程度越重。

(3) 评价结果

调查海域水质评价结果见表3.2-5。

监测结果表明：海水水质除1号测站铜、铅和2号测站铅超所在功能区第一类标准符合第二类标准、1号测站活性磷酸盐超第一类标准符合第四类标准外，其余各站位监测因子均符合相应的海洋功能区海水水质标准要求。

表 3.2-5 海水水质标准指数统计表

站号	pH	D0	COD	石油类	磷酸盐	无机氮	铜	铅	锌	镉	汞	砷	总铬	执行标准
1	0.83	0.94	0.35	0	2.53	0.42	1.05	2.17	0.08	0.75	0.3	0.07	0.004	一类
2	0.85	0.9	0.36	0	0.8	0.17	0.02	1.23	0.34	0.12	0.28	0.05	0.01	一类
3	0.83	0.75	0.15	0.001	0.10	0.23	0.01	0.20	0.28	0.01	0.30	0.03	0.004	二类
4	0.82	0.75	0.13	0	0.2	0.53	0.05	0	0.33	0.02	0.22	0.03	0.007	二类
5	0	0.83	0.16	0	0.27	0.17	0.26	0.02	0.37	0.35	0.2	0.06	0.01	一类
6	0.75	0.77	0.35	0.001	0.37	0.19	0.04	0.17	0.1	0.16	0.18	0.04	0.004	二类
7	0.77	0.78	0.42	0	0.17	0.06	0.06	0	0.08	0.03	0.14	0.03	0.002	二类
8	0.76	0.76	0.23	0	0.07	0.36	0.22	0	0.2	0.06	0.22	0.04	0.002	二类
9	0.71	0.77	0.47	0.001	0.13	0.18	0.18	0	0.38	0	0.04	0.03	0.008	二类
10	0.75	0.8	0.24	0	0.27	0.22	0.24	0	0.03	0.02	0.1	0.04	0.002	二类
11	0.75	0.77	0.25	0.001	0.5	0.2	0.05	0.6	0.03	0.05	0.04	0.03	0.002	二类
12	0.77	0.77	0.26	0	0.37	0.15	0.14	0.16	0.03	0.03	0.05	0.03	0.005	二类
13	0.29	0.52	0.2	0	0.13	0.21	0.02	0	0.08	0.04	0.16	0.02	0.001	三类
14	0.75	0.79	0.16	0	0.47	0.17	0.01	0.17	0.11	0.07	0.16	0.03	0.005	二类
15	0.74	0.76	0.25	0.001	0.43	0.15	0.14	0.13	0.55	0.02	0.47	0.03	0.002	二类
16	0.75	0.76	0.24	0.001	0.1	0.28	0.29	0	0.21	0.17	0.3	0.04	0.007	二类
17	0.51	0.48	0.21	0	0.78	0.13	0.06	0	0.02	0.05	0.05	0.02	0.004	四类
18	0.51	0.48	0.13	0	0.09	0.12	0.03	0	0.02	0.08	0.07	0.02	0.001	四类
19	0.59	0.48	0.28	0	0.07	0.21	0.04	0.01	0	0	0.09	0.02	0.006	四类
20	0.69	0.81	0.25	0.001	0.03	0.13	0	0.62	0.31	0.1	0.3	0.03	0.002	二类
最小值	0	0.48	0.13	0	0.03	0.06	0	0	0	0	0.04	0.02	0.001	/
最大值	0.85	0.94	0.47	0.001	2.53	0.53	1.05	2.17	0.69	0.75	0.47	0.07	0.01	/
超标率 (%)	0	0	0	0	5	0	5	10	0	0	0	0	0	/

3.2.2 海洋沉积物环境质量现状调查与评价

1、调查站位

沉积物调查与水质调查同步，在项目附近布设12个站位，具体见表3.2-1和图3.2-1。

2、监测时间及频次

监测时间为2021年3月22-25日，采样一次。

3、调查分析项目

调查项目有铜、铅、锌、镉、铬、总汞、砷、石油类、硫化物、有机碳共10项。

4、调查分析方法

各调查项目的分析方法和技术要求按《海洋监测规范》(GB17378-2007)和《海洋调查规范》(GB12763-2007)中的有关技术要求进行。海洋沉积物分析方法、分析仪器和检出限见表3.2-6。

表3.2-6 海洋沉积物质量分析方法、分析仪器和检出限

序号	项目	分析方法	仪器名称及型号	检出限
1	石油类	紫外分光光度法	Cary100 紫外可见分光光度计	3.0×10^{-6}
2	有机碳	重铬酸钾氧化—还原容量法	滴定管	0.03×10^{-2}
3	硫化物	亚甲基蓝分光光度法	Cary100 紫外可见分光光度计	0.3×10^{-6}
4	镉	无火焰原子吸收分光光度法	AA 800 原子吸收光谱仪	0.04×10^{-6}
5	铅	无火焰原子吸收分光光度法	AA 800 原子吸收光谱仪	1.0×10^{-6}
6	铬	无火焰原子吸收分光光度法	AA 800 原子吸收光谱仪	2.0×10^{-6}
7	砷	原子荧光法	AFS830 双道原子荧光光度计	0.06×10^{-6}
8	铜	无火焰原子吸收分光光度法	AA 800 原子吸收光谱仪	0.5×10^{-6}
9	锌	火焰原子吸收分光光度法	AA 800 原子吸收光谱仪	6.0×10^{-6}
10	总汞	原子荧光法	AFS830 双道原子荧光光度计	0.002×10^{-6}

5、海洋沉积物现状评价

(1) 评价因子和评价标准

与水质现状评价方法相同，沉积物现状的评价亦采用单项标准指数法，选用评价因子有：铜、铅、锌、镉、铬、总汞、砷、石油类、硫化物、有机碳共10项。

根据调查所属海域及《广西海洋功能区划(2011-2020)》、《广西近岸海域环境功能区划调整方案》(桂政办发[2011]74号)环境管理要求，13#测站执

行《海洋沉积物质量》(GB18668-2002)中第二类标准,18#、19#测站执行第三类标准,其他测站执行第一类标准,详见表3.2-8。

表3.2-8 《海洋沉积物质量》(GB18668-2002)

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

(2) 评价方法

沉积物质量评价采用单因子指数法进行,公式如下:

$$I_i = C_i / S_i$$

式中: I_i --i项评价因子的标准指数;

C_i --i项评价因子的实测浓度;

S_i --i项评价因子的评价标准值。

(3) 评价结果

调查海区海洋沉积物的评价结果详见表3.2-9。

评价结果显示,调查海区沉积物各项监测因子铜、铅、锌、镉、铬、砷、总汞、石油类、硫化物、有机碳在所有站位均未出现超标,各监测站位的监测结果均符合相应环境功能区沉积物质量标准。

表 3.2-9 调查海区沉积物质量标准指数统计表

编号	测站	铜	铅	锌	镉	铬	砷	总汞	石油类	硫化物	有机碳	执行标准
1	5	0.70	0.50	0.54	0.84	0.30	0.80	0.19	0.54	0.26	0.55	第一类
2	6	0.39	0.58	0.56	0.04	0.48	0.79	0.20	0.27	0.27	0.37	第一类
3	7	0.49	0.43	0.51	0.16	0.33	0.79	0.20	0.56	0.25	0.42	第一类
4	8	0.61	0.26	0.21	0.34	0.15	0.49	0.13	0.10	0.00	0.28	第一类
5	12	0.60	0.34	0.18	0.40	0.40	0.36	0.11	0.07	0.00	0.06	第一类
6	13	0.18	0.14	0.09	0.05	0.16	0.12	0.02	0.03	0.00	0.07	第二类
7	14	0.42	0.41	0.39	0.14	0.44	0.23	0.07	0.10	0.04	0.11	第一类
8	15	0.49	0.47	0.54	0.04	0.38	0.32	0.08	0.04	0.00	0.05	第一类
9	16	0.52	0.30	0.22	0.04	0.37	0.38	0.05	0.10	0.00	0.65	第一类
10	18	0.13	0.15	0.22	0.23	0.10	0.09	0.09	0.18	0.03	0.33	第三类
11	19	0.08	0.07	0.05	0.14	0.09	0.08	0.02	0.02	0.04	0.40	第三类
12	20	0.46	0.06	0.16	0.20	0.24	0.41	0.03	0.05	0.00	0.08	第一类
最小值		0.08	0.06	0.05	0.04	0.09	0.08	0.02	0.02	0.00	0.05	-
最大值		0.70	0.58	0.56	0.84	0.48	0.80	0.20	0.56	0.27	0.65	-
超标率 (%)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-

3.2.3 海洋生态现状调查与评价

海洋生态现状调查内容主要包括叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物和渔业资源等。开展一期调查，调查时间为：2021 年 3 月 24 日-26 日。现场调查采样和分析均按《海洋监测规范》(GB17378—2007)、《海洋调查规范-海洋生物调查》(GB12763.6—2007) 和《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T 9110—2007) 中规定的方法进行。

1、叶绿素 a

(1) 调查时间和调查站位

叶绿素 a 调查时间为 2021 年 3 月 24-25 日，在项目附近海域布设 12 个叶绿素 a 的调查站位，详见表 3.2-1 和图 3.2-1。

(2) 调查方法

用容积为 5L 有机玻璃采水器，采集表层水。现场过滤，滤膜用保温壶冷藏，带回实验室测定。

(3) 调查结果

表 3.2-10 调查站位叶绿素 a 含量 ($\mu\text{g/L}$)

站号	层次 (m)	叶绿素 a ($\mu\text{g/L}$)	站号	层次 (m)	叶绿素 a ($\mu\text{g/L}$)
05	表	1.05	14	表	1.52
06	表	2.09	15	表	1.45
07	表	1.76	16	表	2.17
08	表	1.79	18	表	2.84
12	表	2.13	19	表	4.18
13	表	1.75	20	表	2.40

调查海区各测站表层叶绿素 a 含量测定值统计结果见表 3.2-1。

由表 3.2-1 可知, 叶绿素 a 含量范围为 $1.05 \mu\text{g/L} \sim 4.18 \mu\text{g/L}$, 平均值为 $2.09 \mu\text{g/L}$, 各测站叶绿素含量比较均匀且相差不大。

2、浮游植物

(1) 调查时间、站位

浮游植物调查时间为 2021 年 3 月 24 - 25 日, 在项目附近海域布设 12 个浮游植物的调查站位, 详见表 3.2-1 和图 3.2-1。

(2) 调查方法

用浅水III型浮游生物网采样进行底层至水面的垂直采样, 样品用中性甲醛溶液固定, 加入量为样品体积的 5%, 带回实验室鉴定。定量计数用计数框, 整片计数, 取其平均生物量, 以每立方米多少个表示 (ind/m^3)。分析种类组成、数量、分布, 计算生物多样性指数和均匀度。

(3) 调查结果

① 种类和类群组成

类群组成见图 3.2-2, 浮游植物名录见表 3.2-11。

本次调查海域主要优势藻种为派格棍形藻 (*Bacillaria paxillifera*)、中肋骨条藻 (*Skeletonema costatum*)、海洋原甲藻 (*Prorocentrum micans*)。

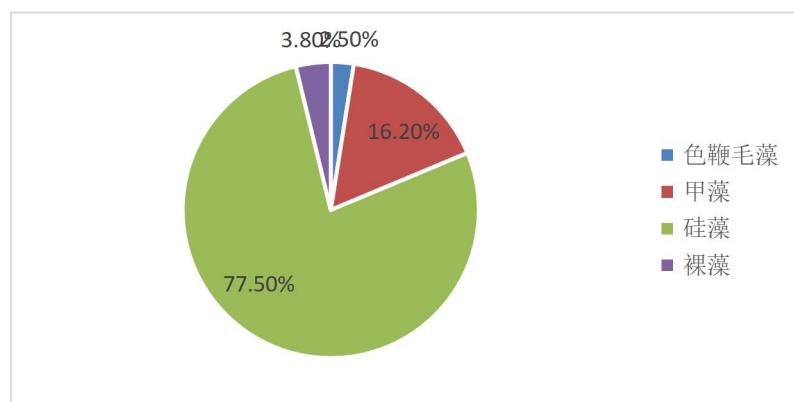


图 3.2-2 调查海区浮游植物类群组成

②细胞数量分布

具体见表 3.2-12。

表 3.2-11 调查海区浮游植物名录

序号	中文名	拉丁名	序号	中文名	拉丁名
1	派格棍形藻	<i>Bacillaria paxillifera</i>	41	大洋角管藻	<i>Cerataulina pelagica</i>
2	短孢角毛藻	<i>Chaetoceros brevis</i>	42	短柄曲壳藻	<i>Achnanthes brevipes</i>
3	劳氏角毛藻	<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	43	鼓形拟脆杆藻	<i>Fragilariopsis doliolus</i>
4	旋链角毛藻	<i>Chaetoceros curvisetus</i>	44	波罗的海布纹藻中华变种	<i>Gyrosigma balticum</i>
5	双孢角毛藻	<i>Chaetoceros didymus</i>	45	透明根管藻	<i>Rhizosolenia hyalina</i>
6	卡氏角毛藻	<i>Chaetoceros castracanei</i>	46	翼根管藻纤细变型	<i>Rhizosolenia alata f. gracilima</i>
7	扁面角毛藻	<i>Chaetoceros comperssus</i>	47	翼根管藻印度变型	<i>Rhizosolenia alata f. indica</i>
8	深环沟角毛藻	<i>Chaetoceros constrictus</i>	48	螺端根管藻	<i>Rhizosolenia cochlea</i>
9	柔弱角毛藻	<i>Chaetoceros debilis</i>	49	叉状辐杆藻	<i>Bacteriastrum delicatulum</i>
10	范氏角毛藻	<i>Chaetoceros van heurcki</i>	50	长角弯角藻	<i>Odontella longicurvis</i>
11	密连角毛藻	<i>Chaetoceros pelagicus</i>	51	短角弯角藻	<i>Eucampia zoodiacus</i>
12	冕孢角毛藻	<i>Chaetoceros diadema</i>	52	膜状缪氏藻	<i>Meuniera membranacea</i>
13	拟旋链角毛藻	<i>Chaetoceros seudocuroisetus</i>	53	中肋骨条藻	<i>Skeletonema costatum</i>
14	微小小环藻	<i>Cyclotella caspia</i>	54	布氏双尾藻	<i>Ditylum brightwellii</i>
15	条纹小环藻	<i>Cyclotella striata</i>	55	短楔形藻	<i>Licmophora abbreviata</i>
16	具槽帕拉藻	<i>Paralia sulcata</i>	56	柔弱拟菱形藻	<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i>
17	优美旭氏藻	<i>Schrderella delicatula</i>	57	尖刺拟菱形藻	<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>
18	柔弱根管藻	<i>Rhizosolenia delicatula</i>	58	掌状冠盖藻	<i>Stephanopyxis palmeriana</i>
19	丹麦细柱藻	<i>Leptocylindrus danicus</i>	59	细弱圆筛藻	<i>Coscinodiscus subtilis</i>
20	覆瓦根管藻细径变种	<i>Rhizosolenia imbricata</i>	60	曲舟藻	<i>Pleurosigma</i> sp.
21	刚毛根管藻	<i>Rhizosolenia setigera</i>	61	端尖曲舟藻	<i>Pleurosigma acutum</i>
22	翼根管藻	<i>Rhizosolenia alata</i>	62	海洋曲舟藻	<i>Pleurosigma pelagicum</i>
23	环纹娄氏藻	<i>Lauderia annulata</i>	63	微小原甲藻	<i>Prorocentrum minimum</i>
24	菱形海线藻	<i>Thalassionema nitzschioides</i>	64	利马原甲藻	<i>Prorocentrum lima</i>
25	佛氏海毛藻	<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>	65	海洋原甲藻	<i>Prorocentrum micans</i>
26	洛伦菱形藻	<i>Nitzschia lorenziana</i>	66	多环旋沟藻	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>

序号	中文名	拉丁名	序号	中文名	拉丁名
27	长菱形藻	<i>Nitzschia longissima</i>	67	螺旋环沟藻	<i>Gyrodinium spirale</i>
28	菱形藻	<i>Nitzschia</i> sp.	68	哈曼褐多沟藻	<i>Pheopolykrikos hartmannii</i>
29	新月菱形藻	<i>Nitzschia closterium</i>	69	塔玛亚历山大藻	<i>Alexandrium tamarensse</i>
30	琴氏菱形藻	<i>Nitzschia panduriformis</i>	70	春膝沟藻	<i>Gonyaulax verior</i>
31	柔弱井字藻	<i>Eunotogramma debile</i>	71	锥形原多甲藻	<i>Protoperidinium conicum</i>
32	针杆藻	<i>Synedra</i> sp.	72	灰白下沟藻	<i>Katodinium glaucum</i>
33	蜂腰双壁藻	<i>Diploneis bombus</i>	73	血红哈卡藻	<i>Akashiwo sanuinea</i>
34	舟形藻	<i>Navicula</i> sp.	74	叉状角藻	<i>Ceratium furca</i>
35	羽纹藻	<i>Pinnularia</i> sp.	75	短凯伦藻	<i>Karenia brevis</i>
36	海生斑条藻	<i>Grammatophora marina</i>	76	小等刺硅鞭藻	<i>Dictyocha fibula</i>
37	双菱藻	<i>Surirella</i> sp.	77	海洋卡盾藻	<i>Chattonella marina</i>
38	脆杆藻	<i>Fragilaria</i> spp.	78	静裸藻	<i>Euglena deses</i>
39	双眉藻	<i>Amphora</i> sp.	79	喜滨裸藻	<i>Euglena thinophila</i>
40	双角角管藻	<i>Cerataulina bicornis</i>	80	尖尾裸藻	<i>Euglena oxyuris</i>

表 3.2-12 调查海区浮游植物数量统计表 单位: $\times 10^4$ 个/L

站号	硅藻	甲藻	总数
05	1.50	0.24	1.82
06	1.75	0.79	2.60
07	2.80	0.78	3.67
08	3.17	1.57	4.75
12	1.53	0.64	2.17
13	2.88	1.26	4.16
14	1.82	1.34	3.23
15	1.47	1.19	2.75
16	0.95	1.02	1.99
18	14.7	0.22	15.0
19	1.69	12.3	14.0
20	3.64	4.02	7.66
最大值	14.7	12.3	15.0
最小值	0.95	0.22	1.82
平均值	3.16	2.12	5.31

③浮游植物生物多样性评价

浮游植物评价采用生物多样性指数(H')法，并结合均匀度、丰度、优势度等群落统计学特征进行。

生物多样性指数(H') (Shannon-Weiver 种类多样性指数) 按下式计算:

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

式中: H' —多样性指数;

s —样品中的种类总数;

P_i —第 i 种的个体数(n_i)与总个体数(N)的比值(n_i/N 或 w_i/W)。

均匀度(Pielou 指数)按下式计算:

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

式中: J —均匀度;

H' —种类多样性指数值;

H_{max} —为 $\log_2 S$, 表示多样性指数的最大值, S 为样品中总种类数。

优势度指数按下式计算:

$$D = (N_1 + N_2) / NT$$

式中: D —优势度;

N_1 —样品中第一优势种的个体数;

N_2 —样品中第二优势种的个体数;

N_t —样品中的总个体数。

丰度(Margalef指数)按下式计算:

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

式中: d —表示丰度;

S —样品中的种类总数;

N —样品中的生物个体数。

依据《海水增养殖区监测技术规程》提供的生物多样性指数评价标准, H' 值在3~4为清洁区域, 2~3为轻度污染, 1~2为中度污染, <1为重污染, 同时结合均匀度、丰富度和优势度等指标来衡量调查海域生物群落结构状况。

调查海区各站浮游植物多样性指数见表3.2-13。

表 3.2-13 调查海区浮游植物生物学指标统计

站号	多样性	均匀度指数	优势度	丰富度
05	4.08	0.89	0.26	1.63
06	3.12	0.73	0.48	1.23
07	3.68	0.77	0.43	1.71
08	4.46	0.84	0.28	2.45
12	3.59	0.81	0.44	1.46
13	3.91	0.79	0.36	1.96
14	3.23	0.76	0.51	1.20
15	3.81	0.85	0.36	1.42
16	3.35	0.80	0.46	1.19
18	3.08	0.72	0.53	1.05
19	2.74	0.54	0.61	1.93
20	2.91	0.60	0.68	1.73
最大值	4.46	0.89	0.68	2.45
最小值	2.74	0.54	0.26	1.05
平均值	3.50	0.76	0.45	1.58

从表3.2-13可看出, 调查海区浮游植物种类多样性指数变化范围为2.74~4.46, 平均为3.50; 均匀度指数变化范围为0.54~0.89, 平均为0.76; 优势度变化范围为0.26~0.68, 平均为0.45; 丰富度变化范围为1.05~2.45, 平均为1.58。

3、浮游动物

(1) 调查时间、站位

浮游动物调查时间为2021年3月24~25日, 在项目附近海域布设12个浮游动物的调查站位, 详见表3.2-1和图3.2-1。

(2) 调查方法

用浅水I型浮游生物网采样进行海底至水面的垂直采样，样品用中性甲醛溶液固定，加入量为样品种体积的5%，带回实验室进行鉴定和生物量及密度分析。浮游动物生物量测定以湿法进行，即将胶质浮游动物（水母类、被囊类）挑出后，吸去其余浮游动物的体表水分，然后用天平称重，并换算出每立方米水体中的生物量。分析种类组成、数量、分布，计算生物多样性指数和均匀度。

(3) 调查结果

① 种类组成

浮游动物种类组成见表3.2-14，类群组成见图3.2-3。

表3.2-14 调查水域浮游动物名录

类群	序号	中文名	拉丁名
毛颚类	1	百陶箭虫	<i>Sagitta bedoti</i>
	2	肥胖软箭虫	<i>Flaccisagitta enflata</i>
被囊类	3	异体住囊虫	<i>Oikopleura dioica</i>
	4	长尾住囊虫	<i>Oikopleura longicauda</i>
介形类	5	针刺真浮萤	<i>Euconchoecia striata</i>
水母类	6	拟细浅室水母	<i>Lensia subtiloides</i>
	7	肉质介螅水母	<i>Hydractinia carnea</i>
桡足类	8	尖额谐猛水蚤	<i>Euterpina acutifrons</i>
	9	强额孔雀哲水蚤	<i>Pavocalanus crassirostris</i>
	10	细长腹剑水蚤	<i>Oithona attenuata</i>
	11	小拟哲水蚤	<i>Paracalanus parvus</i>
	12	羽长腹剑水蚤	<i>Oithona plumifera</i>
	13	拟长腹剑水蚤	<i>Oithona similis</i>
	14	近缘大眼水蚤	<i>Corycaeus affinis</i>
	15	锥形宽水蚤	<i>Temora discaudata</i>
	16	太平洋纺锤水蚤	<i>Acartia pacifica</i>
	17	双毛纺锤水蚤	<i>Aeartiabi filosa</i>
	18	美丽大眼水蚤	<i>Corycaeus speciosus</i>
	19	小毛猛水蚤	<i>Microseteuia norvegica</i>
	20	红小毛猛水蚤	<i>Microseteuia rosea</i>
多毛类	21	多毛类	<i>Polychaeta</i>
莹虾类	22	间型莹虾	<i>Lucifer intermedius</i>
浮游幼虫	23	短尾类溞状幼体	<i>Brachyura zoea</i>
	24	糠虾幼体	<i>Mysidaea larva</i>
	25	曼足类幼体	<i>Balanus larva</i>
	26	桡足类无节幼体	<i>Copepod larva</i>
	27	磁蟹溞状幼体	<i>Porcellana zoea</i>

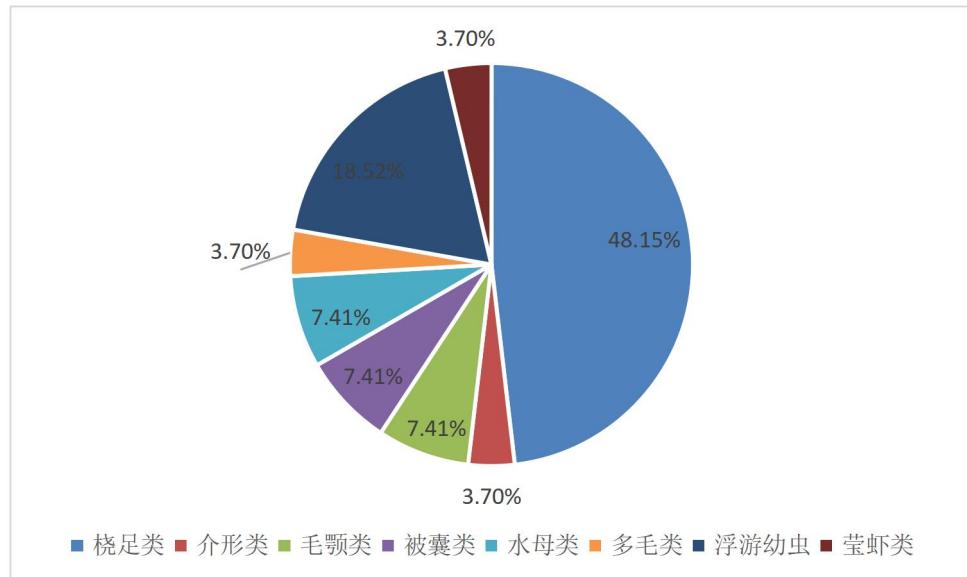


图 3.2-3 浮游动物类群组成

②生物量和丰度分布

调查期间，浮游动物丰度变化范围从 16 号站最低值 $357 \text{ ind}/\text{m}^3$ 到 19 号站最高值 $4750 \text{ ind}/\text{m}^3$ 。浮游动物生物量范围从 16 号站最低值 $149 \text{ mg}/\text{m}^3$ 到 7 号站最高值 $1689 \text{ mg}/\text{m}^3$ 。

③多样性指数

生物多样性评价方法同浮游植物，具体见表3.2-16。从表3.2-16可看出，调查海区浮游动物种类多样性指数变化范围为 $0.81 \sim 3.10$ ，平均为 2.22 。

表 3.2-16 调查海区浮游动物生物多样性指数表

站号	香农-维纳指数 (H')	均匀度指数 (J)
5	3.10	0.77
6	2.35	0.66
7	2.60	0.70
8	2.98	0.83
12	1.99	0.65
13	2.12	0.67
14	1.92	0.97
15	2.39	0.75
16	0.81	0.81
18	1.79	0.77
19	2.35	0.84
20	2.24	0.96
最小值	0.81	0.65
最大值	3.10	0.97
平均值	2.22	0.78

4、底栖生物

(1) 调查时间、站位

底栖动物调查时间为 2021 年 3 月 24-25 日，在项目附近海域布设了 12 个底栖生物的调查站位，布设位置详见表 3.2-1 和图 3.2-1。

(2) 调查方法

使用开口面积为 0.045m^2 ($30\text{cm} \times 15\text{cm}$) 的抓斗式采泥器进行采集，每站采集 3~5 次（以成功抓取为准）。采集到的泥样经孔径为 0.50mm 的筛网淘洗，捡取其中的生物。所有样品用 5.0% 福尔马林溶液固定，带回实验室分类鉴定、计数和称重。

(3) 调查和评价结果

① 种类组成

底栖动物种类名录见表 3.2-17，类群组成见图 3.2-4。

表 3.2-17 调查海区底栖动物种类名录

序号	类群	中文名	拉丁名
1	多毛类	梯斑海毛虫	<i>Chloeria parva</i>
2		寡鳃齿吻沙蚕	<i>Nephtys oligobranchia</i>
3		沙蚕属	<i>Nereis</i> sp.
4		沙蚕科	<i>Nereididae</i>
5		背蚓虫	<i>Notomastus latericeus</i>
6		膜囊尖锥虫	<i>Scoloplos marsupialis</i>
7		石纹角沙蚕	<i>Ceratonereis marmorata</i>
8		须鳃虫	<i>Cirriformia tentaculata</i>
9		明管虫	<i>Hyalinoecia tubicola</i>
10		奇异稚齿虫	<i>Paraprionospio pinnata</i>
11		巧言虫	<i>Eulalia viridis</i>
12		膜囊尖锥虫	<i>Scoloplos marsupialis</i>
13		四索沙蚕	<i>Lumbrineris tetraura</i>
14		智利巢沙蚕	<i>Diopatra chiliensis</i>
15		岩虫	<i>Marphysa sanguinea</i>
16		方格吻沙蚕	<i>Glycera tesselata</i>
17		弦毛内卷齿蚕	<i>Aglaophamus sinensis</i>
18		中华内卷齿蚕	<i>Aglaophamus sinensis</i>
19	软体动物	蜑螺	<i>Umbonium vestiarium</i>
20		锥螺	<i>Turritella terebra</i>
21		珠带拟蟹守螺	<i>Cerithidea cingulata</i>
22		彩虹明櫻蛤	<i>Moerella Iribescens</i>
23		麦氏偏顶蛤	<i>Modiolus metcalfei</i>
24		舵毛蚶	<i>Scapharca gubernaculum</i>
25		毛蚶	<i>Scapharca subcrenata</i>
26		菲律宾蛤仔	<i>Ruditapes philippinarum</i>
27	节肢动物	鹰爪虾	<i>Trachypenaeus curvirrostris</i>
28		隆线强蟹	<i>Eucrate crenata</i>
29		大蝼蛄虾	<i>Upogebia major</i>
30	纽形动物	纽虫	<i>Nemertea</i>
31	脊索动物	厦门文昌鱼	<i>Branchiostoma belcheri</i>
32		红贺海鞘	<i>Herdmania momus</i>
33	棘皮动物	小双鳞蛇尾	<i>Amphipholis squamata</i>
34		蛇尾残体	<i>Ophiuroidea</i>
35	刺胞动物	海鳃目	<i>Pennatulacea</i>

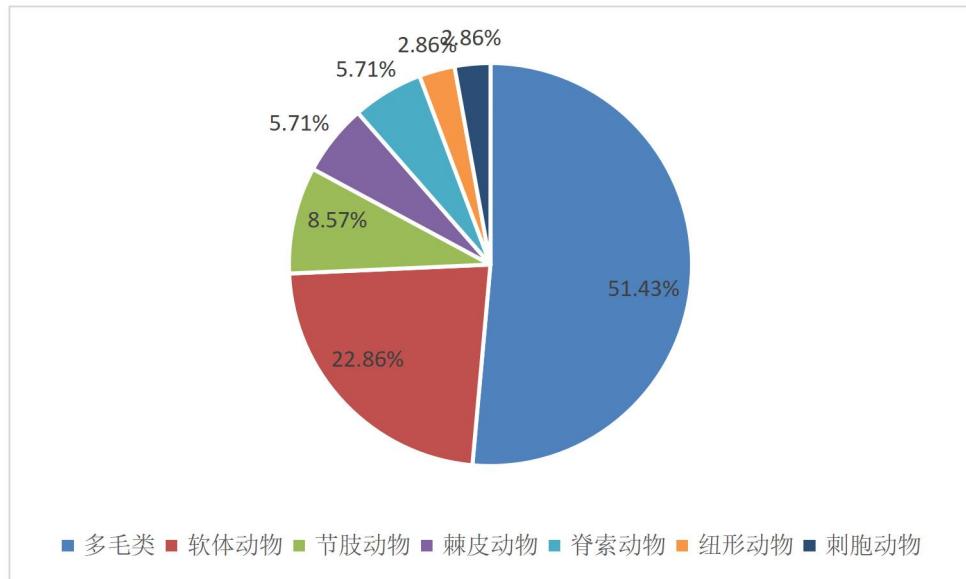


图 3.2-4 调查海区底栖动物类群组成

②生物量和栖息密度

各站底栖动物密度分布范围为(37~452) ind/m², 栖息密度最高为16站, 其次为13站, 最低为18站。生物量分布范围为(4.67~769.89) g/m², 生物量最高的是16站, 其次为13站, 最低为18站。

③多样性指数

生物多样性评价方法同浮游植物, 各站位多样性指数见表3.2-19。

从表3.2-19可看出, 调查海区底栖动物香农-维纳指数变化范围为0.60~2.92, 平均为1.52; 物种丰富度指数变化范围为0.43~2.05, 平均为1.21; 均匀度指数变化范围为0.20~0.97, 平均为0.62。

表 3.2-19 底栖动物生物多样性指数表

站号	香农-维纳指数 (H')	物种丰富度指数 (d)	均匀度指数 (J)	种类数 (S)
05	1.26	0.98	0.54	5
06	2.73	1.79	0.91	8
07	0.64	1.08	0.28	5
08	0.99	0.63	0.62	3
12	1.35	0.81	0.68	4
13	0.60	1.31	0.20	8
14	2.92	2.05	0.92	9
15	2.34	2.02	0.68	11
16	1.07	1.52	0.32	10
18	0.97	0.43	0.97	2
19	1.90	1.22	0.73	6
20	0.99	0.63	0.62	3
最小值	0.60	0.43	0.20	2
最大值	2.92	2.05	0.97	11
平均值	1.52	1.21	0.62	6

5、潮间带生物

(1) 调查时间、站位

潮间带生物调查时间为 2021 年 3 月 22 日。在项目附近海域布设四条潮间带生物调查断面(1~4)，每条断面设 3~9 个站。潮间带生物调查站位布设位置详见图 3.2-1。

(2) 调查方法

每个站随机采集 3 个大小为 25cm×25cm 样方，铲取样方框内厚度为 30cm 泥样，用孔径为 0.50mm 筛网淘洗，挑取样方内所有肉眼可见生物，并将残渣一并用 5.0% 福尔马林固定，带至实验室分类鉴定、计数和称重。

(3) 调查和评价结果

① 潮间带动物种类组成

潮间带生物种类名录见表 3.2-21，种类组成见图 3.2-5。

表 3.2-21 潮间带生物种类名录

序号	类群	中文名	拉丁名
1	多毛类	背蚓虫	<i>Notomastus latericeus</i>
2		扁模裂虫	<i>Typosyicis fasciata</i>
3		厚鳃蚕	<i>Dasbranchus malcolmi</i>
4		矶沙蚕属	<i>Eunice</i> sp.
5		壳砂笔帽虫	<i>Pectinaria conchilega</i>
6		裸沙蚕属	<i>Nicon</i> sp.
7		欧文虫	<i>Owenia fusiformis</i>
8		日本裸沙蚕	<i>Nicon japonicus</i>
9		似帚毛虫	<i>Lygdamis cf. indicus</i>
10		四索沙蚕	<i>Lumbrineris tetraura</i>
11		中阿曼吉虫	<i>Armandia intermedia</i>
12		方格吻沙蚕	<i>Glycera tesselata</i>
13		膜囊尖锥虫	<i>Scoloplos marsupialis</i>
14		拟突齿沙蚕	<i>Paraleonnates uschakoui</i>
15		梯斑海毛虫	<i>Chloea parva</i>
16		相拟节虫	<i>Praxillella cf. affinis</i>
17		岩虫	<i>Marphysa sanguinea</i>
18		白色吻沙蚕	<i>Glycera alba</i>
19		滑镰沙蚕	<i>Nereis coutierei</i>
20		石纹角沙蚕	<i>Ceratonereis marmorata</i>
21		角海蛹	<i>Ophelina acuminata</i>
22		智利巢沙蚕	<i>Diopatra chiliensis</i>
23	节肢动物	艾氏活额寄居蟹	<i>Diogenes edwardsii</i>
24		凹指招潮蟹	<i>Uca vocans</i>
25		细巧仿对虾	<i>Parapenaeopsis tenella</i>
26		长腕和尚蟹	<i>Mictyris longicarpus</i>
27		日本和美虾	<i>Nihonotrypaea japonica</i>
28		豆形短眼蟹	<i>Xenophtalmus pinnotheroides</i>
29		亨氏仿对虾	<i>Parapenaeopsis hungerfordi</i>
30		网纹藤壶	<i>Amphibalanus reticulatus</i>
31	软体动物	彩虹明櫻蛤	<i>Moerella Iribescens</i>
32		短竹蛏	<i>Solen dunherianus Clessin</i>
33		畸心蛤	<i>Cryptonema producta</i>
34		角神女蛤	<i>Gonimyrtea</i> sp.
35		青蛤	<i>Cyclina sinensis</i>
36		日本镜蛤	<i>Dosinia japonica</i>
37		斯氏小櫻蛤	<i>Tellinella spengleri</i>
38		四射綴錦蛤	<i>Tapes blecheri</i>
39		文蛤	<i>Meretrix meretrix</i>
40		无齿蛤	<i>Anodontia edentula</i>
41		中国朽叶蛤	<i>Caecella chinensis</i>
42		纵带滩栖螺	<i>Batillaria zonalis</i>
43		异白櫻蛤	<i>Placuna placenta</i>
44		毛蚶	<i>Scapharca subcrenata</i>
45		渤海鸭嘴蛤	<i>Laternula marilina</i>
46		美女白櫻蛤	<i>Macoma candida</i>

序号	类群	中文名	拉丁名
47	软体动物	短竹蛏	<i>Soien dunherianus Clessin</i>
48		菲律宾蛤仔	<i>Ruditapes philippinarum</i>
49		台湾朽叶蛤	<i>Coecella formaosae</i>
50		中国绿蠏	<i>Cadulus anguidens</i>
51	脊索动物	厦门文昌鱼	<i>Branchiostoma belcheri</i>
52	星虫动物	裸体方格星虫	<i>Sipunculus nudus</i>
53	纽形动物	纽虫	<i>Nemertea</i>
54	棘皮动物	蛇尾残体	<i>Ophiuroidea</i>
55	棘皮动物	小双鳞蛇尾	<i>Amphipholis squamata</i>
56		扁平蛛网海胆	<i>Arachnoides placenta</i>
57	刺胞动物	中华仙影海葵	<i>Cereus sinensis</i>

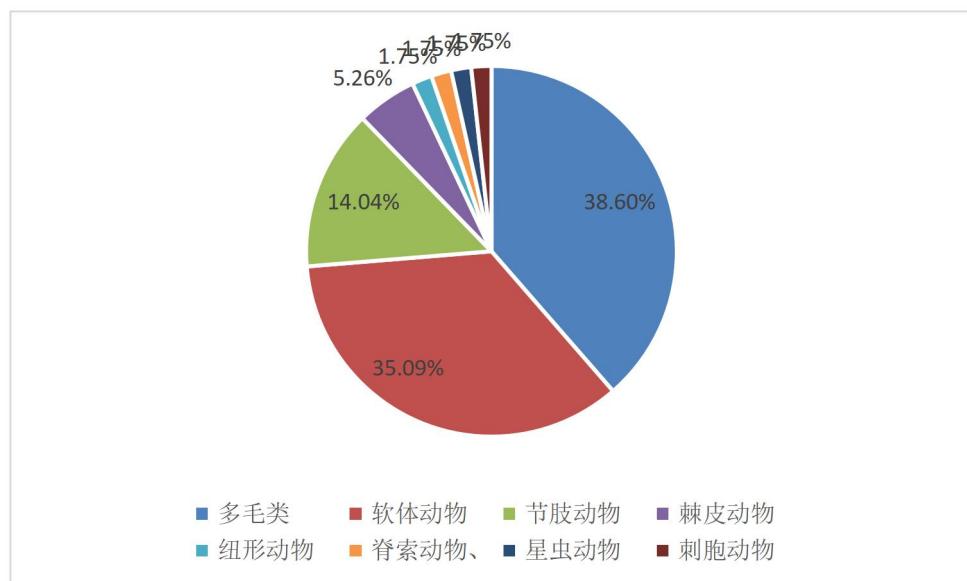


图 3.2-5 潮间带生物种类组成

②密度和生物量

调查海区各断面潮间带生物密度和生物量分布见表 3.2-22。

③生物多样性

调查海区各断面潮间带生物多样性指数统计见表 3.2-23。

表 3.2-23 各断面潮间带生物多样性指数

断面	香农-维纳指数 (H')	均匀度指数 (J)	物种丰富度指数 (d)	种类数 (S)
1	3.47	3.48	0.74	26
2	3.77	4.43	0.73	36
3	2.43	1.63	0.68	12
4	3.71	4.08	0.76	29
平均值	3.34	3.40	0.73	26

调查结果显示，调查区域 4 个潮间带断面多样性指数范围在 2.43~3.77，平均 3.34；均匀度指数范围在 1.63~4.43，平均 3.40；丰富度指数范围在 0.68~0.76，平均 0.73。

6、鱼卵、仔稚鱼

(1) 调查时间、站位

鱼卵仔鱼调查时间为 2021 年 3 月 24-25 日，共设 12 个调查站位，详见图 3.2-1 及表 3.2-1。

(2) 调查方法

采用垂直拖网法，所用网具为浅水 I 型浮游生物网，网口面积为 0.2m²。所采集样品用 5% 福尔马林溶液固定，带回实验室内分类鉴定和计数。

(3) 调查结果

① 种类组成

采集到 3 种鱼卵，4 种仔鱼。

鱼卵、仔鱼种类组成见表 3.2-24。

表 3.2-24 鱼卵仔鱼生物种类名录

中文名	拉丁名
红鳍笛鲷鱼卵	<i>Lutjanus erythropterus</i>
鳀鱼鱼卵	<i>Engraulis japonicus</i>
叫姑鱼鱼卵	<i>Johnius grypotus</i>
鳀鱼仔鱼	<i>Engraulis japonicus</i>
丽叶鲹仔鱼	<i>Caranx kalla</i>
叫姑鱼仔鱼	<i>Johnius grypotus</i>
鲻鱼仔鱼	<i>Mugil cephalus</i>

② 数量组成

有 6 个站采集到鱼卵，4 个站采集到仔鱼。

7、游泳动物

(1) 调查时间、站位

游泳动物调查时间为 2020 年 3 月 26 日，共采集 4 个调查断面，详见图 3.2-6。



图 3.2-6 游泳动物调查站位图

（2）调查方法

按《GB12763.6-2007 海洋调查规范第6部分海洋生物调查》，采用拖网法进行调查。所用网具为有翼单囊底层拖网，网口宽5.0m，高1.5m，长13.5m，囊网网目为2.5cm。调查区域位于近岸海域，海底地形较为复杂，且经常有流刺网作业，难以连续拖网采样，每个断面拖网时间约为30min，船速平均为4.6km/h。拖网所得样品放入泡沫箱中，加入碎冰后将泡沫箱密封，带回实验室放入冰柜中，直至分类鉴定、计数及称重。

（3）调查结果

①游泳动物种类组成

游泳动物种类名录见表3.2-27，类群组成见图3.2-7。

②优势种

2021年3月调查该海域游泳动物优势种为短吻蝠(*Leiognathus brevirostris*)、须赤虾(*Metapenaeopsis barbata*)和亨氏仿对虾(*Parapenaeopsis hungerfordi*)。

③渔获量及相对资源密度

游泳动物资源量估算采用面积法，计算资源重量和尾数密度。资源量评估模式如下：

$$Y = D / (SQ)$$

式中：Y—现存资源重量和尾数密度(kg/km², ind/km²)；

D—渔获率(kg/h, ind/h)；

S—每小时扫海面积(km/h)；

Q—捕获率，取0.5。

各站及调查海区平均游泳动物渔获量和相对资源密度见表3.2-28。

表3.2-27 游泳动物种类名录

序号	类群	中文名	拉丁名
1	鱼类	犬牙镳虾虎鱼	<i>Amoya caninus</i>
2		鳄鲬	<i>Cociella crocodilus</i>
3		线纹鳗鰕	<i>Plotosus lineatus</i>
4		鲬	<i>Platycephalus indicus</i>
5		皮氏叫姑鱼	<i>Johnius belangerii</i>
6		长棘银鲈	<i>Gerres filamentosus</i>
7		黄鳍棘鲷	<i>Acanthopagrus latus</i>
8		铅点东方鲀	<i>Takifugu alboplumbeus</i>
9		斑鱚	<i>Konosirus punctatus</i>
10		短吻蝠	<i>Leiognathus brevirostris</i>
11		金钱鱼	<i>Scatophagus argus</i>
12		红鳍赤鮋	<i>Paracentropogon rubripinnis</i>
13		仰口蝠	<i>Secutor ruconius</i>
14		长丝梨突虾虎鱼	<i>Myersina filifer</i>
15		斑尾刺虾虎鱼	<i>Acanthogobius omonaturus</i>
16		李氏鮨	<i>Richardsoni bleeker</i>
17		中华单角鲀	<i>Monacanthus chinensis</i>
18		臀斑髭鲷	<i>Hcanthogobius ornatus</i>
19		舌鰕虎鱼	<i>Glossogobiuss giuris</i>
20		亚洲鰻	<i>Sillago asiatica</i>
21		鳓	<i>Ilisha elongata</i>
22		斑头舌鳎	<i>Cynoglossus puncticeps</i>
23		褐菖鲉	<i>Sebastiscus marmoratus</i>
24		真鲷	<i>Pagrus major</i>
25	蟹类	菲岛关公蟹	<i>Philippidiorippe philippinensis</i>
26		拟皱纹桨蟹	<i>Thalamita corrugata</i>

序号	类群	中文名	拉丁名
27	蟹类	矛形梭子蟹	<i>Portunus hastatoides</i>
28		远海梭子蟹	<i>Portunus pelagicus</i>
29		强壮菱蟹	<i>Parthenope validus</i>
30		日本蟳	<i>Charybdis japonica</i>
31		沟痕绒球蟹	<i>Daclea canalifera</i>
32		日本关公蟹	<i>Dorippe japonica</i>
33		隆线强蟹	<i>Eucrate crenata</i>
34		环纹蟳	<i>Charybdis annulata</i>
35		善泳蟳	<i>Charybdis natator</i>
36		变态蟳	<i>Charybdis variegata</i>
37		直额蠁	<i>Charybdis truncata</i>
38		多刺刺蜘蛛蟹	<i>Cyrtomaia hispida</i>
39		三叶小瓷蟹	<i>Porcellanella triboba</i>
40		哈氏强蟹	<i>Eucrate haswelli</i>
41		东方蠁	<i>Charybdis orientalis</i>
42	虾类	鲜明鼓虾	<i>Alpheus distinguendus</i>
43		鹰爪虾	<i>Trachypenaeus curvirostris</i>
44		须赤虾	<i>Metapenaeopsis barbata</i>
45		刀额新对虾	<i>Metapenaeus ensis</i>
46		亨氏仿对虾	<i>Parapenaeopsis hungerfordi</i>
47	口足类	亚洲小口虾蛄	<i>Oratosquilla asiatica</i>
48		方尾牛虾蛄	<i>Busquilla quadraticauda</i>
49		伍氏平虾蛄	<i>Oratosquilla woodmasoni</i>
50		日本猛虾蛄	<i>Harpiosquilla japonica</i>
51	头足类	中国枪鱿	<i>Uroteuthis (Photololigo) chinensis</i>
52		短腕乌贼	<i>Sepia elliptica</i>
53		火枪鱿	<i>Loliolus beka</i>
54		短蛸	<i>Octopus ocellatus</i>
55	其他类	翡翠贻贝	<i>Perna viridis</i>
56		海鳃	<i>Pennatula firnbriata</i>
57		亚洲侧花海葵	<i>Anthoplenura nigrescens</i>
58		蛎敌荔枝螺	<i>Thais echinata Blainville</i>
59		毛蚶	<i>Scapharca subcrenata</i>
60		中华鲎	<i>Tachypleus tridentatus</i>

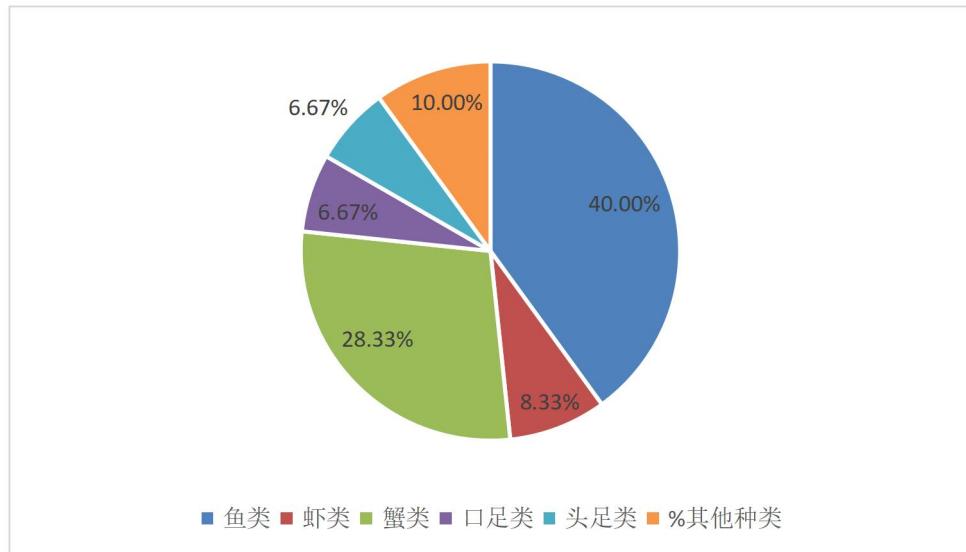


图 3.2-7 游泳动物种类群组成

④生物多样性评价

游泳动物生物多样性评价方法与浮游植物相同。

评价结果见表 3.2-29。

表 3.2-29 游泳动物生物多样性指数评价表

站号	香农-维纳指数(H')	均匀度指数(J)	物种丰富度指数(d)	种类数(S)
Y1	2.84	0.57	3.24	31
Y2	1.31	0.28	2.47	26
Y3	2.47	0.55	2.19	23
Y4	1.66	0.34	2.80	29
最小值	1.31	0.28	2.19	23
最大值	2.84	0.57	3.24	31
平均值	2.07	0.43	2.68	27

调查海区游泳动物多样性指数范围在 1.31~2.84，平均 2.07；均匀度指数范围在 0.28~0.57，平均 0.43；丰富度指数范围在 2.19~3.24，平均 2.68。

3.2.4 海洋生物质量

1、样品来源

共有 8 个样品。

2、监测项目和分析方法

生物体质量的检测项目包括镉、铅、铜、锌、铬、总汞、砷、石油烃、挥发酚 9 个指标。样品的采集、贮存、运输及分析均按《海洋监测规范》(GB17378-2007) 和《海洋调查规范》(GB12763-2007) 中的规定进行。生物体质量分析方法、分析仪器及检出限见表 3.2-30。

表 3.2-30 生物体质量调查分析方法、分析仪器及检出限

项目	分析方法	仪器名称及型号	检出限
铜	无火焰原子吸收分光光度法	AA 800原子吸收光谱仪	0.4×10^{-6}
铅	无火焰原子吸收分光光度法	AA 800原子吸收光谱仪	0.04×10^{-6}
锌	火焰原子吸收分光光度法	AA 800原子吸收光谱仪	0.4×10^{-6}
镉	无火焰原子吸收分光光度法	AA 800原子吸收光谱仪	0.005×10^{-6}
铬	无火焰原子吸收分光光度法	AA 800原子吸收光谱仪	0.04×10^{-6}
汞	原子荧光法	AFS-830原子荧光光度计	0.002×10^{-6}
砷	原子荧光法	AFS-830原子荧光光度计	0.2×10^{-6}
石油烃*	荧光分光光度法	RF-5301pc荧光分光光度计	0.2×10^{-6}
挥发酚*	分光光度法	UV-6100紫外-可见分光光度计	0.05×10^{-6}

3、评价因子、评价方法和评价标准

海洋生物残毒评价因子包括：砷、镉、铜、总汞、铅、锌、铬、石油烃等共8项。评价方法采用单项标准指数法，其计算公式与水质评价方法相同。软体类（贝类除外）、甲壳类和鱼类生物残毒（石油烃除外）执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》的标准，石油烃执行《第二次全国海洋污染基线监测技术规程》的标准。各评价项目执行标准详见表3.2-32。

表 3.2-32 软体类、甲壳类、鱼类生物质量标准 (鲜重, 10^{-6})

生物类别	铜 ≤	铅 ≤	锌 ≤	镉 ≤	汞 ≤	砷≤	铬≤	石油烃 ≤
软体类	100	10	250	5.5	0.3	10	5.5	20
甲壳类	100	2.0	150	2.0	0.2	8.0	1.5	20
鱼类	20	2.0	40	0.6	0.3	5.0	1.5	20

4、评价结果

生物体质量调查结果显示，该海域的8种海洋生物的质量整体水平较好，各项监测因子均符合相应功能区海洋生物质量评价标准。

3.3 疏浚物分类评价**3.3.1 疏浚质量调查****1、调查时间、站位**

2021年9月3日，在本项目疏浚区布设3个站位，采集疏浚物柱状样，监测站位具体见图3.3-1。

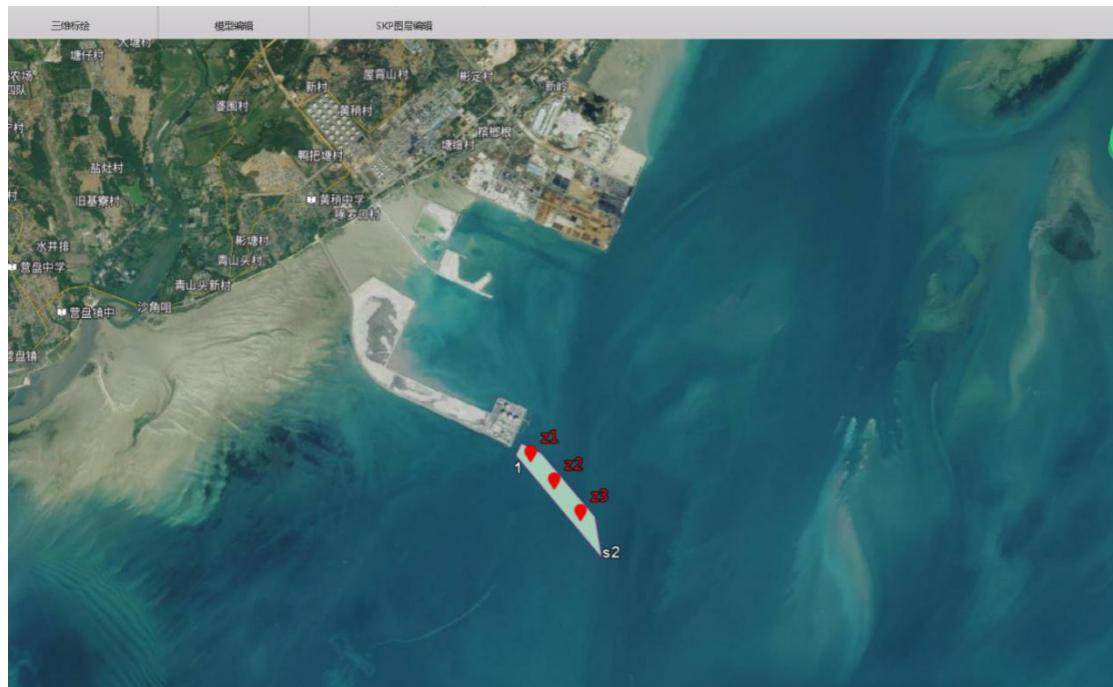


图 3.3-1 项目疏浚区疏浚物柱状样调查监测站位布点图

2、调查项目和分析方法

样品采集、贮存、运输及分析均按《海洋监测规范》（GB17378—2007）和《海洋调查规范》（GB12763—2007）规定进行。

分析项目包括铜、锌、铅、镉、汞、铬、砷、石油类、硫化物和有机碳等共10项。各监测项目分析方法、技术依据、仪器设备和检出限沉积物调查相同，见表 3.2-6。

3.3.2 疏浚物分类评价

项目疏浚区所有测点疏浚物柱状样品均符合清洁疏浚物（I类）要求，故本项目疏浚物可直接运至海洋倾倒区倾倒。

3.4 自然资源概况

项目所在区域及周边海区自然资源丰富，主要有岸线资源、岛礁资源、滩涂资源、港口及航道锚地资源、矿产资源、渔业资源、盐业资源、红树林资源和海草资源等。

3.4.1 岸线资源

北海市拥有海岸线长 668.98km，其中大陆岸线 528.17km，海岛岸线 140.81km，大陆岸线走向基本呈 W~E 向，西起与钦州交界的大风江、东至与广东交界的英

罗湾，港湾、河口众多，海岸线具有发展优良港口的先天条件。铁山港湾广西第二大海湾，位于北海市东部，整个铁山港港湾形似鹿角状，伸入内陆 34km，湾口朝南敞开宽阔，呈喇叭状，口门宽 32km，全湾岸线长达 182km，其中岛屿岸线 12km，沙质岸线 38km，泥质岸线 18km，生物岸线（红树林岸线）58km，人工岸线 56km。

3.4.2 岛礁资源

北海市沿海有海岛 56 个，其中已开发有居民岛 6 个，包括涠洲岛、斜阳岛、外沙岛、七星岛、南域围和更楼围；无居民岛 50 个，面积都较小。铁山港湾的岛礁除斗谷墩岛分布于湾中部——即石头埠对面之外，其余全部岛礁全部分布湾顶，即铁山港渝湛高速公路跨海大桥以北。全湾原来共有岛屿为 43 个，而现在只剩下 15 个，其余 28 个是因处在堤围虾场之内而作消失处理。

3.4.3 滩涂资源

北海市拥有约 500km^2 的滩涂，类型有沙滩、淤泥滩、岩石滩、红树林滩、珊瑚礁滩等。沙滩、沙泥滩、淤泥滩分布较广、面积较大。其中沙滩面积 251km^2 ，沙泥滩、淤泥滩面积约 200km^2 。

3.4.4 港口及航道资源

1、港口

北海市海岸线曲折，港湾水道众多，天然屏障良好，有多个天然良港，目前已开发港口岸线占大陆岸线 8.33%，主要分布在石步岭港区、铁山港西港区、铁山港东港区 3 个枢纽港区和海角港点、侨港港点、沙田港区、涠洲岛港区等小港点，承担腹地物资中转、临港工业服务、生活旅游等功能。北海港规划利用港口岸线共 58.219km ，其中深水港口岸线为 42.431km ，目前已开发利用港口岸线长 10.388km 。规划形成港区面积 4239.3hm^2 ，可建 238 个生产性泊位。

铁山港西岸线位于铁山湾西岸、自湾口的青头村至红岸楼段，岸线前沿水域宽阔、水深较大，陆域平坦开阔，后方有公路和在建的铁路进行港口货物集疏运，岸线后方紧靠铁山港工业区，建港条件优越。为与北海市城市总体规划和铁山港工业区规划相衔接，铁山港西岸自南向北规划啄罗、北暮、北暮东、石头埠和雷田五段岸线，共规划港口岸线 38007.9m 。

2、航道

北海港目前有石步岭港区进港航道和铁山港区进港航道两条深水航道。

石步岭港区进港航道现为 5 万吨级单向航道，长 16.401km，航道底宽 160~180m，底高程-11.5m（北海水尺零点，下同），乘潮保证率 70%。

铁山港区进港航道由铁山湾外海域向北，经啄罗、北暮后至石头埠。其中，铁山港进港航道的进口段（ABC 段、即外海至北暮作业区 4 号泊位前沿）为 10 万吨级单向航道，长 15.195km，通航宽度 210m，底高程-13.0m（铁山港当地理论最低潮面，下同），乘潮保证率 70%。由北暮作业区 4 号泊位至北海电厂码头段为 3.5 万吨级单向航道，长 28.753km，底宽 140m，底高程-8.0m。

3.4.5 海洋矿产资源

铁山港湾沿岸矿产资源较少，已探明矿床仅有陶瓷粘土和石灰岩等两种，其中，陶瓷粘土矿床位于合浦县南康镇东约 11km，即赤江华侨陶瓷厂附近，储量 564.35 万吨，属中型矿床，工业价值较大；石灰岩主要分布于公馆至蛇地一带沿岸地区，已探明蛇地一带石灰岩储量 1540 万吨，属中型矿床，目前主要是民间开采，用于制造水泥和烧制石灰。在湾口中部拦门沙附近有石英砂矿床总储量达 15406.7 万 m³。

3.4.6 渔业资源

北海渔业资源十分丰富。海岸线东起与广东廉江县交界的英罗湾，西至钦州市交界的大风江，全长 500.13km。沿岸有以城市为依托的 7 个渔港，其中南𬇕万港属国家特级渔港，北海内港、营盘属国家一级群众性渔港，电建、沙田属二级渔港，高德、涠洲南湾属小型渔港。此外，还有些习惯性渔船集散地。北海市濒临的北部湾总面积约 12.8 万 km²，属于热带、亚热带内海，自然条件非常适合各种海洋生物的快速生长和繁殖，是我国著名的渔场之一，是北海市渔船最主要的传统作业场所。

北部湾海洋生物资源丰富，据调查资料表明，鱼类有 900 多种，主要经济鱼类有 50 多种，在虾蟹类 200 多种，主要经济虾类有 10 多种。沿海经济贝类主要有马氏珠母贝、文蛤、牡蛎、日月贝、栉江珧、象鼻螺等。据专家估算北部湾渔业资源蕴藏量约 150 万吨，其中虾类资源量超过 4 万吨。此外，雷州半岛以东至粤东、海南东部海域、北部湾口外海至南沙海域，也是北海市渔船的重要渔场。

铁山港及北部湾沿岸海域渔场，周年（除伏季休渔期限制外）都可进行捕捞作业生产。主要鱼类有蓝圆鲹、二长棘鲷、蛇鲻类、断斑石鲈、真鲷、马鲛鱼、青鳞鱼、海鳗、金色小沙丁鱼、脂眼鲱、鮀鱼、小公鱼类、海鲶等30多种，还有鱿鱼、墨鱼、章鱼以及20多种虾类。

北海市滩涂广阔，水质肥沃，生物品种繁多，其中铁山港为北海市主要养殖区，对虾、珍珠、文蛤、方格星虫养殖是铁山港特色海产品。

方格星虫 (*Sipunculus nudus*) 隶属于星虫动物星虫纲星虫科，两广群众都称为“沙虫”，体圆形，似蚯蚓。沙虫体长12~22cm，体色淡红略带乳白；雌雄异体，性成熟期为12月至次年2月。沙虫营养价值较高，素为宴席上佳肴，广西海洋所从1989年就开始了方格星虫人工育苗技术研究，该所培育的方格星虫稚虫苗已在北海侨港、沙田、和广东遂溪等地滩涂试养。在广西沿海沙质滩几乎都有方格星虫分布，方格星虫增殖区包括沙田和营盘两个分区，地理范围为：沙田至英罗港潮间带及营盘至福成沿岸自海岸线向潮间带延伸1~2.5km区域，总面积9500hm²，该区底质为细砂，水质和底质状况良好，营养盐和饵料生物丰富，是方格星虫繁殖和生长发育的天然场所。

3.4.7 红树林资源

北海市红树林资源主要分布在铁山港区、廉州湾、北海滨海国家湿地森林公园冯家江入海口至大冠沙海堤沿岸。

铁山港区红树林资源较丰富，港内有红树林滩涂面积约2100hm²，主要分布在山口(467 hm²)、公馆(167hm²)、沙田(67 hm²)、白沙(733 hm²)、闸口(200hm²)、南康(467hm²)等6个乡镇沿岸潮滩。红树林群落长势茂盛，结构紧密，一般树高2~3m，最高7~8m。根据其组成种类和环境条件特点，铁山港红树林属海滩红树林和半红树林种类。

广西山口国家级红树林生态自然保护区位于广西合浦县沙田半岛东西两侧，东侧英罗港，西侧丹兜港，经纬度为E109° 43' ~10° 46'，N21° 28' ~21° 36'，保护区总面积8000hm²（海域4000 hm²，陆域4000hm²），1990年9月经国务院批准建立的我国首批（5个）国家级海洋类型保护区之一，保护对象是红树林生态系统，区内的红树林是我国大陆海岸红树林典型代表，具有发育良好，结构独特，连片较大，保存较完整的天然红树林。

区内有红树植物有红树林 13 种（真红树 8 种，木榄、秋茄、红海榄、桐花树、白骨壤、海桑、榄李、老鼠勒；半红树 5 种，卤蕨、节槿、杨叶肖槿、水黄皮、海芒果）。有林面积 800hm²，其他常见高等植物 19 种，浮游植物 96 种，底栖硅藻 158 种，浮游动物 26 种，鱼类 82 种，贝类 90 种，虾蟹 61 种，鸟类 106 种，昆虫 258 种，其他动物 16 种。在保护区红树林边缘尚有连片的互花米草生长。互花米草生长迅速，为合浦县 1979 年引种。

山口保护区红树林总生物量是 75.64t/hm²，其中地上部生物量 39.06t/hm²，地下部生物量 36.58t/hm²。红树植物群落地上部分净生产力因群落类型和群落发育状况而波动于 1.48~15.37t/hm²·a 之间，全保护区红树林地上部的总体平均生产力为 4.58t/hm²·a。

本项目工程区内无红树林生长。

3.4.8 海草资源

铁山港湾东岸海滩涂生长着成片大面积海草，是颇具特色的海洋生态资源之一。海草是生长在热带和温带海域浅水中的单子叶植物，具有全球生态重要性。广西共有约 640hm² 海草床，其中 540hm² 分布在合浦。海草床面积存在明显的季节和年份变化。合浦海草床是我国海草保护最重要的生境之一。铁山港湾海域滩涂中生长的海草主要有喜盐草 (*Halophila ovalis*)、二药藻 (*Halodule uninervis*)、贝壳喜盐草、日本大叶藻 (*Zostera japonica*) 等四种。英罗港至铁山港海域滩涂有 6 个草场，面积约 280hm²，铁山港湾海草床也是我国一级保护哺乳动物儒艮活动和觅食的场所。合浦海草床 2005 年 6 月被联合国环境规划署全球环境资金会列为“广西合浦海草床示范区”项目。

广西各地海草受到明显的人为威胁，主要包括滩涂养殖、围网养殖、毒鱼和电鱼、挖螺(贝)与拖网，陆地和海上(主要为交通、倾废和投饵养殖等)排放污染以及开挖港池航道与台风等，上述影响造成了广西海草床明显衰退，并存在加速衰退趋势。其中北暮海草床区，2012 年 7 月后由于受区域海洋开发活动影响，潮间带滩涂上已被沙覆盖，该片海草床已不存在。

本项目用海范围内没有海草分布生长，最近海草床位置与拟建项目最近距离约 5km。

3.5 海域开发利用现状及权属现状

3.5.1 社会经济概况

1、行政区划及人口

北海市辖海城区、银海区、铁山港区和合浦县，23个乡镇、7个街道办事处、341个村委会、86个社区居委会。根据2019年北海市国民经济和社会发展统计公报，北海市年末常住人口170.07万人，其中城镇人口101.09万人，城镇化率59.4%。全年人口出生率为13.13‰；人口死亡率为4.68‰，自然增长率为8.45‰。

项目所在地铁山港区辖南康镇、营盘镇、兴港镇。根据2019年北海市铁山港区国民经济和社会发展统计公报，2019年末全区常住人口15.80万人，比上年末增加0.2万人，其中城镇常住人口5.82万人，占常住人口比重（常住人口城镇化率）36.84%，比上年末提高1.84个百分点。全年人口出生率为13.13‰，人口死亡率为4.68‰，自然增长率为8.45‰。

2、社会经济

2019年，北海市地区生产总值为1300.80亿元，比上年增长8.1%，其中第一产业增加值211.70亿元，增长4.1%，第二产业增加值557.82亿元，增长9.2%，第三产业增加值531.28亿元，增长8.6%。农林牧渔业总产值334.58亿元，增长4.4%，规模以上工业总产值增长4.1%，规模以上工业增加值增长9.7%，固定资产投资增长9.0%，社会消费品零售总额284.16亿元，增长7.1%，财政收入242.27亿元，增长7.6%，城镇居民人均可支配收入36602元，增长7.8%，农民人均可支配收入15510元，增长10.8%。

2019年，铁山港区全年全区完成地区生产总值（以下简称GDP）340.70亿元，按可比价计算，较上年增长9.1%。其中，第一产业实现增加值33.23亿元，增长6.1%；第二产业实现增加值275.18亿元，增长9.8%；第三产业实现增加值32.30亿元，增长5.9%。财政收入494107万元，同比增长8.34%；农林牧渔业实现总产值51.04亿元，同比增长6.2%；实现增加值33.4亿元，增长6.04%；工业增加值比上年增长9.8%，其中规模以上工业增加值增长9.9%；社会消费品零售总额13.66亿元，同比增长8.6%；外贸进出口总额129814万美元，同比增长20.8%；港口吞吐量2507.06万吨，同比下降3%，其中，集装箱吞吐量2348.15万吨，同比增长22%。货运量709万吨，同比增长7.42%；货物周转量9809万吨

公里，同比增长 6.61%。城镇居民人均可支配收入 35779 元，名义增长 7.6%；农村居民人均可支配收入 16189 元，名义增长 10.5%。

3、优化营商环境，项目建设快速推进

坚持把优化营商环境作为增强城市竞争力的关键一招，深入开展“优化营商环境攻坚突破年”活动，对标全国最高水平，创建一流营商环境。一批“放管服”改革事项落地见效，按照“简易办”和“减一半”要求，压缩审批环节、减少提供材料、缩短审批时间，全市 305 项行政许可事项平均办结时限从 24.2 天压缩到 4.5 天、达到全区最优，不动产四类登记一日办结；率先在全国实施智能自助“秒批”营业执照；率先在广西推行工程建设项目施工许可证全程网上办理；率先在全区实现“零材料”“零成本”“零跑腿”开办企业和智能办税；率先在全区搭建和运用“政采云”平台“全市一张网”。根据项目建设需求，及时召开规委会和土审会，高效解决项目规划、用地审批等问题，加快项目落地速度，全年召开规委会 18 次、土审会 14 次，分别研究议题 280 个和 175 个。

2019 年全市完成自治区层面重大项目投资增长 228%，5000 万及以上项目投资增长 36%，正在施工的项目工地共 556 个，7 个“双百”项目开工建设，132 个市级重点项目开工、81 个竣工。总投资 200 亿元的广西工业高质量发展“一号工程”惠科电子产业新城一期工程顺利推进，建成投产后可新增产值 2000 亿元，将使北海工业产值翻番；总投资 468 亿元的广西文旅“头号工程”北海银基国际滨海旅游度假中心一期工程开工建设，建成后将引领北海旅游产业提档升级；总投资 122 亿元的信义玻璃项目首条生产线竣工试产；投资 228 亿元的太阳纸业项目和投资 108 亿元的新福兴硅科技产业园开工建设；投资 40 亿元的向海大道和投资 12 亿元的西村港大桥加快建设，城市向东拓展的通道将全线贯通。

4、农业

农业基础地位得到巩固，粮食生产面积和产量保持稳。2019 年新增各级农业示范区 140 个、农民专业合作社 62 家、家庭农场 48 个。特色农产品品牌建设卓有成效，合浦南珠、北海海鸭蛋入选首届“中国十珍十宝”名录，“北海沙虫”“涠洲岛香蕉”获国家农产品地理标志登记保护。海洋渔业健康发展，海水养殖面积 36.7 万亩，水产品总产量 114 万吨；南珠养殖面积超万亩，插核 1500 万贝，产量超过 1800 斤；启动建设北海市银滩南部海域国家级海洋牧场示范区。积极

防控非洲猪瘟疫情，投入财政资金 5343.9 万元，落实联防联控机制，有效遏制疫情扩散，全市生猪存栏率保持较高水平。扎实推进乡村振兴战略，统筹城乡协调发展，一县三区财政收入均突破 15 亿元，进入全区前列。扎实推进“三清三拆”攻坚行动，农村人居环境明显改善。侨港镇、烟楼村上榜全国乡村治理示范镇、示范村名单，兴港、廉州、南康、山口、公馆、福成 6 个镇入选 2019 年度全国综合实力千强镇。

5、工业

工业支撑作用持续增强。按照“强龙头、补链条、聚集群”思路，推动工业结构加快调整、扩量增效、创新升级，工业投资总额 97.8 亿元、增长 16.5%。规模以上工业企业增加 36 家、增长 15.8%，达到 264 家，贡献税收占全市税收的 63%。电子信息、石油化工、临港新材料产业健康发展，三大产业产值占全市工业总产值的 75%以上。新增高新技术企业 17 家，总数达到 64 家，北部湾新材料、三创科技入围广西制造业企业 50 强前 20 位，北部湾国际技术转移转化中心正式运营。园区工业产值占全市工业总产值的 90%以上。北海工业园区获批国家外贸转型升级基地，注册企业达 1380 家；北海综合保税区正式揭牌，外贸进出口和加工贸易进出口双双突破百亿元；北海（国家）高新技术产业开发区在全国 169 家国家级高新区综合排名中居第 69 位，比上年提升 10 位；铁山港（临海）工业区升级为自治区级经济技术开发区；合浦工业园快速发展，规上工业总产值增长 24.9%。

6、文旅产业

2019 年，北海市旅游人数突破五千万人次，达到了 5278.85 万人次，同比增长 34.14%；同时，实现国际旅游收入 8149.32 万美元，同比增长 13.14%，实现国内旅游消费 694.63 亿元，同比增长 39.02%。2019 年北海市举办了多场丰富多彩的旅游文体大型活动，如从侨港开海节、环广西自行车赛、南珠珍珠节等；共承办了包括亚洲风筝板帆船比赛等 30 余项各类体育赛事比赛；签约开工建设了 17 个文旅项目，总投资 1700 亿元，包括广西头号文旅项目北海银基文旅项目、海丝首港、邮轮母港、冠岭旅游综合体、高德古镇、银滩“6+N”项目等。2019 年，北海全域旅游建设成果显著，成为广西首个全域旅游示范城市，获得 2021 年广西旅游文化承办城市，海城区、银海区获批“自治区级全域旅游示范区”。

年内新增了1家4A级旅游景区，2家3A级景区，新增四星级酒店2家，五星级乡村旅游区两家。旅游基础得到不断完善升级。

3.5.2 海域开发利用现状

1、海洋资源开发利用现状

项目所在区域属铁山港湾，而铁山港湾地处两广地区沿岸交汇处。整个港湾形似鹿角状，伸入内陆34km，湾口朝南敞开，宽阔，呈喇叭状，口门宽32km，全湾岸线长170km，海湾面积340km²。铁山港湾具有丰富的自然资源和优越的自然条件。其中港口资源和水产资源居各种自然资源前列；其次为盐业资源和红树林资源，还有矿产资源，充分合理开发利用该湾的各种资源，可把该港建设成为多功能、多产业的繁荣和富饶的港湾。下面根据港口资源、渔业资源、盐业资源、红树林资源及矿产资源的开发利用现状简述如下：

(1) 港口资源开发利用现状

目前，铁山湾内有铁山港西港区及铁山港东港区。铁山港西港区共有生产性泊位21个，其中15万吨级泊位3个、10万吨级泊位5个、5万吨级泊位1个、5000吨级泊位4个、3000吨级泊位1个、1000吨级泊位及以下泊位7个。码头岸线长4016m，年通过能力为货物3448万吨，港区主要经营散货、液化天然气、煤炭以及成品油等业务。铁山港东港区现有生产性泊位11个，其中1000吨级泊位1个、1000吨级以下泊位10个，码头岸线长368m，年通过能力为货物90万吨（其中汽车2万标辆）、客运30万人次，主要经营散货、件杂货、滚装等业务。

(2) 航道资源开发利用现状

铁山湾内港区进港航道由湾口西南的外海向东北进入港区。铁山湾内东、西两条天然深槽发育，水深较大，自然水深大部分在7m以上，最深处达22.3m，小吨位船舶日夜可航行。东槽南段有长4~5km的拦门沙，最浅点水深仅2m，最大仅可乘潮通航3000吨级船舶。西槽北端与主槽之间原有长2~3km、水深浅于5m的浅段，2004年北海电厂5万吨级煤码头配套建设的3.5万吨级专用航道建成后，已将该浅段挖通；航道全长28.753km，底宽140~160m，底高程-8.0m，设有航标。2006年7月，北海港铁山港区5万吨级航道一期工程(ABC段)完工，航道长14.816km，底宽160m，底标高-11.5m。2010年6月，北海港铁山港进

港航道二期工程完工，将原有铁山港 5 万吨级航道段（ABC 段）扩建至 10 万吨级，航道长 16.495km，有效宽度 210m，底高程—13.0m，乘潮水位 3.56m，历时 2 小时，保证率为 70%。

铁山港进港航道二期扩建工程已经于 2015 年 7 月开工，航道建设按 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），该工程范围起于铁山港 5 万吨级锚地西侧附近的 A 点，经过啄罗、北暮作业区东侧的 B~C 点，终至规划的铁山港西港区北暮作业区 16#泊位东侧的 Z 点，航道全长约为 18.7km。其中，A~B 段设计宽度为 330m，设计底高程为—14.7m（当地理论最低潮面，下同）；B~Z 段设计宽度为 190m，设计底高程为—14.0 m。10 万吨级散货船采用 2.80m 的乘潮水位，乘潮保证率为 90%；LNG 船舶进出港不考虑乘潮。2015 年 12 月，AB 段已顺利通过自治区交通工程质监站组织的交工验收。

本项目位于广西北海市铁山港西港区啄罗作业区 1 号突堤，利用广西铁山西港区规划预留 LNG 第二泊位和紧邻广西液化天然气（LNG）项目一期用地后方已填海陆域，结合现有对外交通条件，本项目采用铁山港区现有 10 万吨级进港主航道实现本项目船舶进出港。

（3）渔业资源开发利用现状

北海市拥有海岸线长 668.98km，10 米等深线以内浅海滩涂面积 298 万亩，其中浅海面积 225 万亩，滩涂面积 73 万亩，目前已开发利用浅海滩涂 38 万亩（海水养殖面积）。水产养殖已形成了以对虾、罗非鱼优势品种规模养殖为主，弹涂鱼、金鲳鱼、大蚝、文蛤、青蟹、象鼻螺、龟鳖、珍珠等名特优品种稳步发展的新格局。象鼻螺、青蟹、栉江瑶等名特优品种的生产，已成为农民持续增收的重要途径。

2019 年，北海市海水养殖面积 36.70 万亩，养殖产量 68.24 万吨，其中贝类养殖面积 17.62 万亩，养殖产量 42.28 万吨；对虾养殖面积 15.25 万亩，养殖产量 21.84 万吨；青蟹养殖面积 1.01 万亩，养殖产量 1.34 万吨；鱼类养殖面积 1.47 万亩，养殖产量 2.48 万吨；其它养殖面积 1.35 万亩，养殖产量 0.30 万吨。

北海市从扶持和培植龙头企业入手，调整和优化品种结构，发展以出口为主的外向型水产加工企业，带动水产养殖业和水产品加工出口业的发展，有效地提

高了优势品种产业化经营程度。全市水产品加工已形成了以对虾、罗非鱼为主的优势出口产品系列，珍珠综合开发产品系列，水产保健食品和调味产品系列，海洋生物制品系列，传统冷冻水产食品及小包装产品系列，鱼糜系列产品等六大系列产品。其中，鱼糜年生产能力超过1万吨，成为全国最大鱼糜生产基地之一。

(4) 矿产资源开发利用现状

铁山港湾矿产资源开发利用现状在陆岸仅见于公馆镇南部沿岸蛇地石灰岩开发利用和兴港镇北部赤江陶瓷粘土的开发利用，而海上开发利用的有石英砂矿床。根据北海地质工程勘察院勘查结果，铁山港湾石英砂开采场海上采矿区的石英砂确定矿砂工业类型为I类、品级III级，总储量为15406.7万m³。该石英砂采矿区位于铁山港湾湾口拦门砂附近，即在铁山港港口东南向海域约11km处的高沙头石英砂矿区，其地理坐标为东经109°36'39.30"~109°36'58.00"，北纬21°28'25.17"~21°28'45.30"。北海市南海洋石英砂有限公司于2005年9月12日获批准取得该石英砂矿区开采使用权证，年开采石英砂约10万吨。

(5) 旅游资源开发利用现状

北海拥有“滨海、风光、人文、古迹”四大类旅游资源和“海水、海滩、海岛、海鲜、海珍、海底珊瑚、海洋动物、海上森林、海上航线、海洋文化”十大海洋旅游特色，其中已开发AAAA级滨海景区如银滩国家旅游度假区、涠洲岛鳄鱼山景区、北海老城景区、金海湾红树林生态旅游区、海底世界、海洋之窗、嘉和·冠山海等。

2、工程所在海域开发利用现状

项目位于广西北海市铁山港西港区啄罗作业区，周边主要布局工业企业、港口、航道、锚地、海水养殖、海洋保护区项目，主要用海类型包括工业用海、交通运输用海、渔业用海、特殊用海、其他用海等，主要用海方式有开放式用海、构筑物用海、围海以及其他方式等。

项目用海范围内目前没有海水养殖、红树林分布，拟建接收站北面分布有大量海水养殖。

(1) 广西液化天然气(LNG)项目一期工程

广西液化天然气(LNG)一期工程位于铁山湾湾口西侧海域最南端，与本项目相邻。一期工程2013年7月开工建设，2016年4月19日接收首船商业气投产试运行，2018年9月14日LNG接收站正式开始高压外输。建成1个26.6万 m^3 LNG泊位（码头结构兼顾8~26.6万 m^3 LNG船）、1个工作船码头及相应的配套设施，4个16万 m^3 LNG储罐，LNG接收能力600万吨/年。2016~2020年，一期工程累计接卸LNG892.58万吨，靠泊LNG船舶共计133艘次。

一期工程建设内容包括码头及陆域形成、接收站（含冷能综合利用）、输气管道三部份。

项目不占用自然海岸线。

根据国家海洋局《国家海洋局关于广西液化天然气(LNG)工程项目填海竣工海域使用验收的函》（国海管字[2015]435号），广西液化天然气(LNG)一期工程填海面积48.2252公顷，透水构筑物用海面积2.5577公顷，取、排水口用海面积1.6469公顷，港池用海面积78.9114公顷。

广西液化天然气(LNG)项目一期工程涉海建设内容及规模见表3.5-1，一期工程平面布置图见图3.5-2。

表3.5-1 广西液化天然气(LNG)项目一期工程涉海建设内容及规模

序号	名称	主要内容及规模
1	LNG泊位	1个泊位，主要由1座工作平台、2对靠船墩、3对系缆墩、联桥及引桥组成。LNG码头码头长度370m(最外侧系缆点间距)。LNG码头工作平台尺度为50m×30m
2	工作船码头	2个泊位，泊位总长112.2m
3	引桥	自接收站至LNG泊位，引桥长度119m
4	疏浚	疏浚主要为港池、支航道疏浚，疏浚量1109.3万 m^3
5	陆域形成吹填	采用疏浚中粗砂或取砂吹填形成，吹填施工量为502万 m^3
6	海域使用	包括填海造地、透水构筑物、港池三个方面，其中填海造地49.46万 m^2 ，透水构筑物2.51万 m^2 ，港池97.52万 m^2
7	冷排水口	采用渠道排放的方式，排放口为开敞式喇叭口形式，设置一定的底坡以防止泥沙淤积。排放量22000 m^3/h
8	海水取水系统	本系统主要用于提供LNG气化加热用水，水源为海水。设置海水泵5台，4用1备；每台泵的流量为5500 m^3/h ，正常情况最大供水27500 m^3/h

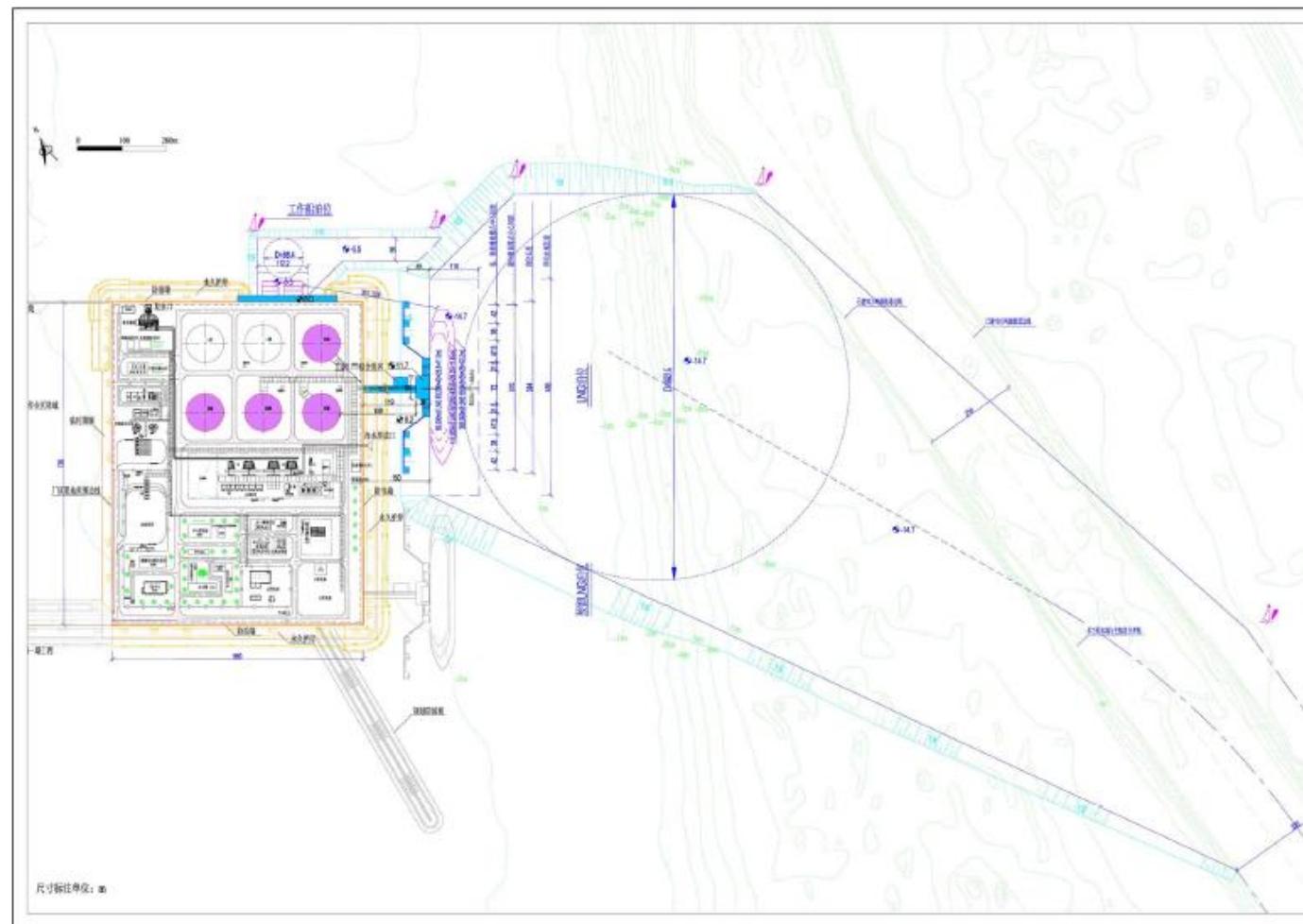


图 3.5-2 广西液化天然气 (LNG) 项目一期工程平面布置图

(2) 项目周边其他码头工程

项目北面自北向南分布有国投北海电厂煤码头、神华国华广投电厂码头、国际港务集团公司、中石化成品油码头等码头工程。

①国投北海电厂煤码头工程(5万吨级)于1997年开工,后缓建停工,2003年复工,2004年5月30日完成。北海电厂码头后方围填陆域约1km²。

②神华国华广投电厂陆域工程已基本形成,码头工程目前在建,北距北海电厂约3km,南离国际港务集团公司1#—4#码头后方陆域约5.4km。该陆域自铁山港西岸以实体护岸建设至铁山港深槽。石头埠作业区1号、2号泊位(神华国华广投(北海)发电有限公司10万吨级通用泊位)工程于2012年12月18日开工,目前水工工程开挖、基床抛石、沉箱内回填砂已全部完成,码头水工建设现已基本完成。

③国际港务集团公司,铁山港西港区北暮作业区1#—4#泊位工程及后方陆域(约4.1km²),于2007年7月开工,至2012年5月全部建成。泊位工程水工结构预留15万吨级,现按10吨级运营,其中1#和2#泊位工程于2009年8月投产;3#和4#于2013年7月10日投入试运行。码头后方陆域北护岸北侧贴岸续建蓄泥区,面积约2.1km²,现该区域已全部成陆,与1#—4#泊位工程后方陆域连接,总面积约6.59km²。2014年3月,铁山港西港区北暮作业区5#、6#泊位工程开工,这两个泊位为15万吨级散货泊位,码头总长636.84m,顺原1#—4#前沿线向东北侧延展。两泊位及后方陆域工程于2019年12月27日通过交工验收,31日宣布投产。铁山港西港区北暮作业区7#、8#泊位工程于2020年12月28日开工,为1个15万吨级和1个10万吨级通用泊位工程,占用岸线599m,前沿线与1#—6#泊位顺延,目前正在建设中,其后方陆域与5#、6#泊位工程同步完成。

④中石化成品油码头工程及局部填海工程,位于国际港务集团填海陆域南侧近岸布置,专用航道连接港池至铁山港10万吨级航道(BC段),支航道走向与BC段航道呈正交状。低潮位时,局部航段两侧滩面会出露。于2014年4月完成码头工程施工招标、2014年10月完成陆域形成工程施工招标。

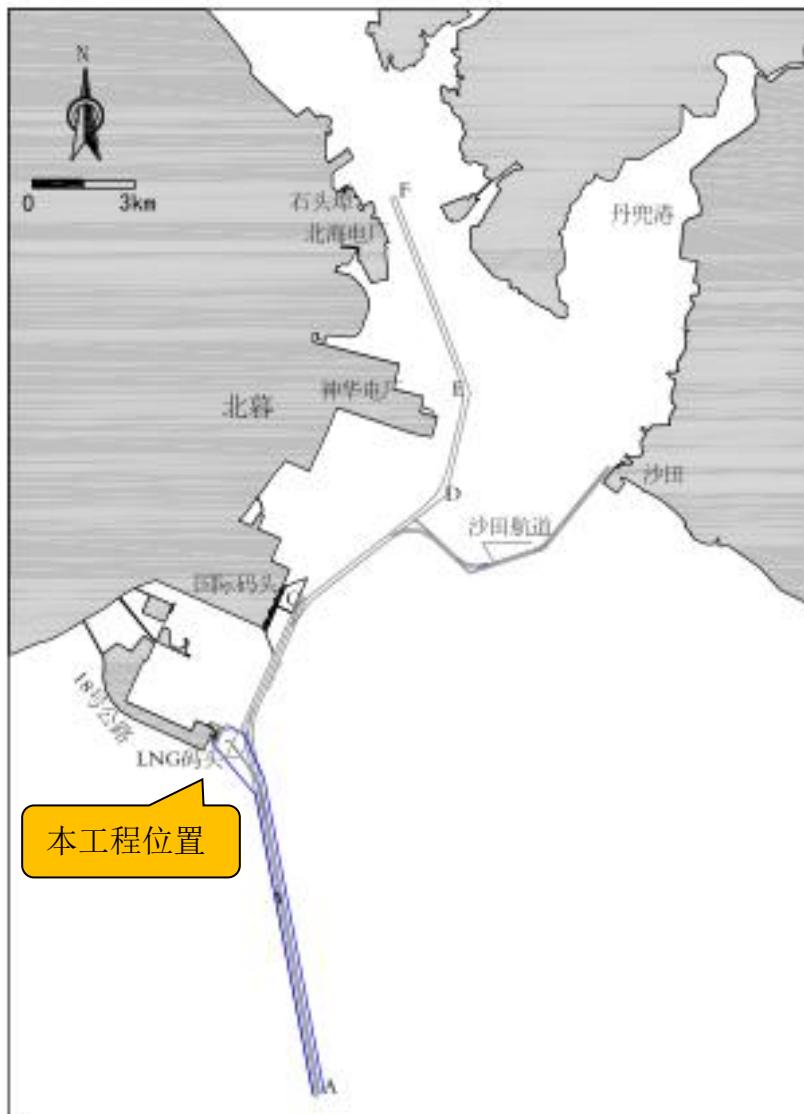


图 3.5-4 项目附近的其他码头工程位置示意图

(3) 铁山湾进港航道

铁山湾进港航道位于本项目东侧。

2004 年完成北海电厂配套的 3.5 万吨级专用航道工程，底宽 140~160m，底标高-8.0m，长约 29km。2006 年 6 月西槽北端至外海段扩建成 5 万吨级标准，底宽 AB 段 160m，BC 段 140m，全程底标高-11.5m。北海铁山港航道疏浚二期（10 万吨级）工程自 2009 年 2 月 15 日开工，2009 年 9 月底基本完成主要疏浚任务，将原有铁山港 5 吨级航道段（ABC 段）扩建至 10 万吨级，航道长 16.495km，有效宽度 210m，底标高-13.0m，乘潮水位 3.56m，历时 2 小时，保证率为 70%。铁山港区航道疏浚二期扩建工程于 2016 年 12 月交工，外航道 AB 段 10 万吨级航道

为兼顾 26.3 万 m³LNG 船等船型安全通航标准，现该段航道通航宽度 330m，设计底标高为-14.7m；进港西航道 BCZ 段按 10 万吨级散货船乘潮单向通航建设，通航宽度 190m，设计底标高-14.0m。目前 10 吨级主航道三期工程正在进行，在铁山港区 3.5 万吨级航道基础上拓宽浚深，建设规模为：CDEF 段为 10 万吨级航道（到北海电厂码头附近），通航宽度 190m，设计底高程-14.0m；FH 段为 5 万吨级航道，长 2.713km，通航宽度 150m，设计底高程-12.2～-12.4m；HI 段为 1 万吨级航道，长 3.214km，通航宽度 95m，设计底高程-7.5m；IJK 段为 5000 吨级航道，长 4.248km，通航宽度 75m，设计底高程-6.5m。

本项目位于广西北海市铁山港西港区啄罗作业区 1 号突堤东侧规划的 LNG 泊位岸线（紧邻广西液化天然气（LNG）一期工程），结合现有对外交通条件，采用铁山港区现有 10 万吨级进港主航道(AB 段)实现本项目船舶进出港，见图 3.5-5。



图 3.5-5 铁山湾进港航道与本项目位置关系图

(4) 锚地

铁山港区现有 LNG 船舶专用锚地和 10 万吨级锚地各 1 个。

LNG 船舶专用锚地位于涠洲岛东侧偏北约 16.3km 处，半径 1km，面积为 3.14km^2 ，水深约 17.4m。

10 万吨级锚地位于涠洲岛西北约 11.6km 处，面积为 6.0km^2 ，水深 21.4~22.6m。

铁山港区现有 1~5 万吨级锚地及 LNG 锚地各 1 个。现有 LNG 锚地位于以 $21^{\circ} 05' 55'' \text{N}$ 、 $109^{\circ} 18' 00'' \text{E}$ 为中心，1000m 为半径的海域范围，锚地设计

代表船型为 26.6 万 m³LNG 船及 14.7 万 m³LNG 船，可满足 1 艘 26.6 万 m³LNG 船及 1 艘 14.7 万 m³LNG 船同时锚泊或 2 艘 17.2 万 m³LNG 船同时锚泊。

本工程拟配套锚地，选址于规划的北海港 LNG 船及危险品船锚地，与现有的广西液化天然气（LNG）一期项目码头配套锚地相邻。

3、北部湾二长棘鲷长毛对虾种质资源保护区

北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区位于本项目西面 2.3 公里，水产种质资源保护区由北纬 21° 31' 线、五个拐点连线及广西壮族自治区防城港市、北海市海岸线组成（图 3.5-6），拐点坐标分别为（108° 04' E, 21° 31' N; 108° 30' E, 21° 00' N; 109° 00' E, 20° 30' N; 109° 30' E, 20° 30' N; 109° 30' E, 21° 29' N）。保护区总面积 1,142,158.03 公顷，其中核心区面积 808,771.36 公顷，实验区面积 333,386.67 公顷。核心区特别保护期为 1 月 15 日至 3 月 1 日。主要保护对象为二长棘鲷和长毛对虾，其他保护物种包括金线鱼、蓝圆鲹、黄带鲱鲤、长尾大眼鲷、蛇鲻类、日本金线鱼、墨吉对虾、长足鹰爪虾、中华管鞭虾、锈斑蟳、逍遥馒头蟹、日本蟳、马氏珠母贝、方格星虫等。

（1）核心区

核心区由五个拐点连线组成，拐点坐标分别为（108° 15' E, 21° 15' N; 108° 30' E, 21° 00' N; 109° 00' E, 20° 30' N; 109° 30' E, 20° 30' N; 109° 30' E, 21° 15' N）。核心区位于保护区核心，它囊括了保护区主要经济水产种质资源的栖息地类型，人为干扰较少，原生状况相对较好，具有代表性的自然生态系统。在核心区禁止除科学观测以外的一切人为活动。

（2）实验区

实验区由北纬 21° 31' 线、四个拐点连线及广西壮族自治区防城港市、北海市海岸线组成，拐点坐标分别为（108° 04' E, 21° 31' N; 108° 15' E, 21° 15' N; 109° 30' E, 21° 15' N; 109° 30' E, 21° 29' N）。实验区位于保护区北侧，是保护区内人为活动相对频繁的区域。适合于开展生态旅游、科学研究、教学实习、野生资源的合理利用、多种经营及社区发展。

根据《中国海洋渔业水域图（第一批）》（中华人民共和国农业部，2002 年 2 月）对北部湾主要经济种类产卵场的资料（图 3.5-6、3.5-7），二长棘鲷

幼鱼保护区，为北部湾涠洲岛北端的北纬 $21^{\circ}05'$ 线以北海域，连接涠洲岛南至海康县流沙港以西20米水深以内海域，保护期为每年的1月15日至6月30日。

项目与北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区、北部湾二长棘鲷“三场一通”分布区的位置关系见图3.5-6和图3.5-7。

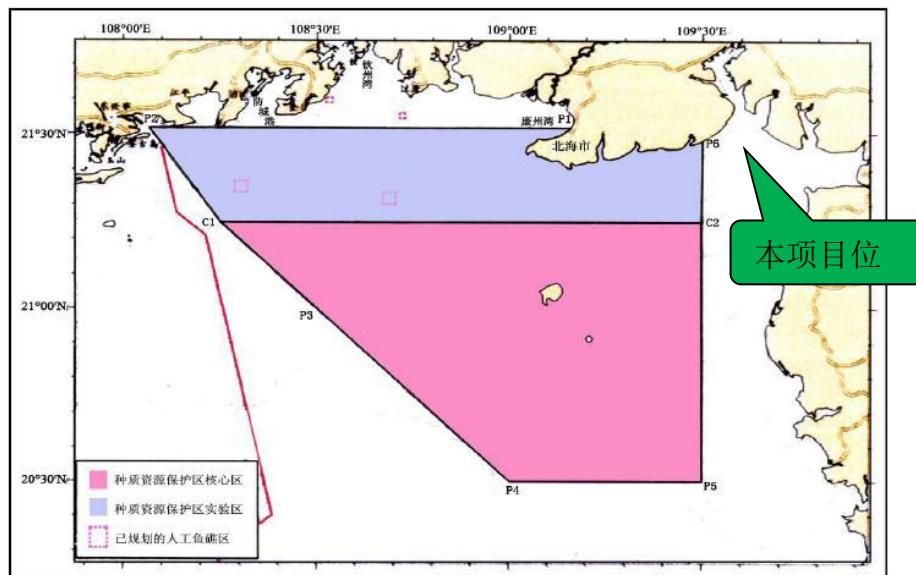


图3.5-6 北部湾二长棘鲷长毛对虾种质资源保护区范围图

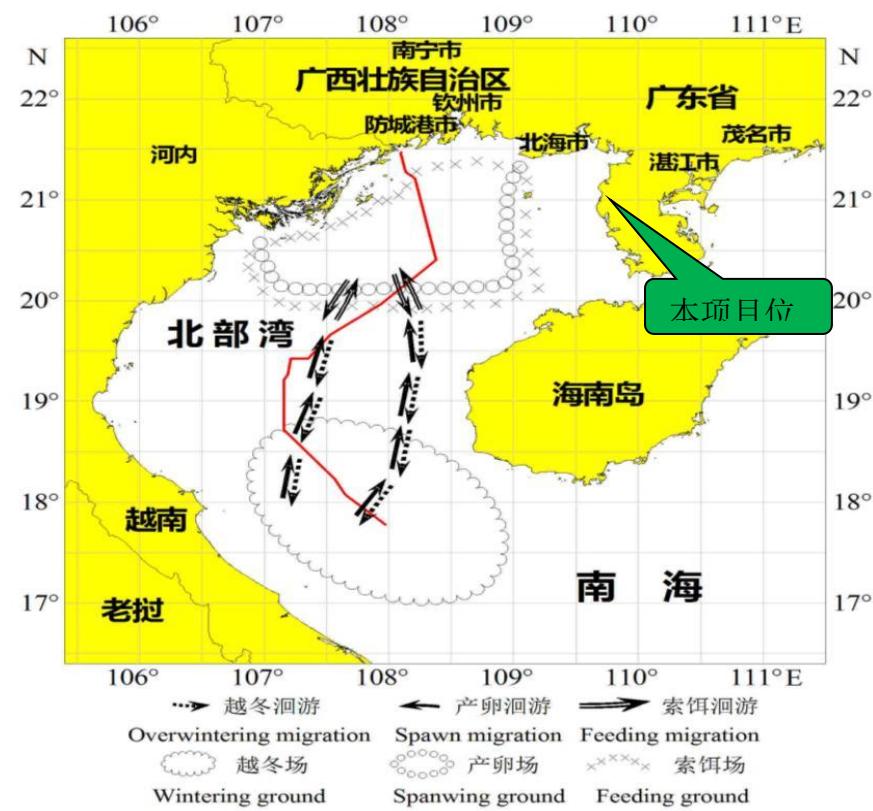


图3.5-7 北部湾二长棘鲷“三场一通”分布图

4、广西合浦儒艮国家级自然保护区

1986年4月，自治区人民政府批准设立广西壮族自治区合浦营盘港-英罗港儒艮省级自然保护区。1992年10月，国务院批复升级保护区为国家级自然保护区。本项目位于儒艮保护区西面，最近距离约6.9km。

5、广西山口国家级红树林生态自然保护区

广西山口国家级红树林生态自然保护区1990年9月由国务院批准建立（国函1990）83号），为国家级海洋类型自然保护区，属海洋部门管理。该保护区位于自治区合浦县东南部的沙田半岛东西两侧，保护区范围由合浦县沙田半岛东侧的英罗港和西侧丹兜海两个区域组成。

广西山口国家级红树林生态自然保护区位于本项目东北面，与项目最近距离约12km。

6、海水养殖场

项目接收站北面1号港池内分布有大量的海水养殖场，养殖面积约12011亩，养殖品种有金鲳鱼、泥猛鱼、石斑鱼等，养殖方式为网箱养殖。该部份养殖位于规划的港池内，均为没有办理海水养殖手续的临时养殖，其中离项目最近的养殖区位于项目取水口西南面约1.2km，养殖面积约500亩。

3.5.3 海域用海权属状况

1、项目周边用海项目情况

本工程位于广西北海铁山西港区啄罗作业区1号突堤，码头、港池及连接水域（支航道）东侧为10万吨级进港航道，码头西侧紧邻广西LNG一期工程接收站，南侧面向外海，北侧为铁山西港区啄罗作业区1号港池和广西LNG一期工程配套码头；拟建LNG接收站总面积约27.844公顷，位于已建广西LNG一期工程接收站陆域西侧。

根据海域使用现状调查结果，本项目用海附近海域权属现状见图3.5-10。



图 3.5-10 项目周边项目布局示意图

2、广西液化天然气（LNG）项目一期工程

本项目需共用广西液化天然气（LNG）项目一期工程水域 37.1300 hm^2 （其中回旋水域 34.9346 hm^2 ，停泊水域 2.1954 hm^2 ），该回旋、停泊水域一期工程已申请用海。该部份海域不影响广西液化天然气（LNG）项目一期工程码头和港池的建

设和使用，建议建设单位与广西液化天然气（LNG）项目一期工程业主协商办理海域使用权证置换手续。

本项目与广西液化天然气（LNG）项目一期工程重叠情况见表 2.5-1 和图 2.5-1。

4 项目用海环项目用海资源环境影响分析

4.1 项目用海环境影响分析

4.1.1 项目用海对水文动力环境的影响分析

为给铁山港小区域模型提供潮位边界条件,首先构建一个大范围北部湾潮波数学模型。

1、北部湾大范围潮波数学模型

连续性方程:

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(u \cdot d) + \frac{\partial}{\partial y}(v \cdot d) = 0 \quad (1)$$

上式中, $d = h + \eta$ 为总水深, η 为水位, h 为水深; t 为时间; u 、 v 为垂线平均流速分别在 x 、 y 方向上的分量。

x 、 y 方向上的动量方程:

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = -g \frac{\partial \eta}{\partial x} + fv + \left[\frac{\partial}{\partial x}(\tau_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y}(\tau_{xy}) \right] + \frac{1}{\rho}(\tau_x^s - \tau_x^b) \quad (2)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} = -g \frac{\partial \eta}{\partial y} - fu + \left[\frac{\partial}{\partial x}(\tau_{yx}) + \frac{\partial}{\partial y}(\tau_{yy}) \right] + \frac{1}{\rho}(\tau_y^s - \tau_y^b) \quad (3)$$

式(2)~(3)中, g 是重力加速度; ρ 是水密度; 柯氏力参数 $f = 2\omega \sin \Phi$, 其中 ω 是地球自转角速度, Φ 是当地纬度; τ_x^s 、 τ_y^s 是风应力分别在直角坐标系 x 、 y 方向上的分量; τ_x^b 、 τ_y^b 是水流引起的床面切应力分别在 x 、 y 方向上的分量; τ_{ij} ($i, j = x, y$) 为紊动切应力。表面风应力由下式给出:

$$\tau_x^s = \rho \zeta W^2 \cos \psi, \quad \tau_y^s = \rho \zeta W^2 \sin \psi \quad (4)$$

式(4)中, ζ 是风应力经验系数; W 是风速; ψ 是 x 正方向与风向的夹角。深度平均的紊动切应力为:

$$\tau_{ij} = \varepsilon_{ij} \frac{\partial u_i}{\partial x_j}, \quad i, j = x, y$$

其中, $x_i, x_j = x, y$; $u_i, u_j = u, v$; ε_{ij} 是垂直于 i 轴平面上的 j 方向涡粘系数。

底部切应力由下面两式给出：

$$\tau_x^b = \rho \frac{gu}{C_z^2 d} (u^2 + v^2)^{1/2}, \quad \tau_y^b = \rho \frac{gv}{C_z^2 d} (u^2 + v^2)^{1/2} \quad (5)$$

上式中， C_z 为谢才系数。

将式 (4) – (5) 代入式 (2) – (3)，得到垂线平均的运动方程：

$$\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} &= -g \frac{\partial \eta}{\partial x} - g \frac{\partial z_b}{\partial x} + 2v\omega \sin \phi + \\ \left[\frac{\partial}{\partial x} \left(\varepsilon_{xx} \frac{\partial u}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\varepsilon_{xy} \frac{\partial u}{\partial y} \right) \right] + \left[\zeta W^2 \cos \psi - \frac{gu}{C_z^2 d} (u^2 + v^2)^{1/2} \right] \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} &= -g \frac{\partial d}{\partial y} - g \frac{\partial z_b}{\partial y} - 2u\omega \sin \phi + \\ \left[\frac{\partial}{\partial x} \left(\varepsilon_{yx} \frac{\partial v}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\varepsilon_{yy} \frac{\partial v}{\partial y} \right) \right] + \left[\zeta W^2 \sin \psi - \frac{gv}{C_z^2 d} (u^2 + v^2)^{1/2} \right] \end{aligned} \quad (7)$$

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

模型固定（岸）边界以法向流速为零处理，即 $\frac{\partial U}{\partial n} = 0$ 。外海开边界由潮位控制，其潮位数据由 NAO 大洋潮汐预报模式提供，并结合沿岸潮位站验证资料予以调整。NAO (*National Astronomical Observatory in Japan*) 全球潮汐模式是由 Matsumoto, et al. (2000) 采用 TOPEX/POSEIDON 卫星高度计资料，结合水动力模式与资料同化技术研发而成。该模式设计上包含全球及区域模式两部分：环球模式 (Naotide) 具有 0.5° 的空间分辨率；区域模式 (NaotideJ) 的空间分辨率为 $5'$ ，细部海域包括了 110° E– 165° E 以及 20° N– 65° N 的范围。整体模式中，NAO99b 及 NAO99Jb 提供了包含 M2、S2、K1、O1、N2、P1、K2、Q1、M1、J1、O01、2N2、Mu2、Nu2、L2、T2 等共 16 个天文分潮的调和常数，适用于中国沿海特定期间的短期逐时潮位预报，经与实测潮位值进行比较后得知，除近岸一些地方因局部地形复杂而误差较大外，多数潮位站的预报值与实测值较为接近，其预报结果在日本、台湾、福建以及广东等海域获得较多应用。

控制方程组的数值求解采用有限体积法，其基本思想是将微分守恒律在某一个控制体上积分，得到守恒律的积分形式，再对其离散求解。有限体积法吸收、继承了有限差分与有限元法的众多优点，在控制体内又严格满足物理守恒律，因

而获得比较广泛的应用，限于篇幅，对其数值求解过程本报告不再赘述，可参考有关文献。

模型计算区域见图 4.1-1，计算范围从广东西部的乌石港附近至越南太平省东北部沿岸连线的以北海域，包括了整个广西沿海。为真实反映计算区域内岛屿众多、岸线曲折状况，采用非结构三角形网格，并在广西沿岸进行局部加密，网格间距局部岸线处约 200m，最宽处约 7000m，网格单元共计 34918 个，见图 4.1-2。

模型岸线广西沿岸采用现状岸线，越南一侧岸线采用美国海洋大气局(NOAA)提供的数据；水深地形采用中国人民解放军海军司令部航海保证部 2005 年版之后海图，广西沿岸局部港湾水深更新至 2016 年。水深及潮位资料统一至当地平均海平面。模型计算起止时间根据实测水文资料而设定，时长约 90d。

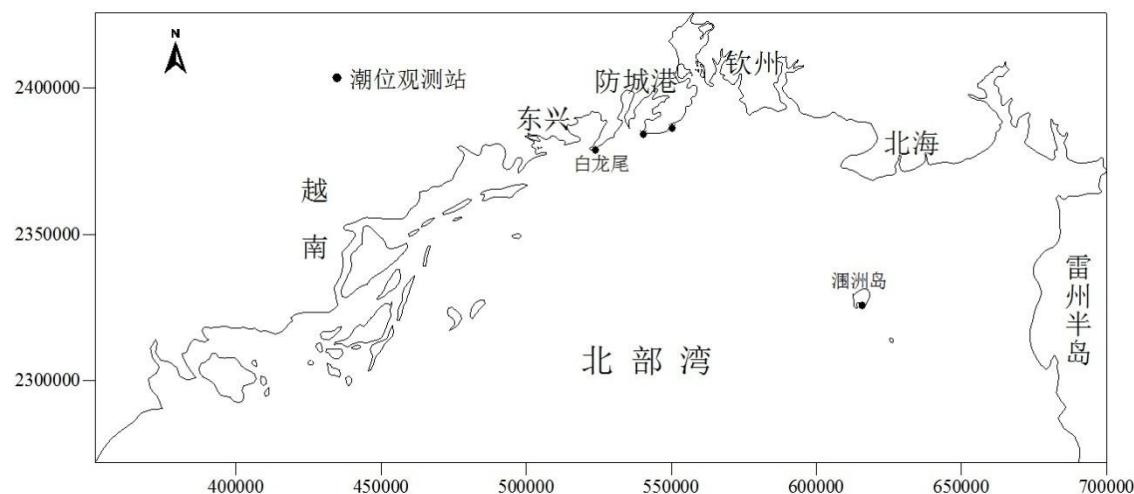


图 4.1-1 北部湾潮波模型计算区域

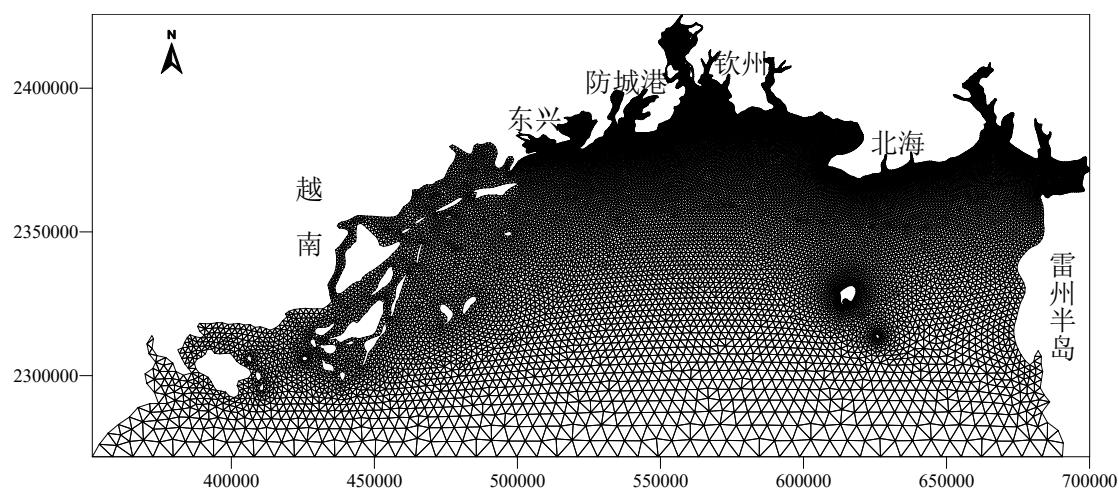


图 4.1-2 北部湾计算区域网格剖分

为验证北部湾大范围潮波模型的准确性，选取白龙尾、涠洲岛、炮台角以及企沙潮位站 2012 年 1 月 1 个月的潮位资料对模型进行验证，验证点位置见图 4.1-1，图 4.1-3~图 4.1-6 为 4 个潮位站的潮位对比结果，从图中可见，计算结果与实测值吻合较好，表明模型较好模拟了北部湾海域潮波运动过程，可为局部计算区域提供边界条件。

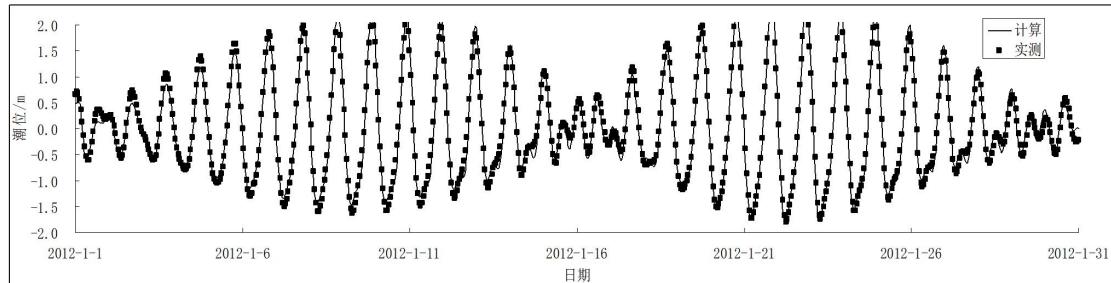


图 4.1-3 白龙尾潮位验证

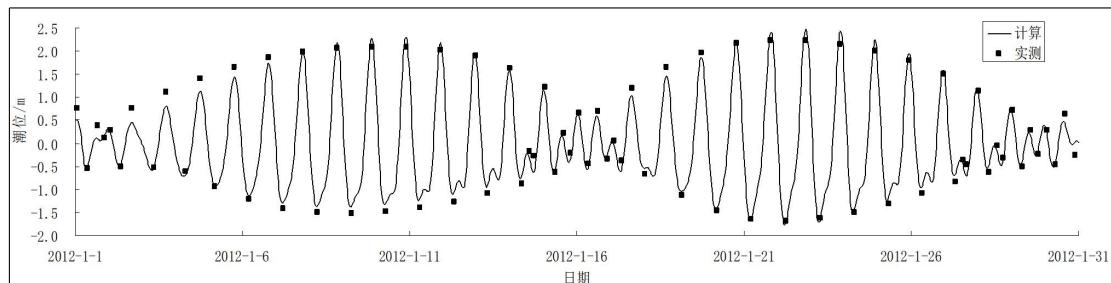


图 4.1-4 涠洲岛潮位验证

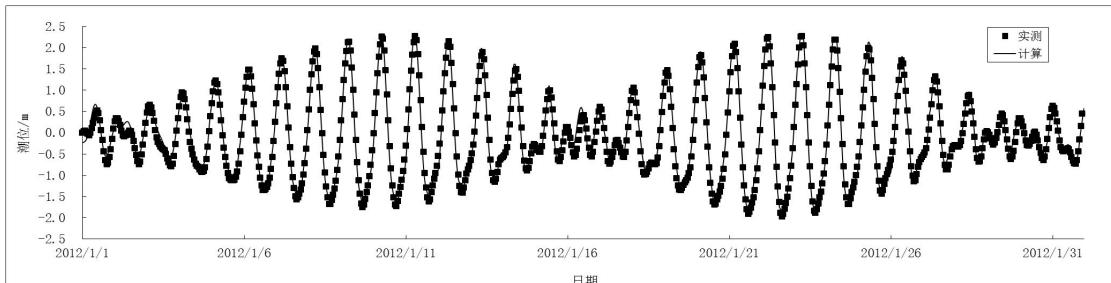


图 4.1-5 炮台角潮位验证

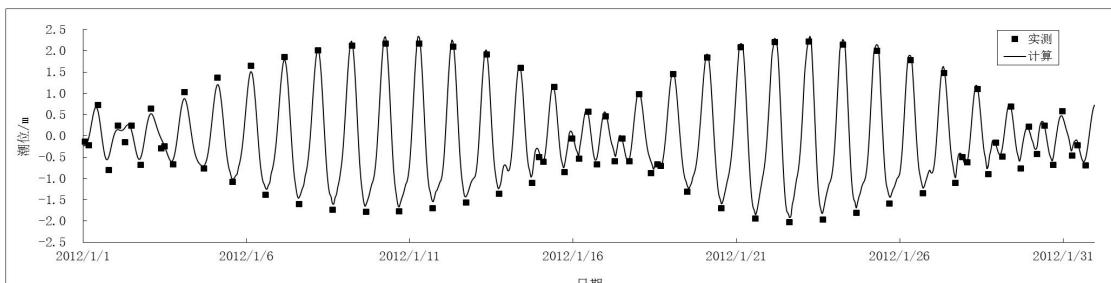


图 4.1-6 企沙潮位验证

为对北部湾潮流运动状况有一个初步了解,图 4.1-7 与图 4.1-8 分别给出了北部湾大潮期间涨急、落急时刻的流场。

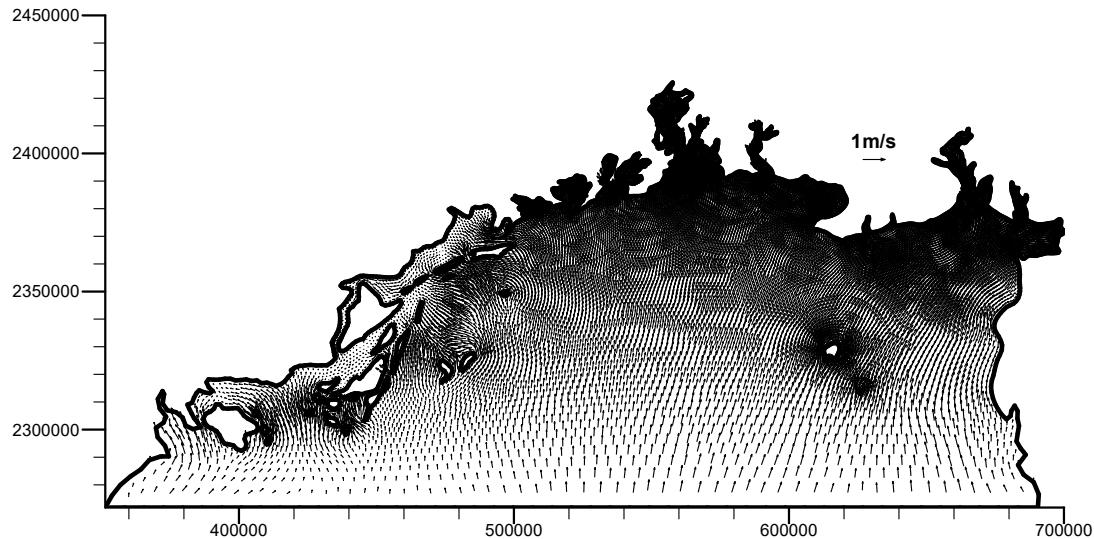


图 4.1-7 北部湾涨急流场

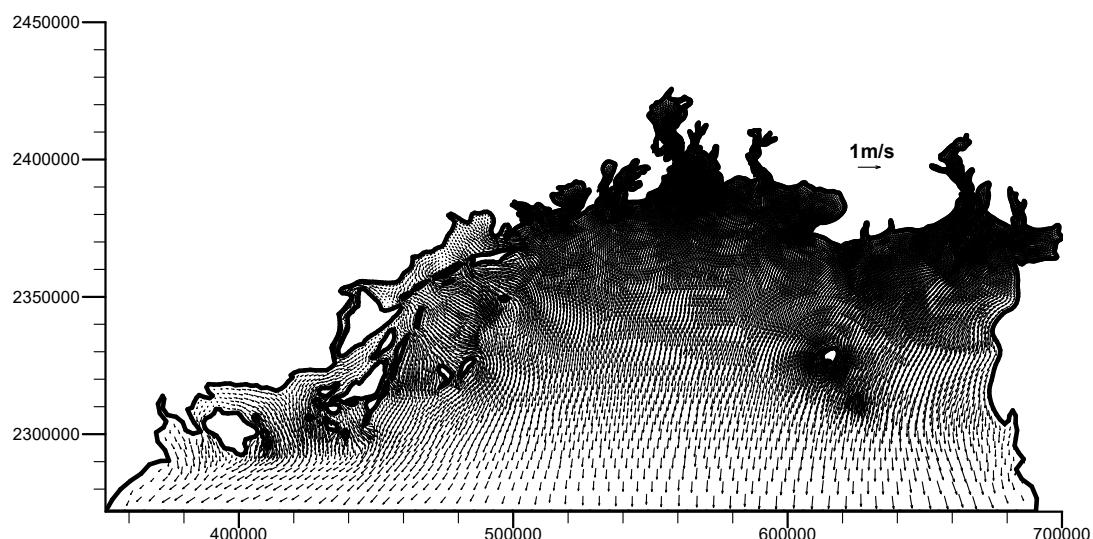


图 4.1-8 北部湾落急流场

2、铁山港二维潮流数学模型

(1) 模型范围及验证

铁山港潮流数学模型的计算区域、工程区位置以及验证点布置如图 4.1-9 所示。计算范围为 $109.04^{\circ} \sim 109.93^{\circ}$ E, $20.92^{\circ} \sim 21.75^{\circ}$ N, 由于项目所在海域港汊众多, 岸线曲折, 采用非结构三角形网格可以较好地贴合自然岸线, 提高计算精度和计算效率, 并便于各种工程情况的准确布置。计算区域的工程前网格

剖分如图 4.1-10 所示，在工程区附近进行网格加密（见图 4.1-11）。计算空间步长 10–2800m，网格单元 29227 个，网格节点 15256 个。

水深地形数据采用 2012 版流沙湾至东兴港海图、2018 版铁山港海图、2014 版北海港海图、广西 908 专项以及 2021 年工程区附近的调查数据，岸线采用最新的岸线资料（见图 4.1-12）。外海潮位开边界由北部湾潮波模型提供，水深及潮位均统一至铁山港当地的平均海平面，坐标系统采用北京 54 坐标系。潮位观测时间为 2021 年 9 月 16 日–17 日，潮流观测与潮位观测时间一致，共 6 个站位，地点在本项目附近海域。

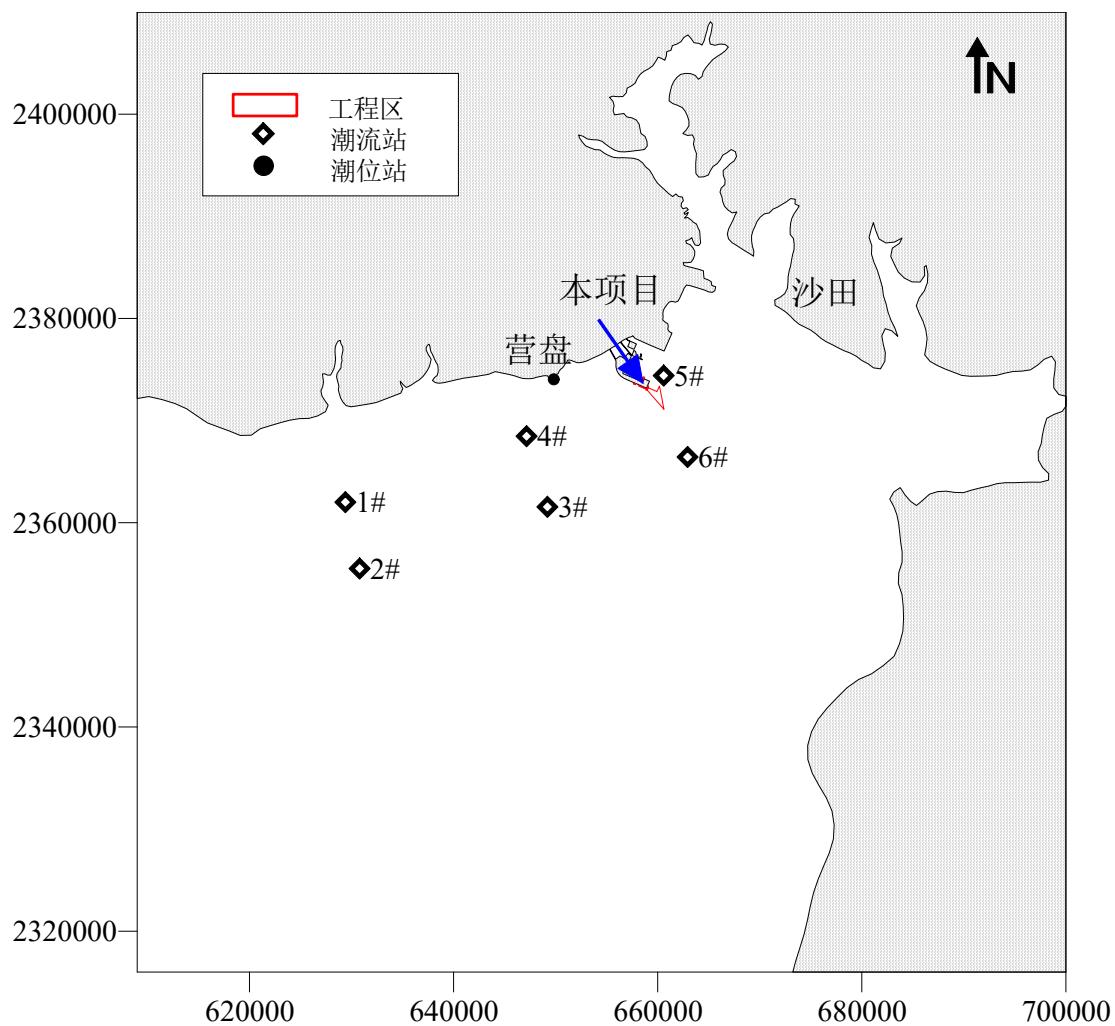


图4.1-9 铁山港潮流模型计算区域（局部）及验证点布置

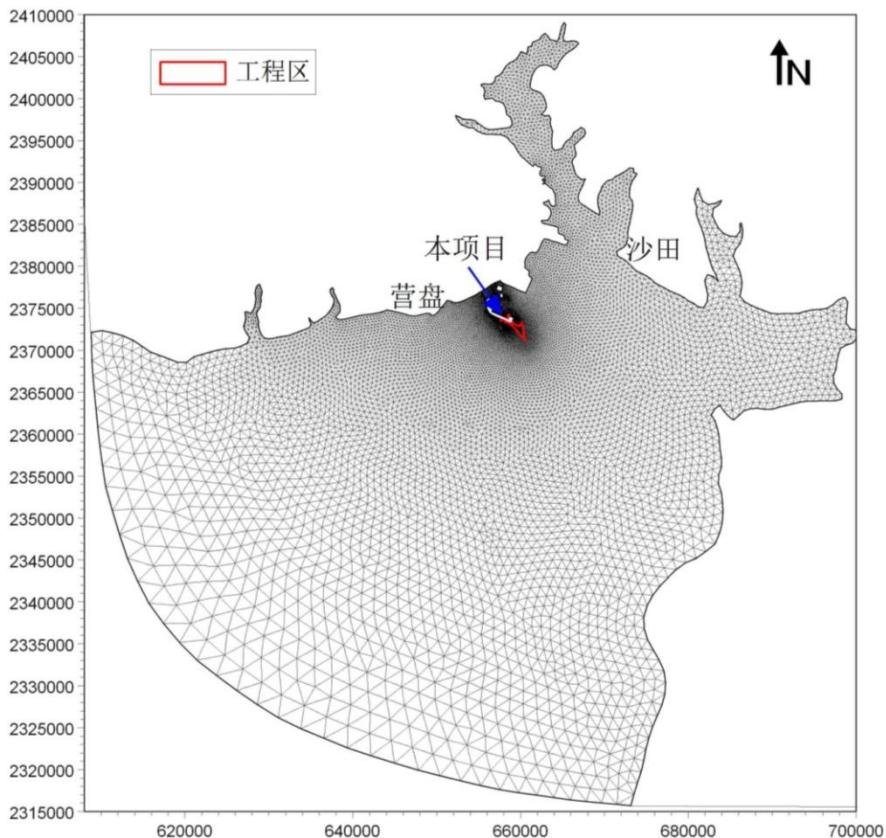


图4.1-10 计算区域网格分布

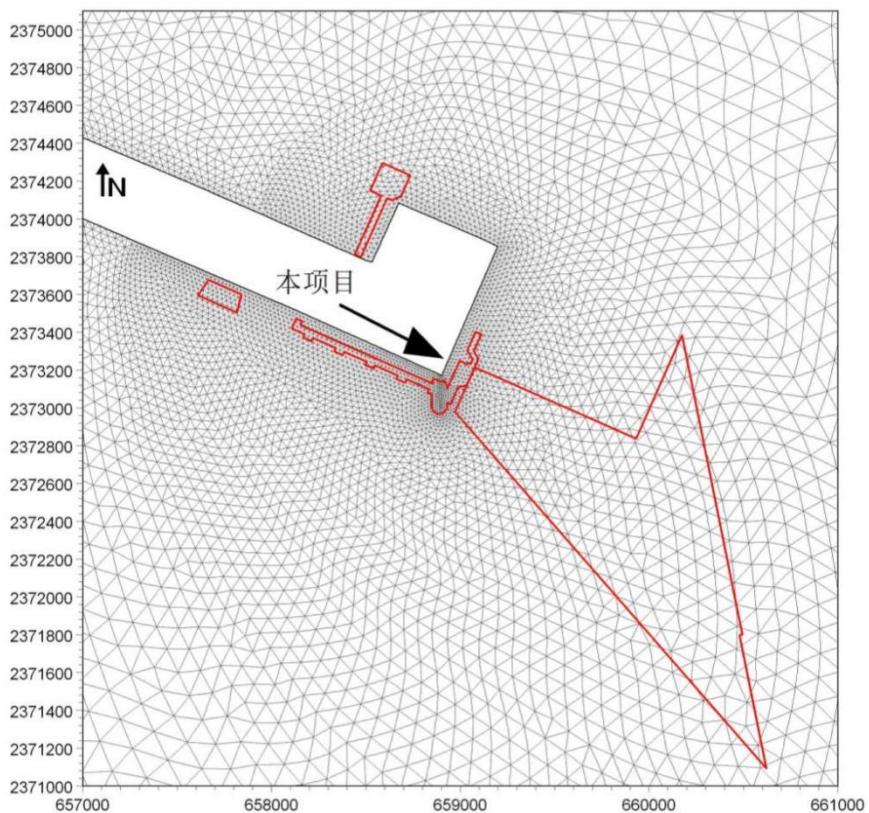


图4.1-11 工程区附近网格分布

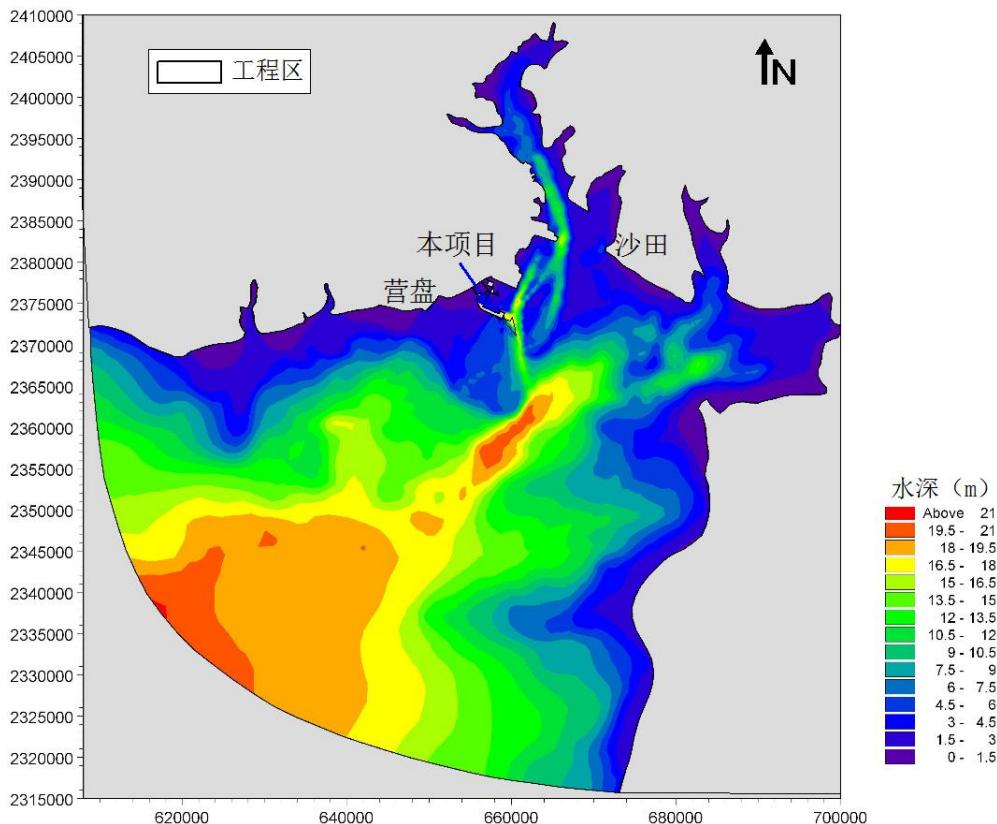


图4.1-12 计算区域水深地形分布

(2) 工程前潮流场计算

① 水位验证

图 4.1-13 给出了铁山港营盘附近潮位站实测水位过程与计算值的比较，起始时间为 2017 年 8 月 21 日 10: 00，图中红线为计算的潮位值，黑点“◆”为实测值。从图中可以看出，计算的潮位过程与实测资料吻合较好。验证结果表明采用的二维潮流数学模型能模拟铁山港海域水位变化过程，也为准确模拟当地的潮流变化过程奠定基础。

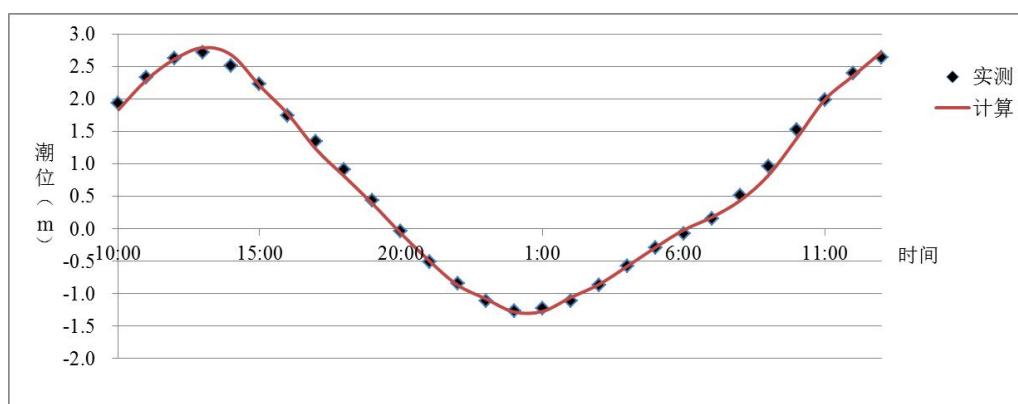


图 4.1-13 营盘站潮位验证

②流速验证

图4.1-14~图4.1-17中给出了4个潮流测站(2#、4#、5#、6#)的流速计算结果与实测结果比较,黑色“◆”为实测值,红色“—”为计算值。流向以北方为起始,顺时针旋转为正。由图可见,各验证点计算流速和实测资料基本吻合,流向验证较好,最大误差小于10%;由于模型个别区域的地形数据未更新至最新,这可能导致了个别站点计算结果与实测资料稍有偏差。但总体来看,验证结果符合《海岸与河口潮流泥沙模拟技术规程》(JTJ/T2332-2010)要求,流速过程线的形态基本一致,这表明建立的二维潮流数学模型能较好地模拟铁山港海区水流传播过程和水流运动规律。

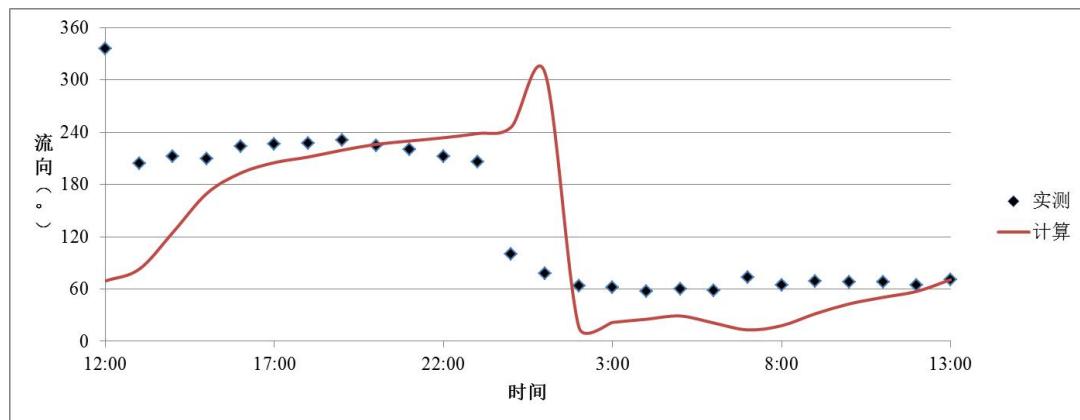
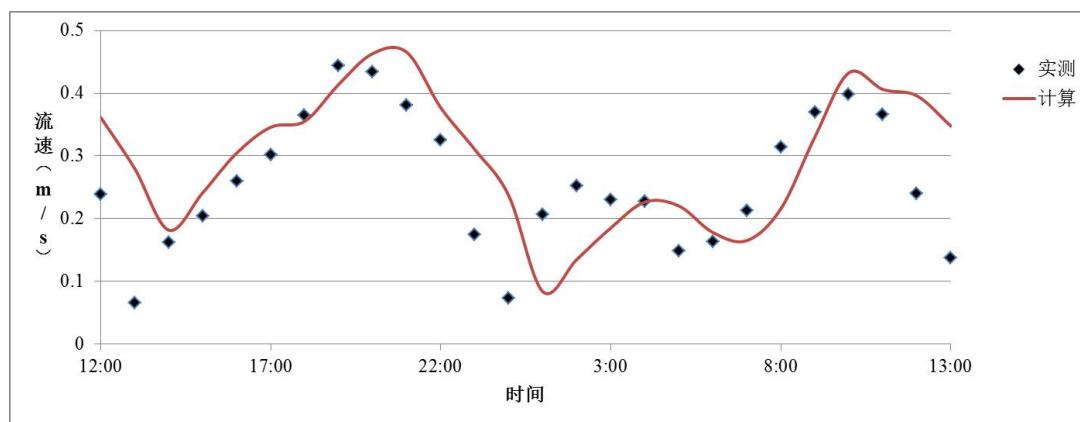


图4.1-14 2#站流速流向验证

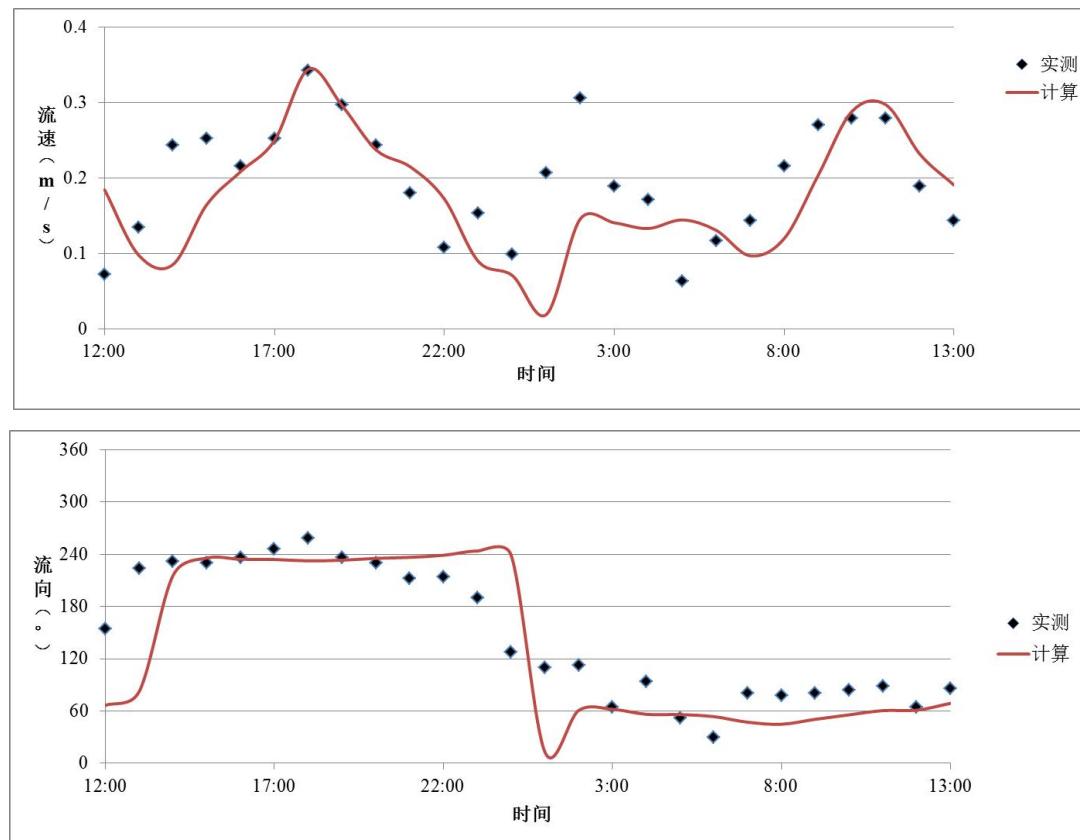


图4.1-15 4#站流速流向验证

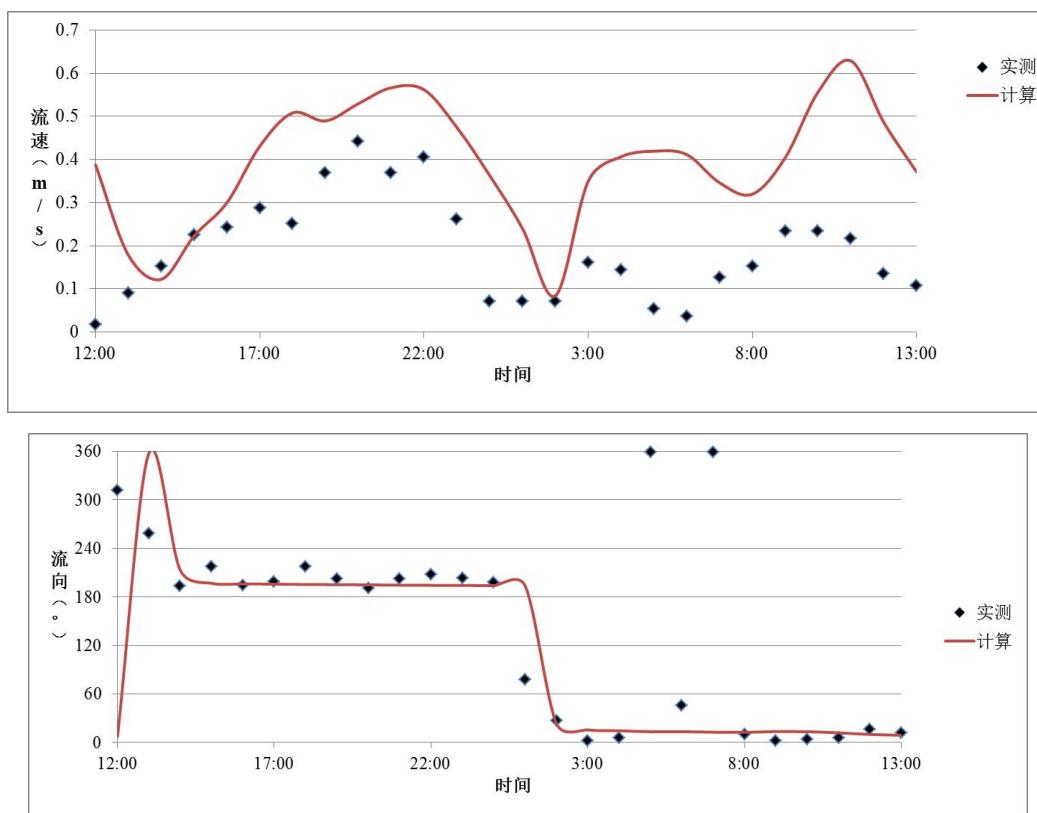


图4.1-16 5#站流速流向验证

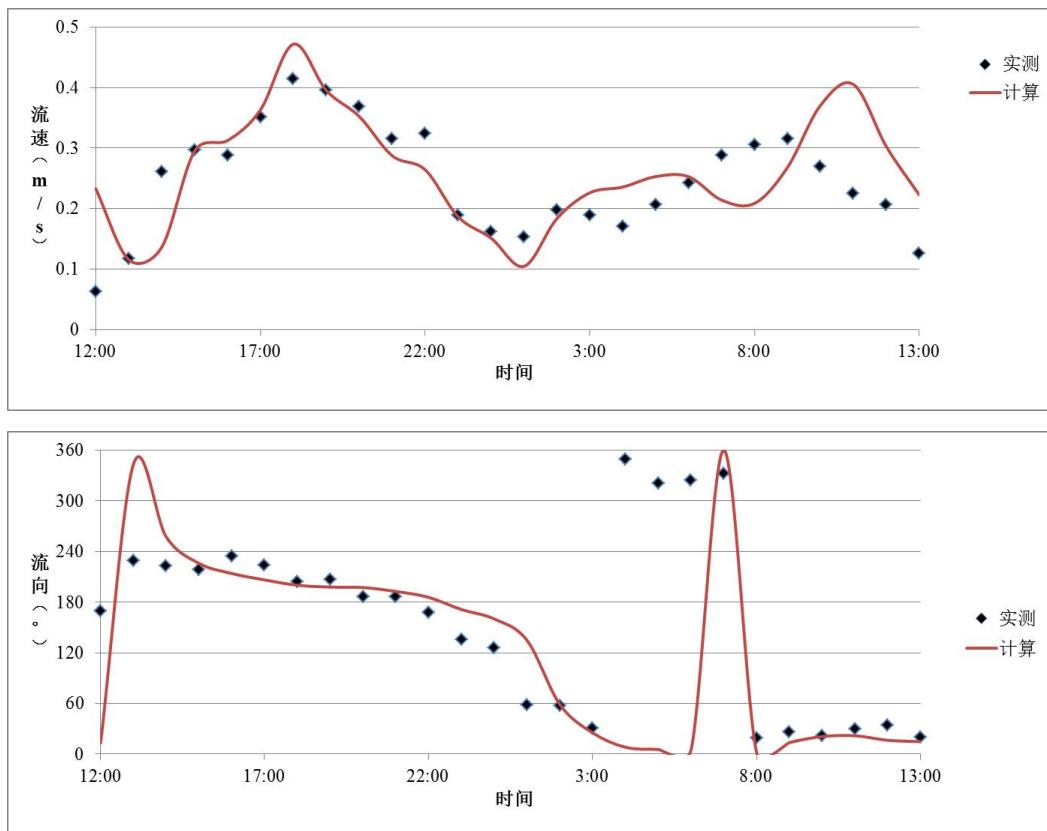


图 4.1-17 6#站流速流向验证

③流场分布

图4.1-18~图4.1-19给出了本项目工程实施前与潮流实测时段对应的铁山港涨、落急时刻的流场，图4.1-20~图4.1-21为工程区附近海域涨、落急流场，图4.1-22~图4.1-23为工程区局部涨、落急流场。可以看出，铁山港海域的潮流形态呈现典型的往复流特征。涨潮流从外湾汇入铁山港湾，铁山港湾外的涨潮流方向为偏东北向，至湾内潮流方向转为偏北向，浅滩、沙洲周围以及岸边流速相对较小，流向受地形影响而多变；航道和深槽处流速较大，流向与航道、深槽走向基本一致。落急时刻，落潮流从湾顶的各港汊向南汇入铁山港湾，至外湾后呈放射状散开，流向以西南向为主。本项目位于铁山港湾口啄罗作业区附近海岸，受地形影响，涨潮流方向为东北偏北向，落潮流为西南偏南向。一般而言，整个铁山港海域的落潮流速大于涨潮流速。

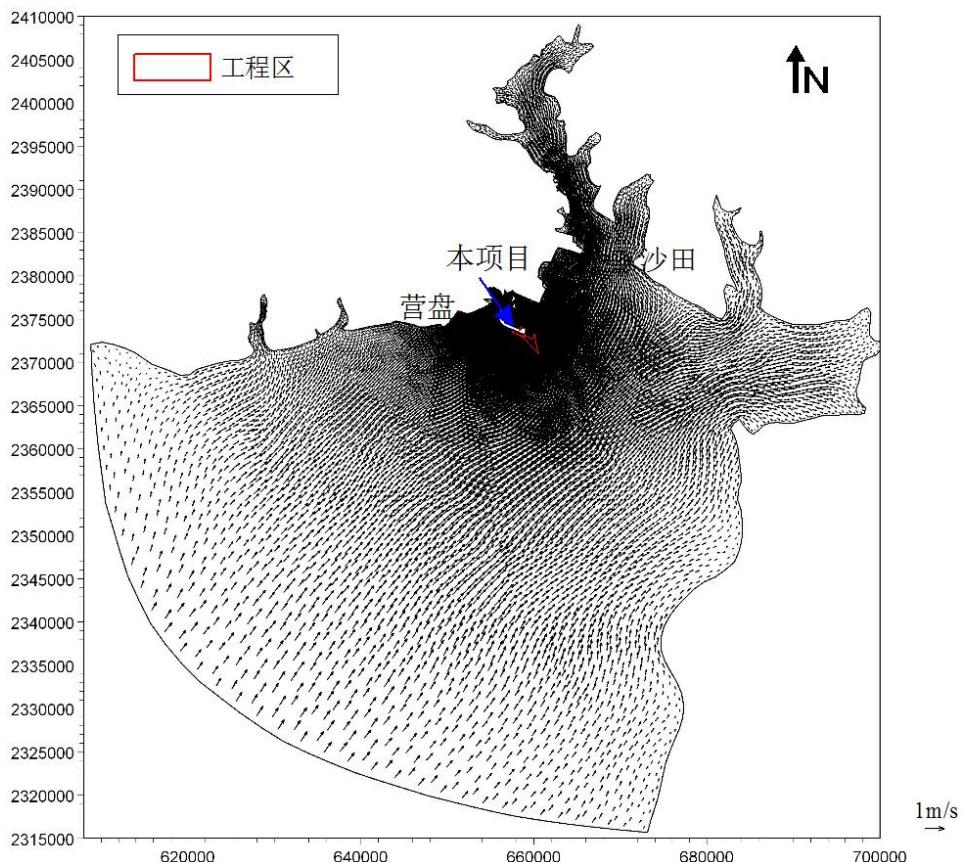


图4.1-18 工程实施前铁山港涨急流场

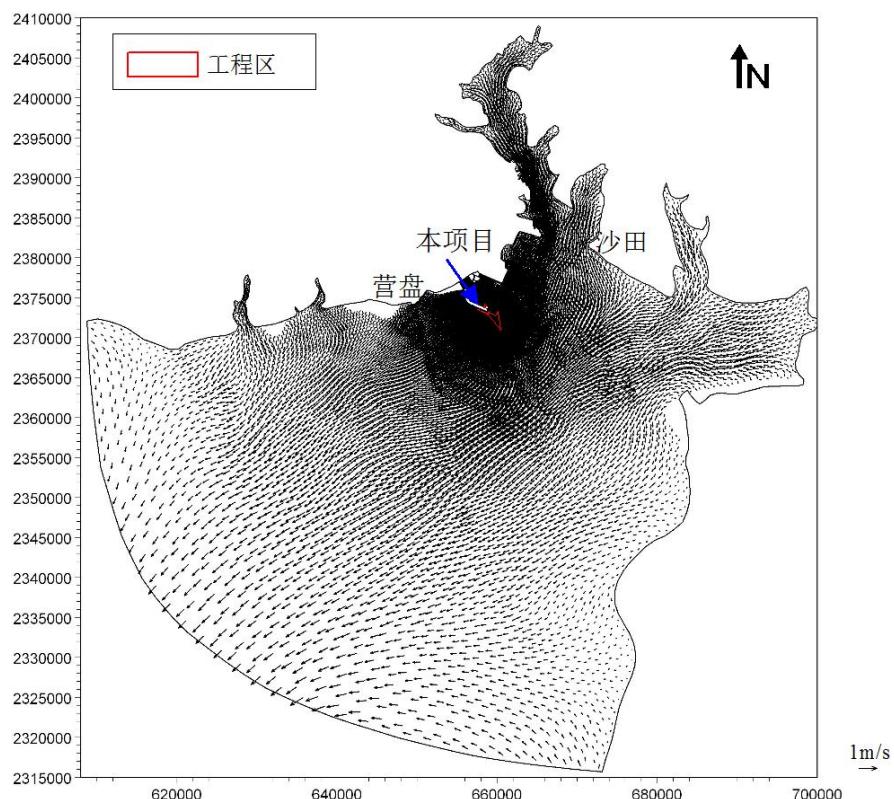


图4.1-19 工程实施前铁山港落急流场

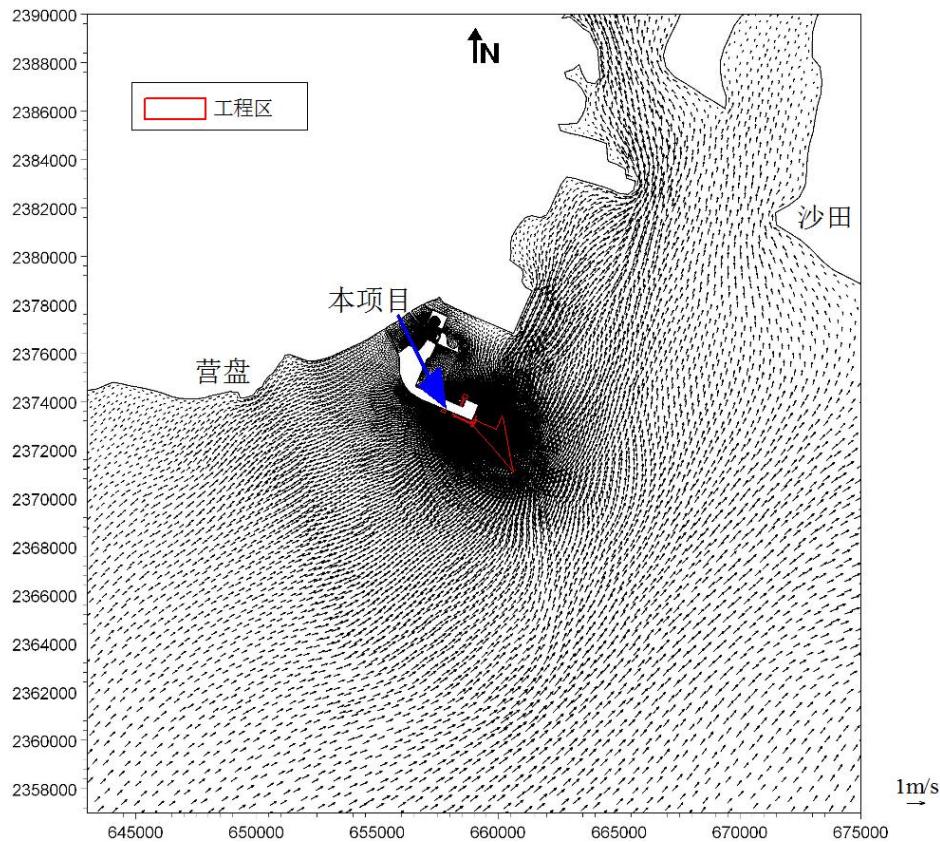


图4.1-20 工程实施前工程区附近涨急流场

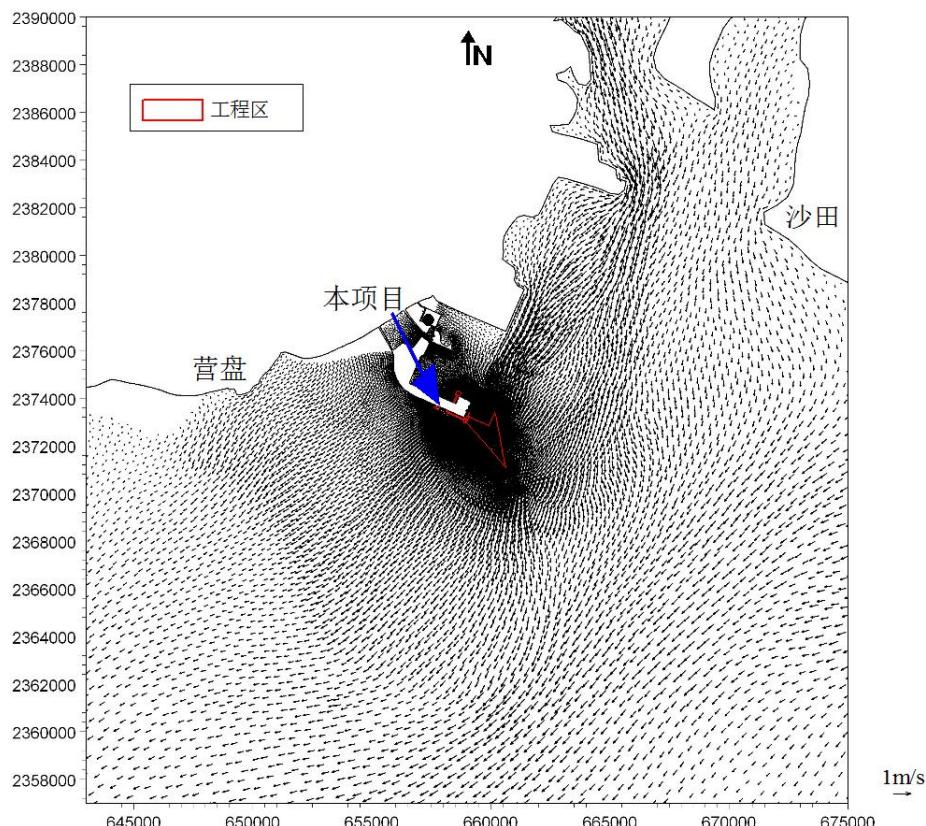


图4.1-21 工程实施前工程区附近落急流场

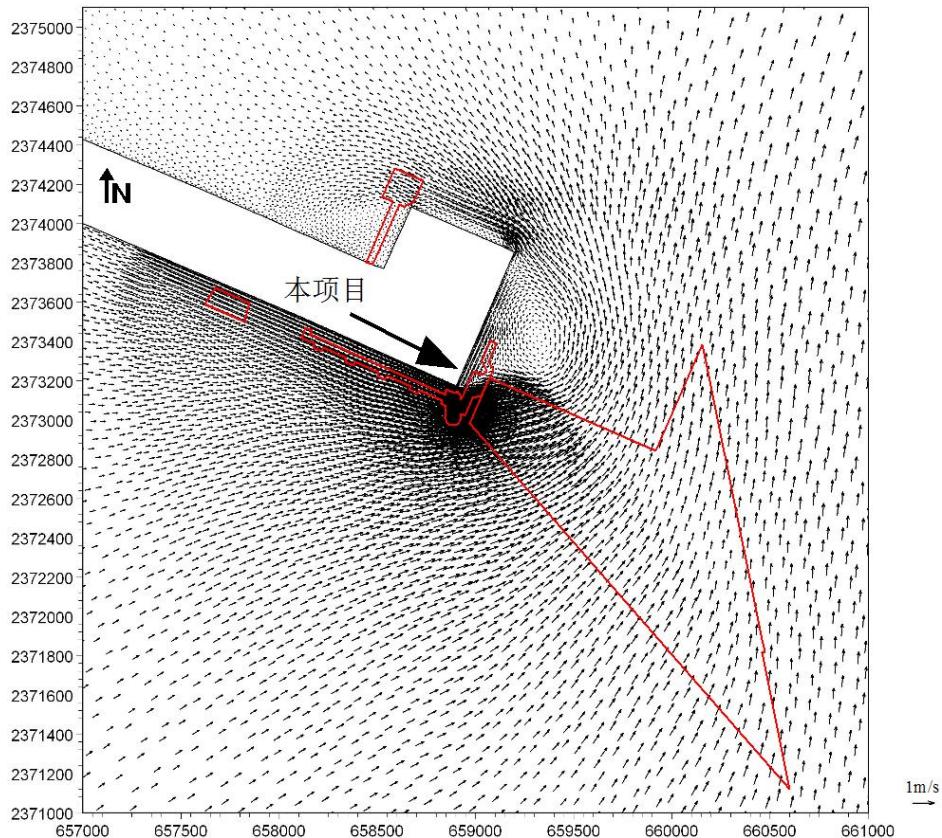


图4.1-22 工程实施前工程区局部涨急流场

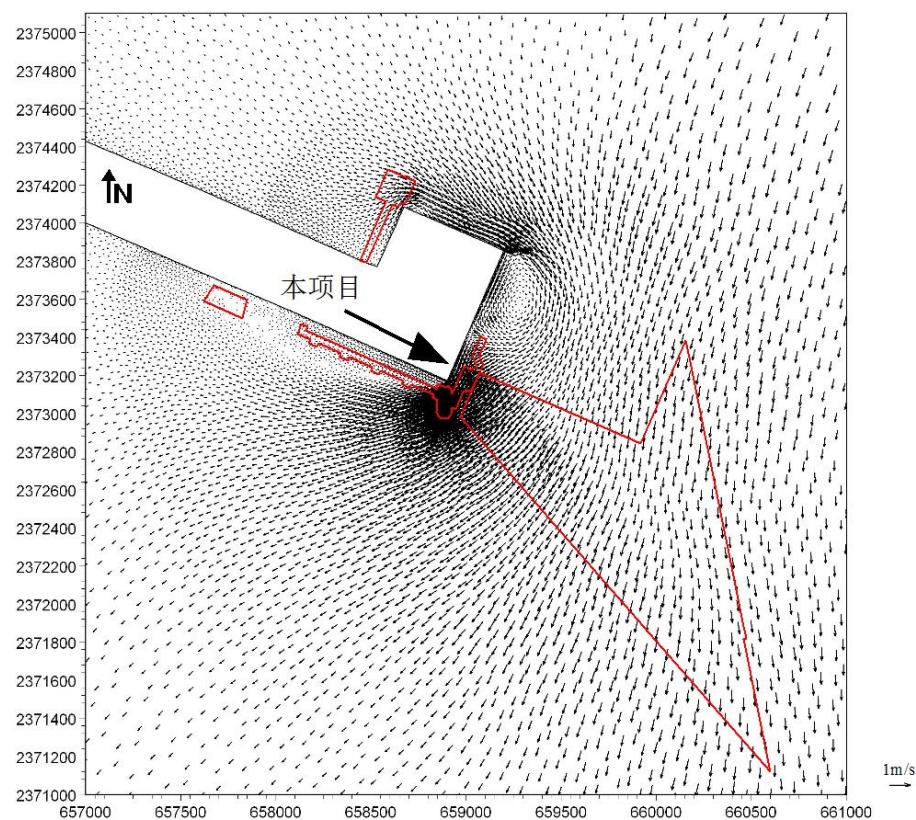


图4.1-23 工程实施前工程区局部落急流场

(3) 工程后潮流场计算

计算拟建码头平台及引桥等透水构筑物对流场的影响时,由于桩基的尺寸较小(直径最大为1.2 m),小于计算网格的尺度,网格无法反映出桩基的存在,因此模拟计算时参考文献《潮汐河段桥墩对水流影响的数值计算》(曹民雄,2006年,人民长江)对桩基进行概化处理。

桩基所在网格,原水深进行水深修正:

$$\Delta H = \left(\frac{B_1}{B_0} \right)^{\beta} H$$

式中, ΔH 为桩基所在区的折减水深; B_1 为桩基迎水面宽度, B_0 为网格过水断宽度; H 为原网格水深。

桩基所在网格单元的糙率按下式计算局部阻力系数:

$$n = \sqrt{n_c^2 + n_d^2}, \quad n_d = \sqrt{\frac{\zeta}{8g}}, \quad \xi = \beta \left(\frac{B_1}{B_0} \right)^{\beta/3}$$

式中 n 为桩基所在单元的综合糙率 n_c 床面糙率, n_d 桩基糙率, ζ 为桩基阻力系数, β 为桩基形状系数, 取0.85。

图4.1-24~图4.1-25为大潮时本项目工程实施后铁山港及其邻近海域涨急、落急流场, 图4.1-26~图4.1-27为工程实施后铁山港局部流场, 图4.1-28~图4.1-29为工程实施后工程区局部流场, 与工程实施前的流场图4.1-18~图4.1-23比较可知, 工程后流场的改变主要集中在项目工程区附近。由于本项目码头、引桥、港池、回旋水域以及导流堤等的建设导致局部地形的改变, 工程区附近的流场发生了一定变化。

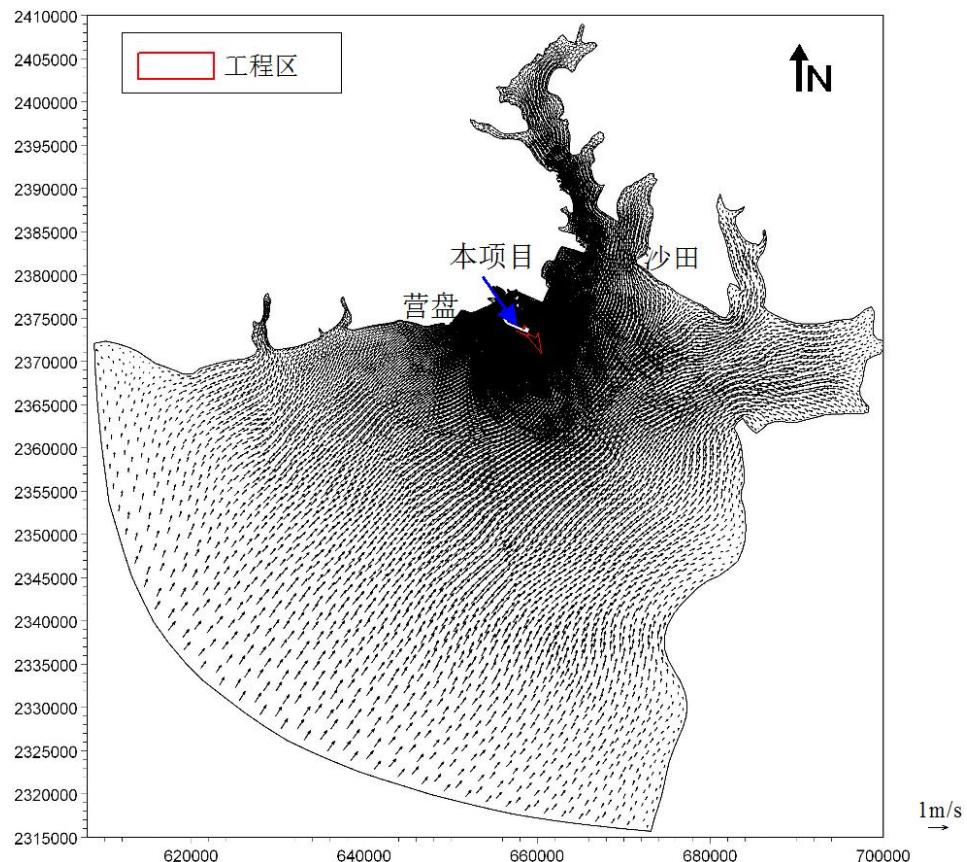


图4.1-24 工程实施后铁山港涨急流场

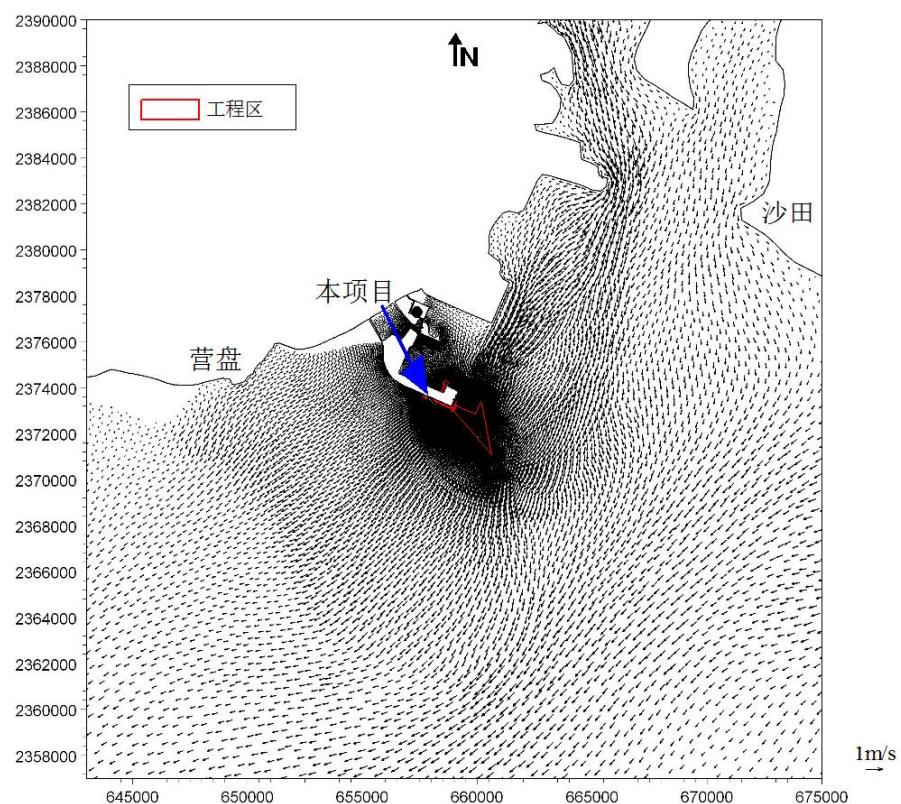


图4.1-25 工程实施后铁山港落急流场

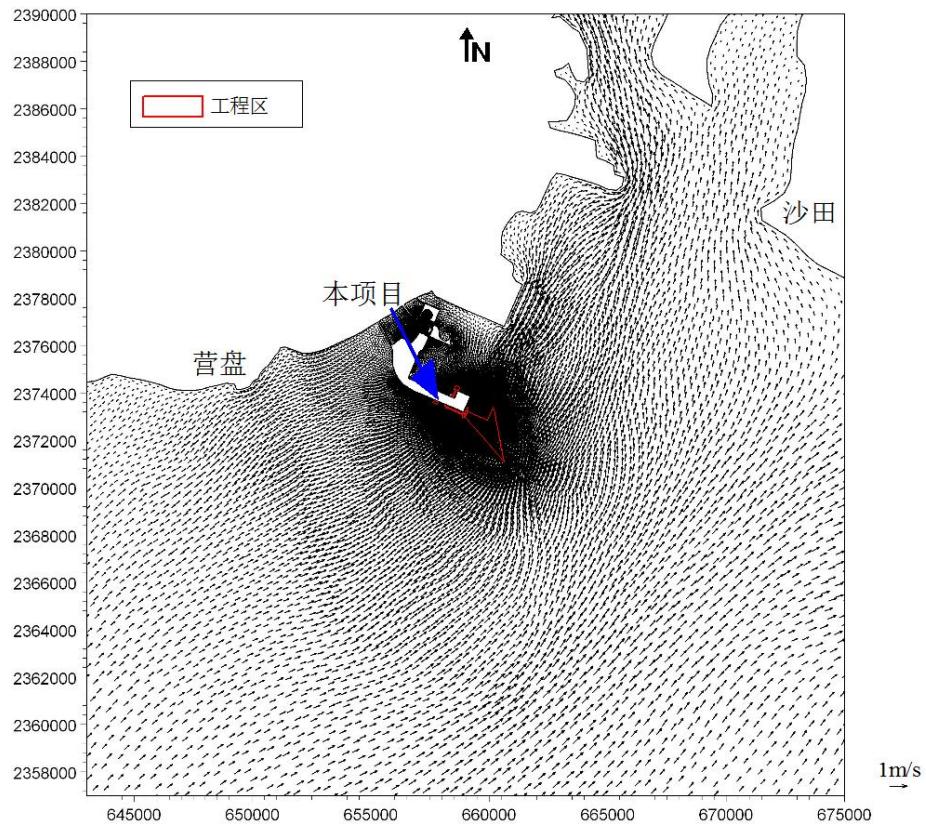


图4.1-26 工程实施后工程区附近涨急流场

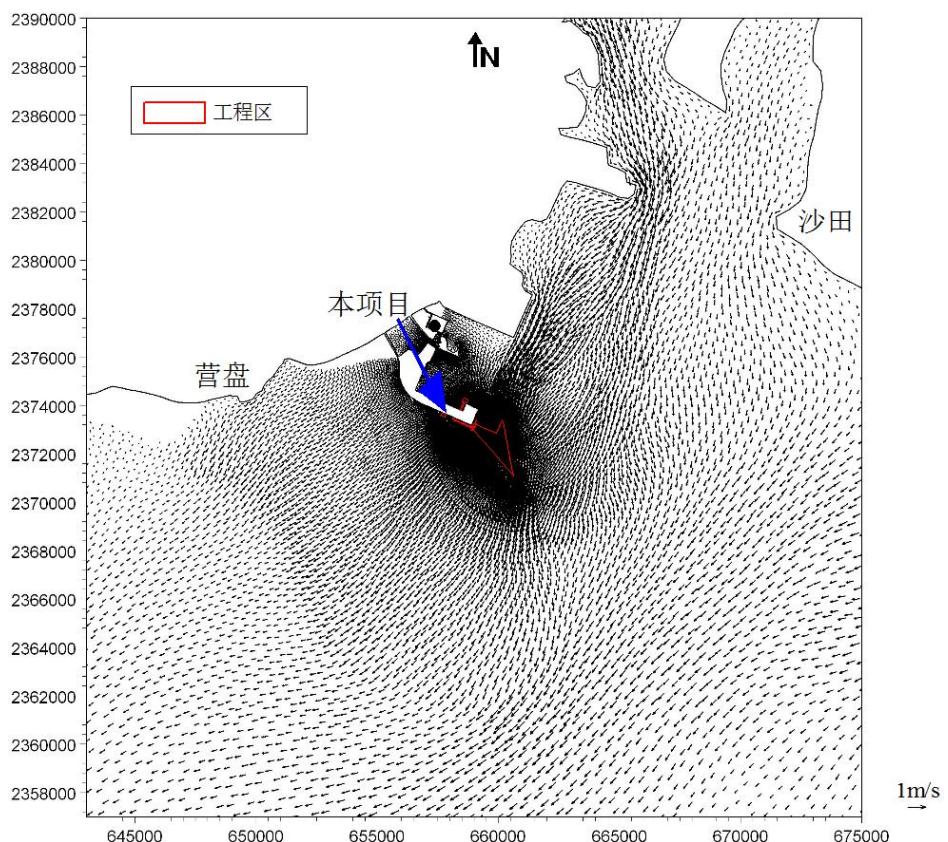


图4.1-27 工程实施后工程区附近落急流场

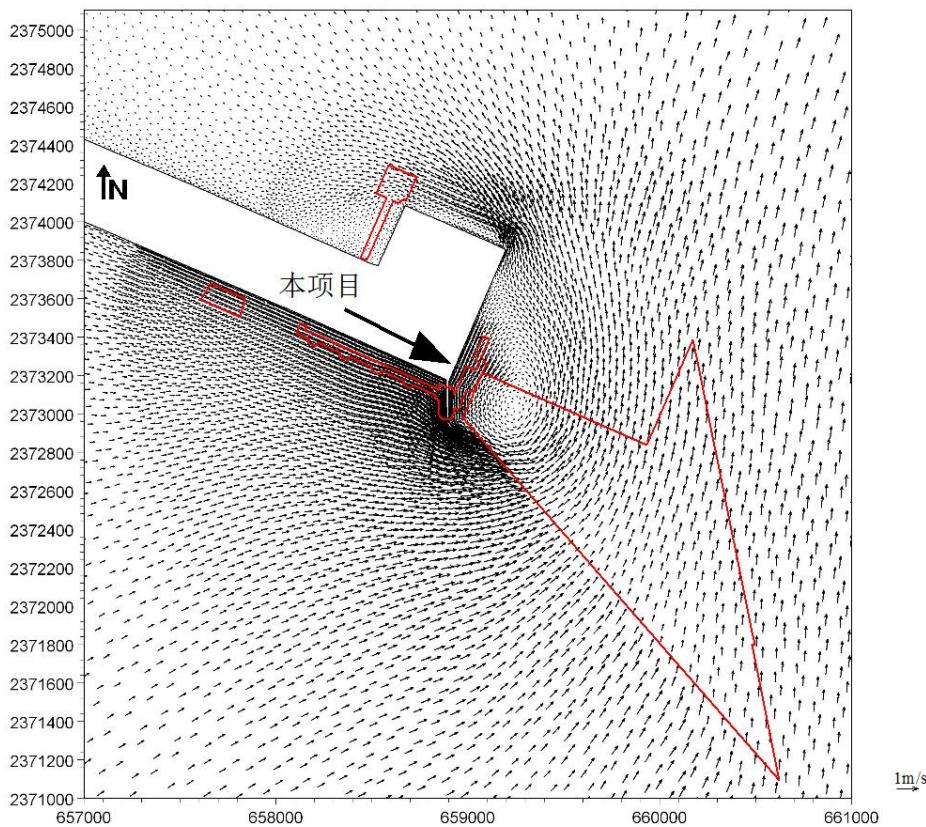


图4.1-28 工程实施后工程区局部涨急流场

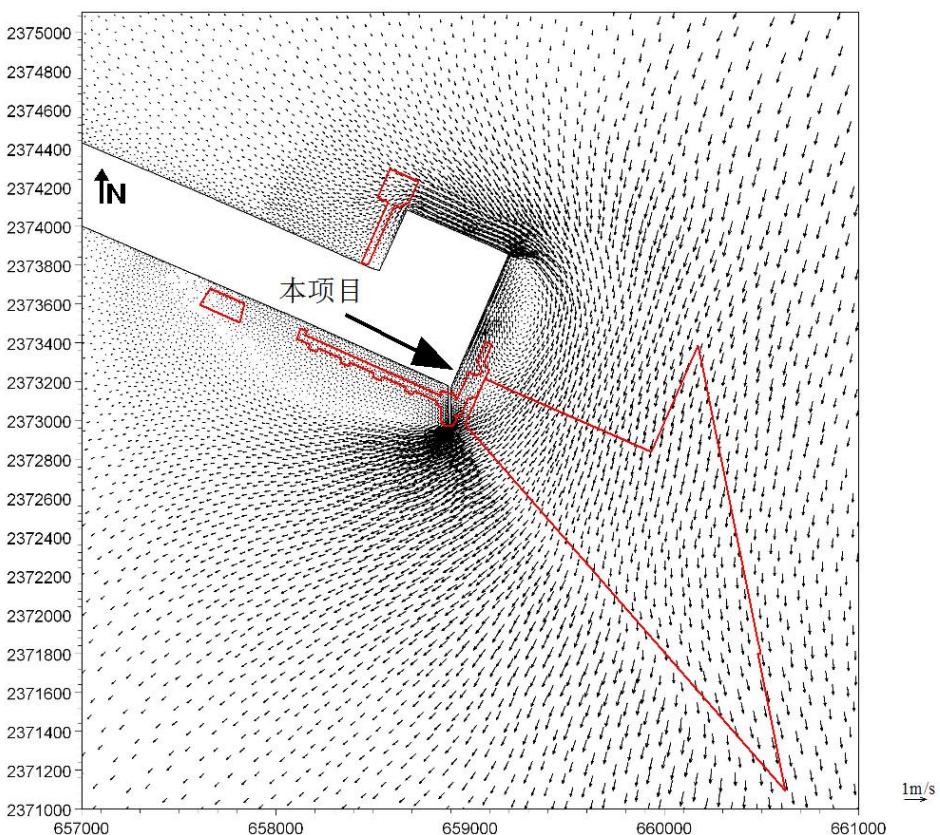


图4.1-29 工程实施后工程区局部落急流场

为定量分析比较工程前后的潮流场变化情况，在工程区附近海域布设16个特征点，其坐标（北京54坐标系）见表4.1-1，空间分布如图4.1-30所示，其中T8位于本项目港池内、T1位于本项目导流堤西南侧。表4.1-2~表4.1-3为特征点在工程前后涨落急时刻的流速、流向变化情况。

表4.1-1 特征点序号及坐标

序号	坐标(北京54)		序号	坐标(北京54)	
	y	x		y	x
T1	658767.0	2373003.0	T9	659253.8	2373590.8
T2	659906.0	2371112.8	T10	661487.4	2373778.8
T3	661065.0	2369189.4	T11	663687.7	2373963.9
T4	662229.0	2367258.0	T12	665957.0	2374155.0
T5	665016.0	2369922.0	T13	665069.0	2377421.0
T6	663040.5	2370998.0	T14	663139.0	2376280.3
T7	661065.0	2372074.0	T15	661209.0	2375139.6
T8	659089.6	2373150.0	T16	659279.0	2373999.0

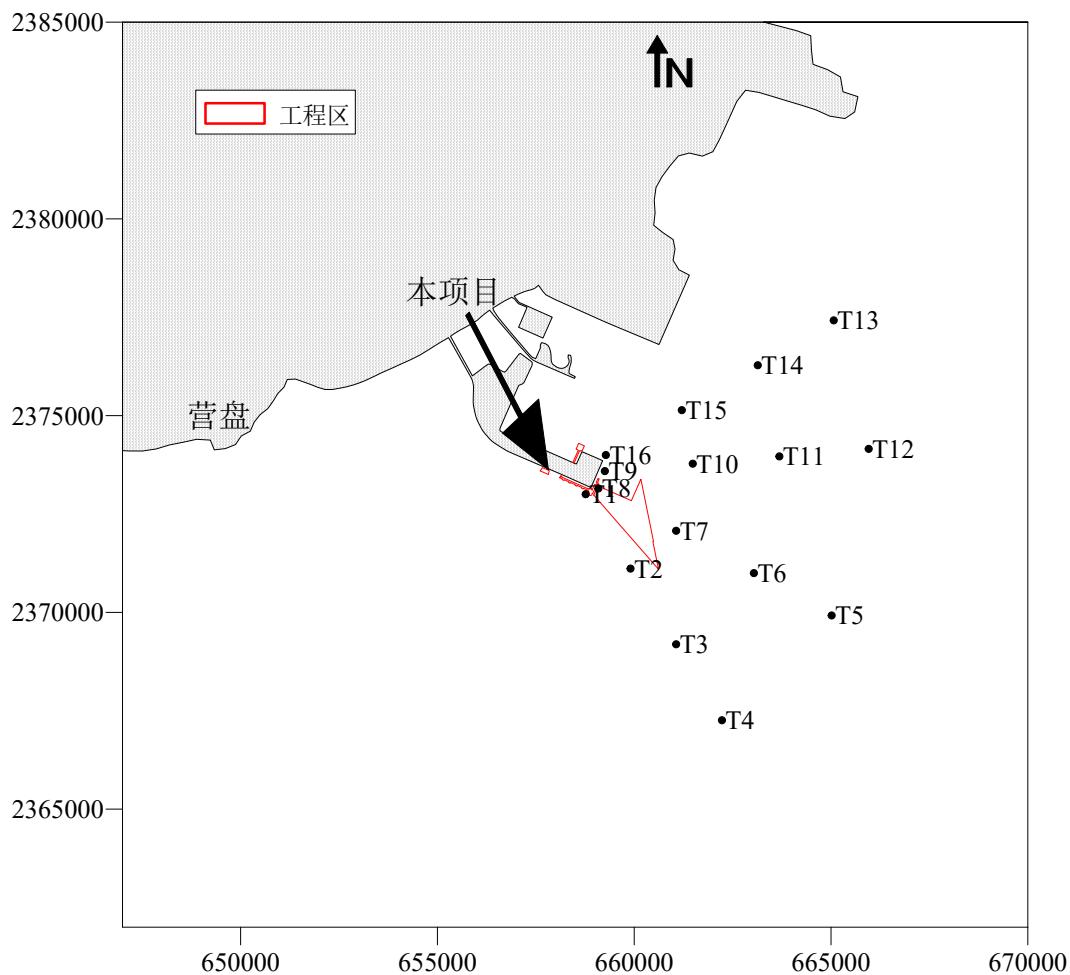


图4.1-30 工程区附近特征点分布示意图

表4.1-2 工程前后工程区附近特征点流速变化情况

特征点编号	涨急时刻				落急时刻			
	工程前(m/s)	工程后(m/s)	差值	相对变化率(%)	工程前(m/s)	工程后(m/s)	差值	相对变化率(%)
T1	0.578	0.408	-0.170	-29.4	0.472	0.044	-0.427	-90.6
T2	0.451	0.481	0.030	6.6	0.491	0.551	0.059	12.1
T3	0.418	0.424	0.006	1.4	0.480	0.489	0.009	1.9
T4	0.330	0.330	0.000	0.0	0.270	0.273	0.003	1.0
T5	0.391	0.392	0.001	0.3	0.345	0.343	-0.002	-0.5
T6	0.395	0.391	-0.005	-1.2	0.374	0.366	-0.009	-2.3
T7	0.527	0.506	-0.021	-4.0	0.428	0.355	-0.073	-17.0
T8	0.636	0.132	-0.504	-79.3	0.479	0.032	-0.447	-93.3
T9	0.076	0.102	0.026	34.9	0.043	0.065	0.022	52.8
T10	0.435	0.431	-0.005	-1.0	0.328	0.327	-0.001	-0.4
T11	0.387	0.384	-0.003	-0.7	0.370	0.369	0.000	-0.1
T12	0.407	0.396	-0.011	-2.6	0.416	0.401	-0.015	-3.6
T13	0.395	0.395	0.000	0.0	0.450	0.449	-0.001	-0.3
T14	0.328	0.329	0.001	0.4	0.339	0.342	0.002	0.7
T15	0.444	0.448	0.004	0.8	0.430	0.435	0.005	1.1
T16	0.477	0.554	0.077	16.2	0.524	0.545	0.021	4.0

表4.1-3 工程前后工程区附近特征点流向变化情况

特征点编号	涨急时刻				落急时刻			
	工程前(°)	工程后(°)	差值	相对变化率(%)	工程前(°)	工程后(°)	差值	相对变化率(%)
T1	95.9	133.8	37.9	39.5	253.8	169.0	-84.8	-33.4
T2	31.3	32.8	1.4	4.6	192.9	191.5	-1.5	-0.8
T3	7.2	6.9	-0.3	-3.6	184.4	184.0	-0.4	-0.2
T4	15.7	15.8	0.1	0.8	178.4	178.0	-0.4	-0.2
T5	11.2	11.1	-0.2	-1.6	171.6	172.0	0.4	0.2
T6	26.7	26.3	-0.4	-1.4	203.5	203.6	0.1	0.1
T7	7.1	7.6	0.4	6.2	181.5	184.1	2.7	1.5
T8	79.1	205.5	126.4	159.9	231.2	259.0	27.7	12.0
T9	238.9	320.4	81.5	34.1	40.5	42.6	2.1	5.1
T10	19.0	20.5	1.6	8.2	206.9	209.7	2.8	1.4
T11	23.0	23.8	0.8	3.6	203.9	204.7	0.8	0.4
T12	11.3	11.1	-0.2	-2.0	189.1	189.0	-0.2	-0.1
T13	11.2	11.6	0.4	3.9	188.2	188.7	0.4	0.2
T14	28.9	29.5	0.7	2.4	214.1	215.1	1.0	0.5
T15	22.7	23.1	0.5	2.1	204.7	205.1	0.4	0.2
T16	320.3	328.0	7.6	2.4	129.7	129.1	-0.6	-0.5

从表4.1-3和表4.1-4可看出，不管是涨急还是落急时刻，工程建设对流场的影响主要集中在工程区附近。涨急时刻，位于项目码头港池内及邻近区域的T8、

T9以及导流堤西南侧T1特征点由于项目建设导致工程前后流速变化较大, T8、T1特征点因导流堤的阻挡、掩护作用, 导致工程实施后的流速明显减小, 两者中差值较大者为-0.504m/s(T8), 相对变化率最大也在T8达到, 为-79.3%; T9特征点因导流作用流速则稍有增加, 但变幅不大; 其余特征点流速变化不大, 流速差值不超过0.03m/s; 对于流向而言, 由于本项目建设导流堤, 在该区域附近的特征点流向变化较大, 如T1、T8、T9特征点流向差值分别达到37.9°、126.4°、81.5°, 其余特征点流向变幅不大, 水流总体流动趋势保持不变。落急时刻与涨急时刻变化规律基本一致, 特征点T1、T8的流速相对变化率均超过90%, 项目实施后流速减小显著, 其中T8的流速变幅最大, 为-0.447m/s, 其相对变化率也达到最大-93.3%, 说明项目导流堤的建设对工程区码头前沿附近的流场产生了较为明显的影响, 有利于船舶停靠安全; 其余特征点流速变化较小; 从流向看, 造成T1、T8特征点的流向变幅较大, 流向偏转最大在T1特征点, 达到-84.8°; 除此之外, 其余特征点的流向变幅均不大, 表明工程建设对远离工程区的落潮流场的流向影响较小。

综上所述, 本项目工程建设对其附近局部海域潮流场造成的影响较小, 其影响主要集中在项目导流堤建设引起的局部流场变化, 其影响在可接受范围。

4.1.2 施工期悬浮物扩散影响分析

1、基本方程

采用二维悬沙输运方程预测施工期产生的悬浮物对水质的影响, 平面二维悬沙运动方程如下:

$$\frac{\partial dC}{\partial t} + \frac{\partial duC}{\partial x} + \frac{\partial dvC}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\varepsilon d \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\varepsilon d \frac{\partial C}{\partial y} \right) + F_c \quad (8)$$

式(8)中, C 为垂向平均含沙量, ε 为垂向平均的扩散系数, F_c 为:

$$F_c = S_c + \begin{cases} a\omega C(\tau_b / \tau_d - 1) & \tau_b \leq \tau_d \\ 0 & \tau_d < \tau_b < \tau_e \\ M(\tau_b / \tau_e - 1) & \tau_b \geq \tau_e \end{cases}, \quad (9)$$

式(9)中, S_c 为输入源强, a 为沉积系数, M 为冲刷系数, τ_b 为底部切应力, τ_e 为临界冲刷切应力, τ_d 为临界淤积切应力。通过联立水动力方程(1)–(3)数值求解悬浮物扩散方程。

2、源强确定

(1) 疏浚作业源强

根据工程分析,本项目施工期间悬浮物主要环境影响来自挖泥船疏浚泥沙产生的悬浮物。不同水域区域采用不同疏浚设备进行挖泥,其中取水口区域以及排水箱涵基槽、排水口区域开挖采用1艘 $4m^3$ 抓斗船配合泥驳进行疏浚施工;专用航道、回旋水域、停泊水域表层疏浚物采用1艘 $3500m^3/h$ 耙吸式挖泥船进行疏浚施工,局部区域及深层疏浚物采用3艘 $15m^3$ 抓斗挖泥船配合泥驳进行疏浚施工。

采用耙吸式挖泥船疏浚时,如采用满舱不溢流方式,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 $3500m^3/h$ 耙吸式挖泥船疏浚作业时,吸入的泥浆比重一般控制在 $1.05\sim1.07t/m^3$,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 $10\sim15kg/m^3$,按含泥量最大 $15kg/m^3$ 计算,当采用 $3500m^3/h$ 耙吸式挖泥船作业时,满舱溢流泥沙量最大为 $52.5t/h$,相当于 $14.58kg/s$ 。

根据Mott MacDonald 1990年抓斗船挖泥产生泥沙再悬浮系数试验结果,抓斗船施工产生悬浮泥沙为 $20.8kg/m^3$,按 $4m^3$ 抓斗船挖淤泥每斗开挖时间为80秒, $15m^3$ 抓斗船挖淤泥每斗开挖时间为90秒计,则 $4m^3$ 抓斗式挖泥船产生悬浮泥沙源强为 $1.04kg/s$, $15m^3$ 抓斗式挖泥船产生的悬浮泥沙源强为 $3.47kg/s$ 。

考虑最大不利情况下,1艘 $3500m^3/h$ 耙吸式挖泥船、3艘 $15m^3$ 抓斗挖泥船和1艘 $4m^3$ 抓斗船同时施工,则悬浮泥沙源强为 $26.03kg/s$ 。计算中泥沙中值粒径估取 $0.03mm$,考虑到泥沙在海水中絮凝作用,泥沙沉速取为 $0.0005m/s$ 。

(2) 打桩作业源强

本工程码头桩基共204根，全部为采用阴极保护的斜桩（钢管桩），其中Φ1300打入桩148根，Φ1200mm打入桩56根，桩长约60m~62m。接岸引桥桩基共367根，其中采用阴极保护的斜桩（钢管桩）361根，为Φ1200打入桩，Φ1200mm灌注桩6根，为直桩，桩长约56m~60m。引桥及LNG码头打桩作业过程中产生悬浮泥沙量较小，参类似项目，从保守角度考虑，按1.36kg/s计。

(3) 导流潜堤抛石作业源强

本项目导流潜堤建设过程需进行抛石作业，抛石造成海水悬沙浓度增加，一方面是由于抛石所造成的细颗粒泥沙带入水中增加水体悬浮物浓度，另一方面抛石挤出的泥沙也产生悬浮颗粒物。类比同类工程，抛石点源的悬浮泥沙平均源强约为1.33kg/s。

从源的性质上讲，项目基槽开挖、港池、回旋水域疏浚以及抛石等作业产生的源强属缓慢移动连续点源，为了简化计算，选取有代表性的地点作为定点连续源。

3、悬浮物扩散影响分析

(1) 疏浚作业

图4.1-32 为施工期本项目疏浚作业引起的悬浮物增量浓度分布。

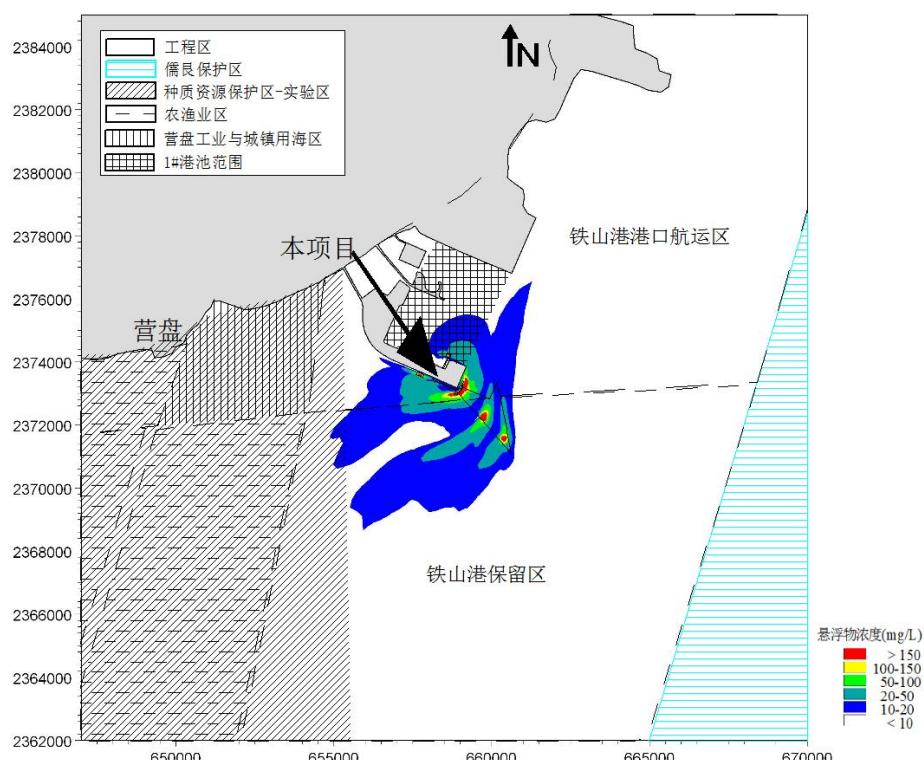


图4.1-32 疏浚作业悬浮物浓度增量大于10mg/L的扩散包络范围

从图 4.1-32 可以看出，施工期间悬浮物随涨落潮流在工程区附近扩散，悬浮泥沙扩散方向与该区域的涨落潮流方向一致，主要为东北偏北向和西南向，高浓度增量的悬浮物仅集中于施工区域附近。悬浮物浓度增量大于 10mg/L 向东北偏北向扩散的最远距离约为 5.503km (以项目专用航道南端代表点位置计,下同)，向东扩散的最远距离为 0.359km ，向西南向扩散的最远距离约为 5.332km ，向西扩散的最远距离为 5.461km 。总之，项目港池、回旋水域、专用航道以及取、排水区域疏浚施工悬浮物浓度增量大于 10mg/L 的叠加面积约为 23.937km^2 。在疏浚作业施工中，悬浮物浓度增量大于 10mg/L 扩散至北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级种质资源保护区、铁山港保留区以及 1 号港池的面积分别为 0.426km^2 、 14.486km^2 、 1.965km^2 ；浓度增量大于 150mg/L 的悬浮物在铁山港港口航运区、铁山港保留区扩散的面积分别为 0.131km^2 、 0.069km^2 。

疏浚施工会对工程区附近海域的水质造成一定影响，但其影响主要发生在施工期间，随着施工结束其影响也趋近消失。

(2) 打桩作业

图 4.1-33 为施工期本项目码头、引桥打桩作业引起的悬浮物增量浓度分布。

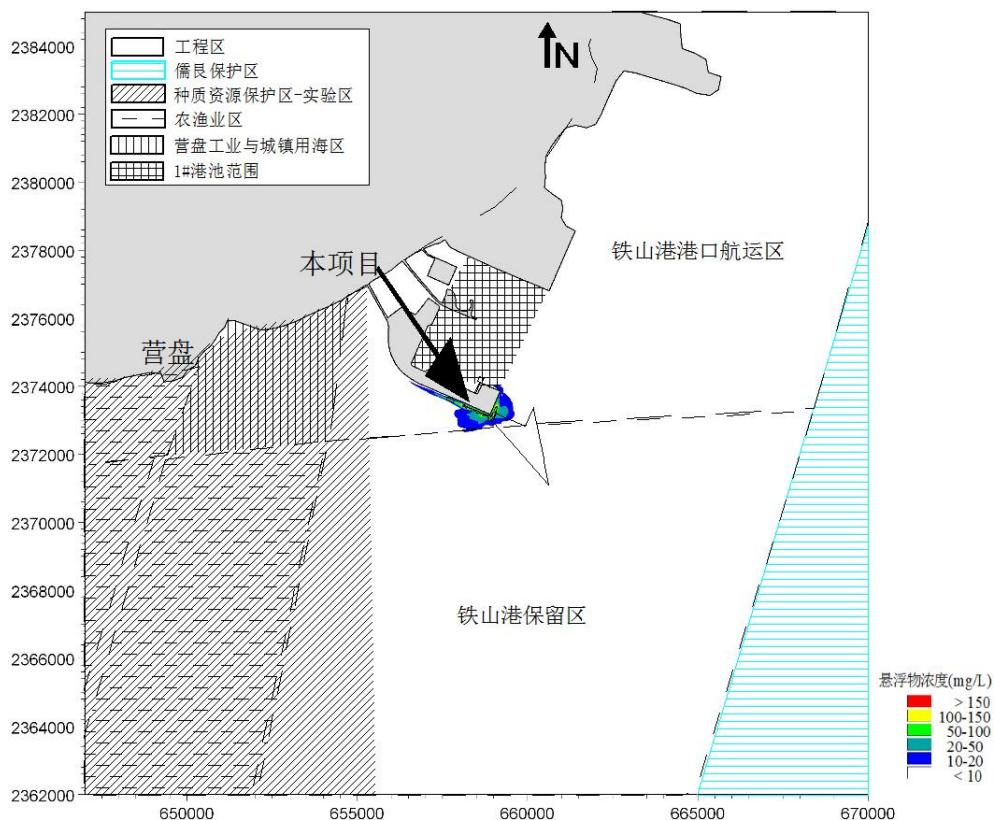


图4.1-33 打桩作业悬浮物浓度增量大于 10mg/L 的扩散包络范围

从图 4.1-33 可看出，悬浮泥沙扩散方向与该区域的涨落潮流方向一致，主要为东北偏北向和西南向，高浓度增量的悬浮物仅集中于施工区域附近。悬浮物浓度增量大于 10mg/L 向东北扩散的最远距离为 0.743km （以靠近导流堤代表点位置计，下同），向东扩散的最远距离为 0.629km ，向西南扩散的最远距离为 0.944km ，向西扩散的最远距离可达 2.612km 。

项目码头、引桥打桩施工悬浮物浓度增量大于 10mg/L 的叠加面积约为 1.265km^2 。在打桩作业施工中，悬浮物浓度增量大于 10mg/L 扩散至铁山港保留区以及 1 号港池的面积分别为 0.019km^2 、 0.012km^2 ；浓度增量大于 150mg/L 的悬浮物仅在铁山港港口航运区扩散，面积为 0.025km^2 。

(3) 抛石作业

图 4.1-34 为施工期本项目导流堤抛石作业引起的悬浮物增量浓度分布。

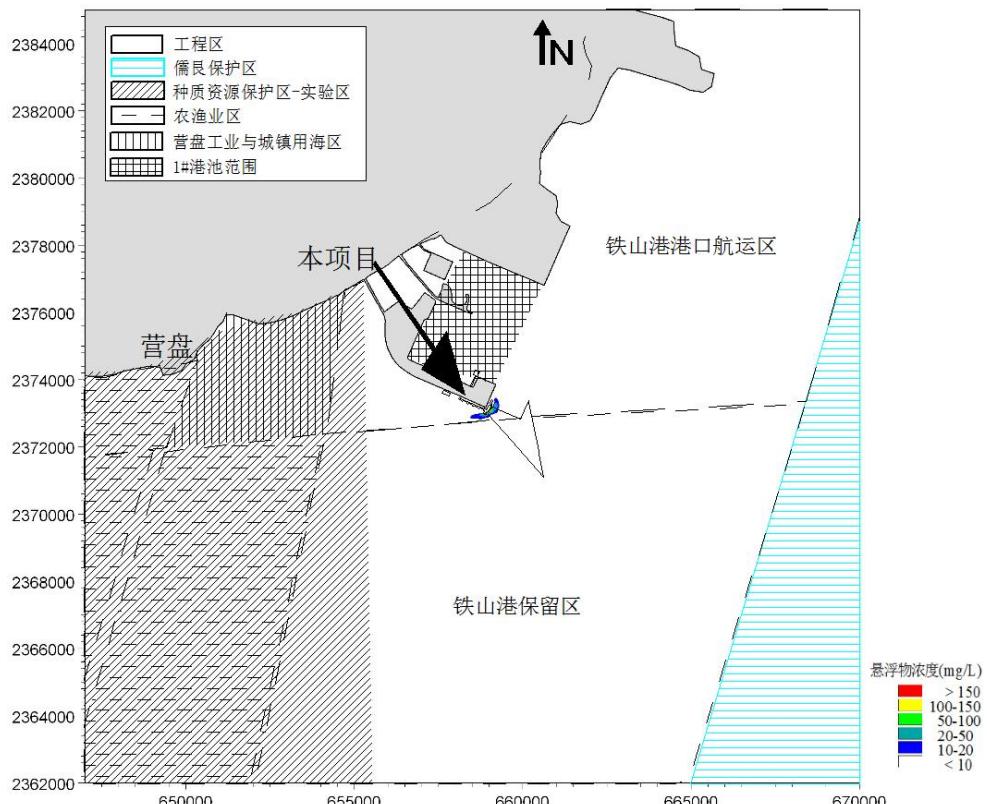


图1-34 抛石作业悬浮物浓度增量大于 10mg/L 的扩散包络范围

从图 4.1-34 可看出，悬浮泥沙扩散方向与该区域的涨落潮流方向一致，主要为东北偏北向和西南向，高浓度增量的悬浮物仅集中于施工区域附近。悬浮物浓度增量大于 10mg/L 向东北扩散的最远距离约为 0.559km ，向西南向扩散的最远距离约为 0.479km 。

项目码头、引桥打桩施工悬浮物浓度增量大于 10mg/L 的面积约为 0.174km^2 ，大于 150mg/L 的面积为 0.004km^2 ，悬浮物浓度增量大于 150mg/L 的扩散范围仅限于项目所处的铁山港港口航运区。

(4) 各种施工作业叠加

图 4.1-35 为本项目施工期疏浚、打桩以及抛石作业等各种作业叠加引起的悬浮物增量浓度分布。

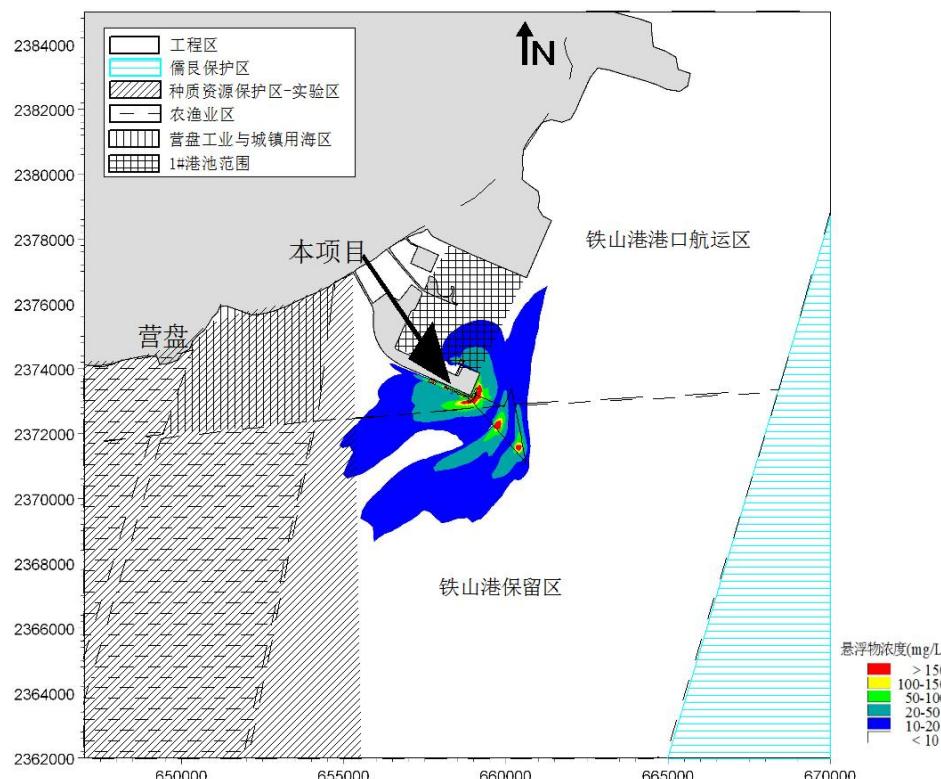


图4.1-35 各种施工作业叠加时悬浮物浓度增量大于 10mg/L 的扩散包络范围

各种施工作业叠加下，悬浮物浓度增量大于 10mg/L 向东北偏北向扩散的最远距离约为 5.053km ，向东扩散的最远距离为 0.359km ，向西南向扩散的最远距离约为 5.332km ，向西扩散的最远距离为 5.461km 。悬浮物浓度增量大于 10mg/L 的叠加面积约为 23.956km^2 。

在各种工作业叠加下，悬浮物浓度增量大于 10mg/L 扩散至北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级种质资源保护区、铁山港保留区以及 1 号港池的面积分别为 0.426km²、14.486km²、1.965km²；浓度增量大于 150mg/L 的悬浮物在铁山港港口航运区、铁山港保留区扩散的面积分别为 0.158km²、0.069km²。

4.1.3 营运期冷排水及余氯对海域水质环境的影响预测

本项目营运期液化天然气(LNG)接收站生产过程中使用海水作为加热介质，换热后海水温度有所降低；同时，为避免海洋污损生物在循环冷却系统管道内壁附着繁殖而导致管道水阻的增加和生物对管道内壁表面的破坏，影响运行经济性和使用寿命，需要在循环水系统中设加氯系统。加氯处理抑制海洋生物在管道内繁殖的同时，经过循环系统后，未降解的余氯将随排水口排放的冷却水扩散至周围水体中。冷排水及余氯排入海域之后，温度的局部降低以及余氯的扩散会对周围海洋环境产生一定程度的影响，因此，需通过数值模拟预测其对海洋环境的影响。

1、温度输运基本方程及边界条件

(1) 温度输运方程：

$$\frac{\partial(dT)}{\partial t} + \frac{\partial(duT)}{\partial x} + \frac{\partial(dvT)}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x}\left(d\varepsilon_x \frac{\partial T}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(d\varepsilon_y \frac{\partial T}{\partial y}\right) + \frac{K_s(T_c - T)}{\rho C_p} \quad (11)$$

式中： T 为水温， d 为水深； ρ 为海水密度； ρC_p 为水体定压比热通量； u 、 v 分别为 x 、 y 方向的流速， ε_x 、 ε_y 分别为 x 、 y 向的扩散系数，本次计算中扩散系数取值与潮流模型的扩散系数一致。 K_s 为表面综合散热系数。

根据水文气象条件，采用以下公式进行 K_s 的计算。

$$K_s = (k + b)\alpha + 4\varepsilon\sigma(T_s + 273)^3 + (1/\alpha)(b\Delta T + \Delta e)$$

$$\text{式中: } \Delta T = T_s - T_a; \quad \Delta e = e_s - e_a; \quad k = \frac{\partial e_s}{\partial T_s};$$

$$\alpha = [22.0 + 12.5v_w^2 + 2.0(T_s - T_a)]^{1/2} \quad (\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{hPa}^{-1}) \quad ; \quad b \text{ 可取 } 0.66p/1000$$

(hPa · °C⁻¹)， p 为大气压(hPa)， v_w 为水面以上 2m 处风速(m/s)， ε 为水面辐射系数，可取 0.97。 σ 为 Stefan-Boltzman 常数， $\sigma = 5.6 \times 10^{-8}$ (W·m⁻²·K⁻⁴)， T_a 为气温(°C)， T_s 为水面水温(°C)， e_s 是水温 T_s 时的相应水面饱和水汽压(hPa)， e_a 是水面以上 1.5m 处的水汽压(hPa)。

(2) 边界条件

边界条件：开边界水流计算均以潮位过程线作为其边界条件，温度场计算入流边界给定水温，出流边界采用 $\frac{\partial T}{\partial t} + V_n \frac{\partial T}{\partial n} = 0$ ，(n 为出流边界法向单位矢量)。

2、计算参数

(1) 排水口布置

根据本工程设计资料，本项目排水口布置在陆地接受站南侧海岸，如图 4.1-36 所示。

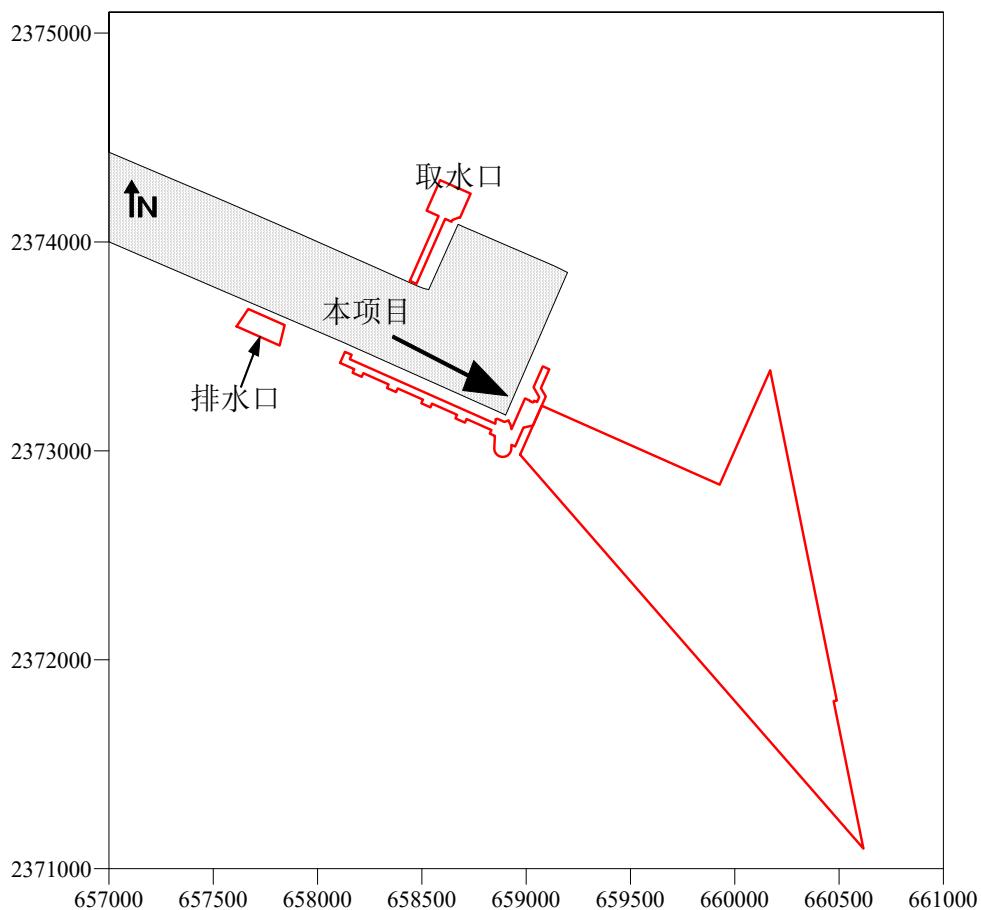


图 4.1-36 本项目排水口位置

(2) 冷排水源强

本工程第一阶段排水量为 $32000\text{m}^3/\text{h}$ ，第二阶段排水量为 $48000\text{m}^3/\text{h}$ ，同时控制海水温降不超过 5°C 。计算过程中温降分别取 4.0°C 、 5.0°C ，排放方式为连续排水。

(3) 模拟时长

模拟时长为 15d，统计最大温降数据。

(4) 水面综合散热系数 (K_s)

本次模型研究依据铁山港夏季 7、8、9 三月和冬季 12、1、2 三个月平均气温、湿度条件进行散热系数计算。夏季水温按 30℃，冬季水温按 12℃计算。计算的夏季综合散热系数为 $48.7\text{W}/(\text{m}^2\text{C})$ ，冬季散热系数为 $30.2\text{W}/(\text{m}^2\text{C})$ 。

3、冷排水温降场的预测结果至

图 4.1-37 图 4.1-44 分别给出了冷排水在不同季节、不同阶段、不同源强最大温降扩散情况。

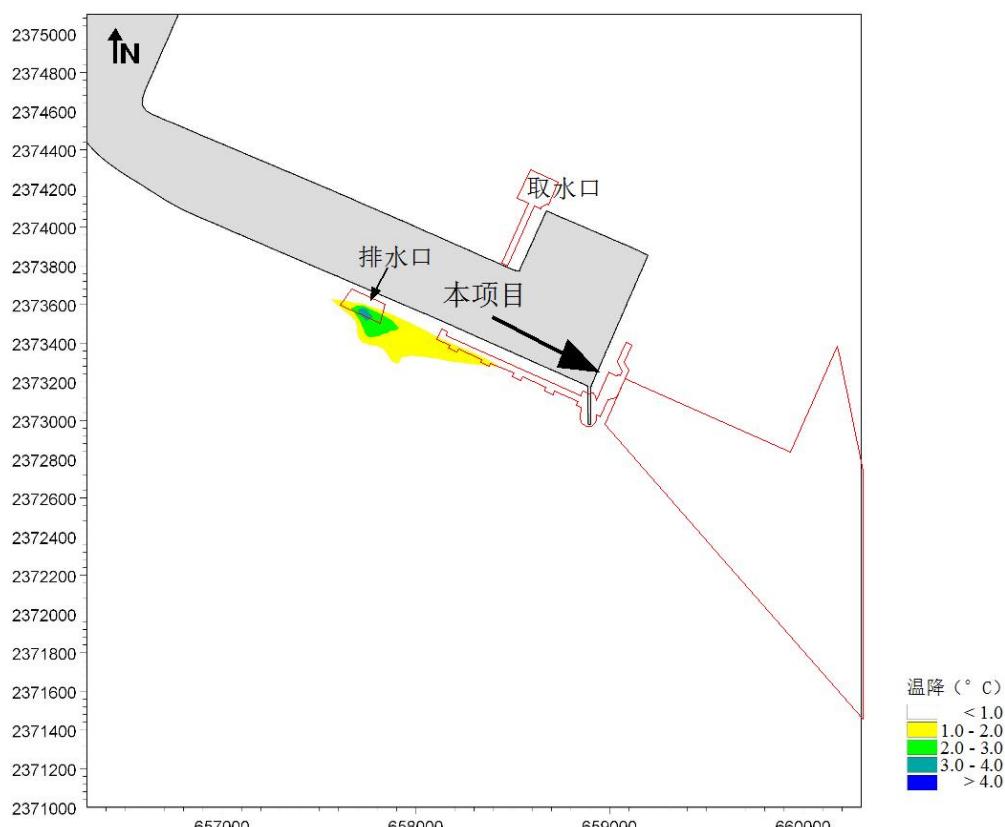


图 4.1-37 第一阶段夏季冷排水最大温降扩散范围（温差 5° C）

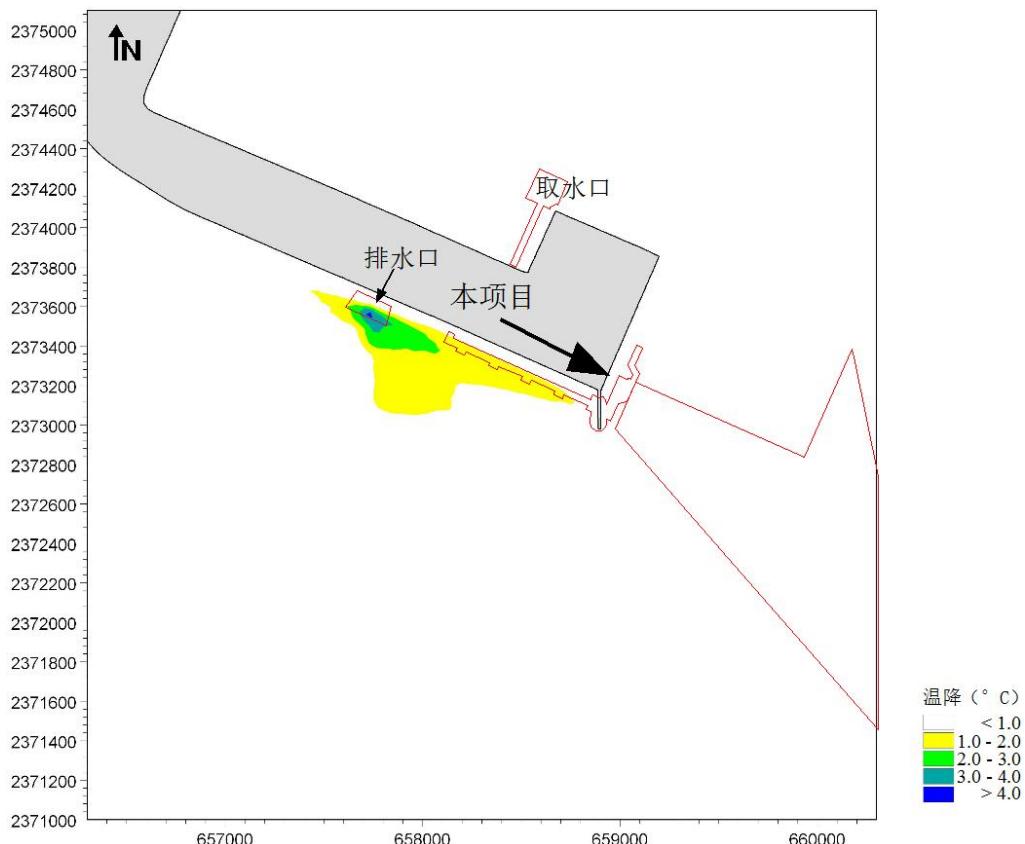


图 4.1-38 第二阶段季冷排水最大温降扩散范围 (温差 5°C)

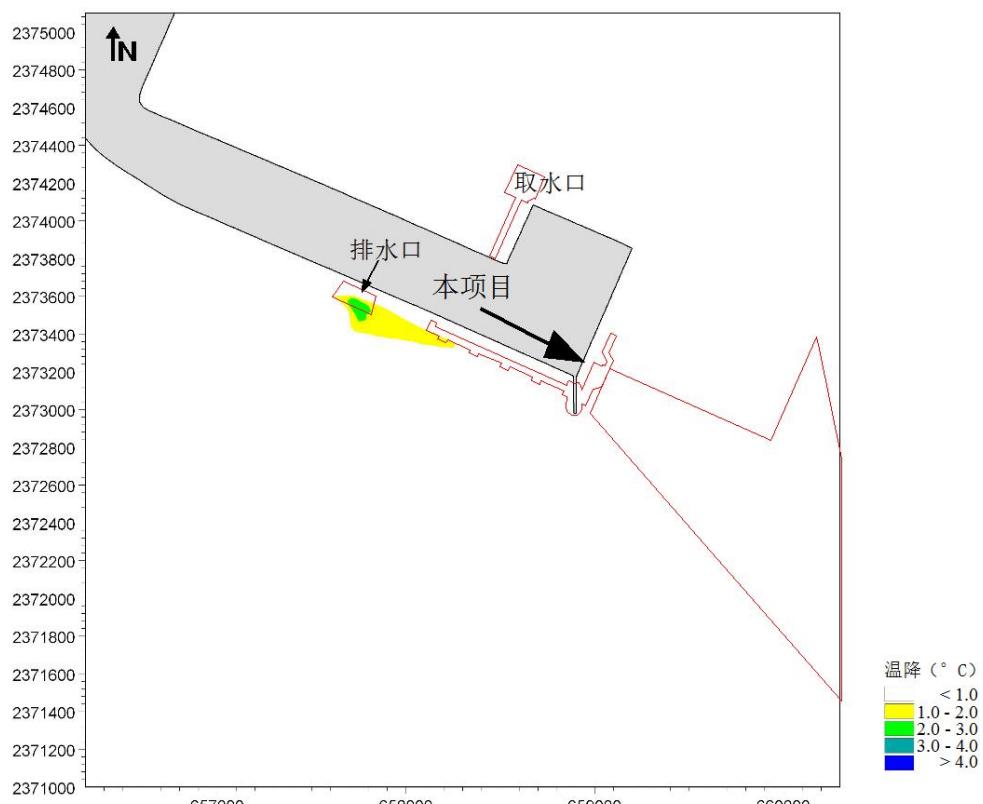


图 4.1-39 第一阶段夏季冷排水最大温降扩散范围 (温差 4°C)

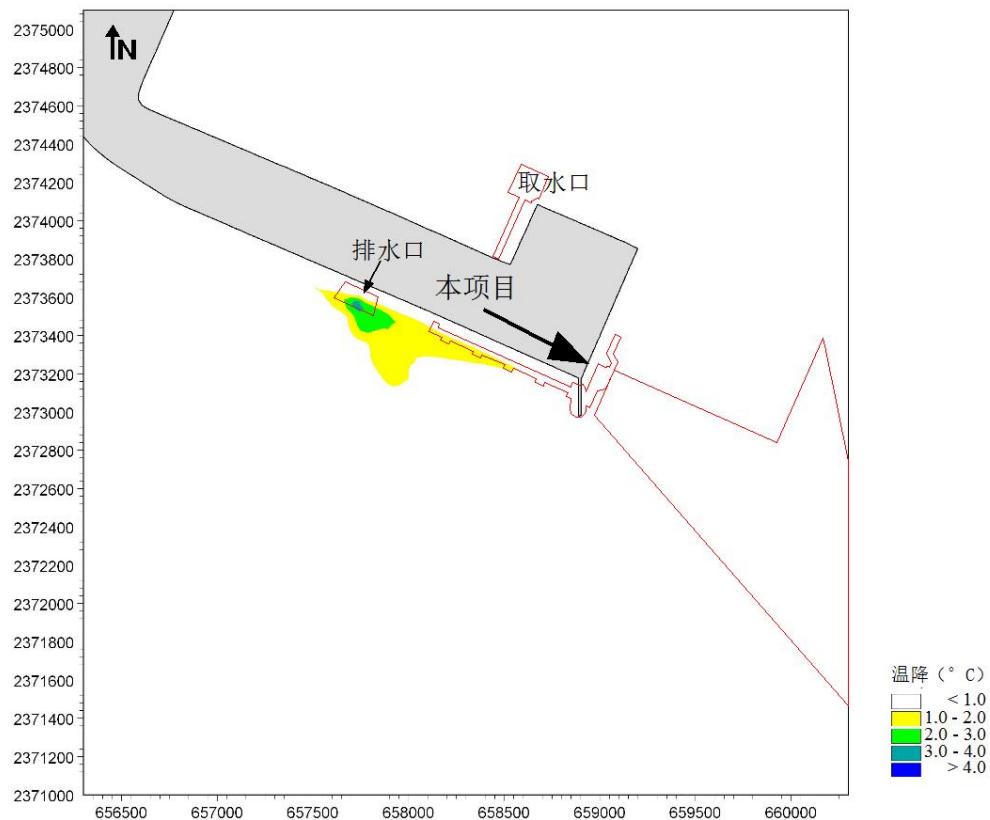


图 4.1-40 第二阶段夏季冷排水最大温降扩散范围 (温差 4°C)

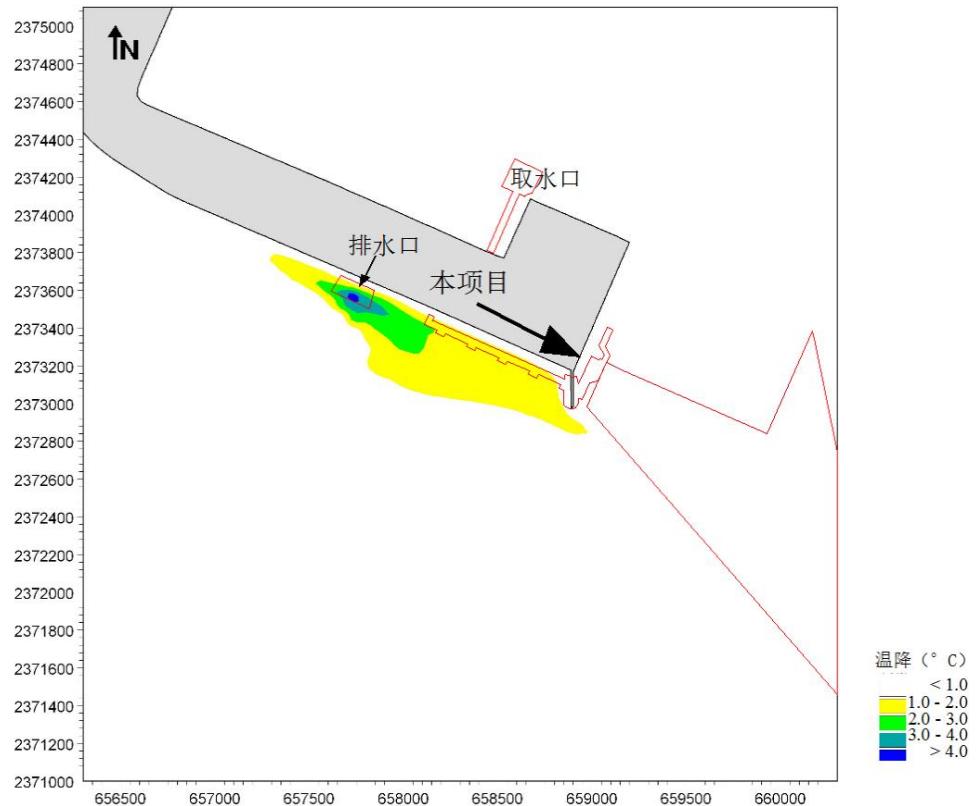


图 4.1-41 第一阶段冬季冷排水最大温降扩散范围 (温差 5°C)

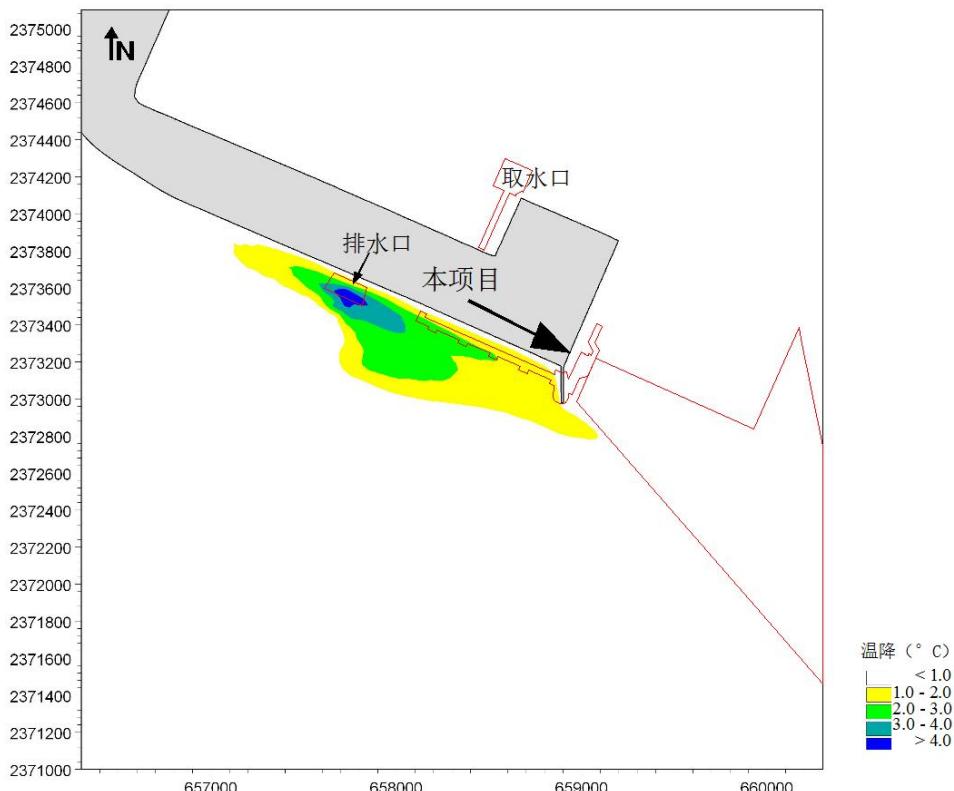


图 4.1-42 第二阶段冬季冷排水最大温降扩散范围（温差 5° C）

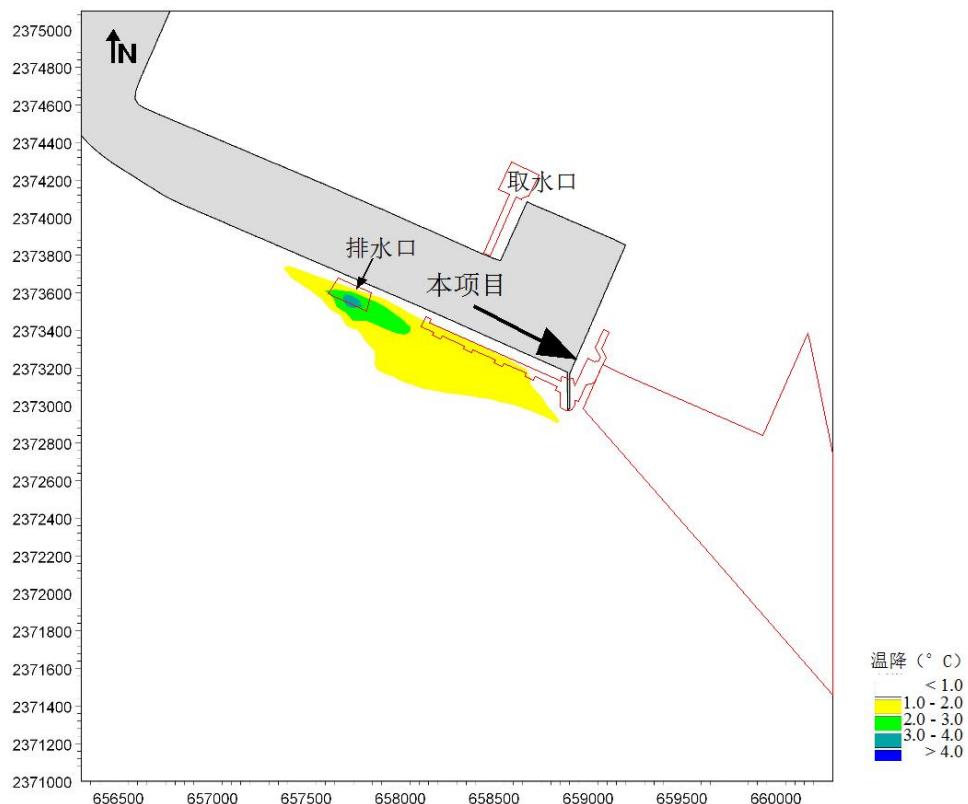


图 4.1-43 第一阶段冬季冷排水最大温降扩散范围（温差 4° C）

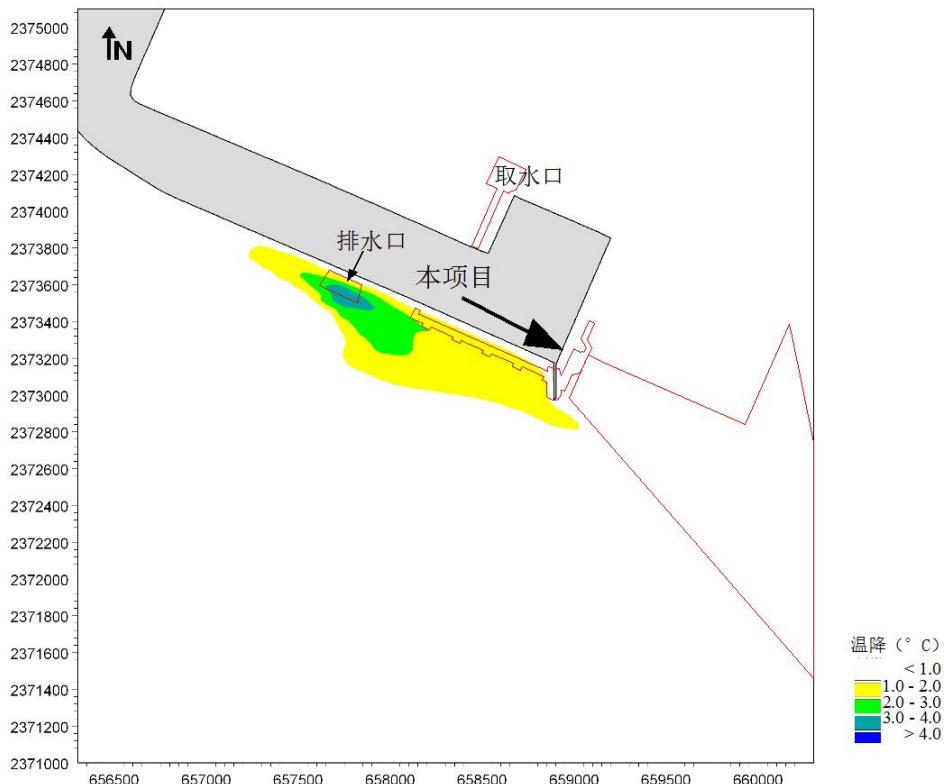


图 4.1-44 第二阶段冬季冷排水最大温降扩散范围（温差 4° C）

从上述图表可看出，不论是夏季还是冬季条件下，当冷排水经过排水口排放后，冷排水使排水口附近水体有不同程度的降温现象，在扩散及热交换作用下，距离排放口越远，水体温度降低越小。温降包络线主要集中在排水口附近沿 SE 和 NW 方向扩散，温降幅度呈现近岸大离岸小趋势。

总体上，由于冬季散热系数小于夏季，因此冬季温降略大于夏季，其中冬季温差为 5° C 的源强条件下，第一阶段、第二阶段冷排水温降大于 1° C 的最大扩散面积分别为 0.454 km^2 、 0.630 km^2 ，向西北扩散的最远距离为 0.470 km 、 0.655 km ，向东南扩散的最远距离为 1.445 km 、 1.572 km ；第一阶段、第二阶段冷排水温降大于 2° C 的最大扩散面积分别为 0.091 km^2 、 0.256 km^2 ，向西北扩散的最远距离为 0.197 km 、 0.332 km ，向东南扩散的最远距离为 0.473 km 、 0.903 km ；第一阶段、第二阶段冷排水温降大于 4° C 的最大扩散面积分别为 0.002 km^2 、 0.009 km^2 ，主要集中在排水口局部海域，其向西北扩散的最远距离为 0.033 km 、 0.059 km ，向东南扩散的最远距离为 0.052 km 、 0.135 km 。

在冬季温差为 4° C 源强条件下，第一阶段、第二阶段冷排水温降大于 1° C 的最大扩散面积分别为 0.346 km^2 、 0.526 km^2 ，向西北扩散的最远距离为 0.376 km 、

0.527km，向东南扩散的最远距离为1.298km、1.496km；第一阶段、第二阶段冷排水温降大于2°C的最大扩散面积分别为0.046km²、0.124km²，向西北扩散的最远距离为0.129km、0.225km，向东南扩散的最远距离为0.371km、0.513km；第一阶段、第二阶段冷排水温降大于3°C的最大扩散面积分别为0.004km²、0.021km²，向西北扩散的最远距离为0.026km、0.079km，向东南扩散的最远距离为0.083km、0.211km。

上述不同条件下源强冷排水温降扩散超过1°C的影响范围均集中在项目所在的铁山港港口航运区局部海域内，对周边海洋环境的影响是可以接受的。

4、余氯输运基本方程及边界条件

余氯扩散预测模式采用污染物扩散模式，与二维水流预测模式联解，即可得到可溶性物质浓度分布，模式如下：

$$\frac{\partial(dC)}{\partial t} + \frac{\partial(duC)}{\partial x} + \frac{\partial(dvC)}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} \left(d\varepsilon_x \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(d\varepsilon_y \frac{\partial C}{\partial y} \right) + M - KC \quad (12)$$

式中：C为污染物浓度；M为源项；KC为耗散项，K为耗散系数（衰减系数）；其它符号同前。通过联立水动力方程（1）-（3）数值求解污染物扩散方程。

边界条件：开边界入流赋值为零，出流按法向梯度为零给定。

5、计算参数

（1）排水口布置

根据本工程设计资料，本项目排水口布置如图4.1-36所示。

（2）冷排水源强

本工程第一阶段排水量为32000m³/h，第二阶段排水量为48000m³/h，排水口余氯出水浓度为0.2mg/L。

（3）模拟时长

模拟时长为15d，统计最大余氯浓度扩散范围。

（4）扩散系数与耗散系数K（衰减系数）

扩散系数与潮流模型扩散系数取值一致。余氯的衰减机理十分复杂，一般假设余氯衰减符合一级反应，在特定的水环境下存在一定的半衰期。根据大量的工

程经验和实验研究,余氯的半衰期一般取为1h,当余氯满足指数衰减规律时,其衰减系数 K 为0.00193(s^{-1})。

6、余氯扩散的预测结果

图4.1-45、图4.1-46为考虑余氯衰减作用后,本项目不同阶段冷排水余氯引起的浓度增量分布,在两个不同阶段余氯排放中,浓度增量大于0.01mg/L的扩散影响范围均集中在铁山港港口航运区项目所在的排水口附近海域,距离周边环境敏感目标尚有一定的安全距离。

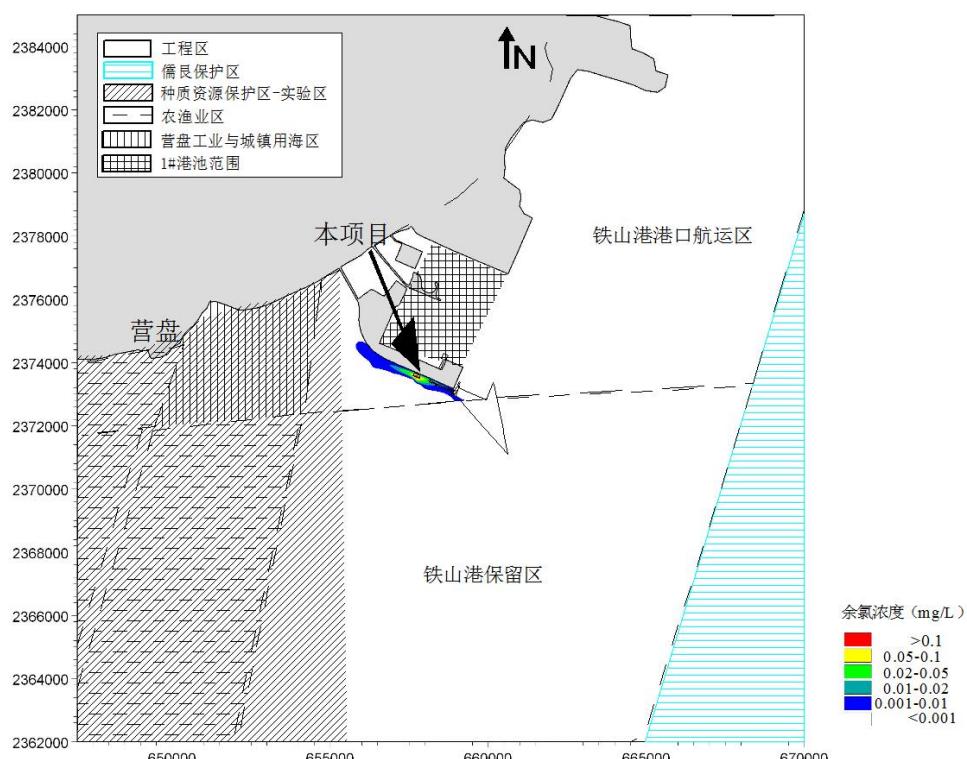


图4.1-45 项目第一阶段余氯排放扩散影响范围 ($K \neq 0$)

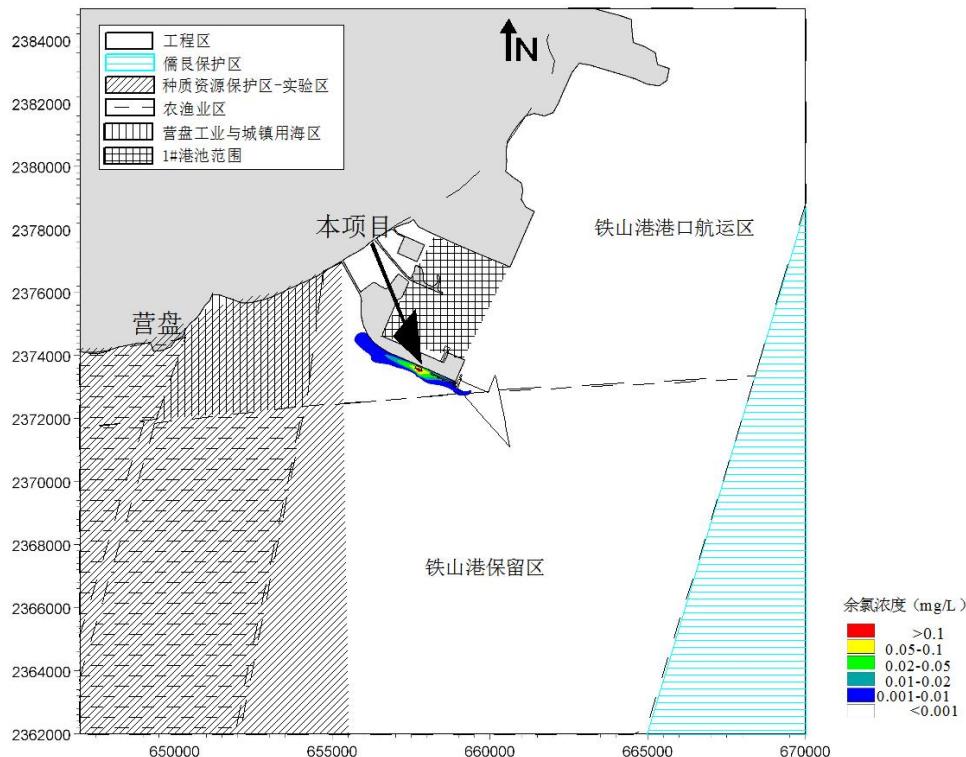


图 4.1-46 项目第二阶段余氯排放扩散影响范围 ($K \neq 0$)

排水口第一阶段、第二阶段冷排水余氯扩散浓度增量大于 $0.01\text{mg}/\text{L}$ 的面积分别为 0.294km^2 、 0.429km^2 ，大于 $0.02\text{mg}/\text{L}$ 的面积分别为 0.154km^2 、 0.230km^2 。

从图 4.1-45、图 4.1-46 可以看出，排水口余氯随涨落潮流在工程区附近扩散，扩散方向与该区域的涨落潮流方向一致，主要为西北向和东南向，高浓度增量的余氯仅集中于排水口附近。排水口第一阶段、第二阶段余氯浓度增量大于 $0.01\text{mg}/\text{L}$ 向西北向扩散的最远距离分别为 0.927km 、 1.174km ，向东南向扩散的最远距离分别为 1.071km 、 1.230km ；余氯浓度增量大于 $0.02\text{mg}/\text{L}$ 向西北向扩散的最远距离分别为 0.564km 、 0.701km ，向东南向扩散的最远距离分别为 0.628km 、 0.801km 。

4.1.4 对铁山港湾纳潮量的影响分析

本项目涉及非透水构筑物建设以及港池、回旋水域疏浚，为分析项目建设对铁山港纳潮量影响，从营盘至草潭沿东、西向拉一断面AB（图4.1-47），统计该断面以北铁山港湾在本项目实施前后的纳潮量变化情况。

结果显示，工程实施前铁山港湾纳潮量为 $3.3552 \times 10^9 \text{ m}^3$ ，工程实施后铁山港湾纳潮量为 $3.3656 \times 10^9 \text{ m}^3$ ，纳潮量增加 $1.043 \times 10^7 \text{ m}^3$ ，增加量占铁山港纳潮量0.31%，说明本项目实施对铁山港湾纳潮量影响不大。

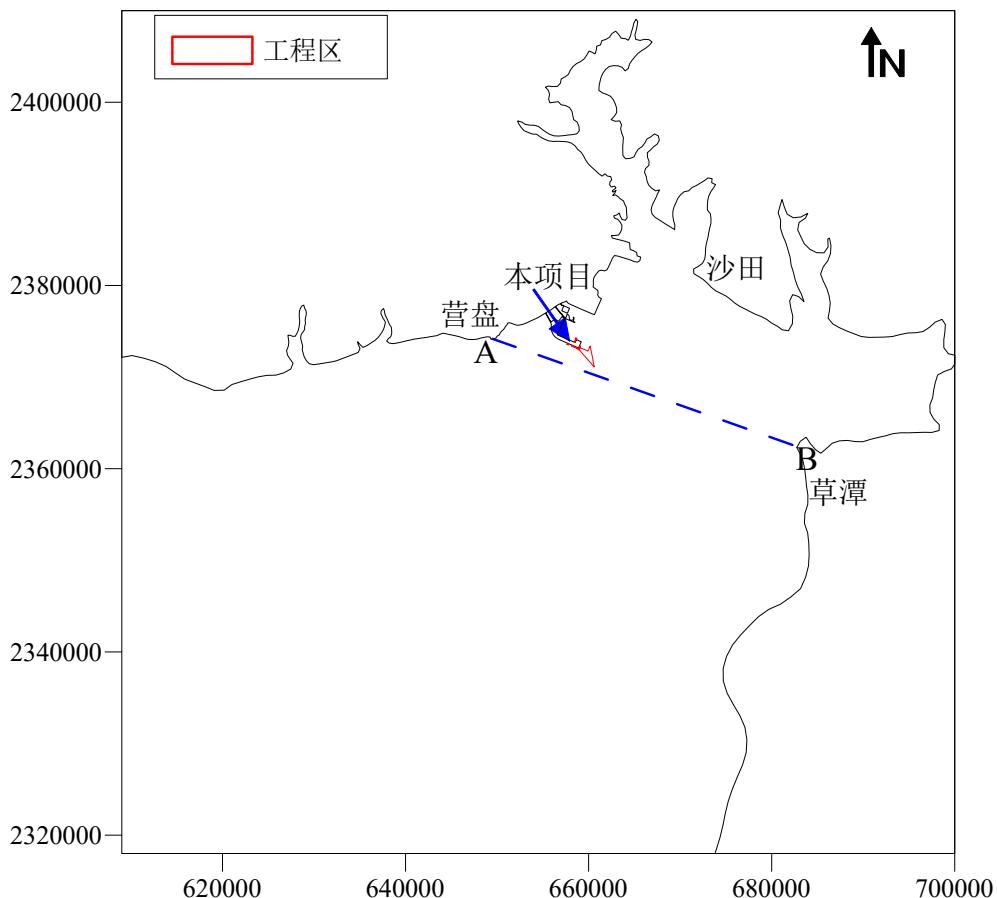


图4.1-47 纳潮量统计断面示意

4.1.4 冲淤环境影响分析

本项目建设用海位于铁山港湾口啄罗作业区东南岸线附近海域，由于项目疏浚以及导流潜堤建设，局部改变了原有的海域地形地貌，导致流场发生了改变。为计算因本项目实施引起的冲淤变化，引入底变形方程：

$$\rho_s \frac{\partial Z_b}{\partial t} = -F_c \quad (10)$$

其中， Z_b 为底部高程， ρ_s 为泥沙干密度， F_c 为源汇项函数。通过联立水动力方程(1)-(3)以及悬沙输运方程(8)数值求解底变形方程。

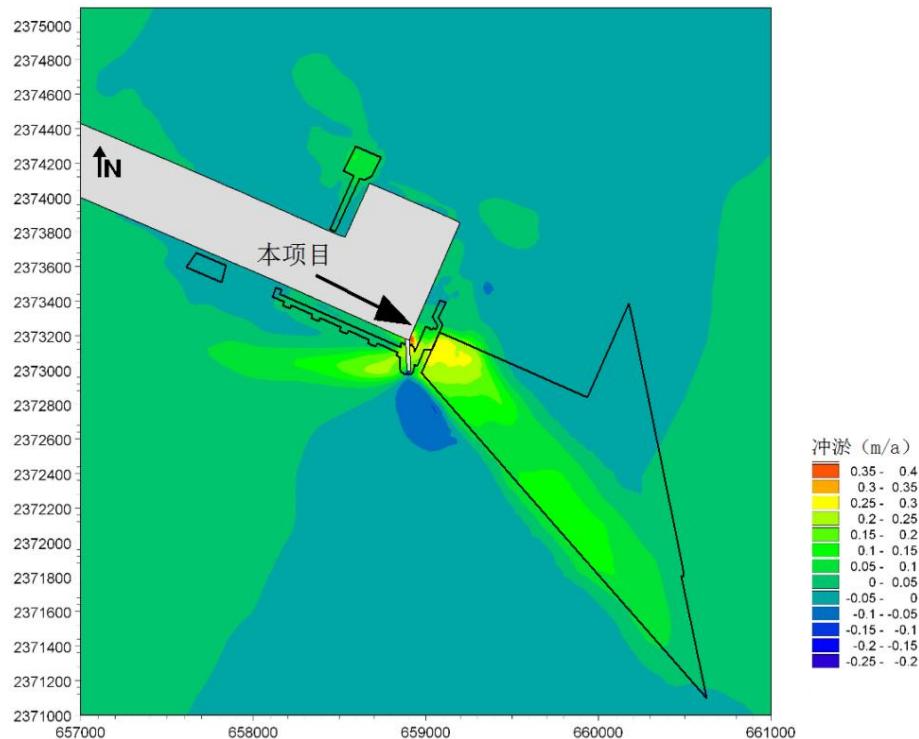


图 4.1-48 项目实施后工程区附近底床冲淤变化 (m/a)

图 4.1-48 为本项目实施后导致的局部海域底床冲淤变化。

从图中可看出,由于本项目疏浚以及导流堤建设影响,工程区内局部流速减小,导致局部泥沙淤积。在项目港池局部水域,因项目建设导致水流阻力加大,流速减小明显,泥沙沉积加快,该区域年淤积量局部最高可达 0.25m/a,项目回旋水域以及专用航道,因疏浚引起回淤量约 0.1~0.2m/a; 在导流堤连岸的东侧局部海域回淤量可达 0.35m/s,由于导流堤的阻流作用在其西南侧也存在一条呈西南走向的淤积带,回淤量在 0.1~0.2m/a; 而在导流堤南端起点处,由于导流堤挑流作用,局部冲刷明显,侵蚀量可达-0.2m/a; 在工程区以外大部分区域总体呈现微冲微淤动态平衡。此外,从海区泥沙来源来看,铁山港湾泥沙淤积由潮流对底沙的冲刷、波浪对底沙的输送淤积以及航道浚深后悬沙引起的回淤构成。铁山港湾海域含沙量小,航道、港池以及回旋水域的淤积泥沙主要来自于周边浅滩泥沙的局部搬运,本项目工程初期由于施工引起周边浅滩的局部不稳定边坡,可能造成初期港池回旋水域回淤量大于预测值,但随着项目建成,周边浅滩供沙能力会逐步下降,港池、回旋水域以及专用航道年维护量将逐渐减少。

由此可见,工程区海域泥沙回淤量不大,除建设初期在项目港池、回旋水域及邻近区域有一定淤积外,港湾其它区域保持冲淤基本平衡。

4.2 项目用海生态影响分析

4.2.1 对滨海湿地生态服务功能影响分析

滨海湿地生态服务功能主要包括重要物种栖息地、污染净化、湿地产品、护岸以及旅游、教育科研等方面。本项目码头和引桥属于透水构筑物用海，港池、回旋水域和专用航道为开放式用海，取、排水口为其他方式用海，导流（潜）堤为非透水构筑物用海（用海面积很小），对滨海湿地生态服务功能造成不利影响较小。

4.2.2 项目施工期对海洋生态环境影响分析

1、施工建设对底栖生物的影响分析

专用码头开发建设对底栖生物最主要影响是毁坏了底栖生物栖息地，栖息空间受到了影响，但是生物恢复很快，5~6个月后，竣工工程周边海域底栖生物群落主要结构参数（种数、丰富度及多样性等），将与挖掘前或邻近的未挖掘水域基本一样，但物种组成仍有显著差异，要彻底恢复，则需要更长时间。一般工程建设分步进行，对底栖生物影响主要是引起数量上变化，对底栖生物影响不大。在个别地区，在极小范围之内，底栖生物群落结构因为受人为活动干扰而发生变化，会与建设前和建设后其它未受影响地区群落有较大差别，但这种变化只是局部的，不会对整个水域底栖生物群落产生影响。

2、施工建设对浮游生物的影响分析

根据对专用码头开发建设过程分析，专用码头施工期对浮游植物最主要影响是水体中增加悬浮物质影响了水体透光性，进而影响了浮游植物光合作用。根据悬浮物对水环境影响分析和专用码头建设施工特点可知，码头建设过程对周围水体中浮游植物产生影响范围主要在港池、专用航道和抛泥区附近。一般而言，悬浮物浓度增加在10mg/L以下时，水体中浮游植物不会受到影响，而当悬浮物浓度增加50mg/L以上时，浮游植物会收到较大的影响，特别是中心区域，悬浮物含量高，海水透光性差，浮游植物难以生存。

专用码头施工建设对浮游动物最主要影响是水体中增加悬浮物质增加了水体浑浊度。悬浮物对浮游动物影响与悬浮物的粒径、浓度等有关。由于悬浮颗粒物浓度增加，造成以滤食性为主浮游动物摄入粒径合适的泥沙，从而使浮游动物

因内部系统紊乱，因饥饿而死亡。某些桡足类动物，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的相似。

因此，本工程开发建设过程中要注意悬浮物浓度控制，避免造成大量水生生物资源损失。

3、施工建设对游泳生物的影响分析

施工建设对游泳生物主要影响是悬浮物浓度增高，导致水体浑浊度增大，透明度降低等现象，不利于天然饵料繁殖生长；水体中大量悬浮颗粒会造成游泳生物特别是鱼类呼吸困难和窒息现象，悬浮颗粒随着鱼类呼吸动作进入腮部，沉积在腮瓣、腮丝和腮小片上，损伤鱼类腮组织，造成鱼类死亡。

该工程疏浚施工所在海域相对较开阔，水体交换能力较强，鱼类规避空间大，受此影响可能性较小；而虾蟹类因其本身生活习性，大多数对悬浮泥沙有较强抗性，因此，施工期悬浮泥沙对海域游泳生物影响较小。

4、施工建设对渔业的影响分析

（1）悬浮物影响

根据专用码头建设对环境影响分析，施工过程中，产生悬浮泥沙主要区域有港池、航道及抛泥区。悬浮泥沙浓度局部区域将达到最高，但范围极小，影响甚微。悬浮物对鱼类影响主要表现为直接杀死鱼类个体，降低其饵料生物密度、捕食效率、生长率、孵化率及其对疾病抵抗力；干扰其产卵和仔鱼成活率；改变其洄游习性等。悬浮物对鱼卵影响原理是水中含有过量悬浮固体，细微固体颗粒会粘附在鱼卵表面，妨碍鱼卵呼吸与水体之间氧和二氧化碳交换，过高悬浮物浓度会降低鱼类繁殖速率。此外，悬浮泥沙对渔业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。浮游植物和浮游动物是海洋生物初级和次级生产力，海水中悬浮物浓度过高，对浮游植物和浮游动物生长产生不利影响。从食物链角度对鱼类和虾类存活与生长产生明显抑制作用，对渔业资源带来一定影响。

悬浮泥沙对渔业影响不是永久性的，而是可逆的，随着施工结束而逐渐恢复。施工结束运营一段时间后，浮游生物和游泳生物种群数量、群落结构会逐步恢复，

生物量也会趋于增加，因此在专用码头运营期一定时间对部分水域采取增殖和禁捕等保护性措施，尽快恢复对渔业生产的不利影响。

（2）溢油污染

施工过程中，施工船舶跑、冒、滴、漏或溢油现象发生是常见的，油类溢漏将对渔业产生一定影响。因此，施工过程中要对施工船舶进行妥善管理，以免漏油发生。

4.2.3 项目营运期对海洋生态环境影响分析

本工程营运期间主要是工程取水、冷排水及冷排水中的余氯对海洋生物及渔业资源产生影响，以及维护性疏浚对海洋生物产生影响，同时船舶进出港时船舶排放的污水、废气、噪声和固体废物等也会对区域环境带来一定不利影响，但只要加强工程环境保护、环境管理和监督工作，采取积极预防及治理措施，是完全能够将对环境的不利影响降至最低限度，项目营运对周围环境既不会引起生态变化，也不会对居住环境等产生不利影响。

1、工程取水对海洋生物的影响

为除掉海水中挟带的沙石和大的水生生物等，取水系统包括水泵、取水渠或取水管、旋转滤网、拦污栅等设备。被抽取的海水在滤网和拦污栅的档作用下，大的生物与网筛碰撞而被捕捞，能进入冷却系统的均为小型浮游生物和浮性鱼卵、仔鱼。由于水泵急速抽取海水，致使水生生物产生机械碰撞损伤。实际上，取水过程中卷载效应的危害由三个因素综合作用而成的，即受高速水流的冲击碰撞、冷冲击和余氯的毒性。

（1）对浮游生物的影响分析

东北师范大学环科所曾于1987-1990年间研究了青岛电厂冷却水系统对浮游藻类的损伤程度，研究发现，卷载效应引起冷却水团中浮游藻类和浮游动物的机械损伤率分别为12-27%和55%。冷却水排海后，大约经过3天，浮游藻类可恢复原有的数量，而浮游动物的恢复期约1-6天。

据此分析，LNG取水系统产生的卷载效应将对浮游生物产生一定程度的损伤，会使取水团中浮游生物量有所减少，降低海洋初级生产力，但由于浮游生物生殖周期短，繁殖快，其损伤后恢复也较快，因此，卷载效应造成的损伤对海区浮游生物总量和种群结构等影响不大。

(2) 对鱼卵仔鱼的影响分析

根据东北师范大学环科所现场实测结果，进入冷却水系统的梭鱼幼鱼(体长25.40ram)的损伤率为31.6~46.3%，平均为43.88%。国外有关报道认为，卷载效应造成幼鱼致死率与幼鱼的体长有关，两者呈负相关关系。鱼体长在14~40mm范围内，体长每增加1rnln，幼鱼因卷载而造成的死亡率减少约3%。

据有关资料，进入冷却水系统的鱼卵残废率为40.7%，仔鱼的残废率为43.8%。因此，取水过程对进入气化系统的鱼卵、仔鱼的影响是较大的。

由于海洋鱼类具有繁殖能力强、产卵多的特点，且受到海洋自然环境多种因素影响，鱼卵、仔鱼自然死亡率很高。另外，本工程取水量第一阶段为32000m³/h，第二阶段为48000m³/h，相对于整个海域水体而言，取水量不大，则取水过程对整个海域的鱼卵、仔鱼有一定影响，但范围相对较小。

(3) 突然温降、余氯和机械夹带对被卷吸生物的协同效应

遭受协同效应生物主要是浮游植物、浮游动物(含鱼卵、仔稚鱼和微生物等)，大亚湾核电站生态调查通过测定生物ATP和光合作用速率，以及反应综合效应。其结论为：在暗渠环境中与在无加氯状态下，机械和热的效应对浮游动物无明显影响，但使浮游植物的光合作用能力明显降低；而在综合作用下，无论浮游植物或浮游动物，其残余氯效应比机械的和热的效应更显著，尤其对浮游植物危害更大，其危害程度与氯强度成正相关。

本工程取水中的海洋生物将受到危害，这是由于这些生物经氯化消毒引起化学损伤后一部分较大的海洋生物(主要是长度小于12mm的幼鱼)，经旋转滤网过滤承受了撞击效应，经旋转滤网的这部分海洋生物死亡率很高，达92~99%；另一部分较小个体海洋生物(如鱼卵、仔稚鱼和浮游生物)通过滤网经循环泵进入气化器承受了撞击、卷吸、压力突变，突然温降5℃的冷冲击等协同效应，再从暗渠排入海域，这种协同效应的海洋生物其死亡率随种类不同而有所差别：浮游植物死亡相对较少；浮游动物死亡相对较多；鱼卵、仔稚鱼几乎都死亡。

因此，本项目取水过程突然温降、加氯和机械夹带对进入取水系统中的浮游生物、鱼卵仔鱼的影响是严重的，但相对于整个海域水体而言，本项目取水量不大，取水过程对整个海域鱼卵、仔鱼有一定影响，但范围相对较小，对整个海域海洋生态平衡不会造成明显的不良后果。

2、冷排水对海洋生物的影响

(1) 温降对浮游生物的影响

浮游生物不仅是某些鱼、虾、贝类的饵料生物，同时它数量的多寡决定了海域初级生产力大小，从而能影响渔业资源的潜存量。

温降产生影响可参考国外有关温升研究，水温升高大于6-8℃时，在夏季仅引起浮游植物光合作用的活性减弱，这种现象并未破坏藻类细胞，经过几个小时(不超过一昼夜)，浮游植物光合作用就能恢复。对浮游动物而言，水体温升小于3℃时，多数情况下不会对其种群有不利影响。

根据数模预测结果，冬季温降略大于夏季，按在冬季冷排水温差为5°C计，第一阶段、第二阶段相应引起温降大于1°C最大影响距离分别为1.445km、1.572km，包络面积分别为0.454km²、0.630km²；温降大于2°C最大影响距离分别为0.473km、0.903km，包络面积分别为0.091km²、0.256km²。在该范围内，温降会对浮游生物种类、数量、生物多样性造成一定的影响，但与附近相对广阔的海域相比，其影响范围较小，因此，冷海水排放引起温降对附近海域浮游生物、初级生产力影响较小。

(2) 温降对鱼类的影响分析

鱼类在不同发育阶段往往对温度条件有不同要求，繁殖和发育时期要求特别严格，许多海洋动物非到一定水温是不会产卵的。有时候海洋动物能在某一海区生活，但由于不能满足繁殖和发育所要求条件(包括适宜温度及持续时间)，则这些动物在这一海区就不能完成繁殖和发育，因而有所谓生殖区和不育区之别。

一方面，如果水温低于适温范围，将会抑制鱼类新陈代谢和生长发育，如果超过其忍受限度，还将会导致死亡；另一方面，鱼类能感受到环境水温微弱变化，对低于适温范围的低温水体，具有回避反应，这使许多鱼类进行远距离的适温回游，这种回避现象排除了冬季幼鱼和成鱼受到冷威胁的可能性。此外，水温变化会影响鱼类产卵，影响渔期迟早、渔场的变动，影响渔获量。

在夏季，适当温度降低，对鱼类生物是有利的，而在冬季温降，对鱼类生长是不利的。温降大于环境4-5°C区域，渔获物减少较明显。在温降为4-5°C区域，冬季渔获量将变低，而夏季则将有所恢复；在温降为2-3°C区域，冬季将出现低渔获量，但夏、春季出现高渔获量；而温降低于2°C区域影响将不明显。对于大

多数暖水性鱼类来说，温降1℃基本上在其适温范围内，一般不会对鱼类生长造成影响。本工程温降1℃基本上区域几乎没有，因此，冷海水对区域整体渔业资源来说，其影响范围是很小的，是有限的。

(3) 温降对虾类的影响

根据有关研究成果，中国对虾虾仔适应温度为20–32℃。

在夏、秋季节期间，接收站冷排水引起温降对本海域虾类不会有明显不利影响，虾类都能正常生长繁殖；在冬、春季低温季节，温降达3℃以上时，虾类幼体的生长可能会受到抑制，其存活率可能会降低，虾类的成年个体多数会回避低温区，从而影响温降场内的对虾捕获量。

根据数模预测结果，冷排水引起温降1℃影响范围相对于附近广阔海域而言，影响范围是很小的，其对虾类资源影响是局部的；同时，虾类耐冷性也将随着驯化温度不同而不同。因此，随着虾类对驯化温度(冷排水造成温降影响)的不断适应，其耐冷性也将有所下降，冷排水温降对虾类资源的影响也将有所减轻。对于广温性对虾类来说，温降1℃仍在其适温范围内，基本不会对虾类生长造成影响。

(4) 对贝类养殖的影响

根据调查，多数贝类适温范围为15–30℃左右。在适温范围内，温度降低将可能影响贝类生长发育；若遇到温度突然剧变，使贝类一时无法适应亦会导致其滞育或死亡。因此，在夏季高温季节，冷海水排放对贝类影响相对较小，甚至可能会促进贝类生长发育；但在温度较低季节，冷海水排放将对贝类产生较大影响，可能导致贝类滞育或死亡。

(5) 冷排水对海洋生物的影响趋势分析

冷海水排入海域后，在水动力条件作用下，经过扩散稀释散热过程，冷海水水团的温度迅速升高，与此同时，排放口附近一定范围内海洋环境水体水温则有不同程度下降。研究表明，海水温度改变影响海洋生物新陈代谢，影响其呼吸、代谢速率，生长、繁殖等功能。各种海洋生物都有一定正常生长温度范围及最佳温度范围，它们对温度突然变化的忍受能力很有限，而海洋生物对温度耐受幅度比陆地或淡水生物小得多。另外，大多数海洋生物生命最适温度是接近最大耐受

温度界限(温度上限);而安全因素在温度下限这一侧的耐受能力比在上限一侧大,也就是说,低温对生命破坏作用在某些方面不如高温的大。

当环境水体水温下降超过海洋生物生长适宜温度范围时,将可能导致海洋生物生长受到抑制或死亡;如果环境水体水温下降但仍在海洋生物生长适温范围内,则基本不会影响海洋生物生长和繁殖,在某些条件下,还可能促进海洋生物生长和繁殖。环境水温越接近生物种最适水温,温降引起种群丰度改变越小,越接近极限水温,则微小温降也可能造成较大后果。因此,冬季冷效应对水生生物影响将比其它季节来得明显。

此外,一些游泳动物能够感受到环境水温微弱变化,对超出适温范围高温或低温水温,具有明显回避反应,许多游泳动物会进行远距离适温洄游。因此,在本工程长期排放冷排水前提下,排水口附近海域游泳生物因自身回避反应,可能受到冷排水影响会明显降低。此外,考虑生物本身适应性,海洋生物对于排水口附近海域温度变化的承受能力可能会增强。

近十年来本项目周边海域,除2008年最低水温比正常年份约有2°C下降外,最低水温呈逐年缓慢上升的趋势,最低水温上升幅度约0.1°C/年,十年中水温大约上升了1°C。根据冷排水影响模拟预测结果,冬季温降略大于夏季,按冬季冷排水温差为5°C计,第一阶段、第二阶段冷排水温降影响大于1°C最大扩散面积分别为0.454km²、0.630km²;温降影响大于2°C最大扩散面积分别为0.091km²、0.256km²,综合而言对海洋生物的影响不大。

3、余氯对水生生物的影响

(1) 余氯对浮游植物的影响

LNG接收站冷排水中余氯是损害浮游植物的主要因素,而冷排水的冷冲击对浮游植物影响不大。0.2mg/L氯可以直接杀死冷却水中60%~80%藻类。但Glasstone等认为即使20%浮游植物种群被杀死,水域净影响也可以被忽略。Sarvanane等认为在海滨工业海水排水口有效氯浓度控制在0.2~0.5mg/L时,将取水口、冷却管内、排水口3份水样进行室内培养,硅藻初始浓度分别为413、352、381ind/mL,达到同一细胞密度($617 \times 10^4 \sim 813 \times 10^4$ ind/mL)分别需要3、6、8d,说明浮游植物具有较强恢复潜能,余氯对浮游植物损伤能得到较快恢复。此外,不同水质条件下,氯对浮游植物影响程度不一。当海水中总颗粒物和溶解有

机碳占比例较高时，则同样浓度氯对浮游植物影响较小，因为大量氯主要被前者所消耗。

(2) 余氯对浮游动物的影响

浮游动物虽是水生生态系统重要组成部分，但目前对浮游动物受氯影响研究报道较少。

从表 4.2-1 可见，浮游动物对氯较敏感，较低浓度氯即可对浮游动物产生明显影响；浮游动物受氯连续暴露影响浓度低于间歇暴露浓度。

表 4.2-1 余氯对浮游动物的影响

物种	温度(℃)	盐度	判定指标	影响浓度(mg/L)
<i>Mysidopsis bahia</i>	25±1	20	96hLC ₅₀	0.062
	25±1	20	96hILC ₅₀	0.210
	25±1	20	96hILC ₅₀	0.073
	25±1	20	LC ₅₀	0.267
<i>Neomysis</i> spp	15	28	LC ₅₀	0.162

(3) 余氯对贝类的影响

余氯可造成贝类滤食率、足活动频率、外壳开闭频率、耗氧量、足丝分泌量、排粪量等亚致死参数降低，从而使贝类失去附着能力。当余氯浓度低于 1mg/L 时，贝类仍可以打开外壳进行摄食，但摄食速率降低。Masi Lamoni 等认为余氯对贝类致毒机理可能为：

- ①氯直接对贝类鳃上皮细胞造成伤害；
- ②由氯造成氧化作用破坏贝类呼吸膜，导致其体内缺氧、窒息而死；
- ③氯直接参加贝类酶系统氧化作用。

(4) 余氯对鱼类的影响

余氯对鱼鳃有损伤作用，使鱼鳃组织发生病变，如组织增生、上皮组织脱离、鳃中积累大量粘液、生成动脉瘤等，从而影响并阻碍鱼鳃与水中溶解氧的交换。余氯也可能会通过鱼鳃组织渗入血液中，把血液中能携带氧的还原性血红蛋白氧化成不能携带氧的正铁血红蛋白，还可能抑制正铁血红蛋白还原性酶活性，从而导致血液运载氧能力下降。

有些鱼类可以通过自身调节，对氯产生一定抗性，提高自身对氯忍耐力。如 Lotts 等认为 0.04~0.08mg/L 余氯可以引发鲤科鱼对氯的适应能力，但这一适应过程中鱼类生理和生化方面变化并不清楚。

(5) 余氯在海水中形态及其衰减

余氯有较强氧化性，它不仅可以杀死细菌，同样对生物有机体产生危害，因此对邻近海域生态环境将造成一定影响。水体中余氯以游离态余氯(FRC)和化合态余氯(CRC)两种形式存在，其中游离态余氯对水生生物毒性较强，大约为化合态余氯6倍。海水中游离态余氯不稳定，余氯与海水中氨或有机胺化合生成氯胺。研究表明，其在海水中半衰期约为1小时。

余氯在海水中的衰减曲线见图4.2-1。

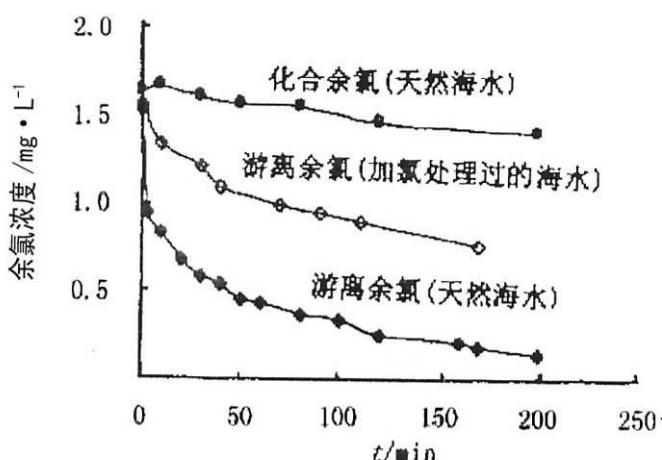


图4.2-1 余氯在海水中的衰减曲线

(6) 余氯对生态影响试验结果

根据有关研究成果，余氯对水生生物毒性机制主要是破坏动物从水中吸取溶解氧的能力，对鱼类鳃器官有明显损伤作用，对虾类损伤相对稍小，对贝类受精卵发育有抑制作用。余氯对水生生物毒性影响与余氯形态、浓度、胁迫时间以及水生生物对其敏感性等因素有关。

一般而言，水中存在余氯浓度越高对水生生物毒性越大，生物个体越小，对余氯敏感性越大。实验表明：鱼类对余氯安全耐受极限为0.3mg/L，余氯对鱼虾幼体毒性和致死浓度见表4.2-2和表4.2-3。

此外0.5mg/L余氯即可造成甲壳类50%死亡，0.05mg/L余氯即可对贝类受精卵发育产生明显抑制作用。余氯对大多数夹带生物产生有害影响，对浮游植物影响比较明显，0.1~0.7mg/L余氯可使其生产力下降50~90%。余氯为0.25~0.75mg/L时，可造成50%浮游动物死亡。

表 4.2-2 余氯对鱼虾幼体的毒性

平鲷仔鱼			黑鲷仔鱼			斑节对虾	
余氯浓度 (mg/L)	耗氧率 (mg/(h·g))	存活率 (%)	余氯浓度 (mg/L)	耗氧率 (mg/(h·g))	存活率 (%)	余氯浓度 (mg/L)	存活率 (%)
0.00	1.063	100	0	0.964	100	0	100
0.30	0.936	90	0.45	0.953	70	4.87	80
0.50	0.867	60	0.60	0.811	60	5.73	40
0.88	0.727	20	0.75	0.626	40	6.44	20

表 4.2-3 余氯对鱼虾幼体的致死浓度

生物种类	余氯形态	48hLC ₅₀ 浓度(mg/L)	48hLC ₁ 浓度(mg/L)
平鲷仔鱼	FRC	0.19	0.07
	CRC	0.56	0.21
黑鲷仔鱼	FRC	0.18	0.06
	CRC	0.60	0.24
斑节对虾	FRC	1.72	0.69
	CRC	5.60	4.13

(7) 余氯的类比调查

根据张穗等对大亚湾核电站排放口邻近海域中余氯调查研究。该调查在一年四季各采样一次，在排水渠中按 50m 间隔设置了 3 个监测点，监测余氯浓度分别为 0.20、0.17、0.13mg/L，排水初始点余氯浓度为 0.2mg/L，在经过 100m 距离后余氯浓度为 0.13mg/L，说明余氯衰减速率很快；海域中余氯高值区出现排水口附近，含量为 0.03~0.04mg/L；在接近排水口区域余氯浓度稍高，一般为 0.02~0.03mg/L；离岸测站含量都较低，通常为≤0.01mg/L；大亚湾核电站邻近海域水体中余氯含量较低，一年四季平均水平仅为 0.01~0.02mg/L，季节分布均匀，冬季相对较高，夏季较低，但无明显差异，余氯在水体中垂直分布较一致，表、底层水体中余氯含量无明显差异。海水中余氯形态为化合态。

(8) 本项目冷排水中余氯的影响分析

根据前述大量资料表明：余氯对海洋生物有一定毒害作用，其影响程度大小取决于多种因素，其中主要是余氯含量高低、生物种类本身对余氯敏感性或者说它抵抗余氯毒害作用能力、接触时间长短和海水温度，此外还有多种环境因素，如生物饵料供应，pH 值等也都起着重要作用；另外，鱼类对余氯有明显回避反应。研究表明，余氯对海洋生物安全阈值为 0.02mg/L。

根据模型预测，正常情况下本工程余氯浓度大于 0.02mg/L 范围几乎没有；而在非正常情况下，余氯浓度不小于 0.02mg/L 范围约 200hm²。余氯影响区域主要集中在排水口附近海域，对于这一海域，某些敏感鱼类会产生回避反应进行回避，对于其他鱼类和海洋生物而言，本项目余氯排放可能会对其生长、发育、繁殖产生一定不利影响，一些对余氯敏感生物将可能死亡或停止生长发育，生物数量将会有一定减少，生物种类数也将由于敏感种消失和趋避而减少，但对于海域整体而言，其影响范围是有限的，从类比调查结果来看，不会对海域整体生态产生明显影响。

4、维护性疏浚对海洋生物影响

项目竣工后，港池、回旋水域、支航道还需维持一定频率清淤，使该水域底质长期处于扰动过程，底栖生物损失是持续性的。维护疏浚期间产生 SS 对浮游生物、鱼卵仔鱼和幼体存在暂时影响。

5、冷排水和余氯对渔业资源和生产的影响

本工程对渔业资源和生产影响与其对海域生态影响是密不可分的，对海洋生态影响必将影响到渔业资源和渔业生产。

根据前面有关章节分析，本工程对海域生态影响是局部和不明显的，对渔业资源和生产来说，余氯和温降是主要影响因子。

余氯虽然会对局部海域产生一定影响，但是本工程余氯影响范围很小，再加上鱼类自身回避反应，工程海域也不是鱼类必经洄游通道，因此可以认为工程不会对渔业资源产生明显影响。

温降对渔业资源影响主要是造成鱼类组成变化，从目前渔业资源调查结果分析，绝大多数为广温性鱼类，也有一定暖温和冷水性鱼类，总体上对温度变化影响适应性比较好，另外本项目造成温降程度和影响范围也尚不足以造成海域整体渔业资源种类这种变化，因此本项目冷排水造成局部温降对海域整体渔业资源基本不会产生明显影响。

对于渔业生产而言，根据调查，本项目冷排水排放海域并非传统意义上渔业捕捞场所，也不是渔业养殖区，海域主导功能为港口和航道，目前 1 号港池内养殖是暂时性养殖，因此不会对渔业生产产生显著影响。

6、运营期其他水生生物的影响

由于本工程进一步开发，过往船舶密度将增加，相应增加了事故概率和环境风险，可能发生较大规模环境污染事故。船舶事故引发突发性溢油事故是对生态环境潜在威胁。溢油事故会引起局部区域油浓度急剧上升，如不能及时处理，将对区域生态产生严重危害——损害浮游生物、底栖生物群落结构，危害鱼卵孵化等，并影响到水产生物使用价值，但是本项目为LNG码头，溢油风险相对较低，本工程附近区域目前还未发生船舶溢油事故。尽管如此，对于突发性事故仍应以防为主，防患于未然；并建立事故报警、应急处理程序，专人负责指挥、调度，提高工作人员的安全意识及防范、应急处理技能，将事故发生几率降到最低。

此外，本项目在运营期排污超标可能对海洋生态造成破坏。在严格控制生活污水、含油污水接收、处理和排放，达标排放前提下，本项目污水排放COD和石油含量指标增量很小，对海水水质无明显影响，但是若污水（特别是含油污水）处理设施发生故障，造成污水超标排放将会对海洋生物产生一定的影响。建议运营期加强污水处理设施的维护保养，避免超标排放的发生。

4.3 项目用海资源影响分析

4.3.1 渔业资源的损耗分析

1、评估方法

工程对海洋生物资源损害评估主要依据为《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007)。

(1) 占用渔业水域的海洋生物资源量损害评估

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

$$W_i = D_i \times S_i$$

式中：

W_i -- 第*i*种生物资源受损量，单位为尾、个、kg；

D_i -- 评估区域内第*i*种类生物资源密度，单位为尾(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、km³。

(2) 污染物扩散范围内的海洋生物资源损害评估

一次性损害：污染物浓度增量区域存在时间少于 15d（不含 15d）。

持续性损害：污染物浓度增量区域存在时间超过 15d（含 15d）。

① 一次性平均受损量评估，计算公式：

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

式中：

W_i — 第 i 种类生物资源一次性平均损失量，单位为尾、个、kg；

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

S_j — 某一污染物第 j 类浓度增量区面积，单位为 km²；

K_{ij} — 某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源损失率（%），生物资源损失率取值参见表 4.3-1。

N — 某一污染物浓度增量分区总数。

表 4.3-1 污染物对各类生物损失率

污染物 i 的超标倍数(Bi)	各类生物损失率(%)			
	鱼卵和仔稚鱼	成体	浮游动物	浮游植物
Bi≤1 倍	5	<1	5	5
1<Bi≤4 倍	5~30	1~10	10~30	10~30
4<Bi≤9 倍	30~50	10~20	30~50	30~50
Bi≥9 倍	≥50	≥20	≥50	≥50

② 持续性损害受损量评估，计算公式：

$$M_i = W_i \times T_i$$

式中：

M_i — 第 i 种生物资源累计损害量，单位为尾、个、kg；

W_i — 第 i 种生物资源一次平均损害量，单位为尾、个、kg；

T — 污染物浓度增量影响的持续周期数（以年实际影响天数除以 15），单位为个。

(3) 取、排水卷载效应的生物资源损害评估

排水卷载效应对鱼卵、仔稚鱼和幼鱼的损害评估按下列公式计算：

$$W_i = D_i \times Q \times P_i$$

式中： W_i — 第 i 种类生物资源年损失量，单位为尾（尾）；

D_i ——评估区域第 i 种类生物资源平均分布密度, 单位为尾每立方米(尾/ m^3);

Q ——电厂年取水总量, 单位立方米 (m^3) ;

P_i ——第 i 种类生物资源全年出现的天数占全年的比率, 单位为百分比(%).

(4) 生物资源损害赔偿和补偿

① 鱼卵、仔稚鱼经济价值, 计算公式:

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

式中:

M ——鱼卵和仔稚鱼经济损失金额, 单位: 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: %;

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: 元/尾。

② 潮间带生物、底栖生物的经济价值, 计算公式:

$$M = W \times E$$

式中:

M ——经济损失额, 单位: 元;

W ——生物资源损失量, 单位: kg;

E ——生物资源的价格, 按主要经济种类当地当年的市场平均价或按海洋捕捞产值与产量均值的比值计算, 单位: 元/kg。

(5) 生物资源损害赔偿和补偿年限的确定

① 各类工程施工对水域生态系统造成不可逆影响的, 其生物资源损害的补偿年限均按不低于 20 年计算。

② 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 20 年以上的, 按不低于 20 年补偿。

③ 一次性生物资源的损害补偿为一次性损害额的 3 倍;

④持续性生物资源损害的补偿分3种情形，实际影响年限低于3年的，按3年补偿；实际影响年限为3—20年的，按实际影响年限补偿；影响持续时间20年以上的，补偿计算时间不应低于20年。

本工程建设对海洋生态环境造成一定程度的影响，施工期影响主要体现在占海、港池航道疏浚挖掘造成生物损失，运营期影响主要体现在工程取水和冷排水、余氯的排放造成生物损失。

1、施工期渔业资源损失估算

（1）导流（潜）堤、透水管桩建设对渔业资源的损失分析

①导流（潜）堤、取水口和透水管桩建设对底栖生物的损失分析

工程进行导流（潜）堤、取水口和透水管桩建设，其占用海域主要为底栖生物栖息区域。根据前述调查资料，调查区域底栖生物平均生物量 $131.91\text{g}/\text{m}^2$ 。本项目导流（潜）堤占用海域面积 0.864hm^2 ，取水管占用海域面积 0.936hm^2 ，管桩占用海域面积为 0.0675hm^2 （管桩571根，其中直径 1.2m 423根，直径 1.3m 148根），工程占用海域面积共 1.8675hm^2 ，底栖生物损失生物量 2.463t 。根据广西农业农村厅统计数据，2020年广西海洋渔业总产值与总产量比约为 1.72万元/t ，因此本项目导流（潜）堤、取水口和透水管桩建设造成的生物资源损失为 4.237万元 。

由于本项目导流（潜）堤、取水口和透水管桩用海属于永久占用海域，对该区域水生生物系统造成不可逆影响，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），生物资源补偿年限以20年计，则底栖生物资源经济损失为 84.74万元 。

②导流（潜）堤、取水管和透水管桩建设对鱼卵和仔鱼的损失分析

工程导流（潜）堤、取水管和透水管桩占用海域会造成相应鱼卵、仔鱼全部死亡。按照其占海面积 1.8675hm^2 ，工程区平均水深 4.5m ，根据前述鱼卵、仔鱼调查资料，该海区鱼卵平均密度为 $2.5\text{ind}/\text{m}^3$ ，仔鱼平均密度为 $1.1\text{ind}/\text{m}^3$ 计算，则项目导流（潜）堤、取水管和透水管桩建设造成鱼卵损失量210094粒，造成仔鱼损失量92441尾。

鱼卵生长到商品鱼苗，按1%成活率计算，换算成鱼苗，为2101尾。仔鱼生长到商品鱼苗，按5%成活率计算，换算成鱼苗，为4622尾。鱼苗价格以1.5元

/尾计算，则施工期由于导流（潜）堤、取水管和透水管桩建设造成鱼卵、仔鱼折算为鱼苗的经济损失分别为 0.315 万元、0.693 万元。按补偿年限 20 年计算，则导流（潜）堤、取水管和透水管桩建设对鱼卵、仔鱼损害赔偿分别为 6.30 万元、13.87 万元。由于部分生物会从填埋处逃生，所以上述计算结果比实际情况偏大。

（2）开挖疏浚造成底栖生物的损失分析

①开挖疏浚对底栖生物的损失分析

本项目取水口需疏浚，但已计算永久占用造成生物损失，不再重复计算疏浚造成生物损失。项目港池、回旋水域和航道疏浚开挖面积为 90.8079hm²，直接导致海洋生物资源栖息地丧失，主要是对该区域底栖生物造成损失，对底栖生物生存环境不造成持久影响，随着开挖疏浚施工结束而结束。根据以上计算公式及底栖生物资源调查结果，工程区域底栖生物密度平均为 152ind/m²，生物量平均为 131.91g/m²，则项目疏浚直接造成底栖生物损失量约 119.78t，根据 2020 年广西海洋渔业总产值与总产量的比约为 1.72 万元/t，因此开挖疏浚对底栖生物资源造成损失经济价值约 206.03 万元/年。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），一次性生物资源损害补偿为一次性损害额的三倍，则补偿金额约 618.09 万元。

②开挖疏浚造成的鱼卵和仔鱼的损失分析

项目港池、回旋水域和航道疏浚开挖会造成相应海区鱼卵、仔鱼全部死亡。按疏浚开挖面积 90.8079hm²，工程区平均水深 8.5m，根据前述鱼卵、仔鱼调查资料，该海区鱼卵平均密度为 2.5ind/m³，仔鱼的平均密度为 1.1ind/m³计算，则项目疏浚开挖造成鱼卵损失量为 19296679 粒，仔鱼损失量为 8490539 尾。

鱼卵生长到商品鱼苗，按 1% 成活率计算，换算成鱼苗，为 192967 尾。仔鱼生长到商品鱼苗，按 5% 成活率计算，换算成鱼苗，为 424527 尾。鱼苗价格以 1.5 元/尾计算，则施工期由于港池、回旋水域和航道疏浚开挖造成鱼卵、仔鱼折算为鱼苗经济损失分别为 28.95 万元、63.68 万元。按补偿年限 3 年计算，则港池、回旋水域和航道的疏浚开挖对鱼卵、仔鱼的损害赔偿分别为 86.84 万元、191.04 万元。由于部分生物会从填埋处逃生，所以上述计算结果比实际情况偏大。

（3）悬浮泥沙扩散造成的生物造成的损失量

①悬浮泥沙对底栖生物造成的损失量

本项目施工期各种作业叠加悬浮物典型浓度增量最大包络面积及扩散距离统计见表 4.1-7。

根据调查资料，工程区域附近底栖生物密度平均为 $152 \text{ ind}/\text{m}^2$ ，生物量平均为 $131.91 \text{ g}/\text{m}^2$ 。由于部分生物可在悬沙沉降前逃逸，损失率分别取 1%、6%、15%、20%，则本项目施工时悬浮物浓度增量范围 $10 \sim 20 \text{ mg/L}$ 、 $20 \sim 50 \text{ mg/L}$ 、 $50 \sim 100 \text{ mg/L}$ 、大于 100 mg/L 时造成底栖生物一次性平均损失量为：

施工时悬浮泥沙扩散对底栖生物造成平均损失量为 65.59 t 。根据 2020 年广西海洋渔业总产值和总产量的比值为 1.72 万元/吨计算，则施工期间由于悬浮泥沙造成的底栖生物经济损失约为 112.81 万元。

由于部分底栖生物可在悬沙沉降前逃逸，所以上述计算结果比实际情况偏大。

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)，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，则施工期悬浮泥沙造成的底栖生物损害的补偿金额为 338.43 万元。

②悬沙扩散对游泳生物造成的损失量

根据调查资料，工程区域附近游泳生物密度平均为 $9.8 \times 10^4 \text{ ind}/\text{km}^2$ ，生物量平均为 $5.36 \times 10^2 \text{ kg}/\text{km}^2$ 。由于部分生物可在悬沙沉降前逃逸，损失率分别取 1%、6%、15%、20%，则本项目施工时悬浮物浓度增量范围 $10 \sim 20 \text{ mg/L}$ 、 $20 \sim 50 \text{ mg/L}$ 、 $50 \sim 100 \text{ mg/L}$ 、大于 100 mg/L 时造成游泳生物平均损失量为：

施工时悬浮泥沙扩散对游泳生物造成平均损失量为 0.33 t ，根据 2020 年广西海洋渔业总产值和总产量的比值为 1.72 万元/吨计算，则施工期间由于悬浮泥沙造成的底栖生物经济损失约为 0.57 万元。

由于部分游泳生物可在悬沙沉降前逃逸，所以上述计算结果比实际情况偏大。

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)，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，则施工期悬浮泥沙造成的游泳生物损害的补偿金额为 1.70 万元。

③悬沙扩散对鱼卵造成的损失量

根据前述鱼卵调查结果，项目区附近鱼卵平均密度为 2.5 个/ m^3 。项目按悬浮物扩散范围内海域影响水深平均 8.5 m ，悬浮物扩散浓度增量大于 10 mg/L ，鱼

卵生长到商品鱼苗按 1% 成活率计算，并依据表 4.3-1 和表 4.3-2，鱼卵损失率分别取 5%、18%、40%、50%，则本项目施工时悬浮物浓度增量范围 10~20mg/L、20~50mg/L、50~100mg/L、大于 100mg/L 时造成鱼卵资源平均损失量为：

本项目疏浚施工造成鱼卵资源平均损失量 391376 尾，鱼苗价格以 1.5 元/尾计算，造成损失经济价值约 58.71 万元，所需经济补偿（按 3 年计）费用约 176.12 万元。

④悬沙扩散对仔稚鱼造成的损失量

根据本报告渔业资源调查结果，项目区附近平均仔稚鱼密度为 1.1 尾/ m^3 。本项目按悬浮物扩散范围内的海域影响水深平均 8.5m，悬浮物扩散浓度增量大于 10mg/L，仔稚鱼生长到商品鱼苗按 5% 成活率计算，并依据表 4.3-1 和表 4.3-2，仔稚鱼损失率分别取 5%、18%、40%、50%，则本项目施工时悬沙扩散所造成的仔稚鱼资源一次性平均损失量为：

施工悬浮泥沙造成仔稚鱼资源平均损失量 861027 尾，鱼苗价格以 1.5 元/尾计算，造成的损失经济价值约 129.15 万元，所需经济补偿（按 3 年计）费用约 387.46 万元。

（4）施工期生态损失估算结果汇总

综上所述，本工程施工期建设所需经济补偿费用共 1904.59 万元。

4.3.2 项目建设对其他资源的损耗分析

1、工程建设对滩涂湿地的影响分析

本项目不填海，占海建设内容主要为导流潜堤、透水管桩和取水管，共占用 1.8675hm² 浅海资源，占用这部分资源不可恢复。此外，港池航道疏浚开挖也破坏底栖生物栖息环境，但随着工程结束，底栖生物栖息环境会慢慢恢复。

2、工程建设对岸线损耗的影响分析

根据《北海港总体规划》，本工程位于广西北海市铁山港西港区啄罗作业区，利用广西铁山西港区规划预留 LNG 第二泊位和紧邻广西液化天然气（LNG）项目一期用地后方已填海陆域实施项目建设，具体位于 1 号突堤东部布置 2 个 15 万吨级液化天然气泊位中的南侧泊位，为 7# 泊位，使用码头岸线长度 378m，其中导流潜堤使用码头岸线 59m，接岸引桥使用码头岸线 35m，排水口使用码头岸线 190m，取水口使用码头岸线 94m，符合北海港总体规划和岸线使用规划的要求。

3、工程建设对其他资源损耗的影响分析

项目工程区范围及附近没有红树林分布，项目建设不会对红树林资源形成损耗。

4.4 项目用海风险分析

4.4.1 用海风险识别

项目用海风险是指由于人为或自然因素引起的、对海域资源环境或海域使用项目造成一定损害、破坏乃至毁灭性事件的发生概率及其损害的程度。根据风险的概念，可以将项目用海风险的概念定义为项目用海可能发生的事故的频率 P 与事故可能造成海洋资源、海洋环境及项目本身造成后果 C 的乘积，即

$$R \text{ (危害/单位时间)} = P \text{ (事故/单位时间)} \times C \text{ (危害/事故)}.$$

项目用海风险一般来自两个方面，一方面是用海项目自身引起的突发或缓发事件，如船舶溢油、化学物品泄漏等事故对海域资源、环境造成危害；另一方面是由于海洋灾害（如风暴潮、赤潮、海冰等）对海域使用项目造成危害。

1、突发事故风险识别

(1) 物料危险性识别

天然气经过低温液化后即得到液化天然气 LNG，LNG 储存温度为 -162℃，是一种液态的无色流体，主要由甲烷组成，可能含有少量乙烷、丙烷、氮等其他组分。LNG 火灾危险性类别为甲类，性质为：沸点（℃）：-161.5，熔点（℃）：-182.5，闪点（℃）：-188，引燃温度（℃）：538。

相对密度（空气=1）：在 1 个标准大气压，温度 -160℃（沸点）状况下，LNG 能够挥发成比重为 1.7 蒸气，而在环境温度下天然气是比空气轻，相对空气比重只有 0.55，爆炸极限（v%）：5~15.8，饱和蒸气压（KPa）：53.32 (-168.8℃)。

LNG 潜在危险主要来源于易燃易爆气化膨胀体积大、其温度极低三个重要性质。

①燃易爆

在大气环境下，5~15% 天然气和空气混合物遇到点火源，非常容易发生火灾爆炸。LNG 火灾燃烧传播速度较快，质量燃烧速率大；火焰温度高、辐射热强，易形成大面积火灾，具有复燃、复爆性，难于扑灭。

②膨胀

极少量 LNG 液体可以转变为很大体积气体，通常条件下 1 个体积液体将产生 600 个体积气体。天然气体积随着温度升高而膨胀，如果储存容器遭受暴晒或靠近高温热源，容器内介质受热膨胀造成容器内压增大而膨胀。这种热胀冷缩作用往往损坏储存容器，造成介质泄漏。由于具有压缩性，高压天然气管道天然气储存了大量压缩能，对于输气管道，当出现裂纹时，其减压波传递速度将较慢，当管材韧性较差时，其裂孔可能存在进一步撕裂扩散，造成严重的天然气泄漏事故。

③极低温

LNG 接触到皮肤，会产生严重低温冻伤。人体未受保护部分不允许接触装有 LNG 而未经隔离的管道和容器，这种极冷金属会粘住皮肉而且拉开时会将其撕裂。人没有充分保护措施，长时间在低温条件下，能产生低温麻醉，直至死亡。此外，LNG 及天然气主要成分为烃类混合物，属低毒性物质，长期接触可导致神经衰弱综合症。甲烷属“单纯窒息性”气体，高浓度时因缺氧窒息而引起中毒，空气中甲烷浓度达到 25%~30% 时就会出现头晕、呼吸加速、运动失调等症状。

（2）工艺过程风险识别

本工程生产过程即液体天然气（LNG）运输和接卸过程，LNG 船舶到港后，通过专用输送管道直接将液体天然气输送至接收站储罐。LNG 是在密封管线之间输送，正常作业情况下不会发生泄露。

项目工艺过程风险识别如下：

①船运输过程

LNG 船舶在进出港过程中，由于搁浅或与其他船舶发生碰撞等事故，导致货舱破损，导致大量 LNG 溢出、扩散，甚至引发火灾爆炸事故。由于船舶运输液化天然气贮存量比较大，如发生大量泄漏、跑料，极易引发重大火灾、爆炸事故，造成巨大损失。

LNG 船舶动力来源为液化天然气，其安全性非常高，本身不存在溢油风险，但与其他船舶发生碰撞等事故中可能导致其他船舶船载燃油泄漏入海，从而引发溢油事故。

②接卸作业及贮存过程

船舶在靠泊或离岸过程中，如操作不当与码头本体发生碰撞，可能发生船舶开裂、码头损坏；正在作业时遇有大风浪没有及时采取相应措施或操作不当，导致装卸臂断裂引发跑料事故，大量易燃物料 LNG 外泄；船甲板管线相连阀门、法兰等，若由于垫片质量差、垫片材质选错、漏装垫片或安装质量差，以及使用过程中腐蚀穿孔、焊接不良或腐蚀而产生裂纹等，都可能引起泄漏。泄漏物料极易造成火灾、爆炸事故。

综上分析，本项目营运过程中潜在风险类型主要为泄漏污染事故（泄漏物料为 LNG 和船载燃油）和火灾爆炸事故。

2、自然灾害风险识别

项目所在地区自然条件方面危险、有害因素主要包括风浪、雷电、暴雨、浓雾、地震等，其中风浪、雷击、地震等是自然灾害中风险程度较大的自然灾害。自然灾害对建设项目影响是多方面的，不采取或采取抗震、防雷、防台风、防风浪等防自然条件灾害的措施不可靠，就不能消除或减弱自然条件对建设项目的不良影响，不可避免地要对建设项目造成危害。主要危害为：破坏接收站护岸、水工构筑物等基础设施和装卸设备，造成 LNG 的泄露，甚至引发火灾爆炸等次生灾害。

4.4.2 LNG 泄漏风险分析

1、LNG 船舶事故概率分析

LNG 船舶的动力来源和运输对象均为液化天然气，因此船舶本身没有其它类船只的溢油风险。作为特殊性的危险品船舶，LNG 船在进出航道及在码头停靠、卸船期间，一旦发生船舶风险事故，也可能造成 LNG 较大规模地泄漏，以下针对有关统计资料进行船舶事故的概率进行分析。

（1）LNG 船型

1965—1970 年，世界船舶业确立了 4 种 LNG 船型，即棱型（或称为 IHISPB）、球型（或称为 KvaernerMoss）、GTTMARKIII 型和 GTTN096 型，前两者统称为自撑独立储罐型，后两者统称为薄膜型。目前 LNG 船型主要以球型和薄膜型为主。

根据有关资料统计，现有 LNG 船舶以 MOSS 型为主，订造 LNG 船舶则以薄膜型为主。发生这种变化主要原因：一是薄膜型船舶建造技术日趋完善和成熟，其安全可靠性和营运操作性与 MOSS 型船已无明显差别；二是薄膜型船舶价格

相对较低；三是船舶大型化使薄膜型船更容易实现增大船舶主尺度和船舶操纵灵活性。

LNG 船型选择应综合考虑船舶建造质量和交船期保证、船舶安全可靠性、经济性以及国内船厂对船舶建造技术的适应性等因素。

（2）LNG 船舶特点

船舶结构和船舶管理特点，主要取决于所载货物特性。LNG 船舶所运载货物具有温度低、比重小、蒸发气与空气混合极易燃烧等特性。

为了适合货物特性，LNG 船舶在设计、建造、操作及设备管理上有别于其它常规船舶。

①采用耐低温材料

按照 IGC 规则（国际散装运输液化气体船舶构造和设备规则）规定，用于建造 LNG 货舱的材料至少能承受 -165°C 的超低温。

②采用货舱次屏蔽

根据 IGC 规则要求，MOSS 型 LNG 货舱为部分次屏蔽；薄膜型 LNG 货舱为完整次屏蔽，次屏蔽必须能够容纳主屏蔽 15 天以上渗漏（15 天时间的确定是因为 LNG 船舶从 LNG 装港到卸港最多航行时间不会超过 15 天）。

③设置双层船壳

所有 LNG 船舶设置双层船壳主要是为了防止和降低船舶在发生碰撞和搁浅等事故时对 LNG 船舶货舱造成的损坏。

鉴于 LNG 船舶以上特点，LNG 船舶是所有装载液体物质船舶中安全性能最好的船舶之一。

（3）LNG 船队历史及其安全记录

从 1965 年正式开展 LNG 商业化海运以来，LNG 船队发展共经历了四个阶段：

第一阶段：1965—1974 年萌芽成长期，10 年共投产中小型 LNG 船 14 艘，运力达到 $81.22 \times 10^4 \text{m}^3$ ，占 2001 年世界 LNG 总运力的 5.7%，平均每艘船运力为 $5.8 \times 10^4 \text{m}^3$ 。

第二阶段：1975—1985 年大发展时期，1975 年共有 6 艘 LNG 投产，总运力 $42.23 \times 10^4 \text{m}^3$ ，其中运力为 $12.5 \times 10^4 \text{m}^3$ 的 HIBI 号开创了大型 LNG 船新时代。在

这 11 年中共增加 LNG 船 56 艘，总运力为 $563.7 \times 10^4 \text{m}^3$ ，占 2001 年整个世界 LNG 船队运力的 39.7%，平均每艘船的运力达到 $10.1 \times 10^4 \text{m}^3$ 。

第三阶段：1986—1988 年停滞期，经历七、八十年代石油危机之后，由于世界上节能技术和中东以外油田开来的双重效果，世界石油市场处于供给大于需求的局面，受原油价格大幅下跌影响，世界天然气开采和销售出现停滞，在这三年没有新的 LNG 船投产运行。

第四阶段：1989 年以来第二次大发展。除 1992 年无新船交付投入使用外，其他十二年一共新增 LNG 船 66 艘，运力达到 $775.3 \times 10^4 \text{m}^3$ ，占 2001 年世界 LNG 船队总运力的 54.6%，平均每艘船的运力为 $11.7 \times 10^4 \text{m}^3$ 。

（4）LNG 泄漏事故概率分析

虽然天然气是易燃易爆物质，但液化天然气（LNG）运输时处于常压、低温液体状态，加之 LNG 船舶具有双层船壳安全性极高特点，船舶管理、操作和维修保养均严格执行了科学的规章制度，因此，LNG 船舶投入海上运输 40 余年来没有发生重大事故。目前，世界上拥有 154 艘 LNG 船舶，均具有良好的安全航行记录。1965 年制造第一艘 LNG 船 CINDERELLA 号使用至今仍安然无恙。

综上分析，本项目 LNG 船舶事故概率极小。

2、罐区 LNG 泄漏入海概率分析

罐区 LNG 泄漏风险主要来源于两方面：人为因素和自然灾害。

（1）贮存过程中由于设备故障或损坏，操作失误或违规操作等人为因素造成 LNG 泄漏可能性较大，但泄漏量一般较小。通过加强管理，规范操作，可有效减小此种事故概率。

（2）破坏性较大风暴潮灾害可能导致接收站部分岸段受毁，海堤被波浪冲坏，造成从而罐区 LNG 泄漏入海。本项目护岸是在充分考虑现有风暴潮灾害特点基础上提出的，因此能够经受住风暴潮增减水考验的，此种事故概率相对较小。为防患于未然，最大程度地减少风暴潮对工程危害，应做好台风过境时预警及防范工作。

4.4.3 火灾爆炸风险分析

1、火灾爆炸事故因素分析

LNG 接卸作业或贮存过程中，存在因设备故障或损坏，操作失误或违规操作等人为因素造成 LNG 泄漏事故可能性。天然气为甲类火灾危险物质，闪点低、挥发性强，在空气中只要很小的点燃能量即可引燃，因此 LNG 泄漏进而导致火灾爆炸事故的可能性是存在的。

本项目 LNG 贮存及装卸作业可能形成火灾、爆炸事故类型主要有：

- (1) 物料泄漏到地面或水面上形成液池后，被点燃产生池火；
- (2) 误操作或人为破坏而使管道及输送设备内等带压物料泄漏，被点燃产生喷射火；
- (3) 物料泄漏后挥发、扩散，与空气混合形成可燃性气体，遇到点火源引发闪火；
- (4) 受限空间内可燃蒸气被点燃产生气体爆炸；
- (5) 管道保冷隔热效果不好或损坏，由于接触高温热源、外部火灾烘烤或夏季暴晒等原因导致物料受热膨胀，由于没有泄压措施或失效而突然破裂时发生火灾、爆炸事故；
- (6) 输送物料有流动易带电特点，输送过程中如流速过快，没有连接接地装置或未连接好，使静电积聚而产生放电火花，静电放电火花能量大于放电间隙中爆炸范围内可燃气体最小点燃能量时，引起爆炸、火灾事故；
- (7) 辅助生产场所电缆、变压器等可能发生火灾爆炸。

陆上储罐发生火灾爆炸后，除对接收站直接危害外，对海洋影响风险较小。由于储罐周围都设置有围堰，泄漏物和消防水通过收集后汇入事故池，一般不会进入海洋水体，因此不会对海洋水质产生影响。

LNG 泄漏到海面后，水面会产生强烈扰动甚至形成冰。根据有关研究，LNG 泄漏到水面后蒸发率为一般在 $0.146\sim0.195\text{kg}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ ，最大 $0.303\text{kg}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 。泄漏天然气形成蒸气云，遇火种会产生爆炸或引起燃烧和快速蔓延火灾。

2、火灾爆炸影响后果评估

采用 DNV 公司 PHAST 模型分别模拟在各种假定条件下火灾爆炸事故后果。模拟事故情景为：LNG 码头装卸臂发生破裂造成泄漏，泄漏孔径为 80mm，泄漏点位于地面以上 1m 处，泄漏方向为水平，与风向一致，压力 0.6MPa，泄漏时间为 10min。

根据 LNG 泄漏事故模型，最可能泄漏事故后果场景可以分为泄漏、喷射火、形成液池、形成池火、蒸气云扩散、遇点火源爆炸等几个部分。

模拟结果如图 4.4-1~图 4.4-6 所示。表 4.4-1 为不同热辐射值对人体伤害及设备破坏情况，表 4.4-2、表 4.4-3 分别为蒸气云爆炸波超压对人的伤害程度和对建筑物的破坏作用。

表 4.4-1 火灾热辐射对人/建筑物的损害

入射通量 kW/m ²	伤害情况	
	对人体伤害	对设备伤害
37.5	1min 内 100% 的人死亡，10s 内 1% 的人死亡	设备全部损坏
25	1min 内 100% 的人死亡，10s 内严重（2 度）烧伤	在无火焰长期辐射下，木材燃烧所需最小能量
12.5	1min 内 1% 的人死亡，10s 内 1 度烧伤	有火焰，木材燃烧、塑料管熔化所需的最小能量
4.0	20s 内引起疼痛，但不会起水疱	

表 4.4-2 冲击波超压对人员伤亡情况

超压 P (MPa)	对人的损害
0.02~0.03	人员轻微伤害
0.03~0.05	人员严重伤害
0.05~0.10	内脏严重损伤或死亡
>0.10	大部分人员死亡

表 4.4-3 冲击波超压对建筑物损坏情况

超压 P (MPa)	破坏作用	超压 P (MPa)	破坏作用
0.002068	10% 窗玻璃破坏	0.04~0.05	墙出现大裂纹，屋瓦掉下
0.005~0.006	门、窗玻璃部分破碎	0.06~0.07	木建筑厂房房柱折断，房架松动
0.006~0.015	受压面门窗玻璃大部分破碎	0.07~0.10	砖墙倒塌
0.015~0.02	窗框损坏	0.10~0.20	防震钢筋混凝土破坏，小房屋倒塌
0.02~0.03	墙出现裂纹	0.20~0.30	大型钢架结构破坏

预测结果表明：

(1) 从泄漏扩散事故后果看出，在假定事故条件下，液化天然气气化扩散形成爆炸下限混合气体扩散距离为 414m。

(2) 泄漏后发生喷火、初期池火、晚期池火形成 $4\text{kW}/\text{m}^2$ 热辐射距离分别为 162m、314m、975m，形成 $37.5\text{kW}/\text{m}^2$ 灾难性热辐射距离分别为 136m、112m、343m。

(3) 泄漏后发生火灾爆炸冲击波超压强度达到0.05MPa和0.1MPa时距离分别为1607m和1601m。

根据预测结果可知，码头作业区一旦发生大量泄漏、火灾、爆炸事故，除对码头作业区人员和码头设施产生危险破坏外，还会危及到后方库区和附近船舶的安全；同样，后方库区和附近船舶发生重大火灾、爆炸事故时，也会危及到码头作业区人员和码头设施的安全。

由于LNG项目南、北、东三面环海，周边附近区域只有一期工程，没有其它工矿企业、村庄和居住区等，因此不会危及其他环境敏感区。

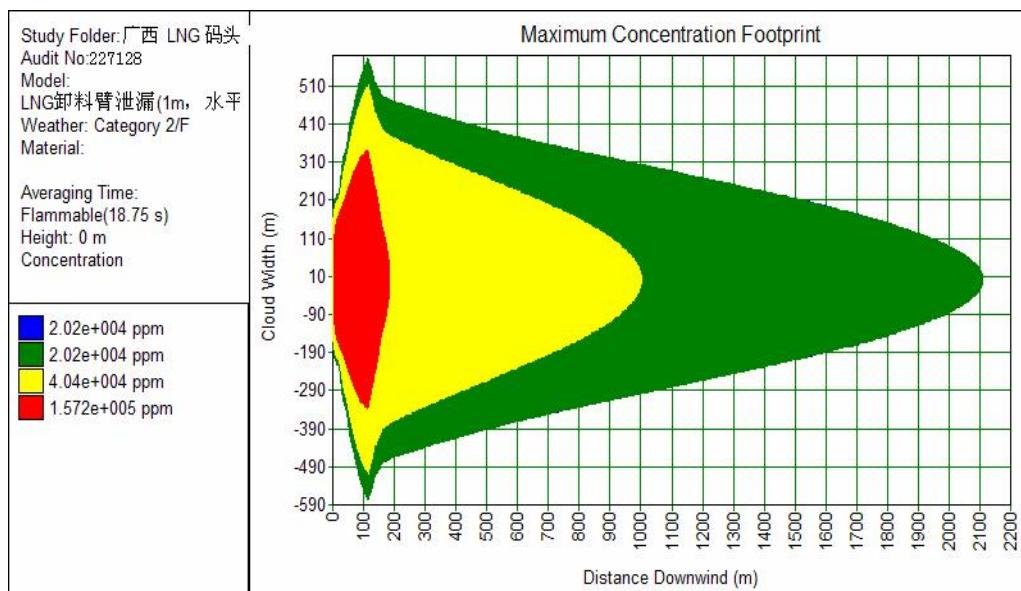


图 4.4-1 扩散影响范围俯视图

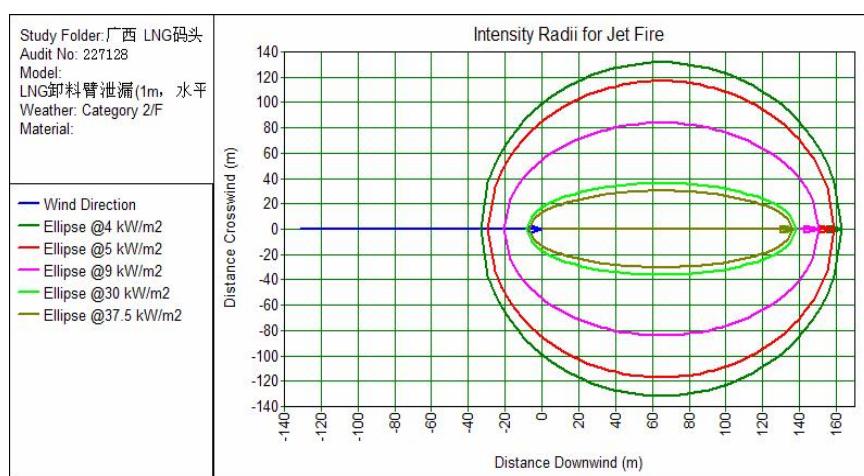


图 4.4-2 喷射火热辐射影响范围图

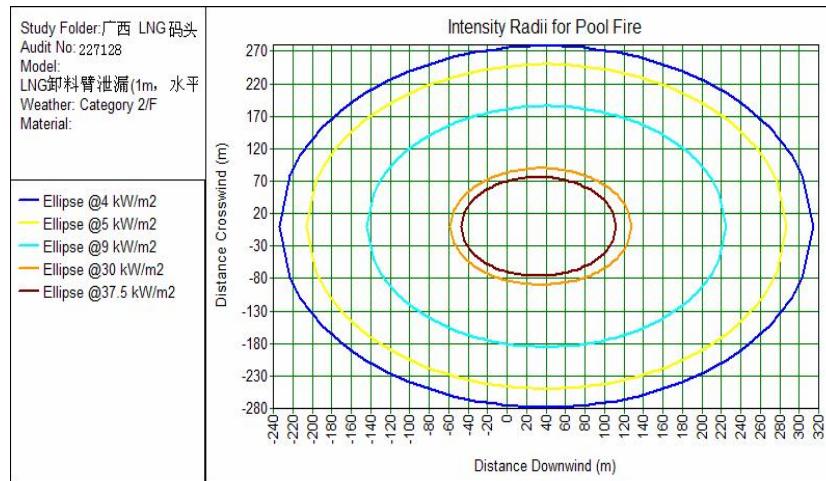


图 4.4-3 初期池火热辐射影响范围图

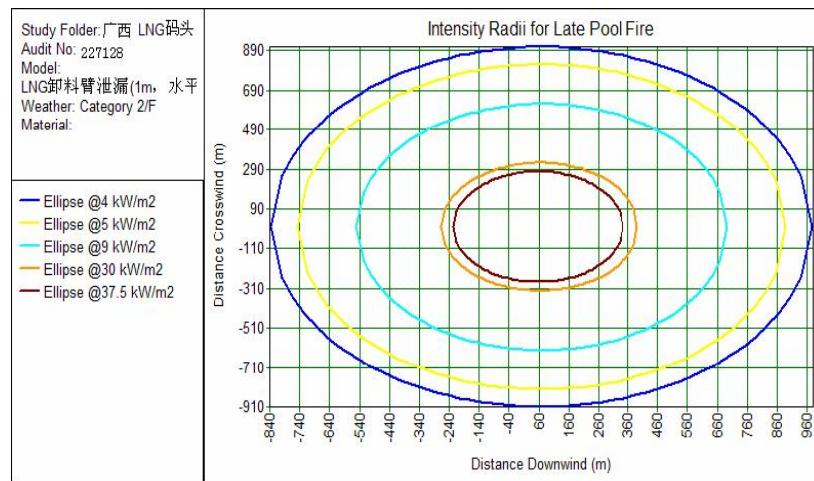


图 4.4-4 晚期池火热辐射影响范围图

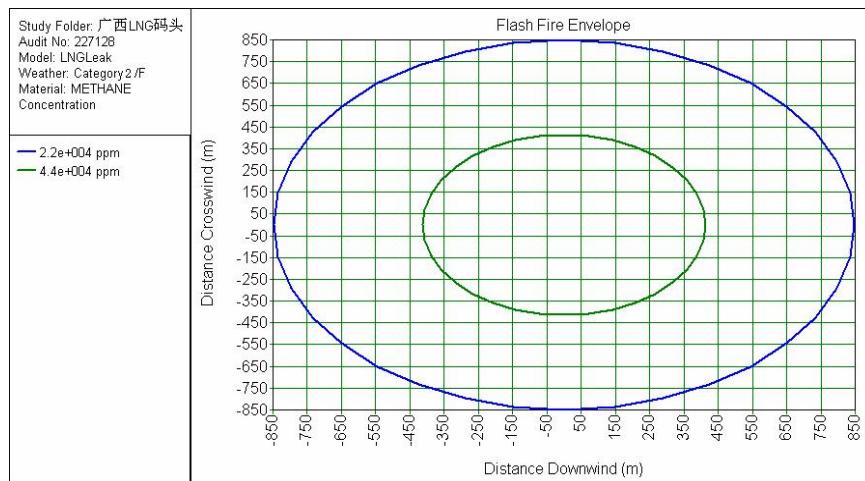


图 4.4-5 可发生闪火范围图

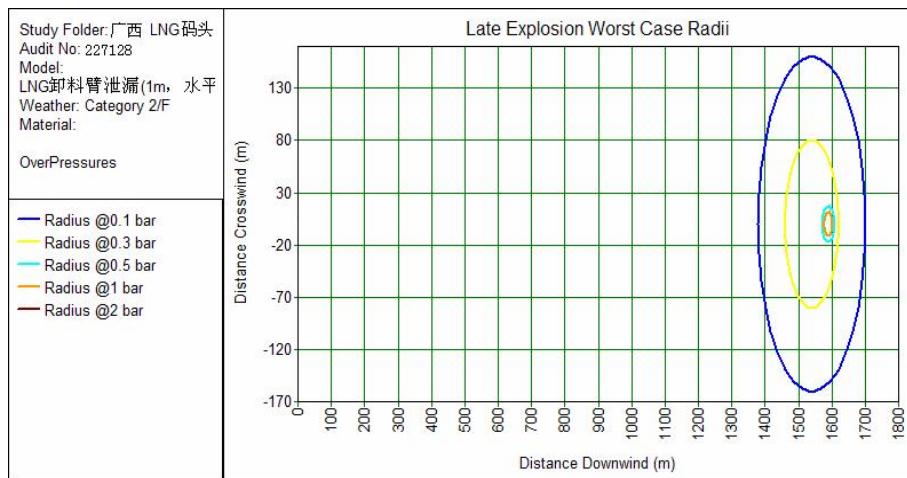


图 4.4-6 延迟爆炸超压影响范围图

4.4.4 船舶溢油风险分析

LNG 船舶动力来源为液化天然气，其安全性非常高，本身不存在溢油风险。溢油风险是与其它船舶碰撞等造成的燃油泄漏。

根据《广西液化天然气(LNG)三期扩建项目配套码头工程航道通航条件影响评价报告》，通过对近几年船舶流量分析可知，铁山港船舶流量总体上呈增加趋势。铁山港区目前船舶流量约为 18.2 艘/天。本工程建成后，船舶流量将有一定数量的增加；同时通过调研，港区渔船流量比较大，且渔船三五成群常聚集随意停泊，给进出港区内的其他码头船舶造成了碍航。因此，建议主管机关加强安全监督管理，尤其对渔船安全管理，保障船舶通航的顺畅安全。本项目码头及港池布置方案符合相关设计规范，满足通航安全要求。

由于本工程港池距离公用航道较近，船舶溢油事故概率是存在的。本节采用数值模拟方法对可能溢油影响进行了预测分析。

1、溢油漂移轨迹模型简介

溢油自身扩展是影响其漂移轨迹的重要因素之一。事故溢油多为突发性，因此计算其扩展时，通常将其视为自由状态。油比重较小，溢油初期在海面上受自身重力、粘性力、惯性力和表面张力等作用而扩展。由于随着油入海时间增加，各作用力都将发生变化，按主要作用力来组合，油膜连续扩展可分为三个阶段，各阶段油膜扩展可近似看成以 R 为半径的等效圆，其半径的计算公式如下：

惯性重力阶段：

$$R_1 = 1.32(\Delta g \cdot Vt^2)^{1/4}$$

重力粘性阶段：

$$R_2 = 1.66(\Delta g \cdot V^2 \cdot t^{3/2} \cdot \gamma^{-1/2})^{1/6}$$

粘性张力阶段：

$$R_3 = 0.48(\delta^2 t^3 \rho_\omega^{-2} \gamma^{-1})^{1/4}$$

上述各式中， $\Delta = 1 - \rho_0 / \rho_\omega$ ； ρ_0 ， ρ_ω 分别为油和海水的密度(1012 kg/m^3)；

V 为溢油体积； t 为入海后时间； γ 为水的运动粘度($1.01 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$)； δ 为表面积力。

当溢油连续扩展，油膜厚度减小到某一临界值时，在波浪湍流的作用下，油膜被撕裂成碎片，即进入碎片紊动扩散阶段。这时的碎片扩散受表面尺度涡流所支配，碎片呈高斯分布，油膜碎片覆盖的污染区的相当半径为：

$R_4 = 2\sqrt{5} + 10^{-3} t^{1.15}$ ，在各向异性的海洋中，油膜主要运动方向(s)和次要运动方向(n)的扩展尺度 ds 和 dn 可按下式计算： $ds = \sigma \sigma_s$ ， $dn = \sigma \sigma_n$ 。

本次预测 σ 值按 Okubo 等人的经验公式 ($\sigma = 0.001t^{1.17}$) 求取， σ 及 σ 分别取 $1/\sqrt{10}$ 和 $1/\sqrt{12}$ 。

溢油入海后，很快便扩展成油膜，在风和流的作用下，发生水平漂移的同时，溢油本身扩展的等效圆油膜还不断地增大。因此，溢油污染范围就是这个不断扩大而漂移的等效圆油膜所经过的海面面积。溢油的漂移与扩展不同，它与溢油量无关。漂移大小通常以溢油等效圆中心位移来判断，其拉格朗日迁移矢量为：

$$S = \int_{t_i}^{t_i + \Delta t} U(x, y, t) dt$$

式中： $\vec{U} = K_s \vec{U}_m + K_w \vec{U}_{10}$ ， \vec{U}_m 为垂向平均的海流速度， \vec{U}_{10} 为海面上 10m 处的风速， K_s 取 1.10， K_w 视油的密度大小取 $0.030 \sim 0.035$ 。

在油膜漂移过程扩展中，油的源强变化也是影响油膜漂移轨迹的原因之一，引起油的源强衰减的主要原因是蒸发和分散作用。

油溢出后，海面浮油中低碳数组分很快蒸发到大气中。其蒸发的速率取决于溢油的组分、油膜的表面积、气温、海水温度、海面状况以及太阳辐射强弱等多

种因素。因此，按一般蒸发和溢油总量来估算源损，不能反映影响蒸发的上述各种条件，因为蒸发是溢油量与溢油时间的变化率，也就是蒸发随溢油迁移过程变化的。但是给出确切的蒸发计算公式也是相当困难的。为简化计算，多把蒸发理想化处理。参考 Fallash 和 Stark 求取公式：

$$\frac{dv}{dt} = KA^\beta W^\alpha (P_s - P_a)$$

式中， A —油膜表面积； W 为油膜上某高度的风速； P_s 为油温为 S 时的饱和蒸气压； P_a 为大气中某高度上蒸气压； v 为溢油体积； t 为时间； K 、 α 、 β 为常数。这一公式表示了溢油蒸发与溢油量和溢油时间有关，说明不同溢油时间有不同的蒸发率。本次按 Aravamudan 建议取值： $\alpha = \beta = 1$ 。

由于破碎波的分散作用引起溢油以油滴形式进入水体，致使油膜的总油量减小的变化率为：

$$\frac{dV}{dt} = -NV$$

式中， N 为单位时间中的油膜范围内破碎作用的机率。对于充分成熟的波浪，按 Pierson-Moskowitz 谱理论，破浪机率为常数，如令破碎波波长等于平

均波波长，则可求得 N 值如下： $N = \frac{1}{4T} \times 10^{-4}$ ，式中 T 为波浪平均周期。

2、溢油模型计算结果

假设进港 LNG 船舶在进港航道与公用航道交界处和铁山港进港航道南端发生碰撞事故，导致对方船舶船载燃油泄漏入海。根据国内大规模货船溢油事故统计结果，以事故溢油（柴油）量 100t 为风险预测源强。对于溢油而言，风是一种重要的驱动力，本次计算选取区域代表性的冬季、夏季主导风向以及不利风向等 6 种在不同涨落潮态构成典型风险条件，具体见表 4.4-4。

表 4.4-4 溢油事故情景参数

溢油位置	溢油规模	油种	典型风向	代表风速 m/s	涨落潮
铁山港进港航道与本项专用航道交界处	100t，1 小时	燃料油	NE（冬季主导风）	5.5	涨潮
			SW（夏季主导风）	5.0	落潮
			NW（不利风向）	4.6	涨潮
					落潮

					落潮
--	--	--	--	--	----

(1) 冬季主导风 NE, 大潮涨潮

大潮涨潮时，在NE向风及潮流作用下，油膜向铁山港的顶部飘去，由于涨潮初期流速较小，在NE风顶托下，油膜逐渐向1号港池海域漂去，8小时后油膜在北暮作业区南部岸线附近登陆。溢油发生8小时内油膜运动趋势及扩散范围如图4.4-7所示。

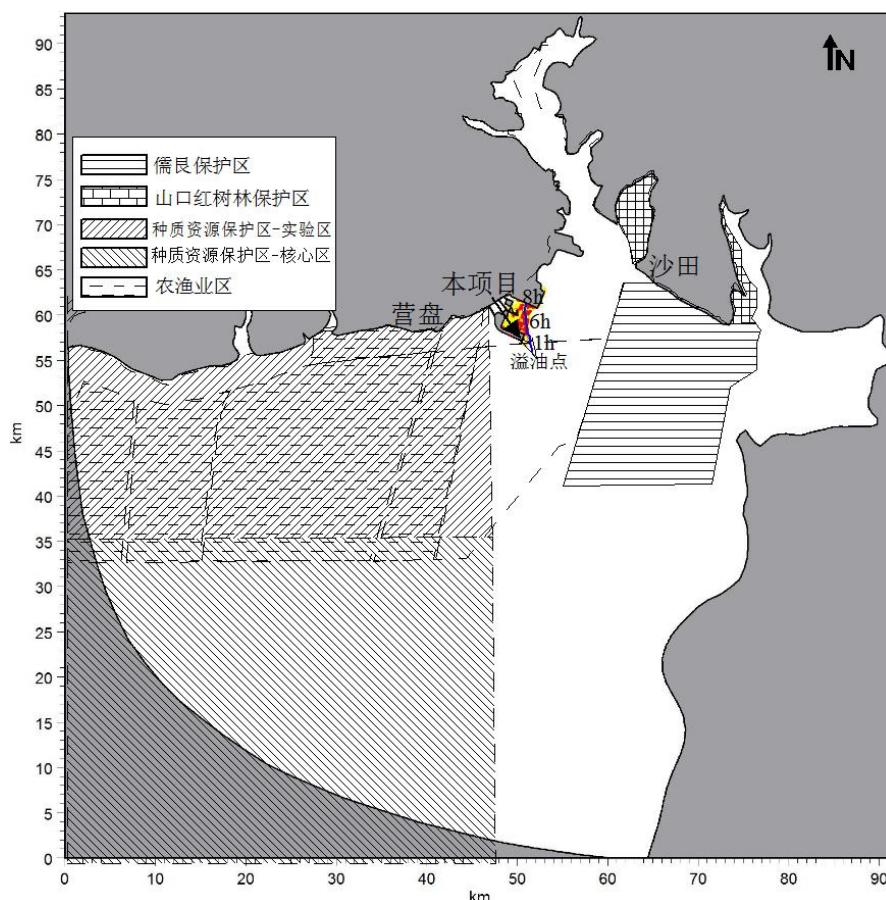


图 4.4-7 冬季主导风 NE 下涨潮时油膜运动轨迹及扫海范围

(2) 冬季主导风 NE, 大潮落潮

大潮落潮时，在NE风作用下，油膜随着落潮流沿西南向运动，4小时进入北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级种质资源保护区（实验区），此后油膜一直在该保护区内运动，约6小时到达营盘至彬塘南部浅海农渔业区，12-24时随涨潮流沿偏东向运动，24-32时又转为西南向运动；32-48时油膜再沿东北向湾口中部运动，36时油膜到达西村港至营盘南部浅海农渔业区西南部，部分油膜进入北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级种质资源保护区的核心区，48-58时油膜又折转向

外湾漂移，54时油膜到达北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级种质资源保护区的核心区并继续在该区域运动。溢油发生58小时内油膜漂移轨迹及扫海范围见图4.4-8。

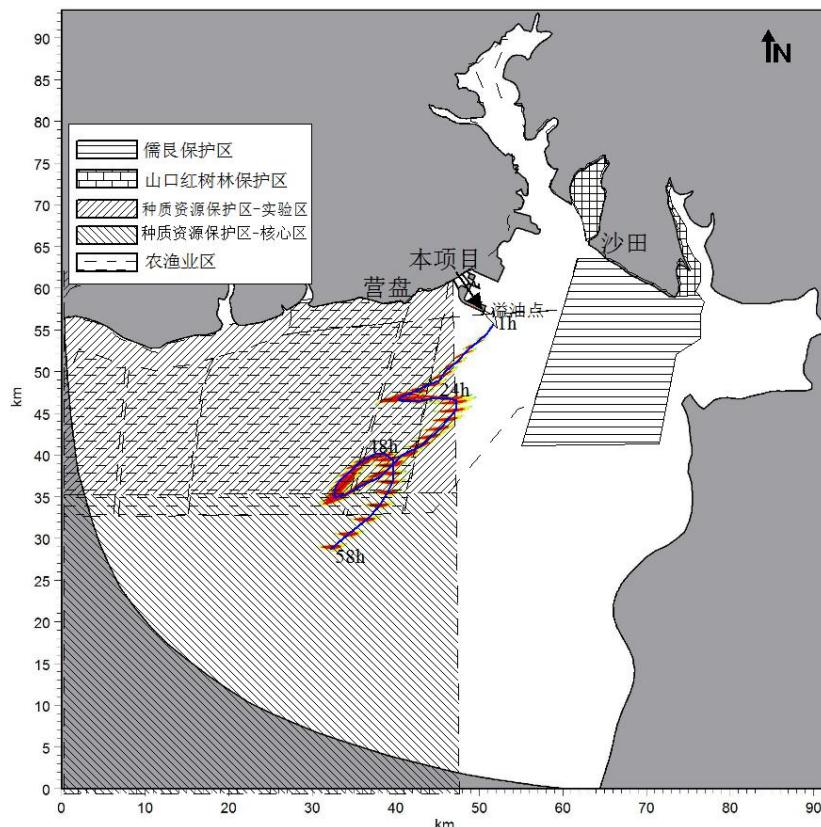


图4.4-8 冬季主导风NE下落潮时油膜运动轨迹及扫海范围

(3) 夏季主导风SW，大潮涨潮

在夏季主导风SW风以及涨潮流作用下，油膜沿东北向铁山港湾的顶部飘去，12小时油膜到达石头埠以东海域，12-24时油膜转为西南向运动，24时到达湾口附近海域，24-32时油膜再转为东北向运动，32时到达沙尾村南部岸线红树林分布区登陆，并有部分油膜进入山口红树林保护区。溢油发生32小时内油膜运动趋势及扩散范围如图4.4-9所示。

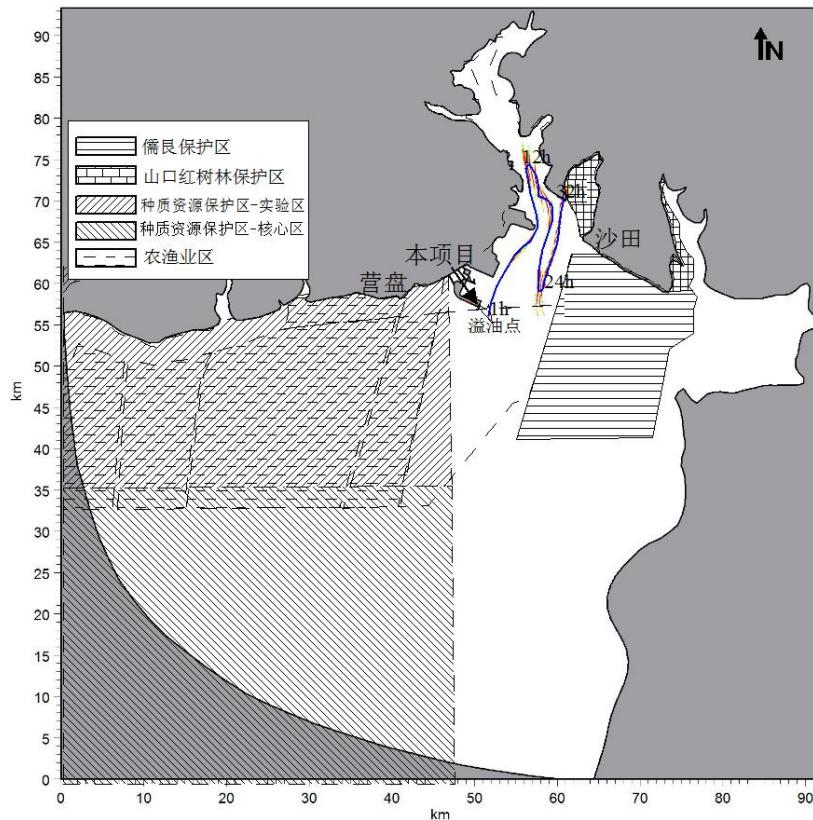


图 4.4-9 夏季主导风向 SW 条件下涨潮时油膜运动轨迹及扫海范围

(4) 夏季主导风 SW, 大潮落潮

在 SW 风以及落潮流作用下，溢油油膜先沿西南向漂移，约 4 小时进入北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级种质资源保护区（实验区），9–24 小时转为东北向运动，24 小时部分油膜到达北海能源基地南部岸线并登陆，24–36 小时剩余油膜转为西南向运动至项目所在海域附近，36–48 小时油膜沿东北偏北向运动，48 小时部分油膜在充美村西南部岸线登陆，剩余油膜在落潮流携带下 48–58 小时继续向湾口运动。溢油发生 58 小时油膜漂移轨迹及扫海范围见图 4.4-10。

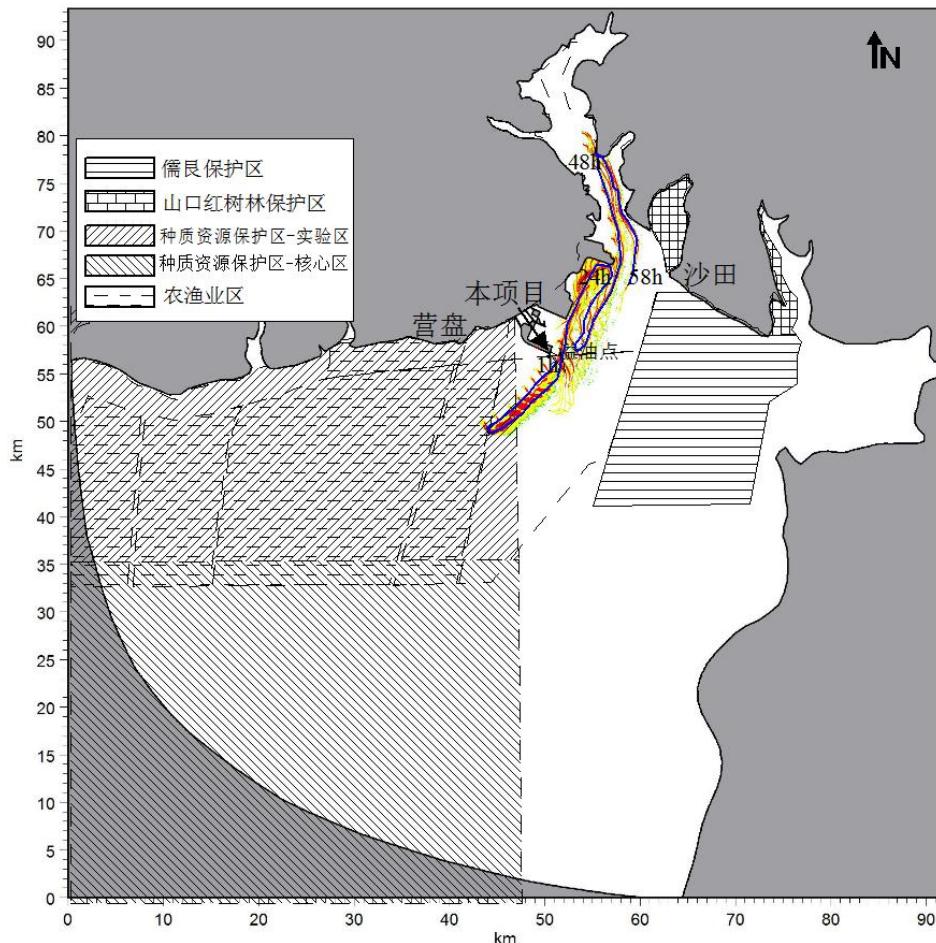


图 4.4-10 夏季主导风 SW 条件下落潮时油膜运动轨迹及扫海范围

(5) 不利风向 NW, 大潮涨潮

在 SW 向风以及涨潮流作用下，油膜沿东北向铁山港湾的中部漂去，9 小时到达沙田港以西海域，10—22 时沿偏南向运动，20 时左右油膜到达儒艮保护区，24—60 时油膜沿折线在该保护区运动，并逐渐向安浦港靠近，60—68 时油膜又折向西运动，并有再次进入儒艮保护区趋势。溢油发生 68 小时油膜运动趋势及扩散范围如图 4.4-11 所示。

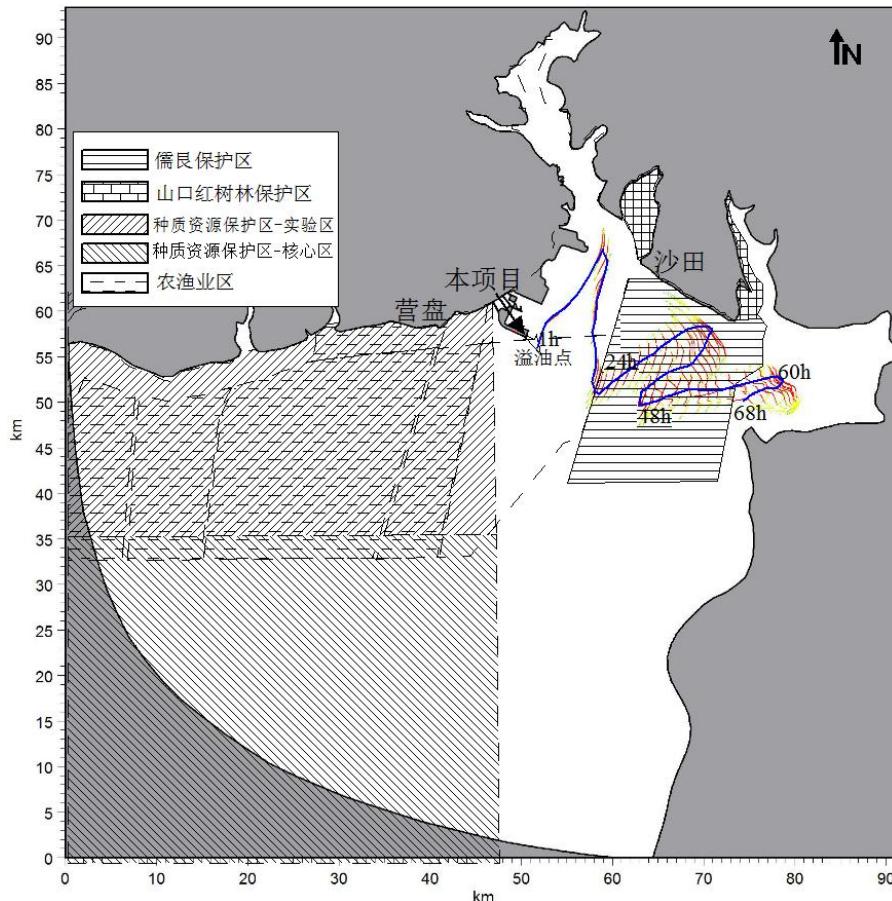


图 4.4-11 不利风向 NW 条件下涨潮时油膜运动轨迹及扫海范围

(6) 不利风向 NW, 大潮落潮

在不利风向 SW 以及落潮流的作用下, 油膜沿西南向铁山港湾口飘去, 约 6 小时进入北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级种质资源保护区(实验区), 约 12 小时漂出该保护区转为东北向运动, 24 小时部分油膜到达儒艮保护区西侧海域, 24-36 小时再次沿西南向湾口外漂去, 36-48 小时油膜又沿东北向儒艮保护区运动, 约 43 小时进入该保护区西南部, 48-58 小时又折向西南运动, 58 小时漂至儒艮保护区以南海域。油膜运动轨迹及扫海范围见图 4.4-12。

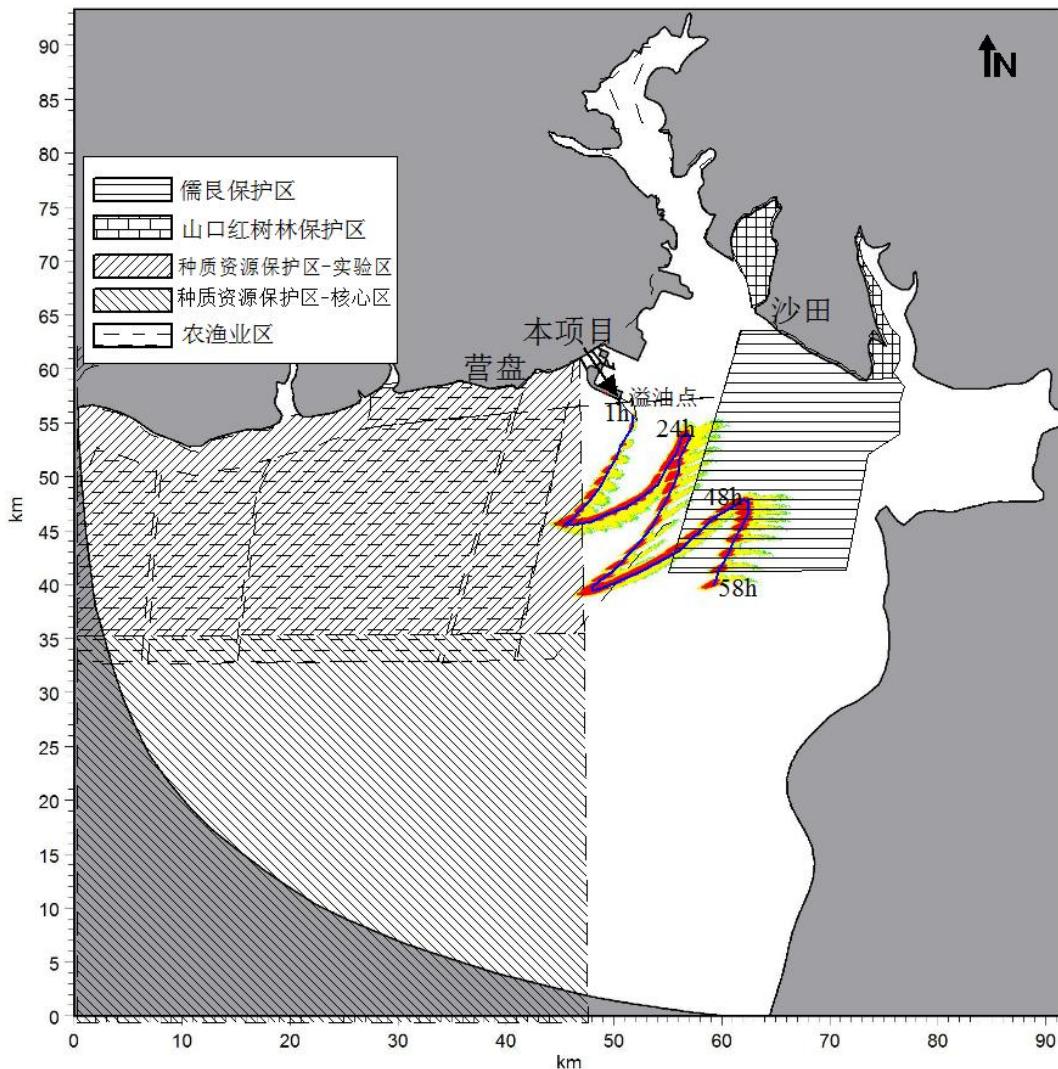


图 4.4-12 不利风向 SW 条件下落潮时油膜运动轨迹及扫海范围

3、溢油影响分析

溢油进入海洋以后，一般以三种形式存在于海洋环境之中。

- 一是飘浮在海水表面，形成油膜；
- 二是溶解或分散在海水之中，形成溶解和乳化状态；
- 三是形成凝聚态残余物，漂浮在海面或沉积在海底。

溢油还将对影响范围内海域生态环境产生严重损害，分析如下：

(1) 溢油对浮游植物的影响

浮游植物是海洋有机质主要生产者，它是浮游动物基础饵料，也是海洋食物网结构基础环节，在海洋生态系统物质循环与能量转换过程中起着重要作用。发生溢油时，大部分溢油浮于水面并扩散成油膜，油膜在海面的停留将影响海水与

大气之间物质交流和热交换，使海水中含氧量、温度等因素发生较大变化，促使浮游动物窒息死亡，并降低透光率，影响浮游植物光合作用。实验证明，石油会破坏浮游植物细胞，损坏叶绿素及干扰气体交换，从而妨碍它们光合作用。这种破坏作用程度取决于石油类型、浓度及浮游植物种类。国内外许多毒性实验结果表明，浮游植物作为鱼虾类饵料基础，其对各类油类耐受能力均很低，浮游植物石油急性中毒致死浓度为 $0.1\sim10\text{mg/L}$ ，一般为 1mg/L 。对于更敏感生物种类，即使油浓度低于 0.1mg/L 也会妨碍其细胞分裂和生长速率。

(2) 溢油对浮游动物的影响

海洋浮游动物是海洋食物链中主要环节，在海洋生态系统中，对物质循环和能量流动、海域生物生产力及其调节机制都起着不可忽视作用。浮游动物对石油类敏感性较高，一旦发生溢油将对浮游动物产生较大毒害效应。许多试验结果表明，油浓度超过 50mg/L 时，对于桡足类动物在 24h 内将发生有害影响，并且幼体敏感性高于成体，例如纺锤水蚤培育在 500mg/L 石油烃中，经 82h ，无节幼体个体死亡数目已达半数，但成体死亡半数所需时间要长1倍。另外，若溢油发生时，大部分溢油浮于水面并扩散成油膜，油膜在海面停留将影响海水与大气之间物质交换和热交换，使海水中含氧量、温度等因素发生较大的变化，使其窒息死亡，因此若发生溢油时，油膜所经过海面对水中浮游动物影响较大。

(3) 溢油对底栖生物的影响

底栖生物不仅受海水中石油影响，而且受沉降到海底石油的影响。底栖动物栖息在海底，当有大量石油从海面下沉时，由于石油堵塞软体动物的出入水管或因石油氧化时消耗底层水中氧气，能使软体动物窒息死亡；一方面，几乎所有的双壳类动物都是滤食性的，当海水中有大量石油小滴时，就会被吸入软体动物的入水管，聚集在套膜腔内，如果石油呈乳化状或被吸附在泥粒上，也可能粘在鳃上或进入肠胃中，损害其生理机能，直至达到致死的程度。另一方面，进入海洋石油能导致海水中二氧化碳和有机质含量增高，溶解氧则急剧下降，此外，在细菌对石油进行分解过程中，需要消耗大量氧气，通常，一升石油完全氧化，需要消耗40万升海水中溶解氧，因此，一起大规模溢油事故能引起大面积海区严重缺氧，对海洋生物造成严重危害，不同季节下溢油对其底栖生物危害是不同的，其中秋季由于生物量较大，若发生溢油将对底栖生物造成更大影响。溢油对底栖

生物影响，主要是石油重组分下沉到海底对其产生毒性效应，较对生活在水中其它海洋生物种类影响相比要小的多。

总之，石油烃对底栖生物影响，主要影响其幼体和幼虫阶段，对成体影响相对较小。底栖生物各类群中，以甲壳类对石油烃污染最敏感。软体动物对石油烃有较强的抗生能力，但由于该类群对石油烃有较强的富集系数，因此在油污环境中极易富集石油烃而使其体内发生“油臭”而影响其产品经济质量。

(4) 溢油对渔业资源的影响

溢油事故对渔业资源中、长期累积影响主要是造成渔业资源种类、数量及组成的改变，从而使渔业长期逐渐减产。这种影响在水域环境中可持续数年至十几年，因溢油规模及溢油地点而异。一般在近岸、河口或盐沼地发生溢油的恢复时间相对要长些。根据对法国布列塔尼发生的 Amoco Cadiz 溢油影响研究表明，溢油后 1 年，在 2 湾里有几种鱼类幼体完全消失而其成体生长则显著减少，并且出现病态及畸变，估计其资源恢复到平衡至少需几年时间。根据对美国马萨诸塞州 Buzzards 湾发生佛罗时达号油驳轮溢油研究发现，溢油后 3~4 年，大型底栖生物仍没有明显恢复，而盐沼潮间带某些蟹类在溢油 7 年后仍未完全恢复，估计溢油影响最少持续 10 年。根据对加利福尼亚州附近发生的一次溢油观察也表明，大多数生物种群在溢油几年后才得到恢复，但水产资源鲍鱼在 16 年后仍未恢复，而且许多种类也没有达到溢油前的丰度。根据对 Chedabucto 发生的 Arrow 号油船溢油研究表明，溢油后 6 年，底栖生物种类多样性仍明显低于对照点，其中软壳蛤生长率到 9 年后还比较低。Barry 等(1975)曾报道了一次溢油研究结果，溢油初期潮间带蛤类大量死亡，估计其资源最少要在 5~6 年后才有明显的恢复。Hiyama(1979)报道了日本 Seto Inland Sea 一次溢油的观察，表明溢油初期沿岸渔业资源曾受严重损害，但一年后基本恢复正常，其主要归因于采取迅速而有力的恢复工作。

海洋油污染对鱼卵和仔鱼危害很大。经济鱼类的浮性卵、仔鱼及浮游动物极易遭受浮在海面油膜的危害，油膜对卵子的粘着、渗透等直接影响鱼卵的孵化率及孵化质量；而仔稚鱼对油污染反应极敏感。较低石油浓度即能引起仔稚鱼死亡和畸变，抑制鱼卵孵化、滞缓发育、生理功能低落，以及导致畸形和死亡等。溢油事故中沉降油块也能对一些沉性卵产生影响。根据有关资料表明：当海水中石

油浓度 $\geq 0.01\text{mg/L}$ 时,在这种污染海区中生活24个小时以上的鱼类就会沾上油,因此,把该数值视为鱼体着臭的“临界浓度”。海水含石油浓度为 0.1mg/L 时,所有孵出的仔鱼都有缺陷,并只能活1~2天。对海虾幼体来说,其“半致死浓度”(即24小时内杀死半数的极限浓度)均为 1mg/L ,这种毒性限度随不同生物种属而异。此外,由于卵子一般为附着性卵,随水流漂移,而仔稚鱼游泳能力较差,因而一旦发生溢油,将对卵子和仔稚鱼产生毁灭性的破坏。

(5) 溢油对海滨环境的影响

一旦海面上浮油漂到海岸或海滩,便堆积在高潮线附近、岩石坑里或洼地里,涂在岸边的礁石表面,粘裹在卵石、碎片和砂子上。若油粘性小,还能渗入海滩上层砂子里,形成厚厚的油-砂混合层,恶化了海岸自然环境。

根据以上从各个角度分析,若在工程区发生溢油事故,将对当地海洋生态和渔业资源造成较大污染损害,因此应充分重视,加强管理,严防船舶事故发生,制定必要应急计划,及时采取措施,杜绝大面积溢油污染事故。

4.4.5 自然灾害风险分析

(1) 台风及强热带风暴的影响

铁山港区夏、秋季常受台风影响,每年有2~4次,12级以上台风约4年出现1次,其危害是很严重的。

项目施工期,突遇强风暴潮,未完成岸堤和基础受风暴潮袭击,可能发生部分岸段受毁,并引起工程区内沙石流失,直接影响到周围海洋环境。因此在施工时,应做好抗风暴潮预案和安全措施,以减轻灾害带来的损失。

项目营运期,台风及强热带风暴会对接收站内建筑及设施、码头等水工构筑物造成破坏,影响建筑及设施稳定性。强台风引发海啸也会对接收站内建筑及设施产生强烈破坏作用,造成LNG及天然气泄漏。因此,台风及强热带风暴对接收站及码头安全生产将产生影响。如果发生特大级别台风及海啸,也可能造成重大的LNG泄漏及火灾爆炸事故。本项目护岸是在充分考虑现有风暴潮灾害特点的基础上提出的,因此是能够经受住风暴潮增减水考验的,但由于风暴潮对其危害性较大,应加强台风过境时预警工作,防患于未然。

(2) 雷电危害影响

该地区年平均雷暴日为 10d，属于雷暴低发区。但近年来，石油化工企业雷击起火呈多发趋势，雷电危害不容忽视。

本项目由于存在易燃易爆物质，因此雷电对管线、电气设施产生较大威胁，在没有防雷设施或失效的情况下，直击雷放电、二次放电、球雷侵入、雷电流转化的高温等均可能引发火灾、爆炸事故。

接收站内 LNG 储罐最高点达到 49.9m，而接收站四周主要为海域，没有比接收站 LNG 储罐和火炬更高的建筑或设施，因此在雷雨天时，接收站容易受到雷电破坏，影响正常安全生产。

在装车区，由于 LNG 在管道中流动产生静电，如果静电没有得到有效释放，雷电感应对装车系统及 LNG 槽车都存在潜在破坏作用。

本项目对 LNG 储罐、高大框架和设备如火炬等均采取可靠防雷接地措施，避免因雷击而带来危害。此外，雷暴天气时必须禁止装卸作业。

（3）地震危害影响

该工程选址地震动峰值加速度 0.05g，地震烈度为 VI 度。当发生地震时，接收站内设备及建（构）筑物基础会受到强烈破坏，储罐发生变形导致罐壁出现裂缝，管线与设备之间焊缝很容易撕裂，导致 LNG 及天然气大量泄漏、扩散，遇明火可能引发火灾爆炸事故。近海地震也可能导致海啸，海啸对接收站内设备及建筑会产生强烈破坏作用。

近十年来，东亚及东南亚沿海及近海区域发生大地震引发强烈的啸，对沿海企业生产造成了毁灭性破坏。广西 LNG 项目建设应充分吸取教训，提高建筑及设施的抗震等级。该工程 LNG 储罐外壁为混凝土建筑，一旦受到破坏就失去了拦截作用。因此，应高度重视 LNG 储罐抗震设计及施工建设质量。

综上分析，本项目所有超出设计防御能力自然灾害和其他不可控因素发生概率极低，但由于其后果严重，必须做好相应事故处理措施和应急预案，最大程度地降低灾害影响。

4.4.5 自然灾害

由于工程所处气候条件，会遭受大雾、暴雨、台风等恶劣气象带来自然灾害，可能会造成船舶倾覆、物品或设施从高处坠落、火灾爆炸、物品或设施受淹等事故，对工程建设、运营和人员安全均有着直接影响。

1、风的危害

风的危害主要表现在对专用码头装卸中船舶泊稳条件和对机械设备的影响。本地区每年夏、秋两季受台风影响，据统计，影响本地区台风平均每年为1~3次。台风和大风来临时，船舶可以离港避风，但是对码头设施来说，存在着潜在威胁，因此要求采取必要的防风措施。

（2）雾的危害

北海地区雾主要出现在冬末春初，尤以3月份雾日最多，多年平均雾日数13.2d。大雾天气易造成视线模糊，会影响船舶停靠和码头作业。

（3）雨的危害

雨的危害表现在车辆和行人打滑。本地区降水主要集中在5~9月，多年平均降雨量1779.9mm，由于雨季降水较多，应注意作业安全管理并采取必要的防滑措施。

5 海域开发利用协调分析

5.1 项目用海对海域开发活动的影响

本项目属于工业用海和交通运输用海建设工程，项目位于广西北海市铁山港西港区啄罗作业区1号突堤，利用广西铁山西港区规划预留LNG第二泊位和紧邻广西液化天然气（LNG）项目一期用地后方已填海陆域实施建设。项目建设过程及建成投入运营后，会对附近海洋环境产生一定影响。根据现场调查和资料收集，本工程LNG泊位位于铁山港西港区啄罗作业区1号突堤东侧海域，东面与铁山港区进港西航道AB段相接；南面为规划的位于作业区南端以南离岸式布置1个15万吨级液化天然气泊位（6#泊位，岸线长度445m）及5个30万吨级油品泊位（1#～5#泊位，岸线总长2075m）；西面150m为广西LNG一期工程接收站；西北方向约4Km处为中国石化北海炼化项目石化码头工程项目；北面与广西LNG一期工程LNG泊位紧邻。本工程停泊水域、回旋水域、连接水域建设需要占用广西LNG一期工程一定面积的回旋水域和连接水域。

本项目建设对周边用海活动的影响，主要体现在项目建成后，导流潜堤、码头透水管桩直接占用浅海；港池和回旋水域、连接水域疏浚对海洋生物影响，施工期和营运期对通航环境影响以及营运期废水、废气等对周边环境产生影响。

总体来说，本项目施工及营运均应充分考虑对通航安全及周边项目影响。

5.1.1 对广西液化天然气（LNG）项目一期工程的影响分析

1、水域占用影响分析

本项目停泊水域（港池）占用广西液化天然气（LNG）项目一期工程已获权属的回旋水域面积 2.1954hm^2 。根据《广西北部湾港总体规划修编》和《北海港总体规划》，拟建LNG泊位位于铁山港西港区啄罗作业区1号突堤东部规划LNG泊位岸线南侧端部，项目建设符合该海域港口规划布局要求。本项目还涉及占用广西液化天然气（LNG）项目一期工程回旋水域一定面积，是因为该项目回旋水域面积确定时仅考虑到其项目建设，用海面积取其使用海域的放坡坡顶面积计算权属，因此本项目停泊水域与广西液化天然气（LNG）项目一期工程重叠的部份海域，广西液化天然气（LNG）项目一期工程实际并未使用，可通过协商转为本

项目使用，本项目对该海域的使用不会影响广西液化天然气（LNG）项目一期工程的建设和运行。

本项目部份回旋水域、连接水域与广西液化天然气（LNG）项目一期工程的部份回旋水域和连接水域共用，共用面积 46.8099hm^2 。本工程拟建的 LNG 泊位按照《广西北部湾港总体规划修编》和《北海港总体规划》要求布置于规划 LNG 泊位岸线南侧端部，而一期工程 LNG 泊位位于规划 LNG 泊位岸线北侧端部，按规划两泊位需共用部份回旋水域和连接水域，因此本项目建设单位需与一期工程业主（国家石油天然气管网集团有限公司）做好沟通和协调，制订共同使用和共同承担相关费用的协议。

2、通航环境影响分析

（1）施工期影响分析

本项目疏浚区与广西液化天然气（LNG）项目一期工程的回旋水域和连接水域紧邻，项目施工水域疏浚及疏浚物运输不可避免对广西液化天然气（LNG）项目一期工程的通航造成一定影响，需要本项目建设单位与一期工程业主——国家石油天然气管网集团有限公司沟通和协调，安排好施工船舶作业范围及作业时段，并在施工船舶作业范围边缘处设置水上警示标志物，避免相互影响。

（2）营运期影响分析

营运期本项目与广西液化天然气（LNG）项目一期工程共用部份回旋水域和连接水域，为保证两泊位的通过能力不受影响，满足两泊位的生产需求，需要本项目建设单位与一期工程业主统筹协调，合理安排两泊位 LNG 船舶的通航时段，避免相互干扰。

根据《广西液化天然气（LNG）三期扩建项目配套码头工程航道通航条件影响评价报告》（武汉理工大学，2021 年 8 月），一期工程 LNG 泊位 2020 年靠离泊船舶 72 艘次，平均每月 6 艘次，平均 5 天进出一条船舶，目前码头进出港船舶流量较小。两码头可以通过相互协调船舶进出港计划，来确保一期工程 LNG 码头及本项目 LNG 码头船舶安全进出港航行。经可研部门测算，只要加强管理，合理调度，本项目建设运行对一期工程 LNG 泊位的通过能力不会产生影响。

3、取排水影响分析

（1）对一期工程取水口影响分析

本项目施工期对一期工程取水口影响主要是施工悬浮物扩散对取水水质的影响，根据悬沙扩散预测结果：项目疏浚施工产生 10mg/L 浓度悬浮泥沙最大扩散距离为西北方向 3.533km，一期工程取水口位于本项目主要疏浚区西北面 0.9km 处，有一期接收站相隔，由 6.5-1 图可知，施工期间 10mg/L 悬浮泥沙扩散范围未到达该取水口附近。因此，项目施工悬沙对一期工程取水口水质影响较小。

本项目营运期各项污染物妥善收集处置，不排入海域，对一期工程取水水质无影响；运营期对一期工程取水口影响主要是冷排水对取水水温的影响。本项目排水口位于啄罗作业区 1 号突堤南侧，远离一期工程取水口（位于啄罗作业区 1 号突堤北侧），因此本项目冷排水对一期工程取水水温影响很小。

综上所述，项目施工期及运营对一期工程取水口影响均很小。

（2）对一期工程排水影响分析

本项目码头和接岸引桥与一期工程排水口距离较远，而且是透水构筑物，因此项目码头和接岸引桥建设对一期工程排水没有影响。

5.1.2 对铁山港区利华物流配送中心项目的影响分析

本项目接收站意向地位于铁山港工业区滨海路以南，临近广西液化天然气(LNG)项目一期工程，为北海市路港建设投资开发有限公司(以下简称“北海路港公司”)吹填的铁山港西港区啄罗作业区 1 号突堤陆域范围内，原项目名称是铁山港区利华物流配送中心项目。根据北海市自然资源局《关于广西液化天然气(LNG)三期扩建项目用地预审意见的复函》(北自然资复〔2020〕993 号，见附件 7)，目前北海路港公司已取得该地块的海域使用权证，尚未办理用海验收手续。根据有关政策，待填海验收完成后，该吹填的陆域可变更为新增建设用地。现北海路港公司已同意本项目的选址(见附件 6)，后续建设单位与北海路港公司达成转让协议，办理使用权证置换相关事宜即可。

5.1.3 对铁山港十八号路一期工程的影响分析

铁山港十八号路一期工程为北海路港公司所建，是本项目建设的前提和依托。项目排水口位于接收站南侧，部份排水管线位于接收站陆域围墙外，需采用钢管顶管施工穿过铁山港十八号路一期工程(已建引堤)再排海，穿越道路长 30 米，

穿越道路可能影响道路的安全和使用；本项目施工期作业车辆进出、建筑材料运输都必须利用此条道路；营运期输气管廊、给排水管网建设也都必须占用部分道路。因此为保证本项目顺利实施，必需与十八号路一期工程主管部门做好沟通和协调。

5.1.4 对周边航道通航环境的影响分析

1、施工期

由于本项目专用航道与铁山港进港西航道（铁山港进港航道二期扩建工程）AB 段相接，项目专用航道的疏浚以及施工船舶过往、施工物料及疏浚物运输等需占用铁山港进港西航道 AB 段，施工船舶来往会加大航道通航密度，在一定程度上给铁山港进港西航道 AB 段通航环境及来往船舶正常通行带来一定影响，铁山港区进港西航道 AB 段为附近渔船及铁山港 1#～6#泊位、广西 LNG 一期工程 LNG 码头等泊位运输船舶必经航线，船舶来往较多，因此业主应切实落实相关安全保障措施和海事主管部门相关要求，在船舶过往航道处周边设置警示标志，提醒过往船舶提前避让，避免对航道正常运营造成相关干扰，而且需加强调度管理，进行良好沟通与协商，保证工程施工正常实施，并减少对铁山港进港西航道 AB 段通航环境的影响。

2、营运期影响分析

项目营运后会对铁山港进港西航道 AB 段通航环境造成一定影响。船舶航行和靠离泊位安全非常重要，《液化天然气码头设计规范》（JTS165-5-2016）规定，大型液化天然气船舶在海港进出港航道航行时，应实行交通管制并配备护航船舶，因此需要与港口管理部门协调，加强对工程附近海域航行安全管理。

5.1.5 对周边海域海水养殖环境的影响分析

根据现场踏勘发现，本项目用海范围内无海水养殖分布，但项目北面的 1 号港池内分布有大量海水养殖区。

1、施工期对养殖业的影响分析

本项目不占用周边养殖区，但施工期悬浮泥沙会对周边养殖区产生一定不利影响。悬浮泥沙影响是短期的，将随着港池、专用航道疏浚等工程的结束而消失。

项目施工期对养殖区影响主要为施工悬沙对养殖区影响。施工悬沙主要向西北、南方向扩散，根据悬浮泥沙扩散数值模拟结果，在各种工况叠加下，施工产生悬浮物浓度增量大于 10mg/L 扩散至 1 号港池面积为 1.965km^2 ，进入 1 号港池及附近养殖区面积约 1.2km^2 。项目周围海水养殖虽然是未取得合法养殖证养殖活动，但是养殖户毕竟投入了资金和人力成本，为避免发生用海纠纷，建议建设单位在工程施工前与养殖户进行沟通，对养殖鱼排进行临时转移或提前捕收，并给予适当的经济补偿。

2、运营期间对养殖业的影响分析

由于冬季散热系数小于夏季，冬季温降略大于夏季，根据冷排水影响预测结果，在冬季温差为 5°C 源强条件下，营运期第一、第二阶段冷排水温降大于 1°C 最大扩散面积分别为 0.454km^2 、 0.630km^2 ，最远扩散距离分别在 0.7km ， 1.6km 范围内；第一、第二阶段余氯浓度增量大于 0.01mg/L 面积分别为 0.294 km^2 、 0.429 km^2 ，最远扩散距离 1.2km ；冷排水温降大于 1°C 和余氯扩散浓度增量大于 0.01mg/L 影响范围没有到达 1 号港池及附近临时养殖区。

项目建成营运后，出入 LNG 码头航船只必须切实做好船舶环保管理工作，严禁通行船舶向海域内违规倾倒污水，乱扔垃圾，杜绝人为因素对海洋环境影响。此外，航行过程中必须严格听从调度指挥，按照航标设置航道行驶，以避免船舶碰撞造成溢油事故发生，从而避免对周边养殖业带来的潜在危害。

综上，项目施工悬沙对 1 号港池及附近临时养殖区有一定影响；营运期冷排水温降和余氯扩散对 1 号港池及附近临时养殖区影响很小，船舶通行对养殖区影响很小。

5.1.6 项目用海对航标影响分析

铁山港区进港航道沿途导助航设施配布较完善，能满足该项目船舶航行要求。本项目回旋水域与已建 LNG 码头回旋水域部分共用，已建 LNG 码头在回旋水域南侧设置铁山港 L1#灯浮，与主航道上 10#灯浮连线标示港池边界。本工程拟与海事部门协商将原 L1#灯浮及 10#灯浮南移，标示港池南侧边界；另在码头南侧端部和导流潜堤端部各设置 1 座灯桩，具体配布方案应以导助航标志配布专题及相关主管部门审查意见为准。

5.1.7 项目用海对其他用海项目影响分析

对其它用海项目的影响主要由于施工期及营运船舶航行增加了所在海域的船舶通航密度和通航安全隐患，增加了在附近航行船舶的交会、避让次数，加大了在附近航行船舶的操纵难度，使交通事故发生的概率增加，需严格执行从航道调度部门指挥，避免通航安全事故发生。因此，项目施工及营运前应做好施工协调工作，保障船舶通航安全，避免造成其它用海项目施工或营运的通航阻碍。

5.1.8 对北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级种质资源保护区的影响分析

1、施工期

本项目位于北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区东面，与北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级种质资源保护区实验区最近距离约2.3km，与核心区最近距离约24km，施工期间施工船舶不进入北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级种质资源保护区，根据悬浮物扩散分析，工程疏浚作业产生悬浮物增量扩散影响范围西向最远距离(以内航道南端为起点)为5.461km，内航道南端与二长棘鲷长毛对虾国家级种质资源保护区实验区最近距离约4.9km，在各种施工作业叠加下，悬浮物浓度增量大于10mg/L扩散至北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级种质资源保护区(实验区)面积为0.426km²，施工活动对种质资源保护区实验区有一定影响，对核心区基本没有影响。应按照农业农村部渔业管理局要求，施工期安排避开种质资源保护区主要保护物种繁育期(1-7月)，尽可能减轻对周边保护物种的影响。

2、营运期

根据冷排水影响预测结果，项目营运期第一、第二阶段冷排水温降大于1°C最远扩散距离分别是0.7km, 1.6km；第一、第二阶段余氯浓度增量大于0.01mg/L最远扩散距离均是1.2km，冷排水温降大于1°C和余氯扩散浓度增量大于0.01mg/L影响范围主要在项目排水口附近，本工程与北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区最近距离约2.3km，因此，冷排水和余氯扩散对种质资源保护区基本没有影响，见图3.5-6。

5.1.9 儒艮国家级自然保护区、山口红树林生态自然保护区影响分析

1、施工期

广西合浦儒艮国家级自然保护区位于本项目东面，最近距离约 6.6km，广西山口国家级红树林生态自然保护区位于本项目东北面 12km，距离均较远，施工期间施工船舶和运营期间运营船舶均不进入这两个国家级自然保护区，产生污水不向海域内排放。根据悬浮泥沙扩散影响预测结果，施工产生 10mg/L 浓度悬浮泥沙也不会进入这两个国家级自然保护区，不会对广西合浦儒艮国家级自然保护区和广西山口国家级红树林生态自然保护区主要保护物种及其栖息环境产生明显影响。

2、营运期

根据冷排水影响预测结果，本项目冷排水扩散范围在 1.6km 以内，冷排水温降大于 1° C 和余氯扩散浓度增量大于 0.01mg/L 影响范围主要在项目排水口附近，对广西合浦儒艮国家级自然保护区和广西山口国家级红树林生态自然保护区基本没有影响。

大潮期、小潮期涨急和落急时刻的潮流流速、流向受码头、引桥和导流潜堤工程影响较大区域主要分布于码头、引桥和导流潜堤局部海域，儒艮保护区附近海域潮流流速流向也受到一定影响，在保护区及周边海域、滩涂分布有海草床，海草受到影响后，但影响较小。

5.1.10 对中华白海豚的影响分析

中华白海豚 (*Sousa chinensis*) 是一种沿岸定居性的小型齿鲸类，属海洋哺乳动物，是世界上 85 种鲸类之一，是当前地球上最稀有的物种之一，被我国列为国家一级重点保护动物，有“海上大熊猫”、“海上国宝”之称，被世界自然保护联盟（IUCU）红皮书收录为“极危 物种”，具有很高的科研价值和潜在的经济价值，于 1988 年 12 月被国务院列为国家 I 级重点保护的珍稀濒危野生动物。中华白海豚主食鱼类，目前有过记录的食物种类主要有鲱科、鳀科、鲻科及石首鱼科的鱼类。

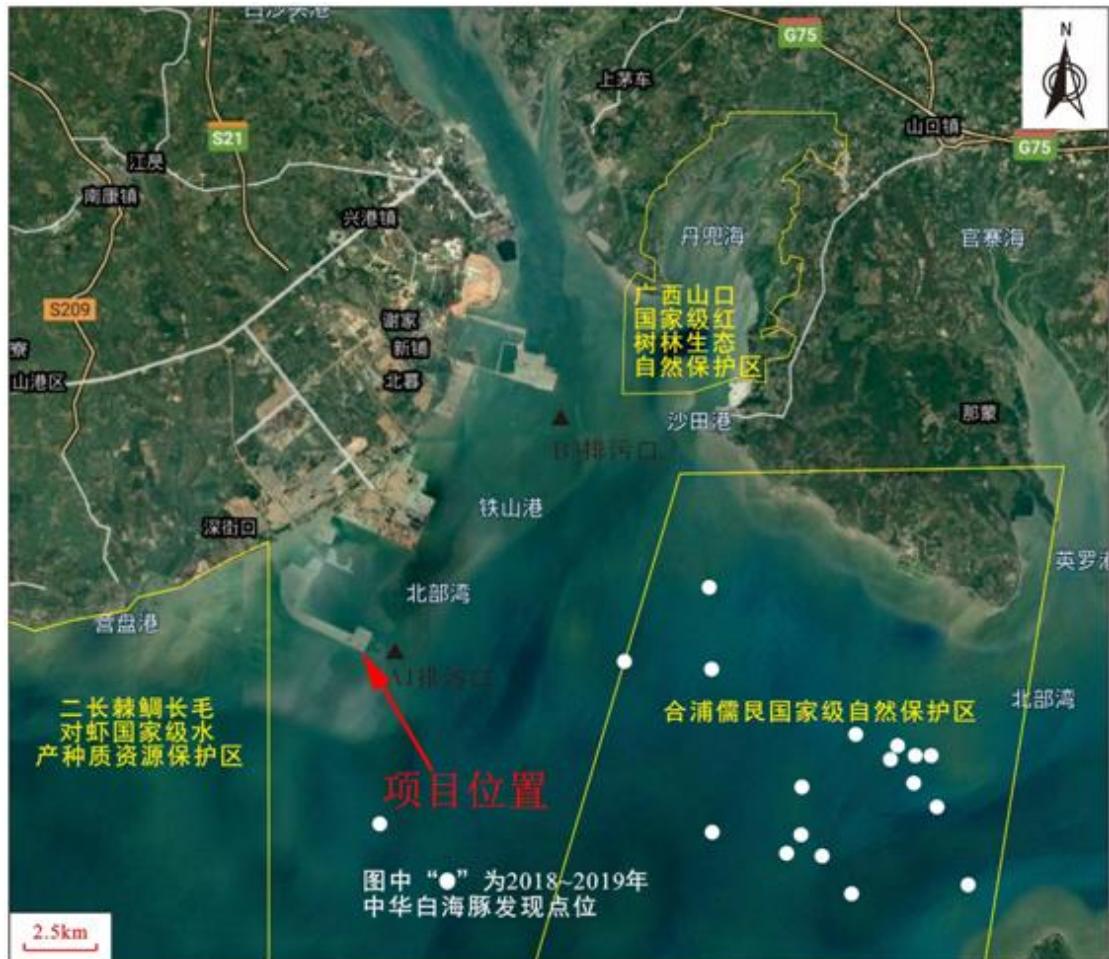


图 5.1-2 儒良保护区及周边海域中华白海豚发现位置示意图

1、施工期影响分析

根据悬浮泥沙扩散影响预测结果，工程疏浚作业时，中华白海豚所在的广西合浦儒良国家级自然保护区及其邻近水域（沙田水域）基本不会受到SS影响，工程疏浚对中华白海豚活动区域海水水质达标基本没有影响。

2、运营期影响

根据冷排水影响预测结果，本项目冷排水扩散范围在1.6km以内，冷排水温降大于1°C和余氯扩散浓度增量大于0.01mg/L影响范围主要在项目排水口附近，本工程与儒良保护区最近距离约6.6km，项目冷排水对儒良保护区及周边中华白海豚基本不会产生影响。

大潮期、小潮期涨急和落急时刻的潮流流速、流向受码头、引桥和导流潜堤工程影响较大区域主要分布于码头、引桥和导流潜堤局部海域，儒良保护区附近

海域潮流流速流向也受到一定影响，潮流流速和流向的改变会使中华白海豚随潮流追踪鱼类而进入新的活动区域。

项目建成后，来往于此海域船只，对中华白海豚常在的环境风貌较原始的海岸线产生干扰，对中华白海豚活动区会产生一定影响，运营期 LNG 船增加可能促使中华白海豚活动范围增大。

5.1.1 对铁山港湾海草床的影响分析

海草是生活于热带和温带海域浅水中的单子叶、水生种子植物，是唯一淹没在浅海水下的被子植物，其花在水下结果，然后再发芽。海草生长在中潮带至潮下带，有发育良好的根状茎（水平方向的茎），且紧密结合在一起，根具根毛；叶片柔软，呈带状或切面构造为圆柱状，海草的花着生于叶丛的基部，雄蕊（花药）和雌蕊（花柱和柱头）高出花瓣以上；花粉一般为念珠形且黏结成链状。海草床为国家 I 级保护动物——儒艮提供了唯一的食物来源。

项目附近海域海草主要分布在合浦附近海域，即英罗-铁山港潮间带和浅海区域，近五年调查结果显示该区域主要分布着 6 块海草床，即北暮、淀洲沙沙背、淀洲沙下龙尾、榕根山、九合井底、英罗，其中榕根山、九合井底、英罗海草床位于广西合浦儒艮国家级自然保护区内，海草床斑块与本项目最近距离约 10.2km，图 5.1-3。

项目附近海域海草床海草种类有 4 种，喜盐草 (*Halophila ovalis*)、二药藻 (*Halodule univerivis*)、矮大叶藻 (*Zostera japonica*) 与贝克喜盐草 (*Halophila beccarii*)，其中喜盐草、矮大叶藻是这一带海域优势种，二药藻与贝克喜盐草数量少。

北暮海草床区，2012 年 7 月后由于受区域海洋开发活动影响，潮间带滩涂上已被沙覆盖，该片海草床已不存在。

根据广西壮族自治区海洋环境质量公报，铁山港湾海草生态系统处于亚健康状态，主要受挖沙虫、耙贝和抽沙等人为干扰活动影响。项目施工将会引起海水中悬浮物浓度增加，浑浊度加大，透明度降低，可能影响海草光合作用效率，从而导致局部生物量减少，严重时大量泥沙覆盖海草，阻碍海草光合作用。

本项目区距离最近海草床10km以上，根据悬浮物增量扩散影响范围预测结果，项目疏浚、桩基施工、导流潜堤抛石产生较大增量悬浮物没有扩散到航道以东，因此，本工程施工产生悬浮物对铁山港海域内海草床没有影响。

根据冷排水影响预测结果，本项目冷排水扩散范围在1.6km以内，冷排水温降大于1°C和余氯扩散浓度增量大于0.01mg/L影响范围主要在项目排水口附近，本工程与海草床分布最近距离10km以上，冷排水对铁山港海域内海草床基本不会产生影响。

5.2 利益相关者界定

利益相关者是指与项目用海有直接关系或者受到项目用海影响的开发、利用者，界定的利益相关者是与用海项目存在利害关系的个人、企事业单位或其它组织或团体。

通过5.1节分析可知：项目施工期10mg/L悬浮泥沙最大扩散距离未达到北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级种质资源保护区（核心区）、广西合浦儒艮国家级自然保护区、广西山口国家级红树林生态自然保护区、铁山港湾海草床和中华白海豚主要分布区，项目建设对这些敏感目标影响很小。

营运期项目船舶通行和冷排水排放对北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级种质资源保护区、广西合浦儒艮国家级自然保护区、广西山口国家级红树林生态自然保护区、铁山港湾海草床和中华白海豚主要分布区影响很小。

根据《北海港总体规划（2019-2035）》，作业区南端以南离岸式布置1个15万吨级液化天然气泊位（6#泊位），目前该泊位尚未开展前期工作。根据《液化天然气码头设计规范》（JTS165-5-2016）和《油气化工码头设计防火规范》（JTS158-2019），相邻液化天然气码头，其船舶间净距不应小于0.3倍最大设计船长，且不得小于35m，本项目最大船长是345m，0.3倍最大设计船长是103.5m，与6#泊位船舶间距252m，可见，本项目建设与规划6#泊位船舶间距满足规范要求。工程建设考虑了6#泊位合理预留，对6#泊位无影响。因此，北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级种质资源保护区、广西合浦儒艮国家级自然保护区、广西山口国家级红树林生态自然保护区、6#泊位主管部门均不界定为本项目的利益相关者。

根据项目用海对周边海域开发活动影响分析结果可知，本项目建设对1号

港池及附近养殖区、广西液化天然气（LNG）项目一期工程、铁山港区利华物流配送中心项目、铁山港十八号路一期工程、铁山港进港西航道（铁山港进港航道二期扩建工程）AB 段造成直接影响，由此确定本项目利益相关者为 1 号港池及附近养殖区业主、广西液化天然气（LNG）项目一期工程、铁山港区利华物流配送中心项目业主、铁山港十八号路一期工程和铁山港进港西航道（铁山港进港航道二期扩建工程）AB 段的主管部门。此外，项目航道疏浚土将全部运到铁山港倾倒区或钦州港 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，项目建设单位需取得倾倒区抛泥许可，因此，将倾倒区主管部门界定为利益相关协调责任部门。

项目用海与周边海域开发活动的利益相关性一览表，见表 5.2-1 所示。

表 5.2-1 项目利益相关者界定一览表

序号	用海项目名称	权属人/ 协调部门	方位及 最近距离	利益相关 内容	影响 程度	是否利 益相关 者
1	北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级种质资源保护区	主管部门	西面 2.3km	水质、水温	小	否
2	广西合浦儒艮国家级自然保护区	管理部门	东面 6.6km	水质、水温	无	否
3	广西山口国家级红树林生态自然保护区	管理部门	东北面 12km	水质、水温	无	否
4	中华白海豚	管理部门	东面 6.6km	水质、水温	小	否
5	铁山港湾海草床	管理部门	西面 10km	水质、水温	小	否
6	规划预留 6#液化天然气泊位	港口管理 部门	南面, 邻近	布局	一般	否, 内 部协调
7	1 号港池及附近海水养殖区	养殖区业主	北面	施工期 水质	较大	是
8	航标	航标管理机 构(海事部 门)	南面 255m	影响运行	大	是
9	广西液化天然气(LNG) 项目一期工程	国家石油天 然气管网集 团有限公司	项目区	使用海域	大	是
10	铁山港区利华物流配 送中心项目	北海市路港 建设投资开 发有限公司	项目区	使用土地	大	是
11	铁山港十八号路一期 工程	北海市路港 建设投资开 发有限公司	紧邻	使用道路	较大	是
12	铁山港进港西航道(铁 山港进港航道二期扩 建工程)AB 段	北海市路港 建设投资开 发有限公司、 海事部门	紧邻	航道通航 环境及通 航安全的 影响	较大	是
13	铁山港倾倒区	主管部门	西南面约 24km	施工期 抛泥许可	大	是 需协调
14	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	主管部门	西南面约 120km	施工期 抛泥许可	大	是 需协调

5.3 利益相关者协调分析

5.3.1 与国家石油天然气管网集团有限公司的协调分析

本工程位于广西北海港铁山西港区啄罗作业区 1 号突堤东部规划 LNG 泊位岸线南侧端部, 码头连接水域和专用航道东侧为 10 万吨级进港航道, 码头西侧紧邻广西 LNG 一期工程接收站, 南侧面向外海, 北侧为铁山西港区啄罗作业区

1号港池和广西LNG一期工程配套码头，拟建LNG接收站总面积约27.844公顷，位于已建广西LNG一期工程接收站陆域西侧。

根据《液化天然气码头设计规范》（JTS165-5-2016）和《油气化工码头设计防火规范》（JTS158-2019），海港液化天然气码头与接收站储罐防火间距不应宜小于150m；相邻液化天然气码头，其船舶间净距不应小于0.3倍最大设计船长，且不得小于35m。本项目最大船长345m，0.3倍最大设计船长是103.5m，在泊船舶与一期工程船舶间距113m，LNG码头操作平台与一期工程接收站储罐距离约230m；因此本项目与一期工程接收站储罐防火间距及一期工程船舶间距均满足规范要求。

根据《油气化工码头设计防火规范》（JTS158-2019），海港甲、乙类油气化工码头在泊船舶与航道边线间距不宜小于100m，本项目在泊船舶与一期工程进港航道边线间距约800m，因此本项目与一期工程进港航道边线间距满足规范要求。

本项目停泊水域占用广西液化天然气（LNG）项目一期工程已获海域权属的回旋水域面积2.1954hm²，部份回旋水域、连接水域与广西液化天然气（LNG）项目一期工程的部份回旋水域和连接水域共用，共用面积79.844hm²。项目水电和输气管线依托一期工程输气管廊建设，因此本项目建设前，建设单位应积极主动与一期工程业主国家管网集团沟通协调，协商将位于本项目停泊水域海域转为本项目使用，已沿铁山港十八号路一期工程建设输气管廊由两单位共同使用，共用回旋水域和连接水域由两单位共同使用、共同维护、共同承担相关费用等相关事宜。有关共用回旋水域问题北海市铁山港（临海）工业区管理委员会已于2021年10月14日在北海市组织北海市有关部门及国家管网集团召开“啄罗作业区7#、8#泊位共用水域协调会”，协调会上经讨论研究，为加快项目推进，有关职能部门支持本项目用海建设，同意共用回旋水域，在相关部门监管、技术和操作层面上并无问题，在规划、通航、海域使用及安全方面满足国家及行业现行规范技术要求，详见附件？。

拟建“广西液化天然气（LNG）三期扩建项目”与已建“广西液化天然气（LNG）项目”部分海域共用进出港池、回旋水域，符合国家海洋节约集约有关政策，符合我国科学开发和调整优化海洋空间行动纲领，符合我国海洋资源开发统

筹兼顾，统筹资源配置和经济布局，提高海洋资源综合利用效率，优化海洋空间格局，实现海洋资源的最大利用价值的新战略。

本项目施工区与一期工程紧邻，建设单位应主动与国家管网集团沟通、协调。

施工前，通过严密、科学的施工组织和合理的生产调度，把作业安全和通航安全放在首位，加强施工船舶航行安全和施工安全管理，安排好施工船舶作业范围及作业时段，明确施工船舶航行路线、航行范围，并在施工船舶作业范围边缘处设置水上警示标志物，同时注意瞭望和避让，尽量减少对一期工程运行的影响；

营运期，双方共同建立调度运行制度，相互协调船舶进出港，合理安排两公司 LNG 船舶通航时段，避免发生碰撞事故。此外，海事管理部门加大对船只的监管力度，规范这类船舶的航行、停泊秩序，落实相关安全措施，做好安全管理工作，保证海上交通的正常秩序，在安全措施到位情况下，通航安全是可以得到保障的。

5.3.2 与北海市路港建设投资开发有限公司的协调分析

1、与铁山港区利华物流配送中心项目的协调分析

本项目接收站位于北海路港公司吹填的铁山港西港区啄罗作业区 1 号突堤陆域范围内，需占用该公司已吹填面积约 27.8440hm^2 ，该公司已同意本项目选址（见附件 3），后续建设单位与北海路港公司达成转让协议，办理使用权证置换相关事宜即可。

2、与铁山港十八号路一期工程的协调分析

本项目排水口建设需采用钢管顶管施工穿过铁山港十八号路一期工程的道路再排海，施工车辆进出、建筑材料运输都必须利用铁山港十八号路，项目输气管廊、给排水管网建设也必需占用部分道路。

铁山港十八号路一期工程为北海路港公司所建，本项目排水口建设采用钢管从路面下穿过道路，不影响道路安全和使用。铁山港十八号路一期工程设计已考虑了本项目管廊及其他配套管线建设，预留了相应空间，道路宽度设计为 30m，既能满足车辆通行需要，又能满足本项目及一期工程管廊及管线建设需要，北海路港公司已同意本项目选址，因此本项目与铁山港十八号路一期工程是可协调的，

为保证本项目顺利实施，施工前建设单位必需与铁山港十八号路一期工程业主北海路港公司做好沟通协调工作。

5.3.3 与1号港池养殖户的协调分析

为避免项目施工期悬浮泥沙对1号港池现状养殖区影响，项目建设单位应在施工建设前与施工期悬浮泥沙可能影响范围内的养殖区业主就补偿问题达成一致协议。对于给养殖户造成损失的，应给予合理的经济赔偿，项目建设单位作为与养殖业主达成补偿协议的责任单位。

5.3.4 与航标管理机构的协调分析

根据《中华人民共和国航标条例》（修订）：

1、任何单位和个人都有保护航标的义务，禁止一切危害航标安全和损害航标工作效能的行为。

2、任何单位和个人不得在航标附近设置可能被误认为航标或者影响航标工作效能的灯光或者音响装置。

3、在视觉航标的通视方向或者无线电导航设施的发射方向，不得构筑影响航标正常工作效能的建筑物、构筑物，不得种植影响航标正常工作效能的植物。

4、因施工作业需要搬迁、拆除航标的，应当征得航标管理机关同意，在采取替补措施后方可搬迁、拆除。搬迁、拆除航标所需的费用，由施工作业单位或者个人承担。

4、禁止下列影响航标工作效能的行为：

(1) 在航标周围20m内或者在埋有航标地下管道、线路的地面上钻孔、挖坑、采掘土石、堆放物品或者进行明火作业；

(2) 在航标周围150m内进行爆破作业；

(3) 在航标周围500m内烧荒；

(4) 在无线电导航设施附近设置、使用影响导航设施工作效能的高频电磁辐射装置、设备；

(5) 在航标架空线路上附挂其他电力、通信线路；

(6) 在航标周围抛锚、拖锚、捕鱼或者养殖水生物；

(7) 影响航标工作效能的其他行为。

建设单位必须遵守《中华人民共和国航标条例》，不得在航标附近设置可能被误认为航标或者影响航标工作效能的灯光或者音响装置。若因施工作业需要搬迁、拆除航标的，应征得航标管理机构同意。

本项目回旋水域与已建 LNG 码头回旋水域部分共用，已建 LNG 码头在回旋水域南侧设置铁山港 L1#灯浮，与主航道上的 10#灯浮连线标示港池边界。本项目拟将原 L1#灯浮及 10#灯浮南移，标示港池南侧边界；另在码头南侧端部和导流潜堤端部各设置 1 座灯桩。具体配布方案应以导助航标志配布专题及相关主管部门审查意见为准。建设单位应积极与交通运输部南海航海保障中心北海航标处沟通和协调，处理好相关航标撤除和设置工作。

5.3.4 与铁山港 10 万吨级航道主管部门与海事部门的协调分析

根据《液化天然气码头设计规范》（JTS165-5-2016）和《油气化工码头设计防火规范》（JTS158-2019），液化天然气船舶在港系泊时，液化天然气船舶与附近通航其他船舶的航道边线净距不宜小于 100m，本项目在泊船舶与铁山港 10 万吨级进港航道边线间距约为 1000m，因此本项目拟建工程与铁山港 10 万吨级进港航道边线间距满足规范要求。

本项目用海区与铁山港 10 万吨级进港航道紧邻，因此需做好施工期和运营期的协调工作。

1、施工期协调分析

本项目疏浚区与铁山港区进港西航道紧邻，项目疏浚物运输及施工船舶出入需占用铁山港区进港西航道通行，需做好船舶调度管理，避免影响航道上其他船舶通航，为了保证本项目施工期间船舶航行安全，必须采取如下措施：

- (1) 在施工作业前制定通航安全和维护方案并按方案落实安全防范措施。
- (2) 建立水上交通安全有关制度和管理体系，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，积极采取措施避免工程对周边海域安全造成威胁；建设单位要将施工作业船舶和为施工作业服务所有船舶纳入安全管理体系内进行管理。
- (3) 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，应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) 就本项目施工情况(含作业船舶类型、作业时间等)与海事部门进行沟通,制定作业施工计划,服从海事部门对水域交通安全秩序的管理,尽量减小工程施工对航道带来的不利影响。

(5) 实施施工作业船舶、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的通信设备,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。

(6) 划定与施工作业相关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。

2、营运期协调分析

本项目为液化天然气码头,紧邻铁山港10万吨级航道,铁山港10万吨级航道AB段是LNG船舶出入的必经通道,营运期为避免船舶用海干扰,保障通航安全,必须采取有效措施。

《液化天然气码头设计规范》(JTS165-5-2016)规定,大型液化天然气船舶在海港进出港航道航行时,应实行交通管制并配备护航船舶,因此,业主必须与协调责任部门“广西北部湾港口管理局北海分局”充分协调交通管制及配备护航船舶等相关问题。通过与港航部门协调,采取交通管制措施,项目营运期不会对航道通航安全产生明显影响。

5.3.6 与周边其他项目用海的协调分析

根据《北海港总体规划(2019-2035)》,作业区南端以南离岸式布置1个15万吨级液化天然气泊位(6#泊位),岸线长度445m;5个30万吨级油品泊位(1#~5#泊位),岸线总长2075m;通过引桥和防波(导流)堤接入作业区;1号突堤东部布置2个15万吨级液化天然气泊位(7#~8#泊位),岸线长842m;1号突堤北部的东侧在距离液化天然气泊位150m以西布置560m港口支持系统岸线,西侧布置4个5~10万吨级液体散货泊位(9#~12#泊位),岸线长1300m。

根据《液化天然气码头设计规范》(JTS165-5-2016)和《油气化工码头设计防火规范》(JTS158-2019),相邻液化天然气码头,其船舶间净距不应小于

0.3 倍最大设计船长，且不得小于 35m，本项目最大船长是 345m，0.3 倍最大设计船长是 103.5m，与作业区南端规划的以南离岸式布置的 6#泊位（15 万吨级液化天然气泊位，尚未开展前期工作）船舶间距为 252m，可见，本项目拟建工程与规划的 6#泊位船舶间距满足规范要求。

根据《液化天然气码头设计规范》（JTS165-5-2016）中规定：“液化天然气泊位与液化烃、油品或液体化学品以外的其他货类泊位的船舶净距，海港不应小 200m”，本项目与附近已建的北海石化成品油码头距离约 4.2km，与已建的国际港务集团码头 1-6 号泊位距离约 3.8km，码头船舶净间距均大于 200m，符合规范要求。

根据《液化天然气码头设计规范》（JTS165-5-2016）和《油气化工码头设计防火规范》（JTS 158-2019）中有关规定，油气化工码头与锚地安全距离不应小于 1000m。本项目码头距离最近的铁山港 1-5 万吨级锚地距离约 17.5km，满足规范要求的 1000m 安全距离要求。

5.3.7 与倾倒区主管部门的协调分析

项目疏浚物拟外抛至广西北海市拟设的“铁山港倾倒区”或钦州港 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。

铁山港倾倒区位于项目西南面，离本项目较近，为 24km，但目前尚未获批。

根据生态环境部发布的《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》，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 区在 2021 年可继续使用，但离本项目较远，约 125km。因此如果铁山港倾倒区获批则优先选用铁山港倾倒区。

本工程施工前应向主管部门申请办理海洋疏浚物倾倒许可手续，并按主管部门指定地点倾倒，确保工程施工产生疏浚物妥善处置。

5.4 项目用海对国防安全和国家海洋权益的影响分析

根据《广西壮族自治区海洋功能区划》，本项目所在海域功能区划为铁山港港口航运区，项目所使用的海域不属于军事区，附近海域无国防设施，工程建设期和营运期不会对国家权益和国家安全产生影响。同时，项目周边无领海基点，用海不妨碍国家海洋权益，项目建成后更加有利于军事行为和国防安全。

6 项目用海与海洋功能区划及相关规划的符合性分析

6.1 项目用海与海洋功能区划符合性分析

6.1.1 项目所在海域及其周边海洋功能区

根据《全国海洋功能区划（2011-2020）》，本项目所在地铁山港～廉州湾海域，主要功能为港口航运、旅游、渔业资源利用和养护、海洋保护。重点功能区有北海、铁山港等港口区，营盘珍珠和廉州湾等养殖区，山口红树林生态、沙田儒艮等海洋自然保护区，北海银滩国家级旅游度假区、北海市北部旅游区。本区应加强岸线保护，加快港口建设，发展以北海银滩旅游度假区为主的旅游业，建设珍珠贝养殖基地，严格限制围填海工程，保护红树林生态和珍珠贝母本。

根据《广西壮族自治区海洋功能区划（2011-2020年）》，铁山港海域单元位于广西壮族自治区与广东省交界的英罗港至营盘海域，岸线长度为 264.25km，海域面积为 1010.34km²。主要功能为港口航运、工业与城镇用海、海洋保护及农渔业。铁山港海域重点保障铁山港发展需要，支持能源、化工、港口机械等临海工业发展；切实加强对红树林、儒艮、海草床等海洋生态系统的保护，重点保证山口红树林海洋保护区和合浦儒艮海洋保护区用海需要；保护马氏珠母贝和方格星虫等重要水产种质资源；港口、工业开发应尽量减少对铁山港湾水动力环境、纳潮量及航道淤积的影响，不得损害山口红树林及合浦儒艮保护区生态环境。落实铁山港的入海污染物排放总量控制目标责任制。

根据《广西壮族自治区海洋功能区划（2011-2020年）》，本项目码头位于“铁山港港口航运区(A2-13)”和“铁山港保留区(B8-3)”。周边主要海洋功能区有营盘彬塘工业与城镇建设区(A3-8)，营盘农渔业区(A1-9)、西村港至营盘南部浅海农渔业区(B1-11)、营盘至彬塘南部浅海农渔业区(B1-12)等，详见表 6.1-1 和图 6.1-1。

表 6.1-2 项目所在及周边附近海洋功能区《广西壮族自治区海洋功能区划(2011-2020年)》

功能区代码	功能区名称	地理范围	与本项目位置关系及最近距离	管理要求				
				海域使用管理			海洋环境保护	
				用途管制	用海方式控制	海岸整治	生态保护重点目标	环境保护
A2-13	铁山港港口航运区	铁山湾海域，东经109° 30' -109° 40'，北纬21° 26' -21° 44'。	所在区	保障港口航运及相关临港海活动；集约化利用岸线资源，(海)工业用海。	合理规划并严格论证码头、堆场和港口物流等临港工业的填海活动；优化海岸线布局；严格保护深水岸线；允许适度改变海域自然属性，通行船只不允许抛锚。		维护和改善原有的水动力和泥沙冲淤环境；不损害原有港航条件。	对铁山港东岸排污区、铁山港排污一区和铁山港排污二区进行污染监测，减少对海洋环境的影响；海水水质执行不劣于四类标准，海洋沉积物和海洋生物执行不劣于三类标准。
B8-3	铁山港保留区	铁山港内，东经109° 13' -109° 24'，北纬21° 13' -21° 28'。	所在区	允许改、扩建航道、选划排污混合区等用海活动；严格论证海域最适合功能。	禁止围填海。		维护航道及锚地地形地貌稳定	不劣于现状水平。
A3-8	营盘彬塘工业与城镇用海区	营盘彬塘沿岸，东经109° 26' -109° 32'，北纬21° 26' -21° 29'。	W, 3.5km	保障城市发展用海需求；在工程未实施前，区域海域使用应维持现状。	允许适度改变海域自然属性；加强对填海的动态监测和跟踪管理；注意建设区的排涝防洪设计。		加强对填海的动态监测和跟踪管理。	严格城市废水的达标排放，海域开发前基本保持所在海域环境质量现状水平。
A1-9	营盘农渔业区	营盘港至营盘镇沿岸海域，东经109° 18' 21" -109° 27' 2"，北纬21° 25' 21" -21° 31' 27"。	W, 7.5km	海岸基本功能为渔业用海	保障区内渔港建设用海需要，严格限制改变海域自然属性；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。		加强对珍珠贝的保护；禁渔期间，禁止游区的污染；渔港海域海水底拖网渔船和拖虾渔船及捕捞二长棘鲷幼鱼和幼虾为主的其它作业渔船进	减少渔业用海对北海银滩旅游区的污染；渔港海域海水水质执行不劣于三类标准，海洋沉积物和海洋生物执行不劣于二类标准；其他海域海水水质执行不劣于二类标

功能区代码	功能区名称	地理范围	与本项目位置关系及最近距离	管理要求				
				海域使用管理			海洋环境保护	
				用途管制	用海方式控制	海岸整治	生态保护重点目标	环境保护
							入生产；保护现有岸滩资源及渔港设施。	准，海洋沉积物和海洋生物执行一类标准。
B1-11	西村港至营盘南部浅海农渔业区	西村港至营盘南部浅海海域，东经109° 11' -109° 26'，北纬21° 13' - 21° 26'。	W, 7.8km	海域基本功能为渔业用海；允许在论证基础上，安排与渔业相兼容的开发活动。	严格限制改变海域自然属性；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；禁渔期间，禁止底拖网渔船和拖虾渔船及捕捞二长棘鲷幼鱼和幼虾为主的其它作业渔船进入生产；禁止非法围填海活动；加强养殖用海污染防治。	调整与清理影响生态环境和航行安全的养殖方式。	加强对珍珠贝的保护；1~7月为蓝圆鲹或二长棘鲷产卵期，加强对蓝圆鲹和二长棘鲷产卵场的保护。	海水水质执行不劣于二类标准，海洋沉积物和海洋生物执行一类标准。
B1-12	营盘至彬塘南部浅海农渔业区	营盘至彬塘南部浅海海域，东经109° 22' -109° 29'，北纬21° 13' - 21° 26'。	SW, 3.4km	海域基本功能为渔业用海；允许在论证基础上，安排与渔业相兼容的开发活动。	严格限制改变海域自然属性；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；禁渔期间，禁止底拖网渔船和拖虾渔船及捕捞二长棘鲷幼鱼和幼虾为主的其它作业渔船进入生产；禁止非法围填海活动；加强养殖用海污染防治。	调整与清理影响生态环境和航行安全的养殖方式。	加强对珍珠贝的保护；1~7月为蓝圆鲹或二长棘鲷产卵期，加强对蓝圆鲹和二长棘鲷产卵场的保护。	海水水质执行不劣于二类标准，海洋沉积物和海洋生物执行一类标准。
A4-1	铁山港矿产与能源区	铁山湾南侧海域，东经109° 36' -109° 37'，北纬21° 27' -21° 29'。	E, 7km	海砂开采区	严格论证采砂规模，采砂方式。			加强对采砂区域海底地形和潮流水动力等海洋生态环境特征的监测。海水水质执行不劣于四类标准，海洋沉积物和海洋生物执行不劣于三类标准。

功能区代码	功能区名称	地理范围	与本项目位置关系及最近距离	管理要求				
				海域使用管理			海洋环境保护	
				用途管制	用海方式控制	海岸整治	生态保护重点目标	环境保护
A6-7	山口红树林海洋保护区	山口镇沙田半岛的东西两侧，东经109° 37' -109° 46'，北纬21° 28' -21° 37'。	NE, 13km	海岸基本功能为海洋保护区用海；兼顾生态观光旅游用海和渔业用海。	禁止围填海及其他与保护对象、保护方向不一致的活动。	修复和改善红树林生态系统。	保护红树林及其海洋自然生态系统，提高红树林生态系统的生物多样性；保护自然景观。	严格执行《自然保护区管理条例》和《海洋类自然保护区管理办法》，执行保护区总体规划。海水水质、海洋沉积物和海洋生物执行一类标准。
A6-8	合浦儒艮海洋保护区	东起山口镇，西至沙田镇海域，东经109° 34' -109° 45'，北纬21° 18' -21° 30'。	E, 6.6km	海岸基本功能为海洋保护区用海；靠近海岸线附近海域可适度开展方格星虫的增殖以及相关科研活动。	禁止围填海及其他与保护区对象，保护方向不一致的活动。		保护儒艮及海草床。	严格执行《自然保护区管理条例》和《海洋类自然保护区管理办法》，执行保护区总体规划。开展海域生态环境动态监测和评估；海水水质、海洋沉积物和海洋生物执行一类标准。
B6-3	北海珍珠海洋保护区	英罗港南侧海域，东经109° 45' -109° 47'，北纬21° 23' -21° 27'。	NE, 15km	海洋保护区用海；兼顾渔业用海。	禁止改变海域自然属性。		保护珍珠贝资源及生境。	海水水质执行不劣于二类标准，海洋沉积物和海洋生物执行一类标准。

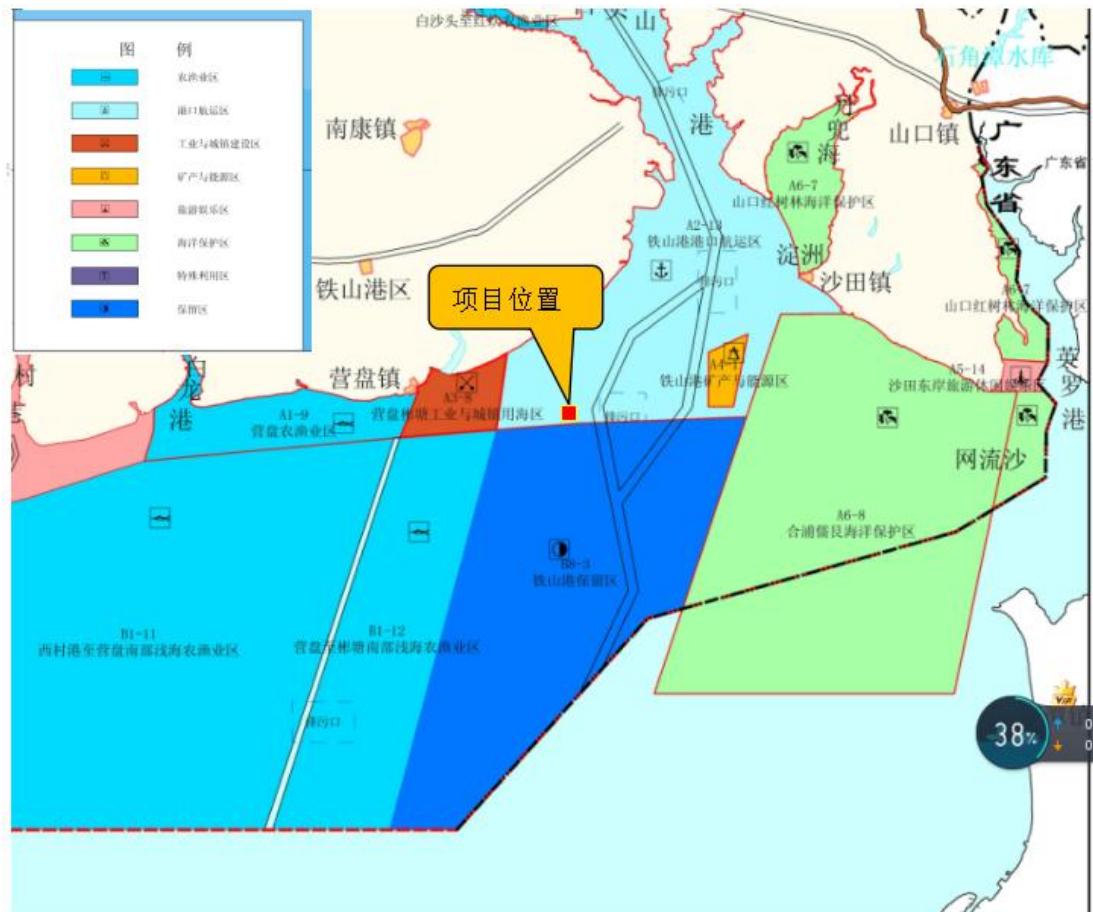


图 6.1-1 广西壮族自治区海洋功能区划图（局部）

6.1.2 项目建设对功能区的影响分析

本项目及附近海洋功能区划见表 6.1-1，现将项目建设用海对附近几个海洋功能区影响分析如下：

1、对铁山港港口航运区及铁山港保留区的影响分析

本项目码头用海位于铁山港港口航运区内，内部专用航道和连接水域用海位于铁山港保留区内，施工期船舶利用铁山港航道进出，将增加铁山港航道通航密度；施工期悬浮物扩散对铁山港港口航运区及铁山港保留区的水质有一定影响。

根据悬浮泥沙扩散数值模拟结果，在各种施工作业叠加下，悬浮物浓度增量大于 10mg/L 扩散至铁山港保留区面积 14.486km^2 ；浓度增量大于 150mg/L 悬浮物在铁山港港口航运区和铁山港保留区扩散面积分别为 0.158km^2 、 0.069km^2 。

2、对营盘至彬塘南部浅海农渔业区、西村港至营盘南部浅海农渔业区和营盘农渔业区的影响分析

营盘至彬塘南部浅海农渔业区位于本项目西面，最近距离约 3.5km；西村港至营盘南部浅海农渔业区位于本项目西面，最近距离约 7.8km；营盘农渔业区位于本项目西面，最近距离约 7.5km，本项目与这些农渔业区距离较远，因此本项目施工时产生的悬浮物对农渔业区不会产生负面影响。

根据冷排水影响预测结果，本项目营运期冷排水扩散范围在 1.6km 以内，冷排水温降大于 1°C 和余氯扩散浓度增量大于 0.01mg/L 影响范围主要在项目排水口附近，对三个农渔业区基本没有影响。

3、对儒艮海洋保护区的影响分析

广西合浦儒艮国家级自然保护区位于本项目东北面海域，与本项目最近距离约 6.6km，其保护对象主要为儒艮、中华白海豚、江豚、绿海龟、文昌鱼、中国鲎、海草床及红树林生态系统等。根据悬浮泥沙扩散数值模拟结果，本项目施工期悬浮物浓度增量大于 10mg/L 向东北扩散最远距离为 0.359km，因此，项目施工对儒艮保护区影响很小。

根据冷排水影响预测结果，本项目营运期冷排水扩散范围在 1.6km 以内，冷排水温降大于 1°C 和余氯扩散浓度增量大于 0.01mg/L 影响范围主要在项目排水口附近，因此，对儒艮保护区基本没有影响。

4、对山口红树林海洋保护区的影响分析

广西山口国家级红树林生态自然保护区位于本项目东北面海域，与本项目最近距离约 13km，该保护区位于丹兜海与英罗港湾内潮间带滩涂上，主要保护对象为红树林。根据悬浮泥沙扩散数值模拟结果，本项目施工期悬浮物浓度增量大于 10mg/L 向东北扩散最远距离为 5.05km，山口红树林保护区与本项目距离较远，因此，项目施工对山口红树林保护区基本没有影响。

根据冷排水影响预测结果，本项目营运期冷排水扩散范围在 1.6km 以内，冷排水温降大于 1°C 和余氯扩散浓度增量大于 0.01mg/L 影响范围主要在项目排水口附近，因此，对山口红树林保护区基本没有影响。

6.1.3 项目用海与功能区划符合性分析

1、海域使用管理符合性分析

项目所在铁山港港口航运区用途管制为控制保障港口航运及相关临港（海）工业用海。用海方式控制要求为合理规划并严格论证码头、堆场和港口物流等临

港工业的填海活动；集约化利用岸线资源，优化海岸线布局；严格保护深水岸线；允许适度改变海域自然属性，通行船只不允许抛锚。本项目采用透水构筑物及非透水构筑物等方式建设1个26.6万m³LNG船的LNG泊位(码头结构兼顾3~26.6万m³LNG船)及相应配套设施，符合所在功能区用途管制和用海方式控制要求。

2、海洋环境保护符合性分析

本项目所在功能区生态保护重点目标为“维护和改善原有的水动力和泥沙冲淤环境；不损害原有港航条件”。环境保护要求为“对铁山港东岸排污区、铁山港排污一区和铁山港排污二区进行污染监测，减少对海洋环境的影响；海水水质执行不劣于四类标准，海洋沉积物和海洋生物执行不劣于三类标准”。

本项目采用透水构筑物方式建设码头及接引桥，采用非透水构筑物方式建设导流潜堤及取、排水口水工建筑物，并对所使用港池和回旋水域进行疏浚，施工期间，疏浚、打桩工程会对周边水质产生暂时的悬浮物污染影响。施工船舶及营运污水执行铅封管理，严禁向海域直接排放。因此，项目用海可起到“维护和改善原有的水动力和泥沙冲淤环境；不损害原有港航条件”的作用，施工及营运采取环境保护措施后满足所在功能区海洋环境保护要求。

综上所述：项目建设内容符合所在功能区的功能定位，用海方式与海域功能相协调，施工及营运期间切实落实环境保护管理可以满足海域管理和海洋环境保护的要求。因此，项目用海符合海洋功能区划。

6.2 项目用海与相关规划符合性分析

6.2.1 与《广西海洋生态红线划定方案》符合性分析

2017年12月，广西壮族自治区人民政府批复《广西海洋生态红线划定方案》（以下简称《方案》），并由广西海洋和渔业厅正式印发和组织实施，《方案》划分了2类禁止类红线区和8类限制类红线区共54个，确定了预期控制指标为：大陆自然岸线（滩）保有率不低于35%；广西海岛自然岸线保有率不低于85%；海洋生态红线区面积占广西管辖海域面积的比例不低于35%；到2020年，近岸海域水质优良率（一、二类）不低于91%。

本项目用海位于铁山港湾口航运区范围内，按《方案》，其用海位置不属于《方案》划分禁止类红线区和8类限制类红线区的范围内，详见图6.2-1。

广西海洋生态红线控制图一分幅8—营盘至铁山港

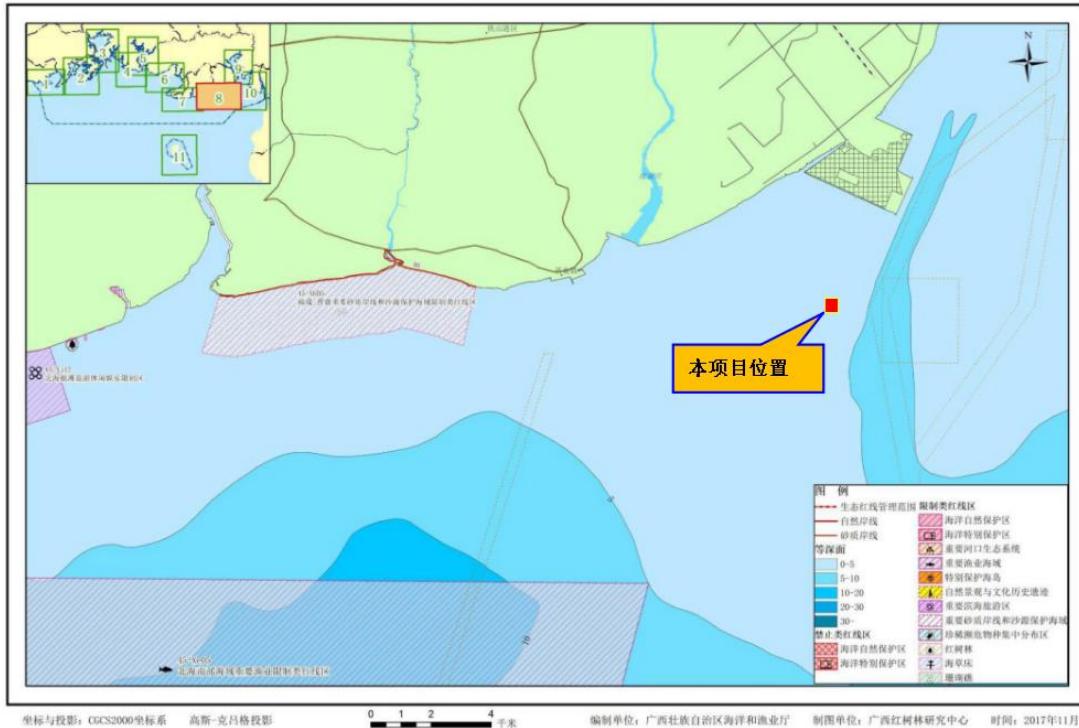


图 6.2-1 广西海洋生态红线图(局部)

6.2.2 与《北海市城市总体规划（2013-2030）》的符合性分析

根据《北海市城市总体规划（2013-2030）》，规划中北海市的中心城建设要形成“一城两区八组团”的城市空间结构。

城市发展总体目标构建面向东盟、服务我国西南中南地区对外开放的战略支点和衔接 21 世纪“海上丝绸之路”与“丝绸之路经济带”的重要门户，将北海市建设成为“国际度假胜地、生态休闲智城、特色文化名城、开放宜居珠城”。

市域综合交通规划：“规划在现有钦北铁路和玉铁铁路基础上，新增合湛铁路及沙山铁路支线。规划北海港为地区性重要港口，广西沿海重要港口和综合运输体系的重要枢纽。以服务临港产业的能源、原材料物资运输为主，大力发展商贸、邮轮和旅游客运服务功能，逐步发展为现代化综合性港口。北海港划分为石步岭港区、铁山港西港区和铁山港东港区等 3 个枢纽港区和海角港点、侨港港点、沙田港区、涠洲岛港区等小港点、小港区，及预控作为远景开发的大风江港区（大风江东作业区）等”。本项目位于《北海市城市总体规划》中的港口区内，市域综合交通规划中的铁山港西港区，详见图 6.2-2、图 6.2-3。

综上所述，本项目建设与市域滨海岸线及近岸海域利用规划、市域综合交通规划等相协调，项目建设符合《北海市城市总体规划》要求。

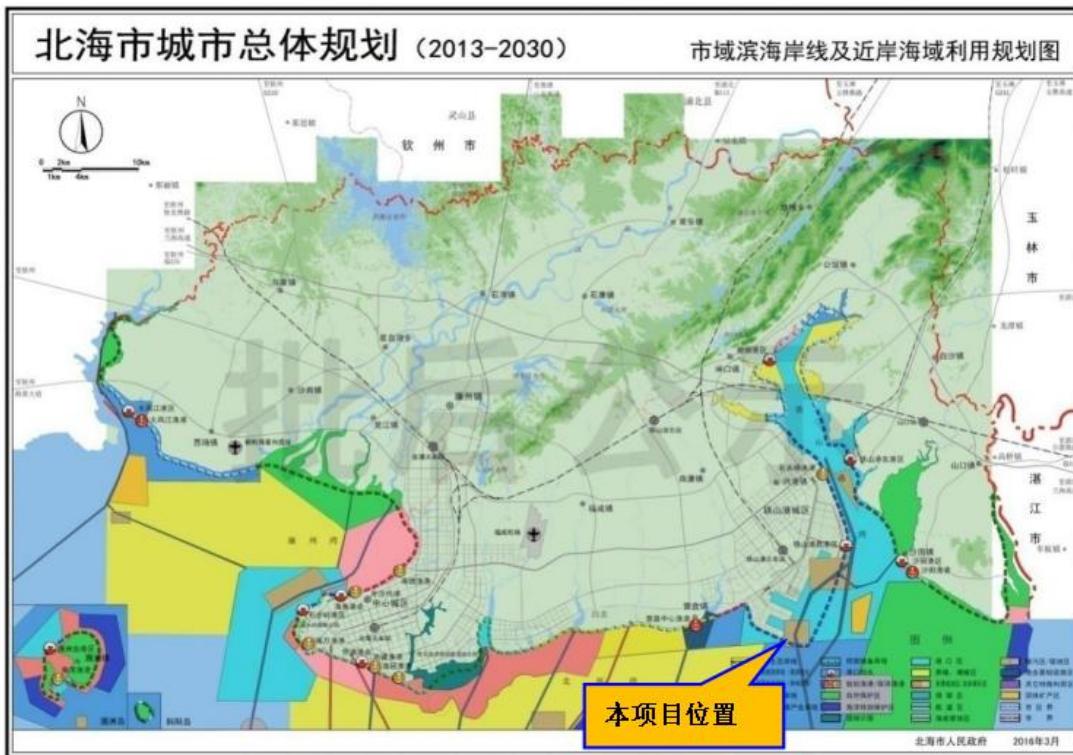


图 6.2-2 北海市市域滨海岸线及近岸海域利用规划图



图 6.2-3 北海市市域综合交通规划图

6.2.3 与《广西北部湾港总体规划修编》的符合性分析

2018年5月2日，自治区人民政府正式批准实施《广西北部湾港总体规划修编》。

根据《广西北部湾港总体规划修编》，广西北部湾港将形成“一港、三域、八港区、多港点”的港口布局体系。“一港”指广西北部湾港；“三域”指防城港域、钦州港域和北海港域；“八港区”即渔𬇕港区、企沙港区、金谷港区、大榄坪港区、三墩港区、石步岭港区、铁山港西港区、铁山港东港区等八个规划期内重点发展的枢纽港区；“多港点”即沿海分散布局的小港点。规划防城港域以煤炭和矿石等大宗散货运输为主、积极发展集装箱和粮食运输；钦州港域以集装箱和石油化工运输为主、依托钦州保税港区着力打造成为国际集装箱干线港；北海港域主要发展国际邮轮旅客运输、商贸和清洁型物资运输；通过加快港域功能结构优化调整，提升专业化和规模化水平，促进三港域深度融合，逐步发展成为港产城协调发展的多功能、现代化、综合性港口。广西北部湾港将全面打造现代化的服务体系格局：渔𬇕港区、企沙港区、大榄坪港区、三墩港区、铁山港西港区主要为煤炭、矿石、集装箱、石油等四大货种专业化中转运输服务；金谷港区、铁山港东港区主要为临港工业服务；石步岭港区主要为国际海上旅游客运服务。根据此规划，广西北部湾港规划利用港口岸线 219.109km（深水岸线 164.059km），可建 834 个生产性泊位（深水泊位 566 个），年货物通过能力约 21 亿吨、年旅客通过能力约 2433 万人次、年车辆通过能力约 43 万辆，港区面积 18506hm²。

本项目所在的铁山港西港区位于铁山湾西岸、自湾口的青头村至红岸楼段，规划港口岸线 36426.2m。根据规划，铁山港西港区以矿石、煤炭、油品等大宗散货运输为主，以集装箱、粮食、农副产品运输为辅，逐步发展成为现代化的综合性港区。铁山港西港区由啄罗作业区、北暮作业区、石头埠作业区和雷田作业区组成，远景预留发展北暮东岸线。港区规划岸线 36426.2m，其中深水岸线 30095.6m，布置 120 个 2000~150000 吨级生产性泊位，其中深水泊位 100 个，陆域面积 3199.8hm²，年通过能力约 43000 万吨。

啄罗作业区位于铁山港西港区南部、铁山湾湾口西岸的青头村至啄罗处，规划为液体散货、干散货和件杂货作业区，建设港口支持系统，主要为临港工业服务。规划岸线 12113.5m，其中深水岸线 9931.2m，布置 31 个 5~15 万吨级泊位，陆域纵深 650~800m，陆域面积 758.77hm²，码头面高程 7.5~8.0m（当地理论最低潮面，下同），年通过能力约 12200 万吨。

作业区自南向北规划如下：作业区南端以南356m处离岸式布置2个15万吨级油品泊位，岸线长712m，通过引桥和防波（导流）堤接入作业区；1号突堤东部布置2个15万吨级液化天然气泊位，岸线长842m；1号突堤北部的东侧在距离液化天然气泊位150m以西布置687.3m港口支持系统岸线，西侧布置4个5~10万吨级液体散货泊位，岸线长1174m；1号港池内西侧布置3个5万吨级液体散货泊位，岸线长973.2m；2号突堤南部布置8个5~15万吨级液体散货泊位，岸线长2473m；2号突堤北部为干散货和件杂货作业区，自东向西布置8个15万吨级泊位和2个5万吨级泊位，岸线长3117m，西端规划100m港口支持系统岸线；2号港池内西侧布置2个5万吨级油品泊位，岸线长640m；西北端布置长395m、宽360m的挖入式港池，形成1395m的港口支持系统。

本项目LNG泊位布置于啄罗作业区1号突堤东侧规划的LNG泊位岸线，工程建设符合《广西北部湾港总体规划修编》，详见图6.2-4。。



啄罗作业区位于铁山港西港区南部，规划为液化天然气、液体化学品和油品等液体散货作业区。啄罗作业区采用突堤挖入式港池布置形式，自南向北规划如下：

作业区南端以南离岸式布置 1 个 15 万吨级液化天然气泊位（6#泊位），岸线长度 445m；5 个 30 万吨级油品泊位（1#～5#泊位），岸线总长 2075m；通过引桥和防波（导流）堤接入作业区；1 号突堤东部布置 2 个 15 万吨级液化天然气泊位（7#～8#泊位），岸线长 842m；1 号突堤北部的东侧在距离液化天然气泊位 150m 以西布置 560m 港口支持系统岸线，西侧布置 4 个 5～10 万吨级液体散货泊位（9#～12#泊位），岸线长 1300m；1 号港池内西侧布置 3 个 5 万吨级液体散货泊位（13#～15#泊位），岸线长 973.2m；2 号突堤南部布置 6 个 5～40 万吨级泊位（16#～21#泊位），岸线长 1916m；2 号突堤东部布置 3 个 30～40 万吨级泊位（22#～24#泊位），岸线长 1300m；2 号突堤北部为干散货和件杂货作业区，自东向西布置 8 个 5～20 万吨级泊位（25#～32#泊位），岸线长 2440m，西端规划 100m 港口支持系统岸线；2 号港池内西侧布置 2 个 5 万吨级油品泊位，岸线长 640m；西北端布置长 395m、宽 360m 的挖入式港池，形成 1395m 的港口支持系统。

本项目 LNG 泊位布置于啄罗作业区 1 号突堤东侧规划的 LNG 泊位岸线，建设内容与规划要求一致，项目用海符合《北海港总体规划》。



图 6.2-5 北海港总体规划布局图

6.2.5 与《北海港铁山港西港区总体规划(2017~2035 年)》的符合性分析

2018 年 5 月《北海港铁山港西港区总体规划(2017~2035 年)》获自治区人民政府批复。在规划中, 铁山港西港区是当前和未来北海港发展的最核心的港区, 已具备大规模开发建设的条件, 是区域经济社会发展的重要基础和支撑。根据《北海港铁山港西港区总体规划(2017~2035 年)》, 铁山港西港区是 21 世纪海上丝绸之路的重要门户, 是广西沿海重要港区和综合运输体系的重要枢纽, 是广西北部湾经济区进一步开放开发和打造中国—东盟自由贸易区升级版的重要依托, 是北海市产业优化布局和周边地区经济社会发展的重要基础。

根据《北海港铁山港西港区总体规划(2017~2035 年)》, 铁山港西港区: 以矿石、煤炭、油品等大宗散货运输为主, 以集装箱、粮食、农副产品运输为辅, 逐步发展成为现代化的综合性港区。其中啄罗作业区位于铁山港西港区南部、铁山湾湾口西岸的青头村至啄罗处。规划为液体散货、干散货和件杂货作业区, 建设港口支持系统, 主要为临港工业服务。

规划岸线 12113.5m，其中深水岸线 9931.2m，布置 31 个 50000~150000 吨级生产性泊位，陆域纵深 650~800m，陆域面积 758.77hm²，码头面高程 7.5~8.0m（当地理论最低潮面，下同），年通过能力约 12200 万吨。

作业区自南向北规划如下：作业区南端以南 356m 处离岸式布置 2 个 15 万吨级油品泊位，岸线长 712m，通过引桥和防波堤接入作业区；1 号突堤东部布置 2 个 15 万吨级液化天然气泊位，岸线长 842m；1 号突堤北部的东侧在距离液化天然气泊位 150m 以西布置 87.3m 港口支持系统岸线，西侧布置 4 个 5~10 万吨级液体散货泊位，岸线长 1174m；1 号港池内西侧布置 3 个 5 万吨级液体散货泊位，岸线长 973.2m；2 号突堤南部布置 8 个 5~15 万吨级液体散货泊位，岸线长 2473m；2 号突堤北部为干散货和件杂货作业区，自东向西布置 8 个 15 万吨级泊位和 2 个 5 万吨级泊位，岸线长 3117m，西端规划 100m 港口支持系统岸线；2 号港池内西侧布置 2 个 5 万吨级油品泊位，岸线长 640m；西北端布置长 395m、宽 360m 的挖入式港池，形成 1395m 的港口支持系统岸线。

本项目工程位于铁山港西港区啄罗作业区位 1 号突堤东部规划岸线 842m 范围内；拟建码头水文、地质条件、对外交通条件良好，具备码头建设的条件，是北海港铁山港西港区啄罗作业区第 7 个泊位，使用规划岸线为 378m，拟建设 1 个 15 万吨级液化天然气泊位。本项目岸线布局规划以及建设泊位功能和规模均符合《北海港铁山港西港区总体规划(2017-2035 年)》，详见图 6.2-6。



放、共享”五大发展理念为引领，根据农业部《养殖水域滩涂规划编制工作规范》和《养殖水域滩涂规划编制大纲》要求，在《广西壮族自治区海洋主体功能区规划》、《北海市城市总体规划》、《北海市土地利用规划》等相关规划的框架内，结合铁山港区经济发展和生态保护需要，深入推进渔业结构调整，立足当地生态环境及资源优势，在科学评价水域滩涂资源禀赋和环境承载力的基础上，对《北海市铁山港区养殖水域滩涂规划(2016-2020)》进行修编，2018年12月北海市人民政府发布了《北海市铁山港区养殖水域滩涂规划(2018-2030)》。

根据《铁山港区养殖水域滩涂规划(2018~2030)》，本项目位于其规划的禁养区内（见图6.2-8），因此，本项目在禁养区内建设码头，符合《铁山港区养殖水域滩涂规划(2018~2030)》布局的要求。

6.2.7 与《北海市南珠养殖用海规划方案(2017-2030年)》的符合性分析

根据《广西海洋功能区划(2011-2020年)》和《北海市南珠产业发展规划(2012-2020)》，结合历史上适宜养殖南珠的相关区域要求，以及目前北海市产业发展布局和南珠养殖现状，在充分进行研议、评估，以及征求有关部门和社会相关人士意见的基础上，科学划定南珠养殖用海规划方案范围，北海市人民政府于2017年8月发布了《北海市南珠养殖用海规划方案(2017-2030年)》。

根据《北海市南珠养殖用海规划方案(2017-2030年)》，本项目与A片区最近，位于该规划A片区(符合海洋功能区划部份)东面约2km，A片区中需要调整海洋功能区划的区域在海洋功能区划未调整之前，暂不开展供海工作，待调整后再组织用海使用，目前海洋功能区划尚未调整，因此A片区中需要调整海洋功能区划的区域未进行南珠养殖。根据前述悬浮泥沙计算结果，本项目施工造成悬浮泥沙扩散范围有限，因此，本项目施工过程中产生的悬浮泥沙对周边的南珠养殖用海区影响较小，本项目建设符合《北海市南珠养殖用海规划方案(2017-2030年)》要求。

7 项目用海合理性分析

7.1 项目选址合理性分析

7.1.1 符合海洋功能区划及相关规划

本项目使用海域的海洋主导功能为铁山港口航运区，位于北海港铁山港西港区啄罗作业区，利用广西铁山西港区规划预留 LNG 第二泊位开展码头及配套设施建设，项目建设符合《广西壮族自治区海洋功能区划（2011—2020 年）》、《广西北部湾港总体规划》、《北海市城市总体规划(2013-2030)》、《北海港总体规划（2019~2035 年）》、《北海港铁山港西港区总体规划(2017-2035 年)》以及《北海市铁山港区养殖水域滩涂规划(2018 -2030)》、《北海市南珠养殖用海规划方案(2017-2030 年)》。

7.1.2 项目选址与自然条件适宜性分析

1、水深条件

铁山湾是一个湾阔水深、岸线长、避风、浪静、回淤小、航道短、无礁石、可挖性好、陆域阔的天然良港。港纵深 40 公里，平均宽 4 公里，湾口最宽处 10 公里；港内有东西两条深槽，为天然航道，航道底宽 500~1000m，水深 10~22.5m，现已沿天然航道建设了进港航道。

本项目设计代表船型为 26.6m³LNG 船，满载吃水为 12.2m，选址位于北海港铁山港西港区啄罗作业区 1 号突堤东部（已建广西液化天然气（LNG）项目一期工程码头南侧），位于铁山湾湾口、10 万吨级的深水航道边沿，水深条件优越，为良好的深水港，符合“深水深用”原则。

2、波浪条件

项目选址于铁山港潮汐汊道深槽边，受地形影响，潮流基本为往复流。港区主要受 S~SW 向波浪作用，SE 向受湾中浅滩影响，波浪小。码头采用自身掩护，S、SW 向浪基本掩护，对 SE 向浪处于开敞状态。从波浪掩护条件看，采用自身掩护及建设十八号路后，可达到较好的掩护效果。

3、泥沙条件

铁山港湾口朝南，夏季强盛的南和西南风掀波作用在浅海区域较为强烈，风浪可影响到底层，在风浪和潮流共同作用下形成含沙量较高的水体，使泥沙不断向岸推移。冬季盛行北风和东北风，由于风区范围较窄，且风向与涨潮流流向正

好相反，因而整个海湾内冬季含沙量较夏季小。本航道所处区域波浪影响较小，铁山港口门附近波高一般为 0.5~0.7m，且底质粒径较粗，在正常波浪作用下，水域泥沙难以启动。由于铁山湾海区水深大，水动力弱，且附近海域无大江、大河，河流来沙有限，水体平均含沙量仅 0.001~0.01kg/m³，悬沙颗粒细（0.013~0.0084mm），主要沉积于铁山湾湾顶和丹兜港，很少参与潮汐水道的地形塑造。铁山湾由于波浪沿岸输沙和陆域供沙数量均较小，因此潮汐水道的地形历来比较稳定，泥沙淤积不大，可通过常规的疏浚来维护。据河海大学铁山湾整体潮流物理模型试验研究成果，铁山湾工程全部建设完成后，航道港池每年的回淤平均厚度约为 0.41m/a。在前期开发阶段没有明显淤积，后期淤积也不大。因此本项目工程选址符合《海港总体设计规范》有关码头选址的要求。从水文泥沙条件看，项目选址是适宜的。

4、工程地质条件

根据《广西液化天然气（LNG）三期扩建项目配套码头工程岩土工程勘察报告（可行性研究阶段勘察）》（中交第二航务工程勘察设计院有限公司，2021 年 7 月），项目工程勘察深度范围内未发现其他对工程不利的断裂构造、河道、沟渠、墓穴、防空洞、孤石、采空区等。拟建场地地形地貌属滨海地貌，地势较平坦开阔，海底地形较平缓，无深沟、深槽等不良地形、地物；岸线边坡稳定，未见崩塌、滑坡、泥石流等不良地质现象，未发现活动性断裂，历史上未发生过强烈地震，拟建场地适宜建设本工程。疏浚区土层以粗砂、粘土、粘性土混砂为主，容易施工；港址所处位置无重大环境影响制约因素。

综上，项目位于铁山湾湾口，水深条件优越，所在海域水流稳定、波浪掩护条件好，水域较宽阔，风浪较小，附近海域无大江、大河，外来泥沙量较少，泥沙淤积不大，可通过常规的疏浚来维护，工程所在场地地质稳定，适宜建设本工程。

7.1.3 项目选址与生态环境适宜性分析

本工程位于已开发的港口作业区范围内，周边为已有港口作业区，场地开阔，区域水质、大气环境、声环境质量状况均为良好，环境容量较大。

本项目建设码头、接岸引桥、导流潜堤、取排水口工程，建设会占用少量浅海。项目建设期间对港池和连接水域疏浚会产生一定悬浮物对周边生态环境造成

一定影响，但这种影响是暂时的，会随着工程施工结束而消失。根据项目所在位置附近海域环境和生态现状调查结果表明，项目区域生态环境状况较好、环境容量较大，项目建设和营运期产生的悬浮物、污水和废气在环境承载力容许范围之内。因此，只要加强工程环境保护、环境管理和监督工作，采取积极预防及环保治理措施，是完全能够将对生态环境的影响减至最低限度，项目建设及营运对周边环境既不会引起生态恶化，也不会对居住环境等产生大的影响。因此，项目选址与区域的生态系统相适应。

7.1.4 项目选址与周边用海活动适宜性分析

项目泊位选址位于铁山港港口航运区内，工程具体位置在北海港铁山港西港区啄罗作业区1号突堤，已建广西液化天然气（LNG）项目一期工程码头的南侧，项目选址区域不存在军事设施和埋藏在海底的管线，周边主要用海活动为广西液化天然气（LNG）项目一期工程、铁山港进港航道、海水养殖、北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级种质资源保护区、广西合浦儒艮国家级自然保护区及广西山口国家级红树林生态自然保护区。

1、项目选址与广西液化天然气（LNG）项目一期工程的适应性分析

本项目LNG码头操作平台与一期工程接收站储罐距离约230m，与一期工程接收站储罐防火间距满足《液化天然气码头设计规范》（JTS165-5-2016）和《油气化工码头设计防火规范》（JTS158-2019）中“海港液化天然气码头与接收站储罐的防火间距不应小于150m”的要求；本项目0.3倍最大设计船长是103.5m，在泊船舶与一期工程船舶间距为113m，满足上述规范中“相邻的液化天然气码头，其船舶间净距不应小于0.3倍最大设计船长”的要求。

本项目停泊水域占用广西液化天然气（LNG）项目一期工程的回旋水域面积2.1954hm²，是因为该项目回旋水域面积确定时仅考虑到本项目建设造成的海域影响，用海面积取其使用海域的放坡坡顶面积计算权属，因此本项目停泊水域与广西液化天然气（LNG）项目一期工程已获得海域使用权属有2.1954hm²海域重叠，重叠的2.1954hm²海域实际上广西液化天然气（LNG）项目一期工程目前尚未使用。建议本项目用海单位与国家管网集团进行充分协商，达成协议后按要求办理权属变更，确保项目用海面积满足本项目用海需求，详见本报告书5.3.1相关内容。

根据《广西北部湾港总体规划修编》和《北海港总体规划》，本工程拟建 LNG 泊位位于规划 LNG 泊位岸线南侧端部，项目建设符合该海域港口规划的布局要求。

本项目部份回旋水域和连接水域与广西液化天然气（LNG）项目一期工程的回旋水域和连接水域共用，共用面积 79.844hm^2 。根据《广西北部湾港总体规划修编》和《北海港总体规划》，本工程拟建 LNG 泊位位于规划 LNG 泊位岸线南侧端部，而一期工程 LNG 泊位位于规划 LNG 泊位岸线北侧端部，按规划两泊位需共用部份回旋水域和连接水域，共用水域中 37.9640hm^2 为广西液化天然气（LNG）项目一期工程的回旋水域，已办理海域使用权， 41.88hm^2 为一期工程的连接水域，尚未办理海域使用权，本项目拟申请办理。建议本项目用海单位与国家管网集团对共用海域的使用方案及使用费用进行充分协商，确保项目用海面积满足本项目用海需求。

此外，本项目船舶施工以及营运期船舶对广西液化天然气（LNG）项目一期工程造成一定影响，需要本项目建设单位与该项目业主国家管网集团统筹协调，安排好作业范围及作业时段，避免对广西液化天然气（LNG）项目一期工程造成影响。

2、项目选址与铁山港区利华物流配送中心项目和铁山港十八号路一期工程适应性分析

项目接收站意向用地位于铁山港区利华物流配送中心项目，为北海路港公司吹填的铁山港西港区啄罗作业区 1 号突堤陆域范围内，目前北海路港公司已取得该地块的海域使用权证，尚未办理用海验收手续。根据有关政策，待填海验收完成后，该吹填的陆域可变更为新增建设用地。现北海路港公司已同意本项目的选址，后续建设单位与北海路港公司办理使用权证置换相关事宜即可。

项目排水口位于接收站南侧，部份管线位于接收站陆域围墙外，需采用钢管顶管施工穿过已建引堤（铁山港十八号路一期工程）再排海，穿越引堤长 30 米，引堤为北海路港公司所建，北海路港公司已同意本项目的选址，项目穿越引堤不影响引堤的安全和使用，因此本项目排水口穿越引堤是可协调的。

项目施工建设及输气管廊等管线工程均需依托铁山港十八号路一期工程。铁山港十八号路一期工程是铁山港工业区的公用设施，主要为港口工程的建设提供

基础，其工程的设计中已充分考虑了本项目管廊及其他配套管线的建设，预留了相应的空间，能够满足本项目管廊等管线的建设需要，本项目的建设与其是相协调的。

3、项目选址与铁山港进港航道的适应性分析

本项目在泊船舶与铁山港 10 万吨级进港航道边线间距约 1000m，满足《液化天然气码头设计规范》（JTS165-5-2016）和《油气化工码头设计防火规范》（JTS158-2019）中“液化天然气船舶在港系泊时，液化天然气船舶与附近通航其他船舶的航道边线净距不宜小于 100m”要求。

由于本项目连接水域及专用航道与铁山港进港航道相接，专用航道的疏浚以及施工船舶过往、施工物料运输等，在一定程度上给铁山港进港航道带来一定干扰，由建设单位统一调度管理，进行良好的沟通与协商，保证工程施工的正常实施。

施工船舶进出本项目区需占用铁山港进港航道，由于施工船舶增加，一定程度上给来往船舶正常通行造成影响，业主应切实落实相关安全保障措施和海事主管相关部门的相关要求，在船舶过往航道处的周边设置警示标志，提醒过往船舶提前避让，避免对航道的正常运营造成相关干扰。

项目营运后会对铁山港进港航道通航环境造成一定影响。船舶航行和靠离泊位安全非常重要，因此要加强对工程附近海域的航行安全管理。

4、项目选址与海水养殖区的适应性分析

本项目不占用周边养殖区，但施工期悬浮泥沙会对周边养殖区产生一定不利影响，悬浮泥沙影响是短期的，将随着港池、专用航道疏浚等工程的结束而消失。

项目周围海水养殖虽然是未取得合法养殖证的养殖活动，但是养殖户毕竟投入了资金和人力成本，为避免发生用海纠纷，建议建设单位在工程施工前与养殖户进行沟通，对鱼排进行临时转移或提前捕收，并给予适当的经济补偿。

5、项目选址与北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级种质资源保护区的适应性分析

北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区位于本项目西面，与种质资源保护区实验区最近距离约 2.3km，与核心区最近距离约 24km，施工期间施工船舶不进入种质资源保护区，根据悬浮物扩散分析，工程疏浚作业产生悬浮物

增量扩散影响范围西向最远距离(以内航道南端为起点)为 5.461km, 内航道南端与种质资源保护区实验区距离约 4.9km, 在各种施工作业叠加下, 悬浮物浓度增量大于 10mg/L 扩散至北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级种质资源保护区面积为 0.426km², 施工活动对保护区有一定的影响, 应按照农业农村部渔业管理局要求, 施工期尽量安排避开种质资源保护区主要保护物种的繁育期(1月-7月), 尽可能减轻对周边保护物种的影响。

6、项目选址与广西合浦儒艮国家级自然保护区、广西山口国家级红树林生态自然保护区的适应性分析

广西合浦儒艮国家级自然保护区位于项目东面, 最近距离约 6.6km, 广西山口国家级红树林生态自然保护区位于项目东北面, 最近距离约 12km, 施工期间施工船舶和运营期间运营船舶均不进入这两个保护区, 施工和运营产生污水不向海域内排放, 根据悬浮物扩散分析, 各种施工作业叠加下, 悬浮物浓度增量大于 10mg/L 向东北偏北向扩散最远距离约 5.053km, 向东扩散最远距离 0.359km 距离较远, 施工产生的 10mg/L 浓度悬浮泥沙不会进入这两个保护区, 不会对其主要保护物种及其栖息环境产生明显影响。

本项目用海与附近有关功能区用海不相冲突, 项目建设不影响周边海洋功能区开发活动, 对周边海洋资源利用与保护影响较小。在工程建设、运营过程中, 在与国家管网集团做好沟通协调、加强航行安全管理等措施后, 本项目用海与周边其它用海活动相适应。

综上所述, 本项目工程选址是合理的。

7.1.5 项目选址与所在区域社会条件适宜性分析

本项目码头位于铁山湾内规划的北海港西港区啄罗作业区。啄罗作业区位于铁山港西港区南部、铁山湾湾口西岸的青头村至啄罗处, 规划为液体散货、干散货和件杂货作业区, 建设港口支持系统, 主要为临港工业服务。规划岸线 12113.5m, 其中深水岸线 9931.2m, 布置 31 个 5~15 万吨级泊位, 陆域纵深 650~800m, 陆域面积 758.77hm², 码头面高程 7.5~8.0m, 年通过能力约 12200 万吨。

根据《广西北部湾港总体规划修编》和《北海港总体规划》, 啄罗作业区规划 LNG 泊位岸线 842m, 规划布置 2 个 15 万 GTLNG 泊位。已建广西 LNG 一期工程接收站陆域长度 720m, 其配套 LNG 泊位位于规划 LNG 泊位岸线北侧端部, 与已

建广西 LNG 一期工程接收站陆域北侧端部平齐。本工程拟建 LNG 泊位位于规划 LNG 泊位岸线南侧端部，位于已建广西液化天然气（LNG）项目一期工程 LNG 泊位南侧，符合北海港总体规划。接收站所在的陆域已完成填海，可以满足项目功能布局的要求。

项目所需供电、供水、通信等配套基础设施已接入港区附近，项目区附近有 110kV 港务变，拟从 110kV 港务变引出 1 回 10kV 专用线路至本项目变电所。给水水源来自铁山港水厂的市政自来水管网，铁山港水厂近期供水能力为 23 万 m^3/d ，远期供水能力为 38 万 m^3/d 。从后方规划的市政给水管网接入，接入点供水压力不小于 0.2MPa。本地区钢材、砂、石料、水泥等建筑材料均可就地购买，可满足本工程建设需要，并可通过水路或公路运到现场。

本地区有包括中交第二、四航务工程勘察设计院有限公司、广州、天津航道局等多家技术力量雄厚的施工单位常年在北部湾沿海施工，熟悉该地区地形地貌及施工特点，具有丰富施工经验，施工机具和设备齐全，施工技术有保障。以上因素对码头建设十分有利，同时港址所处位置无重大环境影响制约因素。

此外，本项目所处港外集疏运条件较好，水路交通：铁山港进港航道二期扩建工程位于项目东侧，已于 2016 年 12 月竣工，航道建设按 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，航道全长约为 18.7km。本项目进港航道及连接水域直接与现有铁山港进港航道相接，实现本项目船舶进出。铁路交通：经过多年建设，广西铁路骨架已基本形成，北海市可通过钦北铁路、南防铁路、玉铁铁路、南宁至北海高速铁路与全国铁路网连接，钦北铁路长 133.87km。目前玉林至铁山港铁路已通车运营，此外，合浦至湛江铁路、铁山港工业区内的中石化铁路专用线、神华国华广投北海能源基地项目铁路专用线、石头埠铁路专用线和广西北部湾国际港务集团北海铁山港西港区 1 号至 4 号泊位铁路专用线等，正在有序开展前期工作。公路交通：北海市辖区内有互相连通的南宁至北海高速公路、合浦至贵港高速公路、合浦至山口高速公路、玉林至铁山港高速公路、北海至呼和浩特 G209 国道、北海至湛江 G325 国道、北海至铁山港一级公路等，可通至南宁、钦州、防城港、湛江等地。铁山港西港区规划区域周边现状已建道路和在建道路主要包括北铁一级公路、兴港路、四号路、经四路和营闸路。本项目

位于广西北海市铁山港西港区啄罗作业区1号突堤，可利用已建成的港内主干道与外部交通道路网连接，实现公路疏港。

综上，本项目位于规划的LNG泊位岸线，符合《广西北部湾港总体规划修编》和《北海港总体规划》，项目所需供电、供水、通信等配套基础设施完善，所需施工单位及施工技术有保障，所在区水陆交通条件好，周边航道建设能满足项目营运要求，而且接收站所在的陆域已完成填海，可以满足项目功能布局的要求。因此，本项目选址与社会条件相适应。

7.2 用海方式和平面布置合理性分析

7.2.1 用海方式合理性分析

本项目用海类型一级类属于工业用海和交通运输用海，按二级类分两类，分别为其它工业用海(27)和航道用海(32)，项目用海方式按一级方式分有四类，按二级方式分有五类，具体见表7.2-1。

本项目的用海类型与用海方式见表7.2-1。

表7.2-1 项目用海方式

分类体系	一级方式		二级方式	
	编号	名称	编号	名称
用海方式	2	构筑物	21	非透水构筑物
			23	透水构筑物
	3	围海	31	港池
	4	开放式	44	专用航道及其它开放式
	5	其它方式	55	取、排水口

工程用海方式是由工程特点和工程建设的特殊要求决定的，根据工程所在区域底质条件以及使用功能，港池、专用航道、透水构筑物、非透水构筑物用海是其他用海方式所无法替代的，用海方式合理。

1、用海方式与自然条件和社会条件相适宜

本项目采用透水构筑物方式在铁山港西港区建设1个15万吨级LNG泊位，能够充分利用铁山港优越的岸线资源和深水条件，为港口业和社会经济发展服务。项目所在海域自然环境较好，工程建设后对水动力环境、海水水质、沉积物、海洋生态和生物等自然环境及生态环境影响均较小。本项目实施在依据相关环保政策、法规，在严格落实各项环保措施后，能达到当地环境功能区划及环境控制指标要求，建设和营运对环境影响在区域环境承载能力范围之内。

因此，项目用海方式与社会条件及自然条件相符。

2、能与海域资源有效利用相适应

根据《北海港铁山港西港区总体规划》，铁山港西港区是21世纪海上丝绸之路的重要门户，是广西沿海重要港区和综合运输体系的重要枢纽，是广西北部湾经济区进一步开放开发和打造中国—东盟自由贸易区升级版的重要依托，是北海市产业优化布局和周边地区经济社会发展的重要基础。根据规划，啄罗作业区规划为液体散货、干散货和件杂货作业区，建设港口支持系统，主要为临港工业服务。规划岸线12113.5m，其中深水岸线9931.2m，布置31个5~15万吨级泊位，陆域纵深650~800m，陆域面积758.77hm²，码头面高程7.5~8.0m，年通过能力约12200万吨。

本项目位于广西北海市铁山港西港区啄罗作业区1号突堤陆域范围内，利用广西铁山西港区规划预留LNG第二泊位建设1个15万吨级LNG泊位，占用规划岸线（全部为人工岸线）384m。项目用海方式能够满足港口航运区合理布局要求，并且项目建设充分利用了铁山港的集疏运条件和其他依托条件，符合“深水深用”原则。项目对岸线、水深及土地等资源利用合理，用海方式完全能够达到海域资源有效利用的要求。

3、对区域海洋生态系统的影响较小

项目所在海域为规划的港口航运区，工程建设的水工构筑物仅导流潜堤（180m）为非透水构筑物，LNG码头和接岸引桥均采用透水构筑物的用海方式，可最大程度地减少对海域水文动力环境、冲淤环境的影响，有利于维护海域基本功能，有利于保持海域自然属性，对海洋环境影响较小，虽然工程透水管桩、施工疏浚等会对周边海域生态环境造成一定影响，如底栖生物的填埋、水体中悬浮物浓度的增加等，但本项目使用海域内没有重要的生物种群，周边6km范围内无海洋保护区、红树林区等敏感目标，项目建设不会对重要的海洋生态系统造成破坏，工程建设后对水动力环境、海域水质、沉积物、海洋生物等自然环境及生态环境影响均较小。

4、项目用海方式符合其功能区控制方式的要求

本项目用海位于北海市铁山港西港区啄罗作业区，属于“铁山港港口航运区（A2-13）”的范围内，该海域用海方式控制是“合理规划并严格论证码头、堆场

和港口物流等临港工业的填海活动；集约化利用岸线资源，优化海岸线布局；严格保护深水岸线；允许适度改变海域自然属性，通行船只不允许抛锚。”的要求。本项目用海方式为“透水构筑物”、“港池用海”、“专用航道”和少量的“非透水构筑物”，项目码头前沿水域和港池水域、专用航道进行疏浚工程，未改变海域自然属性，坚持集约、节约用海，维护港口港池水深条件，防止航道泥沙淤积，减小对铁山湾水文动力的影响。因此，本项目用海方式是合理的。

5、用海方式符合项目建设的需要

本项目位于广西北海市铁山港西港区啄罗作业区 1 号突堤陆域范围内，利用广西铁山西港区规划预留 LNG 第二泊位建设 1 个 15 万吨级 LNG 泊位。1 号突堤陆东侧规划布置 2 个 LNG 泊位，本项目位于南侧的泊位岸线，建设 1 个 26.6 万 m^3 LNG 船的 LNG 泊位（码头结构兼顾 3~26.6 万 m^3 LNG 船），既能充分利用所在区域的水深条件，又能完成项目建设营运的要求，而且对海洋环境影响较小，充分体现了对海域资源的节约集约及高效利用，因此，本项目用海方式符合项目建设的需要。

综上所述，本项目符合相关规划要求，用海方式与自然条件、社会条件相适宜，有利于维护海域基本功能，有利于保持自然岸线和海域自然属性，有利于保护海洋生态系统，对水文动力环境、冲淤环境影响较小，能与周边用海活动相适应，本项目用海方式是合理的。

7.2.2 项目平面布置合理性分析

总平面需根据几点原则进行布置：

第一，要合理利用岸线、水深及土地等资源，符合北海港总体规划；

第二，码头布置要综合考虑相邻项目的安全距离；

第三，水域布置合理利用自然条件，满足船舶安全靠泊和装卸作业要求；

第四，在对工程区域的水文、气象以及地形、地质资料全面分析的基础上进行总平面布置；

第五，总平面布置必须满足港口工程技术规范及与相关的国家规范和行业标准。

根据以上平面布置原则，本工程在规划岸线布置了 1 个 15 万吨级 LNG 泊位，涉海工程包括有码头水工建筑物、港池、专用航道、接岸引桥、导流潜堤、取排

水口和护岸改造，使用规划岸线 384m。接收站利用已填形成的陆域建设，不新增用海。项目的建设充分利用了现有岸线及土地资源，统一规划，合理布局。

1、LNG 码头平面布置合理性分析

本工程拟建 LNG 泊位码头前沿线与已建 LNG 泊位码头前沿线平齐布置，即码头前沿线平行于已建接收站陆域坡顶线，其方位角为 $24^{\circ} 26' 9'' \sim 204^{\circ} 26' 9''$ 。新建导流潜堤后，码头前沿基本线顺流顺浪，LNG 码头前沿线距离陆域防浪墙 150m，LNG 码头装卸平台距离防浪墙 119m。

拟建 LNG 泊位采用蝶形墩式布置型式，码头长度 384m，约为最大设计船长的 1.11 倍。LNG 泊位主要由 1 座工作平台、2 对靠船墩、3 对系缆墩及联桥组成。外侧靠船墩设置一组护舷，内侧靠船墩设置两组护舷，共六组护舷。最外侧系缆墩系缆点中心间距 370m。系缆墩呈一字型布置，以码头中心线对称。LNG 泊位装卸平台尺度为 $50m \times 30m$ ，系靠船墩尺度为 $16m \times 16m$ ，系缆墩尺度为 $14m \times 14m$ 。本工程拟建 LNG 泊位码头前沿线与已建 LNG 泊位码头前沿线平齐布置，符合北海港总体规划，泊位采用蝶形墩式布置，设六组护舷能满足大小船舶靠泊需要，符合 LNG 泊位的设计需求。

根据《液化天然气码头设计规范》（JTS165-5-2016）和《油气化工码头设计防火规范》（JTS158-2019），海港液化天然气码头与接收站储罐的防火间距不应宜小于 150m；相邻的液化天然气码头，其船舶间净距不应小于 0.3 倍最大设计船长；液化天然气船舶在港系泊时，液化天然气船舶与附近通航其他船舶的航道边线净距不宜小于 100m。本项目 LNG 码头工作平台与一期工程接收站储罐距离约 230m，与本项目接收站储罐距离约 900m；本项目 0.3 倍最大设计船长是 103.5m，本项目系泊船舶与一期工程船舶间距为 113m，本项目系泊船舶与作业区南端规划的 6#泊位（15 万吨级液化天然气泊位，尚未开展前期工作）船舶间距为 252m；本项目在泊船舶与铁山港进港航道边线间距约 1000m，可见，本项目拟建液化天然气码头与一期工程及本项目接收站储罐的防火间距，本项目系泊船舶与周边泊位船舶间距、与周边航道边线间距均满足规范要求。

2、接岸引桥合理性分析

LNG 装卸平台与陆域有一定的距离，因此必须通过接岸引桥与拟建接收站陆域衔接。拟建接岸引桥（共 4 段）拟布置于已建护岸外侧，第一、二段引桥位于

已建接收站东侧，第三、第四段引桥位于已建接收站南侧，呈“L”型，总长度1162.707m。接岸引桥布置不影响规划防波堤建设，同时避开对已建广西LNG一期工程接收站影响，又相对节约用海，因此接岸引桥的平面布置是合理的。

3 港池合理性分析

本项目港池选址符合北海港总体规划，拟建停泊水域占用广西LNG项目一期工程港池 2.1954hm^2 ，该部份海域实际并未使用，可通过协商转为本项目使用。项目拟建回旋水域及连接水域与广西LNG项目一期工程的回旋水域及连接水域共用，共用面积约 79.844hm^2 ，经可研部门测算，本项目与一期工程两个泊位共用航道及回旋水域，只要合理调度，两泊位的通过能力不受影响，能满足两个项目的生产需求，同时节约用海。

根据《广西液化天然气(LNG)三期扩建项目配套码头工程潮流数学模型研究及泥沙回淤分析》报告：拟建工程实施引起的流态变化仅限于开挖区附近水域。引桥和开挖区流速不同程度减小，开挖区周边流速增加，平均流速变化 0.03m/s 限于工程区 3km 范围内，工程实施后港域的年淤积总量约 $35.4 \times 10^4\text{m}^3$ ，10年一遇风浪条件下的骤淤总量约 $24.3 \times 10^4\text{m}^3$ ，泥沙回淤问题不严重。可见，拟建港池节约用海，工程实施引起的流态变化较小，港域泥沙回淤强度不大，因此港池设置是合理的。

4、导流潜堤合理性分析

根据《广西液化天然气(LNG)三期扩建项目配套码头工程潮流数学模型研究及泥沙回淤分析》报告，由于拟建LNG泊位南段岸侧有一段没有陆域掩护，涨落潮流在中、南段泊位区横流相对较大，需配套建设导流潜堤，以减小横流对拟建LNG泊位影响，保证泊位区LNG船舶靠离泊安全。导流潜堤靠近拟建码头，从码头后方已有陆域（一期工程接收站）的南角点延伸出来，见图4.1-1。

本项目导流潜堤长较短即可达到较理想的效果，选择在2号位（与铁山港进港航道相距1379m）建设长为180m、顶高程为6.5m导流潜堤，能达到改善泊位区水流流态、减小横流的效果，不影响规划的作业区南端以南离岸式布置的1个15万吨级液化天然气泊位和5个30万吨级油品泊位的建设，不影响铁山港进港航道的通行，同时对生态环境的影响较小，投资也较少，因此本项目导流潜堤的平面布置是合理的。

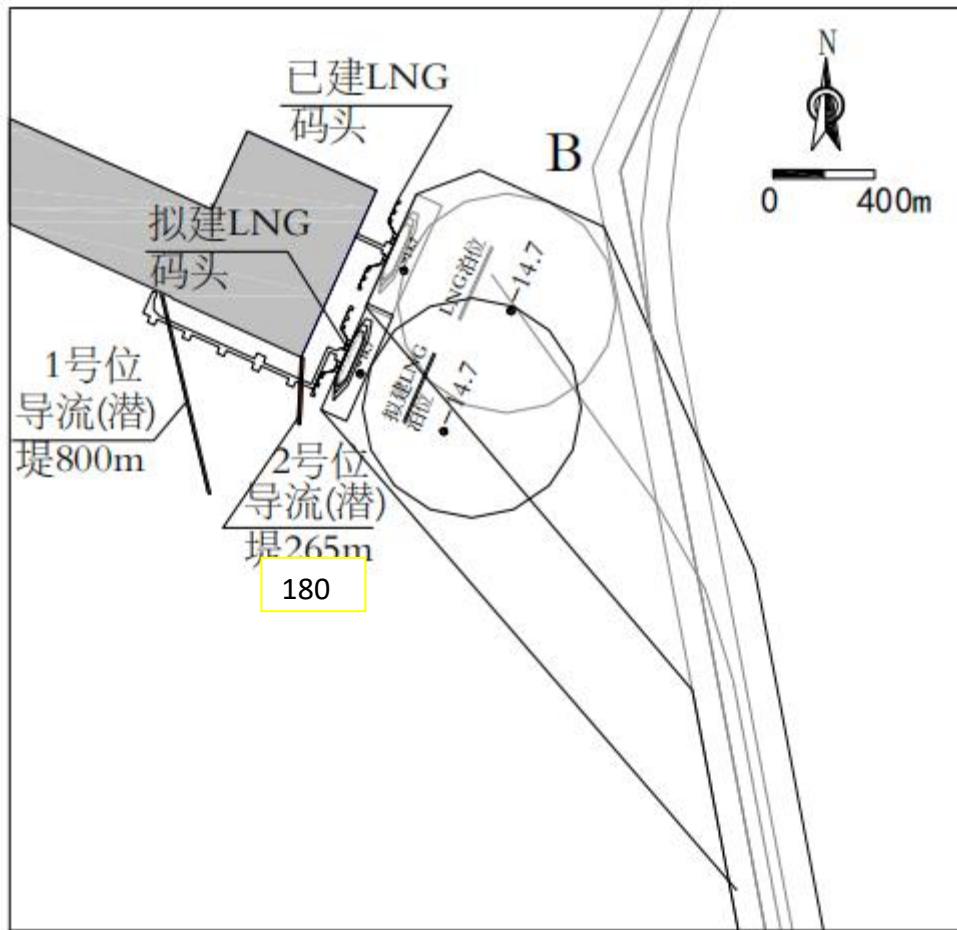


图 7.2-1 项目导流潜堤位置示意图

4、取排水口合理性分析

本项目利用海水在开架式气化器中加热 LNG 后，将温度降低的海水排回大海。

《海轮航道通航标准》规定，“取、排水口应设置在海床或河床和岸线稳定的地段，并与航道保持安全距离；取、排水设施产生海床或河床和水流变化的不得影响航道通航安全；取、排水口不宜深入航道内。深入现行或规划航道内时，其顶部高程应论证确定。”根据总平面布置，取水口布置于拟建接收站陆域北侧 1 号港池内，利用 1 号港池规划支持系统岸线与规划液体散货泊位岸线之间的安全富裕间距进行布置；排水口布置于拟建接收站陆域南侧。拟建工程取、排水口与铁山港进港航道距离约 1419m 和 2790m，距离关系符合《海轮航道通航标准》中“取、排水口不宜伸入航道内”的规定。

本项目取水口位于接收站北面 1km，避开规划码头的港池，同时远离本工程和一期工程的冷海水排水口，能取到温度较高的海水，因此取水口的布置是合理的。

本项排水口位于接收站南侧，远离一期工程的冷海水排水口（位于突堤东侧），能避免两项目冷海水叠加影响，同时接收站南侧水动力条件好且目前没有海水养殖，因此拟建排水口对周边海水养殖和海洋生态环境的影响较小，同时占海少，节约用海，因此项目排水口的布置是合理的。

综上，本工程泊位、接岸引桥、港池、导流潜堤、取排水口等布局合理，码头工程各相关设计要素符合相关规范的要求。项目平面布置充分利用了现有海洋资源和港口资源，体现了集约用海、高效用海的原则，有利于用海面积的充分利用。因此，项目平面布置合理。

7.3 用海面积合理性分析

7.3.1 用海面积合理性分析

调查结果符合规程要求。

1、用海面积分析

根据《海域使用分类》的界定方法，本项目用海类型为工业用海中的其它工业用海和交通运输用海中的航道用海，用海方式为开放式用海中的专用航道及其它开放式用海（编码 44）、围海中的港池、蓄水用海（编码 31）、构筑物用海中的透水构筑物用海（编码 23）、非透水构筑物用海（编码 21）以及其他方式中的取、排水口（55）。

项目业主针对本项目开展了大量工作，已委托广西比例尺测绘科技有限公司根据《海籍调查规范》的相关要求对项目用海进行了勘测定界。本次勘测定界测量仪器采用中海达 V8 型 GPS 接收机，起算控制点是北部湾 CORS 站，坐标系采用 2000 国家大地坐标系，高斯-克吕格（ 108° ）投影，本项目共勘测确定界址点 101 个，界址点具体信息见表 2.5.1，形成了项目用海宗海位置图和宗海界址图，具体见图 2.5-2、图 2.5-4。

权属核查记事：该宗海未设置海域使用权，界址、面积清楚，宗海指界人到位，根据测量结果，本项目拟申请用海面积共 143.7005hm^2 ，其中，透水构筑物用海（码头和接岸引桥用海）面积为 5.3859hm^2 ，港池、蓄水等用海面积为 49.0412hm^2 ，开放式用海（内部专用航道和连接水域用海）面积为 81.8525hm^2 ，非透水构筑物（导流潜堤）用海面积为 1.3061hm^2 ，取排水口用海面积为 6.1148hm^2 ，无权属争议。

勘测定界成果符合《海籍调查规范》及《海域使用面积测量规范》的要求。据海籍调查结果审核意见：该宗海调查程序合法，测量方法正确，量算面积准确，调查结果符合规程要求。

2、用海面积与项目用海需求的符合性分析

本工程建设 1 个 15 万吨级 LNG 泊位，使用岸线总长 384m，设计年吞吐量 600 万吨/年，涉海工程主要建设内容有码头水工建筑物、港池、接岸引桥、导流潜堤、取排水口和护岸改造等。根据《海港总体设计规范》（JTS 165—2013）以及项目设计规模和设计方案，本项目拟申请用海面积 141.3677hm²，此外拟从广西液化天然气（LNG）项目一期工程转让取得用海面积 2.1954hm²，再加上本项目回旋水域与广西液化天然气（LNG）项目一期工程的共用面积约 37.1300hm²，能满足项目用海要求，项目用海面积基本符合相关用海控制指标要求及符合相关行业设计标准。

3、项目占用岸线的合理性

根据《北海港总体规划（2019~2035 年）》，铁山港西港区自南向北由啄罗作业区、北暮作业区、北暮东作业区、石头埠作业区和雷田作业区组成。其中，啄罗作业区位于铁山港西港区南部，规划为液化天然气、液体化学品和油品等液体散货作业区。啄罗作业区采用突堤挖入式港池布置形式，自南向北规划如下：作业区南端以南离岸式布置 1 个 15 万吨级液化天然气泊位（6#泊位），岸线长度 445m；5 个 30 万吨级油品泊位（1#~5#泊位），岸线总长 2075m；通过引桥和防波（导流）堤接入作业区；1 号突堤东部布置 2 个 15 万吨级液化天然气泊位（7#~8#泊位），岸线长 842m。本项目 LNG 泊位位于 1 号突堤东部布置的 15 万吨级液化天然气泊位，为 7#泊位。

根据《液化天然气码头设计规范》（JTS 165-5-2016），码头泊位长度应满足船舶安全靠泊、离泊和系泊作业的要求，通过模拟试验确定，但不应小于 1 倍设计船长。在可行性研究阶段，可按 1.0~1.2 倍设计船长估算。根据本项目可研报告，项目借鉴国际通用做法和案例，利用软件分析设计船型在本工程特定自然条件下的船舶运动量及缆绳受力情况，并参照临近已建 LNG 码头工程的设计经验，将码头长度确定为 384m（最外侧系缆点中心距 370m），约为最大设计船长的 1.11 倍。

因此，本项目岸线长度取为 384m。可见，本项目对岸线的建设使用方案和平面布局符合相关规划要求，项目占用岸线是合理的。

7.3.2 宗海图绘制

项目宗海图绘制是由广西比例尺测绘科技有限公司于 2021 年 8 月 27 日根据《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）的界定方法计算的（见海域使用测量报告书）。其资质证号为：乙测资字 4511359，工程项目的宗海图绘制反映了宗海的地理位置，清晰、准确地记载项目用海的名称、类型、使用人、具体位置，以及毗邻陆域和海域要素。宗海界址图反映了项目用海具体的平面布置、权属范围及与相邻宗海的关系。项目用海典型界址点具有代表性，能够简洁、有效地反映项目用海的平面布置和权属范围。因此，项目的宗海图绘制符合《宗海图编绘技术规范》（HY/T 251-2018）和《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）的要求，满足项目工程用海需求（详见图 2.4-1～图 2.4-2）。

7.3.3 项目用海面积量算

本项目码头透水构筑物符合《海籍调查规范》（HY/T124-2009）中：“以透水或非透水方式构筑的企业专用码头（含引桥），以码头外缘线为界。”的规定。

本项目接岸引桥透水构筑物符合《海籍调查规范》（HY/T124-2009）中：引桥透水构筑物用海范围界定的“引桥、平台及潜堤等透水构筑物用海，以透水构筑物及其防护设施垂直投影的外缘线外扩 10m 距离为界。”的规定。

本项目港池及回旋水域符合《海籍调查规范》（HY/T124-2009）中：围海用海范围界定“岸边以围海前的海岸线为界，水中以围堰、堤坝基床外侧的水下边缘线及口门连线为界”的规定。

本项目导流潜堤符合《海籍调查规范》（HY/T124-2009）中：堤坝等非透水构筑物用海范围界定“堤坝等非透水构筑物用海，以非透水构筑物（含基床）及其防护设施的水下外缘线为界”的规定。

本项目取排水管及取排水口符合《海籍调查规范》（HY/T124-2009）中：取排水管及工业取排水口用海范围界定“取排水管道用海，以取排水管道外缘线向两侧外扩 10m 距离为界；工业取排水口用海，岸边以海岸线为界，水中以取排水设施外缘线外扩 80m 的矩形范围为界。”的规定。

本项目专用航道符合《海籍调查规范》（HY/T124-2009）中：航道用海范围界定“含灯桩、立标和浮式航标灯等海上航行标志所使用的海域，以实际设计或使用的范围为界。”的规定。

用海面积以设计单位提供的相关图件为基础资料进行测算，依据该项目平面布置，采用解析法计算出各项目用海面积及拐点的坐标，绘制该项目的宗海界址图。绘图采用 Auto CAD 软件成图，面积量算直接采用该软件面积量算功能，其算法与坐标解析法原理一致。即对于有 n 个界址点的宗海内部单元，根据界址点的平面直角坐标 x_i 、 y_i （ i 为界址点序号），计算各宗海的面积 S (m^2) 并转换为公顷，计算得到的宗海内部单元面积并填入宗海内部单元记录表中。

面积计算公式如下：

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

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

经计算，本项目申请用海面积共 $141.3677hm^2$ ，项目用海面积的量算符合《宗海图编绘技术规范》（HY/T 251-2018）和《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）等海域使用管理技术规范的要求。

项目用海宗海位置图和宗海界址图见图 2.5-2、2.5-4。

7.4 用海期限合理性分析

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

根据《中华人民共和国海域使用管理法》第二十五条规定，海域使用权最高期限，按照下列用途确定：

- (一) 养殖用海十五年；
- (二) 拆船用海二十年；
- (三) 旅游、娱乐用海二十五年；
- (四) 盐业、矿业用海三十年；
- (五) 公益事业用海四十年；
- (六) 港口、修造船厂等建设工程用海五十年。

本项目拟建码头及附属设施为钢筋混凝土框架结构，在正常情况下这些建筑物的使用寿命在 50 年以上。

根据《中华人民共和国海域使用管理法》第二十五条关于“港口、修造船厂等建设工程用海五十年”期限的规定，本项目为企业专用码头建设工程，申请用海期限为 50 年，符合法律允许的最高使用年限要求。

因此，本项目申请用海期限为 50 年是合理的。

8 项目生态用海分析

8.1 项目用海与海洋生态文明建设实施方案的符合性分析

2015年6月19日，国家海洋局发布了《国家海洋局海洋生态文明建设实施方案（2015—2020年）》（国海发[2015]8号），方案指出：坚持海陆统筹、区域联动，以海洋环境保护和资源节约利用为主线，以海洋生态文明制度体系和能力建设为重点，以重大项目和工程为抓手，将海洋生态文明建设贯穿于海洋事业发展的全过程和各方面，实行基于生态系统的海洋综合管理，推动海洋生态环境质量逐步改善、海洋资源高效利用、开发保护空间合理布局、开发方式切实转变，为建设海洋强国、打造美丽海洋，全面建成小康社会、实现中华民族伟大复兴做出积极贡献。

本项目拟建LNG码头位于广西北海市铁山港西港区啄罗作业区1号突堤东侧的南侧泊位岸线，为1个26.6万 m^3 LNG船的LNG泊位（码头结构兼顾3~26.6万 m^3 LNG船），码头吞吐量600万t/年，泊位长度384.0m，接岸引桥长1127m，码头前沿顶高程11.7m，码头前沿停泊水域、回旋水域、进港航道底高程-14.7m。项目涉海工程还包括有导流潜堤、取排水口和护岸改造等。

本项目拟申请用海总面积141.3677 hm^2 ，其中透水构筑物用海面积5.4314 hm^2 （码头1.2772 hm^2 ，接岸引桥4.1542 hm^2 ），透水构筑物长度1565m（码头长438m、接岸引桥长1127m），港池（港池、蓄水等）用海面积48.9453 hm^2 （港池2.8183 hm^2 、回旋水域46.1270 hm^2 ），开放式用海面积79.5701 hm^2 （内部航道47.0682 hm^2 、连接水域32.5019 hm^2 ），导流潜堤（非透水构筑物）用海面积1.3061 hm^2 ，取、排水口用海面积6.1148 hm^2 （取水口用海面积4.0591 hm^2 、排水口用海面积2.0557 hm^2 ）。此外，项目拟从广西液化天然气（LNG）项目一期工程转让取得面积2.1954 hm^2 ，再加上本项目回旋水域与广西液化天然气（LNG）项目一期工程的共用面积约37.1300 hm^2 ，能满足项目需求。

项目建成后，新增LNG储气能力5.5亿立方米，最大储气能力11亿立方米，可满足广西壮族自治区储气能力需求。项目建设有助于增加我国LNG物流通道，提高我国LNG清洁能源的消费比重，是响应国家节能减排号召、发展清洁能源的需要，但项目建设、施工作业会对海域生态环境产生一定的影响。

结合前文分析，本项目建设需满足海洋生态文明建设实施方案的相关要求，具体见表 7.5-1。

表 7.5-1 建设项目海洋生态文明建设实施方案相关要求

序号	生态要求	具体内容	是否符合要求
1	用海选址合理性	工程是否符合海洋功能区划？	符合。
		是否占用、穿越和影响海洋生态红线区及海洋保护区，是否占用和影响沙滩、景观、历史遗迹等重要资源？	不占用海洋生态红线区及海洋保护区；不占用和影响沙滩、景观、历史遗迹等重要资源。
		是否位于重要海湾、重要河口、重要滨海湿地、重要砂质岸线及沙源保护区海域、特殊保护海岛等禁止围填海的海域，是否位于生态脆弱敏感区和自净能力差等限制围填海的海域？	本工程不涉及禁止或限制围填海的敏感海域。本工程不涉及填海。
2	用海方案科学性	用海工程结构是否体现了尽量不填、尽量透水、尽量开放的设计要求？	用海工程尽量采用透水构筑物结构，体现了相关设计要求。
		围填海平面设计是否最大限度地落实离岸、多区块、组团式及保护自然岸线、延长人工岸线？	项目不涉及围海和填海。
		是否占用、改变和影响海岸线；岸线工程设计是否在保证安全基础上体现了自然化、生态化的理念，是否形成新的自然岸线？	本项目不占用自然岸线，占用规划的码头岸线 384m，采用透水构筑物的方式建设码头和接岸引桥。
3	生态用海配套措施有效性	是否安排了必要的海域海岸线整治、生态修复等配套工程？	本项目本身不占用自然岸线，采用透水构筑物方式建设码头和接岸引桥，体现了对海域资源的节约集约利用。

8.2 项目主要生态问题

依据项目分析以及现场勘察，项目尽量采用透水构筑物建设，尽可能少的占用海域，以最大限度减少对滩涂湿地的影响，这也是本项目采取的生态保护方案之一。

本项目建设可能造成的生态问题分析如下：

1、岸线利用

根据《北海港总体规划》，铁山港西港区啄罗作业区 1 号突堤东侧规划布置 2 个 15 万吨级 LNG 泊位，岸线长 842m，本项目位于其中南侧泊位岸线，占用码头岸线 384（人工岸线），占用人工码头岸线按港口规划布局建设 LNG 泊位，利用港口岸线建设港口是保证对港口资源的有效利用。同时，工程区前沿采取的港池和回旋水域及航道疏浚一定程度地增加了区域纳潮量，这也是一种生态修复的方式。

2、滨海湿地的占用

滨海湿地在维持生态平衡，保持生物多样性和珍稀物种资源、涵养水源、蓄洪防旱、降解污染等方面均起到重要的作用。本项目透水构筑物桩基、取水管和导流潜堤造成面积为 1.8675hm^2 滨海湿地丧失，虽然面积较小，但仍对周围湿地生态系统服务功能造成一定影响，建议项目在后方陆域布置相应面积的绿化，进行修复。

3、项目实施造成海洋生物资源损害

根据4.3.1章节，本项目造成海洋生物资源损害为1904.59万元。应在适当海域进行海洋生物资源恢复，以减小对海域造成生物资源损害。

因此本项目实施造成的主要生态问题为滨海湿地占用和海洋生物资源损害。

8.3 项目海洋生态补偿

生态用海旨在提高区内景观度，通过科学管理、合理规划协调工城镇发展与环境保护的关系。为保护和改善海洋生态，防治污染损害，合理开发利用海洋资源，维护生态平衡，广西壮族自治区十三届人民政府第40次常务会议审议通过《广西壮族自治区海洋生态补偿管理办法》（桂海规〔2019〕4号），根据文件要求，实行海域资源有偿使用制度和污染破坏补偿制度，而生态补偿包括海洋生态保护补偿和海洋生态损害补偿。

8.3.1 项目海洋生态保护补偿

海洋生态保护补偿范围主要有以下几个方面：

- 1、（海洋自然保护区、海洋特别保护区（含海洋公园）、水产种质资源保护区；
- 2、划定为海洋生态红线区的海域；
- 3、沿海各级人民政府确定需保护的其他海域；
- 4、国家一类、二类保护海洋物种；
- 5、列入《中国物种红色名录》中的其他海洋物种；
- 6、国家和自治区确定需保护的其他海洋物种。

本项目建设不涉及以上海洋生态保护补偿范围。

8.3.2 项目海洋生态损害补偿方案

海洋生态损害补偿是指从事海域开发利用活动的自然人、法人或者其他组织，对其因开发利用海洋资源造成的海洋生态系统服务价值和生物资源价值损失进行的补偿。

根据 4.3.1 章节，本项目建设中，取水管、导流潜堤、透水桩占海，以及开挖疏浚建设将造成项目用海范围内鱼卵、仔鱼及潮间带、底栖生物造成永久性损失，经计算，本项目建设造成的海洋生物资源损失 1904.59 万元。按要求应“由造成海洋生态损失的自然人、法人或者其他组织根据海洋生态损害补偿方案开展海洋生态环境保护修复等相关补偿工作。”具体包括：

- 1、受损海洋生态修复与整治；
- 2、受损海洋生物资源的恢复；
- 3、海洋生态污染事故应急处置；
- 4、海洋生态损失与补偿的调查取证、评价鉴定和诉讼等；
- 5、调查制定、实施修复方案；
- 6、修复期间的监测、监管以及修复完成后的验收、修复效果后评估。

结合本项目的实际情况，建议本项目共投入 1910 万元进行海洋生态损害补偿。分以下几部分实施：

(1) 900 万元用于增殖放流，增殖放流可以选在项目西南面营盘至彬塘南部浅海农渔业区海域和西村港至营盘南部浅海农渔业区海域，以避免周边港口建设对放流的海洋生物的影响，为所放苗种提供优良的生存环境。放流苗种建议选取文蛤、青蟹、真鲷、黑鲷长毛对虾和石斑鱼。苗种应当是本地种的原种苗，人工繁育的苗种应由具备资质的生产单位提供。应选择信誉良好、管理规范、科研力量雄厚、技术水平高、具有《水产苗种生产许可证》苗种生产单位。增殖放流物种须经具备资质的水产品质量检验机构检验合格，由检验机构出具检验合格文件。禁止使用外来种、杂万元交种、转基因种以及其他不符合生态要求的水生生物物种。在当地海洋与渔业部门指导下，按照海洋与渔业部门的要求，开展受损海洋生物资源的恢复工作。

(2) 550 万元用于海洋生态污染事故应急处置，本项目为企业专用码头项目，建议配备相应的围油栏、油拖网、吸油材料、溢油分散剂、溢油分散剂喷洒装置、储存装置、溢油监视报警装置等，作为海洋生态污染事故应急处置设施。

(3) 300万元用于后方陆域绿化，绿化面积至少为1.8675hm²。

(4) 160万元用于修复期间的监测、监管以及修复完成后的验收、修复效果后评估。对各类修复完成后立即进行1次，三年后对修复效果跟踪评估一次。

8.4 项目生态用海对策措施

(1) 根据《中华人民共和国渔业法》等相关法律法规和《中国水生生物资源养护行动纲要》等有关规定，按照“谁开发谁保护、谁受益谁补偿、谁损坏谁修复”原则，建设单位应与主管部门处理好海洋生物资源补偿、赔偿问题。

(2) 本工程实施将对施工区及附近海域海洋生态和渔业资源造成一定影响和损失，建设单位应按相关法律、法规要求，投入相应经费进行受损海洋生物资源的恢复，补偿方式可以采用增殖放流等方式，具体以主管部门意见为准，由主管部门实施或监督实施海洋生物资源保护措施。

(3) 配备相应的海洋生态污染事故应急处置设施以备不时之需。

(4) 项目导流（潜）堤、取水管和透水管桩占用少量海域面积，建议在项目后方陆域进行一定面积的绿化予以补偿。

(5) 在施工过程中应加强施工队伍的组织管理和培训，严格按照操作规程，科学安排作业程序，尽量避免和减少工程造成海洋生物资源损失。

(6) 建设单位应向当地海洋主管部门汇报，并按有关规定和要求做好工作安排，避免或减小对生态的影响。

(7) 项目施工及营运期做好通航安全保障工作，防止事故发生对海洋生态环境造成破坏。

9 海域使用对策措施

9.1 区划实施对策措施

根据《中华人民共和国海域使用管理法》规定，国家实行海洋功能区划制度，海域使用必须符合海洋功能区划。工程建设必须按照《海域使用管理法》、《海洋环境保护法》和海洋功能区划要求，制定各项严格管理制度和管理对策，执行海域使用论证制度、环境评价制度和环境监测制度。区划实施管理是倡导和维护自然属性与社会属性融合的协调关系，使资源得以可持续利用，造福于子孙后代。本项目用海位于《广西壮族自治区海洋功能区划》（2011-2020 年）中的铁山港港口航运区(A2-13)和“铁山港保留区(B8-3)，项目建设应该在符合相关功能区划前提下，满足港口建设需要。

为了维护海域资源的可持续利用，加强海洋功能区划管理，应采取如下管理对策、措施：

(1) 使用海域进行工程建设中应严格执行《广西壮族自治区海洋功能区划》，不得从事与海洋功能区划不相符的开发活动，不得影响相邻功能区的开发利用。

(2) 应严格按照批准的海域进行涉海工程建设，不得擅自改变工程建设用海范围、位置和海域用途。如有需要变更的，应向原批复部门申请变更，履行规定的变更程序。项目建成后认真执行竣工验收程序，保证项目建设依法施工，按图施工。

(3) 应制定具体的海域使用监控计划，对工程施工海域进行动态跟踪监测，有效避免因工程建设和环境污染造成的纠纷和损害，减少对相邻功能区影响，严格遵守海域使用期限并接受海洋主管部门的监督管理。

(4) 项目用海区距离北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级种质资源保护区实验区约 3km，每年春季为鱼类产卵及幼鱼幼虾生长季节，应合理安排施工期，避开鱼类产卵及幼鱼幼虾生长季节，并尽量缩短工期，以减轻施工对北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级种质资源保护区影响。

9.2 开发协调对策措施

9.2.1 与广西 LNG 一期工程协调措施

本项目停泊水域部份面积与广西液化天然气（LNG）项目一期工程的回旋水域重叠，该重叠部份水域一期工程实际并未使用。本项目回旋水域及连接水域部份面积与一期工程的回旋水域及连接水域共用，建设单位需与一期工程业主国家管网集团进行协商，办理海域权属变更和海域共用手续，并建立联合调度机制，共同维护共用水域的通航秩序和安全。

9.2.2 通航安全协调措施

为保证项目顺利建设和运营，建设单位应采取措施协调好铁山港进港航道及广西 LNG 一期工程共用水域安全使用工作：

- (1) 建设施工前制定通航安全保障方案。
- (2) 按照《中华人民共和国海事行政许可条件规定》明确相应要求向海事管理机构提出申请并报送相关材料。在取得海事管理机构颁发的《中华人民共和国水上水下活动许可证》后，方可进行相应的水上水下施工活动。
- (3) 按照《中华人民共和国安全生产法》要求，建立健全涉水工程水上交通安全制度和管理体系，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。
- (4) 加强安全管理，落实安全生产主体责任。根据国家有关法律、法规及规章要求，明确建设单位和施工单位、经营管理单位安全责任人。督促施工单位落实水上交通安全各项要求，并落实方案中提出各项安全和防污染措施。
- (5) 应当确保水上交通安全设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用。

9.2.3 对周边养殖的协调措施

- (1) 项目接收站北面现分布有大量海水养殖，用海范围内及疏浚航道区无养殖分布，疏浚施工将对养殖造成一定影响，项目业主需与养殖户业主进行协商，并根据具体情况与养殖户签订补偿协议。
- (2) 提前发布施工公告，告知施工事项和施工安排。施工单位应合理安排施工时间，减少施工活动对周边海水养殖生产影响。
- (3) 科学环保施工，尽量减少对滩涂占用或破坏。

9.2.4 对倾倒区的协调措施

项目疏浚量较大，建设单位须就倾倒区相关衔接、协调等事宜取得许可，确

保疏浚物得到妥善处理，不对海洋环境造成影响。

9.3 风险防范对策措施

9.3.1 自然灾害风险防范措施

1、施工期

项目建设可能遭受到自然灾害影响包括暴雨、热带气旋、风暴潮等，为保证项目施工顺利实施，应采取以下措施：

（1）施工期避开暴雨期间；施工期间及时关注天气预报，遇大暴雨时暂停施工；做好水土流失防范措施，减少暴雨冲刷引起悬浮物产生量。

（2）制定应急方案，常备不懈。制定切实有效地防暴雨、台风、风暴潮应急预案，预案要做到责任明确、措施落实、响应及时、应对有据。定期举行灾害应急演练，演练要从实战出发，通过培训和预案演练使施工人员熟练掌握预案程序。

（3）加强监测预警，注重收集各种灾害预警信息，尤其注重接收台风灾害预警信息，及时采取船舶进港避风、物料加固、遮盖、排涝等应对措施。

（4）施工作业时，遇有能见度不良无法看清场地、雷电或风力 $\geqslant 6$ 级天气，停止打桩、振冲、强夯、排水板打设、深层拌和、地边墙施工和泵车输送混凝土等作业，当风力 $\geqslant 8$ 级时，对设备采取防风加固措施。

2、运营期

（1）加强职工安全知识教育，强化安全意识和防风抗台意识，克服麻痹思想，自觉做好防风抗台工作；大型港机设备操作人员必须认真履行机械交接班制度，正确使用和维护防风抗台装置，确保其安全有效。

（2）发生大风天气时加强对岸边机械设备检查，采取防风固定措施，防止大型起重机械设备被大风吹倒，造成设备损坏和人员伤亡事故；刮大风时应按规定停止户外的起重作业，以避免发生起重伤害事故造成设备损坏和人员伤亡事故。

（3）为防止机械伤害，各大型行走机械均配置高度指示装置、超载保护装置、限位装置、缓冲装置、夹轨器、防风锚定装置及车挡与扫轨板；设备外露运行机构设保护罩；码头前沿装船机应设置联锁保护、故障停机等安全保护装置；加强设备检修维护，保证其完好率。

(4) 凡天气预报有大雨和 6 级以上大风等恶劣天气，应停止作业，防止船舶失控碰撞码头，使码头结构损坏。为防止因自然气候因素引发船损事故，下列情况下不得装卸和进行船舶靠泊：风>6 级；雨：日降水量>25mm；雾：水平能见度≤1000m。

9.3.2 施工安全风险防范措施

本项目疏浚区与广西液化天然气（LNG）项目一期工程的回旋水域和连接水域紧邻，与铁山港进港航道相接，施工期间，为了防止发生安全事故，实行安全施工和通行，需采取如下措施：

(1) 项目取得海事机构安全性许可后，在具体组织实施施工 15 日前，建设单位、施工作业单位应向所在辖区海事机构申请办理水上水下施工作业许可。在施工过程中，施工作业者应严格按海事机构确定安全要求和防污染措施进行作业，并接受海事机构现场监督检查，做到既要保证施工顺利进行，又要保证施工水域通航安全。

(2) 船舶驾驶员业务技术应符合要求，施工作业期间，作业船只应悬挂灯号和信号，灯号和信号应符合国家规定，以避免船舶之间发生相撞引发溢油事故。

(3) 应实施值班、瞭望制度，施工作业人员严格按照操作规程进行操作。

(4) 施工单位根据作业需要，划定与施工作业相关安全作业区，报经海事机构核准、公告，严禁施工作业单位擅自扩大施工作业安全区；设置有关标志，严禁无关船只进入施工作业海域，并提前、定时发布航行公告。

(5) 实施施工作业的船舶、排筏、设施须按有关规定在明显处昼夜显示规定的号灯、号型；在现场作业船舶上应配备有效通信设备。疏浚船在现有航道周边设立警示标志，提醒过往船只提前互相避让。

(6) 合理安排施工船舶装卸作业以及其它船只作业，使船舶间的间距尽可能大，应根据船舶装载状态、水文、气象和码头作业状况，合理安排船舶施工工期，要避免在台风等恶劣天气或海况不佳的情况下施工，切记因赶工期而造成船舶事故。

(7) 合理安排作业面，专门设置施工组织调度指挥船，统一指挥施工船只作业。工程需要时可按规定向海事管理机构申请发布禁止通航公告，采取短期、局部封航措施，保障施工安全。

(8) 项目业主应与周边项目业主做好沟通协调工作，合理安排好施工船舶过往；施工船舶临时停靠或补给时，设置警示标志，避免夜间周边项目船舶进入本项目船舶临时停靠处，造成碰撞溢油危险。

(9) 船舶在加油时，应严格按照有关规定操作，杜绝由于麻痹大意而导致溢油事故发生，同时在加油时，也应该注意当时当地水文、气象条件，尽量避免在大风大浪时进行加油。

(10) 为减少其施工活动影响程度和范围，施工单位在制定施工计划、安排进度时，应充分注意到附近海域环境保护问题，加强管理，及时调整施工进度。施工作业尽量避开北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区主要物种繁殖期，同时加快工程施工进度，缩短海上施工时间，减少对水产种质资源影响。

(11) 妥善处置疏浚物，应从疏浚现场、运泥路线、泥土处理区三个主要环节控制疏浚对环境影响；应根据疏浚物情况，确定疏浚施工方案，尽量采取对环境影响较小的施工工艺；疏浚方案、运泥路线和泥土处理区域都必须事先报有关主管部门并得到批准。

9.3.3 溢油事故防范措施

项目溢油风险主要来源于施工船舶、工作船舶碰撞而发生溢油事故，造成海洋环境污染和生态环境破坏，此类事故风险防范措施主要包括：

- (1) 建设单位应在工程开工前制定一份可操作性溢油应急计划。
- (2) 建立海上溢油事故应急预案，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，并按照《港口码头溢油应急设备配备要求》(JT/T 2001-459) 配备各种应急装备，包括围油栏、转盘式收油机、吸油器材、消油剂及消油剂喷洒装置等。

(3) 建立与当地海洋、海事、环保、公安消防等部门联络，在发生溢油时及时联系调动临近溢油应急力量。

(4) 为确保发生风险事故时能及时启动事故应急措施，建设单位可和具有资质的专业船舶污染防治单位签约，当发生风险事故时，请该单位负责事故应急。对溢油事故在第一时间作出响应并采取措施，使事故得以消除或者使其影响控制在尽可能小的范围内。

(5) 船舶发生溢油事故时，作业人员应立即切断泄漏源，并按应急方案及应急反应程序向应急指挥部报告有关溢油事故发生的具体情况。

(6) 应急指挥部接到事故报告后应及时向海事部门和应急管理部门报告溢油情况并听取指挥，确定处置方案，并通知应急抢险队伍携带溢油回收、清除设备赶赴现场开展应急行动，按照应急预案采取防止溢油扩散、吸污、监测等措施。

(7) 根据事故种类和事故大小级别，并针对不同种类、级别作出不同响应。应急反应行动应统一指挥，资源共享，根据溢油类型、规模、溢出地点、种类、扩散方向等，采取不同措施。对于非持久性油类，为防止其向工程岸线或水域外扩散，可用围油栏拦截。对于持久性油类，在可能情况下，尽量回收，可设置应急事故池、用浮油回收船、撇油器、油拖网、油拖把、吸油材料、人工捞取等方式回收。

9.3.4 环境敏感区域防控措施

根据预测结果，若本项目发生溢油事故，在不利风向下可能会影响北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级种质资源保护区、广西合浦儒艮国家级自然保护区和广西山口国家级红树林生态自然保护区，对敏感区造成不利影响。

发生船舶污染事故后，一般应急行动前有动员、吊装设备时间，到达现场后，还需装卸设备、布防围油栏等时间，因此，一旦发生船舶污染事故，应当根据事故地点、规模，优先对项目周边环境敏感目标采取必要的保护措施。

一旦发现油膜向敏感区内漂移，应立即使用吸油材料，将污油对敏感区损失降至最低；敏感区外可设置围油栏泊放桩，一旦溢油在不利风向条件下向该敏感区漂移，立即动用港区内就近应急物资，采取布防围油栏、吸油材料等岸滩防护措施，阻止污油登岸。必要时可利用港区内拖轮布设围油栏对溢油进行导流，阻止污油进入环境敏感区域。

恶劣天气条件下，机械处理受限制，强风、急流等却能提高分散剂的效力，但应当慎重使用分散剂，使用前需经海事、环保部门许可。

9.3.5 通航安全防范措施

1、施工船舶通航安全措施

本工程中施工设备投入最多的是船机，主要从事挖泥、运泥、接送等任务，为防止施工水域海上交通安全事故发生，应采取以下措施：

- (1) 严格执行国际海上避碰规则、港章和施工航行通告。
- (2) 施工船按照现行《交通部沿海港口信号规定》准确悬挂施工信号。
- (3) 按规定施工作业区域作业。
- (4) 施工船舶抛设警戒锚标，指示锚的位置，用明显的号灯指明可航水域和封航水域。
- (5) 所有施工船舶均配备甚高频电话 VHF 一台，并保证通讯畅通，24 小时收听高频 16 频道，以便同各方保持联系。另配备对讲机若干台，为工地安调部和施工船舶之间通讯使用。加强施工船舶首尾了望，主动以高频电话、声号、灯光与过往船舶联系，防止撞船。

2、施工期应急预案

施工期间工程区域船舶增多，将会增加海损事故发生概率，为此，建议海事主管部门结合航道水域周围应急资源状况、水域特点及船舶海损事故特点制定相应航道水域综合应急预案，防止海损事故发生，以便在发生海损事故后能作出快速应急反应，减少海损事故造成损失、控制海损事故扩大、确保船舶通航安全。制定应急预案主要包括：

- (1) 船舶碰撞事故应急预案及处置措施；
- (2) 船舶搁浅事故应急预案及处置措施；
- (3) 船舶有沉没危险时应急预案及处置措施；
- (4) 船舶失控事故应急预案及处置措施；
- (5) 施工船舶防台应急预案及处置措施等。

3、营运期通航安全保障措施

(1) 船舶助航仪器工况、锚泊设备工况、船体强度状况直接影响到船舶航行的稳定性和抗风浪能力。针对主机、辅机、舵机、锚泊设备工况、船体强度状况的应对措施主要是船员、船公司应做好船舶维修保养工作，保持车、舵、锚设备等工况良好，保证船体强度符合规范要求。进出港前应按照船舶 SMS 体系做好进出港检查工作。

(2) 进港船舶应尽量避免在应急锚地抛锚，如无法避免在应急锚地抛锚时，应向海事管理部门提前申请锚泊，获批后方可在该应急锚地抛锚。抛锚船应在公共频道上做好安全信息播报工作，并显示规定的号灯或号型。

(3) 船舶在航道通航时，应与其它通航船舶协调避让，不能因赶潮水而不遵守相关海上安全法规。必要时海事管理部门应派巡逻艇到现场疏导交通、协调避让。

(4) 风力超过 7 级，流速超过 2kn，横流超过 1.5kn 时航道应禁止通航。船舶通过本工程横流较大水域时，如有必要应配备足够数量及马力的拖轮协助通航。

(5) 雾是导致海面能见度不良最主要、最常见因素。驾驶人员应时刻保持正规了望，细心观察，从灯光、水线、用雷达测定目标距离等变化，对能见度做出正确估计，确定雾航的进一步措施。

(6) 船员应具备船舶操纵有关理论知识，如靠泊方案制定、航道航行风流压差选定以及抛起锚协助靠泊作业等，掌握应急操船措施，掌握狭水道操船以及多船会遇局面等复杂水域船舶操纵与避碰技术，熟悉靠离泊位所在港口的管理规定，自觉遵守船舶报告制度。

9.4 监督管理对策措施

海域使用监控、跟踪、管理是实现国有海洋资源有偿、有度、有序使用的重要保障。针对本项目用海特点，应采用以下监控、管理对策与措施：

9.4.1 海域使用面积、用途的监控

1、海域使用面积跟踪和监控

(1) 按照海域使用批复范围进行施工，不得擅自改变经批准的海域使用位置、用途、面积和使用期限，接受海洋行政主管部门跟踪和监控。

(2) 加强对施工过程临时用海范围（如施工便道，施工船舶航线和活动范围等）的跟踪和监控，临时用海应严格控制在批准范围内，不得影响其它用海。施工过程设立的临时用海设施和构筑物，在施工结束后应及时拆除。

(3) 工程完工后，应立即进行海籍测量，再一次确认海域使用范围和界限，并确定海域使用用途，对于没有按照要求进行用海的，应责令其停止作业活动。

2、海域使用用途管理

根据《海域使用管理法》，“海域使用权人不得擅自改变经批准的海域用途；确需改变的，应当在符合海洋功能区划的前提下，报原批准用海的人民政府批准”。海洋行政主管部门应对本项目海域使用的性质进行监督检查。

3、海域使用管理

(1) 根据法律法规和海洋行政主管部门要求，定期或不定期向主管机关报告海域使用情况和所使用海域自然资源、自然条件和环境状况，当所使用海域的自然资源和自然条件发生重大变化时，应及时报告海洋行政主管部门。

(2) 根据《中华人民共和国海域使用管理法》等有关法律法规和文件规定，按时缴纳海域使用金，根据《海域使用权登记办法》通知要求，在规定时间内到县级以上人民政府海洋行政主管部门办理使用海域，并报有批准权的人民政府批准。

9.4.2 海域使用过程中的监督管理对策措施

本项目建设应根据工程特点建立健全科学的管理、监督体系，严格执行《中华人民共和国海域使用管理法》第二十八条、第四十二条和第四十六条规定，加强海域使用监督检查。具体措施主要包括：

(1) 建设单位在施工前应根据工程平面布置方案，明确海域使用界限，不得擅自改变工程范围。对于因工程实际需要确需少量改变用海范围的，建设单位应及时向海洋主管部门报告，并与海域使用监督部门沟通。

(2) 建设单位应严格按照批准的用海类型、用海范围进行建设，不得擅自改变海域用途。

(3) 建设单位要严格按照审定后工程施工建设方案进行施工，加强施工管理，科学选择和安排施工工艺，严格按照施工工艺和施工计划，合理安排施工时间，按照环境保护标准和污染控制要求，降低环境影响。

(4) 制定完善的跟踪监测计划，加强工程区周边海域环境质量和海洋生态监测，对因项目建设造成海洋环境和生态不良影响，应采取切实有效改进措施。

(5) 建设单位应根据本项目施工造成的渔业资源损失价值，在渔业行政主管部门监督下实施，主动落实增殖放流等生态补偿措施，保护海洋生态环境。

9.4.3 环境影响跟踪监测管理措施

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营运期周围海域环境变化情况，从而反馈给工程决策部门，为环境管理提供科学依据。本项目属于港口项目，属主要检测评估对象，应对本工程进行跟踪监测。

根据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》规定，制定本项目施工期、

营运期监测方案及应急监测计划，开展海水水质、海洋沉积物、海洋生态和生物的监测。

9.4.4 环境保护措施

1、水污染防治措施

(1) 桩基钻孔过程中产生的钻渣和泥浆通过管道泵入泥浆分离器中，使钻渣和泥浆得以分离，分离出来的泥浆循环利用，钻渣泥浆沉淀处理后上清液回用于周围场地洒水抑尘或混凝土养护，使废水综合利用不外排，钻渣干化后清运到接收站址低洼处。

(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，一旦发现悬沙可能扩散影响到种质资源保护区及养殖区，及时停止施工，避免悬沙对邻近敏感目标影响。

(3) 导流潜堤水下抛石、港池及航道疏浚作业尽量避开种质资源保护区主要物种繁殖期，同时加快工程施工进度，缩短海上施工周期和时间，注意保护环境敏感点。

(4) 运输船舶在装载时应根据容量控制装载量，不能装载过满，需保持一定空间，防止在运输途中遇到风浪时船舶颠簸摇晃使疏浚物泄漏，溢出船外造成对运输线路上水体污染。运输船舶航行时应互相保持距离，避免碰撞造成疏浚物及燃料油泄漏。

(5) 施工期间施工作业船舶机舱产生船舶含油污水（包括机舱废油）、生活污水按要求收集上岸交由有资质的专业清污单位统一接收处理，不得向海域排放。

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

(7) 临时施工棚附近要设置生态公共厕所，将施工人员生活污水集中收集处理后排入城市污水管网，禁止施工人员向水体中排放生产废水和生活污水。

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

(9) 施工机械设备产生的含油废水要收集经隔油过滤沉淀处理后排入项目北面的城市污水管网，禁止外排。

(10) 做好施工设备日常检查维修，重点对抓斗以及泥驳进行检查，防止泄漏造成污染事故。

2、固体废物处置措施

(1) 施工船舶应配备有盖、不渗漏、不外溢的垃圾储存容器或垃圾袋收集生活垃圾和生产废物，分类收集后送回岸上，交由环卫部门和海事部门批定的有资质的专业船舶污染物接收单位统一接收处理处置，严禁将其投入海域中。

(2) 施工人员生活垃圾要集中收集，送北海市生活垃圾处理场进行处理，不得随意丢弃。

(3) 施工物料堆放位置应远离海域，各类材料应有遮雨设施；严禁向海中排放固体废弃物。

(4) 妥善处置疏浚物，应从疏浚现场、运泥路线、泥土处理区三个主要环节控制疏浚对环境影响：疏浚现场应根据疏浚物情况，确定疏浚施工方案，尽量采取对环境影响较小的施工工艺；疏浚方案、运泥路线和泥土处理区必须事先报有关主管部门并得到批准。

3、环境空气及噪声污染防治措施

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

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

(3) 项目开工前 15 日建设单位应向地方生态环境行政主管部门申报该工程名称、施工场所和期限、可能产生环境噪声值以及所采取环境噪声污染防治措施情况。

(4) 施工机械要采用低噪声设备，加强设备日常维修保养，使施工机械处于良好状态。

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

9.4.5 生态保护措施

(1) 导流潜堤水下抛石施工和港池及航道疏浚作业应尽量避开春末夏初鱼虾类集中繁殖的产卵、索饵期，合理安排作业时间和施工进度，减少因水下施工对海洋生态环境影响。

(2) 对取水口滤网的孔径进行限制，尽量使用小孔径滤网，另外通过现场监测，掌握小型生物出现季节和时间，采取有效措施，避免浮游生物及鱼卵仔稚鱼的大量吸入而造成生态和资源重大损失。

(3) 为减轻冷排水和余氯排放入海对海域生态产生危害，接收站 LNG 汽化冷排水和余氯应严格控制温降和余氯浓度控制在设计最大范围之内，防止过冷和过大余氯浓度排放。公司应定期对制氯及加氯系统进行安全检查，对进水水温和冷排水水温及余氯浓度进行监测，确保冷排水水温与进水水温温差在 5℃ 范围内，冷排水排放口余氯浓度控制在 0.2mg/L 以内。

(4) 在取水口设置拦污栅和拦鱼网，避免垃圾进入取水系统管道，有效阻止较大鱼虾等水产资源进入取水系统管道免受直接机械损伤。

(5) 取水头设计在一定深度，以避开表层水鱼卵仔鱼集聚区，尽可能减轻取水过程对表层浮性鱼卵、仔鱼和浮游生物影响；

(6) 在取水口附近装设空气泡发生器，预防浮游生物集中等。

(7) 取水时尽可能降低取水头部的进水流速，以尽可能减小对鱼类及水生生物吸入造成的机械损伤。

(8) 对项目区及其相邻海域受施工影响的渔业资源，包括饵料、基础生物和仔幼体，应重点保护；已破坏的，应投入资金进行生物资源增殖放流加以修复。在生物资源增殖放流过程中，必须坚持科学发展观，在进行生态调查、资源研究、制定实施规划基础上，根据项目对海洋生态环境损害，有针对性对海洋生态环境和渔业资源进行修复，投放物种、数量、时间与渔业主管部门协商后确定。

9.4.6 通航安全监控

建设单位应根据海上安全管理规定，协助做好工程海域的通航安全协调和管理工作，建议采取措施如下：

(1) 航道配套建设安全设施应与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用；

(2) 建设单位每年应当委托有资质的测绘机构对航道水深进行测量，定期

疏浚，维护航道设计水深；

（3）建设单位应定期维护航道两侧安全保障设施，保持助航设备、导航设施正常运行。

10 结论与建议

10.1 结论

10.1.1 项目用海基本情况

广西液化天然气（LNG）三期扩建项目位于广西北海市铁山港西港区啄罗作业区，利用广西铁山西港区规划预留 LNG 第二泊位和紧邻广西液化天然气（LNG）项目一期用地后方已填海陆域实施项目建设，地理坐标为 $109^{\circ} 31' 13.321''E \sim 109^{\circ} 32' 56.774''E$, $21^{\circ} 25' 34.154''N \sim 21^{\circ} 27' 18.808''N$ 。

本项目拟申请用海总面积 141.3677hm^2 ，其中透水构筑物用海面积 5.4314hm^2 （码头 1.2772hm^2 ，接岸引桥 4.1542hm^2 ），透水构筑物长度 1565m （码头长 438m 、接岸引桥长 1127m ），港池（港池、蓄水等）用海面积 48.9453hm^2 （港池 2.8183hm^2 、回旋水域 46.1270hm^2 ），开放式用海面积 79.5701hm^2 （内部航道 47.0682hm^2 、连接水域 32.5019hm^2 ），导流潜堤（非透水构筑物）用海面积 1.3061hm^2 ，取、排水口用海面积 6.1148hm^2 （取水口用海面积 4.0591hm^2 、排水口用海面积 2.0557hm^2 ）。此外，本项目回旋水域需共用广西液化天然气（LNG）项目一期工程的回旋水域 37.1300hm^2 ，停泊水域有 2.1954hm^2 与一期工程的回旋水域用海存在重叠，该重叠区域一期工程已申请用海，需建设单位与一期工程业主协商办理海域使用权证置换手续。本项目岸线使用长度为 384m ，申请用海期限为 50 年，申请用海面积能满足项目用海要求。

本项目总投资 172307.98 万元，总体实施计划进度为 21 个月。

本项目为新建工程，独立于已建广西液化天然气（LNG）项目一期工程，建设内容包括码头、接收站（不含冷能综合利用）两部份，码头工程部份拟建设 1 个 26.6 万 m^3 LNG 船的 LNG 泊位（码头结构兼顾 $3 \sim 26.6$ 万 m^3 LNG 船）及相应配套设施（取水口水工建筑物、排水口水工建筑物、护岸（改造）、导流潜堤等）；接收站建设 8 座 LNG 储罐，新增 LNG 接收能力 600 万吨/年，其中气化外输能力为 450 万吨/年，LNG 汽车装车能力 150 万吨/年（含罐式集装箱 50 万吨/年），先期建设 4 座工作容积为 $22 \times 10^4\text{m}^3$ 的储罐及其他配套设施，预留 4 座工作容积为 $27 \times 10^4\text{m}^3$ 的储罐及其他配套设施、冷能利用设施用地等。项目第一阶段计划于

2024年底建成投产，2029年达产。第二阶段考虑增加气化能力，根据市场情况进行实施。

10.1.2 项目用海必要性结论

本项目建设符合国家产业政策和相关行业发展规划，是优化我国能源结构，响应国家节能减排号召，发展清洁能源和实现可持续发展战略的需要，是统筹推进广西壮族自治区储气调峰体系建设，高质量完成全区天然气储气任务的需要，是助力“建设壮美广西、共圆复兴梦想”的需要，是中石化打造“一基两翼三新”发展格局，助力中石化天然气跨越式发展的重要基础。项目属于国家鼓励的项目，用海是由项目自身功能、性质以及项目选址、布局等决定的，符合国家产业政策，符合广西区沿海港口布局规划。

项目涉海工程主要拟建设1个26.6万 m^3 LNG船的LNG泊位（码头结构兼顾3~26.6万 m^3 LNG船）及相应配套设施（包括码头水工建筑物、接岸引桥、港池、回旋水域、进港航道、导流潜堤、取排水口和护岸改造等），建设规模为接卸LNG600万吨/年。

项目建设有利于海域资源的优化利用，实现区域整体规划。根据北海市城市总体规划布局及广西海洋功能区划，本项目位于规划中的铁山港港口航运区用地用海范围内，项目后方陆域为港口工业用地。本项目是企业专用码头工程项目，码头前沿要配置相应的港池，周边要有配套的航道工程进出港，项目所在海域的水深等自然条件及后方陆域条件均满足项目建设要求。项目用海是落实城市规划的需要，符合该地区的土地开发利用布局的要求，符合《广西北部湾港总体规划修编》和《北海港总体规划》。项目选址符合区域的发展用地（用海）规划，周边的交通、电力、供水、通讯等基础设施也满足项目建设需求，而项目自身功能、性质以及项目选址、布局等决定了项目用海的必要性，因此项目用海是必要的。

10.1.3 项目用海资源环境影响分析结论

(1) 海水水质调查结果

根据2021年3月调查结果，海水水质除1号测站的铜、铅和2号测站的铅超所在功能区第一类标准符合第二类标准，1号测站的活性磷酸盐超第一类标准

符合第四类标准外，其余各站位监测因子均符合相应的海洋功能区海水水质标准要求。

(2) 沉积物质量调查结果

根据2021年3月调查结果，调查海域沉积物质量整体水平良好，各项监测因子所有站位均未出现超标，均符合相应环境功能区沉积物质量标准。

(3) 海洋生物调查及分析结果

2021年3月调查海区叶绿素 α 平均值为2.09g/L；浮游植物共鉴定出4门48属80种，密度平均为 5.31×10^4 个/L；浮游动物共调查鉴定出8大类27种(类)，平均丰度为2969ind/ m^3 ，平均生物量为730mg/ m^3 ；底栖动物采集到35种，密度平均为152ind/ m^2 ，生物量平均为131.91g/ m^2 ；潮间带动物共采集到57种，平均密度为171ind/ m^2 ，平均生物量为211.08g/ m^2 ；调查海区采集到3种鱼卵，4种仔鱼，鱼卵平均密度为2.5ind/ m^3 ，仔鱼平均密度为1.1ind/ m^3 ；调查海区采集到游泳动物60种，平均渔获尾数为2020ind/网·h，平均渔获重量为11.34kg/网·h，平均尾数相对资源密度为 9.8×10^4 ind/km 2 ，平均重量相对资源密度为 5.36×10^2 kg/km 2 。该海域的8种海洋生物的质量整体水平较好，各项监测因子均符合相应功能区海洋生物质量评价标准。

(4) 项目工程对水动力环境（纳潮量）影响

本项目主要采用透水构筑物、港池、蓄水和开放式用海的方式建设码头，工程实施后，对周边海域的纳潮量影响很小，不会因此改变湾内潮流场性质。

(5) 对海域生态环境的影响

本工程码头和引桥透水管桩、导流潜堤、取水管占用海域面积4.4243hm 2 ，造成底栖生物、鱼卵仔鱼共损失约1.65万元；港池、回旋水域、航道开挖疏浚工程造成底栖生物共损失约137.1万元。开挖和疏浚产生的悬浮泥沙扩散造成的鱼卵、仔鱼损失价值46.7万元，底栖生物损失价值207.12万元。通过生物损失补偿进行生态修复，本工程造成生物损失达到可接受程度。

(6) 对环境敏感保护目标的影响

工程建设对水文动力、地形地貌和冲淤、水质环境的变化无明显影响。通过采取严格的管理措施和环保措施，可以保证海洋生态环境基本不受影响。

综上所述，项目用海对资源环境有一定影响，但影响程度不大。项目建设将造成一定海洋生态环境变化，建设过程中会导致一定底栖生物永久损失，但损失量有限。另外，项目施工对海水水质、海洋沉积物及其他海洋生态和生物也会产生影响，项目运营对工程区附近周边环境会产生一定影响。这些都是项目用海改变自然海域环境后所造成的不利影响。建议项目实施中按 8.3 章节的内容进行相关海洋生态补偿。

只要在工程施工及营运期采取严格的环保治理措施，本项目建设会满足海洋环境保护要求，项目建设对附近海洋生态环境影响较小。因此，项目建设对海洋资源环境的影响是可以接受的。

10.1.4 海域开发利用协调分析结论

本项目利益相关者主要为广西液化天然气（LNG）项目一期工程、铁山港区利华物流配送中心项目业主、1号港池海水养殖户、航标管理机构及铁山港十八号路一期工程、铁山港进港西航道（铁山港进港航道二期扩建工程）AB段及疏浚物海洋倾倒区主管部门。项目建设过程中应正确处理好与周边利益相关者的协调关系，切实落实利益相关者协调方案，协调好与一期工程的共用海域、与铁山港区利华物流配送中心项目及铁山港十八号路一期工程的用地、施工期、营运期对周边项目（主要是一期工程、铁山港十八号路、1号港池海水养殖和附近航标）、周边航道通航船舶航行影响、施工悬浮物对周围海域水质影响及疏浚物的处置问题，以保障航行秩序和其他用海项目不受影响，确保疏浚物妥善处置。项目建设不存在损害国家权益的问题，不会对国防安全产生不利影响。

本项目涉及到的利益相关性是可协调的。

10.1.5 项目用海与海洋功能区划及相关规划符合性分析结论

本工程选址符合项目建设符合《广西壮族自治区海洋功能区划（2011—2020年）》、《广西北部湾港总体规划修编》、《北海市城市总体规划（2013—2030）》、《北海港铁山港西港区总体规划》、《北海港总体规划》以及《北海市铁山港区养殖水域滩涂规划（2018—2030）》、《北海市南珠养殖用海规划方案（2017—2030年）》。

本项目建设所占海域的海洋主导功能区划为港口航运区和铁山港保留区，用海不影响周边海洋功能区的开发与利用，不影响周边海洋资源的利用与保护。整体来说，项目选址符合海洋功能区划及相关规划的要求。

10.1.6 项目用海合理性分析结论

(1) 本项目用海选址合理

项目用海选址符合海洋功能区划及相关规划，与自然条件相适宜，并已获得政府相关部门批复；用海方式与当地海域资源有效利用相适应，对生态环境影响较小；与周边其他用海活动可协调，项目建成后可促进北海市港口航运及临港工业发展，因此，本项目选址是合理的。

(2) 用海方式合理

项目通过透水构筑物用海方式建设码头和引桥，通过港池、蓄水用海方式建设港池和回旋水域，通过开放式用海方式建设航道，通过非透水构筑物用海方式建设导流潜堤，通过取排水口用海方式建设取排水口，能够满足工程建设的需要，与周边自然、社会条件和用海活动相适宜，用海方式合理。在尽量减小生态环境损失情况下选取了较经济、效率较高的建设方案，实现了海域资源的有效利用，用海方式合理。

(3) 项目用海面积合理

根据项目用海需求及总平面布置设计方案要求，申请用海总面积为 143.7084hm^2 ，其港池、回旋水域和连接水域用海可与北侧广西液化天然气(LNG)项目一期工程协调，申请的用海面积满足项目用海需求，宗海图绘制和用海面积量算符合《海籍调查规范》、《海域使用面积测量技术规范》和《宗海图编绘技术规范》要求。

(4) 项目用海期限合理

项目申请用海期限50年，满足工程建设和运营的需要，并且符合《中华人民共和国海域使用管理法》规定，申请用海期限合理。

10.1.7 项目用海可行性结论

本项目用海符合海洋功能区划要求，工程与周边自然环境和社会条件适宜，选址合理，用海方式合理，用海面积可协调。只要采取积极防护措施，科学施工，

加强管理，对海洋环境、资源的影响较小，对项目附近相关产业没有显著影响。工程建成后有利于该海域海洋功能的充分发挥。因此，从海域使用论证的角度，该项目的海域使用是合理的，项目用海是可行的。

10.2 建议

(1) 建设单位在项目建设和运行过程中要切实落实海洋环境保护制度和风险防范制度，认真做好环境保护和风险防范工作。

(2) 施工及营运过程中如遇到大风大浪天气，应停止作业，做好风险防范措施，同时也可减轻施工作业所引起的附近水域悬浮物浓度增量，减少对海洋生物资源和毗邻海洋功能区的影响。

(3) 项目应在施工前应取得海洋废弃物倾倒许可证，确保本项目施工产生的疏浚物能得到妥善处理，避免因工程弃渣造成海洋环境污染。

(4) 项目建设造成的海洋生物资源损失价值为 1904.59 万元，应按 8.3 章节中的方案进行修复和补偿。

(5) 项目周边布局的码头用海项目较多，存在与周边项目共用港池、回旋水域和航道的情况，施工及营运期间需做好通航安全保障工作。

(6) 项目营运单位须定期对港池、回旋水域及进港支航道进行水下测量，检查回淤情况，水深不足时要及时清淤。

(7) 项目施工期间应加强环保管理和海域使用监察、监测工作，按规范开展毗邻海域海洋环境要素的监视、监测工作，避免影响周边海域。

一、资料来源说明

引用资料：

[1]《广西液化天然气(LNG)三期扩建项目配套码头工程潮流数学模型研究及泥沙回淤分析》，南京水利科学研究院，2021年4月；

[2]《广西燃气集团有限公司广西液化天然气(LNG)三期扩建项目码头工程安全预评价报告》，北京中安质环技术评价中心有限公司，2021年5月；

[3]《广西燃气集团有限公司广西液化天然气(LNG)三期扩建项目接收站安全预评价报告》，河南油田工程咨询股份有限公司，2021年5月；

- [4] 《广西液化天然气（LNG）三期扩建项目可行性研究报告》，中交第二航务工程勘察设计院有限公司，2021年7月；
- [5] 《广西液化天然气（LNG）三期扩建项目配套码头工程岩土工程勘察报告（可行性研究阶段勘察）》，中交第二航务工程勘察设计院有限公司，2021年7月；
- [6] 《广西 LNG 三期扩建工程场地地震安全性评价报告》，（广州震安科技有限公司，2021年7月；
- [7] 《广西液化天然气（LNG）三期扩建项目海洋环境现状资料汇编报告》，广西北部湾海洋研究中心，2021年7月；
- [8] 《广西液化天然气（LNG）三期扩建项目配套码头工程航道通航条件影响评价报告》，武汉理工大学，2021年8月；
- [9] 《海域使用勘测定界技术报告书》，广西比例尺测绘科技有限公司，2021年8月27日；

二、现场勘查记录

(1) 用海现状现场勘查。

(2) 利益相关者现场勘查。

项目名称	广西液化天然气（LNG）三期扩建项目			
序号	勘查概况			
1	勘查人员	梅念蜀、李丽	勘查责任单位	广西蓝迪环保科技有限公司
	勘查时间	2021.7.20-25	勘查地点	项目所在海域
	勘查内容详述	水质、沉积物等		
2	勘查人员	梅念蜀、李丽	勘查责任单位	广西蓝迪环保科技有限公司
	勘查时间	2021.7.20-25	勘地查点	工程区附近海域
	勘查内容详述	资料收集、现场踏勘、拍照等		

三、相关附件

附件 1 论证委托书

委 托 书

广西蓝迪环保科技有限公司：

“广西液化天然气（LNG）三期扩建项目”建设占用海域，根据《中华人民共和国海域使用管理法》及国家海域使用管理的有关规定和要求，必须对项目的用海进行海域使用论证，现委托贵公司根据国家现行有关技术规范的要求对该项目进行海域使用论证，并编制该项目的海域使用论证报告文件。

特此委托

委托单位：北海市铁山港区海洋局

2021 年 3 月 18 日



附件 2 海域论证报告技术审查意见

海域使用论证报告技术审查意见

我公司承担的《广西液化天然气（LNG）三期扩建项目海域使用论证报告书》编写符合国家海洋局《海域使用论证管理规定》、《海域使用论证技术导则》等有关规定的要求，论证报告内容全面，突出重点，结论可信。论证报告（送审稿）符合送审要求，同意报送自治区海洋局组织专家评审。

技术负责人：

2021 年 10 月 26 日