

陆丰市碣石大桥桥闸重建工程

环境影响报告书

(征求意见稿)

建设单位：陆丰市水利工程建设管理中心

评价单位：广州百川纳科技有限公司

2024年1月

目 录

概述.....	1
一、 建设项目背景.....	1
二、 环境影响评价工作流程.....	2
三、 建设项目特点.....	3
四、 相关情况分析判定.....	4
五、 相关规划及政策的符合性判定.....	5
六、 关注的主要环境问题及环境影响.....	6
七、 综合评价结论.....	8
1 总则.....	9
1.1 编制依据.....	9
1.1.1 法律法规及管理规定.....	9
1.1.2 国务院及有关部门规范性文件.....	9
1.1.3 相关规划依据.....	11
1.1.4 技术导则、标准和规范.....	12
1.1.5 项目基础资料.....	13
1.2 评价目的与原则.....	13
1.2.1 评价目的.....	13
1.2.2 评价原则.....	14
1.3 环境影响识别与评价因子筛选.....	14
1.3.1 环境影响因素识别.....	14
1.3.2 评价因子筛选.....	15
1.4 环境功能区划.....	16
1.4.1 环境空气功能区划.....	16
1.4.2 声环境功能区划.....	17
1.4.3 地表水环境功能区划.....	17
1.4.4 地下水环境功能区划.....	20
1.4.5 海洋功能区划.....	20
1.4.6 近岸海域环境功能区划.....	20

1.4.7 “三线一单”生态环境分区管控方案.....	21
1.4.8 环境功能区划汇总.....	21
1.5 评价等级.....	32
1.5.1 大气环境评价等级.....	32
1.5.2 声环境评价等级.....	32
1.5.3 海洋环境评价等级.....	32
1.5.4 环境风险评价等级.....	34
1.5.5 地表水评价等级.....	35
1.5.6 生态环境评价等级.....	37
1.5.7 地下水环境评价等级.....	38
1.5.8 土壤环境评价等级.....	39
1.6 评价范围.....	40
1.6.1 环境空气评价范围.....	40
1.6.2 声环境评价范围.....	40
1.6.3 海洋环境评价范围.....	40
1.6.4 环境风险评价范围.....	41
1.6.5 地表水环境评价范围.....	41
1.6.6 生态环境评价范围.....	41
1.6.7 地下水环境评价范围.....	41
1.6.8 土壤环境评价范围.....	41
1.7 评价标准.....	47
1.7.1 环境质量标准.....	47
1.7.2 污染物排放标准.....	52
1.8 环境保护目标和环境敏感目标.....	53
1.8.1 环境保护目标.....	53
1.8.2 环境敏感目标.....	54
2 工程概况.....	61
2.1 建设项目名称、性质、规模及地理位置.....	61
2.2 现有工程现状.....	63
2.3 工程建设内容、总平面布置、结构和尺度.....	65

2.3.1 总平面布置.....	65
2.3.2 主要结构方案.....	71
2.3.3 施工临时工程.....	81
2.3.4 疏浚工程.....	86
2.4 工程施工方案、施工方法、工程量及计划进度.....	86
2.4.1 工程施工条件.....	86
2.4.2 主体工程施工.....	86
2.4.3 土石方平衡.....	89
2.4.4 主要施工机械设备.....	89
2.4.5 施工进度计划.....	90
2.5 工程占用（利用）海岸线、滩涂和海域状况.....	95
3 建设项目工程分析.....	98
3.1 工程各阶段生产工艺与过程分析.....	98
3.1.1 施工期工艺过程及产污环节.....	98
3.1.2 营运期污染物产生环节.....	99
3.2 工程环境影响分析.....	100
3.2.1 施工期环境影响分析.....	100
3.2.2 营运期环境影响分析.....	110
3.3 工程各阶段非污染环节与环境影响分析.....	112
3.3.1 施工期非污染生态环境影响分析.....	112
3.3.2 营运期非污染生态环境影响分析.....	113
3.4 环境影响要素和评价因子的分析与识别.....	114
4 区域自然和社会环境现状.....	116
4.1 自然环境概况.....	116
4.1.1 海洋气象.....	116
4.1.2 自然灾害.....	124
4.1.3 水文.....	127
4.2 自然资源概况.....	128
4.2.1 海岸线资源.....	128
4.2.2 港口资源.....	129

4.2.3 航道和锚地资源	130
4.2.4 矿产资源	131
4.2.5 旅游资源	132
4.2.6 岛礁资源	132
4.2.7 海洋保护区及保护物种	133
4.2.8 主要经济物种“三场一通道”	140
4.3 项目周边海域开发利用现状	142
4.3.1 社会经济概况	142
4.3.2 海域开发利用现状	143
4.3.3 海域使用权属现状	147
5 环境质量现状调查与评价	150
5.1 大气环境质量现状监测和评价	150
5.1.1 空气质量达标区判定情况	150
5.1.2 空气质量达标天数比例	150
5.2 噪声环境质量现状监测	151
5.3 海洋环境现状调查与评价	152
5.3.1 海洋水文动力环境现状调查与评价	152
5.3.2 地形地貌与冲淤环境现状调查与评价	176
5.3.3 海水水质现状调查与评价	187
5.3.4 海洋沉积物环境质量现状调查与评价	219
5.3.5 海洋生态环境现状调查与评价	221
5.3.6 生物质量现状分析	261
5.3.7 陆生生态环境质量现状调查	266
6 环境影响预测与评价	268
6.1 大气环境影响预测与评价	268
6.1.1 施工期环境空气影响预测与评价	268
6.1.2 运营期环境空气影响预测与评价	269
6.2 声环境影响预测与评价	270
6.2.1 施工期声环境影响预测与评价	270
6.2.2 运营期声环境影响预测与评价	273

6.3 海洋环境影响与预测	275
6.3.1 水文动力环境影响预测与评价	275
6.3.2 地形地貌与冲淤环境影响分析	305
6.3.3 项目建设对海水水质环境影响分析	309
6.3.4 对沉积物环境的影响分析	317
6.4 海域生态环境影响评价	318
6.4.1 施工期对海域生态环境的影响	318
6.4.2 营运期对海域生态环境的影响	320
6.4.3 生态损失分析	320
6.5 敏感保护目标影响分析	328
6.5.1 对陆域敏感目标的影响分析	331
6.5.2 对海洋功能区划影响分析	333
6.5.3 对“三线一单”中的优先保护单元影响分析	334
6.5.4 对自然保护区影响	336
6.5.5 对养殖区的影响分析	336
6.5.6 对“三场一通道”的影响分析	338
6.5.7 对岸线的影响分析	339
6.6 固体废物环境影响分析	339
6.6.1 施工期固体废物环境影响分析	339
6.6.2 运营期固体废物环境影响分析	340
7 环境风险分析与评价	341
7.1 风险识别	342
7.1.1 风险物质识别	342
7.1.2 环境风险评价等级	342
7.1.3 环境风险危害识别	342
7.2 环境风险事故源项分析	344
7.2.1 自然灾害风险事故分析	344
7.2.2 溢油事故环境风险	346
7.3 项目环境风险防范对策措施	352
7.3.1 自然灾害风险防范措施	352

7.3.2 溢油风险防范措施	353
7.3.3 安全防护对策措施	355
7.4 风险事故应急预案	356
7.4.1 自然灾害应急预案	356
7.4.2 溢油风险事故应急预案	357
7.5 环境风险自查表	360
7.6 小结	361
8 环保措施可行性分析	363
8.1 大气污染防治措施及可行性分析	363
8.1.1 施工期大气污染防治措施及可行性分析	363
8.1.2 营运期大气污染防治措施及可行性分析	363
8.2 噪声污染措施及可行性分析	364
8.2.1 施工期降噪措施可行性分析	364
8.2.2 营运期降噪措施可行性分析	365
8.3 水污染防治措施及可行性分析	365
8.3.1 施工期水污染防治措施	365
8.3.2 营运期水污染防治措施	367
8.4 固体废物污染防治措施及可行性分析	368
8.4.1 施工期固体废物污染防治措施及可行性分析	368
8.4.2 营运期固体废物污染防治措施及可行性分析	369
8.5 海洋生态环境保护措施、生态补偿及可行性分析	369
8.5.1 海洋生态保护措施	369
8.5.2 生态资源补偿方案	371
8.5.3 生态资源补偿措施	371
8.6 陆域生态环境保护措施及可行性分析	372
8.7 建设项目环境保护设施和对策措施一览表	373
9 环境影响经济损益分析	375
9.1 环境保护设施和对策措施的费用估算	375
9.2 环境保护的经济损益分析	375
9.2.1 环境影响负效益分析	375

9.2.2 环境正效益分析.....	377
9.2.3 环境保护的技术经济合理性.....	378
10 环保政策及规划符合性分析.....	379
10.1 产业政策符合性分析.....	379
10.2 与海洋功能区划符合性分析.....	380
10.2.1 与《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》的符合性分析.....	380
10.2.2 与《汕尾市海洋功能区划》的符合性分析.....	389
10.3 与《广东省近岸海域环境功能区划》符合性分析.....	393
10.4 与国土空间规划分区符合性分析.....	394
10.4.1 项目海域国土空间规划分区基本情况.....	394
10.4.2 项目对海域国土空间规划分区的影响分析.....	395
10.4.3 项目对海域国土空间规划分区符合性分析.....	396
10.5 与“三区三线”划定成果符合性分析.....	397
10.6 与“三线一单”分区管控方案符合性分析.....	400
10.7 项目用海与相关规划符合性分析.....	406
10.7.1 与《广东省海洋主体功能区规划》符合性分析.....	406
10.7.2 与《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》符合性分析.....	407
10.7.3 与《广东省国民经济和社会发展的第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》符合性分析.....	411
10.7.4 与《广东省海洋经济发展“十四五”规划》的符合性分析.....	411
10.7.5 与《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030 年）》的符合性.....	412
10.7.6 与《汕尾市国民经济和社会发展的第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》的符合性分析.....	412
10.7.7 与《陆丰市国民经济和社会发展的第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》的符合性分析.....	412
10.7.8 与《汕尾市海洋生态环境保护“十四五”规划》的符合性分析.....	413
10.7.9 与《汕尾市海洋经济发展“十四五”规划》的符合性分析.....	413
10.7.10 与《汕尾市水利发展“十四五”规划》的符合性分析.....	414

11 环境管理与环境监测.....	415
11.1 环境保护管理计划.....	415
11.2 施工期环境监理计划.....	417
11.3 施工期环境监测计划.....	419
11.4 营运期环境监测计划.....	422
11.5 应急环境监测计划.....	423
11.6 “三同时”竣工环保验收.....	424
11.7 环境管理和监测计划的可行性与实效性分析.....	425
11.8 清洁生产和总量控制.....	425
11.8.1 清洁生产.....	425
11.8.2 总量控制.....	428
12 环境影响评价结论及建议.....	430
12.1 工程概况.....	430
12.2 项目占用岸线和海域的状况.....	430
12.3 工程分析.....	431
12.3.1 施工期环境影响分析.....	431
12.3.2 营运期环境影响分析.....	432
12.3.3 非污染环境影响分析.....	432
12.4 环境现状分析与评价结论.....	433
12.4.1 水文动力环境现状调查与评价.....	433
12.4.2 水质环境现状调查结论.....	434
12.4.3 沉积物现状调查结论.....	434
12.4.4 生物质量现状调查结论.....	435
12.4.5 海洋生物资源与渔业资源现状调查与评价结论.....	435
12.4.6 环境空气质量现状调查结论.....	438
12.4.7 声环境质量现状调查结论.....	438
12.5 环境影响预测分析与评价结论.....	438
12.5.1 大气环境影响预测与评价结论.....	438
12.5.2 声环境影响预测与评价结论.....	439
12.5.3 水文动力环境影响预测与评价结论.....	439

12.5.4 地形地貌与冲淤环境影响预测与评价结论	439
12.5.5 海水水质环境影响预测与评价结论	439
12.5.6 沉积物环境影响预测与评价结论	440
12.5.7 海洋生态环境影响预测与评价	440
12.5.8 主要环境敏感目标环境影响评价结论	440
12.5.9 固体废弃物环境影响分析	441
12.6 环境风险分析与评价结论	441
12.7 环境保护对策措施的合理性、可行性结论	441
12.8 公众参与分析与评价结论	441
12.9 区划规划和政策符合性结论	441
12.10 清洁生产和总量控制结论	442
12.11 建设项目环境可行性结论	442
12.12 建议	442

概述

一、建设项目背景

碣石大桥桥闸位于汕尾市陆丰碣石镇南门口内港，属碣石镇南溪河河系下游出海口处，始建于上世纪 1969 年，经过近 50 多年的运行，南门口内港受洪水、浪潮及自然灾害的破坏，桥闸整体老化严重，抗滑稳定、渗流稳定、闸顶高程、消能防冲、结构强度等均不满足规范要求。

根据工程管理记录，1969 年 2 月开始修建碣石大桥桥闸；1979 年 11 月加固闸基、消力池和护坦抛石；1988 年 2 月改建发动机房及配电屏；1995 年 10 月更换闸板及吊车卷扬机维修；2003 年 10 月更换电机及供电线路改装，电机、吊车维修；2006 年 2 月更换 5 个孔的闸板、工作桥、护栏加固、电机维修。由于管理单位资金问题，大部分项目的建筑物存在问题至今未进行处理，险工、隐患仍存在，影响水闸安全。

2009 年完成的“碣石大桥水闸安全鉴定材料”定义碣石大桥桥闸为四类闸，广东省大坝安全技术管理中心在 2012 年 3 月对水闸安全鉴定成果进行了核查并同意该结论。目前碣石大桥水闸的拆除重建工程已列入全国大中型病险水闸除险加固专项规划内容，根据水闸现状存在的工程问题重建此水闸，以适应当地经济发展，保障人民的生命及财产安全。

陆丰市碣石大桥桥闸重建工程为Ⅲ等中型工程，主要建筑级别为 3 级、次要建筑级别为 4 级，临时建筑级别为 5 级。设计洪水标准为 20 年一遇、校核洪水标准为重现期 50 年一遇、设计挡潮标准为 50 年一遇。本工程任务是防潮减灾，以行洪、挡潮为主，连接碣石镇区与乌泥港、碣南，兼公路交通，直接捍卫 11 个行政村的人民生命财产的安全，捍卫人口 5.5 万人、农田及水产养殖面积约 10000 亩，因此本工程的建设对当地意义重大。

本项目施工建设及运营对工程海域海洋水质、沉积物环境、生物生态环境及大气环境、声环境等造成一定影响，根据《中华人民共和国海洋环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》的有关要求，本项目在建设前应进行环境影响评价。根据《广东省豁免环境影响评价手续办理的建设项目名录（2020 年版）》，本项目不属于豁免名录范围；根据《建

设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，本项目类别属“五十一 水利 127 防洪除涝工程”，本工程新建Ⅲ等中型水闸，属于“新建大中型”，按要求需编制环境影响报告书。

受建设单位陆丰市水利工程建设管理中心委托，广州百川纳科技有限公司承担本项目环境影响评价工作。评价单位在认真调查研究及在收集有关数据、资料的基础上，结合项目所在地的环境特点和项目建设的主要环境影响，编制完成了《陆丰市碣石大桥桥闸工程环境影响报告书》。

二、环境影响评价工作流程

根据《中华人民共和国环境影响评价法》和《建设项目环境保护管理条例》等法律法规的规定，广州百川纳科技有限公司在接受委托之后，组成专项项目组，对本项目开展环境影响评价工作。

环境影响评价工作一般分三个阶段，即前期准备、调研和工作方案阶段，分析论证和预测评价阶段，环境影响评价文件编制阶段。具体流程见图 1。

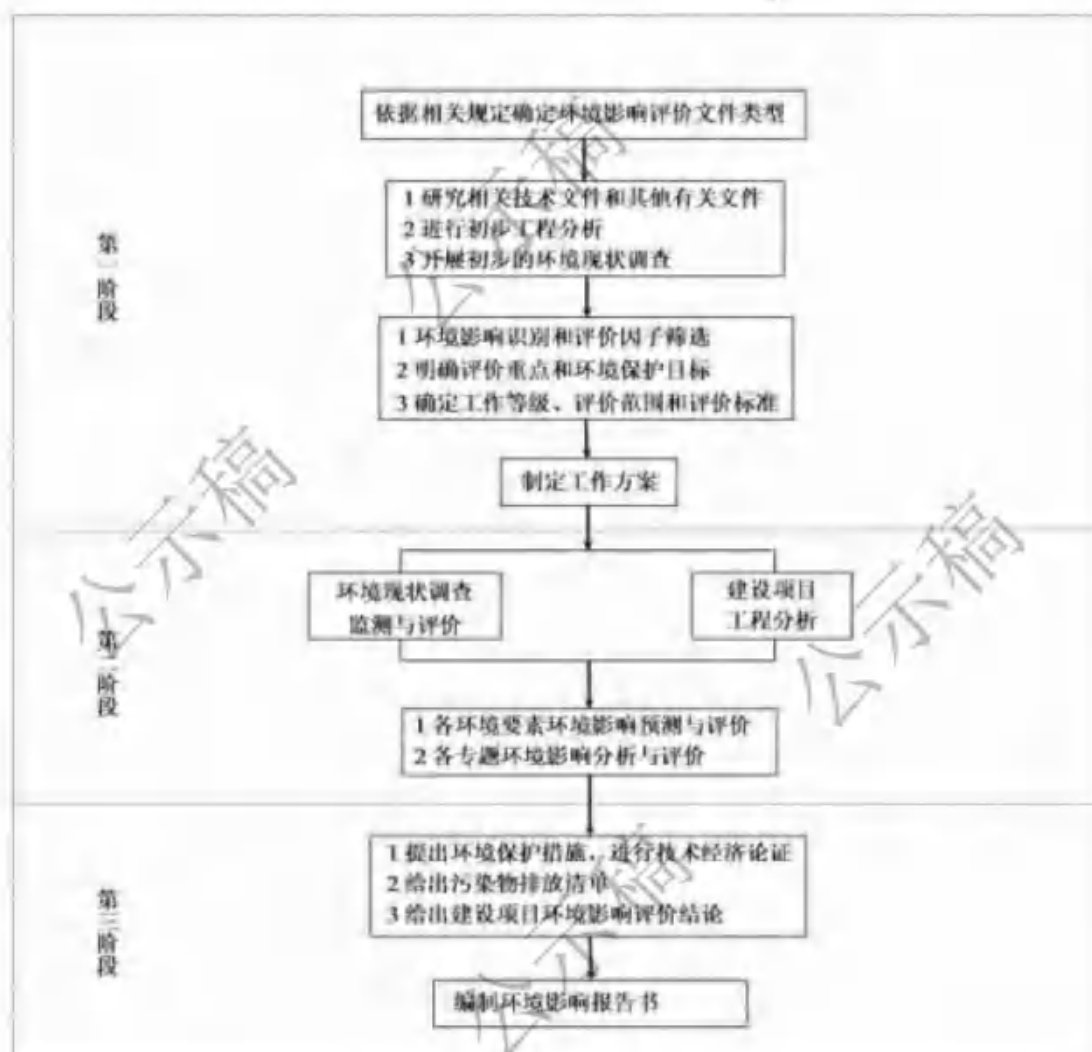


图1 环境影响评价工作程序图

三、建设项目特点

陆丰市碣石大桥桥闸重建工程位于广东省陆丰市碣石镇碣石内港，属碣石镇南溪河河系下游出海口处。

工程对现有碣石水闸进行拆除重建，恢复及发挥桥闸行洪、挡潮功能。水闸拆除重建后满足 $P=5\%$ 洪峰流量 $432.3\text{m}^3/\text{s}$ 、 $P=2\%$ 洪峰流量 $539.1\text{m}^3/\text{s}$ 的过流能力，同时考虑上游淹没影响，要求满足闸上壅水高度不大于 0.3m 进行控制。

依据《水闸设计规范》（SL265-2016），本水闸工程等别为III等，主要建筑级别为3级、次要建筑级别为4级、临时建筑级别为5级。工程总投资为9904.17万元，总工期为24个月。

本项目用海类型为特殊用海（一级类）中的海岸防护工程用海（二级类）。本项目拟申请用海总面积为0.9597公顷，其中主体工程用海面积为0.5828公顷，

施工期用海面积为 0.3769 公顷。本工程水闸重建后左右岸翼墙的用海方式为非透水构筑物，用海面积为 0.0037 公顷；桥闸、消力池、海漫等用海方式为透水构筑物，用海面积为 0.5653 公顷；隔船区用海方式为专用航道、锚地及其他开放式，用海面积为 0.0138 公顷。施工期临时施工围堰的用海方式为非透水构筑物，用海面积为 0.0863 公顷；疏浚区用海方式为专用航道、锚地及其他开放式，用海面积为 0.2906 公顷。

项目特点如下：

（1）施工期

施工过程中，需要关注水工构筑物建设对水动力、冲淤环境的影响，水工构筑物和疏浚施工引起的悬沙对海洋生态的影响以及生态损失计算，施工期施工人员产生的废水和固废处置方式。另外疏浚土处置去向要予以明确。

（2）营运期

项目为碣石大桥桥闸重建工程，不涉及危险品运输，营运期重点关注的为营运期生活污水、固体废物等各项污染物的处置，另外还应关注营运期对周边大气环境和声环境敏感点的影响。

四、相关情况分析判定

（1）环评文件类别的判定

根据《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日第二次修正）、《建设项目环境保护管理条例（2017 年 7 月 16 日修订）》（国务院令 第 682 号）的有关规定，建设项目必须执行环境影响评价制度。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（生态环境部令 第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行），本项目属“五十一、水利—127 防洪除涝工程”中“新建大中型”，需编制环境影响报告书。

（2）产业政策符合性判定

根据《产业结构调整指导目录（2019 年本）》，本项目属“二、水利—11、综合利用水利枢纽工程”，为鼓励类项目，项目的建设符合国家产业政策要求。

根据《市场准入负面清单（2022 年本）》，本项目不属于市场禁止准入行业，符合准入要求。

五、相关规划及政策的符合性判定

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》，本项目位于“碣石湾农渔业区”，项目用海类型为海岸防护工程用海，不影响该功能区的功能定位发展。项目还符合《广东省海岸线保护与利用规划》《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》《广东省现代渔港建设规划（2016-2025年）》《汕尾市生态环境保护“十四五”规划》以及“三线一单环境分区管控方案”和“三区三线”划定成果等相关规划。

（1）“三线一单”符合性分析

1) 生态保护红线

根据《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知（粤府〔2020〕71号）》《汕尾市人民政府关于印发〈汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案〉的通知》（汕府〔2021〕29号），汕尾市共划定海域一般管控单元10个，除优先保护单元和重点管控单元以外的其他区域。执行区域生态环境保护的基本要求，根据资源环境承载能力，引导产业科学布局，合理控制开发强度，维护生态环境功能稳定，落实污染物总量控制要求，提高资源利用效率。

项目位于一般管控单元中的“碣石湾农渔业区”（编码：HY44150030001），项目不影响渔港渔船通行安全及其碣石渔港功能发挥，项目不影响核电等工业，不涉及近海捕捞和养殖活动，符合“碣石湾农渔业区”的区域布局、能源资源利用以及污染物排放管控要求；疏浚区域位于海域，不属于崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区，不会引发区域水土流失。

2) 环境质量底线

根据本项目所在区域环境空气质量、海水环境质量、声环境质量监测结果显示，均能满足相关标准要求。

项目施工期疏浚、围堰、旧水闸拆除等施工作业会对海域水质造成一定影响，但悬浮泥沙扩散范围不大，对海洋生物资源产生一定损害，然而仅在施工期产生环境影响，施工结束影响即消失。项目施工期和营运期主要产生的生活污水、生产废水、固体废物等各类污染物均得到妥善处置，不在项目海域排放，不会对周边海域海洋功能造成明显影响。

本项目排放污染物对环境空气、海洋水质环境、声环境影响在采取适宜的污染防治措施后，能够维持区域环境质量现状，符合环境功能区要求。因此，本项目的建设不触及环境质量底线。

3) 资源利用上线

项目不涉及基本农田，土地资源消耗符合要求。本项目不占用生态保护红线，位于《广东省海洋功能区划》中的碣石湾农渔业区，其海域管理要求保障碣石渔港用海，项目用海不影响其用海需求。本项目建设不占用已确权海域，建设占用的海域空间资源在合理范围内，不会超出区域海域空间资源利用上限。

4) 环境准入负面清单

本项目水闸重建属于水利工程，根据《市场准入负面清单（2022年版）》（发改体改规〔2022〕397号），本项目不属于禁止准入类，故项目与《市场准入负面清单》要求相符。

六、关注的主要环境问题及环境影响

（1）施工期

1) 污染环节及环境影响

①废水

施工期，水污染主要来自疏浚、围堰修筑与拆除、旧水闸拆除等施工过程产生的悬浮物，同时还有施工人员生活污水和施工废水。其中，随着施工作业结束，悬浮泥沙将慢慢沉降，工程海区的水质会逐渐恢复原有的水平；施工人员产生的生活污水经化粪池预处理后，接入市政污水管网，输送至碣石镇污水处理厂进行处理；施工废水污水在沉淀池经充分沉淀后，上层清液体回收使用于道路洒水降尘，不向海洋排放。

②废气

施工期产生的大气污染物主要来源于施工运输车辆及施工机械产生的尾气；建筑材料装卸、堆放和运输、建筑垃圾堆放和运出、施工车辆和施工机械行驶等产生的扬尘。本项目施工期间将定期进行洒水抑尘等措施，减少施工扬尘对项目周边的影响。选优质设备和燃油，加强设备和运输车辆的检修和维护，减少运输车辆废气排放。随着施工作业的结束，周边大气环境会逐渐恢复原有的水平。

③噪声

噪声污染主要为施工期间各类施工机械以及来往施工车辆的交通噪声,为了尽量减小本项目建设施工排放噪声对周围环境可能造成的影响,建设单位和施工单位将按照有关规定,采取切实可行的措施来防治噪声污染,如避免高噪声设备在作息时间(中午或夜间)作业,尽量选用低噪声机械设备或带隔声、消声设备,加强对施工设备的维修保养等。

④固体废物

施工期固体废物污染主要为生活垃圾、少量建筑垃圾、疏浚土。

生活垃圾交由环卫部门清运处理。建筑垃圾运至政府部门指定的位置处置或综合利用。项目疏浚弃土量部分自用,剩余部分按规定运输至倾倒区倾倒,不会对环境产生大的影响。

2) 非污染环节及环境影响

施工期主要的非产污环节包括疏浚、水工构筑物建设对海洋水动力环境及冲淤环境、海洋生态、渔业资源和港区通航等影响。

(2) 运营期

1) 污染环节及环境影响

①废水

运营期本项目废水污染源主要为管理人员生活污水。水闸管理人员和生活污水接入市政管网,输送至碣石镇污水处理厂,不直接排海。

②废气

运营期本项目废气污染源主要包括通行车辆尾气和道路扬尘。采用限制不合格车辆上路、对通行车辆进行交通管制及道路绿化等措施后,车辆尾气排放对大气环境影响较小。

③噪声

噪声污染源主要包括水闸水泵运行噪声和通行车辆交通噪声。运营期采取切实可行的措施来防治噪声污染,如尽量选用低噪声设备或设置隔声、消声设施,加强对机械设备的维修保养和交通管控等措施后,项目运营期噪声对周边声环境的影响可接受。

④固体废物

运营期本项目主要固体废物为生活垃圾和水闸拦截的河道漂浮垃圾。生活垃圾集中分类收集后,交由环卫部门进行收集处置;漂浮垃圾由管理人员定期清理

打捞收集上岸后，交由环卫部门统一处置。

⑤环境风险事故污染

本项目为水闸重建工程，主要面临的环境风险为自然灾害风险及溢油事故风险，在采取一定的风险防范措施及应急预案后，可以降低环境风险。

2) 非污染环节及环境影响

工程建成后将在一定程度上导致海洋水文动力条件、地形地貌和冲淤环境的变化。

七、综合评价结论

陆丰市碣石大桥桥闸重建工程是根据水闸现状存在的诸多工程严重问题进行重建，以适应当地经济发展，保证人民生命财产安全发挥更大的作用。碣石水闸具有防潮减灾功能，以行洪、挡潮为主。水闸重建有利于减轻港内的潮灾，对改善港内群众农业生产和生活条件有较大提高。碣石大桥桥闸为联系碣石镇圩与乌泥港、碣南等最便捷的通行要道，具有公路交通的工程任务。因此，对碣石大桥桥闸水闸进行拆除重建，提高水闸防洪挡潮标准，是保障区域内防洪（潮）排涝安全和人民生命财产安全的需要。

本项目符合国家产业政策、符合广东省、汕尾市的相关规划。工程产生的废水、废气、噪声经采取相应的污染治理措施后均可达标排放，产生的固废得到妥善处理处置；经预测，项目不会降低评价区域原有环境质量级别；公众参与中没有反对项目建设的意见。

评价认为：在认真落实各项环保措施的前提下，本项目建设对外环境的影响处于可接受范围；在加强环境风险防范、完备环境应急预案的情况下，本项目运营期的环境影响可得到有效控制。

从环境保护的角度出发，陆丰市碣石大桥桥闸重建工程的建设是可行的。

1 总则

1.1 编制依据

1.1.1 法律法规及管理规定

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015年1月1日起试行；
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018年12月29日修订；
- (3) 《中华人民共和国噪声污染防治法》，2022年6月5日实施；
- (4) 《中华人民共和国大气污染防治法》，2018年10月26日修订；
- (5) 《中华人民共和国水污染防治法》，2018年1月1日施行；
- (6) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020年修订；
- (7) 《中华人民共和国土壤污染防治法》，2019年1月1日起施行；
- (8) 《中华人民共和国海洋环境保护法（2017修正）》，2017年11月；
- (9) 《中华人民共和国湿地保护法》，2022年6月1日起施行；
- (10) 《中华人民共和国水土保持法》，2011年3月1日起施行；
- (11) 《中华人民共和国清洁生产促进法》，2016年7月；
- (12) 《中华人民共和国渔业法》，2014年5月；
- (13) 《中华人民共和国海上交通安全法》，2016年11月；
- (14) 《中华人民共和国防洪法》，中华人民共和国主席令第四十八号，2016年7月第三次修正；
- (15) 《中华人民共和国海域使用管理法》，十届人大常委会第二十四次会议通过，2001年。

1.1.2 国务院及有关部门规范性文件

- (1) 《中华人民共和国自然保护区条例》，2017年修订；
- (2) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院第177次常务会议修改，2017年6月21日；
- (3) 《水产资源繁殖保护条例》，国务院，1979年2月10日；
- (4) 《中华人民共和国海洋倾废管理条例》，中华人民共和国国务院令第六76号，2017年修订；
- (5) 《中华人民共和国防治海岸工程建设项目污染损害海洋环境管理条

例》，2018年修订；

(6) 《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；

(7) 《全国海洋经济发展规划纲要》（国发〔2003〕13号）；

(8) 《中国水生生物资源养护行动纲要》（国发〔2006〕9号）；

(9) 《关于健全生态保护补偿机制的意见》（国办发〔2016〕31号）；

(10) 《近岸海域环境功能管理办法》，国家环保总局第8号令，2010年修订；

(11) 《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》（环发〔2012〕77号）；

(12) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》，2021年版；

(13) 《环境影响评价公众参与办法》，生态环境部，2018年7月16日；

(14) 《关于印发<全国生态功能区划（修编版）>的公告》，环境保护部公告2015年第61号，2015年11月13日；

(15) 《关于印发<建设项目环境影响评价信息公开机制方案>的通知》（环发〔2015〕162号）；

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

(17) 《中国海洋渔业水域图（第一批）》，中华人民共和国农业部第189号公告，2002年；

(18) 《中华人民共和国水生动植物自然保护区管理办法》（农业部令2014年第3号修订）；

(19) 《水产种质资源保护区管理暂行办法》（农业部令2011年第1号），；

(20) 《水生野生动物保护实施条例》，农业部，1993年10月发布实施，

2013年修订；

(21) 《水域污染事故渔业损失计算方法规定》（农渔发〔1996〕14号文）；

(22) 《国家海洋局关于印发<海洋工程环境影响评价管理规定>的通知》（国海规范〔2017〕7号）；

(23) 《国家海洋局办公室关于印发<建设项目用海面积控制指标（试行）>的通知》，国家海洋局办公室，2017年5月27日；

(24) 《国家海洋局关于印发<区域建设用海规划管理办法(试行)>的通知》，国家海洋局，国海规范〔2016〕26号；

(25) 《海洋自然保护区管理办法》(国海发〔1995〕251号)；

(26) 《关于加强水上污染应急工作的指导意见》，交通运输部，2010年7月30日；

(27) 《产业结构调整指导目录(2019年本)》，国家发展和改革委员会令第29号，2019年10月。

1.1.3 相关规划依据

(1) 《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；

(2) 《广东省主体功能区划》，广东省人民政府，粤府〔2012〕120号；

(3) 《广东省海洋主体功能区规划》，广东省海洋与渔业厅、广东省发展和改革委员会，2017年12月；

(4) 《广东省近岸海域环境功能区划》，粤府办〔1999〕68号，1999年7月27日；

(5) 《广东省海洋功能区划》(2011-2020年)国务院，2012年；

(6) 《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》，广东省人民政府，2021年4月6日；

(7) 《广东省生态环境保护“十四五”规划》，粤府〔2021〕10号，广东省人民政府，2021年11月；

(8) 《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》，粤环〔2022〕7号，广东省生态环境厅，2022年4月；

(9) 《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》，国家海洋局，2017年10月；

(9) 《广东省航道管理条例》，1996年1月1日施行；

(10) 《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》(粤府〔2020〕71号)；

(11) 《广东省海洋经济发展“十四五”规划》，粤府〔2021〕33号，广东省人民政府办公厅，2021年9月30日；

(12) 《汕尾市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》(汕府〔2021〕23号)；

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

(14) 《汕尾市生态环境保护“十四五”规划》，汕尾市生态环境局，2022年5月；

(15) 《汕尾市海洋生态环境保护“十四五”规划》，汕尾市生态环境局，2022年8月；

(16) 《印发汕尾市环境保护规划纲要(2008-2020)的通知》，汕府〔2010〕62号；

(17) 《关于印发<汕尾市声环境功能区划方案>的通知》，汕环〔2021〕109号；

(18) 《广东省发展和改革委员会关于印发<广东汕尾新区发展总体规划(2013-2030年)>的通知》，粤发改区域〔2014〕146号，广东省发展改革委，2014年3月；

(19) 《汕尾市水利发展“十四五”规划》，汕水计〔2021〕5号；

(20) 《陆丰市国土空间总体规划(2021-2035年)》，陆丰市人民政府，2023年3月。

1.1.4 技术导则、标准和规范

(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》，HJ 2.1-2016；

(2) 《环境影响评价技术导则 大气环境》，HJ 2.2-2018；

(3) 《环境影响评价技术导则 地表水环境》，HJ 2.3-2018；

(4) 《环境影响评价技术导则 声环境》，HJ 2.4-2021；

(5) 《环境影响评价技术导则 地下水环境》，HJ 610-2016；

(6) 《环境影响评价技术导则 生态影响》，HJ 19-2022；

(7) 《建设项目环境风险评价技术导则》，HJ 169-2018；

(8) 《水上溢油环境风险评估技术导则》，HJ/T1143-2017；

(9) 《海洋工程环境影响评价技术导则》，GB/T19485-2014；

(10) 《海洋监测规范》，GB17378-2007；

- (11) 《海洋调查规范》，GB/T12763-2007；
- (12) 《海水水质标准》，GB3097-1997；
- (13) 《海洋生物质量》，GB18421-2001；
- (14) 《海洋沉积物质量》，GB18668-2002；
- (15) 《渔业水质标准》，GB11607-89；
- (16) 《环境空气质量标准》及修改单，GB3095-2012；
- (17) 《声环境质量标准》，GB3096-2008；
- (18) 广东省地方标准《大气污染物排放限值》，DB44/27-2001；
- (19) 广东省地方标准《水污染排放限值》，DB44/26-2001；
- (20) 《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》；
- (21) 《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）；
- (22) 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》，中华人民共和国水产行业标准，SC/T9110-2007；
- (23) 《中国地震动参数区划图》，GB18306-2015；
- (24) 《海岸与河口潮流泥沙模拟技术规范》，JTS/T 231-2-2010；
- (25) 《海洋生态损害评估技术指南（试行）》，国家海洋局，2013 年 8 月；
- (26) 《海洋生态资本评估技术导则》，GB/T 28058-2011；
- (27) 《疏浚与吹填工程技术规范》，SL 17-2014。

1.1.5 项目基础资料

- (1) 《陆丰市碣石大桥桥闸重建工程初步设计报告（报批版）》，深圳市水务规划设计院股份有限公司，2023 年 7 月；
- (2) 《陆丰市碣石大桥桥闸重建工程工程地质勘察报告》，深圳市水务规划设计院股份有限公司，2020 年 12 月；
- (3) 建设单位提供的其他资料。

1.2 评价目的与原则

1.2.1 评价目的

根据工程附近的环境特点以及所在地区环境质量状况，结合工程现状及拟建

工程污染物排放状况，依据客观、科学的原则，对本工程在建设期、运营期可能带来的对周围环境影响进行评价并提出减缓措施。

(1) 通过现场调查和评价，掌握本项目所在区域的环境质量现状和自然、社会环境基本情况，筛选环境敏感点，确定环境保护目标，寻找工程建设可能的环境制约因素，为工程的建设提供基础的环境背景数据。

(2) 通过工程分析及工程污染源调查，查清建设工程的主要污染源、污染物及主要污染物的排放量的污染途径，为有目的的控制和减缓污染物排放影响提供科学基础。

(3) 对工程建成后的海域水动力条件的影响进行科学论证，同时对本工程在建设期对周围环境产生的影响进行评价和分析，并预测其影响程度与范围，提出相应的防范措施。

(4) 对工程所采取的环保措施的可行性和合理性进行论证，并制定完善的防止或减缓影响的措施，必要时提出替代方案。

(5) 对工程的可能风险进行评价。

(6) 保护生态环境，防止建设项目在施工和运行期间引起的生态破坏，促进社会的、经济的和生态的可持续发展。

(7) 从环境保护角度对工程的可行性做出明确结论，为设计单位优化设计、管理部门审批决策和建设单位的环境管理提供科学依据。

1.2.2 评价原则

(1) 坚持科学评价原则，科学分析项目建设对环境质量的影响；

(2) 坚持全面评价与重点评价相结合的原则，筛选主要环境问题，突出重点资源利用、重点污染源控制、重点污染因子评价；

(3) 坚持满足区域功能原则，保证区域环境质量不降低；

(4) 坚持技术经济可行性原则，环境影响评价提出的各类环保对策与措施应坚持技术上可行、经济上合理、效果上可靠，具有较强的可操作性。

1.3 环境影响识别与评价因子筛选

1.3.1 环境影响因素识别

综合考虑建设项目在施工期、运行期等不同阶段的各种行为与可能受影响的

环境要素间的作用效应关系、影响性质、影响范围、影响程度等，定性分析建设项目对各环境要素可能产生的污染影响与生态影响，为筛选评价因子及确定评价重点提供依据。

本工程施工期对环境的影响是暂时的，影响时间短，主要污染物为施工产生的悬浮物、施工废水，建筑垃圾、弃土以及生活垃圾，施工噪声、施工废气。

本工程运营期主要污染物为工作人员生活污水、车辆尾气、桥闸水泵及机动车产生的噪声，以及桥闸拦截装置拦截产生的固废及工作人员生活垃圾。

非污染类环境影响因素主要是项目建设引起的水动力环境和泥沙运动的变化，以及对水生生物产生的不利影响。

本工程主要环境影响因素识别见表 1.3.1-1。

表 1.3.1-1 本项目评价因子

环境要素	环境变化	影响因子
海水	海水水质变化	施工期引起水体悬浮物浓度增加对水生生物影响
	局部海域动力条件的改变	海上工程改变局部流态
海洋地形地貌	海底地形的改变	疏浚工程等将破坏原有底质环境，改变海底地形。
生态环境	海洋生态损失	水工构筑物建设、疏浚工程等造成底栖生物、潮间带等损失及渔业资源损失。
	对渔业资源的影响	项目建设引起的悬浮物扩散造成渔业资源损失
	水土流失	土石围堰及导流明渠施工
环境空气	空气质量的改变	施工期车辆、施工机械设备燃油废气、施工场地扬尘，营运期柴油发电机及车辆燃油废气
声环境	声环境质量的改变	施工噪声以及营运噪声
地表水	水质的改变	施工期及营运期产生的生活污水、施工废水等水污染物
地下水	水质的改变	施工期及营运期产生的生活污水、施工废水等水污染物

1.3.2 评价因子筛选

根据本项目污染物排放特征、所在海域环境污染特点和《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485-2014）以及各单项因子评价技术导则的要求，确定本项目的的环境评价因子见表 1.3.2-1。

表 1.3.2-1 本项目评价因子

环境要素	现状评价因子	影响评价因子	
		施工期	营运期
水环境	水深、水色、透明度、pH、水温、盐度、悬浮物、化学需氧量、溶解氧、亚硝酸盐、硝酸盐、氨、活性磷酸盐、硫化物、挥发酚、石油类、铜、铅、镉、汞、砷、锌、铬、粪大肠菌群	SS	—
沉积物	粒度、pH、含水率、有机碳、石油类、硫化物、铜、铅、镉、总汞、砷、锌、铬	—	—
生物体	石油烃、铜、铅、镉、总汞、砷、锌、总铬	—	—
生态环境	叶绿素 a、初级生产力、浮游植物、浮游动物、潮间带生物、底栖生物、鱼卵仔鱼、游泳动物	生物损失量	—
海洋水文	潮位、流速、流向、含沙量、温度、盐度和气象	潮流流速、流向变化、地形地貌与冲淤环境变化	—
地形地貌与冲淤	区域地质构造、工程地质、泥沙来源、地形地貌	水深变化、泥沙回落	—
环境风险	—	油膜	
固体废物	—	生活垃圾、疏浚土、钻渣泥浆、建筑垃圾	生活垃圾、拦截废渣
环境空气	二氧化硫 (SO ₂)、二氧化氮 (NO ₂)、PM ₁₀ 、PM _{2.5} 、CO、O ₃ 、TSP	SO ₂ 、NO _x 、CO、TSP	
声环境	等效连续 A 声级 (Leq)	等效连续 A 声级 (Leq)	
地表水	pH 值、水温、溶解氧、化学需氧量、五日生化需氧量、高锰酸盐指数、悬浮物、氨氮、总磷、阴离子表面活性剂、粪大肠菌群、石油类	生活污水、施工废水	生活污水
地下水	K ⁺ 、Na ⁺ 、Ca ²⁺ 、Mg ²⁺ 、CO ₃ ²⁻ 、HCO ₃ ⁻ 、Cl ⁻ 、硫酸盐、色度、嗅和味、浑浊度、肉眼可见物、pH、总硬度、溶解性总固体、铁、锰、挥发性酚类、氰化物、砷、汞、铬 (六价)、铅、镉、耗氧量、氨氮、总大肠菌群、细菌总数、亚硝酸盐、硝酸盐、氟化物	—	—

1.4 环境功能区划

1.4.1 环境空气功能区划

根据《环境空气质量标准》(GB3095-2012 及修改单)，环境空气功能区分为两类：一类区为自然保护区、风景名胜区和需要特殊保护的区域；二类区为居住区、商业交通居民混住区、文化区、工业区和农村地区。

根据《汕尾市环境保护规划纲要 (2008-2020)》，本项目所在区域的大气

环境属于二类功能区，执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其 2018 年修改单中的二级标准，见图 1.4.1-1。

1.4.2 声环境功能区划

根据《汕尾市生态环境局关于印发<汕尾市声环境功能区划方案>的通知》（汕环〔2021〕109 号），本项目位于 2 类声环境功能区，但本项目紧邻城镇主干路，因此执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）4a 类标准。声环境功能区划位置见图 1.4.2-1。

1.4.3 地表水环境功能区划

1.4.3.1 地表水环境

本项目位于碣石镇南溪入海口处，南溪全长约 13.9 公里，经碣石港汇入南海碣石湾，南溪水域未划分水环境功能。由于南溪汇入海域海水执行《海水水质标准》（GB3097-1997）第二类海水水质标准，而第二类海水水质适用于“水产养殖区、海水浴场、人体直接接触海水的海上运动或娱乐区，以及与人类食用直接有关的工业用水区”，与《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类水水体功能相同（即“适用于集中式生活饮用水地表水源地二级保护区，鱼虾类越冬场、洄游通道、水产养殖区等渔业水域及游泳区”），因此南溪水质目标定为Ⅲ类，执行《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）Ⅲ类标准。

1.4.3.2 饮用水源保护区

根据《广东省人民政府关于印发部分市乡镇集中式饮用水源保护区划分方案的通知》（广粤府函〔2015〕17 号）、《广东省人民政府关于调整汕尾市部分饮用水水源保护区的批复》（粤府函〔2019〕271 号）、《汕尾市人民政府关于印发汕尾市乡镇及以下集中式饮用水水源保护区划定方案的通知》（汕尾府函〔2020〕488 号）、《关于印发<广东省县级以上城市饮用水水源保护区名录（2023 年）>的通知》（粤环函〔2023〕450 号）、《汕尾市生态环境局关于公布<汕尾市乡镇及以下集中式饮用水水源保护区名录（2023 年）>的函》等文件，项目选址处不涉及地表水饮用水源保护区，最近水源保护区为西北侧约 5.7km 的“新响水库饮用水源保护区”及西北侧约 6.6km 的虎陂水库饮用水水源保护区，此外项目附近还分布有响水水库、银坑水库等小型水库。本项目与饮用水源保护区位置关系见表 1.4.3-1 和图 1.4.3-1。

表 1.4.3-1 项目附近饮用水源保护区一览表

保护区名称	保护区级别	水质目标	区划范围			与本项目位置关系
			水域保护范围	陆域保护范围	面积 km ²	
新响水库饮用水源保护区	一级保护区	II类	新响水库正常水位线（16.5 米）以下的全部水域。	新响水库一级保护区水域保护区周边至流域分水岭的陆域。	/	项目西北侧约 5.7km，无直接水利联系
虎陂水库饮用水源保护区	一级保护区	II类	水库多年平均水位对应的高程线（34.67m）以下的全部水域	一级保护区水域向陆纵深 200m 的集雨区陆域，但不超过分水岭	1.270	项目西北侧约 6.6km，无直接水利联系
	二级保护区	-	-	水库集雨区内除一级保护区外的陆域	0.601	项目西北侧约 6.7km，无直接水利联系
响水水库	-	-	-	-	-	项目北侧约 4.3km，无直接水利联系
银坑水库	-	-	-	-	-	项目北侧约 5.4km，无直接水利联系



图 1.4.3-1 项目与附近饮用水源保护区位置示意图

1.4.4 地下水环境功能区划

根据《广东地下水功能区划》（粤办函〔2009〕459号），项目位于汕尾市浅层地下水功能区划“H084415002S01 韩江及粤东诸河汕尾沿海地质灾害易发区”，地下水类型为空隙、裂隙水，地下水功能区水位保护目标为维持较高水位，沿海地下水位始终不低于海平面，水质目标为III类，地下水环境质量执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准，项目所在区域地下水功能区划见图1.4.4-1及表1.4.4-1。

表 1.4.4-1 项目所在地浅层地下水功能区划成果表

地下水一级功能区	地下水二级功能区	所在水资源二级分区	地貌类型	地下水类型	地下水功能区保护目标	
	名称/代码				水质类别	水位
保护区	韩江及粤东诸河汕尾沿海地质灾害易发区 H084415002S01	韩江及粤东诸河	山丘与平原区	空隙、裂隙水	III	维持较高水位,沿海地下水位始终不低于海平面

1.4.5 海洋功能区划

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》（2012年），本项目位于碣石湾农渔业区，碣石湾农渔业区执行《海水水质标准》（GB 3097-1997）第二类标准、《海洋沉积物质量》（GB 18668-2002）第一类标准和《海洋生物质量》（GB 18421-2001）第一类标准。

周边海域海洋功能区有：金厢旅游休闲娱乐区、田尾山工业与城镇用海区、珠海-潮州近海农渔业区等，所在功能区及周边功能区位置见图1.4.5-1，所在功能区及周边功能区要求见表1.4.5-1。

1.4.6 近岸海域环境功能区划

根据《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办〔1999〕68号）和《广东省人民政府关于同意调整汕尾市部分近岸海域环境功能区划的批复》（粤办函〔2013〕127号），本项目位于“406-碣石浅澳港口功能区”，该区域主要功能为港口，执行三类海水水质标准。项目功能区划情况见图1.4.6-1和表1.4.6-1。

表 1.4.6-1 广东省近岸海域环境功能区划

标识号	行政区	功能区名称	范围	平均宽度 (km)	长度 (km)	主要功能	水质目标
-----	-----	-------	----	-----------	---------	------	------

406A	汕尾市	碣石浅澳港口、工业功能区	田尾山至西澳农场	1.5	11	港口、工业	三
406B		碣石浅澳工业功能区	田尾山至西澳农场			工业	三
406-1		陆丰核电厂冷却水排污稀释混合区	冷排水口周围海域			排污稀释混合区	一
407	汕尾市	金厢盐业、养殖、旅游功能区	西澳农场至金厢角	2.2	12	盐业、养殖、旅游	二
408	汕尾市	乌坎工业、港口功能区	金厢角至烟港口	2	13	工业、港口	三
412	汕尾市	碣石湾浅海渔业功能区	碣石湾内浅海	/	/	渔场作业区	一

1.4.7 “三线一单”生态环境分区管控方案

根据《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知（粤府〔2020〕71号）》《汕尾市人民政府关于印发<汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案>的通知》（汕府〔2021〕29号），本项目位于海域一般管控单元中的“碣石湾农渔业区（编码：HY44150030001）”，位于陆域一般管控单元中的“陆丰市一般管控单元（编码：ZH44158130011）”，具体见图 1.4.7-1 和图 1.4.7-2。

1.4.8 环境功能区划汇总

本项目所在地的环境功能区划详见下表 1.4.8-1。

表 1.4.8-1 项目所在区域环境功能区

序号	项目	类别
1	环境空气功能区	项目所在区域属于环境空气二类区
2	声环境功能区	本项目位于 2 类声环境功能区，其中城镇主干道外 35m 内区域为 4a 类区
3	地表水环境功能区	项目所在地表水区域为南溪，南溪执行《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）III 类标准
4	地下水环境功能区	韩江及粤东诸河汕尾沿海地质灾害易发区，地下水水质目标为 III 类
5	广东省海洋功能区	碣石湾农渔业区
6	近岸海域环境功能区	碣石浅澳港口功能区
7	三线一单	碣石湾农渔业区（编码：HY44150030001）、陆丰市一般管控单元（编码：ZH44158130011）
8	是否污水处理厂集水范围	是
9	是否饮用水源保护区	否

10	是否基本农田保护区	否
11	是否自然保护区和风景名胜区	否
12	是否水库库区	否
13	是否文物保护单位	否
14	是否属于生态敏感与脆弱区	否



图 1.4.1-1 环境空气功能区划图

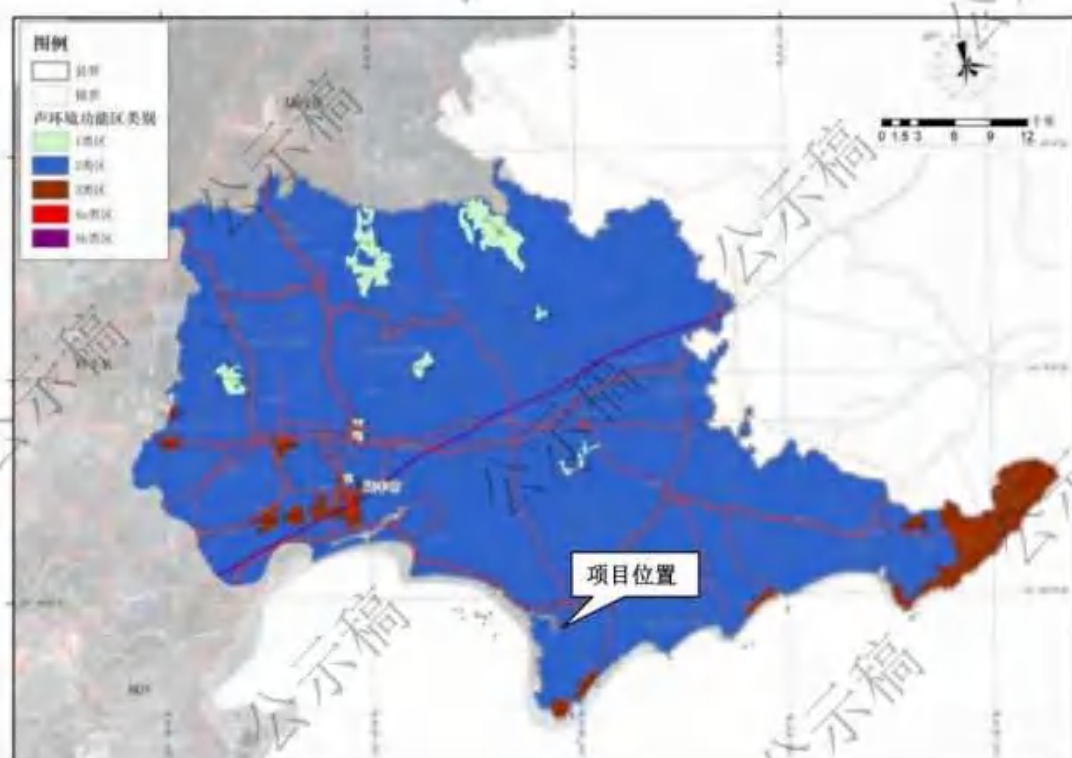


图 1.4.2-1 声环境功能区划图

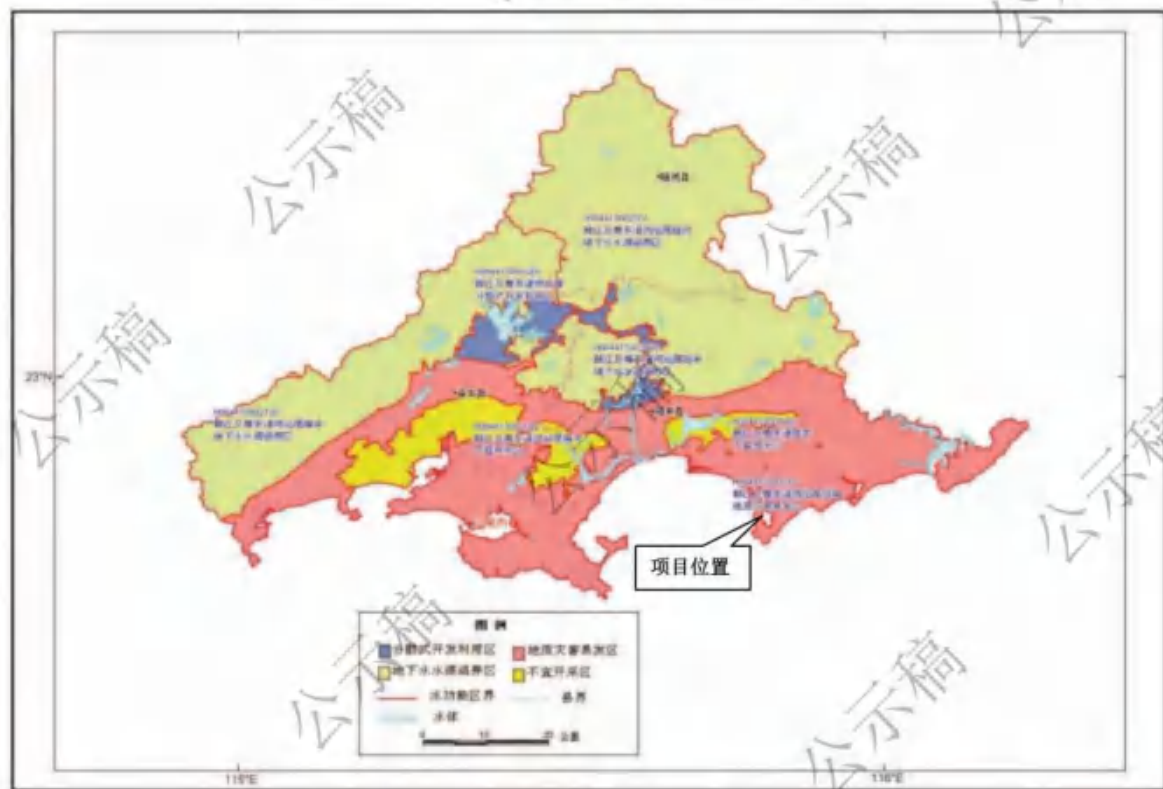


图 1.4.4-1 汕尾市地下水功能区划

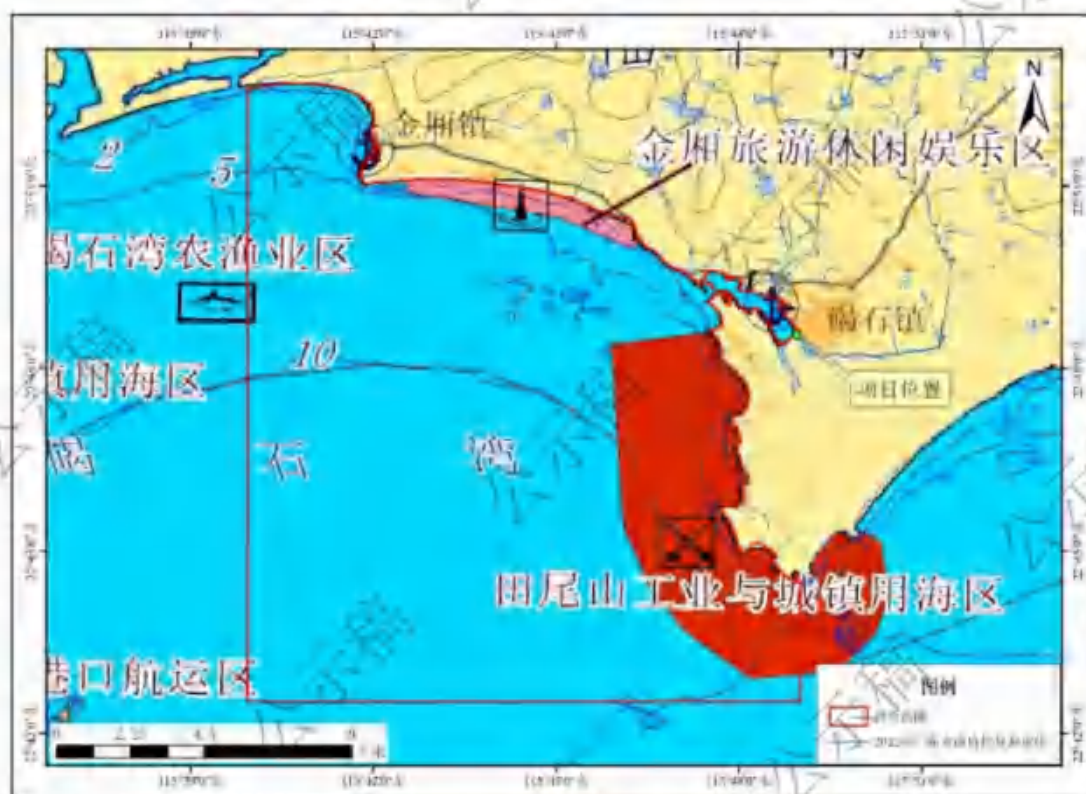


图 1.4.5-1 广东省海洋功能区分布示意图

表 1.4.5-1 广东省海洋功能区登记表（摘自《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》）

序号	代码	功能区名称	地区	地理范围 (东经、北纬)	功能区 类型	面积(公 顷)	管理要求	
							海域使用管理	海洋环境保护
127	A1-16	碣石湾农 渔业区	汕尾市	东至: 115°49'00" 西至: 115°31'21" 南至: 22°45'11" 北至: 22°54'24"	农渔 业区	17434 91757	1.相适宜的海域使用类型为渔业用海; 2.保障金厝渔港、碣石渔港、人工鱼礁 用海需求; 3.保留海马洲旅游区、乌坎港区、金厝 港区的用海; 4.经过严格论证,保障核电等工业发展 的用海需求; 5.严格控制螺河河口海域、乌坎港、碣 石渔港的围填海; 6.合理控制养殖规模和密度; 7.维护河口海域防洪纳潮功能,维持航 道畅通。	1.保护碣石湾生态环境; 2.保护鲍、海马等重要渔业品种; 3.严格控制养殖自身污染和水体富营养 化,防止外来物种入侵; 4.加强渔港环境污染治理,生产废水,生活 污水须达标排海; 5.执行海水水质二类标准、海洋沉积物质 量一类标准和海洋生物质量一类标准。
128	A5-29	金厝旅游 休闲娱乐 区	汕尾市	东至: 115°46'23" 西至: 115°42'33" 南至: 22°49'58" 北至: 22°51'06"	旅游 休闲 娱乐 区	411 7277	1.相适宜的海域使用类型为旅游娱乐 用海; 2.保障碣石渔港、人工鱼礁用海需求; 3.禁止在沙滩上建设永久性构筑物,保 护砂质海岸; 4.依据生态环境的承载力,合理控制旅 游开发强度。	1.保护近岸海域生态环境; 2.生产废水、生活污水须达标排海; 3.执行海水水质二类标准、海洋沉积物质 量一类标准和海洋生物质量一类标准。

序号	代码	功能区名称	地区	地理范围 (东经、北纬)	功能区 类型	面积(公 顷)	管理要求	
							海域使用管理	海洋环境保护
129	A3-26	汕尾市工业与城镇用海区	汕尾市	东至: 115°50'30" 西至: 115°45'56" 南至: 22°42'55" 北至: 22°48'35"	工业与城镇用海区	4183 15382	1.相适宜的海域使用类型为造地工程用海、工业用海; 2.保障核电用海需求,在基本功能未利用前,保留浅海增殖等渔业用海; 3.适当保障港口航运用海需求; 4.围填海须严格论证,优化围填海平面布局,节约集约利用海域资源; 5.工程建设及营运期间采取有效措施降低对周边功能区的影响; 6.加强对围填海、温排水的动态监测和监管。	1.加强海洋环境监测,建立完善的应急体系; 2.基本功能未利用前,执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准; 3.工程建设期间及建设完成后,执行海水水质三类标准、海洋沉积物质量二类标准和海洋生物质量二类标准。
220	B1-2	珠海-汕尾近海农渔业区	珠海市、深圳市、惠州市、汕尾市、揭阳市、汕头市、潮州市	东至: 117°31'36" 西至: 114°26'02" 南至: 21°49'34" 北至: 23°35'10"	农渔业区	1272845	1.相适宜的海域使用类型为渔业用海; 2.禁止炸岛等破坏性活动; 3.40 米等深线向岸一侧实行凭证捕捞制度,维持渔业生产秩序; 4.经过严格论证,保障交通运输,旅游、核电、海洋能、矿产、倾废、海底管线及保护区等用海需求; 5.优先保障军事用海需求。	1.保护重要渔业品种的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道; 2.执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。

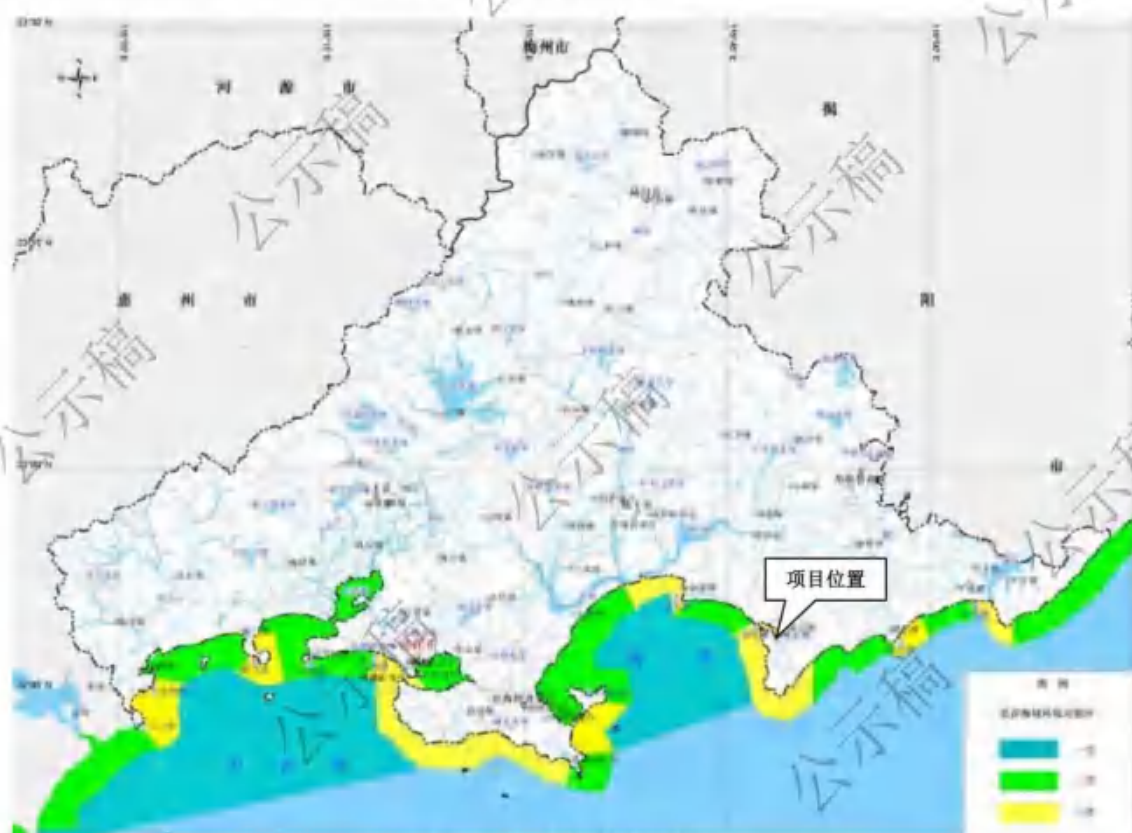


图 1.4.6-1 近岸海域功能区划图

广东省环境管控单元图

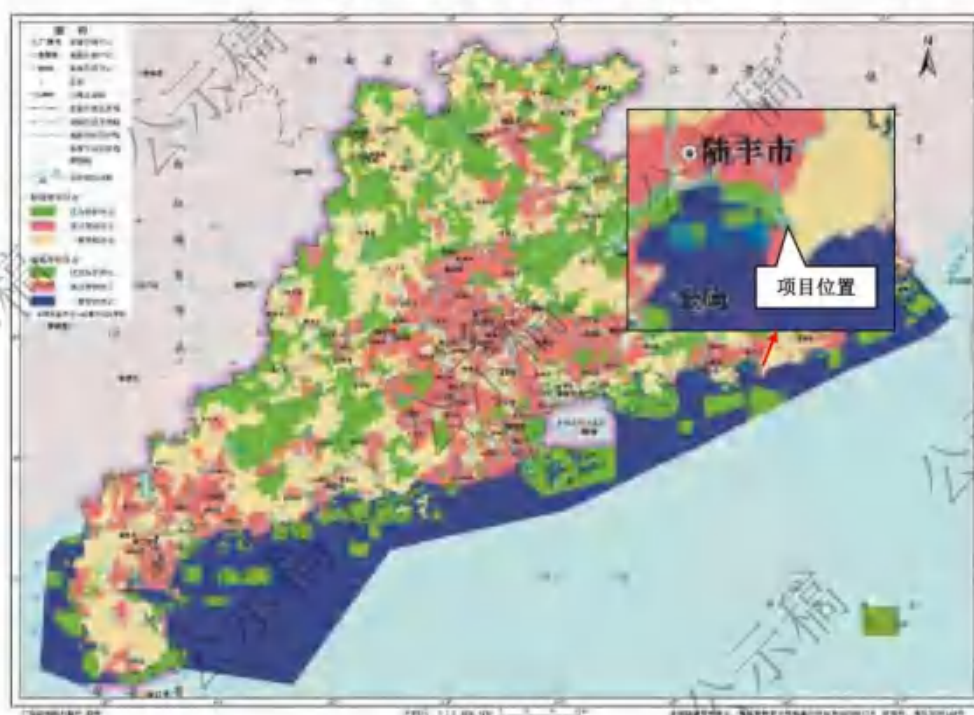


图 1.4.7-1 广东省环境管控单元图

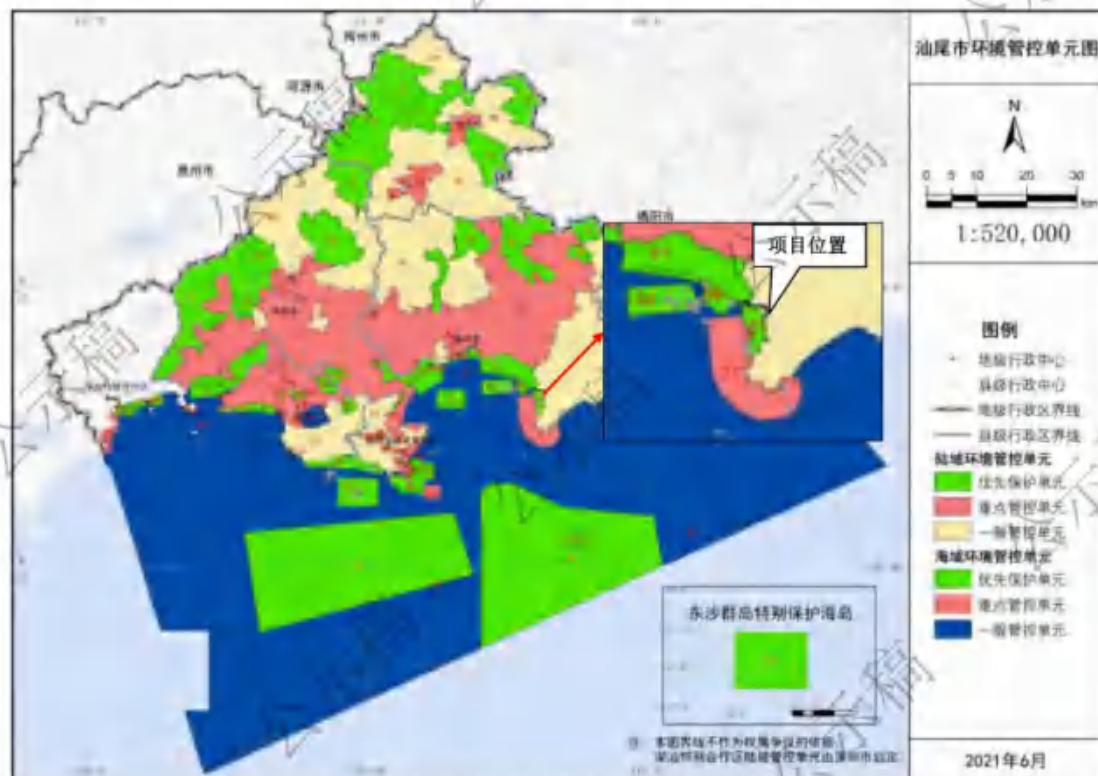


图 1.4.7-2 汕尾市海域环境及陆域环境管控单元图

1.5 评价等级

1.5.1 大气环境评价等级

《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）中环境空气影响评价工作等级划分，是根据评价项目的主要污染物排放量、项目建设内容以及当地执行的环境空气质量标准等因素确定的。

本项目属于非污染生态型项目，项目施工期主要大气污染物为施工扬尘、施工机械尾气和运输车辆尾气，污染因子较为简单，且多为间歇性污染源，随着施工期的结束，影响会逐渐消失，污染程度较小。营运期主要为备用发电机燃油尾气、少部分交通桥机动车尾气及桥面扬尘，其中项目配套的备用发电机仅限应急状况时使用，交通桥车流量一般，交通桥较短，且无集中排放源（车站、服务区等大气排放源）。

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018），依据项目的主要污染物排放量、项目建设内容以及当地执行的环境空气质量标准，确定本项目大气环境评价等级为三级。

1.5.2 声环境评价等级

按照《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）中的规定，声环境影响评价工作等级依据建设项目所在声环境功能区、建设前后声级的变化程度及评价范围内有无敏感目标来确定。

根据《汕尾市生态环境局关于印发<汕尾市声环境功能区区划方案>的通知》（汕环〔2021〕109号），本项目位于2类声环境功能区。根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）中关于评价项目声环境影响评价工作等级划分基本原则，“建设项目所处的声环境功能区为GB 3096规定的1类、2类地区，或建设项目建设前后评价范围内声环境保护目标噪声级增量达3dB(A)~5dB(A)，或受噪声影响人口数量增加较多时，按二级评价”，本项目位于2类声环境功能区，确定本项目声环境影响评价工作等级为二级。

1.5.3 海洋环境评价等级

本项目为陆丰市碣石大桥桥闸重建工程，所在海域为生态环境敏感区，项目拟原址拆除重建桥闸主体、管理房、上下游衔接、配套设施以及现状管线迁改及

设施恢复。根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485-2014）中有关海洋工程的评价等级规定，参照海中建闸工程，本项目水闸总宽约 114m，左右岸翼墙总长约 73 米，临时施工围堰总长约 107m，小于评价等级规模下限（0.5km~1km）；本项目需对入海口海域进行疏浚，疏浚量小于评价等级规模下限（ $10 \times 10^4 \text{m}^3 \sim 50 \times 10^4 \text{m}^3$ ）；本项目可能对所在水域产生较轻微冲刷、淤积。

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485-2014），同一建设项目由多个工程内容组成时，应按照各个工程内容分别判定各单项的环境影响评价等级，并取所有工程内容各单项环境影响评价等级中的最高级别，作为建设项目的海洋环境影响评价等级。本项目工程规模均小于评价等级规模下限，但工程位于生态环境敏感区，评价等级相应上调，由此确定本项目水文动力环境、水质环境、沉积物环境、生态和生物资源环境、地形地貌和冲淤环境的评价等级分别为 2 级、1 级、2 级、1 级、3 级。本项目海洋环境评价等级见表 1.5.3-1 及表 1.5.3-2。

表 1.5.3-1 海洋水文动力、海洋水质、海洋沉积物、海洋生态和生物资源影响评价等级

海洋工程分类	工程类型和工程内容	工程规模	本项目规模	工程所在海域特征和生态环境类型	单项海洋环境影响评价等级			
					水文动力环境	水质环境	沉积物环境	生态和生物资源环境
围海、填海、海上堤坝类工程	海上堤坝工程、海中筑坝、护岸、围堤（堰）、防波（浪）堤、导流堤（坝）、浅堤（坝）、引堤（坝）等工程、海中堤防建设及维护工程；促淤冲淤工程；海中建闸等工程	长度 1km~0.5km	本项目水闸规模小于 0.5km	生态环境敏感区	2	2	2	2
				其他海域	3	3	3	3
其他海洋工程	水下基础开挖等工程；疏浚、冲（吹）填等工程；海中取土（沙）等工程；挖入式港池、船坞和码头等工程；海上水产品加工工程等	开挖、疏浚、冲（吹）填、倾倒量 $50\times 10^4\text{m}^3\sim 10\times 10^4\text{m}^3$	本项目疏浚量小于 $10\times 10^4\text{m}^3$	生态环境敏感区	2	1	3	1
				其他海域	3	2	3	2
综合判定					2	1	2	1

表 1.5.3-2 本项目海洋地形地貌与冲淤环境影响评价等级

评价等级	本项目工程规模	工程类型和工程内容
3	本项目水闸规模小于 0.5km	面积 $30 \times 10^4 \text{m}^2 \sim 20 \times 10^4 \text{m}^2$ 的围海、填海、海湾改造工程，围海筑坝、防波堤、导流堤（长度 $1\text{km} \sim 0.5\text{km}$ ）等工程；其他类型海洋工程中改变海岸线、滩涂、海床自然性状和产生较轻微冲刷、淤积的工程项目。

1.5.4 环境风险评价等级

(1) 风险评价等级划分依据

参考《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），本项目的风险评价等级根据本项目涉及的物质及工艺系统危险性和项目区域的环境敏感性确定环境风险潜势，环境风险评价等级划分见下表：

表 1.5.4-1 评价工作等级划分依据

环境风险潜势	IV、IV+	III	II	I
评价工作等级	—	二	三	简单分析 ^a

^a是相对详细评价工作内容而言，在描述危险物质、环境影响途径、环境危害后果、风险防范措施等方面给出定性的说明。

表 1.5.4-2 建设项目环境风险潜势

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

注：IV⁺为极高环境风险

根据导则可知，环境风险评价等级由环境风险潜势决定，而环境风险潜势由环境敏感程度 E 及危险物质及工艺系统危险性 P 决定。

(2) 风险潜势初判

根据 HJ169-2018 附录 C 中的危险物质数量与临界量比值（Q）的计算如下：

当只涉及一种危险物质时，计算该物质的总量与其临界量比值，即为 Q；当存在多种危险物质时，则按下列公式计算物质总量与其临界量比值（Q）：

$$Q = \frac{q_1}{Q_1} + \frac{q_2}{Q_2} + \frac{q_3}{Q_3} + \dots + \frac{q_n}{Q_n}$$

式中： $q_1, q_2, q_3, \dots, q_n$ ——每种危险物质的最大存在总量，t；

$Q_1, Q_2, Q_3, \dots, Q_n$ ——每种危险物质的临界量，t；

当 $Q < 1$ 时，项目环境风险潜势为 I。

当 $Q \geq 1$ 时，将 Q 值划分为：（1） $1 \leq Q < 10$ ；（2） $10 \leq Q < 100$ ；（3） $Q \geq 100$ 。

本项目为水闸重建工程，参照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 B.1 突发环境事件风险物质及临界量中 381 油类物质（矿物油类，如石油、汽油、柴油等；生物柴油等）临界量为 2500t。施工期涉及的危化品主要为运输车辆及机械设备使用的柴油，最大储存量为所有车辆机械设备油箱总容积；运营期涉及的危化品为 1 台 256kW 备用柴油发电机使用的轻柴油，配备 1 个 350L 储罐，最大储存量为 0.3t，远小于临界量 2500t。本项目 Q 值计算见表 1.5.4-3。

表 1.5.4-3 风险潜势识别表

名称	储存形式	储存地点	q_i (t) 最大瞬时存在量	Q_i (t)	q_i/Q_i	环境风险潜势
柴油	1 个 320L 油箱	柴油储罐	单罐 0.3 吨	2500	0.00012	I
合计					0.00012	

因此项目危险物质数量与临界量比值 $Q < 1$ ，该项目风险潜势为 I，仅开展简单分析。

1.5.5 地表水评价等级

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）的规定，本项目既属于水污染影响型，也属于水文要素影响型。

①水污染影响型评价等级

水污染影响型建设项目环境影响评价等级按照影响类型、排放方式、排放量或影响情况、受纳水体环境质量现状、水环境保护目标等综合确定。根据排放方式和废水排放量划分评价等级，见表 1.5.5-1。

表 1.5.5-1 地表水环境评价工作等级判定表

评价等级	判断依据	
	排放方式	废水排放量 Q / (m ³ /d)；水污染物当量数 W (/无量纲)
一级	直接排放	$Q \geq 20000$ 或 $W \geq 600000$
二级	直接排放	其他
三级 A	直接排放	$Q < 200$ 且 $W < 6000$
三级 B	间接排放	—

注 1：水污染物当量数等于该污染物的年排放量除以该污染物的污染当量值（见附录 A），计算排放污染物的污染当量数，应区分第一类水污染物和其他类水污染物，统计第一类污染物当量数总和，然后与其他类污染物按照污染当量数从大到小排序，取最大当量数作为建设项目评价等级确定的依据。

注 2：废水排放量按行业排放标准中规定的废水种类统计，没有相关行业排放标准的通过工程分析合理确定，应统计含热量大的冷却水的排放量，可不统计间接冷却水、循环水以及其他含污染物极少的清净下水的排放量。

注 3: 厂区存在堆存物(露天堆放的原料、燃料、废渣等以及垃圾堆放场)、降尘污染的,应将初期雨水纳入废水排放量,相应的主要污染物纳入水污染当量计算。

注 4: 建设项目直接排放第一类污染物的,其评价等级为一级;建设项目直接排放的污染物为受纳水体超标因子的,评价等级不低于二级。

注 5: 直接排放受纳水体影响范围涉及饮用水水源保护区、饮用水取水口,重点保护与珍稀水生生物的栖息地、重要水生生物的自然产卵场等保护目标时,评价等级不低于二级。

注 6: 建设项目向河流、湖库排放温排水引起受纳水体水温变化超过水环境质量标准要求,且评价范围有水温敏感目标时,评价等级为一级。

注 7: 建设项目利用海水作为调节温度介质,排水量 ≥ 500 万 m^3/d ,评价等级为一级;排水量 < 500 万 m^3/d ,评价等级为二级。

注 8: 仅涉及清净水下排放的,如其排放水质满足受纳水体水环境质量标准要求的,评价等级为三级 A。

注 9: 依托现有排放口,且对外环境未新增排放污染物的直接排放建设项目,评价等级参照间接排放,定为三级 B。

注 10: 建设项目生产工艺中有废水产生,但作为回水利用,不排放到外环境的,按三级 B 评价。

根据表 1.5.5-1,本项目废水属于间接排放,判定地表水水污染影响型评价等级为三级 B。

②水文要素影响型评价等级

水文要素影响型建设项目评价等级划分根据水温、径流与受影响地表水域等三类水文要素的影响程度进行判定,见表 1.5.5-2。

表 1.5.5-2 水文要素影响型建设项目评价等级判定

评价等级	水温	径流		受影响地表水域		
	年径流量与总库容百分比 $a/\%$	兴利库容与年径流量百分比 $\beta/\%$	取水量占多年平均径流量百分比 $\gamma/\%$	工程垂直投影面积及外扩范围 $A1/km^2$;工程扰动水底面积 $A2/km^2$;过水断面宽度占用比例或占用水域面积比例 $R/\%$	工程垂直投影面积及外扩范围 $A1/km^2$;工程扰动水底面积 $A2/km^2$	工程垂直投影面积及外扩范围 $A1/km^2$;工程扰动水底面积 $A2/km^2$
一级	$a \leq 10$;或稳定分层	$\beta \geq 20$;或完全年调节与多年调节	$\gamma \geq 30$	河流 $A1 \geq 0.3$;或 $A2 \geq 1.5$;或 $R \geq 10$	湖库 $A1 \geq 0.3$;或 $A2 \geq 1.5$;或 $R \geq 20$	入海河口、近岸海域 $A1 \geq 0.5$;或 $A2 \geq 3$
二级	$20 > a > 10$;或不稳定分层	$20 > \beta > 2$;或季调节与不完全年调节	$30 > \gamma > 10$	$0.3 > A1 > 0.05$;或 $1.5 > A2 > 0.2$;或 $10 > R > 5$	$0.3 > A1 > 0.05$;或 $1.5 > A2 > 0.2$;或 $20 > R > 5$	$0.5 > A1 > 0.15$;或 $3 > A2 > 0.5$
三级	$a \geq 20$;或混合型	$\beta \leq 2$;或无调节	$\gamma \leq 10$	$A1 \leq 0.05$;或 $A2 \leq 0.2$;或 $R \leq 5$	$A1 \leq 0.05$;或 $A2 \leq 0.2$;或 $R \leq 5$	$A1 \leq 0.15$;或 $A2 \leq 0.5$

注 1: 影响范围涉及饮用水水源保护区,重点保护与珍稀水生生物的栖息地、重要水生生物的自然产卵场、自然保护区等保护目标,评价等级应不低于二级。

注 2: 跨流域调水、引水式电站、可能受到大型河流感潮河段咸潮影响的建设项目,评价等级不低于二级。

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

注 4: 对不透水的单方向建筑尺度较长的水工建筑物(如防波堤、导流堤等),其与潮流或水流主流向切线垂直方向投影长度大于 2km 时,评价等级应不低于二级。

注 5: 允许在一类海域建设的项目,评价等级为一级。

注 6: 同时存在多个水文要素影响的建设项目,分别判定各水文要素影响评价等级,并取其中最高等级作为水文要素影响型建设项目评价等级。

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

影响评价等级由建设项目垂直投影面积及外扩范围或者工程扰动水底面积来确定。本项目水闸、消力池、海漫、左右岸翼墙、隔船段、入海口疏浚、施工围堰等工程垂直投影面积及外扩范围 $A1$ 为 0.009597km^2 ，扰动水底面积 $A2$ 为 0.0024658km^2 。本项目为水闸重建工程，过水断面宽度占用比例没有发生明显变化，因此不考虑 R 值，因此本项目地表水水文要素影响型评价等级为三级。结合本项目海洋水文动力环境影响评价等级为 2 级，综合判定本项目水文要素影响评价等级为二级。

1.5.6 生态环境评价等级

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022），建设项目同时涉及陆生、水生生态影响时，可针对陆生生态、水生生态分别判定评价等级。

1、水生生态

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022），本项目为碣石水闸重建工程，项目建设同时涉及海域和陆域，海域评价等级根据 GB/T19485 确定，根据 1.5.3 节海洋环境影响等级确定，项目水生生物评价等级为 1 级。

2、陆生生态

陆域生态环境评价等级对照 HJ19-2022 第 6.1 评价等级判定原则：

- a) 涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境时，评价等级为一级；
 - b) 涉及自然公园时，评价等级为二级；
 - c) 涉及生态保护红线时，评价等级不低于二级；
 - d) 根据 HJ2.3 判断属于水文要素影响型且地表水评价等级不低于二级的建设项目，生态影响评价等级不低于二级；
 - e) 根据 HJ610、HJ964 判断地下水水位或土壤影响范围内分布有天然林、公益林、湿地等生态保护目标的建设项目，生态影响评价等级不低于二级；
 - f) 当工程占地规模大于 20km^2 时（包括永久和临时占用陆域和水域），评价等级不低于二级；改扩建项目的占地范围以新增占地（包括陆域和水域）确定；
 - g) 除本条 a)、b)、c)、d)、e)、f) 以外的情况，评价等级为三级；
 - h) 当评价等级判定同时符合上述多种情况时，应采用其中最高的评价等级。
- 项目陆域不涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境、自然公

园、生态保护红线；项目地表水水文要素影响型评价等级为三级；根据 HJ610、HJ964 判断本项目陆域地下水水位或土壤影响范围内没有天然林、公益林、湿地等生态保护目标；项目陆域占地规模小于 20km^2 （包括永久和临时占用陆域和水域）。此外，本项目陆域不涉及经论证对保护生物多样性具有重要意义的区域，因此本项目陆生生态环境影响评价等级为三级。

1.5.7 地下水环境评价等级

根据《环境影响评价技术导则—地下水环境》（HJ 601-2016），地下水环境影响工作等级的划分根据项目行业分类和地下水环境敏感程度分级进行判定。建设项目的地下水环境敏感程度分级原则见下表。

表 1.5.7-1 地下水环境敏感程度分级表

敏感程度	地下水环境敏感特征
敏感	集中式饮用水水源（包括已建成的在用、备用、应急水源，在建和规划的饮用水水源）准保护区；除集中式饮用水源以外的国家或地方政府设定的与地下水环境相关的其它保护区，如热水、矿泉水、温泉等特殊地下水资源保护区。
较敏感	集中式饮用水水源（包括已建成的在用、备用、应急水源，在建和规划的饮用水水源）准保护区以外的补给径流区；未划定准保护区的集中水式饮用水水源，其保护区以外的补给径流区；分散式饮用水水源地；特殊地下水资源（如矿泉水、温泉等）保护区以外的分布区等其他未列入上述敏感分级的环境敏感区 ^a 。
不敏感	上述地区之外的其他地区

注：^a“环境敏感区”是指《建设项目环境影响评价分类管理名录》中所界定的涉及地下水的环境敏感区。

本项目为水闸重建工程，属于防洪治涝工程及市政路桥工程，重建水闸为防洪治涝工程，属新建大中型，地下水环境影响类别为III类；重建路桥为市政路桥工程，地下水环境影响类别为IV类。综合判定本项目地下水环境影响类别为III类。详见表 1.5.7-2。

表 1.5.7-2 地下水环境影响评价行业分类表（HJ610-2016 附录 A 节选）

行业类别	报告书	报告表	地下水环境影响评价项目类别	
			报告书	报告表
4、防洪治涝工程	新建大中型	其他	III	IV
139、城市桥梁、隧道	1km 及以上的独立隧道或独立桥梁；立交桥	其他（人行天桥和人行地道除外）	IV	IV

表 1.5.7-3 地下水环境影响评价工作等级分级表

项目类别 环境敏感程度	I 类项目	II 类项目	III 类项目
敏感	一	一	二
较敏感	二	二	三
不敏感	三	三	三

根据调查,本项目及影响区域均不涉及集中式饮用水水源准保护区及补给径流区、与地下水环境相关的其它保护区、特殊地下水资源保护区、分散式饮用水水源地等,故其地下水环境敏感程度属于“不敏感”。因此,本项目地下水评价等级为三级。

1.5.8 土壤环境评价等级

本项目为生态影响型项目,根据《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》(HJ 964-2018),生态影响型敏感程度分级表见下表。

表 1.5.8-1 建设项目环境风险潜势

敏感程度	判别依据		
	盐化	酸化	碱化
敏感	建设项目所在地干燥度 $a \geq 2.5$ 且常年地下水位平均埋深 $< 1.5\text{m}$ 的地势平坦区域;或土壤含盐量 $> 4\text{g/kg}$ 的区域	$\text{pH} \leq 4.5$	$\text{pH} \geq 9.0$
较敏感	建设项目所在地干燥度 > 2.5 且常年地下水位平均埋深 $\geq 1.5\text{m}$ 的,或 $1.8 < \text{干燥度} \leq 2.5$ 且常年地下水位平均埋深 $> 1.8\text{m}$ 的地势平坦区域;建设项目所在地干燥度 > 2.5 或常年地下水位平均埋深 $< 1.5\text{m}$ 的平原区;或 $2\text{g/kg} < \text{土壤含盐量} \leq 4\text{g/kg}$ 的区域	$4.5 < \text{pH} \leq 5.5$	$8.5 \leq \text{pH} < 9.0$
不敏感	其他	$4.5 < \text{pH} < 8.5$	

注: * 是指采用 E601 观测的多年平均水面蒸发量与降水量的比值,即蒸降比值。

本项目为水闸重建工程,属于水利工程,根据《环境影响评价技术导则 土壤环境》(HJ964-2018)附录 A,为 III 类项目,见表 1.5.8-2。根据调查,陆丰市气象站多年平均蒸发量为 1259mm ,全年年均降雨量为 1997mm ,计算得干燥度为 0.63 ,根据本工程地质报告,工程区域两组土样 pH 分别为 6.19 及 6.28 ,在 $5.5 < \text{pH} < 8.5$ 范围内,因此本项目所在区域属于不敏感区域。根据地下水环境影响评价工作等级分级,本项目可不开展土壤环境影响评价工作。

表 1.5.8-2 地下水环境影响评价行业分类表 (HJ610-2016 附录 A 节选)

行业类别	项目类别			
	I 类	II 类	III 类	IV 类
水利	库容 1 亿 m^3 及以上水库；长度大于 1000km 的引水工程	库容 1000 万 m^3 至 1 亿的水库；跨流域调水的引水工程	其他	/

表 1.5.8-3 地下水环境影响评价工作等级分级表

项目类别 环境敏感程度	I 类项目	II 类项目	III 类项目
敏感	一级	二级	三级
较敏感	二级	二级	三级
不敏感	二级	三级	-

注：“-”表示可不开展土壤环境影响评价工作。

1.6 评价范围

1.6.1 环境空气评价范围

本项目大气评价等级为三级，根据《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018)，本项目可不设置环境空气评价范围。

1.6.2 声环境评价范围

根据《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2021)中的有关规定，本项目声环境评价范围为厂界外缘线外扩 200 米以内范围，评价范围见图 1.6.2-1。

1.6.3 海洋环境评价范围

水文动力影响范围：2 级评价，其垂向距离不小于 3km，纵向距离不小于一个潮周期内水质点可能达到的最大水平距离的两倍。

水质环境影响范围：1 级评价，应能覆盖建设项目的环境影响所及区域，并能充分满足水质环境影响评价与预测的要求。

沉积物影响评价范围：2 级评价，应将建设项目可能影响海洋沉积物的区域包括在内，与海洋生态调查范围一致。

海洋生态环境影响范围：1 级评价，其扩展距离不小于 8~30km。

地形地貌与冲淤影响范围：3 级评价，与水动力影响评价范围保持一致。

通过对工程海域资源环境特点初步分析，判断工程对海域资源影响主要在工程区及碣石湾海域，以工程厂界外缘线为起点，向西扩展 22km，向南扩展 12km，

确定本次海域评价范围。评价范围内海域面积约为 373.12 平方千米，评价范围边界点坐标见表 1.6.3-1，评价范围见图 1.6.3-1。

表 1.6.3-1 评价范围边界点坐标

编号	经度	纬度
1	115°36'9.173"E	22°51'16.414"N
2	115°36'9.173"E	22°42'5.603"N
3	115°49'10.647"E	22°42'5.603"N
4	115°49'10.647"E	22°44'26.100"N

1.6.4 环境风险评价范围

本工程环境风险评价等级为简单分析，无需设置环境风险评价范围。

1.6.5 地表水环境评价范围

本项目地表水水污染影响型评价等级为三级 B，水文要素影响型评价等级为三级，根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）相关内容，本项目地表水环境评价范围为南溪上游 500 米处~碣石水闸，长度约 0.5km，评价范围内水域面积约 0.0496km²。地表水评价范围见图 1.6.5-1。

1.6.6 生态环境评价范围

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2011）和《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）要求，确定本项目陆域工程生态影响评价范围为陆域工程边界外扩 300m 范围，陆域生态评价范围见图 2.6.6-1，海域生态影响评价范围与海洋环境影响评价范围一致，见图 1.6.3-1。

1.6.7 地下水环境评价范围

本项目地下水评价等级为三级，地下水环境评价范围查表为小于 6km²的范围，结合项目的实际情况，参考项目地勘资料和所在地下水水文地质单元图，评价范围约为 4.0km²，详见图 1.6.7-1。

1.6.8 土壤环境评价范围

本项目可不开展土壤环境影响评价工作，无需设置土壤环境评价范围。



图 1.6.2-1 声环境评价范围图



图 1.6.3-1 海洋环境影响评价范围



图 1.6.5-1 地表水环境影响评价范围



图 1.6.6-1 陆域生态环境影响评价范围



图 1.6.7-1 地下水环境影响评价范围

1.7 评价标准

1.7.1 环境质量标准

1.7.1.1 环境空气质量标准

根据《汕尾市环境保护规划纲要（2008-2020）》，项目所在区域的大气环境属于二类功能区，执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其2018年修改单中的二级标准，具体见下表。

表 1.7.1-1 《环境空气质量标准》（GB3095-2012）

污染物名称	取值时间	浓度限值	标准来源
NO ₂	24 小时平均	80ug/m ³	《环境空气质量标准》（GB3095-2012） 二级标准
	1 小时平均	200ug/m ³	
氮氧化物 NO _x	年平均	50μg/m ³	
	24 小时平均	100μg/m ³	
SO ₂	24 小时平均	150ug/m ³	
	1 小时平均	500ug/m ³	
PM _{2.5}	24 小时平均	75ug/m ³	
	年平均	35ug/m ³	
PM ₁₀	24 小时平均	150ug/m ³	
	年平均	70ug/m ³	
TSP	24 小时平均	300ug/m ³	
	年平均	200ug/m ³	
CO	24 小时平均	4mg/m ³	
	年平均	10mg/m ³	
O ₃	24 小时平均	160ug/m ³	
	年平均	200ug/m ³	

1.7.1.2 声环境质量标准

根据《汕尾市生态环境局关于印发<汕尾市声环境功能区区划方案>的通知》（汕环〔2021〕109号），本项目位于2类声环境功能区，但本项目紧邻城镇主干路，因此执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）4a类标准。

表 1.7.1-2 《声环境质量标准》（GB3096-2008）（等效声级：L_{Aeq}:dB（A））

类别	适用区域	昼间	夜间
4a 类	4 类区	70	55

1.7.1.3 海水环境质量标准

根据《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办〔1999〕68 号）和《关于调整汕尾市部分近岸海域环境功能区划的复函》（粤办函〔2010〕398），项目所在海域水质执行《海水水质标准》（GB3097-1997）第二类水质标准，详见表 1.7.1-3。

表 1.7.1-3 《海水水质标准》（GB3097-1997） 单位：mg/L（pH 除外）

项 目	标准值（第一类）	标准值（第二类）	标准值（第三类）	标准值（第四类）
pH 值	7.8~8.5		6.8~8.8	
溶解氧（DO）	>6mg/L	>5mg/L	>4mg/L	>3mg/L
无机氮	≤0.2mg/L	≤0.3mg/L	≤0.4mg/L	≤0.5mg/L
石油类	≤0.05mg/L		≤0.30mg/L	≤0.50mg/L
化学需氧量（COD）	≤2mg/L	≤3mg/L	≤4mg/L	≤5mg/L
磷酸盐	≤0.015 mg/L	≤0.030mg/L		≤0.045mg/L
锌	≤0.020mg/L	≤0.050mg/L	≤0.10mg/L	≤0.50mg/L
铜	≤0.005mg/L	≤0.010mg/L	≤0.050mg/L	
铅	≤0.001mg/L	≤0.005mg/L	≤0.010mg/L	≤0.050mg/L
镉	≤0.001mg/L	≤0.005mg/L	≤0.010mg/L	
汞	≤0.00005 mg/L	≤0.0002 mg/L		≤0.0005 mg/L
硒	≤0.010mg/L	≤0.020mg/L		≤0.050mg/L
砷	≤0.020mg/L	≤0.030mg/L	≤0.050mg/L	
总铬	≤0.05mg/L	≤0.10mg/L	≤0.20mg/L	≤0.50mg/L
硫化物	≤0.02 mg/L	≤0.05 mg/L	≤0.10 mg/L	≤0.25 mg/L
生化耗氧量（BOD）	≤1mg/L	≤3mg/L	≤4mg/L	≤5mg/L
粪大肠菌群	≤2000（个/L）	≤2000（个/L）	≤2000（个/L）	-

1.7.1.4 海洋沉积物质量

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》，项目所在海域执行《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）第一类标准，详见表 1.7.1-4。

表 1.7.1-4 《海洋沉积物质量》(GB18668-2002)

污染因子	有机碳	石油类	Pb	Zn	Cu	Cd	Hg	铬	砷	硫化物
	$\times 10^{-2}$	$\times 10^{-6}$								
第一类标准 $\leq$	2.0	500	60.0	150.0	35.0	0.50	0.20	80.0	20.0	300
第二类标准 $\leq$	3.0	1000	130.0	350.0	100.0	1.50	0.50	150.0	65.0	500
第三类标准 $\leq$	4.0	1500	250.0	600.0	200.0	5.00	1.0	270.0	93.0	600

第一类 适用于海洋渔业水域,海洋自然保护区,珍稀与濒危生物自然保护区,海水养殖区,海水浴场,人体直接接触沉积物的海上运动或娱乐区,与人类食用直接有关的工业用水区。
 第二类 适用于一般工业用水区,滨海风景旅游区。
 第三类 适用于海洋港口水域,特殊用途的海洋开发作业区。

1.7.1.5 海洋生物质量

根据《广东省海洋功能区划(2011-2020年)》,项目评价范围内,软体动物、甲壳动物、鱼类生物体内污染物质(除石油烃外)含量评价标准采用《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的标准。石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》(第二分册)中规定的生物质量标准。贝类生物体内污染物质含量评价标准采用《海洋生物质量》(GB18421-2001)中的第一类标准,具体标准值见表 1.7.1-5 和表 1.7.1-6。

表 1.7.1-5 海洋生物(贝类)质量标准(GB18421-2001) (鲜重: mg/kg)

项目	第一类	第二类	第三类
总汞 $\leq$	0.05	0.1	0.3
镉 $\leq$	0.2	2	5
铬 $\leq$	0.5	2.0	6
铅 $\leq$	0.1	2	6
铜 $\leq$	10	25	50(牡蛎 100)
锌 $\leq$	20	50	100(牡蛎 500)
砷 $\leq$	1.0	5.0	8.0
石油烃 $\leq$	15	50	80

注:

以贝类去壳部分的鲜重计

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

第二类,适用于一般工业用水区、滨海风景旅游区。

第三类,适用于港口海域和海洋开发作业区。

表 1.7.1-6 海洋生物体评价标准（湿重：mg/kg）

生物类别	铜	铅	镉	锌	铬	石油烃	引用标准
鱼类	20	2.0	0.6	40	1.5	20	《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》和《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》中的生物质量评价标准
甲壳类	100	2.0	2.0	150	1.5	/	
软体类	100	10.0	5.5	250	5.5	20	

1.7.1.6 地表水环境质量

本项目位于碣石镇南溪入海口处，南溪水域未划分水环境功能区划，根据一般划定原则及汇入海域执行的海水水质标准，南溪水质目标定为III类，执行《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）III类标准。

表 1.7.1-7 地表水环境质量标准（摘录） 单位：mg/L（pH 无量纲）

序号	项目	III类标准
1	pH 值（无量纲）	6~9
2	溶解氧	5
3	高锰酸钾盐指数≤	6
4	化学需氧量（COD）≤	20
5	五日生化需氧量（BOD ₅ ）≤	4
6	氨氮（NH ₃ -N）≤	1.0
7	总磷（以 P 计）≤	0.2（湖、库 0.05）
8	石油类≤	0.05
9	阴离子表面活性剂 ≤	0.2
10	粪大肠菌群（个/L）≤	10000
11	悬浮物*≤	30

注：*悬浮物指标参照执行《地表水资源质量标准》（SL63-94）各级标准。

1.7.1.7 地下水环境质量

本项目所在区域地下水环境质量执行《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III类标准，各水质指标具体限值见下表。

表 1.7.1-8 地下水质量标准 (摘录) 单位: mg/L (pH 无量纲)

序号	项目	III类标准值
1	色 (铂钴色度单位)	≤15 度
2	嗅和味	无
3	浑浊度	≤3NTU
4	肉眼可见物	无
5	pH 值	6.5~8.5
6	总硬度	≤450
7	溶解性总固体	≤1000
8	硫酸盐	≤250
9	氯化物	≤250
10	铁	≤0.3
11	锰	≤0.10
12	铜	≤1.00
13	挥发性酚类	≤0.002
14	阴离子表面活性剂	≤0.3
15	耗氧量	≤0
16	氨氮	≤0.50
17	硫化物	≤0.02
18	钠	≤200
19	总大肠菌群	≤3.0 CFU/100mL
20	菌落总数	≤100
21	亚硝酸盐	≤1.00
22	硝酸盐	≤20.0
23	氰化物	≤0.05
24	氟化物	≤1.0
25	汞	≤0.001
26	砷	≤0.01
27	镉	≤0.005
28	铬 (六价)	≤0.05
29	铅	≤0.01

1.7.2 污染物排放标准

1.7.2.1 大气污染物排放标准

本项目施工期主要大气污染物为施工扬尘、施工机械设备及车辆尾气等，营运期废气主要为交通桥机动车尾气，均为无组织排放。施工期和营运期主要污染因子为二氧化硫、氮氧化物和颗粒物，执行广东省地方标准《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二时段无组织排放监控浓度限值标准。

表 1.7.2-1 《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二时段浓度限值

产污环节	污染物	无组织排放浓度限值	
		监控点	浓度 mg/m ³
扬尘	颗粒物	周界外浓度最高点	1.0
机械设备及车辆尾气	二氧化硫		0.4
	氮氧化物（以 NO ₂ 计）		0.12

表 1.7.2-2 《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）二级新扩改建标准值

项目	单位	二级新扩改建
臭气浓度	无量纲	20

1.7.2.2 噪声排放标准

本项目施工期噪声排放执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），营运期噪声排放执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 4 类标准，具体限值见下表。

表 1.7.2-3 《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）单位：dB（A）

监控点	噪声限值		执行标准
	昼间	夜间	
建筑施工场界	70	55	《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）

表 1.7.2-4 《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）单位：dB（A）

厂界外声环境功能区类别	噪声限值		执行标准
	昼间	夜间	
4 类	70	55	《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）

1.7.2.3 水污染物排放标准

（1）施工期

施工期生活污水预处理后经城镇污水管网排入碣石镇污水处理厂，执行广东

省《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）第二时段三级标准；施工废水经沉淀池处理后达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）标准限值后，回用于道路及施工现场洒水降尘。

（2）营运期

本项目营运期水污染物主要为工作人员生活污水，生活污水预处理后经城镇污水管网排入碣石镇污水处理厂，执行广东省《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）第二时段三级标准。

碣石镇污水处理厂（一期）尾水排放执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准。

表 1.7.2-5 城市杂用水水质要求

项目	城市绿化、道路清扫、消防、建筑施工
pH	6.0~9.0
溶解性总固体（mg/L）	1000
五日生化需氧量（mg/L）	10
氨氮（mg/L）	8
阴离子表面活性剂（mg/L）	0.5

表 1.7.2-6 污水排放标准 单位：mg/L

污染物	COD _{Cr}	BOD ₅	SS	氨氮	总氮	总磷	动植物油
DB44/26-2001 第二时段三级标准	500	300	400	-	-	-	100
碣石镇污水处理厂（一期）水质接收标准	500	350	400	45	70	8	100
碣石镇污水处理厂（一期）尾水排放标准	50	10	10	5	15	0.5	1

1.7.2.4 固体废物污染控制标准

一般固体废物贮存执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）及其修改单；危险废物贮存及处置执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18587-2001）及其修改单。

1.8 环境保护目标和环境敏感目标

1.8.1 环境保护目标

（1）大气环境保护目标

本项目大气环境保护目标主要为：拟建项目施工场地周边、施工便道两侧各

200 米范围内的环境敏感点，大气环境质量执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准要求。

（2）水环境保护目标

本项目水环境保护目标主要为南溪及所在海域。南溪水域未划分水环境功能，根据一般划定原则，南溪水质目标定为Ⅲ类，执行《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）Ⅲ类标准。根据《广东省海洋功能区划（2011 - 2020 年）》（2012 年），本项目位于碣石湾农渔业区，执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。

（3）声环境保护目标

本项目声环境保护目标为施工场界、项目场界外 200m 范围内的居民区、文化休闲区等。

（4）生态环境保护目标

保护南溪及所在海域的水生生态环境，保护项目场界外 300m 范围内的陆域生态环境。根据广东省“三线一单”平台，本项目位于海域一般管控单元中的“碣石湾农渔业区”，位于陆域一般管控单元中的“陆丰市一般管控单元”。

1.8.2 环境敏感目标

1、陆域环境保护目标

本项目陆域生态评价范围内不涉及重要物种、生态敏感区以及其他需保护的群落空间等，地表水环境敏感目标为南溪，评价范围内主要声环境敏感目标及地表水环境敏感目标见表 1.8.2-1 及图 1.8.2-1。

表 1.8.2-1 项目陆域环境敏感目标分布列表

序号	环境保护目标	坐标（经纬度）		保护对象	人口规模	功能区类别	最近距离/m	方位
		经度	纬度					
1	碣石中转站爱心驿站	115°48'52.510"E	22°48'30.193"N	工业区	约 5 人	大气环境二类区、声环境 2 类区	1	西
2	碣石石洲文化广场	115°48'57.881"E	22°48'26.931"N	文教区	约 5 人		12	西南
3	南门派出所	115°49'1.270"E	22°48'34.077"N	行政区	约 15 人		30	东
4	新南苑小区	115°49'4.275"E	22°48'34.168"N	住宅区	约 48 户		120	东
5	好运新苑小区	115°49'4.069"E	22°48'36.540"N	住宅区	约 96 户		134	东
6	阳光新苑小区	115°49'1.201"E	22°48'37.826"N	住宅区	约 80 户		104	东北
7	包二村	115°48'59.878"E	22°48'40.568"N	居民区	约 340 户		146	东北

8	南溪	/	/	河流	/	地表水III类	0	东南
---	----	---	---	----	---	---------	---	----

2、海域环境保护目标

本项目部分主体工程位于海域，涉海工程主要涉及海域环境敏感目标，根据现场踏勘及调研结果，本项目附近海洋环境敏感区主要有：海洋功能区划中的“农渔业区、休闲娱乐区”，生态红线区（与三线一单分区管控方案中的“优先保护单元”重叠），周边自然保护区以及可能受本项目影响的其他海洋环境敏感目标。本项目海域环境敏感目标具体情况及位置分布见表 1.8.2-2 和图 1.8.2-2。

表 1.8.2-2 项目海域环境敏感目标分布列表

类别	敏感区及敏感目标	方位/距离	主要保护对象	环境保护目标
海洋功能区划	碣石湾农渔业区	项目占用	碣石湾生态环境、鲍、海马等重要渔业品种	海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准
	珠海-潮州近海农渔业区	西南侧约 5.8km	重要渔业品种的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道	海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准
	金厢旅游休闲娱乐区	西北侧约 5.3km	碣石渔港、人工鱼礁、近岸生态系统	海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准
生态红线区	金厢海岸防护物理防护极重要区	西北侧约 3.1km	重要自然岸线及邻近海域保护	
	金厢镇山门村海岸防护物理防护极重要区	西北侧约 15.7km		
	金厢重要渔业资源产卵场	西侧约 5.7km	渔业资源的产卵场、育幼场、索饵场和洄游通道	
	碣石湾长毛对虾重要渔业资源产卵场	西侧约 14.8km		
沙滩	金厢银滩	西北侧约 13.5km	砂质海岸、近岸海域生态环境	
自然岸线	砂质岸线、基岩岸线	最近距离约 2.7km	自然岸线及潮滩	
养殖用海区	周边养殖项目、周边无证养殖区	主要分布于项目西侧，最近距离约 3.9km	海水水质	
人工鱼礁区	陆丰市人工鱼礁项目	西侧约 9.5km	人工鱼礁礁体及海域生态环境	
	金厢南人工鱼礁区	西侧约 6.8km	人工鱼礁礁体及海域生态环境	
近岸海域国考水质监	GDN14004	西南侧约 15.2km	水质	
	GDN14013	西北侧约 14.9km	水质	

类别	敏感区及敏感目标	方位/距离	主要保护对象	环境保护目标
测站位	GDN14015	西南侧约4.1km	水质	
三场一通道	南海北部幼鱼繁育场保护区	项目占用	幼鱼繁育场	重要渔业资源及其生态生境
	南海幼鱼幼虾保护区	项目占用	幼鱼幼虾	
岛礁	黑大礁、头礁等无居民小岛礁	项目西侧	岛屿及地形地貌冲淤环境	



图 1.8.2-1 陆域环境敏感目标位置示意图

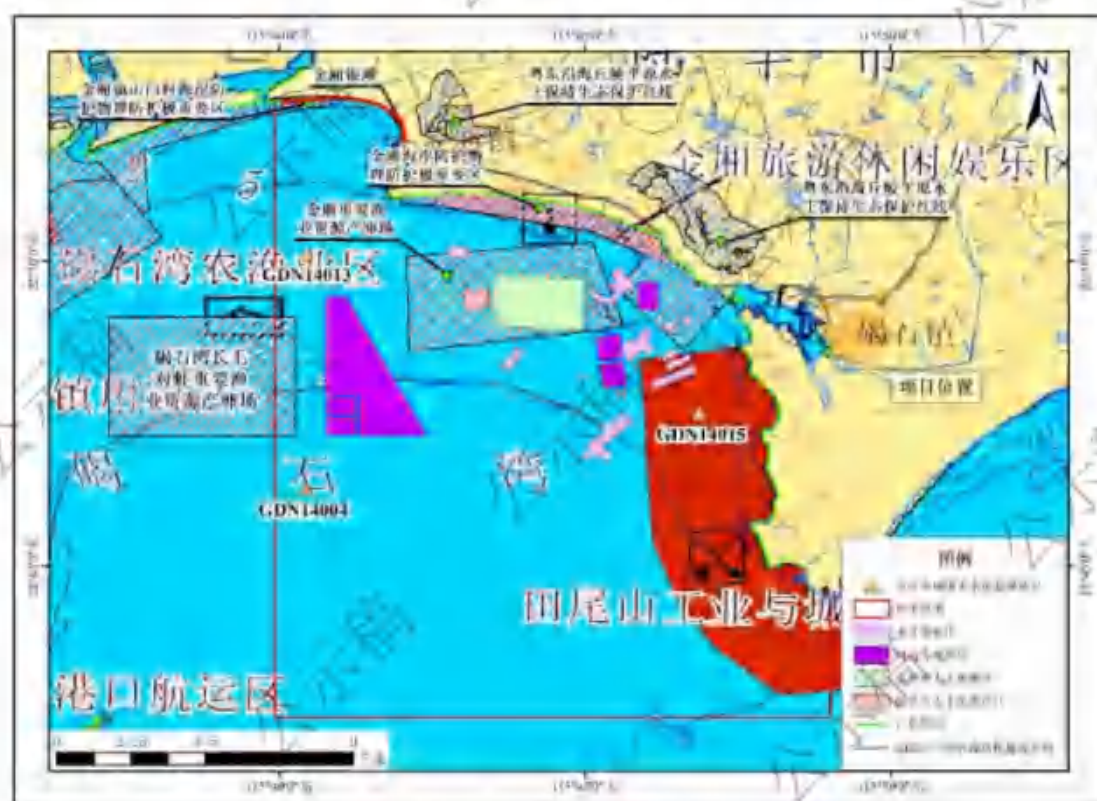


图 1.8.2-2 海洋环境敏感目标位置示意图



图 1.8.2-3 本项目与南海北部幼鱼繁育场保护区位置关系示意图

图 1.8.2-4 本项目与幼鱼、幼虾保护区位置关系示意图

2 工程概况

2.1 建设项目名称、性质、规模及地理位置

项目名称：陆丰市碣石大桥桥闸重建工程

建设单位：陆丰市水利工程建设管理中心

行业类别：N7610—防洪除涝设施管理

项目性质：改建

地理位置：工程位于广东省陆丰市碣石镇碣石内港，属碣石镇南溪河河系下游出海口处。现状水闸地处汕尾市陆丰碣石镇政府南边，属于新民大街延伸路段，闸址左右岸分别为海英村和碣石镇圩。

本项目地理位置图见图 2.1-1。

项目总投资：工程总投资为 9904.17 万元

建设规模：本工程对现有碣石水闸进行拆除重建，恢复及发挥桥闸行洪、挡潮功能。水闸拆除重建后满足 $P=5\%$ 洪峰流量 $432.3\text{m}^3/\text{s}$ 、 $P=2\%$ 洪峰流量 $539.1\text{m}^3/\text{s}$ 的过流能力，同时考虑上游淹没影响，要求满足闸上壅水高度不大于 0.3m 进行控制。

依据《水闸设计规范》（SL265-2016），本水闸工程等别为 III 等，主要建筑级别为 3 级、次要建筑级别为 4 级、临时建筑级别为 5 级。

建设周期：总工期 24 个月。



图 2.1-1 项目地理位置示意图

2.2 现有工程现状

现状水闸历史：上世纪 60 年代末期，为了防御海潮为害，在当时“农业学大寨”、“以粮为纲”口号指导下，进行了碣石港建设防潮水闸及防潮堤。现状水闸建于 1969 年 12 月，1970 年建成运用至今，投入运行近 40 年是一宗集防潮排涝的综合性中型水闸工程。



图 2.1.2-水闸现状图

水闸保护对象：碣石镇上游的居民、农田以及水产养殖场。其中包括 11 个行政村的人民生命财产的安全，捍卫人口 5.5 万人、农田及水产养殖面积约 10000 亩。

基本特性：桥闸全长 50m，分 11 孔，每孔净宽 3.3m、总净宽 36.3m，闸孔高 4.0m，闸底高程-1.50m，闸墩宽 0.9m，闸室采用原玄武山炸塔石料修建而成，闸板为钢筋砼结构，采用移动式吊车启闭。水闸上游集雨面积 48.5km²，河流长度 13.9km。

安全鉴定结论：碣石大桥水闸工程现已残破不堪、结构老化、损坏严重，运行指标无法达到设计标准，无法安全运行。工程存在诸多的严重安全问题，需降

低标准运用或报废重建。

主要存在问题：

根据《广东省陆丰市碣石大桥水闸安全鉴定材料》（汕尾市水利水电建筑工程勘测设计室，2009年3月），碣石大桥桥闸建于上世纪1969年，经过近48年的运行，受洪水、浪潮及自然灾害的破坏，整体老化严重，抗滑稳定、渗流稳定、闸顶高程、消能防冲、结构强度不满足规范要求。

根据工程管理记录，1969年2月开始修建碣石大桥桥闸；1979年11月加固闸基、消力池和护坦抛石；1988年2月改建发动机房及配电屏；1995年10月更换闸板及吊车卷扬机维修；2003年10月更换电机及供电线路改装，电机、吊车维修；2006年2月更换5个孔的闸板、工作桥、护栏加固、电机维修。由于管理单位资金问题，大部分项目的建筑物存在问题至今未进行处理，险工、隐患仍存在，影响水闸安全。

目前主要存在的问题体现在：

（1）当水闸遭遇设计和校核洪（潮）水时，闸顶高程不能满足规范要求。

（2）根据《水工混凝土结构设计规范》中规定水闸闸门处位于水位变动环境属3类环境，钢筋的保护层 $c=45\text{mm}$ ，现有闸门的保护层 $c=30\text{mm}$ ，不能满足要求。

（3）目前闸门、启闭系统、工作桥台等老化、破损严重，启闭设备、管理设施残缺不全，因此无法确保水闸的安全运行。启闭机支撑梁、操作台出现裂痕；吊车支撑梁出现不同程度的爆裂、露筋；操作台普遍损坏、断裂；胸墙爆裂；闸门普遍露筋，止水失效，吊车钢丝绳老化严重；电气设备不能正常运行。

（4）消能防冲设施不能满足要求，由于护坡的长度及底板厚度不足，在较大洪水时已产生较为严重的冲刷破坏现象。

（5）闸室底板前后坦为浆砌石结构，所用主要胶结材料标号偏低、耐久性差，经近40年运用，其防渗性能已无保证，危及闸基抗渗及整体稳定安全；闸墩表层出现脱落，并有明显的不均匀沉降。

（6）各运用指标无法达到设计标准，工程存在许多严重安全质量问题，目前事实已降低标准运用。

碣石大桥桥闸已列入全国大中型病险水闸除险加固专项规划内容，并由广东省大坝安全技术管理中心在2012年3月对水闸安全鉴定成果核查，汕尾市水务

局发文（汕水建管〔2012〕31号）要求陆丰市水务局督促建设单位抓紧时间完成后面阶段的工作任务。经广东省大坝安全技术管理中心同意鉴定为四类闸。根据水闸现状存在的诸多工程严重问题重建此水闸，以适应当地经济发展，保证人民生命财产安全发挥更大的作用。

2.3 工程建设内容、总平面布置、结构和尺度

本项目为桥闸重建工程，根据《陆丰市碣石大桥桥闸重建工程初步设计报告（报批版）》（深圳市水务规划设计院股份有限公司，2023年7月），项目对现有碣石大桥桥闸进行拆除重建，恢复及发挥水闸既有功能。项目总平面布置图见图2.3-1。

2.3.1 总平面布置

2.3.1.1 总体布置

本水闸的工程任务是防潮减灾，以行洪、挡潮为主兼顾交通跨河。由此主要建筑物包括：桥闸主体、管理房、上下游衔接、配套设施以及现状管线迁改及设施恢复。

桥闸主体：桥闸中心线与南溪河河道中心线重合，水闸闸门轴线与中心线正交，水闸跨河桥中心线与现状道路中心线重合顺接两岸道路。

上下游河底防冲消能：结合消能计算顺接水闸底板，满足水闸防冲及防渗的要求。

上下游岸墙：顺接河道及海堤驳岸。

水闸管理房与水闸上部结构：结合闸区用地条件布置与水闸左岸，道路下游侧。采用合建方案。

配套设施：沿水闸管理范围区设置围栏、护栏，沿交通桥及闸区临水面设置栏杆、人行道、垃圾桶等一系列设施，满足水闸管理要求。

现状管线迁改：桥闸建设涉及供水、电力、通信等跨闸管线的迁改，本次布置考虑其结合闸顶交通桥的建设跨河布置。

本工程特性表见下表2.3.1-1，主要工程量表见下表2.3.1-2。

表 2.3.1-1 碣石大桥桥闸工程特性表

序号	名称	单位	数量
一	工程概况		
1.1	工程地点	陆丰市碣石镇	
1.2	所在河流	南溪河	
1.3	工程任务	防洪/挡潮	
二	水文		
2.1	闸址以上集雨面积	km ²	48.5
2.2	多年平均降雨量	mm	1890
2.3	设计洪水 (P=5%) 下泄流量	m ³ /s	432.25
2.4	校核洪水 (P=2%) 下泄流量	m ³ /s	539.11
三	特征水位		
3.1	设计挡潮水位	m	2.804
3.2	多年平均潮水位	m	0.959
四	挡潮桥闸		
4.1	闸底板高程	m	-1.5
4.2	闸门顶高程	m	4.61
4.3	水闸净宽孔数	m/孔	11.0/5
4.4	闸室总长 (顺水流方向)	m	25
4.5	闸室总宽 (垂直水流方向)	m	64.80
4.4	闸门型式	升卧式平板钢闸门	
4.5	启闭机型式	固定式卷扬启闭机	
4.6	消能方式	底流消能	
4.7	消力池长度深度	m/m	20/1
4.8	海漫长度	m	40
4.9	路闸桥荷载等级	公路II级	
4.9	跨闸桥长宽	m	65/12
4.10	管理房面积	m ²	399.35

表 2.3.1-2 主要工程量表

序号	项目	单位	数量	备注
1、闸室部分				
1	回填粘土	m ³	715	粘土回填, 压实度≥92%
2	C30 防腐砼底板	m ³	2201.08	厚 1200mm (三块底板)
3	C30 防腐砼墩	m ³	1755.81	六根墩
4	C30 防腐砼顶板	m ³	250.77	厚 300mm (三块顶板)
5	C30 防腐砼梁	m ³	76.05	
6	钢筋	t	695.238	含钢量 15%
7	止水铜片	m	66.6	两块紫铜片, 两条分缝
8	聚乙烯闭孔泡沫塑料板	m ³	7.3	两条分缝
9	C15 砼垫层	m ³	330.2	厚 200mm
10	格栅盖板	m ²	200	
11	检查井	座	5	检查井 D1000, 采用钢筋混凝土盖
2、跨闸桥板部分				
1	回填水泥石粉渣	m ³	669.72	
2	C40 防水砼桥面铺装	m ³	168.75	厚 150mm
3	C30 砼搭板	m ³	50.4	厚 350mm (两块搭板)
4	C30 砼枕梁	m ³	3.24	300mm*600mm (两块枕梁)
5	碎石砂垫层	m ³	21.6	厚 150mm (两块垫层)
6	栏杆	m	65	仿木栏杆单侧
7	C30 砼	m ³	42.9	两侧电缆沟
8	种植槽	m	65	300mm*300mm 种植槽 (单侧)
9	C30 砼	m ³	3.6	空心板封头
10	C40 砼	m ³	166.205	空心板 (10 块边板, 35 块中板)
11	钢筋	t	39.92	含钢量 15%
12	橡胶支座	个	90	d=250;壁厚 5
13	TST 分缝	处	2	TST 碎石桥板弹性接缝布置于桥头位置, 共两处
14	板底钢板	个	90	350X250x30
15	锚固钢筋	根	180	二级钢筋 25, 长 1.15
3、海漫				
1	回填粘土	m ³	686.552	粘土回填, 压实度≥92%
2	抛石	m ³	2633.93	厚 800mm
3	碎石垫层	m ³	493.8	厚 150mm
4、消力池				
1	回填粘土	m ³	1503.41	粘土回填, 压实度≥92%

序号	项目	单位	数量	备注
2	抛石	m ³	6632.76	消力池下填抛石
3	C30 防腐砼底板	m ³	1090.61	厚 600mm
4	钢筋	t	163.59	含钢量 15%
5	C15 砼垫层	m ³	276.42	厚 200mm
6	碎石垫层	m ³	207.99	厚 150mm
7	反滤土工布	kg	547.36	土工布 (400g/m ²)
8	50PVC 塑料排水管	m	273.68	
9	聚乙烯闭孔泡沫塑料板	m ³	0.48	两条分缝
5、下游翼墙				
1	回填粘土	m ³	557.375	粘土回填, 压实度 $\geq 92\%$
2	C30 防腐砼底板	m ³	160.875	
3	C30 防腐砼墙	m ³	221	
4	钢筋	t	57.28	含钢量 15%
5	C15 砼垫层	m ³	32.825	厚 200mm
6	反滤土工布	kg	228.54	土工布 (400g/m ²)
7	碎石砂反滤体	m ³	7.15	
8	直径 50UPVC 排水管	m	653.25	
6、上游抛石护底				
1	回填粘土	m ³	722.4	粘土回填, 压实度 $\geq 92\%$
2	抛石	m ³	1737.2	厚 500mm
7、上游砼护底				
1	回填粘土	m ³	994.7	粘土回填, 压实度 $\geq 92\%$
2	C30 防腐砼底板	m ³	694.51	
3	钢筋	t	104.18	含钢量 15%
4	C15 砼垫层	m ³	254.57	厚 200mm
5	碎石垫层	m ³	190.93	厚 150mm
6	反滤土工布	kg	504.45	土工布 (400g/m ²)
7	50PVC 塑料排水管	m	216.27	
9	聚乙烯闭孔泡沫塑料板	m ³	0.4	两条分缝
8、上游翼墙				
1	回填粘土	m ³	1738.464	粘土回填, 压实度 $\geq 92\%$
2	C30 防腐砼底板	m ³	331.14	
3	C30 防腐砼墙	m ³	190.4	

序号	项目	单位	数量	备注
4	钢筋	t	78.231	含钢量 15%
5	C15 砼垫层	m ³	86.92	厚 200mm
6	反滤土工布	kg	363.84	土工布 (400g/m ²)
7	碎石砂反滤体	m ³	11.38	
8	直径 50UPVC 排水管	m	1039.97	
9、隔船浮标				
1	隔船浮标带	m	115	
2	C30 微型钻孔灌注桩	m	15	隔船浮标系柱, C30 微型钻孔灌注桩, D600,L=15m, 高程 3.5~11.5

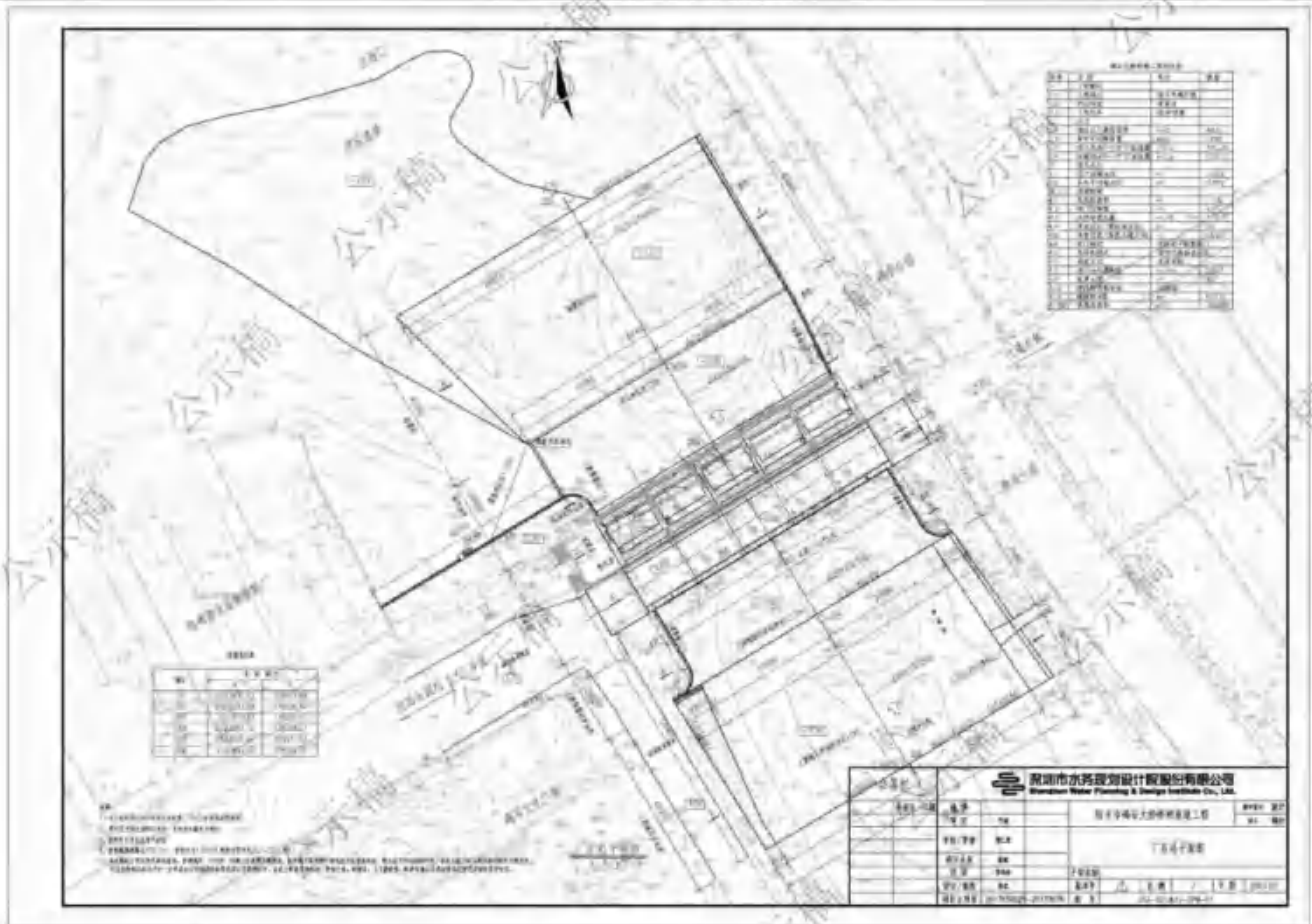


图 2.3-1 工程总平面布置图

2.3.2 主要结构方案

本水闸的工程任务是防潮减灾，以行洪、挡潮为主兼顾交通跨河。由此主要建筑物包括：桥闸主体、管理房、上下游衔接、配套设施以及现状管线迁改及设施恢复。

桥闸主体：桥闸中心线与南溪河河道中心线重合，水闸闸门轴线与中心线正交，水闸跨河桥中心线与现状道路中心线重合顺接两岸道路。

上下游河底防冲消能：结合消能计算顺接水闸底板，满足水闸防冲及防渗的要求。

上下游岸墙：顺接河道及海堤驳岸。

水闸管理房与水闸上部结构：结合闸区用地条件布置于水闸左岸，道路下游侧。采用合建方案。

配套设施：沿水闸管理范围区设置围栏、护栏，沿交通桥及闸区临水面设置栏杆、人行道、垃圾桶等一系列设施，满足水闸管理要求。

现状管线迁改：桥闸建设涉及供水、电力、通信等跨闸管线的迁改，本次布置考虑其结合闸顶交通桥的建设跨河布置。

2.3.2.1 桥闸主体工程

一、堰型

本次桥闸堰型采用开敞式平底宽顶堰。

二、闸底高程

为尽量减少水闸对下游影响，本工程闸室总净宽主要根据主河槽总宽度确定，为尽量降低出闸流速，闸底槛高程应适当降低。

结合桥闸闸址地形，其上游河床高程为-1.50，闸下游河床高程为-1.5~-2.50，闸底槛高程宜略低于上下游河床的平均高程-1.2，因此，初步选定水闸底板高程为-1.50，为保障水闸闸门的正常运行闸门底槛略微抬高取-1.30m 作为底槛高程。

三、闸孔宽度

本工程桥闸处于南溪河口，重建后的桥闸为河道排洪出海的末端通道，闸孔宽度与桥闸过洪能力相关。

本工程通过雍水以及收缩比两方面做分析控制最终确定水闸净宽，结合《水闸设计规范》（SL265-2016）有关内容进行计算，满足过闸雍水不超过 0.30m 的

布置方案,可以采用主要由目前碣石水闸所处的南溪河上游河道未有实施系统的河道整治工况,水闸修建即为河道末端的排水通道在现有条件下以尽可能的提高水闸的宽度,增加其排水能力的。因此,选定 11×5 孔 m 作为本次水闸净宽布置方案。



图 2.3.2-1a 现状水闸照片（下游海湾）



图 2.3.2-1b 现状水闸照片（上游河道）

四、水闸调度及特征水位

本工程主要建筑物设计标准为防御重现期 20 年的洪水、校核标准为防御 50 年一遇洪水。挡潮工况水闸闭合,水闸下游即为不同频率的潮水位水闸挡潮标准为重现期 50 年,因此,最高挡潮水位为 2.804m。

(2) 水闸运行调度

以防洪防潮安全作为首要任务,并且要易于管理调度为原则,结合现状湾区水文情况,考虑在晴天、雨天的两种天气情况下,分别与常遇潮位、高低潮位进行组合,并且在雨季比对内河水位进行水闸调度工作。具体调度方式见以下工况分析。

1) 晴天+常遇潮位

最为常见的工况,闸门单扇小开度开启,内河水位自然涨落,既实现河道水位涨落水体交换,且涨潮过程中内河水位不淹没水闸保护对象(虾塘、田埂等)。单扇闸门敞开,潮水与内河水位齐平。

2) 晴天+高潮位

潮水高出常遇水位,遇高潮位,闸门自动落下,实现挡潮功能,保护上游不被海水淹没。闭门条件为下游潮水位达到 0.70m (上游农田堤顶低处高程约为 1.0m)。

3) 雨天

情况一：降雨时闸门初始情况为开启，则闸门保持开启。

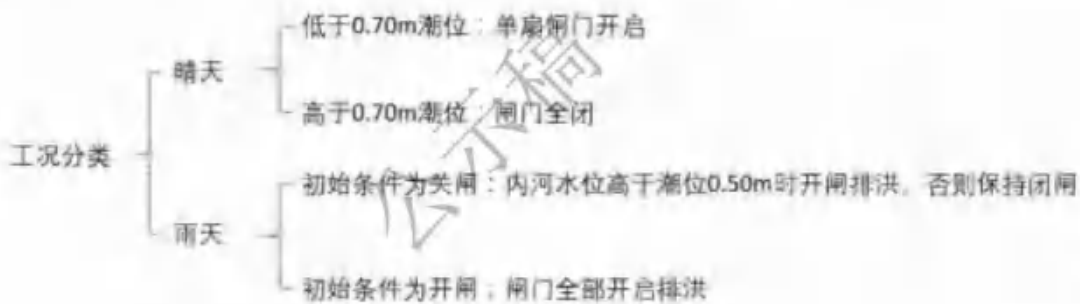


图 2.3.2-2 运行调度方案分析图

情况二：闸门初始情况是闭合，河道水位上涨但仍未高于潮位，则闸门保持关闭。但如内河水位随着雨量的增多高于潮水位则开闸排水，控制开闸条件为内河水位高于潮水位高差不大于 0.50m。

五、工作闸门闸型

水闸主要功能为挡潮，通过初步设计方案比选，本项目推荐卷扬启闭式平板闸。

卷扬启闭式平板闸优点为门型成熟可靠，水下无活动部件，检修维护简单，可小开度冲淤，启闭不受泥沙淤积影响。缺点为水闸上部有排架结构，高度较高需要通过外立面以及厂房外观进行处理优化视觉效果。

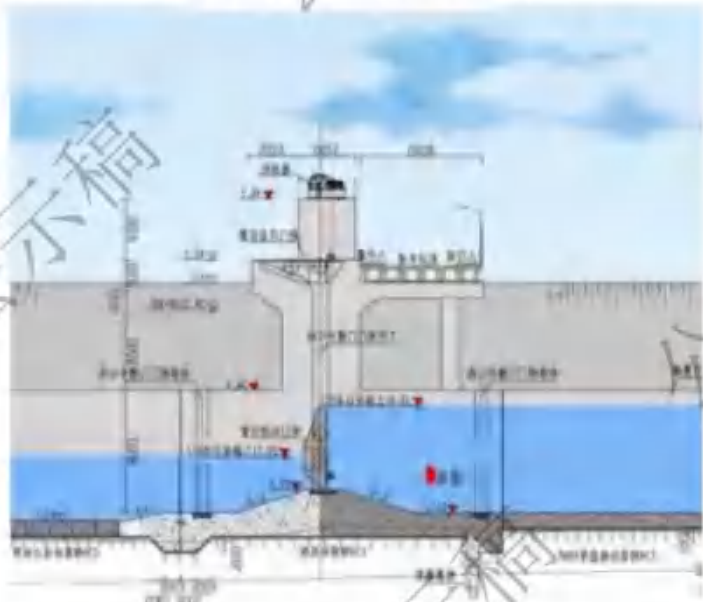


图 2.3.2-3 卷扬启闭式平板闸纵断面图



图 2.3.2-4a 卷扬启闭式平板闸案例照片一



图 2.3.2-4b 卷扬启闭式平板闸案例照片二

六、闸顶高程

水闸为挡潮闸，闭闸的工况为挡潮工况，行洪时水闸闸门开启排洪。

水闸的闸顶高程应由挡潮工况控制，所以闸顶高程不应低于水闸最高挡潮水位加波浪计算高度与相应安全加高值之和最高挡潮水位：本工程属Ⅲ等工程，水闸为 3 级建筑物，最高挡潮重现期为 50 年（ $P=2\%$ ）对应的水位为 2.804m。

分析结论可以得出水闸闸顶高程不得小于 4.506m，因此确定水闸闸顶高程为 4.51m。

七、闸室结构的布置

桥闸经分析总净宽为 55.0m，共分五孔，单孔宽 11 m。闸墩厚度根据门槽深度和金结埋件安装要求确定，闸墩厚度结合金结、结构的要求等采用中墩 1.50m，

边墩 1.50m，缝墩 0.95m 的布置方案。

由于总宽较大，本次设计闸室垂直水流向分为三段布置，分缝方案为 2+1+2 共五孔布置。中孔闸室长 12.90m；两边孔长 25.95m，底板厚度为 1.20m。

闸墩长度根据门槽、启闭机、人行桥的布置要求尽量紧凑。根据金结要求，门槽宽 1.18m，二期砼预留槽宽 0.55m。

桥闸兼顾考虑交通，跨闸交通桥板位置对齐两岸道路，宽度为 12.0m。

由工作闸门位于交通桥下游临海湾侧闭合防潮体系。结合跨闸桥板的宽度及水闸工作闸门及检修闸槽布置的要求。各墩长度均为 25m。根据闸墩长度，结合闸室稳定及基底应力计算，闸室顺水流方向长取 25m。

闸室段抗滑稳定安全系数以及最大最小基底应力之比均满足规范要求。但根据现场钻孔揭露情况，闸基左侧为厚层淤泥，为欠固结、性状极差地层承载力仅为 50kPa，小于基底平均应力，又易沉降变形。右岸为砾砂，承载力一般，中间为残积土，为性质较好地层，闸基整体呈现出一个“山”字形的不均匀地基，天然地基层部承载力不满足建筑物设计承载力要求。因此，闸室段地基需进行处理。

(2) 防渗排水设计

本工程闸室底板底面高程-1.50，底板厚 1.20m，闸室顺水流方向 25.0m 根据现场钻孔揭露情况，天然地基层部承载力不满足建筑物设计承载力要求闸室段地基需进行处理。因此，结合地基处理措施一并考虑水闸闸基防渗的问题。

(3) 跨闸桥板结构设计

桥闸兼顾考虑交通连接两岸道路，跨闸交通桥板位置对齐两岸道路，总长度 65.0m，共五跨通水闸孔数。桥面宽度为 12.0m。车行道 9.0m，人行道为 2×1.50m，两侧设置仿木栏杆。桥面横坡 1.5%；桥面纵坡：水闸段为 0%。道路两侧设置人行道，单侧 1.50m，人行道下部兼顾跨河管线电缆沟的布置。

1) 桥板高程

跨闸桥板由于布置在防潮体系上游，高程与开闸行洪工况相关，又桥闸两岸道路高程约为 2.50m，为求顺接桥板不宜高程过高。根据《水闸设计规范》(SL265-2016) 计算，确定跨闸桥板结构底高程为 4.15m。

2) 结构设计

选择 10m 跨度，截面高度为 0.45m 的空心板，空心板砼等级为 C40，钢筋采用作为闸墩顶采用牛腿作为基座，简支布置。桥面铺装采用 C40 防水砼进行

铺装。

八、检修系统的布置

主闸室的检修：考虑对主闸室工作闸门闸槽提供检修条件，主闸室设置检修平台，高程为 4.60m。工作闸门上下游皆布置检修门，可进行主闸槽及埋件等设施的检修。根据《水闸设计规范》（SL265-2016）4.2.18-6 条的规定，检修闸门应采用平面闸门或叠梁式闸门。因此，本工程为求方便检修闸门的吊装以及存储的便利性，考虑采用叠梁式闸门。



图 2.3.2-5 叠梁门案例照片

(3) 检修系统的布置

检修门在工作闸门上下游皆布置，以潮水位不超过多年平均高潮水位 0.96m 控制进行检修。考虑单孔检修，其他闸孔正常运行。检修叠梁式闸门，单节闸门高 0.50m，共 9 节。水闸上部设置排架及电动葫芦进行检修闸门吊装叠梁闸门。闸区管理园区布设地下检修门门库用于储存叠梁门。

2.3.2.2 消能防冲设计尺度

本工程水闸属于挡潮闸，根据运行方式及下游河床条件，拟定采用底流消能方式。

采用《水闸设计规范》（SL265-2016）附录 B 对消能防冲布置进行计算。经分析计算确定的水闸下游防冲布置范围消力池 20m 与海漫 40m，总长 60m，经比对现状河道地形测图中现状水闸形成闸下冲坑约 55m 范围，可全部覆盖，因此，布置方案较为合理。又桥闸上游河床由于潮水回溯，以及长期闸门小开度

形成了一定范围的冲刷约 30.0m，且冲坑深度达到 3.0m，因此在水闸上游河床布置钢筋砼防冲底板长 20.0m，厚 0.50m 以及抛石护底长 30.0m，厚 0.50m。

2.3.2.3 水闸地基处理

(1) 地基防渗

碣石水闸建基面存在大面积的砾砂层及局部粉细砂层，其为强~极强透水层，经计算水闸闸室的水平段和出口段最大渗流坡降值为 0.13 和 0.34，小于基底表面土层粉细砂层的允许渗流坡降值 0.07 和 0.30，故需对地基进行防渗处理。

防渗措施拟采用垂直防渗的方法。在闸室上游端部趾部设两排高压旋喷桩截水，与闸室深齿墙在同一平面上，形成正向防渗帷幕。旋喷桩桩长 7.0~18.0m，深入强风化岩 1.0m；两侧处理至基坑止水墙。

(2) 地基处理

本水闸设计采用桩基础，选用预应力高强混凝土管桩（PHC），管桩外径 400mm，管桩型号为 AB 型；管桩采用梅花形布置，其中左侧 2 孔水闸基础下管桩间距为 1.6m×1.6m，中间及右侧 2 孔水闸间距为 2.0m×2.0m，桩深入强风化层 0.5m，桩长 6.0~16.0m，单桩承载力特征值 600kN。桩基承载力及沉降计算参见《建筑地基处理技术规范》相关公式，经计算，处理后地基承载力大于 150kPa，满足要求；最大沉降量为 62.3mm，最大相邻沉降差为 30.8mm，均满足设计要求。

2.3.2.4 水闸上部结构及管理房

本工程建筑部分包括水闸闸室上部结构以及管理房。其中闸室上部结构面积为 773.88 m²，管理房面积为 399.35 m²，合计 1173.23m²，共两层，总高度 10.80m。建筑耐火等级为二级，屋面防水等级二级。

一层为闸室、配电房、柴油发电机房；二层为设备控制室、值班休息室、启闭机平台。一层配电房、柴油发电机房高度为 6.6m 和水闸检修通道高度为 5.6m，二层中控室和值班管理房高度为 3.9m。启闭机平台为开敞式布置。

2.3.2.5 河堤衔接及防护

根据现状地形特点，过闸后下游河堤往左侧开拓至 115m，两岸均为浆砌石直立式河堤，堤顶为房屋、厂房等建筑物。水闸设计为原地拆除重建，闸总净宽由 36.3m 增至 55m，根据重建后水闸的布置形式，水闸上下游均需与现状河堤衔

接，以使闸区内水流流态稳定及堤岸安全。



图 2.3.2-6 桥闸效果图（下游 45° 俯视）

（1）左岸

水闸下游由于水闸布置及管理房用地需要，堤岸顶线往下游偏移约 8.5m，往左接陆碣渔业船舶修配厂现状挡墙，往右与水闸下游翼墙衔接。堤顶高程与地面一致为 2.5m，底高程为-4.0~0m，堤身总高 6.5~2.5m，依据地质勘察揭露的地层情况，该段堤身下部-4.0m 高程处存在较深淤泥层，因此，从堤岸高度及地质情况综合考虑，设计采用灌注桩墙结构形式，对堤岸进行防护。

2）右岸

水闸下游采用结合基坑灌注桩+挂板形式与现状挡墙衔接，维持现状岸墙断面及结构形式。

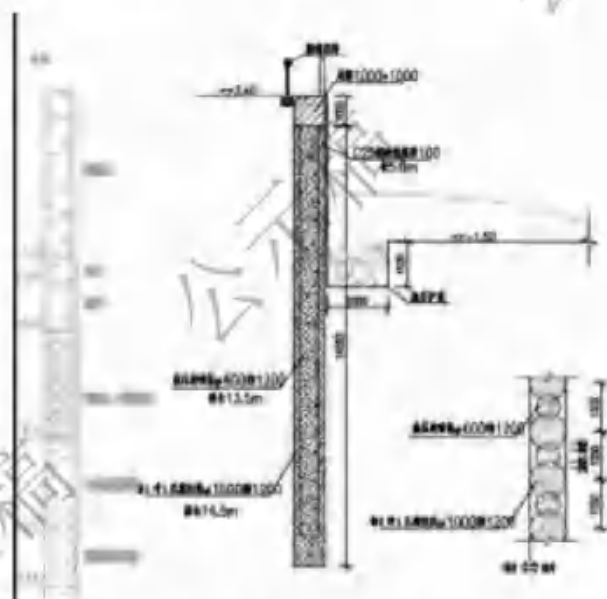


图 2.3.2-7 下游翼墙结构图

2.3.2.6 配套设施

(1) 衔接道路

桥闸跨河桥板顶及两岸衔接路面铺装皆采用 C40 防水砼。两岸侧衔接道路分别采用两层 20cm 的 4%、5% 水泥稳定碎石作为路基。桥头闸墩顶桥板与道路之间结构衔接采用 C30 钢筋砼搭板，搭板长度 10.0m，宽度 12.0m，厚度 0.40m 闸墩侧设置牛腿作为搭板搭接点，道路衔接侧设置枕梁。

(2) 闸区护栏

水闸闸区跨河桥板顶及两岸台地距离河道底高度为 6.25~3.0m，因此需对闸区范围内的临河面采用栏杆防护，新设栏杆总长 141.0m（不含闸顶交通桥）。栏杆高度需满足安全要求，采用 1.20m。材料考虑与水闸建设的协调性及耐用性选择仿木栏杆，主材为 C30 钢筋砼。同时，位于河道台地设置提示“注意安全，小心落水”的警示牌共三处。

(3) 隔船设施

由于桥闸闸址位于河道出海湾区处，现状海湾普遍有船只通行及停泊。目前，船只已有停泊至水闸管理区域范围内的现象，部分船只甚至直接系船至现状桥闸闸墩及闸板处，一方面影响水闸的运行，第二方面更是存在人员安全隐患。因此，本次桥闸重建工程，考虑在水闸下游侧岸墙及消力池外范围内设置隔船浮标，浮标总长 115m。

2.3.2.7 管线迁改

水闸施工期间以及水闸建成后需将工区以及闸区的内管线进行迁改，迁改分两步完成，施工期先进行临时改迁，工程完工后按照永久恢复。迁改数量详见下表 2.3.2-1。

图 2.3.2-1 管线迁改统计表

序号	迁改项目	单位	临时改迁数量	永久恢复数量	备注
1	DN400~600 给水管	m	250	108	PE 管
2	通讯电缆 7 条	m	1750	756	管理
3	左岸 DN400 雨水涵管	m	36	20	
4	右岸 DN1000 雨水涵管	m	60	10	
5	右岸 DN100 雨水涵管	m	40	10	

2.3.2.8 设施恢复

水闸闸区范围内主要设施有闸顶通行道路、道路两侧栏杆及水闸两侧的现况道路和碣石公园及碣石文化广场内的园林绿化，因水闸工程施工、导流围堰堆筑、临时支护措施施工、施工机械及车辆碾压、施工生活营区的搭建、施工材料堆放加工厂及临时堆土场的场地平整，势必会破坏工程区域内的现有设施，工程施工后期应对区域设施进行恢复。

(1) 道路

道路恢复标准采用城市 II 级，路面材料与现状一致，为混凝土路面，标号为 C40，厚 0.25m，自路面层往下依次铺设 5%水泥稳定碎石层厚 0.2m，4%水泥稳定碎石层厚 0.2m 至土基，土基的夯实度需大于等于 96%。

(2) 栏杆

栏杆采用 C25 混凝土仿木栏杆，立柱间距 1.7m，柱总高 1.5m，嵌入 0.4x0.4m 的 C20 砼基础 0.2m。仿木栏杆由厂家提供符合规格标准的成品。

(3) 其它

树池、花池、麻石地面、水泥地面、围墙、绿化等恢复需参照公园及文化广场的现有的规格形式进行恢复、以保持公园及文化广场园林景观绿化的整体统一性。公共厕所则参照《公用建筑卫生间标准图集》进行恢复。

垃圾桶可直接购买复合材料的定型成品。设施恢复详见下表 2.3.2-2。

表 2.3.2-2 设施恢复统计表

名称	单位	数量	备注
道路	m ²	1760	不含闸顶桥面
栏杆	m	290	仿木栏杆
麻石地面	m ²	3370	
花池	座	12	
树池	座	6	
榕树	棵	21	树径 0.3m 的 12 棵, 树径 0.5m 的 4 棵, 树径 0.6m 的 4 棵, 树径 0.8m 的 1 棵
木棉	棵	2	树径 0.3m 和 0.5m 各 1 棵
大王椰	棵	9	
绿化	m ²	207.6	
水泥地面	m ²	1593	
厕所	间	1	尺寸 4.6 × 5.6m, 参照《公用建筑卫生间标准图集》
垃圾桶	个	10	复合材料
围墙	m	88	高 2m

2.3.3 施工临时工程

2.3.3.1 基坑设计

(1) 碣石水闸一期基坑设计

本基坑底高程-3.7~-5.0m, 基坑深度约 2.76~6.32m, 按照相关规范要求, 综合考虑基坑场地条件, 本基坑等级定为三级。一期基坑支护平面布置图, 见图 2.3.3-2。

闸门下游基坑支护段: 其中桩号范围 IP05~IP06 内存在较厚淤泥层, 故采用放坡+搅拌桩墙(内插 0.9 米间距钢管)的支护方案, 搅拌桩设计直径为 0.6m, 间距 0.45m, 搭接 1500mm, 形成搅拌桩墙, 桩顶高程-1.0m, 桩长 12.0m。该段桩号范围 IP04~IP05, 地层情况较好, 且开挖深度较浅, 故结合施工围堰, 直接放坡到基坑底标高。

闸门左岸基坑支护段: 其中桩号范围 IP06~IP07 内存在较厚淤泥层, 故采用放坡+搅拌桩墙(内插 0.9 米间距钢管)的支护方案, 搅拌桩设计直径为 0.6m, 间距 0.45m, 搭接 1500mm, 形成搅拌桩墙, 桩顶高程-1.0m, 桩长 12.0m。

该段桩号范围 IP07~IP08 毗邻道路, 编织袋装土堆土+灌注桩+桩间旋喷桩支护形式, 基坑内侧采用 4.2m 宽搅拌桩墙进行被动区加固, 灌注桩桩径 1.0m, 桩间距 1.3m, 桩长 15.8m~16.4m, 旋喷桩桩径 0.7m, 桩长 10.0~11.2m。灌注桩桩顶至地面高程, 上部采用编织袋装土堆土至 2.85m。

闸门右岸基坑支护段：该段桩号范围 IP10~IP13，结合施工围堰要求，达到截水目的，采用灌注桩+桩间旋喷桩支护形式。

(2) 碣石水闸二期基坑设计

本基坑底高程-3.7~-5.0m，基坑深度约 2.70~6.97m，按照相关规范要求，综合考虑基坑场地条件，本基坑等级定为三级，地层情况同一期，该段支护采用编织袋装土堆土+灌注桩+桩间旋喷桩支护形式，灌注桩桩径 1.0m，桩间距 1.3m，桩长 13.5m~15.0m，旋喷桩桩径 0.7m，桩长 7.6~9.0m。灌注桩桩顶至地面高程，上部采用编织袋装土堆土至 2.85m。二期基坑支护平面布置图见 2.3.3-3。

2.3.3.2 施工导流设计

一、施工导流标准

本工程属于III等中型水闸，主要建筑物为3级，次要建筑物为4级。根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）的规定，本工程导流建筑物的级别为5级，相应土石结构导流建筑物的洪水重现期为5~10年，混凝土、浆砌石结构导流建筑物的洪水重现期为3~5年。由于本水闸保护范围内人口约5万人，农田1万亩，因此本阶段初选施工导流设计洪水标准为5年一遇。

二、导流时段及流量

本次桥闸工程的建设分项其中包括：闸室结构、桥板结构、上下游防冲、地基处理、闸顶结构、金结电气设备安装等一系列施工项目，初步分析桥闸施工工期无法在6个月内完成（一个枯水季）。且根据水文资料分析，4~9月为汛期，10~翌年3月为枯水季。按照现阶段成果提交、审批、施工图成果提交、施工图审查、施工招标等时间及工程建设紧迫性等方面推断，工程施工建设将在明年汛期6月份开工。因此，施工导流按全年5年一遇洪水标准进行设计，相应导流流量为277.7m³/s。潮位资料详见下表2.3.3-1。

表 2.3.3-1 潮位成果表

频率	P=20%	多年平均高潮	多年平均低潮
潮位 (m)	2.134	0.959	0.061

三、导流方案

拟采用河道内分期导流的施工导流方案。

在河道内设置纵向围堰，第一期横向围堰封闭左岸，利用右岸现状河道作为导流渠进行导流，施工左岸3孔水闸，导流渠内新建2孔净宽11m的临时挡潮

闸槽，以满足防潮要求。

第二期利用原纵向围堰及新建横向二期围堰，封闭右岸，利用已建 3 孔水闸进行导流，施工剩余的右岸 2 孔水闸。利用已安装的 3 孔闸门，通过自备柴油发电机对闸门进行启闭，以满足防潮要求。

四、导流围堰设计

围堰型式：采用不过水的土石围堰。

堰顶高程确定：堰顶高程不低于设计洪水的静水位与波浪高度及堰顶安全超高值之和。本工程围堰为 5 级别建筑物，相应安全加高值为 0.5m。碣石水闸属于防潮海堤的一部分，围堰高程的确定需同时满足导流标准下洪水的静水位及潮水位要求，两者取高值。一期二期导流渠水位分别为 1.40m 及 1.11m，5 年一遇潮水位为 2.134m。因此，本次设计以 5 年一遇潮水位作为设计洪水的静水位，外加波浪高度 0.22m 及安全超高 0.5m，即堰顶高程为 2.854m，取值 2.85m 作为本次围堰的堰顶高程。

一期导流围堰设计：①上游横向围堰顶宽为 2m，堰顶高程 2.85m，两侧放坡均为 1:2，底部在新近堆积物层挤淤并落于好土层，围堰表面堆砌两层砂袋护坡。②下游横向围堰总体布置型式与上游横向围堰一致，但考虑到下游靠左岸区域存在淤泥软土，为保证围堰岸坡稳定采用抛石挤淤方式进行外围护脚，抛石挤淤深度 3m，另外，为保证淤泥软土区后续支护结构施工，围堰内侧区域通过填土挤淤方式形成临时施工平台，填土挤淤深度 1~1.5m。③纵向围堰考虑到一期导流过水断面的需求，为减小围堰占地，采用灌注桩+桩间旋喷桩支护形式，桩顶高程 2.85m。

二期导流围堰设计：横向围堰顶宽为 2m，堰顶高程 2.85m，两侧放坡均为 1:2，底部在新近堆积物层挤淤并落于好土层，围堰表面堆砌两层砂袋护坡。②纵向围堰是在上游铺盖及下游消力池底板上利用土石围堰结合袋装土护面形式堆砌而成，堰顶宽度 1m，放坡坡度 1:1.5，并与一期闸室段墩墙衔接。

五、施工度汛方案

当发生超标准洪水时，必须采取应急度汛预案，拆除水闸基坑上下游围堰，尽量拆除至与河道底部持平，基坑和导流渠同时行洪，闸门的安装和调试安排在枯水期进行，以防止下闸后闸门不能开启。

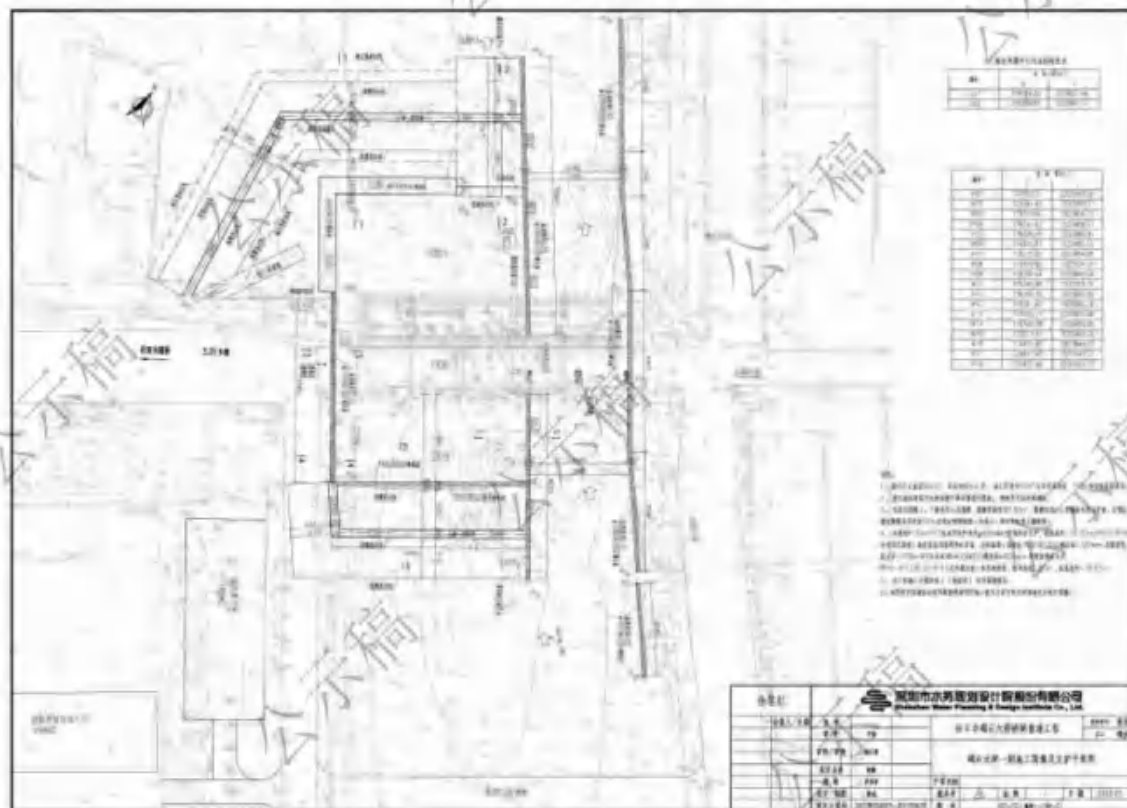


图 2.3.3-2 碣石水闸一期施工围堰及支护平面图

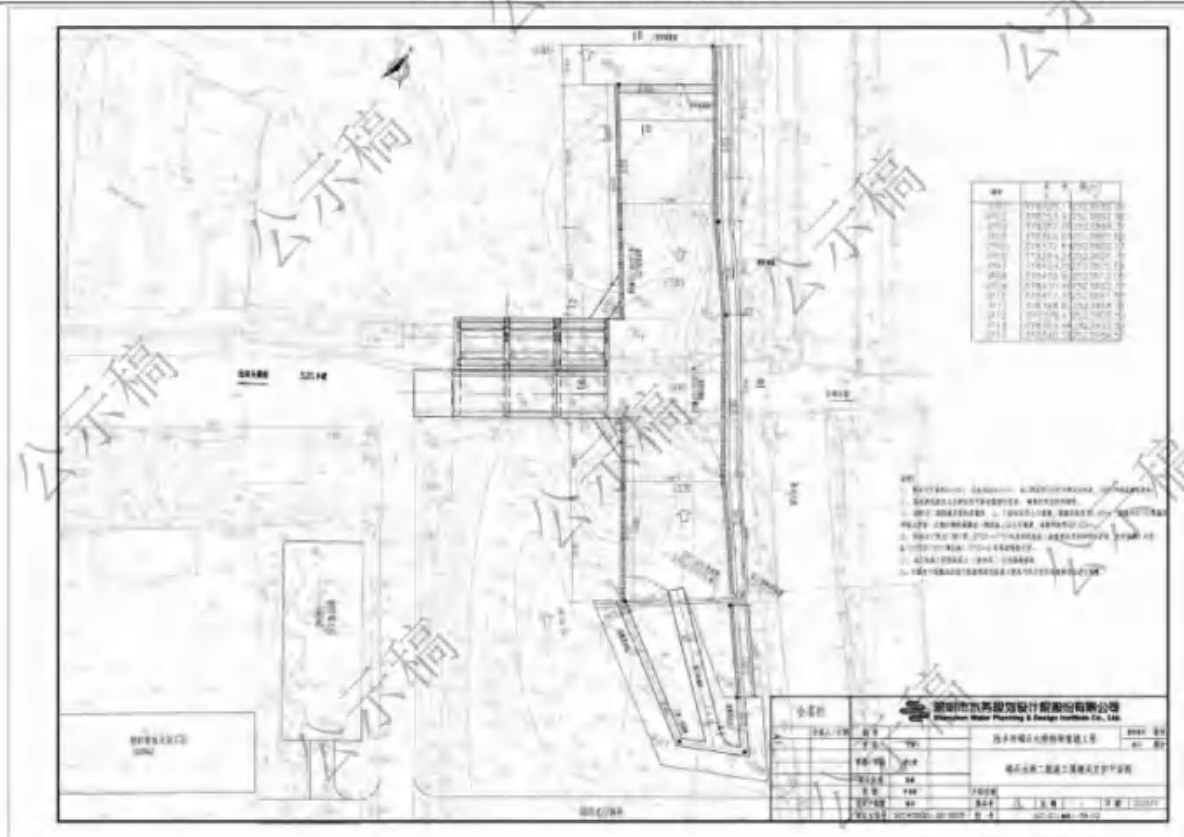


图 2.3.3-3 碣石水闸二期施工围堰及支护平面图

2.3.4 疏浚工程

本项目水域疏浚面积约 3868.6m²，由于现状水深不满足设计要求，需浚深至 -1.6m，平均疏浚深度为 0.72m，疏浚清淤总土方量为 5794 m³，其中包括开挖淤泥 2317m³、开挖砂性土 3477m³。

本项目疏浚土不上岸，拟运输至海洋倾倒区倾倒。

2.4 工程施工方案、施工方法、工程量及计划进度

2.4.1 工程施工条件

(1) 对外交通条件

碣石水闸工程位于陆丰市碣石镇南溪河下游出海口处，围仔村、田头园村、前堆村东面，碣石镇圩西面，水闸下游为碣石内港，入碣石湾，是一座集防潮、泄洪为主中型水闸。

工程区域以北有 338 省道连接陆丰市区、G324 国道及 G15 沈海高速，闸址处目前有 535 乡道（堤顶公路）连接新民大街、玄武路，途经碣石镇圩可达 338 省道，距离碣石镇圩约 1km。因此，本工程对外交通较为方便。主要设备和建筑材料可采用公路运输。

(2) 主要建筑材料来源

水泥、钢筋、钢材、木材、砂料、石料等就近从碣石镇或陆丰市市场购买；回填土料尽量采用满足要求的开挖土料，不足部分就近购买。

(3) 水电供应

工程位于建成区，可就近接驳市政供水、供电线路，同时自备发电机组和部分水罐车，以应急保障各方面的用水、用电需要。

(4) 修配加工厂

工程机械、汽车的大、中修及零部件加工可委托碣石镇或陆丰市等地有关专业厂家承担。设备小修和保养由工地自备小型维修队解决。

2.4.2 主体工程施工

2.4.2.1 施工原则

(1) 遵循经济性原则，对工程内开挖土方进行平衡，减少重复性投资。

(2) 遵循施工顺序合理性原则。先地下工程，后地上工程，先工程硬性部

分，后工程软性部分。先基坑支护施工，后土方开挖，进行水闸施工，然后进行堤岸、护坡及护脚等施工。

2.4.2.2 土方开挖

本工程土方开挖总量为 2.47 万 m^3 ，其中淤泥开挖 0.33 万 m^3 ，土方开挖 1.53 万 m^3 ，砂料土开挖 0.35 万 m^3 。主要为水闸基础、河道清淤土方开挖。采用 1m^3 挖掘机挖装，59kW 的推土机集土，人工辅助，8t 自卸汽车出渣。

2.4.2.3 土方回填

本工程闸室背后回填土、挡墙、堤岸填筑及围堰填筑土方，尽量利用开挖土料回填，但软土如淤泥、淤泥质土等，不得用作回填土，需外弃。回填土料需分层填筑碾压夯实，压实度要求不小于 0.92。

闸室背后回填土、挡墙墙背填土要求在墙体达到设计强度后方可回填。邻近墙体范围，需采用人工或小型机械夯实。

2.4.2.4 砼浇筑及构筑物砌石

本工程混凝土工程主要是闸室、消力池、铺盖、上下游翼墙、启闭机室及交通桥，其中水下部分（闸室、消力池、铺盖、上下游翼墙等）采用 C30 防腐混凝土，其余采用普通混凝土。大部可采用商品混凝土直接入仓浇筑；不能直接入仓的，在混凝土运至现场后，卸入 3m^3 砼吊罐，用履带式起重机吊起直接入仓；履带式起重机控制不到的地方可配合胶轮架子车，人工推至各工作面浇筑平台，经溜槽入仓。入仓后进行平整，再用振捣器振捣密实，并及时洒水养护。为保证砼质量达到设计要求，施工时必须对原材料、配合比及施工过程中的各项主要工艺进行试验、控制和检查。

砌石工程主要为闸前的干砌石护底、消力池后的干砌石海漫、堤岸石笼护岸，坡脚抛石防冲。砌石采用逐层砌筑平衡上升的方法进行施工。块石用 8t 自卸汽车从料场直接运至工作平台，然后用履带起重机提升入仓。砌石所用块石必须质地坚硬、密实、无风化剥落，强度等级不低于 MU30。砌石选用毛料石，高度不应小于 200mm。

2.4.2.5 灌注桩

本工程在现状水闸左右两岸利用灌注桩作为临时支护结构，桩径 1m，桩间距 1.4m。可采用冲孔工艺，局部靠近房屋区域可采用钻孔或旋挖工艺，灌注桩

施工时，应保证机械稳定、安全作业。灌注桩砼采用 C30 水下砼，施工应采用跳孔方式。钢筋加工应进行调直处理，如严重锈蚀应除锈。桩身采用水下混凝土浇灌。施工桩顶冠梁前，桩顶应凿至新拌混凝土面，出露钢筋应平直，并保证设计要求的出露长度 $>35d$ ，浇筑桩顶冠梁前，必须清理干净残渣、浮土和积水，保证排桩与冠梁连接牢固。

2.4.2.6 高压旋喷桩

本工程在临时支护管桩桩间采用双重管高压旋喷桩挡土截水，桩径 700mm；桩体 28d 无侧限抗压强度不低于 1.0MPa，桩体渗透系数应小于 10-6cm/s；高压旋喷正式施工前，应进行试桩试验确定最佳施工参数；应严格控制注浆管的提升速度；在进行钻机成孔时应注意记录地层情况，钻杆位置偏差小于 50mm，垂直度偏差应小于 1%。在喷浆过程中，注浆管分段提升的搭接长度不得小于 100mm。

2.4.2.7 预制管桩

本工程水闸基础采用锤击式 PHC 预制管桩，设计外径为 400mm，采用的混凝土强度等级为 C80，施工除应满足图纸中要求的设计桩长外，还应确保桩端进入持力层的深度要求，桩端全断面进入持力层深度不小于 2.0m。

宜在正式开工前按不小于 1% 工程桩数量且不少于 3 根进行试打桩，通过试打桩取得正式施打所需要的有关控制数据，尤其是需要送桩的贯入度控制值，试打桩应符合预应力混凝土管桩的施打要求。

打桩过程中，第一节管桩起吊就位插入地面时的垂直度偏差不得大于 0.5%。管桩施打过程中，桩锤与桩帽和桩身的中心线应重合，桩身倾斜率不得超过 0.8%。桩打好后桩头高出地面的部分应小心保护，严禁施工机械碰撞或将桩头用作拉锚点；送桩遗留的孔洞，应立即回填或做好覆盖。截桩头宜采用锯桩器截割，严禁采用大锤横向敲击截桩或强行扳拉截桩。每根桩须对照地质资料预计桩总长，选用合理的桩节组合，以使接桩次数尽量少，任一单桩的接头数量不宜超过 3 个。

2.4.2.8 机电设备和金属结构施工

主要机电设备和金属结构应在安装之前一个月运到工地。在混凝土浇筑期间主要是闸门预埋件的安装。在闸室混凝土强度达到设计要求后，可采用汽吊车吊装闸门。

2.4.2.9 旧闸拆除

旧闸砼拆除总量为 4000 m³，其中砼拆除量为 738m³，浆砌石拆除量为 3262m³，砼拆除采用风钻孔爆破法配合人工钢钎、铁锤凿除，浆砌石、干砌石及抛石拆除直接采用 1m³挖掘机挖除，59kW 的推土机集渣，8t 自卸汽车运至弃渣场。

2.4.3 土石方平衡

本工程土方开挖回填量如下表 2.4.3-1 所示。

表 2.4.3-1 土石方平衡表

部位	开挖土方 (m ³)	开挖淤泥 (m ³)	开挖砂性土 (m ³)	开挖清表土 (m ³)	回填 (m ³)	备注
水闸	15267	3300			7586	
导流渠						
一期围堰					5501	拆除用于二期
二期围堰					9607	利用一期拆除土方
堤防				294	1236	
疏浚		2317	3477			
合计	15267	5617	3477	294	23930	

由上表可知，本工程土方开挖总计 2.47 万 m³，扣除淤泥、砂性土及表层土土方后为 1.53 万 m³，回填土方总计 2.39 万 m³，总弃渣量 0.94 万 m³，总购土量 0.86m³。根据地质钻孔资料显示，本次河道堤身部分开挖土方（扣除淤泥及砂性土）可作为回填料使用，用于回填的土料运至临时堆土场堆放，不足部分需外购。

疏浚工程产生的淤泥及砂性土运输至海洋倾倒区倾倒处置。

2.4.4 主要施工机械设备

本工程施工主要机械设备如下表所示。

表 2.4.4-1 主要施工机械设备一览表

编号	名称	型号或规格	单位	数量
1	挖掘机	2m ³	台	2
2	自卸汽车	8t~15t	辆	5
3	推土机	74kW	台	1
4	振动碾	YZJ16	台	1
5	灰浆搅拌机	0.2m ³	台	1

6	振捣器	1.1kW~1.5kW 插入式	台	2
7	砼输送泵	60m³/h		1
8	蛙式夯实机	2.8kW		1
9	水泥搅拌桩机	DJB-14D 型	台	1
10	汽车起重机	50t	辆	1
11	石驳	50m³	艘	1
12	履带起重机	100t	台	1
13	水泵	150BX-20	台	4

2.4.5 施工进度计划

依据工程规模及工程建设的紧迫性，工程施工总工期为 24 个月。

2.4.5.1 施工阶段

工程建设分为四个施工阶段：工程筹建期、工程准备期、主体工程施工期和工程完建期。工程施工总工期为后三项工期之和。本工程施工总工期为 24 个月，从第一年 6 月初开工，至第三年 5 月底完工。从施工单位接到开工令开始至项目竣工验收为止。

2.4.5.2 施工进度安排

(1) 工程筹建期

开工前安排 2 个月工程筹建期，工程正式开工前由业主单位负责筹建对外交通、通讯、征地、移民以及招标、评标、签约等工作，为承包单位进场开工创造条件所需的时间。

(2) 施工准备期

计划工期 1 个月，预计第一年 6 月正式开工。施工准备期由施工单位承包商完成，该阶段主要对场地进行“四通一平”，用水、用电引接，修建临时道路、搭建临时房屋和施工工厂设施，组织人员、机械到位，并进行导流建筑物的施工。

(3) 主体工程施工期

计划工期 21 个月，预计从第一年 7 月开始至第三年 3 月底结束，结合施工导流主要分为两个阶段进行。第一年 7 月至第二年 5 月为第一阶段，包括拆除现状水闸、临时开挖支护桩、填筑水闸纵向围堰及上下游一期横向围堰，左侧 3 孔水闸主体工程（包括交通桥）施工、堤岸防护、上下游一期横向围堰拆除；第二年 6 月至第三年 3 月为第二阶段，包括填筑上下游二期横向围堰、右侧 2 孔水

闸主体工程（包括交通桥）施工、水闸上下游抛石防护、河床疏浚、上下游二期横向围堰及纵向围堰拆除，并穿插进行管理房、机电安装、防护栏杆等附属工程的施工。

（4）工程完建期

计划工期 2 个月，预计于第三年 4 月初开始，完成营区搬迁、临时占地设施恢复、扫尾试运行、施工验收等工作。对已建工程进行质检、初验，对各处缺陷进行修补，进行设计总结、施工总结、监理报告、质检报告，对工程验收及质量做各种准备工作，最后对全部工程进行验收，交付管理单位投入运行，第三年 5 月底结束。

2.4.5.3 施工进度计划表

本工程施工进度计划具体见下表 2.4.5-1。

表 2.4.5-1 施工进度计划表

施工进度 工程项目		第一年												第二年												第三年				
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5			
一	工程筹备期																													
二	工程准备期																													
1	“四通一平”																													
2	施工设施建设																													
三	主体工程施工																													
1	临时道路钢便桥施工																													
2	施工围挡																													
3	旧水闸拆除																													
4	导流渠施工																													
5	纵向、一期横向围堰堆筑																													
6	基础开挖及处理																													
7	底板、侧墙、中墩、消力池、 铺盖、翼墙																													
8	交通桥、上部结构及设备安 装																													
9	一期横向围堰拆除																													
10	海漫、堤岸防护、抛石护脚																													
11	二期横向围堰堆筑																													
12	基础开挖及处理																													
13	底板、侧墙、中墩、消力池、 铺盖、翼墙																													
14	交通桥、上部结构及设备安 装																													

施工进度		第一年												第二年												第三年				
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5			
15	管理房施工																													
16	纵向、二期横向围堰拆除																													
17	海漫、堤岸防护、抛石护脚																													
18	河床疏浚																													
四	工程完建期																													
1	场地平整、路面铺设、栏杆施工																													
2	临时占地设施恢复																													
3	竣工验收																													



图 2.4.5-1 疏浚范围图

2.5 工程占用（利用）海岸线、滩涂和海域状况

一、用海类型及用海方式

碣石大桥现状桥闸建于 1969 年 12 月，1970 年建成运用至今，投入运行近 40 年是一宗集防潮排涝的综合性中型水闸工程。本工程为桥闸重建工程，根据《海域使用分类》（HY/T123-2009），本项目用海类型为特殊用海（一级类）中的海岸防护工程用海（二级类）。

本项目主体工程用海方式包括非透水构筑物、透水构筑物和专用航道、锚地及其他开放式用海；施工期用海的用海方式包括非透水构筑物和专用航道、锚地及其他开放式用海。

二、拟申请用海面积及占用岸线情况

本项目拟申请用海总面积为 0.9597 公顷，其中主体工程用海面积为 0.5828 公顷，施工期用海面积为 0.3769 公顷。本工程水闸重建后左右岸翼墙的用海方式为构筑物用海（一级方式）中的非透水构筑物用海（二级方式），用海面积为 0.0037 公顷；桥闸、消力池、海漫等用海方式为构筑物（一级方式）中的透水构筑物（二级方式），用海面积为 0.5653 公顷；隔船区用海方式为开放式用海（一级方式）中的专用航道、锚地及其他开放式（二级方式），用海面积为 0.0138 公顷。施工期临时施工围堰的用海方式为构筑物用海（一级方式）中的非透水构筑物用海（二级方式），用海面积为 0.0863 公顷；疏浚区用海方式为开放式用海（一级方式）中的专用航道、锚地及其他开放式（二级方式），用海面积为 0.2906 公顷。

项目占用 2022 年广东省政府批复岸线（人工岸线）总长度为 206.7 米。

本项目宗海图见图 2.5-1~2.5-5。

表 2.5-1 项目申请用海情况一览表

序号	类别	用海单元	用海方式	用海面积 (公顷)	占用岸线 (米)	备注
1	主体工程	左、右岸翼墙	非透水构筑物	0.0037	15.9	人工岸线
2		桥闸、消力池、海漫等	透水构筑物	0.5653	190.8	人工岸线
3		隔船区	专用航道、锚地及其他开放式	0.0138	0	
4	施工临时工程	施工围堰	非透水构筑物	0.0863	0	
5		疏浚区	专用航道、锚地及其他开放式	0.2906	0	
合计				0.9597	206.7	

图 2.5-1 工程宗海位置图

图 2.5-2 工程宗海界址图

图 2.5-3 工程（施工期）宗海位置图

图 2.5-4 工程（施工期）宗海界址图

图 2.5-5 项目宗海平面布置图

3 建设项目工程分析

根据项目建设对环境的影响范围、影响程度、影响时段因工程所处的建设阶段不同而有所差别，不同的工程行为对环境要素的影响不尽相同。根据本工程项目的进展程序，工程对环境的影响分为施工期和运营期两个阶段，从污染和非污染两个方面进行分析。

3.1 工程各阶段生产工艺与过程分析

3.1.1 施工期工艺过程及产污环节

3.1.1.1 施工期工艺流程

本项目采用分期导流方案，共分两期。在河道内设置纵向围堰，第一期横向围堰封闭左岸，利用右岸现状河道作为导流渠进行导流，施工左岸3孔水闸，导流渠内新建2孔净宽11m的临时挡潮闸槽，以满足防潮要求。

第二期利用原纵向围堰及新建横向二期围堰，封闭右岸，利用已建3孔水闸进行导流，施工剩余的右岸2孔水闸。利用已安装的3孔闸门，通过自备柴油发电机对闸门进行启闭，以满足防潮要求。

主要建筑物包括：桥闸主体、管理房、上下游衔接、配套设施以及现状管线迁改及设施恢复。

3.1.1.2 施工期产污环节

产污环节主要产污详见图3.1.1-1。

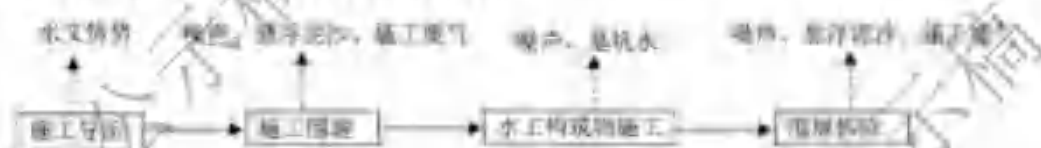


图 3.1.1-1 项目施工过程主要产污环节示意图

工程施工期间产生的环境污染物主要为施工场地产生的噪声、废气、废水和施工过程中施工人员产生的固体废物、生活污水和生活垃圾等。

1、废气

工程施工期间对大气环境产生的污染环节主要为建筑物料的装卸、运输和堆放，土石方的开挖回填等作业过程。

上述各环节在受风力的作用下将会对施工现场及周围环境产生粉尘、扬尘。

另外，运输车辆行驶将产生道路二次扬尘污染；施工机械废气主要包括施工机械排放的废气和各种车辆排放的汽车尾气。施工过程中造成大气污染的主要产生源有：施工扬尘和施工机械废气。

(1) 施工扬尘

施工扬尘主要来自施工过程中的风力扬尘和建筑材料车辆运输所产生的道路扬尘和作业扬尘，污染因子为扬尘颗粒物（TSP）。在整个施工期间，产生扬尘的作业主要有建材运输、露天堆放、装卸和搅拌等过程，如遇干旱无雨季节，在大风时，施工扬尘将更严重。

(2) 施工机械废气

施工建设期间，施工机械废气主要包括施工机械排放的废气和各种车辆排放的汽车尾气，主要污染物为 CO、NO_x、THC。施工过程中用到的施工机械，如挖掘机、装卸机等均以柴油为燃料，在运行产生量较小，产生时间不会持续，因此其对环境的影响范围和时间有限，故可以认为其环境影响比较小，在可接受水平。

2、噪声

施工作业时，各类施工机械和设备工作时将产生施工噪声及物料运输的交通噪声。

3、废水

施工过程产生的水污染物主要有导流围堰、抛石、旧水闸拆除和河床疏浚等产生的悬浮泥沙扩散污染；施工期间产生的施工生产废水和施工人员产生的生活污水。

4、固体废物

施工期产生的固体废弃物主要包括施工期建筑垃圾、弃方及施工人员的生活垃圾。

3.1.2 营运期污染物产生环节

3.1.2.1 营运期工艺流程

本工程不承担下游的防洪任务，但需要满足上游泄洪和下游挡潮任务，水闸的调度运行应使得闸前（闸上）水位要求满足保护上游农田的要求，并有一定的容积度，确保洪水时不至于超过限定的高度而造成涝灾。

当闸前水位高于设计水位且大于闸后（闸下）潮水位时，闸门开启泄水；当遭遇涨潮，闸前水位低于闸后潮水位，不具备自排条件时，闸门关闭挡潮。

3.1.2.2 营运期产污环节

1、废气

本项目不设置食堂，营运期产生的废气主要为车辆尾气排放，主要污染因子为 CO、NO_x、THC。

2、噪声

本项目营运期的噪声源主要为泵站水泵噪声和运行车辆交通噪声。

3、废水

本项目运营期产生的废水主要为水闸管理人员的生活污水，主要污染因子 COD_{Cr}、BOD₅、SS、NH₃-N、动植物油。

4、固体废物

本项目运营期产生的固体废物主要为水闸管理人员生活垃圾和水闸拦截的河道浮漂垃圾。

3.2 工程环境影响分析

3.2.1 施工期环境影响分析

3.2.1.1 大气污染源

施工过程中造成大气污染的主要产生源有：施工扬尘和施工机械废气。

1、施工扬尘

施工扬尘主要来自施工过程中的风力扬尘和建筑材料车辆运输所产生的道路扬尘和作业扬尘。在整个施工期间，产生扬尘的作业主要有建材运输、露天堆放、装卸和搅拌等过程，如遇干旱无雨季节，在大风时，施工扬尘将更严重。

据有关调查显示，施工工地的扬尘主要是由运输车辆行驶产生，与道路路面及车辆行驶速度有关，约占扬尘总量的 60%。在完全干燥情况下，可按经验公式计算：

$$Q=0.123 \cdot (V/5)^{0.85} \cdot (W/6.8)^{0.75} \cdot (P/0.5)^{0.75}$$

式中：Q—汽车行驶的扬尘，kg/km·辆；

v—汽车速度，km/h；

W—汽车载重量, t;

P—道路表面粉尘量, kg/m^2 。

一辆载重 5t 的卡车, 通过一段长度为 500m 的路面时, 不同表面清洁程度, 不同行驶速度情况下产生的扬尘量如下表 3.2.1-1 所示。

表 3.2.1-1 不同车速和地面清洁程度时的汽车扬尘 单位: $\text{kg/km} \cdot \text{辆}$

P (kg/m^2) 车速 (km/h)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	1.0
5	0.0283	0.0476	0.0646	0.0801	0.0947	0.1593
10	0.0566	0.0953	0.1291	0.1002	0.1894	0.3186
15	0.0850	0.1429	0.1937	0.2403	0.2841	0.4778
20	0.1133	0.1905	0.2583	0.3204	0.3788	0.6371

由上表可见, 在同样路面清洁情况下, 车速越快, 扬尘量越大; 而在同样车速情况下, 路面清洁度越差, 则扬尘量越大。根据类比调查, 一般情况下, 施工场地、施工道路在自然风作用下产生的扬尘所影响的范围在 100m 以内。

抑制扬尘的一个简捷有效的措施是洒水。如果在施工期内对车辆行驶的路面实施洒水抑尘, 每天洒水 4~5 次, 可使扬尘减少 70% 左右, 表 3.2.1-1 为施工场地洒水抑尘的试验结果。

可见, 施工期间对车辆行驶的路面实施洒水抑尘, 每天应洒水 4~5 次, 这样可使扬尘减少 70% 左右, 并将 TSP 的污染距离缩小到 20~50m 范围。

表 3.2.1-2 施工场地洒水抑尘试验结果单位: mg/m^3

距离		5m	20m	50m	100m
TSP 小时平均浓度	不洒水	10.14	2.89	1.15	0.86
	洒水	2.01	1.40	0.67	0.6

2、施工机械废气

施工建设期间, 施工机械废气主要包括施工机械排放的废气和各种车辆排放的汽车尾气, 主要污染物为 CO、NO_x、THC。施工过程中用到的施工机械, 如挖掘机、装卸机等均以柴油为燃料, 在运行产生量较小, 产生时间不会持续, 因此其对环境的影响范围和时间有限, 故可以认为其环境影响比较小, 在可接受水平。

3.2.1.2 噪声污染源

施工期噪声主要来自各类施工机械以及来往施工车辆的交通噪声, 噪声最大可达 110dB。不同的施工设备产生的噪声声压级见表 3.2.1-2。在多台机械设备同

时作业时，各台设备产生的噪声会互相叠加。根据类比调查，叠加后的噪声增值约 3~8dB，一般不超过 10dB。

表 3.2.1-2 施工机械 5m 处声级值

编号	名称	噪声级[dB (A)]
1	挖掘机	85
2	自卸汽车	84
3	推土机	90
4	振动碾	95
5	灰浆搅拌机	90~110
6	振捣器	80~85
7	砼输送泵	80
8	蛙式夯实机	85
9	水泥搅拌桩机	95
10	汽车起重机	90
11	履带起重机	85~90
12	水泵	90

3.2.1.3 水污染物

1、悬浮物发生源强

根据本工程施工方案及施工作业安排，本工程先进行临时道路钢便桥的建设、旧水闸拆除、再进行施工围堰堆筑，后于围堰内采用干法施工进行水闸重建，完工后将围堰拆除。干法施工不会对海域产生悬浮泥沙扩散影响。综上，本工程主要考虑以下 5 种工况对海洋水质环境的影响：

(1) 工况 1：临时道路钢便桥施工产生悬浮泥沙

本工程会在上游河道建设临时道路钢便桥，桩基打入时产生的悬浮泥沙量采取如下公式进行计算：

$$M = \frac{1}{4} \pi d^2 h \rho$$

$$Q = M \omega \cdot T$$

其中 M：平均单根管桩桩基施工产生的泥沙置换量。

d：本项目钢便桥设置 18 根直径为 800mm 的钢管桩。

h：各区段砂质土覆盖层厚度，工程场区砂质土平均厚度 h 按 3.25m 计。

ρ：覆盖层泥沙浓度。取 $1.7 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 。

Q：悬浮物源强，kg/s。

ω : 可悬浮泥沙的比例, 取 10%;

T: 每根桩基施工时间, 根据相关资料, 钢管桩单桩震沉时间约为 60 分钟。

则经计算, 本项目临时道路钢便桥桩基振沉产生的悬浮泥沙源强约为 **0.077kg/s**。

(2) 工况 2: 旧水闸拆除

旧闸砼拆除总量为 4000m^3 , 其中砼拆除量为 738m^3 , 浆砌石拆除量为 3262m^3 , 砼拆除采用风钻孔爆破法配合人工钢钎、铁锤凿除, 浆砌石、干砌石及抛石拆除直接采用 1m^3 挖掘机挖除, 59kW 的推土机集渣, 8t 自卸汽车运至弃渣场。每天可能施工时间按 8 小时计算, 旧水闸拆除工期为 15 天, 则挖掘机工作效率为 $27.18\text{m}^3/\text{h}$ 。

$$Q=R \times M/3600$$

式中: Q—悬浮物源强 (kg/s);

R—挖泥机工作效率 (m^3/h);

M—泥沙再悬浮物率 (kg/m^3)。

根据相关文献(曾建军, 2017), 抓斗式挖泥船施工悬浮物泥沙的再悬浮率为 $11\sim 20\text{kg}/\text{m}^3$, 本项目使用挖掘机与其相似, 按最不利考虑取 $20\text{kg}/\text{m}^3$, 则本项目旧水闸拆除源强为 **0.151kg/s**。

(3) 工况 3: 纵向、一期横向围堰堆筑

一期导流围堰设计: ①上游横向围堰顶宽为 2m , 堰顶高程 2.85m , 两侧放坡均为 1: 2, 底部在新近堆积物层挤淤并落于好土层, 围堰表面堆砌两层砂袋护坡。②下游横向围堰总体布置型式与上游横向围堰一致, 但考虑到下游靠左岸区域存在淤泥软土, 为保证围堰岸坡稳定采用抛石挤淤方式进行外围护脚, 抛石挤淤深度 3m , 另外, 为保证淤泥软土区后续支护结构施工, 围堰内侧区域通过填土挤淤方式形成临时施工平台, 填土挤淤深度 $1\sim 1.5\text{m}$ 。③纵向围堰考虑到一期导流过水断面的需求, 为减小围堰占地, 采用灌注桩+桩间旋喷桩支护形式, 桩顶高程 2.85m 。

一期施工围堰回填量为 5501m^3 , 灌注桩 78 根直径为 1000mm 的钢管桩。根据建设单位提供资料, 本项目一期施工围堰计划工期 15 天, 工作时间 8h , 则围堰堆筑效率约 $5501 \div (15 \times 8 \times 3600) = 0.0127\text{m}^3/\text{s}$ 。

根据工程施工方案, 围堰施工作业时产生的悬浮泥沙产生量可类比抛填块石

作业，按下式计算：

$$Q = E \times c \times \alpha \times \rho$$

式中：

Q——施工围堰推填作业悬浮泥沙产生量，kg/s；

E——施工围堰推填作业效率，本项目取 $0.0127\text{m}^3/\text{s}$ ；

C——水泥沙包中泥土含量，10%（体积）；

α ——泥土进入海水后悬浮泥沙产生系数，以 10%计；

ρ ——泥土密度，取 $1500\text{kg}/\text{m}^3$ 。

则根据上式计算结果可知，一期围堰推填施工时的悬浮泥沙源强约为：
 $Q_1 = 0.0127 \times 1500 \times 0.1 \times 0.1 = 0.1905\text{kg/s}$ 。施工源强为瞬时源强，约 40 分钟发生一次，连续发生 15 天。

本工程会纵向围堰采用灌注桩，桩基打入时产生的悬浮泥沙量采取如下公式进行计算：

$$M = \frac{1}{4} \pi d^2 h \rho$$

$$Q = M \omega / T$$

其中 M：平均单根管桩桩基施工产生的泥沙置换量。

d：本项目钢便桥设置 78 根直径为 1000mm 的钢管桩。

h：各区段砂质土覆盖层厚度，工程场区砂质土平均厚度 h 按 4m 计。

ρ ：覆盖层泥沙浓度。取 $1.7 \times 10^3\text{kg}/\text{m}^3$ 。

Q：悬浮物源强，kg/s。

ω ：可悬浮泥沙的比例，取 10%；

T：每根桩基施工时间，根据相关资料，钢管桩单桩震沉时间约为 60 分钟。

则经计算，本项目纵向围堰桩基振沉产生的悬浮泥沙源强约为 $Q_2 = 0.148\text{kg/s}$ 。

纵向、一期横向围堰堆筑产生的悬浮泥沙约为：

$$Q = Q_1 + Q_2 = 0.1905 + 0.148 = 0.3385\text{kg/s}$$

（4）工况 4：一期围堰拆除+二期围堰堆筑

根据《港口建设项目环境影响评价规范》（JTS105-1-2011）中提出的施工期污染源分析，悬浮泥沙发生量的计算公式如下：

$$Q = (R/R_0) \times T \times W_0$$

式中：

Q—作业过程中悬浮颗粒物的发生量 (t/h)；

R—在发生系数 W_0 时的悬浮颗粒物累计百分比 (%)，采用《港口建设项目环境影响评价规范》(JTS105-2011) 中表 4.2.4-1 选取 89.2%；

R_0 —采用《港口建设项目环境影响评价规范》(JTS105-2011) 中表 4.2.4-1 选取 80.2%；

T——挖掘机工作效率 (m^3/h)；

W_0 ——悬浮物发生系数 (t/m^3)，选取 $38.0 \times 10^{-3} t/m^3$

本项目一期围堰开挖约 $5501m^3$ ，工期为 30 天，每天工作 8h，则挖掘机效率为： $5501m^3 \div (8h \times 30) = 24.92m^3/h$

根据工程分析，在一期围堰拆除施工段使用 $1m^3$ 挖掘机进行疏浚，期间悬浮泥沙源强 $Q1 = (89.2\%/80.2\%) \times 24.92m^3/h \times 38.0 \times 10^{-3} t/m^3 = 1.053 kg/s$ ，为连续排放点源。

一期围堰进行拆除同时二期围堰进行堆筑，二期导流围堰设计：横向围堰顶宽为 2m，堰顶高程 2.85m，两侧放坡均为 1:2，底部在新近堆积物层挤淤并落于好土层，围堰表面堆砌两层砂袋护坡。②纵向围堰是在上游铺盖及下游消力池底板上利用土石围堰结合袋装土护面形式堆砌而成，堰顶宽度 1m，放坡坡度 1:1.5，并与一期闸室段墩墙衔接。

二期施工围堰回填量为 $9607m^3$ 。根据建设单位提供资料，本项目一期施工围堰计划工期 30 天，工作时间 8h，则围堰堆筑效率约 $9607 \div (30 \times 8 \times 3600) = 0.0111m^3/s$ 。

根据工程施工方案，围堰施工作业时产生的悬浮泥沙产生量可类比抛填块石作业，按下式计算：

$$Q = E \times c \times \alpha \times \rho$$

式中：

Q——施工围堰堆填作业悬浮泥沙产生量，kg/s；

E——施工围堰堆填作业效率，本项目取 $0.0111m^3/s$ ；

C——水泥沙包中泥土含量，10%（体积）；

α ——泥土进入海水后悬浮泥沙产生系数，以 10%计；

ρ ——泥土密度，取 1500 kg/m^3 。

则根据上式计算结果可知，一期围堰推填施工时的悬浮泥沙源强约为：
 $Q_1 = 0.0111 \times 1500 \times 0.1 \times 0.1 = 0.1665 \text{ kg/s}$ 。施工源强为瞬时源强，约 40 分钟发生一次，连续发生 30 天。

因此，工况 4 为一期围堰拆除和二期围堰堆筑的悬浮泥沙源强为
 $Q = Q_1 + Q_2 = 1.053 + 0.1665 = 1.2195 \text{ kg/s}$

(5) 工况 5：二期围堰拆除、河床疏浚施工作业产生悬浮泥沙

根据《港口建设项目环境影响评价规范》（JTS105-1-2011）中提出的施工期污染源分析，悬浮泥沙发生量的计算公式如下：

$$Q = (R/R_0) \times T \times W_0$$

式中：

Q—作业过程中悬浮颗粒物的发生量（t/h）；

R—在发生系数 W_0 时的悬浮颗粒物累计百分比（%），采用《港口建设项目环境影响评价规范》（JTS105-2011）中表 4.2.4-1 选取 89.2%；

R_0 —采用《港口建设项目环境影响评价规范》（JTS105-2011）中表 4.2.4-1 选取 80.2%；

T——挖掘机工作效率（ m^3/h ）；

W_0 ——悬浮物发生系数（ t/m^3 ），选取 $38.0 \times 10^{-3} \text{ t/m}^3$

本项目二期围堰开挖约 9607 m^3 ，工期为 30 天，每天工作 8h，则挖掘机效率为： $9607 \text{ m}^3 \div (8 \text{ h} \times 30) = 40.03 \text{ m}^3/\text{h}$

根据工程分析，在二期围堰拆除施工段使用 1 m^3 挖掘机进行疏浚，期间悬浮泥沙源强 $Q_1 = (89.2\%/80.2\%) \times 40.03 \text{ m}^3/\text{h} \times 38.0 \times 10^{-3} \text{ t/m}^3 = 1.692 \text{ kg/s}$ ，为连续排放点源。

根据《港口建设项目环境影响评价规范》（JTS105-1-2011）中提出的施工期污染源分析，疏浚作业中悬浮泥沙发生量的计算公式如下：

$$Q = (R/R_0) \times T \times W_0$$

式中：

Q—疏浚作业过程中悬浮颗粒物的发生量（t/h）；

R—在发生系数 W_0 时的悬浮颗粒物累计百分比（%），采用《港口建设项目环境影响评价规范》（JTS105-2011）中表 4.2.4-1 选取 89.2%；

R_0 —采用《港口建设项目环境影响评价规范》（JTS105-2011）中表 4.2.4-1 选取 80.2%；

T ——疏浚效率（ m^3/h ）；

W_0 ——悬浮物发生系数（ t/m^3 ），选取 $38.0 \times 10^{-3} t/m^3$

本项目疏浚开挖约 $5794m^3$ ，工期为 30 天，每天工作 8h，则挖掘机效率为：
 $5794m^3 \div (8h \times 30) = 24.14m^3/h$

根据工程分析，在疏浚施工段使用 $1m^3$ 挖掘机进行疏浚，期间悬浮泥沙源强
 $Q_2 = (89.2\% / 80.2\%) \times 24.14m^3/h \times 38.0 \times 10^{-3} t/m^3 = 1.02 kg/s$ ，为连续排放点源。

因此，二期围堰拆除、河床疏浚施工作业产生悬浮泥沙源强为
 $Q = Q_1 + Q_2 = 1.692 + 1.02 = 2.712kg/s$ 。

二、生活污水

施工期生活污水为施工人员生活污水。根据项目设计资料，本工程施工期施工人员按 50 人计。污水中的主要污染物为 COD_{Cr} 、 BOD_5 、 NH_3-N 和 SS 等，根据《排水工程》（下册）中典型生活污水水质中常浓度进行估算，各污染物浓度分别取： COD_{Cr} 约 400 mg/L、 BOD_5 约 200mg/L、 NH_3-N 约 25mg/L、SS 约 220mg/L。

表 3.2.1-3 生活污水中各污染物浓度取值

污染物	COD_{Cr}	BOD_5	NH_3-N	SS
浓度	400 mg/L	200mg/L	25mg/L	220mg/L

项目用水标准参考广东省地方标准《用水定额 第三部分：生活》（DB44/T 1461.3—2021）表 2 居民生活用水定额表，城镇居民用水定额值在 140-180 L/（人·d），施工人员生活用水量按中等城镇 150 L/（人·d）计，排水系数为 0.9。本项目总施工期为 24 个月，实际施工时间按 22 个月计。则生活污水及其污染物的年产生和排放情况见表 3.2.1-4，施工期生活污水产生量约 $4158 m^3$ 。陆域施工生活污水根据调查项目所在区域城镇污水处理厂的建设情况，施工期生活污水拟由槽车定期碣石镇污水处理厂，综合处理达标后排放。生活污水执行广东省《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）第二时段的三级标准。

表 3.2.1-4 施工期生活污水污染源强汇总

生活污水	平均单日用工数量（人）	用水量（ m^3/d ）	排水量（ m^3/d ）	用工时间（月）	排水量合计（ m^3 ）	污染物产生量（kg）			
						COD	BOD	SS	氨氮
陆域	50	7.5	6.75	22	4158	1663.2	831.6	103.95	914.76

施工									
----	--	--	--	--	--	--	--	--	--

三、施工废水

施工废水包括施工机械设备冲洗含油废水、基坑积水、地表径流等。

①施工机械设备冲洗含油废水

本项目含油污水主要是挖掘机、推土机、载重汽车等各类机械维修及冲洗等产生的污水，其主要污染物为石油类和泥沙等，每台水电施工机械每周约产生废水 2.1m^3 ，高峰期施工机械约 10 台，施工期间平均每日产生含油废水 $3.0\text{m}^3/\text{d}$ ，施工期将产生含油废水约 2016m^3 。主要污染物为石油类和 SS，其浓度分别为 15mg/L 和 1000mg/L ，每个施工区各建一套施工生产废水处理设施，施工机械设备冲洗含油废水收集后经过隔油除油和沉淀处理后回用于施工场地洒水等环节，不外排。详见下表。

表 3.2.1-5 施工清洗废水污染源产生及排放情况

污染指标		SS	石油类
施工机械设备冲洗含油废水 2016m^3	产生浓度 (mg/L)	1000	15
	产生量 ($\text{t}/\text{施工期}$)	2.016	0.03
	环保措施及排放去向	收集后经过隔油除油、沉淀处理后回用于施工场地洒水降尘等环节，不外排	

3.2.1.4 固废污染物

项目施工过程中会产生如下固体废物：

(1) 生活垃圾

本项目施工期固体废物来源主要为施工人员产生的生活垃圾，生活垃圾产生量按 $1.0\text{kg}/\text{人}\cdot\text{d}$ 计，则整个施工期生活垃圾产生量约 30.8t 。生活垃圾应分类收集，可回收利用的回收利用，不可回收的交由环卫部门统一处置，禁止将生活垃圾扔入海域。

表 3.2.1-6 施工期生活垃圾源强污染源强

产污环节	平均单日用工数量 (人)	人均产生量	生活垃圾总产生量 (kg/d)	用工时间 (月)	生活垃圾合计 (t)
		(kg/人·d)			
陆域施工	50	1.0	50	22	30.8

(2) 建筑垃圾

施工期间还会产生少量建筑垃圾,如建筑材料下脚料、断残钢筋头、包装袋、废旧设备等,均可以回收综合利用。另一部分建筑碎片、碎砖头、废水泥、石子、泥土等少量建筑材料废弃物运至政府部门指定的位置处置或综合利用。

(3) 疏浚土

根据设计资料,本工程土方开挖总计 2.47 万 m^3 ,扣除淤泥、砂性土及表层土土方后为 1.53 万 m^3 ,回填土方总计 2.39 万 m^3 ,总弃渣量 0.94 万 m^3 ,总购土量 0.86 m^3 。根据地质钻孔资料显示,本次河道堤身部分开挖土方(扣除淤泥及砂性土)可作为回填料使用,用于回填的土料运至临时堆土场堆放,不足部分需外购。

3.2.1.5 施工期污染要素汇总

施工期污染要素清单见表 3.2.1-7。

表 3.2.1-7 施工期污染要素清单

种类	污染物名称	主要污染因子	产污环节	污染物发生量	处理方式/排放去向
废气	施工机械、车辆燃油尾气	SO ₂ 、NO _x 、CO 和烟尘	施工营地	少量	间断、无组织排放,选用低耗油机械
	扬尘	粉尘	施工场地、道路	少量	间断、无组织排放,定期洒水
噪声	施工机械、车辆	等效声级	施工作业	85~110 dB	间断排放、选用低噪声施工设备、减小施工强度
废水	悬浮泥沙	SS	临时道路钢便桥施工	0.077 kg/s	间断、自然排海
			旧水闸拆除	0.151 kg/s	
			纵向、一期横向围堰堆筑	0.3385 kg/s	
			一期围堰拆除+二期围堰堆筑	1.2195 kg/s	
			二期围堰拆除、河床疏浚施工	2.712kg/s	

种类	污染物名称	主要污染因子	产污环节	污染物发生量	处理方式/排放去向
	生活污水	COD、BOD ₅ 、SS、氨氮	施工人员	COD 1663.2kg; BOD 831.6kg SS 103.95kg 氨氮 914.76kg	拟运至碣石镇污水处理厂
	生产废水	SS	施工冲洗废水	2016 kg	收集后经过隔油除油、沉淀处理后回用于施工场地洒水降尘等环节，不外排
		石油类		30 kg	
固废	生活垃圾	固废	施工人员	30.8 t	可回收的尽量回收综合利用，不能回收的生活垃圾交环卫部门
	建筑垃圾	固废	施工营地	少量	可回收的回收，不能回收的运至政府部门指定的位置处置或综合利用
	疏浚土	弃土	河床清淤疏浚	2.47 万 m ³	部分开挖土方（扣除淤泥及砂性土）可作为回填料使用，用于回填的土料运至临时堆土场堆放

3.2.2 营运期环境影响分析

3.2.2.1 大气污染物

本项目厂区不设置食堂，不涉及食堂油烟废气。

项目运营期废气污染源主要为车辆尾气，主要污染物为 SO₂、NO_x、CO 和烟尘，均为无组织排放，车辆在空旷外界运行，扩散面积大，在时间和空间上均较零散，排放污染物总量小，对周边环境影响不大。

3.2.2.2 噪声污染物

营运期产生的噪声主要为水闸运行噪声和桥闸闸顶通行车辆交通噪声。

营运期水闸运行的噪声源主要为桥闸水泵噪声，其噪声源强为 70~85dB（A）。根据项目设计资料，项目运营期水闸闸顶交通桥桥面宽度为 12.0m。车行道 9.0m，人行道为 2×1.50m，两侧设置仿木栏杆。交通桥设计荷载为：汽车荷载等级为公路 II 级，人群荷载为 3.0KN/m²。根据同类型项目资料类比，各类型汽车的噪声约为 64~81dB（A），声源呈线性分布，源强与行车速度及车流量密切相关。

3.2.2.3 水污染物

本项目运营期废水主要为水闸管理人员生活污水。

根据项目人员配置计划，水闸管理配置 5 名工作人员。项目用水标准参考广

东省地方标准《用水定额 第三部分：生活》（DB44/T 1461.3—2021）表2 居民生活用水定额表，城镇居民用水定额值在 140-180 L/（人·d），工作人员生活用水量按中等城镇 150 L/（人·d）计，排水系数为 0.9，则水闸管理人员生活污水产生量为 0.75 m³/d；年工作日按 310 天计，则污水发生量为 209.25 m³/a。

根据《排水工程》（下册）中典型生活污水中常浓度水质进行估算，污水中主要污染因子特征浓度：COD：400mg/L，BOD₅：200mg/L，SS：220mg/L，氨氮 25mg/L。本项目生活污水中污染物情况见表 3.2.2-1。

表 3.2.2-1 营运期生活污水水质一览表

产生环节	平均单日用 工数量(人)	用水量 L/(人·d)	排水量 (m ³ /d)	年用水 天数	年排水量 (m ³ /a)	污染物产生量 (kg)			
						COD	BOD ₅	SS	氨氮
管理人员	5	150	0.675	310	209.25	83.7	41.85	46.035	7.281

综上计算，本项目运营期间生活污水产生总量为 209.25 m³/a。生活污水中的污染物产生量分别为：COD：83.7 kg/a，BOD₅：41.85 kg/a，SS：46.035 kg/a，氨氮 7.281 kg/a。

水闸管理站生活污水汇入碣石镇生活污水管网，后输送至碣石镇污水处理厂（一期）进行处理。

3.2.2.4 固体废物

本项目运营期产生的固体废物主要为水闸管理人员生活垃圾和水闸拦截的河道浮漂垃圾。

本项目水闸运营期配置管理人员 5 人，生活垃圾产生率按 1.0 kg/人·d 计，生活垃圾产生量约为 5 kg/d，年工作日按 350 天计，生活垃圾年产生量为 1.75 t/a，集中分类收集后，交由环卫部门进行收集处置。

运营期间，上游河道会有少量漂浮垃圾，关闭水闸期间将可能造成闸门前的垃圾聚集，该部分漂浮垃圾由水闸管理进行打捞清理，收集上岸后交由环卫部门处置。

3.2.2.5 营运期污染要素汇总

营运期污染要素清单见表 3.2.2-2。

表 3.2.2-2 营运期污染要素清单

种类	污染物名称	主要污染因子	产污环节	污染物发生量	处理方式/排放去向
----	-------	--------	------	--------	-----------

废气	车辆尾气	SO ₂ 、NO _x 、CO 和烟尘	闸顶交通桥车辆通行	少量	无组织排放，选用低硫燃油
噪声	交通噪声	等效声级	来往车辆	64~81dB	间断排放、选用低噪声设备
	水闸运行噪声	等效声级	水闸启闭机	70~85dB	间断排放，做好相应隔音措施
废水	生活污水	COD、BOD ₅ 、SS、氨氮	管理人员生活污水	209.25 m ³ /a	接入市政生活污水管网，输送至碣石镇污水处理厂
固废	生活垃圾	固废	管理人员	1.75 t/a	集中分类收集后，交由环卫部门进行收集处置
	漂浮垃圾	固废	水闸	少量	定期清理，收集上岸后由环卫部门处置

3.3 工程各阶段非污染环节与环境影响分析

3.3.1 施工期非污染生态环境影响分析

项目施工期主要的非产污环节环境影响主要为工程施工期占海、永久占海、土石方开挖等施工作业对所在区域水文动力与冲淤环境、海洋生态环境和海域通航环境等影响。

3.3.1.1 施工期对海洋水文动力环境的影响

项目疏浚实施后，将使得所在海域的过水面积增大，从而对项目所在海域的水动力环境产生一定的影响，但影响主要集中在疏浚施工区域及其临近区域，且清淤疏浚为施工用海项目，随着河道水深的调整，工程产生的影响会逐渐减小。

本工程采用围堰施工时间较长，采取分期导流方式，施工期围堰占用水域时间较长，项目施工期间将对所在水域的水文动力产生一定影响。

3.3.1.2 施工期对海域生态环境的影响

1、悬浮泥沙的增加对海域生态环境的影响分析

在清淤疏浚、旧水闸拆除、围堰施工抛石等过程中，将会导致悬浮泥沙在一定范围形成高浓度扩散场。水中悬浮物量的增加有可能对水生生物产生危害。水中过量的悬浮物将造成水体中溶解氧、透光率下降，使海洋生物光合作用强度发生变化，导致局部水域内初级生产力水平降低。在施工结束后，影响不再持续。

2、对底栖生物和潮间带生物的影响分析

本项目疏浚施工，围堰结构临时占用海域以及翼墙非透水构筑物结构、水闸及防冲消能结构等非透水构筑物结构占用海域，将直接掩盖该范围内的底栖生

物，对底栖生物造成不可恢复的影响，永久占用海域对海洋生态的较实质性影响是将彻底改变工程区底面原有的底栖生态环境。栖息于这一范围内的底栖生物和潮间带生物因底泥的挖掘和构筑物的覆盖全部丧失，部分游泳能力较差的底栖游泳生物也将因躲避不及而被伤及或挖离。

3、施工期对渔业资源的影响分析

施工作业场附近水体在施工期将受到一定程度污染，浮游生物、游泳生物等饵料生物量将有所减少，水生环境及饵料生物的改变，将使鱼类密度有所降低。在施工结束后，翼墙、水闸、防冲消能等结构占用的海域渔业资源环境不可恢复，施工围堰及清淤疏浚产生的影响不再持续。

4、对生态系统稳定性的影响

本项目下游左、右岸翼墙、水闸等结构需永久占用海域空间，将损害该片海域的生态服务功能和生态系统的稳定性。

3.3.1.3 施工期对通航环境的影响

本项目采用围堰方式进行施工，施工不使用船舶，不会增加周边海域通航密度。同时项目不提供船舶通航服务，工程建设对航道通航安全的影响不大。

3.3.2 营运期非污染生态环境影响分析

营运期主要的非产污环节包括工程建成后将在一定程度上导致海域水文动力条件、地形地貌和冲淤环境的变化。

3.3.2.1 运营期对海洋水文动力环境的影响

项目河床清淤疏浚改变了海域的自然水深，工程后将引起工程及附近海域海洋水文动力的变化，进而导致地形地貌和泥沙冲淤环境的变化。

受项目水闸构筑物建设影响，新水闸建设导致闸门处流速变小，最大变小2-5cm/s。

3.3.2.2 运营期对通航环境的影响

项目运营期间不投入使用工作船舶，水闸亦不承担船舶通行功能。由于桥闸闸址位于河道出海湾区处，现状海湾普遍有船只通行及停泊。目前，船只已有停泊至水闸管理区域范围内的现象，部分船只甚至直接系船至现状桥闸闸墩及闸板处。本次桥闸重建工程，考虑在水闸下游侧岸墙及消力池外范围内设置隔船浮标。

本项目水闸运营期间将不会影响船舶通航。

3.4 环境影响要素和评价因子的分析与识别

通过 3.2 及 3.3 节分析可知，本项目施工期可能产生的环境影响主要有施工噪声，施工机械及车辆产生的废气、扬尘，疏浚、水工构筑物建设过程产生的入海悬沙对海水水质和生态环境的影响，生活污水、生产废水不排海，基本不会对环境造成影响。岸墙非透水构筑物和疏浚改变了工程区的地形地貌，由此导致工程海域水动力环境和冲淤环境的改变；运营期产生的生产污水、生活污水和固体废物均得到合理处置，对海洋水质和生态环境影响很小。本项目可能影响到的环境要素包括：大气环境、声环境、水质环境、沉积物环境、海洋生态环境、地形地貌与冲淤环境、水文动力环境等。工程环境影响要素识别见表 3.4-1。

表 3.4-1 工程环境影响要素识别表

评价时段	环境影响要素	评价因子	工程内容及其表征	影响程度与分析评价深度	报告书中章节
建设期	声环境质量	Leq	施工机械产生的噪声；施工车辆交通噪声	+	6.2.1
	大气环境质量	TSP、SO ₂ 、NO _x 、CO 和氨气	施工机械；车辆燃油排放的废气/污染物；施工扬尘	+	6.1.1
	海洋生态	底栖生物、潮间带生物	疏浚和施工围堰、翼墙、水闸等构筑物的掩埋	+++	6.4.1
		鱼卵仔鱼	翼墙、水闸等结构直接占用生存空间、疏浚和构筑物建设过程产生的悬浮物	+++	6.4.3
		游泳生物			
	海洋水文动力	潮流场改变	水闸施工，疏浚的影响	++	6.3.1
	地形地貌与冲淤	围堰、泥沙淤积	水闸施工、疏浚的影响	+++	6.3.2
	海水水质	悬浮物	疏浚和围堰、水闸等构筑物建设过程产生的悬浮物；生活污水，施工废水	+++	6.3.3
	沉积物	悬浮物	疏浚和围堰、水闸等构筑物建设过程产生的悬浮物	+	6.3.4
	固废	生活垃圾、建筑垃圾	施工人员生活垃圾和施工过程中产生的建筑垃圾	++	6.6
运营期	声环境质量	Leq	水闸运行噪声；水闸闸顶交通桥梁往车辆通行噪声	+	6.2.2
	大气环境质量	SO ₂ 、NO ₂ 、NO _x 、CO、NH ₃ 、H ₂ S、TSP	车辆燃油废气	++	6.1.2
	海水水质	COD	生活污水	++	6.3.3
	海洋生态	海洋生态	工程占海	+	6.4.2
	海洋水文动力	新建水闸	翼墙、水闸等水工构筑物	+	6.3.1
	地形地貌与冲淤	水深	水工构筑物改变地形地貌条件，疏浚工程实施水深条件变化	+	6.3.2
	沉积物	COD	生活污水	+	6.6.2
	固废	生活垃圾、漂浮垃圾	水闸管理人员生活垃圾；水闸拦截的漂浮垃圾	+	6.8
	海洋环境风险	油类	施工机械溢油风险	++	7

注 1: +表示环境影响要素和评价因子所受到的影响程度为轻小或轻微，需要进行简要的分析与影响预测

注 2: ++表示环境影响要素和评价因子所受到的影响程度为中等，需要进行常规影响分析与影响预测

注 3: +++表示环境影响要素和评价因子所受到的影响程度为较大或敏感，需要进行重点的影响分析与影响预测

4 区域自然和社会环境现状

4.1 自然环境概况

4.1.1 海洋气象

项目位于陆丰市碣石镇，本报告采用陆丰气象站（59502）资料，代表项目区域的气候与气象特征，地理坐标为东经 115.652°，北纬 22.9652°，观测场地高度 4.4m。项目地处祖国大陆东南部，属亚热带季风气候区，海洋性气候明显，光、热、水资源丰富。其主要气候特点是：气候温暖，雨量充沛，雨热同季，光照充足；冬不寒冷，夏不酷热，夏长冬短，春早秋迟；秋冬春旱，常有发生，夏涝风灾，危害较重。根据 2000-2019 年气象数据统计分析，陆丰气象站气象资料整编表如表 4.1.1-1 所示。

表4.1.1-1 陆丰气象站常规气象项目统计（2000-2019）

统计项目		*统计值	极值出现时间	**极值
多年平均气温（℃）		22.8		
累年极端最高气温（℃）		36.8	2005-07-18	38.3
累年极端最低气温（℃）		5.1	2016-01-25	3.0
多年平均气压（hPa）		1011.9		
多年平均水汽压（hPa）		22.5		
多年平均相对湿度（%）		77.2		
多年平均降雨量（mm）		2019.8	2015-05-20	402.5
灾害天气统计	多年平均沙暴日数（d）	0.0		
	多年平均雷暴日数（d）	45.6		
	多年平均冰雹日数（d）	0.0		
	多年平均大风日数（d）	1.9		
多年实测极大风速（m/s），相应风向		23.9	2013-09-22	40.0NNE
多年平均风速（m/s）		2.4		
多年主导风向、风向频率（%）		E 12.9%		
多年静风频率（风速≤0.2m/s）（%）		4.3		
*统计值代表均值 **极值代表极端值		举例：累年极端最高气温	*代表极端最高气温的累年平均值	**代表极端最高气温的累年

(1) 气温

1) 月平均气温与极端气温

陆丰气象站 07 月气温最高（28.9℃），01 月气温最低（14.9℃），近 20 年

极端最高气温出现在 2005-07-18 (38.3℃)，近 20 年极端最低气温出现在 2016-01-25 (2.0℃)

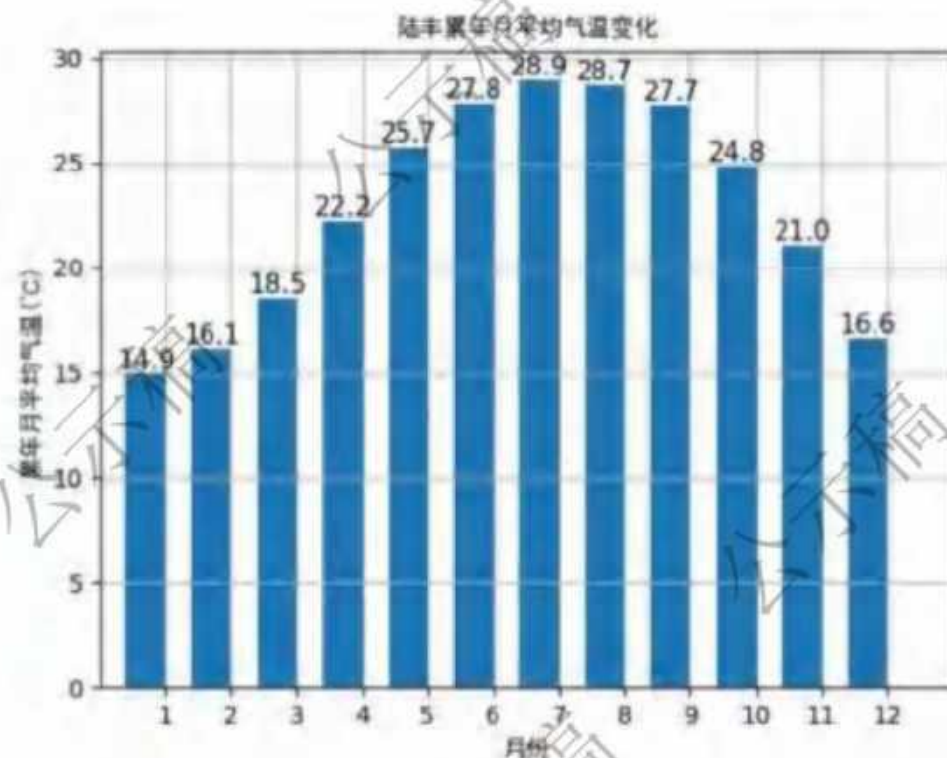


图 4.1.1-2 陆丰月平均气温 (单位: ℃)

2) 温度年际变化趋势与周期分析

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

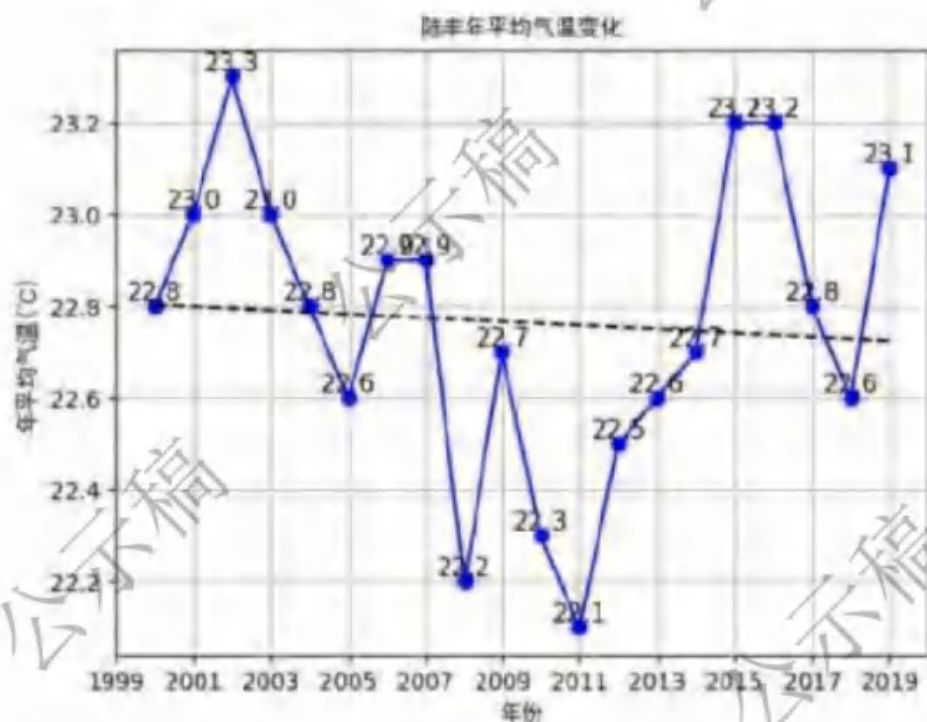


图4.1.1-2 陆丰（2000-2019）年平均气温（单位：°C，虚线为趋势线）

(2) 降水

1) 月平均降水与极端降水

陆丰气象站 06 月降水量最大（523.0 毫米）10 月降水量最小（31.3 毫米）

近 20 年极端最大日降水出现在 2015-05-20（4025 毫米）。

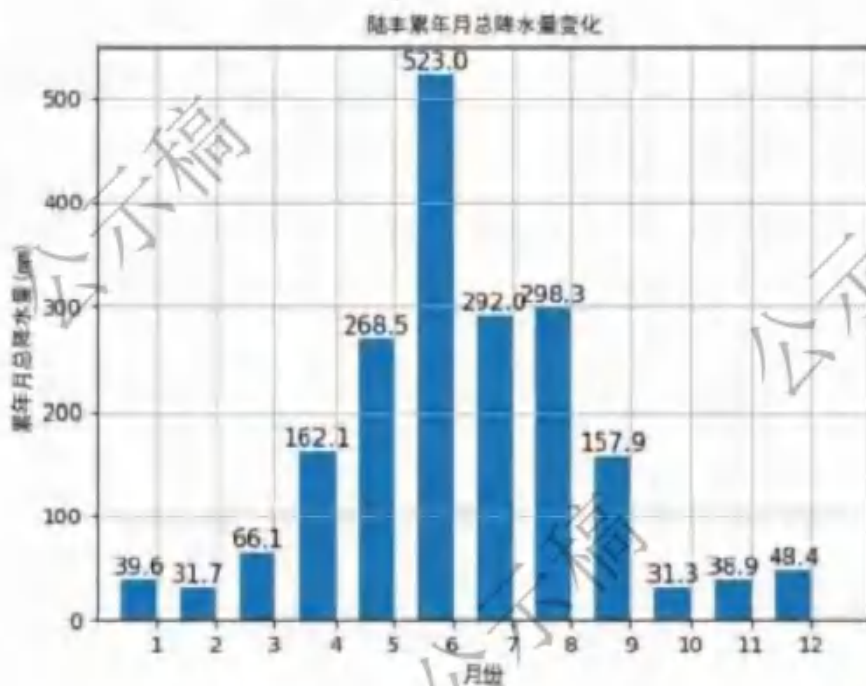


图4.1.1-3 陆丰月平均降水量（单位：毫米）

2) 降水年际变化趋势与周期分析

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

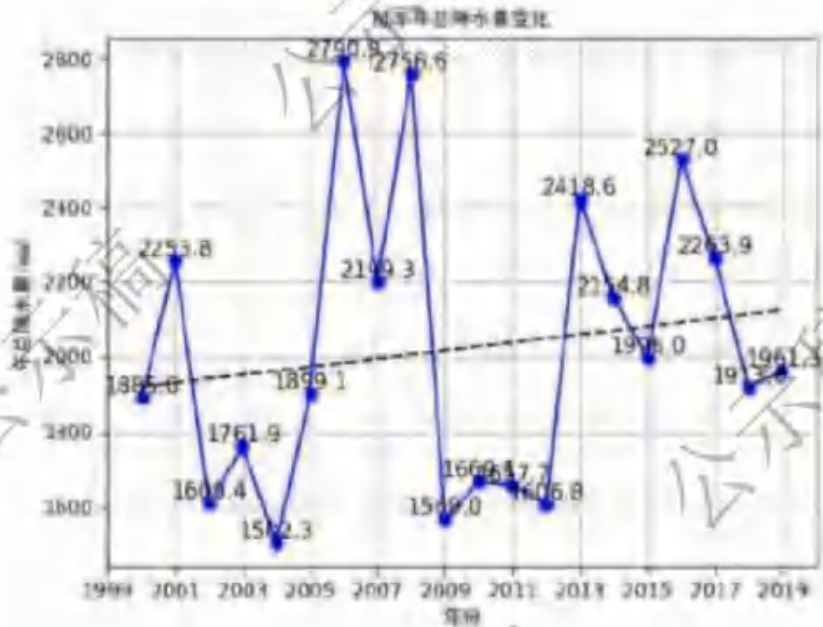


图 4.1.1-4 陆丰（2000-2019）年总降水量（单位：毫米，虚线为趋势线）

(1) 风况

1) 月平均风速

陆丰气象站月平均风速如表 4.1.1-2，12 月平均风速最大（25 米/秒），04 月风速最小（2.2 米/秒）。

表 4.1.1-2 陆丰气象站月平均风速统计（单位：m/s）

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

2) 风向特征

近 20 年资料分析的风向玫瑰图 4.1.1-3 所示，陆丰气象站主要风向为 E 和 NNW、N、S，占 46.8%，其中以 E 为主风向，占到全年 12.9%左右。

表 4.1.1-3 陆丰气象站风向频率统计（单位：%）

风向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S
频率	11.7	6.0	35	4.0	12.9	76	68	3.2	96
风向	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C	
频率	5.0	5.1	2.0	1.6	1.0	3.2	12.6	43	

表4.1.1-4 陆丰气象站风向频率统计(单位: %)

月 份	风 向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
01		14.3	6.9	3.2	3.8	11.3	7.9	6.1	2.7	3.4	2.2	2.2	1.1	0.4	1.0	4.3	24.1	4.9
02		11.2	6.0	3.1	4.0	15.0	10.4	7.2	2.3	6.8	3.4	2.8	0.8	0.9	0.6	3.4	15.9	6.2
03		8.7	5.4	3.4	4.8	16.2	11.0	8.8	3.5	7.3	4.2	3.6	1.8	0.9	0.5	2.8	11.8	5.2
04		7.6	4.4	2.8	4.7	15.1	9.2	8.8	3.8	13.1	5.4	5.0	1.7	1.5	1.2	2.5	7.9	5.2
05		5.8	4.3	3.3	4.8	14.6	8.8	8.7	4.7	14.3	6.5	6.8	3.0	1.6	0.9	2.5	5.6	3.7
06		4.2	2.8	2.4	3.0	11.3	5.1	5.6	4.4	18.3	10.9	12.2	3.9	3.9	1.1	1.7	3.7	5.6
07		5.6	4.4	2.4	3.0	10.1	5.2	6.5	4.5	17.6	8.8	10.6	4.9	3.7	2.0	3.1	4.5	3.2
08		9.9	6.6	3.8	2.9	8.3	4.7	5.5	3.9	13.6	7.4	9.1	3.8	3.7	1.8	4.1	7.0	3.9
09		14.9	8.5	5.4	4.3	13.7	8.5	6.2	2.9	5.6	4.2	3.4	1.7	1.1	1.1	3.7	11.9	3.1
10		17.9	7.9	4.8	5.2	16.0	7.0	2.6	2.0	5.7	2.2	2.3	0.3	0.4	0.6	3.0	14.4	2.6
11		19.6	6.6	3.9	4.2	13.3	7.9	6.1	1.5	4.2	2.7	1.3	0.6	0.5	0.4	4.0	19.0	4.2
12		20.3	7.5	3.3	3.3	9.6	5.4	4.8	1.6	4.9	2.2	2.1	0.5	0.6	0.9	3.8	25.3	3.9

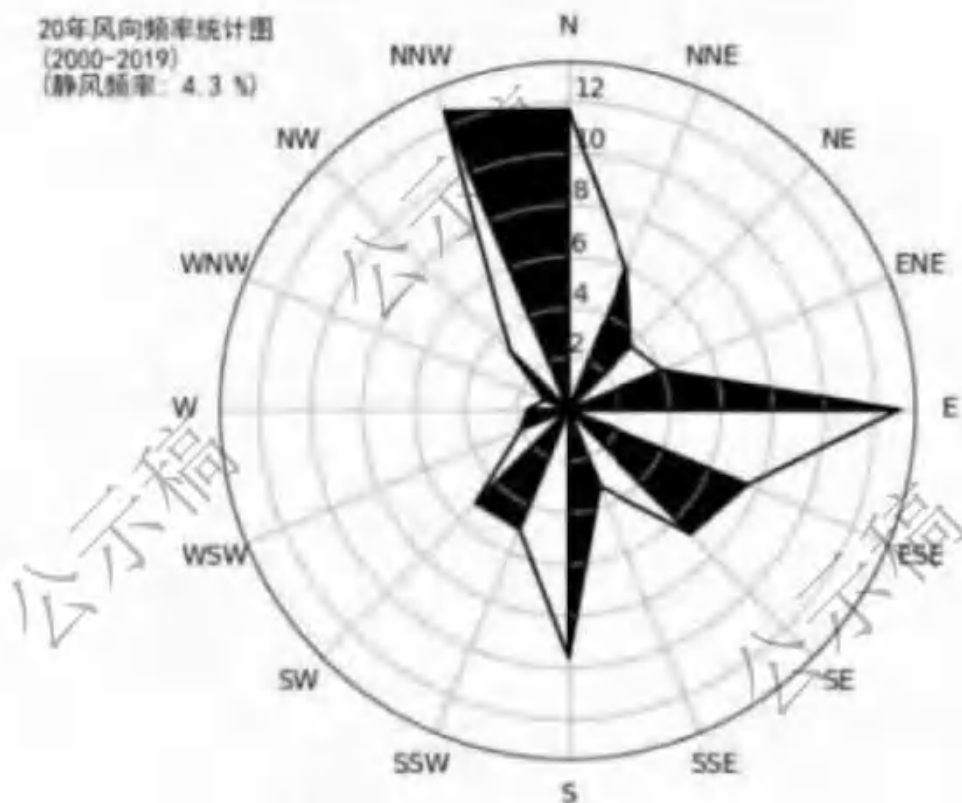


图4.1.1-5 陆丰风向玫瑰图(静风频率4.3%)

3) 风速年际变化特征与周期分析

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

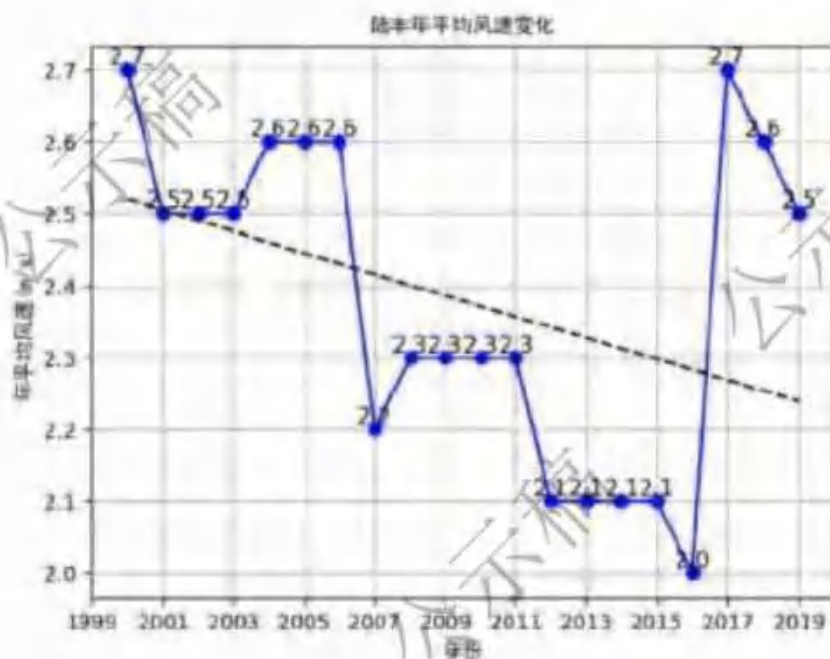


图4.1.1-6 陆丰(2000-2019)年平均风速(单位: m/s。虚线为趋势线)

(2) 日照

1) 月日照时数

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

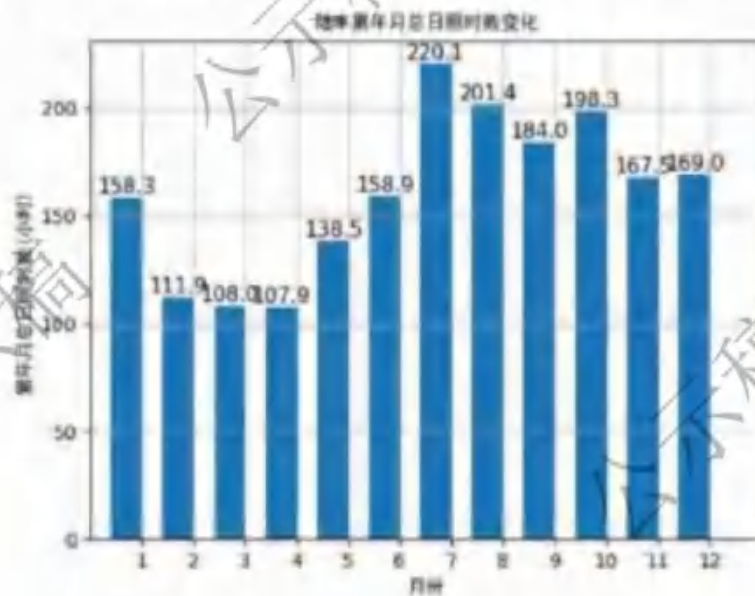


图 4.1.1-7 陆丰月日照时数 (单位: 小时)

2) 日照时数年际变化趋势与周期分析

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

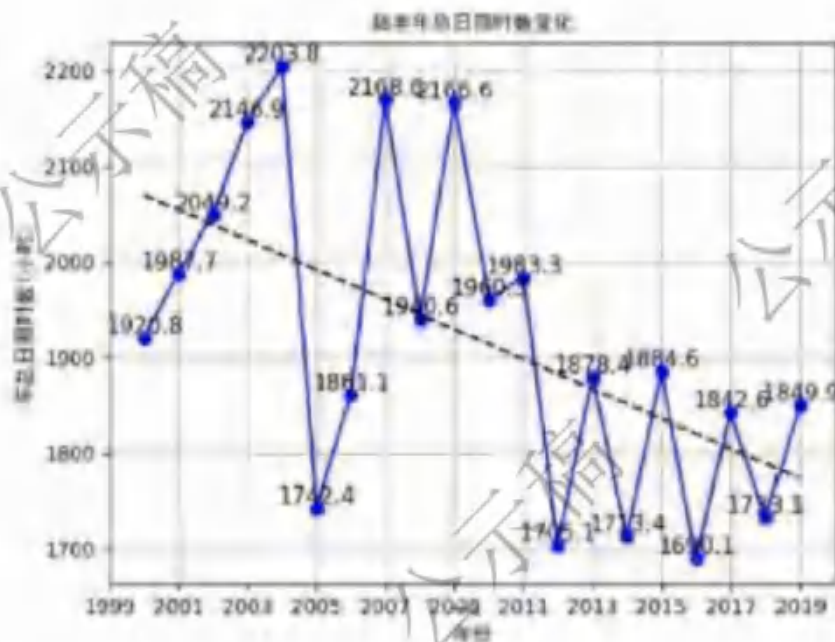


图 4.1.1-8 陆丰 (2000-2019) 年日照时长 (单位: 小时。虚线为趋势线)

(3) 相对湿度

1) 月相对湿度分析

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

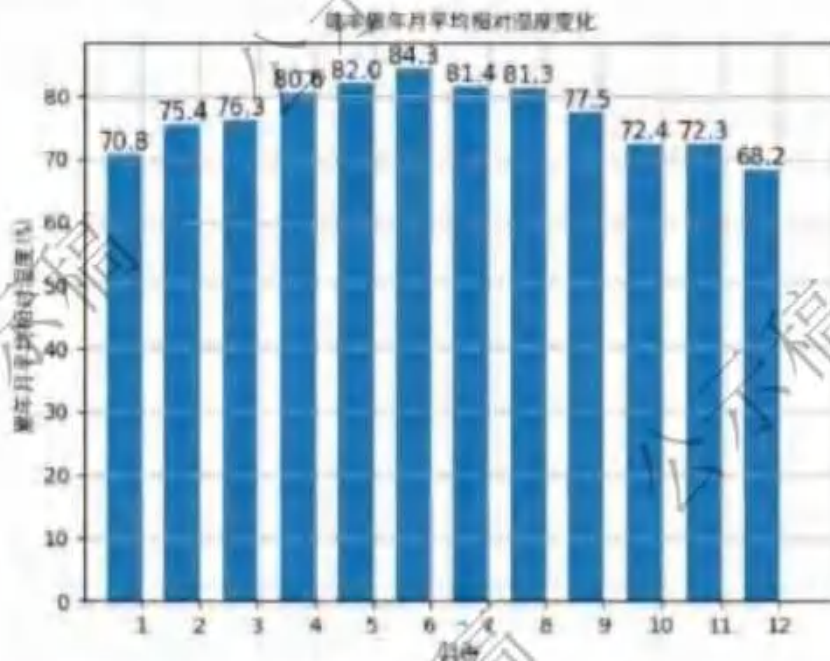


图 4.1.1-9 陆丰月平均相对湿度 (纵轴为百分比)

2) 相对湿度年际变化趋势与周期分析

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

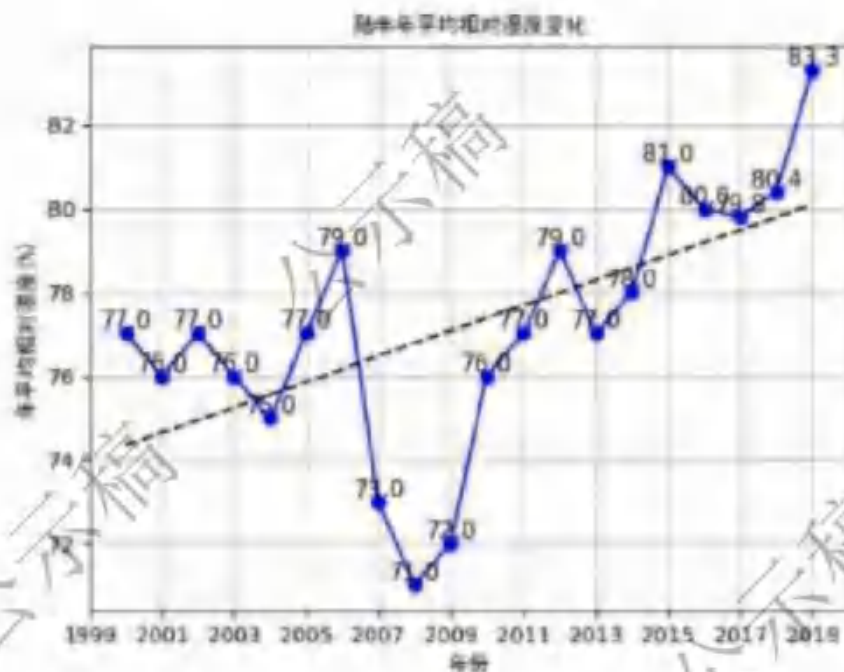


图 4.1.1-10 陆丰（2000-2019）年平均相对湿度（纵轴为百分比，虚线为趋势线）

4.1.2 自然灾害

一、热带气旋

汕尾沿岸海域是热带气旋活动频繁的海区之一，影响本海域的热带气旋来自西太平洋和南海，热带气旋分为热带低压（TD）、热带风暴（TS）、强热带风暴（STS）、台风（TY）、强台风（STY）和超强台风（SuperTY）六个等级。

以遮浪海洋站风速达 6 级，台风中心位置进入 $20.9^{\circ}\text{N}\sim 24.9^{\circ}\text{N}$ ， $114.3^{\circ}\text{E}\sim 118.3^{\circ}\text{E}$ 区域内为影响标准，根据台风年鉴资料统计，1949~2022 年期间，登陆或影响本海域的热带气旋共有 195 个，年平均 2.7 个，年最多为 9 个（1999 年），71 年间仅 1989 年没有热带气旋登陆或影响本海域。热带气旋 7~8 月出现最多，占 24%，其次是 9 月占 23%，最早出现在 4 月 10 日（受 6701 强台风影响），最晚出现在 12 月 2 日（受 7427 强台风影响），1 月至 3 月没有热带气旋影响本海域，1949 年~2022 年期间，热带气旋登陆时达到超强台风的有 23 个，强台风 24 个，台风 36 个，强热带风暴 38 个，热带风暴 54 个，见表 4.1.2-1 是登陆或影响本海域的热带气旋的统计。

表 4.1.2-1 (1949~2022) 热带气旋中心经过 114.3~118.3°E、20.9~24.9°N 的个数统计

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合计
01	0	0	0	0	2	5	2	8	2	1	0	0	20
02	0	0	0	0	1	13	12	8	14	4	2	0	54
03	0	0	0	0	1	4	9	13	11	0	0	0	38
04	0	0	0	1	3	3	12	8	6	3	0	0	36
05	0	0	0	0	1	2	3	5	9	3	1	0	24
06	0	0	0	1	0	0	7	6	3	4	2	0	23
07	0	0	0	2	8	27	45	46	43	14	5	0	195
08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	0.7	0.7	0.6	0.2	0.1	0.0	2.7
09	0	0	0	1	4	14	24	24	23	7	3	0	100

注：01-热带低压，02-热带风暴，03-强热带风暴，04-台风，05-强台风，06-超强台风，07-合计，08-年平均，09-频率(%)

1949~2022 年期间，对汕尾沿岸海域最具影响的热带气旋有 10 个，遮浪海洋站记录的风速均在 33m/s 以上，分别是 6903、7908、8805、9009、9509、2000 年 13 号、2003 年 13 号台风、2013 年 19 号台风、2017 年 13 号台风和 2018 年 22 号台风。

影响汕尾沿岸海域的西太平洋台风，7908 号台风是建国以来登陆广东省台风中较强的一次西太平洋台风，其特点是：风力强、范围广、移速快。1979 年 8 月 2 日 13~14 时，7908 号台风在广东省深圳市沿海登陆，登陆时中心风速达 55m/s，中心气压 940hPa（资料来自上海台风研究所），1979 年 8 月 1 日 24 时~2 日 12 时，汕尾沿岸海域平均风力 12 级以上（遮浪海洋站 1979 年 8 月 2 日实测风速 61m/s，风向东北，汕尾气象站实测阵风风速 60.4m/s），8 级以上大风时间持续 24 个小时，12 级大风时间持续 12 个小时。汕尾港妈屿站出现 3.81 米（当地水尺）暴潮水位，比正常潮位高出 1.78 米，妈屿站最大增水 2.51 米，出现在 1979 年 8 月 2 日 10 时 00 分，汕尾市区大部分街道受浸，水深 0.3~1.0 米，7908 号台风给汕尾沿岸海岛造成重大经济损失和人员伤亡。

9509 号台风是另一个严重影响汕尾沿岸海域的台风（见图 4.1.2-1），其特点是：也是风力强、范围广、破坏力强。1995 年 8 月 31 日 15 时前后，9509 号台风在广东省海丰与惠东县沿海登陆，登陆时遮浪海洋站实测风速 59.7m/s，风向东北，汕尾市 46.0m/s，海丰、惠东县 39.0m/s，惠来 35.0m/s，惠阳 34.0m/s，澄海 31.0m/s。这个台风影响范围之广，破坏力之大，为近年所罕见，台风所到之处输电线被吹断，树木、工棚被毁、沿海海堤被打坏，受 9509 号台风影响，国民经济直接损失 38.62 亿元和重大人员伤亡。

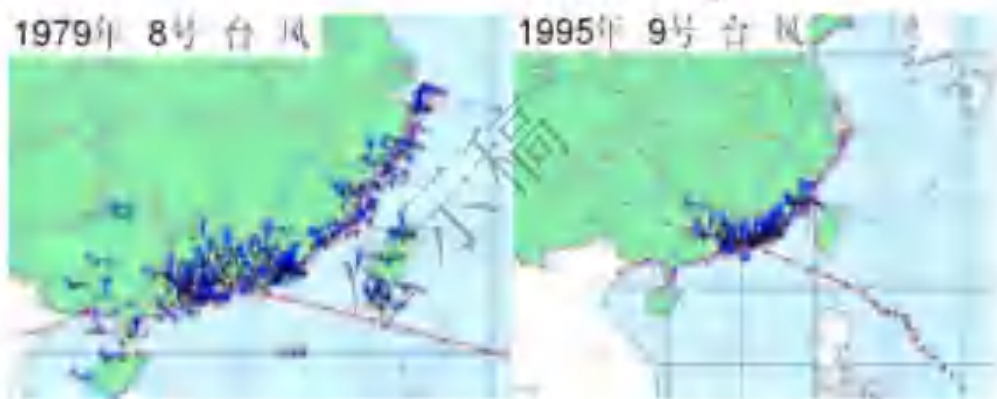


图 4.1.2-1 对汕尾沿岸海域最具影响的热带气旋路径图

二、风暴潮

风暴潮是发生在近岸的一种严重海洋灾害，它是由强风或气压骤变等强烈的天气系统对海面作用导致水位急剧升降的现象，又称风暴增水，常给沿海一带带来危害。影响范围广，突发性强，灾害损失大，且主要危害经济发达的沿海地区。影响工程水域的台风平均每年出现 2 次左右，一般多出现于 7~9 月。

三、大风

由于汕尾沿岸海岛地处南海的北部，1995 年 07 月~2019 年 12 月，一年四季均可出现大风（ ≥ 8 级），大风日数年平均 8.1 天，2008 年出现大风的大风日数最多达 17 天。虽然风能丰富，但大风造成的灾害也是严重的。

四、雷暴

汕尾沿岸海岛，全年各月均有雷暴发生，年际和季节变化明显，雷暴日数主要集中在 4~9 月，汕尾沿岸海岛历年平均发生雷暴 52.9 天。

五、寒潮及低温阴雨

根据《广东省各类主要灾害性天气标准》的规定，单站寒潮指标为：日平均气温在 24h 内下降 8°C 或其以上（或 48h 内下降 10°C 或其以上），同时过程最低气温 $\leq 5^{\circ}\text{C}$ ，寒潮出现后天气回暖到日平均气温 $\geq 12^{\circ}\text{C}$ ，同时极端最低气温 $> 5^{\circ}\text{C}$ ，作为寒潮结束。遮浪海洋站有气象记录以来有寒潮过程记录，发生在 1991 年 12 月 27~31 日，24 小时内日平均气温下降了 10.9°C ，过程最低气温 3.9°C 。汕尾气象站，24 小时内日平均气温下降了 11.8°C ，过程最低气温也是 3.9°C ，其降温幅度和最低温度均达到了寒潮过程的标准。

气象上表征低温阴雨天气有下列标准：（1）日平均气温 $\leq 12^{\circ}\text{C}$ ，连续 3d 或 3d 以上；凡在 2 月 1 日（可上跨）至 4 月 30 日期间，出现的天气过程符合上述

要求,即统计为一次低温阴雨过程。汕尾沿岸海岛的低温阴雨天气出现次数,累年平均低温阴雨过程为0.7次,平均每次过程持续5.7天,最长为17天(1968年2月),最短为3天,最多的年份有3次(1968年),低温阴雨最早为2月1日,最晚为3月3日,有24年没有出现低温阴雨天气,约51%年份会出现低温阴雨天气。汕尾沿岸海岛倒春寒天数最长的是1970年,共计8天。

六、地震

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)、《水运工程抗震设计规范》(JTS146-2012)及《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)(2016年版)附录A,工程区地震动峰值加速度0.1g,地震基本烈度为VII度。设计地震分组为第一组,地震特征周期值为0.35s。

4.1.3 水文

4.1.3.1 流域水文

汕尾市境内集雨面积10 m^2 以上的河流有螺河、螺溪、南北溪、新田水、乌坎河、长山河、水东河、龙潭河、鳌江、赤石河、明热河、黄江河、西坑水、吊贡水、大滚河等15条,其中直流入海的有螺河、乌坎河、鳌江、黄江、赤石河等5条。螺河和黄江河是汕尾市两条大河。螺河自北向南纵贯陆河、陆丰两地,直流入海。螺河和黄江是汕尾市两大河流,螺河发源于莲花山脉三神凸东坡,自北向南纵贯陆河、陆丰两地,流域面积135 m^2 (本市境内132 m^2),全长10km,于海陆丰交界处的烟港汇入南海碣石湾。

黄江发源于莲花山脉上的蜡烛山,流经海丰16个乡镇场,流域面积137 m^2 (本市境内135 m^2),河长6km,在马官盐屿注入红海湾。年均径流19.3 m^3/s ,历史最大洪水流量为350 m^3/s (1957年5月13日),最枯流量为0 m^3/s (1963年5月15日)平均坡降为1.1‰。水力理论蕴藏量为3.19万kW,可开发量为1.7万kW,已开发量为1.1万kW。

品清湖面积约22平方公里,因海湾封闭似湖,是一处有名的自然潟湖,冰后期海水侵入汕尾和沙海花岗岩体之间的低凹处形成的溺谷湾,后因红海湾沿岸大沙堤的发育和向东延伸,而被半封闭为“潟湖”。品清湖水域面积约为23.16 km^2 ,岸线长39.62kmm,是我国大陆最大滨海潟湖,也是亚洲第二大潟湖,鼎盖湖、屿仔岛置身其中,南面是构成汕尾港屏障的著名“海上沙舌”和浩瀚的太平洋。

品清湖自然条件得天独厚，是天然的避风良港、是重要的渔业增养殖区和盐业生产区是汕尾港“生命湖”、有丰富的旅游资源，被誉为汕尾“母亲湖”。



图 4.1.3-1 陆丰市水系图

4.1.3.2 地下水文

根据《陆丰市碣石大桥桥闸重建工程工程地质勘察报告（初步设计阶段）》（深圳市水务规划设计院股份有限公司，2020 年 12 月），勘探深度范围内地下水主要为孔隙潜水及基岩裂隙水。

场地水位受潮水位影响明显，勘察期间测得陆地地下水位埋深 2.5~3.0m，水位高程 0.95m~0.65m，高程基本与海水一致，显示地下水与海水联系较好，地表水与地下水具有水力联系，且可以相互转化。由于直接临近海水，受潮水影响明显，涨潮时海水通过砂层侧向补给地下水，落潮时地下水通过砂层排泄于海内，同时的地表水补给第四纪覆盖下的基岩裂隙水。

4.2 自然资源概况

4.2.1 海岸线资源

根据本项目评价范围与 2022 年广东省政府批复海岸线叠图可知，本项目评

价范围内涉及的岸线类型有人工岸线、自然岸线和其他岸线。

评价范围内涉及的海岸线长度约 41.19km，其中包括自然岸线 28.415km，人工岸线 12.735km，其他岸线 0.04km。

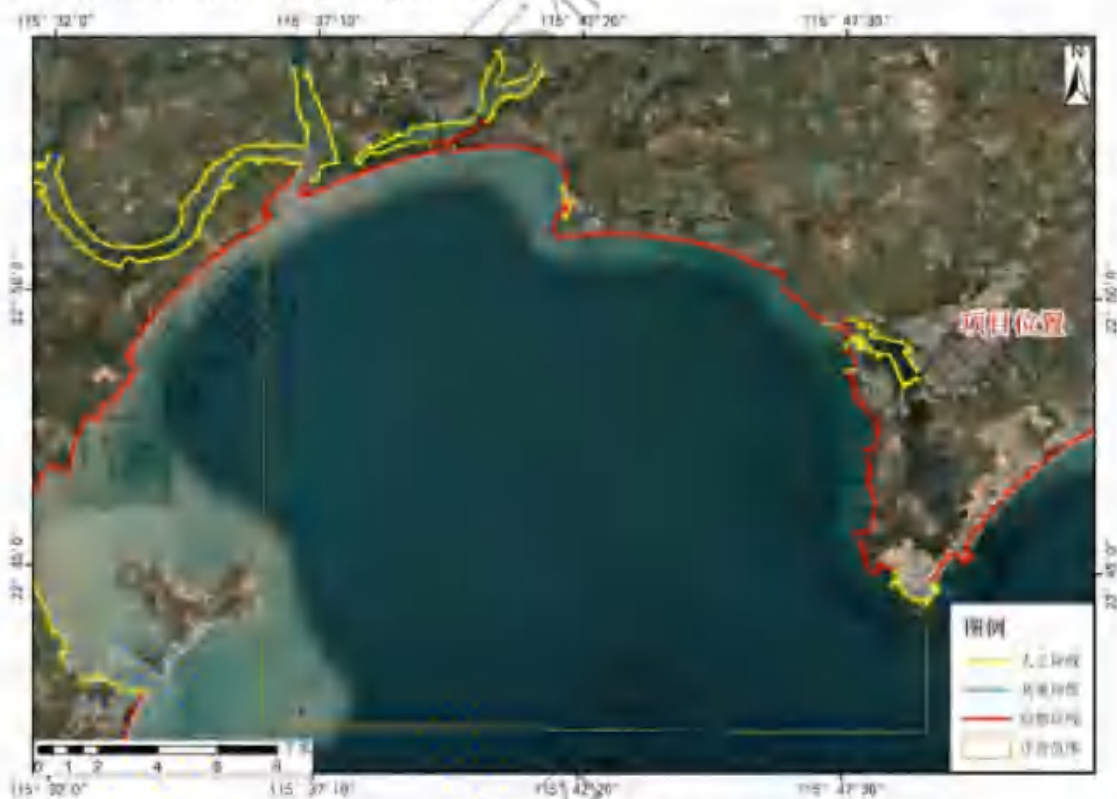


图 4.2.1-1 项目评价范围内的海岸线分布图

4.2.2 港口资源

陆丰海岸曲折，港口众多，主要港口有碣石港、甲子港、湖东港、乌坎港、金厢港。陆丰港区是汕尾港的重点发展港区，主要服务临港工业，以通用散杂货、油气化工运输为主。陆丰港区主要规划有田尾山作业区、湖东甲西作业区、甲子屿作业区、东海岸作业区、碣石作业区及乌坎作业区，共规划约 74 个 500 吨级~15 万吨级泊位，可形成码头岸线 21.1km。

本次评价范围内包括金厢渔港和碣石渔港。

金厢渔港位于陆丰市南端，碣石湾北部，地处金厢镇境内。地理坐标为东经 115°41'49.244"，北纬 22°51'26.217"。该港交通方便，陆路与陆丰市的东海镇、碣石镇相距 15 公里，距甲子镇 45 公里。水路距汕头市 120 海里，距广州市 250 海里，距香港 125 海里。渔港内水域面积约 5.0 万平方米。金厢渔港后勤设施较齐全，但规模小，比较零散，现有冰厂两间，造船厂 3 间，网厂 2 间，加油站 3 处，供水、供电各 1 间，海鲜市场 2 间，海鲜加工厂 30 多间。

碣石渔港位于陆丰市南端，地处粤东碣石湾东岸，毗邻港澳，位于东经 $115^{\circ}47'25''$ ，北纬 $22^{\circ}48'00''\sim 22^{\circ}49'38''$ 之间。南北长约 7km，水域面积约 2.5 平方公里。碣石渔港位于碣石镇区内，渔港配套设施基本齐全，是陆丰市重要的群众渔港之一。粤西、粤东及闽西的渔船长期在碣石渔港生产作业、避风和后期补给。碣石渔港水路交通方便，水路距香港 106 海里，距广州 206 海里，陆路距广州 370 公里，至汕头 142 公里，至深圳 266 公里，至广汕、深汕高速公路口 25 公里，至深厦高铁站 30 公里。项目新建 600HP 渔船泊位 5 个、200HP 渔船泊位 4 个，新建港区连接道路和码头、护岸、导堤等水工建筑物，配套建设港区陆域设施设备，新建项目完成后渔获卸港量可达到 3.4 万吨/年，并满足 600HP 渔船全天候进港，水域能停泊大小渔船 600 艘以上。

4.2.3 航道和锚地资源

(1) 航道

本项目评价范围内的航道有：

碣石港航道：长度为 2.8 海里，水深最浅处为 -5.1m，可航水域最窄处为 60m，泥沙底。

乌坎港航道：航道为人工疏浚航道，自 $22^{\circ}52'26''N/115^{\circ}39'42''E$ 处入口至乌坎码头总长度为 1.13 海里，基准水深 -2.7~ -6.0m，泥沙底。

(2) 锚地

项目区域不涉及规划锚地和现存锚地。本项目评价范围内锚地有 10 号、11 号和 12 号锚地。

10 号锚地为碣石港过驳锚地：

以 $22^{\circ}45'00''N$ ， $115^{\circ}41'02''E$ 为圆心、2 海里为半的水域内，水深 11 米~15 米，底质泥沙，用于船舶候泊、过验、防台。

11 号锚地为碣石港引航、检疫锚地：

以 $22^{\circ}47'00''N$ 、 $115^{\circ}45'02''E$ 为圆心、0.5 海里为半径的水域内，水深 8 米左右，底质泥沙，用于引航检疫、防台。

12 号锚地为乌坎港引航、检疫锚地：

以 $22^{\circ}50'00''N$ 、 $115^{\circ}40'02''E$ 为圆心、0.5 海里为半径的水域内，水深 6 米左右，底质泥沙，用于引航检疫、防台。

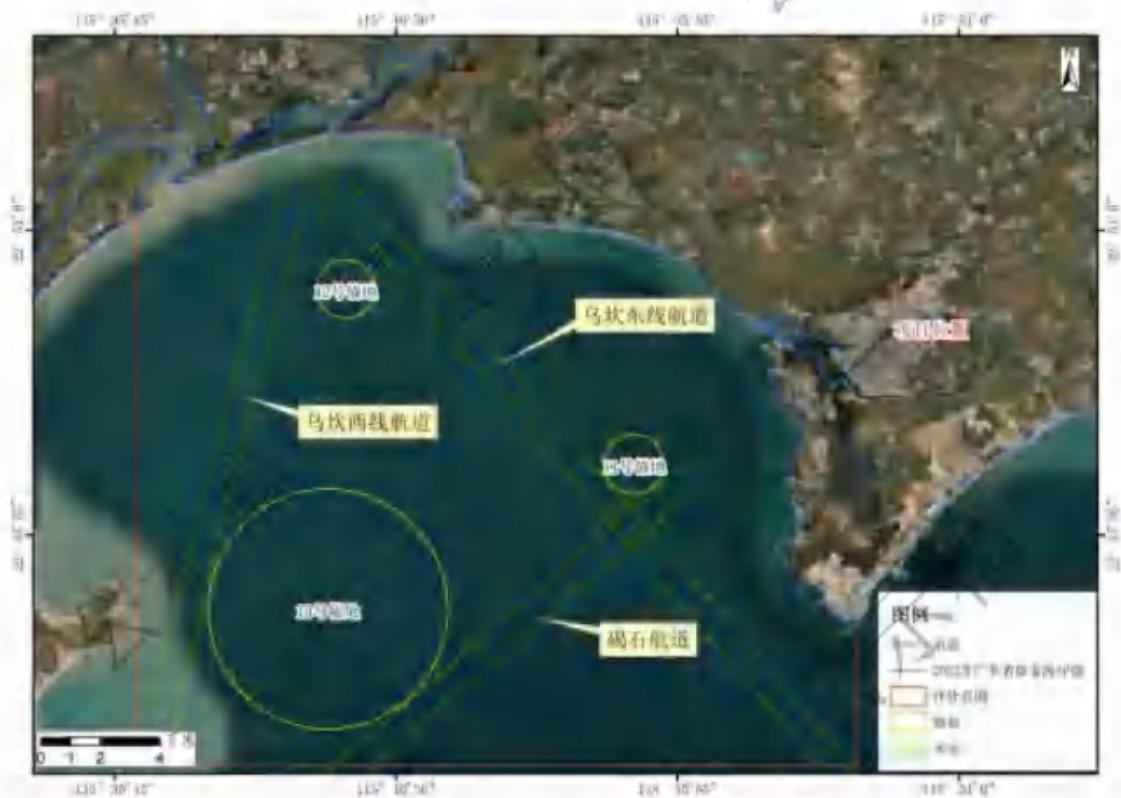


图 4.2.3-1 项目附近航道锚地分布图

4.2.4 矿产资源

根据《汕尾市矿产资源总体规划（2021-2025 年）》，汕尾市处于武夷成矿带，是全国 26 个成矿区带之一，矿产资源比较丰富。目前已发现主要矿产 28 种，累计发现矿产地 69 处。

表 4.2.4-1 汕尾市矿产资源概况（引自《汕尾市矿产资源总体规划（2021-2025 年）》）

分类	矿种	矿产地（矿点）（个）
能源矿产	地热、泥炭	7
金属矿产	铁、钛、铜、铅、锌、钨、锡、钼、金、银、铅等	47
非金属矿产	石英砂、陶瓷土、高岭土、建筑用花岗岩、饰面用花岗岩、建筑用砂岩、砖瓦用砂页岩	11
水气矿产	矿泉水	4

金属矿产有开采价值的主要有锡、铜、钼、铅、锌、铁等，发现了胡坑锡矿、塌山锡矿、长埔锡矿、银瓶山锡矿等中型锡矿床。

非金属矿产开采价值较大的主要有建筑用花岗岩、高岭土、陶瓷土等。建筑用花岗岩分布广、资源丰富，矿产地 28 处，累计查明资源储量 7.19 亿立方米。

在海丰、陆丰、陆河等地发现有结构完整的建筑用花岗岩，经济价值较高。

汕尾市地热、矿泉水资源比较丰富。已发现地热 6 处，允许开采量 2661.33 立方米/日。矿泉水 4 处，允许开采量 499.86 立方米/日。

4.2.5 旅游资源

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

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

4.2.6 岛礁资源

汕尾市濒临南海，海域辽阔，海岸线长，近海岛屿众多。汕尾市海岸线自陆丰与惠来县南海农场交界处至海丰县小漠乌山全长 455.2 公里。据《中国海岛志·广东卷第一册》记载，汕尾市近海海域有岛（礁）311 个，其中有居民岛 2 个，无居民岛（礁）309 个。海岛总面积 79.6 平方公里，岛岸线长 12.82 公里，面积大于或等于 500 平方米的岛（礁）93 个。根据 2005 年版《海丰县志》和 2007 年版《陆丰县志》记载的岛屿名录共有 74 个。其中陆丰县 17 个，具体名称是：甲子屿岛、叠石岛、东白礁岛、大礁母岛、宫仔岛、赤礁东岛、大士岛、羊仔岛、北士岛、渔翁礁、眼礁岛、东桔礁岛、西桔礁岛、刺礁岛、头干岛、白礁岛、黑大礁岛。

汕尾市位于海岛保护区的粤东区，规划范围有 2 个区，分别是红海湾区、甲子湾—碣石湾沿岸区。该区域共有海岛 428 个，其中，有居民海岛 2 个，无居民海岛 424 个，列入国家第一批可开发利用无居民海岛有 2 个。

项目所在的碣石湾岛礁有施公寮岛和金屿。与项目关系示意图见图 4.2.8-1。

施公寮岛：位于本项目西南面约 25.17km，在汕尾市东南 23.4 公里处。位于北纬 22° 44.2′、东经 115° 34.5′ 面积 10.05 平方公里，岸线长 20.78 公里，海拔 12.6 米。相传清乾隆 50 年（1785 年），有施姓人士在此搭寮居住得名。村西

北有清顺治年间（1644-1661 年）苏成和苏利抗清兵营遗址，北有炮台。2002 年 9 月，由广东集华风能有限公司投资 1.38 亿元，建设 25 台风发电机（单机功率 600 千瓦）首台机组开始发电并网投产。2003 年 11 月前，施公寮岛原有海堤连接遮浪。2003 年 12 月因建汕尾电厂，在电厂附近挖开海堤决口一处作为进港航道。2004 年 6 月在进港航道北面建起连岛公路，该岛为新增的有居民岛，2008 年人口约 3000 人。

金屿（又叫神秘岛）：位于本项目西南面约 25.6km，在遮浪半岛施公寮东部，西北距白沙半岛 3.4 公里，岛上约一半面积花岗岩裸露，多洞穴，其他地表层为黄沙粘土，长有杂草、小灌木，植被茂密。岛长 880 米，宽 440 米，最窄处 90 米。位于北纬 $22^{\circ} 46'$ 、东经 $115^{\circ} 36'$ ，面积 0.13 平方公里，岛岸线长 2 470 米。岛西侧是沙滩，岛上最高处海拔 36.7 米。岛北呷湾有小码头 1 座。岛上有一处岩石天然堆成的屋，可供游人休息。



图 4.2.6-1 项目周边岛礁分布示意图

4.2.7 海洋保护区及保护物种

4.2.7.1 汕尾海丰鸟类地方级自然保护区

广东海丰鸟类省级自然保护区于 1998 年 12 月 28 日经省政府批准建立，由

五个分区组成，即公平分区、大湖西分区、大湖东分区、联安围北分区和联安围南分区，同属于黄江河流域，总面积为 11590.5 公顷，保护区主要保护对象为：以黑脸琵鹭、卷羽鹈鹕等为代表的具有国际重要意义珍稀水鸟及其栖息地，复杂多样的滨海湿地生态系，东亚-澳大利亚候鸟迁徙路线上的重要水鸟越冬地和停歇地，列入国际候鸟保护协议、国家重点保护以及珍稀濒危的动植物资源及其栖息环境，候鸟及其栖息地，是中国生物多样性保护的关键性地区之一。保护区广阔的沿海湿地和丰富的淡水湿地，成为亚太地区南中国海迁徙水鸟的重要通道和国际濒危水禽重要的庇护栖息场所。本项目位于保护区大湖东分区东南侧约 17.6km。

保护区物种：

1) 动物：

保护区每年越冬鸟类数量达数万只，主要隶属于 17 目 52 科 243 种，其中属国家 I 级保护鸟类 1 种，国家 II 级保护鸟类 34 种，属省重点保护有 39 种。

保护区罕见鸟类

①紫水鸡：体长 42 厘米，头部和腹部呈灰黑色，背部呈褐色。腰部有一圈白色的羽毛。整个体羽蓝黑色并具紫色及绿色闪光。具一红色的额甲。虹膜为红色；短喙呈明亮的红色，向前额延伸，像一块皮质的盾牌。脚为红色。（大湖和东关联安围分别有一定种群数量，初步估计非繁殖期种群数量超过 100 只。）

②黑脸琵鹭是世界公认的极度濒危鸟类，全身羽毛大体上为白色，有黑嘴和黑色腿、脚，前额、眼眶、眼周至嘴基的裸皮黑色，形成鲜明的「黑脸」，并有生有一个似琵琶或汤匙状的长嘴。全球数量仅余二千多只，在海丰保护区最高记录 98 只，占世界现存总数的 4%。

③卷羽鹈鹕为大型涉禽。全长约 180 厘米。全身灰白色枕部羽毛延长卷曲；喙部下颌一个橘黄色或淡黄色大型皮囊。卷羽鹈鹕是全球易危鸟类，2004 年于越冬海丰保护区数量 22 只。

保护区常见的湿地鸟类：

①翠鸟是国家三有动物，体型矮小，只有麻雀大小，头大身体小嘴壳硬，末端尖锐。体羽主要为亮蓝色。翠鸟是翠鸟科里数量最多、分布最广的鸟类之一。翠鸟常年留居在中国福建、广东。

②小白鹭是省级保护动物，体态纤瘦，乳白色：夏羽的成鸟繁殖时枕部着生两条狭小而软折矛状羽，状若双瓣；脸部分黄绿色，嘴黑色，趾呈角黄绿色。通常简称为白鹭。

③黑嘴鸥被列入国际《濒危物种动物红皮书》。体长 32 厘米左右，成鸟头戴“黑帽”，墨色的嘴巴，浑身玉羽银翎。由于数量稀少，人们对其生活习性了解不多。它们主要栖息于河川、湖泊、沼泽地区。

④黑翅鸢是国家二级保护动物，是小型猛禽，体长 31-34 厘米，中国南方为主要分布地。虹膜为血红色。眼先有黑斑和须毛，前额羽毛为白色，到头顶逐渐变为灰色。羽色特点比较鲜明，容易与其它猛禽相区别。

2) 植物

保护区周边地区的原生植被属亚热带常绿阔叶林和亚热带落叶季雨林。而水陆交接则有天然植被红树林植被和芦苇；其它区内优势草本植物有日照飘拂草、莠狗尾草、芦苇、咸水草、茳芏、雀稗等。

保护区记录有维管植物超过 435 种，其中蕨类植物 16 科 23 属 32 种；裸子植物 2 科 2 属 2 种，被子植物 92 科 285 属 401 种。另有栽培植物 67 种。

常见的红树品种

①桐花树也是常见的红树种类之一，为了适应含盐分较高的水环境能够通过盐腺将体内多余的盐分排出。

②老鼠簕主要分布在红树林的边缘。老鼠簕开的花为紫色，具有极高的观赏价值。

③秋茄是沿海湿地上最常见的植物之一，胚轴如茄子状，这种树在发芽时会长出根，之后会脱落根部插入泥土中，便成长出新的红树了。

④白骨壤果实富含淀粉无毒，可作为人类食物或作猪的饲料，是红树林植被中被作为食物利用得最多最广的一种植物。

3) 重点对象

黑脸琵鹭是世界公认的极度濒危鸟类，2011 年全球同步普查数量达 74 只，最高记录 99 只，约占全球数量的 4%；卷羽鹈鹕是全球易危鸟类，越冬数量最高纪录达 22 只，约占全球数量的 3%；凤头鸊鷉每年越冬数量达 300 多只，约占全球数量的 1.5%；紫水鸡，数量极度稀少，100 多年来广东省内均未能确定，在保护区内每年均能发现 10 多只。2011 年 1 月 10 日，保护区内首次发现 3 只在广

东极为罕见的冬候鸟、国家Ⅱ级保护动物——小天鹅。

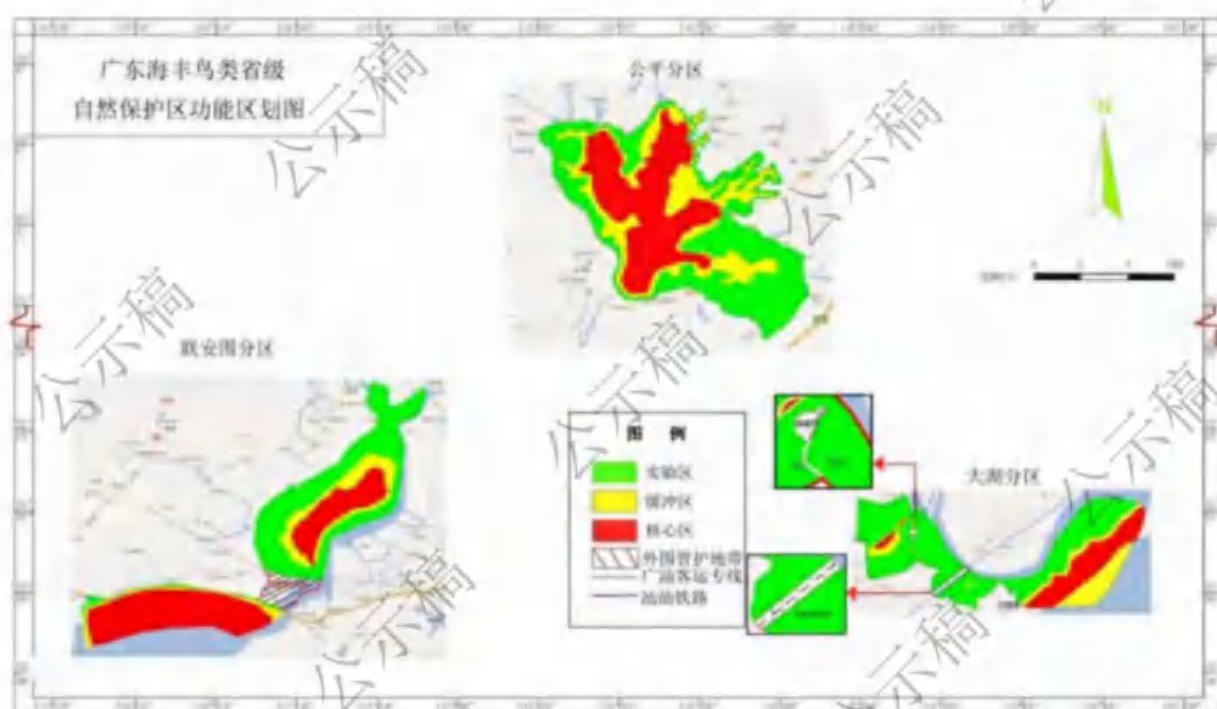


图 4.2.7-1 汕尾海丰鸟类保护区示意图

4.2.7.2 汕尾碣石湾鲷鱼长毛对虾国家级水产种质资源保护区

汕尾碣石湾鲷鱼长毛对虾国家级水产种质资源保护区位于粤东汕尾市碣石湾。保护区总面积 1800hm²，核心区面积 675hm²，实验区面积 1125hm²。保护区具体地理位置为以下四点范围：1) 22°49.14'N, 115°37.38' E; 2) 22°47.22'N, 115°37.38' E ; 3) 22°47.22'N, 115°40.44' E ; 4) 22°49.14'N, 115°40.44' E。主要保护对象为鲷鱼、长毛对虾以及海鳗、赤点石斑、花鲈、三疣梭子蟹、锯缘青蟹等经济渔业种类亲体和幼体。综合保护种类的产卵期和幼体的繁殖期，特别保护期为每年（2~4）月和（10~12）月，一般保护期为每年的 7 月份至翌年 4 月份。保护区位于项目西方向约 15km。

4.2.7.3 碣石湾海马资源市级自然保护区

碣石湾海马资源市级自然保护区位于田尾山以南海域，由汕尾市于 2006 年批准建立。保护区面积约 500hm²，保护对象为斑海马、日本海马和克氏海马等及其栖息环境。保护区位于项目南侧约 18.7km。

克氏海马 (*Hippocampus kelloggi*)，又名线纹海马，也叫黄金海马，是一种近海暖水性鱼类，为国家二级保护鱼类。克氏海马生活在近海海藻丛或珊瑚礁丛常繁茂的地带，喜栖息于海藻丛生、水质清澈的近海海区，游泳方式多样，但游泳能力较差，常靠尾部游泳能力较差，常靠尾部卷在海藻上捕食，用口吸食游近其身体的各种浮游动物和小虾。自然海区海马主要摄食小型甲壳动物，主要有桡足类、蔓足类的藤壶幼体、虾类的幼体及成体、莹虾、糠虾和钩虾等。海马的摄食量与水温、水质密切相关。海马生长对温度的要求为 (10~32) °C，溶氧要求在 4mg/L 以上，盐度的适应范围为 5~32，一般要求比重在 9 以上，如果比重过低则会引起海马的死亡。在适温范围内，水温高，则摄食量大，消化快。水质不良时，摄食量减少，甚至停食。

在正常条件下，海马的日摄食量约占体重的 10%。海马一次摄食量很大，同时耐饥性也很强，从初生苗到成鱼耐饥时间可达 (4~132) 天。克氏海马鱼的繁殖方式也与其他鱼类不同，是由雄性代替雌性来进行养育后代的工作，水温在 20°C 以上时开始繁殖，时间多集中在 (6~9) 月，孵化期 (8~20) 天，在良好的生活条件下，每尾亲鱼一年可繁殖 10 次，每次可产小海马鱼近千尾。小海马生长迅速，数月后可长到亲体大小。克氏海马分布于我国东海和南海 (广东、福建、

台湾等地），在广东沿海的广州、汕头、北海、闸坡以及碣石湾也有分布。

4.2.7.4 红海湾遮浪半岛国家级海洋公园

红海湾遮浪半岛国家级海洋公园总面积 1878 公顷，位于项目西南侧约 27.4km，地理坐标为东经 115°40'-115°64'，北纬 22°62'-22°79'。东临碣石湾，南依红海湾，三面环海。海洋公园内有遮浪港、田寮湖、遮浪南澳半岛，还有四大离岛——神秘岛、龟龄岛、遮浪岩、莱屿岛。海岸线长度为 72km。保护区内约有 85 种浮游植物，76 种浮游动物，217 种底质生物，50 种潮间带生物，10 多种红树林种类，73 种渔业种类以及 20 多种水禽鸟类。红海湾遮浪半岛国家级海洋公园有效地保护红海湾区域及周边海洋生态系统完整性和典型的天然海洋生态景观，保护和改善陆地与海洋生物栖息环境及生物多样性，充分发挥海洋湿地净化海水、吸收污染物、降低海水富营养化程度等功能与作用。

4.2.7.5 遮浪角东海洋生态自然保护区

遮浪角东海洋生态自然保护区位于遮浪角东北部海域，由汕尾市于 2006 年批准建立。保护区面积 810hm²，水深范围在（10~21）m。保护对象为遮浪角东人工鱼礁区的海洋生物资源及其栖息环境。保护区位于项目西南侧约 28.4km。

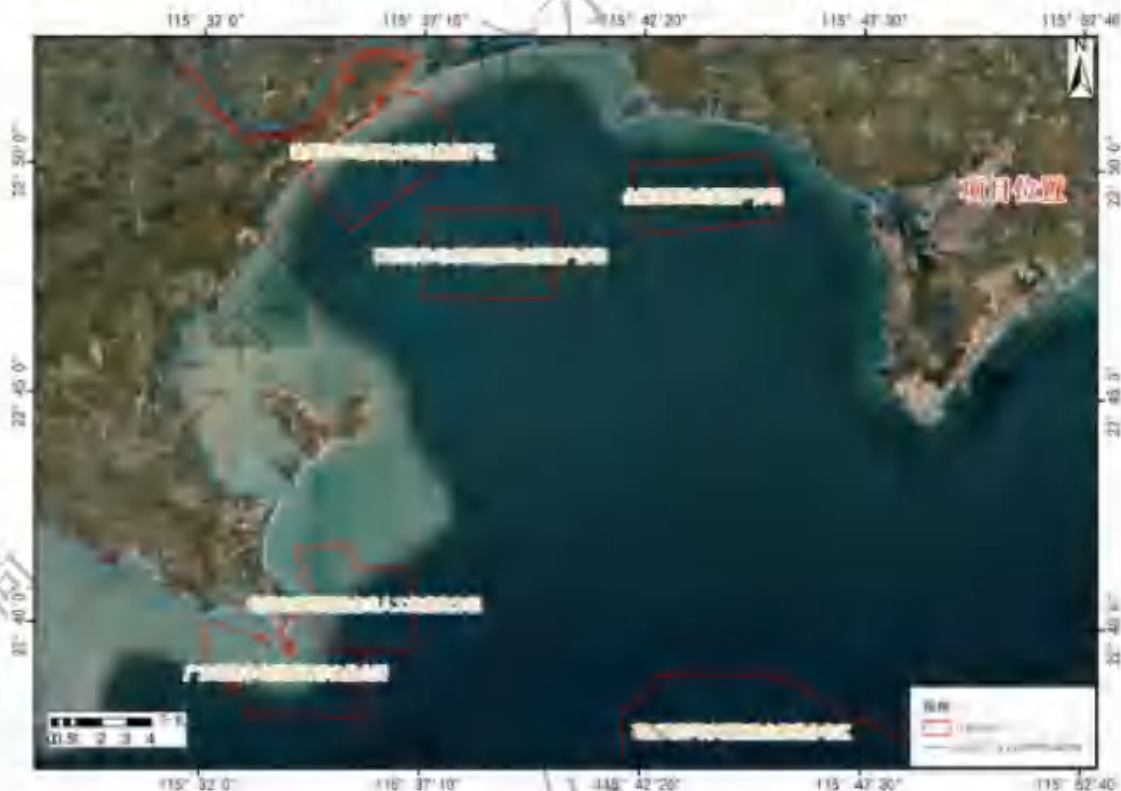


图 4.2.7-2 项目位置与保护区示意图

4.2.8 主要经济物种“三场一通道”

广东沿海的渔业资源虽种类丰富多样，并有广温性种类出现，但大多数主要经济鱼种以地方性种类为主，常见的多是进行近海至沿岸或在一个海湾、河口作较短距离生殖和索饵洄游的群体，大多数中上层和近岸层鱼类有产卵和索饵集群的特征，但不作远距离的洄游，只是随着季节的更替、水系的消长，鱼群由深水处往近岸浅水处往复移动，各种类的分布移动并不一致，因而在大陆架广阔海域可捕到同一种类，地方性特征十分明显。常见栖息于沿岸、浅近海进行索饵、产卵繁殖的种类有赤鼻棱鲷、龙头鱼、银鲳、棘头梅童鱼、前鳞鲷、圆腹鲱、丽叶鲷、裘氏小沙丁鱼、中华小沙丁鱼、鳓、印度鳓、黄鲫、鳗鲡、黄鳍鲷、四指马鲛、六指马鲛、大黄鱼、斜纹大棘鱼、黄姑鱼、叫姑鱼、日本金线鱼、中国鲳、灰鲳等等，其他大多数海水鱼类广泛分布于大陆架海域以内海域，如多齿蛇鲭、花斑蛇鲭、蓝圆鲹、竹筴鱼、短尾大眼鲷、大甲鲷、海鳗、马鲛、刺鲳、带鱼、鲨鱼类等。头足类中除火枪乌贼、田乡枪乌贼、柏氏四盘耳乌贼等分布于沿岸、河口之外，其他大多数分布范围较广，可分布至大陆架海域之内。因此，广东省沿岸海域是主要经济物种的产卵和索饵场。

(1) 南海鱼类产卵场

根据中华人民共和国农业部 2002 年 2 月编制的《中国海洋渔业水域图》，南海鱼类产卵示意图见图 4.2.8-1 和 4.2.8-2。本工程海域不在南海中上层鱼类产卵场内，也不在南海底层、近底层鱼类产卵场内。

(2) 南海北部幼鱼繁育场保护区

南海北部幼鱼繁育场保护区位于南海北部及北部湾沿岸 40m 等深线、17 个基点连线以内水域，保护期为 1-12 月。该保护区的管理要求：保护期内禁止拖网船、拖虾船以及捕捞幼鱼、幼虾为主的作业船只进入本区生产，防止或减少对渔业资源的损害。可见图 2.8.2-3-2.8.2-4，本项目位于南海北部幼鱼繁育场保护区内。

(3) 南海区幼鱼幼虾保护区

《中国海洋渔业水域图（第一批）—南海区渔业水域图（第一批）》，南海幼鱼、幼虾保护区共有 4 处，本项目位于广东省沿岸由粤东的南澳岛至粤西的雷州半岛徐闻县外罗港沿海 20 米水深以内海域的保护区内，保护期为每年的 3 月

1日至5月31日。

(4) 黄花鱼幼鱼保护区

本项目在黄花鱼幼鱼保护区范围内，该处保护区范围为海丰县遮浪横至惠东县平海角 20 米水深以内海域，保护期为每年的 11 月 1 日至翌年 1 月 31 日。

(5) 蓝圆鲹、金色小沙丁鱼幼鱼保护区

本项目在蓝圆鲹、金色小沙丁鱼幼鱼保护区内，保护区范围为珠江口担杆岛至海丰县遮浪横 20m 水深以内海域，保护期为每年的 4 月 15 日至 7 月 15 日。

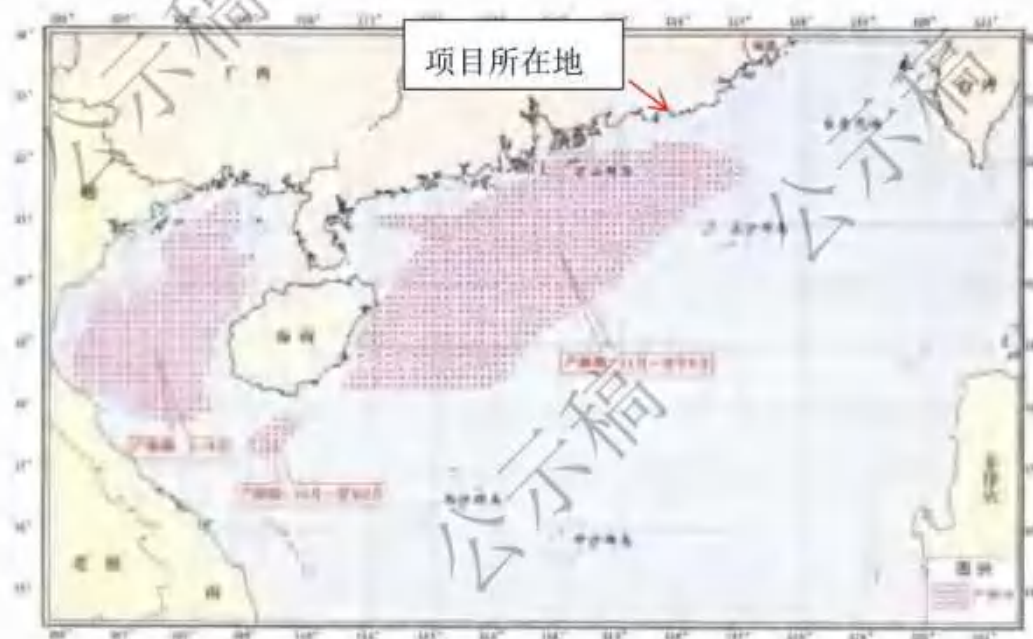


图 4.2.8-1 南海底层、近海层鱼类产卵场示意图

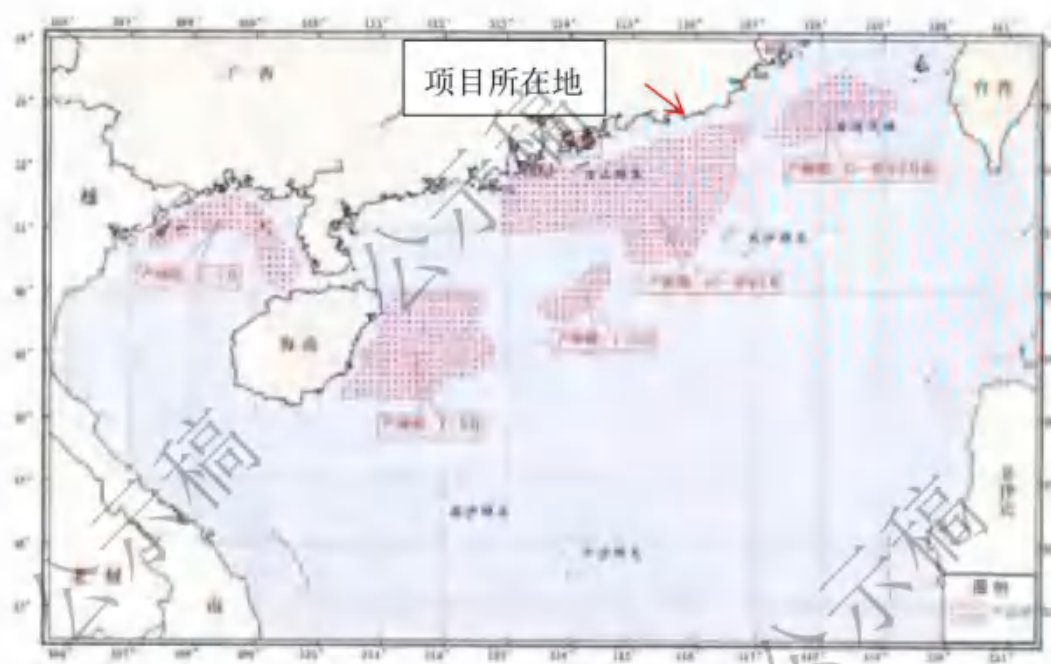


图 4.2.8-2 南海中上层鱼类产卵场示意图



图 4.2.8-3 南海国家级及省级渔业品种保护区分布图

4.3 项目周边海域开发利用现状

4.3.1 社会经济概况

陆丰市地处广东省东南部碣石湾畔，位于东经 115.25°~116.13°、北纬

22.45°~23.09°之间。北面和陆河县、普宁市交界，东与汕尾市华侨管理区及惠来县接壤，西与海丰县和汕尾市城区为邻，南濒南海，全市陆地面积 1687.7 平方千米。

根据陆丰市统计局 2023 年 4 月公布的《2022 年陆丰市国民经济运行统计公报》，陆丰市 2022 年社会经济和社会发展概况如下：

根据汕尾市地区生产总值统一核算结果核定，地区生产总值（GDP）实现 412.24 亿元，同比下降 2.8%，两年平均增长 5.6%。分产业，第一产业实现增加值 83.03 亿元，同比增长 7.4%；第二产业实现增加值 145.26 亿元，同比下降 12.7%；第三产业实现增加值 183.94 亿元，同比增长 1.7%。三次产业比重为：20.1%：32.2%：47.7%。

一、农业生产形势良好，渔业产值稳步增长

1-12 月份，全市农林牧渔业总产值实现 138.02 亿元，同比增长 7.3%。其中，农业产值实现 55.39 亿元，同比增长 4.0%，牧业产值实现 16.60 亿元，同比增长 3.4%。林业产值实现 1.19 亿元，同比增长 9.5%，渔业产值实现 57.24 亿元，同比增长 12.3%，农林牧渔服务业产值实现 7.59 亿元，同比增长 9.2%。

二、服务业逐步恢复，企业收入稳定增长

2022 年，服务业累计总营业收入为 53925.4 万元，同比增长 6.4%。

三、市场销售平稳运行，消费市场经济复苏缓慢

全市住宿和餐饮业经济运行由快速增长转入稳定趋势，运行状态良好。1-12 月，全市住宿业营业额 2.9 亿元，同比增长 7.0%；餐饮业营业额 25.49 亿元，同比下降 1.6%。

四、固定资产投资增速回落，投资结构持续优化

1-12 月份，完成固定资产投资 315.85 亿元，同比增长 0.6%。

4.3.2 海域开发利用现状

通过实地踏勘、遥感影像和收集项目附近资料，本项目周边海域开发现状主要有渔港、人工鱼礁、养殖围塘等。由调查结果可以看出，项目附近的海域开发利用活动主要为养殖区、养殖围塘以及渔港等。项目所在海域海洋开发利用活动见表 4.3.2-1 和图 4.3.2-1。

1. 陆丰海纳金滩海水浴场项目

主要包含“海水浴场”及配套的“临时浮式水上平台”。海水浴场长 300m，宽约 176m；临时浮式水上平台是 T 型结构，采用高分子聚乙烯材料制作的水上浮筒拼接而成，T 型水上平台尺寸为 77m×24m×4m。救生瞭望台采用可移动钢结构成品，均布在海域浴场岸滩。

2. 广东省陆丰金厢南海域国家级海洋牧场示范区人工鱼礁建设项目

本项目在示范区内建设人工鱼礁区 1 座，布设 4 个人工鱼礁群，每个鱼礁群鱼布设礁单体个数为 456 个，共投放鱼礁单体 1824 个，礁型以钢筋混凝土和钢结构预制件为主，适当结合旧船等多种礁材、礁型，成礁体总空方量 49248m³；建设礁区海上警示浮标 4 座，礁区陆地警示牌（标示牌和标示石碑）2 座；建设礁区在线自动监控系统 1 套。

3. 陆丰金厢南人工鱼礁区工程

金厢南人工鱼礁区共建造及投放鱼礁礁体 1301 个，总空方量 41431.5m³。投放的人工鱼礁材料主体结构采用现浇钢筋混凝土，部分礁体内部放置陶瓷罐，礁体类型包括饵料型、繁育型和庇护型鱼礁单体。其中，GDC006 礁体主框架为 3.0m×3.0m×3.0m 的钢筋混凝土框架结构，GDS07 礁体主框架为 3.0m×3.0m×3.5m 的钢筋混凝土框架结构，GDS05 礁体主框架为 3.0m×3.0m×4.0m 的钢筋混凝土框架结构。

4. 养殖围塘

本项目附近陆域分布有养殖围塘，主要为水产养殖。

5. 海上养殖

本项目西侧约 2.75km 分布无证筏式养殖区。

6. 碣石渔港

碣石渔港位于陆丰市南端，地处粤东碣石湾东岸，毗邻港澳，位于东经 115°47'25"，北纬 22°48'00"~22°49'38"之间。南北长约 7km，水域面积约 2.5 平方公里。碣石渔港位于碣石镇区内，渔港配套设施基本齐全，是陆丰市重要的群众渔港之一。粤西、粤东及闽西的渔船长期在碣石渔港生产作业、避风和后期补给。碣石渔港水路交通方便，水路距香港 106 海里，距广州 206 海里，陆路距广州 370 公里，至汕头 142 公里，至深圳 266 公里，至广汕、深汕高速公路口 25 公里，至深厦高铁站 30 公里。

表 4.3.2-1 工程周边海域开发利用现状活动

编号	项目名称	用海类型	用海方式	相对位置和距离	是否确权
1	碣石渔港项目	——	——	相邻	否
2	陆丰海纳金滩海水浴场项目	旅游娱乐用海	浴场、游乐场用海 透水构筑物用海	西北侧约 7.74km	是
3	广东省陆丰金厢南海域 国家级海洋牧场示范区 人工鱼礁建设项目	渔业用海 中的人工 鱼礁用海 和开放式 养殖用海	透水构筑物用海和开 放式养殖用海	西侧约 9.43km	是
4	陆丰金厢南人工鱼礁区 工程	渔业用海 中的人工 鱼礁用海	透水构筑物用海	西侧约 6.73km	是
5	养殖围塘	——	——	西南侧约 160m	否
6	陆丰市茂潮种养专业合 作社养殖区项目	渔业用海	开放式养殖用海	西侧约 4.88km	是
7	无证养殖	——	——	西侧约 2.75km	否
8	陆丰市碣石德顺养殖场 海上养殖项目	渔业用海	开放式养殖用海	西侧约 6.55km	是

图 4.3.2-1 海域开发利用现状图

4.3.3 海域使用权属现状

本项目周边已确权的用海项目[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]。上述项目与本项目用海均无权属冲突。

本工程附近海域内的权属现状见图 4.3.3-1、权属信息见表 4.3.3-1。

表 4.3.3-1 项目所在海域权属分布表

序号	项目名称	使用权人	与本工程的位置关系	用海面积 (公顷)	用海 类型	用海 方式	用海 时限
1	■■■■■	■■■■■	西北侧约 7.74km	5.5726	旅游娱乐用海	开放式用海、透水 构筑物用海	25 年
2	■■■■■	■■■■■	西侧约 9.43km	44.7814	渔业用海中的人工 鱼礁用海和开放式 养殖用海	透水构筑物用海、 开放式养殖用海	40 年
3	■■■■■	■■■■■	西侧约 6.73km	392	渔业用海中的人工 鱼礁用海	透水构筑物用海	40 年
4	■■■■■	■■■■■	西侧约 4.88km	45	渔业用海	开放式养殖用海	15 年
5	■■■■■	■	西侧约 6.55km	45.0712	渔业用海	开放式养殖用海	15 年

图 4.3.3-1 海域使用权属现状图

5 环境质量现状调查与评价

5.1 大气环境质量现状监测和评价

5.1.1 空气质量达标区判定情况

根据《环境影响评价技术导则大气环境》(HJ2.2-2018)的要求,本次区域达标分析采用与本项目地理位置邻近,地形、气候条件相近的环境空气质量城市点年度监测数据。

根据《2022年汕尾市生态环境状况公报》(来源:链接:http://www.shanwei.gov.cn/swssthjj/gkmlpt/content/0/894/mpost_894916.html#1147,汕尾市生态环境局官网),区域环境空气质量现状如下:

2022年,汕尾市区空气二氧化硫(SO_2)年均浓度为7微克/立方米,同比下降1微克/立方米(-12.5%),达到国家一级标准;二氧化氮(NO_2)年均浓度为8微克/立方米,同比下降3微克/立方米(-27.3%),达到国家一级标准;可吸入颗粒物(PM_{10})年均浓度为27微克/立方米,同比下降5微克/立方米(-15.6%),达到国家一级标准;细颗粒物($\text{PM}_{2.5}$)年均浓度为15微克/立方米,同比下降3微克/立方米(-16.7%),均达到国家一级标准;臭氧日最大8小时均值(O_3 -8h)第90百分位数平均值为134微克/立方米,同比下降4微克/立方米(-2.9%),达到国家二级标准;一氧化碳(CO)第95百分位数平均值为0.8毫克/立方米,与去年持平,达到国家一级标准。

综上所述,项目所在区域为环境空气达标区。

5.1.2 空气质量达标天数比例

按照环境空气质量标准(GB3095-2012),市区空气质量优良天数354天,其中优219天,良135天。空气质量达到二级以上天数比例平均为97.0%,较去年下降0.3%。环境空气质量综合指数2.18,较去年下降0.26(越低越优),全省排名第一。我市在全国有监测的338个地级以上市中排名第25位,比2021年前进了一名。综上,项目所在区域环境空气质量良好,满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)及2018年修改单中的二级标准。

5.2 噪声环境质量现状监测

根据《2022 年汕尾市生态环境状况公报》（来源：链接：http://www.shanwei.gov.cn/swssthjj/gkmlpt/content/0/894/mpost_894916.html#1147，汕尾市生态环境局官网）。

2022 年度，5 个功能区噪声监测点位噪声监测结果：1 类声功能区噪声昼、夜间均值分别为 53.5 分贝、44.3 分贝，2 类声功能区噪声昼、夜间均值分别为 56.3 分贝、48.2 分贝，3 类声功能区噪声昼、夜间均值为 61.5 分贝、51.8 分贝，4 类声功能区 1#噪声昼间均值为 68.0 分贝，4 类声功能区 2#噪声昼间均值为 68.6 分贝均达到国家规定标准；未达到标准的是 4 类声功能区 1#噪声夜间均值 57.2 分贝，超标 2.2 分贝，4 类声功能区 2#噪声夜间均值为 59.1 分贝，超标 4.1 分贝。

2022 年度交通噪声昼间均值为 68.9 分贝，达到国家规定标准，与去年相比持平。

5.3 海洋环境现状调查与评价

5.3.1 海洋水文动力环境现状调查与评价

本节内容引用《陆丰市渔港冬季水文观测海洋水文动力环境观测报告》（2023.04）。

5.3.1.1 调查站位

在 C1、C2 和 C3 站位分别布放 1 台潮位仪进行潮位观测。海流、悬沙、海水温度、盐度和气象要素测量也在该大潮期间进行。

根据技术要求，本次观测海域在陆丰海域，在设置 3 个临时潮位站，6 个水文泥沙、温度、盐度观测站。具体位置如表 5.3.1-1、图 5.3.1-1 所示。

潮位观测每 5min 采集一次数据，水位读至 0.01m。潮位观测时间涵盖整个海流、悬沙调查和温盐调查过程。

海流、悬沙和温盐分层调查根据实际水深情况进行分层施测，本次调查各站位海流均采用 3 点法测量（表层、中层、底层），悬沙观测也采用 3 点法测量，温度采用自容式温度压力记录仪测定，盐度采用盐度计测量。



图 5.3.1-1 陆丰海域潮位、海流、温盐和悬沙测量站点位置

表 5.3.1-1 陆丰海域测量站点站位一览表

性质	编号	东经	北纬	水深（米）	测量内容
潮位站				9.6	潮位
				8.5	
				2.4	
水文站				7.7	各分层流速、流向、含沙量、温度、盐度和气象（S2、S5）
				10.3	
				10.8	
				13.0	
				8.4	
				19.8	

5.3.1.2 潮汐

(1) 潮位曲线

根据技术要求，本次在工程海区域设置 3 个临时潮位站，位于 C1、C2 和 C3 站位，进行与海流观测同步的潮位观测，观测使用仪器为潮位仪，观测频次为每 10min 一次。计算分析可得潮位曲线如图 5.3.1-2~图 5.3.1-4 所示。

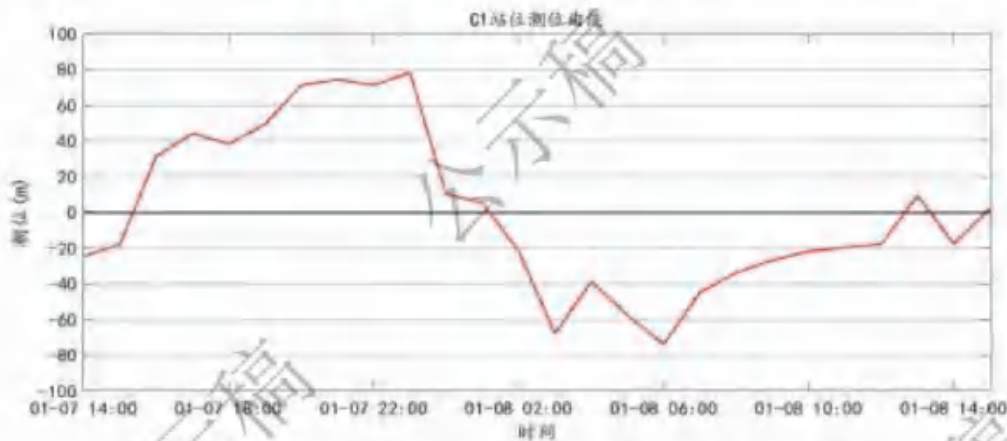


图 5.3.1-2 C1 站观测期间水位过程线（基于观测期间计算的平均海平面）

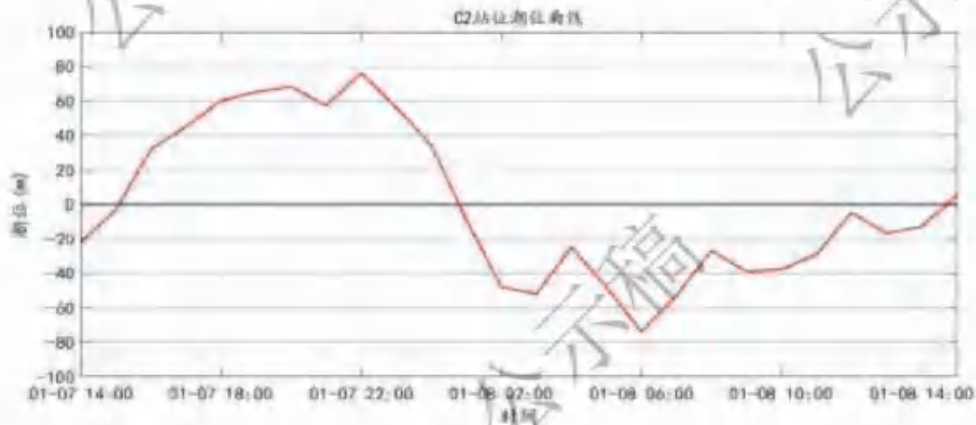


图 5.3.1-3 C2 站观测期间水位过程线（基于观测期间计算的平均海平面）

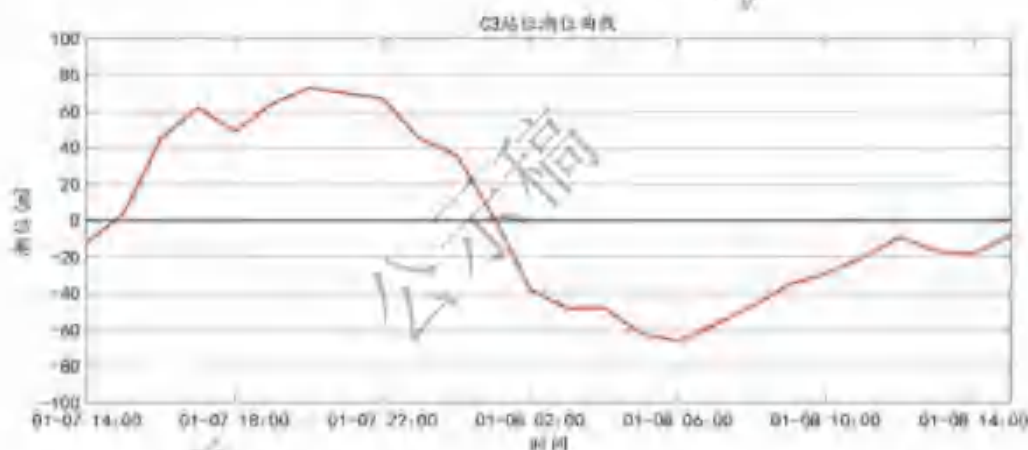


图 5.3.1-4 C3 站观测期间水位过程线（基于观测期间计算的平均海平面）

(2) 潮汐特征值

根据对潮位测站 C1、C2 和 C3 站 2023 年 1 月 7 日 14:00 至 2023 年 1 月 8 日 15:00 的潮位数据进行特征值统计，其中 C1 站位最高潮位为 78.2cm，最低潮位为 -73.8cm，最大潮差为 103cm，最小潮差为 83cm，平均潮差为 93cm；C2 站位最高潮位为 76.2cm，最低潮位为 -73.8cm，最大潮差为 98cm，最小潮差为 69cm，平均潮差为 84cm；C3 站位最高潮位为 72.9cm，最低潮位为 -66.1cm，最大潮差为 85cm，最小潮差为 57cm，平均潮差为 71cm。

5.3.1.3 潮流

(1) 潮流基本特征

从各站实测海流资料中，摘取了大潮期间各站各层及各站垂线平均的涨、落潮流向平均流速、流向和涨、落潮流的最大流速、流向，如表 5.3.1-2 所示。

可以看出，S1-S6 测站实测海流表现为往复性流动，S1-S4 站位海流主流向均为偏 W 为涨潮流向，偏 E 向为落潮流向，S5 和 S6 站位海流主流向均为偏 N 为涨潮流向，偏 S 向为落潮流向。涨、落潮统计方法，以流向转流时刻作为涨落潮的划分标准。

1) 涨、落潮流平均流速、流向

以下讨论的均为垂线平均的涨、落潮流平均流速。由表 5.3.1-2 可知，本次观测期间，S1 站涨潮流平均流速最大为 10.5cm/s，出现在表层，流向为 294°，落潮流平均流速最大为 9.3cm/s，出现在表层，流向为 98°；S2 站涨潮流平均流速最大为 9.5cm/s，出现在表层，流向为 299°，落潮流平均流速最大为 8.9cm/s，出现在中层，流向为 110°；S3 站涨潮流平均流速最大为 9.7cm/s，出现在表层，

流向为 309° ，落潮流平均流速最大为 8.9cm/s ，出现在中层，流向为 110° ；S4 站涨潮流平均流速最大为 11.4cm/s ，出现在中层，流向为 216° ，落潮流平均流速最大为 16.0cm/s ，出现在表层，流向为 146° ；S5 站涨潮流平均流速最大为 20.4cm/s ，出现在表层，流向为 329° ，落潮流平均流速最大为 16.2cm/s ，出现在中层，流向为 171° ；S6 站涨潮流平均流速最大为 17.6cm/s ，出现在中层，流向为 350° ，落潮流平均流速最大为 19.2cm/s ，出现在中层，流向为 182° 。

2) 最大涨、落潮流流速、流向

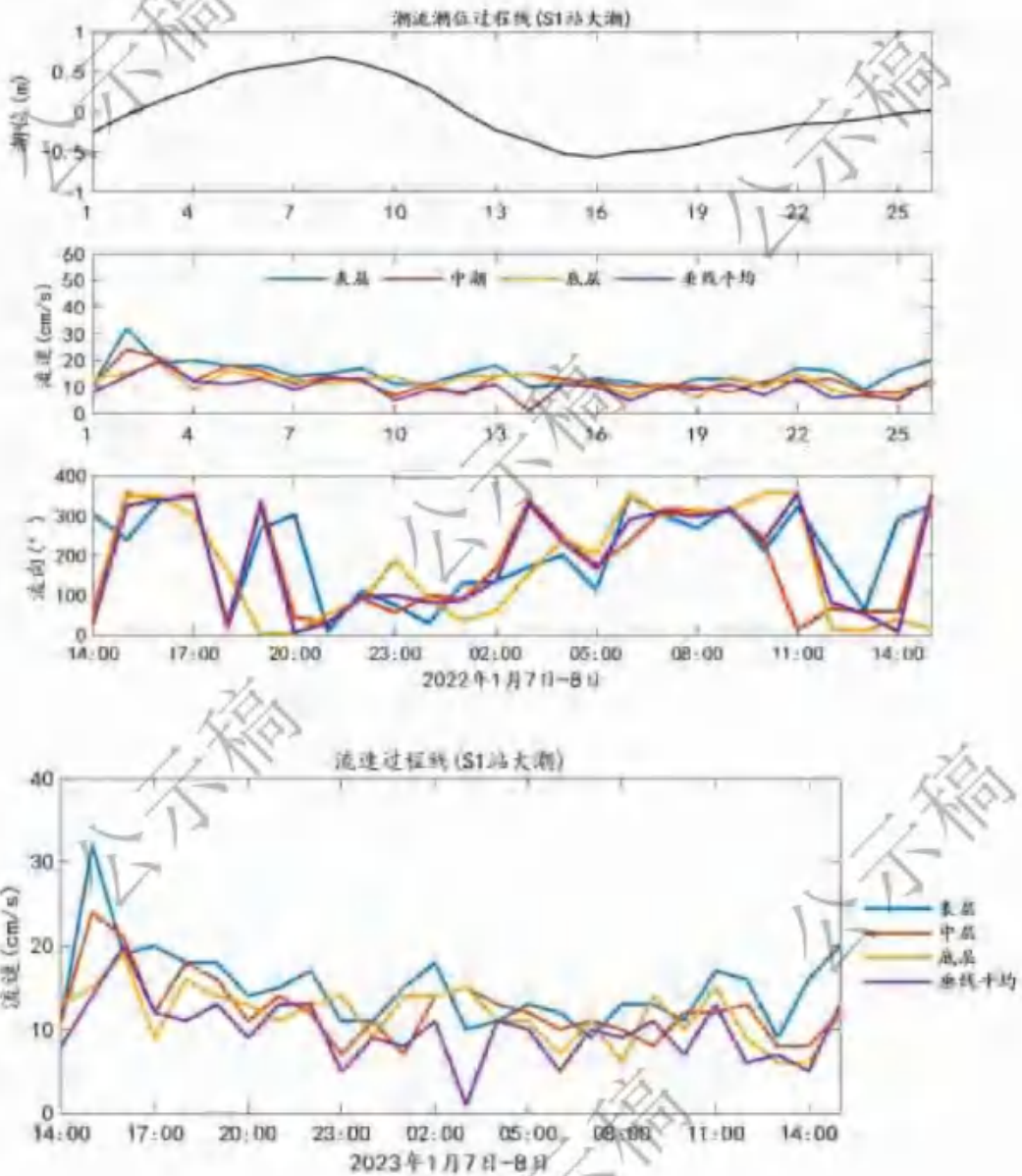
由表 5.3.1-2 可以看出，本次观测期间，最大涨落潮流均出现在 S5 站，其中涨潮流最大流速最大为 37.0cm/s ，出现在表层，流向为 335° ，落潮流最大流速最大为 32.0cm/s ，出现在表层，流向为 139° 。

表 5.3.1-2 各站实测涨、落潮流平均及最大流速 V (cm/s) 流向 ($^{\circ}$)

站 位	层次 项目	平均流速				最大流速			
		涨潮流		落潮流		涨潮流		落潮流	
		流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向
S1	表层	10.5	294	9.3	98	32	241	18	18
	中层	10.2	324	7.8	65	24	358	18	18
	底层	8.3	324	7.4	66	19	350	16	162
	垂线平均	8.9	322	6.7	79	20	341	13	31
S2	表层	9.5	299	7.2	95	25	339	18	125
	中层	8.8	322	8.9	110	21	350	20	121
	底层	9.4	332	7.9	108	24	334	18	129
	垂线平均	9.1	320	7.2	112	19	342	17	133
S3	表层	9.7	309	7.1	99	25	339	18	125
	中层	8.8	322	8.9	110	21	352	20	121
	底层	9.2	333	8.6	113	24	342	18	129
	垂线平均	9.0	326	7.7	119	19	344	17	133
S4	表层	10.1	301	12.4	123	18	313	23	23
	中层	11.4	216	13.0	136	22	192	36	134
	底层	9.1	295	16.0	146	23	208	35	156
	垂线平均	5.0	230	11.9	143	10	200	28	144
S5	表层	20.4	329	15.9	173	37	335	32	139
	中层	16.6	347	16.2	171	33	19	30	170
	底层	18.4	342	15.8	171	30	343	34	206
	垂线平均	7.8	340	8.5	182	26	322	22	182
S6	表层	16.4	345	18.2	189	24	340	32	185

层次 站 位	项目	平均流速				最大流速			
		涨潮流		落潮流		涨潮流		落潮流	
		流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向
	中层	17.6	350	19.2	182	27	19	32	176
	底层	14.8	349	15.4	176	22	357	29	194
	垂线平均	12.0	342	14.9	180	20	349	26	169

对各站各层次实测海流资料进行分析,绘制流速流向过程曲线,见图 5.3.1-5~图 5.3.1-10。



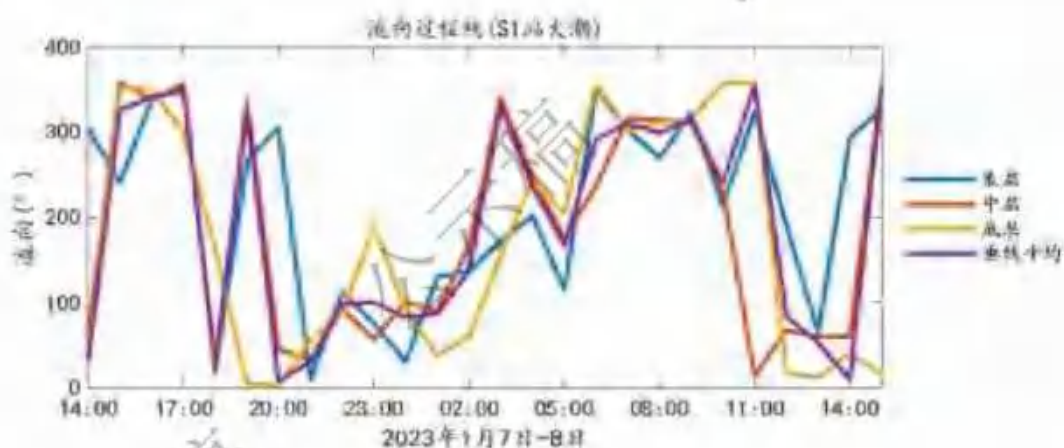
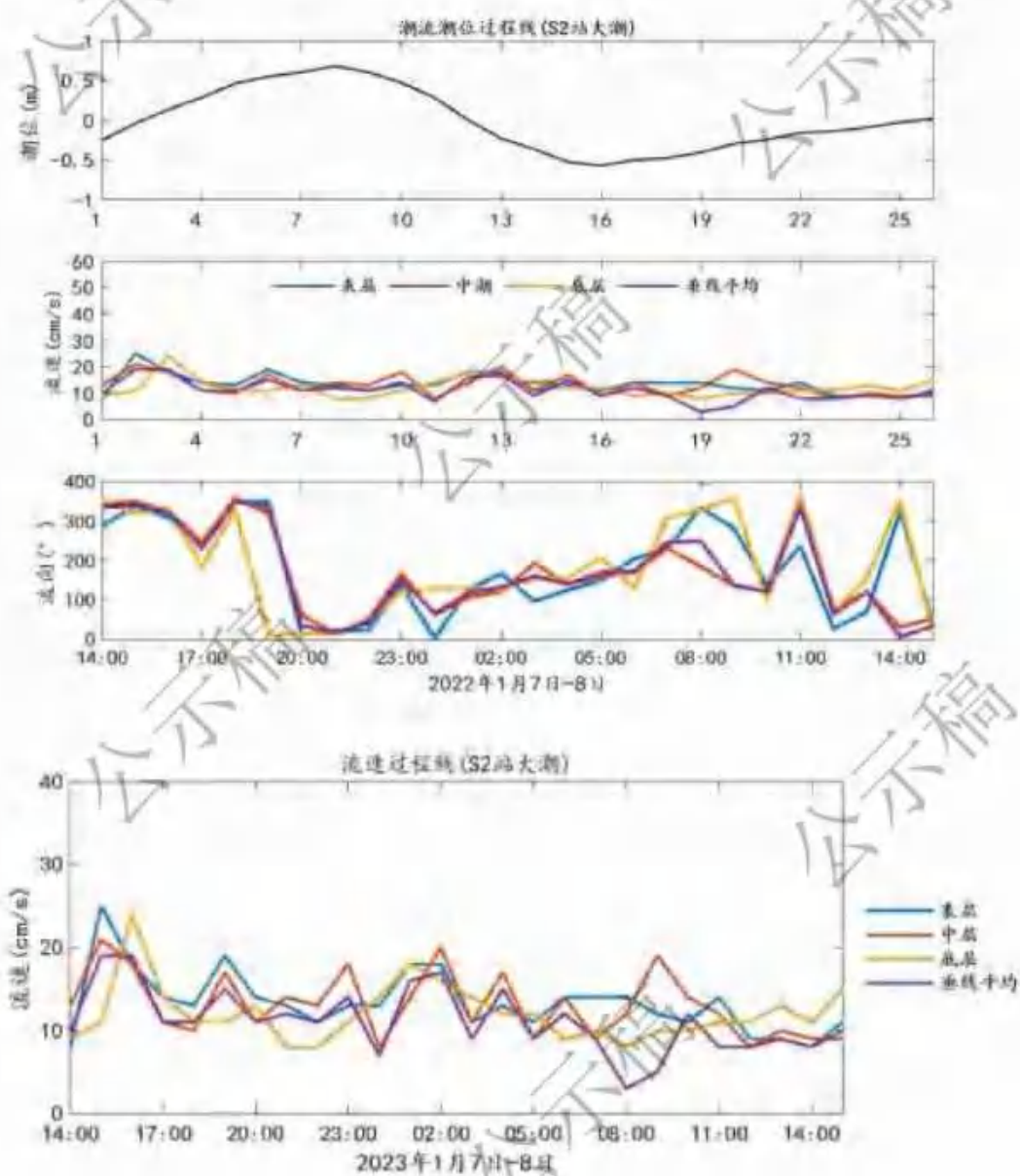


图 5.3.1-5 S1 站流速流向过程曲线



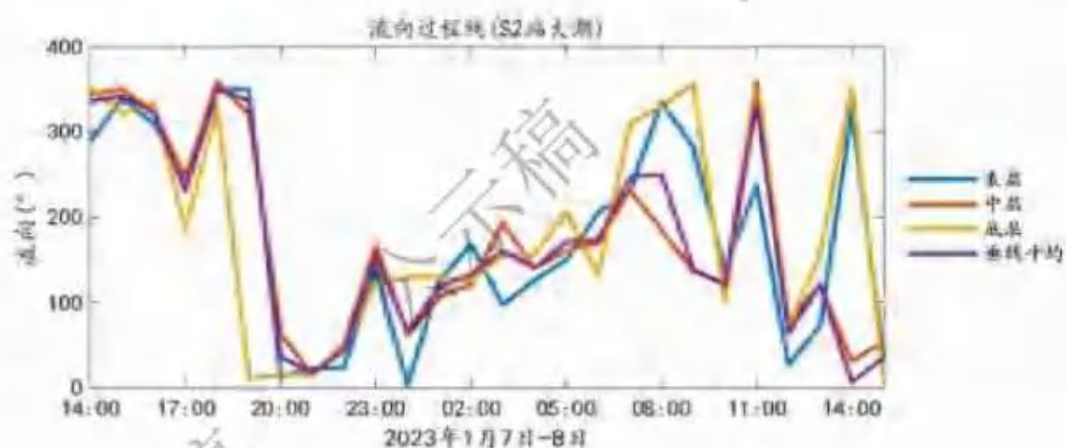
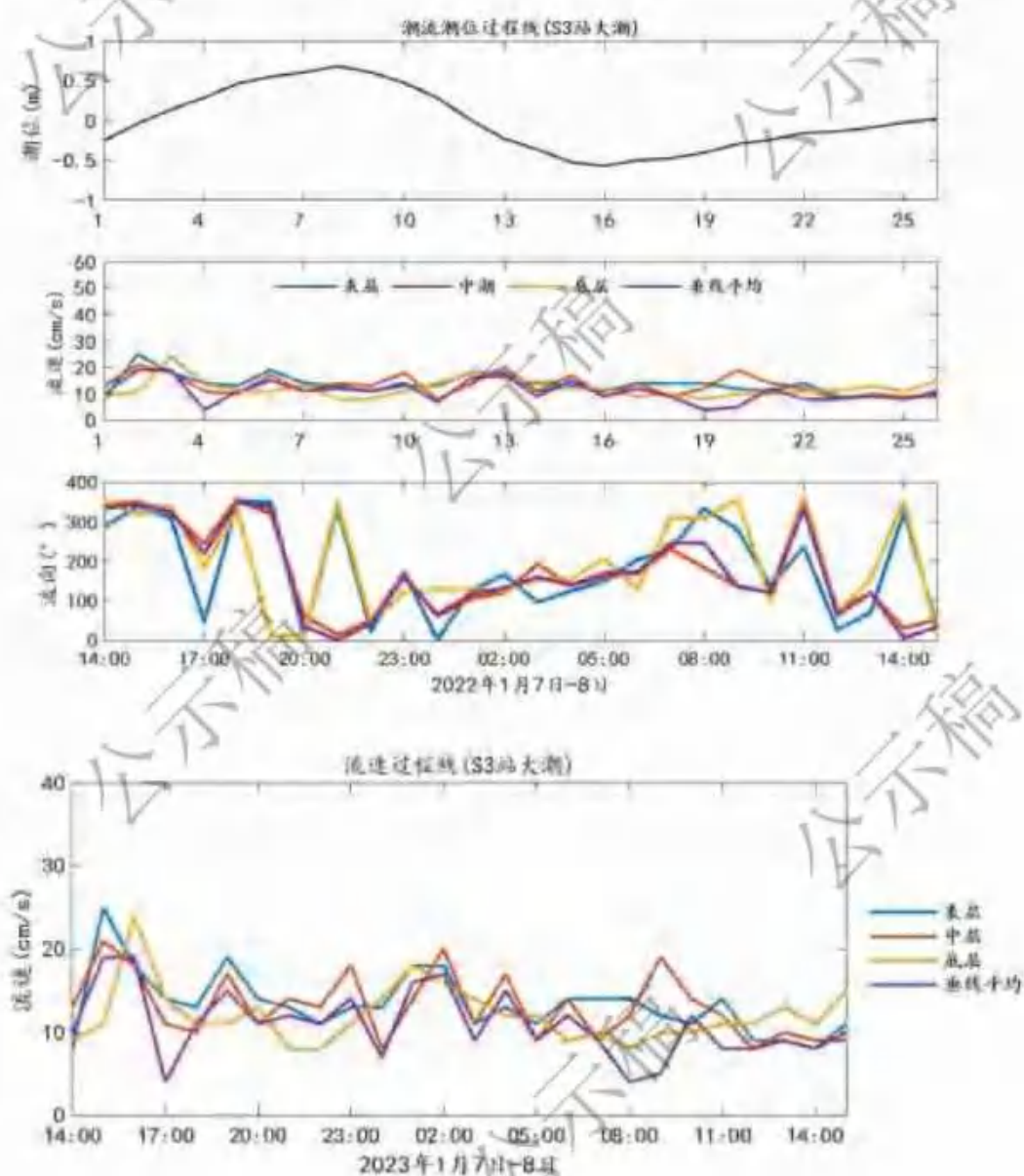


图 5.3.1-6 S2 站流速流向过程曲线



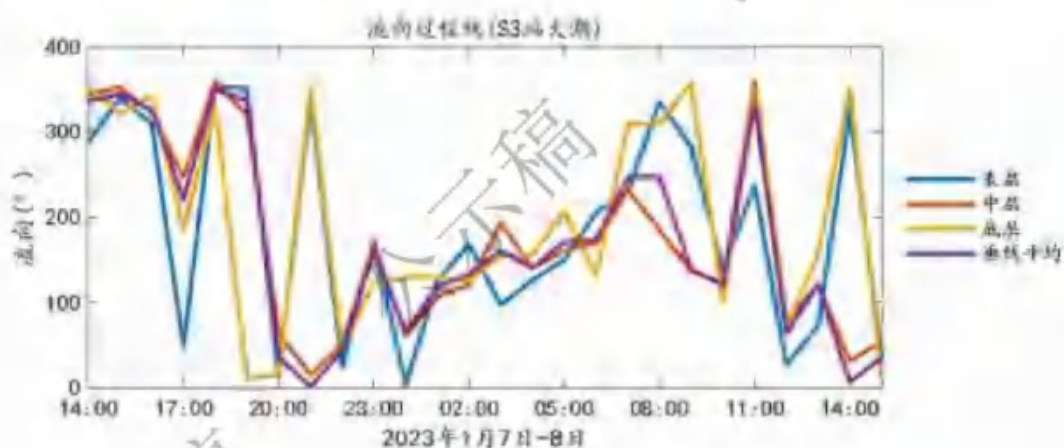
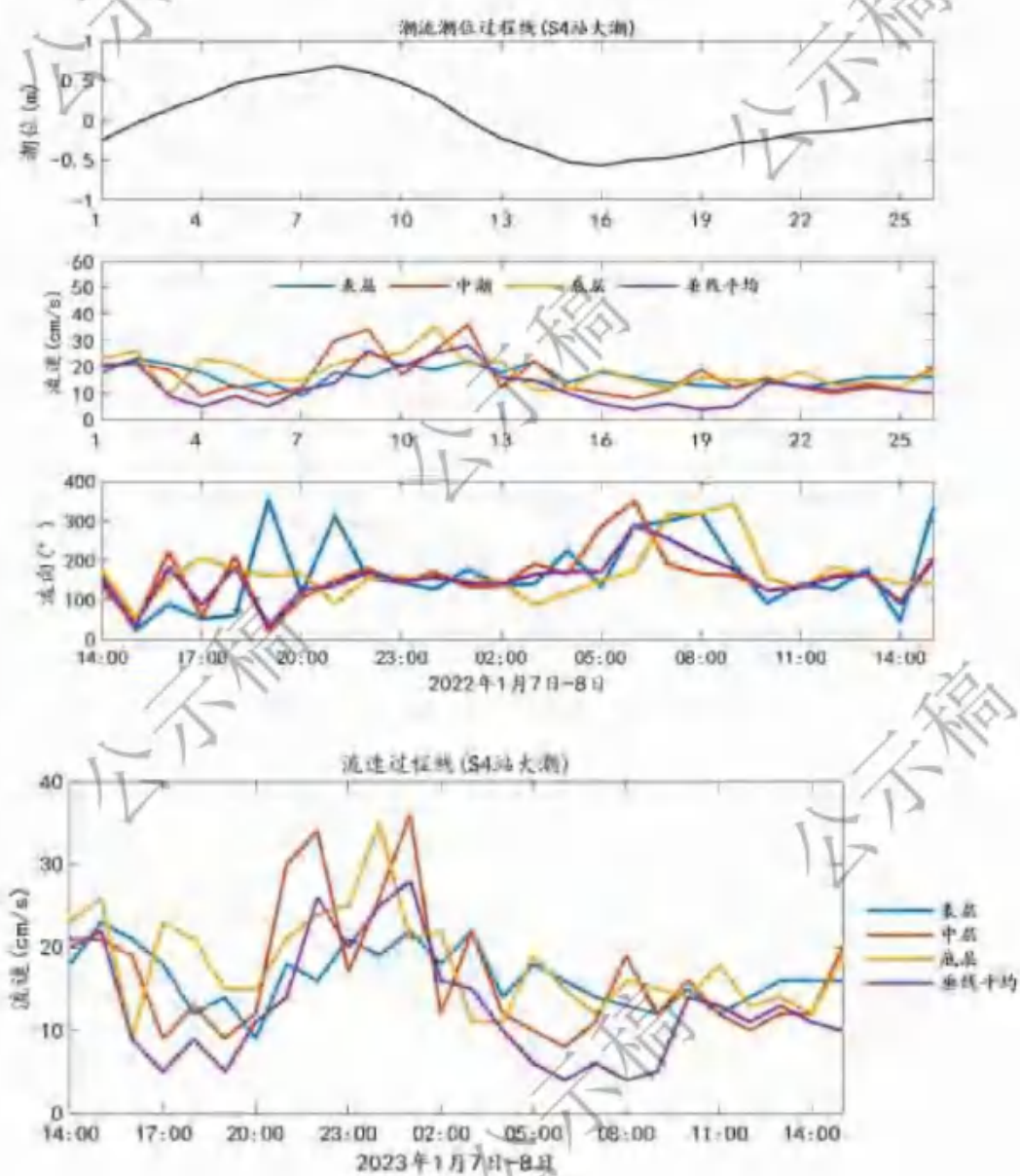


图 5.3.1-7 S3 站流速流向过程曲线



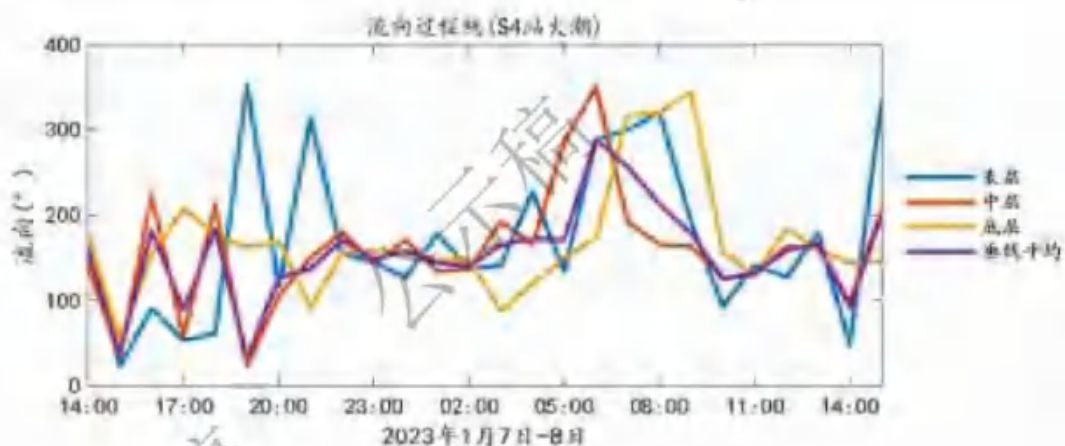
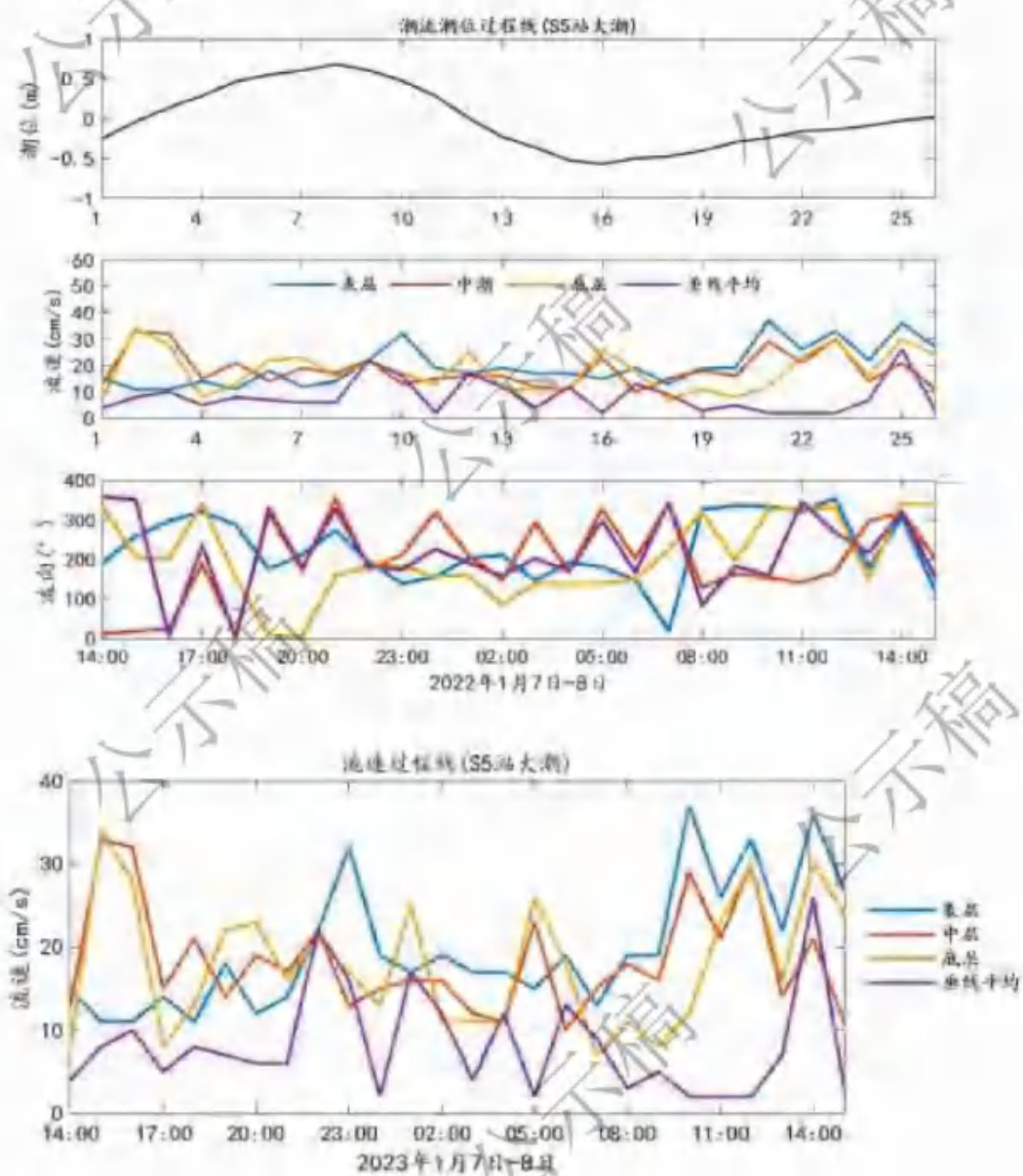


图 5.3.1-8 S4 站流速流向过程曲线



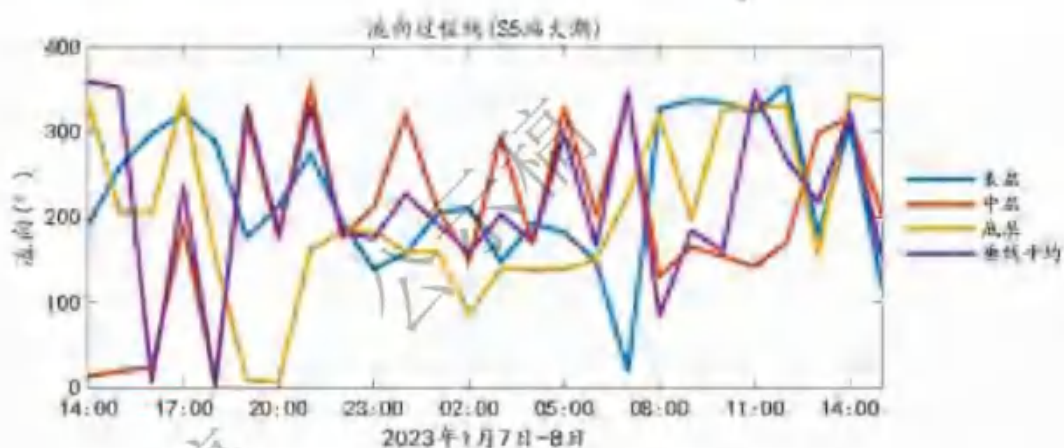
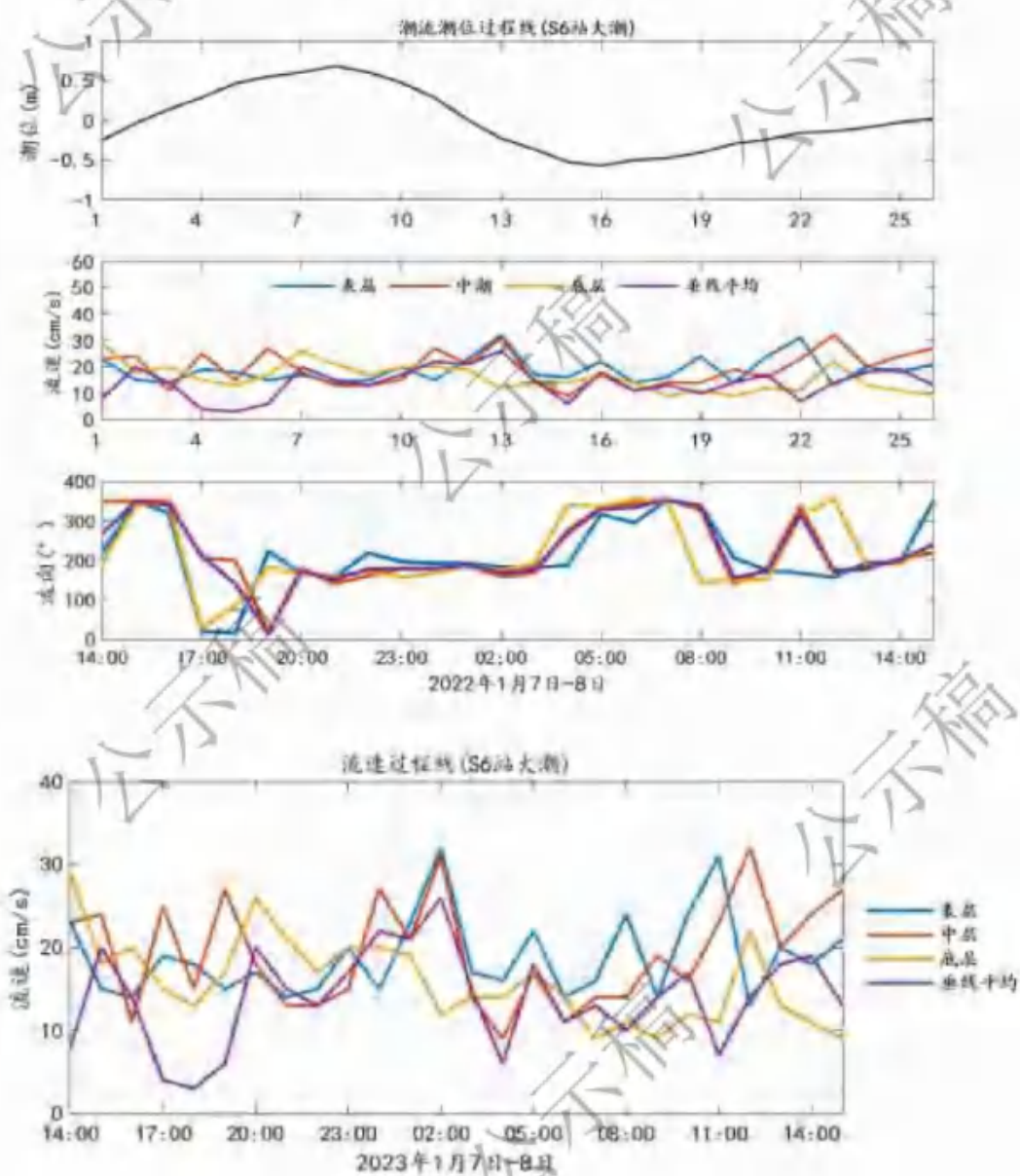


图 5.3.1-9 S5 站流速流向过程曲线



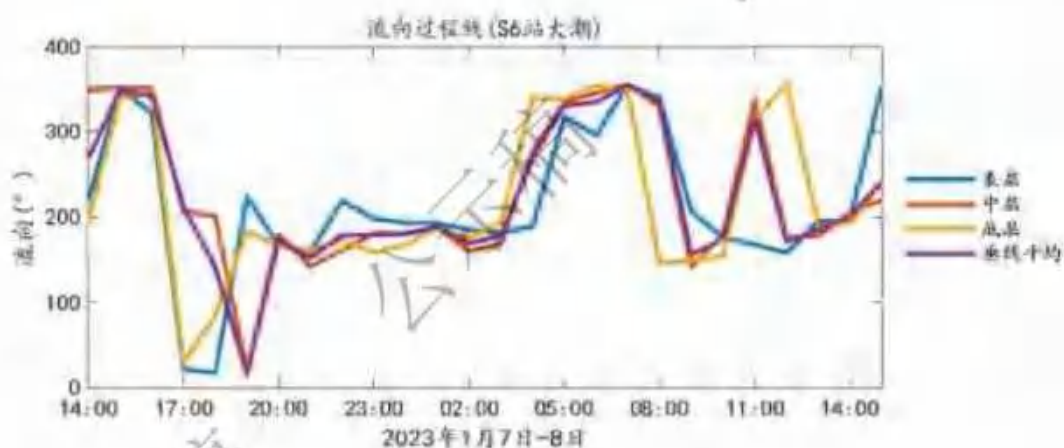


图 5.3.1-10 S6 站流速流向过程曲线

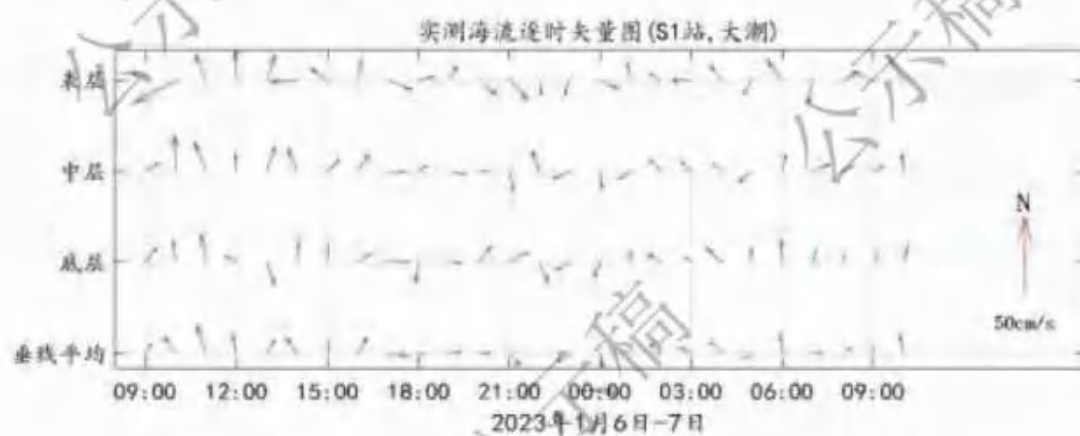


图 5.3.1-11 S1 站各层次逐时潮流矢量图

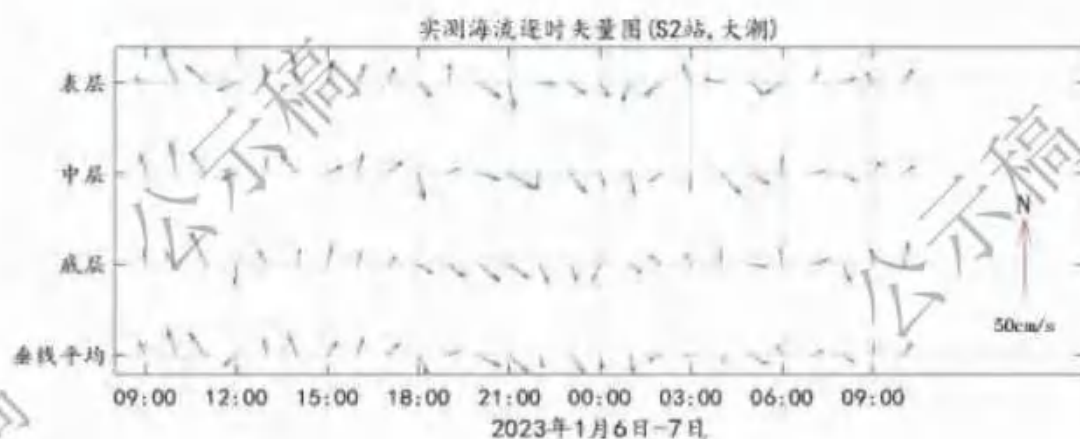


图 5.3.1-12 S2 站各层次逐时潮流矢量图

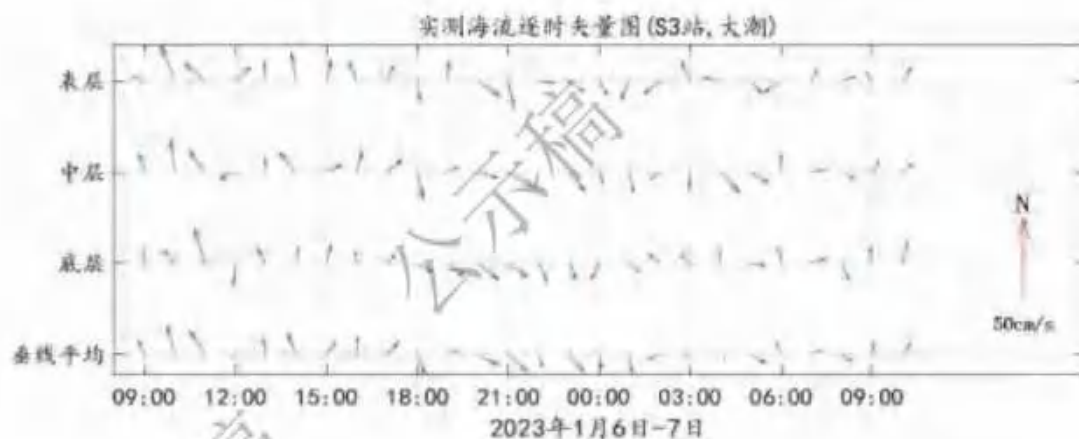


图 5.3.1-13 S3 站各层次逐时潮流矢量图

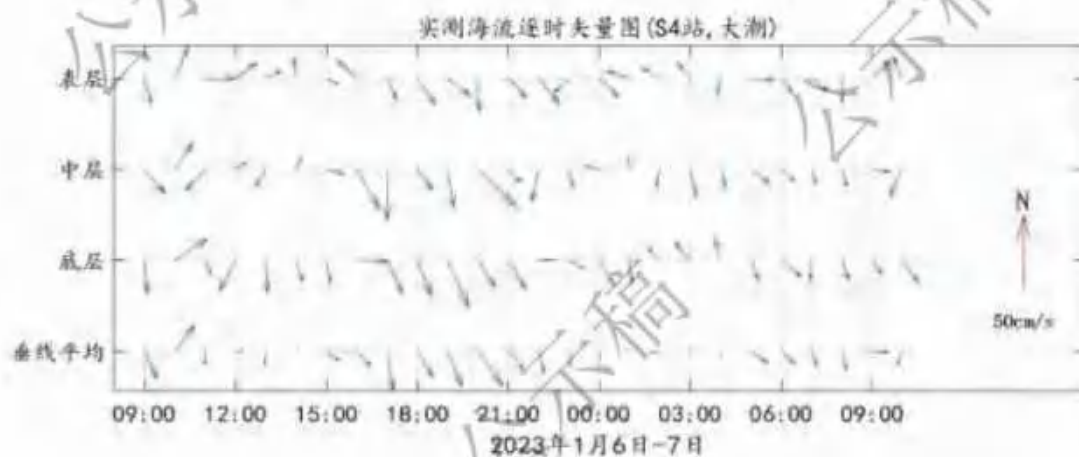


图 5.3.1-14 S4 站各层次逐时潮流矢量图

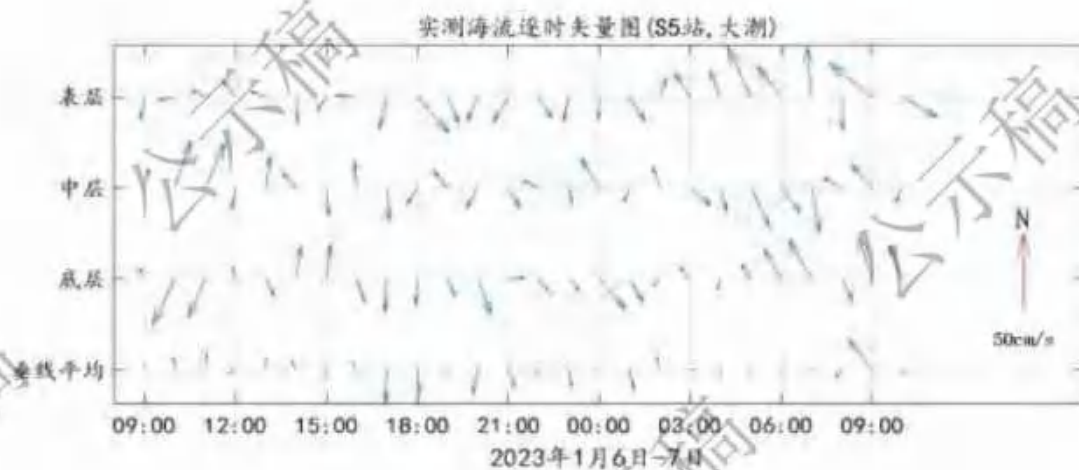


图 5.3.1-15 S5 站各层次逐时潮流矢量图

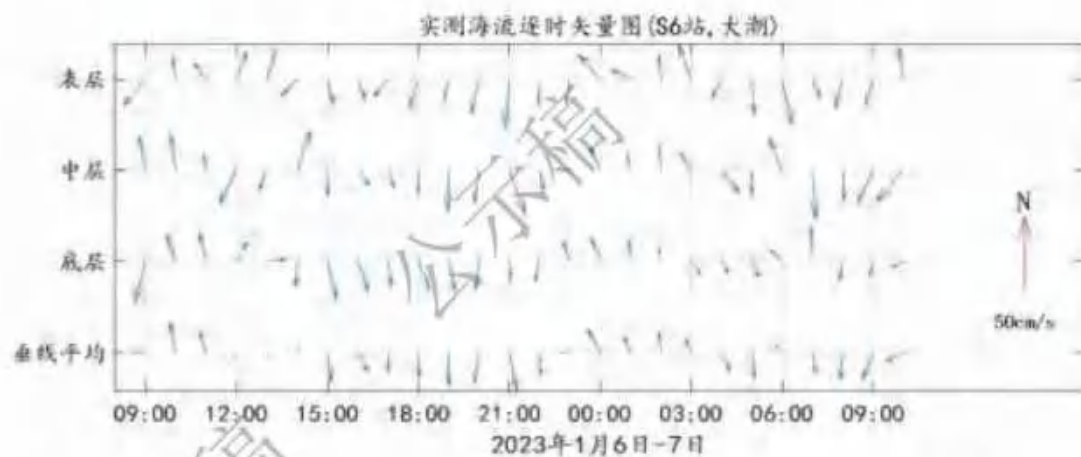


图 5.3.1-16 S6 站各层次逐时潮流矢量图

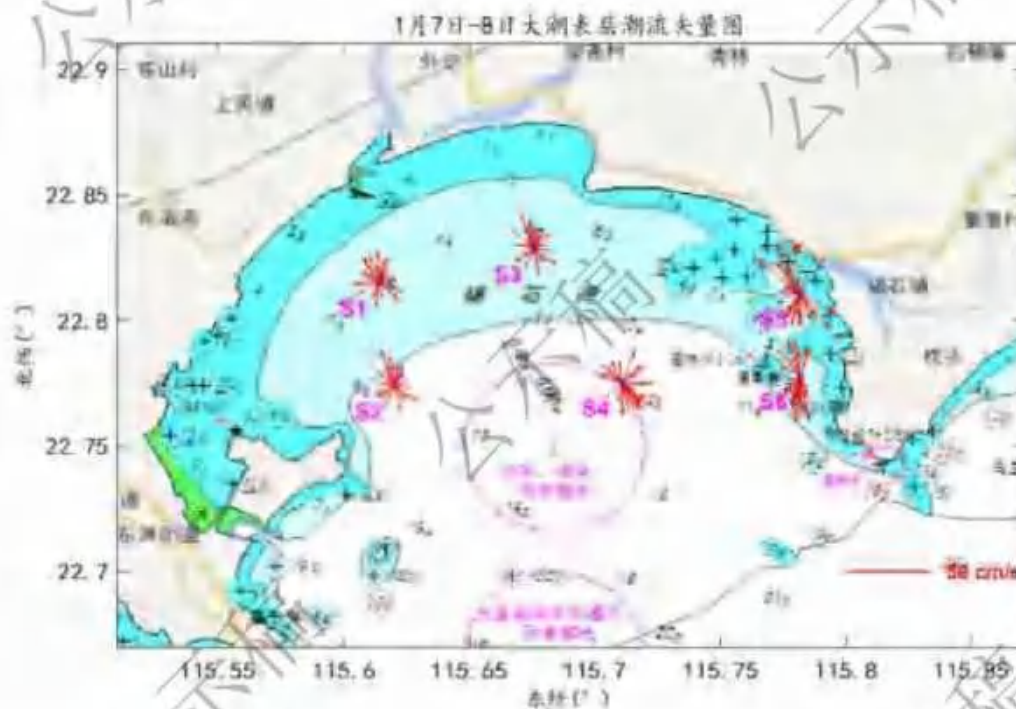


图 5.3.1-17 各站位表层潮流矢量图

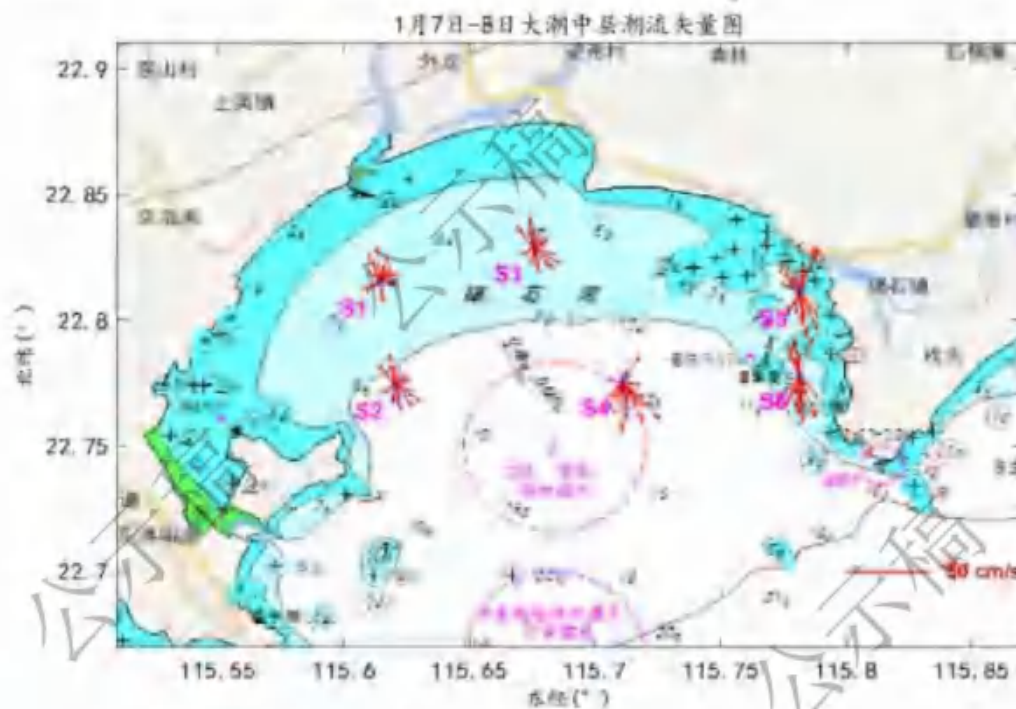


图 5.3.1-18 各站位中层潮流矢量图

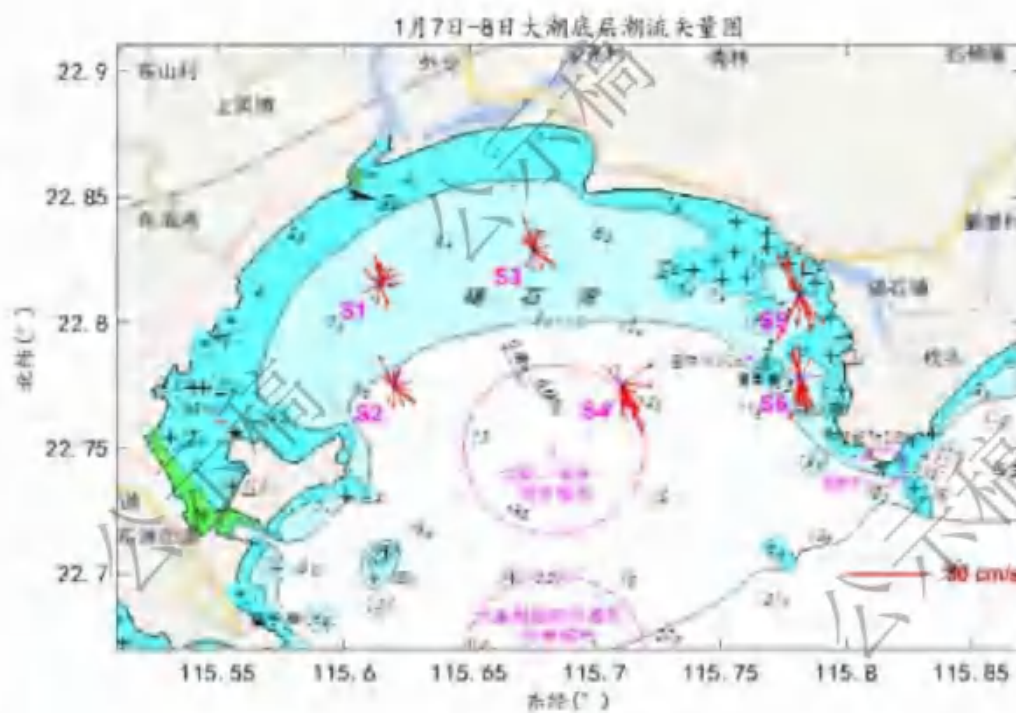


图 5.3.1-19 各站位底层潮流矢量图

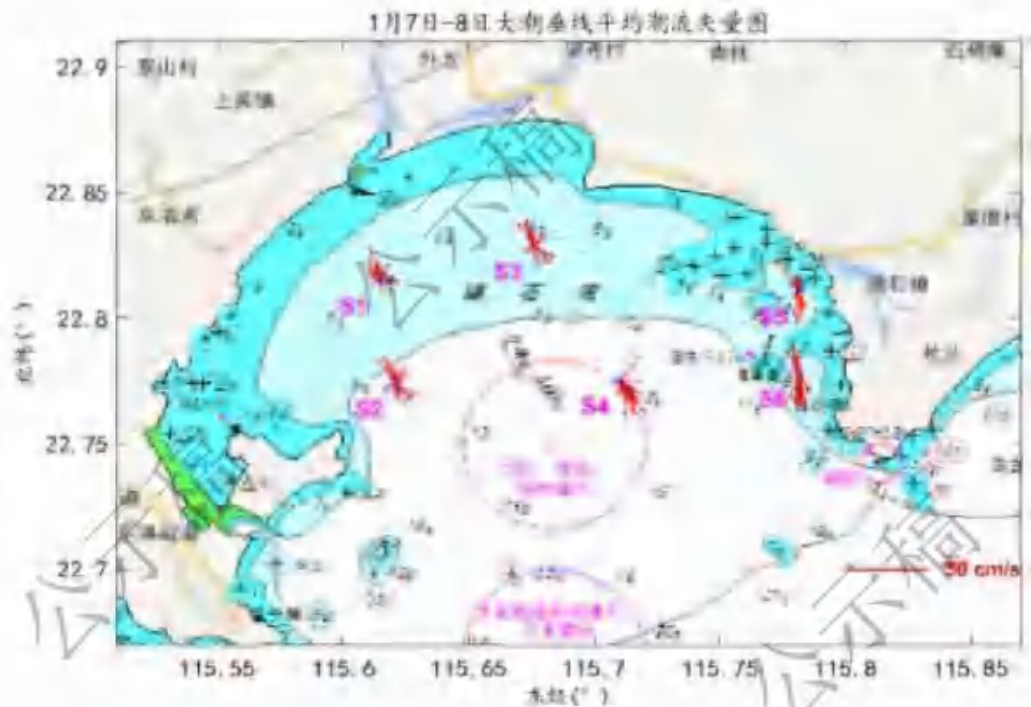


图 5.3.1-20 各站位垂线平均层潮流矢量图

(2) 潮流性质

a、潮流性质

按照《港口与航道水文规范》的规定，潮流可分为规则、不规则的半日潮流和规则的、不规则的全日潮流，其判别标准为：

$(W_{O1}+W_{K1})/W_{M2} \leq 0.5$ 为规则半日潮流

$0.5 < (W_{O1}+W_{K1})/W_{M2} \leq 2.0$ 为不规则半日潮流

$2.0 < (W_{O1}+W_{K1})/W_{M2} \leq 4.0$ 为不规则全日潮流

$(W_{O1}+W_{K1})/W_{M2} > 4.0$ 为规则全日潮流

$(W_{O1}+W_{K1})/W_{M2}$ 称为潮流类型系数。

通过潮流调和分析计算出各实测海流观测站的潮型系数列入表 5.3.1-11。

表 5.3.1-11 各站潮流类型判别数 $(W_{O1}+W_{K1})/W_{M2}$

项 目 \ 站位号		S1	S2	S3	S4	S5	S6
$(W_{O1}+W_{K1})/W_{M2}$	表层	1.88	2.66	3.15	1.08	2.63	0.40
	中层	1.88	2.56	2.57	0.67	0.68	0.88
	底层	2.04	2.01	1.99	1.55	3.06	1.31
	垂线平均	1.79	2.50	2.80	0.82	2.63	0.78

根据以上的计算分析,由表 5.3.1-12 可见,各观测站各层的 $(W_{O1}+W_{K1})/W_{M2}$ 值可以看出,本海域主要为不规则半日和全日潮流为主。

(3) 潮流可能最大流速

根据《港口与航道水文规范》(JTS145-2015),对于不规则全日潮流海域和不规则半日潮流海域,潮流的可能最大流速可取下两式计算后的最大值:

$$\bar{V}_{\max} = 1.29\bar{W}_{M_2} + 1.24\bar{W}_{S_2} + \bar{W}_{K_1} + \bar{W}_{O_1} + \bar{W}_{M_4} + \bar{W}_{MS_4}$$

$$\bar{V}_{\max} = \bar{W}_{M_2} + \bar{W}_{S_2} + 1.600 \bar{W}_{K_1} + 1.450 \bar{W}_{O_1}$$

上式中: $\bar{W}_{M_2}$ 、 $\bar{W}_{S_2}$ 、 $\bar{W}_{K_1}$ 、 $\bar{W}_{O_1}$ 、 $\bar{W}_{M_4}$ 、 $\bar{W}_{MS_4}$ 分别表示 M2、S2、O1、K1、M4、MS4 分潮流的最大流速。

按规则半日潮流海区 and 规则全日潮流海区的公式计算,最大值为 S5 站表层的最大可能流速 50.6cm/s,流向 338°,最小值为 S3 站中层的最大可能流速 31.9cm/s,流向 119°。

(4) 潮流水质点最大可能运移距离

潮流水质点的可能最大运移距离 $\bar{L}_{\max}$ 一般按下列公式计算:

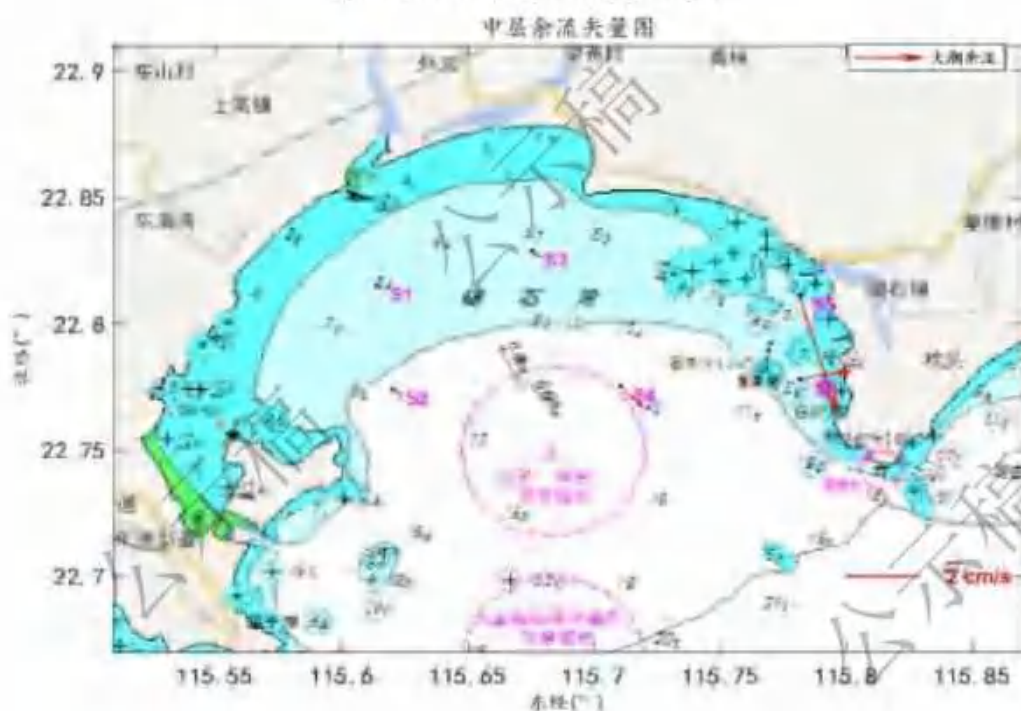
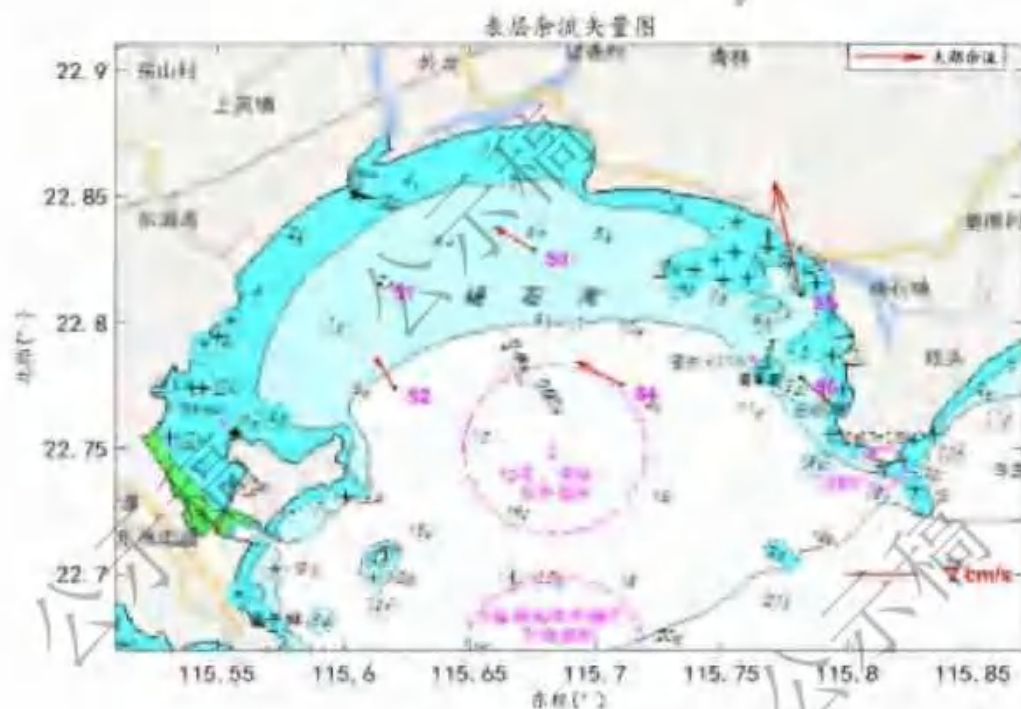
$$\bar{L}_{\max} = 1843\bar{W}_{M_2} + 1712\bar{W}_{S_2} + 2743\bar{W}_{K_1} + 2959\bar{W}_{O_1} + 71.2\bar{W}_{M_4} + 69.9\bar{W}_{MS_4}$$

上式中: $\bar{W}_{M_2}$ 、 $\bar{W}_{S_2}$ 、 $\bar{W}_{K_1}$ 、 $\bar{W}_{O_1}$ 、 $\bar{W}_{M_4}$ 、 $\bar{W}_{MS_4}$ 分别表示 M2、S2、O1、K1、M4、MS4 分潮流的最大流速。

S6 站位表层水质点最大运移距离为 9289.9m,方向 345°,其他各站位各层次水质点的运移距离基本均达 3.6~9.2km 之间。

(5) 余流分析

该区余流:大潮期各站各层余流均为 0.2~3.7cm/s 之间,最大余流流速发生在 S5 站,其中层最大余流流速 3.7cm/s;最小余流流速发生在 S1 站表层和中层,余流流速为 0.2cm/s。



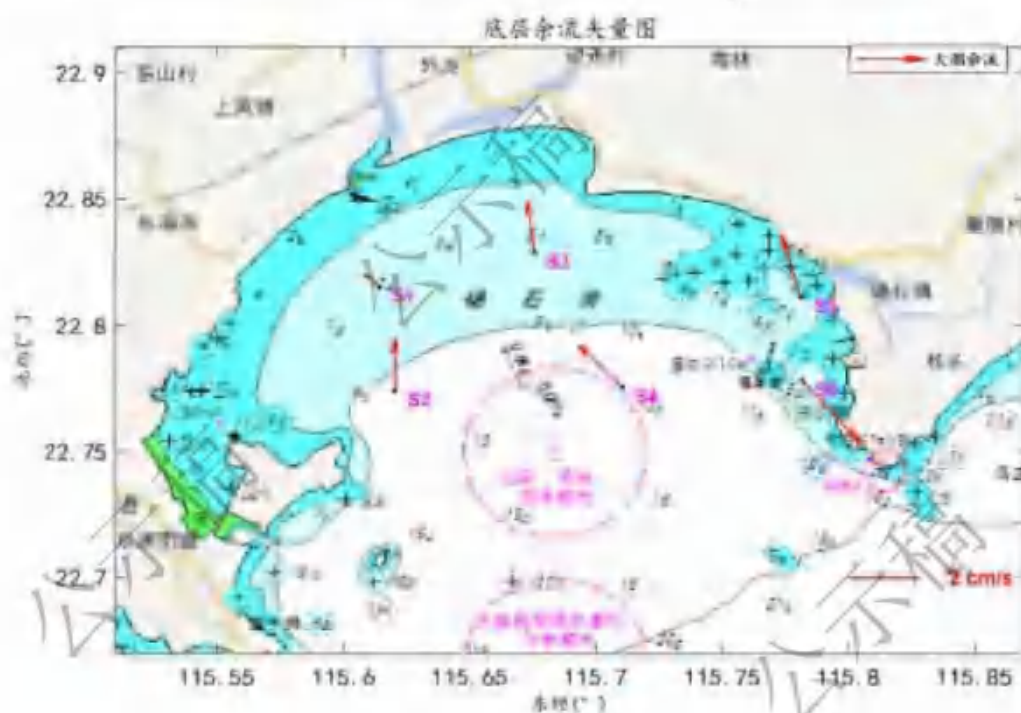


图 3.1.6.3-19 各站位底层矢量图

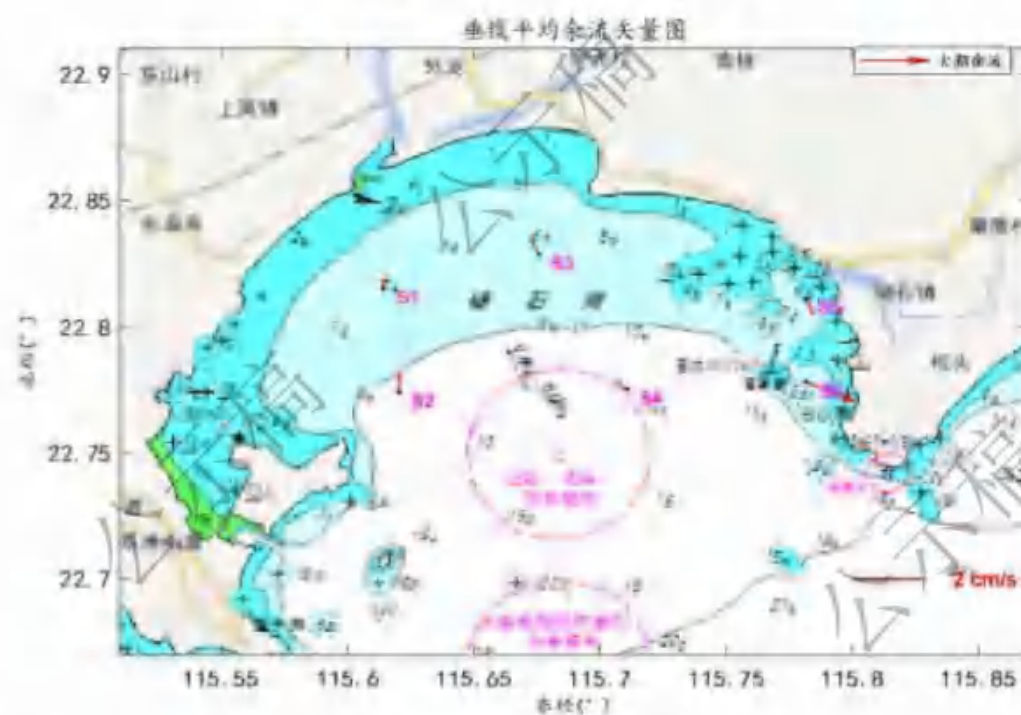


图 3.1.6.3-20 各站位垂线平均矢量图

5.3.1.4 含沙量

水体中的悬浮泥沙称为悬沙，悬沙的吸附作用使之成为污染物的载体之一，对 Cu, Zn 等重金属元素的吸附作用较强，通过悬沙吸附和运移能将重金属元素运输异地，减少当地重金属元素的积累和污染，若悬沙浓度高，又多为过境悬沙，

则对减轻重金属元素的污染是有利的。但悬沙浓度高，水体浑浊，透光性差，不利于水生生物生长。因此，悬沙是水环境评价中的一个复杂因子，其变化也很复杂，随机性较大。

对本次观测 S1~S6 号站位实测含沙量资料进行分析，绘制含沙量过程曲线，见图 5.3.1-21~图 5.3.1-26。

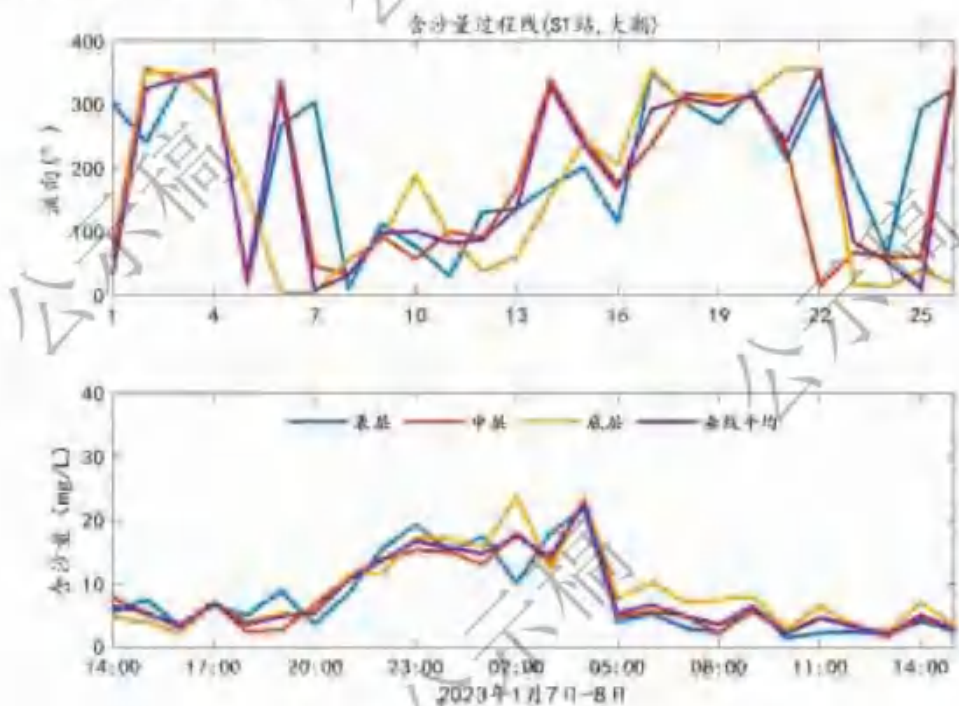


图 5.3.1-21 S1 站含沙量过程曲线

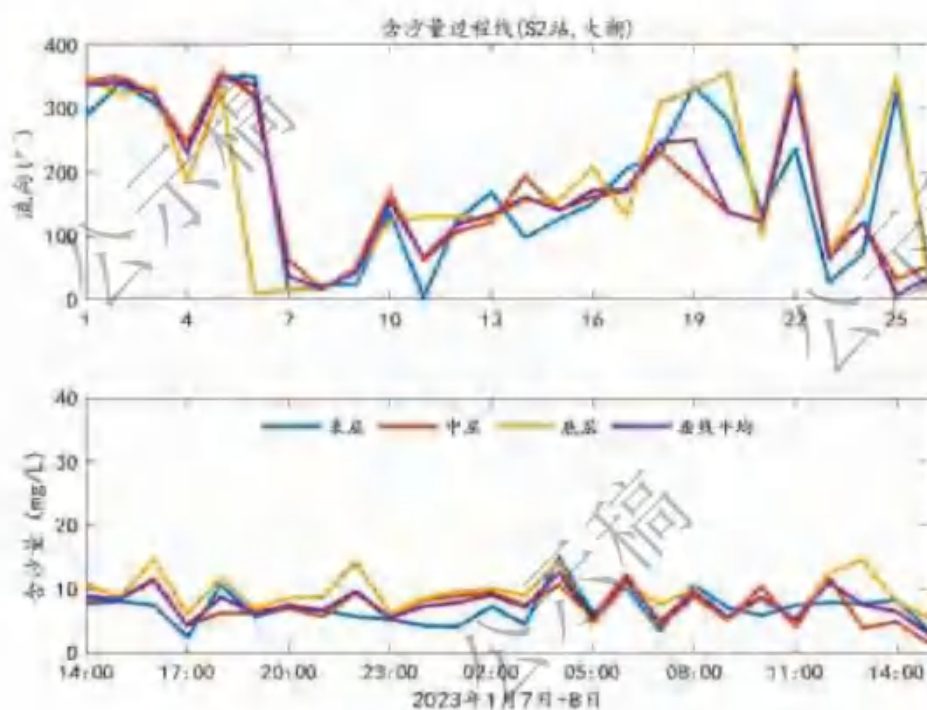


图 5.3.1-22 S2 站含沙量过程曲线

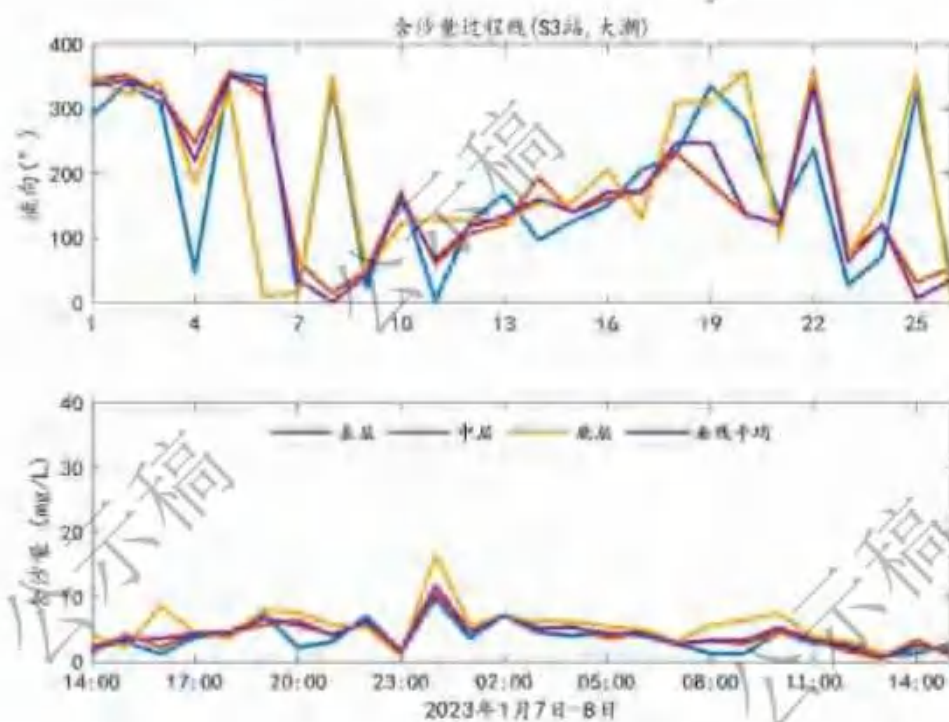


图 5.3.1-23 S3 站含沙量过程曲线

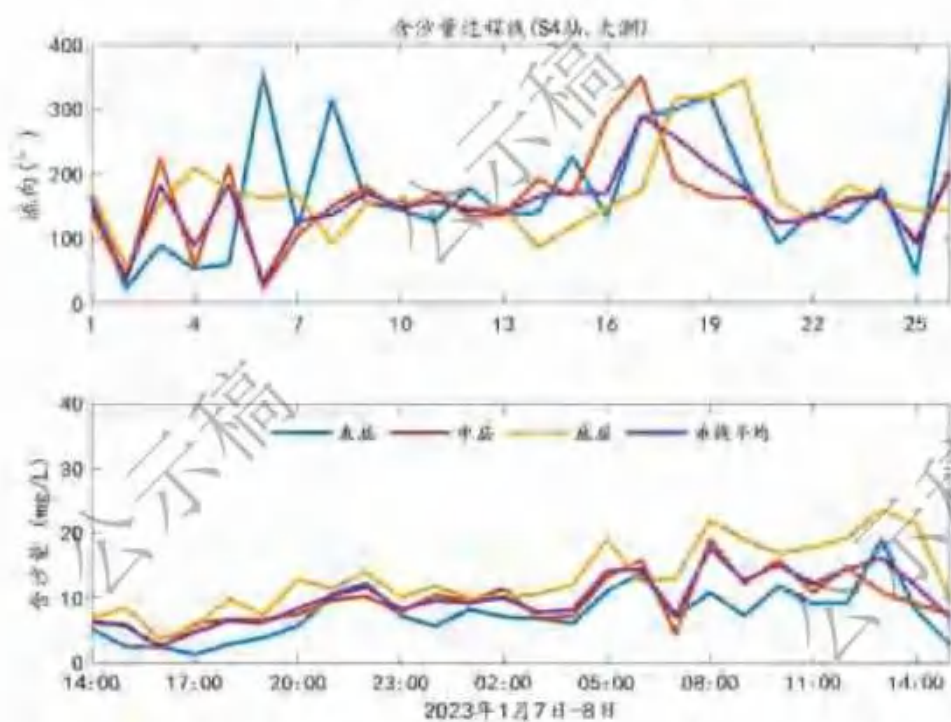


图 5.3.1-24 S4 站含沙量过程曲线

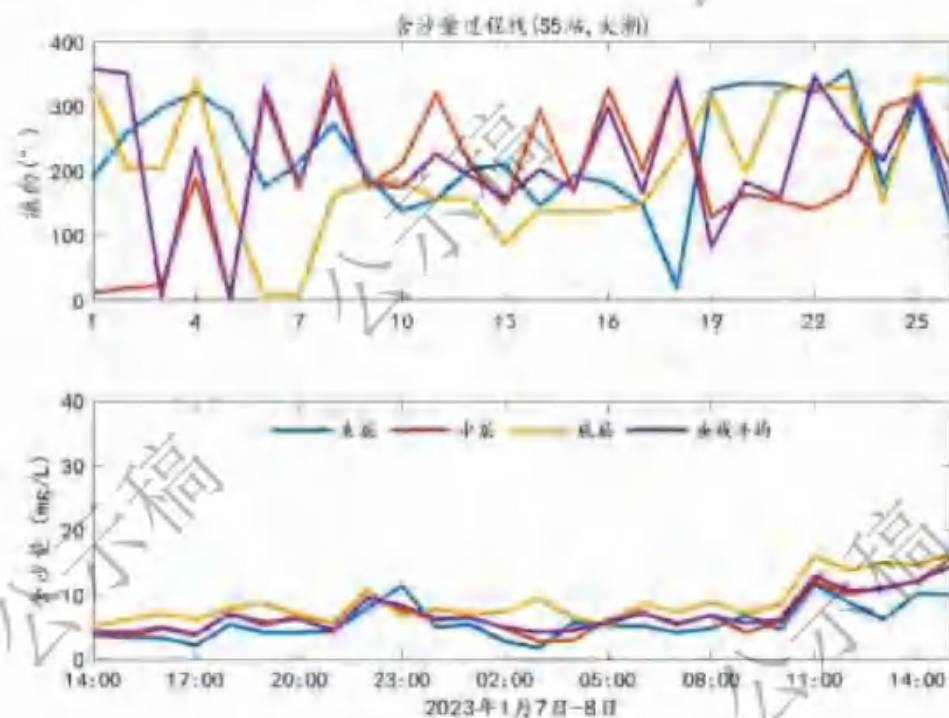


图 5.3.1-25 S5 站含沙量过程曲线

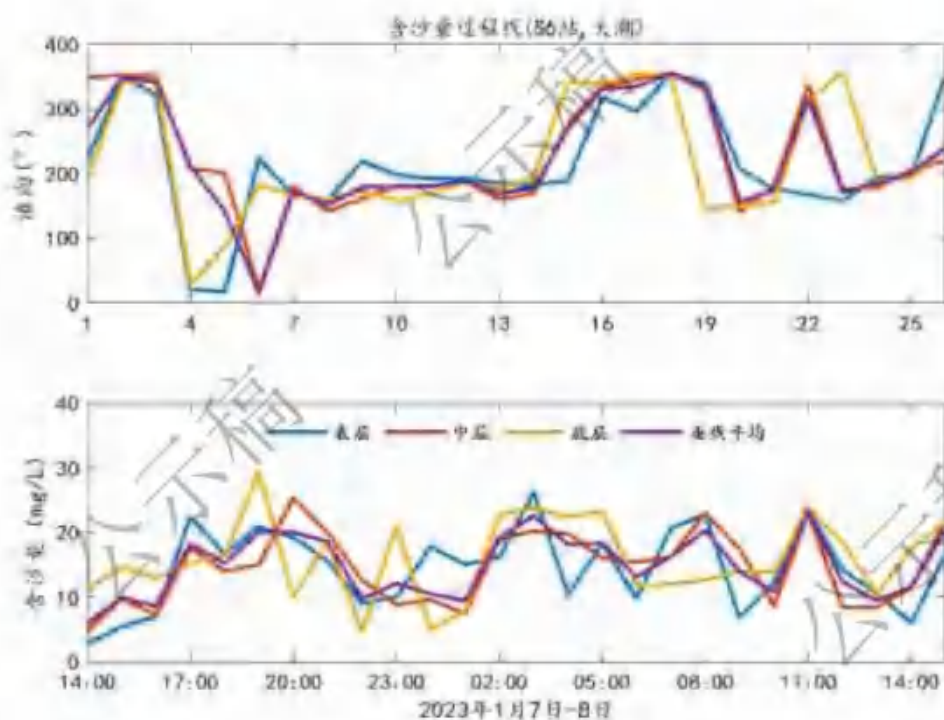


图 5.3.1-26 S6 站含沙量过程曲线

涨潮期最大含沙量最大为 23.82mg/L，出现在 S1 站底层；落潮期最大含沙量最大为 29.42mg/L，出现在 S6 站底层，观测期间各站位各层次含沙量在 1.22-29.42mg/L，平均含沙量在 2.89-17.18mg/L。在时间序列上，各站位三层含沙量的变化趋势规律不明显；在垂向上，各层含沙量量级大小接近，总的来说底

层含沙量略大于表层和中层。

5.3.1.5 水温

观测期间各站位各层次水温在 17.01°C - 17.91°C ，平均水温在 17.13°C - 17.71°C ，从表层到底层水温呈现一定的降低趋势，涨潮时 S1、S2、S3、S4、S5、S6 垂线平均水温分别为 17.56°C 、 17.55°C 、 17.59°C 、 17.17°C 、 17.89°C 、 17.57°C ，落潮时 S1、S2、S3、S4、S5、S6 垂线平均水温分别为 17.35°C 、 17.43°C 、 17.50°C 、 17.27°C 、 17.77°C 、 17.54°C 。

5.3.1.6 盐度

观测期间各站位各层次盐度在 31.90‰ - 33.30‰ ，各层平均盐度在 32.52‰ - 33.16‰ 。涨潮时 S1、S2、S3、S4、S5、S6 垂线平均盐度分别为 32.85、32.82、32.71、32.75、33.26、33.05，落潮时 S1、S2、S3、S4、S5、S6 垂线平均盐度分别为 32.81、32.86、32.71、32.82、33.25、33.20。

5.3.1.7 波浪概况

项目附近无长期测波站，最近的为位于碣石湾西南侧遮浪角的遮浪海洋站（ $\text{N}22^{\circ}39'$ ， $\text{E}115^{\circ}34'$ ），遮浪角是一个半岛岬角，西北紧靠红海湾，东北靠碣石湾。遮浪角周围的海岸大部分是沙质，只有少数岸段是礁石，近岸海底多为泥沙，东侧近岸 100m 范围内水深 9-12m，往外可达 20m，目测浮筒位于遮浪角观测点东南外水深约 22.5m 处。该站从 1960 年开始观测至今，观测方式为目测，一天四次，观测时段为 8、11、14、17 时，观测时间长达 40 多年，观测年限较长，资料比较完整。

根据遮浪海洋站（ $\text{N}22^{\circ}39'$ ， $115^{\circ}34'$ ）观测资料统计，本海域以风浪为主，风浪占 89%，常浪向 E 和 ENE，频率分别为 21.2% 和 21.6%，强浪向为 ESE 及 SE，强浪向随季节而变化，冬春享受北方寒潮入侵的影响，强浪向主要为 E 及 ENE，最大波高在 6m 左右；夏秋季本海区常有强台风登陆或影响，强浪向为 ESE 及 SE，SE 向实测的最大波高达 9.5m。

表 5.3.1-19 为遮浪站 2005 年 1~12 月波高的分级统计表。由表看出遮浪站一年中以 0.6~2.5m（3~5 级）浪范围的波高频率最大（达 80.2%），占总观测次数的 4/5，大于 5m 的波高仅在强台风登陆或强寒潮入侵影响时才出现；遮浪

的波周期则对 4.1~6.0s 范围的频率最大达 96.7%，小于 4s 和大于 6s 的波浪频率甚少。说明遮浪海区以短周期的风浪占绝对优势。

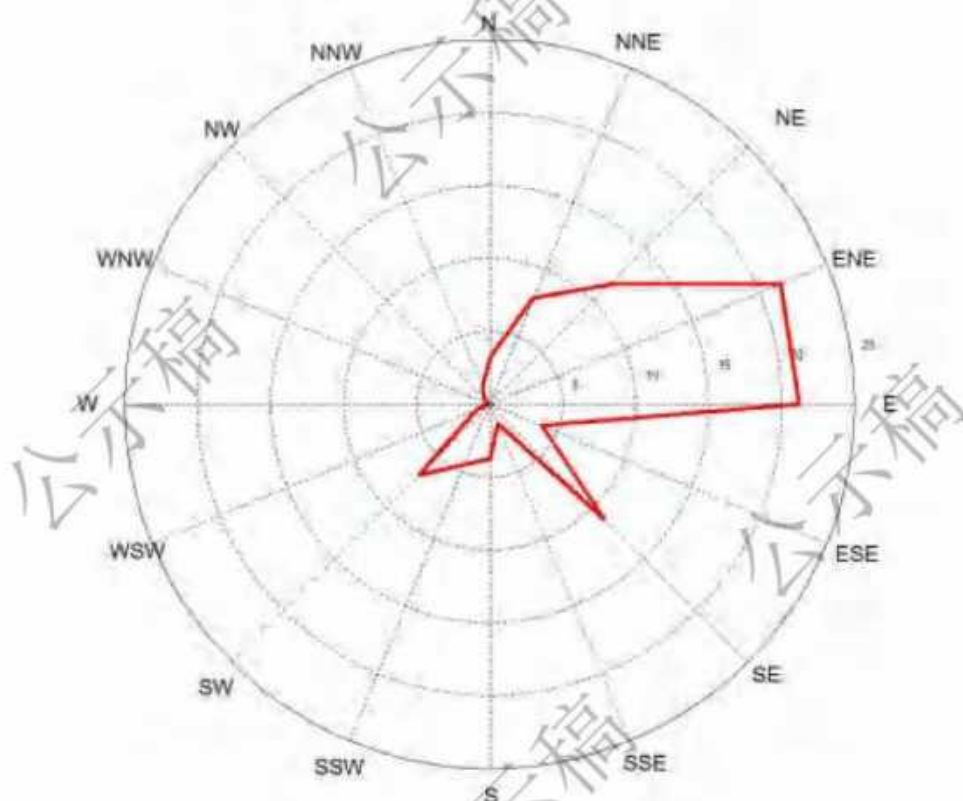


图 5.3.1-39 波浪玫瑰图

表 5.3.1-19 避浪站 2005 年 1~12 月波高的分级统计表

方向	波高频率/%											周期频率/%				
	≤0.5	0.6~ 1.0	1.1~ 1.5	1.6~ 2.0	2.1~ 2.5	2.6~ 3.0	3.1~ 3.5	3.6~ 4.0	4.1~ 4.5	4.6~ 5.0	合计	3.1~ 4.0	4.1~ 5.0	5.1~ 6.0	6.1~ 7.0	合计
N		0.07	1.25	0.97	0.48	0.21	0.21				3.19	0.28	1.52	1.39		3.19
NNE		0.35	2.84	3.12	1.25	0.28					7.84	0.35	5.19	2.29		7.83
NE	0.14	0.97	2.77	3.39	1.80	1.04	0.97	0.48	0.07		11.63	0.55	4.99	5.89	0.21	11.64
ENE		0.76	3.53	6.30	4.57	2.98	2.35	0.48	0.28	0.35	21.60	0.28	10.25	10.94	0.14	21.60
E	0.28	4.50	5.68	5.33	3.05	1.66	0.35	0.28	0.07		21.20	0.14	10.53	10.39		21.20
ESE		1.04	1.52	0.90	0.14	0.28					3.88		2.15	1.73	0.07	3.88
SE	2.56	6.16	1.59	0.55	0.28						11.14	0.35	3.46	7.27		11.55
SSE	0.21	0.90	0.21	0.14							1.46		0.97	0.48		1.45
S	0.76	1.87	0.62	0.35	0.07	0.07					3.74	0.07	1.66	2.10		3.74
SSW	0.62	0.83	1.66	0.98	0.21	0.21	0.48				4.49	0.28	2.29	1.94		4.51
SW	1.04	3.46	1.11	0.62	0.21	0.35		0.07			6.86	0.28	4.09	2.49		6.86
WSW	0.14	0.28	0.07	0.28	0.07	0.14					0.98	0.07	0.55	0.35		0.97
W					0.07		0.07				0.14		0.07	0.07		0.14
WNW		0.07									0.07			0.07		0.07
NW		0.21	0.28				0.07				0.56		0.35	0.21		0.56
WWN		0.07	0.14	0.55	0.21	0.28					1.25	0.14	0.55	0.55		1.24
合计	5.75	21.54	23.27	22.98	12.41	7.50	4.50	1.31	0.42	0.35	100.0	2.79	48.62	48.07	0.56	100

5.3.2 地形地貌与冲淤环境现状调查与评价

本项目位于陆丰市金厢镇南海海上及近海边陆地上。场地地貌单元为海成堆积阶地地貌及海岸地貌。结合实地勘察及项目测量资料分析,场地水陆总体地形高低不平,略显几米高差,海岸面由东至西南向下降,高程变化介于-0.97~4.83 m 之间,高差约 6m。

5.3.2.1 区域地质构造

(1) 汕尾市处于华南褶皱系大地构造单元,地质构造和地层岩性较复杂。根据区域地质资料,陆丰县的地层主要属新华夏和东西构造运动所形成。地质构造以北东走向断裂构造为主,褶皱次之,该区地层与岩石多变,区内主要分布花岗岩等岩浆岩及沉积岩,伴随断裂带分布有构造角砾岩、碎裂岩、硅化岩等动力变质岩,在平原谷地及南部沿海一带,分布有粘性土、淤泥质砂土等海陆相沉积物。

(2) 新构造运动,该区属于我国东南地洼区的东部,经历过加里东期、印支期、燕山期等多期次构造变动,新构造运动使老构造进一步复杂化。第三纪以来的地壳构造运动具有明显的继承性和一定的新生性。继承性主要表现在运动承袭燕山运动以来地壳的构造格局,以大面积抬升伴随频繁的断块差异运动,岩浆活动为主,构造线仍以属于老构造的北东东走向和近北西走向为主。本区地震水平较高,主要表现为断块滑动差异运动较强,地震震级较高。由新构造运动地壳断裂所引发的地震是最普遍和重要的一类地震,称为构造地震。其对现代人类正常活动影响较为强烈且范围广泛。

5.3.2.2 工程地质

(1) 区域地质构造

汕尾市处于华南褶皱系大地构造单元,地质构造和地层岩性较复杂。根据区域地质资料,陆丰县的地层主要属新华夏和东西构造运动所形成。地质构造以北东走向断裂构造为主,褶皱次之,该区地层与岩石多变,区内主要分布花岗岩等岩浆岩及沉积岩,伴随断裂带分布有构造角砾岩、碎裂岩、硅化岩等动力变质岩,在平原谷地及南部沿海一带,分布有粘性土、淤泥质砂土等海陆相沉积物。

新构造运动,该区属于我国东南地洼区的东部,经历过加里东期、印支期、燕山期等多期次构造变动,新构造运动使老构造进一步复杂化。第三纪以来的地

壳构造运动具有明显的继承性和一定的新生性。继承性主要表现在运动承袭燕山运动以来地壳的构造格局，以大面积抬升伴随频繁的断块差异运动，岩浆活动为主，构造线仍以属于老构造的北东东走向和近北西走向为主。本区地震水平较高，主要表现为断块滑动差异运动较强，地震震级较高。由新构造运动地壳断裂所引发的地震是最普遍和重要的一类地震，称为构造地震。其对现代人类正常活动影响较为强烈且范围广泛。

工程区在区域上位于南岭纬向构造体系东段的高要惠来东西向深断裂带和新华夏系北东向潮安—陂沟构造带交接部位的东南侧。构造活动剧烈，燕山期有较大规模岩浆侵入活动，在燕山构造运动阶段的前期以褶皱构造为主，产生了海丰向斜及陆丰背斜。

碣石大桥桥闸南临南海碣石湾，沿海原始多为冲积台地，地势低平或有零星剥蚀残丘点缀，滩涂、水系发育。碣石大桥水闸闸址位于河堤的出海口处的软泥潮汐区内，地势宽阔平坦，本段水流由南东流向北西转西注入南海。闸址上游段两侧多为水田、滩涂，现已堆填建成街道，商住区，下游段位于碣石港出海口处；现状水闸长约 50m，其中上游河道宽约 70~100m，堤顶高程 2.14~3.80m，河底高程多在 -0.7~1.3m 之间，冲刷深槽最深 -4.83m，下游河道宽大于 110m，为滩涂地，堤顶高程一般 2.4~3.3 之间，河道高程多在 -2.2~1.3 之间，冲刷深槽最深 -5.63m。

(2) 建设区工程地质条件

根据《陆丰市碣石大桥桥闸重建工程工程地质勘察报告（初步设计阶段）》（深圳市水务规划设计院股份有限公司，2023 年 7 月），场地内主要揭露的地层主要为第四系人工堆积层、海陆交互相沉积层、冲洪积层、残积层和燕山四期黑云母花岗岩，其地层由上至下分述如下：

(1) 第四系人工堆积层 (Q4s)：河道沿线均有分布，包括建筑区填土，河堤、道路填土等，厚度不等，表层多有 20cm 砼路面。

①-1 素填土：广泛分布在场地表层，堆积年限大于 10 年，其成分主为细~粗砂，局部夹少量粘性土和碎石，呈黄褐色，稍湿，松散状，野外重型动力触探试验修正击数 0.93 击~7.01 击，平均击数 3.27 击，标准贯入试验击数 4~8 击，平均 6.17 击；层顶高程 3.15m~3.84m，层底高程 -2.35m~-0.16m，层厚 3.4m~6.1m，平均层厚 4.56m。

①-2 填石：多分布于闸基底部和堤岸底部，仅在 ZK02、ZK04、ZK06、ZK07 揭露，主要为弱~微风化花岗岩块回填，块径多在 20cm~40cm 不等，个别较大，间隙多充填砂，部分有砂浆勾缝；钻探揭露厚度 0.4m~0.9m，平均层厚 0.78m。

(2) 第四系海陆交互相 (Q4alm)：多分布于场地左岸，且自右岸向左岸逐渐加厚，该层性质较复杂，差异性较大，表层多为潮涨潮落堆积的新近堆积物，下部为砂、淤泥等，依据性质不同划分为三层，具体划分如下：

②-1 新近堆积物：多分布于除主河道外的河床滩涂地之上，其中上游成分多为砂、生活垃圾和少量浮泥，呈灰黑色、黄褐色，饱和，松散（流塑）状，层底高程-1.06m~-3.76m，揭露层厚 0.5m~1.2m，平均层厚 0.80m；下游成分多为浮泥和少量生活垃圾，呈灰黑色，流塑状，层底高程-3.09m~-1.98，揭露层厚 0.5m~1.3m，平均层厚 0.93m。

②-2 粉细砂：广泛分布，钻孔多有揭露，呈深灰色，饱和，松散，多含有贝壳碎屑，含量约 10%~30%，野外重型动力触探试验修正击数 0.09 击~4.65 击，平均击数 2.65 击，标准贯入试验击数 4 击~9 击，平均 6.8 击；层顶高程-2.07m~-0.16m，层底高程-6.24m~-2.10m，层厚 0.8m~5.2m，平均层厚 2.78m。

②-3 淤泥：仅在少数钻孔中揭露，多分布于水闸左岸一带，呈灰黑色，饱和，软塑状，含贝壳碎屑，含量 10%~20%，局部夹薄层粉细砂，野外重型动力触探试验修正击数 0.27 击~4.61 击，平均击数 1.55 击，标准贯入试验击数 1 击~2 击，平均 1.5 击；层顶高程-5.22m~-1.48m，层底高程-7.75m~-4.10m，层厚 2.0m~5.7m，平均层厚 3.46m。

(3) 第四系冲洪积层 (Q4al+pl)：该层岩性较为复杂，颗粒粒度变化较大，且多呈透镜体分布。依工程特性划分为 4 层：

③-1 粉细砂：该层多位于淤泥层之下，一般呈透镜体状分布，仅在 ZK03、ZK05、ZK15 揭露，呈灰色、深灰色，饱和，松散，局部稍密状，野外重型动力触探试验修正击数 2.34 击~4.61 击，平均击数 3.23 击，标准贯入试验击数 9 击；层顶高程-10.20m~-5.70m，层底高程-11.77m~-7.00m，揭露层厚 1.0m~2.3m，平均层厚 1.55m。

③-2 砂质粘土：一般呈透镜体状分布，仅在 ZK03、ZK05、ZK14、ZK15 揭露，呈黄褐色，饱和，软塑状，局部软可塑状，野外重型动力触探试验修正击数 0.88 击~3.52 击，平均击数 2.07 击，标准贯入试验击数 3 击~6 击，平均 4.5 击；

层顶高程-9.40m~-5.55m，层底高程-10.20m~-7.85m，揭露层厚 0.8m~2.5m，平均层厚 1.96m。

③-3 砾砂：多位于残积层上部，呈黄褐、灰黄色，饱和，松散~稍密状，分选性一般，多含粉粘粒，含量 20%~30%不等。重型动力触探试验修正击数 1.60 击~6.16 击，平均击数 3.41 击，标准贯入试验击数 8 击~17 击，平均 11.0 击；层顶高程-11.20m~-3.13m，层底高程-13.38m~-4.63m，揭露层厚 0.9m~3.0m，平均层厚 1.73m。

(4) 第四系残积层 (Qel)

④残积土：广泛分布，钻孔多有揭露，黄褐、肉红色，湿，硬可塑~硬塑状，多为砾质粘性土，局部呈砂质粘性土，重型动力触探试验修正击数 2.41 击~6.52 击，平均击数 4.33 击，标准贯入试验击数 10 击~28 击，平均 19.3 击；层顶高程-13.68m~-2.95m，层底高程-19.90m~-6.28m，揭露层厚 1.8m~8.7m，平均层厚 5.24m。

(5) 工程区分布的侵入岩由白垩系燕山四期花岗岩 (γ53 (1)) 组成，为中粗粒黑云母花岗岩 (下文简称花岗岩)，根据其风化程度，可分为全风化、强风化、弱风化带，具体分述如下：

⑤-1 全风化花岗岩：大部分钻孔有揭露，褐红色、浅肉红色，夹灰黑色及灰白色斑点，原岩结构基本破坏，但尚可辨认。岩石已风化成坚硬土状，成分为砾质粘性土，稍湿，长石颗粒手捻具砂感，总体风化较均匀，标准贯入试验击数 40 击~49 击，平均 43.3 击；层顶高程-17.18m~-6.28m，层底高程-22.48m~-8.46m，揭露层厚 1.0m~6.3m，平均层厚 3.59m。

⑤-2 强风化花岗岩：大部分钻孔均有揭露，肉红色夹灰白色及灰黑色斑点，岩性呈土状，局部砂砾状，原岩结构大部分破坏，钠长石半风化，钾长石晶形完整，呈颗粒状，下部夹少量碎块及角砾，手可捏碎，其中在 ZK01 揭露孤石，呈弱风化状，厚 1.7m。标准贯入试验击数 70 击~75 击，平均 72.8 击；层顶高程-22.48m~-8.46m，层底高程-28.54m~-10.96m，揭露层厚 1.6m~14.3m，平均层厚 3.62m。

⑤-3 弱风花岗岩：钻孔多有揭露，灰白色、浅肉红色，岩芯短柱状及长柱状，发育少量 80°~90°陡倾角节理，沿节理面岩石风化强烈，并具铁锰质浸染，锤击声脆，岩石坚硬，破碎~较破碎。层顶高程-10.96m~-25.48m，层顶埋深 11.9m~

24.8m。

各地层分布厚度及岩性特征详见钻孔柱状图及工程地质剖面图。

(3) 工程地质评价

1、水闸工程地质条件评价

拟拆除重建水闸，初定闸室为3孔钢筋砼结构，单孔宽14m，长19.0m，总净宽42.0m，闸宽50m；场地内主要工程地质问题为地基承载问题、砂层震动液化问题、边坡稳定问题、基坑涌水及渗透破坏问题、冲刷问题、永久防渗、抗浮水位、开挖弃土问题。

(1) 软土沉降变形问题：

根据现场钻孔揭露情况，闸基左侧为厚层淤泥（3~5m），为欠固结、性状极差地层，易沉降变形，右岸为砾砂，承载力一般，中间为残积土，为性质较好地层，闸基整体呈现出一个“山”字形的不均匀地基，天然地基承载力不满足建筑物设计承载力要求，如选择浅基础，建议进行地基处理，可选择换填垫层或抛石挤淤等方法进行处理；或者选择深基础，建议选用冲孔灌注桩或者钻孔灌注桩，桩端持力层建议进入弱风化岩，桩基施工前需挖出老基础和块石护底。

左岸翼墙上部地层为新近堆积物、粉细砂和淤泥，下部为残积土和全~弱风化花岗岩，该处淤泥顶面高程-2.76m~-2.10m，层厚2.0~5.0m，下部残积土埋深多在5.00~14.5m，地层自上游向下游逐渐加深，淤泥为性状较差地层，易沉降变形，不可作为翼墙基础持力层，由于翼墙一般承载力要求较低，建议地基处理，可选择换填垫层或抛石挤淤等方法进行处理。

右岸翼墙下部地层粉细砂、砾砂、残积土和全~弱风化花岗岩，其中上部粉细砂层承载力较低 $f_{ak}=80kpa$ ，不宜作为翼墙基础持力层，需地基处理，可选用换填垫层。下部砾砂承载力较高，满足一般翼墙承载力要求，且砾砂层顶高程在-4.18m~-3.16m，地面埋深约6~7m，可作为基础持力层，但挖除全部粉细砂层，工程量较大，花费较高。建议从经济角度比选，选择合适基础持力层和基础形式。

由于出水池部位河道内多抛石，旧闸底部为块石，建议对其挖除后，再进行地基处理。

(2) 砂层震动液化问题：

上部的粉细砂或砾砂层呈松散状，存在地震液化问题，轻微液化，水闸和右岸翼墙大部分位于该层，设计需根据计算，是否进行液化处理。

(3) 边坡稳定问题:

靠近闸址附近有祠堂、庙宇等公共建筑,基坑开挖后,形成约5m高的临时边坡,坡后地层为素填土和粉细砂,且受潮水和地下水影响,边坡土体自稳性差,建议对基坑采取相应的支护措施。

(4) 渗透破坏及基坑涌水问题:

基坑开挖后,河道内分布有粉细砂、砾砂等中等透水性的地层,坑壁及坑底易产生渗透破坏。建议在基坑周边设置截渗措施,并做好抽排工作(基坑防渗可结合围堰防渗统一考虑)。

水闸修建完成后,粉细砂和砾砂层为内外水力联系通道,易造成水闸基底渗透破坏和侧向绕渗破坏;建议通过水头计算和渗径计算,对出水涵闸基底和两侧部位进行永久防渗。

(5) 冲刷破坏和抗滑稳定问题

现状旧闸闸址上下游各有一个深约4m的冲刷深坑,为潮水起落冲刷造成,对闸基稳定性存在较大的威胁,建议填平冲刷深坑,并做冲砂防护措施,避免冲刷深坑进一步扩大对水闸造成破坏,

(6) 抗浮设计水位:

地下水类型属潜水,场地紧邻大海,建议抗浮设计水位选择最大潮水位2.06m为抗浮设计水位。

2、围堰工程地质条件评价

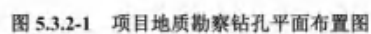
(1) 不均匀沉降和抗滑稳定问题:

下游围堰距离水闸约55m,围堰底部普遍存在0.5m~1.3m厚新近堆积物,且围堰左侧下部为厚约6m的淤泥,土质软弱,流变性强,含水量大,压缩性高,抗剪强度和承载力低,围堰极易产生不均匀沉陷变形和整体滑动失稳,建议进行地基处理。

内河围堰位置距离现状桥闸约35m,临时交通便桥距水闸约100m;围堰和临时交通桥下部普遍存在厚约0.5m~1.0m的新近堆积物,下部为粉细砂,层厚2.9~5.2m,底部为残积土和全~弱风化花岗岩,其中残积土顶高程-7.85~-4.18m;粉细砂层承载力较低,且轻微液化,易出现震动沉降问题,建议地基处理后再进行填筑。

(2) 渗透破坏问题:

围堰基底分布中等透水的粉细砂层，围堰内外将形成水头差，可能会产生管涌等渗透破坏问题，建议进行防渗处理（可结合基坑防渗一起进行）。



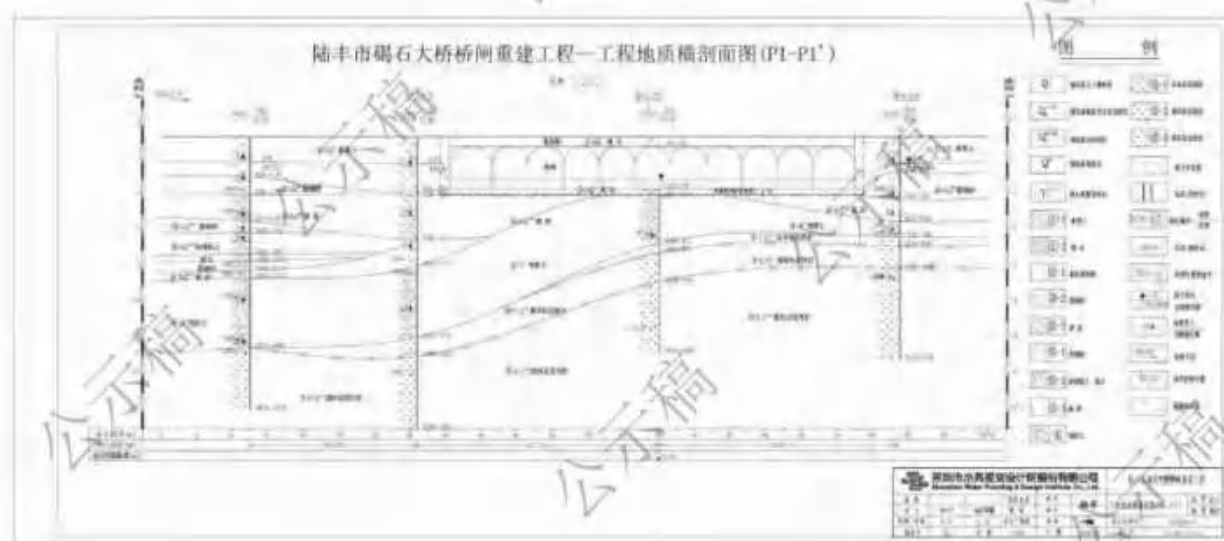


图 5.3.2-2a 项目地质剖面图



图 5.3.2-2b 项目地质剖面图

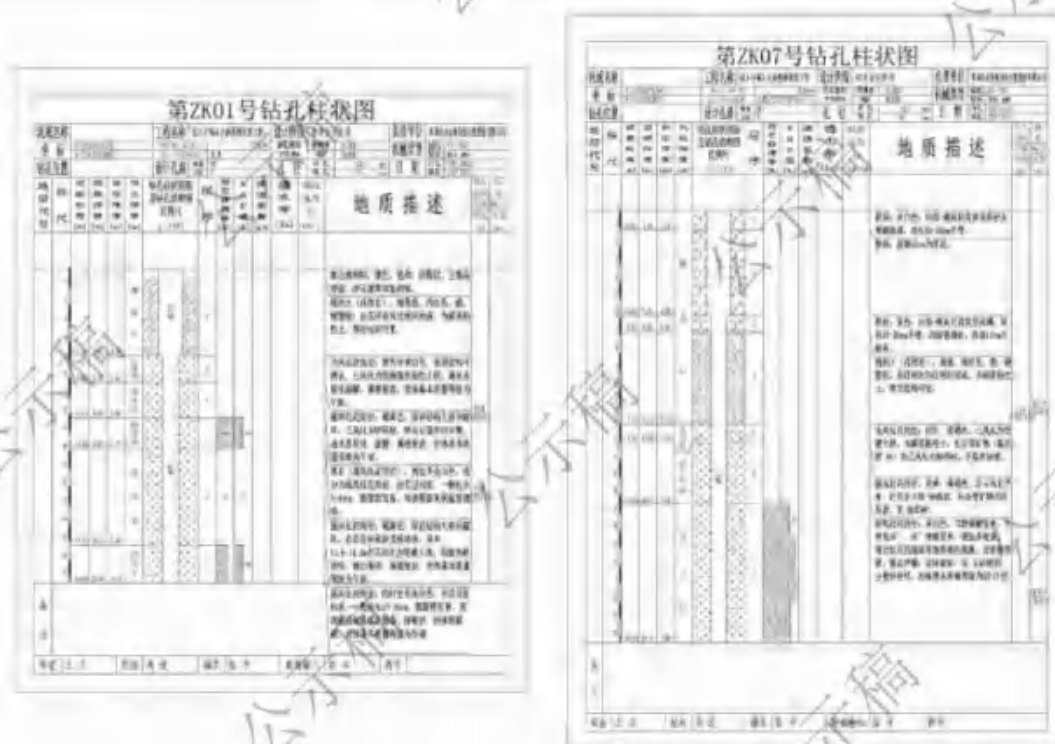


图 5.3.2-3 项目钻孔柱状图

5.3.3 海水水质现状调查与评价

5.3.3.1 调查概况

(1) 调查站位布置

春季：广州百川纳科技有限公司委托汕尾市润邦检测技术有限公司于 2023 年 4 月 13 日在广东省陆丰市项目附近海域开展了一次海洋环境现状调查工作，包括海水水质现状调查和海洋生物质量和海洋生态现状调查，监测范围内共布设 20 个水质监测点位，SF1~6 采集游泳动物，CJ4~6 采集潮间带生物，其余生态调查项目在水质站点中选取 12 个采集样品。

表 5.3.3-1a 春季海洋环境现状调查站位坐标信息一览表（2023 年 4 月）

监测点位编号	经纬度	监测项目
■		水质、生物生态、渔业资源
■		水质
■		水质、生物生态、渔业资源
■		水质、生物生态、渔业资源
■		水质、生物生态、渔业资源
■		水质、生物生态、渔业资源
■		水质
■		水质
■		水质
■		水质、生物生态、渔业资源
■		水质、生物生态、渔业资源
■		水质、生物生态、渔业资源

■		■■■■■■■■■■	水质、生物生态、渔业资源
■		■■■■■■■■■■	水质、生物生态、渔业资源
■		■■■■■■■■■■	水质
■■■		■■■■■■■■■■	水质
■		■■■■■■■■■■	水质
■		■■■■■■■■■■	水质、生物生态、渔业资源
■		■■■■■■■■■■	水质
■		■■■■■■■■■■	水质、生物生态、渔业资源
■		■■■■■■■■■■	潮间带生物
■		■■■■■■■■■■	潮间带生物
■		■■■■■■■■■■	潮间带生物
■		■■■■■■■■■■	游泳动物
■		■■■■■■■■■■	■
■		■■■■■■■■■■	游泳动物
■		■■■■■■■■■■	游泳动物

■		游泳动物
■		游泳动物
备注	带※监测点位采集平行样	



图 5.3.3-1 春季海洋调查站位示意图

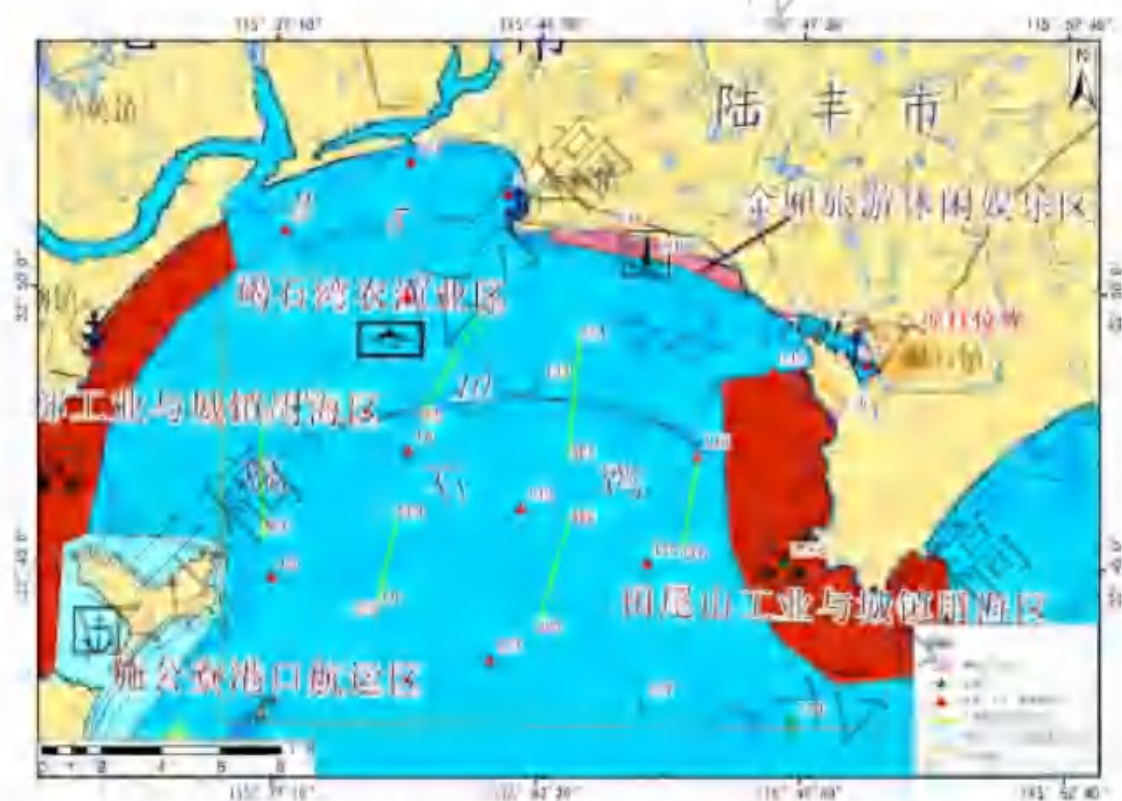


图 5.3.3-2 春季海洋调查站位与广东省海洋功能区划叠加图

秋季：2022 年 11 月 28 日，汕尾市润邦检测技术有限公司在汕尾陆丰项目附近海域合理布设站位进行海洋环境监测，监测范围内共布设 20 个水质监测点位，同时布设站点采集 10 个沉积物（从水质站点中选取），SF1~SF6 采集游泳动物，CJ4~CJ6 采集潮间带生物样品，其余生态调查项目在水质站点中选取 12 个采集样品。地理坐标和监测类别见表 5.3.3-2。

表 5.3.3-2 地理坐标及监测类别

监测点位编号	经纬度	监测项目
■		水质、沉积物、生物生态、渔业资源
■		水质
■		水质、沉积物、生物生态、渔业资源
■		水质、沉积物、生物生态、渔业资源
■		水质、沉积物、生物生态、渔业资源
■		水质、生物生态、渔业资源

公示稿

监测点位编号	经纬度	监测项目
■	■■■■■ ■■■■■	游泳动物
■	■■■■■ ■■■■■	游泳动物
■	■■■■■ ■■■■■	游泳动物
备注	带※监测点位采集平行样	



图 5.3.3-3 秋季海洋调查站位示意图

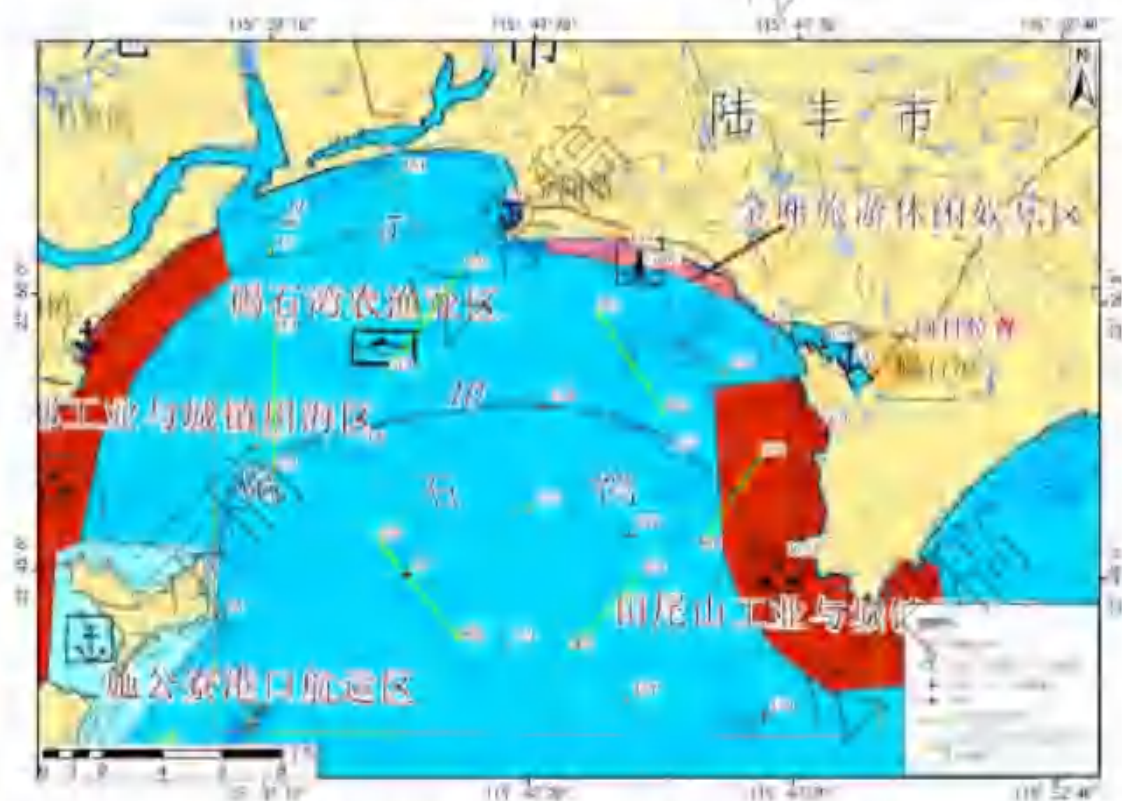


图 5.3.3-4 秋季海洋调查站位与广东省海洋功能区划叠加图

(2) 调查项目

春季：海水水质调查内容包括水深、水色、透明度、pH、水温、盐度、悬浮物、化学需氧量、溶解氧、亚硝酸盐、硝酸盐、氨、活性磷酸盐、硫化物、挥发酚、石油类、铜、铅、镉、汞、砷、锌、铬、粪大肠菌群，共 24 项。

秋季：pH、溶解氧、化学需氧量、石油类、无机氮（亚硝酸盐、硝酸盐、氨的总和）、活性磷酸盐、挥发酚、硫化物、铜、铅、镉、汞、砷、锌、铬、粪大肠菌群共 16 项。

5.3.3.2 评价标准与评价方法

(1) 评价标准

春季：根据《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》及相关要求，确定本次调查站位环境评价执行标准（见表 5.3.3-3）。

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》（2012 年），L5、L8~L9、L12~L13、L15~L17、L19 位于珠海-潮州近海农渔业区，执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准；L3~L4、L6~L7、L10~L11、L14、L47~L48、L51 位于碣石湾农渔业区，执行海水水质二类标准、海洋沉积物一类标准和海洋生物体质量一类标准；L18 位于田尾山工业与城镇用海区，执

行海水水质二类标准、海洋沉积物一类标准和海洋生物体质量一类标准。

表 5.3.3-3 评价执行标准

站位	海洋功能区	环境评价执行标准		
		海水质量	沉积物质量	海洋生物质量
L3~L4、L6~L7、L10~L11、L14、L47~L48、L51	碣石湾农渔业区	二类	一类	一类
L5、L8~L9、L12~L13、L15~L17、L19	珠海-潮州近海农渔业区	一类	一类	一类
L18	田尾山工业与城镇用海区	三类	二类	二类

秋季：根据《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》及相关要求，确定本次调查站位环境评价执行标准（见表 5.3.3-4）。

表 3.2.1-4 评价执行标准

站位	海洋功能区	环境评价执行标准		
		海水质量	沉积物质量	海洋生物质量
L3~L4、L6~L7、L10~L11、L14、L47~L48、L51	碣石湾农渔业区	二类	一类	一类
L5、L8~L9、L12~L13、L15~L17、L19	珠海-潮州近海农渔业区	一类	一类	一类
L18	田尾山工业与城镇用海区	三类	二类	二类

表 5.3.3-5 《海水水质标准》（GB 3097-1997）（摘录）mg/L

污染物名称	第一类	第二类	第三类	第四类
pH	7.8~8.5		6.8~8.8	
溶解氧（DO）>	6	5	4	3
化学需氧量（COD）≤	2	3	4	5
悬浮物（SS）人为增加的量≤	10		100	150
无机氮 ^① ≤	0.20	0.30	0.40	0.50
活性磷酸盐≤	0.015	0.030		0.045
砷≤	0.020	0.030	0.050	
总铬≤	0.05	0.010	0.020	0.050
铜≤	0.005	0.010	0.050	
汞≤	0.00005	0.0002	0.0002	0.0005
锌≤	0.020	0.050	0.10	0.50
镉≤	0.001	0.005	0.010	0.010
石油类≤	0.05	0.05	0.30	0.50
生化耗氧量（BOD）≤	1	3	4	5

注：①无机氮是硝酸盐氮、亚硝酸盐氮和氨氮的总和。

（2）评价方法：根据监测结果，按《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018）规范性附录所推荐的水质参数法进行评价。

● 单项水质参数 i 在 j 中占的标准指数。

$$S_{ij} = C_{ij} / C_{sj}$$

式中： S_{ij} ：单项水质参数 i 在第 j 点的标准指数；

C_{ij} ：污染物 i 在监测点 j 的浓度，mg/L。

C_{sj} ：水质参数 i 的海水水质标准，mg/L。

● DO 的标准指数为：

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

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

式中： $S_{DO,f}$ —溶解氧的标准指数，大于1表明该数值因子超标；

DO_j —溶解氧在 j 点实测统计代表值，mg/L；

DO_s —溶解氧的水质评价标准限值，mg/L；

DO_f —饱和溶解氧浓度, mg/L, 对于河流, $DO_f = 468 / (31.6 + T)$; 对

于盐度比较高的湖泊、水库及入海河口、近岸海域,

$$DO_f = (491 - 2.65S) / (33.5 + T);$$

S —实用盐度符号, 量纲为 1;

T —水温, $^{\circ}\text{C}$ 。

● pH 的标准指数为:

$$SPH_j = \frac{7.0 - PH_j}{7.0 - PH_{sd}} \quad PH_j \leq 7.0$$

$$SPH_j = \frac{PH_j - 7.0}{PH_{su} - 7.0} \quad PH_j > 7.0$$

式中: SPH_j —pH 值的指数, 大于 1 表明该数值超标;

PH_j —pH 实测统计代表值;

PH_{su} —pH 评价标准的上限值;

PH_{sd} —pH 评价标准的下限值;

5.3.3.3 春季水质监测结果及评价

2023 年 4 月 (春季) 调查海域的海水水质监测与评价结果见下表 5.3.3-6 和表 5.3.3-7。

该海域水质项目大部分检测结果符合所在海洋功能区海水水质标准要求。石油类、无机氮、铅有不同程度的超标现象, 具体如下:

调查海域为近岸海域, 受沿岸陆源输入、水文动力等复杂的人为因素影响, 水体呈现不同营养化状况, 其中 L47 站位水体为中度富营养化, 其他站位均为轻度富营养化。

调查区域有 22.7% 的样品石油类超出海水水质第一、二类标准 ($\leq 0.05\text{mg/L}$), 属于第三类水质标准 ($\leq 0.30\text{mg/L}$)。

调查区域有 3.1% 的样品无机氮超出海水水质第二类标准 ($\leq 0.30\text{mg/L}$), 属于第三类水质标准 ($\leq 0.40\text{mg/L}$)。

调查区域有 3.1% 的样品铅超出海水水质第一类标准 ($\leq 0.001\text{mg/L}$), 属于第二类标准 ($\leq 0.005\text{mg/L}$)。

根据监测结果和表 2.4.4, 监测海域站点一类水质占比为 68.8%, 一、二类水

质占比为 81.3%，满足一类、二类 $\geq 80\%$ ，目标海域水质状况级别为良好。

根据黄沛桓，王刚，黄子茵，管东生《华南近岸海域水质评价及其影响因素》（热带地理，2021 年 1 月第 41 卷第 1 期）：华南近岸海域出现 N、P 超标情况，可能与当地海水养殖、生活废水排放有紧密的联系。广东省近岸海域重金属和石油类超标现象，可能与工业废水排放直接相关，其中铅离子污染还受近海船舶频繁往来的影响。

表 5.3.3-6a 调查海域海水水质监测结果

站号	采样层次	pH 值	水温	盐度	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	亚硝酸盐	硝酸盐	氨	COD _{Mn}	硫化物	悬浮物
			°C	‰	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
L3	表	7.94	20.8	28.1	/	0.0374	8.56	0.016	0.149	0.115	0.96	0.0003	15.6
L6	表	7.98	21.3	32.5	/	0.0366	8.67	0.009	0.051	0.040	0.70	0.0004	15.4
L7	表	8.07	21.2	31.8	/	0.0117	8.55	0.006	0.041	0.029	0.62	0.0003	15.1
L10	表	8.02	20.5	32.8	/	0.0016	7.61	0.003	0.006	0.032	0.80	0.0007	18.6
L10 平行	表	8.04	20.4	32.8	/	0.0261	7.87	0.003	0.005	0.032	0.64	0.0005	14.1
L14	表	7.94	20.6	32.7	/	0.0493	7.56	0.008	0.017	0.030	0.70	0.0008	15.8
L47	表	7.92	20.2	28.1	0.029	0.2634	7.76	0.058	0.079	0.256	2.64	0.0008	30.4
L48	表	7.93	20.8	32.7	/	0.1025	8.86	0.012	0.047	0.039	0.56	0.0007	23.5
L51	表	7.96	21.1	31.7	/	0.0950	7.75	0.011	0.076	0.063	0.80	0.0013	29.2
L4	表	8.08	20.6	31.0	/	0.0361	7.85	0.007	0.054	0.029	1.53	0.0016	10.5
L5	表	8.16	20.8	31.0	/	0.0408	8.33	0.003	0.034	/	1.52	0.0015	12.5
L5	底	8.08	21.0	31.6	/	/	8.28	0.006	0.016	/	1.04	0.0016	8.7

站号	采样层次	pH 值	水温	盐度	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	亚硝酸盐	硝酸盐	氨	COD _{Mn}	硫化物	悬浮物
			°C	‰	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
L8	表	8.12	21.3	32.4	/	0.0284	8.44	0.002	0.009	/	1.12	0.0005	16.7
L8	底	8.14	21.4	32.4	/	/	7.46	0.002	0.010	/	0.88	0.0003	28.1
L9	表	8.10	21.0	31.4	/	0.0374	7.44	0.002	0.014	/	1.28	/	22.3
L9	底	8.06	21.2	31.8	/	/	7.73	0.005	0.009	/	0.92	/	19.5
L11	表	8.13	21.6	32.0	/	0.0503	7.79	0.001	0.004	/	0.64	/	17.7
L12	表	8.11	21.7	32.5	/	0.0396	7.86	0.004	0.005	/	0.80	/	11.3
L12	底	8.12	21.9	33.0	/	/	8.13	0.015	0.017	/	0.70	/	11.9
L13	表	8.11	22.0	33.2	/	0.0429	7.74	0.003	0.014	/	0.72	/	24.6
L13	底	8.06	22.1	33.3	/	/	8.13	0.007	0.031	/	0.80	/	9.6
L15	表	8.10	20.7	32.0	/	0.0448	8.87	0.001	0.012	/	0.96	0.0005	40.8
L16	表	8.13	20.6	32.7	/	0.0357	8.15	0.002	0.012	/	0.72	0.0012	12.5
L16	底	8.13	20.8	32.7	/	/	7.73	0.007	0.012	/	0.72	0.0011	41.2
L17	表	8.04	21.2	33.2	/	0.0394	8.46	0.003	0.006	/	0.80	0.0010	19.1

站号	采样层次	pH 值	水温	盐度	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	亚硝酸盐	硝酸盐	氨	COD _{Mn}	硫化物	悬浮物
			°C	‰	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
L17	底	8.15	21.3	33.5	/	/	7.20	0.002	0.012	/	0.64	0.0009	15.3
L18	表	8.10	21.0	32.9	/	0.0396	8.16	0.001	0.016	/	0.88	/	30.1
L18	底	8.07	21.2	32.7	/	/	8.55	0.007	0.023	/	0.74	/	37.1
L18 平行	表	8.10	21.0	32.4	/	0.0667	8.69	0.001	0.005	/	0.80	/	25.1
L18 平行	底	8.08	21.2	32.8	/	/	8.28	0.006	0.016	0.016	0.72	/	20.4
L19	表	8.13	20.9	33.4	/	0.0615	7.97	0.004	0.016	/	0.64	/	20.3
L19	底	8.08	21.0	33.2	0.003	/	7.90	0.009	0.025	0.019	0.72	/	28.9

注：“-”表示/。

表 5.3.3-6b 调查海域海水水质监测结果（续表）

站号	采样层次	挥发酚	铜	铅	镉	铬	汞	砷	锌	粪大肠菌群
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	mg/L	mg/L	个/L
L3	表	/	0.0018	0.00021	0.00006	/	/	0.0019	/	<20
L6	表	/	0.0019	0.00204	0.00007	/	/	0.0018	/	<20
L7	表	/	0.0015	0.00093	0.00013	/	/	0.0019	/	/
L10	表	/	0.0016	0.00061	0.00003	/	/	0.0018	/	<20
L10 平行	表	/	0.0011	0.00049	0.00007	/	/	0.0018	/	<20
L14	表	/	0.0012	0.00097	0.00009	/	0.012	0.0019	/	<20
L47	表	/	0.0025	0.00099	0.00006	/	0.013	0.0018	/	<20
L48	表	/	0.0011	0.00031	0.00004	/	0.010	0.0020	/	20
L51	表	/	0.0012	0.00069	0.00004	/	0.021	0.0017	/	<20
L4	表	/	0.0030	0.00064	0.00004	/	0.019	0.0016	/	/
L5	表	/	0.0015	0.00084	0.00005	/	/	0.0015	/	/
L5	底	/	0.0015	0.00048	/	/	0.022	0.0016	/	/

站号	采样层次	挥发酚	铜	铅	镉	铬	汞	砷	锌	粪大肠菌群
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	mg/L	mg/L	个/L
L8	表	/	0.0023	0.00079	0.00002	/	0.029	0.0018	/	/
L8	底	/	0.0031	0.00090	0.00002	/	0.028	0.0019	/	/
L9	表	/	0.0023	0.00057	0.00001	/	0.025	0.0018	/	/
L9	底	/	0.0011	0.00042	/	/	0.027	0.0018	/	/
L11	表	/	0.0018	0.00144	0.00009	/	0.032	0.0018	/	/
L12	表	/	0.0021	0.00142	/	/	0.026	0.0018	/	/
L12	底	/	0.0025	0.00087	/	/	0.027	0.0018	/	/
L13	表	/	0.0028	0.00095	0.00001	/	0.025	0.0018	/	/
L13	底	/	0.0028	0.00066	/	/	0.035	0.0017	/	/
L15	表	/	0.0019	0.00092	0.00002	/	0.024	0.0018	/	/
L16	表	/	0.0031	0.00067	0.00004	/	0.041	0.0016	/	/
L16	底	/	0.0016	0.00072	0.00001	/	0.033	0.0018	/	/
L17	表	/	0.0015	0.00016	0.00007	/	0.043	0.0018	/	/

站号	采样层次	挥发酚	铜	铅	镉	铬	汞	砷	锌	粪大肠菌群
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	mg/L	mg/L	个/L
L17	底	/	0.0013	0.00071	/	/	0.043	0.0018	/	/
L18	表	/	0.0017	0.00051	0.00001	/	0.032	0.0018	/	<20
L18	底	/	0.0022	0.00097	/	/	0.031	0.0018	/	<20
L18 平行	表	/	0.0036	0.00059	/	/	0.044	0.0019	/	<20
L18 平行	底	/	0.0039	0.00102	/	/	0.042	0.0019	/	<20
L19	表	/	0.0011	0.00080	0.00013	/	0.043	0.0017	/	/
L19	底	/	0.0015	0.00067	0.00001	/	0.046	0.0018	/	/

注：“-”表示/。

表 5.3.3-7 调查海域海水水质评价结果

站位	层次	pH 值	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	无机氮	COD _{Mn}	硫化物	挥发酚	铜	铅	镉	钴	汞	砷	锌	粪大肠菌群	营养化状况
L3	表	0.63	0.03	0.75	0.73	0.83	0.32	0.006	0.11	0.18	0.04	0.012	0.002	0.02	0.06	0.03	0.01	0.053
L6	表	0.63	0.03	0.73	0.54	0.33	0.23	0.008	0.11	0.19	0.41	0.014	0.002	0.02	0.06	0.03	0.01	0.016
L7	表	0.71	0.03	0.23	0.46	0.25	0.21	0.006	0.11	0.15	0.19	0.026	0.002	0.02	0.06	0.03	/	0.010
L10	表	0.68	0.03	0.03	0.05	0.14	0.27	0.014	0.11	0.16	0.12	0.006	0.002	0.02	0.06	0.03	0.01	0.007
L10	表	0.69	0.03	0.52	0.15	0.13	0.21	0.010	0.11	0.11	0.10	0.014	0.002	0.02	0.06	0.03	0.01	0.006
L14	表	0.63	0.03	0.99	0.03	0.18	0.23	0.016	0.11	0.12	0.19	0.018	0.002	0.06	0.06	0.03	0.01	0.009
L47	表	0.61	0.97	5.26	0.64	1.31	0.88	0.016	0.11	0.25	0.20	0.012	0.002	0.07	0.06	0.03	0.01	6.686
L48	表	0.62	0.03	2.05	0.58	0.33	0.19	0.014	0.11	0.11	0.06	0.008	0.002	0.05	0.07	0.03	0.01	0.012
L51	表	0.64	0.03	1.90	0.12	0.50	0.27	0.026	0.11	0.12	0.14	0.008	0.002	0.11	0.06	0.03	0.01	0.027
L4	表	0.72	0.03	0.72	0.11	0.30	0.51	0.032	0.11	0.30	0.13	0.008	0.002	0.10	0.05	0.03	/	0.031
L5	表	0.77	0.07	0.82	0.52	0.19	0.76	0.075	0.11	0.30	0.84	0.050	0.004	0.07	0.08	0.08	/	0.012
L5	底	0.72	0.07	/	0.55	0.11	0.52	0.080	0.11	0.30	0.48	0.005	0.004	0.44	0.08	0.08	/	0.005
L8	表	0.75	0.07	0.57	0.75	0.06	0.56	0.025	0.11	0.46	0.79	0.020	0.004	0.58	0.09	0.08	/	0.003
L8	底	0.76	0.07	/	0.06	0.06	0.44	0.015	0.11	0.62	0.90	0.020	0.004	0.56	0.10	0.08	/	0.002
L9	表	0.73	0.07	0.75	0.81	0.08	0.64	0.005	0.11	0.46	0.57	0.010	0.004	0.50	0.09	0.08	/	0.005
L9	底	0.71	0.07	/	0.21	0.07	0.46	0.005	0.11	0.22	0.42	0.005	0.004	0.54	0.09	0.08	/	0.003
L11	表	0.75	0.03	1.01	0.18	0.02	0.21	0.002	0.11	0.18	0.29	0.018	0.002	0.16	0.06	0.03	/	0.001
L12	表	0.74	0.07	0.79	0.39	0.05	0.40	0.005	0.11	0.42	1.42	0.005	0.004	0.52	0.09	0.08	/	0.002
L12	底	0.75	0.07	/	0.66	0.16	0.35	0.005	0.11	0.50	0.87	0.005	0.004	0.54	0.09	0.08	/	0.005
L13	表	0.74	0.07	0.86	0.38	0.09	0.36	0.005	0.11	0.56	0.95	0.010	0.004	0.50	0.09	0.08	/	0.003
L13	底	0.71	0.07	/	0.71	0.19	0.40	0.005	0.11	0.56	0.66	0.005	0.004	0.70	0.09	0.08	/	0.007

站位	层次	pH 值	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	无机氮	COD _{Mn}	硫化物	挥发酚	铜	铅	镉	铬	汞	砷	锌	粪大肠菌群	营养化状况
L15	表	0.73	0.07	0.90	0.92	0.07	0.48	0.025	0.11	0.38	0.92	0.020	0.004	0.48	0.09	0.08	/	0.003
L16	表	0.75	0.07	0.71	0.46	0.07	0.36	0.060	0.11	0.62	0.67	0.040	0.004	0.82	0.08	0.08	/	0.002
L16	底	0.75	0.07	/	0.20	0.10	0.36	0.055	0.11	0.32	0.72	0.010	0.004	0.66	0.09	0.08	/	0.003
L17	表	0.69	0.07	0.79	0.80	0.05	0.40	0.050	0.11	0.30	0.16	0.070	0.004	0.86	0.09	0.08	/	0.002
L17	底	0.77	0.07	/	0.83	0.10	0.32	0.045	0.11	0.26	0.71	0.005	0.004	0.86	0.09	0.08	/	0.003
L18	表	0.61	0.03	0.13	0.22	0.04	0.22	0.001	0.06	0.03	0.05	0.001	0.001	0.16	0.04	0.02	0.01	0.003
L18	底	0.59	0.03	/	0.34	0.08	0.19	0.001	0.06	0.04	0.10	0.001	0.001	0.16	0.04	0.02	0.01	0.005
L18	表	0.61	0.03	0.22	0.37	0.02	0.20	0.001	0.06	0.07	0.06	0.001	0.001	0.22	0.04	0.02	0.01	0.001
L18	底	0.60	0.03	/	0.26	0.10	0.18	0.001	0.06	0.08	0.10	0.001	0.001	0.21	0.04	0.02	0.01	0.006
L19	表	0.75	0.07	1.23	0.41	0.10	0.32	0.005	0.11	0.22	0.80	0.130	0.004	0.86	0.09	0.08	/	0.003
L19	底	0.72	0.20	/	0.36	0.27	0.36	0.005	0.11	0.30	0.67	0.010	0.004	0.92	0.09	0.08	/	0.025
最大值		0.77	0.97	5.26	0.92	1.31	0.88	0.080	0.11	0.62	1.42	0.130	0.004	0.92	0.10	0.08	0.01	6.686
最小值		0.59	0.03	0.03	0.03	0.02	0.18	0.001	0.06	0.03	0.04	0.001	0.001	0.02	0.04	0.02	0.001	0.001
超标率%		0.0	0.0	22.7	0.0	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1

备注：“/”表示该项目无需检测。

5.3.3.4 秋季水质监测结果及评价

根据表 5.3.3-8 和表 5.3.3-9, 该海域水质项目大部分检测结果符合所在海洋功能区海水水质标准要求。活性磷酸盐、石油类、溶解氧、无机氮、化学需氧量、铅、粪大肠菌群有不同程度的超标现象, 具体如下:

溶解氧检测结果全部符合海水水质第一类标准 ($>6\text{mg/L}$)。根据溶解氧标准指数计算公式, 计算结果大于 1 的有 2 个。

调查区域有 40.6% 的样品活性磷酸盐超出海水水质第一类标准 ($\leq 0.015\text{mg/L}$), 12.5% 样品活性磷酸盐超出海水水质第二类标准 ($\leq 0.030\text{mg/L}$), 属于第四类水质标准 ($\leq 0.045\text{mg/L}$), 3.1% 样品活性磷酸盐超出海水水质第四类标准 ($\leq 0.045\text{mg/L}$), L47 站位属于劣四类。

调查区域有 21.7% 的样品石油类超出海水水质第一、二类标准 ($\leq 0.05\text{mg/L}$), 属于第三类水质标准 ($\leq 0.30\text{mg/L}$)。

调查区域有 6.3% 的样品无机氮超出海水水质第二类标准 ($\leq 0.30\text{mg/L}$)。

调查区域有 6.3% 的样品化学需氧量超出海水水质第二类标准 ($\leq 3\text{mg/L}$)。

调查区域有 50.0% 的样品铅超出站位所属评价执行标准, 属于第二类水质标准 ($\leq 0.005\text{mg/L}$)。

调查区域有 11.8% 的样品粪大肠菌群超出海水水质第二类标准 (≤ 2000 个/L), L47、L48 站位属于第四类标准。

监测海域站点一类水质占比为 3.1%, 一、二类水质占比为 56.4%, 一至三类水质占比为 84.4%, 劣四类水质占比为 6.3%, 满足一类、二类 $<60\%$ 且劣四类 $\leq 30\%$, 目标海域水质状况级别为差。

调查海域为近岸海域, 受沿岸陆源输入、水文动力等复杂的人为因素影响, 水体呈现不同营养化状况, 其中, L14、L48 站位水体为中度富营养化; L47 站位为水体重度富营养化; 其他站位均为轻度富营养化。超标原因主要受人为因素和沿岸陆源输入有关。重金属和石油类超标现象, 可能与工业废水排放直接相关, 其中铅离子污染还受近海船舶频繁往来的影响。

表 5.3.3-8a 秋季海水项目检测结果

站号	采样层次	pH 值	水温	盐度	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	亚硝酸盐	硝酸盐	氨	COD _{Mn}	硫化物	悬浮物
			°C	‰	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
L3	表	8.02	23.5	31.7	0.019	0.0048	6.40	0.014	0.0762	0.071	0.97	0.0015	3.5
L4	表	7.82	24.1	31.5	0.032	0.0363	8.31	0.005	0.0060	0.003	1.52	0.0010	41.9
L5	表	8.10	24.3	32.2	0.009	0.0700	8.79	0.003	0.0036	0.004	1.92	0.0009	49.2
L5	底	7.99	24.1	32.2	0.019	/	8.00	0.007	0.0154	0.028	0.94	0.0011	82.4
L6	表	8.00	23.6	32.3	0.023	0.0049	6.83	0.013	0.0213	0.070	0.90	0.0014	4.9
L7	表	7.97	24.2	32.6	0.021	0.0474	6.77	0.010	0.0279	0.061	1.06	0.0011	7.8
L8	表	7.82	24.2	32.7	0.012	0.1048	7.81	0.004	0.0096	0.019	0.80	0.0016	7.5
L8	底	8.10	24.1	32.6	0.014	/	7.35	0.004	0.0170	0.024	0.74	0.0016	6.7
L9	表	8.10	24.4	32.7	0.021	0.0339	8.03	0.009	0.0134	0.023	0.90	0.0014	3.8
L9	底	8.06	24.1	32.4	0.011	/	7.63	0.006	0.0579	0.024	0.75	0.0013	3.4
L10	表	8.00	24.2	32.8	0.012	0.0129	6.44	0.003	0.0262	0.011	1.10	0.0013	7.5
L10	表	8.01	24.0	33.0	0.01	0.0124	6.55	0.003	0.0288	0.013	0.98	0.0012	7.2
L11	表	7.80	24.0	32.6	0.016	0.0318	6.67	0.004	0.0076	0.039	0.89	0.0013	13.4

站号	采样层次	pH 值	水温	盐度	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	亚硝酸盐	硝酸盐	氨	COD _{Mn}	硫化物	悬浮物
			°C	‰	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
L12	表	7.88	24.2	32.5	0.013	0.0651	7.33	0.004	0.0158	0.027	0.78	0.0012	10.9
L12	底	8.04	24.1	32.7	0.039	/	7.06	0.006	0.0094	0.034	1.31	0.0010	74.1
L13	表	8.07	24.4	32.8	0.014	0.0344	7.14	0.004	0.0559	0.028	0.80	0.0009	5.7
L13	底	8.09	24.2	32.8	0.015	/	6.57	0.006	0.0193	0.032	0.74	0.0007	5.7
L14	表	7.89	23.5	31.8	0.038	0.0462	7.38	0.024	0.0860	0.460	1.65	0.0008	13.9
L15	表	7.96	23.8	32.6	0.016	0.0299	7.63	0.005	0.0339	0.042	1.06	0.0012	8.1
L16	表	8.03	23.8	32.7	0.008	0.0497	6.48	0.005	0.0336	0.039	1.26	0.0016	5.4
L16	底	8.04	23.5	32.7	0.009	/	6.91	0.004	0.0076	0.033	1.09	0.0016	11.3
L17	表	7.98	23.6	32.8	0.009	0.0463	8.13	0.006	0.0544	0.075	1.22	0.0012	6.4
L17	底	8.07	23.4	32.9	0.007	/	6.69	0.006	0.0559	0.051	1.29	0.0011	9.5
L18	表	8.05	23.6	32.6	0.014	0.1098	6.94	0.006	0.1620	0.036	0.88	0.0011	8.1
L18	底	8.00	23.4	32.6	0.011	/	6.65	0.009	0.1759	0.047	0.93	0.0010	18.5
L18	表	7.92	23.6	32.7	0.019	0.1091	6.95	0.008	0.1621	0.041	1.06	0.0008	22.3

站号	采样层次	pH 值	水温	盐度	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	亚硝酸盐	硝酸盐	氨	COD _{Mn}	硫化物	悬浮物
			°C	‰	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
L18	底	8.07	23.4	32.5	0.012	/	6.60	0.005	0.2464	0.040	1.02	0.0014	13.6
L19	表	7.93	23.8	32.2	0.012	0.0628	6.75	0.005	0.0291	0.031	0.88	0.0013	16.4
L19	底	8.07	23.4	32.5	0.017	/	6.50	0.005	0.0299	0.038	1.12	0.0011	8.4
L47	表	7.84	23.6	28.8	0.115	0.0533	8.13	0.090	0.1944	0.220	3.23	0.0021	11.0
L48	表	8.01	23.6	29.9	0.013	0.0245	6.56	0.040	0.1176	0.131	4.07	0.0022	19.2
L51	表	7.98	24.3	31.9	0.009	0.0064	7.88	0.008	0.0110	0.024	0.88	0.0012	4.4

表 5.3.3-8b 秋季海水项目检测结果（续表）

站号	采样层次	挥发酚	铜	铅	镉	铬	汞	砷	锌	粪大肠菌群
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	mg/L	mg/L	个/L
L3	表	/	0.0005	0.00089	0.00003	/	0.034	0.0022	/	<20
L4	表	/	0.0007	0.00412	0.00002	/	0.033	0.0014	/	/
L5	表	/	0.0009	0.00332	/	/	0.048	0.0020	/	/
L5	底	/	/	0.00261	/	/	0.024	0.0016	/	/
L6	表	0.0012	0.0005	0.00139	0.00001	/	0.028	0.0029	/	80
L7	表	/	0.0033	0.00353	0.00004	/	0.040	0.0019	/	/
L8	表	/	0.0035	0.00244	/	/	0.034	0.0022	/	/
L8	底	/	/	0.00289	/	/	0.033	0.0019	/	/
L9	表	0.0012	0.0010	0.00462	0.00004	/	0.035	0.0022	/	/
L9	底	0.0016	0.0006	0.00227	/	/	0.038	0.0024	/	/
L10	表	0.0013	0.0010	0.00148	0.00001	/	0.037	0.0023	/	<20
L10	表	0.0017	0.0002	0.00094	/	/	0.034	0.0025	/	<20
L11	表	0.0015	0.0005	0.00369	/	/	0.031	0.0019	/	/

站号	采样层次	挥发酚	铜	铅	镉	铬	汞	砷	锌	粪大肠菌群
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	mg/L	mg/L	个/L
L12	表	0.0018	0.0004	0.00171	/	/	0.032	0.0020	/	/
L12	底	0.0018	0.0006	0.00388	/	/	0.037	0.0020	/	/
L13	表	0.0018	0.0003	0.00249	/	/	0.031	0.0019	/	/
L13	底	0.0017	0.0009	0.00261	0.00003	/	0.033	0.0020	/	/
L14	表	0.0019	0.0015	0.00301	0.00001	/	0.027	0.0018	/	230
L15	表	0.0015	0.0013	0.00145	/	/	0.029	0.0023	/	/
L16	表	0.0011	0.0007	0.00143	0.00002	/	0.028	0.0017	/	/
L16	底	/	0.0004	0.00077	0.00003	/	0.028	0.0021	/	/
L17	表	/	0.0015	0.00171	/	/	0.029	0.0023	/	/
L17	底	/	0.0006	0.00271	/	/	0.027	0.0020	/	/
L18	表	/	/	0.00332	0.00002	/	0.031	0.0022	0.0043	<20
L18	底	/	0.0006	0.00277	0.00002	/	0.033	0.0021	/	<20
L18	表	0.0013	0.0003	0.00325	/	/	0.045	0.0019	0.0050	<20

站号	采样层次	挥发酚	铜	铅	镉	铬	汞	砷	锌	粪大肠菌群
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	mg/L	mg/L	个/L
L18	底	0.0016	0.0004	0.00266	/	/	0.056	0.0019	0.0070	<20
L19	表	0.0018	0.0015	0.00211	0.00022	/	0.039	0.0021	/	/
L19	底	0.0022	0.0024	0.00288	0.00004	/	0.033	0.0025	/	/
L47	表	0.0013	0.0004	0.00141	0.00020	/	0.041	0.0014	/	3500
L48	表	0.0013	0.0007	0.00059	0.00014	/	0.034	0.0011	/	16000
L51	表	0.0012	0.0002	0.00240	0.00002	/	0.023	0.0022	/	50

表 5.3.3-9 秋季海水质量评价指数

站位	层次	pH 值	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	无机氮	COD _{Mn}	硫化物	挥发酚	铜	铅	镉	铬	汞	砷	锑	粪大肠菌群	营养化状况
L3	表	0.68	0.63	0.10	0.78	0.54	0.32	0.03	0.11	0.05	0.18	0.04	0.002	0.17	0.07	0.03	0.005	0.66
L4	表	0.55	1.07	0.73	0.60	0.05	0.51	0.02	0.11	0.07	0.82	0.00	0.002	0.17	0.05	0.03	/	0.45
L5	表	0.73	0.60	1.40	1.74	0.05	0.96	0.05	0.11	0.18	3.32	0.04	0.004	0.96	0.10	0.08	/	0.04
L5	底	0.66	1.27	/	0.92	0.25	0.47	0.06	0.11	0.02	2.61	0.04	0.004	0.48	0.08	0.08	/	0.20
L6	表	0.67	0.77	0.10	0.73	0.35	0.30	0.03	0.24	0.05	0.20	0.00	0.002	0.14	0.10	0.03	0.040	0.48
L7	表	0.65	0.70	0.95	0.74	0.33	0.35	0.02	0.11	0.33	0.71	0.04	0.002	0.20	0.06	0.03	/	0.49
L8	表	0.55	0.80	2.10	0.80	0.16	0.40	0.08	0.11	0.70	2.44	0.01	0.004	0.68	0.11	0.08	/	0.07
L8	底	0.73	0.93	/	0.32	0.23	0.37	0.08	0.11	0.02	2.89	0.04	0.004	0.66	0.10	0.08	/	0.10
L9	表	0.73	1.40	0.68	1.06	0.23	0.45	0.07	0.24	0.20	4.62	0.04	0.004	0.70	0.11	0.08	/	0.19
L9	底	0.71	0.73	/	0.58	0.44	0.38	0.07	0.32	0.12	2.27	0.04	0.004	0.76	0.12	0.08	/	0.16
L10	表	0.67	0.40	0.26	0.78	0.13	0.37	0.03	0.26	0.10	0.30	0.00	0.002	0.19	0.08	0.03	0.005	0.12
L10	表	0.67	0.33	0.25	0.76	0.15	0.33	0.02	0.34	0.02	0.19	0.00	0.002	0.17	0.08	0.03	0.005	0.10
L11	表	0.53	0.53	0.64	0.75	0.17	0.30	0.03	0.30	0.05	0.74	0.00	0.002	0.16	0.06	0.03	/	0.16
L12	表	0.59	0.87	1.30	0.82	0.23	0.39	0.06	0.36	0.08	1.71	0.01	0.004	0.64	0.10	0.08	/	0.11
L12	底	0.69	2.60	/	0.04	0.25	0.66	0.05	0.36	0.12	3.88	0.04	0.004	0.74	0.10	0.08	/	0.56
L13	表	0.71	0.93	0.69	0.16	0.44	0.40	0.05	0.36	0.06	2.49	0.01	0.004	0.62	0.10	0.08	/	0.22
L13	底	0.73	1.00	/	0.91	0.29	0.37	0.04	0.34	0.18	2.61	0.03	0.004	0.66	0.10	0.08	/	0.14
L14	表	0.59	1.27	0.92	0.11	1.90	0.55	0.02	0.38	0.15	0.60	0.00	0.002	0.14	0.06	0.03	0.115	7.94
L15	表	0.64	1.07	0.60	0.54	0.40	0.53	0.06	0.30	0.26	1.45	0.01	0.004	0.58	0.12	0.08	/	0.30
L16	表	0.69	0.53	0.99	0.93	0.39	0.63	0.08	0.22	0.14	1.43	0.02	0.004	0.56	0.09	0.08	/	0.17
L16	底	0.69	0.60	/	0.87	0.22	0.55	0.08	0.11	0.08	0.77	0.01	0.004	0.56	0.11	0.08	/	0.10

站位	层次	pH 值	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	无机氮	COD _{Mn}	硫化物	挥发酚	铜	铅	镉	铬	汞	砷	铊	粪大肠菌群	营养化状况
L17	表	0.65	0.60	0.93	0.98	0.68	0.61	0.06	0.11	0.30	1.71	0.01	0.004	0.58	0.12	0.08	/	0.33
L17	底	0.71	0.47	0.00	0.90	0.56	0.65	0.06	0.11	0.12	2.71	0.01	0.004	0.54	0.10	0.08	/	0.23
L18	表	0.58	0.47	0.37	0.58	0.51	0.22	0.01	0.06	0.00	0.33	0.00	0.001	0.16	0.04	0.04	0.005	0.56
L18	底	0.56	0.37	/	0.60	0.58	0.23	0.01	0.06	0.01	0.28	0.00	0.001	0.17	0.04	0.02	0.005	0.53
L18	表	0.51	0.63	0.36	0.58	0.53	0.27	0.01	0.13	0.01	0.33	0.00	0.001	0.23	0.04	0.05	0.005	0.94
L18	底	0.59	0.40	/	0.61	0.73	0.26	0.01	0.16	0.01	0.27	0.00	0.001	0.28	0.04	0.07	0.005	0.79
L19	表	0.62	0.80	1.26	0.89	0.33	0.44	0.07	0.36	0.30	2.11	0.22	0.004	0.78	0.11	0.08	/	0.15
L19	底	0.71	1.13	/	0.92	0.36	0.56	0.06	0.44	0.48	2.88	0.04	0.004	0.66	0.13	0.08	/	0.31
L47	表	0.56	3.83	1.07	0.38	1.68	1.08	0.04	0.26	0.04	0.28	0.04	0.002	0.21	0.05	0.03	1.750	41.64
L48	表	0.67	0.43	0.49	0.76	0.96	1.36	0.04	0.26	0.07	0.12	0.02	0.002	0.17	0.04	0.03	8.000	3.39
L51	表	0.65	0.30	0.13	0.42	0.14	0.29	0.02	0.24	0.02	0.48	0.00	0.002	0.12	0.07	0.03	0.025	0.08
最大值		0.73	3.83	2.10	1.74	1.90	1.36	0.08	0.44	0.70	4.62	0.22	0.004	0.96	0.13	0.08	8.000	41.64
最小值		0.51	0.30	0.00	0.04	0.05	0.22	0.01	0.06	0.00	0.12	0.00	0.001	0.12	0.04	0.02	0.005	0.04
超标率%		0.0	25.0	21.7	6.3	6.3	6.3	0.0	0.0	0.0	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.8	9.4

5.3.3.5 近岸海域水质监测结果与评价

本项目评价范围内的近海海域水质国控监测站位有 GDN14004、GDN14013、GDN14015 共 3 个监测站位，监测站位分布图如下图 5.3.3-5 所示，站位信息如下表 5.3.3-10 所示。

表 5.3.3-10 近岸海域水质国考监测站位坐标表（评价范围内）

所在城市	站位编码	经度	纬度
汕尾	GDN14004		
汕尾	GDN14013		
汕尾	GDN14015		



图 5.3.3-5 近岸海域水质国考监测站位分布图（评价范围内）

本报告收集了广东省生态环境厅发布的 2021 年、2022 年 2 个年度共 6 期广东省近岸海域水质监测结果进行分析，监测结果见表 5.3.3-11 和表 5.3.3-12。

由评价结果可知，三个监测站位所在海域各时期的监测因子均能满足相应的海水水质执行标准。

表 5.3.3-11a 广东省近岸海域水质监测信息（2021 年第一期） 单位：除 pH 外均为 mg/L

站位编码	经纬度	监测时间	监测指标						主要超标项目	水质类别
			pH	无机氮	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	化学需氧量		
GDN14004	E: 115.6740, N: 22.7721	2021-04-15	8.09	0.015	0.004	0.004	7.36	0.48		第一类
GDN14013	E: 115.6741, N: 22.8360	2021-04-15	8.09	0.007	0.002	0.004	6.48	0.87		第一类
GDN14015	E: 115.7799, N: 22.7928	2021-04-15	7.94	0.034	0.001	0.004	6.83	0.42		第一类

表 5.3.3-11b 广东省近岸海域水质监测信息（2021 年第二期） 单位：除 pH 外均为 mg/L

站位编码	经纬度	监测时间	监测指标												主要超标项目	水质类别
			pH	无机氮	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	化学需氧量	铜	汞	镉	铅	总氮	总磷		
GDN14004	E: 115.6741, N: 22.7717	2021-08-02	8.10	0.007	0.002	0.002	6.21	0.37	0.00072	0.000004	0.000005	0.00041	0.1560	0.0110		第一类
GDN14013	E: 115.6744, N: 22.8355	2021-08-02	8.25	0.003	0.001	0.008	6.86	0.63	0.00086	0.000004	0.000005	0.00139	0.1890	0.0140		第二类
GDN14015	E: 115.7793, N: 22.7952	2021-08-02	8.20	0.005	0.001	0.010	6.71	0.52	0.00123	0.000010	0.000005	0.00059	0.1840	0.0150		第一类

表 5.3.3-11c 广东省近岸海域水质监测信息（2021 年第三期） 单位：除 pH 外均为 mg/L

站位编码	经纬度	监测时间	监测指标						主要超标项目	水质类别
			pH	无机氮	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	化学需氧量		
GDN14004	E: 115.6738, N: 22.7713	2021-11-01	8.10	0.094	0.008	0.002	6.48	0.39		第一类
GDN14013	E: 115.6743, N: 22.8352	2021-11-04	8.24	0.022	0.001	0.009	7.32	0.41		第一类
GDN14015	E: 115.7812, N: 22.7919	2021-11-02	8.21	0.010	0.002	0.002	8.39	0.53		第一类

表 5.3.3-12a 广东省近岸海域水质监测信息（2022 年第一期） 单位：除 pH 外均为 mg/L

站位编码	经纬度	监测时间	监测指标						主要超标项目	水质类别
			pH	无机氮	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	化学需氧量		
GDN14004	E: 115.6740, N: 22.7721	2022-04-14	8.23	0.024	0.003	0.002	7.75	0.76		一类
GDN14013	E: 115.6741, N: 22.8360	2022-04-14	8.22	0.020	0.001	0.002	7.35	0.93		一类
GDN14015	E: 115.7799, N: 22.7928	2022-04-14	8.17	0.019	0.001	0.002	7.50	0.81		一类

表 5.3.3-12b 广东省近岸海域水质监测信息（2022 年第二期） 单位：除 pH 外均为 mg/L

站位编码	经纬度	监测时间	监测指标												主要超标项目	水质类别
			pH	无机氮	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	化学需氧量	铜	汞	镉	铅	总氮	总磷		
GDN14004	E: 115.6741, N: 22.7717	2022-07-28	8.30	0.036	0.005	0.004	6.92	0.52	0.00041	0.000003	0.000015	0.00021	0.218	0.017		一类
GDN14013	E: 115.6744, N: 22.8355	2022-07-28	8.35	0.012	0.001	0.004	6.86	0.57	0.00037	0.000003	0.000015	0.00016	0.221	0.012		一类
GDN14015	E: 115.7793, N: 22.7952	2022-07-28	8.39	0.022	0.001	0.004	6.87	0.74	0.00057	0.000003	0.000015	0.00011	0.213	0.011		一类

表 5.3.3-12c 广东省近岸海域水质监测信息（2022 年第三期） 单位：除 pH 外均为 mg/L

站位编码	经纬度	监测时间	监测指标						主要超标项目	水质类别
			pH	无机氮	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	化学需氧量		
GDN14004	E: 115.6738, N: 22.7713	2022-10-25	8.09	0.144	0.025	0.004	6.38	0.31		二类
GDN14013	E: 115.6743, N: 22.8352	2022-10-25	8.07	0.146	0.021	0.004	6.38	0.33		二类
GDN14015	E: 115.7812, N: 22.7919	2022-10-25	8.03	0.138	0.022	0.004	6.30	0.36		二类

5.3.4 海洋沉积物环境质量现状调查与评价

(1) 调查概况

秋季海洋沉积物质量现状调查站位坐标信息见 3.2.7 节。

(2) 调查项目

秋季：粒度、pH、含水率、有机碳、石油类、硫化物、铜、铅、镉、总汞、砷、锌、铬。

5.3.4.1 评价标准与评价方法

根据《广东省海洋功能区划（2011—2020 年）》（2012 年）与监测站位叠加图，秋季调查站位执行《海洋沉积物质量》（GB 18668-2002）一类标准。

评价方法：评价采用单因子标准指数法进行，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 项评价因子的实测值；

S_i — i 项评价因子的评价标准值。

评价因子的标准指数 > 1 ，则表明该项沉积物质量已超过了规定的标准。

表 3.2.8-1 海洋沉积物质量标准

项目	石油类 $\times 10^{-6}$	铜 $\times 10^{-6}$	铅 $\times 10^{-6}$	锌 $\times 10^{-6}$	有机碳 $\times 10^{-2}$	镉 $\times 10^{-6}$	铬 $\times 10^{-6}$	砷 $\times 10^{-6}$	汞 $\times 10^{-6}$	硫化物 $\times 10^{-6}$
标准值 (干重)										
一类 ($\leq$)	500.0	35.0	60.0	150.0	2.0	0.50	80.0	20.0	0.20	300
二类 ($\leq$)	1000.0	100.0	130.0	350.0	3.0	1.50	150.0	65.0	0.50	500
三类 ($\leq$)	1500.0	200.0	250.0	600.0	4.0	5.00	270.0	93.0	1.00	600

5.3.4.2 沉积物监测结果及评价

秋海洋沉积物质量现状见表 3.2.8-2，评价指数见表 3.2.8-3。

该海域表层海洋沉积物所检项目有机碳、铜、镉、总汞、砷、锌、总铬检测结果符合所在海洋功能区沉积物质量第一类标准要求。L47 站位的硫化物、石油类以及 L7 站位的铅有不同程度的超标现象，具体如下：

L47 站位的硫化物超标倍数为 1.12，超出海洋功能区沉积物质量第一类标准 ($\leq 300\text{mg/kg}$) 属于第二类沉积物标准 ($\leq 500\text{mg/kg}$)；该站位的石油类超标倍数为 1.65，超出海洋功能区沉积物质量第一类标准 ($\leq 500\text{mg/kg}$) 属于第二类

沉积物标准 ($\leq 1000\text{mg/kg}$) ;

L7 站位的铅超标倍数为 1.15, 超出海洋功能区沉积物质量第一类标准 ($\leq 60\text{mg/kg}$) 属于第二类沉积物标准 ($\leq 130\text{mg/kg}$)。

表 3.2.8-2 海洋沉积物检测项目结果

站号	有机碳	硫化物	石油类	铜	铅	镉	总汞	砷	锌	总铬
	%	mg/kg								
L3	1.16	54.8	99.4	9.6	39.1	0.05	0.060	8.32	72.8	6.8
L5	0.38	164.8	9.1	2.6	19.0	/	0.032	2.88	33.6	13.7
L6	0.32	16.8	26.9	0.9	14.6	/	0.018	2.51	30.9	11.9
L7	1.88	152.8	21.7	14.6	68.8	0.10	0.113	11.26	112.0	34.6
L12	1.13	32.5	50.8	11.4	39.9	/	0.087	9.18	84.8	31.9
L13	0.69	25.9	40.4	17.1	35.7	/	0.070	7.43	82.1	28.8
L14	0.13	46.0	34.8	1.6	14.6	/	0.018	2.40	40.7	13.7
L16	1.12	30.5	57.9	14.2	42.2	/	0.101	8.23	91.3	32.1
L47	1.08	334.5	824.8	24.6	28.1	0.16	0.118	3.42	119.9	4.2
L49	0.07	20.1	17.6	1.0	14.8	/	0.016	3.97	34.0	12.9
L51	0.07	1.9	7.3	0.8	15.4	/	0.012	4.14	29.3	12.6
L52	0.07	36.4	66.8	7.8	29.8	0.05	0.065	7.66	57.9	5.6
L53	0.07	5.5	4.6	1.8	14.7	/	0.013	2.10	30.8	2.5

表 3.2.8-3 海洋沉积物质量评价指数

站位	有机碳	硫化物	石油类	铜	铅	镉	总汞	砷	锌	总铬
L3	0.58	0.18	0.20	0.27	0.65	0.10	0.30	0.42	0.49	0.09
L5	0.19	0.55	0.02	0.07	0.32	0.04	0.16	0.14	0.22	0.17
L6	0.16	0.06	0.05	0.03	0.24	0.04	0.09	0.13	0.21	0.15
L7	0.94	0.51	0.04	0.42	1.15	0.20	0.57	0.56	0.75	0.43
L12	0.57	0.11	0.10	0.33	0.67	0.04	0.44	0.46	0.57	0.40
L13	0.35	0.09	0.08	0.49	0.60	0.04	0.35	0.37	0.55	0.36
L14	0.07	0.15	0.07	0.05	0.24	0.04	0.09	0.12	0.27	0.17
L16	0.56	0.10	0.12	0.41	0.70	0.04	0.51	0.41	0.61	0.40
L47	0.54	1.12	1.65	0.70	0.47	0.32	0.59	0.17	0.80	0.05
L49	0.04	0.07	0.04	0.03	0.25	0.04	0.08	0.20	0.23	0.16
L51	0.04	0.01	0.01	0.02	0.26	0.04	0.06	0.21	0.20	0.16
L52	0.04	0.12	0.13	0.22	0.50	0.10	0.33	0.38	0.39	0.07
L53	0.04	0.02	0.01	0.05	0.25	0.04	0.07	0.11	0.21	0.03
最大值	0.94	1.12	1.65	0.70	1.15	0.32	0.59	0.56	0.80	0.43
最小值	0.04	0.01	0.01	0.02	0.24	0.04	0.06	0.11	0.20	0.03
超标率%	0.0	7.7	7.7	0.0	7.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

5.3.5 海洋生态环境现状调查与评价

春季、秋季海洋生态现状调查站位坐标信息见 5.3.3 节。

5.3.5.1 调查方法

1) 叶绿素 a (Chl-a) 和初级生产力: 用容积为 5L 的有机玻璃采水器采表层水样, 水样现场过滤, 滤膜装入专用盒子放入保温箱中冷藏, 带回实验室用紫外分光光度法进行分析测定; 初级生产力以叶绿素 a 含量按照 Cadee 和 Hegeman (1974) 提出的简化的计算真光层初级生产力公式估算。

2) 浮游植物: 用 37cm 口径、筛绢孔径为 0.077mm 的浅水 III 型浮游生物网由底层至表层垂直拖网采集样品。采集到的样品先用 5% 福尔马林固定, 沉淀法浓缩, 然后带回实验室进行鉴定和计数, 分析藻类种类组成特点、丰度及优势种, 计算多样性指数及均匀度。

3) 浮游动物: 大中型浮游动物采用浅水 I 型浮游生物网 (网口直径为 50cm, 网口面积为 0.2m², 网长 145cm, 筛绢孔径约为 0.505mm), 从底层至表层进行

垂直拖网采集样品，用 5% 的甲醛（福尔马林）溶液固定后，带回实验室进行种类鉴定和计数，并计算多样性指数及均匀度。

4) 底栖生物：定量样品采用 0.05m^2 采泥器，在每站位连续采集样品 4 次，经孔径为 1.00mm 的筛网筛洗干净后，剩余物用 5% 福尔马林固定带回实验室完成样本清检、种类鉴定、计数、称重等工作，并计算多样性指数及均匀度。

5) 潮间带生物：在每个调查断面按高、中、低潮三个潮区设立取样站位，在每一个站位上采集标本。取样本时，泥沙质滩涂站位用 25×25 厘米的正方形取样框取样，每站各取样 1 次，取样方法是在站位上随机抛投取样框，先拾取框内滩面上的生物，再挖取泥、沙至 40 厘米深处，用孔径 1 毫米的筛子筛洗，分离出其中的全部埋栖生物；岩礁站位则依生物分布情况，用 25×25 厘米正方形取样框，置框于代表性位置，每站取样 1 次，先拾取样框内岩石面上自由生活的种类后，再剥取全部附着生物；珊瑚礁站位取样同岩礁，并需敲碎珊瑚块，取出其中钻孔生物。各站采集的样品，全部编号装瓶登记，用无水乙醇固定，带回实验室后，用吸水纸吸干表面水分，然后用天平称重，并进行分类鉴定与计数。

6) 鱼卵和仔稚鱼：用大型浮游生物网采集，每个断面水平拖 1 网，拖 30min，平均拖速约 3kn ，所采样品用 5% 的福尔马林溶液固定，带回实验室进行分类鉴定与计数。

7) 游泳动物：用单拖作业渔船进行现场试捕调查，所获生物样品进行现场分类和生物学测定。租用当地拖网渔船（粤陆渔 58044）进行渔业资源调查。该船主机功率 250 kW ，船长 18.6 m ，宽 3.4 m ，吃水水深 0.8 m ；调查所用网具每张网的网衣长 15.0 m ，网目 400 目，网口目大 20 mm ，网囊目大 15 mm ，浮网长 4.0 m ，网口高 1.0 m ，扫海宽度按浮网长度的 $2/3$ 计约 10 m 。调查放网 1 张，拖速约 3 节，拖时 30min 左右。拖网时间计算从拖网曳纲停止投放和拖网着底，曳纲拉紧受力时起至起网绞车开始收曳纲时止。对全部渔获物进行种类鉴定和计量，并对主要优势种类做生物学测定。

5.3.5.2 评价方法

(1) 初级生产力

采用叶绿素 a 法，按照 Cadee 和 Hegeman (1974) 提出的简化公式估算：

$$P = C_p QLI / 2$$

式中： P —初级生产力 ($\text{mg}\cdot\text{C}/\text{m}^2\cdot\text{d}$)；

Ca —表层叶绿素 a 含量 (mg/m^3)；

Q —同化系数 ($\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{mgChl}\cdot\text{a}\cdot\text{h})$)，根据以往调查结果，取 3.7；

L —真光层的深度 (m)；

t —白昼时间 (h)，根据以往调查结果，取 11h。

(2) 优势度 (Y)：

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

(3) Shannon-Weaver 多样性指数 (H')：

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

(4) Pielou 均匀度指数 (J)：

$$J = H' / \log_2 S$$

上述 (2) ~ (4) 式中：

n_i —第 i 种的个体数量 (ind/m^3)；

N —某站总生物数量 (ind/m^3)；

f_i —某种生物的出现频率 (%)；

P_i —第 i 种的个体数与总个体数的比值；

S —出现生物总种数。

(5) 鱼卵仔鱼

密度以水平拖网捕获的总个体数除以滤水量计算：

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

式中： V —鱼卵仔鱼的分布密度，单位为 ind/m^3 ；

N —每网鱼卵仔鱼数量，单位为 ind ；

S —网口面积，单位为 m^2 ；

L —拖网距离，单位为 m 。

(6) 渔业资源

资源数量的评估根据底拖网扫海面积法（密度指数法），来估算评价区的资源重量密度和生物个体密度。

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

式中： S —重量密度 (kg/km^2) 或个体密度 (ind/km^2)；

a —底拖网每小时的扫海面积 (扫海宽度取浮网长度的 $2/3$)；

y —平均重量渔获率 (kg/h) 或平均个体渔获率 (ind/h)；

E —逃逸率 (取 0.5)。

(7) 游泳生物优势种

根据渔获物中个体大小悬殊的特点, 选用 Pinkas 等提出的相对重要性指数 IRI , 来分析渔获物在群体数量组成中其生态的地位, 依此确定优势种。

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

式中： N —某一类种的 ind 数占渔获总 ind 数的百分比；

W —某一类种的重量占渔获总重量的百分比；

F —某一类种的出现断面数占调查总断面数的百分比。

5.3.5.3 春季生态调查结果 (2023 年 4 月)

1、叶绿素 a 与初级生产力

本次调查区域叶绿素 a 平均浓度为 $2.46 \text{ mg}/\text{m}^3$, 变化范围为 $1.24 \sim 11.37 \text{ mg}/\text{m}^3$, 变幅大 ($SD=2.84$)。本次调查时区域叶绿素 a 含量总体呈现由近岸向外海逐渐减少的特征, 空间差异明显。其中 L6 站位叶绿素含量最低, L47 站位叶绿素含量最高 (见表 5.3.5-1)。

表 5.3.5-1 叶绿素 a (Chla) 和初级生产力调查结果

站位	叶绿素 a (mg/m^3)	初级生产力 ($\text{mg}\cdot\text{C}/\text{m}^2\cdot\text{d}$)
L3	2.02	169.68
L5	2.48	437.47
L6	1.24	93.74
L7	1.36	197.06
L8	2.36	545.16
L12	1.36	308.45
L13	1.68	476.28
L14	1.48	139.86
L15	1.45	237.51
L16	1.24	257.80
L47	11.37	286.52
L51	1.46	110.38

变化范围	1.24 ~ 11.37	93.74 ~ 545.16
平均值	2.46 ± 2.84	271.66 ± 147.12

调查监测区内平均初级生产力为 $271.66 \text{ mg} \cdot \text{C} / \text{m}^2 \cdot \text{d}$ ，区域变化范围在 $93.74 \sim 545.16 \text{ mg} \cdot \text{C} / \text{m}^2 \cdot \text{d}$ 之间，变幅一般 ($\text{SD}=147.12$)。其中 L6 站位初级生产力最低，L8 站位初级生产力最高。

2、浮游植物

(1) 种类组成和优势种

本次调查共鉴定浮游植物 5 门 28 属 58 种 (含 5 个变种及变型)。硅藻门种类最多，共 16 属 35 种，占总种类数的 60.34% (见表 5.3.5-2)；甲藻门种类次之，出现 6 属 17 种，占总种类数的 29.31%；蓝藻门出现 2 属 2 种，占总种类数的 3.45%；金藻门出现 3 属 3 种，各占总种类数的 5.17%；绿藻门出现 1 属 1 种，占总种类数的 1.73%。出现种类较多的属为角藻属和角毛藻属 (均为 10 种)。

表 5.3.5-2 浮游植物种类

类群	属数	种类数	种类组成比例 (%)
硅藻	16	35	60.34
甲藻	6	17	29.31
蓝藻	2	2	3.45
金藻	3	3	5.17
绿藻	1	1	1.73
总计	28	58	100

以优势度 Y 大于 0.02 为判断标准，本次调查浮游植物优势种共出现 4 种，分别为中心圆筛藻 (*Coscinodiscus centralis*)、中肋骨条藻 (*Skeletonema costatum*)、圆海链藻 (*Thalassiosira rotula*)、柔弱伪菱形藻 (*Pseudonitzschia delicatissima*) (见表 5.3.5-3)。这 4 种优势种丰度占调查海域总丰度的 54.69%。其中柔弱伪菱形藻为第一优势种，其优势度为 0.255，其丰度变化范围在 $23.38 \sim 655.30 \times 10^4 \text{ cell} / \text{m}^3$ ，占各站位丰度的 11.77% ~ 32.80%，平均丰度 $107.44 \times 10^4 \text{ cell} / \text{m}^3$ ，占区域浮游植物平均丰度的 25.50%。L47 站柔弱伪菱形藻丰度最高，为 $655.30 \times 10^4 \text{ cell} / \text{m}^3$ ；L13 丰度最低，为 $23.38 \times 10^4 \text{ cell} / \text{m}^3$ 。另外，中肋骨条藻的优势度居第二位，为 0.192，占总丰度的 19.19%。其他 2 个优势种的优势度在 0.026 ~ 0.057，平均丰度在 $16.16 \sim 25.98 \times 10^4 \text{ cell} / \text{m}^3$ 之间，这 4 种优势种在整个调查海域分布广泛。

表 5.3.5-3 浮游植物优势种及其丰度

种名	拉丁文	类群	优势度	平均丰度	丰度占比
柔弱伪菱形藻	<i>Pseudonitzschia delicatissima</i>	硅藻	0.255	107.44	25.50%
中肋骨条藻	<i>Skeletonema costatum</i>	硅藻	0.192	80.88	19.19%
中心圆筛藻	<i>Coscinodiscus centralis</i>	硅藻	0.057	25.98	6.16%
圆海链藻	<i>Thalassiosira rotula</i>	硅藻	0.026	16.16	3.84%

注：丰度单位为 $\times 10^4 \text{ cell/m}^3$

(2) 丰度

调查区域内浮游植物总丰度变化范围为 $135.57 \sim 1998.11 \times 10^4 \text{ cell/m}^3$ ，均值为 $421.39 \times 10^4 \text{ cell/m}^3$ （见表 5.3.5-4）。不同站位之间的丰度差异一般，其中最高丰度出现在 L47；L3 次之，其丰度为 $726.70 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ ，最低丰度出现在 L13 站点。

浮游植物群落的组成以硅藻门丰度占优势，其中的硅藻门丰度占各个调查站位丰度的 68.29%~89.32%，占调查区域平均丰度 79.32%，在 12 个站位均有分布。另外，甲藻门丰度百分比在 7.29%~26.37%之间，占区域浮游植物平均丰度的 15.96%，其他藻类丰度的占比在 0.85%~10.87%之间，占区域浮游植物平均丰度的 4.72%。

表 5.3.5-4 浮游植物各类群丰度

站位	总丰度	硅藻门		甲藻门		其他	
		丰度	百分比	丰度	百分比	丰度	百分比
L3	726.70	515.91	70.99%	131.82	18.14%	78.98	10.87%
L5	316.75	248.75	78.53%	60.31	19.04%	7.70	2.43%
L6	155.02	114.11	73.61%	25.84	16.67%	15.07	9.72%
L7	275.22	223.39	81.17%	31.87	11.58%	19.96	7.25%
L8	333.47	244.83	73.42%	61.57	18.46%	27.07	8.12%
L12	180.24	148.43	82.35%	29.37	16.29%	2.45	1.36%
L13	135.57	118.92	87.72%	12.75	9.41%	3.90	2.87%
L14	240.27	195.00	81.16%	38.73	16.12%	6.55	2.72%
L15	243.74	187.85	77.07%	51.72	21.22%	4.17	1.71%
L16	210.26	187.81	89.32%	15.34	7.29%	7.11	3.38%
L47	1998.11	1763.26	88.25%	217.80	10.90%	17.05	0.85%
L51	241.29	164.77	68.29%	63.64	26.37%	12.88	5.34%
平均值	421.39	342.75	79.32%	61.73	15.96%	16.91	4.72%

注：丰度单位为 $\times 10^4 \text{cell/m}^3$ ，“/”为未出现。

(3) 多样性指数与均匀度

各调查区站位浮游植物种数范围为 20 种~ 32 种，平均 26 种（见表 5.3.5-5）。多样性指数范围为 3.371~4.328，平均为 3.949。均匀度指数范围为 0.575~0.739，平均为 0.674。多样性指数和均匀度指数均以 L5 最高，L47 最低。总体上，各调查站位各种类浮游植物的多样性指数和均匀度指数均较好。

表 5.3.5-5 浮游植物多样性及均匀度指数

站位	种类数	多样性指数	均匀度指数
L3	25	3.987	0.681
L5	27	4.328	0.739
L6	28	4.327	0.739
L7	24	3.462	0.591
L8	30	4.103	0.700
L12	22	3.610	0.616
L13	29	4.241	0.724
L14	25	3.871	0.661
L15	32	4.013	0.685
L16	28	3.829	0.654
L47	20	3.371	0.575
L51	23	4.248	0.725
平均值	26	3.949	0.674

3、浮游动物

(1) 种类组成和优势种

经鉴定，本次调查浮游动物共出现 39 种（类），种类一般，分属 10 个不同类群，即被囊动物有尾类、浮游毛颚类、浮游桡足类、浮游幼体、浮游枝角类、浮游端足类、浮游磷虾类、介形类、腔肠动物水螅水母类和原生动物。其中，以桡足类出现种类数最多，为 14 种，占总种类数的 35.90%；浮游幼体次之，出现 8 种（20.52%）；其他类群出现种类较少。

表 5.3.5-6 浮游动物种类

种类	种类数	种类组成比例（%）
被囊动物有尾类	3	7.69
浮游毛颚类	4	10.26

种类	种类数	种类组成比例 (%)
浮游桡足类	14	35.90
浮游幼体	8	20.52
浮游枝角类	2	5.13
浮游端足类	1	2.56
浮游磷虾类	1	2.56
介形类	1	2.56
腔肠动物水螅水母类	4	10.26
原生动物	1	2.56
总计	39	100

以优势度 $Y \geq 0.02$ 为判断标准, 本次调查出现优势种 5 种 (表 5.3.5-7), 分别为叉胸刺水蚤 (*Centropages furcatus*)、微驼隆哲水蚤 (*Acrocalanus gracilis*)、肥胖三角溞 (*Evadne tergestina*)、鸟喙尖头溞 (*Penilia avirostris*)、桡足类幼体 (*Copepoda larvae*)。这 5 个优势种以桡足类幼体的优势度最高, 为 0.209, 海域平均栖息密度为 124.86 ind./m³, 占浮游动物总栖息密度的 20.87%, 在 12 个站位均有出现。

表 5.3.5-7 浮游动物优势种组成

优势种	优势度 (Y)	平均密度 (ind./m ³)	密度百分 (%)	出现频率 (%)
桡足类幼体	0.209	124.86	20.87	100.00
肥胖三角溞	0.054	38.99	6.52	83.33
叉胸刺水蚤	0.033	30.00	5.02	66.67
鸟喙尖头溞	0.023	40.32	6.74	33.33
微驼隆哲水蚤	0.021	25.63	4.28	50.00

(2) 栖息密度与生物量

从表 5.3.5-8 可以看出, 12 个调查站位浮游动物密度变化范围为 324.68 ~ 1452.99 ind./m³, 均值 598.21 ind./m³, 变幅一般 (SD=329.02)。12 个站位中以 L47 最高、L3 (839.74 ind./m³) 次之, L13 最低。

12 个调查站位浮游动物总生物量变化范围为 198.14 ~ 844.02 mg/m³, 均值 390.73mg/m³, 变幅一般 (SD=191.46)。以 L47 最高, L3 (589.74 mg/m³) 次之, L13 最低。

表 5.3.5-8 浮游动物生物量统计

站位	全网数量 (ind.)	密度/ (ind./m ³)	总生物量/ (mg/m ³)
L3	262	839.74	589.74
L5	448	452.25	297.80
L6	104	350.88	286.77
L7	296	462.79	304.88
L8	684	797.20	484.85
L12	392	386.59	237.67
L13	390	324.68	198.14
L14	322	825.64	564.10
L15	350	457.88	319.20
L16	482	379.11	244.61
L47	136	1452.99	844.02
L51	126	448.72	316.95
平均值	333	598.21±329.02	390.73±191.46

(3) 多样性水平

本次调查, 各站平均出现浮游动物 39 种 (类); 浮游动物多样性指数中等, 均值为 3.20, 变幅较小 ($SD=0.54$), 变化范围为 2.24~4.10, 以 L8 最高, L5 (3.80) 次之, L47 最低; 均匀度指数变化范围为 0.42~0.78, 均值为 0.61, 海区均匀度中等, 变幅较小, 以 L8 最高, L47 最低 (见表 5.3.5-9)。

根据陈清潮等提出的热带海区生物多样性评价标准对调查海域浮游动物的多样性进行了评价, 多样性程度根据多样性阈值的大小可分为 5 类: I 类为 >3.5 , II 类为 2.5~3.5, III 类为 1.5~2.5, IV 类为 0.6~1.5, V 类为 <0.6 。本次调查, 海域多样性阈值变化范围为 0.95~3.18, 均值为 1.99, 变幅较小 ($SD=0.66$)。L8 最高, L47 最低; 其中 L3、L5、L8 站位属 II 类水平, 多样性较丰富; L47、L51 站位属 IV 类水平, 多样性较低; 其他站位均属 III 类水平, 多样性中等。总体调查海域整体属 III 类, 浮游动物多样性中等。

表 5.3.5-9 调查区内浮游动物多样性指数和均匀度

站位	种类数	多样性指数 (H')	均匀度指数 (J)	多样性阈值 (D_v)
L3	15	3.67	0.69	2.55
L5	19	3.80	0.72	2.73
L6	12	3.18	0.60	1.92
L7	8	2.93	0.55	1.62

站位	种类数	多样性指数 (H')	均匀度指数 (J)	多样性阈值 (Dv)
L8	21	4.10	0.78	3.18
L12	10	3.06	0.58	1.77
L13	8	2.82	0.53	1.50
L14	14	3.48	0.66	2.29
L15	11	3.06	0.58	1.77
L16	15	3.58	0.68	2.43
L47	6	2.24	0.42	0.95
L51	7	2.52	0.48	1.20
平均值	12	3.20 ± 0.54	0.61 ± 0.10	1.99 ± 0.66

4、大型底栖生物

(1) 种类组成和生态特征

本次定量调查,共鉴定出底栖生物 6 门 27 科 33 种。其中软体动物为主要生物群,为 12 科 15 种,占种类总数的 45.45%,其次为环节动物 7 科 8 种,占种类总数的 24.24%。(见表 5.3.5-10)。

表 5.3.5-10 底栖生物种类组成

门类	科数	种类数	占总种类数的比例 (%)
环节动物	7	8	24.24
软体动物	12	15	45.45
节肢动物	5	6	18.18
棘皮动物	1	2	6.06
蠕虫动物	1	1	3.03
星虫动物	1	1	3.03
总计	27	33	100

(2) 优势种和优势度

本次调查,出现的 33 种生物中,优势度在 0.02 以上的优势种共有 5 种,分别为毛头梨体星虫(*Apionsoma trichocephala*)、花冈钩毛虫(*Sigambra hanaokai*)、奇异稚齿虫(*Paraprionospio pinnata*)、角海蛹(*Ophelina acuminata*)、日本毛虾(*Acetes japonicus*)；这 5 种生物的优势度范围为 0.031~0.149。

表 5.3.5-11 底栖生物各站位优势种组成

优势种	优势度 (Y)
花冈钩毛虫 (<i>Sigambra hanaokai</i>)	0.149

优势种	优势度 (Y)
毛头梨体星虫 (<i>Apionsoma trichocephala</i>)	0.087
奇异稚齿虫 (<i>Paraprionospio pinnata</i>)	0.064
角海蛭 (<i>Ophelina acuminata</i>)	0.061
日本毛虾 (<i>Acetes japonicus</i>)	0.031

(3) 生物量及栖息密度

1) 总平均生物量和栖息密度

本次调查海域底栖生物的平均栖息密度为 318.89 ind./m²，总平均生物量为 81.63 g/m²，栖息密度主要以环节动物为优势，栖息密度为 186.67 ind./m²，占 58.54%；其次为星虫动物，栖息密度为 55.56 ind./m²，占 17.42%。生物量的组成以软体动物为主，生物量为 35.18 g/m²，占总生物量的 43.10%；其次为节肢动物，生物量为 27.60 g/m²，占总生物量的 33.81%（见表 5.3.5-12）。

表 5.3.5-12 底栖生物的平均生物量及栖息密度

项目	软体动物	棘皮动物	节肢动物	环节动物	脊索动物	总计
栖息密度 (ind./m ²)	26.67	4.44	43.33	186.67	55.56	2.22
栖息密度比例 (%)	8.36	1.39	13.59	58.54	17.42	0.70
生物量 (g/m ²)	35.18	11.45	27.60	5.08	1.23	1.09
生物量比例 (%)	43.10	14.02	33.81	6.22	1.50	1.34

2) 生物量及栖息密度的水平分布

调查区海域内各站位底栖生物的生物量差异较大，12 个调查站位生物量范围为 19.08 ~ 159.05 g/m²；栖息密度方面，12 个调查站位栖息密度范围为 106.67~533.33 ind./m²，其中 L16 站位采集到的较多的软体动物生物量最高，为 159.05g/m²；L6 站位的栖息密度最高，为 533.33 ind./m²（见表 5.3.5-13）。最高生物量是最低生物的 8.3 倍，最高栖息密度是最低栖息密度的 5.0 倍。

环节动物在调查海域内所有站位点均有出现，其平均密度为 186.67 ind./m²，平均生物量为 5.08 g/m²；其次为节肢动物，平均密度为 43.33 ind./m²，平均生物量为 27.60 g/m²。其他四种底栖动物也在各个站位以分散的形式出现，平面分布并不均匀。

表 5.3.5-13 底栖生物生物量及栖息密度的分布

站位	项目	软体动物	棘皮动物	节肢动物	环节动物	星虫动物	蠕虫动物	总计
L3	栖息密度	26.67	13.33	13.33	266.67	/	/	320.00

站位	项目	软体动物	棘皮动物	节肢动物	环节动物	星虫动物	蠕虫动物	总计
	生物量	35.40	28.69	46.87	2.64	/	/	113.60
L5	栖息密度	13.33	/	226.67	146.67	120.00	/	506.67
	生物量	10.47	/	107.13	2.03	4.69	/	124.32
L6	栖息密度	/	/	26.67	360.00	146.67	/	533.33
	生物量	/	/	24.68	14.91	4.01	/	43.60
L7	栖息密度	26.67	13.33	40.00	213.33	/	/	293.33
	生物量	46.79	48.20	6.95	2.36	/	/	104.29
L8	栖息密度	53.33	/	/	13.33	40.00	/	106.67
	生物量	78.92	/	/	22.47	0.29	/	101.68
L12	栖息密度	/	/	/	146.67	160.00	26.67	333.33
	生物量	/	/	/	7.00	1.67	13.13	21.80
L13	栖息密度	53.33	/	26.67	53.33	66.67	/	200.00
	生物量	72.15	/	16.68	1.60	2.03	/	92.45
L14	栖息密度	53.33	13.33	80.00	146.67	/	/	293.33
	生物量	57.85	46.85	34.87	2.16	/	/	141.73
L15	栖息密度	13.33	/	26.67	200.00	/	/	240.00
	生物量	13.67	/	20.37	1.37	/	/	35.41
L16	栖息密度	66.67	/	26.67	240.00	133.33	/	466.67
	生物量	101.80	/	53.95	1.28	2.03	/	159.05
L47	栖息密度	/	/	40.00	386.67	/	/	426.67
	生物量	/	/	16.20	2.88	/	/	19.08
L51	栖息密度	13.33	13.33	13.33	66.67	/	/	106.67
	生物量	5.13	13.63	3.53	0.25	/	/	22.55
平均	栖息密度	26.67	4.44	43.33	186.67	55.56	2.22	318.89
	生物量	35.18	11.45	27.60	5.08	1.23	1.09	81.63

注：生物量单位为 g/m^2 ，栖息密度单位为 ind/m^2 ，“/”表示没有出现。

(4) 生物多样性指数及均匀度

调查结果显示，本区域采集底栖生物多样性指数变化范围在 1.61~2.55 之间（见表 5.3.5-14），平均为 2.15，多样性指数 L13 站位最高，L15 站位最低；均匀度分布范围在 0.32~0.51 之间，均值为 0.43。

表 5.3.5-14 底栖生物多样性指数及均匀度

站位	样方内种类数	样方内个体数	多样性指数 (H')	均匀度 (J)
----	--------	--------	----------------	-------------

站位	样方内种类数	样方内个体数	多样性指数 (H')	均匀度 (J)
L3	6	24	2.07	0.41
L5	7	38	2.51	0.50
L6	5	40	1.77	0.35
L7	7	22	2.48	0.49
L8	6	8	2.41	0.48
L12	5	25	1.90	0.38
L13	7	15	2.55	0.51
L14	7	22	2.02	0.40
L15	4	18	1.61	0.32
L16	9	35	2.31	0.46
L47	5	32	1.95	0.39
L51	5	8	2.16	0.43
平均值	6	24	2.15	0.43

5、潮间带生物

(1) 种类组成

本次潮间带生物调查，共鉴定出潮间带生物 2 门 3 科 7 种。三个现场断面均为沙质断面，采集到软体动物和节肢动物，生物数量和种类均一般。其中，软体动物有 2 科 6 种，占种类总数的 85.71%；节肢动物 1 科 1 种，占种类总数的 14.28%。

(2) 平均生物量及栖息密度

本次调查，潮间带生物平均生物量为 24.55g/m^2 ，平均栖息密度为 31.11ind./m^2 ，软体动物生物量和栖息密度都较占优势，详见表 5.3.5-15。

表 5.3.5-15 潮间带生物平均生物量及栖息密度

类别	软体动物	节肢动物	总计
生物量 (g/m^2)	24.45	0.10	24.55
生物量百分比 (%)	99.61	0.39	100
栖息密度 (ind./m^2)	30.67	0.44	31.11
栖息密度百分比 (%)	98.57	1.43	100

(3) 生物量及栖息密度

3 个断面定量采样中，生物量以 CJ4 号断面的中潮区采样点为最高，其生物量为 75.21g/m^2 ；其次是 CJ4 号断面的低潮区采样点，其生物量为 65.91g/m^2 ，

最高生物量是最低生物量的 86.4 倍；栖息密度以 CJ4 号断面的低潮区最高；栖息密度为 124 ind./m²，其次是 CJ4 号断面的中潮区采样点，栖息密度为 56 ind./m²，最高栖息密度是最低栖息密度的 31 倍。各采样站位的总生物量及栖息密度的组成情况见表 5.3.5-16。

表 5.3.5-16 潮间带生物分布

采样点	项目	软体动物	节肢动物	环节动物	总计
CJ4 高潮区	生物量	/	/	/	/
	栖息密度	/	/	/	/
CJ4 中潮区	生物量	75.21	/	/	75.21
	栖息密度	56	/	/	56
CJ4 低潮区	生物量	65.91	/	/	65.91
	栖息密度	124	/	/	124
CJ5 高潮区	生物量	/	/	/	/
	栖息密度	/	/	/	/
CJ5 中潮区	生物量	13.26	/	/	13.26
	栖息密度	8	/	/	8
CJ5 低潮区	生物量	17.40	/	/	17.40
	栖息密度	24	/	/	24
CJ6 高潮区	生物量	/	0.87	/	0.87
	栖息密度	/	4	/	4
CJ6 中潮区	生物量	13.24	/	/	13.24
	栖息密度	20	/	/	20
CJ6 低潮区	生物量	35.06	/	/	35.06
	栖息密度	44	/	/	44

注：生物量单位为 g/m²，栖息密度单位为 ind./m²，“/”表示没有出现。

(4) 调查断面水平分布和垂直分布

在调查断面的水平分布上，生物量和栖息密度高低排序均为 CJ4>CJ6>CJ5，见表 5.3.5-17。

表 5.3.5-17 潮间带生物各断面水平分布

项 目	CJ4	CJ5	CJ6
生物量 (g/m ²)	141.12	30.66	49.17
栖息密度 (ind./m ²)	180	32	68

在调查断面的垂直分布上，生物量高低排序为低潮区>中潮区>高潮区，栖

息密度高低排序为低潮区>中潮区>高潮区，见表 5.3.5-18。

表 5.3.5-18 潮间带生物各断面垂直分布

项 目	高潮区	中潮区	低潮区
生物量 (g/m ²)	0.29	33.90	39.46
栖息密度 (ind./m ²)	1.33	28.00	64.00

(5) 生物多样性指数和均匀度

本调查海区潮间带生物多样性指数和均匀度见表 5.3.5-19，多样性指数的变化范围较小，在 0.954~2.062 之间，平均值为 1.430；均匀度的变化范围为 0.340~0.735，平均值为 0.510。

表 5.3.5-19 潮间带生物多样性指数及均匀度

采样站号	样方内种类数	样方内个体数	多样性指数	均匀度
CJ4	5	45	2.062	0.735
CJ5	2	8	0.954	0.340
CJ6	5	16	1.274	0.454
平均值	4	23	1.430	0.510

6、鱼卵与仔稚鱼

(1) 种类组成

在采集的样品中，共鉴定出 6 个种类，隶属于 6 科 6 属，种类名录如下：鱼卵记录到小公鱼属 (*Stolephorus sp.*)、鲱科 (*Mugilidae*)、鲷属 (*Leiognathus*)、舌鳎科 (*Cynoglossidae*)、小沙丁鱼属 (*Sardinella*) 共 5 种，而仔稚鱼则记录到鲱科 (*Mugilidae*)、鲷属 (*Leiognathus*)、小公鱼属 (*Stolephorus.sp.*)、多鳞鲈 (*Sillago sihama*)，共 4 种。

本次调查共采获鱼卵 38 粒，仔稚鱼 9 尾。鱼卵数量以小公鱼属最多，占鱼卵总数的 36.84%，其次是鲱科占总数的 23.68%，鲷属占 21.05%，舌鳎科占 10.53%，小沙丁鱼属占 7.89%。仔稚鱼数量以多鳞鲈数量最多，占 44.44%，其次是小公鱼属占 33.33%，鲱科和鲷属分别均占 11.11%。出现的经济种类有多鳞鲈、小公鱼和鲱科等鱼类。

(2) 数量分布

调查 12 个站位共采到鱼卵 38 粒，仔稚鱼 9 尾，依此计算出调查区域鱼卵平均密度为 3.322 粒/m³。在调查期间 12 个站位中仅 L3、L5、L6、L7、L14、L15 站位有采到鱼卵，数量分布差别较大。以 L6 站位数量最多，密度为 16.746 粒/m³，

其次是 L5 站位密度为 10.021 粒/m³，详见表 3.2.1。

仔稚鱼捕获数量一般，所有站位中仅在 L5、L6、L14、L47、L51 站位有出现，平均密度为 0.787 尾/m³，以 L47 站位数量最多，密度为 7.576 尾/m³，其次是 L6 站位，密度为 4.785 尾/m³。

表 5.3.5-20 各站位鱼卵仔鱼密度

站位	发育期密度	
	鱼卵 (ind./m ³)	仔稚鱼 (ind./m ³)
L3	6.818	/
L5	10.021	2.863
L6	16.746	4.785
L7	3.326	/
L8	/	/
L12	/	/
L13	/	/
L14	9.091	1.818
L15	5.566	/
L16	/	/
L47	/	7.576
L51	/	2.525
平均	3.322	0.787

注：“/”表示没有出现。

(3) 主要种类的数量分布

1、鲷科

鲷科，属于广温、广盐性鱼类。可在淡水、咸淡水和咸水中生活，喜欢栖息在沿海近岸、海湾和江河入海口处，是我国南方沿海咸淡水养殖的最主要经济鱼类之一，也是世界上分布最广的重要经济鱼类之一。

本次调查出现的鲷科鱼卵共有 9 粒，在 L14、L15 有出现，平均密度为 0.79 粒/m³，占本次调查鱼卵总密度的 23.68%；仔鱼 1 尾，在 L47 站位有出现。

2、鲷属

鲷属，分布于红海、印度洋、南洋群岛、澳大利亚北部、台湾岛以及中国南海等海域，主要栖息于沿岸砂泥底质水域，大多栖息于浅水域，水深约在 1~40 公尺之间，有时会进入深水域，有时会进入河口区。一般在底层活动觅食，肉食

性，以底栖生物为食。

本次调查出现的鳎属鱼卵共有 8 粒，在 L2、L3、L5 站位有出现，平均密度为 0.70 粒/ m^3 ，占本次调查鱼卵总密度的 21.05%；仔鱼 1 尾，在 L51 站位出现。

3、小公鱼属

小公鱼属是沿岸至近海的小型中上层鱼类，集群生活，数量较大，产卵期长，为 3~11 月，本属有多个种类。

本次调查出现的小公鱼属鱼卵共有 14 粒，在 L2、L5、L6 站位有出现，平均密度为 1.22 粒/ m^3 ，占本次调查鱼卵总密度的 36.84%；仔鱼 3 尾，在 L6、L14 站位出现。

7、渔业资源概况

(1) 种类组成

本次调查，共捕获游泳生物 34 种，其中：鱼类 17 种，甲壳类共 15 种（其中虾类 4 种，蟹类 8 种、虾蛄类 3 种），头足类 2 种。这些种类分别是长叉口虾蛄、变态蛄、口虾蛄、鲜明鼓虾、隆线强蟹等。

6 个断面的种类数量相对差别一般，其中 SF3 断面的种类数量相对较多为 21 种；SF4 断面种类数量最少，为 15 种。

表 5.3.5-21 各断面的出现种类统计结果

类群	鱼类	甲壳类	头足类	合计
SF1	4	11	1	16
SF2	4	11	2	17
SF3	5	14	2	21
SF4	4	10	1	15
SF5	7	12	1	20
SF6	8	10	1	19

(2) 渔获率

6 个调查断面的重量渔获率变化范围为 1.32~3.87kg/h，平均重量渔获率为 2.52 kg/h；个体渔获率变化范围为 166~425 ind./h，平均个体渔获率为 242.17 ind./h（表 5.3.5-22）。其中，甲壳类个体渔获率为 222.67 ind./h，占总个体渔获率的大部分；甲壳类重量渔获率为 2.15 kg/h，也占总重量渔获率的大部分。

表 5.3.5-22 各断面的重量渔获率和个体渔获率

类群	鱼类	甲壳类	头足类	合计
----	----	-----	-----	----

项目	个体渔获率	重量渔获率	个体渔获率	重量渔获率	个体渔获率	重量渔获率	个体渔获率	重量渔获率
SF1	5	0.03	176	1.27	1	0.01	182	1.32
SF2	16	0.15	192	1.41	6	0.04	214	1.60
SF3	15	0.24	403	3.52	7	0.04	425	3.80
SF4	13	0.53	152	1.64	1	0.01	166	2.17
SF5	22	0.41	262	3.40	4	0.05	288	3.87
SF6	24	0.67	151	1.65	3	0.06	178	2.38
平均值	15.83	0.34	222.67	2.15	3.67	0.03	242.17	2.52

注：重量渔获率单位为 kg/h；个体渔获率单位为 ind./h；“/”表示没有出现。

(3) 资源密度

调查区域游泳生物重量密度和个体密度平均值分别为 272.36 kg/km² 和 26152 ind./km²。其中，重量密度最高的是 SF5 断面，个体密度最高的也是 SF3 断面，分别为 417.44 kg/km² 和 45896 ind./km²。

表 5.3.5-23 调查断面的渔业资源密度

断面	重量密度 (kg/km ²)	个体密度 (ind./km ²)
SF1	142.12	19654
SF2	173.22	23110
SF3	409.83	45896
SF4	234.50	17927
SF5	417.44	31102
SF6	257.07	19222
平均	272.36	26152

(4) 鱼类资源状况

1) 鱼类种类组成

本次调查捕获的鱼类共 17 种。这些种类均为我国沿岸、浅海渔业的兼捕对象。大多属于印度洋、太平洋区系，大多数种类分布于大陆架区，以海水性的种类为主，并以栖息于底层、近底层的暖水性种类占优势，其食性以底栖生物及小型的游泳生物为主要饵料，这大体上可以反映出该水域鱼类的种类组成区系和主要生态特点。

2) 鱼类资源密度估算

本次调查，鱼类的资源密度见表 5.3.5-24，其平均重量密度为 36.74 kg/km²，

平均个体密度为 1710 ind./km²。

表 5.3.5-24 鱼类资源密度

断面	重量密度 (kg/km ²)	个体密度 (ind./km ²)
SF1	3.67	540
SF2	16.52	1728
SF3	26.08	1620
SF4	57.02	1404
SF5	44.60	2376
SF6	72.57	2592
平均	36.74	1710

3) 鱼类优势种

将鱼类 *IRI* 指数列于表 5.3.5-25, 鱼类 *IRI* 值在 1000 以上的有 3 种, 分别为: 棘头梅童鱼、龙头鱼、红狼牙虾虎鱼, 这 3 种鱼类其平均重量渔获率之和为 0.27kg/h, 占鱼类总平均重量渔获率 (0.34 kg/h) 的 79.41%; 这 2 种鱼类其平均个体渔获率为 9.00 ind./h, 占鱼类总平均个体渔获率 (15.83ind./h) 的 56.85%。由此确定这 3 种为鱼类的优势种。

表 5.3.5-25 鱼类的 IRI 指数

种类	出现频率 (%)	渔获重量		渔获尾数		IRI
		(kg)	(%)	(ind.)	(%)	
短吻鲷	33.33%	0.0460	2.25%	14	14.74%	566.34
卵鲷	16.67%	0.0065	0.32%	1	1.05%	22.85
鲷鱼	16.67%	0.0160	0.78%	1	1.05%	30.61
眶棘双边鱼	16.67%	0.0055	0.27%	1	1.05%	22.03
小带鱼	33.33%	0.0905	4.43%	4	4.21%	288.12
棘头梅童鱼	100.00%	0.1185	5.80%	21	22.11%	2790.98
长颌棱鲉	16.67%	0.0500	2.45%	4	4.21%	111.00
龙头鱼	50.00%	0.8045	39.41%	17	17.89%	2865.10
乌塘鳢	50.00%	0.0250	1.22%	3	3.16%	219.12
红狼牙虾虎鱼	50.00%	0.7005	34.31%	16	16.84%	2557.76
褐篮子鱼	33.33%	0.0200	0.98%	2	2.11%	102.83
皮氏叫姑鱼	16.67%	0.0540	2.65%	3	3.16%	96.72
黄鳍鲷	16.67%	0.0325	1.59%	1	1.05%	44.08
鹿斑仰口鲷	33.33%	0.0225	1.10%	4	4.21%	177.09
食蟹豆齿鲷	16.67%	0.0190	0.93%	1	1.05%	33.06
斑鲷	16.67%	0.0180	0.88%	1	1.05%	32.24
多鳞鲷	16.67%	0.0125	0.61%	1	1.05%	27.75

4) 主要经济鱼类生物学特性

a. 棘头梅童鱼

地理分布：分布于西太平洋区，包括菲律宾、越南、中国、朝鲜、韩国及日本等沿海。

生活习性：为暖水性近海底栖小型鱼类。主要栖息于河口及深度可达 90 米之砂泥底质中下层水域，群聚性较弱。有向深浅水间移动和发声习性。捕食底栖生物和小鱼、虾和糠虾为主，有自食幼体现象。

本次调查的鲷体长范围为 65~90 mm，体重范围为 4.5~12.5g，平均体重为 5.64g。

b. 龙头鱼

地理分布：分布于印度洋至西太平洋，包括韩国、日本、中国沿海、中国台湾地区及东印度洋海域。在中国分布于黄海南部、东海和南海河口海域，以及台

湾南部及西部海域。

生活习性：龙头鱼为沿海中、下层鱼类，水深一般在 50 米以内，泥沙底海域常年可见，觅食时常在河口集群。常栖息在近海暖温性中下层，但在各个水层均可能出现。龙头鱼为肉食性鱼类，主要以食鳗、小公鱼、棱鳗、小沙丁鱼、大黄鱼的幼鱼等小型鱼类，兼食毛虾、虾类和头足类等。

本次调查的龙头鱼体长范围为 135~205 mm，体重范围为 38.5~66.0g，平均体重为 47.32 g。

c. 红狼牙虾虎鱼

地理分布：分布于辽宁沿海及我国各海区。国外见于日本、马来西亚新加坡、印度尼西亚、印度。

生活习性：常在泥沙中钻穴营居。属于近岸暖温性鱼类。此鱼在近海与淡水均能生存，在江岸穿穴潜居。性凶猛，食小鱼或小虾等。

本次调查的龙头鱼体长范围为 185~310 mm，体重范围为 40.5~46.0 g，平均体重为 43.78 g。

(5) 头足类的资源状况

1、种类组成

本次调查海域内捕获到火枪乌贼和曼氏无针乌贼 2 种头足类。

2、头足类的资源密度估算

本次调查捕获头足类动物种类较少，6 个断面均有捕获头足类，头足类的资源密度见表 5.3.5-26，其平均重量密度和平均个体密度分别为 3.52 kg/km² 和 396 ind./km²。

表 5.3.5-26 头足类资源密度

断面	重量密度 (kg/km ²)	个体密度 (ind./km ²)
SF1	0.92	108
SF2	4.43	648
SF3	3.89	756
SF4	0.54	108
SF5	5.18	432
SF6	6.16	324
平均	3.52	396

(6) 甲壳类资源状况

1、种类组成

本次调查，共捕获的甲壳类，经鉴定共 15 种，其中：虾类 4 种，蟹类 8 种、虾蛄类 3 种。

2、甲壳类资源密度评估

本次调查，甲壳类的资源密度见表 5.3.5-27，其平均重量密度和平均个体密度分别为 232.10 kg/km^2 和 24046 ind./km^2 。其中，重量密度最高的是 SF3 断面，个体密度最高的是 SF3 断面，分别为 379.86 kg/km^2 和 43521 ind./km^2 。

表 5.3.5-27 甲壳类资源密度

断面	重量密度 (kg/km^2)	个体密度 (ind./km^2)
SF1	137.53	19006
SF2	152.27	20734
SF3	379.86	43521
SF4	176.94	16415
SF5	367.66	28294
SF6	178.35	16307
平均	232.10	24046

5.3.5.4 秋季生态调查结果（2022 年 11 月）

1、叶绿素 a 与初级生产力

本次调查区域叶绿素 a 平均浓度为 4.75 mg/m^3 ，变化范围为 $1.37 \sim 18.5 \text{ mg/m}^3$ 。本次调查时区域叶绿素 a 含量总体呈现由近岸向外海逐渐减少的特征，空间差异明显。其中 L16 站位叶绿素含量最低，L47 站位叶绿素含量最高（见表 5.3.5-28）。

调查监测区内平均初级生产力为 $226.73 \text{ mgC/m}^2 \cdot \text{d}$ ，区域变化范围在 $34.59 \sim 629.37 \text{ mgC/m}^2 \cdot \text{d}$ 之间。其中 L14 站位初级生产力最低，L5 站位初级生产力最高。

表 5.3.5-28 叶绿素 a (Chla) 和初级生产力调查结果

站位	叶绿素 a (mg/m^3)	初级生产力 ($\text{mgC/m}^2 \cdot \text{d}$)
L3	3.94	248.22
L5	9.99	629.37
L6	4.87	184.09
L7	2.80	229.32
L8	2.61	213.76

L12	1.92	181.44
L13	1.71	161.60
L14	1.83	34.59
L15	2.05	103.32
L16	1.37	112.20
L47	18.5	349.65
L51	5.42	273.17
变化范围	1.37 ~ 18.5	34.59 ~ 629.37
平均值	4.75 ± 4.96	226.73 ± 151.78

2、浮游植物

(1) 种类组成

本次调查共鉴定浮游植物 4 门 24 属 43 种（含 3 个变种及变型）。硅藻门种类最多，共 15 属 24 种，占总种类数的 55.81%（见表 5.3.5-29）；甲藻门种类次之，出现 4 属 14 种，占总种类数的 32.56%；蓝藻门出现 2 属 2 种，占总种类数的 4.65%；金藻门出现 3 属 3 种，占总种类数的 6.98%。出现种类较多的属为角藻属（10 种）。

表 5.3.5-29 浮游植物种类

类群	属数	种类数	种类组成比例 (%)
硅藻	15	24	55.81
甲藻	4	14	32.56
蓝藻	2	2	4.65
金藻	3	3	6.98
总计	24	43	100

(2) 丰度

调查区域内浮游植物总丰度变化范围为 $97.12 \sim 861.68 \times 10^4 \text{ cell/m}^3$ ，均值为 $243.84 \times 10^4 \text{ cell/m}^3$ （见表 5.3.5-30）。不同站位之间的丰度差异一般，其中最高丰度出现在 L5；L47 次之，其丰度为 $405.00 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ ，最低丰度出现在 L13 站点。

浮游植物群落的组成以硅藻门丰度占优势，其中的硅藻门丰度占各个调查站位丰度的 56.88%~86.41%，占调查区域平均丰度的 70.36%，在 16 个站位均有分布。另外，甲藻门丰度百分比在 10.69%~25.70%之间，占区域浮游植物平均

丰度的 18.21%，其他藻类丰度的占比在 0.00%~24.51%之间，占区域浮游植物平均丰度的 11.43%。

表 5.3.5-30 浮游植物各类群丰度

站位	总丰度	硅藻门		甲藻门		其他	
		丰度	百分比	丰度	百分比	丰度	百分比
L3	148.09	92.18	62.25%	35.45	23.94%	20.45	13.81%
L5	861.68	742.16	86.13%	92.28	10.71%	27.23	3.16%
L6	231.82	143.94	62.09%	31.06	13.40%	56.82	24.51%
L7	197.78	128.52	64.98%	41.40	20.93%	27.87	14.09%
L8	251.21	179.61	71.50%	63.35	25.22%	8.25	3.28%
L12	224.35	160.98	71.76%	47.87	21.34%	15.50	6.91%
L13	97.12	83.92	86.41%	13.20	13.59%	/	/
L14	125.00	71.10	56.88%	28.57	22.86%	25.32	20.26%
L15	234.68	177.22	75.52%	42.39	18.06%	15.07	6.42%
L16	151.34	120.90	79.89%	18.34	12.12%	12.10	7.99%
L47	405.00	236.36	58.36%	104.09	25.70%	64.55	15.94%
L51	203.27	139.35	68.55%	21.73	10.69%	42.19	20.75%
平均值	260.94	189.69	70.36%	44.98	18.21%	26.28	11.43%

注：丰度单位为 $\times 10^4 \text{ cell/m}^3$ ，“/”为未出现。

(3) 优势种

以优势度 Y 大于 0.02 为判断标准，本次调查浮游植物优势种共出现 6 种，分别为伏氏海毛藻、中肋骨条藻、微囊藻、梭角藻、菱形海线藻和洛氏角毛藻（表 5.3.5-31）。这 6 种优势种丰度占调查海域总丰度的 48.99%。其中伏氏海毛藻为第一优势种，其优势度为 0.289，其丰度变化范围在 $10.23 \sim 451.02 \times 10^4 \text{ cell/m}^3$ ，占各站位丰度的 5.03%~52.34%，平均丰度 $75.42 \times 10^4 \text{ cell/m}^3$ ，占区域浮游植物平均丰度的 28.90%。L5 站伏氏海毛藻丰度最高，为 $451.02 \times 10^4 \text{ cell/m}^3$ 。L51 站伏氏海毛藻丰度最低，为 $10.23 \times 10^4 \text{ cell/m}^3$ 。另外，中肋骨条藻的优势度居第二位，为 0.068，占总丰度的 7.45%。其他 4 个优势种的优势度在 0.022~0.024，平均丰度在 $6.94 \sim 9.64 \times 10^4 \text{ cell/m}^3$ 之间，这 6 种优势种在整个调查海域分布广泛。

表 5.3.5-31 浮游植物优势种及其丰度

种名	拉丁文	类群	优势度	平均丰度	丰度占比
伏氏海毛藻	<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>	硅藻	0.289	75.42	28.90%

种名	拉丁文	类群	优势度	平均丰度	丰度占比
中肋骨条藻	<i>Skeletonema costatum</i>	硅藻	0.068	19.44	7.45%
菱形海线藻	<i>Thalassionema nitzschioides</i>	硅藻	0.024	7.66	2.94%
洛氏角毛藻	<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	硅藻	0.022	9.64	3.69%
球形棕囊藻	<i>Phaeocystis globosa</i>	金藻	0.022	8.75	3.35%
掌状冠盖藻	<i>Stephanopyxis palmeriana</i>	硅藻	0.022	6.94	2.66%

注：丰度单位为 $\times 10^4 \text{cell/m}^3$

(4) 多样性指数与均匀度

各调查区站位浮游植物种数范围为 19 种~34 种，平均 27 种（表 5.3.5-32）。多样性指数范围为 3.070~4.614，平均为 4.081。均匀度指数范围为 0.566~0.850，平均为 0.752。多样性指数和均匀度指数均以 L7 最高，L5 最低。总体上，各调查站位各种类浮游植物的多样性指数和均匀度指数均较好。

表 5.3.5-32 浮游植物多样性及均匀度指数

站位	种类数	多样性指数	均匀度指数
L3	31	4.341	0.800
L5	27	3.070	0.566
L6	25	3.951	0.728
L7	30	4.614	0.850
L8	34	4.582	0.844
L12	28	4.253	0.784
L13	25	4.075	0.751
L14	20	3.897	0.718
L15	29	4.280	0.789
L16	33	3.755	0.692
L47	24	4.151	0.765
L51	19	3.998	0.737
平均值	27	4.081	0.752

3、浮游动物

(1) 种类组成和优势种

经鉴定，本次调查浮游动物共出现 56 种（类），种类一般，分属 11 个不同类群，即被囊动物有尾类、浮游海樽类、浮游毛颚类、浮游桡足类、浮游幼体、浮游枝角类、浮游端足类、浮游磷虾类、介形类、腔肠动物水螅水母类和原生动

物。其中，以桡足类出现种类数最多，为 19 种，占总种类数的 33.93%；浮游幼体次之，出现 16 种（28.57%）；其他类群出现种类较少。（见表 5.3.5-33）

表 5.3.5-33 浮游动物种类

种类	种类数	种类组成比例（%）
被囊动物有尾类	2	3.57
浮游海樽类	1	1.79
浮游毛颚类	5	8.93
浮游桡足类	19	33.93
浮游幼体	16	28.57
浮游枝角类	2	3.57
浮游端足类	1	1.79
浮游磷虾类	2	3.57
介形类	1	1.79
腔肠动物水螅水母类	6	10.71
原生动物	1	1.79
总计	56	100

（2）密度与生物量

从表 5.3.5-34 可以看出，12 个调查站位浮游动物密度变化范围为 305.04~1581.20ind/m³，均值 666.70ind/m³。12 个站位中以 L6 最高、L14（1269.84ind/m³）次之，L5 最低。

12 个调查站位浮游动物总生物量变化范围为 103.89~1082.62mg/m³，均值 375.86mg/m³。以 L6 最高，L14（659.34mg/m³）次之，L5 最低。

表 5.3.5-34 浮游动物生物量统计

站位	全网数量（ind.）	密度/（ind./m ³ ）	总生物量/（mg/m ³ ）
L3	208	533.33	297.44
L5	276	305.04	103.89
L6	222	1581.20	1082.62
L7	260	396.83	190.78
L8	462	524.17	284.77
L12	504	489.51	260.30
L13	496	407.63	210.39
L14	416	1269.84	659.34

站位	全网数量 (ind.)	密度/ (ind./m ³)	总生物量/ (mg/m ³)
L15	358	515.70	269.37
L16	464	418.92	260.92
L47	194	829.06	290.60
L51	182	729.17	408.65
平均值	337	666.70±387.86	359.92±265.11

(3) 优势度

以优势度 $Y \geq 0.02$ 为判断标准, 本次调查出现优势种 6 种 (表 5.3.5-35), 分别为桡足类幼体 (*Copepoda larvae*)、多毛类幼体 (*Polychaeta larvae*)、针刺拟哲水蚤 (*Paracalanus aculeatus*)、鸟喙尖头蚤 (*Penilia avirostris*)、瘦尾胸刺水蚤 (*Centropages tenuiemi*) 和拟长腹剑水蚤 (*Oithona similis*)。这 6 个优势种以桡足类幼体的优势度最高, 为 0.170, 海域平均栖息密度为 113.42 ind/m³, 占浮游动物总栖息密度的 17.01%, 在 12 个站位均有出现。

表 5.3.5-35 浮游动物优势种组成

优势种	优势度 (Y)	平均密度 (ind./m ³)	密度百分 (%)	出现频率 (%)
桡足类幼体	0.170	113.42	17.01	100.00
多毛类幼体	0.077	51.29	7.69	100.00
针刺拟哲水蚤	0.062	49.74	7.46	83.33
鸟喙尖头蚤	0.054	43.37	6.50	83.33
瘦尾胸刺水蚤	0.045	32.66	4.90	91.67
拟长腹剑水蚤	0.020	14.60	2.19	91.67

(4) 多样性水平

本次调查, 各站平均出现浮游动物 56 种 (类); 浮游动物多样性指数中等, 均值为 3.65, 变化范围为 2.77~3.94, 以 L13 最高, L16 (3.90) 次之, L51 最低; 均匀度指数变化范围为 0.48~0.68, 均值为 0.63, 海区均匀度中等, 变幅较小, 以 L13 最高, L51 最低 (见表 5.3.5-36)。

根据陈清潮等提出的热带海区生物多样性评价标准对调查海域浮游动物的多样性进行了评价, 多样性程度根据多样性阈值的大小可分为 5 类: I 类为 > 3.5 , II 类为 2.5~3.5, III 类为 1.5~2.5, IV 类为 0.6~1.5, V 类为 < 0.6 。本次调查, 海域多样性阈值变化范围为 1.32~2.67, 均值为 2.31, 变幅较小 ($SD=0.35$)。L13 最高, L51 最低; 其中 L6、L13 和 L16 站位属 II 类水平, 多样性较丰富; L51

站位属Ⅳ类水平，多样性较低；其他站位均属Ⅲ类水平，多样性中等。总体调查海域整体属Ⅲ类，浮游动物多样性中等。

表 5.3.5-36 调查区内浮游动物多样性指数和均匀度

站位	种类数	多样性指数 (H')	均匀度指数 (J)	多样性阈值 (Dv)
L3	18	3.69	0.63	2.34
L5	14	3.58	0.62	2.21
L6	19	3.89	0.67	2.60
L7	17	3.67	0.63	2.33
L8	23	3.81	0.66	2.49
L12	16	3.71	0.64	2.37
L13	20	3.94	0.68	2.67
L14	16	3.59	0.62	2.22
L15	18	3.74	0.64	2.41
L16	19	3.90	0.67	2.62
L47	15	3.58	0.62	2.20
L51	9	2.77	0.48	1.32
平均值	17	3.65 ± 0.31	0.63 ± 0.05	2.31 ± 0.35

4、大型底栖生物

(1) 种类组成和生态特征

本次定量调查，共鉴定出底栖生物 6 门 23 科 29 种。其中环节动物和软体动物为主要生物群，分别 8 科 10 种和 7 科 10 种，均占种类总数的 34.48%，其次为节肢动物 5 科 5 种，占种类总数的 17.24%。（见表 5.3.5-37）

表 5.3.5-37 底栖生物种类组成

门类	科数	种类数	占总种类数的比例 (%)
环节动物	8	10	34.48
软体动物	7	10	34.48
节肢动物	5	5	17.24
棘皮动物	1	2	6.90
蠕虫动物	1	1	3.45
星虫动物	1	1	3.45
总计	23	29	100

(2) 优势种和优势度

本次调查,出现的 29 种生物中,优势度在 0.02 以上的优势种共有 3 种,分别为毛头梨体星虫(*Apionsoma trichocephala*)、花冈钩毛虫(*Sigambra hanaokai*)、奇异稚齿虫(*Paraprionospio pinnata*)和角海蛭(*Ophelina acuminata*);这 3 种生物的优势度范围为 0.133~0.208。

表 5.3.5-38 底栖生物优势种组成

优势种	优势度 (Y)
奇异稚齿虫 (<i>Paraprionospio pinnata</i>)	0.187
毛头梨体星虫 (<i>Apionsoma trichocephala</i>)	0.177
花冈钩毛虫 (<i>Sigambra hanaokai</i>)	0.129
角海蛭 (<i>Ophelina acuminata</i>)	0.032

(3) 生物量及栖息密度

1) 总平均生物量和栖息密度

本次调查海域底栖生物的平均栖息密度为 395.56 ind/m², 总平均生物量为 77.03g/m²。栖息密度主要以环节动物为优势, 栖息密度为 236.67ind/m², 占 59.83%; 其次为星虫动物, 栖息密度为 88.89ind/m², 占 22.47%。生物量的组成以软体动物为主, 生物量为 49.07g/m², 占总生物量的 63.71%; 其次为节肢动物, 生物量为 10.63g/m², 占总生物量的 13.81% (见表 5.3.5-39)。

表 5.3.5-39 底栖生物平均生物量及栖息密度

项目	软体动物	棘皮动物	节肢动物	环节动物	星虫动物	蠕虫动物	总计
栖息密度 (ind/m ²)	38.89	2.22	21.11	236.67	88.89	7.78	395.56
栖息密度比例 (%)	9.83	0.56	5.34	59.83	22.47	1.97	100
生物量 (g/m ²)	49.07	5.81	10.63	6.62	1.29	3.60	77.03
生物量比例 (%)	63.71	7.54	13.81	8.59	1.68	4.67	100

2) 生物量及栖息密度的水平分布

调查区海域内各站位底栖生物的生物量差异较大, 12 个调查站位生物量范围为 33.85 ~ 191.77 g/m²; 栖息密度方面, 12 个调查站位栖息密度范围为 186.67 ~ 840.00 ind./m², 其中 L13 站位采集到的较多的软体动物生物量最高, 为 191.77g/m²; L7 站位的栖息密度最高, 为 840.00 ind./m² (见表 5.3.5-40)。最高

生物量是最低生物的 5.7 倍，最高栖息密度是最低栖息密度的 4.5 倍。

环节动物在调查海域内所有站位点均有出现，其平均密度为 236.67 ind./m²，平均生物量为 6.62 g/m²；其次为软体动物，平均密度为 38.89 ind./m²，平均生物量为 49.07 g/m²。其他四种底栖动物也在各个站位以分散的形式出现，平面分布并不均匀。

表 5.3.5-40 底栖生物生物量及栖息密度的分布

站位	项 目	软体动物	棘皮动物	节肢动物	环节动物	星虫动物	蠕虫动物	总计
L3	栖息密度	66.67	/	/	306.67	160.00	/	533.33
	生物量	78.28	/	/	5.75	1.12	/	85.15
L5	栖息密度	26.67	/	66.67	80.00	66.67	/	240.00
	生物量	28.87	/	12.43	3.35	0.20	/	44.84
L6	栖息密度	13.33	/	26.67	266.67	120.00	/	426.67
	生物量	27.52	/	2.03	13.48	3.31	/	46.33
L7	栖息密度	26.67	/	53.33	626.67	133.33	/	840.00
	生物量	20.33	/	52.08	7.13	1.12	/	80.67
L8	栖息密度	93.33	/	/	133.33	66.67	/	293.33
	生物量	66.09	/	/	2.04	0.56	/	68.69
L12	栖息密度	13.33	/	13.33	266.67	93.33	53.33	440.00
	生物量	10.01	/	16.33	3.65	5.51	16.33	51.84
L13	栖息密度	80.00	/	/	120.00	133.33	/	333.33
	生物量	183.84	/	/	5.91	2.03	/	191.77
L14	栖息密度	26.67	13.33	26.67	120.00	/	/	186.67
	生物量	36.48	42.24	6.41	8.61	/	/	93.75
L15	栖息密度	13.33	/	26.67	306.67	/	40.00	386.67
	生物量	16.20	/	12.45	2.92	/	26.87	58.44
L16	栖息密度	80.00	13.33	/	186.67	146.67	/	426.67
	生物量	89.96	27.48	/	12.52	0.87	/	130.83
L47	栖息密度	13.33	/	26.67	146.67	80.00	/	266.67
	生物量	8.89	/	21.95	2.37	0.64	/	33.85
L51	栖息密度	13.33	/	13.33	280.00	66.67	/	373.33

站位	项目	软体动物	棘皮动物	节肢动物	环节动物	星虫动物	蠕虫动物	总计
	生物量	22.41	/	3.93	11.68	0.16	/	38.19
平均	栖息密度	38.89	2.22	21.11	236.67	88.89	7.78	395.56
	生物量	49.07	5.81	10.63	6.62	1.29	3.60	77.03

注：生物量单位为 g/m^2 ，栖息密度单位为 ind/m^2 ，“/”表示没有出现。

(4) 生物多样性指数及均匀度

调查结果显示，本区域采泥底栖生物多样性指数变化范围在 2.09~2.79 之间（见表 5.3.5-41），平均为 2.46，多样性指数 L8 站位最高，L6 站位最低；均匀度分布范围在 0.43~0.58 之间，均值为 0.51。

表 5.3.5-41 底栖生物多样性指数及均匀度

站位	样方内种类数	样方内个体数	多样性指数 (H')	均匀度 (J)
L3	8	40	2.57	0.53
L5	7	18	2.66	0.55
L6	6	32	2.09	0.43
L7	8	63	2.34	0.48
L8	9	22	2.79	0.58
L12	8	33	2.66	0.55
L13	7	25	2.26	0.46
L14	6	14	2.12	0.44
L15	8	29	2.47	0.51
L16	10	32	2.64	0.54
L47	8	20	2.67	0.55
L51	7	28	2.22	0.46
平均值	8	30	2.46	0.51

5、潮间带生物

(1) 潮间带生物种类组成

本次潮间带生物调查，共鉴定出潮间带生物 3 门 11 科 12 种。CJ4 和 CJ6 现场断面均为沙质断面，CJ56 现场断面为岩礁断面，采集到环节动物、软体动物和节肢动物，生物数量和种类均一般。其中，软体动物 7 科 8 种，占种类总数的 66.67%；节肢动物 3 科 3 种，占种类总数的 25.00%；环节动物 1 科 1 种，占种类总数的 8.33%。

(2) 潮间带平均生物量及栖息密度

本次调查,潮间带生物平均生物量为 29.09g/m^2 , 平均栖息密度为 53.77ind./m^2 , 软体动物生物量和栖息密度都较占优势, 详见表 5.3.5-42。

表 5.3.5-42 潮间带生物平均生物量及栖息密度

类别	软体动物	节肢动物	环节动物	总计
生物量 (g/m^2)	25.15	3.56	0.38	29.09
生物量百分比 (%)	86.47	12.22	1.31	100
栖息密度 (ind./m^2)	45.33	8.00	0.44	53.77
栖息密度百分比 (%)	84.30	14.88	0.82	100

(3) 生物量及栖息密度比较

3 个断面定量采样中, 生物量以 CJ4 号断面的低潮区采样点为最高, 其生物量为 121.15g/m^2 ; 其次是 CJ5 号断面的低潮区采样点, 其生物量为 53.77g/m^2 , 最高生物量是最低生物量的 38.1 倍; 栖息密度以 CJ5 号断面的低潮区最高; 栖息密度为 184ind./m^2 , 其次是 CJ4 号断面的低潮区采样点, 栖息密度为 148ind./m^2 , 最高栖息密度是最低栖息密度的 46 倍。各采样站位的总生物量及栖息密度的组成情况见表 5.3.5-43。

表 5.3.5-43 潮间带生物分布

采样点	项目	软体动物	节肢动物	环节动物	总计
CJ4 高潮区	生物量	3.18	/	/	3.18
	栖息密度	4	/	/	4
CJ4 中潮区	生物量	16.60	/	3.44	20.04
	栖息密度	48	/	4	52
CJ4 低潮区	生物量	116.15	5.00	/	121.15
	栖息密度	140	8	/	148
CJ5 高潮区	生物量	12.68	/	/	12.68
	栖息密度	8	/	/	8
CJ5 中潮区	生物量	39.17	/	/	39.17
	栖息密度	72	/	/	72
CJ5 低潮区	生物量	26.77	27.00	/	53.77
	栖息密度	120	64	/	184
CJ6 高潮区	生物量	/	/	/	/
	栖息密度	/	/	/	/
CJ6 中潮区	生物量	3.58	/	/	3.58
	栖息密度	4	/	/	4

采样点	项目	软体动物	节肢动物	环节动物	总计
CJ6 低潮区	生物量	8.26	/	/	8.26
	栖息密度	12	/	/	12

注：生物量单位为 g/m^2 ，栖息密度单位为 ind/m^2 ，“/”表示没有出现。

(4) 调查断面水平分布和垂直分布比较

在调查断面的在水平分布上，生物量高低排序为 $\text{CJ4} > \text{CJ5} > \text{CJ6}$ ，栖息密度高低排序为 $\text{CJ5} > \text{CJ4} > \text{CJ6}$ ，见表 5.3.5-44。

表 5.3.5-44 潮间带生物各断面水平分布

项 目	CJ4	CJ5	CJ6
生物量 (g/m^2)	144.36	105.62	11.84
栖息密度 (ind/m^2)	204	264	16

在调查断面的在垂直分布上，生物量和栖息密度二者高低排序均为低潮区 $>$ 中潮区 $>$ 高潮区，见表 5.3.5-45。

表 5.3.5-45 潮间带生物各断面垂直分布

项 目	高潮区	中潮区	低潮区
生物量 (g/m^2)	5.28	20.93	61.06
栖息密度 (ind/m^2)	4.00	42.67	114.67

(5) 生物多样性指数和均匀度

本调查海区潮间带生物多样性指数和均匀度见表 5.3.5-46，多样性指数的变化范围较小，在 0.748~1.671 之间，平均值为 1.306；均匀度的变化范围为 0.209~0.466，平均值为 0.364。

表 5.3.5-46 潮间带生物多样性指数及均匀度

采样站号	样方内种类数	样方内个体数	多样性指数	均匀度
CJ2	2	26	0.748	0.209
CJ3	2	3	1.671	0.466
CJ4	5	51	1.500	0.418
平均值	3	27	1.306	0.364

6、鱼卵与仔稚鱼

(1) 种类组成

在采集的样品中，共鉴定出 6 个种类，隶属于 6 科 6 属，种类名录如下：鱼卵记录到小公鱼属 (*Stolephorus sp.*)、鲱科 (*Mugilidae*)、鲻属 (*Leiognathus*) 共 3 种，而仔稚鱼则记录到眶棘双边鱼 (*Ambassis gymnocephalus*)、鲻属

(*Leiognathus*)、小公鱼属(*Stolephorus.sp*)、美肩鳃鲷(*Omobranchus elegans*)和多鳞鱚(*Sillago sihama*)，共5种。

本次调查共采获鱼卵17粒，仔稚鱼6尾。鱼卵数量以鲷科最多，占鱼卵总数的41.18%，其次是小公鱼属和鲷属均占总数的29.41%。仔稚鱼数量以鲷属数量最多，占33.33%，眶棘双边鱼、小公鱼属、多鳞鱚和美肩鳃鲷分别均占16.67%。出现的经济种类有多鳞鱚、小公鱼等鱼类。

(2) 数量分布

调查12个站位共采到鱼卵17粒，仔稚鱼6尾，依此计算出调查区域鱼卵平均密度为1.539粒/m³。在调查期间12个站位中仅L3、L5、L6、L14和L47站位有采到鱼卵，数量分布差别较大。以L6站位数量最多，密度为20.202粒/m³，其次是L14站位密度为10.823粒/m³，详见表5.3.5-47。

仔稚鱼采获数量一般，所有站位中仅在L3、L5、L6和L14站位有出现，平均密度为0.543尾/m³，以L6站位数量最多，密度为5.051尾/m³，其次是L5站位，密度为2.351尾/m³。

表 5.3.5-47 各站位鱼卵仔鱼密度

站位	发育期密度	
	鱼卵 (ind/m ³)	仔稚鱼 (ind/m ³)
L3	3.636	1.818
L5	3.135	2.351
L6	20.202	5.051
L7	/	/
L8	/	/
L12	/	/
L13	/	/
L14	10.823	2.165
L15	/	/
L16	/	/
L47	6.061	/
L51	/	/
平均	1.539	0.543

注：“/”表示没有出现。

(3) 主要种类的数量分布

a 鲮科

鲮科，属于广温、广盐性鱼类。可在淡水、咸淡水和咸水中生活，喜欢栖息在沿海近岸、海湾和江河入海口处，是我国南方沿海咸淡水养殖的最主要经济鱼类之一，也是世界上分布最广的重要经济鱼类之一。

本次调查出现的鲮科鱼卵共有 7 粒，在 L14、L47 有出现，平均密度为 0.63 粒/ m^3 ，占本次调查鱼卵总密度的 41.18%。

b 鳎属

鳎属，分布于红海、印度洋、南洋群岛、澳大利亚北部、台湾岛以及中国南海等海域，主要栖息于沿岸砂泥底质水域，大多栖息于浅水域，水深约在 1~40 公尺之间，有时会进入深水域，有时会进入河口区。一般在底层活动觅食，肉食性，以底栖生物为食。

本次调查出现的鳎属鱼卵共有 5 粒，在 L3、L6 站位有出现，平均密度为 0.45 粒/ m^3 ，占本次调查鱼卵总密度的 29.41%；仔鱼 2 尾，在 L5 站位出现。

c 小公鱼属

小公鱼属是沿岸至近海的小型中上层鱼类，集群生活，数量较大，产卵期长，为 3~11 月，本属有多个种类。

本次调查出现的小公鱼属鱼卵共有 5 粒，在 L5、L6 站位有出现，平均密度为 0.45 粒/ m^3 ，占本次调查鱼卵总密度的 29.41%；仔鱼 1 尾，在 L5 站位出现。

7、渔业资源状况

(1) 种类组成

本次调查，共捕获游泳生物 28 种，其中：鱼类 16 种，甲壳类共 9 种（其中虾类 3 种，蟹类 4 种、虾蛄类 2 种），头足类 3 种。这些种类分别是鲮、龙头鱼、火枪乌贼、中国枪乌贼、中华管鞭虾和口虾蛄等。

6 个断面的种类数相对差别一般，其中 SF3 断面的种类数量相对较多为 13 种；SF6 断面种类数量最少，为 8 种。

表 5.3.5-48 各断面的出现种类统计结果

类群	鱼类	甲壳类	头足类	合计
SF1	5	4	1	10
SF2	4	5	0	9
SF3	7	4	2	13

SF4	4	4	1	9
SF5	5	4	2	11
SF6	4	3	1	8

(2) 渔获率

6 个调查断面的重量渔获率变化范围为 0.41~0.85kg/h，平均重量渔获率为 0.61kg/h；个体渔获率变化范围为 49~75ind/h，平均个体渔获率为 60.50ind/h（表 5.3.5-49）。其中，甲壳类个体渔获率为 28.50ind/h，占总个体渔获率的大部分；鱼类重量渔获率为 0.34kg/h，占总重量渔获率的大部分。

表 5.3.5-49 各断面的重量渔获率和个体渔获率

类群	鱼类		甲壳类		头足类		合计	
项目	个体渔获率	重量渔获率	个体渔获率	重量渔获率	个体渔获率	重量渔获率	个体渔获率	重量渔获率
SF1	36	0.40	17	0.19	1	0.02	54	0.61
SF2	18	0.20	33	0.21	0	0.00	51	0.41
SF3	25	0.29	30	0.24	6	0.07	61	0.60
SF4	17	0.23	25	0.10	7	0.10	49	0.43
SF5	31	0.45	40	0.29	4	0.11	75	0.85
SF6	35	0.49	26	0.12	12	0.17	73	0.78
平均值	27.00	0.34	28.50	0.19	5.00	0.08	60.50	0.61

注：重量渔获率单位为 kg/h；个体渔获率单位为 ind/h；“/”表示没有出现。

(3) 资源密度

调查区域游泳生物重量密度和个体密度平均值分别为 65.96kg/km² 和 6533ind/km²。其中，重量密度最高的是 SF5 断面，个体密度最高的也是 SF5 断面，分别为 92.01kg/km² 和 8099 ind/km²。

表 5.3.5-50 调查断面的渔业资源密度

断面	重量密度 (kg/km ²)	个体密度 (ind/km ²)
SF1	64.74	5832
SF2	44.49	5508
SF3	64.25	6587
SF4	46.54	5292
SF5	92.01	8099

断面	重量密度 (kg/km ²)	个体密度 (ind/km ²)
SF6	83.69	7883
平均	65.96	6533

(4) 优势种

将所有渔获物 *IRI* 指数列于表 5.3.5-51。从表 5.3.5-51 可得出, *IRI* 值在 1000 以上的有 5 种, 分别为: 鳊、龙头鱼、口虾蛄、变态蜆、中华管鞭虾, 这 5 种渔获物平均重量渔获率之和为 0.41kg/h, 占总平均重量渔获率(0.61kg/h)的 67.21%; 这 5 种渔获物平均个体渔获率为 44.17 ind/h, 占总平均个体渔获率 (60.50ind/h) 的 73.01%。由此确定这 5 种为优势种。

表 5.3.5-51 *IRI* 指数

种类	出现频率 (%)	渔获重量		渔获尾数		<i>IRI</i>
		(kg)	(%)	(ind)	(%)	
鳊	50.00	0.4785	13.06	46	12.67	1286.49
龙头鱼	100.00	1.0030	27.37	73	20.11	4748.09
绿鳍马面鲀	16.67	0.0260	0.71	1	0.28	16.42
火枪乌贼	66.67	0.2135	5.83	15	4.13	663.89
隆线强蟹	16.67	0.0050	0.14	1	0.28	6.87
颗粒拟关公蟹	16.67	0.0100	0.27	1	0.28	9.14
口虾蛄	100.00	0.7160	19.54	74	20.39	3992.45
七丝鲚	16.67	0.0420	1.15	3	0.83	32.88
刀额新对虾	33.33	0.0920	2.51	8	2.20	157.15
眶棘双边鱼	33.33	0.0380	1.04	3	0.83	62.11
褐篮子鱼	16.67	0.0180	0.49	1	0.28	12.78
猛虾蛄	16.67	0.0185	0.50	4	1.10	26.78
卵鳊	16.67	0.0080	0.22	1	0.28	8.23
鹰爪虾	33.33	0.0375	1.02	9	2.48	116.76
日本蜆	16.67	0.0105	0.29	2	0.55	13.96
变态蜆	83.33	0.1380	3.77	38	10.47	1186.18
康氏小公鱼	16.67	0.0110	0.30	3	0.83	18.78
棘头梅童鱼	50.00	0.1925	5.25	13	3.58	441.72
大眼兔头鲀	16.67	0.0540	1.47	1	0.28	29.15
金乌贼	16.67	0.0150	0.41	1	0.28	11.41
中国枪乌贼	33.33	0.2290	6.25	14	3.86	336.86
黄鲫	33.33	0.0265	0.72	5	1.38	70.02

种类	出现频率 (%)	渔获重量		渔获尾数		IRI
		(kg)	(%)	(ind)	(%)	
鲮鱼	16.67	0.0240	0.65	2	0.55	20.10
斑鲮	16.67	0.0150	0.41	1	0.28	11.41
乌塘鳢	16.67	0.0060	0.16	1	0.28	7.32
皮氏叫姑鱼	16.67	0.0125	0.34	1	0.28	10.28
中华管鞭虾	83.33	0.1275	3.48	34	9.37	1070.48
多鳞鲈	50.00	0.0970	2.65	7	1.93	228.77

(5) 鱼类资源状况

① 鱼类种类组成:

本次调查捕获的鱼类共 16 种。这些种类均为我国沿岸、浅海渔业的兼捕对象。大多属于印度洋、太平洋区系，大多数种类分布于大陆架区，以海水性的种类为主，并以栖息于底层、近底层的暖水性种类占优势，其食性以底栖生物及小型的游泳生物为主要饵料，这大体上可以反映出该水域鱼类的种类组成区系和主要生态特点。

② 鱼类资源密度估算:

本次调查，鱼类的资源密度见表 5.3.5-52，其平均重量密度为 36.93kg/km²，平均个体密度为 2916ind/km²。

表 5.3.5-52 鱼类资源密度

断面	重量密度 (kg/km ²)	个体密度 (ind/km ²)
SF1	43.03	3888
SF2	21.44	1944
SF3	30.89	2700
SF4	24.41	1836
SF5	48.92	3348
SF6	52.92	3780
平均	36.93	2916

③ 鱼类优势种

将鱼类 IRI 指数列于表 5.3.5-53，鱼类 IRI 值在 1000 以上的有 2 种，分别为：鲮和龙头鱼，这 2 种鱼类其平均重量渔获率之和为 0.27kg/h，占鱼类总平均重量渔获率 (0.34kg/h) 的 79.41%；这 2 种鱼类其平均个体渔获率为 19.83ind/h，占鱼类总平均个体渔获率 (27.00ind/h) 的 73.44%。由此确定这 2 种为鱼类的优势

种。

表 5.3.5-53 鱼类的 IRI 指数

种类	出现频率 (%)	渔获重量		渔获尾数		IRI
		(kg)	(%)	(ind)	(%)	
鳊	50.00	0.4785	23.32	46	28.40	2585.69
龙头鱼	100	1.0030	48.88	73	45.06	9394.09
独角鲀	16.67	0.0260	1.27	1	0.62	31.41
七丝鲚	16.67	0.0420	2.05	3	1.85	64.98
眶棘双边鱼	33.33	0.0380	1.85	3	1.85	123.46
褐篮子鱼	16.67	0.0180	0.88	1	0.62	24.91
卵鲷	16.67	0.0080	0.39	1	0.62	16.79
康氏小公鱼	16.67	0.0110	0.54	3	1.85	39.80
棘头梅童鱼	50.00	0.1925	9.38	13	8.02	870.29
大眼兔头鲀	16.67	0.0540	2.63	1	0.62	54.15
黄鲫	33.33	0.0265	1.29	5	3.09	145.93
鲻鱼	16.67	0.0240	1.17	2	1.23	40.07
斑鲚	16.67	0.0150	0.73	1	0.62	22.47
乌塘鳢	16.67	0.0060	0.29	1	0.62	15.16
皮氏叫姑鱼	16.67	0.0125	0.61	1	0.62	20.44
多鳞鱖	50.00	0.0970	4.73	7	4.32	452.40

④主要经济鱼类生物学特性：

①鳊

地理分布：为亚热带及暖温带近海洄游性的中上层鱼类。分布于印度到日本南部海区，在中国沿海均有分布。

生活习性：以头足类、虾类、鱼类、糠虾类和毛颚类为食。每年4~6月为产卵期。鳊鱼的饵料生物数量随着叉长的增大有增多的趋势，所摄食的饵料个体大小也越来越大，大个体鳊鱼摄食的浮游甲壳类较少，而主要以较大的鱼类和头足类为食。

本次调查的鳊体长范围为85~100mm，体重范围为8.5~12.0g，平均体重为10.40g。

②龙头鱼

地理分布：分布于印度洋至西太平洋，包括韩国、日本、中国沿海、中国台

湾地区及东印度洋海域。在中国分布于黄海南部、东海和南海河口海域，以及台湾南部及西部海域。

生活习性：龙头鱼为沿海中、下层鱼类，水深一般在 50 米以内，泥沙底海域常年可见，觅食时常在河口集群。常栖息在近海暖温性中下层，但在各个水层均可能出现。龙头鱼为肉食性鱼类，主要以食鳗、小公鱼、棱鳗、小沙丁鱼、大黄鱼的幼鱼等小型鱼类，兼食毛虾、虾类和头足类等。

本次调查的龙头鱼体长范围为 105~180mm，体重范围为 12.0~20.5g，平均体重为 13.74g。

(6) 头足类的资源状况

① 种类组成

本次调查海域内捕获到中国枪乌贼、火枪乌贼和金乌贼 3 种头足类。

② 头足类的资源密度估算

本次调查捕获头足类动物种类较少，6 个断面均有捕获头足类，头足类的资源密度见表 5.3.5-54，其平均重量密度和平均个体密度分别为 8.23kg/km² 和 540ind/km²。

表 5.3.5-54 头足类资源密度

断面	重量密度 (kg/km ²)	个体密度 (ind/km ²)
SF1	1.62	108
SF2	0.00	0
SF3	7.13	648
SF4	10.96	756
SF5	11.56	432
SF6	18.14	1296
平均	8.23	540

(7) 甲壳类资源状况

① 种类组成

本次调查，共捕获的甲壳类，经鉴定共 9 种，其中：虾类 3 种，蟹类 4 种、虾蛄类 2 种。

② 甲壳类资源密度评估

本次调查，甲壳类的资源密度见表 5.3.5-55，其平均重量密度和平均个体密度分别为 20.79kg/km² 和 3078 ind/km²。其中，重量密度最高的是 SF5 断面，个

体密度最高的是 SF5 断面，分别为 $31.53\text{kg}/\text{km}^2$ 和 $4320\text{ind}/\text{km}^2$ 。

表 5.3.5-55 甲壳类资源密度

断面	重量密度 (kg/km^2)	个体密度 (ind/km^2)
SF1	20.09	1836
SF2	23.06	3564
SF3	26.24	3240
SF4	11.18	2700
SF5	31.53	4320
SF6	12.63	2808
平均	20.79	3078

5.3.6 生物质量现状分析

5.3.6.1 调查概况

(1) 调查概况

春季、秋季生物质量现状调查站位坐标信息见 5.3.3 节。

(2) 调查项目

春季、秋季：海洋生物体质量现状调查项目为物种体内的汞、铜、铅、锌、镉、砷、总铬和石油烃共 7 种。

(3) 评价方法与标准

贝类生物体内污染物质含量评价标准采用《海洋生物质量》(GB18421-2001)，软体动物、甲壳动物、鱼类生物体内污染物质(除石油烃外)含量评价标准采用《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》，具体标准值如 5.4.5-1 和表 5.4.5-2 所示。海洋生物污染物残留量评价方法采用单因子指数法。公式如下：

$$I_i = C_i / S_i$$

式中： I_i — i 项评价因子的标准指数；

C_i — i 项评价因子的实测值；

S_i — i 项评价因子的评价标准值。

评价因子的标准指数 > 1 ，则表明该项生物体质量已超过了规定的标准。

表 5.3.6-1 海洋生物(贝类)质量标准(GB18421-2001)(鲜重: mg/kg)

项目	第一类	第二类	第三类
总汞≤	0.05	0.1	0.3
砷≤	1.0	5.0	8.0
镉≤	0.2	2	5
铅≤	0.1	2	6
铜≤	10	25	50（牡蛎 100）
锌≤	20	50	100（牡蛎 500）
石油烃≤	15	50	80
注：以贝类去壳部分的鲜重计			

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

第二类，适用于一般工业用水区、滨海风景旅游区。

第三类，适用于港口海域和海洋开发作业区。

表 5.3.6-2 海洋生物体评价标准（湿重：mg/kg）

生物类别	铜	铅	镉	锌	总汞	石油烃	引用标准
鱼 类	20	2.0	0.6	40	0.3	20	《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》和《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》中的生物质量评价标准
甲壳类	100	2.0	2.0	150	0.2	—	
软体类	100	10.0	5.5	250	0.3	20	

5.3.6.2 春季生物质量现状分析

2023 年 4 月（春季）生物体残留量的测定结果见表 5.3.6-3。

鱼类和甲壳类生物质量（除石油烃外）的评价标准采用《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的“海洋生物质量评价标准”进行评价，鱼类和甲壳类的石油烃含量采用《第二次全国海洋污染基线监测技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准进行评价，按一类标准执行。

本次调查从 6 个断面采集了鱼类和甲壳类共 12 个样品，海洋生物质量现状见表 5.3.6-3 生物体中污染物检测项目结果，评价指数见表 5.3.6-4。

表 5.3.6-3 生物体中污染物检测项目结果（湿重：mg/kg）

断面	样品名称	石油烃	总铬	铜	铅	镉	总汞	砷	锌
		mg/kg							
SF1	长叉口虾蛄	10.5	0.15	10.6	0.20	0.230	0.019	0.9	16.9
	变态蟳	8.7	0.26	13.1	0.29	0.080	0.013	1.2	19.0

断面	样品名称	石油烃	总铬	铜	铅	镉	总汞	砷	锌
		mg/kg							
SF2	长叉口虾蛄	8.9	/	5.8	0.21	0.197	0.014	0.8	12.2
	变态蝎	6.1	0.28	12.6	0.38	0.046	0.024	1.1	18.6
SF3	长叉口虾蛄	9.8	/	8.8	0.21	0.271	0.016	1.0	19.3
	鲜明鼓虾	7.1	0.12	10.7	0.31	/	0.011	1.3	19.4
SF4	长叉口虾蛄	6.5	/	7.5	0.20	0.135	0.010	1.1	17.0
	红狼牙虾虎鱼	9.1	/	2.2	0.44	/	0.019	0.5	14.3
SF5	长叉口虾蛄	5.4	/	9.4	0.28	0.285	0.013	0.9	20.4
	隆线强蟹	5.0	0.66	6.4	0.70	0.033	0.015	1.0	24.7
SF6	长叉口虾蛄	7.7	0.25	13.4	0.88	0.308	0.020	1.3	16.2
	龙头鱼	5.7	/	/	0.30	/	0.034	0.2	4.6

表 5.3.6-4 海洋生物体质量评价结果

序号	断面	样品类型	名称	评价结果							
				石油烃	总铬	铜	铅	镉	总汞	砷	锌
1	SF1	甲壳类	长叉口虾蛄	0.53	0.10	0.11	0.10	0.115	0.10	0.11	0.11
2		甲壳类	变态蝎	0.44	0.17	0.13	0.15	0.040	0.07	0.15	0.13
3	SF2	甲壳类	长叉口虾蛄	0.45	0.01	0.06	0.11	0.099	0.07	0.10	0.08
4		甲壳类	变态蝎	0.31	0.19	0.13	0.19	0.023	0.12	0.14	0.12
5	SF3	甲壳类	长叉口虾蛄	0.49	0.01	0.09	0.11	0.136	0.08	0.13	0.13
6		甲壳类	鲜明鼓虾	0.36	0.08	0.11	0.16	0.001	0.06	0.16	0.13

序号	断面	样品类型	名称	评价结果							
				石油 烃	总铬	铜	铅	镉	总汞	砷	锌
		类									
7	SF4	甲壳类	长叉口虾 蛄	0.33	0.01	0.08	0.10	0.068	0.05	0.14	0.11
8		鱼类	红狼牙虾 虎鱼	0.46	0.01	0.11	0.22	0.004	0.06	0.10	0.36
9	SF5	甲壳类	长叉口虾 蛄	0.27	0.01	0.09	0.14	0.143	0.07	0.11	0.14
10		甲壳类	隆线强蟹	0.25	0.44	0.06	0.35	0.017	0.08	0.13	0.16
11	SF6	甲壳类	长叉口虾 蛄	0.39	0.17	0.13	0.44	0.154	0.10	0.16	0.11
12		鱼类	龙头鱼	0.29	0.01	0.01	0.15	0.004	0.11	0.04	0.12
最大值				0.53	0.44	0.13	0.44	0.154	0.12	0.16	0.36
最小值				0.25	0.01	0.01	0.10	0.001	0.05	0.04	0.08
超标率%				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

根据表 5.3.6-3 和表 5.3.6-4，调查海域中生物体中石油烃、总铬、铜、铅、镉、总汞、砷、锌含量水平低于相应标准限值，无超标现象，符合所在海洋功能区海洋生物质量标准要求。

5.3.6.3 秋季生物质量现状分析

鱼类、软体类和甲壳类生物质量（除石油烃外）的评价标准采用《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的“海洋生物质量评价标准”进行评价，鱼类、软体类和甲壳类的石油烃含量采用《第二次全国海洋污染基线监测技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准进行评价，按一类标准执行。

本次调查从 6 个断面采集了鱼类、软体类、甲壳类共 12 个样品，海洋生物质量现状见表 5.3.6-5，评价指数见表 5.3.5-6。

表 5.3.6-5 生物体中污染物检测项目结果

断面	样品名称	石油烃	总铬	铜	铅	镉	总汞	砷	锌
mg/kg									

断面	样品名称	石油烃	总铬	铜	铅	镉	总汞	砷	锌
		mg/kg							
SF1	鳙	9.8	/	/	0.30	/	0.039	/	31.0
	龙头鱼	12.1	/	/	0.05	/	0.032	/	3.8
SF2	鳙	15.8	/	/	/	/	0.036	0.4	22.2
	口虾蛄	8.5	/	15.9	0.19	0.371	0.043	0.8	15.8
SF3	口虾蛄	5.3	/	10.9	0.20	0.394	0.041	0.8	19.2
	鳙	12.0	/	/	0.21	/	0.031	0.4	20.1
SF4	龙头鱼	11.6	/	/	1.39	/	0.006	/	4.2
	火枪乌贼	37.5	/	14.8	/	0.118	0.037	0.7	12.1
SF5	龙头鱼	19.9	/	0.8	0.07	/	/	/	5.0
	口虾蛄	15.1	/	7.3	0.26	0.355	/	0.8	10.8
SF6	龙头鱼	14.4	/	/	/	/	/	/	2.1
	中国枪乌贼	19.9	0.05	11.6	/	0.223	0.052	0.5	10.5

表 5.3.6-6 生物质量评价指数

序号	断面	样品类型	名称	评价结果							
				石油烃	总铬	铜	铅	镉	汞	砷	锌
1	SF1	鱼类	鳙	0.49	0.013	0.01	0.150	0.004	0.130	0.02	0.78
2		鱼类	龙头鱼	0.61	0.013	0.01	0.025	0.004	0.107	0.02	0.10
3	SF2	鱼类	鳙	0.79	0.013	0.01	0.010	0.004	0.120	0.08	0.56
4		甲壳类	口虾蛄	0.43	0.013	0.16	0.095	0.186	0.215	0.10	0.11
5	SF3	甲壳类	口虾蛄	0.27	0.013	0.11	0.100	0.197	0.205	0.10	0.13
6		鱼类	鳙	0.60	0.013	0.01	0.105	0.004	0.103	0.08	0.50
7	SF4	鱼类	龙头鱼	0.58	0.013	0.01	0.095	0.004	0.020	0.02	0.11
8		软体类	火枪乌贼	1.88	0.004	0.15	0.002	0.021	0.123	0.07	0.05
9	SF5	鱼类	龙头鱼	1.00	0.013	0.04	0.035	0.004	0.003	0.02	0.13
10		甲壳类	口虾蛄	0.76	0.013	0.07	0.130	0.178	0.005	0.10	0.07

序号	断面	样品类型	名称	评价结果							
				石油 烃	总铬	铜	铅	镉	汞	砷	锌
11	SF6	鱼类	龙头鱼	0.72	0.013	0.01	0.010	0.004	0.003	0.02	0.05
12		软体类	中国枪乌贼	1.00	0.009	0.12	0.002	0.041	0.173	0.05	0.04
最大值				1.88	0.013	0.16	0.695	0.197	0.215	0.10	0.78
最小值				0.27	0.004	0.01	0.002	0.004	0.003	0.02	0.04
超标率%				8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

根据表 5.3.6-5 和表 5.3.6-6，调查海域中 SF4 断面的软体类动物火枪乌贼的石油烃超出海岸带调查标准最高限值，其他项目均符合标准要求。其他断面生物体中石油烃、总铬、铜、铅、镉、总汞、砷、锌含量水平均低于相应标准限值，符合所在海洋功能区标准要求。

5.3.7 陆生生态环境质量现状调查

陆生生态环境调查范围为陆域渔港范围边界外延 500m 内，主要采用现场踏勘和查阅资料方法相结合的方式进行调查，调查结果分析如下：

一、土地利用现状调查

本项目位于陆丰市碣石渔港附近海域，项目区域内现状土地利用类型以塘坑水面（鱼塘）、灌木林地（灌丛）等草地（草丛）等为主，其中塘坑水面占比最大。

二、陆地植被现状调查

本项目位于广东东南部沿海，属于亚热带海洋性气候，项目所在区域地带性植被为常绿季雨林。所在区域由于长期遭受人类活动的影响，植被类型的垂直分布不明显，原生生态环境受到严重的破坏，所在地已无原生植被。现存植被为次生植被及人工植被，项目区域已无农田分布，主要分布较多鱼塘，区域植被类型比较简单，区域生态系统以灌草生态系统为主要类型。农业植被主要为蔬菜，主要包括番薯、萝卜、大白菜、生菜、芥蓝、黄豆等。灌草植被主要有狗尾草（*Setaria viridis*）、莎草（*Cyperus rotundus*）、狗牙根（*Cynodon dactylon*）、鬼针草（*Bidens pilosa*）等，主要分布于鱼塘边、周边空地、道路等小范围形成优势群落，没有大面积的分布，且均与草丛混生。

一、陆生野生动物调查

项目所在区域附近人类活动频繁，评价区无大型野生动物出没，只有较为常见的鼠类、鸟类和昆虫等小型野生动物，数量较少。动物主要有：麻雀、老鼠、蛇、蜻蜓、蜘蛛、青蛙、蚂蚁等。

二、国家重点保护动植物和自然保护区

经调查，项目区不涉及占用基本农田，不涉及占用国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境等生态敏感区，未发现国家重点保护的野生动物、红树林等植物。

6 环境影响预测与评价

6.1 大气环境影响预测与评价

6.1.1 施工期环境空气影响预测与评价

(1) 燃油尾气环境影响分析

施工物料运输车辆和施工机械均需要使用各类燃油提供动力,本项目运输车辆和施工机械主要使用柴油作为燃料,车辆及施工机械运行过程会排放尾气,主要污染物为 SO_2 、 NO_x 、CO 和烟尘等,将在短期内影响项目所在区域的环境空气质量。

建议施工单位选用优质设备和燃油,加强设备和运输车辆的检修和维护,尽量减少施工过程对项目周围大气环境的影响。由于各施工设备总的排放量较小,且施工工期短,施工区域扩散条件较好,对周围环境空气影响也很小。

(2) 扬尘环境影响分析

施工期大气污染物主要来源于施工扬尘,主要是旧水闸拆除、新水闸建设等施工,建筑材料装卸、堆放和运输、建筑垃圾堆放和运出、施工车辆和施工机械行驶等产生的。施工过程中粉尘污染的危害性是不容忽视的。在施工期间,建设单位未能同时实施相关防治措施,将会严重降低周围环境空气质量。浮于空气中的粉尘被施工人员和周围居民吸入,不但会引起各种呼吸道疾病,而且粉尘夹带大量的病原菌,传染各种疾病,严重影响施工人员及周围居民的身体健康。

从类比调查可知,控制扬尘影响大小的因素有三个:一是扬尘源的湿度;二是风速;三是距离。扬尘源的湿度越大,风速越小,距离越远则影响越小。因此,本项目防止扬尘环境影响的有效措施有:

(1) 适当的洒水施工以降低扬尘的产生量,根据经验,每天定时洒水 1—2 次,地面扬尘可减少 50%—70%;

(2) 土、水泥、石灰等材料运输禁止超载,封装材料应灌装或袋装,车辆运输时尽可能进行必要封闭和覆盖以减少扬尘产生;

(3) 尽可能将扬尘产生源,如易产生扬尘的建筑材料应放置在远离敏感点的地方,结合本项目的周边情况,建议建设单位把易起尘的建筑材料堆放设置在项目施工工地下风向,远离项目周边居民区等敏感点。

(4) 项目施工区设置工地围挡。围挡的作用主要是阻挡一部分施工扬尘扩散到施工区外,当风力不大时也可减少自然扬尘。为提高围挡的效果,挡板与挡板之间,挡板与地面之间应密封。

(5) 合理设置运输车辆的出入口,运输车辆驶出工地要清洗车轮,以减少车辆行驶扬尘对四周环境的影响。

(6) 要对施工工地内、道路两侧及项目区内堆积工程材料、沙石、土方、建筑垃圾等易产生扬尘污染场所采用封闭、喷淋及表面凝结等防尘措施;要加强项目区内裸露土地的绿化或铺装,落实路面保洁、洒水防尘制度,减少道路扬尘污染。

在采取上述控制措施后,基本上可将扬尘的影响范围控制在项目工地范围内。项目施工期产生的扬尘可以得到有效控制,对周边环境敏感点的影响可以接受,而且随着施工期的结束,施工扬尘的影响也随之消失。

因此,本项目施工采取以上措施后,项目施工过程中对大气环境造成的影响是可接受的。

6.1.2 运营期环境空气影响预测与评价

项目运营期废气污染源主要为来往车辆产生的燃油废气,主要污染因子为SO₂、NO_x、CO等,均为无组织排放,车辆在空旷外界运行,扩散面积大,在时间和空间上均较零散,排放污染物总量小,对周边环境影响不大。

表 6.1.2-1 建设项目大气环境影响评价自查表

工作内容		自查项目			
评价等级与范围	评价等级	一级 ☐		二级 ☐	
	评价范围	边长=50km ☐		边长 5~50km ☐	
评价因子	SO ₂ +NO _x 排放量	≥2000t/a ☐		500~2000t/a ☐	
	评价因子	基本污染物 (6项) 其他污染物 (TSP)		包括二次 PM _{2.5} ☐ 不包括二次 PM _{2.5} ☒	
评价标准	评价标准	国家标准 ☒		地方标准 ☐	附录 D ☐
现状评价	环境功能区	一类区 ☐		二类区 ☒	一类区和二类区 ☐
	评价基准年	(2022) 年			
	环境空气质量现状调查数据来源	长期例行监测数据 ☐		主管部门发布的数据 ☒	现状补充监测 ☐

	现状评价	达标区 ☒				不达标区 ☐			
污染源调查	调查内容	本项目正常排放源 ☒ 本项目非正常排放源 ☐ 现有污染源 ☐				其他在建、拟建项目污染源 ☐ 区域污染源 ☐			
大气环境影响预测与评价	预测模型	AERMOD ☐	ADMS ☐	AUSTAL2000 ☐	EDMS/AE DT ☐	CALPUFF ☐	网格模型 ☐	其他 ☐	
	预测范围	边长 $\geq 50\text{km}$ ☐		边长 $5 \sim 50\text{km}$ ☐			边长 $= 5\text{km}$ ☐		
	预测因子	无				包括二次 $\text{PM}_{2.5}$ ☐ 不包括二次 $\text{PM}_{2.5}$ ☒			
	正常排放短期浓度贡献值	$C_{\text{本项目}}$ 最大占标率 $\leq 100\%$ ☐				$C_{\text{本项目}}$ 最大占标率 $> 100\%$ ☐			
	正常排放年均浓度贡献值	一类区	$C_{\text{本项目}}$ 最大占标率 $\leq 10\%$ ☐				$C_{\text{本项目}}$ 最大占标率 $> 10\%$ ☐		
		二类区	$C_{\text{本项目}}$ 最大占标率 $\leq 30\%$ ☐				$C_{\text{本项目}}$ 最大占标率 $> 30\%$ ☐		
	非正常排放 1h 浓度贡献值	非正常持续时长 () h	$C_{\text{非正常}}$ 占标率 $\leq 100\%$ ☐				$C_{\text{非正常}}$ 占标率 $> 100\%$ ☐		
保证率日平均浓度和年平均浓度叠加值	$C_{\text{叠加}}$ 达标 ☒				$C_{\text{叠加}}$ 不达标 ☐				
区域环境质量的整体变化情况	$k \leq -20\%$ ☐				$k > -20\%$ ☐				
环境监测计划	污染源监测	监测因子: (无)			有组织废气监测 ☐ 无组织废气监测 ☐		无监测 ☒		
	环境质量监测	监测因子: (无)			监测点位数 (0)		无监测 ☒		
评价结论	环境影响	可以接受 ☒ 不可以接受 ☐							
	大气环境防护距离	距厂界最远 (0) m							
	污染源年排放量	SO_2 : (0) t/a		NO_x : (0) t/a		颗粒物: () t/a		VOCs : (0) t/a	
注: “ ☐ ” 为勾选项, 填“ ☒ ”; “()” 为内容填写项									

6.2 声环境影响预测与评价

6.2.1 施工期声环境影响预测与评价

施工作业时, 噪声主要来源于施工现场的各种机械设备和物料运输车辆的交通噪声。根据类比预测, 工程主要施工机械噪声源强见下表。

表 6.2.1-1 本工程主要施工机械噪声源强 单位:dB (A)

编号	名称	噪声级[dB (A)]
1	挖掘机	85
2	自卸汽车	84
3	推土机	90
4	振动碾	95
5	灰浆搅拌机	90~105
6	振捣器	80~85
7	砼输送泵	80
8	蛙式夯实机	85
9	水泥搅拌桩机	95
10	汽车起重机	90
11	履带起重机	85~90
12	水泵	90

施工期噪声主要来自各类施工机械以及来往施工车辆的交通噪声,除运输车辆外,施工机械噪声源属于固定源,其中桩机打桩为最主要的噪声源,其时间特征为周期性脉冲噪声,最高噪声级可达105分贝,并具有明显的指向性。将项目在桩机打桩施工产生的噪声可以近似作为点声源处理,根据点声源随距离的衰减模式。

室外点声源在传播距离 r 处的噪声级预测公式为:

$$L_A(r) = L_A(r_0) - 20 \lg(r/r_0) - \Delta L$$

式中: $L_A(r)$ — 距离声源 r (m) 处的 A 声级;

$L_A(r_0)$ — 距离声源 r_0 (m) 处的 A 声级;

ΔL — 噪声传播路径上因遮挡物、空气和地面状况引起的附加衰减。

计算表明,施工期间离噪声源不同距离处的噪声值见下表:

表 6.2.1-1 施工期间噪声随距离衰减变化情况 单位: dB (A)

序号	机械类型 \ 距离	5m	10m	20m	50m	100m	150m	200m	300m
1	挖掘机	85	79	73	65	59	55.5	53	49.4
2	自卸汽车	84	78	72	64	58	54.5	52	48.4
3	推土机	90	84	78	70	64	60.5	58	54.4
4	振动碾	95	89	83	75	69	65.5	63	59.4
5	灰浆搅拌机	105	99	93	75	79	75.5	73	69.4
6	振捣器	85	79	73	65	59	55.5	53	49.4
7	砼输送泵	80	74	68	60	54	50.5	48	44.4
8	蛙式夯实机	85	79	73	65	59	55.5	53	49.4
9	水泥搅拌桩机	95	89	83	75	69	65.5	63	59.4
10	汽车起重机	90	84	78	70	64	60.5	58	54.4
11	履带起重机	90	84	78	70	64	60.5	58	54.4
12	水泵	90	84	78	70	64	60.5	58	54.4

一般而言,施工机械在露天的环境中进行施工,通常情况下无法进行有效的密闭隔声处理,因此本项目施工期产生的噪声会对其周围的环境会产生一定影响,在施工场地边界噪声级将不能满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)标准要求。

从上表的预测结果来看,搅拌机施工作业时昼间的噪声影响最大,其瞬时噪声在 200 米范围内超过 70dB (A),而其他的施工机械施工时昼间也基本需要 50 米的衰减距离才能满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)标准要求。

通过上述分析可知,施工期间噪声对于周边的影响难以达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)标准要求。由于项目周边分布有较多的村庄,为减小施工噪声对周边村庄的影响,故本项目拟采取的施工噪声污染防治措施如下:

(1) 严禁高噪声、高振动设备在 12:00~14:00 和 22:00~6:00 休息时间作业,施工单位应选用低噪音机械设备或带隔声、消声设备;

(2) 合理安排施工时间,制订施工计划,避免在同一地点安排大量动力机械设备,以免局部声级过高;

(3) 对施工场界进行围蔽处理,围蔽高度不低于 2m,降低噪声的向外传递。就一般情况而言,围避屏障的隔声量在 3~5dB;

(4) 降低人为噪声, 按规定操作机械设备, 拆卸、吊装过程中, 遵守作业规定, 减少碰撞噪音;

(5) 加强运输车辆的管理, 按规定组织车辆运输, 合理规定运输通道。一旦经过居民区时, 车辆应限速行驶, 减少鸣笛;

(6) 施工部门应合理安排好施工时间和施工平面布置, 高噪声作业区远离村庄, 在施工边界设临时隔声屏, 以减少噪声的影响;

(7) 本项目原则上不进行夜间施工作业, 如确实需要夜间施工的话, 应向生态环境部门提出夜间施工申请, 经批准后方可施工, 但严禁夜间进行高噪声作业。

综上所述, 采取了以上提出的噪声环境影响管理措施后, 施工机械的噪声可得到一定的控制。施工机械噪声具有强度大的特点, 可能影响周围公众的情绪, 建设单位需对此引起重视, 通过有效的降噪措施和合理的噪声施工时间安排, 降低施工噪声对周围环境的影响, 做到文明施工, 做好必要的安抚工作, 尽可能取得公众的理解和支持。

6.2.2 运营期声环境影响预测与评价

项目运营过程中, 噪声污染源主要来源于桥闸水泵运行噪声和闸顶通行车辆交通噪声。根据工程分析结论, 桥闸水泵噪声和车辆交通噪声的噪声值范围为 64~90dB(A)。

营运期水闸运行的噪声源主要为桥闸水泵噪声, 其噪声源强为 70~90dB(A)。根据项目设计资料, 项目运营期水闸闸顶交通桥桥面宽度为 12.0m。车行道 9.0m, 人行道为 2×1.50m, 两侧设置仿木栏杆。交通桥设计荷载为: 汽车荷载等级为公路 II 级, 人群荷载为 3.0kN/m²。根据同类型项目资料类比, 各类型汽车的噪声约为 64~80dB(A), 声源呈线形分布, 源强与行车速度及车流量密切相关。

表 6.2.2-1 运营期主要噪声源

序号	噪声源	距离 (m)	噪声级, dB(A)
1	桥闸水泵	5	90
2	行驶车辆	5	80

根据《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2022), 采用预测模式如下:

(1) 对室外噪声源主要考虑噪声的几何发散衰减及环境因素衰减：

$$L_2 = L_1 - 20 \lg(r_2/r_1) - \Delta L$$

式中： L_2 ——点声源在预测点产生的声压级，dB(A)；

L_1 ——点声源在参考点产生的声压级，dB(A)；

r_2 ——预测点距声源的距离，m；

r_1 ——参考点距声源的距离，m；

ΔL ——各种因素引起的衰减量（包括声屏障、空气吸收等引起的衰减量），dB(A)。

(2) 对两个以上多个声源同时存在时，其预测点总声压级采用下式计算：

$$Leq = 10 \lg(\sum 10^{0.1Li})$$

式中： Leq ——预测点的总等效声级，dB(A)；

Li ——第*i*个声源对预测点的声级影响，dB(A)。

(3) 预测结果

运营期桥闸水泵及通行车辆交通噪声衰减见下表 6.2.2-2。

表 6.2.2-2 运营期噪声预测结果 单位：dB(A)

序号	噪声类型	距离 (m)							
		5m	10m	20m	50m	100m	150m	200m	300m
1	桥闸水泵	85	79	73	65	59	55.5	53	49.4
2	车辆	80	74	68	60	54	50.5	48	44.4

本项目运营期噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中的 4a 类标准，即昼间噪声值 ≤ 70 dB(A)、夜间噪声值 ≤ 55 dB(A)。

根据项目预测结果，昼间在距水闸 50m 处的噪声值可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中的 4 类标准要求，夜间在距渔船约 160m 处的噪声值可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中的 4 类标准要求，昼间对周边环境影响范围较小，主要集中在水闸周边，夜间会对周边的村庄产生一定影响。

由于项目周边分布有较多的村庄，为减小噪声对周边村庄的影响，运营期应加强交通管制，夜间加强管控鸣笛。桥闸水泵连续运行的时间较短，且位于专业设备房内，在做好相应的隔音措施后，对周边村庄的影响是可接受的。

采取上述措施后，可使项目边界噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》

(GB 12348-2008) 4 类标准要求, 对周围村庄的影响较小。

6.3 海洋环境影响与预测

6.3.1 水文动力环境影响预测与评价

碣石大桥桥闸位于广东省汕尾市陆丰市碣石镇碣石内港, 碣石镇南溪河河系下游出海口处。对现有碣石水闸进行拆除重建, 恢复及发挥桥闸行洪、挡潮功能。水闸拆除重建后满足 $P=5\%$ 洪峰流量 $432.3\text{m}^3/\text{s}$ 、 $P=2\%$ 洪峰流量 $539.1\text{m}^3/\text{s}$ 的过流能力, 同时考虑上游淹没影响, 要求满足闸上壅水高度不大于 0.3m 进行控制。依据《水闸设计规范》(SL265-2016), 本水闸工程等别为 III 等, 主要建筑级别为 3 级、次要建筑级别为 4 级、临时建筑级别为 5 级。

碣石水闸项目所处流域北靠高山、南濒南海, 地处低纬度的亚热带季风区, 受热带和副热带天气影响, 气候温和、湿润多雨, 年雨量的年内分配随季节的变化有明显差异, 分配极不均匀。

全流域冷暖气流的交迭、锋面活动及台风环流影响是降雨的主要因素, 主要雨型有锋面雨和台风雨, 其中 5~6 月份以锋面雨为主, 7~9 月份以台风雨为主。流域内多年平均降雨量为 1889.2mm 、最大年降雨量为 2533.2mm 、年最小降雨量 970.8mm 、多年平均径流量 $1100\text{m}^3/\text{s}$ 。从统计数据可知, 流域内实测最大 24 小时降雨量均值 188.0mm 、实测年最大 72 小时降雨量均值为 289.9mm 。

本地多年平均气温 21.8°C , 极端最高气温 37.8°C (1962 年 8 月 1 日), 最低气温 0.9°C (1967 年 1 月 17 日); 气温年较差 14.2°C , 年平均日较差 7.2°C 。

多年平均风速为 2.7m/s 、历史最大风速为 30.8m/s 、多年平均最大风速为 18.33m/s 。

陆丰市面临南海, 台风暴潮频繁, 本地区受海洋性气候影响, 是台风活动侵袭经过的地区之一。根据历史资料统计, 平均每年台风有 4.2 次, 在 1961 年曾多达 10 次, 1964 年次之, 共 8 次; 7、8 月份为台风影响最集中时期, 也是汛期降雨的主要来源, 台风出现最早在 5 月中旬, 最晚在 12 月份。

碣石大桥桥闸位于广东省汕尾市陆丰市碣石镇碣石内港, 碣石镇南溪河河系下游出海口处。南溪河发源于五峰山, 流经曾厝、角溪坂、角洋、湖坑、桥头、滴水、南溪、六桃、新友、新辽、浅海等村经碣石港汇入碣石湾至南海。上游河道弯曲狭小, 下游河道较宽, 流域面积 48.5km^2 , 河长 13.9km , 平均比降 0.00137 。

对现有碣石水闸进行拆除重建,恢复及发挥桥闸行洪、挡潮功能。水闸拆除重建后满足 $P=5\%$ 洪峰流量 $432.3\text{m}^3/\text{s}$ 、 $P=2\%$ 洪峰流量 $539.1\text{ m}^3/\text{s}$ 的过流能力,同时考虑上游淹没影响,要求满足闸上壅水高度不大于 0.3m 进行控制。

6.3.1.1 模型介绍

采用丹麦水力学研究所研制的平面二维数值模型 MIKE21 FM 来研究项目海域的潮流场运动影响,该模型采用非结构网格剖分计算域,三角网格能较好的拟合陆边界,网格设计灵活且可随意控制网格疏密,该软件的优点是算法可靠、计算稳定、界面友好且前后处理功能强大。MIKE21 FM 采用标准 Galerkin 有限元法进行水平空间离散,在时间上,采用显式迎风差分格式离散动量方程与输运方程。

(1) 模型控制方程

连续方程:

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial hu}{\partial x} + \frac{\partial hv}{\partial y} = 0$$

x 向动量方程:

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

y 向动量方程:

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

式中,

t —时间 (s);

x, y —原点 o 置于某一水平基面的直角坐标系坐标;

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

ζ —相对于 xoy 坐标平面的水位 (m);

$h = d + \zeta$ —总水深 (m);

d —相对于 xoy 坐标平面的水深;

N_x, N_y — x, y 向水流紊动粘性系数 (m^2/s);

f —科氏参量;

g —重力加速度 (m/s^2) ;

c —谢才系数, $c = Mh^{1/6}$, M 为曼宁糙率系数。

(2) 初始条件

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

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

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

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

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

(3) 边界条件

固边界可按下列方法确定:

法向流速为零

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

式中, $\vec{n}$ —固边界法向单位矢量。

法向泥沙通量为零

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

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

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

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

6.3.1.2 模型设置

(1) 计算域设置及模拟方案

本项目所建立的海域数学模型计算域范围位于碣石渔港大桥桥闸, 位于陆丰市境内碣石镇独流入海的碣石水 (又名“大公沟”) 出口处, 处于市区东南约 36km 的碣石镇。本次项目的工程任务是防潮减灾, 以行洪、挡潮为主。对现有水闸进行拆除重建, 恢复及发挥水闸既有功能。潮流数学模型的计算区域、工程区位置如图 6.3.1-1~图 6.3.1-2 所示。陆丰市周边海域岸线曲折。因此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, 用动边界的方法对干、湿网格进行处理。

工程前计算空间步长在水闸海域附近精确到 0.5-3m，工程前网格单元 75980 个，网格节点 39840 个，工程后为新建水闸设计方案，网格单元 73330 个，网格节点 38269 个。

流域内无径流观测站，设计年径流的分析计算，应用《广东省水文图集》查得，流域内的多年平均径流深 800mm，变差系数 0.36。设计洪水的计算采用设计暴雨推求，采用《广东省暴雨径流查算图表》中的综合单位线法、推理公式计算后，统筹考虑本水闸安全鉴定资料成果进行分析后采用。

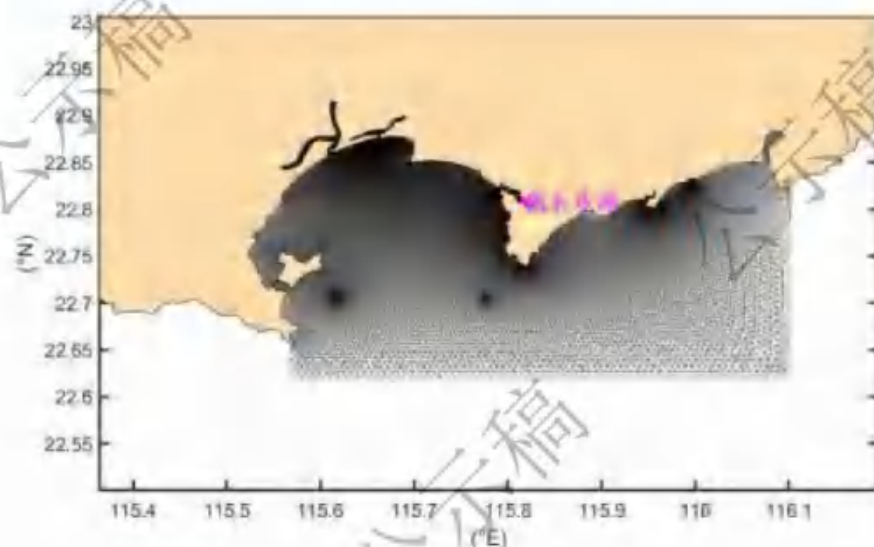


图 6.3.1-1a 大海域计算范围和网格分布

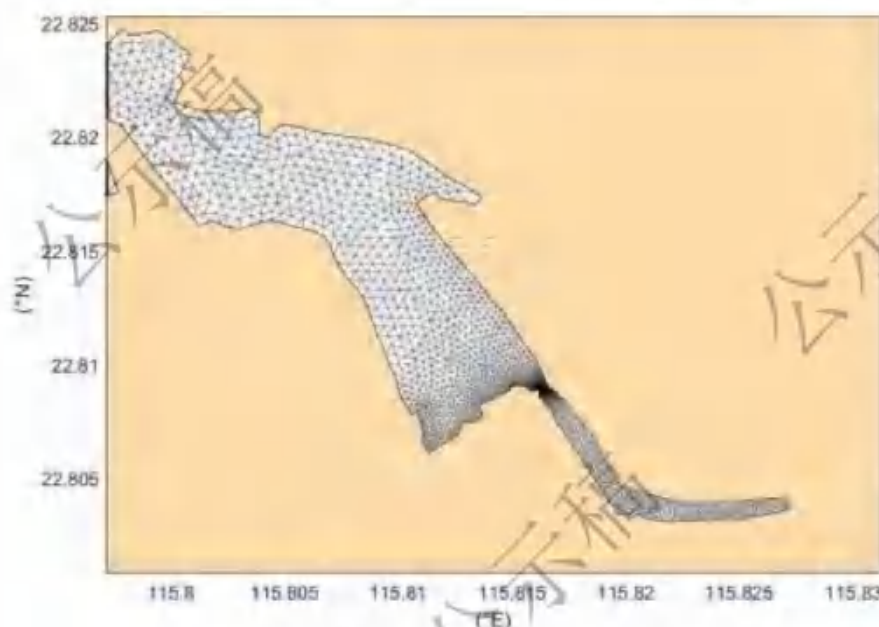


图 6.3.1-1b 水闸建设工程前附近海域计算网格分布

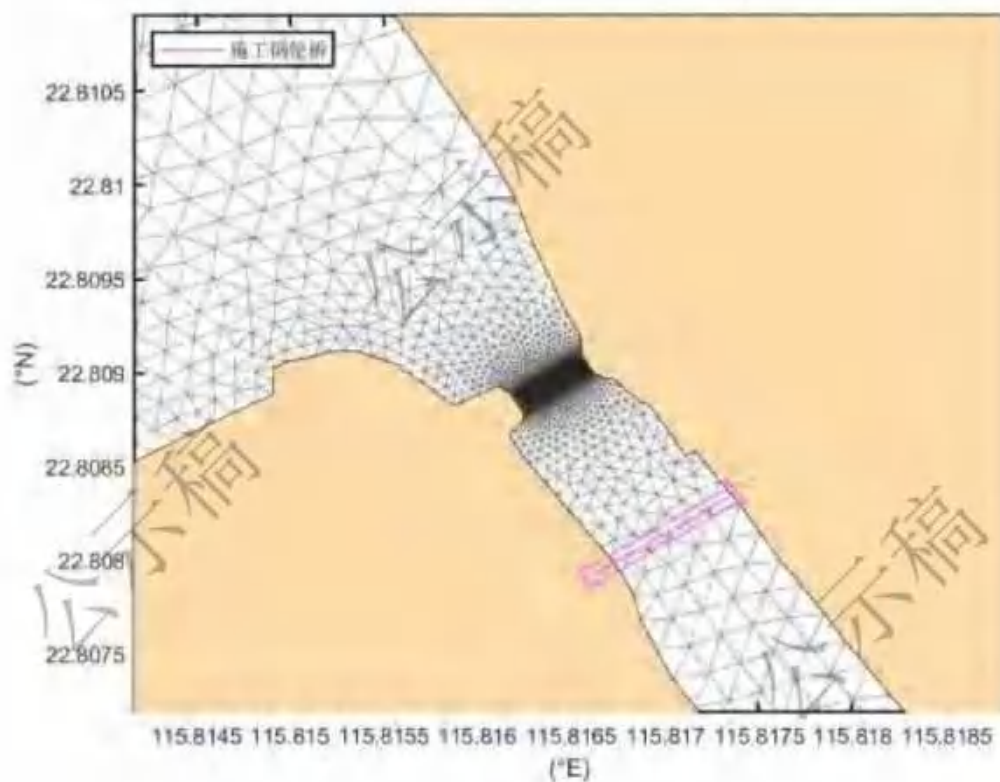


图 6.3.1-2a 水闸建设工况 1 附近海域计算网格分布

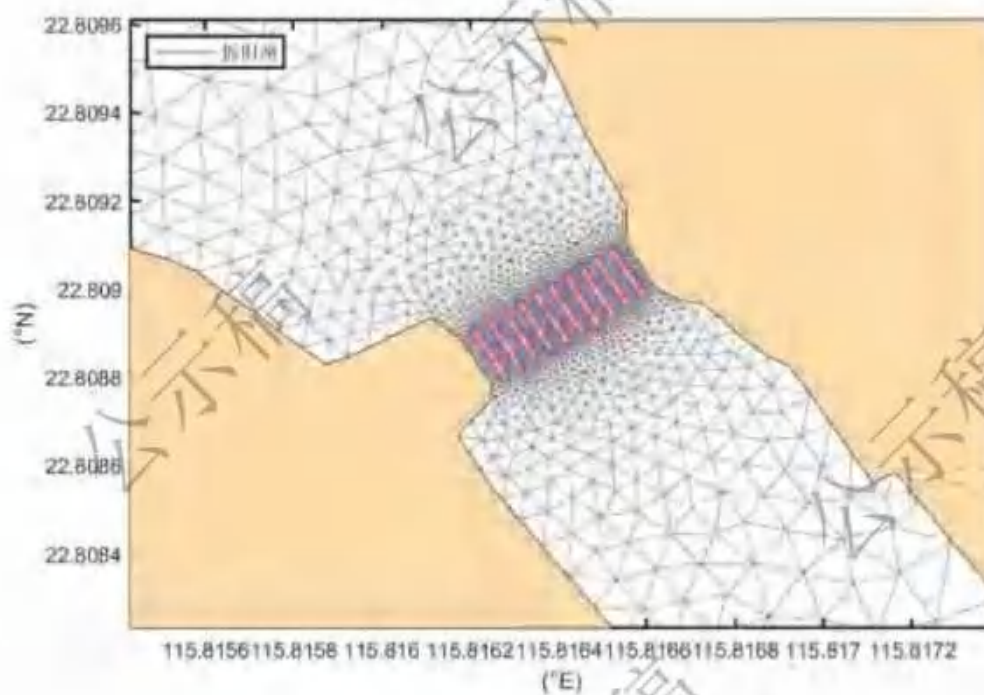


图 6.3.1-2b 水闸建设工况 2 附近海域计算网格分布

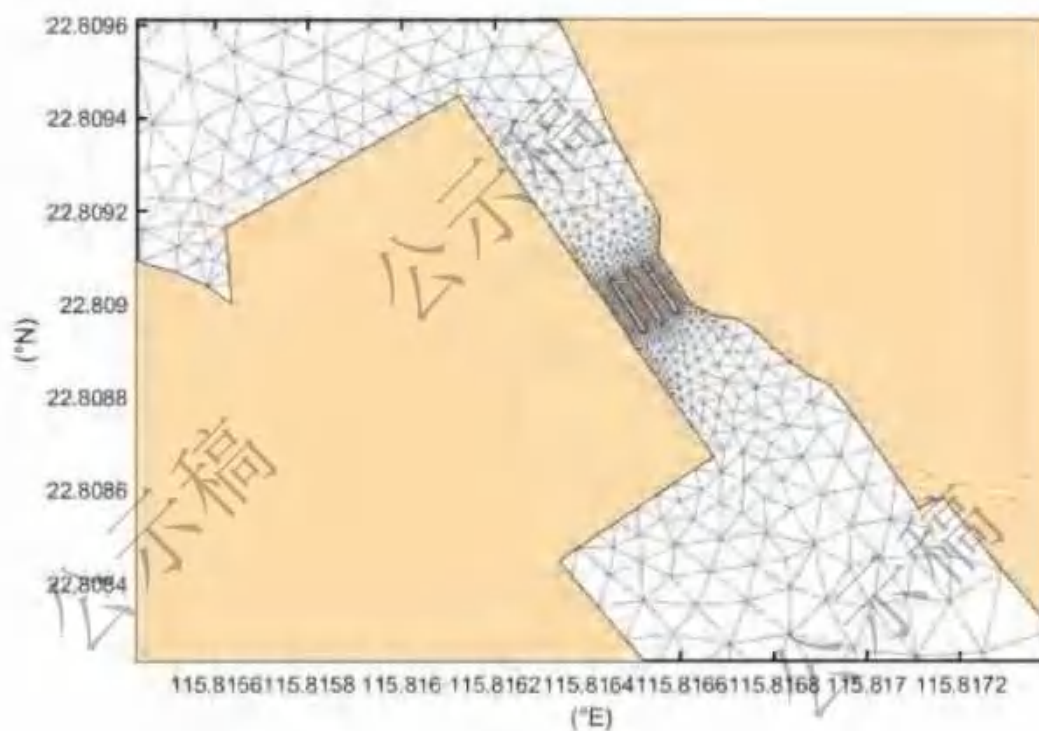


图 6.3.1-2c 水闸建设工况 3 附近海域计算网格分布

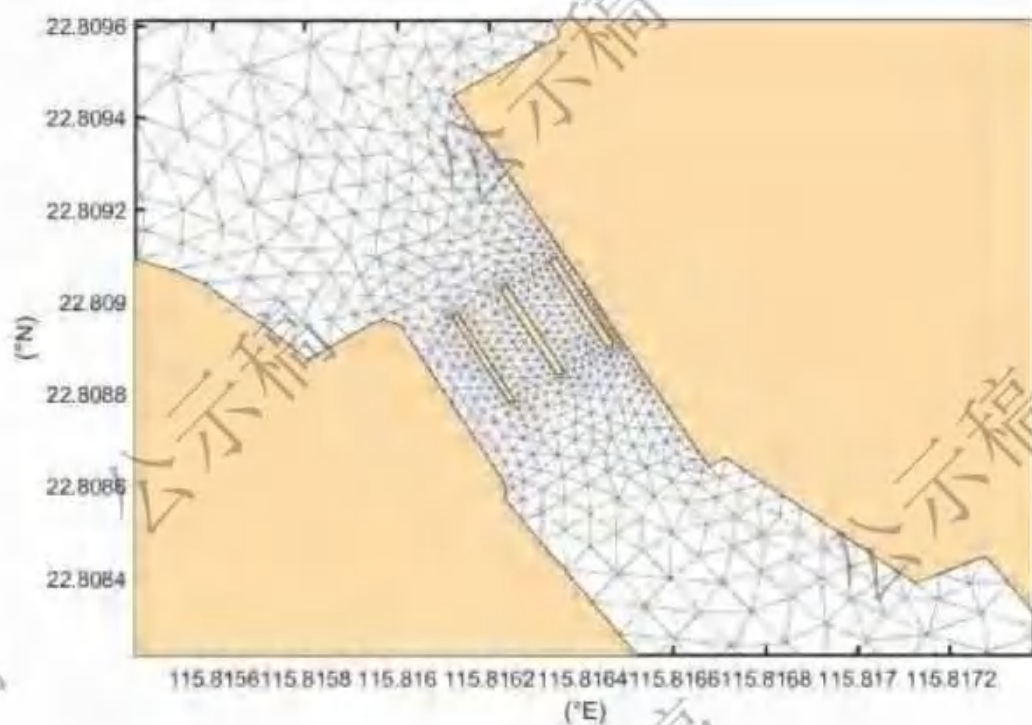


图 6.3.1-2d 水闸建设工况 4 附近海域计算网格分布

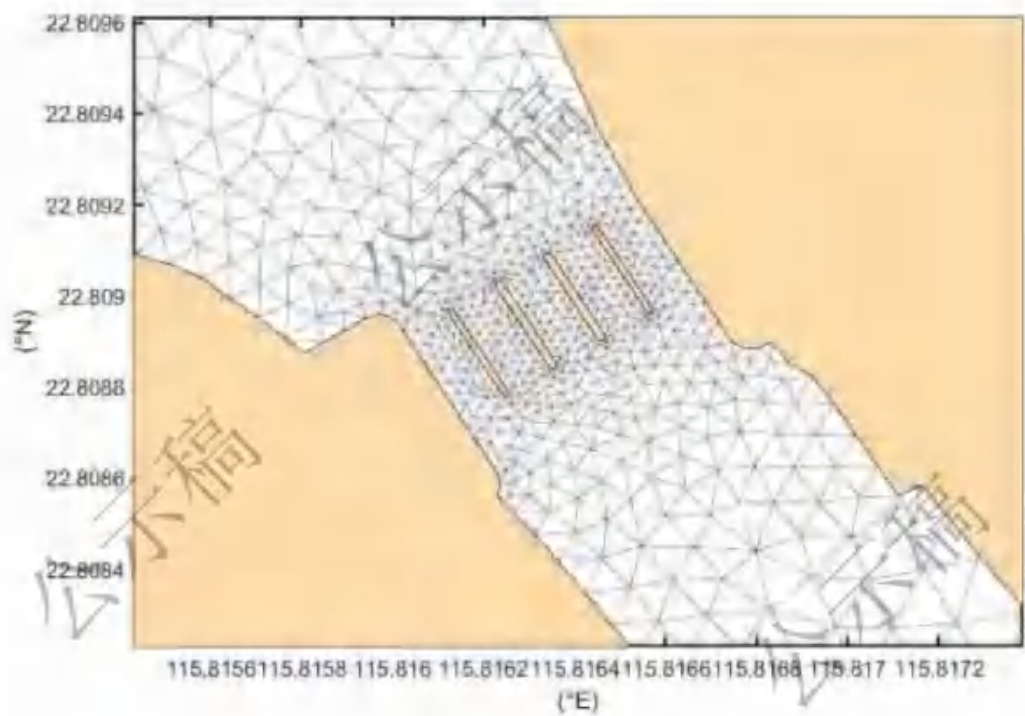


图 6.3.1-3 水闸建设工程后附近海域计算网格分布

(2) 水深和岸界

工程附近海域选取中国人民解放军海军航海保证部制作的海图以及航道附近海域水深地形调查测量资料，具体海图号和版本信息如表 6.3.1-1 所示，对于外海水深，本项目采用美国国家地学测量中心(National Geodetic Center, Boulder, Colorado)提供的 DBDB5 (Digital Bathymetric Database Version 5.2) 原始数据集，通过双线性插值方法插值到网格点上水深地形。岸线采用以上海图中岸界和 Google 岸线（2023 年岸线）资料以及工程附近海岸线勘测资料。计算大海域水深图 6.3.1-4 所示，水闸工程附近海域水深分布如图 6.3.1-5 所示。疏浚后水深如图 6.3.1-6 所示。

表 6.3.1-1 工程附近海域使用的海图信息汇总

图号	版本时间	比例尺
C1415300	2017 年	1:100000
C1415100	2017 年	1:120000
C1515311	2017 年	1:40000

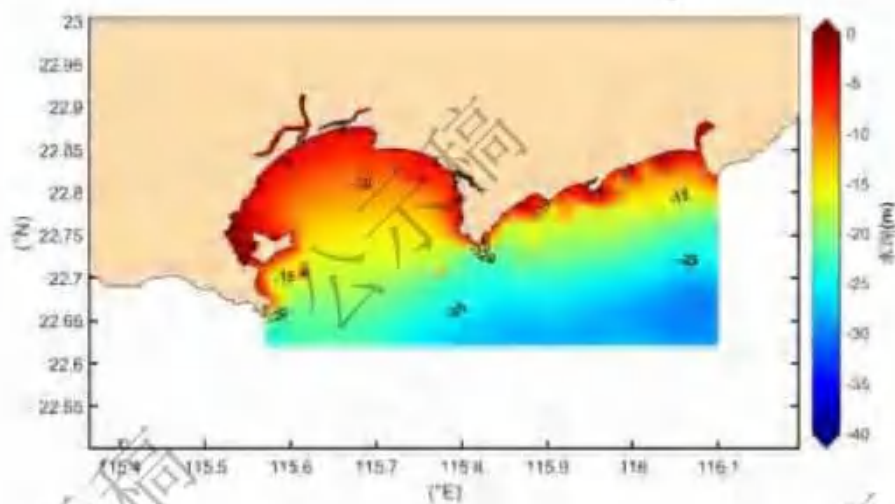


图 6.3.1-4 大海域水深分布

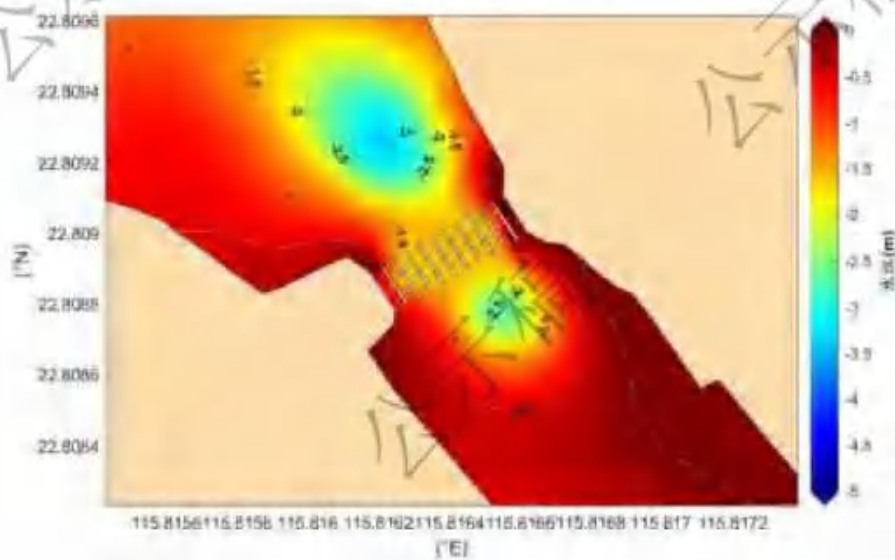


图 6.3.1-5 碣石水闸工程前附近海域水深分布

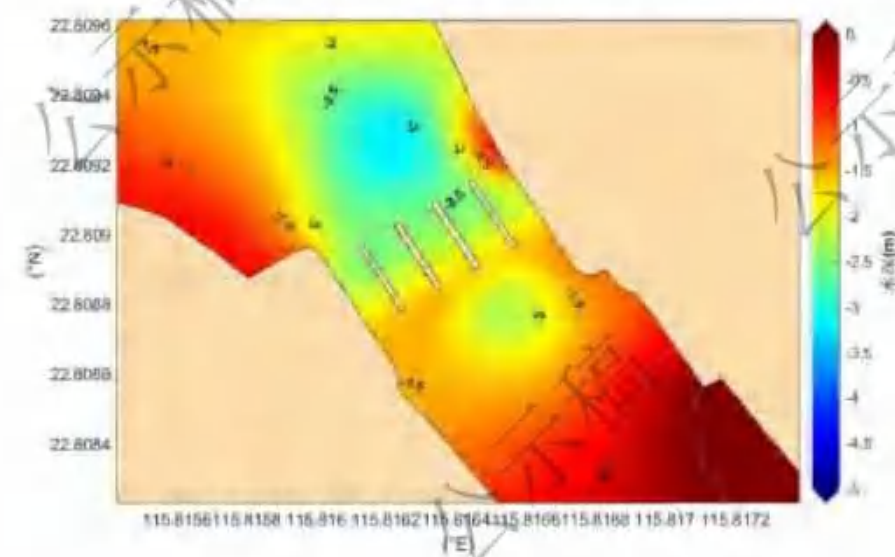


图 6.3.1-6 碣石水闸工程后附近海域疏浚后水深分布

(3) 模型边界条件

开边界：潮汐在开边界的振幅、迟角和潮流流速等要素使用 TPX09 数据。TPX09 是 2018 年最新发布的版本，共包括 (M2、S2、N2、K2、K1、O1、P1、Q1) 八个基本分潮，两个长周期分潮 (Mf 和 Mm)，以及 M4、Ms4、Mn4、2N2、S1 等分潮。本项目在开边界通过潮位输入了 M2、S2、N2、K2、K1、O1、P1、Q1 共 8 个分潮。

$$\zeta = \sum_{i=1}^N \{f_i H_i \cos[\sigma_i t + (V_{oi} + V_i) - G_i]\}$$

这里， f_i 、 s_i 是第 i 个分潮（这里共取八个分潮：M2、S2、N2、K2、K1、O1、P1、Q1）的交点因子和角速度； H_i 和 G_i 是调和常数，分别为分潮的振幅和迟角； $V_{oi}+V_i$ 是分潮的幅角。

闭边界：所谓闭边界条件即水陆交界条件。在该边界上，水质点的法向流速为 0。

干湿边界处理：模型中对于干湿边界的处理采用的是动边界技术，在计算过程中，会对每一个单元的水深变化值，根据对于边界 (dry)，漫水区 (flood) 和湿水区 (wet) 预先所设定的不同水深值，实时判断出计算单元的水深类型，从而采取相应的处理方法。简单地说，如果检测到单元的水深值小于干边界值，则系统将把该单元从计算中移除，输入该单元的动量通量为 0。

(4) 计算时间步长和底床糙率

模型计算时间步长根据 CFL 条件进行动态调整，确保模型计算稳定进行，最大时间步长为 120s，最小时间步长 0.1s。底床糙率通过曼宁系数进行控制，根据文献和观测结果，本次计算曼尼系数 n 取 $56\text{m}^{1/3}/\text{s}$ 。

(5) 水平涡动粘滞系数

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

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

式中： c_s 为常数， l 为特征混合长度，由 $S_{ij} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right)$ ，(i, j=1, 2) 计算得到。

6.3.1.3 模型验证

为了验证模型的准确性，利用水动力模型模拟了工程海域的潮位和潮流状况。将模拟结果与2023年1月7日14:00至2023年1月8日14:00在工程海域的3个临潮位站和2023年1月7日至8日大潮期在碣石湾内设置的6个水文观测站所测数据进行了对比验证。水位模拟实测对比曲线如图6.3.1-7所示，大潮期间海流模拟实测对比曲线如图6.3.1-8所示。

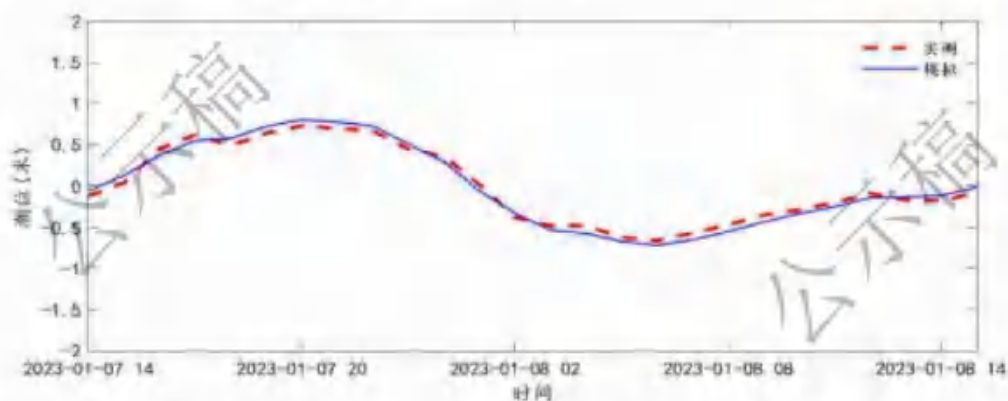


图 6.3.1-7a C1 站位潮位模拟实测对比曲线（2023 年 1 月 7 日-1 月 8 日）

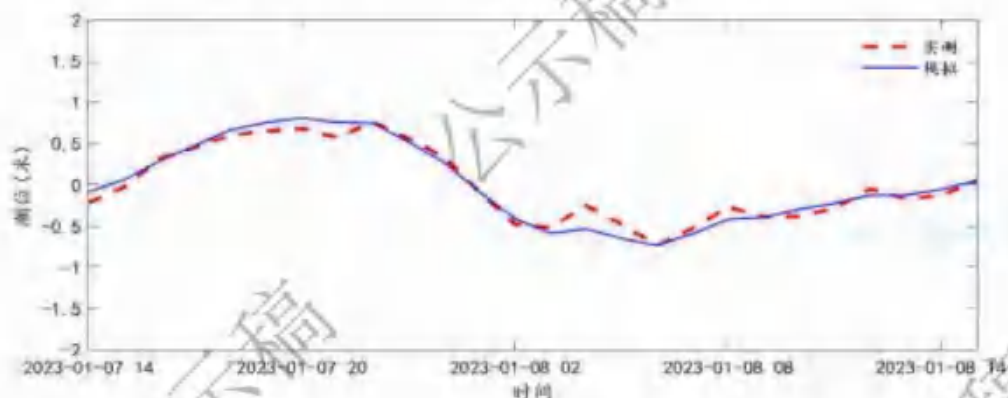


图 6.3.1-7b C2 站位潮位模拟实测对比曲线（2023 年 1 月 7 日-1 月 8 日）

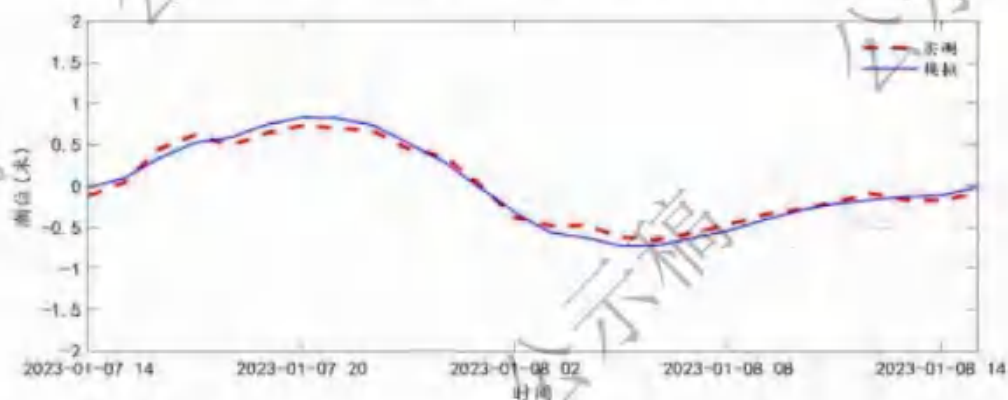


图 6.3.1-7c C3 站位潮位模拟实测对比曲线（2023 年 1 月 7 日-1 月 8 日）

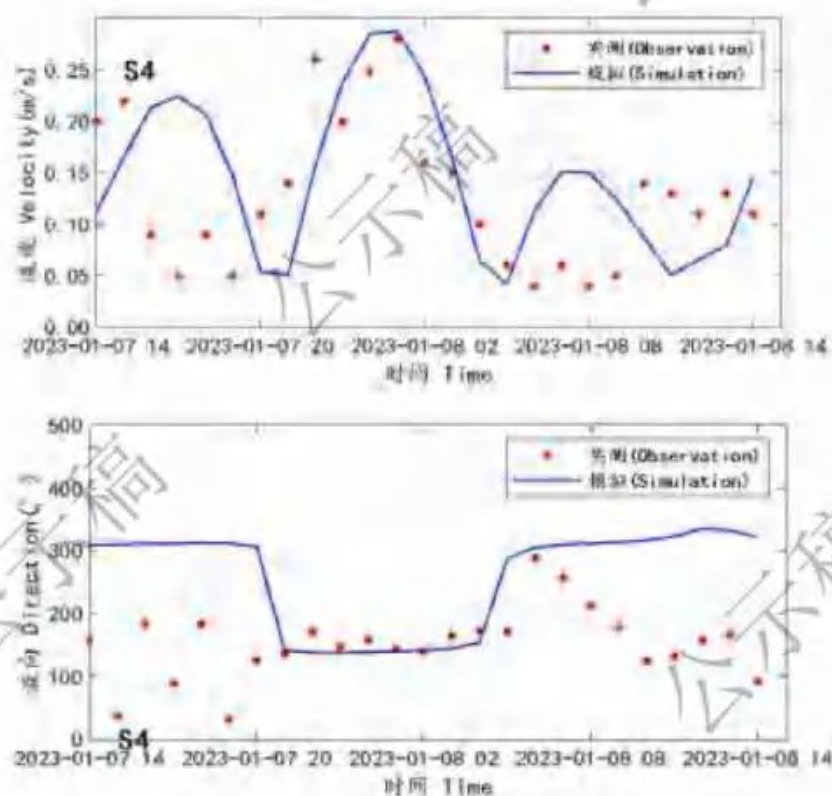


图 6.3.1-8a S4 站位流速流向验证图 (2023 年 1 月 7 日-1 月 8 日)

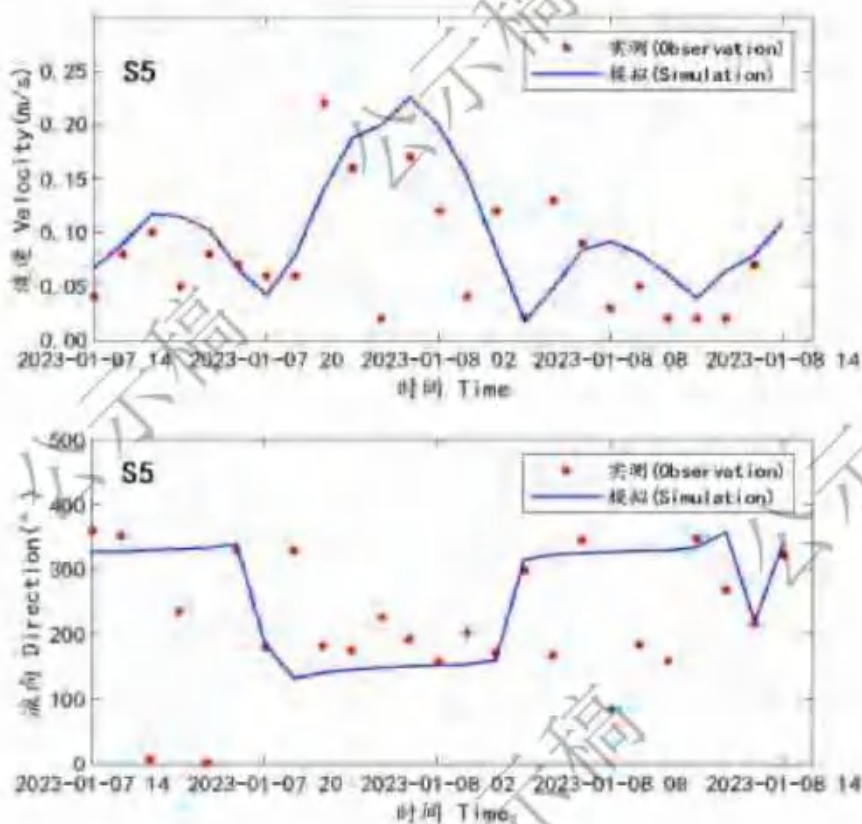


图 6.3.1-8b S5 站位流速流向验证图 (2023 年 1 月 7 日-1 月 8 日)

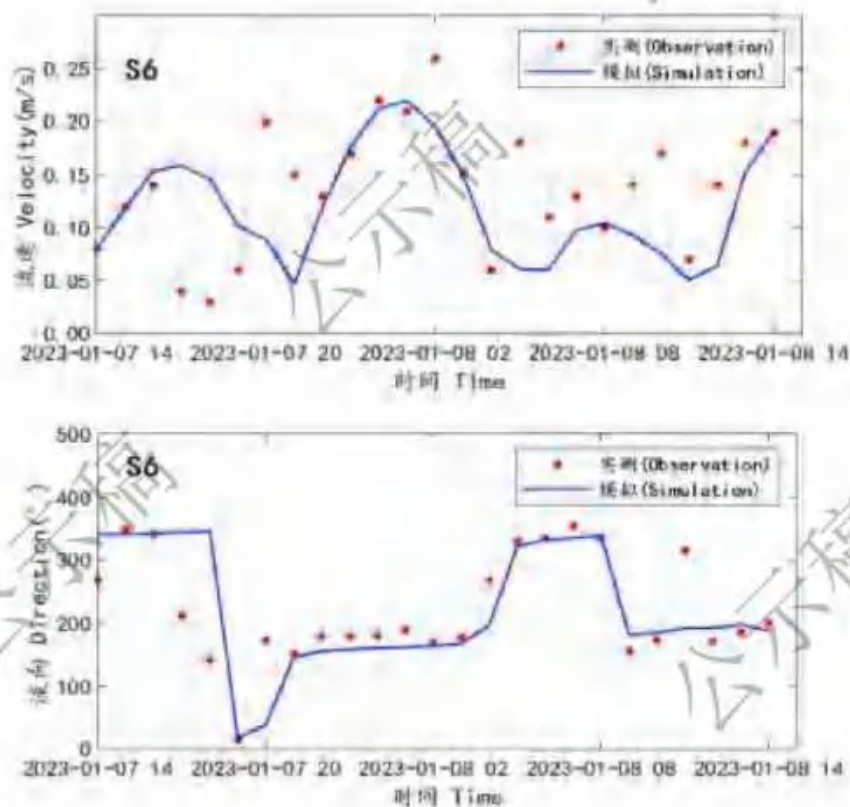


图 6.3.1-8c S6 站位流速流向验证图 (2023 年 1 月 7 日-1 月 8 日)

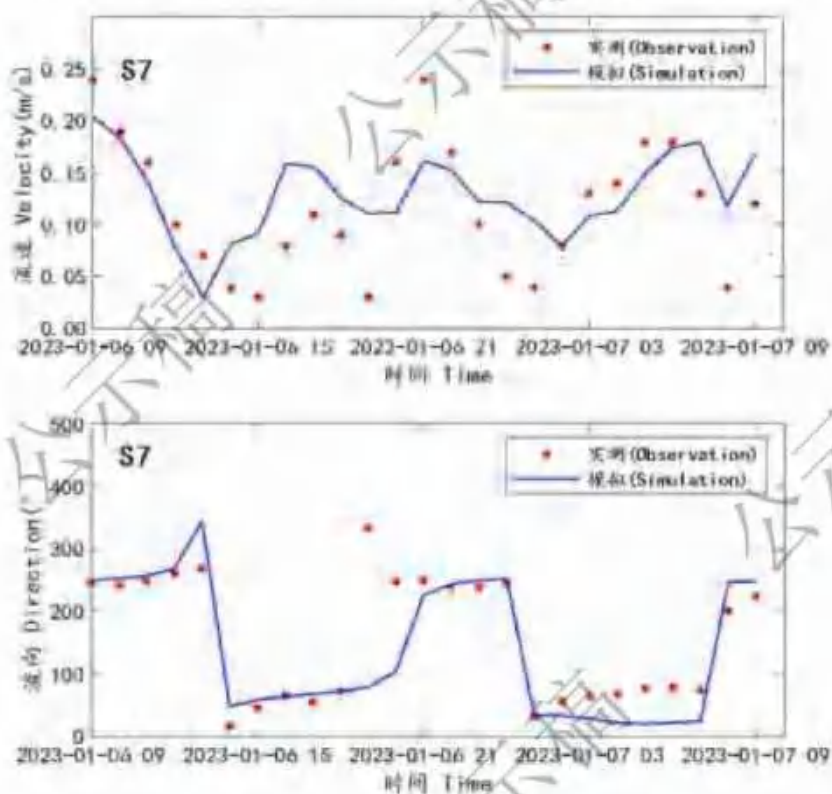


图 6.3.1-8d S7 站位流速流向验证图 (2023 年 1 月 6 日-1 月 7 日)

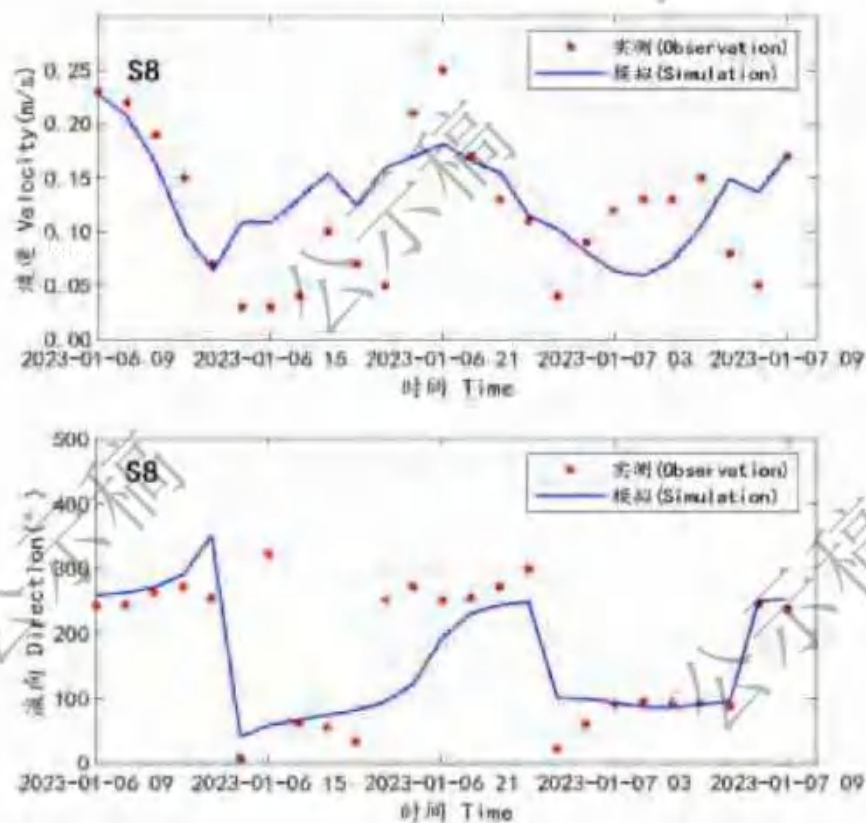


图 6.3.1-8e S8 站位流速流向验证图 (2023 年 1 月 6 日-1 月 7 日)

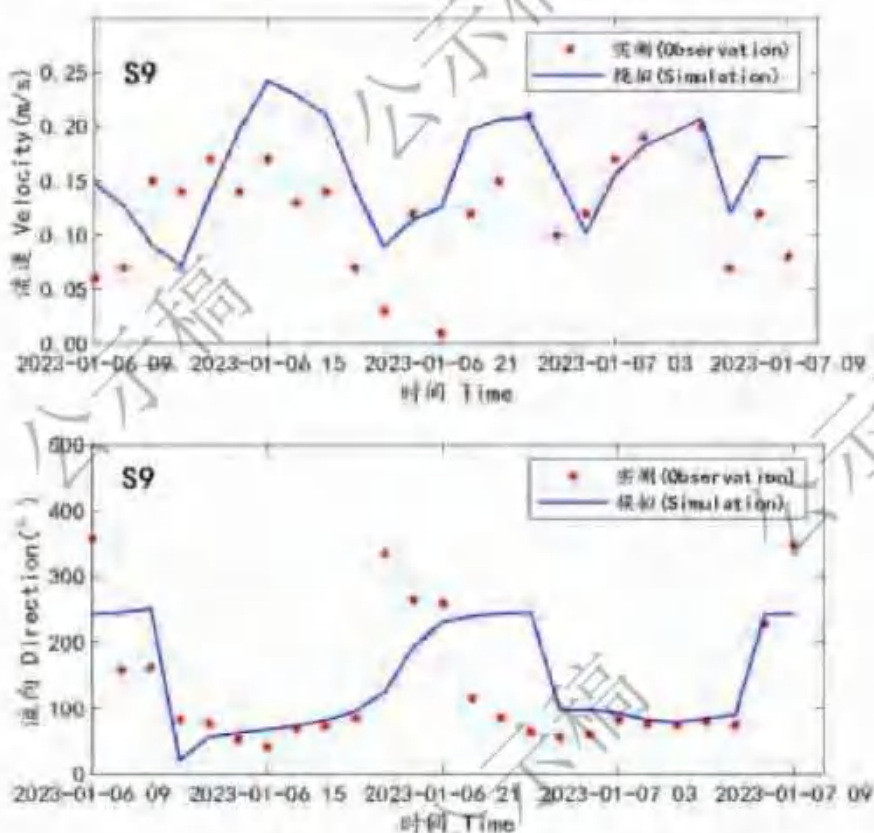


图 6.3.1-8f S9 站位流速流向验证图 (2023 年 1 月 6 日-1 月 7 日)

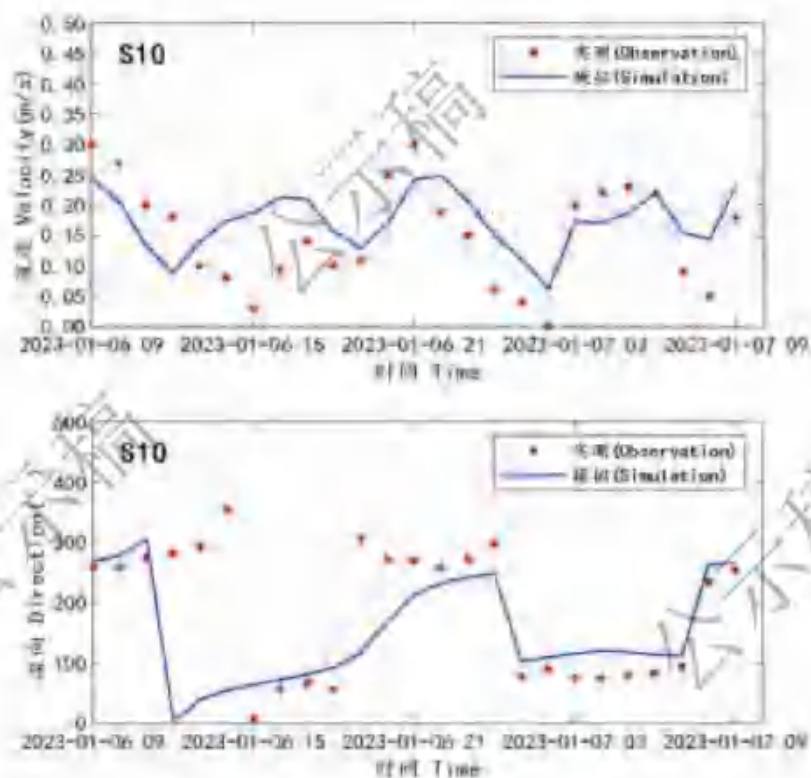


图 6.3.1-8g S10 站位流速流向验证图 (2023 年 1 月 6 日-1 月 7 日)

6.3.1.4 水闸工程附近海域潮流场模拟分析

太平洋潮波从吕宋海峡传入南海后在粤东东部海域分为两支,一支潮波继续由东往西沿广东沿岸传播、一支折向东北进入台湾海峡南部,甲子海域为两支潮波的分支点,表现为半日潮的无潮点。根据已有研究,本海域潮汐较弱(测流大潮期间潮差仅 1.05m),天文潮流受季风、近岸环流影响明显。图 6.3.1-9 为涨落急时刻大海域流场图,碣石外海涨急潮流为偏西方向,碣石湾内潮流从东湾口绕海岸往西口门流动,落急时刻碣石外海涨急潮流为偏东方向,碣石湾内潮流从湾顶往东湾口流动。图 6.3.1-10~图 6.3.1-14 为 $P=5\%$ 洪峰流量 $432.3\text{m}^3/\text{s}$ 的洪峰流量条件下水闸附近海域工程前后涨落急时刻流场图,可以看出,由于洪峰流量为 $432.3\text{m}^3/\text{s}$,流量较大所以涨落急时刻河道内水流的流向都是由水闸上游向下游流,工程前由于闸口较窄,水闸内流速可以达到 $1.80\text{--}1.98\text{m/s}$,新水闸建设后,水闸闸口变宽,经过清淤工程周边水深也将变深,因此水闸内流速降低,流速为 $0.2\text{--}1.0\text{m/s}$,更加有利于泄洪。图 6.3.1-15~图 6.3.1-19 为年平均径流条件下水闸附近海域工程前后涨落急时刻流场图,水闸水域水流基本为沿河道走向的往复流,涨急从河口向水闸流动,落潮从水闸向河口流;涨潮时最大流速为 $7\text{--}10\text{cm/s}$,落潮时向最大

流速为 32-53cm/s 左右。本工程的建设对水动力的影响，新水闸建设导致闸门处流速变小，最大变小 2-5cm/s。

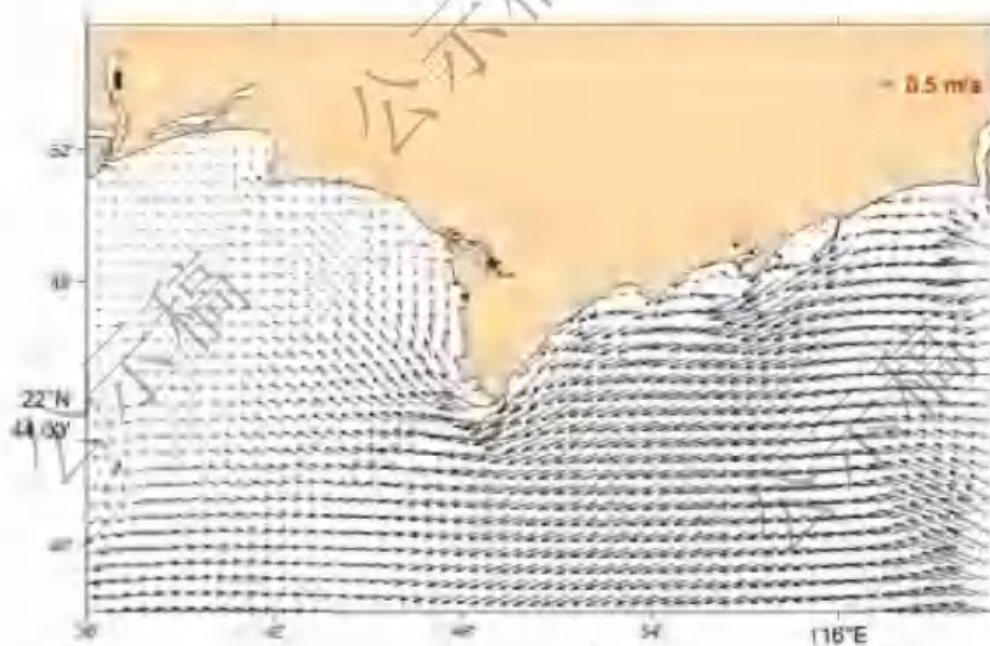


图 6.3.1-9a 涨急时刻大海域流场图

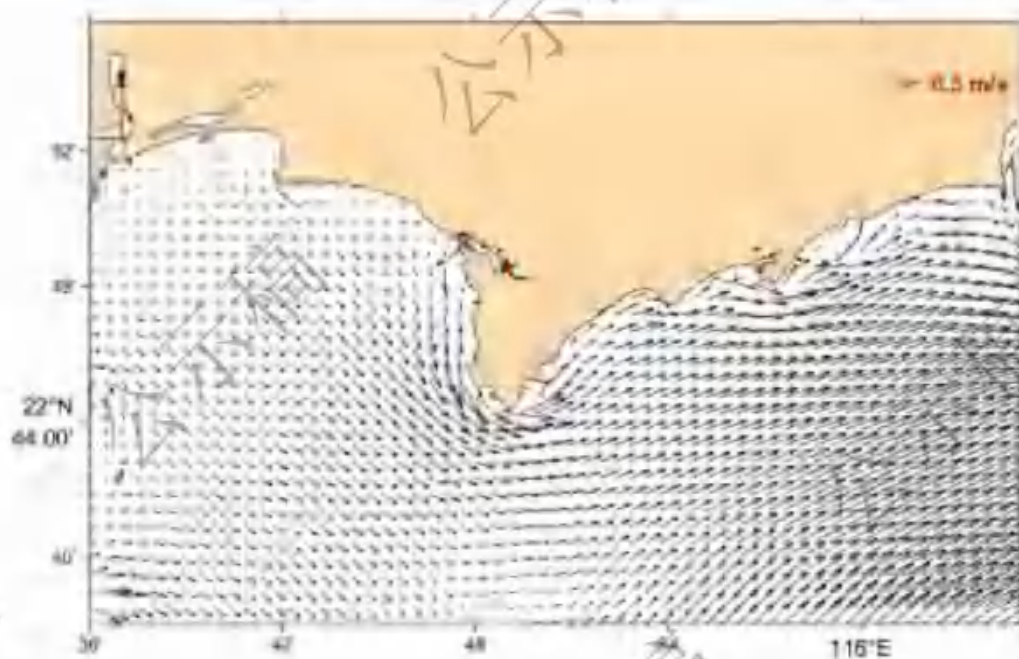


图 6.3.1-9b 落急时刻大海域流场图

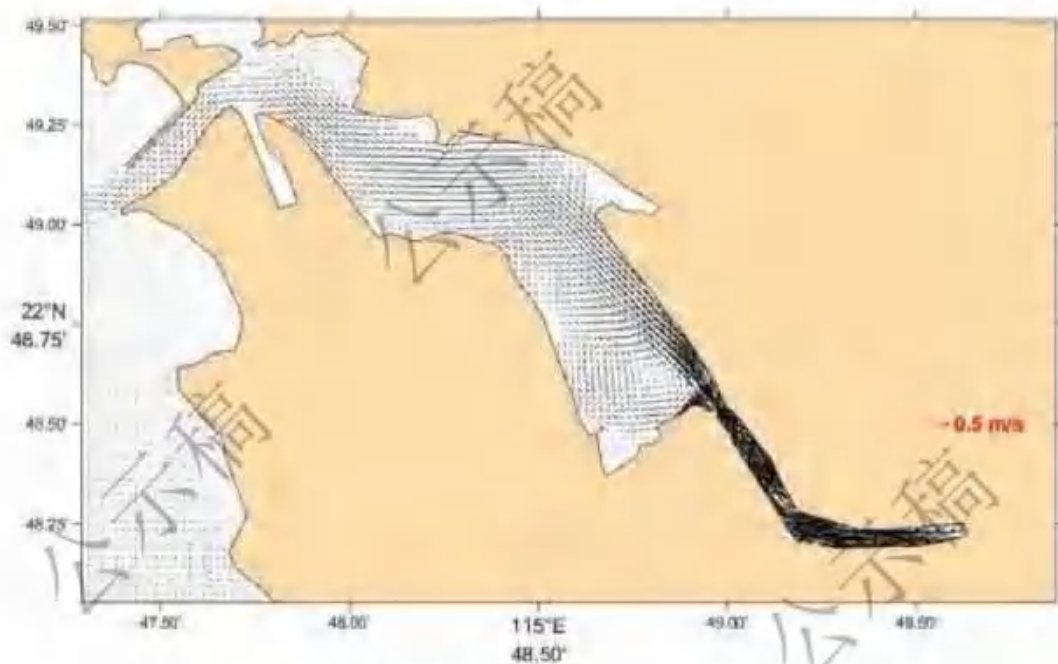


图 6.3.1-10a 工程前涨急时刻水闸工程附近海域流场图
(P=5%洪峰流量 432.3m³/s 的洪峰流量条件下)

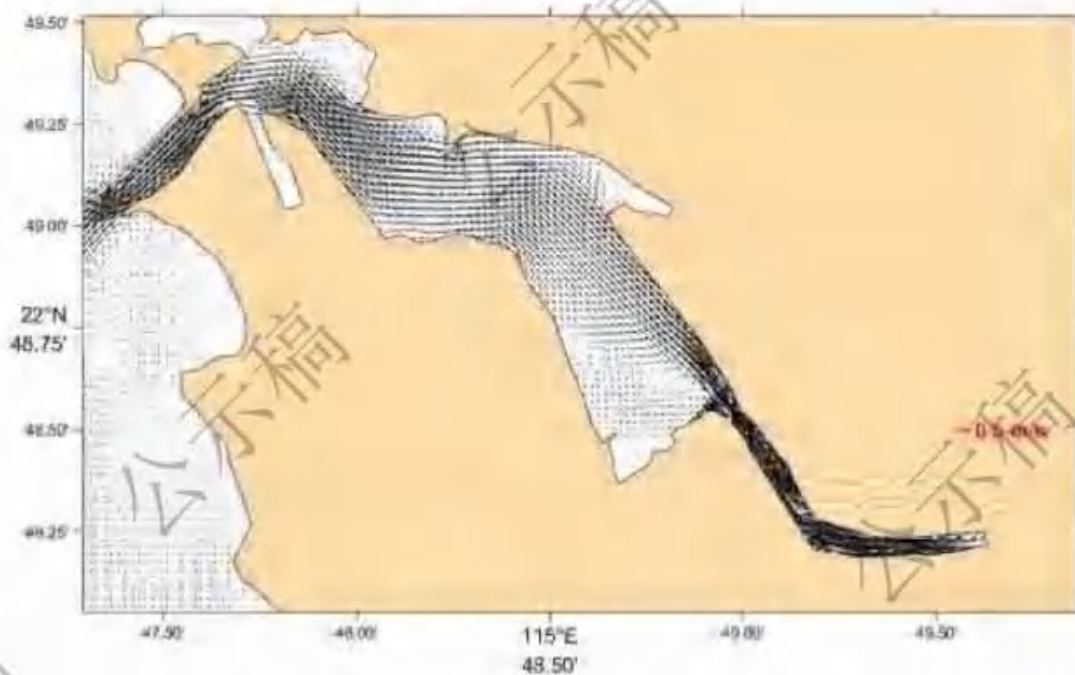


图 6.3.1-10b 工程前落急时刻水闸工程附近海域流场图
(P=5%洪峰流量 432.3m³/s 的洪峰流量条件下)

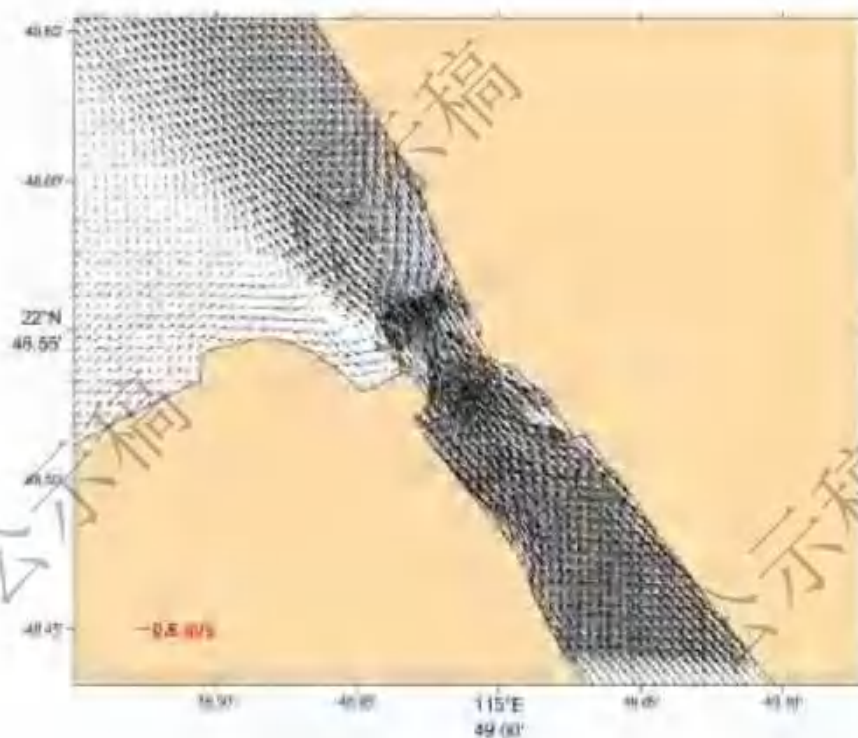


图 6.3.1-11a 工程前涨急时刻水闸周边流场图
(P=5%洪峰流量 432.3m³/s 的洪峰流量条件下)

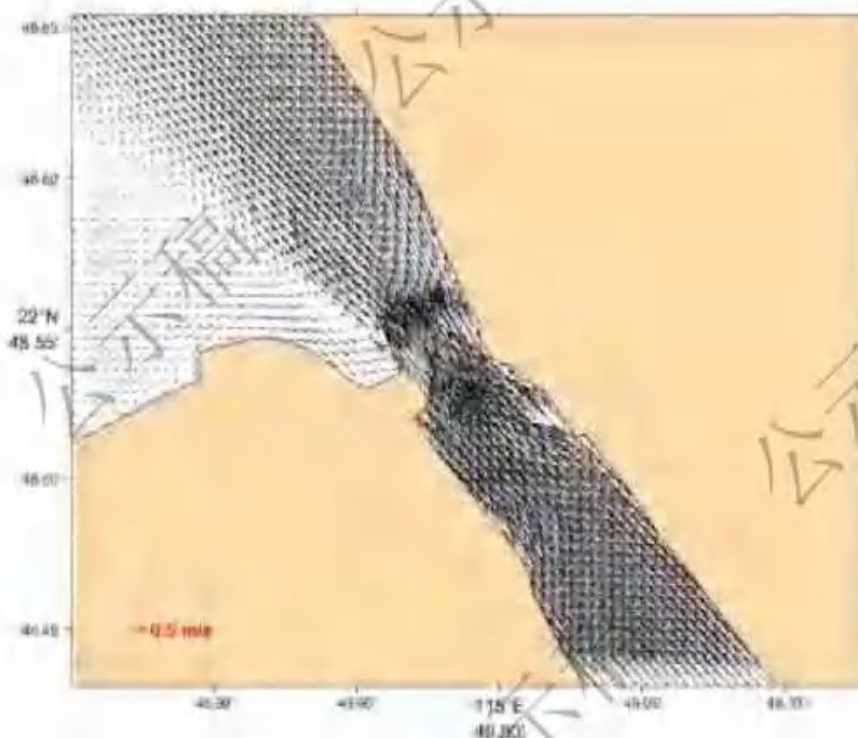


图 6.3.1-11b 工程前落急时刻水闸周边流场图
(P=5%洪峰流量 432.3m³/s 的洪峰流量条件下)



图 6.3.1-12a 工程后涨急时刻水闸工程附近海域流场图

(P=5%洪峰流量 $432.3\text{m}^3/\text{s}$ 的洪峰流量条件下)



图 6.3.1-12b 工程后落急时刻水闸工程附近海域流场图

(P=5%洪峰流量 $432.3\text{m}^3/\text{s}$ 的洪峰流量条件下)

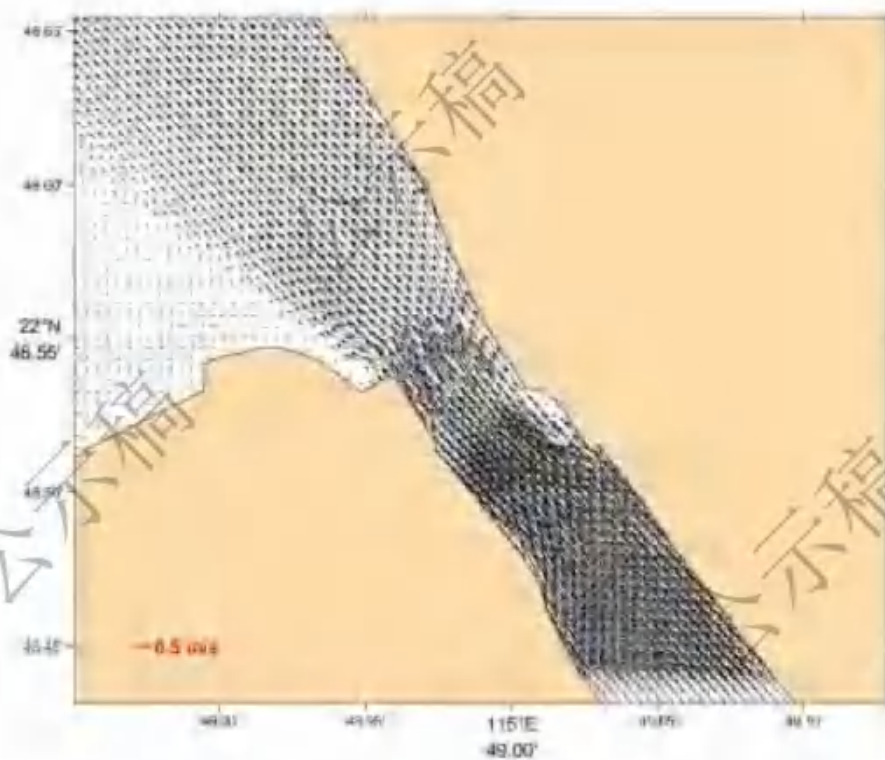


图 6.3.1-13a 工程后涨急时刻水闸周边流场图
(P=5%洪峰流量 432.3m³/s 的洪峰流量条件下)

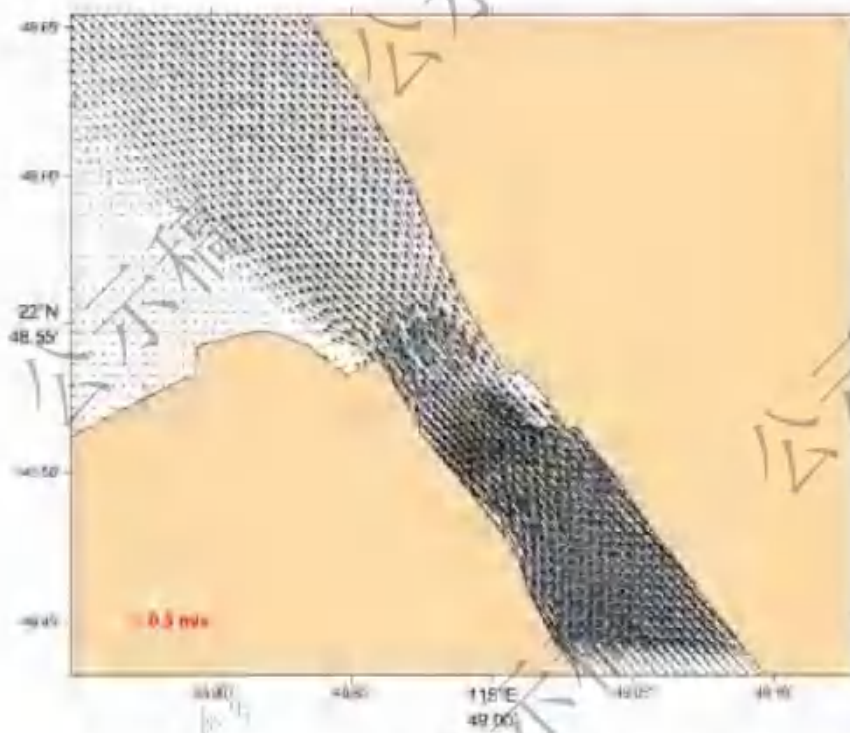


图 6.3.1-13b 工程后落急时刻水闸周边流场图
(P=5%洪峰流量 432.3m³/s 的洪峰流量条件下)

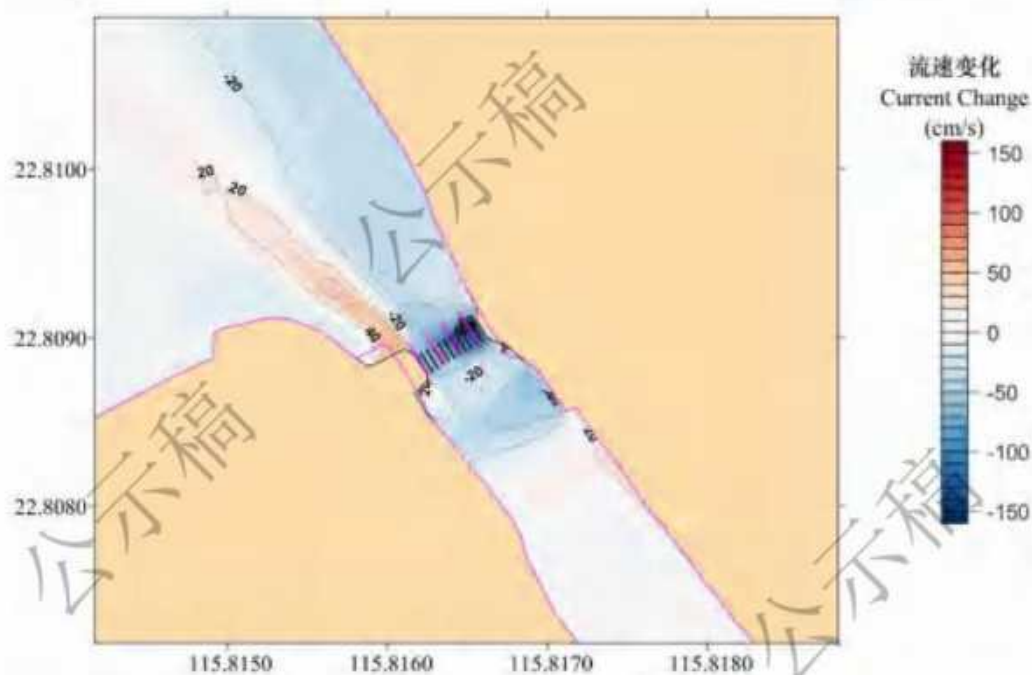


图 6.3.1-14a 工程前后涨急流速变化图
(P=5%洪峰流量 432.3m³/s 的洪峰流量条件下)

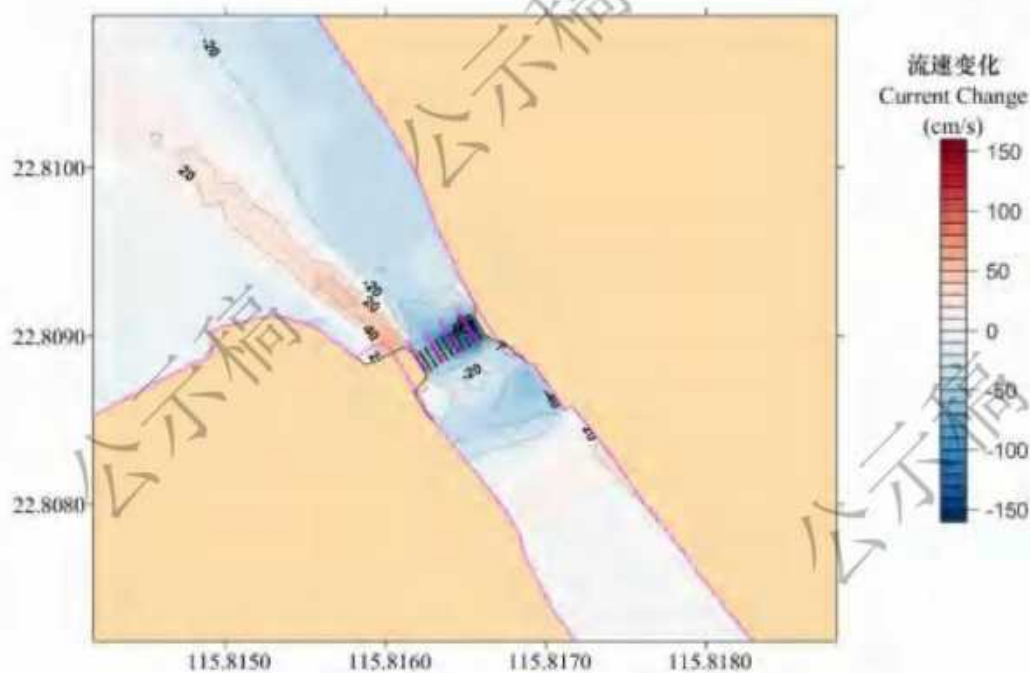


图 6.3.1-14b 工程前后落急流速变化图
(P=5%洪峰流量 432.3m³/s 的洪峰流量条件下)

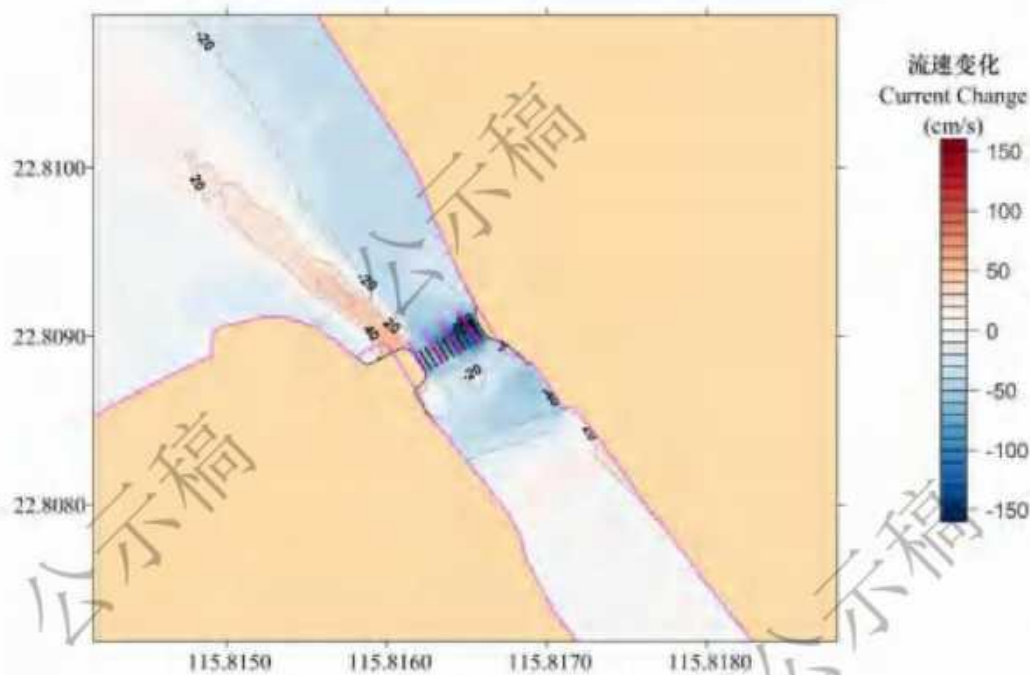


图 6.3.1-14c 工程前后平均流速变化图
(P=5%洪峰流量 432.3m³/s 的洪峰流量条件下)

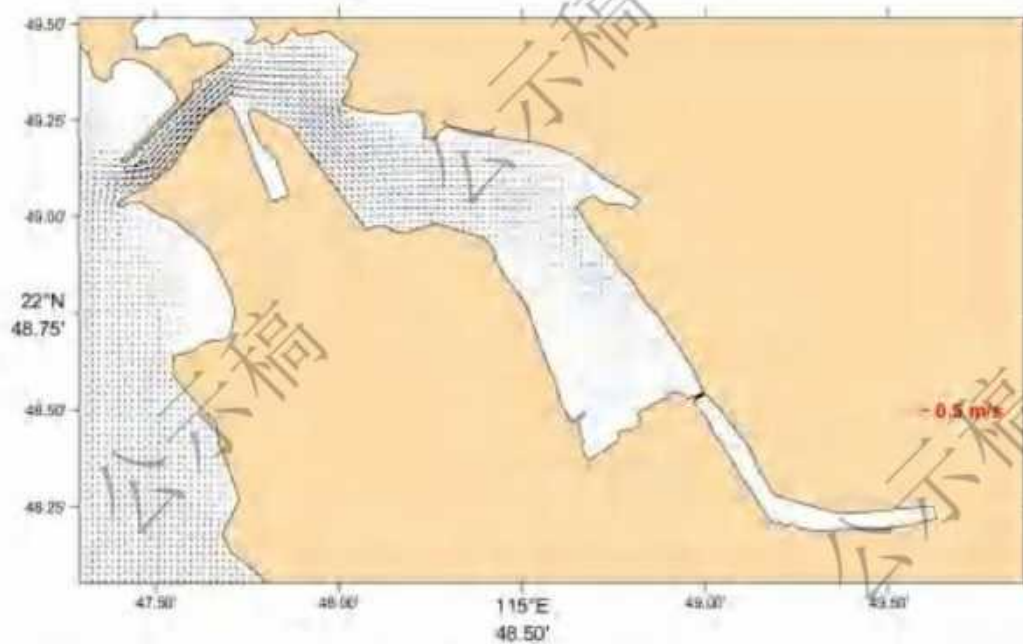


图 6.3.1-15a 工程前涨急时刻水闸工程附近海域流场图 (年平均径流)

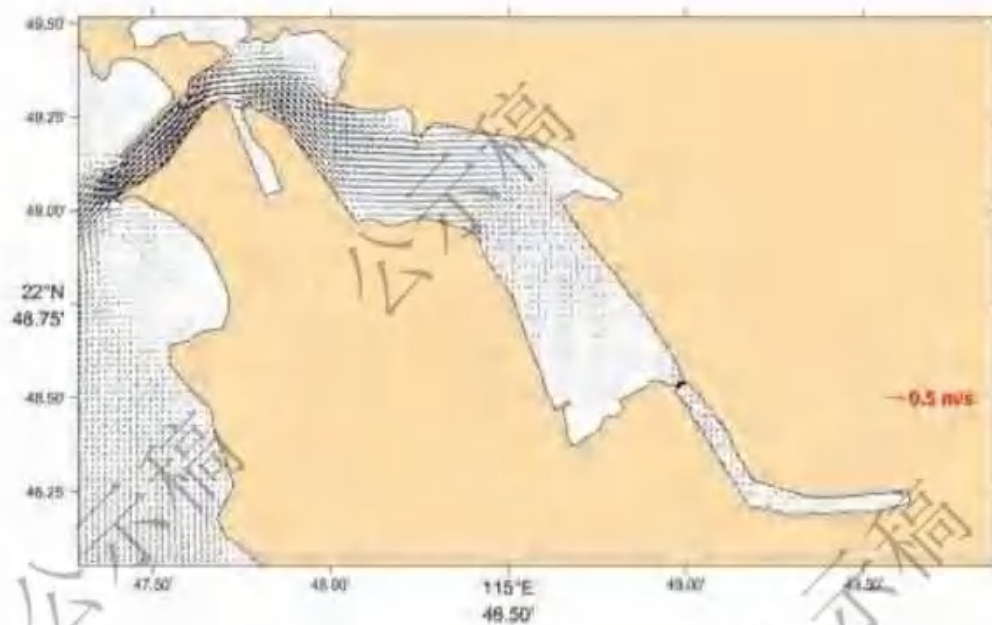


图 6.3.1-15b 工程前涨急时刻水闸工程附近海域流场图 (年平均径流)

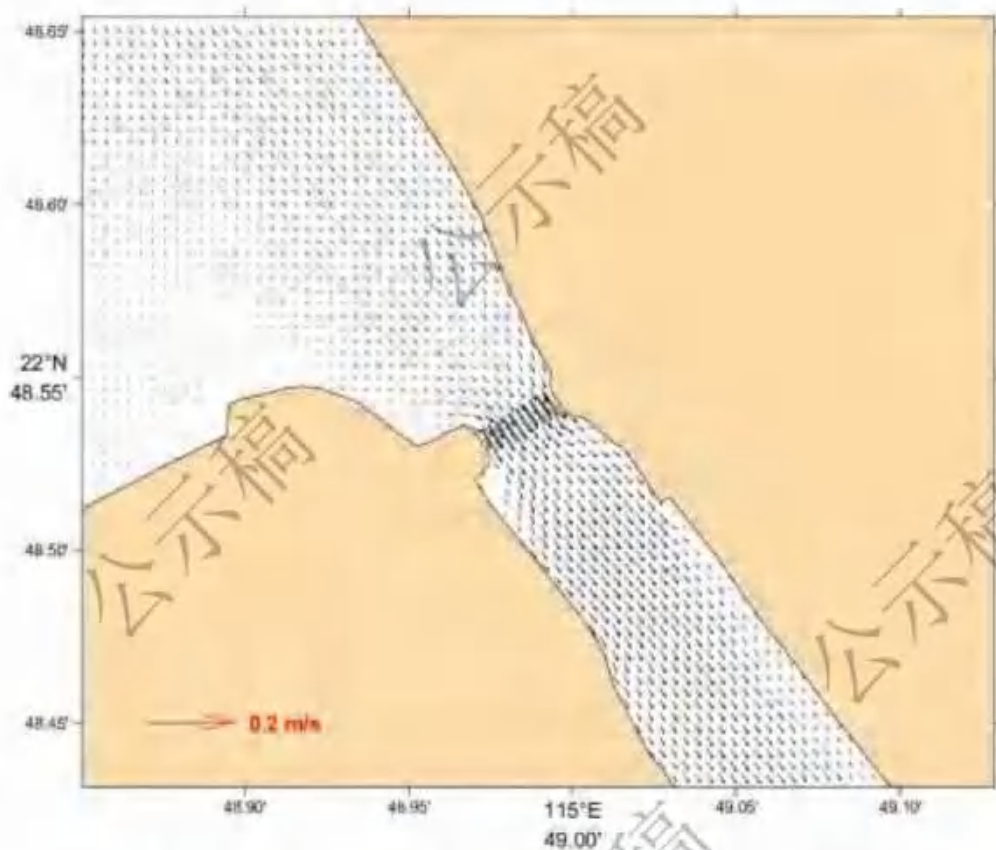


图 6.3.1-16a 工程前涨急时刻水闸周边海域流场图 (年平均径流)



公示稿



公示稿

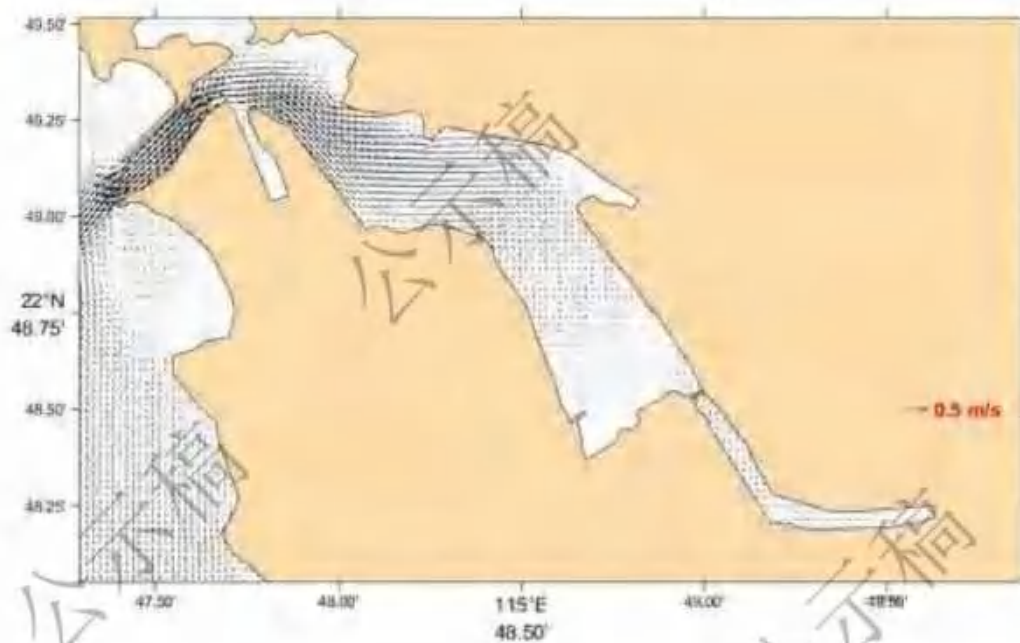


图 6.3.1-17b 工程后落急时刻水闸工程附近海域流场图（年平均径流）

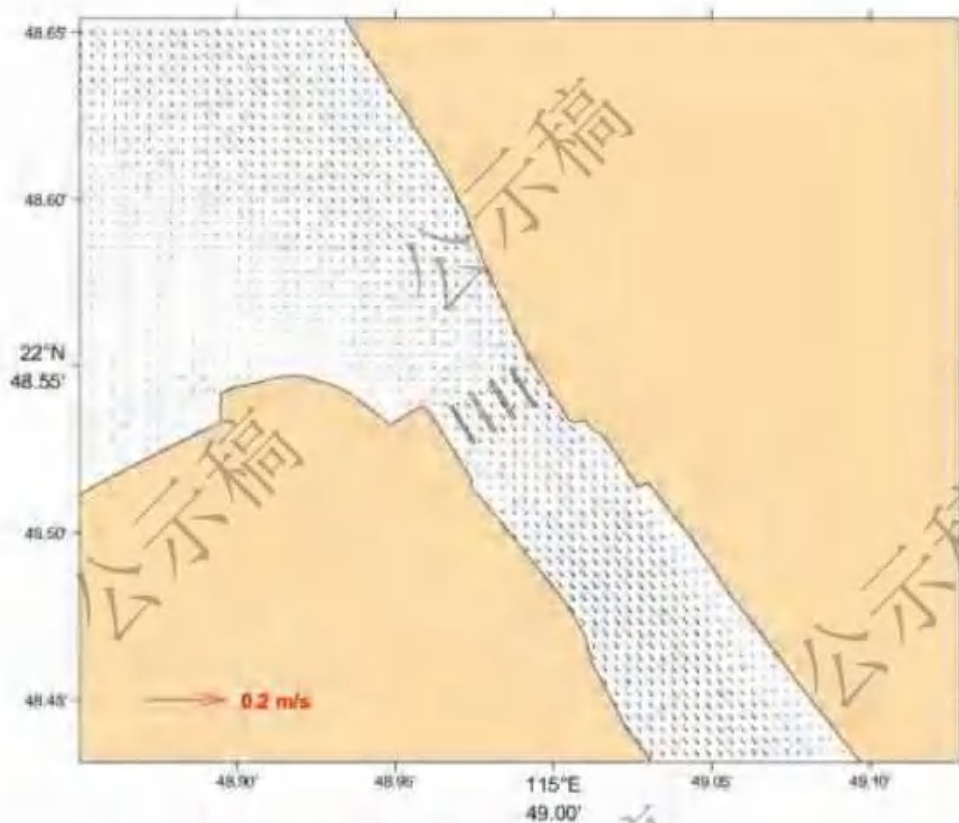


图 6.3.1-18a 工程后涨急时刻水闸周边海域流场图（年平均径流）

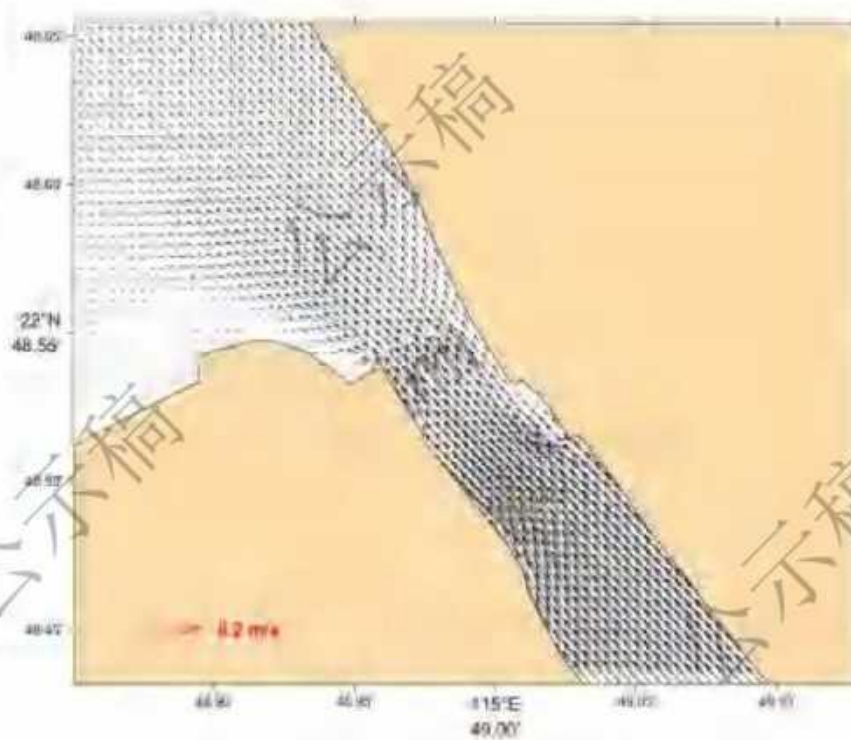


图 6.3.1-18b 工程后落急时刻水闸周边海域流场图（年平均径流）

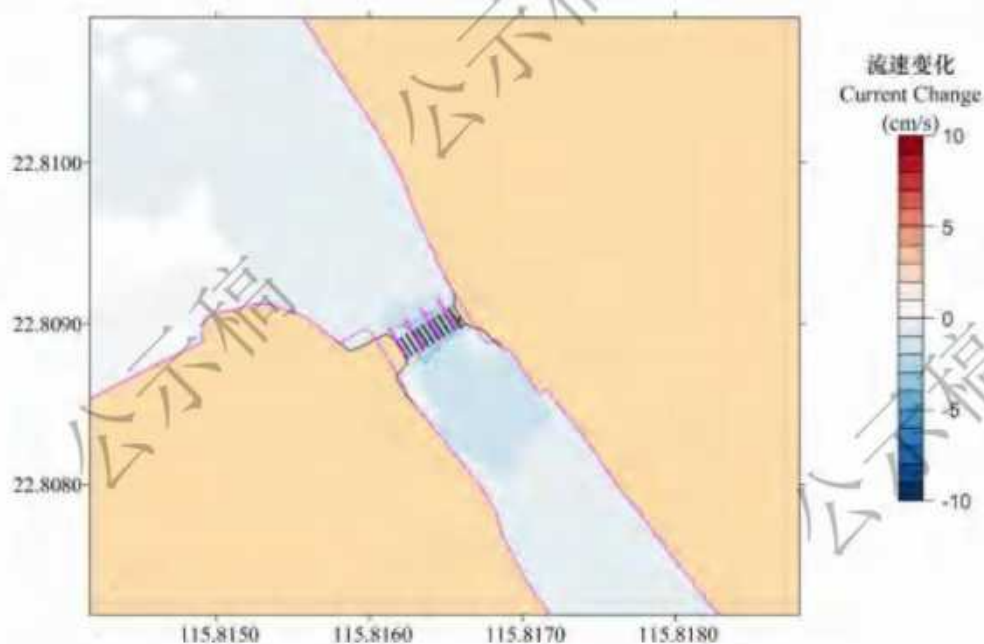


图 6.3.1-19a 工程前后涨急流速变化图（年平均径流）

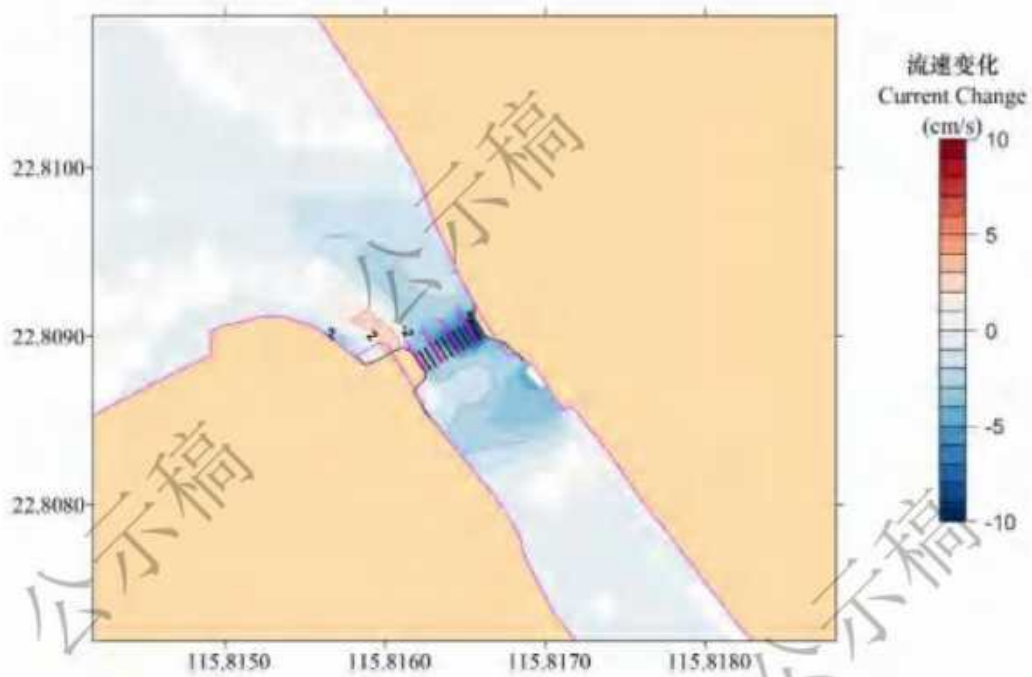


图 6.3.1-19b 工程前后落急流速变化图（年平均径流）

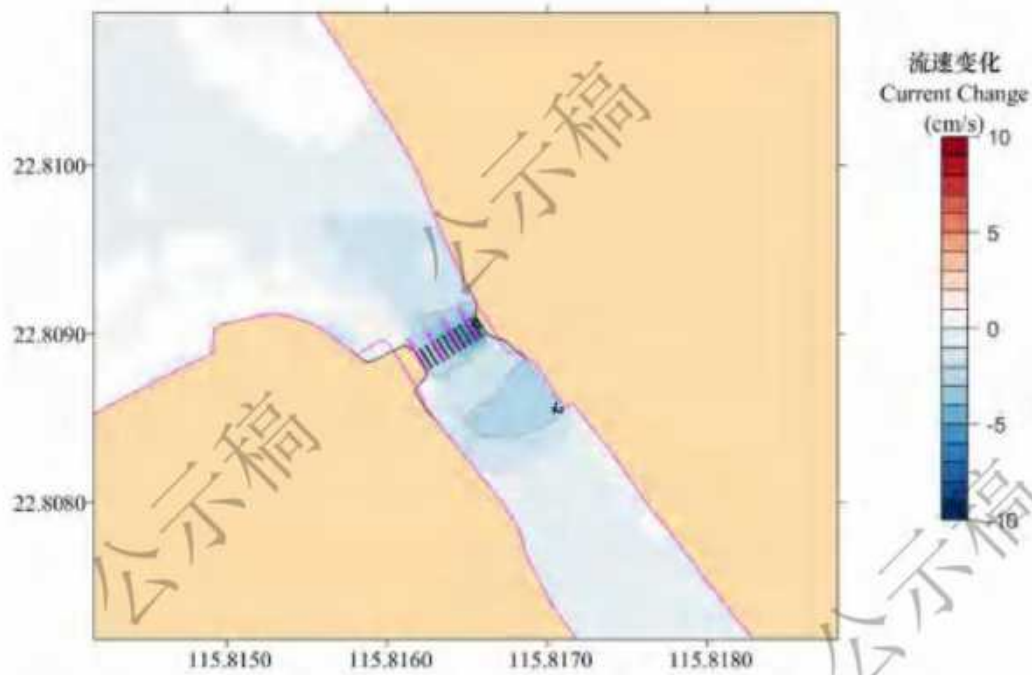


图 6.3.1-19c 工程前后平均流速变化图（年平均径流）

6.3.1.5 附近特征点流速变化研究

在碣石水闸附近海域，水闸水道内选取 4 个断面，每个断面各选取 10 个特征点，共计 40 个特征点。



图 6.3.1-20 流速特征点位置

表 6.3.1-1 P=5%的洪峰流量条件下工程前后水闸附近潮流特征点涨潮流速、流向变化情况

代表点	涨潮					
	流速 (m/s)			流向 (°)		
	工程前	工程后	变化值	工程前	工程后	变化值
1	1.28	0.90	-0.38	330.59	326.47	4.12
2	1.39	0.99	-0.39	329.10	328.50	0.60
3	1.53	1.08	-0.45	326.19	329.89	3.70
4	1.65	1.10	-0.56	324.65	328.80	4.14
5	1.94	1.14	-0.80	327.64	328.32	0.68
6	1.72	1.21	-0.51	328.53	327.88	0.65
7	1.75	1.30	-0.45	328.37	326.96	1.41
8	2.00	1.31	-0.69	334.95	325.31	9.64
9	1.61	1.18	-0.43	347.06	322.39	24.67
10	1.41	1.12	-0.29	345.60	322.93	22.67
11	1.34	0.88	-0.46	328.32	327.27	1.05
12	1.48	0.97	-0.51	328.66	326.71	1.95
13	1.59	1.05	-0.54	328.95	327.37	1.58
14	1.63	1.08	-0.55	328.29	327.93	0.37
15	1.86	1.11	-0.75	327.01	328.05	1.04
16	1.99	1.16	-0.83	327.98	328.05	0.07
17	2.02	1.23	-0.79	327.98	327.68	0.31
18	2.05	1.24	-0.81	329.06	326.73	2.32
19	1.51	1.12	-0.39	330.40	324.60	5.81
20	1.38	1.05	-0.32	329.57	323.44	6.13

21	1.13	0.83	-0.30	329.93	326.87	3.06
22	1.28	0.94	-0.34	329.83	326.34	3.49
23	1.46	1.02	-0.44	329.90	326.99	2.91
24	1.61	1.03	-0.58	328.57	327.96	0.61
25	2.09	1.05	-1.03	328.30	328.22	0.08
26	2.22	1.11	-1.11	328.30	328.27	0.03
27	2.28	1.19	-1.09	328.39	328.47	0.08
28	2.24	1.19	-1.05	327.32	329.27	1.96
29	1.56	1.08	-0.48	325.71	328.85	3.14
30	1.35	1.01	-0.34	325.45	326.71	1.26
31	0.96	0.71	-0.25	335.43	329.45	5.98
32	1.10	0.75	-0.35	336.17	327.28	8.89
33	1.22	0.78	-0.44	338.04	327.67	10.38
34	1.45	0.74	-0.71	339.52	327.77	11.75
35	2.28	0.71	-1.56	329.27	327.75	1.51
36	2.30	0.74	-1.56	328.07	327.84	0.23
37	2.20	0.78	-1.41	327.95	328.71	0.76
38	1.86	0.80	-1.06	328.29	331.51	3.22
39	1.42	0.77	-0.65	312.32	329.83	17.51
40	1.17	0.77	-0.40	312.78	327.67	14.89

表 6.3.1-2 P=5%的洪峰流量条件下工程前后附近潮流特征点涨潮流速、流向变化情况

代表点	落潮					
	流速 (m/s)			流向 (°)		
	工程前	工程后	变化值	工程前	工程后	变化值
1	1.40	0.96	-0.44	331.20	326.12	5.08
2	1.53	1.06	-0.47	329.59	328.33	1.25
3	1.70	1.15	-0.55	326.23	329.83	3.60
4	1.85	1.17	-0.68	324.42	328.79	4.37
5	2.15	1.22	-0.93	327.59	328.29	0.70
6	1.84	1.30	-0.54	328.55	327.82	0.73
7	1.88	1.42	-0.46	328.41	326.88	1.53
8	2.21	1.44	-0.77	335.35	325.22	10.13
9	1.80	1.30	-0.50	347.69	322.29	25.40
10	1.58	1.23	-0.35	346.05	322.84	23.21
11	1.45	0.91	-0.53	327.94	326.91	1.03
12	1.62	1.02	-0.60	328.43	326.50	1.93
13	1.76	1.10	-0.66	328.95	327.29	1.66
14	1.80	1.13	-0.67	328.45	327.90	0.55
15	2.06	1.17	-0.89	327.12	328.00	0.88
16	2.20	1.24	-0.97	327.99	328.00	0.01
17	2.24	1.32	-0.92	327.99	327.65	0.34

18	2.26	1.33	-0.93	329.08	326.73	2.35
19	1.66	1.21	-0.45	330.58	324.62	5.96
20	1.50	1.13	-0.37	329.82	323.55	6.27
21	1.18	0.84	-0.34	329.55	326.42	3.13
22	1.36	0.95	-0.41	329.53	326.00	3.53
23	1.58	1.04	-0.54	329.73	326.85	2.89
24	1.76	1.05	-0.71	328.41	327.92	0.49
25	2.29	1.08	-1.21	328.25	328.19	0.05
26	2.44	1.14	-1.29	328.30	328.24	0.06
27	2.50	1.23	-1.27	328.39	328.49	0.11
28	2.45	1.24	-1.21	327.45	329.46	2.01
29	1.69	1.13	-0.56	326.26	329.20	2.94
30	1.44	1.05	-0.39	326.12	327.25	1.12
31	0.98	0.65	-0.33	335.79	328.82	6.97
32	1.16	0.69	-0.46	335.82	326.85	8.97
33	1.31	0.72	-0.59	337.12	327.59	9.53
34	1.57	0.68	-0.90	339.04	327.87	11.17
35	2.59	0.65	-1.94	328.51	327.82	0.69
36	2.43	0.68	-1.75	327.99	327.72	0.27
37	2.23	0.72	-1.51	327.95	328.54	0.59
38	1.85	0.74	-1.10	328.04	331.46	3.42
39	1.47	0.71	-0.75	312.70	329.97	17.27
40	1.20	0.72	-0.49	313.90	328.37	14.47

表 6.3.1-3 年平均径流条件下工程前后水闸附近潮流特征点涨潮流速、流向变化情况

代表点	涨潮					
	流速 (m/s)			流向 (°)		
	工程前	工程后	变化值	工程前	工程后	变化值
1	0.05	0.03	-0.02	124.32	136.73	12.41
2	0.06	0.03	-0.03	124.81	138.41	13.59
3	0.07	0.04	-0.04	126.86	142.87	16.01
4	0.08	0.04	-0.04	133.72	147.23	13.50
5	0.09	0.04	-0.05	146.55	148.50	1.96
6	0.08	0.04	-0.04	148.81	148.57	0.23
7	0.08	0.04	-0.03	148.21	148.15	0.05
8	0.09	0.05	-0.04	149.41	147.48	1.93
9	0.07	0.04	-0.03	153.31	147.31	6.01
10	0.07	0.04	-0.02	158.14	145.95	12.19
11	0.04	0.03	-0.02	139.50	139.04	0.46
12	0.05	0.03	-0.02	141.57	139.14	2.43
13	0.06	0.04	-0.02	142.97	141.51	1.46
14	0.07	0.04	-0.03	143.81	146.70	2.89

15	0.08	0.04	-0.04	145.34	148.42	3.08
16	0.09	0.04	-0.05	147.94	148.77	0.82
17	0.09	0.04	-0.05	148.05	148.66	0.62
18	0.09	0.05	-0.05	147.32	148.30	0.97
19	0.07	0.04	-0.02	145.91	148.63	2.72
20	0.06	0.04	-0.02	146.32	146.58	0.26
21	0.04	0.03	-0.01	149.15	140.11	9.04
22	0.05	0.03	-0.02	150.33	138.45	11.87
23	0.06	0.04	-0.02	150.25	141.81	8.44
24	0.07	0.04	-0.03	149.11	147.33	1.78
25	0.08	0.04	-0.04	150.28	149.21	1.07
26	0.09	0.04	-0.05	148.23	149.46	1.23
27	0.09	0.04	-0.04	148.28	149.37	1.09
28	0.09	0.05	-0.04	148.41	149.91	1.50
29	0.07	0.04	-0.03	147.64	150.76	3.12
30	0.06	0.04	-0.02	145.68	148.51	2.83
31	0.04	0.04	0.00	156.46	144.80	11.66
32	0.05	0.04	-0.01	158.91	139.94	18.97
33	0.06	0.05	-0.01	162.81	141.44	21.37
34	0.07	0.04	-0.03	164.91	145.70	19.21
35	0.11	0.04	-0.07	150.48	147.88	2.60
36	0.11	0.04	-0.07	147.83	148.84	1.00
37	0.10	0.04	-0.06	147.99	149.43	1.44
38	0.09	0.04	-0.05	145.36	150.65	5.29
39	0.06	0.04	-0.02	133.88	151.11	17.23
40	0.05	0.04	-0.01	131.06	148.36	17.31

表 6.3.1-4 年平均径流条件下工程前后附近潮流特征点涨潮流速、流向变化情况

代表点	落潮					
	流速 (m/s)			流向 (°)		
	工程前	工程后	变化值	工程前	工程后	变化值
1	0.08	0.06	-0.03	316.25	323.37	7.12
2	0.10	0.06	-0.03	316.10	326.82	10.72
3	0.11	0.07	-0.04	317.51	329.37	11.86
4	0.12	0.07	-0.05	320.06	328.63	8.56
5	0.14	0.07	-0.07	326.77	328.44	1.67
6	0.13	0.08	-0.05	328.57	328.18	0.39
7	0.13	0.08	-0.04	328.25	327.46	0.79
8	0.15	0.09	-0.06	333.40	326.30	7.10
9	0.12	0.08	-0.04	345.27	323.78	21.49
10	0.11	0.07	-0.03	344.63	324.46	20.17
11	0.09	0.06	-0.03	326.08	325.46	0.62

12	0.10	0.06	-0.04	326.15	325.66	0.49
13	0.11	0.07	-0.04	326.87	326.98	0.11
14	0.11	0.07	-0.04	326.86	327.85	0.99
15	0.13	0.07	-0.06	326.37	328.15	1.79
16	0.14	0.08	-0.06	327.92	328.29	0.37
17	0.14	0.08	-0.06	327.95	328.20	0.26
18	0.15	0.08	-0.06	328.91	328.03	0.88
19	0.11	0.08	-0.03	329.15	326.64	2.51
20	0.10	0.07	-0.03	328.70	325.69	3.01
21	0.08	0.05	-0.02	329.94	325.44	4.51
22	0.09	0.06	-0.03	329.83	325.59	4.23
23	0.10	0.07	-0.03	329.93	326.68	3.26
24	0.11	0.07	-0.04	328.65	328.05	0.61
25	0.15	0.07	-0.08	328.22	328.44	0.22
26	0.16	0.07	-0.08	328.30	328.52	0.23
27	0.16	0.08	-0.08	328.41	328.91	0.50
28	0.16	0.08	-0.08	327.74	330.55	2.81
29	0.11	0.07	-0.04	325.68	331.08	5.40
30	0.10	0.07	-0.03	325.10	328.97	3.88
31	0.07	0.05	-0.02	335.51	327.95	7.57
32	0.08	0.05	-0.03	337.69	326.30	11.38
33	0.09	0.05	-0.03	340.17	327.18	12.98
34	0.10	0.05	-0.05	340.81	327.29	13.51
35	0.16	0.05	-0.11	330.21	327.26	2.95
36	0.16	0.05	-0.11	328.09	327.44	0.65
37	0.16	0.05	-0.10	327.92	328.57	0.65
38	0.14	0.05	-0.09	328.40	332.26	3.86
39	0.11	0.05	-0.05	311.96	331.24	19.29
40	0.09	0.05	-0.04	311.26	329.31	18.05

6.3.2 地形地貌与冲淤环境影响分析

6.3.2.1 地形地貌简介

碣石湾是粤东较大的海湾之一，碣石湾湾口东起田尾角，西至遮浪角，湾口朝南，口宽 27km，呈开敞的新月形海湾，岸线较为平直，但湾内有港、岬角之间还有许多小海湾。

碣石湾海岸地貌呈现平直的沙坝泻湖平原和三角洲冲积平原岸与曲折的基岩港湾岸相间分布的形势。海岸动态颇为复杂，湾内堆积作用明显，海岸堆积形态多样，岬角海蚀作用强烈。海湾北部海岸为砂质海岸及沙滩。田尾角至新村一段海岸为砂质海岸和岩石海岸交替出现，近岸礁石密布。白沙半岛至海丰县界一

带海岸，岩石海岸与沙质海岸相间并存。图 6.3.2-1 为碣石湾的地貌类型分布图。该图显示海湾东西两侧由花岗岩等岩石构成的丘陵和台地，海岸突出形成基岩岬角，海湾内凹呈新月形，开放宽阔，湾顶为滨岸沙坝泻湖平原和冲海积（三角洲）平原。沿岸沙堤、沙坝和连岛沙洲等堆积地貌发育，是一个面向南海的开敞的新月形海湾、海蚀和海积地貌形态交错分布。本海湾现代海蚀和海积地貌发育，相间分布，海蚀地貌多见于岬角和海岸突出部，主要形态有海蚀残丘、海蚀崖和岩滩等。海积地貌见于湾岸内，主要有泥滩、沙滩、沙堤、沙坝和沙咀等形态多样。

本海湾海底地貌是平坦的水下浅滩。沉积物为泥和砂质泥。水深浅于 15m，等深线稀疏，1~10m 等深线横穿湾的中央与海岸轮廓线基本一致，未见冲刷槽等海蚀地貌形态，海底平缓，坡度在 $1 \times 10^{-3} \sim 2 \times 10^{-3}$ 。



图 6.3.2-1 碣石湾地貌类型分布图

碣石渔港为一个完整的沙坝泻湖，由潮滩、水道和沙坝组成。港内呈半封闭状态，浪流小，泥滩发育，滩面平缓，坡度物质组成为泥和粉砂质泥。港内外通过水道相通。湾口沙坝，呈箭状，长约 2~3km，高约 3~5m，宽达百米至数百米不等，由中细砂组成。



图 6.3.2-2 碣石湾沉积物类型分布图

6.3.2.2 碣石湾含沙量分析

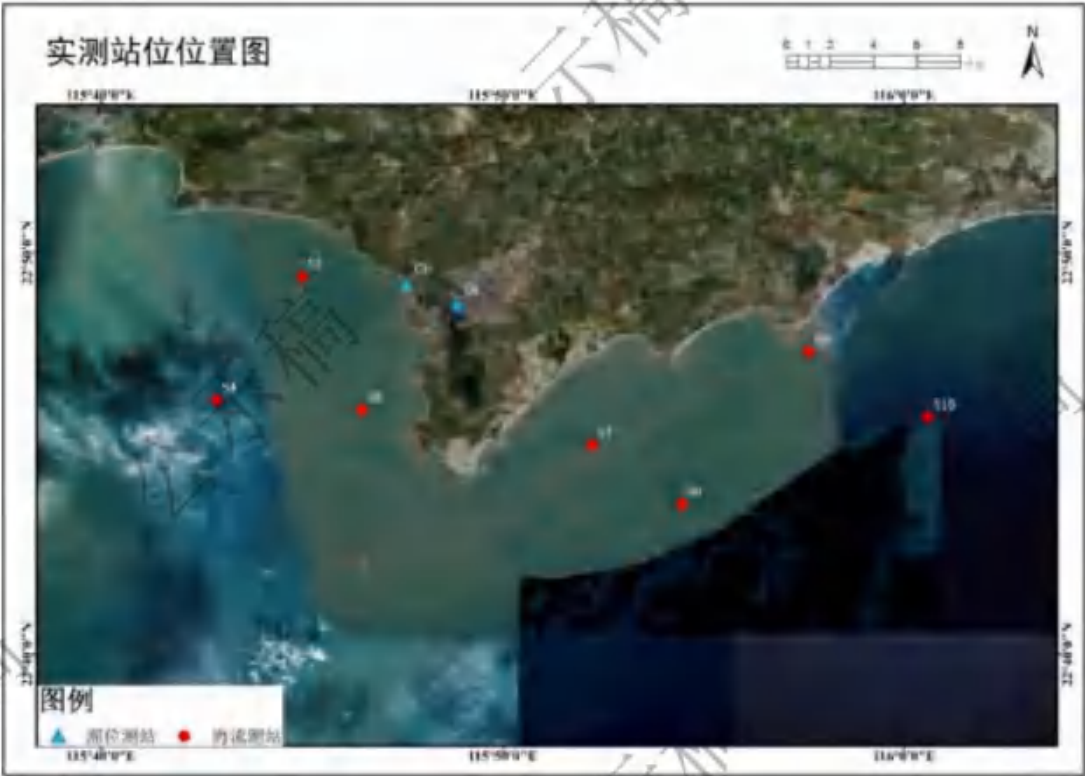


图 6.3.2-3 陆丰海域测量站点分布图

水闸附近海域 2023 年 1 月 7-8 日大潮期含沙量观测结果显示：涨潮期最大含沙量最大为 33.02mg/L，出现在 S9 站底层；落潮期最大含沙量最大为

34.62mg/L, 出现在 S9 站底层, 观测期间各站位各层次含沙量在 1.22-34.62mg/L, 平均含沙量在 3.05-24.94mg/L。水闸附近海域 2023 年 4 月 22-23 日大潮期含沙量观测结果显示: 涨潮期最大含沙量最大为 14.40mg/L, 出现在 S6 站底层; 落潮期最大含沙量最大为 13.80mg/L, 出现在 S4 站中层, 观测期间各站位各层次含沙量在 0.20-14.40mg/L, 平均含沙量在 1.29-7.67mg/L。

综合冬季和春季两季含沙量观测结果可知, 水闸附近海域水体含沙量较小。

6.3.2.3 地形地貌变化分析

收集了 C1515311 碣石湾 1:40000 海图两期 (2015 年版和 2012 年版) 计算工程海域水深变化, 来研究碣石水闸附近海域冲淤状况。

2012-2015 年实测冲淤变化分析

根据中国人民解放军海军司令部航海保证部出版的碣石湾 2012 年海图和 2015 年海图水深地形资料进行冲淤对比, 水深年变化结果如图 6.3.2-4 所示。港池内港内码头前呈冲刷状态, 平均冲刷值最大为 0.1-0.2m, 中间有小片区域呈淤积状态, 最大淤积量为 0.21m 每年。口门处水深变深 0.1-0.4 米。碣石渔港附近大部分海域以冲刷为主。

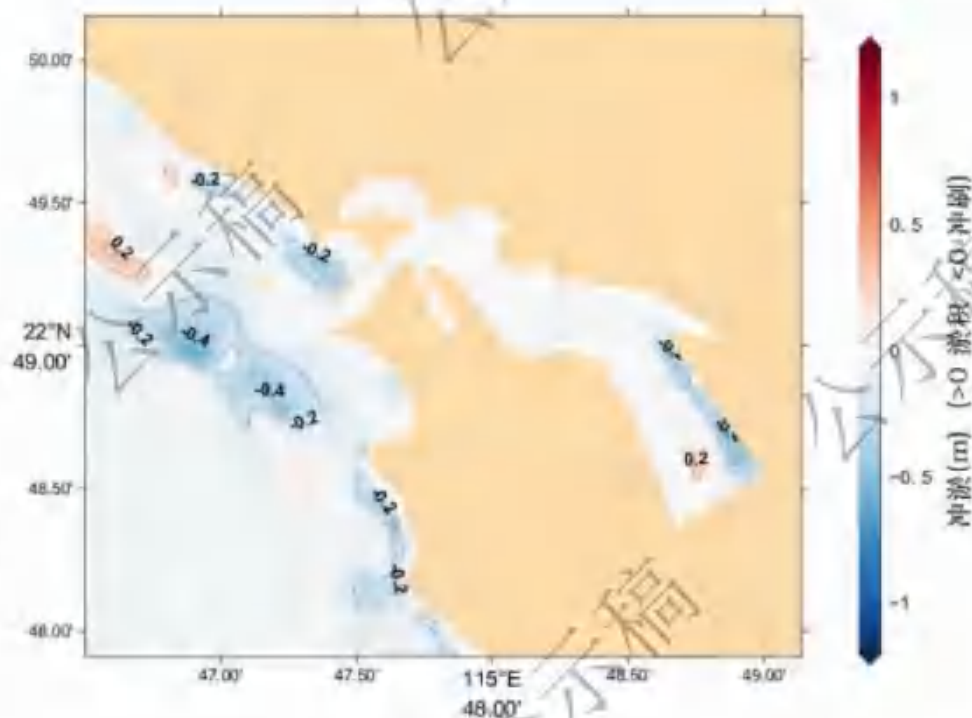


图 6.3.2-4 碣石水闸附近海域实测水深年变化

6.3.2.4 地形地貌影响评价结论

从潮流模型计算结果分析可知，工程实施对流态的影响主要在工程施工期附近海域，而工程建成后，由于水闸为原址重建，工程建设后的海域流态几乎没有改变。因此，可初步分析认为本工程建设不会对工程区附近水域冲淤平衡产生影响。

6.3.3 项目建设对海水水质环境影响分析

6.3.3.1 预测模型

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

（1）二维水质对流扩散控制方程：

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

式中：DX、DY 为 x、y 方向的扩散系数，扩散系数 $D_x = D_0 + \alpha \Delta x$ ， Δx 为空间步长（桩基周边 2-3m）， Δt 为时间步长（0.02s~120s），kl 为系数，其取值范围为 0.003~0.075，模拟中网格采用三角形非结构网格，每个网格时间步长和空间步长差异较大，故其扩散系数差异较大，模型中通过设置的时间步长和空间步长进行自主计算分配；c 为悬浮泥沙浓度；F 为衰减系数， $F=p \cdot ws$ ，p 为沉降概率，ws 为沉速，根据沉积物粒径级配求得；s 为悬浮泥沙排放源强， $s=Q_s C_s$ ，式中 Q_s 为排放量， C_s 为悬浮泥沙排放浓度。

6.3.3.2 水闸工程施工方案和模拟参数设置

根据本工程施工方案及施工作业安排，本工程施工先进行临时道路钢便桥的建设、旧水闸拆除、再进行施工围堰堆筑，后于围堰内采用干法施工进行水闸重建，完工后将围堰拆除。干法施工不会对海域产生悬浮泥沙扩散影响。综上，本工程主要考虑以下 5 种工况对海洋水质环境的影响，源强计算过程见上文工程分析章节。

表 6.3.3-1 5 种不同工况下悬浮泥沙源强汇总表

序号	施工环节	源强
----	------	----

工况 1	临时道路钢便桥施工	0.077kg/s
工况 2	旧水闸拆除	0.151kg/s
工况 3	纵向、一期横向围堰堆筑	0.3385kg/s
工况 4	一期围堰拆除+二期围堰堆筑	1.2195kg/s
工况 5	二期围堰拆除、河床疏浚施工	2.712kg/s

根据施工组织计划安排和施工工艺，模拟中选取部分代表点进行模拟、预测和分析。本工程悬沙源强主要为：临时道路钢便桥施工产生悬浮泥沙（工况 1）施工悬沙源强，建设施工源强设置 20 个泥沙点源；旧水闸拆除（工况 2），建设施工源强设置 20 个泥沙点源；纵向、一期横向围堰堆筑（工况 3），纵向、一期横向围堰施工共设置 14 个点源；一期围堰拆除+二期围堰堆筑（工况 4），一期围堰拆除施工共设置 14 个点源，二期围堰堆筑施工共设置 8 个点源；二期围堰拆除、河床疏浚施工作业产生悬浮泥沙（工况 5），二期围堰拆除施工共设置 8 个点源，河床河道清淤工程共设置 14 个点源。

河道清淤疏浚设置 22 个泥沙点源，悬沙发生点位置见图 6.3.3-1~图 6.3.3-5。



图 6.3.3-1 工况 1 施工悬浮泥沙发生点



图 6.3.3-2 工况 2 施工悬浮泥沙发生点



图 6.3.3-3 工况 3 施工悬浮泥沙发生点



图 6.3.3-4 工况 4 施工悬浮泥沙发生点



图 6.3.3-5 工况 5 施工悬浮泥沙发生点

6.3.3.3 施工悬浮泥沙扩散对海水水质环境的影响分析

工况 1：临时道路钢便桥施工产生悬浮泥沙

由计算结果可知，临时道路钢便桥施工造成的悬浮泥沙扩散大于 10mg/L（超一类水质）增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 0.94km²，最大扩散距离为 1.97km，主要向水闸下游扩散。

施工期间，悬浮泥沙会对工程海域造成一定的影响，但是悬沙所产生的影响是暂时和局部的，加之悬浮泥沙具有一定的沉降性能，随着施工作业结束，悬浮泥沙将慢慢沉降，工程海区的水质会逐渐恢复原有的水平。

表 6.3.3-1 临时道路钢便桥施工各层次产生悬浮物（SS）最大包络线影响范围

泥沙浓度增量(SS)	>10 mg/L	>20 mg/L	>50 mg/L	>100 mg/L
扩散面积 (km ²)	0.94	-	-	-
扩散距离 (km)	1.97	-	-	-

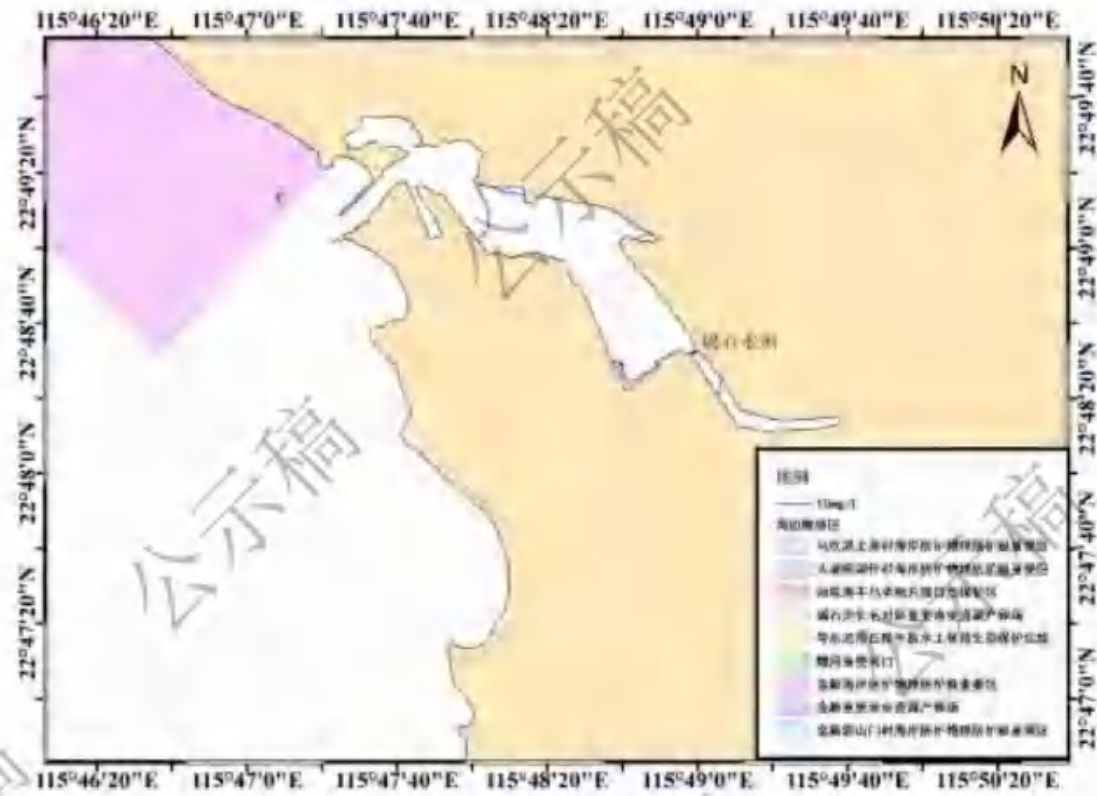


图 6.3.3-6 工程施工悬浮泥沙扩散范围

工况 2：旧水闸拆除过程

由计算结果可知，旧水闸拆除过程工程施工造成的悬浮泥沙扩散大于 10mg/L（超一类水质）增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 1.21km²，最大扩散距离为 2.41km，大于 20mg/L 增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 1.49km²，最大扩散距离为 2.89km，主要向水闸下游扩散。

施工期间，悬浮泥沙会对工程海域造成一定的影响，但是悬沙所产生的影响是暂时和局部的，加之悬浮泥沙具有一定的沉降性能，随着施工作业结束，悬浮泥沙将慢慢沉降，工程海区的水质会逐渐恢复原有的水平。

表 6.3.3-2 旧水闸拆除工程施工各层次产生悬浮物（SS）最大包络线影响范围

泥沙浓度增量（SS）	>10 mg/L	>20 mg/L	>50 mg/L	>100 mg/L
扩散面积（km ² ）	1.49	1.21	-	-
扩散距离（km）	2.89	2.41	-	-

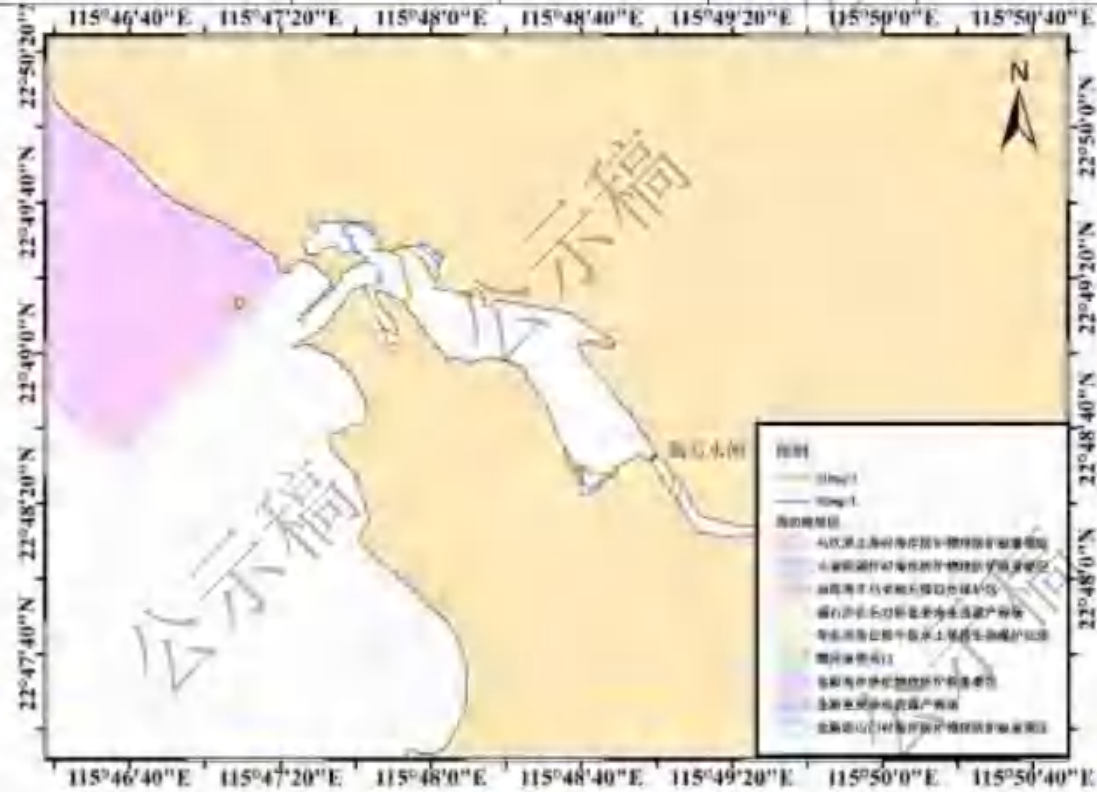


图 6.3.3-7 工程施工悬浮泥沙扩散范围

工况 3：纵向、一期横向围堰堆筑

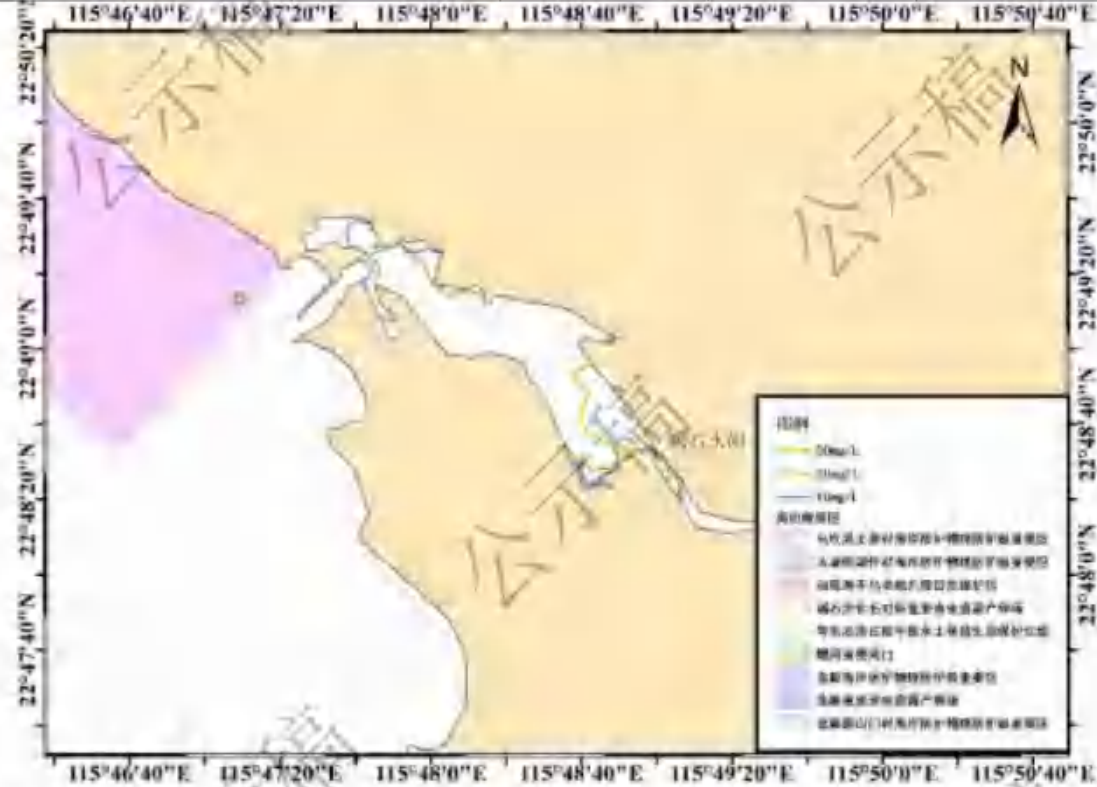
由计算结果可知，工程施工造成的悬浮泥沙扩散大于 10mg/L（超一类水质）增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 1.52km²，最大扩散距离为 2.93km，大于 20mg/L 增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 1.30km²，最大扩散距离为 2.45km，大于 50mg/L（超二类水质）增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 0.24km²，最大扩散距离为

0.85km。

施工期间，悬浮泥沙会对工程海域造成一定的影响，但是悬沙所产生的影响是暂时和局部的，加之悬浮泥沙具有一定的沉降性能，随着施工作业结束，悬浮泥沙将慢慢沉降，工程海区的水质会逐渐恢复原有的水平。

表 6.3.3-3 纵向、一期横向围堰堆筑施工各层次产生悬浮物（SS）最大包络线影响范围

泥沙浓度增量（SS）	>10 mg/L	>20 mg/L	>50 mg/L	>100 mg/L
扩散面积（km ² ）	1.52	1.30	0.24	-
扩散距离（km）	2.93	2.45	0.85	-



工况 4:一期围堰拆除+二期围堰堆筑

由计算结果可知，工程施工造成的悬浮泥沙扩散大于 10mg/L（超一类水质）增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 1.68km²，最大扩散距离为 3.11km，大于 20mg/L 增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 1.41km²，最大扩散距离为 2.78km，大于 50mg/L（超二类水质）增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 1.22km²，最大扩散距离为 2.46km，大于 100mg/L（超三类水质）增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 0.36km²，最大扩散距离为 1.34km。

施工期间，悬浮泥沙会对工程海域造成一定的影响，但是悬沙所产生的影响是暂时和局部的，加之悬浮泥沙具有一定的沉降性能，随着施工作业的结束，悬

浮泥沙将慢慢沉降，工程海区的水质会逐渐恢复原有的水平。

表 6.3.3-4 一期围堰拆除+二期围堰堆筑各层次产生悬浮物（SS）最大包络线影响范围

泥沙浓度增量（SS）	>10 mg/L	>20 mg/L	>50 mg/L	>100 mg/L
扩散面积（km ² ）	1.68	1.41	1.22	0.36
扩散距离（km）	3.11	2.78	2.46	1.34

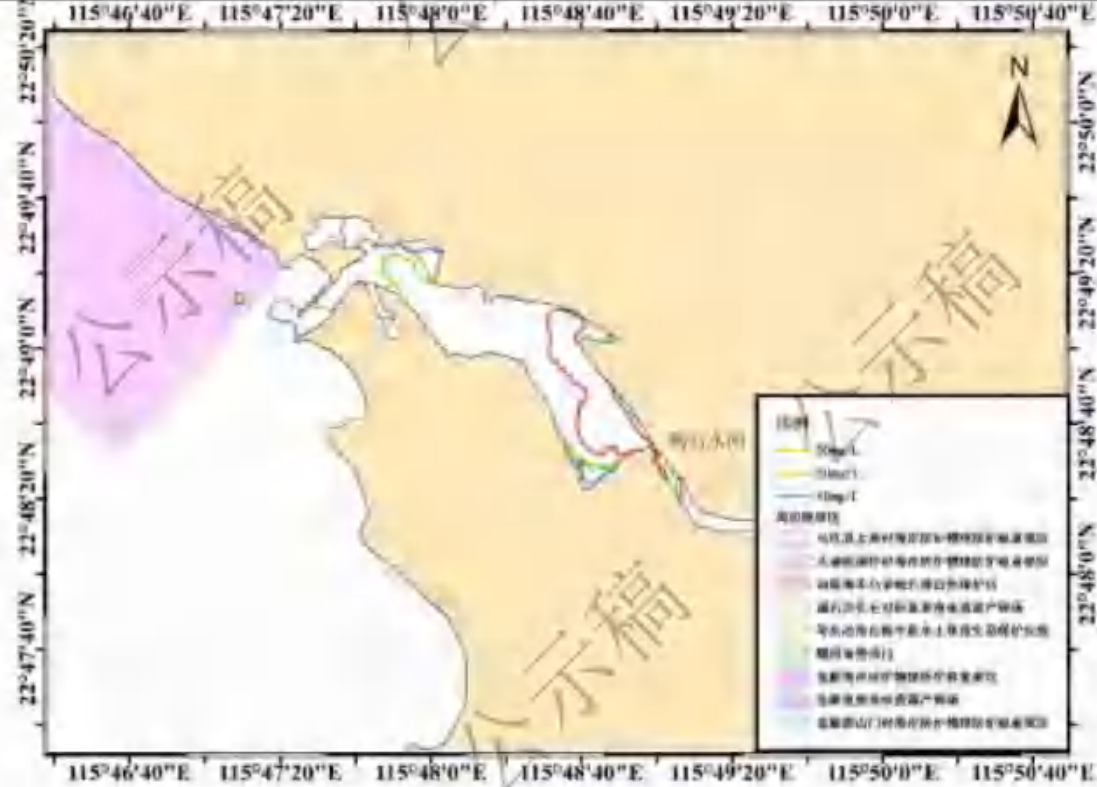


图 5.3.3-9 工程施工悬浮泥沙扩散范围

工况 5：二期围堰拆除、河床疏浚施工作业产生悬浮泥沙

由计算结果可知，工程施工造成的悬浮泥沙扩散大于 10mg/L（超一类水质）增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 2.46km²，最大扩散距离为 3.58km，大于 20mg/L 增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 1.59km²，最大扩散距离为 3.20km，大于 50mg/L（超二类水质）增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 1.29km²，最大扩散距离为 2.65km，大于 100mg/L（超三类水质）增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 1.08km²，最大扩散距离为 2.03km。

施工期间，悬浮泥沙会对工程海域造成一定的影响，但是悬沙所产生的影响是暂时和局部的，加之悬浮泥沙具有一定的沉降性能，随着施工作业的结束，悬浮泥沙将慢慢沉降，工程海区的水质会逐渐恢复原有的水平。

表 6.3.3-5 二期围堰拆除、河床疏浚施工各层次产生悬浮物（SS）最大包络线影响范围

泥沙浓度增量（SS）	>10 mg/L	>20 mg/L	>50 mg/L	>100 mg/L
扩散面积（km ² ）	2.46	1.59	1.29	1.08
扩散距离（km）	3.58	3.20	2.65	2.03

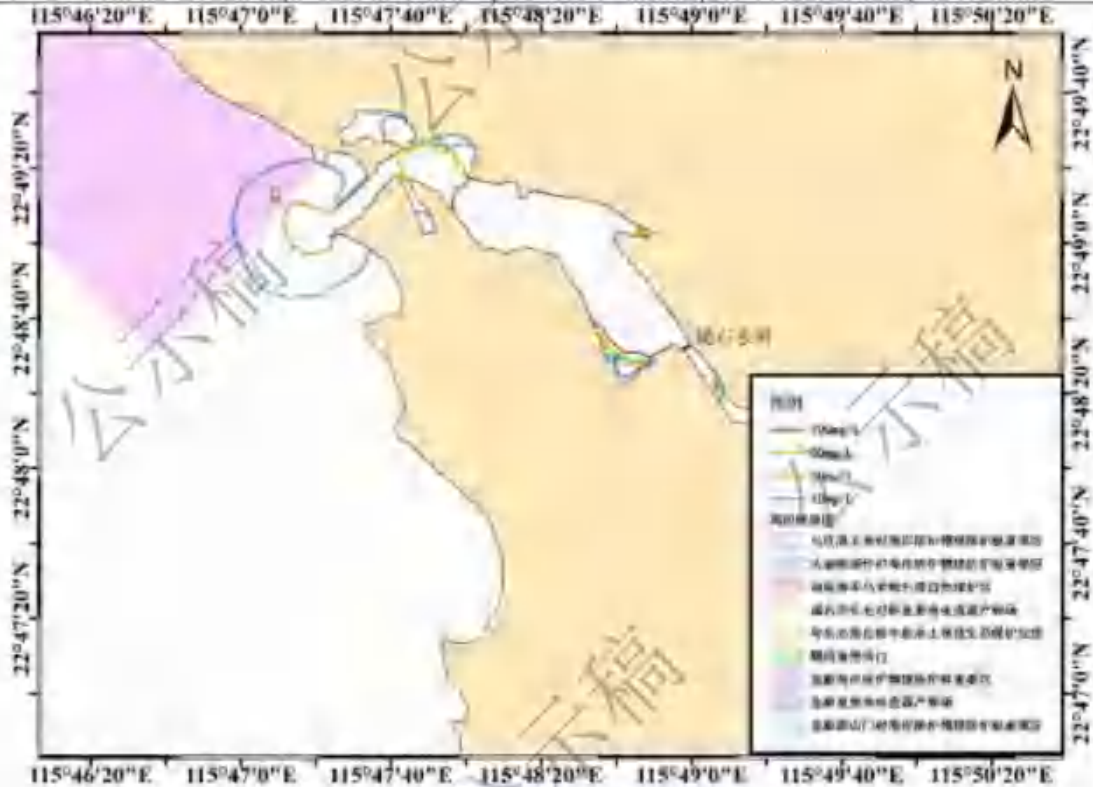


图 6.3.3-10 工程施工悬浮泥沙扩散范围

6.3.3.4 营运期水质影响分析

本项目为碣石水闸重建工程，水闸营运期不主动产生污染。营运期工作人员生活污水依托周边已有生活设施，不直接排放入海。生活垃圾集中收集后由环卫部门清运处理，均不直接向项目及其附近海域排放，对项目及其附近海域的生态环境影响较小。

6.3.4 对沉积物环境的影响分析

本工程施工围堰施工等海上施工过程将会使项目所在海域海床底土发生改变，使项目所在海域及其附近海域的沉积物环境受到影响，疏浚范围内海域的沉积物环境将被彻底破坏，而施工区附近沉积物环境将在施工结束后的一段时间内得以恢复。项目水上施工过程产生的悬浮泥沙在水流和重力的作用下，将在施工地附近扩散、沉降，造成泥沙沉积在施工地附近的底基上，改变海底沉积物的理化性质。根据水质预测结果，本工程海上施工过程将造成一定的悬浮泥沙影响，

施工引起的最大悬浮泥沙扩散为二期围堰拆除和河床疏浚施工产生的,造成的悬浮泥沙扩散大于 10mg/L (超一类水质) 增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 2.46km^2 , 最大扩散距离为 3.58km 。可见, 本项目海上施工过程造成的悬浮泥沙经扩散和沉降后, 将在工程位置一定范围内迁移, 将对项目周围海域沉积物环境造成一定的影响, 但由于项目所在海域水动力条件较弱, 悬浮泥沙的影响主要集中在项目附近。且由于本工程施工过程产生的悬浮泥沙主要来自本海区, 因此经扩散和沉降后, 沉积物的环境质量不会产生明显变化。而且这种影响是暂时的, 会随着时间逐渐消失。此外, 本项目施工期间和营运期间产生的污水和固体废弃物均能得到有效处理, 均不直接排入海域环境中。

综合分析, 本项目施工期对项目及附近海域的沉积物环境产生的影响较小。

6.4 海域生态环境影响评价

6.4.1 施工期对海域生态环境的影响

一、施工对底栖生物和潮间带生物影响分析

围堰建设和干地施工范围内将直接损毁该范围内的底栖和潮间带生物, 这种影响是直接的、不可逆的。施工产生的悬浮泥沙沉降后, 覆盖部分底栖生物及其栖息环境, 可引起贝类动物外套腔和水管受到堵塞致死, 但该影响是间接的、可逆的、短期的, 施工完成以后, 底栖和潮间带生物群落及其环境可得到逐步恢复。

二、施工对浮游动植物影响分析

(1) 对浮游植物的影响分析

从海洋生态角度来看, 疏浚、水闸建设以及围堰等抛石激起的悬浮泥沙会使海域内局部海水悬浮物增加, 水体透明度下降, 从而使溶解氧降低, 对水生生物产生诸多的负面影响。最直接的影响是削弱了水体的真光层厚度, 对浮游植物的光合作用产生不利影响, 进而妨碍浮游植物的细胞分裂和生长, 降低单位水体内存浮游植物数量, 导致局部水域内初级生产力水平降低, 使浮游植物生物量降低。

在海洋食物链中, 除了初级生产者—浮游藻类以外, 其他营养级上的生物既是消费者, 也是上一营养级生物的饵料。因此, 浮游植物生物量的减少, 会使以浮游植物为饵料的浮游动物在单位水体中拥有的生物量也相应地减少, 致使这些浮游生物为食的一些鱼类等由于饵料的贫乏而导致资源量下降。而且, 以捕食鱼类为生的一些高级消费者, 也会由于低营养级生物数量的减少而难以觅食。可见,

水体中悬浮物质含量的增加，对整个海洋生态食物链的影响是多环节的。

(2) 对浮游动物的影响分析

施工海域内的局部海水的浑浊，这将使阳光的透射率下降，从而使得该水域内的游泳生物迁移别处，浮游生物将受到不同程度的影响，尤其是滤食性浮游动物和营光合作用的浮游植物受到的影响较大，这主要是由于疏浚、抛石等作业引起的水中悬浮物增加，悬浮颗粒会黏附在动物体表，干扰其正常的生理功能，滤食性浮游动物及鱼类会吞食适当粒径的悬浮颗粒，造成内部消化系统紊乱。

此外，据有关资料，水中悬浮物质含量的增加，对浮游桡足类动物的存活和繁殖有明显的抑制作用。过量的悬浮物质会堵塞浮游桡足类动物的食物过滤系统和消化器官，尤其在悬浮物含量大于 300mg/L 以上时，这种危害特别明显。在悬浮物质中，又以粘性淤泥的危害最大，泥土及细砂泥次之。同时，过量的悬浮物质对鱼、虾类幼体的存活也会产生明显的抑制作用。

施工引起的环境影响是局部的，且这种不良影响是暂时的，当施工结束后，这种影响不再持续。

三、施工对渔业资源和渔业生产的影响分析

疏浚施工、围堰及翼墙非透水构筑物等工程施工会对渔业捕捞产生一定影响，鱼类等水生生物都比较容易适应水环境的缓慢变化，但对骤变的环境，它们反应则是敏感的。施工工程引起悬浮物质含量变化，并由此造成水体浑浊度的变化，其过程呈跳跃式和脉冲式，这必然引起鱼类等其他游泳生物行动的改变，鱼类将避开这一点源混浊区，产生“驱散效应”。

海上施工造成局部水中悬浮物质含量过高，使鱼类的腮腺积聚泥沙微粒，严重损害腮部的滤水和呼吸功能，甚至导致鱼类窒息死亡。不同的鱼类对悬浮物质含量高低的耐受范围有所区别，据有关实验数据，悬浮物的含量为 6000mg/L 时，最多能存活一周；含量为 300mg/L 时，若每天做短时间搅拌，使沉淀的淤泥泛起，保持悬浮物质含量达到 2300mg/L 时，则鱼类能存活 3~4 周。通常认为悬浮物质的含量在 200mg/L 以下时，不会导致鱼类直接死亡。但在海上作业点中心区附近的鱼类，即使悬浮物浓度过高也未能引起死亡，但其腮部会严重受损，从而影响鱼类今后的存活和生长。

悬浮物浓度过高还会影响鱼类的繁殖，对鱼、虾类幼体的存活也会产生明显的抑制作用。根据数值模拟结果，本项目在施工期间悬浮泥沙浓度增量 >10mg/L

的影响范围基本位于作业点附近海域,影响范围较小,且这种不良影响是暂时的,当施工结束后,这种影响不再持续。

6.4.2 营运期对海域生态环境的影响

本项目工程投入运行后,对海洋生态环境的可能影响主要来自以下方面:污水排放对生态环境的影响,工程建设后导致水动力的变化对海洋生态的影响,风险事故对海洋生态环境的影响。

一、污水排放对生态环境的影响

本项目运营期污水为水闸管理人员产生的生活污水,运营期水闸管理用房将接入市政生活污水管网,后输送至碣石镇污水处理站处置,不外排。

本项目运营期产生的污水能得到有效处理,不会对海域生态环境产生明显的影响。

二、水动力变化对生态环境的影响

根据水动力影响预测结果,本工程的建设对水动力的影响,新水闸建设导致闸门处流速变小,最大变小 2-5cm/s。可见本工程的建设对流态的影响很小,是可以接受的,拦沙堤的延长对渔港的流态没有太大影响。

本水闸建设虽可导致周边海域的水动力环境发生一定变化,但对生态环境的影响是可接受的。

三、风险事故对生态环境的影响

本项目运营期主要进行渔获、物资及冰块装卸,运营期的风险主要为溢油事故。一旦发生事故,影响事故海区的水质、底质、生物、岸线生态环境。

6.4.3 生态损失分析

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)进行生态损失量及生态补偿计算。

6.4.3.1 工程占用水域造成的生物资源损失

施工期围堰建设和翼墙非透水构筑物结构将彻底破坏建设区域底栖生物的生境,对底栖生物产生很大的影响。水闸重建工程施工过程中,基槽开挖、抛石等施工使海域大部分底栖生物种类将被掩埋、覆盖,除少数能够存活外,绝大多数将死亡,导致生物资源损失。参照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T 9110-2007)》(以下简称《规程》),施工彻底破坏底栖生物的生境,

按以下公式进行计算：

$$W_i = D_i \times S_i$$

式中：

W_i 为第 i 种生物资源受损量，单位为尾、个或千克 (kg)，在这里为底栖生物资源受损量；

D_i 为评估区域内第 i 种生物资源密度，单位为尾/ km^2 或个/ km^2 或千克 (kg)/ km^2 ，此处为底栖生物的平均生物量；

S_i 为第 i 种生物占用的渔业资源水域面积，单位为 km^2 ，此处为占用海域面积。

本项目拟申请用海总面积为 0.9597 公顷，其中主体工程用海面积为 0.5828 公顷，施工期用海面积为 0.3769 公顷。本工程水闸重建后左右岸翼墙的用海方式为非透水构筑物，用海面积为 0.0037 公顷；桥闸、消力池、海漫等用海方式为透水构筑物，用海面积为 0.5653 公顷；隔船区用海方式为专用航道、锚地及其他开放式，用海面积为 0.0138 公顷。施工期临时施工围堰的用海方式为非透水构筑物，用海面积为 0.0863 公顷；疏浚区用海方式为专用航道、锚地及其他开放式，用海面积为 0.2906 公顷。

本报告引用的调查资料统计分析显示，海区现状调查中底栖生物的总平均生物量为 $77.03\text{g}/\text{m}^2$ 。

左右岸翼墙、桥闸、消力池、海漫等主体工程占用海域造成底栖生物损失量为：

$$(0.0037+0.5653) \times 77.03 \times 10^4 \times 10^{-3} = 438.30 \text{ kg}$$

施工期围堰用海造成底栖生物损失量为：

$$0.0863 \times 77.03 \times 10^4 \times 10^{-3} = 66.48 \text{ kg}$$

水域疏浚工程造成底栖生物损失量为：

$$0.2906 \times 77.03 \times 10^4 \times 10^{-3} = 223.85 \text{ kg}$$

$$\text{共造成底栖生物损失量为 } 438.30 + 66.48 + 223.85 = 728.63 \text{ kg}$$

6.4.3.2 渔业资源损耗分析

按照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程 (SC/T 9110-2007)》，施工悬沙在扩散范围内对海洋生物产生的持续性损害，按以下公式计算：

$$M_i = W_i \times T$$

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

式中：

M_i 为第 i 种生物资源累计损害量；

W_i 为第 i 种生物资源一次性平均损失量；

T 为污染物浓度增量影响的持续周期数（以实际影响天数除以 15），个；

D_{ij} 为某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源密度；

S_i 为某一污染物第 j 类浓度增量区面积；

K_{ij} 为某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源损失率；

n 为某一污染物浓度增量分区总数。

工况 1：临时道路钢便桥施工造成的悬浮泥沙扩散大于 10mg/L（超一类水质）增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 0.94km²，最大扩散距离为 1.97km，主要向水闸下游扩散。

工况 2：旧水闸拆除过程工程施工造成的悬浮泥沙扩散大于 10mg/L（超一类水质）增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 1.21km²，最大扩散距离为 2.41km，大于 20mg/L 增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 1.49km²，最大扩散距离为 2.89km，主要向水闸下游扩散。

工况 3：纵向、一期横向围堰堆筑工程施工造成的悬浮泥沙扩散大于 10mg/L（超一类水质）增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 1.52km²，最大扩散距离为 2.93km，大于 20mg/L 增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 1.30km²，最大扩散距离为 2.45km，大于 50mg/L（超二类水质）增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 0.24km²，最大扩散距离为 0.85km。

工况 4：一期围堰拆除+二期围堰堆筑工程施工造成的悬浮泥沙扩散大于 10mg/L（超一类水质）增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 1.68km²，最大扩散距离为 3.11km，大于 20mg/L 增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 1.41km²，最大扩散距离为 2.78km，大于 50mg/L（超二类水质）增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 1.22km²，最大扩散距离为 2.46km，大于 100mg/L（超三类水质）增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 0.36km²，最大扩散距离为 1.34km。

工况 5：二期围堰拆除、河床疏浚施工工程施工造成的悬浮泥沙扩散大于 10mg/L（超一类水质）增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 2.46km²，最大扩散距离

为 3.58km，大于 20mg/L 增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 1.59km²，最大扩散距离为 3.20km，大于 50mg/L（超二类水质）增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 1.29km²，最大扩散距离为 2.65km，大于 100mg/L（超三类水质）增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 1.08km²，最大扩散距离为 2.03km。

参照《规程》中的“污染物对各类生物损失率”，施工过程中悬浮泥沙增量超标倍数、超标面积和在区内各类生物损失率如表 6.4.3-1 所示，生物损失率按《规程》中的数值进行内插，小于 10mg/L 增量浓度范围内的海域近似认为悬浮泥沙对海洋生物不产生影响。

表 6.4.3-1 本工程悬浮泥沙扩散对各类生物损失率统计

分区	浓度增量范围 (mg/L)	各污染区的面积 (km ²)					超标倍数 (B _i)	各类生物损失率% (K _{ij})	
		工况 1	工况 2	工况 3	工况 4	工况 5		鱼卵仔稚鱼	成体
I 区	10~20	0.94km ²	0.28km ²	0.22km ²	0.27km ²	0.87km ²	B _i ≤1 倍	5	0.5
II 区	20~50	0	1.49km ²	1.30km ²	0.19km ²	0.30km ²	1<B _i ≤4 倍	10	5
III 区	50~100	0	0	0	0.86km ²	0.21km ²	4<B _i ≤9 倍	30	15
IV 区	≥100	0	0	0	0.36km ²	1.08km ²	B _i ≥9 倍	50	20

根据 2022 年秋季调查资料，依此计算出调查区域鱼卵平均密度为 1.539 粒/m³。仔稚鱼平均密度为 0.543 尾/m³，调查区域游泳生物重量密度平均值为 65.96kg/km²。

本工程总工期为 2 年，各工况施工时间和污染物浓度增量影响的持续周期数如下表 4.2.2-2 所示（15 天为 1 个周期），根据碣石水闸附近水深数据，本工程施工悬沙扩散范围内的平均水深取 2m。

表 6.4.3-2 施工时间表

施工阶段	计划施工工期 (天)	污染物浓度增量影响的持续周期数
临时道路钢便桥施工	15	1
旧水闸拆除	15	1
纵向、一期横向围堰堆筑	15	1
二期围堰拆除+二期围堰堆筑	45	3
二期围堰拆除、河床疏浚	30	2

据此计算得各工况造成的渔业资源损失为：

(1) 造成的游泳生物资源损失：

① 工况 1

游泳生物损失量=0.94×65.96×0.5%×1=0.31 kg

②工况 2

$$\begin{aligned}\text{游泳生物损失量} &= 0.28 \times 65.96 \times 0.5\% \times 1 + 1.49 \times 65.96 \times 5\% \times 1 \\ &= 0.09 + 49.14 = 49.23 \text{ kg}\end{aligned}$$

③工况 3

$$\begin{aligned}\text{游泳生物损失量} &= 0.22 \times 65.96 \times 0.5\% \times 1 + 1.30 \times 65.96 \times 5\% \times 1 \\ &= 0.07 + 42.87 = 42.94 \text{ kg}\end{aligned}$$

④工况 4

$$\begin{aligned}\text{游泳生物损失量} &= 0.27 \times 65.96 \times 0.5\% \times 3 + 0.19 \times 65.96 \times 5\% \times 3 + 0.86 \times 65.96 \\ &\times 15\% \times 3 + 0.36 \times 65.96 \times 20\% \times 3 = 0.27 + 18.80 + 25.53 + 14.25 = 58.85 \text{ kg}\end{aligned}$$

⑤工况 5

$$\begin{aligned}\text{游泳生物损失量} &= 0.87 \times 65.96 \times 0.5\% \times 2 + 0.30 \times 65.96 \times 5\% \times 2 + 0.21 \times 65.96 \\ &\times 15\% \times 2 + 1.08 \times 65.96 \times 20\% \times 2 = 0.57 + 19.79 + 4.16 + 28.49 = 53.01 \text{ kg}\end{aligned}$$

共造成游泳生物损失量为：0.31+49.23+42.94+58.85+53.01=204.34 kg

(2) 造成的鱼卵资源损失

①工况 1

$$\text{鱼卵损失量} = 0.94 \times 1.539 \times 5\% \times 10^6 \times 1 \times 2 = 0.14 \times 10^6 \text{ ind.}$$

②工况 2

$$\begin{aligned}\text{鱼卵损失量} &= 0.28 \times 1.539 \times 5\% \times 10^6 \times 1 \times 2 + 1.49 \times 1.539 \times 10\% \times 10^6 \times 1 \times 2 \\ &= (0.004 + 0.46) \times 10^6 = 0.464 \times 10^6 \text{ ind.}\end{aligned}$$

③工况 3

$$\begin{aligned}\text{鱼卵损失量} &= 0.22 \times 1.539 \times 5\% \times 10^6 \times 1 \times 2 + 1.30 \times 1.539 \times 10\% \times 10^6 \times 1 \times 2 \\ &= (0.034 + 0.4) \times 10^6 = 0.434 \times 10^6 \text{ ind.}\end{aligned}$$

④工况 4

$$\begin{aligned}\text{鱼卵损失量} &= 0.27 \times 1.539 \times 5\% \times 10^6 \times 3 \times 2 + 0.19 \times 1.539 \times 10\% \times 10^6 \times 3 \times 2 + \\ &0.86 \times 1.539 \times 30\% \times 10^6 \times 3 \times 2 + 0.36 \times 1.539 \times 50\% \times 10^6 \times 3 \times 2 = (0.012 + 0.175 \\ &+ 2.38 + 1.66) \times 10^6 = 4.227 \times 10^6 \text{ ind.}\end{aligned}$$

⑤工况 5

$$\begin{aligned}\text{鱼卵损失量} &= 0.87 \times 1.539 \times 5\% \times 10^6 \times 2 \times 2 + 0.30 \times 1.539 \times 10\% \times 10^6 \times 2 \times 2 + \\ &0.21 \times 1.539 \times 30\% \times 10^6 \times 2 \times 2 + 1.08 \times 1.539 \times 50\% \times 10^6 \times 2 \times 2 = (0.027 + 0.18 + 0.388 + 3.324) \times 10^6 = 3.919 \times 10^6 \text{ ind.}\end{aligned}$$

共造成鱼卵损失量为： $(0.14+0.464+0.434+4.227+3.919) \times 10^6 = 9.184 \times 10^6 \text{ ind.}$

(3) 造成的仔稚鱼资源损失

① 工况 1

仔稚鱼损失量 $= 0.94 \times 0.543 \times 5\% \times 10^6 \times 1 \times 2 = 0.05 \times 10^6 \text{ ind.}$

② 工况 2

仔稚鱼损失量 $= 0.28 \times 0.543 \times 5\% \times 10^6 \times 1 \times 2 + 1.49 \times 0.543 \times 10\% \times 10^6 \times 1 \times 2 = (0.015 + 0.16) \times 10^6 = 0.175 \times 10^6 \text{ ind.}$

③ 工况 3

仔稚鱼损失量 $= 0.22 \times 0.543 \times 5\% \times 10^6 \times 1 \times 2 + 1.30 \times 0.543 \times 10\% \times 10^6 \times 1 \times 2 = (0.012 + 0.14) \times 10^6 = 0.152 \times 10^6 \text{ ind.}$

④ 工况 4

仔稚鱼损失量 $= 0.27 \times 0.543 \times 5\% \times 10^6 \times 3 \times 2 + 0.19 \times 0.543 \times 10\% \times 10^6 \times 3 \times 2 + 0.86 \times 0.543 \times 30\% \times 10^6 \times 3 \times 2 + 0.36 \times 0.543 \times 50\% \times 10^6 \times 3 \times 2 = (0.04 + 0.06 + 0.84 + 0.586) \times 10^6 = 1.526 \times 10^6 \text{ ind.}$

⑤ 工况 5

仔稚鱼损失量 $= 0.87 \times 0.543 \times 5\% \times 10^6 \times 2 \times 2 + 0.30 \times 0.543 \times 10\% \times 10^6 \times 2 \times 2 + 0.21 \times 0.543 \times 30\% \times 10^6 \times 2 \times 2 + 1.08 \times 0.543 \times 50\% \times 10^6 \times 2 \times 2 = (0.094 + 0.065 + 0.137 + 1.173) \times 10^6 = 1.469 \times 10^6 \text{ ind.}$

共造成仔稚鱼损失量为： $(0.05 + 0.175 + 0.152 + 1.526 + 1.469) \times 10^6 = 3.322 \times 10^6 \text{ ind.}$

综上，项目施工悬沙造成的游泳生物损失量为 204.34 kg，鱼卵损失量为 $9.184 \times 10^6 \text{ ind.}$ ，仔稚鱼损失量为 $3.322 \times 10^6 \text{ ind.}$ 。

6.4.3.3 海洋生物资源损失总量

项目造成海洋生物资源损失总量见下表 6.4.3-3。

经统计，本项目共造成底栖生物损失量为 728.63 kg，游泳生物损失量为 204.34 kg，鱼卵损失量为 9.184×10^6 粒，仔稚鱼损失为 3.322×10^6 尾。

表 6.4.3-3 海洋生物资源损失总量

影响因素		影响对象	影响面积	生物量	直接损失量
工程 用海	永久占海	底栖生物	0.5690 公顷	77.03kg/km ²	438.30 kg
	施工期用海		0.0863 公顷		66.48 kg

疏浚工程		0.2906 公顷		223.85 kg
悬浮泥沙	游泳生物	详见表 6.4.3-1	65.96kg/km ²	204.34 kg
	鱼卵		1.539 粒/m ³	9.184×10 ⁶ 粒
	仔稚鱼		0.543 尾/m ³	3.322×10 ⁶ 尾

6.4.3.4 海洋生物资源直接经济损失

一、直接经济损失计算方法

根据《规程》的要求，考虑到海洋生物资源调查的内容，各类生物资源的经济损失额的计算方法如下：

1、潮间带生物、底栖生物、游泳生物

底栖生物、游泳生物均按成体生物处理，计算公式为：

$$M=W \times E$$

式中：

M 为经济损失额，元；

W 为生物资源一次性损失总量，千克（kg）；

E 为生物资源的价格，元/kg；

游泳生物的商品价格按市场平均海鱼价格计算（15 元/kg）。调查海区底栖生物价值按经济贝类市场平均价格计算（15 元/kg）。

2、鱼卵和仔稚鱼

鱼卵仔鱼的经济价值应折算成鱼苗进行计算，按下述公式进行计算：

$$M=W \times P \times V$$

式中：

M——鱼卵和仔稚鱼经济损失金额，单位为元；

W——鱼卵和仔稚鱼损失量，单位为个和尾；

P——鱼卵和仔稚鱼折算为鱼苗的换算比例，鱼卵生长到商品鱼苗按 1%成活率计算，仔稚鱼生长到商品鱼苗按 5%成活率计算，单位为百分比（%）；

V——鱼苗的商品价格，按当地主要鱼类苗种的平均价格计算，单位为元每尾。取鱼苗价格为当地水产养殖普通鱼苗的平均市场价格 1.0 元/尾。

3、直接经济损失量

根据以上方法和参数计算各类海洋生物资源的直接经济损失，见表 6.4.3-4。

表 6.4.3-4 本项目各类海洋生物资源的直接经济损失

损失原因	生物种类	损失量	鱼苗系数	单价	直接损失（万元）
------	------	-----	------	----	----------

永久占海	底栖生物	438.30 kg	/	15 元/kg	0.6575
施工期用海	底栖生物	66.48 kg	/	15 元/kg	0.0997
疏浚工程	底栖生物	223.85 kg	/	15 元/kg	0.3358
悬沙扩散	鱼卵	9.184×10^6 粒	1%	1.0 元/尾	9.1840
	仔稚鱼	3.322×10^6 尾	5%	1.0 元/尾	16.6100
	游泳生物	204.34 kg	/	15 元/kg	0.3065
合计					27.1935

由上表可知，项目造成的海洋生物资源损失的直接经济损失额为底栖生物 1.0929 万元、游泳生物 0.3065 万元、鱼卵 9.1840 万元、仔稚鱼 16.6100 万元，总额为 27.1935 万元。

6.4.3.5 海洋生物资源损害赔偿额

根据《规程》，进行生物资源损害赔偿时，应根据补偿年限对直接经济损失总额度进行校正。各类生物资源的损害赔偿计算如下：

1、底栖生物

按照《规程》，当进行生物资源损害赔偿时，应根据补偿年限对直接经济损失总额进行校正。工程永久占海对底栖生物及其生境造成长期的不可逆影响，按 20 年补偿，施工围堰、疏浚、悬浮泥沙等对海洋生物产生持续性影响的年限低于 3 年，按 3 年进行补偿。

永久占海造成的底栖生物损害赔偿额 $= 438.30 \times 15 \times 20 \times 10^{-4} = 13.1490$ 万元

施工期用海造成的底栖生物损害赔偿额 $= 66.48 \times 15 \times 3 \times 10^{-4} = 0.2992$ 万元

疏浚造成底栖生物损害赔偿额 $= 223.85 \times 15 \times 3 \times 10^{-4} = 1.0073$ 万元

2、游泳生物、鱼卵、仔稚鱼

施工影响水质造成游泳生物、鱼卵、仔稚鱼的损害为一次性，按《规程》应按 3 年补偿。

鱼卵生长到商品鱼苗成活率按 1% 计，仔稚鱼生长到商品鱼苗成活率按 5% 计。

游泳生物： $204.34 \times 15 \times 3 \times 10^{-4} = 0.9195$ 万元

鱼卵： $9.184 \times 10^6 \times 1\% \times 1.0 \times 3 \times 10^{-4} = 27.5520$ 万元

仔稚鱼： $3.322 \times 10^6 \times 5\% \times 1.0 \times 3 \times 10^{-4} = 49.8300$ 万元

经计算，项目施工过程中造成海洋生物资源损害的赔偿额为：底栖生物

14.4555 万元、鱼卵 27.5520 万元、仔稚鱼 49.8300 万元、游泳生物 0.9195 万元，赔偿总额约为 92.7570 万元。本项目施工期海洋生物资源损害赔偿额汇总于表 6.4.3-5。

表 6.4.3-5 海洋生物资源损害赔偿额汇总表

生物种类	损失原因	损失量	生长到商品鱼苗成活率 (%)	市场价	补偿倍数	赔偿额 (万元)
底栖生物	永久占海	438.30 kg	-	15 元/kg	20	13.1490
	施工期用海	66.48 kg	-	15 元/kg	3	0.2992
	疏浚工程	223.85 kg	-	15 元/kg	3	1.0073
鱼卵	悬沙扩散	9.184×10 ⁶ 粒	1	1 元/尾	3	27.5520
仔稚鱼		3,322×10 ⁶ 尾	5	1 元/尾	3	49.8300
游泳生物		204.34 kg	-	15 元/kg	3	0.9195
合计						92.7570

6.5 敏感保护目标影响分析

根据本报告 1.7.2 章节分析，本项目敏感目标包括陆域环境保护目标和海洋环境敏感目标。

陆域生态评价范围内不涉及重要物种、生态敏感区以及其他需保护群落空间等，声环境评价范围内保护目标包括碣石中转站爱心驿站、碣石石洲文化广场、南门派出所、新南苑小区、好运新苑小区、阳光新苑小区、包二村等敏感点。

本项目附近海洋环境敏感区主要有：海洋功能区划中的“农渔业区、休闲娱乐区”，三线一单分区管控方案中的“优先保护单元”，周边自然保护区以及可能受本项目影响的其他海洋环境敏感目标。

本项目海域敏感目标见表 1.7.2-2 和图 1.7.2-2。项目施工期产生悬沙扩散最大影响范围（工况 5）的 10mg/L 悬浮泥沙与敏感目标叠加示意图见图 6.5-1。



图 6.5-1a 项目（工况 5）10mg/L 悬浮物包络线与敏感目标叠加示意图（总图）



公示稿

6.5.1 对陆域敏感目标的影响分析

6.5.1.1 对大气环境保护目标的环境影响评价

项目周边的大气敏感点有与本项目西侧相邻的碣石中转站爱心驿站、西南侧距离 12m 碣石石洲文化广场、东侧距离 30m 的南门派出所、东侧距离 120m 的新南苑小区、东侧距离 134m 的好运新苑小区、东北侧距离 104m 的阳光新苑小区、东北侧距离 146m 的包二村。

本项目对大气环境的污染主要集中在施工期，施工期大气污染物主要为燃油尾气和施工扬尘。

建议施工单位选用优质设备和燃油，加强设备和运输车辆的检修和维护。由于各施工设备总的排放量较小，且施工工期短，施工区域扩散条件较好，燃油尾气对项目周边的敏感点影响很小。

施工单位采取如下扬尘控制措施：

(1) 适当的洒水施工以降低扬尘的产生量，根据经验，每天定时洒水 1—2 次，地面扬尘可减少 50%~70%；

(2) 土、水泥、石灰等材料运输禁止超载，封装材料应灌装或袋装，车辆运输时尽可能进行必要封闭和覆盖以减少扬尘产生；

(3) 尽可能将扬尘产生源，如临时堆土及易产生扬尘的建筑材料应放置在远离敏感点的地方，结合本项目的周边情况，建议建设单位把临时堆土场、建筑材料堆放设置在项目施工工地下风向，远离项目的敏感点。

(4) 项目区设置工地围挡。围挡的作用主要是阻挡一部分施工扬尘扩散到施工区外，当风力不大时也可减少自然扬尘。为提高围挡的效果，挡板与挡板之间，挡板与地面之间应密封。

(5) 合理设置运输车辆的出入口，以减少施工扬尘对四周环境的影响。

(6) 要对施工工地内、道路两侧及项目区内堆积工程材料、沙石、土方、建筑垃圾等易产生扬尘污染场所采用封闭、喷淋及表面凝结等防尘措施；要加强项目区内裸露土地的绿化或铺装，落实路面保洁、洒水防尘制度，减少道路扬尘污染。

在采取上述控制措施后，基本上可将扬尘的影响范围控制在项目工地范围内。项目施工期产生的扬尘可以得到有效控制，对周边环境敏感点的影响可以接

受，而且随着施工期的结束，施工扬尘的影响也随之消失。

项目运营期废气污染源主要为通行车辆尾气，均为无组织排放，车辆在空旷外界运行，扩散面积大，在时间和空间上均较零散，排放污染物总量小，对周边环境敏感点影响不大。

6.5.1.2 对声环境保护目标的环境影响评价

本项目周边的声环境敏感点包括与本项目西侧相邻的碣石中转站爱心驿站、距本项目西南侧约 12m 的碣石石洲文化广场、距本项目东侧约 30m 的南门派出所、东侧约 120m 的新南苑小区、东侧约 134m 的好运新苑小区、距本项目东北侧约 104m 的阳光新苑小区、距离本项目东北侧 146m 的包二村。

施工期噪声主要来自各类施工机械以及来往施工车辆的交通噪声，施工机械噪声具有强度大的特点，可能影响周围公众的情绪，建设单位需对此引起重视，通过有效的降噪措施和合理的噪声施工时间安排，降低施工噪声对周围声环境敏感点的影响，做到文明施工，做好必要的安抚工作，尽可能取得公众的理解和支持。

营运期的噪声来源主要为水闸水泵运行噪声和闸顶桥面车辆通行交通噪声，通过距离衰减及采取相应的管控措施后，不会对周围声环境敏感点造成明显影响。

6.5.1.3 对陆丰市优先保护单元 05 的影响分析

本项目不占用陆丰市优先保护单元 05（编号：ZH44158110005），陆丰市优先保护单元 05，单元内主要发展滨海旅游与海洋渔业，主导功能为水土保持，不得从事影响主导生态功能的建设活动，禁止在崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区从事取土、挖砂、采石等可能造成水土流失的活动，禁止毁林开荒、烧山开荒，保护和恢复自然生态系统。

本项目为碣石大桥桥闸重建工程，项目不占用陆丰市优先保护单元 05，工程需进行河床清淤疏浚，疏浚区域为现状淤积水域，位于碣石内港海域和南溪河，不属于崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区，不会造成区域水土流失，具体管控措施符合性分析本报告第十章，项目符合陆丰市优先保护单元 05 的主要发展方向，不涉及陆域生态红线，对陆丰市优先保护单元 05 影响可接受。

6.5.2 对海洋功能区划影响分析

本项目占用碣石湾农渔业区，评价范围内的海洋功能区有：距离项目西南侧约 5.8km 的珠海-潮州近海农渔业区、距离项目西北侧约 5.3km 的金厢旅游休闲娱乐区。

6.5.2.1 对农渔业区的影响分析

本项目占用碣石湾农渔业区，与西南侧海域的珠海-潮州近海农渔业区最近距离约 5.8km。

本项目涉海部分工程均占用碣石湾农渔业区，将改变此区域生物原有的生境，对其海洋生物资源的生存环境等造成一定的破坏，从而造成一定的生物量损失。

另外，本项目施工将产生一定的悬浮泥沙，也将造成一定的渔业资源损失，根据施工期悬浮泥沙对水质的影响预测结果，从整体分布趋势看，从分布趋势看，施工产生的悬沙扩散主要是在水闸附近，施工引起的最大悬浮泥沙扩散为二期围堰拆除和河床疏浚（工况 5）施工产生的，造成的悬浮泥沙扩散大于 10mg/L（超一类水质）增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 2.46km²，最大扩散距离为 3.58km。全部位于碣石湾农渔业区内。

但施工产生的悬浮泥沙影响是暂时和局部的，加之悬浮泥沙具有一定的沉降性能，随着施工作业结束，悬浮泥沙将慢慢沉降，工程海区的水质会逐渐恢复原有的水平。应对项目占海和施工悬浮泥沙造成的生物量损失进行核算，进行生态补偿。

本项目产生的施工人员生活污水接入市政污水管网，输送碣石镇污水处理厂进行处理，不向海洋排放；工地污水经沉淀池经充分沉淀后，上层清液回收使用于预制场及道路洒水降尘，不向海洋排放。生活垃圾收集后，交由环卫部门清运处理；产生的少量建筑材料废弃物运至政府部门指定的位置处置或综合利用。因此，项目施工期产生的生活污水、生产污水及各类固体废物均进行处理处置，不向海洋排放，施工期基本不会对碣石湾农渔业区的水质和生存环境产生影响。

本项目运营期管理人员产生的生活污水接入市政污水管网，输送碣石镇污水处理厂进行处理。工作人员生活垃圾集中分类收集后，交由环卫部门进行收集处置。

因此，项目运营产生的各类污染物均不直接排放入海，则经采取措施后，本项目运营期不会对碣石湾农渔业区的水质和生态环境产生影响。

(2) 对珠海-潮州近海农渔业区的影响分析

项目距离西南侧的珠海-潮州近海农渔业区约 5.8km。

根据本报告水质影响预测结果，施工期悬浮泥沙扩散的最远距离约 3.58km，没有扩散至珠海-潮州近海农渔业区，对该农渔业区的影响较小。

项目所在碣石湾农渔业区现状有较多海水养殖区，包括鱼类养殖、贝类养殖和鱼塘等。由上文分析可知，本工程运营期产生的各类污水都经过完善的污染防治措施处理，污水不直接对外排放，在确保本工程切实落实相关环保措施的前提下，本工程对周边海域海水、沉积物等基本不会产生影响，对周边的渔业用海基本也无影响。

6.5.2.2 对旅游休闲娱乐区的影响分析

本项目距离西北侧的金厢旅游休闲娱乐区最近距离约 5.3km。

根据水质预测模拟结果，项目施工造成的悬浮泥沙扩散大于 10mg/L（超一类水质）增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 2.46km²，10mg/L 悬浮物最远扩散至西南侧约 3.58km 处，施工悬沙不会扩散至西北侧的金厢旅游休闲娱乐区，项目施工期产生的各类污染物进行收集处理，不排入项目附近水域，不会对其水质造成明显不良影响。

项目运营期产生的各项污水均能得到妥善处置，产生的各类固体废物收集后进行处理处置，不直接排海。通过加强环境管理，同时在施工期和运营期开展海洋环境的跟踪监测。因此项目对东侧的金厢旅游休闲娱乐区的影响比较小。

6.5.3 对“三线一单”中的优先保护单元影响分析

根据《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（粤府〔2020〕71 号），本项目西北侧约 3.1km 为金厢海岸防护物理防护极重要区优先保护单元（编号：HY44150010017）、西北侧约 15.7km 为金厢镇山门村海岸防护物理防护极重要区优先保护单元（编号：HY44150010003）、西侧约 14.8km 为碣石湾长毛对虾重要渔业资源产卵场优先保护单元（编号：HY44150010001）。

(1) 施工期对周边的优先保护单元的影响分析

本项目不占用生态保护红线，不占用“三线一单”中的优先保护单元。距离最近的优先保护单元为项目西北侧约 3.1km 的“金厢海岸防护物理防护极重要区优先保护单元”（编号：HY44150010017）。

施工悬浮泥沙对优先保护区的影响：施工产生的悬沙扩散主要是在碣石内港附近，工程施工造成的悬浮泥沙扩散大于 10mg/L（超一类水质）增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 2.46km²，受施工期悬浮泥沙扩散影响的优先保护单元为“金厢海岸防护物理防护极重要区优先保护单元”（编号：HY44150010017）。项目造成的悬浮泥沙扩散影响是暂时的，仅在施工期间产生，施工结束后悬沙逐渐沉降，水质将会逐步恢复至原有水平，不会对该优先保护单元水质造成长期的不良影响。

根据悬浮泥沙扩散预测结果，悬浮泥沙将扩散至“金厢海岸防护物理防护极重要区优先保护单元”，不会扩散至其他优先保护单元，不会对评价范围内的其他优先保护单元水质状况造成明显的不良影响。

对优先保护单元沉积物的影响：本项目 10mg/L 主要集中在项目疏浚区附近，施工过程造成的悬浮泥沙经扩散和沉降后，悬浮泥沙也将不会迁移沉降至周边的优先保护单元，对所在及周边优先保护单元范围内的沉积物环境质量不会产生明显变化。

对优先保护单元冲淤环境的影响：根据 6.3 节海洋环境影响预测结果，冲淤变化的幅度很小，其影响是可控的，并且影响范围只集中在项目附近，因而项目建设对周边优先保护单元的冲淤环境影响不大。

对红线区生物资源的影响：对项目占海和施工悬浮泥沙造成的生物量损失进行核算，进行生态补偿。对于本项目构筑物占用大陆自然岸线进行占补平衡。

此外，项目陆域施工人员产生的生活污水接入市政污水管网，接入附近的碣石镇污水处理厂，不向海洋排放；施工生产废水经沉淀池经充分沉淀隔油后，上层清液回收使用于施工场地及道路洒水降尘，不向海洋排放。

疏浚土部分用于自用，其余运至指定抛泥区；生活垃圾收集后，交由环卫部门清运处理；产生的少量建筑材料废弃物运至政府部门指定的位置处置或综合利用。因此，项目施工期产生的生活污水、施工废水及各类固体废物均进行处理处置，不向海洋排放，基本不会对周边的优先保护单元水质和生态环境产生影响。

(2) 运营期对周边优先保护单元的影响分析

本项目运营期管理人员生活污水经市政污水管网送至碣石镇污水处理厂进行处理。工作人员生活垃圾集中分类收集后，交由环卫部门进行收集处置。

因此，项目运营期产生各类污水及固体废物均进行处理处置，不向海洋排放，基本不会对周边优先保护单元的水质和生态环境产生影响。

6.5.4 对自然保护区影响

项目评价范围内的海洋保护区为西侧距离约 14.8km 的碣石湾鲷鱼长毛对虾国家级水产种质资源保护区。

上述保护区距离项目均较远，项目施工期间产生的悬浮泥沙不会扩散到保护区内。项目施工期产生的各类污染物进行收集处理，不排入项目附近水域。项目运营期生活污水进入附近的碣石镇污水处理厂进行处理；产生的固体废物收集后进行处理处置，不排入项目附近水域。通过加强环境管理，同时在施工期和运营期开展海洋环境的跟踪监测。因此，项目对碣石湾鲷鱼长毛对虾国家级水产种质资源保护区的影响很小。

6.5.5 对养殖区的影响分析

根据现场踏勘，项目所在的碣石湾海域分布着大量的筏式养殖，经权属查询，该海域内养殖均未取得权属，属于非法养殖，养殖品种为牡蛎、贝类等，为陆丰市碣石湾沿岸村民养殖。项目施工期间水域施工会产生一定的悬浮泥沙，可能会对附近的养殖产生一定影响。

根据广东省、汕尾市以及陆丰市等相关政府网站公示信息，陆丰碣石湾海域一直是省市违法船舶及养殖等重点清理海域，本次项目周边的非法筏式养殖也在清理范围内，项目施工前，周边养殖将逐步清理；若施工期周边海域的养殖还未清理完全，建议建设单位与养殖户提前进行沟通，告知施工计划，在相关主管部门的协同下，引导养殖户办理权属和养殖证，并移至其他海域进行养殖，减少项目建设对养殖的影响，在此基础上，项目对周边养殖的影响不大。

案之清結，仍須等待進一步資料。案內清結所歷年均有卷宗，但均因未定案而，臺灣、駐日及駐美各代表團，均清結案件並與工作當局及司法的聯繫往來。行經當日，臺灣一隊駐日官署和山崎本主案與駐日官署關係，駐日行政司法人員在毛子河附近進行清結。駐日三防安全處清結案呈報于東京，轉日海軍城區清結行政，行政中，駐日人都不滿意，法上工作，則在東京進行清結。此外，更統計，行動數日有出清結供案3起，初案人42人，清結和確定判例12份，確定300份，字數約600字，清結也清結清結。



图 6.5.5-1 省市政府网站非法养殖截图

6.5.6 对“三场一通道”的影响分析

根据农业部公告第 189 号《中国海洋渔业水域图》（第一批）南海区渔业水域图（第一批），本项目不在南海中上层鱼类产卵场内，也不在南海底层、近底层鱼类产卵场内。本项目位于南海北部幼鱼繁育场保护区和南海区幼鱼、幼虾保护区内。

本项目施工过程中产生的悬浮泥沙将引起工程区及周边水域水质混浊，使海水光线透射率下降，溶解氧降低，将影响水生动、植物的生长，对幼鱼繁育场和经济鱼类繁育场、幼鱼和幼虾保护区中的鱼卵、幼鱼、幼虾等的生长造成阻碍，同

时悬浮泥沙也会粘附在鱼卵的表面，妨碍鱼卵呼吸，不利于鱼卵的孵化，从而影响鱼类繁殖，造成一定的生物量损失。但本项目疏浚、抛石等施工过程产生的悬浮泥沙的影响范围面积占繁育场保护区内、经济鱼类繁育场保护区和幼鱼、幼虾保护区的面积比例非常小；根据《中国海洋渔业水域图》（第一批）南海区渔业水域图（第一批），广东省沿岸由粤东的南澳岛至粤西的雷州半岛徐闻县外罗港沿海 20 米水深以内的海域均为南海区幼鱼、幼虾保护区，根据项目所在海域的现状调查资料，项目所在海域的仔幼鱼均为常见种类，因此，本项目所在海域的幼鱼、幼虾种类主要为常见物种，不属于珍稀濒危物种，本项目的实施，基本不会引起所在海域的幼鱼幼虾等在此绝迹，且本项目对海洋生物的影响主要存在于施工期，随着施工期的结束将逐渐消失。同时，本项目也将采取加强施工期间的跟踪监测，根据跟踪监测结果及时调整措施，及时对造成的海洋生态损失进行补偿等措施，可将项目施工过程可能对南海北部幼鱼繁育场保护区内和南海区幼鱼、幼虾保护区的影响降至最低，不会对其产生长远的不良影响。

6.5.7 对岸线的影响分析

本工程水闸建设占用岸线总长度为 206.7 米。其中，下游左、右岸翼墙建设非透水构筑物占用 2022 年广东省政府批复岸线 15.9 米；桥闸、消力池、海漫等透水构筑物建设占用 2022 年广东省政府批复岸线 190.8 米。项目占用岸线类型均为人工岸线，未占用自然岸线。

本工程建设虽需占用岸线，但水闸重建后，有利于减小海浪对后方岸线的侵蚀，保障现状岸线的整体功能和景观效益，保障保护范围内居住人口、耕地和工农业财产安全。本项目占用岸线类型为人工岸线，对自然岸线没有影响。

6.6 固体废物环境影响分析

6.6.1 施工期固体废物环境影响分析

施工期的固体污染物为疏浚土、生活垃圾和建筑垃圾。

本项目水域疏浚量约 2.47 万 m^3 ，回填土方总计 2.39 万 m^3 ，总弃置量 0.94 万 m^3 。本次河道堤身部分开挖土方（扣除淤泥及砂性土）可作为回填料使用，用于回填的土料运至临时堆土场堆放，疏浚工程产生的淤泥及砂性土运输至海洋倾倒区倾倒处置。采取上述处理措施后，本项目疏浚泥沙经资源化利用，不会对

环境产生大的影响。

本项目施工期生活垃圾收集后，交由环卫部门清运处理，最终送城市垃圾处理厂处理，生活垃圾不可随意堆放和倾倒，以免造成环境卫生问题。

建筑垃圾主要包括施工过程中残余泄漏的混凝土，钢筋头、金属碎片、塑料碎片、抛弃在现场的破损工具、零件、容器甚至报废的机械等。施工期间应对建筑施工垃圾加强管理，尽量在施工过程充分地回收利用，不能利用时集中堆放，运至城市管理部门指定地点。

通过采取上述处置措施，本项目施工期固体废物能得到有效处置，对周围环境影响较小。

6.6.2 运营期固体废物环境影响分析

本项目运营期间产生的固体废物主要有生活垃圾。

本项目运营期工作人员生活垃圾交由环卫部门进行收集处置，运营期固体废物对周围环境影响较小。

7 环境风险分析与评价

环境风险评价的目的是分析和预测建设项目存在的潜在危险、有害因素，建设项目建设和运行期间可能发生的突发性事件或事故（一般不包括人为破坏及自然灾害），引起有毒有害和易燃易爆等物质泄漏，所造成的人身安全与环境影响和损害程度，提出合理可行的防范、应急与减缓措施，以使建设项目事故率、损失和环境影响达到可接受水平。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），本次环境风险分析与评价具体工作程序见图 7-1 所示。

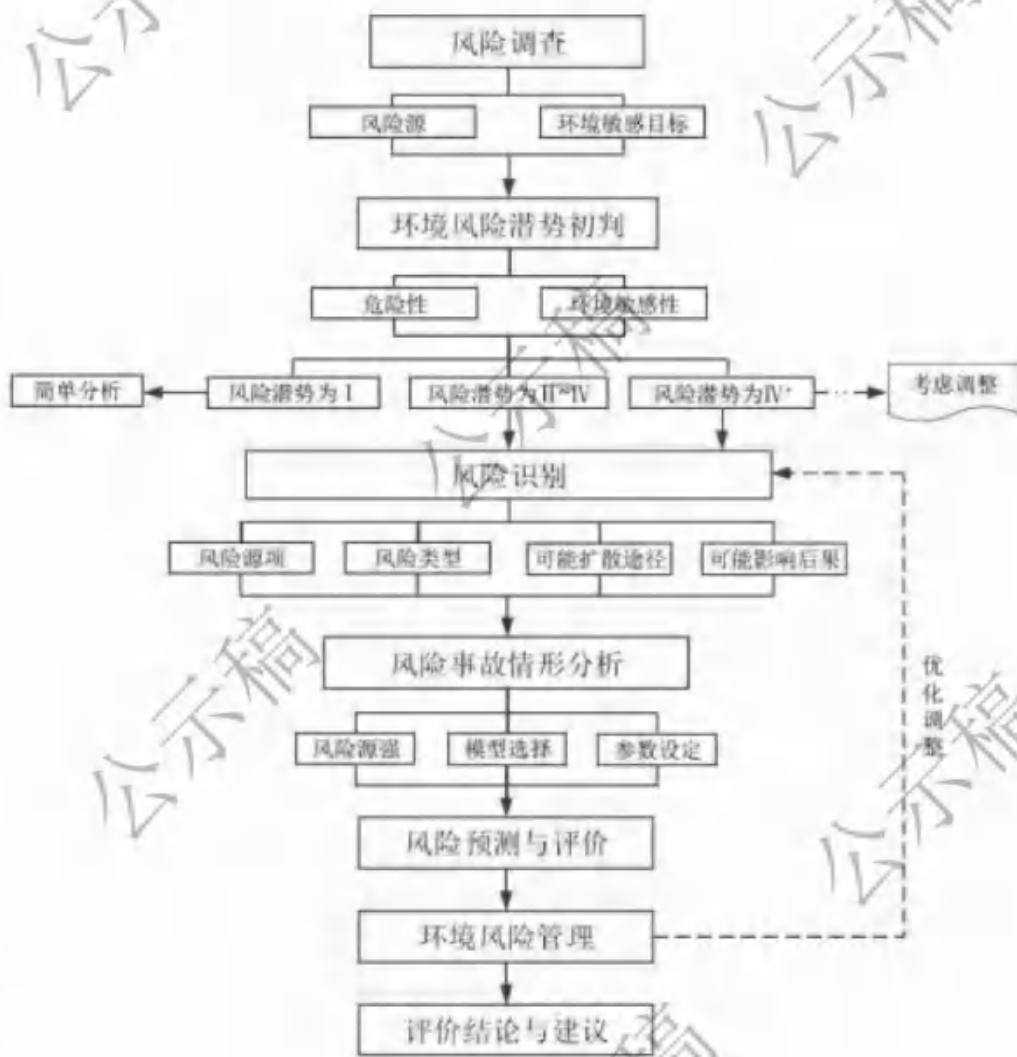


图 7-1 环境风险评价工作程序图

7.1 风险识别

7.1.1 风险物质识别

(1) 施工期

根据项目初步设计概算，本工程主要材料用量为：水泥 5072.268t、钢筋 1691.3t、柴油 219.45t、汽油 40.84t、砂 219.59m³、碎石 1122.21m³、块石 16745.15m³。

本项目施工期涉及的危险物质主要是机械设备、车辆等使用的燃料用油，主要为柴油、汽油，总用量为 260.29t。

(2) 运营期

项目运行期工艺相对简单，水闸启闭与泵站运行均以电力作为动力，项目运营期涉及的危险物质主要是备用发电机组设备使用的少量柴油，但备用发电机使用频率较低，仅储存极少量柴油备用即可。

项目拟配备 1 台柴油发电机组（256kW/320kVA），油箱规格 350L，按满箱油计，折合约 0.3t 柴油。

7.1.2 环境风险评价等级

本项目为水闸重建工程，施工期及运营期涉及的危险物质主要为备用柴油发电机使用与贮存的柴油，以及施工期间施工机械设备及车辆燃料油的使用，根据 1.5.4 节内容分析，本次环境风险评价工作评价等级为简要分析。

7.1.3 环境风险危害识别

本工程实施过程面临的环境风险来自两个方面：一是工程自身引发的突发或缓发事件对环境造成的危害；二是周边环境有可能对工程构成的风险性影响，是由外力作用造成的。根据工程自身特征及周边环境现状分析，本工程实施主要面临的环境风险如下：（1）自然灾害风险：热带气旋、台风、风暴潮、暴雨等带来的灾害风险；（2）突发环境事件风险：突发溢油事故风险。

自然灾害会给工程施工期及运营期带来溃坝、海溢、机械设备碰撞等风险事故，项目施工机械设备若突遇恶劣天气，风大、流急、浪高、加之机电失控，造成机械设备碰撞损坏等，有可能发生燃料油舱破损导致燃油溢出事故。

突发溢油事故典型事故诱因见表 7.1.3-1。

7.1.3-1 突发溢油事故典型事故诱因一览表

发生地点	发生源	代表性的发生原因
桥闸施工场地附近	燃油箱	设备故障、机械设备等碰撞、恶劣天气、火灾爆炸、溢出泄漏

燃料油是由各种烷烃、环烷烃和芳香烃组成的混合物，大部分为液态烃，伴有气态烃和固态烃，所含基本元素是碳和氢，两种元素的总含量平均为 97%~98%，同时含有少量的硫、氧、氮等，其化学组分因产地不同而有所差异。燃料油的理化性质见表 7.1.3-2。

表 7.1.3-2 燃料油的理化性质

项 目	特 性	项 目	特 性
外观及气味	黑色黏稠有气味的液体	凝固点 (°C)	<26
液体相对密度	0.92~1.07	粘度 (pas)	<180
沸点 (°C)	>398.9	水溶性	微溶
20°C时蒸汽压 (kpa)	很低	自燃温度 (°C)	407.2
雷德蒸汽压 (kpa)	0.3 (50°C时)	挥发性	挥发
闪点 (°C)	65.6~221.1	灭火方法	二氧化碳、干粉、泡沫
易燃性	不易燃	危险性	必须加热才能持续燃烧
爆炸极限	1%~5%	主要用途	车辆、机械设备燃料

燃料油有以下危险性：

(1) 火灾爆炸危险性

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

(2) 健康危害性

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

表 7.1.3-3 毒物危害程度分级依据

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

7.2 环境风险事故源项分析

7.2.1 自然灾害风险事故分析

本项目所处区域是热带气旋、台风、风暴潮、暴雨等自然灾害多发区域，可能遭受热带气旋、海浪、暴雨等自然灾害的袭击。热带气旋活动过程中往往伴随着狂风、暴雨、巨浪和风暴潮，可能导致堤坝被毁、房屋倒塌、农田被淹、通信和电力设施被毁，人民生命财产损失巨大。因此，对本工程直接造成不利影响的海洋灾害主要是热带气旋、灾害性波浪和风暴潮。

1、热带气旋

热带气旋是影响华南沿海地区最大的灾害性天气，是造成大风、风暴潮的主要天气系统之一。影响南海沿岸海域的热带气旋的生成源主要有两个：1) 西北太平洋的马里亚纳群岛附近，即 7°~15°N，135°~150°E 之间的洋面上；2) 南海中部，即 13°~18°N，111°~117°E 之间的海面上。热带低压多数来自南海，而强热带风暴和台风则绝大多数在西太平洋生成。

华南沿岸常常受到热带气旋的影响。每年 5~10 月是华南沿海遭受热带气旋的主要时期，尤以 8 月为高峰，广东沿岸平均每年约受 6.2 个热带气旋的影响，早期以南海生成的居多，晚期则以西太平洋生成为主。在南海生成的热带气旋形

成快，强度弱，距岸较近，加上引导气流复杂，因而其移动路径的规律性较差。在西太平洋形成的热带气旋在移动过程中能量不断积累，强度往往较大，多发展为台风。由于受到副热带高压的引导，太平洋热带气旋大多西移越过菲律宾进入南海，对广东沿岸影响很大。

由于地理位置的原因，本项目易受到热带气旋的吹袭，强热带风暴吹袭下可能影响项目施工，项目建成后若遇强热带风暴，也可能造成水工构筑物的损毁，因此要时常做好防风抗风的准备。

2、风暴潮

风暴潮是由于热带气旋、温带天气系统、海上飚线等风暴过境所伴随的强风和气压骤变而引起的局部海面震荡或非周期性异常升高（降低）现象。风暴潮主要表现为：海水异常升高，风大浪急、潮位太高，损坏渔船，冲毁养殖浮筏。施工期间，当风暴潮发生时，狂风夹着巨浪引起风暴潮增水，海水异常升高，风大浪急，会对施工机械设备造成损坏，并危及施工人员的人身安全，施工期应及时关注天气及潮位信息，避开台风季节，选择合适的天气及潮位条件，避免风暴潮天气施工。运营期间，当风暴潮发生时，可能会对水工构筑物产生损毁。

海洋灾害具有突发性、作用强、破坏性大的特点，可能造成水工建筑物大量倒塌、受损，对施工比较不利。因此，施工及建设单位应做好防范措施，工程设计和施工时应当考虑台风、风暴潮、热带气旋等产生的灾害，制定相应的防范对策和应急预案，尽可能减小海洋灾害可能带来的损害。

3、登陆的台风

华南沿岸常常受到热带气旋的影响。每年5~10月是华南沿海遭受热带气旋的主要时期，尤以8月为高峰，广东沿岸平均每年约受6.2个热带气旋的影响，早期以南海生成的居多，晚期则以西太平洋生成为主。在南海生成的热带气旋形成快，强度弱，距岸较近，加上引导气流复杂，因而其移动路径的规律性较差。在西太平洋形成的热带气旋在移动过程中能量不断积累，强度往往较大，多发展为台风。由于受到副热带高压的引导，太平洋热带气旋大多西移越过菲律宾进入南海，对广东沿岸影响很大。由于地理位置的原因，本项目易受到台风的吹袭，所以要时常做好防台抗台的准备。

7.2.2 溢油事故环境风险

工程施工中,挖掘机、推土机等机械一旦发生故障或事故、运输车辆沿线运输过程中发生事故等,将有可能导致石油类物质泄漏进入所在海域,将对水质、水生生物及鱼类等产生较影响;运营期备用发电机由于维护不当出现故障,操作人员工作失误等,也有可能导致石油类物质泄漏进入所在海域,将对水质、水生生物及鱼类等产生较大影响。

7.2.2.1 溢油事故影响过程

溢油在海面上的变化是极其复杂的,其中主要有动力学和非动力学过程。动力学过程初期为扩展过程:主要受惯性力、重力、粘性力和表面张力控制,形成一定面积的油膜,其后油膜在波浪、海流和风的作用下作漂移和扩散运动,油膜破碎分成多块,其过程要持续数天。非动力学过程指油膜发生质变的过程,主要包括蒸发、溶解、乳化、沉降和生物降解等过程。

(1) **扩展:** 由于油比水轻,将漂浮于水面。在初期阶段由于受重力和表面张力的作用而在水面上向四周散开,范围越扩越大。这个过程称为油的扩展。

(2) **漂移:** 油膜在海流、风、波浪、潮汐等因素的作用下引起的漂移。

(3) **分散:** 溢油在海面形成油膜以后,受到破碎波的作用使一部分油以油滴形式进入水中形成分散油。一部分油滴重新上升到水面,也有部分油滴从海面逸出挥发到大气中。

(4) **蒸发:** 油膜蒸发是指石油烃类从液态变为气态的过程,油膜与空气之间的物质交换与油膜表面积、溢油的组分及其物理特性有关,与风速、海面温度、海况以及太阳辐射的强度等也有关。实验表明,含量占0~40%的低烃类油膜在溢油后24小时内就会蒸发掉。

(5) **溶解:** 油膜溶解是指烃类物质由浮油体到水体的混合交换过程,溶解量和溶解速率取决于石油的组成及其物理性质、油膜扩展度、水温 and 水的湍流度以及油的乳化和分散程度。一般低烃类既有高蒸发率,又有高溶解度,它们的总效应导致油膜的密度和粘度增加,从而抑制扩展过程和湍流扩散过程。实验表明,溶解量仅为蒸发量的百分之几。

(6) **乳化:** 油膜乳化是一个油包水的过程,已有研究表明,发生乳化的内在因素是原油的沥青烯中含有乳化剂,当其含量达到一定程度时,即发生乳化现

象，形成油包水颗粒。海况能影响乳化的速度，但最终的乳化总量与海面状况无关，仅取决于乳化剂的含量，当乳化颗粒与碎屑或生物残骸结合而变重时，油滴将沉降到海底。沉降主要发生在近岸，浅水浑浊区较为显著。

(7) **吸附沉淀**：油的部分重组分可自行沉降或粘附在海水中的悬浮颗粒上，并随之沉到海底。

(8) **生物降解**：生物降解为海水中的某些生物通过对石油类物质的吸收来获取碳元素，生物降解过程是起作用较晚的过程。生物降解过程不仅对漂浮油膜起作用，对沉降的油滴也同样起作用。降解过程与油膜所处环境中微生物群的种类、数量有关，与海水温度、含氧量和无机营养的含量等因素也有关。

溢油在海洋环境中的归宿问题是个复杂的问题，由于受到各种环境条件（温度、盐度、风、波浪、悬浮物、地理位置和油本身的化学组成等）的影响，每次溢油的归宿也不尽相同。其主要的影响因素有乳化、吸附沉淀和生物降解等。

油膜非动力学过程极其复杂，发生的时间尺度为1天到数周。

7.2.2.2 溢油事故环境影响分析

一、溢油对水质和底质的影响分析

溢油在海面形成油膜以后，受到破碎波的作用，使一部分以油滴形式进入水形成分散油，另外，由于机械动力，如涡旋、破碎浪花、湍流等因素，使油和水激烈混合，形成油包水乳物和水包油乳化物。这两种作用都将增加水质的油类浓度，特别是上层水中的浓度将明显增加。

据有关资料及室内的模拟实验表明，油膜由分散作用和乳化作用而引起的海水上层油类浓度增加值可超过0.050mg/L的二类海水水质标准。在近岸水域，由于粘附在岩石沙滩上油在波浪的往复作用，水质中油类浓度将大大增加，将超过0.3mg/L的三类海水水质标准。

另外，由于油膜覆盖，将影响到海—气之间的交换，致使溶解氧减少。同时，溢油后，油的重组分可自行沉积或粘附在海区悬浮物颗粒中，沉积在沉积物表面，从而对底质造成影响。

二、溢油对海洋生物的影响分析

本项目一旦发生溢油污染事故，对海洋生物和渔业的影响将是巨大的。以石油污染为例，其危害是由石油的化学组成、特性及其在海洋里存在的形式所决定的。在石油不同组分中，低沸点的芳香烃对一切生物具有毒性，高沸点芳香烃具

有长期毒性。石油烃的长期作用，会使海洋食物链遭到破坏，生物多样性受到影响，特别是对近岸生态系统影响更大，导致其在短时间内难以恢复。海洋溢油污染给海洋生物带来的最严重威胁，在于它能够改变或破坏海洋环境中正常的生态系统。浮游植物是石油烃进入海洋食物链的起点（如石油烃会通过以浮游植物为食的贝类、桡足类动物等的富集累积作用而进入鱼类等大型动物体内）。

1、溢油对潮间带生物的影响

发生溢油事故后，油膜可能会覆盖在潮间带生物表面，造成潮间带生物大面积死亡，难以恢复；同时，油膜粘附在岸滩上，破坏潮间带沉积物环境，造成累积影响且难以修复。海洋溢油对潮间带生物的影响一旦对岸滩造成影响，需要对受污染的区域进行大面积清除。

2、溢油对鱼类和虾的危害

发生溢油事故后，进入海洋环境的石油类，在波生湍流扰动下形成乳化水滴进入水体，直接危害鱼虾的早期发育。据黄海水产研究所对虾活体实验，油浓度低于 3.2mg/L 时，无节幼体变态率与人工育苗的变态率基本一致；但当油浓度大于 10mg/L 时，无节幼体因受油污染影响变态率则明显上升。对虾的蚤状幼体对石油毒性最为敏感，浓度低于 0.1mg/L 时，蚤状幼体的成活率和变态率基本一致，即无明显影响；当浓度达到 1.0gm/L 时，蚤状幼体便不能成活，96hL50 值为 (0.62~0.86) mg/L，即安全浓度为 (0.062~0.086) mg/L；浓度大于 3.2mg/L 时，可致幼体在 48 小时内死亡。

溢油对鱼类的影响是多方面的，首先石油会引起鱼类摄食方式、洄游路线、种群繁殖的改变或个体失衡。在鱼类的不同发育阶段其影响程度也不相同，其中对早期发育阶段的鱼类危害最大。油污染对早期发育鱼类的毒性效应，主要表现在滞缓胚胎发育，影响孵化，降低生理功能，导致畸变死亡。以对鲱鱼的实验为例，当石油浓度为 3mg/L 时，其胚胎发育便受到影响，在 3.1~11.9mg/L 浓度下，孵出的大部分仔鱼多为畸形，并在一天内死亡。对真鲷和牙鲆鱼也有类似结果。当海水油含量为 3.2mg/L 时，真鲷胚胎畸变率较对照组高 2.3 倍；牙鲆孵化仔鱼死亡率达 22.7%，当含油浓度增到 18mg/L 时，孵化仔鱼死亡率达 84.4%，畸变率达 96.6%。Linden 的研究认为，原油中可溶性芳香烃的麻醉作用导致鱼类胚胎活力减弱，代谢低下，当胚胎发育到破膜时，由于能量不足引起初孵仔鱼体形畸变。此外，溢油漂移期间，渔区和捕捞作业会受到很大的影响。成龄鱼类为回避

油污而逃离渔场，渔场遭到破坏导致渔获减少；捕获的鱼类也可因沾染油污而降低市场价值。

3、溢油对海洋贝类的危害

溢油一旦搁滩，在大量原油覆盖的滩面，固着性生物，如贝类、甲壳类生物和藻类会窒息死亡。在油膜蔓延的滩面上，幼贝发育不良，产量下降，成年贝会因沾染油臭而降低市场价值。在潮下带的养殖贝类，也会受到严重的油污染。这些滤食性双壳类，在摄食时也同时摄入海水中的悬浊油分（乳化油滴）。进入蛤类胃中的乳化油滴破乳后结合成更大的油滴，并在体内积累，引起某些生理功能障碍，终因胃中油积累过多不能排泄而死亡。据 Cilfillan 实验，当油浓度达到 1.0mg/L 时，可使贻贝产生呼吸加快，捕食减少的致死效应。沉积在底质孔隙中的油浓度过高，会引起贝类大量死亡。此外，由于作为对虾饵料的贝类大量减少，对虾即便不直接中毒致死也会因缺乏饵料而影响生长发育，降低产量。值得注意的是，溢油对贝类的危害不是暂时性的。漫滩的污油会随潮汐涨落在附近周期性摆动，面积逐渐扩大，在波浪扰动下部分被掩埋进入沉积环境；潮下带溢油也会由于风化和吸附沉降进入沉积环境。这些进入底泥中的油类靠化学降解作用去除需数月之久。使贝类幼体或中毒发育不良或窒息死亡，使急性污染变成沉积环境的长期污染。

4、溢油对浮游生物的影响

泄漏油类一进入受纳水体便迅速扩散，在水面扩散成为光滑的油膜，它隔绝了大气与水体的气体交换，减少了水体的富氧作用。油类的生物分解和其自身氧化作用又消耗水体中的溶解氧，使水体缺氧并可能导致生物体死亡。同时，油膜还能降低表层水体中的阳光辐射量，阻碍浮游植物的光合作用，甚至引起死亡，这也使以浮游植物为主要食物来源的浮游动物大量减少死亡。

另外，油类化学毒性还会破坏细胞膜的正常结构，干扰生物体的酶系。浮游植物是海洋生物的初级生产者，最容易受到油污染的影响，0.1mg/L 的油浓度就会影响其正常生长，对于以其为食的浮游动物也随之而受到影响。完全性浮游动物、动物幼体、卵、一些动物的某一个生长期等对油污染更为敏感。某些动物在变态期，甚至 0.01mg/L 的油污染就会影响其正常变态。表 7.2.2-3 和表 7.2.2-4 列举了油污染对一些海洋生物的影响情况。

表 7.2.2-3 燃油产品对部分海洋生物的致死浓度

生物种类	2 号燃料油或煤油	废油 (ppm)
海洋植物	<100 μ g/L	10
鲭鱼	50 μ g/L	1700
幼体和卵	0.1 μ g/L	1.25
浮游甲壳动物	5~50ppm	15~20
底栖甲壳动物	0.56mg/L	

表 7.2.2-4 石油产品对部分海洋生物的致死浓度

种类	石油产品种类	浓度 (ppm)	亚致死反应
普通小球藻	精制苯	1	抑制生长
硅藻、双鞭毛藻	油	0.1~0.0001	抑制或减缓细胞分裂
日本星杆藻	煤油	3~38	降低生长速度
大西洋鳕鱼幼体	BP1002	0~10	破坏捕食行为
大螯虾	原油、煤油	10	影响化学感受捕食行为
贻贝	原油	1	加快呼吸、减少捕食
滨螺	BP1002	30	明显抑制生长

5、对其他海洋生物的影响

对于哺乳动物类、鸟类等这样大型的海洋脊椎动物，它们虽能逃离污染区，但是如果是在生殖季节，油类污染了其正在栖息生殖的海滩，他们将极易受到伤害，它们的幼体有被窒息的危险，溢油还会污染它们的皮毛，甚至眼睛、鼻孔和嘴，造成不同程度的伤害，威胁其生命。此外，油类中的石油烃在某些不敏感的有机类动物体内的富集，使这些动物受到污染。

6、亚致死效应

由于溢油的影响可持续一段时间，除急性致死效应外，还可能发生亚致死效应。该效应的作用机制表现为：①生理和行为效应，主要表现为麻醉效应、干扰基础生物化学机制、降低浮游植物光合作用和生长率、影响视觉感觉及诱变效应等。据文献报道，石油浓度在 0.001~0.1mg/L 范围时，即会出现上效应；②生态效应，较长期暴露于 0.01~0.1mg/L 石油浓度中，可造成生态群落结构的破坏，群落结构中某些对石油敏感的种类消失或减少，代之以嗜污种类增加，使不同营

养级生物比例失调而导致局部海域海洋生物链（网）的破坏；③异味效应，海洋生物具有从栖息环境中积累石油烃的能力，富集系数可达 $10^2 \sim 10^7$ （因种类而异），导致生物体产生异味，失去其经济价值。

三、溢油对海洋生态长期积累影响分析

溢油事故对渔业资源的中、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。这种影响在海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。

石油是各种不同物理和化学特性的化合物的复杂混合物。其中烃类系由生物的活体合成，它与轻质组分、多环芳香烃、轻脂环族、杂环核和其他烷基衍生物是不同的。石油类对海洋生态系统的影响主要包括毒性所产生的影响和窒息及缠裹作用的影响。

石油污染的致死效应对生境的破坏具有长期性。一般来说，石油的毒性大多与其芳香烃的含量有关。原油和精炼油对海洋生物具有剧毒效应，也还有缓慢的致毒效应。这包括扰乱动物之间的化学联系，能够导致单个种的丰度和分布变化和种的组成的改变。

由于海洋生态系统是多样性和复杂性，迄今为止，尚未找到整个种群发展趋势与污染之间的相关性。水面被油膜覆盖，阻碍空气和水体的氧交换。水层光照减弱，作为食物链中基础营养层次的浮游植物生长受到抑制，初级生产力下降；同时海水中低浓度油会刺激某些耐污性单细胞浮游植物大量增殖。这些藻类过度增殖会形成赤潮，造成极大的生态性危害——鱼、虾、贝类大量死亡，改变了浮游植物群落结构，大大降低浮游植物多样化水平。进入水中的乳化油达到一定浓度可造成贝类大量死亡。在鱼、虾繁殖季节里，海水油污迫使鱼、虾、蟹类回避迁移，导致产卵场和育幼场消失或产下卵子不能孵化。油污粘附在海洋生物的呼吸和运动器官上都会导致海洋生物因缺氧而窒息死亡。

轻质油和精炼油比原油和重燃料油对成体鱼的危害更大。潮下带和潮间带的底栖生物受意外溢油及其处理措施的危害尤为严重。受害种群的完全康复需要数年甚至数十年时间。

生态实验的研究结果表明，长期暴露于 $(0.01 \sim 0.1) \text{ mg/L}$ 的石油浓度中，可造成生态、群落结构的破坏。当海洋草食动物遭受污染损害时，会导致破坏海洋的生态平衡。

当石油烃进入海洋细菌种群后,有利于以石油烃为饵料的种群的生长,而有助于(至少在早期)其余的种群。微型藻类受油污染的影响程度差异极大。较高的油浓度会导致微型藻类固碳作用减弱,生长终止,最终死亡。石油能渗入较高等级的植物,堵塞细胞间的空隙,阻碍呼吸和繁殖。某些滩涂植物能忍受轻度油污,但严重污损常会导致其慢性死亡,这种过程的发生往往需要若干年之久。海上油膜能毒杀或损害某些浮游动物(包括桡足类等完全漂浮性动物)以及浮游鱼卵、仔稚鱼和底栖无脊椎动物。栖息于海洋近表层的鱼卵和幼鱼对油污染的适应性很差,对轻质油特别敏感。

四、溢油对人体健康的影响

溢油通过食用油污染鱼虾或贝类对人体健康产生间接影响。石油中对哺乳类有致癌作用的多环芳烃,如3、4-苯并芘和1、2-苯并蒽等。生物资源,特别是软体动物和藻类常含有较高量的多环芳烃。海洋生物体中多环芳烃的含量不仅取决于摄食,而且取决于它们积蓄和代谢这类化合物的能力。在积蓄和保护芳香族化合物和多环芳烃类能力方面,富脂鱼胜于贫脂鱼,在某一鱼种体内,富脂组织胜过贫脂组织。鱼类和甲壳类动物能够代谢多环芳烃类,并以水溶性更大的羟基物形式排泄。软体动物在这方面的能力较差。软体动物富集多环芳烃类所达到的含量高于任何其他海洋生物,但在人类饮食中多环芳烃仅占很小一部分,因而它们在加剧致癌危险方面的作用较小。

五、溢油对海岸线的影响分析

发生溢油事故后,油膜可能会登岸。油膜抵达沙质或盐礁质海岸线时,油膜将较长时间粘附在海岸线上,对其海洋景观和生态系统将造成长期严重破坏,其恢复期可长达几年。一旦发生大规模溢油事故,受污染区域内的海洋生物将会受到较严重的破坏。因此,航行中应谨慎驾驶,杜绝该类溢油事故发生,万一发生溢油事故,必须及时采取应急抢险措施。

7.3 项目环境风险防范对策措施

7.3.1 自然灾害风险防范措施

(1) 施工期

①施工作业应避免在雨天、台风及天文大潮等不利条件下进行,并尽量缩短施工时间,减少对海域水质影响的时间和程度。海上工程应根据区域的台风灾害

活动特点，安排好施工期，回避施工期间突遇的风暴潮灾害风险。

②施工前制定科学合理的施工工艺，水闸、左右岸翼墙、施工围堰等构筑物设计应符合抗风等相关规范的要求。

③根据工程特点，建议制定相关抵御台风和台风暴雨、热带气旋入侵的详细计划，并严格贯彻执行。工程指挥部统一安排布置避风措施和制定抢险方案，组织成立应急抢险队伍，储存防风暴潮应急物资，一旦有潮情汛情，集中力量抢险。

④防汛防潮办公室在台风季节应采取 24 小时值班制度，一旦有风暴潮应立即组织各部门做好预防工作。

⑤在台风、风暴潮、热带气旋来临前及时采取防护措施，防止未完工的构筑物坍塌。因此，施工期间应尽量选择避开台风季节，以避免相关用海风险和对环境的影响。同时，做好防台风袭击的各项应急预案和措施，如与气象、水利等部门联系，加强预报预警工作；加强工程质量管理，确保基础处理、相关防护工程严格按设计方案进行施工，将发生工程质量事故的可能性减少到最低程度等。

(2) 运营期

①成立抢险指挥部，预先准备必要的物资、人员、资金、设备和车辆等，根据不同的汛期采取相应的措施。

②当预报有台风消息时，需提前做好水闸及其附属设施的全面巡查工作，特别是水闸闸口的安全性、稳定性；对存在安全隐患处及时进行加固。

③台风期间，需安排值班人员，密切关注台风动态，实施上报变化情况。

④同时执行相应的风险防范措施，保证事故发生时能及时合理的进行处置，以减小灾害的影响范围和程度。

7.3.2 溢油风险防范措施

7.3.2.1 溢油事故防范措施

溢油事故的发生，有很大部分是由于人为因素造成的，这部分事故可通过严格质量控制和完善的管理予以防范。但是，由于存在多种不可预见因素，突发性事故是不可绝对避免的。溢油事故一旦发生，其影响程度很广，危害程度也很大，因此，必须采取一定的风险防范措施。为减少溢油等环境事故对环境的影响，必须对溢油等环境事故风险具有高度的认识与戒备，切实贯彻“以防为主，防治结

合”的方针，制定切实可行的管理措施。此外，若发生溢油事故，必须采取相应的应急处理措施，以尽量减轻其所产生的危害。

(1) 施工期

①工程驾驶员需有相应的运输证件，保证运输车辆车况良好，不断加强对运输人员及押运人员的技能培训；在临时道路设置警示牌，车辆限速通过，车辆不得超装、超载。

②建设单位和施工方应按规定办理水上水下施工作业手续，申请划定施工水域和安全作业区域。施工期间在施工现场设置必要的警示装置，并确保施工人员的适任。

③加强施工机械设备的管理，合理安排施工作业区域和顺序，使施工机械间的间距尽可能大，防止发生碰撞事故，以保证作业安全。

④记录施工运输车辆及施工机械设备种类、数量、燃油箱容积、事故应急措施等等一系列基础资料，一旦发生事故，可以及时向指挥系统和抢险人员提供快速准确的指令，最大限度的控制事故影响。

⑤加强设备的保养和定期维修，确保施工车辆及各种装置设备保持良好的运行状态。

⑥围堰施工、抛石作业上下游 200m 处设置警戒区和有关水上施工标志，确保施工安全。

⑦制定施工期溢油事故应急处理措施，配备必要的应急设施及物资；发生油料泄漏事故后，应及时通报地方环保部门。环保部门接报后立即通知下游有关单位，同时派人员到现场进行监测分析，处置被污染的现场。

(2) 运营期

①检查水工建筑及其附属设施是否都达到设计要求；

②检查水上、水下施工作业中遗留的碍航物是否清除干净，扫测水闸前沿水下地形图，确保前沿水域水深满足水闸防洪纳潮的需要，并作为原始资料提供给相关单位备存；

③定期检查柴油储存的容器的完好性，将柴油储存容器的周围设置一个收集池，并做好防渗处理；

④成立环境安全管理机构，配备专职人员，负责检查和落实各项安全、环保

措施。

7.3.3 安全防护对策措施

本项目施工期间部分工程需要在海上流动施工作业，发生安全事故的因素较陆上施工复杂，除了施工机械设备、施工人员等自身因素外，还受到附近航行船舶、潮流、台风等自然因素影响。为确保工程海上及陆域施工安全与顺利进行，要求在工程开工前与施工过程中及时、有效地做好以下各项工作：

(1) 充分做好施工前期准备工作

施工前充分做好施工前期的准备工作是确保工程安全顺利进行的前提条件。工程开工前，首先应及时发布“海上施工通告”，通知邻近渔港内渔船进行避让，防止与附近渔船发生碰撞或阻碍项目海上施工，在陆上设置施工屏障、通行路障、指示牌等，引导车辆进入临时通道或绕行。

同时根据工程设计施工方案及施工工艺要求，按“质量第一、安全第一”与资源优化配置的原则，提出完整的工程施工组织设计，并要求严格按施工组织设计要求安排和配置施工机械设备进行工程施工。进场前，应组织专门人员全面搜集工程水域的水文、气象及船舶通航资料，并进行汇总分析，对可能影响施工安全的因素，制定出相应的施工期间的安全保障措施与紧急施救预案，以备施工中一旦发生船机、人身方面安全事故，即可按制定的紧急预案进行施救。

同时，本工程位于碣石内港，施工期间渔船通航频繁，施工过程中需保证渔船的正常航行及停泊。所以，在施工前，还应制定施工期间的通航安全维护方案、应急处置预案，并制定水上施工安全监督管理措施。

(2) 严格按工程设计施工方案与施工组织设计组织施工

良好的机械设备性能与科学、合理的机械设备配置是保证工程安全施工的基本条件。根据工程规模与施工现场情况，应分别制定不同的施工方案与施工工艺，要求严格按工程设计施工方案与施工组织设计安排、配置组织施工；在施工过程中应根据施工现场水文、气象等因素的变化情况及附近通航船舶情况、陆上施工情况，及时调整施工机械的工作施工参数，来适应动态变化中的工况条件，必要时采取避让甚至暂停施工等措施，确保施工设备与人员安全。

(3) 建立完善的安全保障体系

增强施工人员生产安全意识，建立完善、高效的安全保障体系，是保证工程

安全的必要条件。为保证工程施工过程中的施工安全、按计划完成施工任务，要求参与本工程建设的相关人员加强职业安全卫生与劳动保护方面知识的学习，针对本工程海陆施工的实际情况，结合各施工单位已有的安全管理制度与操作岗位制度，建立以整个工程项目为单位的安全生产管理保障体系，做到专职专人、一岗一人，在施工过程中要定时、定点、定机械、定人进行安全检查，发现问题应立即纠正。为有利于安全管理、检查制度的贯彻、实施，本项目主要生产安全管理人员应由项目主要负责人承担。

7.4 风险事故应急预案

7.4.1 自然灾害应急预案

1、在陆丰市防台抗台指挥部的领导下开展工作；

2、由专门人员负责掌握热带气旋或台风动态，并将情况及时通报有关领导和疏浚作业人员；

3、及时通知施工人员、机械进行避风，并将情况及时进行通报；

4、有关应急措施：

(1) 风暴潮来临前，将组织相关人员对防风暴潮和抢险救助工作情况进行督查。重点抓好以下方面的工作：A.设施加固和维修；B.成立应急抢险救助队伍，备足工具和抢险物料，做好战前训练。

(2) 当热带风暴可能对当地产生较大影响时，防风暴潮工作应立即进入戒备状态。要严格 24 小时值班制度，认真收听天气预报，掌握台风变化动态，及时传递风情信息。

(3) 风暴潮等自然灾害来临时，相关人员要加强值班，及时汇报有关情况，不得出现断岗和脱岗现象。重点部位要重点巡视，发现问题要立即上报。

(4) 风暴潮、热带气旋等自然灾害过后，应立即组织力量修复设施和设备，及时恢复生产。同时，立即组织有关人员进行事故调查和善后处理工作，并尽快将损失情况和事故调查处理情况及时上报。

7.4.2 溢油风险事故应急预案

为了在油品泄漏事故发生时，能及时对事故作出最快速、最有效的处理，本报告提出燃油泄漏应急预案。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。

(1) 应急响应通知程序

为了确保有关人员能在发生事故能及时得到警报并针对发生的紧急情况作出相应的反应，采取应对措施而设定应急响应通知程序，一旦通知在应急小组指挥责任范围内，应急措施程序就立即生效。事故的通知取决于事故的种类和事故大小级别，并针对不同的种类、级别作出适当的响应。

(2) 应急机构建立

为了对突发的紧急事故在第一时间作出反应并采取响应的措施，使突发事故得以消除或控制在尽可能小的范围内，有必要建立一个高效率、强有力的应急小组来对紧急情况作出反应、进行处理，并根据事故的级别和区域由应急小组响应进行处理。应急机构成员包括指挥、对外联络人、法律顾问、人力调配主管、作业主管等多方面的责任主管人员。

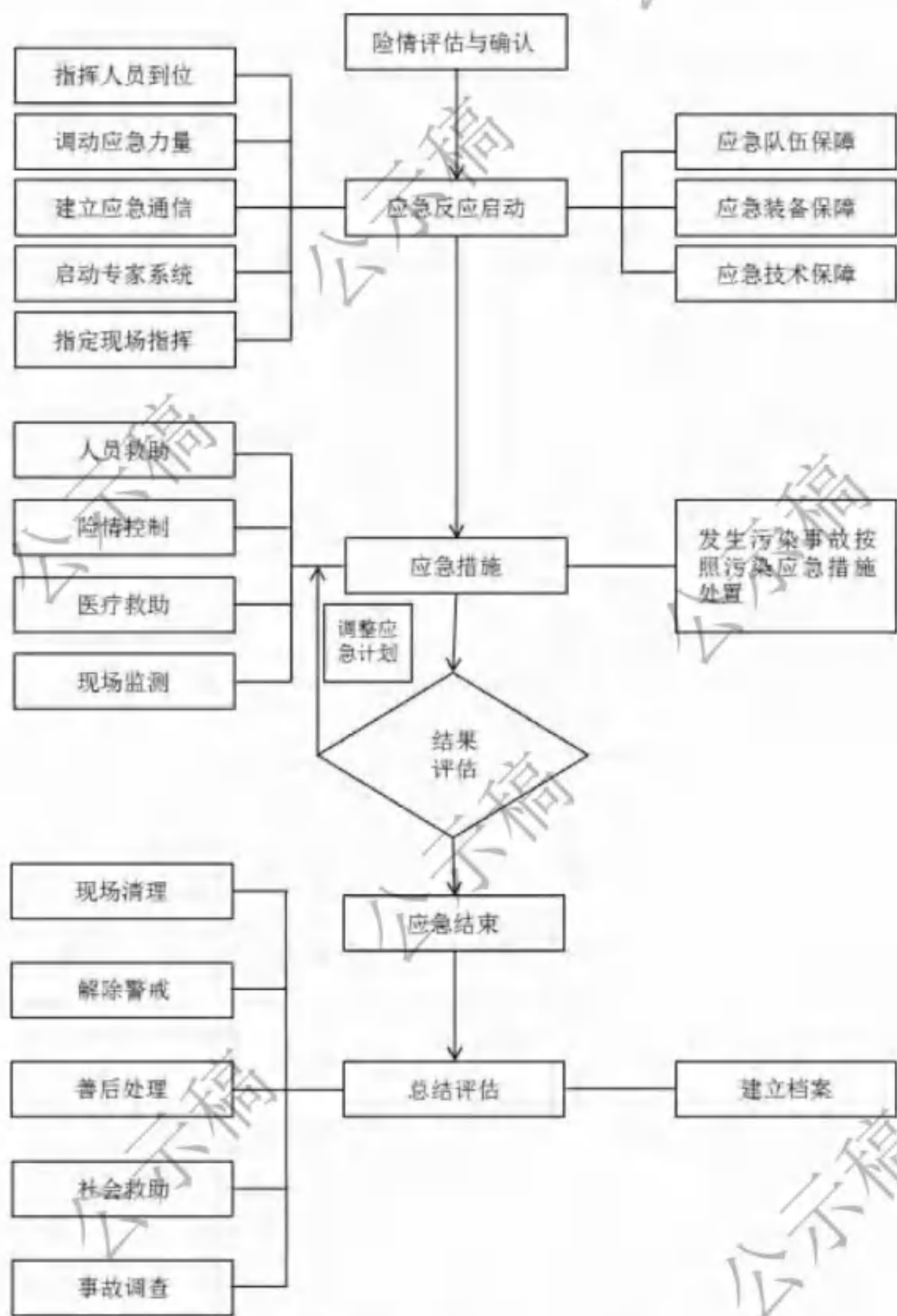


图 7.4.2-1 应急响应工作流程图

(3) 应急措施程序

当发生油品泄露事故时，于第一时间通知调度、主管部门和当地应急办或当地政府，尽可能详细报告现场泄漏情况，并通知输油管道所属单位紧急关闭管道阀门，组织安排专业技术人员对泄漏点进行拦截、维修。

(4) 应急器材设备

在泄漏处理现场，应佩带必要的个人防护用品（包括防护服、空气呼吸器、防护手套、防护眼镜等），若无法判断源头泄漏物质，需考虑最严重后果出现的可能性。以便安全地对泄漏中的有害物料进行及时有效的专业处理。

（5）应急通讯系统

本工程项目所具备的现代化通讯设备，能够满足溢油泄漏应急通讯的需要，无须另行设置专门的通讯系统。

（6）现场应急处理

油品事故应急成员到达现场后，按照先入为主原则立即按方案组织应急救援工作。总指挥在现场，由总指挥负责指挥，如总指挥有事不在本地，最先到达现场的副总指挥负责全面工作。指挥部根据事故性质，组成现场指挥领导小组和各应急救援组，立即实施应急处理。

①建立警戒区域

事故发生后，应根据油品的泄漏情况或火焰辐射热所涉及到的范围建立警戒区，并在通往事故现场的主要干道上实行交通管制。

②进行紧急疏散

迅速将警戒区及污染区内的群众与事故应急处理无关的人员撤离，以减少不必要的人员伤亡。为使疏散工作顺利进行，每个事故现场应至少有两个畅通无阻的紧急出口，并有明显标志。

③抢救受害人员

抢救受害人员是应急救援的首要任务。在应急救援行动中，及时、有序、有效地实施现场急救时，不论患者还是救援人员都要进行适当的防护。

④控制危险源

及时控制造成事故的危险源，是应急救援工作的重要任务，而进行泄漏控制或火灾扑救是油品事故处理最基本的措施，只有及时控制住危险源，防止事故的继续扩散，才能及时、有效地进行救援。

⑤事故得到控制后应做好现场清消

对事故外逸的有毒有害物质和可能对人和环境继续造成危害的物质，应及时组织人员予以清除，消除危害后果，防止对人的继续危害和对环境的污染。对发生的火灾，要及时组织力量洗消，防止二次灾害事故的发生。

7.5 环境风险自查表

建设项目环境风险简单分析内容见表 7.5-1, 环境风险评价自查表见表 7.5-2。

表 7.5-1 建设项目环境风险简单分析内容表

建设项目名称	陆丰市碣石大桥桥闸重建工程				
建设地点	广东省	汕尾市	陆丰市	碣石镇	碣石内港南溪入海口处
地理坐标	经度	115°48'58.777"E		纬度	22°48'32.391"N
主要风险物质	柴油、汽油				
环境风险源、影响途径及危害后果	热带气旋、台风、风暴潮、暴雨等自然灾害风险 突发溢油事故风险				
风险防范措施要求	1、自然灾害风险防范措施 ①施工作业应避免在雨天、台风及天文大潮等不利条件下进行，安排好施工期，回避施工期间突遇的风暴潮灾害风险。 ②在台风、风暴潮、热带气旋来临前及时采取防护措施，做好防台风袭击的各项应急预案和措施。 ③成立抢险指挥部，预先准备必要的物资、人员、资金，设备和车辆等，根据不同的汛期采取相应的措施。 ④当预报有台风消息时，需提前做好水闸及其附属设施的全面巡查工作，特别是水闸闸口的安全性、稳定性，及时进行加固。 2、溢油风险防范措施 ①施工限定在批准的水域内进行作业，设置警戒区，工程区域设置醒目的安全标志。 ②建设单位要制定海上突发事件应急预案和防灾、减灾应急措施，一旦出现灾害能得到及时有效地处置，减少灾害损失，提高防灾能力。 ③拟建水闸竣工后投入使用前应进行安全检查。 ④加强施工车辆及设备管理，加强设备的保养和定期维修，确保施工车辆及各种装置设备保持良好的运行状态。 ⑤定期检查柴油储存的容器的完好性，将柴油储存容器的周围设置一个收集池，并做好防渗处理。				
应急措施	1、自然灾害应急预案 ①风暴潮来临前，将组织相关人员对防风暴潮和抢险救助工作情况进行督查。 ②严格 24 小时值班制度，认真收听天气预报，掌握台风变化动态，及时传递风情信息。 ③风暴潮等自然灾害来临时，相关人员要加强值班，及时汇报有关情况，不得出现断岗和脱岗现象。 ④风暴潮、热带气旋等自然灾害过后，应立即组织力量修复设施和设备，及时恢复生产。 2、溢油风险事故应急预案 ①制定应急计划，明确组织指挥机构，加强溢出物污染跟踪监测，建立清污设备器材储备及加强清污人员训练。 ②采取事故应急反应措施，建立健全应急反应的组织指挥系统，并进行应急防治队伍及演习。 ③建立污染事故控制现场操作预案。 ④事故评估后对污染物进行清除，采取生态风险控制及恢复措施。 ⑤因故发生较大规模泄漏事故时，启动区域溢油应急联动机制。				
填表说明（列出项目相关信息及评价说明）：本项目 Q<1，环境风险为简单分析。					

表 7.5-2 环境风险评价自查表

工作内容		完成情况						
风险 调查	危险 物质	名称	柴油					
		存在总 量/t	0.3					
	环境 敏感 性	大气	500m 范围内人口数 1 万 人		5km 范围内人口数 10 万 人			
			每公里管段周边 200m 范围内人口数 (最大) /人					
		地表水	地表水功能敏感性	F1 ☐	F2 ☐		F3 ☐	
			环境敏感目标分级	S1 ☐	S2 ☐		S3 ☐	
		地下水	地下水功能敏感性	G1 ☐	G2 ☐		G3 ☐	
			包气带防污性能	D1 ☐	D2 ☐		D3 ☐	
物质及工 艺系统 危险性	Q 值	Q<1 ☒	1≤Q<10 ☐		10≤Q<100 ☐		Q>100 ☐	
	M 值	M1 ☐	M2 ☐		M3 ☐		M4 ☐	
	P 值	P1 ☐	P2 ☐		P3 ☐		P4 ☐	
环境敏感 程度	大气	E1 ☐		E2 ☐		E3 ☐		
	地表水	E1 ☐		E2 ☐		E3 ☐		
	地下水	E1 ☐		E2 ☐		E3 ☐		
环境风险 潜势	IV* ☐	IV ☐		III ☐		II ☐		I ☒
评价等级	一级 ☐		二级 ☐		三级 ☐		简单分析 ☒	
风险 识别	物质危 险性	有毒有害 ☐		易燃易爆 ☐				
	环境风 险类型	泄漏 ☐		火灾、爆炸引发伴生/次生污染物排放 ☐				
	影响途 径	大气 ☐		地表水 ☐		地下水 ☐		
事故情形 分析	源强设定方 法	计算法 ☐		经验估算法 ☐		其他估算法 ☐		
风险 预测 与 评价	大气	预测模型	SLAB ☐		AFTOX ☐		其他 ☐	
		预测结果	大气毒性终点浓度-1 最大影响范围 /m					
			大气毒性终点浓度-2 最大影响范围 /m					
	地表水	最近环境敏感目标 /, 到达时间/h						
	地下水	下游厂区边界到达时间 / d						
重点风险 防范 措施	最近环境敏感目标 /, 到达时间 /d							
	1、加强灾害气象预报跟踪, 密切关注台风、风暴潮等自然灾害; 2、加强对灾害性天气条件下项目周边交通安全监管, 非适航条件不宜通航; 3、合理安排施工进度, 控制施工范围; 4、完善海上安全保障系统, 保障通航水深条件。							
评价结论 与建议	建设单位应做好各项风险的预防和应急措施, 可将其影响范围和程度控制在较小程度之内。当发生风险事故时采取相应的措施和应急预案, 可以把事故的危害程度降低到最低程度, 环境风险水平可以接受							
注: “ ☐ ”为勾选项, “/”为填写项。								

7.6 小结

本项目存在一定环境风险, 对周边环境可能造成一定影响。在采用本报告提出的风险防范措施及应急预案后, 可以减轻事故发生后造成的环境危害。

总体来说,项目施工期和运营期通过积极采取本报告提出的环境风险防范措施和环境风险应急预案,并在发生风险事故后及时按照事故应急措施和应急预案进行处理,其影响可以得到有效控制,项目环境风险可以控制在可接受水平。

8 环保措施可行性分析

8.1 大气污染防治措施及可行性分析

8.1.1 施工期大气污染防治措施及可行性分析

施工期间，大气污染的最主要的污染源是施工和运输过程中排放的扬尘及施工车辆燃油废气。施工期大气污染控制主要是降低施工期扬尘和燃油废气的措施，具体的措施有：

1、施工扬尘

(1) 施工场地出入口路线不得有浮土、积土，暴露场地应当采取覆盖或绿化措施，施工场地四周设置围挡。

(2) 施工现场土方开挖后尽快完成回填，不能及时回填的场地，采取覆盖等防尘措施，施工营造区物料（砂、石等）堆场要集中堆放场，采用覆盖等措施。

(3) 安排专门洒水车在运输路线定时洒水抑尘。

(4) 施工开挖土方及时运往倾倒区。

(5) 工地运料车辆在运输沙、石、泥等建筑材料及建筑废料时，选用带密闭盖的运输车辆，运输时装载不宜太满，保证运载过程不散落，应加盖运输，防止洒在道路上，造成二次扬尘。

(6) 施工车辆必须定期检查，破损的车厢应及时修补，严禁车辆在行驶中沿途振漏建筑材料及建筑废料。

2、施工机械及车辆燃油尾气

(1) 对施工机械和车辆定期进行维护维修，确保正常运行工作。发现故障机械或车辆时，立即停止使用。

(2) 选择满足国家有关规定要求的施工运输车辆和施工机械。

(3) 选用优质清洁燃料。

本项目施工期采取的大气环境保护措施均是常规环保措施，在国内外类似工程中应用广泛，在经济、技术等方面可行。

8.1.2 营运期大气污染防治措施及可行性分析

项目运营期大气污染源主要为水闸闸顶桥面通行车辆尾气。

(1) 加强对通行车辆的管理，禁止违规车辆上路

加强对通行车辆的管理,根据国家、地方机动车尾气排放标准的要求严查通行车辆,禁止尾气污染物超标排放的车辆通行。

(2) 设置绿化带

道路两侧可设置相应的绿化带,具有一定的防尘和污染物净化作用,已充分利用植被对环境空气的净化功能,既美化环境,又能缓解机动车尾气与扬尘带来的不利影响。

8.2 噪声污染措施及可行性分析

8.2.1 施工期降噪措施可行性分析

本项目施工噪声主要污染环节是施工作业机械的机械噪声和施工车辆的交通噪声。拟采取的环保措施和建议如下:

(1) 优先选取低噪声、低振动的施工机械和运输车辆,对于高噪声设备使用消声器,消声管、减震部件等方法降低噪声。

(2) 改进施工工艺和方法,防止产生高噪声、高振动。

(3) 闲置的设备应予以关闭或减速;

(4) 做好施工机械和运输车辆的调度和交通疏导工作,严格控制鸣笛,降低交通噪声。

(5) 在作业过程中加强对各种机械的管理、维护和保养,使施工机械保持良好的运行状态,减少因机械磨损而增加的噪声。

(6) 施工单位应合理安排施工计划和施工机械设备组合以及施工时间,尽量减少同时运行动力机械设备的数量,尽可能使动力机械设备均匀地使用,并避免在同一时间使用大量高噪音设备。

(7) 施工噪声应严格按照《建筑施工厂界噪声限值》(GB 12523-2011)要求控制施工场界噪声排放,应尽量减少夜间施工的时间,并严禁夜间进行高噪声设备施工作业。

(8) 加强对运输车辆的管理,运输路线尽量绕开周围的村庄、学校、医院等;穿越村庄集中区禁止任意鸣笛,维持车辆的良好运行状态降低运行噪声。

(9) 对施工场界进行围蔽处理,围蔽高度不低于 2m,降低噪声的向外传递。就一般情况而言,围蔽屏障的隔声量在 3~5dB。

施工期采取的噪声环境保护措施均是常规环保措施,在国内外类似工程中应

用广泛，在经济、技术等方面可行。

8.2.2 营运期降噪措施可行性分析

项目营运期噪声源主要来自水闸水泵运行噪声和通行车辆交通噪声，拟采取以下污染防治措施：

(1) 应加强控制管理站房和设备室等的噪声排放值。

(2) 设计中选用噪声和振动水平符合国家现行有关标准的设备，必要时，应对设备提出允许的限制值，或采取相应的防护措施。

项目应合理布置各种设备，同时采取减振、隔音等消音措施，周边敏感点噪声可满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类中相应标准的要求，对周边环境的影响不大。项目拟采用的噪声污染防治措施是可行的。

8.3 水污染防治措施及可行性分析

8.3.1 施工期水污染防治措施

根据建设项目工程分析，施工期排放的水污染物主要为悬浮泥沙、施工人员生活污水以及施工废水等。为保护施工海域的海洋环境，必须在施工过程中采取有效的水污染防治措施，严格管理，认真实施。

(1) 陆域施工人员生活污水：陆域施工人员产生的生活污水进入接入市政污水管网，输送至碣石镇污水处理厂进行处理。

(2) 场地施工生产废水：施工期场地施工废水主要包括施工现场混凝土搅拌废水、浇注养护废水以及其他机械冲洗废水等，生产污水的特点是悬浮物浓度高，有机物含量相对较低。拟采用以沉淀为主的处理工艺，经简易隔油沉淀池，辅以加药措施，隔油沉淀后出水回用。施工搅和场场地混凝土搅拌等工序产生的含泥砂水、砂石料冲洗水等工地污水需经沉淀池沉淀后回用。在含泥沙污水相对集中地附近设预沉池，沉淀去除易沉降的大颗粒泥沙，如有含油生产污水进入，则先经隔油处理，再与经预沉淀的含泥沙生产污水一并收集后集中处理，集中处理时先进入沉沙池，经初沉池沉淀后原污水SS去除率可达85%左右，再通过加混凝剂（及助凝剂）去除污水中的较细的泥沙颗粒，进行混凝沉淀处理，SS去除率可达90%以上，沉淀后的处理出水优先考虑重复利用。建议将项目施工期施工场地的雨水也收集在沉沙池内，施工场雨水经过沉沙池收集沉淀后用于施

工场地洒水，避免对项目附近海域产生影响。沉淀池产生的污泥进行脱水处理后，脱水风干后回填至低洼处或作为预制场围堰编织袋填料或收集作为路基填料或弃土场。（施工废水处理工艺流程图见图 8.3.1-1）。

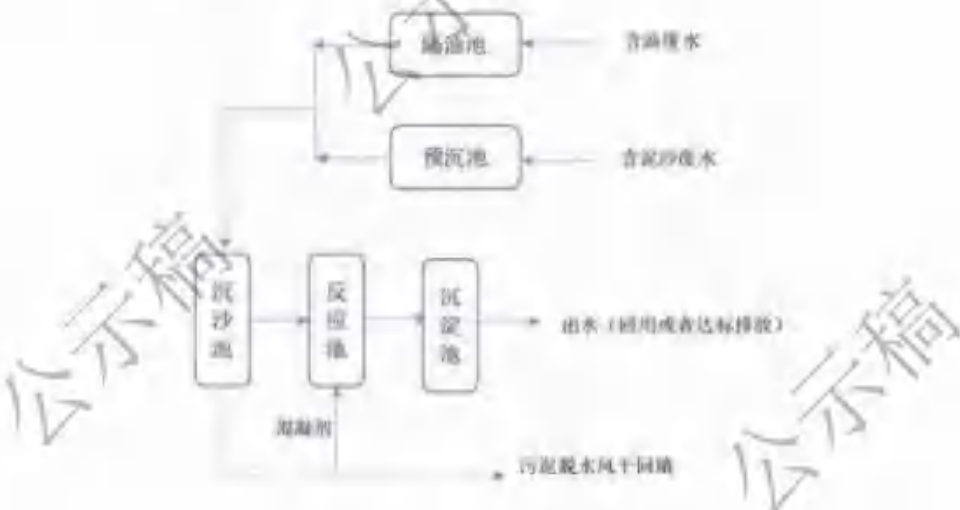


图 8.3.1-1 施工废水处理工艺流程图

（3）减少河床清淤疏浚悬浮泥沙污染措施

①疏浚施工过程中要配备 GPS 全球定位系统，准确确定挖泥位置，从而可以减少疏浚作业中不必要的超深、超宽的疏浚土方量，施工期间应严格将施工范围控制在用海范围内，严禁超限施工。从根本上减少对环境产生影响的悬浮物数量。

②施工单位应加强挖掘设备的日常维护与保养，确保挖泥清淤设备的良好性能。

（4）水工构筑物施工的悬浮沙降低措施

①合理控制施工作业强度、严控施工范围。

②增强防患意识，在恶劣天气条件下，如风暴潮、台风及暴雨时，应提前做好安全防护工作，实施必要的加固强化手段，以保证有足够的强度抵御风浪等的影响。

③应对整个施工进行合理规划，尽量缩短施工期，以减轻施工可能带来的水生生态环境影响。

④加强与当地气象预报部门的联系，在恶劣天气条件下应提前做好施工安全防护工作。

⑤作业期间应同步进行海洋监测，并利用监测结果反过来约束施工作业，尽

量减少项目施工对临近水体的环境所产生的影响。

(5) 防止砂石散料入海，规范堆放

施工场地所需砂石料等散料规范堆放，物料堆放场地周边设置临时排水设施，防止砂石散料随水入海，对海水水质造成影响。施工现场坚持工完料清，余料备用品集中整齐堆放，及时清理。

(6) 有针对性地开展施工监测，根据监测结果采取相应措施

施工期间，委托具有相应监测能力的环境监测单位对项目区及其周围海域进行海水水质的跟踪监测，针对跟踪监测发现的具体环境问题，及时反馈给施工单位，施工单位应根据跟踪监测结果及时调整和优化施工作业安排和水污染防治措施。此外，施工过程中也需密切注意施工区及其周边海域的水质变化，如发现因施工引起水质明显变化，应立即停工并检查、调整相应的污染防治设施。

8.3.2 营运期水污染防治措施

本项目营运期生活污水为工作人员生活污水，生活污水均接入市政管网，输送至碣石镇污水处理厂，碣石镇污水处理厂服务范围为碣石镇，本项目位于其纳污范围。

陆丰市碣石镇污水处理厂于 2016 年建设，厂址位于陆丰市碣石镇霞博村沿海公路南侧。碣石镇污水处理厂采用较为先进的污水处理工艺，其设计规模为 3 万立方米/日，厂区占地面积约 50 亩，建设安装污水收集干管长约 13800 米，可接收处理本项目的污水。生活污水处置措施可行



图 8.3.2-1 碣石镇污水处理厂与本项目位置关系示意图

8.4 固体废物污染防治措施及可行性分析

8.4.1 施工期固体废物污染防治措施及可行性分析

(1) 施工期间施工人员产生的生活垃圾应集中收集后由环卫部门定期、及时清运处理。

(2) 根据《城市建筑垃圾管理规定》(建设部令第 139 号, 2005 年 3 月 23 日) 有关规定, 建设单位和施工单位要重视和加强建筑垃圾的管理, 采取积极措施防止其对环境的污染。建筑垃圾尽量综合利用, 不能回收利用的建筑垃圾应清运至指定地点合理处置。

(3) 施工期间将产生建筑垃圾。加强渣土的管理是文明施工的重要标志, 施工单位不得随意抛弃建筑材料、残土、旧料和其它杂物。建设工程竣工后, 施工单位应尽快将工地上剩余的不能用于回填的建筑垃圾、工程渣土等处理干净。

(4) 本项目疏浚过程产生的疏浚物, 除部分回用于项目自身建设外, 其余淤泥及砂性土运输至海洋倾倒区倾倒处置。

经采取前述措施后, 本项目施工期产生的各类固体废物均能得到有效处理处置, 不会对周边环境产生二次污染影响, 具有合理可行性。

8.4.2 营运期固体废物污染防治措施及可行性分析

项目运营期产生的固体废物主要为水闸管理站工作人员生活垃圾和水闸闸门拦截的河道漂浮垃圾。

项目应设置垃圾收集箱及集中的生活垃圾收集点，生活垃圾禁止倒入水域，漂浮垃圾由工作人员定期打捞清理上岸，后与生活垃圾一并交由环卫部门清运处理。

8.5 海洋生态环境保护措施、生态补偿及可行性分析

8.5.1 海洋生态保护措施

8.5.1.1 施工期海洋生态保护措施

(1) 主要影响环节

施工期间对海洋生态环境产生影响的主要环节为：围堰及疏浚等水上施工。

(2) 拟采取的海洋生态环境保护措施

施工期间应采取的海洋生态环境保护措施主要包括以下几个方面：

①合理安排施工进度，施工单位在制定施工进度、安排施工进度时，应充分注意附近水域的生态环境保护问题，尤其水工结构、河道清淤疏浚工程、围堰抛石施工时应尽量避开底栖生物、鱼类的产卵期、浮游动物的快速生长期及鱼卵、仔鱼、幼鱼的高密度季节（通常4-7月），尽量安排陆上结构施工，从而优化施工进度计划。

②生物栖息地的保护措施

对水生物栖息地造成影响的作业包括疏浚工程、围堰施工、旧水闸拆除等引起的底质扰动和泥沙再悬浮等。施工作业应预先制定合理的施工计划，安排好挖掘位置和进度，在限定的施工范围内作业，减少对生物栖息的底质环境的扰动强度和范围，尽量减少对底栖生物的影响。

③减少悬浮泥沙污染措施

水体中悬浮物含量增加，将影响浮游生物的正常生长与发育，为减小对浮游生物和渔业资源的影响，施工应严格按照交通部《疏浚工程技术规范》（JTJ319-99）和《水域工程测量规范》（JTJ203-2001）执行。根据工程施工计划，选用合适的、排污少的施工设备、机械进行作业，为减少其施工活动的影响

程度、范围和时间，施工单位应合理制定施工计划、合理安排施工进度和合理规划施工范围。对疏浚开挖的速度进行适当的控制，减少淤泥散落海中。施工机械采用精确的定位系统，尽量减少不必要的超挖方，严禁超出申请用海范围施工。在施工过程中需加强管理，文明施工，定期对施工设备进行维修保养，确保设备长期处于正常状态，发生故障后应及时修复。

④施工单位在施工前期充分做好生态环境保护的宣传教育工作，组织施工人员学习《中华人民共和国海洋环境保护法》等有关法律法规，增强施工人员对海洋珍稀动物保护的意识；对于施工过程中可能出现的大型野生生物，严禁施工人员捕猎，遇有密集种群应尽可能设法予以避让；建议施工单位制定有关海洋生态环境保护奖惩制度，落实岗位责任制。

⑤为减小对水生动物的干扰，应对水下噪声加以控制。对噪声大的施工作业，应在作业开始初期只发出轻声，待水生动物避开后才进入正常的施工作业。

⑥项目施工将对工程区域内的海洋生物资源造成一定程度的破坏，建设单位应按照“损失多少，补偿多少”的生态补偿原则予以补偿，通过生态补偿的措施达到减小工程对海洋生物资源的影响。

⑦施工期间安排受过训练的人员进行观察：观察到附近海域无哺乳类保护生物活动方可开工，施工前如发现后及时驱赶；施工期间发现应立即停止施工作业，并进行驱赶；采取超声波等措施将其驱赶至安全区域后方可进行施工作业。

⑧施工期间，严格控制污染物排放，加强海洋环境监测，及时发现存在的隐患，便于采取相应的治理措施，使工程建设对渔业资源及生态环境产生的影响降至最低。

8.5.1.2 运营期海洋生态保护措施

(1) 水闸管理站工作人员生活污水接入市政污水管网，输送至碣石镇污水处理厂，严禁直接排入海域。

(2) 工作人员生活垃圾集中分类收集后，交由环卫部门进行收集处置；漂浮垃圾定期打捞收集后，交由环卫部门进行收集处置、严禁直接丢弃进入海域；

(3) 对项目附近的海洋生态环境和海洋生物资源进行跟踪监测，掌握海洋生态环境的发展变化趋势，及时采取调控措施。

8.5.2 生态资源补偿方案

根据国务院《关于印发中国水生生态资源养护保护行动纲要的通知》精神，建设单位应当按照有关法律规定，制定项目对生态资源损失的生态补偿方案，采取增殖放流等修复措施，改善水域生态环境，实现渔业资源可持续发展，促进人与自然的和谐发展，维护水生生物多样性。本项目对工程造成的生态资源损失应予以补偿。

8.5.3 生态资源补偿措施

本项目海上工程施工和营运将对海洋生物造成一定程度的影响，业主应予以一定的生态补偿。

(1) 生态补偿金额

根据估算，本项目海洋生态损失赔偿总额约为 92.7570 万元。

(2) 生态补偿措施

对于建设项目施工及营运期间对海洋生物资源造成的损失，项目建设单位应与主管部门协商，就工程建设造成生物资源损失制定合理的补偿计划。补偿金专款用于海洋渔业资源与生态环境的恢复。主要生态补偿措施包括：资源增殖放流、人工鱼礁建设、底播增殖、保护区建设等。具体补偿方案与相关部门协商确定。

本项目造成的生态资源损失主要包括底栖生物和渔业资源的损失，造成的生态损失赔偿总额约为 92.7570 万元。国内外长期从事渔业资源研究的专家研究证实，在渔业资源衰退或受损的情况下，除了降低捕捞强度和减少海洋环境污染及生境破坏之外，从根本上恢复渔业资源、改良资源结构、增加渔业生产，进行渔业资源的人工增殖放流是重要、快捷的有效措施。通过增殖放流，可以迅速弥补本项目施工和营运等因素对海洋渔业资源造成的损失。

(3) 增殖放流

1) 增殖放流区域的选择

根据《农业农村部关于做好“十四五”水生生物增殖放流工作的指导意见》，项目选择在附近汕尾碣石湾农渔业区海域适合进行增殖放流的海域。

2) 增殖放流品种选择原则

本地原种或子一代的苗种或亲体；能大批量人工育苗；品质优良（属优质经济鱼、虾类、贝类）；适应工程附近海域生态环境且生势良好；工程附近海域自

然生态状况中曾经拥有的种类，确需放流其他苗种的，应当通过省级以上渔业行政主管部门组织的专家论证；鱼类品种以恋礁性鱼类、适合转产转业和发展游钓休闲渔业品种为主，或在资源结构中明显低于自然生态状况中的比例，资源衰退难以自然恢复；禁止使用外来种、杂交种、转基因种以及其他不符合生态要求的水生生物物种进行增殖放流。

3) 增殖放流备选品种

根据《农业农村部关于做好“十四五”水生生物增殖放流工作的指导意见》，项目附近海区适宜增殖放流的备选品种如下：花鲈、青石斑鱼、斜带石斑鱼、布氏鲷、大黄鱼、紫红笛鲷、红笛鲷、真鲷，平鲷，黑鲷、黄鳍鲷、断斑石鲈、花尾胡椒鲷、斑节对虾、长毛对虾、墨吉对虾、刀额新对虾、中国鲎*、绿海龟*、日本海马等。

4) 增殖放流苗种规格质量

鱼苗体长应在 5cm 以上；虾苗体长应在 1cm 左右。放流苗种应当来自有资质的生产单位、检验机构认可。

5) 增殖放流计划

在项目施工结束根据实际情况开始实施海洋生物增殖放流，每年的增殖放流工作安排在南海区伏季休渔期间内的 5 月下旬至 7 月上旬，以避开高强度捕捞压力时间，提高增殖放流效果，应连续增殖放流 3 年。

6) 增殖流放前后的管理

放流前清理放流区域的作业，并划出一定范围的临时保护区，放流后加强巡逻管理。

8.6 陆域生态环境保护措施及可行性分析

碣石水闸闸区范围内主要设施有闸顶通行道路、道路两侧栏杆及水闸两侧的现状道路和碣石公园及碣石文化广场内的园林绿化，因水闸工程施工、导流围堰堆筑、临时支护措施施工、施工机械及车辆碾压、施工生活营区的搭建、施工材料堆放加工厂及临时堆土场的场地平整，势必会破坏工程区域内的现有设施，工程施工后期应对区域设施进行恢复。

为减少项目陆域占地对陆域生态环境的影响，制定生态保护措施：

(1) 树池、花池、麻石地面、水泥地面、围墙、绿化等恢复需参照公园及

文化广场的现有的规格形式进行恢复、以保持公园及文化广场园林景观绿化的整体统一性。

(2) 项目严格控制施工临时用地范围，避免超范围占用，尽量减轻对植被的破坏，为使周边植被免遭进一步破坏，不允许在施工区外堆土方。

(3) 本项目施工过程应科学规划及加强管理，严禁随意占压、扰动和破坏地表，临时堆土区做好拦挡、排水和覆盖措施。

(4) 施工人员加强环保教育和管理，避免对周边环境的进一步破坏。

(5) 应采取防治水土流失的排水工程，建设临时集排水渠、沉砂池等措施，同时科学组织施工时序，尽量避开雨季及暴雨天气施工，减缓因施工造成的水土流失。

施工期采取的陆域生态环境保护措施均是常规的环保措施，在国内外类似工程中应用广泛，在经济、技术等方面可行。

8.7 建设项目环境保护设施和对策措施一览表

建设项目环境保护设施和对策措施一览表见表 8.7-1。

表 8.7-1 建设项目环境保护设施和对策措施一览表

阶段	污染影响项目	影响因素	环保对策措施	预期效果
施工期	施工机械及运输车辆尾气，扬尘	大气环境	洒水抑尘，低硫燃料油，加强绿化、道路清洁，定期对车辆进行检查	不对周围大气环境造成明显不良影响
	施工设备、车辆噪声	声环境	设备选型，减振，加强保养，避免夜间施工，施工车辆在经过各敏感点路段时禁止鸣笛，减少高噪音作业时	不对周围声环境造成明显不良影响
	施工人员生活污水	水质、沉积物	收集后，排入碣石镇污水处理厂，综合处理达标后排放	不对附近水质，沉积物环境造成明显不良影响
	施工人员生活垃圾		由统一收集后由环卫部门统一清运	
	施工生产废水		设置沉砂池，处理洒水回用	
	施工建筑垃圾		综合回收利用，不可利用的部分运输至指定场地	
	疏浚土		部分项目自用，剩余部分运至海洋倾倒区	
	疏浚悬浮泥沙		保养机械和日常检查，维持正常工作状态，控制施工进度，合理安排施工计划	尽量减少悬浮泥沙扩散范围
	项目建设对生态的影响	生态	增殖放流，生态补偿	使受到破坏的生态环境尽快恢复
营运期	通行车辆尾气	大气环境	禁止不合格车辆上路，进行交通管控；道路绿化	不对周围大气环境造成明显不良影响
	水闸水泵运行噪音	声环境	应采用隔声和减振措施、合理安排作业时间	不对周围声环境造成明显不良影响
	通行车辆交通噪声		对通行车辆进行交通管控，控制鸣笛	
	工作人员生活污水	水质、沉积物	接入市政管网，进入碣石镇污水处理厂综合处理	不对附近水质，沉积物环境造成明显不良影响
	管理人员生活垃圾	固废	统一收集后，由环卫部门定期清运	不对周边环境造成影响
	漂浮垃圾		打捞上岸后，由环卫部门定期清运	
	自然灾害风险及突发环境事件风险	环境风险	采取风险防控措施，制定溢油风险事故应急预案	尽量降低发生风险事故的可能性

9 环境影响经济损益分析

环境影响经济损益分析是针对项目的性质和当地的具体情况，确定环境影响因子，从而对项目环境影响范围内的环境影响总体作出经济评价。分析建设项目的社会、经济和环境损益，评价建设项目环境保护投资的合理性以及环境保护投资的效益，促进项目建设的社会、经济和环境效益的协调统一和可持续发展。

9.1 环境保护设施和对策措施的费用估算

本工程总投资估算为 9904.17 万元，通过估算，本项目环保投资约 300 万元，约占工程总投资的 3.03%，详见表 9.1-1。环保投资比例合理，从经济角度论证，该环境保护措施投资对业主来讲是可接受的。

表 9.1-1 工程环保设施投资估算表

类别	措施		金额（万）
水污染防治	施工期	生活污水收集装置	3
		冲洗废水池	1
		含油污水及施工废水收集处理设施	10
大气污染防治	施工期	喷淋设施、洒水降尘设备、施工围挡、绿化等	8
固体废物污染防治	施工期	生活垃圾收集箱、建筑垃圾及时清运至政府部门指定地点堆放	5
		疏浚物、弃土处理	25
		泥浆、钻渣处理	2
	营运期	生活垃圾收集箱等	1
噪声污染防治	采用低噪声设备，加强设备维修保养		5
风险应急	配备应急物资及应急通信设施		15
环境监测	施工期	环境监理	25
		环境监测	50
	营运期	环境监测	15
生态	海域生态资源补偿		92.7570
	陆域生态恢复		10
预留费用（不可预测费用）			32.243
总计			300

9.2 环境保护的经济损益分析

9.2.1 环境影响负效益分析

环境经济影响负效益分析是指采取相应环保措施后，工程项目仍然可能造成

的环境损失，本工程的环境经济损失主要包括生态破坏经济损失、水污染经济损失、沉积物污染经济损失等。

一、生态破坏经济损失

在工程建设中，由于建设施工作业改变了生物的原有栖息环境，水闸拆除，建设产生的悬浮泥沙以及构筑物建设对底栖生物和潮间带生物的影响是最大的，少量活动能力强的底栖种类逃往别处，大部分底栖种类将被掩埋、覆盖，除少数能够存活外，绝大多数将死亡。工程施工属于短期行为，悬浮泥沙影响也属于短期、可恢复性质。悬浮物浓度增加引起的水质超标也属于短期、可恢复性质，不会产生长期的、不可恢复性的不良影响。以上生态环境损失，部分是永久性损失（如构筑物占海区底栖生物和潮间带生物的损失），有些可以通过适当的环保措施来减缓直至消除。有些是阶段性的，如施工水域附近局部海域水体悬浮物增加导致浮游生物受到损害，施工期的扰动影响将随施工结束而逐渐消失。据前文估算，本项目工程总生态赔偿额为：底栖生物 14.4555 万元，鱼卵 27.5520 万元、仔稚鱼 49.8300 万元、游泳生物 0.9195 万元，赔偿总额约为 92.7570 万元。

二、水污染经济损失

水体污染通常是指受人为因素而引起的，即由于废污水的排放，使得起初为清洁的天然水体水质超标，导致水体功能减弱或丧失而遭受的经济损失。建设项目引起水质污染的原因是多方面的，从环境影响角度，本项目主要是指施工期产生的水污染物主要为施工产生的悬浮物、施工人员产生的生活污水、施工废水。根据工程分析，本项目对水质环境的影响主要来源于疏浚施工、水闸主体施工。根据水质预测结果，施工引起悬浮泥沙扩散所影响的区域限于施工区附近海域，影响范围和程度均较小。

三、沉积物环境损失

项目建设过程中，对海洋沉积物的影响主要是水工构筑物施工等施工作业对沉积物的影响，项目对沉积物的影响主要为两个方面，一方面疏浚引起水质中悬浮泥沙增多，通过影响水质而对沉积物造成的间接影响；另一方面水工构筑物直接占用水域，会改变所在水域的沉积物环境彻底发生变化。根据沉积物质量调查，评价区沉积物质量现状良好，施工过程对水质的影响较小，对沉积物造成的间接影响不明显。因此，周围海域沉积物环境质量不会因本项目的影响而产生明显变化，即沉积物质量状况仍将基本保持现有水平。

9.2.2 环境正效益分析

环境经济收益是指在采取环境保护措施后所得到的直接和间接效益。直接效益为资源、能源的回收利用所产生的收益；间接效益为由于污染物的削减而产生的环境效益。对本建设项目来说，环境经济效益只由间接效益组成。

根据本报告前述章节的相关分析可知，在不采取任何环保措施的情况下，工程环境污染的范围和程度将成倍增大，资源的损失和环境污染损失也同样以倍数增加；在采取环境保护措施后，可以使建设工程产生的环境影响被控制在最小范围和最低程度，进而也能在一定程度上减少资源的损失。因此，建设工程污染防治措施的环境经济效益还是比较明显的。通过落实各项环境保护措施将工程对评价区域的环境质量的负面影响减至最低，在取得明显的经济效益、社会效益的前提下保证了“可持续发展”。

1、经济效益分析

本工程属于公益性水利建设项目，工程实施后，闸站的设计防潮防洪标准将达到重现期 50 年一遇，将会减轻洪涝灾害对国民经济及人民生命财产的威胁，减少了因洪涝造成的重大经济损失。工程的实施提高了防灾减灾能力，保障了碣石镇人民生命财产安全，促进社会的稳定和谐。

本工程的效益不是直接创造财富，而是修建本工程后减少人民群众的洪灾损失。洪灾和淹没损失的大小与暴雨的强度、历时、雨量、涝灾面积和深度以及村镇工农业总产值等诸多因素有关。基于上面的分析，本工程实施后的经济效益主要表现为防洪排涝减灾效益，本工程主要任务是防潮防洪。

2、社会效益分析

碣石桥闸的功能是以行洪、挡潮为主。因此，本次项目的工程任务是对现有水闸进行拆除重建，恢复及发挥桥闸行洪、挡潮功能。同时，碣石大桥桥闸为联系碣石镇圩与乌泥港、碣南等最便捷的通行要道，具有公路交通的工程任务。

碣石大桥桥闸建于上世纪 1969 年，经过近 50 多年的运行，受洪水、浪潮及自然灾害的破坏，整体老化严重，抗滑稳定、渗流稳定、闸顶高程、消能防冲、结构强度不满足规范要求，大部分项目的建筑物存在问题至今未进行处理，险工、隐患仍存在，影响水闸安全。

本工程根据水闸现状存在的诸多工程严重问题重建碣石水闸，保障防洪防潮

安全，以适应当地经济发展，保证人民生命财产安全发挥更大的作用，进一步促进当地社会经济的发展。

9.2.3 环境保护的技术经济合理性

本项目环境保护投资费用约为 300 万元，从环境保护角度而言，该环境保护措施投资对建设单位是可接受的，从经济角度论证，该项目的环境保护措施是可行的。

项目投资对区域经济社会发展具有拉动作用，项目对促进当地经济和社会的可持续发展等都将起着十分积极的意义。同时，本工程的施工建设会给项目所在生态环境带来一定负面的影响，但是，与本工程带来社会效益比较而言，这些由环境影响造成的损失是可以接受的。同时，在项目施工建设中，建设单位也将采取一定的环境保护措施来降低环境污染，努力将环境影响控制在最小范围和最低程度，并且这些环保措施是该类工程建设应用比较成熟的技术措施。因此，项目所采取的污染防治方法与环境保护措施在技术、经济上是合理的、可行的。

10 环保政策及规划符合性分析

10.1 产业政策符合性分析

本项目为水闸除险加固项目，属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中第一类鼓励类中的“二、水利类—7、病险水库、水闸除险加固工程”，且本项目通过对碣石大桥水闸进行重建，项目的建设可完善区域的防洪潮体系，提高区域防洪防潮标准，提高流域抗灾减灾能力，改善区域环境，进而促进区域的发展，为附近广大群众的生命财产安全提供可靠的基础设施。因此，本项目建设符合国家产业政策要求。

根据《市场准入负面清单》（2022 年版）与市场准入相关的禁止性规定的禁止措施：禁止在海洋生态保护红线区内实施围填海、采挖海砂、新增入海陆源工业直排口，以及其他可能对典型生态系统产生不利影响的开发利用活动。严格控制海洋生态保护红线区内河流入海污染物排放，控制渔业养殖规模。项目水闸建设不占用生态保护红线。项目不涉及围填海、采挖海砂、不新增入海陆源工业直排口。项目施工期会暂时对海洋生态造成影响，项目建成后不会对海洋生态系统造成严重的影响。项目不涉及内河污染物排放、渔业养殖。综上，项目不属于与市场准入相关的禁止性规定。

表 10.1-1 与市场准入相关的禁止类规定（节选）

禁止措施	设立依据	管理部门
禁止在海洋生态保护红线区内实施围填海、采挖海砂、新增入海陆源工业直排口，以及其他可能对典型生态系统产生不利影响的开发利用活动。严格控制海洋生态保护红线区内河流入海污染物排放，控制渔业养殖规模	《中共中央国务院关于加快推进生态文明建设的意见》（中发[2015]12 号）	生态环境部、自然资源部

根据《市场准入负面清单（2022 年版）》，本项目建设不属于“禁止准入类”，属于需“许可准入类”中“82 未获得许可，不得从事特定水利管理业务或开展相关生产建设项目”，项目建设符合《市场准入负面清单（2022 年版）》。

本项目为水闸重建建设工程，不属于《市场准入负面清单（2022 年版）》限值准入和禁止类项目，为允许准入类项目，符合规定要求。

10.2 与海洋功能区划符合性分析

10.2.1 与《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》的符合性分析

10.2.1.1 项目所在海域及周边海域海洋功能区划

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

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》，项目所在海域海洋功能区为碣石湾农渔业区。项目周边海域海洋功能区还包括：金厢旅游休闲娱乐区、田尾山工业与城镇用海区、石湾西部工业与城镇用海区和施公寮港口航运区。各功能区与本项目的地理位置关系见表 10.2.1-1，各功能区的海域使用管理和海洋环境保护管理要求见 10.2.1-2，各功能区分布见图 10.2.1-1。

表 10.1.1-1 本项目周边海域海洋功能区划分布直线距离表

序号	海洋功能区名称	与本项目的方位关系及最短距离	功能区
1	碣石湾农渔业区	占用	农渔业区
2	金厢旅游休闲娱乐区	西北侧 2.40km	旅游休闲娱乐区
3	田尾山工业与城镇用海区	南侧 0.65km	工业与城镇用海区
4	碣石湾西部工业与城镇用海区	西侧 18.70 km	工业与城镇用海区
5	施公寮港口航运区	西南侧 20.20km	航运区
6	遮浪海洋保护区	西南侧 24.35km	海洋保护区

表 10.1.1-2 广东省海洋功能区划登记表（摘自《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》）

序号	代码	功能区名称	地区	地理范围 (东经、北纬)	功能区类型	面积(公顷) 岸段长度(米)	管理要求	
							海域使用管理	海洋环境保护
128	A5-29	金厢旅游休闲娱乐区	汕尾市	东至: 115°46'23" 西至: 115°42'33" 南至: 22°49'58" 北至: 22°51'06"	旅游休闲娱乐区	411 7277	1.相适宜的海域使用类型为旅游娱乐用海; 2.保障解缆渔港、人工鱼礁用海需求; 3.禁止在沙滩上建设永久性构筑物,保护砂质海岸; 4.依据生态环境的承载力,合理控制旅游开发强度。	1.保护近岸海域生态环境; 2.生产废水、生活污水须达标排海; 3.执行海水水质二类标准,海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。
127	A1-16	碣石湾农渔业区	汕尾市	东至: 115°49'00" 西至: 115°31'21" 南至: 22°45'11" 北至: 22°54'24"	农渔业区	17434 91757	1.相适宜的海域适用类型为渔业用海; 2.保障金厢渔港、碣石渔港、人工鱼礁用海需求; 3.保留海马洲旅游区、乌坎港区、金厢港区的用海; 4.经过严格论证,保障核电等工业发展的用海需求; 5.严格控制螺河河口海域、乌坎港、碣石渔港的围填海;	1.保护碣石湾生态环境; 2.保护鲍、海马等重要渔业品种; 3.严格控制养殖自身污染和水体富营养化,防治外来物种入侵; 4.加强渔港环境污染治理,生产废水、生活污水须达标排海; 5.执行海水水质二类标准,海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。

序号	代码	功能区名称	地区	地理范围 (东经、北纬)	功能区类型	面积(公顷) 岸段长度(米)	管理要求	
							海域使用管理	海洋环境保护
							6.合理控制养殖规模和密度; 7.维护河口海域防洪纳潮功能,维持航道畅通。	
129	A3-26	汕尾市工业与城镇用海区	汕尾市	东至: 115°50'30" 西至: 115°45'56" 南至: 22°42'55" 北至: 22°48'35"	工业与城镇用海区	4183 15382	1.相适宜的海域使用类型为造地工程用海、工业用海; 2.保障核电用海需求,在基本功能未利用前,保留浅海增殖养殖等渔业用海; 3.适当保障港口航运用海需求; 4.围填海须严格论证,优化围填海平面布局,节约集约利用海域资源; 5.工程建设及营运期间采取有效措施降低对周边功能区的影响; 6.加强对围填海、温排水的动态监测和监管。	1.加强海洋环境监测,建立完善的应急体系; 2.基本功能未利用前,执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准; 3.工程建设期间及建设完成后,执行海水水质三类标准、海洋沉积物质量二类标准和海洋生物质量二类标准。

序号	代码	功能区名称	地区	地理范围 (东经、北纬)	功能区类型	面积(公顷) 岸段长度(米)	管理要求	
							海域使用管理	海洋环境保护
126	A3-25	碣石湾西部工业与城镇用海区	汕尾市	东至: 115°36'25" 西至: 115°31'17" 南至: 22°42'51" 北至: 22°51'15"	工业与城镇用海区	3445 24141	1.相适宜的海域使用类型为造地工程用海、工业用海; 2.保障大湖渔港用海需求,在基本功能未利用前,保留白沙湾增殖等渔业用海; 3.适当保障港口航运用海需求; 4.保护海埔圩-角仔砂质海岸、基岩海岸; 5.围填海须严格论证,优化围填海平面布局,节约集约利用海域资源; 6.加强对围填海的动态监测和监管。	1.严格控制养殖自身污染和水体富营养化,防止外来物种入侵; 2.基本功能未利用前,执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准; 3.工程建设期间及建设完成后,执行海水水质三类标准、海洋沉积物质量二类标准和海洋生物质量二类标准。
125	A2-25	施公寮港口航运区	汕尾市	东至: 115°36'16" 西至: 115°32'55" 南至: 22°41'04" 北至: 22°45'31"	航运区	2207 5693	1.相适宜的海域使用类型为交通运输用海; 2.适当保障临海能源工业用海; 3.维持航道畅通,维护海上交通安全; 4.在施公寮半岛东部、北部海域基本功能未利用前,保留浅海增殖等渔业用	1.加强港区环境污染治理,生产废水、生活污水须达标排海; 2.执行海水水质三类标准,海洋沉积物质量二类标准和海洋生物质量二类标准。

序号	代码	功能区名称	地区	地理范围 (东经、北纬)	功能区类型	面积(公顷) 岸段长度(米)	管理要求	
							海域使用管理	海洋环境保护
							海及部分洄游鱼类用海; 5.保护基岩海岸及施公寮半岛北部砂质海岸; 6.围填海须严格论证,优化围填海平面布局,节约集约利用海域资源; 7.工程建设及营运期间采取有效措施降低对汕尾市遮浪角东人工鱼礁海洋生态市级自然保护区的影响; 8.加强用海动态监测和监管。	
229	B6-31	遮浪海洋保护区	汕尾市	东至: 115°36'19" 西至: 115°34'18" 南至: 22°39'42" 北至: 22°42'10"	海洋保护区	819	1.相适宜的海域使用类型为特殊用海; 2.严格按照国家关于海洋环境保护以及自然保护区管理的法律、法规和标准进行管理。	1.保护人工鱼礁礁体及海域生态环境; 2.加强保护区海洋生态环境监测; 3.执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。

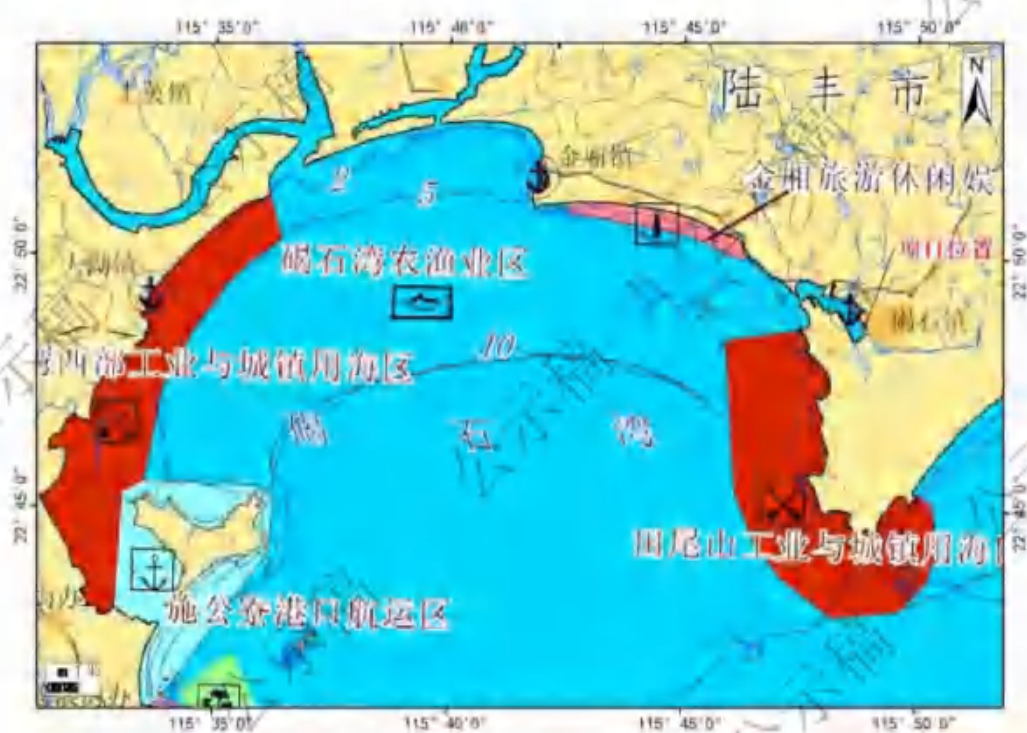


图 10.2.1-1 项目所在及周边海域海洋功能区分布图 (广东省)

10.2.1.2 项目用海对海洋功能区的影响分析

项目所在海洋功能区为《广东省海洋功能区划（2011—2020 年）》中的碣石湾农渔业区，本项目为陆丰市碣石大桥水闸重建工程。本次项目的工程任务是对现有水闸进行拆除重建，恢复及发挥桥闸行洪、挡潮功能。工程实施后提高了水闸及连接堤的设计标准，有利于维护区域防洪纳潮功能；工程占用海域面积较小，施工期围堰水下部分拆除需使用挖掘机，施工周期较短，项目周边无航道分布，项目对海上交通基本无影响。

项目建设完成后服务于挡潮、排涝、蓄淡兼顾船只回港内避风，不影响碣石渔港、人工鱼礁等用海需求，不影响港口航运、工业与城镇、旅游娱乐用海需求。

本项目在施工和营运的过程中不会对周围的海洋功能区产生大的影响。项目建设和营运必须按照《广东省海洋功能区划（2011—2020 年）》有关的要求，加强管理，维护海洋功能区的正常运行。

10.2.1.3 与功能区划的符合性分析

项目占用的海洋功能区为碣石湾农渔业区，项目用海占用海洋功能区的海域使用管理和海洋环境保护管理要求符合性分析见表 10.2.1-3。

表 10.2.1-3 项目用海与所在海域海洋功能区管理要求符合性分析

功能区名称	管理要求	用海分析	相符性
碣石湾农渔业区	海域使用管理 1.相适宜的海域使用类型为渔业用海； 2.保障金厢渔港、碣石渔港、人工鱼礁用海需求； 3.保留海马洲旅游区、乌坎港区、金厢港区的用海； 4.经过严格论证，保障核电等工业发展的用海需求； 5.严格控制螺河河口海域、乌坎港、碣石渔港的围填海； 6.合理控制养殖规模和密度； 7.维护河口海域防洪纳潮功能，维持航道畅通。	1.本项目为水闸重建工程，为《汕尾市水利发展“十四五”规划》中推动实施的病险水闸除险加固工程之一，与规划不冲突； 2.本项目对水闸进行重建，以满足行洪、挡潮功能，保障周边人民生命财产安全，建设过程中不占用碣石渔港用海的需求； 3.项目的建设不占用海马洲旅游区、乌坎港区、金厢港区的用海区域； 4.项目的建设不影响核电等工业发展的用海需求； 5.本项目申请海域不涉及围填海工程； 6.本项目不进行养殖活动； 7.本项目对碣石大桥水闸进行重建，完善区域防洪减灾工程体系，工程实施后提高了水闸及连接堤的设计标准，有利于维护区域防洪纳潮功能。	相符

海洋 环境 保护	1.保护碣石湾生态环境； 2.保护鲍、海马等重要渔业品种； 3.严格控制养殖自身污染和水体富营养化，防止外来物种入侵； 4.加强渔港环境污染治理，生产废水、生活污水须达标排海； 5.执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。	1.项目建设过程中采取生态保护措施，对碣石湾的影响较小； 2.项目对水闸进行重建，不进行捕捞活动，基本对鲍、海马等重要渔业品种不造成影响； 3.本项目不进行养殖活动； 4.本项目为水闸的建设，施工期废水均收集处理，不在海域排放； 5.根据海洋现状调查可知，现在项目所在海域海洋环境现状良好，项目施工造成的悬浮物扩散影响范围仅在工程附近，且工程结束后，悬浮泥沙的影响将会消失；施工污水经统一收集处理不排海。运营期，本工程是维护该区域经济社会功能的重要基础设施，属于非污染环境项目，工程设施本身和工程运行并不产生污染，项目所在海域海洋环境基本与海洋环境保护要求相符，项目建设及营运对海洋环境的影响也较小。	相 符

综上所述，本项目用海与《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》（2012 年）所属海洋功能区管理要求是相符的。

10.2.2 与《汕尾市海洋功能区划》的符合性分析

根据《汕尾市海洋功能区划》，项目所在海域海洋功能区为碣石排污区，附近的功能区有碣石渔港区和陆丰浅海贝类增殖区。与所在功能区划符合性分析可见 10.2.2-3。

本次项目的工程任务是对现有水闸进行拆除重建，恢复及发挥桥闸行洪、挡潮功能。工程实施后提高了水闸及连接堤的设计标准，有利于维护区域防洪纳潮功能；工程占用海域面积较小，施工期围堰水下部分拆除需使用挖掘机，施工周期较短，项目周边无航道分布，项目对海上交通基本无影响。

项目建设完成后服务于挡潮、排涝、蓄淡兼顾船只回港内避风，不影响碣石渔港、人工鱼礁等用海需求，不影响港口航运、工业与城镇、旅游娱乐用海需求。

本项目在施工和营运的过程中不会对周围的海洋功能区产生大的影响。

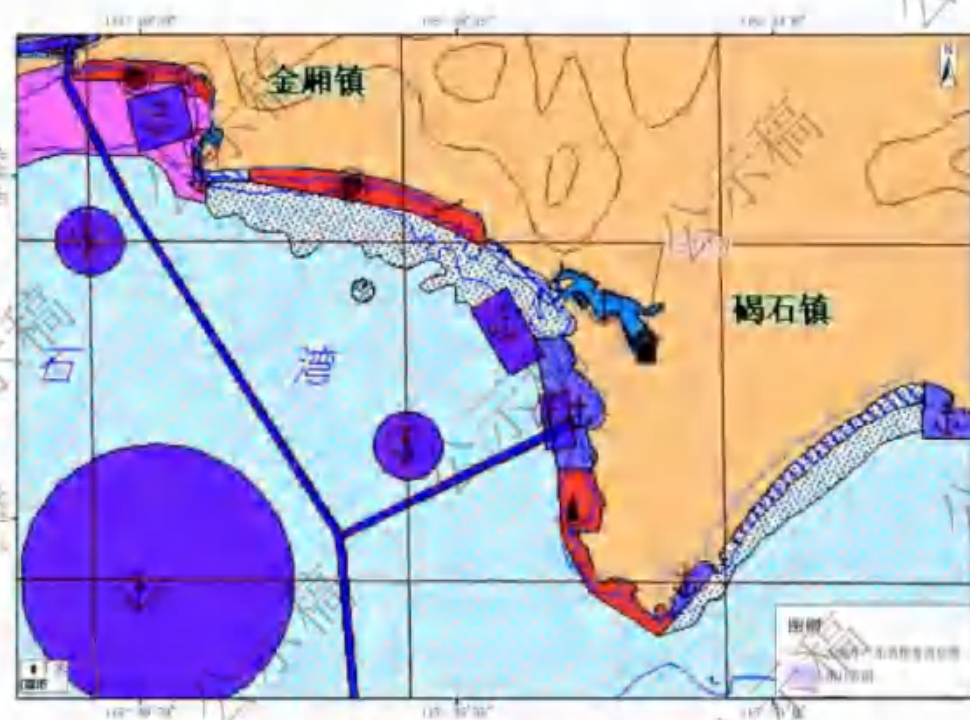


图 10.2.2-1 项目所在及周边海域海洋功能区分布图（汕尾市）

表 10.2.2-2 汕尾市海洋功能区划登记表

一级类	二级类			地理范围	地理座标		面积 (hm ²)	使用现状	管 理 要 求	备注
					东 经	北 纬				
2 渔业资源利用和养护区	1.1 港口区	1.1.6	陆丰港区碣石作业区	位于碣石盐田西部海域	东至:115°48'09" 西至:115°47'01"	南至:22° 46' 40" 北至:22° 48' 38"	413.8	中型港口	港区水域执行不低于四类海水水质标准, 严控围填海, 严禁在规划港口区内建设其他永久性设施。	
2 渔业资源利用和养护区	2.3 增殖区	2.3.2	陆丰浅海贝类增殖区	西至金厢角, 东至甲子角	东至:116°05'09" 西至:115°41'46"	南至:22° 44' 17" 北至:22° 50' 59"	3673.9	现为增殖区	适度投苗增殖, 加强管理和保护, 执行不低于二类海水水质标准。	
9 特殊利用区	9.3 排污区	9.3.2	碣石排污区	位于碣石渔港东南部海域	115°48'50"	22° 48' 31"	6.0	排污沟出口	加强陆源污染物的处理, 解决本海区污染问题。	

表 10.2.2-3 项目用海与所在海域海洋功能区管理要求符合性分析（汕尾市）

功能区名称	管理要求	用海分析	相符性
碣石排污区	海域使用管理 加强陆源污染物的处理，解决本海区污染问题	本项目为陆丰市碣石大桥水闸重建工程。对现有水闸进行拆除重建，恢复及发挥桥闸行洪、挡潮功能。工程实施后提高了水闸及连接堤的设计标准，有利于维护区域防洪纳潮功能，施工期产生的固废和废水均进行收集处理不在海域排放，营运期为水闸基本不产生污染物。	相符

综上所述，本项目用海与《汕尾市海洋功能区划》所属海洋功能区管理要求是相符的。

10.3 与《广东省近岸海域环境功能区划》符合性分析

根据广东省人民政府办公厅文件《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办〔1999〕68号），为了保护和改善我省海洋生态环境，防止海洋环境污染，保证沿海地区经济发展战略的实施和社会、经济、环境协调发展及海洋资源的永续利用，广东省政府办公厅组织编制了《广东省近岸海域环境功能区划》，对广东省近岸海域划定188个环境功能区。

根据广东省近岸海域环境功能区划，如表10.3-1所示，本项目不在广东省近岸海域环境功能内，最近功能区为湖东养殖区、渔业功能区，主要功能为渔业，执行二类海水水质标准。

本项目为碣石大桥桥闸重建工程，项目建设能够加强桥闸行洪、挡潮功能，保障周边人民生命财产安全，不与功能区的主要功能冲突。本项目施工期产生的污染物均妥善处置，不直接排海；营运期基本不产污，项目水质环境能维持现有良好水平，符合《广东省近岸海域环境功能区划》要求。

表10.3-1 广东省近岸海域环境功能区划表

标识号	行政区	功能区名称	范围	平均宽度(km)	长度(km)	主要功能	水质目标
407	汕尾市	金厢盐业、养殖、旅游功能区	西澳农场至金厢角	2.2	12	盐业、养殖、旅游	二

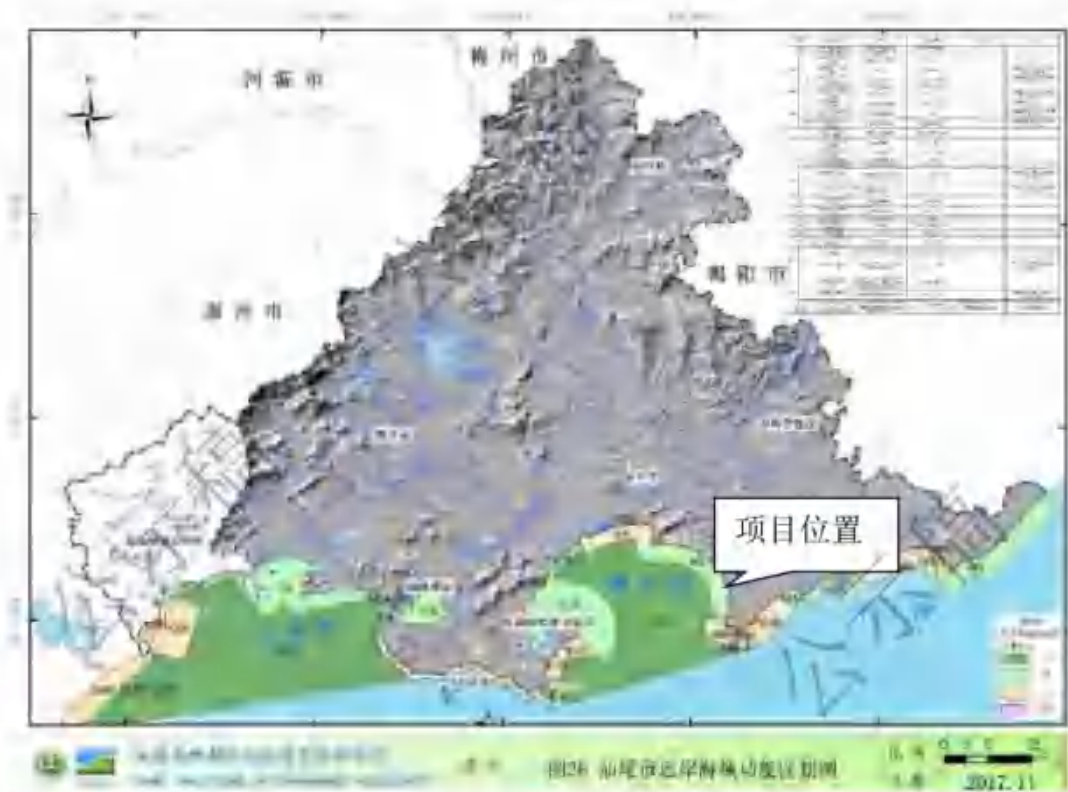


图 10.3-1 广东省近岸海域功能区划图

10.4 与国土空间规划分区符合性分析

10.4.1 项目海域国土空间规划分区基本情况

紧紧围绕广东省委省政府“1+1+9”工作部署和“一核一带一区”区域发展格局，落实“百县千镇万村高质量发展工程”和汕尾市委“三五三”工作谋划，聚焦“奋力裂变发展，实现蓝色崛起”的总目标，坚持以人民为中心，坚持生态优先、绿色发展，立足新发展阶段，顺应新时代国土空间治理要求，建立国土空间规划体系的战略部署，按照统一底图、统一标准、统一规划、统一平台的“四统一”原则，围绕深化用途管制与“放管服”改革，构建高质量发展的国土空间格局和支撑体系，形成推进现代化新陆丰建设的一本规划、一张蓝图，努力建设宜居宜业宜游的美丽新陆丰。国土空间开发利用格局：“一核两极多支点”增强汕尾、阳江的战略支点功能，打造珠三角产业转移承载地、产业链延伸区和产业集群配套基地；增强韶关、清远、云浮、河源、梅州等北部生态发展区地级市中心城区的综合服务功能，进一步提升中心城区人口和产业承载能力。规划提出，构建全域感知的灾害识别体系，推动建设全域覆盖、动静结合、三维立体的智能化基础设施和感知体系，协同城市安全运营、应急响应和灾情评估与灾后恢复，

提高智慧防灾减灾救灾能力。

本项目属于碣石大桥桥闸重建工程，工程建设起到挡潮、排涝的作用，能够保护该地区抵御风暴潮及洪水侵袭，对保障当地经济社会和谐快速发展具有重要意义。因此，项目建设符合《广东省国土空间规划（2021—2035年）》。

根据《陆丰市国土空间总体规划（2021—2035年）》，本项目位于陆丰市海洋空间保护利用分区中的渔业用海区—红海湾—碣石湾渔业用海区，项目相邻金厢生态保护区。

根据《陆丰市国土空间总体规划》，“渔业用海区开发利用范围内采用“分区管理+用海准入”管理方式，严禁布局国家产业政策淘汰类、限制类项目，严格限制开展对海洋生态环境、海洋经济生物繁殖生长有较大影响的开发活动。海域利用区的污水和生活垃圾必须科学处置、达标排放，禁止直接排入海域，减少对海域环境的污染”。本项目为碣石大桥水闸建设项目，不属于国家产业政策淘汰类、限制类项目。施工期产生的生活垃圾统一收集，由环卫部门收集运走处理；生活污水进行收集处理，均不直接排入海域。

此外，本项目不涉及生态保护红线保护区、生态保护控制区、农田保护区。

10.4.2 项目对海域国土空间规划分区的影响分析

本项目位于红海湾-碣石湾渔业用海区，项目相邻金厢生态保护区。见图 10.4.2-1。

碣石桥闸的功能是以行洪、挡潮为主。因此，本次项目的工程任务是对现有水闸进行拆除重建，恢复及发挥桥闸行洪、挡潮功能。建闸以来对减轻港内的潮灾已起到相当大的作用。多年运用表明，由于水闸实行控制运用，咸水影响范围减少，港内水质逐渐变淡，对改善港内群众农业生产和生活条件有较大提高。

同时，碣石大桥水闸为联系碣石镇圩与乌泥港、碣南等最便捷的通行要道，具有公路交通的工程任务。

本项目施工期采取的生态保护措施：（1）施工场地应加强管理，尽量保持场地平整，土石方堆放坡面应平整，以减少土石方等进入堆放地附近河道。（2）施工材料如油料、化学品不宜堆放在河流水体附近，应远离河流并备有临时遮挡的帆布，防止大风暴雨冲刷而进入水体；加强环境管理，防止施工机械的油料泄漏或废油料倾倒进入水体后引起水污染，建议采取接漏的方式接收施工机械等漏

油。(3) 施工中要严格按照有关技术规范操作, 对施工废水进行必要的处理, 例如设置沉淀池等。(4) 严格控制施工生产中设备用油的跑、冒、滴、漏。(5) 施工人员产生的生活垃圾及清淤的垃圾、漂浮物, 要统一收集, 及时清运。

本项目营运期采取的生态保护措施: (1) 严格控制污染物排放: 及时清理垃圾是运行管理中的重点管理内容, 须严格责任制、有管理细则、有定期抽检督查。以保证河道真正控制污染。(2) 加强垃圾管理: 禁止在工程范围内乱扔垃圾。

(3) 水质污染控制: 严密监控河道水质变化状况, 实行水质预警机制, 发现问题及时解决, 严防汛期水质污染。(4) 做好环境卫生管理: 杜绝乱堆、乱丢垃圾等行为, 环卫部门加强监督巡视, 对工程范围增加保洁人员, 每天负责清捡垃圾, 以保护附近生态环境不受白色垃圾污染。

综上所述, 本项目施工期和营运期均采取生态保护措施, 落实保护措施, 对项目周边海域造成的影响较小。

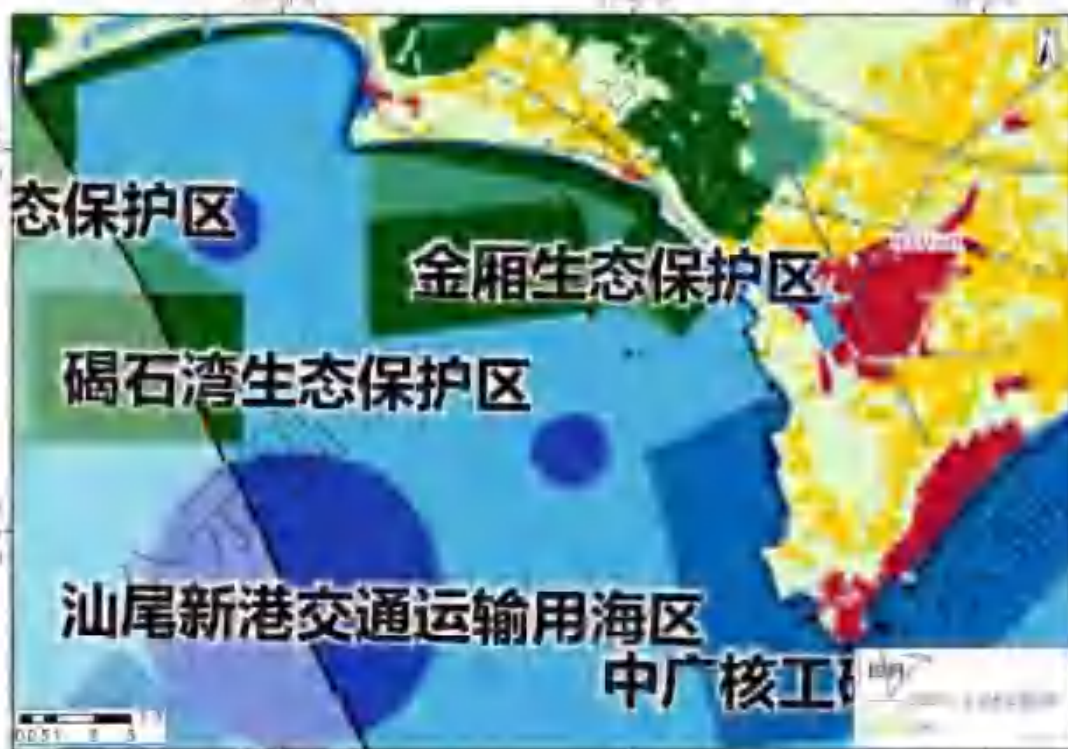


图 10.4.2-1 项目所处国土空间规划分区示意图

10.4.3 项目对海域国土空间规划分区符合性分析

根据《陆丰市国土空间总体规划》“渔业用海区开发利用范围内采用“分区管理+用海准入”管理方式, 严禁布局国家产业政策淘汰类、限制类项目, 严格限制开展对海洋生态环境、海洋经济生物繁殖生长有较大影响的开发活动。海域

利用区的污水和生活垃圾必须科学处置、达标排放，禁止直接排入海域，减少对海域环境的污染”。本项目为碣石大桥水闸建设项目，不属于国家产业政策淘汰类、限制类项目。

本项目为水闸重建项目，属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 29 号）中的第一类鼓励的“二、水利”中的“9、城市积涝预警和防洪工程”。因此本项目属于鼓励类建设项目，项目建设符合国家产业政策要求。对照国家《市场准入负面清单（2022 版）》，本项目不属于禁止准入类。因此本项目不属于国家产业政策淘汰类、限制类项目。

根据第四章的生态影响分析内容，本项目施工建设将造成一定量的海洋生物损失，施工期间造成所在区域水质环境的影响，项目建成后区域水动力变化总体不大，工程建设对海洋生态环境、海洋经济生物繁殖生长的影响不大；项目施工以及运营期均将生活垃圾收集处置，严禁排放入海，不会造成污染物入海。

综上，本项目建设符合《陆丰市国土空间总体规划》（2021—2035 年）中关于渔业用海区的管理与准入要求，项目建设与《陆丰市国土空间总体规划》相符合。

10.5 与“三区三线”划定成果符合性分析

根据中共中央办公厅、国务院办公厅印发《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》：在符合现行法律法规前提下，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动，包括允许必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施建设、防洪和供水设施建设与运行维护。

按照《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142 号）的要求：“规范管控对生态功能不造成破坏的有限人为活动。生态保护红线是国土空间规划中的重要管控边界，生态保护红线内自然保护地核心保护区外，禁止开发性、生产性建设活动。在符合法律法规的前提下，仅允许以下对生态功能不造成破坏的有限人为活动。生态保护红线内自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区等区域，依照法律法规执行。”

2022 年 10 月 14 日，自然资源部办公厅印发《自然资源部办公厅关于北京

等省（市、区）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》（自然资办函〔2022〕2207号），明确广东省完成了“三区三线”划定工作，划定成果符合质检要求，从即日起正式启用，作为建设项目用地用海组卷报批的依据。

（1）项目所在海域海洋生态保护红线

根据《广东省国土空间规划（2020~2035年）》（2022年）“三区三线”中生态保护红线，本项目不占用生态保护红线。本项目与2022年生态保护红线位置关系见表10.5-1和图10.5-1。周边的生态保护红线区有金厢海岸防护物理防护极重要区、金厢镇山门村海岸防护物理防护极重要区、乌坎港上海村海岸防护物理防护极重要区、金厢重要渔业资源产卵场、汕尾海丰鸟类地方级自然保护区、碣石湾长毛对虾重要渔业资源产卵场等。

根据“三区三线”划定成果，工程不占用任何生态保护红线，本工程最近的生态保护红线为金厢海岸防护物理防护极重要区和金厢重要渔业资源产卵场。

表 10.5-1 项目与生态保护红线区位置关系

红线名称	红线类型	相对工程的方位	与本项目最近距离
金厢海岸防护物理防护极重要区	海岸防护物理防护极重要区	西侧	3.34km
金厢镇山门村海岸防护物理防护极重要区		西北侧	16.11km
乌坎港上海村海岸防护物理防护极重要区		西北侧	17.43km
金厢重要渔业资源产卵场	重要渔业资源产卵场	西侧	5.70km
碣石湾长毛对虾重要渔业资源产卵场		西侧	15.08km
汕尾海丰鸟类地方级自然保护区	候鸟及其栖息地	西北侧	20.80km



图 10.5-2 施工期悬浮泥沙扩散与生态保护红线区示意图

本项目水闸涉海工程主要包括水闸、消力池、海漫、左右岸翼墙、隔船段、入海口疏浚、施工围堰等。本项目水闸占用的岸线为人工岸线，水闸上游河宽约

72m 且较为顺直，河道左岸为坡式河堤，右岸为浆砌石直立式河堤。过闸后下游河堤往左侧开拓至 115m，两岸均为浆砌石直立式河堤，堤顶为房屋、厂房等建筑物。水闸设计为原地拆除重建，闸总净宽由 36.3m 增至 55m，根据重建后水闸的布置形式，水闸上下游均需与现状河堤衔接，以使闸区内水流流态稳定及堤岸安全。

(2) 对本项目周边海域海洋生态保护红线区的影响分析：

项目距离附近最近的海洋生态保护红线为金厢海岸防护物理防护极重要区和金厢重要渔业资源产卵场，距离分别为 3.34km 和 5.70km，可见图 10.5-2，施工造成的悬沙影响会扩散到金厢海岸防护物理防护极重要区，但随着工程的结束，该影响也会结束，对周边环境的影响小，施工过程中产生的废水，经统一处理，与施工污水经统一收集处理不排海。项目建设服务于挡潮、排涝，经过严格论证，考虑了周边生态环境保护要求，落实报告书提出的环境动态监测计划，建立完善的应急体系后符合要求。因此，项目对周边海洋生态保护红线区的影响很小。另外，项目附近距离附近海洋生态保护红线均较远，项目施工及运营对项目周边其他海洋生态保护红线影响很小。

因此，项目建设符合“三区三线”的要求。

10.6 与“三线一单”分区管控方案符合性分析

根据《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（粤府〔2020〕71 号）、《汕尾市人民政府关于印发汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（汕府〔2021〕29 号）基本原则：生态优先，绿色发展、分区施策，分类准入、统筹实施，动态管理；能源资源利用要求提出：保障自然岸线保有率。

因此市“三线一单”与省“三线一单”基本原则、能源资源利用要求对自然岸线保有率的要求基本一致，在此以省“三线一单”进行符合性分析：

生态优先，绿色发展。践行“绿水青山就是金山银山”理念，把保护生态环境摆在更加突出的位置，以资源环境承载力为先决条件，将生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线落实到区域空间，持续优化发展格局，促进经济社会绿色高质量发展。

分区施策，分类准入。强化空间引导和分区施策，推动珠三角优化发展，沿

海经济带协调发展、北部生态发展区保护发展，构建与“一核一带一区”相适应的生态环境空间格局。针对不同环境管控单元特征，实行差异化环境准入。

统筹实施，动态管理。依据国家顶层设计，实行省为主体、地市落地、上下联动机制，构建共建共享、分级实施体系。结合经济社会发展和生态环境改善的新形势、新任务、新要求，定期评估、动态更新调整。

“能源资源利用要求”提出：保障自然岸线保有率，提高海岸线利用的生态门槛和产业准入门槛，优化岸线利用方式，提高岸线和海域的投资强度、利用效率。

（1）生态保护红线

根据《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（粤府〔2020〕71号）、《汕尾市人民政府关于印发汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（汕府〔2021〕29号），一般生态空间内，可开展生态保护红线内允许的活动；在不影响主导生态功能的前提下，还可开展国家和省规定不纳入环评管理的项目建设以及生态旅游、畜禽养殖、基础设施建设、村庄建设等人为活动。项目与广东省环境管控单元图叠加示意图详见图 10.6-1，项目与汕尾市环境管控单元图叠加示意图详见图 10.6-2，项目与广东“三线一单”平台截图叠加示意图详见图 10.6-3。汕尾市环境管控单元准入清单（节选）详见表 10.6-1。

按照“三线一单”要求，全省生态保护红线暂采用 2020 年 9 月广东省人民政府报送自然资源部、生态环境部的版本；一般生态空间后续与发布的生态保护红线进行衔接参照《广东省国土空间规划（2020~2035 年）》，本项目海域范围位于《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》和汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案》中的“碣石湾农渔业区一般管控单元”（编码：HY44150030001）

一般管控单元管控要求为：执行区域生态环境保护的基本要求。根据资源环境承载能力，引导产业科学布局，合理控制开发强度，维护生态环境功能稳定。

根据表 10.6-1 和 10.6-2，项目本项目符合生态保护红线、一般生态空间的要求。



图 10.6-1 广东省环境管控单元图

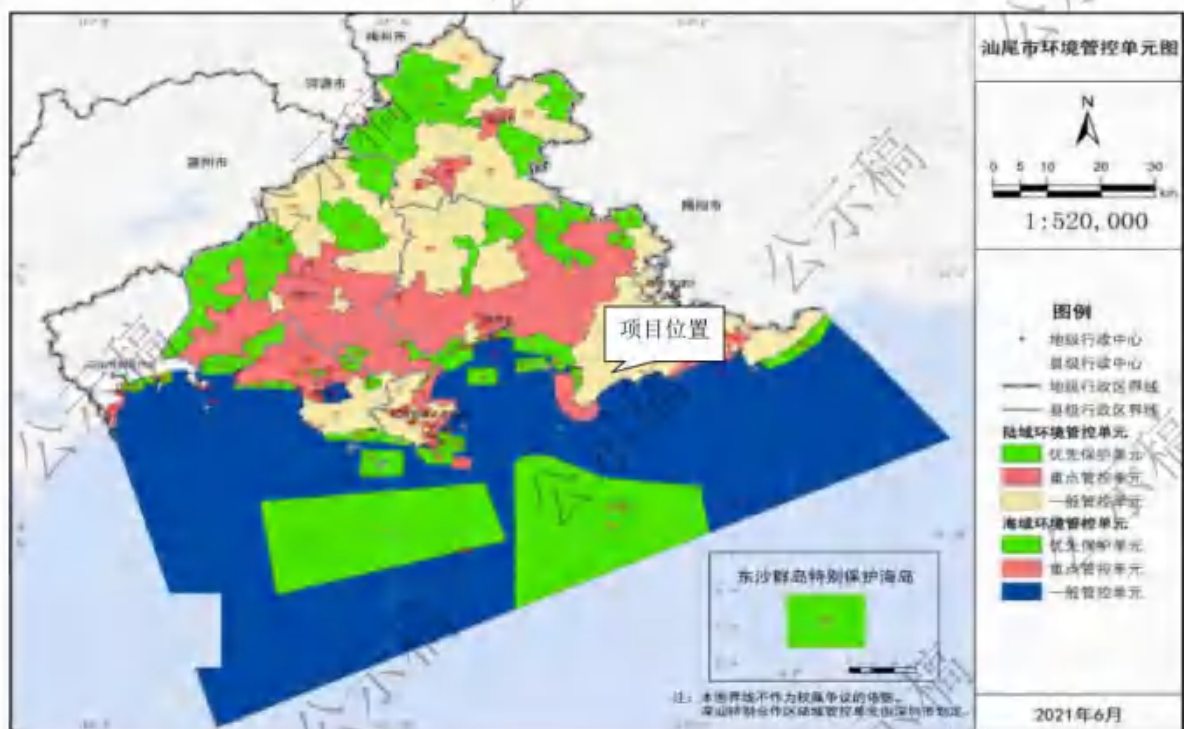


图 10.6-2 本项目与汕尾市“三线一单”生态保护红线叠加示意图



图 10.6-3 本项目与广东省“三线一单”平台近岸海域截图叠加示意图

表 10.6-1 项目与汕尾市环境管控单元准入清单——碣石湾农渔业区相符性分析表

近岸海域环境管控分区编码		HY44150030001	
近岸海域环境管控分区名称		碣石湾农渔业区	
行政区划		广东省汕尾市	
管控单元分类		一般管控单元	
“三线一单”要求		符合性分析	相符性
区域布局管控	1-1.合理保障金厢渔港、碣石渔港、人工鱼礁用海需求。	项目为碣石水闸建设项目，其开发利用不阻碍金厢渔港、碣石渔港、人工鱼礁用海需求。	相符
	1-2.通过科学论证，合理安排海马洲旅游区、马坎港区、金厢港区、核电等工业发展的用海需求。	项目不影响海马洲旅游区、马坎港区、金厢港区用海需求，项目周边无核电等工业设施，距离核电工业规划范围较远。	相符
	1-3.保护碣石湾生态环境、保护鲍、海马等重要渔业品种。	项目不影响鲍、海马等重要渔业品种。	相符
能源资源利用	4-1.严格控制近海捕捞强度，严格执行伏季休渔制度和捕捞业准入制度。	项目不涉及近海捕捞活动。	相符
污染物排放管控	2-1.海水养殖应当科学确定养殖密度，并应当合理投饵、施肥，正确使用药物，防止造成海洋环境的污染。不得将海上养殖生产、生活废弃物弃置海域。	项目不涉及海水养殖。	相符
	2-2.向海域排放陆源污染物，必须严格执行国家或者地方规定的标准和有关规定。	项目施工期产生的污水水均妥善处置，不直接排入海域。	相符
环境风险防控			

(2) 环境质量底线

根据本项目所在区域环境空气质量、海水环境质量、声环境质量监测结果显示，均能满足相关标准要求。

项目施工期水域疏浚作业会对海域水质造成一定影响，但悬浮泥沙扩散范围不大，对海洋生物资源产生一定损害，然而仅在施工期产生环境影响，施工结束影响即消失。项目施工期主要产生的污染物有生活污水及固体废物均得到妥善处理，不在项目海域排放，不会对周边海域海洋功能造成明显影响。

本项目排放污染物对环境空气、海洋水质环境、声环境影响在采取适宜的污染防治措施后，能够维持区域环境质量现状，符合环境功能区要求。

因此，本项目的建设不触及环境质量底线。

(3) 资源利用上线

项目为水闸重建项目，电力能源主要依托当地电网供电，项目用水主要依托来源市政管网，因此，本项目耗费资源较少。

本项目建设不占用生态保护红线，位于碣石湾农渔业区，其海域管理要求保障碣石渔港用海，项目用海满足要求。

综上所述，项目建设不会突破当地的资源利用上限。

(4) 环境准入负面清单

根据《市场准入负面清单（2022年版）》，本项目建设不属于“禁止准入类”，属于需“许可准入类”中“82 未获得许可，不得从事特定水利管理业务或开展相关生产建设项目”，项目建设符合《市场准入负面清单》（2022年版）。

因此，本项目建设与市场准入负面清单相符。

10.7 项目用海与相关规划符合性分析

10.7.1 与《广东省海洋主体功能区规划》符合性分析

《广东省海洋主体功能区规划》（2017）确定了广东省海洋主体功能区，包括优化开发、重点开发、限制开发和禁止开发4类，本项目位于碣石湾，属于限制开发区域中的“海洋渔业保障区”，如图10.7.1-1所示。

限制开发区域是提供海洋水产品和海洋生态功能的重要地区。功能定位为：我省重要的海洋渔业生产基地，重要的海洋生态环境保护地区，是保障海洋食品供给和生态安全的重要海域，满足人类发展对海洋渔业资源和海洋生态环境的需

求，是人与海洋和谐发展的重要载体。其发展方向及布局包括：构建以粤东、粤西两大生态保护与渔业生产重点地区，加强生态环境保护，推进海水增养殖发展。

本项目为碣石大桥水闸重建项目，通过对现有水闸进行拆除重建，恢复及发挥桥闸行洪、挡潮功能。可以保障附近碣石渔港停靠船舶的安全，能够实现渔民增收、渔业增效的需要。加强沿海港口公共基础设施建设。可对推动全省海洋经济持续增长有积极作用。与该区的功能定位与发展方向及布局是相符合的。

因此，项目建设与《广东省海洋主体功能区规划》（2017 年）是相符的。



图 10.7.1-1 项目所在海域及广东省海洋主体功能区分布示意图

10.7.2 与《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》符合性分析

海岸带是社会经济发展的重点区域，也是生态类型多样、生态功能重要、生态系统脆弱的区域。广东省人民政府、国家海洋局于 2017 年 10 月发布《关于印发〈广东省海岸带综合保护与利用总体规划〉的通知》（粤府〔2017〕120 号）。

《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》提出，到 2050 年，海岸带地区生产要素配置和产业结构日趋优化，科技支撑和创新引领能力进一步增强，湾区发展和构建开放型经济体制取得重大成果，沿海地区建成广东最美丽、最有魅力的地方，实现“四个坚持、三个支撑、两个走在前列”的总体要求和发展目标。

《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》以海岸线自然属性为基础，结合开发利用现状与需求，将海岸线划分为严格保护岸线、限制开发岸线和优化利用

岸线三种类型。其中严格保护岸线针对自然形态保持完好、生态功能与资源价值显著的自然岸线以及军事设施利用的海岸线划定，主要包括优质沙滩、典型地质地貌景观、重要滨海湿地、红树林、珊瑚礁等所在岸段。广东省大陆海岸线共划定严格保护岸线 1583.6 千米，占总长的 38.5%，共 202 段。严格保护岸线要按照生态保护贡献有关要求管理，确保生态功能不降低、长度不减少、性质不改变。禁止在严格保护岸线范围内开展任何损害海岸地形地貌和生态环境的活动。广东省人民政府负责发布和定期更新本行政区域内严格保护岸线名录，县（区、市）人民政府负责落实并组织实施，明确保护边界，设立保护标识。

碣石大桥桥闸建于上世纪 1969 年，经过近 50 多年的运行，受洪水、浪潮及自然灾害的破坏，整体老化严重，抗滑稳定、渗流稳定、闸顶高程、消能防冲、结构强度不满足规范要求。碣石大桥桥闸已列入全国大中型病险水闸除险加固专项规划内容，并由广东省大坝安全技术管理中心在 2012 年 3 月对水闸安全鉴定成果核查，汕尾市水务局发文（汕水建管[2012]31 号）要求陆丰市水务局督促建设单位抓紧时间完成后面阶段的工作任务。经广东省大坝安全技术管理中心同意鉴定为四类闸。根据水闸现状存在的诸多工程严重问题重建此水闸，以适应当地经济发展，保证人民生命财产安全发挥更大的作用。

本项目对碣石大桥桥闸进行重建。桥闸涉及现状人工岸线，不涉及自然岸线，项目建设不会改变所在岸线的功能和属性。本项目通过施工围堰进行施工，施工结束后立即拆除围堰，施工产生的废水、废渣均统一收集处理，项目对周边海域的影响主要集中在施工期，施工结束后周边海域环境将逐渐恢复。

工程目前存在严重的安全隐患。本项目于原址重建，采用天然基础，不仅有利于保证重建水闸的稳定性，而且可以最大限度的减少对原有岸线的占用。项目的建设对碣石镇海洋防灾减灾体系的建设具有重要的意义，与《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》中多次提及的“加强海洋防灾减灾体系的建设”等要求相符合。

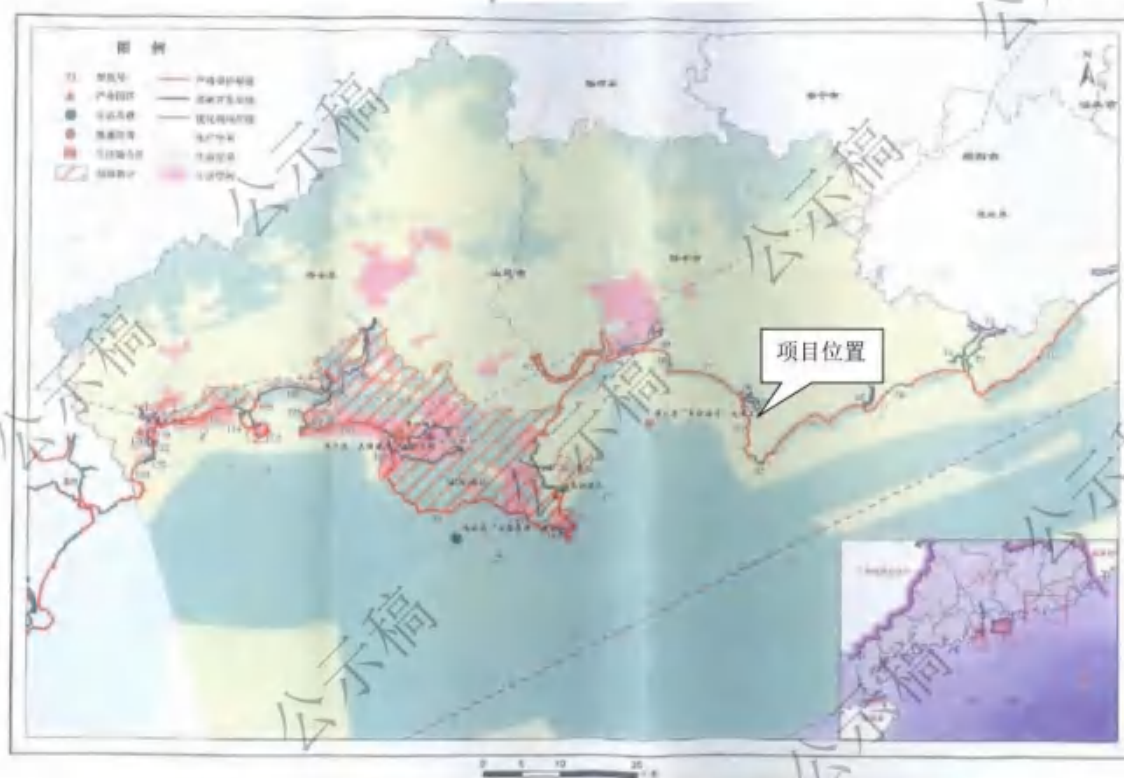


图 10.7.2-1 本项目与海岸带规划关系图

附图19

广东省海岸带红海湾区基础空间规划分图

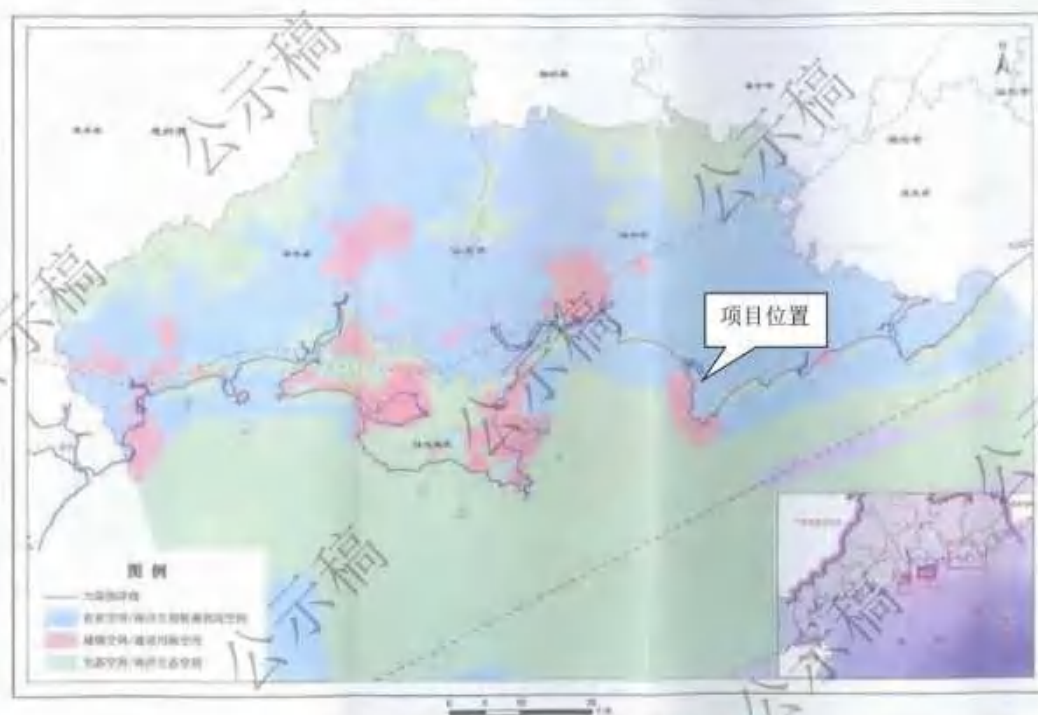


图 10.7.2-2 本项目与基础空间规划关系图

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

根据《广东省国民经济和社会发展的第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》提出：全面提高水旱灾害防御能力。大力推进西江、北江、东江、韩江和鉴江等大江大河治理，争取干流堤防全面达标；加快滬江蓄滞洪区、江河主要支流及独流入海河流、中小河流治理和山洪灾害防治等防洪薄弱环节建设。实施堤防巩固提升工程，完善、提升大湾区水安全标准体系，全面提高防洪潮能力，力争达到世界先进水平。实施小型水库除险加固攻坚行动，全面完成现有病险水库除险加固任务，建立健全水库常态化除险加固和运行管护机制。建设生态海堤，提升沿海地区抵御台风、风暴潮灾害能力。加强重点涝区排涝能力建设，强化流域防洪抗旱监测预警预报及调度，科学规划和建设临时蓄滞洪区，提升超标准洪水应对能力。

本项目水闸重建工程，对现有水闸进行拆除重建，恢复及发挥桥闸行洪、挡潮功能，通过重建水闸，提高防洪潮能力。改善区域水环境，构建完善的防洪排涝体系，保障人民的生命安全和经济社会可持续发展具有积极意义。

因此，本项目符合《广东省国民经济和社会发展的第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》。

10.7.4 与《广东省海洋经济发展“十四五”规划》的符合性分析

《广东省海洋经济发展“十四五”规划》第八章第二节提出“提升应急救援及搜救水平，优化搜救基地布局完善救助码头、避风锚地等设施建设健全沿海地区防洪防潮体系提高沿海地区对海洋灾害的防御能力积极争取和有效保障国家在广东省布局建设救助站点完善救灾应急专业队伍强化突击队伍、骨干队伍、辅助力量、专家智库等应急处理力量体系提升海洋防灾减灾救灾应急装备水平加强海洋环境分析预测和搜救辅助决策支撑提升海上搜救能力”。

水闸除险加固为民生工程，属基础设施建设，工程建成后将大大提高区域抵御洪潮功能，保护区域人民生命财产安全，社会效益显著。此外，水闸建成后兼顾当地渔船回围避风，有益于推动当地海洋渔业发展，与碣石湾农渔业区重点发展产业方向相一致。因此，项目建设符合《广东省海洋经济发展“十四五”规划》的要求。

10.7.5 与《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030 年）》的符合性

广东省人民政府在 2017 年 10 月印发的《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030 年）》明确提出“五、建立现代水利保障体系：完善沿海水利防灾减灾体系，实施全省海堤达标加固建设工程，达标加固 1166 公里海堤，除险加固南顺南闸、潭洲水闸、四沙水闸、七沙水闸等 31 座大型穿堤水闸”。

本项目为碣石大桥水闸重建工程，主要对碣石水闸进行拆除重建，同步实施市政桥梁等工程，项目的建设可完善区域的防洪潮体系，提高区域防洪防潮标准，提高流域抗灾减灾能力，改善区域环境，进而促进区域的发展，符合《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030 年）》的要求。

10.7.6 与《汕尾市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》的符合性分析

根据《汕尾市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》提及：提升防洪治涝能力。在完善螺河、黄江等大江大河防洪体系建设基础上，推动防洪减灾工作重点转向中小河流，加快推进中小河流治理工程、海堤达标加固、水闸除险加固、农田水利建设、水库除险加固及扩容、农村地区中小型灌区续建配套与节水改造、农村河道综合整治等工作，推进水利基础设施加速发展，全面提升城乡防洪治涝能力。

本项目为碣石大桥水闸重建工程，拟拆除重建碣石大桥水闸、市政路桥及配套设施等。项目的建设可完善区域的防洪潮体系，提高区域防洪防潮标准，提高流域抗灾减灾能力，有效解决区域水系的防洪防潮问题，改善局部环境，进而促进区域的发展，因此，项目建设符合《汕尾市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》的要求。

10.7.7 与《陆丰市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》的符合性分析

根据《陆丰市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》提及“加强自然灾害防治能力建设，提升台风、洪涝干旱、森林火灾、地质灾害、地震等自然灾害防御工程标准，加快江河控制性工程建设，加快病险水

库除险加固,全面推进堤防建设,提高防御灾害能力。完善应急管理体制,深化应急管理综合行政执法改革,加强应急物资保障体系建设,推进应急救援保障工程建设,发展巨灾保险,提高防灾、减灾、抗灾、救灾能力。”

本项目为碣石大桥水闸重建工程,拟拆除重建碣石大桥水闸、市政路桥及配套设施等。项目的建设可完善区域的防洪潮体系,提高区域防洪防潮标准,提高流域抗灾减灾能力,有效解决区域水系的防洪防潮问题,改善局部环境,进而促进区域的发展,因此,项目建设符合《陆丰市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》的要求。

10.7.8 与《汕尾市海洋生态环境保护“十四五”规划》的符合性分析

根据《汕尾市海洋生态环境保护“十四五”规划》第四章提及“落实三个治污,持续改善近岸海域环境质量,落实三个治污(精准治污、科学治污、依法治污)要求,以品清湖、入海河流、海水养殖为重点,分类实施污染源整治,加强海洋塑料垃圾防治,深入打好近岸海域污染防治攻坚战,持续改善近岸海域环境质量。”

第七章提及“防范环境风险,积极应对海洋突发环境事件,重视海洋生态环境安全,构建海洋生态环境风险全过程防控体系,强化源头防范和应急能力建设,探索推进海洋新污染物治理。强化全程管控,提高防范与应对海洋突发环境事件的能力和水平。”

本项目为桥闸重建工程,主要任务是防潮减灾。项目建设对海洋生态环境的影响主要为施工期围堰、悬浮泥沙对海域的影响,围堰在施工结束后立即拆除,悬浮泥沙的影响也是暂时的,随着施工的结束,对海洋生态环境的影响将逐渐消失。本项目施工期产生的各类污染物均能够得到妥善处理,不直接排海;营运期基本不产生污染物。在严格落实应急和防范措施后,项目建设对海域环境质量影响较小。本项目建设与《汕尾市海洋生态环境保护“十四五”规划》相符。

10.7.9 与《汕尾市海洋经济发展“十四五”规划》的符合性分析

《汕尾市海洋经济发展“十四五”规划》第八章提升海洋综合治理能力的第一节提及“强化海洋公共服务保障提出提高海洋防灾减灾能力。实施海岸带保护修复工程,加强避风港、渔港等基础设施建设,加快推进海堤达标加固,全面提

升海岸带综合减灾能力。”

本项目对桥闸重建，主要任务为防潮减灾，项目建设完成后可有效改善碣石大桥桥闸防潮排涝能力，完善周边城镇防洪防潮体系，加强区域对海洋灾害的防御能力，对保障人民生命财产安全有着积极作用，有利于促进当地经济发展。因此，本项目建设与《汕尾市海洋经济发展“十四五”规划》相符。

10.7.10 与《汕尾市水利发展“十四五”规划》的符合性分析

根据《汕尾市水利发展“十四五”规划》提及：“坚持以防为主，开展水库、水闸等工程设施隐患排查和安全鉴定，健全水利工程隐患排查常态化工作机制。实施小型水库除险加固攻坚行动，全面完成现有病险水库除险加固任务，加快推进病险水闸除险加固工程。“十四五”期间，积极推进海丰县红花地水库、海丰县平安洞水库、陆丰市五里牌水库等三宗中型水库除险加固工程，加快陆丰市龙潭、巷口、三溪水、牛角隆、寮投围等大中型水库除险加固前期工作。全面开展全市 109 宗小型水库除险加固工程，以及 200 余宗小型病险水库安全鉴定工作，实行水库安全鉴定常态化，力争到 2025 年年底消除现有及新增病险水库安全隐患，确保水库安全运行。重点推进陆丰市螺河水闸和海丰县丽江水闸重建工作，开展海丰县中闸水闸、市城区红草镇南西截洪水闸、陆丰市东河八孔水闸等 16 宗中型水闸，及 50 余宗小型水闸除险加固工程。完善雨水情测报、安全监测设施，健全水库、水闸运行管护长效机制。”

本项目为碣石水闸重建工程，属于《汕尾市水利发展“十四五”规划》汕尾市水利发展“十四五”规划项目汇总表中的病险水闸除险加固工程，因此，本项目的建设符合《汕尾市水利发展“十四五”规划》。

11 环境管理与环境监测

11.1 环境保护管理计划

一、环境管理体系

为了做好项目建设过程中的环境保护工作，减轻本项目建设对环境的影响程度，建设单位及本项目施工单位应高度重视环境保护工作，制定相应的污染防治和保护措施，明确环境管理程序，建立环境监督机制，建议成立相应机构进行海洋环境保护管理。

在项目建设期和运营期，相关的环境管理体系包括：建设单位和施工单位的环境管理机构、环境保护监督机构、施工期环境监理机构和环境监测机构，详见图 11.1-1。

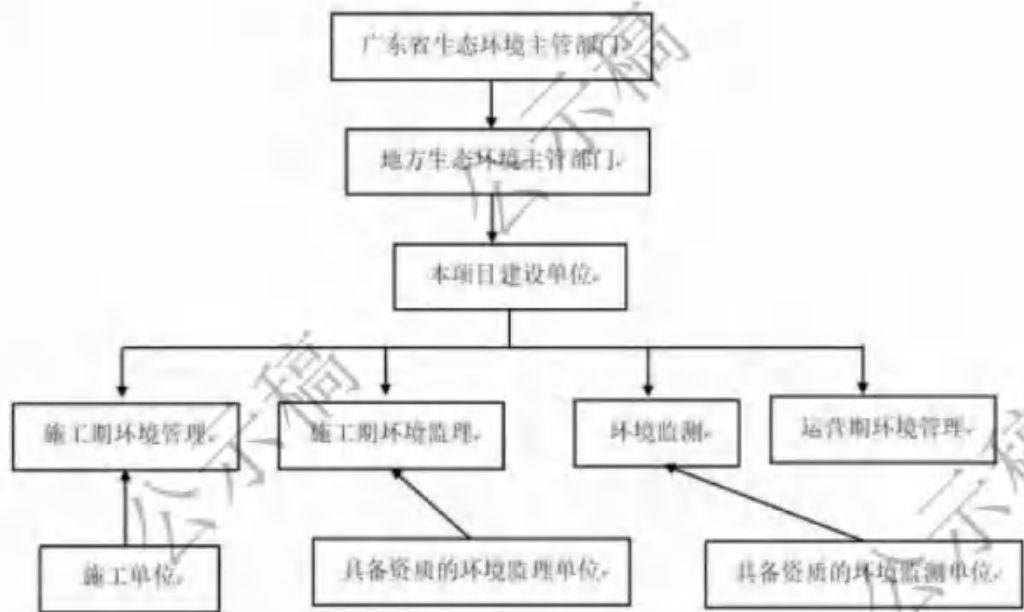


图 11.1-1 本项目环保机构系统图

二、项目环境管理机构

1、建设单位环境管理机构

本项目的环境保护工作由建设单位陆丰市水利工程建设管理中心负责，其工作内容包括制定相应的污染防治和保护措施，明确环境管理程序，建立环境监督

机制，成立专门机构进行环境保护管理，并委托具有资质的单位进行项目的施工环境监理和施工期间的环境监测。

为了有效保护项目所在海域的环境质量，切实保证本报告提出各项施工期环境保护措施的落实，针对本项目的建设施工，建设单位应成立专门小组，负责监督施工单位对各项环境保护措施的落实，并在选择施工单位前，将主要环境保护措施列入招标文件中，将各施工单位落实主要环保措施的能力作为项目施工单位中标考虑的因素，将需要落实的环境保护措施列入与施工单位签署的合同中，并且配合海洋环保主管部门对项目施工实施监督、管理和指导。

建设单位的环境管理机构职责为：

(1) 与生态环境主管部门保持密切联系，及时了解国家、地方与本工程项目有关的环境保护法律、法规和其他要求，及时向生态环境部门反映与项目施工有关的污染因素、存在的问题、采取的污染控制对策等，听取生态环境主管部门的意见和建议，配合生态环境部门贯彻各项环保政策和法规。

(2) 及时将国家、地方与本项目环境保护有关的法律、法规和其他要求向施工单位负责人汇报，及时向施工单位有关机构、人员进行通报，组织施工人员进行环保教育和技术培训，增强施工及环保人员的环境意识和专业水平。

(3) 根据本报告提出的各项环保措施，编制详细的施工期环保措施落实计划，明确各施工工序的施工场地位置、环境影响、环境保护措施、落实责任机构（人）等，并将该环境保护计划以书面形式发放给相关人员，以便于各项措施的落实；制定并组织实施环境监测计划。

(4) 负责制定、落实和监督执行有关环保管理规章制度，负责实施环境保护控制措施，管理污染防治设施。

(5) 除执行建设及施工单位主管领导的各项有关环保工作的指令外，还应接受当地生态环境主管部门的检查监督，定期和不定期地上报各项环保管理工作的执行情况，为区域环境整体控制服务。

(6) 协调工程及周边区域有关部门和区外有关单位在环境保护方面的工作。

2、施工单位环境管理机构

施工单位应设立内部环境保护管理机构，由施工单位主要负责人及专业技术人员组成，专门负责环境保护工作。实行定岗定员，岗位责任制，负责各施工工序的环境保护管理，保证施工期环保设施的正常运行，各项环境保护措施的落实。

施工单位应建立完善的环境管理体系，健全内部环境管理制度，加强日常环境管理工作，对整个施工过程实施全程环境管理，杜绝施工过程中的污染工序和污染事故的发生。

加强项目施工过程中的环境管理制度，根据本报告中提出的环境保护措施和对策，项目施工单位应制定切实可行的环境保护行动计划，将环境保护措施分解落实到具体机构（人）；做好环境教育和宣传工作，提高各级施工管理人员和具体施工人员的环境保护意识，加强员工对环境污染防治的责任心，自觉遵守和执行各项环境保护的规章制度，定期对环境保护设施进行维护和保养，确保环境保护设施的正常运行，防止污染事故的发生。

三、环境保护监督机构

本工程环境保护监督机构为汕尾市生态环境局，上级环境主管机构为广东省生态环境厅。

四、环境监理单位

工程施工应实行环境监理制度，环境监理应由具有环境监理资质的单位完成。监理工程师必须接受必要的环境知识、工程监理知识的培训，按照保证工程质量和环保要求对项目进行全面质量监理。

五、环境监测机构

环境监测工作需要委托有相关资质的海洋环境监测部门或环保监测站或通过招标由第三方承担，由建设单位的环保机构监督执行，同时报建设单位的环保机构监督执行，同时报送当地生态环境主管部门备案。

11.2 施工期环境监理计划

环境监理是工程（建设）监理的派生分支，着重工程建设中环境的保护，是工程建设中环境保护的重要内容，也是工程监理的重要组成部分，同时又具有相对社会化和专业化的独立性。

实施环境监理的目的是使施工现场的环境监督、管理责任分明，目标明确，并贯穿于整个工程实施过程中，从而保证环境保护设计中各项环境保护措施能够顺利实施，保证施工合同中有关环境保护的合同条款切实得到落实。

工程施工阶段的监理任务包括：管理，即有关监督、环境、质量和信息的收集、分类、处理、反馈及储存的管理；协调，即对业主和承包商之间、业主与设

计单位之间，及工程建设各部门之间的协调组织工作；控制，即质量、进度、投资控制。

环境监理应由具有环境监理资质的单位完成，本工程施工期环境监理计划及监理内容为：

1、施工前期环境监理

(1) 污染防治方案的审核：根据具体项目的工艺设计，审核工程施工采用工艺中的

“三废”排放环节，排放的主要污染物及设计中采用的治理技术是否先进，治理措施是否可行。污染物的最终处置方法和去向，应在工程前期按有关文件规定和处理要求，做好计划，并向环保主管部门申报后具体落实，审核其可行性，并提出合理建议。

(2) 审核施工承包合同中的环境保护专项条款：施工承包单位必须遵循环境保护有关要求，以专项条款的方式在施工承包合同中体现，施工过程中据此加强监督管理、检查、监测，减少施工期对环境的污染影响，同时对施工单位的文明施工素质及施工环境管理水平进行审核。

2、施工期环境监理

(1) 监督检查水保措施是否按环保对策执行环保措施、措施落实情况及效果。

(2) 监督检查施工过程中各类机械设备是否依据有关法规控制噪声污染。

(3) 监督检查建筑工地生活污水和生活垃圾、施工废水、建筑垃圾、弃土等是否按规定进行妥善处理处置。

(4) 监督检查施工生活垃圾的日常收集、分类存储和处理工作。

(5) 冲洗生产废水须经隔油沉淀处理。

(6) 监督检查施工现场道路是否畅通，排水系统是否处于良好的使用状态，施工现场是否积水。

(7) 施工期间对施工人员做好环境保护方面的培训工作，培养大家爱护环境、防止污染的意识。

(8) 施工机械是否在预定区域内施工，施工期是否尽量避开主要经济生物的繁殖期。

(9) 做好施工期污染物排放的环境监测，检查、检验工作，参与调查处理

施工期的环境污染事故和环境污染纠纷。

3、竣工后的环境恢复监理

工程竣工后，要监督管理环境恢复监测和环境恢复计划的落实情况及环保处理设施运行情况。

- (1) 监督竣工文件的编制
- (2) 组织初验
- (3) 协助组织竣工验收
- (4) 编制工程环境监理总结报告
- (5) 整理环境监理竣工资料

4、现场监理

分项工程施工期间，环境监理工程师将对承包商环保方面施工及可能产生污染的环节进行全方位巡视，对主要污染工序进行全过程的旁站、全环节的监测与检查。其工作内容主要有：

(1) 协调现场施工环境监理工作，重点巡视施工现场，掌握现场的污染动态，督促承包商和监理双方共同执行好环境监理细则，及时发现和处理较重大的环境污染问题。

(2) 监理工程师对各项工程部位的施工工艺进行全过程的旁站监理，现场监测、检查承包人的施工记录。

(3) 监理工程师应指导监理员并示范如何进行现场监测与检查，注意事项和记录工程的环保状况。现场检查监测的内容：施工是否按环境保护条款进行，有无擅自改变；通过监测的方式检查施工过程中是否满足环保要求；施工作业是否符合环保规范，是否按环保设计要求进行；施工过程中是否执行了保证环保要求的各项环保措施。

监理员应将每天的现场监测和检查情况予以记录并报告环境监理工程师，环境监理工程师应对监理员的工作情况予以督促检查，及时发现处理存在的问题。

11.3 施工期环境监测计划

为了及时了解和掌握建设项目施工期主要污染源污染物的排放状况，项目建设单位应定期委托有资质的环境监测部门对施工期主要污染源排放的污染物进行监测。

一、大气污染源监测

监测点布设：施工边界及邻近敏感点；

监测项目：TSP；

监测频次：施工期每半年监测一次。

二、噪声监测

监测点布设：施工边界及邻近敏感点；

监测项目：连续等效 A 声级；

监测频次：施工期每半年监测一次。

项目陆域监测站位布设见表 11.3-1，图 11.3-1。

表 11.3-1 陆域监测站位坐标

监测点位	经度	纬度	监测项目
V1			声环境
V2			
V3			
V4			
P1			大气环境
P2			
P3			



图 11.3-1 项目陆域施工期监测站位图

三、海洋生态环境

根据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》《地表水和污水监测技术规范》等要求，为了及时了解和掌握建设项目在施工期对水环境的影响，以便对可能产生明显环境影响的关键环节事先制定监测，使可能造成环境影响的因素得以及时发现，需要对建设项目施工对水环境产生的影响进行跟踪监测。

结合工程施工特点和项目周围的环境敏感目标，提出以下施工期间海洋环境监测方案。

1、监测范围及站位

主要选择在项目附近海域及地表水进行监测，布设 4 个水环境现状监测站位（监测过程可视情况做适当的调整），监测项目包括水质、沉积物和海洋生态（Z1 站位为地表水水质监测，其余站位为海域环境监测），具体见表 11.3-2 和图 11.3-2。

表 11.3-2 监测站位坐标

编号	经度	纬度	监测项目
Z1			水质、沉积物、生物生态
Z2			
Z3			
Z4			



图 11.3-2 监测站位图

2、监测项目及方法

水质：水温、pH、DO、COD、SS、石油类、Cu、Pb、Zn、Cd、Hg、无机氮、活性磷酸盐等 12 项；

沉积物：石油类、有机碳、硫化物、Cu、Pb、Zn、Cd、Hg 等 7 项；

生物生态：叶绿素 a 及初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼卵仔鱼等。

各监测项目的具体采样及监测分析按照《海洋调查规范》《海洋监测规范》《地表水和污水监测技术规范》等要求进行。其中，应重点监测施工引起的水质变化，监控施工期间的水质变化并及时采取相应措施。

3、监测时间与频率

水质：施工期间每半年监测一次。

沉积物：施工期间每半年监测一次。

生物生态：施工期间每半年监测一次。

11.4 营运期环境监测计划

1、项目噪声监测站位与施工期监测点位相同，布设见表 11.3-1，图 11.3-1。

监测项目：连续等效 A 声级；

监测方法：按照《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的要求；

监测频率：每年昼间（6:00-22:00）和夜间（22:00-6:00）各监测 1 次，连续监测 2 天，各监测点连续监测时间为 20 分钟；

2、项目水环境监测站位与施工期监测点位相同，具体见图 11.3-2 和表 11.3-2。

监测项目：

水质：水温、pH、DO、COD、SS、石油类、Cu、Pb、Zn、Cd、Hg、无机氮、活性磷酸盐等 12 项；

沉积物：石油类、有机碳、硫化物、Cu、Pb、Zn、Cd、Hg 等 7 项；

生物生态：叶绿素 a 及初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼卵仔鱼等。

监测方法：各监测项目按照《海洋调查规范》《海洋监测规范》《地表水和污水监测技术规范》等要求进行。

监测频次：水质、沉积物、生物生态运营后各监测 1 次，后续监测由当地环境监测部门统一安排。

11.5 应急环境监测计划

本工程主要事故类型为燃料油泄漏入海。建设单位应实施环境风险值班制度，发生紧急环境污染事故时，迅速联系出事地点环境监测部门，进行应急监测，为应急指挥提供决策依据。根据发生事故的类型、事故的影响大小及周围的环境情况等，视具体情况进行环境监测，同时对事故发生的原因、泄漏量、污染的程度以及采取的处理措施、处理效果等进行统计、建档，并及时上报有关环保主管部门。应急环境监测计划见下表。

表 11.5-1 应急环境监测计划

环境要素	监测项目	监测点位	监测频次	监测单位
水质	石油类	风险事故发生点覆盖区及环境敏感点	事故期间每天进行 1 次监测；事故之后监测 1 次，直至水体环境恢复正常。	委托出事地点有资质的环境监测部门

注：具体监测项目、站位设置，可视风险事故类型、泄漏物质特性、规模进行适当调整，本报告所提供的应急监测计划仅供参考。

通过实施环境监测计划，全面及时地掌握工程运行中的环境状况，若发现对本工程或周围其他用海不利的环境变化，应加密监测频次，并根据实际情况，制

定必要的工程补救措施或环保措施。

建设单位应在本项目施工期的环境管理工作中积极与海洋行政主管部门密切配合，将项目的环境管理工作情况及时上报，并将环境管理延续到工程项目的运营期。

环境监测工作需要委托有相关资质的海洋环境监测单位承担，由建设单位下设的环保机构监督执行，并将本项目的环境监测工作计划、监测情况报送审批该项目的海洋行政主管部门备案。

11.6 “三同时”竣工环保验收

工程建设与环境保护应实行“三同时”，并应在交付使用 3 个月内按照关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的公告（国环规环评[2017]4 号）一文进行自主验收。

本工程竣工“三同时”环境保护验收汇总表见下表。验收时还必须统一考虑的有关内容：

表 11.6-1 环境保护验收内容一览表

环境工程类别		防治对策	验收标准
废水	施工废水	经隔油沉淀处理后回用于道路及施工现场洒水降尘	《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）
	生活污水	收集后接入市政污水管网，输送至碣石镇污水处理厂处理	《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）第二时段三级标准
废气	施工扬尘	无组织排放	《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二时段无组织排放监控浓度限值
	运输车辆、施工设备尾气	选用污染物排放量少的环保型高效装卸器械、运输车辆，同时做好相关保养工作等	《大气污染物排放限值》（DB 44/27-2001）第二时段无组织排放监控浓度限值
固体废物	生活垃圾	项目区内设置相应的收集箱或收集桶，经分类收集后由环卫部门清运处理	《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）及修改单
	建筑垃圾等一般固废	具有回收利用价值的进行回收，不可回收利用的运至指定场所处理	
	疏浚土	运输至海洋倾倒区倾倒处置	指定倾倒区倾倒

环境工程类别		防治对策	验收标准
噪声	运输车辆、施工机械设备	加强设备及车辆管理，减少车辆鸣笛次数；采用噪声小，符合环保要求的机械设备，并加强设备的维护保养，使其保持良好的工作状态等	施工期噪声排放执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），营运期噪声排放执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）4类标准
风险事故防范		制定风险应急预案及风险防范措施	减轻事故影响

(1) 建设前期环境保护审查、审批手续完备，技术资料与环境保护档案资料齐全，自行编制或者委托编制环境保护验收调查报告；

(2) 环境保护设施及其他措施已按照批准的环境影响报告书和设计文件的要求建成或落实；

(3) 污染物排放符合环境影响报告书和设计文件中提出的标准；

(4) 各项生态环境保护措施按环境影响报告书规定的要求落实，工程建设过程受到破坏并可恢复的环境已按规定采取了恢复措施；

(6) 环境监测项目、点位及人员配备，符合环境影响报告书和有关规定的要求；

(7) 出现的环保投诉得到了妥善解决。

11.7 环境管理和监测计划的可行性与实效性分析

完备的环境保护管理机构设置、完善的环境管理制度是落实各项环保措施的基本保证。监测计划可以基本反映工程区域环境质量的变化趋势。

从监测站位布设、监测项目设置、监测时段和监测频率分析，工程区域水环境质量、海洋生态环境监测计划是可行的，且具有很强的实效性。

11.8 清洁生产和总量控制

11.8.1 清洁生产

11.8.1.1 清洁生产内容

根据清洁生产的原理，项目应坚持实行污染防治和生态保护并重的指导方针，文明施工与作业，合理选择污染小的工艺，即运用先进技术、工艺和设备，减少污染物的排放，降低排放浓度，从源头上控制污染物的产生，同时加大生态建设和环保治理投入，确保生态环保设施建设与主体工程同时设计、施工和使用。

本章拟从项目施工期和营运期两个时期考虑其是否符合清洁生产的原则和要求。

11.8.1.2 施工期清洁生产分析

(1) 施工工艺

项目主要施工内容为桥闸主体、管理房、上下游衔接、配套设施以及现状管线迁改及设施恢复等。本项目遵循施工顺序合理性原则，先进行现状水闸拆除、临时开挖支护桩、填筑水闸纵向围堰及上下游一期横向围堰，左侧3孔水闸主体工程（包括交通桥）施工、堤岸防护、上下游一期横向围堰拆除，再进行填筑上下游二期横向围堰、右侧2孔水闸主体工程（包括交通桥）施工、水闸上下游抛石防护、河床疏浚、上下游二期横向围堰及纵向围堰拆除，并穿插进行管理房、机电安装、防护栏杆等附属工程的施工。

旧闸砼拆除采用风钻孔爆破法配合人工钢钎、铁锤凿除，浆砌石、干砌石及抛石拆除直接采用 1m^3 挖掘机挖除，59kW推土机集渣，8t自卸汽车运至弃渣场。

水闸基础、河道清淤土方开挖采用 1m^3 挖掘机挖装，59kW的推土机集土，人工辅助，8t自卸汽车出渣。

砌石工程主要为闸前的干砌石护底、消力池后的干砌石海漫、堤岸石笼护岸，坡脚抛石防冲。砌石采用逐层砌筑平衡上升的方法进行施工。块石用8t自卸汽车从料场直接运至工作平台，然后用履带起重机提升入仓。

灌注桩作为临时支护结构，在临时支护管桩桩间采用双重管高压旋喷桩挡土截水，水闸基础采用锤击式PHC预制管桩。灌注桩采用冲孔工艺，局部靠近房屋区域采用钻孔或旋挖工艺，桩身采用水下混凝土浇灌。

总体看来，本项目拟采用的施工工艺符合项目的实际情况要求，有利于在施工生产过程中减少污染物的排放，满足生产的要求。

(2) 施工设备

严禁采用高噪声和高耗能的不合格设施施工，从源头控制施工过程的环境污染问题。施工单位应采用先进的低噪声、低污染、低耗油量的机械设备，并加强对施工作业机械柴油机的运行管理，使各项性能参数和运行工况均处于最佳状态，从而减少柴油机的污染排放，尽量使用低硫分的燃油，以减少 SO_2 的排放。

(3) 施工污染物的处理

①施工人员生活污水进入碣石镇污水处理厂。

②施工废水隔油沉淀后回用，不排放。

③施工垃圾定点集中堆放，尽量回收利用，不能回收的运往指定的建筑垃圾处理场进行无害化处置，施工结束后及时清理施工现场，河道及入海口处淤积的土石方运至指定场所，不得随意堆放。

④通过采取洒水、及时清运土方、清洗车辆、清扫路面、保养运输车辆等措施控制施工期的大气环境污染，主要是控制施工扬尘和运输车辆尾气的排放。

总体来看，项目拟采用的施工工艺和设备符合项目实际情况要求，有利于在施工过程中减少污染物排放，能满足清洁生产要求。因此，项目施工期具有较高的清洁生产水平。

11.8.1.3 营运期清洁生产分析

本项目为水闸重建工程，水闸运行期间主要污染物为工作人员生活污水、交通桥机动车尾气、机动车噪声和工作人员生活垃圾，以及桥闸拦截装置拦截产生的固废，污染程度与所采用的环保措施有密切关系。

(1) 工作人员生活污水预处理后经城镇污水管网排入碣石镇污水处理厂，不直接排入项目附近水域。

(2) 加强垃圾管理，禁止在工程范围内乱扔垃圾，增加保洁人员每天负责清捡垃圾，并安排人员及时清理桥闸拦截装置拦截的河道上游垃圾。

(3) 严密监控河道水质变化状况，实行水质预警机制，发现问题及时解决，严防汛期水质污染。

总体来看，项目营运期拟采用的污染防治措施，可有效控制污染物的排放，能满足清洁生产要求。因此，项目营运期具有较高的清洁生产水平。

11.8.1.4 清洁生产综合评价

在本项目的建设施工过程中，采用了合适的施工方案，使用先进的工艺装备，使作业高效、节能，减少不必要的消耗，也就降低了对环境的不必要的影响；同时，在作业过程中严格遵守技术规范，以环境保护意识贯穿于整个建设过程中，文明施工，爱护环境，这些都是清洁生产原则在本项目建设过程中的体现。因此，从总体上说，本项目在施工期间能达到较好的清洁生产水平。本项目清洁生产水平主要体现于先进科学的施工工艺和管理水平。在施工期和营运期均在全过程的各环节上考虑采用能减轻环境污染、减少对水生生物造成影响的施工方式，营运过程也能够贯彻清洁生产的精神。营运期各类污染物均得到有效处理，能够满足

清洁生产的要求和达到较好的清洁生产水平。

11.8.1.5 清洁生产建议

实践证明,优秀的管理体系对于减少能耗、物耗及污染物排放是大有裨益的。本评价建议建设单位制订相应的管理规章制度、安全生产指引、职业培训等,实行岗位责任负责制,并加强质量管理和环保管理水平,减少污染排放,达到清洁生产的目的。

(1) 严格控制操作条件,按操作规程操作,加强岗位责任制。建立清洁生产组织机构,明确职责,确保清洁生产工作的落实;

(2) 为使清洁生产工作得到落实,应加强管理,建立清洁生产管理体系,制定相应的规章制度,及时发现问题、解决问题,最大限度地做好清洁生产工作。

11.8.2 总量控制

11.8.2.1 总量控制原则

在确定项目污染物排放总量控制指标时,遵循以下原则:

(1) 各污染物的排放浓度和排放速率,必须符合国家有关污染物达标排放标准。

(2) 各污染源所排污染物,其贡献浓度与环境背景值叠加后,应符合既定的环境质量标准。

(3) 采取有效的管理措施和技术措施,削减污染物的排放量,使排污处于较低的水平。

(4) 各污染源所排放污染物以采取治理措施后实际所能达到的排放水平为基准,确定总量控制指标。

(5) 满足清洁生产的要求。

11.8.2.2 污染物排放总量控制指标

广东省的总量控制指标包括二氧化硫、氮氧化物、化学需氧量、氨氮、挥发性有机物、沿海城市总氮和重点行业的重点重金属。

本项目大气污染物主要为扬尘、车辆及机械设备燃油尾气,主要污染因子为颗粒物、SO₂、NO_x、烟尘等,大气污染物产生量较少且不连续,为无组织排放,因此,不设置大气总量控制指标。

本工程施工期及营运期工作人员生活污水总量指标纳入碣石镇污水处理厂

的总量指标，不再申请总量控制指标。

12 环境影响评价结论及建议

12.1 工程概况

本工程对现有碣石水闸进行拆除重建，恢复及发挥桥闸行洪、挡潮功能。水闸拆除重建后满足 $P=5\%$ 洪峰流量 $432.3\text{m}^3/\text{s}$ 、 $P=2\%$ 洪峰流量 $539.1\text{m}^3/\text{s}$ 的过流能力，同时考虑上游淹没影响，要求满足闸上壅水高度不大于 0.3m 进行控制。

依据《水闸设计规范》（SL265-2016），本水闸工程等别为III等，主要建筑级别为3级、次要建筑级别为4级、临时建筑级别为5级。

项目总工期24个月，工程总投资为9904.17万元。

12.2 项目占用岸线和海域的状况

本项目用海类型为特殊用海（一级类）中的其他特殊用海（二级类），涉海工程主要包括水闸、消力池、海漫、左右岸翼墙、隔船段、入海口疏浚、施工围堰等。水闸、消力池、海漫等用海方式为构筑物（一级方式）中的透水构筑物（二级方式）；左岸翼墙及右岸翼墙、施工围堰用海方式为构筑物（一级方式）中的非透水构筑物（二级方式）；疏浚区用海方式为开放式（一级方式）中的专用航道、锚地及其他开放式（二级方式）。

项目用海总面积共0.9597公顷。其中非透水构筑物用海面积为0.09公顷（左岸翼墙用海面积为0.0033公顷，右岸翼墙用海面积为0.0004公顷，施工围堰1用海面积为0.0381公顷，施工围堰2用海面积为0.0482公顷），透水构筑物用海面积为0.5653公顷，专用航道、锚地及其他开放式用海面积为0.3044公顷（隔船区用海面积为0.0138公顷，疏浚区1用海面积为0.0023公顷，疏浚区2用海面积为0.0013公顷，疏浚区3用海面积为0.2870公顷）。

本项目透水构筑物、下游左翼墙及下游右翼墙占用海岸线。下游左翼墙占用岸线长度为0.5m，占用岸线类型为人工岸线；下游右翼墙占用岸线长度为15m，占用岸线类型为人工岸线；透水构筑物占用岸线长度为191m，占用岸线类型为人工岸线及其他岸线（封闭式河口连接线（防潮闸/坝等）），其中占用人工岸线长度为145.5m，占用其他岸线长度为45.5m。项目申请用海界址范围内占用岸线总长度为206.5m。

12.3 工程分析

12.3.1 施工期环境影响分析

施工期，水污染主要来自河道清淤疏浚、围堰以及旧水闸拆除等产生的悬浮物，同时还有施工人员生活污水、施工生产废水；固体废物污染为施工人员生活垃圾、疏浚土和建筑垃圾等；噪声污染主要为作业机械施工噪声和运输车辆交通噪声；大气污染主要来源于车辆燃油废气和扬尘。本项目施工期污染源见表 12.3.1-1。

表 12.3.1-1 施工期污染要素清单

种类	污染物名称	主要污染因子	产污环节	污染物发生量	处理方式/排放去向
废气	施工机械、车辆燃油尾气	SO ₂ 、NO _x 、CO 和烟尘	施工营地	少量	间断、无组织排放，选用低耗油机械
	扬尘	粉尘	施工场地、道路	少量	间断、无组织排放，定期洒水
噪声	施工机械、车辆	等效声级	施工作业	85~110 dB	间断排放、选用低噪声施工设备、减小施工强度
废水	悬浮泥沙	SS	临时道路钢便桥施工	0.077 kg/s	间断、自然排海
			旧水闸拆除	0.151 kg/s	
			纵向、一期横向围堰堆筑	0.3385 kg/s	
			一期围堰拆除+二期围堰堆筑	1.2195 kg/s	
			二期围堰拆除、河床疏浚施工	2.712kg/s	
	生活污水	COD、BOD ₅ 、SS、氨氮	施工人员	COD 1663.2kg; BOD 831.6kg SS 103.95kg 氨氮 914.76kg	拟运至碣石镇污水处理厂
	生产废水	SS 石油类	施工冲洗废水	2016 kg 30 kg	收集后经过隔油除油、沉淀处理后回用于施工场地洒水降尘等环节，不外排
固废	生活垃圾	固废	施工人员	30.8 t	可回收的尽量回收综合利用，不能回收的生活垃圾交环卫部门
	建筑垃圾	固废	施工营地	少量	可回收的回收，不能回收的运至政府部门指定的位置处置或综合利用

种类	污染物名称	主要污染因子	产污环节	污染物发生量	处理方式/排放去向
	疏浚土	弃土	河床清淤疏浚	2.47 万 m ³	部分开挖土方（扣除淤泥及砂性土）可作为回填料使用，用于回填的土料运至临时堆土场堆放

12.3.2 营运期环境影响分析

营运期，水污染主要来自管理人员生活污水；固体废物污染为管理人员生活垃圾和水闸拦截的漂浮垃圾等；噪声污染主要来源于水闸水泵运行噪声和通行车辆交通噪声；大气污染主要来源于车辆燃油废气。本项目营运期污染源见表 12.3-2。

表 12.3.2-1 营运期污染源统计表

种类	污染物名称	主要污染因子	产污环节	污染物发生量	处理方式/排放去向
废气	车辆尾气	SO ₂ 、NO _x 、CO 和烟尘	闸顶交通桥车辆通行	少量	无组织排放，选用低硫燃油
噪声	交通噪声	等效声级	来往车辆	64~81dB	间断排放、选用低噪声设备
	水闸运行噪声	等效声级	水闸启闭机	70~85dB	间断排放，做好相应隔音措施
废水	生活污水	COD、BOD ₅ 、SS、氨氮	管理人员生活污水	209.25 m ³ /a	接入市政生活污水管网，输送至碣石镇污水处理厂
固废	生活垃圾	固废	管理人员	1.75 t/a	集中分类收集后，交由环卫部门进行收集处置
	漂浮垃圾	固废	水闸	少量	定期清理，收集上岸后由环卫部门处置

12.3.3 非污染环境影响分析

根据工程的规模、工艺流程等特征，工程各阶段存在非污染环境的影响如下：

①水工构筑物占海、疏浚工程改变了海域自然属性，改变了海域自然水深，项目建成后将会引起工程区局部水动力的变化，进而导致地形地貌和泥沙冲淤环境的变化。

②项目建设破坏了底栖生物赖以生存的底质环境，并造成部分潮间带生物和底栖生物的直接死亡；此外，工程改变区域自然环境和生态环境，可能对工程区域局部海域的生态适宜性和生物多样性产生影响。

12.4 环境现状分析与评价结论

12.4.1 水文动力环境现状调查与评价

海洋水文动力环境调查结果引自《陆丰市渔港冬季水文观测海洋水文动力环境观测报告》（2023.04）。

根据对潮位测站 C4、C5 站 2023 年 1 月 6 日至 2023 年 1 月 7 日的潮位数据进行特征值统计，其中 C4 站位最高潮位为 69.2cm，最低潮位为-83.2cm，最大潮差为 136.4cm，最小潮差为 105.6cm，平均潮差为 121.0cm；C5 站位最高潮位为 63.6cm，最低潮位为-87.2cm，最大潮差为 145.4cm，最小潮差为 70.8cm，平均潮差为 108.1cm。

S7~S12 测站实测海流表现为较强的往复性流动，海流主流向均为偏 W 为涨潮流向，偏 E 向为落潮流向。本次观测期间，最大涨落潮流均出现在 S6 站，其中涨潮流最大流速最大为 44.0cm/s，出现在表层，流向为 316°，落潮流最大流速最大为 58.0cm/s，出现在中层，流向为 92°。除 S8 表层属于不规则全日潮流外和 S7、S11 中层属于规则半日潮流外，其他各站位判别系数均在小于 0.5~2.0，属于不规则半日潮流的潮流。由于本海区是不规则半日潮流，综合来看，M2 分潮量级占优，其中 S7~S11 站位海流均呈现出一定的旋转性。通过 K 值变化来确定各层潮流的旋转方向，不同站位和不同层次的旋转方向有左旋，也有右旋。本海域可能最大流速最大值为 S6 站表层的最大可能流速 77.6cm/s，流向 279°。S6 站位表层水质点最大运移距离为 11738.9m，方向 286°，其他各站位各层次水质点的运移距离基本均达 2.5km~11.7km 之间。大潮期各站各层余流均为 0.4cm/s~6.9cm/s 之间，最大余流流速发生在 S6 站，其中层最大余流流速 6.9cm/s；最小余流流速发生在 S8 站底层，余流流速为 0.4cm/s。

涨潮期最大含沙量最大为 33.02mg/L，出现在 Z3 站底层；落潮期最大含沙量最大为 34.62mg/L，出现在 Z3 站底层，观测期间各站位各层次含沙量在 1.22mg/L~34.62mg/L，平均含沙量在 3.05mg/L~24.94mg/L。在时间序列上，各站位三层含沙量的变化趋势规律不明显；在垂向上，各层含沙量大小接近，总的来说底层含沙量略大于表层和中层。各站位各层次水温在 16.68℃~19.54℃，平均水温在 16.77℃~17.37℃，从表层到底层水温呈现降低趋势，落潮时一般各层次水温差比较明显，涨潮时各层次水温差更小。各站位各层次盐度在

32.25‰~32.96‰，各层平均盐度在 32.39‰~32.76‰。观测期间风向以东风为主。

12.4.2 水质环境现状调查结论

一、2022 年 11 月秋季水质现状调查结果

调查结果显示，水质监测评价因子中，各站位的 pH、化学溶解氧、石油类、挥发酚、锌、硫化物、铜、镉、铬和砷均可达到相应的执行标准。

溶解氧超标的站位为 L26 表层站位。无机盐超标的站位有 L27 表层站位、L31 表层站位和 L45 表层站位。活性磷酸盐超标的站位有 L27 表层站位、L45 表层站位和 L46 表层站位。执行海水水质第一类标准要求的站位中，除 L33 表层站位铅未超标之外，其他站位均超标，超标率达 96.30%。汞超标的站位有 L24 底层站位、L26 底层站位和 L36 表层站位。

本次调查超标的监测因子有溶解氧、无机盐、活性磷酸盐、铅和汞。

二、2023 年 4 月春季水质现状调查结果

该海域水质项目大部分检测结果符合所在海洋功能区海水水质标准要求。石油类、无机氮、铅有不同程度的超标现象。

调查区域有 22.7% 的样品石油类超出海水水质第一、二类标准 ($\leq 0.05\text{mg/L}$)，属于第三类水质标准 ($\leq 0.30\text{mg/L}$)。

调查区域有 3.1% 的样品无机氮超出海水水质第二类标准 ($\leq 0.30\text{mg/L}$)，属于第三类水质标准 ($\leq 0.40\text{mg/L}$)。

调查区域有 3.1% 的样品铅超出海水水质第一类标准 ($\leq 0.001\text{mg/L}$)，属于第二类标准 ($\leq 0.005\text{mg/L}$)。

根据监测结果和表 2.4.4，监测海域站点一类水质占比为 68.8%，一、二类水质占比为 81.3%，满足一类、二类 $\geq 80\%$ ，目标海域水质状况级别为良好。

三、近岸海域水质监测结果

本报告收集了广东省生态环境厅发布的 2021 年、2022 年 2 个年度共 6 期广东省近岸海域水质监测结果进行分析。根据分析，项目所在近岸海域各时期的监测因子均能满足相应的海水水质执行标准。

12.4.3 沉积物现状调查结论

该海域表层海洋沉积物所检项目有机碳、铜、镉、总汞、砷、锌、总铬检测结果符合所在海洋功能区沉积物质量第一类标准要求。L47 站位的硫化物、石油

类以及 L7 站位的铅有不同程度的超标现象，具体如下：

L47 站位的硫化物超标倍数为 1.12，超出海洋功能区沉积物质量第一类标准（ $\leq 300\text{mg/kg}$ ）属于第二类沉积物标准（ $\leq 500\text{mg/kg}$ ）；该站位的石油类超标倍数为 1.65，超出海洋功能区沉积物质量第一类标准（ $\leq 500\text{mg/kg}$ ）属于第二类沉积物标准（ $\leq 1000\text{mg/kg}$ ）；

L7 站位的铅超标倍数为 1.15，超出海洋功能区沉积物质量第一类标准（ $\leq 60\text{mg/kg}$ ）属于第二类沉积物标准（ $\leq 130\text{mg/kg}$ ）。

12.4.4 生物质量现状调查结论

2023 年 4 月春季调查海域中生物体中石油烃、总铬、铜、铅、镉、总汞、砷、锌含量水平低于相应标准限值，无超标现象，符合所在海洋功能区海洋生物质量标准要求。

2022 年 11 月秋季调查海域中 SF4 断面的软体类动物火枪乌贼的石油烃超出海岸带调查标准最高限值，其他项目均符合标准要求。其他断面生物体中石油烃、总铬、铜、铅、镉、总汞、砷、锌含量水平均低于相应标准限值，符合所在海洋功能区标准要求。

12.4.5 海洋生物资源与渔业资源现状调查与评价结论

（1）2023 年 4 月春季调查结果：

调查区域的叶绿素 a 含量为中等水平，平均浓度为 2.46 mg/m^3 ，平均初级生产力为 $271.66\text{ mg}\cdot\text{C}/\text{m}^3\cdot\text{d}$ ，总体呈现由近岸向外海逐渐减少的特征，空间差异明显。

浮游植物鉴定浮游植物 5 门 28 属 58 种（含 5 个变种及变型），以硅藻门种类为主，硅藻门种类占 60.34%，甲藻门种类占 29.31%，其他种类占 10.35%。浮游植物丰度范围 $135.57 \sim 1998.11 \times 10^4\text{ cell}/\text{m}^3$ ，平均为 $421.39 \times 10^4\text{ cell}/\text{m}^3$ 。调查海域以硅藻门丰度占优势，占调查区域平均丰度的 79.32%。本次调查浮游植物优势种共出现 4 种，其中柔弱伪菱形藻为第一优势种，其优势度为 0.255，平均丰度 $107.44 \times 10^4\text{ cell}/\text{m}^3$ ，占区域浮游植物平均丰度的 25.50%。浮游植物多样性指数平均为 3.949，均匀度指数平均为 0.674。整体而言，调查海域浮游植物种类一般，各个站位的丰度占比较为平均，浮游植物的多样性指数和均匀度指数均较好。

浮游动物鉴定出 39 种 (类), 分属 10 个类群, 以桡足类出现种类最多。调查区域出现优势种 5 种, 以桡足类幼体的优势度最高。浮游动物海域平均密度为 598.21 ind./m^3 , 总生物量平均值 390.73 mg/m^3 ; 多样性指数、均匀度和多样性阈值均值分别为 3.20、0.61 和 1.99, 浮游动物多样性和均匀度中等。

底栖生物共鉴定出 6 门 27 科 33 种。以软体动物出现种类最多为 15 种, 其次为环节动物 8 种。优势种共有 5 种, 分别为毛头梨体星虫、花冈钩毛虫、奇异稚齿虫、角海蛎和日本毛虾。底栖生物的总平均生物量为 81.63 g/m^2 , 平均栖息密度为 318.89 ind./m^2 。底栖生物多样性指数平均为 2.15; 均匀度平均为 0.43。

潮间带生物共鉴定出潮间带生物 2 门 3 科 7 种, 生物数量和种类均较少。其中, 软体动物有 2 科 6 种; 节肢动物 1 科 1 种。3 个断面的潮间带生物平均生物量为 24.55 g/m^2 , 平均栖息密度为 31.11 ind./m^2 。水平分布上, 生物量以 CJ4 为最高, 生物量高低排序为 $\text{CJ4} > \text{CJ6} > \text{CJ5}$; 栖息密度也以 CJ4 为最高, 栖息密度高低排序为 $\text{CJ4} > \text{CJ6} > \text{CJ5}$ 。垂直分布上, 生物量高低排序为低潮区 $>$ 中潮区 $>$ 高潮区, 栖息密度高低排序为低潮区 $>$ 中潮区 $>$ 高潮区。多样性指数的变化范围一般, 在 0.954~2.062 之间, 平均值为 1.430; 均匀度的变化范围为 0.340~0.735, 平均值为 0.510。

游泳生物共捕获 34 种, 其中: 鱼类 17 种, 甲壳类虾类 4 种, 蟹类 8 种, 虾蛄类 3 种, 头足类 2 种。调查海域平均重量渔获率和个体渔获率分别为 2.52 kg/h 和 242.17 ind./h ; 渔业资源平均重量密度和个体密度分别为 272.36 kg/km^2 和 26152 ind./km^2 ; 其中, 鱼类重量渔获率和个体渔获率分别为 0.34 kg/h 和 15.83 ind./h ; 甲壳类重量渔获率和个体渔获率分别为 2.15 kg/h 和 222.67 ind./h , 占总重量渔获率和总个体渔获率的大部分; 头足类重量渔获率和个体渔获率分别为 0.03 kg/h 和 3.67 ind./h 。优势种为: 长叉口虾蛄、变态蟳、口虾蛄、鲜明鼓虾、隆线强蟹。

鱼卵和仔稚鱼共鉴定出 6 个种类, 隶属于 6 科 6 属, 鱼卵数量以小公鱼属最多, 而仔稚鱼数量以多鳞鳉属最多。调查海域鱼卵平均密度为 3.322 ind./m^3 , 处于较低水平, 仔稚鱼平均密度为 0.787 ind./m^3 , 处于较低水平。

(2) 2022 年 11 月秋季调查结果:

调查区域的叶绿素 a 含量为中等水平, 平均浓度为 4.75 mg/m^3 , 平均初级生产力为 $226.73 \text{ mg} \cdot \text{C/m}^3 \cdot \text{d}$, 总体呈现由近岸向外海逐渐减少的特征, 空间差异明

显。

浮游植物鉴定浮游植物 4 门 24 属 43 种 (含 3 个变种及变型)。以硅藻门种类为主, 硅藻门种类占 55.81%, 甲藻门种类占 32.56%, 其他种类占 11.63%。浮游植物丰度范围 $97.12 \sim 861.68 \times 10^4 \text{ cell/m}^3$, 平均为 $260.94 \times 10^4 \text{ cell/m}^3$ 。调查海域以硅藻门丰度占优势, 占调查区域平均丰度的 70.36%。本次调查浮游植物优势种共出现 6 种, 其中伏氏海毛藻为第一优势种, 其优势度为 0.289, 平均丰度 $75.42 \times 10^4 \text{ cell/m}^3$, 占区域浮游植物平均丰度的 28.90%。浮游植物多样性指数平均为 4.081, 均匀度指数平均为 0.752。整体而言, 调查海域浮游植物种类一般, 各个站位的丰度占比较为平均, 浮游植物的多样性指数和均匀度指数均较好。

浮游动物鉴定出 56 种 (类), 分属 11 个类群, 以桡足类出现种类最多。调查区域出现优势种 6 种, 以桡足类幼体的优势度最高。浮游动物海域平均密度为 666.70 ind./m^3 , 总生物量平均值 359.92 mg/m^3 ; 多样性指数、均匀度和多样性阈值均值分别为 3.65、0.63 和 2.31, 浮游动物多样性和均匀度中等。

底栖生物共鉴定出 6 门 23 科 29 种。以环节动物和软体动物出现种类最多均为 10 种, 其次为节肢动物 5 种。优势种共有 4 种, 分别为毛头梨体星虫、花冈钩毛虫、奇异稚齿虫和角海蛎。底栖生物的总平均生物量为 77.03 g/m^2 , 平均栖息密度为 395.56 ind./m^2 。底栖生物多样性指数平均为 2.46; 均匀度平均为 0.51。

潮间带生物共鉴定出潮间带生物 3 门 11 科 12 种, 生物数量和种类均较少。其中, 软体动物有 7 科 8 种; 节肢动物 3 科 3 种, 环节动物 1 科 1 种。3 个断面的潮间带生物平均生物量为 29.09 g/m^2 , 平均栖息密度为 53.77 ind./m^2 。水平分布上, 生物量以 CJ4 为最高, 生物量高低排序为 $\text{CJ4} > \text{CJ5} > \text{CJ6}$; 栖息密度以 CJ5 为最高, 栖息密度高低排序为 $\text{CJ5} > \text{CJ4} > \text{CJ6}$ 。垂直分布上, 生物量及栖息密度均以低潮区为最高; 生物量和栖息密度高低排序均为低潮区 $>$ 中潮区 $>$ 高潮区。多样性指数的变化范围一般, 在 0.748~1.671 之间, 平均值为 1.306; 均匀度的变化范围为 0.209~0.466, 平均值为 0.364。

游泳生物共捕获 28 种, 其中: 鱼类 16 种, 甲壳类 3 种, 蟹类 4 种、虾蛄类 2 种, 头足类 3 种。调查海域平均重量渔获率和个体渔获率分别为 0.61 kg/h 和 60.50 ind./h ; 渔业资源平均重量密度和个体密度分别为 65.96 kg/km^2 和 6533 ind./km^2 ; 其中, 甲壳类重量渔获率和个体渔获率分别为 0.19 kg/h 和 28.50 ind./h , 占总个体渔获率的大部分; 鱼类重量渔获率和个体渔获率分别为 0.34 kg/h 和

27.00 ind./h，占总重量渔获率的大部分；头足类重量渔获率和个体渔获率分别为 0.08 kg/h 和 5.00 ind./h。优势种为：鳎、龙头鱼、口虾蛄、变态蛄、中华管鞭虾。

鱼卵和仔稚鱼共鉴定出 6 个种类，隶属于 6 科 6 属，鱼卵数量以鳎科最多，而仔稚鱼数量以鳎属最多。调查海域鱼卵平均密度为 1.539 ind./m³，处于较低水平，仔稚鱼平均密度为 0.543 ind./m³，处于较低水平。

12.4.6 环境空气质量现状调查结论

根据《2022 年汕尾市生态环境状况公报》，本项目所在区域 2022 年基本污染物(SO₂、NO₂、CO、O₃、PM₁₀、PM_{2.5})均符合《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 二级标准，为达标区；特征因子(氨、硫化氢和臭气)监测结果显示均符合环境空气二类质量标准，表明碣石渔港所在区域环境空气质量良好。

12.4.7 声环境质量现状调查结论

2022 年度，5 个功能区噪声监测点位噪声监测结果：1 类声功能区噪声昼、夜间均值分别为 53.5 分贝、44.3 分贝，2 类声功能区噪声昼、夜间均值分别为 56.3 分贝、48.2 分贝，3 类声功能区噪声昼、夜间均值为 61.5 分贝、51.8 分贝，4 类声功能区 1#噪声昼间均值为 68.0 分贝，4 类声功能区 2#噪声昼间均值为 68.6 分贝均达到国家规定标准；未达到标准的是 4 类声功能区 1#噪声夜间均值 57.2 分贝，超标 2.2 分贝，4 类声功能区 2#噪声夜间均值为 59.1 分贝，超标 4.1 分贝。

12.5 环境影响预测分析与评价结论

12.5.1 大气环境影响预测与评价结论

施工期产生的大气污染物主要来源于施工运输车辆及施工机械产生的尾气；建设材料装卸、堆放和运输、建筑垃圾堆放和运出、施工车辆和施工机械行驶等产生的扬尘。本项目施工期间将定期进行洒水抑尘等措施，减少施工扬尘对项目周边的影响。选优质设备和燃油，加强设备和运输车辆的检修和维护，减少运输车辆及施工机械废气排放。随着施工作业的结束，周边大气环境会逐渐恢复原有的水平。

项目运营期废气污染源主要为运输车辆尾气，均为无组织排放，车辆在空旷外界运行，扩散面积大，在时间和空间上均较零散，排放污染物总量小，对周边环境的影响不大。

12.5.2 声环境影响预测与评价结论

项目施工期噪声源主要来自施工机械、运输车辆等。本项目施工单位通过合理安排施工时间，应尽量避免夜间施工，优先选取低噪声、低振动的施工机械和运输车辆，加强机械、车辆的维修保养工作，控制鸣笛等措施，将本项目施工噪声可能产生的影响降至最低。

项目营运期噪声源噪声污染源主要来源于桥闸水泵运行噪声和通行车辆交通噪声。拟采用设备房设置相应的隔音设施，交通管控等将运营期噪声影响降至最低。

12.5.3 水文动力环境影响预测与评价结论

根据水动力及地形地貌冲淤预测结果，工程前由于闸口较窄，水闸内流速可以达到 1.80-1.98m/s，新水闸建设后，水闸闸口变宽，经过清淤工程周边水深也将变深，因此水闸内流速降低，流速为 0.2-1.0m/s，更加有利于泄洪。新水闸建设导致闸门处流速变小，最大变小 2-5cm/s。项目建设对所在海域水文动力环境的影响是可接受的。

12.5.4 地形地貌与冲淤环境影响预测与评价结论

本报告通过对碣石渔港附近海域波浪状况进行分析，计算了现状冲淤状况，通过与实测年冲淤对比可以看出，模拟的冲淤积趋势基本与实测趋势大体一致。对比工程后与工程前的冲淤结果可以发现工程建设后碣石渔港的冲淤变化较小。

12.5.5 海水水质环境影响预测与评价结论

根据水质预测结果，本工程海上施工过程将造成一定的悬浮泥沙影响，施工引起的最大悬浮泥沙扩散为二期围堰拆除和河床疏浚施工产生的，造成的悬浮泥沙扩散大于 10mg/L（超一类水质）增量浓度悬浮泥沙最大扩散范围 2.46km²，最大扩散距离为 3.58km。可见，本项目海上施工过程造成的悬浮泥沙经扩散和沉降后，将在工程位置一定范围内迁移，将对项目周围海域沉积物环境造成一定的影响，但由于项目所在海域水动力条件较弱，悬浮泥沙的影响主要集中在项目附近。且由于本工程施工过程产生的悬浮泥沙主要来自本海区，因此经扩散和沉降后，沉积物的环境质量不会产生明显变化。

施工期间，悬浮泥沙会对海燕环境造成一定的影响，但是悬沙所产生的影响是暂时和局部的，加之悬浮泥沙具有一定的沉降性能，随着施工作业结束，悬

浮泥沙将慢慢沉降，工程海区的水质会逐渐恢复原有的水平。

施工及运营期间各类污水均按要求妥善处理，不随意外排，对海洋水质的影响是可接受的。

12.5.6 沉积物环境影响预测与评价结论

工程施工过程产生的悬浮物扩散和沉降后，对项目周边海域的沉积物环境质量基本不会产生明显不良变化，即沉积物质量状况仍将基本保持现有水平。项目运行期间各类污染物均妥善处理，基本不会影响项目所在海域的沉积物质量。

12.5.7 海洋生态环境影响预测与评价

工程占海造成的直接生态影响是对浅海底栖生物的彻底破坏，是环境资源不可恢复的损失。疏浚施工彻底改变海域的底栖息生态环境，但该影响会慢慢重新建立。施工引起的悬浮泥沙会不同程度影响作业点周围的生物，附近的游泳生物被驱散，浮游动物、植物的生长受到影响，鱼卵仔鱼生长受到影响。

经计算，本项目共造成底栖生物损失量为 728.63 kg，游泳生物损失量为 204.34 kg，鱼卵损失量为 9.184×10^6 粒，仔稚鱼损失为 3.322×10^6 尾。

经计算，项目施工过程中造成海洋生物资源损害的赔偿额为：底栖生物 14.4555 万元、鱼卵 27.5520 万元、仔稚鱼 49.8300 万元、游泳生物 0.9195 万元，赔偿总额约为 92.7570 万元。

本项目造成的海洋生物资源损失的直接经济损失额为底栖生物 1.0929 万元、游泳生物 0.3065 万元、鱼卵 9.1840 万元、仔稚鱼 16.6100 万元，总额为 27.1935 万元。

建议业主做好生态补偿措施。

12.5.8 主要环境敏感目标环境影响评价结论

项目对于周边敏感目标的影响是可控的。由于本项目邻近海域生境与项目所在海域较为相似，海区主要经济种类生物具有一定的活动能力，且部分对不利环境具有趋避能力；本项目施工期产生的影响范围有限，本报告对影响造成的生物损失进行了计算，并建议采取人工放流等措施进行补偿修复，在此基础上本项目建设对海区游泳生物的产卵繁殖索饵产生的影响处于可接受的水平。

项目建设对于主要环境敏感目标的影响是可以接受的。

12.5.9 固体废弃物环境影响分析

本项目施工期固体废物主要为疏浚物、施工人员生活垃圾和建筑垃圾等。项目产生的疏浚土部分自用，剩余部分运输至指定倾倒区倾倒；建筑垃圾可回收的回收，不能回收的运至政府部门指定的位置处置或综合利用；陆域施工垃圾均交由环卫部门处理；不会对区域环境产生明显影响。

营运期生活垃圾均分类收集，交由环卫部门处理；水闸拦截的漂浮垃圾定期清理打捞，收集上岸后与生活垃圾一并交由环卫部门处理。

本项目在落实具体的固体废弃物处置措施后，固体废物不会对周边环境产生较大的影响。

12.6 环境风险分析与评价结论

本项目施工期和运营期存在一定的环境风险，风险事故发生后会对项目所在环境造成一定程度危害，但可通过加强日常管理、规范人员操作、配备应急保障物资进行相应防范和控制。本工程在做好防范措施和采取必要的应急措施基础上，项目的环境风险事故可以控制在可接受水平。

12.7 环境保护对策措施的合理性、可行性结论

本项目施工期、营运期采取的污染防治措施，海洋生态保护措施以及非污染环境保护对策措施有效、可行，在技术、经济上是合理的、可行的。

12.8 公众参与分析与评价结论

本项目在环境影响评价过程中，按《环境影响评价公众参与办法》要求开展了环境影响评价公众参与。

公示期间，未收到公众相关意见和建议，公示符合《环境影响评价公众参与办法》要求。具体公示详见建设单位编制的公众参与说明。

12.9 区划规划和政策符合性结论

本项目与国家产业政策相符，用海符合《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》《广东省近岸海域环境功能区划》，项目建设符合《广东省海洋主体功能区规划》《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》《广东省海洋生态环境保护

“十四五”规划》《广东省海洋经济发展“十四五”规划》《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030年）》《广东省国土空间规划（2020-2035年）（公众版）》《陆丰市国土空间总体规划（2021-2035年）》《汕尾市海洋生态环境保护“十四五”规划》《汕尾市海洋经济发展“十四五”规划》《汕尾市水利发展“十四五”规划》、广东省和汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案以及“三区三线”划定成果等规划。

12.10 清洁生产和总量控制结论

在本项目的建设施工过程中，采用了合适的施工方案，降低了对环境的不必要的影响；同时，在作业过程中严格遵守技术规范，以环境保护意识贯穿于整个建设过程中，文明施工，爱护环境，这些都是清洁生产原则在本项目建设过程中的体现。因此，从总体上说，本项目施工期的清洁生产水平较高。

本项目总量均纳入碣石镇污水处理厂，不另外申请总量控制。

12.11 建设项目环境可行性结论

拟建工程所在位置自然条件较好，水文、气象等因素均能满足使用要求，具备建设的地质条件。工程附近基础条件较为完善，原料充足，水、电、道路等外部协作条件可行。工程的建设符合产业政策、“三线一单”和“三区三线”等相关区域及行业规划和当地政策环境要求，符合产业发展方向，选址科学，平面布局合理，施工期和营运期污染物妥善处置，项目施工期及营运期不会对海洋水环境质量产生较大的影响。

综上，本项目的建设从环境保护角度是可行的。

12.12 建议

（1）建设单位应会同政府有关部门做好项目相关宣传和解释工作，并配合当地环保部门做好项目的环境管理、验收、监督和检查工作。

（2）认真贯彻执行有关建设项目环境保护管理文件的精神，建立健全各项环保规章制度，严格执行“三同时”制度，并按照环保、海事等部门的要求，严格监视陆域施工废水及固废处理处置，以及生活污水处理处置。

（3）项目为水闸重建工程，与碣石渔港紧邻，建设单位施工前应做好与渔

港、渔民、相关部门的沟通，提前了解所在水道通航情况，避免发生安全事故。

(4) 加强生产设施及污染防治措施的运行管理和职工安全生产、环境保护知识的教育，定期对设备设施进行保养检修，切实做好环境事故风险防范措施和应急预案，杜绝事故发生。

(5) 业主单位应严格落实本报告书提出的风险防范措施并制定好应急预案，遵照“预防为主，保护优先”的原则，避免风险事故的发生，防止安全事故转化为环境事故。

(6) 建议疏浚泥应严格按照有关主管部门要求处理，严禁私自售卖或抛弃。

(7) 本项目作为水闸重建工程，项目开发建设的同时保护生态环境和水环境十分必要，建设单位应成立项目环境管理专职部门，对施工进行监督管理，建立完善的水土保持防治责任制以及环境监理制度，确保环境保护投资到位。