

# 惠来县东陇围溪仔嘴水闸重建工程

## 海域使用论证报告书

【公示稿】

粤规院湾区（广州）规划设计有限公司

91440115MA7N2X335P

2025年7月



## 论证报告编制信用信息表

论证报告编号	4452242025001539		
论证报告所属项目名称	惠来县东陇围溪仔嘴水闸重建工程海域使用论证		
一、编制单位基本情况			
单位名称	粤规院湾区（广州）规划设计有限公司		
统一社会信用代码	91440115MA7N2X335P		
法定代表人	陈伟劲		
联系人	黎柯宏		
联系人手机	19157441782		
二、编制人员有关情况			
姓名	信用编号	本项论证职责	签字
胡帅	BH004829	论证项目负责人	胡帅
胡帅	BH004829	4. 资源生态影响分析 8. 生态用海对策措施 9. 结论 10. 报告其他内容	胡帅
黎柯宏	BH003884	1. 概述 2. 项目用海基本情况 3. 项目所在海域概况	黎柯宏
李倩倩	BH003887	5. 海域开发利用协调分析	李倩倩
李深秀	BH004830	6. 国土空间规划符合性分析 7. 项目用海合理性分析	李深秀
<p>本单位符合海域使用论证有关管理规定对编制主体的要求，相关信息真实准确、完整有效，不涉及国家秘密，如隐瞒有关情况或者提供虚假材料的，愿意承担相应的法律责任。愿意接受相应的信用监管，如发生相关失信行为，愿意接受相应的失信行为约束措施。</p> <p>承诺主体(公章): </p> <p>2025年7月2日</p>			

## 建设项目基本情况表

项目名称	惠来县东陇围溪仔嘴水闸重建工程			
项目地址	广东省揭阳市惠来县东陇镇			
项目性质	公益性 (√)		经营性 ( )	
用海面积	施工期	1.2261 ha	投资金额 ■ 万元	
	运营期	0.4920 ha		
用海期限	运营期	40 年	预计就业人数 人	
	施工期	2 年		
占用岸线	总长度	206.7 m (施工期)	预计拉动区域经济产 值	万元
		112.9 m (运营期)		
	自然岸线	0 m		
	人工岸线	206.7 m (施工期)		
		112.9 m (运营期)		
其他岸线	0 m			
海域使用类型	海洋保护修复及海岸防护工程 用海		新增岸线 0 m	
用海方式	面积	具体用途		
非透水构筑物	0.0244 ha	北侧翼墙及防浪墙 (运营期用海)		
非透水构筑物	0.0284 ha	南侧翼墙及防浪墙 (运营期用海)		
透水构筑物	0.4038 ha	闸门海漫及防冲槽 (运营期用海)		
非透水构筑物	0.0354 ha	封堵三孔闸 (运营期用海)		
非透水构筑物	0.9718 ha	水闸重建及围堰 (施工期用海)		
非透水构筑物	0.2543 ha	封堵三孔闸及围堰 (施工期用海)		
注：邻近土地平均价格是指用海项目周边土地的价格平均值。				

## 目 录

摘 要.....	1
1 概述.....	5
1.1 论证工作由来.....	5
1.2 论证依据.....	6
1.3 论证工作等级与论证范围.....	10
1.4 论证重点.....	13
2 项目用海基本情况.....	14
2.1 项目建设内容.....	14
2.2 平面布置和主要结构尺度.....	17
2.3 项目主要施工工艺和方法.....	39
2.4 项目用海需求.....	47
2.5 项目用海必要性.....	47
3 项目所在海域概况.....	52
3.1 海洋资源概况.....	52
3.2 海洋生态概况.....	70
4 资源生态影响分析.....	114
4.1 生态评估.....	114
4.2 资源影响分析.....	118
4.3 生态影响分析.....	123
5 海域开发利用协调分析.....	141
5.1 海域开发利用现状.....	141
5.2 项目用海对海域开发活动的影响.....	148
5.3 利益相关者界定.....	149
5.4 需协调部门界定.....	149
5.5 相关利益协调分析.....	150
5.6 项目用海与国防安全和国家海洋权益的协调性分析.....	150

6 国土空间规划符合性分析.....	151
6.1 项目用海与国土空间规划分区的符合性分析.....	151
6.2 对周边海域国土空间规划分区的影响分析.....	154
6.3 项目用海与相关规划的符合性分析.....	157
7 项目用海合理性分析.....	162
7.1 用海选址合理性分析.....	162
7.2 用海平面布置合理性分析.....	165
7.3 用海方式合理性分析.....	166
7.4 占用岸线合理性分析.....	168
7.5 用海面积合理性分析.....	168
7.6 用海期限合理性分析.....	173
8 生态用海对策措施.....	174
8.1 生态用海对策.....	174
8.2 生态跟踪监测.....	177
9 结论.....	179
9.1 项目用海基本情况.....	179
9.2 项目用海必要性结论.....	180
9.3 项目用海资源影响结论.....	180
9.4 海域开发利用协调分析结论.....	181
9.5 项目用海与国土空间规划符合性结论.....	181
9.6 项目用海合理性分析结论.....	181
9.7 项目用海可行性结论.....	182

## 摘要

### 1 项目用海基本情况

本项目为广东省揭阳市惠来县东陇围溪仔嘴水闸重建工程项目，现溪仔嘴水闸由“老五孔闸”与“新三孔闸”组成，拟于“老五孔闸”处拆除重建溪仔嘴水闸并封堵现“新三孔闸”。重建后溪仔嘴水闸共 5 孔，单孔净宽 5 m，总净宽 25 m。水闸的防洪标准内河按 20 年一遇洪水标准设计、50 年一遇洪水标准校核，防潮标准按 50 年一遇设计，最大过闸流量为  $129.42 \text{ m}^3/\text{s}$ ，闸上正常蓄水位  $-0.1 \text{ m}$ 。

依据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》（自然资发〔2023〕234 号）的规定，本项目属于特殊用海（一级类）中的海洋保护修复及海岸防护工程用海（二级类）。依据《海域使用分类》（HY/T 123—2009）的规定，本项目海域使用类型属于特殊用海（一级类）中的海岸防护工程用海（二级类），用海方式为构筑物（一级方式）中的非透水构筑物（二级方式）和透水构筑物（二级方式）。

本项目用海包括运营期主体工程和施工期临时工程。运营期主体工程拟申请用海面积  $0.4920 \text{ ha}$ ，包括北侧翼墙及防浪墙  $0.0244 \text{ ha}$ （用海方式为非透水构筑物），南侧翼墙及防浪墙  $0.0284 \text{ ha}$ （用海方式为非透水构筑物），防冲海漫及防冲槽  $0.4038 \text{ ha}$ （用海方式为透水构筑物），封堵三孔闸  $0.0354 \text{ ha}$ （用海方式为非透水构筑物）；施工期临时工程拟申请用海面积  $1.2261 \text{ ha}$ （用海方式为非透水构筑物），包括水闸重建及围堰  $0.9718 \text{ ha}$  和封堵三孔闸及围堰  $0.2543 \text{ ha}$ 。

本项目施工期拟占用广东省政府 2022 年批复海岸线  $206.7 \text{ m}$ ，运营期拟占用广东省政府 2022 年批复海岸线  $112.9 \text{ m}$ ，占用岸线类型均为人工岸线—构筑物岸线，不涉及自然岸线及生态恢复岸线，不涉及严格保护岸线，不涉及沙滩，不涉及砂质海岸、盐沼、淤泥质岸滩及其生境。

本项目主体工程的海漫及防冲槽、北侧翼墙及防浪墙、南侧翼墙及防浪墙及封堵三孔闸用海期限 40 年；围堰属于临时工程，待溪仔嘴水闸建设及三孔闸封堵完成后需拆除恢复原貌，根据施工进度计划，因此围堰及围合部分申请用海期限拟为 2 年。项目用海申请单位为惠来县水利水电工程建设管理中心。

## 2 项目用海必要性结论

根据《产业结构调整指导目录》(2024年本),本项目属于“鼓励类二、水利3.防洪提升工程”。溪仔嘴水闸工程建成运行至今已有70余年,主要任务是挡潮、排洪(涝),兼顾交通等综合利用。本次重建维持水闸原功能不变,通过扩大水闸总净宽,使溪仔嘴水闸在确保安全发挥原有挡潮功能的同时,增大排洪能力,补足防洪短板,保护人民生命财产的安全,并进一步促进当地工农业生产的发展。项目建设是必要的。

本项目拆除重建溪仔嘴水闸,提升区域防洪(潮)排涝标准,由于原水闸年代久远,没有海域使用权证,又根据广东省政府2022年批复海岸线,水闸部分构筑物位于雷岭河河口海域,因此,项目用海是必要的。

## 3 项目用海资源生态影响结论

### (1) 对水动力的影响

根据数值模拟结果,本项目水动力环境的影响主要集中在本项目工程范围周边范围内水域(<300m),涨急时刻,项目附近的流速变化量为-0.48~0.76 cm/s,由于施工围堰建设,流向会发生一定程度的变化,流向变化量为-294.1~355.4°。落急时刻,项目附近的流速变化量为-0.35~0.85 cm/s,流向变化量为-25.2~20.1°。

### (2) 对地形地貌与冲淤的影响

根据数值模拟结果,临时围堰建成后,在围堰的下游将形成冲刷坑,最大年均冲刷幅度约0.16 m/a,但冲刷的范围较小,只局限于临时围堰附近的小范围内。此外,在围堰上下游的边滩产生淤积包,最大年均淤积幅度约0.10 m/a。

### (3) 对水质和沉积物的影响

项目施工产生的悬浮泥沙浓度大于10mg/L包络面积为30.56公顷;大于20mg/L包络面积为26.46公顷;大于50mg/L包络面积为22.55公顷;大于100mg/L包络面积为16.78公顷。施工悬沙影响时间基本为施工期,施工期结束后其影响也逐渐消失,不会对海洋环境产生较大的不利影响。

### (4) 对海洋生物的影响

项目施工造成潮间带生物损失量为0.48 t,造成底栖生物损失量为0.19 t,游泳生物损失量261.5 kg,鱼卵损失量296.0万粒,仔鱼损失量42.4万尾。施工对

渔业资源的影响是暂时的、可逆的，渔业资源生物量损失随着施工的结束，慢慢可以得到恢复。

#### 4 海域开发利用协调分析结论

本项目邻近海域海洋开发利用活动主要包括东陇海堤、西港海堤、架空缆线、神泉进港航道、惠来县神泉示范性渔港建设项目。受本项目建设影响的用海活动为海堤、现状养殖、航道、和惠来县神泉示范性渔港建设项目。

#### 5 项目用海与国土空间规划符合性结论

本项目符合《广东省国土空间规划（2021—2035年）》《揭阳市国土空间总体规划（2021—2035年）》《惠来县国土空间总体规划（2021—2035年）》等相关国土空间规划文件的要求。

项目与《广东省国土空间规划（2021—2035年）》等规划的管控要求相符合。项目与《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》《广东省水利发展“十四五”规划》《揭阳市国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》《揭阳市水利改革发展“十四五”规划》《揭阳市海洋经济发展“十四五”规划》等相关规划的目标、要求相符合。

#### 6 项目用海合理性分析结论

本项目所处区位和社会条件优越，可以满足工程建设和营运要求；该海域的自然资源与项目用海是适宜的；本项目建设对区域生态系统有一定影响，但可以通过生态措施进行生态修复。项目在采取一定生态修复措施以及环保措施的前提下，工程建设对周边海域的影响较小。项目选址与区域生态环境有一定的适宜性，与周边海域开发活动具有良好的协调性。因此，项目选址是合理的。

本项目用海平面布置是有利于生态保护的。工程实施后附近海域流速、流向变化较小，本项目的建设对周边水域水文动力影响较小，对地形地貌冲淤影响较小，本项目平面布置可以在一定程度上地减少对水文动力环境、冲淤环境的影响；本项目施工期会对周边其他用海活动不会产生严重不利影响，在落实了各项对策措施后，本项目用海不存在引发重大利益冲突的可能，与周边用海活动无不可协

调的矛盾，本项目用海平面布置能尽量减少对周边其他用海活动的影响。

本项目为溪仔嘴水质重建工程，用海方式为透水构筑物和非透水构筑物，用海方式与维护海域基本功能相适宜，与水文动力环境、冲淤环境相适宜，与周围海域生态环境有一定适宜性，用海方式合理。

本项目施工期拟占用广东省政府 2022 年批复海岸线 206.7 m，运营期拟占用广东省政府 2022 年批复海岸线 112.9 m，占用岸线类型均为人工岸线—构筑物岸线，不涉及自然岸线及生态恢复岸线，不涉及严格保护岸线，不涉及沙滩，不涉及砂质海岸、盐沼、淤泥质岸滩及其生境。项目建设后有利于岸线功能的发挥，提高岸线使用效率，因此，占用岸线是合理的。

本项目用海面积是由其工程建设的特殊性质以及项目建设的必要性决定的，施工期申请用海面积 1.2261 公顷，运营期申请用海面积 0.4920 公顷能满足项目用海需求，符合《海籍调查规范》《海域使用面积测量规范》和相关海洋工程设计规范等，施工完成后即拆除围堰。

根据《中华人民共和国海域使用管理法》有关海域使用权最高期限的规定，公益事业的最高用海期限为四十年。现建设单位按最高期限申请溪仔嘴水闸的海漫及防冲槽、北侧翼墙及防浪墙、南侧翼墙及防浪墙及封堵三孔闸用海期限 40 年是符合《中华人民共和国海域使用管理法》的相关规定。围堰属于施工临时工程，待溪仔嘴水闸建设及三孔闸封堵完成后需拆除恢复原貌，根据施工进度计划，因此围堰及围合部分申请用海期限拟为 2 年。本项目用海海域使用权期限届满，海域使用权人需要继续使用海域的，应当最迟于期限届满两个月向原批准用海的人民政府申请续期。综上所述，本项目用海期限合理。

## 7 项目用海可行性结论

根据上述分析和论证，本项目建设与该区域自然条件和社会条件相适应，项目用海符合海洋功能区划和相关规划的要求，项目用海选址、面积和期限合理，项目对海洋资源和环境的影响可以接受。本项目能较好地利用该海域的自然资源，发挥该海域的社会优势。综上所述，本项目的海域使用是可行的。

# 1 概述

## 1.1 论证工作由来

惠来县东陇围溪仔嘴水闸是东陇堤围江、海堤防洪（潮）和排涝体系的重要中型水闸。溪仔嘴水闸地处雷岭河河口附近，即雷岭河之一级支流盐岭河汇入口下游。北距惠来县城 6 km，南临神泉港。水闸汇流区东面为盐岭河和雷岭河干流出口段，南面为龙江干流出口段，西北两面倚山。东陇堤围守护的东陇洋，地处江河冲积与海相沉积的交汇沃野，灌排渠系科学规划、布局完善，堪称惠来县四大核心粮产区的典范之地。

东陇堤东段自惠西桥至赤洲闸绵延 5.9 km，属江堤；南段自赤洲闸至钓石山蜿蜒 9.0 km，归为海堤。江堤设穿堤排水涵闸 2 座 5 孔，排水总净宽 13.6 m；海堤设穿堤排水闸 14 座 22 孔，排水总净宽 39.0 m。溪仔嘴水闸是东陇洋涝区排水骨干工程之一，于 1953 年 10 月动工兴建，1955 年 3 月竣工投入使用，原设计水闸 5 孔（单孔净宽 2.0 m），1967 年 3 月在其南面 140 余米处增设 3 孔排水闸（单孔净宽 2.5 m），与原水闸并入运行。

2012 年 4 月，经鉴定，溪仔嘴水闸存在以下主要问题：水闸地基承载力未能满足安全运行要求；水闸消能工在各设计计算工况不能满足消能要求；闸基下层存在的厚度 2.6~9.9 m 疏松状态的有机质（粉土质）砂层和含细粒土砂、细砂层，地震时可能产生液化；水闸结构不能满足规范对 VII 度地震区水闸抗震措施的要求。经现场检查，水闸混凝土构件钢筋锈蚀严重，结构破坏；混凝土闸门因同样原因而结构破损；机电设备老化、报废；金属结构变形、磨损、落后；水闸不能安全运行。鉴于溪仔嘴水闸存在以上安全问题，广东省大坝安全技术管理中心建议水闸进行重建。

为了合理、科学地使用海域，保障用海项目顺利实施，并为海域使用审批提供重要依据，根据《中华人民共和国海域使用管理法》《广东省海域使用管理条例》《海域使用论证技术导则》的规定和要求，需针对本项目的用海情况开展海域使用论证工作。受惠来县水利水电工程建设管理中心委托，粤规院湾区（广州）规划设计有限公司承担该项目海域使用论证工作。项目组人员深入现场测量踏勘，

收集相关资料，论证分析项目用海的可行性，并在此基础上编制《惠来县东陇围溪仔嘴水闸重建工程海域使用论证报告书》。

## 1.2 论证依据

### 1.2.1 法律法规

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

(2)《中华人民共和国海洋环境保护法》(2023 修订)，2023 年 10 月 24 日第十四届全国人民代表大会常务委员会第六次会议第二次修订，2024 年 1 月 1 日起施行；

(3)《中华人民共和国海上交通安全法》，2021 年 4 月 29 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议修订，2021 年 9 月 1 日施行；

(4)《中华人民共和国防洪法》，根据 2016 年 7 月 2 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十一次会议修正，2016 年 9 月 1 日起施行；

(5)《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，2017 年 10 月 1 日起实施；

(6)《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》，根据 2018 年 3 月 19 日《国务院关于修改和废止部分行政法规的决定》第二次修订，2018 年 3 月 19 日施行；

(7)《中华人民共和国防治海岸工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》，2018 年 3 月 19 日《国务院关于修改和废止部分行政法规的决定》修订；

(8)《中华人民共和国水上水下作业和活动通航安全管理规定》，中华人民共和国交通运输部令，2021 年第 24 号，2021 年 9 月 1 日；

(9)《国务院关于进一步加强对海洋管理工作若干问题的通知》，国发〔2004〕24 号，国务院，2019 年 3 月 19 日发布；

(10)《海域使用权管理规定》，国家海洋局，2007 年 1 月 1 日实施；

(11)《自然资源部关于规范海域使用论证材料编制的通知》，自然资规〔2021〕1号，自然资源部，2021年1月8日实施；

(12)《广东省海域使用管理条例》，根据2021年9月29日广东省第十三届人民代表大会常务委员会第三十五次会议《关于修改〈广东省城镇房屋租赁条例〉等九项地方性法规的决定》修正，广东省人民代表大会常务委员会，2021年9月29日实施；

(13)《海岸线保护与利用管理办法》，国家海洋局，2017年3月31日发布；

(14)《自然资源部办公厅关于进一步做好海域使用论证报告评审工作的通知》（自然资办函〔2021〕2073号），自然资源部，2021年11月17日发布；

(15)《关于推进广东省海岸带保护与利用综合示范区建设的指导意见》（粤自然资发〔2019〕37号），广东省自然资源厅，2019年6月4日发布；

(16)《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），自然资源部，2022年8月16日发布；

(17)《广东省自然资源厅关于印发海岸线占补实施办法的通知》（粤自然资规字〔2025〕1号），广东省自然资源厅，2025年6月12日发布；

(18)《广东省自然资源厅关于进一步做好海岸线占补台账管理的通知》（粤自然资海域〔2023〕149号）；

(19)《广东省自然资源厅办公室关于启用我省新修测海岸线成果的通知》，广东省自然资源厅，2022年2月22日；

(20)《自然资源部关于进一步做好用地用海要素保障的通知（自然资发〔2023〕89号）》，自然资源部，2023年6月13日印发；

(21)《自然资源部办公厅关于进一步加强现有自然岸线监管工作的函》（自然资办函〔2022〕977号）；

(22)《国务院关于加强滨海湿地保护严格管控围填海的通知》（国发〔2018〕24号）；

(23)《广东省水利工程管理条例》，2020年11月27日广东省第十三届人民代表大会常务委员会第二十六次会议修正；

(24)《广东省海域使用金征收标准(2022年修订)》(粤财规〔2022〕4号),广东省财政厅,2022年6月17日;

(25)《自然资源部办公厅关于进一步规范项目用海监管工作的通知》(自然资办函〔2022〕640号)。

### 1.2.2 标准规范

(1)《海域使用论证技术导则》,GB/T 42361—2023,国家市场监督管理总局国家标准化委员会部发布,2023年7月1日实施;

(2)《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》,HJ 1409—2025,中华人民共和国生态环境部发布,2015年2月1日实施;

(3)《海域使用分类》,HY/T 123—2009,国家海洋局发布,2009年5月1日实施;

(4)《海籍调查规范》,HY/T 124—2009,国家海洋局发布,2009年5月1日实施;

(5)《海域使用面积测量规范》,HY/T 070—2022,中华人民共和国自然资源部发布,2022年9月1日实施;

(6)《宗海图编绘技术规范》,HY/T 251—2018,中华人民共和国自然资源部发布,2018年11月1日实施;

(7)《海洋监测规范》,GB 17378—2007,中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 中国国家标准化管理委员会发布,2008年5月1日实施;

(8)《海洋调查规范》,GB/T 12763—2007,中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局中国国家标准化管理委员会发布,2008年2月1日实施;

(9)《海水水质标准》,GB 3097—1997,国家环境保护局发布,1998年7月1日实施;

(10)《海洋生物质量》,GB 18421—2001,中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局发布,2002年3月1日实施;

(11)《海洋沉积物质量》,GB 18668—2002,中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局发布,2002年10月1日实施;

- (12)《海岸带生态系统现状调查与评估技术导则 第 3 部分：红树林》，T/CAOE 20.3-2020；
- (13)《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》，SC/T 9110—2007，中华人民共和国农业部发布，2008 年 3 月 1 日实施；
- (14)《海洋生态损害评估技术指南（试行）》，国家海洋局发布，2013 年 8 月 21 日实施；
- (15)《水利水电工程初步设计报告编制规程》，SL/T 619—2021；
- (16)《水闸设计规范》，SL 265—2016；
- (17)《防洪标准》，GB 50201—2014；
- (18)《泵站设计规范》，GB 50265—2022；
- (19)《水利水电工程等级划分及洪水标准》，SL 252—2017；
- (20)《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》，自然资发〔2023〕234 号，自然资源部，2023 年 11 月 22 日；
- (21)《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》，2002 年 4 月；
- (22)《广东省防洪（潮）标准和治涝标准（试行）》，粤水电总字〔1995〕4 号。

### 1.2.3 相关规划

- (1)《广东省国土空间规划（2021—2035 年）》（粤府〔2023〕105 号，2023 年 12 月 26 日）；
- (2)《广东省国土空间生态修复规划（2021—2035 年）》（粤自然资发〔2023〕2 号，2023 年 5 月 10 日）；
- (3)《广东省自然资源保护与开发“十四五”规划》（粤府办〔2021〕31 号，2021 年 9 月 29 日）；
- (4)《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》（粤环〔2022〕7 号，2022 年 4 月 27 日）；
- (5)《广东省海洋经济发展“十四五”规划》（粤府办〔2021〕33 号，2021 年 9 月 30 日）；

(6)《广东省水利发展“十四五”规划》(粤府办〔2021〕29号,2021年9月16日);

(7)《广东省海岸带及海洋空间规划(2021—2035年)》(广东省自然资源厅,2025年1月23日);

(8)《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》(粤府〔2021〕28号,2021年4月6日);

(9)《揭阳市国土空间总体规划(2021—2035年)》(粤府〔2023〕198号,2023年7月11日);

(10)《惠来县国土空间总体规划(2021—2035年)》(粤府〔2023〕284号,2023年11月16日);

(11)《揭阳市国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》(揭府〔2021〕24号),揭阳市人民政府,2021年5月17日。

#### 1.2.4 相关的技术资料

(1)项目用海基本情况资料 引自《惠来县东陇围溪仔嘴水闸重建工程初步设计报告》(汕头市水利水电勘测设计院,2012年8月)、《揭阳市惠来县东陇围溪仔嘴水闸重建工程初步设计概算书》(汕头市水利水电勘测设计院,2015年12月)、《惠来县东陇围溪仔嘴水闸重建工程初步设计报告(修编)》(汕头市水利水电勘测设计院,2015年12月);

(2)气候资料 引自惠来气象站近20年的主要气象统计资料(2002—2021年);

(3)自然灾害资料 引自《台风年鉴》《热带气旋年鉴》;

(4)工程地质资料 引自《揭阳惠来海事工作船码头工程岩土工程勘察报告》(建材广州工程勘测院有限公司,2019年6月)。

### 1.3 论证工作等级与论证范围

#### 1.3.1 论证等级

本项目工程包括主体工程与施工期临时工程。根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》，本项目海域使用类型属于特殊用海（一级类）中的海洋保护修复及海岸防护工程用海（二级类）。同时，根据《海域使用分类》规定，本项目主体工程海域使用类型属于特殊用海（一级类）中的海岸防护工程用海（二级类），用海方式包括构筑物（一级用海方式）中的非透水构筑物（二级用海方式）和透水构筑物（二级用海方式）两种。

本项目运营期的闸门海漫及防冲槽的用海方式为透水构筑物，长度约 188.1 m，实际占用岸线 31.2 m，用海面积为 0.4038 ha。本项目运营期的北侧翼墙及防浪墙、南侧翼墙及防浪墙、封堵三孔闸用海方式为非透水构筑物，总长度约为 110.0 m，实际占用岸线 50.8 m，用海面积合计为 0.0882 ha。

本项目施工期的水闸重建及围堰、封堵三孔闸及围堰用海方式皆为非透水构筑物，临时围堰中心线总长度约 303.0 m，实际占用岸线 206.7 m，用海面积合计为 1.2261 ha。

根据《海域使用论证技术导则》（GB/T42361—2023），海域使用论证工作实行论证等级划分制度，按项目的用海方式、规模和所在海域特征划分为一级、二级、三级。项目工程所在海域不属于敏感海域，根据海域使用论证技术导则关于论证等级确定的要求，本项目的闸门海漫及防冲槽用海论证等级为三级，北侧翼墙及防浪墙、南侧翼墙及防浪墙、封堵三孔闸用海论证等级为二级，本项目施工期的水闸重建及围堰、封堵三孔闸及围堰用海为二级，因此，本着论证等级就高不就低的原则，本项目论证等级确定为二级（表 1.3-1）。

表 1.3-1 本项目海域使用论证等级判定表

用海方式		用海规模	所在海域特征	论证等级
一级	二级			
构筑物	透水构筑物 本项目运营期的闸门海漫及防冲槽的用海方式为透水构筑物，长度约 188.1 m，实际占用岸线 31.2 m，用海面积为 0.4038 ha	构筑物总长度 $\geq 2000$ m； 用海总面积 $\geq 30$ ha	所有海域	一
		构筑物总长度（400~2000）m； 用海总面积（10~30）ha	敏感海域	一
			其他海域	二
		构筑物总长度 $\leq 400$ m； 用海总面积 $\leq 10$ ha	所有海域	三

用海方式		用海规模	所在海域特征	论证等级	
一级	二级				
非透水构筑物	本项目运营期的北侧翼墙及防浪墙、南侧翼墙及防浪墙、封堵三孔闸用海方式为非透水构筑物，总长度约为110.0 m，实际占用岸线50.8 m，用海面积合计为0.0882 ha。	构筑物总长度 $\geq 500$ m； 用海面积 $\geq 10$ ha	所有海域	一	
		构筑物总长度（250~500） m； 用海面积（5~10） ha	敏感海域	一	
			其他海域	二	
	本项目施工期的水闸重建及围堰、封堵三孔闸及围堰用海方式皆为非透水构筑物，临时围堰中心线总长度约303.0 m，实际占用岸线206.7 m，用海面积合计为1.2261 ha。	构筑物总长度 $\leq 250$ m； 用海面积 $\leq 5$ ha	所有海域	二	
		构筑物总长度 $\geq 500$ m； 用海面积 $\geq 10$ ha	所有海域	一	
			构筑物总长度（250~500） m； 用海面积（5~10） ha	敏感海域	一
其他海域	二				
构筑物总长度 $\leq 250$ m； 用海面积 $\leq 5$ ha				所有海域	二
本项目论证等级				二	

注：敏感海域是指海洋生态保护红线区，重要河口、海湾，红树林、珊瑚礁、海草床等重要生态系统所在海域，特别保护海岛所在海域等。改编自《海域使用论证技术导则》（2023年）的表1。

### 1.3.2 论证范围

根据《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361—2023），论证范围应覆盖项目用海可能影响到的全部区域。一般情况下，论证范围以项目用海外缘线为起点进行划定，二级论证向外扩展8 km。本项目论证范围依据论证工作等级，以项目用海外缘线为起点向外扩展8 km为论证范围见图1.3-1，范围坐标见表1.3-2，论证面积约75.76 km<sup>2</sup>。

表 1.3-2 论证范围界址点坐标表


略

图 1.3-1 项目海域使用论证范围

## 1.4 论证重点

本项目主要建设内容为重建溪仔嘴水闸并封堵三孔闸，旨在提升东陇围堤防的防洪(潮)和排涝能力，保障周边地区人民群众生命财产安全及农业生产稳定。根据《海域使用论证技术导则》(GB/T 42361—2023)的要求，参考导则附录 C.1，并结合项目实际用海情况和所在海域特征，经分析研究，确定本项目海域使用论证重点如下：

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

## 2 项目用海基本情况

### 2.1 项目建设内容

#### 2.1.1 项目建设基本内容

(1) 项目名称：惠来县东陇围溪仔嘴水闸重建工程项目；

(2) 建设单位：惠来县水利水电工程建设管理中心；

(2) 项目性质：重建工程；

(3) 投资金额：2330.19 万元；

(4) 地理位置：项目位于惠来县东陇镇境内，为东陇堤围防洪、防潮、排涝系统的中型水闸。溪仔嘴水闸地处雷岭河河口附近，即雷岭河之一级支流盐岭河汇入口下游。北距惠来县城 6 km，南临神泉港。水闸汇流区东面为盐岭河和雷岭河干流出口段，南面为龙江干流出口段，西北两面倚山。

略

图 2.1-1 溪仔嘴水闸位置示意图

#### 2.1.2 项目建设规模

本节内容引自《惠来县东陇围溪仔嘴水闸重建工程初步设计报告（修编）》（汕头市水利水电勘测设计院，2015 年 12 月）和《惠来县东陇围溪仔嘴水闸重建工程初步设计阶段社会稳定风险分析报告》（汕头市水利水电勘测设计院，2014 年 12 月）。

##### 1、设计标准

项目初步设计阶段复核水闸的排涝流量为 129.42 m/s（10 年一遇标准），根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252—2000）和《水闸设计规范》（SL265—2001），本工程属 III 等中型工程，主要建筑物级别为 3 级，次要建筑物级别为 4 级，其它临时性建筑物为 5 级。

工程为平原水闸，根据确定的工程等别和建筑物级别，按照《水利水电工程

等级划分及洪水标准》(SL252—2000)和《水闸设计规范》(SL265—2001)及广东省水利电力厅文件“关于印发《广东省防洪(潮)标准和治涝标准》试行的通知”(粤水电总字〔1995〕4号)的规定,确定溪仔嘴水闸设计标准。防洪、防潮标准:水闸的防洪标准内河按20年一遇洪水标准设计、50年一遇洪水标准校核,防潮标准按50年一遇设计。排涝标准:按涝区10年一遇24小时暴雨产生的径流量3天排干。据《中国地震动参数区划图》(GB18306—2001),本工程场址地震基本烈度为VII度,地震动峰值加速度为0.10g。

故本项目按工程等别III确定防洪、防潮标准,防洪标准内河按20年一遇洪水标准设计、50年一遇洪水标准校核,防潮标准按50年一遇设计。

## 2、工程规模

溪仔嘴水闸是东陇围防洪潮和排涝体系的重要组成部分,其工程任务是:以防潮为主,结合排涝、蓄淡。该项目建设内容包括:合并重建5孔排水闸1座,排水总净宽25.0m,设计排水流量为129.42m<sup>3</sup>/s(10年一遇标准),闸上正常蓄水位-0.1m;恢复水闸左右连接堤段长52.05m,堤面总宽6.0m;封堵三孔闸一座(包括左右连接段长30m);架设10kV排涝专用高压供电线路长0.65km;配套建筑办公生活设施和环境整治等。

按闸内频率洪水与外江同频率洪(潮)位组合情况,采用《水闸设计规范》(SL265—2001)附录A公式(A.0.1-1)和公式(A.0.2-2)复核初定的水闸闸孔尺寸。

当淹没度 $h_s/h_0 < 0.9$ 时,闸孔净宽按以下公式计算:

$$Q = \varepsilon \sigma m B_0 \sqrt{2gH_0^{3/2}},$$

式中参数说明如下:

$Q$ ——过闸流量,单位:立方米每秒(m<sup>3</sup>/s);

$\varepsilon$ ——堰流侧收缩系数,依据《水工建筑物水力设计规范》(SL 173—2016)

中表A.0.1.1查取;

$\sigma$ ——堰流淹没系数,参照表A.0.1.2确定其取值范围;

$m$ ——堰流流量系数,根据实验数据确定为0.385;

$B_0$ ——有效排水断面下的闸孔总净宽，单位：米（m）；

$H_0$ ——包含行近流速水头的堰上水头，单位：米（m）。

当淹没度  $h_s/h_0 \geq 0.9$  时，闸孔净宽按以下公式计算：

$$Q = \mu_0 h_s B_0 \sqrt{2g(H_0 - h_s)},$$

$$\mu_0 = 0.877 + \left( \frac{h_s}{H_0} - 0.65 \right)^2,$$

式中参数定义如下：

$\mu_0$ ——淹没系数，指淹没条件下堰流综合流量系数（依据《水工建筑物水力设计规范》SL 173—2016 定义）；

$B_0$ ——有效排水断面闸孔总净宽，单位：米（m）；

$Q$ ——过闸瞬时流量，单位：立方米每秒（m<sup>3</sup>/s）；

$H_0$ ——堰顶水头，包含行近流速水头的修正值，单位：米（m）；

$g$ ——重力加速度，取标准值 9.81 m/s<sup>2</sup>。

惠来县未设国家潮位站，查取汕尾和海门站的特征潮位，通过内插求得工程站址处的特征潮位。溪仔嘴水闸闸外特征潮水位见表 2.1-1。

表 2.1-1 惠来县溪仔嘴水闸设计潮水位资料

项目位置	平均高潮位(m)	平均低潮位(m)	多年平均潮位(m)	设计频率潮水位(m)			
				P=2%	P=5%	P=10%	P=20%
溪仔嘴水闸	0.281	-0.576	-0.134	2.27	1.9	1.64	1.38

外江水面线引用赤洲水闸的河道水面线计算成果（外江河道水面线计算）见表 2.1-2。本次水面线采用外包线确定，由上表可知，溪仔嘴水闸闸外水位为： $Z_{P=2\%}=2.634$  m， $Z_{P=5\%}=2.279$  m。

表 2.1-2 龙江汇合口-赤洲水闸闸下水面线成果表

序号	桩号	断面附近地名	断面间距(m)	累计距离(m)	2%			5%		
					以洪为主	以潮为主	采用	以洪为主	以潮为主	采用
1	3+100	龙江汇合口	0	0	2.007	2.572	2.572	1.785	2.166	2.166
6	1+800	溪仔嘴水闸	200	1300	2.605	2.634	2.634	2.279	2.256	2.279

14	0+300	雷岭河汇合口	100	2800	3.413	2.778	3.413	2.982	2.455	2.982
18	0+000	赤洲水闸	35	3100	3.434	2.78	3.434	3.046	2.458	3.046

溪仔河流域设计洪水在工程断面处各频率洪水成果见表 2.1-3。

表 2.1-3 不同频率设计洪水成果表

设计阶段	项目	频率			
		2%	5%	10%	20% (施工)
初步设计	$Q_m(m^3/s)$	290.3	234.5	192.49	38.6

根据现行排涝标准、洪水标准结合现状水闸的规模确定水闸闸孔尺寸，初步拟定两个方案。方案一：设 5 孔闸，闸孔净宽 5.0 m，胸墙底高程 1.4 m，闸门高 4.0 m，中墩厚度 1.0 m，缝墩厚度 0.8 m，底板高程-2.40 m；方案二：设 3 孔×5 m 及 2 孔×5 m（分开建）。计算水闸的排涝、过水能力。工程高程基准选择珠基。根据工程水闸平面布置及水闸的堰型和闸墩结构型式，确定各计算系数代入上述各式，可得设计、校核频率洪水过闸水位差，计算结果见表 2.1-4。

表 2.1-4 孔口总净宽复核计算表

序号	频率	Q ( $m^3/s$ )	上游水位 (m)	下游水位 (m)	$\Delta_{上-下}$ (m)	$B_0$ (m)
方案一	P=5%	234.46	2.433	2.279	0.154	25.0
方案二	P=2%	290.31	2.843	2.634	0.209	25.0

方案一、二的设计、校核频率洪水过闸水位差分别为 0.154 m、0.209 m，符合规范过闸水位差 0.1~0.3 m 的要求，且方案一过闸水位差更小，故初定的闸孔净宽 25.0 m 合适，最终需由排涝计算复核确定闸孔尺寸。

## 2.2 平面布置和主要结构尺度

### 2.2.1 工程平面布置

枢纽建筑物布置以原五孔闸址及左侧堤段为基础，从左岸至右岸依次为：左岸连接堤段、左岸空箱、排水闸、右岸空箱、右岸连接堤段、原新三孔闸封堵堤段。

排水闸从上游到下游依次为：上游连接段（长 22.7 m）、闸室（长 14.6 m）、下游连接段（长 55.1 m）。上游连接段，包括：两岸的翼墙（长 22.7 m）以及河

床部分的防冲槽（长 8.7 m，深 1.5 m）、铺盖（长 14 m）；闸室包括：底板、闸墩、上游检修闸槽、胸墙、闸门、下游检修闸槽，闸顶结构为交通桥、检修便桥和启闭机室；下游连接段，包括：两岸的翼墙（长 15.0 m）以及河床的消力池（含消力坎长 15.0 m，深 0.9 m）、海漫（水平段长 10 m、斜坡段长 20 m）、抛石防冲槽（长 10.1 m，深 2.0 m）。

启闭机室置于堤外（外江侧）使堤身与闸室连接顺畅，满足东陇围堤防的防汛抢险交通要求；工程管理用房拟利用水闸右侧东陇镇水电管理所附近空地建设；进闸交通道路由左侧防汛堤路引入；拟从东陇镇变电站新架设 10kV 水闸排涝专用供电线路，长 0.65 km，满足闸门启闭设备用电要求，确保溪仔嘴水闸的防洪（潮）和排涝运行安全。

## 1、方案比选

结合原有水闸建筑物的布置和考虑重建水闸的施工导流条件等因素，初拟两个闸址进行方案比选，即方案一：在原老五孔闸址处合并重建；方案二：按现状在原五孔闸和原三孔闸址处分别重建。现阶段仍按以上两方案从水闸重建的工程量、施工条件、工程运行管理条件等方面作分析和比较。

**两闸址方案共同点：**两方案均满足地形、地质条件、水流条件、排水口设置条件及施工、管理条件，且差别不大。两方案闸址地形均平坦开阔，土质地基；水闸顺水流轴线方向均与原闸轴线平行，与雷岭河（外江承泄区）主流呈 90° 交角；排水口位于地势低洼、出水通畅、靠近主要涝区和容泄区的老堤线上；有较好的施工导流条件和交通运输条件。

**两闸址方案不同点：**方案一原老五孔闸闸基经原闸结构近 50 年预压，在该址重建利于节约基础处理工程量；原新、老两闸合并重建可减少堤防穿堤涵闸数量，利于堤围防洪（潮）安全，方便水闸运行管理；水闸施工分：一期重建、二期涵闸封堵。二期封堵相对于二期涵闸重建（方案二）工期短，故总工期缩短，同时涵闸封堵施工范围远小于涵闸重建，从而减少围堰工程量。原两闸合并重建，还可比分建减少上下游翼墙、内、外护坦基础回填和护坦后抛石防护等工程量，但需增加拆除老五孔闸左侧堤段长度，增加一定的工程量。方案二两闸分别重建，为解决导流问题需分一、二期错开施工，即施工一闸另一闸导流，完成后利用前

者导流，后者接着施工，工期延长；各闸施工场面特别是水下部分的场面比方案一狭窄，施工场地布置受到限制，使施工难度增加；原闸内、外江侧冲深较大，新闻均需较厚的填筑土上修建内、外护坦结构，工程回填量大；增加闸上下游翼墙、护坡工程量，此外，两闸均需设施工围堰，增加工程造价等。

综上所述，方案一较方案二具有明显的优点，因此，本工程闸址仍选择方案一，即在原五孔闸址处重建新闻。

## 2、推荐方案

水闸建筑物型式的选择主要考虑的原则是：①满足水闸在排涝、防洪（潮）和蓄淡方面的要求；②工程管理方便、运行管理费用较低；③施工方便；④节约工程量，工程造价较低。根据水闸地处平原洪潮泛和易涝区的实际，结合当地兴建穿堤排水涵闸的设计、施工和管理经验，本工程水闸闸型主要考虑：开敞式平底宽顶堰型和充水式橡胶溢流坝型两种型式。

目前，开敞式平底宽顶堰水闸型式是在当地排水涵闸建设中被广泛采用的一种结构型式，设计、施工和管理较为成熟，但土建、金属结构工程量较大，一次性投资相对较大。充水式橡胶坝随着橡胶袋制造技术、工艺水平的提高和橡胶材料性能的改善，橡胶袋抗漂浮物撞击和刺破的能力大为增强，橡胶坝使用年限也大幅延长（一般可超 20 年），因此，该坝型近年来在山区河流拦水发电和平原河流蓄水灌溉的拦河闸工程中得到逐步推广和应用。但由于本工程具有挡潮、排水和蓄淡功能，挡潮和排水操作转换频密而且挡和排水位变幅大，水闸运行需操作方便且快速灵活，而充水式橡胶坝充放水时间较长，难以做到上述要求；另外，本穿堤排水闸还具有防汛交通功能，必须在闸顶设置交通桥以连通堤顶防汛道路，而充水式橡胶坝不具备交通功能，必须另设交通桥。因此，溪仔嘴水闸重建工程水闸型式主要从主体工程投资、运行管理、交通运输等方面考虑，初步考虑采用开敞式平底宽顶堰型。

开敞式闸室（堰流式闸室）泄流特点是：闸门全开时过闸水流具有自由水面，一般闸槛高程较高、挡水高度较小的水闸都采用这种型式。当闸门全部打开时闸室过水断面和泄流量都随着水位的抬高而增大，有利于水闸的泄洪，由于过闸水流不受任何阻挡，大量漂浮物可随着水流下泄不致阻塞闸孔。同时，又考虑到

水闸为挡潮排涝闸，外江水位变幅较大、高水位时需关闸挡水，而闸室总净宽为低水位时的过闸流量所控制，即挡水水位高于泄水运用水位，所以在开敞式闸型基础上采用胸墙，墙底高程高于排水时上游最高水位，既不影响水闸的过水能力又可减小闸门高度和启门力，降低工作桥高度（在有抗震要求的地区更能显示出它的优越性）。由于本工程水头较小，闸门顶高程低于海堤高程，地质条件较差，因此，推荐溪仔嘴水闸型式为开敞胸墙整体式。

考虑到原五孔闸闸基已沉压实多年，地质条件相对较好，且闸址靠近水利管理所，管理运行便利，本阶段边走于此处合并重建五孔水闸。重建水闸轴线与外江承泄区成  $90^\circ$  角，与溪仔嘴河主流方向基本一致，进出口顺畅无阻，不致因水流改变方向有所雍塞，可避免河汉冲淤失衡。枢纽建筑物布置以原五孔闸址及左侧堤段为基础，从左岸至右岸依次为：左岸连接堤段、左岸空箱、排水闸、右岸空箱、右岸连接堤段、原新三孔闸封堵堤段。

排水闸从上游到下游依次为：上游连接段（长 22.7 m）、闸室（长 14.6 m）、下游连接段（长 55.1 m）。上游连接段，包括：两岸的翼墙（长 22.7 m）以及河床部分的防冲槽（长 8.7 m，深 1.5 m）、铺盖（长 14 m）；闸室包括：底板、闸墩、上游检修闸槽、胸墙、闸门、下游检修闸槽，闸顶结构为交通桥、检修便桥和启闭机室；下游连接段，包括：两岸的翼墙（长 15.0 m）以及河床的消力池（含消力坎长 15.0 m，深 0.9 m）、海漫（水平段长 10 m、斜坡段长 20 m）、抛石防冲槽（长 10.1 m，深 2.0 m）。

启闭机室置于堤外（外江侧）使堤身与闸室连接顺畅，满足东陇围堤防的防汛抢险交通要求；工程管理用房拟利用水闸右侧东陇镇水电管理所附近空地建设；进闸交通道路由左侧防汛堤路引入；拟从东陇镇变电站新架设 10 kV 水闸排涝专用供电线路，长 0.65 km，满足闸门启闭设备用电要求，确保溪仔嘴水闸的防洪（潮）和排涝运行安全。

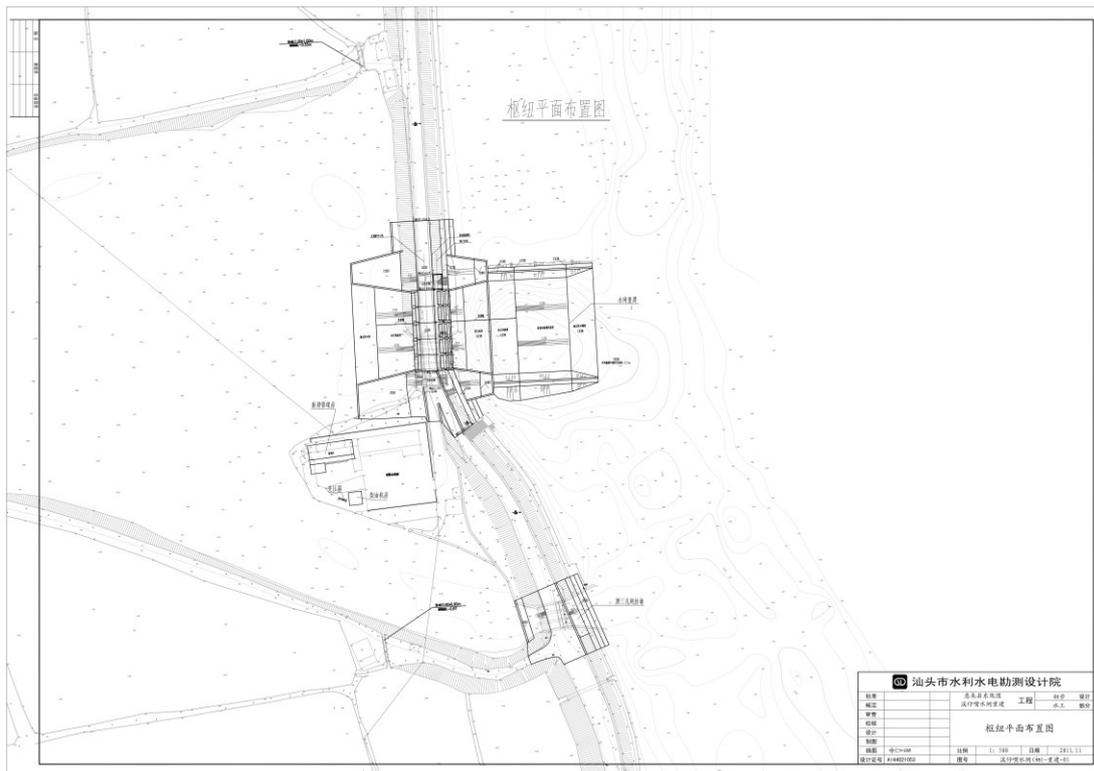


图 2.2-1 惠来县东陇围溪仔嘴水闸重建工程平面布置图

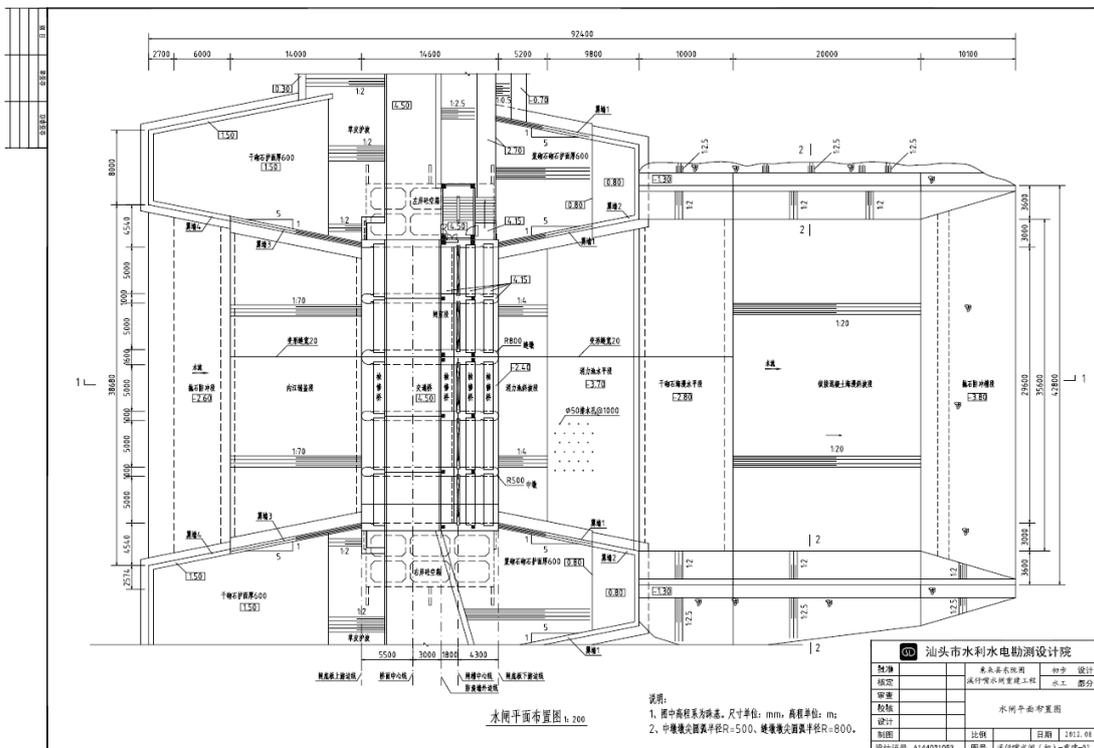


图 2.2-2 水闸平面布置图

2.2.2 主要结构尺度

## 1、水闸主要结构型式及尺寸确定

水闸基本参数确定，包括堰型、闸底板高程、闸孔总净宽、单孔净宽、工作闸门型式、闸顶高程。通过比选，本工程闸孔方案推荐采用平底宽顶堰，底板高程取-2.40 m，总净宽为  $5 \times 5.0 \text{ m} = 25 \text{ m}$ 。

### (1) 堰型

堰型选择的主要考虑因素：a、运用灵活可靠、泄流稳定；b、有利于排砂防淤和尽量降低泄洪时闸前水位的壅高值；c、结构简单、施工方便。本阶段选择平底宽顶堰和实用堰进行比选，推荐采用平底宽顶堰。

### (2) 闸底板高程

本项目水闸为排水闸，具备挡潮功能。《水闸设计规范》(SL265—2001) 条文说明第 4.2.5 条，“在一般情况……挡潮闸（往往兼有排涝闸作用），在满足排水、泄水条件下，闸槛高程应尽量定得低些，以保证将涝水或渠系集雨面积内的洪水迅速排走。”闸底板宜与河底齐平，但要避免排水出口被泥沙淤积。

水闸内外河床高程-2.4 ~ -3.05 m（冲深处-6.0 m），河床土质为有机质黏土、有机质粉土质砂，该河段没有人为的采砂活动，闸外河道（除闸下局部冲深外）有淤积情况。查阅有关资料，该河床土质许可单宽流量一般为  $5 \sim 10 \text{ m}^2/\text{s}$ ，容许不冲流速约  $0.7 \text{ m/s}$ 。

闸底槛高程定得低些，可加大过闸水深和过闸单宽流量，减少闸室总宽度，可能减少工程投资，但如定得太低，将增加闸身高度和两岸结构高度，反过来可能增加工程投资，同时增加闸下消能防冲布置的困难，甚至带来严重淤积。因此，闸底槛高程根据河床高程、闸址地形、闸址地质条件，同时考虑原闸老五孔闸和新三孔闸底槛高程分别为-1.80 m 和-2.40 m 等条件，确定重建水闸底槛高程为-2.40 m。

### (3) 闸孔总净宽

根据地质钻探资料，闸址下游河床为有机质、粉土质砂，按照《水闸设计规范》(SL265—2001) 条文 4.2.6、5.0.4、5.0.5 有关内容，水闸总净宽按以下二个因素控制：a、过闸水差采用  $0.1 \sim 0.3 \text{ m}$ ；b、过闸单宽流量  $5 \sim 10 \text{ m}^2/\text{s}$ 。

初定闸室总净宽 25.0 m，当水闸通过流量  $Q = 234.5 \text{ m}^3/\text{s}$ （设计洪水标准  $P=5\%$ ）

时,过闸水位差 0.155 m;当水闸通过流量  $Q=290.3 \text{ m}^3/\text{s}$ (校核洪水标准  $P=2\%$ ),过闸水位差 0.209 m。校核洪水时下游海漫出口处单宽流量  $7.95 \text{ m}^2/\text{s}$ ,符合规范要求。

根据排涝能力计算成果,水闸闸孔总净宽 25 m 满足排涝要求,相应最大排水流量  $129.4 \text{ m}^3/\text{s}$ ,过闸单宽流量  $5.2 \text{ m}^2/\text{s}$ ,符合过闸单宽流量要求。溪仔嘴原闸老五孔和新三孔闸孔总净宽仅 17.5 m,水闸安全鉴定复核计算结论为:原闸孔总净宽不能满足排涝要求。本阶段,适当加大水闸总净宽,使其满足排涝要求,所以水闸总净宽确定为 25 m 是合适的。

#### (4) 单孔净宽

闸孔孔径根据闸的地基条件、闸门结构型式、启闭机容量,以及闸门的制作、运输、安装等因素,进行综合分析确定。闸孔孔数少于 8 孔时宜采用单数孔。对于总净宽 25 m 的中型水闸,本阶段选择 3 m (8 孔)、4 m (6 孔)和 5 m (5 孔)进行比选,推荐单孔净宽为 5 m 方案。

#### (5) 工作闸门型式

水闸闸门结构主要根据其受力条件、控制运用要求、制作、运输、安装、维修条件等选定。本阶段采用制作、安装和维护较简单的平面闸门型式,选择平面钢闸门和平面钢筋混凝土闸门进行比选,推荐采用平面钢闸门。

表 2.2-1 水闸主要结构型式及尺寸比选表

序号	主要结构型式及尺寸		优点	缺点	备注
1	堰型	宽顶堰	常用形式,泄流能力稳定,构造简单、施工方便	流量系数较小。	推荐
		实用堰	流量系数较大,可满足限流、冲沙等特殊要求	泄流能力受尾水影响明显,计算复杂,施工较难	
2	闸底高程(m)	-1.80	与原闸底高程同,保持重建前水力特征	闸孔总净宽较大,工程量大	
		-2.40	结合原三孔闸底高程、比天然河床略高,综合考虑水流条件,满足水闸功能	无明显缺点	推荐
3	闸孔总净宽(m)	20	比原闸略宽,工程量较小	净宽不能满足计算要求,过闸水位差较大	
		25.0	比原闸宽,留有裕度,符合实践经验,利于抢排涝水。	闸室工程量稍大	推荐

4	闸孔孔径 (m)	3.0	闸门小巧, 启闭灵活, 控制方便	闸室宽度偏大、操作不便	
		4.0	闸门尺寸适中, 造价合理, 水流均匀。	无明显缺点, 但孔数6孔为双数	
		5.0	闸门尺寸适中, 造价合理, 水流均匀。	无明显缺点	推荐
5	闸门型式	钢闸门	材料强度高、性能和质量有保证, 结构受荷明确, 施工和养护较易掌握, 活动部分重量轻, 启闭设备费用较省。	运行条件较差, 易遭受振动、空蚀等危害, 易受海水腐蚀, 需定期油漆防锈。	推荐
		钢筋砼闸门	制作条件简单, 能就地取材, 在场浇筑, 刚度大, 运用比较可靠, 不需油漆防锈, 改善运用和维护条件。	较笨重, 抗振性能和抗漂浮物撞击能力差, 在海水环境中钢筋易锈蚀、砼保护层易脱落, 不易维修。	

### (6) 闸顶高程

根据《水闸设计规范》(SL265—2001)的规定, 水闸闸顶高程应根据挡水和泄水两种运用情况确定(表 2.2-2)。位于防洪(挡潮)堤上的水闸, 其闸顶高程不得低于防洪(挡潮)堤堤顶高程。选定闸顶高程时, 还应考虑检修便桥和交通桥的梁(板)底高程应高出最高洪水位 0.5 m 以上。

表 2.2-2 闸顶高程计算成果表

运用条件情况		静水位 $Z_1$ (m)	波浪 高度 $h_p$ (m)	波浪中心 线高度 $h_z$ (m)	安全超 高 $A$ (m)	闸顶高 程 $Z_{顶}$ (m)
挡水时	正常蓄水位+波浪计算 高度+安全超高	-0.1	0.395	0.074	0.4	0.77
	最高挡水位+波浪计算 高度+安全超高	2.634	0.279	0.055	0.4	3.368
泄水时	设计洪水位+安全超高	2.410	/	/	0.7	3.11
	校核洪水位+安全超高	2.843	/	/	0.5	3.343
交通桥	校核洪水位+安全超高	2.843			0.5	3.343

由表可见, 闸顶高程计算最大值为 3.368 m, 由于本闸址处堤防达标加固规划的堤顶高程为 4.50 m, 防浪墙顶高程 5.40 m, 故适当提高闸墩顶高程至 4.15 m, 使上部交通桥面(桥面板厚 0.35 m)与左右连接段堤面相平顺接, 胸墙顶(桥栏板与胸墙连接为胸墙的一部分)高程 5.40 m。

## 2、水闸结构布置

### (1) 闸室结构

溪仔嘴水闸为开敞式平底板宽顶堰水闸型式。水闸共设 5 孔，每孔净宽 5.0 m，过水总净宽 25.0 m，闸底板高程-2.40 m，墩顶高程 4.15 m；闸底板厚度 0.8 m，底板与墩长度相同，为 14.6 m；闸室采用钢筋混凝土整体式结构，共分为两联，右侧三孔一联，左侧两孔一联，闸墩处设缝，缝墩厚 1.6 m（双边），中墩厚 1.0 m，边墩厚 0.8 m，三孔一联宽 18.6 m，二孔一联宽 12.6 m。

闸顶结构自上游至下游分别布置有：上游检修闸槽、交通桥、工作闸门启闭机室及胸墙、下游检修闸槽。

交通桥桥面高程 4.50 m，桥面总宽 6.0 m，净宽 5.5 m，公路等级：四级公路，荷载等级：公路—II级。交通桥结构型式采用钢筋混凝土板桥，板厚 0.35 m，桥面设铺装层和沥青处治各厚 6 cm、2 cm。

工作闸门采用固定卷扬机启闭，启闭机型号：双吊点 QPQ-2×8，启门力 16 t，每扇闸门配一台，共 5 台。检修闸门采用移动式电动葫芦启闭。

### (2) 防渗排水

工程防渗采用水平防渗铺盖，钢筋混凝土厚 0.5 m，长 14.0 m，下设垫层：碎石厚 0.2 m，素砼 0.1 m。

水闸闸基防渗长度按规范 SL265—2001 公式计算：

$$L = C \cdot \Delta H,$$

式中参数说明如下：

$\Delta H$ ——上下游水位差（m），取最大值  $\Delta H = 2.634 - (-0.1) \text{ m} = 2.734 \text{ m}$ ；

$C$ ——允许渗径系数， $C = 7 \sim 11$ ，取 9；

$L$ ——闸基防渗长度。

经计算： $L = 24.6 \text{ m}$ 。初定水闸闸室底板长度 14.6 m，上游铺盖长度 14.0 m，下游护坦排水孔至闸室底板距离 6.5 m，实际渗径为 35.1 m，大于计算防渗长度  $L$ ，满足要求。

排水层设置于护坦下，采用 2~4 cm 碎石铺筑，厚 0.2 m，消力池底板开设排水孔，孔径 5 cm，排水层下设 0.5~2 cm 碎石和粗砂反滤层，厚各 0.20 m。

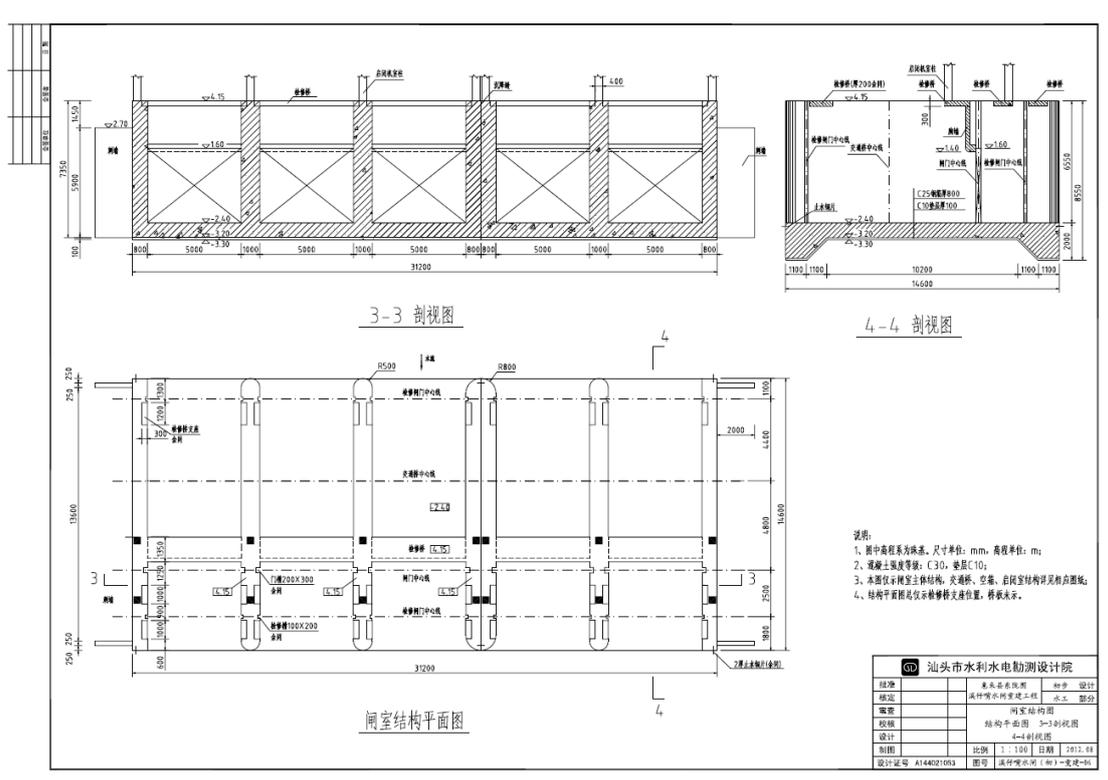


图 2.2-3 闸室结构平面图

### (3) 消能防冲

本工程为排涝闸, 根据水闸下游河床为有机质粘土、有机质(粉土质)砂的地质条件, 拟定采用底流式消能方式。通过消能计算确定消力池总长 14.4 m, 其中斜坡段长 5.2 m, 水平段长 9.2 m。池底高程为-3.70 m, 池深 0.9 m, 尾坎高程-2.80 m, 消力池为钢筋混凝土结构, 底板厚 0.75 m。海漫长度 33 m, 前 10 m 水平段为块石混凝土灌缝结构, 厚 0.6 m, 下设碎石垫层 0.2 m 厚; 后 23 m 斜坡段采用混凝土铰接结构, 其中 20 m 底坡 1:20, 端部高程为-3.80 m, 混凝土铰接结构厚 0.6 m, 下设碎石垫层 0.20 m 厚, 末段 3 m 下伸至抛石防冲槽之下, 坡比 1:2。为减少浮托力和渗透压力, 在消力池底板平段前半部设排水孔, 间距为 1.0 m×1.0 m; 海漫末端设抛石防冲槽结构, 底宽 3.5 m, 面宽 10.1 m, 顶高程-3.80 m, 底高程-5.80 m。

水闸进口段长 22.7 m, 前 8.7 m 为进口防冲段(设防冲槽), 采用抛石结构, 底宽 6 m, 面宽 8.7 m, 顶高程-2.60 m, 底高程-4.1 m; 后 14 m 为进口铺盖, 钢筋混凝土结构, 厚 0.5 m。

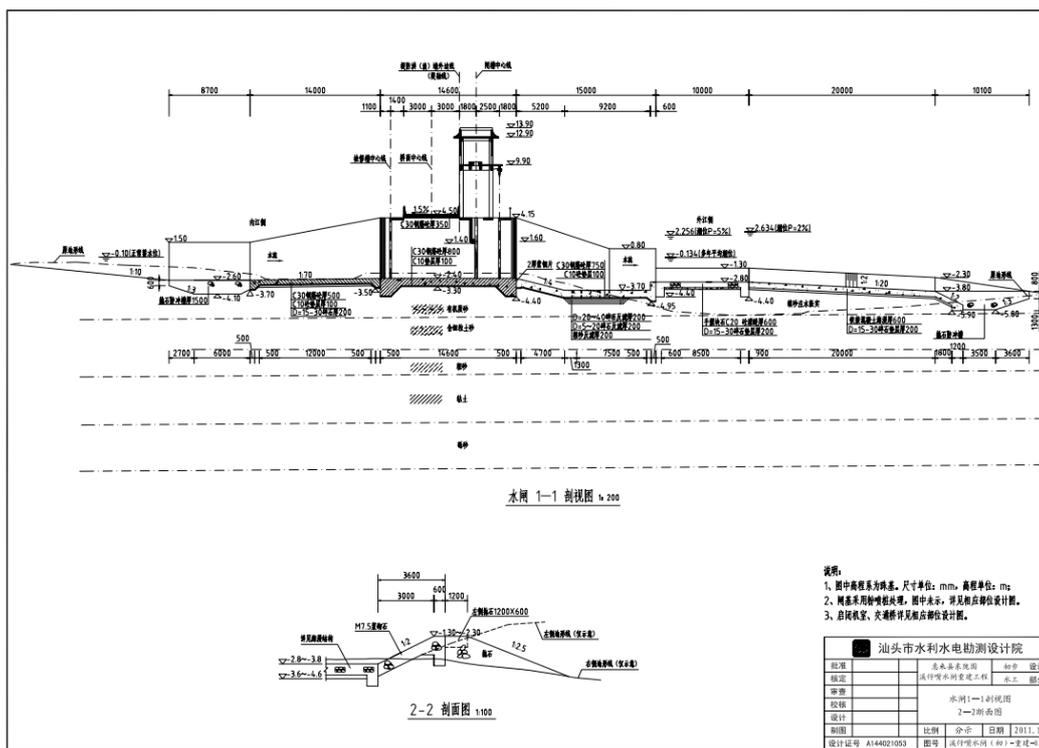


图 2.2-4 水闸纵剖面

#### (4) 两岸连接布置

水闸左右岸墙与边闸墩分开, 做成空箱式, 左右各一。空箱采用钢筋砼结构, 底板高程-2.90 m, 顶板高程 3.60 m, 高 6.5 m, 空箱顺水流方向长 9.6 m, 垂直水流方向宽 6.0 m, 上下底板、外壁及内隔板厚 0.5 m。空箱外侧上下游各设一道刺墙, 避免与堤身接触面间发生接触渗漏。

左右堤身连接段即空箱以外部分, 采用原堤身达标加固设计断面。堤身填土, 堤面铺 0.3 m 厚混凝土, 堤顶高程 4.50 m, 堤顶总宽 6 m (包括防浪墙 0.6 m)。迎水坡高程 4.20~2.70 m 坡比为 1:2.5, 高程 2.70 m 以下设重力式浆砌石挡墙, 外坡比为 1:0.5, 墙高 3.4 m, 采用混凝土护面 0.15 m 厚; 高程 2.70~4.20 m 采用浆砌石护面, 下设碎石砂垫层。背水坡为 1:2 土坡, 坡面种植草皮, 坡脚设浆砌石挡墙防护, 墙高 1.2m, 墙顶高程 0.3m。

上下游翼墙采用悬臂式钢筋混凝土挡土墙, 平面布置为直线形, 上游张角和下游扩散角控制在 12°之内。上游翼墙墙顶高程为 1.50~4.15 m, 底板高程-2.60~-2.40 m, 墙高 4.10~6.55 m, 墙厚 0.5 m, 底板厚 0.7 m; 下游翼墙顶高程为 0.80~4.15 m, 底板高程-2.40~-3.70m, 墙高 4.50~6.55 m, 墙厚 0.5 m, 底板厚 0.7

m。为减少水压力，翼墙面板开排水孔，面板后设置碎石、粗砂反滤。

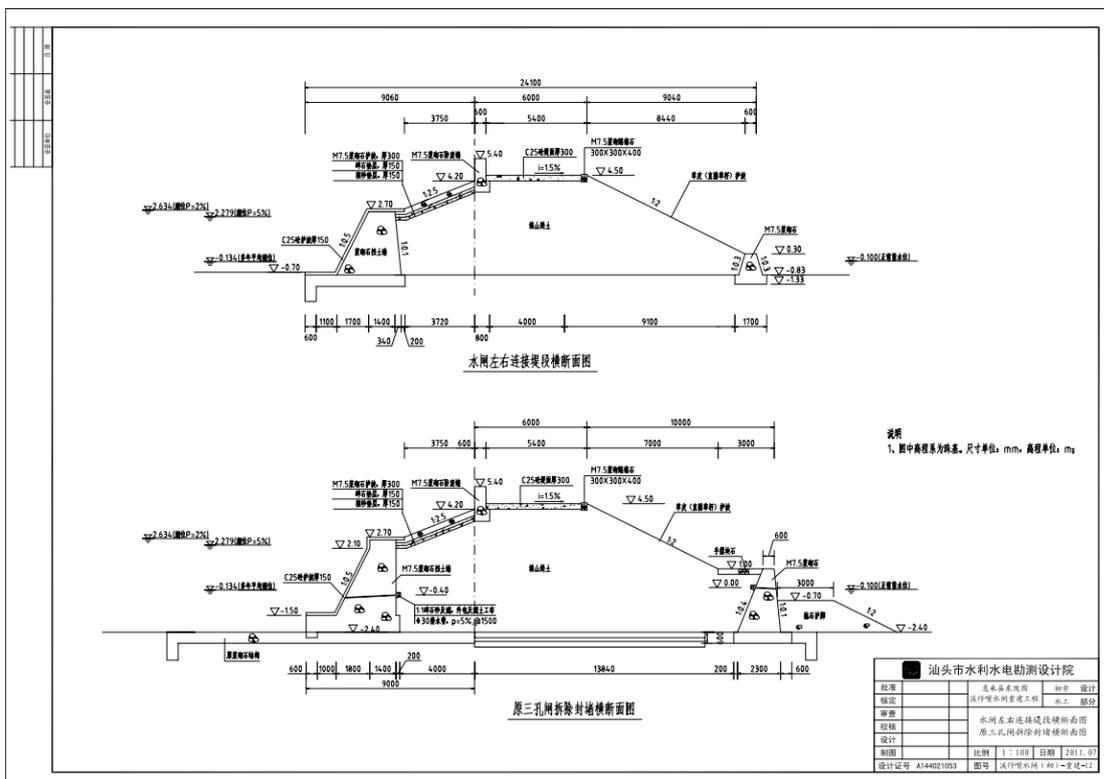


图 2.2-5 连接堤岸断面图

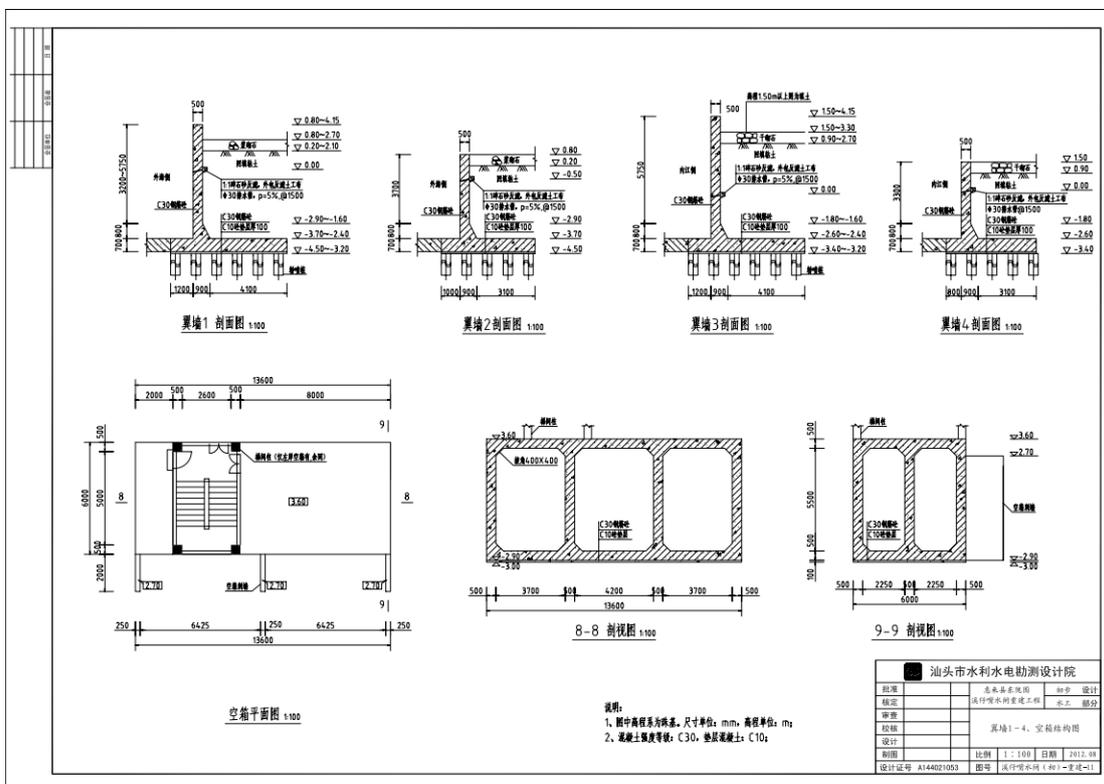


图 2.2-6 翼墙、空箱结构图

### 3、水闸水力设计

#### (1) 闸下水面衔接与消能防冲

水闸为平原区排水闸，根据规范规定：平原区水闸闸下消能防冲的洪水标准应与该水闸洪水标准一致，并应考虑泄放消能防冲设计洪水标准的流量时可能出现的不利情况。闸下水位流量关系曲线采用考虑外江河道清淤后的水位流量关系曲线。

表 2.2-3 闸下水位流量 ( $Z\sim Q$ ) 关系表

$Q$ ( $m^3/s$ )	0	10	20	30	40	50
$Z$ (m)	-1.64	-1.62	-1.602	-1.58	-1.553	-1.524
$Q$ ( $m^3/s$ )	100	150	200	250	300	350
$Z$ (m)	-1.345	-1.172	-1.01	-0.848	-0.694	-0.548

消能设计工况：闸上为正常蓄水位-0.1 m 情况，闸下水位根据上表选取；泄放设计标准频率洪水情况。

在闸门开度  $h_e=0.2$ 、0.4、0.6、0.8、1.0、1.2、1.4、全开和泄放设计和校核标准流量情况下，判别不同泄量闸下水流连接情况，计算结果见表 2.2-4。

表 2.2-4 水面连接计算成果表

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$h_e$ (m)	0.200	0.400	0.600	0.800	1.000	1.200	1.400	全开	P=5%	P=2%
$\nabla Z_{上}$ (m)	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	0.55	1.00
$\nabla Z_{下}$ (m)	-1.640	-1.600	-1.560	-1.507	-1.450	-1.390	-1.340	-1.260	-0.898	-0.720
$V_0$ (m/s)	0.206	0.402	0.590	0.769	0.943	1.107	1.260	1.970	2.233	2.397
$Q$ ( $m^3/s$ )	19.05	37.21	54.62	71.26	87.33	102.52	116.74	161.42	234.48	290.28
$q$ ( $m^2/s$ )	0.640	1.257	1.845	2.407	2.950	3.464	3.944	5.453	7.922	9.807
$h_c$ (m)	0.094	0.188	0.281	0.373	0.464	0.554	0.641	0.922	1.219	1.427
$H_s'$ (m)	1.160	1.200	1.240	1.293	1.350	1.410	1.460	1.540	1.902	2.080
$h_c''$ (m)	0.856	1.164	1.373	1.531	1.659	1.759	1.840	2.049	2.567	2.925
$h_c'' - h_s'$	0.304	0.036	-0.133	-0.238	-0.309	-0.349	-0.380	-0.509	-0.665	-0.845
水面连接情况	淹没水跃	淹没水跃	远驱水跃							

远驱水跃必需设消力池，消力池深计算结果见表 2.2-5。最不利情况为校核标准（频率 P=2%）洪水情况，设计流量  $Q=290.28 m^3/s$ ，单宽流量  $q=9.81 m^2/s$ ，以此计算池长和池底板厚度。

表 2.2-5 消力池深计算表

$h_c$ (m)	$Q$ ( $m^3/s$ )	$q$ ( $m^2/s$ )	初定 $d$ (m)	$T_0$ (m)	$h_c$ (m)	$h_c''$ (m)	$\Delta Z$ (m)	$d$ (m)
1.2	102.52	3.46	0.43	3.192	0.502	1.883	0.168	0.43
1.4	116.74	3.94	0.45	3.231	0.576	1.985	0.211	0.45
全开 ( $P=5\%$ )	234.48	7.92	0.55	4.154	1.073	2.826	0.58	0.55
全开 ( $P=2\%$ )	290.3	9.81	0.6	4.694	1.258	3.219	0.78	0.60

根据计算结果，结合闸下地形条件，取池深 0.9m，池长 14.4m，池底板厚 0.75m。

海漫外伸的长度，取  $L_p = 33.0$  m。为与下游河道衔接，海漫做成首段 10 m 水平，末段 23 m，其中 20 m 为 1:20 斜坡接下游河床，末段 3m，坡比 1:2，伸进抛石防冲槽之下。

表 2.2-6 海漫长度计算结果

开度 $h_c$ (m)	$Q$ ( $m^3/s$ )	$q_s$ ( $m^2/s$ )	$\Delta H'$ (m)	$L_p = K_s \sqrt{q_s} \sqrt{\Delta H'}$ (m)
1.0	102.52	3.46	1.29	18.1
1.4	116.74	3.94	1.24	19.1
设计流量	234.48	7.92	1.45	28.1
校核流量	290.3	9.81	1.72	32.7

海漫末端冲刷深度 9.73 m。防冲槽采用梯形断面，计算底宽尺寸 2.69 m，高 2.0 m，上下游边坡系数分别为 3 和 2。设计底宽尺寸 3.5 m，高 2.0 m，上下游边坡系数分别为 2 和 3。

上游首端冲刷深度 5.93 m。防冲槽采用梯形断面，计算底宽尺寸 2.5 m，高 1.5 m，上下游边坡系数分别为 3 和 2。设计底宽尺寸 6.0 m，高 1.5 m，上下游边坡系数分别为 3 和 2。

## (2) 闸门控制运用方式拟定

根据规范 SL265—2001 规定，依水力设计的成果确定闸门启闭顺序和开度，避免产生集中水流或折冲水流导不良流态。

本水闸闸门共 5 孔，从左岸至右岸分别为 1~5 号。

水闸保持闸上游正常蓄水位 -0.1 m，如来水量加大，即开闸泄水，每级开度差  $\Delta h_e = 0.2m$  ( $h_e = 0.2、0.4、\dots、1.2、1.4$  m)，当  $h_e > 1.495$  m 时，过闸水流为

堰流，不受闸门控制，允许全部提起。

闸门开启时应由中间孔向两侧隔孔分级对称开启，并保证全部闸门的开启度不能同时存两种以上情况。

启门顺序：3#、（1#、5#）、（2#、4#）。

闭门顺序：当上游水位下降至-0.1 m 时，闸门应分级关闭，闭门顺序与开门顺序相反。

闸门注意事项包括：严格控制始流条件下的闸门开度，避免闸门停留在振动较大的开度区泄水；关闭或减小闸门开度时，避免水闸下游河道水位降落过快；闸门启闭一般在静水条件下进行，在特殊条件下启闭时，闸门以内外水位差不应大于 0.2 m。

#### 4、防渗排水设计

抗渗稳定计算采用改进阻力系数法对闸基抗渗稳定性进行验算，经计算，最大水位差时出口段渗流坡降值  $J=0.054$ ，小于坡降允许值  $[J]=0.3\sim 0.35$ ，满足规范要求。

闸底板之间、与之对应的闸墩（缝墩）之间、底板与上游铺盖之间、底板与消力池底板之间、边墩与翼墙之间、翼墙底板与消力池底板之间设永久缝，永久缝设止水。止水材料采用紫铜片，形状 U 型，以适应沉降和温度变化。水平止水与垂直止水相交处焊接构成封闭系统。

#### 5、闸室稳定计算

闸室稳定计算包括地基应力分析、抗滑稳定分析，取三孔一联闸室段进行稳定计算。

根据闸室的受力情况和实际运用条件，闸室结构稳定计算条件和荷载组合如下：

（1）基本组合 I：（低潮挡水情况）

按闸外最低潮水位-1.547m 和闸内正常蓄水位-0.1m 相应的“自重+水重+静水压力+扬压力+浪压力+风压力+汽车活荷载”的荷载组合。

（2）基本组合 II：（高潮挡潮情况）

按闸外 50 年一遇高潮水位 2.634 m 和闸内正常蓄水位-0.1 m 相应的“自重+水重+静水压力+扬压力+浪压力+风压力+汽车活荷载”的荷载组合。

(3) 基本组合Ⅲ：（设计洪水情况）

按闸外设计洪水位 2.256 m 和闸内设计洪水位 2.41 m 相应的“自重+水重+静水压力+扬压力+浪压力+风压力+汽车活荷载”的荷载组合。

(4) 基本组合Ⅳ：（完建情况）

内、外江均无水，按“自重”的荷载组合。

(5) 基本组合Ⅴ：（正常挡水情况）

按闸外平均低潮水位-0.597 m 和闸内正常蓄水位-0.1 m 相应的“自重+水重+静水压力+扬压力+浪压力+风压力+汽车活荷载”的荷载组合。

(6) 特殊组合Ⅰ：（校核洪水情况）

按闸外校核洪水位 2.634 m 和闸内校核洪水位 2.843 m 相应的“自重+水重+静水压力+扬压力+浪压力+风压力+汽车活荷载”的荷载组合。

(7) 特殊组合Ⅱ：（正常挡水位+地震情况）

按闸外多年平均低潮水位-0.597 m 和闸内正常蓄水位-0.1 m 相应的“自重+水重+静水压力+扬压力+浪压力+风压力+汽车活荷载”+7 度地震作用的荷载组合。

闸室稳定分析成果见表 2.2-7，闸室在各种工况下地基承载力均不能满足规范要求，必须进行地基处理；基底应力不均匀系数  $\eta < [\eta]$ ，抗滑稳定安全系数  $K_c < [K_c]$ ，满足规范要求。

表 2.2-7 闸室抗滑及基底应力计算成果表

荷载组合	工况	抗滑稳定系数		基底应力 (kN/m <sup>2</sup> )					
		$K_c$	$[K_c]$	$\sigma_{\max}$	$\sigma_{\min}$	$\bar{\sigma}$	$[\sigma]$	$\eta$	$[\eta]$
基本组合	I低潮挡水情况 浪压力向外江	9.91	1.25	62.2	59.1	60.7	40.0	1.05	1.5
	II高潮挡潮情况 浪压力向内江	1.93	1.25	48.8	46.8	47.8	40.0	1.04	1.5
	III设计洪水情况 浪压力向外江	110.26	1.25	54.0	48.1	51.1	40.0	1.12	1.5
	IV完建情况			78.6	65.6	72.1	40.0	1.20	1.5
	V正常蓄水情况 浪压力向外江	13.58	1.25	61.4	53.5	57.5	40.0	1.15	1.5
特殊组合	I校核洪水情况	32.86	1.10	53.7	47.3	50.5	40.0	1.13	2.0

荷载组合	工况	抗滑稳定系数		基底应力 (kN/m <sup>2</sup> )					
		$K_c$	$[K_c]$	$\sigma_{\max}$	$\sigma_{\min}$	$\bar{\sigma}$	$[\sigma]$	$\eta$	$[\eta]$
	浪压力向外江								
	II地震情况 地震力向内江	11.53	1.05	64.	54.7	59.6	40.0	1.18	2.0
	III地震情况 地震力向外江	5.82	1.05	66.3	52.9	59.6	40.0	1.25	2.0

## 6、闸室沉降计算

根据《水闸设计规范》(SL265—2001), 计算地基沉降。正常运用情况下, 闸室最终沉降量最大值 15.2 cm。根据《水闸设计规范》(SL265—2001) 要求: “.....天然土质地基上水闸地基最大沉降量不宜超过 15 cm.....”, 计算结果不符合规范要求, 需采取减少沉降措施, 宜结合地基处理对地基进行加固。

## 7、翼墙稳定计算

翼墙分为外海侧翼墙和内江侧翼墙, 其中外海侧翼墙又分为翼墙 1 和翼墙 2, 内江侧翼墙又分为翼墙 3 和翼墙 4。计算工况均分为基本组合: 正常、完建工况; 特殊组合: 校核、地震工况。

经计算, 翼墙抗滑稳定和应力不均匀系数成果见表 2.2-8。由表可见, 所有翼墙抗滑稳定系数均满足规范要求; 平均基底应力均大于地基承载力 40kPa, 最大基底应力均大于 1.2 倍地基承载力, 不能满足规范要求; 地基应力不均匀系数翼墙 1、翼墙 2、翼墙 4 的正常工况均大于允许值, 不满足规范要求。综上所述, 需对翼墙进行地基处理。

表 2.2-8 翼墙稳定计算成果表

项目	工况		$K_c$	$[K_c]$	(kPa)		$\eta$	$[\eta]$
					$\sigma_{\max}$	$\sigma_{\min}$		
翼墙 1	基本组合	正常	1.27	1.25	83.60	49.70	1.68	1.5
		完建	1.73	1.25	99.40	93.10	1.07	1.5
	特殊组合	校核	1.10	1.10	91.30	47.70	1.91	2.0
		地震	1.21	1.05	86.50	48.50	1.78	2.0
翼墙 2	基本组合	正常	1.38	1.25	73.90	42.70	1.73	1.5
		完建	1.65	1.25	93.10	77.50	1.20	1.5
	特殊组合	地震	1.30	1.05	76.90	41.40	1.86	2.0
翼墙 3	基本组合	正常	1.38	1.25	96.50	66.40	1.45	1.5
		完建	1.62	1.25	110.40	93.70	1.18	1.5
	特殊组合	地震	1.30	1.05	100.10	64.50	1.55	2.0

项目	工况		$K_c$	$[K_c]$	(kPa)		$\eta$	$[\eta]$
					$\sigma_{\max}$	$\sigma_{\min}$		
翼墙 4	基本组合	正常	1.49	1.25	76.50	45.20	1.69	1.5
		完建	1.78	1.25	92.20	71.60	1.29	1.5
	特殊组合	地震	1.41	1.05	79.30	44.20	1.79	2.0

## 8、空箱稳定计算

空箱抗滑稳定考虑空箱自重、箱顶土重、箱侧土压力、浮托力（相应于多年平均低潮水位），忽略渗透压力。

经计算，空箱抗滑稳定和应力不均匀系数成果见下表。由表可见，抗滑稳定系数满足规范要求；平均基底应力均大于地基承载力 40kPa，最大基底应力均大于 1.2 倍地基承载力，不能满足规范要求；地基应力不均匀系数大于允许值，不满足规范要求。综上所述，需对空箱进行地基处理。

表 2.2-9 空箱稳定计算成果表

项目	工况	$K_c$	$[K_c]$	(kPa)		$\eta$	$[\eta]$
				$\sigma_{\max}$	$\sigma_{\min}$		
空箱	基本组合，正常工况	1.25	1.25	87.86	34.8	2.5	1.5

## 9、闸基处理

本工程场址揭露地层主要为湖海陆交互沉积地层，地基土为多层结构软弱土，由于该地基土层含水率高，压缩性大，地基承载力较低，对闸室的整体稳定和沉降极为不利。根据以上闸室稳定分析和沉降计算结果，天然地基的承载力不能满足要求，需进行闸基处理。

软基常用处理方法有垫层法、强力夯实法、震动水冲法、桩基础、沉井基础，各种方法的基本作用和适用范围见表 2.2-10。

表 2.2-10 土基常用处理方法

序号	处理方法	基本作用	适用范围	说明
1	垫层法	改善地基应力分布，减少沉降量，适当提高地基稳定和抗渗稳定性	厚度不大的软土地基	用于深厚的软土地基时，仍有较大的沉降量
2	强力夯实法	增加地基承载力，减少沉降量，提高抗震液化的能力	透水性较好的松软地基，尤其适用于稍密的碎石土或松砂	由于淤泥或淤泥质土地基时，需采取有效的排水措施

序号	处理方法	基本作用	适用范围	说明
			地基	
3	震动水冲法	增加地基承载力, 减少沉降量, 提高抗震液化的能力	透水性较好的松软地基, 尤其适用于稍密的碎石土或松砂地基	1、处理后地基的均匀性和防止渗透变性的条件较差; 2、用于不排水抗剪强度小于20kpa的软土地基时, 处理效果不显著
4	桩基础	增加地基承载力, 减少沉降量, 提高抗滑稳定性	松砂、软弱的砂壤土或砂卵石地基	1、桩尖未嵌入硬土层的摩擦桩, 仍有一定的沉降量; 2、用于松砂、砂壤土地基时, 应注意渗透变形问题
5	沉井基础	除与桩基础作用相同处, 对防止地基渗透变形有利	适用于上部为软土层或粉细砂层、下部为硬土层或岩层的地基	不适用于上部夹有蛮石、树根等杂物的松软地基或下部为顶面倾斜度较大岩层

根据地基情况、结构特点, 施工条件和运用要求, 并综合考虑地基、基础及其上部结构的相互协调, 结合本工程实际, 拟采用深层水泥粉体喷搅桩(以下简称粉喷桩)处理闸基, 此外, 对闸基采用去土换砂垫层法进行简要说明。

#### (1) 方案一: 砂垫层法

针对本工程地基土层的分布情况, 闸基采用去土(或挤淤)换砂垫层法, 可改善地基应力分布, 减少沉降量, 适当提高地基稳定性和抗渗稳定性的作用, 但是在用于本工程地基存在较厚有机质粉土质砂和含细粒土砂土层, 闸室仍有较大的沉降量。从原水闸在施工中碰到的难题和现状闸室存在较大的沉降量和沉降差, 导致闸室结构发生裂隙和倾斜等破坏情况, 能说明若本水闸重建工程采用该法处理地基, 存在问题仍不易解决, 水闸安全隐患依然在。

此外, 该工程场地在 seismic 烈度区划图上属 7 度区, 根据《水工建筑物抗震设计规范》, 建筑物设计时应考虑抗震设防。

工程场地埋深 6~8 米范围内的有机质粉土质砂和含细粒土砂, 主要为第②、③层。高压缩性, 流塑, 含有机质, 有机质(粉土质)砂, 松散, 微~中等透水。第③土层经抗震评价为可液化土层, 如用换砂垫层法对其进行浅部处理达不到加固地基的效果, 如彻底处理则处理深度 6~8m, 难度极大也不合适。

综上所述, 重建水闸闸基处理方式应慎重和妥当考虑, 即闸室地基不宜作换砂垫层浅基处理, 宜采用深层水泥搅拌桩地基处理。

## (2) 方案二：深层水泥搅拌桩法

水泥粉喷桩的优点是制桩材料省，工艺简单，施工过程无污染。本排水涵闸工程，闸基基底应力不高，在 65~80kPa 之间，通过粉喷桩加固可提高基土承载力及建筑物沉降量。一般需布置成点状或格栅状，将部分软土置换，以提高基土的承载力和抗剪指标等。由于地基土的复杂性，必须根据其特性，选择合适的水泥品种、掺合比，布置成桩与土共同作用的人工地基。该地基处理方法能使水泥加固土与桩间土很好相容，共同作用，为水利工程软基中常见的一种复合地基。近年，该处理方法在揭阳市榕江榕城围北堤堤防和水闸等工程软基加固中的应用表明，搅拌桩处理水闸类似地基效果非常好，地方的工程管理也积累了很多好的经验。

本工程地基土层复杂，深厚有机质压缩性粘土层和松散含泥细粒土砂层等，层厚不一。根据以上分析，结合地基土特性及上部结构特点，本工程推荐采用水泥粉喷桩处理地基。

闸室取桩长 9m、10m，桩径  $\Phi 500$ 。经计算，单桩容许承载力 $[P]=123.5$  kN，复合地基容许承载力结果见表 2.2-11。

表 2.2-11 复合地基容许承载力计算结果

桩距 (m)	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
置换率 $a_s$	0.196	0.162	0.136	0.116	0.1	0.087
复合地基容许承载力 $\sigma_{sp}$ (kPa)	136.3	115.5	99.5	87.2	77.4	69.4

水闸地基应力最大值 78.6 kPa，为适当留有安全裕度，采用桩距 1.2 m $\times$ 1.2 m，闸室段总桩数 503 根；空箱地基应力最大值 87.9 kPa，采用桩距 1.1 m $\times$ 1.1 m，左、右空箱共计 120 根；翼墙地基应力最大值 110 kPa，采用桩距 1.1 m $\times$ 1.1 m，翼墙桩数外江侧 338 根，内江侧 409 根。工程各部位布桩方式见表 2.2-12。

表 2.2-12 各不同工程部位布桩方式

部位名称	水闸室	空箱	翼墙 1、2	翼墙 3、4	单位
地基最大应力	78.6	87.9	99.4, 93.1	110, 92	kPa
桩间距	1.2 $\times$ 1.2	1.1 $\times$ 1.1	1.1 $\times$ 1.1	1.1 $\times$ 1.1	m

为防止水闸闸室基础地震液化或震陷破坏，本阶段初步选用外围连体水泥粉喷桩搭接成墙围封，桩径  $\Phi 500$  mm，桩间距 0.4 m，桩长 9.0~10.0 m 搅拌桩打入粗中砂、砾砂土层。桩底为粗中砂、砾砂层，沉降量极小，群桩体压缩变形规范

建议值取 20~50 mm，因地基应力不大，取 35 mm。

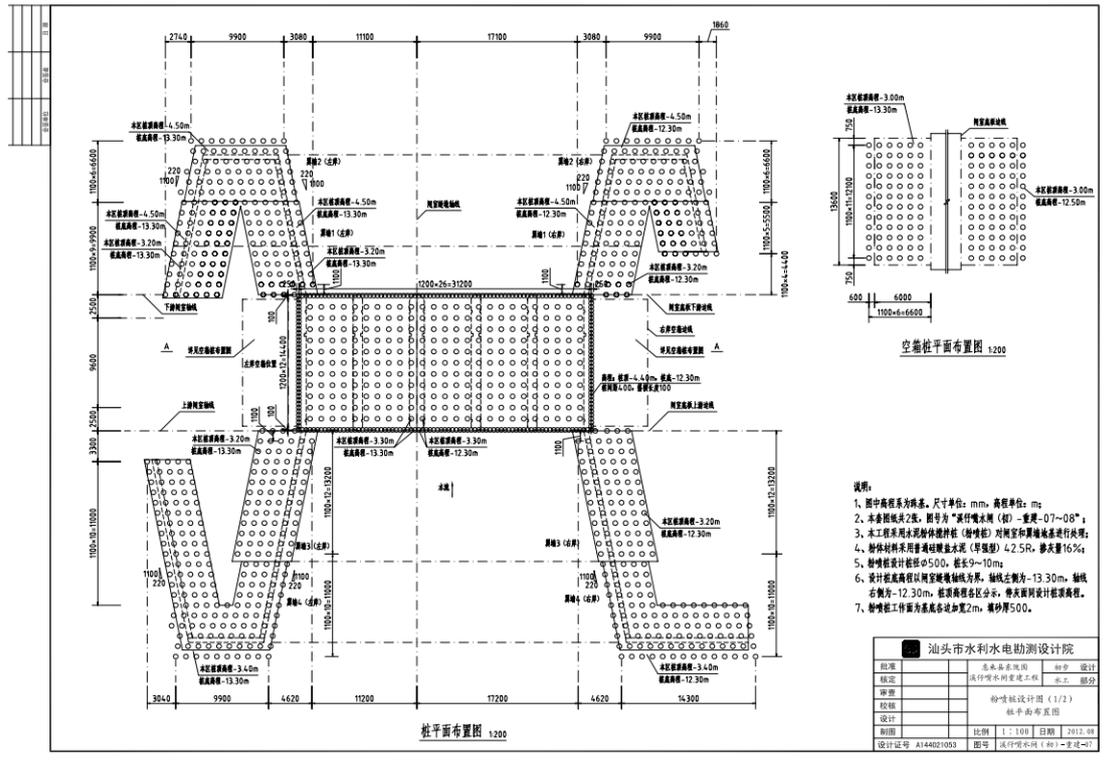


图 2.2-7 粉喷桩平面布置图

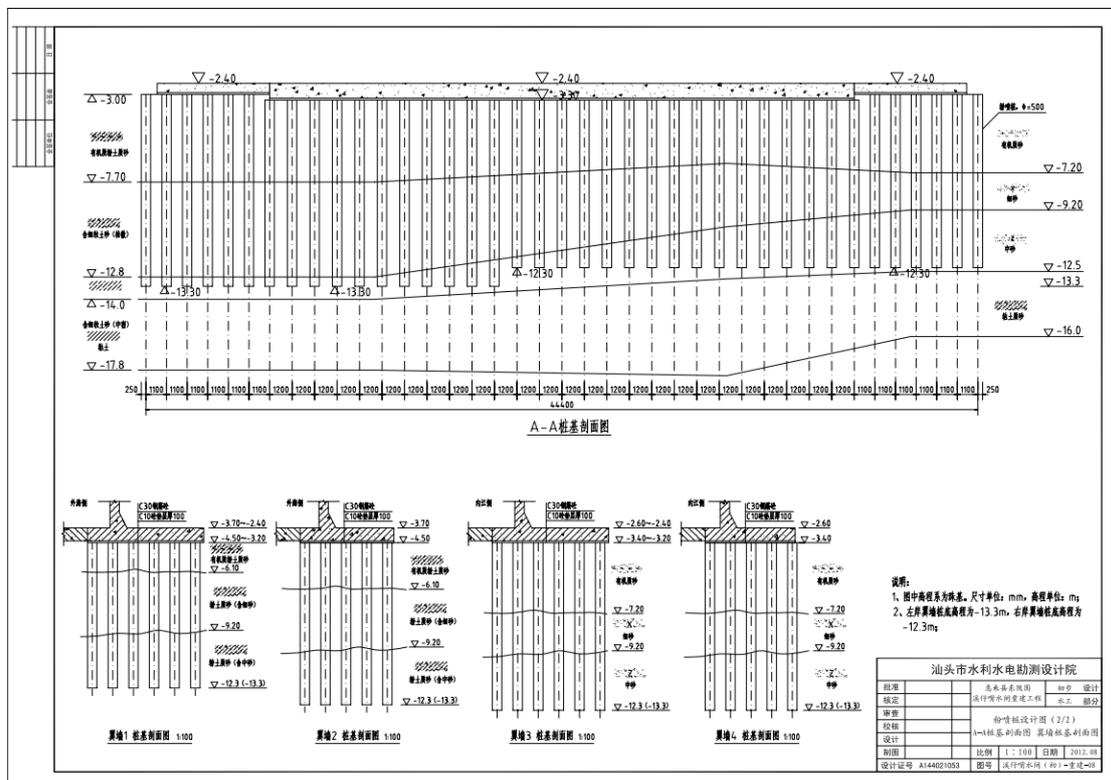


图 2.2-8 粉喷桩桩基剖面图

## 10、老涵闸拆除复堤方案

根据闸址比选推荐方案，水闸在老 5 孔闸处合并重建，原“新三孔闸”在水闸重建后封堵。封堵前先拆除原涵身大部分结构，包括涵闸中墩、上下游翼墙、启闭室、闸上交通桥，保留上下游原浆砌石底板作前后挡墙基础。封堵断面原则上按达标加固断面进行，但前后挡墙位置局部加深，并做护脚防护。

复核堤身填料选用亚粘土。根据《堤防工程设计规范》（GB 50286—98）规定：粘性土堤的填筑标准应按压实度值确定，3 级以下及低于 6m 的 3 级堤防不应小于 0.90。本处采用压实度 0.90。

涵闸封堵处新填堤与老堤接触面应进行处理。根据《堤防工程施工规范》（SL260—98）第 6.8.1 条规定，“……新老堤相接时，垂直堤轴线方向的各种接缝，应以斜面相接，坡度可采用 1：3~1：5，高差大时宜用缓坡”，本处新旧堤接触面坡比采用 1：3。

根据《堤防设计规范》（GB50286—98），堤顶高程应按设计洪水位或设计高潮位和堤顶超高确定。经计算得出堤顶高程 3.72 m，考虑该处左右堤段堤顶高程 4.50 m，应以现状堤顶高程 4.5 m 控制，防浪墙高程 5.40 m。

表 2.2-13 堤顶高程计算成果表

项目名称	符号	单位	数值	备注
设计潮水位	$h_p$	m	2.63	
波浪在坝坡上的爬高	$R$	m	0.47	$P = 2\%$
安全加高	$A$	m	0.6	
风雍增水高度	$e$	m	0	可忽略
堤顶高程	$Z_p$	m	3.72	

堤顶宽度 6 m（包括防浪墙厚），堤顶路面采用 C25 砼结构 300 厚。防浪墙采用浆砌石结构，墙高 0.9 m，基础埋深 0.9 m。

堤断面型式为带平台的复合式结构。临水侧下级设陡墙，外坡比 1：0.5，采用浆砌石重力式挡墙，墙高 5.1 m，砼护面 150 厚，墙顶高程 2.70 m 设平台，平台宽 2.0 m；上级为斜坡式护坡，坡比 1：2.5，护坡采用浆砌石结构 600 厚，护坡下设粗砂和碎石垫层，共厚 300。背水侧下级设陡墙，外坡比 1：0.1，采用浆砌石重力式挡墙结构，墙高 3.4 m，墙顶高程 1.0 m 设浆砌石平台，平台宽 3.0 m，上级为土坡，坡比 1：2，草皮护坡。内坡脚（挡墙外）抛石护脚。

## 11、水闸混凝土的抗海水腐蚀措施

根据原水闸的运行状况来看，原溪仔嘴水闸混凝土多处“裂缝、脱落、露筋、锈蚀”，说明本区域海水对水闸混凝土是有一定腐蚀影响的。根据国家规范 SL191—2008，本工程混凝土结构处于四类环境条件下，混凝土强度等级采用 C30。根据水利厅相关规定，水闸主体下部结构混凝土中掺入应采用抗海水混凝土。

## 2.3 项目主要施工工艺和方法

### 2.3.1 施工条件

#### 1、工程条件

溪仔嘴水闸位于惠来县东陇镇东南，而东陇镇位于惠来县的南部，惠来县城的西南向，北距县城 6 km，濒临南海。水陆交通方便，主要设备和建筑材料才采用公路为主，水路为辅。因为还未有公路直接连接工程所在地，所以需利用已加固的东陇堤防汛堤面（152 乡道）作为施工对外运输路，道路长 2.15 km，由赤洲的 13 孔桥闸路口作为对外施工道路出入口。由于在施工运输过程中，施工车辆会造成一部分土质堤面挤压破坏，造成堤面坑坑洼洼，尤其是一遇大雨，道路就被淹没浸泡，影响车辆正常通行及堤身安全，所以在工程开工前进行路面临时基础建设，在还没有硬化的堤面上（长约 1 km）铺筑石渣 150 mm 修整后作为施工对外交通道路，才能进行施工材料运输，对外弃渣运输。

#### 2、施工场地条件

工程所在地平坦宽阔，有利于施工布置，但水闸两边均为池塘，临时征用及回填土方代价大。施工根据地形、人文、交通、安全等条件尽量选择在闸右岸，靠近金东村。在离本工程所在地右岸 350 m 处有一处荒草地可以满足施工条件，因场地基本为原河床及河滩地，地面基础较软弱，地下水埋深浅，须对原土地做一些夯实及硬化处理才能做仓库、材料加工厂、施工指挥部、施工人员居所等。需临时征收这些土地。

#### 3、建筑材料

工程所需主要材料有砂、土、碎石、块石、水泥、钢筋、砼、柴油等。建筑用砂、土料、碎石、块石等，因受环境保护条件限制，必须至固定有营业性质的砂、土、石料场购买。土料场位于神泉镇大石母山料场，建筑用砂在龙江购买，碎石、块石在华侨农场的石场采购，运距分别为：土料场运距 9 km，砂运距 35 km，碎石、块石运距 40 km；水泥、钢筋、木材、柴油等可从惠来县购买，运距 6 km。砼采用现场搅拌砼。

#### 4、供水、供电、供风条件

施工供电条件较好，加固施工期可利用排涝闸专用高压线路供电，电压等级为 10 kv，须新增 1 台 125 kVA 施工变压器，可满足施工要求。竣工后也可作为管养房的变压器。由于本工程处于海边，无淡水源，施工生产用水采用自来水，水车运输，水量及水质能满足工程施工用水要求，生活用水需到最近的金东村买取。施工用风主要拆除旧水闸结构采用风钻施工时需要，用量较少，可使用移动的与风钻相匹配的小型空气压缩机。

#### 5、其他条件

施工期报装程控电话机 2 部，传真机 1 部，竣工后留作生产调度，工程管理使用。从施工场地条件和资金等集两方面考虑，工期需要 1.5 年。

### 2.3.2 施工工艺

根据交通便利、管理方便及安全因素，项目主体工程营造区、施工工棚、材料加工区及仓库、办公临时指挥部和宿舍宜设置在左岸，尽量远离施工区所带来得噪音污染。据统计，材料加工厂企业占临时荒草地 200 m<sup>2</sup>，各种停车场及机修车间占荒草地 1200 m<sup>2</sup>，施工工棚及仓库占荒草地 500 m<sup>2</sup>，砂石料及材料堆放地占荒草地 500 m<sup>2</sup>，部分宿舍和办公临时指挥部约占荒草地 200 m<sup>2</sup>，另外其它用地约占荒草地 1000 m<sup>2</sup>，具体见图 2.3-1。

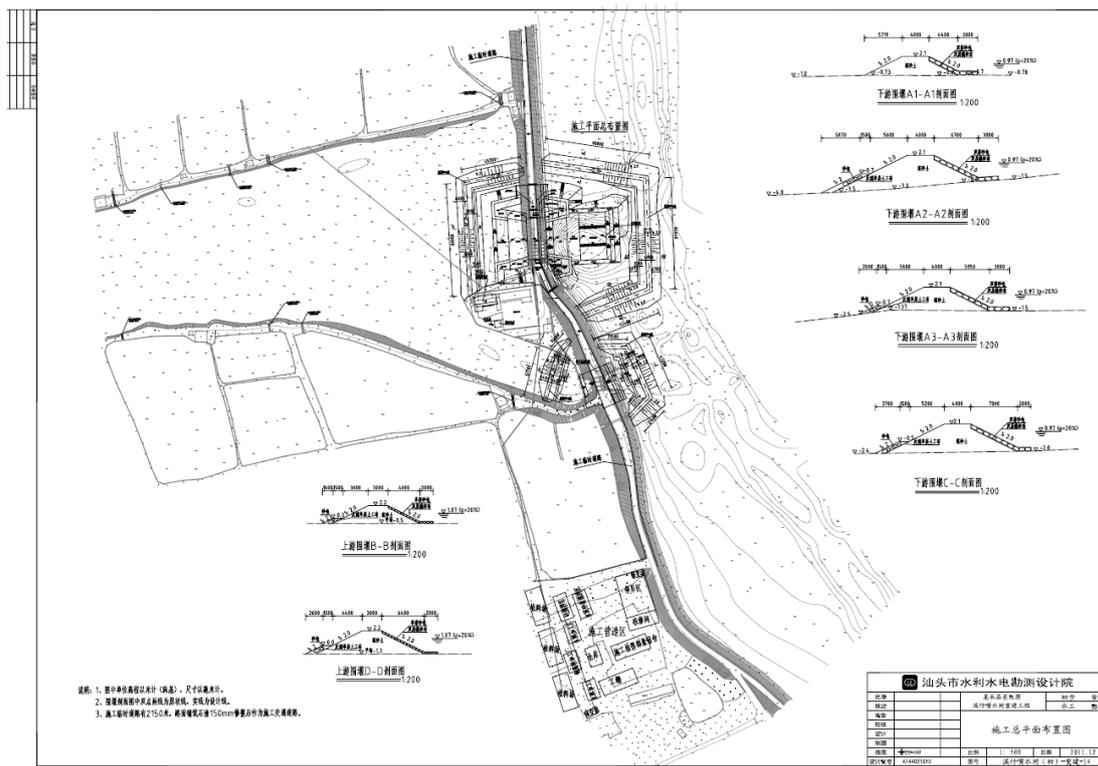


图 2.3-1 项目施工总平面布置图

### 1、施工导流

本工程属Ⅲ等工程，施工围堰高度小于 15 m，使用年限小于等于 1.5 年，根据《水利水电工程施工组织设计规范》（SL303—2004），围堰属 5 级建筑物，导流建筑物为 5 级，采用五年一遇防洪标准（枯水期 10 月~第二年 3 月），设计洪峰流量为 38.6 m<sup>3</sup>/s。

根据地形，工程布置及选址、施工道路等布置，水闸在原老五孔闸址处重建新闻，原新三孔闸可以用于导流，等水闸建完后利用重建完的溪仔嘴水闸导流，封堵原新三孔闸。

围堰采用砂土结构，上游围堰顶宽 3m，边坡均为 1:2，迎水面用单层砂包、双层编织布护面，单层砂包护脚。下游围堰顶宽 4 m，边坡均为 1:2，迎水面用双层编织布护面、双层砂包抗冲刷，双层砂包护脚。根据地质报告，上下游围堰底部为有机质粘土及含细粒土砂，渗透系数较低，围堰不采用防渗措施处理。根据水文计算成果，上、下游围堰顶高程分别为 2.2 m、2.1 m，封堵原新三孔闸围堰土料利用重建溪仔嘴水闸挖除后的围堰土料。

表 2.3-1 围堰高程计算表

上、下游情况	$Z_{水}(m)$	$R(m)$	$e(m)$	$A(m)$	围堰高程 $Z_{水}(m)$
下游情况	0.97	0.61	0.0075	0.5	2.0875
上游情况	1.07	0.61	0.0075	0.5	2.1875

## 2、主体工程施工

### (1) 闸室拆除及闸基清理

原闸室拆除采用机械和人工拆除相结合，以机械拆除为主，人工拆除为辅，但闸底只能靠人工开挖，避免影响地基松动。挖掘机装渣，自卸汽车运输。

闸基清理时，需在开挖区周边布设排水明沟和集水井，以排除基坑积水，基坑开挖采用  $1m^3$  挖掘机配以 5t 自卸汽车，弃渣运至东陇镇车棚岭弃渣场，运距 13km。

### (2) 闸基开挖

原闸基地质条件为有机质粘土，承载力小于 40 kPa，开挖深度不大，注意开挖时采取人工配合挖掘机开挖，避免影响临近土层松动。

### (3) 基础处理

根据闸室稳定复核计算，闸室地基承载力不能满足要求，故需进行闸基处理。本工程推荐采用深层水泥搅拌桩进行基础处理，桩长 8 m，掺灰量 16%，干喷，深层水泥搅拌桩机，铺 0.8 m 砂作为施工工作面，等桩身成形达到设计强度后挖除工作面填砂，凿除桩头，利用  $1m^3$  挖掘机配以 5 t 自卸汽车弃渣。

### (4) 混凝土施工

从工程质量角度出发，本水闸主要采用现场场地搅拌混凝土，混凝土采用  $0.1m^3$  的手推车运送入仓，运距 350 m，配经震捣进行平仓震捣。

### (5) 机电设备及金属结构安装

金属结构主要为钢闸门，采用橡胶和不锈钢止水，零部件在工厂下料、制作、现场焊接、安装。

### (6) 其它工程施工

抛石采用自卸汽车运输块石，挖掘机和推土机抛填，土方开挖回填采用挖掘机，自卸汽车运输，砌石由自卸汽车运输到施工现场，人工抬至施工面，进行铺

砌，砂浆拌和采用  $0.4 \text{ m}^3$  或  $0.25 \text{ m}^3$  拌和机在仓面附近拌和， $0.1 \text{ m}^3$  手推胶轮车入仓。

### 2.3.3 施工器械

本项目施工器械主要包括挖掘机、推土机、自卸汽车等，具体见表 2.3-2。

表 2.3-2 施工机械设备

序号	名称	规格	数量
1	自卸汽车	5 t	10
2	自卸汽车	10 t	10
3	挖掘机	$1 \text{ m}^3$	2
4	推土机	100 匹	1
5	抽水机	6 寸	4
6	手推车	$0.1 \text{ m}^3$	25
7	木作机械	套	1
8	金属机械	套	1
9	经纬仪	部	1
10	水准仪	部	1
11	灭火器	支	8
12	消防水桶	只	25
13	蛙式夯土机	HW-20	2 部
14	插入式振动器	HZ6-60	8 支
15	平板式振动器	PZ-50	4 支
16	电焊机	BX3-300-2	2 部
17	柴油发电机	75 kw	1 部
18	变压器	40 kw	1 台
19	变压器	75 kw	1 台
20	砂浆拌和机	$0.4 \text{ m}^3$	2 部
21	砂浆拌和机	$0.25 \text{ m}^3$	2 部
22	高压灌装泵		1 套
23	空压机		1 套
24	高压水泵		1 部
25	水泥搅拌桩机	台	3 台

### 2.3.4 土石方平衡

本工程土石方平衡见下表，清淤量总计  $0.47 \text{ 万 m}^3$ ；土石方开挖  $0.97 \text{ 万 m}^3$ ，土石方回填  $0.62 \text{ 万 m}^3$ ，土石方弃渣量  $1.69 \text{ 万 m}^3$ 。本工程设 1 个车棚岭弃渣场，容量  $3 \text{ 万 m}^3$ 。

表 2.3-3 土石方平衡表

开挖土方 (万 m <sup>3</sup> )	回填土方 (万 m <sup>3</sup> )	开挖土方利 用量 (万 m <sup>3</sup> )	围堰利用 方 (万 m <sup>3</sup> )	需外购砂 方 (万 m <sup>3</sup> )	淤泥 (万 m <sup>3</sup> )	弃渣 (万 m <sup>3</sup> )
0.965	0.617	0.617	0.348	1.176	0.473	1.123

略

图 2.3-2 项目弃渣场地理图

### 2.3.5 施工进度安排

工程计划于 2025 年 9 月份开工, 2027 年 2 月竣工, 施工总工期为 18 个月。  
各年度施工的进度安排如下:

表 2.3-4 施工进度计划表（按月计）

施工阶段	具体内容	第一年				第二年												第三年	
		9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月
施工准备	施工准备（三通一平）	■																	
	施工临时道路加固	■	■																
	上、下游围堰合龙		■																
重建水闸	拆除旧闸		■																
	闸基清理			■															
	桩基础及闸底板施工				■	■													
	闸墩一期						■	■											
	空箱					■	■												
	启闭台一层梁板桩							■											
	启闭台二层梁板桩								■										
	闸墩二期及埋件安装								■	■									
	闸门及启闭机安装									■	■								
	闸门制作		■	■	■	■	■												
	交通桥现浇								■	■									
	启闭机室装饰									■	■	■	■						
翼墙	底板					■	■												
	砼墙体					■	■	■											
	排水反滤、墙后填土						■	■	■										
护坦及消力池	上游护坦垫层					■													
	上游护坦面层					■	■												
	上游防冲槽						■	■											
	下游消力池反滤						■												
	下游消力池						■	■											
	下游海漫垫层							■	■										
	下游海漫								■	■									
	下游防冲槽									■	■								
围堰拆除（重建闸）									■	■									

施工阶段	具体内容	第一年				第二年												第三年		
		9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	
	上下游围堰合龙（老三孔闸闸封堵）																			
	封堵新三孔闸																			
	封堵围堰拆除																			
	综合办公楼及附属设施																			
	施工结束																			
	水土保持																			

## 2.4 项目用海需求

申请用海基本情况如下：

项目名称：惠来县东陇围溪仔嘴水闸重建工程。

用海性质：公益性。

用海类型：海洋保护修复及海岸防护工程用海。

用海方式：非透水构筑物和透水构筑物。

申请用海面积：本项目用海分为运营期主体工程用海和施工期临时工程用海。运营期主体工程拟申请总用海面积 0.4920 ha，包括北侧翼墙及防浪墙 0.0244 ha（用海方式为非透水构筑物），南侧翼墙及防浪墙 0.0284 ha（用海方式为非透水构筑物），防冲海漫及防冲槽 0.4038 ha（用海方式为透水构筑物），封堵三孔闸 0.0354 ha（用海方式为非透水构筑物）；施工期临时工程拟申请用海面积 1.2261 ha，包括水闸重建及围堰、封堵三孔闸及围堰（用海方式均为非透水构筑物）。

申请用海期限：本项目申请用海期限分为运营期主体工程用海和施工期临时工程用海。运营期主体工程申请用海期限为 40 年，包括北侧翼墙及防浪墙、南侧翼墙及防浪墙、闸门海漫及防冲槽和封堵三孔闸。施工期临时工程申请用海期限为 2 年，包括水闸重建及围堰和封堵三孔闸及围堰。

建设内容和规模：拟拆除重建溪仔嘴水闸并封堵三孔闸，重建后水闸共 5 孔，单孔净宽 5 m，总净宽 25 m。水闸的防洪标准内河按 20 年一遇洪水标准设计、50 年一遇洪水标准校核，防潮标准按 50 年一遇设计，最大过闸流量为 129.42 m<sup>3</sup>/s，闸上正常蓄水位-0.1 m。

岸线占用情况：本项目岸线占用情况分为运营期主体工程岸线占用和施工期临时工程岸线占用。运营期主体工程拟占用海岸线 112.9 m，施工期临时工程拟占用海岸线 206.7 m，占用岸线类型均为人工岸线（一级类）中的构筑物岸线（二级类），不涉及自然岸线及生态恢复岸线，不涉及严格保护岸线，不涉及沙滩，不涉及砂质海岸、盐沼、淤泥质岸滩及其生境。

## 2.5 项目用海必要性

## 2.5.1 项目建设必要性

### 1、工程现状及重建的必要性

#### (1) 工程现状

溪仔嘴水闸位于惠来县东陇镇境内，为东陇镇堤围防洪、防潮、排涝系统的中型水闸。溪仔嘴水闸地处雷岭河河口附近，即雷岭河一级支流盐岭河汇入口下游。北距惠来县城 6 km，南邻神泉港。水闸汇流区东面为盐岭河和雷岭河干流出口段，南面为龙江干流出口段，西北两面依山。东陇堤围捍卫东陇洋属江河冲积和海相沉积交互地带，灌排渠系布局合理，是惠来县四大产粮区之一。

东陇洋总流域面积 44.4 km<sup>2</sup>，堤防长 14.9 km，其中，东面自惠西桥至溪仔嘴水闸长 5.9 km 堤段为江堤，南面自溪仔嘴水闸至钓石山长 9.0 km 堤段为海堤。江堤设穿堤排水涵闸 2 座 5 孔，排水总净宽 13.6 m；海堤设穿堤排水闸 14 座 22 孔，排水总净宽 39 m，江、海堤和涵闸共同组成东陇洋防洪（潮）、排涝系统。溪仔嘴水闸是东陇洋涝区排水骨干工程之一，于 1953 年 10 月动工兴建，1955 年 3 月竣工投入使用，原设计水闸 5 孔（单孔净宽 2 m），1967 年 3 月在其南面 140 余米处增设 3 孔排水闸（单孔净宽 2.5m），与原水闸并入运行。

溪仔嘴水闸由“老五孔水闸”和“新三孔水闸”组成，分别位于海堤桩号 2+074、2+216 处。闸址以上集雨面积 24.36 km<sup>2</sup>，主流长度 9.02 km，河流比降 0.00055。

溪仔嘴水闸是一宗以防潮、排涝和防洪相结合，兼有御咸蓄淡等综合利用功能的中型排水闸工程，其与东陇江、海堤围和其他涵闸共同捍卫着东陇洋内 12.5 万人民群众的生命财产安全，担负 3.5 万亩农田和 1.23 万亩鱼虾池、盐田的防潮、排涝任务，并兼顾围内 3.5 万亩农田补充灌溉水源的任务。

#### (2) 工程存在的问题及重建的必要性

溪仔嘴水闸自 1955 年建成以来，发挥了显著的社会和经济效益，工程的安全可靠运行对当地经济的持续发展和社会稳定起到越来越重要的作用。

水闸所在的东陇海堤达标加固工程经省水利厅以“粤水管〔1998〕70 号”《关于惠来县东陇海堤达标加固工程初步设计的批复》批准为 IV 等工程，采用 50 年一遇防潮标准设计，列入省 1998 年海堤建设计划，于 2000 年 12 月底完成工程

全部施工任务。东陇洋历史上属潮泛易涝区，涝区暴雨受外江洪、潮水顶托倒灌，排泄不畅而致涝。特别是现在上下游均已围堤，洪水归槽，加上排水涵闸排水标准和排水能力偏低，遇到同等程度的洪潮灾害时，内涝水位比以往更高，这给东陇镇带来的损失更加严重，因此，惠来县东陇围溪仔嘴水闸重建工程的建设实施刻不容缓。根据省厅审批的意见，应按有关规定进行安全鉴定，另行办理报批。

东陇海堤已加固完成，但作为涝区重要骨干工程之一的穿堤水闸——溪仔嘴水闸，却存在诸多隐患，工程一旦出险，将危及东陇堤防的安全。因此，惠来县水利局及东陇镇根据省水利厅审批意见，于 2001 年 5 月成立“惠来县东陇堤防水闸安全鉴定工作组”，委托省水利工程安全管理中心对溪仔嘴水闸进行安全鉴定。经鉴定，该水闸存在如下主要问题：

水闸地基承载力未能满足安全运行要求。水闸效能在各设计计算工况不能满足效能要求，闸基下层存在厚度 2.6~9.9 m 疏松状态的有机质（粉土质）砂层和含细粒土砂、细砂层，地震时可能产生液化，水闸结构不能满足规范对 VII 级地震区水闸抗震措施的要求。经现场检查，水闸混凝土构件钢筋锈蚀严重，结构破坏，混凝土闸门因同样原因而结构破损，机电设备老化、报废，金属结构变形、磨损、落后，水闸不能安全运行。

2002 年 3 月，经水闸安全鉴定专家组鉴定，溪仔嘴水闸评定为四类水闸，建议及早对水闸进行加固或重建。2008 年 8 月，省水利厅对工程可行性研究报告进行审查，同意水闸重建。2012 年 5 月，广东省大坝安全技术管理中心组织专家组完成溪仔嘴水闸的安全鉴定核查工作，同意溪仔嘴水闸为四类闸的鉴定结论，并鉴于溪仔嘴水闸存在以上安全问题，建议管理单位及早对水闸进行重建。

由于加固改造难度大，终因资金困难，水闸至今仍带病和超负荷运行，未能同海堤防一起进行达标加固。

早在 2003 年，省委省政府将实施城乡水利防灾减灾工程作为十项民心工程之一，溪仔嘴水闸工程被定为惠来县重点水利工程项目，省、市等各级政府和水利主管部门高度重视，明确该工程作为实施民心工程的重点工程，明确重建溪仔嘴水闸工程已成为当务之急。因此，为保障防护区内居民的生命和财产安全，改善生产条件，创造人民安居乐业的生活环境，巩固和促进当地社会经济的快速

发展，溪仔嘴水闸重建工程是十分迫切且必要的。

综上，为保护人民生命财产的安全和促进地区经济的进一步发展，满足城市现代化和建设生态城市的高标准要求，溪仔嘴水闸迫切需要重建。因此，本项目的建设是必要的。

## 2、项目与国家产业政策及相关产业规划的符合性

### (1) 《产业结构调整指导目录》(2024 年本)

根据《产业结构调整指导目录》(2024 年本)，本项目属于“二 水利 3、防洪提升工程”，为鼓励类，不属于《市场准入负面清单》(2025 年本)中的禁止类，符合国家产业政策要求。

### (2) 与《广东省水利发展“十四五”规划》的符合性分析

《广东省水利发展“十四五”规划》(以下简称《规划》)明确了“十四五”时期广东省水利发展的指导思想、基本原则、发展目标、总体布局，明确主要任务、重点项目和保障措施，并对 2035 年远景目标进行展望，是指导今后水利发展的重要依据。《规划》要求实施防洪能力提升工程，完善防洪体系布局，消除防洪安全隐患。定期开展江河堤防、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，推进大江大河堤防险工险段治理。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，推进大中型病险水闸除险加固，建立健全水库(水闸)常态化除险加固和运行管护机制。落实病险水利工程安全度汛措施，有效防范汛期水利工程安全事故发生。对年久失修、存在严重安全隐患或严重影响生态安全的水利工程，根据相关规定及时进行降等、报废处理。

本项目属于水利基础设施工程，建设内容为具有挡潮排涝功能的水闸，可保障人民群众生命财产安全、交通及社会经济发展。因此，本项目的建设与《广东省水利发展“十四五”规划》是相符的。

### (3) 与《揭阳市水利改革发展“十四五”规划》的符合性分析

2021 年 12 月，《揭阳市水利改革发展“十四五”规划》(以下简称《规划》)由揭阳市人民政府正式印发给各县(市、区)人民政府(管委会)，市政府各部门、各直属单位。

根据《规划》，惠来县溪仔嘴水闸重建工程列入揭阳市水利“十四五”防洪提升工程建设规划项目，项目分类为病险水闸除险加固工程，主要建设内容为重建 5 孔水闸，过闸  $290 \text{ m}^3/\text{s}$ 。并提出“加大山洪灾害防治力度，基本建成工程措施与非工程措施相结合的山洪灾害综合防治体系。构筑“上蓄下防、库堤结合、疏挡并举”的防洪减灾体系，把防洪提升工程体系建设工作从控制洪水措施的研究转向洪水管理方面的研究，在努力防御洪水对人类危害的同时，规范人类的活动，给洪水留有出路，建设人与自然和谐的综合防洪减灾体系”，因此，本项目的建设与《揭阳市水利改革发展“十四五”规划》是相符的。

### 2.5.2 项目用海必要性

#### （1）水闸用海必要性

溪仔嘴水闸建设时期早，受当时资金、材料、技术力量等条件制约，设计标准低，设备简陋、配套不全、工程质量差，抗震性能差，长期带病运行，目前多项运用指标无法达到现行设计标准，工程存在严重安全问题。为保护人民生命财产的安全和促进地区经济的进一步发展，满足城市现代化和建设生态城市的高标准要求，该工程迫切需要重建。本项目对溪仔嘴水闸的重建是必要的。溪仔嘴水闸始建于 1953 年 10 月，1955 年 3 月建成并投入使用，修建年代久远，没有海域使用权属，本项目在溪仔嘴水闸原五孔闸闸址重建，根据广东省政府 2022 年批复海岸线，水闸位于雷岭河河口海域，因此，水闸用海是必要的。

#### （2）施工围堰用海必要性

为降低项目施工过程中产生的污染物对所在海域的环境影响，项目水闸拆除重建施工过程需设置临时围堰，临时围堰需占用一定的海域面积。本工程主体工程采用分期施工方案，其中一期为重建五孔闸，二期为封堵三孔闸。因此，施工围堰用海是必要的。

### 3 项目所在海域概况

#### 3.1 海洋资源概况

##### 3.1.1 海岸线资源

惠来县岸线总长度 115.45 km，构筑物 35.782 km；河口岸线 59.58 m；基岩岸线 15.91 km；泥质岸线 102.4 m；砂质岸线 47.28 km；生态恢复岸线 433.84 m；填海造地 10.31 km；围海 5.56 km。论证范围内岸线总长度 49.01 km；构筑物 21.87 km；河口岸线 59.38 m；基岩岸线 1.88 km；泥质岸线 102.4 m；砂质岸线 14.75 km；填海造地 4.91 km；围海 5.45 km。

略

图 3.1-1 论证范围内海岸线分布图

##### 3.1.2 岛礁资源

根据广东省海岛地名普查数据显示，揭阳市共有海岛 155 个，其中面积 500 平方米以上的海岛 35 个，500 平方米以下的海岛 120 个。惠来县有无居民海岛 155 个，划入保护类海岛 103 个。项目论证范围内包含 34 个未开发无居民海岛，其中距离项目位置最近的是东西湖礁、香黄石北岛、香黄石、腰龟石。

略

图 3.1-2 论证范围内海岛分布图

##### 3.1.3 港口资源

根据《揭阳港总体规划》，惠来沿海港区分为：南海作业区、神泉作业区、前詹作业区、资深作业区、靖海作业区等 5 个作业区，位于惠来县东南沿海，跨海门湾和甲子、碣石湾两个海区，北邻汕头港，西南毗邻甲子港，东南面临南海，拥有 7680 多平方公里的海域，大小港湾众多，特别是神泉海湾、靖海海湾及其邻近岸线，都具有水域面积广阔、波浪较小、回淤量小、水深条件优越，地质条件好的特点。适宜建设深水港的各类泊位，是大型工程项目的理想港址用地。本

项目论证范围内的港区为神泉作业区。神泉作业区保留现有功能，未来承接大南海石化工业园区石油产业链的中下游产品等水运运输业务；适度发展集装箱运输。

略

图 3.1-3 《揭阳港总体规划》惠来沿海港区概况图

#### 3.1.4 航道、锚地资源

根据《广东沿海主要公共航路示意图》，项目周边四条航道：广东沿海外航路；粤东沿海内航路；粤东沿海近岸航路；揭阳港进出港航路。广东沿海外航路航道宽度 6~8 海里，航路东接福建沿海外航路，西接琼州海峡中水道；粤东沿海内航路航道宽度 3~4 海里，航路东接福建沿海中航路，西接湛江港进港航道；粤东沿海近岸航路宽度 1~2 海里，航路东接福建沿海内航路，西接香港蓝塘海峡口门；揭阳港进出港航路宽度 8 海里，航路外海至揭阳惠来方向。

略

图 3.1-4 《广东沿海主要公共航路示意图》项目周边航道分布图

根据《广东海事局关于沿海主要公共锚地的公告》，项目周边有锚地：港口锚地和港外综合锚地。港口锚地和港外综合锚地两个锚地半径均为 100 米，用途均为过驳、候泊、防台。

略

图 3.1-5 《广东海事局关于沿海主要公共锚地的公告》项目周边锚地分布图

#### 3.1.5 渔业资源

揭阳海域属亚热带浅海区，具有咸淡水交汇、营养物质丰富的优良条件，生物资源特别是鱼类资源、浮游动植物十分丰富，是多种经济鱼、虾、贝、藻类的繁育场，是许多经济鱼虾产卵、越冬场所和洄游的必经之地。惠来县海洋渔业资源丰富，鱼虾蟹贝藻等品种繁多，拥有鱼类 471 种，其中经济鱼类 100 多种，主要有海鳗、鳓鱼、鯷鱼、沙丁鱼、鲱鱼、石斑鱼、鲷、白姑鱼、黄姑鱼、大黄鱼、小黄鱼、方头鱼、带鱼、金线鱼、鲈鱼等；虾、蟹、贝、藻类等生物有几百种，其中经济价值较高的有几十种，主要有毛虾、对虾、鹰爪虾、虾蛄、梭子蟹、

青蟹等。榕江在区划范围内的海域为咸淡水交汇处，水产资源丰富，品种繁多，除淡水种类外，还包括广盐性种类；贝类有近江牡蛎、红肉河蓝蛤、淡水黄蚬、中国绿螂等；甲壳类有独角新对虾、周氏新对虾、赤虾、锯缘青蟹、中华绒螯蟹及隆背张口蟹等；鱼类有“榕江鳊鱼”、银鱼等数十种，还有丰富的鳗苗资源。

### 1、渔业资源现状调查

2023年4月，[ ]开展项目所在海域渔业资源调查，共布设8个渔业资源调查站位。本次S1-S7号站水深浅并且有大量养殖蚝排无法进行拖网采样，采取刺网定性采样；S9-S12号站渔业资源调查调查租用“粤惠来渔43300”渔船进行，渔船主机功率112 kW，船长22.1 m、船宽5.35 m、型深3 m，使用的网具为底拖网，网宽4 m，网长12 m，平均拖速为3.0 kn。

表 3.1-1 渔业资源调查站位

[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

略

图 3.1-6 项目附近海域渔业资源调查站位

#### (1) 调查与评价方法

鱼卵仔鱼采用拖网法，每个调查站采用水平拖网和垂直拖网两种方法，网具采用浅海浮游生物 I 型网。水平拖网于表层水平拖曳 10 分钟取得，拖速保持在 2-3 节左右，共获得 8 个鱼卵仔鱼样品，此样品为定性样品。垂直拖网每个调查站从底至表垂直拖曳浮游生物网，获得 8 个鱼卵仔鱼样品，此样品为定量样品。海上采得的浮游生物样品按体积 5% 的量加入福尔马林溶液固定，带回实验室后将鱼卵仔鱼样品单独挑出，在解剖镜下计数和鉴定。定性样品以 ind/net 为计量单位进行统计，定量样品以 ind/m<sup>3</sup> 为计量单位进行统计分析。

海洋渔业资源（游泳动物）调查均按《海洋调查规范》及中华人民共和国农

业部 2008 年 3 月颁布的《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》进行，采样均于白天进行，每次放网 1 张。

对渔获物的渔获重量和尾数进行统计，记录网产量。根据调查海域的物种分布特征和经济种类等情况，将本次调查海域的渔获物分为鱼类、甲壳类和头足类等 3 个类群，并分别从渔获率、资源密度、优势种、幼体比例、主要物种的生物学特征等方面统计分析。

鱼卵仔鱼的密度计算方法根据面积、拖网距离和鉴定的鱼卵仔鱼数量，按以下公式计算单位体积内鱼卵仔鱼的分布密度： $V = N / (S \times L)$ ，

式中： $V$ ——鱼卵、仔鱼的分布密度，单位为个/ $m^3$ 、尾/ $m^3$ ；

$N$ ——每网鱼卵、仔鱼数量，单位为（个、尾）；

$S$ ——网口面积，单位为  $m^2$ ；

$L$ ——拖网距离，单位为  $m$ 。

渔业资源评估根据底拖网扫海面积法（密度指数法），来估算评价区的资源重量密度和生物个体密度，求算公式为： $S = y / a(1 - E)$ ，

式中： $S$ ——重量密度（ $kg/km^2$ ）或个体密度（ $ind/km^2$ ）；

$a$ ——底拖网每小时的扫海面积（扫海宽度取浮纲长度的 2/3）；

$y$ ——平均渔获率（ $kg/h$ ）或平均生物个体密度（ $ind/h$ ）；

$E$ ——逃逸率（取 0.5）。

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。

$IRI$  计算公式为  $IRI = (N + W)F$ ，

式中： $N$ ——某一种类的尾数占渔获总尾数的百分比；

$W$ ——某一种类的重量占渔获总重量的百分比；

$F$ ——某一种类的出现的站位数占调查总站位数的百分比。

## （2）游泳生物调查结果

### 1) 种类组成

本次调查，共捕获游泳动物 36 种，其中：鱼类 21 种，甲壳类 15 种。

其中 S1-S7 号站刺网定性采样，共捕获游泳动物 16 种，其中鱼类 9 种，甲壳类 7 种。鱼类隶属于 4 目 8 科，其中鲈形目鲷科、鮨科、双边鱼科和真鲈科、鲉形目四齿鲈科、鲉形目鲷科、鲉形目鲷科均出现 1 种，分别为黄鳍棘鲷、横带九棘鲈、尾纹双边鱼、花鲈、弓斑东方鲈、棘线鲷、长鳍莫鲷，鲈形目鰕虎鱼科出现 2 种，分别为斑尾刺鰕虎鱼和金黄舌鰕虎鱼；甲壳类隶属于 1 目 4 科，为对虾科（3 种）、长臂虾科（2 种）、方蟹科（1 种）和梭子蟹科（1 种），分别为刀额新对虾、近缘新对虾、长毛对虾、东方白虾、日本沼虾、绒螯近方蟹和拟穴青蟹。S1 号站断面种类数最多，为 14 种，S2 号站断面的种数最少，为 9 种。

S9-S12 号站底拖网采样共捕获游泳动物 20 种，其中：鱼类 12 种，甲壳类 8 种，鱼类隶属于 3 目 6 科，分别为鲈形目舌鲷科、鲉形目鲷科和鲉科、鲈形目的带鱼科、石首鱼科和鰕虎鱼科。甲壳类隶属于 2 目 3 科，分别为十足目对虾科和十足目对虾科和管鞭虾科。S10 和 S11 号站断面种类数最多，均为 15 种，S12 号站断面的种数最少，为 11 种。

表 3.1-2 各断面出现种类统计结果

断面	甲壳类	鱼类	总计
S1			
S2			
S4			
S7			
S9			
S10			
S11			
S12			

## 2) 渔获率

渔业资源的平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 5.91 kg/h 和 687.43 ind/h，其中甲壳类的平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 2.36 kg/h 和 545.14 ind/h，占平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 40.30%和 78.36%；鱼类平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 3.56 kg/h 和 142.29 ind/h，占平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 59.70%和 21.64%。

表 3.1-3 各断面重量渔获率和个体渔获率及各类群百分比

断面	总个体渔获率 ind/h	总重量渔获率 kg/h	类群		类群	
			甲壳类	鱼类	甲壳类	鱼类
			个体渔获率(ind/h)		重量渔获率(kg/h)	

			个体渔获比例(%)				重量渔获比例(%)			
S9	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
S10	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
S11	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
S12	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
平均	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

### 3) 资源密度

本次调查各断面渔业资源密度分布见表 3.1-4。平均重量密度为 532.13 kg/km<sup>2</sup>, S12 号站断面最高, S11 号站断面最低, 范围为 492.01 kg/km<sup>2</sup>~590.82 kg/km<sup>2</sup>; 平均个体密度为 61.86×10<sup>3</sup> ind/km<sup>2</sup>, 个体密度最高的断面为 S10 号站断面, 其值为 75.29×10<sup>3</sup> ind/km<sup>2</sup>, 最低为 S9 号站断面, 其个体密度为 46.28×10<sup>3</sup> ind/km<sup>2</sup>。

表 3.1-4 调查断面的渔业资源密度

断面	重量密度 (kg/km <sup>2</sup> )	个体密度 (×10 <sup>3</sup> ind/km <sup>2</sup> )
S9	■	■
S10	■	■
S11	■	■
S12	■	■
平均值	■	■

### 4) 鱼类资源状况

#### ① 鱼类种类组成

本次调查共捕获鱼类 12 种。鱼类中大多数种类为我国沿岸、浅海渔业的兼捕对象。大多属于印度洋、太平洋区系, 并以栖息于底层、近底层的暖水性的种类占优势。

#### ② 鱼类资源密度估算

本次调查, 鱼类的资源密度见表 3.1-5。由表可知, 其平均重量密度和平均个体密度分别为 320.17 kg/km<sup>2</sup> 和 12.80×10<sup>3</sup> ind/km<sup>2</sup>。在 4 个断面的鱼类重量密度分布中, S12 号站断面最高为 424.57 kg/km<sup>2</sup>, S11 号站断面最低为 242.10 kg/km<sup>2</sup>; 鱼类个体密度分布中, S12 号站断面最高为 17.90×10<sup>3</sup> ind/km<sup>2</sup>, S10 和 S11 号站断面最低, 均为 10.49×10<sup>3</sup> ind/km<sup>2</sup>。

表 3.1-5 鱼类资源密度

断面	重量密度 (kg/km <sup>2</sup> )	个体密度 (×10 <sup>3</sup> ind/km <sup>2</sup> )
S9	■	■

断面	重量密度 (kg/km <sup>2</sup> )	个体密度 (×10 <sup>3</sup> ind/km <sup>2</sup> )
S10		
S11		
S12		
平均值		

### 3) 鱼类优势种

鱼类 IRI 指数见表 3.1-6。由表可知，鱼类 IRI 指数在 1000 以上的优势种共计 4 种，分别为：沙带鱼 (*Lepturacanthus savala*)、拉氏狼牙鰕虎鱼 (*Odontamblyopus lacepedii*)、皮氏叫姑鱼 (*Johnius belangerii*) 和尖头黄鳍牙鲷 (*Chrysochir aureus*)，上述四种鱼类的重量渔获率之和为 11.41 kg/h，占鱼类总重量渔获率 (14.23 kg/h) 的 80.14%；其个体渔获率之和为 438.86 ind/h，占鱼类总个体渔获率 (569.14 ind/h) 的 77.11%。

表 3.1-6 鱼类的 IRI 指数

种类	出现频率 (%)	重量渔获率		个体渔获率		IRI
		(kg/h)	(%)	(ind/h)	(%)	
沙带鱼						
拉氏狼牙鰕虎鱼						
皮氏叫姑鱼						
尖头黄鳍牙鲷						
斑头舌鲷						
白姑鱼						
斑鲚						
褐斑三线舌鲷						
凤鲚						
拟矛尾鰕虎鱼						
金色黄鲫						
棘头梅童鱼						

### 4) 甲壳类资源状况

#### ① 种类组成

本次调查共捕获甲壳类 8 种，其中虾类 5 种，虾蛄类 3 种。

#### ② 甲壳类资源密度评估

本次调查甲壳类资源密度见表 3.1-7。由表可知，其平均重量密度和平均个体密度分别为 211.96 kg/km<sup>2</sup> 和 49.06×10<sup>3</sup> ind/km<sup>2</sup>。其中，重量密度范围为 155.14 kg/km<sup>2</sup>~276.56 kg/km<sup>2</sup>，S10 号站断面最高，S9 号站断面最低；个体密度分布范围为 33.94×10<sup>3</sup> ind/km<sup>2</sup>~64.79×10<sup>3</sup> ind/km<sup>2</sup>，S10 号站断面最高，S9 号站断面最低。

表 3.1-7 甲壳类资源密度

断面	重量密度 (kg/km <sup>2</sup> )	个体密度 (×10 <sup>3</sup> ind/km <sup>2</sup> )
S9		
S10		
S11		
S12		
平均值		

### 5) 优势种

甲壳类 IRI 指数见表 3.1-8。甲壳类 IRI 指数在 1000 以上的优势种共有 4 种，分别为哈氏仿对虾 (*Parapenaeopsis hardwickii*)、长叉口虾蛄 (*Oratosquilla nepa*)、中华管鞭虾 (*Solenocera crassicornis*) 和口虾蛄 (*Oratosquilla oratoria*)。上述四种甲壳类的重量渔获率之和为 8.97 kg/h，占甲壳类总重量渔获率 (9.42 kg/h) 的 95.23%；其个体渔获率之和为 2036.57 ind/h，占甲壳类总个体渔获率 (2180.57 ind/h) 的 93.40%。

表 3.1-8 甲壳类的 IRI 指数

种类	出现频率 (%)	重量渔获率		个体渔获率		IRI
		(kg/h)	(%)	(ind/h)	(%)	
哈氏仿对虾						
长叉口虾蛄						
中华管鞭虾						
口虾蛄						
角突仿对虾						
沙栖新对虾						
断脊小口虾蛄						
周氏新对虾						

### 6) 幼体比例

本次调查幼体群体占有游泳动物群体的比例为 63.08% (表 3.1-9)。渔获物中，鱼类幼体比例为 38.55%，甲壳类幼体比例为 69.18%，各类群成体尾数、幼体尾数和幼体比例见下表。

鱼类整体幼体比例较低，除白姑鱼、棘头梅童鱼、尖头黄鳍牙鲷等鱼类的幼体比例均高达 100%外，渔获中的大部分由成体和亚成体组成。

本调查中甲壳动物经济种的幼体较高。其中口虾蛄、沙栖新对虾和长叉口虾蛄幼体比例均高达 100%，渔获中的大部分由幼体和亚成体组成，表中列出本次调查主要物种的生物学特征和幼体比例。

表 3.1-9 各断面幼体比例

断面	成体尾数	幼体尾数	总尾数	幼体比%
S9				
S10				
S11				
S12				
平均值				

表 3.1-10 分类群成体尾数、幼体尾数和幼体比例

类群	成体尾数	幼体尾数	总尾数	幼体比%
鱼类				
甲壳类				

表 3.1-11 S9-S12 号站拖网采样物种的生物学特征和幼体比例

类群	物种名	体长范围 mm		体重范围 g		幼体比例 个数比%
		min.	max.	min.	max.	
甲壳类	断脊小口虾蛄					
	哈氏仿对虾					
	角突仿对虾					
	口虾蛄					
	沙栖新对虾					
	长叉口虾蛄					
	中华管鞭虾					
	周氏新对虾					
鱼类	白姑鱼					
	斑鱚					
	斑头舌鳎					
	凤鲚					
	褐斑三线舌鳎					
	棘头梅童鱼					
	尖头黄鳍牙鲷					
	金色黄鲫					
	拉氏狼牙鰕虎鱼					
	拟矛尾鰕虎鱼					
	皮氏叫姑鱼					
沙带鱼						

注：\*为肛长，无标注为体长；“/”代表此项无数据。

表 3.1-12 S1-S7 号站刺网采样定性物种的生物学特征

类群	物种名	体长范围 mm		体重范围 g	
		min.	max.	min.	max.
甲壳类	刀额新对虾				
	东方白虾				
	近缘新对虾				
	拟穴青蟹				
	日本沼虾				
	绒螯近方蟹				

类群	物种名	体长范围 mm		体重范围 g	
		min.	max.	min.	max.
	长毛对虾	■	■	■	■
鱼类	斑尾刺鰕虎鱼	■	■	■	■
	弓斑东方鲀	■	■	■	■
	横带九棘鲈	■	■	■	■
	花鲈	■	■	■	■
	黄鳍棘鲷	■	■	■	■
	棘线鲷	■	■	■	■
	金黄舌鰕虎鱼	■	■	■	■
	尾纹双边鱼	■	■	■	■
	长鳍莫鲻	■	■	■	■

注：\*为肛长，无标注为体长；“/”代表此项无数据。

### 7) 主要经济物种的生物学特征

本次调查中，游泳动物经济种的主要组成为粤东近岸常见的中小型鱼类、梭子蟹科及虾蛄类。鱼类经济种主要有沙带鱼、皮氏叫姑鱼等；甲壳动物中出现较多的是常见对虾科和虾蛄类物种，管鞭虾科物种也有广泛出现。以上鱼类和甲壳动物物种经济价值较高，生长迅速，是优良的渔业经济种。综合考虑各品种出现站数、优势度、平均渔获率、经济价值和生物类型代表性，选定以下几种分述生物学特征如下：

#### ① 沙带鱼

沙带鱼(*Lepturacanthus savala*)为鲈形目(*Perciformes*)、带鱼科(*Trichiuridae*)、沙带鱼属(*Lepturacanthus*)鱼类，体长可达100 cm，栖息在沿海，属肉食性，栖息深度可达100 m，以甲壳类、乌贼、鱼类等为食。分布于印度洋北部沿岸、东至澳大利亚、北至日本琉球以及中国南海、台湾海峡等海域。沙带鱼具有结群排队的特性，每年春天回暖水温上升时，带鱼成群游向近岸，由南至北于生殖回游，是为捕捞季节；冬至时，水温降低，带鱼又游向水深处避寒。

本次调查4个站位断面中，沙带鱼3个站有出现，占总调查断面数的75.00%。总渔获共3.18 kg、100尾，体长区间95~145 mm，体重区间9.90~53.83 g，平均体重31.79 g，捕捞群体以幼体和亚成体为主。各断面平均渔获率为1.36 kg/h、42.86 ind/h，渔获率最高的是S12号站断面，为96.00 ind/h，为2.91 kg/h。

#### ② 皮氏叫姑鱼

皮氏叫姑鱼(*Johnius belangerii*)为鲈形目(*Perciformes*)、石首鱼科

(*Sciaenidae*)、叫姑鱼属 (*Johnius*)，为暖温带近岸中下层小型鱼类，喜栖于泥砂底以及岩礁附近海域。生命周期短，一般不超过 3 龄，最高 4 龄。体长在 70~130 mm，1 龄性成熟，1~4 龄平均体长和平均体重分别为 83.5 mm 和 10.9 g 左右，114.2 mm 和 24.3 g，135.8 mm 和 43.6 g，150 mm 以上和 54 g 以上，氏叫姑鱼喜欢在透明度较低的河口浅水区产卵，是常见的小型食用鱼。

皮氏叫姑鱼在南海区的产卵场分散不集中，在沿海浅水区几乎均有产卵。产卵期间喜栖息于透明度低的河口浅水区，底质大多为细沙泥，水深 5~15 m 处。皮氏叫姑鱼春季开始由咸水区洄游至淡水区产卵，冬季游向大海，属于暖温性鱼类，生殖期在 4~7 月。

本次调查 4 个站位断面中，皮氏叫姑鱼均有出现，占总调查断面数的 100.00%，总渔获共 0.93 kg、40 尾，体长区间 92~120 mm，体重区间 13.53~31.93 g，平均体重 23.30 g，捕捞群体以成体和亚成体为主。各断面平均渔获率为 0.40 kg/h、17.14 ind/h，渔获率最高的是 S11 号站断面，分别为 0.67 kg/h、27.43 ind/h。

### ③ 哈氏仿对虾

哈氏仿对虾 (*Parapenaeopsis hardwickii*) 隶属于甲壳纲 (*Crustacea*)、十足目 (*Decapoda*)、对虾科 (*Penaeidae*)、仿对虾属 (*Parapenaeopsis*)，是我国东南沿海重要的经济虾类。全年皆可捕捞。东海哈氏仿对虾繁殖期在 5~9 月，高峰期在 6~7 月，次高峰期在 9 月，南海区域应较之提前。哈氏仿对虾雌性体长约 90 mm 达到性成熟。

本次调查 4 个站位断面中，哈氏仿对虾均有出现，占总调查断面数的 100.00%。总渔获共 1.65 kg、612 尾，体长区间 50~84mm，体重区间 1.40~5.59 g，平均体重 2.70 g，捕捞群体以幼体为主。各断面平均渔获率为 0.71 kg/h、262.29 ind/h，渔获率最高的是 S10 号站断面，分别为 342.86 ind/h 和 0.92 kg/h。

### ④ 长叉口虾蛄

长叉口虾蛄 (*Oratosquilla nepa*) 属于十足目 (*Stomatopoda*)，虾蛄科 (*Squillaidae*)，是大型凶猛的甲壳动物，最大可达 165 mm。在我国南北沿海均有分布，是重要的渔业资源物种。其食物组成包括小型甲壳类、双壳类、多毛类和小型鱼类。

本次调查 4 个站位断面中,长叉口虾蛄均有出现,占总调查断面数的 100.00%。总渔获共 1.84 kg、232 尾,体长在 70~98 mm 之间,体重在 4.94~12.71 g 之间,平均体重为 7.95 g,渔获中长叉口虾蛄均为幼体。各断面平均渔获率为 0.79 kg/h、99.43 ind/h,渔获率最高的是 S10 号站断面,分别为 164.57 ind/h 和 1.31 kg/h。

### ⑤ 中华管鞭虾

中华管鞭虾 (*Solenocera crassicornis*) 属于十足目 (*Decapoda*)、管鞭虾科 (*Solenoceridae*) 虾类,体长 28-82 mm,喜栖息于 25-100 m 水深的泥质或泥沙质的海区,其栖息深度和对温、盐度适应的范围较广,为广温广盐性的虾类。冬季向沿岸浅水区移动,近海区较密集,渔获较高,12 月后向外海移动,虾群分散,渔获量低。分布于印度、马来西亚、印度尼西亚、日本和中国。在中国分布于黄海南部、东海至广东、广西和海南岛浅海。

本次调查 4 个站位断面中,中华管鞭虾均有出现,占总调查断面数的 100.00%。总渔获共 0.69 kg、228 尾,体长区间 40~80 mm,体重区间 1.12~5.61 g,平均体重 3.05 g,捕捞群体以成体为主。各断面平均渔获率为 0.30 kg/h、97.71 ind/h,渔获率最高的是 S10 号站断面,分别为 130.29 ind/h, 0.42 kg/h。

## (3) 鱼卵仔鱼调查结果

### 1) 种类组成

在水平拖网和垂直拖网两种方法采集的 16 个样品中,经鉴定,至少共出现鱼卵仔鱼 9 种,其中鲈形目鉴定出 5 种,鲱形目鉴定出 2 种,鲾形目和未定种各鉴定出 1 种。

表 3.1-13 调查海区鱼卵、仔鱼种类组成

种类	拉文种名	鱼卵	仔鱼
鲱形目	小沙丁鱼	<i>Shardinella</i> sp.	
	小公鱼	<i>Stolephorus</i> sp.	
鲈形目	多鳞鱧	<i>Sillago sihama</i>	
	鲷科	<i>Leiognathidae</i>	
	美肩鳃鲷	<i>Omobranchus elegans</i>	
	眶棘双边鱼	<i>Ambassis gymnocephalus</i>	
	鰕虎鱼科	<i>Gobidae</i>	
鲾形目	舌鳎科	<i>Cynoglossidae</i>	
	未定种	Unidentified	

### 2) 数量分布

## ①水平拖网定性调查

本次水平拖网定性调查共采到鱼卵 294 粒，仔鱼 12 尾。调查海区 8 个测站中全部采集到鱼卵，鱼卵出现率为 100.00%，各站平均捕获鱼卵数量为 36.75 ind/net。捕获鱼卵数最大是 S10 号站，为 68 ind/net，各站捕获鱼卵数变化范围在 17 ind/net ~68 ind/net。

仔鱼在 8 个监测站 6 个站有出现，出现率为 75.00%，仔鱼的各站平均捕获数量平均为 1.50 ind/net，捕获仔鱼数最大是 S9 号站，为 6 ind/net，各站捕获仔鱼数变化范围在 0 ~6 ind/net。

表 3.1-14 鱼类浮游生物水平拖网捕获数量及其分布

站位	鱼卵发育期	
	鱼卵 (ind/net)	仔鱼 (ind/net)
S1		
S2		
S4		
S7		
S9		
S10		
S11		
S12		
平均值		

## ②垂直拖网定量调查

本次垂直拖网定量调查共采到鱼卵 14 粒，仔鱼 3 尾。调查期间 8 个测站中 7 个站采集到鱼卵，鱼卵出现率为 87.50%，调查海区的鱼卵平均密度为 2.10 ind/m<sup>3</sup>，捕获鱼卵数量密度最高的是 S4 号站，为 5.00 ind/m<sup>3</sup>，鱼卵密度变化范围在 0.00 ~5.00 ind/m<sup>3</sup>。

仔鱼在 8 个监测站中 2 个站有出现，出现率为 25.00%，仔鱼的平均密度为 0.39 ind/m<sup>3</sup>。

表 3.1-15 鱼类浮游生物垂直拖网密度及其分布

站位	鱼卵发育期	
	鱼卵 (ind/m <sup>3</sup> )	仔鱼 (ind/m <sup>3</sup> )
S1		
S2		
S4		
S7		
S9		
S10		
S11		

站位	鱼卵发育期	
	鱼卵 (ind/m <sup>3</sup> )	仔鱼 (ind/m <sup>3</sup> )
S12	■	■
平均值	■	■

### 3) 主要种类及数量分布

#### ①水平拖网定性调查主要种类及数量占比

鳊科和小公鱼是本次水平拖网定性调查中的主要鱼卵种类,鳊科鱼卵数量共 106 粒,占本次定性调查鱼卵总数的 36.05%;小公鱼鱼卵数量共 74 粒,占本次定性调查鱼卵总数的 25.17%。眶棘双边鱼和小公鱼是本次水平拖网定性调查中的主要仔鱼种类,眶棘双边鱼仔鱼数量共 5 尾,占本次调查仔鱼总数的 41.67%,小公鱼仔鱼数量共 3 尾,占本次调查仔鱼总数的 25.00%。

#### ②垂直拖网定量调查主要种类及数量分布

鳊科和小公鱼是本次垂直拖网定量调查中的主要鱼卵种类。鳊科鱼卵在 8 个调查站中 5 个站有出现,出现频率为 62.50%,鱼卵密度在 0.00 ~2.50 ind/m<sup>3</sup> 之间,其中鱼卵密度最高出现在 S4 号站,密度为 2.50 ind/m<sup>3</sup>,鱼卵的平均密度为 0.92 ind/m<sup>3</sup>,占本次调查鱼卵总数的 43.95%;小公鱼鱼卵在 8 个调查站中 3 个站有出现,出现频率为 37.50%,小公鱼鱼卵密度在 0.00 ~2.50 ind/m<sup>3</sup> 之间,鱼卵的平均密度为 0.61 ind/m<sup>3</sup>,占本次调查鱼卵总数的 29.01%。本次垂直拖网定量调查仅出现眶棘双边鱼和小公鱼两种仔鱼,眶棘双边鱼仔鱼在 8 个调查站中仅 S9 号站有出现,出现频率为 12.50%,仔鱼的平均密度为 0.25 ind/m<sup>3</sup>,占本次调查仔鱼总数的 63.41%;小公鱼仔鱼在 8 个调查站中仅 S10 号站有出现,出现频率为 12.50%,仔鱼的平均密度为 0.14 ind/m<sup>3</sup>,占本次调查仔鱼总数的 36.59%。

## 2、“三场一通道”

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),南海区渔业水域及项目所在海域“三场一通”情况如下。

### (1) 南海鱼类产卵场

南海中上层鱼类产卵场主要包括蓝圆鲹、鲐鱼和竹筴鱼产场。南海底层、近底层鱼类产卵场主要包括金线鱼、深水金线鱼、二长棘鲷、红笛鲷、绯鲤类、短尾鳍大眼鲷、长尾大眼鲷、脂眼鲱和黄鲷产卵场。

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。

略

图 3.1-7 南海中上层鱼类产卵场示意图

略

图 3.1-8 南海底层、近底层鱼类产卵场示意图

## (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 40 m 等深线水域 17 个基点连线以内水域，保护期为 1 月~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。本项目位于南海北部幼鱼繁育场保护区内。

略

图 3.1-9 南海北部幼鱼繁育场保护区范围示意图

## (3) 南海区幼鱼、幼虾保护区

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 m 水深以内海域的保护区内，该保护区的管理要求：保护期内禁止拖网渔船、拖虾渔船或围网渔船、定量作业渔船及捕捞幼鱼为主的其他作业渔船进入生产。保护期为每年的 3 月 1 日至 5 月 31 日。本项目位于南海区幼鱼、幼虾保护区内。

略

图 3.1-10 南海国家级及省级渔业品种保护区分布图

### 3.1.6 矿产资源

根据《揭阳市矿产资源总体规划（2021—2025 年）》（揭市自然资发〔2022〕10 号），截至 2020 年底，揭阳市已发现矿产 18 种，其中包括能源矿产 2 种，矿产地 9 处；金属矿产 8 种，矿产地 11 处；非金属矿产 7 种，矿产地 34 处；水气矿产 1 种，矿产地 3 处。

金属矿产中有开采价值的主要有钛铁矿、铜、铅、锌、锡、稀土等，其中稀土矿和铜矿属本市优势矿产。揭阳市岩浆岩分布范围广，建筑用石料类矿产储量

丰富。地热资源丰富，主要分布在揭西县和普宁市。矿泉水类型主要为构造裂隙水，偏硅酸型。

至 2020 年末全市登记采矿权总数 37 个，开采矿种 7 种。2020 年度建筑用花岗岩开采量为 113.9 万立方米、饰面用花岗岩为 5.2 万立方米。

### 3.1.7 旅游资源

本项目论证范围内的旅游资源主要有广东省惠来县华家海滨度假村。澳角娱乐旅游区（现名惠来海滨度假村）位于惠来县神泉镇华家村至溪东村一带海滨拥有长约 3000 m 的海滨浴场柔沙绵绵，水清滩缓，空气清新，环境优雅，可观大海、看日出、赏明月、避酷暑，它风光旖旎、看海听浪，并具备完善的休闲服务设施，是惠来县乃至广东省内不可多得的海滨浴场。



图 3.1-11 揭阳市滨海旅游区分布

### 3.1.8 珍稀海洋生物资源

根据《揭阳市海洋与渔业自然保护区总体规划》（揭阳市海洋与渔业局，2010 年 6 月），项目周边海洋海域的重要海洋保护生物有龙虾、海龟、鲎等，现将其

生活习性介绍如下：

### (1) 鲎

鲎隶属于节肢动物门、肢口纲、剑尾目、鲎科、鲎属，俗称三刺鲎、两公婆、海怪、马蹄蟹、鲎鱼、中国鲎、王蟹、六月鲎。鲎起源甚早，被称为活化石。最早的鲎化石见于奥陶纪（5.05 亿~4.38 亿年前），形态与现代鲎相似的鲎化石出现于侏罗纪（2.08 亿~1.44 亿年前）。中国鲎在国内主要分布于广东、广西、福建沿海海域，国外分布于日本、菲律宾等地。南方鲎，分布于印度、越南、新加坡、印度尼西亚、马来西亚。圆尾鲎，分布于印度、孟加拉、泰国、印度尼西亚，中国广西钦州、北海、海南儋州、临高、澄迈、海口地区沿海也有分布。幼体鲎食物以单胞藻、轮虫、丰年虫幼体、桡足类为主，成体可以食虾和小鱼。食用后容易发生机体过敏和中毒性休克等，由于鲎具有的特殊生理毒理性质，一直以来极少被人们捕杀，但近些年来，因有些人还没有真正认识到吃鲎对身体健康的危害性，一些小商贩在其经济利益的驱动下，在进行盲目炒作和蓄意误导，致使这种古生物鲎资源遭到严重破坏。中国鲎与南方鲎为省重点保护动物，《中国物种红色名录》为濒危级别；圆尾鲎为省重点保护动物，《中国物种红色名录》为易危级别。**2023 年春季在项目附近水域调查中未发现鲎。**

### (2) 龙虾

揭阳市海域重要的保护龙虾种类有中国龙虾、锦绣龙虾等，**2023 年春季在项目附近水域调查中未发现龙虾。**现将其生活习性分别介绍如下：

#### ① 中国龙虾

中国龙虾为甲壳纲、龙虾科、龙虾属。体长 200 mm~300mm，头胸部略呈圆筒状，腹部较为扁平，尾扇柔软而半透明，橄榄色。额板具两对短粗大棘和分散小棘。头胸甲背面密布大大小小的棘。腹部第 2 至第 6 节背面左右各有一较宽的横凹陷，其中密布短毛。体呈橄榄绿或绿中带褐色。腹部背甲上带有白色小点。为中国特有种，分布于中国南海和东海南部近岸海区，栖息于几米、十几米深的岩礁缝隙、石堆和珊瑚丛中。昼伏夜出，杂食性，多以小型双壳贝类、多毛类、小蟹、藤壶等底栖生物为食，可用小鱼作饵诱捕。体外受精，抱卵发育孵化。10 龄可达性成熟。生殖期 3—9 月，盛期为 5—7 月，产卵量高达数十万至百万多粒

中国龙虾行动迟缓，不善游泳，依靠步足爬行。触角反应较灵敏，遇有敌害就转动第 2 触角，由摩擦发音器发出吱吱声响，用以惊吓对方。白天常潜伏于洞内，仅显露 2 对触角和头部，第 2 触鞭常向前摆动或呈八字分开，用于感触外部动向。夜间活动觅食，食量大，耐饥能力强。喜群栖，喜厮斗。受惊时，常屈腹弹跳，引体向后。夏季多活动在浅水处，秋冬移向较深海区，生殖时又返回浅水。

## ② 锦绣龙虾

锦绣龙虾为无螯下目，龙虾科，龙虾属的一种，俗称青龙虾、花龙虾、山虾、大和虾、沙虾等。体长可达 60 厘米，是龙虾属中体型最大者。腹部、第一触角和步足有黑褐色和黄色相间的斑纹。触角的基部有四对疣刺，后面的一对较小。体色多彩明亮。分布范围：从东非到日本、澳洲和斐济群岛，甚至从红海进入地中海地区。为印度—西太平洋区的重要品种。在中国主要分布于南海和台湾海域。生活在珊瑚外围的斜面至较深的泥沙质地。通常栖息在水深 1 至 10 米处，最深记录为 145 米，以岩礁及礁斜面之静水处为多，有时也可在河口附近水质较混浊之泥底处发现。

昼伏夜出，白天藏匿洞中，仅显露两对触角和头部用以感触洞外动向，夜间外出觅食。主要摄食小鱼、虾蟹类、小贝类、海胆、藤壶、多毛类、藻类等。龙虾依靠步足爬行，不喜游泳，行动迟缓。触角灵敏，遇敌时转动第二触角摩擦发音器发出吱吱声响以惊吓对方。受惊时常屈腹弹跳，引体向后。喜厮斗，常以俯冲方式攻击对方，有群栖习性，虾群区域性明显，常因季节水温变化和索饵、生殖等因素发生迁移，通常夏季栖于浅水处，秋冬移向较深海区，繁殖时复又到浅海处。锦绣龙虾在 5 个月内繁殖 2 次，胚胎发育分为 11 个时期：受精卵、卵裂期、囊胚期、原肠期、膜内无节幼体期、七对附肢期、九对附肢期、十一对附肢期、复眼色素形成期、准备孵化期和孵化期。

## (3) 海龟

海龟隶属龟鳖目、海龟科、海龟属。广布于大西洋、太平洋和印度洋。中国海龟北起山东、南至北部湾近海均有分布。长可达 1 米多，寿命最大为 150 岁左右。头顶有一对前额鳞。四肢如桨，前肢长于后肢，内侧各有一爪。头、颈和四肢不能缩入甲内。为国家二级保护动物。海龟适应在水中生活，四肢变成鳍状，

利于游泳。一般仅在繁殖季节离水上岸。雌龟将卵产在掘于沙滩的洞穴中。海龟以鱼类、头足纲、甲壳纲动物及海藻为食。4—10月为繁殖季节，雌、雄海龟常在礁盘或沿岸水域交配，交尾时间长达3—4小时，交配后雌龟于晚间爬上岸边沙滩掘坑产卵，先以前肢挖一深度与体高相当的大坑，伏于坑内，再藉后肢交替动作挖一口径20 cm、深50 cm左右的“卵坑”，产卵于坑内，产卵一般在夜晚10时至翌晨3时进行，卵产毕后，将卵坑用沙覆盖后离滩返海。每年可产卵23次，每产91—157枚，多可达238枚。卵白色，圆球形，卵壳革质而韧软，卵径35—58 mm。孵化期30—90天，通常45—60天，幼龟自出壳即爬归海水中生活。我国广东省惠东、海南的西沙群岛沿岸均为海龟产卵繁殖地。**2023年春季在项目附近水域调查中未发现海龟。**

## 3.2 海洋生态概况

### 3.2.1 气候气象

揭阳市惠来县全境地处北回归线以南，属南亚热带季风气候，高温湿润，雨量充沛，日照充足，根据惠来县气象站2002—2021年连续20年的统计资料，惠来县近20年的多年平均气温较高，为22.6℃。累年极端最低温度1.5℃，累年极端最高气温38.4℃。平均气温年变幅不大，最热的月份出现在7~8月份，多年月平均气温为28.0℃以上；6月和9月次之，多年月平均气温为在27.0℃~28.0℃；最冷的月份出现在1月份，多年月平均气温为15.0℃。

该海域地处季风区，累年平均风速为2.5 m/s，年主导风向为东北东和东北向，出现频率为18.1%和17.1%，风向和风速随季节变化不明显。累年各月份平均风速变化不大，其平均值在2.3 m/s~2.7 m/s之间，其中9月份平均风速最小，多年平均值为2.3 m/s。

该地区累年平均降水量为1726.9 mm，年际变化较大。季节变化也非常明显，有雨季和旱季之分。每年的4月~9月份为雨季，累年月平均降水量均在140 mm以上，受季风和热带气旋影响，6月~8月份降水最多，累年月平均降水量为250 mm以上。10月至翌年3月为旱季。



V2				海流、温盐、泥沙
V3				海流、温盐、泥沙
V4				潮位、海流、温盐、泥沙

## 1、调查与评价方法

### (1) 潮汐

潮汐资料来源于水文观测期间的 2 个临时潮位站,每 10 分钟采集 1 组数据,连续观测 26 小时。资料处理采用潮汐调和分析法计算得到各个分潮的调和常数。在我国,通常采用比值  $F = \frac{H_{K1} + H_{O1}}{H_{M2}}$  来进行海港潮汐类型的判别,其中  $H$  表示分潮的振幅。当  $F < 0.5$ ,潮汐为正规半日潮港或规则半日潮港;当  $0.5 \leq F < 2.0$ ,潮汐为不规则半日潮港或不规则半日潮混合潮港;当  $2.0 \leq F \leq 4.0$ ,潮汐为不规则日潮港或不规则日潮混合潮港;当  $F > 4.0$ ,潮汐为正规日潮港或规则日潮港。

### (2) 海流

每个层次的海流施测均保证有 3 组测量数据(超过 3 分钟),资料处理为一层或两层,分别为表层(水面下 1 m)、底层(离海底 1 m),并计算它们的平均值。除对实测海流作统计分析外,采用引入差比数的方法,对航次的海流资料进行准调和分析,计算出 4 个主要分潮流的调和常数、椭圆要素和观测期间的余流。同时对海区的潮流与余流进行了分析。

### (3) 水温

水温的测量时间同海流,SBE37-SM 温盐深仪等仪器在完成海流测量过程中同时完成观测,并完成测量海区水温分析报告。

### (4) 盐度

盐度的测量时间同海流,SBE37-SM 温盐深仪等仪器在完成海流测量过程中同时完成观测,并完成测量海区盐度分析报告。

### (5) 悬沙浓度

悬浮泥沙浓度资料来源于水文观测期间的 4 个站的数据,每 2 小时采集一组数据(分为表、底),连续观测 26 小时。根据实测资料绘制表、底日过程曲线,分析其特征并计算潮流输沙量。

## 2、调查结果

## (1) 潮汐

在大部分港口和海区， $K_1$ 、 $O_1$ 、 $M_2$  和  $S_2$  是四个振幅最大的天文分潮。这四个分潮的振幅值通常用来对潮汐运动形态进行分类。在我国，通常采用比值  $F = (H_{K_1} + H_{O_1})/H_{M_2}$  来进行海港潮汐类型的判别，其中  $H$  表示分潮的振幅。当  $F < 0.5$ ，潮汐为正规半日潮港或规则半日潮港；当  $0.5 \leq F < 2.0$ ，潮汐为不规则半日潮港或不规则半日潮混合潮港；当  $2.0 \leq F < 4.0$ ，潮汐为不规则日潮港或不规则日潮混合潮港；当  $F \geq 4.0$ ，潮汐为正规日潮港或规则日潮港。

据表 3.2-4 调和常数，计算 V1 和 V4 站的特征值  $F = (H_{K_1} + H_{O_1})/H_{M_2}$ ，得出  $F$  值分别为 5.6 和 6.1，属于正规日潮。

表 3.2-4 主要分潮的调和常数（基于 26 小时的潮位数据）

分潮	V1		V4	
	振幅 $H$ (cm)	迟角 $g$ ( $^{\circ}$ )	振幅 $H$ (cm)	迟角 $g$ ( $^{\circ}$ )
$O_1$				
$K_1$				
$M_2$				
$S_2$				
$M_4$				
$MS_4$				
$F$				

略

图 3.2-3 惠来神泉附近海域 V1 和 V4 站的潮位过程曲线

虽然观测时间较短，涨落潮历时的统计值还不够稳定，大潮期间，涨潮历时略大于落潮历时，可能受观测时间段涨潮时间略长影响。观测期间 V1 站最大潮差 0.76 m，最小潮差 0.73 m，平均潮差 0.75 m；V4 站最大潮差 0.72 m，最小潮差 0.70 m，平均潮差 0.71 m。

## (2) 海流

### ① 流场

大潮期海流观测于 2023 年 4 月 8 日 10 时~2023 年 4 月 9 日 11 时期间进行。实测海流的涨落潮流统计结果见下表，实测海流逐时矢量图见下图（潮位数据取自 V1 站）。根据上述图表分析如下：

由图 3.2-4 及图 3.2-8 可见，各站层的流速值过程随涨落潮起伏。总体而言，

潮流呈略带旋转性质的往复流，涨潮流从外海进入神泉港后转向西北，之后在 V2 附近分叉一支转向偏西向，一支转向偏北向；落潮流方向与涨潮流方向大致相反。

根据大潮期涨、落潮的统计结果，大潮期间涨潮流流速的平均值在 5.4 cm/s~14.8 cm/s 之间，落潮流流速的平均值在 3.6 cm/s~12.4 cm/s 之间。从涨、落潮的平均流速垂向分布来看，最大涨潮流平均值为 14.8 cm/s，方向为 38.7°，出现在 V1 站表层；最大落潮流速平均值为 12.4 cm/s，方向 89.7°，均出现在 V3 站表层。涨、落潮平均流速大小大致相当，V2 站平均落潮流速略大于平均涨潮流速。

由表 3.2-5 还可看到，实测涨潮流的最大流速为 30.5 cm/s，流向为 252.3°，出现在 V3 站表层；实测落潮流的最大流速为 35.8 cm/s，流向为 134.0°，出现在 V2 站表层。实测涨、落潮最大流速大小大致相当，V2 站实测落潮最大流速略大于涨潮最大流速。

总体而言，各站涨潮历时略大于落潮历时，可能受观测时段影响。

表 3.2-5 调查海域大潮期各测站涨、落潮流统计表

站位	测层	涨潮流 (h、cm/s、°)					落潮流 (h、cm/s、°)				
		T	V <sub>mean</sub>	D <sub>mean</sub>	V <sub>max</sub>	D <sub>max</sub>	T	V <sub>mean</sub>	D <sub>mean</sub>	V <sub>max</sub>	D <sub>max</sub>
V1	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
V2	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
V3	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
V4	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	

略

图 3.2-4 调查海域大潮 V1 站实测海流矢量图

略

图 3.2-5 调查海域大潮 V2 站实测海流矢量图

略

图 3.2-6 调查海域大潮 V3 站实测海流矢量图

略

图 3.2-7 调查海域大潮 V4 站实测海流矢量图

略

图 3.2-8 大潮海流矢量图（表层）

## ② 潮流

在我国通常采用主要分潮流的椭圆长半轴之比  $F$  作为划分潮流性质的依据，

调查海域潮流性质在 V1、V2、V3 站表现为不规则日潮流，V4 站表现为不规则日潮流。

表 3.2-6 调查海域各测流站潮流性质的特征值 F

海区	站位	测层	特征值 $F$	潮型
惠来神泉	V1	表层	■	■
	V2	表层	■	■
	V3	表层	■	■
	V4	表层	■	■
		底层	■	■

除 V4 站外，在上述 6 个主要分潮流中基本表现为  $O_1$  分潮流椭圆长半轴（即最大流速）为最大，其次为  $K_1$  分潮流， $M_2$  分潮流和  $S_2$  分潮流次之， $M_4$  和  $MS_4$  分潮流较小。 $O_1$  分潮和  $K_1$  分潮较大反映了日潮流的特征。各站中  $O_1$  分潮流长半轴（最大流速）的最大为 12.3 cm/s、方向 35.6°，出现在 V1 站表层，最小为 1.7 cm/s，方向为 339.7°，出现在 V4 站底层； $K_1$  分潮流长半轴（最大流速）的最大为 10.0 cm/s、方向 35.6°，出现在 V1 站表层，最小为 1.4 cm/s，方向为 339.7°，出现在 V4 站底层； $M_2$  分潮流长半轴（最大流速）的最大为 5.7 cm/s、方向 25.0°，出现在 V1 站表层。主要分潮流最大流速的方向（即潮流椭圆长半轴的方向）在惠来神泉水道附近主要受地形影响表现为东北-西南向（V1 站）、东-西向（V3 站）、西北-东南向（V2、V4 站）。

表 3.2-7 调查海域各站主要分潮流及椭圆率（单位：cm/s，°）

站位	测层	$O_1$					$K_1$				
		长半轴	长轴向	短半轴	短轴向	椭圆率	长半轴	长轴向	短半轴	短轴向	椭圆率
V1	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
V2	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
V3	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
V4	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
站位	测层	$M_2$					$S_2$				
		长半轴	长轴向	短半轴	短轴向	椭圆率	长半轴	长轴向	短半轴	短轴向	椭圆率
V1	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
V2	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
V3	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
V4	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
站位	测层	$M_4$					$MS_4$				
		长半轴	长轴向	短半轴	短轴向	椭圆率	长半轴	长轴向	短半轴	短轴向	椭圆率

V1	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
V2	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
V3	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
V4	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

略

图 3.2-9 各站 O<sub>1</sub> 分潮流长轴分布图

略

图 3.2-10 各站 K<sub>1</sub> 分潮流长轴分布图

略

图 3.2-11 各站 M<sub>2</sub> 分潮流长轴分布图

略

图 3.2-12 各站 S<sub>2</sub> 潮流长轴分布图

根据《港口与航道水文规范》(JTS 145—2015) 利用分潮流椭圆要素计算全潮观测期间各站层的潮流可能最大流速和水质点可能最大运移距离。调查海区潮流可能最大流速为 44.6 cm/s (V3 站表层), 各站层可能最大流速介于 11.4 cm/s~44.6 cm/s 之间, 主要表现为偏北-偏南向或偏东-偏西向。水质点可能最大运移距离为 11.0 km (V1 站表层), 各站层可能最大运移距离介于 1.9 km~11.0 km 之间, 主要表现为偏北-偏南向或偏东-偏西向。

表 3.2-8 调查海域各站层潮流可能最大流速及水质点可能最大运移距离

站 位	测 层	可能最大流速		可能最大运移距离	
		流速 (cm/s)	方向 (°)	距离 (km)	方向 (°)
V1	表层	■	■	■	■
V2	表层	■	■	■	■
V3	表层	■	■	■	■
V4	表层	■	■	■	■
	底层	■	■	■	■

③ 余流

调查期间余流较小, 余流主要表现为偏东南向, 与落潮流方向基本一致。

表 3.2-9 调查海域各站大潮余流 (单位: cm/s, °)

站 位	测 层	流 速	流 向
V1	表层	■	■
V2	表层	■	■
V3	表层	■	■
V4	表层	■	■
	底层	■	■

略

图 3.2-13 大潮期各站余流分布图

### (3) 水温

调查期间调查海区测得的水温最大值为 22.65℃，出现在 V1 站表层。测得水温的最小值为 20.09℃，出现在 V3 站表层。利用本次测得到的水温资料，按层次分别计算平均值，由表 3.2-10 可见，各站层水温相差不大。水温沿着水道向海大致呈逐渐降低趋势。

表 3.2-10 调查海域各站大潮水温统计 (单位: °C)

站位	测层	最小值	最大值	平均值
V1	表层	■	■	■
V2	表层	■	■	■
V3	表层	■	■	■
V4	表层	■	■	■
	底层	■	■	■

略

图 3.2-14 调查海域大潮 V1 站实测温度图

略

图 3.2-15 调查海域大潮 V2 站实测温度图

略

图 3.2-16 调查海域大潮 V3 站实测温度图

略

图 3.2-17 调查海域大潮 V4 站实测温度图

### (4) 盐度

调查期间调查海区测得的盐度最大值为 32.80，出现在 V4 站。测得盐度的最小值为 17.20，出现在 V1 站表层。利用本次测得到的盐度资料，按层次分别计算平均值。由表 3.2-11 可见，各站盐度变化较大。盐度沿着水道向海大致呈逐渐升高趋势。

图 3.2-14~图 3.2-21 为表、底层盐度的周日变化过程曲线，盐度曲线随涨落潮波动，涨潮时升高，落潮时降低；V4 站盐度表现为底层盐度略高，表层盐度略低。

表 3.2-11 调查海域各站大潮盐度统计

站位	测层	最小值	最大值	平均值
V1	表层			
V2	表层			
V3	表层			
V4	表层			
	底层			

略

图 3.2-18 调查海域大潮 V1 站实测盐度图

略

图 3.2-19 调查海域大潮 V2 站实测盐度图

略

图 3.2-20 调查海域大潮 V3 站实测盐度图

略

图 3.2-21 调查海域大潮 V4 站实测盐度图

### (5) 悬浮泥沙浓度

#### ① 浓度

从悬沙观测的时间变化过程来看,各站含沙量不超过  $0.0200 \text{ kg/m}^3$ 。大潮期,悬浮泥沙浓度最低值为  $0.0030 \text{ kg/m}^3$ ,出现在 V4 表层;悬浮泥沙浓度最大值为  $0.0164 \text{ kg/m}^3$ ,出现在 V2 站表层。总体上,悬浮泥沙浓度较低。

表 3.2-12 各站含沙量特征值统计表 ( $\text{kg/m}^3$ )

站位	测层	最小值	最大值	平均值
V1	表层			
V2	表层			
V3	表层			
V4	表层			
	底层			

略

图 3.2-22 V1 站悬浮泥沙浓度曲线

略

图 3.2-23 V2 站悬浮泥沙浓度曲线

略

图 3.2-24 V3 站悬浮泥沙浓度曲线

略

图 3.2-25 V4 站悬浮泥沙浓度曲线

## ② 运输量

大潮期，涨潮期最大单宽输沙量为 0.11 t/m，方向 260.6°，出现在 V1 站；落潮期最大单宽输沙量为 0.16 t/m，方向 90.9°，出现在 V3 站；最大单宽净输沙量为 0.09 t/m，方向 114.8°和 195.6°，分别出现在 V2 站和 V4 站。净输沙方向与余流方向基本一致。

表 3.2-13 各站全潮单宽输沙量统计表

站位	涨潮		落潮		净输沙	
	输沙量	方向	输沙量	方向	输沙量	方向
	(t/m)	(°)	(t/m)	(°)	(t/m)	(°)
V1						
V2						
V3						
V4						

略

图 3.2-26 净输沙示意图

## ③ 悬浮泥沙粒径

悬浮泥沙以砂质粉砂为主，平均粒径在  $3.914\Phi \sim 6.153\Phi$  之间，平均值为  $4.759\Phi$ ；中值粒径在  $4.555\Phi \sim 6.777\Phi$  之间，平均值为  $5.776\Phi$ 。即平均粒径在  $0.066\text{mm} \sim 0.014\text{mm}$  之间，平均值为  $0.037\text{mm}$ ；中值粒径在  $0.043\text{mm} \sim 0.009\text{mm}$  之间，平均值为  $0.018\text{mm}$ 。

## 3、结论

调查海域表现为日潮特征，属于正规日潮混合潮。

总体而言，实测海流以潮流为主，流速值过程随涨落潮起伏；潮流呈略带旋转性质的往复流，涨潮流从外海进入神泉港后转向西北，之后在 V2 附近分叉一支转向偏西向，一支转向偏北向；落潮流方向与涨潮流方向大致相反。观测期间涨、落潮流流速的平均值多在  $3.6\text{ cm/s} \sim 14.8\text{ cm/s}$ ，最大流速测得为  $35.5\text{ cm/s}$ 。

调查海区的潮流性质在 V1、V2、V3 站表现为不规则日潮流，V4 站表现为不规则日潮流；主要分潮流中 O1 分潮流和 K1 分潮流椭圆长半轴（即最大流速）较大，反映了日潮的特征。主要分潮流最大流速的方向在惠来神泉水道附近主要受地形影响表现为东北-西南向（V1 站）、东-西向（V3 站）、西北-东南向（V2、V4 站）。

调查海区潮流可能最大流速与水质点可能最大运移距离分别可达到 57.3 cm/s 和 8.5 km。

总体而言，调查海区的余流较小，最大为 5.6 cm/s；流向主要表现为偏东南向。

调查海区各站层水温变化不大，海水温度在调查期为 20.09℃~22.65℃之间；水温沿着水道向海大致呈逐渐降低趋势。

调查海区各站层盐度变化较大，海水盐度在调查期为 17.20~32.80 之间；盐度沿着水道向海大致呈逐渐升高趋势。

调查海区悬浮泥沙以砂质粉砂为主，悬浮泥沙浓度较低，不超过 0.0200 kg/m<sup>3</sup>，介于 0.0030 kg/m<sup>3</sup>~0.0164 kg/m<sup>3</sup> 之间。

### 3.2.3 海域地形地貌与冲淤状况

本节内容引自《揭阳惠来海事工作船码头工程海域使用论证报告表(送审稿)》( [REDACTED] ，2024年12月)。

#### 1、地形、地貌

神泉港是冰河期于神泉-澳角花岗岩丘陵西南侧发育起来的沙质海岸，龙江和雷岭河在此汇流入海。两水系均发育于中生代花岗岩和石英岩区，地面风化剥蚀比较强烈。迄 6000~7000 年前，海平面相对稳定后，河流和原始陆坡带来的大量泥沙，在河、海两类动力因素的共同作用下，将古神泉湾逐渐填塞。

解放后，随着龙江和雷岭水系山塘水库的建立，经由本港入海的径流相应减小，而且加上上述河流下游两岸堤围的修筑和河口湾盐田的围垦，使感潮河段纳潮面积也相应减小。致使本港河流动力和潮流的动力逐步衰减，水深条件也逐年浅化。1979 年龙江改道从港湾西侧切开海岸沙坝（新开河口）入海。神泉港的流域面积由 1590 km<sup>3</sup> 变为 402 km<sup>3</sup>，进入神泉港的年平均径流量由 60 m<sup>3</sup>/s 降为 15.2 m<sup>3</sup>/s，神泉湾发育形成由咸潮控制的沙坝-潟湖体系，地形急剧变化，1979—1982 年间口门快速西移 1.2 km，平均 400 m/a，导致口门往西南迁移，并不断对口门西沙坝进行侵蚀。1985 年开始综合整治神泉港，采用开挖神泉港南部新航道，堵

死西移的旧口门，在神泉湾东部开挖新的出海航道，并且在原有的拦门沙坝基础上修建防波堤，第一期工程挖通长 1220 m，宽 130 m，低潮水深 3.2 m，高潮水深 4.55 m 的新航道，建成南北护岸堤 2392 m。新口门西防波堤 20 m，封填旧口门 340m 及附属工程等。第二期续建西防波堤 380 m，第三期续建西防波堤 383 m，三期工程共建设成 1003 m 西防波堤及三条 570 m 的护岸。整治完成后的神泉港分为内港和外港两部分，狭窄的出海航道以内水域为神泉内港，出海航道外由西防波堤掩护水域为神泉外港，整个神泉港仍为沙坝-潟湖体系，主要由下述四种地貌单元组成（图 3.2-27 和图 3.2-28）：

1) 沙坝，指将潟湖与外海分隔的、呈东西走向的沿海狭长的砂质沉积体，主要由海滩砂和风成砂（丘）构成。沙坝是整个沙坝-湖体系的基干，整个体系依沙坝的存在而存在，同样亦依沙坝的消失（或失去作用）而消失。在神泉港综合整治工程中，沿着沙坝走向修建了护岸。

2) 潟湖，指被沙坝（半）封闭的坝后水域，即神泉内港，湖湖水很浅，多浅于 1 m，且湖岸周围有大面积的水深浅于 0 m 的潮滩存在，这些潮滩随涨、落潮时而淹没或出露，目前大多已经被开发为养殖场。

3) 潮汐通道，指潟湖穿越沙坝的出海口，它主要由潮汐动力即涨、落潮流的往返运动所维持，故称“潮汐通道”。神泉港现在的潮汐航道是由港区整治航道开挖得到的，水深在 3~4 m 之间，进入内港后水深 2~3 m。

4) 入湖河流三角洲，在龙江改道以前，龙江和雷岭水系每年有 19 亿立方米的径流汇入神泉后再入海，该来水量是相当可观的。上述三大河系都在入湖处形成了明显的、突伸于湖中的河流三角洲。龙江改道以后，仅有罗洲溪和雷岭河入神泉港，加上上游水库的控制，平时下泄径流很少，河流三角洲发展十分缓慢。

人造水工建筑物，主要有防波堤和护岸，在神泉外港以西建有长 1003 m 的防波堤，防波堤为 NW~SE 走向，北端与由沙坝改造而来的护岸相接，本报告中将该防波堤命名为“西防波堤”。

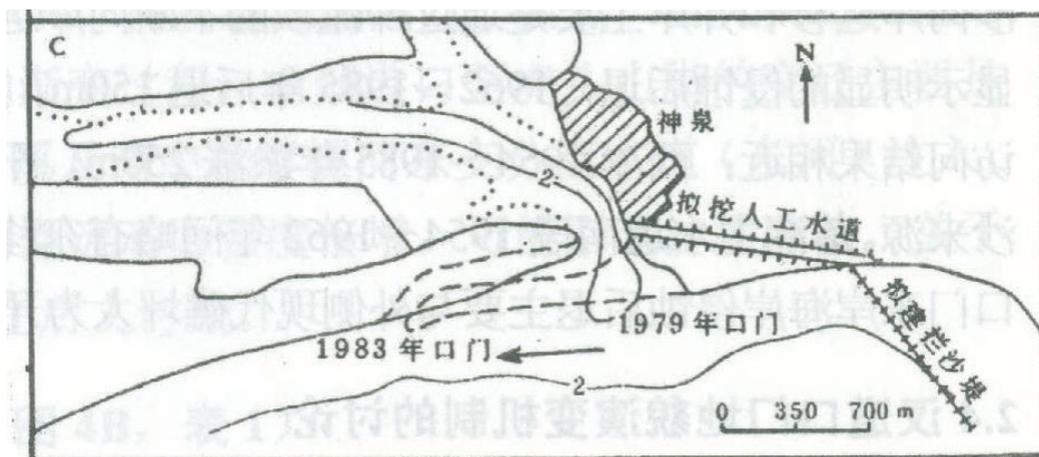


图 3.2-27 龙江改道前后神泉港口门变化图

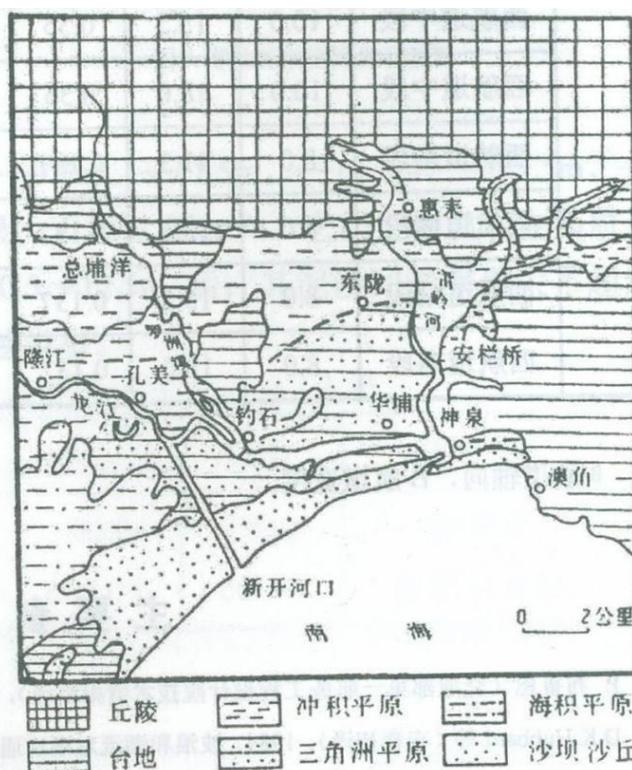


图 3.2-28 神泉港地貌类型图（龙江改道后神泉港综合整治以前）

略

图 3.2-29 神泉港现状地形图

## 2、冲淤现状

神泉港的泥沙由上游径流来沙和外海来沙组成。在龙江改道以前，每年大约有 27.5 万吨泥沙进入神泉港口，龙江改道以后，流域来沙来水急剧减少。平常径流很少，洪水期间上游水库泄洪开闸会导致流量加大，1983 年 6 月 18~20 日神泉渡口断面测得的洪峰流量为  $300 \text{ m}^3/\text{s}$ （当时流域日降雨量 200~500mm，包括上

游石榴潭水库下泻流量  $180 \text{ m}^3/\text{s}$ ), 汛期十年一遇洪峰流量估计为  $(400\sim 500) \text{ m}^3/\text{s}$ , 且洪水期间流速一般较大, 易于将泥沙携带至外海。流域其它地区也多为低洼农田, 缺少推移质来沙。因此外海波浪和潮流共同作用下的外海来沙, 是当前神泉渔港的主要沙源。

神泉湾弧形海岸的湾顶段表现出显著的“自东向西”岸滩泥沙纵向输运趋势并向西强度减弱, 至河口东缘直线岸段转变为垂岸横向输运趋势; 龙江河口西侧泥沙呈“自西向东”的搬运趋势。龙江河口外水域陆、海动力相互作用, 沉积物输运趋势很弱且不明显。神泉海岸波浪破碎带主要在岸坡  $0.5 \text{ m}\sim 1.6 \text{ m}$  部位。随着潮水的涨落, 破波带泥沙的悬浮和推移都很激烈。此带以下  $3 \text{ m}\sim 4 \text{ m}$  水深处也有泥沙活动 (不对称摆动和悬浮), 但其强度比破波带微弱得多。报告应用美国海岸工程中心提出的 CERC 公式, 推算出神泉西海岸  $W\sim SSW$  浪向的沿岸输沙自西向东, 年输沙量为 44.7 万立方;  $SSE$  浪向的沿岸输沙自东向西, 年输沙量为 25.8 万立方, 年总输沙量为 70.50 万立方, 年净输沙量 18.9 万立方, 方向为东。另外, 报告提出, 根据有关单位在华南海岸检验, 认为波浪输沙往往不能达到饱和状态, 上述公式的计算值通常比实测结果要大。

### 3.2.4 工程地质

本节内容引自《揭阳惠来海事工作船码头工程岩土工程勘察报告》(建材广州工程勘测院有限公司, 2019年6月)。工程区勘探点平面位置及工程地质剖面见下图。综合各分区岩土层的种类及其工程地质特征、成因类型、地层时代等, 将勘探孔控制范围内岩土云自上而下划分为第四系海陆交互相沉积层 ( $Q_4^{me}$ )、第四系残积层 ( $Q^{el}$ ) 燕山期花岗岩 ( $\gamma$ ) 共 3 大类; 现就各分区分述如下:

#### (1) 第四系海陆交互相沉积层 ( $Q_4^{me}$ )

**细砂 (1):** 灰色, 饱和, 松散-稍密, 石英质, 含较多粘粒, 局部夹淤泥团块, 级配不良。全场地分布, 厚约  $(6.50\sim 7.10) \text{ m}$ , 平均厚度为  $6.80 \text{ m}$ , 层顶埋深为  $0.00 \text{ m}$ , 均暴露在地表。层顶高程为  $(-0.53\sim -0.64) \text{ m}$ , 平均高程  $-0.59 \text{ m}$ 。做标贯试验 6 次: 实测击数范围值 =  $(6\sim 15)$  击、平均值 = 11 击、标准差 = 3.9、变异系数 = 0.3; 修正击数范围值 =  $(6\sim 14)$  击、平均值 = 11 击、标准差 = 3.4、变异系数 = 0.3。

取扰动样 6 件，主要颗粒组成平均值：粒径（2~0.5）mm 的占 5.4%，粒径 0.5~0.25mm 的占 23.9%，粒径（0.25~0.075）mm 的占 64.4%，粒径 0.075~0.005mm 的占 6.3%；建议承载力特征值的经验值  $f_{ak}=120\text{kPa}$ 。

**淤泥（2）**：深灰色，饱和，流塑状，土质均匀，粘性较好，富含腐殖质，味臭，局部夹腐木。全场地分布，厚约（4.30~5.20）m，平均厚度为 4.75m，层顶埋深为（6.50~7.10）m，平均埋深 6.80m。层顶高程为（-7.03~-7.74）m，平均高程-7.39m。做标贯试验 4 次：实测击数范围值=（1~2）击、平均值=2 击；修正击数范围值=（1~2）击、平均值=1 击。

**中砂（3）**：灰色，饱和，稍密-中密，石英质，含较多粘粒及粗砂，级配不良。全场地分布，厚约（3.60~3.90）m，平均厚度为 3.75m，层顶埋深为（11.40~11.70）m，平均埋深 11.55m。层顶高程为（-12.04~-12.23）m，平均高程-12.14m。做标贯试验 3 次：实测击数范围值=（14~18）击、平均值=16 击；修正击数范围值=（11~14）击、平均值=13 击。

取扰动样 4 件，主要颗粒组成平均值：粒径（2~5）mm 的占 4.2%，粒径（0.5~0.25）mm 的占 36.5%，粒径（0.25~0.075）mm 的占 27.8%，粒径（0.075~0.005）mm 的占 4.9%；建议承载力特征值的经验值  $f_{ak}=180\text{kPa}$ 。

## （2）第四系残积层（ $Q^{el}$ ）

**砾质粘性土（4）**：黄褐色，可硬塑，土质不均匀，含少量石英颗粒，为花岗岩风化残积成因，遇水软化。全场地分布，层厚较均匀，厚约（4.90~7.60）m，平均厚度为 6.25m，层顶埋深为（15.00~15.60）m，平均埋深 15.30m。层顶高程为（-15.64~-16.13）m，平均高程-15.89m。做标贯试验 7 次：实测击数范围值=（16~25）击、平均值=20 击、标准差=3.4、变异系数=0.2；修正击数范围值=（12~16）击、平均值=14 击、标准差=1.6、变异系数=0.1。采取原状土样 6 件，主要物理力学指标平均值为： $W=34.2\%$ 、 $W_p=21.0\%$ 、 $[\omega]=0.38$ 、 $I_p=13.2$ 、 $W_0=20.8\%$ 、湿密度  $\rho=1.94\text{g/cm}^3$ 、 $e=0.643$ 、粘聚力标准值  $C=21.1$ 、内摩擦角标准值  $\varphi=27.2^\circ$ ；建议承载力特征值的经验值  $f_{ak}=200\text{kPa}$ 。

## （3）燕山期花岗岩（ $\gamma$ ）

在勘探孔揭露深度范围内，按其风化程度可划分为强风化、中风化两个风化

岩带。本次暂时未揭示全风化带，考虑初、详勘察阶段有可能揭示全风化花岗岩，预留全风化层号为 5-1。

**强风化花岗岩 (5-2):** 黄褐色、灰白色，风化强烈，原岩结构清晰，岩芯主要呈半岩半土状，遇水软化，饱水崩解，底部夹少量碎块状，锤击易碎。岩体完整程度为极破碎，岩石坚硬程度为极软岩，岩体基本质量等级属 V 类。ZK1 号钻孔揭露，厚度为 2.90m。层顶埋深为 22.60m。层顶高程为-23.24m。做标贯试验 1 次：实测击数范围值=72 击；修正击数范围值=44 击。建议承载力特征值  $f_a=500\text{kPa}$ 。

**中风化花岗岩 (5-3):** 灰白色，中粗粒结构，块状构造，岩芯主要呈 20-30cm 柱状，节理发育-不发育，岩体较破碎-较完整，岩质较硬， $ROD=95$ 。岩体完整程度为较破碎，岩石坚硬程度为较硬岩，岩体基本质量等级属 III 类。ZK1 号钻孔揭露，最大揭示厚度为 5.10m。层顶埋深为 25.50m。层顶高程为-26.14m。建议承载力特征值  $f_a=3000\text{kPa}$ 。

综合评价，场地稳定性一般，上部地基土段稳定性较差，属不均匀地基；对液化砂土、震陷软土采取相应的工程处理措施后，适宜本项目建筑。本工程位于广东省惠来县神泉港港池内范性渔港码头西侧。根据《水运工程抗震设计规范》(JTS 146-2012) 第 4.1.1 条判定场地属于对建筑物抗震不利地段。抗震设防烈度为 7 度，设计基本地震加速值为 0.125g，设计地震分组为第二组，地震设计特征周期值取 0.55s。在本次勘探孔揭露范围内未发现断裂构造迹象，无滑坡、地面沉降、岩溶等不良地质作用及地质灾害，但分布有液化砂土及震陷软土，场地稳定性一般，采取相应的工程措施处理后适宜建造拟建建筑。

表 3.2-14 地层统计表

层号	土层名称	时代成因	钻孔编号	层厚	层底深度	层顶深度	层底高程	层顶高程
				m				
1	细砂	Q <sub>4</sub> <sup>mc</sup>	ZK1					
			ZK2					
			最大值					
			最小值					
			平均值					
			个数					
2	淤泥		ZK1					
			ZK2					
			最大值					
			最小值					
			平均值					
			个数					
3	中砂	ZK1						
		ZK2						
		最大值						
		最小值						
		平均值						
		个数						
4	砂质黏性土	Q <sup>el</sup>	ZK1					
		ZK2						
		最大值						
		最小值						
		平均值						
		个数						
5-2	强风化花岗岩	γ	ZK1					
			最大值					
			最小值					
			平均值					
			个数					
5-3	中风化花岗岩	γ	ZK1					
			最大值					
			最小值					
			平均值					
			个数					

略

图 3.2-30 钻孔平面布置图

略

图 3.2-31 工程地质剖面图

略

图 3.2-32 ZK1 典型钻孔柱状图

略

图 3.2-33 ZK2 典型钻孔柱状图

### 3.2.5 海水水质

2023 年 4 月，[REDACTED]开展项目所在海域海洋环境现状调查，共布设 12 个站位，其中水质 12 个站位点，沉积物 6 个站位，海洋生态 8 个站位，渔业资源断面 8 条，潮间带生物 2 个断面。其中海水水质调查内容包括 pH、盐度、悬浮物、溶解氧（DO）、化学需氧量（COD）、铵盐、硝酸盐、亚硝酸盐、活性磷酸盐、石油类、挥发酚、铜（Cu）、铅（Pb）、镉（Cd）、锌（Zn）、总汞（Hg）、砷（As）和铬（Cr）共 18 项。

略

图 3.2-34 项目附近海域海洋环境现状调查站位

表 3.2-15 项目附近海域海洋环境现状调查站位

序号	经度	纬度	调查内容
S1	[REDACTED]	[REDACTED]	水质、生态、沉积物、渔业资源
S2	[REDACTED]	[REDACTED]	水质、生态、沉积物、渔业资源
S3	[REDACTED]	[REDACTED]	水质
S4	[REDACTED]	[REDACTED]	水质、生态、沉积物、渔业资源
S5	[REDACTED]	[REDACTED]	水质
S6	[REDACTED]	[REDACTED]	水质
S7	[REDACTED]	[REDACTED]	水质、生态、渔业资源
S8	[REDACTED]	[REDACTED]	水质
S9	[REDACTED]	[REDACTED]	水质、生态、沉积物、渔业资源
S10	[REDACTED]	[REDACTED]	水质、生态、渔业资源
S11	[REDACTED]	[REDACTED]	水质、生态、沉积物、渔业资源
S12	[REDACTED]	[REDACTED]	水质、生态、沉积物、渔业资源
C1	[REDACTED]	[REDACTED]	潮间带
C2	[REDACTED]	[REDACTED]	潮间带

#### 1、评价标准及方法

##### (1) 调查方式

大面观测。

##### (2) 采样方法

所用调查船只进入预定站位，使用 GPS 进行定位，测量水深。根据实测水深，进行透明度、水色等现场观测，并按照《海洋监测规范》（GB17378.3—2007）

的要求采集水样，水深 <10 m 时，采表层水样；10 m ≤ 水深 <25 m 时，采表、底两层水样；其中表层为距表面 0.1 - 1 m，底层为离底 2 m。采样时严禁船舶排污，采样位置应远离船舶排污口，并严格按照相关规定程序和操作要求进行样品的分装、预处理、编号记录、贮存和运输。

### (3) 分析方法

样品的分析按照《海洋调查规范》(GB/T 12763—2007) 和《海洋监测规范》(GB17378—2007) 进行，各指标的分析方法如下表。

表 3.2-16 水质监测分析及仪器

序号	监测项目	样品采集、预处理及保存方法	测定方法	检出限
1	pH	现场测定	GB17378.4/26-2007 pH 计法	——
2	盐度	常温保存	GB17378.4/29.1-2007 盐度计法	——
3	悬浮物	0.45 μm, φ60 mm 微孔滤膜现场过滤	GB17378.4/27-2007 重量法	2.0mg/L
4	溶解氧 (DO)	加 1 mL MnCl <sub>2</sub> 和 1mL KI-NaOH 溶液固定, 现场测定	GB17378.4/31-2007 碘量法	——
5	化学需氧量 (COD)	现场测定	GB17378.4/32-2007 碱性高锰酸钾法	——
6	氨	现场用 0.45 μm, φ60 mm 微孔滤膜过滤、现场测定或过滤后-20°C 冷冻保存	GB17378.4/36.2-2007 次溴酸盐氧化法	0.0004mg/L
7	硝酸盐		GB17378.4/38.2-2007 锌-镉还原法	0.0007mg/L
8	亚硝酸盐		GB17378.4/37-2007 奈乙二胺分光光度法	0.0003mg/L
9	活性磷酸盐		GB17378.4/39.1-2007 磷钼蓝分光光度法	0.001mg/L
10	石油类	加 H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 至 pH<2, 正己烷萃取	GB17378.4/13.2-2007 紫外分光光度法	0.004mg/L
11	挥发酚	加 H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> 至 pH<4, 每升水样加 2g 硫酸铜	GB17378.4/19-2007 4-氨基安替比林分光光度法	1.1μg/L
12	铜 (Cu)	用 0.45μm, φ60mm 微孔滤膜过滤加 HNO <sub>3</sub> 至 pH<2 低温冷藏	GB17378.4/6.1-2007 无火焰原子吸收分光光度法	0.2μg/L
13	铅 (Pb)		GB17378.4/7.1-2007 无火焰原子吸收分光光度法	0.03μg/L
14	镉 (Cd)		GB17378.4/8.1-2007 无火焰原子吸收分光光度法	0.01μg/L
15	锌 (Zn)		GB17378.4/9.1-2007 火焰原子吸收分光光度法	3.1μg/L
16	砷 (As)	用 0.45μm, φ60mm	GB17378.4/11.1-2007	0.5μg/L

序号	监测项目	样品采集、预处理及保存方法	测定方法	检出限
		微孔滤膜过滤加 H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 至 pH<2 低温冷藏	原子荧光法	
17	汞 (Hg)	加 H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 至 pH<2	GB17378.4/5.2-2007 冷原子吸收分光光度法	0.001μg/L
18	总铬 (Cr)	加 H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 至 pH<2 低温冷藏	GB17378.4/10.1-2007 无火焰原子吸收分光光度法	0.4μg/L

## 2、海水水质调查结果

2023 年 4 月海水水质调查结果见表 3.2-17。

表 3.2-17 2023 年 4 月大潮水质现状监测结果

站位	层次	水深	水温	盐度	pH	SS	石油类	DO	COD	亚硝酸盐	氨	硝酸盐	活性磷酸盐	Hg	Cu	Pb	Zn	Cd	As	Cr	挥发酚	
		m	°C	‰	—	mg/L								µg/L								
S1	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
S2	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
平 S2	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
S3	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
S4	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
S5	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
S6	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
S7	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
S8	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
S9	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
S10	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
S11	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
S12	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

根据《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办〔1999〕68号）和《揭阳市海洋功能区划（2015—2020年）》，本项目所在海域水质评价标准执行如表 3.2-18。

表 3.2-18 调查海域海洋功能区水质标准要求一览表

功能区	功能区名称	调查站位	海水水质标准要求
农渔业区	田尾山-石碑山农渔业区	S1-S8, S11, S12	执行海水水质第二类标准
工业与城镇用海区	惠来南部工业与城镇用海区	S9, S10	执行海水水质第二类标准

采用上述单项指数法，对现状监测结果进行标准指数计算。

### （1）养殖区

调查海域农渔业区为田尾山-石碑山农渔业区，要求执行海水水质第二类标准。由调查及评价结果可知，农渔业区包含 10 个调查站位，主要超标因子为无机氮和活性磷酸盐，超标率分别为 80.0%、70.0%；其次为 pH 和石油类，超标率分别为 50.0%、40.0%；COD 和 DO 也存在超标现象，超标率相对较低，分别为 30%、20%；其他因子均符合海水水质第二类标准。

### （2）工业与城镇用海区

调查海域工业与城镇用海区为惠来南部工业与城镇用海区，位于该功能区的调查站位有 2 个，要求执行海水水质第二类标准。评价结果显示，两个站位中的所有检测指标均符合海水水质第二类标准，不存在超标现象。

综上所述，2023 年春季调查航次中，项目附近及其周围海水质量整体状况较差，主要超标因子为无机氮和活性磷酸盐，其次为 pH 和石油类，COD 和 DO 也存在超标现象。超标主要原因为调查海域靠近陆地，受陆源输入影响较大，如居民生活污水、工业废水及农业废水的排放等；同时，调查海域位于航道，来往船只排放的污水（生活污水、含油废水及船舶垃圾等）也是监测因子超标的重要原因。

表 3.2-19 2023 年 4 月大潮海水水质质量指数

站位	层次	pH	石油类	DO	COD	无机氮	活性磷酸盐	Hg	Cu	Pb	Zn	Cd	As	Cr	挥发酚
S1	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
S2	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
平 S2	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
S3	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
S4	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
S5	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
S6	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
S7	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
S8	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
S11	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
S12	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最大值		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最小值		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
平均值		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
超标率		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
备注：田尾山-石碑山农渔业区执行海水水质二类标准															
S9	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
S10	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
平均值		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
备注：惠来南部工业与城镇用海区执行海水水质二类标准															

### 3.2.6 海洋沉积物质量现状

2023年4月，中国科学院南海海洋研究所项目所在海域海洋沉积物质量调查，调查内容包括有机碳、硫化物、石油类、铜（Cu）、铅（Pb）、镉（Cd）、总铬（Cr）、锌（Zn）、总汞（Hg）、砷（As）共10项，共布设沉积物站位点6个。

#### 1、评价标准与方法

##### （1）调查方式

大面观测。

##### （2）采样方法

根据《海洋监测规范》（GB 17378.3—2007）中的要求，进行沉积物样品的采集、保存与运输。到达指定站位后，将绞车的钢丝绳与抓斗式采泥器（0.05 m<sup>2</sup>）连接，同时测量站位水深，开动绞车将采泥器下放至离海底3~5 m时，全速开动绞车使其降至海底。然后将采泥器提至接样板上，打开采泥器上部耳盖，轻轻倾斜使上部积水缓慢流出后，用塑料到或勺从采泥器耳盖中仔细取上部0~1 cm的沉积物。如遇砂砾层，可在0~3 cm层内混合取样。现场记录底质类型，并分装与处理、保存。

##### （3）分析方法

样品的分析按照《海洋监测规范》（GB 17378.5—2007）与《海洋调查规范》（GB/T 12763.8—2007）进行，各项目的分析方法如表 3.2-20。

表 3.2-20 海洋沉积物检测、分析方法

序号	监测项目	样品采集、预处理及保存方法	测试方法	检出限
1	有机碳	采集表层样品密封避光保存	GB17378.5/18.1-2007 重铬酸钾氧化-还原容量法	—
2	硫化物	采集表层样品密封避光保存	GB17378.5/17.3-2007 碘量法	4.0×10 <sup>-6</sup>
3	石油类	采集表层样品密封避光保存，正己烷萃取	GB17378.5/13.2-2007 紫外分光光度法	3.0×10 <sup>-6</sup>
4	铜（Cu）	采集表层样品密封避光保存	GB17378.5/6.2-2007 火焰原子吸收分光光度法	2.0×10 <sup>-6</sup>

序号	监测项目	样品采集、预处理及保存方法	测试方法	检出限
5	铅 (Pb)	采集表层样品密封避光保存	GB17378.5/7.2-2007 火焰原子吸收分光光度法	$3.0 \times 10^{-6}$
6	镉 (Cd)	采集表层样品密封避光保存	GB17378.5/8.1-2007 无火焰原子吸收分光光度法	$0.04 \times 10^{-6}$
7	铬 (Cr)	采集表层样品密封避光保存	GB17378.5/10.1-2007 无火焰原子吸收分光光度法	$2.0 \times 10^{-6}$
8	锌 (Zn)	采集表层样品密封避光保存	GB17378.5/9-2007 火焰原子吸收分光光度法	$6.0 \times 10^{-6}$
9	总汞 (Hg)	采集表层样品密封避光保存	GB17378.5/5.2-2007 冷原子吸收光度法	$0.005 \times 10^{-6}$
10	砷 (As)	采集表层样品密封避光保存	GB17378.5/11.1-2007 原子荧光法	$0.06 \times 10^{-6}$

## 2、海洋沉积物质量结果

2023年4月海洋沉积物调查结果见表 3.2-21。

表 3.2-21 沉积物现状监测结果 (2023年4月)

项目 \ 站位	总汞 $10^{-6}$	铜 $10^{-6}$	铅 $10^{-6}$	锌 $10^{-6}$	镉 $10^{-6}$	砷 $10^{-6}$	铬 $10^{-6}$	硫化物 $10^{-6}$	有机碳 %	石油类 $10^{-6}$
S1										
S2										
S4										
S9										
S11										
S12										

注：<或>代表超出检出限

根据《广东省近岸海域环境功能区划》(粤府办〔1999〕68号)和《揭阳市海洋功能区划(2015—2020年)》，本次调查所在的功能区包括惠来南部工业与城镇用海区、田尾山-石碑山农渔业区，本项目所在海域海洋沉积物质量评价标准执行如下表。

表 3.2-22 调查海域功能区海洋沉积物质量执行标准要求一览表

功能区	功能区名称	调查站位	沉积物质量标准要求
工业与城镇用海区	惠来南部工业与城镇用海区	S9	执行沉积物质量第二类标准
农渔业区	田尾山-石碑山农渔业区	S1、S2、S4、S11、S12	执行沉积物质量第一类标准

采用上述单项指数法，对现状监测结果进行标准指数计算。

### (1) 农渔业区

调查海域农渔业区为田尾山-石碑山农渔业区，要求执行海洋沉积物第一类标准。由调查及评价结果可知，近海农渔业区包含 5 个调查站位，5 个调查站位仅铬、有机碳没有超标现象，其余检测指标均存在不同程度的超标现象。其中，油类超标最严重，超标率为 60%；其次为锌、镉、砷，超标率均为 40%；总汞、铜、铅的超标率较低，均为 20%。

### (2) 工业与城镇用海区

调查海域保留区为惠来南部工业与城镇用海区，要求执行海洋沉积物第二类标准。由调查及评价结果可知，惠来南部工业与城镇用海区包含 1 个调查站位，所有检测指标均符合海洋沉积物第二类标准。

综上所述，本次调查中，沉积物质量相对较差，其中最上游的 S1 号站、S4 号站以及港口出口处 S12 号站的监测指标存在不同程度的超标现象，主要是陆源输入的污染物进入水体，而后经过迁移转化后进入沉积物长期累计的结果。

表 3.2-23 沉积物质量指数

项目 站位	总汞	铜	铅	锌	镉	砷	铬	硫化物	有机碳	油类
S1	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
S2	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
S4	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
S11	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
S12	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最大值	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最小值	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
平均值	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
超标率	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
备注：田尾山-石碑山农渔业区执行《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）中第一类质量标准										
S9	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
超标率	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
备注：惠来南部工业与城镇用海区执行《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）中第二类质量标准。										

### 3.2.7 海洋生物质量现状

2023 年 4 月，[ ]开展项目所在海域海洋生物质量

调查，调查内容调查海区常见的有代表性的贝类、鱼类和甲壳类等类别生物，分析其体内石油烃、铜（Cu）、铅（Pb）、镉（Cd）、锌（Zn）、总汞（Hg）、砷（As）和铬（Cr）共 8 项指标，共布设水质站位点 6 个。

## 1、评价标准与方法

### （1）调查方式

大面观测。

### （2）采样方法

#### ① 贝类样品的采集

用清洁刮刀从其附着物上采集贝类样品，选取足够数量的完好贝类存于高密度塑料袋中，压出袋内空气，将袋口打结或热封，将此袋和样品标签一起放入聚乙烯袋中并封口，存于冷冻箱中。

#### ② 虾与中小型鱼样采集

按要求选取足够数量的完好生物样，放入干净的聚乙烯袋中，应防止袋子被刺破。挤出袋内空气，将袋口打结或热封，将此袋和样品标签一起放入另一聚乙烯袋中，封口，于低温冰箱中贮存。若保存时间不太长（热天不超过 48 h），可用冰箱或冷冻箱贮放样品。

#### ③ 大型鱼类采集

测量并记下鱼样的体长、体重和性别。用清洁的金属刀切下至少 100 g 肌肉组织，厚度至少 5 cm，样品处理时，切除玷污或内脏部分。存于清洁的聚乙烯袋中，挤出空气并封口，将此袋和样品标签一起放入另一聚乙烯袋中，封口，于低温冰箱中贮存。若保存时间不太长（热天不超过 48 h），可用冰箱或冷冻箱贮放样品。

### （3）分析方法

样品的预处理和分析方法遵照《海洋监测规范》（GB 17378.6—2007）进行，各项目的分析方法如下表。

表 3.2-24 样品采集、分析方法一览表

序号	监测项目	样品预处理及保存方法	测试方法	检出限
1	石油烃	取样后用聚乙烯袋分类装好冷冻保存	GB17378.6/13-2007 荧光分光光度法	$0.2 \times 10^{-6}$
2	铜 (Cu)		GB17378.6/6.3-2007 火焰原子吸收分光光度法	$2.0 \times 10^{-6}$
3	铅 (Pb)		GB17378.6/7.1-2007 无火焰原子吸收分光光度法	$0.04 \times 10^{-6}$
4	镉 (Cd)		GB17378.6/8.1-2007 无火焰原子吸收分光光度法	$0.005 \times 10^{-6}$
5	锌 (Zn)		GB17378.6/9.1-2007 火焰原子吸收分光光度法	$0.4 \times 10^{-6}$
6	总汞 (Hg)		GB17378.6/5.2-2007 冷原子吸收光度法	$0.01 \times 10^{-6}$
7	砷 (As)		GB17378.6/11.1-2007 原子荧光法	$0.2 \times 10^{-6}$
8	铬 (Cr)		GB17378.6/10.1-2007 无火焰原子吸收分光光度法	$0.04 \times 10^{-6}$

## 2、生物质量调查结果

2023 年 4 月海洋生物质量调查结果分别见表 3.2-25。

表 3.2-25 海洋生物体质量调查结果 (2023 年 4 月) (鲜重)

站号	物种名称	Hg mg/kg	Cu mg/kg	Pb mg/kg	Zn mg/kg	Cd mg/kg	As mg/kg	Cr mg/kg	石油烃 mg/kg
S1	长鳍莫鲻	■	■	■	■	■	■	■	■
S2	金黄舌虾虎鱼	■	■	■	■	■	■	■	■
S4	黄鳍棘鲷	■	■	■	■	■	■	■	■
S7	刀额新对虾	■	■	■	■	■	■	■	■
S9	长叉口虾蛄	■	■	■	■	■	■	■	■
S10	皮氏叫姑鱼	■	■	■	■	■	■	■	■
S11	哈氏仿对虾	■	■	■	■	■	■	■	■
S12	沙带鱼	■	■	■	■	■	■	■	■

注：<或>代表超出检出限

采用上述单项指数法，对现状监测结果进行标准指数计算。调查海域各功能区调查站位海洋生物监测因子质量指数见表 3.2-26。

本次调查 7 个站位位于田尾山-石碑山农渔业区、1 个站位位于惠来南部工业与城镇用海区，两类功能区中均未采集到贝类，采集到的鱼类、甲壳类重金属含量执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的“海洋生物质量评价标准”，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）中规定的相应标准。

由调查及评价结果可知，工业与城镇用海区、农渔业区中采集到的鱼类、甲壳类均无超标现象。

综上，表明本次调查海洋生物体质量良好。

表 3.2-26 2023 年 4 月海洋生物质量指数（鲜重）

站号	物种名称	分类	汞	铜	铅	锌	镉	砷	石油烃
S7	刀额新对虾	甲壳类	■	■	■	■	■	■	■
S9	长叉口虾蛄	甲壳类	■	■	■	■	■	■	■
S11	哈氏仿对虾	甲壳类	■	■	■	■	■	■	■
S1	长鳍莫鲛	鱼类	■	■	■	■	■	■	■
S2	金黄舌虾虎鱼	鱼类	■	■	■	■	■	■	■
S4	黄鳍棘鲷	鱼类	■	■	■	■	■	■	■
S10	皮氏叫姑鱼	鱼类	■	■	■	■	■	■	■
S12	沙带鱼	鱼类	■	■	■	■	■	■	■
最大值			■	■	■	■	■	■	■
最小值			■	■	■	■	■	■	■
平均值			■	■	■	■	■	■	■
超标率			■	■	■	■	■	■	■

### 3.2.8 海洋生态现状

2023 年 4 月，中国科学院南海海洋研究开展所项目所在海域海洋生物生态现状调查，调查内容包括叶绿素 a 和初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼卵仔鱼，共布设水质站点点 8 个，布设 2 条潮间带生物断面和 8 条渔业资源断面。

表 3.2-27 海洋生态资源调查站位及项目

站位	纬度 (N)	经度 (E)	调查内容
S1	■	■	叶绿素 a 和初级生产力、浮游生物、底栖生物、鱼卵仔鱼共设 8 个站位（设置于 S1、S2、S4、S7、S9、S10、S11、S12 号站）渔业资源设置 8 条断面（设置于 S1、S2、S4、S7、S9、S10、S11、S12 号站）
S2	■	■	
S3	■	■	
S4	■	■	
S5	■	■	
S6	■	■	
S7	■	■	
S8	■	■	
S9	■	■	
S10	■	■	
S11	■	■	
S12	■	■	
C1	■	■	

站位	纬度 (N)	经度 (E)	调查内容
C2	██████████	██████████	布设潮间带 2 条断面

## 1、评价标准与方法

### (1) 叶绿素 a 和初级生产力

用容积为 5L 的有机玻璃采水器采集表层 0.5m 的水样，现场过滤，滤膜用保温壶冷藏，带回实验室分析，采用分光光度法测定叶绿素 a 的含量（引用标准：《海洋调查规范》（GB/T 12763—2007））。

初级生产力采用叶绿素 a 法，按照 CaXee 和 Hegeman（1974）提出的简化公式估算。

### (2) 浮游植物

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

利用浮游生物浅水 III 型浮游生物网，网口面积 0.1 m<sup>2</sup>，采用垂直拖网法。样品现场用 5% 甲醛溶液固定，带回实验室，进行种类鉴定和定量分析。定量计数用计数框，视野法计数，取其平均密度，通过过滤的水柱，测算出每个调查站位浮游植物的密度，单位以每立方米多少个细胞数表示（cells/m<sup>3</sup>）。

### (3) 浮游动物

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

以浅水 II 型浮游生物网采样，网口面积 0.08 m<sup>2</sup>，每个调查站从底至表垂直拖曳 II 型网，样品现场用 5% 甲醛溶液固定保存，带回实验室进行种类鉴定，总生物量及栖息密度分布等分析。总生物量的研究采用湿重法，栖息密度分布采用个体计数法，然后根据滤水量换算为每立方米水体的浮游动物数量。

### (4) 底栖生物

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

采泥底栖生物调查方法是采用抓斗式采泥器进行定量取样，取样面积为 0.05 m<sup>2</sup>，每个站采样 2 次。样品用 5% 甲醛溶液固定后带回室内分析鉴定，生物量和

栖息密度分别以  $\text{g}/\text{m}^2$  和栖息密度  $\text{ind}/\text{m}^2$  为单位。

### (5) 潮间带生物

分别在项目区周边设 2 处潮间带代表断面，以 C1~C2 表示，其中 C1 的调查断面为岩石相，C2 的调查断面为泥沙相。调查方法按照《海洋监测规范》(GB 17378.1—2007) 和《海洋调查规范》(GB/T 12763.1—2007) 进行。生物量和栖息密度分别以  $\text{g}/\text{m}^2$  和  $\text{ind}/\text{m}^2$  为计算单位。

### (6) 评价方法

① 初级生产力采用叶绿素 a 法评估：

$$P = C_a Q L t / 2,$$

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

$C_a$ ——叶绿素 a 浓度，单位： $\text{mg}/\text{m}^3$ ；

$Q$ ——同化系数，单位： $\text{mg}\cdot\text{C}/\text{mg Chla}\cdot\text{h}^{-1}$ ，根据南海海洋研究所以往调查结果，取 3.7（温带近海）；

$L$ ——真光层的深度，单位： $\text{m}$ ，取透明度的 3 倍；

$t$ ——日照时间，单位： $\text{h}$ ，根据季节调整，春季取 11 h。

② 优势度 ( $Y$ ) 利用以下公式计算： $Y = \frac{n_i}{N} f_i$ ，

式中： $n_i$  为第  $i$  种的个体数；

$f_i$  是该种在各站中出现的频率；

$N$  为所有站每个种出现的总个体数。

③ 多样性指数计算公式为： $H' = -\sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i$ ，

式中： $H'$ ——种类多样性指数；

$S$ ——样品中的种类总数；

$P_i$ ——第  $i$  种的个体数与总个体数的比值。

④ Pielou 均匀度公式为： $J = H' / \log_2 S$ ，

式中： $J$ ——均匀度；

$H'$ ——种类多样性指数；

$S$ ——样品中的种类总数。

⑤ 鱼卵仔鱼的密度计算方法根据面积、拖网距离和鉴定的鱼卵仔鱼数量，按以下公式计算单位体积内鱼卵仔鱼的分布密度： $V = N / (S \times L)$ ，

式中： $V$ ——鱼卵、仔鱼的分布密度，单位为个/ $m^3$ 、尾/ $m^3$ ；

$N$ ——每网鱼卵、仔鱼数量，单位为（个、尾）；

$S$ ——网口面积，单位为  $m^2$ ；

$L$ ——拖网距离，单位为  $m$ 。

⑥ 渔业资源评估根据底拖网扫海面积法（密度指数法），来估算评价区的资源重量密度和生物个体密度，求算公式为： $S = y / a(1 - E)$ ，

式中： $S$ ——重量密度（ $kg/km^2$ ）或个体密度（ $ind/km^2$ ）；

$a$ ——底拖网每小时的扫海面积（扫海宽度取浮纲长度的  $2/3$ ）；

$y$ ——平均渔获率（ $kg/h$ ）或平均生物个体密度（ $ind/h$ ）；

$E$ ——逃逸率（取  $0.5$ ）。

⑦ 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。

$IRI$  计算公式为  $IRI = (N + W)F$ ，

式中： $N$ ——某一种类的尾数占渔获总尾数的百分比；

$W$ ——某一种类的重量占渔获总重量的百分比；

$F$ ——某一种类的出现的站位数占调查总站位数的百分比。

## 2、叶绿素 a 和初级生产力

### (1) 叶绿素 a

本次调查海区表层水体叶绿素 a 含量的变化范围为  $1.13 mg/m^3 \sim 7.53 mg/m^3$ ，平均值为  $3.16 mg/m^3$ ，其中 S1 号站叶绿素 a 含量最高，S12 号站叶绿素 a 含量最低，为  $1.13 mg/m^3$ 。

### (2) 初级生产力

调查海域初级生产力的变化范围为  $55.24 mg \cdot C / (m^2 \cdot d) \sim 382.95 mg \cdot C / (m^2 \cdot d)$ ，平均值为  $169.57 mg \cdot C / (m^2 \cdot d)$ ，其中 S1 号站初级生产力水平最高，S12 号站最低，为  $21.70 mg \cdot C / (m^2 \cdot d)$ 。

表 3.2-28 叶绿素 a 和初级生产力测定结果

站位	表层叶绿素 a (mg/m <sup>3</sup> )	初级生产力 mg·C/(m <sup>2</sup> ·d)
S1		
S2		
S4		
S7		
S9		
S10		
S11		
S12		
平均值		
范围		

### 3、浮游植物

#### (1) 种类组成和优势种

本次调查共记录浮游植物 6 门 47 属 98 种。其中以硅藻门出现的种类为最多，为 33 属 69 种，占总种数的 70.41%；甲藻门出现 4 属 18 种，占总种数的 18.37%，绿藻出现 5 属 6 种，占总种数的 6.12%。硅藻门的角毛藻和甲藻门的角藻出现种类数最多，均为 13 种，其次硅藻门的根管藻，为 10 种，其它属出现的种类见表 3.2-29。

表 3.2-29 浮游植物种类组成

类群	属数	种类数	种类组成比例
硅藻			
甲藻			
绿藻			
隐藻			
蓝藻			
裸藻			
合计			

以优势度  $Y$  大于 0.02 为判断标准，本次调查的浮游植物优势种出现 5 种，均为硅藻门，分别为拟旋链角毛藻 (*Chaetoceros pseudocurvisetus*)、并基角毛藻 (*Chaetoceros decipiens*)、环纹劳德藻 (*Lauderia annulata*)、透明辐杆藻 (*Bacteriastrum hyalinum*) 和格氏圆筛藻 (*Coscinodiscus granii*)。拟旋链角毛藻的优势度为 0.548，丰度占调查海区总丰度的 49.58%，该优势种在 8 个调查站位中均有出现，出现率为 100.00%；并基角毛藻的优势度为 0.129，丰度占调查海区总丰度的 12.20%，该优势种在在 8 个调查站位中均有出现，出现率为 100.00%，

其他优势种见表 3.2-30。

表 3.2-30 浮游植物优势种及优势度

中文名	英文名	类群	优势度	占总丰度的百分比 (%)
拟旋链角毛藻	<i>Chaetoceros pseudocurvisetus</i>	硅藻		
并基角毛藻	<i>Chaetoceros decipiens</i>	硅藻		
环纹劳德藻	<i>Lauderia annulata</i>	硅藻		
透明辐杆藻	<i>Bacteriastrum hyalinum</i>	硅藻		
格氏圆筛藻	<i>Coscinodiscus granii</i>	硅藻		

### (2) 丰度组成

本次调查结果表明，调查海区浮游植物丰度变化范围为  $147.00 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$  ~  $2679.05 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ ，平均为  $842.50 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ 。最高丰度出现在 S10 号站，S9 号站次之，其丰度为  $1870.09 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ ，最低丰度则出现在 S2 号站。

浮游植物丰度组成以硅藻占首位，其丰度占各站总丰度的 20.93%~97.84%，平均为 72.89%，硅藻在 8 个测站中均有出现；隐藻次之，其丰度占各站总丰度的 0.00%~71.50%，平均为 16.51%，隐藻在 8 个测站中 4 个站有出现；其他类的丰度占各站总丰度的 1.51%~38.78%，平均为 10.05%；甲藻在各站丰度中的所占比例为 0.00%~1.60%，平均为 0.54%。

表 3.2-31 浮游植物丰度 ( $\times 10^4 \text{ cells/m}^3$ ) 及其百分比值 (%)

站位	总丰度	硅藻		甲藻		隐藻		其他	
		丰度	百分比	丰度	百分比	丰度	百分比	丰度	百分比
S1									
S2									
S4									
S7									
S9									
S10									
S11									
S12									
平均									
变化范围									

### (3) 多样性水平

本次调查，各站位浮游植物种数变化范围 19~56 种。Shannon-wiener 多样性指数范围为 1.990~3.769，平均为 2.786，多样性指数以 S7 号站位最高，S1 号站

最低,多样性属于中等水平;Pielou 均匀度指数范围为 0.398~0.664,平均为 0.532,其中 S4 和 S7 号站均匀度指数最高,均为 0.664, S9 号站最低,各站物种间分布较为均匀。

表 3.2-32 浮游植物的多样性及均匀度指数

站位	种类数	多样性指数(H')	均匀度(J)
S1			
S2			
S4			
S7			
S9			
S10			
S11			
S12			
平均			
范围			

#### 4、浮游动物

##### (1) 种类组成

本次调查共记录浮游动物 10 个生物类群 45 种,其中桡足类 22 种,浮游幼体类 9 种,毛颚类 4 种,被囊类、翼足类和枝角类各 2 种,水螅水母类、端足类、十足类和栉水母类各 1 种。

##### (2) 浮游动物生物量、密度及其分布

本次调查结果显示,各采样站浮游动物湿重生物量变化幅度为 100.96 mg/m<sup>3</sup>~382.14 mg/m<sup>3</sup>,平均生物量为 188.11 mg/m<sup>3</sup>。在整个调查区中,生物量最高出现在 S12 号采样站,最低出现在 S11 号采样站。在个体数量分布方面,浮游动物密度变化幅度为 187.50 ind/m<sup>3</sup>~4275.00 ind/m<sup>3</sup>,平均密度 1313.92 ind/m<sup>3</sup>。浮游生物最高密度出现在 S12 号采样站,最低密度则出现在 S1 号采样站。

表 3.2-33 浮游动物生物量及密度

站位	密度 (ind/m <sup>3</sup> )	生物量 (mg/m <sup>3</sup> )
S1		
S2		
S4		
S7		
S9		
S10		
S11		
S12		

站位	密度 (ind/m <sup>3</sup> )	生物量 (mg/m <sup>3</sup> )
平均值		
范围		

### (3) 浮游动物主要类群分布

#### 1) 桡足类

桡足类在 8 个调查站位中均有分布, 其密度变化范围为 100.00 ind/m<sup>3</sup>~3914.29 ind/m<sup>3</sup>, 平均密度为 1105.55 ind/m<sup>3</sup>, 占浮游动物总密度的 84.14%。其中最高密度出现在 S12 号采样站, 其次为 S9 号采样站, 密度为 1452.83 ind/m<sup>3</sup>, S1 号站位密度最低。

#### 2) 浮游幼体类

浮游幼体类在全部 8 个调查站位均有出现, 平均密度为 134.85 ind/m<sup>3</sup>, 占浮游动物总密度的 10.26%, 其密度变化范围为 87.50 ind/m<sup>3</sup>~303.57 ind/m<sup>3</sup>。其中最高密度分布于 S12 号采样站, 其次是 S10 号采样站, 密度为 144.84 ind/m<sup>3</sup>, S1 和 S2 号站位密度最低, 密度均为 87.50 ind/m<sup>3</sup>。

#### 3) 其他种类

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

### (4) 生物多样性指数及均匀度

本次调查海域各测站的浮游动物种数变化范围为 7~25 种; 种类多样性指数范围为 2.157~3.357 之间, 平均为 2.682, 多样性指数最高出现在 S9 号采样站, 其次为 S11 号采样站, 最低则出现在 S7 号采样站, 多样性属于中等水平; 种类均匀度变化范围在 0.502~0.928 之间, 平均为 0.739, 最高出现在 S1 号采样站, 最低出现在 S12 号采样站, 各站物种间分布较均匀。

表 3.2-34 浮游动物的多样性指数及均匀度

站位	种类数	多样性指数(H')	均匀度 (J)
S1			
S2			
S4			
S7			
S9			
S10			
S11			

站位	种类数	多样性指数(H')	均匀度(J)
S12	■	■	■
平均	■	■	■
范围	■	■	■

### (5) 优势种及其分布

以优势度 $\geq 0.02$ 为判断标准,本调查海域在调查期间浮游动物的优势有5种,为桡足类的小拟哲水蚤(*Paracalanus parvus*)、拟长腹剑水蚤(*Oithona similis*)、菱大眼水蚤(*Corycaeus limbatus*)和被囊类的住囊虫属(*Oikopleura sp.*)、浮游幼体的蔓足类幼体(*Cirripedia larvae*), 势度指数分别为0.389、0.172、0.060、0.024和0.023。小拟哲水蚤的平均密度为530.68 ind/m<sup>3</sup>,占浮游动物总密度的40.39%,在8个调查站位中均有出现,其中在S12号站位密度最高,为2000.00 ind/m<sup>3</sup>,其次为S11号站,为730.77 ind/m<sup>3</sup>,为该调查海区的第一优势种;拟长腹剑水蚤的平均密度为267.68 ind/m<sup>3</sup>,占浮游动物总密度的20.37%,在8个调查站位中7个站有出现,其中在S12号站位密度最高,为1428.57 ind/m<sup>3</sup>,其他优势种见表3.2-35。

表 3.2-35 浮游动物的优势种及优势度

中文名	拉丁文	优势度	平均密度 (ind/m <sup>3</sup> )	占总丰度百分比 (%)
小拟哲水蚤	<i>Paracalanus parvus</i>	■	■	■
拟长腹剑水蚤	<i>Oithona similis</i>	■	■	■
菱大眼水蚤	<i>Corycaeus limbatus</i>	■	■	■
住囊虫属	<i>Oikopleura sp.</i>	■	■	■
蔓足类幼体	<i>Cirripedia larvae</i>	■	■	■

## 5、大型底栖生物

### (1) 种类组成

本次调查共记录大型底栖动物40种,其中环节动物22种、节肢动物8种、软体动物6种和其他动物(纽形动物、刺胞动物、帚形动物和星虫动物各1种)4种。环节动物、节肢动物和软体动物分别占总种数的55.00%、20.00%和15.00%,环节动物是构成本次调查海区大型底栖生物的主要类群。

### (2) 大型底栖生物栖息密度和生物量

大型底栖生物定量采泥样品分析结果表明,调查海区大型底栖生物平均栖息密度为1092.50 ind/m<sup>2</sup>,以环节动物的平均栖息密度最高,为752.50 ind/m<sup>2</sup>,占

总平均密度的 68.88%；节肢动物的平均栖息密度为 256.25 ind/m<sup>2</sup>，占总平均密度的 23.46%；软体动物的平均栖息密度为 77.50 ind/m<sup>2</sup>，占总平均密度的 7.09%；其他动物的平均栖息密度之和为 6.25 ind/m<sup>2</sup>，占总平均密度的 0.57%。

底栖生物的平均生物量为 11.37 g/m<sup>2</sup>，以环节动物的平均生物量居首位，该种类的平均生物量为 9.25 g/m<sup>2</sup>，占总平均生物量的 81.37%；其次为其他动物，其平均生物量之和为 0.85 g/m<sup>2</sup>，占总平均生物量的 7.50%；软体动物的平均生物量为 0.73 g/m<sup>2</sup>，占总平均生物量的 6.44%；节肢动物平均生物量较少，为 0.53 g/m<sup>2</sup>。

表 3.2-36 底栖生物各类群的生物量和栖息密度

站位	项目	合计	环节动物	软体动物	节肢动物	其他动物
S1	栖息密度(ind/m <sup>2</sup> )	██████	██████	██████	██████	██████
	生物量(g/m <sup>2</sup> )	██████	██████	██████	██████	██████
S2	栖息密度(ind/m <sup>2</sup> )	██████	██████	██████	██████	██████
	生物量(g/m <sup>2</sup> )	██████	██████	██████	██████	██████
S4	栖息密度(ind/m <sup>2</sup> )	██████	██████	██████	██████	██████
	生物量(g/m <sup>2</sup> )	██████	██████	██████	██████	██████
S7	栖息密度(ind/m <sup>2</sup> )	██████	██████	██████	██████	██████
	生物量(g/m <sup>2</sup> )	██████	██████	██████	██████	██████
S9	栖息密度(ind/m <sup>2</sup> )	██████	██████	██████	██████	██████
	生物量(g/m <sup>2</sup> )	██████	██████	██████	██████	██████
S10	栖息密度(ind/m <sup>2</sup> )	██████	██████	██████	██████	██████
	生物量(g/m <sup>2</sup> )	██████	██████	██████	██████	██████
S11	栖息密度(ind/m <sup>2</sup> )	██████	██████	██████	██████	██████
	生物量(g/m <sup>2</sup> )	██████	██████	██████	██████	██████
S12	栖息密度(ind/m <sup>2</sup> )	██████	██████	██████	██████	██████
	生物量(g/m <sup>2</sup> )	██████	██████	██████	██████	██████
平均	栖息密度(ind/m <sup>2</sup> )	██████	██████	██████	██████	██████
	生物量(g/m <sup>2</sup> )	██████	██████	██████	██████	██████

本次调查结果表明，各采样站位的底栖生物栖息密度分布不均匀，变化范围从 20.00 ind/m<sup>2</sup>~3340.00 ind/m<sup>2</sup>，其中 S4 号站位栖息密度最高，为 3340.00 ind/m<sup>2</sup>。该站位密度最高的原因在于记录到数量多的环节动物稚齿虫属 (*Prionospio* spp.)，它们在站位的栖息密度为 2000.00 ind/m<sup>2</sup>；其次为 S7 号站位，为 2350.00 ind/m<sup>2</sup>，该站位密度较高的原因是记录到数量多的节肢动物地中海巨亮钩虾 (*Cheiriphotis mediterranea*) 和环节动物稚齿虫属，它们在站位的栖息密度分别为 1150.00 ind/m<sup>2</sup> 和 870.00 ind/m<sup>2</sup>，最低的站位为 S1 号站，该站出现相对较少的底栖生物。

本次调查海域的底栖生物的生物量平面分布也不均匀，变化范围从 0.13 g/m<sup>2</sup>~32.55 g/m<sup>2</sup>，仅 S4 号站生物量大于 30.00 g/m<sup>2</sup>，为 32.55 g/m<sup>2</sup>，构成 S4 号站位高生物量的原因在于出现数量较多个体较大的环节动物羽须鳃沙蚕 (*Dendronereis pinnaticirris*)，生物量为 24.42 g/m<sup>2</sup>。

环节动物在调查海区的平均密度为 752.50 ind/m<sup>2</sup>，在 8 个站位中均有出现，出现频率为 100.00%。密度分布范围为 10.00 ind/m<sup>2</sup>~2220.00 ind/m<sup>2</sup>；平均生物量为 9.25 g/m<sup>2</sup>，生物量分布范围为 0.01 g/m<sup>2</sup>~ 29.05 g/m<sup>2</sup>。

软体动物在调查海区 8 个站位中 5 个站出现，出现频率为 62.50%，平均密度为 77.50 ind/m<sup>2</sup>，密度分布范围为 0.00 ind/m<sup>2</sup>~460.00 ind/m<sup>2</sup>；平均生物量为 0.73 g/m<sup>2</sup>，生物量分布范围为 0.00 g/m<sup>2</sup>~2.18 g/m<sup>2</sup>。

节肢动物在调查海区 8 个站位中 7 个站有出现，出现频率为 87.50%，平均密度为 256.25 ind/m<sup>2</sup>，密度分布范围为 0.00 ind/m<sup>2</sup>~1180.00 ind/m<sup>2</sup>；平均生物量为 0.53 g/m<sup>2</sup>，生物量分布范围为 0.00 g/m<sup>2</sup>~2.55 g/m<sup>2</sup>。

### (3) 大型底栖生物种类优势种和经济种类

大型底栖动物种类若按其优势度  $Y \geq 0.02$  时即被认定为优势种，本次调查海区的底栖生物有 5 个优势种，为环节动物的稚齿虫属、粗突齿沙蚕 (*Leonnates decipiens*)、奇异稚齿虫属 (*Paraprionospio* spp.) 和节肢动物地中海巨亮钩虾、日本长尾虫 (*Apseudes nipponicus*)，优势度分别为 0.302、0.050、0.046、0.051 和 0.039。稚齿虫属在 8 个站位中的 6 个站出现，其平均栖息密度为 440.00 ind/m<sup>2</sup>，占调查海区底栖生物总平均密度的 40.27%，为该调查海区的第一优势种；地中海巨亮钩虾在 8 个站位中的 3 个站出现，其平均栖息密度为 148.75 ind/m<sup>2</sup>，占调查海区底栖生物总平均密度的 13.62%，其他优势种见表 3.2-37。

表 3.2-37 底栖动物优势种及优势度

优势种	类群	优势度 (Y)	平均密度 (ind/m <sup>2</sup> )	占总生物栖息密度的百分比(%)
稚齿虫属	环节动物	0.302	440.00	40.27
地中海巨亮钩虾	节肢动物	0.051	148.75	13.62
粗突齿沙蚕	环节动物	0.050	24.42	2.25
奇异稚齿虫属	环节动物	0.046	24.42	2.25
日本长尾虫	节肢动物	0.039	24.42	2.25

#### (4) 大型底栖生物物种多样性指数

调查海域的各定量采样站位大型底栖生物出现种数变化的范围在 2~17 种/站。多样性指数 ( $H'$ ) 变化范围在 1.000~3.182 之间, 平均值为 2.137。多样性指数最高出现在 S10 号站, 最低则为 S1 号站, 调查海域底栖生物多样性指数属于中等水平。均匀度范围在 0.534~1.000 之间, 平均值为 0.717, 均匀度指数最高出现在 S1 号站, 最低则为 S7 号站, 各站位之间物种分布较均匀。

表 3.2-38 各调查站位底栖生物出现种数与物种多样性指数

站位	种类数	多样性指数 ( $H'$ )	均匀度 (J)
S1			
S2			
S4			
S7			
S9			
S10			
S11			
S12			
平均			
范围			

## 6、潮间带生物

### (1) 种类构成

本次调查共记录潮间带生物 10 种, 其中环节动物 6 种, 节肢动物 4 种。环节动物占总种数的 60.00%, 节肢动物占总种数的 40.00%。

C1 的调查断面为岩石相, C2 的调查断面为泥沙相。

高潮区: 生物群落组成以环节动物潮间洋蚓 (*Pontodrilus litoralis*) 和节肢动物近亲拟相手蟹 (*Parasesarma affine*) 为主, 它们在高潮区的平均栖息密度分别为 16.00 ind/m<sup>2</sup> 和 12.00 ind/m<sup>2</sup>, 它们在高潮区的平均栖息密度之和占高潮区总平均栖息密度的 77.78%。

中潮区: 生物群落组成由环节动物潮间洋蚓和节肢动物近亲拟相手蟹两种物种组成, 它们在中潮区的平均栖息密度分别为 13.33 ind/m<sup>2</sup> 和 12.00 ind/m<sup>2</sup>。

低潮区: 生物群落组成以环节动物粗突齿沙蚕 (*Leonnates decipiens*) 和小头虫 (*Capitella capitata*) 为主, 它们在低潮区的平均栖息密度分别为 48.00 ind/m<sup>2</sup> 和 140.00 ind/m<sup>2</sup>, 它们在低潮区的平均栖息密度之和占低潮区总平均栖息密度的

85.45%。

## (2) 潮间带生物栖息密度和生物量

### 1) 平均生物量及平均栖息密度的组成

调查断面潮间带生物平均生物量为  $12.37 \text{ g/m}^2$ ，平均栖息密度为  $93.78 \text{ ind/m}^2$ 。

在潮间带平均生物量的组成中，以节肢动物占首位，平均生物量为  $10.81 \text{ g/m}^2$ ，占总平均生物量的 87.43%；环节动物的平均生物量为  $1.55 \text{ g/m}^2$ ，占总平均生物量的 12.57%。

在平均栖息密度方面，总平均栖息密度为  $93.78 \text{ ind/m}^2$ 。其中环节动物占首位，为  $82.44 \text{ ind/m}^2$ ，节肢动物的平均栖息密度为  $11.33 \text{ ind/m}^2$ 。

表 3.2-39 潮间带平均生物量及平均栖息密度的组成

类别	合计	环节动物	节肢动物
栖息密度 ( $\text{ind/m}^2$ )	████████	████████	████████
生物量 ( $\text{g/m}^2$ )	████████	████████	████████

### 2) 平均生物量及平均栖息密度的水平分布

调查断面的潮间带生物平均生物量和平均栖息密度的水平分布方面，平均栖息密度表现为 C1 断面 > C2 断面；平均生物量则表现为 C1 断面 > C2 断面。

表 3.2-40 潮间带平均生物量及平均栖息密度的水平分布

断面名称	项目	合计	环节动物	节肢动物
C1	栖息密度 ( $\text{ind/m}^2$ )	████████	████████	████████
	生物量 ( $\text{g/m}^2$ )	████████	████████	████████
C2	栖息密度 ( $\text{ind/m}^2$ )	████████	████████	████████
	生物量 ( $\text{g/m}^2$ )	████████	████████	████████

### (3) 平均生物量及平均栖息密度的垂直分布

在垂直分布上，潮间带生物的平均生物量表现为高潮区最高，中潮区居中，低潮带最低，其高潮区的平均生物量主要由节肢动物组成。平均栖息密度的垂直分布，则表现为低潮区>高潮区>中潮区，低潮区的平均栖息密度主要由环节动物组成。

表 3.2-41 潮间带平均生物量及平均栖息密度的垂直分布

潮带	项目	合计	环节动物	节肢动物
高	栖息密度 ( $\text{ind/m}^2$ )	████████	████████	████████
	生物量 ( $\text{g/m}^2$ )	████████	████████	████████
中	栖息密度 ( $\text{ind/m}^2$ )	████████	████████	████████

潮带	项目	合计	环节动物	节肢动物
	生物量 (g/m <sup>2</sup> )	■	■	■
低	栖息密度 (ind/m <sup>2</sup> )	■	■	■
	生物量 (g/m <sup>2</sup> )	■	■	■

### (3) 潮间带生物多样性指数

计算结果显示 (表 3.2-42), 2 条调查断面出现的种类数在 4~7 种/断面, 多样性指数和均匀度指数平均值分别为 1.518 和 0.630, 多样性指数属于较低水平, 各断面物种间分布较为均匀。

表 3.2-42 调查海区潮间带生物多样性指数及均匀度

断面名称	样方内出现的种类数	多样性指数(H')	均匀度(J')
C1	■	■	■
C2	■	■	■
平均	■	■	■

## 3.2.9 海洋自然灾害

### 1、热带气旋

根据《台风年鉴》《热带气旋年鉴》及相关统计资料, 1949—2024 年期间登陆广东沿海的台风达 238 次, 其中在惠来县登陆的有 14 个。热带气旋 8、9 月出现最多, 1 月至 3 月没有热带气旋影响本海域, 1949—2024 年期间, 热带气旋登陆时达到超强台风的有 29 个, 强台风 29 个, 台风 37 个, 强热带风暴 36 个。1949—2024 年期间, 对项目附近海域最具影响的热带气旋有 12 个。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 时~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 925hPa (资料来自上海台风研究所), 1979 年 8 月 1 日 24 时~2 日 12 时, 神泉镇渔港海域平均风力 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), 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。

0104 尤特 (Utor), 于北京时间 2001 年 7 月 1 日 14 时生成于北纬 7.2 度东经 138.5 度, 生成时的中心风速 15 m/s, 中心气压 1000 百帕; 3 日 8 时加强为强热带风暴, 20 时加强为台风。该台风以较稳定的西北方向穿过巴林塘海峡进入

南海北部，最后于7月6日早上7:50在广东海丰至惠东之间沿海登陆。1319超强台风天兔（Usagi）是2013年全球最强热带气旋，气象部门均评定天兔接近中心最高持续风速达每小时200公里或以上：9月15日，一个低压区在菲律宾东北部海面上形成。9月17日早上升格为热带风暴，9月18日，天兔将东南方的云带卷入中心附近，使得中心得以巩固。早上8时45分升格为强热带风暴。晚上8时升格为中度台风。9月19日，天兔急剧增强，下午1时开始天兔发展出一个完整而细小的风眼。下午9时25分把天兔进一步升为超强台风。9月20日，天兔采取西北偏西路径，并加速至每小时18公里。天兔强度在上午达到颠峰，中午时分开始发展“双重眼壁”现象，导致天兔稍作减弱。9月21日，天兔向西或西北偏西移动，穿越吕宋海峡，并进入南海东北部。22日19时40分登陆广东汕尾。1622号强台风“海马”，2016年10月16日下午2时由强热带风暴级加强为台风级，10月21日5时台风海马位于惠东县南偏东方大约230公里的南海东北部海面上，21日12时40分在汕尾市鲘门镇沿海地区登陆，登陆时中心附近最大风力14级（42m/s），受其影响广东全省倒塌房屋327间，严重损坏房屋2749间，农作物受灾面积17.8万公顷，惠州市渔业养殖场受损面积6069亩；汕尾市损坏堤防59处8160m，损坏护岸51处，损坏水闸21座，损坏水利设施179处。1713号超强台风“天鸽”，2017年8月20日14时，在西北太平洋洋面上生成。之后强度不断加强，8月22日8时加强为强热带风暴，15时加强为台风。8月23日7时加强为强台风，一天连跳两级，最强达15级（48m/s，年鉴中修改为16级，52m/s），12时50分前后以强台风级（14级，45m/s）在中国广东省揭阳市登陆。为2017年以来登陆中国的最强台风。2018年第22号台风“山竹”的中心16日17时前后在广东省江门市台山沿海登陆，是2018年来登陆我国最强台风，给惠来县带来暴雨。2019年有影响的台风有2个，1907号台风“韦帕”和1911号台风“白鹿”给惠来县带来强降水，但未造成直接经济损失，台风“韦帕”影响期间，惠来沿海出现6级-7级、阵风9级-10级的大风。2020年有影响的台风有2个，06号台风“米克拉”和07号台风“海高斯”给惠来县带来暴雨，但未造成直接经济损失。2024年的台风“摩羯”于8月初在西北太平洋生成，虽然路径较偏东，但仍给惠来县带来了显著的降雨，缓解了前期的旱情，同时也未造成明显的灾害

损失。

## 2、风暴潮

根据《2023年广东省海洋灾害公报》，2023年，广东省沿海共发生风暴潮过程4次，其中2次造成灾害，分别为2304号“泰利”台风风暴潮和2309号“苏拉”台风风暴潮，共造成直接经济损失1.83亿元，未造成人员死亡失踪。2309号“苏拉”台风风暴潮造成直接经济损失最为严重，为1.04亿元，占风暴潮灾害全年直接经济损失总额的57%。2023年风暴潮灾害主要损失统计见表3.2-43。

表 3.2-43 2023 年广东省风暴潮灾害主要损失统计

灾害过程		发生时间	主要受灾区域	死亡失踪人口（人）	直接经济损失（亿元）
编号	名称				
2304	“泰利”台风风暴潮	7月16-18日	湛江、阳江、茂名、珠海	0	0.79
2309	“苏拉”台风风暴潮	9月1-2日	珠海、汕尾	0	1.04
合计				0	1.83

与近10年相比，2023年广东省沿海风暴潮过程发生次数和致灾次数均与平均值（4.6次、2.4次）基本持平。4次风暴潮过程均未达到红色预警级别。风暴潮灾害造成的直接经济损失和死亡失踪人数均低于平均值。其中，风暴潮灾害直接经济损失为近5年的第二低值，为平均值（15.62亿元）的2%。根据《2022年广东省海洋灾害公报》和《2023年广东省海洋灾害公报》，2022年和2023年均未在揭阳市惠来县发生风暴潮灾害。

## 3、雷暴

近年来，惠来县雷击灾害频繁发生，对供电设施（如变压器）、家用电器（如电脑、电视机）及人畜安全造成严重危害。根据惠来县气象站1956年至2012年的多年统计数据，惠来县年平均雷暴日数为54天；本地区累年统计平均雷暴日数达56.7天，数据表明雷暴活动较为频繁，需引起重视。

## 4 资源生态影响分析

### 4.1 生态评估

#### 4.1.1 资源生态敏感目标

根据本项目用海基本情况和所在海域资源生态基本特征分析，本项目用海论证范围内主要有生态保护红线、渔业水域等资源生态敏感目标（表 4.1-1）。

表 4.1-1 项目周边生态敏感目标分布

类型	名称	与项目相对位置	敏感要素

##### （1）生态保护红线

依据《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142号）与《广东省自然资源厅 广东省生态环境厅 广东省林业局关于严格生态保护红线管理的通知（试行）》的规定，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，仅允许对生态功能不造成破坏的十大类有限人为活动。

经与生态保护红线叠加分析后明确，本项目选址未处于生态保护红线管控范围内。周边生态敏感区域分布情况为：距离项目约 6.0 公里处为神泉芦园湾重要滩涂及浅海水域，约 7.6 公里处为神泉珍稀濒危物种分布区，约 7.2 公里处为惠来县人工鱼礁重要渔业资源产卵场，其与项目位置之间的关系可见表 4.1-1。

##### （2）海洋常规监测站点

根据广东省生态环境厅发布的《广东省近岸海域海水水质监测信息》，本项目论证范围内仅有 1 个海洋国控常规监测站点，编号 GDN22004，其与项目位置之间的关系可见表 4.1-1，根据中华人民共和国生态环境部公布的“海水水质监

测信息公开系统”信息，2025年此监测站水质类别为一类。

#### 4.1.2 重点和关键预测因子

根据项目用海特征以及周边敏感目标分布情况，项目建设对水动力、地形地貌与冲淤以及水质环境方面均有一定影响，确定本项目的重点和关键预测因子如下：

- (1) 水动力环境：流速流向、水动力影响范围；
- (2) 地形地貌与冲淤环境：冲淤变化范围；
- (3) 水质环境：悬沙扩散范围。

#### 4.1.3 用海方案工况设计

根据项目设计资料，闸址选择是根据水闸的功能、特点和运用要求，综合考虑地形、地质、水流、潮汐、泥沙、施工和管理等因素进行的。初拟两个闸址进行比选：

方案一，在原老五孔闸址处合并重建（总平面布置见图 4.1-1）；

方案二，按现状在原五孔闸和原三孔闸址处分别重建。

考虑到原老五孔闸闸基经近 70 年预压，在该址重建有利于节约基础处理工程量，原新、老两闸合并重建可减少堤防涵闸数量，方便水闸运行管理，利于堤围防洪（潮）安全，水闸重建只需一期，二期的涵闸封堵相对二期涵闸重建工期短，故总工期相对缩短，同时涵闸封堵施工范围远小于涵闸重建，从而减少围堰工程量。经方案比选后推荐方案一：在原五孔闸址处重建新闸。

水闸建筑物型式的选择主要考虑：（1）满足水闸在排涝、防洪（潮）和蓄淡方面的要求；（2）工程管理方便、运行管理费用较低；（3）施工方便；（4）节约工程量，工程造价较低。采用开敞式平底宽顶堰型和充水式橡胶溢流坝型两种型式进行比选，推荐开敞胸墙整体式。

选定于原五孔闸址重建五孔水闸，闸轴线与外江承泄区成 90°角，与溪仔河主流方向基本一致。枢纽建筑物布置于原五孔闸址及左侧堤段，从左岸至右岸依次为：左岸连接地段、左岸空箱、排水闸、右岸空箱、右岸连接堤段、原新三孔

闸封堵堤段。

溪仔嘴水闸闸室为开敞式平底板宽顶堰水闸型式。水闸共设 5 孔，每孔净宽 5.0 m，过水总净宽 25.0 m，闸底板高程-2.4 m（珠基高程），墩顶高程 4.15 m；底板与墩长度相同，为 14.6 m；闸室采用钢筋混凝土整体式结构，共分为两联，右侧三孔一联，左侧两孔一联，闸墩处设缝。防渗铺盖长 14.0 m，消力池长 14.4 m，池深 0.9 m，池底高程-3.70 m，海漫长 30 m，下游抛石防冲槽长 10.1 m，上游抛石防冲槽长 8.7 m。经闸室稳定分析和沉降计算，基底应力大于地基允许承载力、沉降量超过 15 cm，不能满足规范要求，故对地基进行粉喷桩加固处理。

水闸左、右岸墙与边闸墩分开，做成空箱式，左右各一个。空箱采用钢筋砼结构，底板高程-2.90 m，顶板高程 3.60 m，高 6.5 m，长 9.6 m，宽 6.0 m。空箱经稳定计算，基底应力大于地基允许承载力、应力不均匀系数大于规范允许值，须对翼墙地基进行粉喷桩加固处理。

左右堤身连接段采用原堤身达标加固设计断面。堤身填土，堤面铺 0.3 m 厚混凝土，堤顶高程 4.5 m，堤顶总宽 6 m（包括防浪墙 0.6 m）。迎水坡坡比为 1：2.5，高程 2.7 m 以下设重力式浆砌石挡墙，混凝土护面；高程 2.7~4.2 m 采用浆砌石护面，下设碎石砂垫层。背水坡坡比为 1：2，坡面种植草皮，坡脚设浆砌石挡墙防护。

上下游翼墙采用悬臂式钢筋混凝土挡土墙，平面布置为直线形，上游张角和下游扩散角控制在 12°之内。上游翼墙顶高程为 1.50 ~ 4.15 m，底板高程-2.60 ~ 2.40 m，墙高 4.10 ~ 6.55 m；下游翼墙顶高程为 0.80 ~ 4.15 m，底板高程-2.40 ~ 3.70 m，墙高 4.50 ~ 6.55 m。经翼墙稳定计算，基底应力大于地基允许承载力、应力不均匀系数大于规范允许值，不满足规范要求，须对翼墙地基进行粉喷桩加固处理。

重建完成后，原“新三孔闸”将实施拆除作业，并对闸址缺口进行封堵复堤处理。复堤断面设计原则上采用达标加固标准断面，并针对前后挡墙区域实施局部加深处理，形成稳定基础结构，同时增设护脚防护措施。

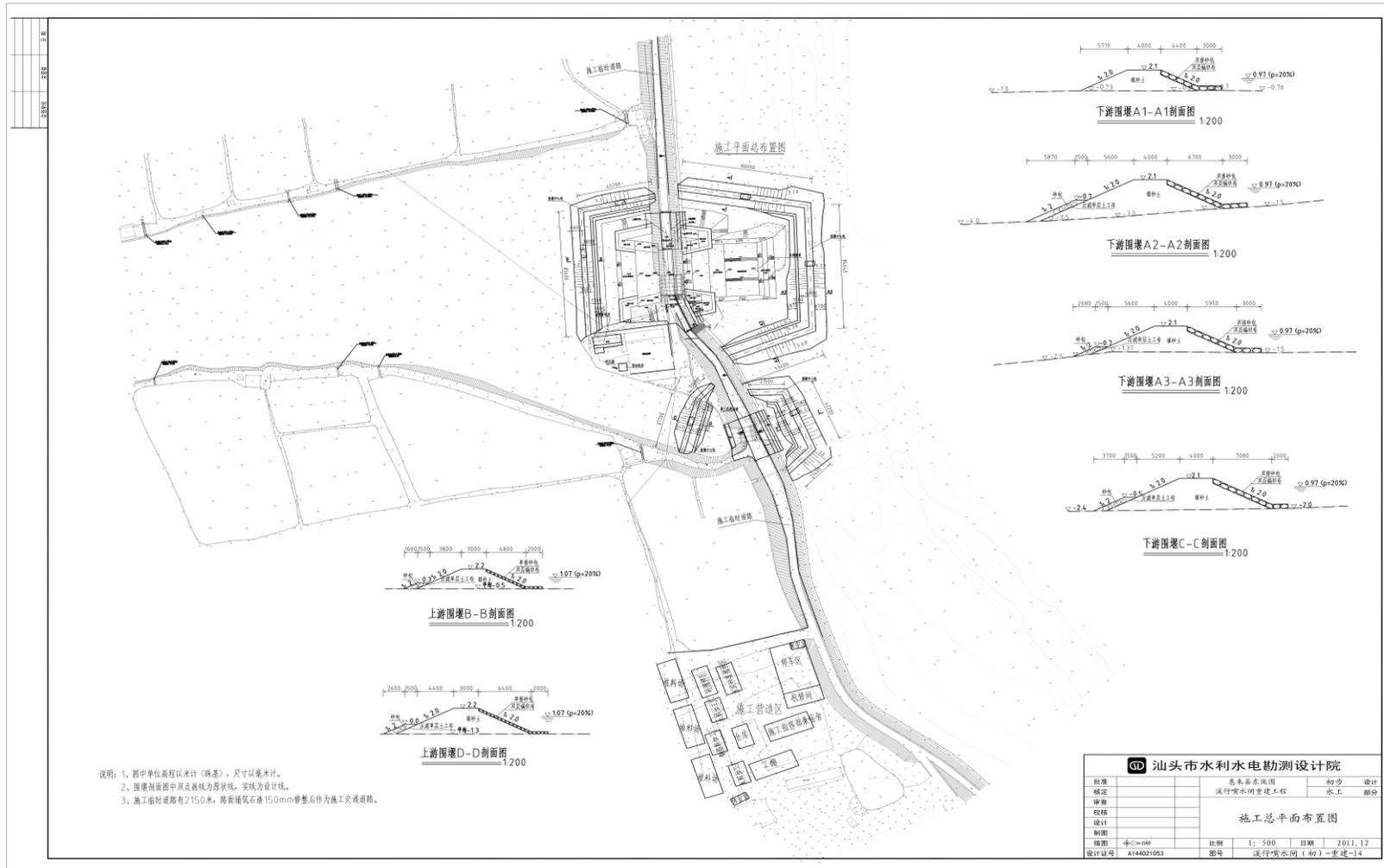


图 4.1-1 项目施工总平面布置图

## 4.2 资源影响分析

### 4.2.1 对岸线及海洋空间资源的影响

本项目用海包括运营期主体工程和施工期临时工程。主体工程拟申请用海面积 0.4920 ha，包括北侧翼墙及防浪墙 0.0244 ha（用海方式为非透水构筑物），南侧翼墙及防浪墙 0.0284 ha（用海方式为非透水构筑物），防冲海漫及防冲槽 0.4038 ha（用海方式为透水构筑物），封堵三孔闸 0.0354 ha（用海方式为非透水构筑物）；施工期临时工程拟申请用海面积 1.2261 ha（用海方式为非透水构筑物，其中 0.4920 ha 位于主体工程内），为施工围堰及其围合部分。其中，项目主体工程为长期性水工建筑物，将长期占用部分海域空间资源，此部分占用的海域空间资源具有排他性。项目施工围堰也会占用部分海域空间资源，对区域内的底栖生物和潮间带生物造成损失，而施工围堰会随着施工的结束而拆除，不会对海洋空间资源造成长时间的占用。

本项目施工期拟占用广东省政府 2022 年批复大陆人工岸线 206.7 m，运营期占用大陆人工岸线 112.9 m，不涉及自然岸线及生态恢复岸线，不涉及严格保护岸线，不涉及沙滩，不涉及砂质海岸、盐沼、淤泥质岸滩及其生境。项目建成不会改变所在岸线属性，也不会改变岸线走向，因此，项目建设对海岸线资源的影响很小。

### 4.2.2 对海洋生物资源的影响

本项目主体工程与施工期临时围堰会占用海域空间，对潮间带和底栖生物的影响是最大的，占用海域范围内大部分潮间带和底栖生物将被掩埋、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。同时施工过程产生的悬浮物扩散会对海洋生物造成损失。下面将参照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（以下简称《规程》），对本项目建设造成的海洋生物资源损耗进行分析。

#### 1、底栖生物和潮间带生物损失量

依据《规程》的要求，底栖生物和潮间带生物损失量评估按以下公式进行计算：

$$W_i = D_i \times S_i \text{ 式中:}$$

$W_i$ ——第  $i$  种生物资源受损量。单位为尾/kg 或个/kg，此处指潮间带和底栖生物受损量；

$D_i$ ——评估区域内第  $i$  种生物资源密度。单位为尾(个)/ $\text{km}^2$ 、尾(个)/ $\text{km}^3$ 、 $\text{kg}/\text{km}^2$ ，此处指潮间带和底栖生物资源密度；

$S_i$ ——第  $i$  种生物占用的渔业水域面积或体积。单位为  $\text{km}^2$  或  $\text{km}^3$ ，此处指项目占用海域面积 ( $\text{km}^2$ )。

本项目主体工程与施工期临时围堰施工均将对潮间带和底栖生物造成一定的影响。根据项目设计资料以及所处海域水深，本项目主体工程与施工期临时围堰总面积约 1.2661 ha，其中潮间带生境主要在近岸侧，面积约 0.562 ha，底栖生境面积约 1.066 ha。根据第 3 章海洋生物调查结果，选取距离本项目最近站位的潮间带和底栖生物资源密度计算项目建设造成的生物损失量，潮间带生物资源密度为  $85.702 \text{ g}/\text{m}^2$ ，平均底栖生物资源密度为  $18.235 \text{ g}/\text{m}^2$ 。

则计算得：

$$0.562 \times 10^4 \text{ m}^2 \times 85.702 \times 10^{-6} \text{ t}/\text{m}^2 = 0.48 \text{ t}$$

底栖生物损失量为：

$$1.066 \times 10^4 \text{ m}^2 \times 18.235 \times 10^{-6} \text{ t}/\text{m}^2 = 0.19 \text{ t}$$

因此，本项目建设造成潮间带生物损失量为 0.48 t，造成底栖生物损失量为 0.19 t。

## 2、渔业资源损失量

本项目临时围堰施工与拆除产生的悬浮泥沙将对渔业资源产生显著影响。依据《规程》规定，悬沙扩散范围内海洋生物将遭受持续性损害。具体损害量可通过以下公式进行计算：

$$M_i = W_i \times T$$

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

式中：

$M_i$ ——第  $i$  种类生物资源累计损害量，单位为尾或个或千克 (kg)；

$W_i$ ——第  $i$  种类生物资源一次性平均损失量，单位为尾或个或千克 (kg)；

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

$D_{ij}$ ——某一污染物第  $j$  类浓度增量区第  $i$  种类生物资源密度，单位为尾/平方千米或个/平方千米或千克/平方千米 (kg/km<sup>2</sup>)；

$S_j$ ——某一污染物第  $j$  类浓度增量区面积，单位为平方千米 (km<sup>2</sup>)；

$K_{ij}$ ——某一污染物第  $j$  类浓度增量区第  $i$  种类生物资源损失率，单位为百分之 (%)；

$n$ ——某一污染物浓度增量分区总数。

根据水质预测结果（见 4.3.3 节），项目围堰施工产生的悬沙扩散浓度大于 10 mg/L 包络面积为 28.12 ha；大于 20 mg/L 包络面积为 25.35 ha；大于 50 mg/L 包络面积为 20.68 ha；大于 100 mg/L 包络面积为 15.20 ha。项目围堰拆除产生的悬沙扩散浓度大于 10 mg/L 包络面积为 30.56 ha；大于 20 mg/L 包络面积为 26.46 ha；大于 50 mg/L 包络面积为 22.55 ha；大于 100 mg/L 包络面积为 16.78 ha。参照《规程》中的“污染物对各类生物损失率”，本项目临时围堰施工及拆除过程中各区的悬沙浓度增量超标倍数、超标面积和在各区内各类生物损失率分别如表 4.2-1 和表 4.2-2 所示，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 4.2-1 本项目临时围堰施工产生的悬沙浓度增量对各类生物损失率

分区	悬沙浓度增量区间	面积 (ha)	悬沙浓度的超标倍数 (B)	各类生物损失率 (%)	
				鱼卵和仔稚鱼	成体
I区	10~20mg/L	4.10	$B \leq 1$ 倍	5	0.5
II区	20~50mg/L	3.91	$1 < B \leq 4$ 倍	17.5	5
III区	50~100mg/L	5.77	$4 < B \leq 9$ 倍	40	15
IV区	$\geq 100$ mg/L	16.78	$B > 9$ 倍	75	40

表 4.2-2 本项目临时围堰拆除产生的悬沙浓度增量对各类生物损失率

分区	悬沙浓度增量区间	面积 (ha)	悬沙浓度的超标倍数 (B)	各类生物损失率 (%)	
				鱼卵和仔稚鱼	成体
I区	10~20mg/L	2.77	$B \leq 1$ 倍	5	0.5
II区	20~50mg/L	4.67	$1 < B \leq 4$ 倍	17.5	5
III区	50~100mg/L	5.48	$4 < B \leq 9$ 倍	40	15
IV区	$\geq 100$ mg/L	15.20	$B > 9$ 倍	75	40

根据项目施工进度计划,围堰施工约持续 2 个月,则其污染物浓度增量影响的持续周期数约为 4 (15 天为 1 个周期)。根据项目水深资料,悬浮泥沙扩散范围内的海域平均水深以 2.0 m 计算。根据海洋生态现状调查资料,游泳生物资源密度为 3.53 kg/ha,鱼卵的资源密度为 0.984 粒/m<sup>3</sup>,仔鱼的密度为 0.141 尾/m<sup>3</sup>。

则计算得:

$$\begin{aligned} \text{游泳生物损失量} &= 3.53 \text{ kg/ha} \times 4.10 \text{ ha} \times 0.5 \% \times 4 \\ &\quad + 3.53 \text{ kg/ha} \times 3.91 \text{ ha} \times 5 \% \times 4 \\ &\quad + 3.53 \text{ kg/ha} \times 5.77 \text{ ha} \times 15 \% \times 4 \\ &\quad + 3.53 \text{ kg/ha} \times 16.78 \text{ ha} \times 40 \% \times 4 = 110.0 \text{ kg}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{鱼卵损失量} &= 0.984 \text{ 粒/m}^3 \times 4.10 \times 10^4 \text{ m}^2 \times 2 \text{ m} \times 5 \% \times 4 \\ &\quad + 0.984 \text{ 粒/m}^3 \times 3.91 \times 10^4 \text{ m}^2 \times 2 \text{ m} \times 17.5 \% \times 4 \\ &\quad + 0.984 \text{ 粒/m}^3 \times 5.77 \times 10^4 \text{ m}^2 \times 2 \text{ m} \times 40 \% \times 4 \\ &\quad + 0.984 \text{ 粒/m}^3 \times 16.78 \times 10^4 \text{ m}^2 \times 2 \text{ m} \times 75 \% \times 4 = 124.2 \times 10^4 \text{ 粒}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{仔鱼损失量} &= 0.141 \text{ 尾/m}^3 \times 4.10 \times 10^4 \text{ m}^2 \times 2 \text{ m} \times 5 \% \times 4 \\ &\quad + 0.141 \text{ 尾/m}^3 \times 3.91 \times 10^4 \text{ m}^2 \times 2 \text{ m} \times 17.5 \% \times 4 \\ &\quad + 0.141 \text{ 尾/m}^3 \times 5.77 \times 10^4 \text{ m}^2 \times 2 \text{ m} \times 40 \% \times 4 \\ &\quad + 0.141 \text{ 尾/m}^3 \times 16.78 \times 10^4 \text{ m}^2 \times 2 \text{ m} \times 75 \% \times 4 = 17.8 \times 10^4 \text{ 尾}; \end{aligned}$$

根据项目施工进度计划,围堰拆除约持续 3 个月,则其污染物浓度增量影响的持续周期数约为 6 (15 天为 1 个周期)。

则计算得:

$$\begin{aligned} \text{游泳生物损失量} &= 3.53 \text{ kg/ha} \times 2.77 \text{ ha} \times 0.5 \% \times 6 \\ &\quad + 3.53 \text{ kg/ha} \times 4.67 \text{ ha} \times 5 \% \times 6 \end{aligned}$$

$$+ 3.53 \text{ kg/ha} \times 5.48 \text{ ha} \times 15 \% \times 6$$

$$+ 3.53 \text{ kg/ha} \times 15.20 \text{ ha} \times 40 \% \times 6 = 151.4 \text{ kg};$$

$$\text{鱼卵损矢量} = 0.984 \text{ 粒/m}^3 \times 2.77 \times 10^4 \text{ m}^2 \times 2 \text{ m} \times 5 \% \times 6$$

$$+ 0.984 \text{ 粒/m}^3 \times 4.67 \times 10^4 \text{ m}^2 \times 2 \text{ m} \times 17.5 \% \times 6$$

$$+ 0.984 \text{ 粒/m}^3 \times 5.48 \times 10^4 \text{ m}^2 \times 2 \text{ m} \times 40 \% \times 6$$

$$+ 0.984 \text{ 粒/m}^3 \times 15.20 \times 10^4 \text{ m}^2 \times 2 \text{ m} \times 75 \% \times 6 = 171.8 \times 10^4 \text{ 粒};$$

$$\text{仔鱼损矢量} = 0.141 \text{ 尾/m}^3 \times 2.77 \times 10^4 \text{ m}^2 \times 2 \text{ m} \times 5 \% \times 6$$

$$+ 0.141 \text{ 尾/m}^3 \times 4.67 \times 10^4 \text{ m}^2 \times 2 \text{ m} \times 17.5 \% \times 6$$

$$+ 0.141 \text{ 尾/m}^3 \times 5.48 \times 10^4 \text{ m}^2 \times 2 \text{ m} \times 40 \% \times 6$$

$$+ 0.141 \text{ 尾/m}^3 \times 15.20 \times 10^4 \text{ m}^2 \times 2 \text{ m} \times 75 \% \times 6 = 24.6 \times 10^4 \text{ 尾};$$

因此,本项目临时围堰施工与拆除产生的悬沙浓度增量造成渔业资源的损失量合计为:游泳生物 261.5 kg,鱼卵 296.0 万粒,仔鱼 42.4 万尾。

### 3、海洋生物损失金额估算值

通过以上分析,本项目建设造成的直接生物损失量如下:潮间带生物损失量 0.48 t,底栖生物损失量 0.19 t,游泳生物损失量 261.5 kg,鱼卵损失量 296.0 万粒,仔鱼损失量 42.4 万尾。

根据当地市场价格,底栖生物按照 1.5 万元/t,游泳生物按照 2 万元/t,鱼苗按 1.0 元/尾进行估算。仔鱼折算成商品鱼苗进行计算,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。

各种海洋生物的直接经济损失额见表 4.2-3,本工程海洋生物直接经济损失额为 6.27 万元。

表 4.2-3 本项目海洋生物损失金额估算

影响因素	影响对象	直接损矢量	单价	生长到商品鱼苗成活率	直接经济损失额(万元)
项目主体及施工占用	潮间带生物	0.48 t	1.5 万元/t	/	0.48
	底栖生物	0.19 t			0.19
施工期悬沙扩散影响(>10mg/L)	鱼卵	296.0 万粒	1 元/粒	1%	2.96
	仔稚鱼	42.4 万尾	1 元/尾	5%	2.12
	游泳生物	261.5 kg	20 元/kg	/	0.52
合计	/	/	/	/	6.27

### 4.2.3 对其他海洋资源的影响

根据论证范围内资源分布情况，本项目围堰施工占用了部分滩涂资源。由于项目为临时工程，在施工阶段会对潮间带生境、底栖生境造成破坏，但在施工结束后海底底质环境可逐渐恢复，潮间带生物、底栖生物资源可逐渐恢复。

此外，项目用海对岛礁资源、矿产资源和旅游资源等其他海洋资源基本没有影响。

## 4.3 生态影响分析

### 4.3.1 对水文动力环境的影响

#### 1、二维潮流数学模型

依据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》(HJ 1409—2025)的规定，构建工程海域潮流数值模拟体系，以预测项目实施对海洋水动力场及水质环境的扰动效应。本模型采用基于有限体积法的控制方程离散化技术，对二维潮流运动基本方程组(Navier-Stokes 方程简化形式)进行高精度数值求解，获取流速场、流态分布及潮位动态变化特征。针对潮间带滩地随潮汐周期呈现周期性淹没/裸露现象，引入动态边界追踪机制(Moving Boundary Technique)，通过自适应网格重构算法实现干湿边界实时更新，确保模拟结果的时空连续性和计算精度。该技术框架可为海洋工程环境影响评价提供可靠的水动力预测支撑。

#### (1) 控制方程

连续方程：

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

动量方程：

$$\frac{\partial h\bar{u}}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}^2}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{u}\bar{v}}{\partial y} = f\bar{v}h - gh \frac{\partial \eta}{\partial x} - \frac{gh^2}{2\rho_0} \frac{\partial \rho}{\partial x} - \frac{\tau_{bx}}{\rho_0} + \frac{\partial}{\partial x}(hT_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y}(hT_{xy})，$$

$$\frac{\partial h\bar{v}}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{v}^2}{\partial y} + \frac{\partial h\bar{u}\bar{v}}{\partial x} = f\bar{u}h - gh \frac{\partial \eta}{\partial y} - \frac{gh^2}{2\rho_0} \frac{\partial \rho}{\partial y} - \frac{\tau_{by}}{\rho_0} + \frac{\partial}{\partial x}(hT_{xy}) + \frac{\partial}{\partial y}(hT_{yy})。$$

式中各参数分别为：

$h$ ——水深， $h = d + \eta$ ； $d$ 为给定基面下水深， $\eta$ 为给定基面起算水位；

## (2) 定解条件

初始条件：模拟海域潮流模型初始水位  $\eta_0(x, y) = 0$ ，初始流速  $u_0(x, y) = 0$ ， $v_0(x, y) = 0$ 。

固边界条件：法向流速为 0： $\vec{v} \cdot \vec{n} = 0$ ，式中， $\vec{v}$ 为流速矢量， $\vec{n}$ 为固边界法向矢量。模型闭边界采用了干湿判别的边界处理技术，即当某点水深小于一浅水深时，令该处流速为零，滩地干出。当水深大于该浅水深时，参与计算，潮水漫滩。

开边界条件。潮汐边界： $\eta(x, y, t)|_{\Gamma} = \eta^*(x, y, t)$ ，式中  $\Gamma$  表示外海开边界， $\eta^*$  为已知潮位。模型共设 1 个潮汐开边界，由 MIKE 21 自带的全球潮汐预测模型计算获得，主要考虑了四个半日分潮（ $M_2$ 、 $S_2$ 、 $N_2$  和  $K_2$ ）、四个全日分潮（ $K_1$ 、 $O_1$ 、 $P_1$  和  $Q_1$ ）和两个浅水分潮（ $M_4$  和  $MS_4$ ）。由于 1979 年龙江改道以后，仅有罗洲溪和雷岭河入神泉港，加上上游水库的控制，平时下泄径流很少，因此模型不考虑上游的径流量影响。

## (3) 地形条件

收集工程周边海域的地形数据为模型提供水深，其中模型大范围水深地形数据来自国家海洋科学数据中心以及海图水深数据，工程附近海域采用实测水深数据。

## 2、计算范围及网格划分

潮流数学模型计算范围及水深如图 4.3-1 所示。为了提高计算效率，同时又保证工程海域有足够的分辨率，拟合项目所在水域复杂岸线、岛屿以及其他水工建筑物等边界，计算模式采用非结构三角形网格对计算域进行划分，对工程附近海域局部加密。外海区域空间分辨率较大，开边界处约为 500 m，工程区域空间分辨率约为 5~10 m。模型网格节点数为 41828，单元数为 73113，为了清楚地反映项目建设对其附近海域水动力环境的影响，模拟中将工程附近海域网格进行

局部加密，局部加密的小区域计算网格分布见图 4.3-2。模型计算采用最低理论潮面，模型计算域内的水深由海图水深和实测插值得到，项目附近局部区域水深则由现场测量水深插值得到。模型计算时间为 2023 年 3 月 28 日 0:00~2023 年 4 月 15 日 0:00，求解积分时间步长 0.01s~30s，输出逐时的潮位和流速矢量结果进行模式验证和项目分析。

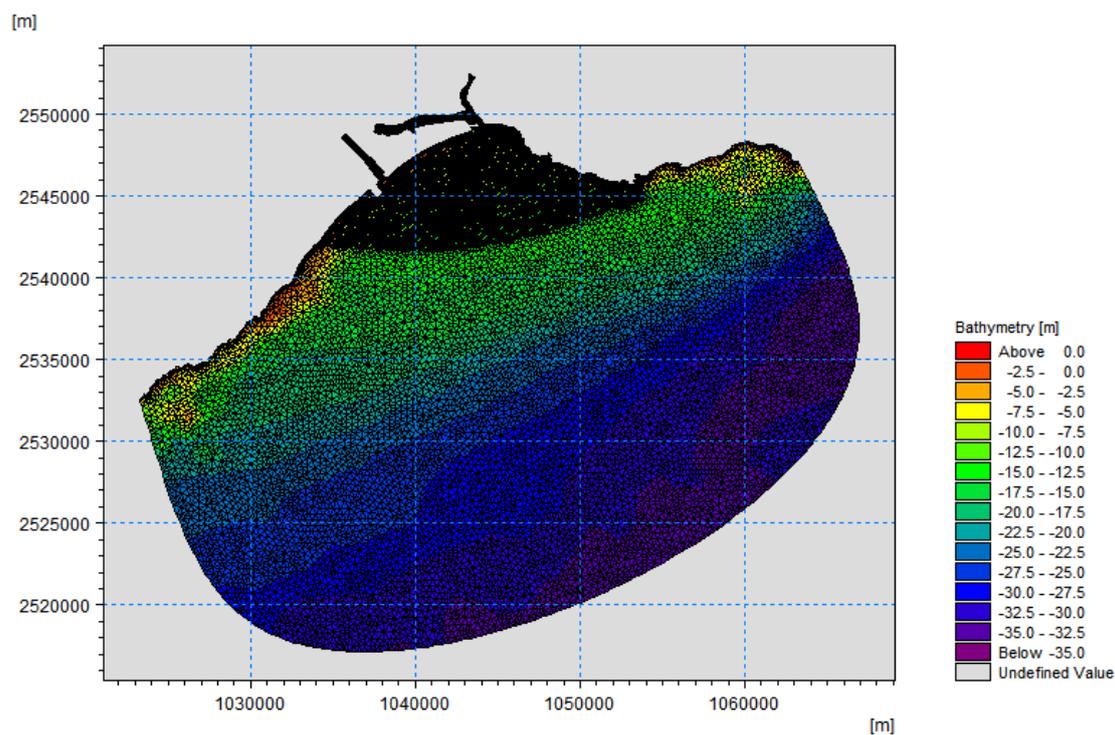


图 4.3-1 模型计算网格及水深

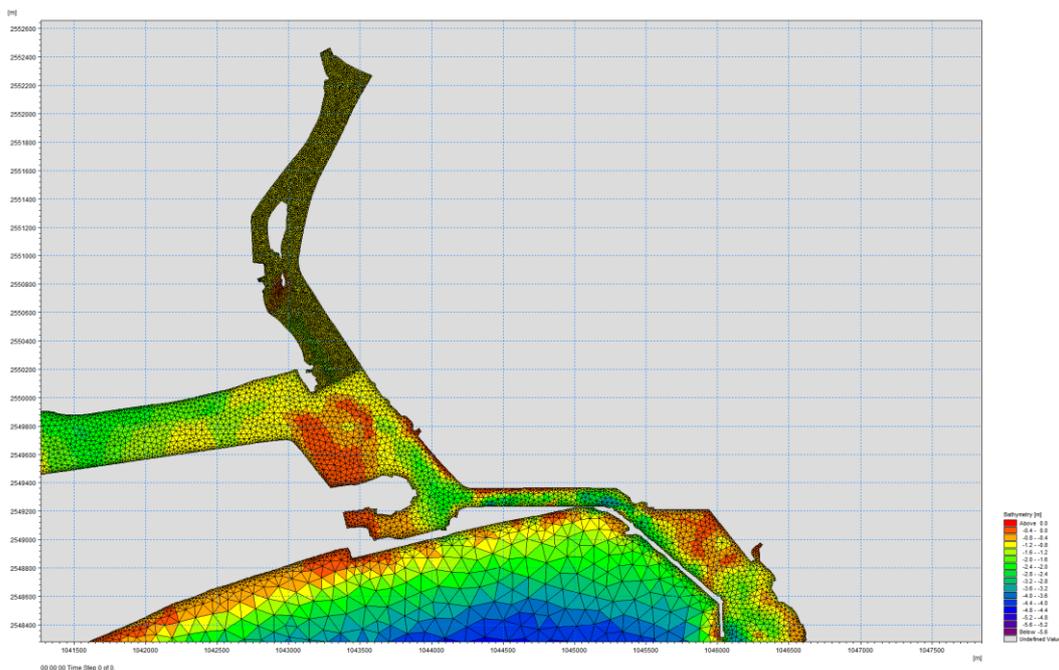


图 4.3-2 模型计算网格及水深（局部放大）

### 3、模拟结果验证

#### (1) 验证资料

模型采用《惠来神泉附近海域海洋水文动力环境调查报告》（中国科学院南海海洋研究所，2023年4月）中的2个潮位观测站位（V1和V4）的潮位资料以及4个水文站位（V1、V2、V3、V4）的实测流速流向资料进行验证，验证点位置。

略

图 4.3-3 项目附近海域水文调查站位图

#### (2) 模型验证

潮位的计算值和实测值基本吻合，潮流流向的计算值和实测值也基本吻合，个别站点计算流向与实测流向的误差稍大（可能由于地形资料和边界条件的偏差引起），总体上所建模型能够反映项目所在海域整体的潮流运动规律和潮流的变化特征，所建立的工程范围海域潮流数学模型合理可信，可作为本项目水动力环境、悬沙扩散、冲淤环境等方面预测计算的基础。

表 4.3-1 潮位模拟值与实测值之间的均方根误差（RMSE）

潮位站	V1	V4
潮位（m）	0.030	0.035

表 4.3-2 潮流潮向模拟值与实测值之间的均方根误差 (RMSE)

潮流站	V1	V2	V3	V4
流速 (cm/s)	1.3	2.0	1.5	1.2
流向 (°)	13.4	19.3	18.4	15.5

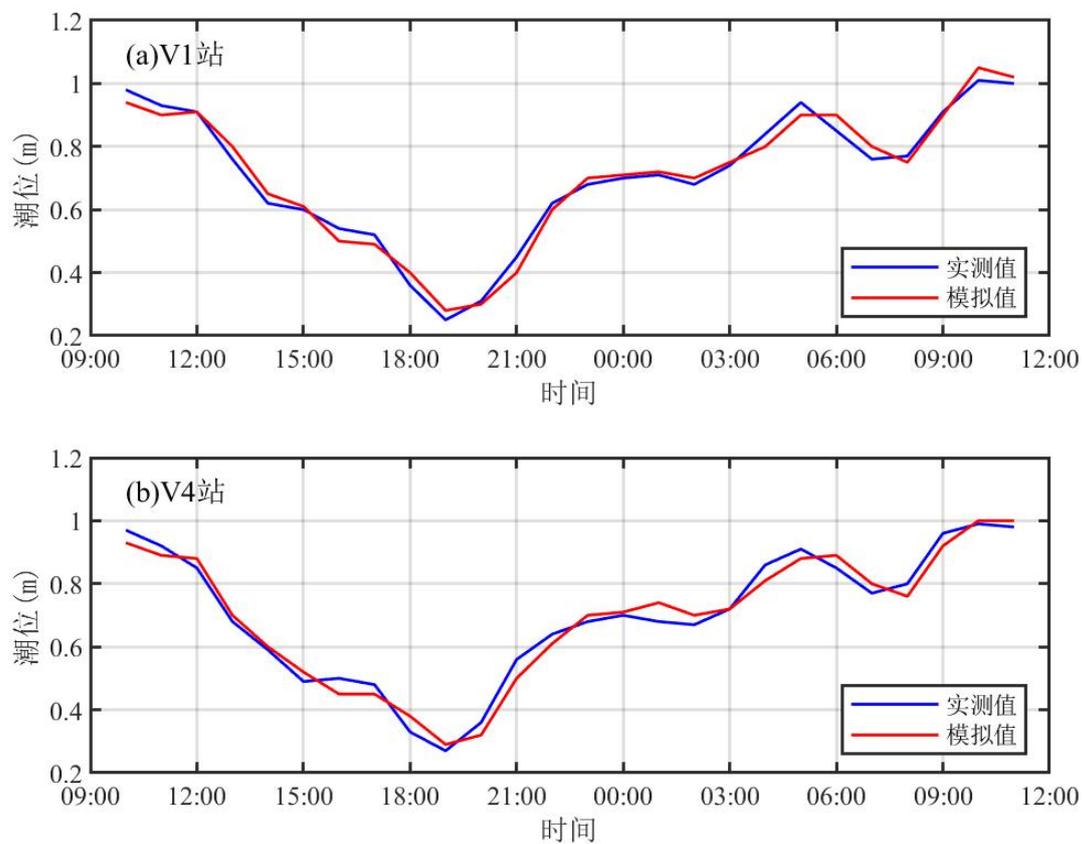


图 4.3-4 潮位验证

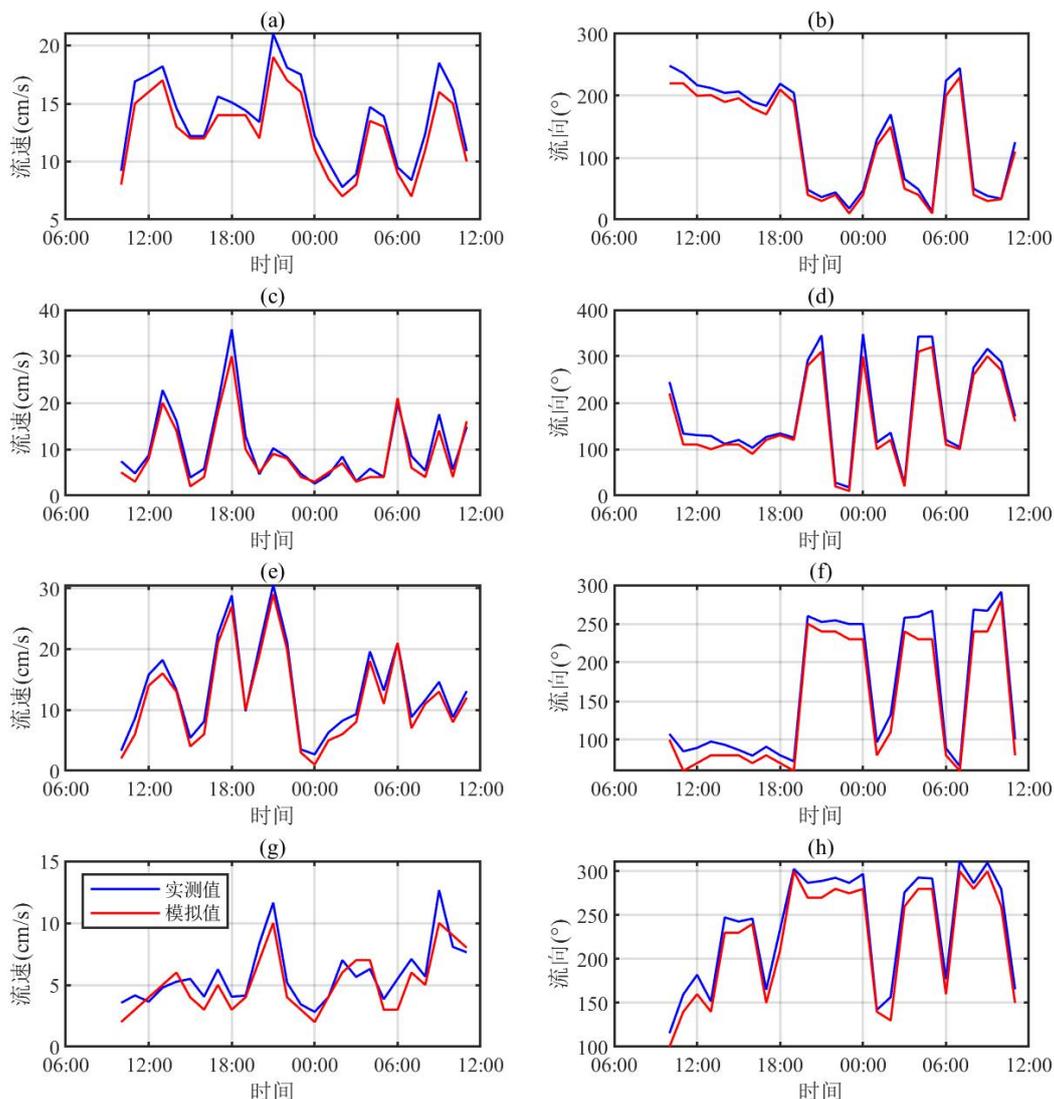


图 4.3-5 潮流验证

#### 4、工程前水动力环境

采用经过验证的潮流数学模型，对工程前大潮期间的潮流场进行分析。图 4.3-6、图 4.3-7 分别为工程前涨急流场图和落急流场图。

模型结果显示，本项目附近海域潮流呈往复流，外海区域涨潮流总体流向由东北向西南，涨急流速为  $0.25\text{ m/s}$  左右。落潮流流向则相反，总体流向由西南向东北，落急流速为  $0.3\text{ m/s}$  左右。而项目工程所在区域潮流流向受地形的因素制约，主要与河道平行，其中河道断面较窄的位置流速较大，断面较宽的位置流速较小，涨急流速和落急流速在  $0.10\sim 0.52\text{ m/s}$  之间。

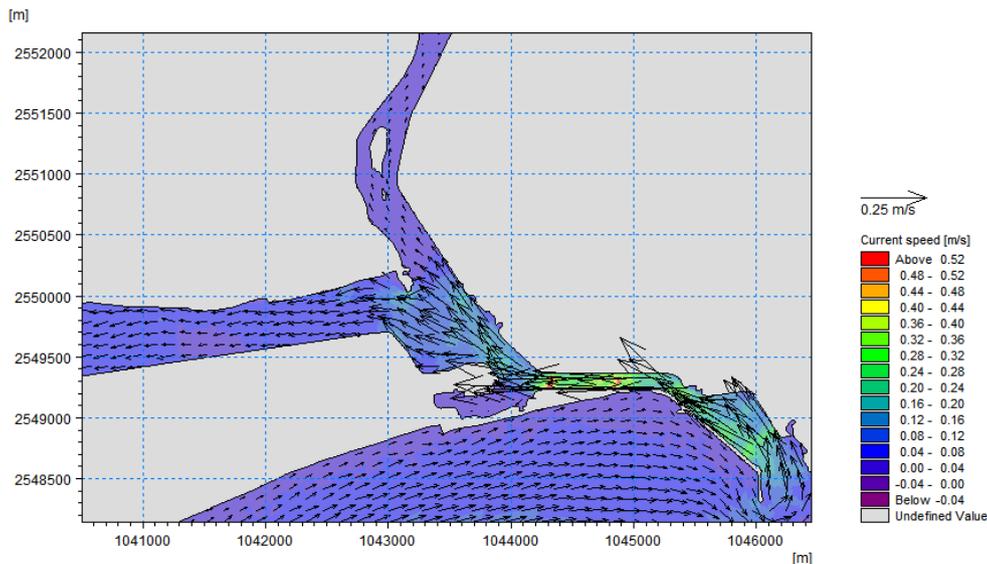


图 4.3-6 工程前涨急流场图

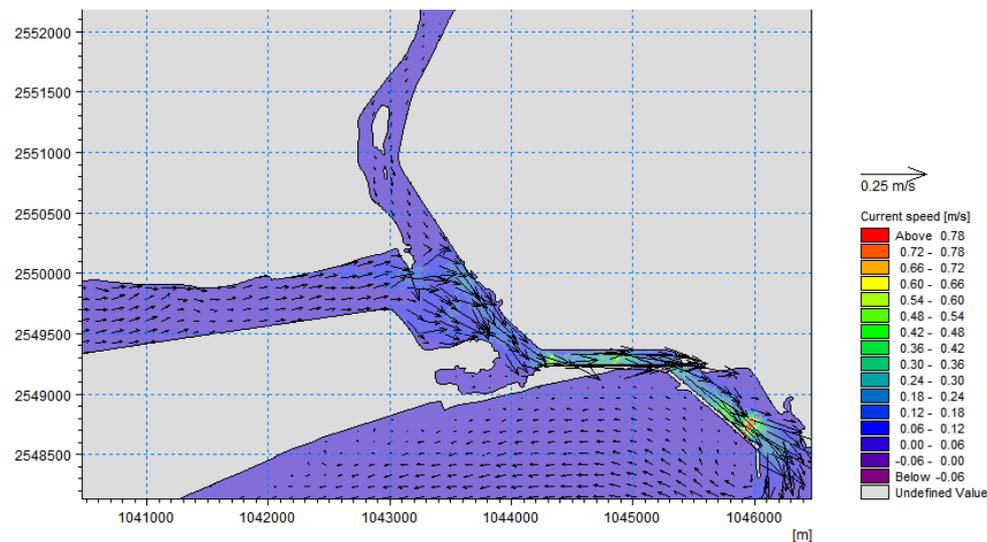


图 4.3-7 工程前落急流场图

### 5、对水动力影响

为了分析项目各用海方案实施后对附近水域潮流动力环境的影响，选取了 19 个代表点进行定量分析（代表点位置见图 4.3-8）。将代表点工程前与施工期大潮的涨急、落急时刻流速流向变化分别列于表 4.3-3~表 4.3-4 中。

涨急时刻，项目附近的流速变化量为-0.48~0.76 cm/s，由于施工围堰建设，流向会发生一定程度的变化，流向变化量为-294.1~355.4°。落急时刻，项目附近的流速变化量为-0.35~0.85cm/s，由于施工围堰建设，流向会发生一定程度的变化，流向变化量为-25.2~20.1°。

略

图 4.3-8 工程后代表点位置图

表 4.3-3 施工期-工程前大潮涨急时刻流速流向变化

代表点	流速 (cm/s)			流向 (°)		
	工程前	施工期	变化值	工程前	施工期	变化值
T1	1.48	1.28	-0.20	18.6	19.4	0.8
T2	1.62	1.54	-0.08	0.6	356.0	355.4
T3	1.30	1.53	0.23	345.8	315.8	-30.0
T4	1.14	1.90	0.76	351.4	246.2	-105.2
T5	1.76	2.04	0.29	315.3	33.5	-281.8
T6	2.12	2.51	0.40	349.1	55.0	-294.1
T7	2.95	2.46	-0.48	319.5	323.8	4.4
T8	1.88	1.68	-0.21	321.2	322.2	1.1
T9	2.23	2.05	-0.18	323.2	323.3	0.1
T10	2.60	2.40	-0.20	331.0	331.5	0.5
T11	2.50	2.35	-0.15	326.6	326.3	-0.4
T12	2.31	2.17	-0.15	327.5	327.8	0.3
T13	2.05	1.93	-0.12	335.6	336.6	1.0
T14	2.27	2.18	-0.09	342.9	344.6	1.7
T15	3.16	3.09	-0.07	344.6	344.4	-0.2
T16	2.33	2.22	-0.11	4.6	4.3	-0.3
T17	1.93	1.90	-0.04	13.9	13.2	-0.7
T18	1.63	1.61	-0.01	10.7	10.2	-0.4
T19	1.42	1.68	0.25	341.2	342.2	1.0

表 4.3-4 施工期-工程前大潮落急时刻流速流向变化

代表点	流速 (cm/s)			流向 (°)		
	工程前	施工期	变化值	工程前	施工期	变化值
T1	1.59	1.54	-0.05	200.5	201.1	0.5
T2	1.68	1.75	0.07	179.0	175.0	-4.0
T3	1.42	1.61	0.19	165.3	140.1	-25.2
T4	1.11	1.96	0.85	154.8	174.9	20.1
T5	1.48	1.99	0.51	175.1	193.4	18.2
T6	1.94	2.62	0.68	179.7	187.4	7.6
T7	3.03	2.68	-0.35	136.9	139.1	2.2
T8	1.75	1.67	-0.07	138.3	139.6	1.2
T9	2.08	2.05	-0.03	143.4	143.9	0.5
T10	2.50	2.48	-0.02	150.3	150.8	0.4
T11	2.43	2.44	0.01	146.2	146.3	0.1
T12	2.21	2.21	0.00	149.0	149.3	0.3
T13	2.01	2.06	0.05	162.4	163.3	1.0
T14	2.46	2.56	0.11	166.8	167.9	1.1
T15	3.58	3.73	0.15	161.0	161.7	0.7
T16	2.18	2.31	0.13	183.5	183.3	-0.2
T17	1.87	2.05	0.17	193.2	192.5	-0.8
T18	1.58	1.76	0.18	190.3	190.2	-0.1
T19	1.33	1.78	0.45	151.2	153.7	2.5

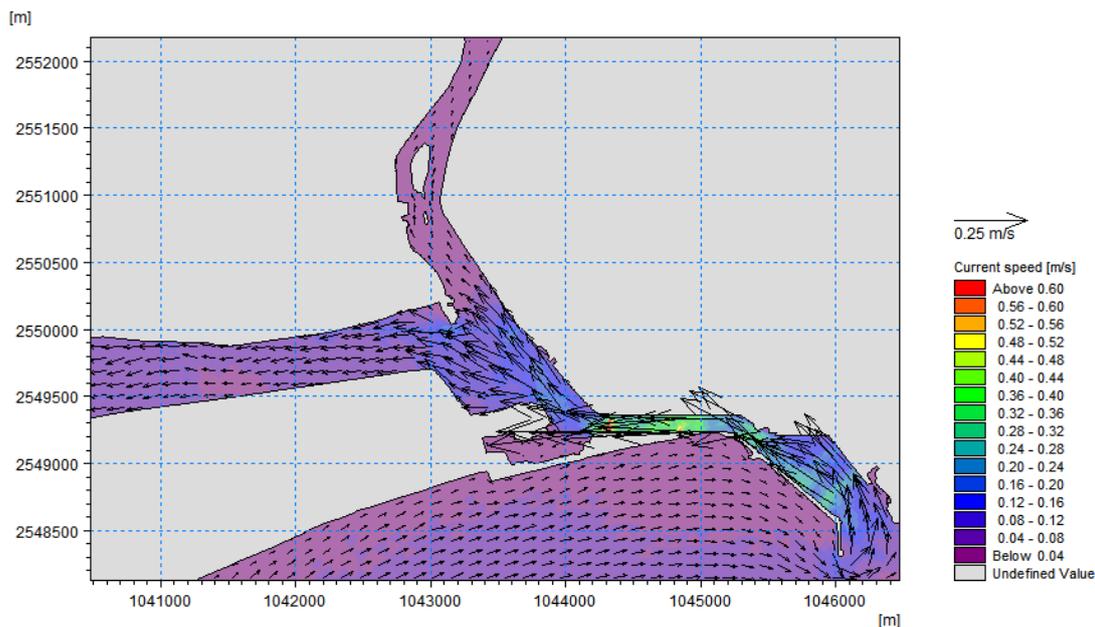


图 4.3-9 施工期涨急流场

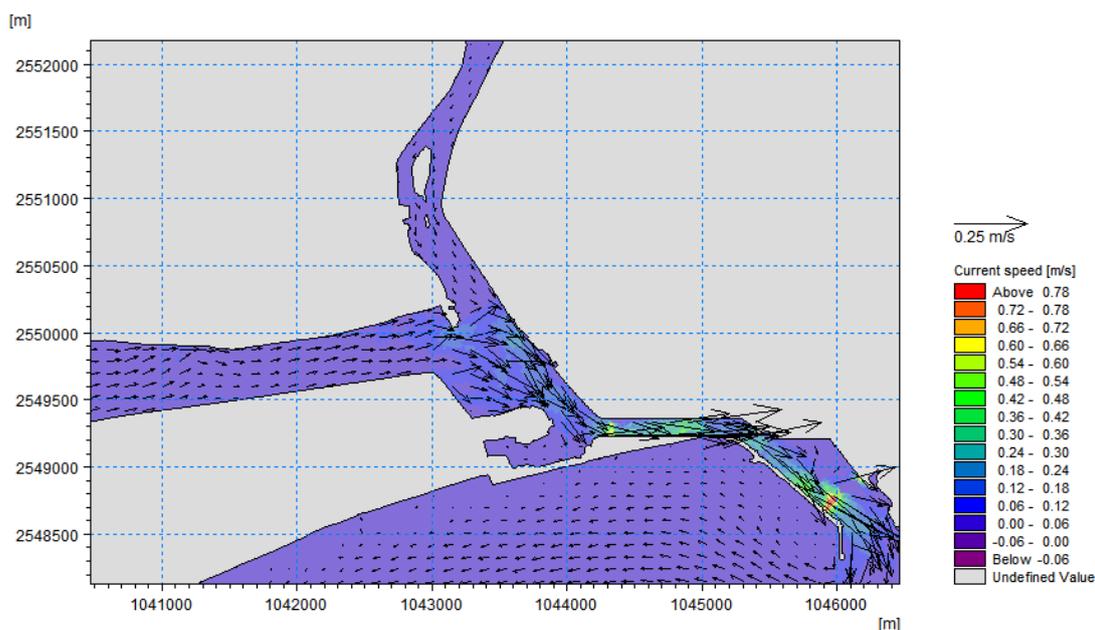


图 4.3-10 施工期落急流场

## 6、对纳潮量的影响

涨潮时水闸挡潮关闭，大潮涨潮断面通量比项目实施前略微减小，减小幅度为-1.69%。落潮时水闸开启，工程后水闸过流能力增强，大潮落潮断面通量比项目实施前略微增强，方增加幅度为 0.21%。

### 4.3.2 对地形地貌与冲淤环境的影响

从模型计算结果分析可知，工程建设对流态的影响主要在工程附近海域，对远处海域流态影响较小。因此可初步认为工程区附近水域有一定的冲淤变化，而工程远区冲淤影响较小。为进一步确定工程实施对周围海域冲淤变化的影响，采用由动力场变化引起的半经验半理论公式进行冲淤估算。

本工程完成后会造成附近海域水动力条件的改变，进而造成不同部位的冲刷和淤积。根据工程区的波浪条件、水深情况和起步工程的平面布置特点，工程实施后导致项目附近的淤积应主要是悬沙落淤造成。

由于泥沙问题的复杂性，本工程实施后淤积预报是主管和设计部门非常关注的问题。预报的准确程度将主要取决于两点，一是研究单位对工程海区水文泥沙资料的占有量和对同类型项目泥沙淤积掌握的广度和经验；二是淤积量预报公式的正确选取及其计算参数的正确确定。

采用曹祖德等人研究的计算模式进行冲淤估算。该模式利用二维潮流数值计算模型得到工程前后流场分布变化，再应用淤积预报模型公式，计算得到各计算区域第一年的淤积强度。模型计算公式如下：

$$P = \frac{\alpha \omega S t}{\gamma_c} \left( 1 - \left( \frac{V_2}{V_1} \right)^2 \left( \frac{H_1}{H_2} \right) \right)$$

式中： $p$ ——年平均淤积强度（m）；

$a$ ——沉降几率，取 0.67；

$\omega$ ——泥沙沉降速度（cm/s），根据有关试验泥沙沉速的取值范围为 0.035~0.050 mm/s，取 0.05 mm/s；

$S^*$ ——为水体平均悬沙含量，取 0.01 kg/m<sup>3</sup>；

$T$ ——泥沙沉降时间，按一年的总秒数计，即 31536000 s；

$\gamma_d$ ——淤积物的干容重， $\gamma_d = 686 \text{ kg/m}^3$ ；

$V_1, V_2$ ——分别为数值计算工程前、工程后全潮平均流速，单位为 m/s，

$m$ ——根据当地的流速与含沙量的关系近似取作 1。

基于水动力结果计算了工程实施前后附近海域年冲淤变化，由计算结果可知，围堰建成后，雷岭河束窄，流速增大，附近海域的水流挟沙力增加，但是由于工程区附近悬沙浓度相对小，因此，冲刷量不大（-0.13 m/a~0.16 m/a）。实施后由

于两侧附近水流减弱，进而产生淤积，年均最大淤积厚度为 0.10 m/a。

### 4.3.3 对水质环境的影响

本工程施工对水质影响主要考虑围堰建设与拆除过程中所产生的悬浮物扩散影响，施工时，在工程周围会形成高浓度悬沙，其后悬沙随海流输运、扩散和落淤，浓度逐渐减小，范围逐渐增大。施工带来的悬浮泥沙输运扩散对水质环境的影响可采用悬沙扩散方程进行预测。

#### 1、模型介绍

(1) 悬浮物扩散方程：

$$\frac{\partial(hC)}{\partial t} + \frac{\partial(uhC)}{\partial x} + \frac{\partial(vhC)}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} \left( D_x h \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( D_y h \frac{\partial C}{\partial y} \right) + hF_s - kC$$

式中：

$x$ 、 $y$ —空间水平坐标轴；

$u$ 、 $v$ — $x$ 、 $y$  轴向流速；

$t$ —时间变量；

$h$ —水深；

$D_x$ 、 $D_y$ —沿  $x$ 、 $y$  轴向的涡动分散系数；

$c$ —沿水深平均的人为升高物质浓度；

$F_s$ —污染物源项， $F_s = \sigma / (A \cdot h)$ ， $\sigma$  为悬沙源强 (g/s)， $A$  为源强所在计算节点的控制面积；

$k = \alpha \omega$ ， $\alpha$ —泥沙沉降机率。

$\omega$ —为沉速。

(2) 浓度场定解条件

边界条件。数学模型通常使用开边界（水边）和闭边界（岸边）两种边界条件。对于开边界，流入计算域时：

$$h \left( \frac{\partial c}{\partial t} + u \frac{\partial c}{\partial x} + v \frac{\partial c}{\partial y} \right) = 0$$

考虑到模型的范围足够大，取流入计算域的浓度值为零。

初始条件:

$$C(x, y, 0) = C_0$$

式中  $C_0$  为计算初始时刻水域中各点的浓度值，取为零值。

### (3) 计算参数

①糙率。同水动力模型预测中糙率取值。

②模型计算时间步长。模型采用的时间步长  $\Delta t = 30s$ 。

③涡动分散系数。沿水流方向  $D_x$  和垂直水流方向  $D_y$  的水流涡动分散系数分别采用以下公式拟定:

$$D_x = 5.93\sqrt{g|u|h/c}, \quad D_y = 5.93\sqrt{g|v|h/c}$$

④泥沙沉降速度。根据文献（刘家驹，淤泥质、粉沙质及沙质海岸航道回淤统一计算方法，2012年），对于粒径小于 0.03mm 的淤泥质泥沙在海水条件下均以絮凝沉速 0.0004~0.0005m/s 沉降，其当量粒径取 0.03mm，而对于粒径大于 0.03mm 的粉砂质或砂质泥沙，沉速则需用其单颗粒泥沙沉速。因此， $\omega$  计算公式采用下式:

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

式中： $\rho_s$  为泥沙颗粒密度，取 2650kg/m<sup>3</sup>； $\rho$  为海水密度，取 1000kg/m<sup>3</sup>； $g$  为重力加速度，取 9.81m/s<sup>2</sup>； $d$  为泥沙粒径（m），取悬沙中值粒径； $\nu$  为海水粘滞系数，取 0.0001m<sup>2</sup>/s。

工程所在海域的表层沉积物类型为粘土质粉砂，中值粒径  $\phi$  值在 7~8 之间，本次计算取施工悬沙中值粒径为 0.008 mm。本工程附近表层沉积物主要为小于 0.03mm 的淤泥质泥沙，因此，沉降速度取值为 0.0005m/s。

### ⑤泥沙沉降机率

泥沙沉降机率  $\alpha$  取值根据潮汐水流中的悬沙运动及冲淤计算（窦国仁，1963）文献中推荐公式:

$$\alpha = 0.5 + \Phi\left(\frac{\omega}{\sigma}\right)$$

其中函数  $\Phi\left(\frac{\omega}{\sigma}\right)$  根据机率积分, 可查表得到;  $\omega$  为泥沙沉速,  $\sigma$  为脉动流速

均方根,  $\sigma = 1.25 \frac{u\sqrt{g}}{C}$ ,  $C$  为谢才系数,  $g$  为重力加速度,  $u$  为断面平均流速。

## 2、源强分析

### (1) 工况一：围堰建设

围堰膜袋施工产生的悬浮物包括两部分, 一部分为围堰膜袋自身携带的泥土进入水体形成的悬浮物, 一部分为围堰膜袋抛至水底时扰动底床产生的悬浮物。根据项目初步设计方案, 围堰土方量为  $3500 \text{ m}^3$ 。其中袋膜砂、粘性土、砂土中大约在 20% 的淤泥, 在灌浆过程中流失率按 2% 计, 则袋膜砂、粘性土、砂土可形成的悬浮泥沙为  $14 \text{ m}^3$ , 可形成的悬浮泥沙总量  $17598 \text{ kg}$ 。以每天施工 8 个小时计, 围堰实际施工时间约为 30 天, 悬浮泥沙干容重根据所在海域沉积物粒径计算为  $1257 \text{ kg/m}^3$ , 则抛石工序产生的悬浮物源强约为  $0.020 \text{ kg/s}$ 。

### (2) 工况二：围堰拆除

围堰拆除开挖采用  $2 \text{ m}^3$  反铲挖掘进行开挖, 开挖作业效率  $T$  约  $50 \text{ m}^3/\text{h}$ 。悬浮泥沙的发生量按《港口建设项目环境影响评价规范》中提出的公式进行估算:

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

式中:

$Q$ ——疏浚作业悬浮物发生量  $\text{t/h}$ ;

$R$ ——发生系数  $W_0$  时的悬浮泥沙粒径累计百分比(%), 宜现场实测法确定, 无实测资料时可取 89.2%;

$R_0$ ——现场流速悬浮泥沙临界粒子累计百分比(%), 宜现场实测法确定, 无实测资料时可取 80.2%;

$T$ ——挖泥船工作效率 ( $\text{m}^3/\text{h}$ );

$W_0$ ——悬浮泥沙发生系数 ( $\text{t/m}^3$ ), 宜现场实测法确定, 无实测资料时可取  $38.0 \times 10^{-3} \text{ t/m}^3$ ;

经计算, 由膜袋砂围堰拆除引起的源强为  $0.611 \text{ kg/s}$ 。

### 3、模拟结果

在施工过程中，所引起的悬浮泥沙在潮流的作用下向外海扩散，造成水体混浊水质下降，对海洋生物产生影响，主要污染物为 SS。分别模拟各工况完整的全潮周期施工所产生的悬沙输运和扩散，输出每小时的浓度场，分别统计工程施工过程中悬沙增量大于 10mg/L、20mg/L、50mg/L、100mg/L 的包络线面积（即模拟期间内各网格点构成的最高浓度值），项目施工悬沙最大浓度影响统计可见表 4.3-5。悬沙增量包络线浓度场见图 4.3-11~图 4.3-12。

表 4.3-5 施工产生悬沙浓度增量包络面积

工况	包络面积 (ha)				最远扩散距离
	>10 mg/L	>20mg/L	>50 mg/L	>100 mg/L	
工况一（围堰建设）	28.12	25.35	20.68	15.20	1.17 km (南向)
工况二（围堰拆除）	30.56	26.46	22.55	16.78	1.30 km (南向)

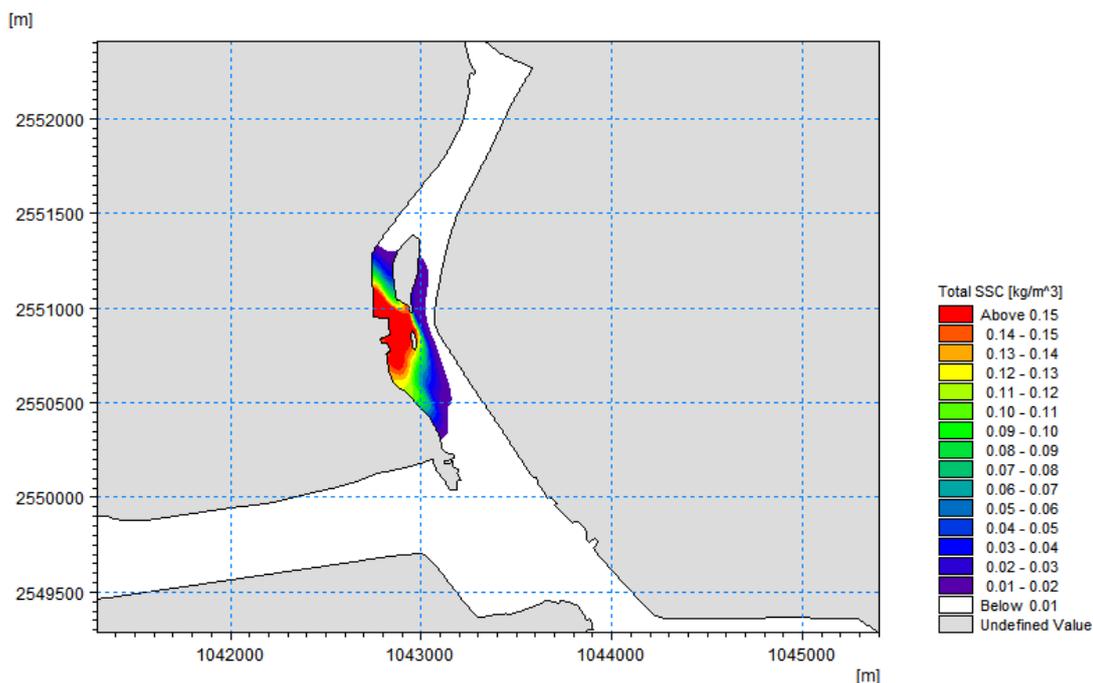


图 4.3-11 工况一（围堰建设）悬沙增量扩散包络线图

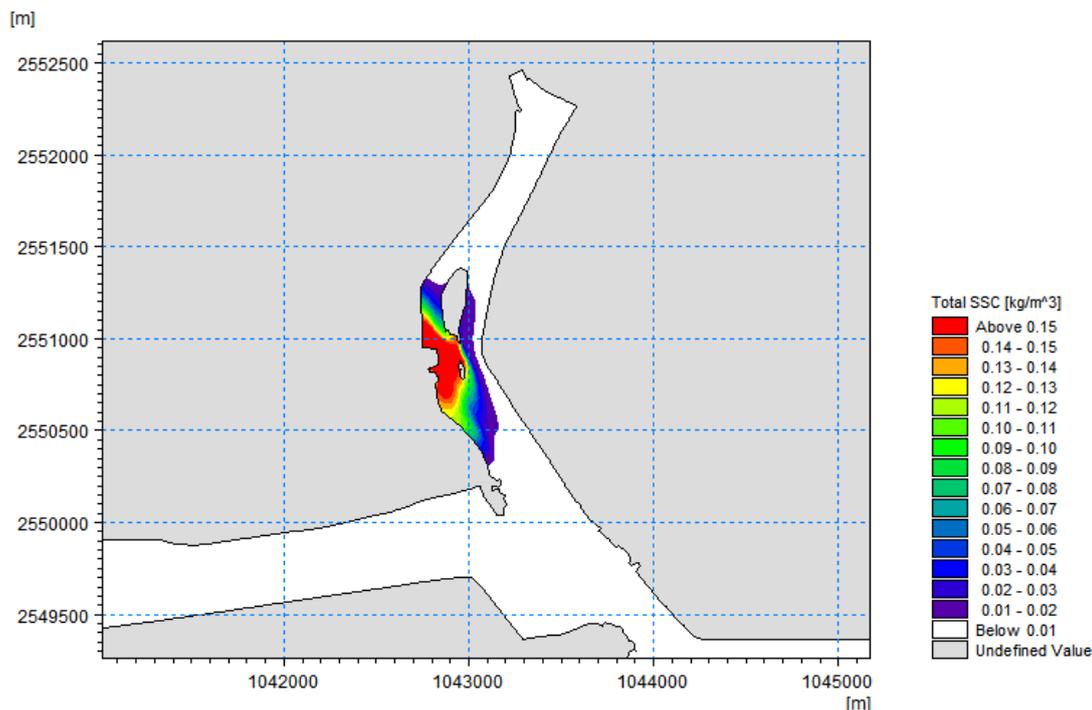


图 4.3-12 工况二（围堰拆除）悬沙增量扩散包络线图

计算结果显示，施工引起的悬沙扩散范围主要在工程区附近输移扩散。

工况一：围堰施工悬沙扩散浓度大于 10 mg/L 包络面积为 28.12 ha；大于 20 mg/L 包络面积为 25.35 ha；大于 50 mg/L 包络面积为 20.68 ha；大于 100 mg/L 包络面积为 15.20 ha。

工况二：围堰拆除悬沙扩散浓度大于 10 mg/L 包络面积为 30.56 ha；大于 20 mg/L 包络面积为 26.46 ha；大于 50 mg/L 包络面积为 22.55 ha；大于 100 mg/L 包络面积为 16.78 ha。

#### 4.3.4 对沉积物环境的影响

本项目对沉积物环境的影响主要表现在施工期，营运期对沉积物环境基本没有影响。施工期因围堰施工拆除等扰动淤泥，导致施工海域海水中悬浮物浓度增加。

根据悬沙预测结果，项目施工时悬沙扩散浓度大于 10 mg/L 包络面积为 30.56 ha；大于 20 mg/L 包络面积为 26.46 ha；大于 50 mg/L 包络面积为 22.55 ha；大于 100 mg/L 包络面积为 16.78 ha。施工产生的沉积物来源于本海域，不会对本海域沉积物的理化性质产生影响。因此，本工程施工过程产生的悬浮物扩散和沉降

后,沉积物的环境质量不会产生较大变化,仍将基本保持现有水平。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。

本项目营运期间不存在污染源。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。

综上,项目建设对附近海域沉积物环境的影响较小。

#### 4.3.5 对海洋生物的影响

##### 1、对潮间带和底栖生物的影响

本项目的工程建设对潮间带和底栖生物的最主要影响是围堰施工时将改变海域的自然属性,破坏了潮间带和底栖生物的栖息环境,导致施工区周边一定范围内的潮间带和底栖生物被掩埋或者死亡。其中项目主体工程占用的海域面积属于不可恢复的破坏,将长期占用该海域潮间带和底栖生物的生存空间,导致该区域范围内潮间带和底栖生物的永久损失。而施工围堰及施工临时道路会在施工期结束后进行拆除,不再占用海域面积,随着新的底栖生物的植入而产生新的栖息环境。

工程建设除了直接对潮间带和底栖生物的栖息环境造成破坏之外,还会产生悬浮泥沙在施工区附近海域扩散,造成水体悬浮物浓度增加,使得海水透明度降低,导致潮间带和底栖生物正常的生理过程受到影响,但这种影响是短暂的,施工结束后受悬沙影响的潮间带和底栖生物可以逐渐恢复到正常水平。

##### 2、对浮游生物的影响

###### (1) 对浮游植物的影响

本项目的工程建设对浮游植物的最主要影响是水体中增加的悬浮物质影响了水体的透光性,进而对浮游植物的光合作用产生不利的影晌,导致局部水域内浮游植物生物量降低和初级生产力水平降低。一般而言,悬浮物的浓度增加在10mg/L 以下时,水体中的浮游植物不会受到影响;当悬浮物浓度增加量在

10mg/L~50mg/L 时,浮游植物将会受到轻微的影响;而当悬浮物浓度增加 50mg/L 以上时,浮游植物会受到较大的影响,特别是中心区域,悬浮物含量极高,海水透光性极差,浮游植物基本上无法生存。

根据悬沙预测结果,项目施工时悬沙扩散浓度大于 10 mg/L 包络面积为 30.56 ha; 大于 20 mg/L 包络面积为 26.46 ha; 大于 50 mg/L 包络面积为 22.55 ha; 大于 100 mg/L 包络面积为 16.78 ha。但这种影响只是暂时和局部的,将随着施工结束而消失。

### (2) 对浮游动物的影响

施工导致水体中悬浮物质的增加同样对浮游动物有一定影响。一方面,悬浮颗粒物的浓度增加导致以滤食性为主的浮游动物容易摄入粒径合适的泥沙,堵塞其食物过滤系统和消化器官,可能使浮游动物因饥饿而死亡。另一方面,悬浮颗粒物的浓度增加导致水体透明度降低,会使某些具有昼夜垂直迁移习性的桡足类动物发生混乱,并干扰其生理功能。具体影响反映在浮游动物的生长率、存活率、摄食率、密度、生产量及群落结构等方面。同样,浮游动物受到的影响也是暂时和局部的。

## 3、对渔业资源的影响

渔业资源主要包括游泳生物(主要为鱼、虾、蟹)和鱼卵仔鱼。

悬浮物增加对部分游泳生物的影响是比较显著的,悬浮物不仅可以粘附在动物身体表面会干扰动物的感觉功能或引起表皮组织的溃烂,还会阻塞鱼类的鳃组织,造成其呼吸困难,严重的可能会引起死亡。

一般而言,鱼类等水生生物都比较容易适应水环境的缓慢变化,但对骤变的环境,它们反应则是敏感的。施工作业引起悬浮物质含量变化,并由此造成水体混浊度的变化,其过程呈跳跃式和脉冲式,这必然引起鱼类等其他游泳生物行动的改变,鱼类将避开这一点源混浊区,产生“驱散效应”,因此施工会影响该区域栖息、生长的一些种类,也会改变其分布和洄游规律。同时,施工产生的混浊水体使某些种类的游动、觅食、躲避致害、抵抗疾病和繁殖的能力下降,降低生物群体的更新能力等。而鱼卵和仔稚鱼由于缺乏一定的运动能力,不能与成鱼一样逃离混浊水域,因而更容易遭受伤害甚至死亡,因此鱼卵和仔稚鱼受工程施工的

影响会比成鱼更大。根据相关资料统计，当悬浮物增量达到 125mg/L 时，这种水体中的鱼卵和仔稚鱼将遭受破坏。

根据施工期悬浮物扩散预测结果，本工程的悬浮物扩散高浓度区基本上局限在施工区附近，不会对大范围的渔业资源造成影响。

此外，施工对渔业的影响还体现在浮游动物与浮游植物食物供应所受到的影响上。浮游植物和浮游动物是海洋生物的初级和次级生产力，施工过程会对浮游植物和浮游动物的生长产生不利影响，严重时甚至会导致死亡。部分鱼类是以浮游植物为食，而且这些种类多为定置性种类，活动能力较弱，工程施工期就会对其生长产生不利影响。因此，从食物链的角度考虑，施工不可避免对鱼类和虾类的存活与生长产生明显的抑制作用，对渔业资源带来一定负面影响。

总体上，本项目施工期对工程附近水生生态环境产生一定的影响，但总体来说影响不大，工程完成后，经过一段时间的调整与恢复，附近水域海洋生物区系会重新形成。

#### 4.3.6 对海洋生态保护红线的影响

根据生态影响分析的预测结果，项目建设对水文动力环境、地形地貌与冲淤环境、水质环境、沉积物环境及海洋生态的影响范围均在周边 200 m 范围内，而海洋生态保护红线神泉芦园湾重要滩涂及浅海水域距离项目位置约 6.0 公里，神泉珍稀濒危物种分布区距离项目位置 7.6 公里，惠来县人工鱼礁重要渔业资源产卵场距离项目位置约 7.2 公里，故无影响。

## 5 海域开发利用协调分析

### 5.1 海域开发利用现状

#### 5.1.1 社会经济概况

2024 年以来，揭阳市深入学习贯彻党的二十大和二十届二中、三中全会精神，认真落实省委“1310”具体部署和黄坤明书记莅揭调研指示要求，积极应对严峻复杂的宏观环境，坚持稳中求进工作总基调，统筹抓好经济社会发展各项工作，扎实推进高质量发展，加快建设产业强市、和美揭阳，经济运行呈现出固本强基、长期向好的积极态势。

根据广东省地区生产总值统一核算结果，2024 年，揭阳市地区生产总值 2529.70 亿元，按不变价格计算，同比增长 3.9%。其中，第一产业增加值 243.79 亿元，同比增长 2.7%；第二产业增加值 980.57 亿元，同比增长 8.1%；第三产业增加值 1305.34 亿元，同比增长 1.2%。

**一、农业生产形势稳定。**2024 年，全市农林牧渔业总产值 386.48 亿元，增长 3.2%。其中：农业产值 230.85 亿元，增长 3.0%；林业产值 44.53 亿元，增长 14.3%；牧业产值 48.02 亿元，下降 8.5%；渔业产值 33.23 亿元，增长 2.7%。重要农产品供给稳定，蔬菜总产量 246.65 万吨，增长 4.5%；园林水果总产量 83.92 万吨，增长 4.3%；水产品产量 15.68 万吨，增长 2.5%。

**二、工业经济发展良好。**2024 年，全市规上工业增加值增长 9.7%。制造业支撑有力。分三大门类看，制造业增加值占规上工业增加值的 88.9%，增长 10.4%；电热水供应业占 11.0%，增长 5.4%；采矿业占 0.1%，下降 36.9%。在现代产业体系中，高技术制造业增加值下降 18.3%；先进制造业增加值增长 24.2%。重工业保持快增，重工业增加值增长 24.4%；轻工业增加值下降 24.8%。

**三、消费市场稳中趋缓。**2024 年，全市实现社会消费品零售总额 1081.59 亿元。从城乡市场看，实现城镇消费品零售额 768.23 亿元；农村消费品零售额 313.36 亿元。从消费类型看，商品零售 1035.01 亿元；餐费收入 46.57 亿元。

**四、投资建设平稳发展。**2024 年，全市固定资产投资总额同比增长 0.9%，

其中项目投资增长 9.3%，房地产开发投资下降 34.9%。分产业看，第一产业投资增长 63%；第二产业投资增长 22.8%；第三产业投资下降 10.8%。基础设施投资增长 5.1%；工业投资增长 23%，其中工业技术改造投资增长 42%，高技术制造业投资增长 85.6%。民间投资活力持续激发，民间投资累计增长 13.2%。

**五、对外贸易保持平稳。**2024 年，全市进出口总额 245 亿元，增长 6.6%。其中，出口 120.5 亿元，下降 8.2%；进口 124.5 亿元，增长 26.5%。

**六、税收收入较快增长。**2024 年，全市地方一般公共预算收入 101.79 亿元，增长 0.7%。其中税收收入 54.62 亿元；增长 24.6%。一般公共预算支出 350.55 亿元，下降 9.5%。基本民生保障有力，民生支出 287.21 亿元，占一般公共预算支出的 81.9%。

**七、金融存贷款双增长。**至 12 月底，全市金融机构本外币存款余额 3430.11 亿元，增长 4.5%，其中，住户存款 2725.1 亿元，增长 7.0%；本外币贷款余额 1652.47 亿元，增长 6.5%。

**八、居民收入持续增长。**2024 年，全市全体居民人均可支配收入 27336 元，同比增长 6.0%。其中，城镇居民人均可支配收入 32898 元，增长 5.1%；农村居民人均可支配收入 21245 元，增长 7.0%。

**九、物价水平总体稳定。**2024 年，全市居民消费价格指数 100.1%，和上月持平。八大类价格呈“六升二降”：衣着类上涨 2.9%，其他用品和服务类上涨 2.6%，生活用品及服务类上涨 1.6%，教育文化和娱乐类上涨 0.5%，医疗保健类上涨 0.5%，居住类上涨 0.1%，食品烟酒类下降 0.2%，交通和通信类下降 2.5%。

### 5.1.2 海域使用现状

根据现场踏勘及资料收集情况，本项目附近的海域使用项目包括东陇海堤、西港海堤、架空缆线、神泉进港航道、惠来县神泉示范性渔港建设项目。

表 5.1-1 海域开发与保护利用现状一览表

序号	开发利用活动	开发利用活动主体	方位和距离
1			
2			
3			
4			

序号	开发利用活动	开发利用活动主体	方位和距离
5			
6			

略

图 5.1-1 海域使用现状

## 1、东陇海堤

本项目与东陇海堤存在部分重叠，需进行破堤施工，对堤身结构存在一定影响。东陇海堤包括位于东陇镇的赤洲水闸至钓石段海堤和位于隆江镇的钓石桥至龙江老河口段海堤，全长 12.42 km，保护人口 13 万人，耕地面积 3.5 万亩。赤洲水闸至钓石段海堤东起赤洲水闸，西至钓石村，全长 9.38 km；钓石桥至龙江老河口段海堤东起钓石桥，西至龙江老河口，堤线长 3.14 km。东陇海堤现场照片见图 5.1-2，东陇海堤各堤段位置分布见图 5.1-3。

略

图 5.1-2 东陇海堤现场照片（左：南望，右：北眺）

略

图 5.1-3 东陇海堤总平面布置图

## 2、西港海堤

本项目与西港海堤无重叠。西港海堤位于神泉镇区西南面，南临南海，包括赤吟水闸～神泉港出海口段海堤和安澜桥～神泉码头段海堤两部分。赤吟水闸～神泉港出海口段海堤西起赤吟水闸（龙江河老河口），东至神泉港出海口，流域集水面积 192.6 平方公里，海堤现状长 13.7 公里，捍卫耕地面积 3.2 万亩，捍卫人口 11 万人。赤吟水闸～神泉港出海口段海堤自上而下可划分为两段，即赤吟水闸至神泉港段、神泉港至外海段。赤吟水闸～神泉港出海口段海堤均位于龙江老河道右岸，赤吟水闸至神泉港段主要保护围内，形成封闭圈，神泉港至外海段则两面临水，堤岸左侧为神泉港（龙江老河道），右侧直面南海。安澜桥～神泉码头段堤围位于龙江老河道和雷岭水的左岸，西港堤围神泉港外海段和东陇海堤的对岸，北起安澜桥，穿过神泉造船厂至神泉码头。西港海堤各堤段位置分布见图 5.1-4，现场照片见图 5.1-5。

略

图 5.1-4 西港海堤总平面布置图

略

图 5.1-5 西港海堤现场照片

### 3、架空缆线

本项目后方存在 10KV 图田线金东洲支线#29 和#28，见图 5.1-6，运营单位为 [REDACTED]。本项目需迁改 10KV 图田线金东洲支线，包括 2 座供电塔。项目前期需加快协调对 10KV 图田线金东洲支线工作，以免制约项目施工进度。根据建设单位说明，下一阶段建设单位将加快办理缆线迁改手续。

略

图 5.1-6 架空缆线现场照片（左：#28，右：#29）

### 4、神泉进港航道

本项目与神泉进港航道无重叠，见图 5.1-7。根据《广东省航道发展规划（2020—2035 年）》，本项目南侧存在神泉进港航道，起止点为神权作业区至外海，里程约 11.7km，现状等级为 500-2000 吨级，发展规划技术等级为 1 万吨级。

略

图 5.1-7 神泉进港航道

### 5、惠来县神泉示范性渔港建设项目

本项目与惠来县神泉示范性渔港建设项目无重叠，见图 5.1-8。惠来县神泉示范性渔港建设项目主要建设防波堤、码头、护岸、港区道路、渔港综合管理中心及相应配套工程，用海类型为渔业用海—渔业基础设施用海，权利人名称为 [REDACTED]。

略

图 5.1-8 神泉渔港现场照片

### 6、现状养殖

本项目与现状围海养殖无重叠，见图 5.1-9。根据广东省养殖用海调查成果，项目南侧存在围海养殖，未办理养殖证，未开展海域使用论证。

略

图 5.1-9 现状养殖现场照片

### 5.1.3 海域权属现状

经过管理部门调访、海域使用动态监管系统查询，本项目附近已确权的涉海项目包括 LPG 码头用海、港池红线范围、惠来县华家海滨度假村、惠来县神泉示范性渔港建设项目、揭阳大南海石化工业区海洋放流管工程、揭阳港大南海东岸公共进港航道工程用海、揭阳港大南海东岸公共码头防波堤工程、揭阳港大南海东岸公共码头防波堤工程(东)、揭阳港惠来沿海港区南海作业区通用码头、液体散货码头及引桥 Y1、港池 Y1、港池 Y2、液体散货码头引桥及综合用房、中委广东石化 2000 万吨/年重油加工工程扩建项目用海、中委广东石化 2000 万吨/年重油加工工程调整用海、中委合资广东石化 2000 万吨/年重油加工工程、中委合资广东石化 2000 万吨/年重油加工工程(产品码头-东拦沙堤)等,详见表 5.1-2。

略

图 5.1-10 论证范围内用海权属项目

#### 1、惠来县神泉示范性渔港建设项目

本项目与惠来县神泉示范性渔港建设项目无重叠。惠来县神泉示范性渔港建设项目主要建设防波堤、码头、护岸、港区道路、渔港综合管理中心及相应配套工程，用海类型为渔业用海—渔业基础设施用海，权利人名称

。

表 5.1-2 论证范围内海域使用权属项目

序号	项目名称	用海类型	用海期限	权利人名称	与本项目距离 (千米)	面积 (公顷)
1	██████████	██	██████	██████████	██	██
2	██████████	██████	██████	██████████	██	████
4	██████████████████	██████	██████	██████████	██	████
5	██████████████████	██████	██████	██████████	██	████
7	██████████████████	██████	██████	██████████	██	████
8	██████████████████	██████	██████	██████████	██	████
9	██████████████████	██████	██████	██████████	██	████
10	██████████████████	██	██████	██████████	██	██
11	██████████████████	██	██████	██████████	██	██
12	██████████████████	██████	██████	██████████	██	████
13	██████████████████	██████	██████	██████████	██	████

序号	项目名称	用海类型	用海期限	权利人名称	与本项目距离 (千米)	面积 (公顷)
14	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
15	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]

## 5.2 项目用海对海域开发活动的影响

根据 5.1 节开发利用现状的分析，本项目所在及周边海域开发利用活动主要为海堤、现状养殖、航道、和惠来县神泉示范性渔港建设项目等。结合项目建设情况，项目用海的影响主要为项目实施对周边海域水文动力、冲淤、水质环境的影响。

### 5.2.1 对邻近海岸防护工程的影响

项目周边海域分布有东陇海堤和西港海堤。项目建设对西港海堤无影响，水闸建成后，水闸重建部分翼墙、防浪墙和主体工程 and 封堵三孔闸部分与东陇海堤接壤，施工期将进行破堤施工，运营期则基本不会对东陇海堤产生影响，同时水闸建成将提升东陇海堤防洪涝灾害能力。

### 5.2.2 对临近渔业用海的影响

项目周边渔业用海有现状养殖和惠来县神泉示范性渔港建设项目。项目施工期间产生的悬沙将对所在及附近水域水质环境产生一定影响，对养殖围塘的取水水质产生影响，从而对养殖活动产生影响。根据数模悬沙扩散结果，施工产生的悬浮泥沙扩散范围较小，但这一影响是暂时的，可逆的，随着施工结束，悬浮物浓度会在数小时内迅速衰减，在施工结束后影响随之消失，不会对海洋环境产生较大的不利影响。项目施工前通过发布通告，告知周边养殖围塘养殖户施工时间，避开该段时间取水，可避免该影响。因此，项目建设基本不对周边养殖户和惠来县神泉示范性渔港建设项目造成影响。

### 5.2.3 对邻近交通运输用海的影响

项目周边海域分布有神泉进港航道，项目实施后会对该航道所在海域水文动力产生一定影响，但项目实施导致的泥沙冲淤变化量不会太大，对神泉港进港航道功能影响较小。但项目建设期间将占用一定的水域，增加航道通航密度，增加船舶碰撞、事故溢油风险。项目建设完成后作为水闸工程运营期不占用航道范围。

因此，项目建设基本不对神泉进港航道造成影响。

#### 5.2.4 对其他海域开发活动的影响

项目实施所需土石方及其他物料以陆运方式运输，项目施工期和运营期无污染物排海，对外侧海域的水质和沉积物环境影响较小。本项目 5 km 外海域还分布有交通运输用海、工业用海、旅游娱乐用海等。本项目建设主要影响邻近海域，对 5 km 外用海活动基本无影响。

### 5.3 利益相关者界定

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

根据建设单位提供的相关资料以及对本项目周围用海现状的调查，分析项目用海对周边开发活动的影响情况，按照利益相关者的界定原则，界定本项目相关利益者为 [REDACTED]。本项目用海范围与东陇海堤存在重叠，需进行破堤施工，对堤身结构造成一定影响，后续应与 [REDACTED] 达成书面协议。

表 5.3-1 相关利益者界定一览表

编号	用海单位	开发利用活动	方位和距离	影响因素	是否为相关利益者	要求
1	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	■	[REDACTED]
2	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	■	[REDACTED]

#### 5.4 需协调部门界定

项目建设的水闸围堰会阻水束流，对防洪纳潮产生一定影响，需要与 [REDACTED] [REDACTED] 协调，因此，界定 [REDACTED] 为需协调部门并取得相关支持性意见。

## 5.5 相关利益协调分析

### 5.5.1 与 [REDACTED] 的协调

本项目用海范围与东陇海堤存在重叠，需进行破堤施工，对堤身结构造成一定影响，后续应与 [REDACTED] 达成书面协议。项目建设的水闸围堰会阻水束流，对防洪纳潮产生一定影响，需要与 [REDACTED] 协调。

### 5.5.2 与 [REDACTED] 的协调

本项目后方存在 10KV 图田线金东洲支线#29 和#28，运营单位为 [REDACTED]，需迁改 10KV 图田线金东洲支线，包括 2 座供电塔。项目前期需加快协调对 10KV 图田线金东洲支线工作，以免制约项目施工进度。根据建设单位说明，下一阶段建设单位将加快办理缆线迁改手续。

表 5.5-1 协调情况一览表

序号	海域开发活动	所属单位	协调方案	协调要求
1	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
2	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]

## 5.6 项目用海与国防安全 and 国家海洋权益的协调性分析

### 5.6.1 对国防安全和军事活动的影响分析

项目建设所在海域及附近海域无国防设施和军事设施，其工程建设、日常运营不会对国防产生不利影响。因此，本项目用海不涉及国防安全问题。

### 5.6.2 对国家海洋权益的影响分析

本项目用海不涉及领海基点和国家秘密，对国家海洋权益无碍。

## 6 国土空间规划符合性分析

### 6.1 项目用海与国土空间规划分区的符合性分析

#### 6.1.1 与《广东省国土空间规划（2021—2035年）》的符合性分析

2024年1月16日，广东省人民政府印发《广东省国土空间规划（2021—2035年）》（下称《规划》），对全省国土空间开发保护作出总体安排。《规划》范围涵盖广东陆域行政管辖范围及省管辖海域范围。规划期限为2021年—2035年，展望至21世纪中叶。《规划》立足海岸线、河口海湾和海岛资源丰富的优势，坚持保护与开发并重，以“六湾区一半岛五岛群”海洋空间格局统筹优化海洋空间布局，实施海域分区管理。坚持生态用海、集约用海，陆海协同划定海洋“两空间内部一红线”。在海洋生态空间内划设海洋生态保护红线，加强海洋生态保护区和生态控制区的保护。

根据《规划》，广东省的总体定位为“中国特色社会主义先行示范区、高质量发展的引领区、美丽中国建设的示范区、开放包容智慧的宜居家园”。《规划》提出“一核两极多支点”的国土空间开发利用格局。

略

图 6.1-1 《广东省国土空间规划（2021—2035年）》国土空间开发利用格局

《规划》在全面提升基础设施建设支撑水平中提出“建设现代化基础设施体系。以提升基础设施承载能力，发挥基础设施对国民经济发展的先导性、基础性、战略性、引领性作用为目标，统筹经济建设与国防安全，统筹推动新型基础设施与传统基础设施建设，协同推进对全局具有重要影响的交通、水利、能源、信息、环保、物流等重大基础设施建设，不断提升基础设施的绿色化、智能化、数字化水平，建成绿色安全的现代化基础设施支撑体系”。本项目为水利基础设施，是一宗以防潮、排涝和防洪相结合，兼有御咸蓄淡等综合利用功能的中型排水闸工程，其与东陇江、海堤围和其他涵闸共同捍卫着东陇洋内人民群众的生命财产安全。

根据海洋空间功能布局，项目位于海洋开发利用空间。本项目施工产生的悬

浮物扩散会对周边海域水质产生一定影响，但这一影响是暂时的，可逆的，随着施工的结束，悬浮物浓度会在数小时内迅速衰减，在施工结束后影响随之消失。本项目位于海洋开发利用空间范围内。拟建工程的建设可解决东陇镇及惠来县防洪（潮）及排涝问题，促进地方经济发展，同时响应惠来县相关规划，合理保障产业用海需求。

略

图 6.1-2 《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》海洋空间功能布局图

本项目位于揭阳市惠来县东陇镇境内，属于《规划》中的海洋开发利用空间。海洋开发利用空间的管控要求为“统筹安排渔业、工矿通信、交通运输、游憩、特殊用海区和海洋预留区，按分区明确空间准入、利用方式、生态保护等方面的管控要求。海洋预留区要保障规划期内国家重大用海需求，严格控制其他开发利用活动。合理布局海洋倾废区，严格海洋倾废监管”。

因此，本项目与《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》是相符的。

#### 6.1.2 与《揭阳市国土空间总体规划（2021—2035 年）》的符合性分析

2023 年 8 月 26 日，广东省人民政府正式批复了《揭阳市国土空间总体规划（2021—2035 年）》（本节内容简称《规划》）。

《规划》提出，揭阳市城市性质为全国性综合交通枢纽城市、粤东地区新型产业强市、潮客底蕴深厚的岭南山海名城。揭阳市要立足国家战略、区域职能和本地实际，主动融入粤港澳国际一流湾区建设，积极推动汕潮揭同城化发展，提升城市综合治理水平，推进产业共建互促，提升基础设施互联互通水平，建设成为连接粤港澳大湾区与海峡西岸经济区的重要引擎。

《规划》要求严守国土空间安全底线。到 2035 年，揭阳市耕地保有量不低于 587.87 平方公里(88.18 万亩)，其中，永久基本农田保护面积不低于 519.15 平方公里(77.87 万亩)；陆域生态保护红线不低于 844.85 平方公里（126.73 万亩）；城镇开发边界面积控制在 477.64 平方公里以内；用水总量不超过上级下达任务，其中 2025 年不超过 13.76 亿立方米；大陆自然岸线保有率不低于国家和省下达任务。

《规划》强调要优化国土空间开发保护格局。要以“三区三线”为基础，整体谋划“一轴三极多点，一带四廊四区”的市域国土空间开发保护格局，以揭普惠发展轴强化中心城区、揭阳滨海新区、普宁中心城区三个区域发展核心，以“一城两园”为主战场建设沿海经济带，打造榕江创新提升走廊、揭西绿色经济走廊、G238 练江整治升级走廊和龙江美丽经济走廊，带动全市融合发展。要落实主体功能区战略，统筹优化农业、生态、城镇等功能空间。推动形成“一主三副多点”的城镇空间结构，引导城镇体系逐步优化。

《规划》强调推进土地高质量开发利用。要以资源环境承载能力为约束，合理控制国土开发强度，坚持节约集约利用土地，高效布局新增建设用地，持续推进多种形式的存量低效用地再开发，引导城镇建设用地混合利用。坚持制造业当家，以揭东经济开发区国家级园区和大南海石化工业区等省级园区为引领，推动各县(市、区)重点工业园区提质增效，支撑绿色石化、现代轻工纺织、生物医药、临港产业等现代化产业集群高质量发展。

《规划》对营造美好人居环境品质、强化城市运行支撑保障、支撑县镇村高质量发展、统筹自然资源保护利用等做出统筹安排。提出要以 15 分钟社区生活圈为基本单元，构建均衡协调的公共服务体系，加强历史文化保护传承，塑造中心城区“三山两水一古城、两轴一带一半岛”的总体景观风貌格局：构建复合高效的空铁港综合交通网络，统筹保障水、电、气等各类市政基础设施，做好城市安全风险防控，提高城市韧性；引导县域差异化资源配置，提升县城综合承载能力，指引镇级国土空间规划发挥资源要素统筹作用，强化乡村建设用地保障，加快推进“百县千镇万村高质量发展工程”实施；加强榕江等重要流域和矿山、海岸带等生态修复，科学推进造林绿化，加快建设“绿美揭阳”，加强矿产资源和海洋资源保护利用，优化矿产资源开采布局，强化陆海统筹。

### 6.1.3 与《惠来县国土空间总体规划（2021—2035 年）》的符合性分析

2023 年 11 月 16 日，广东省人民政府批准《惠来县国土空间总体规划(2021-2035 年)》(本节内容简称《规划》)。

《规划》批复要求，严守国土空间安全底线。到 2035 年，惠来县耕地保有

量不低于 193.26 平方公里(28.99 万亩),其中永久基本农田保护面积不低于 166.53 平方公里(24.98 万亩):陆域生态保护红线不低于 139.25 平方公里:城镇开发边界面积控制在 89.73 平方公里以内。用水总量不超过上级下达任务,其中 2025 年不超过 2.60 亿立方米。落实蓝线、绿线、黄线、紫线、历史文化保护线以及洪涝风险控制线等防灾减灾底线,并纳入国土空间规划“一张图”严格实施空间管控。

《规划》批复强调优化国土空间开发保护格局。基于国家级城市化地区的主体功能定位,统筹优化农业、生态、城镇、海洋等功能空间。以“三区三线”为基础,构建以“一带两轴,一城两园”为结构,以五大功能区为本底的县域国土空间开发保护格局,积极融入沿海经济带发展,依托滨海城镇发展轴、揭普惠发展轴,强化惠来县城、揭阳大南海石化工业区、惠来临港产业园发展带动和核心服务的载体作用,推进揭阳滨海新区、大南山生态屏障区和东部、西部、西南部三个城乡统筹发展区特色化发展。引导城镇体系逐步优化,促进中心城区扩容提质。

《规划》批复要求夯实基础设施保障。做好通用机场、港口、轨道等重大区域交通设施的空间预留管控,完善便捷高效的综合交通网络。统筹保障水、电、气、通信、垃圾处理等各类市政基础设施,确保城市生命线稳定运行。高度重视城市公共安全,做好城市安全风险防控,加强人防、消防设施规划建设和重大危险品管控,增强抵御灾害事故和处置突发事件能力,提高城市安全韧性。

《规划》批复提出提升自然资源保护利用水平。以资源环境承载力为约束,合理控制国土开发强度,全面提升资源节约集约利用水平。坚持保护优先、自然恢复为主,统筹山水林田湖草自然资源保护利用与修复,严格河湖水域空间管控,实施龙江、整江和罗溪河等流域生态修复。科学推进造林绿化工作,加快建设“绿美惠来”。加强矿产资源保护利用,优化矿产资源开发布局。做好海洋资源保护利用,加强海岸带保护利用管控,推动海岛分类保护,实现陆海统筹发展。

根据《规划》,本项目位于海洋发展区中的游憩用海区,见图 6.1-3,不涉及海洋生态保护红线,本项目建设内容为水闸重建,可兼容用海。

略

图 6.1-3 叠加《惠来县国土空间总体规划(2021—2035 年)》海洋功能分区图

## 6.2 对周边海域国土空间规划分区的影响分析

### 6.2.1 所在海域规划分区基本情况

2025年1月23日,广东省自然资源厅公布《广东省海岸带及海洋空间规划(2021—2035年)》(以下简称《规划》),对《广东省国土空间规划(2021-2035年)》在海岸带地区进行细化和补充,统筹安排海岸带及海洋空间保护与开发活动,指导海岸带地区国土空间精细化管理,是一定时期内广东省海岸带及海洋空间开发保护的政策总纲。

项目所在海域为粤东新城游憩用海区,不涉及海洋生态保护红线。

略

图 6.2-1 叠加《广东省海岸带及海洋空间规划(2021—2035年)》海洋功能分区图

### 6.2.2 对海岸线分类保护利用的符合性分析

本项目施工期拟占用广东省政府2022年批复海岸线206.7m,运营期拟占用广东省政府2022年批复海岸线112.9m,占用岸线类型均为人工岸线—构筑物岸线,不涉及自然岸线及生态恢复岸线,不涉及严格保护岸线。根据《规划》,均属于限制开发岸线。限制开发岸线严格控制改变海岸自然形态和影响海岸生态功能的开发利用活动,严控城镇开发、产业发展、基础设施建设等占用岸线,预留未来发展空间。因地制宜,提高岸线利用效率,节约集约利用海岸线。本项目的建设内容为水闸,可提升区域防洪水平,项目平面布置已尽可能减少对岸线的占用,且占用的岸线类型为人工岸线—构筑物岸线,本项目的占用基本不影响原有岸线形态和生态功能。因此,本项目符合海岸线分类保护利用的要求。

略

图 6.2-2 项目占用岸线情况(左:施工期,右:运营期)

### 6.2.3 对周边海域规划分区的影响分析

根据《规划》,项目周边功能区有神泉南部交通运输用海区、神泉南部渔业用海区、粤东新城南部生态控制区和神泉东南部交通运输用海区。项目建设对周边国土空间的海洋水质环境的影响主要为施工期悬浮泥沙,项目施工产生的悬浮泥沙对沉积物环境影响包括两个方面:一是粒度较大的泥沙被扰动悬浮到

上覆水体后，经过较短距离的扩散即沉降，其沉降范围位于工程区附近，这部分泥沙对施工区外的沉积物基本没有影响；二是粒度较小的颗粒物进入水体而影响沉积物，并长时间悬浮于水体中，经过相对较长距离的扩散后再沉降。根据悬浮泥沙扩散预测结果，悬浮物的影响范围主要为工程区附近的海域，说明评价海域悬浮物扩散影响较小，不会对海洋环境构成明显影响。

略

### 6.2.3 围堰建设工况模拟的悬沙增量场叠加周边海洋功能分区

#### 6.2.4 对所在海域管控措施的符合性分析

根据《规划》，项目所在海域为粤东新城游憩用海区。空间准入要求为：允许风景旅游、文体休闲娱乐用海；可兼容海底电缆管道、航运、路桥隧道、海洋保护修复及海岸防护工程用海；在未开发利用前可兼容开放式养殖等增养殖用海；适当保障渔船停泊用海需求。利用方式为：严格限制改变海域自然属性；禁止在沙滩上建设永久性构筑物。保护要求为：维护重要自然景观和人文景观的完整性和原生性，严格控制占用海岸线、沙滩和沿海防护林；因地制宜建设旅游区污水、垃圾处理处置设施，禁止直接排海，必须实现达标排放和科学放置；切实保护严格保护岸线；严格保护岸线所在的潮间带区域，以保护修复目标为主，保障潮间带自然特征不改变、面积不减少、生态功能不降低；保护砂质海岸、盐沼、淤泥质岸滩及其生境。其他要求为重点防范风暴潮和海平面上升灾害风险。

本项目主要建设内容为水闸，涉海部分为透水构筑物和非透水构筑物，根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》，项目用海类型属于“特殊用海”中的“海洋保护修复及海岸防护工程用海”，可兼容使用。本项目主要的非透水构筑物为施工围堰，为临时用海，建设完成后进行拆除，因此基本不改变海域自然属性。本项目施工期拟占用广东省政府 2022 年批复海岸线 206.7 m，运营期拟占用广东省政府 2022 年批复海岸线 112.9 m，占用岸线类型均为人工岸线—构筑物岸线，不涉及严格保护岸线，不涉及沙滩，不涉及砂质海岸、盐沼、淤泥质岸滩及其生境。本项目在外江侧进行施工导流，采用外江土石围堰挡水，施工期结束后围堰会被拆除，因此对行洪纳潮影响不大。

表 6.2-1 与《广东省海岸带及海洋空间规划（2021—2035 年）》的符合性分析

类别	管理要求	符合性分析	是否符合
空间准入	允许风景旅游、文体休闲娱乐用海；可兼容海底电缆管道、航运、路桥隧道、海洋保护修复及海岸防护工程用海；在未开发利用前可兼容开放式养殖等增养殖用海；适当保障渔船停泊用海需求。	本项目主要建设内容为水闸，涉海部分为透水构筑物和非透水构筑物，项目用海类型属于“特殊用海”中的“海洋保护修复及海岸防护工程用海”，可兼容使用。	符合
利用方式	严格限制改变海域自然属性；禁止在沙滩上建设永久性构筑物。	本项目主要的非透水构筑物为施工围堰，为临时用海，建设完成后进行拆除，因此基本不改变海域自然属性。 本项目不涉及沙滩。	符合
保护要求	维护重要自然景观和人文景观的完整性和原生性，严格控制占用海岸线、沙滩和沿海防护林；因地制宜建设旅游区污水、垃圾处理处置设施，禁止直接排海，必须实现达标排放和科学放置；	项目对海洋环境的影响较小。项目占用人工岸线，对岸线影响较小，在采取一定的环保措施后，本项目施工产生的污染物得到妥善处置，项目运营期不涉及垃圾、污水处理。	符合
	切实保护严格保护岸线	本项目不涉及严格保护岸线。	符合
	严格保护岸线所在的潮间带区域，以保护修复目标为主，保障潮间带自然特征不改变，面积不减少，生态功能不降低；	本项目不涉及严格保护岸线。	符合
	保护砂质海岸、盐沼、淤泥质岸滩及其生境	本项目不涉及砂质海岸、盐沼、淤泥质岸滩及其生境。	符合
其他要求	重点防范风暴潮和海平面上升灾害风险	本项目在外江侧进行施工导流，采用外江土石围堰挡水，施工期结束后围堰会被拆除，因此对行洪纳潮影响不大。	符合

## 6.3 项目用海与相关规划的符合性分析

### 6.3.1 与《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》符合性分析

2022 年 4 月《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》经省人民政府同意，

印发实施。

《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》要求，加强海洋生态空间保护。海洋空间坚持保护为主、适度开发，实施海洋“两空间内部一红线”。按照国家的统一部署，探索建立海岸建筑退缩线制度，清理整治非法占用自然岸线、滩涂湿地等行为。推进建设以国家海洋公园为主体、海洋自然保护区为基础、各类海洋自然公园为补充的自然保护地体系，科学划定海洋自然保护地，整合优化以中华白海豚、中国鲎、黄唇鱼等珍稀物种，珊瑚群落、红树林、海草床等典型海洋生态系统为保护对象的自然保护区。加强底线约束和空间管控，严格落实生态保护红线管控。生态保护红线内的自然保护地核心保护区原则上禁止人为活动；其他区域严格禁止开发性、生产性建设活动，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。定期开展海洋自然保护地和海洋生态保护红线的保护成效评估。

本项目的建设符合海洋功能分区的管理要求，不涉及生态保护红线范围，不会对周边的生态保护红线产生不良影响，符合生态保护红线的管控要求。项目建设对附近海域产生的影响主要为施工期产生的悬浮泥沙，但该影响是暂时和局部的，影响程度有限，在施工结束后影响逐渐消失。本项目在施工及运营过程中严格落实环保措施，对生态环境系统的整体影响是可以接受的。

综上，本项目的建设与《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》是相符的。

### 6.3.2 与《广东省水利发展“十四五”规划》符合性分析

《广东省水利发展“十四五”规划》（以下简称《规划》）明确了“十四五”时期广东省水利发展的指导思想、基本原则、发展目标、总体布局，明确主要任务、重点项目和保障措施，并对 2035 年远景目标进行展望，是指导今后水利发展的重要依据。《规划》要求实施防洪能力提升工程，完善防洪体系布局，消除防洪安全隐患。定期开展江河堤防、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，推进大江大河堤防险工险段治理。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，推进大中型病险水闸除险加固，建立健全水库（水闸）常态化除险加固和运行管护机制。落实

病险水利工程安全度汛措施,有效防范汛期水利工程安全事故发生。对年久失修、存在严重安全隐患或严重影响生态安全的水利工程,根据相关规定及时进行降等、报废处理。

本项目属于水利基础设施工程,建设内容为具有挡潮排涝功能的水闸,可保障人民群众生命财产安全、交通及社会经济发展。

综上,本项目的建设符合《广东省水利发展“十四五”规划》的要求。

### 6.3.3 与《揭阳市国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》的符合性分析

《揭阳市国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》(以下简称“《纲要》”)于 2021 年 5 月印发,主要明确“十四五”时期(2021—2025 年)揭阳经济社会发展的指导思想、基本原则、发展目标、重大战略、重大任务,并对 2035 年远景目标进行展望,是全市战略性、纲领性、政策性规划,是政府履行经济调节、市场监管、社会管理、公共服务和生态环境保护职能的重要依据,是未来五年揭阳经济社会发展的宏伟蓝图和行动纲领。

《纲要》指出“完善水利基础设施。以重大水利工程和民生水利建设为着力点,加快实施江河治理、中小河流治理、山洪灾害防治、农村饮水安全巩固提升、河湖水系综合整治等工程,完善大中小河流相结合的水利工程体系,推动水利设施提质升级,构建系统完善、安全可靠的现代水利基础设施网络”。

本项目属于水利基础设施工程,建设内容为具有挡潮排涝功能的水闸,有利于提高东陇镇及惠来县的防洪排涝能力,为揭阳市整体城市建设提供了必备的防洪排涝及河道基础设施建设。

综上,本项目的建设符合《揭阳市国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》的要求。

### 6.3.4 与《揭阳市水利改革发展“十四五”规划》的符合性分析

2021 年 12 月,《揭阳市水利改革发展“十四五”规划》(以下简称《规划》)由揭阳市人民政府正式印发给各县(市、区)人民政府(管委会),市政府各部门、

各直属单位。

根据《规划》，惠来县溪仔嘴水闸重建工程列入揭阳市水利“十四五”防洪提升工程建设规划项目，项目分类为病险水闸除险加固工程，主要建设内容为重建 5 孔水闸，过闸 290 立方米/秒。并提出“加大山洪灾害防治力度，基本建成工程措施与非工程措施相结合的山洪灾害综合防治体系。构筑“上蓄下防、库堤结合、疏挡并举”的防洪减灾体系，把防洪提升工程体系建设工作从控制洪水措施的研究转向洪水管理方面的研究，在努力防御洪水对人类危害的同时，规范人类的活动，给洪水留有出路，建设人与自然和谐的综合防洪减灾体系”

综上，本项目的建设符合《揭阳市水利改革发展“十四五”规划》是相符的。

### 6.3.5 与《揭阳市海洋经济发展“十四五”规划》的符合性分析

2021 年 12 月，《揭阳市海洋经济发展“十四五”规划》（以下简称《规划》）经市人民政府六届 109 次常务会议审议同意，正式印发。《规划》是揭阳市“十四五”重点专项规划之一。有关单位从 2019 年底开始对海洋经济发展重点问题开展系列调研、座谈、研究、论证，制定出台本《规划》，作为“十四五”时期推动全市海洋经济工作迈上新台阶的重要指导性文件。

《规划》提出“实施海堤达标加固、海堤生态化和生态海堤工程，完善防洪防潮和抗旱体系”。严格落实广东省海洋生态红线管控要求，加强对海洋生态红线区监管。严格落实国土空间规划海洋功能分区管控要求，实行岸线分级分类管理，强化海岸带、近海海域和海岛生态系统保护与修复，构建近海海域天然生态保护带。严守生态环境保护底线，积极落实广东省“三线一单”生态环境分区管控要求，高质量完成揭阳市“三线一单”编制”。

本项目的建设不涉及生态保护红线范围，不会对周边的生态保护红线产生不良影响，符合生态保护红线的管控要求。项目建设对附近海域产生的影响主要为施工期产生的悬浮泥沙，但该影响是暂时和局部的，影响程度有限，在施工结束后影响逐渐消失。本项目在施工及运营过程中严格落实环保措施，对生态环境系统的整体影响是可以接受的。

综上，本项目的建设符合《揭阳市海洋经济发展“十四五”规划》是相符的。

### 6.3.6 与相关产业政策符合性分析

根据《产业结构调整指导目录（2024年本）》中的二、水利—3.防洪提升工程：“病险水库、水闸除险加固工程”、“城市积涝预警和防洪工程”和“江河湖海堤防建设及河道治理工程”均为鼓励业项目，本项目建设有利于揭阳市惠来县防洪排涝建设和拉动内需，促进经济建设，因此本项目的建设符合《产业结构调整指导目录（2024年本）》。

根据2025年6月17日印发的《中共中央办公厅 国务院办公厅关于全面推进江河保护治理的意见》，提出“完善流域防洪工程体系。健全由水库、河道及堤防、蓄滞洪区等组成的流域防洪工程体系。推进防洪水库建设，提升已建水库防洪能力，强化库容管理。定期开展水库水闸安全鉴定，及时除险加固。推进大江大河干流堤防达标建设，加快中小河流系统治理，实施农村水系综合整治。”。本项目属于水利基础设施工程，建设内容为具有挡潮排涝功能的水闸，可保障东陇镇及惠来县的防洪安全。因此，本项目的建设与《中共中央办公厅 国务院办公厅关于全面推进江河保护治理的意见》是相符的。

根据水利部印发的《关于加强河湖管理工作的指导意见》的通知，要“全面提升河湖管理的法制化、规范化和专业化水平，实现传统管理向现代管理、粗放管理向精细管理转变，保障防洪和供水安全，促进河湖休养生息，维护河湖健康生命，推进水生态文明建设”，提出“加强河湖管理，实现河畅、水清、岸绿、景美，是建设美丽中国、建立生态文明制度的迫切需要，是推进工业化、城镇化、农业现代化和保障经济社会可持续发展的必然要求”。本项目的实施保障了东陇镇的防洪安全，维护水系的健康发展，因此本项目与《关于加强河湖管理工作的指导意见》（水建管〔2014〕76号）是相符的。

## 7 项目用海合理性分析

### 7.1 用海选址合理性分析

#### 7.1.1 项目选址方案比选

闸址选择根据水闸的功能、特点和运用要求，综合考虑地形、地质、水流、潮汐、泥沙、施工和管理等因素。初拟两个闸址进行比选，方案一：在原老五孔闸址处合并重建；方案二：按现状在原五孔闸和原三孔闸址处分别重建。考虑到原老五孔闸闸基经近 50 年预压，在该址重建利于节约基础处理工程量；原新、老两闸合并重建可减少堤防穿堤涵闸数量，方便水闸运行管理，利于堤围防洪（潮）安全；水闸重建只一期，二期的涵闸封堵相对二期涵闸重建工期短，故总工期相对缩短，同时涵闸封堵施工范围远小于涵闸重建，从而减少围堰工程量。

经过方案比选后推荐方案一：在原五孔闸址处重建新闻。

#### 7.1.2 与区位、社会经济条件适宜性分析

溪仔嘴水闸位于惠来县东陇镇东南、雷岭河河口附近，为东陇堤围防洪、防潮、排涝系统的中型水闸。东陇堤围保护区为东陇洋，其中东陇堤段和溪仔嘴水闸直接捍卫惠来县东陇镇委、镇政府以及辖区内 1 个居委、13 个行政村。

东陇镇位于惠来县的南部，惠来县城的西南向，北距县城 4km，濒临南海。南面为神泉港，东为盐岭河，西与总铺洋毗邻，西北二面环山，东南河涌环抱，属冲积地带，历来为惠来县四大粮产区之一。东陇镇现有各级公路连通县城和周边地区，又临近神泉海港，水陆交通十分便捷，区域地理位置十分优越，社会和经济基础有优势，发展前景看好。选址区域的地理位置、基础设施和区域社会条件满足项目建设的需求。本项目各方面施工条件均已具备，施工条件良好，满足项目用海需求。

综上所述，本项目选址的区位、社会经济条件是适宜的，满足项目建设的需求。

### 7.1.3 与海洋环境条件的适宜性分析

#### 1、气候条件适宜

惠来县位于北回归线以南，属亚热带季风气候，高温湿润，雨量充沛，日照充足。春季常有春雨或春旱产生；夏季气温高，雨量充沛；秋季闷热，降雨骤暴，台风影响较频繁；冬季受冷空气影气温低，雨量少。

年平均气温 21.8℃，历年极端最高气温 38.4℃(1982 年 7 月 28 日)，最低气温 2.1℃(1983 年 1 月 27 日)。

惠来属亚热带季风区，受海洋性气候影响，台风活动频繁。据气象站资料统计，每年均有台风影响，7 至 9 月台风占总数 83%。

全县多年平均降雨量为 1764.3mm，年最大降雨量 2636mm(1973 年)，年最小降雨量 982.7mm(1963 年)。雨量有年内、年际、空间分布不均的特点：年内变化不均，4~9 月降雨量占全年 84%，10 月~次年 3 月占 16%；年际变化大，变差系数在 0.25~0.3 之间；地理分布上自东南沿海向西北山区递增。

#### 2、工程地质条件适宜

本工程场址地貌属原龙江下游河流冲积地带，地势低洼、地形平坦。地层表层为人工填土，余为海陆交互相沉积，局部为花岗岩风化土层。

据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2001),工程场址地震基本烈度为VII度，地震动峰值加速度为 010g.据钻孔揭露，水闸岩土自上而下分为 9 层，分别为：①筑填土、浆砌石：②有机质粘土、有机质（粉土质）砂：③含细粒土砂、细砂：④含细粒土砂、粗中砂、砾砂：⑤粘土、粘土质砂：⑥砾砂、（粘土质砂）：⑦全风化花岗岩：⑧强风化花岗岩：⑨中风化花岗岩。

主要地质问题：水闸筑填土较软弱，不均匀，闸基上部有机质粘土、有机质（粉土质）砂软弱，承载力低，稳定性差，易引起渗透变形和剪切破坏。

土层抗震评价：根据《水利水电工程地质勘察规范》(GB50287-99)有关规定，判定第②层有机质粘土、有机质（粉土质）砂和第③层含细粒土砂、细砂层为液化土层，④~⑨层为不液化土层。

本阶段天然建筑材料勘察目的是查明天然建材分布及各种建材的物理力学

性质。勘测队对块石、混凝土所需碎石和砂进行调查对比，工程所需天然建筑材料区域内较丰富，其中块石、混凝土用碎石、砂由于当地政府及国土部门从环境保护角度出发统一规划开采，故必须外购。材料试验数据根据惠城围堤防工程取样试验结果，花岗岩块石天然容重  $2.623\sim 2.656\text{g/cm}^3$ 、平均值  $2.634\text{g/cm}^3$ ，岩石立方体抗压强度  $103.8\sim 128.7\text{MPa}$ 、平均值  $114.5\text{MPa}$ 。碎石、砂各项指标符合工程技术要求。材料运距：砂料约  $35\text{km}$ ，块石、碎石约  $40\text{km}$ 。

土料场勘察于 2005 年 9 完成，初选神泉镇大石母山。该场属微丘地带，现种植低值植物，山丘顶部为杂草和杂树，区域内未见出露岩石，料场占地约  $250\times 300$  米，料场可取土面积  $75000$  平方米，土土层埋深  $3.56.0$  米，蕴藏量大于工程所需土方量，且取土后利于山地平整。土料试验共取样 3 件，结果：天然含水量  $172\sim 24.0\%$ ，平均值  $19.9\%$ 。土料属粉土质砂，适合工程需要。该场对外交通便利，经向当地水利管理所核实，运距 9 公里。

### 3、生态环境适宜

本项目所在海域为雷岭河入海口，生态系统较为稳定。由于本项目不涉及围填海，工程基本不改变海洋自然属性，对海洋生态环境破坏不大。施工期围堰施工会一定程度影响周围海洋生态环境，主要包括直接破坏底栖生物生境，掩埋底栖生物栖息地，同时由于海上施工致使局部水域水质下降，对海洋生物造成一定的损害。项目建设完成后对海洋生态环境基本没有影响。

本工程的建设将造成底栖生物和游泳生物、鱼卵仔鱼的损失，建议工程建设单位配合渔业主管部门通过适宜本海域的方式进行生态资源补偿。因此，建设期在采取保护措施并进行生态补偿的前提下，工程建设对周边海域的影响较小，项目的选址与区域海洋生态环境是适宜的。

综上所述，本项目选址的海洋环境条件是适宜的，满足项目建设的需求。

#### 7.1.4 与周边海域开发活动的适宜性

本项目位于东陇镇与神泉镇交界处，项目施工期会影响防潮纳洪，并对东陇海堤造成一定影响，项目建设完成后对周边用海活动基本无影响。根据利益相关

者协调分析，本项目的相关利益者为东陇海堤管理主体和揭阳市水利局，项目建设所产生的利益相关问题可以通过与利益相关者进行协调予以解决。

综上所述，本项目选址与周边其他用海是相适宜的，满足项目建设的需求。

### 7.1.5 用海选址不存在潜在、重大的用海风险

本项目用海潜在的、重大的安全和环境风险主要有施工期的热带气旋、地质灾害等灾害性天气所引起的决堤风险。

热带气旋影响是广东沿海地区最为严重的灾害，其所产生的大风、暴雨和暴潮直接威胁构筑物和安全。施工期项目在风暴潮条件下发生溃堤的风险较高，建议项目施工避开台风季，同时应严格按照相关规范、施工计划、天气情况做好防风抗浪准备。项目施工期间，台风来临前应停止施工作业。

项目场地内未发现明显断裂构造现象，地质灾害方面的环境风险概率较小，项目平面布置是按照国家的相关抗震规范进行设计施工，即可保证项目工程安全。

## 7.2 用海平面布置合理性分析

### 7.2.1 项目用海平面布置是否有利于生态保护

施工期的环境影响主要有施工期水土流失影响，施工期废水排放对水环境的影响，施工期大气环境污染影响，施工期噪声环境污染影响，固体废弃物影响和对人群健康影响等。运营期的环境影响主要有生活污水排放影响，固体废弃物影响。项目运营期无大的噪声源，对周围环境影响轻微，项目生产运行过程中不产生大气污染物：对环境无任何不利影响，可防止下游保护区产生洪水泛滥，水土流失。

项目建设期间合理规划各个施工现场，生活垃圾、建筑垃圾以及施工弃渣等必须置于指定的弃渣场分类堆放，分别处置。合理安排建设用地，努力节约土地资源，工程占地、料场开挖、弃渣堆放破坏植被时，结合水土保持工程提出植被恢复与绿化措施。施工过程中要做好废水、含油污水的处理工作，尽量避免影响到水生生物的生长和繁殖。

### 7.2.2 项目用海平面布置是否体现节约、集约用海的原则

工程总体布置考虑充分利用地形自然条件使建筑物紧凑布置,可以减少占地,减少开挖、填砌筑等主体工程的工程量。闸址选择综合考虑地形、地质、水流、潮汐、施工和管理等因素,经过方案比较后确定。推荐在原老 5 孔闸闸基重建新 5 孔闸,可以节约用海面积和基础处理工程量,缩短总工期,减少围堰工程量,利于集中管理,在一定程度上体现了节约、集约用海的原则。

### 7.2.3 项目用海平面布置能否最大程度地减少对水动力和冲淤环境的影响

结合上述章节的数模结果分析,工程实施后附近海域流速、流向变化较小,本项目的建设对周边水域水文动力影响较小,对地形地貌冲淤影响较小。

综上所述,本项目平面布置可以在一定程度上减少对水文动力环境、冲淤环境的影响。

### 7.2.4 项目用海平面布置能否最大程度地减少对周边其他用海活动的影响

本项目施工期和运营期均对周边其他用海活动不会产生严重不利影响,在落实了各项对策措施后,本项目用海不存在引发重大利益冲突的可能,与周边用海活动无不可协调的矛盾。

综上所述,本项目用海平面布置能尽量减少对周边其他用海活动的影响。

## 7.3 用海方式合理性分析

### 7.3.1 用海方式与维护海域基本功能适宜性

项目所在海域为粤东新城游憩用海区。空间准入要求为:允许风景旅游、文体休闲娱乐用海;可兼容海底电缆管道、航运、路桥隧道、海洋保护修复及海岸防护工程等用海;在未开发利用前可兼容开放式养殖等增养殖用海;适当保障渔船停泊用海需求。

本项目主要建设内容为水闸,涉海部分为透水构筑物和非透水构筑物,根据

《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》，项目用海类型属于“特殊用海”中的“海洋保护修复及海岸防护工程用海”，可兼容使用。本项目主要的非透水构筑物为施工围堰，为临时用海，在外江侧进行施工导流，采用外江土石围堰挡水，施工期结束后围堰会被拆除，因此对行洪纳潮影响不大，因此基本不改变海域自然属性。

综上所述，本项目用海方式与维护海域基本功能相适宜。

### 7.3.2 用海方式与水文动力环境、冲淤环境适宜性

本项目附近水域流态主要受雷岭河下泄的径流影响，汛期水量主要以洪水形式出现，大部分泄入大海不可利用，遇大暴雨甚至造成洪涝灾害，上游山区丘陵地带有截洪工程将泥沙引向外江，溪仔嘴流域内只有农田所产生的悬移质，排水沟有一定程度的淤积。项目建设后，水闸主体工程与东陇海堤平直，与水流方向平行。结合数模分析，项目建设对河道附近水域流态影响有限，对雷岭河的流速和流向影响较小。

综上所述，本项目用海方式与水文动力环境、冲淤环境相适宜。

### 7.3.3 用海方式与周围海域生态环境适宜性

本项目主要建设内容为水闸，涉海部分为透水构筑物和非透水构筑物，造成的海洋生态影响主要体现在施工期间围堰等构筑物临时占用等对底栖生物生境造成破坏以及施工期间抛石、疏浚等作业过程所产生的悬浮物对底栖生物、浮游动植物以及渔业资源的间接影响。但这部分影响是暂时的，在施工结束后随着时间的推移，工程附近的海底底栖生物将得以缓慢恢复，底部的抛石空隙会吸引新的底栖生物和小型鱼虾蟹类来此生长形成新的底栖生物栖息地和生态系统，这是对底栖生物损失起到一定程度的补偿。

总体上，在充分采取各种保护和保全区域海洋生态系统措施的前提下，本项目用海方式不会对海洋生态环境造成重大的不利影响。

综上所述，本项目采用的用海方式与周围海域生态环境有一定适宜性。

## 7.4 占用岸线合理性分析

经核实，本项目施工期拟占用广东省政府 2022 年批复海岸线 206.7 m，运营期拟占用广东省政府 2022 年批复海岸线 112.9 m，占用岸线类型均为人工岸线—构筑物岸线，不涉及自然岸线及生态恢复岸线，不涉及严格保护岸线，不涉及沙滩，不涉及砂质海岸、盐沼、淤泥质岸滩及其生境。

根据《广东省自然资源厅关于印发海岸线占补实施办法的通知》（粤自然资规字〔2025〕1号）等文件要求，海堤建设原则上不得占用自然岸线，确需占用自然岸线的，必须经过充分论证，并符合自然岸线管控要求，落实海岸线占补；海堤加固维修不实行海岸线占补。新建及加固维修水闸工程参照海堤工程政策执行。

因此，本项目对岸线的使用是合理的，不执行海岸线占补要求。

略

图 7.4-1 本项目拟占用岸线情况

## 7.5 用海面积合理性分析

### 7.5.1 用海面积满足工程实际用海需求

#### 1、施工期用海

为方便施工建设需进行围堰施工，待工程建设完工后，需对围堰进行拆除。施工期用海包括水闸重建及围堰和封堵三孔闸及围堰。根据设计方案和《海籍调查规范》，水闸重建及围堰和封堵三孔闸及围堰均为非透水构筑物。

因此，水闸重建及围堰申请用海面积为 0.9718 公顷，封堵三孔闸及围堰申请用海面积为 0.2543 公顷。

#### 2、运营期用海

运营期用海范围包括北侧翼墙及防浪墙、南侧翼墙及防浪墙、闸门海漫及防冲槽、封堵三孔闸四个部分。根据设计方案和《海籍调查规范》，北侧翼墙及防浪墙、南侧翼墙及防浪墙、封堵三孔闸为非透水构筑物，闸门海漫及防冲槽为透

水构筑物。

因此，北侧翼墙及防浪墙申请用海面积为 0.0244 公顷，南侧翼墙及防浪墙申请用海面积为 0.0284 公顷，闸门海漫及防冲槽申请用海面积为 0.4038 公顷，封堵三孔闸申请用海面积为 0.0354 公顷。

## 7.5.2 用海面积量算符合相关规范

### 1、施工期用海

施工期用海包括水闸重建及围堰和封堵三孔闸及围堰。根据设计方案和《海籍调查规范》，水闸重建及围堰和封堵三孔闸及围堰均为非透水构筑物。根据《海籍调查规范》（HY/T124-2009）5.3.2.1 非透水构筑物用海，岸边以海岸线为界，水中以非透水构筑物及其防护设施的水下边缘线为界。

因此，施工期用海范围岸边以海岸线为界，水中以构筑物的水下边缘线为界。其中水闸重建及围堰申请用海面积为 0.9718 公顷，封堵三孔闸及围堰申请用海面积为 0.2543 公顷，该面积包括了工程施工期用海需求范围。

### 2、运营期用海

运营期用海范围包括北侧翼墙及防浪墙、南侧翼墙及防浪墙、闸门海漫及防冲槽、封堵三孔闸四个部分。根据设计方案和《海籍调查规范》，北侧翼墙及防浪墙、南侧翼墙及防浪墙、封堵三孔闸为非透水构筑物，闸门海漫及防冲槽为透水构筑物。根据《海籍调查规范》（HY/T124-2009）5.3.2.1 非透水构筑物用海，岸边以海岸线为界，水中以非透水构筑物及其防护设施的水下边缘线为界。根据《海籍调查规范》（HY/T124-2009）5.3.2.2 透水构筑物用海，透水构筑物用海以构筑物及其防护设施垂直投影的外缘线为界。有安全防护要求的透水构筑物用海在透水构筑物及其防护设施垂直投影的外缘线基础上，外扩不小于 10m 保护距离为界。

本项目运营期北侧翼墙及防浪墙、南侧翼墙及防浪墙、封堵三孔闸用海范围岸边以海岸线为界，水中以构筑物的水下边缘线为界。运营期间闸门海漫及防冲槽用海范围岸边以海岸线为界，水中在构筑物垂直投影的外缘线基础上，外扩 10m

保护距离。外扩后与北侧翼墙及防浪墙、南侧翼墙及防浪墙存在重叠，根据《海籍调查规范》5.3.6.3 用海方式重叠范围的处理，在同宗海中当几种用海方式的用海范围发生重叠时，重叠部分的用海方式按照现行海域使用金征收标准较高的确定；当海域使用金征收标准相同时，以保证宗海内部单元的完整性确定。按照海域使用金征收标准的不同，采取就高不就低的原则：即非透水构筑物用海优先，透水构筑物次之，重叠范围按非透水构筑物确定。

因此，北侧翼墙及防浪墙申请用海面积为 0.0244 公顷，南侧翼墙及防浪墙申请用海面积为 0.0284 公顷，闸门海漫及防冲槽申请用海面积为 0.4038 公顷，封堵三孔闸申请用海面积为 0.0354 公顷，该面积包括了工程用海需求范围以及依据规范要求将透水构筑物外扩 10 m 的保护范围。

### 7.5.3 减少用海面积可能性

本项目在满足设计规范的前提下，充分利用地形自然条件使建筑物紧凑布置，闸址选择综合考虑地形、地质、水流、潮汐、施工和管理等因素，经过方案比较后确定。推荐在原老 5 孔闸闸基重建新 5 孔闸，可以节约用海面积，最大限度的发挥项目所在海域资源效益最大化，确定了本项目的用海边界，并根据依据《海籍调查规范》（HY/T124-2009），确定本项目海域使用面积为 1.2259 公顷。如减小项目的用海面积，则不能满足本项目设计规范；如扩大项目的用海面积，则无法体现集约节约用海理念。

因此，项目用海面积减小的可能性很小。

### 7.5.4 宗海图绘制

本项目的宗海图按《宗海图编绘技术规范》（HY/T251—2018）进行绘制，采用 CGCS2000 坐标系，高程基准为 1985 国家高程基准，深度基准为当地理论最低潮面，高斯-克吕格投影，中央经线 116°30'E。具体按以下方法及步骤进行：

宗海位置图选用最新的项目所在区域的遥感影像为工作底图绘制，宗海界址图是以广东省基础地理矢量数据经符号化成图作为底图绘制，使用岸线为 2022 年 1 月经广东省政府同意的 2022 海岸线。

宗海图位置图和宗海界址图均在 ArcGIS 中绘制成图，用海面积的量算在选定的坐标系统下，采用 ArcGIS 直接量算。

根据项目总平面布置图和结构断面图对用海界址点进行选择，施工期水闸重建及围堰、封堵三孔闸及围堰和运营期北侧翼墙及防浪墙、南侧翼墙及防浪墙、封堵三孔闸选取能包含全部构筑物的拐点作为界址点，将选择好的界址点从左下角开始逆时针连接绘制界址线。

闸门海漫及防冲槽选取能包含全部构筑物拐点的连线作为用海外缘线，将用海外缘线外扩 10m 后再叠加 2022 年广东省政府批复的海岸线、北侧翼墙及防浪墙和南侧翼墙及防浪墙用海范围线作为用海范围。

略

图 7.5-1 惠来县东陇围溪仔嘴水闸重建工程（施工期）宗海位置图

略

图 7.5-2 惠来县东陇围溪仔嘴水闸重建工程宗海位置图

略

图 7.5-3 惠来县东陇围溪仔嘴水闸重建工程（施工期）宗海平面布置图

略

图 7.5-4 惠来县东陇围溪仔嘴水闸重建工程（运营期）宗海平面布置图

略

图 7.5-5 惠来县东陇围溪仔嘴水闸重建工程（施工期）宗海界址图

略

图 7.5-6 惠来县东陇围溪仔嘴水闸重建工程（运营期）宗海界址图

略

图 7.5-7 宗海界址图（附页 1）

略

图 7.5-8 宗海界址图（附页 2）-1

略

图 7.5-9 宗海界址图（附页 2）-2

## 7.6 用海期限合理性分析

本项目海域使用类型为特殊用海中的海洋保护修复及海岸防护工程用海;用海方式分两种，分别为构筑物用海中的非透水构筑物用海和透水构筑物用海。

### 7.6.1 设计使用寿命

根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252—2000）和《水闸设计规范》（SL265—2001），本工程属Ⅲ等中型工程，主要建筑物级别为 3 级，次要建筑物级别为 4 级，其它临时性建筑物为 5 级。

根据《水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范》（SL654—2014）3.0.2 条的规定，Ⅲ等防洪工程的合理使用年限为 50 年，根据 3.0.4 条的规定，3 级防洪（潮）、供水水闸建筑物的合理使用年限为 50 年。

### 7.6.1 法律规定

根据《中华人民共和国海域使用管理法》有关海域使用权最高期限的规定，公益事业的最高用海期限为四十年。现建设单位按最高期限申请惠来县东陇围溪仔嘴水闸重建工程运营期北侧翼墙及防浪墙、南侧翼墙及防浪墙、闸门海漫及防冲槽、封堵三孔闸用海期限 40 年是符合《中华人民共和国海域使用管理法》的相关规定。围堰属于临时工程，待水闸重建项目完成后需拆除恢复原貌，根据施工进度计划，因此施工期水闸重建工程及围堰和封堵三孔闸及围堰用海期限 2 年。本项目用海海域使用权期限届满，海域使用权人需要继续使用海域的，应当最迟于期限届满两个月向原批准用海的人民政府申请续期。综上所述，本项目用海期限合理。

## 8 生态用海对策措施

本项目施工期拟占用广东省政府 2022 年批复海岸线 206.7 m，运营期拟占用广东省政府 2022 年批复海岸线 112.9 m，占用岸线类型均为人工岸线—构筑物岸线。根据前文资源生态影响预测分析结果，项目的建设可能产生的主要生态问题是海洋生物资源降低。

针对项目可能产生的主要生态问题，提出生态用海对策，并参照《围填海工程生态建设技术指南（试行）》和海洋生态保护修复的相关要求提出海洋生物资源恢复的生态修复措施。计划 2 年内由建设单位组织开展本项目生态修复计划，确保海洋生物资源能够得到恢复。

### 8.1 生态用海对策

#### 8.1.1 施工阶段生态保护对策

本项目用海方式为非透水构筑物与透水构筑物。水闸的建设会对占用区域的潮间带生物、底质等产生一定的不良影响，且项目施工期产生悬浮泥沙会影响浮游动植物、鱼卵仔鱼、渔业资源和渔业生产。项目施工若不注意，可能会对敏感目标产生不利影响。为降低项目施工期对资源生态的影响，项目施工做好如下措施：

（1）严格采取减少污废水、固体废弃物排放等环境保护措施，降低施工期污染物对海水水质、沉积物质量的影响，从而减少施工造成的海洋生物的损失量；围堰拆除时在围堰周边设置防污帘，控制悬浮泥沙产生的污染。

（2）项目拟采用的施工设备、运输设备应符合项目的实际情况的要求，设备在正常保养和检修的情况下有利于在施工生产过程中减少污染物的排放；

（3）做好施工设备的管、用、养、修，确保施工设备始终处于良好的施工状态。配备数量充足的易损件、关键配件，确保施工设备始终处于良好的施工状态；

（4）严格按照批准的用海范围、用海方式进行施工，不得超范围施工，尽量减少超范围的施工活动，以减少施工作业对海洋生物的影响；

(5) 施工期应合理规划施工方案尽量缩短施工周期，尽量减少工程对海洋生物的影响；

(6) 在施工期间，以公告、宣传单、板报、会议等形式，加强对施工人员的环境保护宣传教育和红树林等物种常识的宣传，提高施工人员的环境保护意识，使其在施工过程中能自觉保护生态环境及红树林等物种，并遵守相关的生态保护规定，严禁在施工区域进行捕鱼或从事其他妨碍生态环境的活动；

(7) 项目水利枢纽围堰施工尽可能避开海洋生物产卵盛期，尽量减少工程对海洋生物的影响；

(8) 施工期对项目附近的生态环境进行跟踪监测，掌握生态环境的发展变化趋势，以便及时采取调控措施。

### 8.1.2 运营阶段生态保护对策

项目是非污染生态类项目，运营期工作人员生活污水依托周边已有生活设施，不直接排入海。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。

### 8.1.3 台风风暴潮风险防范措施

本项目用海区的自然灾害主要是可能突发的热带气旋、风暴潮等。施工期当热带气旋过境带来暴雨时，可能导致大面积雨水排水不畅、囤积冲刷施工场地，有可能使围堤发生决堤事故。一旦发生决堤事故，将会导致大量土、石、砂落入决堤处周围海域水体中，造成水中的悬浮物浓度大幅度增加，对水生生态产生严重影响。其中，土、石、砂落入围堤外海域水体，除自身将导致水体悬浮物浓度增高外，倾泻入海的土石方随海流进行迁移，破坏工程外海域底栖生物的生境。

泥沙流的大规模入海导致的另一个后果，就是破坏了附近水道的天然冲淤环境和天然水深。为将其对项目的影响减至低，建议本工程制定防灾、减灾应急措施，一旦出现灾害能得到及时有效的处置，减少灾害损失，提高防灾能力。

当天气预警有台风、暴雨灾害天气时，采取以下安全措施：

(1) 加强脚手架安全管理。排查所有内外脚手架、模板支架、卸料平台，

特别是加强对脚手架基础、架体结构、拉结点、剪力撑的检查，严把脚手架施工方案、技术交底和验收关，确保脚手架安全。

(2) 加强大型机械设备安全管理。排查所有大型机械设备，重点检查大型机械设备的基础、附墙、拉结点等涉及结构稳定的关键设施。对存在问题的，及时采取加固措施；四级风时，一律停止大型设备拆装作业；六级风或暴雨时，一律停止大型垂直运输设备作业，保证大型机械设备安全。

(3) 加强高处作业安全管理。排查高处作业情况，重点检查建筑工地“三宝”使用情况和临边洞口的防护情况。对存在问题的，立即予以整改；遇暴雨、六级以上强风，一律禁止进行攀登、悬空露天作业，确保人员安全。

(4) 加强工地临时设施安全管理。排查建筑工地临时工棚、材料仓库、围墙等临时设施，对存在安全隐患的做好修缮加固工作，防止坍塌事故发生；对建筑工地出现堵水或内涝的，及时采取措施处理。

(5) 加强工地应急处置准备管理。做好建筑工地应急处置的准备用工作，储备应急物资、检查应急设备，组织应急队伍，要确保排水设施、机电设备的安全正常运行，确保垂直运输设施的稳固和防风安全，确保临时用电设施防水防触电的安全措施落实到位。

(6) 注意及时收听收看气象灾害预警信息。本市气象台、电视台、广播电台、气象专线等媒体发布的台风、暴雨等气象灾害预警信息，根据天气变化及时做好工地防汛防台风工作。

(7) 台风到来前严格按照规定停止作业。台风橙色预警信号发布后，要停止施工和高空作业。作业人员要减少户外停留时间，特别注意不可在工地围墙下躲风避雨。

(8) 特殊情况下在高空作业突然来大风或台风来临时，施工人员不能及时下来躲避，要充分利用好安全带，把安全带牢牢系挂在牢固的结构上面，确保安全帽的紧固性，必要时双手紧抱钢构件或躲在设备挡风侧系挂好安全带，一定要就近寻找避风点，很多没有经历过台风的施工人员千万不要过于慌乱，要保持镇定。

(9) 清理现场临时用电箱，或对难以搬离的采取钢丝绳斜拉筋固定，台风

来临时一定要切断现场施工总电源。

(10) 加强工地排水，确保管网畅通。对周围的排水管道进行清理，确保排水畅通，减少台风期间工地积水。

(11) 施工现场班房、办公室及时采用钢丝斜拉筋固定。台风来临前确保所有人员撤离施工现场。

(12) 台风来时，严禁进行设备吊装、结构安装、砼浇筑、管道焊接、安装等工作。必须进行砼浇筑时，应用两倍的草袋进行防护，并确保压牢。

(13) 施工现场的机具设备棚库应重新固定，棚库上面和周围的瓦楞板要绑扎牢固。

(14) 现场的铁皮、木板、彩钢瓦等易被大风吹起的东西应打扫干净，材料设备摆好放牢，预制场地照明、动力电缆应敷设好，固定牢固预防被台风吹断，发生漏电触电事故。

(15) 材料库房和露天库应提前进行检查，若有缺陷要马上进行修整，露天库的材料要摆放整齐，易损物件应放入库房保管，较轻的物品用重物压好，或用铁丝捆牢。

## 8.2 生态跟踪监测

本项目用海方式为非透水构筑物与透水构筑物，结合资源生态影响分析结果，制定本项目生态跟踪监测方案，包括生态监测内容，站位、频次等具体内容。

### (1) 监测范围和站位

施工期监测范围参考本报告第 3 章节引用的环境现状调查站位，同时考虑到本项目所在海域水深现状及采样的可行性，施工期间环境监测站位主要针对本工程海域，共设 3 个监测站位（监测过程中可视情况做适当的调整），站位布设如所示，坐标见图 8.2-1。

图 8.2-1 监测站位一览表

站号	经度 (°E)	站号 (°N)	监测内容
FH01			水质、沉积物、海洋生态、渔业资源
FH02			
FH02			

略

图 8.2-2 监测站位图

### (2) 监测项目

水质监测因子为：COD、DO、SS、无机氮（氨氮、亚硝酸盐氮和硝酸盐氮）、铜、铅、锌、镉、 $PO_4^{3-}$ 和石油类；监测重点为 SS、石油类和无机氮；

沉积物监测因子为：铜、铅、锌、镉和石油类；

生物体质量：总汞、铜、铅、锌、铬、镉、砷、石油烃等。

海洋生物监测因子为：叶绿素 a 及初级生产力、浮游动物、浮游植物、底栖生物、潮间带生物、游泳生物；

各监测项目的具体采样与监测方法参照《海洋调查规范》和《海洋监测规范》等进行。

### (3) 监测时间与频率

根据施工期性质和施工现状，拟定在施工期内选择大、小潮各监测一次。在工程完成后，进行一次全面的后评估监测，对水质、海洋初级生产力分别做大、小潮二次采样；沉积物、浮游生物、底栖生物和生物体质量等不分潮时做一次采样。

分析方法、引用标准、评价标准和评价方法均与本次进行全面监测和评价时相同。

监测工作应委托有资质的单位进行，数据分析测试与质量保证应满足《海洋监测规范》（GB 173782—2007）、《海洋调查规范》（GB/T 127637—2007）要求。对所监测的项目发现有超标的，应及时报告自然资源主管部门，分析原因，必要时改进生产工艺流程或采取其它措施，以确保达到管理目标。

此外，项目运营期需对所在海域水深地形、冲淤环境进行监测，测图比例尺不宜低于 1:5000。

## 9 结论

### 9.1 项目用海基本情况

本项目为广东省揭阳市惠来县东陇围溪仔嘴水闸重建工程项目，拟拆除重建溪仔嘴水闸并封堵三孔闸，重建后水闸共 5 孔，单孔净宽 5 m，总净宽 25 m。水闸的防洪标准内河按 20 年一遇洪水标准设计、50 年一遇洪水标准校核，防潮标准按 50 年一遇设计，最大过闸流量为 129.42 m<sup>3</sup>/s，闸上正常蓄水位-0.1 m。

根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》，本项目属于特殊用海（一级类）中的海洋保护修复及海岸防护工程用海（二级类）。根据《海域使用分类》规定，本项目海域使用类型属于特殊用海（一级类）中的海岸防护工程用海（二级类），用海方式为构筑物（一级方式）中的非透水构筑物（二级方式）和透水构筑物（二级方式）。

本项目用海包括主体工程 and 施工工程。主体工程拟申请总用海面积 0.4920 公顷，包括海漫与防冲槽 0.4038 公顷（用海方式为透水构筑物），北侧翼墙及防浪墙 0.0244 公顷（用海方式为非透水构筑物），南侧翼墙及防浪墙 0.0284 公顷（用海方式为非透水构筑物），封堵三孔闸 0.0354 公顷（用海方式为非透水构筑物），；施工工程拟申请用海面积 1.2261 公顷（用海方式为非透水构筑物），为施工围堰及其围合部分。

本项目施工期拟占用广东省政府 2022 年批复海岸线 206.7 m，运营期拟占用广东省政府 2022 年批复海岸线 112.9 m，占用岸线类型均为人工岸线—构筑物岸线，不涉及自然岸线及生态恢复岸线，不涉及严格保护岸线，不涉及沙滩，不涉及砂质海岸、盐沼、淤泥质岸滩及其生境。

运营期北侧翼墙及防浪墙、南侧翼墙及防浪墙、闸门海漫及防冲槽、封堵三孔闸用海期限 40 年是符合《中华人民共和国海域使用管理法》的相关规定。围堰属于临时工程，待水闸重建项目完成后需拆除恢复原貌，根据施工进度计划，因此施工期水闸重建工程及围堰和封堵三孔闸及围堰用海期限 2 年。本项目用海海域使用权期限届满，海域使用权人需要继续使用海域的，应当最迟于期限届满两个月向原批准用海的人民政府申请续期。

## 9.2 项目用海必要性结论

溪仔嘴水闸工程建成运行至今已有 70 余年，主要任务是挡潮、排洪（涝），兼顾交通等综合利用。本次重建维持水闸原功能不变，通过扩大水闸总净宽，使溪仔嘴水闸在确保安全发挥原有挡潮功能的同时，增大排洪能力，补足防洪短板，保护人民生命财产的安全，并进一步促进当地工农业生产的发展。项目建设是必要的。

本项目拆除重建溪仔嘴水闸，提升区域防洪（潮）排涝标准，由于原水闸年代久远，没有海域使用权证，根据广东省政府 2022 年批复海岸线，水闸部分构筑物位于雷岭河出海口海域，因此，项目用海是必要的。

## 9.3 项目用海资源影响结论

### （1）对水动力的影响

根据数值模拟结果，本项目水动力环境的影响主要集中在本项目工程范围周边范围内水域，涨急时刻，项目附近的流速变化量为 $-0.48\sim 0.76$  cm/s，由于施工围堰建设，流向会发生一定程度的变化，流向变化量为 $-294.1\sim 355.4^\circ$ 。落急时刻，项目附近的流速变化量为 $-0.35\sim 0.85$ cm/s，流向变化量为 $-25.2\sim 20.1^\circ$ 。

### （2）对地形地貌与冲淤的影响

根据数值模拟结果，临时围堰建成后，在围堰的下游将形成冲刷坑，最大年均冲刷幅度约 0.16 m/a，但冲刷的范围较小，只局限于临时围堰附近的小范围内。此外，在围堰上下游的边滩产生淤积包，最大年均淤积幅度约 0.10 m/a。

### （3）对水质和沉积物的影响

项目施工产生的悬浮泥沙浓度大于 10mg/L 包络面积为 30.56 公顷；大于 20mg/L 包络面积为 26.46 公顷；大于 50mg/L 包络面积为 22.55 公顷；大于 100mg/L 包络面积为 16.78 公顷。施工悬沙影响时间基本为施工期，施工期结束后其影响也逐渐消失，不会对海洋环境产生较大的不利影响。

### （4）对海洋生物的影响

项目施工造成潮间带生物损失量为 0.48 t，造成底栖生物损失量为 0.19 t，游泳生物损失量 1.32 t，鱼卵损失量 80.3 万粒，仔鱼损失量 11.5 万尾。施工对渔业资

源的影响是暂时的、可逆的，渔业资源生物量损失随着施工的结束，慢慢可以得到恢复。

## 9.4 海域开发利用协调分析结论

本项目邻近海域海洋开发利用活动主要包括东陇海堤、西港海堤、架空缆线、神泉进港航道、惠来县神泉示范性渔港建设项目。受本项目建设影响的用海活动为海堤、现状养殖、航道、和惠来县神泉示范性渔港建设项目。利益相关者为：

。本项目用海范围与东陇海堤存在重叠，需进行破堤施工，对堤身结构造成一定影响，后续应达成书面协议。项目建设的水闸围堰会阻水束流，对防洪纳潮产生一定影响，需要协调，取得书面支持意见。

## 9.5 项目用海与国土空间规划符合性结论

本项目符合《广东省国土空间规划（2021—2035年）》《揭阳市国土空间总体规划（2021—2035年）》《惠来县国土空间总体规划（2021—2035年）》等各级国土空间规划文件的要求。

项目与《广东省国土空间规划（2021—2035年）》等的管控要求相符合。项目与《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》《广东省水利发展“十四五”规划》《揭阳市国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》《揭阳市水利改革发展“十四五”规划》《揭阳市海洋经济发展“十四五”规划》等相关规划的目标、要求相符合。

## 9.6 项目用海合理性分析结论

本项目所处区位和社会条件优越，可以满足工程建设和营运要求；该海域的自然资源与项目用海是适宜的；本项目建设对区域生态系统有一定影响，但可以通过生态措施进行生态修复。项目在采取一定生态修复措施以及环保措施的前提下，工程建设对周边海域的影响较小。项目选址与区域生态环境有一定的适宜性，

与周边海域开发活动具有良好的协调性。因此，项目选址是合理的。

本项目用海平面布置是有利于生态保护的。工程实施后附近海域流速、流向变化较小，本项目的建设对周边水域水文动力影响较小，对地形地貌冲淤影响较小，本项目平面布置可以在一定程度上减少对水文动力环境、冲淤环境的影响；本项目施工期会对周边其他用海活动不会产生严重不利影响，在落实了各项对策措施后，本项目用海不存在引发重大利益冲突的可能，与周边用海活动无不可协调的矛盾，本项目用海平面布置能尽量减少对周边其他用海活动的影响。

本项目为溪仔嘴水质重建工程，用海方式为透水构筑物和非透水构筑物，用海方式与维护海域基本功能相适宜，与水文动力环境、冲淤环境相适宜，与周围海域生态环境有一定适宜性，用海方式合理。

本项目施工期拟占用广东省政府 2022 年批复海岸线 206.7 m，运营期拟占用广东省政府 2022 年批复海岸线 112.9 m，占用岸线类型均为人工岸线—构筑物岸线，不涉及自然岸线及生态恢复岸线，不涉及严格保护岸线，不涉及沙滩，不涉及砂质海岸、盐沼、淤泥质岸滩及其生境。项目建设后有利于岸线功能的发挥，提高岸线使用效率，因此，占用岸线是合理的。

本项目用海面积是由其工程建设的特殊性质以及项目建设的必要性决定的，施工期申请用海面积 1.2261 公顷，运营期申请用海面积 0.4920 公顷能满足项目用海需求，符合《海籍调查规范》《海域使用面积测量规范》和相关海洋工程设计规范等，施工完成后即拆除围堰。

根据《中华人民共和国海域使用管理法》有关海域使用权最高期限的规定，公益事业的最高用海期限为四十年。现建设单位按最高期限申请溪仔嘴水闸的海漫及防冲槽、北侧翼墙及防浪墙、南侧翼墙及防浪墙及封堵三孔闸用海期限 40 年是符合《中华人民共和国海域使用管理法》的相关规定。围堰属于临时工程，待溪仔嘴水闸建设及三孔闸封堵完成后需拆除恢复原貌，根据施工进度计划，因此围堰及围合部分申请用海期限拟为 2 年。本项目用海海域使用权期限届满，海域使用权人需要继续使用海域的，应当最迟于期限届满两个月向原批准用海的人民政府申请续期。综上所述，本项目用海期限合理。

## 9.7 项目用海可行性结论

根据上述分析和论证，本项目建设与该区域自然条件和社会条件相适应，项目用海符合海洋功能区划和相关规划的要求，项目用海选址、面积和期限合理，项目对海洋资源和环境的影响可以接受。本项目能较好地利用该海域的自然资源，发挥该海域的社会优势。

综上所述，本项目的海域使用是可行的。