

广东省揭阳市海洋生态保护修复工程项目 海域使用论证报告书

(公示稿)

编制单位：广东海兰图环境技术研究有限公司

统一社会信用代码：91440101MA59KQLF0D

二〇二五年九月

论证报告编制信用信息表

论证报告编号	4452242025002066		
论证报告所属项目名称	广东省揭阳市海洋生态保护修复工程项目		
一、编制单位基本情况			
单位名称	广东海兰图环境技术研究有限公司		
统一社会信用代码	91440101MA59KQLF0D		
法定代表人	吕建海		
联系人	麦晓敏		
联系人手机	13682240015		
二、编制人员有关情况			
姓名	信用编号	本项论证职责	签字
詹凤娉	BH000297	论证项目负责人	詹凤娉
詹凤娉	BH000297	1. 概述 2. 项目用海基本情况 7. 项目用海合理性分析 9. 结论 10. 报告其他内容	詹凤娉
郑茜元	BH001287	3. 项目所在海域概况 8. 生态用海对策措施	郑茜元
李舒敏	BH000294	4. 资源生态影响分析 5. 海域开发利用协调分析 6. 国土空间规划符合性分析	李舒敏
<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 style="text-align: right;">承诺主体(公章):</p> <div style="text-align: center;">  <p>2025年9月3日</p> </div>			

关于《广东省揭阳市海洋生态保护修复工程项目海域使用论证报告书》公示删减内容及理由的说明

根据《自然资源部关于规范海域使用论证材料编制的通知》(自然资规(2021)1号)相关要求,我对《广东省揭阳市海洋生态保护修复工程项目海域使用论证报告书》予以公示。

在报告中,部分相关水文环境现状调查资料、海洋环境现状调查资料、所在海域水深资料、地质勘察资料等涉及第三方技术秘密及商业秘密,信息不能全文公开,制作去除上述信息的论证报告公开版,进行公示。现将删除处理内容说明如下:

1.删除处理相关基础材料的编制单位信息。

原因:影响第三方商业秘密。

2.删除处理部分水文环境现状调查资料、海洋环境现状调查资料及现场踏勘记录。

原因:此部分内容涉及监测单位和委托单位的商业秘密。

3.删除项目工程地质勘察、地形地貌的部分图件及数据。

原因:此部分内容属于项目建设的涉密部分。

4.删除周边用海项目权属信息。

原因:此部分内容涉及第三方商业秘密。

5.删除资料来源说明及附件、附图内容。

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

广东海兰图环境技术研究有限公司



项目基本情况表

项目名称	广东省揭阳市海洋生态保护修复工程项目			
项目地址	广东省揭阳市惠来县海域			
项目性质	公益性 (√)	经营性 ()		
用海面积	96.3274 公顷	投资金额	43147.79 万元	
用海期限	1 年	预计就业人数	/人	
占用岸线	总长度	0m	邻近土地平均价格	/
	自然岸线	0m	预计拉动区域经 济 产 值	/
	人工岸线	0m	填海成本	/
	其他岸线	0m		
海域使用 类型	特殊用海中的海洋保护修 复及海岸防护工程用海/ 其他用海中的其他用海		新增岸线	0 m
用海方式	面积/公顷		具体用途	
专用航道、锚地及 其他开放式	20.5945		水文动力修复一（清淤）	
专用航道、锚地及 其他开放式	75.7329		水文动力修复二（清淤）	
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	6
1.1 论证工作来由	6
1.2 论证依据	8
1.2.1 法律法规	8
1.2.2 相关规划	10
1.2.3 标准规范	11
1.2.4 项目技术资料	12
1.3 论证等级和范围	12
1.3.1 论证等级	13
1.3.2 论证范围	14
1.4 论证重点	15
2 项目用海基本情况	16
2.1 用海项目建设内容	16
2.1.1 项目概况	16
2.1.2 建设内容与建设规模	16
2.2 平面布置和主要结构、尺度	26
2.2.1 平面布置方案	26
2.2.2 主要结构、尺度	30
2.3 项目主要施工工艺和方法	32
2.3.1 施工工艺和方法	32
2.3.2 施工机械设备	32
2.3.3 土石方平衡	33
2.3.4 施工进度计划	34
2.4 项目用海需求	36
2.4.1 项目用海需求	36
2.4.2 申请用海情况	36
2.5 项目用海必要性	37

2.5.1 建设必要性	37
2.5.2 用海必要性	43
3 项目所在海域概况	44
3.1 海洋资源概况	44
3.1.1 岸线资源	44
3.1.2 滩涂资源	44
3.1.3 岛礁资源	44
3.1.4 港口资源	44
3.1.5 渔业资源	45
3.1.6 矿产资源	48
3.1.7 旅游资源	49
3.2 海洋资源概况	49
3.2.1 区域气候与气象	49
3.2.2 水文动力	51
3.2.3 海域地形地貌与冲淤状况	63
3.2.4 工程地质	65
3.2.5 海洋自然灾害	73
3.2.6 海洋水质现状调查与评价	75
3.2.7 海洋沉积物调查结果与评价	81
3.2.8 海洋生物质量现状调查与评价	84
3.2.9 海洋生态现状	86
3.2.10 “三场一通道”分布情况	91
4 资源生态影响分析	97
4.1 生态评估	97
4.1.1 资源生态敏感目标	97
4.1.2 重点和关键预测因子	100
4.1.3 用海工况设计	100
4.1.4 水动力影响预测对比分析	103
4.1.5 地形地貌与冲淤影响预测对比分析	122

4.1.6	水质影响预测对比分析	124
4.1.7	用海方案推选	130
4.2	资源影响分析	131
4.2.1	对岸线资源和海洋空间资源的影响分析	131
4.2.2	对海洋生物资源的损耗分析	133
4.2.3	对项目附近无居民海岛资源的影响	136
4.2.4	对其他海洋资源的影响	137
4.3	生态影响分析	137
4.3.1	对水动力环境影响	137
4.3.2	对波浪场的影响	138
4.3.3	对地形地貌与冲淤环境影响	138
4.3.4	对水质环境的影响	138
4.3.5	对沉积物环境的影响	139
4.3.6	对海洋生物的影响	139
4.3.7	对“三场一通道”的影响	142
4.3.8	对沙洲的影响	142
4.3.9	对行洪安全的影响	143
4.3.10	生态跟踪监测指标合理影响范围	143
5	海域开发利用协调分析	145
5.1	海域开发利用现状	145
5.1.1	社会经济概况	145
5.1.2	海域使用现状	147
5.1.3	海域使用权属现状	147
5.2	项目用海对海域开发活动的影响	148
5.2.1	对航道、航路的影响分析	149
5.2.2	对锚地的影响分析	149
5.2.3	对现状养殖、防波堤的影响分析	149
5.2.4	对中委广东石化 2000 万吨/年重油加工工程调整用海的影响分析	150
5.2.5	对惠来县神泉示范性渔港建设项目的影	151

5.2.6	对港内停泊和进出港渔船的影响分析	151
5.2.7	对其他项目的影响分析	151
5.3	利益相关者界定	151
5.4	需协调部门界定	152
5.5	相关利益协调分析	152
5.6	项目用海与国防安全和国家海洋权益的协调性分析	152
5.6.1	与国防安全和军事活动的协调性分析	152
5.6.2	与国家海洋权益的协调性分析	152
6	国土空间规划符合性分析	153
7	项目用海合理性分析	154
7.1	用海选址合理性分析	154
7.1.1	自然资源与海洋生态适宜性分析	154
7.1.2	区位和社会条件能否满足项目建设和运营的需求	155
7.1.3	项目用海与周边其他用海活动是否存在功能冲突	156
7.1.4	项目用海是否有利于海洋产业协同发展	157
7.1.5	选址唯一性说明	157
7.2	用海平面布置合理性分析	158
7.2.1	用海平面布置合理性分析	158
7.2.2	用海平面布置比选	160
7.3	用海方式合理性分析	163
7.3.1	用海方式能否最大程度地减少对海域自然属性的影响，是否有利于维护海域基本功能	163
7.3.2	用海方式能否最大程度地减少对区域海洋生态系统的影响	163
7.3.3	用海方式能否最大程度地减少对水文动力环境和冲淤环境的影响	164
7.3.4	用海方式比选	164
7.4	占用岸线合理性分析	164
7.5	用海面积合理性分析	165
7.5.1	申请用海面积	165
7.5.2	用海面积是否满足项目基本功能用海需求	166

7.5.3	项目用海面积符合相关行业设计标准和规范	166
7.5.4	宗海范围确定的合理性分析	167
7.5.5	用海面积量算的合理性分析	174
7.5.6	减少海域使用面积的可能性	175
7.6	用海期限合理性分析	175
8	生态用海对策措施	177
8.1	生态用海对策	177
8.1.1	生态保护对策	177
8.1.2	生态跟踪监测	178
8.2	生态保护修复措施	180
9	结论	181
9.1	项目用海基本情况	181
9.2	项目用海必要性结论	182
9.3	项目用海资源生态影响分析结论	182
9.4	海域开发利用协调分析结论	183
9.5	国土空间规划符合性分析结论	184
9.6	项目用海合理性分析结论	184
9.7	项目用海可行性分析结论	185

摘要

1、项目用海基本情况

广东省揭阳市海洋生态保护修复工程项目位于揭阳市惠来县神泉湾海域和榕江口海域，申请用海单位是揭阳市土地整理中心，项目针对修复区域面临的围海养殖占用河口湿地、河口栖息地生态破坏严重、砂质岸滩侵蚀后退、红树林栖息空间遭到侵占等生态系统主要问题，针对性地开展河口生态空间恢复工程、滨海栖息地生态营造工程、砂质岸线生态减灾工程、滩涂生态空间恢复工程、红树林生态系统修复工程，其中除砂质岸线生态减灾工程中的后滨防护林补植工程外，其他工程均涉海。依据《自然资源部办公厅关于加强国土空间生态修复项目规范实施和监督管理的通知》（自然资办发〔2023〕10号）中“需要种植植被、互花米草清理、进行沙滩人工补沙等无构筑物、建筑物或设施建设的非排他性用海活动，以及拆除养殖池、构筑物等不足三个月的临时施工行为工程措施，依法依规无需办理海域使用审批手续、临时海域使用手续或无居民海岛开发利用审批手续”“海洋生态保护修复项目中的海堤（含镇压层）、突堤、离岸堤（含潜堤）、栈桥、围堰（含临时围堰）等构筑物建设，人工鱼礁、牡蛎附着礁等礁体投放、清淤疏浚及其他涉及持续使用特定海域的排他性工程措施用海，在实施前应当依法依规办理海域使用审批手续或临时海域使用手续”，广东省揭阳市海洋生态保护修复工程项目中围海养殖拆除时间不足三个月；岸滩和水面垃圾清理、盐沼植被种植、红树林种植和原生砂质岸线补沙等不涉及构筑物、建筑物或设施建设的非排他性用海活动，无需办理海域审批手续，仅水文动力修复工程内容需申请用海。

根据《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），项目水文动力修复工程属于特殊用海（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》（HY/T 123-2009），项目海域使用类型为其他用海（一级类）中的其他用海（二级类），用海方式为开放式（一级方式）中的专用航道、锚地及其他开放式（二级方式）。根据《海籍调查规范》（HY/T 124-2009），确定项目水文动力修复工程申请用海范围，申请用海总面积 96.3274 公顷，用海方式为专用航道、锚地及其他开放式，申请用

海期限为 1 年。项目水文动力修复工程申请用海范围不占用岸线。

2、项目用海必要性结论

项目聚焦揭阳市入海口的海洋生态系统功能提升，开展“一湾两带”区域的生态修复，采用科学的滨海湿地恢复、纳潮通道清淤、生态环境改善、自然沙滩修复、盐沼和红树林植被种植、防护林补植等措施，逐步恢复河口-海湾-海岸的生态系统，提升海岸带的防灾减灾功能，实现海岸带区域生态功能、减灾防灾能力协同增效，增强海岸带的可持续发展能力，项目建设是必要的。

项目水文动力修复工程主要是对神泉湾的纳潮通道进行清淤疏通，工程实施后，神泉湾内流场相对更为均一，湾内各区域流速趋于稳定，潮流将长期围海养殖积累的大量污染物交换到湾外，将显著提升海湾生态环境，减缓海湾淤积，恢复海湾自然肌理，提升海湾各生态系统之间的协调稳定性，增加海湾生物多样性。因此，项目对纳潮通道进行清淤是必要且急迫的，有利于提高神泉湾水体交换能力，因此项目水文动力修复的纳潮通道用海是必要的。

3、项目用海资源生态影响分析结论

水文动力修复工程实施后，清淤范围最大流速变幅为 0.014m/s，最大流向变幅为 18.13°。项目水文动力修复工程实施造成的水动力环境的影响主要集中在工程周边 800m 范围内水域，对神泉湾外的水动力的影响有限。项目实施后使得水体交换能力有所增强，纳潮量相比项目实施前有所增加，增加幅度为 0.23%。根据数值模拟结果，清淤后水深增加会导致附近流速减缓，主要产生 0.5~1.0m/a 左右的淤积，最大淤积幅度为 1.47m/a，淤积较大区域主要位于龙江中部区域和雷岭河沙洲区域，其余区域影响程度有限。

根据数值模拟结果，施工引起的悬沙扩散范围主要在工程区附近输移扩散，施工扩散悬沙浓度大于 10mg/L 包络面积 3.008km²；大于 20mg/L 包络面积为 2.770km²；大于 50mg/L 包络面积为 2.462km²；大于 100mg/L 包络面积 2.168km²。施工悬沙影响时间基本为施工期，施工期结束后其影响会逐渐消失，不会对海洋水质环境和沉积物环境产生较大的不利影响。

项目水文动力修复建设造成潮间带生物直接损失量为 31.8t，造成底栖生物直接损失量为 5.7t，造成渔业资源直接损失量为：游泳生物 1.14t，鱼卵 2.37×10⁷ 粒，仔鱼 3.6×10⁶ 尾。项目为生态修复工程，项目通过滨海湿地恢复、纳潮通道

清淤、生态环境改善、自然沙滩修复、盐沼和红树林植被种植、防护林补植等措施，逐步恢复河口-海湾-海岸的生态系统，可有效弥补施工活动对海洋生态环境造成的影响，整体上改善区域海洋生态功能并促进生物资源恢复。

4、海域开发利用协调分析结论

项目水文动力修复论证范围内开发利用活动主要为现状养殖、现状防波堤、航道、航路、锚地、中委广东石化 2000 万吨/年重油加工工程调整用海、惠来县神泉示范性渔港建设项目等，项目周边（2 公里范围内）开发利用活动主要为中委广东石化 2000 万吨/年重油加工工程调整用海、揭阳港大南海东岸公共码头防波堤工程和惠来县神泉示范性渔港建设项目。经分析界定，利益相关者为（此内容不公开）；需协调部门为（此内容不公开）。项目在取得上述利益相关者和协调部门的同意意见函后方可开工建设。通过严密、科学的施工组织和合理的生产调度，把工程安全、施工安全放在首位，做好施工作业的安全管理工作等措施，在做好利益相关者协调沟通，并听从协调部门的协调安排的前提下，项目与周边海域开发活动是可协调的。

5、国土空间规划符合性分析结论

项目水文动力修复工程用海范围位于《广东省国土空间规划(2021-2035 年)》的海洋开发利用空间，位于《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》的靖海湾砂质海岸-防护林保护修复单元；项目不涉及《揭阳市国土空间总体规划（2021-2035）》生态保护区和生态控制区，位于《惠来县国土空间总体规划（2021-2035 年）》海洋发展空间的游憩用海区，项目建设符合各级国土空间规划文件要求。

项目水文动力修复工程位于《广东省海岸带及海洋空间规划(2021-2035 年)》的粤东新城游憩用海区，项目建设符合所在功能区的管控要求，项目不占用生态保护红线，符合生态保护红线的要求。

项目建设符合《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》《广东省自然资源保护与开发“十四五”规划》《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》《广东省海洋经济发展“十四五”规划》以及《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》等省、市相关规划的要求。

6、项目用海合理性分析结论

项目所处区位和社会条件优越，可以满足工程建设要求；该海域的自然资源与项目用海是适宜的；项目建设对区域生态系统有一定影响，项目为生态修复工程，项目通过滨海湿地恢复、纳潮通道清淤、生态环境改善、自然沙滩修复、盐沼和红树林植被种植、防护林补植等措施，逐步恢复河口-海湾-海岸的生态系统，可有效弥补施工活动对海洋生态环境造成的影响，整体上改善区域海洋生态功能并促进生物资源恢复。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。

项目平面布置方案体现了集约、节约用海的原则，项目建设对水文动力环境、冲淤环境的影响不大，有利于生态和环境保护，项目的平面布置是合理的。

项目用海方式充分考虑了工程的特点和工程建设的特殊要求、工程区域内的自然资源与环境条件、地质、地形条件、建设目标，是与区域自然条件及项目建设要求相适应的。在此自然环境条件和社会经济条件下，结合项目所在海域的开发利用现状和发展规划，确定了项目的用海方式。因此，项目用海方式是合理的。

项目水文动力修复工程用海面积为 96.3274 公顷，项目用海面积是根据相关设计标准和规范确定，用海面积满足用海需求，项目申请用海面积按照《海籍调查规范》和《海域使用面积测量规范》，依据项目建设的规模等指标，满足了工程实施的要求，项目用海面积是合理的。

项目申请用海期限 1 年，项目的用海期限符合《中华人民共和国海域使用管理法》的规定，用海期限是合理的。

7、项目用海可行性分析结论

项目水文动力修复工程实施后，可提高神泉湾水体交换能力，流场相对更为均一，湾内各区域流速趋于稳定，潮流将长期围海养殖积累的大量污染物交换到湾外，将显著提升海湾生态环境，减缓海湾淤积，恢复海湾自然肌理，提升海湾各生态系统之间的协调稳定性，增加海湾生物多样性。因此，项目水文动力修复工程建设和用海是必要的。项目与周边开发利用活动是可协调的，与所在国土空间规划、海岸带及海洋空间规划的要求均相符，项目不占用生态保护红线。项目选址、用海方式、用海平面布置、用海面积和用海期限是合理的。

综上，在严格按照本报告中提出的要求，做好海域环境的保护工作的前提

下，从海域使用角度出发，项目用海是可行的。

1 概述

1.1 论证工作来由

为贯彻落实我国关于生态文明建设的决策部署，党的十八大以来，广东省省委、省政府深入贯彻我国关于生态文明建设的重要理念，持续推进生态保护修复及相关重点领域体制改革，不断完善生态文明体制机制。2023年4月10日-13日，习近平总书记在广东调研考察时指出，广东有条件有能力把生态文明建设搞得更好，要加强陆海统筹、山海互济。“海洋生态文明建设是生态文明建设重要组成部分。沿海地区生产最密集、人口最密集，同时对自然生态影响也比较大，一定要真正重视起来，采取真正有效的举措加强保护。这是国家战略，要一代接着一代干，久久为功，建设美丽中国，为保护好地球村作出我们中国人的贡献。”

为贯彻落实国家关于生态文明发展战略，揭阳市人民政府高度重视生态文明建设，积极开展海洋生态保护修复相关工作。重点针对神泉湾及榕江口区域因围海养殖等人为活动导致的河口湿地萎缩、栖息地退化、生物多样性下降、岸线侵蚀等生态环境问题，系统实施生态修复工程，积极围绕“一湾两带”空间布局，开展广东省揭阳市海洋生态保护修复工程项目，分为“神泉湾生态修复子项目”和“榕江口生态修复子项目”开展海洋生态保护修复工作。

“神泉湾生态修复子项目”拟开展“河口生态空间恢复工程”“滨海栖息地生态营造工程”“砂质岸线生态减灾工程”等工作。“河口生态空间恢复工程”主要包括滨海湿地恢复、水文动力修复、生态环境改善等内容，对神泉湾内围海养殖进行清退拆除，面积约104公顷；对龙江古道、雷岭河进行纳潮通道清淤疏通，面积约97公顷；在神泉湾内开展岸滩和水面垃圾清理，生态环境改善面积约442公顷。“滨海栖息地生态营造工程”主要包括微地形改造、盐沼植被种植、堤前生态化修复等内容，对神泉湾内围海养殖拆除附近区域进行微地形改造，面积约104公顷；在微地形改造区域进行盐沼植被种植，面积约27公顷；在神泉湾内海堤前沿开展红树林种植，面积约6公顷，新增生态恢复岸线3264米。“砂质岸线生态减灾工程”主要包括受损岸滩修复、后滨防护林补植等内容，对神泉

湾外原生砂质岸线进行修复，长度约 2670 米；对沙滩后滨防护林开展补植，面积约 36 公顷。

“榕江口生态修复子项目”拟开展“滩涂生态空间恢复工程”“红树林生态系统修复工程”等工作。“滩涂生态空间恢复工程”主要包括滩涂生态环境改善、围海养殖清退拆除等内容，在榕江口附近开展滩涂垃圾清理，生态环境改善面积约 25 公顷；对榕江口区域内的围海养殖进行清退拆除，面积约 24 公顷。“红树林生态系统修复工程”主要包括红树林生境修复、红树林种植养护等内容，对榕江口围海养殖清退拆除附近区域进行微地形改造，面积约 24 公顷；在微地形改造区域开展红树林种植，面积约 10 公顷，新增生态恢复岸线 2054 米。

《自然资源部办公厅关于加强国土空间生态修复项目规范实施和监督管理的通知》（自然资办发〔2023〕10 号）中“需要种植植被、互花米草清理、进行沙滩人工补沙等无构筑物、建筑物或设施建设的非排他性用海活动，以及拆除养殖池、构筑物等不足三个月的临时施工行为工程措施，依法依规无需办理海域使用审批手续、临时海域使用手续或无居民海岛开发利用审批手续”“海洋生态保护修复项目中的海堤（含镇压层）、突堤、离岸堤（含潜堤）、栈桥、围堰（含临时围堰）等构筑物建设，人工鱼礁、牡蛎附着礁等礁体投放、清淤疏浚及其他涉及持续使用特定海域的排他性工程措施用海，在实施前应当依法依规办理海域使用审批手续或临时海域使用手续”。

根据广东省政府 2022 年批复海岸线，上述工程除了神泉湾生态修复子项目砂质岸线生态减灾工程中的后滨防护林补植外，其余工程均涉海，涉海工程依据自然资办发〔2023〕10 号判据：围海养殖拆除时间不足三个月、岸滩和水面垃圾清理、盐沼植被种植、红树林种植、原生砂质岸线补沙等无构筑物、建筑物，无需办理海域审批手续，仅水文动力修复工程内容（以下简称“本项目”）需申请用海。受揭阳市土地整理中心委托，广东海兰图环境技术研究有限公司承担本项目的海域使用论证工作。我司接受委托后，根据有关法律法规和相应的技术规范，针对工程项目的性质、规模和特点，通过现场调查、资料收集分析等工作，按照相关法律法规的要求，结合工程具体情况和所在海区的功能区以及海洋环境特征，根据《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）等的要求编制完成《广东省揭阳市海洋生态保护修复工程项目海域使用论证报告书（送审稿）》。

1.2 论证依据

1.2.1 法律法规

本项目海域使用论证报告书的编制依据主要有下列相关的国家和部门的法律法规，以及其它涉海部门和地方的海域使用和海洋环境保护等管理规定。

(1) 《中华人民共和国海域使用管理法》（2001年10月27日第九届全国人民代表大会常务委员会第二十四次会议通过，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修订，2024年1月1日起施行）；

(3) 《中华人民共和国环境保护法》（2014年4月24日第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议修订，2015年1月1日起施行）；

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

(5) 《中华人民共和国防洪法》（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）；

(6) 《中华人民共和国港口法》（2018年12月29日第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议修正）；

(7) 《中华人民共和国湿地保护法》（2021年12月24日第十三届全国人民代表大会常务委员会第三十二次会议通过，2022年6月1日施行）；

(8) 《中华人民共和国海岛保护法》（2009年12月26日第十一届全国人民代表大会常务委员会第二十次会议通过，2010年3月1日起施行）；

(9) 《中华人民共和国航道法》（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会议修正）；

(10) 《防治海洋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）；

(11) 《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）；

(12) 《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）；

(13) 《中华人民共和国国家发展和改革委员会令第7号〈产业结构调整指导目录(2024年本)〉》(2023年12月1日第6次委务会议审议通过)；

(14) 《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,2023年6月13日)；

(15) 《自然资源部办公厅关于北京等省(区、市)启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》(自然资办函〔2022〕2207号,2022年10月14日)；

(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,2022年8月16日)；

(17) 《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,2021年1月8日)；

(18) 《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)；

(19) 《自然资源部办公厅关于进一步做好用地用海用岛国土空间规划符合性审查的通知》(自然资办发〔2024〕21号,2024年5月6日)；

(20) 《自然资源部办公厅关于加强国土空间生态修复项目规范实施和监督管理的通知》(自然资办发〔2023〕10号,2023年3月2日)；

(21) 《自然资源部 国家林业和草原局关于进一步做好自然资源要素保障工作的通知》(自然资发〔2025〕79号,自然资源部 国家林业和草原局,2025年4月16日)；

(22) 《生态环境部关于印发〈生态保护红线生态环境监督办法(试行)〉的通知》(中华人民共和国生态环境部,2022年12月27日)；

(23) 《交通运输部 国家发展改革委 自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局〈关于加强沿海和内河港口航道规划建设 进一步规范和强化资源要素保障〉的通知》(交规划发〔2022〕79号,2022年8月2日)；

(24) 《市场准入负面清单(2025年版)》(发改体改规〔2025〕466号,2025年4月16日)；

(25) 《广东省财政厅 广东省自然资源厅关于印发〈广东省海域使用金征收标准(2022年修订)〉的通知》(粤财规〔2022〕4号)；

(26) 《广东省海域使用管理条例》(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修正)；

(27) 《广东省湿地保护条例》(2022年11月30日广东省第十三届人民代表大会常务委员会第四十七次会议修正)；

(28) 《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)；

(29) 《广东省自然资源厅关于印发〈广东省项目用海政策实施工作指引〉的通知》(粤自然资函〔2020〕88号, 2020年2月28日)；

(30) 《广东省自然资源厅关于印发海岸线占补实施办法的通知》(广东省自然资源厅, 2025年6月12日)；

(31) 《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)；

(32) 《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)》(粤自然资发〔2023〕11号)；

(33) 《广东省人民政府办公厅关于推动我省海域和无居民海岛使用“放管服”改革工作的意见》(粤府办〔2017〕62号, 广东省人民政府办公厅, 2017年10月15日)；

(34) 《关于加强疏浚用海监管工作的通知》(广东省海洋与渔业厅, 粤海渔函〔2017〕1100号, 2017年10月8日)；

(35) 《关于进一步加强沿海疏浚工程监管工作的紧急通知》(广东省海洋与渔业厅, 粤海渔函〔2018〕731号, 2018年9月17日)；

(36) 《关于进一步明确开展涉海疏浚工程用海监管有关事项的通知》(粤海监函〔2019〕99号, 2019年11月1日)；

(37) 《广东省自然资源厅关于涉海港池航道疏浚工程疏浚物中海砂处置意见的复函》(粤自然资矿管〔2022〕1098号, 2022年5月)；

(38) 《关于进一步明确涉海港池航道疏浚工程执法监管有关事项的通知》(粤海综函〔2021〕157号, 2021年7月)。

1.2.2 相关规划

(1) 《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划(2021-2035年)》

（发改农经〔2020〕837号，2020年6月3日）；

（2）《广东省国土空间规划（2021-2035年）》（国函〔2023〕76号，2023年8月）；

（3）《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035年）》（2023年5月10日，粤自然资发〔2023〕2号）；

（4）《广东省自然资源保护与开发“十四五”规划》（2021年11月3日）；

（5）《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》（2022年4月）；

（6）《广东省海洋经济发展“十四五”规划》（2021年9月）；

（7）《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》（粤自然资发〔2025〕1号），2025年1月23日；

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

（9）《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）；

（10）《广东省重要生态系统保护和修复重大工程总体规划（2021-2035年）》（广东省自然资源厅 广东省发展和改革委员会，2022年10月27日）；

（11）《揭阳市国土空间总体规划（2021-2035年）》（揭阳市人民政府，2023年8月）；

（12）《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，2021年5月17日）；

（13）《惠来县国土空间总体规划（2021-2035年）》，2023年10月。

1.2.3 标准规范

本项目海域使用论证执行的技术规范和标准主要有：

（1）《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）；

（2）《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025，2025年2月1日实施）；

（3）《海域使用分类》（HY/T 123-2009）；

（4）《海水水质标准》（GB 3097-1997）；

（5）《中国海图图式》（GB 12319-2022）；

- (6) 《海洋监测规范》（GB 17378-2007）；
- (7) 《海洋生物质量》（GB 18421-2001）；
- (8) 《海洋沉积物质量》（GB 18668-2002）；
- (9) 《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）；
- (10) 《海洋工程地形测量规范》（GB/T 17501-2017）；
- (11) 《全球导航卫星系统（GNSS）测量规范》（GB/T 18314-2024）；
- (12) 《海港总体设计规范》（JTS 165-2013）（含 2025 年局部修订）；
- (13) 《海域使用面积测量规范》（HY/T 070-2022）；
- (14) 《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）；
- (15) 《宗海图编绘技术规范》（HY/T 251-2018）；
- (16) 《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）；
- (17) 《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）；
- (18) 《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》（2002 年 4 月）。

1.2.4 项目技术资料

- (1) 《广东省揭阳市海洋生态保护修复工程项目工程可行性研究报告》（中交第一航务工程勘察设计院有限公司，2023 年 7 月）；
- (2) 《广东省揭阳市海洋生态保护修复工程项目工程实施方案》（中交第一航务工程勘察设计院有限公司，2023 年 7 月）；
- (3) 《惠来县神泉渔港抗洪排涝和防灾减灾综合防治工程项目（二阶段）岩土工程勘察报告（初步设计勘察阶段）》（核工业衡阳第二地质工程勘察有限公司，2023 年 11 月）；
- (4) 《广东省揭阳市神泉湾海洋生态保护修复工程项目附近海域海洋水文测验技术报告》（广州海兰图检测技术有限公司，2025 年 6 月）；
- (5) 《榕江口、神泉湾海洋环境现状调查报告》（中科检测技术服务（湛江）有限公司，2025 年 6 月）。

1.3 论证等级和范围

1.3.1 论证等级

广东省揭阳市海洋生态保护修复工程项目分为“神泉湾生态修复子项目”和“榕江口生态修复子项目”，依据《自然资源部办公厅关于加强国土空间生态修复项目规范实施和监督管理的通知》（自然资办发〔2023〕10号）（以下简称“10号文”）中“需要种植植被、互花米草清理、进行沙滩人工补沙等无构筑物、建筑物或设施建设的非排他性用海活动，以及拆除养殖池、构筑物等不足三个月的临时施工行为工程措施，依法依规无需办理海域使用审批手续、临时海域使用手续或无居民海岛开发利用审批手续”“海洋生态保护修复项目中的海堤（含镇压层）、突堤、离岸堤（含潜堤）、栈桥、围堰（含临时围堰）等构筑物建设，人工鱼礁、牡蛎附着礁等礁体投放、清淤疏浚及其他涉及持续使用特定海域的排他性工程措施用海，在实施前应当依法依规办理海域使用审批手续或临时海域使用手续”。因此，广东省揭阳市海洋生态保护修复工程项目中围海养殖清退、垃圾清理、盐沼与红树林种植、砂质岸线补沙及防护林补植等内容无需办理海域使用审批，仅对水文动力修复工程内容展开海洋使用论证工作。

（如无特殊说明，以下“本项目”指“水文动力修复工程”）。

根据《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），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》（HY/T 123-2009），本项目海域使用类型为其他用海（一级类）中的其他用海（二级类），用海方式为开放式（一级方式）中的专用航道、锚地及其他开放式（二级方式）。

本项目需办理用海审批手续，主要工程内容为对龙江古道、雷岭河进行水动力清淤疏通，清淤长度为8.9km，申请用海面积为96.3274公顷，根据《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023），界定本项目论证等级为一级，编制海域使用论证报告书。

表 1.3.1-1 海域使用论证等级判据

一级用海方式	二级用海方式	用海规模	所在海域特征	论证等级
开放式	航道	长度大于（含）10km 或疏浚长度大于（含）3km（清淤长度约 8.9km）	所有海域	一
		长度（3~10）km 或疏浚长度（0.5~3）	所有海域	二

一级用海方式	二级用海方式	用海规模	所在海域特征	论证等级
		km		
		长度小于（含）3km 或疏浚长度小于（含）0.5km	所有海域	三
	锚地	所有规模	敏感海域	二
			所有海域	三
	其他开放式	所有规模	所有海域	三
论证等级				一

注：引自《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）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），论证范围应依据项目用海情况、所在海域特征及周边海域开发利用现状等确定，应覆盖项目用海可能影响到的全部区域。

一般情况下，论证范围以项目用海外缘线为起点进行划定，一级论证向外扩展 15km，二级论证 8km，三级论证 5km。本项目论证等级为一级，因此，论证范围以项目用海外缘线为起点向外扩展 15km，论证范围面积约 373.8km²。论证范围图见图 1.3.2-1，论证范围拐点坐标见表 1.3.2-1。

表 1.3.2-1 论证范围拐点坐标表

序号	北纬（N）	东经（E）
1	22° 49'14.894"	116° 05'49.995"
2	22° 49'16.692"	116° 26'40.291"
3	22° 56'36.211"	116° 26'40.118"
4	22° 59'33.617"	116° 17'43.586"

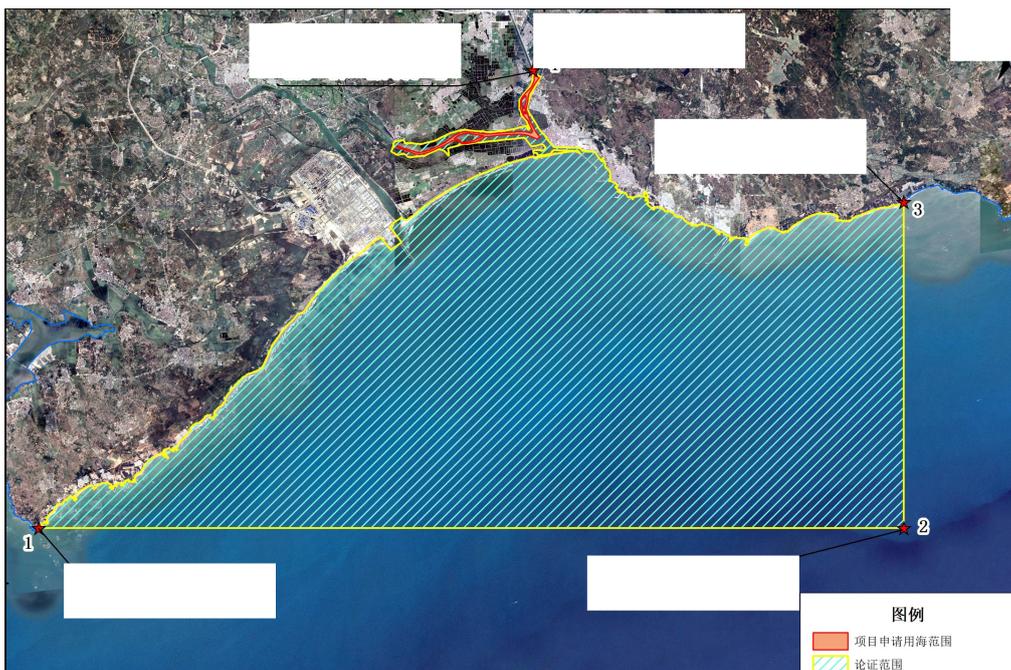


图 1.3.2-1 论证范围图

1.4 论证重点

通过对本项目所在海域及附近海域海洋自然条件、资源和环境的调查，参照《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）的要求，结合项目海域使用类型和用海方式、所在海域特征和对资源生态影响程度等因素，确定本项目海域使用论证工作的重点内容如下：

- (1) 选址（线）合理性；
- (2) 平面布置合理性分析；
- (3) 资源生态影响分析；
- (4) 生态用海对策措施。

2 项目用海基本情况

2.1 用海项目建设内容

2.1.1 项目概况

(1) 项目名称：广东省揭阳市海洋生态保护修复工程项目

(2) 申请用海单位：揭阳市土地整理中心

(3) 项目性质：新建，公益性

(4) 工程投资额：43147.79 万元（中央资金 30000 万元，地方安排资金 13147.79 万元）

(5) 项目用海位置：广东省揭阳市海洋生态保护修复工程项目位于揭阳市惠来县神泉湾海域和榕江口海域，其中申请用海工程为水文动力修复，位于揭阳市惠来县神泉湾海域。项目水文动力修复位置示意图见图 2.1.1-1。

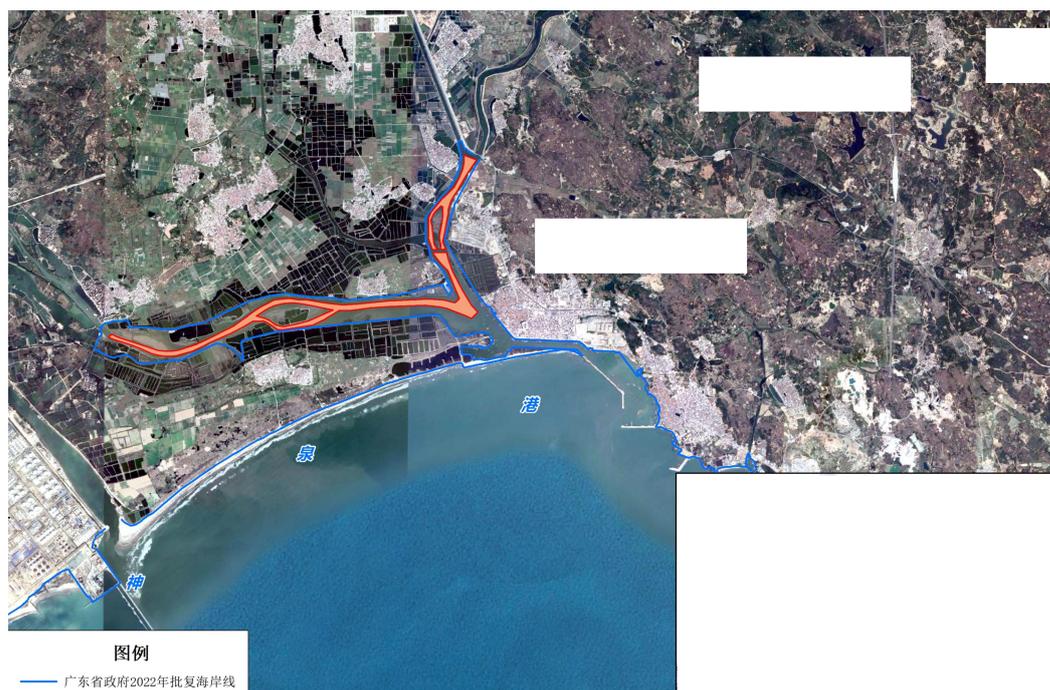


图 2.1.1-1 项目地理位置图

2.1.2 建设内容与建设规模

2.1.2.1 项目总体内容和规模

广东省揭阳市海洋生态保护修复工程项目分为“神泉湾生态保护修复工程子

项目”与“榕江口生态保护修复工程子项目”两部分，针对修复区域面临的围海养殖占用河口湿地、河口栖息地生态破坏严重、砂质岸滩侵蚀后退、红树林栖息空间遭到侵占等生态系统主要问题，针对性地开展河口生态空间恢复工程、滨海栖息地生态营造工程、砂质岸线生态减灾工程、滩涂生态空间恢复工程、红树林生态系统修复工程。

一、神泉湾生态保护修复工程子项目

“神泉湾生态修复子项目”拟开展“河口生态空间恢复工程”“滨海栖息地生态营造工程”“砂质岸线生态减灾工程”等工作。

(1) 河口生态空间恢复工程

“河口生态空间恢复工程”主要包括滨海湿地恢复、水文动力修复、生态环境改善等内容。

①滨海湿地恢复

滨海湿地恢复主要工程内容为拆除龙江和雷岭河河道内以及雷岭河东岸的10个养殖鱼塘围堰区域、周边养殖渔排，以及养殖鱼塘内的构筑物。施工前先进行养殖活动清退，涨潮期进行养殖渔排拆除，退潮期进行构筑物的清除和养殖鱼塘围堰的拆除。本工程需将围堰及围堰底部人工块石全部清除，恢复原有滩面自然底质。拆除养殖围堰至外侧周边泥面高程，约为0.2m。

滨海湿地恢复工程的养殖鱼塘、构筑物拆除施工时间不足3个月，根据10号文“拆除养殖池、构筑物等不足三个月的临时施工行为工程措施，依法依规无需办理海域使用审批手续、临时海域使用手续或无居民海岛开发利用审批手续”，因此滨海湿地恢复工程**无需**办理用海手续。

②水文动力修复

水文动力修复主要内容为对龙江和雷岭河纳潮通道区域进行清淤，清淤范围避开现状沙洲和养殖鱼塘区域。纳潮通道设计疏挖底高程为-0.8m，清淤范围边线设计高程0.0m，现状低于设计高程的则维持现状，现状高于设计高程的进行开挖，通道两侧边坡按照1:10放坡。

根据10号文“清淤疏浚及其他涉及持续使用特定海域的排他性工程措施用海，在实施前应当依法依规办理海域使用审批手续或临时海域使用手续”，因此水文动力修复**需**办理用海手续。

③生态环境改善

生态环境改善主要内容为岸滩和水位垃圾清理，工程范围为龙江和雷岭河两侧岸滩及河道水域内，利用机械和人工方式对岸滩的垃圾进行集中清理，预计岸滩垃圾清理面积 21.46 万平方米。组建水面垃圾打捞队伍，开展水面垃圾打捞和清运工作。以机械化打捞为主，人工打捞为辅，沿海岸线进行水面垃圾打捞，并将垃圾与岸滩垃圾一起运送至指定地点处理。考虑沿岸 10m 范围内为水面垃圾打捞的主要区域，预计水面垃圾清理面积 22.15 万平方米。

生态环境改善工程内容不涉及构筑物、建筑物或设施建设的用海活动，根据 10 号文，“无构筑物、建筑物或设施建设的非排他性用海活动，……依法依规无需办理海域使用审批手续、临时海域使用手续或无居民海岛开发利用审批手续”，因此，生态环境改善工程无需办理用海手续。

(2) 滨海栖息地生态营造工程

“滨海栖息地生态营造工程”主要包括微地形改造、盐沼植被种植、堤前生态化修复等内容。

①微地形改造

微地形改造主要工程为利用纳潮通道清淤土方和围海养殖池塘围堰拆除土方用于地形改造，因地制宜塑造盐沼不同高程的地貌单元。

微地形改造范围为龙江和雷岭河河道内，以及雷岭河东岸的 10 个养殖鱼塘。微地形改造依据现有养殖鱼塘水深及滩涂高程，因地制宜塑造盐沼不同高程的地貌单元，辅以潮汐疏通贯通内外水系通道，实现涨落潮时各地貌单元的淹没与出露，以适应不同水深要求的水生生物栖息，满足鸟类滩涂觅食条件，逐步恢复河口滨海湿地生态结构和功能，提升湿地生物多样性。

微地形改造工程内容不涉及构筑物、建筑物或设施建设的用海活动，根据 10 号文，微地形改造工程无需办理用海手续。

②盐沼植被种植

盐沼植被种植范围为神泉港内养殖鱼塘打造的区域。针对现状盐沼湿地植被存在被人工侵占和退化的问题，通过微地形改造后的区域，进行盐沼植被的补植，恢复湿地面积和生态功能，打造鸟类栖息的植被区域。植被种植面积 27.75 万平方米，种植土方量 4.16 万方，改良土壤方量 6.94 万方。

芦苇、香蒲、盐地鼠尾粟、水生美人蕉等盐沼植被的种植采用栽植方法，将采购的植被幼苗小心放入挖好的土穴中，扶正后使根系自然舒展，然后回填土壤，用脚踏实幼苗四周土壤，确保幼苗与土壤紧密结合。盐沼植被种植工程不涉及构筑物、建筑物或设施建设的非排他性用海活动，根据 10 号文，“需要种植植被、互花米草清理、进行沙滩人工补沙等无构筑物、建筑物或设施建设的非排他性用海活动，……，依法依规无需办理海域使用审批手续、临时海域使用手续或无居民海岛开发利用审批手续”，因此，盐沼植被种植**无需**办理用海手续。

③堤前生态化修复

堤前生态化修复主要为红树林种植，堤前生态化改造范围为龙江和雷岭河部分现有养殖鱼塘内侧海堤，以及龙江北岸堤前水深较浅区域。

参考揭阳市鳌江和榕江现状红树林分布高程，结合年平均高潮位进行种植区地形营造。项目所在海域年平均高潮位 1.0m 左右，种植区域垫高现状池底高程至 0.8~1.0m，以满足盐沼和红树植物生长的滩涂高程。滩涂较宽处，结合芦苇和红树植物混合种植，滩涂较窄，种植红树。

红树林种植方案为：苗木种植需待整地区域泥土沉降稳定后进行，种植穴规格 50cm×50cm×50cm，以保证苗木根系发育所需营养物质需求，提高红树苗木成活率。滩涂区域初植采用大苗，苗木规格如下表，初植密度为（株距×行距）1.5m×1.5m~2.0m×2.0m。造林苗木种植土球应埋入地表以下 10~20cm 厚的泥质土，或在种植穴中回填泥质土，种植时去除红树林苗木营养袋，将苗木扶正放入穴中，并对单体苗木立支撑杆，竿插入土深度 50cm 以上。在种植区域的外侧设置木桩，防止边坡塌陷；采用单层 280g 聚丙烯土工布设置于木桩与种植面之间防止淤泥流失。

根据红树林种植方案，堤前红树林种植不涉及构筑物、建筑物或设施建设的非排他性用海活动，根据 10 号文，红树林种植**无需**办理用海手续。

（3）砂质岸线生态减灾工程

“砂质岸线生态减灾工程”主要包括受损岸滩修复、后滨防护林补植等内容。

①受损岸滩修复

受损岸滩修复主要工程为通过人工补沙的修复措施，结合后期养护措施，恢复沙滩宽度，提高消浪防护能力，改善沙滩受侵蚀条件，修复砂质岸线 2670 米。

受损岸滩修复范围为神泉湾内图田村外侧的侵蚀沙滩，受损岸滩修复措施可以减少泥沙流失率，使侵蚀区域的沙滩保持一定的宽度及形态，是基于自然手段修复砂质岸线的重要措施，可以有效降低因修建不合理构筑物带来的生态风险，是适宜砂质岸线修复的可行、有效措施。

神泉湾海域的平均高潮位为 1.0m，沙滩补沙高程以不超过平均大潮高潮位 1.3m 为原则，选取近岸沙滩的回填高程为 1.3m。现有沙滩后方养殖池塘围堰已被冲毁，为与沙滩地形衔接，原围堰与沙滩衔接的陆域区域回填至周边地形高程，设计高程低于榕江口平均大潮高潮位 1.3m，不存在潮间带改为潮上带情况。

受损岸滩进行人工补沙，不涉及构筑物、建筑物或设施建设的非排他性用海活动，根据 10 号文，沙滩人工补沙**无需**办理用海手续。

②后滨防护林补植

后滨防护林补植主要工程内容为种植防护林。范围为神泉湾内图田村外侧防风林带，根据前期植被范围测量结果，在城镇开发边界外，对现状防护林出现缺口断带、植被覆盖率低的区域进行补植。修复范围内进行防护林带修复，抚育更新现有防护林，改造人为活动影响区域防护林。沙滩前沿 200m 范围内补植木麻黄纯林，200m 至后方约 500m 范围内采用木麻黄和大叶相思的带状混交林，混交林配置比例按面积以木麻黄与景观树种混交比 1:1。采用木麻黄连续种植 5 行构成的种植带与大叶相思种植带依次配置的混交方法。

根据广东省政府 2022 年批复海岸线，后滨防护林补植均位于岸线向陆一侧，工程不涉海。

二、榕江口生态修复子项目

“榕江口生态修复子项目”拟开展“滩涂生态空间恢复工程”和“红树林生态系统修复工程”等工作。

(1) 滩涂生态空间恢复工程

滩涂生态环境主要工程内容是拆除养殖鱼塘、对岸滩垃圾进行清理。滩涂生态环境改善范围为揭阳市榕城区土尾村南侧堤外滩涂区域，包括外侧滩涂养殖鱼塘内的沿岸构筑物拆除，以及岸滩的垃圾清理。

滩涂生态环境工程内容不涉及构筑物、建筑物或设施建设的用海活动，根据 10 号文，滩涂生态环境**无需**办理用海手续。

(2) 红树林生态系统修复工程

红树林生态系统修复工程主要工程实在微地形改造后区域种植红树林。微地形改造区域即为养殖鱼塘清退区域，共 5 个鱼塘，总体现状平均高程在 0.92m，需要利用养殖鱼塘围堰拆除土方局部起垄，以及对部分地形较高区域挖深垫浅，营造适宜红树林生长的滩涂区域。种植区地形改造设计高潮滩区域高程为 1.2m，设计中低潮滩区域高程为 0.9m，设计高程低于榕江口平均大潮高潮位 1.3m，不存在潮间带改为潮上带情况。

红树林种植方案同“神泉湾生态保护修复工程子项目”中“提前生态化修复”一致，同理，**无需**办理用海手续。

综上，根据广东省政府 2022 年批复海岸线，除了神泉湾生态修复子项目砂质岸线生态减灾工程中的后滨防护林补植外，其余工程均涉海。涉海工程依据自然资办发〔2023〕10 号，结合工程规模和内容，养殖鱼塘、养殖渔排等构筑物拆除时间少于 3 个月，红树林种植、盐沼植被种植、沙滩人工补沙以及岸滩垃圾清理、水面垃圾清理等不涉及构筑物用海活动，均无需办理海域使用审批手续或临时海域使用手续，项目水文动力修复涉及特定的用海活动，需按相关规定申请用海手续。

本次论证将针对水文动力修复工程开展海域使用论证，除特别说明外，下文所述“本项目”均特指水文动力修复工程。

项目总提建设内容和建设规模可见表 2.1.2-1。

表 2.1.2-1 项目是否申请用海一览表

工程项		修复措施	工程内容	规划规模	备注	是否涉海	是否需申请用海
神泉湾生态修复子项目	1、河口生态空间恢复工程	滨海湿地恢复	1、拆除养殖渔排5000m； 2、拆除构筑物0.06万平方米； 3、拆除块石2万平方米； 4、围堰拆除产生的土方用于邻近区域微地形改造。	104公顷	拆除养殖渔排、鱼塘围堰等施工时间未超3个月，施工进度见表2.3.4-1。	是	否
		水文动力修复	纳潮通道设计疏挖底高程为-0.8m，清淤范围边线设计高程0.0m，通道两侧边坡按照1:10放坡。清淤面积97公顷，清淤方量为26.03万方。	97公顷		是	是
		生态环境改善	岸滩垃圾清理21.46万平方米； 水面垃圾清理22.15万平方米。	442公顷		是	否
	2、滨海栖息地生态营造工程	微地形改造	依据现有养殖鱼塘水深及滩涂高程，因地制宜塑造盐沼不同高程的地貌单元。	104公顷		是	否
		盐沼植被种植	盐沼植被种植。	27公顷		是	否
		堤前生态化修复	堤前红树林种植。	6公顷		是	否
	3、砂质岸线生态减灾工程	受损岸滩修复	采用人工补沙方式恢复沙滩宽度，修复砂质岸线2670米。	2670米		是	否
后滨防护林补植		神泉湾内图田村外侧防风林带防护林补植面积为36.15万平方米。	36公顷		否	否	
榕江口生态修复子项目	1、滩涂生态空间恢复工程	滩涂生态环境改善	滩涂垃圾清理。	25公顷		是	否
		围海养殖清退拆除	清退拆除围海养殖。	24公顷	拆除围海养殖施工时间未超3个月，施工进度见表2.3.4-1。	是	否
	2、红树林生态系统修复工程	红树林生境修复	清退共5个鱼塘，要利用养殖鱼塘围堰拆除土方局部起垄，以及对部分地形较高区域挖深垫浅，营造适宜红树林生长的滩涂区域。	24公顷		是	否
		红树林种植养护	红树林种植。	10公顷		是	否

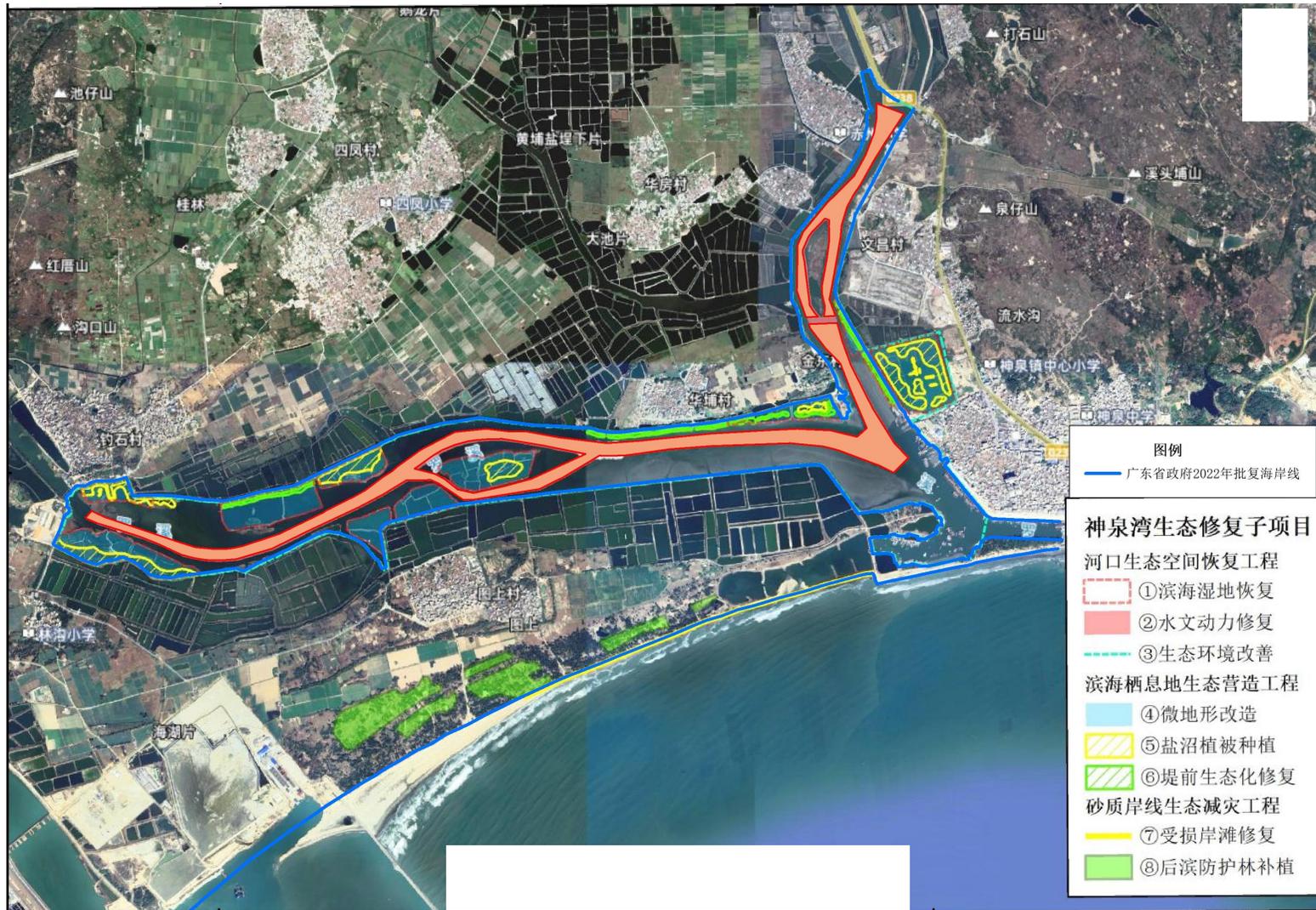


图 2.1.2-1 神泉湾生态修复子项目平面布置图

2.2 平面布置和主要结构、尺度

2.2.1 平面布置方案

在现状条件下，神泉湾内围海养殖大量侵占滨海湿地，导致海湾纳潮量急剧减少，水动力强度明显减弱，水质常年较差，海湾淤积严重。本项目通过实施水动力清淤疏通工程，可恢复原有河流的入海通道，明显提升海湾水动力条件和水交换能力，促进外海水体与河口湿地之间的之间交换过程，进而改善湿地水质环境，从而实现湿地生态系统的自我恢复。

依据神泉湾内现状地形，结合养殖鱼塘、现状水生植物等分布，平面设计上，在龙江纳潮通道区域避开现状养殖鱼塘，雷岭河避开现状沙洲后确定平面设计方案。

(1) 现状养殖鱼塘

龙江和雷岭河两岸内 1~9 号养殖鱼塘位于河道内，其中 1 号、2 号、5 号养殖鱼塘内有一部分区域高程约为 1.0~3.0m。6 号养殖鱼塘位于河道中央，周边滩涂地形较高，受人类干扰较少，适宜鸟类栖息。6 号养殖鱼塘位于河道中央，降低外侧围堰标高，内部通过微地形改造，打造中心鸟岛，鸟岛中心构建鸟类栖息区域，周边打造光滩区域和浅水区域。

神泉湾内养殖鱼塘现状为淤泥质潮滩，区域内有机质丰富，适宜芦苇等本地盐沼植被生长。根据修复区域盐沼植被调查结果，在神泉湾周边的盐沼植物中，以芦苇为主要优势种。根据项目区域水文调查资料，神泉湾区域大潮平均高潮位为 1.3m，平均海平面为 0.6m。神泉湾现有芦苇高程在 0.8-1.1m 左右，本次神泉湾修复区域在实施微地形改造后的高程约为 0.8-1.0m，与现状芦苇的高程基本一致。项目拟利用 1~9 号养殖鱼塘进行微地形改造和盐沼植被种植是适宜的，本次龙江纳潮通道区域避开现状养殖鱼塘。



图 2.2.1-1 神泉湾内现状养殖鱼塘分布情况

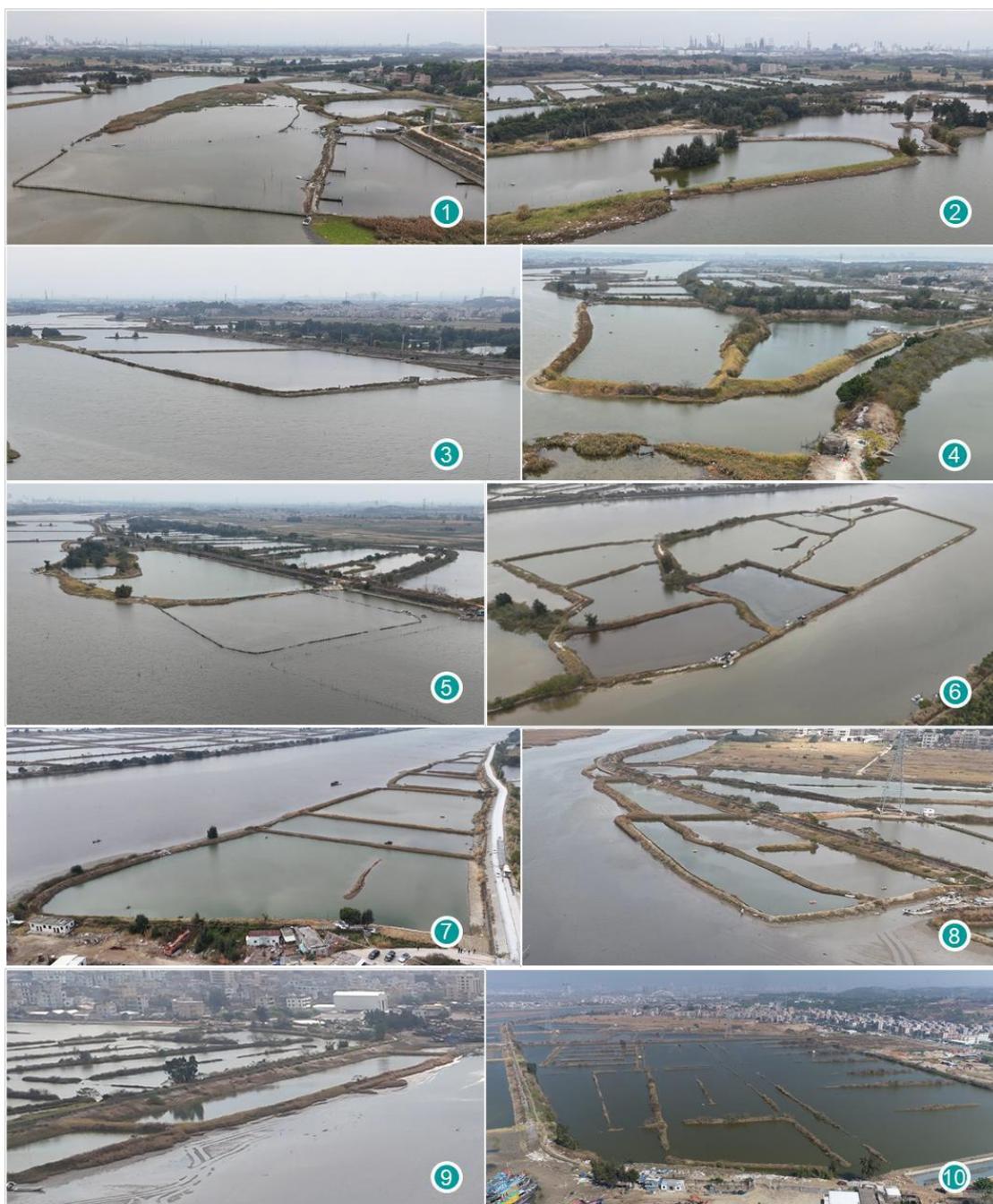


图 2.2.1-2 神泉湾内养殖现场照片图

(2) 现状沙洲

雷岭河中部存在现状沙洲，为硬质沙洲，高程为 0.3~0.8m，其上覆盖大面积的芦苇，生长茂盛，考虑芦苇为盐沼植被，盐沼植被对于维护生态平衡、应对气候变化、保护土壤和水资源，以及促进经济发展都具有不可替代的作用，因此本次雷岭河清淤范围需避开沙洲范围，设计范围已根据实测的沙洲范围进行避让。



图 2.2.1-3 沙洲（现状芦苇）现场照片图

综上，项目神泉湾纳潮通道区域避开现状养殖鱼塘、现状沙洲后，并结合清淤高程和边坡范围等因素确实水文动力修复范围。

项目水文动力修复范围为龙江和雷岭河纳潮通道区域，设计范围已避开现状沙洲和养殖鱼塘区域。河道宽度为 100m~400m 不等，雷岭河清淤范围内河底高程为-0.3m~-4m，龙江清淤范围内河底高程为-0.3m~-2m，现状河底高程变化较大，水下地形复杂。

受围海养殖围堰挑流、遮蔽作用和复杂的水下地形影响，目前神泉湾内流场不均一，内外水体交换不畅，需进行生态清淤。纳潮通道设计疏挖底高程为-0.8m，清淤范围边线设计高程 0.0m，现状低于设计高程的则维持现状，现状高于设计高程的进行开挖，通道两侧边坡按照 1:10 放坡。清淤面积 97 公顷，清淤方量为 26.03 万方，水文动力修复平面布置图见图 2.2.1-4~图 2.2.1-5。

图 2.2.1-4 项目水文动力修复平面布置示意图（此内容不公开）

图 2.2.1-5a 项目水文动力修复平面布置图分幅一（此内容不公开）

图 2.2.1-5b 项目水文动力修复平面布置图分幅二（此内容不公开）

图 2.2.1-5c 项目水文动力修复平面布置图分幅三（此内容不公开）

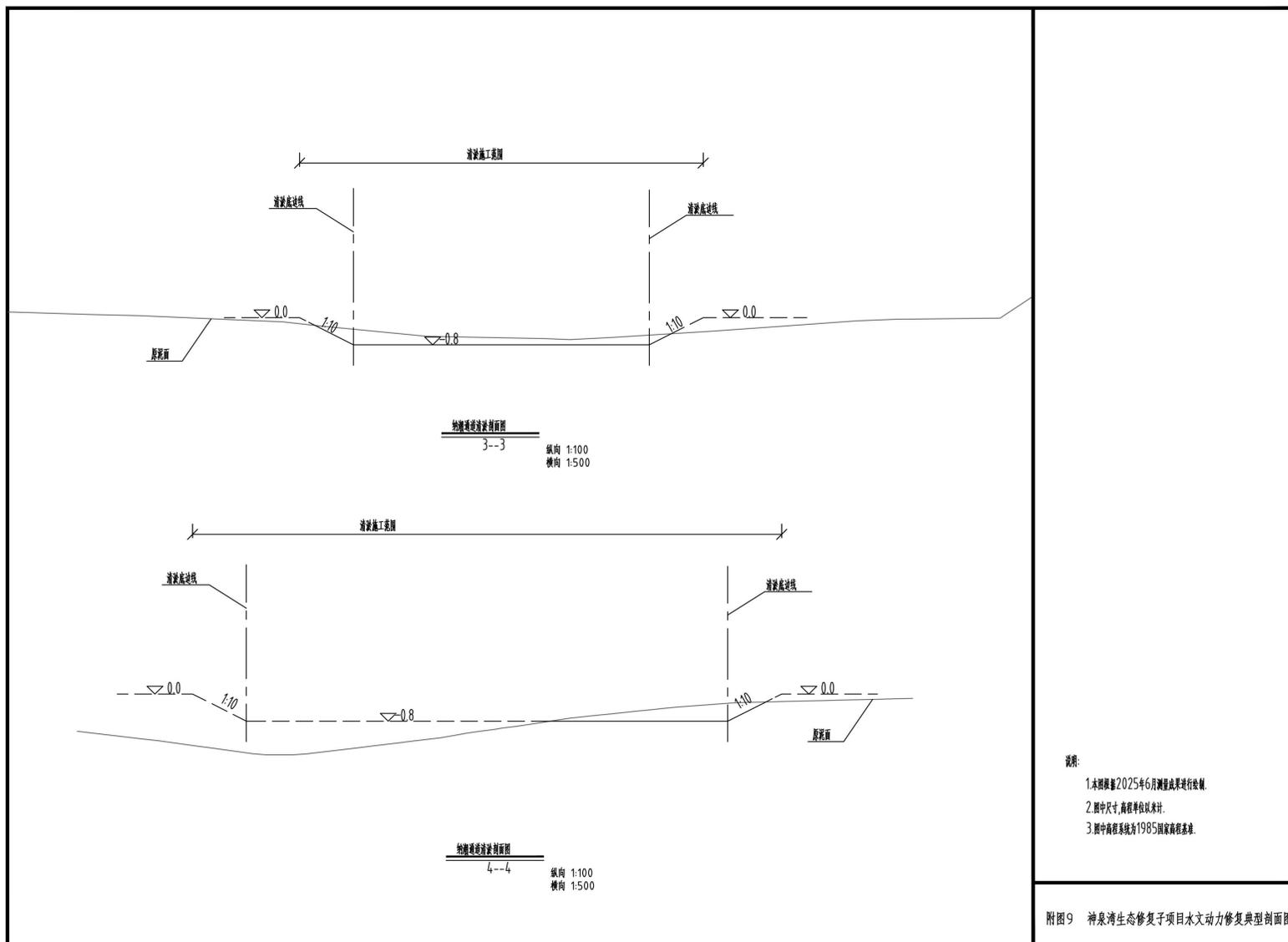
2.2.2 主要结构、尺度

根据项目区域水文调查资料，神泉湾区域大潮平均高潮位为 1.3m，平均海面为 0.6m（1985 高程，下同）。神泉湾现有芦苇高程在 0.8-1.1m 左右。神泉湾及其邻近区域（岐石镇）现有红树林高程在 0.7-0.8m 左右。

《广东省揭阳市海洋生态保护修复工程项目工程可行性研究报告》对修复前后水文动力变化评估，流速增加主要发生在水动力清淤疏通区域，流速衰减主要发生在微地形改造区域和河心岛附近，若清淤过深可能会对沙洲稳定造成影响，进而影响芦苇的生长环境。

本次清淤高程设计为-0.8m，该设计主要考虑：一方面，水文评估表明过度清淤会威胁沙洲稳定并破坏芦苇的生境；另一方面，需为红树林保留必要的生长空间。因此，将清淤底高程设定在-0.8m，既能有效疏通水道、改善水流，又能确保高于此高程的关键生态区域不受破坏或扰动最小化。再者，地质条件层面，勘察表明表层为淤泥，其下为砂质结构，-0.8m 高程设计可确保清淤作业局限于淤泥层内，即使考虑超深超宽施工余量，仍能避免扰动下层砂层，保障边坡稳定与地质安全。经纳潮量模拟验证，该高程可有效增强水道输水能力，优化清淤区流速提升效果，同时抑制微地形区域的流速衰减。因此，结合神泉湾内地形、潮位、现状芦苇生长情况，本次清淤高程设计为-0.8m，清淤范围边线设计高程 0.0m，现状低于设计高程的则维持现状，现状高于设计高程的进行开挖，通道两侧边坡按照 1:10 放坡。水文动力修复清淤面积约 97 公顷，清淤方量为 26.03 万方。

水文动力修复典型剖面图见图 2.2.2-1。



1:1TK-A3

图 2.2.2-1 水文动力修复典型剖面图

2.3 项目主要施工工艺和方法

2.3.1 施工工艺和方法

项目水文动力修复采用水力冲挖机组对纳潮通道区域内进行清淤，挖除神泉湾局部淤积底泥和沉积污染物，改善河流水动力，将清除的淤泥、砂土等直接吹填至微地形改造区域，实现修复区域内土方平衡，减少对海域生态环境的影响。

水力冲挖机组由水陆两栖挖掘机、清淤泵和输泥管线组成。

施工流程可分为：

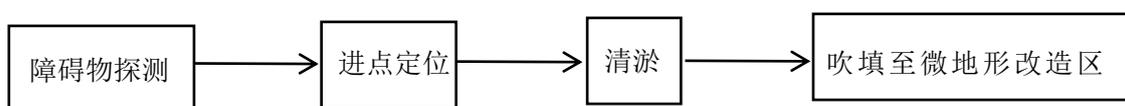


图 2.3.1-1 施工流程图

具体施工方法为：

1) 障碍物探测：清淤工程前应对清淤范围海域进行探测。施工区若有大的障碍物，施工前应利用侧扫声纳或磁力仪进行探清障碍物的尺度、位置、范围和水下的深度，制定避让和清除方案，并在清淤之前打捞清除或拆迁。当障碍物在抛泥区或去往抛泥区航线上时，应设浮标标示，以确保清淤工程的安全和清淤工程进度。

2) 进点定位：水力冲挖机组行驶至施工区，实测水深与施工图核对妥后，随即定住点位。

3) 清淤：水力冲挖机组的挖臂前端安装清淤泵，泵下带有搅拌器，防止大块的固体物质将泵堵塞。

4) 吹填至微地形改造区：输泥管沿挖机挖臂布置，前端清淤泵将清淤淤泥通过输泥管吹填至微地形改造区域，用于地形改造。

2.3.2 施工机械设备

水文动力修复采用水力冲挖机组对纳潮通道区域进行清淤，水力冲挖机组施工示意图见图 2.3.2-1，水力冲挖机组效率一览表见图 2.3.2-2。



图 2.3.2-1 水力冲挖机组施工示意图

此泵可处理最大粒径为 60mm 固体物质，泥浆中固体物质浓度可达 60%。

(1) 输送管路直径	200 mm
(2) 可通过粒径	60 mm
(3) 泵的流量	350-420 m ³ /h
(4) 扬程	16-23 m
(5) 泵转速	980-1180 rpm
(6) 泵轴功率	44-62 kW
(7) 重量	720 kg



图 2.3.2-2 水力冲挖机组效率一览表

2.3.3 土石方平衡

水文动力修复纳潮通道清淤面积约 97 公顷，清淤方量为 26.03 万方，所产生的弃土量均通过输泥管吹填至微地形改造区域，用于地形改造。弃土量范围与图 2.3.3-1 中滨海湿地恢复范围一致。

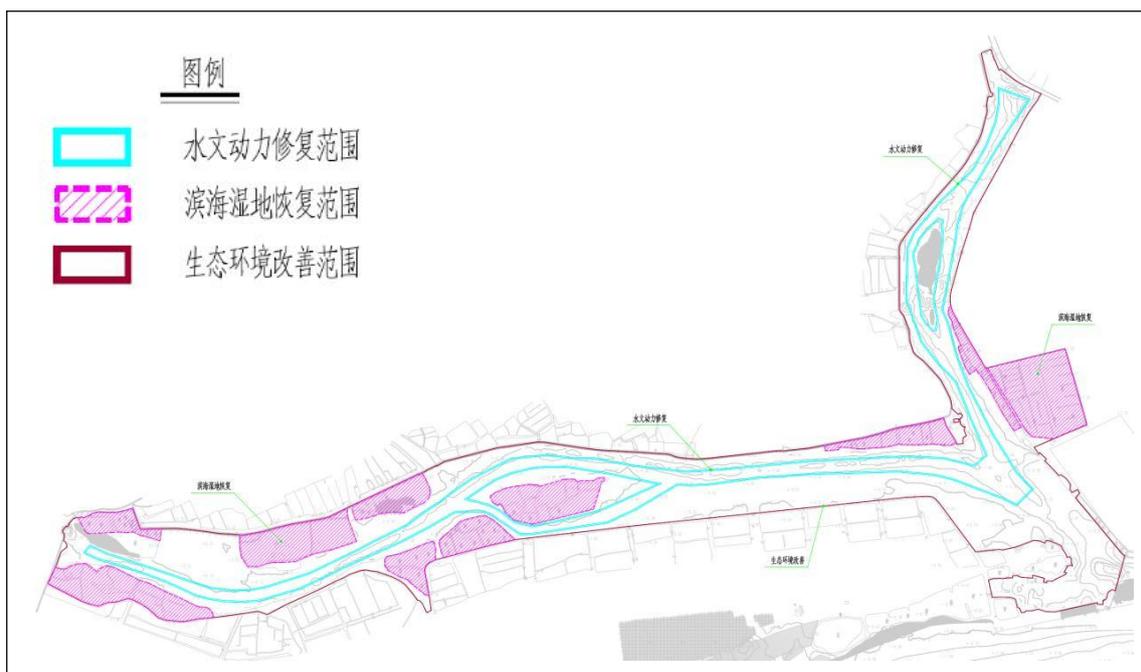


图 2.3.3-1 清淤弃土量去处示意图

2.3.4 施工进度计划

根据工程的建设规模，以及现场条件和主要工程数量，项目整体总工期约 3 年，其中水文动力修复施工周期为 6 个月，施工进度计划安排见下表。

表 2.3.4-1 施工进度计划表（单位：个月）

序号	项目内容		进度计划																				
			2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36			
1	前期工作深化																						
2	勘察设计及方案论证																						
3	神泉湾生态 修复子项目	河口生态空间恢复 工程	滨海湿地恢复																				
4			水文动力修复																				
5			生态环境改善																				
6		滨海栖息地生态营 造工程	微地形改造																				
7			盐沼植被种植																				
8			堤前生态化修复																				
9		砂质岸线生态减灾 工程	受损岸滩修复																				
10			后滨防护林补植																				
11		榕江口生态 修复子项目	滩涂生态空间恢复 工程	滩涂生态环境																			
12				围海养殖清退拆除																			
13	红树林生态系统修 复工程		红树林生境修复																				
14			红树林种植养护																				
15	跟踪监测评估及验收																						

2.4 项目用海需求

2.4.1 项目用海需求

神泉湾内围海养殖大量侵占滨海湿地，导致海湾纳潮量急剧减少，水动力强度明显减弱，水质常年较差，海湾淤积严重。由于上游来沙、河道内养殖堤坝、周边造船厂和渔民的日常活动等因素的影响，导致湾内水动力显著减弱，原有的潮汐通道淤积严重，水体自净能力下降，河流水体下泄及潮汐水流往复冲刷过程均受到影响，威胁河道行洪及河口生态安全，进一步影响了河口区域的防灾减灾功能。纳潮通道清淤疏通工程实施后，神泉湾内流场相对更为均一，湾内各区域流速趋于稳定，潮流将长期围海养殖积累的大量污染物交换到湾外，将显著提升海湾生态环境，减缓海湾淤积，恢复海湾自然肌理，提升海湾各生态系统之间的协调稳定性，增加海湾生物多样性。因此，对纳潮通道进行清淤是必要且急迫的，有利于提高神泉湾水体交换能力。本项目依据神泉湾内现状地形，结合养殖鱼塘、现状水生植物等分布，平面设计上，在龙江纳潮通道区域避开现状养殖鱼塘，雷岭河避开现状沙洲后确定平面设计方案次清淤高程设计为-0.8m，清淤范围边线设计高程 0.0m，通道两侧边坡按照 1:10 放坡。

根据《海籍调查规范》（HY/T 124-2009），项目水文动力修复范围以设计单位提供的范围为界。根据《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）“避免权属争议原则”，本项目设计范围与中委广东石化 2000 万吨/年重油加工工程调整用海权属范围存在重叠，本次申请用海范围对周边用海权属范围进行避让，避让面积为 1.1352 公顷。

根据项目平面布置并避让周边权属后，项目用海总需求为 96.3274 公顷。

2.4.2 申请用海情况

根据《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），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》（HY/T 123-2009），本项目海域使用类型为其他用海（一级类）中的其他用海（二级类）。本项目用海方式为开放式（一级方式）中的专用航道、锚地及其他开放式（二级方式）。

本项目申请用海总面积 96.3274 公顷，根据广东省政府 2022 年批复海岸线，项目申请用海范围不占用岸线。

根据《中华人民共和国海域使用管理法》，项目水文动力修复施工周期为 6 个月，申请施工期用海期限 1 年。

项目宗海位置图见图 2.4.2-1，宗海平面布置图 2.4.2-2，宗海界址图见图 2.4.2-3 和图 2.4.2-4。

图 2.4.2-1 项目宗海位置图（此内容不公开）

图 2.4.2-2 项目宗海平面图（此内容不公开）

图 2.4.2-3 项目宗海界址图（水文动力修复一）（此内容不公开）

图 2.4.2-4 项目宗海界址图（水文动力修复二）（此内容不公开）

2.5 项目用海必要性

2.5.1 建设必要性

2.5.1.1 是践行习近平生态文明思想，建设美丽中国的具体行动

2015 年 5 月 5 日，中共中央、国务院印发《关于加快推进生态文明建设的意见》，明确指出要“保护和修复自然生态系统”“实施重大生态修复工程”“加强海洋环境治理与生态保护修复，有效保护重要、敏感和脆弱海洋生态系统；实施严格的围填海总量控制制度、自然岸线控制制度，建立陆海统筹、区域联动的海洋生态环境保护修复机制”，为当前阶段我国生态文明领域改革提出了具体方向。

2023 年 4 月，习近平在广东考察时强调，加强海洋生态文明建设，是生态文明建设的重要组成部分。要坚持绿色发展，一代接着一代干，久久为功，建设美丽中国，为保护好地球村作出中国贡献。

广东省揭阳市海洋生态保护修复工程项目坚持“自然恢复为主、人工修复为辅”的修复原则，采用“陆海统筹、系统修复、综合治理”的修复模式，推动形成“人与自然和谐共生”新局面，是落实党和国家新时代海洋生态文明和美丽中国建设的具体行动。

2.5.1.2 是落实广东省海洋生态文明建设的必然要求

2023年5月，广东省自然资源厅印发《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035年）》，坚持山水林田湖草生命共同体理念，统筹陆域海域，兼顾地上地下，协调时间空间，理顺体制机制，部署实施蓝色海洋生态屏障保护和修复重大工程等，提出：以“蓝色海湾”综合整治、海岸带保护和修复重大工程红树林保护修复专项行动计划为抓手，统筹推进海岸带生态保护修复。加强海岸线保护与利用管理，推进海岸线生态修复，实现海岸线占补平衡。对严格保护岸线重点加强自然岸线生态修复，对限制开发岸线重点加强人工岸线的改造，对优化利用岸线重点开展生态化建设。推动红树林、珊瑚礁海草床等重要海洋生态系统修复，创建万亩级红树林示范区巩固提升海洋生态系统碳汇能力。保护修复珍稀濒危物种关键栖息地，开展水鸟廊道、鱼类洄游通道等生态廊道建设，保护本土生物物种，防治入侵物种灾害，加强有害生物防控推进海堤生态化，构筑海岸生态防线，完善沿海防护林体系，提升海岸带防灾减灾能力。

2023年12月，广东省人民政府印发《广东省国土空间规划（2021-2035年）》，坚持高水平保护、高质量发展、高品质生活、高效能治理规划理念，整体谋划广东国土空间开发保护新格局，提出实施山水林田湖草沙系统修复治理，助力实现碳达峰和碳中和，维护绿色安全海洋生态。要求：实施滨海湿地恢复、魅力沙滩建设、生态海堤建设、生态岛礁建设、沿海防护林体系建设、自然岸线保护和红树林、珊瑚礁、海草床等典型海洋生态系统修复工程；保育蓝碳生态系统，巩固提升海洋生态系统碳汇能力；全面保护修复沿海红树林和滩涂湿地，重点加强热带、亚热带河口和海湾生态系统保护和整治修复，构建粤东和粤西沿海珍稀物种生态廊道和生物多样性保护网络。

2025年1月，广东省自然资源厅印发《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》，是《广东省国土空间规划（2021-2035年）》在海岸带及海洋空间的细化和补充，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，在生态环境保护中提出：构建“一屏一链五江一网”生态网络，构筑全球候鸟和珍稀野生动物迁徙通道；推进陆海一体化单元整体修复，综合运用自然恢复和人工修复两种手段，重点推进海岸线整治修复、海堤生态化、魅力沙滩打造、滨海湿地恢复、美丽海湾、海岛修复等工程，提升海岸带生态系统多样性、稳定性、持续性；加强海岸带环境综合治理，强化陆源污染、海水养殖污染治理、海洋垃圾和污染物治理；建立蓝碳生态产品价值实现机制，保护蓝碳生态系统空间，提升蓝碳减排增汇技术水平。

广东省揭阳市海洋生态保护修复工程项目的实施将修复受损的砂质岸线和沿海防护林，恢复神泉湾、榕江口自然河口湿地生态系统，改善红树林、盐沼植被和鸟类等的栖息生境，改善海湾水动力条件，增强海岸防护能力与生态性，最大程度地恢复海洋生态系统功能，是大力推进广东省海洋生态文明建设的重要载体，是加强海洋生态环境保护的有力抓手，是加快推进海洋生态文明体系建设的必然要求。

2.5.1.3 是保护红树林湿地生境，恢复海岸带蓝碳系统，落实国家“双碳目标”的关键环节

2020年第75届联合国大会，习近平总书记宣布中国碳排放力争于2030年前达到峰值、努力争取2060年前实现碳中和的重大战略目标。2021年10月国务院相继印发的《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》《2030年前碳达峰行动方案》等政策文件，强调持续巩固提升海洋碳汇能力的重要性。

2020年，自然资源部、国家林业和草原局印发《红树林保护修复专项行动计划（2020-2025年）》，指出要按照整体保护、系统修复、综合治理的思路实施红树林保护和修复，维护红树林生境连通性和生物多样性，实现红树林生态系统的整体保护；遵循红树林生态系统演替规律和内在机理，采用自然恢复和适度人工修复相结合的方式实施生态修复，行动目标明确对包含广东省在内的五个省现有红树林实施全面保护，重点行动中指出要实施红树林整体保护、红树林生态修复，科学营造和修复红树林，防控有害生物，加强红树林监测与评估。

红树林、海草床、盐沼被认为是3个重要的海岸带蓝碳生态系统，研究表明，大型海藻、贝类乃至微型生物也能高效固定并储存碳。滨海湿地作为重要的蓝碳

生态系统，湿地植被能直接通过生物“碳泵”的作用固定环境中的二氧化碳并通过物理作用促进潮水中颗粒有机碳的沉降，植物凋落物和死亡的根系分解后也能封存在沉积物中，滨海湿地缺氧的沉积环境限制了有机碳的分解，因此单位面积滨海湿地植被-土壤系统的固碳能力高于陆地森林。

海洋在全球气候变化和碳循环过程中发挥着重要作用，发展海洋碳汇、提升海洋碳汇能力是助力我国实现碳达峰碳中和目标的重要工作。近年来，滨海湿地在固碳和减缓气候变化方面发挥着重要的作用，受到了全球性的广泛关注，在很长时间内，加强滨海湿地保护修复都被视为提升海岸带适应气候变化能力的重要措施，同时在联合国气候变化框架公约下，滨海湿地的保护修复已经被纳入落实国家自主贡献目标的措施清单。由于红树林在固碳方面的重要作用，其生态保护和修复被认为是应对气候变化中“基于自然的解决方案”的重要内容。保护和恢复海岸带蓝碳系统将是我国在 2060 年实现碳中和目标的一种经济有效的途径。

揭阳市境内发育榕江、练江、龙江等众多河口湿地生态系统，但受不合理的人类活动和围海养殖影响，河口等自然生态空间被严重挤占，红树林、盐沼植被、沉积物等蓝色碳库严重丧失，海岸带蓝碳生态系统的稳定性和碳汇功能的持续性受到显著威胁。

在此背景下，生态修复项目重点关注揭阳市受损海岸和河口湿地，以期通过围海养殖清退拆除、盐沼湿地微地形改造、水文连通性修复、盐沼植被和红树林种植修复等近自然修复治理措施恢复河口湿地受损原生生境，修复受损盐沼和红树林蓝碳生态系统的自我恢复能力，实现其碳汇功能和生态系统稳定性的逐步恢复和持续提升。同时，通过生态防护林建设等，将重塑河口-海岸“林-灌-草-湿”复合生态系统，形成“蓝、绿结合”的复合型滨海碳库，实现海岸带滨海湿地固碳释氧、防风消浪、生物多样性维持等多种生态功能效益的最大化。

2.5.1.4 是解决当地突出海洋生态系统问题的根本途径

当前，随着全国生态文明建设的不断深入，社会公众亲海近海需求也日益增长，生态宜人、环境优美的海滨区域逐渐成为揭阳市关注和发展的重点区域。揭阳市拥有丰富的海洋资源，但随着近岸海水养殖产业的兴起和人类开发活动的影响，神泉湾内港和榕江口区域的大量浅滩及滨海湿地等被开发成养殖池，不仅严重割裂了自然海湾的形态，也使水文动力条件变差，导致湾内水动力显著减弱，

滨海湿地净化及生态功能严重受损。受围海养殖影响，神泉湾内滨海盐沼生态系统的生长空间受到侵占，海堤生态性严重不足，红树林、芦苇等植被的分布较为碎片化，河口栖息地生态破坏严重，生境功能缺失，生物多样性锐减，严重威胁鸟类、红树林、盐沼植被的栖息环境。同时，神泉湾原生砂质岸线面临整体侵蚀后退风险，海岸生态减灾韧性丧失；防护林死亡萎缩，威胁后方生态安全；部分区域沙堤岸坡崩塌，形成侵蚀陡坎，沙滩亟待修复。

区域生态环境问题已严重制约揭阳市的绿色发展，限制了生态文明和美丽中国建设，因此开展海洋生态保护修复工作极为迫切。通过项目实施，能够有效恢复受损的海岸线，遏制滨海湿地资源退化趋势，改善海洋生态系统质量，提高生态系统服务功能，筑牢沿海生态安全屏障，还青山绿水于人民，将滨海区域变成人民群众共享的绿意空间，对于生态保护、城市发展、人民满意都具有重要意义，也是解决当地突出海洋生态系统问题的根本途径。

2.5.1.5 是提升生态防灾减灾能力，保障海岸带持续发展的内在需要

揭阳市海岸带空间资源本底优良且未来发展需求巨大，但海岸带区域内的发展需求导致生态保护红线与开发利用活动矛盾突出，高位养殖、人为构筑物、废水排放、海漂垃圾等活动对近岸生态环境造成影响；岸线开发利用方式较为初级和粗放，陆海空间发展布局零散、陆海联动不足，海岸带公共空间与岸线品质较低。沿海地区面临着海洋气候灾害等的威胁，加强海洋防灾减灾体系建设，不仅可以有效防范海洋灾害对海洋经济可能造成的影响和降低灾害损失，对于服务和保障海洋经济发展、促进社会和谐稳定具有重要意义。

当前，揭阳市海岸防护工程多依赖工程“硬措施”的作用，忽视生态“软功能”，没有充分发挥砂质岸线、滨海湿地等自然生态系统抵御海洋灾害的天然屏障作用，海岸带生态系统防灾减灾功能考虑不足，不能满足新时期提高自然灾害防治能力的要求。生态修复项目除开展砂质岸线生态减灾工程外，还将进行滨海湿地恢复、纳潮通道清淤疏通、微地形改造、堤前生态化修复等，陆海统筹，充分发挥生态系统减灾功能，提升岸线生态化水平，建立海岸带综合立体防护体系。项目实施将有效提升揭阳市近海海域海洋灾害风险预警能力，优化海洋生态安全屏障体系，完善生态系统减灾服务功能，提升海岸带地区综合减灾能力，更好地发挥生态空间在海洋灾害防御和生态安全中的基础作用。

2.5.1.6 符合产业政策标准

(1) 《产业结构调整指导目录》（2024 年本）

本工程为海洋保护修复及海岸防护工程用海,属于《产业结构调整指导目录》(2024 年版) 第一类“鼓励类”第四十二项“环境保护与资源节约综合利用”第 2 条“生态环境修复和资源利用: 矿山生态环境恢复工程, 海洋环境保护及科学开发, 海洋生态修复”。因此, 项目建设符合当前国家产业政策。

(2) 《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划(2021-2035 年)》

《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划(2021-2035 年)》提出加强海岸线保护与管控, 保护和修复红树林等典型生态系统, 提升防护林质量, 实施海堤生态化建设等。

广东省揭阳市海洋生态保护修复工程项目的实施将修复受损的砂质岸线和沿海防护林, 恢复神泉湾、榕江口自然河口湿地生态系统, 改善红树林、盐沼植被和鸟类等的栖息生境, 改善海湾水动力条件, 增强海岸防护能力与生态性, 最大程度地恢复海洋生态系统功能, 是大力推进广东省海洋生态文明建设的重要载体, 是加强海洋生态环境保护的有力抓手, 是加快推进海洋生态文明体系建设的必然要求, 符合《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划(2021-2035 年)》的要求。

(3) 《广东省重要生态系统保护和修复重大工程总体规划(2021-2035 年)》

广东省自然资源厅与发展改革委员会于 2023 年联合发布了《广东省重要生态系统保护和修复重大工程总体规划(2021-2035 年)》, 强调建立以河口、海湾、滨海湿地、海岛为核心的蓝色海岸带保护体系。规划了海岸带的综合整治与修复工程, 提出了包括海堤生态化建设、湾内水动力条件修复、潮汐通道恢复等在内的多项措施。

广东省揭阳市海洋生态保护修复工程项目拟开展“河口生态空间恢复工程”“滨海栖息地生态营造工程”“砂质岸线生态减灾工程”“滩涂生态空间恢复工程”“红树林生态系统修复工程”等工作, 通过滨海湿地恢复、水文动力修复、生态环境改善等内容等工程, 能够有效恢复受损的海岸线, 遏制滨海湿地资源退化趋势, 改善海洋生态系统质量, 提高生态系统服务功能, 筑牢沿海生态安全屏障, 还青山绿水于人民, 将滨海区域变成人民群众共享的绿意空间, 符合《广东省重要生态系统保护和修复重大工程总体规划(2021-2035 年)》的要求。

2.5.2 用海必要性

广东省揭阳市海洋生态保护修复工程项目聚焦揭阳市“龙江、榕江”两大流域入海口的海洋生态系统功能提升，开展“一湾两带”区域的生态修复，采用科学的滨海湿地恢复、纳潮通道清淤、生态环境改善、自然沙滩修复、盐沼和红树林植被种植、防护林补植等措施，逐步恢复河口-海湾-海岸的生态系统，提升海岸带的防灾减灾功能，实现海岸带区域生态功能、减灾防灾能力协同增效，增强海岸带的可持续发展能力。项目建设是必要的。

神泉湾内围海养殖大量侵占滨海湿地，导致海湾纳潮量急剧减少，水动力强度明显减弱，水质常年较差，海湾淤积严重。根据现状条件，神泉渔内港两河交汇处水深在-3m~0m之间，雷岭河水深在-2m~0m之间，原龙江故道水深较浅，基本在-1m~0m之间。由于上游来沙、河道内养殖堤坝、周边造船厂和渔民的日常活动等因素的影响，导致湾内水动力显著减弱，原有的潮汐通道淤积严重，水体自净能力下降，河流水体下泄及潮汐水流往复冲刷过程均受到影响，威胁河道行洪及河口生态安全，进一步影响了河口区域的防灾减灾功能。纳潮通道清淤疏通工程实施后，神泉湾内流场相对更为均一，湾内各区域流速趋于稳定，潮流将长期围海养殖积累的大量污染物交换到湾外，将显著提升海湾生态环境，减缓海湾淤积，恢复海湾自然肌理，提升海湾各生态系统之间的协调稳定性，增加海湾生物多样性。因此，对纳潮通道进行清淤是必要且急迫的，有利于提高神泉湾水体交换能力，因此，项目水文动力修复的纳潮通道用海是必要的。

3 项目所在海域概况

3.1 海洋资源概况

3.1.1 岸线资源

根据广东省政府 2022 年批复海岸线统计，本项目论证范围内的大陆岸线共有 79.87km，包括人工岸线(33.42km)，自然岸线(46.39km)和其他岸线(0.06km)，其中自然岸线包括砂质岸线(39.1km)、基岩岸线(7.19km)，泥质岸线(0.1km)。

3.1.2 滩涂资源

根据海图《石碑山角至红海湾》(82001)水深资料，统计项目论证范围内涉及的滩涂面积约 3486.80 公顷。

3.1.3 岛礁资源

根据《中国海域海岛地名志 广东省第二册》，本项目论证范围内涉及的海岛资源有 97 个，均为无居民海岛。其中已开发无居民海岛有 1 个，为小礁北岛，未开发无居民海岛有 96 个，分别为双帆石、舰船礁、牛仔礁、流门礁、卢园岛、后墩鞍礁、腰龟石、香黄石、香黄石北岛、东西湖礁等。距离本项目最近的为东西湖礁，距离约 2.9km。

图 3.1.3-1 项目周边无居民海岛分布图（此内容不公开）

3.1.4 港口资源

本项目没有位于港口作业区，论证范围内有南海作业区、神泉作业区、前詹作业区。

南海作业区 2022 年建成中石油产品码头，其建设规模为 1 个 10 万吨级、2 个 3 万吨级、2 个 1 万吨级、3 个 5 千吨级成品油及液体化工码头泊位和 1 个 2 万吨级通用泊位及相应配套设施，设计年通过能力为 1337 万吨，建设 3 个工作船泊位。

神泉作业区现有神泉港务管理所码头位于神泉海湾内，原龙江河入海口处，是惠来县的主要渔港兼货运港。内港现有码头 1 座，为 500 吨级泊位。

前詹作业区现有 1 个 15 万总吨的 LNG 接卸泊位，通过能力 600 万吨。在建 1 个 7 万吨级通用泊位（水工结构按靠泊 15 万吨级船舶设计），1 个 3 千吨级通用泊位（水工结构按靠泊 7 万吨级船舶设计）及 1 个工作船泊位。

3.1.5 渔业资源

3.1.5.1 调查概况

本节引用《榕江口、神泉湾海洋环境现状调查报告》（中科检测技术服务（湛江）有限公司，2025 年 6 月），由中科检测技术服务（湛江）有限公司于 2025 年 4 月 26 日~5 月 18 日在项目附近海域进行的渔业资源现状调查数据。具体站位详见 3.2.6.1 节。

3.1.5.2 调查方法

渔业资源样品的采集和分析均按《海洋监测规范》（GB17378-2007）和《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）中规定的方法进行。

3.1.5.3 计算方法

（1）鱼卵仔稚鱼密度

垂直拖网密度计算：

$$N = \frac{n}{v}$$

式中：N—鱼卵仔稚鱼密度（ind/m³）；

n—每网鱼卵仔稚鱼数量，单位为（ind）；

v—滤水量（m³）。

（2）渔业资源

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

$$S=(y)/a(1-E)$$

式中：S—重量密度（kg/km²）或个体密度（ind/km²）；

a —底拖网每小时的扫海面积（扫海宽度取浮网长度的 2/3）；

y —平均重量渔获率（kg/h）或平均个体渔获率（ind/h）；

E —逃逸率（取 0.5）。

（3）游泳生物优势种

根据渔获物中个体大小悬殊的特点，选用 Pinkas 等提出的相对重要性指数 IRI ，来分析渔获物在群体数量组成中其生态的地位，依此确定优势种。

$$IRI = (N+W) F$$

式中： N —某一种类的 ind 数占渔获总 ind 数的百分比；

W —某一种类的重量占渔获总重量的百分比；

F —某一种类的出现的断面数占调查总断面数的百分比。

3.1.5.4 渔业资源调查结果

（1）鱼卵仔稚鱼

①种类组成

a.垂直拖网定量分析

本次定量分析调查在神泉湾海域中共记录鱼卵 3 目 3 种，其中鲈形目 2 种，占鱼卵总物种数的 66.67%；鲱形目 1 种，占鱼卵总物种数的 33.33%；仔稚鱼 2 目 2 种，其中鲈形目 1 种，占仔稚鱼总物种数的 50.00%；鲱形目 1 种，占仔稚鱼总物种数的 50.00%。

本次定量分析调查在榕江口海域中仅记录仔稚鱼 1 种，为鲈形目，未发现鱼卵。

b.垂直拖网定量分析

本次定性分析调查在神泉湾海域中共采集的 13 个样品中，经鉴定，共出现了仔鱼 10 种，鱼卵 6 种，其中鲈形目鉴定出 4 科 4 种、鲱形目鉴定出 2 科 3 种，鲾形目鉴定出 2 科 2 种，刺鱼目、颌针鱼目、鳗鲡目各鉴定出 1 科 1 种。

②数量分布

a.垂直拖网定量分析

本次调查海域共采到鱼卵 29ind，仔鱼 9ind。调查海区的鱼卵平均密度为 1.566ind/m³。捕获鱼卵数量密度最高为 SQ03，为 10.00ind/m³，调查期间 13 个调查站位中 4 个调查站位采到鱼卵，鱼卵出现率为 30.77%。鱼卵密度变化范围在

0.00~10.00ind/m³。

仔鱼在 13 个调查站位中 1 个调查站位出现，出现率为 7.69%，仔鱼的平均密度为 0.238ind/m³。

表 3.1.5-1 鱼卵仔稚鱼密度及其分布

站位	鱼卵总密度 (ind/m ³)	仔稚鱼总密度 (ind/m ³)
SQ01	/	/
SQ03	10.00	/
SQ05	/	/
SQ06	/	/
SQ08	/	/
SQ10	4.44	/
SQ11	/	/
SQ12	1.44	/
SQ13	4.48	3.10
SQ16	/	/
SQ17	/	/
SQ18	/	/
SQ19	/	/

b.垂直拖网定量分析

神泉湾调查海域各站位水平拖网采集中共采到鱼卵 2158 粒，仔稚鱼 207 尾。调查海区的鱼卵平均密度为 166 粒/网，捕获鱼卵数量密度最高为 SQ06，为 690 粒/网，调查期间 13 个调查站位均采到鱼卵，鱼卵出现率为 100.00%。鱼卵密度变化范围在 0~46 尾/网。

神泉湾调查海区的仔稚鱼平均密度为 17.2 尾/网，捕获仔稚鱼数量密度最高为 SQ05，为 46 尾/网，调查期间 13 个调查站位中 4 个调查站位采到仔稚鱼，仔稚鱼出现率为 92.31%。仔稚鱼密度变化范围在 0~46 尾/网。

表 3.1.5-2 鱼类浮游生物密度及其分布

站位	鱼卵总密度(粒/网)	仔稚鱼总密度(尾/网)
SQ03	120	42
SQ10	54	28
SQ12	72	13
SQ13	254	4
SQ01	38	2
SQ05	452	46
SQ06	690	15
SQ08	101	16
SQ11	116	12

SQ16	88	13
SQ17	70	7
SQ18	49	9
SQ19	54	/

(2) 游泳动物

① 种类组成

本次游泳动物调查共捕获游泳生物 59 种，其中鱼类 42 种，甲壳类 14 种，头足类 3 种。

② 重量渔获率

本次调查游泳动物总重量渔获率为 9.707kg/h，重量渔获率范围为 (0.420~1.048) kg/h，平均重量渔获率为 0.747kg/h。

③ 重量资源密度

本次调查 SQ01、SQ03、SQ05、SQ06 采用的刺网捕捞，SQ08、SQ10、SQ11、SQ12、SQ13、SQ16、SQ17、SQ18、SQ19 采用底拖网捕捞。资源密度见表 3.1.5-3。

表 3.1.5-3 各站位重量资源密度 (单位: kg/km²)

调查站位	重量资源密度
SQ08	230.089
SQ10	207.844
SQ11	153.556
SQ12	181.511
SQ13	152.222
SQ16	232.778
SQ17	228.844
SQ18	216.022
SQ19	124.578
平均值	191.938

④ 优势种

游泳生物 IRI 值在 1000 以上的有 2 种，分别为二长棘犁齿鲷、斜带髯鲷，这 2 种重量渔获率之和为 3.4952kg/h，占总重量渔获率的 36.01%。

3.1.6 矿产资源

根据《揭阳市矿产资源总体规划 (2021-2025 年)》，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。

3.1.7 旅游资源

揭阳海域的海滨旅游资源包括金海滩娱乐旅游区、客鸟风景旅游区、绿洲娱乐旅游区和澳角娱乐旅游区（现名惠来海滨度假村）。

仙庵镇的金海湾娱乐旅游区拥有绵延 7km 的洁净细软的优良海滩，充分利用沿海荒滩，大面积营造自然生态林，建成集科研、科普、生态环境保护、高档运动娱乐、海滨度假于一体的综合型度假旅游区，海滩上建设了具国际标准的高尔夫球场。

客鸟尾石笋风景区位于靖海湾东部，距县城约 30km，因海滨形成了形态各异的石笋而成为旅游区。惠来县靖海镇西南石碑山岬角的海上航标灯塔初建于 1882 年，数建数毁，现在的灯塔为 1989 年建成，钢筋混凝土结构，塔高 68m，塔顶灯光视距 24.5 海里，并配有雷达应答器和无线电导航系统等设备，是中国 16 个导航台中最高者，有“亚洲第一航标塔”之称。

绿洲度假村位于揭阳市惠来县靖海镇绿洲临海沙滩林带，地处海滩沙地，有森林覆盖，保持原始植被，自然绿化良好，空气清新。

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 3km 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。

3.2 海洋资源概况

3.2.1 区域气候与气象

3.2.1.1 气温

根据惠来气象站（116.3014°E，22.9836°N）2004 年~2023 年观测数据，惠来气象站 7 月气温最高（28.68℃），1 月气温最低（15.07℃），年平均气温为

22.59℃。极端最高气温出现在 2005 年 7 月 18 日（38.4℃），极端最低气温出现在 2016 年 1 月 25 日（1.5℃）。

3.2.1.2 降水

根据惠来气象站（116.3014°E，22.9836°N）2004 年~2023 年观测数据，惠来气象站多年平均降雨量为 1744.99mm，年均降水量日数为 115.4d。年最大降水量为 2762.0mm，出现在 2016 年，年最小降水量为 1038.2mm，出现在 2009 年。

3.2.1.3 相对湿度

根据惠来气象站（116.3014°E，22.9836°N）2004 年~2023 年观测数据，惠来气象站多年平均相对湿度为 79.11%。

3.2.1.4 风况

根据惠来气象站（116.3014°E，22.9836°N）2004 年~2023 年观测数据，惠来气象站多年平均风速为 2.57m/s，12 月平均风速最大（2.81m/s），8、9 月风最小（2.34m/s）。主要风向为 ENE，占 18.06%。

表 3.2.1-1 惠来累年各月平均风速（m/s）

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
风速	2.7	2.73	2.55	2.43	2.49	2.52	2.49	2.34	2.34	2.76	2.71	2.81

表 3.2.1-2 惠来累年各风向频率（%）

风向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S
风频（%）	6.1	12.48	17.15	18.06	9.1	4.46	2.18	2.83	5.21
风向	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C	最多风向
风频（%）	5.35	3.45	2.88	2.32	1.67	1.83	2.13	2.61	ENE

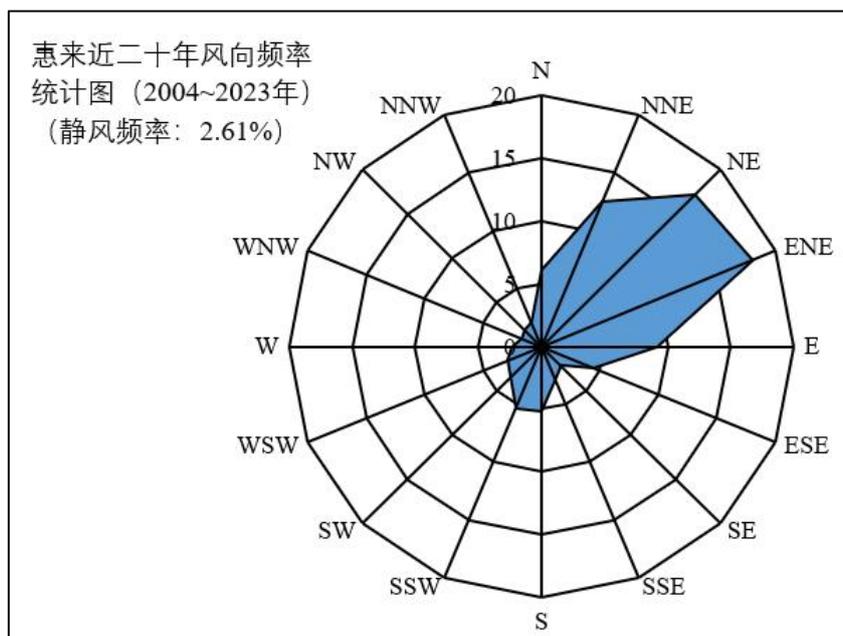


图 3.2.1-1 惠来气象站风向玫瑰图（统计年限：2004 年-2023 年）

3.2.2 水文动力

本节引用《广东省揭阳市神泉湾海洋生态保护修复工程项目附近海域海洋水文测验技术报告》（广州海兰图检测技术有限公司，2025 年 6 月），由广州海兰图检测技术有限公司于 2025 年 6 月在项目附近海域开展的水文观测调查。

3.2.2.1 调查概况

本次调查共布设 6 个水文站位（SQL1~SQL6 站位）和 2 个潮位观测站位（SQC1 和 SQC2 站位），位置如图 3.2.2-1 所示，站位坐标以及观测内容见表 3.2.2-1。

表 3.2.2-1 水文观测站坐标和观测内容

站位	经度 (E)	纬度 (N)	观测要素	观测时间
SQL1			海流、悬沙、粒径、温盐	2025 年 06 月 10 日 05 时至 2025 年 06 月 11 日 07 时
SQL2			海流、悬沙、粒径、温盐	
SQL3			海流、悬沙、粒径、温盐、 风速风向	
SQL4			海流、悬沙、粒径、温盐	
SQL5			海流、悬沙、粒径、温盐	
SQL6			海流、悬沙、粒径、温盐	

SQL6		海流、悬沙、粒径、温盐、 风速风向	
SQC1		潮位	2025年05月24日00时至
SQC2		潮位	2025年06月22日23时



图 3.2.2-1 水文观测站位布设图

3.2.2.2 基面关系

根据项目附近惠来靖海站 1 年的验潮资料（2014 年 1 月-12 月），并按照弗拉基米尔法推算了靖海湾的理论最低潮面。由此得到当地理论最低潮面、黄海基准面及平均海平面之间的关系如下图 3.2.2-2 所示。



图 3.2.2-2a 项目与靖海站相对位置图

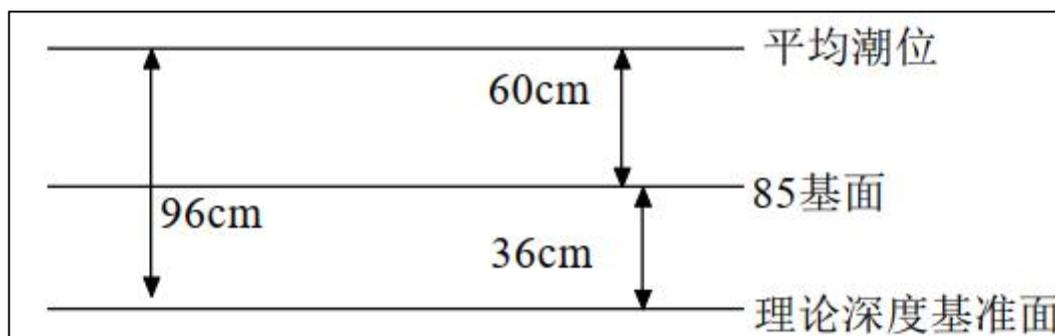


图 3.2.2-2b 基面关系图

3.2.2.3 风向风速

本次水文观测期间，风向以东风为主，风速在 1.6m/s~7.6m/s。观测海域的平均风速大小为 4.6m/s。各站点间风速与风向变化较小，风场整体较为稳定。观测海区水深整体较浅，其中 SQL1、SQL2、SQL3 和 SQL4 站位靠近岸边，受陆地阻挡作用较为明显。海况方面，SQL1 和 SQL2 站位海况等级为 1 级，其他站位均为 2 级，表明观测期间海况总体平稳，局地受岸线影响略有差异。

3.2.2.4 潮位

(1) 实测潮位统计分析

根据 SQC1 和 SQC2 潮位观测站的潮位资料绘制潮位过程曲线，其中观测得

到的潮位资料时间为 2025 年 05 月 24 日 00 时至 2025 年 06 月 22 日 23 时（30 天），如图 3.2.2-3 所示（黑色线段表示 30 天的观测潮位数据，红色线段表示海流观测时间段的潮位数据）。为了验证潮位资料的真实有效性，同时展示观测海域附近的两个潮位观测点：甲子港站和惠来站，其中黑色的线表示甲子港站和惠来站，红色表示 SQC1 站的潮位，蓝色表示 SQC2 站的潮位，绘制时间为 2025 年 05 月 24 日 0 时至 2025 年 06 月 22 日 23 时（一个月），其数据来自于国家海洋信息中心，如图 3.2.2-4 所示。

由图表可知，各个站位的潮汐基本一样，在一个太阴日内，只有一次高潮和一次低潮，高潮和低潮之间相隔的时间大约为 12 小时 25 分，体现了一日一个周期的潮汐特征。在半个月内，且连续七天出现一日一个周期，而其余的日子里是一天两次潮。

图 3.2.2-3a SQC1 站潮位过程曲线（此内容不公开）

图 3.2.2-3b SQC2 站潮位过程曲线（此内容不公开）

图 3.2.2-4a 甲子港站潮位过程曲线（此内容不公开）

图 3.2.2-4b 惠来站潮位过程曲线（此内容不公开）

（2）潮汐调和分析

根据收集的 SQC1 和 SQC2 连续 30 天潮位资料，为了获得较准确的潮汐调和常数，采用最小二乘法对潮位进行调和分析，分析之前潮位进行了气压订正。采用最小二乘法原理计算得到各站各分潮的调和常数，表 3.2.2-2 列出了各站六个主要分潮的振幅和迟角。

表 3.2.2-2 调查海区调和常数统计分析（基于 30 天）（此内容不公开）

由表可知，临时潮位站的分潮中 K_1 分潮振幅皆最大，其中 SQC1 的 K_1 分潮振幅为约为 35.61cm，迟角为 284°；SQC2 的 K_1 分潮振幅约为 35.71cm，迟角为 285°。

（3）潮汐性质和潮汐特征值

采用主要日分潮振幅与主要半日分潮振幅的比值 $F = (H_{O_1} + H_{K_1}) / H_{M_2}$ 作为划

分潮汐性质的判据：

$F < 0.5$	正规半日潮
$0.5 \leq F < 2.0$	不正规半日潮
$2.0 \leq F < 4.0$	不正规全日潮
$4.0 \leq F$	正规全日潮

临时潮位观测站的潮汐性质系数 F 值分别为 5.56 和 4.49，说明观测期间调查海区的潮汐类型为正规全日潮。同时，通过甲子港站和惠来站的一个月的潮位数据，计算两个潮位观测站的潮汐性质系数，其结果分别为 6.19 和 3.13；而测量海区更靠近甲子港站。因此 SQC1 和 SQC2 站为正规全日潮的结果可信。观测期间调查海区最高潮位为 1.85m，最低潮位为-0.09m，最大涨潮潮差为 1.71m，最大落潮潮差为 1.62m，SQC1 站的平均潮差为 0.37m，SQC2 站的平均潮差为 0.48m。

表 3.2.2-3 潮位站潮汐特征值统计（此内容不公开）

3.2.2.5 实测海流

从海流的运动状态来看，观测期内河道内各站点的潮流主轴大致平行于岸线，受地形引导明显。结合各站海流过程的矢量图分析可见，各层潮流方向主要受到局地地形和潮汐共同作用的影响，流向具有较强的一致性和规律性。在垂向结构上，流速分布较为均匀，各层之间差异较小，表明该海域水动力结构稳定，垂向混合程度较高。

观测期间最大涨潮流速为 38.9cm/s（方向为 85°），出现在 SQL4 站 0.4H 层；最大落潮流速为 50.5cm/s（方向为 38°），出现在 SQL4 站表层；最大涨潮平均流速为 23.7cm/s（方向为 143°），出现在 SQL4 站表层；最大落潮平均流速为 24.4cm/s（方向为 89°），出现在 SQL4 站 0.6H 层。整体来看，SQL1、SQL2 和 SQL3 站位靠近岸线或河口区域，海流方向主要受地形约束，矢量呈现一定的定向性。特别是 SQL3 站点，潮流主轴明显，流向集中，表明其受外海潮汐驱动显著。SQL4、SQL5 和 SQL6 站点位于较为开阔的近岸海域，潮流方向分布较为分散，呈放射状扩展，可能受到多向潮汐势能共同作用。相较而言，SQL5 和 SQL6 的流速相对较弱，流向变化小，表现出一定的区域性差异。总体而言，各站中层

潮流受地形、水深及潮汐作用共同影响，近岸站位流向集中、结构清晰，离岸站位则表现出较强的潮流多向性和复杂性，体现出观测海域海流的空间变异特征。

图 3.2.2-5a 表层海流平面分布矢量图（此内容不公开）

图 3.2.2-5b 0.2H 层海流平面分布矢量图（此内容不公开）

图 3.2.2-5c 0.4H 层海流平面分布矢量图（此内容不公开）

图 3.2.2-5d 0.6H 层海流平面分布矢量图（此内容不公开）

图 3.2.2-5e 0.8H 层海流平面分布矢量图（此内容不公开）

图 3.2.2-5f 底层海流平面分布矢量图（此内容不公开）

表 3.2.2-4 大潮期涨、落潮流对比统计表（此内容不公开）

3.2.2.6 潮流

(1) 潮流性质

潮流性质的划分采用潮流性质系数 $F = (W_{O_1} + W_{K_1}) / W_{M_2}$ 作为判别标准：

$F \leq 0.5$	正规半日潮流
$0.5 < F \leq 2.0$	不正规半日潮流
$2.0 < F \leq 4.0$	不正规全日潮流
$4.0 < F$	正规全日潮流

其中 W_{O_1} 为主要太阴日分潮流 O_1 的最大流速， W_{K_1} 为主要太阴太阳合成日分潮流 K_1 的最大流速， W_{M_2} 为主要太阴半日分潮流 M_2 的最大流速。

根据潮流调和分析结果，各观测点各层次主要表现出不正规全日潮流特征。由此可见，调查海区潮流类型主要表现为不正规全日潮流。

表 3.2.2-5 潮流性质系数表（此内容不公开）

(2) 潮流的运动形式及潮流椭圆要素

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

本次观测所有站位各层次潮流中，其中 K_1 分潮和 O_1 分潮占优， M_2 分潮和

S₂分潮次之；绝大部分的椭圆旋转率 k 绝对值小于 0.5，主要表现为往复流的特征。最大 K₁分潮流出现在 SQL2 站 0.6H 层，流速为 57.4cm/s。

图 3.2.2-6a 各站各层 O₁分潮椭圆图（此内容不公开）

图 3.2.2-6b 各站各层 K₁分潮椭圆图（此内容不公开）

图 3.2.2-6c 各站各层 M₂分潮椭圆图（此内容不公开）

图 3.2.2-6d 各站各层 S₂分潮椭圆图（此内容不公开）

图 3.2.2-6e 各站各层 M₄分潮椭圆图（此内容不公开）

图 3.2.2-6f 各站各层 MS₄分潮椭圆图（此内容不公开）

表 3.2.2-6 各站各层潮流椭圆要素（此内容不公开）

（3）理论最大可能潮流和水质点可能最大运移距离

根据《港口与航道水文规范》（JTS 145-2015）规定，可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。

潮流和风海流为主的近岸海区，海流可能最大流速可取潮流可能最大流速与风海流可能最大流速的矢量和。潮流的可能最大流速可按下列规定计算。

①对规则半日潮流海区可按下式计算：

$$\vec{V}_{\max} = 1.295\vec{W}_{M_2} + 1.245\vec{W}_{S_2} + \vec{W}_{K_1} + \vec{W}_{O_1} + \vec{W}_{M_4} + \vec{W}_{MS_4} \quad (1)$$

②对规则全日潮流海区可按下式计算：

$$\vec{V}_{\max} = \vec{W}_{M_2} + \vec{W}_{S_2} + 1.600\vec{W}_{K_1} + 1.450\vec{W}_{O_1} \quad (2)$$

式中 \vec{V}_{\max} ——潮流的可能最大流速（流速：cm/s，流向：°）

\vec{W}_{M_2} ——主太阴半日分潮流的椭圆长半轴矢量（流速：cm/s，流向：°）

\vec{W}_{S_2} ——主太阳半日分潮流的椭圆长半轴矢量（流速：cm/s，流向：°）

\vec{W}_{K_1} ——太阴太阳赤纬日分潮流的椭圆长半轴矢量（流速：cm/s，流向：°）

\vec{W}_{O_1} ——主太阴日分潮流的椭圆长半轴矢量（流速：cm/s，流向：°）

\vec{W}_{M_4} ——太阴四分之一日分潮流的椭圆长半轴矢量（流速：cm/s，流向：°）

\vec{W}_{MS_4} ——太阴一太阳四分之一日分潮流的椭圆长半轴矢量（流速：cm/s，流向：°）

③对于不规则半日潮流海区和规则全日潮流海区，采用式（1）和式（2）

中的较大值。

潮流水质点的可能最大运移距离可按下述方法计算：

①规则半日潮流海区按下式计算：

$$\vec{L}_{\max} = 184.3\vec{W}_{M_2} + 171.2\vec{W}_{S_2} + 274.3\vec{W}_{K_1} + 295.9\vec{W}_{O_1} + 71.2\vec{W}_{M_4} + 69.9\vec{W}_{MS_4} \quad (3)$$

②规则全日潮流海区按下式计算：

$$\vec{L}_{\max} = 142.3\vec{W}_{M_2} + 137.5\vec{W}_{S_2} + 438.9\vec{W}_{K_1} + 429.1\vec{W}_{O_1} \quad (4)$$

式中 \vec{L}_{\max} ——潮流水质点的可能最大运移距离（距离：m，方向：°）

\vec{W}_{M_2} ——主太阴半日分潮流的椭圆长半轴矢量（流速：cm/s，流向：°）

\vec{W}_{S_2} ——主太阳半日分潮流的椭圆长半轴矢量（流速：cm/s，流向：°）

\vec{W}_{K_1} ——太阴太阳赤纬日分潮流的椭圆长半轴矢量（流速：cm/s，流向：°）

\vec{W}_{O_1} ——主太阴日分潮流的椭圆长半轴矢量（流速：cm/s，流向：°）

\vec{W}_{M_4} ——太阴四分之一日分潮流的椭圆长半轴矢量（流速：cm/s，流向：°）

\vec{W}_{MS_4} ——太阴一太阳四分之一日分潮流的椭圆长半轴矢量（流速：cm/s，流向：°）

③对于不规则半日潮流海区和规则全日潮流海区，采用式（3）和式（4）中的较大值。

根据各站层的潮流性质，按式（1）至式（4）及相关规定，计算了各层潮流可能最大流速及水质点可能最大运移距离，计算结果列入表 3.2.2-7 中，由表可见，项目海域潮流可能最大流速为 71.5cm/s（方向为 12°），出现在 SQL2 站 0.6H 层，各站层可能最大流速介于 5.8cm/s-71.5cm/s 之间，各站潮流的可能最大流速方向以西北为主；水质点可能最大运移距离为 23063.14m，出现在 SQL2 站 0.6H 层，各站层水质点可能最大运移距离介于 1882.06m~ 23063.14m 之间。

表 3.2.2-7 各站层潮流可能最大流速（此内容不公开）

3.2.2.7 余流

由图表可知，调查海区观测期间余流流速主要介于 0.6cm/s~12.1cm/s。最大余流为潮流 SQL4 站（表层，12.1cm/s，57°），最小余流为潮流 SQL1 站（0.6H

层， 0.6cm/s ， 0° ）。各层矢量方向基本一致，表明余流垂向结构较为稳定，整体输运方向明确。其中，SQL1至SQL3站位靠近岸线或河口区域，余流方向受到岸线与地形约束，呈现一定定向性；SQL4、SQL5和SQL6站点位于外海开阔水域，余流矢量较为集中，输运方向稳定，流速相对较大。SQL6站各层矢量方向高度一致，表明水体垂向一致性良好。总体来看，观测海域余流以稳定的水平输运为主，流向结构清晰，各层余流变化较小，反映出该区域水动力过程受潮汐驱动和地形控制的共同影响，具有良好的垂向耦合特征。

表 3.2.2-8 观测期各站各层余流对比表（此内容不公开）

图 3.2.2-7 观测期各站余流图（此内容不公开）

3.2.2.8 温度、盐度

温度结果：调查期间调查海区测得的水温最大值为 30.86°C ，出现在 SQL1 站 0.6H 层；测得水温的最小值为 22.84°C ，出现在 SQL6 站底层；观测海区整体水深较浅，海水未表现出明显的温度分层特征。在潮汐作用和底摩擦的共同影响下，垂向混合作用增强，水体上下层充分混合，表底温差较小，整体温度结构较为均匀稳定。此次观测的温度主要受昼夜和季节的影响。

盐度结果：调查期间调查海区测得的盐度最大值为 34.36，出现在 SQL3 站 0.8H 层；测得盐度的最小值为 2.54，出现在 SQL2 站 0.6H 层。统计结果表明，观测海区整体水深较浅，海水未表现出明显的盐度分层特征。在潮汐作用和底摩擦的共同影响下，垂向混合作用增强，水体盐度分布较为均匀。空间上，越靠近外海的站位盐度越高且稳定，而近岸站点受淡水径流等因素影响较大，盐度波动明显，整体偏低。各站的盐度没有明显的分层。

3.2.2.9 悬浮泥沙

(1) 悬浮泥沙浓度

观测期间调查海区悬沙浓度范围为 $0.011\text{kg/m}^3 \sim 0.136\text{kg/m}^3$ ，SQL2 站表层的悬沙浓度最大（ 0.136kg/m^3 ），SQL5 站底层的悬沙浓度最小（ 0.011kg/m^3 ）。在垂向上，各站表层和底层悬沙浓度较为接近。空间上，近岸站点的平均悬沙浓度高于外海站点的平均悬沙浓度。

表 3.2.2-9 各站悬沙浓度情况表（此内容不公开）

(2) 输沙量

涨潮期最大单宽输沙量为 0.98t/m，方向 53°，出现在 SQL4 站；落潮期最大单宽输沙量为 4.92t/m，方向 55°，出现在 SQL4 站；最大单宽净输沙量为 5.90t/m，方向 55°，出现在 SQL4 站。从统计结果来看，SQL4 和 SQL6 站的净输沙量显著高于其他站点，分别达到 5.90 t/m 和 3.11 t/m，表明该区域为主要的泥沙输出通道。SQL3 和 SQL5 站净输沙量分别为 0.28 t/m 和 0.84 t/m，也具备一定的输沙能力。相较而言，靠近岸线和河口的 SQL1 与 SQL2 站净输沙量较小，表明泥沙多在近岸局部沉积或回输。从方向上看，各站净输沙方向基本稳定，SQL3 至 SQL6 站集中在 39°~80°范围，指向东北偏东，方向一致性好，强化了整体向外运输的判断。SQL1、SQL2 站的输沙方向偏西南，方向性较分散，可能受地形屏障或局部回流影响。

综上所述，观测海区净输沙过程表现为以中外海站位为主的稳定向海运输，近岸区域输沙能力较弱，输沙通量的空间分布存在显著差异，反映出潮汐动力、地形格局与输沙过程之间的密切耦合关系。

表 3.2.2-10 各站大潮单宽输沙量统计表（此内容不公开）

图 3.2.2-8 净输沙示意图（此内容不公开）

(3) 悬沙粒度分析

①悬沙类型、粒级组成及含量

按《海洋调查规范(GB/T12763.8-2007)》粒级间隔为 1φ，粒级组成为 1φ~11φ。

由表可知调查水域各站悬沙从组成成分类别来看，粉砂是悬沙主体，其次是粘土，最后是砂。

各站大潮期间砂含量为 0.00%~4.79%，平均值为 0.57%，粉砂含量在 53.83%~84.05%之间，平均值为 69.11%，粘土含量在 15.95%~46.17%之间，平均值为 30.33%；悬沙样品类型为粉砂（7/24），粘土质粉砂（17/24），共 2 种样品类型。

表 3.2.2-11 悬沙粒度参数以及砂、粉砂、粘土含量（N=24）（此内容不公开）

表 3.2.2-12 悬沙粒级组成和各粒级含量 (N=24) (此内容不公开)

图 3.2.2-9 悬沙所有样品谢帕德三角图分布 (N=24) (此内容不公开)

②中值粒径 (M_d , μm)

航次测区悬沙中值粒径变化范围在 $4.43\mu\text{m} \sim 11.17\mu\text{m}$ 之间, 平均值为 $7.56\mu\text{m}$ 。SQL1 测站涨急最粗 ($11.17\mu\text{m}$), SQL5 测站涨憩最细 ($4.43\mu\text{m}$)。

表 3.2.2-13 悬沙中值粒径 (M_d , μm) 统计 (此内容不公开)

由于测区地形、来沙、水流、波浪等因素的复合作用, 泥沙颗粒起、落情况复杂, 本次调查中悬沙粒径变化与潮流急、憩的相关性不明显。本航次涨憩、落急、落憩、涨急时中值粒径的平均值分别为 $7.93\mu\text{m}$ 、 $7.01\mu\text{m}$ 、 $6.99\mu\text{m}$ 、 $8.29\mu\text{m}$ 。

③平均粒径 (M_z , ϕ)

采用福克—沃德公式计算出悬沙平均粒径。

测量期间测区平均粒径在 $6.22\phi \sim 7.28\phi$ 之间, 平均值为 6.77ϕ 。平均粒径的空间分布为: SQL3 站的落憩最大, 为 7.28ϕ ; SQL1 站的涨急最小, 为 6.22ϕ 。

④分选系数 (σ_i , ϕ)

测区测量期间悬沙分选系数变化范围为 $0.006\phi \sim 0.014\phi$, 平均值为 0.008ϕ 。分选系数的最大值都小于 1.5, 表明颗粒粒度越均匀, 分选性越好。

⑤偏态 (S_{ki})

测区悬沙偏态系数变化范围为 $0.26 \sim 0.65$, 平均值为 0.45 。观测区域的偏态均为正偏, 表示颗粒分布向粗粒方向偏移, 在快速沉积环境中, 较重的颗粒通常会较早沉积, 而较轻的颗粒可能被搬运更长距离。

⑥峰态 (K_g)

测区悬沙峰态系数的变化范围为 $0.85 \sim 1.80$, 平均值为 1.08 。表明观测海区的颗粒的尺寸分布较为分散, 没有明显的聚集。

3.2.2.10 波浪

本节引用沟疏测波站 ($116^\circ 22.394'E$, $22^\circ 52.222'N$) 2008 年 7 月~2009 年 7 月的波浪资料。

工程外海的主要浪向为 E、ESE 和 SE 向, 此三个方位内波浪的年出现频率高达 75.6%, 其中常浪向为 ESE 向, 年出现频率为 32.2%。SSE、S 和 SSW 方位

内波浪的出现频率总体相当，此三方位内波浪出现的年频率合计 22.6%。其它方向（除 SW 向波浪频率略高，为 1.34%）波浪出现频率甚低，一般不足 0.4%。

从各级波浪出现的频率上看，1.0m 级以上有效波高波浪的年频率高达 54.5%；1.5m 级以上有效波高波浪的年频率为 15.5%，3.0m 级以上波浪的年频率为 1.1%。全年实测最大有效波高为 6.82m，对应的平均波周期为 9.7s，平均波向 SSE，发生在 2008 年 8 月 22 日 16 时。

从各向波浪平均波周期的强度上看，6.0s 以上平均波周期波浪的年频率为 7.6%，8.0s 以上的年频率为 0.8%。全年实测最大平均波周期为 10.5s，对应的有效波高为 6.73m，平均波向 SSE，发生在 2008 年 8 月 22 日 08 时。

从整年实测数据统计上看，年最大有效波高为 6.82m，平均有效波高为 1.08m。附近海域常浪向为 ESE 向，年出现频率为 32.2%，次常浪向为 E 和 SE 向，年出现的频率分别为 23.95%和 19.45%。强浪向为 S 向，有效波高大于 2.0m 的年出现频率为 0.82%，次强浪向为 SE 向，有效波高大于 2.0m 的年出现频率为 0.64%，多出现于 6、7、8、9 月份。年内几次大浪多由台风引起的，如 2008 年 8 月 6 日出现的 0809 号台风“KAMMURI”、8 月 22 日出现的 0812 号台风“鸚鵡(NURI)”、9 月 24 日出现的 0814 号台风“HAGUPIT”以及 2009 年 7 月 12 日出现的 0905 号台风“SOUDELOR”、7 月 19 号出现 0914 号台风“MOLAVE”等，可见进行分析工程区域波浪时，台风浪的影响是不容忽视的。

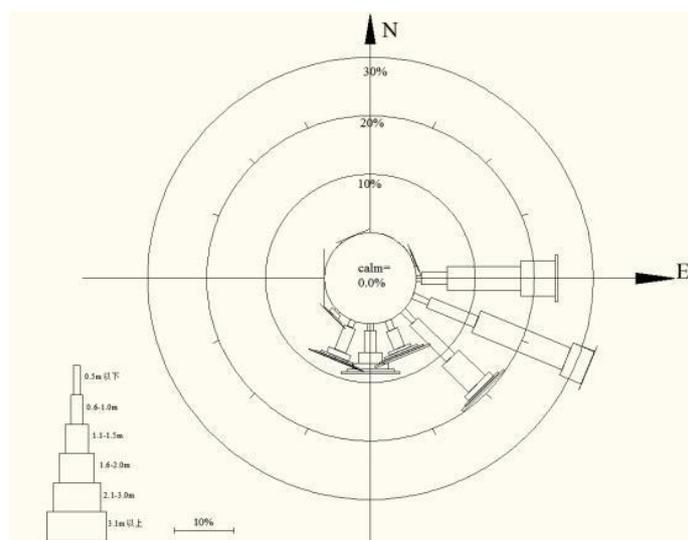


图 3.2.2-10 波浪玫瑰图

3.2.3 海域地形地貌与冲淤状况

3.2.3.1 地形地貌

揭阳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，主要由下述地貌单元组成。

(1) 沙坝，指将潟湖与外海分隔的、呈 E~W 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-潟湖体系的基干，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，潟湖湖水很浅，多浅于 1m，且湖岸周围有大面积的水深浅于 0m 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”。根据 2025 年 6 月最新水深地形图，雷岭河水深为-0.3m~-4m，龙江水深为-0.3m~-2m。

(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 亿方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。

(5) 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 1003m 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。

项目区域水深图详见图 3.2.3-1。

图 3.2.3-1 项目水深地形图（此内容不公开）

3.2.3.2 冲淤现状和冲淤变化特征

神泉湾为以基岩为基础发育的沉积性海岸，在泥沙供给不充足和常年优势浪向的波浪作用下，岬角后的海岸最终形成弧形，平面上岸线轮廓类似于对数螺线形态。

神泉湾上岬角为澳角，位于海湾的东部，下岬角为鸡兰礁，位于海湾西部，整个弧形海岸体系居于弧形海湾内，湾口潮南，受季风和台风影响波浪动力较强，常浪向为 ESE 方向，平均 H_s 约为 1.02m，强浪向为 SE、SSE、S，由于其弧形开口向南，上岬角与海岸呈较大的钝角相交，因此神泉湾各方向波浪对弧形海湾的泥沙运动和岸滩调整均可以产生影响，湾内泥沙在常年优势波向作用下，整个岸段呈弧形海岸平面形态，远离上岬角的海岸近似与盛行波向垂直的切线段。

按照 Silvester 提出的弧形海岸形态要素，在海图上计算出神泉海岸形态如图 3.2.3-2，可判断出神泉湾处于侵蚀形的平衡状态。

对比神泉湾 1965 年、2005 年地形图（图 3.2.3-3），1965 年-2005 年间，神泉湾潟湖纳潮面积大幅减小，原龙江潮汐通道口门东侧移动，动力减弱，弧形海岸湾顶段凹入度减小。

图 3.2.3-2 自然状态下神泉湾最终平衡岸线形态（此内容不公开）

图 3.2.3-3 神泉湾 1965 年、2005 年地形图（此内容不公开）

上世纪 90 年代，神泉渔港综合整治，延长神泉外港防波堤，西防波堤对西海岸的波浪东向输沙起拦截作用，因此上游洪水来沙，和东南海岸波浪西向输沙成为神泉渔港淤积的主要沙源。非洪水期间，河流的来水来沙都很少，上游来沙对神泉港的淤积贡献微弱。洪水期间神泉内外港流速较大，落潮流大于涨潮流，因此洪水期间上游径流来沙多数可被带至港外。

航道东部的 2m 以浅区域，洪水从狭窄的出海通道出来以后，水面放宽，流速减小，有利于悬沙的落淤，加上东南海岸的波浪西向输沙长年累月的作用，在神泉外港东北 2m 以浅的航道附近，水下拦门浅滩发育，该滩地随潮涨潮落时而淹没时而出露。

本次报告同时收集 2009 年 4 月出版的石碑山角至遮浪角的海图和 2021 年 12 月出版的石碑山角至红海湾的海图进行补充分析。

为揭示项目所在海区水下岸滩演变规律,分别对 2009 年版海图和 2021 年版海图工程附近海域测量的海图进行数字化,并将地图投影、坐标系、水深基准面变换统一后,进行叠加分析,获得水下岸滩演变结果,如下图 3.2.3-4 所示。其中,水下地形资料来源:①2009 年 4 月出版的石碑山角至遮浪角 1:15 万比例尺海图,坐标系统为 2000 国家大地坐标系。项目附近水深测量时间 2007 年,其深度基准面为理论最低潮面。②2021 年 12 月出版的石碑山角至红海湾 1:15 万比例尺海图,坐标系统为 2000 国家大地坐标系。项目附近水深测量时间 2015 年,其深度基准面为理论最低潮面。

2007 年~2015 年期间,工程所在海域-5m、-10m、-20m、-30m 等深线均发生不同程度的变化。其中-5m、-10m、-20m、-30m 等深线在甲子角至石碑山角向陆一侧推移,变化幅度在 0m~550m 之间,反映出海床的淤积趋势。

图 3.2.3-4 水下地形冲淤变化图(2007-2015 年)(此内容不公开)

3.2.4 工程地质

本节引自《惠来县神泉渔港抗洪排涝和防灾减灾综合防治工程项目(二阶段)岩土工程勘察报告(初步设计勘察阶段)》(核工业衡阳第二地质工程勘察有限公司,2023 年 11 月)。

勘探深度范围内的土层根据其地质成因、沉积韵律、岩土物理力学性质特征及岩石风化程度,将勘探揭露的地层自上而下划分为 6 个层次,现分述如下:

第 1 层全场地分布,揭露厚度 1.00~8.70m。

第 2 层淤泥 Q_4^{al} :深灰色,流塑,主要由黏粒为主构成,干强度和韧性低,切面无光泽,污手,具腥臭味。该层在 GK2、GK4、GK10 号孔未揭露,层顶埋深 1.00~7.20m,揭露厚度 1.10~6.20m。标准贯入 62 次,实测击数 1~2 击,平均值 1.4 击,修正击数 0.9~2.0 击,平均值 1.3 击,标准值 1.2 击。该层取土试样 38 件。承载力特征值的经验值 $f_{ak}=45\text{kPa}$ 。

第 3 层中砂 Q_4^{al} :浅灰、浅黄色,稍密-中密,饱和,次棱角状石英质砂,局部含少量黏粒和细砂,级配一般。该层在 GK4、GK10、GK14、GK16、GK18、GK24、GK44、GK46、GK48、GK50、GK56、GK62、GK72、GK78、GK86、GK88、GK90、GK92、GK96、GK99、GK103、GK123 和 GK124 号孔有揭露,

层顶埋深 3.60~11.70m, 揭露厚度 1.30~4.50m。标准贯入 25 次, 实测击数 13~20 击, 平均值 17.3 击, 修正击数 11.7~16.9 击, 平均值 15.2 击, 标准值 14.9 击。该层取土试样 11 件。承载力特征值的经验值 $f_{ak}=170\text{kPa}$ 。

第 3-1 层粉砂 Q_4^{al} : 浅灰、灰褐色, 稍密, 饱和, 次棱角状石英质砂, 含少量粘粒和粉砂, 级配一般。该层在 GK14、GK16、GK24、GK44、GK46、GK48、GK50、GK56、GK78、GK86、GK88、GK90、GK92、GK96、GK99、GK103 号孔未揭露, 层顶埋深 3.00~12.00m, 揭露厚度 1.90~6.10m。标准贯入 57 次, 实测击数 11~15 击, 平均值 12.7 击, 修正击数 9.5~12.6 击, 平均值 11.1 击, 标准值 10.9 击。该层取土试样 41 件。承载力特征值的经验值 $f_{ak}=130\text{kPa}$ 。

第 4 层粉质黏土 Q_4^{al} : 灰黄色, 可塑, 以黏粒为主构成, 干强度和韧性中等, 刀切面无光泽反应, 无摇震反应, 含少量粉细砂粒。该层在 GK2、GK4、GK6、GK8、GK10、GK12、GK14、GK16、GK54、GK96、GK104、GK107、GK114、GK117 号孔未揭露, 层顶埋深 6.50~14.00m, 揭露厚度 1.40~5.70m。标准贯入 72 次, 实测击数 8~11 击, 平均值 9.4 击, 修正击数 6.4~9.1 击, 平均值 7.7 击, 标准值 7.6 击。该层取土试样 35 件。承载力特征值的经验值 $f_{ak}=150\text{kPa}$ 。

第 4-1 层淤泥 Q_4^{al} : 深灰色, 流塑, 主要由黏粒为主构成, 干强度和韧性低, 切面无光泽, 污手, 具腥臭味。该层在 GK54、GK104、GK107、GK108、GK114、GK117 号孔有揭露, 层顶埋深 8.60~11.60m, 揭露厚度 1.20~3.10m。标准贯入 4 次, 实测击数 2~2 击, 平均值 2.0 击, 修正击数 1.6~1.7 击, 平均值 1.7 击。该层取土试样 3 件。承载力特征值的经验值 $f_{ak}=50\text{kPa}$ 。

第 5 层砂质黏性土 Q_4^{cl} : 灰黄色, 可塑-硬塑, 为花岗岩风化残积而成, 矿物除石英外, 大部分已风化成土状物, 岩芯遇水易崩解。该层在 GK2、GK4、GK6、GK8、GK10、GK12、GK14、GK16、GK22、GK96 号孔有揭露, 层顶埋深 8.80~15.20m, 揭露厚度 2.70~6.50m。标准贯入 14 次, 实测击数 15~21 击, 平均值 17.7 击, 修正击数 12.5~15.7 击, 平均值 14.1 击, 标准值 13.6 击。该层取土试样 7 件。承载力特征值的经验值 $f_{ak}=160\text{kPa}$ 。

第 6 层全风化花岗岩 r^2 (3): 灰黄色, 岩心呈土状, 手捏即碎, 可见原岩花岗岩结构, 强度较高, 浸水后易软化, 强度变低。该层在 GK4、GK8 号孔有揭露, 层顶埋深 16.20~18.00m, 揭露厚度 0.90~1.20m。标准贯入 1 次, 实测击数 45

击，修正击数 32.6 击。该层取土试样 1 件。承载力特征值 $f_{ak}=220\text{kPa}$ 。



图 3.2.4-1 钻孔平面布置图

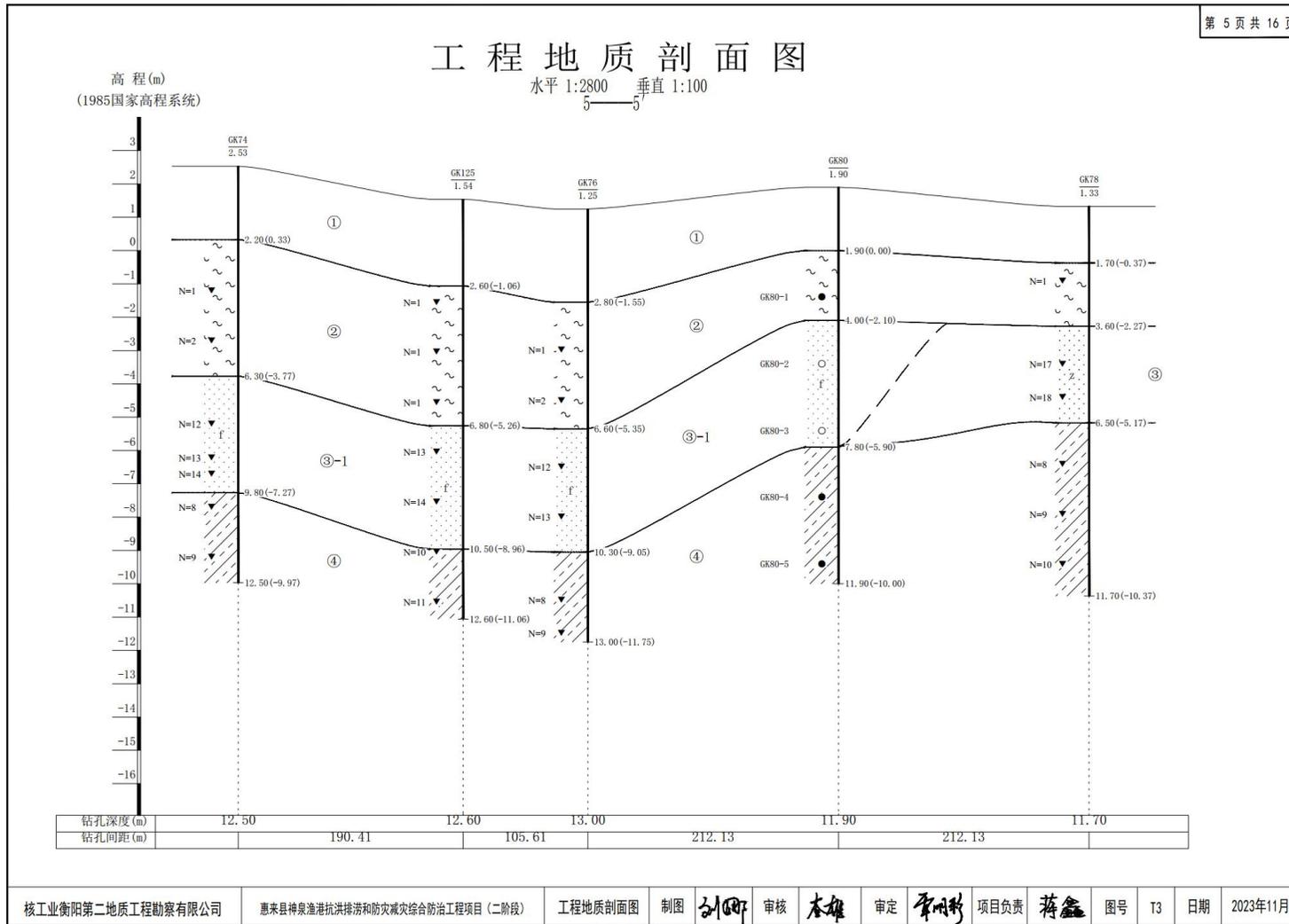


图 3.2.4-2 工程地质剖面图 (5—5')

钻孔柱状图

共 1 页 第 1 页

工程名称		惠来县神泉渔港抗洪排涝和防灾减灾综合防治工程项目(二阶段) 勘察单位			核工业衡阳第二地质工程勘察有限公司							
钻孔编号		GK125		钻孔深度		12.60	m	孔口标高		1.54	m	
坐标	X: 2541189.666		m		初见水位埋深			m		开孔日期		2023年11月04日
	Y: 427491.589		m		稳定水位埋深			m		终孔日期		2023年11月04日
地质时代	层序	层底标高(m)	层底深度(m)	分层厚度(m)	柱状图 1:100	岩土描述	标准贯入		取 样		备注	
							击 数	深 度(m)	取 样 编 号	深 度(m)		
	?	-1.06	2.60	2.60		水深						
						淤泥：深灰色，流塑，主要由黏粒为主构成，干强度和韧性低，切面无光泽，污手，具腥臭味。	1(1.0)	3.00-3.30				
	?	-5.26	6.80	4.20			1(0.9)	4.50-4.80				
							1(0.9)	6.00-6.30				
						粉砂：浅灰、灰褐色，稍密，饱和，次棱角状石英质砂，含少量粘粒和粉砂，级配一般。	13(11.3)	7.50-7.80				
	?-1	-8.96	10.50	3.70			14(11.8)	9.00-9.30				
						粉质黏土：灰黄色，可塑，以黏粒为主构成，干强度和韧性中等，刀切面无光泽反应，无摇震反应，含少量粉细砂粒。	10(8.2)	10.50-10.80				
Q ^{mc}	?	-11.06	12.60	2.10			11(8.8)	12.00-12.30				

▼ 标贯位置 ■ 岩样位置 ● 原状土样位置 ○ 扰动土样位置 凸水样位置

图 3.2.4-3c 钻孔柱状图 (GK125)

3.2.5 海洋自然灾害

3.2.5.1 热带气旋

根据《台风年鉴》《热带气旋年鉴》及相关统计资料，1949~2017年期间，登陆广东沿海的台风达238次，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。1949~2017年期间，对项目附近海域最具影响的热带气旋有12个，遮浪海洋站记录的风速均在33m/s以上，分别是6903、7908、8819、9009、9509、0104、0313、0601、0812、1319、1622和1713热带气旋。

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年以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6-7级、阵风9-10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。

2021年有影响的台风有2个，07号台风“查帕卡”和09号台风“卢碧”，给惠来县带来暴雨。

2022年有5个台风（“暹芭”“木兰”“马鞍”“尼格”和一个热带低压）登陆广东省，登陆台风数较多年平均值（3.7个）偏多1.3个。其中，8月份连续有三个台风登陆：8月4日9时热带低压在惠州惠东沿海登陆，登陆时中心附近最大风力6级（13米/秒），中心最低气压1002百帕；第7号台风“木兰”于8月10日10时以热带风暴级（9级，23米/秒，中心最低气压992百帕）在湛江徐闻沿海登陆；第9号台风“马鞍”于8月25日10时以台风级（12级，33米/秒，中心最低气压975百帕）在茂名电白沿海地区登陆。

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“泰利”台风和“苏拉”台风。给惠来县带来暴雨，但未造成直接经济损失。

3.2.5.2 风暴潮

风暴潮灾害是由台风强烈扰动造成的潮水位急剧升降，是一种严重的海洋灾害，主要危害沿海地区。在广东地区，台风风暴潮灾害的特点是：发生次数多、强

度大、连续性明显，影响范围广，突发性强，灾害损失大，且主要危害经济发达的沿海地区。影响工程水域的台风平均每年出现 2 次左右，一般多出现于 7~9 月。

2013 年 9 月 22 日，“天兔”台风在汕尾市登陆，中心附近最大风力达 14 级（45m/s）。广东省沿海最大风暴增水出现在海门站，于 9 月 22 日 17 时出现最大风暴潮增水 201cm。增水超过 100cm 的还有遮浪站（163cm）、汕头站（160cm）、汕尾站（150cm）、惠州站（137cm）和南澳站（125cm）。“天兔”造成汕尾、潮州、汕头、揭阳、惠州等地严重损失。

2015 年 7 月 9 日，第 10 号台风“莲花”在广东陆丰市甲东镇沿海登陆，受台风“莲花”影响，粤东沿岸出现了一次较弱风暴潮增水过程，过程最大增水出现在汕头站（79cm）。汕尾、汕头、揭阳、潮州等地遭受一定程度的损失。

2016 年 10 月 21 日，第 22 号强台风“海马”在汕尾市海丰县鲘门镇登陆，粤东至珠江口沿岸出现了一次明显的风暴潮增水过程，最大增水出现在海门站（206cm）。汕头站、汕尾站出现最大增水分别为 152cm、144cm，珠江口沿岸出现 30~60cm 的风暴增水。汕尾、汕头、惠州、揭阳等地遭受一定程度的损失。

2017 年 9 月 3 日，第 16 号台风“玛娃”在汕尾市陆丰沿海登陆，粤东、珠江口沿岸出现一次风暴潮过程，珠江口沿岸最大增水出现在赤湾站（44cm）；粤东沿岸最大增水出现在惠州站（58cm）。揭阳市水产养殖受灾面积 2400 公顷，水产养殖损失产量 700 吨，养殖设备、设施损失 320 个，防波堤损毁 0.22 千米，直接经济损失 2550 万元。

2018 年 9 月 16 日，第 22 号超强台风“山竹”在广东省台山海宴镇登陆，广东省沿岸出现一次风暴潮过程，粤东沿岸最大增水出现在惠州站（278cm）。广州、珠海、深圳、中山、江门、惠州、汕尾、揭阳、汕头、潮州、茂名、湛江遭受一定程度的损失。

2020 年 8 月 19 日，台风“海高斯”在广东省珠海市金湾区沿海登陆，粤东沿岸各海洋站观测到 30-60cm 的最大风暴增水，各站最高潮位均在当地蓝色警戒潮位以下。

2021 年 10 月 13 日，台风“圆规”在海南省琼海市沿海登陆，粤东沿岸各海洋站观测到 70-125cm 的最大风暴增水。受“圆规”台风风暴潮和近岸浪的共

同影响，揭阳市、阳江市、惠州市、珠海市等地直接经济损失合计 0.10 亿元。

2022 年 7 月 2 日，台风“暹芭”在茂名市电白区沿海登陆，珠江口到雷州半岛东部沿岸潮（水）位站观测到 60-160cm 的最大风暴增水。2022 年 8 月 25 日，台风“马鞍”在茂名市电白区沿海登陆，珠江口到雷州半岛东部沿岸潮（水）位站观测到 40-170cm 的最大风暴增水。

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“泰利”台风风暴潮和“苏拉”台风风暴潮。2023 年 7 月 17 日 22 时 20 分前后，“泰利”以台风级强度在广东省湛江市南三岛沿海登陆粤东沿岸潮（水）位站观测到 35-55 厘米的最大风暴增水。2023 年 9 月 2 日 3 时 30 分前后，“苏拉”以强台风级强度登陆广东省珠海市金湾区沿海，粤东沿岸潮（水）位站观测到 65-95 厘米的最大风暴增水。

3.2.6 海洋水质现状调查与评价

本节引用《榕江口、神泉湾海洋环境现状调查报告》（中科检测技术服务（湛江）有限公司，2025 年 6 月），由中科检测技术服务（湛江）有限公司于 2025 年 4 月 26 日~5 月 18 日在项目附近海域进行的海洋环境质量现状调查数据。

3.2.6.1 调查概况

本次调查时间为 2025 年 4 月 26 日~5 月 18 日，共布设海水水质调查站位 20 个，海洋沉积物调查站位 10 个，潮间带生物断面 3 个，生物生态 13 个，潮间带调查断面 3 条，具体调查站位详见表 3.2.6-1 和图 3.2.6-1。

表 3.2.6-1 海洋环境现状调查站位

站位	经度 (E)	纬度 (N)	调查项目
SQ01			水质、生物生态、生物资源
SQ02			水质
SQ03			水质、沉积物、生物生态、生物资源
SQ04			水质、沉积物
SQ05			水质、沉积物、生物生态、生物资源
SQ06			水质、生物生态、生物资源
SQ07			水质
SQ08			水质、沉积物、生物生态、生物资源
SQ09			水质
SQ10			水质、沉积物、生物生态、生物资源
SQ11			水质、沉积物、生物生态、生物资源

站位	经度 (E)	纬度 (N)	调查项目
SQ12			水质、沉积物、生物生态、生物资源
SQ13			水质、生物生态、生物资源
SQ14			水质
SQ15			水质
SQ16			水质、沉积物、生物生态、生物资源
SQ17			水质、沉积物、生物生态、生物资源
SQ18			水质、生物生态、生物资源
SQ19			水质、沉积物、生物生态、生物资源
SQ20			水质
SQC01			潮间带生物
SQC02			潮间带生物
SQC03			潮间带生物

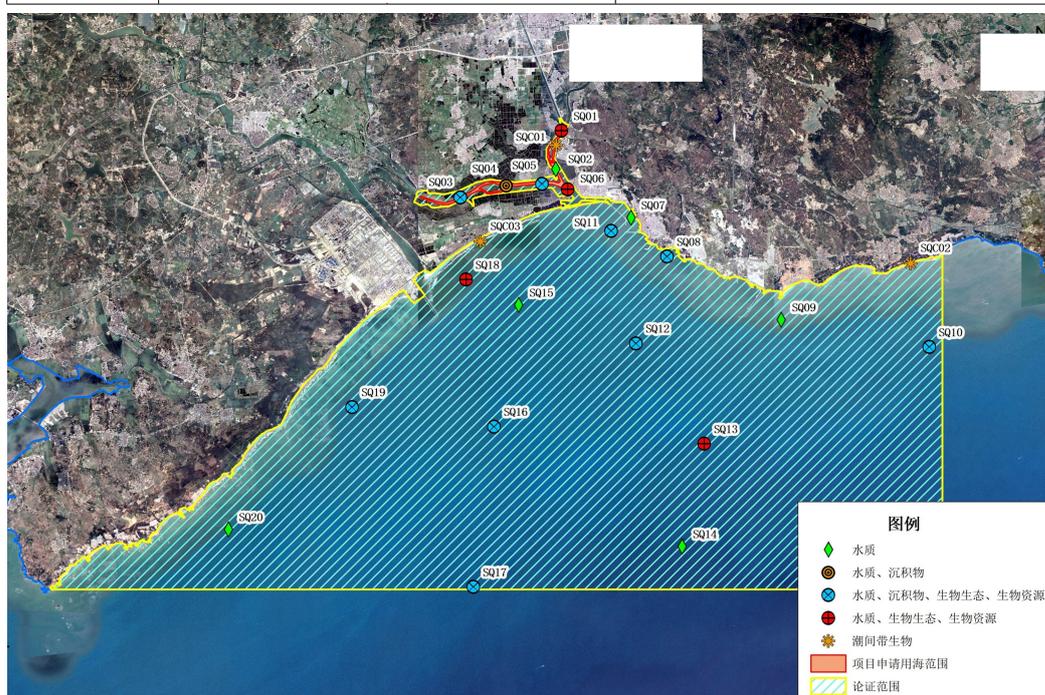


图 3.2.6-1 海洋环境现状调查站位分布图

3.2.6.2 调查项目

调查项目包括水深、透明度、水温、溶解氧、pH 值、盐度、悬浮物、化学需氧量、无机氮、铵盐、硝酸盐、亚硝酸盐、挥发酚、活性磷酸盐、硫化物、石油类、汞、砷、总铬、铜、镉、铅和锌。

3.2.6.3 采样与分析方法

海水的采集和分析均按《海洋调查规范》(GB/T 12763-2007)、《海洋监测规范》(GB 17378-2007)等规定的方法进行,各项目的分析方法如表 3.2.6-2。

表 3.2.6-2 海水调查项目及分析方法

检测项目	方法依据	检出限
水温	《水质 水温的测定 温度计或颠倒温度计测定法》 (GB/T 13195-1991)	/
透明度	《海洋监测规范 第 4 部分: 海水分析》(GB 17378.4-2007) (22)	/
水深	《海洋调查规范 第 2 部分: 海洋水文观测》(GB/T 12763.2-2007) (水深测量 (4.8))	/
溶解氧	《水质 溶解氧的测定 电化学探头法》(HJ 506-2009)	/
盐度	《海洋监测规范 第 4 部分: 海水分析》(GB 17378.4-2007) 盐度计法 (29.1)	/
pH 值	《海洋监测规范 第 4 部分: 海水分析》(GB 17378.4-2007) (26)	/
悬浮物	《海洋监测规范 第 4 部分: 海水分析》(GB 17378.4-2007) (27)	/
化学需氧量	《海洋监测规范 第 4 部分: 海水分析》(GB 17378.4-2007) 碱性高锰酸钾法 (32)	0.15mg/L
无机氮	《海水水质标准》(GB 3097-1997) 附录 A	/
挥发酚	《海洋监测规范 第 4 部分: 海水分析》(GB 17378.4-2007) 4-氨基安替比林分光光度法 (19)	0.0011mg/L
铵盐	《海洋调查规范 第 4 部分: 海水化学要素调查》(GB/T 12763.4-2007) 次溴酸钠氧化法 (12)	0.0004mg/L
硝酸盐	《海洋调查规范 第 4 部分: 海水化学要素调查》(GB/T 12763.4-2007 铈镉还原法) (11)	0.0007mg/L
亚硝酸盐	《海洋调查规范 第 4 部分: 海水化学要素调查》(GB/T 12763.4-2007 重氮-偶氮法) (10)	0.0003mg/L
活性磷酸盐	《海洋调查规范 第 4 部分: 海水化学要素调查》(GB/T 12763.4-2007) 抗坏血酸还原磷钼蓝法 (9)	0.00062mg/L
硫化物	《水质 硫化物的测定 亚甲基蓝分光光度法》(HJ 1226-2021)	0.003mg/L
石油类	《海洋监测规范 第 4 部分: 海水分析》(GB 17378.4-2007) 紫外分光光度法 (13.2)	3.5 μ g/L
汞	《海洋监测规范 第 4 部分: 海水分析》(GB 17378.4-2007) 原子荧光法 (5.1)	0.007 μ g/L
砷	《海洋监测规范 第 4 部分: 海水分析》(GB 17378.4-2007) 原子荧光法 (11.1)	0.5 μ g/L
总铬	《海洋监测技术规程 第 1 部分: 海水》 (HY/T147.1-2013) 电感耦合等离子体质谱法 (5)	0.05 μ g/L
铜	《海洋监测技术规程 第 1 部分: 海水》 (HY/T147.1-2013) 电感耦合等离子体质谱法 (5)	0.12 μ g/L
铅	《海洋监测技术规程 第 1 部分: 海水》 (HY/T147.1-2013) 电感耦合等离子体质谱法 (5)	0.07 μ g/L
镉	《海洋监测技术规程 第 1 部分: 海水》	0.03 μ g/L

检测项目	方法依据	检出限
	(HY/T147.1-2013) 电感耦合等离子体质谱法 (5)	
锌	《海洋监测技术规程 第1部分:海水》(HY/T 147.1-2013) (5)	0.10μg/L

3.2.6.4 评价方法与评价标准

(1) 评价方法

采用单因子标准指数 (P_i) 法, 评价模式如下:

$$P_i = \frac{C_i}{C_{io}}$$

式中: P_i ——第 i 项因子的标准指数, 即单因子标准指数;

C_i ——第 i 项因子的实测浓度;

C_{io} ——第 i 项因子的评价标准值。

当标准指数值 P_i 大于 1, 表示第 i 项评价因子超出了其相应的评价标准, 即表明该因子已不能满足评价海域功能区的要求。

另外, 根据溶解氧 (DO)、pH 的特点, 其评价模式分别为:

溶解氧的标准指数为:

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

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

式中: $S_{DO, j}$ —溶解氧的标准指数, 大于 1 表明该水质因子超标;

DO_j —溶解氧在 j 点的实测统计代表值, mg/L;

DO_s —溶解氧的水质评价标准限制, mg/L;

DO_f —饱和溶解氧浓度, mg/L, 对于河流, $DO_f = 468 / (31.6 + T)$, 对于盐度比较高的湖泊、水库及入海河口、近岸海域, $DO_f = (491 - 2.65S) / (33.5 + T)$;

S —实用盐度符号, 量纲一;

T —水温, °C。

pH 评价指数按下式如下:

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

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

式中： $S_{pH,j}$ —pH 值的指数，大于 1 表明该水质因子超标；

pH_j —pH 值实测统计代表值；

pH_{sd} —评价标准中 pH 值的下限值；

pH_{su} —评价标准中 pH 值的上限值。

(2) 评价标准

根据《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办〔1999〕68 号）和《关于调整揭阳市近岸海域环境功能区划的复函》（粤办函〔2010〕473 号文），各调查站位执行水质标准见图 3.2.6-2 和表 3.2.6-3。

表 3.2.6-3 监测站位所处近岸海域环境功能区划水质标准要求表

调查站位	标准要求
SQ09、SQ11、SQ12、SQ15、SQ16	执行海水水质第一类标准
SQ08	执行海水水质第二类标准
SQ01、SQ02、SQ03、SQ04、SQ05、SQ06、SQ07、SQ18	执行海水水质第三类标准

注：SQ10、SQ13、SQ14、SQ17、SQ19、SQ20 站位不位于近岸海域功能区划中，无水质目标管理要求，按水质类别符合性分析，即从第一类标准开始评价，评价到达标为止。

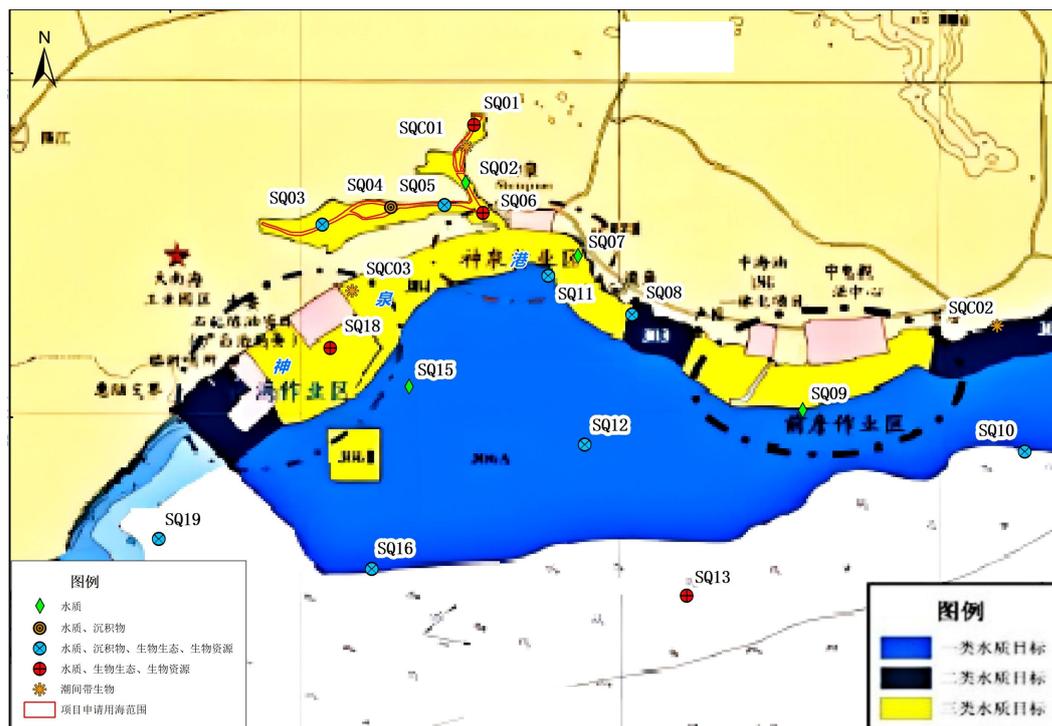


图 3.2.6-2 监测站位所处近岸海域环境功能区划示意图

海域水质现状评价依据标准《海水水质标准》（GB3097-1997），见表 3.2.6-4。

表 3.2.6-4 海水水质标准 单位：mg/L（pH 除外）

水质指标	第一类	第二类	第三类	第四类
pH	7.8~8.5		6.8~8.8	
化学需氧量≤（COD）	2	3	4	5
溶解氧>	6	5	4	3

水质指标	第一类	第二类	第三类	第四类
活性磷酸盐 \leq （以 P 计）	0.015	0.030	0.030	0.045
无机氮 \leq （以 N 计）	0.200	0.300	0.400	0.500
石油类 \leq	0.05	0.05	0.30	0.50
铜（Cu） \leq	0.005	0.010	0.050	0.050
铅（Pb） \leq	0.001	0.005	0.010	0.050
锌（Zn） \leq	0.020	0.050	0.100	0.500
镉（Cd） \leq	0.001	0.005	0.010	0.010
汞（Hg） \leq	0.00005	0.0002	0.0002	0.0005
砷（As） \leq	0.020	0.030	0.050	0.050
铬（Cr） \leq	0.050	0.100	0.200	0.500
硫化物 \leq （以硫计）	0.020	0.050	0.100	0.250
挥发性酚 \leq	0.005	0.005	0.010	0.050

3.2.6.5 海洋水质调查结果与评价

（1）调查结果

水质监测结果见表 3.2.6-5。

（2）评价结果

采用上述单项指数法，对现状监测结果进行标准指数计算，各监测点水质评价因子的标准指数见表 3.2.6-6。

执行第一类海水水质标准的站位：SQ09、SQ11、SQ12、SQ15、SQ16。由监测结果及标准指数表结果可知：主要超标监测因子为活性磷酸盐、铜和锌，超标率分别为 11.1%、66.7%和 11.1%。活性磷酸盐在 SQ11 站位不符合海水水质第一类标准，但符合海水水质第四类标准。铜在 SQ09 底层、SQ11 表层、SQ12 表底层、SQ15 表底层不符合海水水质第一类标准，但均符合海水水质第二类标准。锌在 SQ16 底层不符合海水水质第一类标准，但符合海水水质第二类标准。其余监测因子均符合海水水质第一类标准要求。

执行第二类海水水质标准的站位：SQ08。由监测结果及标准指数表结果可知：该调查站位的水质监测因子均符合海水水质第二类标准要求。

执行第三类海水水质标准的站位：SQ01、SQ02、SQ03、SQ04、SQ05、SQ06、SQ07、SQ18。由监测结果及标准指数表结果可知：主要超标监测因子为无机氮和活性磷酸盐，超标率分别为 25.0%和 75.0%。无机氮在 SQ01、SQ02 站位不符合海水水质第三类标准，且劣于海水水质第四类标准。活性磷酸盐在 SQ01、SQ02、SQ03、SQ04、SQ05、SQ06 站位不符合海水水质第三类标准，且劣于海水水质第四类标准。其余监测因子均符合海水水质第三类标准要求。

SQ10、SQ13、SQ14、SQ17、SQ19、SQ20 站位不位于近岸海域功能区划中，无水质目标管理要求，按水质类别符合性分析，即从第一类标准开始评价，评价到达标为止。由监测结果及标准指数表结果可知：全部站位的 pH 值、化学需氧量、无机氮、挥发酚、活性磷酸盐、硫化物、石油类、汞、砷、总铬、镉、铅均符合海水水质第一类标准，溶解氧、铜和锌均符合海水水质第二类标准。

综上所述，本次调查海域执行近岸海域环境功能区划相应水质标准限值要求的站位中，部分站位的无机氮、活性磷酸盐、铜和锌超过其相应功能区水质标准限值要求，其余站位均符合。按水质类别符合性评价的站位，各监测因子大部分符合海水水质第一类标准限值要求。

表 3.2.6-5 海水水质监测结果（此内容不公开）

表 3.2.6-6a 海水水质监测站位各要素的标准指数（执行第一类海水水质标准）（此内容不公开）

表 3.2.6-6b 海水水质监测站位各要素的标准指数（执行第二类海水水质标准）（此内容不公开）

表 3.2.6-6c 海水水质监测站位各要素的标准指数（执行第三类海水水质标准）（此内容不公开）

表 3.2.6-6d 海水水质监测站位各要素的标准指数（水质类别符合性分析）（此内容不公开）

3.2.7 海洋沉积物调查结果与评价

本节引用《榕江口、神泉湾海洋环境现状调查报告》（中科检测技术服务（湛江）有限公司，2025 年 6 月），由中科检测技术服务（湛江）有限公司于 2025 年 4 月 26 日~5 月 18 日在项目附近海域进行的海洋沉积物质量现状调查数据。具体站位详见 3.2.6.1 节。

3.2.7.1 调查项目

调查项目包括粒度、pH、含水率、硫化物、有机碳、石油类、汞、砷、镉、铜、铅、铬和锌。

3.2.7.2 采样与分析方法

沉积物的采集和分析均按《海洋监测规范》（GB17378-2007）、《海洋调

查规范 第 8 部分：海洋地质地球物理调查》（GB/T 12763.8-2007）和《海洋监测技术规程 第 2 部分：沉积物》（HY/T 147.2-2013）中规定的方法进行，各项目的分析方法如表 3.2.7-1。

表 3.2.7-1 沉积物项目及分析方法

检测项目	检测方法依据	检出限
pH 值	《海洋调查规范 第 8 部分：海洋地质地球物理调查》（GB/T 12763.8-2007）（6.7.2）	/
含水率	《海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析》（GB17378.5-2007）重量法（19）	/
硫化物	《海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析》（GB 17378.5-2007）亚甲基蓝分光光度法（17.1）	0.3（10 ⁻⁶ ）
有机碳	《海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析》（GB 17378.5-2007）重铬酸钾氧化-还原容量法（18.1）	/
石油类	《海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析》（GB 17378.5-2007）紫外分光光度法（13.2）	3.0（10 ⁻⁶ ）
汞	《海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析》（GB 17378.5-2007）原子荧光法（5.1）	0.002（10 ⁻⁶ ）
砷	《海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析》（GB 17378.5-2007）原子荧光法（11.1）	0.06（10 ⁻⁶ ）
镉	《海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析》（GB 17378.5-2007）无火焰原子吸收分光光度法（8.1）	0.04（10 ⁻⁶ ）
铜	《海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析》（GB 17378.5-2007）火焰原子吸收分光光度法（6.2）	2.0（10 ⁻⁶ ）
铅	《海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析》（GB 17378.5-2007）火焰原子吸收分光光度法（7.2）	3.0（10 ⁻⁶ ）
铬	《海洋监测技术规程 第 2 部分：沉积物》（HY/T 147.2-2013）（6）	0.070（10 ⁻⁶ ）
锌	《海洋监测技术规程 第 2 部分：沉积物》（HY/T 147.2-2013）（6）	0.160（10 ⁻⁶ ）
粒度分析	《海洋调查规范 第 8 部分：海洋地质地球物理调查》（GB/T 12763.8-2007）（6.3）	/

3.2.7.3 评价方法与评价标准

(1) 评价方法

采用单项参数标准指数法计算沉积物的质量指数，即应用公式 $P_i = C_i / C_{si}$ 。

式中： P_i 为第 i 种评价因子的质量指数；

C_i 为第 i 种评价因子的实测值；

C_{si} 为第 i 种评价因子的标准值。

沉积物质量评价因子的标准指数 >1 ，则表明该项指标已超过了规定的沉积物质量标准。

(2) 评价标准

各沉积物质量监测站位按沉积物质量类别符合性分析，即从第一类标准开始评价，评价到达标为止。

采用现状评价依据标准《海洋沉积物质量》（GB 18668-2002）进行评价，见表 3.2.7-2。

表 3.2.7-2 海洋沉积物质量标准

沉积物质量指标	第一类	第二类	第三类
有机碳 ($\times 10^{-2}$) \leq	2.0	3.0	4.0
硫化物 ($\times 10^{-6}$) \leq	300.0	500.0	600.0
石油类 ($\times 10^{-6}$) \leq	500.0	1000.0	1500.0
铜 ($\times 10^{-6}$) \leq	35.0	100.0	200.0
铅 ($\times 10^{-6}$) \leq	60.0	130.0	250.0
锌 ($\times 10^{-6}$) \leq	150.0	350.0	600.0
镉 ($\times 10^{-6}$) \leq	0.50	1.50	5.00
汞 ($\times 10^{-6}$) \leq	0.20	0.50	1.00
砷 ($\times 10^{-6}$) \leq	20.0	65.0	93.0
铬 ($\times 10^{-6}$) \leq	80.0	150.0	270.0

3.2.7.4 海洋沉积物调查结果与评价

(1) 调查结果

沉积物样品的分析统计结果及粒级组成见表 3.2.7-3。该项目海域海洋沉积物砂含量在 0.05%~86.45%，平均值为 15.01%，粉砂含量在 9.93%~76.23%，平均值为 62.40%，粘土含量在 3.62%~36.1%，平均值为 22.59%。调查站位沉积物样品类型为砂的有：SQ11；调查站位沉积物样品类型为粉砂的有：SQ04；调查站位沉积物样品类型为粘土质粉砂的有：SQ03、SQ05、SQ08、SQ10、SQ12、SQ16、SQ17、SQ19。

调查海域沉积物化学调查结果见表 3.2.7-4。

(2) 评价结果

采用上述单项指数法，对现状监测结果进行标准指数计算，各监测点沉积物评价因子的标准指数见表 3.2.7-5。

各沉积物质量监测站位按沉积物质量类别符合性分析，即从第一类标准开始评价，评价到达标为止。由监测结果及标准指数表结果可知：全部站位的硫化物、

有机碳、石油类、汞、铬均符合海洋沉积物质量第一类标准要求，镉、铜符合海洋沉积物质量第二类标准要求，砷、铅和锌符合海洋沉积物质量第三类标准要求。

表 3.2.7-3 海洋沉积物粒度结果（此内容不公开）

站位	粒度系数					质量分数%				沉积物名称
	平均 粒径 Mz (mm)	中值 粒径 Md (mm)	偏态 值 Skf	峰态 值 Kg	分选 系数 σ_i (ϕ)	砾石	砂	粉砂	粘土	
SQ03	0.022	0.015	0.552	1.193	0.02	0.00	9.44	72.90	17.66	粘土质粉砂
SQ04	0.016	0.012	0.490	1.108	0.02	0.00	2.27	76.23	21.50	粉砂
SQ05	0.013	0.009	0.644	1.975	0.02	0.00	6.01	66.68	27.31	粘土质粉砂
SQ08	0.007	0.006	0.463	1.156	0.01	0.00	0.21	64.28	35.51	粘土质粉砂
SQ10	0.007	0.006	0.515	1.258	0.01	0.00	0.05	63.85	36.10	粘土质粉砂
SQ11	0.138	0.139	-0.05 5	1.225	0.07	0.00	86.4 5	9.93	3.62	砂
SQ12	0.015	0.010	0.638	1.607	0.02	0.00	6.09	70.08	23.83	粘土质粉砂
SQ16	0.021	0.012	0.652	1.126	0.02	0.00	9.07	69.50	21.43	粘土质粉砂
SQ17	0.025	0.015	0.633	0.938	0.03	0.00	13.0 0	68.08	18.92	粘土质粉砂
SQ19	0.028	0.013	0.752	1.335	0.03	0.00	17.5 1	62.51	19.98	粘土质粉砂

表 3.2.7-4 海洋沉积物质量监测结果（此内容不公开）

表 3.2.7-5 海洋沉积物质量监测站位各要素标准指数（沉积物质量类别符合性分析）（此内容不公开）

3.2.8 海洋生物质量现状调查与评价

本节引用《榕江口、神泉湾海洋环境现状调查报告》（中科检测技术服务（湛江）有限公司，2025年6月），由中科检测技术服务（湛江）有限公司于2025年4月26日~5月18日在项目附近海域进行的海洋生物质量现状调查数据。具体站位详见3.2.6.1节。

3.2.8.1 调查项目

调查项目包括石油烃、铬、铜、锌、砷、镉、铅和汞。

3.2.8.2 采样与分析方法

海洋生态样品的采集和分析均按《海洋监测规范》（GB17378-2007）、《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）和《海洋监测技术规程 第3部分：生物体》（HY/T 147.3-2013）中规定的方法进行，各项目的分析方法如表3.2.8-1。

表 3.2.8-1 海洋生物质量调查项目及分析方法（此内容不公开）

3.2.8.3 评价方法与评价标准

(1) 评价方法

采用单项参数标准指数法计算生物的质量指数，即应用公式 $P_i=C_i/C_{si}$ 。

式中： P_i 为第*i*种评价因子的质量指数；

C_i 为第*i*种评价因子的实测值；

C_{si} 为第*i*种评价因子的标准值。

生物评价因子的标准指数 >1 ，则表明该项指标已超过规定的生物质量标准。

(2) 评价标准

SQ16 站位采集到的贝类按海洋生物质量标准符合性分析。其余站位采集到的鱼类、甲壳类、软体类（非双壳贝类）采用《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）附录 C 其他海洋生物质量参考值中的标准进行评价。

表 3.2.8-2 海洋生物（双壳类贝类）质量标准（GB18421-2001）（鲜重：mg/kg）（此内容不公开）

表 3.2.8-3 其他海洋生物体质量参考值（湿重：mg/kg）（此内容不公开）

3.2.8.4 海洋生物质量调查结果与评价

(1) 调查结果

海洋生物质量监测结果见表 3.2.8-4。

(2) 评价结果

采用上述单项指数法，对现状监测结果进行标准指数计算，各监测点生物质量评价因子的标准指数见表 3.2.8-5。

SQ16 站位采集到的贝类（双壳类）按海洋生物质量标准符合性分析，即从第一类标准开始评价，评价到达标为止。由监测结果及标准指数表结果可知：贝类的铬、铜、锌、镉、铅、汞含量符合海洋生物质量第一类标准，石油烃含量符合海洋生物质量第二类标准，砷含量符合海洋生物质量第三类标准。全部站位采集到的生物体的砷含量均超标，SQ05 站位采集到的鱼类生物体中石油烃超标，其余监测因子均符合《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》中规定的生物质量标准。

表 3.2.8-4 海洋生物质量监测结果（湿重，单位：mg/kg）（此内容不公开）

表 3.2.8-5a 双壳类贝类监测站位各要素标准指数（此内容不公开）

表 3.2.8-5b 其他海洋生物监测站位各要素标准指数（此内容不公开）

3.2.9 海洋生态现状

3.2.9.1 调查概况

本节引用《榕江口、神泉湾海洋环境现状调查报告》（中科检测技术服务（湛江）有限公司，2025年6月），由中科检测技术服务（湛江）有限公司于2025年4月26日~5月18日在项目附近海域进行的海洋生态环境现状调查数据。具体站位详见3.2.6.1节。

3.2.9.2 调查方法

海洋生态样品的采集和分析均按《海洋监测规范》（GB17378-2007）和《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）中规定的方法进行。

3.2.9.3 计算方法

（1）初级生产力

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

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

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

C_a —叶绿素 a 含量（ mg/m^3 ）；

Q —同化系数（ $\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{mgChl-}a\cdot\text{h})$ ）；

L —真光层的深度（ m ）；

t —白昼时间（ h ），取 11h。

（2）优势度（ Y ）

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

（3）Shannon-Weaver 多样性指数（ H' ）

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

（4）Pielou 均匀度指数（ J ）

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

(5) Margalef 丰富度指数 (D)

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

上述 (2) ~ (5) 式中:

n_i —第 i 种的个体数量 (ind);

N —某站总生物数量 (ind);

f_i —某种生物的出现频率 (%);

P_i —第 i 种的个体数与总个体数的比值;

S —出现生物总种数。

3.2.9.4 海洋生态调查结果

(1) 叶绿素 a 与初级生产力

本次调查海区表层水体叶绿素 a 含量的变化范围为(0.0000404~0.0281)mg/L, 平均值为 0.00553mg/L, 其中 SQ03 站位叶绿素 a 含量最高, SQ10 站位叶绿素 a 含量最低。

初级生产力的变化范围为(0.005~1.665)mg·C/(m²·d), 平均值为 0.304mg·C/(m²·d), 其中 SQ11 站位初级生产力水平最高, SQ10 站位最低。

(2) 浮游植物

①种类组成

本次调查共记录浮游植物 6 门 59 属 108 种。其中以硅藻门出现的种类为最多, 为 34 属 65 种, 占总种数的 60.19%; 甲藻门共出现 11 属 21 种, 占总种数的 19.44%; 金藻门共出现 2 属 2 种, 占总种数的 1.85%; 蓝藻门共出现 2 属 2 种, 占总种数的 1.85%; 裸藻门共出现 1 属 1 种, 占总种数的 0.93%; 绿藻门共出现 9 属 17 种, 占总种数的 15.74%。

②个体数量及占比

调查海区浮游植物个体数量变化范围为 (62.58~273830.00) ×10³ind/m³, 平均为 53288.68×10³ind/m³。不同站位的个体数量差异较大, 最高个体数量出现在 SQ01 站位, 为 273830×10³ind/m³; 最低个体数量则出现在 SQ13 站位, 仅为 62.58×10³ind/m³。

浮游植物个体数量组成以硅藻占优势, 硅藻个体数量占各站总个体数量的 35.75%~99.48%, 硅藻在 13 个调查站位都有出现, 出现频率为 100%, 甲藻在 13

个调查站位中出现，出现频率为 100%，各站个体数量中的所占比例为 0.14%~9.70%；金藻在 3 个调查站位中出现，出现频率为 23.08%，各站个体数量中的所占比例为 0.00%~0.28%；蓝藻在 9 个调查站位中出现，出现频率为 69.23%，各站个体数量中的所占比例为 0.00%~56.20%；裸藻在 2 个调查站位中出现，出现频率为 15.38%，各站个体数量中的所占比例为 0.00%~0.02%；绿藻在 3 个调查站位中出现，出现频率为 23.08%，各站个体数量中的所占比例为 0.00%~0.70%。

③优势种

以优势度 $Y \geq 0.02$ 为判断标准，本次调查海区的浮游植物优势种共出现 1 种，为假微型海链藻(*Thalassiosira pseudonana*)。假微型海链藻的优势度最高为 0.278，占调查海区总个体数量的 96.04%，为本次调查的第一优势种。

④多样性水平

各站位浮游植物种数变化范围为 12~44 种。多样性指数范围为 0.195~3.467，平均为 2.031，多样性指数以 SQ08 站位最高，SQ01 站位最低。均匀度指数范围为 0.029~0.513，平均为 0.301，均匀度指数以 SQ08 站位最高，SQ01、SQ05 站位最低。丰富度指数范围为 0.847~4.281，平均为 2.702，丰富度指数以 SQ12 站位最高，SQ05 站位最低。

(3) 浮游动物

①种类组成

本次调查共记录浮游动物 5 门 29 属 58 种，其中哲水蚤目 14 种，歧口水蚤目 6 种，猛水蚤目 3 种，枝角目、壮肢目各 2 种，十足目、端足目、剑水蚤目、钟泳目、筐水母亚纲、硬水母亚纲各 1 种，全肌目、有尾目各 1 种，无横肌目 2 种，浮游幼虫 21 种。

②个体数量与生物量

浮游动物湿重生物量变化幅度为 (4.5~187.33) mg/m^3 ，平均生物量为 45.92 mg/m^3 。在整个调查区中，生物量最高出现在 SQ12 站位，为 187.329 mg/m^3 ，最低出现在 SQ01 站位，为 4.500 mg/m^3 。个体数量变化幅度为 (95.51~9148.27) ind/m^3 ，平均个体数量为 1309.63 ind/m^3 。浮游生物最高个体数量出现在 SQ12 站位，为 9148.27 ind/m^3 ，最低个体数量则出现在 SQ08 站位，为 95.51 ind/m^3 。

③优势种

以优势度 ≥ 0.02 为判断标准,本次调查海区的浮游动物优势种有5种,分别是毛颚类幼体(*Chaetognatha larva*)、桡足类幼体(*Copepodite*)、小拟哲水蚤(*Paracalanus parvus*)、长腹剑水蚤属(*Oithona sp.*)、肥胖箭虫(*Sagitta enflata*),优势度指数分别为0.021、0.100、0.248、0.072、0.035。这些物种的平均密度分别为 $39.361\text{ind}/\text{m}^3$ 、 $117.298\text{ind}/\text{m}^3$ 、 $339.507\text{ind}/\text{m}^3$ 、 $163.986\text{ind}/\text{m}^3$ 、 $68.206\text{ind}/\text{m}^3$,分别占浮游动物总密度的3.24%、9.66%、27.96%、13.50%、5.62%。小拟哲水蚤是本次调查的第一物种,该种类主要分布在本海域的SQ10、SQ12、SQ17站位,其密度为 $692.59\text{ind}/\text{m}^3$ 、 $3644.33\text{ind}/\text{m}^3$ 和 $702.78\text{ind}/\text{m}^3$ 。

④多样性水平

本次调查各调查区站位浮游动物种数范围为7~62种。多样性指数范围为0.119~3.295之间,平均为2.585,多样性指数最高出现在SQ12站位,其次为SQ17站位,最低则出现在SQ06站位;均匀度指数变化范围在0.02~0.562之间,平均为0.441,最高出现在SQ12站位,其次为SQ17站位,最低出现在SQ06站位。丰富度指数范围为1.536~5.655,平均为3.321,丰富度指数最高的站位出现在SQ17,最低则出现在SQ06。

(4) 大型底栖生物

①种类组成

本次调查共记录大型底栖动物42种,其中环节动物22种、节肢动物10种、软体动物8种,棘皮动物、脊索动物各1种。环节动物、节肢动物、软体动物和其他动物分别占总种数的41.67%、33.33%、16.67%、8.33%,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栖息密度和生物量

大型底栖生物的栖息密度范围在(9.990~626.68) ind/m^2 之间,平均栖息密度为 $173.074\text{ind}/\text{m}^2$ 。以节肢动物的平均栖息密度最高,为 $130.512\text{ind}/\text{m}^2$,占总平均密度的75.41%;环节动物次之,平均栖息密度为 $37.178\text{ind}/\text{m}^2$,占总平均密度的21.48%;软体动物的平均栖息密度为 $3.569\text{ind}/\text{m}^2$,占总平均密度的2.81%;脊索动物门、棘皮动物的平均栖息密度均为 $0.256\text{ind}/\text{m}^2$,占总平均密度的0.15%。

大型底栖生物的生物量范围在(0.523~73.741) g/m^2 ,平均生物量为 $10.444\text{g}/\text{m}^2$ 。以软体动物居首位,平均生物量为 $5.719\text{g}/\text{m}^2$,占总平均生物量的

54.75%；其次为节肢动物，平均生物量为 3.308g/m²，占总平均生物量的 31.67%；环节动物的平均生物量为 1.224g/m²，占总平均生物量的 11.72%；脊索动物的平均生物量为 0.190g/m²，占总平均生物量的 1.82%；棘皮动物的平均生物量为 0.004g/m²，占总平均生物量的 0.04%。

表 3.2.9-1 底栖生物各类群的生物量和栖息密度（此内容不公开）

③优势种

以优势度指数 $Y \geq 0.02$ 为判断标准，本次调查的优势种共 2 种，为日本长尾虫（*Apseudes nipponicus*）和奇异稚齿虫（*Paraprionospio pinnata*）。

④多样性水平

本次调查海域的大型底栖生物种类数范围在 3~13 种，多样性指数变化范围在 0.258~3.170 之间，平均值为 1.805。多样性指数最高出现在 SQ16 站位，最低则为 SQ01 站位。均匀度范围在 0.048~0.588 之间，平均为 0.335，均匀度指数以 SQ16 站位最高，SQ01 站位最低。丰富度指数范围为 0.314~2.524，平均为 1.264，丰富度指数以 SQ16 站位最高，SQ01 站位最低。

（5）潮间带生物

①种类组成

潮间带 3 个调查断面岸相分布情况：SQC01、SQC02、SQC03 均为砂质断面。本次调查共记录潮间带动物 21 种，其中软体动物 8 种，节肢动物 8 种，环节动物 4 种，脊索动物 1 种。软体动物、节肢动物和环节动物占总种数的 95.24%。软体动物、节肢动物和环节动物是构成本次调查海区潮间带生物的主要类群。

②潮间带生物量及栖息密度

SQC01 断面的平均生物量为 1.989g/m²，SQC02 断面的平均生物量为 33.561g/m²，SQC03 断面的平均生物量为 191.698g/m²；在栖息密度方面，SQC1 断面平均栖息密度为 42.000ind./m²，SQC2 断面的平均栖息密度为 23.222ind./m²，SQC3 断面的平均栖息密度为 344.500ind./m²。

在生物量方面，SQC1 断面以环节动物及节肢动物组成，环节动物平均生物量为 1.323 g/m²，占总生物量的 66.49%；节肢动物平均生物量为 0.667 g/m²，占总生物量的 33.51%。SQC2 断面以节肢动物及软体动物组成，软体动物平均生物量 19.031 g/m²，占总生物量的 56.71%；节肢动物平均生物量 14.530 g/m²，占总

生物量的 43.29%。SQC3 断面仅有软体动物，其平均生物量 191.698 g/m^2 ，占总生物量的 100.00%。

在栖息密度方面，SQC1 断面以环节动物及节肢动物组成，环节动物平均栖息密度为 25.333 ind./m^2 ，占总栖息密度的 60.32%；节肢动物平均栖息密度为 16.667 ind./m^2 ，占总栖息密度的 39.68%。SQC2 断面中以节肢动物及软体动物组成，软体动物平均栖息密度为 18.222 ind./m^2 ，占总栖息密度的 78.47%；节肢动物平均栖息密度为 5.000 ind./m^2 ，占总栖息密度的 21.53%。SQC3 断面中仅有软体动物，其平均栖息密度为 344.500 ind./m^2 ，占总栖息密度的 100.00%。

表 3.2.9-2 潮间带平均生物量及平均栖息密度的组成（此内容不公开）

③潮间带断面水平分布和垂直分布

本次潮间带生物调查从水平分布上看，生物量和栖息密度由高到低排序为 SQC03>SQC02>SQC01。

本次潮间带生物调查从垂直分布上看，SQC01 断面中，潮间带生物的生物量表现为低潮区>高潮区>中潮区，栖息密度的垂直分布则表现为低潮区>高潮区>中潮区；SQC02 断面中，潮间带生物的生物量表现为高潮区>低潮区>中潮区，栖息密度的垂直分布则表现为高潮区>低潮区>中潮区；SQC03 断面中，潮间带生物的生物量表现为高潮区>低潮区>中潮区，栖息密度的垂直分布则表现为低潮区>高潮区>中潮区。

④多样性水平

本次调查海区潮间带生物多样性指数的变化范围在 0.014~2.052 之间，平均值为 1.158；均匀度指数的变化范围在 0.003~0.467 之间，平均值为 0.264；丰富度指数范围在 0.312~1.548 之间，平均值为 1.016。

3.2.10 “三场一通道”分布情况

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

南海鱼类产卵场分布见图 3.2.10-1 和图 3.2.10-2，项目不位于南海中上层鱼类产卵场内，也不位于南海底层、近底层鱼类产卵场内。

（2）南海北部幼鱼繁育场保护区

南海北部幼鱼繁育场保护区位于南海北部及北部湾沿岸 40m 等深线水域(图 3.2.10-3)，保护期为 1-12 月，管理要求为禁止在保护区内进行底拖网作业。项目位于南海北部幼鱼繁育场保护区内。

(3) 幼鱼、幼虾保护区

广东省沿岸由粤东的南澳岛至粤西的雷州半岛徐闻县外罗港沿海 20 米水深以内的海域均为南海区幼鱼、幼虾保护区，保护期为每年的 3 月 1 日至 5 月 31 日。如图 3.2.10-4，该保护区主要功能为渔业水域，保护内容为水质和生态。保护区性质为幼鱼幼虾保护区非水生生物自然保护区和水产种质资源保护区。在禁渔期间，禁止底拖网渔船、拖虾渔船进入上述海域内生产。项目位于幼鱼、幼虾保护区内。

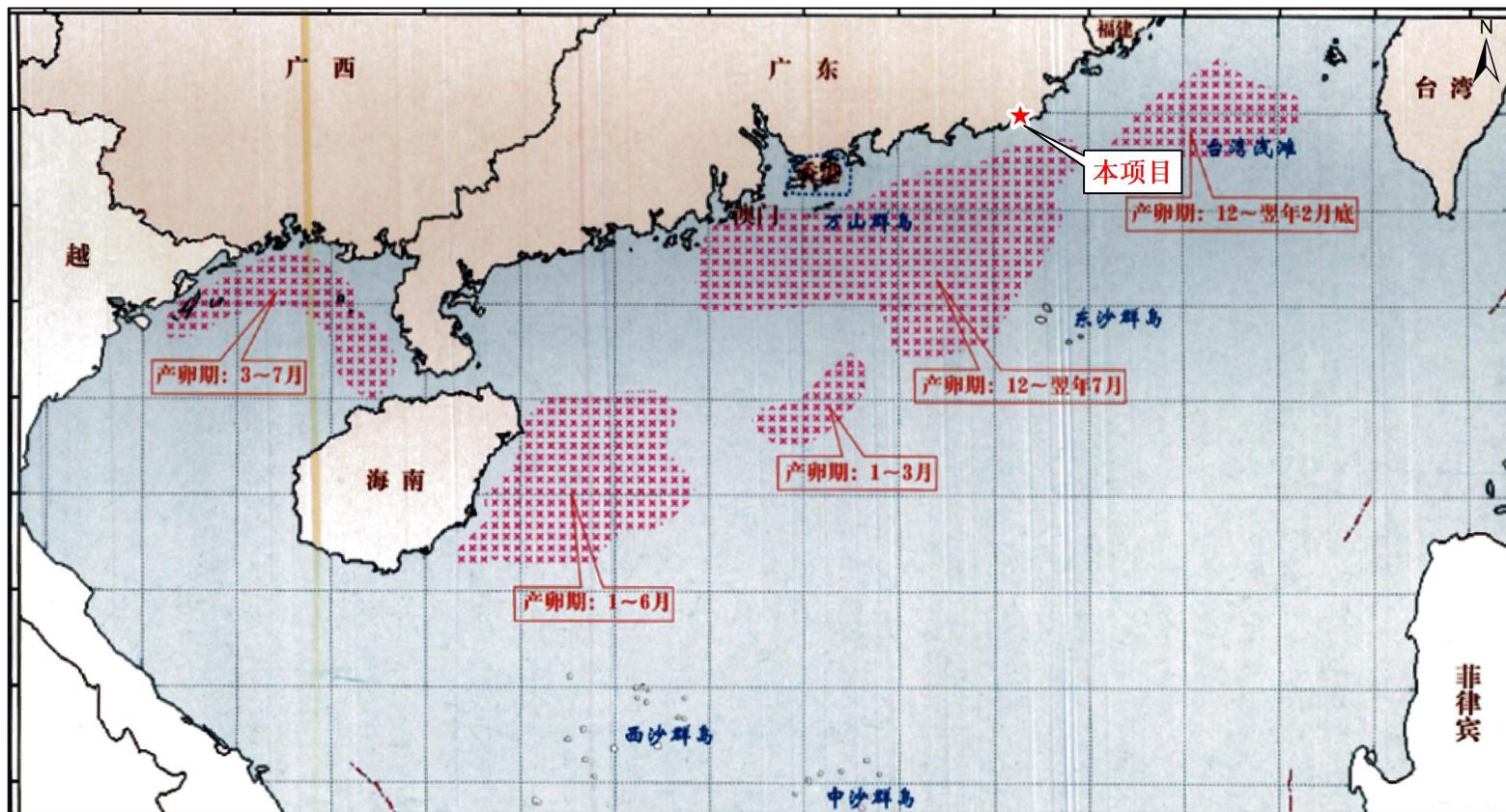


图 3.2.10-1 南海中上层鱼类产卵场示意图

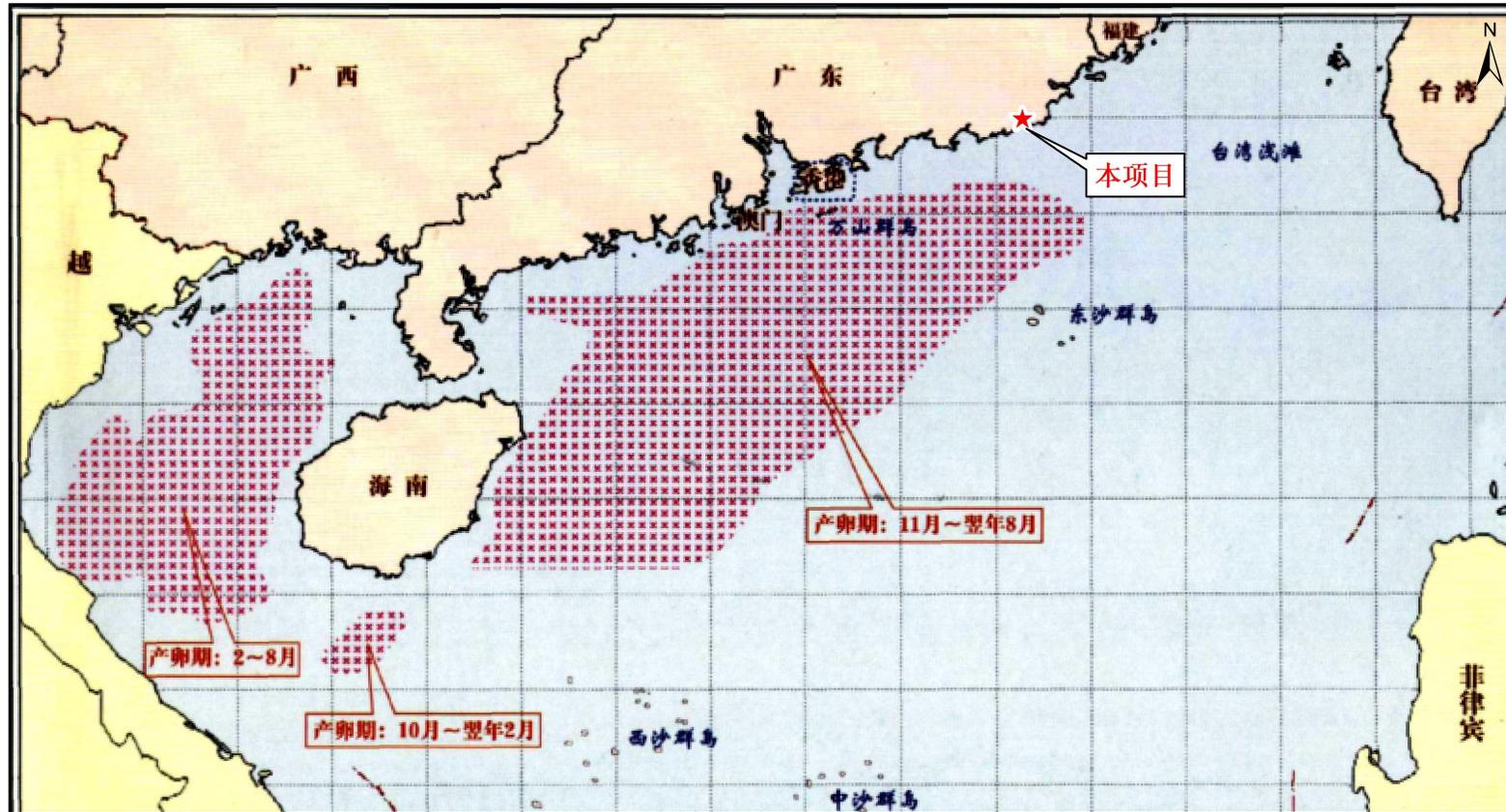


图 3.2.10-2 南海底层、近底层鱼类产卵场示意图

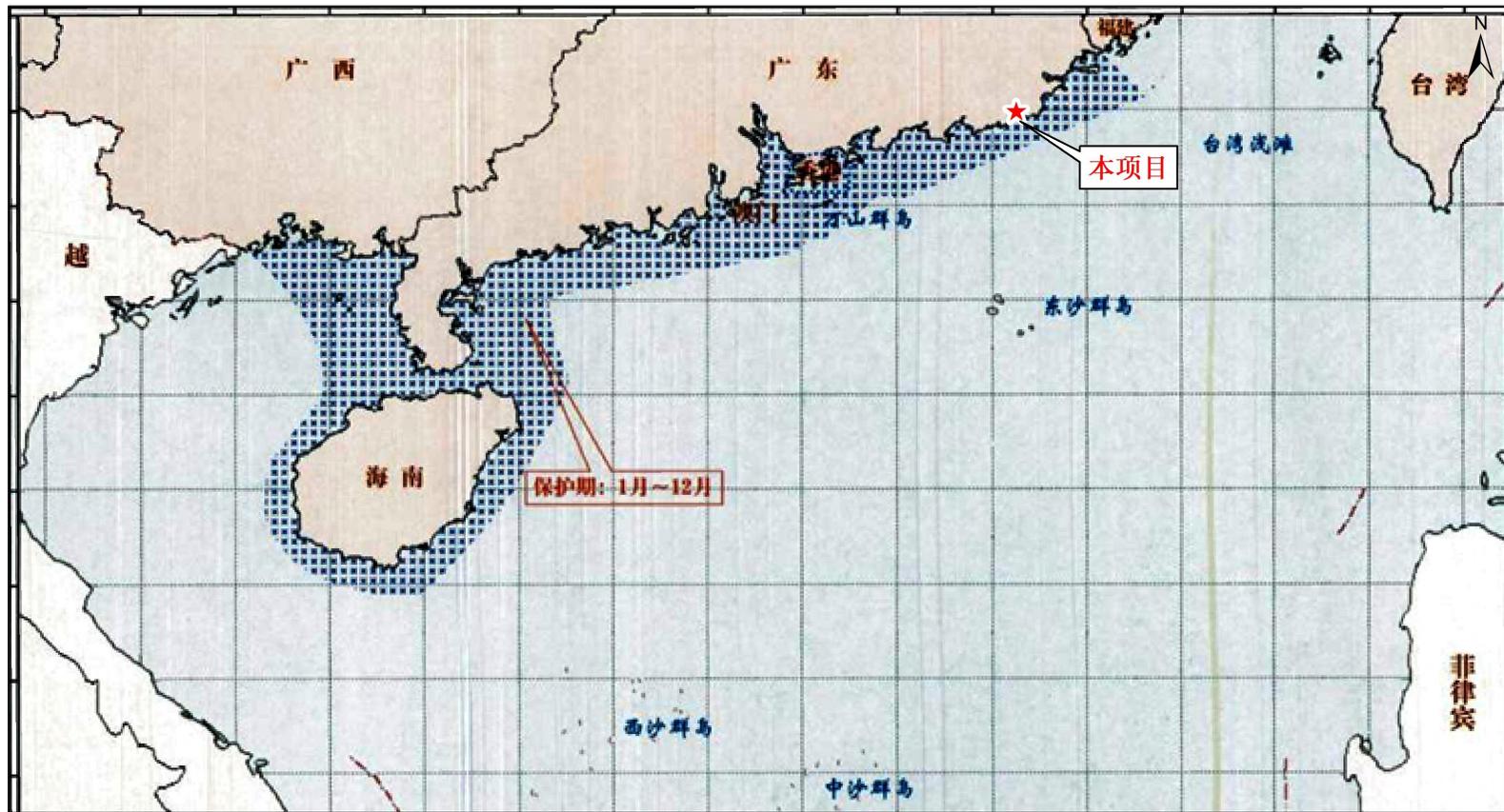


图 3.2.10-3 南海北部幼鱼繁育场保护区范围示意图

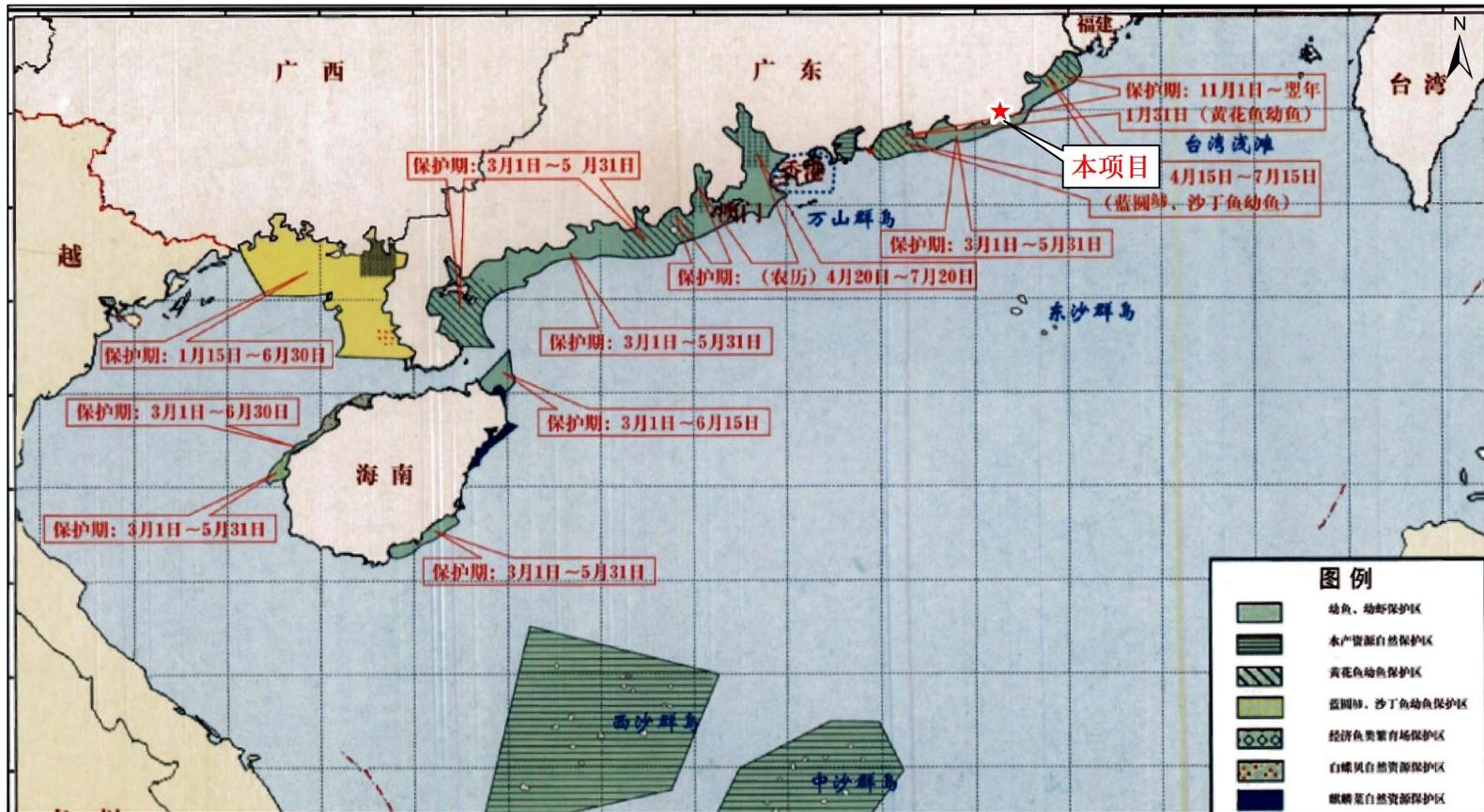


图 3.2.10-4 幼鱼幼虾保护区范围示意图

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,本项目用海周边主要有生态保护红线、无居民海岛、沙洲、渔业水域等资源生态敏感目标,具体信息见表 4.1.1-1。

表 4.1.1-1 项目周边生态敏感目标分布信息表

类型	名称	方向距离	敏感要素
生态保护红线	神泉芦园湾重要滩涂及浅海水域	东南侧,约 4.60km	砂质岸线及海域生态环境
	惠来县人工鱼礁重要渔业资源产卵场	南侧,约 5.94km	人工鱼礁和渔业资源
	神泉珍稀濒危物种分布区	东南侧,约 6.18km	西施舌及海域生态环境
	前詹海岸防护物理防护极重要区	东南侧,约 11.46km	海岸防护
	前詹珍稀濒危物种分布区	东南侧,约 11.74km	保护龙虾、海龟、鲨及其生境
	鳌江重要河口	西南侧,约 13.90km	河口生态系统
	东海海岸防护物理防护极重要区	西南侧,约 14.48km	海岸防护
无居民海岛	东西湖礁	东南侧,约 2.9km	无居民海岛及周边海域生态系统
	香黄石北岛	东南侧,约 3.0km	无居民海岛及周边海域生态系统
	香黄石	东南侧,约 3.3km	无居民海岛及周边海域生态系统
	腰龟石	东南侧,约 3.5km	无居民海岛及周边海域生态系统
渔业水域	南海北部幼鱼繁育场保护区	项目所在	渔业资源、海洋水质、生态环境
	幼鱼幼虾保护区	项目所在	渔业资源、海洋水质、生态环境
其他	沙洲	紧邻,约 10m	芦苇及其生境

4.1.1.1 生态保护红线

根据《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），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。

通过将本项目与生态保护红线叠加分析可知，项目没有位于生态保护红线范围内，距离本项目最近的生态保护红线为神泉芦园湾重要滩涂及浅海水域，约4.60km，其余生态保护红线距离见表4.1.1-1。



图 4.1.1-1 生态保护红线示意图

4.1.1.2 无居民海岛

根据《中华人民共和国海岛保护法》，第二十七条，严格限制填海、围海等改变有居民海岛海岸线的行为，严格限制填海连岛工程建设。第二十八条，未经批准利用的无居民海岛，应当维持现状；禁止采石、挖海砂、采伐林木以及进行生产、建设、旅游等活动。第三十条，从事全国海岛保护规划确定的可利用无居民海岛的开发利用活动，应当遵守可利用无居民海岛保护和利用规划，采取严格的生态保护措施，避免造成海岛及其周边海域生态系统破坏。

本项目不涉及无居民海岛，距离最近的东西湖礁约2.9km。

图 4.1.1-2 项目周边无居民海岛分布图（此内容不公开）

4.1.1.3 渔业水域

（1）南海北部幼鱼繁育场保护区

南海北部幼鱼繁育场保护区位于南海北部及北部湾沿岸 40m 等深线水域，管理要求为禁止在保护区内进行底拖网作业。本项目位于南海北部幼鱼繁育场保护区内，见图 3.2.10-3。

（2）南海区幼鱼、幼虾保护区

广东省沿岸由粤东的南澳岛至粤西的雷州半岛徐闻县外罗港沿海 20 米水深以内的海域均为南海区幼鱼、幼虾保护区，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，见图 3.2.10-4。

4.1.1.4 其他敏感目标

雷岭河中部存在现状沙洲，为硬质沙洲，高程为 0.3~0.8m，其上覆盖大面积的芦苇，生长茂盛，考虑芦苇为盐沼植被，盐沼植被对于维护生态平衡、应对气候变化、保护土壤和水资源，以及促进经济发展都具有不可替代的作用。



图 4.1.1-3 沙洲（现状芦苇）现场照片图

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；
- （3）水质环境：悬沙扩散。

4.1.3 用海工况设计

根据本项目的基本情况和所在海域资源生态基本特征，提出了两种不同的用

海方案，具体用海方案如下：

1、方案一

方案一水文动力修复范围为龙江和雷岭河纳潮通道区域，设计范围避让现状沙洲和养殖鱼塘区域。纳潮通道设计疏挖底高程为-0.8m，清淤范围边线设计高程 0.0m，现状低于设计高程的则维持现状，现状高于设计高程的进行开挖，通道两侧边坡按照 1:10 放坡。

清淤范围面积约 97 公顷，清淤方量为 26.03 万方。

2、方案二

方案二水文动力修复范围相较于方案一略大，设计范围避让状沙洲和养殖鱼塘区域。纳潮通道设计疏挖底高程为-0.8m，清淤范围边线设计高程 0.0m，现状低于设计高程的则维持现状，现状高于设计高程的进行开挖，通道两侧边坡按照 1:10 放坡。

清淤范围面积为 189 公顷，清淤方量为 72.19 万方。

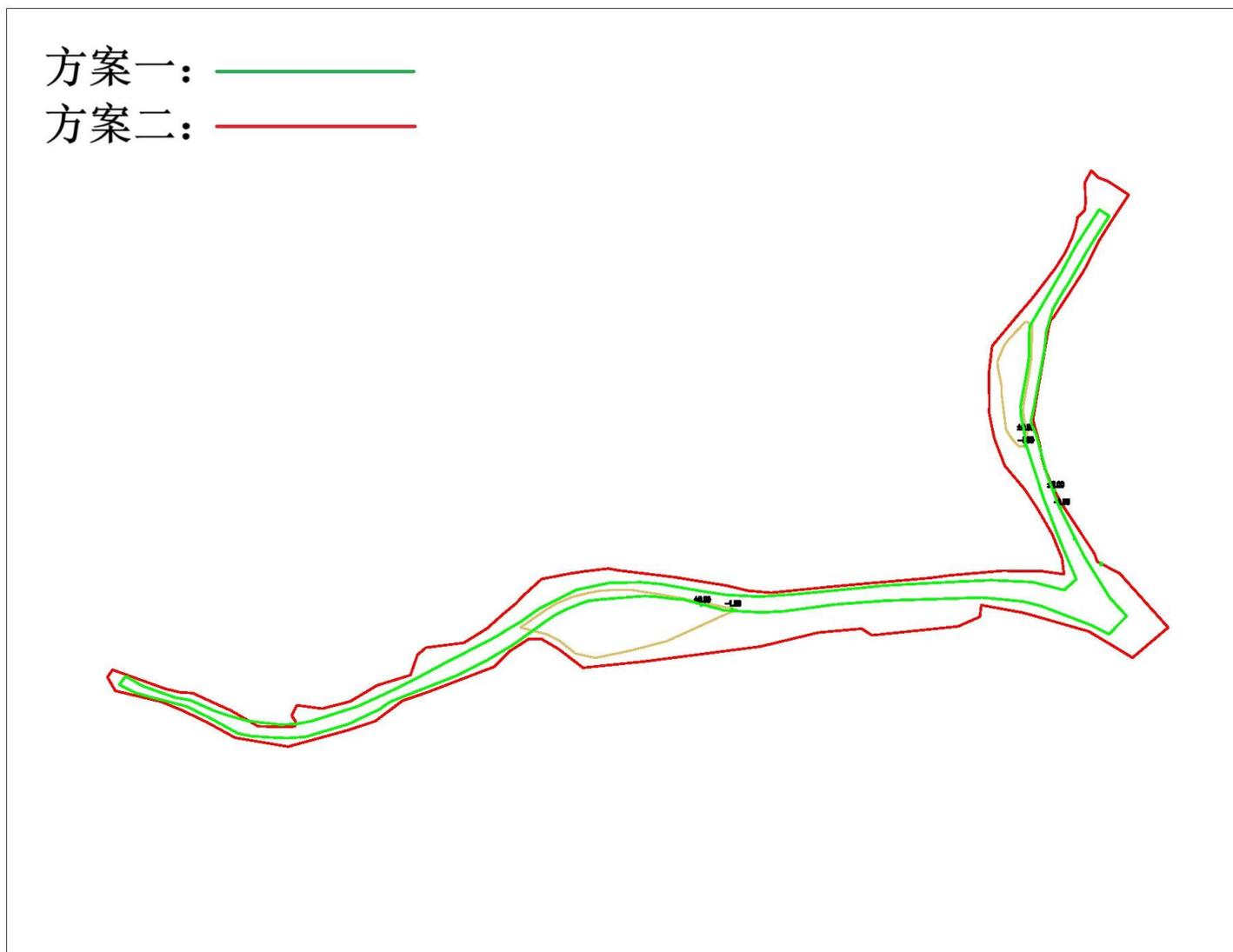


图 4.1.3-1 方案一、方案二平面布置示意图

4.1.4 水动力影响预测对比分析

4.1.4.1 二维潮流数学模型

1、控制方程

(1) 连续方程

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

(2) 动量方程

$$\begin{aligned} \frac{\partial h\bar{u}}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}^2}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{v}\bar{u}}{\partial y} &= f\bar{v}h - gh \frac{\partial \eta}{\partial x} - \frac{gh^2}{2\rho_0} \frac{\partial \rho}{\partial x} - \frac{\tau_{bx}}{\rho_0} + \frac{\partial}{\partial x}(hT_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y}(hT_{xy}) \\ \frac{\partial h\bar{v}}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}\bar{v}}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{v}^2}{\partial y} &= -f\bar{u}h - gh \frac{\partial \eta}{\partial y} - \frac{gh^2}{2\rho_0} \frac{\partial \rho}{\partial y} - \frac{\tau_{by}}{\rho_0} + \frac{\partial}{\partial x}(hT_{xy}) + \frac{\partial}{\partial y}(hT_{yy}) \\ T_{xx} &= 2A \frac{\partial \bar{u}}{\partial x}, \quad T_{xy} = A \left(\frac{\partial \bar{u}}{\partial y} + \frac{\partial \bar{v}}{\partial x} \right), \quad T_{yy} = 2A \frac{\partial \bar{v}}{\partial y} \end{aligned}$$

式中：

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

\bar{u} 、 \bar{v} —— x 、 y 方向垂向平均流速；

t ——时间；

f ——科氏参数；

g ——重力加速度；

ρ_0 ——参考密度；

ρ ——水体密度；

A ——水平涡动粘滞系数；采用 Smagorinsky 公式计算：

$$A = C_s^2 \Delta^2 \sqrt{\left| \frac{\partial u}{\partial x} \right|^2 + \left| \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right|^2 + \left| \frac{\partial v}{\partial y} \right|^2}$$

式中， u 、 v 分别为 x 、 y 方向垂线平均流速， m/s ； Δ 为网格间距； C_s 为计算参数， $0.25 < C_s < 1.0$ 。本次计算 C_s 取 0.28。

τ_{bx} 、 τ_{by} ——底切应力 τ_b 在 x 、 y 方向的分量； $\tau_b = \rho_0 C_f |\vec{U}_b| \vec{U}_b$ ， \vec{U}_b 为底流速， C_f 为底拖曳系数； $C_f = \frac{g}{(Mh^{1/6})^2}$ ， M 为 Manning 数，取 45。

2、定解条件

$$\begin{aligned} (1) \text{ 初始条件} \quad \eta(x, y, t)|_{t=0} &= \eta_0(x, y) \\ \bar{u}(x, y, t)|_{t=0} &= \bar{u}_0(x, y) \\ \bar{v}(x, y, t)|_{t=0} &= \bar{v}_0(x, y) \end{aligned}$$

式中：

η_0 、 \bar{u}_0 、 \bar{v}_0 —— η 、 \bar{u} 、 \bar{v} 初始条件下的已知值。

初始水位 $\eta_0(x, y) = 0$ ；初始流速 $\bar{u}_0(x, y) = 0$ ， $\bar{v}_0(x, y) = 0$ 。

$$(2) \text{ 固边界条件} \quad \vec{V}(x, y, t) \cdot \vec{n} = 0$$

式中：

\vec{n} ——固边界法向矢量；

\vec{V} ——流速矢量。

模型闭边界采用了干湿判别的动边界处理技术，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，潮水上滩。

(3) 开边界条件与大气边界条件

$$\text{已知潮位:} \quad \eta(x, y, t)|_{\Gamma} = \eta^*(x, y, t)$$

式中：

Γ ——开边界；

η^* ——已知潮位。

本次数值模拟中给定开边界的潮位。模型外海开边界潮位主要考虑十个分潮，包括四个半日分潮（ 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TPXO全球潮汐模型计算获得开边界中每个网格点的调和常数，并用实测资料对其进行了修正后得到开边界中每个网格点的潮位序列。

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。

模型风场数据采用 $0.25^\circ \times 0.25^\circ$ 的ERA5再分析逐时资料（ERA5 hourly data on single levels from 1940 to present（copernicus.eu））插值到对应网格。

(3) 地形数据

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于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。地形数据融合时，将水深统一换算至 1985 国家高程基准，采用三角插值的方法将高程散点插值到各网格节点。

4.1.4.2 计算范围及网格划分

潮流数学模型计算范围及水深如图 4.1.4-1 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。外海区域空间步长较大，在开边界约为 2000m，工程区域空间步长为 5~10m。工程附近模型局部计算网格见图 4.1.4-2。工程前后通过调整水深地形进行概化，纳潮通道设计疏挖底高程为-0.8m，顶高程 0.0m，现状低于设计高程的则维持现状，现状高于设计高程的进行开挖，通道两侧边坡按照 1:10 放坡。模型计算采用国家 1985 高程。模型计算时间为 2025 年 6 月 4 日 0:00 至 2025 年 6 月 21 日 0:00，求解积分时间步长 0.01s~30s。

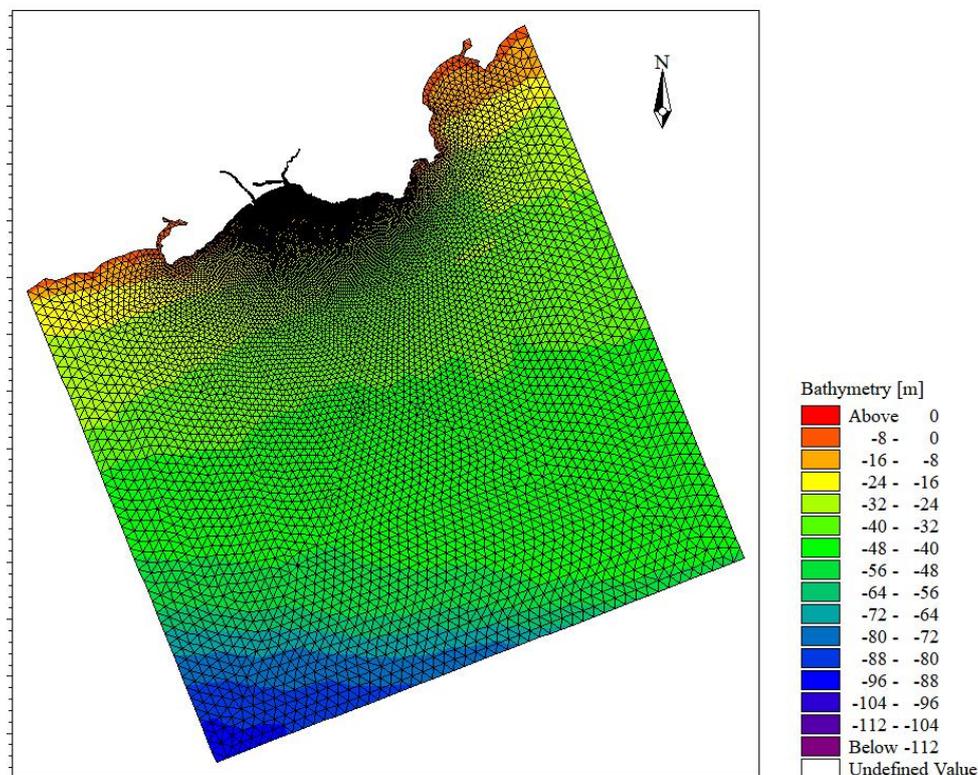


图 4.1.4-1 模型计算网格及水深



图 4.1.4-2a 工程附近模型局部计算网格

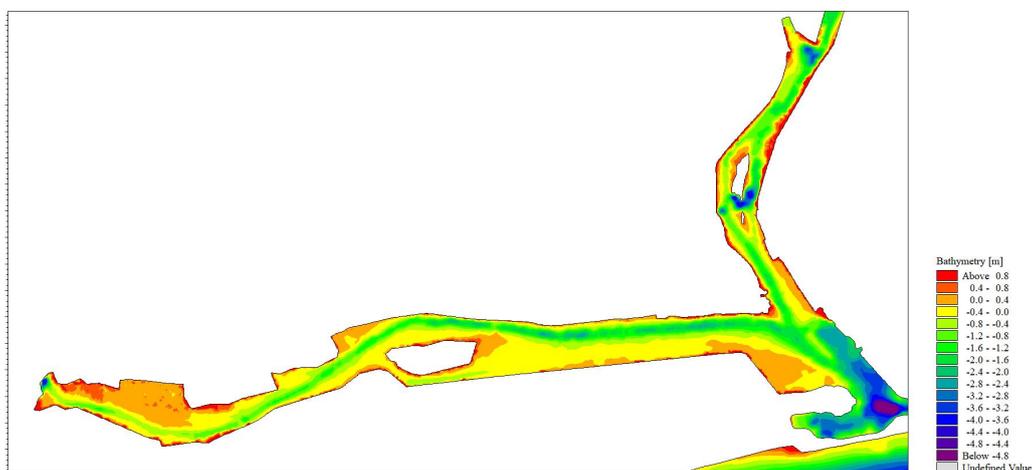


图 4.1.4-2b 工程前计算水深

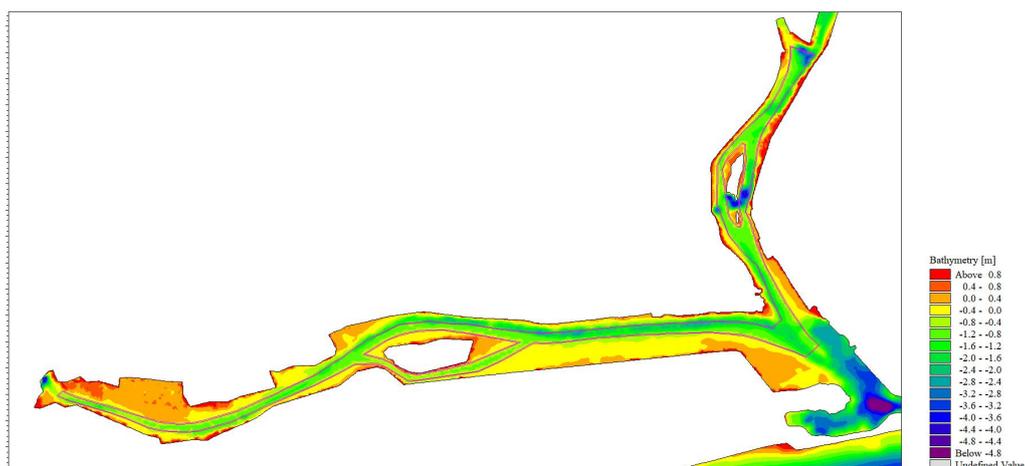


图 4.1.4-2c 工程后计算水深（方案一）

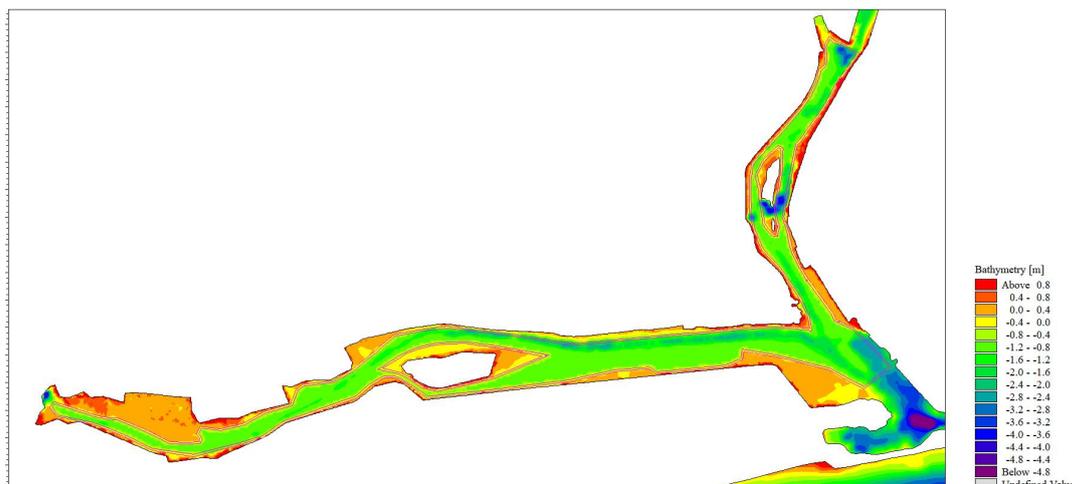


图 4.1.4-2d 工程后计算水深（方案二）

4.1.4.3 模拟结果验证

模型采用《广东省揭阳市神泉湾海洋生态保护修复工程项目附近海域海洋水文测验技术报告》（广州海兰图检测技术有限公司，2025年6月）中的2个潮位观测站位（SQC1和SQC2站位）以及6个水文站位（SQL1、SQL2、SQL3、SQL4、SQL5和SQL6站）的实测资料进行验证，验证点位置见图4.1.4-3。潮位验证结果见图4.1.4-4，流速流向验证结果见图4.1.4-5。

从验证图中可以看出，潮位验证站点水位计算值与实测值吻合较好；站位的计算流速的模拟值与实测值整体趋势较吻合，流向模拟值与实测值符合程度较好，相位差基本控制在0.5h以内，潮位平均绝对误差为0.10m，流速值的平均相对误差为14%，流向值的平均相对误差为12°，表明所建模型能够反映项目所在海域潮流的变化特征，可用于模拟研究工程实施造成的水动力变化情况。

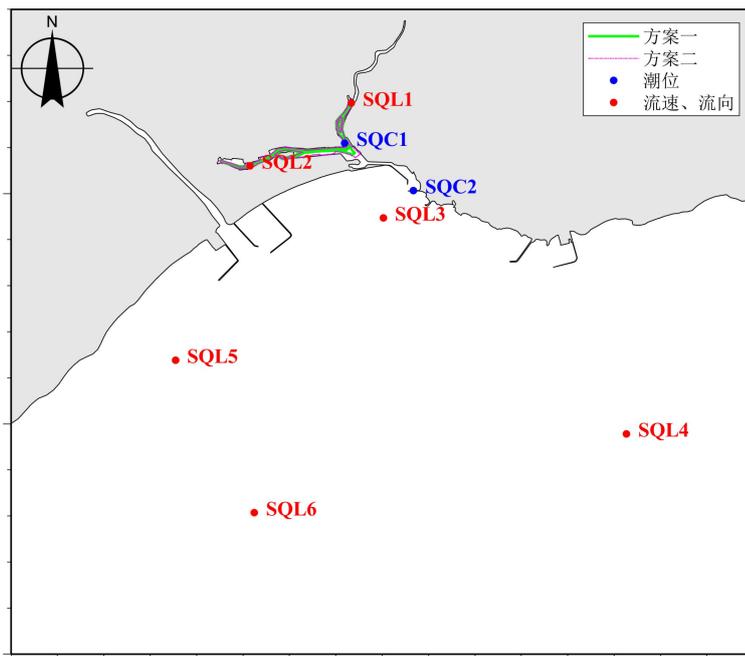


图 4.1.4-3 验证站位分布图

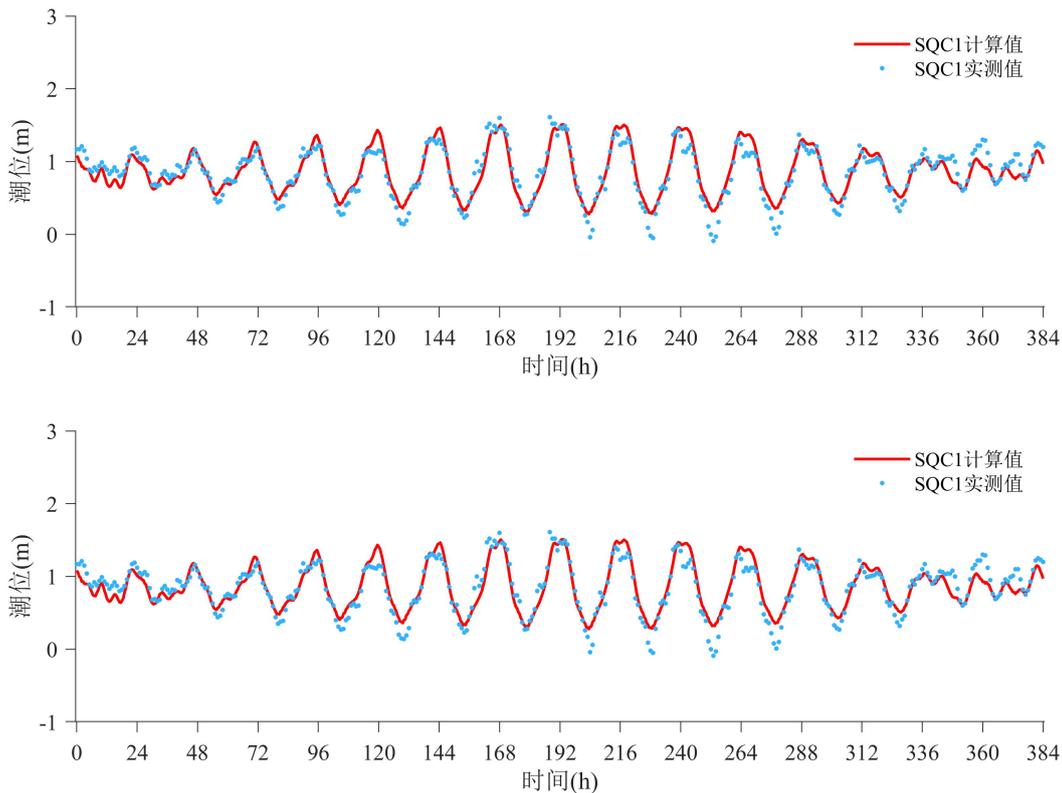


图 4.1.4-4 潮位验证 (2025年6月4日~6月21日)

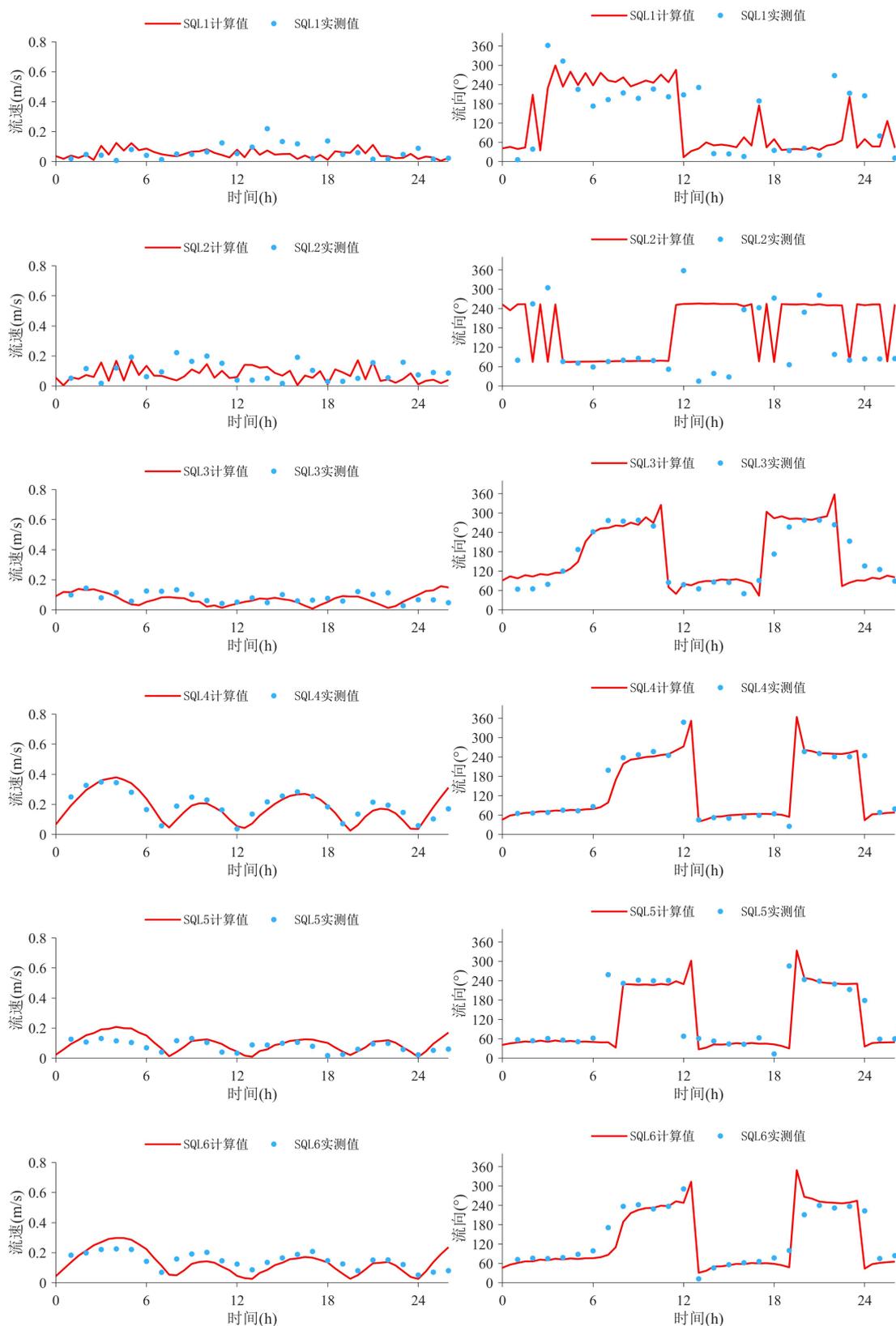


图 4.1.4-5 流速流向验证 (2025 年 6 月 10 日~6 月 11 日)

4.1.4.4 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 4.1.4-6、图 4.1.4-7 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，项目工程所在区域潮流流向受地形的因素制约，主要与潮汐通道走向平行，其中潮汐通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 0.1~0.4m/s 之间。

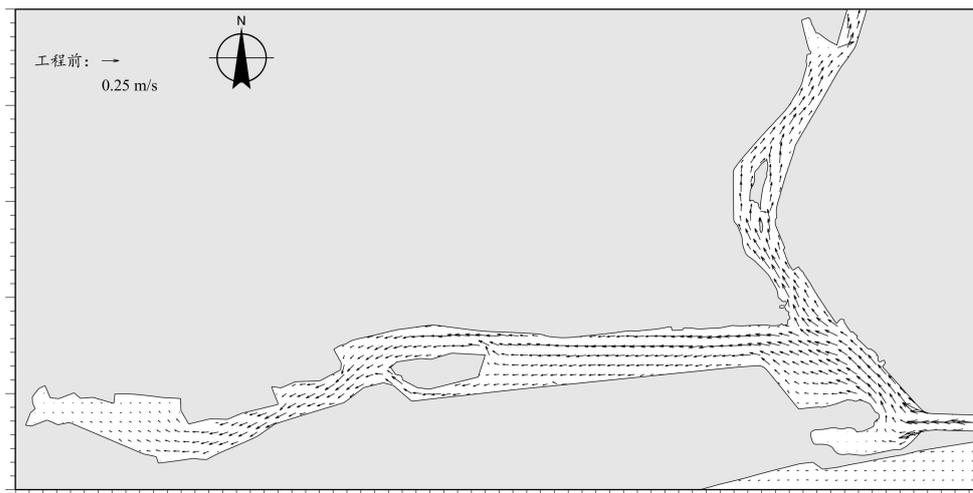


图 4.1.4-6 工程前涨急流场图

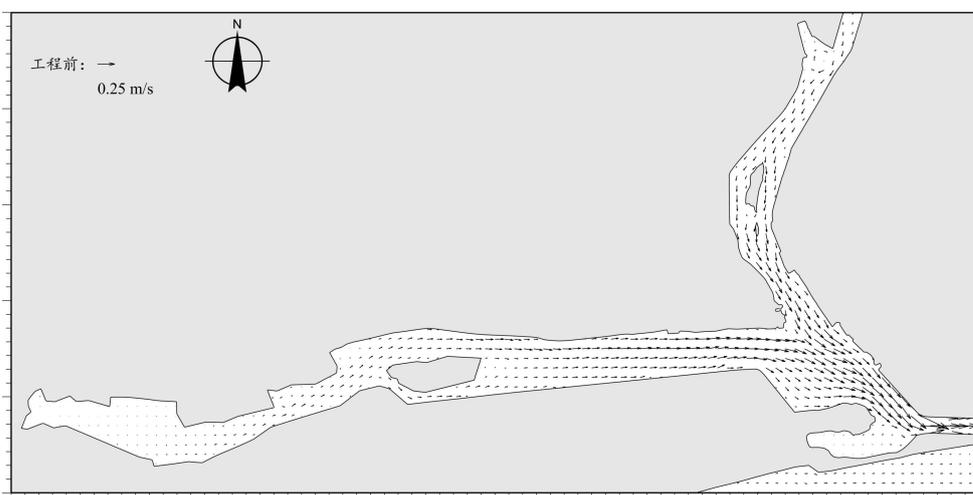


图 4.1.4-7 工程前落急流场图

4.1.4.5 对水动力影响分析

为了分析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 34 个代表点进行定量分析（代表点位置见图 4.1.4-8）。

将各用海方案下各代表点工程前后大潮的涨急、落急时刻流速流向变化分别

列于表 4.1.4-2-表 4.1.4-3 中。

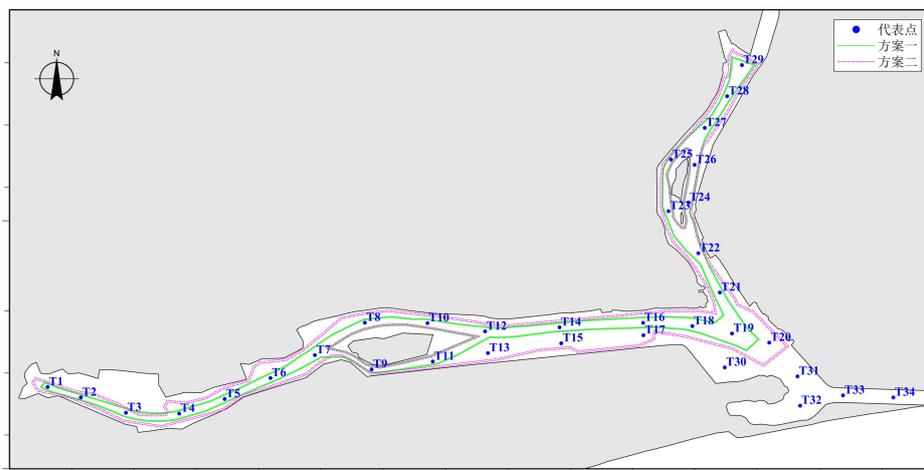


图 4.1.4-8 工程后代表点位置图

(1) 方案一工程前后水动力情况

涨急时刻，工程区域附近（T1~T34）流速变化量为-0.014~0.005m/s，流向变化量为-3.42~1.78°。

落急时刻，工程区域附近（T1~T34）流速变化量为-0.004~0.010m/s，流向变化量为-11.80~18.13°。

总体上看，本项目工程实施造成的水动力环境的影响主要集中在工程周边 800m 范围内水域。

(2) 方案二工程前后水动力情况

涨急时刻，工程区域附近（T1~T34）流速变化量为-0.024~0.015m/s，流向变化量为-4.20~2.70°。

落急时刻，工程区域附近（T1~T34）流速变化量为-0.028~0.012m/s，流向变化量为-17.28~39.63°。

总体上看，本项目工程实施造成的水动力环境的影响主要集中在工程周边 800m 范围内水域。

(3) 不同用海方案对水动力影响的差异

对比两种方案可知，方案一流速变化主要集中在工程所在区域~工程外 800m 范围内，最大流速变幅为 0.014m/s，最大流向变幅为 18.13°；方案二流速变化主要集中在工程所在区域~工程外 800m 范围内，最大流速变幅为 0.028m/s，最大流向变幅为 39.63°。

因此，从水动力的角度分析，方案一相比较方案二流速变化幅度要小一些。

表 4.1.4-1 工程后-工程前大潮涨急时刻流速流向变化

代表点	流速 (m/s)					流向 (°)				
	工程前	方案一 工程后	方案一变化 值	方案二 工程后	方案二变化 值	工程前	方案一 工程后	方案一变化 值	方案二 工程后	方案二变化 值
T1	0.022	0.021	-0.001	0.021	-0.001	288.00	287.90	-0.10	287.14	-0.86
T2	0.039	0.040	0.001	0.039	0.000	285.37	285.63	0.26	285.54	0.17
T3	0.063	0.064	0.001	0.061	-0.002	292.99	292.04	-0.95	292.43	-0.56
T4	0.106	0.108	0.002	0.099	-0.007	259.13	258.12	-1.01	258.82	-0.31
T5	0.161	0.165	0.004	0.150	-0.011	240.80	241.36	0.56	241.90	1.10
T6	0.143	0.145	0.002	0.126	-0.017	244.29	244.67	0.38	246.32	2.03
T7	0.152	0.149	-0.003	0.144	-0.008	231.04	232.82	1.78	229.56	-1.48
T8	0.130	0.127	-0.003	0.131	0.001	254.70	254.62	-0.08	255.50	0.80
T9	0.127	0.132	0.005	0.137	0.010	287.99	287.12	-0.87	285.56	-2.43
T10	0.185	0.183	-0.002	0.190	0.005	274.42	275.85	1.43	275.02	0.60
T11	0.086	0.084	-0.002	0.086	0.000	252.12	252.18	0.06	253.89	1.77
T12	0.156	0.155	-0.001	0.132	-0.024	272.26	270.10	-2.16	273.00	0.74
T13	0.099	0.095	-0.004	0.100	0.001	259.90	261.67	1.77	262.33	2.43
T14	0.189	0.192	0.003	0.165	-0.024	264.72	264.74	0.02	264.81	0.09
T15	0.118	0.120	0.002	0.133	0.015	262.87	262.97	0.10	264.51	1.64
T16	0.208	0.208	0.000	0.190	-0.018	262.85	263.00	0.15	261.62	-1.23
T17	0.126	0.128	0.002	0.132	0.006	260.51	260.16	-0.35	256.31	-4.20
T18	0.193	0.194	0.001	0.186	-0.007	282.06	282.35	0.29	281.36	-0.70
T19	0.165	0.165	0.000	0.159	-0.006	297.86	297.71	-0.15	297.61	-0.25

T20	0.177	0.178	0.001	0.178	0.001	313.14	313.20	0.06	312.94	-0.20
T21	0.181	0.179	-0.002	0.170	-0.011	334.40	334.14	-0.26	332.33	-2.07
T22	0.220	0.217	-0.003	0.214	-0.006	332.89	334.05	1.16	332.52	-0.37
T23	0.131	0.117	-0.014	0.119	-0.012	162.05	159.64	-2.41	160.36	-1.69
T24	0.139	0.138	-0.001	0.138	-0.001	23.32	19.90	-3.42	20.43	-2.89
T25	0.132	0.132	0.000	0.134	0.002	35.06	35.93	0.87	34.06	-1.00
T26	0.157	0.158	0.001	0.157	0.000	1.12	2.59	1.47	1.77	0.65
T27	0.175	0.176	0.001	0.160	-0.015	30.61	30.79	0.18	33.31	2.70
T28	0.156	0.159	0.003	0.152	-0.004	22.60	22.23	-0.37	21.62	-0.98
T29	0.058	0.061	0.003	0.060	0.002	42.31	42.59	0.28	43.57	1.26
T30	0.066	0.066	0.000	0.063	-0.003	282.27	282.62	0.35	282.39	0.12
T31	0.181	0.182	0.001	0.183	0.002	327.29	327.30	0.01	327.29	0.00
T32	0.055	0.055	0.000	0.055	0.000	308.33	308.69	0.36	308.86	0.53
T33	0.363	0.362	-0.001	0.364	0.001	271.53	271.53	0.00	271.53	0.00
T34	0.310	0.309	-0.001	0.310	0.000	270.80	270.81	0.01	270.81	0.01

表 4.1.4-2 工程后-工程前大潮落急时刻流速流向变化

代表点	流速 (m/s)					流向 (°)				
	工程前	方案一 工程后	方案一变化 值	方案二 工程后	方案二变化值	工程前	方案一 工程后	方案一变化 值	方案二 工程后	方案二变化 值
T1	0.002	0.003	0.001	0.004	0.002	129.00	117.20	-11.80	111.72	-17.28
T2	0.007	0.009	0.002	0.012	0.005	104.95	105.37	0.42	105.64	0.69
T3	0.009	0.013	0.004	0.015	0.006	121.24	116.83	-4.41	116.09	-5.15
T4	0.023	0.030	0.007	0.035	0.012	79.49	77.87	-1.62	74.86	-4.63

T5	0.041	0.051	0.010	0.051	0.010	59.06	60.57	1.51	60.97	1.91
T6	0.067	0.073	0.006	0.072	0.005	57.03	57.60	0.57	56.28	-0.75
T7	0.065	0.071	0.006	0.067	0.002	53.27	54.92	1.65	53.14	-0.13
T8	0.065	0.065	0.000	0.068	0.003	73.51	73.42	-0.09	74.77	1.26
T9	0.065	0.070	0.005	0.074	0.009	109.27	109.68	0.41	106.61	-2.66
T10	0.101	0.100	-0.001	0.104	0.003	91.31	94.13	2.82	93.03	1.72
T11	0.066	0.068	0.002	0.069	0.003	75.44	75.37	-0.07	75.97	0.53
T12	0.088	0.095	0.007	0.092	0.004	94.61	92.77	-1.84	97.77	3.16
T13	0.061	0.060	-0.001	0.055	-0.006	81.34	83.52	2.18	85.82	4.48
T14	0.143	0.143	0.000	0.122	-0.021	85.18	85.14	-0.04	85.18	0.00
T15	0.098	0.098	0.000	0.109	0.011	82.61	82.56	-0.05	83.60	0.99
T16	0.181	0.179	-0.002	0.153	-0.028	82.33	82.44	0.11	81.04	-1.29
T17	0.140	0.137	-0.003	0.133	-0.007	77.39	77.07	-0.32	75.88	-1.51
T18	0.190	0.188	-0.002	0.174	-0.016	100.29	101.20	0.91	100.71	0.42
T19	0.189	0.186	-0.003	0.172	-0.017	121.39	121.01	-0.38	120.27	-1.12
T20	0.187	0.187	0.000	0.181	-0.006	128.97	129.12	0.15	129.74	0.77
T21	0.185	0.185	0.000	0.174	-0.011	153.44	153.19	-0.25	150.86	-2.58
T22	0.173	0.169	-0.004	0.171	-0.002	153.90	154.48	0.58	153.08	-0.82
T23	0.075	0.075	0.000	0.074	-0.001	176.49	170.93	-5.56	173.67	-2.82
T24	0.087	0.088	0.001	0.088	0.001	194.65	193.46	-1.19	193.87	-0.78
T25	0.073	0.076	0.003	0.082	0.009	218.26	218.41	0.15	216.33	-1.93
T26	0.117	0.116	-0.001	0.118	0.001	181.54	181.67	0.13	181.44	-0.10
T27	0.105	0.109	0.004	0.100	-0.005	214.84	214.68	-0.16	214.06	-0.78

T28	0.083	0.087	0.004	0.091	0.008	202.68	202.65	-0.03	202.84	0.16
T29	0.010	0.011	0.001	0.013	0.003	105.88	124.01	18.13	145.51	39.63
T30	0.080	0.079	-0.001	0.076	-0.004	114.91	115.19	0.28	115.77	0.86
T31	0.225	0.223	-0.002	0.221	-0.004	139.47	139.43	-0.04	139.29	-0.18
T32	0.019	0.019	0.000	0.019	0.000	26.94	24.67	-2.27	55.59	28.65
T33	0.451	0.448	-0.003	0.444	-0.007	91.15	91.15	0.00	91.15	0.00
T34	0.352	0.349	-0.003	0.346	-0.006	93.54	93.54	0.00	93.54	0.00

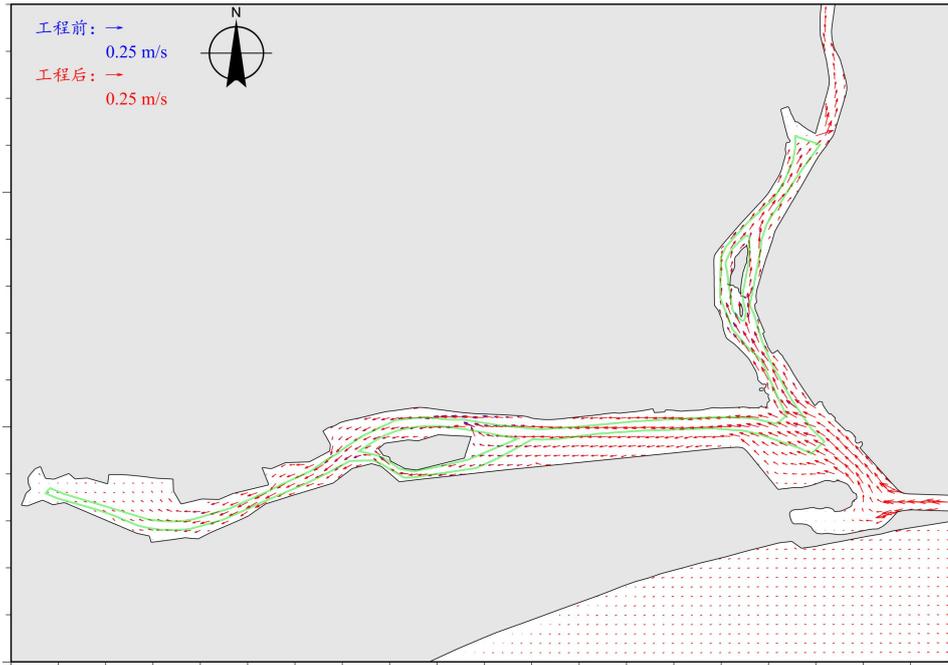


图 4.1.4-9a 工程前后涨急流场对比图（方案一）

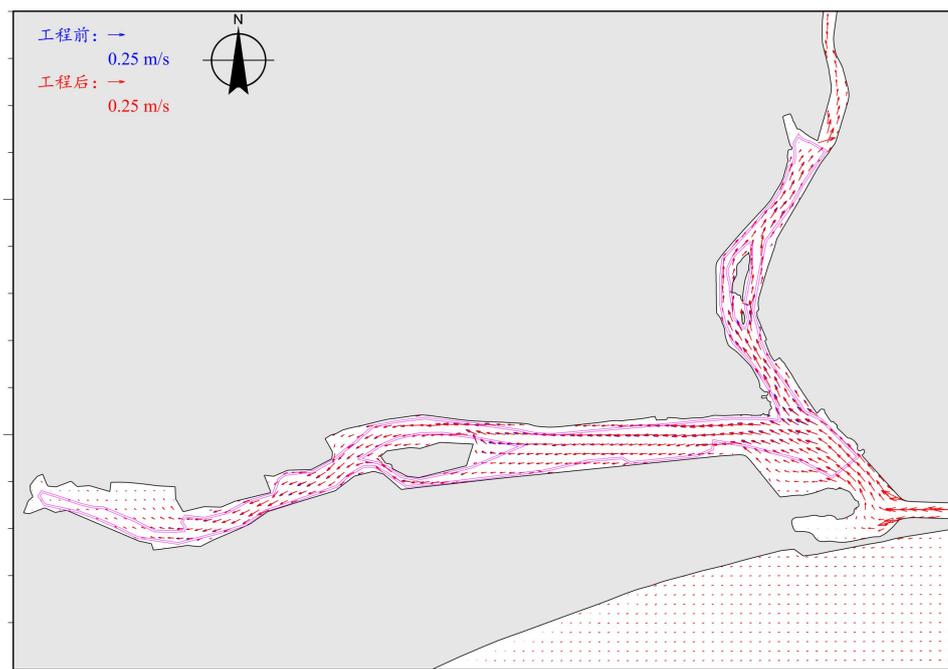


图 4.1.4-9b 工程前后涨急流场对比图（方案二）



图 4.1.4-10a 工程前后落急流场对比图（方案一）

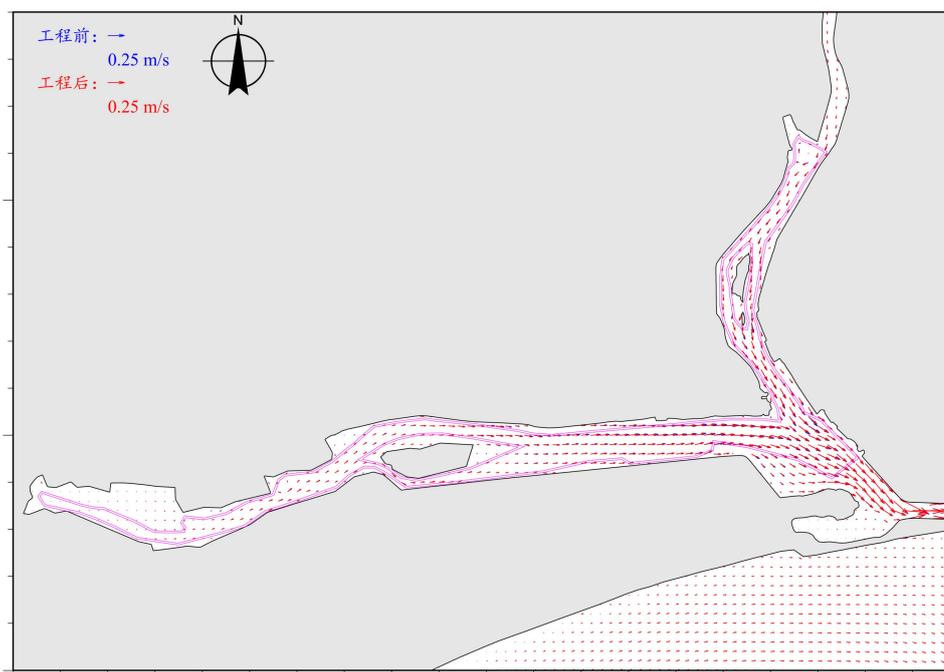


图 4.1.4-10b 工程前后落急流场对比图（方案二）

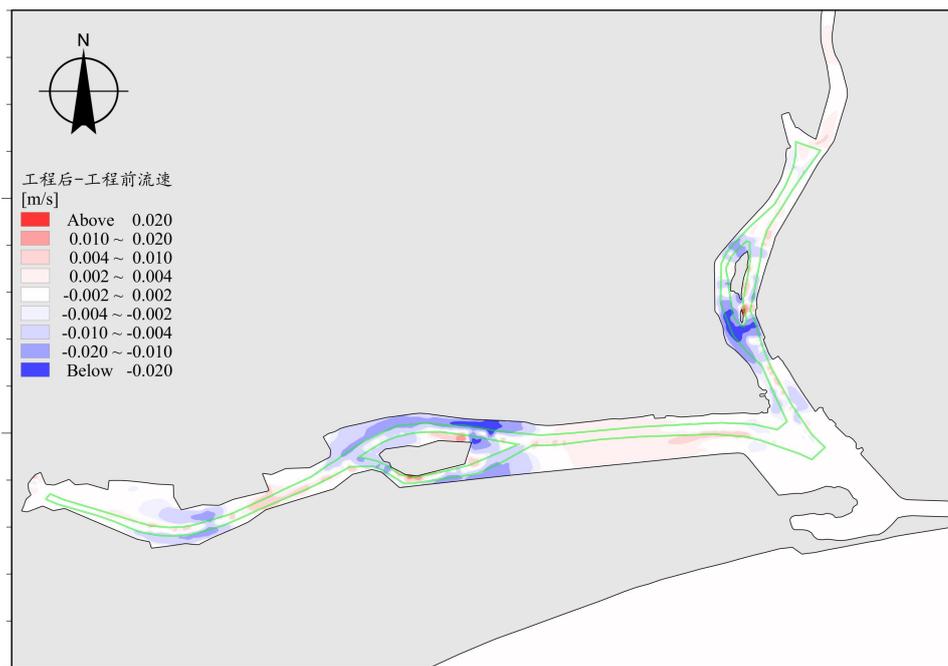


图 4.1.4-11a 工程后-工程前涨急流速变化等值线图（方案一）

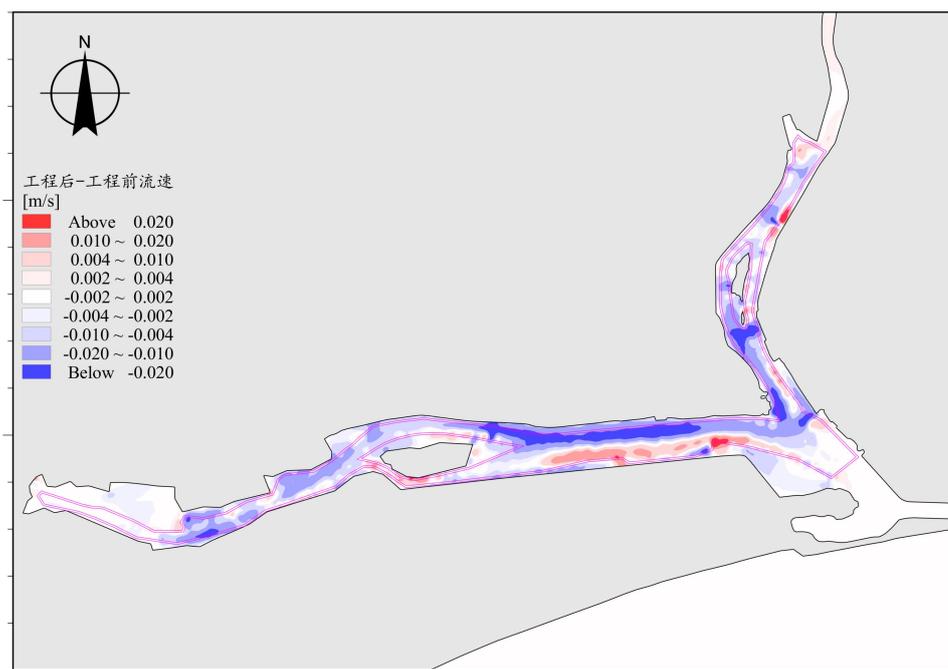


图 4.1.4-11b 工程后-工程前涨急流速变化等值线图（方案二）

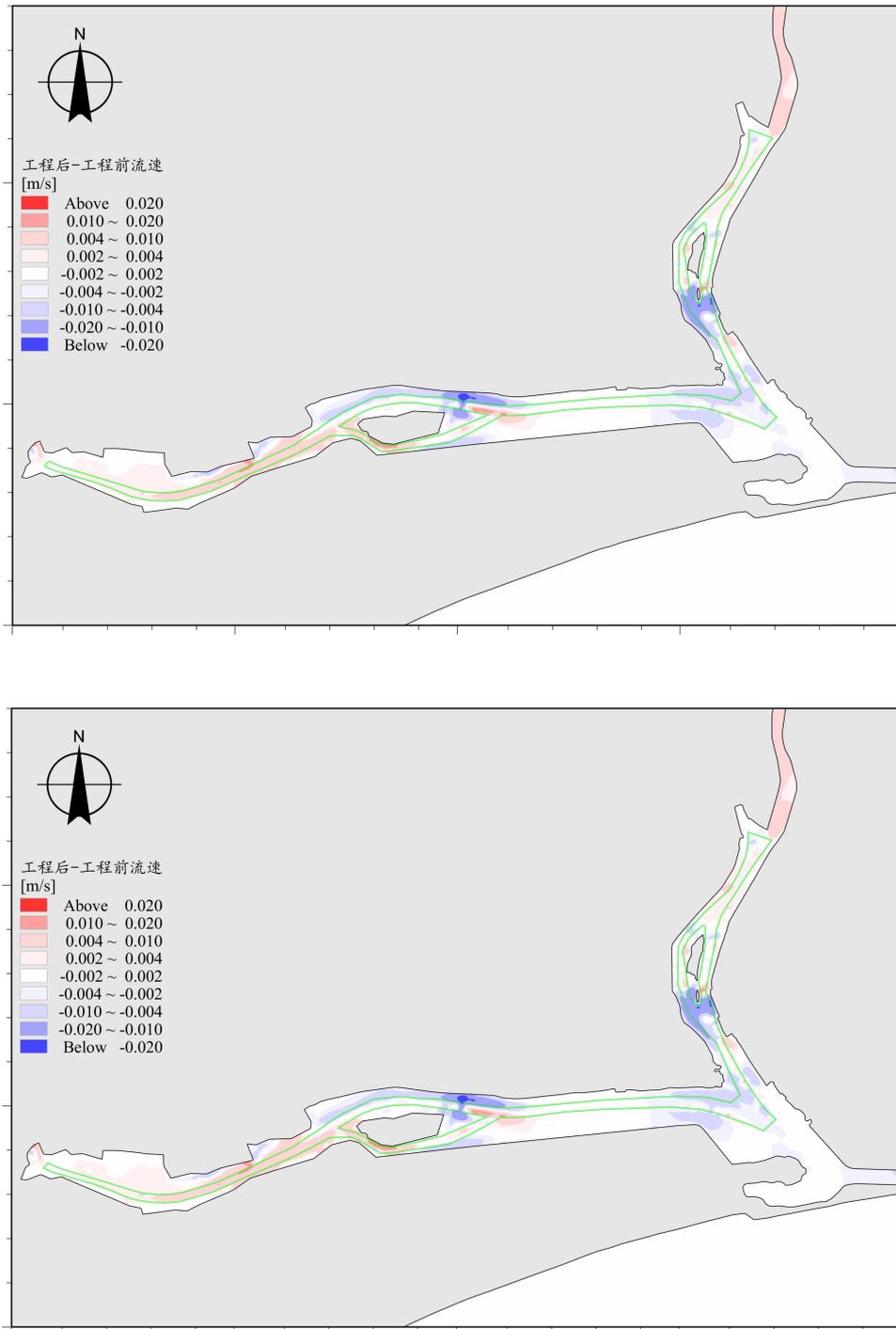


图 4.1.4-12a 工程前后落急流速变化等值线图（方案一）

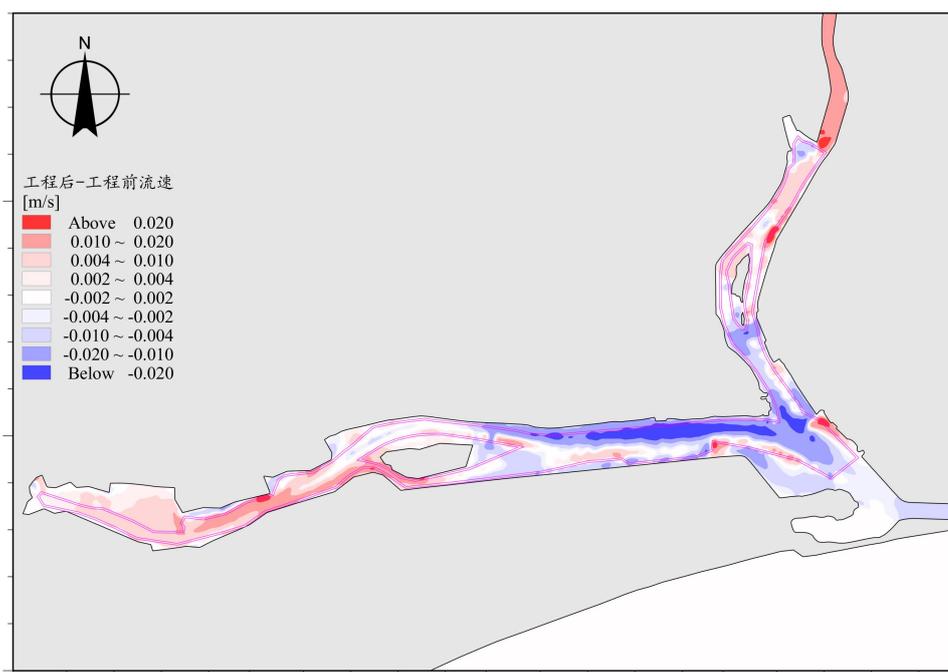


图 4.1.4-12b 工程前后落急流速变化等值线图（方案二）

4.1.4.6 纳潮量影响分析

纳潮量是表征半封闭海湾生命力的重要指标，其是海湾潮流特征变化的总体反映，会对海湾的输沙量、水交换能力以及环境容量产生直接影响。本节分别统计项目各用海方案实施前后日潮周期的纳潮量，其计算公式为：

$$Q = \int_{t_1}^{t_2} (Q_u + Q_v) dt$$

其中 $Q_u = \sum_1^h uhl_u$, $Q_v = \sum_1^h vhl_v$, n 为断面上的网格数， u 、 v 分别为某一网格某一时间的东西、南北流速分量， h 为某一时间上某一网格上的水深， l_u 、 l_v 分别为网格的东西向和南北向宽度， Q_u 和 Q_v 分别为单位时间内通过断面的东西和南北向水通量， t_1 和 t_2 分别为开始统计时间和结束统计时间， Q 为一个日潮周期纳潮量。断面位置图见图 4.1.4-13。

项目实施前后纳潮量变化如表 4.1.4-3，项目实施后使得水体交换能力有所增强，纳潮量相比项目实施前有所增加。其中，方案一的纳潮量增加幅度为 0.23%，方案二的纳潮量增加幅度为 0.66%。



图 4.1.4-13 断面位置示意图

表 4.1.4-3 工程前后纳潮量变化

用海方案	纳潮量		
	实施前/m ³	实施后/m ³	变率/%
方案一	3847827	3856630	0.23
方案二	3847827	3873587	0.66

4.1.5 地形地貌与冲淤影响预测对比分析

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。模型公式如下：

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

式中： P ——年平均淤积强度（m）；

α ——沉降几率，取 0.67；

ω ——泥沙沉降速度，根据工程附近 2025 年 4~5 月沉积物调查结果，工程附近的 SQ03、SQ04 和 SQ05 站位的平均中值粒径为 0.012mm。根据文献（淤泥质、粉沙质及沙质海岸航道回淤统一计算方法，刘家驹，2012 年），对于粒径小于 0.03mm 的泥沙在海水条件下均以絮凝沉速 0.0004~0.0005m/s 沉降，因此沉速取 0.0005m/s（0.05cm/s）；

S_* ——为水体平均悬沙含量，取工程附近 SQL1 和 SQL2 平均含沙量约为 0.072g/m³；

t ——泥沙沉降时间，按一年的总秒数计；

γ_c ——淤积物的干容重， $\gamma_c = 1750d^{0.183}$ ， d 为泥沙中值粒径（mm），根据工程附近 2025 年 4~5 月沉积物调查结果，工程附近的 SQ03、SQ04 和 SQ05 站位的平均中值粒径为 0.012mm，计算得 γ_c 为 778.98kg/m³；

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；

H_1, H_2 ——分别为数值计算工程前、工程后水深，单位为 m；

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水域年冲淤变化，各用海方案下工程实施后附近海域年冲淤变化图见图 4.1.5-1~图 4.1.5-2(+表示淤积,-表示冲刷)。

由计算结果可知，方案一清淤后水深增加会导致附近流速减缓，主要产生 0.5~1.0m/a 左右的淤积，最大淤积幅度为 1.47m/a。方案二清淤后水深增加会导致附近流速减缓，主要产生 0.5~1.0m/a 左右的淤积，最大淤积幅度为 1.53m/a。

总体上，方案二的冲淤幅度略大于方案一，且由于方案二的清淤范围明显大于方案一，因此方案二的冲淤变化范围也大于方案一。

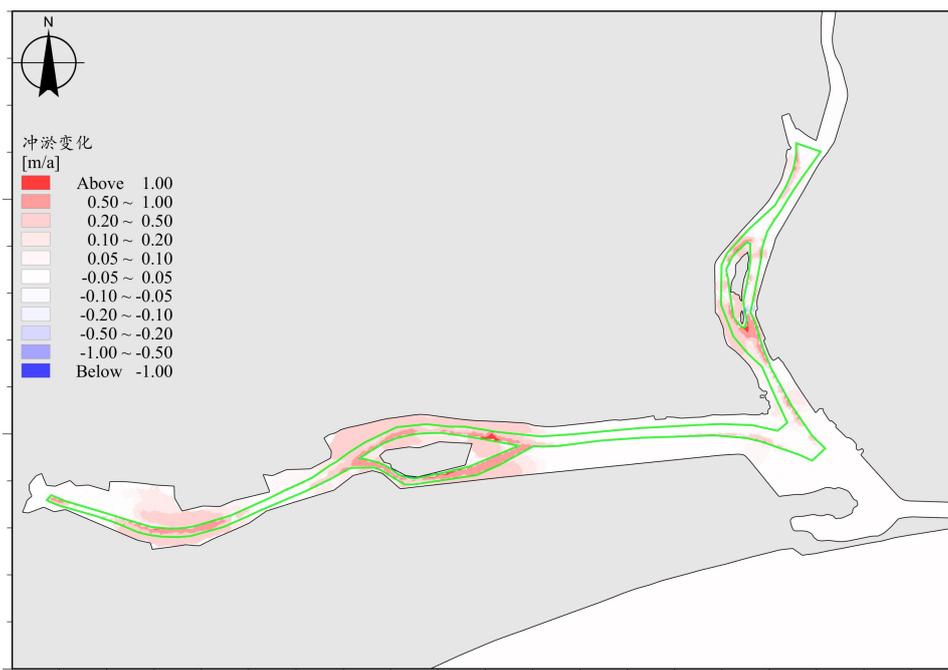


图 4.1.5-1 工程实施前后年冲淤变化图（方案一）

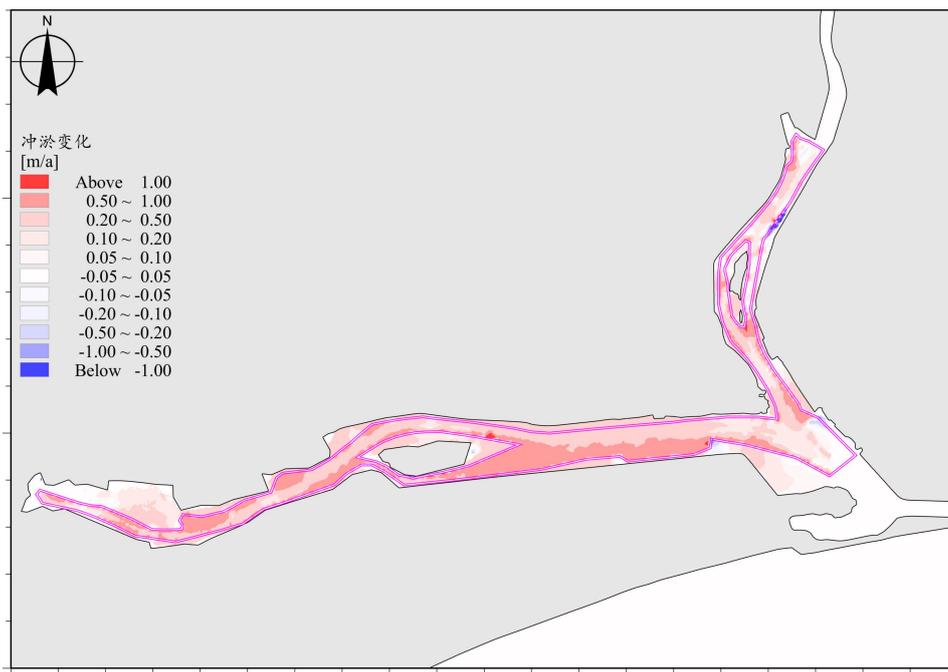


图 4.1.5-2 工程实施前后年冲淤变化图（方案二）

4.1.6 水质影响预测对比分析

本节采用二维泥沙模型预测施工期间所产生的悬沙对海水水质环境的影响。对施工期产生的悬沙随潮流的漂移扩散情况进行计算，给出工程施工期间引起泥

沙扩散的影响范围。

本项目产生悬沙主要为施工期清淤施工，将会扰动工程区域水体，造成局部区域悬浮物浓度增高，对水环境将产生一定的影响。在分析中仅考虑涉水作业项目产生的悬浮物增量的影响，潮流作用引起的底床泥沙起悬将不参与计算。同时施工点位简化为移动点源排放，对悬浮物最大浓度为 10~20mg/L、20~50mg/L、50~100mg/L 及大于 100mg/L 的水域范围进行统计分析。

1、模型介绍

(1) 控制方程

模型泥沙控制方程为：

$$\frac{\partial s}{\partial t} + u \frac{\partial s}{\partial x} + v \frac{\partial s}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} \left(D_x \frac{\partial s}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(D_y \frac{\partial s}{\partial y} \right) + \frac{F_s}{h + \eta}$$

式中：

s ——悬沙浓度；

D_x 、 D_y —— x 、 y 方向的悬沙紊动扩散系数；

F_s ——泥沙源汇函数或泥沙冲淤函数。

1) 床面切应力

波浪潮流联合作用下的床面切应力使用下式计算：

$$\tau_b = \frac{1}{2} \rho_w f_w (U_b^2 + U_\delta^2 + 2U_b U_\delta \cos \beta)$$

式中：

U_b ——波浪水质点在床底的水平轨道速度；

U_δ ——波浪边界层顶部的流速；

β ——流向与波向的夹角；

f_w ——波浪底摩阻系数。

按下式估算：

$$f_w = \exp \left[5.213 \left(\frac{a}{k_b} \right)^{-0.194} - 5.977 \right]$$

式中：

a ——波浪水质点在床底的平均振幅；

k_b ——粗糙高度。

2) 泥沙颗粒沉速

泥沙沉降速度是计算泥沙淤积的主要参数,对于粒径小于 0.03mm 泥沙颗粒,在海水中表现为絮凝状态,其沉降速度为 0.0004~0.0005m/s,对于大于 0.03mm 泥沙颗粒在海水中不再絮凝,其沉降速度可按单颗粒沉速考虑。

考虑含沙量的影响,单颗粒泥沙平均沉速可由下式估算 (Soulsby, 1997) :

$$w_s = \frac{v}{d_{50}} \left\{ [10.36^2 + 1.049(1 - C)^{4.7} D_*^3]^{1/2} - 10.36 \right\}$$

式中:

v ——水体运动粘度,取值 $1.36 \times 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$;

d_{50} ——中值粒径,根据工程附近 2025 年 4~5 月沉积物调查结果,工程附近的 SQ03、SQ04 和 SQ05 站位的平均中值粒径为 0.012mm。

C ——体积含沙量;

D_* ——无量纲参数,

按下式计算:

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

式中:

g ——重力加速度,取值 $9.81 \text{m}/\text{S}^2$;

s ——泥沙颗粒的比重,取值 2.65。

3) 淤积模型

淤积是指泥沙从悬沙变为底床沉积物的转换过程。当床面切应力 τ_b 小于泥沙临界淤积切应力 τ_{cd} 时,发生淤积。

淤积率由泥沙与水流相互作用的随机模型 (Krone, 1962) 表示:

$$S_D = w_s c_b p_d$$

$$p_d = 1 - \tau_b / \tau_{cd}$$

式中:

c_b ——近底层的悬沙含量;

p_d ——淤积概率的表达式。

近底层的泥沙浓度 c_b 可使用佩克莱特数 P_e 和垂线平均悬沙含量计算得出 (Teeter, 1986) :

$$c_b = \bar{c} \times \left(1 + \frac{P_e}{1.25 + 4.75p_d^{2.5}} \right)$$

$$P_e = 6w_s/\kappa U_f$$

式中：

P_e ——佩克莱特数；

U_f ——摩阻流速；

κ ——冯卡门常数，一般取为 0.4。

4) 冲刷模型

冲刷是指从泥沙从底床向水体的转移过程，当床面切应力 τ_b 大于临界冲刷切应力 τ_{ce} 时就会发生。

可用以下方式表示侵蚀率（Parchure&Mehta, 1985）：

$$S_E = E \exp \left[a(\tau_b - \tau_{ce})^{1/2} \right]$$

式中：

E ——侵蚀度；

τ_{ce} ——临界冲刷切应力。

（2）计算区域及网格划分

泥沙扩散数学模型计算域及网格划分与潮流数学模型相同。

2、源强设置

本项目采用水力冲挖机组进行清淤施工，参考《港口建设项目环境影响评价规范》（JTS105-1-2011）中提出的公式进行估算。

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

式中：

Q ：清淤作业悬浮物发生量（t/h）；

R ：发生系数 W_0 时的悬浮物粒径累计百分比（%），取 89.2%；

R_0 ：现场流速悬浮物临界粒子累计百分比（%），取 80.2%；

T ：工作效率（ m^3/h ）；

W_0 ：悬浮物发生系数（ t/m^3 ），取 38.0×10^{-3} 。

单台水力冲挖机组的工作效率为 $350-420m^3/h$ ，取 $420m^3/h$ 。则单台水力冲挖机组作业最大悬浮物发生源强为： $89.2\% \div 80.2\% \times 420m^3/h \times 38.0 \times 10^{-3}t/m^3 \times 10^3 \div 3$

600=4.93kg/s

3、悬沙工况确定

本项目共采用 10~15 台水力冲挖机组同时施工（按最大 15 台考虑），一天工作 8-10 个小时（按最大 10 小时考虑）。因此，模型将施工区域分为 15 段，每段分别设置 15 个源强点，共设置 225 个源强点，每段对应一台水力冲挖机组施工。

根据施工方案，模型考虑 15 台水力冲挖机组同时施工，将悬沙源强点概化为移动点源，每个源强点释放 10 个小时后停止，间隔 14 小时后释放下一个源强点，共模拟 15 天。悬浮泥沙源点位置见图 4.1.6-1。

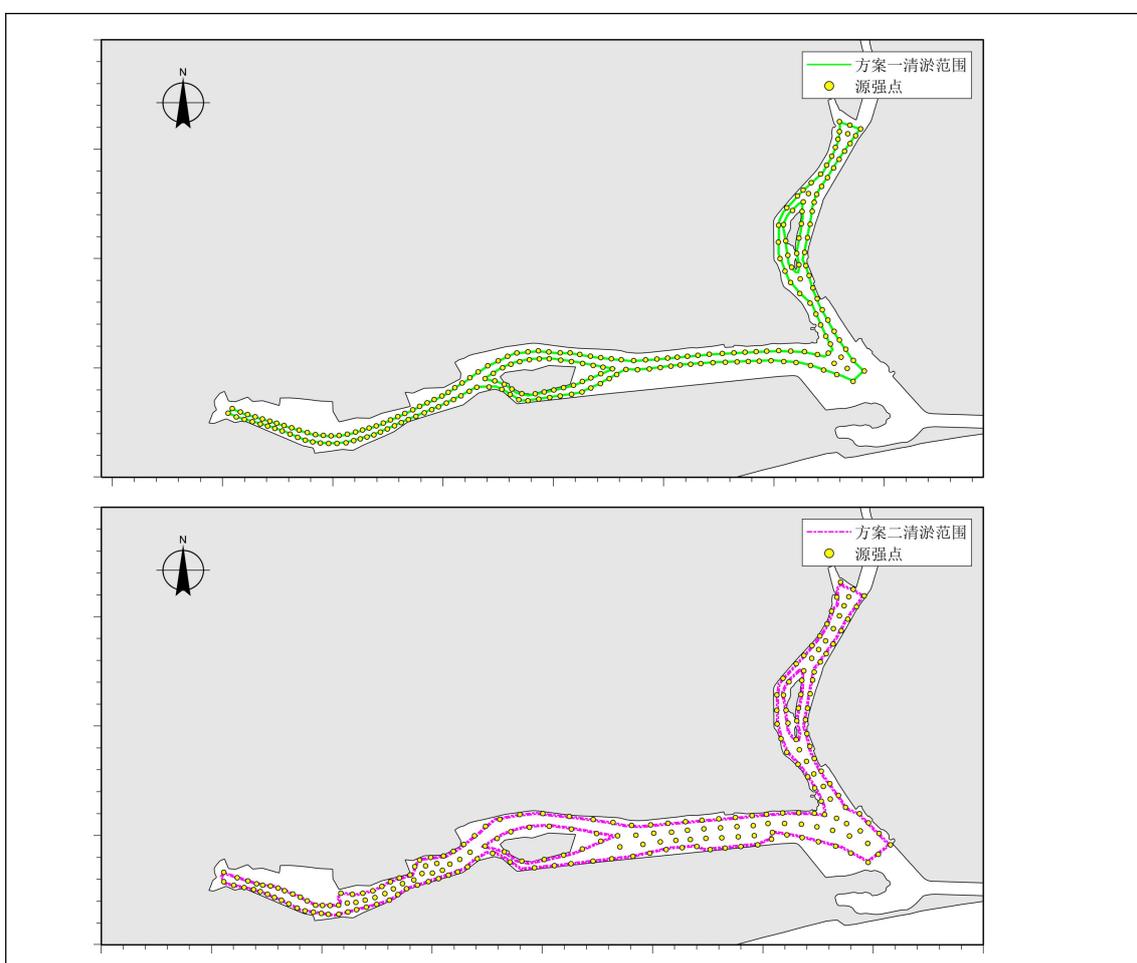


图 4.1.6-1 悬浮泥沙源点位置示意图

4、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，主要污染物为悬浮泥沙（SS）。模拟不同用海方案全潮周期（15 天）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（即在 15 天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 4.1.6-1。悬沙增量包络线浓度场见图 4.1.6-2~图 4.1.6-3。

表 4.1.6-1 施工产生悬沙浓度增量包络面积

用海方案	包络面积 (km ²)			
	>10mg/L	>20mg/L	>50mg/L	>100mg/L
方案一	3.008	2.770	2.462	2.168
方案二	3.583	3.378	2.940	2.537

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，悬浮泥沙的影响是暂时的，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。

方案一：施工扩散悬沙浓度大于 10mg/L 包络面积 3.008km²；大于 20mg/L 包络面积为 2.770km²；大于 50mg/L 包络面积为 2.462km²；大于 100mg/L 包络面积 2.168km²。

方案二：施工扩散悬沙浓度大于 10mg/L 包络面积 3.583km²；大于 20mg/L 包络面积为 3.378km²；大于 50mg/L 包络面积为 2.940km²；大于 100mg/L 包络面积 2.537km²。

综上所述，方案一施工期悬沙扩散面积相对方案二较小。

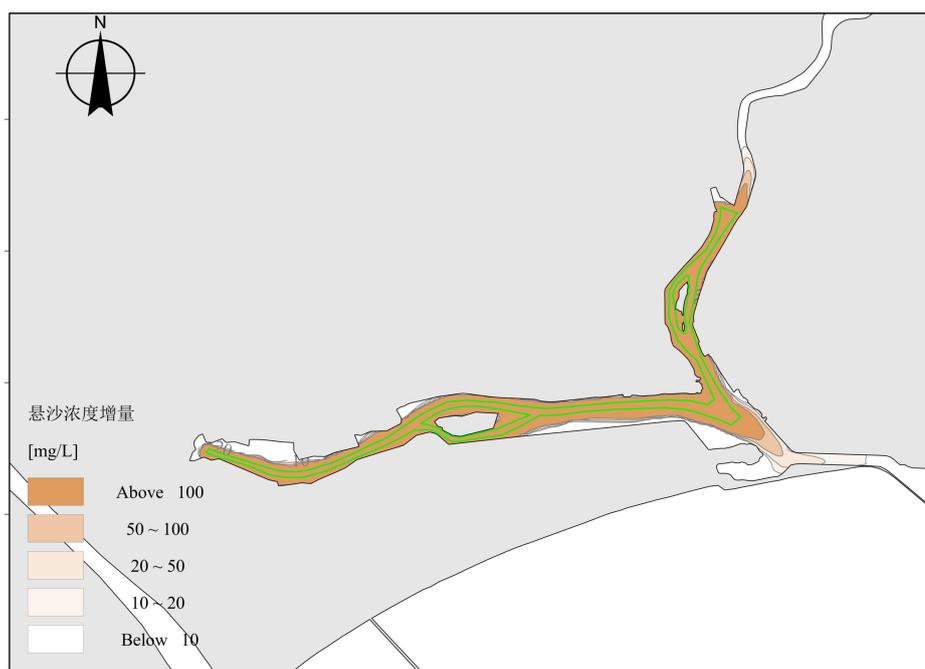


图 4.1.6-2a 施工悬沙浓度增量包络线图（方案一）



图 4.1.6-2b 施工悬沙浓度增量包络线图（方案二）

4.1.7 用海方案推选

根据上述的水动力、地形地貌与冲淤、水质环境等方面的关键预测因子的预测对比分析，各用海方案对资源生态影响的比选见表 4.1.7-1。相比方案二，方案一对各方面的资源生态影响相对较小，因此推荐用海方案为方案一。

表 4.1.7-1 用海方案对资源生态影响比选

关键预测因子		对资源生态影响比较	推荐方案
水动力	流速、流向	方案一：涨急时刻，工程区域附近流速变化量为-0.014~0.005 m/s，流向变化量为-3.42~1.78°；落急时刻，工程区域附近流速变化量为-0.004~0.010m/s，流向变化量为-11.80~18.13°。 方案二：涨急时刻，工程区域附近流速变化量为-0.024~0.015 m/s，流向变化量为-4.20~2.70°；落急时刻，工程区域附近流速变化量为-0.028~0.012m/s，流向变化量为-17.28~39.63°。	方案一
	水动力影响范围	方案一和方案二对水动力影响的范围基本一致，工程实施造成的水动力环境的影响主要集中在工程周边 800m 范围内水域。	两种方案基本一致
	纳潮量	项目实施后使得水体交换能力增强，方案一的纳潮量增加幅度为 0.23%，方案二的纳潮量增加幅度为 0.66%。	方案二

地形地貌与冲淤	冲淤变化范围	方案一：清淤后水深增加会导致附近流速减缓，主要产生 0.5~1.0m/a 左右的淤积，最大淤积幅度为 1.47m/a。 方案二：清淤后水深增加会导致附近流速减缓，主要产生 0.5~1.0m/a 左右的淤积，最大淤积幅度为 1.53m/a。	方案一
水质	悬沙扩散范围	方案一：施工扩散悬沙浓度大于 10mg/L 包络面积 3.008km ² ；大于 20mg/L 包络面积为 2.770km ² ；大于 50mg/L 包络面积为 2.462km ² ；大于 100mg/L 包络面积 2.168km ² 。 方案二：施工扩散悬沙浓度大于 10mg/L 包络面积 3.583km ² ；大于 20mg/L 包络面积为 3.378km ² ；大于 50mg/L 包络面积为 2.940km ² ；大于 100mg/L 包络面积 2.537km ² 。	方案一

4.2 资源影响分析

4.2.1 对岸线资源和海洋空间资源的影响分析

1、对岸线资源的影响

本项目所在海域论证范围内岸线类型有人工岸线、自然岸线和其他岸线，项目附近海域主要为人工岸线。项目所在海域岸线现状图见图 4.2.1-1，项目周边岸线类型和与岸线相对位置示意图见图 4.2.1-2。



图 4.2.1-1a 神泉湾人工岸线现场照片 1



图 4.2.1-1b 神泉湾人工岸线现场照片 2

本项目申请用海面积 96.3274 公顷，申请用海范围内不占用海岸线，项目清淤范围距离人工岸线最近约 18m。项目水文动力修复用海方式为专用航道、锚地及其他开放式，不建设构筑物，不会对所在人工岸线造成影响。项目水文动力修复范围在神泉渔港内，清淤后水深增加会导致附近流速减缓，主要产生 0.5~1.0m/a 左右的淤积，最大淤积幅度为 1.47m/a，基本不会对所在的人工岸线造成影响；项目清淤范围距离自然岸线较远（约 731 米），根据地形地貌与冲淤环境影响预测，清淤完成后不会影响到神泉港内的自然岸线，因此，项目建设基本不会对渔港内的海岸线造成影响，不会影响其生态功能和岸线自然属性。

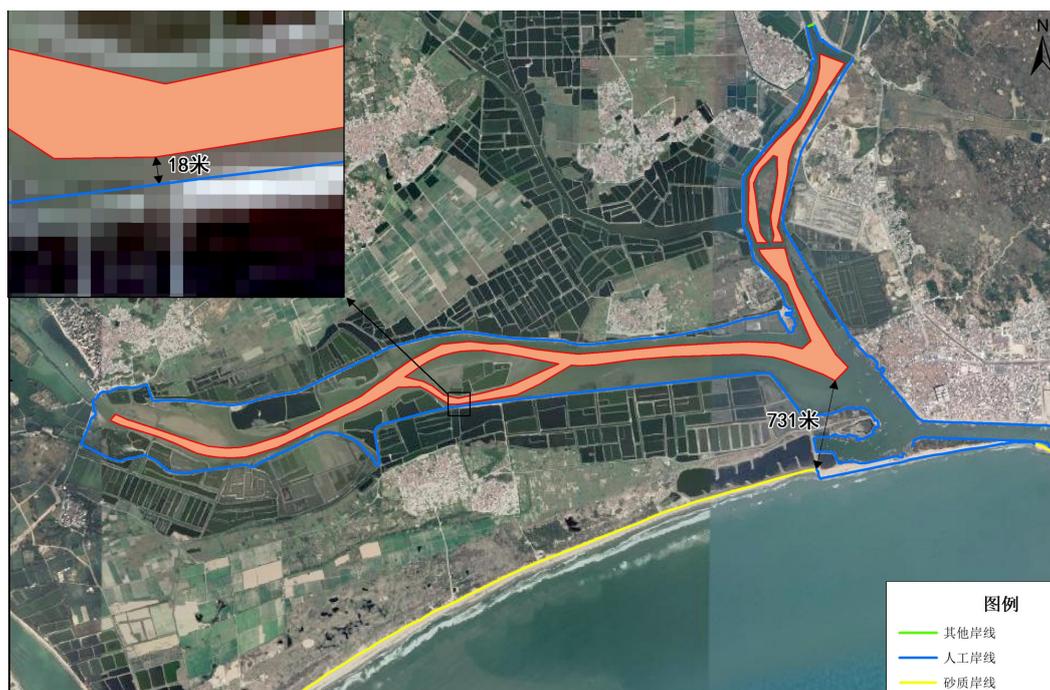


图 4.2.1-2 项目清淤范围与岸线相对位置示意图

2、对海洋空间资源的影响

海洋资源共存于一个主体的海洋环境中，在同一个空间上同时拥有多种资源，有多种用途，其分布是立体式多层状的，其特点决定了该海域是多功能区。

本项目申请用海总面积为 96.3274 公顷，用海方式为专用航道、锚地及其他开放式。本项目为水文动力修复工程，用海施工期限内将短期内占用海域空间资源，也将影响所在海域的海洋空间开发活动，此部分占用的海域空间资源具有排他性，同时对区域内的潮间带生物和底栖生物造成损失，但不会对海洋空间资源造成长时间的占用。

4.2.2 对海洋生物资源的损耗分析

本项目清淤工程会对底栖生物、潮间带生物造成直接损失，同时施工过程中产生的悬浮物扩散会对海洋生物资源造成损失。以下参照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程（SC/T 9110-2007）》（以下简称《规程》）对本项目建设对海洋生物资源的损耗进行分析。

4.2.2.1 底栖生物、潮间带生物损失量

项目水文动力修复工程施工导致清淤范围内的底栖生物、潮间带生物遭受彻底损失。根据《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》）

的要求，工程建设占用海域造成的生物资源损害量评估按下述公式进行计算：

$$W_i = D_i \times S_i$$

式中： W_i —第*i*种生物资源受损量，单位为尾或个或千克（kg），在这里指底栖生物和潮间带生物资源受损量。

D_i —评估区域内第*i*种生物资源密度，单位为尾（个）每平方千米[尾（个）/km²]、尾（个）每立方千米[尾（个）/km³]或千克每平方千米（kg/km²）。在此为底栖生物量和潮间带生物量。

S_i —第*i*种生物占用的渔业水域面积或体积，单位为平方千米（km²）或立方千米（km³）。

根据第3章海洋生物调查结果，本项目2025年春季调查海域潮间带生物资源取项目附近SQC01和SQC02站位的平均值，为75.749g/m²，底栖生物资源平均密度为10.444g/m²。

项目清淤面积约97公顷，水文动力修复区域主要为神泉湾内，其中潮间带面积为42公顷，潮下带面积为55公顷。

则，项目水文动力修复造成潮间带生物和底栖生物损失量计算如下：

潮间带生物损失量=42×104×75.749×10⁻⁶=31.8t；

底栖生物损失量=55×104×10.444×10⁻⁶=5.7t。

因此，本项目造成潮间带生物损失量为31.8t，底栖生物损失量为5.7t。

4.2.2.2 渔业资源损失量

根据有关研究资料，水体中悬浮泥沙（SS）浓度大于100mg/L时，水体浑浊度将比较高，透明度明显降低，若高浓度持续时间较长，将影响水生动、植物的生长，尤其对幼鱼苗的生长有明显的阻碍，而且可导致死亡。悬浮物对鱼卵的影响也很大，水体中若含有过量的悬浮固体，细微颗粒会粘附在鱼卵的表面，妨碍鱼卵呼吸，不利于鱼卵的孵化，从而影响鱼类繁殖。

因此，游泳生物会由于施工影响范围内的SS增加而游离施工海域，施工作业完成后，SS的影响也将消失，鱼类等水生生物又可游回，这种影响持续时间较短，是暂时性的，一般不会对该海域的水生生物资源造成长期的不良影响，但短期内会造成渔业资源一定量的损失。

按照《规程》，施工产生的悬浮物在扩散范围内对海洋生物产生持续性损害，按以下公式计算：

$$M_i = W_i \times T$$

$$W_i = \sum_{i=1}^n D_{ij} \times S_i \times K_{ij}$$

式中： M_i 为第*i*种生物资源累计损害量，尾、个或千克（kg）；
 W_i 为第*i*种生物资源一次性平均损失量，尾、个或千克（kg）；
 T为污染物浓度增量影响的持续周期数（以年实际影响天数除以15），个；
 D_{ij} 为某一污染物第*j*类浓度增量区第*i*种类生物资源密度，尾/km²或个/km²或千克（kg）/km²；

S_i 为某一污染物第*j*类浓度增量区面积，km²；

K_{ij} 为某一污染物第*j*类浓度增量区第*i*种类生物资源损失率，%；

*n*为某一污染物浓度增量分区总数。

上述各参数的取值如下：

渔业资源密度（ D_{ij} ）：根据第3章海洋生物调查结果，本项目2025年春季调查海域游泳生物资源密度为191.938kg/km²；鱼卵的资源密度为1.566粒/m³，仔鱼的密度为0.238尾/m³。

浓度增量分区数及各区面积（*n*, S_j ）：根据项目的施工建设时序和悬浮泥沙扩散范围计算造成的海洋渔业资源损失。

项目施工扩散悬沙浓度大于10mg/L包络面积3.008km²；大于20mg/L包络面积为2.770km²；大于50mg/L包络面积为2.462km²；大于100mg/L包络面积2.168km²。因此，悬浮物浓度增量分为4个区，各个区的面积见表4.2.2-1。

生物资源损失率（ K_{ij} ）：根据《规程》中“污染物对各类生物损失率”（附录B），水文动力修复过程中悬浮泥沙增量超标倍数及其对应的浓度分区、超标面积和在区内各类生物损失率如表4.2.2-1所示，生物损失率按《规程》中的数值进行内插，小于10mg/L增量浓度范围内的海域近似认为悬浮泥沙对海洋生物不产生影响。

增量影响的持续周期数（T）：根据总体施工进度计划表，本次水文动力修复施工工期为6个月，施工周期约为12。

海域水深：悬沙扩散范围内的海域平均水深以 1m 计算。

表 4.2.2-1 本工程悬浮物对各类生物损失率

悬沙增值浓度 (mg/L)	污染物 i 的超标倍数 (Bi)	水文动力修复悬沙 扩散面积 (km ²)	各类生物损失率 (%)	
			鱼卵和仔稚鱼	成体
10~20	Bi≤1 倍	0.238	5	0.5
20~50	1<Bi≤4 倍	0.308	15	5
50~100	4<Bi≤9 倍	0.294	40	15
>100	Bi≥9 倍	2.168	50	20

项目水文动力修复施工悬浮泥沙造成渔业资源损失量为：

游泳生物=191.938×0.238×0.5%×12+191.938×0.308×5%×12

+191.938×0.294×15%×12+191.938×2.168×20%×12=1.14t;

鱼卵=1.566×0.238×10⁶×1×5%×12+1.566×0.308×10⁶×1×15%×12

+1.566×0.294×10⁶×1×40%×12+1.566×2.168×10⁶×1×50%×12=2.37×10⁷粒;

仔鱼=0.238×0.238×10⁶×1×5%×12+0.238×0.308×10⁶×1×15%×12

+0.238×0.294×10⁶×1×40%×12+0.238×2.168×10⁶×1×50%×12=3.6×10⁶尾。

综上，本项目施工造成潮间带生物损失量为 31.8t，底栖生物损失量为 5.7t，渔业资源直接损失量为：游泳生物 1.14t，鱼卵 2.37×10⁷粒，仔鱼 3.6×10⁶尾。水文动力修复施工期间对海洋生物资源的影响是暂时的、可逆的，生物资源随着施工结束，慢慢可以得到恢复。

4.2.3 对项目附近无居民海岛资源的影响

本项目附近海域的无居民海岛有东西湖礁、香黄石北岛、香黄石、腰龟石，附近的 4 个无居民海岛为基岩岛，岛体主体为礁石。项目水文动力修复范围不涉及无居民海岛，距离无居民海岛最近约 2.9km（东西湖礁），项目实施不会对岛体造成损害。

根据地形地貌与冲淤环境影响预测结果，水文动力修复施工完成后，清淤后水深增加会导致附近流速减缓，主要产生 0.5~1.0m/a 左右的淤积，最大淤积幅度为 1.47m/a，淤积主要集中在工程施工范围，不会对 2.9km 外的无居民海岛造成影响。



图 4.2.3-1 无居民海岛现状照片

4.2.4 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。因此，项目建设对其他海洋资源的影响很小。

4.3 生态影响分析

根据生态评估结果，推荐用海方案为方案一，因此本节针对方案一开展资源生态影响分析。

4.3.1 对水动力环境影响

本项目建设完成后，在涨急时刻，工程区域附近流速变化量为 $-0.014\sim 0.005\text{m/s}$ ，流向变化量为 $-3.42\sim 1.78^\circ$ ；在落急时刻，工程区域附近流速变化量为 $-0.004\sim 0.010\text{m/s}$ ，流向变化量为 $-11.80\sim 18.13^\circ$ 。总体上看，本项目工程实施造成的水动力环境的影响主要集中在工程周边 800m 范围内水域。

项目实施前后对所在海域的纳潮量影响较小，项目实施后使得水体交换能力有所增强，纳潮量相比项目实施前有所增加，增加幅度为 0.23%。

4.3.2 对波浪场的影响

本项目位于神泉湾内，受外侧防波堤掩护作用良好，底质条件较为适宜，不受外海波浪直接作用，主要受本地风成浪影响，波高较小，因此本项目的实施基本不会对波浪场造成影响。

4.3.3 对地形地貌与冲淤环境影响

本项目建设对地形地貌与冲淤环境的影响基于水动力结果计算工程实施前后附近水域年冲淤变化。水文动力修复工程完成后，项目施工海域的水深增加，导致附近流速减缓，主要产生 0.5~1.0m/a 左右的淤积，最大淤积幅度为 1.47m/a。

4.3.4 对水质环境的影响

4.3.4.1 施工期对水质环境的影响

(1) 施工悬浮泥沙扩散影响

本项目在施工过程中，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。根据计算结果显示，施工扩散悬沙浓度大于 10mg/L 包络面积 3.008km²；大于 20mg/L 包络面积为 2.770km²；大于 50mg/L 包络面积为 2.462km²；大于 100mg/L 包络面积 2.168km²。

施工引起的悬沙扩散范围主要在工程区附近输移扩散，悬浮泥沙的影响是暂时的，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。

(2) 施工期污水影响

本项目施工期间污水影响主要有施工营地的生活污水和生活垃圾。施工营地建议设置移动式环保厕所，经移动式环保厕所收集后的生活污水定期由槽车送至污水处理厂处理。施工人员产生的生活垃圾进行收集统一处理，防止产生的垃圾污染海洋环境。

因此，通过以上措施，项目施工期污水基本不会影响水质环境。

4.3.4.2 运营期对水质影响

本项目为海洋生态保护修复工程，项目建设完成后，能够较好地改善和保护当地环境，减少陆源污染的输入，提高区域海水水质，增加海域生物多样性。项

目自身不产生污染物，不会对周边海洋环境产生不良影响。

4.3.5 对沉积物环境的影响

4.3.5.1 施工期沉积物环境影响

本项目建设对附近海洋沉积物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，项目施工过程中产生的悬浮泥沙扩散包络线面积浓度增量大于 10mg/L 包络面积 3.008km²；大于 20mg/L 包络面积为 2.770km²；大于 50mg/L 包络面积为 2.462km²；大于 100mg/L 包络面积 2.168km²。悬浮物的影响范围主要为工程区附近的海域，悬浮物扩散沉降仍为本海域泥沙，没有混入外来物质，经沉降后沉积物质量基本维持原有水平，因此项目清淤不会对沉积物环境构成明显影响。

4.3.5.2 运营期沉积物环境的影响

本项目为海洋生态保护修复工程，项目建设完成后可以改善海域生态环境，对沉积物环境基本没有影响。

4.3.6 对海洋生物的影响

4.3.6.1 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施工时将改变海域的底质环境，破坏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。项目为生态修复工程，不建设构筑物，工程不会长久占用海域面积，随着新的底栖生物的植入而产生新的栖息环境，海域生态环境可逐渐恢复。

本项目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。

4.3.6.2 对浮游生物的影响

(1) 浮游植物

从海洋生态角度来看，施工海域内的局部海水悬浮物增加，水体透明度下降，从而使溶解氧降低，对水生生物产生诸多的负面影响。最直接的影响是削弱了水体的真光层厚度，对浮游植物的光合作用产生不利影响，进而妨碍浮游植物的细胞分裂和生长，降低单位水体浮游植物数量，导致局部水域内初级生产力水平降低，使浮游植物生物量降低。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；当悬浮物的浓度增加量在 10~50mg/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。

在海洋食物链中，除了初级生产者——浮游藻类以外，其他营养级上的生物既是消费者，也是上一营养级生物的饵料。因此，浮游植物生物量的减少，会使以浮游植物为饵料的浮游动物在单位水体中拥有的生物量也相应地减少，致使以这些浮游生物为食的一些鱼类等由于饵料的贫乏而导致资源量下降。而且，以捕食鱼类为生的一些高级消费者，也会由于低营养级生物数量的减少而难以觅食。可见，水体中悬浮物质含量的增加，对整个海洋生态食物链的影响是多环节的。

(2) 浮游动物

施工作业引起施工海域内的局部海水的浑浊，将使阳光的透射率下降，从而使得该水域内的游泳生物迁移别处，浮游生物将受到不同程度的影响，尤其是滤食性浮游动物和营光合作用的浮游植物受到的影响较大，这主要是由于施工作业引起的水中悬浮物增加，悬浮颗粒会粘附在动物体表，干扰其正常的生理功能，滤食性浮游动物及鱼类会吞食适当粒径的悬浮颗粒，造成内部消化系统紊乱。此外，据有关资料，水中悬浮物质含量的增加，对浮游桡足类动物的存活和繁殖有明显的抑制作用。过量的悬浮物质会堵塞浮游桡足类动物的食物过滤系统和消化器官，尤其在悬浮物含量达到 300mg/L 以上时，这种危害特别明显。在悬浮物质中，又以粘性淤泥的危害最大，泥土及细砂泥次之。项目施工产生的悬浮泥沙

对浮游生物有一定影响，但这种影响只是暂时的和局部的，当施工结束后，这种影响也随着结束。

4.3.6.3 对渔业资源的影响

项目施工产生的悬浮物可以阻塞鱼类的鳃组织，造成其呼吸困难，严重的可能会引起死亡。对渔业资源会产生一定的影响。悬浮物对渔业资源的影响除可产生直接致死效应外，还存在间接、慢性的影响，例如：①造成生物栖息环境的改变或破坏，引起食物链和生态结构的逐步变化，导致生物多样性和生物丰度下降；②造成水体中溶解氧、透光度和可视性下降，使光合作用强度和初级生产力发生变化，进而影响水生动物的生长和发育；③混浊的水体使某些种类的游动、觅食、躲避虫害、抵抗疾病和繁殖的能力下降，降低生物群体的更新能力等。项目施工会对渔业产生一定影响。鱼类等水生生物都比较容易适应水环境的缓慢变化，但对骤变的环境，它们反应则是敏感的。项目施工过程中引起悬浮物质含量变化，并由此造成水体混浊度的变化，这必然引起鱼类等游泳生物行动的改变，鱼类成体将避开这一点源混浊区，产生“驱散效应”，但鱼卵和仔稚鱼类由于缺乏一定的运动能力，不能与成鱼一样逃离混浊水域，因而遭受伤害甚至死亡。根据水环境影响预测结果，本工程的悬浮物影响范围基本上局限在挖泥作业区附近，悬浮沙增量 $>10\text{mg/L}$ 的海域面积较小，项目施工对渔业资源的影响主要体现在上述海域的底栖生物资源和水体内的鱼卵、仔稚鱼和虾蟹类幼体资源，对其它渔业资源的影响较小。

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，本项目施工完成后，经过一段时间恢复，附近水域海洋生物区系会逐渐重新形成，并在工程施工完成后应注意监测附近水域的生物恢复状态，并采取引种和修复水域环境的措施保护和恢复海洋生态。

4.3.7 对“三场一通道”的影响

本项目位于南海北部幼鱼繁育场保护区内和南海区幼鱼、幼虾保护区内。本项目对南海北部幼鱼繁殖场保护区、幼鱼幼虾保护区及其中的主要经济种类产卵、索饵产生影响的主要为施工期产生的悬浮物，项目施工产生的悬浮泥沙主要集中在施工区域范围，且悬浮物的影响是暂时的，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。

清淤工程施工扰动海域底土，将不可避免地减少重要经济鱼类生息繁衍场所。在 10mg/L 包络线内一定程度上导致生物受损，对经济鱼虾的繁殖、生长或洄游造成影响，但是对具有行动能力的底栖生物和游泳生物，当其栖息环境受到外在破坏时，能够主动逃窜回避从而免遭受损。

施工作业应预先制定合理的施工计划，安排好挖掘位置和进度，在限定的施工范围内作业，减少对生物栖息环境的扰动强度和范围。为减小对水生动物的干扰，应对水下噪声加以控制。对噪声大的施工作业，应在作业开始初期只发出轻声，待水生动物避开后才进入正常的施工工作。

4.3.8 对沙洲的影响

雷岭河中部存在现状沙洲，为硬质沙洲，高程为 0.3~0.8m，其上覆盖大面积的芦苇，本项目清淤范围已避开沙洲，距离现状沙洲距离为 10m。

清淤后水深增加会导致附近流速减缓，主要产生 0.5~1.0m/a 左右的淤积，由图 4.3.8-1 可知，项目对沙洲周边主要是淤积作用，不会对沙洲结构造成影响，亦不会对沙洲上的芦苇造成影响。

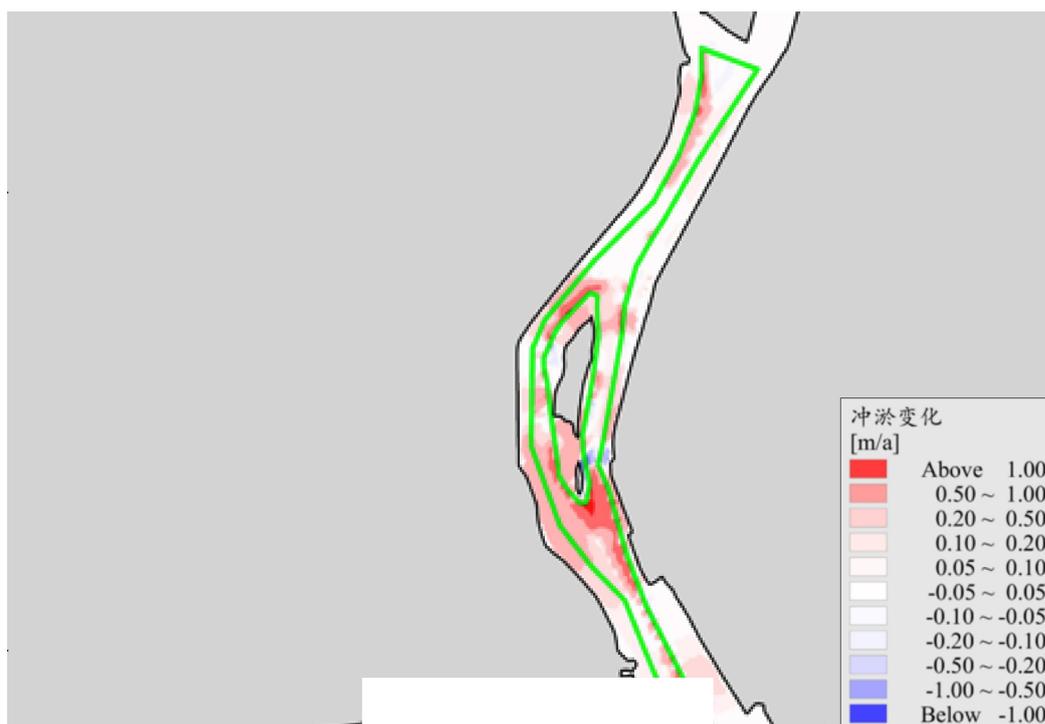


图 4.3.8-1 项目实施前后年冲淤变化范围与沙洲叠置图

4.3.9 对行洪安全的影响

根据《广东省揭阳市海洋生态保护修复工程涉神泉湾工程防洪评价报告》(广东省科学院广州地理研究所, 2025年7月), 工程主体全部位于堤防临水侧及河道洲心岛上, 背水侧不占用河道管理范围。

防洪评价报告结论: 综合工程方案布置及对河道洪(潮)水位、河势及河道冲淤、堤防安全等方面的影响, 分析认为本工程实施对河道行洪、河势稳定、河道冲淤、堤防安全及航道等第三人合法水事权益基本无影响。

4.3.10 生态跟踪监测指标合理影响范围

项目建设对海洋生态影响主要为悬浮泥沙扩散、石油类和海洋生物资源损失, 根据《海域使用论证技术导则》(GB/T 42361-2023), 开展生态跟踪监测时涉及的相关指标的合理影响范围参考如下:

表 4.3.10-1 项目生态跟踪监测指标合理范围表

监测内容	监测指标		单个站位合理变化范围	
			建设期	运营期
海洋生态	底栖生物生物量	g/m ²	<73.741	>0.523
	底栖生物栖息密度	ind/m ²	<626.680	>9.990
	潮间带生物生物量	g/m ²	<191.698	>1.989
	潮间带生物栖息密度	ind/m ²	<344.500	>23.222
	游泳生物尾数渔获密度	ind/km ²	<37333.333	>13333.333
	游泳生物重量渔获密度	kg/km ²	<232.778	>124.578
	鱼卵密度	ind/m ³	<10.00	>0.00
	仔稚鱼密度	ind/m ³	<3.1	>0.00
海水水质	悬浮物	mg/L	>32	<96
	石油类	mg/L	>0.075	<0.028

5 海域开发利用协调分析

5.1 海域开发利用现状

5.1.1 社会经济概况

5.1.1.1 揭阳市社会经济概况

揭阳市，广东省地级市，是潮汕四市之一，著名的华侨之乡，位于广东省东南部，粤港澳大湾区与海西经济区的地理轴线中心。下辖普宁县级市和 4 个区县：榕城、揭东、揭西、惠来，陆地面积 5240 平方公里，常住人口 705 万人，揭阳籍海外侨胞、港澳台同胞近 700 万人。

由《2024 年揭阳市国民经济和社会发展统计公报》（揭阳市统计局 国家统计局揭阳调查队，2025 年 5 月），经广东省统计局统一核算，2024 年揭阳实现地区生产总值（初步核算数）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%。三次产业结构比重为 9.6：38.8：51.6。人均地区生产总值 44632 元，增长 3.4%。

全年全市居民人均可支配收入 27336 元，比上年增长 6.0%。分城乡看，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%。

全年居民消费价格比上年上涨 0.1%。分类别看，教育文化娱乐价格上涨 0.5%，其他用品及服务价格上涨 2.6%，衣着价格上涨 2.9%，食品烟酒价格下降 0.2%，医疗保健价格上涨 0.5%；交通通信价格下降 2.5%，居住价格上涨 0.1%，生活用品及服务价格上涨 1.6%。

全年固定资产投资比上年增长 0.9%。分投资主体看，国有经济投资下降 41.2%，民间投资增长 13.2%，港澳台商投资下降 21.7%、外商投资下降 69.6%。在固定资产投资中，第一产业投资比上年增长 63.0%，第二产业投资增长 22.8%，第三产业投资下降 10.8%。民间投资占固定资产投资比重 55.9%。其中，制造业民间投资增长 68.1%，基础设施民间投资增长 42.5%。工业投资增长 23.0%，占固定资产投资比重 38.9%。基础设施投资增长 5.1%，占固定资产投资比重 44.4%，

其中，电力、热力生产和供应业投资增长 56.0%，化学原料和化学制品制造业投资增长 178.8%，纺织业投资增长 49.3%，互联网和相关服务投资增长 49.5%。全年高技术制造业投资增长 85.6%，占制造业投资比重 7.3%。其中，电子及通信设备制造业投资增长 196.9%，医药制造业投资增长 35.7%，医疗设备及仪器仪表制造业投资增长 6.4%。

全年货物进出口总额 245 亿元，比上年增长 6.6%。其中，出口 120.5 亿元，下降 8.2%；进口 124.5 亿元，增长 26.5%。进出口差额（出口减进口）-4 亿元，比上年减少 37 亿元。

全年全市地方一般公共预算收入 101.79 亿元，同比增长 0.7%；其中税收收入 54.62 亿元，同比增长 24.6%。全市一般公共预算支出 350.55 亿元，下降 9.5%。其中，教育支出 88.83 亿元，下降 1.4%；卫生健康支出 52.59 亿元，下降 5.9%；社会保障和就业支出 76.42 亿元，增长 1.7%。民生类支出 287.21 亿元，占一般公共预算支出比重为 81.93%。

5.1.1.2 惠来县社会经济概况

惠来县，隶属广东省揭阳市，位于广东省东南沿海，揭阳市西南部。东连潮南区，西接陆丰市，北邻普宁市，南濒南海，总面积 1188.1835 平方千米。2022 年，惠来县总人口 149.49 万人，常住人口 105.47 万人。截至 2023 年 6 月，惠来县辖 15 个镇。

由《惠来县地区生产总值统一核算数据发布稿》（惠来县人民政府，2025 年 2 月），根据揭阳市地区生产总值统一核算结果，2024 年，惠来县地区生产总值 584.86 亿元，按不变价格计算，同比增长 15.2%。其中，第一产业增加值 74.13 亿元，同比增长 4.1%；第二产业增加值 349.01 亿元，同比增长 24.6%；第三产业增加值 161.72 亿元，同比增长 3.4%。

5.1.1.3 海洋产业发展现状

根据《揭阳：海洋经济高质量发展注入新动力》（中国日报网，2025 年 5 月），揭阳市委提出要加快打造“一化一海五优特”产业集群，其中“一海”即“海洋经济”新兴支柱产业。以国家电投项目为龙头带动，亨通、远景、GE、明阳等风电装备制造企业为链条，集开发、科研、总装、制造、运维为一体的海

上风电全产业链成形成势，产业集群不断壮大。全球单体容量最大“风渔融合”海洋牧场示范项目（国家电投揭阳海洋牧场桁架式重型网箱平台项目）完成陆上建造，揭阳制造、省内规模最大、智能化程度最高的“恒燧一号”深海养殖平台交付使用，推动海洋渔业向深远海转型。30万吨级深水良港和3千~7万吨级风电“母港”已建成，16个海港营运码头泊位2024年船舶装卸货量7085万吨，居粤东首位。

聚焦打造海洋经济“蓝色引擎”，揭阳坚持产业链、创新链融合，以海上风电、氢能储能、海洋牧场、海工装备为主攻方向，推动300万千瓦国管海域风电示范项目尽快开工，推进漂浮式风机、海水无淡化制氢等首创技术中试转化，加快建设常温常压固态储氢项目和“风渔旅游相结合”海洋牧场；蓝水公司建成全球起重能力最大的3800吨龙门吊，揭阳亨通一期项目已于去年投产，研发突破海洋油气输送柔性软管“卡脖子”技术，填补国内空白。

5.1.2 海域使用现状

经过管理部门调访、海域使用动态监管系统查询，本项目所在及周边海域开发利用活动主要为现状养殖、现状防波堤、航道、航路、锚地、中委广东石化2000万吨/年重油加工工程调整用海、惠来县神泉示范性渔港建设项目等。项目所在海域开发利用现状详见表5.1.2-1和图5.1.2-1。

表 5.1.2-1 项目所在海域开发利用现状表（此内容不公开）

图 5.1.2-1a 项目周边开发利用现状图（此内容不公开）

图 5.1.2-1b 项目周边开发利用现状图（局部放大）（此内容不公开）

5.1.3 海域使用权属现状

根据本项目周边海域使用权属状况的资料收集情况及调访结果，与本项目清淤范围重叠的已确权用海活动为中委广东石化2000万吨/年重油加工工程调整用海，申请用海范围已避让该权属范围；项目申请用海范围与周边其他用海项目最近距离约1.8km（揭阳港大南海东岸公共码头防波堤工程），不存在权属重叠。项目所在海域权属现状见图5.1.3-1，中委广东石化2000万吨/年重油加工工程调整用海权属信息见表5.1.3-1，宗海界址图见图5.1.3-2。

表 5.1.3-1 紧邻本项目海域使用权属信息表（此内容不公开）

图 5.1.3-1 项目周边海域权属现状图（此内容不公开）

图 5.1.3-2a 中委广东石化 2000 万吨/年重油加工工程调整用海宗海界址图（长输管线-雷岭河段）（此内容不公开）

图 5.1.3-2b 中委广东石化 2000 万吨/年重油加工工程调整用海宗海界址图（长输管线-龙江河段）（此内容不公开）

表 5.1.3-2a 中委广东石化 2000 万吨/年重油加工工程调整用海宗海界址点（此内容不公开）

表 5.1.3-2b 中委广东石化 2000 万吨/年重油加工工程调整用海宗海界址点（此内容不公开）

表 5.1.3-2c 中委广东石化 2000 万吨/年重油加工工程调整用海宗海界址点（此内容不公开）

5.2 项目用海对海域开发活动的影响

根据 5.1.2 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现状养殖、现状防波堤、航道、航路、锚地、中委广东石化 2000 万吨/年重油加工工程调整用海、惠来县神泉示范性渔港建设项目等。

结合项目建设情况以及资源生态影响分析，项目施工对周边海域生态环境的影响主要为施工设备直接占用海域，破坏生物栖息环境；以及清淤对周边海域水文动力环境、冲淤环境和水质环境产生影响。

根据第 4 章节生态影响分析，项目实施后，涨急时刻工程区域附近流速变化量为 $-0.014\sim 0.005\text{m/s}$ ，流向变化量为 $-3.42\sim 1.78^\circ$ ；落急时刻工程区域附近流速变化量为 $-0.004\sim 0.010\text{m/s}$ ，流向变化量为 $-11.80\sim 18.13^\circ$ 。本项目工程实施造成的水动力环境的影响主要集中在工程周边 800m 范围内水域。

项目清淤后水深增加会导致附近流速减缓，主要产生 $0.5\sim 1.0\text{m/a}$ 左右的淤积，最大淤积幅度为 1.47m/a ，冲淤范围与周边海域开发利用活动叠置图见图 5.2-1。

项目施工扩散悬沙浓度大于 10mg/L 包络面积为 3.008km^2 ，与周边海域开发

利用活动叠置图见图 5.2-2。

图 5.2-1 项目实施前后年冲淤变化范围与周边开发利用活动叠置图（此内容不公开）

图 5.2-2 $>10\text{mg/L}$ 悬沙增量包络线与周边开发利用活动叠置图（此内容不公开）

5.2.1 对航道、航路的影响分析

项目周边海域分布有较多航道、航路，其中神泉港进港航道与本项目距离较近（2.7km），项目实施会对周边海域水文动力产生一定影响，主要集中在工程周边 800m 范围内水域；项目清淤后水深增加会导致附近流速减缓，产生淤积，但影响范围主要在工程海域，不会涉及神泉港进港航道（图 5.2-1），对其功能无影响。项目清淤施工期间不涉及施工船舶，不会对该航道通航环境产生影响。

其余航道、航路均距离本项目 13km 以上，项目对水动力环境的影响主要集中在项目清淤范围附近 800m 内水域，项目实施导致的泥沙冲淤影响范围主要在工程海域，清淤施工期间不涉及施工船舶，不会对 13km 外航道、航路产生影响。

5.2.2 对锚地的影响分析

项目周边海域分布有 5 个锚地，其中澳角锚地与本项目距离最近，位于本项目东南侧约 3.7km 处；其次为中委合资广东石化 2000 万吨/年重油加工工程建设的 2 个锚地，分别为中委 5 千吨级锚地（项目南侧约 4.9km）及中委 5 万吨级锚地（项目南侧约 9.5km）；前詹锚地及原油码头锚地与本项目距离较远（12km 外）。根据预测结果分析，项目对水动力环境的影响主要集中在项目清淤范围附近 800m 内水域，项目实施导致的泥沙冲淤影响范围主要在工程海域，不会对周边一定距离外的锚地所在海域水文动力及冲淤环境产生影响。项目清淤期间不涉及施工船舶，不会对周边锚地产生影响。

5.2.3 对现状养殖、防波堤的影响分析

本项目清淤范围两侧分布有养殖鱼塘片区，项目将对神泉港进行滨海湿地恢复，对龙江、雷岭河河道内以及雷岭河东岸的 10 个养殖鱼塘围堰区域、养殖鱼塘内的构筑物进行拆除，将会对该养殖活动造成影响，造成养殖户经济损失。

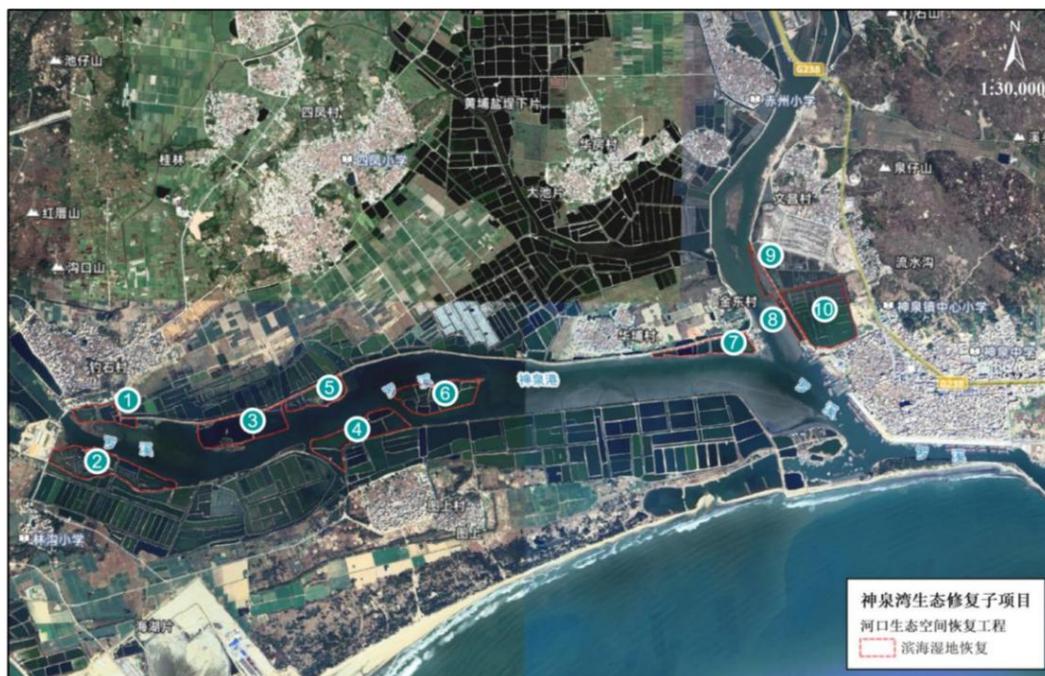


图 5.2.3-1 周边养殖鱼塘拆除范围示意图

此外，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，对周边未进行拆除的养殖鱼塘的取水水质产生影响，从而对养殖活动产生影响，但该影响是暂时的，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。项目施工前通过发布通告，告知周边养殖鱼塘养殖户施工时间，避开该段时间取水，可避免该影响。

项目东南侧 4.0km 处分布有一现状防波堤，项目施工区域不涉及该防波堤，实施后不会对该防波堤所在海域水文动力、冲淤环境产生影响（图 5.2-1），项目清淤施工悬沙扩散浓度大于 10mg/L 包络面积 3.008km²，不会扩散到该防波堤（图 5.2-2），因此，本项目建设不会对该防波堤产生影响。

5.2.4 对中委广东石化 2000 万吨/年重油加工工程调整用海的影响分析

本项目清淤范围涉及中委广东石化 2000 万吨/年重油加工工程调整用海的海底电缆管道用海范围，申请用海范围已对其进行避让。

根据该工程定向钻穿越管道就位检查记录，本项目清淤范围的输油管道埋深标高为-18.6m，输气管道埋深标高为-19.0m，污水套管理深标高为-19.6m，光缆套管理深标高为-19.5m（1985 国家高程基准），本项目清淤底高程为-0.8m（1985

国家高程基准)。项目清淤涉及该项目海底电缆管道所在底土,项目清淤后水深增加会导致附近流速减缓,主要产生 0.5~1.0m/a 左右的淤积,最大淤积幅度为 1.47m/a,但从立体空间上看,项目清淤距离输油管道位置至少还有 17m 以上,因此,项目建设期间严格控制施工范围,实施后不会对该项目海底电缆管道结构安全造成影响。

5.2.5 对惠来县神泉示范性渔港建设项目的影晌分析

惠来县神泉示范性渔港建设项目位于本项目东南侧约 2.0km 处,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,项目施工区域不涉及该渔港,实施后不会对该渔港所在海域水文动力、冲淤环境产生影响(图 5.2-1),项目清淤施工悬沙扩散浓度大于 10mg/L 包络面积 3.008km²,不会扩散到该渔港海域(图 5.2-2),项目清淤施工期间不涉及施工船舶,不会对该渔港海域通航环境产生影响。

5.2.6 对港内停泊和进出港渔船的影晌分析

项目清淤期间,施工机具会占用港内部分水域,对港内停泊和进出港渔船产生一定影响。但此影响是临时的,且本项目的建设有利于改善港内海域环境,对渔船主影响较小。

5.2.7 对其他项目的影晌分析

项目周边海域还分布有揭阳港大南海东岸公共码头防波堤工程及公共进港航道工程、粤东液化天然气项目一期工程、揭阳港前詹作业区通用码头一期工程和 国家电投揭阳神泉一 400MW 海上风电场项目等。项目建设对周边海域水动力环境的影响主要集中在工程范围周边 800m 范围内,项目实施导致的泥沙冲淤影响范围主要在神泉港内工程海域。项目清淤施工悬沙扩散浓度大于 10mg/L 包络面积 3.008km²,不会扩散到上述项目所在海域(图 5.2-1)。因此,本项目建设基本不会对上述项目的正常运营产生影响。

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利害关系的个人、企事业单位或其他组织或团体。根据本报告 5.2 节项目建设对周边开发活动的影响分析，界定本项目利益相关者为（此内容不公开）。

表 5.3-1 利益相关者一览表（此内容不公开）

图 5.3-1 利益相关者分布图（此内容不公开）

5.4 需协调部门界定

项目清淤期间，施工机具会占用港内部分水域，对港内停泊和进出港渔船产生一定影响。因此，界定本项目需协调部门为（此内容不公开），详见表 5.4-1。

表 5.4-1 需协调部门一览表（此内容不公开）

5.5 相关利益协调分析

《自然资源部办公厅关于加强国土空间生态修复项目规范实施和监督管理的通知》（自然资办发〔2023〕10 号）中指出“涉及权属和利益调整的，项目实施单位要与利益相关方协商并达成一致意见”。

（以下内容不公开）

表 5.5-1 利益协调情况一览表（此内容不公开）

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 与国防安全和军事活动的协调性分析

本项目用海不涉及军事用海、军事禁区或军事管理区，项目用海不会对国防安全、军事活动存在不利影响。

5.6.2 与国家海洋权益的协调性分析

海域是国家的资源，任何方式的使用都必须尊重国家的权力和维护国家的利益，遵守维护国家权益的有关规则，防止在海域使用中有损于国家海洋资源，破坏生态环境的行为。本项目用海不涉及领海基点，也不会涉及国家机密，对国家海洋权益没有影响。

6 国土空间规划符合性分析

本项目用海范围位于《广东省国土空间规划（2021-2035年）》的海洋开发利用空间，位于《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035年）》的靖海湾砂质海岸-防护林保护修复单元，项目不涉及《揭阳市国土空间总体规划（2021-2035）》生态保护区和生态控制区，位于《惠来县国土空间总体规划（2021-2035年）》海洋发展空间的游憩用海区，项目建设符合各级国土空间规划文件要求。

项目位于《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》的粤东新城游憩用海区，项目建设符合所在功能区的管控要求，项目不占用生态保护红线，符合生态保护红线的要求。

项目符合《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》《广东省自然资源保护与开发“十四五”规划》《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》《广东省海洋经济发展“十四五”规划》以及《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》等省、市相关规划的要求。

7 项目用海合理性分析

7.1 用海选址合理性分析

7.1.1 自然资源与海洋生态适宜性分析

(1) 海洋水动力条件

本项目建设完成后，在涨急时刻，工程区域附近流速变化量为 $-0.014\sim 0.005\text{m/s}$ ，流向变化量为 $-3.42\sim 1.78^\circ$ 。在落急时刻，工程区域附近流速变化量为 $-0.004\sim 0.010\text{m/s}$ ，流向变化量为 $-11.80\sim 18.13^\circ$ 。总体上看，本项目工程实施造成的水动力环境的影响主要集中在工程周边 800m 范围内水域，对神泉湾外的水动力的影响有限。项目实施后使得水体交换能力有所增强，纳潮量相比项目实施前有所增加，增加幅度为 0.23%。

因此，本项目选址与海洋水动力条件相适宜。

(2) 地形地貌和冲淤条件

根据数值模拟结果，清淤后水深增加会导致附近流速减缓，主要产生 $0.5\sim 1.0\text{m/a}$ 左右的淤积，最大淤积幅度为 1.47m/a ，淤积较大区域主要位于龙江中部区域和雷岭河沙洲区域，其余区域影响程度有限。项目不会对所在的人工岸线造成影响，项目清淤范围距离自然岸线较远，根据地形地貌与冲淤环境影响预测，清淤完成后不会影响到神泉港内的自然岸线，因此，项目建设基本不会对渔港内的海岸线造成影响，不会影响其生态功能和岸线自然属性。

因此，本项目建设与地形地貌和冲淤条件相适宜。

(3) 工程地质

神泉湾位于揭阳市西南部，整个神泉港仍为沙坝-潟湖体系，神泉湾地貌体系发展全面，主要由沙坝、潟湖、潮汐通道、入湖河流三角洲、人造水工建筑物等几种地貌单元共同组成。根据区域地质资料，勘探深度范围内的土层根据其地质成因、沉积韵律、岩土物理力学性质特征及岩石风化程度，将勘探揭露的地层自上而下划分为 6 个层次：第 1 层全场地分布、第 2 层淤泥 Q_4^{al} 、第 3 层中砂 Q_4^{al} 、第 3-1 层粉砂 Q_4^{al} 、第 4 层粉质黏土 Q_4^{al} 、第 4-1 层淤泥 Q_4^{al} 、第 5 层砂质黏性土 Q_4^{el} 、第 6 层全风化花岗岩 r^2 ⁽³⁾。场地在勘探深度范围内，未见到其他影

响场地稳定性的岩溶、滑坡、泥石流、采空区、地面沉降及活动断裂构造等不良地质现象，勘察过程中未发现有害气体，场地是稳定的。

因此，本项目建设与工程地质条件相适宜。

(4) 水深条件

根据 2025 年 6 月最新水深地形图，雷岭河水深为-0.3m~-4m，龙江水深为-0.3m~-2m。受围海养殖围堰挑流、遮蔽作用和复杂的水下地形影响，目前神泉湾内流场不均一，内外水体交换不畅，导致淤积严重。项目实施可优化红树林生境、提高神泉湾内水动力及水体交换能力。因此，本项目建设与水深条件相适宜。

(5) 海洋生态

本项目没有位于生态保护红线区内，项目建设不涉及海岛、保护区、红树林等敏感目标。项目申请用海内容为水文动力修复，项目生态影响包括直接影响和间接影响两个方面，直接影响主要是由于施工直接对潮间带、底栖生物生境造成的破坏，改变潮间带、底栖生物栖息地；间接影响是由于施工产生的悬浮泥沙使工程附近海域的悬浮物增加对海洋生态环境造成一定影响。

根据本报告第 4 章分析，项目建设造成潮间带生物直接损失量为 31.9t，造成底栖生物直接损失量为 5.8t，造成渔业资源直接损失量为：游泳生物 1.14t，鱼卵 2.37×10^7 粒，仔鱼 3.6×10^6 尾。项目为生态修复工程，项目通过滨海湿地恢复、纳潮通道清淤、生态环境改善、自然沙滩修复、盐沼和红树林植被种植、防护林补植等措施，逐步恢复河口-海湾-海岸的生态系统，可有效弥补施工活动对海洋生态环境造成的影响，整体上改善区域海洋生态功能并促进生物资源恢复，工程项目与区域生态环境具有较好的适宜性。

综上，本项目选址与自然资源和海洋生态条件相适宜。

7.1.2 区位和社会条件能否满足项目建设和运营的需求

神泉湾位于惠来县城南偏东神泉镇内，历史上该港为粤东地区的主要商港和渔港。1985 年以来，整治神泉渔港第一、二、三期工程以及代化渔港工程的逐步实施，大大地改善了神泉港的水陆交通运输条件，因而神泉港的外部协作条件是好的，具体分析如下：

(1) 供水：神泉渔港供水水源来自相距 4.2km 的雷岭河羊角村前水闸上游，重力引水经沉淀过滤后采用一级加压站，日制水量为 5000m^3 生活用水在分支机

构加氯消毒处理，输水管线自一级泵站起用一根 $d=200\text{mm}$ 铸管输水，全长 4200m ，至神泉设一调压蓄水塔，分管道输送至港区，提供日用水量 2000m^3 。施工用水，由城镇附近水塘用动力抽水、铸管道输送解决。

(2) 供电：神泉镇现有电源来自县变电站输电线路 10KV 至神泉供电所，目前变压器容量只能供城镇居民用电需要，渔港供电必须扩容，计划增加 320KVA 变压器一台，并接长 10KV 的输电线路至港区。

(3) 集运输条件

公路：从神泉至惠城已新建一条 7.5km 长的公路，已建成标准公路，镇内道路也直通码头前沿。

水路：水路交通发达，可直通国内外各港口。

(4) 通讯

惠来县的程控电话通讯工程已于 1992 年底开通，神泉港建港指挥部也已开通程控电话，本港已基本上做到通信畅达。

(5) 已有基础条件

港区经过多年建设，水陆域设施基础条件好、水域面积广阔、岸线充足、交通便利，是渔船主要生产避风港区，后方可利用土地充足，有利于本工程的建设。

因此，项目选址区域的区位和社会条件能够满足项目的需求。

7.1.3 项目用海与周边其他用海活动是否存在功能冲突

根据第 5 章分析，本项目周边海域海洋开发利用活动主要有现状养殖、现状防波堤、航道、航路、锚地、中委广东石化 2000 万吨/年重油加工工程调整用海、惠来县神泉示范性渔港建设项目等。项目用海的影响主要为施工机具占用海域对周边海域环境的影响以及项目实施对周边海域水文动力、冲淤、水质环境的影响。

本项目工程实施造成的水动力环境的影响主要集中在工程周边 800m 范围内水域，项目清淤后水深增加会导致附近流速减缓，主要产生 $0.5\sim 1.0\text{m/a}$ 左右的淤积，最大淤积幅度为 1.47m/a 。项目施工扩散悬沙浓度大于 10mg/L 包络面积 3.008km^2 。根据项目建设对周边开发活动的影响分析，界定本项目利益相关者为（此内容不公开）。项目建设前应与利益相关者进行沟通协调，告知本项目施工范围、施工时间及建设内容，取得同意项目建设的意见后方可开工，避免产生利益冲突。本项目协调部门为（此内容不公开），项目建设前相关部门意见，在取

得意见复函后方可开工建设。

因此，项目用海选址与周边海域开发活动是相适宜的，不存在功能冲突。

7.1.4 项目用海是否有利于海洋产业协同发展

广东省揭阳市海洋生态保护修复工程项目坚持“自然恢复为主、人工修复为辅”的修复原则，采用“陆海统筹、系统修复、综合治理”的修复模式，推动形成“人与自然和谐共生”新局面，项目的实施将修复受损的砂质岸线和沿海防护林，恢复神泉湾、榕江口自然河口湿地生态系统，改善红树林、盐沼植被和鸟类等的栖息生境，改善海湾水动力条件，增强海岸防护能力与生态性，最大程度地恢复海洋生态系统功能，是大力推进广东省海洋生态文明建设的重要载体，是加强海洋生态环境保护的有力抓手，是加快推进海洋生态文明体系建设的必然要求。神泉湾内港和榕江口区域的大量浅滩及滨海湿地等被开发成养殖池，不仅严重割裂了自然海湾的形态，也使水文动力条件变差，导致湾内水动力显著减弱，滨海湿地净化及生态功能严重受损。受围海养殖影响，神泉湾内滨海盐沼生态系统的生长空间受到侵占，海堤生态性严重不足，红树林、芦苇等植被的分布较为碎片化，河口栖息地生态破坏严重，生境功能缺失，生物多样性锐减，严重威胁鸟类、红树林、盐沼植被的栖息环境。同时，神泉湾原生砂质岸线面临整体侵蚀后退风险，海岸生态减灾韧性丧失；防护林死亡萎缩，威胁后方生态安全；部分区域沙堤岸坡崩塌，形成侵蚀陡坎，沙滩亟待修复。

区域生态环境问题已严重制约揭阳市的绿色发展，限制了生态文明和美丽中国的建设，因此开展海洋生态保护修复工作极为迫切。本项目的建设能够有效恢复受损的海岸线，遏制滨海湿地资源退化趋势，改善海洋生态系统质量，提高生态系统服务功能，筑牢沿海生态安全屏障，还青山绿水于人民，将滨海区域变成人民群众共享的绿意空间，对于生态保护、城市发展、人民满意都具有重要意义，也是解决当地突出海洋生态系统问题的根本途径，对当地海洋产业的发展具有促进作用。因此，本项目选址与海洋产业发展相协调发展。

7.1.5 选址唯一性说明

依据目前神泉湾现状，湾内围海养殖大量侵占滨海湿地，导致海湾纳潮量急剧减少，水动力强度明显减弱，水质常年较差，海湾淤积严重。根据现状条件，

神泉渔内港两河交汇处水深在-3m~0m之间，雷岭河水深在-2m~0m之间，原龙江故道水深较浅，基本在-1m~0m之间。由于上游来沙、河道内养殖堤坝、周边造船厂和渔民的日常活动等因素的影响，导致湾内水动力显著减弱，原有的潮汐通道淤积严重，水体自净能力下降，河流水体下泄及潮汐水流往复冲刷过程均受到影响，威胁河道行洪及河口生态安全，进一步影响了河口区域的防灾减灾功能。

本项目纳潮通道清淤疏通工程实施后，神泉湾内流场相对更为均一，湾内各区域流速趋于稳定，潮流将长期围海养殖积累的大量污染物交换到湾外，将显著提升海湾生态环境，减缓海湾淤积，恢复海湾自然肌理，提升海湾各生态系统之间的协调稳定性，增加海湾生物多样性。因此，有必要对纳潮通道进行清淤，提高神泉湾水体交换能力，因此对神泉港进行水文动力修复迫在眉睫，项目选址亦是唯一的。

7.2 用海平面布置合理性分析

7.2.1 用海平面布置合理性分析

7.2.1.1 平面布置是否体现节约集约用海的原则

本项目结合神泉湾历史岸滩演变情况基于改善近岸水动力和流场、增加纳潮量等因素提出水文动力修复不同清淤方案。为减少项目对资源环境的影响，在比选方案的基础上进行优化调整，最终确定了项目水文动力修复推荐方案，该方案减少了用海面积，体现了集约节约用海原则。

7.2.1.2 平面布置能否最大程度地减少对水文动力环境、冲淤环境的影响

根据数值模拟结果，本项目建设完成后，在涨急时刻，工程区域附近流速变化量为-0.014~0.005m/s，流向变化量为-3.42~1.78°。在落急时刻，工程区域附近流速变化量为-0.004~0.010m/s，流向变化量为-11.80~18.13°。总体上看，本项目工程实施造成的水动力环境的影响主要集中在工程周边 800m 范围内水域，对神泉湾外的水动力的影响有限。项目实施后使得水体交换能力有所增强，纳潮量相比项目实施前有所增加，增加幅度为 0.23%。

根据数值模拟结果，项目实施后清淤后水深增加会导致附近流速减缓，主要产生 0.5~1.0m/a 左右的淤积，最大淤积幅度为 1.47m/a。因此，本项目建设对项目所在海域地形地貌和冲淤环境会造成一定的影响，但项目建设对周边海域的影响有限。项目平面布置能够最大程度减少对水文动力环境、冲淤环境的影响。

7.2.1.3 平面布置是否有利于生态保护，并已避让生态敏感目标

本项目平面布置已避让生态保护红线、岛礁等生态敏感目标。根据数值模拟结果，施工引起的悬沙扩散范围主要在工程区附近输移扩散，施工扩散悬沙浓度大于 10mg/L 包络面积 3.008km²，施工悬沙影响时间基本为施工期，施工期结束后其影响会逐渐消失，不会对海洋环境产生较大的不利影响。本项目为生态修复项目，运营期无污染物产生，对水质和沉积物环境基本无影响。项目平面布置经过比选优化，平面布置方案大大减少了工程清淤量，能够在一定程度上减小清淤施工对所在海域的海洋生物的影响范围，减少海洋生物资源损失，有利于所在海域生态保护。

综上，项目实施可优化红树林生境、提高神泉湾内水动力及水体交换能力，项目平面布置有利于生态保护，并已避让生态敏感目标。

7.2.1.4 平面布置能否与周边其他用海活动相适应

本项目所在及周边海域开发利用活动主要为现状养殖、现状防波堤、航道、航路、锚地、中委广东石化 2000 万吨/年重油加工工程调整用海、惠来县神泉示范性渔港建设项目等。经界定，利益相关者（此内容不公开）。本项目需协调部门为（此内容不公开）。

本项目紧邻海域已确权用海活动中委广东石化 2000 万吨/年重油加工工程调整用海，项目清淤范围与上述权属范围重叠，本次申请用海范围已避让上述项目权属范围，本项目申请用海范围与周边用海项目不产生权属冲突，根据本项目平面布置，通过严密、科学的施工组织和合理的生产调度，把工程安全、施工安全放在首位，做好施工作业的安全管理工作等措施，在做好利益相关者协调沟通，并听从协调部门的协调安排的前提下，本项目用海平面布置能够减少对周边其他用海活动的影响。

7.2.2 用海平面布置比选

根据本项目的基本情况和所在海域资源生态基本特征,提出了两种不同的用海方案,具体用海方案如下:

1、平面布置方案一

平面布置方案一水文动力修复范围为龙江和雷岭河纳潮通道区域,不包括现状沙洲和养殖鱼塘区域。纳潮通道设计疏挖底高程为-0.8m,清淤范围边线设计高程 0.0m,现状低于设计高程的则维持现状,现状高于设计高程的进行开挖,通道两侧边坡按照 1:10 放坡。清淤范围面积为 97 公顷,清淤方量为 26.03 万方。

2、平面布置方案二

平面布置方案二水文动力修复范围为龙江和雷岭河纳潮通道区域,清淤方案范围相较于方案一略大,也不包含包括现状沙洲和养殖鱼塘区域。纳潮通道设计疏挖底高程为-0.8m,清淤范围边线设计高程 0.0m,现状低于设计高程的则维持现状,现状高于设计高程的进行开挖,通道两侧边坡按照 1:10 放坡。清淤范围面积为 189 公顷,清淤方量为 72.19 万方。

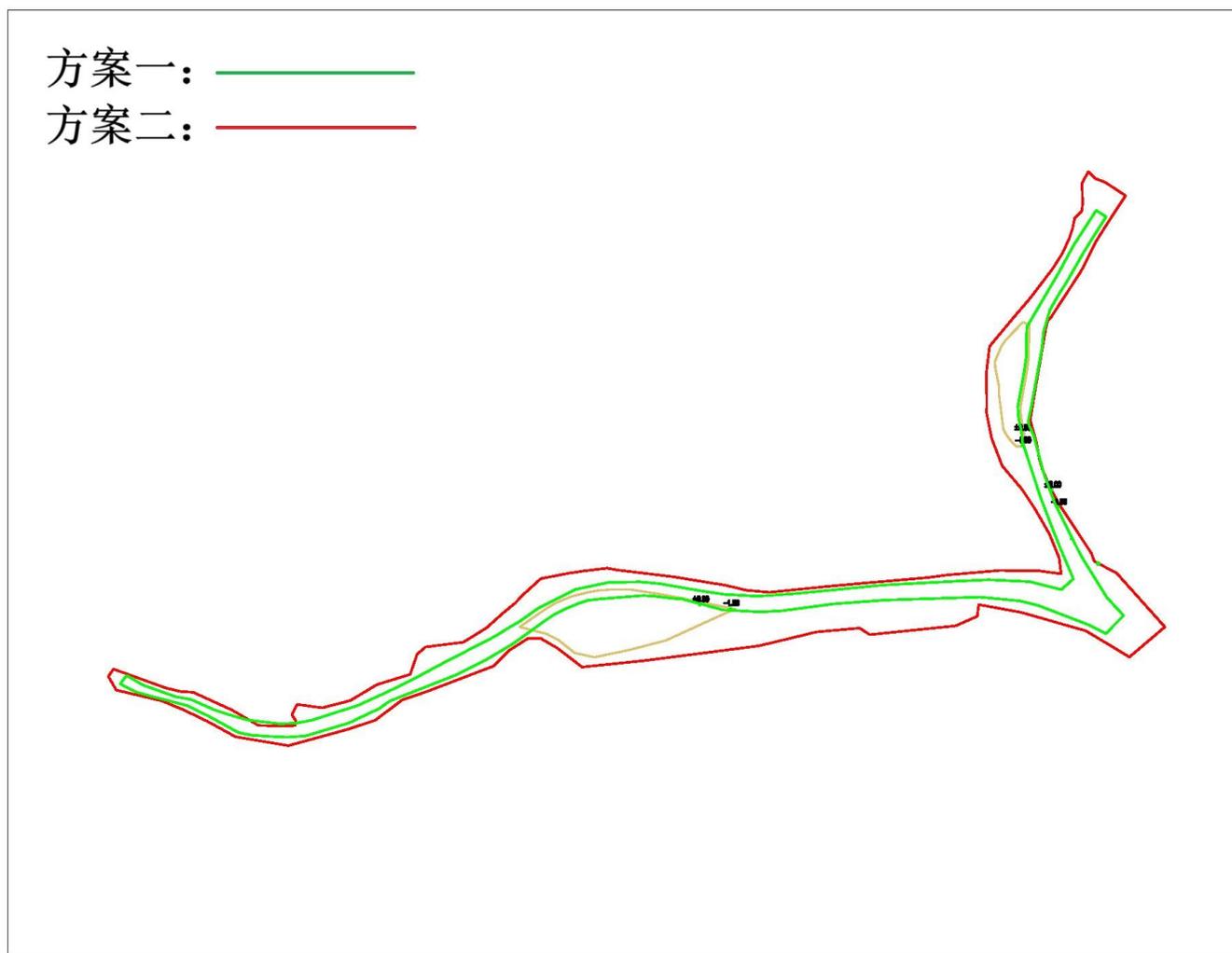


图 7.2.1-1 方案一、方案二平面布置示意图

3、平面布置方案比选

根据上述的水动力、地形地貌与冲淤、水质环境、节约集约用海等方面的对比分析，各用海方案对资源生态影响的比选见表 7.2.1-1。

从水体交换能力和纳潮量方面分析，方案一的纳潮量增加幅度为 0.23%，方案二的纳潮量增加幅度为 0.66%，方案二较优；

从水动力、冲淤和悬沙预测分析来说，方案一影响较小，即对各方面的资源生态影响相对较小，方案一较优；

从节约集约用海方面分析，方案一清淤范围较小，清淤量较小，用海面积更小，方案一较优。

表 7.2.1-1 总平面布置方案综合比选一览表

对比分析内容		对资源生态影响比较	推荐方案
清淤范围和清淤量		方案一：清淤范围面积为 97 公顷，清淤量为 2 6.03 万方。 方案二清淤范围面积为 189 公顷，清淤量为 7 2.19 万方。	方案一
水动力	流速、流向	方案一：涨急时刻，工程区域附近流速变化量为 -0.014~0.005m/s，流向变化量为-3.42~1.78°；落急时刻，工程区域附近流速变化量为-0.004~0.010m/s，流向变化量为-11.80~18.13°。 方案二：涨急时刻，工程区域附近流速变化量为 -0.024~0.015m/s，流向变化量为-4.20~2.70°；落急时刻，工程区域附近流速变化量为-0.028~0.012m/s，流向变化量为-17.28~39.63°。	方案一
	水动力影响范围	方案一和方案二对水动力影响的范围基本一致，工程实施造成的水动力环境的影响主要集中在工程周边 800m 范围内水域。	两种方案基本一致
	纳潮量	项目实施后使得水体交换能力增强，方案一的纳潮量增加幅度为 0.23%，方案二的纳潮量增加幅度为 0.66%。	方案二
地形地貌与冲淤	冲淤变化范围	方案一：清淤后水深增加会导致附近流速减缓，主要产生 0.5~1.0m/a 左右的淤积，最大淤积幅度为 1.47m/a。 方案二：清淤后水深增加会导致附近流速减缓，主要产生 0.5~1.0m/a 左右的淤积，最大淤积幅度为 1.53m/a。	方案一
水质	悬沙扩散范围	方案一：施工扩散悬沙浓度大于 10mg/L 包络面积 3.008km ² ；大于 20mg/L 包络面积为 2.770km ² ；大于 50mg/L 包络面积为 2.462km ² ；大于 100mg/L 包络面积 2.168km ² 。 方案二：施工扩散悬沙浓度大于 10mg/L 包络面	

		积 3.583km ² ; 大于 20mg/L 包络面积为 3.378km ² ; 大于 50mg/L 包络面积为 2.940km ² ; 大于 100mg/L 包络面积 2.537km ² 。	
--	--	---	--

综合考量, 尽管方案二在提升纳潮量、增强流场均一性及改善近岸水动力方面效果更为显著, 但从资源生态影响和用海节约集约角度评估, 方案一更具优势。同时, 方案一同样能够有效改善神泉湾的水文动力条件, 促进海湾生态环境的恢复, 并有助于减缓海湾淤积进程。因此, 本项目最终推荐平面布置方案一作为水文动力修复的实施方案。

7.3 用海方式合理性分析

7.3.1 用海方式能否最大程度地减少对海域自然属性的影响, 是否有利于维护海域基本功能

根据《广东省海岸带及海洋空间规划(2021-2035年)》, 项目位于粤东新城游憩用海区, 项目用海类型属于该功能区空间准入中的可兼容用海活动, 项目建设符合该功能区的管控要求; 水文动力修复用海方式为开放式(一级方式)中的专用航道、锚地及其他开放式(二级方式), 采用开放式用海不会改变所在海域的自然属性。本项目建设不涉及围填海, 秉持尽可能采用透水、开放式的用海原则。因此, 项目采用的用海方式能够最大程度地减少对海域自然属性的影响, 有利于维护海域基本功能。

7.3.2 用海方式能否最大程度地减少对区域海洋生态系统的影响

本项目用海方式为专用航道、锚地及其他开放式。根据数值模拟结果, 本项目施工所产生的悬浮泥沙增量 $>10\text{mg/L}$ 的包络线范围面积为 3.008km^2 , 但项目施工期所产生的影响为暂时性影响, 将随施工期结束而消除。

本项目的建设能够改善神泉湾海洋生态环境质量, 有效提升神泉湾纳潮量, 改善水动力条件。

因此, 本项目用海方式能够最大程度地减少对区域海洋生态系统的影响。

7.3.3 用海方式能否最大程度地减少对水文动力环境和冲淤环境的影响

本项目采用的用海方式为开放式用海（一级）的专用航道、锚地及其它开放式用海（二级），项目在神泉湾内开展清淤施工，清淤量相对比选方案较少，清淤范围不设计炸礁施工，水域清淤施工工期不长，对海域水文动力和冲淤环境的影响范围和程度有限。因此，本项目的用海方式能最大程度减少对水文动力环境、冲淤环境的影响。

综上，项目采用的用海方式对周边海域的水文动力环境不会产生较大不利影响。项目建设不会改变海岸线现状和性质。本项目施工工期较短，产生的影响是短期的，项目采用的用海方式，不涉及围填海建设，对海流和涨落携带的泥沙影响不大。

综上，本项目用海方式是合理的。

7.3.4 用海方式比选

本项目主要是对神泉湾纳潮通道进行清淤，可以改善神泉湾水文动力，增加纳潮量，提升海湾生态环境，减缓海湾淤积，因此采用开放式（一级方式）中的专用航道、锚地及其他开放式（二级方式）的用海方式是合理且唯一的，因此，本报告不进行用海方式比选。

7.4 占用岸线合理性分析

本项目申请用海范围不占用岸线，项目清淤范围距离人工岸线最近距离为18m，距离砂质岸线最近距离为731m，项目申请用海范围与岸线相对位置图见图7.4-1。项目清淤范围不涉及岸线，距离龙江南侧养殖鱼塘围堤岸线段最近，距离约18m，养殖鱼塘现场照片图见图7.4-2，项目对此处岸线主要产生0.5~1.0m/a左右的淤积，项目实施后不会对养殖鱼塘围堤造成影响。项目距离砂质岸线较远，项目的实施亦不会对砂质岸线造成影响。

海岸线占补是指项目建设占用海岸线导致岸线原有形态或生态功能发生变化，要进行岸线整治修复，形成生态恢复岸线，实现岸线占用与修复补偿相平衡。项目实际清淤范围与海岸线之间有一定距离，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》，本项目不占用岸线，项目建设不会改变岸线的原

有形态和岸线属性，因此无需进行岸线占补。



图 7.4-1 项目清淤范围与周边岸线相对位置示意图

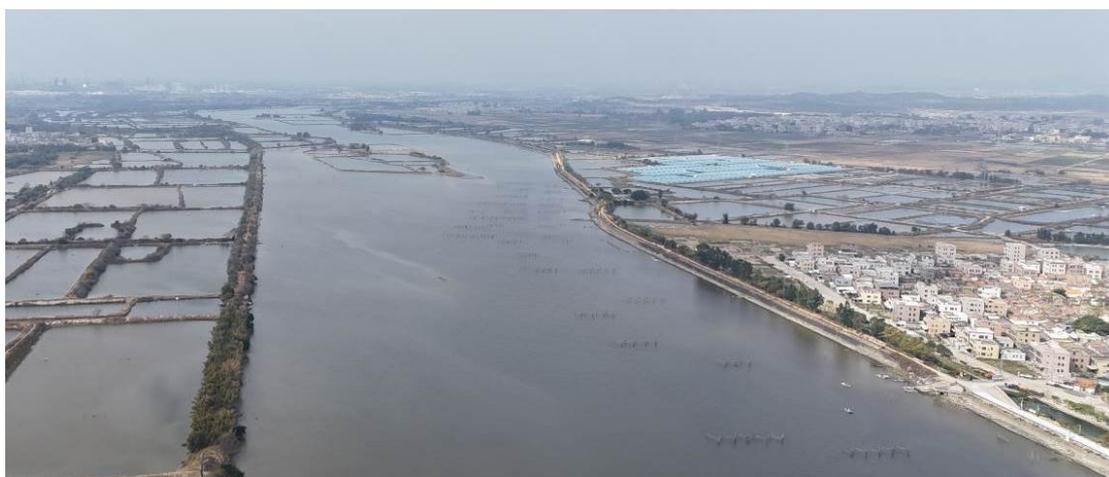


图 7.4-2 项目周边养殖鱼塘现场照片

7.5 用海面积合理性分析

7.5.1 申请用海面积

根据《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），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》（HY/T 123-2009），本项目海域使用类型为其他用海（一级类）中的其他用海（二级类），用海方式为开放式（一级方

式)中的专用航道、锚地及其他开放式(二级方式)。本项目申请用海总面积为96.3274公顷。

7.5.2 用海面积是否满足项目基本功能用海需求

由前文分析,项目水文动力修复工程内容需申请用海,其他工程内容无需办理用海审批手续。

纳潮通道清淤工程总长度为8.9km,水文动力修复范围为龙江和雷岭河纳潮通道区域,设计范围已避开现状沙洲和养殖鱼塘区域。河道宽度为100m~400m不等,雷岭河清淤范围内河底高程为-0.3m~-4m,龙江清淤范围内河底高程为-0.3m~-2m,现状河底高程变化较大,水下地形复杂。

项目工可阶段,已基于芦苇生长高程,地质条件和纳潮量模拟验证等因素,确定次清淤高程设计为-0.8m,清淤范围边线设计高程0.0m,现状低于设计高程的则维持现状,现状高于设计高程的进行开挖,通道两侧边坡按照1:10放坡。水文动力修复纳潮通道清淤面积97公顷,清淤方量为26.03万方。

在以上设计前提下,申请用海范围根据清淤设计范围界定。本项目清淤设计范围与中委广东石化2000万吨/年重油加工工程调整用海权属范围存在重叠(长输管线-雷岭河段和长输管线-龙江河段),根据《海籍调查规范》(HY/T 124-2009)避免权属争议原则对周边用海权属进行避让。根据项目平面布置并避让周边权属后(本项目与权属位置示意图见图7.5.4-2和图7.5.4-5,避让面积为1.1352公顷),项目用海总需求为96.3274公顷,可以满足其用海需求。

7.5.3 项目用海面积符合相关行业设计标准和规范

(1) 与《海籍调查规范》(HY/T124-2009)的符合性分析

根据《海籍调查规范》(HY/T 124-2009)5.3.4条,开放式用海以实际设计或使用的范围为界。项目水文动力修复以实际设计的清淤范围为界,符合《海籍调查规范》(HY/T 124-2009)中开放式界定的要求。

根据《海籍调查规范》(HY/T 124-2009)5.1.4条,避免权属争议原则:宗海界址界定应保障海域使用权人的正常生产活动,避免毗连宗海之间相互重叠,避免将宗海范围界定至公共使用的海域内。本项目清淤设计范围与中委广东石化2000万吨/年重油加工工程调整用海存在部分重叠,项目申请用海范围已避让上

述项目权属范围。

综上，项目申请用海范围符合《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）的相关要求。

（2）与《海域使用面积测量规范》的符合性分析

本次论证项目拟申请用海面积根据坐标解析法进行面积计算，即利用已有的各点平面坐标计算面积，借助于软件计算功能直接求得，符合《海域使用面积测量技术规范》相关要求。

综上，项目本项目用海面积符合上述相关行业设计标准和规范。

7.5.4 宗海范围确定的合理性分析

7.5.4.1 宗海界址点的确定方法

广东海兰图环境技术研究有限公司根据《海籍调查规范》（HY/T124-2009）负责完成了本项目的海域测量及宗海图编制工作。

一、执行的技术标准：

《海籍调查规范》（HY/T124-2009）；

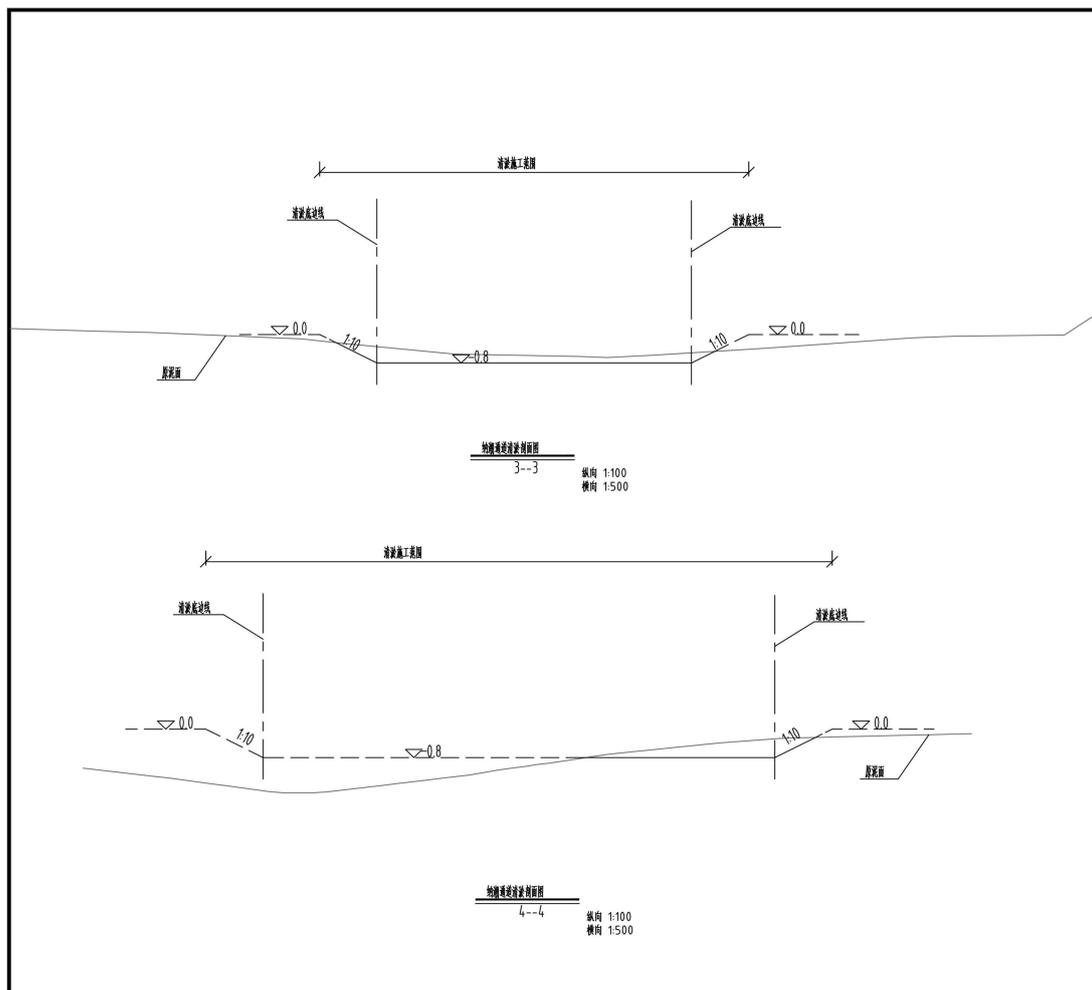
《海域使用分类》（HY/T123-2009）；

《宗海图编绘技术规范》（HY/T251-2018）。

二、宗海界址点确定方法

工可前期已对修复前后水文动力变化评估，结合芦苇高程以及地勘结果等多种因素考虑，清淤高程设计为-0.8m，依据神泉湾内现状地形，结合养殖鱼塘、现状水生植物等分布可初步形成平面布置。在此基础上，龙江纳潮通道区域避开现状养殖鱼塘，雷岭河避开现状沙洲后确定最终平面设计方案。

项目申请用海根据《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）5.3.4 条，开放式用海以实际设计或使用的范围为界，项目水文动力修复以实际设计的清淤范围为界，纳潮通道设计疏挖底高程为-0.8m，清淤范围边线设计高程 0.0m，现状低于设计高程的则维持现状，现状高于设计高程的进行开挖，项目申请用海范围同时需考虑清淤边坡范围，通道两侧边坡按照 1:10 放坡。清淤断面图见图 7.5.4-1。



1:1 TK-A3

图 7.5.4-1 水文动力修复典型剖面图

项目申请用海单元因避让中委广东石化 2000 万吨/年重油加工工程调整用海权属而形成 2 个用海单元，分别为水文动力修复一和水文动力修复二。

(1) 水文动力修复一

水文动力修复一界址线为 1-2-...-46-47-1，申请用海面积为 20.5945 公顷。

1) 界址线 1-2 和界址线 24-25 为中委广东石化 2000 万吨/年重油加工工程调整用海（长输管线-雷岭河段）权属外缘线，中委广东石化 2000 万吨/年重油加工工程调整用海（长输管线-雷岭河段）与本项目清淤设计范围、申请用海范围示意图见 7.5.4-2。

2) 界址线 2-3-...-23-24 为避开沙洲范围后的清淤设计范围，根据现场踏勘，雷岭河中部存在现状沙洲，为硬质沙洲，高程为 0.3~0.8m，沙洲上存在大面积的芦苇，生长茂盛，见图 7.5.4-3。考虑芦苇为盐沼植被，盐沼植被对于维护生态平衡、应对气候变化、保护土壤和水资源，以及促进经济发展都具有不可替代的作

用，因此本次雷岭河清淤范围需避开沙洲范围，设计范围已根据实测的沙洲范围进行避让，见图 7.5.4-4。

3) 界址线 25-26-27-...-46-47-1 为实际设计范围（含边坡范围）。

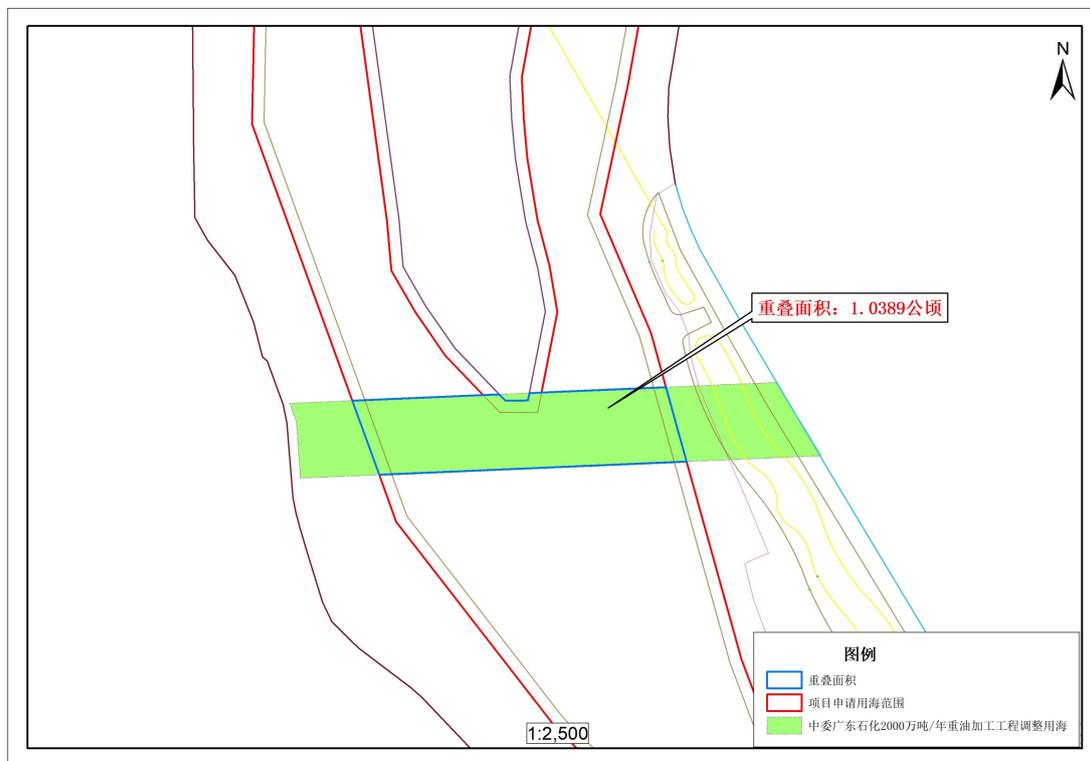


图 7.5.4-2 本项目清淤范围与权属重叠范围示意图



图 7.5.4-3 沙洲（现状芦苇）现场照片图

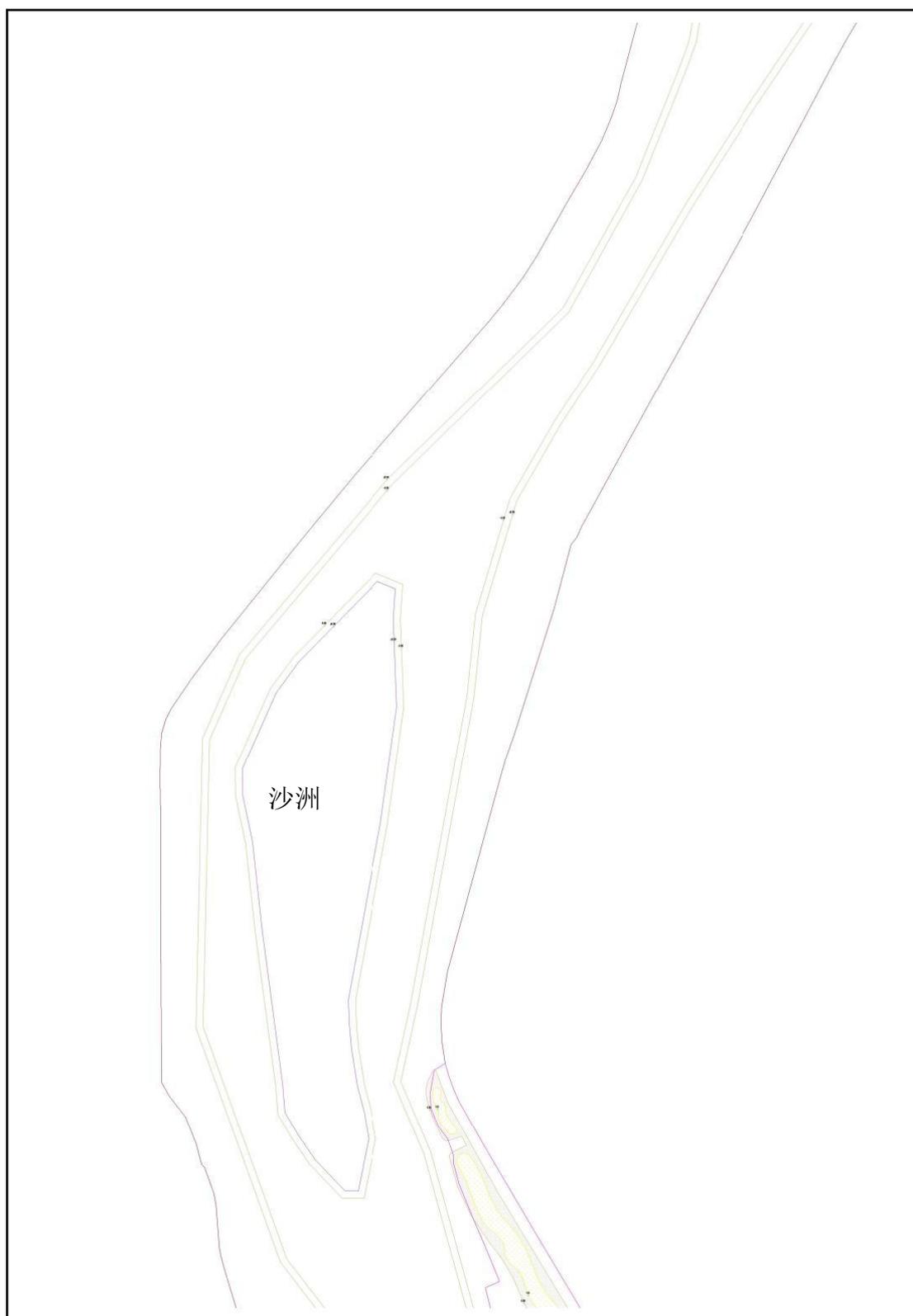


图 7.5.4-4 沙洲范围示意图

(2) 水文动力修复二

水文动力修复二分为外环和内环，外环界址线为 1-2-...-80-81-1，内环界址线为 82-83-...-99-100-82，申请用海面积为 75.7329 公顷。其中：

1) 外环界址线 1-2-...-72-73 和界址线 74-75-...-80-81 为水文动力修复工程清淤实际设计范围（含边坡范围）。

2) 外环界址线 73-74 为中委广东石化 2000 万吨/年重油加工工程调整用海权属外缘线（长输管线-龙江河段），中委广东石化 2000 万吨/年重油加工工程调整用海与本项目清淤设计范围、申请用海范围示意图见图 7.5.4-5。

3) 内环界址线为 82-83-...-99-100-82 为避开养殖鱼塘后的清淤设计范围。6 号养殖鱼塘位于河道中央，周边滩涂地形较高，受人类干扰较少，适宜鸟类栖息。6 号养殖鱼塘位于河道中央，降低外侧围堰标高，内部通过微地形改造，打造中心鸟岛，鸟岛中心构建鸟类栖息区域，周边打造光滩区域和浅水区域，6 号养殖鱼塘前期已进行测量，根据测量结果对 6 号养殖鱼塘进出避让，见图 7.5.4-6。

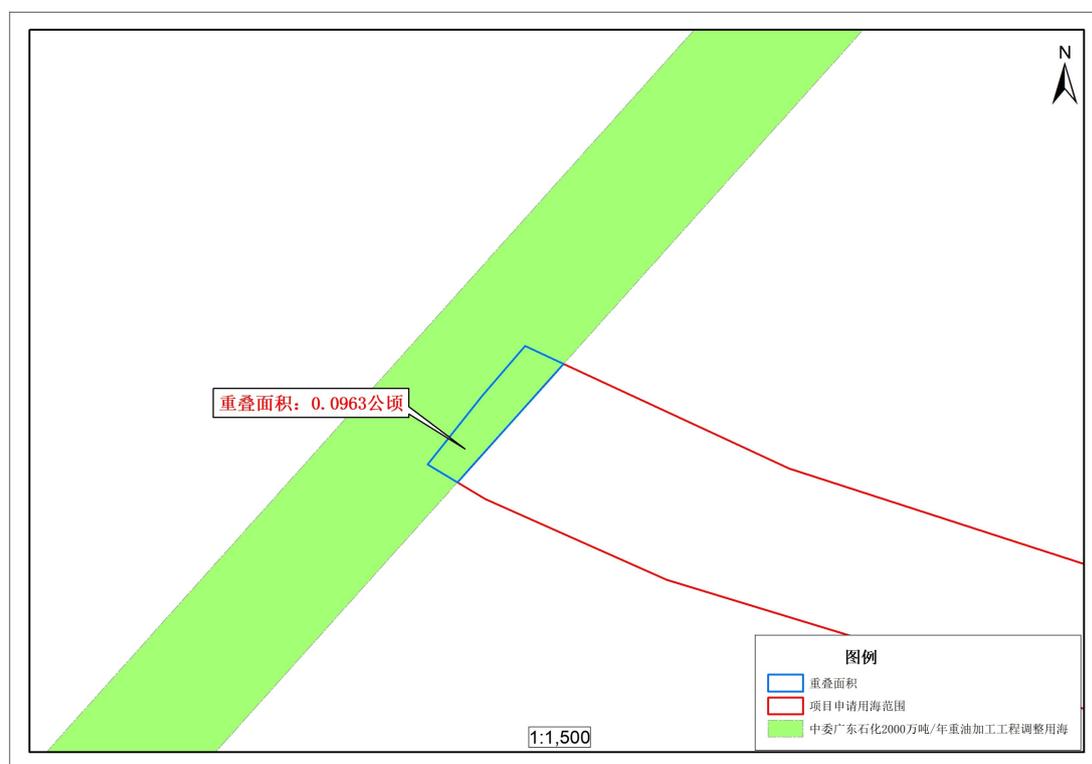


图 7.5.4-5 本项目清淤范围与权属重叠范围示意图



图 7.5.4-6 神泉湾内 6 号养殖鱼塘现场照片

7.5.4.2 宗海图绘制

以设计单位提供的设计方案为基础，依据《海籍调查规范》和《宗海图编绘技术规范》，完成了本项目宗海图的绘制。本项目宗海位置图见图 7.5.4-7，宗海平面图见图 7.5.4-8，宗海界址图见图 7.5.4-9 和图 7.5.4-10，界址点坐标见表 7.5.4-1 和表 7.5.4-2。

a) 宗海位置图的绘制方法

宗海位置图图式采用 GB 12319-1998，2000 国家大地坐标系，深度.....米.....理论最低潮面，高程.....米.....1985 年国家高程基准，比例尺为 1:150000。将上述图件作为宗海位置图的底图，根据海图上附载的方格网经纬度坐标，将用海位置叠加之上述图件中，并填上《海籍调查规范》上要求的其他海籍要素，形成宗海位置图，见图 7.5.4-7。

b) 宗海平面图的绘制方法

利用委托方提供的项目平面布置图及数字化地形图作为宗海平面图的基础数据，形成有地形图及用海布置图等为底图，以用海界线形成不同颜色区分的用海区域。

c) 宗海界址图的绘制方法

利用委托方提供的项目平面布置图及数字化地形图作为宗海平面图的基础数据，矢量化地形图作为宗海界址图的底图，根据《海籍调查规范》《宗海图编绘技术规范》对宗海和宗海内部单元的界定原则，形成不同用海单元的界址范围。

图 7.5.4-7 项目宗海位置图（此内容不公开）

图 7.5.4-8 项目宗海平面图（此内容不公开）

图 7.5.4-9 项目宗海界址图（水文动力修复一）（此内容不公开）

图 7.5.4-10 项目宗海界址图（水文动力修复二）（此内容不公开）

表 7.5.4-1 项目宗海界址点续表 1（此内容不公开）（此内容不公开）

表 7.5.4-2 项目宗海界址点续表 2（此内容不公开）（此内容不公开）

7.5.5 用海面积量算的合理性分析

7.5.5.1 宗海界址点坐标计算

宗海界址点绘制属于高斯投影下的平面坐标，高斯投影平面坐标转化为大地坐标（经纬度）即运用了高斯反算过程所使用的高斯反算公式算出。根据数字化宗海平面图上所载的界址点 CGCS2000 大地坐标系，利用相关测量专业的坐标换算软件，输入必要的转换条件，自动将各界址点的平面坐标换算成以高斯投影、116°30'为中央子午线的 CGCS2000 大地坐标。

高斯投影反算公式：

$$l = \frac{1}{\cos B_f} \left(\frac{y}{N_f} \right) \left[1 - \frac{1}{6} (1 + 2t_f^2 + \eta_f^2) \left(\frac{y}{N_f} \right)^2 + \frac{1}{120} (5 + 28t_f^2 + 24t_f^4 + 6\eta_f^2 + 8\eta_f^2 t_f^2) \left(\frac{y}{N_f} \right)^4 \right]$$

$$B = B_f - \frac{t_f}{2M_f} y \left(\frac{y}{N_f} \right) \left[1 - \frac{1}{12} (5 + 3t_f^2 + \eta_f^2 - 9\eta_f^2 t_f^2) \left(\frac{y}{N_f} \right)^2 + \frac{1}{360} (61 + 90t_f^2 + 45t_f^4) \left(\frac{y}{N_f} \right)^4 \right]$$

7.5.5.2 宗海面积的计算方法

本次论证项目申请的用海面积，是按照《海籍调查规范》（HY/T124-2009），用坐标解析法计算的。面积计算采用如下公式：

$$S = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n x_i (y_{i+1} - y_{i-1})$$

式中：

S 为宗海面积（m²）；

x_i、y_i 为第 i 个界址点坐标（m）。

7.5.5.3 宗海面积的计算结果

经计算，本项目申请用海总面积为 96.3274 公顷。

7.5.6 减少海域使用面积的可能性

本项目属于海洋生态保护修复工程项目，项目旨在解决神泉湾及榕江口区域因围海养殖等人为活动导致的河口湿地萎缩、栖息地退化、生物多样性下降、岸线侵蚀等生态环境问题，项目水文动力修复工程经过优化调整后，缩减了该部分用海面积，体现了集约、节约用海的理念。本项目符合相关海洋工程等设计规范，总体布局已最大限度地减少用海的目标，用海面积根据上述设计方案要求进行界定，符合《海籍调查规范》，目前没有减少用海面积的可能性。

7.6 用海期限合理性分析

本项目申请用海期限为 1 年。

本项目为清淤工程，申请施工期用海，应以施工工期等作为依据，以法律法规的规定作为判断标准，分析项目申请的用海期限是否合理。

1. 《中华人民共和国海域使用管理法》

根据《中华人民共和国海域使用管理法》的规定：“海域使用权最高期限，按照下列用途确定：

- （1）养殖用海十五年；
- （2）拆船用海二十年；
- （3）旅游、娱乐用海二十五年；

- (4) 盐业、矿业用海三十年；
- (5) 公益事业用海四十年；
- (6) 港口、修造船厂等建设工程用海五十年。

本项目申请用海期限不超过最高申请用海期限。

2. 结构设计服务年限

本项目用海不涉及海上构筑物，根据工程的性质和设计要求，并无结构设计年限的限制。

3. 建设单位用海需求

根据《广东省揭阳市海洋生态保护修复工程项目工程可行性研究报告》（中交第一航务工程勘察设计院有限公司，2023年7月），清淤工程进度计划为6个月，结合施工准备期、台风天气等不可预见原因，为避免用海超期，适当延长清淤工程的施工用海期限，申请用海期限1年。

综合考虑《中华人民共和国海域使用管理法》规定，结合项目自身的特殊性
及建设单位用海需求，本项目申请施工期用海期限1年是合理的。

8 生态用海对策措施

根据《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），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》（HY/T 123-2009），本项目海域使用类型为其他用海（一级类）中的其他用海（二级类），用海方式为开放式（一级方式）中的专用航道、锚地及其他开放式（二级方式）。

根据前文第四章分析，工程实施可能产生的主要生态问题为海洋生物资源损失，针对问题，本节提出生态用海对策和生态保护修复措施。

8.1 生态用海对策

8.1.1 生态保护对策

8.1.1.1 设计阶段生态保护对策措施

（1）设计阶段清淤范围经严格论证，避让现状沙洲范围，保护现状芦苇生境。

（2）清淤底高程的设计充分考量了周边地形特征，确保与周边地形平顺衔接，以最大限度减少对周边地形的影响。

（3）清淤范围尽量远离自然岸线，避免对自然岸线造成影响。

8.1.1.2 施工期生态保护对策

（1）《自然资源部办公厅关于加强国土空间生态修复项目规范实施和监督管理的通知》（自然资办发〔2023〕10号）中指出“涉及滩涂高程或湿地微地貌改造的（含沙滩补沙、植被种植等），不得将潮间带、潮下带改造为潮上带。实施生态保护修复项目，不得违背自然规律，采用人工干预方式建设人造沙滩；不得改变自然岸线的海岸形态和生态功能；人工岸线生态化建设应尽量达到生态恢复岸线的认定标准。”项目所涉及工程内容严格按照上述管控要求实施。

（2）尽量采用对底泥搅动较小的机械进行清淤，减少悬浮物的污染影响。

（3）采取减少超挖土方量、选择清淤作业季节及作业周期等措施，减少施工悬浮泥沙扩散。合理选择施工作业时间，避免在大风情况下施工，应尽量选在

低潮位和流速小的时间进行，以减小悬浮泥沙影响的范围。

(4) 加强操作技术管理，防止淤泥的溢出及泄漏；恶劣气象条件禁止挖泥作业。

(5) 严格遵守施工顺序，减少对海域的污染，在清淤过程中应实施悬浮物监控计划，发现问题及时采取措施。

(6) 做好施工设备的日常检查维修，重点对水力冲挖机组的连接部件进行检查，防止断裂造成污染事故。

(7) 施工应当注意避开休渔季节、主要经济鱼类洄游产卵季节。清淤作业尽量避免对海洋生物，特别是底栖生物的扰动。

(8) 施工期禁止随意在施工场区排放生活污水。加强施工管理，禁止随意在海域排放各类污水。

(9) 施工单位应对施工机械进行管理，严禁带“病”作业，防止发生机油泄漏事故。

(10) 生活污水、施工机械油污水，由具有相应资质的单位统一收集后处理，不向海域排放。

8.1.1.3 运营期生态保护对策

本项目为生态修复工程，项目实施后自身不会产生污染物。

8.1.2 生态跟踪监测

根据第4章资源生态影响分析结果，结合相关管理要求，并参照《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》提出生态跟踪监测方案，建设单位必须定期委托有资质的环境监测部门对项目进行生态跟踪监测，并提交具计量认证的跟踪监测分析测试报告，为主管部门对该项目进行生态环境监管提供技术依据，避免因工程建设和环境污染造成的纠纷和损害。

(1) 站位布设与监测内容

本项目为生态修复项目，申请施工期用海，因此重点在施工期对海洋环境质量和地形地貌进行跟踪监测，在营运期对湾内海域地形地貌进行跟踪监测。为与评价中的现状调查具有可比性，施工期海洋环境监测范围从环境现状调查站位中选取，站位布设如图8.1.2-1所示，坐标见表8.1.2-1。监测过程中可视情况做适

当的调整。

表 8.1.2-1 施工期海洋环境监测站位表

站位	东经E	北纬N	观测项目
SQ01			水质、生物生态、生物资源
SQ02			水质
SQ03			水质、沉积物、生物生态、生物资源
SQ05			水质、沉积物、生物生态、生物资源
SQ06			水质、生物生态、生物资源
SQ11			水质、沉积物、生物生态、生物资源
SQC01			潮间带生物、沉积物

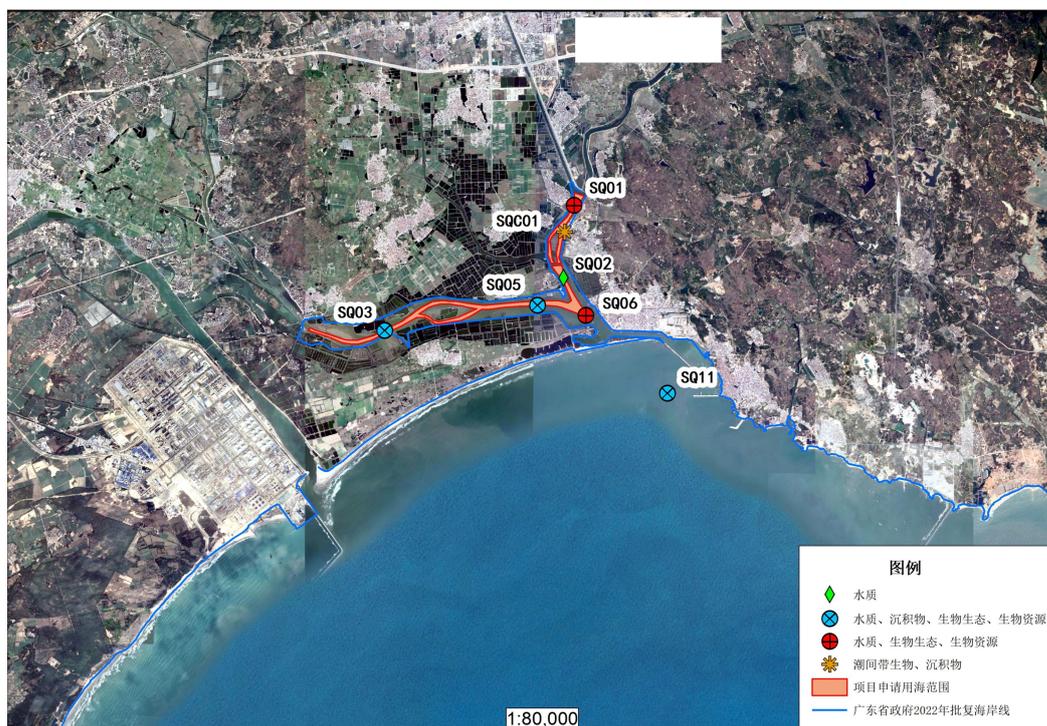


图 8.1.2-1 跟踪监测站位图

(2) 检测项目及方法

水质监测因子：pH 值、无机氮、活性磷酸盐、铜、铅、锌、镉、石油类、悬浮物、COD 等；

沉积物监测因子：有机碳、铜、铅、镉、锌、铬、总汞、石油类等；

生物资源：石油烃、铬、铜、锌、砷、镉、铅、汞等；

海洋生态监测因子：叶绿素 a 和初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物、鱼卵仔鱼、游泳动物。

地形地貌：以工程外扩边界 2km 的海域，测量比例按照 1: 5000；2km-15km 的海域，测量图比例尺按照 1: 10000。

各监测项目的具体采样及监测分析按照《海洋调查规范》和《海洋监测规范》的要求进行。

(3) 监测时间与频率

水质：施工中期进行一次监测，建议季节与现状监测季节（春季）一致。施工结束后进行一次后评估监测。

沉积物：施工中期进行一次监测，建议季节与现状监测季节（春季）一致。施工结束后进行一次后评估监测。

生物质量、海洋生态：施工中期进行一次大潮期的监测，建议季节与现状监测季节（春季）一致。施工结束后一年内进行一次后评估监测。

地形地貌监测时间及频次：工程施工期和运营期个开展 1 次。

8.2 生态保护修复措施

本项目建设造成的主要生态问题为海洋生物资源损失。项目建设造成潮间带生物直接损失量为 31.9t，造成底栖生物直接损失量为 5.8t，造成渔业资源直接损失量为：游泳生物 1.14t，鱼卵 2.37×10^7 粒，仔鱼 3.6×10^6 尾。项目为生态修复工程，项目通过滨海湿地恢复、纳潮通道清淤、生态环境改善、自然沙滩修复、盐沼和红树林植被种植、防护林补植等措施，逐步恢复河口-海湾-海岸的生态系统，可有效弥补施工活动对海洋生态环境造成的影响，整体上改善区域海洋生态功能并促进生物资源恢复。这些措施有效弥补了施工活动对海洋生态环境造成的负面影响，显著提升了区域海洋生态系统的服务功能。工程实施后，不仅改善了水域连通性和海岸带栖息地质量，还促进了底栖生物、鱼类等海洋生物资源的自然恢复，形成了良性循环的海洋生态系统。基于项目已采取的综合性生态修复措施及其显著成效，本工程已实现对海洋生态环境的全面保护和有效修复，因此本报告不再提出生态保护修复措施。

9 结论

9.1 项目用海基本情况

广东省揭阳市海洋生态保护修复工程项目针对修复区域面临的围海养殖占用河口湿地、河口栖息地生态破坏严重、砂质岸滩侵蚀后退、红树林栖息空间遭到侵占等生态系统主要问题，针对性地开展河口生态空间恢复工程、滨海栖息地生态营造工程、砂质岸线生态减灾工程、滩涂生态空间恢复工程、红树林生态系统修复工程。

《自然资源部办公厅关于加强国土空间生态修复项目规范实施和监督管理的通知》（自然资办发〔2023〕10号）指出“需要种植植被、互花米草清理、进行沙滩人工补沙等无构筑物、建筑物或设施建设的非排他性用海活动，以及拆除养殖池、构筑物等不足三个月的临时施工行为工程措施，依法依规无需办理海域使用审批手续、临时海域使用手续或无居民海岛开发利用审批手续”“海洋生态保护修复项目中的海堤（含镇压层）、突堤、离岸堤（含潜堤）、栈桥、围堰（含临时围堰）等构筑物建设，人工鱼礁、牡蛎附着礁等礁体投放、**清淤疏浚及其他涉及持续使用特定海域的排他性工程措施用海，在实施前应当依法依规办理海域使用审批手续或临时海域使用手续**”，广东省揭阳市海洋生态保护修复工程项目中国海养殖拆除时间不足三个月；岸滩和水面垃圾清理、盐沼植被种植、红树林种植和原生砂质岸线补沙等不涉及构筑物、建筑物或设施建设的非排他性用海活动，无需办理海域审批手续，仅水文动力修复工程内容需申请用海。

根据《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），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》（HY/T 123-2009），本项目海域使用类型为其他用海（一级类）中的其他用海（二级类），用海方式为开放式（一级方式）中的专用航道、锚地及其他开放式（二级方式）。

根据《海籍调查规范》（HY/T 124-2009），确定本项目需申请用海范围。本项目拟申请用海总面积 96.3274 公顷，用海方式为专用航道、锚地及其他开放式，申请用海期限为 1 年。

本项目申请用海范围不占用岸线。

9.2 项目用海必要性结论

广东省揭阳市海洋生态保护修复工程项目聚焦揭阳市入海口的海洋生态系统功能提升，开展“一湾两带”区域的生态修复，采用科学的滨海湿地恢复、纳潮通道清淤、生态环境改善、自然沙滩修复、盐沼和红树林植被种植、防护林补植等措施，逐步恢复河口-海湾-海岸的生态系统，提升海岸带的防灾减灾功能，实现海岸带区域生态功能、减灾防灾能力协同增效，增强海岸带的可持续发展能力。项目建设是必要的。

项目水文动力修复工程主要是对神泉湾的纳潮通道进行清淤疏通，工程实施后，神泉湾内流场相对更为均一，湾内各区域流速趋于稳定，潮流将长期围海养殖积累的大量污染物交换到湾外，将显著提升海湾生态环境，减缓海湾淤积，恢复海湾自然肌理，提升海湾各生态系统之间的协调稳定性，增加海湾生物多样性。因此，对纳潮通道进行清淤是必要且急迫的，有利于提高神泉湾水体交换能力。根据《自然资源部办公厅关于加强国土空间生态修复项目规范实施和监督管理的通知》（自然资办发〔2023〕10号），海洋生态保护修复项目中纳潮通道的清淤工程，在实施前应当办理海域使用手续，因此，项目水文动力修复的纳潮通道用海是必要的。

9.3 项目用海资源生态影响分析结论

（1）对水动力的影响

本项目建设完成后，在涨急时刻，工程区域附近流速变化量为 $-0.014\sim 0.005\text{m/s}$ ，流向变化量为 $-3.42\sim 1.78^\circ$ 。在落急时刻，工程区域附近流速变化量为 $-0.004\sim 0.010\text{m/s}$ ，流向变化量为 $-11.80\sim 18.13^\circ$ 。总体上看，本项目工程实施造成的水动力环境的影响主要集中在工程周边800m范围内水域，对神泉湾外的水动力的影响有限。项目实施后使得水体交换能力有所增强，纳潮量相比项目实施前有所增加，增加幅度为0.23%。

（2）对地形地貌与冲淤的影响

根据数值模拟结果，清淤后水深增加会导致附近流速减缓，主要产生 $0.5\sim 1.0\text{m/a}$ 左右的淤积，最大淤积幅度为 1.47m/a ，淤积较大区域主要位于龙江

中部区域和雷岭河沙洲区域，其余区域影响程度有限。

(3) 对水质和沉积物的影响

根据数值模拟结果，施工引起的悬沙扩散范围主要在工程区附近输移扩散，施工扩散悬沙浓度大于 10mg/L 包络面积 3.008km²；大于 20mg/L 包络面积为 2.770km²；大于 50mg/L 包络面积为 2.462km²；大于 100mg/L 包络面积 2.168km²。施工悬沙影响时间基本为施工期，施工期结束后其影响会逐渐消失，不会对海洋水质环境和沉积物环境产生较大的不利影响。

(4) 对海洋生物的影响

项目水文动力修复建设造成潮间带生物直接损失量为 31.9t，造成底栖生物直接损失量为 5.8t，造成渔业资源直接损失量为：游泳生物 1.14t，鱼卵 2.37×10^7 粒，仔鱼 3.6×10^6 尾。项目为生态修复工程，项目通过滨海湿地恢复、纳潮通道清淤、生态环境改善、自然沙滩修复、盐沼和红树林植被种植、防护林补植等措施，逐步恢复河口-海湾-海岸的生态系统，可有效弥补施工活动对海洋生态环境造成的影响，整体上改善区域海洋生态功能并促进生物资源恢复。

(5) 对其他资源的影响

根据论证范围内岛礁资源分布情况，与项目距离较近的非居民海岛为东西湖礁。本项目不占用岛礁且有一段距离，项目清淤影响不会对岛礁造成影响。项目不会对所在的人工岸线造成影响，项目清淤范围距离自然岸线较远，根据地形地貌与冲淤环境影响预测，清淤完成后不会影响到神泉港内的自然岸线，因此，项目建设基本不会对渔港内的海岸线造成影响，不会影响其生态功能和岸线自然属性。

9.4 海域开发利用协调分析结论

本项目所在及周边海域开发利用活动主要为现状养殖、现状防波堤、航道、航路、锚地、中委广东石化 2000 万吨/年重油加工工程调整用海、惠来县神泉示范性渔港建设项目等。经界定，利益相关者为（此内容不公开）；本项目需协调部门为（此内容不公开）。

项目在取得上述利益相关者和协调部门的同意意见函后方可开工建设。通过严密、科学的施工组织和合理的生产调度，把工程安全、施工安全放在首位，做好施工作业的安全管理工作等措施，在做好利益相关者协调沟通，并听从协调部

门的协调安排的前提下，本项目与周边海域开发活动是可协调的。

9.5 国土空间规划符合性分析结论

项目水文动力修复工程用海范围位于《广东省国土空间规划(2021-2035年)》的海洋开发利用空间，位于《广东省国土空间生态修复规划(2021-2035年)》的靖海湾砂质海岸-防护林保护修复单元；项目不涉及《揭阳市国土空间总体规划(2021-2035)》生态保护区和生态控制区，位于《惠来县国土空间总体规划(2021-2035年)》海洋发展空间的游憩用海区，项目建设符合各级国土空间规划文件要求。

项目位于《广东省海岸带及海洋空间规划(2021-2035年)》的粤东新城游憩用海区，项目建设符合所在功能区的管控要求，项目不占用生态保护红线，符合生态保护红线的要求。

项目符合《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》《广东省自然资源保护与开发“十四五”规划》《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》《广东省海洋经济发展“十四五”规划》以及《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》等省、市相关规划的要求。

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，项目为生态修复工程，项目通过滨海湿地恢复、纳潮通道清淤、生态环境改善、自然沙滩修复、盐沼和红树林植被种植、防护林补植等措施，逐步恢复河口-海湾-海岸的生态系统，可有效弥补施工活动对海洋生态环境造成的影响，整体上改善区域海洋生态功能并促进生物资源恢复。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。

项目平面布置方案体现了集约、节约用海的原则，项目建设对水文动力环境、冲淤环境的影响不大，有利于生态和环境保护，项目的平面布置是合理的。

本项目用海方式充分考虑了工程的特点和工程建设的特殊要求、工程区域内的自然资源与环境条件、地质、地形条件、建设目标，是与区域自然条件及项目

建设要求相适应的。在此自然环境条件和社会经济条件下，结合项目所在海域的开发利用现状和发展规划，确定了本项目的用海方式。因此，本项目采用的用海方式是合理的。

本项目用海面积为 96.3274 公顷，项目用海面积是根据相关设计标准和规范提出，用海面积满足用海需求，项目申请用海面积按照《海籍调查规范》和《海域使用面积测量规范》，依据项目建设的规模等指标，满足了工程实施的要求，项目用海面积是合理的。

本项目申请用海 1 年，项目的用海期限符合《中华人民共和国海域使用管理法》的规定，用海期限是合理的。

9.7 项目用海可行性分析结论

项目水文动力修复工程实施后，可提高神泉湾水体交换能力，流场相对更为均一，湾内各区域流速趋于稳定，潮流将长期围海养殖积累的大量污染物交换到湾外，将显著提升海湾生态环境，减缓海湾淤积，恢复海湾自然肌理，提升海湾各生态系统之间的协调稳定性，增加海湾生物多样性。因此，项目水文动力修复建设和用海是必要的。项目与周边开发利用活动是可协调的，与所在国土空间规划、海岸带及海洋空间规划的要求均相符，项目不占用生态保护红线。项目选址、用海方式、用海平面布置、用海面积和用海期限是合理的。

综上，在严格按照本报告中提出的要求，做好海域环境的保护工作的前提下，从海域使用角度出发，本项目用海是可行的。