

廉江市龙营围白沙水闸重建工程
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

二〇二六年六月

关于《廉江市龙营围白沙水闸重建工程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,我司对《廉江市龙营围白沙水闸重建工程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生物种类名录、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

2026年6月15日



论证报告编制信用信息表

论证报告编号	4408812026001167		
论证报告所属项目名称	廉江市龙营围白沙水闸重建工程		
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
		论证项目负责人	
		1. 概述	
		2. 项目用海基本情况	
		5. 海域开发利用协调分析	
		7. 项目用海合理性分析	
		9. 结论	
		10. 报告其他内容	
		6. 国土空间规划符合性分析	
		3. 项目所在海域概况	
		8. 生态用海对策措施	
		4. 资源生态影响分析	
<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> <p style="text-align: right;">2026年6月15日</p>			

项目基本情况表

项目名称	廉江市龙营围白沙水闸重建工程			
项目地址	广东省湛江市廉江市营仔镇西南侧附近海域			
项目性质	公益性 (√)	经营性 ()		
用海面积	主体工程 1.5591 公顷 施工工程 1.5842 公顷	投资金额	██████████	
用海期限	主体工程 40 年 施工工程 2 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	特殊用海中的海岸防护 工程用海/特殊用海中的 海洋保护修复及海岸防 护工程用海		新增岸线	0 m
用海方式	面积/公顷		具体用途	
非透水构筑物	1.3052		翼墙、堤岸等	
透水构筑物	0.2539		水闸主体	
非透水构筑物	1.5781		施工围堰	
透水构筑物	0.0061		施工期纳潮涵闸	
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	7
1.2.1 法律法规	7
1.2.2 相关规划	9
1.2.3 标准规范	10
1.2.4 项目基础资料	11
1.3 论证等级和范围	12
1.3.1 论证等级	12
1.3.2 论证范围	13
1.4 论证重点	14
2 项目用海基本情况	15
2.1 项目建设内容	15
2.2 平面布置和主要结构、尺度	16
2.2.1 总平面布置	16
2.2.2 主体工程平面布置和主要结构、尺度	21
2.2.3 施工工程平面布置和主要结构、尺度	41
2.3 项目主要施工工艺和方法	48
2.3.1 施工方案	48
2.3.2 施工方法	48
2.3.3 施工交通、物料来源	51
2.3.4 施工机械设备	52
2.3.5 土石方平衡方案	53
2.3.6 施工进度计划	53
2.4 项目用海需求	55
2.4.1 项目用海需求情况	55
2.4.2 项目申请用海情况	56

2.5	项目用海必要性	58
2.5.1	项目建设必要性	58
2.5.2	项目用海必要性	68
3	项目所在海域概况	70
3.1	海洋资源概况	70
3.1.1	海岸线资源	70
3.1.2	滩涂资源	70
3.1.3	岛礁资源	70
3.1.4	港口资源	71
3.1.5	渔业资源	72
3.1.6	矿产资源	82
3.1.7	旅游资源	82
3.2	海洋生态概况	83
3.2.1	区域气候与气象	83
3.2.2	水文动力	84
3.2.3	海域地形地貌与冲淤状况	113
3.2.4	工程地质	114
3.2.5	海洋自然灾害	123
3.2.6	海洋水质现状调查与评价	125
3.2.7	海洋沉积物质量现状调查与评价	135
3.2.8	海洋生物质量现状调查与评价	138
3.2.9	海洋生态现状	142
3.2.10	自然保护区、重要湿地	156
3.2.11	珍稀海洋生物	159
3.2.12	红树林资源	163
3.2.13	“三场一通道”分布情况	171
4	资源生态影响分析	176
4.1	生态评估	176
4.1.1	资源生态敏感目标	176

4.1.2	重点和关键预测因子	180
4.1.3	用海方案工况设计	180
4.1.4	水动力影响预测对比分析	185
4.1.5	地形地貌与冲淤影响预测对比分析	204
4.1.6	水质影响预测对比分析	208
4.1.7	用海方案推选	217
4.2	资源影响分析	219
4.2.1	对岸线及海洋空间资源的影响	219
4.2.2	对海洋生物资源的影响	220
4.3	生态影响分析	223
4.3.1	对水文动力环境影响	223
4.3.2	对地形地貌冲淤环境影响	223
4.3.3	对水质环境的影响	224
4.3.4	对沉积物的影响	224
4.3.5	对海洋生物的影响	225
4.3.6	对红树林的影响	229
4.3.7	生态跟踪监测指标合理影响范围	231
5	海域开发利用协调分析	232
5.1	海域开发利用现状	232
5.1.1	社会经济概况	232
5.1.2	海域使用现状	237
5.1.3	海域使用权属现状	237
5.2	项目用海对海域开发活动的影响	237
5.2.1	对养殖围塘的影响	238
5.2.2	对开放式养殖的影响	238
5.2.3	对渔港项目的影响	239
5.2.4	对生态修复项目的影响	239
5.2.5	对现状红树林的影响	239
5.2.6	对现状水闸的影响	240

5.2.7	对自然保护区、重要湿地的影响	240
5.2.8	对现状海堤的影响	241
5.3	利益相关者界定	241
5.4	需协调部门界定	242
5.5	相关利益协调分析	242
5.6	项目用海与国防安全、国家海洋权益的协调性分析	242
5.6.1	与国防安全和军事活动的协调性分析	242
5.6.2	与国家海洋权益的协调性分析	242
6	国土空间规划符合性分析	243
7	项目用海合理性分析	244
7.1	用海选址合理性分析	244
7.1.1	与自然资源和海洋生态条件适宜性	244
7.1.2	与区位和社会条件的适宜性	246
7.1.3	与周边海域开发活动的适宜性	246
7.1.4	与海洋产业协调发展适宜性	247
7.2	用海平面布置合理性分析	247
7.2.1	平面布置比选	247
7.2.2	是否体现节约集约用海的原则	253
7.2.3	是否有利于生态和环境保护，并已避让生态敏感目标	253
7.2.4	能否最大程度地减少对水文动力环境、冲淤环境的影响	253
7.2.5	能否最大程度地减少对周边其他用海活动的影响	254
7.3	用海方式合理性分析	254
7.3.1	用海方式唯一性说明	254
7.3.2	用海方式是否遵循尽最大可能不填海和少填海、不采用非透水构筑物，尽可能采用透水式、开放式的用海原则	255
7.3.3	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	256
7.3.4	能否最大程度地减少对区域海域生态系统的影响	256
7.3.5	能否最大程度地减少对水文动力环境和冲淤环境的影响	256

7.4 占用岸线合理性分析	257
7.5 用海面积合理性分析	258
7.5.1 项目用海面积合理性	258
7.5.2 宗海图绘制	263
7.5.3 项目用海面积量算	270
7.6 立体设权合理性分析	286
7.6.1 立体设权范围	286
7.6.2 立体设权必要性分析	286
7.6.3 立体设权可行性分析	287
7.6.4 立体空间布置的合理性	288
7.7 用海期限合理性分析	288
8 生态用海对策措施	290
8.1 生态用海对策	290
8.1.1 生态保护对策	290
8.1.2 生态跟踪监测	295
8.2 生态保护修复措施	296
8.2.1 生态修复目标	297
8.2.2 生态修复内容（增殖放流）	297
8.2.3 生态保护修复实施效果监测	299
9 结论	300
9.1 项目用海基本情况	300
9.2 项目用海必要性结论	301
9.3 资源生态影响分析结论	301
9.4 海域开发利用协调分析结论	302
9.5 国土空间规划符合性分析结论	302
9.6 项目用海合理性分析结论	302
9.7 项目用海可行性结论	303

摘要

一、项目用海基本情况

本工程廉江市龙营围白沙水闸重建工程，用海申请单位为廉江市龙营围工程管理处。建设内容是拆除重建白沙水闸，采用4孔一联结构，共1联，总净宽14.0m，水闸由内涌至外海共长131.10m，并在闸室段上部设工作桥及交通桥，建设水文观测设施，按规定加固内涌引堤、左右两岸连接堤，增设下游导流堤，对内涌外海冲坑进行处理等。水闸设计校核洪水标准为50年一遇，水闸工程等级为III等，水闸工程设计的合理使用年限为50年，永久建筑物的合理使用年限为50年。

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特殊用海（一级类）中的海岸防护工程用海（二级类），用海方式为构筑物（一级方式）中的非透水构筑物（二级方式）和透水构筑物（二级方式）。

本项目用海内容包括主体工程 and 施工工程，其中主体工程申请用海面积1.5591公顷，包括水闸主体0.2539公顷（用海方式为透水构筑物），翼墙、堤岸等1.3052公顷（用海方式为非透水构筑物）；施工工程申请用海面积1.5842公顷，包括施工围堰1.5781公顷（用海方式为非透水构筑物，其中0.2539公顷与主体工程透水构筑物用海范围重叠），施工期纳潮涵闸0.0061公顷（用海方式为透水构筑物）。

根据《广东省海域使用权立体分层设权宗海范围界定及宗海图编绘技术规范（试行）》相关要求，对本项目用海进行立体确权，立体空间设权根据结构空间范围确定，水闸主体用海空间层为底土、海床、水体和水面，立体设权高程范围为-11.0m~16.4m（1985国家高程基准）；翼墙、堤岸等用海空间层为底土、海床、水体和水面，立体设权高程范围为-11.0m~11.3m（1985国家高程基准）；施工围堰用海空间层为底土、海床、水体和水面，立体设权高程范围为-6.0m~5.5m（1985国家高程基准）；施工期纳潮涵闸用海空间层为底土、海床、水体和水面，立体设权高程范围为-1.8m~6.2m（1985国家高程基准）。

本项目主体工程（水闸主体和翼墙、堤岸等）申请用海期限为 40 年，施工工程（施工围堰和施工期纳潮涵闸）申请用海期限为 2 年。针对主体工程（透水构筑物）与施工工程（非透水构筑物）用海范围重叠部分，前 2 年按照施工期工程非透水构筑物用海方式确权，施工期届满后按照主体工程透水构筑物用海方式确权。

二、占用岸线情况

根据广东省政府 2022 年批复岸线，本项目距离岸线最近约 1.4km，不占用岸线，无需落实岸线占补。

三、用海必要性

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属于“鼓励类二、水利 3.防洪提升工程”。旧白沙水闸建成于 20 世纪 80 年代，闸址处于廉江市龙营围海堤东侧，水闸运用频率较高，发挥了巨大的作用，有效地保障了围内居民生产生活。水闸经过长年累月的运行，已疲惫不堪，出现多种不利于工程安全运行的现象。水闸存在安全隐患较多，诸如混凝土强度不足、渗漏严重、机电设备不能运行等，上述不利因素，影响了工程的安全及其正常运行。水闸的重建将消除各种各样威胁工程的不利因素，使工程能够安全地运行，保障了龙营围海堤围内渔业和相关产业的稳步发展。项目建设是必要的。

本项目拆除旧水闸，原址重建白沙水闸，提升区域防洪（潮）排涝标准，由于原水闸年代久远，未取得海域使用权证，根据广东省政府 2022 年批复海岸线，水闸位于廉江市营仔镇西南侧附近海域，因此，项目用海是必要的。

四、规划符合性

本项目位于《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》中“安铺港渔业用海区”，项目用海符合《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》《湛江市国土空间总体规划（2021-2035）》《廉江市国土空间总体规划（2021-2035）》以及《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》等各级国土空间规划文件要求。

项目不涉及“三区三线”中的生态保护红线，项目符合《广东省国民经济和社会发展第十五个五年规划纲要》《广东省自然资源保护与开发“十四五”规划》《广东省海洋经济发展“十四五”规划》以及《湛江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。

五、利益相关者协调情况

本项目所在海域的开发利用活动主要有养殖围塘、开放式养殖、渔港项目、生态修复项目、现状红树林、现状水闸及海堤、自然保护区、重要湿地等。受本项目建设可能影响的用海活动为养殖围塘、现状养殖，利益相关者为（此内容不公开），协调部门为（此内容不公开）。

六、资源生态影响及生态保护修复措施

（1）生态影响分析

根据数值模拟结果，本项目施工围堰实施造成的水动力环境的影响主要集中在施工围堰周边 1000m 范围内水域。水闸重建后对水动力环境的影响主要集中在工程周边 1000m 范围内水域。

根据数值模拟结果，围堰实施后，围堰左右两侧淤积厚度在 0.01~0.20m/a 之间，最大淤积出现在围堰左右两侧水域，淤积厚度为 0.18m/a；围堰外向海一侧水域冲刷深度大都在 0.10m/以下；最大冲刷出现在围堰外向海一侧水域，冲刷深度为 0.20m/a。水闸拆除重建后，运营期工程左右两侧淤积厚度在 0.01~0.10m/a 之间，最大淤积出现工程左右两侧水域，淤积达到 0.18m/a；根据水闸运行调度情况，当上游闸上水位高于外海水位，需要开闸排水防止形成内涝，拟建水闸闸前至水闸口冲刷深度在 0.60m/a 左右。开闸状态下冲刷影响主要集中在水闸工程范围内。

项目施工期产生的悬沙浓度大于 10mg/L 的水域面积为 0.0593km²。围堰拆除，悬沙浓度大于 10mg/L 的水域面积为 0.1163km²。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）资源影响分析

本项目建设造成潮间带生物直接损失量为 711.02kg，底栖生物直接损失量为 225.8kg，游泳生物直接损失量为 2.59kg，鱼卵直接损失量为 1.19×10⁵ 粒，仔鱼直接损失量为 6.47×10³ 粒。

项目用海对岸线其他海洋资源基本没有影响。

（3）生态保护修复措施

本项目建设将造成海洋生物损失，为缓解和减轻项目建设对海洋生态环境的

不利影响,并结合项目周边海域状况,本项目拟通过增殖放流措施进行生态修复。

七、项目用海合理性

本工程位于廉江市营仔镇西南侧附近海域。各项外部条件均能满足本项目的需要,项目所处区位社会经济条件可以满足项目建设和运营的要求。项目选址区的地质条件、水动力条件、水深条件、地形地貌与冲淤环境等均适宜项目建设的需要。项目选址与周边海域开发活动具有较好的协调性。

本项目为水闸拆除重建项目,通过对比2种施工围堰方案对水动力、地形地貌与冲淤环境、水质和沉积物环境、生态环境影响以及占用海域资源等因素,选择占用海域面积较少,对资源生态影响相对较小的方案一,用海平面布置合理。

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。

项目申请用海面积满足项目用海需求,符合有关行业的设计规范,宗海界址点的界定和宗海面积的量算符合《海籍调查规范》(HY/T 124-2009)等相关规范要求。

本项目主体工程(水闸主体和翼墙、堤岸等)申请用海期限为40年,施工工程(施工围堰和施工期纳潮涵闸)申请用海期限为2年。针对主体工程(透水构筑物)与施工工程(非透水构筑物)用海范围重叠部分,前2年按照施工期工程非透水构筑物用海方式确权,施工期届满后按照主体工程透水构筑物用海方式确权。项目用海期限合理。

综合考虑项目所在地的海域自然条件、环境、资源情况,区域社会、经济等各种因素,本项目选址合理,平面布置、用海方式、用海面积和用海期限合理。

八、项目用海可行性结论

廉江市龙营围白沙水闸重建工程的重建将消除各种各样威胁工程的不利因素,使工程能够安全地运行,保障龙营围海堤围内渔业和相关产业的稳步发展,项目建设和用海是必要的,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，在严格按照本报告书中提出的要求，从海域使用角度出发，本项目用海是可行的。

1 概述

1.1 论证工作来由

白沙水闸临北部湾，地处东经 $109^{\circ} 53' 52.43''$ ，北纬 $21^{\circ} 27' 12.88''$ 。闸址处于廉江市龙营围海堤东侧，海堤东起营仔镇政府西侧，西为车板镇沙仔路村，白沙水闸桩号 4+416（营仔镇政府侧桥起为 0+000）。白沙水闸和龙营围海堤、名教水闸、良垌水闸、龙兴水闸、龙湾水闸及息安水闸共同捍卫车板镇、营仔镇面积 3.80 万亩，其中耕地 1.44 万亩，水产养殖 2.36 万亩，捍卫人口 2.60 万人，围内土地平坦、肥沃、卤淡水源充足，是廉江市粮食、水产养殖的主要生产基地之一，本工程的主要任务是纳潮、挡潮、排涝、防洪，使其能充分发挥功能，造福当地居民。

白沙水闸最初由原廉江县水电局组织建设，于 1986 年 10 月建成，鉴于当时的水利工程建设情况，没有按基建程序进行，在没有翔实的地质勘察资料，没有多方案论证的情况下，实行边设计、边施工、边修改的方法进行；并且由于当时社会生产力落后，建设材料、施工机械缺乏，多数工序施工均靠人工进行，施工质量相对较差。2021 年 12 月，廉江市龙营围工程管理处委托惠州市华禹水利水电工程勘测设计有限公司对白沙水闸进行了安全鉴定，根据鉴定结果，廉江市白沙水闸的过水能力、渗流稳定性、结构强度、消能防冲、金属结构等均无法达到现行规范的要求，运行指标无法达到设计标准，工程存在严重安全问题，需降低标准运行或者报废重建，对该水闸评定为四类，水闸必须进行重建。

廉江市龙营围白沙水闸重建工程（以下简称“本项目”）建设内容是拆除旧水闸，原址重建白沙水闸，采用 4 孔一联结构，共 1 联，总净宽 14.0m，水闸由内涌至外海共长 131.1m，并在闸室段上部设工作桥及交通桥，建设水文观测设施，按规定加国内涌引堤、左右两岸连接堤，增设下游导流堤，对内涌外海冲坑进行处理等。水闸设计校核洪水标准为 50 年一遇，水闸工程等别为 III 等，主要建筑物级别为 3 级，次要建筑物级别为 4 级。

根据《中华人民共和国海域使用管理法》的规定，在中华人民共和国内水、领海持续使用特定海域三个月以上的排他性用海活动，必须依法取得海域使用权。受廉江市龙营围工程管理处委托，广东海兰图环境技术研究有限公司（以下简称

“我公司”）承担本项目的海域使用论证工作。我公司接受委托后，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，结合工程具体情况和所在海区的国土空间规划以及海洋环境特征，根据《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）等的要求编制完成《廉江市龙营围白沙水闸重建工程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

（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）《中华人民共和国渔业法》（全国人民代表大会常务委员会，中华人民共和国主席令第三十四号，2025年12月27日修订）；

（10）《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）；

（11）《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）；

(12) 《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）；

(13) 《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）；

(14) 《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）；

(15) 《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）；

(16) 《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）；

(17) 《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的通知》（自然资发〔2026〕38 号，2026 年 3 月 5 日）；

(18) 《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）；

(19) 《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）；

(20) 《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）；

(21) 《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）；

(22) 《关于印发〈调整海域·无居民海岛使用金征收标准〉的通知》（财综〔2018〕15 号，2018 年 3 月 13 日）；

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

(24) 《自然资源部关于探索推进海域立体分层设权工作的通知》（自然资规〔2023〕8 号，2023 年 11 月 13 日）；

(25) 《广东省自然资源厅关于推进海域使用权立体分层设权的通知》（粤自然资规字〔2023〕5 号，2023 年 9 月 18 日）；

(26) 《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)；

(27) 《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)；

(28) 《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)；

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

(30) 《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)；

(31) 《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)；

(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)。

1.2.2 相关规划

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

(2) 《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)；

(3) 《广东省自然资源保护与开发“十四五”规划》(2021年11月3日)；

(4) 《广东省海洋经济发展“十四五”规划》(2021年9月)；

(5) 《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)；

(6) 《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；

(7) 《广东省水利发展“十四五”规划》(粤府办〔2021〕29号, 2021

年9月16日)；

(8) 《广东省国民经济和社会发展第十五个五年规划纲要》(粤府〔2026〕24号, 2026年3月26日)；

(9) 《广东省人民政府关于〈湛江市国土空间总体规划(2021-2035年)〉的批复》(粤府函〔2023〕248号, 2023年10月12日)；

(10) 《湛江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》(湛府〔2021〕36号, 2021年8月7日)；

(11) 《湛江市水利改革发展“十四五”规划》(湛府办〔2022〕14号, 2022年5月18日)；

(12) 《廉江市国土空间总体规划(2021-2035年)》(廉府函〔2025〕60号, 2025年2月27日)。

1.2.3 标准规范

(1) 《海域使用论证技术导则》(GB/T 42361-2023)；

(2) 《海域使用分类》(HY/T 123-2009)；

(3) 《海籍调查规范》(HY/T 124-2009)；

(4) 《宗海图编绘技术规范》(HY/T 251-2018)；

(5) 《海水水质标准》(GB 3097-1997)；

(6) 《中国海图图式》(GB 12319-2022)；

(7) 《海洋监测规范》(GB 17378-2007)；

(8) 《海洋生物质量》(GB 18421-2001)；

(9) 《海洋沉积物质量》(GB 18668-2002)；

(10) 《海洋调查规范》(GB/T 12763-2007, 其中第3部分为GB/T 12763.3-2020)；

(11) 《海洋工程地形测量规范》(GB/T 17501-2017)；

(12) 《全球定位系统(GNSS)测量规范》(GB/T 18314-2024)；

(13) 《海港总体设计规范》(JTS 165-2013)(含2025年局部修订)；

(14) 《海域使用面积测量规范》(HY/T 070-2022)；

(15) 《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)；

- (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) 《水闸安全评价导则》（SL/T 214-2015）；
- (18) 《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL 252-2017）；
- (19) 《水闸设计规范》（SL/T 265-2016）；
- (20) 《水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范》（SL/T 654-2014）；
- (21) 《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）；
- (22) 《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》（2002年4月）；
- (23) 《水闸安全鉴定管理办法》（水建管〔2008〕214号文）；
- (24) 《广东省防洪（潮）标准和治涝标准》（粤水电总字〔1995〕4号）；
- (25) 《广东省列入全国专项规划内大中型病险水闸除险加固工程设计指导意见》（粤水建管〔2011〕222号）；
- (26) 《农业农村部关于做好“十四五”水生生物增殖放流工作的指导意见》（农渔发〔2022〕1号）；
- (27) 《广东省海洋生物增殖放流技术指南》（广东省海洋与渔业局，2015年5月）；
- (28) 《海域立体分层设权宗海范围界定指南（试行）》（自然资源部，2023年11月）；
- (29) 《广东省海域使用权立体分层设权宗海范围界定及宗海图编绘技术规范（试行）》（广东省自然资源厅，2024年6月）。

1.2.4 项目基础资料

- (1) 《廉江市龙营围白沙水闸重建工程初步设计报告（报批稿）》（广西万纵建设工程有限公司，2025年12月）；
- (2) 《廉江市龙营围白沙水闸重建工程初步设计图集（报批稿）》（广西万纵建设工程有限公司，2025年12月）；
- (3) 《廉江市龙营围白沙水闸重建工程勘察服务工程地质勘察报告（初步设计阶段）（报批稿）》（广西万纵建设工程有限公司，2025年12月）；
- (4) 《廉江市龙营围白沙水闸重建工程初步设计水文复核专题报告》（广

西万纵建设工程有限公司，2025 年 12 月）；

（5）《廉江市龙营围生态海堤建设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 2 月）；

（6）《廉江市龙营围生态海堤建设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 7 月）

（7）《廉江市龙营围生态海堤建设工程海洋环境现状调查监测报告》（广州海兰图检测技术有限公司，2025 年 3 月）；

（8）《廉江市龙营围生态海堤建设工程海洋环境现状调查监测报告（2025 年秋季）》（广州海兰图检测技术有限公司，2025 年 10 月）；

（9）《廉江市龙营围白沙水闸安全评价报告》（惠州市华禹水利水电工程勘测设计有限公司，2021 年 12 月）；

（10）建设单位提供的其他资料。

1.3 论证等级和范围

1.3.1 论证等级

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特殊用海（一级类）中的海岸防护工程用海（二级类），用海方式为构筑物（一级方式）中的非透水构筑物（二级方式）和透水构筑物（二级方式）。

根据《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023），本项目非透水构筑物为主体工程中的翼墙、堤岸等（由内涌引堤、左右岸连接堤、外海导流堤和翼墙组成）和施工工程中的施工围堰，涉海长度约为 757.26 米，用海面积为 2.8833 公顷（其中翼墙、堤岸等用海 1.3052 公顷，施工围堰用海 1.5781 公顷），判定非透水构筑物的论证等级为一级。

项目透水构筑物为主体工程中的水闸主体（由防冲槽、海漫、消力池及闸室等组成）和施工工程中的施工期纳潮涵闸，涉海长度约为 141.1 米，用海面积为 0.2600 公顷（其中水闸主体用海 0.2539 公顷，施工期纳潮涵闸用海 0.0061 公顷），判定透水构筑物的论证等级为三级。本项目不占用海岸线。

同一项目用海按不同用海方式、用海规模和海域特征判定的等级不一致时，采用就高不就低的原则确定论证等级，因此确定本项目海域使用论证等级为一级。

表 1.3.1-1 海域使用论证等级判定

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
构筑物	非透水构筑物	构筑物总长度大于（含）500m 或用海面积大于（含）10 公顷 本项目非透水构筑物，总长度为 757.26 米，用海面积为 2.8833 公顷	所有海域	一
		构筑物总长度（250~500）m 或用海面积大于（5~10）公顷	敏感海域	一
		构筑物总长度小于（含）250 m 或用海面积小于（含）5 公顷	其他海域	二
	透水构筑物	构筑物总长度大于（含）2000m 或用海面积大于（含）30 公顷	所有海域	二
		构筑物总长度（400~2000）m 或用海面积大于（10~30）公顷	敏感海域	一
		构筑物总长度小于（含）400m 或用海面积小于（含）10 公顷 本项目透水构筑物，总长度为 141.1 米，用海面积为 0.2600 公顷	其他海域	二
本项目论证等级				一级
注 1：敏感海域是指海洋生态保护红线区，重要河口、海湾、红树林、珊瑚礁、海草床等重要生态系统所在海域，特别保护海岛所在海域等。				
注 2：构筑物总长度按照构筑物中心线长度界定，并行铺设的海底电缆、海底管道等的长度，按最长的管线长度计。				
注 3：扩建工程温冷排水量和污水达标排放量包含原排放量。				
注 4：项目占用自然岸线并且改变海岸自然形态和影响海岸生态功能的，占用长度大于（含）50m 的论证等级为一级，占用长度小于 50m 的论证等级为二级。				

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，结合项目所在海域特征和周边海域环境，项目论证范围以项目用海外缘线为起点向外扩展 18km，论证范围面积约 343.6708km²，

即论证范围向陆侧以海岸线为界，向海侧外扩 18km。具体论证范围拐点坐标详见表 1.3.2-1，论证范围图见图 1.3.2-1。

(此内容不公开)

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，根据《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) 资源生态影响分析；
- (2) 海域开发利用协调分析；
- (3) 用海平面布置和用海方式合理性；
- (4) 用海面积合理性；
- (5) 生态用海对策措施。

2 项目用海基本情况

2.1 项目建设内容

(1) 项目名称：廉江市龙营围白沙水闸重建工程

(2) 建设单位：廉江市龙营围工程管理处

(3) 项目性质：新建

(4) 投资金额：██████万元

(5) 地理位置：广东省湛江市廉江市营仔镇西南侧附近海域

(6) 建设内容和规模：本工程建设内容是拆除重建水闸一座，采用 4 孔一联结构，共 1 联，总净宽 14.0m，水闸由内涌至外海共长 131.10m，并在闸室段上部设工作桥及交通桥，建设水文观测设施，按规定加国内涌引堤、左右两岸连接堤，增设下游导流堤进行处理等。水闸设计洪水标准为 20 年一遇，校核洪水标准为 50 年一遇，设计潮水标准为 50 年一遇，设计排涝标准为 20 年一遇，水闸工程等别为 III 等，主要建筑物级别为 3 级，次要建筑物级别为 4 级。

主体工程包括：水闸主体拆除及重建、加国内涌引堤、左右两岸连接堤，增设下游两侧导流堤及翼墙建设。

施工工程包括：施工围堰和施工期纳潮涵闸。



图 2.1-1 项目地理位置图

2.2 平面布置和主要结构、尺度

2.2.1 总平面布置

(1) 闸轴线方案

白沙水闸建成于 1986 年 10 月，工程是龙营围海堤穿堤水闸，运行 40 年来，为围内养殖业的防洪、挡潮、纳潮发挥了巨大的作用，由于运行多年，工程已带病运行，并被评为四类水闸，急需重建，发挥其应有的作用。本工程为拆除重建工程，根据用海及结构龙营围海堤现状及防汛交通情况，结合现状工程区内水系的分布情况，在原闸址处重建水闸，不仅契合实际建设需求，更是基于当前条件下的最优且必要抉择。

水闸顺水流方向依次为内涌引堤段、内涌防冲槽段、内涌海漫段、内涌消力池段、闸室段、外海消力池段、外海海漫段和外海防冲槽段，共长 131.10m。

(2) 水闸布置

本次白沙水闸布置综合考虑水闸运行多年来的情况、地形、地质条件、现状海堤的布置、交通要求、施工组织设计、安全度汛及运行管理等因素，将水闸布

置在原址处重建，与龙营围海堤连接成一体，从而有效保护围内的生产和生活的安全。水闸设计过流量为 $125.61\text{m}^3/\text{s}$ ，采用开敞结构型式布置，孔数 4 孔，单孔净宽 3.50m。水闸总净宽为 14m，中墩 3 个，墩宽 1.20m，边墩 2 个，墩宽 0.90m。水闸轴线由内涌向外海方向总长 131.10m，主要由内涌抛石防冲槽、海漫、消力池、闸室、外海消力池、海漫和防冲槽等建筑物组成，同时为保证交通要求，在水闸上游原海堤中轴线位置（闸室后方）处相应布置板式交通桥，桥宽 6.90m。

（3）内涌引堤工程布置

白沙水闸内涌两侧分别为龙营围珊瑚养殖场和龙营围鸿丰养殖场，内涌原旧引堤未进行过加固处理，此次对重建水闸内涌侧左右引堤进行加固护岸。加固长度参照《广东省列入全国专项规划内大中型病险水闸除险加固工程设计指导意见》（粤水建管〔2011〕222 号），本次设计内涌左右引堤加固长度从内涌闸室边线起向内涌上延伸各长 50.0m（引堤处起点处桩号设为 Z0+000），堤顶高程 3.20~6.22m。

（4）左右岸连接堤布置

本项目为龙营围白沙水闸，在原址处进行重建，在水闸主体工程实施过程中，需要拆除水闸左右现有部分海堤，现在龙营围正在进行生态海堤治理设计，下一步将要进行达标加固。本工程保持海堤和水闸的协调统一，参照粤水建管〔2011〕222 号，将水闸左右两侧海堤开挖部分与两侧海堤连接成整体，加固海堤主要是重建水闸开挖时破坏的堤段，进行修复加固，按龙营围生态海堤初步设计确定的白沙水闸段断面进行修复，堤顶高程 6.22m。

（5）外海导流堤工程布置

白沙水闸外海现状设置有导流堤，堤顶高程 0.67m~0.82m，长度为 18.0m，顶宽 2.0m，外坡比 1:1.50，为砼外包护结构。经运行多年，现已破败、崩塌，无法起到导流引流作用。为减少外海涨落潮对水闸建筑物及水闸两岸的海堤的持续剧烈冲刷，设计在水闸外海左右两侧各设置导流堤一道，导流堤中轴线相距 106.20m，与水闸纵向中轴线相距 53.10m，导流堤长 59.46m，其中直线段长 36.71m，向水闸内侧 90 度弯段长 22.75m。左右导流堤和消力池、海漫、防冲槽之间的平台填筑后压实后砌筑护底。

（6）翼墙

在内涌海漫段、内涌消力池段、外海消力池段、外海海漫段两侧拟建设翼墙。

内涌海漫段翼墙与内涌引堤连接，上下游消力池段的翼墙与出口闸室的闸墩水平连接，外海海漫段翼墙通过平台与外海导流堤相连。

(7) 水文观测设施布置

白沙水闸现状没有水文、安全监测设施，设计按现有规范规程安装水文观测、安全监测及信息化设施，同时在水闸上游左侧现有管理站址建设水文观测点。现状管理站用地紧靠龙营围海堤背海侧堤边线及内涌左岸引堤外边坡线，建筑面积约 25m²，不能满足水文观测设施布置。设计在此处建设观测点场地长 22.10m（沿海堤方向），宽 16.50m（垂直海堤方向），观测点场地共计面积 364.65m²。

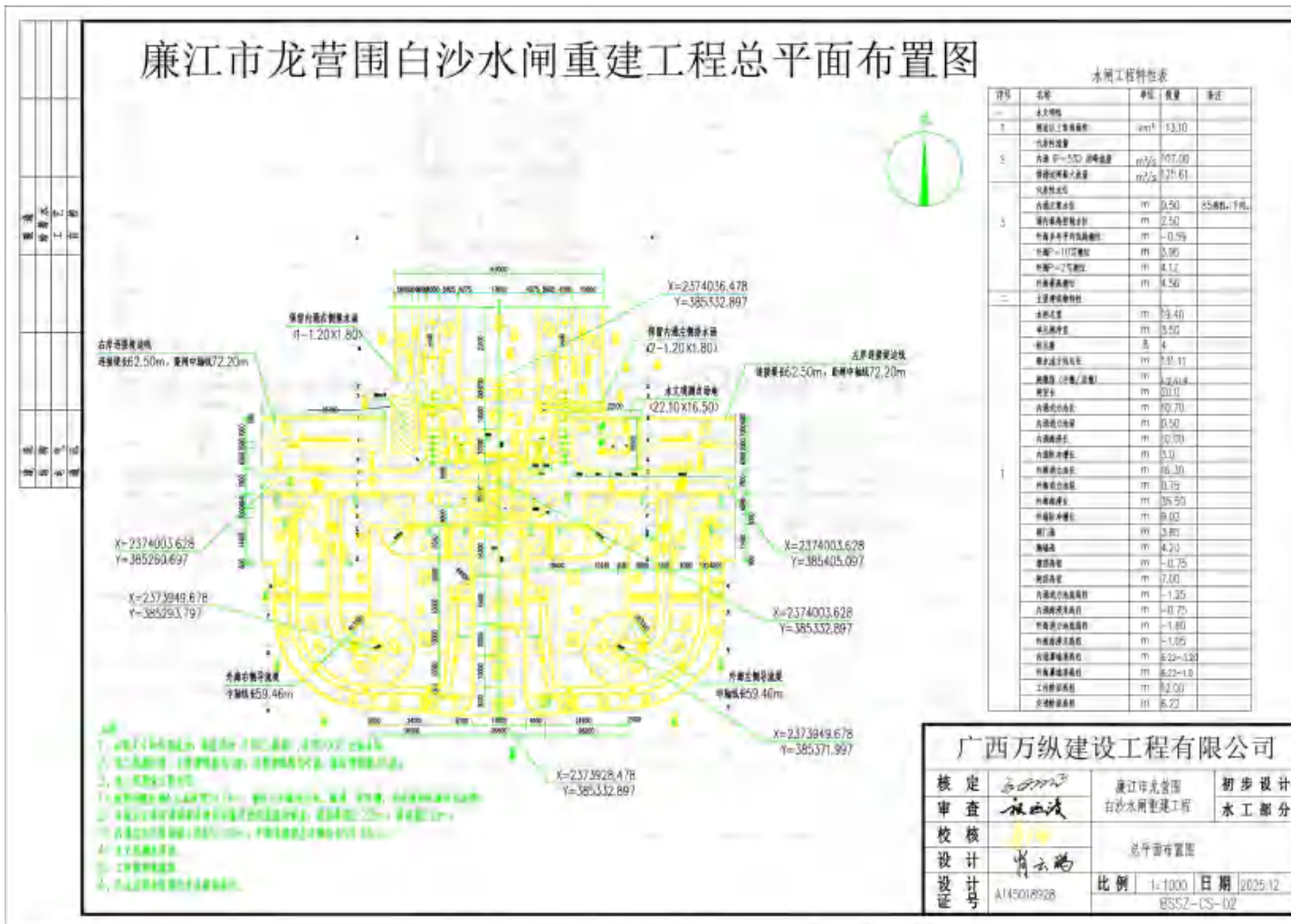


图 2.2.1-1a 项目（主体工程）总平面布置图

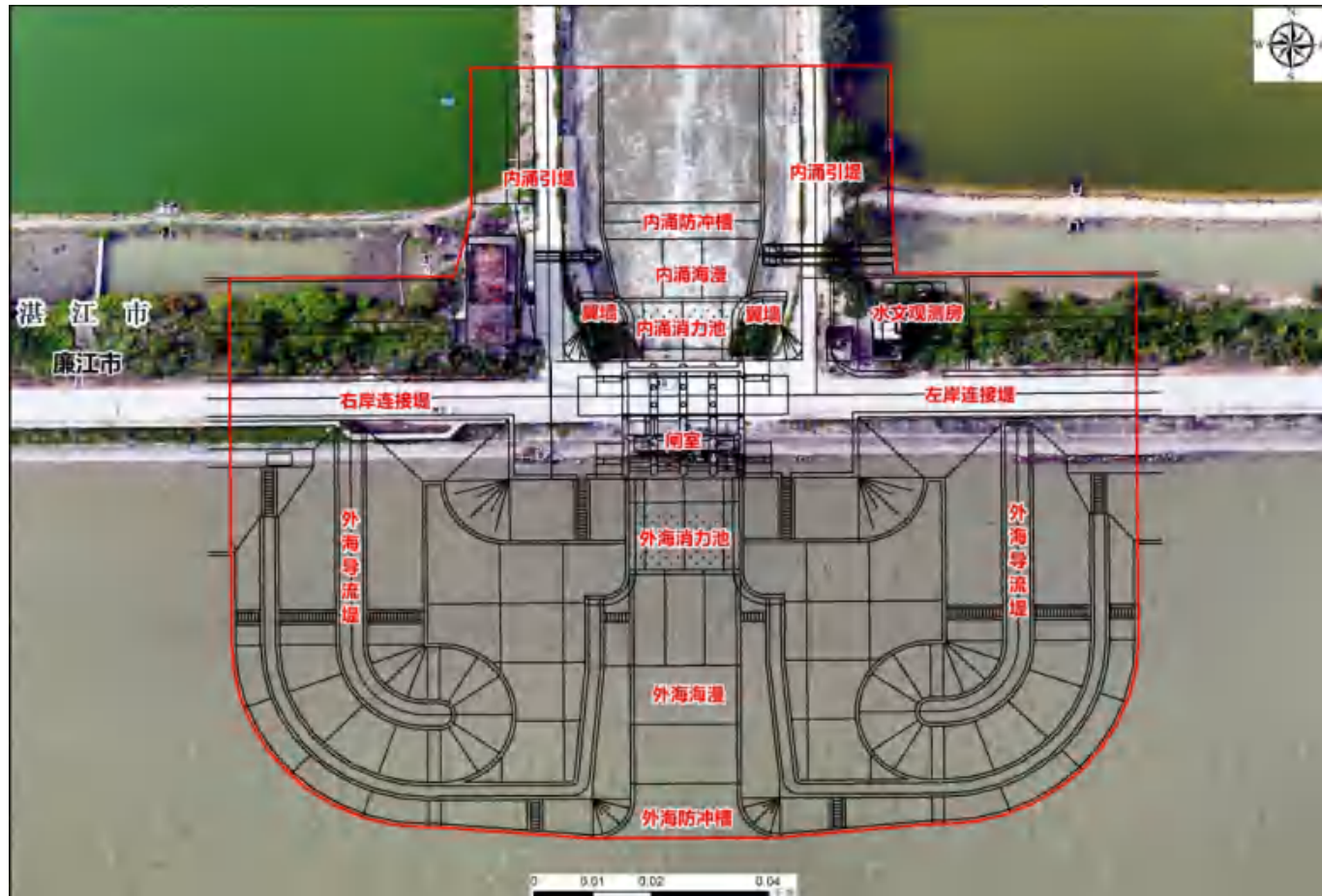


图 2.2.1-1b 项目总平面布置用海示意图（主体工程）

2.2.2 主体工程平面布置和主要结构、尺度

2.2.2.1 水闸规模及等级

(1) 特征水位

① 闸上水位

设计水位为 2.32m（1985 国家高程基准，下同），校核水位为 2.43m，围内最高运行水位为 2.50m，正常水位为 0.50m。

② 闸下潮水位

设计潮位（ $P=2\%$ ）为 4.12m，校核潮位（历史最高潮位）为 4.56m，多年平均高潮位为 3.74m，多年平均低潮位为-0.59m。

③ 水闸设计过流量：125.61m³/s

(2) 工程等级及标准

龙营围白沙水闸的主要任务是纳潮、挡潮、排涝、防洪。水闸所在龙营围海堤，广东省计划委员会 1999 年 4 月 14 日以粤计农〔1999〕209 号文批复龙营围海堤工程属 IV 等，主要建筑物为 4 级，防潮标准按 50 年一遇设计，排涝标准按 10 年一遇 24 小时暴雨三天排干设计，后广东省水利厅 2006 年 9 月 13 日以粤水管〔2006〕3 号文批复龙营围海堤达标加固工程重大设计变更防潮标准为 50 年一遇。根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）、粤水电总字〔1995〕4 号文“关于印发《广东省防洪（潮）标准和治涝标准试行的通知》精神”以及《水闸设计规范》（SL265-2016），确定白沙水闸设计洪水标准为 20 年一遇，校核洪水标准为 50 年一遇，设计潮水标准为 50 年一遇，设计排涝标准为 20 年一遇，校核潮水标准为历史最高潮位，水闸消能防冲标准与水闸设计洪水标准相同，水闸工程等别为 III 等，主要建筑物级别为 3 级，次要建筑物级别为 4 级。

(3) 工程耐久性设计要求

本水闸工程的工程等别为 III 等，永久性主要建筑物级别为 3 级，次要建筑物级别为 4 级。根据《水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范》（SL654-2014），本水闸工程设计的合理使用年限为 50 年，永久建筑物的合理使用年限为 50 年。

(4) 水闸工作原则

根据围内地形和水系分析，限于地理因素和洪水特性，结合承泄区受外海潮水位等因素的影响，本区域采用水闸自流排涝方式，在外海水位高于内围水位时关闭闸门，防止外海水倒灌，在围内水位高于外海水位时，立即开闸进行排涝，同时根据围内养殖需要，按需要进行纳潮。

(5) 水闸总净宽

由《廉江市龙营围白沙水闸重建工程初步设计水文复核专题报告》计算结果，水闸由原来 4 孔净宽 12.0m 扩至 4 孔净宽 14.0m，即重建水闸每孔净宽 3.50m，总宽净 14.0m，设计最大过闸总流量为 125.61m³/s。

2.2.2.2 主要构筑物结构

水闸顺水流方向依次为内涌引堤段、内涌防冲槽段、内涌海漫段、内涌消力池段、闸室段、外海消力池段、外海海漫段和外海防冲槽段，共长 131.10m。各部分长度分别是内涌引堤段长 50.0m（不包括在内涌防冲槽、海漫、消力池段的两侧引堤长 26.90m，其余部分长 23.10m）、抛石防冲槽前回填中粗砂段长 3.20m、抛石防冲槽段长 3.00m、海漫段长 10.0m、消力池段长 10.70m（含闸室上游平段长 2.0m）、闸室段长 20.0m、下游外海消力池段长 16.30m、海漫段长 35.50m 和抛石防冲槽段长 9.30m。

(1) 内涌引堤段

内涌左右引堤段加固护岸各长 50.0m（闸室内涌侧边线向以上延伸长度 50.0m，引堤起点处桩号设为 Z0+000）。左右引堤中间段河底高程为-0.75m。引堤两侧岸坡为复合型断面，根据引堤现状断面情况，为便于和龙营围海堤连接，堤顶高程 3.20~6.22m，其中 3.20m 高程段长 27.63m，高程由 3.20m 升至 6.22m 斜坡段长 22.37m，坡度 $i=0.135$ 。

引堤堤顶宽度 4.50m，C25 砼水泥在路面厚 0.20m，路面底石粉垫层厚 0.10m，两侧均设置 C25 砼齿墙，尺寸为 0.60×1.0m；引堤外坡比为 1: 2.0，内坡坡比为 1: 1.50。河涌内侧断面分为两种型式，其中桩号 Z0+000~Z0+27.63 堤段长 27.63m，堤顶高程为 3.20m；Z0+27.63~Z0+39.30 堤段高程 3.20m~4.776m，长 11.67m，-0.75m~3.20m 高程采用 C25 砼砌石厚 0.40m，底铺 320g 土工布，3.20m 高程以上采用草皮护坡，桩号 Z0+39.30~Z0+050 堤段堤顶高程 4.776m~6.22m，由于两岸设有平台，平台顶高程 3.20m，采用草皮护坡，坡脚设 C25 砼排水沟，排水

沟断面尺寸为 0.30×0.50m；河涌外侧在高程 2.0m 处设置平台宽 2.0m，平台及平台以下采用 C25 砼砌石厚 0.40m，平台以上采用草皮护坡，坡脚高程-0.50m，设置 C25 砼齿墙，尺寸为 0.60×1.0m。

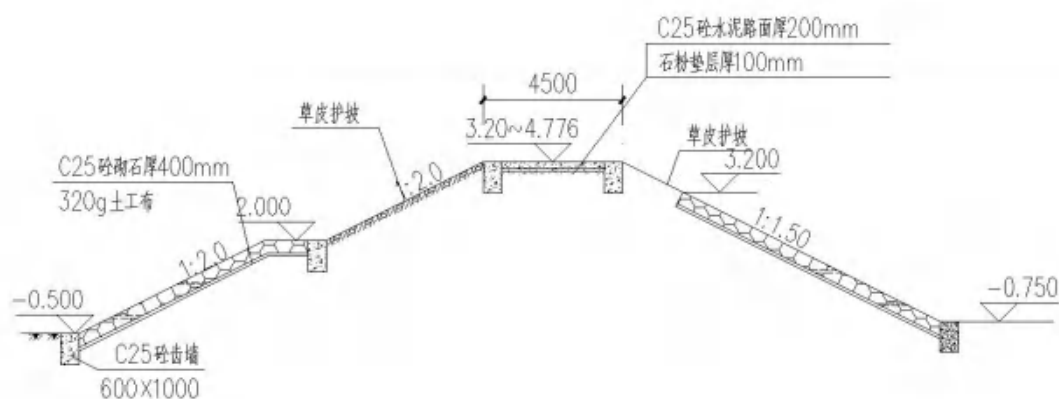


图 2.2.2-1a 内涌引堤断面图一

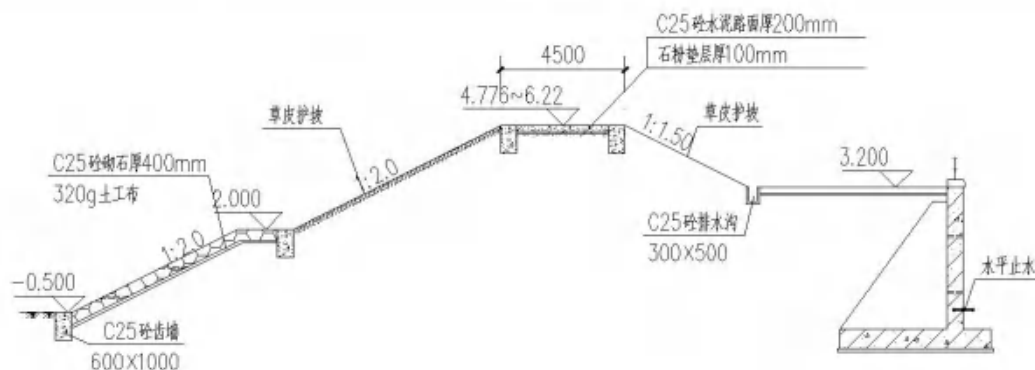


图 2.2.2-1b 内涌引堤断面图二

(2) 内涌防冲槽

内涌防冲槽长 3.0m，平均宽度 24.95m，设计采用抛填块石，厚 1.60m，防冲槽顶部设计高程-0.75m，采用矩形断面，防冲槽两侧为内涌引堤，引堤顶高程 3.20~3.426m。断面见图 2.2.2-8。

(3) 内涌海漫

内涌海漫长 10.00m，采用 C30 钢筋砼底板厚 0.60m。底板顶设计高程-0.75m。

下为 C20 砼垫层厚 0.10m，垫层下铺碎石粗砂垫层厚 0.30m。海漫两侧为复合断面型式斜坡。断面见图 2.2.2-9。

(4) 内涌消力池

水闸内涌消力池深 0.50m，总长 10.70m（含闸室上游平段长 2.0m），其中斜坡段长 2.0m，按 1:4 与池底水平连接。消力池采用 C30 钢筋砼，消力池底板高程为-1.25m，末端设置消力槛，槛顶高程为-0.75m，槛宽 0.70m。消力池两侧边墙采用钢筋砼扶臂式挡土墙，墙顶高程 3.20m~6.22m。消力池底板采用 C30 钢筋砼结构，厚 0.50m。底板布置直径为 0.05m 高密度聚乙烯 HDPE 管排水孔，梅花形布置，间隔 1.0m。钢筋砼底板铺下为 C20 砼垫层厚 0.10mm，垫层下铺反滤层厚 0.70m，底铺 320g 土工布。消力池的侧墙采用 C30 钢筋砼结构，其起点与出口闸室的闸墩水平连接，消力池侧墙顶宽 0.60m，墙高 5.65~8.67m。断面见图 2.2.2-10。

(5) 闸室

闸室采用开敞式布置，为平底宽顶堰，闸室顺水流方向长度为 20.0m（内涌到至外海桩号 Z0+050~Z0+070），垂直水流方向长度为 19.40m。闸室设计为整体式结构，底板与闸墩、边墙等采用 C35 钢筋砼整体浇筑，底板厚 1.20m，堰顶高程为-0.75m，闸墩顶高程为 7.00m。闸室分 4 孔，单孔净宽 3.50m，设置胸墙，过流净高 3.50m，中墩厚 1.20m，边墩厚 0.90m。闸室上部结构布置交通桥和启闭室。闸室平面图见图 2.2.2-2，断面见图 2.2.2-11。

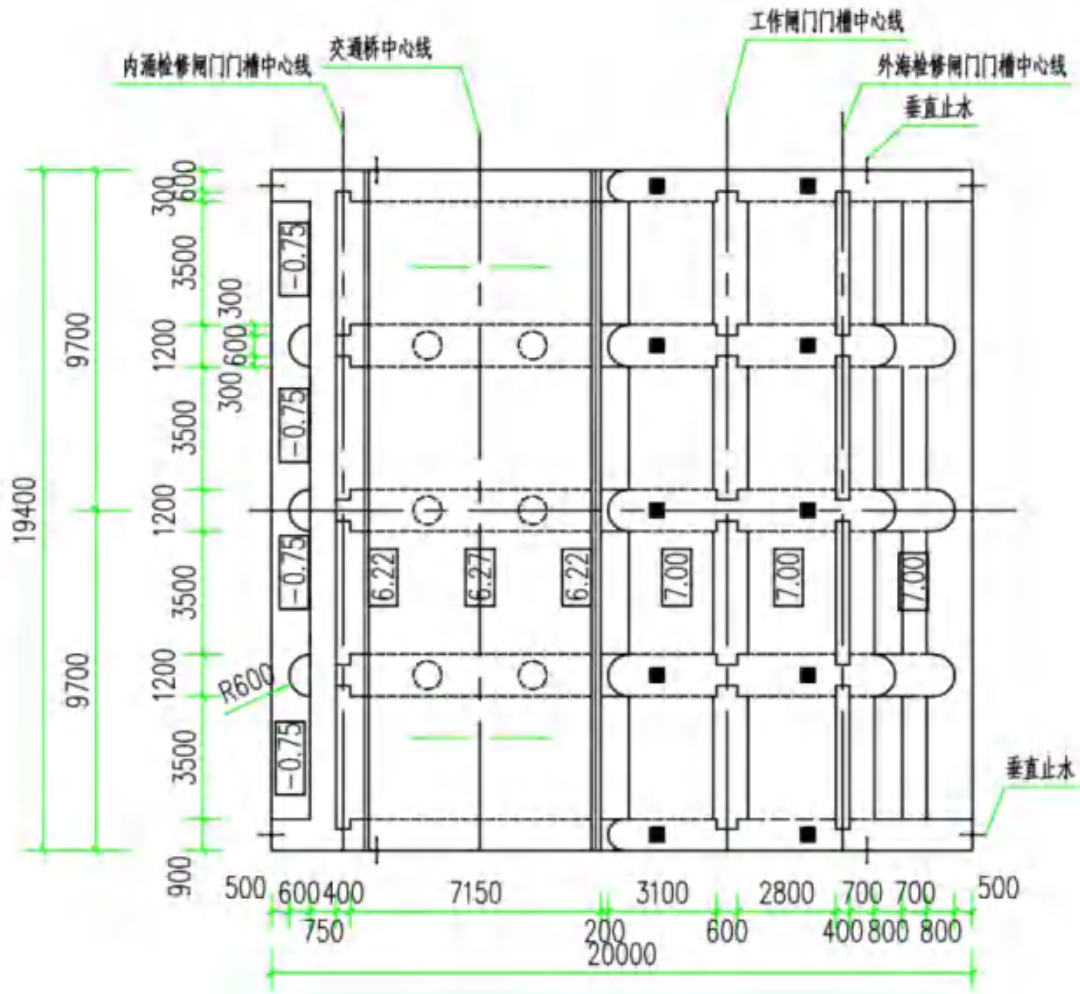


图 2.2.2-2 闸室平面图

(6) 翼墙

在内涌海漫段、内涌消力池段、外海消力池段、外海海漫段两侧拟建设翼墙。

海漫段两侧翼墙：前段海漫两侧为翼墙长 4.10m，墙顶高程 1.0m，翼墙采用 C30 钢筋砼扶臂式结构。后段 20.0m 采用 C25 砼砌石厚 0.60m 护底，砌石顶设计高程 -1.05m~ -2.05m， $i=1:20$ ，后段海漫两侧为斜坡式护坡，坡比 1:2.0，护坡顶高程 1.0m，采用 C25 砼砌石，护皮厚 0.40m。

内涌消力池两侧边墙采用钢筋砼扶臂式挡土墙，墙顶高程 3.20m~6.22m。消力池底板采用 C30 钢筋砼结构，厚 0.50m。底板布置直径为 0.05m 高密度聚乙烯 HDPE 管排水孔，梅花形布置，间隔 1.0m。钢筋砼底板铺下为 C20 砼垫层厚 0.10m，垫层下铺反滤层厚 0.70m，底铺 320g 土工布。消力池的侧墙采用 C30 钢筋砼结构，其起点与出口闸室的闸墩水平连接，消力池侧墙顶宽 0.60m，墙高 5.65~8.67m。

外海消力池两侧边墙采用钢筋砼扶臂式挡土墙，墙顶高程 1.0m~4.05m。消力池底板采用 C30 钢筋砼结构，厚 0.70m。底板布置直径为 0.05m 高密度聚乙烯 HDPE 管排水孔，梅花形布置，间隔 1.0m。钢筋砼底板铺下为 C20 砼垫层厚 0.10mm，垫层下铺反滤层厚 0.70m，底铺 320g 土工布。消力池的侧墙采用 C30 钢筋砼结构，其起点与出口闸室的闸墩水平连接，消力池侧墙顶宽 0.60m，墙高 7.32~9.42m。

翼墙断面见图 2.2.2-12。

(7) 外海消力池

外海消力池深 0.75m，总长 16.30m，斜坡段长 4.20m，按 1: 4 与池底水平连接。消力池采用 C30 钢筋砼，底板高程为-1.80m，末端设置消力槛，槛顶高程为-1.05m，消力槛宽 0.80m。消力池两侧边墙采用钢筋砼扶臂式挡土墙，墙顶高程 1.0m~4.05m。消力池底板采用 C30 钢筋砼结构，厚 0.70m。底板布置直径为 0.05m 高密度聚乙烯 HDPE 管排水孔，梅花形布置，间隔 1.0m。钢筋砼底板铺下为 C20 砼垫层厚 0.10mm，垫层下铺反滤层厚 0.70m，底铺 320g 土工布。消力池的侧墙采用 C30 钢筋砼结构，其起点与出口闸室的闸墩水平连接，消力池侧墙顶宽 0.60m，墙高 7.32~9.42m。断面见图 2.2.2-13。

(8) 外海海漫

外海海漫总长 35.50m，共分为两部分，前段 15.50m 采用 C30 钢筋砼底板厚 0.60m，底铺 C20 砼垫层厚 0.10m，下铺碎石粗砂垫层厚 0.70m，海漫底板设计高程-1.05m。断面见图 2.2.2-14。

(9) 外海防冲槽

外海防冲槽长 9.30m，宽度 17.60~25.80m，设计采用抛填块石，厚 2.50m，防冲槽顶部设计高程-2.05m，采用梯形断面，底宽 3.05m，向下游侧坡比 1: 2.50 防冲槽两侧前段为 C25 砼砌石护坡厚 0.40m，护坡顶高程 1.0m，护坡长 2.60m，后段出口为锥坡，锥坡半径为 6.10m。断面见图 2.2.2-15。

(10) 左右岸连接堤工程

本项目为龙营围白沙水闸，在原址处进行重建，在水闸主体工程实施过程中，需要拆除水闸左右现有部分海堤。本工程保持海堤和水闸的协调统一，参照粤水建管〔2011〕222 号，将水闸左右两侧海堤开挖部分与两侧海堤连接成整体，加

固海堤主要是重建水闸开挖时破坏的堤段，按龙营围生态海堤初步设计确定的白沙水闸段断面进行修复，堤顶高程 6.22m。

连接堤顶宽度 7.0m，堤顶高程 6.22m，在临海侧设计 C25 砼掺大石防浪墙，墙宽 0.80m，背海侧设 C25 砼路缘石，连接堤临侧段 3.80m 高程平台以上坡比为 1: 2.0，3.80m 高程平台以下坡比为 1: 3.0。临海侧在高程 3.80m 处设置消浪平台宽 3.0m，平台以上 C25 砼护坡厚 0.25m，平台下 C25 砼砌石厚 0.40m，坡脚设 C25 砼齿墙，尺寸 0.60×1.0m；背海侧每隔 50m 设置一条纵向排水沟，水闸左侧连接堤在高程 2.0m 处、右侧连接堤在高程 3.0m 处设平台宽 2.0m，平台上设置横向排涝沟，平台上草皮护坡，平台以下 C25 砼砌石护坡厚 0.40m，坡脚设 C25 砼齿墙，尺寸 0.60×1.0m。断面见图 2.2.2-3。

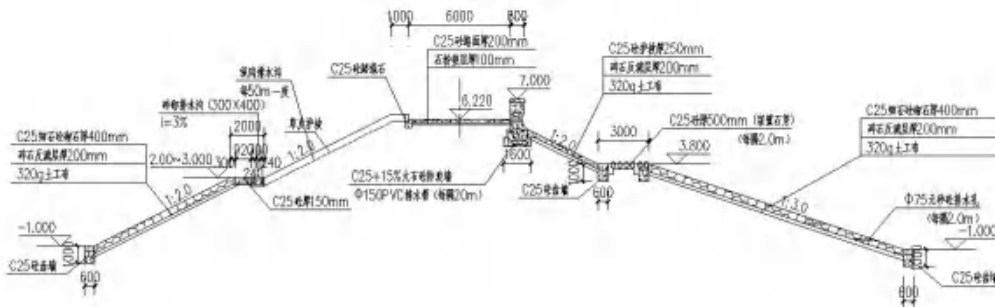


图 2.2.2-3 左右岸连接堤断面图

(11) 外海导流堤工程

白沙水闸外海左右两侧导流堤中轴线相距 106.20m，导流堤长 59.46m，导流堤堤顶高程 5.50m，堤内外侧坡比均为 1: 2.0，其中内侧地面高程 1.0m，外侧地面高程 -1.0m，外侧在 1.0m 高程处设置平台宽 3.0m，内外坡均采用 C25 砼砌石厚 0.40m，导流堤顶宽 5.0m，其中 C25 砼水泥护面宽 3.80m、厚 0.20m，其余宽 1.20m 采用 C25 砼浆砌石。

左右两侧导流堤与水闸消力池、海漫防冲槽之间平台地面现状高程 -0.99~ -0.33m 之间，为保护平台不受海浪冲刷，填筑砂土压实至设计地面高程 0.60m，铺筑 320g 土工布后，其上用 C25 砼砌石厚 0.40m 护砌，护砌每间隔 10.0m 设置

C25 砼砌石齿墙，齿墙尺寸 0.60×1.0m。断面见图 2.2.2-4。

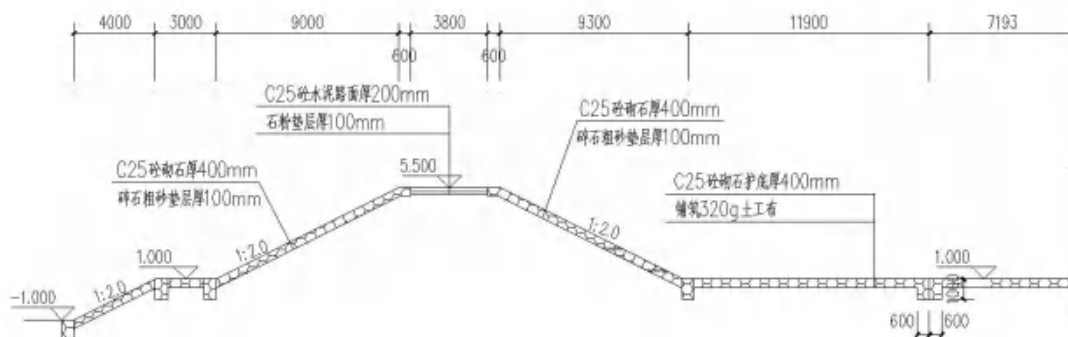


图 2.2.2-4 导流堤断面图

(12) 水文观测设施

拟在海堤向围塘侧原管理所站范围内堤脚处建设 C30 钢筋砼扶臂式挡墙长 22.10m，墙外边线和龙营围海堤坡脚齿墙外边线平直，挡墙墙顶高程和海堤顶高程一致为 6.22m，设计墙高 8.32m，墙顶宽度为 0.60m，靠内涌右引堤堤顶由于为斜坡式路面，需建设重力式挡墙长 11.95m，墙高 2.30m，墙顶宽 0.60m。断面见图 2.2.2-5。

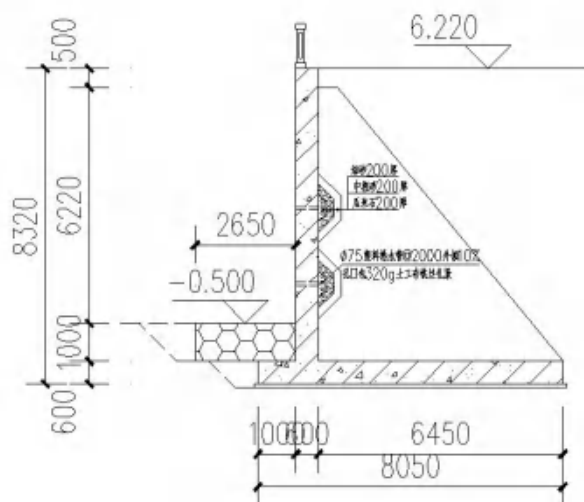


图 2.2.2-5 水文观测设施场地挡墙断面图

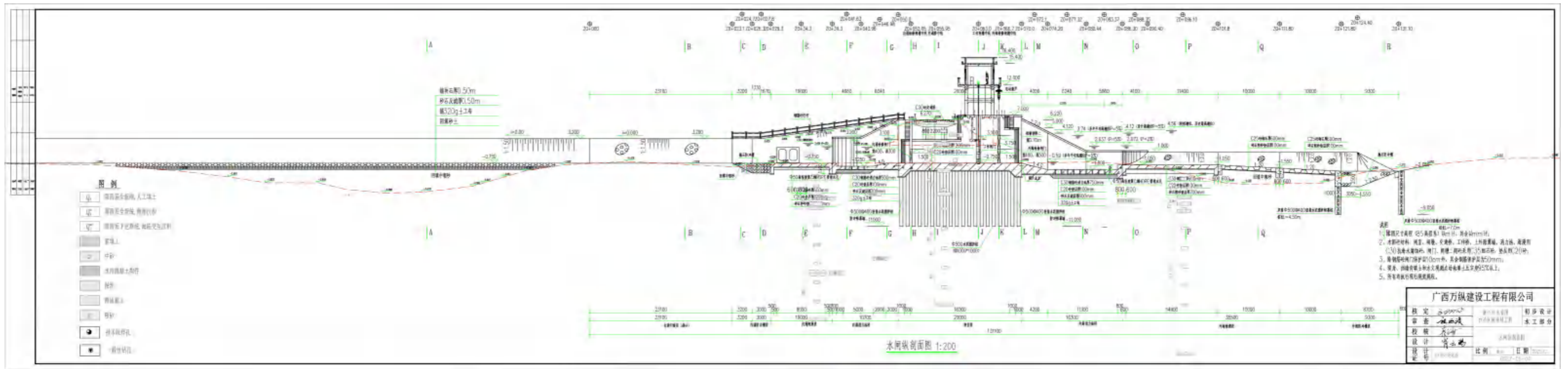


图 2.2.2-6 水闸纵剖面图

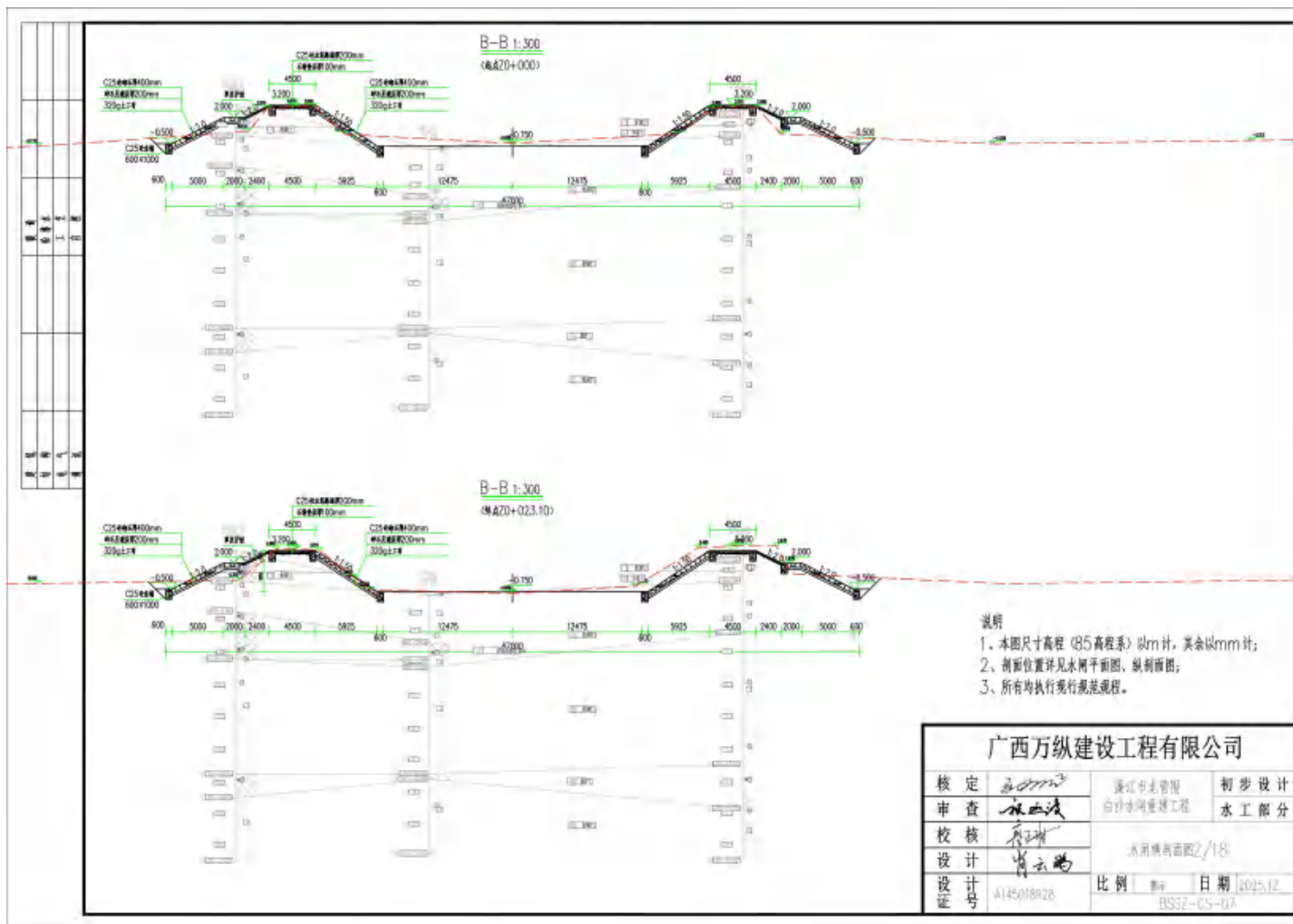


图 2.2.2-7 水闸横剖面图 (内涌引堤段)



图 2.2.2-8 水闸横剖面图 (内涌防冲槽段)

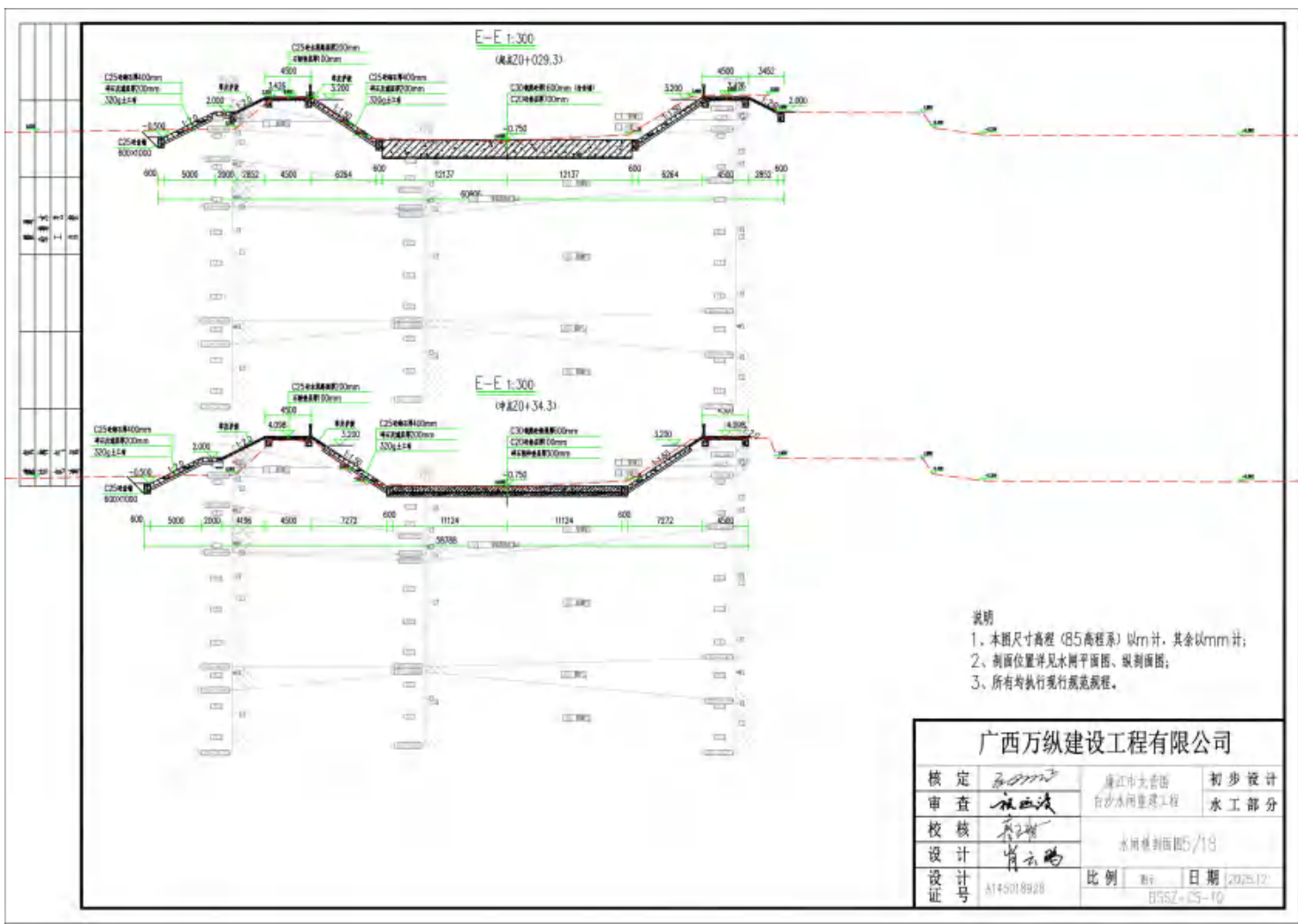


图 2.2.2-9 水闸横剖面图 (内涌海漫段)



图 2.2.2-10 水闸横剖面图 (内涌消力池段)

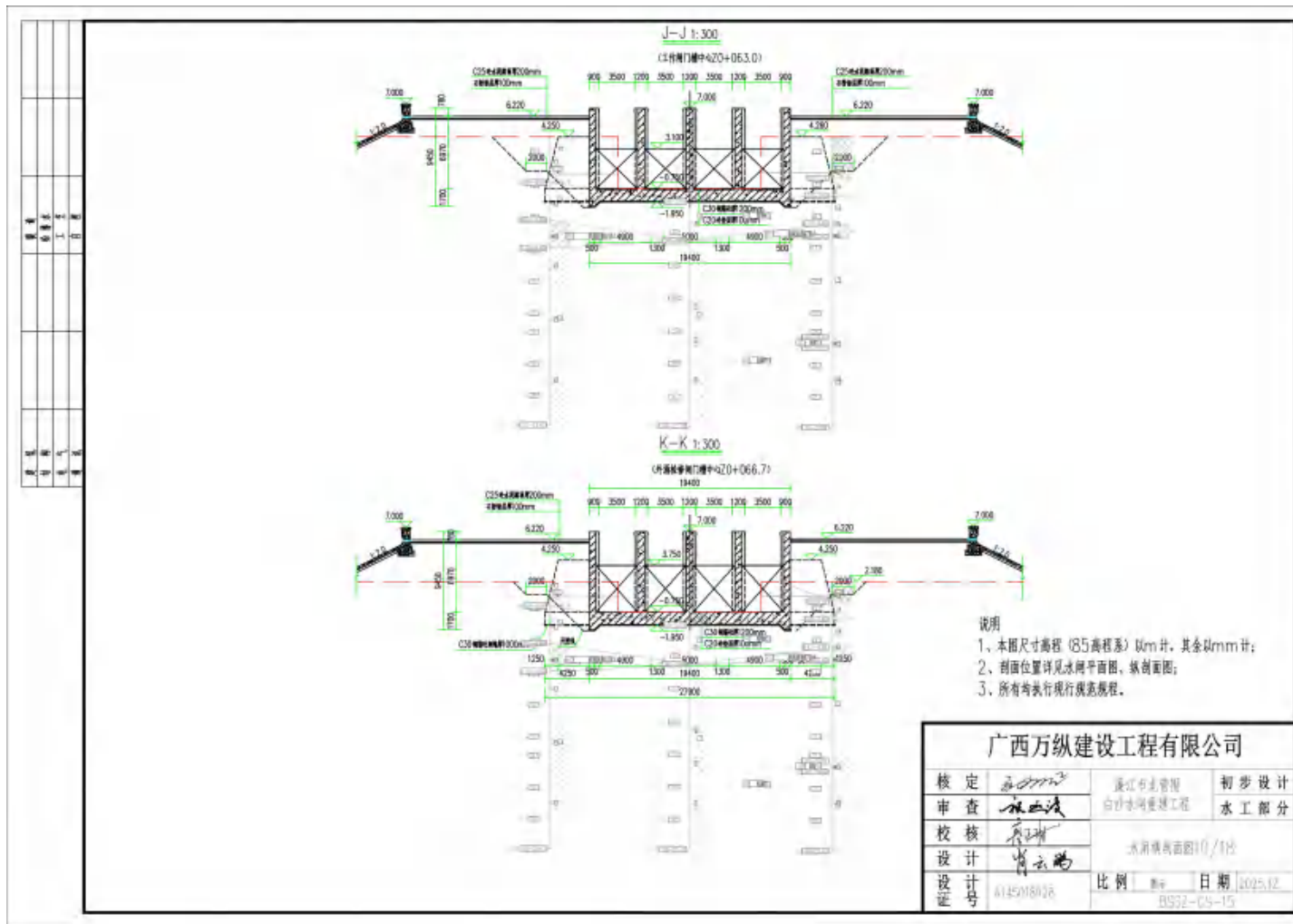


图 2.2.2-11 水闸横剖面图 (闸室段)

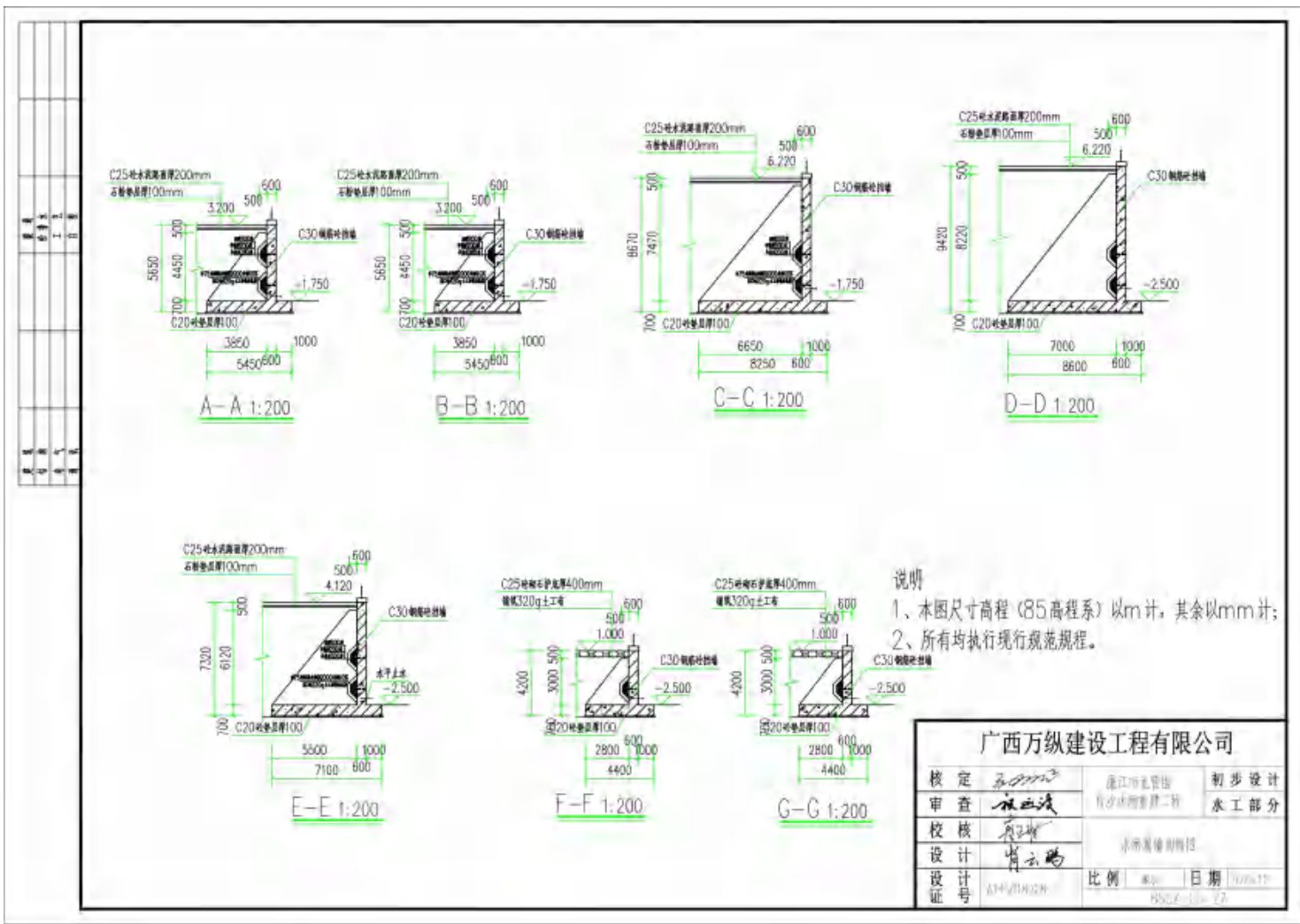


图 2.2.2-12 翼墙剖面图

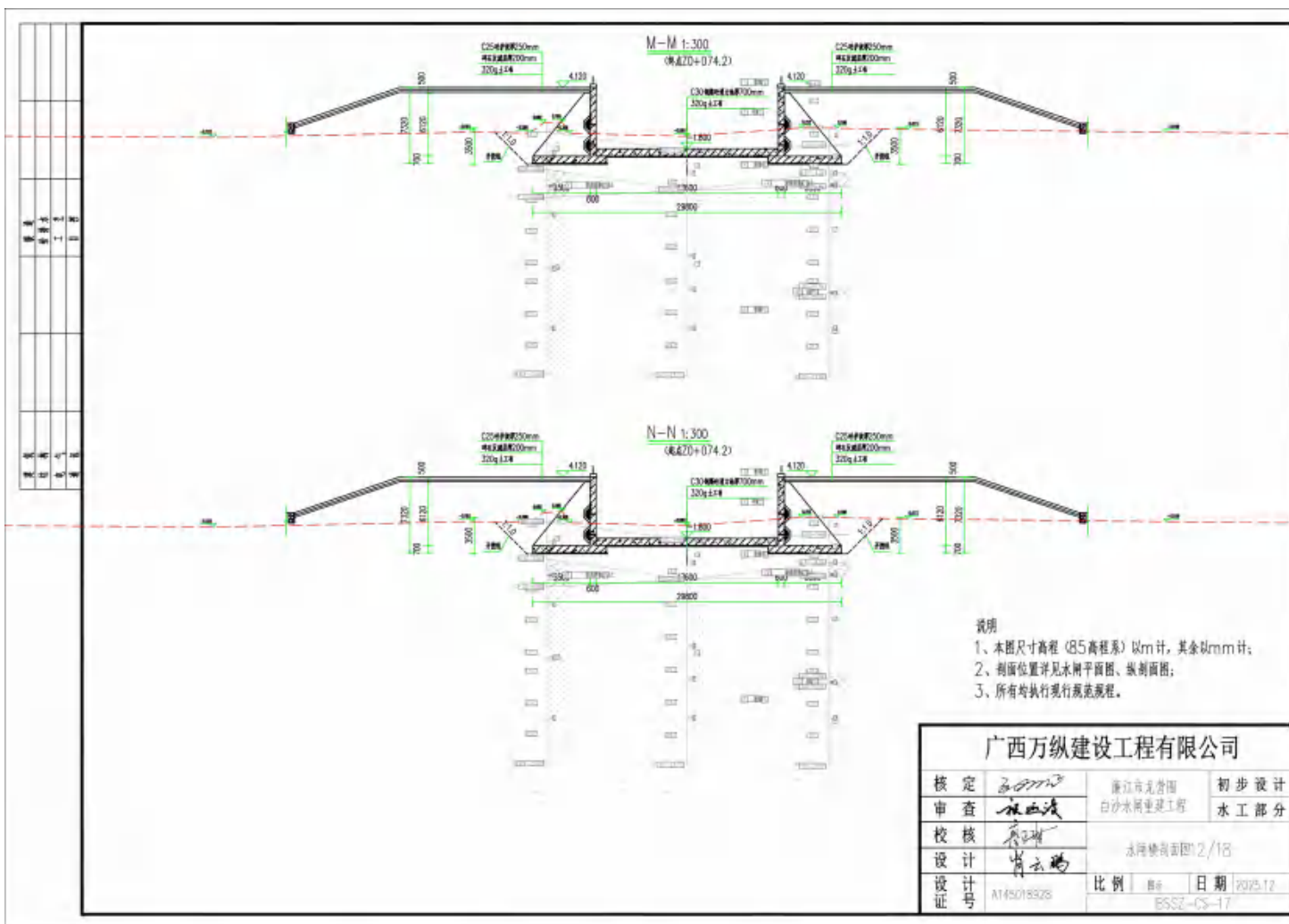


图 2.2.2-13 水闸横剖面图（外海消力池段）

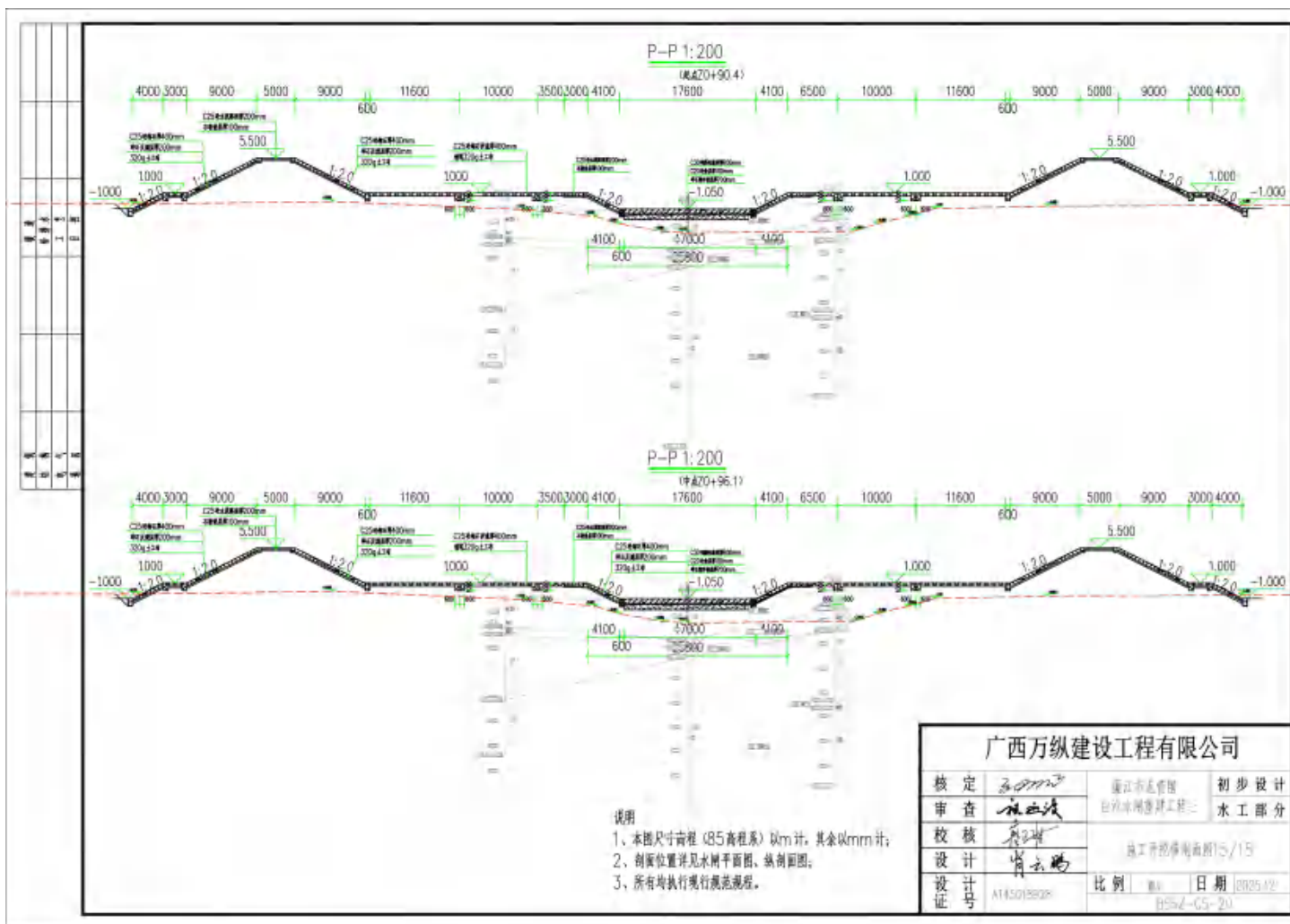


图 2.2.2-14 水闸横剖面图（外海海漫段）

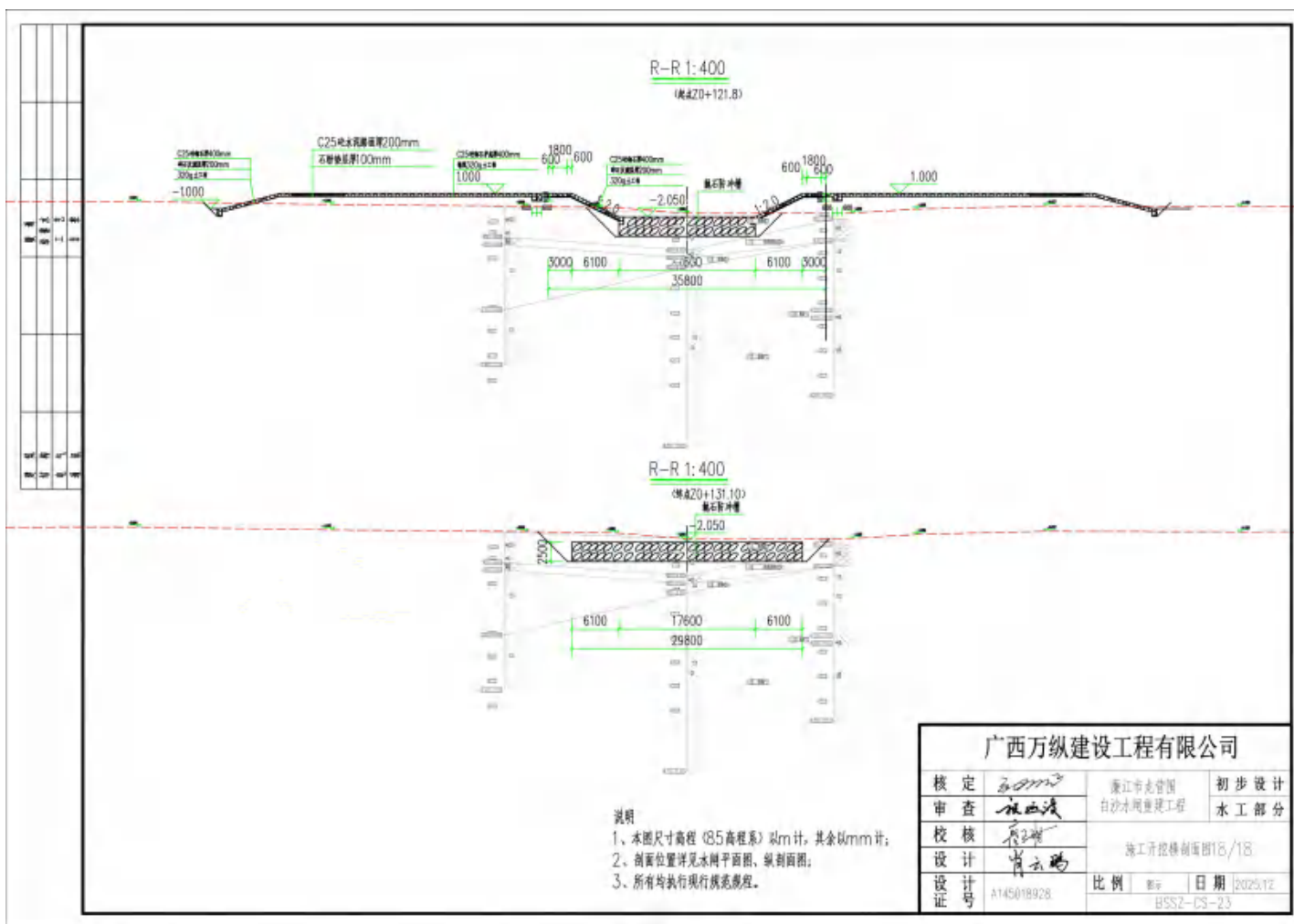


图 2.2.2-15 水闸横剖面图 (外海防冲槽段)

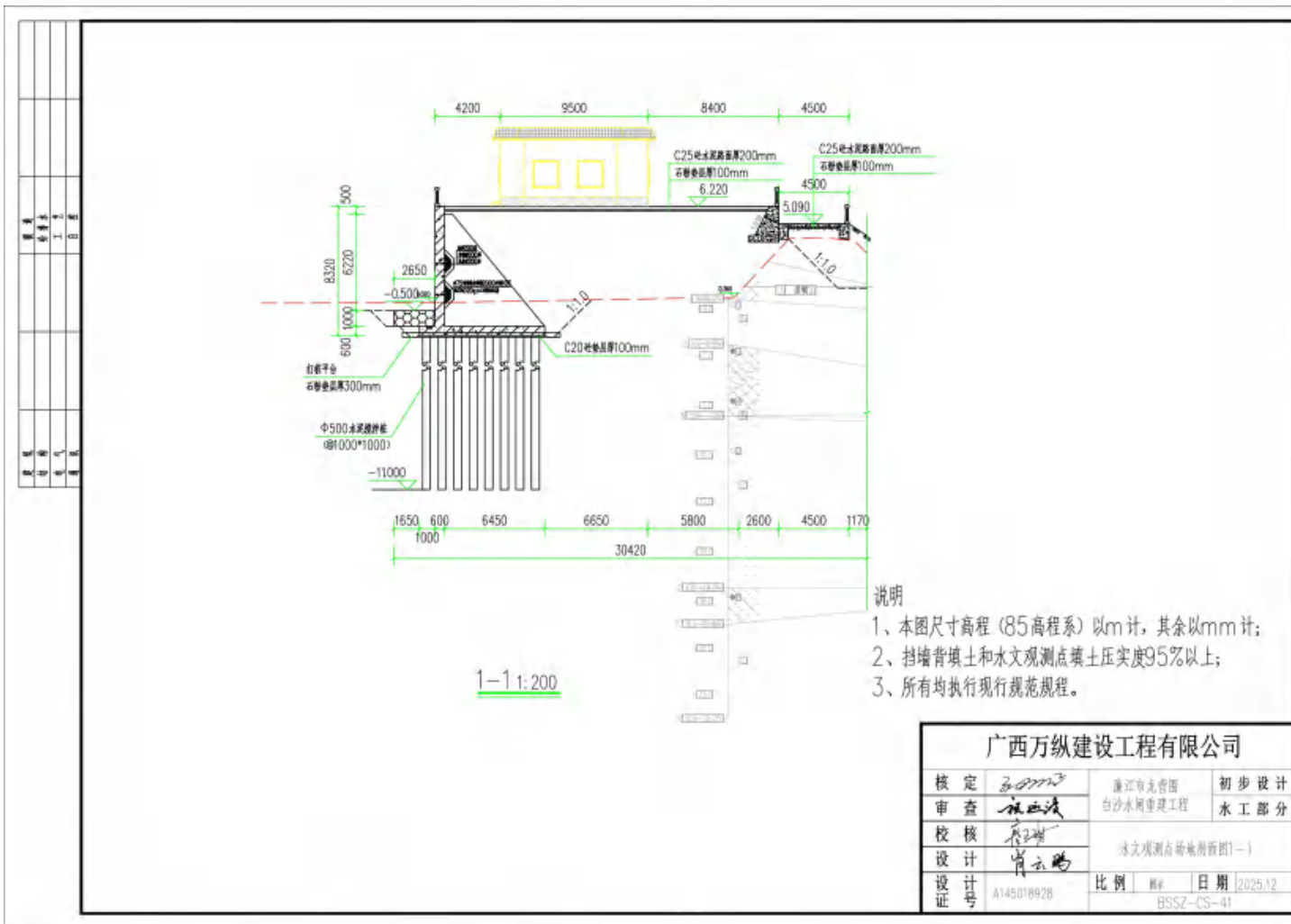


图 2.2.2-16a 水文观测设施剖面图

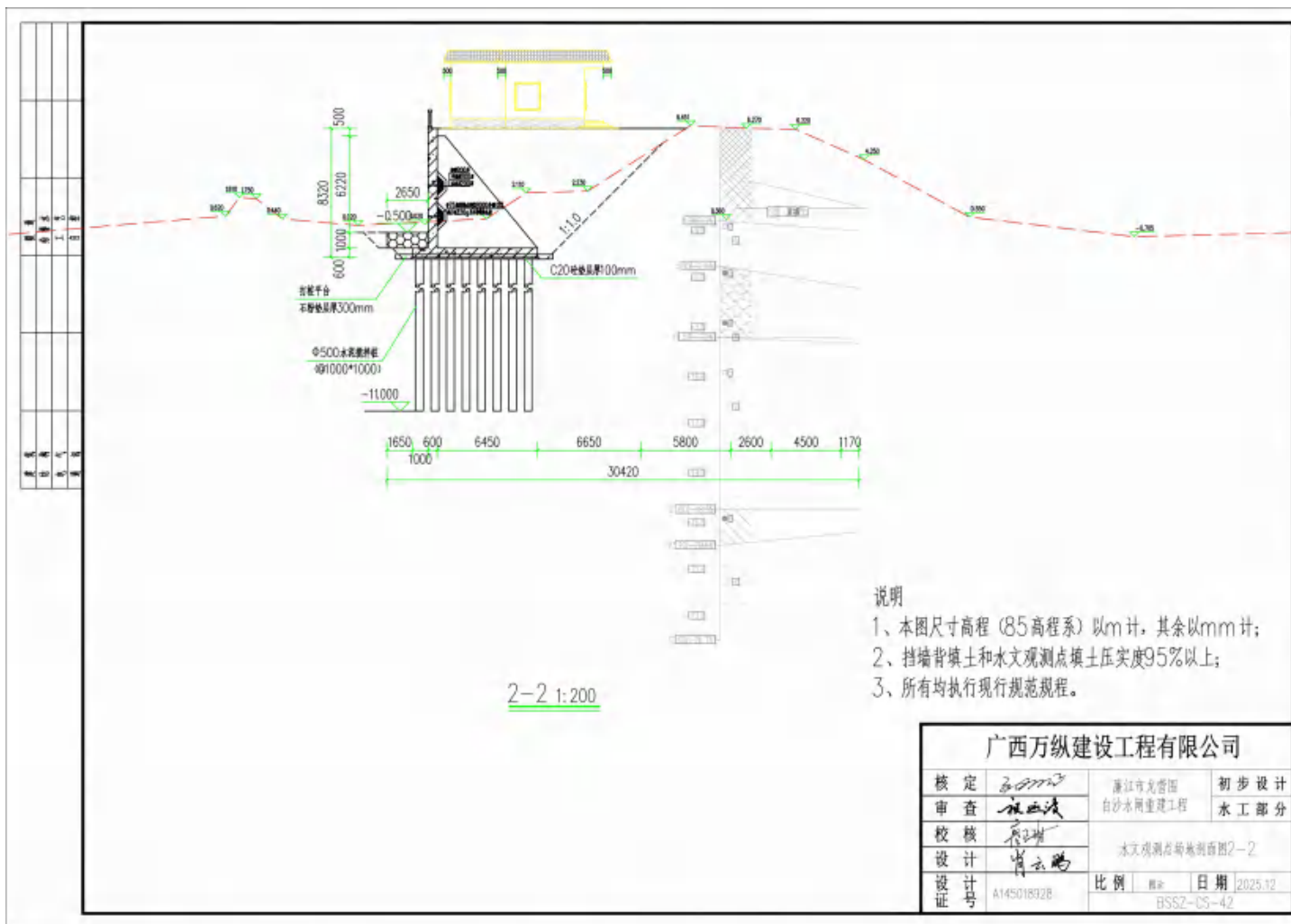


图 2.2.2-16b 水文观测设施剖面图

2.2.3 施工工程平面布置和主要结构、尺度

本工程属III等中型水闸工程，主要建筑物级别为3级，次要建筑物为4级。根据《水利水电工程施工组织设计规范》（SL 303-2017）规定，本工程导流建筑物为5级，施工期洪水频率为 $P=10\%$ 。

2.2.3.1 导流方式和施工期纳潮

根据现场的地形条件，结合水闸的结构特性，本次内涌和外海均采用全段围堰法封闭施工。

白沙水闸施工时考虑利用息安水闸和施工期纳潮涵闸联合运用，施工时白沙水闸东侧来水通过横向排水沟向东排向息安水闸上游，白沙水闸西侧来水通过横向排水沟排水白沙水闸内涌河道，再通过沿途涵闸自西向东排向息安水闸，利用息安水闸和横向排洪沟进行施工导流，排水能力有保证，施工期的施工洪水不淹没养殖户鱼虾。

考虑施工期施工洪水和围内养殖户生产纳潮。

（1）考虑施工期洪水

枯水期白沙水闸排水区域的来水可以由白沙水闸上游河道自西向东的数条横向排水沟排入息安河，几条排涝沟的排水能力 $146.09\text{m}^3/\text{s}$ ，枯水期的白沙水闸区域的施工洪水来水量 $33.61\text{m}^3/\text{s}$ ，考虑息安水闸和白沙水闸内涌河道及东西向数条排水沟能够通过横向排涝沟排放上游的施工洪水而不淹没养殖户鱼虾塘。

（2）考虑围内养殖户生产纳潮

白沙水闸现状围内需要纳潮的鱼虾塘利用外海潮位高于围内河道正常水位 0.50m 时进行纳潮，水闸的最高纳潮水位到 1.77m 时关闸，时间约为2个小时。在白沙水闸右侧设施工期纳潮涵闸，纳潮闸由双层 $2-2\times 1.2\text{m}$ 共8个 $\phi 1.20\text{m}$ 圆涵组成，底层涵底板高程 -0.75m （和白沙水闸底板同高程），过断面面积 9.4m^2 ，纳潮时间提升到4小时，能够满足围内生产纳潮使用。水闸建设部门龙营围工程管理处要对息安水闸和白沙水闸右侧设施工期纳潮涵闸的运行调度安排专人负责，掌握潮水位情况和河道上游水位情况，及时把握并做好运行调度。

廉江市龙营围白沙水闸重建工程施工期导流、纳潮逻辑图



1、白沙水闸施工时考虑利用息安河水闸和白沙水闸左侧的纳潮，导流通道联合运用，施工时白沙水闸侧来水通过横向排水沟向东排向息安河水闸上游，白沙水闸西侧来水通过横向排水沟排入白沙水闸内涵河道，再通过沿途涵闸自西向东排向息安河水闸，利用息安河水闸和纵向排水沟进行施工导流，排水能力有保证，施工期的施工洪水不淹没养殖户鱼塘等。

2、白沙水闸现状围内需要纳潮的养殖户利用外海潮位高于围内河道正常水位0.50m时进行纳潮，水闸的最高纳潮水位到1.77m时关闭，时间约为2个小时。工程重建时在水闸的内涵河道加高河道堤顶高程至1.20m，在白沙水闸左侧设施工时临时纳潮闸，纳潮闸由双层2×2×1.2m共8个Φ1.20m圆涵组成，底层涵底高程-0.75m（和白沙水闸底板同高程），过断面面积59.4m²，设置闸的闸时间提升到4小时，能够满足围内生产纳潮使用。水闸建设部门龙营围工程管理处要对息安河水闸和白沙水闸左侧涵闸的运行调度安排专人负责，掌握潮水位情况和河道上游水位情况，及时把闸并做好运行调度。

— 纳潮方向
— 排水方向

广西万纵建设工程有限公司			
核定	30113	廉江市龙营围白沙水闸重建工程	初步设计
审查	张云波		水工部分
校核	廖世雄	水闸施工期导流、纳潮逻辑图	
设计	肖云为	比例	1:12500
设计号	A145018928	日期	2025.12
设计证			BSSZ-CS-47

图 2.2.3-1 水闸导流、纳潮逻辑图

2.2.3.2 施工工程设计

(1) 内涌围堰布置及设计

项目施工内涌设围堰，在上游河道 136m 处。内涌围堰中轴线长 40m，顶高程采用 3.20m，高 4.30m，顶面宽 5.0m，迎水面和背水面坡比均为 1: 2.0，在高程 1.0m 处设置平台宽 3.0m。为保证迎水面免受水流冲刷破坏，在外面铺袋装砂包厚 600mm 护面，其下铺防水织布一层。

(2) 外海围堰布置及设计

外海围堰顶高程采用 5.50m，高 6.0m，顶面宽 5.0m，迎水面和背水面坡比均为 1: 2.0，在高程 1.0m 处设置平台宽 3.0m。为保证迎水面免受水流冲刷破坏，在外面铺袋装砂包厚 600mm 护面，其下铺防水织布一层，由于外海围堰高度较高，围堰基础为砂基，部分围堰段下部有淤泥，经稳定计算不满足要求，采用高压摆喷防渗墙处理，单排孔距 2.50m，孔入围堰底基础深度 2.50m，外海施工围堰共长 276.04m。采用复合断面土石围堰，外海临时占地 7373m²。同时外海左右侧导流堤可以利用外海围堰左右两侧围堰长 59.46m。

(3) 纳潮涵闸布置及设计

在白沙水闸右侧布置施工期纳潮涵闸，纳潮闸由双层 2-2×1.2m 共 8 个 Φ 1.20m 圆涵组成，底层涵底板高程-0.75m（和白沙水闸底板同高程），过断面面积 9.4m²，纳潮时间提升到 4 小时，能够满足围内生产纳潮使用。

纳潮涵闸施工采用钢板桩围堰，其钢板桩围堰断面图见图 2.2.3-2。围堰全长 97.30m，堰顶高程 5.5m，围堰顶宽度 6.0m。

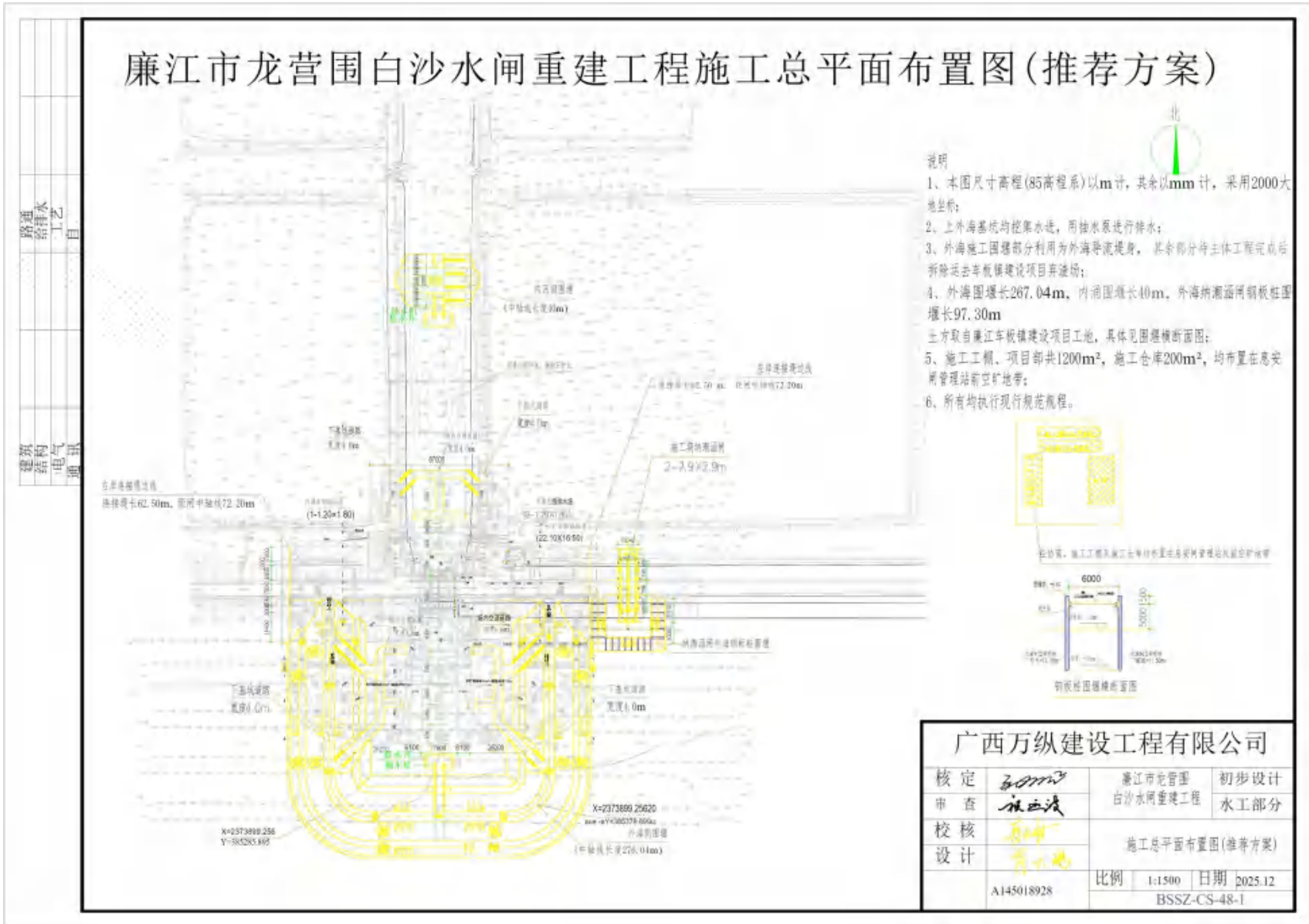


图 2.2.3-2a 项目(施工工程)总平面布置图

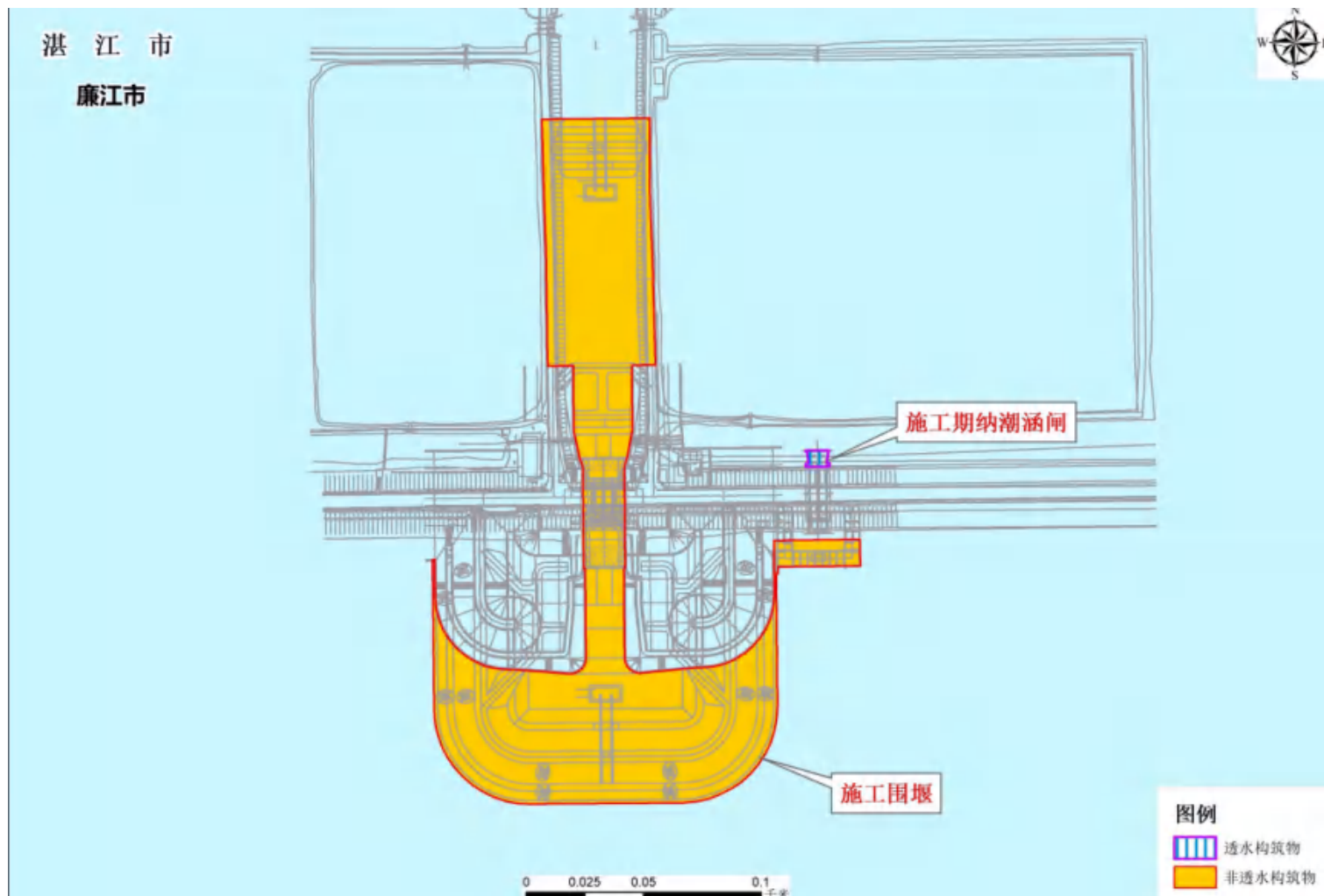
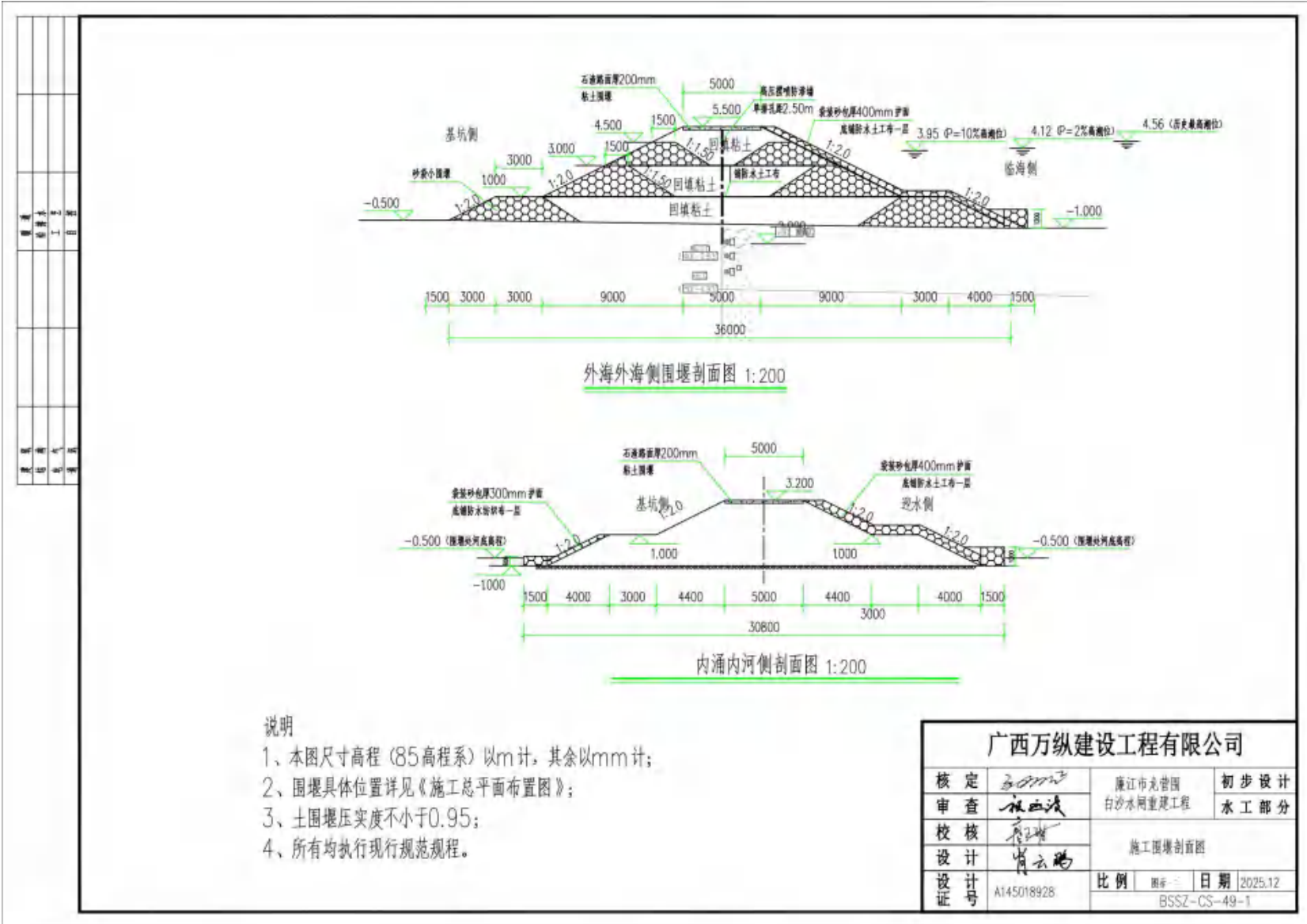


图 2.2.3-2b 项目总平面布置用海示意图（施工工程）



- 说明
- 1、本图尺寸高程 (85 高程系) 以m计, 其余以mm计;
 - 2、围堰具体位置详见《施工总平面布置图》;
 - 3、土围堰压实度不小于0.95;
 - 4、所有均执行现行规范规程。

广西万纵建设工程有限公司			
核定	王明	廉江市九甫围	初步设计
审查	李成波	白沙水闸重建工程	水工部分
校核	李成波	施工围堰剖面图	
设计	肖云鹏	比例	日期 2025.12
设计号	A145018928	BSSZ-CS-49-1	

图 2.2.3-3 施工围堰剖面图

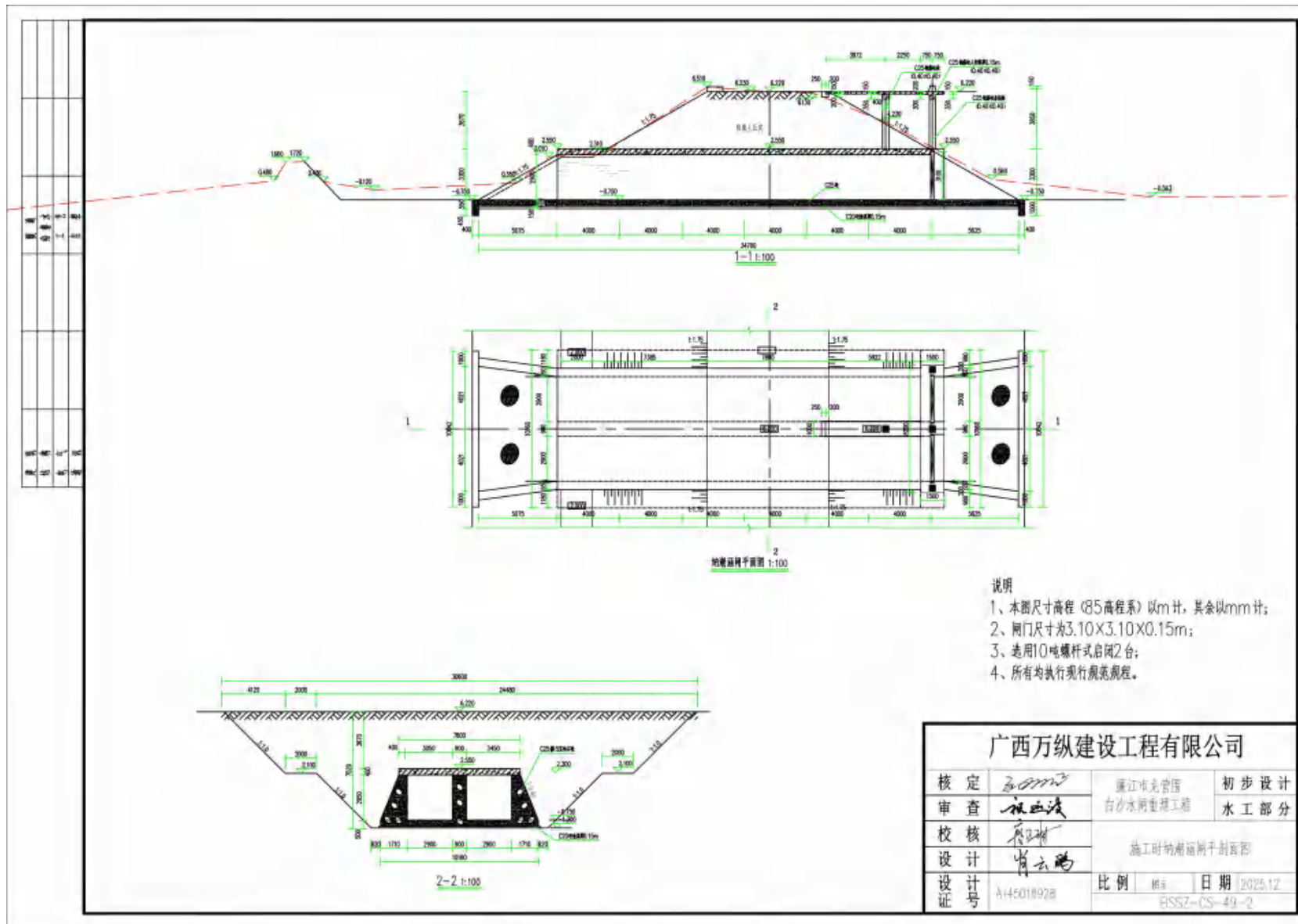


图 2.2.3-4 施工期纳潮涵闸平剖面图

2.3 项目主要施工工艺和方法

2.3.1 施工方案

本水闸施工拟采用全段围堰法施工，上游布置围堰，拦截上游施工洪水，下游在工作面外缘筑堵围堰。

工程清基采用挖掘机挖土，自卸汽车运土配合施工为主，人力辅助处理工作面，砼及砌石采用机械拌和，人工浇筑衬砌，振动器振实。

2.3.2 施工方法

(1) 旧水闸拆除

本旧水工程砼拆除采用振冲锤进行破碎，挖掘机清渣。浆砌石、干砌石及抛石拆除直接采用 1.0m³ 挖掘机拆除，拆除出来可利用的块石，运至附近的临时堆料场堆放，作为重建水闸或泵站的浆砌石原材料。不可利用的碎渣通过 59kW 推土机集渣，配 5t~8t 自卸汽车运至弃渣场。

(2) 土方开挖

土方开挖采用 1m³ 反铲挖掘机挖装，5~8t 自卸汽车运输，可利用土方临时堆放于外海导流堤之间平台，用于后期土方回填，平均运距 0.5km 以内。其余开挖料用 1m³ 反铲挖掘机挖装，5~8t 自卸汽车运输，弃于指定弃渣场。部分结构尺寸较小部位，机械难以开挖，采用人工开挖，胶轮车运输集中堆放，1m³ 反铲挖掘机挖装，配 5~8t 自卸汽车运输，弃于指定弃渣场。

(3) 土方填筑

土石方回填主要为施工围堰填筑、引堤加固土方填筑、闸室侧、翼墙墙后土方、水文观测场地回填等部位。施工顺序见工程总进度计划表。

土方填筑在工作面较为宽阔部位，采用自卸汽车运料，后退法卸料，59kW 推土机平料，铺料厚度 200~400mm，1t 手扶自行式振动碾压实，机械辅以人工修整边坡；工作面狭窄部位自卸汽车集中卸料，1m³ 反铲铺料、平料，采用分层薄层填筑的方法，层厚 200mm，2.8kW 蛙式打夯机夯实。

(4) 砼浇筑

本工程采用商品砼，地面以下砼可直接入仓或运至工作面经溜槽入仓，地面

以上搭设脚手架，转由人力推胶轮车，人工平仓，插入式振捣器振实砼。二期砼与机电设备配合进行浇筑，利用人工胶轮车运输、溜槽入仓。砼用 2.2kW 插入式振捣器振捣密实。

(5) 混凝土砌石施工

在施工现场进行施工布局，根据设计图纸进行测量和标记，确定墙体的高度、长度和宽度等参数。

处理好基础，使其表面平整、结实、干燥，用水平仪测量基础的水平度和垂直度。

将混凝土砌块按照设计要求进行砌筑，注意砌块的水平度和垂直度，砌块的接缝应该尽量保证平直和紧密。

砌块砌好后，进行砌缝处理，涂上水泥砂浆，使其紧密粘合。

进行后续工作，如打磨、切割、涂刷等，使砌块更加平整、美观。

(6) 基础处理

本工程基础处理主要集中在闸室、高度较高的翼墙及施工围堰（含导流堤），（基础处理都未超出施工围堰范围）。灌浆方式采用循环式，采用自下而上分段钻灌、三序孔逐次加密方式进行，聘请专业基础处理团队，采用专用地质钻机造孔和灌浆。

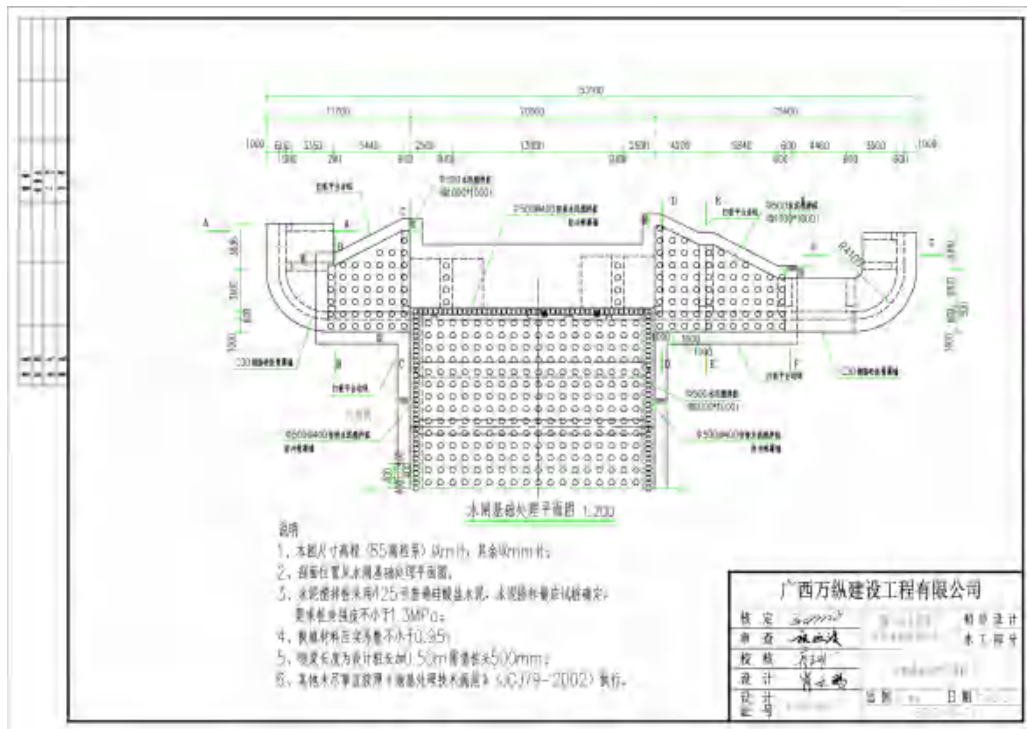


图 2.3.2-1 水闸基础处理平面图

(7) 围堰施工

围堰土方填筑在工作面较为宽阔部位，采用自卸汽车运料，后退法卸料，59kW 推土机平料，铺料厚度 200~400mm，1t 手扶自行式振动碾压实，机械辅以人工修整边坡；工作面狭窄部位自卸汽车集中卸料，1m³ 反铲铺料、平料，采用分层薄层填筑的方法，层厚 200mm，2.8kW 蛙式打夯机夯实。

(8) 围堰拆除

- 1) 采用长臂挖掘机进行拆除方法。
- 2) 清理围堰内施工残留物，将围堰内残留物及施工废料清理干净，确保围堰内现场整洁。
- 3) 用挖掘机挖除纺织布及堰顶填土。
- 4) 围堰部分以长臂挖掘机清除干净。

(9) 导流堤建设

导流堤背水内侧在围堰未拆除前利用挖掘机按导流堤设计横断面整修坡面成形，先在 1.0m 高程处人工砌筑齿墙，坡面铺筑碎石粗砂垫层 0.10m 后，再分段 1.0m 高程从下向上 5.50m 高程砌筑厚 0.40m 护坡；导流堤临水侧利用每天 6 小时的潮水位在 -1.0m 高程以下时间（每天约有 6 小时的潮水位在 -1.0m 高程以下，有 16 小时的潮水位在 1.0m 高程以下，有 8 小时的潮水位高程在 1.0m 高程以上）进行施工，左右两侧按照导流堤设计横断面尺寸分段砌筑齿墙，均利用挖掘机按导流堤设计横断面整修好坡面，合理安排施工班组和砌石材料运输，分段砌筑成形完整的护坡断面，潮水位上涨到不适宜施工时，整理并用土工布覆盖保护已完成的施工段，迅速有序离场，待下一次潮水位降落到适宜施工时期重新工序。导流堤顶高程 5.50m，不受潮水位影响，可以按照设计断面常规施工方法完成。

导流堤转弯圆弧段按平面尺寸和设计横断面整理成形，先对围堰背水侧转弯圆弧段护砌进行施工。转弯圆弧段背水侧待拆除不作为导流堤部分围堰后再按上述施工方法分段完成施工（拆除围堰要视潮水位情况逐高程迅速拆除）。

(10) 施工期纳潮涵闸施工与拆除

施工期纳潮涵闸施工：

- 1) 施工准备：将新旧钢板桩运到工地后，详细对其检查、丈量、分类、编

号，同时对两侧锁口用一块同型号长 2~3m 的短桩作通过试验，以 2~3 人拉动通过为宜。

2) 导框安装与插打方法

在进行安装导框时，先进行定位测量。导框的安装，一般是先打定位桩。导框采用在工厂或现场分段制作，固定在定位桩上。

3) 钢板桩逐块（组）插打到底。

4) 钢板桩插打完，即可抽水开挖。抽水速度不能过快，且要随时观察围堰的变化情况。

5) 钢板桩拔桩前，先将围堰内的支撑，从下到上陆续拆除，并陆续灌水至高出围堰外水位 1~1.5m，使内外水压平衡，使板桩挤压力消失，并与部分砼脱离（指有水下砼封底部份）。

临时纳潮闸基础施工：根据设计要求，使用挖掘机进行基坑开挖。在基础底部铺设碎石垫层以提高承载力，然后浇筑混凝土基础，并使用振动棒确保密实。

闸室结构施工：通常采用现浇混凝土方式。按照设计图纸进行闸墩、底板、胸墙等主体结构的施工，严格控制混凝土质量与结构尺寸。

闸门与启闭机安装：在闸室主体完成后，安装闸门（如挡水板）及配套的启闭机。需确保安装精度，并进行调试，保证启闭灵活、密封可靠。

施工期纳潮涵闸拆除：

施工期纳潮涵闸完成使命后，需进行安全、有序的拆除，并恢复现场环境。机械拆除为主，人工为辅：主体结构通常采用大型机械进行拆除。闸门及上部结构：使用液压剪断机或切割机对金属闸门、启闭机进行切割，分段吊离。混凝土结构：对钢筋混凝土构件，主要采用液压破碎锤进行破碎。部分构件也可在切割后整体吊装移除。拆除作业完成后，平整场地，

2.3.3 施工交通、物料来源

(1) 对外交通运输条件：水闸距离市区约 70km，车板、营仔境内有兰海高速、国道 G228 线穿过，对外交通便利。龙营围海堤路面已全部硬化，向车板、营仔方向以及附近镇村均有公路直通工程地，并可以直达城区。因此主要外来材料、设备和生活物资等对外运输均采用公路运输的方式。

(2) 外来物资运输：工程所用混凝土用商品砼，可通过搅拌车经高速公路、

县乡道直接运至施工工地。永久机电设备、电动葫芦均为常规尺寸，可通过公路从厂家运至所在工地，沿途路况可满足本工程运输要求。

(3) 对外交通运输方案：本工程外来物资主要有主要建筑材料、施工机械设备、金结机电设备、房建及生活物资等。钢筋、水泥、木材及商品砼自廉江市市区市场购买，块石、碎石自营仔圩村委会福山石场采购，运距 30km，砂料自横山镇排里桥下游砂场采购。外来物资的运输方式以公路运输为主。重大件设备通过公路运输至廉江市区，然后由公路运输至施工现场。

(4) 对内交通运输：本工程沿河道附近有县、乡道通过，场内交通运输主要为主体工程的土方弃渣、石料进场等运输，本工程是中型水闸，施工范围不大，场地内主要利用内涌现状两岸引堤堤顶进行交通运输，外海侧可以通过施工围堰顶进行施工运输，同时设置下基坑道路（未超出申请用海范围）。

2.3.4 施工机械设备

本工程施工主要采用的施工器械如下表。

表 2.4.4-1 施工机械设备一览表

序号	机械设备名称	规格、型号	单位	数量	备注
1	推土机	59kW	台	3	平料
2	手扶自行式振动碾	1t	台	4	
3	蛙夯机	2.8kW	台	8	边角区压实
4	1m ³ 反铲挖掘机	1.0m ³	台	6	
5	1m ³ 挖掘机改装液压破碎机	0.6 m ³	台	1	
6	长臂挖机	0.6m ³	台	4	
7	水陆两用挖机	1.0m ³	台	3	
8	深层水泥搅拌机	SJB-2 型	台	2	
9	轮胎装载机	2.0m ³	台	1	
10	自卸汽车	8t	辆	10	
11	自卸汽车	5t	辆	6	
12	吊车	10~20t	台	1	起吊砼预制件
13	胶轮车		辆	17	
14	水泵	WQ100-110-10-5.5 型	台	2	基坑初期排涝
15	水泵	WQ40-15-20-2.2 型	台	4	基坑经常性排涝
16	砼振捣器	2.2kW	台	3	
17	平板拖车	10~20t	辆	1	设备运输
18	砼输送泵	HB30	台	2	用于商品砼浇筑
19	柴油发电机组	40kW	组	1	备用电源

序号	机械设备名称	规格、型号	单位	数量	备注
21	木材加工常规设备		套	1	
24	钢筋加工常规设备		套	1	

2.3.5 土石方平衡方案

经计算，本项目土石方开挖量约为 3 万 m³，回填土石方量约为 5.9 万 m³，可利用土方约为 2.62 万 m³，弃渣量约为 0.34 万 m³。

本工程产生的弃土将运至广东省廉江市车板镇荔枝村委雷公山村石炮岭，由廉江市欢裕建筑材料有限公司接收，渣场距离工程区平均运距为 10km，其堆放量可满足本工程需求。



图 2.4.5-1 弃土接收地位置图

2.3.6 施工进度计划

根据总体要求及施工进度安排，结合工程布置、建筑物工程量，初拟施工总工期为 12 个月，其中施工筹建期 1 个月（不列入总工期内），施工准备工期 1 个月，主体工程施工期 10 个月，完建期 1 个月。

表 2.4.6-1 施工进度计划表

序号	项目名称	月份											
		第 1 个月	第 2 个月	第 3 个月	第 4 个月	第 5 个月	第 6 个月	第 7 个月	第 8 个月	第 9 个月	第 10 个月	第 11 个月	第 12 个月
1	施工准备备（临时纳潮闸围堰填筑，建设）	■											
2	内涌、外海施工围堰填筑及高压喷浆处理		■										
3	外海冲刷坑填筑、高压喷浆处理		■										
4	项目部搭建，临建场地	■											
5	闸室及翼墙基础开挖		■	■	■								
6	水闸及翼墙施工、闸门预制			■	■	■	■						
7	左右岸连接堤施工							■					
8	内涌引堤								■				
9	机电及金属结构设备安装					■							
10	导流堤施工							■	■				
11	水文观测房施工								■				
12	内涌围堰和部分外海围堰拆除									■	■		
13	临建场地拆除												■
14	扫尾及竣工验收												■

2.4 项目用海需求

2.4.1 项目用海需求情况

本项目为廉江市龙营围白沙水闸重建工程，建设内容为拆除重建白沙水闸，总净宽 14.0m，水闸由内涌至外海共长 131.10m，主要由内涌抛石防冲槽、海漫、消力池、闸室、翼墙、外海消力池、海漫和防冲槽等建筑物组成。另外还对重建水闸开挖时破坏的左右岸连接堤进行修复加固。

内涌引堤段长 50.0mm（不含内涌防冲槽、海漫、消力池段的两侧引堤长 26.90m，其余部分长 23.10m）、抛石防冲槽前回填中粗砂段长 3.20m、抛石防冲槽段长 3.00m、海漫段长 10.0m、消力池段长 10.70m（含闸室上游平段长 2.0m）、闸室段长 20.0m；下游外海消力池段长 16.30m、海漫段长 35.50m 和抛石防冲槽段长 9.30m。

项目采用围堰方法施工，包括内涌围堰和外海围堰，内涌围堰的中轴线长 40m，顶高程采用 3.20m，顶面宽 5.0m。外海临时纳潮闸采用钢板桩全围堰全长 97.30m，堰顶高程 5.5m，围堰顶宽度 6.0m。外海围堰采用复合断面土石围堰，顶高程采用 5.50m，顶面宽 5.0m。在白沙水闸右侧布置施工期纳潮涵闸，纳潮闸由双层 2-2×1.2m 共 8 个 ϕ 1.20m 圆涵组成，底层涵底板高程-0.75m（和白沙水闸底板同高程），过断面面积 9.4m²。

根据《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）5.3.2.1 条，“非透水构筑物岸边以海岸线为界，水中以非透水构筑物及其防护设施的水下外缘线为界”。本项目翼墙、堤岸等以及施工围堰用海方式为非透水构筑物，翼墙、堤岸等的内涌引堤和左右岸连接堤以设计边缘为界、外海导流堤和翼墙等以水下外缘线为界；施工围堰以围堰坡脚的外缘线为界和龙营围生态海堤建设工程（拟申请）申请范围为界进行用海申请，同时避让主体工程内涌引堤、左右岸连接堤、外海导流堤、翼墙等用海范围。计算得到翼墙、堤岸等用海需求为 1.3052 公顷，施工围堰用海需求为 1.5781 公顷。

根据《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）5.3.2.2 条，“透水构筑物以构筑物及其防护设施垂直投影的外缘线为界”。本项目水闸主体用海方式为透水构筑物，水中以水闸的内涌防冲槽、内涌海漫、内涌消力池、闸室、外海消力池、外

海漫、外海防冲槽等结构垂直投影的外缘线为界。计算得到水闸主体用海需求为 0.2539 公顷。施工期纳潮涵闸建设与龙营围生态海堤建设工程（拟申请）存在部分重叠情况，施工期纳潮涵闸用海方式为透水构筑物，而龙营围生态海堤建设工程与其重叠部分用海方式为非透水构筑物，因此，本项目施工期纳潮涵闸与该工程重叠的用海范围进行避让。综上，本工程施工期纳潮涵闸以构筑物垂直投影的外缘线和龙营围生态海堤建设工程申请范围为界。计算得到施工期纳潮涵闸用海需求为 0.0061 公顷。

2.4.2 项目申请用海情况

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特殊用海（一级类）中的海岸防护工程用海（二级类），用海方式为构筑物（一级方式）中的非透水构筑物（二级方式）和透水构筑物（二级方式）。

本项目用海包括主体工程 and 施工工程。主体工程申请用海面积 1.5591 公顷，包括水闸主体 0.2539 公顷（用海方式为透水构筑物），翼墙、堤岸等 1.3052 公顷（用海方式为非透水构筑物）；施工工程申请用海面积 1.5842 公顷，包括施工围堰 1.5781 公顷（用海方式为非透水构筑物，其中 0.2539 公顷与主体工程透水构筑物用海范围重叠），施工期纳潮涵闸 0.0061 公顷（用海方式为透水构筑物）。

根据《广东省海域使用权立体分层设权宗海范围界定及宗海图编绘技术规范（试行）》相关要求，对本项目用海进行立体确权，立体空间设权根据结构空间范围确定，水闸主体用海空间层为底土、海床、水体和水面，立体设权高程范围为-11.0m~16.4m（1985 国家高程基准）；翼墙、堤岸等用海空间层为底土、海床、水体和水面，立体设权高程范围为-11.0m~11.3m（1985 国家高程基准）；施工围堰用海空间层为底土、海床、水体和水面，立体设权高程范围为-6.0m~5.5m（1985 国家高程基准）；施工期纳潮涵闸用海空间层为底土、海床、水体和水面，立体设权高程范围为-1.8m~6.2m（1985 国家高程基准）。

根据广东省政府 2022 年批复岸线，本项目距离岸线最近约 1.4km，不占用岸线，无需落实岸线占补。

根据《中华人民共和国海域使用管理法》，本项目属于公益事业用海，海域使用权最高期限为四十年。根据设计方案，本项目水工结构设计使用年限为 50 年。本项目施工期为 12 个月，考虑项目申请用海手续的时间和海上不可作业天数，适当延长施工用海期限，避免超期用海。

本项目主体工程（水闸主体和翼墙、堤岸等）申请用海期限为 40 年，施工工程（施工围堰和施工期纳潮涵闸）申请用海期限为 2 年。针对主体工程（透水构筑物）与施工工程（非透水构筑物）用海范围重叠部分，前 2 年按照施工期工程非透水构筑物用海方式确权，施工期届满后按照主体工程透水构筑物用海方式确权。

宗海图可见附图 5-3。

2.5 项目用海必要性

2.5.1 项目建设必要性

2.5.1.1 水闸现状及存在的问题

(1) 项目建设历史背景

白沙水闸最初由原廉江县水电局组织建设，于 1986 年 10 月建成（水闸建成的时间远早于海域使用管理法施行时间，因此，白沙水闸的用海未进行确权。），鉴于当时的水利工程建设情况，没有按基建程序进行，在没有翔实的地质勘察资料，没有多方案论证的情况下，实行边设计、边施工、边修改的方法进行；并且由于当时社会生产力落后，建设材料、施工机械缺乏，多数工序施工均靠人工进行，施工质量相对较差。工程建设资料缺少科学管理，设计、施工资料没有很好地保存。

(2) 现状情况

白沙水闸现状为涵洞式水闸，主要由涵身闸室、上下游翼墙、消力池、海漫、两岸护坡等组成。水闸为 4 孔盖板涵，单个涵断面尺寸为 3.0m×2.70m（宽×高，下同），进口底板高程-0.75m（1985 年国家高程基准，下同），出口底板高程-0.75m，涵全长 21.0m，每孔出口都设有混凝土平板闸门，闸门尺寸 3.25m×3.0m，设有 4 台启闭机，型式为手电两用螺杆式，闸墩厚 0.60m，闸室总净宽 12.0m。

(3) 破损情况

根据《廉江市龙营围白沙水闸安全评价报告》（惠州市华禹水利水电工程勘测设计有限公司，2021 年 12 月）可知龙营围白沙水闸存在的主要问题如下：

- 1) 上游左侧翼墙局部混凝土表皮脱落、局部骨料外露，存在 2 条裂缝。
- 2) 下游右侧翼墙混凝土局部混凝土表皮脱落，存在 1 条裂缝，裂缝垂直于翼墙，向下延伸至水下，为贯穿性裂缝。
- 3) 上游护坡下部混凝土轻微冲蚀磨损，砂浆外露；存在 2 条浅层裂缝，裂缝沿边缘向下延伸至水下；护坡左侧混凝土踏步，冲蚀破坏，混凝土骨料外露。
- 4) 涵洞盖板冲蚀破损，混凝土表层大面积剥落至受力钢筋层，大部分钢筋严重腐蚀、膨胀、掉渣，局部锈蚀钢筋与混凝土剥落，存在严重安全隐患。穿堤

涵洞侧墙受水生生物寄生侵蚀破坏、局部混凝土表皮脱落。

5) 左侧第 1#孔中墩、左侧第 2#孔中墩上沿混凝土冲蚀破损，骨料裸露，裸露混凝土中存在块石。

6) 启闭机室为露天平台，采用螺杆启闭机启闭，存在安全隐患。进口左侧第 2#孔中墩启闭机室下游框架柱存在 1 裂缝，裂缝位于框架柱中部下游侧，沿边缘长发育，为贯穿性裂缝。

7) 人行桥与堤顶防浪墙结合部存在沉降剪切破坏。

8) 闸门未安装止水装置。检测期间闸门均处于过流状态，闸门漏水。门槽及附近区域混凝土的空蚀、冲刷、掏空等；闸墩、胸墙等部位的裂缝、剥蚀、老化。

9) 水闸消能设施消力池和海漫均已坍塌。

10) 启闭机安装在同一启闭平台，未建设启闭机房，暴露在外，长期饱受雨水等侵蚀，损坏及被盗风险极高。启闭机控制设施简陋、控制柜破损，接线柱锈蚀。机箱表面及电动机表面存在不同程度的锈蚀，螺杆部分整体润滑较好，仅下部存在锈蚀情况。自动控制设施极为落后。

11) 柴油发电机，为螺杆启闭机的备用电源，外观破旧、锈蚀。柴油发电机组已经运行了多年，老化、锈损严重，铭牌不清，功能落后，属淘汰产品，应予以报废。

12) 没有任何观测设施，甚至连观测水位的人工水尺都未设置，完全不符合规范要求，无法对水闸的安全运行状况进行有效地监测。

龙营围管理处在日常运行管理中，运行管理人员在日常巡查中发现盖板露筋锈蚀、启闭架、启闭台、闸门以及进水口底板，出水口消力池、海漫等存在安全问题，经龙营围管理处向市政府申请资金重建了启闭架、启闭台以及人行桥，更换了闸门等，但问题没有得到彻底解决。

(4) 安全鉴定结果

2021 年 12 月，廉江市龙营围工程管理处委托惠州市华禹水利水电工程勘测设计有限公司对白沙水闸进行了安全鉴定，根据鉴定结果，廉江市白沙水闸的过水能力、渗流稳定性、结构强度、消能防冲、金属结构等均无法达到现行规范的要求，运行指标无法达到设计标准，工程存在严重安全问题，需降低标准运行或

者报废重建，对该水闸评定为四类，水闸必须进行重建。



注：上游左侧翼墙局部混凝土表皮脱落、局部骨料外露，存在 2 条裂缝；下游右侧翼墙混凝土局部混凝土表皮脱落，存在 1 条裂缝。

图 2.5.1-1 上下游翼墙外观质量缺陷图



注：上游护坡下部混凝土轻微冲蚀磨损、存在 2 条浅层裂缝；护坡左侧混凝土踏步，冲蚀破坏，混凝土骨料外露。

图 2.5.1-2 上下游护坡外观质量缺陷图



图 2.5.1-3 水闸外海侧图



图 2.5.1-4 水闸内涌侧图



注：闸墩上沿混凝土冲蚀破损，骨料裸露，混凝土中存在块石。

图 2.5.1-5 水闸闸墩外观质量缺陷图



注：启闭机室框架柱存在裂缝

图 2.5.1-6 启闭机框架结构外观质量缺陷图



注：穿堤涵洞顶板冲蚀破损，大部分钢筋严重腐蚀、膨胀、掉渣；涵洞侧墙受水生生物寄生侵蚀破坏、局部混凝土表皮脱落。

图 2.5.1-7 穿堤涵洞外观质量缺陷图



注：人行桥与堤顶防浪墙结合部存在沉降剪切破坏。

图 2.5.1-8 人行桥外观质量缺陷图

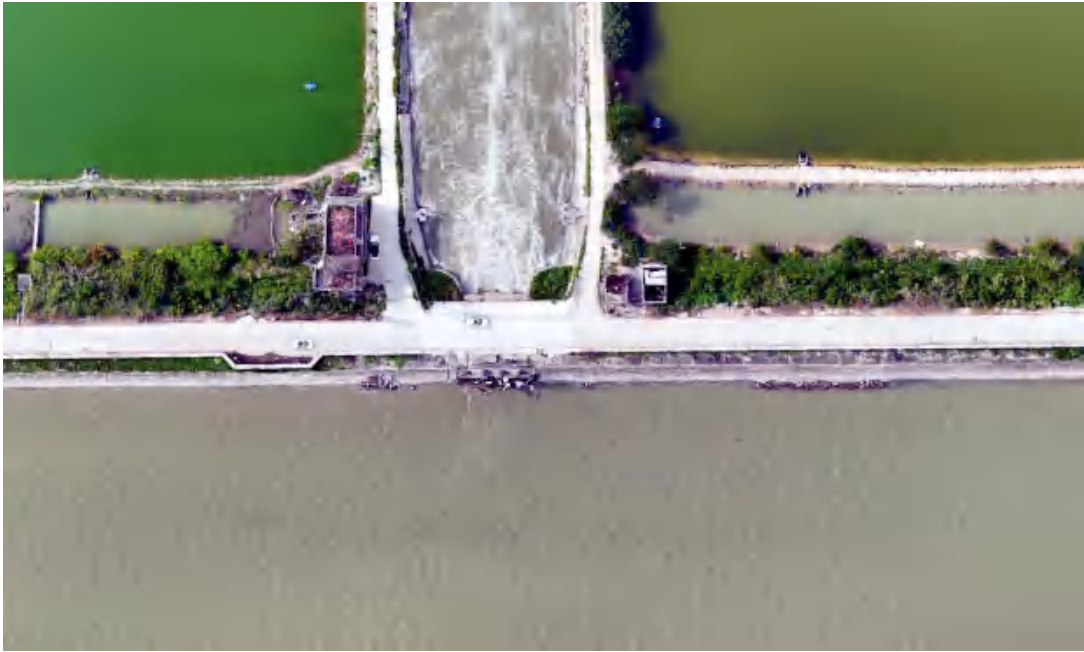


图 2.5.1-9 白沙水闸正射影像图（拍摄时间：2025 年 6 月 29 日）



图 2.5.1-10 白沙水闸现场照片图（拍摄时间：2025 年 6 月 29 日）

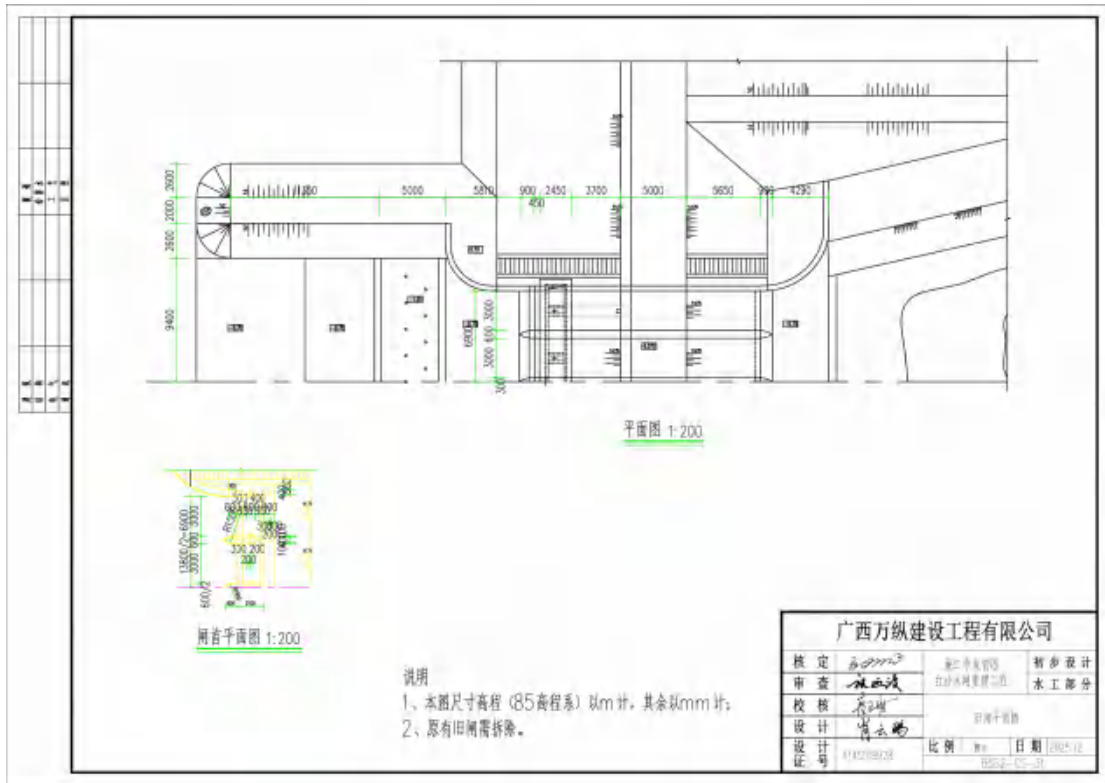


图 2.5.1-11 白沙水闸现状平面图

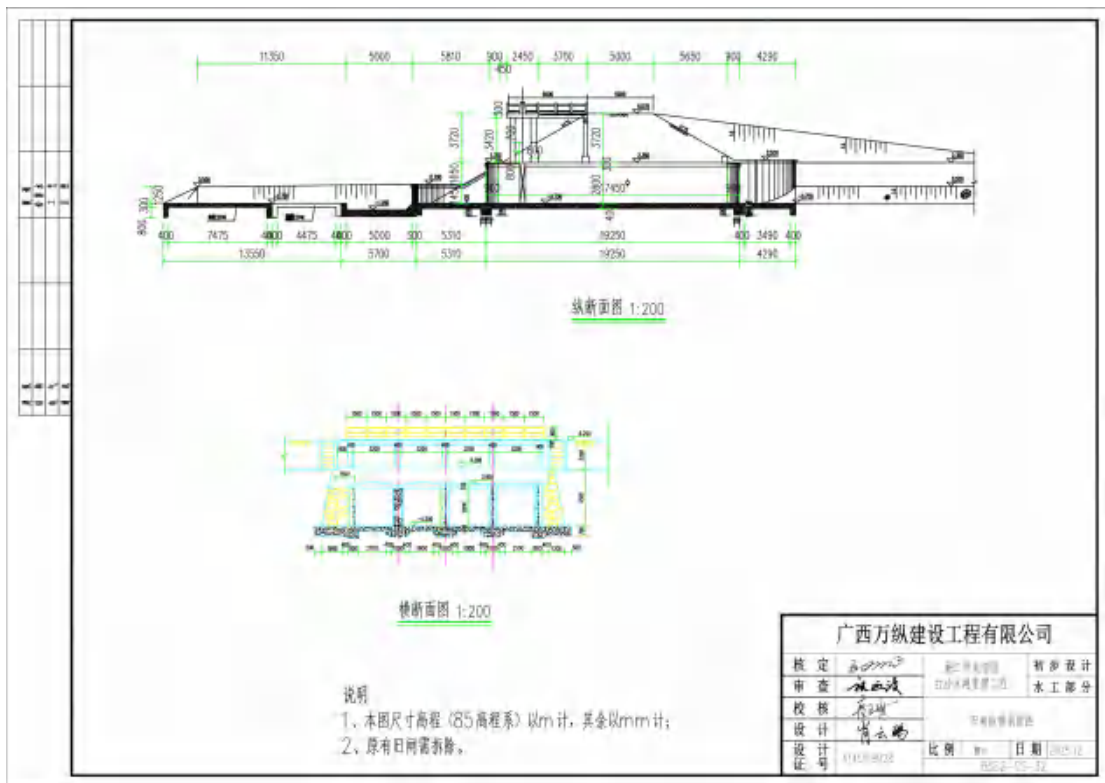


图 2.5.1-12 白沙水闸现状纵横剖面图

2.5.1.2 项目与国家产业政策及相关产业规划的符合性

(1) 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》

根据《产业结构调整指导目录（2024年本）》，本项目属于“第一类 鼓励类”中的“二、水利. 3、防洪提升工程：病险水库、水闸除险加固工程，城市积涝预警和防洪工程，水利工程用土工合成材料及新型材料开发制造，水利工程用高性能混凝土复合管道的开发与制造，山洪地质灾害防治工程（山洪地质灾害防治区监测预报预警体系建设及山洪沟、泥石流沟和滑坡治理等），江河湖海堤防建设及河道治理工程，蓄滞洪区建设，江河湖库清淤疏浚工程，堤防隐患排查与修复，出海口门整治工程”。

因此，本项目建设符合国家产业结构政策要求。

（2）项目建设与《广东省水利发展“十四五”规划》相符合

《广东省水利发展“十四五”规划》提出，到2025年，水安全保障能力全面提升，建成水利高质量发展先行省。粤东粤西粤北地区水安全保障能力基本达到国内中上游水平，水利区域发展平衡性协调性明显增强。具体发展目标包括：防洪（潮）体系建设迈上新台阶。大江大河防洪工程体系更加完善，防御极端天气情况下的水旱灾害能力大幅提升，全省主要江河堤防达标率达到85%，中小河流防洪能力整体提升。县级以上城市中心区防洪（潮）能力不低于50年一遇。

本规划要求，消除防洪安全隐患。定期开展江河堤防、水库、水闸等工程设施隐患排查和安全鉴定，健全水利工程隐患排查常态化工作机制，推进大江大河堤防险工险段治理。实施小型水库除险加固攻坚行动，全面完成现有病险水库除险加固任务，推进大中型病险水闸除险加固，建立健全水库（水闸）常态化除险加固和运行管护机制。落实病险水利工程安全度汛措施，有效防范汛期水利工程安全事故发生。对年久失修、存在严重安全隐患或严重影响生态安全的水利工程，根据相关规定及时进行降等、报废处理。

旧白沙水闸建成于20世纪80年代，闸址处于廉江市龙营围海堤东侧，水闸运用频率较高，发挥了非常大的作用，有效地保障了围内居民生产生活安全。水闸经过长年累月的运行，已疲惫不堪，出现多种不利于工程安全运行的现象。水闸存在安全隐患较多，诸如混凝土强度不足、渗漏严重、机电设备不能运行等，上述不利因素，影响了工程的安全及其正常运行。水闸的重建将消除各种各样威胁工程的不利因素，使工程能够安全地运行，保障了龙营围海堤围内渔业和相关产业的稳步发展。

根据规划中的“专栏 1.防洪能力提升工程建设项目，9、病险水闸除险加固。推进大中型病险水闸除险加固”的要求，廉江龙营围白沙水闸重建工程建设符合《广东省水利发展“十四五”规划》的要求。

专栏 1 防洪能力提升工程建设项目
1.大江大河及河口治理。加快广东省西江干流治理工程建设，推进实施大湾区堤防巩固提升工程、广东省东江干流治理工程、广东省韩江干流治理工程、鉴江干流治理工程、北江大堤补短板建设项目，推动珠江三角洲及河口整治工程前期工作。
2.控制性枢纽。完成韩江高陂水利枢纽工程建设，开展思贤滘与天河南华生态控导工程前期研究。
3.蓄滞洪区建设。加快滬江蓄滞洪区建设与管理工程建设，优化调整临时蓄滞洪区建设与管理。
4.中小河流治理。加快 12 宗江河主要支流及独流入海河流治理，完成中小河流二期治理，适时开展中小河流三期治理。加快建设练江流域水利综合整治工程。
5.城镇防洪工程。实施梅州市大埔县茶阳镇和肇庆市封开县江口镇、南丰镇防洪工程。
6.山洪灾害防治。完善山洪灾害防治非工程措施，实施 35 宗重点山洪沟防洪治理工程。
7.生态海堤。推进 1100 公里生态海堤达标建设。
8.病险水库除险加固。完成 3 宗大型、26 宗中型和一批小型病险水库除险加固。
9.病险水闸除险加固。推进大中型病险水闸除险加固。
10.防洪监测预警调度。建设重要水工程防洪调度一体化平台、水旱灾害监测预警平台，升级山洪灾害监测预警平台。

图 2.5.1-13 广东省水利发展“十四五”规划-专栏 1

(3) 项目建设与《湛江市水利改革发展“十四五”规划》相符合

《湛江市水利改革发展“十四五”规划》（下称《规划》）提出，定期开展江河海堤、水库、水闸等工程设施隐患排查和安全鉴定，健全水利工程隐患排查常态化工作机制。以沿海人口密集区域为重点，明确防洪（潮）标准，完善海堤防护能力建设，全面提升抵御风暴潮灾害的能力。完成规划内病险水库除险加固，持续推进新出现险情的病险水库（水闸）除险加固，及时消除安全隐患。积极开展纳入《全国重点大中型病险水闸专项规划》的 22 宗大中型病险水闸除险加固和新增的 20 宗大中型水闸除险加固。

《规划》要求，保障水利工程安全运行。通过提示预警、督查考核、定期通报等方式，推动实现水库、水闸安全鉴定常态化。通过定期开展堤防工程险工险段排查，规范堤防工程险工险段判别条件。加强水库、水闸和堤防等水利工程隐患治理，落实病险水利工程安全度汛措施，有效防范汛期水利工程安全事故发生。

充分运用信息化手段，开展水库、水闸、堤防等水利工程数字化建设，全方位、多维度掌握水利工程安全运行状况。

根据规划的附表二，廉江市白沙水闸重建工程列入了湛江市水利改革发展“十四五”规划水利基础设施建设项目。

廉江市龙营围围内土地平坦、肥沃、卤淡水源充足，是廉江市粮食、水产养殖的主要生产基地之一，白沙水闸和龙营围海堤、名教水闸、龙兴水闸、龙湾水闸、良垌水闸及息安水闸共同捍卫车板镇、营仔镇面积 3.80 万亩，其中耕地 1.44 万亩，水产养殖 2.36 万亩，捍卫人口 2.60 万人，白沙水闸的主要任务是排涝、挡潮、防洪、纳潮，使其能充分发挥功能，造福当地居民。水闸经长年累月地运行，出现多种不利于工程安全运行的现象。本次重建工程将消除各种各样威胁工程的不利因素，保障龙营围海堤围内人民生命财产安全。

因此，本项目建设符合《湛江市水利改革发展“十四五”规划》完成规划内病险水闸除险加固的要求。

表 2.5.1-1 《规划》附表二

序号	项目名称	所在地	项目类别	项目建设和前期工作情况			项目总投资(万元)		规划依据	主要建设内容
				项目建议书批复	勘察设计	开工年份	总投资	“十四五”估算投资		
34	江州海堤加固工程	廉江市	防洪提升工程	准备	规划在编		1934		地方资金	海堤加固，与海以下。
35	廉江市生态海堤建设工程(1宗)	廉江市	防洪提升工程	在建	规划在编		18388	18388	广东省生态海堤建设“十四五”规划	约 10.9km 堤防加固提升项目三年一遇提升至 10 年一遇。
36	廉江市白沙水闸除险加固工程(1宗)	廉江市	防洪提升工程	在建	规划在编	2019年	9412.55	9412.55	广东省重大水利基础设施	共计 30 座中型水闸除险加固：龙塘水闸、龙东水闸、廉江赤坎水闸、黎山渡水闸、平光水闸、白沙水闸、草竹水闸、龙湾水闸、南干水闸、管地水闸、红罗水闸、包福水闸、大东水闸、塘边水闸、江口水闸、光成水闸、军史水闸、勒竹山水闸、李村水闸、勒竹水闸、碧湖水闸、牛时庄水闸、山仔水闸、白藤水闸、上塘水闸、上塘村水闸、官牛塘水闸、苏军塘水闸、文牛水闸、白藤水闸、塘村水闸、雷宅水闸、塘武水闸、中岗水闸、大时水闸、北苑水闸。
37	廉江市白沙水闸除险加固工程(1宗)	廉江市	防洪提升工程	在建	安全鉴定验收在编	2019年	8318	8318	地方资金	对中型水闸进行除险加固，主要涉及加固大闸洪汛工作等共计 14 座水闸。
38	廉江市九洲江流域生态海堤建设工程	廉江市	防洪提升工程	在建	初步设计	2021年	1416.94	1976.84	全国重大水利基础设施投资规划	1.新建生态海堤 2 宗；2.加固重建海堤 2 宗；采用箱涵式结构，进出口尺寸 5.0*5.1m(包含工作桥净跨宽+交通桥净宽)；3.新建净宽 240m。
39	廉江市九洲江流域生态海堤建设工程	廉江市	防洪提升工程	在建	初步设计	2021年	2908.22	2908.22	全国重大水利基础设施投资规划	1.加固生态海堤 2 宗；2.加固重建海堤 2 宗；采用提升式箱涵式结构；3.净宽 18m；4.净宽 140m。
40	廉江市白沙水闸重建工程	廉江市	防洪提升工程	在建	可行性研究报告	2021年	24829	24829	广东省水利“十三五”规划项目	重建水闸。
41	廉江市九洲江流域生态海堤建设工程(廉江市龙湾生态海堤建设工程、廉江市官渡生态海堤建设工程、廉江市良垌生态海堤建设工程)	廉江市	防洪提升工程	准备	规划在编		11160		地方资金	重建水闸。
42	廉江市九洲江流域生态海堤建设工程	廉江市	防洪提升工程	准备	规划在编		2891		地方资金	重建水闸。
43	廉江市九洲江流域生态海堤建设工程	廉江市	防洪提升工程	准备	规划在编		2891		地方资金	重建水闸。

2.5.2 项目用海必要性

(1) 水闸用海必要性

白沙水闸始建于 1986 年 10 月建成，修建年代久远，没有海域使用权属。水

闸运用频率较高，发挥了非常大的作用，有效地保障了围内居民生产生活安全。水闸经过长年累月的运行，已疲惫不堪，出现多种不利于工程安全运行的现象。水闸存在安全隐患较多，诸如混凝土强度不足、渗漏严重、机电设备不能运行等，上述不利因素，影响了工程的安全及其正常运行。水闸的重建将消除各种各样威胁工程的不利因素，使工程能够安全地运行，保障了龙营围海堤围内渔业和相关产业的稳步发展。因此急需在白沙水闸原址重建，根据广东省政府 2022 年批复海岸线，水闸位于廉江市营仔镇西南侧附近海域，因此，水闸用海是必要的。

(2) 施工围堰用海必要性

根据现场的地形条件，结合水闸的结构特性，本次水闸重建需采用全段围堰法封闭施工，同时，采用围堰施工可降低项目施工过程中产生的污染物对所在海域的环境影响。施工围堰需占用一定的海域面积。因此，施工围堰用海是必要的。

(3) 施工期纳潮涵闸用海必要性

白沙水闸现状围内需要纳潮的围塘利用外海潮位高于围内河道正常水位 0.50m 时进行纳潮，水闸的最高纳潮水位到 1.77m 时关闸，时间约为 2 个小时。施工期设置纳潮闸，纳潮时间提升到 4 小时，能够满足围内生产纳潮使用。因此，施工期纳潮涵闸用海是必要的。

3 项目所在海域概况

3.1 海洋资源概况

3.1.1 海岸线资源

根据广东省政府2022年批复海岸线和广西壮族自治区2019年新修测海岸线统计，本项目论证范围内的大陆岸线共长146.53km，包括河口岸线0.37km、泥质岸线1.45km、人工岸线79.29km、砂质岸线19.43km、生态恢复岸线5.44km和生物岸线40.55km。



图 3.1.1-1 论证范围内岸线资源示意图

3.1.2 滩涂资源

根据海图《海康港至北海港》（91001）水深资料，统计项目论证范围内的滩涂面积约24089.94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》，本项目论证范围内仅包含1

个岛礁-南坪岛,为已开发无居民海岛,距离本项目约 4.7km。南坪岛面积 5272m²,为沙泥岛。



图 3.1.3-1 项目周边岛礁分布图

3.1.4 港口资源

根据《湛江港总体规划（2020-2035 年）》，廉江港区现有营仔和安铺等两个作业区，码头船舶主要利用自然水深进出港。营仔作业区航道长 40.2 公里，底宽 100m，底标高-3.0m，另有两处临时锚地。

廉江港区规划包括营仔作业点、安铺作业点和龙头沙作业区。营仔作业点、安铺作业点维持现有规模。龙头沙作业区目前在建核电码头位于作业区后方规划港口岸线范围内，采用窄突堤式布局，形成泊位岸线 154m，布置 3 千吨级大件码头 1 个，未来考虑提升至 5 千吨级。考虑在核电码头北侧，依托现有渔港防波堤的良好沿海条件，新增布置 2 个 5 千吨级及以下通用泊位。在核电码头东侧采用栈桥方案新增布置 5 个左右 7 万吨级及以下通用泊位和支持系统。在村庄北侧规划港口陆域堆场。规划龙头沙作业区共形成码头岸线 1904m，布置 8 个泊位，年通过能力 800 万吨，陆域面积 72 公顷。

3.1.5 渔业资源

3.1.5.1 调查概况

本节引用《廉江市龙营围生态海堤建设工程海洋环境现状调查监测报告》(广州海兰图检测技术有限公司, 2025年3月)和《廉江市龙营围生态海堤建设工程海洋环境现状调查监测报告(2025年秋季)》(广州海兰图检测技术有限公司, 2025年10月),由广州海兰图检测技术有限公司分别于2025年3月和2025年10月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

(1) 鱼卵仔稚鱼

调查选择适于在调查海区作业且设备条件良好的渔船承担,按照《海洋调查规范》(GB/T 12763-2007)的相关规定进行样品的采集、保存和运输。定量采样:网具使用浅水I型浮游生物网(水深<30m)垂直采样,由海底至海面垂直拖网,水深较浅时采用水平拖网的方式采集样品。定性采样:采用水平拖网法,网具采用大型浮游生物网,于表层水平拖曳10min取得,拖速保持在1kn~2kn。海上采得的浮游生物样品按体积5%的量加入福尔马林溶液固定,带回实验室后将鱼卵仔鱼样品单独挑出,在解剖镜下计数和鉴定。

(2) 游泳动物

游泳生物调查按照《海洋调查规范》(GB/T 12763-2007)的相关规定进行样品的采集、保存和运输。

①调查船舶要求:游泳生物调查船应由专业调查船承担,或选择适于在调查海区作业且设备条件良好的渔船承担,调查船舶应具备能在调查海区中定位的卫星定位仪、能在调查海区与陆地基地联络的通讯设备,性能良好的探鱼仪和雷达,能随时观察曳网情况的网位仪,与调查水深和调查网具相匹配的起网机和起吊设备,具备渔获物样品冷藏库或冷冻库。

②调查工作流程:采用单船有翼单囊拖网进行作业。调查时间选择在白天进行,综合拖速、拖向、流向、流速、风向和风速等多种因素,在距离站位位置2n mile~3n mile处放网,拖速控制在2kn~3kn左右,经0.5~1h后正好到达站位位置或附近。临放网前准确测定船位,放网时间以停止曳网投放,曳网着底开始受力时为准。拖网中尽量保持拖网方向朝向拖网站位,注意周围船只动态和调

查船的拖网是否正常等，若出现不正常拖网时，视其情况改变拖向或立即起网。临起网前准确记录船位，起网时间以起网机开始卷收曳纲时间为准。如遇严重破网等导致渔获量大量减少时，应重新拖网。

③样品处理：将囊网里全部渔获物收集，记录估计的网次总质量（kg）。渔获物总质量在 40kg 以下时，全部取样分析；渔获物大于 40kg 时，从中挑出大型的和稀有的标本后，从渔获物中随机取出渔获物分析样品 20kg 左右，然后把余下的渔获物按品种和不同规格装箱，记录该站位准确渔获物总质量（kg）。

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（扫海宽度取浮纲长度的 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春季

1) 种类组成

本次鱼卵仔稚鱼调查中，共出现了鱼卵 8 种，其中包括鲈形目 5 种，鲱形目 2 种，鲾形目 1 种；仔稚鱼 4 种，其中包括鲈形目、鲱形目、颌针鱼目和鲇形目各 1 种。

2) 数量分布

调查 12 个站位的鱼卵仔稚鱼垂直拖网共采到鱼卵 31ind，仔稚鱼 2ind；鱼卵平均密度为 3.447ind/m³，仔稚鱼平均密度为 0.188ind/m³。LJ15 站位鱼卵密度最高，密度为 9.835ind/m³，其次是 LJ06 站位，密度为 7.844ind/m³，共 8 个站位采获到鱼卵；LJ15 站位仔稚鱼密度最高，密度为 1.639ind/m³，其次是 LJ14 站位，密度为 0.613ind/m³，共 2 个站位采获到仔稚鱼。

表 3.1.5-1 春季鱼卵仔稚鱼密度及其分布（垂直拖网）

站位	鱼卵仔稚鱼发育期	
	鱼卵 (ind/m ³)	仔稚鱼 (ind/m ³)
LJ02	0	0
LJ03	2.857	0
LJ04	0	0
LJ06	7.844	0
LJ08	4.762	0
LJ09	0	0
LJ10	3.278	0
LJ12	4.301	0
LJ14	6.747	0.613
LJ15	9.835	1.639
LJ17	0	0
LJ19	1.740	0
均值	3.447	0.188

3) 主要种类的数量分布（水平拖网）

A、鲹科 (Carangidae)

本次调查出现的鲹科鱼卵共有 3130 粒，出现在 5 个站位，鲹科鱼卵在调查海域中 LJ10 站位数量最多。

B、鳀科 (Engraulidae)

本次水平拖网调查出现的鳀科鱼卵共有 269 粒，出现在 10 个站位，鳀科鱼卵在调查海域中 LJ15 站位数量最多。

②秋季

1) 种类组成

本次鱼卵仔稚鱼调查中,共出现了鱼卵 10 种,其中包括鲈形目 6 种,鲱形目 2 种,鲾形目和鲷形目 1 种;仔稚鱼 11 种,其中包括鲈形目 5 种,鲱形目 4 种,颌针鱼目和银汉鱼目各 1 种。

2) 数量分布

调查 15 个站位的鱼卵仔稚鱼垂直拖网共采到鱼卵 5ind,平均密度为 0.282ind/m³,其中,LJ12 站位鱼卵密度最高,密度为 1.124ind/m³;其次是 LJ21 站位,密度为 0.935ind/m³,共 5 个站位采获到鱼卵。共采集到仔稚鱼 2ind,平均密度为 0.189ind/m³,其中 LJ06 站位仔稚鱼密度最高,密度为 2.222ind/m³;其次是 LJ22 站位,密度为 0.613ind/m³,共 2 个站位采获到仔稚鱼。

表 3.1.5-2 秋季鱼卵仔稚鱼密度及其分布(垂直拖网)

站位	鱼卵仔稚鱼发育期	
	鱼卵 (ind/m ³)	仔稚鱼 (ind/m ³)
LJ02	0	0
LJ03	0	0
LJ04	0	0
LJ06	0	2.222
LJ08	0	0
LJ09	0	0
LJ10	0	0
LJ12	1.124	0
LJ14	0.662	0
LJ15	0	0
LJ17	0	0
LJ19	0.901	0
LJ21	0.935	0
LJ22	0.613	0.613
LJ24	0	0
平均值	0.282	0.189

3) 主要种类的数量分布(水平拖网)

A、鲷科 Engraulidae

本次调查出现的鲷科鱼卵共有 1432 粒,出现在 15 个站位,平均密度为 0.578 ind/m³,在 LJ22 站位数量最多。仔稚鱼共有 2 尾,出现在 LJ21 个站位。

B、鲹科 (Carangidae)

本次调查出现的鲹科鱼卵共有 198 粒,出现在 13 个站位,以 LJ22 调查站位数量最多。仔稚鱼共有 1 尾,出现在 LJ03 个站位。

C、笛鲷科 (Lutjanidae)

本次水平拖网调查出现的笛鲷科鱼卵共有 139 粒,出现在 10 个站位,以 LJ22

调查站位数量最多。

(2) 游泳动物

①春季

1) 种类组成

此次项目船号为界炮北潭坡 311，使用的网具为网口宽 2.7m、网衣长 5m、网口目 30mm、网囊目 20mm 的底拖网，平均拖网船速为 2.1kn。

本次游泳动物调查共捕获 3 门 3 纲 9 目 24 科 43 种，其中：鱼类 25 种，占总种类数的 58.14%，虾类 9 种（其中虾蛄类 3 种），占总种类数的 20.93%，蟹类 8 种，占总种类数的 18.60%，头足类 1 种，占总种类数的 2.33%。

2) 渔获率

A.尾数渔获率

本次调查该海区 12 个站位的游泳动物尾数渔获率范围为 (15~99) ind/h，平均尾数渔获率为 52ind/h。其中，鱼类平均尾数渔获率为 45ind/h，占游泳动物平均尾数渔获率的 85.37%；虾类平均尾数渔获率为 2ind/h，占游泳动物平均尾数渔获率的 3.97%；蟹类平均尾数渔获率为 5ind/h，占游泳动物平均尾数渔获率的 9.54%；头足类的平均尾数渔获率为 1ind/h，占游泳动物平均尾数渔获率的 1.11%。

B.重量渔获率

本次调查该海区 12 个站位的重量渔获率范围为 (0.215~1.221) kg/h，平均重量渔获率为 0.688kg/h。其中，鱼类平均重量渔获率为 0.557kg/h，占游泳动物平均重量渔获率的 81.01%；虾类平均重量渔获率为 0.016kg/h，占游泳动物平均重量渔获率的 2.38%；蟹类平均重量渔获率为 0.111kg/h，占游泳动物平均重量渔获率的 16.08；头足类的平均重量渔获率为 0.004kg/h，占游泳动物平均重量渔获率的 0.53%。

C.幼体比例

游泳动物幼体渔获总体占比为 46.68%，其中虾类幼体比例最高，为 66.67%；其次是鱼类，幼体比例为 48.68%；蟹类幼体比例为 25.00%；头足类为 0。

3) 渔业资源密度

A.尾数资源密度

本次调查 12 个站位尾数资源密度范围在 (2.856~18.855) $\times 10^3$ ind/km² 之间，平均值为 10.091 $\times 10^3$ ind/km²，尾数资源密度最高的站位为 LJ15 站位，最低为 LJ12

站位。

其中，鱼类尾数资源密度分布范围在 $(1.524\sim 17.141)\times 10^3\text{ind}/\text{km}^2$ 之间，平均值为 $8.530\times 10^3\text{ind}/\text{km}^2$ ，其中 LJ08 站位最高，LJ06 站位最低；虾类尾数资源密度分布范围在 $(0\sim 0.952)\times 10^3\text{ind}/\text{km}^2$ 之间，平均值为 $0.421\times 10^3\text{ind}/\text{km}^2$ ，其中 LJ15 站位最高；蟹类尾数资源密度分布范围在 $(0.182\sim 2.476)\times 10^3\text{ind}/\text{km}^2$ 之间，平均值为 $1.032\times 10^3\text{ind}/\text{km}^2$ ，其中 LJ04 站位最高，LJ09 站位最低；头足类尾数资源密度分布范围在 $(0\sim 0.381)\times 10^3\text{ind}/\text{km}^2$ 之间，平均值为 $0.109\times 10^3\text{ind}/\text{km}^2$ ，其中 LJ04 站位最高。

表 3.1.5-3 春季各站位尾数资源密度 (单位: $\times 10^3\text{ind}/\text{km}^2$)

站位	尾数资源密度	尾数资源密度			
		鱼类	虾类	蟹类	头足类
LJ02	6.545	3.636	0.727	2.182	0
LJ03	11.272	9.999	0.545	0.364	0.364
LJ04	8.380	5.333	0.190	2.476	0.381
LJ06	4.000	1.524	0.762	1.714	0
LJ08	17.522	17.141	0	0.381	0
LJ09	17.271	16.544	0.545	0.182	0
LJ10	9.636	8.181	0	1.273	0.182
LJ12	2.856	2.095	0.190	0.571	0
LJ14	13.522	11.999	0.571	0.952	0
LJ15	18.855	16.570	0.952	1.333	0
LJ17	7.619	6.857	0	0.762	0
LJ19	3.618	2.476	0.571	0.190	0.381
平均值	10.091	8.530	0.421	1.032	0.109

B. 重量资源密度

本次调查 12 个站位渔业资源重量资源密度范围在 $(40.949\sim 232.553)\text{kg}/\text{km}^2$ 之间，平均值为 $134.300\text{kg}/\text{km}^2$ ，LJ08 站位最高，LJ12 站位最低。

其中，鱼类重量资源密度变化范围在 $(29.331\sim 226.696)\text{kg}/\text{km}^2$ 之间，平均值为 $106.602\text{kg}/\text{km}^2$ ，其中 LJ08 站位最高，LJ12 站位最低；虾类重量资源密度变化范围在 $(0\sim 9.142)\text{kg}/\text{km}^2$ 之间，平均值为 $3.132\text{kg}/\text{km}^2$ ，其中 LJ06 站位最高；蟹类重量资源密度变化范围在 $(2.857\sim 74.903)\text{kg}/\text{km}^2$ 之间，平均值为 $23.875\text{kg}/\text{km}^2$ ，其中 LJ02 站位最高，LJ08 站位最低；头足类重量资源密度变化范围在 $(0\sim 4.000)\text{kg}/\text{km}^2$ 之间，平均值为 $0.691\text{kg}/\text{km}^2$ ，其中 LJ04 站位最高。

表 3.1.5-4 春季各站位重量资源密度 (单位: kg/km^2)

站位	重量资源密度	重量资源密度			
		鱼类	虾类	蟹类	头足类
LJ02	125.808	49.451	1.454	74.903	0
LJ03	94.357	86.357	1.636	5.091	1.273
LJ04	135.798	60.757	0.190	70.851	4.000

站位	重量资源密度	重量资源密度			
		鱼类	虾类	蟹类	头足类
LJ06	97.897	48.758	9.142	39.997	0
LJ08	232.553	229.696	0	2.857	0
LJ09	155.260	144.352	7.454	3.454	0
LJ10	170.350	137.989	0	31.634	0.727
LJ12	40.949	29.331	0.190	11.428	0
LJ14	187.414	165.130	7.238	15.046	0
LJ15	194.651	171.034	1.714	21.903	0
LJ17	126.085	120.562	0	5.523	0
LJ19	50.473	35.807	8.571	3.809	2.286
平均值	134.300	106.602	3.132	23.875	0.691

4) 优势种

相对重要性指数显示, 本次调查游泳动物优势种 ($IRI \geq 1000$) 共 5 种, 分别为布氏项鲷 (*Nucleequula blochii*)、日本海鲷 (*Nematalosa japonica*)、绿斑细棘虾虎鱼 (*Acentrogobius chlorostigmatoides*)、丝鳍海鲷 (*Arius arius*) 和近亲螯 (*Charybdis affinis*) , 布氏项鲷为第一优势种, 其总渔获重量为 1.522 kg, 占游泳动物总渔获重量的 18.84%; 布氏项鲷的总尾数渔获量为 259 个, 占游泳动物总渔获尾数的 41.77%。

5) 游泳动物多样性指数、均匀度指数及丰富度指数

本次调查区域游泳动物生物种类数范围在 6~17 种, 多样性指数变化范围在 1.618~3.426 之间, 平均值为 2.635, 其中 LJ19 站位最高, LJ09 站位最低; 均匀度指数变化范围在 0.437~0.936 之间, 平均值为 0.736, 其中 LJ02 站位最高, LJ09 站位最低; 丰富度指数范围在 1.533~2.825 之间, 平均值为 2.190, 丰富度指数以 LJ19 站位最高, LJ08 站位最低。

6) 主要经济种类规格和分布

A. 主要经济鱼类

a、日本海鲷

地理分布: 分布于西北太平洋区, 由日本、东中国海、中国台湾至南中国海、中国香港地区等。中国台湾分布于南部、北部、西部及澎湖海域。

生活习性: 生活于 1~50 公尺的热带海域, 属表层洄游性鱼类, 对低盐度的水耐受力极强, 受惊吓时会跃出水面。肉食性, 以浮游动物为主。4~5 月为繁殖期, 集结至河口区产浮性卵, 仔稚鱼具漂浮期, 有时会进入河口域、半淡碱水之河川下游、内湾或潟湖区内产卵。群游性。以浮游生物为食。

本次调查的日本海鲷体长范围为 97~141mm, 体重范围为 14.76~40.22g, 平

均体重为 27.36g。

b、布氏项鰭

地理分布：布氏项鰭分布于印度、斯里兰卡到印度尼西亚至台湾等处；在中国分布于南海和东海，是广东沿海常见物种。

生活习性：布氏项鰭属于热带沿海小型鱼，大都栖息于沙泥底沿岸，成群觅食于沙泥底海床，以底栖动物及浮游生物为主食。

本次调查的布氏项鰭体长范围为 40~82 mm，体重范围为 1.67~16.95 g，平均体重为 5.87 g。

B.主要经济蟹类

近亲螯

地理分布：近亲螯分布于菲律宾、新加坡、印度以及中国大陆的广西、广东、福建等地。

生活习性：主要栖息于沙质或泥沙质的浅海底。

本次调查的近亲螯体长范围为 32~64mm，体重范围为 5.11~52.37g，平均体重为 23.81g。

②秋季

1) 种类组成

此次项目船号为界炮安塘 060，所使用的网具为网口宽 3.0m、网衣长 10m、网口目 20mm、网囊目 10mm 的底拖网，平均拖网船速为 2.5kn。

本次游泳动物调查共捕获 3 门 4 纲 12 目 35 科 56 种，其中：鱼类 34 种，占总种类数的 62.00%，虾类 11 种（其中虾蛄类 3 种），占总种类数的 19.64%，蟹类 9 种，占总种类数的 16.07%，头足类 2 种，占总种类数的 3.57%。

2) 渔获率

A、尾数渔获率

本次调查该海区 15 个站位的游泳动物尾数渔获率范围为（24~230）ind/h，平均尾数渔获率为 85ind/h。其中，鱼类平均尾数渔获率为 71ind/h，占游泳动物平均尾数渔获率的 84.25%；虾类平均尾数渔获率为 10ind/h，占游泳动物平均尾数渔获率的 11.34%；蟹类平均尾数渔获率为 3ind/h，占游泳动物平均尾数渔获率的 3.78%；头足类平均尾数渔获率为 1ind/h，占游泳动物平均尾数渔获率的 0.63%。

B、重量渔获率

本次调查该海区 15 个站位的游泳动物重量渔获率范围 (0.144~2.154) kg/h, 平均重量渔获率为 0.937 kg/h。其中, 鱼类平均重量渔获率为 0.777 kg/h, 占游泳动物平均重量渔获率的 82.96%; 虾类平均重量渔获率为 0.100 kg/h, 占游泳动物平均重量渔获率的 10.68%; 蟹类平均重量渔获率为 0.052 kg/h, 占游泳动物平均重量渔获率的 5.56%; 头足类平均重量渔获率为 0.007 kg/h, 占游泳动物平均重量渔获率的 0.80%。

C、幼体比例

游泳动物幼体渔获总体占比为 58.90%, 其中鱼类幼体比例最高, 为 60.19%; 其次是虾类, 幼体比例为 58.33%; 蟹类幼体比例为 41.67%; 头足类为 0。

3) 渔业资源密度

A、尾数资源密度

本次调查 15 个站位尾数资源密度范围在 (3.456~33.117) $\times 10^3$ ind/km² 之间, 平均值为 12.191 $\times 10^3$ ind/km², 尾数资源密度最高的站位为 LJ15 站位, 最低为 LJ12 站位。

其中, 鱼类尾数资源密度分布范围在 (2.592~32.253) $\times 10^3$ ind/km² 之间, 平均值为 10.271 $\times 10^3$ ind/km², 其中 LJ15 站位最高, LJ12 站位最低; 虾类尾数资源密度分布范围在 (0~6.335) $\times 10^3$ ind/km² 之间, 平均值为 1.382 $\times 10^3$ ind/km², 其中 LJ22 站位最高; 蟹类尾数资源密度分布范围在 (0~1.152) $\times 10^3$ ind/km² 之间, 平均值为 0.461 $\times 10^3$ ind/km², 其中 LJ22 站位最高; 头足类尾数资源密度分布范围在 (0~0.576) $\times 10^3$ ind/km² 之间, 平均值为 0.077 $\times 10^3$ ind/km², 其中 LJ10 站位最高。

表 3.1.5-5 秋季各站位尾数资源密度 (单位: $\times 10^3$ ind/km²)

站位	总尾数资源密度	尾数资源密度			
		鱼类	虾类	蟹类	头足类
LJ02	3.744	3.168	0.288	0.288	0
LJ03	7.775	6.911	0.576	0.288	0
LJ04	10.079	9.503	0	0.576	0
LJ06	12.095	9.215	2.592	0.288	0
LJ08	30.238	29.662	0.288	0.288	0
LJ09	10.943	9.215	0.576	1.152	0
LJ10	8.351	7.487	0.288	0	0.576
LJ12	3.456	2.592	0.576	0.288	0
LJ14	8.063	6.623	0.576	0.576	0.288
LJ15	33.117	32.253	0.288	0.576	0
LJ17	12.095	10.655	0.576	0.576	0.288
LJ19	11.807	9.215	2.592	0	0

站位	总尾数资源密度	尾数资源密度			
		鱼类	虾类	蟹类	头足类
LJ21	12.383	6.623	4.896	0.864	0
LJ22	12.671	5.184	6.335	1.152	0
LJ24	6.048	5.760	0.288	0	0
平均值	12.191	10.271	1.382	0.461	0.077

B、重量资源密度

本次调查 15 个站位渔业资源重量资源密度范围在 (20.734~310.152) kg/km² 之间, 平均值为 134.946kg/km², LJ15 站位最高, LJ12 站位最低。

其中, 鱼类重量资源密度变化范围在 (11.807~304.968) kg/km² 之间, 平均值为 111.946kg/km², 其中 LJ15 站位最高, LJ12 站位最低; 虾类重量资源密度变化范围在 (0~78.618) kg/km² 之间, 平均值为 14.418kg/km², 其中 LJ22 站位最高; 蟹类重量资源密度变化范围在 (0~19.006) kg/km² 之间, 平均值为 7.507kg/km², 其中 LJ14 站位最高; 头足类重量资源密度变化范围在 (0~12.959) kg/km² 之间, 平均值为 1.075kg/km², 其中 LJ10 站位最高。

表 3.1.5-6 秋季各站位重量资源密度 (单位: kg/km²)

站位	总重量资源密度	重量资源密度			
		鱼类	虾类	蟹类	头足类
LJ02	34.557	25.918	0.576	8.063	0
LJ03	57.596	53.276	1.728	2.592	0
LJ04	83.802	67.675	0	16.127	0
LJ06	139.669	116.919	22.750	0	0
LJ08	211.086	194.384	9.215	7.487	0
LJ09	106.840	92.153	2.592	12.095	0
LJ10	200.432	186.609	0.864	0	12.959
LJ12	20.734	11.807	7.487	1.440	0
LJ14	121.814	93.305	8.351	19.006	1.152
LJ15	310.152	304.968	0.864	4.320	0
LJ17	182.001	158.675	6.335	14.975	2.016
LJ19	203.312	174.802	28.510	0	0
LJ21	133.621	72.282	48.092	13.247	0
LJ22	186.609	94.744	78.618	13.247	0
LJ24	31.965	31.677	0.288	0	0
平均值	134.946	111.946	14.418	7.507	1.075

4) 优势种

相对重要性指数显示, 本次调查游泳动物优势种 ($IRI \geq 1000$) 共 2 种, 分别为短吻鲷 (*Leiognathus brevirostris*) 和日本海鲷 (*Nematalosa japonica*), 短吻鲷为第一优势种, 其总渔获重量为 0.838kg, 占游泳动物总渔获重量的 11.92%; 总尾数渔获量为 158 个, 占游泳动物总渔获尾数的 24.88%

5) 游泳动物多样性指数、均匀度指数及丰富度指数

本次调查区域游泳动物生物种类数范围在 6~15 种, 多样性指数变化范围在

2.317~3.089 之间, 平均值为 2.662, 其中 LJ03 站位最高, LJ08 站位最低; 均匀度指数变化范围在 0.618~0.892 之间, 平均值为 0.785, 其中 LJ03 站位最高, LJ08 站位最低; 丰富度指数范围在 1.351~2.426 之间, 平均值为 1.905, 丰富度指数以 LJ19 站位最高, LJ02 站位最低。

6) 主要经济种类规格和分布

主要经济鱼类

a、短吻鰻

地理分布: 短吻鰻分布于印度洋和太平洋, 中国见于南海与东海。

生活习性: 生活在浅水域向下至深度大约 40 公尺, 主要在底部的附近, 成群出现。常出现在河口的咸水域, 捕食小型甲壳类、多毛类为生。

本次调查的短吻鰻体长范围为 36~95mm, 体重范围为 1.52~17.35g, 平均体重为 6.69。

b、日本海鯨

地理分布: 分布于西北太平洋区, 由日本、东中国海、中国台湾至南中国海、中国香港地区等。中国台湾分布于南部、北部、西部及澎湖海域。

生活习性: 生活于 1~50 公尺的热带海域, 属表层洄游性鱼类, 对低盐度的水耐受力极强, 受惊吓时会跃出水面。肉食性, 以浮游动物为主。4~5 月为繁殖期, 集结至河口区产浮性卵, 仔稚鱼具漂浮期, 有时会进入河口域、半淡碱水之河川下游、内湾或潟湖区内产卵。群游性。以浮游生物为食。

本次调查日本海鯨体长范围为 76~140 mm, 体重范围为 12.12~71.19g, 平均体重为 36.68g。

3.1.6 矿产资源

本项目论证范围内不涉及海砂开采区。

3.1.7 旅游资源

廉江地形地貌独特, 山、海、湖、丘陵、平原等兼备, 旅游资源丰富, 既有历史形成的自然景观“石城八景”: 建山叠嶂、崎岭重关、双溪拖练、三合温泉、文峰耸翠、石室堆琼、龙湖古州、松明石井; 也有后来产生的廉江八景: 三台远眺、公园春晖、石角彩虹、双峰松涛、长青橙红、鹤湖烟雨、九洲琴韵、营龙卧

波，廉江新八景：鹤地晴波、塘山龙吟、红树绿韵、谢鞋野荔、龙飞古寺、双峰藏幽、长青鸣翠、九洲丽影。

生态旅游是廉江旅游资源的主体，自然生态旅游资源主要有高桥红树林生态旅游区、“人造海”——鹤地水库（集供水、发电、渔业、运输、旅游度假于一体）、谢鞋山自然保护区、双峰嶂、龙飞嶂自然风景区、三合温泉以及塘山岭生态公园、杨桃沟等。

现代农业生态旅游资源丰富，有著名的岭南佳果——廉江红橙及荔枝、龙眼、红杨桃等，已形成青平红橙、横山尖椒、河唇花卉、河唇红杨桃、良垌和吉水荔枝龙眼、长山茗皇茶、龙营围万亩对虾、良垌广海鸡等一批现代农业生产基地。

3.2 海洋生态概况

3.2.1 区域气候与气象

3.2.1.1 气温

根据廉江市气象站（110.3019°E，21.6328°N）2004~2023年观测数据，廉江市气象站7月气温最高（28.8℃），1月气温最低（15.4℃），近20年极端最高气温出现在2005年07月19日（38.0℃），极端最低气温出现在2016年01月26日（2.9℃）。近20年气温总体呈现上升趋势，2016年年平均气温最高（24.4℃），2008年年平均气温最低（22.1℃），无明显周期。

3.2.1.2 降水量

根据廉江市气象站（110.3019°E，21.6328°N）2004~2023年观测数据，廉江市气象站8月降水量最大（306.9mm），12月降水量最小（26.0mm），近20年极端最大日降水出现在2010年07月23日（279.5mm）。近20年年降水总量无明显变化趋势，2008年年总降水量最大（2488.5mm），2021年年总降水量最小（1107.2mm），周期为3~4年。

3.2.1.3 日照

根据廉江市气象站（110.3019°E，21.6328°N）2004~2023年观测数据，廉江市气象站7月日照最长（209.3h），3月日照最短（77.7h）。近20年年日照时数呈现下降趋势，每年下降6.23h，2014年年日照时数最长（2053.9h），2023

年年日照时数最短（1544.5h），周期为3~4年。

3.2.1.4 相对湿度

根据廉江市气象站（110.3019°E，21.6328°N）2004~2023年观测数据，廉江市气象站6月平均相对湿度最大（85.2%），12月平均相对湿度最小（72%）。近20年年平均相对湿度呈现上升趋势，每年上升0.309%，2009年、2013年年平均相对湿度最大（79%），2004年年平均相对湿度最小（76%），周期为2~4年。

3.2.1.5 风况

根据廉江市气象站（110.3019°E，21.6328°N）2004~2023年观测数据，廉江市气象站3月平均风速最大（2.7m/s），6月、8月和9月风速最小（2.1m/s）。廉江气象站主要风向为ESE和N、SE、E，占48.3%，其中以ESE为主风向，占到全年13.1%左右。

表 3.2.1-1 廉江市气象站月平均风速统计（m/s）

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
平均风速	2.4	2.5	2.7	2.6	2.3	2.1	2.3	2.1	2.1	2.2	2.3	2.3

表 3.2.1-2 廉江市气象站年风向频率统计（%）

风向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S
频率	13	7.87	8.3	7.41	10.9	13.1	11.3	4.5	2.5
风向	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C	
频率	1.27	1.8	1.66	1.7	1.04	1.92	6.995	4.6	

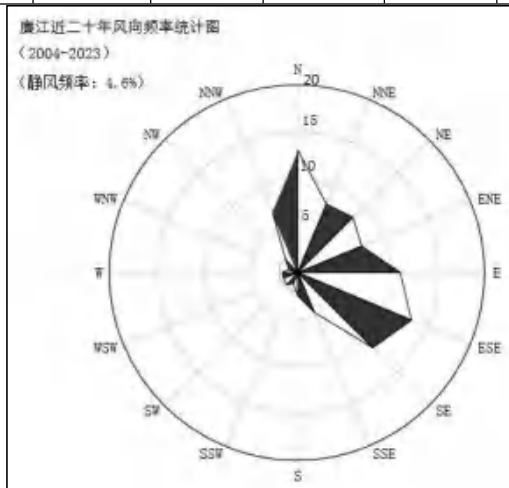


图 3.2.1-1 廉江市风向玫瑰图（静风频率 4.6%）

3.2.2 水文动力

本节引用《廉江市龙营围生态海堤建设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 2 月）、《廉江市龙营围生态海堤建设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 7 月），由广州海兰图检测技术有限公司分别于 2025 年 1 月和 2025 年 6 月在项目附近海域进行的水文观测数据。

3.2.2.1 调查概况

(1) 冬季

本次调查共布设 6 个水文站位(LJ01~LJ06 站位)和 2 个潮位观测站位(LJC1 和 LJC2 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。

(此内容不公开)

图 3.2.2-1 冬季水文观测站位布设图

(2) 夏季

本次调查共布设 8 个水文站位（LJ01~LJ08 站位）和 2 个潮位观测站位（LJC01 和 LJC02 站位），位置如图 3.2.2-2 所示，站位坐标以及观测内容见表 3.2.2-2。

(此内容不公开)

图 3.2.2-2 夏季水文观测站位布设图

3.2.2.2 基面关系

项目基面关系参考铁山港海洋站(东经 $109^{\circ} 35' 03''$ ，北纬 $21^{\circ} 35' 03''$) 数据，项目所在海域基面关系见图 3.2.2-3。



图 3.2.2-3a 铁山港海洋站位置示意图

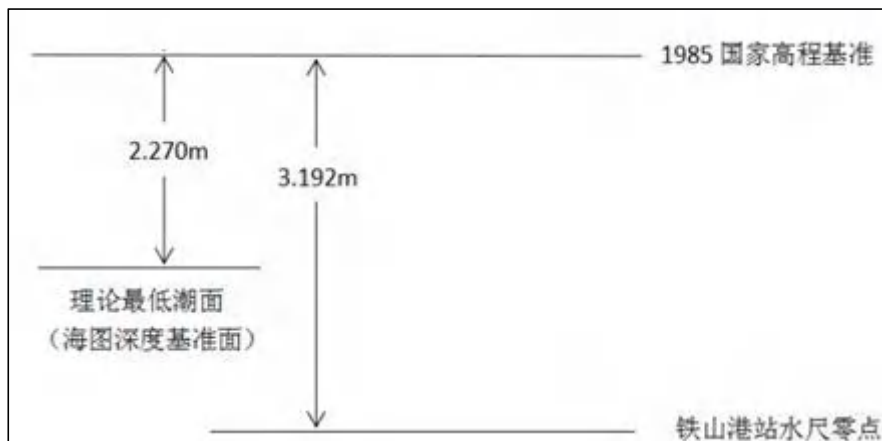


图 3.2.2-3b 基面关系图

3.2.2.3 风速风向

(1) 冬季

本次水文观测期间，风向以东北风为主，风速在 4.5m/s~7.4m/s。观测海域的平均风速大小为 5.6m/s。各站点风速以及风向变化不大，观测海区整体水深较浅，风速受岸线影响，与地形基本平行。LJ01、LJ02 和 LJ03 个站位海况均为 1 级，其余站位海况均为 2 级。

(2) 夏季

本次水文观测期间，观测海域以北风为主，风速范围为 2.7m/s~5.1m/s，区

域平均风速为 3.9m/s。各观测站点风速及风向变化幅度较小，整体呈现稳定特征。受岸线形态及地形约束影响，风向基本沿岸线分布，与地形走向大致平行。观测海域水深较浅，海况整体处于一级，表明海面较为平静，有利于水文要素的稳定观测与分析。

3.2.2.4 潮位

(1) 实测潮位统计分析

① 冬季

根据 LJC1 和 LJC2 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 01 月 16 日 00 时至 2025 年 01 月 30 日 23 时（15 天），如图 3.2.2-4 所示（黑色线段表示 15 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：下泊站和合浦站，其中黑色的线表示下泊站和合浦站，红色表示 LJC1 站的潮位，蓝色表示 LJC2 站的潮位，绘制时间为 2025 年 01 月 08 日 0 时至 2025 年 02 月 07 日 23 时（一个月），其数据来自于国家海洋信息中心，如图 3.2.2-5 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。

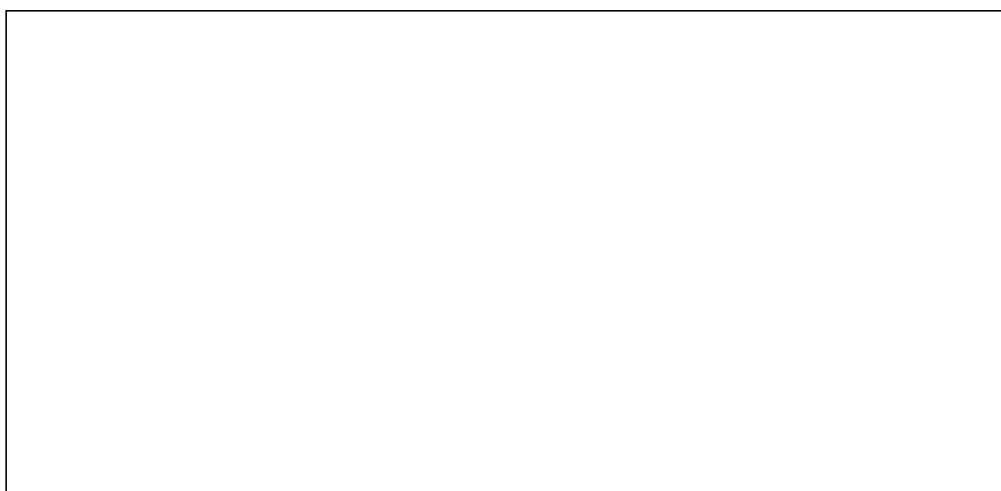


图 3.2.2-4a 冬季 LJC1 站潮位过程曲线



图 3.2.2-4b 冬季 LJC2 站潮位过程曲线

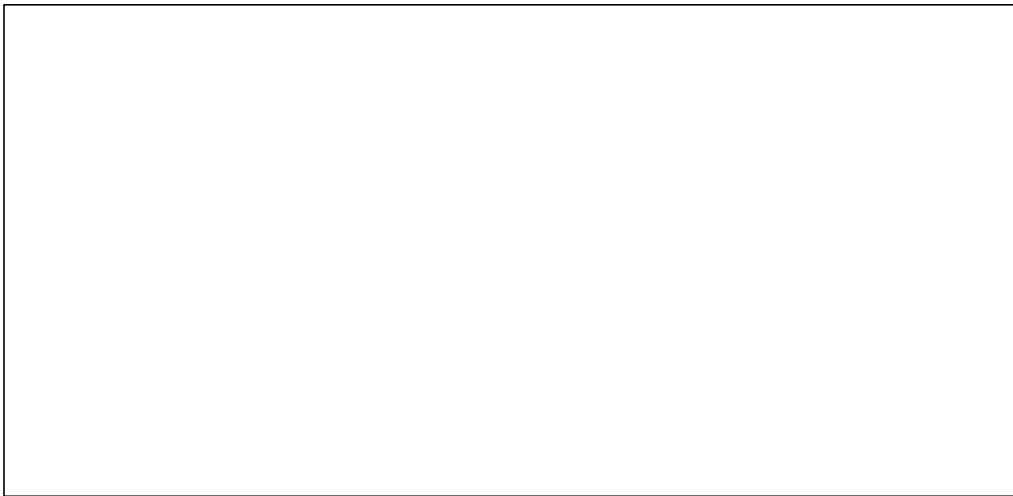


图 3.2.2-5a 冬季下泊站潮位过程曲线

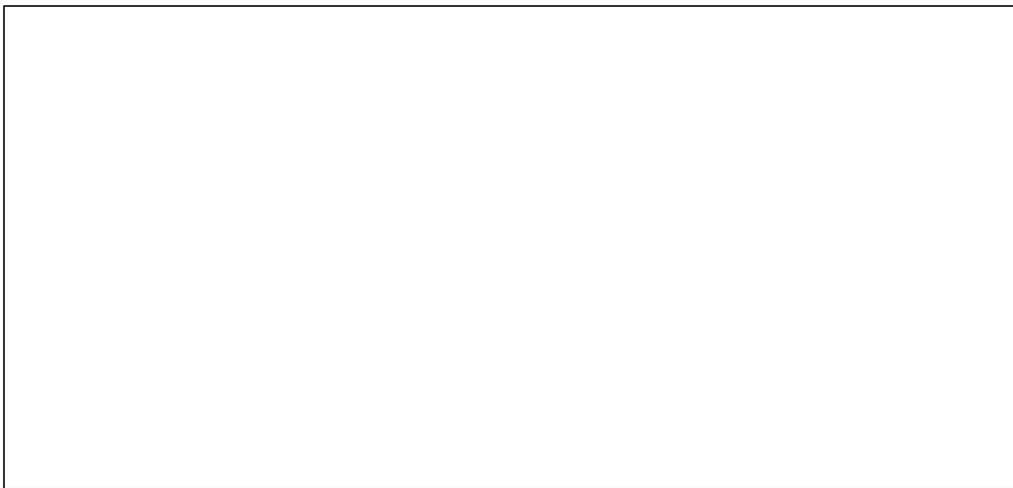


图 3.2.2-5b 冬季合浦站潮位过程曲线

②夏季

根据 LJC01 和 LJC02 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 06 月 25 日 00 时至 2025 年 07 月 09 日 23 时（15 天），如图 3.2.2-6 所示（黑色线段表示 15 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:合浦站和下泊站,其中黑色的线表示合浦站和下泊站,红色表示 LJC01 站的潮位,蓝色表示 LJC02 站的潮位,绘制时间为 2025 年 06 月 17 日 0 时至 2025 年 07 月 17 日 23 时(一个月),其数据来自于国家海洋信息中心,如图 3.2.2-7 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 3.2.2-6a 夏季 LJC01 站潮位过程曲线

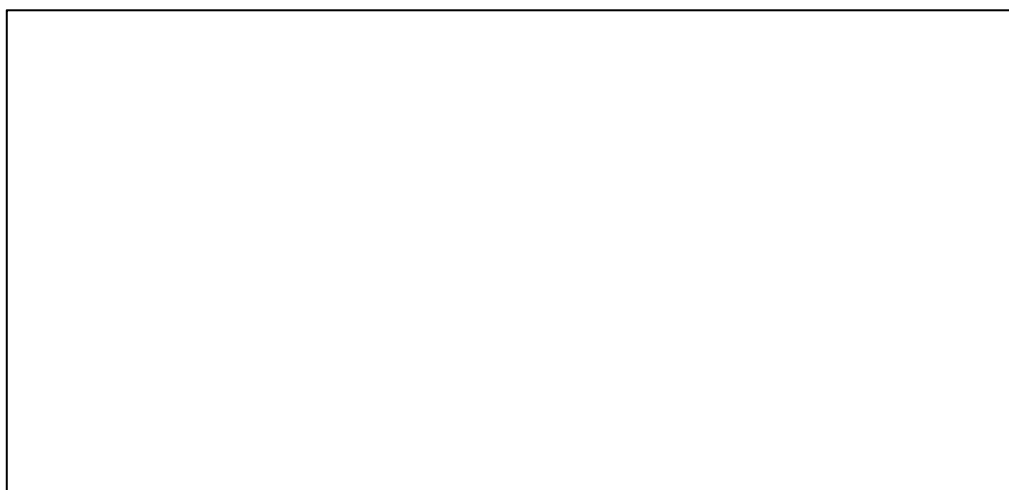


图 3.2.2-6b 夏季 LJC02 站潮位过程曲线



图 3.2.2-7a 夏季合浦站潮位过程曲线



图 3.2.2-7b 夏季下泊站潮位过程曲线

(2) 潮汐调和分析

① 冬季

根据收集的 LJC1 和 LJC2 连续 15 天潮位资料，为了获得较准确的潮汐调和常数，采用引入差比数（采用了合浦站的差比关系）的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 3.2.2-3 列出了各站六个主要分潮的振幅和迟角。

表 3.2.2-3 冬季调查海区调和常数统计分析（基于 15 天）

分潮	LJC1		LJC2	
	振幅 (cm)	迟角 (°)	振幅 (cm)	迟角 (°)
O ₁	69.42	37	69.28	37
K ₁	82.77	108	81.38	108
M ₂	35.58	181	36.21	182
S ₂	11.13	321	10.70	321
M ₄	1.53	351	1.35	9
MS ₄	1.74	49	1.37	60

临时潮位站的分潮中 K₁ 分潮振幅皆最大，其中 LJC1 的 K₁ 分潮振幅为约为

82.77cm，迟角为 108°；LJC2 的 K_1 分潮振幅约为 81.38cm，迟角为 108°。

②夏季

根据收集的 LJC01 和 LJC02 连续 15 天潮位资料，为了获得较准确的潮汐调和常数，我们采用最小二乘法对潮位进行调和与分析，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 3.2.2-4 列出了各站六个主要分潮的振幅和迟角。

表 3.2.2-4 夏季调查海区调和常数统计分析（基于 15 天）

分潮	LJC01		LJC02	
	振幅 (cm)	迟角 (°)	振幅 (cm)	迟角 (°)
O_1	81.15	44	80.92	45
K_1	90.60	103	90.80	103
M_2	35.79	193	36.25	194
S_2	3.40	6	3.66	3
M_4	1.73	20	1.62	19
MS_4	1.33	73	1.23	97

临时潮位站的分潮中 K_1 分潮振幅皆最大，其中 LJC01 的 K_1 分潮振幅为约为 90.60cm，迟角为 103°；LJC02 的 K_1 分潮振幅约为 90.80cm，迟角为 103°。

(3) 潮汐性质和潮汐特征值

①冬季

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

对 LJC1 和 LJC2 潮位站实测潮位资料进行统计和潮汐调和与分析，结果如表 3.2.2-5 所示，临时潮位观测站的潮汐性质系数 F 值分别为 4.28 和 4.16，说明观测期间调查海区的潮汐类型为不正规全日潮。同时，通过下泊站和合浦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 4.05 和 4.42；而测量海区更靠近合浦站。因此 LJC1 和 LJC2 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 4.09m，最低潮位为 0.10m，最大涨潮潮差为 3.98m，最大落潮潮差为 3.91m，LJC1 站的平均潮差为 2.03m，LJC2 站的平均潮差为 1.52m。

表 3.2.2-5 冬季潮位站潮汐特征值统计

特征值	LJC1	LJC2
-----	------	------

特征值	LJC1	LJC2
最高潮位 (m)	4.08	4.09
最低潮位 (m)	0.15	0.10
平均潮位 (m)	1.98	1.98
最大涨潮潮差 (m)	3.93	3.98
最大落潮潮差 (m)	3.87	3.91
平均潮差 (m)	2.03	1.52
平均涨潮历时 (h)	13	13
平均落潮历时 (h)	12	12
潮汐性质系数 F	4.28	4.16
潮汐类型	正规全日潮	正规全日潮

②夏季

对 LJC01 和 LJC02 潮位站实测潮位资料进行统计和潮汐调和分析, 结果如表 3.2.2-6 所示, 临时潮位观测站的潮汐性质系数 F 值分别为 4.80 和 4.74, 说明观测期间调查海区的潮汐类型为正规全日潮。同时, 通过合浦站和下泊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 4.40 和 4.16; 而测量海区更靠近合浦站。因此 LJC01 和 LJC02 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 4.50m, 最低潮位为-0.12m, 最大涨潮潮差为 4.57m, 最大落潮潮差为 4.61m, LJC01 站的平均潮差为 2.43m, LJC02 站的平均潮差为 1.75m。

表 3.2.2-6 夏季潮位站潮汐特征值统计

特征值	LJC01	LJC02
最高潮位 (m)	4.40	4.50
最低潮位 (m)	-0.07	-0.12
平均潮位 (m)	2.08	2.09
最大涨潮潮差 (m)	4.47	4.57
最大落潮潮差 (m)	4.46	4.61
平均潮差 (m)	2.43	1.75
平均涨潮历时 (h)	13	13
平均落潮历时 (h)	11	12
潮汐性质系数 F	4.80	4.74
潮汐类型	正规全日潮	正规全日潮

3.2.2.5 实测海流

(1) 冬季

从海流的运动状态来看, 观测期内各站点海流表现出了明显的往复流特征。各观测站各层潮流方向主要受局地的风场和地形的影响; 在垂向结构上看, 流速整体分布均匀, 各层次的流速差异不大。

观测期间最大涨潮流速为 59.3cm/s (方向为 64°), 出现在 LJ04 站 0.8H 层;

最大落潮流速为 74.4cm/s（方向为 248°），出现在 LJ02 站 0.6H 层；最大涨潮平均流速为 30.2cm/s（方向为 75°）出现在 LJ02 站 0.6H 层，最大落潮平均流速为 46.3cm/s（方向为 249°），出现在 LJ02 站 0.6H 层。在垂向结构上，各站点整体流速从上向下比较稳定，表现为流速大小从表层到底层依次减小；在水平上，各站点的潮流主轴基本与岸线相互平行。因此可以看到，控制该海区的海水流动主要是潮汐因素，加上观测海区较浅，且潮差较大，潮汐特征尤为明显。

图 3.2.2-8a 冬季 0.2H 层海流平面分布矢量图

图 3.2.2-8b 冬季 0.8H 层海流平面分布矢量图

表 3.2.2-7 冬季大潮期涨、落潮流对比统计表

站位	水深 (m)	层次	流速 (cm/s)、流向 (°)							
			涨潮最大 流速	对应时刻 流向	涨潮平均 流速	平均 流向	落潮最大 流速	对应时刻 流向	落潮平均 流速	平均 流向
LJ01	1.6	0.6H 层	39.4	32	16.5	31	41.7	235	28.1	227
		垂线平均	39.4	32	16.5	31	41.7	235	28.1	227
LJ02	1.4	0.6H 层	55.3	256	30.2	75	74.4	248	46.3	249
		垂线平均	55.3	256	30.2	75	74.4	248	46.3	249
LJ03	1.8	0.6H 层	56.3	2	23.6	1	59.5	205	40.1	197
		垂线平均	56.3	2	23.6	1	59.5	205	40.1	197
LJ04	3.6	0.2H 层	58.3	55	25.7	48	60.7	277	44.9	275
		0.8H 层	59.3	64	28.0	60	60.1	260	45.4	261
		垂线平均	58.2	59	26.6	54	59.3	270	44.8	268
LJ05	3.4	0.2H 层	53.2	342	29.7	337	55.9	162	42.7	165
		0.8H 层	51.2	340	28.9	338	54.0	159	39.0	164
		垂线平均	52.2	341	28.9	337	54.2	159	40.8	165
LJ06	4.4	0.2H 层	51.0	344	22.5	335	50.1	229	39.5	234
		0.8H 层	50.7	3	25.6	359	49.2	207	37.2	206
		垂线平均	50.1	354	23.3	348	48.1	218	37.1	221

(2) 夏季

从海流的运动状态来看，观测期间各站点均表现出典型的潮流特征，其潮流主轴大致沿岸线方向分布，呈现较强的岸线约束性。从各站海流矢量图可见，各

观测层位的流向整体稳定，主要受潮汐作用主导，局部区域亦受到地形引导和风场修饰的共同影响。在垂向结构方面，各层流速分布相对均匀，垂向剪切较弱，表明该海域在观测期间水体分层不显著，具有较好的垂向动能一致性。

观测期间最大涨潮流速为 75.5cm/s（方向为 347°），出现在 LJ03 站 0.6H 层；最大落潮流速为 84.0cm/s（方向为 204°），出现在 LJ03 站 0.6H 层；最大涨潮平均流速为 40.1cm/s（方向为 78°），出现在 LJ01 站 0.6H 层；最大落潮平均流速为 53.8cm/s（方向为 199°），出现在 LJ03 站 0.6H 层。本次观测海域潮流总体呈典型往复流特征，受天文潮主控，流场随潮汐涨落明显转换。中层（0.6H）为主要动力层，流速显著高于表底层，其中 LJ03 站在 0.6H 层观测到最大涨落潮流速，表明其处于局部水动力汇聚与加速通道。各站点潮流受岸线形态及地形约束影响明显，内湾区域潮向多变，近岸区流速减弱。风场对潮流影响较弱，水动力变化主要由潮汐势能驱动和地形调制共同形成。

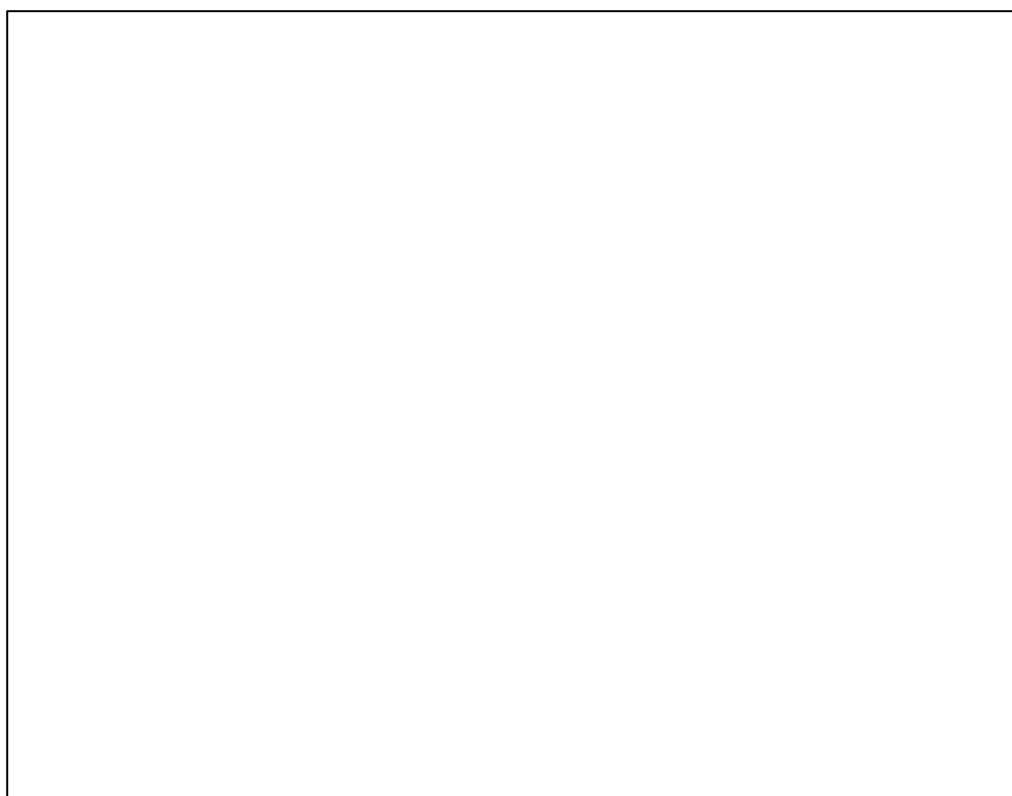


图 3.2.2-9a 夏季 0.2H 层海流平面分布矢量图

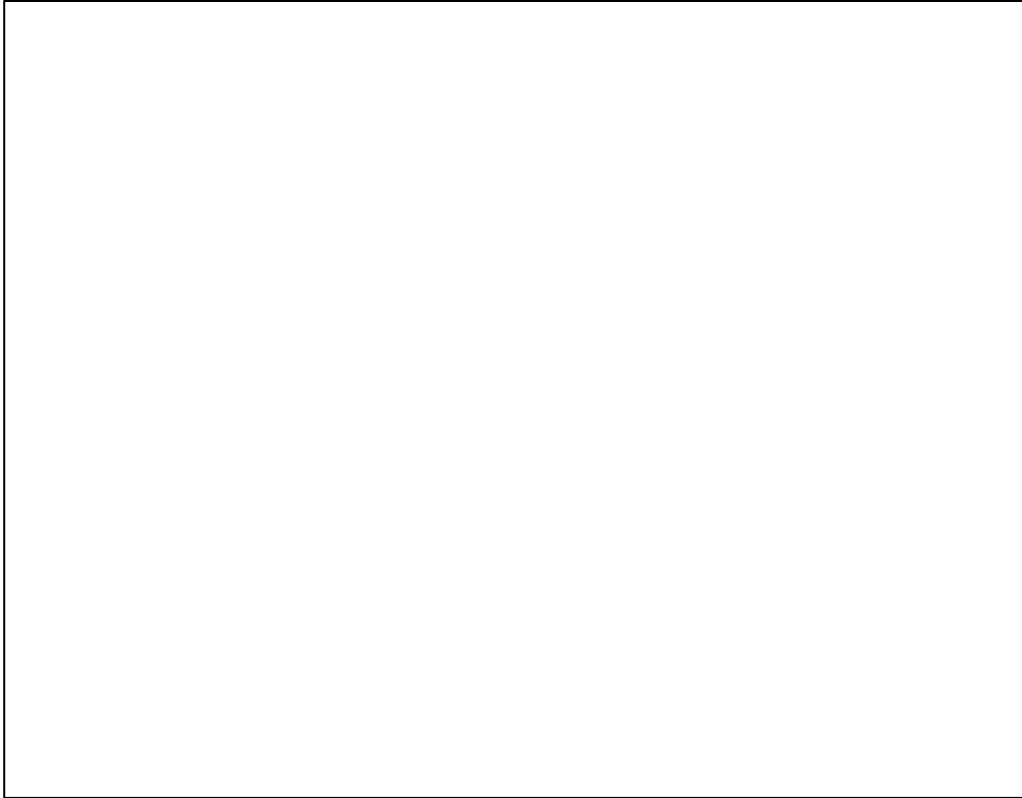


图 3.2.2-9b 夏季 0.6H 层海流平面分布矢量图

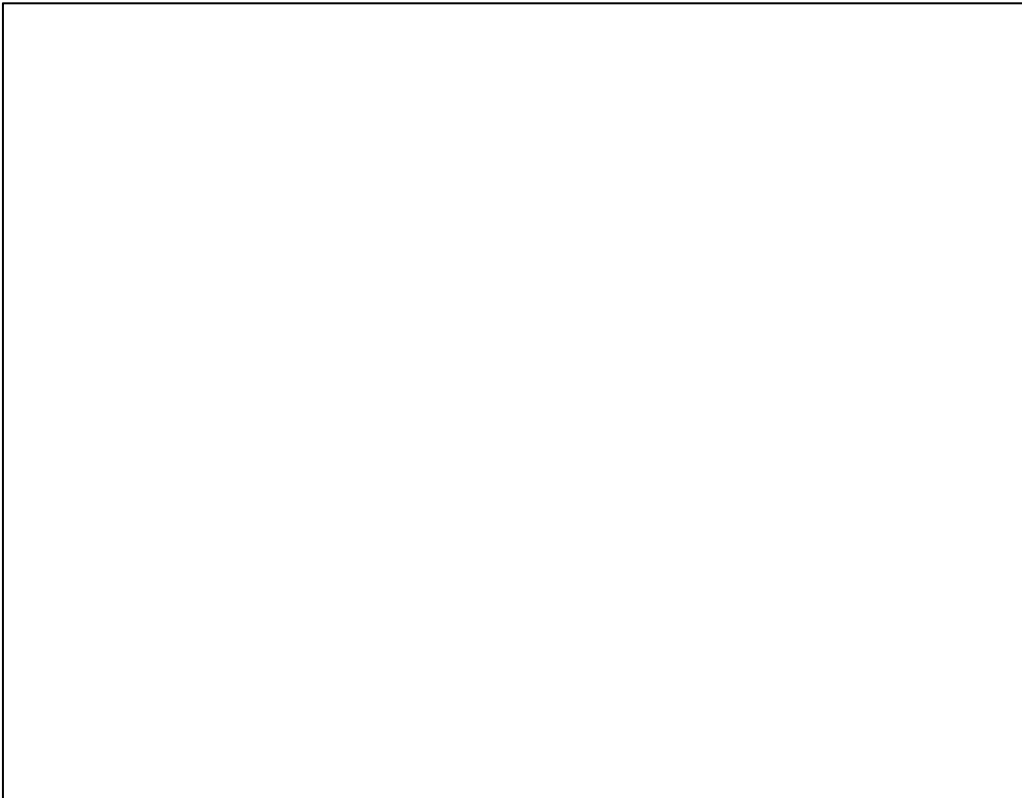


图 3.2.2-9c 夏季 0.8H 层海流平面分布矢量图

表 3.2.2-8 夏季大潮期涨、落潮流对比统计表

站位	层次	流速 (cm/s)、流向 (°)
----	----	------------------

		涨潮最大 流速	对应时刻 流向	涨潮平均 流速	平均流向	落潮最大 流速	对应时刻 流向	落潮平均 流速	平均流向
LJ01	0.6H 层	60.0	12	40.1	78	60.5	214	47.5	194
	垂线平均	60.0	12	40.1	78	60.5	214	47.5	194
LJ02	0.6H 层	52.1	216	28.8	79	70.0	219	43.7	233
	垂线平均	52.1	216	28.8	79	70.0	219	43.7	233
LJ03	0.6H 层	75.5	347	32.4	358	84.0	204	53.8	199
	垂线平均	75.5	347	32.4	358	84.0	204	53.8	199
LJ04	0.6H 层	53.4	33	28.1	48	71.7	240	42.0	235
	垂线平均	53.4	33	28.1	48	71.7	240	42.0	235
LJ05	0.2H 层	53.1	48	24.1	27	46.0	193	29.4	208
	0.8H 层	44.9	20	23.7	23	49.5	197	31.1	201
	垂线平均	47.2	35	23.6	25	47.7	195	29.8	205
LJ06	0.2H 层	57.9	328	38.1	328	70.8	155	48.0	159
	0.8H 层	60.4	331	36.5	333	67.1	153	43.2	159
	垂线平均	59.2	329	37.1	331	65.4	156	45.5	159
LJ07	0.6H 层	66.4	70	34.5	37	63.8	212	35.8	206
	垂线平均	66.4	70	34.5	37	63.8	212	35.8	206
LJ08	0.6H 层	64.3	60	34.2	37	61.6	218	34.9	216
	垂线平均	64.3	60	34.2	37	61.6	218	34.9	216

3.2.2.6 潮流

(1) 潮流性质

① 冬季

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：

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

表 3.2.2-9 冬季潮流性质系数表

站位	层位	特征值 F	潮型
LJ01	0.6H 层	3.36	不正规全日潮流
LJ02	0.6H 层	3.50	不正规全日潮流
LJ03	0.6H 层	3.36	不正规全日潮流
LJ04	0.2H 层	3.29	不正规全日潮流
	0.8H 层	3.05	不正规全日潮流
LJ05	0.2H 层	2.96	不正规全日潮流
	0.8H 层	2.47	不正规全日潮流

站位	层位	特征值 F	潮型
LJ06	0.2H 层	2.95	不正规全日潮流
	0.8H 层	2.19	不正规全日潮流

②夏季

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 3.2.2-10 夏季潮流性质系数表

站位	层位	特征值 F	潮型
LJ01	0.6H 层	1.46	不正规半日潮流
LJ02	0.6H 层	1.56	不正规半日潮流
LJ03	0.6H 层	2.84	不正规全日潮流
LJ04	0.6H 层	3.77	不正规全日潮流
LJ05	0.2H 层	2.58	不正规全日潮流
	0.8H 层	2.54	不正规全日潮流
LJ06	0.2H 层	2.68	不正规全日潮流
	0.8H 层	1.53	不正规半日潮流
LJ07	0.6H 层	3.17	不正规全日潮流
LJ08	0.6H 层	3.29	不正规全日潮流

(2) 潮流的运动形式及潮流椭圆要素

①冬季

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 S_2 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 K_1 分潮流出现在 LJ04 站 0.2H 层，流速为 76.7cm/s。

②夏季

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 S_2 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 K_1 分潮流出现在 LJ04 站 0.6H 层，流速为 80.9cm/s。

(3) 理论最大可能潮流和水质点可能最大运移距离

①冬季

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列式计算：

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

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}_{M_4} ——太阴—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不规则全日潮流海区，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—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不规则全日潮流海区，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3.2.2-11中，由表可见，项目海域潮流可能最大流速为120.1cm/s(方向为23°)，出现在LJ02站0.6H层，各站层可能最大流速介于23.4cm/s-120.1cm/s之间，各站潮流的可能最大流速方向以东北为主；水质点可能最大运移距离为28335.04m，出现在LJ02站0.6H层，各站层水质点可能最大运移距离介于4677.73m~28335.04m之间。

表 3.2.2-11 冬季各站层潮流可能最大流速

站位	测层	可能最大流速		可能最大运移距离	
		流速 (cm/s)	方向 (度)	距离 (m)	方向 (度)
LJ01	0.6H层	45.4	37	10552.42	37
LJ02	0.6H层	120.1	23	28335.04	24
LJ03	0.6H层	51.8	67	12059.91	67
LJ04	0.2H层	49.8	13	11516.00	12
	0.8H层	48.7	16	10935.66	15
LJ05	0.2H层	36.9	309	8140.98	132
	0.2H层	27.9	305	5951.05	127
LJ06	0.2H层	38.8	87	8541.41	82
	0.2H层	23.4	282	4677.73	103

②夏季

各测层水体可能的最大潮流流速范围为13.6cm/s~53.4cm/s，其中最大值出现在LJ04站0.6H层，对应流速为53.4cm/s、流向为64°。整体来看，各站点最大潮流方向普遍偏向东北和西北，表现受地形岸线影响。就水质点潜在最大运移距离而言，范围分布在2519.16m~17406.28m之间，最大值同样出现在LJ04站0.6H层，表明该区域可能为水动力最强的运输通道。各站位计算的水质点最大运移方向多集中在60°~150°区间，亦呈东北向特征，反映出潮流驱动下水体运输的主导路径。

表 3.2.2-12 夏季各站层潮流可能最大流速

站位	测层	可能最大流速		可能最大运移距离	
		流速 (cm/s)	方向 (度)	距离 (m)	方向 (度)
LJ01	0.6H层	15.3	291	4079.48	111
LJ02	0.6H层	13.9	66	2519.16	104
LJ03	0.6H层	27.5	325	7963.21	149
LJ04	0.6H层	53.4	64	17406.28	63
LJ05	0.2H层	23.7	60	6830.46	61

站位	测层	可能最大流速		可能最大运移距离	
		流速 (cm/s)	方向 (度)	距离 (m)	方向 (度)
	0.2H 层	17.9	274	5075.32	99
LJ06	0.2H 层	24.6	354	6316.40	36
	0.2H 层	13.6	80	3208.80	67
LJ07	0.6H 层	36.7	290	11035.37	112
LJ08	0.6H 层	23.7	309	6860.86	132

3.2.2.7 余流

(1) 冬季

调查海区观测期间余流流速主要介于 2.2cm/s~16.9cm/s。最大余流为潮流 LJ06 站 (0.2H 层, 16.9cm/s, 277°), 最小余流为潮流 LJ05 站 (0.8H 层, 2.2cm/s, 291°)。LJ04 站的余流方向主要为西北方向, 其余站位各层的余流方向主要为西方向。

表 3.2.2-13 冬季观测期各站各层余流对比表

站位及层次	观测期间余流	
	流速 (cm/s)	流向 (°)
LJ01-0.6H	3.5	278
LJ02-0.6H	13.1	250
LJ03-0.6H	5.0	248
LJ04-0.2H	12.9	330
LJ04-0.8H	6.4	330
LJ05-0.2H	2.7	274
LJ05-0.8H	2.2	291
LJ06-0.2H	16.9	277
LJ06-0.8H	6.2	286

图 3.2.2-10 冬季观测期各站余流图

(2) 夏季

调查海域观测期间，各站点余流流速总体较弱，主要分布在 0.3cm/s 至 21.2cm/s 范围内。最大余流出现在 LJ01 站 0.6H 层，流速为 21.2cm/s，方向为 177°，呈近南向流动；最小余流出现在 LJ05 站 0.8H 层，流速为 0.3cm/s，方向为 119°，表明该区域水动力较弱、输运能力有限。整体来看，余流方向呈一定的一致性，大致以南偏东至南偏西方向为主导方向，反映出潮残流受地形约束与天文潮平均驱动共同作用下的稳定特征。

表 3.2.2-14 夏季观测期各站各层余流对比表

站位及层次	观测期间余流	
	流速 (cm/s)	流向 (°)
LJ01-0.6H	21.2	177
LJ02-0.6H	12.7	214
LJ03-0.6H	9.4	243
LJ04-0.6H	5.0	258
LJ05-0.2H	1.6	36
LJ05-0.8H	0.3	119
LJ06-0.2H	3.0	237

站位及层次	观测期间余流	
	流速 (cm/s)	流向 (°)
LJ06-0.8H	2.7	284
LJ07-0.6H	4.2	85
LJ08-0.6H	3.4	32



图 3.2.2-11 夏季观测期各站余流图

3.2.2.8 温度、盐度

(1) 冬季

温度结果：调查期间调查海区测得的水温最大值为 18.26℃，出现在 LJ03 站 0.6H 层；测得水温的最小值为 16.45℃，出现在 LJ04 站 0.2H 层和 LJ05 站 0.8H 层；观测海区整体较浅，海水整体并无明显的温度分层。这是由于强潮汐的控制下（且底摩擦大），垂向混合作用增强，海水混合均匀，温度表底差异不大。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 31.06，出现在 LJ05 站 0.2H 层和 LJ05 站 0.8H 层；测得盐度的最小值为 8.76，出现在 LJ01 站 0.6H 层。统计结果表明，观测海区整体较浅，海水整体并无明显的盐度分层，这是由于强潮汐的控制下（且底摩擦大），垂向混合作用增强，海水混合均匀。同时，越靠近外海的站位盐度越大，而靠近近岸的站点波动较大，整体盐度更低。各站的盐

度没有明显的分层。

(2) 夏季

温度结果：在本次调查期间，各站点观测的水温范围为 29.89°C~32.49°C，其中最高水温出现在 LJ01 站 0.6H 层（32.49°C），最低水温出现在 LJ02 站 0.6H 层（29.89°C）。从各站温度时间过程曲线来看，各层水温波动幅度相对较小，不同层位之间的温度差异不显著，表明调查海域整体未表现出明显的温度层化结构。该现象主要归因于观测海区水深较浅，且受强潮汐动力及较大的底摩擦作用影响，导致水体在垂向上混合较为充分，从而削弱了水温在表底之间的分层特征。此次观测的温度主要受昼夜和季节的影响。

盐度结果：各站观测的盐度值介于 1.70~32.76 之间，其中最低盐度出现在 LJ01 站 0.6H 层（1.70），最高盐度出现在 LJ05 站 0.8H 层（32.76）。从时间过程曲线及各层统计结果可见，除个别站点短时段受淡水影响造成盐度突降外，整体海域的盐度在垂向上亦较为均匀，同样未表现出显著的盐度分层现象。此外，从空间分布上看，靠近外海的 LJ05、LJ06 等站点盐度水平较高，波动幅度较小；而靠近岸线的 LJ01、LJ02 等站点盐度偏低，且变化较大，表明近岸站点受陆源径流、潮汐混合等多因素影响更为显著。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

① 冬季

观测期间调查海区悬沙浓度范围为 0.001kg/m³~0.025kg/m³，LJ05 站表层的悬沙浓度最大（0.025kg/m³），LJ04 站表层和 LJ04 站底层的悬沙浓度最小（0.001kg/m³）。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 3.2.2-15 冬季各站悬沙浓度情况表

项目		悬沙浓度 (kg/m ³)			
站位	层次	最大	最小	平均	全站平均
LJ01	表层	0.008	0.002	0.004	0.004
LJ02	表层	0.019	0.004	0.012	0.012
LJ03	表层	0.014	0.002	0.007	0.007
LJ04	表层	0.022	0.001	0.009	0.008
	底层	0.018	0.001	0.006	
LJ05	表层	0.025	0.006	0.011	0.011
	底层	0.023	0.006	0.011	

项目		悬沙浓度 (kg/m ³)			
站位	层次	最大	最小	平均	全站平均
LJ06	表层	0.007	0.002	0.005	0.005
	底层	0.012	0.003	0.006	

②夏季

观测期间调查海区悬沙浓度范围为 0.005kg/m³~0.039kg/m³，LJ05 站底层的悬沙浓度最大（0.039kg/m³），LJ06 站表层的悬沙浓度最小（0.005kg/m³）。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 3.2.2-16 夏季各站悬沙浓度情况表

项目		悬沙浓度 (kg/m ³)			
站位	层次	最大	最小	平均	全站平均
LJ01	表层	0.031	0.009	0.019	0.019
LJ02	表层	0.027	0.017	0.021	0.021
LJ03	表层	0.032	0.017	0.022	0.022
LJ04	表层	0.017	0.008	0.012	0.012
LJ05	表层	0.034	0.015	0.025	0.026
	底层	0.039	0.016	0.027	
LJ06	表层	0.021	0.005	0.013	0.015
	底层	0.032	0.008	0.017	
LJ07	表层	0.024	0.012	0.015	0.015
LJ08	表层	0.017	0.009	0.012	0.012

(2) 输沙量

①冬季

涨潮期最大单宽输沙量为 0.65t/m，方向 61°，出现在 LJ04 站；落潮期最大单宽输沙量为 0.77t/m，方向 166°，出现在 LJ05 站；最大单宽净输沙量为 0.41t/m，方向 240°，出现在 LJ06 站。LJ04 站的净输沙方向主要以西北方向为主，其余站点的净输沙方向主要以西南方向为主。

表 3.2.2-17 冬季各站大潮单宽输沙量统计表

站位	涨潮		落潮		净输沙	
	输沙量	方向	输沙量	方向	输沙量	方向
	(t/m)	(°)	(t/m)	(°)	(t/m)	(°)
LJ01	0.07	34	0.12	223	0.05	237
LJ02	0.09	72	0.40	250	0.31	250
LJ03	0.13	3	0.30	193	0.17	201
LJ04	0.65	61	0.63	267	0.29	347
LJ05	0.59	335	0.77	166	0.22	195
LJ06	0.21	355	0.54	219	0.41	240

图 3.2.2-12 冬季净输沙示意图

②夏季

涨潮期最大单宽输沙量为 2.07t/m, 方向为 25°与 330°, 出现在 LJ05 站与 LJ06 站; 落潮期最大单宽输沙量为 1.24t/m, 方向 157°, 出现在 LJ06 站; 最大单宽净输沙量为 0.86t/m, 方向 320°, 出现在 LJ06 站。净输沙方面, 各站净输沙量普遍小于单潮输沙量, 反映出涨落潮作用基本趋于平衡, 但 LJ06 站净输沙量最大, 显示该区域在大潮期间存在明确的残余泥沙输运趋势, 泥沙主要沿西北向输出。LJ05 站也表现出较强的净输沙量(0.84 t/m, 方向 26°), 其次为 LJ07 站(0.63 t/m, 方向 67°)。从空间分布来看, 观测海区内大部分站点净输沙方向以北偏西至东偏北为主, 反映出区域泥沙输运受潮流主轴、地形约束及局地环流共同影响, 整体输沙呈由东南向西北的趋势。近岸站点如 LJ01、LJ02 净输沙量相对较小, 受限于浅水区波动、反向潮汐及滞留沉积影响。

表 3.2.2-18 夏季各站大潮单宽输沙量统计表

站位	涨潮		落潮		净输沙	
	输沙量	方向	输沙量	方向	输沙量	方向
	(t/m)	(°)	(t/m)	(°)	(t/m)	(°)
LJ01	0.51	19	0.48	201	0.03	1
LJ02	0.67	75	0.49	250	0.19	89

站位	涨潮		落潮		净输沙	
	输沙量	方向	输沙量	方向	输沙量	方向
	(t/m)	(°)	(t/m)	(°)	(t/m)	(°)
LJ03	1.19	353	0.91	196	0.49	308
LJ04	0.32	56	0.40	243	0.09	269
LJ05	2.07	25	1.23	204	0.84	26
LJ06	2.07	330	1.24	157	0.86	320
LJ07	0.92	57	0.32	214	0.63	67
LJ08	0.51	46	0.30	228	0.21	44



图 3.2.2-13 夏季净输沙示意图

(3) 悬沙粒度分析

①冬季

1) 悬沙类型、粒级组成及含量

按《海洋调查规范(GB/T 12763.8-2007)》粒级间隔为 1ϕ , 粒级组成为 $1\phi\sim 11\phi$ 。

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, 其次是黏土, 最后是砂。

各站大潮期间砂含量为 0.00%~12.70%, 平均值为 0.56%, 粉砂含量在 48.18%~76.76%之间, 平均值为 58.17%, 黏土含量在 23.24%~51.82%之间, 平均值为 41.28%; 悬沙样品类型为黏土质粉砂 (22/24), 粉砂质黏土 (1/24), 粉砂 (1/24), 共 3 种样品类型。

表 3.2.2-19 冬季悬沙粒度参数以及砂、粉砂、黏土含量 (N=24)

潮次	变化范围	砂含量 (%)	粉砂含量 (%)	黏土含量 (%)	平均粒径 Mz (Φ)	分选系数 σi(Φ)	偏态 Ski	峰态 Kg	中值粒径 Md (μm)
大潮 (N=24)	最大值	12.70	76.76	51.82	7.78	0.027	0.71	1.46	13.00
	最小值	0.00	48.18	23.24	5.41	0.003	0.37	0.86	3.86
	平均值	0.56	58.17	41.28	7.09	0.007	0.55	1.16	5.46

表 3.2.2-20 冬季悬沙粒级组成和各粒级含量 (N=24)

潮次	粒级	砂					粉砂					粘土		
	(粒径, mm)	2~1	1(0.5)	0.5 (0.25	0.25 (0.125	0.125 (0.063	0.063 (0.032	0.032 (0.016	0.016 (0.008	0.008 (0.004	0.004 (0.002	0.002 (0.001	< 0.001	
	(粒径, (0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
大潮 (N=24)	最大值 (%)	0.00	0.00	0.00	1.32	11.38	17.25	27.05	25.19	32.71	33.06	16.81	8.38	
	最小值 (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.52	13.54	15.53	12.99	6.86	2.82	
	平均值 (%)	0.00	0.00	0.00	0.06	0.50	2.46	11.48	19.20	25.03	23.74	12.34	5.19	
	累计 (%)	0.00	0.00	0.00	0.06	0.56	3.02	14.50	33.70	58.72	82.47	94.81	100.00	

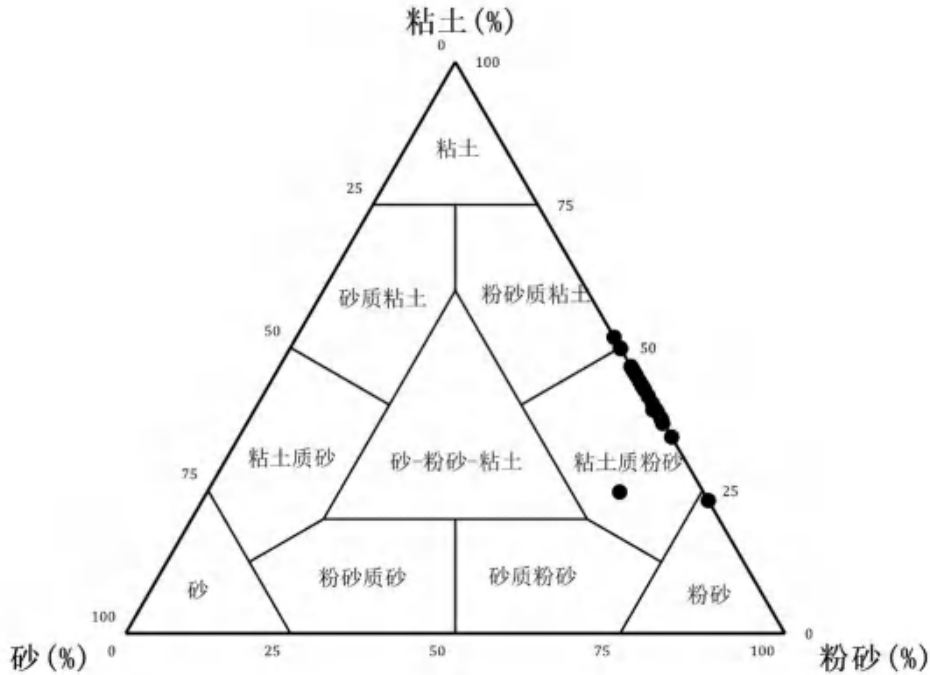


图 3.2.2-14 冬季悬沙所有样品谢帕德三角图分布 (N=24)

2) 中值粒径 (Md, μm)

航次测区悬沙中值粒径变化范围在 3.86μm~13.00μm 之间, 平均值为 5.46μm。LJ02 测站涨急最粗 (13.00μm), LJ01 测站落憩最细 (3.86μm)。

表 3.2.2-21 冬季悬沙中值粒径 (Md, (m) 统计

站点	潮汛	落急	落憩	涨急	涨憩	平均
LJ01	大潮	4.28	3.86	4.76	5.34	4.56
LJ02	大潮	4.40	5.91	13.00	5.36	7.17
LJ03	大潮	4.49	4.68	4.70	4.68	4.64
LJ04	大潮	5.44	4.75	4.39	10.44	6.25
LJ05	大潮	5.64	4.59	5.21	6.21	5.41

站点	潮流	落急	落憩	涨急	涨憩	平均
LJ06	大潮	6.30	4.02	4.57	4.00	4.72

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。本航次落急、落憩、涨急、涨憩时中值粒径的平均值分别为 5.09 μm 、4.63 μm 、6.10 μm 、6.01 μm 。

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 5.41 (\sim 7.78 (Φ) 之间，平均值为 7.09 (Φ) 。平均粒径的空间分别为：LJ01 站的落憩最大，为 7.78 (Φ) ；LJ02 站的涨急最小，为 5.41 (Φ) 。

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 0.003 (\sim 0.027 (Φ) ，平均值为 0.007 (Φ) 。分选系数的最大值都小于 1.5，表明颗粒粒度约均匀，分选性越好。

5) 偏态 (S_{ki})

测区悬沙偏态系数变化范围为 0.37 \sim 0.71，平均值为 0.55。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 0.86 \sim 1.46，平均值为 1.16。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。

②夏季

1) 悬沙类型、粒级组成及含量

按《海洋调查规范(GB/T 12763.8-2007)》粒级间隔为 1 ϕ ，粒级组成为 1 ϕ ~11 ϕ 。

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% \sim 1.41%，平均值为 0.13%，粉砂含量在 51.56% \sim 71.43%之间，平均值为 61.99%，粘土含量在 27.93% \sim 48.44%之间，平均值为 37.87%；悬沙样品类型为粘土质粉砂 (32/32)，共 1 种样品类型。

表 3.2.2-22 夏季悬沙粒度参数以及砂、粉砂、粘土含量 (N=32)

潮次	变化范围	砂含量 (%)	粉砂含量 (%)	粘土含量 (%)	平均粒径 M_z (Φ)	分选系数 σ_i (Φ)	偏态 S_{ki}	峰态 K_g	中值粒径 M_d (μm)
大潮	最大值	1.41	71.43	48.44	7.57	0.009	0.63	1.70	7.24

(N=32)	最小值	0.00	51.56	27.93	6.66	0.004	0.36	0.90	4.14
	平均值	0.13	61.99	37.87	7.14	0.006	0.48	1.11	5.57

表 3.2.2-23 夏季悬沙粒级组成和各粒级含量 (N=32)

潮次	粒级	砂					粉砂				粘土		
	(粒径, mm)	2~1	1(0.5)	0.5 (0.25	0.25 (0.125	0.125 (0.063	0.063 (0.032	0.032 (0.016	0.016 (0.008	0.008 (0.004	0.004 (0.002	0.002 (0.001	< 0.001
	(粒径, (0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
大潮 (N=32)	最大值(%)	0.00	0.00	0.00	0.02	1.39	5.91	16.63	30.53	29.60	27.95	14.92	5.80
	最小值(%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	4.92	18.03	22.66	17.70	7.26	2.79
	平均值(%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	1.25	10.13	23.94	26.67	22.36	10.91	4.60
	累计(%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	1.39	11.52	35.46	62.13	84.49	95.40	100.00

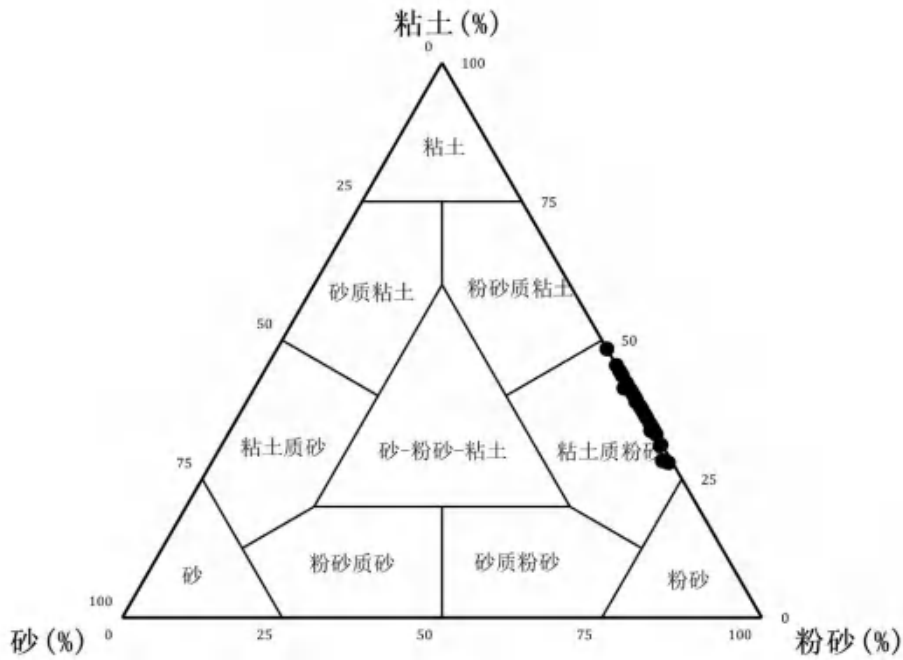


图 3.2.2-15 夏季悬沙所有样品谢帕德三角图分布 (N=32)

2) 中值粒径 (M_d , (m))

航次测区悬沙中值粒径变化范围在 $4.14\mu\text{m}$ ~ $7.24\mu\text{m}$ 之间, 平均值为 $5.57\mu\text{m}$ 。

LJ02 测站涨急最粗 ($7.24\mu\text{m}$), LJ04 测站涨憩最细 ($4.14\mu\text{m}$)。

表 3.2.2-24 夏季悬沙中值粒径 (M_d , (m)) 统计

站点	潮汛	涨急	涨憩	落急	落憩	平均
LJ01	大潮	6.79	6.42	7.04	7.09	6.84
LJ02	大潮	7.24	6.31	6.25	5.51	6.33
LJ03	大潮	4.99	5.13	5.38	4.65	5.04
LJ04	大潮	4.65	4.14	4.42	4.96	4.54
LJ05	大潮	4.93	4.54	5.29	5.07	4.96
LJ06	大潮	5.64	5.68	4.82	5.11	5.31
LJ07	大潮	6.36	5.54	5.29	6.13	5.83
LJ08	大潮	5.34	5.58	5.66	6.17	5.69

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。本航次涨急、涨憩、落急、落憩时中值粒径的平均值分别为 5.74 μm 、5.42 μm 、5.52 μm 、5.59 μm 。

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 6.66 ϕ ~ 7.57 ϕ 之间，平均值为 7.14 ϕ 。平均粒径的空间分布为：LJ04 站的涨憩最大，为 7.57 ϕ ；LJ01 站的涨急最小，为 6.66 ϕ 。

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 0.004 ϕ ~ 0.009 ϕ ，平均值为 0.006 ϕ 。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 0.36 ~ 0.63，平均值为 0.48。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 0.90 ~ 1.70，平均值为 1.11。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

本节收集工程区附近临时测波站 (109°26'00"E, 21°21'06"N, 10m 等深线外侧) 2011 年 1 月-2012 年 1 月为期一年的波浪观测资料统计分析：

对 $H_{1/10}$ 与主波向进行统计，从统计结果可发现 1~4 月以及 12 月，波浪以北向浪为主，其中除 3 月各向分布较为平均外，其它各月波向主要集中于 N~ENE 之间，但波高普遍较小，集中于 1.5m 以下。5 月，波浪各向分布较平均，波高普遍位于 1.5m 以下，6 月~8 月，主要以南向浪为主，其中 6~7 月，主要集中在 WSW~S 之间，8 月主要为 SE，波高普遍较大，这三个月内均有 2.0m 以上的中到大浪出现。9~11 月，波浪以东向为主，主要集中在 NE~SE 之间，波高普遍位于 1.5m 以下。临时站全年波玫瑰图见图 3.2.2-17。

全年 $H_{1/10}$ 大波波高介于 0~4.0m，波周期介于 0~11.5 秒，其中出现概率最大的区域为波高 0.5~2.5m，周期 3~6 秒的范围内。观测海域全年平均波高 0.28m，全年平均周期 3.31s，全年实测极大波高 4.1m (9 月 11 日 19 时)，全年实测最

大 $H_{1/10}$ 波高 4.0m（6 月 24 日 14 时），全年实测最大有效波高 2.9m（6 月 24 日 14 时）。最大波高出现在 2011 年第 4 号热带风暴“海马”期。



图 3.2.2-16 临时测波站位置示意图

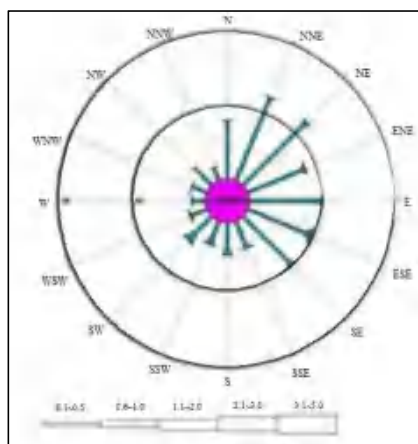


图 3.2.2-17 临时站全年波玫瑰图

3.2.2.11 径流

本工程位于廉江市西南部龙营围海堤东侧，工程区域没有实测年径流资料，根据《廉江市水资源综合规划（2021-2035 年）》和《年径流深等值线图》查得，车板镇年径流深 769mm, $C_v=0.37$, 控制面积为 110km², 多年平均径流量为 0.825 亿 m³。通过面积比法计算得出，本工程控制面积为 13.10km², 多年平均径流量为 0.098 亿 m³。年径流分配参考《廉江市水资源综合规划（2021-2035 年）》，

汛期 4~9 月占 78.6%，枯水期 10 月~次年 3 月占 21.4%。

3.2.3 海域地形地貌与冲淤状况

3.2.3.1 地形地貌

场地地貌单元属滨海潮间带海滩地貌，场地地势北高南低，闸内河水自北经水闸向南流，西岸平坦较为对称。广西万纵建设工程有限公司 2025 年 1 月测图见图 3.2.3-1，高程采用 1985 国家高程基准。根据测图绘制出本项目周边海域水深地形示意图，见图 3.2.3-2。项目区域水深约 0~5.97m。(此内容不公开)

3.2.3.2 冲淤现状和冲淤变化特征

为了解工程周边海底地形变化状况，本节收集周边工程的相关成果进行工程海域海床稳定性分析。

根据工程周边 2013 年 12 月和 2017 年 08 月两期水深进行冲淤变化对比，来反映该区域地形的变化。工程西北侧英罗湾海域 2013~2017 年整体冲淤变化不大，仅局部区域出现蚀淤，工程南侧海域 4km 范围内冲淤变化不大，4km 范围深槽多处于淤积状态，最大淤积量可达 1.4m。项目西侧的龙头沙码头外侧防波堤之间发生冲刷，最大冲刷量约为 0.7m，清淤导致码头西侧和西北侧港池局部水深变大。

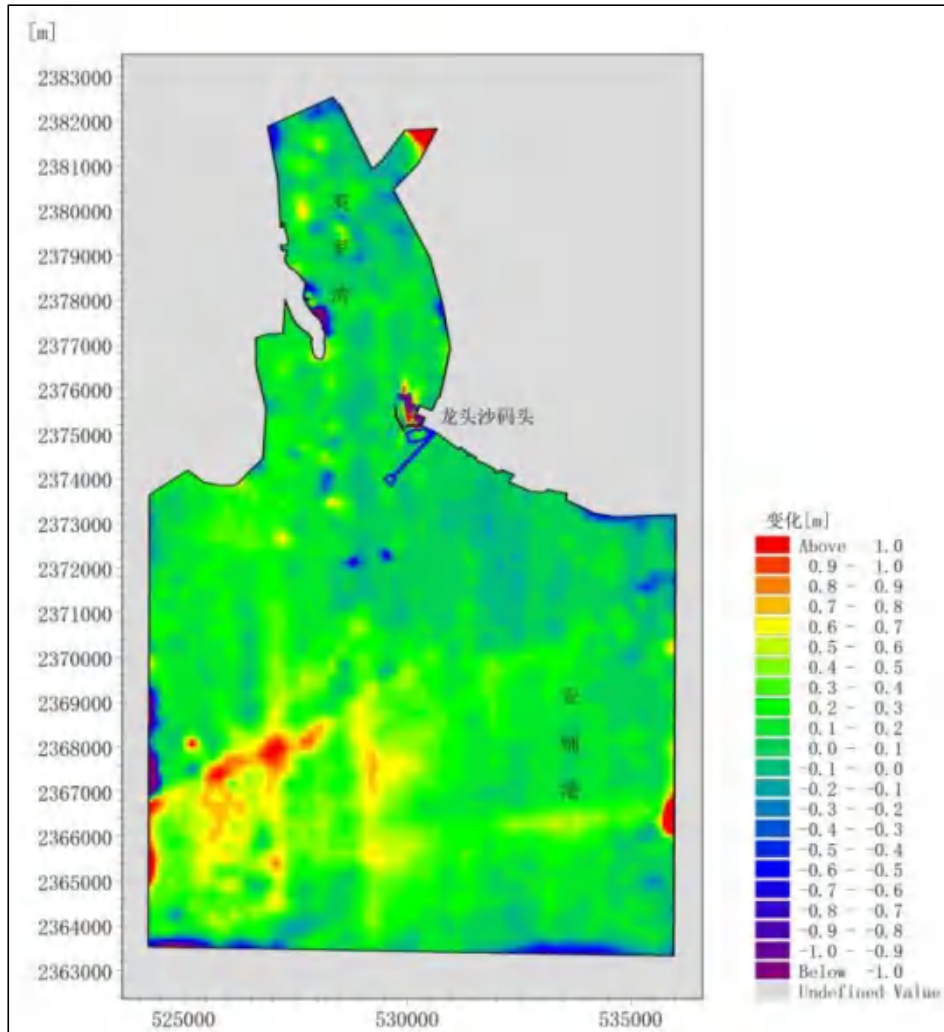


图 3.2.3-3 工程附近海域 2013-2017 年地形冲淤变化分布（正为淤积，负为冲刷）

3.2.4 工程地质

本节引自《廉江市龙营围白沙水闸重建工程勘察服务工程地质勘察报告（初步设计阶段）》（广西万纵建设工程有限公司，2025 年 12 月）。

3.2.4.1 岩土层特征

本次钻探最大揭露深度为 30.10m，揭露土层从上至下主要有人工填土(Q₄^{ml})、建造水闸的混凝土构件、第四系全新统海相沉积的粉细砂、淤泥质粉质黏土(Q₄^m)，下部为第四系下更新统湛江组海陆交互相沉积(Q₁^{mc})地层。以下按成因类型及工程地质特性将上述岩土层划分为 5 个主要工程地质层，2 个亚层，各岩土层岩性特征及分布特点分述如下：

1、第四系全新统人工填土 (Q₄^{ml})

①素填土：在现闸址地段地表为 20cm 的混泥土地板，下部为灰褐色、浅黄

褐色粉土、粉质黏土及中细砂等，湿，松散~稍压实，堆填时间超过十年，属于老填土。分布于 5 个陆地钻孔所在地段（BS01、BS02、BS03、BSCK8、BSCK8），层顶标高为 3.25~6.24m，层底标高为 0.24~5.70m，厚度 0.50~6.00m，平均厚度 2.30m。

该层土的物理力学指标如下：质量密度 $\rho=1.83\text{gcm}^{-3}$ ，含水量 $w=26.3\%$ ，孔隙比 $e=0.863$ ，比重 $G_s=2.69$ ，液性指数 $IL=0.66$ ，塑性指数 $IP=10.6$ ，压缩系数 $a_{v0.1-0.2}=0.50\text{MPa}^{-1}$ ，压缩模量 $E_{s0.1-0.2}=3.77\text{MPa}$ ，直接快剪粘聚力 $C_q=12.3\text{kPa}$ ，内摩擦角 $\phi_q=9.2$ 度，固结快剪粘聚力 $C_c=22.1\text{kPa}$ ，内摩擦角 $\phi_c=18.2$ 度，根据室内土工试验成果，该层砂渗透系数为 $1.67\times 10^{-5}\text{cm/s}$ ，属于弱透水层。

该层共做现场标准贯入试验 3 次，标贯击数 $N=4\sim 7$ ，平均标贯击数为 5.3。

②中砂（ Q_4^{ml} ）：灰褐色，湿~饱和，松散，以中砂颗粒为主，局部含粉黏粒，稍具黏性，级配较好。分布于 4 个陆地钻孔所在地段（BS01、BS02、BS03、BSCK8），层顶标高为 0.24~5.70m，层底标高为-1.46~2.30m，厚度 1.70~5.40m，平均厚度 3.13m。

该层共做现场标准贯入试验 6 次，标贯击数 $N=4\sim 7$ ，平均标贯击数为 5.5，根据《建筑地基基础设计规范》（DBJ15—31—2016）P32 页公式 4.4.7 计算该层中砂的内摩擦角为 25.0 度；根据室内土工试验成果，该层砂渗透系数为 $6.65\times 10^{-3}\text{cm/s}$ ，属于中等透水层。

③水闸的混凝土构件：灰色、浅灰色，混杂气孔状构造的中风化玄武岩块石，岩芯呈短柱状或柱状，节长 5~30cm，质地较硬，钻进困难，仅在 BS02 钻孔中有揭露，层顶标高为 2.30m，层底标高为-2.00m，厚度 4.30m。

在该孔中取混凝土芯样 30cm 做饱和单轴抗压强度试验，根据室内试验成果，水闸的混凝土构件饱和单轴抗压强度为 23.90MPa。

2、第四系全新统海相沉积层（ Q_4^m ）

④粉细砂：灰黑色、灰褐色，饱和，松散为主，局部稍密或中密，含少量淤泥质土，局部夹杂少量薄层淤泥，稍具黏性。场地内均有分布，层顶标高为-7.36~0.28m，层底标高为-14.05~-2.33m，厚度 0.70~8.40m，平均厚度 3.65m。

该层共做现场标准贯入试验 18 次，标贯击数 $N=2\sim 16$ ，平均标贯击数为 5.7，根据《建筑地基基础设计规范》（DBJ15—31—2016）P32 页公式 4.4.7 计算该层中砂的内摩擦角为 24.2 度；根据室内土工试验成果，该层砂平均渗透系数为 8.21

$\times 10^{-4}\text{cm/s}$ ，属于中等透水层。

④₁ 淤泥质粉质黏土：灰黑色，饱和，流塑~软塑，含较多粉细砂，黏性一般。除 BS02、BSCK8 两孔所在地段该层缺失外，其余 7 孔均有揭露，层顶标高为 -6.36~-2.33m，层底标高为 -7.36~-5.13m，厚度 1.00~4.60m，平均厚度 2.16m。

该层土的物理力学指标如下：质量密度 $\rho=1.67\text{gcm}^{-3}$ ，含水量 $w=47.5\%$ ，孔隙比 $e=1.389$ ，比重 $G_s=2.69$ ，液性指数 $IL=1.52$ ，塑性指数 $IP=16.1$ ，压缩系数 $a_{v0.1-0.2}=1.27\text{MPa}^{-1}$ ，压缩模量 $E_{s0.1-0.2}=2.14\text{MPa}$ ，属于高压缩性土，直接快剪粘聚力 $C_q=1.80\text{kPa}$ ，内摩擦角 $\phi_q=3.90$ 度，固结快剪粘聚力 $C_c=6.3\text{kPa}$ ，内摩擦角 $\phi_c=8.8$ 度，平均渗透系数为 $4.50\times 10^{-6}\text{cm/s}$ ，属于微透水层；根据场地附近工程经验，场区内淤泥原状土十字板抗剪强度约为 8.5KPa，重塑土十字板抗剪强度约为 5.0KPa；灵敏度为 1.7，灵敏度等级为不灵敏~中等灵敏。

该层共做现场标准贯入试验 3 次，标贯击数 $N=3\sim 3$ ，平均标贯击数为 3.0。

3、第四系下更新统湛江组海陆交互相沉积层 (Q_1^{mc})

⑥粗砾砂：灰白色、浅黄色、黄褐色，含较多细砾及少量卵石颗粒，饱和，稍密~中密，砂质较纯，级配一般，局部含中细砂颗粒及粘粒。场地内均有分布，厚度较大，均未钻穿，层顶标高为 -21.72~-4.72m，层底标高为 -31.66~-14.13m，揭露厚度 5.00~23.10m，平均揭露厚度 11.00m。

该层共做现场标准贯入试验 46 次，标贯击数 $N=11\sim 28$ ，平均标贯击数为 19.2，根据《建筑地基基础设计规范》(DBJ15—31—2016) P32 页公式 4.4.7 计算该层中砂的内摩擦角为 32.1 度；根据室内土工试验成果，该层砂平均渗透系数为 $1.69\times 10^{-2}\text{cm/s}$ ，属于强透水层。

⑥₁ 粉质粘土：灰白色，可塑，含粉细砂颗粒，黏性一般。为⑥层粗砾砂的夹层，见于 BS01、BS05、BSCK8、BSCK9、BSCK10 等 5 孔所在地段，呈透镜体状分布，层顶标高为 -18.35~-14.13m，层底标高为 -21.72~-15.13m，厚度 0.50~4.30m，平均厚度 1.82m。

该层土的物理力学指标如下：质量密度 $\rho=1.97\text{gcm}^{-3}$ ，含水量 $w=25.0\%$ ，孔隙比 $e=0.724$ ，比重 $G_s=2.71$ ，液性指数 $IL=0.11$ ，塑性指数 $IP=16.1$ ，压缩系数 $a_{v0.1-0.2}=0.270\text{MPa}^{-1}$ ，压缩模量 $E_{s0.1-0.2}=6.96\text{MPa}$ ，属于中压缩性土，直接快剪粘聚力 $C_q=47.0\text{kPa}$ ，内摩擦角 $\phi_q=13.2$ 度，平均渗透系数为 $1.47\times 10^{-6}\text{cm/s}$ ，属于微透水层。

该层共做现场标准贯入试验 2 次, 标贯击数 $N=15\sim 16$, 平均标贯击数为 15.5。

3.2.4.2 场地地震效应

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015), 本区 II 类场地地震动峰值加速度为 0.05g, 地震动加速度反应谱特征周期为 0.35s, 相应地震烈度为 VI 度; 据《水工建筑物抗震设计标准》(GB51247-2018) 及本次勘察钻孔揭露各砂土层的岩土工程性质及场地附近已有地质资料初步推断, 本工程抗震设防类别为丙类, 场地土类型为中软土, 建筑场地类别为 III 类, III 类场地地震动峰值加速度调整为 0.065g, 地震动加速度反应谱特征周期调整为 0.45s, 属于对建筑抗震不利地段; 综合参考《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010) (2016 年版) 提供的主要城镇抗震设防烈度, 最终确定本场地的抗震设防烈度为 7 度, 设计地震分组第一组。

3.2.4.3 工程地质稳定性和适宜性评价

根据区域地质资料、现场踏勘及钻探揭露, 勘察场地无活动性断裂通过, 场区在区域构造上是相对稳定的, 本次勘察范围内未发现滑坡、危岩和崩塌、泥石流、采空区、地面沉降、活动断裂、断层、构造破碎带、岩溶、土洞、古河道、古洞穴、防空洞及墓穴等不良地质现象及对工程不利的埋藏物, 综合评定拟建场地为基本稳定场地; 本场地地形开阔平缓, 岩土种类较多, 浅部分布有软土及可液化饱和砂土层, 采取适宜的工程措施后适宜本工程项目建设。(此内容不公开)

图 3.2.4-1 钻孔平面布置图

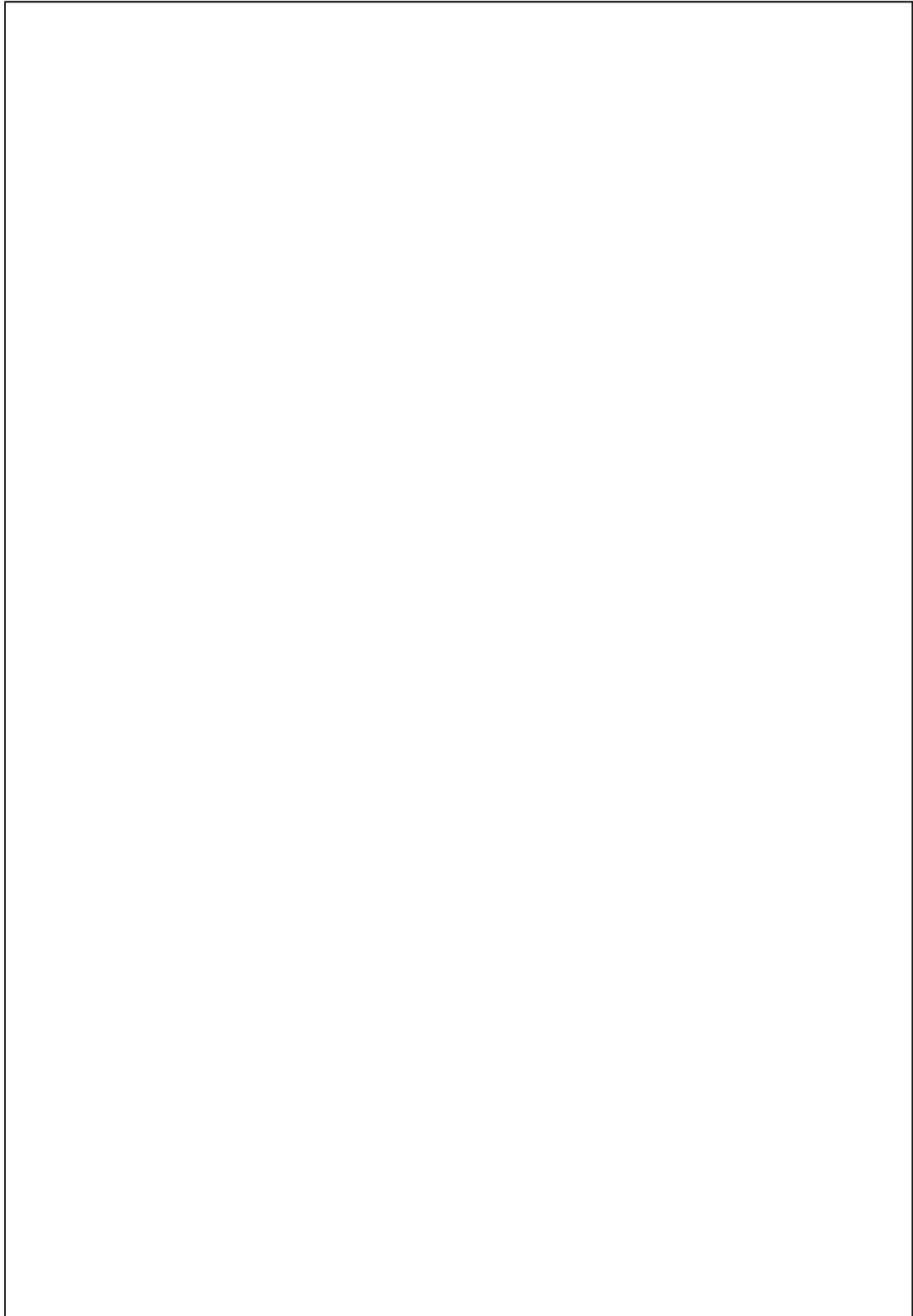


图 3.2.4-2 工程地质剖面图 (2—2')

图 3.2.4-3a 钻孔柱状图 (BS02)

图 3.2.4-3b 钻孔柱状图 (BS04)

图 3.2.4-3c 钻孔柱状图 (BS05)

3.2.5 海洋自然灾害

3.2.5.1 热带气旋

湛江市是受热带气旋影响最多和最严重的地区之一，年均有 3.7 个热带气旋登陆或影响湛江市。

根据中国气象局编气象出版社出版的台风年鉴 1949~2012 年的资料统计，平均每年有 1.9 个热带气旋影响湛江地区；年最多为 5 个（1965、1973 和 1974 年）；没有热带气旋影响的有 7 年。热带气旋 8 月出现最多，占 27%，其次是 9 月，占 24%，且特别严重危害湛江的台风多数也发生在 7~9 月份。每年的 5~11 月均有热带气旋影响湛江地区，1949~2012 年间，热带气旋达到超强台风的有 16 个，强台风 21 个，台风 35 个。据中国天气台风网统计，2013 至 2017 年 5 年间共有 7 个台风造成粤西海域或陆地 10 级以上风力，其中影响最为严重的是 2014 年湛江沿海登陆的台风“威马逊”，造成 16 级大风；以及 2015 年湛江沿海登陆的台风“彩虹”，造成 15 级大风。

2018 年 6 月 6 日 6 时 25 分，台风艾云尼在广东湛江市徐闻县新寮镇沿海第 1 次登陆，登陆时中心附近最大风力 8 级。“百里嘉”于 2018 年 9 月 13 日 8 时 30 分前后在广东省湛江市坡头区沿海登陆，登陆时中心附近最大风力有 10 级（25m/s）。2018 年 8 月 15 日，第 16 号台风“贝碧嘉”的中心在广东省雷州市沿海附近登陆，登陆时中心风力达 9 级（23m/s），登陆时由强热带风暴级减弱为热带风暴级，中心最低气压 985 百帕。

“韦帕”于 2019 年 8 月 1 日 17 时 40 分许在广东省湛江市坡头区沿海再次登陆，登陆时中心附近最大风力仍有 9 级（23m/s）。

2021 年 10 月 13 日 15 时 40 分前后，台风“圆规”在海南省琼海市沿海登陆，登陆时中心附近最大风力 12 级（33m/s），中心最低气压为 975 百帕。

2022 年 8 月 10 日 10 时 50 分前后，台风“木兰”在湛江徐闻沿海地区登陆，登陆时中心附近最大风力 9 级（23m/s），中心最低气压 992 百帕。

2023 年 7 月 17 日 22 时 20 分前后，“泰利”以台风级强度在广东湛江市南三岛沿海登陆，登陆时中心附近最大风力 13 级（38m/s），中心最低气压 965

百帕。

2024年9月6日22时20分前后，第11号台风“摩羯”以超强台风级在广东省湛江市徐闻县角尾乡沿海二次登陆，登陆时中心附近最大风力17级(58m/s)，中心最低气压925百帕。

2025年10月5日，第21号台风“麦德姆”以强台风级在广东省湛江市徐闻县东部沿海登陆，登陆时中心附近最大风力14级(42m/s)，中心最低气压965百帕。

3.2.5.2 风暴潮

湛江海域风暴潮发生次数多、强度大、连续性明显，影响范围广，突发性强，灾害损失大。风暴增水多出现于4~12月，8月份和9月份是发生次数最多的月份。台风在湛江港及其西南方向登陆时，主要造成正的风暴增水；台风在湛江港东面登陆时，造成的正增水比较小，通常情况下，台风登陆后，湛江港出现负增水。2011~2025年对湛江影响较大的风暴潮如下表3.2.5-1。

表 3.2.5-1 2011~2025 年对湛江影响较大的风暴潮情况表

年份	名字	登陆点	登陆时间	风级	风暴增水
2011年	1117 纳沙	海南省文昌市翁田镇	2011-9-29 (14时)	14级 (42m/s)	南渡站 (399cm)、湛江站 (超过 300cm)
2012年	1213 启德	湛江市麻章区湖光镇	2012-8-17 (12时)	13级 (38m/s)	湛江站 (260cm)、硇洲站 (172cm)、南渡站 (202cm)
2013年	1306 温比亚	湛江市东海岛	2013-07-02 (05时)	28m/s (10级)	珠江口以西沿岸 (38~182cm)、湛江站 (159cm)
2014年	1409 威马逊	湛江市徐闻县	2014-07-18 (20时)	55m/s (16级)	南渡站 (392cm)、硇洲站 (260cm)、湛江站 (256cm)
2014年	1415 海鸥	湛江市徐闻县	2014-09-16 (13时)	40m/s (13级)	南渡站 (495cm)、硇洲站 (388cm)、湛江站 (433cm)
2015年	1522 彩虹	湛江市坡头区	2015-10-04 (13时)	50m/s (15级)	南渡站 (113cm)、硇洲站 (188cm)、湛江站 (212cm)
2016年	1608 电母	湛江市徐闻县	2016-08-18 (15时)	20m/s (8级)	珠江口到粤西沿岸 (30~60cm)

年份	名字	登陆点	登陆时间	风级	风暴增水
2016年	1621 莎莉嘉	海南省万宁市和乐镇	2016-10-18 (9时)	45m/s (14级)	南渡站 (119cm)、硃洲站 (117cm)、湛江站 (110cm)
2017年	1720 卡努	湛江市徐闻县	2017-10-16 (03时)	25m/s (10级)	湛江站 (121cm)、硃洲站 (119cm)、南渡站 (177cm)、海安站 (62cm)
2018年	1804 艾云尼	湛江市徐闻县新寮镇	2018-06-06 (6时)	8级 (20m/s)	雷州半岛东岸 (40~70cm)
2018年	1816 贝碧嘉	雷州市东里镇	2018-08-15 (21时)	23m/s (9级)	广东珠江口到雷州半岛东岸沿海 (30~100cm)
2019年	1907 韦帕	广东省湛江市	2019-08-01 (17时)	23m/s 9级	硃洲站 (140cm)
2021年	2107 查帕卡	阳江市江城区沿海	2021-7-20 (21时)	33m/s (12级)	粤西沿岸各海洋站 (35-40cm)
2021年	2118 圆规	海南省琼海市沿海	2021-10-13 (15时)	33m/s (12级)	硃洲站 (197cm)、湛江站 (211cm)、海安站 (94cm)
2022年	2203 暹芭	茂名市电白区沿海	2022-7-2 (15时)	35m/s (12级)	湛江站 (101cm)、南渡站 (154cm)、硃洲站 (100cm)
2022年	2209 马鞍	茂名市电白区沿海	2022-8-25 (10时)	33m/s (12级)	湛江站 (79cm)、南渡站 (155cm)、硃洲站 (58cm)
2023年	2304 泰利	广东省湛江市南三岛沿海	2023-7-17 (22时)	38 m/s (13级)	海安站 (75cm)、湛江站 (113cm)、硃洲站 (74cm)
2023年	2309 苏拉	广东省珠海市金湾区沿海	2023-9-2 (3时)	45 m/s (14级)	海安站 (49cm)、湛江站 (55cm)、硃洲站 (47cm)
2024年	2411 摩羯	广东省湛江市徐闻县角尾乡沿海	2024-09-06 (22时20分)	58m/s (17级)	茂名到雷州半岛东岸沿海 (200~500cm)
2025年	2521 麦德姆	广东省湛江市徐闻县东部沿海	2025-10-05 (09时)	42m/s (14级)	茂名到湛江东部沿海 (150~350cm)

3.2.6 海洋水质现状调查与评价

本节引用《廉江市龙营围生态海堤建设工程海洋环境现状调查监测报告》(广州海兰图检测技术有限公司, 2025年3月)和《廉江市龙营围生态海堤建设工

程海洋环境现状调查监测报告（2025年秋季）》（广州海兰图检测技术有限公司，2025年10月），由广州海兰图检测技术有限公司分别于2025年3月和2025年10月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

（1）春季

本次调查时间为2025年03月01日~03月06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，潮间带沉积物3个，生物生态12个和生物体质量调查站位8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。

（此内容不公开）

图 3.2.6-1 春季海洋环境现状调查站位分布图

（2）秋季

本次调查时间为2025年10月07日~10月12日，共布设水质调查站位25个，生物生态调查站位15个，渔业资源调查站位15个，生物质量调查站位10个，潮间带生物调查断面3条。具体调查站位详见表3.2.6-2和图3.2.6-2。

（此内容不公开）

图 3.2.6-2 秋季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pH、水温、盐度、溶解氧、悬浮物、化学需氧量、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、氨氮、无机氮、活性磷酸盐、硫化物、挥发酚、石油类、铜、铅、锌、汞、砷、镉和总铬。

3.2.6.3 采样与分析方法

（1）采样方法

①水样采集通用方法

1) 执行《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》《海洋监测规范》和《海洋调查规范》；

2) 执行《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》《海洋监测规范》和《海

洋调查规范》。使用 GPS 定位导航调查船只进入预定站位后开始测量水深。根据实测水深，进行透明度、水色等现场观测，当站位水深小于等于 10m 时（以现场水深为准，下同），仅采表层水样一个；当站位水深大于 10m 小于等于 50m 时，分别采集表层和底层水样各一个；其中表层为距表面 0.1m~1m，底层为离底 2m。

3) 采用向风逆流采样，严格控制来自船体自身的污染，采样时严禁船舶排污，采样位置远离船舶排污口，并严格按照相关规定程序和操作要求进行样品的分装、预处理、编号记录、贮存和运输；

4) 对无法现场分析的样品，按《海洋监测规范》（GB 17378-2007）加固定剂后带回实验室分析；

5) 水文气象观测执行《海洋调查规范 第 3 部分：海洋气象观测》（GB/T 12763.3-2020）、《海洋调查规范 第 2 部分：海洋水文观测》（GB/T 12763.2-2007）和《海洋观测规范 第 2 部分：海滨观测》（GB/T 14914.2-2019）。

②特殊指标水样采集方法

1) 溶解氧样品的采集：应用碘量法测定水中溶解氧，水样需直接采集到样品瓶中。采样时，要注意不使水样曝气或残存气体。如使用有机玻璃采水器、球阀式采水器、颠倒采水器等则必须防止搅动水体，溶解氧样品需最先采集。将乳胶管的一端接上玻璃管，另一端套在采水器的出水口，放出少量水样荡洗水样瓶两次；将玻璃管插到分析瓶底部，慢慢注入水样，待水样装满并溢出约为瓶子体积的 1/2 时，将玻璃管慢慢抽出；立即用自动加液器（管尖靠近液面）依次注入 1.0ml 氯化锰溶液和 1.0m 碱性碘化钾溶液；塞紧瓶塞并用手抓住瓶塞和瓶底，并把瓶缓慢地上下颠倒 20 次，使样品与固定液充分混匀。等样品瓶内沉积物降至瓶体 2/3 以下时方可进行分析。如样品瓶泡在水中，允许存放 24h。避免阳光直射和温度剧烈变化，如温差较大，应在 12h 内测定。

2) pH 样品的采集：样品瓶洗净后，用海水浸泡 1d。采样时需用采样点的海水洗涤两次，再装入水样，待测。

3) 悬浮物样品的采集：水样采集后，应尽快从采样器中放出样品；在水样装瓶的同时摇动采样器，防止悬浮物在采样器内沉降；除去非代表性杂质如树叶、

柱状物等。

4) 营养盐样品采集：营养盐采样器应尽量采用一次性合格的样品瓶；若重复使用，应该在使用前，用 1mol/L 盐酸溶液漂洗，依次再用自来水、去离子水洗净，采样时须用海水漂洗，最好将采样器放在较深处，然后提到采样深度。采用多通道 CTD 采样器采样时，应按照操作说明提供的清洗方式清洗，并避免污染；采样时，要常换手套；应防止船上排污水的污染、船体的扰动；要防止空气污染，特别是防止船烟和吸烟者的污染。

5) 重金属样品的采集：水样采集后，要有防止现场大气降尘带来的污染措施，并尽快从采样器中放出样品；防止采样器内样品中所含污染物随悬浮物的下沉而降低含量，灌装样品时必须边摇动采水器边灌装，立即用 0.45 μ m 滤膜过滤处理，过滤水样用 HNO₃ 酸化至 pH 值小于 2，塞上塞子，存放在洁净环境中。

6) 油类样品的采集：测定水中油含量应用单层采水器固定样品瓶在水体中直接灌装，采样后立即提出水面，在现场用石油醚（或正己烷）萃取或者在现场采集油类样品后，加 0.1mol/L 硫酸固定，带回实验室萃取；测定油类样品的容器禁止预先用海水冲洗。

7) 汞样品的采集：样品用硬质玻璃瓶装水样，要采取严格的防沾污措施，避免来自周围环境的污染。水样用硫酸酸化至 pH<2，塞紧塞子后存放在洁净的环境中。

8) 挥发性有机化合物样品的采集：灌装水样应尽量避免产生气泡和搅动，并且使水样充满瓶体，不留顶部空间，如有余氯可添加抗坏血酸除去，并用盐酸酸化至 pH<2，然后用带聚四氟乙烯衬垫的螺旋盖封瓶，放入冷藏箱保存。

(2) 分析方法

水质样品的分析按照《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）和《海洋监测规范》（GB 17378-2007）进行，各项目的分析方法如表 3.2.6-3。

表 3.2.6-3 海水调查项目及分析方法

检测指标	检测依据	分析方法	检出限
水温	《海洋调查规范 第 2 部分：海洋水文观测》GB/T 12763.2-2007/5.2.1	CTD 法	/
pH	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》GB 17378.4-2007/26	pH 计法	/

检测指标	检测依据	分析方法	检出限
盐度	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007/29.1	盐度计法	2‰
溶解氧	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007/31	碘量法	0.11mg/L
悬浮物	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007/27	重量法	/
化学需氧量	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007/32	碱性高锰酸钾法	0.15mg/L
硝酸盐氮	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007/38.1	镉柱还原法	0.0010mg/L
亚硝酸盐氮	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007/37	萘乙二胺分光光度法	0.0002mg/L
氨氮	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007/36.1	靛酚蓝分光光度法	0.0004mg/L
无机氮	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007/35	/	/
活性磷酸盐	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007/39.1	磷钼蓝分光光度法	0.0006mg/L
挥发酚	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007/19	4-氨基安替比林分光光度法	1.1μg/L
石油类	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007/13.2	紫外分光光度法	0.0035mg/L
汞	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007/5.1	原子荧光法	0.007μg/L
砷	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007/11.1	原子荧光法	0.5μg/L
铜	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007/6.1	无火焰原子吸收分光光度法	0.2μg/L
铅	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007/7.1	无火焰原子吸收分光光度法	0.03μg/L
镉	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007/8.1	无火焰原子吸收分光光度法	0.01μg/L
锌	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007/9.1	火焰原子吸收分光光度法	0.0031mg/L
总铬	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007/10.1	无火焰原子吸收分光光度法	0.4μg/L
硫化物	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007/18.1	亚甲基蓝分光光度法	0.2μg/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， $^{\circ}\text{C}$ 。

pH 评价指数按下式如下：

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

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

①春季

根据《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府〔1999〕68号）、《关于调整湛江市近岸海域环境功能区划有关问题的复函》（粤办函〔2007〕344号）和《广西壮族自治区近岸海域环境功能区划调整方案》（桂环发〔2023〕9号）规定，各监测站位执行的水质标准见表 3.2.6-4 和图 3.2.6-3-图 3.2.6-4。

表 3.2.6-4a 春季监测站位所处近岸海域环境功能区划水质标准要求表（广东）

调查站位	功能区	标准要求
LJ07、LJ10、LJ14、LJ15、LJ20	湛江近岸海域环境保护留用区	执行海水水质第一类标准
LJ03、LJ04、LJ06	营仔二类区	执行海水水质第二类标准
LJ05、LJ08、LJ11	北潭二类区	
LJ09、LJ13	龙头沙二类区	
LJ12	高桥二类区	
LJ01、LJ02	营仔三类区	执行海水水质第三类标准

表 3.2.6-4b 春季监测站位所处近岸海域环境功能区划水质标准要求表（广西）

调查站位	功能区	标准要求
LJ16	英罗港湾口浅海渔业用海区	执行海水水质第一类标准
LJ17、LJ18、LJ19	合浦儒艮生态区	

(此内容不公开)

图 3.2.6-3 春季监测站位所处广东省近岸海域环境功能区划示意图

(此内容不公开)

图 3.2.6-4 春季监测站位所处广西壮族自治区近岸海域环境功能区划示意图

②秋季

根据《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府〔1999〕68号）、《关于调整湛江市近岸海域环境功能区划有关问题的复函》（粤办函〔2007〕344号）和《广西壮族自治区近岸海域环境功能区划调整方案》（桂环发〔2023〕9号）规定，各监测站位执行的水质标准见表 3.2.6-5 和图 3.2.6-5-图 3.2.6-6。

表 3.2.6-5a 秋季监测站位所处近岸海域环境功能区划水质标准要求表（广东）

调查站位	功能区	标准要求
LJ07、LJ10、LJ14、LJ15、LJ20、LJ22	湛江近岸海域环境保护留用区	执行海水水质第一类标准
LJ03、LJ04、LJ06	营仔二类区	执行海水水质第二类标准

调查站位	功能区	标准要求
LJ05、LJ08、LJ11	北潭二类区	
LJ09、LJ13	龙头沙二类区	
LJ12、LJ23	高桥二类区	
LJ01、LJ02、LJ24、LJ25	营仔三类区	执行海水水质第三类标准

表 3.2.6-5b 秋季监测站位所处近岸海域环境功能区划水质标准要求表（广西）

调查站位	功能区	标准要求
LJ16	英罗港湾口浅海渔业用海区	执行海水水质第一类标准
LJ17	北海珍珠母贝原种场生态区	
LJ18、LJ19、LJ20	合浦儒艮生态区	

（此内容不公开）

图 3.2.6-5 秋季监测站位所处广东省近岸海域环境功能区划示意图

（此内容不公开）

图 3.2.6-6 秋季监测站位所处广西壮族自治区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 3.2.6-6。

表 3.2.6-6 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
活性磷酸盐≤（以 P 计）	0.015	0.030	0.030	0.045
无机氮≤（以 N 计）	0.200	0.300	0.400	0.500
石油类≤	0.05	0.05	0.30	0.50
铜（Cu）≤	0.005	0.010	0.050	0.050
铅（Pb）≤	0.001	0.005	0.010	0.050
锌（Zn）≤	0.020	0.050	0.100	0.500
镉（Cd）≤	0.001	0.005	0.010	0.010
汞（Hg）≤	0.00005	0.0002	0.0002	0.0005
砷（As）≤	0.020	0.030	0.050	0.050
铬（Cr）≤	0.050	0.100	0.200	0.500
硫化物≤（以硫计）	0.020	0.050	0.100	0.250
挥发性酚≤	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

①春季

春季水质监测结果见表 3.2.6-7。

②秋季

秋季水质监测结果见表 3.2.6-8。

(2) 评价结果

①春季

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 3.2.6-9。

执行第一类海水水质标准的站位：LJ07、LJ10、LJ14、LJ15、LJ16、LJ17、LJ18、LJ19 和 LJ20。由监测结果及标准指数表结果可知：所有调查站位的水质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：LJ03、LJ04、LJ05、LJ06、LJ08、LJ09、LJ11、LJ12 和 LJ13。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，超标率为 11.1%。无机氮在 LJ03 站位不符合海水水质第二类标准，但符合海水水质第三类标准。其余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：LJ01、LJ02。由监测结果及标准指数表结果可知：主要超标监测因子为化学需氧量，超标率为 100.0%。化学需氧量在 LJ01、LJ02 站位不符合海水水质第三类标准，且均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。

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，部分站位的无机氮和化学需氧量超过其相应功能区水质标准限值要求，其余站位均符合。

②秋季

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 3.2.6-10。

执行第一类海水水质标准的站位：LJ07、LJ10、LJ14、LJ15、LJ16、LJ17、LJ18、LJ19、LJ20、LJ21 和 LJ22。由监测结果及标准指数表结果可知：主要超标监测因子为化学需氧量、无机氮和活性磷酸盐，超标率为 27.3%、100.0%和 100.0%。化学需氧量在 LJ07、LJ10、LJ14 站位超过海水水质第一类标准要求，其中 LJ14 站位符合海水水质第二类标准，LJ07、LJ10 站位符合海水水质第三类

标准；无机氮在全部站位均超过海水水质第一类标准要求，其中 LJ15、LJ20、LJ21、LJ22 站位符合海水水质第三类标准，LJ17、LJ18、LJ19 站位符合海水水质第四类标准，LJ07、LJ10、LJ14、LJ16 站位均劣于海水水质第四类标准；活性磷酸盐在全部站位均超过海水水质第一类标准要求，其中 LJ22 站位符合海水水质第二类标准，LJ15、LJ18、LJ19、LJ20、LJ21 站位符合海水水质第四类标准，LJ07、LJ10、LJ14、LJ16、LJ17 站位均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一类标准要求。

执行第二类海水水质标准的站位：LJ03、LJ04、LJ05、LJ06、LJ08、LJ09、LJ11、LJ12、LJ13 和 LJ23。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，超标率均为 100.0%。无机氮在全部站位均超过海水水质第二类标准要求，其中 LJ11、LJ12、LJ13、LJ23 站位符合海水水质第四类标准，LJ03、LJ04、LJ05、LJ06、LJ08、LJ09 站位均劣于海水水质第四类标准；活性磷酸盐在全部站位均超过海水水质第二类标准要求，其中 LJ11 站位符合海水水质第四类标准，其余站位均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二类标准要求。

执行第三类海水水质标准的站位：LJ01、LJ02、LJ24 和 LJ25。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，超标率均为 100.0%。无机氮和活性磷酸盐在全部站位均超过海水水质第三类标准要求，且均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。

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，部分站位的化学需氧量、无机氮和活性磷酸盐超过其相应功能区水质标准限值要求，其余站位均符合。（此内容不公开）

3.2.7 海洋沉积物质量现状调查与评价

本节引用《廉江市龙营围生态海堤建设工程海洋环境现状调查监测报告》(广州海兰图检测技术有限公司, 2025年3月), 由广州海兰图检测技术有限公司于2025年3月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 pH、粒度、含水率、有机碳、石油类、硫化物、铜、铅、镉、锌、总汞、铬和砷。

3.2.7.2 采样与分析方法

(1) 采样方法

根据《海洋监测规范》(GB 17378-2007) 中的要求, 进行海洋沉积物样品的采集、保存与运输。

①到达指定站位后, 将绞车的钢丝绳与 0.05m² 抓斗式采泥器连接, 同时测量站位水深, 开动绞车将采泥器下放至离海底 3m~5m 时, 全速开动绞车使其降至海底。然后将采泥器提至接样板上, 打开采泥器上部耳盖, 轻轻倾斜使上部积水缓慢流出后, 用塑料刀或勺从采泥器耳盖中仔细取上部 0cm~1cm 的沉积物。如遇砂砾层, 可在 0cm~3cm 层内混合取样;

②样品从海底至船甲板, 应立即进行现场样品状态描述(颜色、气味、厚度);

③取样和处理样品时, 注意层次, 结构和代表性, 同一采样点采集 3~6 次, 将样品混合均匀分装。现场记录底质类型, 并分装与处理、保存;

④稠度和粘性描述: 流动、半流动、软泥、致密和固结, 强粘性、弱粘性和无粘性的描述;

⑤分装顺序: 重金属(铜、铅、镉、锌、铬、砷等) 指标用聚乙烯袋分装大约 600g; 取大约 100~200g 湿样, 盛入已洗净的 250mL 棕色玻璃瓶内, 加入约 5ml 醋酸锌, 使样品隔离空气, 供硫化物分析所用; 再取 500~600g 湿样, 盛入已洗净的 500mL 棕色玻璃瓶内, 供含水率、有机碳、石油类、总汞等指标分析

所用。

⑥分装要求：样品瓶（袋）要贴标签，并将样品瓶号及样品箱号记入现场描述记录表内，在柱状样品的取样位置上放入标签，其编号与瓶（袋）号一致。认真做好采样详细记录。

⑦采样完毕，打开采泥器，弃去残留沉积物，用海水冲洗；

⑧记录采样点位的经纬度、拍摄采样照片、记录可能影响结果的现场情况或拍摄视频记录等，出具数据时一并提供。

（2）分析方法

样品的分析按照《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》（GB 17378.5-2007）和《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）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

检测指标	检测依据	分析方法	检出限
含水率	《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB 17378.5-2007/19	重量法	/
有机碳	《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB 17378.5-2007/18.1	重铬酸钾氧化-还原容量法	0.02%
石油类	《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB 17378.5-2007/13.1	荧光分光光度法	1.0mg/kg
硫化物	《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB 17378.5-2007/17.1	亚甲基蓝分光光度法	0.3mg/kg
铜	《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB 17378.5-2007/6.2	火焰原子吸收分光光度法	2.0mg/kg
铅	《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB 17378.5-2007/7.2	火焰原子吸收分光光度法	3.0mg/kg
镉	《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB 17378.5-2007/8.1	无火焰原子吸收分光光度法	0.04mg/kg
锌	《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB 17378.5-2007/9.1	火焰原子吸收分光光度法	6.0mg/kg
总汞	《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB 17378.5-2007/5.1	原子荧光法	0.002mg/kg
铬	《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB 17378.5-2007/10.1	无火焰原子吸收分光光度法	2.0mg/kg
砷	《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB 17378.5-2007/11.1	原子荧光法	0.06mg/kg
pH	《海洋调查规范第 8 部分：海洋地质地球物	pH 计法	/

检测指标	检测依据	分析方法	检出限
	理调查》GB/T 12763.8-2007/6.7.2		
粒度	《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	激光粒度分布仪 法	/

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 海洋沉积物质量调查结果与评价

按《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）粒级间隔为 1ϕ ，粒级组成为 $1\phi > 11\phi$ 。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 0.46%~98.72%，平均值为 48.59%，粉砂含量在 1.28%~63.94%，平均值为 33.33%，黏土含量在 0.00%~39.57%，平均值为 18.09%。调查站位沉积物样品类型为砂的有：LJ02、LJ03；调查站位沉积物样品类型为粉砂质砂的有：LJ04、LJ08、LJ09、LJ17；调查站位沉积物样品类型为黏土质粉砂的有：LJ12、LJ14、LJ15、LJ19。

调查海域沉积物化学调查结果见表 3.2.7-4。

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：所有站位的沉积物监测因子均符合海洋沉积物质量第一类标准要求。（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《廉江市龙营围生态海堤建设工程海洋环境现状调查监测报告》（广州海兰图检测技术有限公司，2025 年 3 月）和《廉江市龙营围生态海堤建设工程海洋环境现状调查监测报告（2025 年秋季）》（广州海兰图检测技术有限公司，2025 年 10 月），由广州海兰图检测技术有限公司分别于 2025 年 3 月和 2025 年 10 月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

调查项目包括铜、铅、锌、镉、铬、总汞、砷和石油烃。

3.2.8.2 采样与分析方法

（1）采样方法

根据《海洋监测规范》（GB 17378-2007）和《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）中的要求，在项目海域指定站点使用拖网等方式采集生物体后，选取具有代表性的贝类、甲壳类、定居性鱼类、其他软体动物和大型藻类样品进行分析检测，优

先选取双壳贝类样品。

①贝类

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

②甲壳类与中小型类

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

(2) 分析方法

生物体样品的预处理和分析方法遵照《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》（GB 17378.6-2007）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

检测指标	检测依据	分析方法	检出限
石油烃	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》GB 17378.6-2007/13	荧光分光光度法	0.2mg/kg
铜	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》GB 17378.6-2007/6.1	无火焰原子吸收分光光度法	0.4mg/kg
铅	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》GB 17378.6-2007/7.1	无火焰原子吸收分光光度法	0.04mg/kg
镉	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》GB 17378.6-2007/8.1	无火焰原子吸收分光光度法	0.005mg/kg
总汞	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》GB 17378.6-2007/5.1	原子荧光法	0.002mg/kg
砷	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》GB 17378.6-2007/11.1	原子荧光法	0.2mg/kg
锌	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》GB 17378.6-2007/9.1	火焰原子吸收分光光度法	0.4mg/kg
铬	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》GB 17378.6-2007/10.1	无火焰原子吸收分光光度法	0.04mg/kg

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

春季 LJ02 站位和秋季 LJC1 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、甲壳类和软体类（含非双壳类贝类）的生物质量执行《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）中附录 C 其他海洋生物质量参考值中的标准进行评价，铬没有相应的评价标准，因此只做本底监测，不做评价。

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

序号	项目	第一类	第二类	第三类
1	总汞 \leq	0.05	0.10	0.30
2	砷 \leq	1.0	5.0	8.0
3	镉 \leq	0.2	2.0	5.0
4	铬 \leq	0.5	2.0	6.0
5	铅 \leq	0.1	2.0	6.0
6	铜 \leq	10	25	50（牡蛎 100）
7	锌 \leq	20	50	100（牡蛎 500）
8	石油烃 \leq	15	50	80

注：以贝类去壳部分的鲜重计

表 3.2.8-3 其他海洋生物体质量参考值（湿重：mg/kg）

生物类别 评价因子	软体动物（非双壳贝类）	甲壳类	鱼类
总汞	0.3	0.2	0.3
镉	5.5	2.0	0.6
锌	250	150	40
铅	10	2	2
铜	100	100	20
砷	1	1	1
石油烃	20	20	20

3.2.8.4 海洋生物质量调查与评价

(1) 调查结果

①春季

春季海洋生物质量监测结果见表 3.2.8-4。

②秋季

秋季海洋生物质量监测结果见表 3.2.8-5。

(2) 评价结果

①春季

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 3.2.8-6。

LJ02 调查站位采集到的贝类（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：贝类的总汞、铜、锌、砷含量符合海洋生物质量第一类标准，铅、镉、铬、石油烃含量符合海洋生物质量第二类标准。LJ04 站位甲壳类的超标因子为砷，其他监测因子均符合《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。其余站位采集到的鱼类生物体的污染物含量均达到《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。

②秋季

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 3.2.8-7。

LJC1 调查站位采集到的贝类（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：贝类的石油烃、铜、铅、总汞、砷含量符合海洋生物质量第一类标准，镉、锌、铬含量符合海洋生物质量第二类标准。其余站位采集到的鱼类和甲壳类生物体的污染物含量均达到《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。（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《廉江市龙营围生态海堤建设工程海洋环境现状调查监测报告》(广州海兰图检测技术有限公司, 2025年3月)和《廉江市龙营围生态海堤建设工程海洋环境现状调查监测报告(2025年秋季)》(广州海兰图检测技术有限公司, 2025年10月),由广州海兰图检测技术有限公司分别于2025年3月和2025年10月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

(1) 叶绿素 *a* 和初级生产力

采样层次与水质采样层次相同,用采水器采集水样,采集2L海水样品后,加入3mL碳酸镁悬浮液,混匀,并现场抽滤至0.45 μ m孔径的纤维素酯微孔滤膜,过滤负压不超过50kPa,冷藏保存,上岸后立即运回室内检测,采用分光光度法测定叶绿素 *a* 的含量。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。

(2) 浮游植物

浮游植物定量分析样品用浅水 III 型浮游生物网(加重锤)自底至表层作垂直拖网进行采集。垂直拖网时,落网速度不超过1m/s,起网为0.5m/s。样品用鲁哥氏碘液固定,加入量为每升水加入6.00mL~8.00mL。样品带回实验室经浓缩后镜检、观察、鉴定和计数。分析其种类组成、数量分布、主要优势种及其多样性分析。

(3) 浮游动物

浮游动物样品用浅水 I 型浮游生物网从底层至表层垂直拖曳采集。采得的样品在现场用5%的中性甲醛溶液固定。在室内挑去杂物后以湿重法称取浮游动物的生物量,然后在生物显微镜下对标本进行鉴定和计数。分析其种类组成、数量分布、主要优势种及其多样性分析,并提供其种类名录。

(4) 大型底栖生物

定量样品采用 0.05m² 采泥器，在每站位连续采集平行样品 4 次，经孔径为 0.50mm 的筛网筛洗干净后，放入 500mL 样品瓶中，加入体积分数为 5%~7% 的中性甲醛溶液暂时性保存，便于室内鉴定。样品在实验室内进行计数、称重及种类鉴定，分析其种类组成、数量分布、主要优势种及其多样性分析，并提供其种类名录。

(5) 潮间带生物

①在调查海区内选择不同生境（如泥滩、沙滩和岩滩）的潮间带断面，断面位置有陆上标志，走向与等深线垂直，选择在滩面底质类型相对均匀、潮带较完整、无人为破坏或人为扰动较小且相对较稳定的地点或调查断面，在每个剖面的高滩、中滩和低滩采集样品；

②泥、沙等软相底质的生物取样，用滩涂定量采样框。其结构包括框架和挡板两部分，均用 1.5~2.0mm 厚的不锈钢板弯制而成。规格：25cm×25cm×30cm。配套工具是平头铁锹。岩石岸生物取样采用岩石定量采样框，一般用 25cm×25cm 的定量框。若生物栖息密度很高，且分布较均匀，可采用 10cm×10cm 的定量框。滩涂和岩滩定量取样用对应的定量框，通常高潮区布设 2 站、中潮带 3 站，低潮带 2 站（生物量较大时 1 个站），每站取 4~8 个样方（依据现场生物量大小而定）；为防止人为因素干扰，样方位置用标志绳索（每隔 5m 或 10m 有一标志）于站位两侧水平拉直，各样方位置严格取在标志绳索所标位置，无论该位置上生物多寡，均不能移位；在滩涂取样时，先将取样器挡板插入框架凹槽，用臂力或脚力将其插入滩涂内；继而观察记录框内表面可见的生物及数量；后用铁锹清除挡板外侧的泥沙再拔去挡板，以便铲取框内样品；铲取样品时，若发现底层仍有生物存在，将取样器再往下压，直至采不到生物为止；若需分层取样，视底质分层情况确定；岩滩确定样方位置应在宏观观察基础上选取能代表该水平高度上生物分布特点的位置。取样时，应先将框内的易碎生物（如：牡蛎、藤壶等）加以计数，并观察记录优势种的覆盖面积。然后再用小铁铲、凿子或刮刀将框内所有生物刮取干净；

③用筛网孔目为 1.0mm 和 0.5mm 的过筛器进行生物样品筛选；

④为全面反映各断面的种类组成和分布，在每站定量取样的同时，应尽可能

将该站附近出现的动植物种类收集齐全，以作分析时参考，定性样品务必与定量样品分装，切勿混淆；

⑤取样时，测量各潮区优势种的垂直分布高度和滩面宽度，描述生物分布带的特征；样品存放于 500mL~1000mL 样品瓶中，加入适量淡水于 4°C 环境中存放 6~8h，可使海洋底栖环节动物产生应激反应，表现出形态特征，再用体积分数为 5%~7% 的中性甲醛溶液暂时性保存，便于室内鉴定。

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 (mg·C/m²·d)；

C_a—叶绿素 *a* 含量 (mg/m³)；

Q—同化系数 (mg·C/(mgChl-*a*·h))，根据南海水产研究所以往调查结果取值，春季取 3.32，秋季取 3.42。

L—真光层的深度 (m)；

t—白昼时间 (h)，根据南海水产研究所以往调查结果取值，春季取 11h，秋季取 10.5h。

(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

①春季

本次调查结果显示, 各站叶绿素 a 浓度的变化范围为 (1.23~17.45) mg/m^3 , 平均为 5.50 mg/m^3 , LJ02 站位叶绿素 a 平均值最高, LJ15 站位叶绿素 a 平均值最低。

本次调查海域的初级生产力变化范围在 (40.428~382.364) $\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ 之间, 平均值为 132.896 $\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$, 其中 LJ02 站位初级生产力值最高, LJ15 站位初级生产力值最低。

②秋季

本次调查结果显示, 各站叶绿素 a 浓度的变化范围为 (3.18~12.02) mg/m^3 , 平均为 8.26 mg/m^3 , LJ08 站位叶绿素 a 平均值最高, LJ17 站位叶绿素 a 平均值最低。

本次调查海域的初级生产力变化范围在 (68.516~789.876) $\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ 之间, 平均值为 266.556 $\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$, 其中 LJ22 站位初级生产力值最高, LJ17 站位初级生产力值最低。

(2) 浮游植物

①春季

1) 种类组成

本次调查共记录浮游植物 5 门 6 纲 13 目 25 科 112 种。硅藻门种类最多, 共 17 科 102 种, 占总种类数的 91.07%; 蓝藻门种类次之, 出现 3 科 5 种, 占总种类数的 4.46%; 绿藻门出现 3 科 3 种, 占总种类数的 2.68%; 甲藻门出现 1 科 1 种, 占总种类数的 0.89%; 裸藻门出现 1 科 1 种, 占总种类数的 0.89%。

2) 个体数量及占比

调查区域内各站位浮游植物个体数量变化范围在 (151.316~37932.414) $\times 10^3 \text{ind/m}^3$ 之间, 平均值为 $6272.988 \times 10^3 \text{ind/m}^3$, 最高个体数量出现在 LJ19 站位, 最低个体数量出现在 LJ12 站位。

从门类来看, 12 个调查站位中均采集到硅藻门, 硅藻门个体数量范围在 (149.648~37926.276) $\times 10^3 \text{ind/m}^3$ 之间, 平均值为 $6242.414 \times 10^3 \text{ind/m}^3$; 硅藻门各站位个体数量的占比在 70.48%~100.00% 之间, 各站位占比平均值为 93.64%。蓝藻门个体数量范围在 (0~196.933) $\times 10^3 \text{ind/m}^3$ 之间, 平均值为 $29.714 \times 10^3 \text{ind/m}^3$; 各站位个体数量百分比在 0~29.10% 之间, 占比平均值为 6.16%; 其他类群 (包括甲藻门、绿藻门和裸藻门) 个体数量范围在 (0~7.080) $\times 10^3 \text{ind/m}^3$ 之间, 平均值为 $0.860 \times 10^3 \text{ind/m}^3$; 各站位个体数量百分比在 0~1.82% 之间, 占比平均值为 0.21%。

3) 优势种

以优势度 $Y \geq 0.02$ 为判断标准, 本次调查浮游植物优势种共出现 2 种, 分别为旋链角毛藻 (*Chaetoceros curvisetus*) 和拟旋链角毛藻 (*Chaetoceros pseudocurvisetus*), 其中旋链角毛藻为第一优势种, 优势度为 0.837, 平均个体数量为 $5092.606 \times 10^3 \text{ind/m}^3$, 占各站位平均个体数量的 81.18%。

4) 浮游植物多样性、均匀度指数及丰富度指数

各调查区站位浮游植物种数范围为 32~45 种。多样性指数范围在 0.780~3.986 之间, 平均值为 3.100, 多样性指数以 LJ09 站位最高, LJ19 站位最低; 均匀度指数范围在 0.156~0.776 之间, 平均值为 0.589, 均匀度指数以 LJ02 站位最高, LJ19 站位最低; 丰富度指数范围在 1.271~2.668 之间, 平均值为 2.128, 丰富度指数以 LJ06 站位最高, LJ19 站位最低。

②秋季

1) 种类组成

本次调查共记录浮游植物 6 门 8 纲 18 目 28 科 89 种。硅藻门种类最多, 共 12 科 67 种, 占总种类数的 75.28%; 甲藻门 6 科 8 种, 占总种类数的 8.99%; 蓝藻门出现 4 科 8 种, 占总种类数的 8.99%; 绿藻门 4 科 4 种, 占总种类数的 4.49%;

裸藻门和隐藻门各 1 科 1 种，各占总种类数的 1.12%。

2) 个体数量及占比

调查区域内各站位浮游植物个体数量变化范围在 (6465.072~234804.269) $\times 10^3 \text{ind/m}^3$ 之间，平均值为 $72189.235 \times 10^3 \text{ind/m}^3$ ，最高个体数量出现在 LJ24 站位，最低个体数量出现在 LJ21 站位。

从门类来看，15 个调查站位硅藻门的个体数量范围在 (6451.560~225097.602) $\times 10^3 \text{ind/m}^3$ 之间，平均值为 $71332.648 \times 10^3 \text{ind/m}^3$ ；硅藻门各站位个体数量的占比在 95.87%~99.99% 之间，各站位占比平均值为 99.39%。蓝藻门个体数量范围在 (0~9674.311) $\times 10^3 \text{ind/m}^3$ 之间，平均值为 $745.094 \times 10^3 \text{ind/m}^3$ ；各站位个体数量百分比在 0%~4.12% 之间，占比平均值为 0.48%；其他类群（甲藻门、裸藻门、隐藻门、绿藻门）个体数量范围在 (0~924.800) $\times 10^3 \text{ind/m}^3$ 之间，平均值为 $111.493 \times 10^3 \text{ind/m}^3$ ；各站位个体数量百分比在 0~0.8% 之间，占比平均值为 0.13%。

3) 优势种

以优势度 $Y \geq 0.02$ 为判断标准，本次调查浮游植物优势种共出现 2 种，均为硅藻门种类，为中肋骨条藻 (*Skeletonema costatum*) 和菱软海链藻 (*Thalassiosira mala*)，优势度分别为 0.862 和 0.021，平均个体数量分别为 $63914.212 \times 10^3 \text{ind/m}^3$ 和 $1236.596 \times 10^3 \text{ind/m}^3$ ，各占各站位平均个体数量的 88.54% 和 1.71%。

4) 浮游植物多样性、均匀度指数及丰富度指数

各调查区站位浮游植物种数范围为 26~38 种。多样性指数范围在 0.522~2.777 之间，平均值为 1.165，多样性指数以 LJ21 站位最高，LJ24 站位最低；均匀度指数范围在 0.111~0.533 之间，平均值为 0.231；均匀度指数以 LJ21 站位最高，LJ24 站位最低；丰富度指数范围在 1.027~1.656 之间，平均值为 1.329，丰富度指数以 LJ22 站位最高，LJ24 站位最低。

(3) 浮游动物

① 春季

1) 种类组成

本次调查共记录浮游动物 3 门 6 纲 9 目 11 科 24 种（包括浮游幼体 9 种）。分属 7 个不同类群，即栉水母、水母类、有尾类、毛颚类、介形类、桡足类和浮

游幼体。其中，以浮游幼体最多，为9种，占总种类数的37.50%；桡足类次之，出现5种，占总种类数的20.83%；水母类出现4种，占总种类数的16.67%；其他类群出现种类较少。

2) 个体数量与生物量

12个调查站位浮游动物生物量变化范围在(3.23~149.18) mg/m³之间，平均值为60.54mg/m³，其中LJ15站位生物量最高，LJ12站位生物量最低；浮游动物个体数量变化范围在(8.602~177.049) ind/m³之间，平均值为58.472ind/m³，其中LJ15站位个体数量最高，LJ12站位个体数量最低。从类群个体数量分布来看，本次调查桡足类平均个体数量最高，为29.709ind/m³，占比为50.81%；其次是浮游幼体，平均个体数量为14.615ind/m³，占比为25.00%。

3) 优势种

以优势度 $Y \geq 0.02$ 为判断标准，本次调查浮游动物优势种共8种。分别为刺尾纺锤水蚤(*Acartia spinicauda*)、异体住囊虫(*Oikopleura dioica*)、短尾类溞状幼虫(*Brachyura zoea*)、球型侧腕水母(*Pleurobrachia globosa*)、鱼卵(Fish egg)、太平洋纺锤水蚤(*Acartia pacifica*)、瘦尾胸刺水蚤(*Centropages tenuiremis*)和毛颚类幼体(*Chaetognatha larva*)，其中刺尾纺锤水蚤为第一优势种，优势度为0.148，平均个体数量为19.382ind/m³，占各站位平均个体数量的33.15%，出现频率66.67%。

4) 浮游动物多样性指数、均匀度指数及丰富度指数

本次调查，各调查区站位浮游动物种数范围为5~16种。浮游动物多样性指数变化范围在1.080~3.419之间，平均值为2.459，其中LJ15站位最高，LJ09站位最低；均匀度指数变化范围在0.396~1.000之间，平均值为0.824，其中LJ03站位最高，LJ06站位最低；丰富度指数范围在0.815~2.313之间，平均值为1.700，丰富度指数以LJ04站位最高，LJ09站位最低。

②秋季

1) 种类组成

本次调查共记录浮游动物5门6纲7目12科25种(包括浮游幼体7种)。分属7个不同类群，即栉水母、水母类、有尾类、毛颚类、桡足类、十足类和浮

游幼体。其中，以桡足类最多，为9种，占总种类数的36.00%；浮游幼体次之，出现7种，占总种类数的28.00%；其余类群出现1~5种之间。

2) 个体数量与生物量

15个调查站位浮游动物生物量变化范围在(2.65~735.29) mg/m³之间，平均值为225.54mg/m³，其中LJ24站位生物量最高，LJ14站位生物量最低；个体数量变化范围在(16.363~135.486) ind/m³之间，平均值为70.643ind/m³，其中LJ03站位个体数量最高，LJ10位个体数量最低。从类群个体数量分布来看，本次调查桡足类平均个体数量最高，为39.580ind/m³，占比为56.03%；其次是浮游幼体，平均个体数量为21.552ind/m³，占比为30.51%。

3) 优势种

以优势度 $Y \geq 0.02$ 为判断标准，本次调查浮游动物优势种共4种，分别为太平洋纺锤水蚤(*Acartia pacifica*)、长尾类幼虫(*Macrura larva*)、毛颚类幼体(*Chaetognatha larva*)和亨生莹虾(*Lucifer hanseni*)，其中太平洋纺锤水蚤(*Acartia pacifica*)为第一优势种，优势度为0.418，平均个体数量为33.945ind/m³，占各站位平均个体数量的48.05%，出现频率100.00%；第二优势种为长尾类幼虫(*Macrura larva*)，优势度为0.137，平均个体数量为7.638ind/m³，占各站位平均个体数量的10.81%，出现频率93.33%。

4) 浮游动物多样性指数、均匀度指数及丰富度指数

本次调查，各调查区站位浮游动物种数范围为6~12种。浮游动物多样性指数变化范围在1.482~2.871之间，平均值为2.147，其中LJ21站位最高，LJ02站位最低；均匀度指数变化范围在0.562~0.968之间，平均值为0.743，其中LJ04站位最高，LJ06站位最低；丰富度指数范围在0.946~1.649之间，平均值为1.327，丰富度指数以LJ21站位最高，LJ09站位最低。

(4) 大型底栖生物

①春季

1) 种类组成

本次大型底栖生物调查共记录大型底栖生物6门7纲20目38科45种，分属6个不同类群，即环节动物、棘皮动物、脊索动物、节肢动物、软体动物和刺

胞动物。其中软体动物种类数最多，为 16 种，占种类总数的 35.56%；环节动物次之，出现 15 种，占种类总数的 33.33%。

2) 生物量和栖息密度

a、生物量及栖息密度的站位分布

本次调查海域 12 个站位大型底栖生物的生物量范围在 (0.070~71.455) g/m² 之间，平均生物量为 14.253g/m²，其中 LJ17 站位的生物量最高，LJ09 站位生物量最低；栖息密度范围在 (5.000~180.000) ind/m² 之间，平均栖息密度为 57.083ind/m²，其中 LJ17 站位的栖息密度最高，LJ09 站位栖息密度最低。

b、类群生物量和栖息密度分布

从类群分布来看，本次大型底栖生物调查中软体动物平均生物量最高，平均生物量为 5.666g/m²，占比为 39.75%；其次为棘皮动物，平均生物量为 5.321g/m²，占比为 37.33%，最低为刺胞动物，平均生物量为 0.018g/m²，占比为 0.12%。

软体动物平均栖息密度最高，为 33.750ind/m²，占比为 59.12%；其次为节肢动物，平均栖息密度为 10.417ind/m²，占比为 18.25%，最低为刺胞动物和脊索动物，平均栖息密度为 0.417ind/m²，占比为 0.73%。

表 3.2.9-1 春季大型底栖生物生物量分布 (单位: g/m²)

站位	软体动物	环节动物	节肢动物	脊索动物	棘皮动物	刺胞动物	合计
LJ02	31.645	0	0	0	0	0	31.645
LJ03	17.600	0	0	0	0	0	17.600
LJ04	1.490	0.625	3.050	0	0	0	5.165
LJ06	6.055	1.065	4.645	0	0	0	11.765
LJ08	0	0	0.780	0	0	0	0.780
LJ09	0	0.070	0	0	0	0	0.070
LJ10	0.175	0.090	0.115	25.100	0	0	25.480
LJ12	0.250	0.110	0.230	0	0	0	0.590
LJ14	1.095	0.285	1.645	0	0	0	3.025
LJ15	0	0.475	0.375	0	0	0	0.850
LJ17	7.290	0	0.310	0	63.855	0	71.455
LJ19	2.390	0.015	0	0	0	0.210	2.615
平均值	5.666	0.228	0.929	2.092	5.321	0.018	14.253
平均值占比	39.75%	1.60%	6.52%	14.67%	37.33%	0.12%	/

表 3.2.9-2 春季大型底栖生物栖息密度分布 (单位: ind/m²)

站位	软体动物	环节动物	节肢动物	脊索动物	棘皮动物	刺胞动物	合计
LJ02	30.000	0	0	0	0	0	30.000
LJ03	70.000	0	0	0	0	0	70.000
LJ04	55.000	45.000	30.000	0	0	0	130.000
LJ06	35.000	15.000	25.000	0	0	0	75.000
LJ08	0	0	30.000	0	0	0	30.000
LJ09	0	5.000	0	0	0	0	5.000
LJ10	25.000	25.000	5.000	5.000	0	0	60.000
LJ12	10.000	30.000	15.000	0	0	0	55.000
LJ14	5.000	5.000	5.000	0	0	0	15.000
LJ15	0	5.000	5.000	0	0	0	10.000
LJ17	160.000	0	10.000	0	10.000	0	180.000
LJ19	15.000	5.000	0	0	0	5.000	25.000
平均值	33.750	11.250	10.417	0.417	0.833	0.417	57.083
平均值占比	59.12%	19.71%	18.25%	0.73%	1.46%	0.73%	/

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, 为花蚬 (*Cyrenodonax formosana*) 和蜆螺 (*Umbonium vestiarium*)。

4) 大型底栖生物多样性指数、均匀度指数及丰富度指数

本次调查海域的大型底栖生物种类数范围在 1~14 种, 多样性指数变化范围在 0~3.533 之间, 平均值为 1.615, 其中 LJ04 站位最高, LJ02 和 LJ09 站位最低; 均匀度指数变化范围在 0.387~1.000 之间, 平均值为 0.888, 其中 LJ14、LJ15 和 LJ19 站位最高, LJ17 站位最低; 丰富度指数范围在 0~2.766 之间, 平均值为 1.216, 丰富度指数以 LJ04 站位最高, LJ02 站位最低。

②秋季

1) 种类组成

本次大型底栖生物调查共记录大型底栖生物 4 门 5 纲 12 目 22 科 27 种, 分属 4 个不同类群, 即环节动物、节肢动物、软体动物和星虫动物。其中, 环节动物种类数最多, 为 16 种, 占种类总数的 59.26%; 其次是节肢动物, 有 7 种, 占种类总数的 25.93%。

2) 生物量和栖息密度

a、生物量及栖息密度的站位分布

本次调查海域 15 个站位大型底栖生物的生物量范围在 (0~163.395) g/m² 之间, 平均生物量为 16.443g/m², 其中 LJ08 站位的生物量最高, LJ02、LJ04、LJ06 和 LJ22 站位生物量最低; 栖息密度范围在 (0~1035.000) ind/m² 之间, 平均栖息密度为 82.667ind/m², 其中 LJ08 站位的栖息密度最高。

b、类群生物量和栖息密度分布

从类群分布来看, 本次大型底栖生物调查中软体动物平均生物量最高, 平均生物量为 14.759g/m², 占比为 89.76%; 星虫动物最低, 平均生物量为 0.223g/m², 占比为 1.36%。

软体动物平均栖息密度最高, 为 69.000ind/m², 占比为 83.47%; 最低为星虫动物, 平均栖息密度分别为 1.000ind/m², 占比为 1.21%。

表 3.2.9-3 秋季大型底栖生物生物量分布 (单位: g/m²)

站位	环节动物	节肢动物	软体动物	星虫动物	合计
LJ02	0	0	0	0	0
LJ03	2.980	0.035	58.765	0	61.780
LJ04	0	0	0	0	0
LJ06	0	0	0	0	0
LJ08	0.310	0	162.535	0.550	163.395
LJ09	0.005	0	0	0	0.005
LJ10	1.635	0	0	0	1.635
LJ12	0.060	0.005	0	2.800	2.865
LJ14	0.710	0	0	0	0.710
LJ15	0	4.615	0	0	4.615
LJ17	0	0	0.090	0	0.090
LJ19	0.005	0	0	0	0.005
LJ21	4.475	0	0	0	4.475
LJ22	0	0	0	0	0
LJ24	0.105	6.960	0	0	7.065
平均值	0.686	0.774	14.759	0.223	16.443

表 3.2.9-4 秋季大型底栖生物栖息密度分布 (单位: ind/m²)

站位	环节动物	节肢动物	软体动物	星虫动物	合计
LJ02	0	0	0	0	0
LJ03	10.000	10.000	5.000	0	25.000
LJ04	0	0	0	0	0
LJ06	0	0	0	0	0
LJ08	5.000	0	1025.000	5.000	1035.000
LJ09	5.000	0	0	0	5.000

站位	环节动物	节肢动物	软体动物	星虫动物	合计
LJ10	25.000	0	0	0	25.000
LJ12	5.000	5.000	0	10.000	20.000
LJ14	20.000	0	0	0	20.000
LJ15	0	15.000	0	0	15.000
LJ17	0	0	5.000	0	5.000
LJ19	5.000	0	0	0	5.000
LJ21	10.000	0	0	0	10.000
LJ22	0	0	0	0	0
LJ24	10.000	65.000	0	0	75.000
平均值	6.333	6.333	69.000	1.000	82.667

3) 优势种

以优势度指数 $Y \geq 0.02$ 为判断标准，本次调查的优势种仅有 1 种，为凸壳肌蛤 (*Musculus senhousia*)，优势度为 0.055。

4) 大型底栖生物多样性指数、均匀度指数及丰富度指数

本次调查海域的大型底栖生物种类数范围在 0~7 种，多样性指数变化范围在 0~2.322 之间，平均值为 0.950；均匀度指数变化范围在 0.056~1.000 之间，平均值为 0.806；丰富度指数范围在 0~1.723 之间，平均值为 0.985。

(5) 潮间带生物

①春季

1) 潮间带岸相和生物种类组成

潮间带 3 个调查断面岸相分布情况：LJC01 断面为沙滩-泥滩断面，LJC02 和 LJC03 断面均为泥滩断面。本次潮间带生物定性定量调查，共记录潮间带生物 4 门 5 纲 17 目 30 科 46 种，其中包括节肢动物 18 种、软体动物 18 种、环节动物 9 种和纽形动物 1 种，分别占种类总数的 39.13%、39.13%、19.57%及 2.17%。

2) 潮间带各断面的生物量及栖息密度分布

3 个断面定量调查的平均生物量为 54.222g/m²，平均栖息密度为 51.629ind/m²。LJC02 断面的生物量最大，为 64.391g/m²；LJC01 断面的栖息密度最大，为 67.333ind/m²。

从类群分布来看，3 个断面中节肢动物的平均生物量最高，其次是软体动物；软体动物的平均栖息密度最高，其次是节肢动物。

表 3.2.9-5 春季潮间带各断面生物量和栖息密度分布

断面	项目	软体动物	节肢动物	环节动物	纽形动物	合计
LJC01	栖息密度 (ind/m ²)	56.444	6.889	4.000	0	67.333
	生物量 (g/m ²)	26.376	16.459	0.179	0	43.014
LJC02	栖息密度 (ind/m ²)	31.778	26.222	4.000	0.667	62.666
	生物量 (g/m ²)	21.969	41.942	0.350	0.129	64.391
LJC03	栖息密度 (ind/m ²)	0	22.889	2.000	0	24.889
	生物量 (g/m ²)	0	55.200	0.061	0	55.262
平均值	栖息密度 (ind/m ²)	29.407	18.667	3.333	0.222	51.629
	生物量 (g/m ²)	16.115	37.867	0.197	0.043	54.222

3) 潮间带各站位生物量及栖息密度分布

3 个调查断面中, LJC03 断面的低潮带生物量最高, 为 128.584g/m²; 其次是 LJC02 断面的低潮带, 生物量为 116.808g/m²; LJC01 断面的高潮带生物量为最低, 为 0.830g/m²。LJC01 断面低潮带的栖息密度最高, 为 192.000ind/m²; 其次是 LJC02 断面的高潮带, 栖息密度为 100.000ind/m²; LJC01 断面的高潮带的栖息密度最低, 为 2.000ind/m²。

4) 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, 生物量由高到低排序为 LJC02 > LJC03 > LJC01, 栖息密度由高到低排序为 LJC01 > LJC02 > LJC03。

本次潮间带生物调查从垂直分布上看, 生物量由高到低排序为低潮带 > 高潮带 > 中潮带, 栖息密度由高到低排序为低潮带 > 高潮带 > 中潮带。

5) 潮间带各断面优势种

以优势度指数 $Y \geq 0.02$ 为判断标准, 本次调查区域潮间带生物优势种共有 6 种, 分别为粗糙拟滨螺 (*Littoraria articulata*)、吉氏胀蟹 (*Sarmatium germaini*)、短偏顶蛤 (*Modiolus flavidus*)、黑口拟滨螺 (*Littoraria melanostoma*)、直螯活额寄居蟹 (*Diogenes rectimanus*) 和短指和尚蟹 (*Mictyris brevidactylus*)。其中粗糙拟滨螺为第一优势种, 优势度为 0.116。

6) 潮间带生物多样性指数、均匀度指数及丰富度指数

本次调查海区潮间带生物多样性指数的变化范围在 2.719~3.715 之间, 平均值为 3.117; 均匀度指数的变化范围在 0.758~0.878 之间, 平均值为 0.823; 丰富度指数范围在 1.903~3.204 之间, 平均值为 2.356。

②秋季

1) 潮间带岸相和生物种类组成

潮间带调查断面岸相情况：LJC1 断面为泥沙滩-沙滩-岩石，LJC2 和 LJC3 断面均为泥滩断面。本次潮间带生物定性定量调查，共记录潮间带生物 4 门 5 纲 7 目 10 科 17 种，其中包括节肢动物 10 种、软体动物 3 种、环节动物 3 种、星虫动物 1 种，分别占种类总数的 58.82%、17.65%、17.65%和 5.88%。

2) 潮间带各断面的生物量及栖息密度分布

3 个断面定量调查的平均生物量为 26.011g/m²，平均栖息密度为 12.667ind/m²。LJC3 断面的生物量最大，为 58.764g/m²；LJC3 断面的栖息密度最大，为 20.444ind/m²。

表 3.2.9-6 秋季潮间带各断面生物量和栖息密度分布

断面	项目	节肢动物	软体动物	星虫动物	合计
LJC1	栖息密度 (ind/m ²)	6.000	2.667	0	8.667
	生物量 (g/m ²)	15.319	1.373	0	16.692
LJC2	栖息密度 (ind/m ²)	7.555	1.333	0	8.889
	生物量 (g/m ²)	2.543	0.032	0	2.575
LJC3	栖息密度 (ind/m ²)	10.667	4.444	5.333	20.444
	生物量 (g/m ²)	46.453	0.148	12.163	58.764
平均值	栖息密度 (ind/m ²)	8.074	2.815	1.778	12.667
	生物量 (g/m ²)	21.439	0.518	4.054	26.011

3) 潮间带各潮带生物量及栖息密度分布

3 个调查断面中，LJC3 断面的低潮带生物量最高，为 139.972g/m²；其次是 LJ1 断面的中潮带，生物量为 30.193g/m²。LJC3 断面低潮带的栖息密度最高，为 44.000ind/m²；其次是 LJC2 断面的低潮带，栖息密度为 16.000ind/m²。

4) 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，生物量由高到低排序为 LJC3>LJC1>LJC2，栖息密度由高到低排序为 LJC3>LJC2>LJC1。

本次潮间带生物调查从垂直分布上看，生物量由高到低排序为低潮带>中潮带>高潮带，栖息密度由高到低排序为低潮带>中潮带>高潮带。

5) 潮间带各断面优势种

以优势度指数 $Y \geq 0.02$ 为判断标准，本次调查区域潮间带生物优势种共有 8 种，分别为扁平拟闭口蟹 (*Paracleistostoma depressum*)、近亲拟相手蟹

(*Parasesarma affine*)、弧边管招潮 (*Tubuca arcuata*)、绒毛大眼蟹 (*Macrophthalmus tomentosus*)、安岛反体星虫 (*Antillesoma antillarum*)、短身大眼蟹 (*Macrophthalmus abbreviatus*)、吉氏胀蟹 (*Sarmatium germaini*) 和中国中蚓虫 (*Mediomastus chinensis*)，其中，扁平拟闭口蟹为第一优势种，优势度为 0.139。

6) 潮间带生物多样性指数、均匀度指数及丰富度指数

3 个潮间带调查断面生物多样性指数平均值为 2.118，最大值出现在 LJC3 断面，为 2.719；均匀度指数的平均值为 0.864，最大值出现在 LJC3 断面，为 0.906；丰富度指数的平均值为 1.158，最大值出现在 LJC3 断面，为 1.547。

3.2.10 自然保护区、重要湿地

项目论证范围内自然保护区有 4 个，分别为广东湛江红树林国家级自然保护区、湛江遂溪中国鲎地方级自然保护区、广西山口红树林国家级自然保护区和广西合浦儒艮国家级自然保护区。

项目论证范围内重要湿地为广东湛江红树林国际重要湿地。

表 3.2.10-1 项目论证范围内自然保护区、重要湿地一览表

序号	类型	名称	主要保护对象	距离
1	重要湿地	广东湛江红树林国际重要湿地	沿海滩涂红树林及鸟类	位于
2	自然保护区	广东湛江红树林国家级自然保护区	热带红树林湿地生态系统及其生物多样性	南侧约 0.3km
3	自然保护区	湛江遂溪中国鲎地方级自然保护区	中国鲎	西南侧约 8.6km
4	自然保护区	广西山口红树林国家级自然保护区	红树林湿地生态系统	西北侧约 11.5km
5	自然保护区	广西合浦儒艮国家级自然保护区	儒艮和中华白海豚等珍稀物种及其栖息环境	西南侧约 15.9km



图 3.2.10-1 项目周边自然保护区、重要湿地分布图

(1) 自然保护区

①广东湛江红树林国家级自然保护区

广东湛江红树林国家级自然保护区始建于 1990 年的广东湛江红树林省级自然保护区，保护范围为廉江高桥 2000 公顷红树林湿地。1997 年 12 月，经国务院批准晋升为国家级自然保护区，保护范围扩展到整个雷州半岛海岸的港湾河口，主要有廉江高桥营仔、遂溪界炮、雷州附城、徐闻和安、麻章太平、东海民安等沿海，保护区总面积为 20278.8 公顷。2002 年正式列入国际重要湿地名录，面积为 20278.8 公顷，国际重要湿地主体位于广东湛江红树林国家级自然保护区范围内，两者交叉重叠。根据广东湛江红树林国家级自然保护区管理局所提供的《湛江红树林国家级自然保护区四至界定方案》的边界数据所示，划定保护区面积为 20278.8 公顷，保护小区数量为 37，该方案于 2017 年 12 月 29 日经湛江市人民政府审批报请省人民政府，2018 年 6 月经省政府原则同意，为目前保护区实际管辖范围。该保护区位于本项目南侧约 0.3km。

②湛江遂溪中国鲎地方级自然保护区

湛江遂溪中国鲎地方级自然保护区经遂溪县人民政府 2000 年 9 月 7 日《关

于设立中国鲎自然保护区的批复》（遂府函〔2000〕47号）设立。

该自然保护区位于遂溪县草潭镇角头沙咀东北至西北（即东至：109°47'59"，西至：109°45'08"，南至：21°20'08"，北至：21°22'35"）海域，总面积 1000 hm²。其中核心区面积 350hm²，缓冲区面积 510hm²，实验区面积 140hm²。

该保护区位于本项目西南侧约 8.6km。

③广西山口红树林国家级自然保护区

广西山口国家级红树林生态自然保护区是 1990 年 9 月经国务院批准建立的我国首批（5 个）国家级海洋类型保护区之一。该自然保护区位于北海市合浦县境内，由英罗港片区和丹兜海片区组成，范围涉及合浦县的山口、沙田和白沙等 3 个镇；主要保护对象为红树林湿地生态系统。保护区海岸线总长 41km，总面积 8000hm²，其中核心区面积 824hm²，缓冲区面积 3600hm²，实验区面积 3576hm²。

保护区共有 52 个红树林小班，总面积 818.8hm²，其中人工林 10 个小班，面积 47.8hm²；天然林 42 个小班，面积 771.0hm²。山口红树林主要分布于两大海湾，其中丹兜海有 35 个小班（面积 603.9hm²），英罗湾有 7 个小班（面积 91.7hm²），洗米河口西岸 10 个小班（123.2hm²）。保护物种为红海榄、木榄、秋茄和桐花树以及动物白琵鹭、黑脸琵鹭、凤头鹰、松鹊鹰、雀鹰、鸢、灰脸鵟鹰、燕隼、红脚隼、红隼、小鸦鹃、斑头鸕鹚、红脚号鸟等 13 种。

该保护区位于本项目西北侧约 11.5km。

④广西合浦儒艮国家级自然保护区

1986 年，广西壮族自治区人民政府以桂政办函〔1986〕122 号文和桂编〔1986〕192 号文批准成立自治区级合浦儒艮自然保护区。1992 年 10 月，国务院国函〔1992〕166 号文批准成立广西合浦儒艮国家级自然保护区。

该保护区位于广西北海市合浦县沙田镇附近海域，东起山口镇英罗港，西至沙田镇海域，其界线为：地理坐标（109°38'30"，21°30'）、（109°46'30"，21°30'）、（109°34'30"，21°18'）、（109°44'，21°18'）四点连线内的海域。保护区总面积 350km²，其中核心区面积 132km²，缓冲区面积为 110km²，实验区面积 108km²。根据自治区自然保护地整合优化预案成果，当前广西合浦儒艮国家级自然保护区面积 18971.64 公顷，其中核心区面积 13155.41 公顷，一般控制区面积 5816.23

公顷。其保护对象为儒艮和中华白海豚等珍稀物种及其栖息环境。

该保护区位于本项目西南侧约 15.9km。

(2) 重要湿地

广东湛江红树林国际重要湿地地处广东省西南部湛江市，位于中国大陆最南端，介于 109°40'~110°58'，北纬 20°13'~21°57'之间，沿雷州半岛 1556km 海岸线分布，1997 年成立国家级红树林自然保护区，2002 年正式列入国际重要湿地名录，面积为 20278.8hm²，国际重要湿地主体位于广东湛江红树林国家级自然保护区范围内，两者交叉重叠。根据广东湛江红树林国家级自然保护区管理局所提供的《湛江红树林国家级自然保护区四至界定方案》的边界数据所示，划定保护区面积为 20278.8hm²，保护小区数量为 37，该方案于 2017 年 12 月 29 日经湛江市人民政府审批报请省人民政府，2018 年 6 月经省政府原则同意，为目前保护区实际管辖范围。

自然保护区面积与国际重要湿地面积相同，经比对两者范围不同，两者重叠面积为 11711.88hm²，不重叠面积为 8566.79hm²。

广东湛江红树林国际重要湿地的主要保护对象为沿海滩涂红树林及鸟类。

本项目位于广东湛江红树林国际重要湿地范围内。

3.2.11 珍稀海洋生物

(1) 儒艮

儒艮别名海牛、美人鱼，属哺乳纲海牛目儒艮科，拉丁学名 (*Dugong dugon*)。系海生草食性兽类，属国家一级保护野生动物，其栖息地与水温、海流以及作为主要食物的海草分布有密切关系。多在距海岸 20 米左右的海草丛中出没，有时随潮水进入河口，取食后又随退潮回到海中，很少游向外海。

儒艮喜成群活动，以 2~3 头的家族群活动，虽然常单独行动，但也会组成 6 头左右的小群体，有时会达数百头以上。在隐蔽条件良好的海草区底部生活，定期浮出水面呼吸。生性害羞，只要稍稍惊吓，就会立即逃避。从不远离海岸。行动速度不快，一般每小时 2 海里左右，在逃跑时也不过 5 海里。一般每 1 至 2 分钟浮至水面一次，但有时会潜水达 8 分钟以上。

历史上,合浦沙田半岛海域海草资源丰富,是儒艮在中国最密集的栖息区域。1958年沙田公社围捕儒艮216头和1976年科研性捕捉儒艮26头,两次事件导致国内本就脆弱的儒艮种群资源遭受破坏。自1977年禁止捕捉儒艮以后,已没有人为的捕捉行为。1988年儒艮被列为国家一级重点保护野生动物。据《北部湾儒艮及海洋生物多样性》书中描述,1978~1994年,记录在沙田海域儒艮活动次数为56头次,1976~2001年发现儒艮死亡80多头次。1998年10月,原保护区管理站成立后,根据当地渔民目击记录,保护区及其附近海域1997~2006年期间共发现儒艮31头次,其中活体28头次,死亡3头次。保护区最近一次发现儒艮死亡个体是2001年7月,在保护区英罗港附近海域。2006~2017年期间虽当地渔民6次在沙田海域发现疑似儒艮活动的痕迹和疑似儒艮的动物,但近年来再未获得儒艮分布和活动的直接和可靠证据。

(2) 中华白海豚

中华白海豚(*Sousa chinensis*)于1988年被国务院列为国家一级重点保护动物,隶属齿鲸亚目,海豚科,白海豚属,广泛分布于西太平洋和印度洋的沿岸水域,属暖水性种类,在澳大利亚北部、印度尼西亚、加里曼丹、马来西亚、马六甲海峡、泰国湾、斯里兰卡及南海沿岸国家均有分布。在中国海域,主要分布在东南沿海的河口内湾,北至长江口附近,南至北部湾的越南水域边界。在广东沿海,主要分布于粤东沿海的韩江河口、中部沿海的珠江河口和粤西的雷州湾等。

中华白海豚喜在河口浅水域活动,有时进入江河内,向北可达东海北部长江口,远至黄海北部,辽宁沿岸偶有发现。北部湾中华白海豚分成两个群体,沙田群和大风江-南流江群。北部湾种群的提出由来已久,已经形成共识。

根据《广西合浦营盘港—英罗港儒艮国家级自然保护区科学考察报告》(2022年7月),儒艮国家级自然保护区及邻近海域常见中华白海豚,1999年12月至2001年7月调查发现中华白海豚31头次,有铅黑色、浅粉红色、粉红色带斑点、白色个体,幼体数量较多,是能进行正常繁衍的健康种群。2003年至2004年,保护区及邻近水域发现中华白海豚11群68头,其中仅2群在保护区的范围内,另外9群主要集中于西沙尾、高沙头附近水域,大部分出现在北纬21°21'和北纬21°30'之间,主要在北纬21°26'附近。2011年至2012年调查发现中华白海豚18

次，共计 318 头次（徐信荣等，2012），以 Popan 模型估算的合浦沙田海域的中华白海豚数量为 90 头（95%置信区间为 77-137 头）。2019 年调查发现白海豚 12 群次，利用 MARK 软件中 Jolly-Seber 模型估算的北海沙田中华白海豚数量共 106 头（95%置信区间为 90-145 头）。近 20 年来，保护区及邻近海域中华白海豚种群数量稳定。2022 年 7 月 10 日调查中，见到十多头（次）中华白海豚。另外，2014 年至今，保护区共救护 10 头中华白海豚。

2011-2012 年调查发现印太江豚 6 次。2019 年度调查发现印太江豚 11 次，平均群大小为 2.6 头，应用 Negativeexponential 模型（AIC 值最小，163.39）估算出种群密度为 0.273 (0.133-0.561)，即印太江豚数量约为 88 头（95%CI: 43-181 头）。另外，2017-2018 年，保护区救护了 4 只印太江豚。

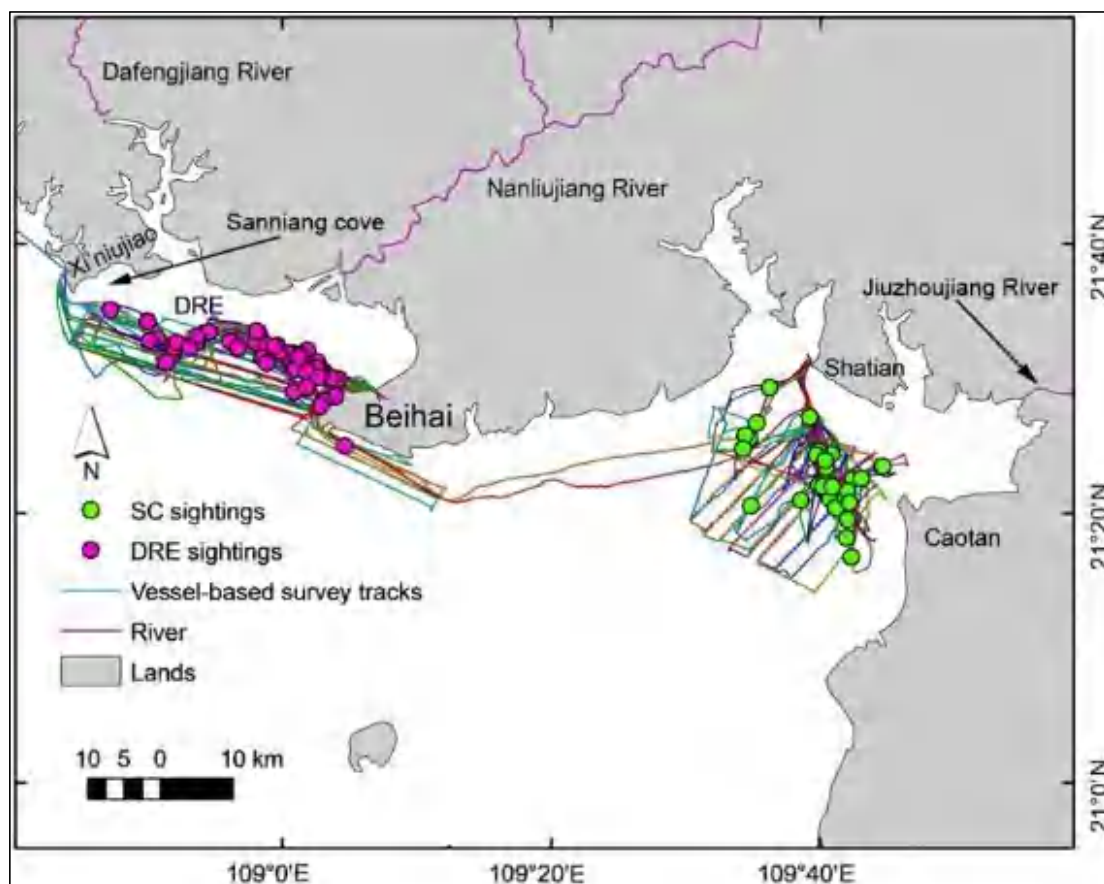


图 3.2.11-1 北部湾水域中华白海豚的发现位置及其可能的迁移路线图（DRE 大风江群体，SC）沙田群体）

（3）中华鲎

中华鲎（*Tachpleus tridentatus*），又名中国鲎、三刺鲎等。属节肢动物门肢

口纲剑尾目鲎科，已列为《国家重点保护野生动物名录（2021版）》，属于国家二级重点保护野生生物。鲎体呈瓢状，由头胸部、腹部和尾剑三部分组成，全体覆以硬甲，背面圆突，腹面凹陷，属暖水性近海名贵珍稀节肢动物。鲎栖息于沙质海底，昼伏夜出，大部分时间营底栖潜居生活，通常小个体生活在岸边沙滩中，随着年龄的增长，个体大的逐渐移向浅海。鲎不作长距离洄游，每年11月随着水温下降由浅海游向较深水域越冬，翌年4~5月又从深水区游向浅海，繁衍后代，繁殖期5~8月。

根据文献《中国南海北部近海鲎资源调查及北部湾潮间带中华鲎幼鲎潜在栖息地评估》，在99个站点2次调查结果显示，仅在15个站点累计发现18只成年中华鲎，其中2018年有7个站点共发现9只中华鲎，出现率仅为7.07%(7/99)，2019年有8个站点共发现9只中华鲎，出现率为8.08%(8/99)。2次拖网调查均未发现圆尾蝎鲎。这一结果表明鲎当前在中国南海北部海域的分布较为稀疏，其空间分布区域主要集中于北部湾海域。15个调查站点鲎资源密度为5.33~16.00ind./km²，资源密度最高值位于北部湾南部湾口。

2019年10个调查点幼鲎丰度为0.01~0.33ind./100m²，其中坡尾底、沙田和榕根山幼鲎丰度相对较高；2020年14个调查点幼鲎丰度为0.01~0.65ind./100m²，其中沙田、榕根山和新盈幼鲎丰度相对较高；竹林盐场、中三墩、下村幼鲎丰度相对较低，均低于0.01ind./100m²。调查发现北部湾海南沿岸海域仍存在鲎育幼场，草潭、渔洲坪、螃蟹档、西背岭、坡尾底、沙田、榕根山、乌坭是中华鲎和圆尾蝎鲎的共同栖息地，中三墩、下村、竹林盐场、新盈、新英仅发现中华鲎，澄迈湾仅发现圆尾蝎鲎。从物种分布来看，北部湾沿岸潮间带中华鲎幼鲎丰度明显高于圆尾蝎鲎。

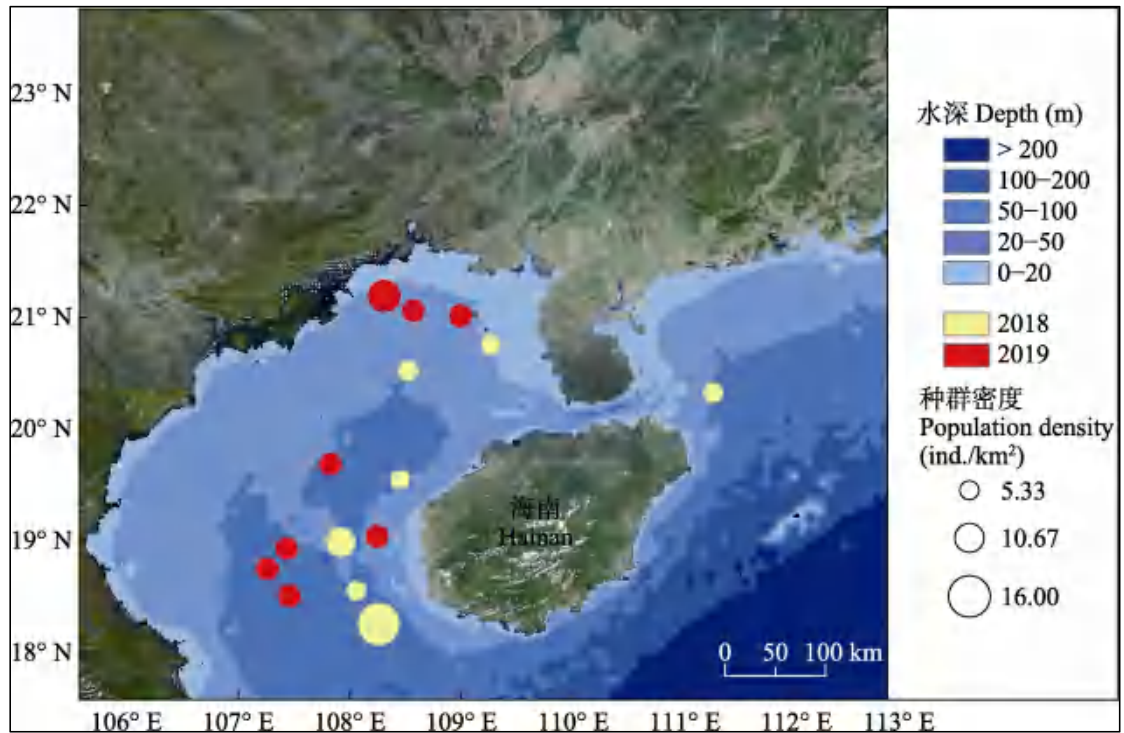
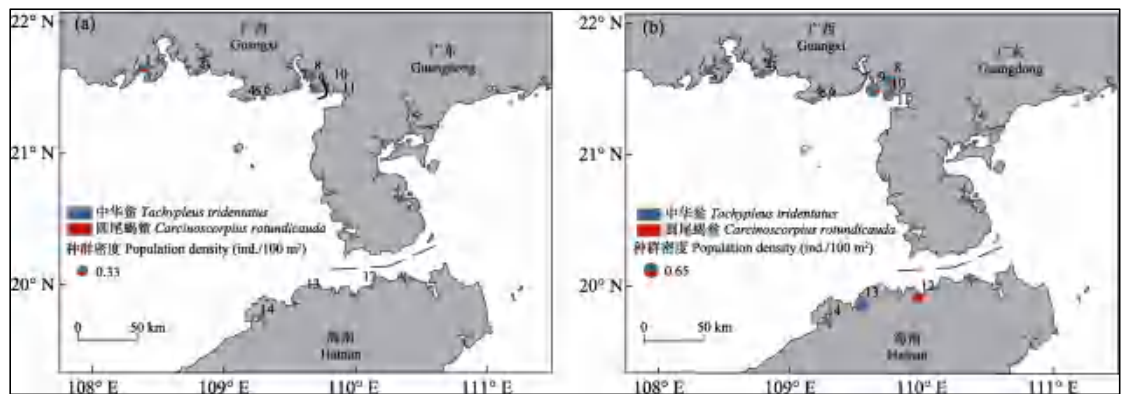


图 3.2.11-2 2018 年和 2019 年中国南海北部海域成鲨分布情况



1: 渔洲坪; 2: 螃蟹档; 3: 中三墩; 4: 西背岭; 5: 下村; 6: 竹林盐场; 7: 坡尾底; 8: 沙田; 9: 榕根山; 10: 乌坭; 11: 草潭; 12: 澄迈湾; 13: 新盈; 14: 新英。

图 3.2.11-3 2019 年 (a) 和 2020 年 (b) 北部湾潮间带幼鲨分布

3.2.12 红树林资源

项目论证范围内红树林资源丰富,其中距离本项目较近的为东侧 0.7km 处的现状红树林。



图 3.2.12-1 项目论证范围内现状红树林分布图

2025 年 9 月，项目建设单位委托广东长林农林发展有限公司在项目附近开展红树林调查。

3.2.12.1 调查规范与依据

本次调查研究参考以下规范和准则开展，并结合粤西地区红树林资源特点，在调查参数和技术方法上进行完善：

- (1) 《红树林生态监测技术规程》（HY/T 081-2005）；
- (2) 《广东省红树林保护修复专项行动计划实施方案》；
- (3) 《湛江市红树林湿地保护条例》；
- (4) 《粤西沿海红树林生态系统调查与评估技术指南》。

3.2.12.2 调查研究地点与方法

在工程沿线开展红树林资源调查，按红树林群落的面积规模和分布状况，设置样方 6 个，具体位置和特征见表 3.2.12-1 和图 3.2.12-2。

(此内容不公开)

图 3.2.12-2 红树林调查设置样方位置图

3.2.12.3 调查时间

2025年9月8日，由调查团队前往调查点进行外部环境考察和初步筛选场地，并在该区域开展红树林及湿地植被实地调查和记录工作。

3.2.12.4 调查方法与内容

本次调查在2025年9月8日日间低潮的时段，进入红树林开展调查测量工作。由于调查场地内红树林沿堤岸呈块状生长分布，因此在所选的样点内设置的样方6个，记录样方内植物种类、数量、植株高度和基径，估算样方林冠层的郁闭度。

表 3.2.12-2 红树林资源调查参数说明

序号	参数	作用及说明
1	物种	记录群落或周边中出现的植物物种、性状
2	数量	统计样方中植物数量，可转换成单位个体密度
3	高度	统计测量植物个体高度，估算群落的平均高度
4	基径	统计测量植物个体 1.3m 处的直径，只对乔木植物适用，灌木、草本、藤本植物无此参数；高度低于 1.0m 的乔木植物测量近地处直径
5	冠幅	统计测量乔木植物的树冠南北、东西向的垂直投影幅度，只对乔木植物适用，灌木、草本、藤本植物无此参数
6	平均盖度	估计植物冠层垂直投影占样方的面积比例

3.2.12.5 调查结果

(1) 植物种类组成

本次调查共记录到红树林植物 2 科 2 属 2 种（见表 3.2.12-3），都为真红树植物。受生境限制，植物种类不丰富，所有植物均具有耐盐渍、耐水湿的功能特性。

样方区域优势植物为真红树植物海榄雌（*Avicennia marina* (Forsk.) Vierh.）、无瓣海桑（*Sonneratia apetala*）。

表 3.2.12-3 植物名录

种名	拉丁名	科名	属名	生活型	是否红树植物
无瓣海桑	<i>Sonneratia apetala</i> Buch.-Ham	千屈菜科	海桑属	乔木	是
海榄雌	<i>Avicennia marina</i> (Forsk.) Vierh.	爵床科	海榄雌属	灌木	是

(2) 样方植被分布特点

调查结果显示，该区域的红树植物在浅滩中成片分布。

样方 1 的位置，红树植物以海榄雌和无瓣海桑为主。海榄雌的平均基径为 4.6cm，平均高度为 1.7m，幼树较多，共记录 25 株，盖度为 90%。无瓣海桑平均冠幅为 2.6m×3.0m，平均胸径 12cm，平均高度为 12.5m，幼树较多，共记录 4 株，盖度为 40%。

表 3.2.12-4 红树林样方 1 调查表

样方名称：样方 1		样方号：1		样方面积：100m ²		
经度：E109°54' 33.141"		纬度：N21°27' 13.129"		海拔（m）：1.0		
生境类型：浅滩		主林层：灌木				
调查日期：2025.09.08						
序号	植物物种	平均冠幅	平均高度	平均基径/胸径	株/丛数	平均盖度
		(m)	(m)	(cm)		%
1	海榄雌	-	1.7	4.6	25	90
2	无瓣海桑	2.6×3.0	12.5	12	4	40



图 3.2.12-3 样方 1 海榄雌和无瓣海桑

样方 2 共记录 22 株植株，包括无瓣海桑、海榄雌，其中海榄雌有 14 株，无瓣海桑有 8 株。海榄雌，平均基径 4.2cm，平均高度 1.6m，盖度为 68%；无瓣海桑胸径为 10-16cm，平均胸径 12.6cm，平均高度 13.6m，盖度为 70%。

表 3.2.12-5 红树林样方 2 调查表

样方名称：样方 2		样方号：2		样方面积：100m ²		
经度：E109°54' 33.344"		纬度：N21°27' 11.607"		海拔（m）：1.0		

生境类型：浅滩			主林层：灌木			
调查日期：2025.09.08						
序号	植物物种	平均冠幅	平均高度	平均基径/胸径	株/丛数	平均盖度
		(m)	(m)	(cm)		%
1	海榄雌	-	1.6	4.2	14	68
2	无瓣海桑	2.5×2.8	13.6	12.6	8	70



图 3.2.12-4 样方 2 无瓣海桑

样方 3 只记录到海榄雌, 数量为 41 株。海榄雌基本为小树, 平均高度为 1.8m, 平均基径 4.7cm, 平均盖度为 100%。

表 3.2.12-6 红树林样方 3 调查表

样方名称：样方 3		样方号：3		样方面积：100m ²		
经度：E109°54' 30.751"		纬度：N21° 27' 12.391"		海拔 (m)：1.0		
生境类型：浅滩			主林层：灌木			
调查日期：2025.09.08						
序号	植物物种	平均冠幅	平均高度	平均基径/胸径	株/丛数	平均盖度
		(m)	(m)	(cm)		%
1	海榄雌	-	1.8	4.7	41	100



图 3.2.12-5 样方 3 海榄雌

在样方 4 海榄雌分布较为广泛。海榄雌平均基径 5.7cm，平均高度 2.4m 盖度为 75%。无瓣海桑平均胸径 12.4cm，平均高度为 13.3m，盖度为 70%。

表 3.2.12-7 红树林样方 4 调查表

样方名称：样方 4		样方号：4		样方面积：100m ²		
经度：E109° 54' 30.591"		纬度：N21° 27' 10.053"		海拔（m）：1.0		
生境类型：浅滩			主林层：灌木			
调查日期：2025.09.08						
序号	植物物种	平均冠幅	平均高度	平均基径/胸径	株/丛数	平均盖度
		（m）	（m）	（cm）		%
1	海榄雌	-	2.4	5.7	18	75
2	无瓣海桑	2.7×3.1	13.3	12.4	7	70



图 3.2.12-6 样方 4 海榄雌与无瓣海桑

在样方 5 中，皆为海榄雌，共有 35 株，平均基径为 5.2cm，平均高度为 2m，盖度为 95%。

表 3.2.12-8 红树林样方 5 调查表

样方名称：样方 5		样方号：5		样方面积：100m ²		
经度：E109° 54' 29.084"		纬度：N21° 27' 11.695"		海拔（m）：1.0		
生境类型：浅滩			主林层：灌木			
调查日期：2025.09.08						
序号	植物物种	平均冠幅	平均高度	平均基径/胸径	株/丛数	平均盖度
		(m)	(m)	(cm)		%
1	海榄雌	-	2	5.2	35	95



图 3.2.12-7 样方 5 海榄雌

样方 6 主要分布有无瓣海桑和海榄雌，无瓣海桑有 5 株，平均冠幅为 2.8m×3.2m，高度为 14.7m，平均胸径为 13.7cm，平均盖度为 50%；海榄雌分布有 23 株，平均高度为 2.1m，平均基径 5.3cm，平均盖度为 85%。

表 3.2.12-9 红树林样方 6 调查表

样方名称：样方 6		样方号：6		样方面积：100m ²		
经度：E109° 54' 29.541"		纬度：N21° 27' 9.463"		海拔（m）：1.0		
生境类型：浅滩		主林层：灌木				
调查日期：2025.09.08						
序号	植物物种	平均冠幅	平均高度	平均基径/胸径	株/丛数	平均盖度
		（m）	（m）	（cm）		%
1	海榄雌	-	2.1	5.3	23	85
2	无瓣海桑	2.8×3.2	14.7	13.7	5	50



图 3.2.12-8 样方 6 无瓣海桑和海榄雌

通过调查，整片滩涂中红树林群落以海榄雌为优势树种，无瓣海桑分布占比较小。在浅滩可见一定数量的无瓣海桑。

3.2.12.6 总体评价

本次调查区域内，红树植物以海榄雌为优势种，无瓣海桑仅呈零星分布，整体生长态势良好，植株形态未见明显异常，显示出该群落具备较好的生态适应性。尤其在该区域滩涂地带，可见海榄雌幼苗广泛分布，种群更新状况良好。

3.2.13 “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 3.2.13-1 和图 3.2.13-2。

本工程不在南海中上层鱼类产卵场和海底层、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 40 米等深线、17 个基点连线以内水域（图 3.2.13-3），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。本工程位于南海北部幼鱼繁育场保护区内。

（3）二长棘鲷幼鱼保护区

二长棘鲷幼鱼保护区位于北部湾洲岛北端的北纬 21°05'线以北海域连接涠洲岛南至海康县流沙港以西 20 米水深以内海域（图 3.2.13-4），保护期为每年的 1 月 15 日至 6 月 30 日。本项目位于二长棘鲷幼鱼保护区内。

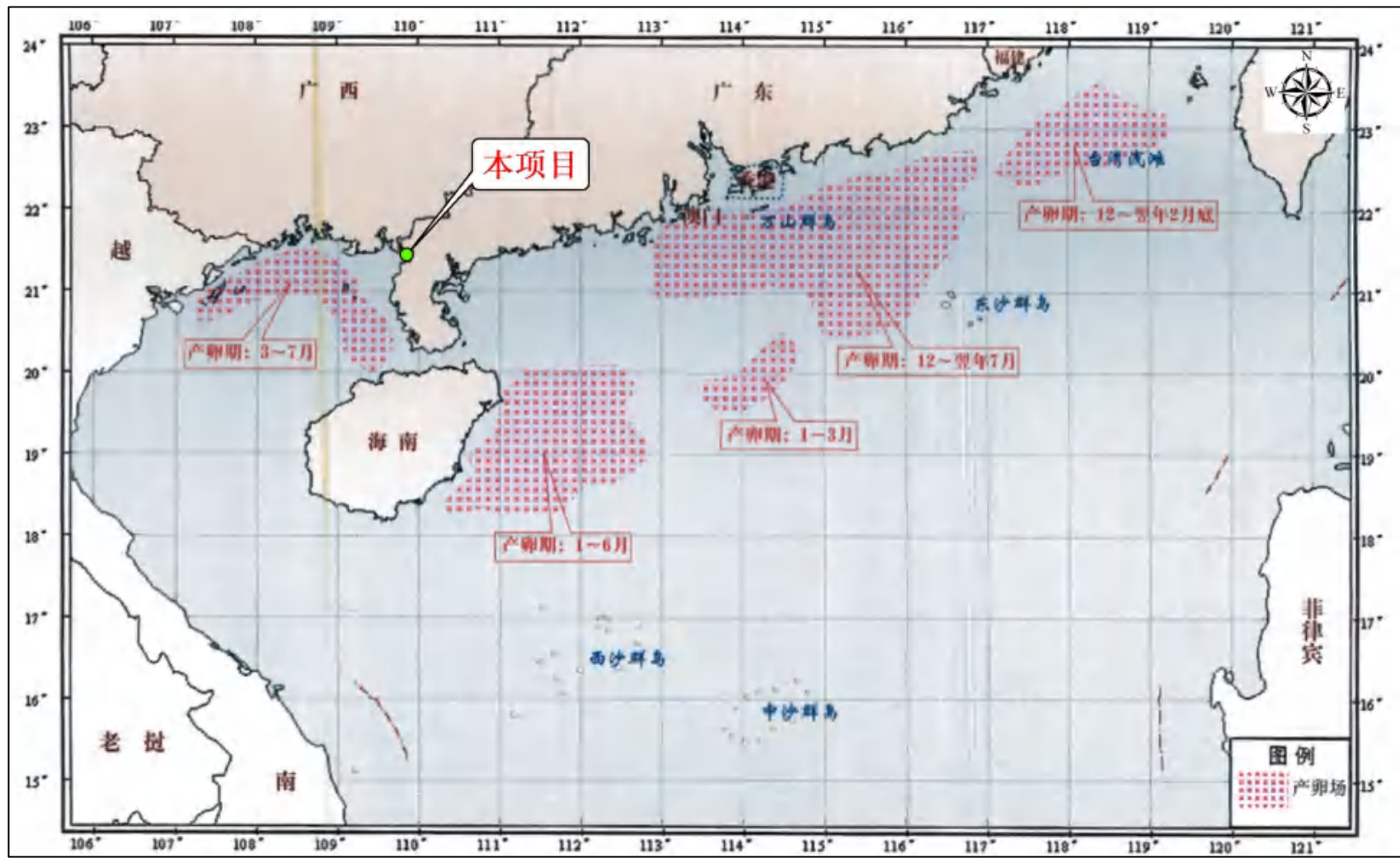


图 3.2.13-1 南海中上层鱼类产卵场示意图

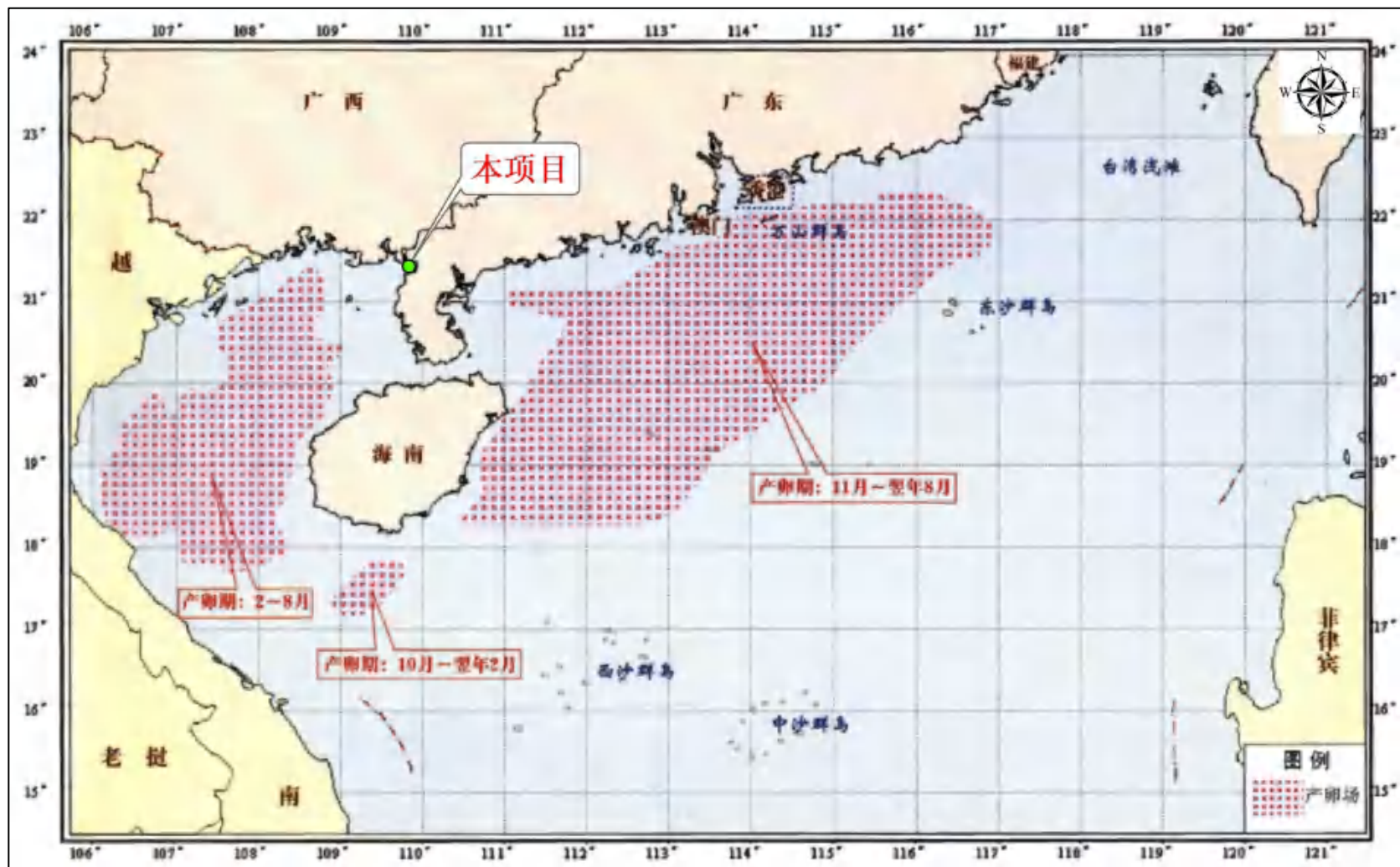


图 3.2.13-2 南海底层、近底层鱼类产卵场示意图

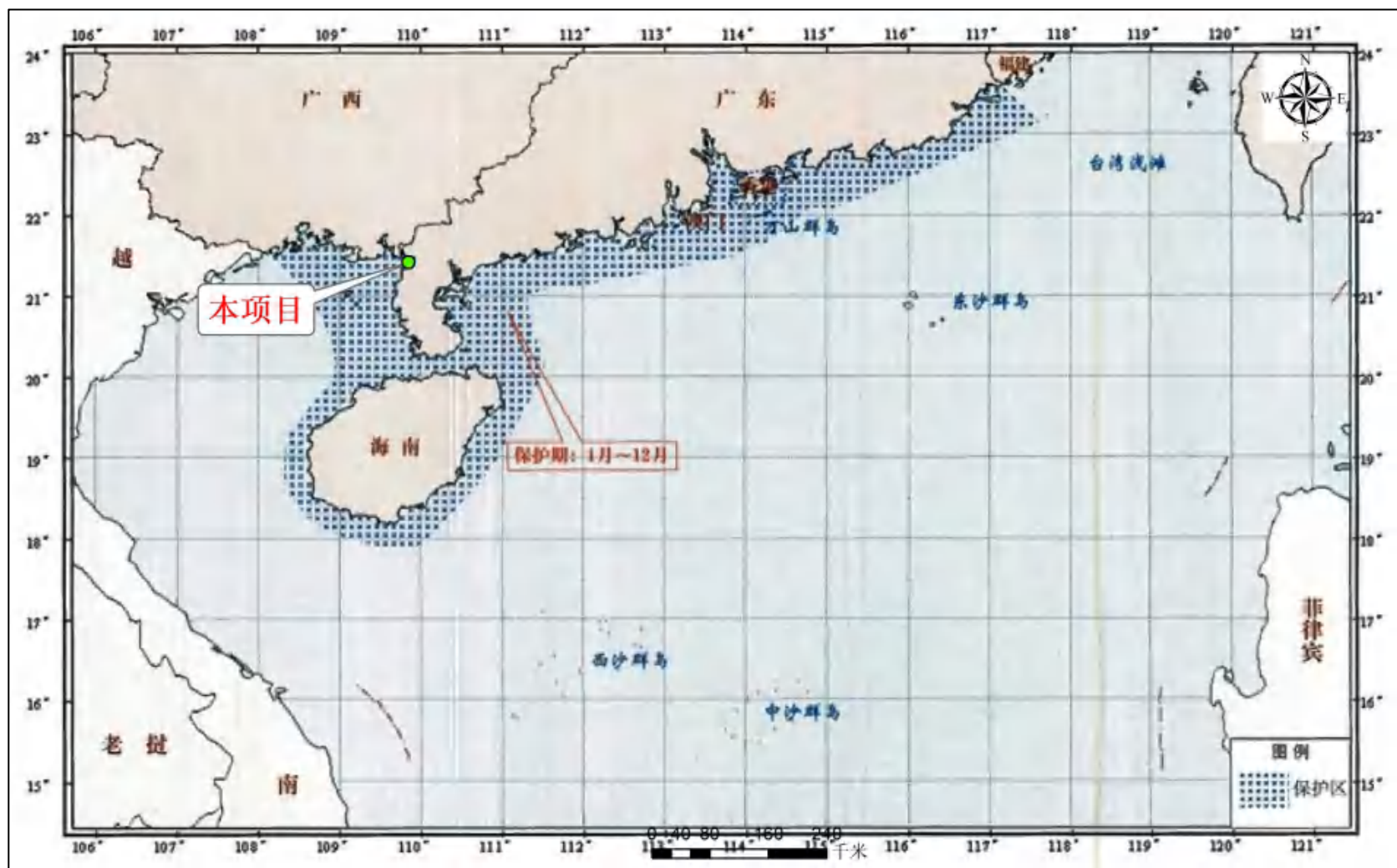


图 3.2.13-3 南海北部幼鱼繁育场保护区范围示意图

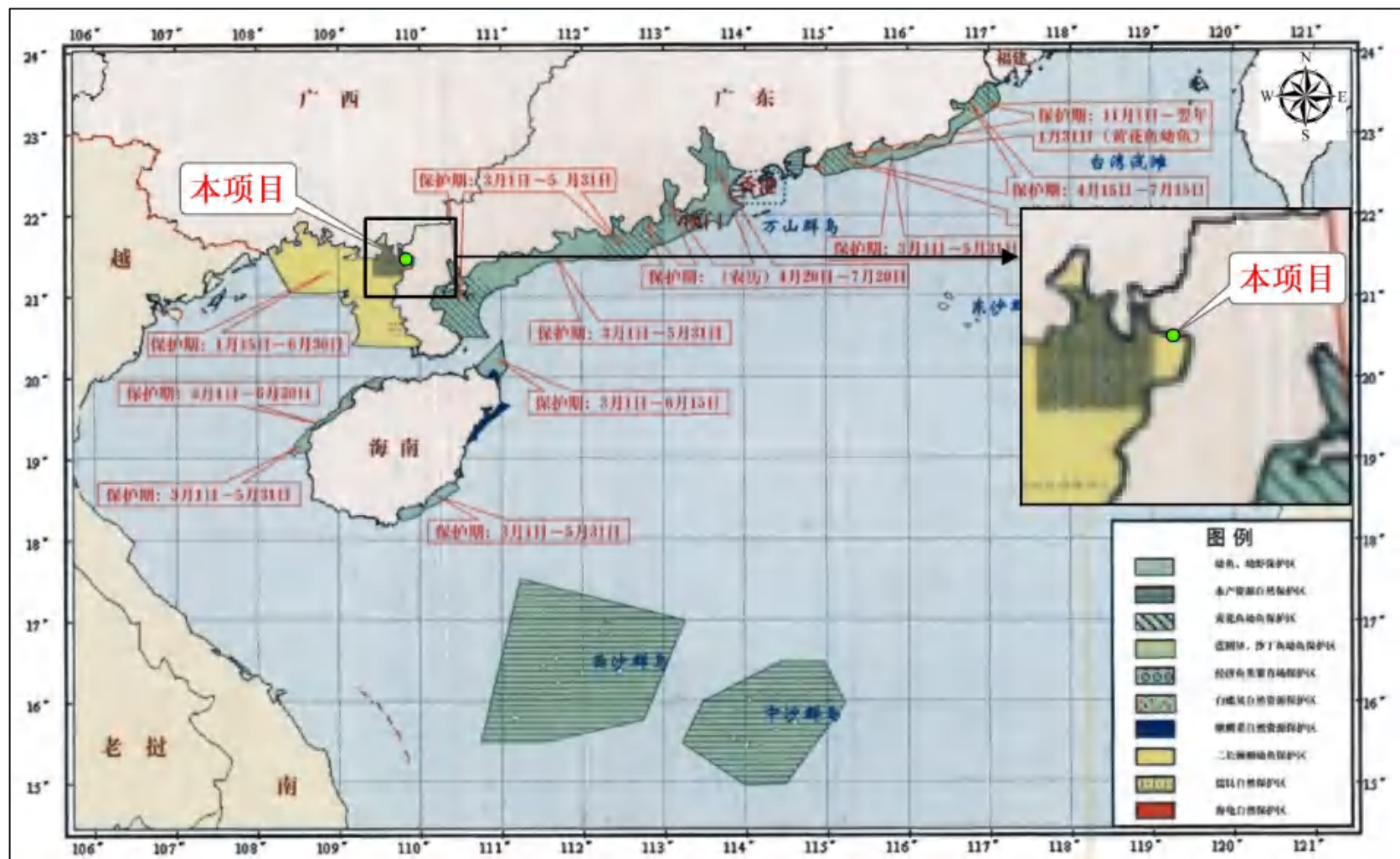


图 3.2.13-4 南海国家级及省级保护区分布示意图

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

4.1.1.1 敏感目标分布

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、重要湿地、自然保护区、红树林、渔业水域等资源生态敏感目标,具体分布见表 4.1.1-1,南海北部幼鱼繁育场保护区和二长棘鲷幼鱼保护区位置见 3.2.13 节。

表 4.1.1-1 项目周边生态敏感目标分布

类型	名称	与项目相对位置	敏感要素
生态保护红线	广东湛江红树林国家级自然保护区	南侧, 0.3km	红树林及其生境
	湛江市廉江市红树林	东侧, 1.0km	红树林及其生境
	湛江市遂溪县红树林	东南侧, 4.6km	红树林及其生境
	粤西沿海丘陵台地水土保持生态保护红线	西北侧, 3.5km	水土保持
	湛江遂溪中国鲎地方级自然保护区	西南侧, 8.6km	中国鲎及其生境
	北海珍珠贝渔业资源红线区	西侧, 10.9km	渔业资源、海洋水质、生态环境
	广西合浦儒艮国家级自然保护区	西侧, 11.5km	儒艮和中华白海豚等珍稀物种及其生境
	广西山口红树林国家级自然保护区	西北侧, 11.5km	红树林及其生境
	北部湾水源涵养生态保护红线	西北侧, 12.0km	海洋水质、生态环境
	廉江市沿岸龙头沙人工鱼礁重要渔业资源产卵场	西南侧, 12.4km	渔业资源、海洋水质、生态环境
	合浦儒艮重要湿地红线区	西南侧, 14.4km	湿地及海洋生态系统
	广西合浦儒艮国家级自然保护区廉江英罗湾片区	西南侧, 15.9km	儒艮和中华白海豚等珍稀物种及其生境
	广西山口红树林国家级自然保护区重要湿地红线区	西北侧, 19.7km	红树林及其生境
重要湿地	广东湛江红树林国际重要湿地	项目占用	红树林及其生境
自然保	广东湛江红树林国家级自然保护区	南侧, 0.3km	红树林及其生境

类型	名称	与项目相对位置	敏感要素
护区	湛江遂溪中国鲎地方级自然保护区	西南侧，8.6km	中国鲎及其生境
	广西合浦儒艮国家级自然保护区	西侧，11.5km	儒艮和中华白海豚等珍稀物种及其生境
	广西山口红树林国家级自然保护区	西北侧，11.5km	红树林及其生境
红树林	现状红树林	东侧，0.7km	红树林及其生境
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
	二长棘鲷幼鱼保护区	项目所在	渔业资源、海洋水质、生态环境

4.1.1.2 敏感目标保护管理要求

(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，在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。

本项目不涉及生态保护红线，与最近的生态保护红线“广东湛江红树林国家级自然保护区”距离0.3km。

(2) 重要湿地

根据《中华人民共和国湿地保护法》，国家严格控制占用湿地。禁止占用国家重要湿地，国家重大项目、防灾减灾项目、重要水利及保护设施项目、湿地保护项目等除外。建设项目选址、选线应当避让湿地，无法避让的应当尽量减少占用，并采取必要措施减轻对湿地生态功能的不利影响。

本项目位于广东湛江红树林国际重要湿地内。

(3) 自然保护区

根据《中华人民共和国自然保护区条例》，在自然保护区的核心区和缓冲区内，不得建设任何生产设施。在自然保护区的实验区内，不得建设污染环境、破坏资源或者景观的生产设施；建设其他项目，其污染物排放不得超过国家和地方规定的污染物排放标准。在自然保护区的实验区内已经建成的设施，其污染物排放超过国家和地方规定的排放标准的，应当限期治理；造成损害的，必须采取补

救措施。

本项目不涉及自然保护区，与最近的自然保护区“广东湛江红树林国家级自然保护区”距离 0.3km。

(3) 红树林

根据《广东省湿地保护条例》，其保护要求为：禁止在红树林湿地挖塘，禁止移植、采挖、采伐红树林或者过度采摘红树林种子，禁止投放、种植危害红树林生长的物种。因科研、医药或者红树林湿地保护等需要移植、采挖、采伐、采摘的，应当经地级以上市人民政府林业主管部门同意。经批准移植、采挖、采伐、采摘的，应当在指定的种类、数量、时间、地点内进行，并接受县级以上人民政府林业主管部门的监督检查。除国家重大项目和防灾减灾等外，禁止占用红树林湿地；确需占用或者临时占用的，应当开展不可避让性论证，依法办理审批手续。

项目建设不涉及红树林，与现状红树林最近距离为 0.7km。

(4) 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、17 个基点连线以内水域，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。

②二长棘鲷幼鱼保护区

二长棘鲷幼鱼保护区位于北部湾洲岛北端的北纬 21°05'线以北海域连接涠洲岛南至海康县流沙港以西 20 米水深以内海域，保护期为每年的 1 月 15 日至 6 月 30 日。本项目位于二长棘鲷幼鱼保护区内。

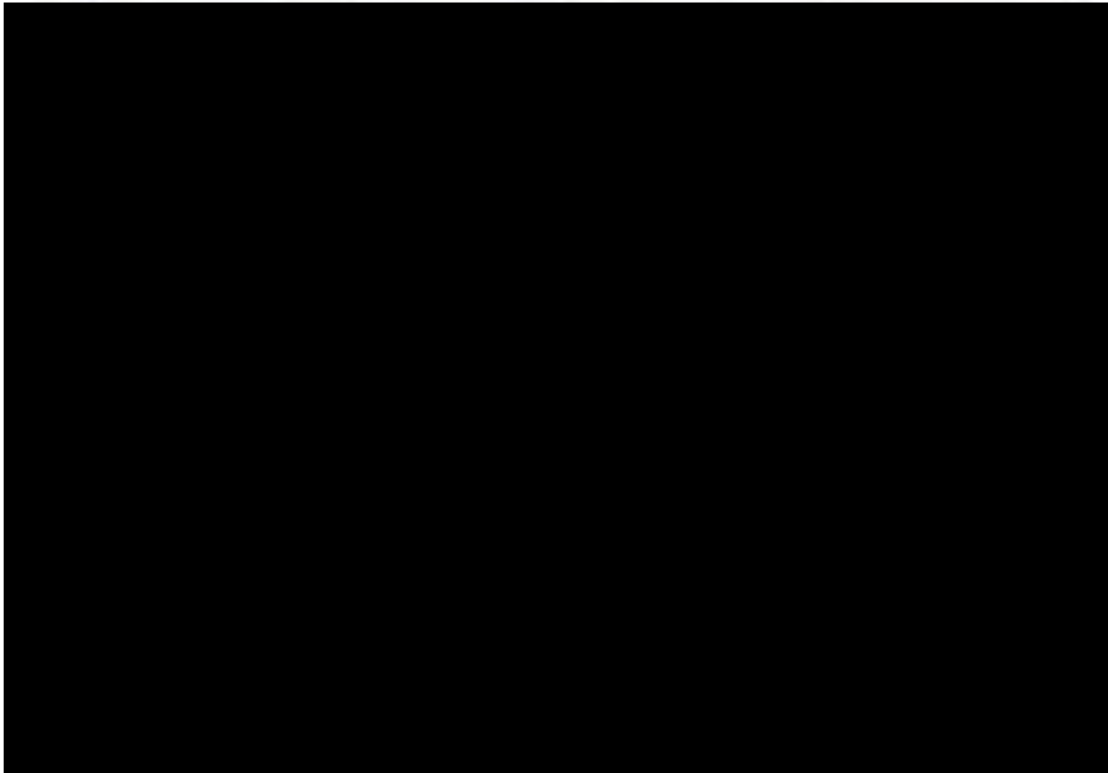


图 4.1.1-1 项目周边资源生态敏感目标分布图（生态保护红线）

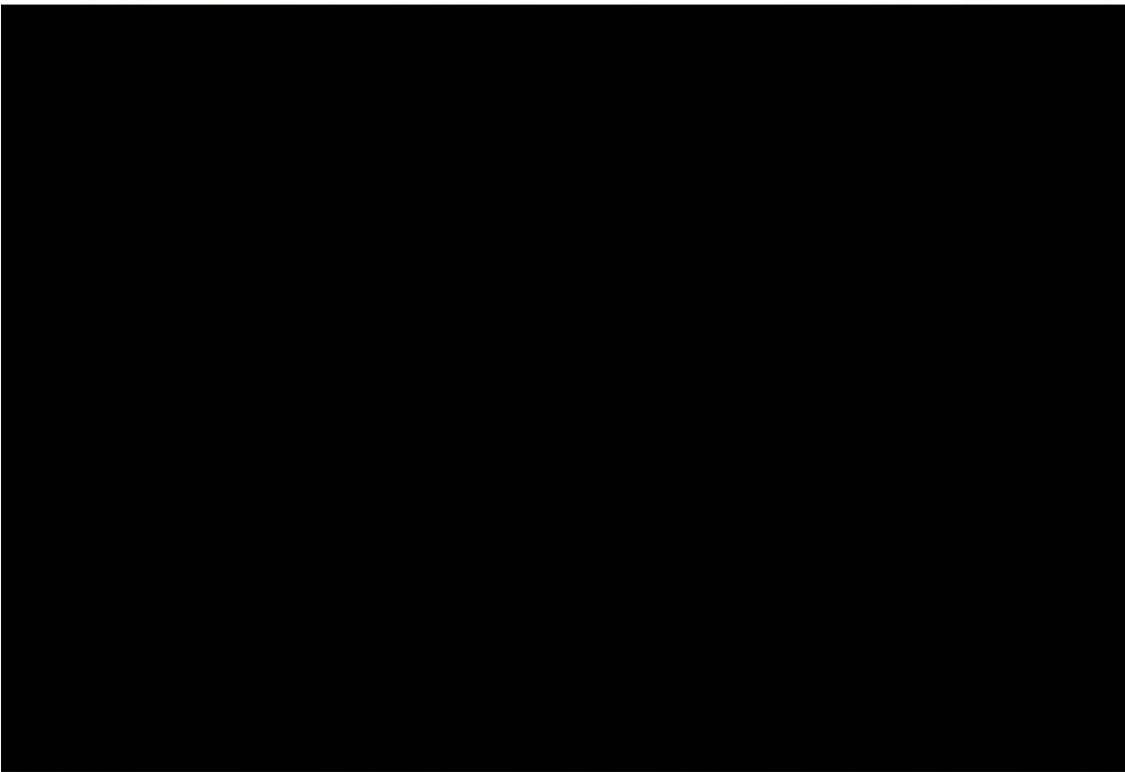


图 4.1.1-2 项目周边资源生态敏感目标分布图（自然保护地、重要湿地）

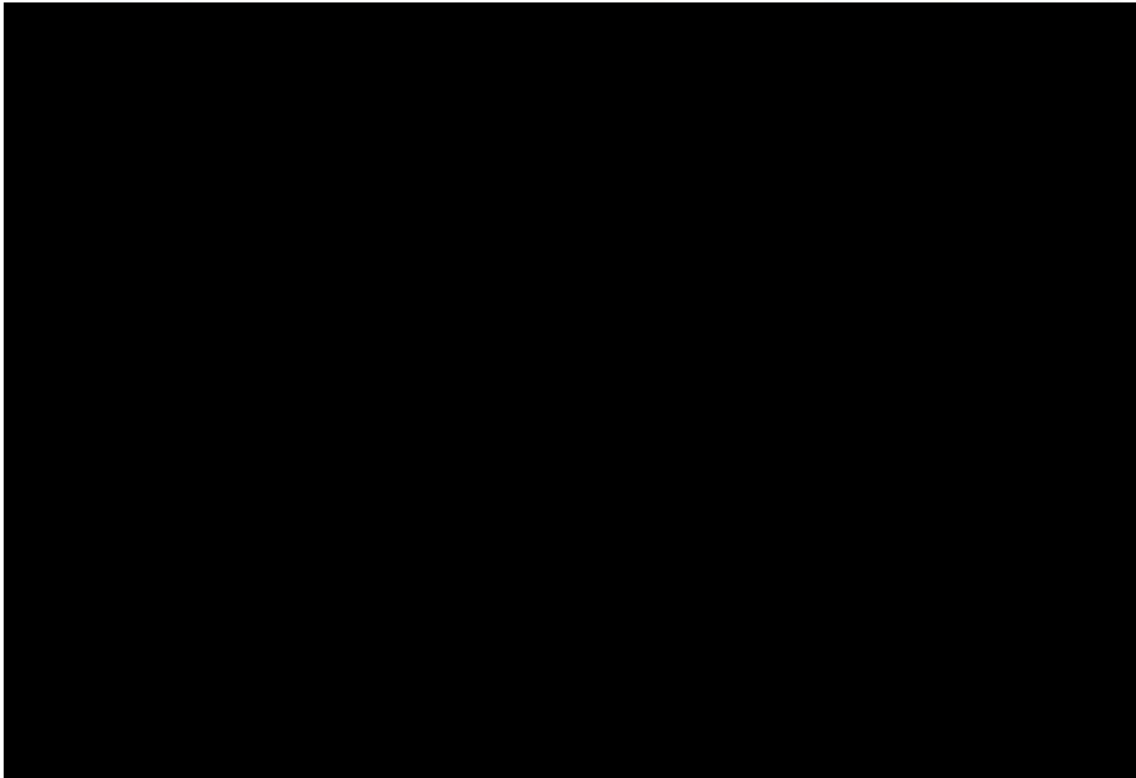


图 4.1.1-3 项目周边资源生态敏感目标分布图（现状红树林）

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，项目建设对可能水动力、地形地貌与冲淤以及水质环境方面有一定影响，确定本项目的重点和关键预测因子如下：

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

4.1.3 用海方案工况设计

本工程于原址实施白沙水闸的拆除重建工作。工程的规模与等级依据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）、粤水电总字〔1995〕4号文《关于印发〈广东省防洪（潮）标准和治涝标准〉试行的通知》精神以及《水闸设计规范》（SL/T 265-2016）等文件和规范的要求予以确定。工程平面布置已基本明确，因此，本报告对工程施工围堰进行用海方案比选。

（1）方案一

①内涌围堰布置及设计

内围堰采用结构可靠的膜袋砂围堰，内涌围堰在上游河道 136m 处。内涌围堰顶高程采用 3.20m，高 4.20m，顶面宽 5.0m，迎水面和背水面坡比均为 1: 2.0，在高程 1.0m 处设置平台宽 3.0m。为保证迎水面免受水流冲刷破坏，在外面铺袋装砂包厚 600mm 护面，其下铺防水织布一层。

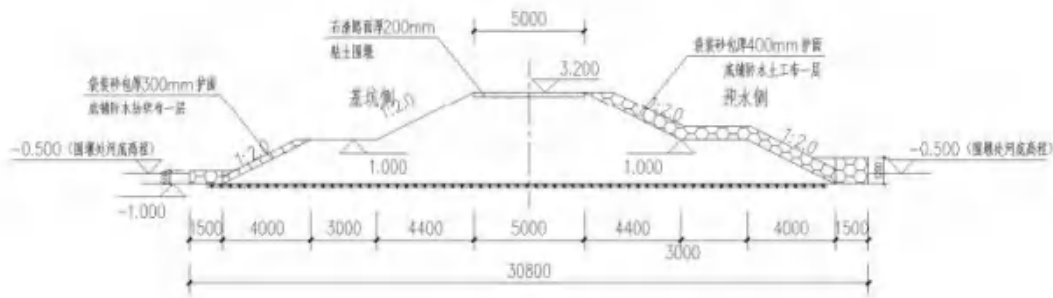


图 4.1.3-1 内涌围堰横断面图

②外海围堰布置及设计

外海围堰采用膜袋砂围堰，围堰顶高程采用 5.50m，高 6.0m，顶面宽 5.0m，迎水面和背水面坡比均为 1: 2.0，在高程 1.0m 处设置平台宽 3.0m，底宽 36.0m。为保证迎水面免受水流冲刷破坏，在外面铺袋装砂包厚 600mm 护面，其下铺防水织布一层，由于外海围堰高度较高，围堰基础为砂基，部分围堰段下部有淤泥，经稳定计算不满足要求，采用高压摆喷防渗墙处理，单排孔距 2.50m，孔入围堰底基础深度 2.50m，外海施工围堰共长 276.04m。采用膜袋砂围堰，外海施工期占用海域面积 7373m²。同时外海左右侧导流堤可以利用外海围堰左右两侧围堰长 59.46m。

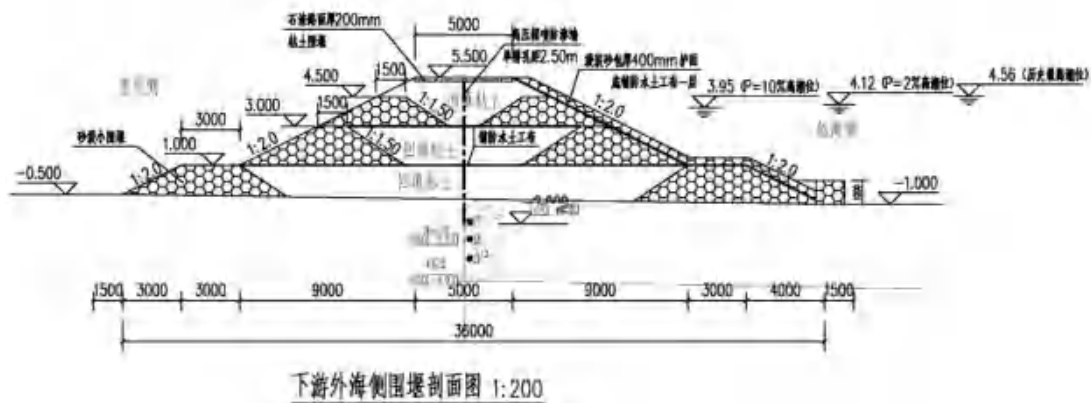


图 4.1.3-2 外海膜袋砂围堰横断面图

此外，外海临时纳潮闸采用钢板桩全围堰全长 97.30m，堰顶高程 5.5m，围堰顶宽度 6.0m。

(2) 方案二

内涌围堰和外海临时纳潮闸围堰布置及设计与方案一一致，外海围堰采用钢板桩围堰。

外海围堰顶面宽 6.0m，两侧采用拉森 IV 型钢板桩，桩顶高程 5.50m，桩长 11.50m，为保持钢板桩稳定，中间填筑砂土压实，桩底深入基础 5.0m，桩底高程-6.0m。钢板桩围堰布置在外海导流堤最外侧 10.0m 及下游集水井外侧 10.0m 外，平面矩形布置，左右两侧纵向钢板桩围堰各长 97.60m，横向钢板桩围堰长 177.80m，钢板桩围堰共长 373.0m。采用钢板桩围堰，外海施工期占用海域面积 9074.28m²。

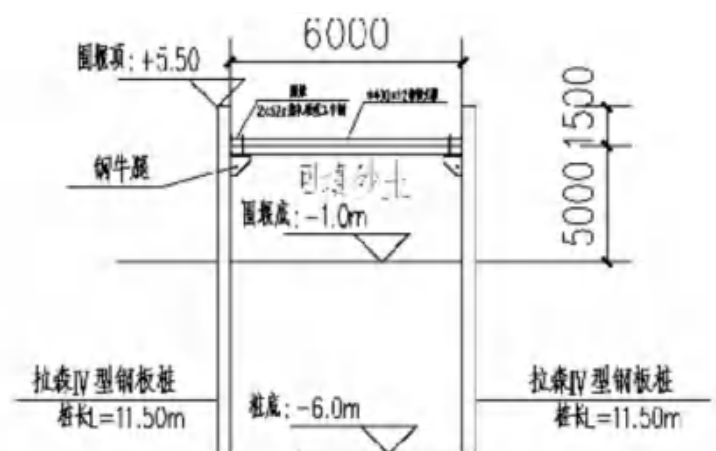


图 4.1.3-3 外海钢板桩断面围堰横断面图

用海方案一施工总平面布置见图 4.1.3-4，用海方案二施工总平面布置见图 4.1.3-5。

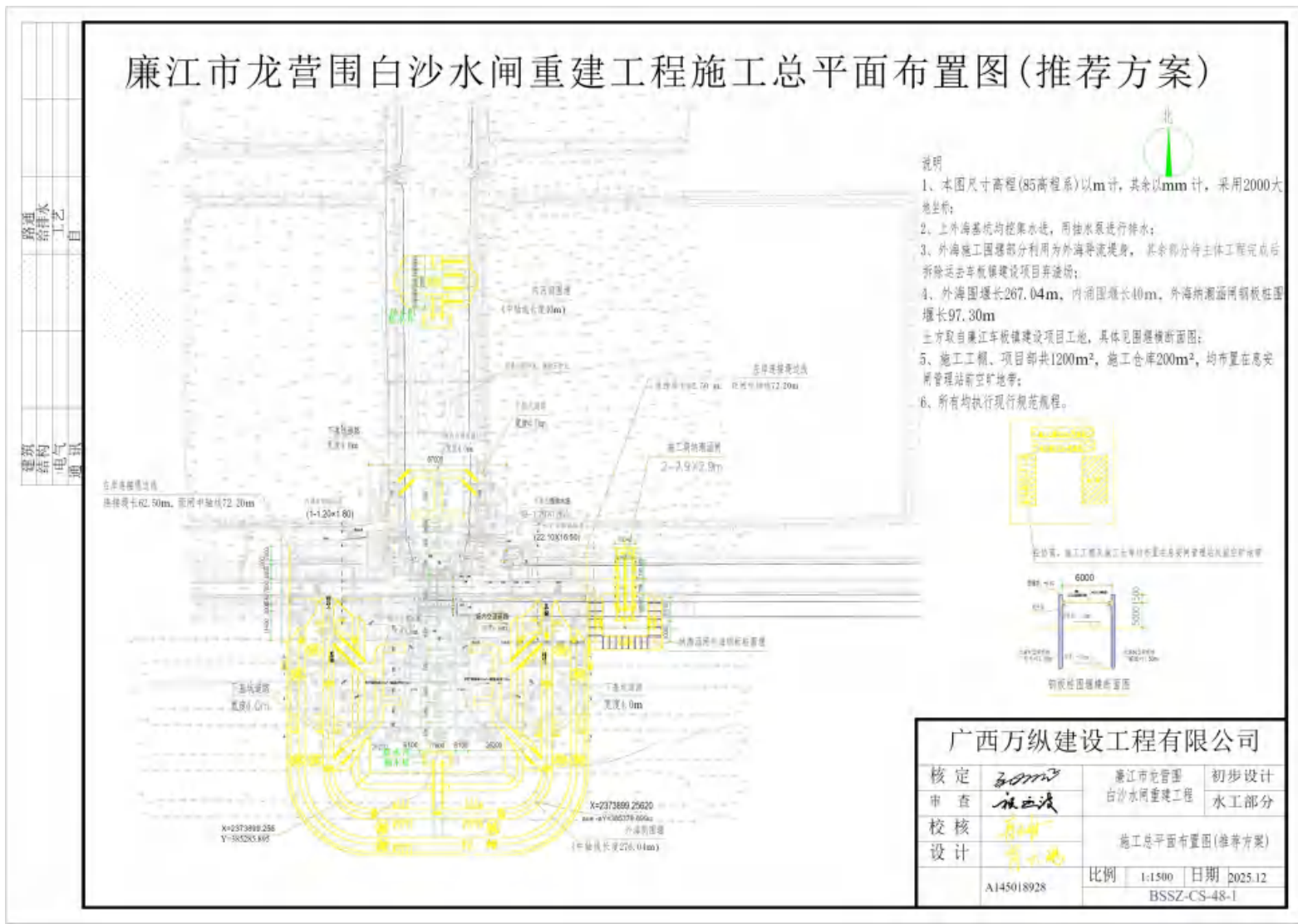


图 4.1.3-4 方案一施工总平面布置图

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

本项目所涉及工程内容所在海域平均水深在 2.0m 以下，考虑到周边的地形特征以及当地的海水运动以潮汐、潮流为主，采用二维数值模式来进行潮流场的数值模拟。

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

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

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

$$T_{xx} = 2A \frac{\partial \bar{u}}{\partial x}, \quad T_{xy} = A \left(\frac{\partial \bar{u}}{\partial y} + \frac{\partial \bar{v}}{\partial x} \right), \quad T_{yy} = 2A \frac{\partial \bar{v}}{\partial y}$$

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 公式确定。

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

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 $\vec{\tau}_b$ 在 x 、 y 方向的分量; $\vec{\tau}_b = \rho_0 C_f |\vec{U}_b| \vec{U}_b$, \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, M 取 50。

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 、 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。

本项目施工期安排在枯水期进行, 围堰施工、围堰拆除时在低潮时进行施工,

因此，施工期水闸处于关闭状态。

运营期根据水闸运行调度原则，闸门平时关闸蓄水，当上游来洪水且高于下游水位时，开闸泄洪；当下游涨潮且水位高于上游最高蓄水时，关闸挡潮。本项目水闸上游流量以点源形式输入模型，根据初步设计成果，水闸处多年平均流量为 $0.31\text{m}^3/\text{s}$ ，对应 2 年一遇洪水流量。

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。

4、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，工程区域空间步长约为 1~5m。工程附近模型局部计算网格见图 4.1.4-2 和图 4.1.4-3。本项目涉及水闸实体结构根据设计方案提供尺寸及设计高程，通过改变局部地形数据和调整网格方法在模型中进行概化。

模型计算时间为 2025 年 1 月 14 日 0:00~1 月 31 日 0:00，共计算 17 天，求解积分时间步长 0.01s~30s。

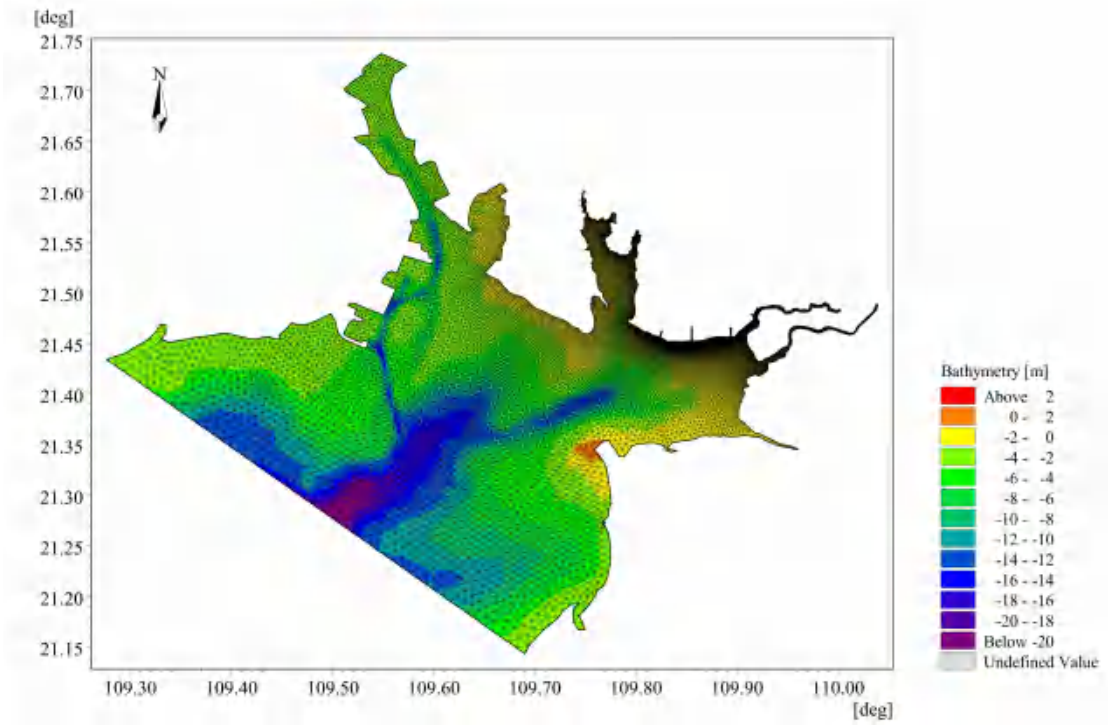


图 4.1.4-1 模型计算网格

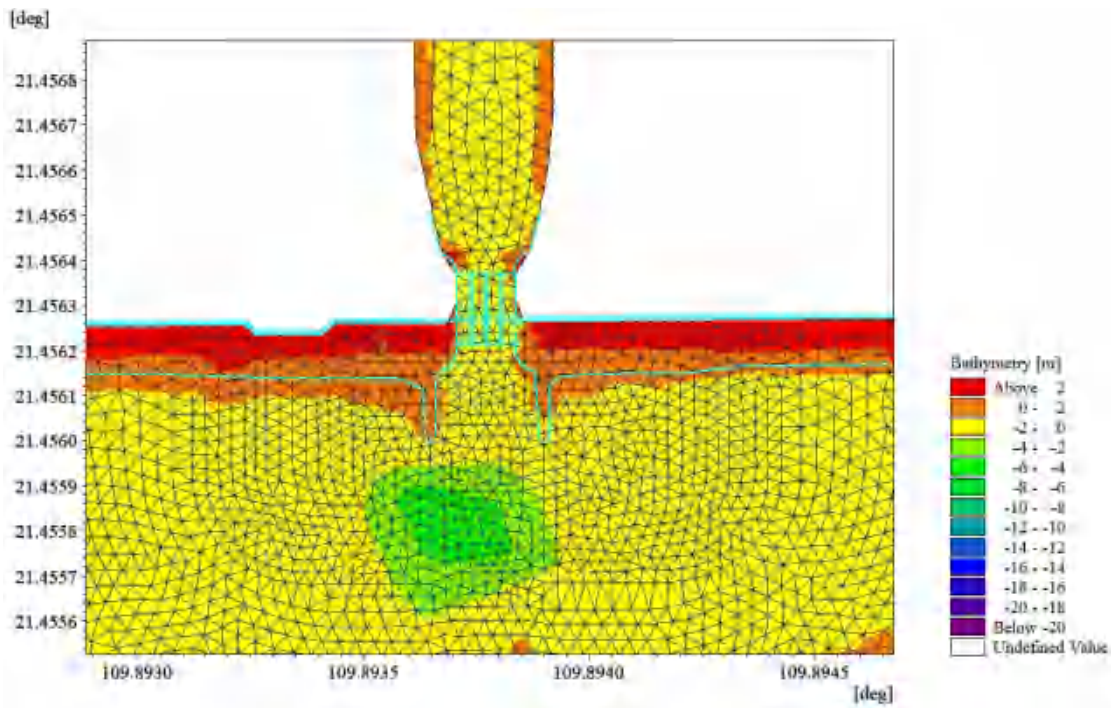


图 4.1.4-2 工程附近局部计算网格及水深（工程前）

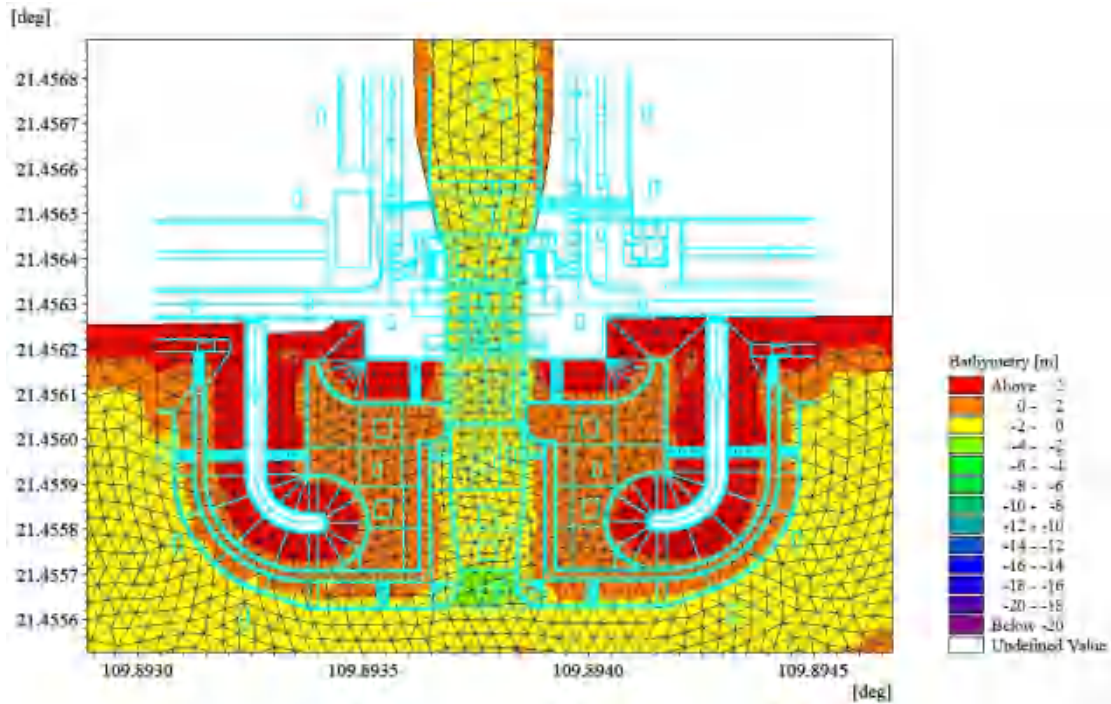


图 4.1.4-3 工程附近局部计算网格及水深（工程后）

5、模型验证

(1) 验证资料

模型验证采用《廉江市龙营围生态海堤建设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2月）在项目所在海域布置2个潮位观测站位（LJC1和LJC2站位）、6个海流观测站（LJ01、LJ02、LJ03、LJ04、LJ05和LJ06站）的实测水文资料进行验证。验证点位置见图4.1.4.4。

表 4.1.4-1 各个站点潮位验证总体偏差表（单位：m）

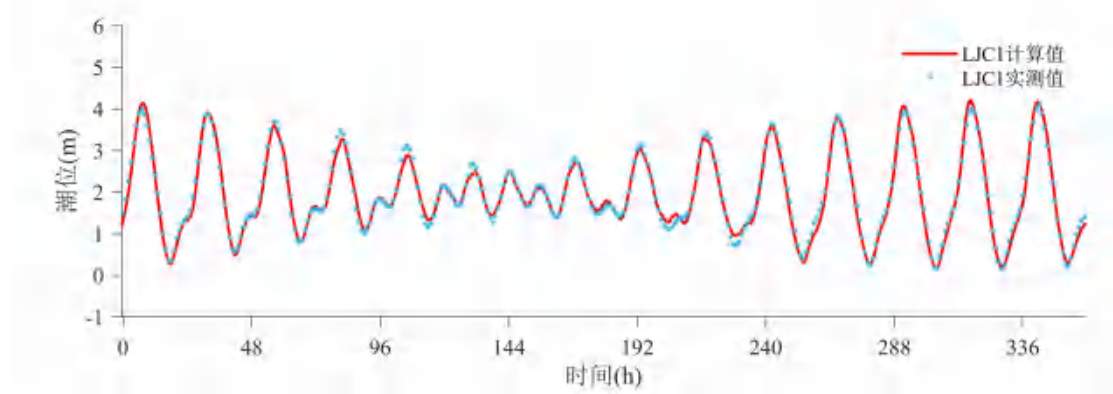
站位	LJC1	LJC2
绝对平均误差	0.1006	0.1180



图 4.1.4-4 验证站位分布图

(2) 验证结果

潮位以及流速过程验证结果见下图。验证结果表明：潮位站和流速点的计算潮位、流速、流向和实测值基本吻合，个别站点计算流速与实测流速存在一定误差（可能由于地形资料和边界条件的偏差引起），所建立的工程范围海域潮流数学模型合理可信，基本反映了项目所在海域整体的潮流运动规律；工程海域潮流点的计算流速、流向和实测值吻合较好，相位差基本控制在 0.5h 以内，流速流向的相对误差大部分在 15% 以内，表明所建模型能够反映项目所在海域潮流的变化特征，可用来模拟研究工程实施造成的水动力变化情况。



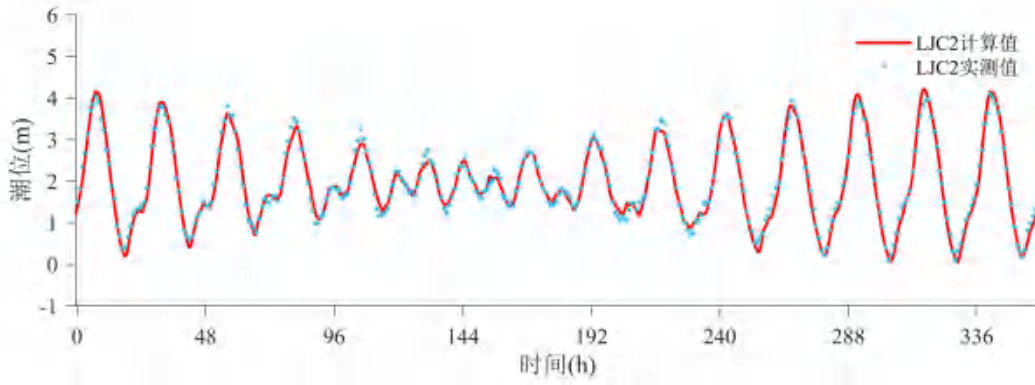
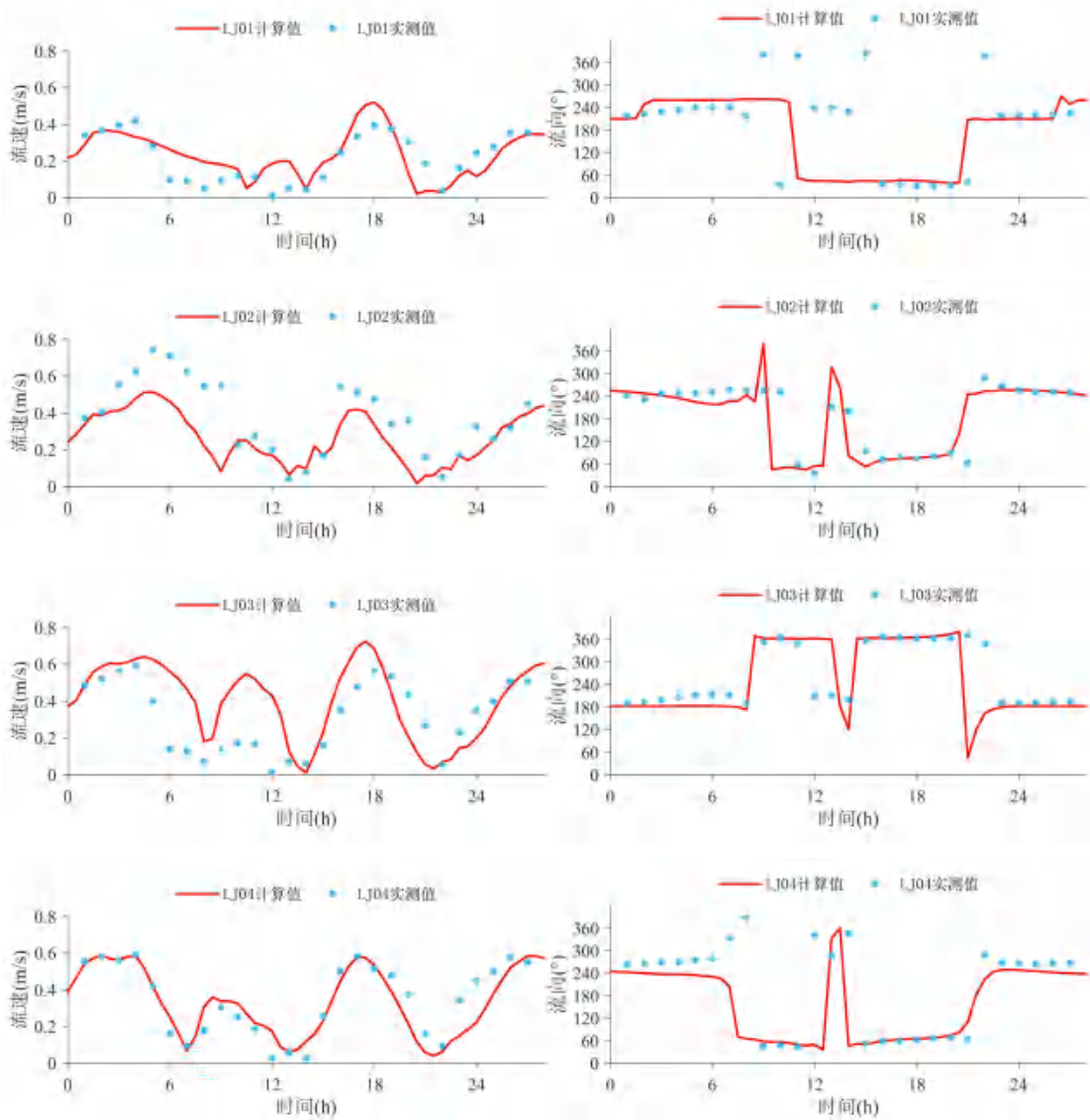


图 4.1.4-5 潮位验证 (2025 年 1 月 16 日至 2025 年 1 月 30 日)



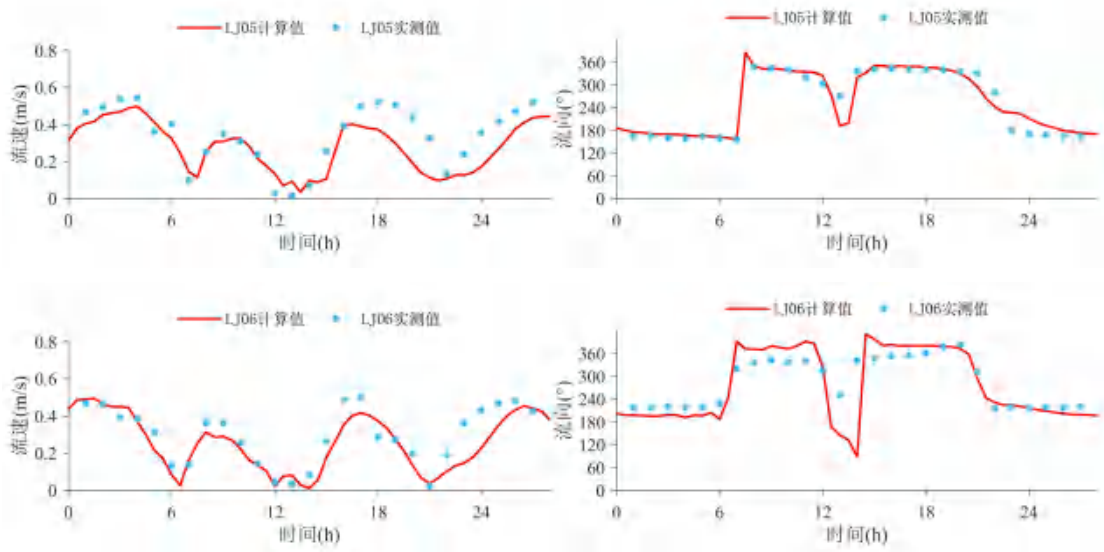


图 4.1.4-6 流速流向验证（2025 年 1 月 16 日至 2025 年 1 月 17 日）

4.1.4.2 工程前水动力环境分析

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 4.1.4-7 和图 4.1.4-8 为工程前涨急流场图和落急流场图。

本次实测期间工程海域潮流呈往复流，工程所在海域涨潮时由外海流自西南向东北进入安铺港，进入安铺港后向东偏转，工程所在安铺港水域涨潮流自西向东。涨潮时外海流速变化在 0.10m/s~0.50m/s，安铺港流速变化在 0.15m/s~0.60m/s。

工程所在海域落潮时由安铺港流自东北向西南分别进入外海，工程所在安铺港水域落潮流自东向西，流出安铺港后向西南偏转。落潮时外海流速变化在 0.15m/s~0.60m/s，安铺港流速变化在 0.20m/s~0.70m/s。

根据水闸运行调度原则，闸门平时关闸蓄水，当上游来洪水且高于下游水位时，开闸泄洪；当下游涨潮且水位高于上游最高蓄水时，关闸挡潮。因此，涨急时刻关闸挡潮，闸门处于关闭状态，水闸周边涨急流速约 0.50m/s，涨潮流自西向东；落急时刻开闸泄洪，闸门处于开启状态，水闸周边落急流速约 0.50m/s，涨潮流自西向东，而闸口处流向从北到南，流速较大。

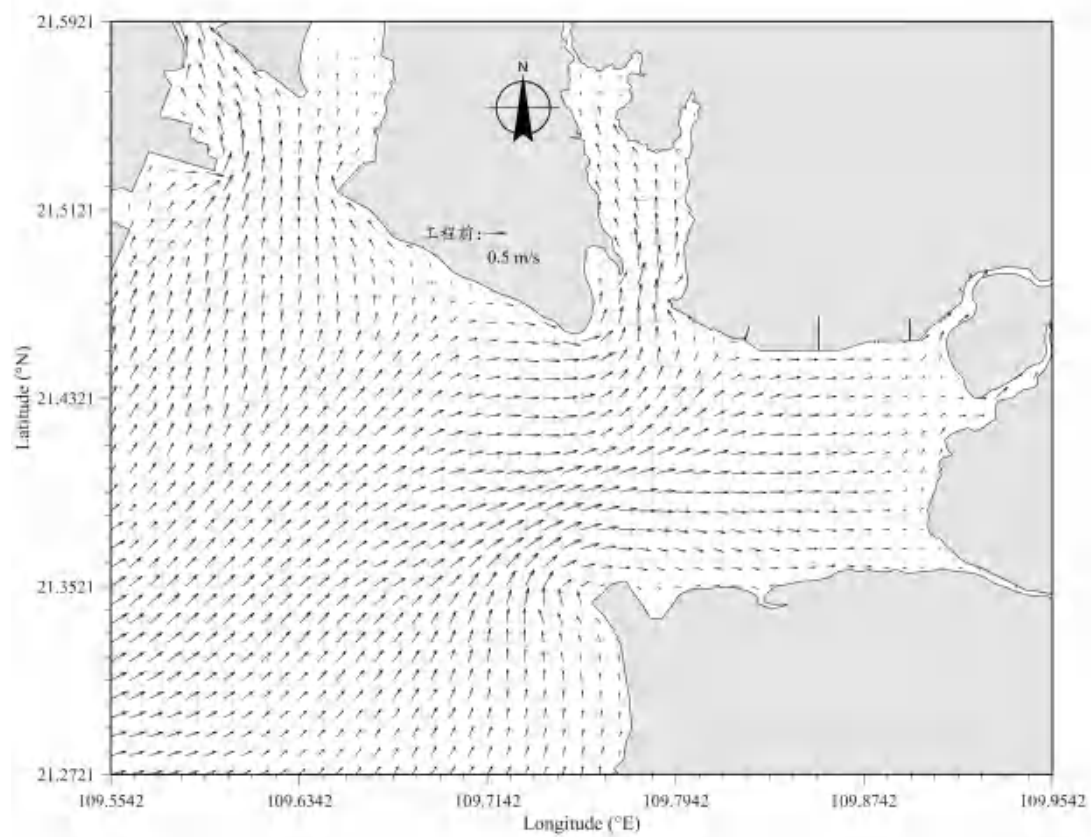


图 4.1.4-7a 工程前涨急流场图

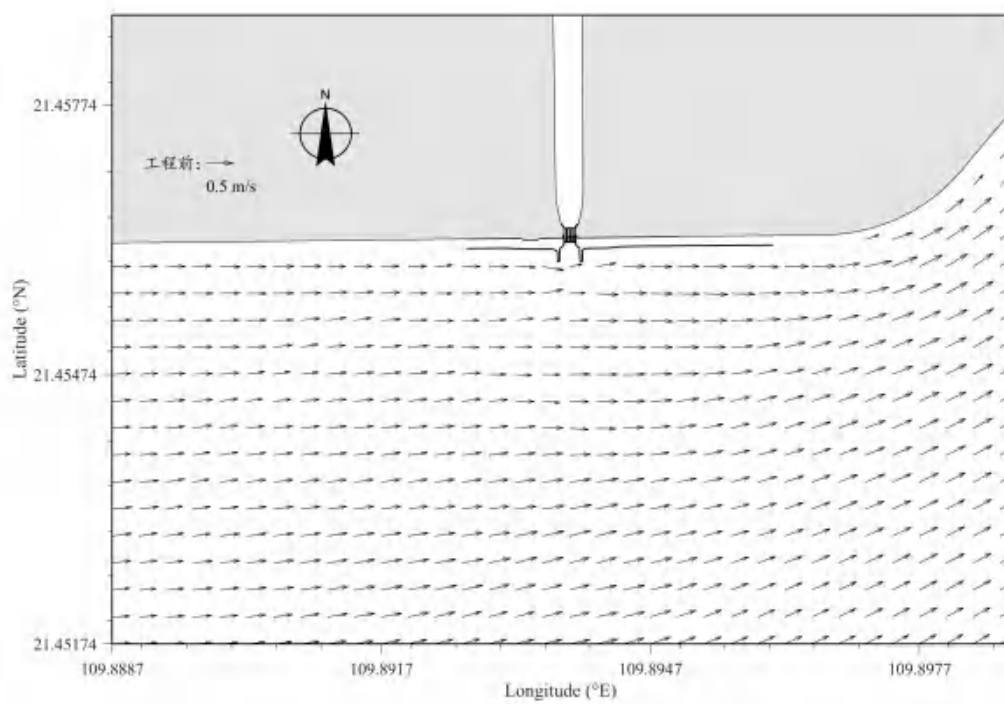


图 4.1.4-7b 工程前涨急流场图（项目范围）

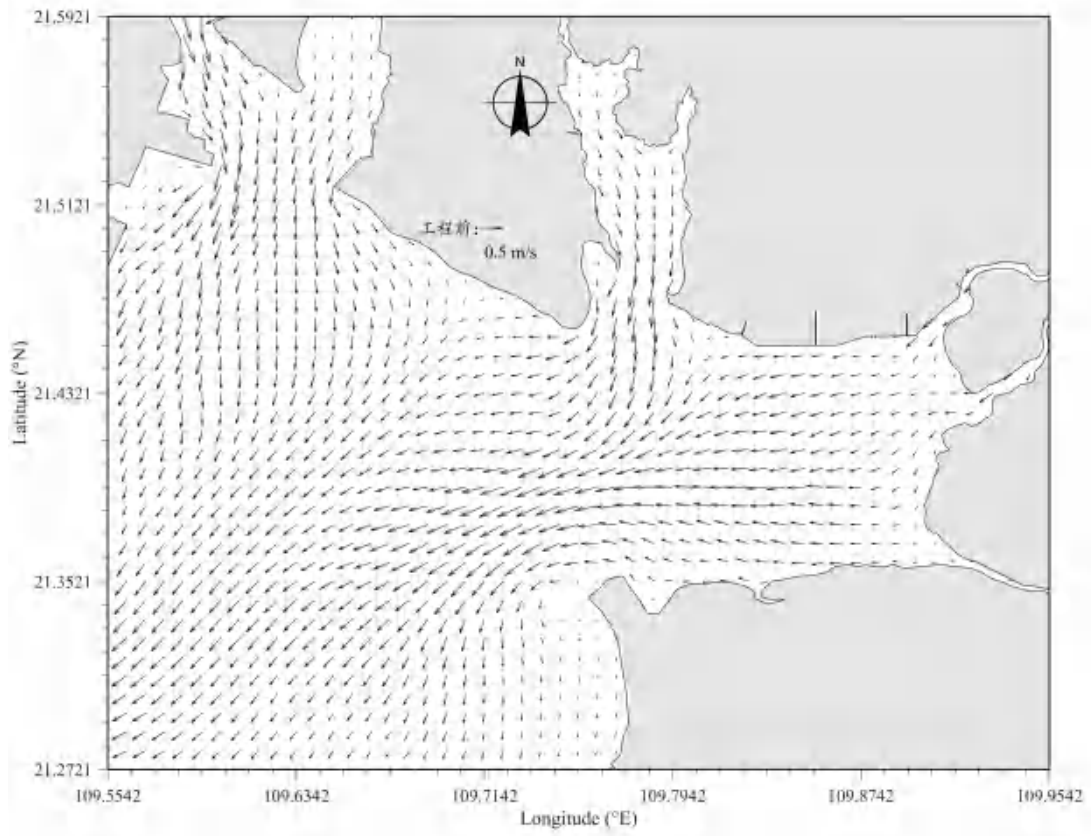


图 4.1.4-8a 工程前落急流场图

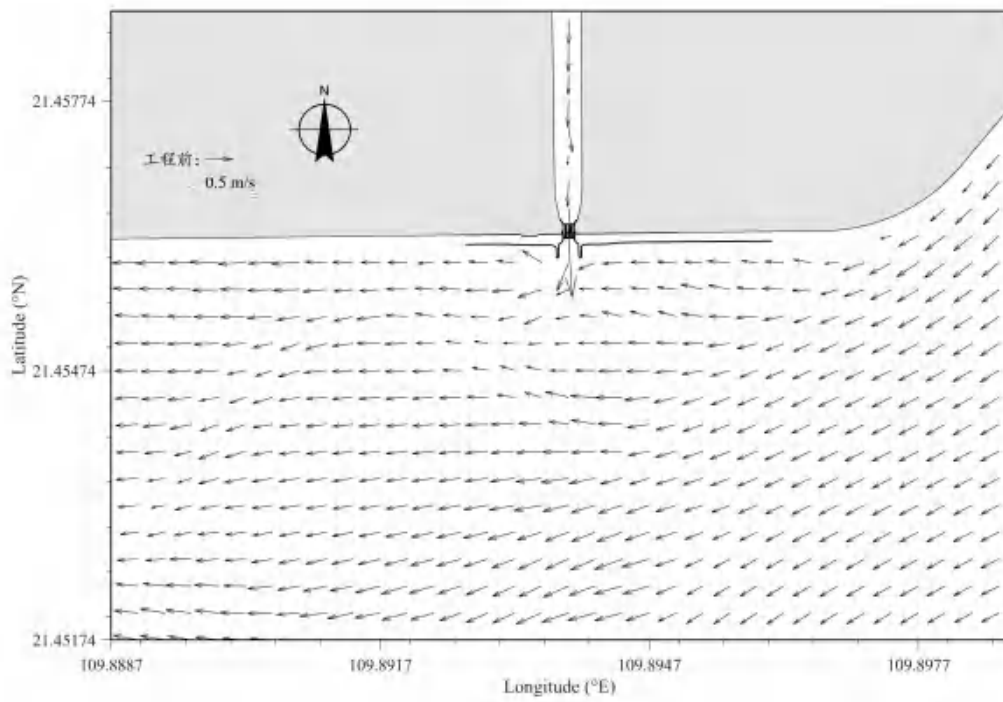


图 4.1.4-8b 工程前落急流场图（项目范围）

4.1.4.3 不同施工期围堰方案对水动力的影响

为了定量分析不同方案的施工期围堰对附近水域水动力环境的影响,选取了13个代表点(代表点位置见图4.1.4-9),将各代表点方案实施后与工程前大潮的涨急、落急时刻流速流向分别列于表4.1.4-2~表4.1.4-3中。

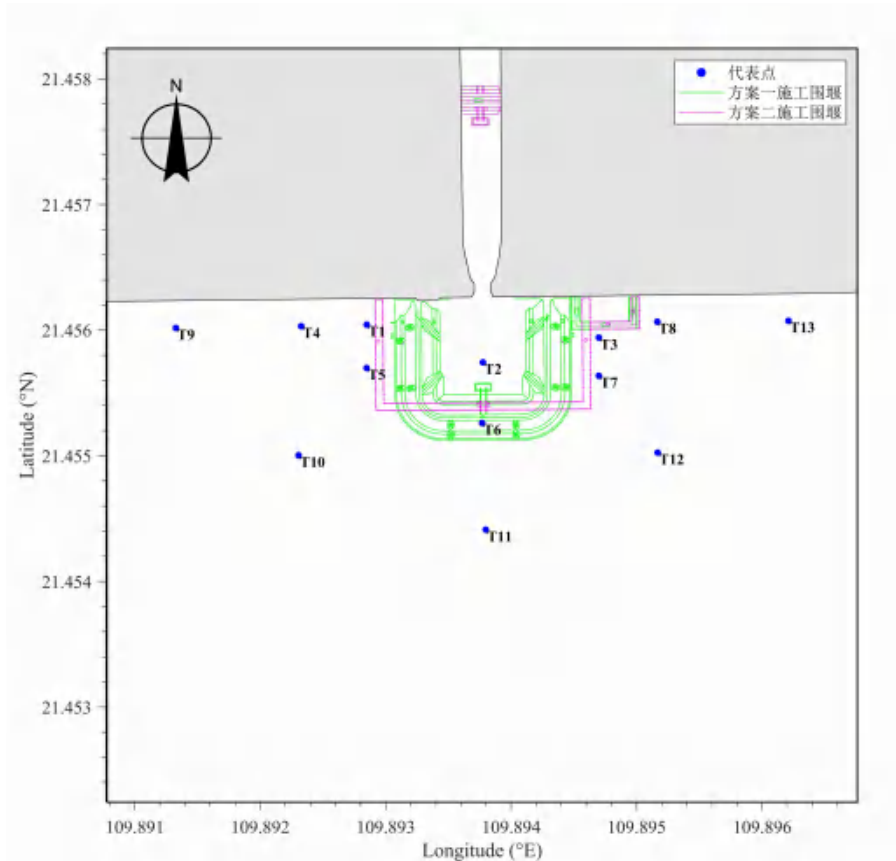


图 4.1.4-9 采样点代表点位置图

(1) 施工期围堰方案一

涨急时刻,施工围堰实施后流速变化量为 $-0.217\sim 0.075\text{m/s}$;流向出现一定程度变化,流向变化为 $-154.53\sim 155.74^\circ$ 。

落急时刻,施工围堰实施后流速变化量为 $-0.219\sim 0.047\text{m/s}$;流向出现一定程度变化,流向变化为 $-101.20\sim 21.04^\circ$ 。

总体上看,本项目施工围堰实施造成的水动力环境的影响主要集中在本项目施工围堰范围周边 1000m 范围内水域。

(2) 施工期围堰方案二

涨急时刻,施工围堰实施后流速变化量为 $-0.219\sim 0.051\text{m/s}$;流向出现一定程度变化,流向变化为 $-115.03\sim 155.65^\circ$ 。

落急时刻,施工围堰实施后流速变化量为 $-0.225\sim 0.044\text{m/s}$;流向出现一定程

度变化，流向变化为-152.78~19.42°。

总体上看，本项目工程造成的水动力环境的影响主要集中在本项目工程范围周边 1000m 范围内水域。

(3) 方案一与方案二对比

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 1000m 范围内，最大流速变幅为 0.219m/s，最大流向变幅为 155.74°；方案二速变化主要集中在工程所在区域~工程外 1000m 范围内，最大流速变幅为-0.225m/s，最大流向变幅为 155.65°。

因此，从水动力的角度分析，方案一和方案二流速、流向变化幅度差别不大。

表 4.1.4-2a 实施后-实施前大潮涨急时刻流速流向变化（方案一）

代表点	流速 (m/s)			流向 (°)		
	实施前	实施后	变化值	实施前	实施后	变化值
T1	0.175	0.017	-0.158	89.35	294.82	-154.53
T2	0.141	—	—	86.43	—	—
T3	0.230	0.013	-0.217	89.59	86.98	-2.61
T4	0.155	0.019	-0.136	86.00	119.27	33.27
T5	0.196	0.058	-0.138	87.35	126.70	39.35
T6	0.198	—	—	85.85	—	—
T7	0.225	0.031	-0.194	89.41	238.36	148.95
T8	0.208	0.057	-0.151	88.36	244.10	155.74
T9	0.148	0.091	-0.057	87.50	91.62	4.12
T10	0.189	0.167	-0.022	83.75	105.15	21.40
T11	0.193	0.268	0.075	87.26	94.09	6.83
T12	0.222	0.237	0.015	85.55	70.88	-14.67
T13	0.242	0.028	-0.214	89.45	29.13	-60.32

表 4.1.4-2b 实施后-实施前大潮落急时刻流速流向变化（方案一）

代表点	流速 (m/s)			流向 (°)		
	实施前	实施后	变化值	实施前	实施后	变化值
T1	0.144	0.002	-0.142	271.62	260.81	-10.81
T2	0.123	—	—	261.35	—	—
T3	0.225	0.006	-0.219	271.39	234.64	-36.75
T4	0.114	0.003	-0.111	263.24	164.76	-98.48
T5	0.191	0.008	-0.183	269.82	168.62	-101.20
T6	0.167	—	—	268.40	—	—
T7	0.240	0.063	-0.177	273.99	220.34	-53.65
T8	0.182	0.011	-0.171	271.14	257.23	-13.91
T9	0.164	0.069	-0.095	268.94	272.86	3.92
T10	0.192	0.190	-0.002	269.08	290.12	21.04

代表点	流速 (m/s)			流向 (°)		
	实施前	实施后	变化值	实施前	实施后	变化值
T11	0.268	0.315	0.047	278.98	277.41	-1.57
T12	0.259	0.234	-0.025	266.31	240.54	-25.77
T13	0.143	0.009	-0.134	270.58	209.35	-61.23

表 4.1.4-3a 实施后-实施前大潮涨急时刻流速流向变化 (方案二)

代表点	流速 (m/s)			流向 (°)		
	实施前	实施后	变化值	实施前	实施后	变化值
T1	0.175	0.021	-0.154	89.35	334.32	-115.03
T2	0.141	——	——	86.43	——	——
T3	0.230	0.012	-0.218	89.59	32.15	-57.44
T4	0.155	0.013	-0.142	86.00	160.02	74.02
T5	0.196	0.027	-0.169	87.35	152.79	65.44
T6	0.198	0.181	-0.017	85.85	88.50	2.65
T7	0.225	0.017	-0.208	89.41	218.53	129.12
T8	0.208	0.062	-0.146	88.36	244.01	155.65
T9	0.148	0.091	-0.057	87.50	91.98	4.48
T10	0.189	0.180	-0.009	83.75	104.18	20.43
T11	0.193	0.244	0.051	87.26	93.08	5.82
T12	0.222	0.257	0.035	85.55	76.55	-9.00
T13	0.242	0.023	-0.219	89.45	150.09	60.64

表 4.1.4-3b 实施后-实施前大潮落急时刻流速流向变化 (方案二)

代表点	流速 (m/s)			流向 (°)		
	实施前	实施后	变化值	实施前	实施后	变化值
T1	0.144	0.002	-0.142	271.62	118.84	-152.78
T2	0.123	——	——	261.35	——	——
T3	0.225	0.000	-0.225	271.39	193.61	-77.78
T4	0.114	0.003	-0.111	263.24	155.10	-108.14
T5	0.191	0.003	-0.188	269.82	202.36	-67.46
T6	0.167	0.079	-0.088	268.40	266.16	-2.24
T7	0.240	0.063	-0.177	273.99	193.87	-80.12
T8	0.182	0.010	-0.172	271.14	255.63	-15.51
T9	0.164	0.076	-0.088	268.94	272.52	3.58
T10	0.192	0.194	0.002	269.08	288.50	19.42
T11	0.268	0.312	0.044	278.98	278.28	-0.70
T12	0.259	0.244	-0.015	266.31	242.35	-23.96
T13	0.143	0.011	-0.132	270.58	196.75	-73.83

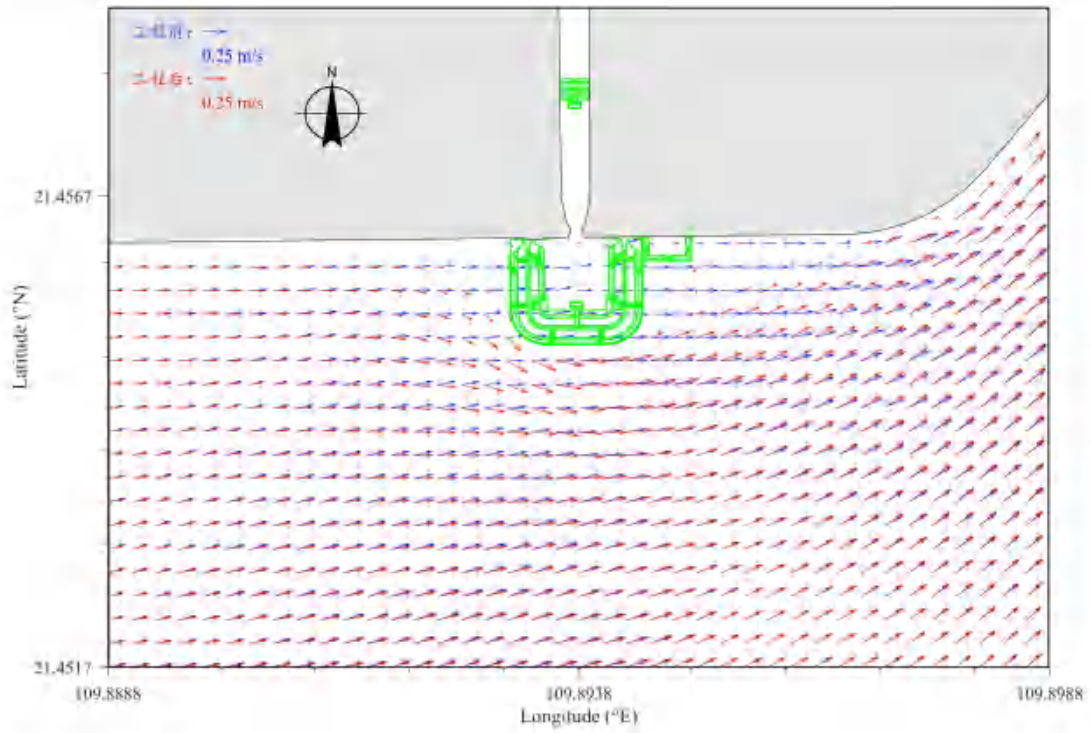


图 4.1.4-10a 方案一-实施后-实施前涨急流场对比图

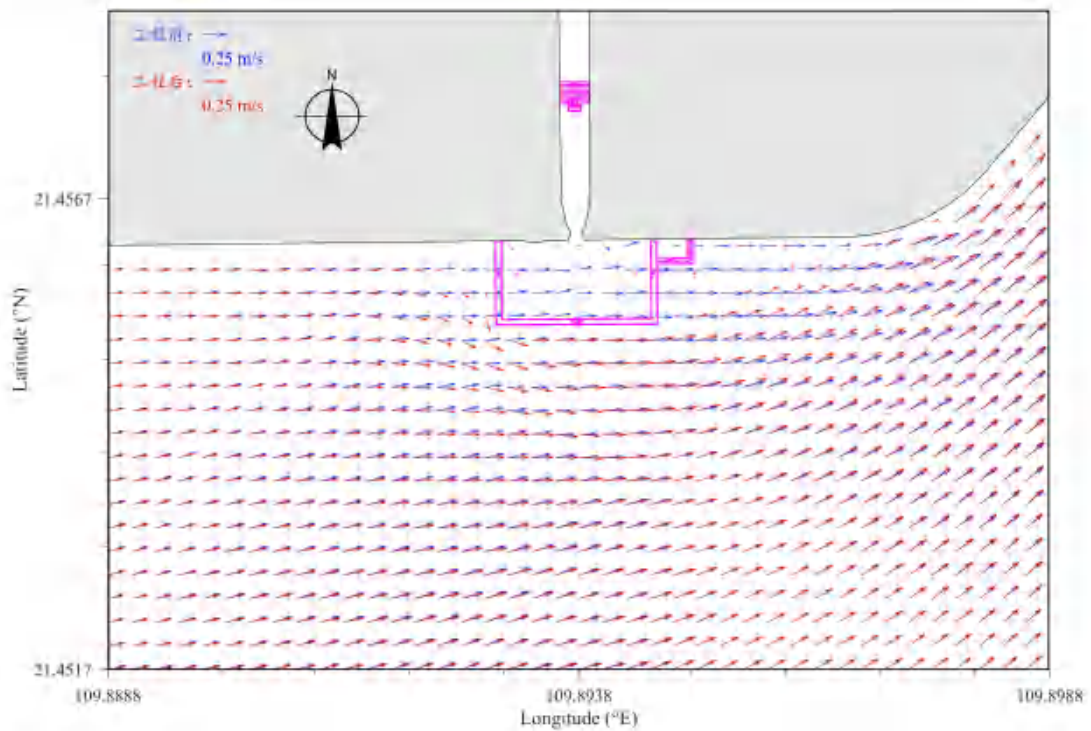


图 4.1.4-10b 方案二-实施后-实施前涨急流场对比图

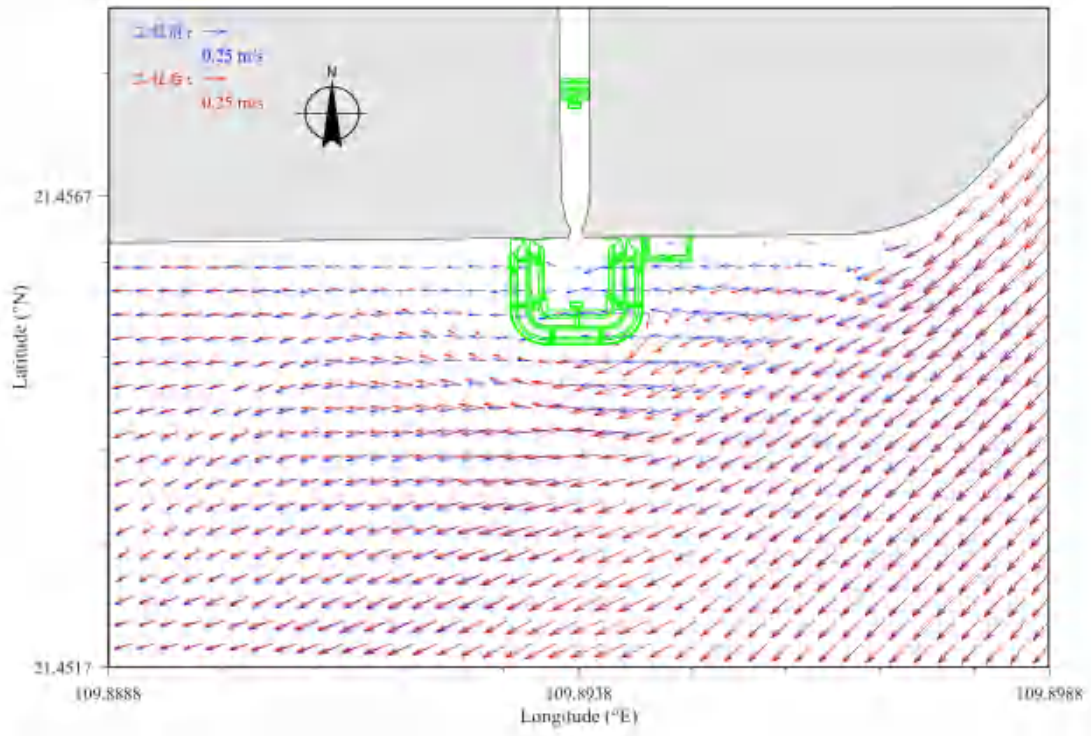


图 4.1.4-11a 方案一-实施后-实施前落急流场对比图

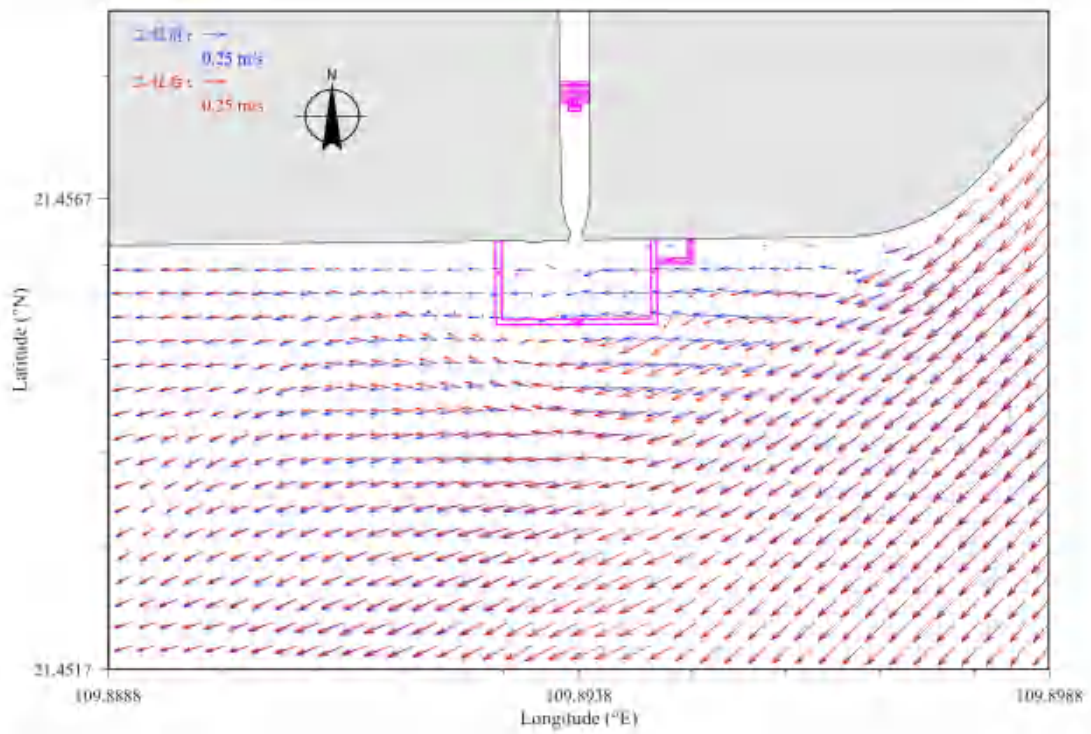


图 4.1.4-11b 方案二-实施后-实施前落急流场对比图

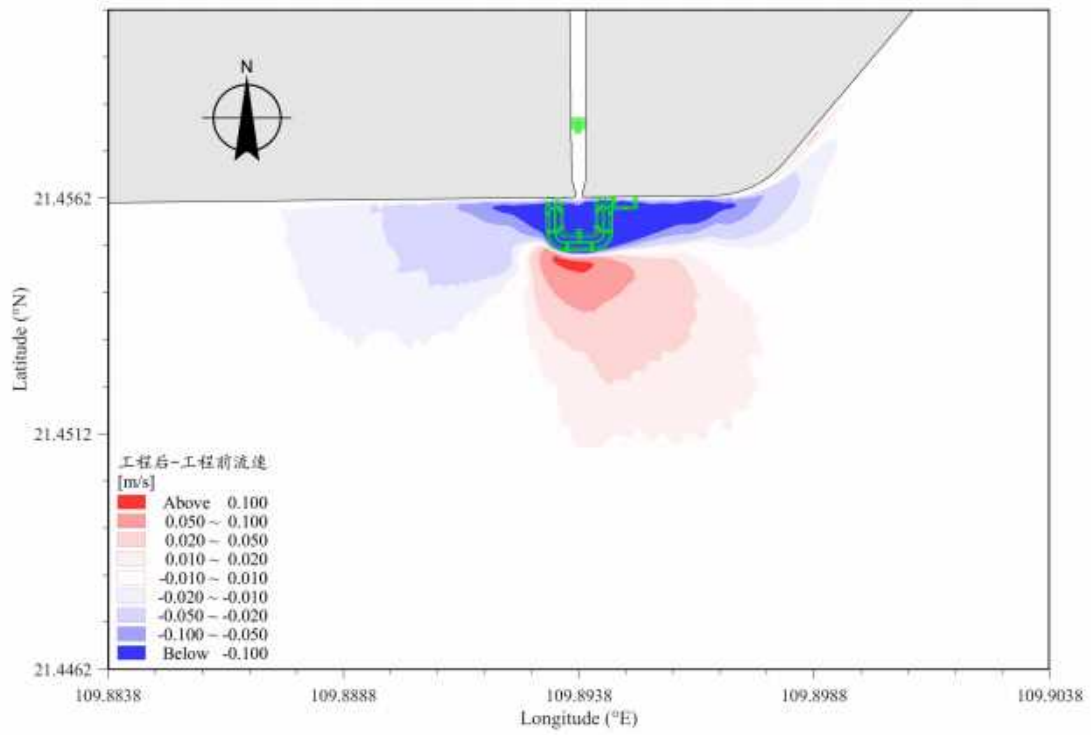


图 4.1.4-12a 方案一-实施后-实施前涨急流速变化等值线图

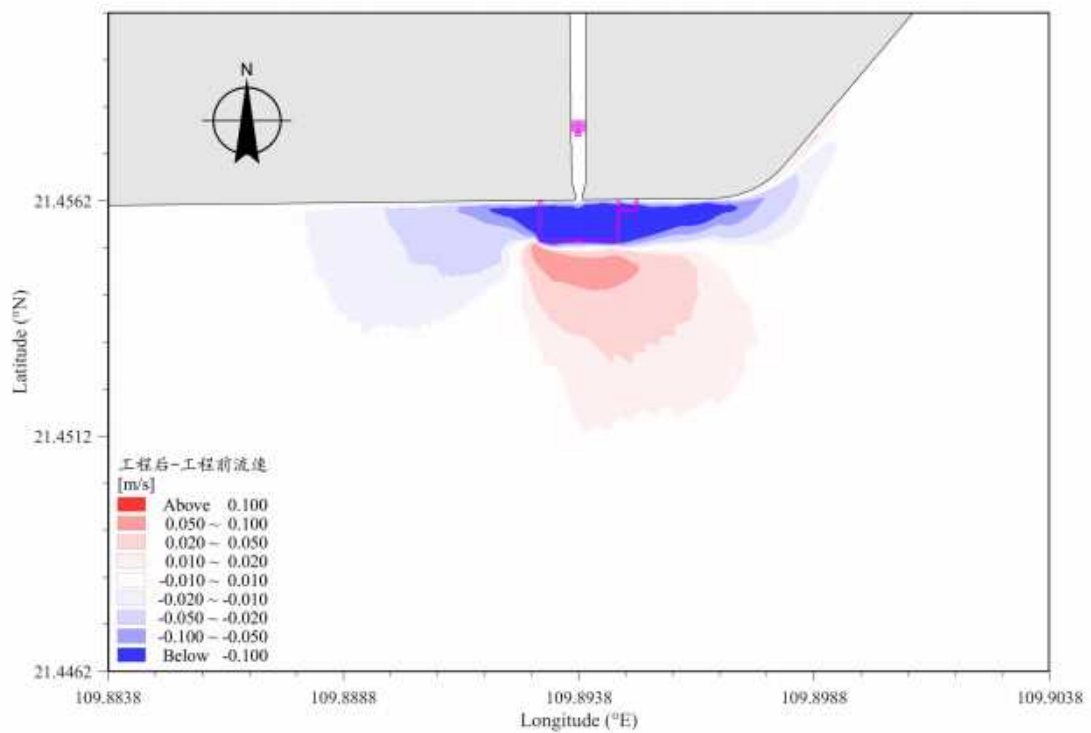


图 4.1.4-12b 方案二-实施后-实施前涨急流速变化等值线图

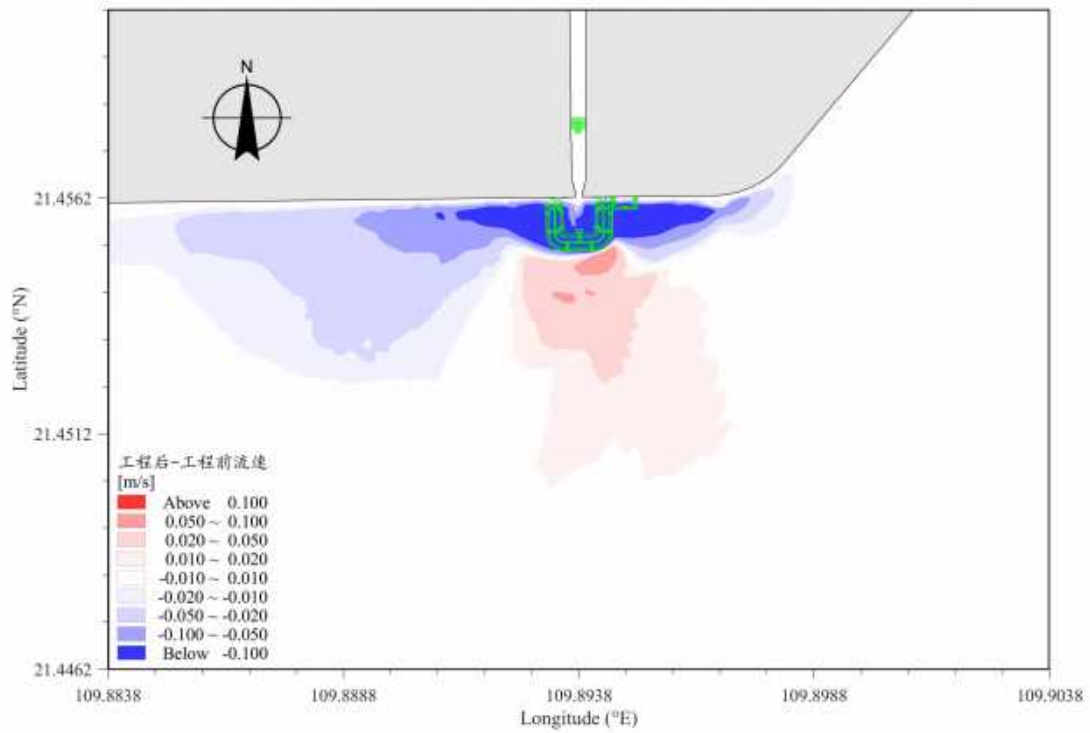


图 4.1.4-13a 方案一-实施后-实施前落急流速变化等值线图

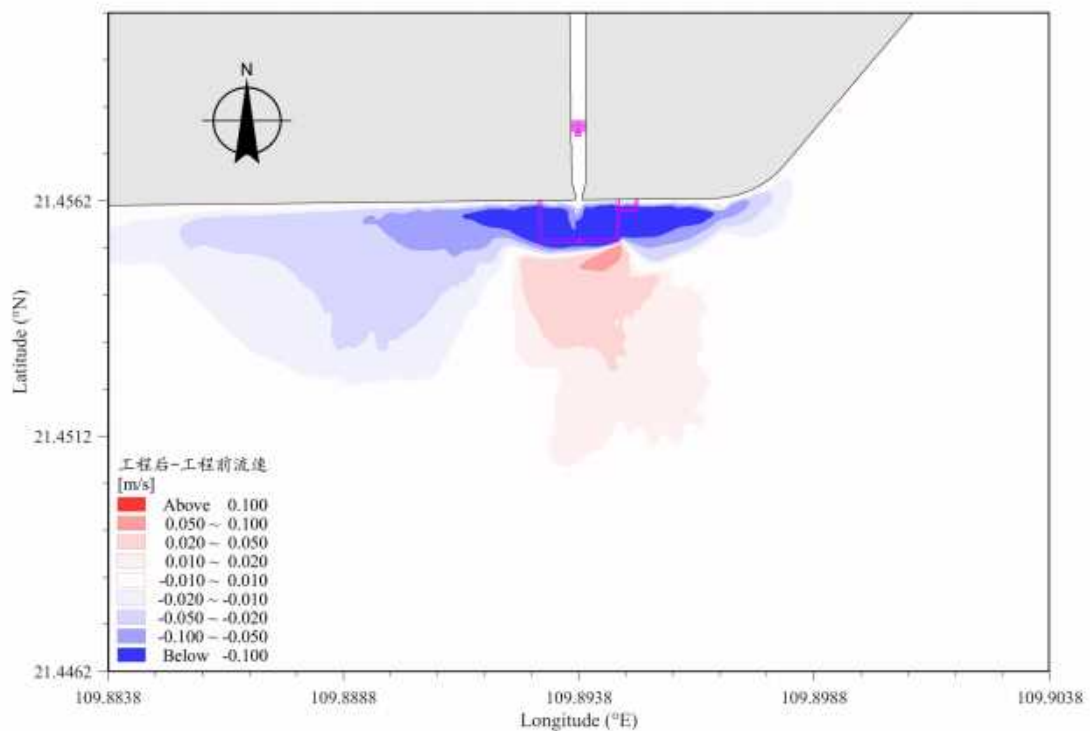


图 4.1.4-13b 方案二-实施后-实施前落急流速变化等值线图

4.1.4.4 工程实施后对水动力的影响

为了定量分析水闸重建后对水动力环境的影响，选取了 13 个代表点进行分

析（代表点位置见图 4.1.4-9）。

运营期根据水闸运行调度原则，闸门平时关闸蓄水，当上游来洪水且高于下游水位时，开闸泄洪；当下游涨潮且水位高于上游最高蓄水时，关闸挡潮。涨急时刻，工程后流速变化量为-0.329~0.110m/s；工程后流向出现一定程度变化，流向变化为-22.07~19.67°。落急时刻，工程后流速变化量为-0.291~0.200m/s；工程后流向出现一定程度变化，流向变化为-87.66~9.15°。

总体上看，本项目工程造成的水动力环境的影响主要集中在本项目工程范围周边 1000m 范围内水域。

表 4.1.4-6 工程后-工程前大潮涨急时刻流速流向变化（关闸挡潮）

代表点	流速 (m/s)			流向 (°)		
	工程前	工程后	变化值	工程前	工程后	变化值
T1	0.318	0.100	-0.218	89.58	105.89	16.31
T2	0.264	0.076	-0.188	87.01	68.04	-18.97
T3	0.416	0.087	-0.329	90.14	78.08	-12.06
T4	0.282	0.166	-0.116	86.23	91.49	5.26
T5	0.374	0.324	-0.050	88.40	108.07	19.67
T6	0.368	0.478	0.110	88.63	91.73	3.10
T7	0.415	0.413	-0.002	90.77	76.76	-14.01
T8	0.365	0.070	-0.295	88.66	66.59	-22.07
T9	0.280	0.242	-0.038	88.39	89.31	0.92
T10	0.359	0.352	-0.007	86.60	93.41	6.81
T11	0.359	0.402	0.043	91.37	93.70	2.33
T12	0.401	0.418	0.017	88.99	82.79	-6.20
T13	0.408	0.243	-0.165	89.81	87.04	-2.77

表 4.1.4-7 工程后-工程前大潮落急时刻流速流向变化（开闸泄洪）

代表点	流速 (m/s)			流向 (°)		
	工程前	工程后	变化值	工程前	工程后	变化值
T1	0.300	0.009	-0.291	272.25	184.59	-87.66
T2	0.246	0.308	0.062	257.06	190.23	-66.83
T3	0.421	0.208	-0.213	270.75	251.22	-19.53
T4	0.246	0.022	-0.224	263.74	194.76	-68.98
T5	0.417	0.162	-0.255	270.13	279.28	9.15
T6	0.352	0.552	0.200	266.25	252.86	-13.39
T7	0.439	0.353	-0.086	272.86	250.17	-22.69
T8	0.353	0.172	-0.181	270.00	266.28	-3.72
T9	0.353	0.246	-0.107	268.89	270.93	2.04
T10	0.395	0.434	0.039	270.08	278.47	8.39
T11	0.512	0.554	0.042	279.77	276.43	-3.34
T12	0.467	0.436	-0.031	269.31	256.93	-12.38

代表点	流速 (m/s)			流向 (°)		
	0.340	0.253	-0.087	269.90	269.38	-0.52
T13						

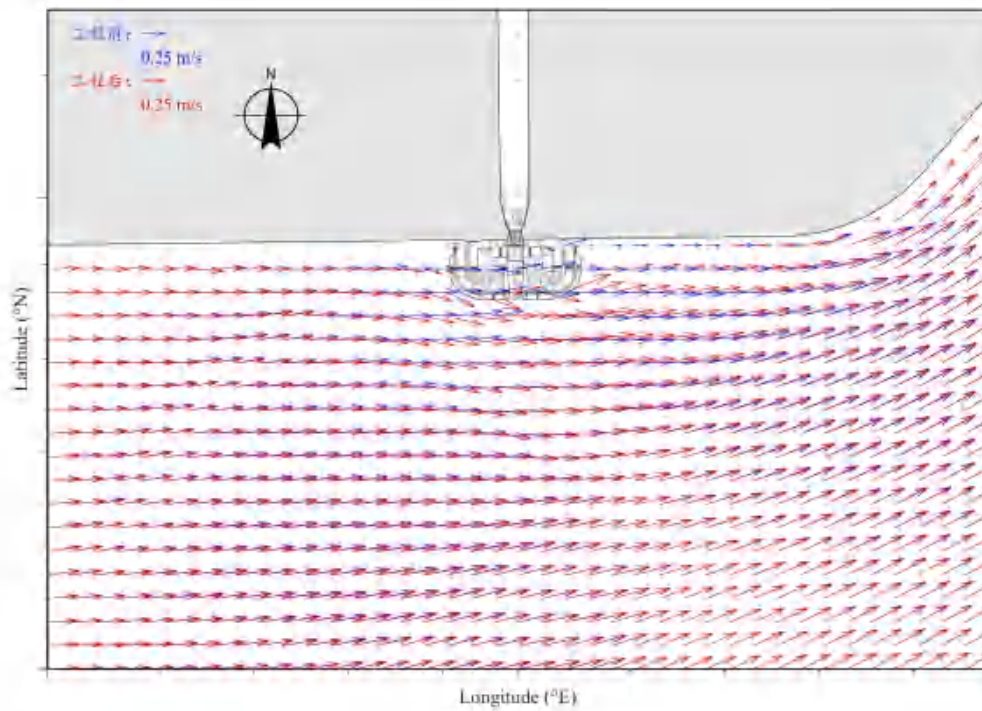


图 4.1.4-18 工程后-工程前涨潮流场对比图 (关闸挡潮)

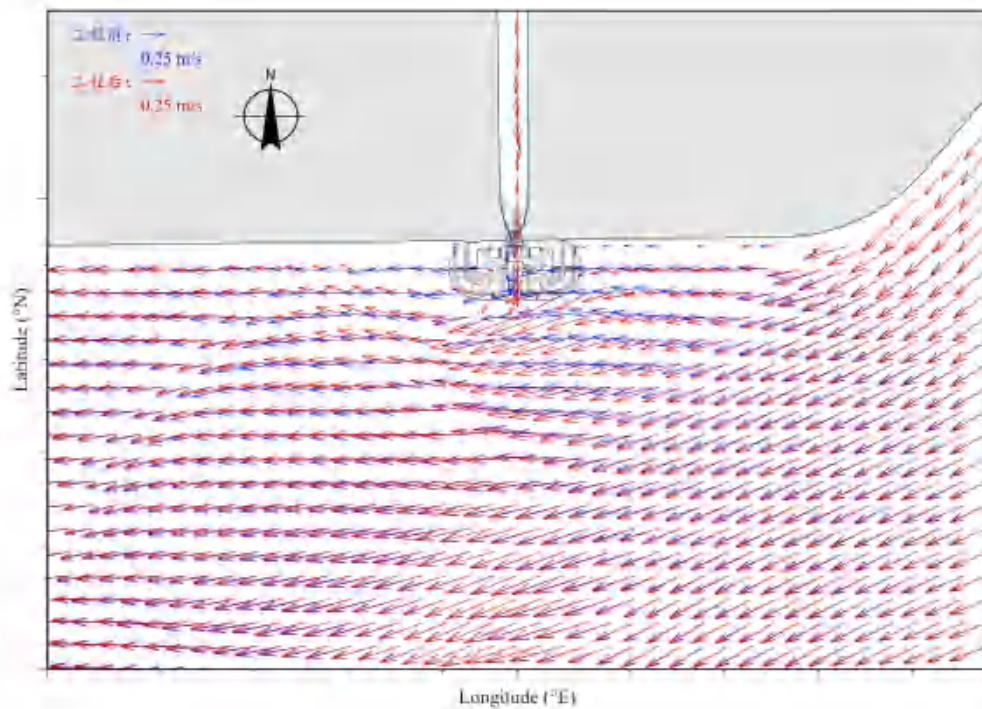


图 4.1.4-19 工程后-工程前落潮流场对比图 (开闸泄洪)

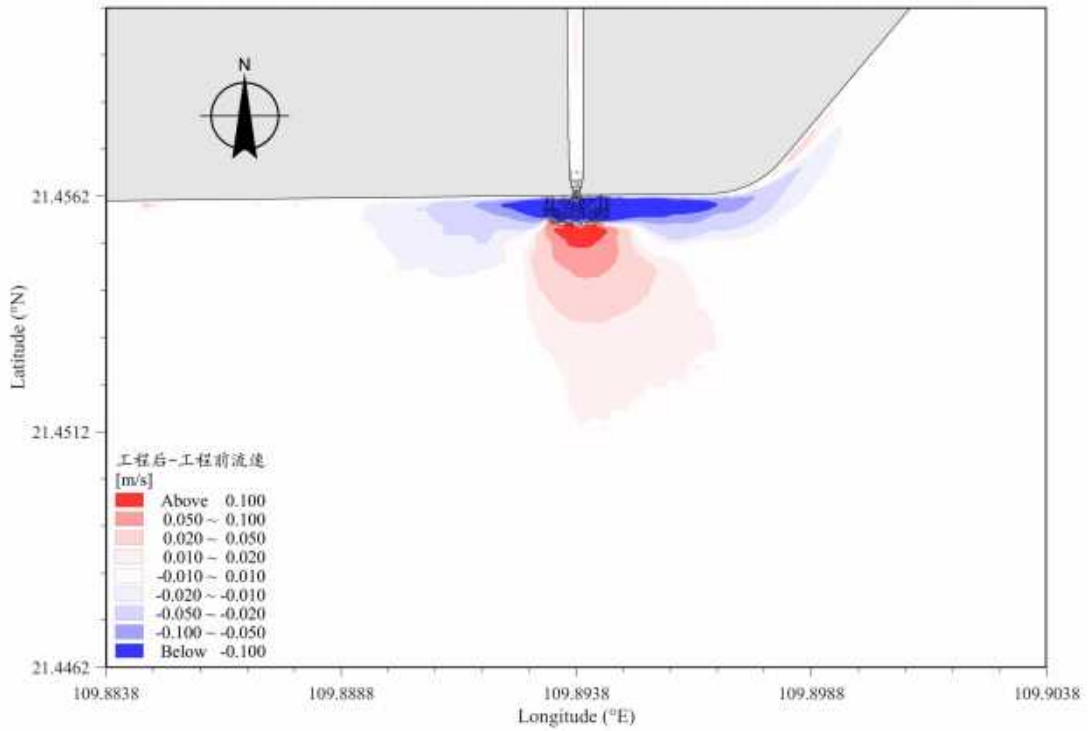


图 4.1.4-20 工程后-工程前涨潮流速变化等值线图（关闸挡潮）

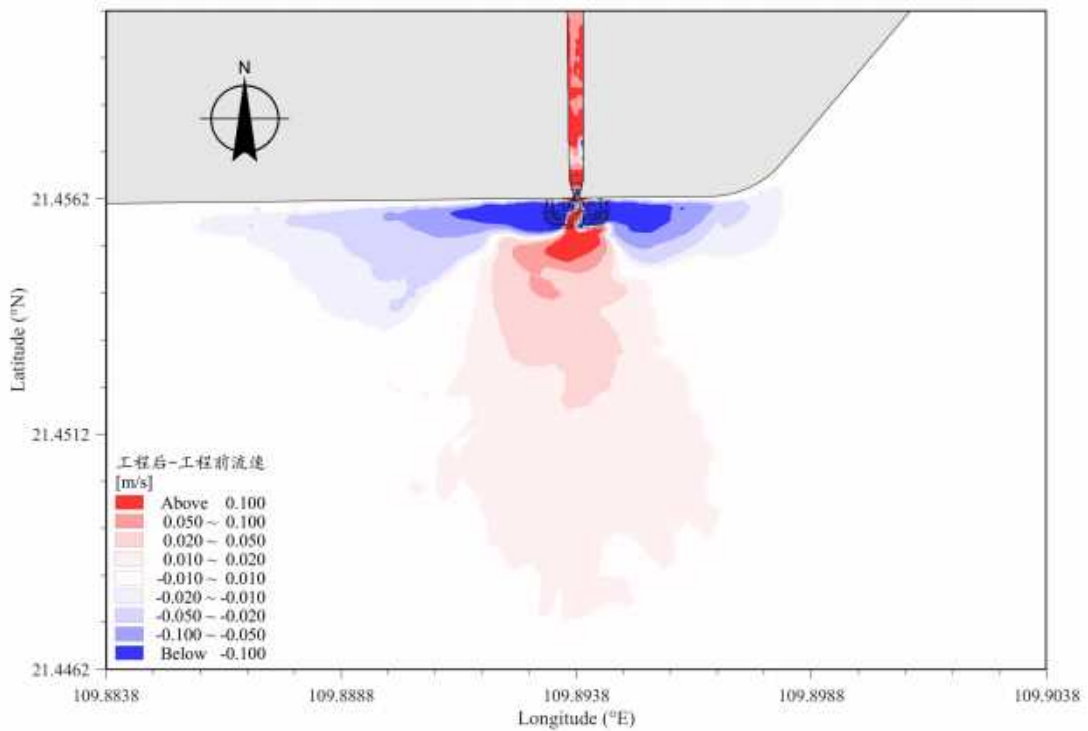


图 4.1.4-21 工程后-工程前落潮流速变化等值线图（开闸泄洪）

4.1.5 地形地貌与冲淤影响预测对比分析

从潮流模型计算结果分析可知，工程实施对流态的影响主要集中在工程附近

海域，而对离工程区较远的海域流态影响较小。因此，可初步分析认为工程区附近水域有一定的冲淤变化，远离工程区冲淤影响较小。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。

本项目选取泥沙研究工作经常采用的公式对工程方案实施后附近水域底床的淤积情况进行计算：

$$p = \frac{\alpha \omega S_* T}{\gamma_d} \left[1 - \left(\frac{v_2}{v_1} \right)^{2m} \right]$$

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（cm/s），根据工程附近 2025 年 1 月水文调查结果，悬沙中值粒径为 0.00717mm。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 LJ02 站位数据 0.012kg/m³；

T ——泥沙沉降时间，按一年的总秒数计；

γ_d ——淤积物的干容重，根据经验公式 $\gamma_c = 1750D_{50}^{0.183}$ ，经计算本次取值 γ_c 为 709kg/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，

m ——根据当地的流速与含沙量的关系近似取作 1。

(1) 施工期冲淤环境影响

施工方案实施后，由于施工围堰实施导致拟建项目所在水域水动力条件发生改变，受围堰的影响，围堰左右两侧水域流速减小，水流挟沙力减小，产生淤积；围堰外向海一侧水域流速有所增加，水流挟沙力增加，产生冲刷。但是由于工程区附近径流携沙量相对小，因此，围堰实施导致的泥沙冲淤变化量不会太大。方案实施后附近海域年冲淤变化图见图 4.1.5-1。（+表示淤积，-表示冲刷）

①施工围堰方案一

方案一实施后，围堰左右两侧淤积厚度在 0.01~0.20m/a 之间，最大淤积出现在围堰左右两侧水域，淤积厚度为 0.18m/a；围堰外向海一侧水域冲刷深度大都在 0.10m/以下；最大冲刷出现在围堰外向海一侧水域，冲刷深度为 0.20m/a。

②施工围堰方案二

方案二实施后，围堰左右两侧淤积厚度在 0.01~0.20m/a 之间，最大淤积出现在围堰左右两侧水域，淤积厚度为 0.18m/a；围堰外向海一侧水域冲刷深度大都在 0.10m/以下；最大冲刷出现在围堰外向海一侧水域，冲刷深度为 0.15m/a。

③方案一与方案二对比

总体上方案二的冲淤幅度比方案一较小，两种方案的冲淤影响范围差别不大。

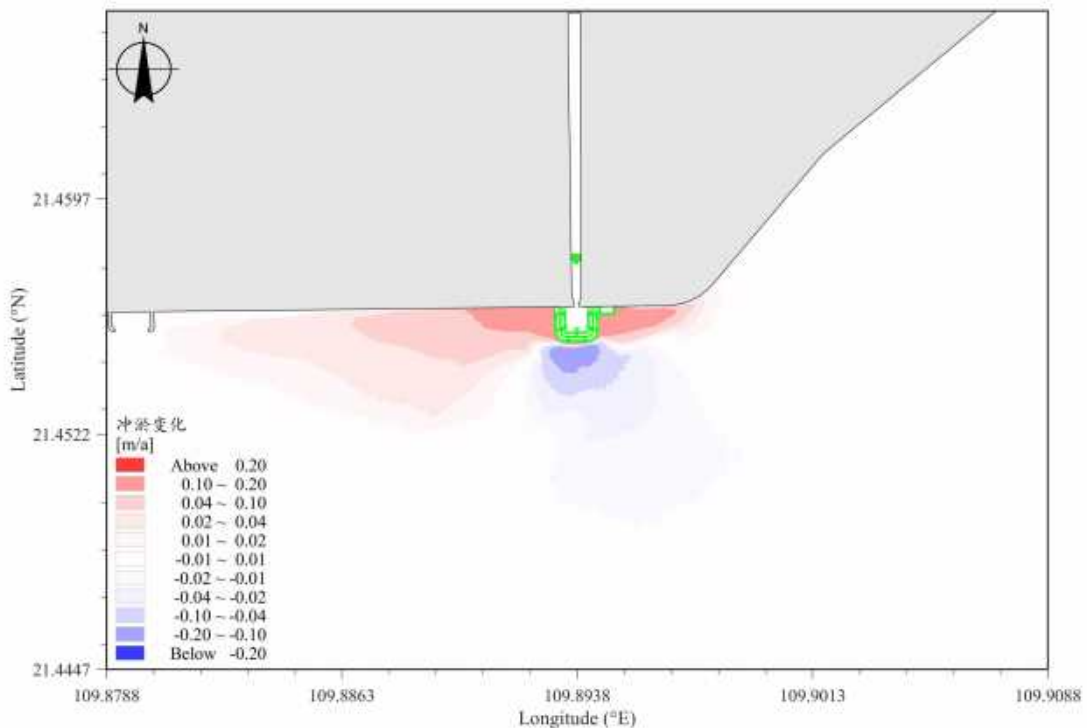


图 4.1.5-1a 围堰方案一实施前后年冲淤变化图

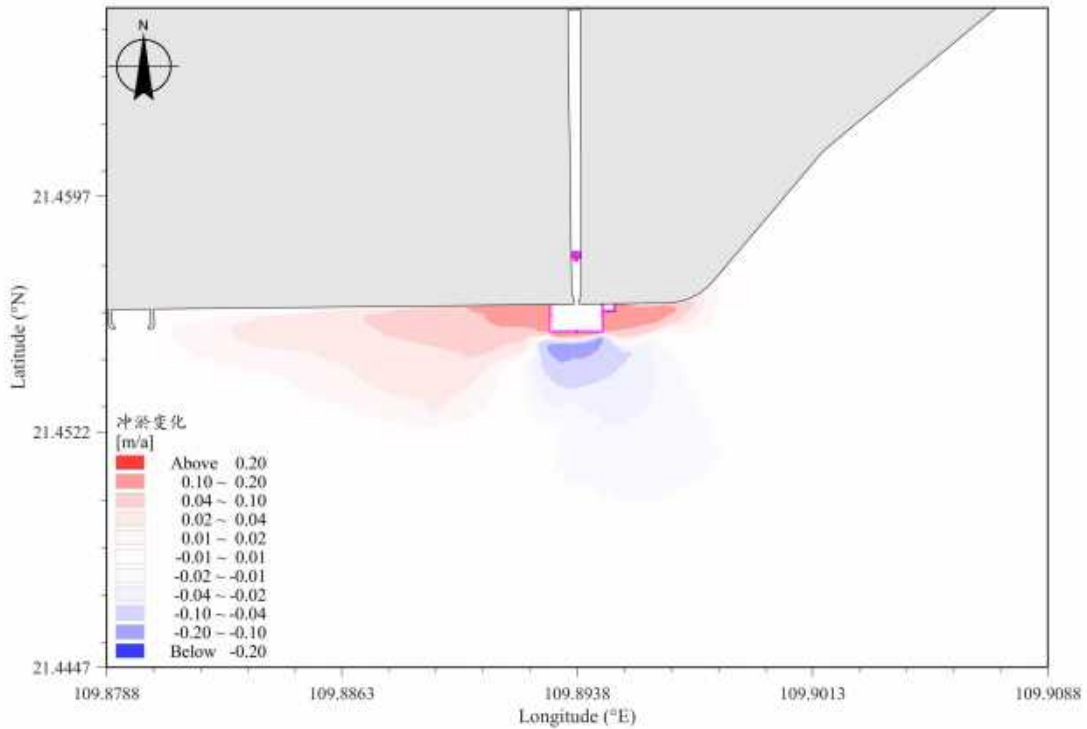


图 4.1.5-1b 围堰方案二实施前后年冲淤变化图

(2) 运营期冲淤环境影响

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，工程实施后附近海域年冲淤变化图见图 4.1.5-2。（+表示淤积，-表示冲刷）

方案实施后，运营期工程左右两侧淤积厚度在 0.01~0.10m/a 之间，最大淤积出现工程左右两侧水域，淤积达到 0.18m/a；根据水闸运行调度情况，当上游闸上水位高于外海水位，需要开闸排水防止形成内涝，拟建水闸闸前至水闸口冲刷深度在 0.60m/a 左右。开闸状态下冲刷影响主要集中在工程范围内，根据初步设计成果，水闸主要由内涌引堤、上游防冲槽段、上游海漫段、上游消力池段、闸室段、下游消力池段、下游海漫段和下游防冲槽段等建筑物组成，防冲槽采用块石抛填，海漫段采用钢筋砼结构，可有效减小冲刷对水工结构的影响，保证工程结构的稳定性。

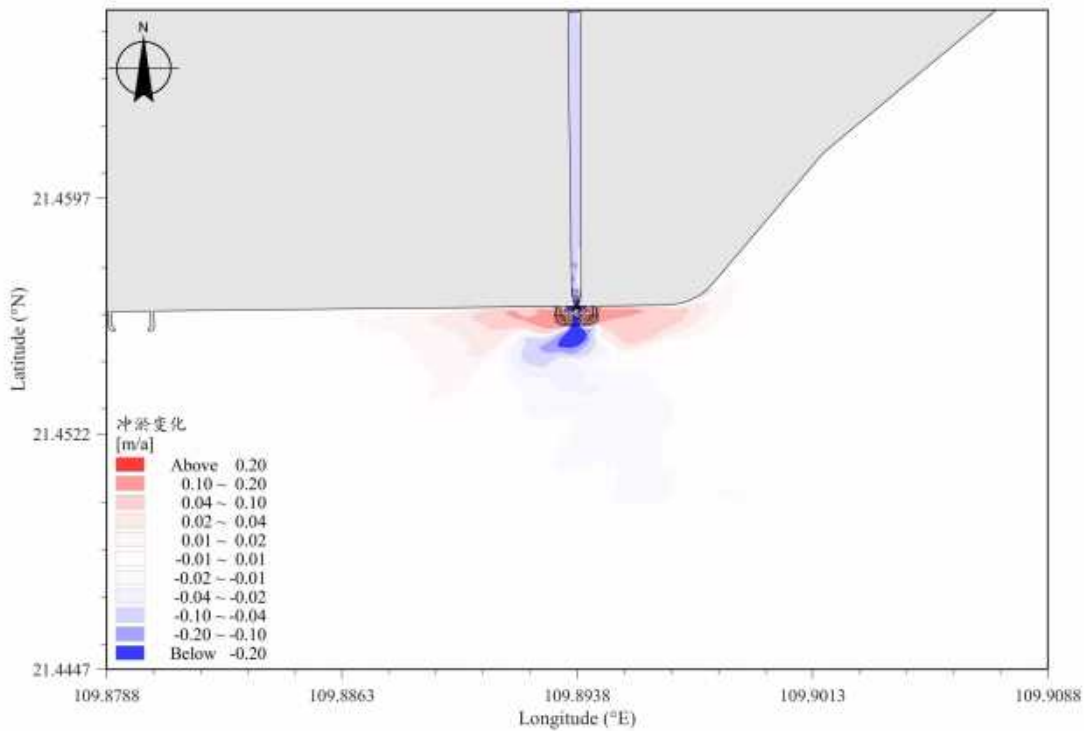


图 4.1.5-2 工程实施前后年冲淤变化图（运营期）

4.1.6 水质影响预测对比分析

本工程施工对水质影响主要考虑施工作业过程中所产生的悬浮物扩散影响，当施工时，在工程周围水域会形成高浓度悬沙，其后悬沙随潮流输运、扩散和沿程落淤，浓度逐渐减小，范围逐渐增大。施工带来的悬浮泥沙输运扩散对水质环境的影响可采用悬沙扩散方程进行预测。

4.1.6.1 模型介绍

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。

本工程的涉水作业项目主要为施工期围堰施工及拆除作业，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连续点源排放，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。

本项目采用二维泥沙模型预测施工期对水质环境的影响。

(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，水平扩散系数基 Smagorinsky 参数化方法，由模式根据网格的形状、大小及水平切应力计算得出 (Smagorinsky, 1963)，计算中泥沙紊动扩散系数取值与水流的涡动粘性系数一致；

F_s ——泥沙源汇函数或泥沙冲淤函数：

源汇项 F_s 采用切应力法由床面临界淤积切应力和临界冲刷切应力确定。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。当床面切应力 τ_b 大于临界冲刷切应力 τ_{ce} 时就会发生冲刷。

$$F_s = \begin{cases} -w_s c_b (1 - \tau_b / \tau_{cd}) & \tau_b \leq \tau_{cd} \\ 0 & \tau_{cd} < \tau_b < \tau_{ce} \\ E \exp [a(\tau_b - \tau_{ce})^{1/2}] & \tau_b \geq \tau_{ce} \end{cases}$$

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在絮凝,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} ——泥沙中值粒径,取值 0.00717mm;

C ——体积含沙量,取 LJ02 站位数据 $0.012 \text{ kg}/\text{m}^3$;

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) :

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

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

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

悬沙扩散数学模型计算域及网格划分与潮流数学模型相同。

4.1.6.2 悬沙预测情景

本工程施工对水质影响主要考虑施工期围堰施工及拆除所产生的悬浮物扩散影响。

(1) 工况确定

由于施工过程中，施工机械是移动的，且不同时刻的水动力条件不同，因此，在不同的时刻，施工过程中产生的悬浮泥沙影响范围是不同的，为了了解本项目整个施工过程中可能影响到的全部范围情况，本次预测将上述施工对水质的影响分别设置工况进行预测。悬沙点位见图 4.1.6-1。

①方案一：根据施工安排，将围堰处分别设置悬浮泥沙源强，由于施工机械是移动的，将悬沙源强点概化为移动点源。

②方案二：根据施工安排，将围堰处分别设置悬浮泥沙源强，由于施工机械是移动的，将悬沙源强点概化为移动点源。

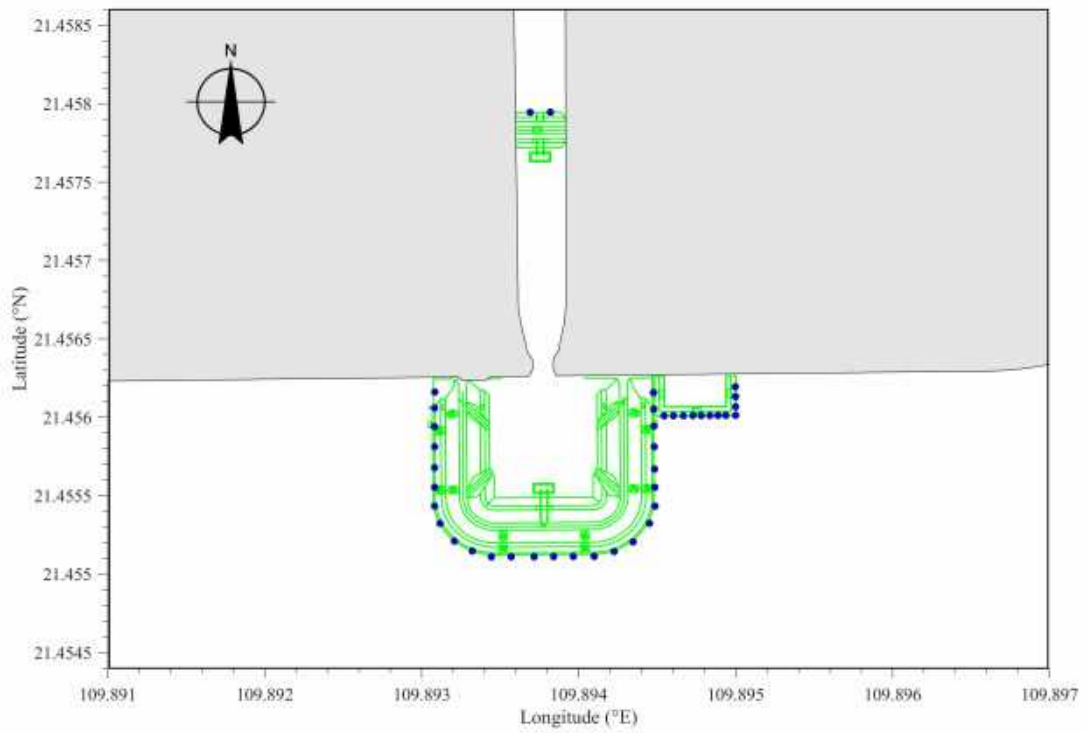


图 4.1.6-1a 施工悬沙源强点位图（方案一）

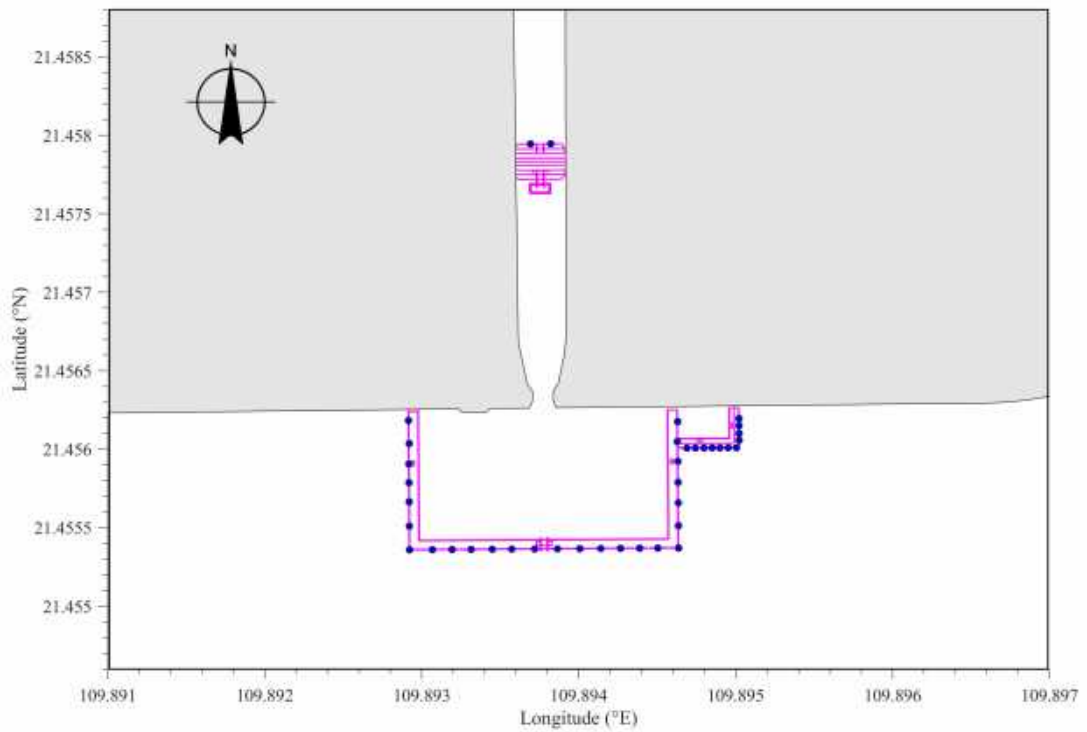


图 4.1.6-1b 施工悬沙源强点位图（方案二）

(2) 源强

①方案一（主体工程砂袋围堰+临时纳潮涵闸钢板桩围堰）

a.砂袋围堰施工源强：

根据项目初步设计方案，外海膜袋砂围堰填筑土方 34766.42m³，其中袋膜砂、粘性土、砂土中大约在 20%的淤泥，在灌浆过程中流失率按 2%计。以每天施工 12 个小时计，围堰实际施工时间约为 30 天，悬浮泥沙干容重根据所在海域沉积物粒径计算为 1210kg/m³，则围堰工序产生的悬浮物源强约为 0.130kg/s。

b.砂袋围堰拆除源强：

围堰拆除开挖采用 1m³ 反铲挖掘进行开挖，开挖作业效率约 50m³/h。悬浮泥沙的发生量按《港口建设项目环境影响评价规范》中提出的公式进行估算：

$$Q = \frac{R}{R_0}TW_0$$

式中：

Q——疏浚作业悬浮物发生量 t/h；

R——发生系数 W₀时的悬浮泥沙粒径累计百分比（%），宜现场实测法确定，无实测资料时可取 89.2%；

R₀——现场流速悬浮泥沙临界粒子累计百分比（%），宜现场实测法确定，无实测资料时可取 80.2%；

T——挖泥船工作效率（m³/h）；

W₀——悬浮泥沙发生系数（t/m³），宜现场实测法确定，无实测资料时可取 38.0×10⁻³t/m³；

根据计算，由砂围堰拆除引起的源强为 0.587kg/s。

c.钢板桩围堰施工源强：

对于钢板桩施工而产生的悬浮泥沙量采取以下公式进行测算：

$$M=Ldhp$$

其中 M：单个钢板桩垢工量；

L：单个钢板桩宽度，L=0.4m；

d：钢板桩厚度，d=0.02m；

h：钢板桩捶打深度，h=5m；

ρ：为底质泥沙的湿容重，取 1820kg/m³；

由以上公式计算的单个钢板桩垢工量为：72.8kg，单桩泄漏进入水体环境的

泄漏量按照垢工量的 5%估算，即 3.64kg。

一根钢板桩的施工时间为 10min，则每根钢板桩泄漏源强约为 $3.64 / (10 \times 60) \approx 0.006\text{kg/s}$ 。

d.钢板桩围堰拆除源强：

在围堰钢板桩拔除过程中，外壁所粘附的淤泥被海水冲刷，这一过程中会产生悬浮泥沙。钢管桩拔取过程中产生的入海悬浮泥沙源强计算公式如下：

$$Q=d \cdot h \cdot \varphi \cdot \rho / t$$

其中：Q——悬浮泥沙发生量，kg/s；

d——钢板桩宽度，为 0.4m；

h——钢板桩泥下深度，平均取 5m；

φ ——临时钢管桩外壁附着泥层厚度，取 0.02m，类比类似工程；

ρ ——附着泥层干密度，取 1820kg/m^3 ；

t——拔桩时间，一根钢板桩拔除的时间为 5min。

经计算，钢板桩拔除产生的悬浮泥沙源强 $=0.4 \times 5 \times 0.02 \times 1820 / (5 \times 60) = 0.243\text{kg/s}$ 。

因此，方案一砂袋围堰施工产生的悬浮物源强约为 0.130kg/s ；砂袋围堰拆除引起的源强为 0.587kg/s 。钢板桩围堰施工产生的悬浮物源强约为 0.006kg/s ；钢板桩围堰拆除引起的源强为 0.243kg/s 。

②方案二（主体工程钢板桩围堰+临时纳潮涵闸钢板桩围堰）

根据钢板桩围堰的源强计算结果，方案二围堰施工产生的悬浮物源强约为 0.006kg/s ；围堰拆除引起的源强为 0.243kg/s 。

本工程基础处理主要集中在闸室、高度较高的翼墙及施工围堰（含导流堤），两种方案基础处理都未超出施工围堰范围。

4.1.6.3 模拟结果

本次预测考虑输出每小时的浓度场，统计在工程海域悬沙增量大于 10mg/L 面积，获得瞬时最大浓度场。并叠加模拟期间内各网格点构成的最大浓度值的浓度场，构成“包络浓度场”，其统计结果见表 4.1.6-1。图 4.1.6-2~图 4.1.6-5 为模拟期内施工作业悬沙增量包络线浓度场。

表 4.1.6-1 施工产生悬沙浓度增量包络范围统计表

工况	悬沙浓度增量包络线面积 (km ²)				
	>10 mg/L	>20 mg/L	>50 mg/L	>100 mg/L	10mg/L 浓度包络线 最远距离 (m)
方案一围堰施工	0.0593	0.0358	0.0129	0.0059	229m (东)
方案一围堰拆除	0.1163	0.0516	0.0219	0.0120	553m (西)
方案二围堰施工	0.0032	0.0012	0.0005	0.0003	24m (东)
方案二围堰拆除	0.0832	0.0389	0.0149	0.0072	451m (西)

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，并使得周边水域底栖生物生存环境遭到破坏，对浮游生物也产生影响，主要污染物为 SS。

计算结果显示，施工引起的悬沙主要在工程区附近输移扩散，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。

(1) 方案一

围堰施工，悬沙浓度大于 10mg/L 的水域面积为 0.0593km²；浓度大于 20mg/L 的水域面积为 0.0358km²；浓度大于 50mg/L 的水域面积为 0.0129km²；浓度大于 100mg/L 的水域面积为 0.0059km²。

围堰拆除，悬沙浓度大于 10mg/L 的水域面积为 0.1163km²；浓度大于 20mg/L 的水域面积为 0.0516km²；浓度大于 50mg/L 的水域面积为 0.0219km²；浓度大于 100mg/L 的水域面积为 0.0120km²。

(2) 方案二

围堰施工，悬沙浓度大于 10mg/L 的水域面积为 0.0032km²；浓度大于 20mg/L 的水域面积为 0.0012km²；浓度大于 50mg/L 的水域面积为 0.0005km²；浓度大于 100mg/L 的水域面积为 0.0003km²。

围堰拆除，悬沙浓度大于 10mg/L 的水域面积为 0.0832km²；浓度大于 20mg/L 的水域面积为 0.0389km²；浓度大于 50mg/L 的水域面积为 0.0149km²；浓度大于 100mg/L 的水域面积为 0.0072km²。

(3) 方案对比

对比方案一和方案二可知，方案二的围堰施工和拆除悬沙扩散范围均比方案一较小。

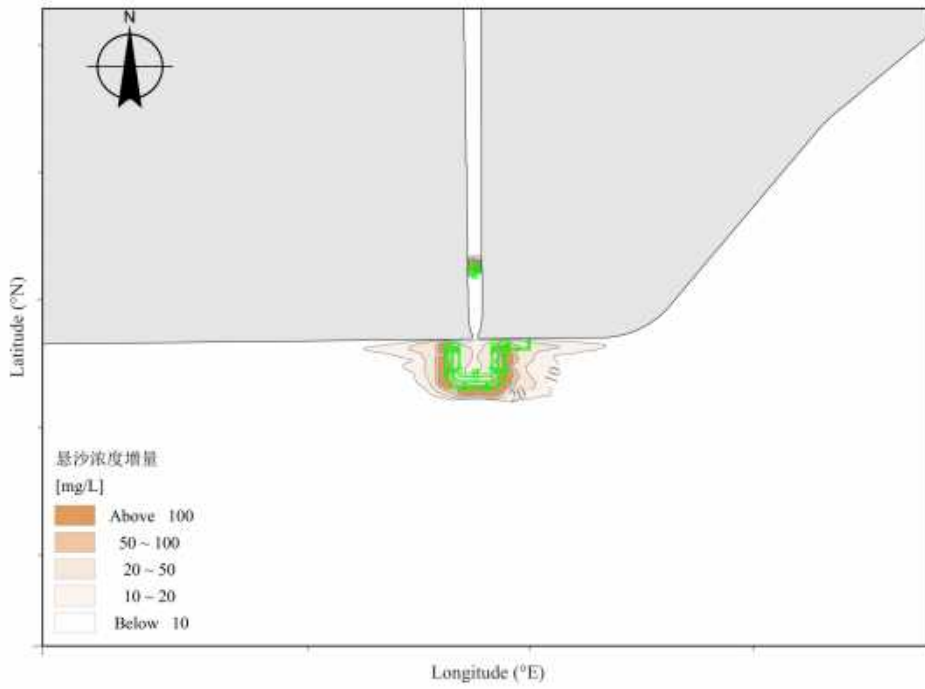


图 4.1.6-2 围堰施工悬沙浓度增量包络线图（方案一）

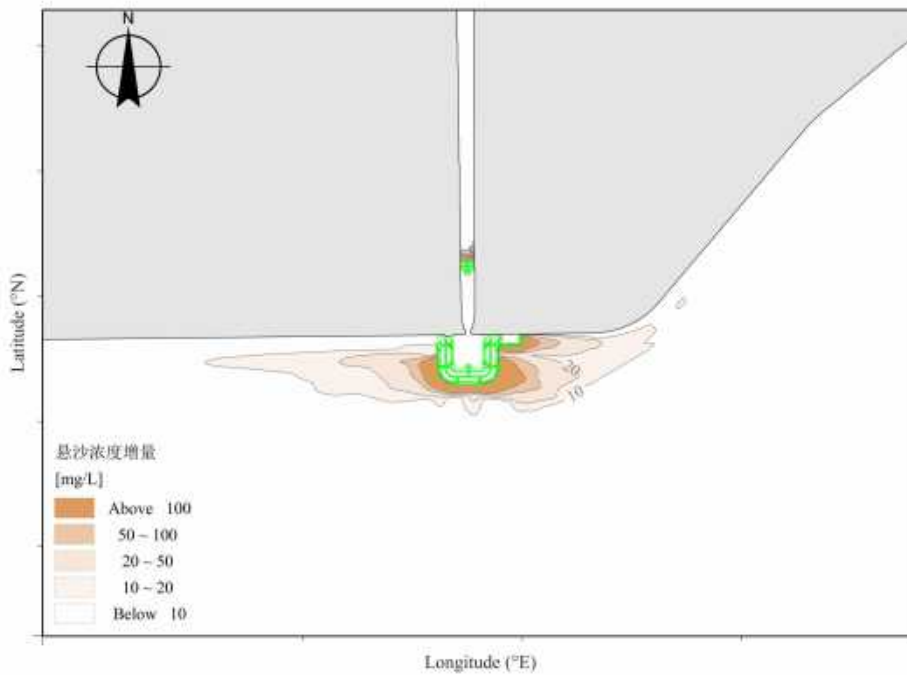


图 4.1.6-3 围堰拆除悬沙浓度增量包络线图（方案一）

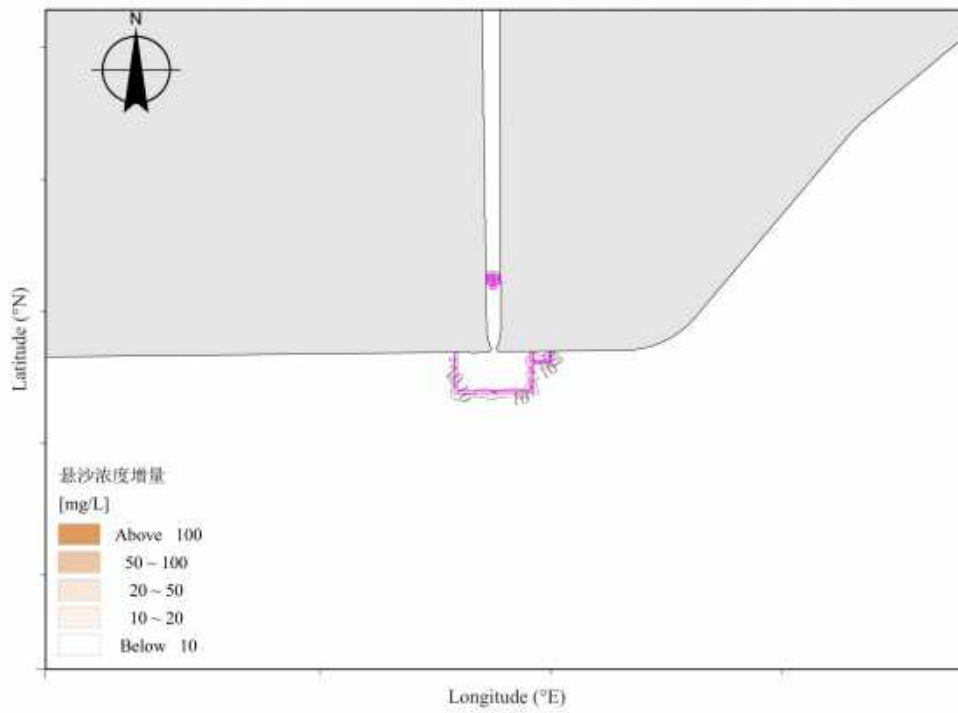


图 4.1.6-4 围堰施工悬沙浓度增量包络线图（方案二）

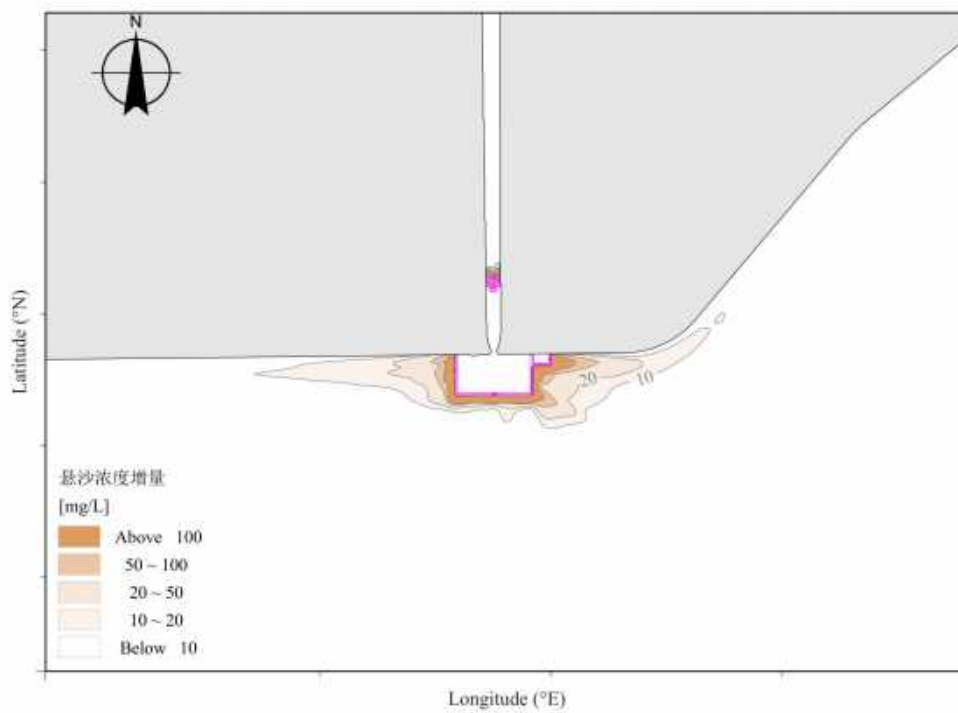


图 4.1.6-5 围堰拆除悬沙浓度增量包络线图（方案二）

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。

两种施工期围堰方案流速、流向变化幅度差别不大。方案二的冲淤幅度比方案一较小，总体上两种方案的冲淤影响范围差别不大。方案二的围堰施工和拆除悬沙扩散范围均比方案一较小。

相比于方案一，方案二施工期围堰用海面积增加 0.17 公顷，会占用更多的底栖生物栖息环境，因此方案二造成的底栖生物损失量更大。方案一外海左右侧导流堤可以利用外海围堰左右两侧围堰长 59.46m，此部分无需拆除，避免了二次施工对生态的再次干扰，在同等条件下较方案二节约成本。方案二钢板桩围堰施工时需要在较低潮水位，跟随潮水的涨退作业要求比较高，方案一膜袋砂围堰可以从海堤侧向外海侧逐步进占，减少潮水的影响；方案二钢板桩围堰施工技术复杂，在海域环境下施工难度较大，方案一膜袋砂围堰技术要求相对较低，施工技术容易把握。

综合以上分析，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	评价
水动力	流速、流向水动力影响范围	方案一流速变化主要集中在工程所在区域~工程外 1000m 范围内，最大流速变幅为 0.219m/s，最大流向变幅为 155.74°；方案二速变化主要集中在工程所在区域~工程外 1000m 范围内，最大流速变幅为 -0.225m/s，最大流向变幅为 155.65°。	方案一和方案二流速、流向变化幅度差别不大
地形地貌与冲淤	冲淤变化	方案一实施后，围堰左右两侧淤积厚度在 0.01~0.20m/a 之间，最大淤积出现在围堰左右两侧水域，淤积厚度为 0.18m/a；围堰外向海一侧水域冲刷深度大都在 0.10m/以下；最大冲刷出现在围堰外向海一侧水域，冲刷深度为 0.20m/a。 方案二实施后，围堰左右两侧淤积厚度在 0.01~0.20m/a 之间，最大淤积出现在围堰左右两侧水域，淤积厚度为 0.18m/a；围堰外向海一侧水域冲刷深度大都在 0.10m/以下；最大冲刷出现在围堰外向海一侧水域，冲刷深度为 0.15m/a。	方案二的冲淤幅度比方案一较小，总体上两种方案的冲淤影响范围差别不大
水质	悬沙扩散	方案二的围堰施工和拆除悬沙扩散范围均比方案一较小。	方案二较优
占用海域面积		方案一围堰占用海域面积为 7373m ² ，方案二围堰占用海域面积 9074.28m ² 。	方案一较优

4.2 资源影响分析

根据生态评估结果，推荐用海方案为方案一，因此对方案一开展资源影响分析。

4.2.1 对岸线及海洋空间资源的影响

本项目主体工程拟申请用海面积 1.5591 公顷，包括水闸主体 0.2539 公顷（用海方式为透水构筑物），翼墙、堤岸等 1.3052 公顷（用海方式为非透水构筑物）；施工工程拟申请用海面积 1.5842 公顷，包括施工围堰 1.5781 公顷（用海方式为非透水构筑物，其中 0.2539 公顷与主体工程透水构筑物用海范围重叠），施工期纳潮涵闸 0.0061 公顷（用海方式为透水构筑物）。其中，项目主体工程为长期性水工建筑物，将长期占用部分海域空间资源，此部分占用的海域空间资源具有排他性。项目施工围堰也会占用部分海域空间资源，对区域内的底栖生物和潮间带生物造成损失，而施工围堰会随着施工的结束而拆除，不会对海洋空间资源造成长时间的占用。

根据广东省政府 2022 年批复岸线，本项目距离岸线最近约 1.4km，不占用岸线，无需落实岸线占补。项目与岸线的位置关系示意图见图 4.2.1-1。



图 4.2.1-1 项目与岸线的位置关系示意图

4.2.2 对海洋生物资源的影响

4.2.2.1 潮间带和底栖生物损失量

本项目主体工程、施工围堰和施工期临时纳潮涵闸会占用海域，对潮间带和底栖生物的影响是最大的，占用海域范围内大部分潮间带和底栖生物将被掩埋、覆盖，除少数能够存活外，绝大多数将死亡，导致生物资源损失。参照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（简称《规程》），按下述公式进行计算：

$$W_i = D_i \times S_i \quad \text{公式(1)}$$

式中：

W_i —第 i 种生物资源受损量，单位为尾/个/千克（kg），在这里指潮间带和底栖生物受损量。

D_i —评估区域内第 i 种生物资源密度。单位为尾（个）/km²、尾（个）/km³、千克每平方千米（kg/km²）。在此为潮间带和底栖生物的资源密度。

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

项目主体工程、施工围堰和施工期临时纳潮涵闸施工均将对潮间带和底栖生物造成一定的影响。根据项目设计资料以及所处海域水深，本项目主体工程占用潮间带面积约 1.3052 公顷；施工围堰占用潮下带面积约 1.5781 公顷；施工期临时纳潮涵闸占用潮间带和潮下带面积约为 0.0061 公顷。

表 4.2.2-1 项目占用潮间带、潮下带面积

类型	名称	占用潮间带面积 (公顷)	占用潮下带面积 (公顷)
永久占用	主体工程	1.3052	0
临时占用	施工围堰	0	1.5781
	施工期纳潮涵闸	0.0061	

根据 2025 年 3 月（春季）的海洋生态现状调查数据，潮间带生物平均生物量为 54.222g/m²，底栖生物平均生物量为 14.253g/m²。

则计算得：

项目主体工程造成潮间带生物损失：1.3052×10⁴×54.222×10⁻³=707.71kg

施工期临时纳潮涵闸造成潮间带生物损失：0.0061×10⁴×54.222×10⁻³=3.31kg

总共造成潮间带生物损失：707.71+3.31=711.02kg

施工期临时纳潮涵闸造成底栖生物损失： $0.0061 \times 10^4 \times 14.253 \times 10^{-3} = 0.87\text{kg}$

施工围堰造成底栖生物损失： $1.5781 \times 10^4 \times 14.253 \times 10^{-3} = 224.93\text{kg}$

总共造成底栖生物损失： $0.87 + 224.93 = 225.8\text{kg}$

本项目建设造成潮间带生物损失量为 711.02kg，底栖生物损失量为 225.8kg。

4.2.2.2 渔业资源损失量

本项目围堰施工产生的悬浮泥沙会对渔业资源造成影响，按照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（简称《规程》），悬浮物扩散范围内对海洋生物产生持续性损害，按以下公式计算：

$$M_i = W_i \times T$$

$$W_i = \sum_{j=1}^n D_{ij} \times S_j \times K_{ij} \quad \text{公式 (2)}$$

式中：

M_i ——第 i 种类生物资源累计损害量，单位为尾/个/千克（kg）；

W_i ——第 i 种类生物资源一次性平均损失量，单位为尾/个/千克（kg）；

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

D_{ij} ——某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源密度，单位为尾平方千米、个平方千米或千克平方千米（kg/km²）；

S_j ——某一污染物第 j 类浓度增量区面积，单位为平方千米（km²）；

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

n ——某一污染物浓度增量分区总数。

根据水质预测结果，项目围堰施工，悬沙浓度大于 10mg/L 的水域面积为 0.0593km²；浓度大于 20mg/L 的水域面积为 0.0358km²；浓度大于 50mg/L 的水域面积为 0.0129km²；浓度大于 100mg/L 的水域面积为 0.0059km²。围堰拆除，悬沙浓度大于 10mg/L 的水域面积为 0.1163km²；浓度大于 20mg/L 的水域面积为 0.0516km²；浓度大于 50mg/L 的水域面积为 0.0219km²；浓度大于 100mg/L 的水域面积为 0.0120km²。悬浮物浓度增量分区数为 4。参照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》中的“污染物对各类生物损失率”，施工过程中悬浮泥沙增量超标倍数、超标面积和在区内各类生物损失率如表 4.2.2-2 所示，生物损

失率按《规程》中的数值进行内插，小于 10mg/L 增量浓度范围内的海域近似认为悬浮泥沙对海洋生物不产生影响。

表 4.2.2-2 本工程悬浮物对各类生物损失率

分区	分区悬浮物浓度	围堰施工悬浮泥沙扩散面积 (km ²)	围堰拆除悬浮泥沙扩散面积 (km ²)	污染物 i 的超标倍数 (Bi)	各类生物损失率	
					鱼卵和仔稚鱼	成体
I	10~20	0.0235	0.0647	Bi≤1 倍	5	1
II	20~50	0.0229	0.0297	1<Bi≤4 倍	20	5
III	50~100	0.0070	0.0099	4<Bi≤9 倍	40	15
IV	>100	0.0059	0.0120	Bi≥9 倍	50	20

根据项目施工进度计划，围堰施工和拆除工期分别持续 1 个月，则其污染物浓度增量影响的持续周期数约为 2（15 天为 1 个周期）。根据水深资料，悬浮泥沙扩散范围内的海域平均水深以 0.561m 计算。渔业资源密度使用 2025 年 3 月（春季）的渔业资源现状调查资料，取游泳生物的平均重量密度为 134.300kg/km²、鱼卵的平均密度 3.447ind/m³、仔稚鱼的平均密度 0.188ind/m³。

则计算得：

（1）围堰施工损失量

游泳生物损失量为： $134.300 \times 2 \times (0.0235 \times 1\% + 0.0229 \times 5\% + 0.0070 \times 15\% + 0.0059 \times 20\%) = 0.97\text{kg}$

鱼卵损失量为： $3.447 \times 2 \times 10^6 \times 0.561 \times (0.0235 \times 5\% + 0.0229 \times 20\% + 0.0070 \times 40\% + 0.0059 \times 50\%) = 4.45 \times 10^4$ 粒

仔稚鱼损失量为： $0.188 \times 2 \times 10^6 \times 0.561 \times (0.0235 \times 5\% + 0.0229 \times 20\% + 0.0070 \times 40\% + 0.0059 \times 50\%) = 2.43 \times 10^3$ 粒

（2）围堰拆除损失量

游泳生物损失量为： $134.300 \times 2 \times (0.0647 \times 1\% + 0.0297 \times 5\% + 0.0099 \times 15\% + 0.0120 \times 20\%) = 1.62\text{kg}$

鱼卵损失量为： $3.447 \times 2 \times 10^6 \times 0.561 \times (0.0647 \times 5\% + 0.0297 \times 20\% + 0.0099 \times 40\% + 0.0120 \times 50\%) = 7.40 \times 10^4$ 粒

仔稚鱼损失量为： $0.188 \times 2 \times 10^6 \times 0.561 \times (0.0647 \times 5\% + 0.0297 \times 20\% +$

$0.0099 \times 40\% + 0.0120 \times 50\%$) = 4.04×10^3 粒

本项目建设造成游泳生物损失 2.59kg, 鱼卵损失 1.19×10^5 粒, 仔鱼损失 6.47×10^3 粒。

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, 因此对方案一开展生态影响分析。

4.3.1 对水文动力环境影响

(1) 施工期围堰的影响

涨急时刻, 施工围堰实施后流速变化量为 $-0.217 \sim 0.075$ m/s; 流向出现一定程度变化, 流向变化为 $-154.53 \sim 155.74^\circ$ 。

落急时刻, 施工围堰实施后流速变化量为 $-0.219 \sim 0.047$ m/s; 流向出现一定程度变化, 流向变化为 $-101.20 \sim 21.04^\circ$ 。

总体上看, 本项目施工围堰实施造成的水动力环境的影响主要集中在本项目施工围堰范围周边 1000m 范围内水域。

(2) 水闸重建后的影响

运营期根据水闸运行调度原则, 闸门平时关闸蓄水, 当上游来洪水且高于下游水位时, 开闸泄洪; 当下游涨潮且水位高于上游最高蓄水时, 关闸挡潮。涨急时刻, 工程后流速变化量为 $-0.329 \sim 0.110$ m/s; 工程后流向出现一定程度变化, 流向变化为 $-22.07 \sim 19.67^\circ$ 。落急时刻, 工程后流速变化量为 $-0.291 \sim 0.200$ m/s; 工程后流向出现一定程度变化, 流向变化为 $-87.66 \sim 9.15^\circ$ 。

总体上看, 本项目工程造成的水动力环境的影响主要集中在本项目工程范围周边 1000m 范围内水域。

4.3.2 对地形地貌冲淤环境影响

(1) 施工期冲淤环境影响

施工围堰实施后, 围堰左右两侧淤积厚度在 $0.01 \sim 0.20$ m/a 之间, 最大淤积出现在围堰左右两侧水域, 淤积厚度为 0.18 m/a; 围堰外向海一侧水域冲刷深度大都在 0.10 m/以下; 最大冲刷出现在围堰外向海一侧水域, 冲刷深度为 0.20 m/a。

(2) 运营期冲淤环境影响

方案实施后，运营期工程左右两侧淤积厚度在 0.01~0.10m/a 之间，最大淤积出现工程左右两侧水域，淤积达到 0.18m/a；根据水闸运行调度情况，当上游闸上水位高于外海水位，需要开闸排水防止形成内涝，拟建水闸闸前至水闸口冲刷深度在 0.60m/a 左右。开闸状态下冲刷影响主要集中在水闸工程范围内，根据初步设计成果，水闸主要由内涌引堤、上游防冲槽段、上游海漫段、上游消力池段、闸室段、下游消力池段、下游海漫段和下游防冲槽段等建筑物组成，防冲槽采用块石抛填，海漫段采用钢筋砼结构，可有效减小冲刷对水工结构的影响，保证工程结构的稳定性。

4.3.3 对水质环境的影响

4.3.3.1 施工期对水质影响

根据施工期悬沙预测结果，施工引起的悬沙主要在工程区附近输移扩散，具体如下：

围堰施工，悬沙浓度大于 10mg/L 的水域面积为 0.0593km²；浓度大于 20mg/L 的水域面积为 0.0358km²；浓度大于 50mg/L 的水域面积为 0.0129km²；浓度大于 100mg/L 的水域面积为 0.0059km²。

围堰拆除，悬沙浓度大于 10mg/L 的水域面积为 0.1163km²；浓度大于 20mg/L 的水域面积为 0.0516km²；浓度大于 50mg/L 的水域面积为 0.0219km²；浓度大于 100mg/L 的水域面积为 0.0120km²。

施工悬沙影响时间基本为施工期，施工期结束后其影响也逐渐消失，不会对海洋环境产生较大的不利影响。

4.3.3.2 运营期对水质影响

本项目运营期间不存在污染源。运营期工作人员生活污水依托周边已有生活设施，不直接排放入海。生活垃圾集中收集后由环卫部门清运处理，均不直接向项目及其附近海域排放，对周围海域水质影响较小。

4.3.4 对沉积物的影响

本项目对沉积物环境的影响主要表现在施工期，运营期对沉积物环境基本没

有影响。施工期因围堰施工拆除等扰动淤泥，导致施工海域海水中悬浮物浓度增加。

本项目施工围堰填筑土方（部分兼做导流堤堤身）需要外取土方，外购地为车板镇项目建设场地，土方均为残坡积黏性土，质量、数量均符合要求，不含重金属等污染物。本工程施工过程产生的悬浮物扩散和沉降后，沉积物的环境质量不会产生较大变化，仍将基本保持现有水平。而且这种影响是暂时的，会随着施工结束而逐渐消失。此外，本项目施工期间产生的污水和固体废弃物均能得到有效处理，均不直接排入海域环境中。

本项目营运期间不存在污染源。营运期工作人员生活污水依托周边已有生活设施，不直接排放入海。生活垃圾集中收集后由环卫部门清运处理，均不直接向项目及其附近海域排放。

综上，项目建设对附近海域沉积物环境的影响较小。

4.3.5 对海洋生物的影响

4.3.5.1 对潮间带和底栖生物的影响

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

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

4.3.5.2 对浮游生物的影响

(1) 对浮游植物影响分析

本项目的工程建设对浮游植物的最主要影响是水体中增加的悬浮物质影响了水体的透光性，进而对浮游植物的光合作用产生不利的影 响，导致局部水域内浮游植物生物量降低和初级生产力水平降低。一般而言，悬浮物的浓度增加在 10mg/L 以下时，水体中的浮游植物不会受到影响；当悬浮物浓度增加量在 10mg/L~50mg/L 时，浮游植物将会受到轻微的影响；而当悬浮物浓度增加 50mg/L 以上时，浮游植物会受到较大的影响，特别是中心区域，悬浮物含量极高，海水透光性极差，浮游植物基本上无法生存。

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。

(2) 对浮游动物影响分析

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

4.3.5.3 对渔业资源的影响

渔业资源主要包括游泳生物（主要为鱼、虾、蟹）和鱼卵仔鱼。

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

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

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

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

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

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

4.3.5.4 对珍稀海洋生物的影响

1、对中华白海豚的影响分析

(1) 悬浮泥沙对中华白海豚影响分析

本项目施工过程中会产生悬浮泥沙，可引起局部海水浑浊，影响周围海水水质。项目施工期产生的悬沙浓度大于 10mg/L 的水域面积为 0.0593km²。围堰拆除，悬沙浓度大于 10mg/L 的水域面积为 0.1163km²。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。

本项目所在海域不是中华白海豚的主要分布和活动范围，且本次海洋环境现状调查时未发现中华白海豚。从生理结构上来说，中华白海豚是用肺呼吸的水生哺乳动物，这有别于用鳃呼吸的鱼类，它呼吸时头部露出水面直接呼吸空气，浑浊的水体对其呼吸影响不大。

施工作业完成后，悬浮泥沙影响也将消失。本项目为低潮施工，退潮后附近基本为浅滩，悬浮泥沙基本不扩散。因此，施工悬浮泥沙对中华白海豚基本没影响。

(2) 水下噪声对中华白海豚的影响

中华白海豚的视力不发达，主要靠回声定位系统觅食、回避危险及与同伴沟

通，其发出的声信号大致可分为三类：定位信号（滴答声，Click 信号），通讯信号（哨叫声，Whistles 信号），应急信号（Burstpulses 信号）。

从上世纪 90 年代以来，国内外许多研究表明，施工产生的水下噪声能够造成海洋哺乳动物的听觉损伤；同时噪声也能够掩蔽海洋哺乳动物的水下发声信号，对它们的生活栖息造成极大的干扰。受到水下施工噪声影响的海洋哺乳动物可能出现听觉障碍，或被迫放弃在原有海域或栖息地的觅食、繁殖等活动，进而造成其种群生存的更大环境风险。因而，欧美等西方发达国家都已初步建立有关水下施工强噪声的监测与限制的相关体制法规，以保护海洋哺乳动物及鱼类等免遭水下施工强噪声的危害。例如，美国国家海洋渔业机构（NMFS）颁布的鲸豚类水下噪声的标准阈限值为 180dB。

本项目所在海域不是中华白海豚的主要分布和活动范围，且本次海洋环境现状调查时未发现中华白海豚。施工噪声对白海豚影响不大，在做好防护措施的前提下，施工期噪声对中华白海豚的影响在可控的范围之内。

2、对儒艮的影响分析

广西合浦儒艮国家级自然保护区位于本项目西南侧约 15.9km，距离较远，施工悬沙影响时间基本为施工期，扩散范围较小，施工期结束后其影响也逐渐消失，不会对儒艮产生不利的影响。

3、对中国鲎的影响分析

湛江遂溪中国鲎地方级自然保护区位于本项目西南侧约 8.6km，距离较远。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，5-8 月鲎繁殖洄游高峰期，高峰期建议仅开展低扰动零星作业，基本不会对中国鲎生境产生不利的影响。

4.3.5.5 对“三场一通道”的影响分析

本工程位于南海北部幼鱼繁育场保护区和二长棘鲷幼鱼保护区内。本项目对南海北部幼鱼繁殖场保护区和二长棘鲷幼鱼保护区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。本项目施工扰动海域底土，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，对保护区内的幼鱼生长造成一定

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。

本项目施工作业应预先制定合理的施工计划，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。为减少对水生动物的干扰，应对水下噪声加以控制。

综上，本项目建设对“三场一通道”的影响很小。

4.3.6 对红树林的影响

本项目不占用现状红树林，项目与现状红树林的最近距离为 0.7km。

根据施工期悬沙预测结果，施工引起的悬沙主要在工程区附近输移扩散，由项目大于 10mg/L 悬沙增量包络线与现状红树林的叠加示意图（图 4.3.6-1）可知，项目大于 10mg/L 悬沙增量包络线没有扩散到红树林附近，项目施工期悬沙对红树林基本没有影响。

根据冲淤预测结果，工程实施后，工程左右两侧淤积厚度在 0.01~0.10m/a 之间，最大淤积出现工程左右两侧水域，淤积达到 0.18m/a；根据水闸运行调度情况，当上游闸上水位高于外海水位，需要开闸排水防止形成内涝，拟建水闸闸前至水闸口冲刷深度在 0.60m/a 左右。由项目冲淤变化范围与现状红树林的叠加示意图（图 4.3.6-2）可知，项目产生的冲淤变化基本没有影响到红树林所在区域。

综上，本项目对周边的红树林影响较小。



图 4.3.6-1 项目大于 10mg/L 悬沙增量包络线与现状红树林的叠加示意图



图 4.3.6-2 项目冲淤变化范围与现状红树林的叠加示意图

4.3.7 生态跟踪监测指标合理影响范围

本项目建设对海洋生态影响主要为悬浮泥沙扩散和海洋生物资源损失。因此，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 4.3.7-1 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	
			施工期	运营期
海洋生态	潮间带生物生物量	g/m ²	<64.3941	2.575~64.3941
	潮间带栖息密度	ind/m ²	<67.333	8.667~67.333
	底栖生物生物量	g/m ²	<163.395	0~163.395
	底栖生物栖息密度	ind/m ²	<1035.000	0~1035.000
	游泳生物尾数资源密度	ind/km ²	<33117	2856~33117
	游泳生物重量资源密度	kg/km ²	<310.152	20.734~310.152
	鱼卵密度	ind/m ³	<9.835	0~9.835
	仔稚鱼密度	ind/m ³	<2.222	0~2.222
海水水质	悬浮物	mg/L	>71.4	7.1~71.4

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 湛江市社会经济概况

湛江位于粤、琼、桂三省区交界，是中国西南各省的主要出海口，亦是中国大陆通往东南亚、非洲、欧洲和大洋洲海上航道最短的重要口岸，为粤西及北部湾中心城市之一，具有热带风光的现代化新兴港口工业城市。湛江市总面积 13263 平方公里，下辖 4 个市辖区、2 个县，代管 3 个县级市。

根据《2025 年湛江经济运行简况》（湛江市统计局，2026 年 1 月），经广东省地区生产总值统一核算结果，2025 年全市地区生产总值 3952.94 亿元，按不变价格计算，同比增长 4.5%。其中，第一产业增加值 734.62 亿元，增长 3.5%；第二产业增加值 1287.53 亿元，增长 4.7%；第三产业增加值 1930.79 亿元，增长 4.8%。

2025 年，全市农林牧渔业总产值 1169.25 亿元，同比增长 3.8%。粮食种植面积、单产、总产量实现“三增”。蔬菜水果及特色经济作物稳中向好，蔬菜及食用菌产量增长 3.7%，园林水果产量增长 4.5%。生猪出栏量增长 12.9%，水产品产量增长 4.4%。

全市规模以上工业增加值同比增长 10.7%。分门类看，采矿业增长 32.3%，制造业增长 3.7%，电力、热力、燃气及水生产和供应业下降 3.5%。分行业看，通信设备、计算机制造业增长 64.5%，印刷、记录媒介复制业增长 46.9%，石油和天然气开采业增长 33.4%，铁路船舶和其他运输设备制造业增长 25.4%，化学原料及化学制造业增长 24.9%，汽车制造业增长 24.6%，燃气生产和供应业增长 23.8%，纺织业增长 20.4%。12 月份，规模以上工业增加值增长 12.9%。

全市固定资产投资同比下降 13.0%。基础设施投资增长 6.0%，其中，航空运输业投资和水上运输业投资分别增长 557.2%和 26.0%。工业投资占比达 57.1%，其中钢铁冶炼及加工业投资增长 151.1%。工业技术改造投资增长 10.4%，占工业投资比重 13.9%，比重比上年同期提高 2.9 个百分点。房地产开发投资下降

26.0%。

全市社会消费品零售总额同比增长 2.8%。按经营单位所在地分，城镇市场消费品零售额增长 3.0%，乡村市场消费品零售额增长 2.3%。按消费形态分，商品零售增长 3.1%，餐饮收入增长 0.9%。限额以上单位商品零售中，体育娱乐用品类、家具类、文化办公用品类、家用电器和音像器材类、通讯器材类、建筑及装潢材料类、机电产品及设备类、日用品类和金银珠宝类分别增长 659.4%、501.3%、429.4%、286.2%、71.8%、53.0%、39.9%、26.7%和 15.8%。

12 月末，全市金融机构本外币存款余额 5275.46 亿元，同比增长 6.2%；其中，住户存款余额 3952.14 亿元，增长 8.4%。金融机构本外币贷款余额 4564.42 亿元，增长 5.0%。

12 月当月，全市居民消费价格指数（CPI）同比上涨 0.6%。其中，食品价格上涨 1.2%，非食品价格上涨 0.4%；消费品价格上涨 0.9%。2025 年，全市 CPI 下降 0.2%。

2025 年，全市居民人均可支配收入 32336 元，同比名义增长 5.0%；扣除价格因素，实际增长 5.2%。按常住地分，城镇居民人均可支配收入 39943 元，名义增长 3.9%；扣除价格因素，实际增长 4.1%。农村居民人均可支配收入 25145 元，名义增长 5.9%；扣除价格因素，实际增长 6.2%。

5.1.1.2 廉江市社会经济概况

廉江市，广东省辖县级市，由湛江市代管，位于广东省西南部、雷州半岛北部，西南濒临北部湾，截至 2025 年 2 月，廉江市下辖 3 个街道、18 个镇。截至 2024 年末，廉江市户籍人口 187.06 万人。

由《2025 年廉江经济运行简况》（廉江市人民政府，2026 年 2 月），根据湛江市地区生产总值统一核算结果，2025 年全市地区生产总值 588.08 亿元，按不变价格计算，同比增长 1.5%。其中，第一产业增加值 144.44 亿元，增长 3.1%；第二产业增加值 147.06 亿元，下降 8.7%；第三产业增加值 296.58 亿元，增长 7.8%。

2025 年，全市农林牧渔业总产值 233.15 亿元，同比增长 2.3%。其中，农业种植业增长 1.4%；林业下降 1.7%；畜牧业增长 0.0%；渔业增长 4.7%；农林牧渔业专业及辅助性活动增长 17.6%。

全市规模以上工业增加值同比下降 11.0%。分门类看，规上采矿业下降 2.1%，

规上制造业下降 15.5%，规上电力、热力、燃气及水的生产和供应业增长 8.6%。分行业看，医药制造业增长 76.3%，皮革、毛皮、羽毛及其制品和制鞋业增长 67.2%，有色金属冶炼和压延加工业增长 39.9%，燃气生产和供应业增长 12.9%，电力生产增长 5.9%。

全市固定资产投资同比增长 3.2%。工业投资占比达 74.5%，工业投资保持较好增长，同比增长 6.8%。制造业投资增长 15.5%。房地产开发投资同比下降 12.1%。

全市社会消费品零售总额同比增长 1.9%。限额以上单位商品零售额增长 5.0%，其中，通讯器材类、机电产品及设备类、家用电器和音像器材类、饮料类、书报杂志类分别增长 229.4%、63.6%、18.4%、3.3%、0.8%。

全市一般公共预算收入完成 21.89 亿元，按可比口径，增长 4.8%，其中：税收收入增长 2.3%，非税收入增长 7.2%，非税占比 53.1%。全市一般公共预算支出同比增长 0.6%。

5.1.1.3 海洋产业发展现状

由《全国 20 强！湛江海洋经济城市竞争力进入全省三甲》（湛江市海洋与渔业局，2025 年 9 月），2025 年上半年全市海洋生产总值，初步核算为 623.31 亿元，同比增长 6.05%，占地区生产总值的 34.41%，海洋经济支撑高质量发展的“压舱石”作用不断凸显，2025 年海洋经济城市竞争力、综合评价排名全国第 19、全省第 3。

（1）“蓝色粮仓”建设成效显著，海洋渔业产量产值连续 30 年居全省首位。

湛江作为全省现代化海洋牧场建设主战场之一，已形成湛江湾、雷州湾、流沙湾、草潭湾等四大深海网箱养殖集聚区，建成大型养殖平台 6 个数量约占全省 38%，HDPE 网箱 3451 个，总量约占全省 54%。

湛江依托广东海洋大学、湛江湾实验室等高校院所，聚焦种业攻坚，硃洲族大黄鱼本土化人工繁育技术实现突破。全市拥有 480 家苗种场，数量占全省 23.6%；其中国家级水产良种场 2 家，占全省 33.3%。

湛江的水产种苗产量稳居全省第一，现已成为我省海水种业最重要的创新基地，现代化海洋牧场适养品种持续丰富，形成“金鲳鱼当家品种”+“特色品种”的产品矩阵。在装备制造方面，“恒焱 1 号”建成投产，全球首创漂浮式动力定

位养殖平台“湛江湾1号”成功下水，实现了多品类多型号养殖平台技术继续领跑全省。

此外，全市现有水产加工企业200多家，其中包括6家国家级涉渔重点农业龙头企业，年加工能力超100万吨，水产品销售网点遍及全球40多个国家和地区，现已成为国际对虾交易中心，“买全球、卖全球”格局初步形成。

(2) “蓝色引擎”动能澎湃，现代化临港产业体系日趋完善。

2025年上半年全市港口完成货物吞吐量1.36亿吨，排全省第3位，湛江绿色石化产业集群共有规上企业50家已引进世界500强企业4家，上市公司企业3家，高新技术企业5家，全市临港绿色石化产业集群，总产值超千亿元。

依托湛江港提升现代化集疏运能力，湛江积极参与西部陆海新通道建设，推动乌石港区、徐闻港区等港区设施优化升级；宝钢湛江钢铁、中科炼化建成投产，巴斯夫（广东）一体化基地、廉江核电等重大项目加快建设，承接产业有序转移主平台、湛江临港经济区等重点产业平台有序推进；编制主导产业链招商图谱，成立宝钢、中科炼化、巴斯夫等政企联合招商专班，推进产业链招商工作。

(3) “鲜美湛江”引客千万，海洋旅游业发展势头迅猛。

湛江上半年共接待游客1462.08万人次，同比增22.5%，旅游总收入147.63亿元，同比增23.5%。

湛江依托生态旅游资源，积极打造“鲜美湛江”文旅品牌，整合海洋、民俗、生态等多元文化资源，推动“旅游+”多业态发展。聚焦看海、亲海、乐海主题，大力发展“鲜美”和“水上运动”文旅业态，加快打造半岛风情城市和高水平滨海旅游目的地。系统规划建设“五岛一湾”滨海户外运动目的地，成功举办水上运动嘉年华、“红树林之城”马拉松等活动。

(4) “蓝色宝库”锻造未来，海洋新兴产业聚能起势。

湛江风电总装百万千瓦智能制造中心，已于2025年1月7日正式投产，成功引进广东蓝水、江苏海力等海洋高端装备制造企业，设立百亿级产业基金，吸引了深圳思傲拓科技落地水下机器人项目，为新兴产业的发展注入了强大动力。

海洋生物精深加工产业延链提质，成功开发方格星虫、鱼鳔、海藻等地方特色水产品。湛江博康海洋生物有限公司已建成东方鲷人工育苗、养殖与综合开发利用完整产业链；湛江安度斯公司已成为全国重要的鲷试剂供应商；宝钢湛江钢

铁基地配套的低温多效蒸馏海水淡化项目，填补了国产化海水淡化项目运作模式的空白。

接下来，湛江将锚定打造现代化沿海经济带重要发展极、建设特色型现代海洋城市的目标，通过“4个1”行动，即1个规划、1个专班、1揽政策、1个计划，全面发展蓝色海洋经济，力争2025年海洋经济增长率达到6.5%左右，海洋生产总值达到1400亿元。

5.1.1.4 项目所属行业发展状况

本项目所在龙营围海堤建于70年代，是一宗以防台风暴潮为主的围垦工程。该海堤全长12.05km，东起营仔镇窑头围，西止于车板镇沙仔路村。沿堤建有大型水闸1宗（名教水闸）、中型水闸5宗（龙兴水闸、龙湾水闸、良垌水闸、息安水闸、白沙水闸）、小型涵闸2宗（沙仔路闸和窑头闸）。现状堤顶高程达5.90~6.55m，防浪墙顶高程6.60~7.20m，平均堤顶宽6.0m。

龙营围海堤始建于上世纪70年代，堤防工程运行至今已经约46年，据目前收集资料显示，该堤防在1986年、1994年和1999年进行过加固，2005年进行过防潮海堤达标加固。

1977年10月，龙营围海堤开始施工，1979年1月封缺继续施工，经一年时间的加固，防潮堤顶高程达5.30m（黄海高程），堤顶宽4m，堤外护坡采用砼六角砖砌筑。该海堤是当时建闸联围的一宗以防台风暴潮为主的围垦工程。

1986年和1994年进行过海堤加固。

1996年11月在龙营围海堤上离原名教水闸东侧80m处新建同规模大型名教水闸，该闸于1996年11月12日正式动工，1999年12月28日完工，并于2001年11月26日竣工验收并投入运用。

1999年7月进行龙营围防潮海堤达标加固，该工程于1999年7月15日正式动工，2010年5月30日竣工并投入运用。

2005年10月在龙营围海堤上重建息安河挡潮排水闸，该闸于2005年10月25日正式动工，2006年4月10日完工，并于2001年11月26日竣工验收并投入运用。

2013年12月，对龙营围海堤桩号K0+000.0~K6+000.0破损部分堤顶路面和桩号K5+300~K6+000的损毁的防浪墙进行修复。

2022年12月13日，龙兴水闸、龙湾水闸、良垌水闸和白沙水闸被湛江市水务局批复为“四类闸”。

2023年1月19日，龙营围海堤桩号K6+963.0~K6+993.0堤段路面突然出现坍塌，平均深约1.5m；2023年3月完成该桩号堤段路面塌方工程修复和临海侧护坡加固。

5.1.2 海域使用现状

本项目位于湛江市廉江市，项目相关人员对选址及周边进行了现场踏勘，结合搜集到的资料和遥感影像，本项目所在海域的开发利用活动主要有养殖围塘、开放式养殖、渔港项目、生态修复项目、现状红树林、现状水闸及海堤、自然保护区、重要湿地等。（此内容不公开）

项目所在海域开发利用活动现状见表5.1.2-1和图5.1.2-1。

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，本项目周边海域已确权的项目有龙头沙渔港码头、廉江市龙头沙国家一级渔港建设项目等共15个，上述已确权项目与本项目最近的距离为3.4km，没有与本项目紧邻的已确权的用海活动，本项目申请用海范围与周边项目不存在权属冲突。（此内容不公开）

此外，项目后方养殖围塘均有养殖证，无海域使用权证，本项目建设需占用龙营围珊瑚养殖场和龙营围鸿丰养殖场部分围塘塘埂，养殖证详见附件6-2。

5.2 项目用海对海域开发活动的影响

根据5.1节开发利用现状的分析，本项目所在海域的开发利用活动主要有养殖围塘、开放式养殖、渔港项目、生态修复项目、现状红树林、现状水闸及海堤、自然保护区、重要湿地等。本项目周边开发利用活动与悬沙增量 $>10\text{mg/L}$ 包络线叠置图详见图5.2-1，本项目周边开发利用活动与冲淤影响范围叠置图详见图5.2-2。（此内容不公开）

结合项目建设和运营情况，项目用海对海域开发活动影响分析如下。

（此内容不公开）

图5.2-1 本项目周边开发利用活动与悬沙增量 $>10\text{mg/L}$ 包络线叠置图（局部放大）

(此内容不公开)

图 5.2-2 本项目周边开发利用活动与冲淤影响范围叠置图 (局部放大)

5.2.1 对养殖围塘的影响

本项目北侧分布有养殖围塘,其中 6 个片区收集到养殖证,分别为龙营围养虾场八、九区养殖场,廉江养虾集团公司海业养殖场,龙营围养虾场 1-7 区养殖场,龙营围珊瑚养殖场,龙营围鸿丰养殖场和廉江市龙营围益华养殖场,本项目建设需占用龙营围珊瑚养殖场和龙营围鸿丰养殖场部分围塘塘埂。据了解,本项目后方的龙营围珊瑚养殖场和龙营围鸿丰养殖场均为廉江养虾集团有限公司管辖,养殖品种:金鲳鱼、虾、蟹,实行混养模式。养殖面积分别为 162.91 公顷和 180.107 公顷,取水方式为通过水闸自然纳潮。

白沙水闸施工时考虑利用息安水闸和施工期纳潮涵闸联合运用,施工时白沙水闸东侧来水通过横向排水沟向东排向息安水闸上游,白沙水闸西侧来水通过横向排水沟排水白沙水闸内涌河道,再通过沿途涵闸自西向东排向息安水闸,利用息安水闸和横向排洪沟进行施工导流,排水能力有保证,施工期的施工洪水不淹浸养殖户鱼虾。

白沙水闸现状围内需要纳潮的鱼虾塘利用外海潮位高于围内河道正常水位 0.50m 时进行纳潮,水闸的最高纳潮水位到 1.77m 时关闸,时间约为 2 个小时。在白沙水闸右侧设施工期纳潮涵闸,纳潮时间提升到 4 小时,能够满足围内生产纳潮使用。水闸建设部门龙营围工程管理处要对息安水闸和白沙水闸右侧设施工期纳潮涵闸的运行调度安排专人负责,掌握潮水位情况和河道上游水位情况,及时把握并做好运行调度。因此,对两侧围塘的纳潮影响较小。

根据第 4 章分析,本项目建设产生的悬沙浓度大于 10mg/L 的水域面积为 0.1163km²,将涉及龙营围珊瑚养殖场和龙营围鸿丰养殖场(图 5.2-1),从而对其养殖活动造成一定程度的影响。此外,项目施工期间可能对养殖围塘的取水条件产生干扰,进而影响养殖塘的正常运营,并带来一定的经济损失。

5.2.2 对开放式养殖的影响

本项目周边分布有较多现状开放式养殖,最近的位于项目南侧 23m。根据第 4 章分析,本项目建设产生的悬沙浓度大于 10mg/L 的水域面积为 0.1163km²,会

扩散至南侧距离较近的现状养殖（图 5.2-1），对该现状养殖所在海域水质产生一定影响。项目建设后开闸状态下产生的冲刷影响会涉及到项目南侧、西侧距离较近的现状养殖（图 5.2-2），冲刷量较少，对该现状养殖所在海域底质环境造成的影响较小。

根据廉江市农业农村局文件《关于印发<开展占用海域非法养殖专项执法行动方案>的通知》（廉弄农〔2025〕80号）（见附件 6-3），项目周边现状养殖区域无权属，属于非法养殖活动，需进行全面清理，对无法查实违法主体的，应当无主处理，由有关职能部门依法组织清理。

孙观胜、陈海珍、魏福培、魏日齐、罗亚强、廉江市车板惠兴养殖场等养殖权属距离本项目较远，均在 3km 以外，项目建设对上述养殖活动无影响。

5.2.3 对渔港项目的影响

本项目西北侧 10km 外分布有 2 个渔港项目，分别为龙头沙渔港码头和廉江市龙头沙国家一级渔港建设项目，由图 5.2-1 及图 5.2-2，本项目建设产生的悬浮泥沙影响及地形地貌冲淤影响范围均不涉及上述渔港项目，且项目施工不需投入施工船舶，因此项目建设不会对距离较远的渔港项目的正常运营产生影响。

5.2.4 对生态修复项目的影响

湛江市廉江市车板镇海岸生态修复项目位于本项目西北侧 10.7km 处，由图 5.2-1 及图 5.2-2，本项目建设产生的悬浮泥沙扩散范围及地形地貌冲淤影响范围均不涉及上述生态修复项目，因此项目建设不会对距离较远的生态修复项目产生影响。

5.2.5 对现状红树林的影响

本项目周边分布有现状红树林，最近距离约 0.7km。根据第 4 章分析，本项目建设产生的悬沙浓度大于 10mg/L 的水域面积为 0.1163km²，没有扩散到红树林附近（图 5.2-1），项目施工期悬沙对红树林基本没有影响。根据冲淤预测结果，水闸关闭情况下，工程实施后，最大淤积出现工程左右两侧水域，淤积达到 0.18m/a；开闸状态下，拟建水闸闸前至水闸口冲刷深度在 0.60m/a 左右。由图 5.2-2 可知，项目产生的冲淤变化不会影响到现状红树林所在区域。因此本项目

建设不会对周边现状红树林产生影响。

5.2.6 对现状水闸的影响

本项目所在龙营围海堤沿线分布有 5 个水闸，分别为廉江市龙营围良垌水闸重建工程（拟申请）、廉江市龙营围龙兴水闸重建工程（拟申请）、廉江市龙营围龙湾水闸重建工程（拟申请）、名教水闸、息安水闸，距离项目最近的为息安水闸，位于项目西侧 1.4km 处。项目施工范围不会涉及上述水闸，根据冲淤预测结果，水闸关闭情况下，工程实施后，最大淤积出现工程左右两侧水域，淤积达到 0.18m/a；开闸状态下，拟建水闸闸前至水闸口冲刷深度在 0.60m/a 左右，均不涉及周边现状水闸（图 5.2-2），不会对其结构产生影响。此外，廉江市龙营围龙湾水闸重建工程（拟申请）与本项目同步进行用海申请，可能出现同时施工的情况，但建设期间均无需投入施工船舶，且相互之间距离 3.9km，施工范围不重叠，相互间基本无影响。

5.2.7 对自然保护区、重要湿地的影响

本项目为原址重建项目，水闸原址位于广东湛江红树林国际重要湿地范围内。根据《中华人民共和国湿地保护法》，国家严格控制占用湿地。禁止占用国家重要湿地，国家重大项目、防灾减灾项目、重要水利及保护设施项目、湿地保护项目等除外。建设项目选址、选线应当避让湿地，无法避让的应当尽量减少占用，并采取必要措施减轻对湿地生态功能的不利影响。白沙水闸建成于 1986 年 10 月，广东湛江红树林国际重要湿地于 1997 年成立国家级红树林自然保护区，2002 年正式列入国际重要湿地名录。本项目为原址重建项目，选址无法避让湿地，且本项目属于防灾减灾项目，水闸重建有利于提升龙营围抵御台风和风暴潮能力，是加强海洋防灾减灾建设的重要基础设施。项目围堰施工时将破坏国际重要湿地内部分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，另外项目施工产生的悬浮泥沙将在施工区附近海域扩散，造成国际重要湿地内部分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，施工结束后受悬浮泥沙影响的潮间带和底栖生物可以逐渐恢复到正常水平。经现场勘查确认，项目实际占用的区域目前并无红树林分布，现状为养殖鱼塘，项目的建设活动不会对现

存的红树林生态系统及其栖息地环境造成直接破坏或不良影响。

本项目周边分布有 4 个自然保护区，距离最近的为广东湛江红树林国家级自然保护区，位于本项目南侧约 0.3km 处。其他 3 个自然保护区均距离本项目 8km 外，分别为湛江遂溪中国鲎地方级自然保护区、广西山口红树林国家级自然保护区和广西合浦儒艮国家级自然保护区。根据第 4 章分析，本项目建设产生的悬沙浓度大于 10mg/L 的水域面积为 0.1163km²，不涉及周边自然保护区（图 5.2.7-1）。根据冲淤预测结果，水闸关闭情况下，工程实施后，最大淤积出现工程左右两侧水域，淤积达到 0.18m/a；开闸状态下，拟建水闸闸前至水闸口冲刷深度在 0.60m/a 左右，由图 5.2.7-2，项目建设产生的冲刷影响范围涉及距离最近的广东湛江红树林国家级自然保护区，经现场勘查确认（可见图 5.2-2），项目建设产生的冲刷影响范围目前并无红树林分布，项目的建设活动不会对现存的红树林生态系统及其栖息地环境造成直接破坏或不良影响。因此本项目建设不会对周边自然保护区生态环境及保护对象产生影响。

（此内容不公开）

图 5.2.7-1 本项目周边自然保护区与悬沙增量>10mg/L 包络线叠置图

（此内容不公开）

图 5.2.7-2 本项目周边自然保护区与冲淤影响范围叠置图

5.2.8 对现状海堤的影响

本项目为廉江市龙营围白沙水闸重建工程，是龙营围海堤穿堤水闸，在原址处进行重建，在水闸工程实施过程中，需要拆除水闸左右现有部分海堤，将对所在堤岸结构造成一定影响。此外，目前龙营围正在进行生态海堤治理设计，下一步将进行达标加固，可能与本项目出现同时施工的情况，相互间存在一定影响，本项目与廉江市龙营围生态海堤建设工程（拟申请）紧邻，建设单位均为廉江市龙营围工程管理处，施工期间做好进度安排，相互之间可协调。

5.3 利益相关者界定

利益相关者指与项目用海有直接或间接连带关系或者受到项目用海影响的开发、利用者，界定的利益相关者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。通过对本项目周围用海现状的调查，分析规划用海对

周边开发活动的影响情况，按照利益相关者的界定原则，对本工程用海的利益相关者进行了界定。

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)。

5.4 需协调部门界定

项目建设将对后方堤岸结构产生影响，项目建设产生的悬沙会影响到周边的非法养殖，项目位于广东湛江红树林国际重要湿地范围内，因此界定本项目需协调部门为(此内容不公开)。

5.5 相关利益协调分析

(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

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

5.6.2 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。

本项目建设不涉及国家领海基点，不涉及国家秘密，本项目不会对国防安全和国家海洋权益产生影响。

6 国土空间规划符合性分析

项目用海符合《广东省国土空间规划（2021-2035年）》《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》《湛江市国土空间总体规划（2021-2035）》《廉江市国土空间总体规划（2021-2035）》以及《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035年）》等各级国土空间规划文件要求。

项目不涉及“三区三线”中的生态保护红线，项目符合《广东省国民经济和社会发展第十五个五年规划纲要》《广东省自然资源保护与开发“十四五”规划》《广东省海洋经济发展“十四五”规划》以及《湛江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

白沙水闸临北部湾，闸址处于廉江市龙营围海堤东侧，主要任务是纳潮、挡潮、排涝、防洪，使其能充分发挥功能，造福当地居民。

白沙水闸最初由原廉江县水电局组织建设，于 1986 年 10 月建成，鉴于当时的水利工程建设情况，没有按基建程序进行，在没有翔实的地质勘察资料，没有多方案论证的情况下，实行边设计、边施工、边修改的方法进行；并且由于当时社会生产力落后，建设材料、施工机械缺乏，多数工序施工均靠人工进行，施工质量相对较差。2021 年 12 月，廉江市龙营围工程管理处委托惠州市华禹水利水电工程勘测设计有限公司对白沙水闸进行了安全鉴定，根据鉴定结果，廉江市白沙水闸的过水能力、渗流稳定性、结构强度、消能防冲、金属结构等均无法达到现行规范的要求，运行指标无法达到设计标准，工程存在严重安全问题，需降低标准运行或者报废重建，对该水闸评定为四类，水闸必须进行重建。

本项目以水闸原址重建为核心，工程总体可分为主体工程 and 施工工程。

因此，本项目选址具有唯一性。

7.1.1 与自然资源和海洋生态条件适宜性

(1) 海洋水动力条件

本项目所在海区潮汐类型为正规全日潮，观测期内各站点海流表现出了明显的往复流特征，2025 年 1 月冬季调查期间观测期间最大涨潮流速为 59.3cm/s，最大落潮流速为 74.4cm/s；2025 年 6 月夏季调查期间观测期间最大涨潮流速为 75.5cm/s，最大落潮流速为 84.0cm/s。

根据数值模拟结果，本项目施工围堰实施造成的水动力环境的影响主要集中在施工围堰周边 1000m 范围内水域。水闸重建对水动力环境的影响主要集中在工程周边 1000m 范围内水域。

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

场地地貌单元属滨海潮间带海滩地貌，场地地势北高南低，闸内河水自北经

水闸向南流，西岸平坦较为对称。水深约 0~5.97m。

围堰实施后，围堰左右两侧淤积厚度在 0.01~0.20m/a 之间，最大淤积出现在围堰左右两侧水域，淤积厚度为 0.18m/a；围堰外向海一侧水域冲刷深度大都在 0.10m/以下；最大冲刷出现在围堰外向海一侧水域，冲刷深度为 0.20m/a。

水闸拆除重建后，左右两侧淤积厚度在 0.01~0.10m/a 之间，最大淤积出现工程左右两侧水域，淤积达到 0.18m/a；根据水闸运行调度情况，当上游闸上水位高于外海水位，需要开闸排水防止形成内涝，拟建水闸闸前至水闸口冲刷深度在 0.60m/a 左右。开闸状态下冲刷影响主要集中在水闸工程范围内。

因此，本项目建设与地形地貌、冲淤条件相适宜。

(3) 工程地质

根据《廉江市龙营围白沙水闸重建工程勘察服务工程地质勘察报告（初步设计阶段）》，揭露土层从上至下主要有人工填土（ Q_4^{ml} ）、建造水闸的混凝土构件、第四系全新统海相沉积的中砂、淤泥质粉质黏土（ Q_4^m ），下部为第四系下更新统湛江组海陆交互相沉积（ Q_1^{mc} ）地层。

据《水工建筑物抗震设计标准》（GB51247-2018）及《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），本区抗震设防烈度为 7 度，拟建水闸场地土类型为中软土，建筑场地类别为 III 类，III 类场地地震动峰值加速度调整为 0.065g，地震动加速度反应谱特征周期调整为 0.45s，属于对建筑抗震不利地段。

工程选用水泥搅拌桩作为地基加固方案，能够充分利用地基土本身的承载能力，基础能与地基土紧密接触，有利于防止接触冲刷。

因此，本项目建设与工程地质条件相适宜。

(4) 海洋生态

本项目主要建设内容为水闸拆除重建。项目施工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，本项目建设造成潮间带生物直接损失量为 711.02kg，底栖生物直接损失量为 225.8kg，游泳生物、鱼卵、仔鱼的直接损失量分别为 2.59kg， 1.19×10^5 粒， 6.47×10^3 粒。建设单位将采取生态修复措施等方式进行生

态资源补偿，工程在采取一定补偿措施以及环保措施的前提下，可减轻对生态环境的影响。

在加强工程的环境保护、环境管理和监督工作，采取积极的预防及环保治理措施，并进行生态补偿的前提下，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 与区位和社会条件的适宜性

白沙水闸临北部湾，闸址处于廉江市龙营围海堤的东侧，海堤东起营仔镇政府西侧，西为车板镇沙仔路村，白沙水闸桩号 4+416(营仔镇政府侧桥起为 0+000)。白沙水闸和龙营围海堤、名教水闸、良垌水闸、龙兴水闸、龙湾水闸及息安水闸共同捍卫车板镇、营仔镇面积 3.80 万亩，其中耕地 1.44 万亩，水产养殖 2.36 万亩，捍卫人口 2.60 万人，围内土地平坦、肥沃、卤淡水源充足，是廉江市粮食、水产养殖的主要生产基地之一，本工程的主要任务是纳潮、挡潮、排涝、防洪，使其能充分发挥功能，造福当地居民。

车板镇位于廉江市西南部，地处北部湾畔，距 325 国道 14 公里，渝湛高速穿境而过，距高速出入口 18 公里。东面与青平镇相邻，南面与营仔镇相连，北面与高桥、国营红江农场接壤，西临北部湾英罗港。白沙水闸所在位置处于营仔镇和车板镇之间的龙营围海堤东侧，周边村乡镇道路全部硬化，四通八达，海堤顶部已经全部硬化，对外交通十分方便。

工程所需钢材、水泥、木材、燃油等建筑材料可就近购买。龙营围管理处已在海堤已全线 12.05km 沿堤架设有 380kV 线路，工程可就近利用系统电网供电。施工生产用水和生活用水均可利用龙营围管理处沿堤全线 12.05km 布设专供养虾公司虾塘用水系统供水。

因此，项目选址与选址区域的社会条件是相适应的，选址区域的社会条件满足项目建设需求。

7.1.3 与周边海域开发活动的适宜性

本项目所在海域的开发利用活动主要有养殖围塘、开放式养殖、渔港项目、生态修复项目、现状红树林、现状水闸及海堤、自然保护区、重要湿地等，其中受本项目建设影响的用海活动主要为养殖围塘和现状养殖，利益相关者为（此内

容不公开），协调部门为（此内容不公开）。

因此，项目用海选址与周边用海活动具备可协调途径，项目建设与周边海域开发活动是相适宜的，不存在功能冲突。

7.1.4 与海洋产业协调发展适宜性

旧白沙水闸建成于 20 世纪 80 年代，闸址处于廉江市龙营围海堤的东侧，水闸运用频率较高，发挥了非常大的作用，有效地保障了围内居民生产生活。水闸经过长年累月的运行，已疲惫不堪，出现多种不利于工程安全运行的现象。水闸存在安全隐患较多，诸如混凝土强度不足、渗漏严重、机电设备不能运行等，上述不利因素，影响了工程的安全及其正常运行。水闸的重建将消除各种各样威胁工程的不利因素，使工程能够安全地运行，保障了龙营围海堤围内渔业和相关产业的稳步发展。

本项目的建设能够进一步完善廉江市基础设施建设，提升城市挡潮、排涝能力，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。

7.2 用海平面布置合理性分析

7.2.1 平面布置比选

7.2.1.1 方案设置

本工程于原址实施白沙水闸的重建工作。工程的规模与等级依据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）、粤水电总字〔1995〕4 号文“关于印发《广东省防洪（潮）标准和治涝标准》试行的通知”精神及《水闸设计规范》（SL265-2016）等文件和规范的要求予以确定。工程平面布置已基本明确，因此，本报告针对工程施工围堰开展平面布置比选工作。

（1）方案一

①内涌围堰布置及设计

内涌围堰顶高程采用 3.20m，高 4.20m，顶面宽 5.0m，迎水面和背水面坡比均为 1: 2.0，在高程 1.0m 处设置平台宽 3.0m。为保证迎水面免受水流冲刷破坏，

在外面铺袋装砂包厚 600mm 护面，其下铺防水织布一层。

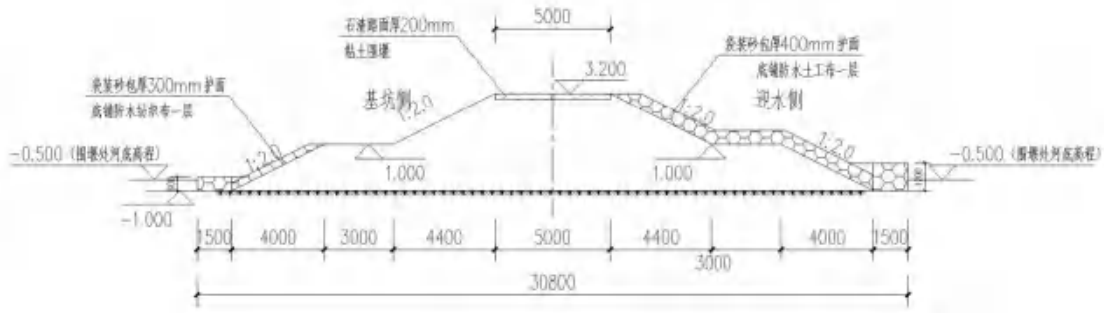


图 7.2.1-1 内涌围堰横断面图

②外海围堰布置及设计

外海围堰采用复合断面土石围堰，外海围堰顶高程采用 5.50m，高 6.0m，顶面宽 5.0m，迎水面和背水面坡比均为 1: 2.0，在高程 1.0m 处设置平台宽 3.0m。为保证迎水面免受水流冲刷破坏，在外面铺袋装砂包厚 600mm 护面，其下铺防水织布一层，由于外海围堰高度较高，围堰基础为砂基，部分围堰段下部有淤泥，经稳定计算不满足要求，采用高压摆喷防渗墙处理，单排孔距 2.50m，孔入围堰底基础深度 2.50m，外海施工围堰共长 276.04m。同时外海左右侧导流堤可以利用外海围堰左右两侧围堰长 59.46m。

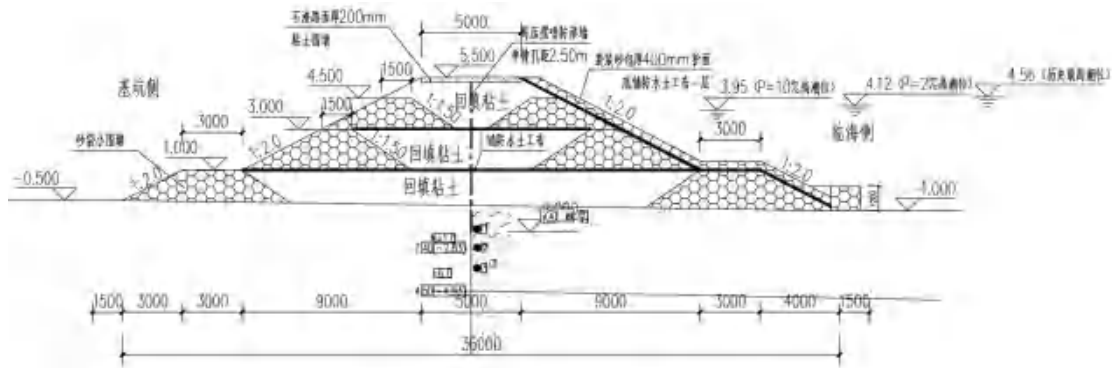


图 7.2.1-2 外海复合断面土石围堰横断面图

(2) 方案二

内涌围堰布置及设计与方案一一致，外海围堰采用钢板桩围堰。

外海围堰顶面宽 6.0m，两侧采用拉森 IV 型钢板桩，桩顶高程 5.50m，桩长 11.50m，为保持钢板桩稳定，中间填筑砂土压实，桩底深入基础 5.0m，桩底高程 -6.0m。钢板桩围堰布置在外海导流堤最外侧 10.0m 及下游集水井外侧 10.0m 外，平面矩形布置，左右两侧纵向钢板桩围堰各长 97.60m，横向钢板桩围堰长 177.80m，钢板桩围堰共长 373.0m。采用钢板桩围堰，外海临时占地 9074.28m²。

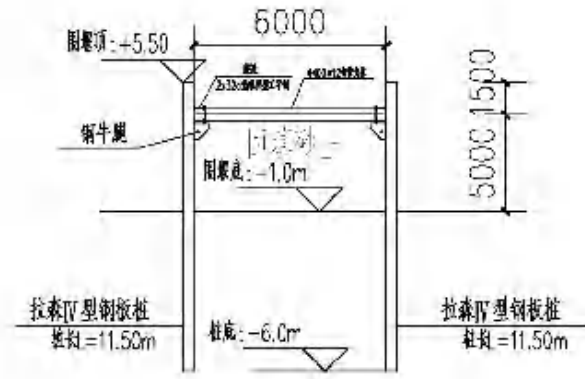


图 7.2.1-3 外海钢板桩断面围堰横断面图

用海方案一施工总平面布置见图 7.2.1-4，用海方案二施工总平面布置见图 7.2.1-5。

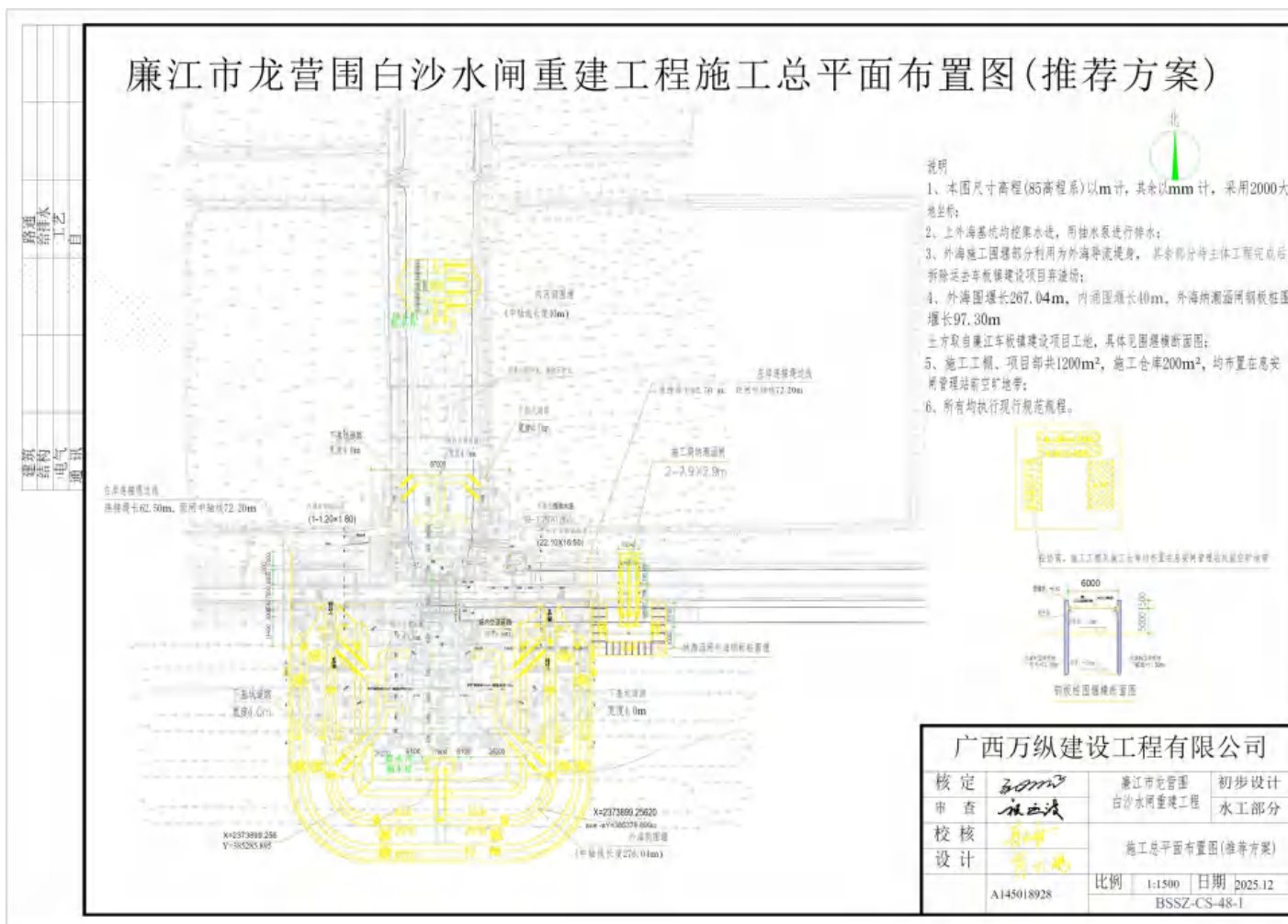


图 7.2.1-4 方案一施工总平面布置图

7.2.1.2 方案比选

根据本报告第四章对水动力、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，水动力方面，两种施工期围堰方案流速、流向变化幅度差别不大。方案二的冲淤幅度比方案一较小，总体上两种方案的冲淤影响范围差别不大。方案二的围堰施工和拆除悬沙扩散范围均比方案一较小。

此外，相比于方案一，方案二施工期围堰用海的面积增加 0.17 公顷，会占用更多的底栖生物栖息环境，因此方案二造成的底栖生物损失量更大。方案一外海左右侧导流堤可以利用外海围堰左右两侧围堰长 59.46m，此部分无需拆除，避免了二次施工对生态的再次干扰，在同等条件下较方案二节约成本。方案二钢板桩围堰施工时需要在较低潮水位，跟随潮水的涨退作业要求比较高，方案一复合断面土石围堰可以从海堤侧向外海侧逐步进占，减少潮水的影响；方案二钢板桩围堰施工技术复杂，在海域环境下施工难度较大，方案一土石围堰技术要求相对较低，施工技术容易把握。

综合以上分析，推荐用海方案为方案一。

表 7.2.1-1 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	评价
水动力	流速、流向 水动力影响 范围	方案一流速变化主要集中在工程所在区域~工程外 1000m 范围内，最大流速变幅为 0.219m/s，最大流向变幅为 155.74°；方案二速变化主要集中在工程所在区域~工程外 1000m 范围内，最大流速变幅为 -0.225m/s，最大流向变幅为 155.65°。	方案一和方案二流速、流向变化幅度差别不大
地形地貌 与冲淤	冲淤变化	方案一实施后，围堰左右两侧淤积厚度在 0.01~0.20m/a 之间，最大淤积出现在围堰左右两侧水域，淤积厚度为 0.18m/a；围堰外向海一侧水域冲刷深度大都在 0.10m/以下；最大冲刷出现在围堰外向海一侧水域，冲刷深度为 0.20m/a。 方案二实施后，围堰左右两侧淤积厚度在 0.01~0.20m/a 之间，最大淤积出现在围堰左右两侧水域，淤积厚度为 0.18m/a；围堰外向海一侧水域冲刷深度大都在 0.10m/以下；最大冲刷出现在围堰外向海一侧水域，冲刷深度为 0.15m/a。	方案二的冲淤幅度比方案一较小，总体上两种方案的冲淤影响范围差别不大
水质	悬沙扩散	方案二的围堰施工和拆除悬沙扩散范围均比方案一较小。	方案二较优
占用海域面积		方案一围堰占用海域面积为 7373m ² ，方案二围堰占用海域面积 9074.28m ² 。	方案一较优

7.2.2 是否体现节约集约用海的原则

本工程在原址重建白沙水闸，工程的规模、等级按照《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）、粤水电总字〔1995〕4号文“关于印发《广东省防洪（潮）标准和治涝标准》试行的通知”精神及《水闸设计规范》（SL/T 265-2016）等文件及规范要求确定，工程的洪水标准按照所在地理位置、地形，水利建设情况和规划发展及其重要程度确定。水闸设计洪水标准为20年一遇，校核洪水标准为50年一遇，设计潮水标准为50年一遇，设计排涝标准为20年一遇，水闸工程等别为III等，主要建筑物级别为3级，次要建筑物级别为4级。本项目水闸用海范围根据实际用海需要申请。

相较于施工平面布置方案二，施工平面布置方案一减少了用海面积，体现了节约集约用海的原则。

7.2.3 是否有利于生态和环境保护，并已避让生态敏感目标

本项目的建设虽然会对海洋生态环境造成一定影响，但可以对项目建设造成的海洋生物资源损害进行补偿，即通过生态恢复的方式，补偿生态的损失，使项目周围海域在工程后能够逐步恢复原来的生态状况，保持区域海洋生态的平衡。总体来说，在充分采取各种保护和保全区域海洋生态系统措施的前提下，本项目不会对海洋生态环境造成大的不利影响。本项目已避让自然保护区、生态保护红线、现状红树林等生态敏感目标。水闸原址位于广东湛江红树林国际重要湿地范围内，项目水闸重建有利于提升龙营围抵御台风和风暴潮能力，是加强海洋防灾减灾建设的重要基础设施。经现场勘查确认，项目实际占用的区域目前并无天然红树林分布，现状养殖鱼塘，项目的建设活动不会对现存的红树林生态系统及其栖息地环境造成直接破坏或不良影响。

7.2.4 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，本项目施工围堰实施造成的水动力环境的影响主要集中在施工围堰周边1000m范围内水域。水闸重建后对水动力环境的影响主要集中在工程周边1000m范围内水域。

根据数值模拟结果，围堰实施后，围堰左右两侧淤积厚度在0.01~0.20m/a之间，最大淤积出现在围堰左右两侧水域，淤积厚度为0.18m/a；围堰外向海一

侧水域冲刷深度大都在 0.10m/以下；最大冲刷出现在围堰外向海一侧水域，冲刷深度为 0.20m/a。水闸拆除重建后，运营期工程左右两侧淤积厚度在 0.01~0.10m/a 之间，最大淤积出现在工程左右两侧水域，淤积达到 0.18m/a；根据水闸运行调度情况，当上游闸上水位高于外海水位，需要开闸排水防止形成内涝，拟建水闸闸前至水闸口冲刷深度在 0.60m/a 左右。

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。

7.2.5 能否最大程度地减少对周边其他用海活动的影响

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，本项目周边海域已确权的项目有龙头沙渔港码头、廉江市龙头沙国家一级渔港建设项目等共 15 个，已确权项目与本项目最近的距离为 3.4km，没有与本项目紧邻的已确权的用海活动，本项目申请用海范围与周边项目不存在权属冲突。

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。

综上，本项目用海平面布置是合理的。

7.3 用海方式合理性分析

7.3.1 用海方式唯一性说明

根据《海域使用分类》（HY/T 123-2009），本项目主体工程的翼墙、堤岸等用海方式为非透水构筑物，水闸主体用海方式为透水构筑物；施工工程的施工围堰用海方式为非透水构筑物，施工期纳潮涵闸用海方式为透水构筑物。

（1）非透水构筑物

水闸翼墙主要作用是控制水流，拦截垃圾和其他污染物，为保证水闸翼墙结构的稳定性和安全性，水闸翼墙采用非透水构筑物方式具有唯一性。

本工程堤岸包括内涌引堤、左右岸连接堤、外海导流堤。白沙水闸内涌两侧

分别为龙营围珊瑚养殖场和龙营围鸿丰养殖场，内涌原旧引堤未有进行过加固处理，此次对重建水闸内涌侧左右引堤进行加固护岸；本项目为龙营围白沙水闸，在原址处进行重建，在水闸主体工程实施过程中，需要拆除水闸左右现有部分海堤，本工程保持海堤和水闸的协调统一，参照《广东省列入全国专项规划内大中型病险水闸除险加固工程设计指导意见》（粤水建管〔2011〕222号），将水闸左右两侧海堤开挖部分与两侧海堤连接成整体，加固海堤主要是重建水闸开挖时破坏的堤段，进行修复加固；白沙水闸外海现状设置有导流堤，为砼外包护结构，经运行多年，现已破败、崩塌，无法起到导流引流作用，为减少外海涨落潮对水闸建筑物及水闸两岸的海堤的持续剧烈冲刷，设计在水闸外海左右两侧各设置导流堤一道。本工程内涌引堤、左右岸连接堤、外海导流堤采用非透水构筑物用海方式具有唯一性。

为降低项目施工过程中产生的污染物对所在海域的环境影响，项目水闸拆除重建施工过程需采用不过水的围堰结构。因此，施工围堰的非透水构筑物用海方式具有唯一性。

（2）透水构筑物

水闸的主要功能是蓄水、控制流量、疏通排泄等，水闸的内涌抛石防冲槽段、海漫段、内涌消力池段、闸室段、外海消力池段、外海海漫段和外海抛石防冲槽段等是水闸的过水断面。白沙水闸现状围内需要纳潮的围塘利用外海潮位高于围内河道正常水位 0.50m 时进行纳潮，水闸的最高纳潮水位到 1.77m 时关闸，时间约为 2 个小时。施工期设置纳潮闸，纳潮时间提升到 4 小时，能够满足围内生产纳潮使用。其透水构筑物的用海方式具有唯一性。

综上，本项目用海方式具有唯一性，不再进行比选。

7.3.2 用海方式是否遵循尽最大可能不填海和少填海、不采用非透水构筑物，尽可能采用透水式、开放式的用海原则

本项目主体工程和施工工程用海方式均包括非透水构筑物用海和透水构筑物用海。

本项目不涉及填海工程。本工程于原址重建，水闸的重建使其能充分发挥纳潮、挡潮、排涝、防洪功能，消除各种各样威胁工程的不利因素，使工程能够安全地运行，保障了龙营围海堤围内渔业和相关产业的稳步发展，占用海域面积较

小，对周边海域影响较小。

根据 7.3.1 章节分析可知，本工程内涌引堤、左右岸连接堤、外海导流堤、翼墙和施工围堰采用非透水构筑物用海方式具有唯一性。

综上，本项目用海方式非透水构筑物用海是必要的，但用海面积较小，对海域自然属性影响可接受，项目用海已尽可能采用透水式、开放式的用海原则。

7.3.3 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）》，本项目所在功能区为“安铺港渔业用海区”，项目用海类型与该功能区的空间准入要求可兼容。本项目翼墙、内涌引堤、左右岸连接堤、外海导流堤及施工围堰为非透水构筑物。水闸重建后海漫段和消力池段设置有翼墙以确保水闸与两岸的衔接稳定，内涌引堤为本次水闸拆除重建对水闸内涌侧左右引堤进行加固护岸，左右连接堤是对拆除重建水闸开挖时破坏的海堤进行修复加固，外海导流堤是为减少外海涨落潮对水闸建筑物及水闸两岸的海堤的持续剧烈冲刷而建设的，施工工程在工程施工结束后及时拆除，以上用海单元对海域自然属性的影响不大。水闸主体的用海方式为透水构筑物，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，有利于维护项目所在海域基本功能。

7.3.4 能否最大程度地减少对区域海域生态系统的影响

项目建设过程中会对施工范围内海洋生态环境造成影响，但可以对项目施工过程中造成的海洋生物资源损害进行补偿，即通过生态恢复的方式，补偿生态的损失，使项目周围海域在工程后能够逐步恢复原来的生态状况，保持区域海洋生态的平衡。总体来说，在充分采取各种保护和保全区域海洋生态系统措施的前提下，本项目用海方式不会对海洋生态系统造成大的不利影响。

7.3.5 能否最大程度地减少对水文动力环境和冲淤环境的影响

根据数值模拟结果，本项目施工围堰实施造成的水动力环境的影响主要集中在

在施工围堰周边 1000m 范围内水域。水闸重建后对水动力环境的影响主要集中在工程周边 1000m 范围内水域。

根据数值模拟结果，围堰实施后，围堰左右两侧淤积厚度在 0.01~0.20m/a 之间，最大淤积出现在围堰左右两侧水域，淤积厚度为 0.18m/a；围堰外向海一侧水域冲刷深度大都在 0.10m/以下；最大冲刷出现在围堰外向海一侧水域，冲刷深度为 0.20m/a。水闸拆除重建后，运营期工程左右两侧淤积厚度在 0.01~0.10m/a 之间，最大淤积出现在工程左右两侧水域，淤积达到 0.18m/a；根据水闸运行调度情况，当上游闸上水位高于外海水位，需要开闸排水防止形成内涝，拟建水闸闸前至水闸口冲刷深度在 0.60m/a 左右。

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。本项目用海方式能够最大程度地减少对水动力环境和冲淤环境的影响。

7.4 占用岸线合理性分析

根据广东省政府 2022 年批复岸线，本项目距离岸线最近约 1.4km，不占用岸线，无需落实岸线占补。项目与岸线的位置关系示意图见图 7.4-1。



图 7.4-1 项目与岸线的位置关系示意图

7.5 用海面积合理性分析

合理的用海面积主要表现为用海面积既能满足项目用海的实际需求，又能有效地利用和保护海域资源。而不合理的用海面积往往带来海域资源的浪费和环境的破坏，甚至会引发用海矛盾。

7.5.1 项目用海面积合理性

7.5.1.1 是否满足项目用海需求

白沙水闸最初由原廉江县水电局组织建设，于 1986 年 10 月建成，鉴于当时的水利工程建设情况，没有按基建程序进行，在没有翔实的地质勘察资料，没有多方案论证的情况下，实行边设计、边施工、边修改的方法进行；并且由于当时社会生产力落后，建设材料、施工机械缺乏，多数工序施工均靠人工进行，施工质量相对较差。2021 年 12 月，廉江市龙营围工程管理处委托惠州市华禹水利水电工程勘测设计有限公司对白沙水闸进行了安全鉴定，根据鉴定结果，廉江市白沙水闸的过水能力、渗流稳定性、结构强度、消能防冲、金属结构等均无法达到现行规范的要求，运行指标无法达到设计标准，工程存在严重安全问题，需降低标准运行或者报废重建，对该水闸评定为四类，水闸必须进行重建。

本项目以水闸重建为核心，本水闸的工程任务是以纳潮、挡潮、排涝、防洪为主。本工程总体可分为主体工程 and 施工工程。

主体工程主要包括：水闸主体拆除及重建（防冲槽、消力池、海漫和闸室）、加固内涌引堤、左右两岸连接堤，增设下游两侧导流堤及翼墙建设。

施工工程主要包括：施工围堰和施工期纳潮涵闸。

（1）主体工程用海需求

主体工程主要包括：水闸主体拆除及重建（防冲槽、消力池、海漫和闸室）、加固内涌引堤、左右两岸连接堤，增设下游两侧导流堤及翼墙建设。

①水闸主体用海需求：

水闸顺水流方向依次为内涌引堤段、内涌防冲槽段、内涌海漫段、内涌消力池段、闸室段、外海消力池段、外海海漫段和外海防冲槽段，共长 131.10m。

根据《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）5.3.2.2 条，“透水构筑物以构筑物及其防护设施垂直投影的外缘线为界”。本项目水闸主体用海方式为透水构筑

物，水中以水闸的内涌防冲槽、内涌海漫、内涌消力池、闸室、外海消力池、外海海漫、外海防冲槽等结构垂直投影的外缘线为界。计算得到水闸主体用海需求为 0.2539 公顷。

②翼墙、堤岸等用海需求：

内涌左右引堤两侧岸坡为复合型断面，根据引堤现状断面情况，为便于和龙营围海堤连接，堤顶高程 3.20~6.22m。左右连接堤顶宽度 7.0m，堤顶高程 6.22m。外海左右两侧导流堤中轴线相距 106.20m，导流堤长 59.46m，导流堤堤顶高程 5.50m，堤内外侧坡比均为 1: 2.0。在内涌海漫段、内涌消力池段、外海消力池段、外海海漫段两侧拟建设翼墙。

根据《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）“5.3.2.1 非透水构筑物用海 岸边以海岸线为界，水中以非透水构筑物及其防护设施的水下外缘线为界。”本项目翼墙、堤岸等用海方式为非透水构筑物，翼墙、堤岸等的内涌引堤和左右岸连接堤以设计边缘为界、外海导流堤和翼墙等以水下外缘线为界。最终计算得到翼墙、堤岸等用海面积为 1.3052 公顷。

（2）施工工程用海需求

施工工程主要包括：施工围堰和施工期纳潮涵闸。

①施工围堰用海需求：

为了方便水闸施工，水闸需完成围堰施工。本项目内涌和外海侧均采用围堰方式形成挡水的屏障，抽干围堰内积水后提供一个无水的施工作业环境。

内涌围堰在上游河道 136m 处。内涌围堰顶高程采用 3.20m，高 4.30m，顶面宽 5.0m；外海围堰采用复合型断面土石围堰，围堰顶高程采用 5.50m，高 6.0m，顶面宽 5.0m，迎水面和背水面坡比均为 1: 2.0，在高程 1.0m 处设置平台宽 3.0m。为保证迎水面免受水流冲刷破坏，在外面铺袋装砂包厚 600mm 护面，其下铺防水织布一层。内涌围堰中轴线长 40m；外海施工围堰共长 276.04m。外海临时纳潮闸采用钢板桩全围堰全长 97.30m，堰顶高程 5.5m，围堰顶宽度 6.0m。

根据《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）“5.3.2.1 非透水构筑物用海 岸边以海岸线为界，水中以非透水构筑物及其防护设施的水下外缘线为界。”本工程施工围堰以围堰坡脚的外缘线为界和龙营围生态海堤建设工程（拟申请）申请范围为界进行用海申请，同时避让主体工程内涌引堤、左右岸连接堤、外海导流

堤、翼墙等用海范围。最终计算得到施工围堰用海面积为 1.5781 公顷。

②施工期纳潮涵闸用海需求：

白沙水闸施工时考虑利用息安水闸和施工期纳潮涵闸联合运用，施工时白沙水闸东侧来水通过横向排水沟向东排向息安水闸上游，白沙水闸西侧来水通过横向排水沟排水白沙水闸内涌河道，再通过沿途涵闸自西向东排向息安水闸，利用息安水闸和横向排洪沟进行施工导流，排水能力有保证，能够满足围内生产导流、纳潮使用。

根据《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）5.3.2.2 条，“透水构筑物以构筑物及其防护设施垂直投影的外缘线为界”。本项目施工期纳潮涵闸建设与龙营围生态海堤建设工程（拟申请）存在部分重叠情况，施工期纳潮涵闸用海方式为透水构筑物，而龙营围生态海堤建设工程与其重叠部分用海方式为非透水构筑物，因此，本项目施工期纳潮涵闸与该工程重叠的用海范围进行避让。综上，本工程施工期纳潮涵闸以构筑物垂直投影的外缘线和龙营围生态海堤建设工程申请范围为界。最终计算得到施工期纳潮涵闸用海需求为 0.0061 公顷。

本项目用海包括主体工程 and 施工工程。主体工程申请用海面积 1.5591 公顷，包括水闸主体 0.2539 公顷（用海方式为透水构筑物），翼墙、堤岸等 1.3052 公顷（用海方式为非透水构筑物）；施工工程申请用海面积 1.5842 公顷，包括施工围堰 1.5781 公顷（用海方式为非透水构筑物，其中 0.2539 公顷与主体工程透水构筑物用海范围重叠），施工期纳潮涵闸 0.0061 公顷（用海方式为透水构筑物）。

因此，本项目用海根据水闸现状及面临的问题，结合周边用海现状确定，遵循总体布置原则，在充分研究、分析区域自然条件的基础上，有效利用海域和现有养殖围堤资源，综合考虑投资规模及建成后的效益发挥，拆除重建白沙水闸。本项目申请用海面积满足用海需求。

7.5.1.2 是否符合相关行业设计标准和规范

（1）与相关行业的设计标准和规范相符合

龙营围白沙水闸的主要任务是排涝、挡潮、防洪、纳潮。根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）和粤水电总字〔1995〕4 号文“关于印发《广东省防洪（潮）标准和治涝标准》试行的通知”精神及《水闸设计规范》

(SL/T 265-2016)，确定白沙水闸设计洪水标准为 20 年一遇，校核洪水标准为 50 年一遇，设计潮水标准为 50 年一遇，设计排涝标准为 20 年一遇，校核潮水标准为历史最高潮位，水闸消能防冲标准与洪水标准相同，水闸工程等别为 III 等，主要建筑物级别为 3 级，次要建筑物级别为 4 级。

根据《水闸设计规范》(SL265-2016)，本次重建白沙水闸为开敞式水闸，水闸进口断面为 4 孔 3.50m×3.50m (宽×高，下同)，出口断面为 4 孔 3.50m×3.50m。堰顶高程-0.75m，闸门全开，最大开度可达到 3.50m。

通过调蓄计算，当水闸总净宽为 14m、闸底板高程为-0.75m 时，围内设计水位为 2.32m、校核水位为 2.43m，均小于最高控制水位 2.50m，满足排涝标准要求，最大过闸总流量为 125.61m³/s。

(2) 与《海籍调查规范》(HY/T 124-2009) 的符合性分析

由《海籍调查规范》(HY/T 124-2009)：

①“5.3.2.1 非透水构筑物用海 岸边以海岸线为界，水中以非透水构筑物及其防护设施的水下外缘线为界。”本项目翼墙、堤岸等以及施工围堰用海方式为非透水构筑物，翼墙、堤岸等的内涌引堤和左右岸连接堤以设计边缘为界、外海导流堤和翼墙等以水下外缘线为界；施工围堰以围堰坡脚的外缘线为界和龙营围生态海堤建设工程(拟申请)申请范围为界进行用海申请，同时避让主体工程内涌引堤、左右岸连接堤、外海导流堤、翼墙等用海范围。

②“5.3.2.2 透水构筑物用海以构筑物及其防护设施垂直投影的外缘线为界。”本项目水闸主体用海方式为透水构筑物，水中以水闸的内涌防冲槽、内涌海漫、内涌消力池、闸室、外海消力池、外海海漫、外海防冲槽等结构垂直投影的外缘线为界。

施工期纳潮涵闸建设与龙营围生态海堤建设工程(拟申请)存在部分重叠情况，施工期纳潮涵闸用海方式为透水构筑物，而龙营围生态海堤建设工程与其重叠部分用海方式为非透水构筑物，因此，本项目施工期纳潮涵闸与该工程重叠的用海范围进行避让。综上，本工程施工期纳潮涵闸以构筑物垂直投影的外缘线和龙营围生态海堤建设工程申请范围为界。

综上，本项目用海面积符合相关行业的设计标准和规范。

7.5.1.3 减少项目用海面积的可能性

本项目用海内容包括主体工程和施工工程，其中主体工程申请用海面积 1.5591 公顷，包括水闸主体 0.2539 公顷（用海方式为透水构筑物），翼墙、堤岸等 1.3052 公顷（用海方式为非透水构筑物）；施工工程申请用海面积 1.5842 公顷，包括施工围堰 1.5781 公顷（用海方式为非透水构筑物，其中 0.2539 公顷与主体工程透水构筑物用海范围重叠），施工期纳潮涵闸 0.0061 公顷（用海方式为透水构筑物）。

本项目水闸重建用海面积是由其所在河道宽度及水闸建设标准、建设规模决定的。重建后本工程的主要任务为排涝、挡潮、防洪、纳潮。水闸设计洪水标准为 20 年一遇，校核洪水标准为 50 年一遇，设计潮水标准为 50 年一遇，设计排涝标准为 20 年一遇。由《廉江市龙营围白沙水闸重建工程初步设计水文复核专题报告》计算结果，水闸由原来 4 孔净宽 12.0m 扩至 4 孔净宽 14.0m，即重建水闸每孔净宽 3.50m，总净宽 14.0m，设计最大过闸总流量为 125.61m³/s。在白沙水闸右侧布置施工期纳潮涵闸，纳潮闸由双层 2-2×1.2m 共 8 个 φ 1.20m 圆涵组成，底层涵底板高程-0.75m（和白沙水闸底板同高程），过断面面积 9.4m²。

项目施工围堰的建设是为了满足施工的需求，围堰长度需至少满足提供足够的围闭区域用于工程建设。围堰设计主要考虑就地取材、施工简便快捷、运行安全可靠等因素。根据现场的地形条件，结合水闸的结构特性，本次内涌和外海均采用全段围堰法封闭施工。

项目施工内涌围堰在上游河道 136m 处。内涌围堰顶高程采用 3.20m，高 4.30m，顶面宽 5.0m，迎水面和背水面坡比均为 1: 2.0，在高程 1.0m 处设置平台宽 3.0m。为保证迎水面免受水流冲刷破坏，在外面铺袋装砂包厚 600mm 护面，其下铺防水织布一层。内涌围堰中轴线长 40m。

外海围堰顶高程采用 5.50m，高 6.0m，顶面宽 5.0m，迎水面和背水面坡比均为 1: 2.0，在高程 1.0m 处设置平台宽 3.0m。为保证迎水面免受水流冲刷破坏，在外面铺袋装砂包厚 600mm 护面，其下铺防水织布一层，由于外海围堰高度较高，围堰基础为砂基，部分围堰段下部有淤泥，经稳定计算不满足要求，采用高压摆喷防渗墙处理，单排孔距 2.50m，孔入围堰底基础深度 2.50m，外海施工围堰共长 276.04m。采用复合断面土石围堰，外海临时占地 7373m²。同时外海左右侧导流堤可以利用外海围堰左右两侧围堰长 59.46m。外海临时纳潮闸采用钢

板桩全围堰全长 97.30m，堰顶高程 5.5m，围堰顶宽度 6.0m。

因此，本项目在充分研究、分析区域自然条件的基础上，综合考虑投资规模及建成后的效益发挥，有效利用海域，项目用海面积已无减少的可能，项目用海面积是合理的。

7.5.2 宗海图绘制

7.5.2.1 测量相关说明

(1) 宗海测量相关说明

根据《海域使用分类》(HY/T 123-2009)和《海籍调查规范》(HY/T 124-2009)，广东海兰图环境技术研究有限公司负责进行本项目海域使用测量，测绘资质证书号为：乙测资字 44518541。

(2) 执行的技术标准

- 1) 《海域使用面积测量规范》(HY/T 070-2022)；
- 2) 《海域使用分类》(HY/T 123-2009)；
- 3) 《海籍调查规范》(HY/T 124-2009)；
- 4) 《宗海图编绘技术规范》(HY/T 251-2018)；
- 5) 《海域立体分层设权宗海范围界定指南(试行)》(自然资源部，2023年11月)；
- 6) 《广东省海域使用权立体分层设权宗海范围界定及宗海图编绘技术规范(试行)》(广东省自然资源厅，2024年6月)。

7.5.2.2 宗海界址点的确定方法

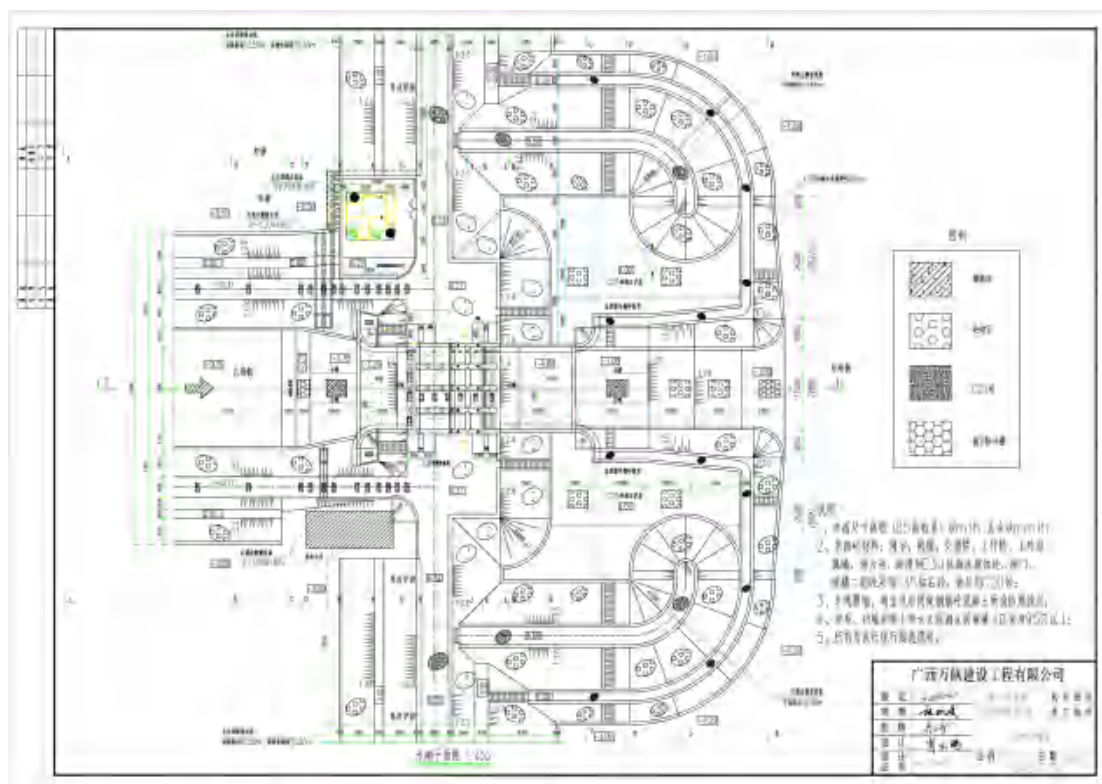
(1) 透水构筑物用海界址点的确定

根据《海籍调查规范》(HY/T 124-2009)，“5.3.2.2 透水构筑物用海以构筑物及其防护设施垂直投影的外缘线为界。”

水闸顺水流方向依次为内涌引堤段、内涌防冲槽段、内涌海漫段、内涌消力池段、闸室段、外海消力池段、外海海漫段和外海防冲槽段，共 131.1m。防冲槽、海漫、消力池、闸室等用海方式为透水构筑物，由图 7.5.2-1 平面布置可确定水闸轴线总长 131.1m，进而确定透水构筑物水闸轴线外缘线。根据防冲槽、

海漫、消力池、闸室等断面图确定各透水构筑物宽度，最终可确定水闸主体透用海界址点。

施工期纳潮涵闸建设与龙营围生态海堤建设工程（拟申请）存在部分重叠情况，重叠面积为 0.0283 公顷，长度约为 10m（可见图 7.5.2-2），施工期纳潮涵闸用海方式为透水构筑物，而龙营围生态海堤建设工程与其重叠部分用海方式为非透水构筑物，因此，本项目施工期纳潮涵闸与该工程重叠的用海范围进行避让。综上，本工程施工期纳潮涵闸以构筑物垂直投影的外缘线和龙营围生态海堤建设工程申请范围为界，最终可确定施工期纳潮涵闸用海界址点。



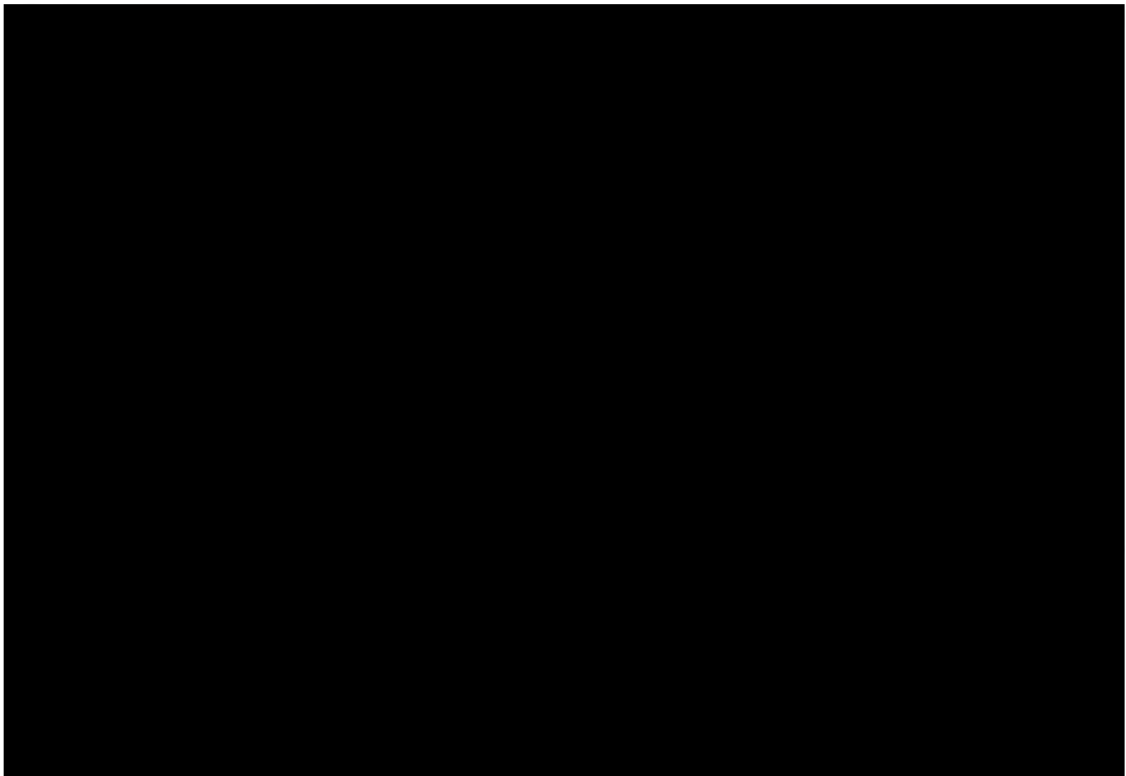


图 7.5.2-2 施工期纳潮涵闸建设与龙营围生态海堤建设工程（拟申请）重叠情况示意图

（2）非透水构筑物用海界址点的确定

根据《海籍调查规范》（HY/T 124-2009），“5.3.2.1 非透水构筑物用海 岸边以海岸线为界，水中以非透水构筑物及其防护设施的水下外缘线为界。”本工程翼墙、堤岸等的内涌引堤和左右岸连接堤以设计边缘为界、外海导流堤和翼墙等以水下外缘线为界进行用海申请，最终可确定翼墙、堤岸等用海界址点。

施工围堰以围堰坡脚的外缘线为界和龙营围生态海堤建设工程（拟申请）申请范围为界进行用海申请，同时避让主体工程内涌引堤、左右岸连接堤、外海导流堤、翼墙等用海范围，最终可确定施工围堰用海界址点。

按照上述基本原则，在充分考虑本项目所在海域的自然属性和用海需求的基础上，确定本宗海项目界址点位置。

表 7.5.2-1 主体工程（翼墙、堤岸等和水闸主体）宗海界址点确定依据

用海单元	用海方式	界址线	确定依据
翼墙、堤岸等 1	非透水构筑物	21-22-…-26-27	以内涌引堤、右岸连接堤设计边缘为界
		1-2-…-20-21 27-28-…-35-36-1	以右外海导流堤、翼墙 1 等水下外缘线为界
翼墙、堤岸等 2	非透水构筑物	37-38-…-49-50 50-51-…-54-55	以内涌引堤、左岸连接堤设计边缘为界

用海单元	用海方式	界址线	确定依据
		55-56-...-69-70	以左外海导流堤、翼墙 2 等水下外缘线为界
水闸主体	透水构筑物	1-2-...-34-35-1	防冲槽、海漫、消力池、闸室等结构垂直投影的外缘线为界

表 7.5.2-2 施工工程（施工围堰和施工期纳潮涵闸）项目宗海界址点确定依据

用海单元	用海方式	界址线	确定依据
施工围堰	非透水构筑物	1-2-...-17-18-19 100、101-...-113-1 60-61-...-68-69 51-52-...-59-60	施工围堰坡脚外缘线
		20-21-...-50-51 69-70-...-99-100	避让主体工程内涌引堤、左右岸连接堤、外海导流堤、翼墙等用海范围为界
		19-20	龙营围生态海堤建设工程拟申请范围为界
施工期纳潮涵闸	透水构筑物	115-116-...-124-125-114	施工期纳潮涵闸结构垂直投影的外缘线
		114-115	龙营围生态海堤建设工程拟申请范围为界

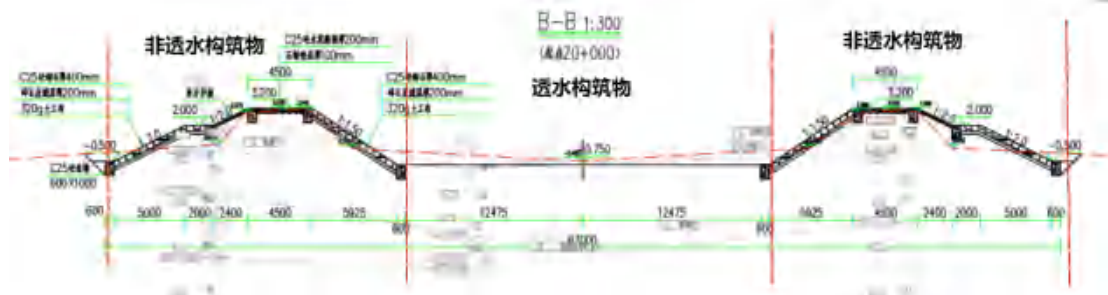


图 7.5.2-3 主体工程（内涌引堤段）用海范围界定示意图

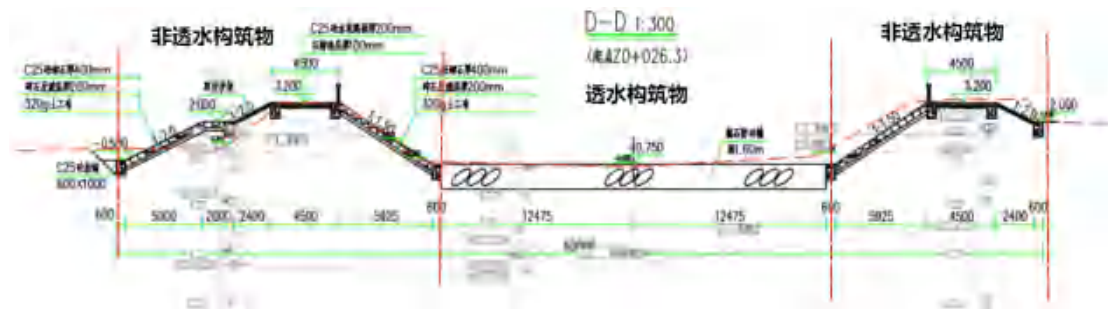


图 7.5.2-4 主体工程（内涌防冲槽段）用海范围界定示意图

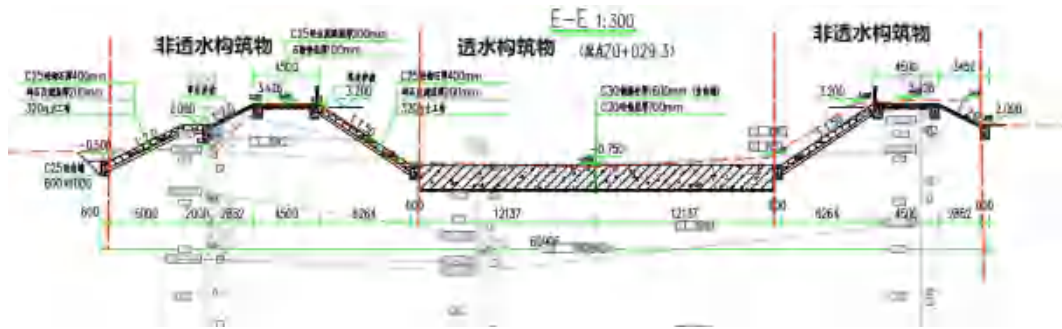


图 7.5.2-5 主体工程（内涌海漫段）用海范围界定示意图

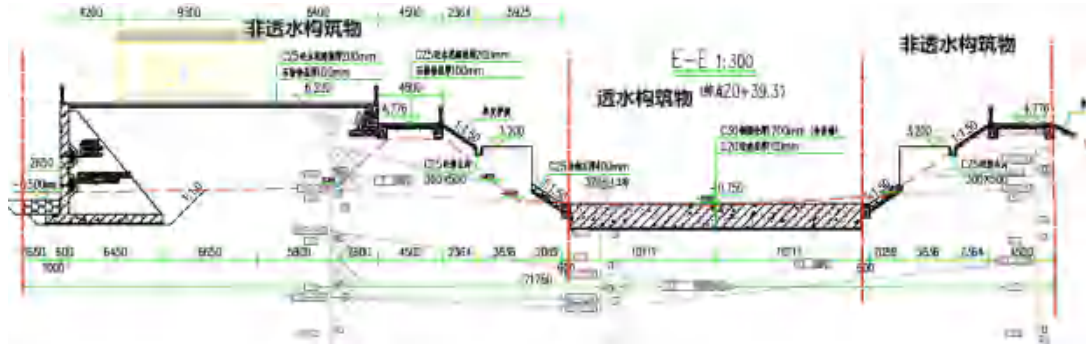


图 7.5.2-6 主体工程（内涌消力池段）用海范围界定示意图

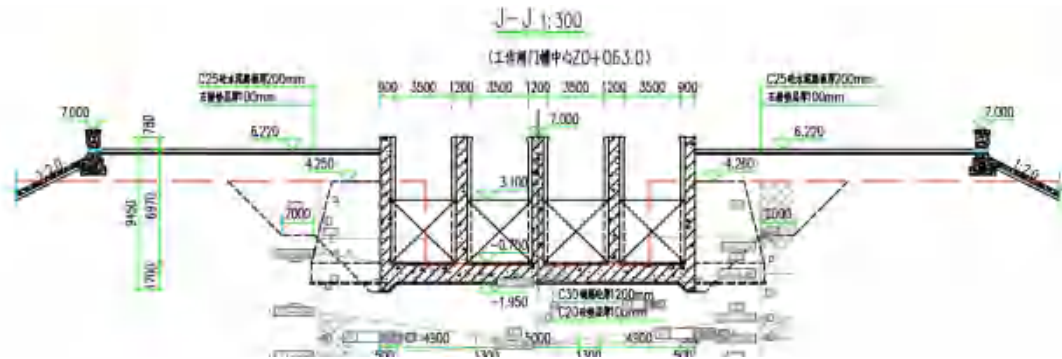


图 7.5.2-7 主体工程（闸室段）用海范围界定示意图

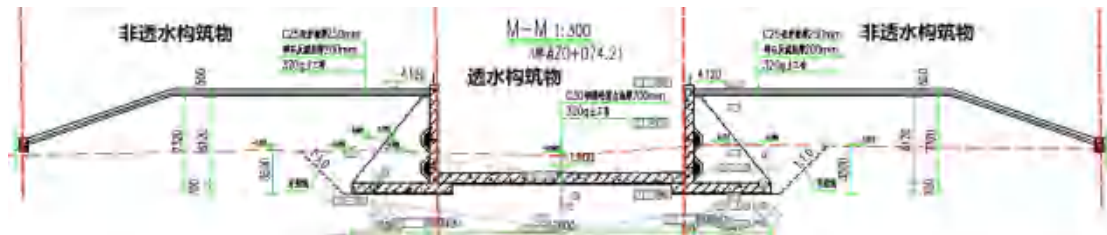


图 7.5.2-8 主体工程（外海侧消力池段）用海范围界定示意图

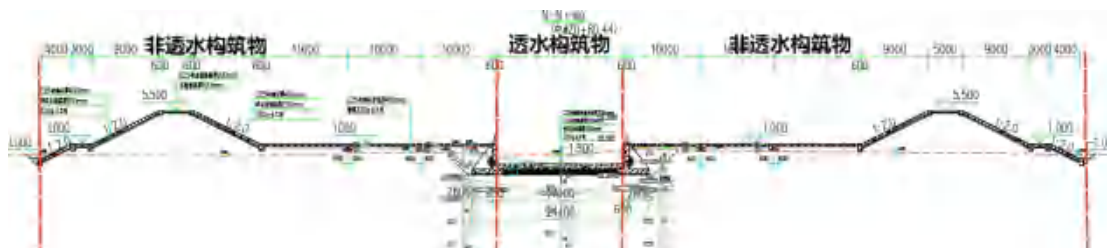


图 7.5.2-9 主体工程（外海侧海漫段）用海范围界定示意图

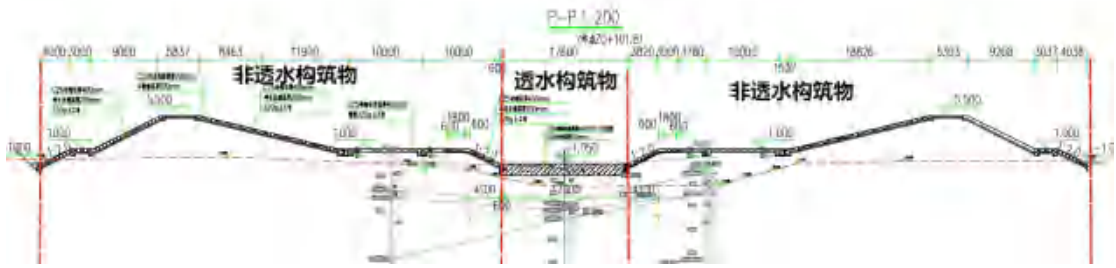


图 7.5.2-10 主体工程（外海侧防冲槽段）用海范围界定示意图

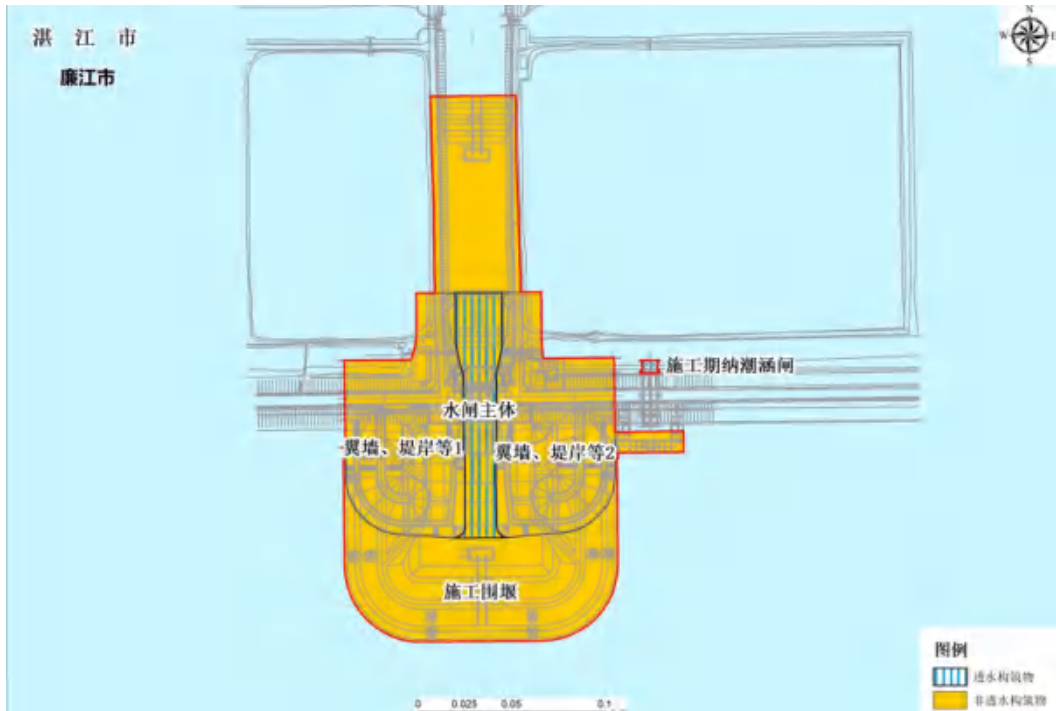


图 7.5.2-11 水闸主体（透水构筑物）与施工围堰（非透水构筑物）重叠示意图

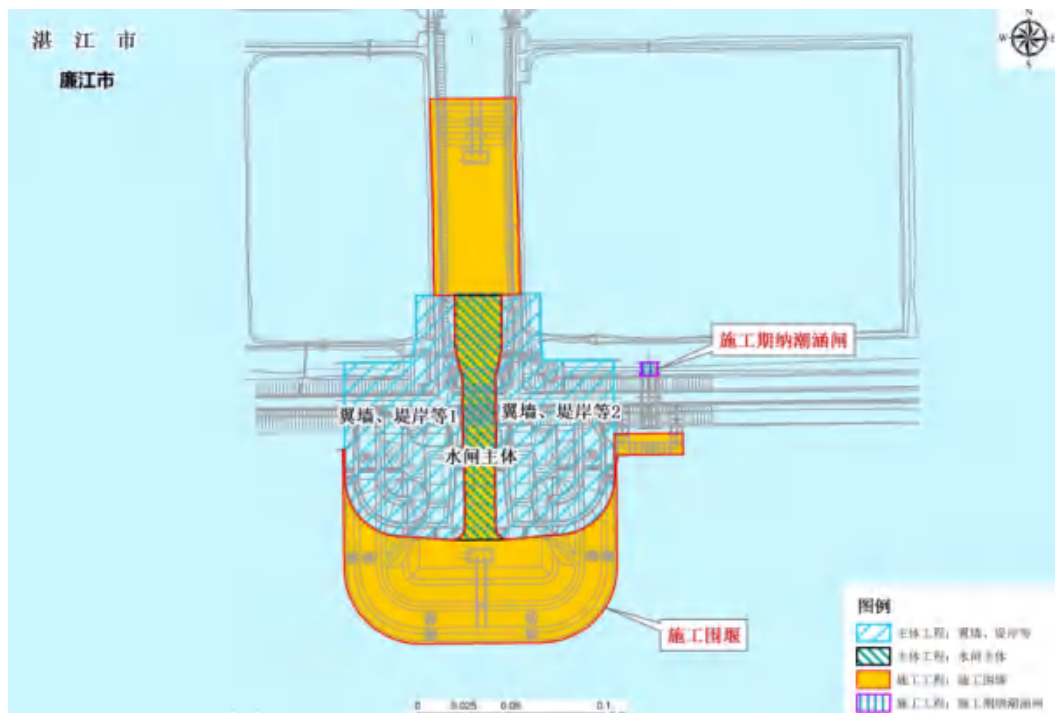


图 7.5.2-12 主体工程和施工工程平面位置关系图

7.5.2.3 宗海图的绘制

(1) 宗海位置图的绘制方法

宗海位置图采用中华人民共和国海事局 2020 年出版、图号为 91001 的海图，比例尺为 1:150000，坐标系为 2000 国家大地坐标系（CGCS2000），深度以理论最低潮面为基准（单位为米），高程以 1985 国家高程为基准（单位为米），地图投影为墨卡托投影（ $21^{\circ} 14' N$ ），图式采用 GB12319-1998。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》（HY/T 124-2009）上要求的其他海籍要素，形成宗海位置图。

(2) 宗海平面布置图和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》（HY/T 124-2009）《宗海图编绘技术规范》（HY/T 251-2018）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。

7.5.2.4 宗海界址点坐标

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、110°00′ 为中央子午线的 CGCS2000 大地坐标。

高斯投影反算公式：

$$l = \frac{1}{\cos B_f} \left(\frac{y}{N_f} \right) \left[1 - \frac{1}{6} (1 + 2t_f^2 + \eta_f^2) \left(\frac{y}{N_f} \right)^2 + \frac{1}{120} (5 + 28t_f^2 + 24t_f^4 + 6\eta_f^2 + 8\eta_f^2 t_f^2) \left(\frac{y}{N_f} \right)^4 \right]$$
$$B = B_f - \frac{t_f}{2M_f} y \left(\frac{y}{N_f} \right) \left[1 - \frac{1}{12} (5 + 3t_f^2 + \eta_f^2 - 9\eta_f^2 t_f^2) \left(\frac{y}{N_f} \right)^2 + \frac{1}{360} (61 + 90t_f^2 + 45t_f^4) \left(\frac{y}{N_f} \right)^4 \right]$$

7.5.3 项目用海面积量算

(1) 宗海面积的计算方法

本次宗海面积计算采用坐标解析法进行面积计算，即利用各点平面坐标计算面积，通过计算直接求得用海面积。

(2) 宗海面积的计算结果

根据《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）及本项目用海的用海类型，本项目用海方式为构筑物（一级方式）中的透水构筑物（二级方式）和非透水构筑物（二级方式）。本项目用海内容包括主体工程 and 施工工程，其中主体工程申请用海面积 1.5591 公顷，包括水闸主体 0.2539 公顷（用海方式为透水构筑物），翼墙、堤岸等 1.3052 公顷（用海方式为非透水构筑物）；施工工程申请用海面积 1.5842 公顷，包括施工围堰 1.5781 公顷（用海方式为非透水构筑物，其中 0.2539 公顷与主体工程透水构筑物用海范围重叠），施工期纳潮涵闸 0.0061 公顷（用海方式为透水构筑物）。

廉江市龙营围白沙水闸重建工程宗海位置图

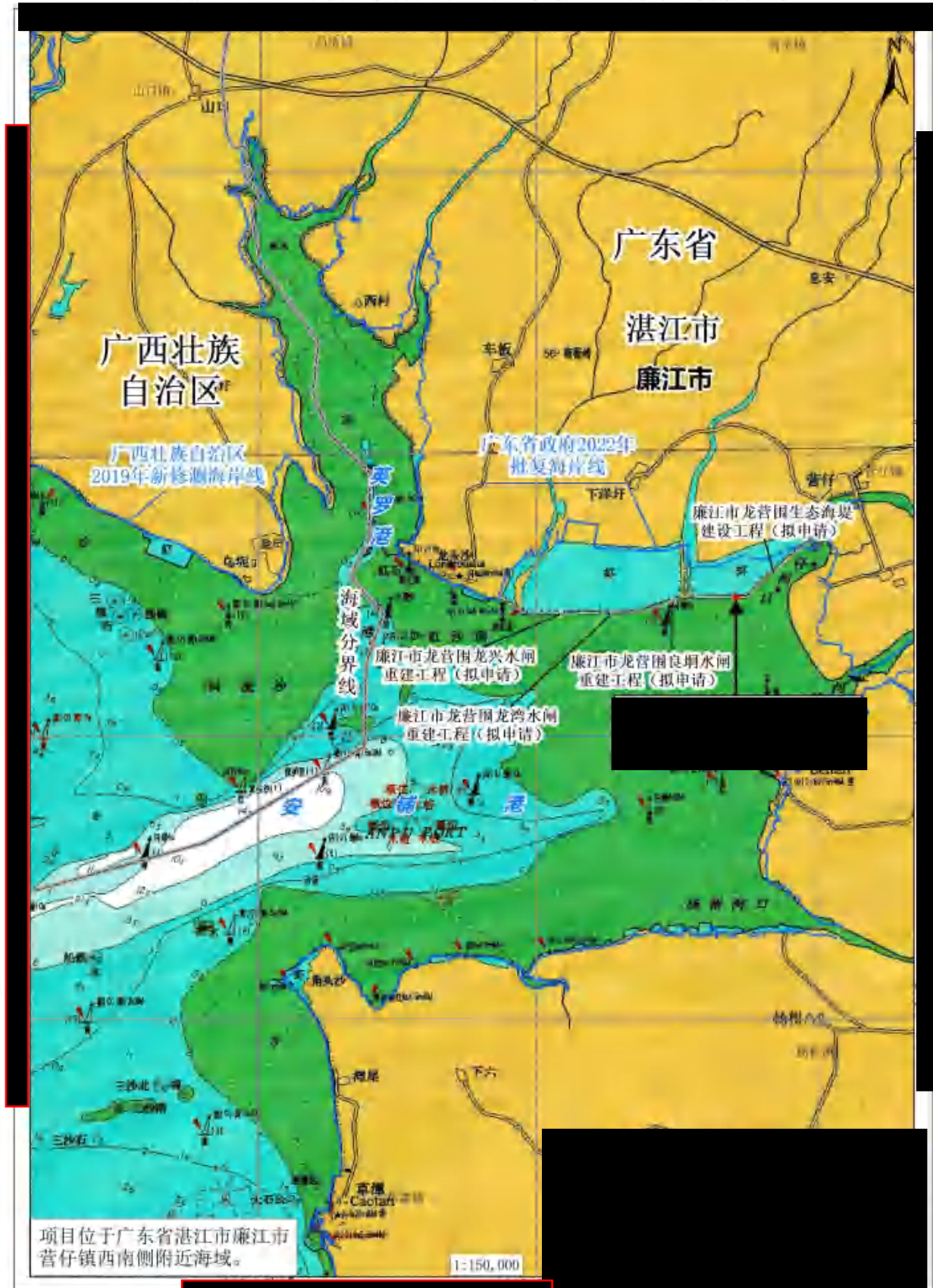


图 7.5.3-1 项目宗海位置图（主体工程）

廉江市龙营围白沙水闸重建工程宗海平面布置图

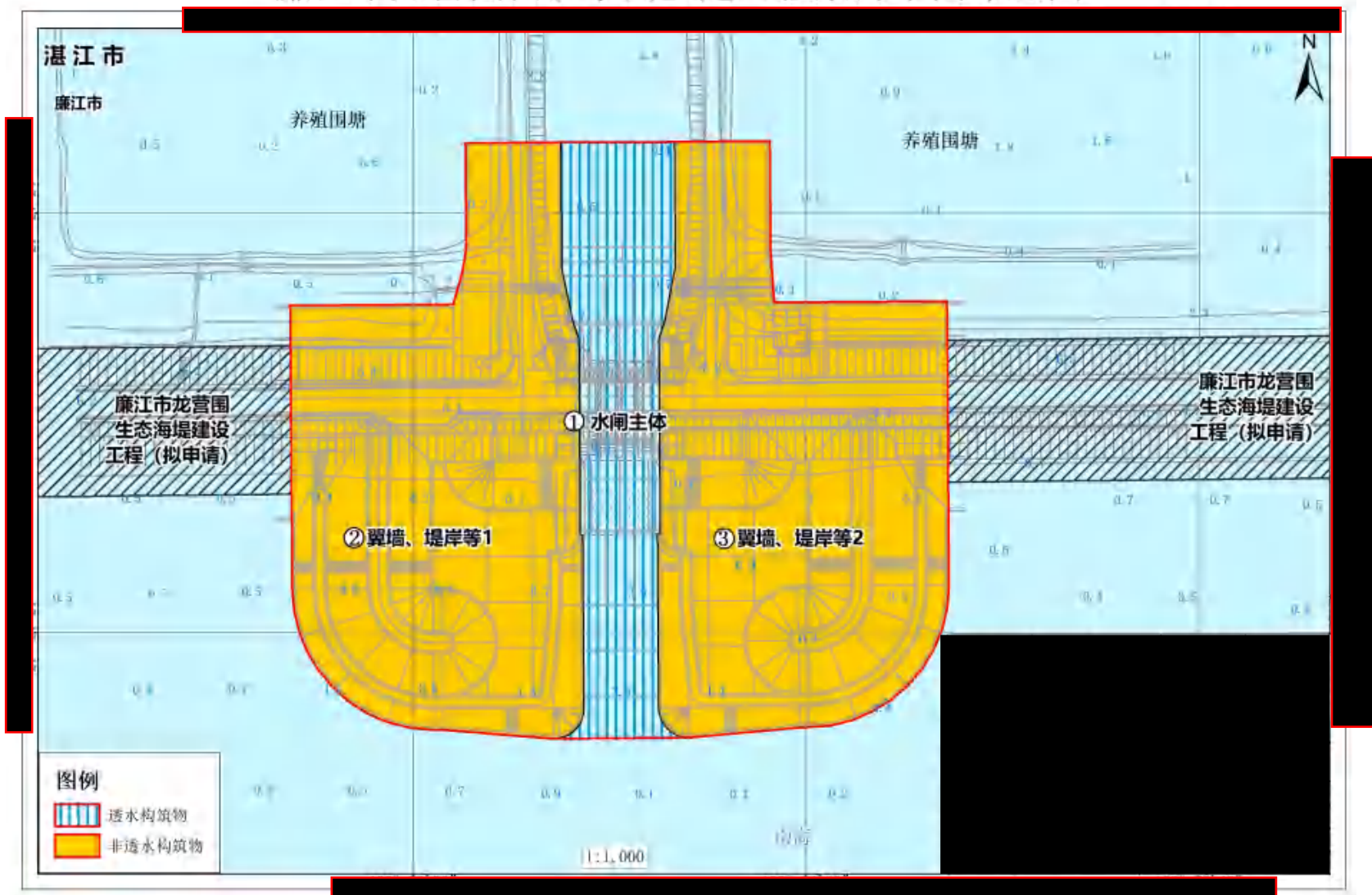


图 7.5.3-2 项目宗海平面布置图 (主体工程)

廉江市龙营围白沙水闸重建工程（翼墙、堤岸等）宗海界址图

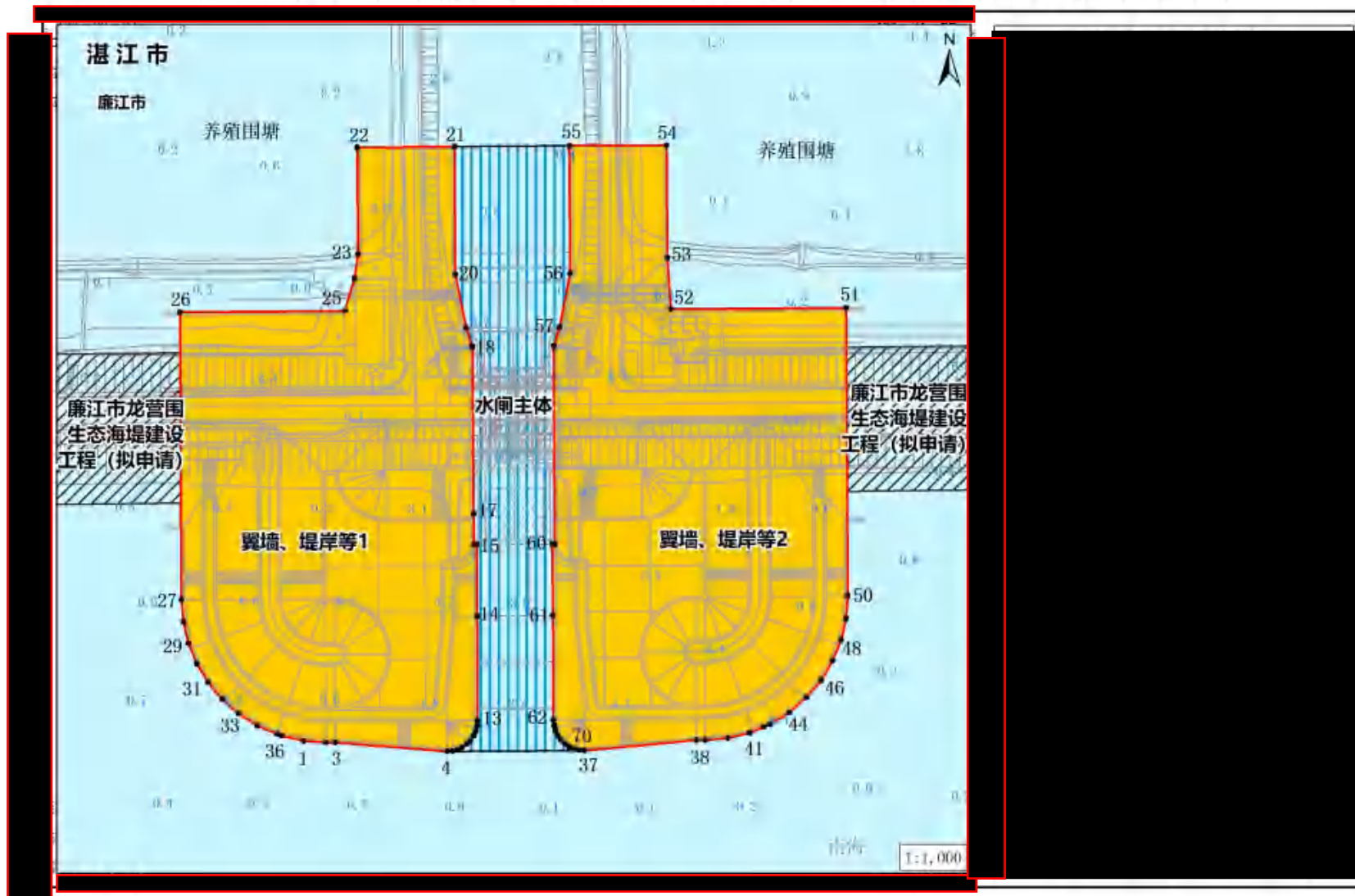


图 7.5.3-3 项目宗海界址图（翼墙、堤岸等）（第 1-40 年用海）

表 7.5.3-1 项目宗海（翼墙、堤岸等）（第 1-40 年用海）界址点
（此内容不公开）

廉江市龙营围白沙水闸重建工程（水闸主体）宗海界址图

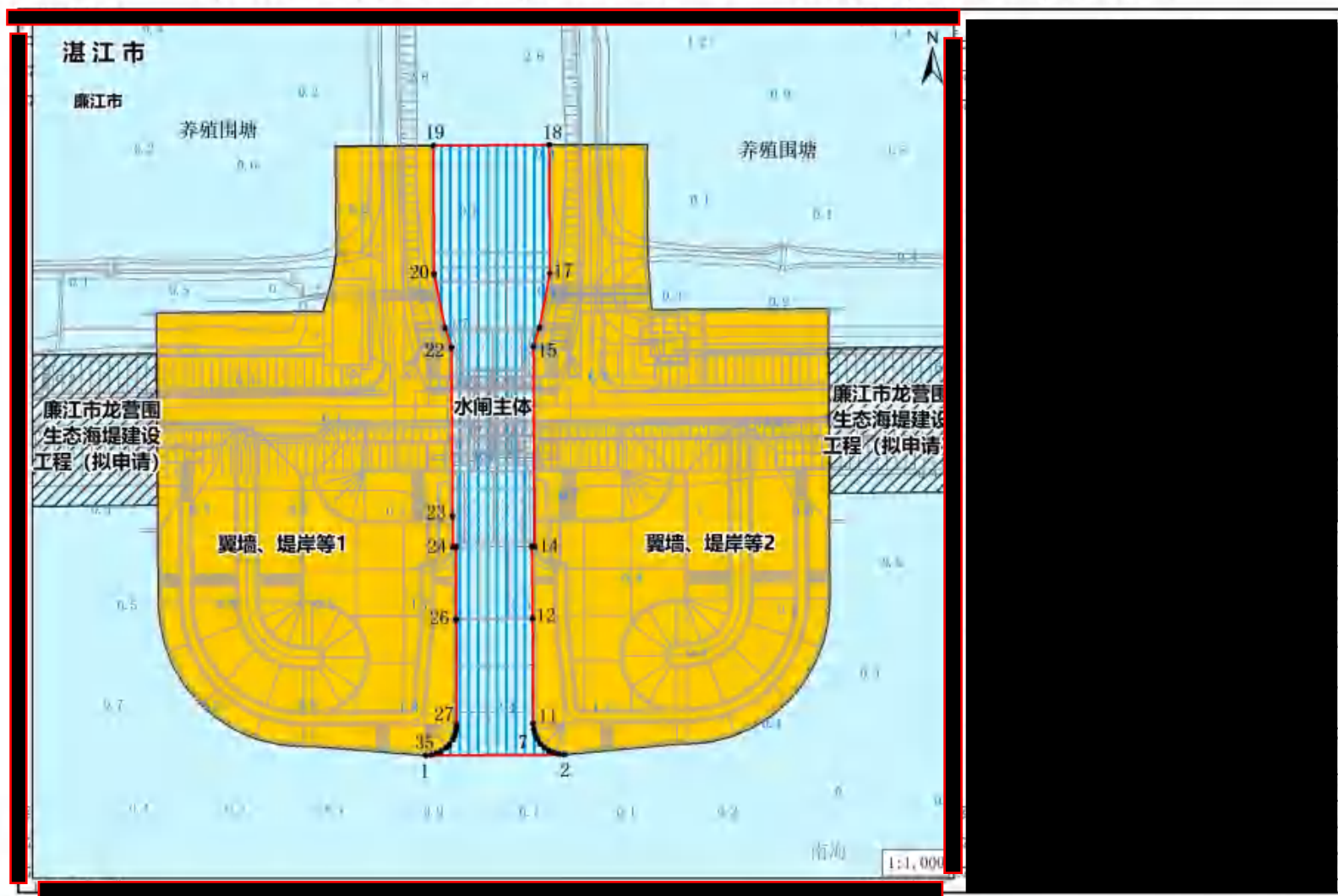


图 7.5.3-4 项目宗海界址图（水闸主体）（第 3-40 年用海）

表 7.5.3-2 项目宗海（水闸主体）（第 3-40 年用海）界址点（续）

（此内容不公开）

廉江市龙营围白沙水闸重建工程（施工工程）宗海位置图



图 7.5.3-5 项目宗海位置图（施工工程）

廉江市龙营围白沙水闸重建工程（施工工程）宗海平面布置图

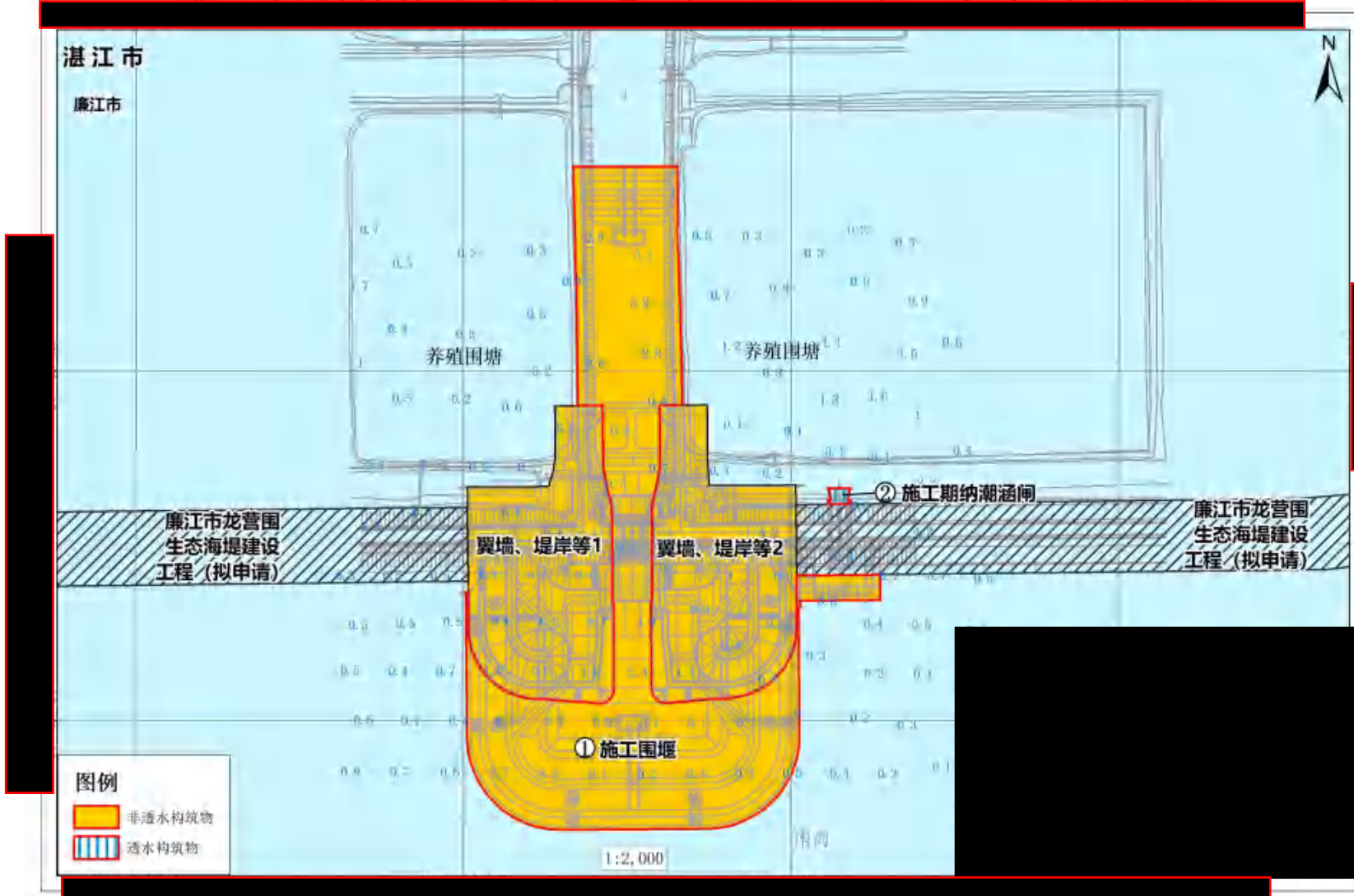


图 7.5.3-6 项目宗海平面布置图（施工工程）

廉江市龙营围白沙水闸重建工程（施工工程）宗海界址图

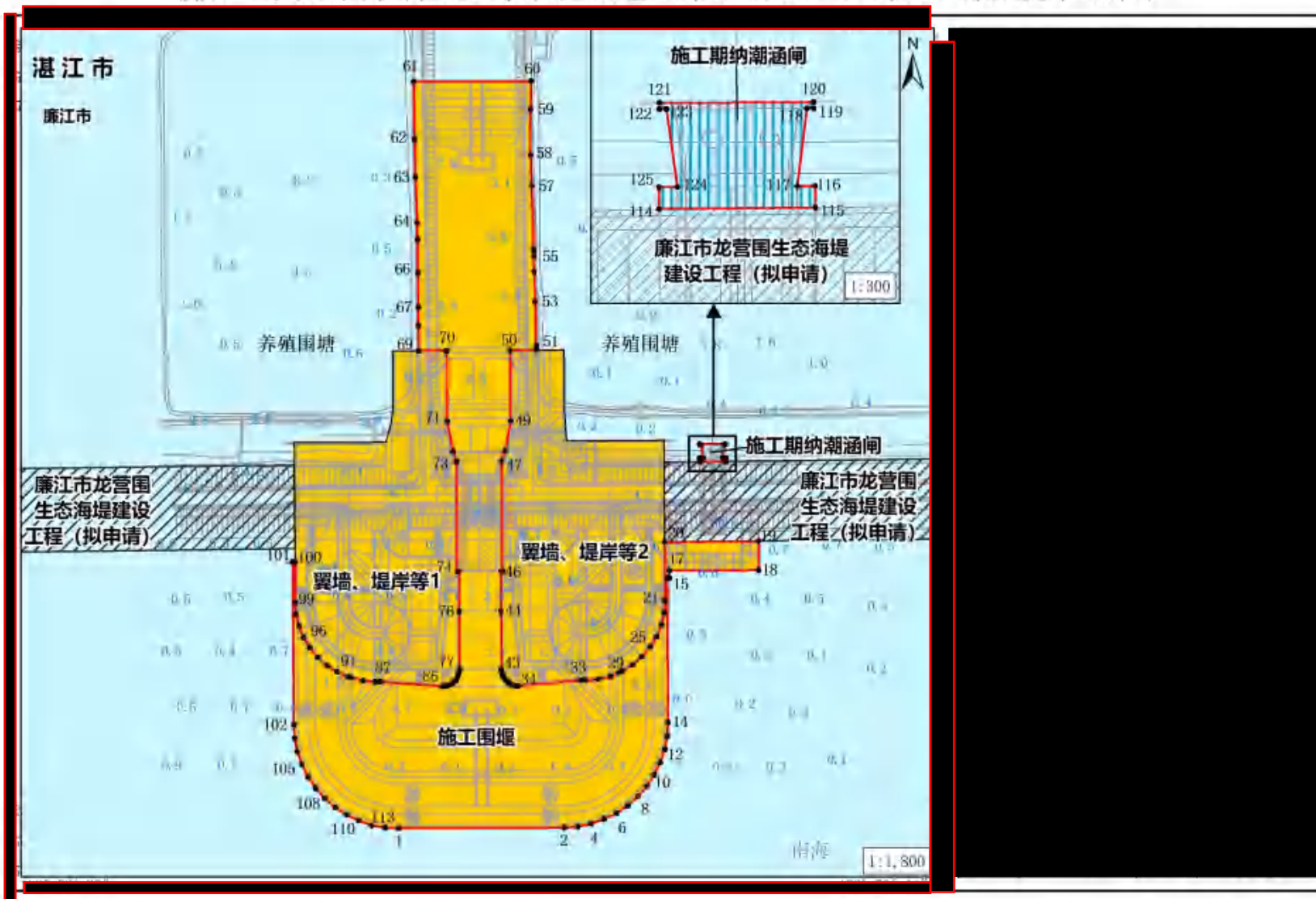


图 7.5.3-7 项目宗海界址图（施工工程）（第 1-2 年用海）

表 7.5.3-3 项目宗海（施工工程）（第 1-2 年用海）界址点（续 1）

（此内容不公开）

表 7.5.3-4 项目宗海（施工）（第 1-2 年用海）界址点（续 2）

（此内容不公开）

廉江市龙营围白沙水闸重建工程（翼墙、堤岸等）宗海立体空间范围示意图

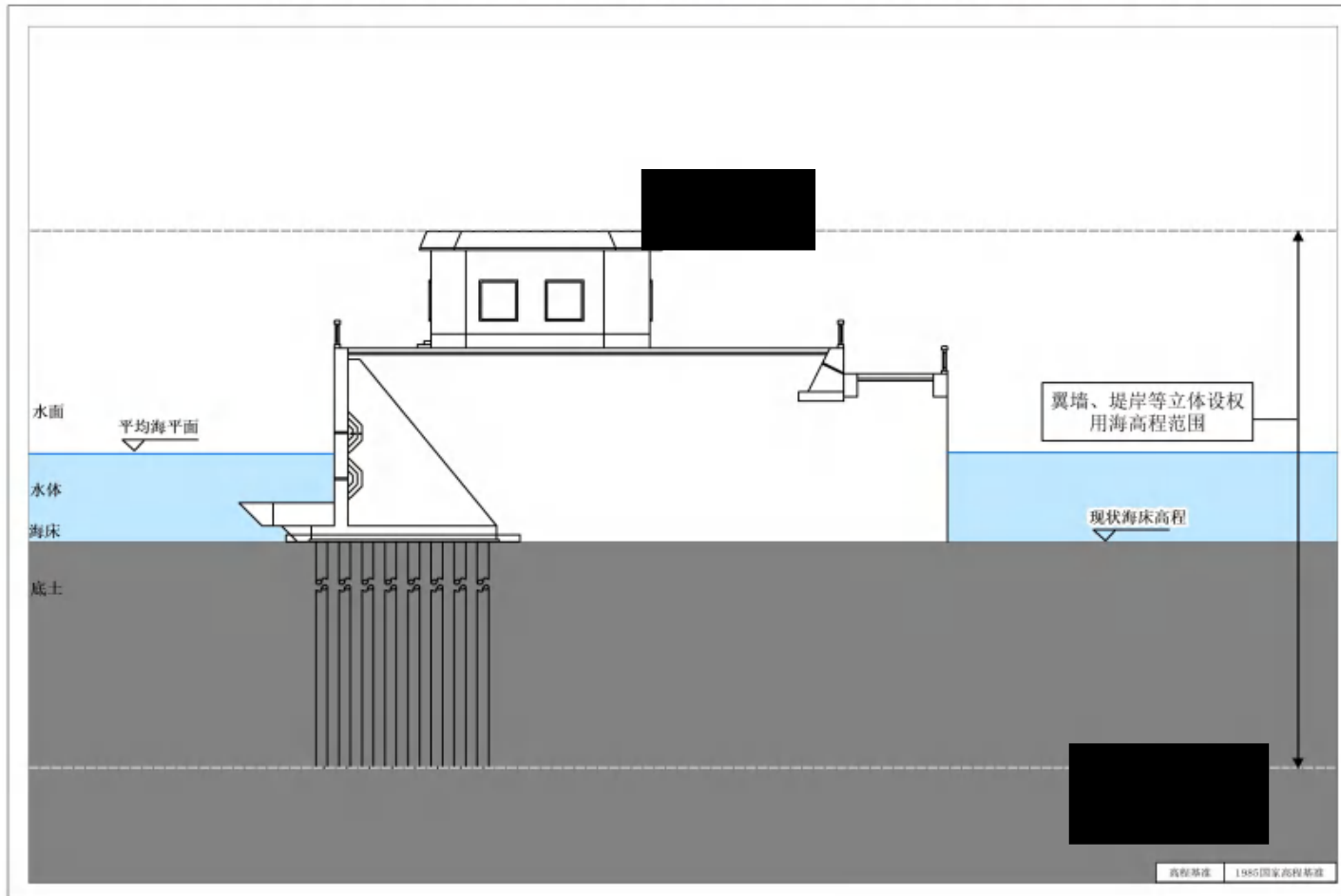


图 7.5.3-8 翼墙、堤岸等立体空间范围示意图

廉江市龙营围白沙水闸重建工程（水闸主体）宗海立体空间范围示意图

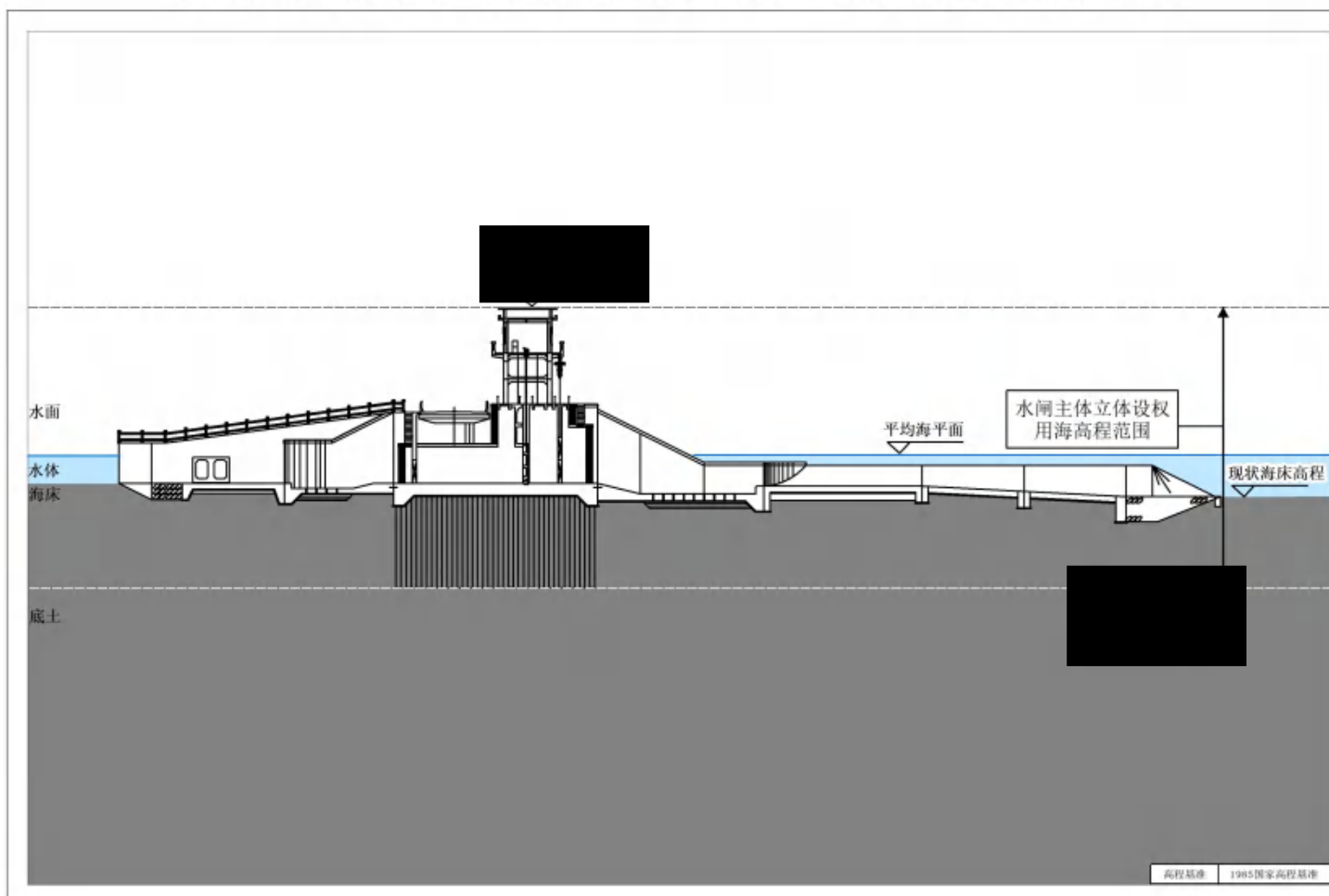


图 7.5.3-9 水闸主体宗海立体空间范围示意图

廉江市龙营围白沙水闸重建工程（施工围堰）宗海立体空间范围示意图

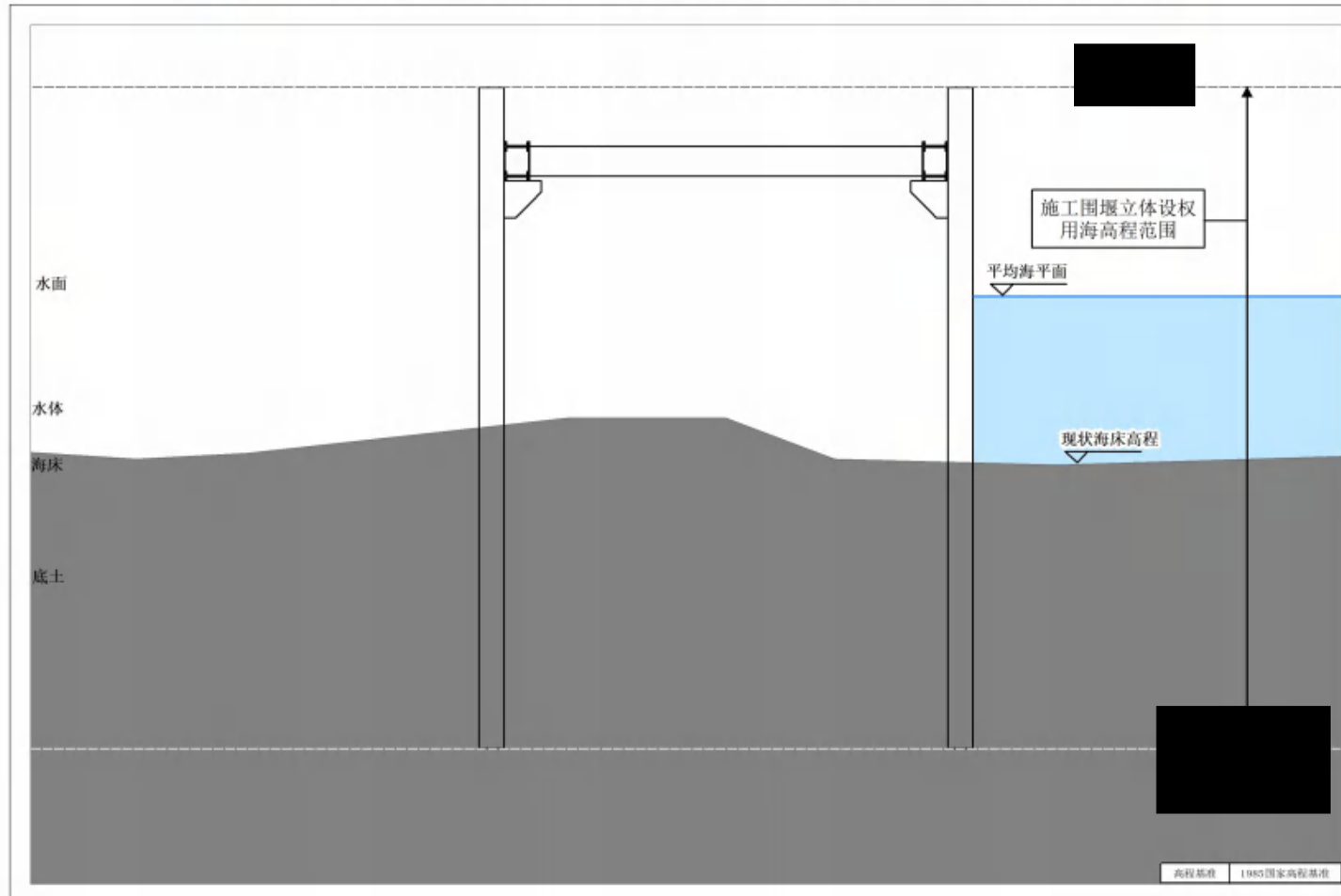


图 7.5.3-10 施工围堰立体空间范围示意图

廉江市龙营围白沙水闸重建工程（施工期纳潮涵闸）宗海立体空间范围示意图

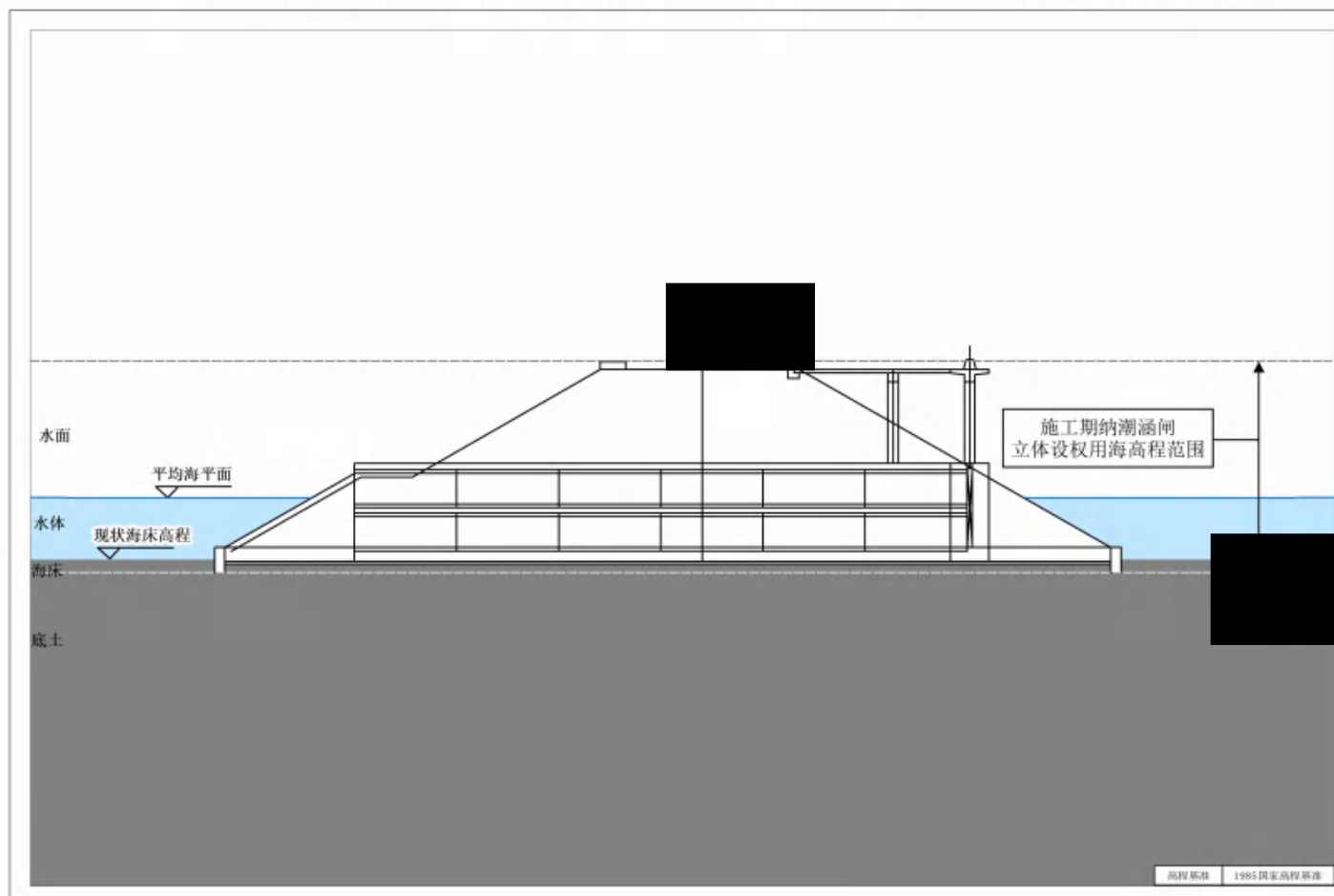


图 7.5.3-11 施工期纳潮涵闸立体空间范围示意图

7.6 立体设权合理性分析

7.6.1 立体设权范围

结合《自然资源部关于探索推进海域立体分层设权工作的通知》（自然资规〔2023〕8号）中“鼓励对跨海桥梁、养殖、温（冷）排水、海底电缆管道、海底隧道等用海进行立体分层设权，生产经营活动存在冲突的除外。其他用海活动经严格论证具备立体分层设权条件的，也可进行立体分层设权”等要求，本项目拟对廉江市龙营围白沙水闸重建工程进行立体设权。根据《海域立体分层设权宗海范围界定指南（试行）》（自然资源部，2023年11月）中的“其他立体空间范围内的用海活动须保证光伏基桩、桥梁桥墩等基础支撑工程的安全。”项目水闸主体用海空间层为底土、海床、水体和水面，立体设权高程范围为-11.0m~16.4m（1985国家高程基准）；翼墙、堤岸等用海空间层为底土、海床、水体和水面，立体设权高程范围为-11.0m~11.3m（1985国家高程基准）；施工围堰用海空间层为底土、海床、水体和水面，立体设权高程范围为-6.0m~5.5m（1985国家高程基准）；施工期纳潮涵闸用海空间层为底土、海床、水体和水面，立体设权高程范围为-1.8m~6.2m（1985国家高程基准）。可见图7.5.3-8~图7.5.3-11。

7.6.2 立体设权必要性分析

随着海洋经济快速发展，用海需求持续增加，海域空间资源稀缺性日益凸显。开展海域立体分层设权是完善海域资源资产产权制度、丰富海域使用权权能的重要举措，也是缓解用海矛盾、提高资源利用效率的必然选择，对于促进海域资源节约集约利用和有效保护、推动海洋经济高质量发展、加强海洋生态文明建设具有重要意义。本项目占用空间面积较小，项目原址重建，能够充分利用该地区丰富空间资源，实现海域资源的有效利用。本项目与周边海域开发活动可利用不同层次的海域空间，具备立体设权的条件。

立体分层设权的项目用海，按照“一物一权、一证一缴”的方式征收海域使用金，同一海域立体分层设权的每一个项目，均视为独立的征收对象，依据其用海方式，分别按规定征收海域使用金，根据7.6.3节分析，本项目立体设权符合相关海域管理要求，提高了海域有限资源的利用效率。

本项目用海空间层包括水面、水体、海床和底土，不同用海单元用海空间高程不同，主体工程 and 施工工程用海空间层均需使用水面、水体、海床和底土，底土、海床、水体等空间层可以进一步利用，从集约、节约用海原则，其采用立体分层设权是必要且合理的。

综上，本项目采用分层立体设权是具有必要性的。

7.6.3 立体设权可行性分析

7.6.3.1 海域管理政策的可行性分析

《中华人民共和国海域使用管理法》所称海域，是指中华人民共和国内水、领海的水面、水体、海床和底土。根据《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）5.2.5 宗海垂向范围界定，“遇特殊需要时，应根据项目用海占用水面、水体、海床和底土的实际情况，界定宗海的垂向使用范围”。

《自然资源部关于探索推进海域立体分层设权工作的通知》（自然资规〔2023〕8号）提出“海域是包括水面、水体、海床和底土在内的立体空间。对排他性使用海域特定立体空间的用海活动，同一海域其他立体空间范围仍可继续排他使用的，可仅对其使用的相应海域立体空间设置海域使用权。在不影响国防安全、海上交通安全、工程安全及防灾减灾等前提下，鼓励对跨海桥梁、养殖、温（冷）排水、海底电缆管道、海底隧道等用海进行立体分层设权，生产经营活动存在冲突的除外。其他用海活动经严格论证具备立体分层设权条件的，也可进行立体分层设权。”

根据《广东省自然资源厅关于推进海域使用权立体分层设权的通知》（粤自然资规字〔2023〕5号），完全改变海域自然属性的填海，排他性较强或具有安全生产需要的海砂开采、油气开采等海底矿产资源开发活动以及军事用海等特殊用海，不予立体设权。

本项目为水闸重建工程，项目用海包括防冲槽、海漫、消力池、闸室、翼墙、导流堤和施工围堰，用海不涉及填海、海砂开采、油气开采等海底矿产资源开发活动以及军事用海等特殊用海，本项目用海范围内无已确权项目，按照《自然资源部关于探索推进海域立体分层设权工作的通知》（自然资规〔2023〕8号），其他用海活动经严格论证具备立体分层设权条件的，也可进行立体分层设权。

立体空间设权根据结构空间范围确定，水闸主体用海空间层为底土、海床、水体和水面，立体设权高程范围为-11.0m~16.4m（1985 国家高程基准）；翼墙、堤岸等用海空间层为底土、海床、水体和水面，立体设权高程范围为-11.0m~11.3m（1985 国家高程基准）；施工围堰用海空间层为底土、海床、水体和水面，立体设权高程范围为-6.0m~5.5m（1985 国家高程基准）；施工期纳潮涵闸用海空间层为底土、海床、水体和水面，立体设权高程范围为-1.8m~6.2m（1985 国家高程基准）。

7.6.3.2 利益相关者可协调性

根据《自然资源部关于探索推进海域立体分层设权工作的通知》（自然资规〔2023〕8号），在已设定海域使用权的海域进行立体分层设权，应与原海域使用权人协商一致达成协议后按程序办理用海手续，确保新设海域使用权与原海域使用权不存在权属冲突。

本项目水闸用海范围与周边用海活动不存在权属重叠，项目用海与周边其他用海活动不存在权属冲突。

7.6.4 立体空间布置的合理性

根据《中华人民共和国海域使用管理法》，海域是指“中华人民共和国内水、领海的水面、水体、海床和底土”，明确海域是立体的空间资源且包含4个层次。从海域空间资源上看，每个层面的海域资源都有其特定的开发利用价值，本项目进行立体化开发利用将会大大提高海域资源的集约利用的程度，对不同层面的海域进行确权，提高了海域空间资源的产权效率。本项目采用平面界址“四至”坐标和竖向分层的海籍信息表达方式，其中，宗海竖向边界采用“水面”“水体”“海床”“底土”定性表述及1985高程范围定量表述结合，宗海竖向边界范围根据设计标高确定，能够满足项目所需的海域空间承载范围。

7.7 用海期限合理性分析

按照《中华人民共和国海域使用管理法》规定，海域属于国家所有，国务院代表国家行使海域所有权。任何单位或者个人不得侵占、买卖或者以其他形式非法转让海域。单位和个人使用海域，必须依法取得海域使用权。使用某一固定海

域连续三个月以上的排他性开发利用活动都需提出海域使用申请。海域使用的对象为从海底到海面所构成的海域空间，包括水面、水体、海床和底土。

根据《水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范》（SL/T 654-2014），本水闸工程设计的合理使用年限为 50 年，永久建筑物的合理使用年限为 50 年。

本项目重建水闸，为公益性质。根据《中华人民共和国海域使用管理法》第二十五条，海域使用权最高期限，（五）公益事业用海四十年。结合以上因素综合考虑，本项目主体工程申请用海期限为 40 年；本项目施工期为 12 个月，考虑项目申请用海手续的时间和海上不可作业天数，适当延长施工用海期限，避免超期用海。本项目主体工程（水闸主体和翼墙、堤岸等）申请用海期限为 40 年，施工工程（施工围堰和施工期纳潮涵闸）申请用海期限为 2 年。针对主体工程（透水构筑物）与施工工程（非透水构筑物）用海范围重叠部分，前 2 年按照施工工程非透水构筑物用海方式确权，施工期届满后按照主体工程透水构筑物用海方式确权。

海域使用权期限届满，海域使用权人需要继续使用海域的，应当至迟于期限届满前二个月向原批准用海的人民政府申请续期。

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》，本项目用海类型为特殊用海（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/T123-2009），本项目用海类型为特殊用海（一级类）中的海岸防护工程用海（二级类），用海方式为非透水构筑物 and 透水构筑物。根据前文资源生态影响预测分析结果，项目的建设可能造成的主要生态问题是海洋生物资源损失。

针对项目可能产生的主要生态问题，提出生态用海对策，并参照海洋生态保护修复的相关要求提出海洋生物资源恢复的生态修复措施。

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

本项目于原址重建水闸，项目选址避让了生态保护红线以及自然保护区等敏感目标。水闸原址位于广东湛江红树林国际重要湿地范围内，项目水闸重建有利于提升龙营围抵御台风和风暴潮能力，是加强海洋防灾减灾建设的重要基础设施。经现场勘查确认，项目实际占用的区域目前并无天然红树林分布，现状养殖鱼塘，项目的建设活动不会对现存的红树林生态系统及其栖息地环境造成直接破坏或不良影响。项目选址已尽可能减少项目对海洋自然资源的占用，体现了生态化理念。

8.1.1.2 施工阶段生态保护对策

1、施工期水环境保护措施

本项目用海方式为非透水构筑物和透水构筑物。水闸的建设会对占用区域的潮间带生物、底栖生物，对所在海域底质环境等产生一定的不良影响，且项目施工期产生悬浮泥沙对所在海域浮游动植物、鱼卵仔鱼和渔业资源产生一定影响。为降低项目施工期对资源生态的影响，项目施工做好如下措施：

- (1) 严格采取减少污废水、固体废弃物排放等环境保护措施，降低施工期

污染物对海水水质、沉积物质量的影响，从而减少施工造成的海洋生物的损失量；围堰施工及拆除时在围堰周边设置防污帘，控制悬浮泥沙产生的污染，以减小悬浮物扩散对重要湿地等敏感目标的影响；

(2) 项目拟采用的施工设备、运输设备应符合项目的实际情况的要求，设备在正常保养和检修的情况下有利于在施工生产过程中减少污染物的排放；

(3) 做好施工设备的管、用、养、修，配备数量充足的易损件、关键配件，确保施工设备始终处于良好的施工状态；

(4) 严格按照批准的用海范围、用海方式进行施工，不得超范围施工，尽量减少超范围的施工活动，以减少施工作业对海洋生物的影响；

(5) 施工期应合理规划施工方案，尽量缩短施工周期，尽量减少工程对海洋生物的影响；

(6) 在施工期间，以公告、宣传单、板报、会议等形式，加强对施工人员的环境保护宣传教育，提高施工人员的环境保护意识，使其在施工过程中能自觉保护生态环境，并遵守相关的生态保护规定，严禁在施工区域进行捕鱼或从事其他妨碍生态环境的活动；

(7) 项目围堰施工尽可能避开海洋生物产卵盛期，尽量减少工程对海洋生物的影响；

(8) 生产废水：针对混凝土拌和系统是间断排涝，水量很小的特点，采用简易矩形沉淀池，每台班末的冲洗废水排入池内，静置沉淀到下一班末回用于混凝土搅拌机，沉淀时间达 6h 以上。混凝土拌和系统冲洗废水量小，处理构筑物简单，没有机械设备维护问题，在运行过程中注意定时清理即可。混凝土冲洗废水经处理后能达到《混凝土用水标准》（JGJ63-2006），循环利用于拌和系统，实现废水零排放。

(9) 施工期对项目附近的生态环境进行跟踪监测，掌握生态环境的发展变化趋势，以便及时采取调控措施。

2、噪声污染控制对策措施

(1) 噪声源的控制

混凝土搅拌站应设在远离居民的区域，建议距离居民点需保持 200m 以上。施工单位应选用合格的低噪声施工机械，超过服役期的车辆和机械应禁止使用，

以避免产生高强度噪声。对固定设备与挖掘机、运输卡车等机械的进气、排气口设置消声器，振动大的设备（部件）配备减振装置，也可以使用阻尼材料，并加强设备的维护和保养。尽可能利用电网供电，避免使用发电机等噪声大的设备，运输车辆应严格限速行驶。

（2）声传播途径控制

在混凝土搅拌机等声级大的噪声源周围尽可能用多孔吸声材料建立隔声屏障、隔声罩和隔声间；在施工场地边界或产生噪声设备相对集中的地方建立临时性声障。

（3）受体保护

施工场地内施工机械对施工人员的影响是不可避免的，应及时向施工人员发放防声头盔、耳罩、柱状耳塞、伞形耳塞等。

3、大气污染控制对策与措施

（1）开挖除尘可采用湿法作业，在施工中严格按湿式除尘作业，可有效降低和控制粉尘浓度。如条件具备，也可在土料开挖、弃料堆填区采用薄膜围闭抑尘措施减少扬尘影响。

（2）混凝土搅拌站的拆包、拌和过程，应在围闭工棚内进行，减少粉尘排放。

（3）在运输路线上要充分利用高规格公路；运输通过临时性道路或土路时，实施现场车辆速度控制；车辆配备车轮洗刷设备，在离开施工场区时用软管喷洗残余在车辆外部的土料；来往于各施工场地卡车上的多尘物料用帆布覆盖；加强道路两侧植被的保护。

（4）燃油废气防治

首先，往返于施工场地的车辆，尾气应达标排放。不能达标的，安装尾气净化器；其次，使用新的、排气量较少的新型运输车辆，不应使用发动机耗油多、效率低、排放尾气严重超标的老旧车辆；第三，实施《汽车排污监管办法》和《汽车排放监测制度》，并制定《施工区运输车辆排气监测办法》，严格执行。

4、固体废弃物处理措施

（1）工程中产生的弃渣，除回填利用外，剩下的弃渣根据需要用于工程区域绿化覆土和周边凹地回填。在弃土临时堆放时，做好外围临时排涝沟，防止水

土流失与土料入河污染水体,施工结束弃土再利用完毕后,应采取土地整治措施,对临时堆土场进行复耕或植被恢复治理,与周边环境相协调。

(2) 施工期施工人员生活垃圾主要产生于施工营地,在每个施工营地应设置至少 1 个生活垃圾堆放点,为减免生活垃圾对环境的影响,应对生活垃圾进行定点封闭堆放,定期清运,按照施工特点与对外交通情况,建议生活垃圾每 10 日清运一次,交由环卫部门统一收集处理。

8.1.1.3 运营阶段生态保护对策

本项目运营期工作人员生活污水依托周边已有生活设施,不直接排放入海。生活垃圾集中收集后由环卫部门清运处理,均不直接向项目及其附近海域排放。

8.1.1.4 台风风暴潮风险防范措施

本项目用海区的自然灾害主要是可能突发的热带气旋、风暴潮等。施工期当热带气旋过境带来暴雨时,可能导致大面积雨水排水不畅、囤积冲刷施工场地,有可能使围堤发生决堤事故。一旦发生决堤事故,将会导致大量土、石、砂落入决堤处周围海域水体中,造成水中的悬浮物浓度大幅度增加,对水生生态产生严重影响。其中,土、石、砂落入围堤外海域水体,除自身将导致水体悬浮物浓度增高外,倾泻入海的土石方随海流进行迁移,破坏工程外海域底栖生物的生境。

泥沙流的大规模入海导致的另一个后果,就是破坏了附近水道的天然冲淤环境和天然水深。为将其对项目的影响减至低,建议本工程制定防灾、减灾应急措施,一旦出现灾害能得到及时有效的处置,减少灾害损失,提高防灾能力。

当天气预警有台风、暴雨灾害天气时,采取以下安全措施:

(1) 加强脚手架安全管理。排查所有内外脚手架、模板支架、卸料平台,特别是加强对脚手架基础、架体结构、拉结点、剪力撑的检查,严把脚手架施工方案、技术交底和验收关,确保脚手架安全。

(2) 加强大型机械设备安全管理。排查所有大型机械设备,重点检查大型机械设备的基础、附墙、拉结点等涉及结构稳定的关键设施。对存在问题的,及时采取加固措施;四级风时,一律停止大型设备拆装作业;六级风或暴雨时,一律停止大型垂直运输设备作业,保证大型机械设备安全。

(3) 加强高处作业安全管理。排查高处作业情况,重点检查建筑工地“三

宝”使用情况和临边洞口的防护情况。对存在问题的，立即予以整改；遇暴雨、六级以上强风，一律禁止进行攀登、悬空露天作业，确保人员安全。

(4) 加强工地临时设施安全管理。排查建筑工地临时工棚、材料仓库、围墙等临时设施，对存在安全隐患的做好修缮加固工作，防止坍塌事故发生；对建筑工地出现堵水或内涝的，及时采取措施处理。

(5) 加强工地应急处置准备管理。做好建筑工地应急处置的准备用工作，储备应急物资、检查应急设备，组织应急队伍，要确保排水设施、机电设备的安全正常运行，确保垂直运输设施的稳固和防风安全，确保临时用电设施防水防触电的安全措施落实到位。

(6) 注意及时收听收看气象灾害预警信息。本市气象台、电视台、广播电台、气象专线等媒体发布的台风、暴雨等气象灾害预警信息，根据天气变化及时做好工地防汛防台风工作。

(7) 台风到来前严格按照规定停止作业。台风橙色预警信号发布后，要停止施工和高空作业。作业人员要减少户外停留时间，特别注意不可在工地围墙下躲风避雨。

(8) 特殊情况下在高空作业突然来大风或台风来临时，施工人员不能及时下来躲避，要充分利用好安全带，把安全带牢牢系挂在牢固的结构上面，确保安全帽的紧固性，必要时双手紧抱钢构件或躲在设备挡风侧系挂好安全带，一定要就近寻找避风点，很多没有经历过台风的施工人员千万不要过于慌乱，要保持镇定。

(9) 清理现场临时用电箱，或对难以搬离的采取钢丝绳斜拉筋固定，台风来临时一定要切断现场施工总电源。

(10) 加强工地排水，确保管网畅通。对周围的排水管道进行清理，确保排水畅通，减少台风期间工地积水。

(11) 施工现场班房、办公室及时采用钢丝绳斜拉筋固定。台风来临前确保所有人员撤离施工现场。

(12) 台风来时，严禁进行设备吊装、结构安装、砼浇筑、管道焊接、安装等工作。必须进行砼浇筑时，应用两倍的草袋进行防护，并确保压牢。

(13) 施工现场的机具设备棚库应重新固定，棚库上面和周围的瓦楞板要绑

扎牢固。

(14) 现场的铁皮、木板、彩钢瓦等易被大风吹起的东西应打扫干净，材料设备摆好放牢，预制场地照明、动力电缆应敷设好，固定牢固预防被台风吹断，发生漏电触电事故。

(15) 材料库房和露天库应提前进行检查，若有缺陷要马上进行修整，露天库的材料要摆放整齐，易损物件应放入库房保管，较轻的物品用重物压好，或用铁丝捆牢。

8.1.2 生态跟踪监测

结合资源生态影响分析结果，制定本项目生态跟踪监测方案，包括生态监测内容，站位、频次等具体内容。

根据本报告第 4 章节分析，本项目不会对红树林产生影响，因此不对其进行跟踪监测。

(1) 监测范围和站位

为与评价中的现状调查具有可比性，施工期监测范围参考环境现状调查站位，选取 3 个站位，同时考虑到本项目的影晌范围，施工期间环境监测站位主要针对本工程海域，另布设 4 个监测站位，共布设 7 个监测站位，其中水质、沉积物、生物生态和渔业资源站位 6 个，潮间带站位 1 个。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 监测站位一览表

站号	纬度 (N)	经度 (E)	监测内容
1			水质、沉积物、生物生态和渔业资源
2			水质、沉积物、生物生态和渔业资源
3			水质、沉积物、生物生态和渔业资源
4			水质、沉积物、生物生态和渔业资源
5			水质、沉积物、生物生态和渔业资源
6			水质、沉积物、生物生态和渔业资源
7			潮间带生物



图 8.1.2-1 施工监测站位图

(2) 监测项目

水质监测因子为：COD、DO、SS、无机氮（氨氮、亚硝酸盐氮和硝酸盐氮）、铜、铅、锌、 PO_4^{3-} 和石油类；

沉积物监测因子为：铜、铅、锌和石油类；

生物生态和渔业资源监测因子为：叶绿素 a 及初级生产力、浮游动物、浮游植物、潮间带生物、底栖生物、游泳生物、鱼卵仔稚鱼、生物质量（石油烃、Cu、Pb、Cd、Zn 等）。

(3) 监测时间与频率

施工期每年春季开展一次监测，施工结束后开展一次监测。

监测工作应委托有资质的单位进行，数据分析测试与质量保证应满足《海洋监测规范》（GB 173782-2007）、《海洋调查规范》（GB/T 127637-2007）要求。

此外，项目运营期需对水闸两侧的水深和冲淤环境进行监测，测图比例尺不宜低于 1：5000。

8.2 生态保护修复措施

项目施工期会造成海洋生物损失，本项目建设造成潮间带生物直接损失量为

711.02kg，底栖生物直接损失量为 225.8kg，游泳生物直接损失 2.59kg，鱼卵直接损失 1.19×10^5 粒，仔鱼直接损失 6.47×10^3 粒。通过对海洋生物资源进行赔偿将对海洋生物受损的影响降到最低。为了缓解和减轻工程对所在海洋生态环境的不利影响，建设单位应对项目附近海域的生物资源恢复作出补偿。

8.2.1 生态修复目标

1、总体目标

以“损害什么，修复什么，损害多少，修复多少”为基本原则，修复的总体目标是着重进行海洋生物资源恢复。

项目取得用海批复后 2 年内按照开展海洋生物资源恢复工作（项目具体放流数量以项目环境影响评价报告为准，增殖放流实施方案以主管部门认定的为准）。

2、增殖放流品种选择

根据本项目周边海域海洋生态环境以及该海域主要鱼类、贝类及虾类的生物习性、开发潜力、苗种供应等，依据增殖放流技术可行性、品种优良、种群稳定等原则，增殖放流可选择多种类健康苗种进行组合放流，以修复和改善本地区海洋生态环境。结合湛江市已成功开展多次水生生物增殖放流活动所选择的增殖放流苗种，初步选定本项目增殖放流的品种为黄鳍鲷鱼苗、黑鲷鱼苗。

8.2.2 生态修复内容（增殖放流）

（1）修复内容及规模

增殖放流的海洋经济物种以适应本地生长的鱼苗为主，本项目增殖放流的品种为黄鳍鲷鱼苗、黑鲷鱼苗，拟定在取得用海批复后 2 年内的休渔期进行增殖放流。

（2）修复方案

①修复布局

根据《农业农村部关于做好“十四五”水生生物增殖放流工作的指导意见》《广东省海洋生物增殖放流技术指南》，推荐本项目放流地点为安铺湾海域，且增殖放流地点应选择：1）产卵场、索饵场、洄游通道或人工鱼礁放牧场；2）非倾废区，非盐场、电厂、养殖场等进、排水区的海洋公共水域，并应选择靠近港口码头利于增殖放流工作开展，且捕捞影响较小的区域。本项目拟在安铺湾海域

附近人工鱼礁进行增殖放流活动，最终实施方案以主管部门批复为准。



图 8.2.2-1 增殖放流位置图

②修复方案

增殖放流的海洋经济物种以适应本地生长的黄鳍鲷鱼苗、黑鲷鱼苗为主，拟定每年休渔期进行增殖放流，拟于取得用海批复后 2 年内休渔期期间实施。

渔业增殖放流要求：增殖放流物种的规格以放流现场测量为准。鱼苗体长应在 2.5cm 以上。增殖放流的苗种应当是本地种的原种或子 1 代，人工繁育的增殖放流苗种应由具备资质的生产单位、检验机构认可的单位提供，禁止增殖放流外来种、杂交种、转基因种以及其他不符合海洋生态要求的海洋生物物种。

增殖放流前，对损害增殖放流生物的作业网具进行清理。增殖放流过程中，要观测并记录投放海域的水域状况，包括水温、盐度、pH 值、溶解氧、流速和流向等水文参数，以及记录天气、风向和风力等气象参数。增殖放流后，对增殖放流水域组织巡查，防止非法捕捞增殖放流生物资源。根据 GB/T 12763 和 SC/T9102 的方法，定期监测增殖放流对象的生长、洄游分布及其环境因子状况。

(3) 生态保护修复一览表

表 8.2.2-1 生态保护修复一览表

保护修复类型	保护修复内容	实施计划	责任人	备注
海洋生物资源恢复	增殖放流	取得用海批复2年内休渔期开展	建设单位	1、放流规格、数量可根据当年市场苗种情况进行合理调整，且不少于报告所列数量； 2、具体实施方案、周期在实施过程中结合环境影响评价和实际情况进行适当调整。

8.2.3 生态保护修复实施效果监测

结合本项目生态保护修复重点，制定针对性的跟踪监测计划。

(1) 主要监测内容：海洋生物。

(2) 主要监测项目：浮游植物、浮游动物、鱼卵仔鱼、游泳生物、底栖生物、潮间带生物、大型藻类以及增殖放流生物品种等。

(3) 监测频次：修复完成后首年春季各监测1次。

表 8.2.3-1 跟踪监测计划

修复类型	监测内容	主要监测项目	监测频次
海洋生物资源恢复	海洋生物	浮游植物、浮游动物、鱼卵仔鱼、游泳生物、底栖生物、潮间带生物、大型藻类以及增殖放流生物品种等	修复完成后首年春季各监测1次

9 结论

9.1 项目用海基本情况

本工程廉江市龙营围白沙水闸重建工程，建设内容是拆除重建白沙水闸，采用4孔一联结构，共1联，总净宽14.0m，水闸由内涌至外海共长131.10m，并在闸室段上部设工作桥及交通桥，建设水文观测设施，按规定加固内涌引堤、左右两岸连接堤，增设下游导流堤，对内涌外海冲坑进行处理等。水闸设计校核洪水标准为50年一遇，水闸工程等别为III等，水闸工程设计的合理使用年限为50年，永久建筑物的合理使用年限为50年。根据广东省政府2022年批复岸线，本项目距离岸线最近约1.4km，不占用岸线，无需落实岸线占补。

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特殊用海（一级类）中的海岸防护工程用海（二级类），用海方式为构筑物（一级方式）中的非透水构筑物（二级方式）和透水构筑物（二级方式）。

本项目用海内容包括主体工程 and 施工工程，其中主体工程申请用海面积1.5591公顷，包括水闸主体0.2539公顷（用海方式为透水构筑物），翼墙、堤岸等1.3052公顷（用海方式为非透水构筑物）；施工工程申请用海面积1.5842公顷，包括施工围堰1.5781公顷（用海方式为非透水构筑物，其中0.2539公顷与主体工程透水构筑物用海范围重叠），施工期纳潮涵闸0.0061公顷（用海方式为透水构筑物）。

根据《广东省海域使用权立体分层设权宗海范围界定及宗海图编绘技术规范（试行）》相关要求，对本项目用海进行立体确权，立体空间设权根据结构空间范围确定，水闸主体用海空间层为底土、海床、水体和水面，立体设权高程范围为-11.0m~16.4m（1985国家高程基准）；翼墙、堤岸等用海空间层为底土、海床、水体和水面，立体设权高程范围为-11.0m~11.3m（1985国家高程基准）；施工围堰用海空间层为底土、海床、水体和水面，立体设权高程范围为-6.0m~5.5m（1985国家高程基准）；施工期纳潮涵闸用海空间层为底土、海床、水体和水面，立体设权高程范围为-1.8m~6.2m（1985国家高程基准）。

本项目主体工程（水闸主体和翼墙、堤岸等）申请用海期限为 40 年，施工工程（施工围堰和施工期纳潮涵闸）申请用海期限为 2 年。针对主体工程（透水构筑物）与施工工程（非透水构筑物）用海范围重叠部分，前 2 年按照施工期工程非透水构筑物用海方式确权，施工期届满后按照主体工程透水构筑物用海方式确权。

9.2 项目用海必要性结论

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属于“鼓励类二、水利 3.防洪提升工程”。旧白沙水闸建成于 20 世纪 80 年代，闸址处于廉江市龙营围海堤的东侧，水闸运用频率较高，发挥了巨大的作用，有效地保障了围内居民生产生活。水闸经长年累月的运行，已疲惫不堪，出现多种不利于工程安全运行的现象。水闸存在安全隐患较多，诸如混凝土强度不足、渗漏严重、机电设备不能运行等，上述的不利因素，影响了工程的安全及其正常运行。水闸的重建将消除各种各样威胁工程的不利因素，使工程能够安全地运行，保障了龙营围海堤围内渔业和相关产业的稳步发展。项目建设是必要的。

本项目拆除旧水闸，原址重建白沙水闸，提升区域防洪（潮）排涝标准，由于原水闸年代久远，未取得海域使用权证，根据广东省政府 2022 年批复海岸线，水闸位于廉江市营仔镇西南侧附近海域，因此，项目用海是必要的。

9.3 资源生态影响分析结论

（1）对水动力的影响

根据数值模拟结果，本项目施工围堰实施造成的水动力环境的影响主要集中在施工围堰周边 1000m 范围内水域。水闸重建后对水动力环境的影响主要集中在工程周边 1000m 范围内水域。

（2）对地形地貌与冲淤的影响

根据数值模拟结果，围堰实施后，围堰左右两侧淤积厚度在 0.01~0.20m/a 之间，最大淤积出现在围堰左右两侧水域，淤积厚度为 0.18m/a；围堰外向海一侧水域冲刷深度大都在 0.10m/以下；最大冲刷出现在围堰外向海一侧水域，冲刷深度为 0.20m/a。水闸拆除重建后，运营期工程左右两侧淤积厚度在 0.01~0.10m/a 之间，最大淤积出现工程左右两侧水域，淤积达到 0.18m/a；根据水闸运行调度

情况，当上游闸上水位高于外海水位，需要开闸排水防止形成内涝，拟建水闸闸前至水闸口冲刷深度在 0.60m/a 左右。

（3）对水质和沉积物的影响

项目施工期产生的悬沙浓度大于 10mg/L 的水域面积为 0.0593km²。围堰拆除，悬沙浓度大于 10mg/L 的水域面积为 0.1163km²。施工悬沙影响时间基本为施工期，施工期结束后其影响也逐渐消失，不会对海洋环境产生较大的不利影响。

（4）对海洋生物的影响

本项目建设造成潮间带生物直接损失量为 711.02kg，底栖生物直接损失量为 225.8kg，游泳生物直接损失量为 2.59kg，鱼卵直接损失量为 1.19×10⁵ 粒，仔鱼直接损失量为 6.47×10³ 粒。项目用海对岸线其他海洋资源基本没有影响。

9.4 海域开发利用协调分析结论

根据第 5 章分析，本项目邻近海域海洋开发利用活动主要为养殖围塘、开放式养殖、渔港项目、生态修复项目、现状红树林、现状水闸及海堤、自然保护区、重要湿地等，受本项目建设影响的用海活动为养殖围塘、现状养殖，利益相关者为（此内容不公开），协调部门为（此内容不公开）。

9.5 国土空间规划符合性分析结论

本项目位于《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》中“安铺港渔业用海区”，项目用海符合《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》《湛江市国土空间总体规划（2021-2035 年）》《廉江市国土空间总体规划（2021-2035 年）》以及《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》等各级国土空间规划文件要求。

项目不涉及“三区三线”中的生态保护红线，项目符合《广东省国民经济和社会发展第十五个五年规划纲要》《广东省自然资源保护与开发“十四五”规划》《广东省海洋经济发展“十四五”规划》以及《湛江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

本工程位于廉江市营仔镇西南侧附近海域。各项外部条件均能满足本项目的

需要，项目所处区位社会经济条件可以满足项目建设和运营的要求。项目选址区的地质条件、水动力条件、水深条件、地形地貌与冲淤环境等均适宜项目建设的需要。项目选址与周边海域开发活动具有较好的协调性。

本项目为水闸拆除重建项目，通过对比 2 种施工围堰方案对水动力、地形地貌与冲淤环境、水质和沉积物环境、生态环境影响以及占用海域资源等因素，选择占用海域面积较少，对资源生态影响相对较小的方案一，用海平面布置合理。

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。

项目申请用海面积满足项目用海需求，符合有关行业的设计规范，宗海界址点的界定和宗海面积的量算符合《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）等相关规范要求。

本项目主体工程（水闸主体和翼墙、堤岸等）申请用海期限为 40 年，施工工程（施工围堰和施工期纳潮涵闸）申请用海期限为 2 年。针对主体工程（透水构筑物）与施工工程（非透水构筑物）用海范围重叠部分，前 2 年按照施工期工程非透水构筑物用海方式确权，施工期届满后按照主体工程透水构筑物用海方式确权。

综合考虑项目所在地的海域自然条件、环境、资源情况，区域社会、经济等各种因素，本项目选址合理，平面布置、用海方式、用海面积和用海期限合理。

9.7 项目用海可行性结论

廉江市龙营围白沙水闸重建工程的重建将消除各种各样威胁工程的不利因素，使工程能够安全地运行，保障龙营围海堤围内渔业和相关产业的稳步发展，项目建设和用海是必要的，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，在严格按照本报告书中提出的要求，从海域使用角度出发，本项目用海是可行的。