

三亚崖州湾科技城宁远河综合治理 (一期) 工程项目海域使用论证报告书 (公示稿)

青岛卓建海洋工程勘测技术有限公司
(统一社会信用代码: 913702113943408830)

二〇二五年三月



营业执照

统一社会信用代码

913702113943408830

名称 青岛卓建海洋工程勘测技术有限公司

类型 其他有限责任公司

法定代表人 高俊国

经营范围

海洋工程勘察技术咨询；海洋测绘；海洋环境与生态检测；海域使用论证技术咨询；海洋环境影响评价技术咨询；水质检测；海洋沉积物检测；海洋生物鉴定、检测；经营其他需行政审批即可经营的一般经营项目。（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动）

注册资本 壹仟万元整

成立日期 2014 年 10 月 16 日

住所 山东省青岛市黄岛区峨眉山路396号光谷软件园49号楼801室

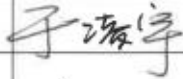
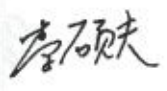
登记机关

2023 年 02 月 23 日



扫描二维码登录“国家企业信用信息公示系统”了解更多登记、备案、许可、监管信息

论证报告编制信用信息表

论证报告编号	4602052023000933		
论证报告所属项目名称	三亚崖州湾科技城宁远河综合治理(一期)工程项目		
一、编制单位基本情况			
单位名称	青岛卓建海洋工程勘测技术有限公司		
统一社会信用代码	913702113943408830		
法定代表人	高俊国		
联系人	于凌宇		
联系人手机	13953293542		
二、编制人员有关情况			
姓名	信用编号	本项论证职责	签字
于凌宇	BH000010	论证项目负责人	
房玉霞	BH003119	4. 项目用海资源环境影响分析 5. 海域开发利用协调分析 6. 项目用海与海洋功能区划及相关规划符合性分析 7. 项目用海合理性分析	
章馨心	BH002756	1. 概述 2. 项目用海基本情况 3. 项目所在海域概况	
李硕夫	BH003227	8. 海域使用对策措施 9. 结论与建议 10. 报告其他内容	
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。 承诺主体(公章):  2023 年 4 月 25 日			

项目基本情况表

项目名称	三亚崖州湾科技城宁远河综合治理（一期）工程项目			
项目地址	位于海南省三亚市崖州湾内宁远河口北侧 2km			
项目性质	公益性（√）		经营性（ ）	
用海面积	2.5235ha		投资金额	122154.31 万元
用海期限	40 年		预计就业人数	/
占用岸线	总长度	0m	邻近土地平均价格	万元/ha
	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	海岸防护工程用海		新增岸线	0m
用海方式		面积	具体用途	
非透水构筑物		2.5235ha	东、西两侧拦沙坎	
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				

摘要

一、项目用海基本情况

三亚崖州湾科技城宁远河综合治理（一期）工程位于海南省三亚市崖州湾内宁远河口，共分为水安全保障，水环境治理，水生态修复，水景观打造四个部分，根据各子项目性质及位置分布情况，结合各工程实施情况及施工时间，最终确定本报告论证内容为三亚崖州湾科技城宁远河综合治理（一期）工程中水安全保证工程中的河口整治工程，主要建设内容为新建东西两道拦沙坎，拟申请海域总面积为 2.5235hm^2 ，其中左拦沙坎长约 348m，用海面积为 0.9770hm^2 ；右拦沙坎长约 531m，用海面积为 1.5465hm^2 。

根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》（自然资发〔2023〕234号），项目海域使用类型为“特殊用海”中的“其他特殊用海”；根据《海域使用分类》（HY/T 123-2009），项目用海类型属于“特殊用海”中的“海岸防护工程用海”，用海方式为“非透水构筑物”。本项目性质为公益性，海域使用申请单位为三亚崖州湾科技城开发建设有限公司，拟申请用海期限为40年。

二、项目立项情况

目前三亚崖州湾科技城宁远河综合治理（一期）工程已于2020年9月28日取得《三亚崖州湾科技城管理局关于三亚崖州湾科技城宁远河综合治理（一期）工程项目可行性研究报告的批复》（三科审〔2020〕260号）。

三、用海必要性

宁远河铁路桥下游段地处崖州的主城区和核心发展区域，该段河道的建设严重滞后：沿线水安全缺乏保障、水环境质量有恶化趋势、水生态遭到破坏、水景观严重缺失，宁远河下游段的建设是城市发展中的一块短板。因此下游段的整治具有急迫性和必要性。

本项目为三亚崖州湾科技城宁远河综合治理（一期）工程的一部分，是防洪除涝、河口整治、提升河道景观改善河道生态的基础保障措施，建设目的是恢复河口三角洲东侧入海通道，保障口门泄洪纳潮通道通畅，提升崖州湾科技城的投资环境，促进经济发展。因此项目用海是非常必要的。

四、规划符合性

项目建设符合《海南省国土空间规划（2021-2035）》《三亚市国土空间总体规划（2021-2035）》《海南省国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》《海南省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》和《海南省生态保护红线管理规定》等相关规划和要求。

五、占用岸线情况

项目不占用岸线，也无新增岸线。项目施工和运营期基本不会对岸线造成影响，不会影响岸线的稳定性，不会改变岸线的自然形态和功能。

六、利益相关者协调情况

按照利益相关者的界定原则，本项目无利益相关者，需协调部门为海事管理部门。根据利益相关者协调分析结论，本项目用海与需协调责任部门具有可协调性。项目建设与国家的国防建设部署没有冲突，不会对国家海洋权益造成影响。

七、资源生态影响及生态保护修复措施

（1）资源影响

本项目所在海域论证范围内的海洋资源主要有岛礁资源、港口资源、渔业资源、旅游资源、珊瑚礁资源、红树林资源等。项目实施不会对周边岛礁资源、港口资源产生影响；项目用海范围不属于珍稀、濒危生物的重要栖息地和活动区域；项目施工不会对周边红树林、珊瑚礁资源产生破坏。

（2）生态保护修复措施

本项目实施建设产生的主要生态问题为清淤疏浚造成的海洋生物损失，通过采用增殖放流的补偿方式可对施工造成损害的海洋生态系统进行补救，使遭到破坏的生态系统逐步恢复或使生态系统向良性循环方向发展。

八、项目用海选址、方式、面积、期限的合理性

项目选址区位条件优越，场区地质条件优良，场地基本稳定，满足进行项目建设的需求。项目建设对水文动力环境以及地形地貌冲淤环境影响较小，对生态环境的影响随施工结束而消失，与周边其他用海活动可协调。项目用海选址合理；项目平面布置符合相应技术规范，体现了有效集约、节约用海，最大

程度减少了对水文动力环境、冲淤环境的影响，有利于生态和环境保护。项目平面布置合理；项目拦沙坎建设的主要目的为恢复河口三角洲东侧入海通道，改善河口泥沙淤积的现象，保障口门泄洪纳潮通道通畅。若用海方式采用透水构筑物，则无法起到稳定沙滩，减少沙滩冲刷侵蚀的功能，因此，项目用海方式不可避免的采用非透水构筑物，具有唯一性，项目用海方式合理。

本项目宗海界定基于设计单位提供的工程总平面布置图，结合工程结构断面图等相关图件，按照《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）规定的界定方法及当地实测水深确定典型界址点。项目申请用海面积是利用 ARCGIS 软件的计算功能，根据用海界址线直接求得用海面。界定方法符合相关标准和工程实际用海要求，面积量算准确，是合理的。

本项目用海属于《中华人民共和国海域使用管理法》第二十五条规定中的“公益事业用海”，结合工程设计使用年限，本项目拟申请的用海期限为 40 年是合理的。

综上，从海域使用角度考虑，本项目用海可行。

目 录

摘要.....	I
1 概述.....	1
1.1 论证工作来由.....	1
1.2 论证依据.....	2
1.3 论证工作等级和范围.....	5
1.4 论证重点.....	9
2 项目用海基本情况.....	10
2.1 用海项目建设内容.....	10
2.2 项目平面布置和主要结构、尺度.....	16
2.3 项目主要施工工艺和方法.....	30
2.4 项目用海需求.....	32
2.5 项目用海必要性.....	38
3 项目所在海域概况.....	44
3.1 海域资源概况.....	44
3.2 海域生态概况.....	49
3.3 海洋自然灾害.....	138
4 资源生态影响分析.....	142
4.1 资源影响分析.....	142
4.2 生态影响分析.....	146
4.3 项目用海生态影响分析.....	175
5 海域开发利用协调分析.....	178
5.1 开发利用现状.....	178
5.2 项目用海对海域开发活动的影响.....	182
5.3 利益相关者界定.....	183
5.4 相关利益协调分析.....	183
5.5 项目用海对国防安全 and 国家海洋权益的影响分析.....	184
6 国土空间规划符合性分析.....	185
6.1 所在海域国土空间规划分区基本情况.....	185
6.2 对周边海域国土空间规划分区的影响分析.....	187
6.3 项目用海与国土空间规划的符合性分析.....	187
7 项目用海合理性分析.....	190
7.1 用海选址合理性分析.....	190
7.2 平面布置合理性分析.....	192
7.3 用海方式合理性分析.....	196
7.4 用海面积合理性分析.....	197
7.5 用海期限合理性分析.....	203
8 生态用海对策措施.....	204
8.1 生态用海对策.....	204
8.2 生态保护修复措施.....	207
9 结论.....	210

9.1	项目用海基本情况.....	210
9.2	项目用海必要性结论.....	210
9.3	项目用海资源生态影响分析结论.....	211
9.4	海域开发利用协调分析结论.....	211
9.5	项目用海国土空间规划符合性分析结论.....	212
9.6	项目用海合理性分析结论.....	212
9.7	项目用海可行性结论.....	213
9.8	现场踏勘记录表.....	214

1 概述

1.1 论证工作来由

党的十八大以来，以习近平同志为核心的党中央把生态文明建设纳入“五位一体”总体布局和“四个全面”战略布局，放在治国理政的重要战略地位，锐意深化生态文明体制改革，坚定贯彻绿色发展理念，生态环境保护面貌焕然一新。党中央在国策的制定上对生态文明的要求逐步增加。生态文明的国策也从“人与自然和谐”提升到“中华民族永续发展的千年大计”的高度。2018年5月，习近平总书记出席全国生态环境保护大会并强调生态文明建设是关系中华民族永续发展的根本大计。要深入实施水污染防治行动计划，保障饮用水安全，基本消灭城市黑臭水体，还给老百姓清水绿岸、鱼翔浅底的景象。

宁远河是海南省第四大河，宁远河自东北向西南流经崖州城区，是崖州区的母亲河。宁远河铁路桥下游段地处崖州的主城区和核心发展区域，该段河道南接科技新城，北临崖州古城，是新城古镇之间融合的纽带。但该段河道的建设严重滞后：沿线水安全缺乏保障、水环境质量有恶化趋势、水生态遭到破坏、水景观严重缺失，宁远河下游段的建设是城市发展中的一块短板，对未来崖州的发展产生负面影响。

三亚崖州湾科技城开发建设有限公司在现场踏勘的基础上细致梳理宁远河流域的现状，针对现状水安全、水环境、水景观、水生态等方面的问题，以改善流域水环境品质，实现治水兴城、产城融合为总体目标，综合协调水安全保障、水环境治理、水生态修复、水景观打造等内容，按照“全流域统筹、差异化治理”的思路对宁远河流域进行分区、分段治理。考虑到工程实际情况，本次三亚崖州湾宁远河综合治理（一期）工程分水安全保障，水环境治理，水生态修复，水景观打造四个部分。

本报告论证内容为水安全保障工程中的河口整治工程（新建东西两道拦沙坎），拟申请海域总面积为 2.5235hm^2 ，其中左拦沙坎长约 348m，用海面积为 0.9770hm^2 ；右拦沙坎长约 531m，用海面积为 1.5465hm^2 。根据《中华人民共和国海域使用管理法》的规定，项目用海需开展海域使用论证，根据技术导则，项目应编制海域使用论证报告书。

受项目建设单位三亚崖州湾科技城开发建设有限公司的委托，青岛卓建海洋工程勘测技术有限公司承担了本项目的海域使用论证工作。论证单位接受委托后，在资料收集、现场踏勘与调查的基础上，按照《海域使用论证技术导则》的要求编制了《三亚崖州湾科技城宁远河综合治理（一期）工程海域使用论证报告书（送审稿）》，作为自然资源主管部门审核项目用海的依据。

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）《中华人民共和国环境保护法》（2014 年修订），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通过，2015 年 1 月 1 日起施行；

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

（4）《中华人民共和国民法典》，十三届全国人大三次会议，2020 年 5 月 28 日颁布，2021 年 1 月 1 日施行；

（5）《中华人民共和国湿地保护法》，全国人民代表大会常务委员会，2021 年 12 月 24 日通过，自 2022 年 6 月 1 日起施行；

（6）《中华人民共和国测绘法》，2017 年 4 月 27 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十七次会议第二次修订，2017 年 7 月 1 日起施行；

（7）《中华人民共和国水污染防治法》（2017 年修订），2017 年 6 月 27 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议《关于修改〈中华人民共和国水污染防治法〉的决定》第二次修正，2018 年 1 月 1 日正式实行；

（8）《中华人民共和国渔业法》，2013 年 12 月 28 日，第十二届全国人民代表大会常务委员会第六次会议通过，2014 年 3 月 1 日起施行；

（9）《中华人民共和国港口法》（2018 年修订），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《关于修改〈中华人民共和国电力

法》等四部法律的决定》第三次修正并施行；

（10）《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第二次修订，2021 年 9 月 1 日起施行；

（11）《防治船舶污染海洋环境管理条例》，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》第六次修订，2018 年 3 月 19 日起施行；

（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 日根据《国务院关于修改和废止部分行政法规的决定》第三次修订；

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

（14）《海岸线保护与利用管理办法》，中央全面深化改革领导小组，由中央全面深化改革领导小组第二十九次会议于 2016 年 11 月 1 日通过，2017 年 3 月 31 日起实施；

（15）《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》，中共中央办公厅 国务院办公厅，2019 年 11 月 1 日；

（16）《中华人民共和国船舶及其有关作业活动污染海洋环境污染防治管理规定》，2017 年 5 月 17 日交通运输部第 8 次部务会议第四次修改，2017 年 5 月 23 日起施行；

（17）《中华人民共和国水上水下活动通航安全管理规定》（交通运输部令〔2019〕第 2 号），2019 年 5 月 1 日起施行；

（18）《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第 7 号，2024 年 2 月 1 日起施行；

（19）《海域使用测量管理办法》，2002 年 6 月 28 日，国家海洋局，国海发〔2002〕22 号，2002 年 10 月 1 日起施行；

（20）《国务院办公厅关于沿海省、自治区、直辖市审批项目用海有关问题的通知》，2002 年 7 月 6 日，国务院办公厅，国办发〔2002〕36 号；

（21）《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；

（22）《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），2022年4月15日；

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

（24）《自然资源部办公厅关于印发〈海洋灾害应急预案〉的通知》（自然资办函〔2019〕2382号），自然资源部办公厅，2019年12月31日；

（25）《海南省实施〈中华人民共和国海域使用管理法〉办法》，2014年11月26日海南省第五届人民代表大会常务委员会第十一次会议第二次修正，2015年1月1日起施行；

（26）《海南省实施〈中华人民共和国渔业法〉办法》，海南省人大常委会，1993年5月31日通过，2015年7月31日第二次修正，2016年1月1日起施行；

（27）《海南省海洋环境保护规定》，海南省人大常委会，2008年7月31日通过，2017年11月30日第二次修正，2018年06月12日起施行；

（28）《海南省人民政府关于印发海南省海域使用权审批出让管理办法的通知》，琼府〔2015〕9号，海南省人民政府，2015年1月29日；

（29）《海南省生态环境厅关于印发〈海南省“十四五”海洋生态环境保护规划〉的通知》，海南省生态环境厅，2021年12月31日；

（30）《海南经济特区海岸带保护与利用管理实施细则》，海南省人民政府，2022年6月10日；

（31）《海南省生态保护红线管理规定》，海南省人大常委会，2022年5月31日修正并施行；

（32）《海南省自然保护区条例》，海南省人大常委会，1991年9月20日通过，2014年9月26日修订，2014年12月1日起施行；

1.2.2 技术标准和规范

（1）《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）；

（2）《海域使用面积测量规范》（HY070-2003）；

（3）《海域使用分类》（HY/T123-2009）；

- (4) 《海籍调查规范》(HY/T124-2009);
- (5) 《宗海图编绘技术规范》(HY/T251-2018);
- (6) 《海洋生物质量监测技术规程》(HY/T078-2005);
- (7) 《近岸海域环境监测技术规范》(HJ442-2008);
- (8) 《海洋监测技术规程》(HY/T147-2013);
- (9) 《珊瑚礁生态监测技术规程》(HY/T082-2005);
- (10) 《海水水质标准》(GB 3097-1997);
- (11) 《海洋沉积物质量》(GB 18668-2002);
- (12) 《海洋生物质量标准》(GB 18421-2001);
- (13) 《海洋调查规范》(GB/T 12763-2007);
- (14) 《海洋监测规范》(GB 17378-2007);
- (15) 《港口与航道水文规范》, (JTS 145-2015);
- (16) 《游艇码头设计规范》(JTS165-7-2014);
- (17) 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007);
- (18) 《海水、海洋沉积物和海洋生物质量评价技术规范》(HJ1300-2023)。

1.2.3 项目基础资料

(1)《三亚崖州湾科技城宁远河综合治理(一期)工程项目初步设计》, 上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司, 2022年1月;

(2)《三亚崖州湾科技城宁远河综合治理(一期)工程项目环境影响报告书》, 福建省环境保护设计院有限公司, 2021年4月;

(3)《三亚崖州湾中心渔港公共渔业码头项目海洋环境现状调查报告》, **, 2023年3月;

(4)《三亚港南山港区货运码头二期工程海洋环境现状春季调查报告》, **, 2022年5月;

1.3 论证工作等级和范围

1.3.1 论证工作等级

本项目包含西、东拦沙坎用海, 西拦沙坎长约 348m, 东拦沙坎长约 531m。

根据《海域使用分类》（HY/T 123-2009），本项目用海类型属于“8 特殊用海”中的“84 海岸防护工程用海”，用海方式为“2 构筑物”中的“21 非透水构筑物”。

根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》（自然资办发〔2023〕234 号），本项目的海域使用类型为特殊用海（代码：22）中的其他特殊用海（代码：2202）。

根据《海域使用论证技术导则》（GB/T42361-2023），项目非透水构筑物用海面积为 2.5235hm²（西拦沙坎面积：0.9770hm²，东拦沙坎面积：1.5465hm²），总长度为 879m（西拦沙坎长约 348m，东拦沙坎长约 531m），项目所在海域位于宁远河河口区，属于敏感海域。根据本项目的用海方式、规模和所在海域特征，判定本项目论证工作等级结果为一级，判定依据见表 1.3-1。

表 1.3-1 海域使用论证等级判据（部分）

一级用海方式	二级用海方式	用海规模	项目规模	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	构筑物总长度879m，用海面积2.5235公顷	所有海域	一
		构筑物总长度（250~500）m或用海总面积（5~10）公顷		敏感海域	一
				其他海域	二
				构筑物总长度小于（含）250m或用海面积度小于（含）5公顷	所有海域

1.3.2 论证范围

根据《海域使用论证技术导则》，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。本项目为一级论证，确定论证范围为以本项目为中心，向东、西、南方向外扩 15km，向北外扩至海岸线，论证面积为 453.62km²，论证范围如图 1.3-1，论证范围控制点坐标见表 1.3-2。

表 1.3-2 论证范围控制点

控制点	经度（E）	纬度（N）
A		
B		
C		
D		

控制点	经度 (E)	纬度 (N)
E		

图 1.3-1 论证范围

1.4 论证重点

根据《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）附录 C “海域使用论证重点参照表”（详见表 1.4-1），依据本工程用海类型、用海方式和用海规模，结合海域资源环境现状等特点，确定本用海项目论证重点为：

- （1）项目用海的选址（线）合理性分析；
- （2）项目用海平面布置合理性分析；
- （3）项目用海方式合理性分析；
- （4）项目实施的资源生态影响。

表 1.4-1 海域使用论证重点参照表（部分）

用海类型		论证重点							
		用海必要性	选址（线）合理性	平面布置合理性	用海方式合理性	用海面积合理性	海域开发利用协调分析	资源生态影响	生态用海对策措施
特殊用海	海岸防护工程用海，如沿岸防浪堤、护岸、丁坝等		▲	▲	▲			▲	

2 项目用海基本情况

2.1 用海项目建设内容

（1）**项目名称：**三亚崖州湾科技城宁远河综合治理（一期）工程项目（河口整治工程）

（2）**项目性质：**公益性

（3）**建设单位：**三亚崖州湾科技城开发建设有限公司

（4）**地理位置：**本项目位于海南省三亚市崖州湾内宁远河口北侧 2km 处，距三亚崖州湾中心渔港 2.5km，距海南环岛高速跨宁远河段 40m。项目后方为崖州市区，项目距崖州火车站 2.6km。具体位置见图 2.1-1 和 2.1-2。

（5）**投资金额：**本工程总投资为 122154.31 万元。其中工程费用 83017.82 万元，工程建设其它费用 39136.49 万元。资金来源为政府投资。

图 2.1-1 项目地理位置图（遥感）

图 2.1-2 项目地理位置图（行政）

2.1.1 工程总建设内容

三亚崖州湾宁远河综合治理（一期）工程分水安全保障，水环境治理，水生态修复，水景观打造四个部分。本报告论证内容为水安全保障工程中的河口整治工程（新建东西两道拦沙坎）。

一期计划实施工程子项见下表 2.2-1。工程总体布置图见下图 2.1-1。

表 2.1-1 宁远河综合治理一期工程统计表

类别	序号	子项	工程规模	备注
水安全保障工程	1	堤防及护岸工程	新建堤防4.1km，护岸8.6km	海岸线向陆一侧
	2	河道清淤工程	共清淤约140万m ³	海域部分 （不在本报告申请范围内）
	3	河口整治工程	新建拦沙坎两座，约879m	涉海内容 （本次论证内容）
水环境治理工程	4	沿河截污工程	新建截污干管共6.6km， 径流污染控制池2座	海岸线向陆一侧
	5	中心渔港重点污染源整治工程	排查范围约47.8hm ² ，对 中心渔港现状15km管道 开展排查修复工作。	海岸线向陆一侧
水生态修复工程	6	干流生态修复工程	干流生态修复6.5km	海岸线向陆一侧
	7	污水处理厂尾水湿地建设工程	尾水湿地有效净化面积 3.6hm ²	海岸线向陆一侧
	8	三角洲湿地建设工程	湿地面积47.56hm ²	海岸线向陆一侧
	9	面源污染截流工程	新建植草沟5.7km，新建 生态塘1.03hm ²	海岸线向陆一侧
水景观打造工程	10	科技城潮汐景观工程	面积约29.31hm ²	海岸线向陆一侧
	11	滨河公园	面积约71.151hm ²	海岸线向陆一侧

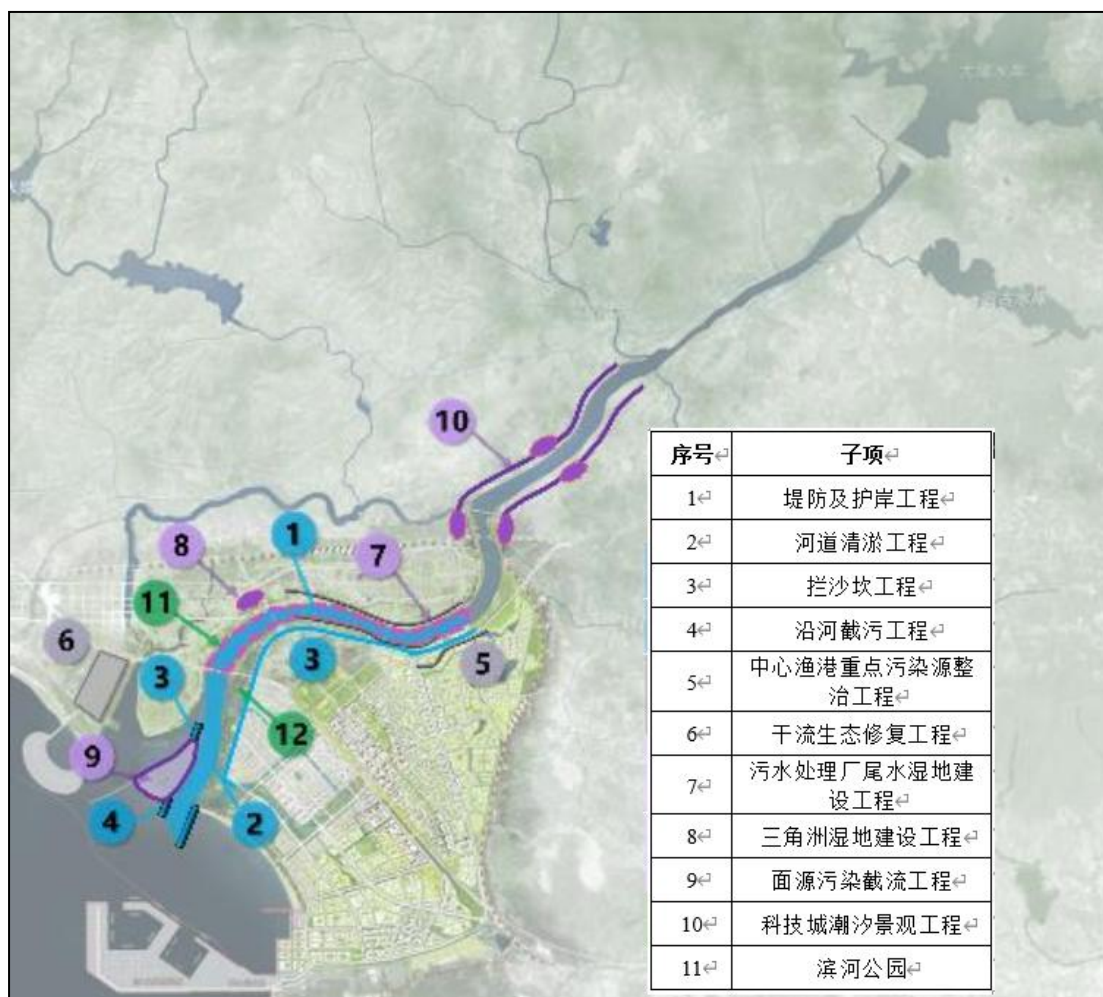


图 2.1-3 三亚崖州湾宁远河综合治理（一期）工程总体平面布置图

2.1.1.1 水安全保障工程

（1）建设目标

由于宁远河流域内没有建设新的调蓄水库的地形条件，而流域内现状除大隆水库外，其他已建水库多以供水为开发目标，防洪库容相对较少，因此流域防洪潮工程体系仍应以充分利用或加大现有河网水系中各级河道的过洪能力，以排为主，使设计洪水安全下泄。

水安全保障工程主要包括不同河段根据防洪标准进行达标加固，对淤积严重的河段进行拓宽或清淤疏浚，扩大河道排洪能力。恢复河口三角洲东侧入海通道，保障口门泄洪纳潮通道通畅。

通过宁远河城区段河道清淤整治和城区段堤岸建设，满足崖城城区防洪安全，使宁远河 G98 高速（即宁远河大桥）以上河段满足 20 年一遇防洪标准，宁远河 G98 高速以下河段满足 50 年一遇防洪标准。恢复河口三角洲东侧入海通道，

保障口门泄洪纳潮通道通畅。

(2) 建设内容

水安全保障工程内容包括堤防及护岸工程、清淤疏浚工程、河口整治工程等三部分。工程范围为城东大桥至入海口。新建堤防 4.1km，新建护岸 8.7km，清淤 140 万 m³，拦沙坎 879m。

2.1.1.2 水环境治理工程

(1) 建设目标

针对项目治理区域范围，拟采用循序渐进，始于源头治理，深入源头治理，综合性考虑河网、路网、管网、终端处理网络各项协同治理措施，最终辅以智慧化手段达到长治久清的治理目标。近期工程落实后，目标为大隆水库坝下——渔港段水质达到 III 类，渔港段水质稳定达到 IV 类标准，远期工程落实后，目标为大隆水库坝下——渔港段水质达到 III 类，渔港段水质达到 III 类标准。

确保治理范围内旱季及小雨时期污水不入河，通过截污收集的水量能正常输送至污水处理终端；整治中心渔港现状排水管网混接问题，同时对缺陷污水管网进行修复等，贯彻污水提质增效目标理念；较偏远地区考虑采用分散式处理方式，尾水回补河道，改善水环境。

(2) 建设内容

新建沿河截污管 6.6km，新建径流污染控制池 2 座及配套污水压力管 0.9km，中心渔港现状管道排查修复 15km。

2.1.1.3 水生态修复工程

(1) 建设目标

为丰富宁远河流域河道内生物多样性、提高宁远河河道内滨水生态系统稳定性，本次三亚崖州湾科技城宁远河综合治理（一期）工程项目水生态修复工程建设内容主要包括河道滨水生态系统构建、湿地建设工程、防护林建设工程。

针对干流现状重要节点，进行湿地生境恢复，提升宁远河流域中下游城区段生态系统多样性。有效削减上游农田面源污染。

(2) 建设内容

干流生态修复 6.5km，三角洲湿地生态修复 47.5 hm²，新建崖城水质净化厂

尾水湿地 5hm²，面源污染截流工程建设植草沟长约 5.69km，建设生态塘面积约 1.03 hm²。

2.1.1.4 水景观打造工程

（1）建设目标

宁远河流域从宁远河 G98 高速（即宁远河大桥）到入海口，是本次水景观打造的总体范围，包含了宁远河干流域区段。宁远河流域水景观打造，以“构建山海连通的河川生态走廊，营造彰显南疆特色的旅游廊道，打造促进区域平衡的绿色发展带”为目标，串联城乡与滨海的连续休闲开放空间，融入崖州区的农耕文化、古城文化和创新科技文化，打造高品质宁远河乡愁文化带，形成崖州区特色化的“海—城—乡”休闲旅游体系。

针对宁远河流域水景观打造，从土地收储和滚动开发的角度考虑，拟采用总体规划综合布局，分段建设循序渐进的方式，从城市建成区逐步向乡村推进。

水景观打造目标：以崖州城区段的滨水绿地为主，以城市公园的标准来打造滨水景观，形成集滨水休闲旅游、历史文化体验、湿地科普观光等多样化功能的城市滨水开放空间，形成宁远河水景观打造的示范段。

（2）建设内容

主要为干流景观及滨河公园，面积约 100.4 hm²。

2.1.2 本次论证工程内容

水安全保障工程内容包括堤防及护岸工程、河道清淤工程和河口整治工程两部分。本次论证的河口整治工程建设内容主要包括：在宁远河下游河道左汊入海口顺河道方向设置两道拦沙坎，东拦沙坎长约 531m，西拦沙坎长约 348m。如下图 2.1-2 所示。

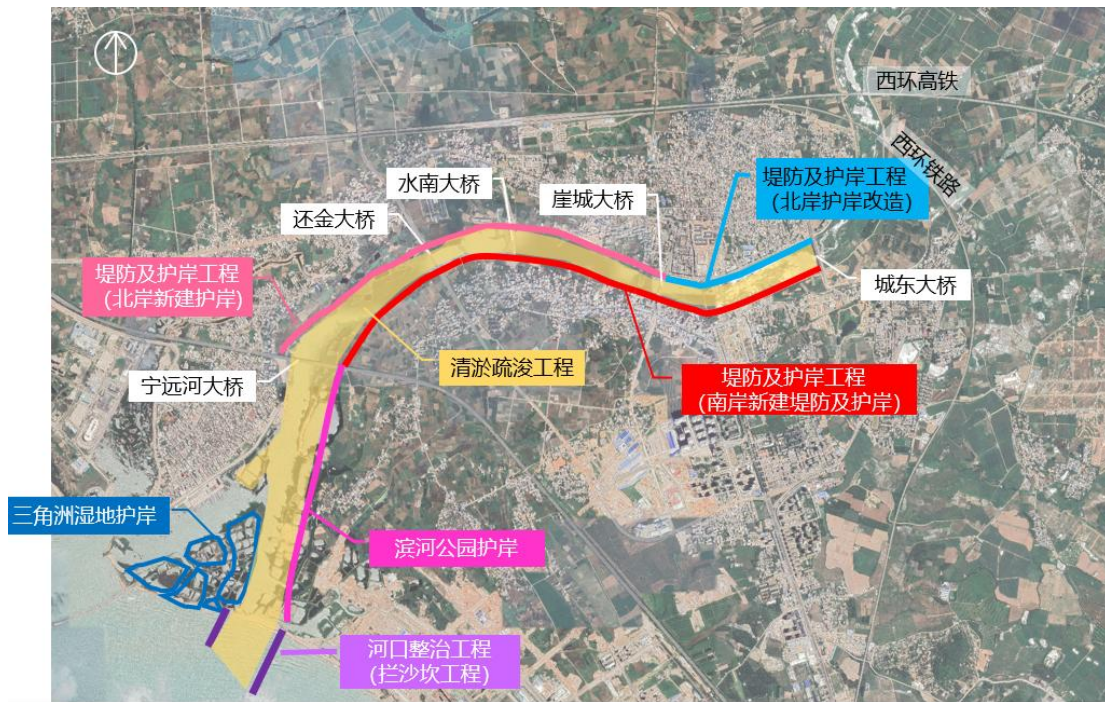


图 2.1-4 水安全保障工程平面布置图

2.2 项目平面布置和主要结构、尺度

2.2.1 项目平面布置

在宁远河下游河道左汊入海口顺河道方向设置两道拦沙坎，西拦沙坎长约 348m，东拦沙坎长约 531m。



图 2.2-1 本报告论证内容平面布置图

2.2.2 主要结构、尺度

2.2.2.1 堤线布置

本次拦沙坎的平面布置原则主要遵循如下：（1）工程设置应达到引入海水和阻挡海沙回淤的作用，从而改善水质、提升整体水环境；（2）总平面布置须符合海洋部门的有关规定，减少由于本项目实施对相邻海域产生的影响；（3）注意环境保护，尽量避免对周围环境产生不利的影响。

宁远河河口波浪输沙，夏半年由西北向东南搬运，但全年为自东南向西北搬运，因此东南向为主要的波浪输沙方向。东口门导堤主要拦东南向波浪输沙，但也要防西北向波浪输沙和波浪绕射输沙，因此东口门布置双导堤。导堤方向西南偏南向，与河口段治导线平顺衔接，基本垂直于河口湾水下地形等高线。根据波浪破碎带（见下表）和宁远河河口多年平均低潮位-0.04m，破波水深一般0.75m~1.47m，极大浪破波水深为3.71m（莺歌海站）和3.94m（南山测波站）。考虑到修建拦沙堤会产生堤后淤积，借鉴三亚中心渔港东拦沙坎前沿布置于-4.0m等高线附近，拟定东侧拦沙坎前沿布置于-3.5~-3.6m等高线附近，长531m，西侧拦沙坎布置于-2.5~-2.7m等高线附近，长348m。

表 2.2-1 东口门附近破波水深

波向	H _{1/10} 波高（m）		平均周期（s）		破波水深（m）	
	莺歌站	南山站	莺歌站	南山站	莺歌站	南山站
ESE	0.68	0.80	4.62	3.50	0.76	0.75
SE	0.72	0.80	4.65	3.40	0.78	0.75
SSE	0.70	0.60	4.21	3.10	0.86	0.75
S	0.60	0.50	4.13	2.80	0.86	0.75
SSW	0.68	1.20	4.24	4.00	1.03	1.47
SW	0.79	0.90	4.32	4.30	1.13	1.14
WSW	0.90	0.80	4.18	4.10	1.13	1.13
W	0.65	0.70	3.96	3.90	0.75	0.86
SW-WSW	4.0	4.0	6.20	6.20	3.71	3.94

2.2.2.2 堤顶高程及宽度设计

（1）堤顶高程

参考《防波堤设计与施工规范》（JTS154-1-2018）的相关要求，对允许越浪的防波堤，堤顶高程宜定在设计高水位以上不小于0.6倍设计波高值处。本工程从满足防沙的基本功能要求出发，综合技术、经济诸要素来论证确定，对防浪要求不高，其堤顶高程可比防波堤顶高低，节省工程投资。因此，本次根据

东口门拦沙坎维护口门稳定的需要，并考虑三亚市作为旅游城市对河口景观的高要求，现阶段初步确定其标准为：拦截常遇波浪和沿岸流输沙，并配合不定期人工疏浚，以解决极大风浪输沙所带来的淤积。

根据《宁远河河口岸线（左岸）整治工程可研报告》，三亚站的实测资料统计，多年平均高潮位 0.95m，月最高潮位均值为 1.55m，报告建议高程设为月最高潮位均值，取值 1.55m。根据《海港总体设计规范》（JTS165-2013），泥沙以悬移质运动形态为主时，宜取与设计高水位相同或高于设计高水位的堤顶高程，本工程设计高水位为 1.463m（基于 1985 国家高程基准），参考目前的《防波堤设计与施工规范》（JTS 154-1-2018），综合考虑，防沙导流堤堤顶高程取设计高水位以上不小于 0.6 倍设计波高值处，取 0.96m。

（2）堤顶宽度

根据《防波堤设计与施工规范》（JTS 154-1-2018），斜坡堤的堤顶宽度可取 1.10~1.25 倍的设计波高，但要满足构造上至少能并列安放两排或随机安放三块人工块体，本次设计波高取极端高水位下的 $H_{13\%}$ 为 4.10m。为保证安全，本次堤顶宽度取并列安放三排人工块体。

2.2.2.3 堤型设计

拦沙坎结构类似于港口防波堤，借鉴目前应用较广泛的防波堤形式为斜坡式和直立式，两种结构形式优缺点对比详见表 2.2-2。本项目属于强浪区，由于波浪对结构的作用强烈，如采用直立式由于反射波的影响，波浪在墙前反射形成的波浪底层流速大，容易引起堤脚淘刷，并且一旦发生破坏，修复困难。根据地质条件分析，斜坡式对软基和不均匀沉降适应性强，结构简单，施工容易，损坏后容易修复。因此，从消浪效果、投资造价、运行维护、地质条件等因素出发，本项目推荐采用斜坡式方案。

表 2.2-2 两种结构形式优缺点对比表

结构形式	优点	缺点
斜坡式	1、堤身与地基接触面积大，地基应力较小，能较好的适应滩地软土地地基条件，地基一般不需要进行特别处理，整体稳定性好。 2、消浪效果好，能有效地吸收波能，对强风浪区具有良好的适应性。 3、护面结构及施工技术简单，维修容	1、断面大，占地多，所需土料和劳动力较多。 2、外坡比较小，波浪爬坡较大。 3、护坡易遭受风浪破坏，须经常维修。

结构形式	优点	缺点
	易。	
直立式	1、断面小，占地少，所需土料较省。 2、波浪爬高一般较斜坡堤小。	1、堤身与地基接触面小，地基应力较集中，需要较好的地基。 2、波浪对防护墙动力作用强烈，浪花飞溅，防护墙体的薄弱部位容易变形破坏，维修困难，越浪水体易使堤顶和背水坡造成冲刷破坏。 3、反射波大，波浪在墙前反射形成的波浪底层流速大，易引起堤脚淘刷。

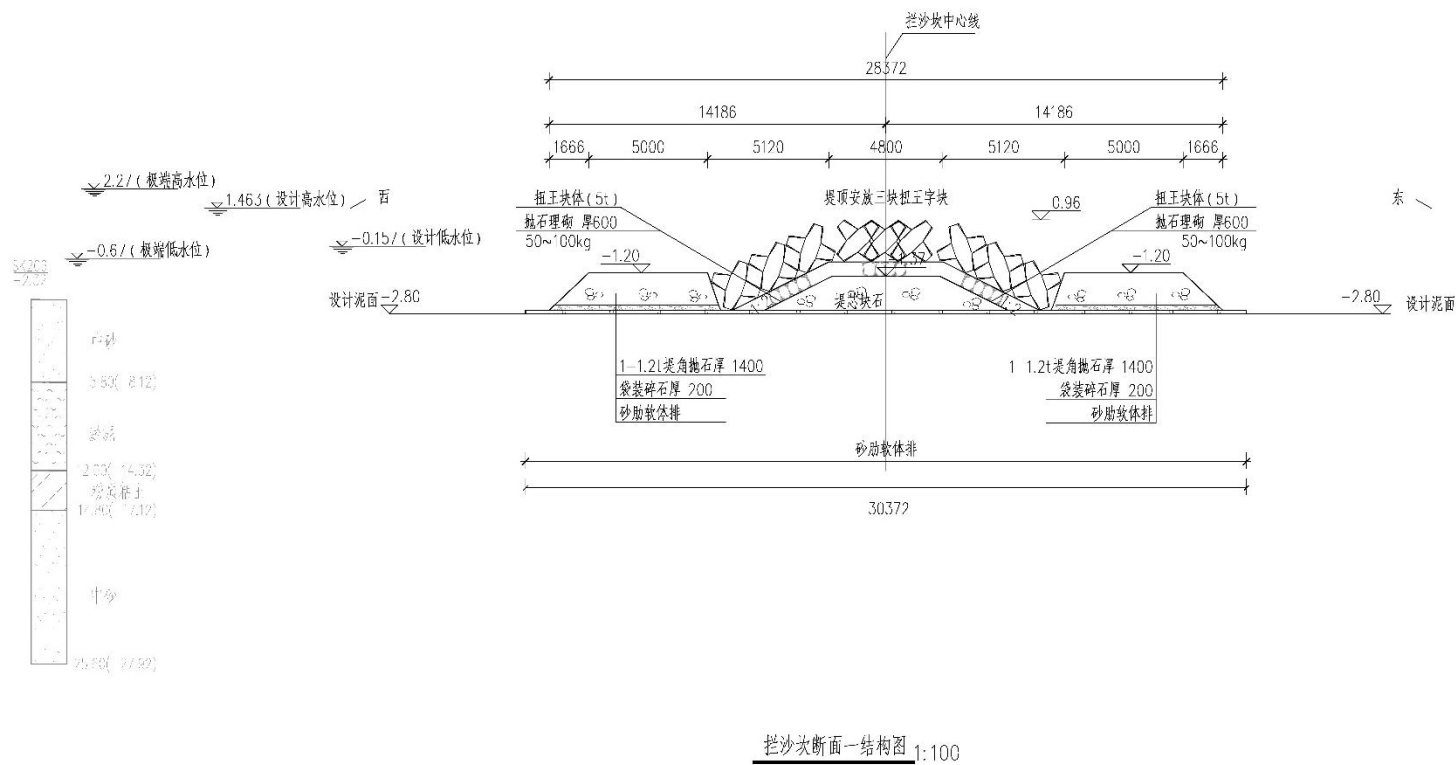
2.2.2.4 堤身断面设计

本项目堤身断面采用**人工块体护坡斜坡堤断面型式**，堤心采用块石抛填而成，三面护面结构均采用扭王块体，护面层下铺设垫层块石。由于堤前水深较浅，波浪达到或接近破碎波，护面块体底部布置预制砼块镇脚，砼块前抛置护底块石，护底块石下铺设二片石垫片。

堤身护面结构设计为 5t 扭王块体（断面一）和 12t 扭王块体（断面 2）两种。西拦沙坎总长 348m，断面一长 348m；右拦沙总长 500.369m，断面一长 390m，断面二长 110.37m。

断面 1 结构设计：堤心采用 10~100kg 块石抛填而成，三面护面结构均采用 5t 扭王块体厚 1760mm，护面层下铺设 600mm 厚 50~100kg 抛石理砌。由于堤前水深较浅，波浪达到或接近破碎波，抛置 1400mm 厚 1.0t~1.2t 护底块石，棱体长约 6.6m，护底块石下铺设袋装碎石，厚度 0.2m。堤基区域垫层块石区域范围内设置砂肋软体排，长约 30.3m。结构断面示意图和设计图详见图 2.2-4 所示。

断面 2 结构设计：堤心采用 10~100kg 块石抛填而成，三面护面结构均采用 12t 扭王块体厚 2250mm，边坡取 1:2，护面层下铺设 600mm 厚 50~100kg 抛石理砌。由于堤前水深较浅，波浪达到或接近破碎波，护面块体底部布置预制砼块镇脚，砼块前抛置 1200~2200mm 厚 1.2t~1.5t 堤脚抛石，棱体长约 8.3m，护底块石下铺设袋装碎石，厚度 0.2m。堤基区域垫层块石区域范围内设置砂肋软体排，长约 35.2m，结构断面如 2.2-5 所示。



说明:

- 1、本图尺寸以毫米计，标高以米计，高程为国家85高程系统。
- 2、扭王字块混凝土强度采用C40。
- 3、本断面东栏沙坎长度共390m，桩号DFSD0+000~DFSD0+390；本断面西栏沙坎长度共333.579m，桩号XFSD0+000~XFSD0+333.579。
- 4、本段防波梁施工时表心块石垫顶高程按设计要求需预留5cm施工沉降量。

审 核		设计		校 核		工 程 师		1 级		段 别		施工图设计		 上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司 SHANGHAI MUNICIPAL ENGINEERING DESIGN (GROUP) CO., LTD.	正五角洲科技城节点道路综合治理(一期)工程 道路工程		项目编号		2020JQ-2555	
审 核		设计		校 核		工 程 师		1 级		专 业		水 工			子项名称		提 升 工 程			
设计负责人		林奔		校 核		工 程 师		1 级		比 例		1:100			图 号		LC01-1-1-02			
专业负责人		林奔		校 核		工 程 师		1 级		日 期		2023.08.25		修 改 号		修 改 号				

图 2.2-2 结构断面图 1

2.2.2.5 护面和护底设计

(1) 块体稳定重量

根据《防波堤设计与施工规范》(JTS 154-1-2018) 4.2.4 条, 波浪作用下单个异型块体、块石的稳定重量可按式计算:

$$W = 0.1 \frac{\gamma_b H^3}{K_D \left(\frac{\gamma_b}{\gamma} - 1 \right)^3 \cot \alpha}$$

式中:

W ——单个块体的稳定重量 (t);

γ_b ——块体材料的重度 (kN/m³), 扭王字块体 $\gamma_b=23\text{kN/m}^3$;

H ——设计波高 (m), 取极端高水位下的 $H_{13\%}$;

K_D ——稳定系数, 查规范表一层扭王块体取 18;

γ ——海水重度 (kN/m³), 取 $\gamma_b=10.25\text{kN/m}^3$;

α ——斜坡与水平面的夹角。

当波浪作用斜向防波堤时, 护面块体的重量可按照上述公式计算, 公式中 K_D 应以 K_{DB} 代替, K_{DB} 应按照下式计算:

$$K_{DB} = \frac{K_D}{\cos^K(\beta-22.5^\circ)}$$

K_{DB} ——斜向波作用时护面块体的稳定系数;

K_D ——正向波作用时护面块体的稳定系数;

K ——试验参数, 扭王字块取 2.30;

β ——波向线与斜坡堤纵轴线法线的夹角 (°)。

(2) 护面厚度

根据《防波堤设计与施工规范》(JTS 154-1-2018) 4.2.17, 护面层厚度不小于下式计算的结果:

$$h = n' c \left(\frac{W}{0.1 \gamma_b} \right)^{1/3}$$

式中:

h ——护面层厚度 (m);

n' ——护面层块体层数, 取 $n' = 1$;

C ——块体形状系数，查规范，取 $C=1.3$ ；

γ_b ——护面块石重度，取 $\gamma_b=23 \text{ kN/m}^3$ 。

表 2.2-3 护面结构尺度

断面	H (m)	坡度 (m)	扭王块稳定重量 (t)	实际取值 (t)	护面块体厚度 (m)
拦沙坎断面 1	4.72	2	3.49	5	1.76
拦沙坎断面 2	4.95	2	4.03	12	2.25

注：当平均波高与水深的比值 $H(\text{平均})/d < 0.3$ 时，取 $H_{5\%}$ 否则取 $H_{13\%}$ 。

(3) 垫层块石重量

根据《防波堤设计与施工规范》第 4.2.12 条规定，外侧护岸护面垫层块石的重量可取计算确定的块体重量的 $1/20 \sim 1/10$ ，但最小重量不得低于 $1/40$ 。

(4) 垫层块石厚度

垫层块石厚度不小于下式计算的结果：

$$h = n' c \left(\frac{W}{0.1 \gamma_b} \right)^{1/3}$$

式中：

h ——垫层块石厚度 (m)；

n' ——护面层块体层数，取 $n' = 2$ ；

C ——块体形状系数，查规范，取 $C=1.0$ ；

γ_b ——垫层块石重度，取 $\gamma_b=26.5 \text{ kN/m}^3$ 。

2.2.2.6 堤基处理

本拦沙坎工程位于宁远河出海口两侧，分别为东拦沙坎和西拦沙坎，东拦沙坎地面高程约为-3.8m~2.0m，西拦沙坎地面高程约为-2.5m~2.44m，水下地形较陡，参考附近钻孔资料，主要砂层，厚度约为 13.40m~17.0m，下伏为淤泥质粘土层，厚度约为 2.40m~6.50m，其下为含泥砂层等，砂性地基土强度较高，能满足强度和变形要求，但下伏的淤泥质土可能存在不满足建筑物强度和变形要求的问题，经计算本次设计断面一及断面二均能满足要求，且预留施工期沉降量，因此本次设计考虑堤基不进行处理。

2.2.2.7 结构计算

2.2.2.7.1 整体稳定计算

(1) 计算方法

根据 JTS147-2017《水运工程地基设计规范》的有关规定，土坡和地基的稳定性验算，其危险滑弧应满足以下承载能力极限状态设计表达式：

$$\gamma_0 M_{sd} \leq \frac{1}{\gamma_R} M_{Rk}$$

式中：

M_{sd} 、 M_{Rk} ——作用于危险滑弧面上滑动力矩的设计值和抗滑力矩的标准值；

γ_R ——抗力分项系数；

γ_0 ——重要性系数，安全等级为一级、二级、三级的建筑物，分别取 1.1、1.0、1.0。

采用复合滑动面法验算边坡和地基稳定，其抗滑力矩标准值和滑动力矩设计值按下式计算：。

$$M_{Rk} = \sum (h_i - z_R) [(q_{ki} b_i + W_{Aki}) U_i \tan \phi_{ki} + W_{Bki} \tan \varphi_{ki} + c_{ki} b_i] (1 + g_i)$$

$$M_{sd} = \gamma_s [\sum (h_i - z_R) (q_{ki} b_i + W_{ki}) h'_i + M_p]$$

$$g_i = -h'_i \frac{x_i - x_R}{h_i - z_R} + \left[h'_i - F_{\phi i} + (1 + h'_i F_{\phi i}) \frac{x_i - x_R}{h_i - z_R} \right] \frac{2h'_i - F_{\phi i} + h_i'^2 F_{\phi i}}{(1 + F_{\phi i}^2)(1 + h_i'^2)}$$

$$F_{\phi i} = \tan \phi_{ki} / \gamma_R$$

式中：

R ——滑弧半径 (m)；

γ_s ——综合分项系数，取 1.0；

W_{ki} ——第 i 土条的重力标准值 (kN/m)，可取均值，零压线以下用浮重度计算；

q_{ki} ——第 i 土条顶面作用的可变作用的标准值 (kPa)；

b_i ——第 i 土条宽度 (m)；

α_i ——第 i 土条滑弧中点切线与水平线的夹角 (度)；

ϕ_{ki}, C_{ki} ——第 i 土条滑动面上的内摩擦角（度）和粘聚力（kPa）标准值，取均值；

x_i, h_i ——第 i 土条滑动面上中点的水平、垂直坐标值（m）；

x_R, h_R ——矩点的水平、垂直坐标值（m）；

b_i ——第 i 土条宽度（m）；

M_p ——其他原因，如作用于堤身波浪力标准值引起的滑动力矩（kN.m/m）；

U_i ——第 i 土条滑动面上的固结度；

h'_i ——第 i 土条滑动面上中点的滑动面一阶导数值；

W_{Aki} ——第 i 土条的重力标准值（kN/m），可取均值，零压线以下用浮重度计算；

W_{Bki} ——第 i 土条原地基土重力标准值（kN/m），可取均值，零压线以下用浮重度计算。

（2）计算结果

导流挡沙堤结构安全等级均为二级，结构重要性系数 $\gamma_0=1.0$ 。

表 2.2-4 稳定性计算成果表

断面	荷载组合情况	计算安全系数	允许安全系数	是否满足
拦沙坎断面 1	基本组合	1.355	1.25	是
	特殊组合（地震）	1.191	1.05	是
拦沙坎断面 2	基本组合	1.459	1.25	是
	特殊组合（地震）	1.212	1.05	是

经计算拦沙坎的整体稳定性满足要求。

2.2.2.7.2 沉降计算

沉降计算采用理正软土地基、堤坝设计软件计算。按照《堤防工程设计规范》（GB50286-2013）推荐的分层总和法采用地基各土层的 $e \sim p$ 曲线计算最终沉降量，同时按照《城市道路路基设计规范》（CJJ194-2013）推荐方法计算任意时刻地基的沉降，由此可以计算各分级加荷下的沉降量以及竣工后任意时刻（基准期）的残余沉降量，并形成堤坝横断面地面盆形沉降图。堤身和堤基的最终沉降量，可按式计算：

$$S_{\infty} = m_s S_c = m_s \sum_{i=1}^n \frac{e_{1i} - e_{2i}}{1 + e_{1i}} h_i$$

任意时刻的地基沉降的计算公式为：

$$S_t = (m_s - 1 + U_t) S_c$$

S_{∞} ——最终沉降量（mm）；

S_c ——主固结沉降量（mm）；

m_s ——沉降修正系数；

e_{1i} ——第 i 土层在平均自重应力作用下的孔隙比；

e_{2i} ——第 i 土层在平均自重应力和平均附加应力共同作用下的孔隙比；

h_i ——第 i 土层的厚度（mm）；

S_t ——任意时刻沉降量（mm）；

U_t ——任意时刻平均固结度；

《堤防工程设计规范》（GB50286-2013）规定对于软土地基 m 值可采用 1.3~1.6；《城市道路路基设计规范》（CJJ194-2013）规定 m 值与地基条件、荷载强度、加荷速率等因素有关，取值范围 1.1~1.7。根据上述规范的要求，取修正系数 $m=1.4$ 计算沉降量。

堤基压缩层的计算厚度按计算层面处土的附加应力与自重应力之比不大于 0.2 倍确定，实际压缩层的厚度小于以上确定的实际压缩层厚度时，按实际压缩层的厚度计算其沉降量。

本工程工后沉降基准期取为 30 年，计算导沙堤顶部中心线处竣工时沉降量、基准期沉降量、基准期残余沉降量。

根据《堤防工程设计规范》（GB50286-2013）第 7.3.4 条，土堤应预留沉降量。沉降量可根据地基地质、堤身土质及填筑密度等因素分析确定，宜取提高的 3%~5%。堤身总沉降量取提高的 5%，其中施工期堤身沉降固结按堤身总沉降量的 70%考虑，基准期残余沉降按堤身总沉降量的 30%考虑，堤身沉降按在基准期内全部完成考虑。因拦沙坎堤身为块石结构，沉降量较小，故不计算。

表 2.2-5 沉降计算成果表

断面位置		堤基			堤身			总残余沉降量 (m)
		完工时沉降量 (m)	基准期残余沉降量 (m)	基准期内总沉降量 (m)	施工期沉降量 (m)	基准期残余沉降量 (m)	基准期内总沉降量 (m)	
拦沙坎	DFSD0+200 (XFSD0+200)	DFSD0+390 (XFSD0+333.579)	0.1281	0.0549	0.183	/	/	/
	DFSD0+600	DFSD0+390 ~DFSD0+500.369	0.210	0.090	0.300	/	/	/

经计算，本工程防沙堤断面一和二分别预留 0.15m 和 0.20m 沉降量。

2.3 项目主要施工工艺和方法

2.3.1 用海工程的主要施工方案与施工方法

2.3.1.1 施工条件

(1) 施工场地条件

拟建项目场地地势起伏较大，钻孔孔口高程为 3.00m~10.00m，整体高差约 7.00m，道路沿线零星分布住宅区，部分穿越农田、槟榔地，道路现状为混凝土道路。场地所在地区地貌单元为冲积平原。钻孔揭露的岩土层主要为第四系冲积沉积阶地沉积的粘性土、砂土。

(2) 交通条件

本工程位于三亚市崖州区，距三亚市区约 50 公里，辖内各种交通资源高度聚集，G98 海南环岛高速公路、G225 国道以及崖州区各城市主干道。崖州高铁站位于项目区附近，项目区距三亚凤凰机场里程约 27km。宁远河入海口航船可直接到达，航道沟通与海南各港口相通。本工程水陆空对外交通方便。

(3) 供电、供水、通信等

施工用水可直接引用附近河道中河水，生活用水则引用当地的自来水，并利用管道接入生活区。

施工用电分办公室、生活用电和施工现场用电，办公室、生活区用电可直接从当地电网引入，施工用电可接当地电网。由于现场的安全及应急抢险需要，办公生活区宜配备柴油发电机，以备应急用电。

(4) 施工临时设施

临时生产设施可沿河道均衡布置，办公及生活设施分片集中布置；布置原则是尽量靠近交通通道的位置，便于进出。临时占地面积是根据工程布置、工程地形和施工总体布置要求而确定的，本阶段暂估 20 亩。施工方案及方法

(1) 施工方案

现场施工采取“陆上抛石施工为主、水上抛石为辅、全断面推进”的原则。本工程为斜坡式防波堤，施工期间受风浪侵袭的可能性较大。

(2) 施工方法

施工过程中，堤心石、棱体石抛填分两步进行。

第一步：水下分层施工形成潜堤，并控制各区段高程呈阶梯形向前推进，结构断面基本稳定，初步形成防台能力。

第二步：堤身快速（出水）形成全断面，护面块体全面推进，护面块体安装应与堤心石抛填进度同步，堤心石补抛、理坡、垫层块石、护面块体等各工序之间暴露的施工流水段长度均应分别控制在 30m~50m 之间，并且根据中短期天气预报调整流水分段长度。

在施工过程中，采用先进可靠的施工工艺，保证施工质量，保证施工安全，提高工效，确保工期。

2.3.2 主要工程量和施工机具

2.3.2.1 主要工程量

本项目的具体工程量见表 2.4-1。

表 2.3-1 河口整治工程主要工程量表

	序号	名称	单位	工程量
西拦沙坎	1	垫层块石	m ³	1850
	2	护底块石	m ³	6088
	3	扭王字块	m ³	558
	4	二片石垫片	m ³	3302
东拦沙坎	5	垫层块石	m ³	9520
	6	堤心石	m ³	785
	7	护底块石	m ³	18517
	8	扭王字块	m ³	3702
	9	二片石垫片	m ³	7718
	10	塑料排水板18m	m ³	6820

2.3.2.2 施工机具

项目施工过程中使用的机械表 2.3-2 所示。

表 2.3-2 河口整治工程主要施工机械设备投入计划表

序号	名称	单位	数量	用途
1	装载机	台	3	搬运建筑材料
2	自卸汽车	10	辆	运输建筑材料
3	渔船	艘	2	铺设、定位放线

2.3.3 物料来源及土石方平衡

2.3.3.1 物料来源

本项目施工过程中使用的物料主要包括堤心石、护底块石、扭王字块等，均向外采购，陆运至工地。

2.3.3.2 土石方平衡

本项目共建设拦沙坎两座，不涉及挖方，施工过程中使用的物料均为外购。

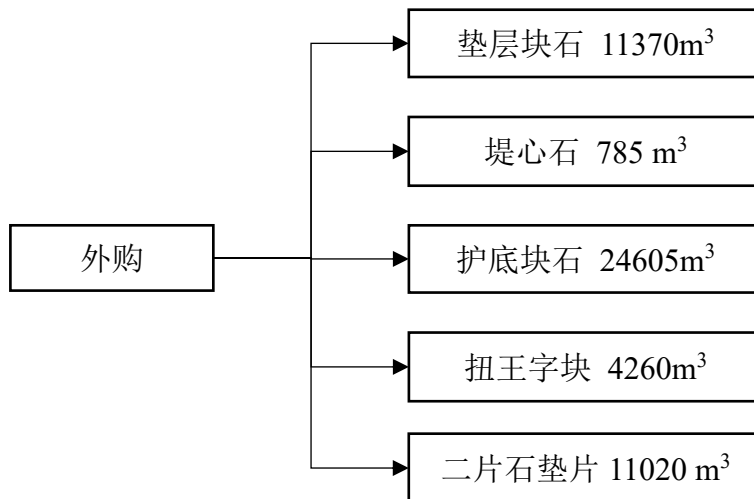


图 2.3-1 土石方平衡图

2.3.4 施工进度安排

一期工程总施工期为 24 个月，论证涉及的拦沙坎工程施工周期预计 2 个月。

2.4 项目用海需求

(1) 用海面积、类型及方式

本报告论证内容为水安全保证工程中的河口整治工程（新建东西两道拦沙坎），项目用海类型一级类为“8 特殊用海”，二级分类为“84 海岸防护工程用海”。

河口整治工程申请用海内容主要为拦沙坎，包括东拦沙坎和西拦沙坎，一级用海方式为“2 构筑物”，二级用海方式为“21 非透水构筑物”，用海面积为 2.5235hm²（西拦沙坎面积：0.9770hm²，东拦沙坎面积：1.5465hm²）。

（2）占用岸线情况

本项目不涉及占用 2019 年海南省修测岸线。

（3）申请用海期限

本项目属于公益事业用海，按照《中华人民共和国海域使用管理法》的规定，公益事业用海海域使用权最高期限为 40 年。综合本工程实际用海需求及设计使用年限（50 年），确定本项目拦沙坎申请用海期限为 40 年。

三亚崖州湾科技城宁远河综合治理（一期）工程项目宗海位置图

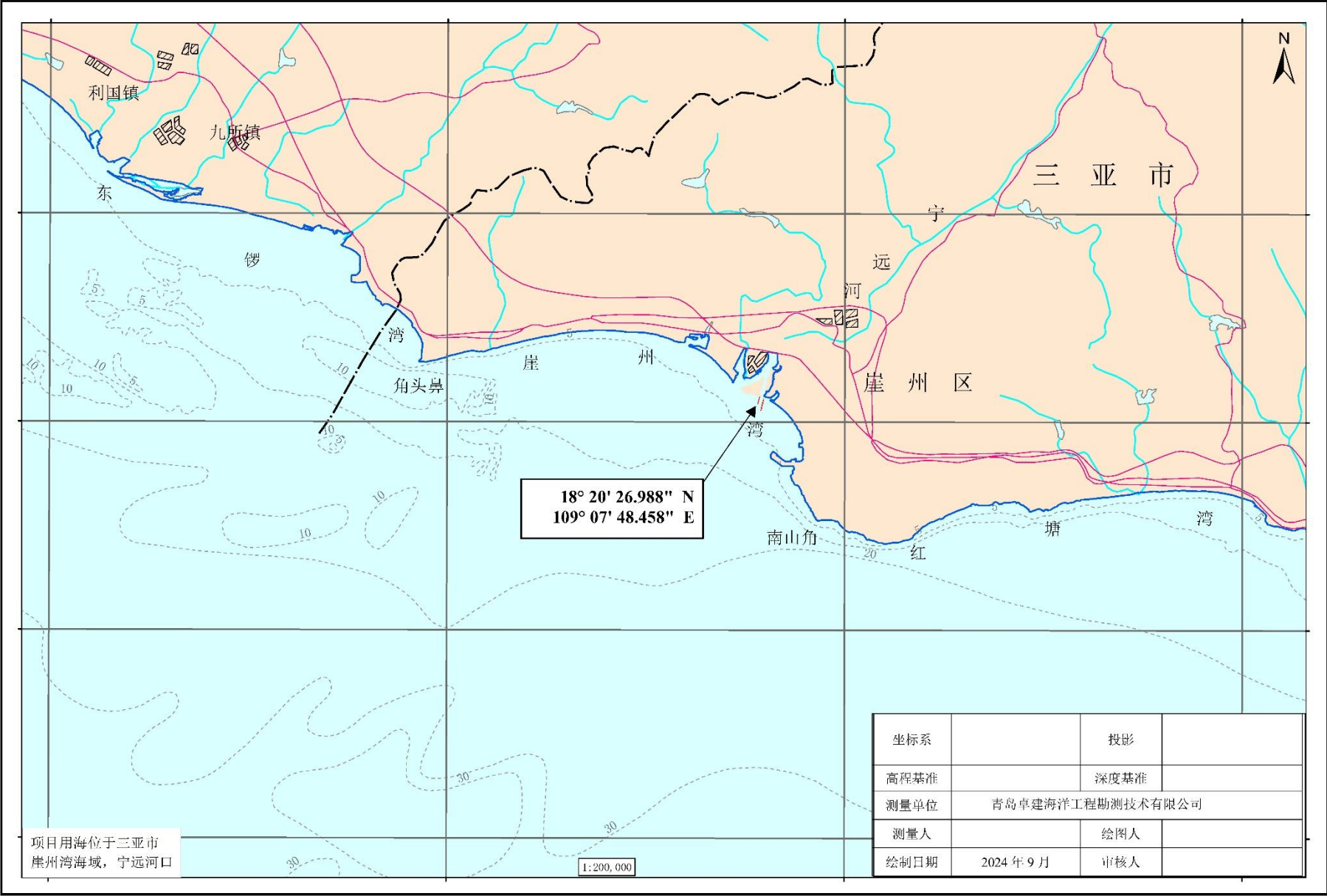


图 2.4-1 项目宗海位置图

三亚崖州湾科技城宁远河综合治理（一期）工程项目宗海平面布置图

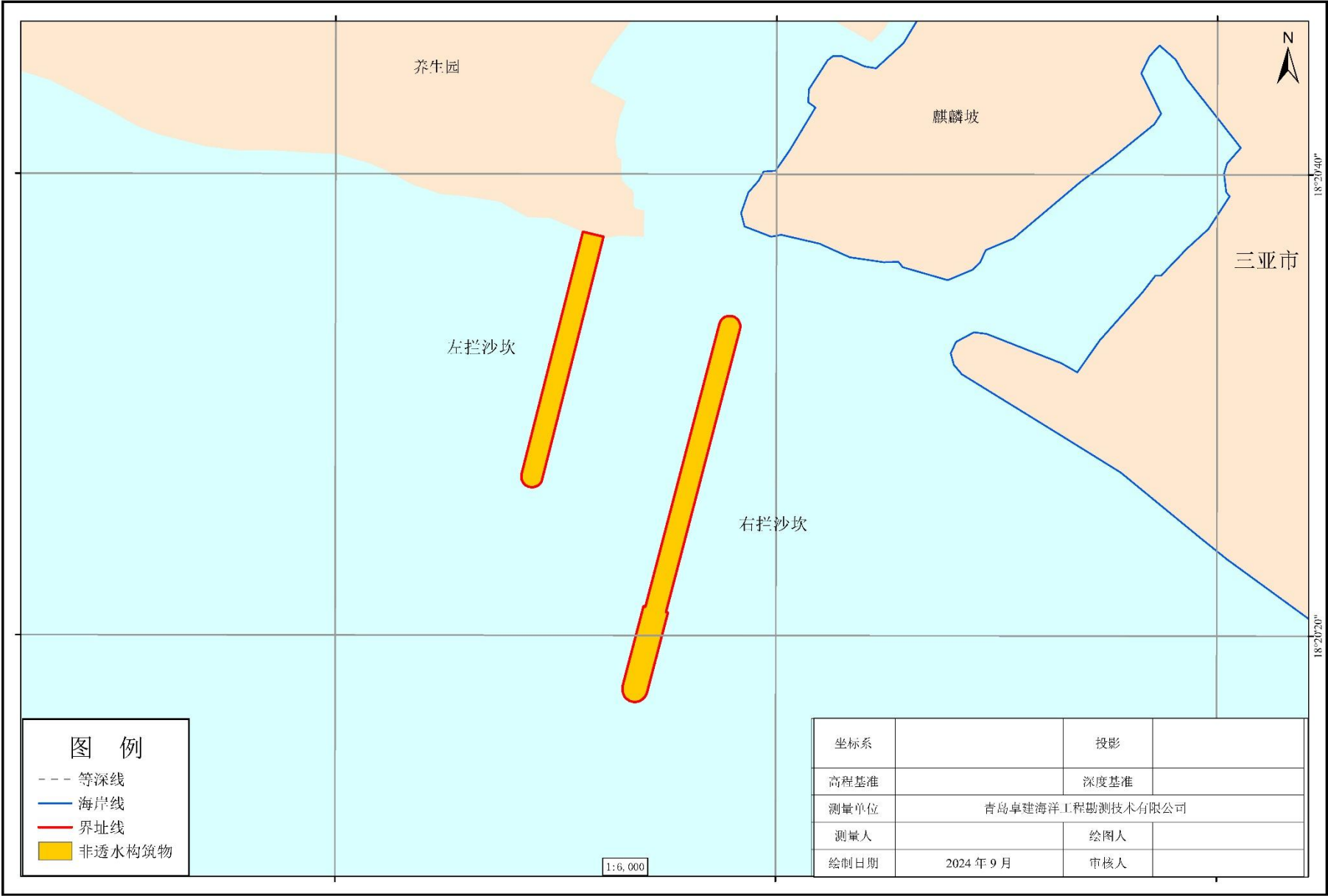


图 2.4-2 项目宗海平面布置图

三亚崖州湾科技城宁远河综合治理（一期）工程项目（左拦沙坎）宗海界址图

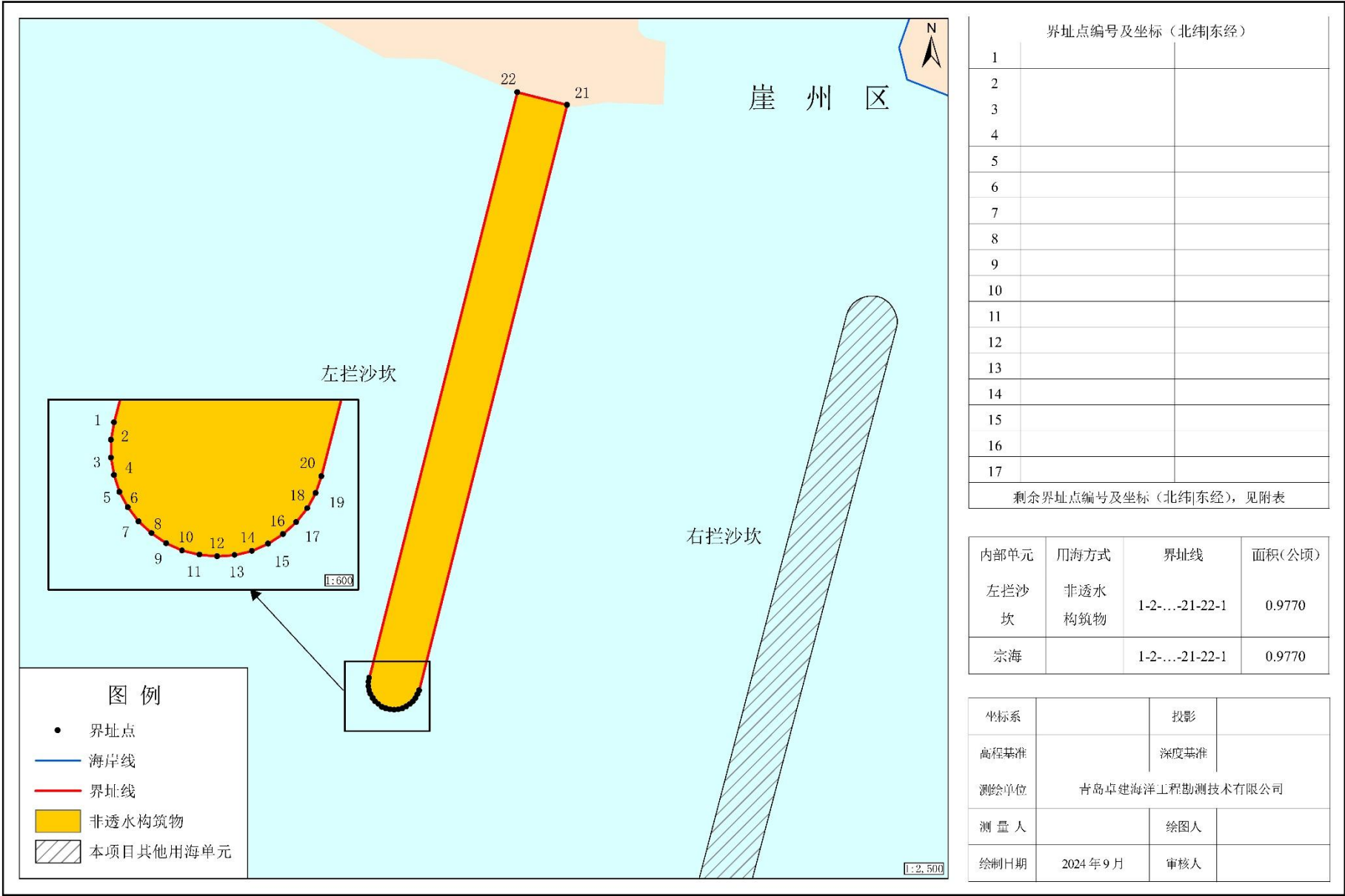


图 2.4-3 项目宗海界址图（西拦沙坎）

三亚崖州湾科技城宁远河综合治理（一期）工程项目（右拦沙坎）宗海界址图

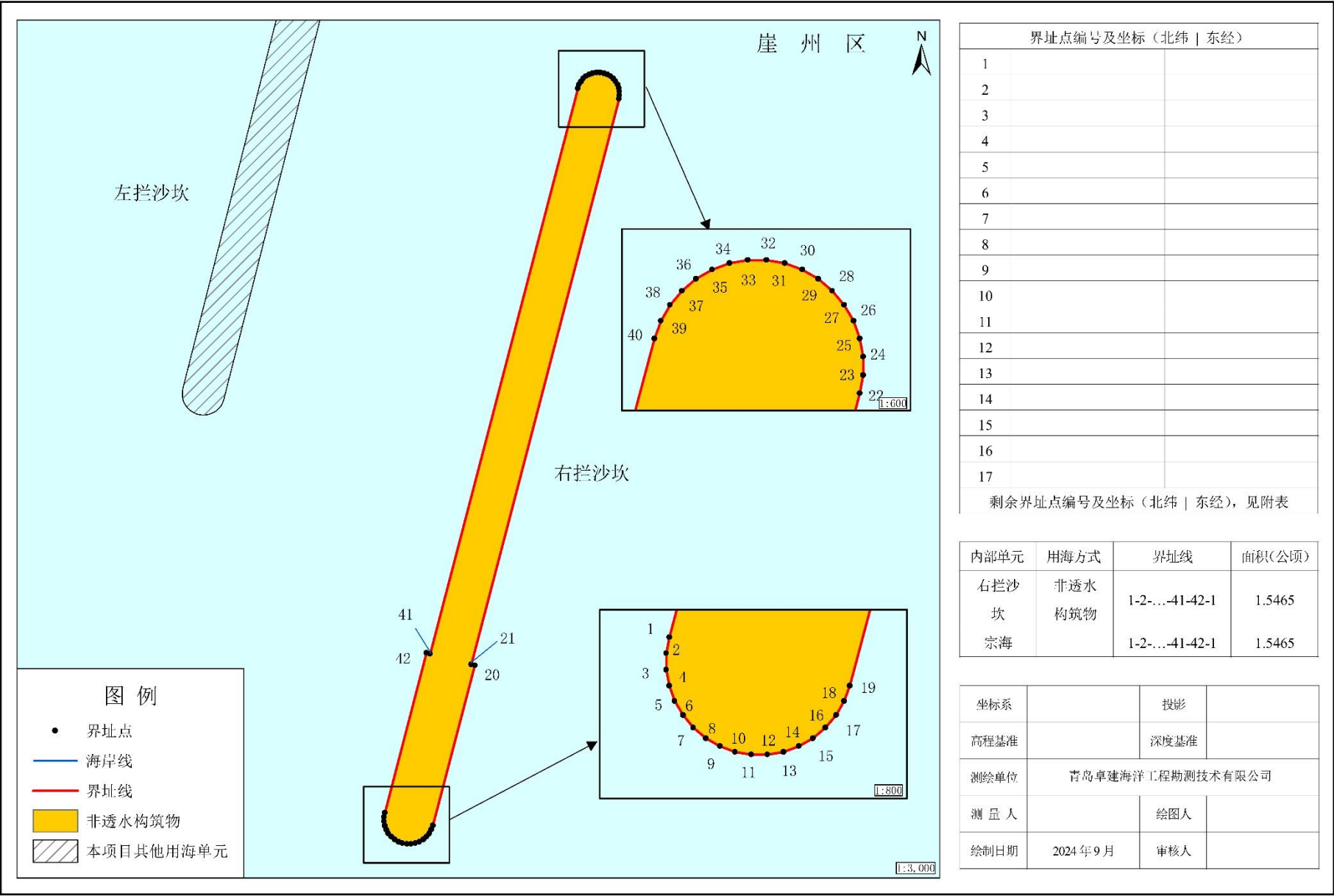


图 2.4-4 项目宗海界址图（东拦沙坎）

2.5 项目用海必要性

2.5.1 项目建设必要性

2.5.1.1 与相关规划的符合性分析

(1) 产业政策符合性分析

根据《产业结构调整指导目录（2024年本）》第一类鼓励类项目第二十二条的规定，本宗用海属于“二、水利”中的“3.防洪提升工程：.....江河湖海堤防建设及河道治理工程.....”，属于鼓励类建设项目，符合国家产业政策。

同时，项目所属门类未列入《海南省产业准入禁止限制目录（2019年版）》中的禁止类和限制类，符合地方产业政策。

综上，本项目的建设符合国家、地方产业政策。

(2) 项目实施符合国土空间规划

本项目的实施符合所在规划分区管控要求中的空间准入、利用方式、保护要求等相关管理规定。因此，项目实施符合国土空间规划。

(3) 项目与《海南省“十四五”生态环境保护规划》的符合性分析

2021年7月，海南省政府办公厅印发《海南省“十四五”生态环境保护规划》。未来五年，海南省将锚定“两个领先”目标，坚持改革创新，着力打造生态文明建设样板区、绿色低碳循环发展先行区、生态环境质量标杆区、陆海统筹保护发展实践区、“两山”转化实践试验区、生态环境治理能力现代化示范区，为高质量高标准建设中国特色自由贸易港提供坚实的生态环境基础，为打造人与自然和谐共生的美丽中国海南样板奠定基础。

根据《海南省“十四五”生态环境保护规划》，到2025年，生态环境质量持续保持全国领先水平，整体补齐生态环境领域基础设施短板，生态文明制度更加完善，推动经济社会发展全面绿色转型，生态文明领域治理体系和治理能力现代化水平明显提高，建成空气清新、水体洁净、土壤安全、生态良好、人居整洁的美丽海南。

工程实施将有效解决河口淤积、水动力较差、水质环境恶化、岸线景观较差等脏乱差的环境现象，对水环境的改善，水文动力的提高，生物多样性的恢复，防止岸滩淤积、近岸生态环境和促进人与自然的和谐发展具有积极意义。

促进经济社会全面、协调、可持续发展。项目实施不会破坏所在海域的海洋生态系统，项目用海对周边海域资源的影响较小。

因此，本项目的建设符合《海南省“十四五”生态环境保护规划》。

（4）与《三亚市“十四五”海洋生态环境保护规划》的符合性分析

2022 年 3 月，三亚市人民政府关于印发《三亚市“十四五”海洋生态环境保护规划》的通知。本项目属于“入海河流消劣行动”中的“宁远河综合治理工程”，其行动计划为：开展入海河流消劣行动，持续改善入海河流水质，确保海洋环境质量不降低，确保近岸海域优良水质面积比例 $\geq 99.39\%$ 。“十四五”期间实施藤桥河、宁远河、漳波河、盐灶溪等入海河流综合整治，通过陆源污染控制、生活污水管网升级改造、提高污水处理厂负荷率等措施，削减入海河流主要污染物总量，确保海洋环境质量不降低。

本项目是防洪除涝、河口整治、提升河道景观改善河道生态的基础保障措施，建设目的是恢复河口三角洲东侧入海通道，保障口门泄洪纳潮通道通畅，项目建设符合《三亚市“十四五”海洋生态环境保护规划》。

附表 1 “十四五”时期三亚市海洋环境保护重点工程项目一览表

序号	任务类别	项目名称	项目内容	牵头单位	总投资（万元）	完成时限
1	入海河流消劣行动	入海河流盐灶溪综合整治项目	实施盐灶溪农业面源污染整治工程。开展盐灶溪流域所覆盖的农作物种植情况、村庄、养殖等调查，制定农业面源整治具体方案。	市农业农村局	2500	2023 年底前
2		入海河流冲会河综合整治工程	综合整治河段范围：三亚西联络线公路桥～烧旗港河，总长 1109m；建设内容：沿岸排污口排查整治、河道清淤工程 1109m、新建堤岸 2192m、新建一座橡胶坝、新建亲水平台和步道。	市水务局	3087	2023 年底前
3		三亚市大茅水综合治理工程	新建堤防工程、河道清淤疏浚、岸坡生态护砌、水环境质量提升、生态景观改造，治理长度 10.26km。	市水务局	76250	2023 年底前
4		宁远河综合治理工程	主要建设清淤疏浚工程（疏浚规模 223 万 m ³ ）、护岸工程 7.9km、污水治理工程（新建沿河截污管道 10.2km、8 座分散式污水处理站）、水生态修复工程（面积 867 亩）、干流景观工程（10.55 万 m ² ）等。	崖州湾科技城	115900	2023 年底前
5		漳波河截污泵站尾水出路管线建设	漳波河截污泵站 DN400 尾水管道建设。	崖州区政府	600	2023 年底前
6		三亚市海绵城市试点区域调蓄工程项目	在三亚市东河、西河、临春河、荔枝沟等试点区域，建设雨污合流制溢流调蓄池，将污水引至市	市水务局、吉阳区政府	16000	2022 年底前

（5）项目用海与《三亚市海域使用详细规划》的符合性分析

《三亚市海域使用详细规划》以《三亚市总体规划（空间类 2015-2030）》的海洋功能区为依据，细分了多个用海区，并对各类用海提出了用海规划和管控措施，符合上位规划的定位和要求。根据《三亚市海域使用详细规划》中对

三亚市海域的统筹规划，可知项目位于渔业基础设施用海（代码：1801-02）、交通运输用海（代码：20-02）、文体休闲娱乐用海（代码：2102-01）。

A. 渔业基础设施用海（代码：1801-02）

用途管控：**。

符合性分析：项目用海类型为特殊用海中的海岸防护工程用海，工程内容为拦沙坎。项目作为三亚崖州湾科技城宁远河综合治理（一期）工程中的一部分，是防洪除涝、河口整治、提升河道景观改善河道生态的基础保障措施，有利于区域水景观提升，不违背该功能区用途管制要求。项目实施后宁远河口西汉入海的径流分成东西两汉，西汉因为流量下降将导致流速下降，而东汉疏通后流速将增大，对崖州中心渔港内渔船停靠、装卸作业等提供一定基础保障；且项目施工期对生态环境的影响较小，运营期基本不产生污染物，有助于发挥该功能区的主导功能。

用海方式：**。

符合性分析：本项目为海岸防护工程用海，用海方式为非透水构筑物，不会对主导功能造成不可逆的影响，符合该区域的用海方式要求。

B. 交通运输用海（代码：20-02）

用途管控：**。

符合性分析：项目用海类型为特殊用海中的海岸防护工程用海，工程内容为拦沙坎。项目实施后基本不会对该海域通航环境产生不利影响，不违背该功能区用途管制要求。

用海方式：**。

符合性分析：本项目为海岸防护工程用海，用海方式为非透水构筑物，不会对主导功能造成不可逆的影响，符合该区域的用海方式要求。

C. 文体休闲娱乐用海（代码：2102-01）

用途管控：**。

符合性分析：本项目右侧拦沙坎部分位于文体休闲娱乐用海（代码：2102-01）右侧边界线处，占用面积较小，项目建设不会影响该功能区主导功能的实施。

用海方式：***。

符合性分析：项目施工期产生的悬浮泥沙会扩散至该区域，但在施工结束后会立即沉降，不会降低该区域海水质量；根据数值模拟结果，项目实施完成后对水流产生一定的阻挡，拦沙堤的东西两侧流速略有减小，同时，其遮蔽作用也会使得拦沙坎处及其背浪侧波高减小，更有利于文体休闲娱乐活动的安全开展；由于项目主要功能为拦沙坎，用海方式为非透水构筑物，因此，项目建设完成后会在该用海功能区内产生淤积，冲淤幅度大于 3cm/a 的最远距离只有 1.2km 左右，大概经过两至三年的时间，周围海域即可达到冲淤平衡状态，因此，项目建设不会影响该功能区主导功能的实施。

图 2.5-1 项目与《三亚市海域使用详细规划》叠置图

2.5.1.2 建设必要性

（1）项目是推进生态文明建设，贯彻落实党中央新时期治水思路的需要

生态文明建设是中国特色社会主义事业的重要内容，党中央、国务院高度重视生态文明建设。2012 年 11 月十八大提出“大力推进生态文明建设”的战略决策；2015 年 5 月国务院发布《关于加快推进生态文明建设的意见》；2015 年 10 月十八届五中全会召开，增强生态文明建设首度被写入国家五年计划。生态文明建设已纳入国家五位一体的发展战略高度。

河湖水系是水资源的载体，是生态环境的重要组成部分。近年来，经济社会为了贯彻落实党的十八大关于加强生态文明建设的重要精神，加快推进水生态文明建设，水利部出台了水资源〔2013〕1 号文《水利部关于加快推进水生态文明建设的意见》，明确提出在保护生态前提下，建设一批骨干水源工程和河湖水系连通工程，提高防洪保安能力、供水能力、水资源与水环境承载能力，并推进水生态系统保护与修复、加强水利建设中的生态保护等。

宁远河整治工程实施后，可对崖州区的防洪安全、调洪、蓄洪能力有显著提高，进一步完善和优化江河湖库水系连通。开展宁远河整治工程，构建布局合理、生态良好、引排得当、循环通畅、蓄泄兼筹的水系体系，增强水资源和水环境承载能力，提高抗御水旱灾害能力，是贯彻落实新时期中央治水思路的重要体现。

（2）项目建设是消除隐患，保障综合安全的需要

宁远河流域承担着流域范围内的河道防洪、排涝功能，现状河道淤积较为严重，河道被侵占、淤积的要素包含人工基塘、建筑物、围垦农田园地、高杆经济林、废弃基塘、河道沉积淤塞区域、涉水工程挡水围堰、现场弃土、建筑垃圾等。其中农田、基塘侵占以及河道沉积是河道淤塞的三大主要因素。

河道淤积严重影响河道行洪功能，20 年一遇洪水情况下，河道两岸淹没较为严重，特别是入海口处，且项目区范围内淹没深度超过 3m，严重影响两岸安全。因此急需对河道两侧堤防进行加固，并及时梳理河道底泥。

水安全保障工程主要包括不同河段根据防洪标准进行河堤达标加固，对淤积严重的河段进行拓宽或清淤疏浚，扩大河道排洪能力。恢复河口三角洲东侧入海通道，保障泄洪纳潮通道通畅。

因此设计防洪标准定为：宁远河大桥以上为 20 年一遇，宁远河大桥以下为 50 年一遇，左岸排涝标准为 10 年一遇，右岸为 20 年一遇。目前宁远河现状防洪堤顶高程已基本达标，部分河段存在超高不足、防洪圈不封闭的情况，本工程实施后，将形成闭合的防洪体系。

同时本项目构建宁远河智慧水务体系，完善河道实时监测和智慧决策系统，确保实现长制久清。

因此，本项目建设可消除宁远河及沿线防洪隐患，是确保综合河道安全的需要。

（3）项目建设是提升左岸科技城及右岸综合价值的需要

目前，崖州科技城市建设如火如荼，但本身该地段较为落后，配套设施不到位，休闲空间不足，制约着崖州科技城的后续定位提升，通过对该河段的景观改造，增加河滩湿地，尾水湿地，三角洲湿地，并对河道进行清淤整治，可极大的提高该河段生态景观效果，从而提高该段河道两岸综合价值，助力崖州区经济发展。

综上所述，本项目的建设是十分必要的。

2.5.2 项目用海必要性

宁远河铁路桥下游段地处崖州的主城区和核心发展区域，该段河道的建设严重滞后：沿线水安全缺乏保障、水环境质量有恶化趋势、水生态遭到破坏、

水景观严重缺失，宁远河下游段的建设是城市发展中的一块短板。因此下游段的整治具有急迫性和必要性。

本项目为三亚崖州湾科技城宁远河综合治理（一期）工程的一部分，是防洪除涝、河口整治、提升河道景观改善河道生态的基础保障措施，建设目的是恢复河口三角洲东侧入海通道，保障口门泄洪纳潮通道通畅，提升崖州湾科技城的投资环境，促进经济发展。

因此项目用海是非常必要的。

3 项目所在海域概况

3.1 海域资源概况

3.1.1 岸线资源

根据 2019 年海南省修测岸线，论证范围内的岸线总长 51.22km，其中自然岸线 32.53km，包括砂质岸线 26.11km、泥质岸线 1.11km、基岩岸线 5.12km、生物岸线 0.19km；人工岸线 18.43km，由填海造地形成 7.29km，由构筑物形成 3.69km、由围海形成 7.45km；河口岸线 0.18km。其分布图见图 3.1-1。

图 3.1-1 论证范围内岸线类型

3.1.2 港口资源

论证范围内已开发利用的港口有南山港和中心渔港。

(1) 南山港

南山港区位于三亚市以西的崖州湾，背靠崖城，东依南山岭，距三亚市 40 余公里，现建有南山港区一期货运码头工程、南山滚装码头工程和中英合资的 BP 公司崖 13-1 天然气终端基地码头。

南山港区一期货运码头工程为三亚港货运码头搬迁工程，主要为解决三亚港口的生产和发展与三亚城市的发展矛盾日益突出的问题而建。南山港区一期工程已建 1 万吨级通用散杂货泊位 1 个，泊位总长 264 米，设计年通过能力 65 万吨。南山滚装码头工程为南山港区配套军民两用码头，已建 3000 吨级滚装船泊位 1 个，泊位总长 195 米，设计靠泊 3000 吨级登陆舰和 3000 总吨客滚船，兼靠 3000 吨级杂货船，设计年通过能力 15 万辆次或杂货 54 万吨。中英合资的 BP 公司崖 13-1 天然气终端基地码头位于南山港区西侧，为 5000 吨级，主要用于为海洋油气开采工程运输生产物资，通过能力为 50 万 t/年。南山港区拟新建的泊位有南山港货运码头二期，新建一个 1 万吨级的散杂货泊位（结构按 2 万吨级设计），兼顾 2 万吨级滚装船靠泊，泊位长度 199.2 米，码头设计吞吐量 65 万 t/年。

(2) 中心渔港

根据《海南岛渔港建设规划（2020-2025 年）》，崖州渔港位于三亚市崖州湾宁远河口西侧，东临保港村，西至盐灶河，紧临 G98 海南环岛高速公路，距三亚市区约 50 公里，是我国距南海渔场最近的国家中心渔港，是海南渔场作业船舶停泊、避风、卸、补给最便捷的基地，是我国南海最重要的水产品集散港。崖州渔港于 2009 年 12 月 24 日正式开工建设，并于 2016 年 8 月 1 日已正式开港运营。港池水域面积为 712.5 亩，水深 5.5m，码头、护岸结构总长 1063.2m、泊位 11 个；渔港年鱼货卸港量 8 万吨，可满足 800 艘大、中、小型渔船停泊、交易、补给和避风。生产配套设施按年卸鱼量 20 万吨设计，包括有水产品交易中心、冷藏加工区、渔港综合办公区、供水供油区，沿码头岸线带状布局，总建筑面积 14.2 万平米。规划扩建二期渔业码头、公务执法码头、休闲渔业码头、扩大渔港水域面积、完善陆域生产配套及休闲渔业设施等，全面提升休闲渔业综合服务能力，使其满足约 1000 艘大、中、小型渔船生产、停泊、避风。

3.1.3 河流资源

本项目论证范围内的河流资源为宁远河和漳波河，本节资料引用自《崖州湾中心渔港休闲渔业公共码头项目防洪评价报告（报批稿）》（三亚市水利水电勘测设计院有限公司，2023 年 3 月）。

（1）宁远河

宁远河流域位于海南省南部，地理位置在东经**、北纬**之间，集水面积 1020km²，为海南省第五大河流，也是海南岛南部最大的河流。宁远河流域地跨三亚、乐东、保亭三市（县），地势是东北高，西南低，海拔 500m 以上的山地主要分布在上游地区，中游多为丘陵，下游大部分为河口冲积平原和沿海台地。

宁远河发源于五指山南麓之保亭县红水岭，河流东部与藤桥河为界，东南与三亚河分流，北与昌化江相隔，西与望楼河为邻，河流自东北流向西南，在三亚市崖城镇保平港附近入南海，河流全长 83.5km。宁远河流域近似长方形，流域平均宽度 12.20km，地势东北高而西南低。宁远河河床平均坡度 4.62‰，天然总落差 1101m。宁远河流域内 100km² 以上的支流有雅边方河和龙潭河。大隆水库坝址以下较大的支流包括龙潭河和妹洲沟。

（2）漳波河

漳波河（又名后河）位于三亚市西部崖州区境内，河道全长 24.43km，流域面积 67.75km²，河道平均坡降 5.29%。漳波河发源于三亚市北部山区凤岭一带，自西北向东南流经三公里村、南滨居、赤草村、城西村、海棠村、保平村和港门村，于港门村附近的中心渔港汇入南海。

漳波河干流上建有小（1）型水库 2 座，分别为三陵水库和牛腊水库，另建有郎芒坝引水工程，流域水资源开发利用任务主要为农业灌溉。流域内地势西北高东南低，河流自西北向南顺势而下。上游为丘陵地区，海拔高度一般在 250~500m；中下游为滨海平原地貌，海拔高程在 30m 以下，沿河两岸断续发育夷平面、沉积阶地、河漫滩等地貌。

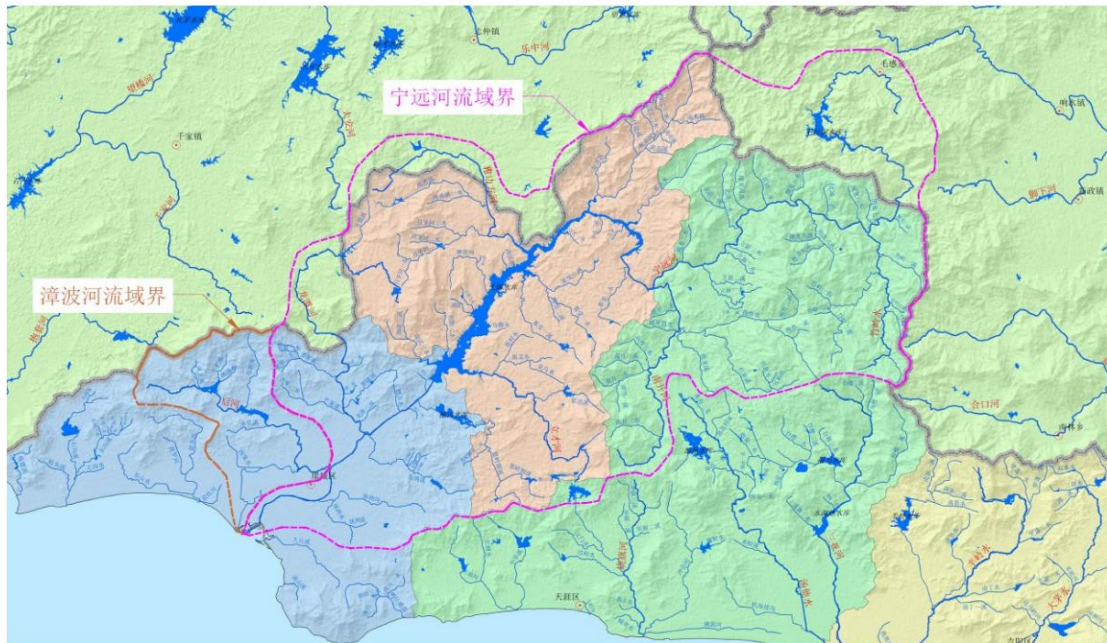


图 3.1-2 宁远河和漳波河流域水系图

3.1.4 湿地和滩涂资源

宁远河入海口处为三亚崖州湾，现状湿地与滩涂资源的利用主要为渔业养殖，目前为鱼塘和虾塘，开发模式单一，层次低。根据《三亚市养殖水域滩涂规划（2021-2030 年）》可知，崖州区陆域养殖水域滩涂规划面积 882.66 公顷。规划禁止养殖区 604.62 公顷，占该区规划总面积的 68.5%；规划限制养殖区面积 3.98 公顷，占该区规划总面积的 0.45%；规划养殖区 274.06 公顷，占该区规划总面积的 31.05%。

崖州区养殖区包括淡水养殖区（其他养殖区、水库养殖区）和海水养殖区（滩涂及陆地养殖区）。其中淡水养殖区 265.49 公顷，其他养殖区主要分布于抱古石坝北渠和龙潭河部分河段，以及宁远河周边面积小且零散分布的其他自然水域和滩涂；水库养殖区主要分布于白马水库、大喇叭水库、大治水库、高村水库、红岸水库、金鸡水库、烂田仔水库、岭落水库、落基水库、茅彭水库、南风水库、南雅水库、牛腊水库、三陵水库等。海水养殖区面积 8.57 公顷，主要分布于宁远河入海口周边及盐灶河左侧的沿海水域滩涂区域。

3.1.5 岛礁资源

三亚市分布有大大小小近 61 座海岛，海岛资源丰富。根据《中国海域海岛地名志海南卷》，位于项目论证范围内的岛礁资源分别有麒麟坡、麒麟坡仔岛、养生园、公庙坡、八菱坡、东锣岛、飞鱼岛、西鼓岛、长堤礁、平石、尖岛、鼠标石岛、章鱼石岛、棒槌岛、瓜天石、鼻子石、船帆石、船帆石南岛，详见图 3.1-2。

图 3.1-3 论证范围内岛礁资源

3.1.6 渔业资源

崖州湾附近海域渔业资源丰富，是鱼、虾、贝类等产卵、索饵的重要场所。鱼类是本海区的重要渔业资源之一。根据《崖州湾海域海洋环境调查与浴场、养殖布局分析研究专题海洋生物生态环境调查分析报告》（**，2020 年 6 月）调查结果，发现生活在崖州湾的鱼类有 10 目 45 科 99 种，主要的鱼类有眼斑拟鲈、纵带鲱鲤、红鲮、台湾玉筋鱼、多齿蛇鲻、日本瞳鲮、长体银鲈、大头狗母鱼、黄斑光胸鲷、短吻丝鲈、条纹眶棘鲈、黑边布氏鲷、细纹鲷和日本金线鱼等。除鱼类外，甲壳类为重要的类群，数量较大，在海洋渔业中占有重要地位。在本区拖网渔获物中，甲壳类主要为须赤虾、卷折馒头蟹、逍遥馒头蟹、猛虾蛄等。头足类也占据一定比重，主要有中国枪乌贼和短穗乌贼。底栖生物资源经济种类较少，日本毛虾、虾蛄、鸭额玉蟹等。

3.1.7 旅游资源

崖州湾是三亚市西南部海湾，海湾面积约 61 平方公里，湾顶有宁远河注入，

河口区有崖城。崖州湾是一处天然的历史博物馆，是一处记录中国古代陆地与海洋的文化坐标，海南岛、三亚市历史文化的发祥地。崖州湾所在的三亚市崖城镇，是海南省目前仅此一个进入国务院批准公布的中国历史文化名镇。崖州湾是海南岛古代的海上门户，是三亚乃至海南开发文化旅游的特定区域。现已开发建设的南山、大小洞天两个 5A 级佛教、道教文化旅游区，位于崖州湾海岸东端，崖州湾已成为三亚文化旅游的特定区域。

3.1.8 矿产资源

崖州区地下蕴藏着丰富的有可开发利用价值的矿物资源。已探明有开发价值的矿产资源有：水晶、花岗石、大理石、磷、钛、金矿等 30 多种，特别是石灰石、石英石、花岗石等储量均在亿吨以上。崖州湾及外侧海域有丰富的石油天然气资源，崖 13-1 气田储量达 1077 亿立方米，开采量 700 亿立方米。

3.1.9 红树林资源

海南的气候条件和滨海优势，十分有利于红树林的生长。据统计，2022 年海南红树林湿地面积达到 6549 公顷，广泛分布于沿海各市县，共成立了 9 个以红树林为主要保护对象的自然保护区、3 个红树林湿地公园，湿地生物多样性日益丰富，是我国不可多得的生物资源种质库。海南的红树林湿地资源主要分布在海口东寨港、文昌八门湾、三亚青梅港及三亚河、东方四更北黎湾、儋州新英湾、洋浦港等地。

宁远河下游在鱼塘养殖对生态破坏严重，整体呈现出坑塘的特征，原生的红树林湿地生态系统被严重破坏。

宁远河入海口周边现分布有少量红树林植被，包括了真红树林和半红树林植被。真红树林主要有海漆+黄槿群落，半红树林主要有黄槿群落。

海漆+黄槿群落分布在宁远河入海口的支流河道两边，主要沿河岸分布，植被较单薄，只是沿河分布，纵深 3m 左右，林相外貌呈绿色，高度在 3m 左右。以黄槿、海漆等植物为主，还有李花蟛蜞菊、露兜、卤蕨、椰子、苦椰、刺果苏木、鱼藤和刺茉莉等植物组成，植被郁闭度在 70%。生物量约为 3.0-3.5kg/m²。

黄槿群落也是海南较为常见的植物群落。该植物群落主要分布在麒麟坡 200m 范围内的河岸边，或一些小支流边的河岸边，或河口与海岸较接处。高度

在 2-4m 之间，群落优势植物主要是黄槿，常见的植物有木麻黄、椰子树、海漆、杯萼海桑、鹧鸪麻、山黄麻、苦楝、鹊肾树、叶披木、厚皮、菲律宾合欢、白饭树、葛藤、蓖麻、鱼藤、飞机草、刺苋等。该类型属半红树林类型，生物量约为 3.5kg/m²。

3.2 海域生态概况

3.2.1 气候与气象状况

三亚市地处低纬度，属热带海洋性季风气候，日照时间长，平均气温较高，全年温差小，四季不分明，冬季多东北向风，夏季多偏西南向风。由于海洋调节，水气丰富，空气湿润。本报告气温、降水、风况、湿度和雷暴等资料均引自中国科学院生态系统研究网络三亚气象站数据、信息网站和中国气象局公布的 2005 年至 2021 年的气象统计资料，其他自然灾害资料引用自《2010~2021 年海南省海洋环境状况公报》和“中国气象局热带气旋资料中心”的统计数据。

(1) 气温

区域年平均气温 25.98℃，平均极端最高气温 36.5℃，平均极端最低气温 8.4℃，各月平均气温均在 21℃以上，5~8 月气温较高，平均气温均达到 28℃以上，12 月至翌年 2 月份气温较低，均不到 23.0℃。三亚全市各月平均气温详见表 3.2-1，1995~2021 年全市平均气温及气温极值情况详见表 3.2-2。

表 3.2-1 三亚全市各月平均气温（单位：℃）

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
平均气温	21.6	22.5	24.6	26.9	28.4	28.8	28.5	28.1	27.5	26.4	24.3	22.1

表 3.2-2 1995~2021 年全市平均气温及气温极值情况表（单位：℃）

年份	平均气温	极端最高气温	极端最低气温
1995	26.0	34.0	13.0
1996	26.0	35.7	11.6
1997	26.1	33.7	15.3
1998	27.0	34.7	15.5
1999	26.1	33.7	8.4
2000	26.3	33.6	14.8
2001	26.5	34.6	12.6
2002	26.5	35.1	14.6
2003	26.6	35.4	14.9
2004	26.2	34.4	14.8
2005	26.5	35.9	11.6

年份	平均气温	极端最高气温	极端最低气温
2006	27.0	35.6	14.8
2007	26.8	35.2	12.6
2008	26.2	35.1	14.3
2009	22.6	34.7	14.2
2010	26.5	35.9	13.5
2011	25.9	35.2	14.4
2012	27.0	35.2	14.8
2013	26.6	35.0	14.6
2014	26.7	35.2	14.3
2015	26.9	36.2	14.1
2016	26.8	35.6	8.9
2017	23.0	31.1	10.1
2018	26.4	36.2	13.2
2019	27.1	36.5	11.6
2020	23.2	33.4	11.6
2021	23.0	32.5	8.5
平均	25.98	36.5	8.4
注 1：由于 2009 年三亚气象监测点由河东区迁到吉阳镇安游，引起 2009 年气象指标与往年变化较大；			
注 2：2017-2021 年因原自动站搬迁造成气象数据差异。			

(2) 降水

三亚地区年降水量丰富，各月均有降水，年平均降水量为 1392mm，年降水日数平均为 113 天。有旱季和雨季之分，5 月~10 月为雨季，其间集中了全年 85%以上的降水量和 75%以上的降水日；11 月至翌年 4 月为旱季，降水量较少。年最大降水量为 1987.7mm（1990 年），年最小降水量为 673.7mm（1977 年），日最大降水量为 327.5mm（1986 年 5 月 20 日），最长连续降水日数为 18 天，降水量 245.8mm（1967 年 9 月 13 日至 30 日）。各月降水量、降水日数、平均大雨和暴雨日数分布见表 3.2-3。

表 3.2-3 各月降水量、降水日数、平均大雨和暴雨日数分布

月份	降水量（mm）	降水日数（天） （R≥0.1mm）	平均大雨（天） （R≥25mm）	平均暴雨（天） （R≥50mm）
1	8	3	0	0
2	12.8	4	0	0
3	19.2	4	0	0
4	43.3	6	0	0
5	142.3	10	2	1
6	197.5	14	2	1
7	192.6	14	2	1
8	221.5	16	2	1
9	251.4	17	3	1
10	234.5	14	3	1
11	58.2	7	1	0

月份	降水量 (mm)	降水日数 (天) (R≥0.1mm)	平均大雨 (天) (R≥25mm)	平均暴雨 (天) (R≥50mm)
12	10.7	4	0	0
全年	1392	113	15	6

(3) 风况

三亚大风天气主要来源于冷空气和热带气旋，其中热带气旋引起的大风强度更大，三亚大于或等于 20m/s 的风速出现在 6~10 月，都是热带气旋所致，热带气旋引起的最大风速瞬间达 45m/s (SW)，全年平均风速 2.5m/s。三亚以 E、NE 和 ENE 风向为最多，一年内几乎有 8 个月的时间被上述风向控制，其余四个月 (5~8 月) 风向较乱，但以 W、WSW 风向为主。风向玫瑰图见图 3.2-1，各向平均风速、最大风速及频率见表 3.2-4，逐月平均风速见表 3.2-5。

表 3.2-4 各向平均风速、最大风速及频率表

方位	最大风速 (m/s)	平均风速 (m/s)	频率 (%)
N	12.0	1.7	5.5
NNE	24.0	2.2	7.6
NE	20.0	3.1	13.6
ENE	18.0	3.4	10.8
E	23.0	3.0	13.2
ESE	17.0	3.1	6.6
SE	17.0	2.8	6.6
SSE	16.0	3.2	5.8
S	14.0	3.3	4.4
SSW	19.0	2.9	0.9
SW	20.0	3.2	2.2
WSW	18.0	3.5	3.4
W	20.0	3.4	3.2
WNW	12.0	3.0	1.1
NW	30.0	2.0	1.0
NNW	11.0	1.5	1.1

表 3.2-5 各月平均风速 (单位: m/s)

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
风速	2.6	2.7	2.6	2.5	2.3	2.2	2.2	2.1	2.3	2.9	2.9	2.8	2.5

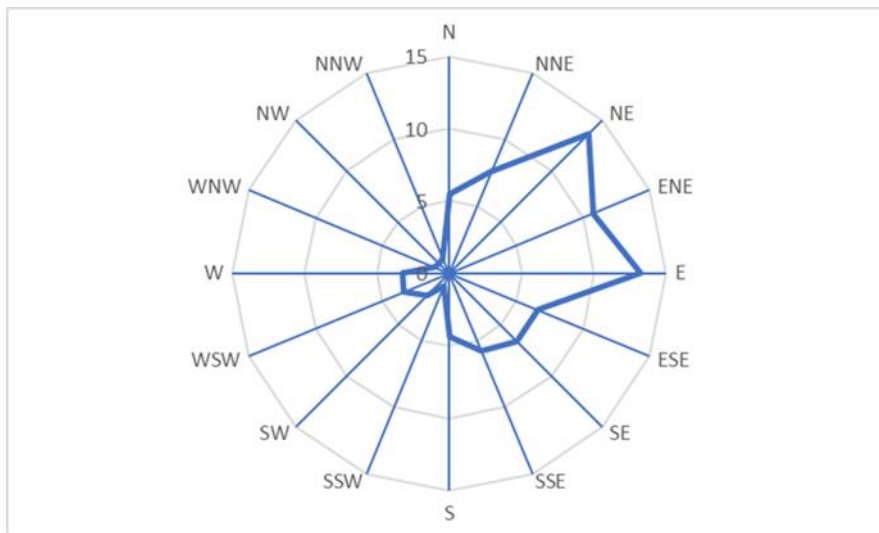


图 3.2-1 各风向频率玫瑰图

(4) 相对湿度

区域年平均相对湿度 78%，全年各月相对湿度变化不大，其中 8 月份湿度最大为 84%，12 月份气候相对干燥，但也有 70%。逐月平均相对湿度见表 3.2-6。

表 3.2-6 各月平均相对湿度 (%)

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
相对湿度	74	76	78	79	80	82	83	84	83	78	72	70	78

3.2.2 海洋水文动力状况

3.2.2.1 潮汐

(1) 基准面

各基准面关系见图 3.2-2。

图 3.2-2 各基准面关系

(2) 潮汐性质

三亚地区为弱潮海区、潮差较小，平均潮差仅 0.88m。潮汐为不正规日潮混合潮型，以日潮为主，且有明显的日潮不等现象。日潮平均每月约 14 天，半日潮每月约 5~14 天不等，平均 11 天。

(3) 潮位特征值

据三亚港实测一年的资料统计，其潮位特征值为：最高潮位**m；最低潮位**m；平均高潮**m；平均低潮位**m；平均潮位**m；平均潮差**m；最大

潮差**m。

(4) 设计水位

依照《港口与航道水文规范》，三亚站设计高水位采用 2017 年~2018 年高潮累积频率 10%对应水位，设计低水位采用低潮累积频率 90%的对应水位，计算得到三亚的设计高、低水位如下（85 高程基面，下同）：

设计高水位：**m（高潮累积频率 10%）

设计低水位：**m（低潮累积频率 90%）

极端高水位：**m（50 年一遇）

极端低水位：**m（50 年一遇）

(5) 风暴潮

风暴潮系指由于强烈的大气扰动引起的海面异常升高现象。本海域位于亚热带海洋性季风气候区，夏秋季常受热带气旋影响，该区域的风暴潮主要是由于热带气旋所引起。1956 年~2005 年，共有 91 个热带气旋在海南南部沿岸引发风暴潮。

表 3.2-7 三亚或榆林站风暴潮增水情况

增水幅度（m）	百分比	热带气旋个数
$0.3 \leq \Delta H \leq 0.5$	72.5%	66
$0.5 \leq \Delta H \leq 1.0$	27.5%	25

从表 3.1-7 的统计结果来看，三亚的台风风暴潮增水幅度多在 1.0m 以下。主要集中在 0.30m~0.50m，占总数的 72.5%，增水 0.50m~1.00m 的热带气旋有 25 个，占 27.5%；0518 号台风是近 50 年来对海南岛影响最为严重的台风。0518 号台风对海南岛的影响发生在 2005 年 9 月 25 日至 27 日，该台风导致海南沿岸一带都有不同程度的增水。

表 3.2-8 各站增水情况

海洋站	最大增水（m）	最大增水发生时间
秀英	1.26	2005年9月26日00时
清澜	1.52	2005年9月26日03时
三亚	0.76	2005年9月26日13时
东方	0.66	2005年9月26日16时

3.2.2.2 潮流

本海区潮流性质属不规则日潮流。

3.2.2.3 波浪

本海区没有长期波浪观察资料，引用三亚莺歌海海洋观测站（18°03'N，108°41'E）在距离本海域 56km 处波浪观测点实测资料统计，该海区以风浪为主，年出现频率 82%，涌浪的年出现频率 41%，涌浪向以 S 向浪为主。年平均波高为 0.7m，6~8 月和 3 月，平均波高偏大，其中 8 月最大，为 1.0m。年平均周期为 4.0 秒，8 月最大，月平均为 4.3 秒。各月平均波高和平均周期（1980~1991 年）。

常浪向为 S 向，频率 18.2%，次常浪向为 SE 向，频率 15.0%，SSE 向，频率 11.0%。偏东南向（ESE~SSE）浪的频率为 30.3%，偏西南向（SSW~WSW）浪的频率为 22.3%。可见东南和西南向为主浪向。强浪向为 ESE 向，最大波高（H1%）9.0m，次强浪向为 NE、S、SSW 向，最大波高均为 7.0m。

从 16 年观测资料看，该海区大于 3.0m 的波高不多，频率仅为 0.20%，极大多数海况在 0.5~1.4m 的波高，其频率为 83.2%，主要出现在偏东南方向。

3.2.3 海底地形地貌与冲淤状况

本项目位于海南省三亚市崖州区宁远河河口。根据《三亚崖州湾科技城宁远河综合治理（一期）工程项目初步设计（报批稿）》，宁远河入海口段河流开叉为东、西两侧，东侧出海口段目前淤砂，出口已经封闭，西侧为船只航道进出口，右岸为港口码头，中间位置主要为沉积的砂岛。该段河道以海陆交互沉积为主，受海水涨退潮影响较大，河床高程为-11.01~-2.24m，河床以淤泥性土、粉砂、中砂、砾砂为主，两岸的地面标高 1.65~5.81m，岸坡坡度为 5~25°。

图 3.2-3 项目区域水深地形情况

3.2.4 工程地质状况工程地质条件

(1) 区域地质构造

本节资料引自《三亚市崖州中心渔港停泊避风水域扩建项目岩土工程勘察报告》(海南千州行勘测工程有限公司, 2021 年 8 月)。

本场地及其邻近区域的主要造形迹有: 东西向的九所-陵水构造带, 北东向构造有三亚褶皱构造带, 东岭褶皱构造带, 北东组构造形迹有文昌-琼海-三亚断陷构造带, 其南端的红砂断裂带, 南北向及北西向构造有昌城-乐东-田独断烈带。以上各断裂均分布于场地邻区, 其作用均对本场地未造成直接影响。

场地范围最近的断裂为宁远河断裂带(4607654): 沿三亚市崖城、抱古、那刀一带分布, 断裂带宽大于 30m, 长约 35km, 总体走向北东, 倾向北西, 倾角 60°以上。断裂带发育构造角砾岩、碎裂岩、糜棱岩和充填煌斑岩及花岗岩脉。该断裂切割下志留统空列村组和海西-印支期岩体, 南西段被下白平统牛腊岭火山岩掩盖, 其形成时代应属于燕山早期。

图 3.2-4 区域地质构造图

(2) 地层岩性及岩土特征

根据区域地质资料及本次钻探揭露, 场地地层自上而下共划分为 3 个工程地质单元层, 从上到下依次为人工填土层(Q_4^{ml})、第四系全新统海陆交互相沉积层(Q_4^{mc})、第四系上更新统海陆交互相沉积层(Q_3^{mc})和第四系下更新统海陆交互相沉积层(Q_1^{mc})。

表 3.2-9 地层分布统计表

本次钻探揭露的地层野外特征按自上而下的顺序描述如下:

人工填土层(Q_4^{ml})

素填土①: (“①”为地层编号, 下同): 褐黄色、褐红色, 主要由砂、黏性土和少量碎石组成, 土层内含有植物根茎, 干燥-稍湿, 呈松散状态, 该层在场地内零星地段分布, 仅在 SK77、SK78、SK142 钻孔遇见该层。

第四系全新统海陆交互相沉积层(Q_4^{mc})

1 中砂②: 灰白色、褐黄色、褐灰色, 主要成分为石英质, 不均匀含约 10-

20%的粉黏粒，稍湿-饱和，呈稍密-中密状态。该层在场地内大部分地段分布，除钻孔 SK26、SK28、SK31、SK35、SK36、SK38、SK41、SK42、SK47、SK48、SK87、SK88、SK121、SK122、SK128、SK130、SK131、SK135、SK138、SK141、SK144、SK152~SK159、SK161 外，其余各钻孔均遇见该层。

2 淤泥②1：灰黑、浅灰色，含少量有机物及生物碎屑，具腥臭味，韧性低，干强度中等，无摇震反应，光泽反应稍有光泽，呈流塑-软塑状态。该层在场地内均有分布。

3 中砂②2：灰白色、褐黄色、褐灰色，主要成分为石英质，不均匀含约 10-20%的粉黏粒，饱和，呈稍密-中密状态。该层在场地内部分钻孔揭露，在钻孔 SK18、SK21、SK、SK77、SK78、SK85~SK87、SK100、SK108、SK114 中揭露该层。

4 粉质黏土②3：褐黄色、浅灰色，呈可塑-硬塑，不均匀含中粗砂约 5-20%，摇振无反应，干强度及韧性中等，光泽反应稍有光泽。该层在场地内部分钻孔揭露，除钻孔 SK18~SK21、SK37、SK39、SK40、SK42、SK43、SK49、SK51、SK53、SK58、SK60、SK61、SK63~SK75、SK77、SK78、SK82~SK106、SK139、SK140、SK142、SK143、SK145、SK146、SK148、SK151、SK160、SK162、SK165、SK168、SK171、SK185~SK188、SK192~SK204 外，其余钻孔中均揭露该层。

5 淤泥质粉质黏土③：灰黑、浅灰色，呈软塑-可塑状态，夹含粉细砂约 5-15%，干强度及韧性中等，无摇振反应，切面稍有光泽，略具有臭味。该层在场地内部分钻孔揭露，在钻孔 SK39、SK40、SK42、SK77、SK78、SK87、SK108、SK139、SK140、SK145、SK146、SK157 中揭露该层。

6 中砂③1：褐黄色、褐灰色，主要成分为石英质，不均匀含约 10-20%的粉黏粒及含少量卵石，砾径约为 2-4cm，饱和，呈中密-密实状态。该层场地内大部分地段分布，除钻孔 SK54、SK56、SK108、SK145、SK146、SK170、SK174、SK175 外，其余各孔均遇见该层。

第四系上更新统海陆交互相沉积层（Q₃^{mc}）

1 粉质黏土④：褐黄色、浅灰色，呈可塑-硬塑，不均匀含中粗砂约 5-20%，

摇振无反应，干强度及韧性中等，光泽反应稍有光泽。该层在场地内部分钻孔揭露，在钻孔 SK54、SK56、SK170、SK172、SK174 中揭露该层。

2 细砂④₁：褐黄色、褐灰色，砂的主要成分为石英质，不均匀含约 10-30% 的粉黏粒及含少量卵石，砾径约为 2-4cm，饱和，呈中密-密实状态。该层在场地内部分钻孔揭露，在钻孔 SK170、SK175 中揭露该层。

3 粗砂⑤：褐黄色、灰色，主要成分为石英质，不均匀含 10-25%粉黏粒，含约 5-10%的卵石，卵石块径约为 2-8cm，饱和，呈中密-密实状态。受孔深所限，该层在整个场地普遍分布，场地内各钻孔均揭露该层。该层在场地内部分钻孔揭露，在钻孔 SK18~SK28、SK41、SK42、SK44、SK45、SK49~SK54、SK56、SK59、SK63~SK67、SK69~SK71、SK73~SK75、SK87~SK89、SK95、SK99~SK105、SK107~SK118、SK121、SK122、SK141、SK144~SK147、SK160、SK161、SK163~SK172、SK174~SK175、SK178、SK179、SK181、SK182、SK186~190、SK193~SK197、SK199~201、SK203 中揭露该层。

第四系下更新统海陆交互相沉积层（Q₁^{mc}）

粉质黏土⑥：褐黄色、浅灰色，呈可塑-硬塑，不均匀含中粗砂约 5-20%，摇振无反应，干强度及韧性中等，光泽反应稍有光泽。该层在场地内部分钻孔揭露，在钻孔 SK26~SK30、SK39、SK42、SK55、SK107、SK120~SK124、SK140、SK151、SK152、SK158、SK160、SK161、SK173、SK176~SK178、SK186、SK187 中揭露该层。

图 3.2-5 本项目钻孔位置图

图 3.2-6 本项目钻孔位置图（放大）

图 3.2-7 本项目工程地质剖面图（西拦沙坎）

图 3.2-8 本项目工程地质剖面图（东拦沙坎）

(3) 场地不良地质现象

不良地质作用与地质灾害包括岩溶、滑坡、危岩和崩塌、泥石流、采空区、地面沉降、地裂缝、地震液化、活动断裂等。

通过本次勘察及工程地质调查，河道沿岸局部未设有护岸，为自然岸坡，受河水长期冲刷的影响，存在崩塌的可能性，建议工程施工可进一步排查根据现场情况采取适当支护措施进行支护。

总体来说，本次勘察范围内不存在不良地质作用和地质灾害。

(4) 渗透性

本项目位于入海河道内，场地地下水补给主要为大气降水补给、上游河水渗透补给以及相邻含水层渗透补给。场地内各含水层透水性较好，易发生由水头高处向水头低处的径流。地下水排泄主为向水头低处的越流排泄、向地表水排泄。一般来说，场地内地下水与地表水体相互补给排泄，枯水期时，地下水向地表水发生越流排泄，丰水期时地表水易向地下水发生渗透补给，地下水位受地表水体影响较大。根据地区工程经验及室内试验，场地内素填土①、淤泥②1、粉质黏土②3、淤泥质粉质黏土③、粉质黏土④及粉质黏土⑥层为弱透水性地层，其余地层均为强透水性地层。

3.2.4.1 场地地震效应评价

(1) 抗震设防烈度

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)，拟建场地位于海南三亚市，属抗震设防烈度 6 度区，设计基本地震加速度值 0.05g，设计地震分组为第一组。根据《建筑工程抗震设防分类标准》(GB50223-2008)，判定拟建建筑物按其使用功能的重要性分类为标准设防（乙）类。

(2) 场地土类型及场地类别

根据《建筑抗震设计规范》(GB50011—2010)（2016 年版）有关规定，按场地内岩土名称及性状，结合当地工程经验选择场地具代表性的 SK80、SK162 号钻孔进行场地等效剪切波速估算，估算结果见表 3.1-13。

表 3.2-10 土层剪切波速估算表

地 层	剪切波速 V_s (m/s)	土的类型	估算孔号	等效剪切波速估算值 V_{se} (m/s)
	经验值			
素填土①	108~130	软弱土	SK80	163
中砂②	178~212	中软土	SK162	185
淤泥②1	112~120	软弱土		
中砂②2	180~215	中软土		
粉质黏土②3	210~250	中软土		
淤泥质粉质黏土③	130~138	软弱土		
中砂③1	182~220	中软土		
粉质黏土④	256~290	中硬土		
细砂④	175~208	中软土		
粗砂⑤	275~355	中硬土		
粉质黏土⑥	260~292	中硬土		

根据试验结果，场地内等效剪切波速介于 $150\text{m/s} < V_{se} \leq 250\text{m/s}$ ，根据本次勘察结果及区域地质资料，场地覆盖层厚度介于 3~50m，按《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）（2016 年版）第 4.1.6 条判定：建场地建筑场地类别为 II 类。根据本次勘察结果，按《水运工程抗震设计规范》（JTS146-2012）有关规定：拟建场地存在可震陷地层淤泥②1 及淤泥质粉质黏土③层，属抗震不利地段。

（3）饱和砂（粉）土液化判别及软土震陷

根据本次勘察结果，本场地地下存在饱和砂土层，但本场地抗震设防烈度为 6 度，根据《水运工程抗震设计规范》（JTS146-2012）有关规定，可不考虑地基土液化问题。

本工程场地地下发现软土层淤泥②1 和淤泥质粉质黏土③层，但本场地抗震设防烈度为 6 度，可不考虑软土震陷影响。

（4）其它不良地质作用

拟建场地未见滑坡、崩塌、泥石流等其它不良地质作用，河道沿岸局部未设有护岸，为自然岸坡，受河水长期冲刷的影响，存在崩塌的可能性，建议工程施工可进一步排查根据现场情况采取适当支护措施进行支护。

3.2.4.2 地下水评价

依据《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001）（2009 年版）附录 G 规定，划分场地环境类型为 II 类。

本次勘察在 SK22、SK38、SK55、SK73 号钻孔内各采取 1 件地下水试样共 4 件地下水试样，进行了室内水腐蚀性试验，试验结果见《水的腐蚀性试验报告》。依据《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001）（2009 年版）第 12.2.1～12.2.4 条，场地地下水及地表水对建筑材料的腐蚀性评价如下表所示：

表 3.2-11 地下水和地表水腐蚀性评价表

孔号	分析项目	指标		水对砼结构的腐蚀性			水对钢筋混凝土结构中钢筋的腐蚀性	
		单位	含量	Ⅱ类环境	弱透水层	强透水层	长期浸水	干湿交替
SK22	SO ₄ ²⁻	mg/L	948.59	弱	/		/	/
	Mg ²⁺	mg/L	48.60	微	/		/	/
	总矿化度	mg/L	3210.46	微	/		/	/
	pH 值	/	7.00	/	微	微	/	/
	侵蚀性 CO ₂	mg/L	18.70	/	微	弱	/	/
	Cl ⁻	mg/L	1019.19	/	/		微	中
	NH ₄ ⁺	mg/L	0.00	微	/		/	/
SK38	SO ₄ ²⁻	mg/L	686.83	弱	/		/	/
	Mg ²⁺	mg/L	36.45	微	/		/	/
	总矿化度	mg/L	2529.67	微	/		/	/
	pH 值	/	6.90	/	微	微	/	/
	侵蚀性 CO ₂	mg/L	16.50	/	微	弱	/	/
	Cl ⁻	mg/L	841.94	/	/		微	中
	NH ₄ ⁺	mg/L	0.00	微	/		/	/
SK55	SO ₄ ²⁻	mg/L	684.43	弱	/		/	/
	Mg ²⁺	mg/L	40.10	微	/		/	/
	总矿化度	mg/L	2665.06	微	/		/	/
	pH 值	/	6.85	/	微	微	/	/
	侵蚀性 CO ₂	mg/L	15.40	/	微	弱	/	/
	Cl ⁻	mg/L	912.84	/	/		微	中
	NH ₄ ⁺	mg/L	0.00	微	/		/	/
SK73	SO ₄ ²⁻	mg/L	528.33	弱	/		/	/
	Mg ²⁺	mg/L	29.16	微	/		/	/
	总矿化度	mg/L	2186.78	微	/		/	/
	pH 值	/	6.80	/	微	微	/	/
	侵蚀性 CO ₂	mg/L	14.30	/	微	微	/	/
	Cl ⁻	mg/L	779.90	/	/		微	中
	NH ₄ ⁺	mg/L	0.00	微	/		/	/
SK73	SO ₄ ²⁻	mg/L	528.33	弱	/		/	/
	Mg ²⁺	mg/L	29.16	微	/		/	/
	总矿化度	mg/L	2186.78	微	/		/	/
	pH 值	/	6.80	/	微	微	/	/
	侵蚀性 CO ₂	mg/L	14.30	/	微	微	/	/
	Cl ⁻	mg/L	779.90	/	/		微	中
	NH ₄ ⁺	mg/L	0.00	微	/		/	/

根据以上判定结果：场地环境类型属Ⅱ类，场地内水质对混凝土结构具弱腐蚀性；长期浸水时，水对钢筋混凝土结构中钢筋具微腐蚀性，干湿交替情况时，水对钢筋混凝土结构中钢筋具有中腐蚀性。设计施工中建筑材料的腐蚀防护措施，应符合现行国家标准《工业建筑防腐蚀设计规范》（GB50046-2018）

的规定。

表 3.2-12 场地土腐蚀性评

类型	评价指标	评价依据		试验结果	评价结果	
		指标范围（Ⅱ类环境）	等级			
按环境类型土对混凝土结构的腐蚀	硫酸盐含量 SO_4^{2-} (mg/kg)	<450	微	4.13~4.96	微腐蚀	
		450~2250	弱			
		2250~4500	中			
		>4500	强			
	镁盐含量	<3000	微	15.36~16.13	微腐蚀	
性评价	Mg^{2+} (mg/kg)	3000~4500	弱			
		4500~6000	中			
		>6000	强			
按地层渗透性土对混凝土结构的腐蚀性评价	pH 值	A	>6.5	微	7.12~7.23	微腐蚀
			6.5~5.0	弱		
			5.0~4.0	中		
			<4.0	强		
		B	>5.0	微	7.12~7.23	微腐蚀
			5.0~4.0	弱		
			4.0~3.5	中		
			<3.5	强		
土对钢筋混凝土结构中钢筋的腐蚀性评价	Cl ⁻ 含量 (mg/kg)	A	<400	微	0.00~0.00	微腐蚀
			400~750	弱		
			750~7500	中		
			>7500	强		
		B	<250	微	0.00~0.00	微腐蚀
			250~500	弱		
			500~5000	中		
			>5000	强		

3.2.4.3 小结

（1）钻探深度范围内的土层主要为：素填土①、中砂②、淤泥②1、中砂②2、粉质黏土②3、淤泥质粉质黏土、中砂③1 等地层。

（2）根据本次勘察结果，本场地地下存在饱和砂土层，但本场地抗震设防烈度为 6 度，根据《水运工程抗震设计规范》（JTS146-2012）有关规定，可不考虑地基土液化问题。

（3）本工程场地地下发现软土层淤泥②1 和淤泥质粉质黏土③层，但本场地抗震设防烈度为 6 度，可不考虑软土震陷影响。

(4) 场地环境类型属Ⅱ类，场地内水质对混凝土结构具弱腐蚀性；长期浸水时，水对钢筋混凝土结构中钢筋具微腐蚀性，干湿交替情况时，水对钢筋混凝土结构中钢筋具有中腐蚀性。

3.2.5 海洋环境现状调查与评价

3.2.5.1 水文动力环境现状调查

(1) 调查站位

本节资料引自《崖州湾海域海洋环境调查与浴场、养殖布局分析研究专题：水文测验分析报告（春季）》（**，2020年6月），**于2020年3月24日至25日在崖州湾海域进行了大潮海流、悬沙、水位、气象的6船定点同步连续观测，共设置6个水文观测站和2个潮位观测站。测流站位置见表3.2-16和图3.2-10。

图 3.2-9 水文观测站位图

(2) 调查结果及评价

①潮位

将 W1、W2 两个测站实测潮位订正至观测期间平均海平面，得到潮位曲线，见图 3.2-11 和图 3.2-12。

图 3.2-10 观测期间 W1 站潮位过程曲线

图 3.2-11 观测期间 W2 站潮位过程曲线

从图中可以看出，两站观测期间潮汐表现为不规则全日潮型的潮汐变化，在一个观测周日内有两次高潮和两次低潮，潮汐日不等现象显著。两站潮汐特征相似，W1 站最高潮为 0.48m，低潮位-0.39m，最高最低潮相差 0.87m；W2 站最高潮为 0.47m，低潮位-0.40m，最高最低潮相差 0.87m。

②海流

根据流速、流向观测记录过程线，将实测海流数据进行适当地修正后，绘制流速、流向过程曲线图和编制海流观测报表，并进行海流数据分析。表 3.2-17 为各站实测涨落潮流的平均流速、流向，图 3.2-13~图 3.2-19 为观测期间各站各层及垂线平均流速流向矢量图。

a.流速、流向、潮位关系

由流速、流向过程曲线和潮位过程曲线的关系，涨（落）潮流最大流速发生在由高（低）潮前后 2h 左右，最小流速的时刻发生在高（低）潮时 2h 左右。由此可见，本海区的潮波基本上为驻波性质。

b.海流在平面上的分布

由观测结果可以看出，各站实测海流均表现为较强的往复性流动，涨潮流向为偏 NW 向，落潮流向为偏 SE 向。以下讨论的均为垂线平均的涨、落潮流平均流速。

观测期间，落潮流平均流速最大为 21cm/s，流向为 120°，出现在 C5 站，涨潮流平均流速最大为 35cm/s，流向为 281°，出现在 C3 站，落潮流平均流速最小为 6cm/s，流向为 106°，出现在 C1 站，涨潮流平均流速最小为 18cm/s，流向为 309°，出现在 C2 站，总体呈现岸边站小于离岸站的趋势。各站中，各站落潮流平均流速均小于涨潮流平均流速。

观测期间，垂线平均的落潮流最大流速的变化范围在 6cm/s~21cm/s 之间，最大值出现在 C5 站，流向为 120°，垂线平均的涨潮流最大流速的变化范围在 18cm/s~35cm/s，最大值为出现在 C3 站，流向为 281°。

c.海流在垂向上的分布

观测期间，各站各层涨、落潮流最大流速分布及变化趋势，落潮流最大流速为 47cm/s，流向为 140°、111°，出现在 C5 站表层、0.2H 层，涨潮流最大流速为 71cm/s，流向为 284°，出现在 C3 站表层。海流流速大部分站的最大值出现在表层或 0.2H 层，流速基本上均自表至底逐渐减小，流向在垂直线上的分布比较一致。

表 3.2-13 涨落潮流流速、流向统计表

图 3.2-12 各站表层海流矢量图

图 3.2-13 各站 0.2H 海流矢量图

图 3.2-14 各站 0.4H 海流矢量图

图 3.2-15 各站 0.6H 海流矢量图

图 3.2-16 各站 0.8H 海流矢量图

图 3.2-17 各站底层海流矢量图

图 3.2-18 各站垂线平均海流矢量图

③潮流类型

a.潮流性质

按照《海港水文规范》，潮流可分为规则的、不规则的半日潮流和规则的、不规则的全日潮流，其判别标准为：

$$\left\{ \begin{array}{ll} F \leq 0.5 & \text{为规则半日潮流} \\ 0.5 < F \leq 2.0 & \text{为不规则半日潮流} \\ 2.0 < F \leq 4.0 & \text{为不规则全日潮流} \\ F > 4.0 & \text{为规则全日潮流} \end{array} \right.$$

式中， $F=(W_{O1}+W_{K1})/W_{M2}$ ，为潮流类型系数。

通过潮流调和分析计算出各实测海流观测站的潮型系数均大于 4，其潮流性质为规则全日潮流。

b.潮流的运动形式

潮流的运动形式分旋转流和往复流，通常以椭圆率 K 的绝对值大小来判断，当 $|K|=1$ 时，潮流椭圆成圆形，各方向流速相等，为纯旋转流；当 $|K|=0$ 时，

潮流椭圆为一直线，海水在一直线上往返流动，为典型往复流。 $|K|$ 值通常在 0~1 之间， $|K|$ 值越大，旋转流的形式越显著， $|K|$ 值越小，往复流的形式越显著。

由于观测海域为规则全日潮流类型，因此，主要以 K_1 分潮流的椭圆率来对潮流运动形式作近似分析。各分潮流椭圆率计算结果见表 3.2-18。

潮流的旋转方向，通常是以旋转率 K 前面的符号来判断。 K 前面为“+”，表示潮流逆时针旋转（左旋）， K 前面为“-”，说明潮流是顺时针旋转（右旋）。

表 3.2-14 各分潮流椭圆率计算结果表

由观测结果可知，各站的潮流椭圆率 值均较小，各站各层 K_1 分潮流的值在 0~0.19 之间，各站潮流运动形式以往复流为主。

潮流的旋转方向，因本海域是规则半日潮流，讨论潮流的旋转方向时，可以 K_1 分潮流的 K 值变化来讨论各站各层的潮流旋转方向，C1 站各层、C2 站 0.2H~0.8H 层、C3 站 0.8H 及底层、C4 站 0.2H、0.4H 和 0.8H 及底层、C5 站表层和 0.2H 层及 C6 站各层潮流旋转方向均表现为顺时针旋转，其余潮流旋转方向均表现为逆时针旋转。

c.潮流最大可能流速

潮流的可能最大流速 $\bar{v}_{\max}$ 一般按下列公式计算：

规则半日潮流海区：

$$\bar{V}_{\max} = 1.29\bar{W}_{M_2} + 1.23\bar{W}_{S_2} + \bar{W}_{K_1} + \bar{W}_{O_1} + \bar{W}_{M_4} + \bar{W}_{MS_4}$$

规则全日潮流海区：

$$\bar{V}_{\max} = \bar{W}_{M_2} + \bar{W}_{S_2} + 1.68\bar{W}_{K_1} + 1.46\bar{W}_{O_1}$$

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

按规则全日潮流海区的公式计算，计算结果列入下表。由表可以看出，测区潮流最大可能流速在 69cm/s~234cm/s 之间。最大可能流速最大值为 234cm/s，出现在 C5 站表层。

表 3.2-15 各站可能最大流速和水质点可能最大运移距离

d.潮流水质点最大可能运移距离

潮流水质点的可能最大运移距离 一般按下列公式计算：

规则半日潮流海区：

$$\bar{L}_{\max} = 183.6\bar{W}_{M_2} + 169.1\bar{W}_{S_2} + 274.3\bar{W}_{K_1} + 295.9\bar{W}_{O_1} + 71.2\bar{W}_{M_4} + 69.9\bar{W}_{MS_4}$$

规则全日潮流海区：

$$\bar{L}_{\max} = 142.3\bar{W}_{M_2} + 137.5\bar{W}_{S_2} + 460.8\bar{W}_{K_1} + 432.0\bar{W}_{O_1}$$

以上公式中： $\bar{W}_{M_2}$ 、 $\bar{W}_{S_2}$ 、 $\bar{W}_{K_1}$ 、 $\bar{W}_{O_1}$ 、 $\bar{W}_{M_4}$ 、 $\bar{W}_{MS_4}$ 分别表示 M_2 、 S_2 、 O_1 、 K_1 、 M_4 、 MS_4 分潮流的最大流速。

按规则全日潮流海区的公式计算，计算结果列入下表中。由表可知，测区水质点的最大可能运移距离在 17244~64612m 之间。水质点可能最大运移距离的远近与潮流最大可能流速的大小是相对应的，潮流最大可能流速越大，水质点最大可能运移距离就越远。

③余流

表 3.2-16 各站各层余流流速流向表

图 3.2-19 各站表层余流矢量图

图 3.2-20 各站中层余流矢量图

图 3.2-21 各站底层余流矢量图

按调和与分析得出观测期间各测站的余流情况见表 3.2-20，各站余流矢量图见图 3.2-20 至图 3.2-22。

余流流速：本次观测海域余流流速，各站各层余流流速在 0.2~10.2cm/s 之间，最大余流流速出现在 C3 站 0.2H 层，流向为 265°。

余流流向：C4 站各层余流流向偏 NW 向，C5 站处底层外余流流向偏 S 向，其他各站各层余流流向基本一致，偏 W 向。

垂向上各层余流流速由表至底逐渐减小，流向基本一致。

3.2.5.2 水质环境现状调查

3.2.5.2.1 2023 年春季

(1) 调查站位

本节资料引用自《三亚崖州湾中心渔港公共渔业码头项目海洋环境现状调查报告》(**，2023 年 3 月)，**于 2023 年 3 月在项目所在海域进行调查，调查共布设水质调查站位 22 个、沉积物站位 14 个、生物质量站位 14 个、海洋生态

环境站位 14 个、渔业资源站位 14 个及潮间带站位 3 个。各调查站位坐标及位置详见表 3.3-21 和图 3.3-23。

表 3.2-17 2023 年春季调查站位表

(2) 调查要素

根据《海洋调查规范》(GB/ T 12763-2007) 和《海洋监测规范》(GB 17378-2007) 的要求, 并考虑本项目用海特点, 选择的调查要素(因子) 包括: 水温、水深、透明度、盐度、溶解氧、pH、硝酸氮、氨氮、亚硝酸氮、磷酸盐、悬浮物、化学需氧量、生化需氧量、石油类、铜、铅、锌、镉、总铬、汞、砷。

(3) 调查方法

①海水水质采样方法

海水采样根据《海洋监测规范第 3 部分: 样品采集、贮存及运输》(GB 17378.3-2007) 确定海水采样层次。并根据《海洋监测规范第 4 部分: 海水分析》(GB 17378.3-2007) 的规定, 使用桶式采水器采集不同层次的海水样品, 其中海水油类样品只采集表层。海水采样层次见表 3.3-2。

表 3.2-18 水质采样层次

水深范围 m	标准层次	底层与相邻标准层次 最小距离
小于10	表层	
10~25	表层、底层	
25~50	表层、10m、底层	
50~100	表层、10m、50m、底层	5m
100以上	表层、10m、50 m、以下水层酌情加层、底层	10m
注1: 表层系指海面以下0.1~1m;		
注2: 底层, 对河口及港湾海域最好离底2m的水层, 深海或大风浪可酌情增大离底距离。		

图 3.2-22 春季水质、沉积物、生态调查站位图

②分析方法

海水水质分析方法采用《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》（GB 17378.3-2007）中的海水分析标准方法。

表 3.2-19 海水水质分析方法

序号	分析项目	分析方法	检测标准（方法）名称
1	水温	表层温度计法	GB 17378.4-2007（25.1）
2	pH	pH计法	GB 17378.4-2007（26）
3	透明度	透明度盘法	GB 17378.4-2007（22）
4	盐度	盐度计法	GB 17378.4-2007（29.1）
5	溶解氧	碘量法	GB 17378.4-2007（31）
6	化学需氧量	碱性高锰酸钾法	GB 17378.4-2007（32）
7	生化需氧量	五日培养法	GB 17378.4-2007（33.1）
8	氨氮	次溴酸盐氧化法	GB 17378.4-2007（36.2）
9	亚硝酸盐氮	萘乙二胺分光光度法	GB 17378.4-2007（37）
10	硝酸盐氮	锌镉还原法	GB 17378.4-2007（38.2）
11	活性磷酸盐	磷钼蓝分光光度法	GB 17378.4-2007（39.1）
12	石油类	紫外分光光度法	GB 17378.4-2007（13.2）
13	悬浮物	重量法	GB 17378.4-2007（27）
14	铜	无火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.4-2007（6.1）
15	铅	无火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.4-2007（7.1）
16	镉	无火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.4-2007（8.1）
17	锌	火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.4-2007（9.1）
18	铬	无火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.4-2007（10.1）
19	总汞	原子荧光法	GB 17378.4-2007（5.1）
20	砷	原子荧光法	GB 17378.4-2007（5.1）

（4）评价标准和方法

①评价标准

选择溶解氧、pH、无机氮、磷酸盐、化学需氧量、生化需氧量、石油类、铜、铅、锌、镉、总铬、汞、砷共 16 个因子进行海水水质评价。根据各调查站位所在功能区的要求，对项目附近海域海水水质现状进行评价，评价标准采用《海水水质标准》（GB 3097-1997）。

表 3.2-20 海水水质现状评价因子及评价标准 (mg/L, 除 pH 外)

评价因子	第一类	第二类	第三类	第四类
水温 (°C)	人为造成的海水温升夏季不超过当时当地1°C, 其它季节不超过2°C		人为造成的海水温升不超过当时当地4°C	
悬浮物	人为增加的量≤10		人为增加的量≤100	人为增加的量≤150
pH	7.8~8.5 同时不超出该海域正常变动范围的0.2pH单位		6.8~8.8 同时不超出该海域正常变动范围的0.5pH单位	
DO>	6	5	4	3
COD≤	2	3	4	5
BOD ₅ ≤	1	3	4	5
无机氮≤	0.20	0.30	0.40	0.50
活性磷酸盐≤	0.015	0.030		0.045
铜≤	0.005	0.010	0.050	
铅≤	0.001	0.005	0.010	0.050
锌≤	0.020	0.050	0.10	0.50
镉≤	0.001	0.005	0.010	
总铬≤	0.05	0.10	0.20	0.50
汞≤	0.00005	0.0002		0.0005
砷≤	0.020	0.030	0.050	
石油类≤	0.05		0.30	0.50

②评价方法

水质现状评价利用单项水质参数法进行评价, 评价方法如下:

1) 单项水质参数 i 在第 j 点的标准指数

除 pH 和溶解氧外, 采用单因子标准指数法对该海域海水水质现状进行评价, 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。

2) DO 的标准指数为:

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

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

式中：

$S_{DO,j}$ ——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 ——《地表水环境质量标准》规定的水质评价标准限值，mg/L；

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

S ——实用盐度符号，量纲一；

T ——水温，℃；

③pH 的标准指数为：

$$P_{pH_j} = \frac{7.0 - pH_j}{7.0 - pH_{sl}} \quad (pH_j \leq 7.0)$$

$$P_{pH_j} = \frac{pH_j - 7.0}{pH_{su} - 7.0} \quad (pH_j \geq 7.0)$$

式中：

pH_j —— j 点 pH 值；

pH_{sl} ——水质标准规定的 pH 下限；

pH_{su} ——水质标准规定的 pH 上限。

水质参数的标准指数>1，表明该水质参数超过了规定的水质标准。

（5）调查结果

海水水质各要素监测结果和统计结果见表 3.3-6。

（6）评价结果

2023 年春季监测海域各站各评价因子的监测及评价结果见表 3.3-7。调查站位 1~6、8、9、12、13 的各项水质指标均符合一类海水水质标准，调查站位 7、10、11 的各项水质指标符合二类海水水质标准，调查站位 14~22 号的各项水质指标均符合第三类海水水质标准。据分析，各调查站位海水中的各项指标均符

合海洋功能区划要求的相应海水水质标准要求。

表 3.2-21 2023 年春季海水水质现状调查结果统计表

注：1、“--”表示未监/检测到该层次样品。2、“ND”表示样品未检出或者低于方法检出限。

表 3.3-6b 2023 年春季海水水质现状调查结果统计表（续）

注：1、“--”表示未监/检测到该层次样品。2、“ND”表示样品未检出或者低于方法检出限。

表 3.2-22 2023 年春季海水水质现状评价结果统计表

站号	采样层次	pH	DO	COD	无机氮	PO ₄ ³⁻ -P	石油类	铜	铅	镉	锌	总铬	汞	砷	评价标准
1	表	0.867	0.232	0.270	0.155	0.140	0.520	0.126	0.410	0.610	0.039	0.016	0.640	0.051	一类
2	表	0.860	0.058	0.355	0.216	0.200	0.360	0.088	0.400	0.400	0.810	0.022	0.900	0.051	
	底	0.860	0.057	0.280	0.541	0.240	--	0.112	0.200	0.100	0.735	0.064	0.920	0.051	
3	表	0.853	0.234	0.150	0.169	0.160	0.960	0.228	0.540	0.100	0.585	0.007	0.620	0.054	
	底	0.853	0.271	0.150	0.110	0.220	--	0.126	0.320	0.070	0.860	0.014	0.700	0.052	
4	表	0.860	0.376	0.160	0.206	0.200	0.240	0.168	0.230	0.200	0.586	0.014	0.360	0.049	
	10m	0.860	0.098	0.170	0.514	0.140	--	0.208	0.400	0.130	0.748	0.016	0.520	0.053	
	底	0.860	0.023	0.160	0.162	0.120	--	0.288	0.220	0.080	0.873	0.021	0.520	0.049	
5	表	0.853	0.155	0.105	0.140	0.060	0.340	0.116	0.850	0.230	0.410	0.014	0.320	0.051	
	10m	0.860	0.417	0.145	0.070	0.040	--	0.056	0.320	0.050	0.685	0.015	0.420	0.051	
	底	0.867	0.219	0.110	0.174	0.080	--	0.100	0.200	0.680	0.585	0.030	0.660	0.050	
6	表	0.853	0.413	0.155	0.100	0.060	0.460	0.152	0.940	0.840	0.910	0.012	0.640	0.050	
	底	0.833	0.139	0.125	0.111	0.080	--	0.186	0.510	0.810	0.735	0.011	0.520	0.048	
8	表	0.860	0.121	0.390	0.185	0.080	0.440	0.056	0.200	0.220	0.039	0.065	0.280	0.029	
9	表	0.853	0.203	0.200	0.186	0.060	0.080	0.074	0.380	0.270	0.039	0.014	0.220	0.035	
	10m	0.853	0.540	0.185	0.133	0.080	--	0.108	0.630	0.230	0.410	0.008	0.035	0.027	
	底	0.847	0.676	0.295	0.140	0.120		0.100	0.350	0.200	0.410	0.033	0.220	0.036	
12	表	0.847	0.155	0.400	0.126	0.100	0.018	0.100	0.100	0.140	0.039	0.016	0.035	0.033	
	10m	0.847	0.098	0.385	0.116	0.100	--	0.092	0.170	0.120	0.039	0.026	0.035	0.032	
	底	0.853	0.085	0.215	0.171	0.060	--	0.126	0.820	0.470	0.039	0.019	0.035	0.037	
13	表	0.860	0.280	0.245	0.280	0.160	0.018	0.092	0.130	0.350	0.039	0.022	0.035	0.029	
	10m	0.853	0.028	0.380	0.292	0.060	--	0.134	0.700	0.080	0.039	0.017	0.440	0.030	
	底	0.860	0.174	0.275	0.154	0.100	--	0.092	0.350	0.070	0.039	0.021	0.280	0.028	
7	表	0.867	0.117	0.220	0.084	0.070	0.480	0.046	0.100	0.056	0.184	0.010	0.150	0.030	二类
	底	0.867	0.177	0.147	0.084	0.040	--	0.136	0.056	0.006	0.016	0.007	0.195	0.021	
10	表	0.840	0.156	0.197	0.078	0.050	0.180	0.063	0.104	0.076	0.016	0.006	0.045	0.023	

站号	采样层次	pH	DO	COD	无机氮	PO ₄ ³⁻ -P	石油类	铜	铅	镉	锌	总铬	汞	砷	评价标准
	底	0.840	0.183	0.170	0.072	0.050	--	0.069	0.046	0.022	0.144	0.006	0.060	0.022	
11	表	0.833	0.385	0.210	0.082	0.060	0.018	0.071	0.070	0.070	0.016	0.036	0.009	0.021	
14	表	0.717	0.151	0.110	0.079	0.090	0.073	0.013	0.051	0.025	0.008	0.002	0.125	0.011	三类
	底	0.711	0.109	0.148	0.101	0.080	--	0.009	0.035	0.015	0.008	0.011	0.155	0.012	
15	表	0.700	0.049	0.220	0.100	0.100	0.050	0.006	0.032	0.067	0.055	0.004	0.070	0.011	
	底	0.706	0.061	0.180	0.102	0.090	--	0.007	0.056	0.031	0.052	0.004	0.009	0.011	
16	表	0.622	0.260	0.610	0.458	0.070	0.153	0.030	0.007	0.010	0.080	0.024	0.165	0.003	
17	表	0.744	0.273	0.585	0.418	0.080	0.083	0.031	0.008	0.016	0.060	0.005	0.100	0.003	
18	表	0.689	0.106	0.625	0.507	0.060	0.053	0.031	0.041	0.014	0.152	0.003	0.065	0.003	
19	表	0.778	0.074	0.525	0.568	0.070	0.210	0.038	0.041	0.009	0.102	0.013	0.045	0.003	
20	表	0.761	0.260	0.595	0.316	0.080	0.067	0.040	0.035	0.039	0.062	0.004	0.135	0.003	
21	表	0.706	0.129	0.185	0.055	0.005	0.003	0.006	0.045	0.033	0.047	0.007	0.009	0.003	
22	表	0.700	0.015	0.170	0.113	0.060	0.127	0.013	0.110	0.067	0.057	0.010	0.045	0.003	
表层	最大值	0.867	0.413	0.625	0.568	0.200	0.960	0.228	0.940	0.840	0.910	0.065	0.900	0.054	--
	最小值	0.622	0.015	0.105	0.055	0.005	0.003	0.006	0.007	0.009	0.008	0.002	0.009	0.003	--
	平均值	0.797	0.191	0.304	0.210	0.092	0.224	0.072	0.219	0.175	0.197	0.015	0.228	0.025	--
	超标率(%)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	--
底层	最大值	0.867	0.676	0.385	0.541	0.240	--	0.288	0.820	0.810	0.873	0.064	0.920	0.053	--
	最小值	0.706	0.023	0.110	0.070	0.040	--	0.007	0.035	0.006	0.008	0.004	0.009	0.011	--
	平均值	0.837	0.197	0.207	0.179	0.100	--	0.115	0.317	0.186	0.377	0.019	0.337	0.036	--
	超标率(%)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	--	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	--
全海区	最大值	0.867	0.676	0.625	0.568	0.240	0.960	0.288	0.940	0.840	0.910	0.065	0.920	0.054	--
	最小值	0.622	0.015	0.105	0.055	0.005	0.003	0.006	0.007	0.006	0.008	0.002	0.009	0.003	--
	平均值	0.814	0.194	0.262	0.196	0.095	0.224	0.091	0.262	0.180	0.276	0.017	0.275	0.029	--
	超标率(%)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	--

注：“--”表示不参与评价 检出率大于等于 1/2 的，未检出样品按照检出限的 1/2 来计算，检出率小于 1/2 的，未检出样品按照检出限的 1/4 来计算。

3.2.5.2.2 2022 年春季

(1) 调查站位

本节内容引自《三亚港南山港区货运码头二期工程海洋环境现状春季调查报告》(**, 2022 年 5 月), 调查布设海水水质站位 22 个、海洋沉积物站位 14 个, 渔业资源调查站位和海洋生物调查站位各 14 个; 潮间带调查断面 3 条。选取游泳动物调查及潮间带生物调查中所获取的优势生物种类进行生物质量测试, 设置调查站位 14 个。调查时间为 2022 年 04 月 22、23 日, 潮间带生物调查 2022 年 5 月 3 日。调查站位见表 3.3-27, 站位分布情况见图 3.2-24。

表 3.2-23 2022 年春季调查站位表

(2) 调查要素

根据《海洋调查规范》(GB/ T 12763-2007) 和《海洋监测规范》(GB 17378-2007) 的要求, 并考虑本项目用海特点, 选择的调查要素(因子)包括: 水温、水深、透明度、盐度、溶解氧、pH、硝酸氮、氨氮、亚硝酸氮、磷酸盐、悬浮物、化学需氧量、生化需氧量、石油类、铜、铅、锌、镉、总铬、汞、砷。

图 3.2-23 2022 年春季水质、沉积物、生态调查站位图

（3）调查结果

调查站位 1#位于东锣鼓-龙栖湾度假旅游区（HN055BI），其水质目标为一类，按一类水质判定站位水质达标性。调查站位 15#位于南山旅游度假区（HN054BII），其水质目标为二类，按二类水质判定站位水质达标性。其他站位为留白区，仅评价其站位现状水质类别，不判定其达标性。

监测结果表明，调查区域水质镉、铜、铅、砷、汞、总铬、锌、化学需氧量、无机氮和活性磷酸盐等各项指标总体符合《海水水质标准》（GB 3097-1997）一类水质标准，石油类总体为三类水质标准，其中 20 号站位石油类浓度 0.072mg/L 为第三类海水水质，所有调查站位石油烃类度在 0.0085~0.072mg/L。

综上，调查站位 1#能满足所在功能区划一类水质要求。调查站位 15#能满足所在功能区划二类水质要求。除调查站位 20#石油类为三类水质，其他位于留白区的站位现状均为一类水质。

表 3.2-24 2022 年春季海水水质现状调查结果统计表

3.2.5.3 海洋沉积物质量现状

3.2.5.3.1 2023 年春季

(1) 调查站位

本节资料引用自《三亚崖州湾中心渔港公共渔业码头项目海洋环境现状调查报告》(**, 2023 年 3 月), **于 2023 年 3 月在项目所在海域进行调查, 调查共布设沉积物站位 14 个。各调查站位坐标及位置详见表 3.3-1 和图 3.3-1。

(2) 调查要素

根据《海洋调查规范》(GB/ T 12763-2007) 和《海洋监测规范》(GB 17378-2007) 的要求, 并考虑本项目用海特点, 选择的调查要素(因子)包括: 石油类、有机碳、硫化物、铜、铅、锌、镉、铬、总汞、砷。

(3) 调查方法

① 采样方法

海洋沉积物采样按照《海洋监测规范第 3 部分: 样品采集、贮存及运输》(GB 17378.3-2007) 中的规定进行。

② 分析方法

海水沉积物分析方法采用《海洋监测规范第 5 部分: 沉积物分析》(GB 17378.5-2007) 中的沉积物分析标准方法, 具体分析方法详见表 3.4-1。

表 3.2-25 海洋沉积物分析方法

序号	调查项目	分析方法	检测标准(方法)名称
1	硫化物	亚甲基蓝分光光度法	GB 17378.5-2007 (17.1)
2	石油类	紫外分光光度法	GB 17378.5-2007 (13.2)
3	有机碳	重铬酸钾氧化-还原容量法	GB 17378.5-2007 (18.1)
4	铜	无火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.5-2007 (6.1)
5	铅	无火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.5-2007 (7.1)
6	铬	无火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.5-2007 (10.1)
7	镉	无火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.5-2007 (8.1)
8	锌	火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.5-2007 (9)
9	总汞	原子荧光法	GB 17378.5-2007 (5.1)
10	砷	原子荧光法	GB 17378.5-2007 (11.1)
11	含水率	重量法	GB 17378.5-2007 (19)

(4) 评价标准和方法

① 评价标准

选择石油类、有机碳、硫化物、铜、铅、锌、镉、铬、总汞、砷共 10 个因子进行海洋沉积物质量评价。评价标准采用《海洋沉积物质量》(GB 18668-2002)，各标准值详见表 3.4-2。各调查站位所在功能区与其执行标准详见表 3.3-5。

表 3.2-26 沉积物质量标准

项目	第一类	第二类	第三类	引用标准
石油类 ($\times 10^{-6}$)	≤ 500.0	≤ 1000	≤ 1500	《海洋沉积物质量》 (GB 18668—2002)
锌 ($\times 10^{-6}$)	≤ 150.0	≤ 350	≤ 600	
镉 ($\times 10^{-6}$)	≤ 0.50	≤ 1.50	≤ 5	
铅 ($\times 10^{-6}$)	≤ 60.0	≤ 130	≤ 250	
铜 ($\times 10^{-6}$)	≤ 35.0	≤ 100	≤ 200	
铬 ($\times 10^{-6}$)	≤ 80	≤ 150	≤ 270	
有机碳 (%)	≤ 2.0	≤ 3.0	≤ 4	
总汞 ($\times 10^{-6}$)	≤ 0.2	≤ 0.5	$\leq 1.$	
砷 ($\times 10^{-6}$)	≤ 20	≤ 65	≤ 93	
硫化物 ($\times 10^{-6}$)	≤ 300	≤ 500	≤ 600	

②评价方法

采用单因子标准指数法对该海域海洋沉积物质量现状进行评价，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。

以单因子污染指数 1.0 作为该因子是否对环境产生污染的基本分界线，小于 0.5 为海洋沉积物未受该因子污染；介于 0.5~1.0 之间为海洋沉积物受到该因子影响，但未超出标准；大于 1.0 表明超出评价标准，海洋沉积物已受到该因子污染。

(5) 调查结果

表 3.2-27 2023 年春季海洋沉积物质量现状调查结果统计表

(6) 评价结果

分析评价结果可知, 调查站位 1、4、6、7、8、10、11、12、15 的各项监测指标均符合第一类海洋沉积物质量标准, 调查站位 17、18、19、21、22 的各项监测指标符合第二类海洋沉积物质量标准。各调查站位的各项指标均符合调查海域海洋功能区划的相关海洋沉积物质量标准, 沉积物质量状况较好。

表 3.2-28 2023 年春季海洋沉积物质量现状评价结果统计表

3.2.5.3.2 2022 年春季

(1) 调查站位

本节内容引自《三亚港南山港区货运码头二期工程海洋环境现状春季调查报告》(**, 2022 年 5 月), 调查布设海洋沉积物站位 14 个, 调查时间为 2022 年 04 月 22、23 日。调查站位见表 3.3-7, 站位分布情况见图 3.3-2。

(2) 调查要素

根据《海洋调查规范》(GB/ T 12763-2007) 和《海洋监测规范》(GB 17378-2007) 的要求, 并考虑本项目用海特点, 选择的调查要素(因子)包括: 石油类、有机碳、硫化物、铜、铅、锌、镉、铬、总汞、砷。

(3) 调查结果

2022 年春季监测结果表明, 调查海区表层沉积物中各项检测指标石油类、有机碳、硫化物、锌、镉、铅、铜、砷、总汞、总铬均均为一类沉积物质量标准。

表 3.2-29 2022 年秋季海洋沉积物质量现状调查结果统计表

3.2.5.4 海洋生物质量现状

3.2.5.4.1 2023 年春季

(1) 调查站位

本节资料引用自《三亚崖州湾中心渔港公共渔业码头项目海洋环境现状调查报告》(**, 2023 年 3 月), **于 2023 年 3 月在项目所在海域进行调查, 调查共布设水质调查站位 22 个、沉积物站位 14 个、生物质量站位 14 个、海洋生态环境站位 14 个、渔业资源站位 14 个及潮间带站位 3 个。各调查站位坐标及位置详见表 3.3-21 和图 3.3-23。

（2）调查要素

根据《海洋调查规范》（GB/ T 12763-2007）和《海洋监测规范》（GB 17378-2007）的要求，并考虑本项目用海特点：

海洋生物质量选择的调查要素（因子）包括：铜、铅、镉、锌、铬、总汞、砷、石油烃。

（3）调查方法

①采集方法

样品选取渔业资源调查的常见经济种、优势种和潮间带调查的常见种和优势种。

1）贝类样品的制备

用塑料刀或塑料刷除去贝壳外部所有的附作物，用蒸馏水或清洁海水漂洗每一个样品个体，让其自然流干，拉出足丝。用天平称个体全重，并记下重量。用另一把塑料刀插入足丝神出口，切断闭合肌，打开贝壳。用蒸馏水或清洁海水洗贝壳内的软组织，用塑料刀和镊子取出软组织，让水流尽。

单个样品：按上述步骤将至少 10 个个体的软组织放入已称重的塑料容器内，再称重，记下鲜重。盖紧，贴上标签。用尺子测量并记录贝壳长度。

多个样品：按上述步骤将至少 10 个个体的软组织放入已知重量的塑料容器中，称重，记下鲜重。于匀浆器中匀化样品，将匀浆样放回原塑料容器，再称重，并记录总重量，计算匀浆样重。贴上样品标签。

各生物个体大小应相近，并在取出生物组织前分别测量其个体长度和总重量。2）虾蟹类样品的制备

单个样品用尺子量虾体长，将虾放在聚乙烯称样膜上，称重，记下长度和鲜重。用塑料刀将腹部和头胸部及尾部分开，小心将其内脏从腹部取出。腿全部切除。将腹部翻下，用塑料刀沿腹部外甲边缘切开，用塑料镊子取出肌肉。检查性腺，记录所鉴别的性别。用镊子将肌肉移入塑料容器中，称重并记录鲜重。盖紧容器，标上号码。将几个容器一起放入同一塑料袋中，并附样品登记清单，结紧袋口，低温冰箱中保存。

多个样品按上述方法制备样品，仔细地记录各个个体长度、鲜重、腹部肌

肉重和性别。每个样品须包括 6 个以上性别相同、大小相近的个体肌肉。将样品放入匀浆器中匀化腹部肌肉，转入已知重量的塑料容器中盖紧，标上号码，称重，记下鲜重和其他数据。将几个容器放在同一塑料袋中，并附上样品登记清单，结紧袋口，在低温冰箱中保存。

3) 中小型鱼样制备

单个个体样品先测量鱼的叉长，并于聚乙烯称样膜上称重。鉴定性腺性别，记下叉长和体重。用蒸馏水或清洁海水洗涤鱼样，将它放在工作台上，用塑料刀切除胸鳍并切开背鳍附近自头至尾部的鱼皮。在鳃附近和尾部，横过鱼体各切一刀；在腹部，鳃和尾部两侧各切一刀。四刀只切在鱼体一侧，且不得切太深，以免切开内脏，玷污肉片。用镊子将鱼皮与肉片分离，谨防外表皮玷污肉片。用另一把塑料刀将肌肉与脊椎分离，并用镊子取下肌肉。将组织盛于塑料容器中，称重并记录重量。若一侧的肌肉量不能满足分析用量，取另一侧肌肉补充。盖紧容器，贴上标签或记号，做好记录，于低温冰箱中保存。

多个体样品要仔细记下各个体长、鲜重。肌肉重。个体数不应少于 6 个，且性别应相同，大小相近。用匀浆器匀化鱼组织，将匀浆样转入已知重量的塑料容器中，盖紧，贴上标签并称重，记下匀浆样重和其他数据。置于低温冰箱中存放。

4) 大型鱼样制备

若必要，将现场采集的样品放在-2℃~4℃冰箱中过夜，使部分解冻以便于切片。用蒸馏水或清洁海水洗涤鱼样。将鱼样置于清洁的工作台上，剔除残存的皮和骨，用塑料刀切去表层，再用另一把塑料刀重复操作一次，留下不受污染的肌肉组织。将肌肉组织放入塑料容器中，盖紧，贴上标签，称重，将数据记入记录表，样品存于低温冰箱中。

②分析方法

生物质量分析方法依据《海洋监测规范》（GB 17378.6-2007）中所确定的方法。详见表 3.2-34。

表 3.2-30 海洋生物质量分析方法

序号	调查项目	分析方法	检测标准（方法）
1	铜	无火焰原子吸收分光光度计	GB 17378.6-2007（6）

2	铅	无火焰原子吸收分光光度计	GB 17378.6-2007 (7)
3	镉	无火焰原子吸收分光光度计	GB 17378.6-2007 (8)
4	锌	火焰原子吸收分光光度计	GB 17378.6-2007 (9)
5	铬	无火焰原子吸收分光光度计	GB 17378.6-2007 (10)
6	总汞	原子荧光法	GB 17378.6-2007 (5)
7	砷	原子荧光法	GB 17378.6-2007 (11)
8	石油烃	荧光分光光度计	GB 17378.6-2007 (13)

(4) 评价标准和方法

①评价标准

生物质量评价标准见表 3.2-35。生物体质量参数的标准指数>1，表明该生物体质量参数超过了规定的生物体质量标准。

表 3.2-31 生物质量标准

项目	评价标准值 (10 ⁻⁶ /双壳类为mg/kg)					
	鱼类	甲壳类	软体类	双壳类 (一类)	双壳类 (二类)	双壳类 (三类)
石油烃	≤20	≤20	≤20	≤15	≤50	≤80
铜	≤20	≤100	≤100	≤10	≤25	≤50 (牡蛎100)
铅	≤2	≤2	≤10	≤0.1	≤2.0	≤6.0
锌	≤40	≤150	≤250	≤20	≤50	≤100 (牡蛎500)
镉	≤0.6	≤2	≤5.5	≤0.2	≤2.0	≤5.0
总汞	≤0.3	≤0.2	≤0.3	≤0.05	≤0.1	≤0.3
砷	≤5.0	≤8.0	≤10.0	≤1.0	≤5.0	≤8.0
铬	≤1.5	≤1.5	≤5.5	≤0.5	≤2.0	≤6.0
备注	海洋生物质量（双壳贝类）评价标准采用《海洋生物质量》（GB 18421-2001）规定的标准值；其它甲壳类、鱼类和软体类目前国家尚未颁布统一的评价标准，生物体内污染物质（Hg、As、Zn、Pb、Cd、Cu）含量评价标准采用《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准，石油烃含量采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准。					

②评价方法

采用单因子标准指数法对该海域海洋生物质量现状进行评价，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。

以单因子污染指数 1.0 作为该因子是否对环境产生污染的基本分界线，小于 0.5 为海洋生物未受该因子污染；介于 0.5~1.0 之间为海洋生物受到该因子影响，但未超出标准；大于 1.0 表明超出评价标准，海洋生物已受到该因子污染。

（5）评价结果

2023 年秋季春季监测海域各站各评价因子的监测及评价结果见下表。各调查站位海洋生物体中的石油烃、铜、铅、锌、镉、汞均符合所属功能区要求的种类质量标准要求，该调查海域海洋生物质量现状良好。

表 3.2-32 2023 年春季海域生物体质量现状调查结果

注："ND"为未检出或低于检出限。

表 3.2-33 2023 年春季海域生物体质量现状评价结果

注：1."-"表示不参与评价；

2.检出率大于等于 1/2 的，未检出样品按照检出限的 1/2 来计算，检出率小于 1/2 的，未检出样品按照检出限的 1/4 来计算。

3.2.5.4.2 2022 年春季

本节内容引自《三亚港南山港区货运码头二期工程海洋环境现状春季调查报告》（**，2022 年 5 月），选取游泳动物调查及潮间带生物调查中所获取的优势生物种类进行生物质量测试，设置调查站位 14 个。调查时间为 2022 年 04 月 22、23 日。调查站位见表 3.3-7，站位分布情况见图 3.3-2。

（2）调查要素

根据《海洋调查规范》（GB/ T 12763-2007）和《海洋监测规范》（GB 17378-2007）的要求，并考虑本项目用海特点确定海洋生物质量选择的调查要素（因子）包括：铜、铅、镉、锌、铬、总汞、砷、石油烃。

（3）调查结果

调查海域布设了 14 个生物质量监测站位，调查项目附近海域的鱼类(日本绯鲤、棕斑兔头鲈、褐海鳗、长圆银鲈、蓝圆鲹、马拉巴若鲹、短带鱼、日本瞳鲷、白鲟、短棘鲷、仰口鲷、大头狗母鱼)、甲壳类(中型新对虾)和软体类（中国枪乌贼）的生物体质量。监测结果表明，调查海域各站位鱼类、甲壳类和软体类生物样品中的石油烃、铜、铅、汞、砷、锌和镉等指标均符合《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》和《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》(第二分册)中规定的生物质量标准。监测结果见表 5.5-1。评价采用单因子标准指数法，计算结果列于表 5.5-2。

表 3.2-34 2022 年春季生物体样品中总石油烃、重金属元素含量（单位： $\times 10^6$ ）

表 3.2-35 生物体样品中总石油烃、重金属含量标准指数

注：样品检出率大于 1/2 时，未检出按检出限的 1/2 量值参与统计；样品检出率小于 1/2 时，未检出按检出限的 1/4 量值参与统计。

表 3.2-36 生物体质量分析结果统计

表 3.2-37 生物体单项分指数

表 3.2-38 2020 年秋季海洋生物质量现状评价结果统计表

3.2.5.5 海洋生态环境现状

3.2.5.5.1 2023 年春季

（1）调查站位

本节资料引用自《三亚崖州湾中心渔港公共渔业码头项目海洋环境现状调查报告》（**，2023 年 3 月），**于 2023 年 3 月在项目所在海域进行调查，调查共布设海洋生态环境站位 14 个、渔业资源站位 14 个及潮间带站位 3 个。各调查站位坐标及位置详见表 3.3-1 和图 3.3-1。

（2）调查要素

根据《海洋调查规范》（GB/ T 12763-2007）和《海洋监测规范》（GB 17378-2020）的要求，并考虑本项目用海特点：

海洋生态选择的调查要素（因子）包括：叶绿素 a 及初级生产力、浮游植物、浮游动物、鱼类浮游生物、底栖生物、潮间带生物。

（3）调查方法

① 采样方法

1) 叶绿素 a 及初级生产力

采样层次：根据《海洋调查规范》（GB/T 12763.6-2007）规定，样品采集层次与海水水质样品采集层次相同。

初级生产力的估算采用叶绿素 a 法，按联合国教科文组织（UNESCO）推荐的下列公式估算：

$$P = \frac{Chla \cdot Q \cdot D \cdot E}{2}$$

式中：

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

$Chla$ ——真光层内平均叶绿素 a 含量（ mg/m^3 ）；

Q ——不同层次同化指数算术平均值，取 3.71；

D ——昼长时间（h），根据季节和海区情况取 12.0 小时；

E ——真光层深度（m），取透明度（m） $\times 2.71$ 。

2) 浮游植物

采样层次：底—表垂直拖。

调查方法：利用浅水Ⅲ型浮游生物网采样，拖网方式为底—表垂直拖，采用 5%中性福尔马林溶液固定带回实验室，进行种类鉴定及按个体计数法进行计数、统计和分析。

3) 浮游动物

采样层次：底—表垂直拖

调查方法：利用浅水Ⅰ型浮游生物网采样，拖网方式为底—表垂直拖。采用 5%中性福尔马林溶液固定带回实验室，进行称重、种类鉴定、计数、统计和分析。

4) 鱼卵和仔稚鱼

采样层次：底—表垂直拖和表层拖网

调查方法：利用浅水Ⅰ型浮游生物网采样，定性样品采用平行拖网采集，定量样品采用垂直拖网采集。采用 5%中性福尔马林溶液固定带回实验室，进行称重、种类鉴定、计数、统计和分析。

5) 大型底栖生物

采样层次：海洋沉积物表层采样和表层拖网。

调查方法：底栖生物的定量样品采用 0.065m^2 的采泥器采集，每站采样 3 次；定性样品采用阿氏拖网采集，拖拽时间为 10~15min，拖速为 2~3 节。采集样品采用 75%无水乙醇固定带回实验室，进行称重、种类鉴定、计数、统计和分析。

6) 游泳动物

根据调查海域海底地形，本次调查采用单拖网船渔船调查，船号为“琼临渔 00251”，单拖网渔船，船长 27.0m，船宽 5.6m，主机 530 千瓦。网具底纲长 24m，浮纲长 24m，网口宽 16.8m（秋季 8m），网目为 4.5cm，网囊网目为 2.5cm，拖网每个调查站位各拖 1 网次，每网次为单网。

优势渔获物分析通过 Pinkas 等应用的相对重要性指标（IRI）来确定：

$$\text{IRI} = (\text{N} + \text{W}) \times \text{F} \times 10^4$$

式中：

N——某种类的尾数占总渔获尾数的百分比；

W——某种类的质量占总渔获质量的百分比；

F——某种类在调查中被捕获的站位数与总调查站位数之比。

本报告以 IRI 大于 100 为优势种

资源密度 (kg/km^2) 和现存资源量 (t) 根据扫海面积法估算，公式如下：

$$\text{D} = \text{Y} \times 10^{-3} / (\text{A}(1 - \text{E}))$$

$$\text{B} = \text{D} \times \text{S}$$

式中：

B——现存资源量 (t)；

D——资源密度 (kg/km^2)；

A——每小时扫海面积 (km^2/h)；

S——调查监测水域面积 (km^2)；

Y——平均渔获率 (kg/h)；

E——逃逸率（这里取 0.5）。

7) 潮间带生物

a. 采样

定性采样在高、中、低潮区分别采 1 个样品，并尽可能将该站附近出现的

动植物种类收集齐全。

滩涂定量采样用面积为 25cm×25cm 的定量框，取样时先将定量框插入滩涂内，观察框内可见的生物和数量，再用铁铲清除挡板外侧的泥沙，拔去定量框，铲取框内样品，若发现底层仍有生物存在，应将采样器再往下压，直至采不到生物为止。将采集的框内样品置于漩涡分选装置或过筛器中淘洗。

对某些生物栖息密度很低的地带，可采用 5m×5m 的面积内计数（个数或洞穴数），并采集其中的部分个体称重，再换算成生物量。

b. 生物样品处理与保存

采得的所有定性和定量标本，洗净按类分开瓶装或封口塑料袋装，或按大小及个体软硬分装，以防标本损坏。

定量样品，未能及时处理的余渣，拣出可见标本后把余渣另行分装，在双筒解剖镜下挑拣；

按序加入 5%福尔马林固定液，余渣用四氯四碘荧光素染色剂固定液固定；

对受刺激易引起收缩或自切的种类（如腔肠动物、纽形动物），先用水合氯醛或乌来糖进行麻醉后再固定，某些多毛类（如沙蚕科、吻沙蚕科），先用淡水麻醉，挤出吻部，再用福尔马林固定，对于大型海藻，除用福尔马林固定外，最好带回一些完整的新鲜藻体，制作腊叶标本。

②分析方法

海洋生态分析方法依据《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）中所确定的方法。详见表 3.6-1。

表 3.2-39 海洋生态分析方法

序号	调查项目	分析方法	检测标准（方法）
1	叶绿素a	分光光度法	GB 17378.7-2007（8.2）
2	浮游植物	镜检法	GB 12763.6-2007（7）
3	浮游动物	镜检法	GB 12763.6-2007（8）
4	鱼卵和仔稚鱼	镜检法	GB 12763.6-2007（9）
5	大型底栖生物	镜检法	GB 12763.6-2007（10）
6	游泳动物	现场分类、称重、计数	GB 12763.6-2007（14）
7	潮间带生物	镜检法	GB 12763.6-2007（12）

（3）评价标准和方法

用反映生物群落特征指数，优势度、多样性指数（H'）、均匀度（J'）、丰富度和单纯度对所调查的生物群落结构特征进行分析。计算公式如下：

①Shannon-Weaver 多样性指数：

$$H' = -\sum_{i=1}^S \left(\frac{n_i}{N} \right) \log_2 \left(\frac{n_i}{N} \right)$$

式中：

- H'——物种多样性指数；
- S——样品中的物种总数；
- N——样品中的生物个体总数；
- n_i——样品中第 i 种的个体数。

中华人民共和国环境保护行业标准《近岸海域环境监测技术规范》（HJ 442-2020）中生物多样性指数评价标准详见表 3.6-2。

表 3.2-40 生物多样性指数评价标准

多样性指数H'	H'≥3.0	2.0≤H'<3.0	1.0≤H'<2.0	H'<1.0
生境质量等级	优良	一般	差	极差

②Pielou 均匀度指数：

$$J = \frac{H'}{H_{\max}}$$

$$H_{\max} = \ln S$$

式中：

- J——均匀度指数；
- H'——物种多样性指数；
- H_{max}——物种多样性指数的最大值；
- S——样品中的物种总数。

物种数目越多时，多样性越丰富，当物种数目相同时，每个物种的个体数越平均，则多样性越丰富。

③Margalef 丰富度指数：

$$d = \frac{S-1}{\log_2 N}$$

式中：

d ——丰富度指数；

S ——样品中的物种总数；

N ——样品中的生物个体总数。

对于健康的环境，丰富度指数较高，而对于污染的环境，丰富度指数较低。

④优势度：

浮游生物和底栖生物的优势度指数采用如下公式计算：

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

式中：

Y ——优势度指数；

n_i ——样品中第 i 种的个体数；

N ——样品中的生物个体总数；

f_i ——第 i 种在各调查站位的出现频率。

当物种优势度指数 $Y \geq 0.02$ 时，判定该物种为调查海域的优势种。

⑤单纯度：

$$C = \text{SUM} \left(\frac{n_i}{N} \right)^2$$

式中：

C ——单纯度指数；

N ——群落中所有物种丰度或生物量；

n_i ——第 i 个物种的丰度或生物量。

（4）调查与评价结果

①叶绿素 a 与初级生产力

调查海域叶绿素 a 含量范围为（0.30~23.15）mg/m³，平均值为4.58mg/m³，表层叶绿素 a 含量范围为（0.34~23.15）mg/m³，平均值为 4.60mg/m³；中层（10m）叶绿素 a 含量范围为（0.32~0.44）mg/m³，平均值为 0.38mg/m³；底层叶绿素 a 含量范围为（0.22~0.68）mg/m³，平均值为 0.39mg/m³。各站点间有略微差异。根据美国环保局（EPA）关于叶绿素 a 含量的评价标准（叶绿素 a 含量低于 4mg/m³为贫营养区，4~10mg/m³为中营养区，超过 10mg/m³为富营养区），

调查海域 17、19 号站为富营养区，其余调查站位均为贫营养区。

调查海域初级生产力变化范围是 $(28.71\sim1536.17)\text{ mg}\cdot\text{C}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ ；平均值为 $362.47\text{ mg}\cdot\text{C}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 。

表 3.2-41 调查海区叶绿素 a 含量和初级生产力

②浮游植物

1) 种类组成

调查期间调查海域共鉴定出浮游植物 4 门 35 属 91 种，硅藻 26 属 69 种，占浮游植物种类数的 75.82%；甲藻 6 属 18 种，占种类数的 19.78%；蓝藻 2 属 3 种，占种类数的 3.30%；金藻 1 属一种，占种类数的 1.10%。

图 3.2-24 浮游植物种类组成

2) 细胞丰度

各调查站位浮游植物的细胞丰度介于 $(0.52\sim8.93)\times10^5\text{ cells}/\text{m}^3$ 之间，平均细胞丰度为 $2.50\times10^5\text{ cells}/\text{m}^3$ 。最高出现在 17 号站位，最低出现在 22 号站位。

表 3.2-42 各站位浮游植物细胞丰度

3) 多样性指数与均匀度

丰富度指数、单纯度指数、多样性指数和均匀度计算结果表明，调查期间各站位的浮游植物丰富度指数介于 1.01~3.22 之间，平均值为 2.01，丰富度指数最高出现在 12 号站位，丰富度指数最低出现在 17 号站位；单纯度指数介于 0.07~0.45 之间，平均值为 0.19，单纯度指数最高出现在 17 号站位，单纯度指数最低出现在 1、10、12 号站位；多样性指数介于 2.04~4.58 之间，平均值为 3.56，多样性指数最高出现在 12 号站位，多样性指数最低出现在 17 号站位；均匀度指数介于 0.46~0.83 之间，平均值为 0.69，均匀度最高出现在 11 号站位，均匀度的最低值出现在 17 号站位

4) 优势种

根据实际调查情况，本次调查将浮游植物的优势度 ≥0.02 的种类作为该海域的优势种类。

调查海域浮游植物优势种类明显,主要为双突角毛藻、细长翼根管藻、覆瓦根管藻、宽梯形藻、丛毛辐杆藻、笔尖形根管藻、菱形海线藻、并基角毛藻、高盒形藻、太阳双尾藻、劳氏角毛藻、罗氏角毛藻、奇异棍形藻、细弱海链藻、窄隙角毛藻等。其中,以窄隙角毛藻的优势地位最为突出,平均丰度为 $5.37 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$, 占总细胞数的21.47%, 优势度为0.12。

表 3.2-43 各站位浮游植物丰富度、单纯度、多样性指数和均匀度

③浮游动物

1) 种类组成

据本次调查所采集到的标本鉴定,调查海域浮游动物共有 10 类 37 属 44 种,不包括浮游幼体、鱼卵及仔鱼。其中,桡足类最多,有 22 属 28 种,占浮游动物总种数的 63.64%;水螅水母类有 7 属 7 种,占浮游动物总种数的 15.91%;毛颚类有 1 属 2 种,占浮游动物总种数的 4.55%;被囊类、腹足类、介形类、磷虾类、十足类、栉水母类和管水母类均有 1 属 1 种,均占浮游动物总种数的 2.27%;另有 4 个类别浮游幼体和若干鱼卵。

2) 生物量和丰度

调查结果表明,调查海区中浮游动物丰度范围为 $(14.29 \sim 93.75) \text{ ind/m}^3$, 平均丰度为 42.64 ind/m^3 , 其中最高丰度出现在 18 号站位,最低为 8 号站位。生物量范围为 $(4.29 \sim 47.65) \text{ mg/m}^3$, 平均生物量为 17.30 mg/m^3 , 其中最高生物量出现在 6 号站位,最低为 8 号站位。

表 3.2-44 各站位浮游动物丰度和生物量

3) 优势种

根据实际调查情况,本次调查将浮游动物的优势度 ≥ 0.02 的种类作为该海域的优势种类。

浮游动物优势种为百陶箭虫、长尾类幼体、红纺锤水蚤、中型莹虾、亚强真哲水蚤、肥胖箭虫。优势度分别为 0.05、0.06、0.07、0.10、0.11 和 0.14。

表 3.2-45 浮游动物优势种和优势度

4) 多样性指数和均匀度

调查结果表明,调查海域浮游动物群落丰富度指数在 1.31~3.69 之间,平均值为 2.39;均匀度指数在 0.75~0.95 之间,平均值为 0.85,最高出现在 19 号站位,最低在 18 号站位;香农维纳指数在 2.50~3.99 之间,平均值为 3.19,最高出

现在 12 号站位，最低在 17 号站位；单纯度指数在 0.09~0.26 之间，平均值为 0.15，最高出现在 18 号站位，最低在 10 号站位。调查海域浮游动物群落特征各参数值表明该海域种类丰富度较高，多样性相对较高，种间分布较均匀。

表 3.2-46 各站位浮游动物多样性指数和均匀度

④底栖生物

1) 种类组成

调查共获底栖生物 9 门 63 科 106 种，其中节肢动物有 18 科 38 种，占总种类数的 35.85%，其次为环节动物，有 17 科 24 种，占总种类数的 22.64%，软体动物有 13 科 24 种，占总种类数的 22.64%，脊索动物有 7 科 11 种，占总种类数的 10.38%，棘皮动物有 4 科 4 种，占总种类数的 3.77%，蠕虫动物有 1 科 2 种，占总种类数的 1.89%，刺胞动物、纽形动物和头索动物门均有 1 科 1 种，均占总种类数的 0.94%。

2) 栖息密度和生物量

调查结果表明，各站位底栖生物栖息密度的幅度为(0.00~71.79)ind./m²，平均密度为 31.50ind./m²，最高出现在 10 号站位，最低出现在 19 号站位；生物量的幅度为(0.00~473.17)g/m²，平均生物量为 37.13g/m²，最高出现在 6 号站位，最低出现在 19 号站位。

表 3.2-47 各站位大型底栖动物生物量和栖息密度

3) 各类别生物量和栖息密度

调查海域大型底栖动物栖息密度主要以环节动物门为主，平均密度为 18.32ind./m²，其次为软体动物门，平均密度为 5.49ind./m²，最低为刺胞动物、脊索动物和头索动物门，平均密度均为 0.37ind./m²；生物量以软体动物门为主，平均生物量为 35.22g/m²，其次为环节动物门，平均生物量为 0.65g/m²，最低为纽形动物门，平均生物量均为 0.01g/m²。

表 3.2-48 各站位类别生物量 (g/m²) 和栖息密度 (ind/m²)

4) 优势种

根据实际调查情况，本次调查将大型底栖动物的优势度 ≥ 0.02 的种类作为该海域的优势种类。

调查期间该海域大型底栖动物优势种类突出，优势种为背蚓虫。优势度为

0.02。

表 3.2-49 大型底栖动物的优势种和优势度

4) 丰富度、单纯度、多样性指数和均匀度

各站丰富度的幅度为 0.00~1.78，平均值为 0.74，最高值出现在 10 号站位，最低值出现在 19 号站位；各站单纯度的幅度为 0.00~0.56，平均值为 0.24，最高值出现在 6 号站位，最低值出现在 19 号站位；各站多样性指数的幅度为 0.00~3.52，平均值为 1.99，最高值出现在 10 号站位，最低值出现在 19 号站位；各站均匀度的幅度为 0.00~1.00，平均值为 0.89，最高值出现在 4、7、11 和 21 号站位，最低值出现在 19 号站位。调查海域大型底栖生物群落特征各参数值表明该海域种类丰富度和物种多样性一般，种间均匀度较高。

表 3.2-50 丰富度、单纯度、生物多样性指数和均匀度

⑤潮间带生物

1) 种类组成

3 个潮间带断面共采获了 3 个生物类别中的 12 科 17 种生物（包含定性样品）。其中节肢动物门有 4 科 6 种，占总种类数的 35.29%，节肢动物门有 4 科 6 种，占总种类数的 35.29%，环节动物门有 4 科 5 种，占总种类数的 29.41%。

3 个断面出现的生物种类数略有差异，其中断面I出现的生物种类数最多，有 9 种生物，环节动物门 2 种，节肢动物 4 种，软体动物门 3 种；断面II有 8 种生物，环节动物门 2 种，节肢动物 3 种，软体动物 3 种；断面III生物种类最少，有 5 种生物，环节动物 1 种，节肢动物 2 种，软体动物 2 种。

表 3.2-51 不同断面出现的生物种类数

2) 生物量和栖息密度

3 条潮间带生物断面高潮区平均栖息密度为 0.12ind/m²，平均生物量为 0.03g/m²；中潮区平均栖息密度为 12.00ind/m²，平均生物量为 3.28g/m²；低潮区平均栖息密度为 32.00ind/m²，平均生物量为 9.75g/m²。

表 3.2-52 潮间带生物量和栖息密度

3) 类别生物量和栖息密度

各类别生物的生物量和栖息密度如表 3.6-16 所示，其中生物量分布状况为软体动物（4.02g/m²）>环节动物（0.18g/m²）>节肢动物（0.15g/m²）。栖息密度的分布状况为软体动物（7.56ind./m²）>环节动物（5.78ind./m²）>节肢动物

(1.37ind./m²)。

表 3.2-53 潮间带生物的种类组成生物量和栖息密度表

4) 优势种

优势种的确定由优势度决定，计算公式： $Y = P_i \times f_i$ ， f_i 为第 i 种在各个站位出现的频率。本次调查潮间带生物以潮区为站点计算各种类的栖息密度百分比和出现频率，并把优势度 ≥ 0.02 的种类作为该区域的优势种类。

该区域的潮间带生物优势种类突出，优势种为腺带刺沙蚕和狭氏斧蛤。

表 3.2-54 潮间带生物的优势种

5) 多样性指数和均匀度

调查海域 3 条潮间带断面高潮区均只采集到一种生物，丰富度、多样性指数和均匀度均为 0，单纯度为 1.00。中潮区丰富度范围在 0.00~0.42 之间，平均为 0.25，单纯度范围在 0.00~0.55 之间，平均为 0.35，多样性指数范围在 0.00~1.15 之间，平均为 0.72，均匀度范围在 0.00~1.00 之间，平均为 0.57。低潮区丰富度范围在 0.19~0.69 之间，平均为 0.36，单纯度范围在 0.28~0.82 之间，平均为 0.63，多样性指数范围在 0.47~1.92 之间，平均为 0.96，均匀度范围在 0.50~0.96 之间，平均为 0.64。

表 3.2-55 潮间带生物的多样性指数和均匀度表

⑥游泳动物

1) 种类组成

本次调查底拖网共捕获游泳动物 61 科 106 种，其中鱼类为 45 科 67 种，占捕获所有种类的 63.21%；甲壳类为 13 科 36 种，占捕获所有种类的 33.96%；头足类为 3 科 3 种，占捕获所有种类的 2.83%。

2) 渔获率和现存资源密度

游泳动物重量渔获率范围 0.029~6.084kg/h，平均为 2.190kg/h。最高出现在 1 号站位，其次为 15 号站位，最低为 22 站位；个体渔获率范围为 1~325ind./h，平均为 157ind./h，最高出现在 10 号站位，其次为 1 号站位，最低为 17 号、18 号、19 号、21 号和 22 号站位。

游泳动物的平均重量渔获率中，鱼类为 1.332kg/h，占总重量渔获率的 60.82%；甲壳类为 0.697kg/h，占总重量渔获率的 31.83%；头足类平均渔获率为

0.161kg/h, 占总重量渔获率 7.35%; 平均个体渔获率中, 鱼类为 41ind./h, 占总个体渔获率的 26.11%; 甲壳类为 112ind./h, 占总个体渔获率的 71.34%; 头足类为 4ind./h。占总个体渔获率的 2.55%。

根据扫海面积法估算, 评价区及附近海域内的 17 号、18 号、19 号、21 号和 22 号站位放置流刺网, 不做资源密度评估。其余站位目前游泳动物的平均资源密度约为 224.737kg/km², 其中鱼类约为 136.902kg/km², 甲壳类约为 71.795kg/km², 头足类约为 16.040kg/km²。各站中以 1 号站最高 (384.625kg/km²), 15 号站次之 (353.893kg/km²), 6 号和 7 号站较低 (资源密度分别为 105.641kg/km² 和 99.883kg/km²)。按个体计, 游泳动物的平均资源密度约为 16159ind./km², 其中鱼类约为 4145ind./km², 甲壳类约为 11607ind./km², 头足类约为 407ind./km²。各站中以 10 号站最高 (20248ind./km²), 1 号站次之 (20088ind./km²), 7 号站最低 (资源密度为 10986ind./km²)。

表 3.2-56 调查海域游泳动物渔获率和资源密度

3) 优势种

根据相对重要性指数 (IRI) 公式计算评价调查海域内的相对重要性指标 (IRI), 并以 IRI 大于 100 作为优势渔获物的判断指标, 本次调查的优势渔获种类共有 9 种。其中矛形梭子蟹的 IRI 最高, 为 2158.38; 其他优势渔获物依次为须赤虾 (1931.85)、鹰爪虾 (591.14)、纤细梭子蟹 (583.92)、红鲮 (245.43)、叫姑鱼 (188.00)、中国枪乌贼 (175.49)、长棘银鲈 (163.72) 和眼斑拟鲈 (132.15) 等。其它种类的相对重要性指数小于 100。。

表 3.2-57 游泳动物优势种类组成统计表

4) 渔获物体重、体长和幼体比例

本次调查海域渔获物中, 鱼类平均幼体比例为 48.39%; 虾类平均幼体比例为 72.44%; 蟹类平均幼体比例为 60.30%; 头足类平均幼体比例为 15.74%。各类群平均体长、平均体重、幼体比见表 3.6-22。

表 3.2-58 游泳动物种类平均体重、体长和幼体比例表

表 3.2-59 渔获物各品种体重、体长和幼体比例表

⑦ 鱼类资源

1) 种类组成

经鉴定, 本次调查共捕获鱼类 67 种, 分隶于 13 目 45 科。以鲈形目的种类

数最多，共有 28 种；鲉形目和鳗鲡目第二，均有 8 种；鲱形目有 6 种；鲽形目有 5 种；鲛鰵目、刺鱼目、灯笼鱼目和鲑形目均有 2 种；鲭形目、海鲢目、鹤鲢目和鲷目均只有 1 种。在各科中，最多为鲉科有 4 科；鲱科、天竺鲷科、海鲢科和鲷科均有 3 种；狗母鱼科、舌鳎科、鳀科、鲳科、鰺科、鲹科、石鲈科、石首鱼科、鱮科、羊鱼科和银鲈科均有 2 种；其余各科均只有 1 种。

2) 渔获率与资源密度分布

本次调查渔获的鱼类总重量为 12.350kg，平均渔获率为 1.332kg/h。渔获率最高的站位出现在 1 号站，为 5.073kg/h；渔获率次高站出现在 15 号站，渔获率为 3.398kg/h；渔获率最低的站位出现在 22 号站，渔获率为 0.019kg/h。按个体计，鱼类的平均个体渔获率为 41ind./h，以 1 号站最高，为 244ind./h；其次是 12 号站，为 103ind./h；18 号和 21 号站最低，均为 0.4ind./h。

调查海域内的 17 号、18 号、19 号、21 号和 22 号站位放置流刺网，不做资源密度评估。其余站位目前鱼类的重量平均资源密度约为 136.902kg/km²。调查区内以 1 号站最高 (320.708kg/km²)，15 号站次之 (236.725kg/km²)，7 号站最低 (仅为 7.175kg/km²)。鱼类的个体平均资源密度为 4145ind./km²，以 1 号站最高 (15452ind./km²)，其次为 12 号站，资源密度为 7205ind./km²；7 号站的资源密度最低，为 224ind./km²。。

表 3.2-60 鱼类的渔获率和资源密度统计表

3) 鱼类优势种

根据相对重要性指数 (IRI) 公式计算评价调查海域内鱼类的相对重要性指标 (IRI)，并以 IRI 大于 100 作为优势渔获物的判断指标，本次调查的优势鱼类种类共有 4 种。其中红鲷的 IRI 最高，为 245.43；其他优势鱼类依次为叫姑鱼 (188.00)、长棘银鲈 (163.72) 和眼斑拟鲈 (132.15) 等。。

表 3.2-61 鱼类优势种类组成表

⑧头足类资源

1) 种类组成

本次调查共渔获头足类 3 种，隶属 3 目 3 科，乌贼目有 2 种，为短穗乌贼；八腕目有 1 种，为真蛸；枪形目有 1 种，为中国枪乌贼。

2) 渔获率和资源密度分布

本次调查，头足类的重量渔获率范围为 0.000kg/h~0.813kg/h，平均渔获率为 0.161kg/h。渔获率以 10 号站最高，为 0.813kg/h；次高为 1 号站，渔获率为 0.673kg/h，12 号、17 号、18 号、19 号、21 号和 22 号站均未捕获到头足类，渔获率均为 0.000kg/h。按个体计，个体渔获率范围为 0ind./h~18ind./h，平均渔获率 4ind./h。个体渔获率以 10 号站最高，渔获率为 18ind./h；次高为 11 号站，渔获率为 12ind./h；12 号、17 号、18 号、19 号、21 号和 22 号站均未捕获到头足类，渔获率均为 0ind./h。

采用扫海面积法估算附近海域的资源密度。评价区及附近海域内的 17 号、18 号、19 号、21 号和 22 号站放置流刺网，不做资源密度评估。其余站目前头足类的平均资源密度约为 16.040kg/km²，以 10 号站最高，为 50.673kg/km²；次高为 1 号站，为 42.564kg/km²；12 号站未捕获到头足类，渔获率为 0.000kg/km²。个体平均资源密度为 407ind./km²。以 10 号站最高，为 1142ind./km²；次高为 11 号站，为 788ind./km²；12 号站未捕获到头足类，渔获率 0ind./km²。

表 3.2-62 头足类的渔获率和资源密度统计表

3) 头足类优势种

根据相对重要性指数（IRI）公式计算评价调查海域内头足类的相对重要性指标（IRI），并以 IRI 大于 100 作为优势渔获物的判断指标。本次调查的头足类的优势渔获物分别为中国枪乌贼（175.49）。

⑨甲壳类资源

1) 种类组成

经鉴定，本次调查渔获的甲壳类共 36 种，分属 2 目 13 科。其中虾类有 2 科 8 种；蟹类有 9 科 23 种；虾蛄类有 2 科 5 种。

2) 渔获率和资源密度分布

调查海域甲壳类重量渔获率范围为 0.003kg/h~1.697kg/h，平均 0.697kg/h，渔获率以 10 号站最高，为 1.697kg/h；其次为 15 号站，渔获率为 1.671kg/h；最低为 18 号站，渔获率为 0.003kg/h。甲壳类的个体渔获率范围为 0.1ind./h~297ind./h，平均 112ind./h，以 10 号站最高，为 297ind./h；其次为 15 号

站，渔获率为 219ind./h；最低为 18 号站，渔获率为 0.1ind./h。评价区及附近海域内的 17 号、18 号、19 号、21 号和 22 号站位放置流刺网，不做资源密度评估。其余站位目前甲壳类的平均资源密度约为 71.795kg/km²。资源密度最高出现于 15 号站，为 116.452kg/km²；10 号站列第二位，105.707kg/km²；最低为 1 号站，为 21.352kg/km²。按个体计，甲壳类的平均资源密度为 11607ind./km²，以 10 号站为最高，为 18483ind./km²；15 号站列第二位，为 15288ind./km²；最低为 1 号站，为 9043ind./km²。。

表 3.2-63 甲壳类的渔获率和资源密度统计表

3) 甲壳类优势种

根据相对重要性指数（IRI）公式计算评价调查海域内甲壳类的相对重要性指标（IRI），并以 IRI 大于 100 作为优势渔获物的判断指标，本次调查的甲壳类的优势渔获物分别为矛形梭子蟹（2158.38）、须赤虾（1931.85）、鹰爪虾（591.14）、纤细梭子蟹（583.92）等。

⑩鱼卵、仔稚鱼

1) 种类组成

本次调查，崖州湾中心渔港附近海域鱼卵与仔稚鱼共鉴定种类 36 种，隶属于 24 科，鉴定到科的有 5 种，鉴定到属的 13 种，鉴定到种的 18 种。从发育阶段来看，鱼卵出现种类有 25 种，仔鱼出现种类有 15 种，稚鱼出现种类有 6 种。

垂直拖网共采集到鱼卵 51 粒，仔鱼 9 尾，稚鱼 0 尾。鱼卵数量以鲷具有数量上的绝对优势，占总数比例 43.14%，脂眼鲱占 17.65%，舌鳎占 9.80%；仔鱼数量以小沙丁鱼具有数量上的绝对优势，占总数比例 33.33%，鲷、鲷科一种、鲷科一种、鰕虎鱼、金线鱼属和日本金线鱼均占 11.11%；未采集到稚鱼。

水平拖网共采集到鱼卵 1528 粒，仔鱼 67 尾，稚鱼 14 尾。鱼卵数量以鲷具有数量上的绝对优势，占总数比例 13.48%，无齿鰕占 10.67%，金线鱼属占 10.47%，死卵占 45.09%；仔鱼数量以日本金线鱼具有数量上的绝对优势，占总数比例 26.87%，小沙丁鱼占 19.40%，金线鱼属占 17.91%；稚鱼数量以鲷科一种具有数量上的绝对优势，占总数比例 35.71%，鰕占 21.43%。

表 3.2-64 鱼卵和仔稚鱼种类比例

2) 数量分布

本次垂直拖网调查各站位鱼卵密度范围为(0.00~8.33)粒/m³,平均值为 2.42 粒/m³。其中最高出现在 21 号站位,密度为 8.33 粒/m³,7 号站位密度为 6.98 粒/m³;仔稚鱼密度范围为(0.00~3.19)粒/m³,平均值为 0.34 粒/m³。其中最高出现在 1 号站位,密度为 3.19 粒/m³,6 号站位密度为 0.60 粒/m³。

表 3.2-65 鱼卵和仔稚鱼密度统计表

3.2.5.5.2 2022 年春季

(1) 调查站位

本节内容引自《三亚港南山港区货运码头二期工程海洋环境现状春季调查报告》(**, 2022 年 5 月),调查布设渔业资源调查站位和海洋生物调查站位各 14 个;潮间带调查断面 3 条,调查时间为 2022 年 04 月 22、23 日,潮间带生物调查时间为 2022 年 5 月 3 日。调查站位见表 3.3-27,站位分布情况见图 3.2-24。

(2) 调查要素

根据《海洋调查规范》(GB/ T 12763-2007)和《海洋监测规范》(GB 17378-2007)的要求,并考虑本项目用海特点:

海洋生态选择的调查要素(因子)包括:叶绿素 a 及初级生产力、浮游植物、浮游动物、鱼类浮游生物、底栖生物、潮间带生物。

(3) 调查与评价结果

① 叶绿素 a 与初级生产力

调查海区叶绿素 a 含量范围是(0.51~2.60) μg/L,平均值为 0.91 μg/L。各站点间的叶绿素 a 含量最高出现在 10 号站位。调查海区初级生产力变化范围是(86.67~439.16) mg·C/(m²·d); 平均值是 208.55 mg·C/(m²·d)。。

表 3.2-66 调查海区叶绿素 a 含量和初级生产力

② 浮游植物

1) 种类组成

根据本次调查所采集到的样品,调查海域共鉴定到浮游植物 4 门 48 属 117 种(包括变型及变种)。其中,硅藻门 39 属 90 种,占浮游植物种类数的 76.92%;甲藻门 7 属 24 种,占浮游植物种类数的 20.51%;蓝藻门 1 属 2 种,占浮游植物种类数的 1.71%;金藻门 1 属 1 种,占浮游植物种类数的 0.86%。

2) 细胞丰度

各调查站位浮游植物的细胞密度介于 $(0.12\sim7.03)\times10^5\text{cells/m}^3$ 之间, 平均细胞密度为 $1.10\times10^5\text{cells/m}^3$ 。

表 3.2-67 各站位浮游植物细胞丰度

3) 优势种

优势种的确定由优势度决定, 计算公式: $Y=P_i\times f_i$, f_i 为第 i 种在各个站位出现的频率。根据实际调查情况, 本次调查将浮游植物的优势度 ≥ 0.02 的种类作为该海域的优势种类。

调查海域浮游植物优势种为红海束毛藻、尖刺拟菱形藻、覆瓦根管藻、劳氏角毛藻、厚刺根管藻、奇异棍型藻、距端根管藻、中华半管藻、翼根管藻、丹麦细柱藻。其中, 红海束毛藻的优势度最大, 平均密度为 $2.84\times10^4\text{cells/m}^3$, 占总细胞数的 25.84%, 优势度为 0.26。

表 3.2-68 浮游植物优势种和优势度

4) 多样性指数与均匀度

浮游植物多样性反映其种类的多寡和各个种类数量分配的函数关系, 均匀度则反映其种类数量的分配情况, 可以作为水质监测的参数。

计算结果表明, 调查期间各站位的浮游植物丰富度指数 (D) 介于 1.57~3.03 之间, 平均值为 2.55; 单纯度 (C) 指数介于 0.08~0.92 之间, 平均值为 0.29; 多样性指数 (H') 介于 0.41~4.33 之间, 平均值为 3.16; 均匀度指数 (J') 介于 0.09~0.79 之间, 平均值为 0.59。丰富度指数最高出现在 7 号, 最低出现在 22 号; 单纯度指数最高出现在 22 号, 最低出现在 10 号; 多样性指数最高出现在 12 号, 最低出现在 22 号; 均匀度指数最高出现在 3 号, 最低出现在 22 号。

表 3.2-69 各站位浮游植物丰富度、单纯度、多样性指数和均匀度

③浮游动物

1) 种类组成

据本次调查所采集到的标本鉴定, 调查海域浮游动物共有 10 类 47 属 63 种, 不包括浮游幼体、鱼卵及仔鱼。其中, 桡足类有 19 属 30 种, 占浮游动物总种数的 47.62%; 水螅虫类有 9 属 11 种, 占浮游动物总种数的 17.46%; 被囊类有 6

属 7 种，占浮游动物总种数的 11.11%；毛颚类有 4 属 4 种，占浮游动物总种数的 6.35%；浮游软体类有 2 属 4 种，占浮游动物总种数的 6.35%；端足类有 3 属 3 种，占浮游动物总种数的 4.76%；十足类、原足类、枝角类和原生动物类均有 1 属 1 种，占浮游动物总种数的 1.59%；另 12 个类别浮游幼体和鱼卵、仔鱼。

2) 生物量和丰度

本次调查中，浮游动物的丰度范围为 (7.48~372.20) ind/m³，平均丰度为 89.94 ind/m³，其中丰度最大值出现在 14 号站位，最小值出现在 3 号；生物量范围为 (2.84~88.24) mg/m³，平均生物量为 23.11 mg/m³，其中生物量最大值出现在 17 号站位，最小值出现在 15 号站位。

表 3.2-70 各站位浮游动物丰度和生物量

3) 优势种

优势种的确定由优势度决定，计算公式： $Y = P_i \times f_i$ ， f_i 为第 i 种在各个站位出现的频率。根据实际调查情况，本次调查将浮游动物的优势度 ≥ 0.02 的种类作为该海域的优势种类。

调查期间该海域浮游动物优势种类是小齿海樽、红纺锤水蚤、软拟海樽、肥胖软箭虫和奥氏胸刺水蚤。

表 3.2-71 浮游动物优势种和优势度

4) 多样性指数和均匀度

调查期间该水域浮游动物丰富度指数范围为 1.41~5.51，平均值为 3.51，最大值出现在 3 号站位，最小值出现在 14 号站位；单纯度指数范围为 0.08~0.97，平均值为 0.37，最大值出现在 14 号站位，最小值出现在 3 号站位；多样性指数范围为 0.17~3.88，平均值为 2.53，最大值出现在 3 号站位，最小值出现在 14 号站位；均匀度指数范围为 0.05~0.95，平均值为 0.60，最大值出现在 3 号站位，最小值出现在 14 号站位。

表 3.2-72 各站位浮游动物多样性指数和均匀度

④ 鱼卵和仔稚鱼

1) 种类组成

在采集的 28 个样品中共鉴定出 33 个种类，隶属于 23 科。其中鉴定到属的有 11 种，鉴定到种的有 16 种，其余鉴定到科（部分未鉴定出种类）。从发育阶

段来看, 鱼卵出现的种类有 22 种, 仔、稚鱼出现的种类有 21 种。

水平拖网共捕获鱼卵 595 粒, 仔、稚鱼 73 尾。鱼卵数量以鳕鱼卵最多, 占总数的 71.76%; 其次为隆头鱼科一种鱼卵, 占总数的 9.75%。仔、稚鱼数量以小沙丁鱼占绝对优势, 占总数的 47.95%; 其次为银汉鱼, 占总数的 23.29%。本次调查鱼卵的优势种为鳕鱼卵, 仔、稚鱼的优势种为小沙丁鱼。

表 3.2-73 鱼卵与仔稚鱼种类比例

2) 密度分布

本次垂直拖网调查采集到的鱼卵密度范围为 (0~4.84) 粒/ m^3 , 平均密度为 1.51 粒/ m^3 , 最大值出现在 9 号站位; 采集到的仔、稚鱼密度范围为 (0~3.11) 尾/ m^3 , 平均密度为 1.12 尾/ m^3 , 最大值出现在 19 号站位。

表 3.2-74 鱼卵和仔稚鱼密度

⑤大型底栖生物

1) 种类组成

调查海域大型底栖生物共采集鉴定到 9 门 90 科 131 种, 其中刺胞动物有 4 科 4 种, 占总种类数的 3.05%; 蠕虫动物、纽形动物各有 1 科 1 种, 均占总种类数的 0.76%; 环节动物有 18 科 26 种, 占总种类数的 19.85%; 棘皮动物有 11 科 13 种, 占总种类数的 9.92%; 脊索动物有 9 科 10 种, 占总种类数的 7.63%; 节肢动物有 30 科 51 种, 占总种类数的 38.93%; 软体动物有 13 科 22 种, 占总种类数的 16.79%; 苔藓动物有 3 科 3 种, 占总种类数的 2.29%。

2) 生物量和栖息密度

调查结果表明, 各站位底栖生物栖息密度的范围为(9.95~149.25)ind/ m^2 , 平均密度为 43.00ind/ m^2 , 最高出现在 5 号站位; 生物量的范围为(0.15~117.38)g/ m^2 , 平均生物量为 15.57g/ m^2 , 最高出现在 4 号站位。

表 3.2-75 各站位大型底栖动物生物量和栖息密度

3) 各类别生物量和栖息密度

调查海域大型底栖生物栖息密度主要以环节动物为主, 平均密度为 20.97ind/ m^2 ; 其次为节肢动物, 平均密度为 12.79ind/ m^2 ; 最低为蠕虫动物, 平均密度均为 0.36ind/ m^2 (刺胞动物、苔藓动物无法计数)。生物量以软体动物为主, 平均生物量为 8.32g/ m^2 ; 其次为棘皮动物, 平均生物量为 6.22g/ m^2 ; 最低为

纽形动物，平均生物量均为 0.01g/m^2 。

表 3.2-76 各站位类别生物量 (g/m^2) 和栖息密度 (ind/m^2)

注：“--”为未发现。

4) 优势种

优势种的确定由优势度决定，计算公式： $Y=P_i \times f_i$ ， f_i 为第*i*种在各个站位出现的频率。根据实际调查情况，本次调查将大型底栖动物的优势度 ≥ 0.02 的种类作为该海域的优势种类。

调查期间该海域大型底栖生物优势种类为细螯虾、洼颚倍棘蛇尾、毡毛岩虫。

表 3.2-77 大型底栖动物的优势种和优势度

5) 丰富度、单纯度、多样性指数和均匀度

各站丰富度的范围为 0.30~2.22，平均值为 1.01，最高值出现在 5 号站位；单纯度的范围为 0.08~0.50，平均值为 0.24，最低值出现在 5 号站位；多样性指数的范围为 1.00~3.87，平均值为 2.33，最高值出现在 5 号站位；均匀度的范围为 0.83~1.00，平均值为 0.96。

表 3.2-78 丰富度、单纯度、生物多样性指数和均匀度

⑥潮间带生物

1) 种类组成

3 条潮间带断面共采获了 6 个生物类别中的 35 科 44 种生物（包含定性样品），环节动物有 5 科 5 种，占总种类数的 11.36%；脊索动物有 1 科 1 种，占总种类数的 2.27%；节肢动物有 13 科 18 种，占总种类数的 40.91%；纽形动物有 1 科 1 种，占总种类数的 2.27%；软体动物有 14 科 18 种，占总种类数的 40.91%；星虫动物有 1 科 1 种，占总种类数的 2.27%。其中 P1 出现 26 种生物，P2 有 3 种生物，P3 有 20 种生物。

表 3.2-79 不同断面出现的生物种类数

2) 生物量和栖息密度

3 条潮间带生物断面高潮区平均栖息密度为 8.79ind/m²，平均生物量为 2.11g/m²；中潮区平均栖息密度为 37.02ind/m²，平均生物量为 3.95g/m²；低潮区平均栖息密度为 13.33ind/m²，平均生物量为 6.88g/m²。

表 3.2-80 潮间带生物量(g/m²)和栖息密度(ind/m²)

3) 类别生物量和栖息密度

栖息密度和生物量以软体动物为主，平均密度 11.19ind/m²，平均生物量为 3.24g/m²。

表 3.2-81 潮间带生物的种类组成生物量与栖息密度

注：“—”为未发现

4) 优势种

优势种的确定由优势度决定，计算公式： $Y=P_i \times f_i$ ， f_i 为第*i*种在各个站位出现的频率。本次调查潮间带生物以潮区为站点计算各种类的栖息密度百分比和出现频率，并把优势度>0.04 种类作为该区域的优势种类。该海域的潮间带生物优势种类有中华四板小藤壶和塔结节滨螺。

表 3.2-82 潮间带生物的优势种

5) 多样性指数和均匀度

高潮区丰富度平均为 0.21；单纯度平均为 0.78；多样性指数平均为 0.58；均匀度平均为 0.29。中潮区丰富度平均为 0.25；单纯度平均为 0.79；多样性指数平均为0.61均匀度平均为0.24。低潮区丰富度平均为0.16；单纯度平均为0.45；多样性指数平均为 0.49；均匀度平均为 0.49。

表 3.2-83 潮间带生物的多样性指数（H'）和均匀度（J）

注：0 为只采集到 1 种潮间带生物。

⑦游泳动物

1) 种类组成

本次调查采用单拖底拖网采样方式，分析评价该项目海域游泳动物的种类组成。经鉴定，共捕获游泳动物 112 种，分别隶属于 17 目 66 科。其中鱼类 13 目 52 科 83 种，占有所有种类的 74.11%；甲壳类 2 目 10 科 24 种，占有所有种类的 21.43%；头足类 3 目 4 科 5 种，占有所有种类的 4.46%。

2) 渔获率

本次调查共采集到游泳动物的渔获量总重量有85.34kg，其中，鱼类重量为74.50kg，占总渔获量的87.31%；甲壳类重量为4.56kg，占总渔获量的5.34%；头足类重量为6.28kg，占总渔获量7.35%。个体数量计，共采集到个体有8421ind，鱼类为7876ind，占总个体渔获数量的93.53%；甲壳类为342ind，占总个体渔获数量的4.06%；头足类为203ind，占总个体渔获量的2.41%。

游泳动物重量渔获率范围为 2.30kg/h~12.50kg/h，游泳动物的平均重量渔获率为 6.10kg/h。各站位中重量渔获率以 1 号站最高，为 12.50kg/h；渔获率较高

的站位还有 17 号站，渔获率为 11.08kg/h；15 号站最低，为 2.30kg/h。各类中鱼类重量渔获率为 5.32kg/h，占渔获游泳动物的 87.31%；甲壳类重量渔获率为 0.33kg/h；占渔获游泳动物的 5.34%；头足类重量渔获率为 0.45kg/h；占渔获游泳动物的 7.35%。按个体计，评价区游泳动物的个体渔获率范围为 146ind/h~1634ind/h，平均个体渔获率为 602ind/h。各站位中个体渔获率以 19 号站最高，为 1634ind/h；依次为 17 号站，为 975ind/h；12 号站最低，为 146ind/h。各类中鱼类个体渔获率为 563ind/h，占渔获游泳动物的 93.53%；甲壳类个体渔获率为 24ind/h，占渔获游泳动物的 4.06%；头足类个体渔获率为 15ind/h，占渔获游泳动物的 2.41%。

调查海域中外海海域游泳动物的重量资源密度为 438.83kg/km²。各类中鱼类重量资源密度为 383.12kg/km²，甲壳类重量资源密度为 23.43kg/km²，头足类重量资源密度为 32.27kg/km²。各站中以 1 号站重量资源密度最高（899.86kg/km²），17 号站次之（797.55kg/km²），15 号站较低（165.51kg/km²）；按个体计，游泳动物的资源密度约为 43305ind/km²。各类中鱼类个体资源密度为 40502ind/km²，甲壳类个体资源密度为 1759ind/km²，头足类个体资源密度为 1044ind/km²。各站位中个体资源密度以 19 号站最高（117639ind/km²），17 号站次之（70194ind/km²），12 号站最低（10511ind/km²）

表 3.2-84 调查海域游泳动物渔获率和资源密度

3) 优势种

根据相对重要性指数（IRI）公式计算评价调查海域内鱼类的相对重要性指标（IRI），并以 IRI 大于 100 作为优势渔获物的判断指标，本次调查的优势渔获物鱼类共有 15 种。其中，仰口鲷的 IRI 最高，为 5524；其它优势种依次为蓝圆鲹（1201）、小牙鲷（541）、日本绯鲤（432）、棕斑兔头鲈（416）、短棘鲷（358）、黄鳍马面鲈（325）、白鲳（274）、眼斑拟鲈（211）、截尾天竺鲷（204）、大头狗母鱼（197）、长体蛇鲻（185）、长圆银鲈（160）、横带棘线鲷（118）、红鲷（109）。优势渔获物甲壳类有 1 种优势种。逍遥馒头蟹（115）。优势渔获物头足类有 1 种优势种，中国枪乌贼（843）。其它种类的相对重要性指数小于 100。

表 3.2-85 调查海域渔获物优势种

⑧鱼类资源

1) 种类组成

经鉴定，本次调查共捕获鱼类 83 种，分隶于 13 目 52 科。以鲈形目的种类数最多，共有 44 种；鲉形目 9 种；鳗鲡目、鲽形目 7 种；鲱形目 5 种；鲀形目 3 种；仙女鱼目、鲻形目 2 种；其他各目均为 1 种，鲹科 6 种；石首鱼科、鲷科 4 种；鲷科、天竺鲷科、鲷科、鲉科、羊鱼科、银鲈科、海鲢科 3 种；牙鲆科、鳎科、鲀科、金线鱼科、康吉鳗科、狗母鱼科、鲱科 2 种，其他各科均为 1 种。

2) 渔获率与资源密度分布

本次调查底拖网渔获的鱼类总重量为 74.50kg，平均重量渔获率为 5.32kg/h。各站位中以 1 号站重量渔获率最高，为 10.50kg/h；15 号站重量渔获率最低，为 1.89kg/h。按个体计，鱼类的平均个体渔获率为 563ind/h。各站位中以 19 号站个体渔获率最高，为 1601ind/h，12 号站个体渔获率最低，为 110ind/h。

调查海域中外海海域目前鱼类的平均重量资源密度为 383.12kg/km²。各站位中以 1 号站重量资源密度最高，为 755.87kg/km²；15 号站重量资源密度最低，为 136.07kg/km²。按个体计，鱼类的平均个体资源密度为 40502ind/km²。各站位中以 19 号站个体资源密度最高，为 115263ind/km²；12 号站个体资源密度最低，资源密度为 7919ind/km²。

表 3.2-86 调查海域鱼类的渔获率和资源密度

3) 鱼类优势种

根据相对重要性指数 (IRI) 公式计算评价调查海域内鱼类的相对重要性指标 (IRI)，并以 IRI 大于 100 作为优势渔获物的判断指标，本次调查的优势渔获物鱼类共有 15 种。其中，仰口鲷的 IRI 最高，为 5524；其它优势种依次为蓝圆鲹 (1201)、小牙鲷 (541)、日本鲱 (432)、棕斑兔头鲷 (416)、短棘鲷 (358)、黄鳍马面鲷 (325)、白鲳 (274)、眼斑拟鲈 (211)、截尾天竺鲷 (204)、大头狗母鱼 (197)、长体蛇鲻 (185)、长圆银鲈 (160)、横带棘线鲷 (118)、红鲷 (109)。其它种类的相对重要性指数小于 100。

表 3.2-87 鱼类优势种渔获率及百分比组成

4) 头足类资源

A.种类组成

本次调查共渔获头足类 5 种，隶属 3 目 4 科，其中，乌贼目、枪形目 2 种；八腕目 1 种。枪乌贼科 2 种；其他各科均为 1 种。

B.渔获率和资源密度分布

本次调查，头足类的重量渔获率范围为 $0.01\sim 1.50\text{kg/h}$ ，平均 0.45kg/h ，按个体计，个体渔获率范围为 $3\sim 27\text{ind/h}$ ，平均 15ind/h 。

采用扫海面积法估算附近海域的资源密度。评价区外海海域目前头足类的平均重量资源密度为 32.27kg/km^2 。各站位中以 17 号站重量资源密度最高，为 108.06kg/km^2 ；20 号站重量资源密度最低，为 0.94kg/km^2 。按个体计，平均个体资源密度为 1044ind/km^2 。各站位中以 1 号站个体资源密度最高，为 1944ind/km^2 ；20 号站个体资源密度最低，为 216ind/km^2 。

C.头足类优势种

根据相对重要性指数（IRI）公式计算评价调查海域内头足类的相对重要性指标（IRI），并以 IRI 大于 100 作为优势渔获物的判断指标。渔获物头足类 1 有优势种，中国枪乌贼（843）。

5) 甲壳类资源

A.种类组成

经鉴定，本次调查渔获的甲壳类共 24 种，分属 2 目 10 科。其中，十足目 22 种；口足目 2 种，梭子蟹 10 种；对虾科 4 种；蜘蛛蟹科、虾蛄科 2 种，其他各科均为 1 种。

B.渔获率和资源密度分布

调查海域甲壳类重量渔获率范围为 $0.06\text{kg/h}\sim 0.90\text{kg/h}$ ，平均 0.33kg/h 。按个体计，甲壳类的个体渔获率范围为 $13\text{ind/h}\sim 37\text{ind/h}$ ，平均 24ind/h 。

评价外海海域目前甲壳类的平均重量资源密度约为 23.43kg/km^2 。各站位中以 4 号站重量资源密度最高，为 64.94kg/km^2 ；7 号站重量资源密度最低，为 4.46kg/km^2 。按个体计，甲壳类的平均个体资源密度为 1759ind/km^2 。各站位中以 3 号站个体资源密度最高，为 2664ind/km^2 ；22 号站个体资源密度最低，为 936ind/km^2 。。

C.甲壳类优势种

根据相对重要性指数（IRI）公式计算评价调查海域内甲壳类的相对重要性指标（IRI），并以 IRI 大于 100 作为优势渔获物的判断指标，优势渔获物甲壳类有 1 种优势种。逍遥馒头蟹（115）。其它相对重要指数均小于 100。

5) 主要种类及其生物学和生态学特征

根据调查优势种分析，项目附近海域主要渔业资源种类为仰口鲷、蓝圆鲹、小牙鲷、日本绯鲤、棕斑兔头鲈、短棘鲷、黄鳍马面鲈、白鲳、眼斑拟鲈、截尾天竺鲷、大头狗母鱼、长体蛇鲻、长圆银鲈、横带棘线鲷、红鲷、逍遥馒头蟹、中国枪乌贼。

6) 物种多样性分析

根据调查优势种分析，项目附近海域主要渔业资源种类为仰口鲷、蓝圆鲹、小牙鲷、日本绯鲤、棕斑兔头鲈、短棘鲷、黄鳍马面鲈、白鲳、眼斑拟鲈、截尾天竺鲷、大头狗母鱼、长体蛇鲻、长圆银鲈、横带棘线鲷、红鲷、逍遥馒头蟹、中国枪乌贼。

表 3.2-88 渔获物多样性指数值

3.2.5.6 珊瑚礁资源现状

项目所在海域春季珊瑚礁现状引用《**第七六〇研究所三亚南海试验保障基地（一期）建设项目环境影响报告书》2022 年 1 月 7 日至 1 月 9 日的珊瑚礁调查结果。

3.2.5.6.1 调查站位

春季调查布设珊瑚礁资源监测站位 15 个，调查时间为 2022 年 1 月 7 日至 1 月 9 日。

表 3.2-89 春季珊瑚礁调查站位

图 3.2-25 珊瑚礁现状调查站位

3.2.5.6.2 调查内容

调查内容包括珊瑚种类、珊瑚覆盖率、珊瑚死亡率、珊瑚补充量、底质类型、大型藻类、大型底栖生物、珊瑚礁鱼类、珊瑚礁分布面积等。

3.2.5.6.3 调查方法

1) 珊瑚礁资源调查方法

珊瑚礁采用断面监测法(Line Intercept Transect)进行监测。选择一条长 50m 带刻度(1cm)的皮尺在断面较平坦的地段上布设。用水下数码摄像机从断面上尺的一端沿着皮尺拍摄，水下摄影、拍照完后，用 GPS 测定断面两端的坐标，为下次监控提供准确位置。回到实验室后在计算机上进行判读，观察皮尺下活珊瑚的绳长，小于 5cm 的不记，记下断面线下活珊瑚、死珊瑚的总长度及珊瑚礁病害等，并对断面上的各种造礁珊瑚种类进行鉴定。如果断面线下有砂质或礁石等底质，记录其所占的长度，计算出各底质类型覆盖率。

①珊瑚种类鉴定

珊瑚种类主要根据所拍珊瑚相片鉴定，并结合拍摄图像、现场调查观察记录 and 采集标本鉴定方式。

②活石珊瑚覆盖率

断面活珊瑚覆盖率% = 活珊瑚所占尺长 cm / 5000cm × 100%

③底质类型覆盖率

断面底质类型覆盖率% = 底质类型长度 cm / 5000cm × 100%

④石珊瑚死亡情况判断 a、石珊瑚死亡率

石珊瑚死亡率是判断造礁石珊瑚死亡情况的一种方法，其可通过影像资料测定断面上造礁石珊瑚总个数及死亡个数，并估计死亡时间。

石珊瑚死亡率 = 断面上石珊瑚死亡个数 / 断面上石珊瑚总个数

b、死珊瑚覆盖率 死珊瑚覆盖率也是判断石珊瑚死亡情况的一种方法。断面上，一定个数的石珊瑚都存在一定的长度，多次取平均值可以以珊瑚长度来表征珊瑚个数，因此死珊瑚覆盖率也是判断造礁石珊瑚死亡情况的一种方法。

断面死珊瑚覆盖率% = 死珊瑚所占尺长 cm / 5000cm × 100%

活珊瑚都呈现不同的颜色，判断死亡珊瑚的标准是珊瑚的颜色为白色或黑色，早期死亡的为黑色，死亡时间超过 1.5a 的珊瑚已辨认不清珊瑚体，近期死亡的为白色，死亡时间判别标准如下：

30d 以内：珊瑚单体骨骼白色、完整清晰；

0.5a 以内：珊瑚单体被小型藻类或薄层沉积物覆盖；

1a~2a 之内：珊瑚单体结构轻微腐蚀，仍然能分辨出珊瑚的属级分类单位；

2a 以上：珊瑚单体结构消失，或单体上的附着生物(藻类、无脊椎动物等)已经很难取下。

⑤石珊瑚补充量调查方法

在样带线两侧各 2.5m 范围内的礁石上随机放置 20 个 50cm×50cm 样方，拍摄样方照片。样方应随机布设，避免人为放在沙、珊瑚、藻类或其他生物较多的区域内。统计样方内不大于 5cm 的造礁石珊瑚幼体数量，该数量除以样方面积，即为造礁石珊瑚补充量，单位为 ind/m²。判读时种类鉴定到科或属，且应注意区别幼体与死亡后仅剩的小块活体。

石珊瑚补充量(ind/m²)=断面新长珊瑚个数/断面面积×100%

⑥珊瑚礁病害的判断方法

珊瑚礁病害主要通过颜色的改变来判断，白化病在全球范围内都有发生。对发生白化病及有其它异常颜色的珊瑚进行监测并拍照，只统计每个珊瑚“头部”平面上颜色的异常状况。分枝珊瑚，白死亡区域集中在每个分枝的边缘部分。记录每个珊瑚颜色异常状况；B 为白化病，BB 为黑边病，WB 为白带病，RW 为侵蚀病，YB 为黄斑病，RB 为红带病，并对病害情况进行现场拍照。

断面珊瑚发病覆盖率%=断面上发病珊瑚所占尺长度 cm/5000cm×100%

2) 珊瑚礁鱼类调查方法

珊瑚礁鱼类监测采用带状断面普查法。沿着断面游向断面的另一端，记录断面两侧各 1m 宽的范围内常见种类的个体数量；并记录每条鱼的种类名称、体长范围(<5cm, 5-10, 10-20, 20-30, 30-40, >40cm)。

3) 大型藻类调查方法

大型藻类调查方法同珊瑚调查，采用断面监测法。以水下摄像和照相方式为主，现场调查记录方式为辅。室内根据照相、摄像的资料进行大型藻类覆盖率进行分析。

4) 珊瑚礁大型底栖动物调查方法

珊瑚礁大型底栖动物调查采用带状断面普查法。沿着断面游向断面的另一端，记录断面两侧各 1m 宽的范围内常见种类的个体数量。

5) 珊瑚边界普查

采用人工垂直海岸线每隔 50-500m 进行布设样带方式进行珊瑚礁边界普查。以人工浮潜确定珊瑚礁边界，GPS 定标，通过数据处理软件连接控制点坐标，得出珊瑚分布区域及面积。

6) 水下作业潜水调查设备

水下作业潜水调查设备包括：潜水设备，水下摄影、摄像设备，数码相机和防水壳，单反相机和防水壳等。

3.2.5.6.4 珊瑚礁分布范围

本项目所在区域无珊瑚礁分布，评价范围内珊瑚礁主要分布在南山港和大小洞天附近。调查海域珊瑚礁分布面积约为 43.31 公顷（基本在崖州湾海域），其中南山港至海事局海域珊瑚分布面积约为 11.65 公顷，南山港南侧附近海域珊瑚礁分布面积约 0.17 公顷，大小洞天附近海域珊瑚礁分布面积约为 31.49 公顷，距本项目东南侧分别约 4.0km、5.3km。

南山港码头-海事局海域珊瑚礁分布为南北方向呈半椭圆分布，珊瑚礁主要分布在水深 1m~3m 区域，邻近海事局区域珊瑚零星分布；南山港南侧附近海域珊瑚礁分布为南北方向呈椭圆形分布，珊瑚零星分布；大小洞天附近海域珊瑚礁沿岸方向呈带状分布，珊瑚礁主要分布在 5m 以浅海域，珊瑚覆盖率较高。

图 3.2-26 调查海域珊瑚分布图

3.2.5.6.5 调查结果

（1）造礁石珊瑚种类分布

经调查，项目周边海域活造礁石珊瑚共有 10 科 16 属 29 种。调查海域的造礁石珊瑚在科级阶元中，蜂巢珊瑚科种类最多，包括有 6 属 10 种；在属级阶元中，滨珊瑚属、蜂巢珊瑚属、蔷薇珊瑚属、陀螺珊瑚属种类最多，分别为 4 种和 3 种；种类组成中，常见种类有团块滨珊瑚、澄黄滨珊瑚、普哥滨珊瑚、大角孔珊瑚、盾形陀螺珊瑚等。

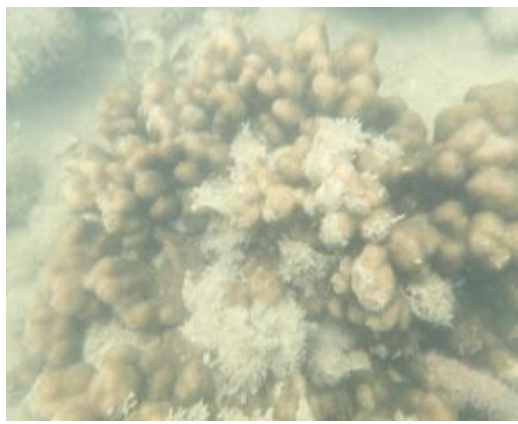
	
鹿角杯形珊瑚 <i>Pocillopora damicornis</i>	普哥滨珊瑚 <i>Porites pukoensis</i>
	
盾形陀螺珊瑚 <i>Turbinaria peltata</i>	壳形足柄珊瑚 <i>Podabacia crustacea</i>
	
翘齿蜂巢珊瑚 <i>Favia matthaii</i>	圆纹蜂巢珊瑚 <i>Favia pallid</i>

图 3.2-27 调查海域部分造礁石珊瑚图鉴

表 3.2-90 项目周边海域调查站位造礁石珊瑚种类名录

（2）造礁石珊瑚覆盖率

调查结果显示，调查站位活的造礁石珊瑚覆盖率、死亡珊瑚覆盖率、病害珊瑚覆盖率与底质情况见下表，调查海域造礁石珊瑚覆盖率平均值为 7.94%。由图表看出，站位 S1~S6 均有珊瑚覆盖，S2 和 S3 站位的造礁石珊瑚覆盖率较高，均大于 40%，其中 S3 站位的造礁石珊瑚覆盖率最高，为 59.05%；S7~S15 无珊瑚覆盖。

图 3.2-28 项目及周边海域调查站位造礁石珊瑚覆盖率（%）

表 3.2-91 调查海域珊瑚覆盖率、死亡、病害、补充量与底质情况分区统计表

站位	断面	水深 (m)	活珊瑚覆盖率(%)			底质类型(%)				珊瑚死亡率(%)	珊瑚发病率(%)	藻类覆盖率(%)	珊瑚补充量(ind/m ²)
			造礁石珊瑚	软珊瑚	总珊瑚	岩石	礁石	砂	沙				
S1	1-1	3	16.18	1.16	17.36	0.00	42.46	0.00	39.08	0.50	0.00	0.60	0.44
	1-2	4	3.64	0.00	3.64	0.62	6.62	0.00	89.12	0.00	0.00	0.00	1.47
	1-3	5	6.46	0.00	6.46	0.00	24.04	0.00	69.50	0.00	0.00	0.00	1.41
	Avg		8.76	0.39	9.15	0.21	24.37	0.00	65.90	0.17	0.00	0.2	1.11
S2	2-1	3	41.38	0.00	41.38	0.00	40.18	3.94	13.84	0.14	0.00	0.52	1.45
	2-2-	4	51.88	0.00	51.88	0.00	36.84	3.60	7.68	0.00	0.00	0.00	1.80
	2-3	5	34.08	0.00	34.08	0.00	23.46	0.30	41.34	0.82	0.00	0.00	1.71
	Avg		42.46	0.00	42.46	0.00	33.49	2.61	20.95	0.32	0.00	0.17	1.66
S3	3-1	2	59.06	0.64	59.7	0.00	25.88	0.00	11.30	0.36	0.00	2.76	2.00
	3-2	3	46.14	1.32	47.46	0.00	32.54	0.00	18.62	0.00	0.00	1.38	0.00
	3-3	4	71.92	0.00	71.92	0.00	1.74	0.00	26.34	0.00	0.00	0.00	2.96
	Avg		59.05	0.65	59.7	0.00	20.05	0.00	18.75	0.12	0.00	1.38	1.65
S4	4-1	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	4-2	3	0.26	0.00	0.26	0.00	27.06	24.08	48.34	0.00	0.00	0.26	4.40
	4-3	4	0.00	0.00	0	0.00	1.58	41.44	56.98	0.00	0.00	0.00	0.00
	Avg		0.09	0.00	0.09	0.00	9.55	21.83	68.44	0.00	0.00	0.09	1.47
S5	5-1	1	9.30	0.00	9.3	0.00	9.54	2.60	64.78	13.52	0.00	0.26	0.55
	5-2	2	7.68	0.00	7.68	0.00	23.64	17.08	41.52	8.54	0.00	1.54	0.22
	5-3	3	4.76	0.00	4.76	0.00	10.12	16.12	57.24	11.76	0.00	0.00	1.27
	Avg		7.25	0.00	7.25	0.00	14.43	11.93	54.51	11.27	0.00	0.61	0.68
S6	6-1	1	0.88	0.00	0.88	0.00	0.00	2.36	62.08	0.34	0.00	34.34	2.83
	6-2	2	1.76	0.00	1.76	0.00	7.30	19.46	24.88	0.00	0.00	46.60	2.91
	6-3	3	2.02	0.00	2.02	0.00	3.82	0.70	17.00	0.20	0.00	76.26	4.60
	Avg		1.55	0.00	1.55	0.00	3.71	7.51	34.65	0.18	0.00	52.40	3.45
S7	7-1	2.4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	7-2	2.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	7-3	2.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	7-4	1.4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Avg		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S8	8-1	1.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	8-2	1.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	8-3	1.6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00

站 位	断面	水深 (m)	活珊瑚覆盖率(%)			底质类型(%)				珊瑚死亡率(%)	珊瑚发病率(%)	藻类覆 盖 率(%)	珊瑚补充量(ind/m²)
			造礁石珊瑚	软珊瑚	总珊瑚	岩石	礁石	砂	沙				
	8-4	1.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Avg		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S9	9-1	1.4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	9-2	1.6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	9-3	1.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	9-4	2.1	0.00	0.00	0.00	0.00	18.00	0.00	82.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Avg		0.00	0.00	0.00	0.00	4.50	0.00	95.50	0.00	0.00	0.00	0.00
S10	10-1	1.1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	10-2	1.6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	10-3	2.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	10-4	2.8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Avg		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S11	11-1	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.44	0.00	99.56	0.00	0.00	0.00	0.00
	11-2	4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	11-3	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Avg		0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.00	99.85	0.00	0.00	0.00	0.00
S12	12-1	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	12-2	4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	12-3	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Avg		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S13	13-1	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	13-2	4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	13-3	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Avg		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S14	14-1	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	14-2	4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	14-3	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Avg		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S15	15-1	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	15-2	4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	15-3	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Avg		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Avg			7.94	0.07	8.01	0.01	7.35	2.93	77.24	0.80	0.00	3.66	0.67

(3) 底质分布情况

调查结果显示，调查海域沙质底质占比较高，平均值为 77.24%，礁石平均占比为 7.35%，个别站位有少量的砂石。其中 S7~S15（除 S9 有少量礁石外）均为沙质底质，S1~S3 的礁石覆盖率在 20%以上，S4~S6 以及 S9 主要以沙质底质为主，有少量礁石覆盖。

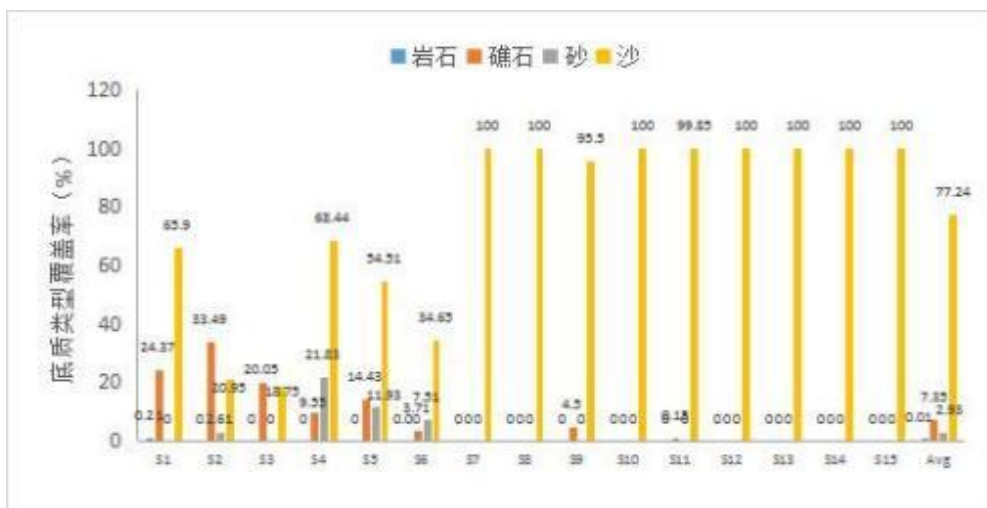


图 3.2-29 调查站位底质类型覆盖率 (%)

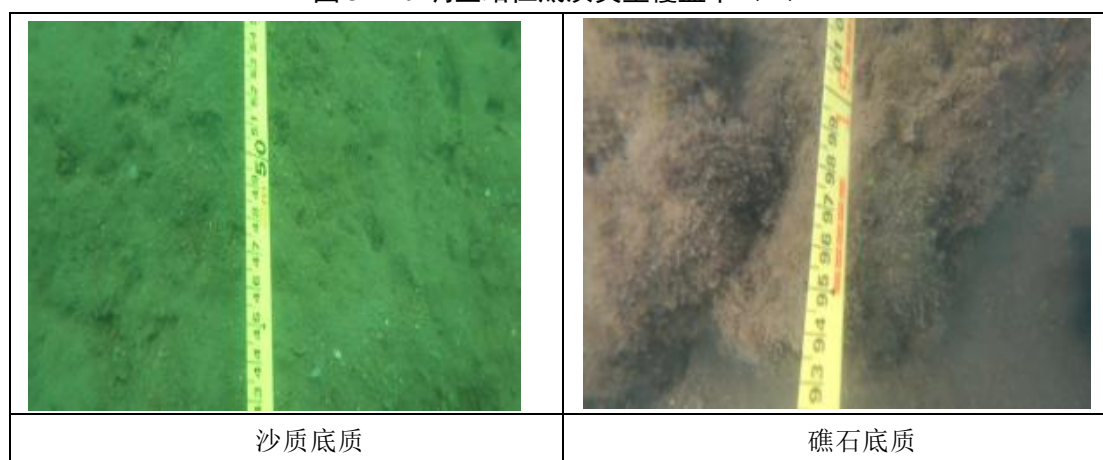


图 3.2-30 调查海域底质类型

(4) 造礁石补充量

调查结果显示，造礁石珊瑚平均补充量为 $0.72\text{ind}/\text{m}^2$ 。其中，S6 的造礁石珊瑚平均补充量最高，为 $3.45\text{ind}/\text{m}^2$ ；S1~S4 的平均补充量在 $1\text{ind}/\text{m}^2$ 以上；S7~S15 为沙质底质，珊瑚补充量为 $0.00\text{ind}/\text{m}^2$ 。

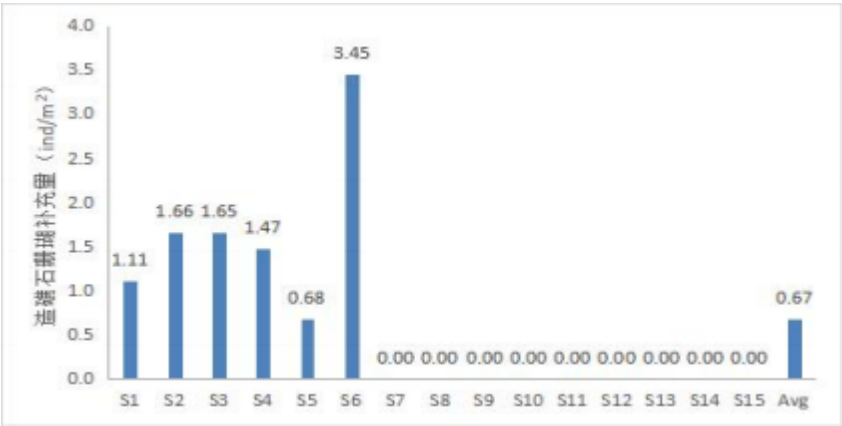


图 3.2-31 项目海域调查站位造礁石珊瑚补充量

(5) 珊瑚死亡和病害

由图表看出调查海域平均珊瑚死亡率为 0.80%；S5 站位的珊瑚平均死亡率高达 11.27%，主要被小型藻类或薄层沉积物覆盖，死亡时间在半年以上。

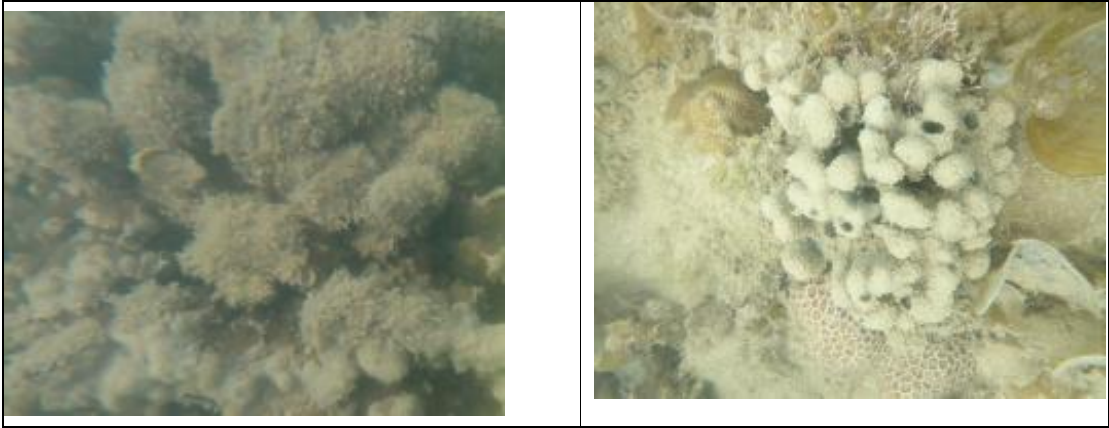


图 3.2-32 调查海域珊瑚死亡

(6) 珊瑚敌害生物情况

本次在项目及周边海域调查过程中未发敌害生物。

(7) 软珊瑚分布情况

调查结果显示，海域软珊瑚的平均覆盖率仅为 0.07%，软珊瑚覆盖率低；仅有 S1 和 S3 有少量软珊瑚分布。

表 3.2-92 项目及周边海域调查站位软珊瑚种类名录

种	拉丁文名称	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15
草皮珊瑚	<i>Briareum sp.</i>		√	√												
短指软珊瑚	<i>Sinularia sp.1</i>	√														
短指软珊瑚	<i>Sinularia sp.2</i>	√		√												
种数		2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
总种数		3														

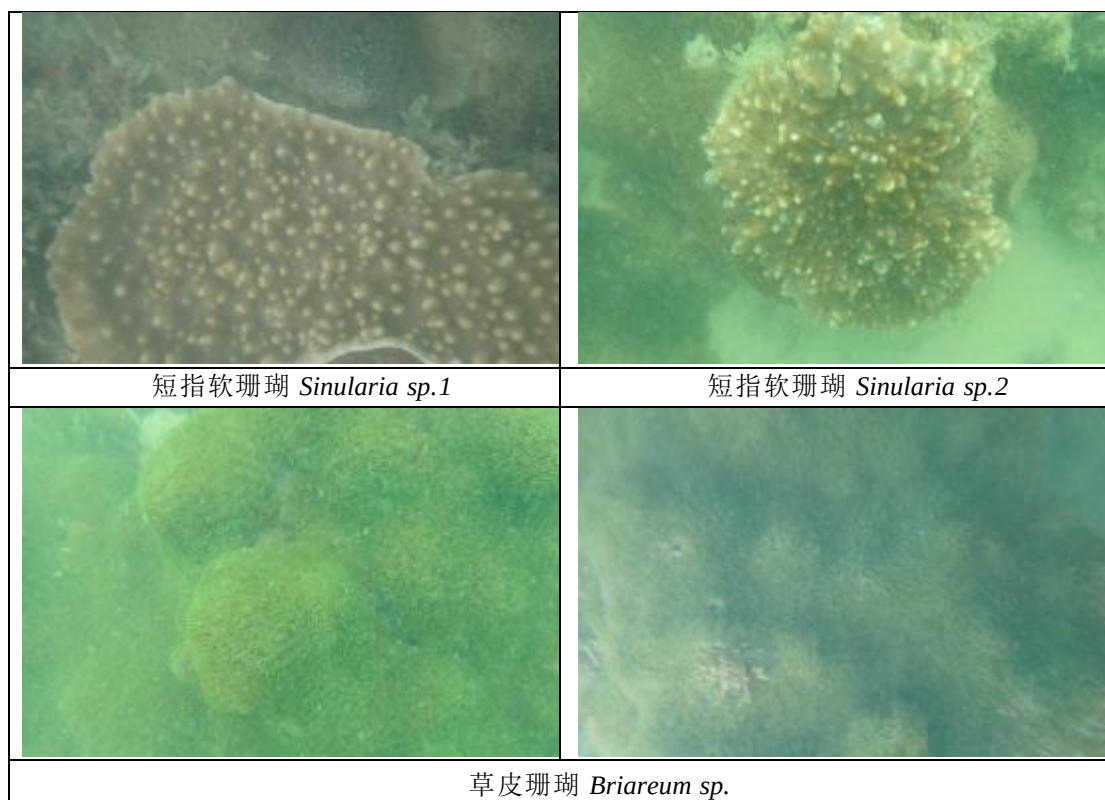
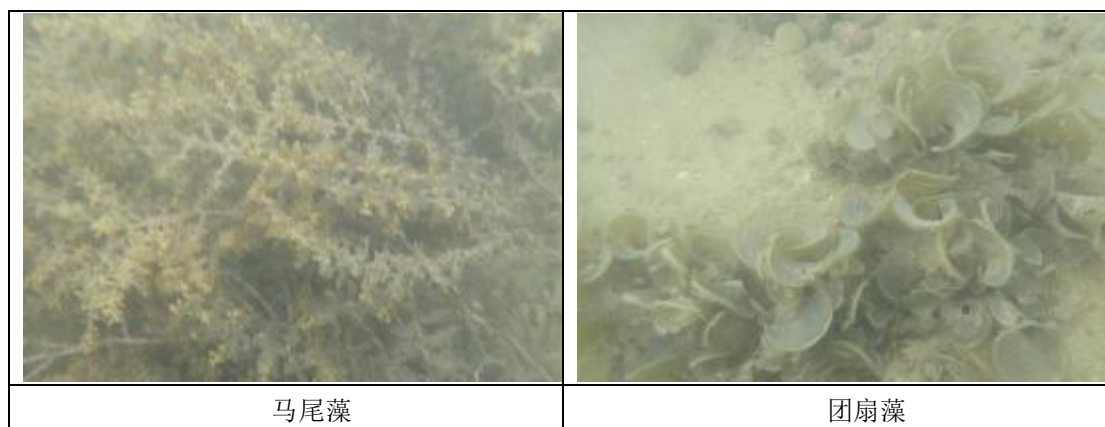


图 3.2-33 调查海域部分软珊瑚图鉴

(8) 大型藻类分布

调查结果显示，调查海域的大型藻类平均覆盖率为 3.66%；其中 S6 站位大型藻类平均覆盖率最高，为 52.40%；S7~S15 覆盖率为 0%；其他站位有少量大型藻类覆盖。种类主要有马尾藻、团扇藻、脆叉节藻等；马尾藻占比较高，且呈片状分布，马尾藻高度甚至达到 1m 左右。



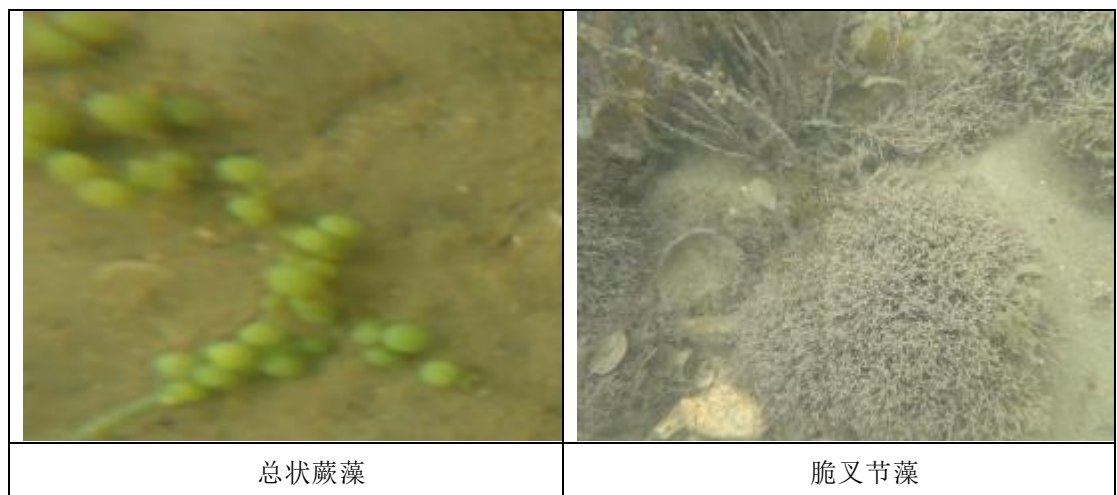


图 3.2-34 调查海域大型藻类部分图鉴

(9) 珊瑚礁鱼类分布

调查海域珊瑚礁鱼类共有 3 科 4 属 4 种，珊瑚礁鱼类种类数较少，主要以雀鲷科（Pomacentridae）为主。

本次调查站位中，珊瑚礁鱼类密度为 2ind/100m²；其中，S3 站位珊瑚礁鱼类密度最高，为 12ind/100m²，主要以蓝纹高身雀鲷（*Stegastes fasciatus*）为主。

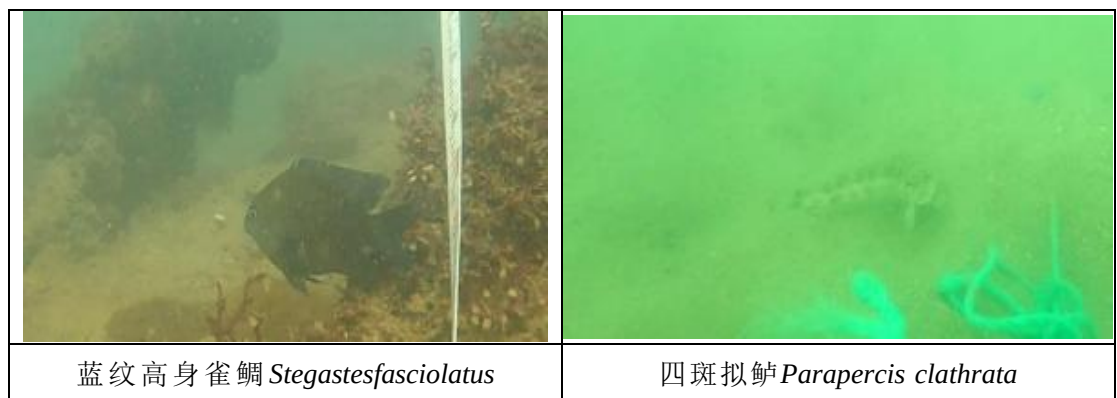


图 3.2-35 项目及周边海域调查站位部分珊瑚礁鱼类图鉴

表 3.2-93 项目及周边海域调查站位珊瑚礁鱼类数量和密度

调查站位	种类数	密度(ind/100m ²)
S1	0	0
S2	3	7
S3	3	12
S4	1	2
S5	0	0
S6	0	0
S7	0	0
S8	0	0
S9	0	0
S10	0	0
S11	1	1
S12	2	2
S13	0	0
S14	0	0

调查站位	种类数	密度(ind/100m ²)
S15	0	0
平均值	1	2

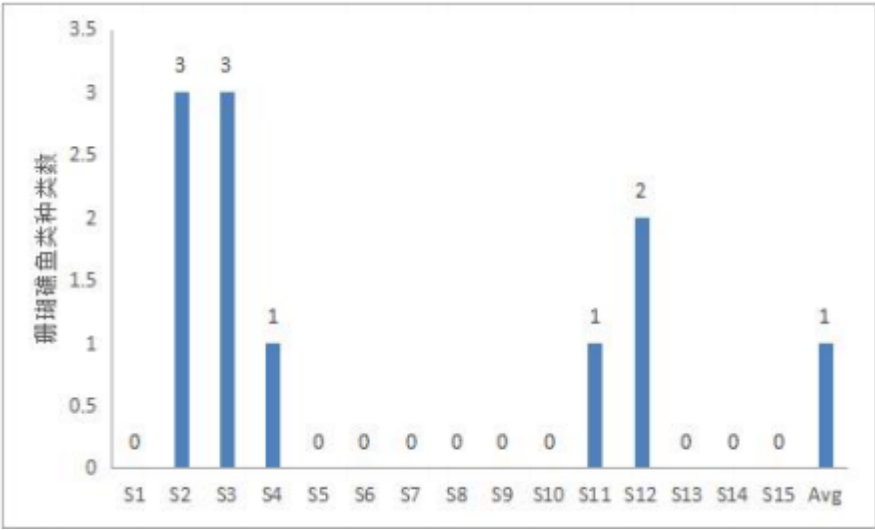


图 3.2-36 项目及周边海域调查站位珊瑚礁鱼类种类数

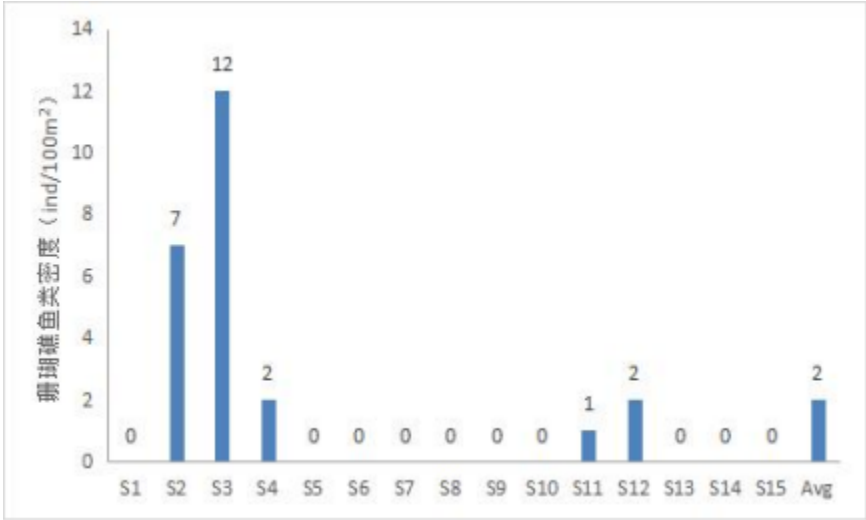


图 3.2-37 项目及周边海域调查站位珊瑚礁鱼类密度分布

(10) 珊瑚礁大型底栖动物

调查结果表明，调查海域大型底栖生物资源比较贫乏，调查站位中仅发现 7 种大型底栖生物；其中，只有 S3~S6 站位发现大型底栖动物，其他站位在调查过程中未发现大型底栖动物。调查站位大型底栖动物有黑乳参、中华锉棒罗、灰斑宝贝等。

表 3.2-94 调查站位珊瑚礁鱼类种类名录及分布

科	属	种名	拉丁文	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15
雀鲷科	眶锯雀鲷属	蓝纹高身雀鲷	<i>Stegastes fasciatus</i>		√	√												
	雀鲷属	颊鳞雀鲷	<i>Pomacentrus lepidogenys</i>				√											
拟鲈科	拟鲈属	四斑拟鲈	<i>Parapercis clathrata</i>											√				
梅鲷科	梅鲷属	蓝黄梅鲷	<i>Casesio tere</i>												√			
种类数				0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
总种类数				4														

表 3.2-95 调查站位底栖动物种类名录

种名	拉丁文	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15
黑乳参	<i>Holothuria nobilis</i>			√												
楯桑椹螺	<i>Clypeomorus petrosa chemnitziana</i>				√											
中华锉棒螺	<i>Rhinoclavis sinensis</i>					√	√									
槲芋螺	<i>Conus quercinus</i>					√										
灰斑宝贝	<i>Bistolida hirundo neglata</i>					√										
粗纹锉棒螺	<i>Rhinoclavis aspera</i>					√										
棘刺蟹守螺	<i>Cerithium echinatum</i>						√									
种类数		0	0	1	1	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
总种类数		7														

（11）小结

调查结果显示，S4、S5、S6 造礁石珊瑚的覆盖率为 2.96%；海事码头北侧造礁石珊瑚覆盖率均为 0.00%；大小洞天海域造礁石珊瑚平均覆盖率为 36.76%，造礁石珊瑚珊瑚覆盖率较高。调查海域活造礁石珊瑚共有 10 科 16 属 29 种。

该海域底质主要以沙质底质为主，沙质底质平均占比为 44.58%，砂石及礁石有一定的占比；大型藻类平均覆盖率为 26.5%，主要集中在 S6 站位，S6 站位藻类平均覆盖率高达 52.40%，主要常见种为马尾藻、团扇藻、脆叉节藻等，大型藻类与珊瑚存在竞争关系，其覆盖率过高会占据珊瑚的生长空间，同时会遮挡阳光，不利于珊瑚的生长。调查过程中珊瑚礁鱼类密度为 0.00 ind/100m²，大型底栖动物仅有 5 种，主要为螺类。

调查过程中海事码头北侧及南山港南侧附近海域水质浑浊，悬浮物较多，能见度低。该海域底质主要以沙质底质为主，沙质底质占比高。大小洞天海域在调查过程中水质浑浊，悬浮物多且颗粒较大，能见度低。该海域活珊瑚覆盖率平均值为 37.10%，造礁石珊瑚平均覆盖率为 36.75%，软珊瑚平均覆盖率为 0.35%，造礁石珊瑚平均补充量为 1.47ind/m²，该海域主要以造礁石珊瑚为主，有少量软珊瑚；该海域活造礁石珊瑚共有 10 科 15 属 27 种，常见种类有大角孔珊瑚、盾形陀螺珊瑚等；软珊瑚共有 3 种，常见有短指软珊瑚、草皮珊瑚等。调查过程中，该海域底质主要以礁石和沙质为主，礁石占比与沙质底质占比相差不大；有少量大型藻类覆盖。

调查过程中发现项目周边海域珊瑚礁鱼类及大型底栖动物资源匮乏，调查过程中未发现长棘海星和核果螺等敌害生物。

3.2.5.7 红树林资源现状

根据《海南省三亚市海洋生态保护修复工程项目海洋环境影响报告书》（2023.9）调查成果，植物群落类型为自然植被和人工植被，其中自然植被类型由红树林、次生灌丛、荒草地等构成，人工植被类型由椰树林、农田等构成。具体构成情况如下：

3.2.5.7.1 自然植被

（1）次生热带季雨林

红树林植被包括了真红树林和半红树林植被。真红树林在宁远河入海口周边有分布，主要有海漆+黄槿群落，半红树林主有黄槿群落。由于宁远河入海口历史上多为养殖塘，红树林栖息地受人工影响严重，目前只有零星天然红树分布，没有形成红树林地，红树林数量和种类较单一。

1) 海漆+黄槿群落

该群落分布在宁远河入海口的支流河道两边，主要沿河岸分布，植被较单薄，只是沿河分布，纵深 3m 左右，林相外貌呈绿色，高度在 3m 左右（图 3.2-39）。

以黄槿、海漆等植物为主，还有李花蟛蜞菊、露兜、卤蕨、椰子、苦榔、刺果苏木、鱼藤和刺茉莉等植物组成，植被郁闭度在 70%。生物量约为 3.0-3.5kg/m²。

2) 黄槿群落

黄槿群落也是海南较为常见的植物群落。该植物群落主要分布在麒麟坡 200m 范围内的河岸边，或一些小支流边的河岸边，或河口与海岸较接处。高度在 2-4m 之间，群落优势植物主要是黄槿，常见的植物有木麻黄、椰子树、海漆、杯萼海桑、鹧鸪麻、山黄麻、苦楝、鹊肾树、叶披木、厚皮、菲律宾合欢、白饭树、葛藤、蓖麻、鱼藤、飞机草、刺苋等。该类型属半红树林类型，生物量约 3.5kg/m²。

（2）次生灌丛

分布在弃荒地上形成的灌草丛主要有羽芒菊、虎尾草、海马齿、飞机草为主，零星间杂有苦楝树、马缨丹、李花蟛蜞菊、小叶九里香等，生物量约为 1.5-2.0kg/m²。



图 3.2-38 海漆+黄槿群落（宁远河河口东侧小支流）

3.2.5.7.2 人工植被

（1）人居环境植被

该类型植被主要分布在项目区内村庄周边，树木较高大，村庄植被外貌为酸豆、小叶榕、椰子树、槟榔为主，树高约 10-15m，树冠较大，中层植物树高约 6-8m，镶嵌分布在高层植物的下方，主要分布有龙眼、鹊肾、芒果、番石榴、非洲楝、小花龙血树、花梨、琴叶榕、宝巾花、菩提树、苦楝、小叶榄仁、菠萝蜜、桉树和粉单竹等，林下为及村庄周边灌丛为露兜、飞龙掌血、许树、土坛树、斜叶榕、翼叶九里香、磨盘草、白背黄花稔、红花灰叶、了哥王。植被覆盖率不高，一般为 30-50%之间。村庄中发现古树酸豆。

（2）槟榔+印度紫檀+芒果+洋蒲桃群落

该植物群落分布在崖州保港村落周围。在其群落结构上，人工植被个体占的比例较大，但是植物群落结构与组成比较复杂，群落外貌终年常绿，群落覆盖率达 50%左右。组成成分以棕榈科、蝶形花科、漆树科、桃金娘科、楝科、竹亚科、桑科等植物为优势，叶子以全缘叶和中 型叶占多数。从总的群落外貌看，植物群落层次明显，群落结构可分为三层次，其中乔木层有一层，灌木层

一层和草本层一层。乔木层分布乔木较为稀疏，林下灌木层植物和草本层植物分布亦较为疏松，群落高度在5~7m之间。常见分布的植物有椰子、波罗蜜、榄仁树、酸豆、糖胶树、木麻黄、青皮竹、降香黄檀、苦楝、土坛树、鹊肾树、杨桃、黄皮、龙眼睛、鸡蛋花、白花丹、假蒟、吊球草等多种。调查估算生物量为 8~10kg/m²，群落组成份较为复杂；Shannon-wiener 生物多样性指数为 2.732。

(3) 农田

该类型主要分布在宁远河沿岸的平地、谷地。主要作物包括水稻、辣椒、茄子、番茄、豆角、青菜、豇豆等，估算生物量为 1.5~2kg/m²。调查共发现 150 种维管束植物，61 科隶属于 115 属。其中蕨类植物有 2 科 3 属 3 种；裸子植物有 2 科 2 属 2 种；被子植物有 57 科 110 属 145 种，其中双子叶植物有 46 科 96 属 140 种，单子叶植物有 9 科 24 属 27 种。

3.3 海洋自然灾害

(1) 雷暴

年平均雷暴日数为 63 天，占全年天数的 17.26%。雷暴天数最多的年份可达 100 天，占总天数的 27.4%；最少的年份雷暴日数也有 51 天，占总天数的 13.97%。平均雷暴天数最多的 8 月和 9 月份，有 13 天，最多的年份可达 20 天，全月 2/3 的时间受雷暴影响。11 月到翌年的 2 月基本没有雷暴。

表 3.3-1 各月平均雷暴日数（天）

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
日数	0	0	1	3	9	9	10	13	13	5	0	0	63

(2) 灾害性海浪

海南省夏、秋季产生灾害性海浪的因素主要为热带气旋，春、冬季产生灾害性海浪的因素主要为冷空气。2010~2018 年期间，南海出现巨浪（浪高大于 4m）的年平均日数为 64.1 天，出现大浪（浪高大于 3m）的年平均日数为 142 天。2019 年南海区灾害性海浪（4m 以上）次数偏少（24 次），南海区北部海域、中部海域、南部海域和北部湾海域 4m 以上巨浪出现天数分别为 41 天、46 天、38 天和 10 天。2020 年南海区灾害性海浪过程发生总天数（202 天）偏多，发生次数偏多（共 25 次），但强度偏低。2021 年南海区大浪天数为 221 天，灾害性

海浪发生天数 90 天，与近十年相比略偏多。

表 3.3-2 2010~2018 年南海灾害性海浪日数分布表（天）

年份	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	平均
大浪	134	167	143	162	128	116	132	159	137	142
巨浪	65	91	67	65	51	47	70	68	53	64.1

（3）热带气旋

2010~2021 年间，西北太平洋和南海共生成 308 个热带气旋，平均每年生成 28 个，有 22 个登陆海南岛。其中，1002 号台风“康森”于 2010 年 7 月 16 日 19 时 50 分左右在海南岛三亚亚龙湾一带沿海登陆。按月份统计，7 月登陆次数最多，6 月和 8 月为其次，1 月~4 月和 12 月没有热带气旋登陆三亚。

表 3.3-3 登陆三亚的热带气旋按月统计频数表

月份	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	合计
个数/个	4	3	6	3	2	5	2	25
比例%	16	12	24	12	8	2	8	100

以三亚站的气压为指标，根据各热带气旋对三亚市的影响严重程度，摘录 1970~2021 年热带气旋登陆时三亚实测气压<990hpa 的热带气旋。

表 3.3-4 1970~2021 年登陆（或严重影响）三亚的部分热带气旋信息统计表

序号	编号	起止时间	登陆时				
			登陆强度	登陆点	时间	中心气压/hpa	中心风力/级
1	7113	07/09~07/18	TS	三亚陵水	07/17 16~17h	983	9~10
2	7126	10/01~10/09	STS	三亚	10/09 15~17h	980	11
3	7318	11/11~11/20	TY	三亚	11/18 19~20h	973	12
4	7809	08/09~08/13	TS	陵水三亚	08/11 10h	983	8
5	8105	06/27~07/05	STY	三亚	07/04 02~03h	965	12
6	8521	10/11~10/22	TY	三亚	10/21 08h	970	12
7	8905	06/04~06/12	TY	陵水三亚	06/10 11~12h	960	12
8	8926	09/29~10/03	TY	三亚	10/02 23~24h	970	12
9	9016	08/24~08/30	TY	三亚南部	08/29 02h	965	12
10	9204	06/24~07/01	TY	三亚	06/28 05h	965	12
11	9508	08/24~08/30	STS	三亚	08/28 10h	980	10
12	9612	08/18~08/23	TY	三亚	09/22 06h	970	12
13	0016	09/02~09/10	TY	陵水三亚	09/09 08h	975	12

序号	编号	起止时间	登陆时				
			登陆强度	登陆点	时间	中心气压/hpa	中心风力/级
14	0518	09/20~09/28	STY	陵水	09/26 03h	970	12
15	1002	07/12~07/17	TY	三亚	07/16 20h	968	12
16	1005	08/22~08/24	TD	三亚南部	08/23 22h	985	10
17	1108	07/25~07/30	STS	文昌	07/29 18h	980	10
18	1117	09/24~09/30	TY	文昌	09/29 14h	960	14
19	1309	07/31~08/02	STS	文昌东南	08/02 17h	980	8
20	1330	11/04~11/11	STY	三亚南部	11/10 14h	955	14
21	1409	07/12~07/20	SuperTY	文昌	07/18 15h	910	17
22	1508	06/21~06/24	STS	万宁	06/24 19h	982	10
23	1603	07/26~07/28	STS	万宁	07/26 22h	985	10
24	1621	10/13~10/19	STS	万宁	10/18 10h	960	14
25	1809	07/17~07/23	TD	万宁	07/18 5h	983	9
26	1904	07/03~07/05	TD	万宁	07/04	992	8
27	1907	08/01~08/04	TS	文昌	08/01	985	9
28	2016	10/19~10/26	TS	琼海	10/13	960	14

表 3.3-5 项目附近海域近年台风登陆情况表

序号	编号	年份	英文名	中文名	风速(m/s)	中心气压/hpa	中心级风力/级
1	200016	2000	WUKONG	悟空	18	995	8
2	200114	2001	FITOW	菲特	10	1005	5
3	201002	201000B7	CONSON	康森	16	1000	7

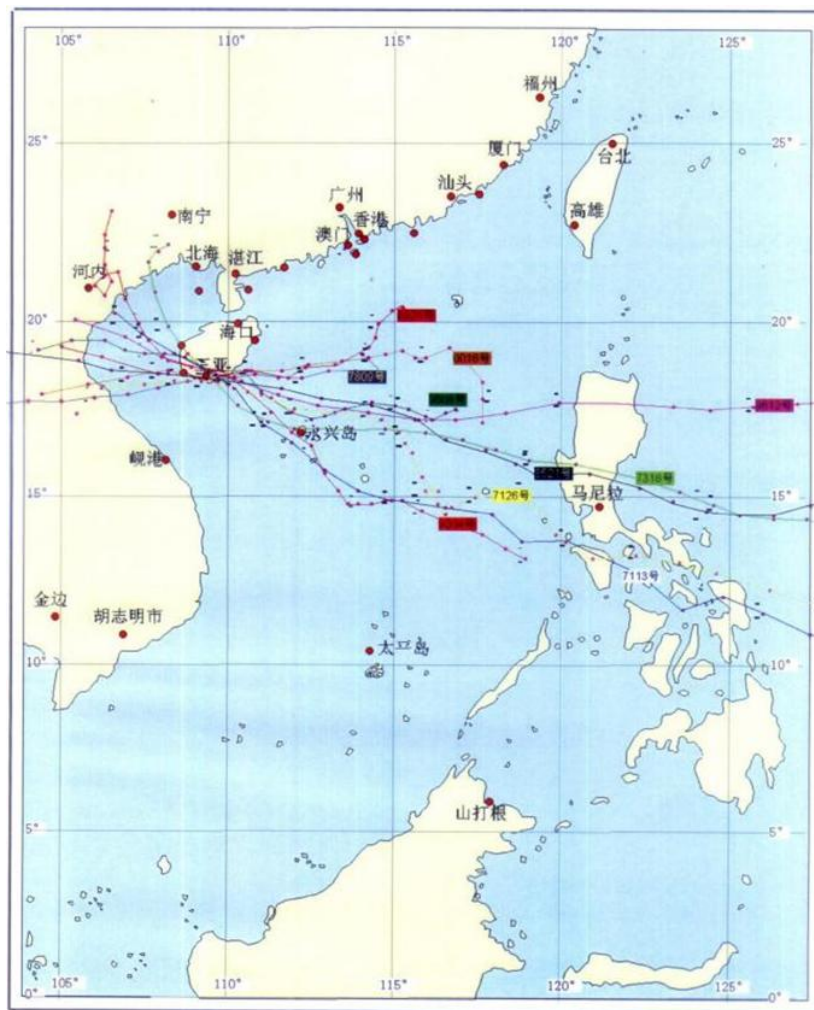


图 3.3-1 登陆（或严重影响）三亚的部分热带气旋路径图

（4）风暴潮

三亚海域风暴潮现象主要是由热带气旋影响期间在沿岸引发不同程度的风暴增水造成的。2010~2021 年间，三亚海域共出现 6 次较明显的风暴潮过程，分别为：1108 号强热带风暴“洛坦”影响期间，三亚站最高潮位 227cm，未超当地警戒潮位；1117 号强台风“纳沙”影响期间，三亚验潮站最高潮位 256cm，接近当地警戒潮位；1119 号强台风“尼格”影响期间，三亚海洋验潮站最高潮位 273cm，接近当地警戒潮位；1213 号台风“启德”影响期间，三亚湾验潮站最大增水 36cm，最高潮位 220cm；1719 号强台风“杜苏芮”影响期间，三亚验潮站最大增水 67cm，最高潮位 275cm，超蓝色警戒潮位 7cm；1809 号热带风暴“山神”影响期间，三亚验潮站最大增水 60cm，最高潮位为 159cm。

4 资源生态影响分析

4.1 资源影响分析

4.1.1 海岸线资源、海域空间资源影响分析

(1) 岸线资源影响分析

本项目实施后占用岸线长度约为 31.66m（西拦沙坎占用岸线约 31.66m）。岸线来源为自然资源部海南测绘资料信息中心人工修测数据，根据提供的矢量数据，项目西拦沙坎占用的岸线为海岛养生园的海岛岸线。

(2) 对海域空间资源的影响分析

本项目拟申请用海 2.5235 公顷，即占用海洋空间资源 2.5235 公顷。

(3) 海岛资源影响分析

三亚市位于我国最南部，南临南海，拥有众多岛屿，绝大多数为无居民海岛。项目附近的无居民海岛有三个，养生园、麒麟坡、麒麟坡仔岛。

(4) 珊瑚礁资源影响分析

项目附近的崖州湾近岸海域，底质类型为砂质底质，无珊瑚分布。项目周边的东锣岛、西鼓岛及南山岭附近海域，珊瑚分布相对较多，但相距较远，项目建设对水动力环境和地形地貌冲淤环境的影响较小，施工期间产生的悬浮泥沙影响范围较小且时间短，不会影响珊瑚礁的生长，项目建设不占用珊瑚礁资源。

(5) 红树林资源影响

项目建设产生的影响均集中在项目周边，不会对岸滩造成明显冲淤影响，不会对崖州湾红树林资源造成影响。

4.1.2 海洋生物资源影响分析

本项目建设会直接占用部分海域，会使该区域底栖生物完全消失，铺设碎石等产生的悬浮泥沙会对周围海域的游泳动物、浮游生物造成影响，使其数量减少。

本工程造成的主要海洋生物资源损失是项目建设对底栖生物栖息环境造成的影响，导致底栖生物永久损失；悬浮泥沙浓度的增加影响周围水域的游泳动

物等。

4.1.2.1 生物资源损失量评估方法

(1) 占用海域的海洋生物资源量损害方法评估

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007)和《三亚市人民政府关于印发〈三亚市用海项目海洋生态损失评估方法〉的通知》(三府〔2016〕281号)适用于因工程建设占用渔业水域,使渔业水域功能被破坏或海洋生物资源栖息地丧失。各种类生物资源损害量评估按《技术规程》中公式计算。

生物资源损失量按公式计算:

$$W_j = D_j \times S \quad (1)$$

式中:

W_i ——第 i 种类生物资源受损害量,单位为尾、个、kg;

D_i ——评估区域内第 i 种类生物资源密度,单位为尾(个)/km²、尾(个)/km³、kg/km³;

S_i ——第 i 种类生物占用的渔业水域面积或体积,单位为 km² 或 km³。

(2) 污染物扩散范围内的海洋生物资源损害方法评估

污染物扩散范围内对海洋生物资源的损害评估,分一次性损害和持续性损害。本工程施工期间产生的悬浮泥沙浓度增量在区域存在时间少于 15 天,因此按一次性平均受损量评估。

一次性平均受损量 W_i 按下式计算:

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

式中: W_i ——第 i 种类生物资源一次性平均损失量;

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;

S_j ——某一污染物第 j 类浓度增量区面积;

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;

n ——某一污染物浓度增量分区总数。

累计损害量计算如下式所示：

$$M_i = W_i \times T$$

式中： M_i ——第 i 种类生物资源累计损害量；

W_i ——第 i 种类生物资源一次平均损害量；

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。

表 4.1-1 污染物对各类生物的损失率

污染物 <i>i</i> 的超标倍数 (B_i)	各类生物损失率 (%)		
	鱼卵和仔稚鱼	游泳动物	浮游动物
$B_i \leq 1$ 倍	5	<1	5
$1 < B_i \leq 4$ 倍	5~30	1~10	10~30
$4 < B_i \leq 9$ 倍	30~50	10~20	30~50
$B_i \geq 9$ 倍	≥ 50	≥ 20	≥ 50

注：
 1.本表列出污染物*i*的超标倍数(B_i)，指超《渔业水质标准》或超II类《海水水质标准》的倍数，对标准中未列的污染物，可参考相关标准或按实际污染物种类的毒性试验数据确定；当多种污染物同时存在，以超标倍数最大的污染物为评价依据。
 2.损失率是指考虑污染物对生物繁殖、生长或造成死亡，以及生物质量下降等影响因素的综合系数。
 3.本表列出的对各类生物损失率作为工程对海洋生物损害评估的参考值。工程产生各类污染物对海洋生物的损失率可按实际污染物种类，毒性试验数据作相应调整。
 4.本表对pH、溶解氧参数不适用。

(3) 补偿年限

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）：

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

——占用渔业水域的生物资源损害补偿，占用年限低于 3 年的，按 3 年补偿；占用年限 3 年~20 年的，按实际占用年限补偿；占用年限 20 年以上的，按不低于 20a 补偿；

——一次性生物资源的损害补偿为一次性损害额的 3 倍；

——持续性生物资源损害补偿分 3 种情形，实际影响年限低于 3 年的，按 3 年补偿；实际影响年限 3 年~20 年的，按实际占用年限补偿；影响持续时间 20 年以上的，补偿计算时间不低于 20 年。

4.1.2.2 海洋生物资源损失
计算

(1) 工程海域生物资源状况

根据本次报告引用的生物资源调查资料，工程海域生物资源密度采用 2022 年春季和 2023 年春季调查的平均值，如下表所示：

表 4.1-2 项目海域资源密度概况

种类	密度或生物量	单位
浮游植物	1.80×10^5	ind./m ³
浮游动物	66.29	mg/m ³
底栖生物	40.07	g/m ²
鱼卵	1.97	粒/m ³
仔稚鱼	0.73	粒/m ³
游泳动物	331.78	kg/km ²

(2) 占用海域的生物损失量

本项目直接占用的生物资源为底栖生物，其生物资源密度为 40.07g/m²，工程占用河道的面积为 3.3710hm²，补偿年限按 20 年计算，则项目直接占用造成底栖生物损失量为：

$$W_{底}=37635\times0.004007\times20=3016.07\text{kg}。$$

(3) 施工期悬浮泥沙扩散造成的海洋生物资源损害

根据 2023 年春季海洋环境现状调查资料，距离项目最近的 22 号站位的水深值为 4.7m，工程所在海域水深值取 4.7m。根据环境影响分析结果，本项目施工期产生的悬浮物生物资源损失估算如下表所示。

表 4.1-3 本项目悬浮泥沙对渔业资源的影响

生物类型	超标面积 (km ²)	水深 (m)	损失率 (%)	密度	补偿倍数	损失量	合计
游泳动物	0.532	/	5	331.78 kg/km ²	3	26.48	583.77 kg
	0.753		20			149.90	
	0.39		40			211.81	
	0.393		50			195.58	
鱼卵	0.532	4.7	5	1.97 粒/m ³		7.39×10 ⁵	1.47×10 ⁷ 粒
	0.753		20			4.18×10 ⁶	
	0.39		40			4.33×10 ⁶	
	0.393		50			5.46×10 ⁶	
仔稚鱼	0.532	4.7	5	0.73 尾/m ³		2.74×10 ⁵	5.45×10 ⁶ 尾
	0.753		20			1.55×10 ⁶	
	0.39		40			1.61×10 ⁶	

生物类型	超标面积 (km ²)	水深 (m)	损失率 (%)	密度	补偿倍数	损失量	合计
	0.393		50			02.02×10 ⁶	
浮游动物	0.532	4.7	5	66.27 mg/m ³		24.86	494.96 kg
	0.753		20			140.72	
	0.39		40			145.77	
	0.393		50			183.61	
浮游植物	0.532	4.7	5	1.80×10 ⁵ 个/m ³		6.75×10 ¹⁰	1.34×10 ¹² 个
	0.753		20			3.82×10 ¹¹	
	0.39		40			3.96×10 ¹¹	
	0.393		50			4.99×10 ¹¹	

本项目悬浮泥沙造成的游泳生物损失量约为 583.77kg，鱼卵损失量约为 1.47×10⁷粒，仔鱼损失量约为 5.45×10⁶尾，浮游动物损失量为 494.96kg，浮游植物损失量为 1.34×10¹²个。

(4) 生态补偿

根据计算，鱼卵按 1%、仔稚鱼按 5%的比例折算成商品鱼苗，游泳动物价格约为 20 元/kg；鱼苗的价格约为 0.5 元/尾；底栖生物价格约为 15 元/kg。按照损失量计算，本项目的补偿费用共计 26.67 万元。

表 4.1-4 海洋生物资源损失汇总表

项目 种类	损失量	折算	单价	补偿额 (万元)
底栖生物	3016.07kg	/	15	4.52
游泳动物	583.77kg	/	20	1.17
鱼卵	1.47×10 ⁷ 粒	1%	0.5	7.35
仔稚鱼	5.45×10 ⁶ 尾	5%	0.5	13.63
总计				26.67

4.2 生态影响分析

4.2.1 项目用海对水文动力环境影响分析

为了清楚反映工程建设前后对周边海域潮流场的影响，将工程建设前后大潮期最大时刻流场进行对比，得到工程建设前后最大流速变化情况。

项目建设对该海域大尺度潮流场基本不会造成影响，但对于所在局部海域流场流速增大。

4.2.1.1 项目用海对潮流场影响分析

五、潮流场模拟结果

为能反映项目附近海域的流态特征，本报告给出大潮期一个潮周期内涨急

落急特征时刻流场图，见图 4.1-13 至图 4.1-16，数值模拟结果显示：

(1) 项目所在的崖州湾海区为弱潮海域，最大潮差在 2.5m 左右，平均潮差只有 1.0m 左右，潮型为不正规日潮，即一个月当中大多数时间内一天当中只有一次涨潮和一次落潮。受地形边界的影响，崖州湾内涨潮时自东南向西北上溯，落潮时流向则由西北向东南下泄；崖州湾南山港至月亮岛人工岛连线海域的大潮期最大落急流速在 50cm/s 左右，涨急最大流速在 35cm/s 左右，落急流速略大于涨急流速。表现出一定的落潮优势。崖州湾湾顶的最大流速小于 30cm/s，宁远河河口区的最大流速可达到 50cm/s 左右，当然，宁远河河口区的流速受径流的影响较大，当上游径流作用增强时，宁远河河口区的水动力也将会增强。

(2) 本项目工程后建设东西两道拦沙堤，工程实施后原本从宁远河口西汉入海的径流分成东西两汉，因此，西汉因为流量下降将导致流速下降，而东汉疏通后流速将增大。从工程后流场来看，宁远河口东汉涨潮流最大流速在 20cm/s 左右，落潮流最大流速在 35cm/s 左右，东汉疏通后以东汉分流为主，西汉流速小于东汉流速。

(3) 从工程前后的流速改变图来看，涨急落急时刻的流速最大改变幅度在 30cm/s，其中宁远河口西汉流速减小，最大减小幅度 25cm/s 左右，而宁远河口东汉则流速增加，最大增加幅度在 30cm/s 左右。而拦沙堤修建后对水流产生一定的阻挡，拦沙堤的东西两侧流速略有减小，东拦沙堤堤头则对水流产生挑流作用，涨急落急最大流速增加 15cm/s 左右，但流速改变的范围较小，只局限在项目附近的小范围内，对崖州湾大范围海域的流速影响较小。

总体来说，本项目拦沙坎和河口东汉疏通工程实施后，宁远河口西汉流速由于分流作用流速减小，而宁远河口东汉流速则增加，流速最大改变幅度在 30cm/s 左右，拦沙坎的堤头则存在挑流作用，流速最大增加幅度在 15cm/s 左右。

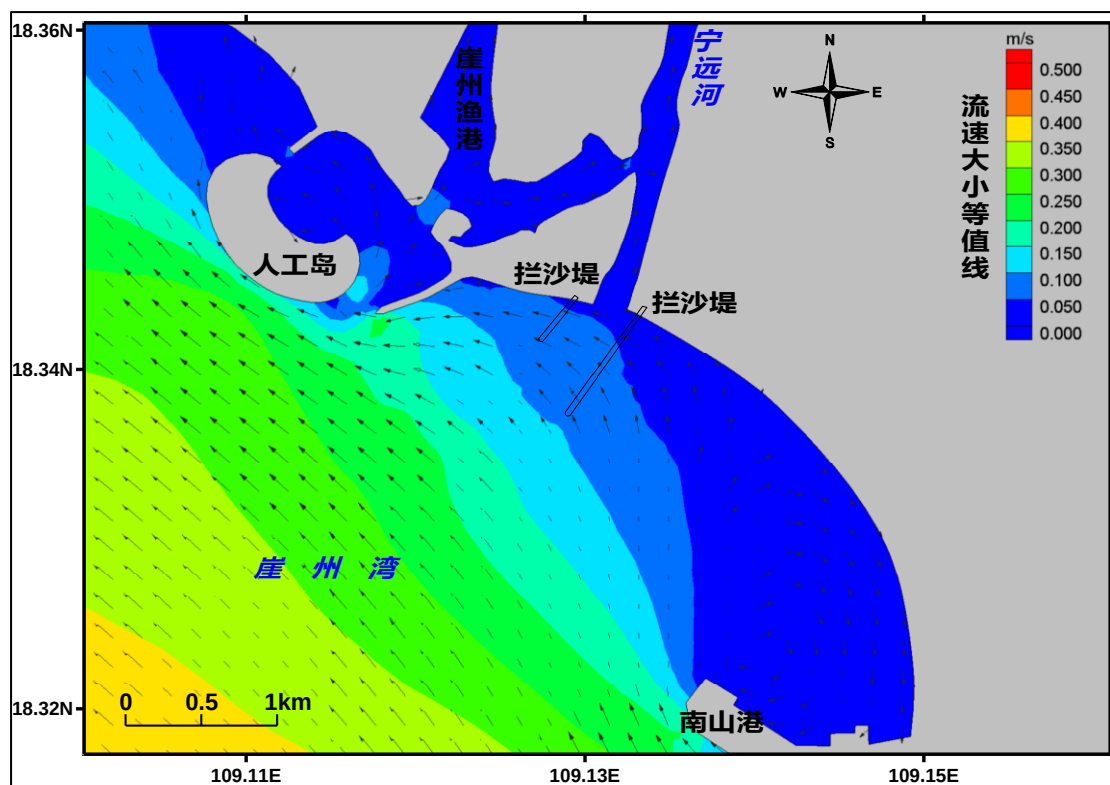


图 4.2-1 工程前项目附近海域涨急流场图

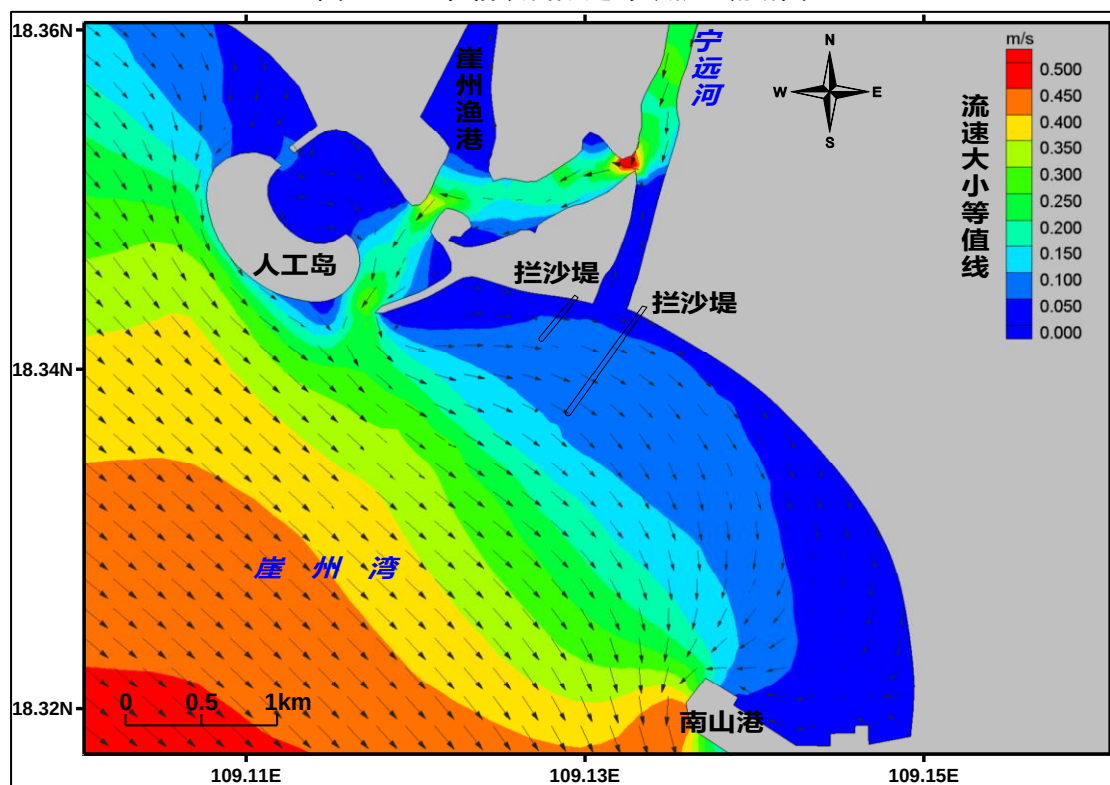


图 4.2-2 工程前项目附近海域落急流场图

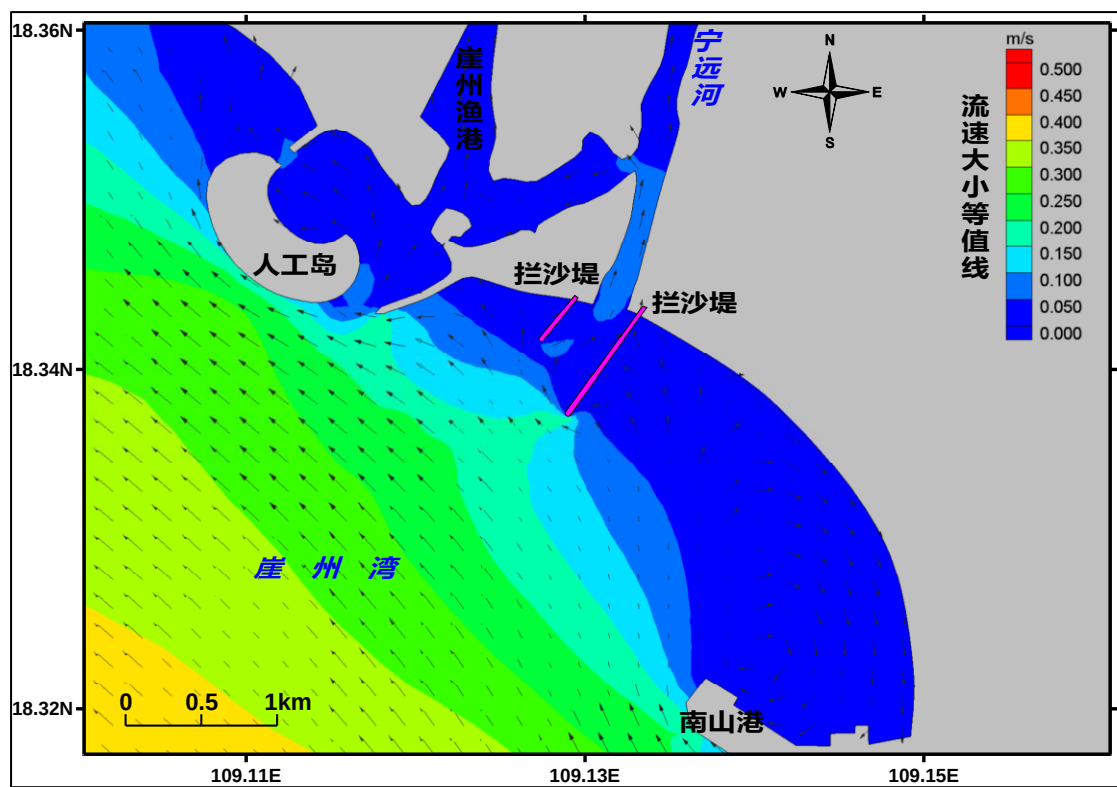


图 4.2-3 工程后项目附近海域涨急流场图

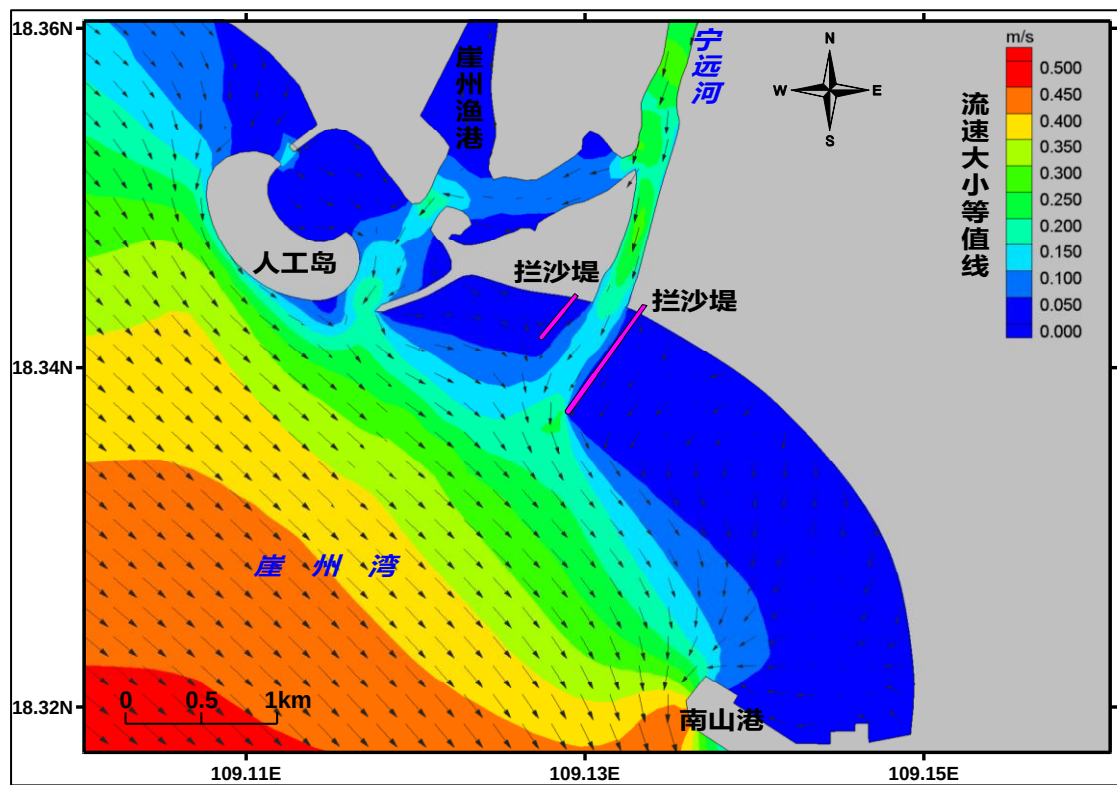


图 4.2-4 工程后项目附近海域落急流场图

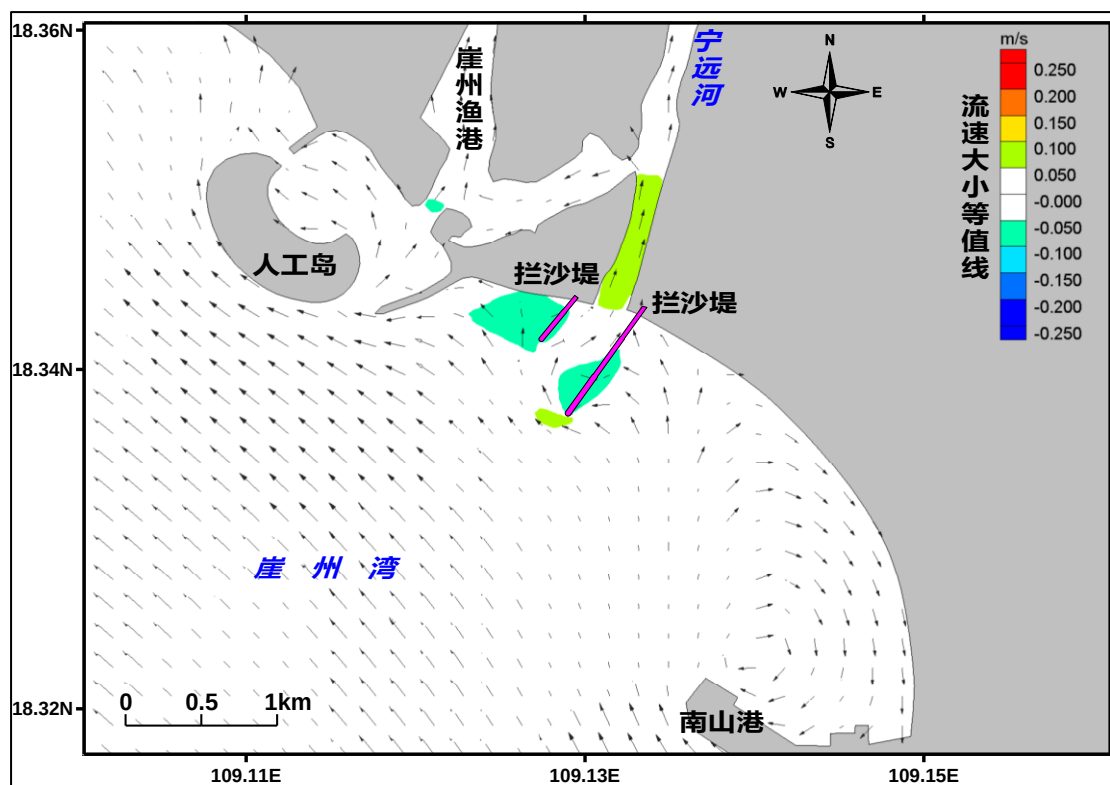


图 4.2-5 工程前后项目附近海域涨急流场改变图

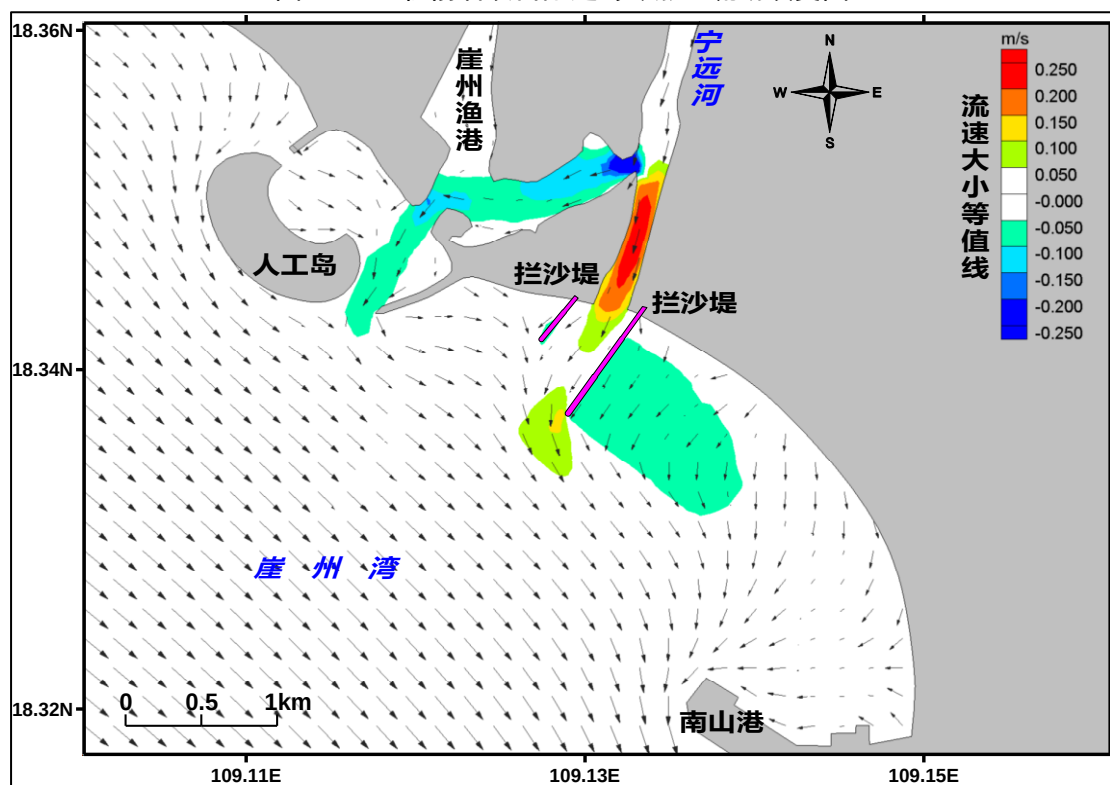


图 4.2-6 工程前后项目附近海域落急流场改变图

4.2.1.2 项目用海对波浪场影响分析

五、工程前后波浪场的变化

本项目工程主要报告拦沙坎的建设工程。根据设计资料可知，拦沙坎的顶标高为 0.5m（85 基面）。

根据上述方案，本报告模拟了工程前后项目海域波浪场。结果如图 4.1-22~图 4.1-57。

根据模拟结果可知，本项目工程建设后，波浪发生一系列的折绕射变化，对于波浪场的主要影响范围为工程附近约 1.0km 的范围内。

50 年一遇的波浪，设计高水位的情况下：工程前拦沙坎最外侧的波高分别为 3.15m（SE），3.65m（S），3.57m（SW），3.25m（W）。

10 年一遇的波浪，设计高水位的情况下：工程前拦沙坎最外侧的波高分别为 2.80m（SE），2.95m（S），2.88m（SW），2.94m（W）。

2 年一遇的波浪，设计高水位的情况下：工程前拦沙坎最外侧的波高分别为 1.74m（SE），2.46m（S），2.20m（SW），2.17m（W）。

50 年一遇的浪，工程后波浪场的变化主要为：

（1）由于疏浚后水深增加，以及宁远河口口门疏浚打通，因而工程后拦沙坎之间疏浚区及河口上游约 1.0km 范围内波高增大大于 0.5m。其中宁远河河口处波高增大最大，分别为 1.27m（SE），1.87m（S），2.20m（SW），1.90m（W）。拦沙坎朝向约为西南向，对于西南向浪掩护较差，因而，西南向浪时，河口处波浪增大最大。

（2）拦沙坎的建设，水深变浅，及其遮蔽作用，拦沙坎处及其背浪侧波高减小。当浪向为 SE 向时，背浪侧波高减小的范围最大。西侧拦沙坎处波浪减小最大为 0.74m（SE），0.83m（S），0.77m（SW），0.67m（W）；东侧拦沙坎处波浪减小最大为 2.15m（SE），2.45m（S），2.15m（SW），1.92m（W）。

10 年一遇的浪和 2 年一遇的浪，工程后波浪场变化趋势和 50 年一遇的浪一样，只是变化幅度略减少。

10 年一遇的浪，河口处波高增大最大为 1.78m；东拦沙坎处波高减小最大为 1.89m；西拦沙坎处波高减小最大为 0.70m。2 年一遇的浪，河口处波高增大最大为 1.34m；东拦沙坎处波高减小最大为 1.60m；西拦沙坎处波高减小最大为 0.55m。

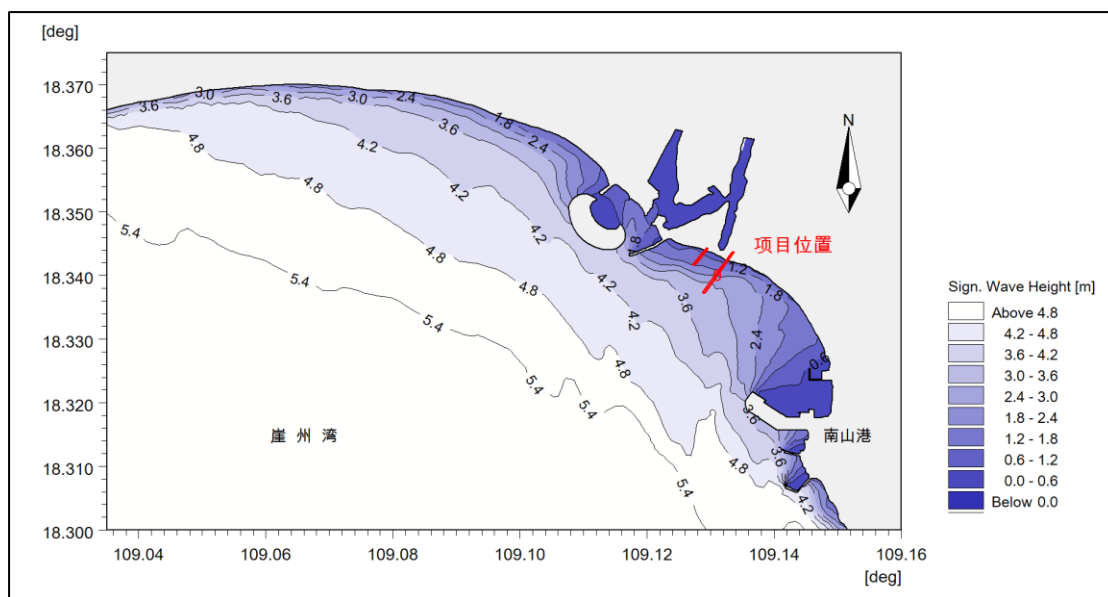


图 4.2-750 年一遇 SE 向浪，设计高水位情况下，有效波高分布图（工程前）

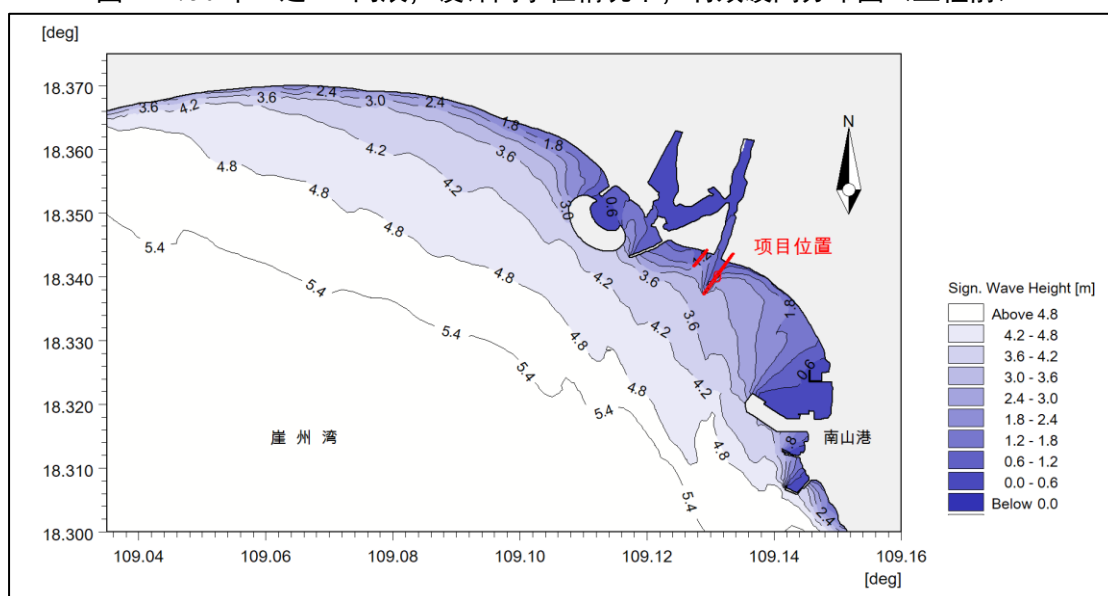


图 4.2-850 年一遇 SE 向浪，设计高水位情况下，有效波高分布图（工程后）

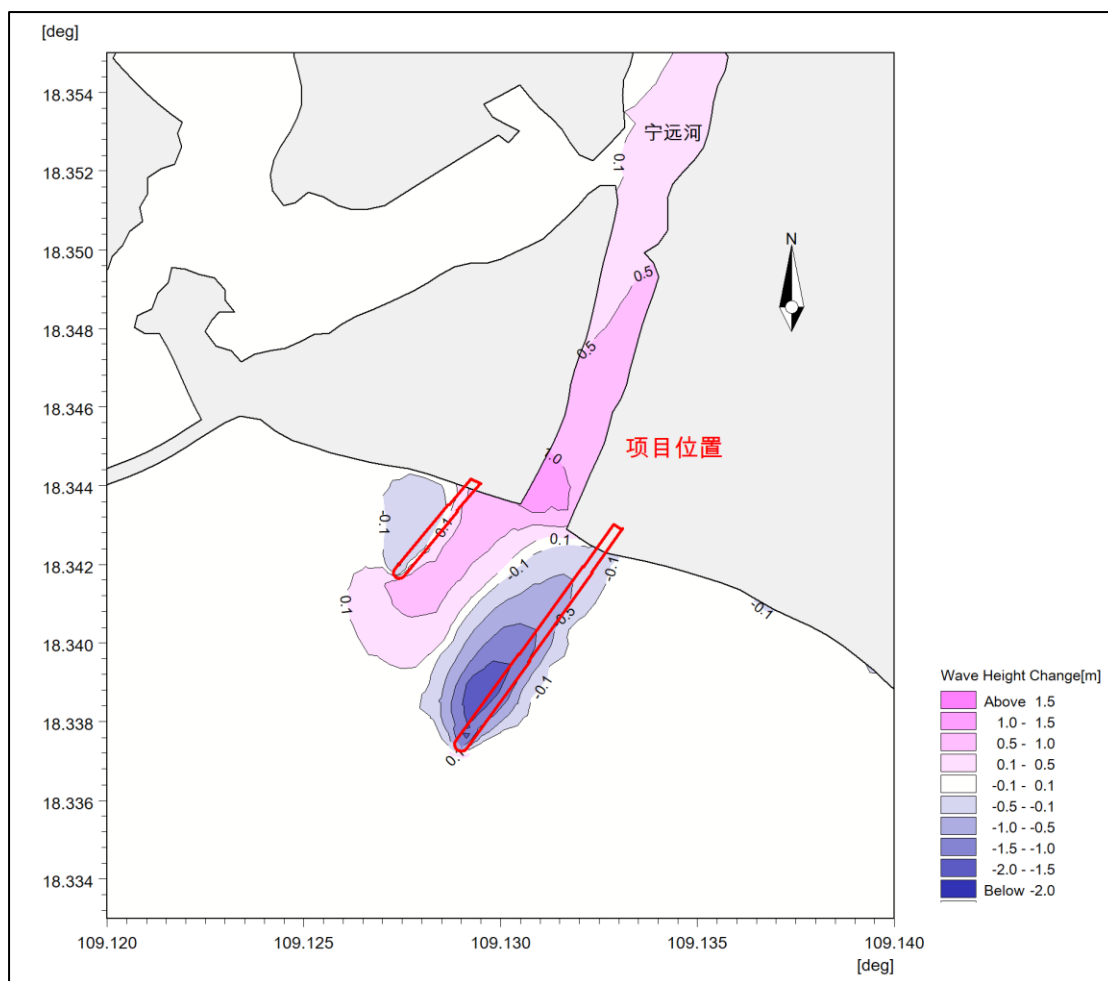


图 4.2-950 年一遇 SE 向浪，设计高水位情况下，工程前后波高变化图

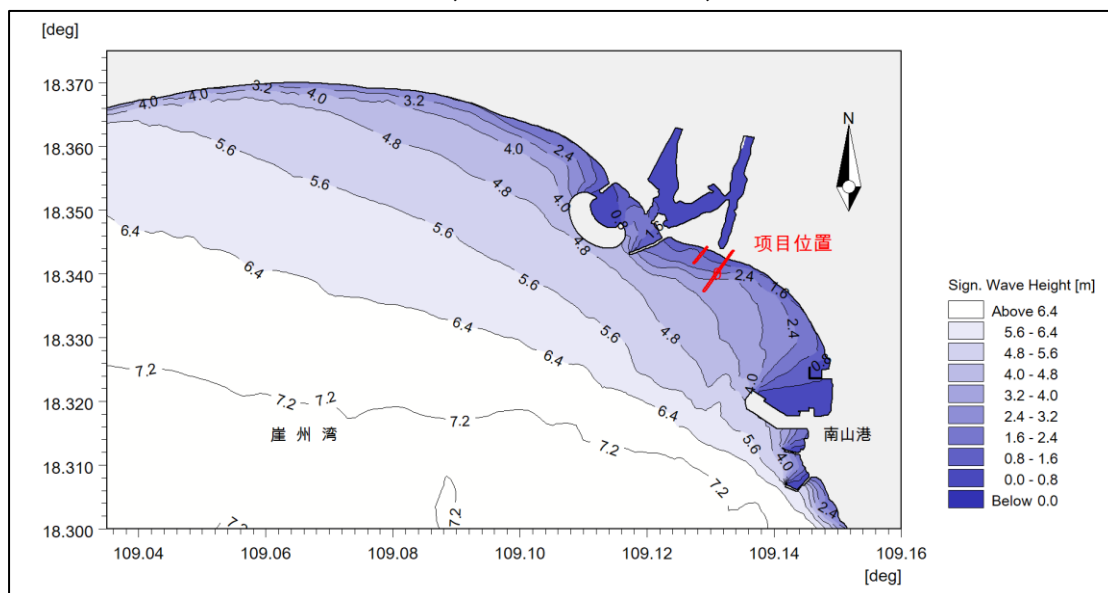


图 4.2-1050 年一遇 S 向浪，设计高水位情况下，有效波高分布图（工程前）

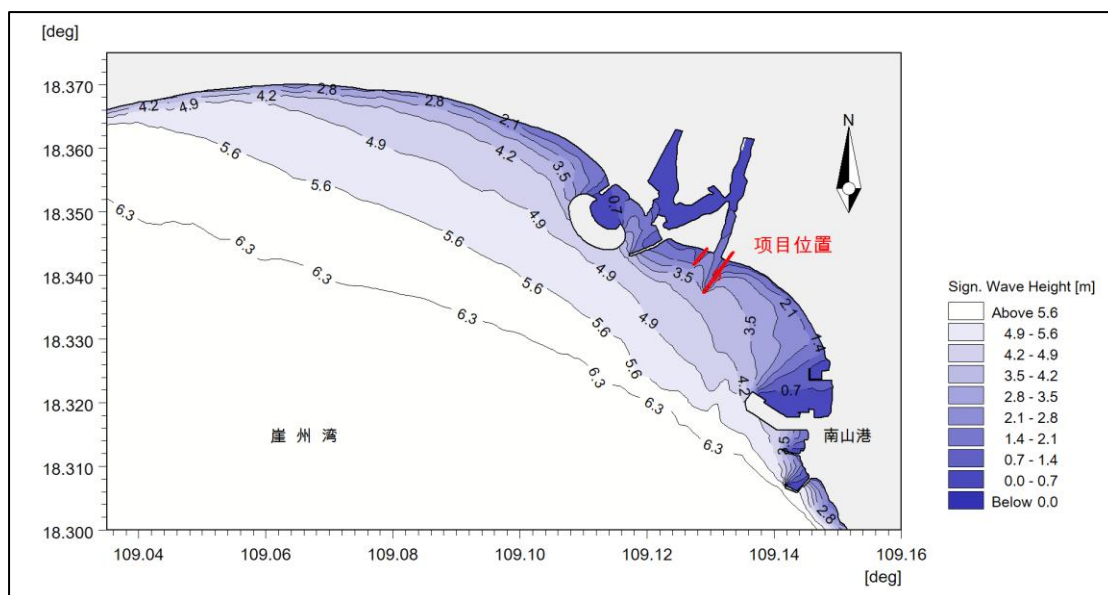


图 4.2-1150 年一遇 S 向浪, 设计高水位情况下, 有效波高分布图 (工程后)

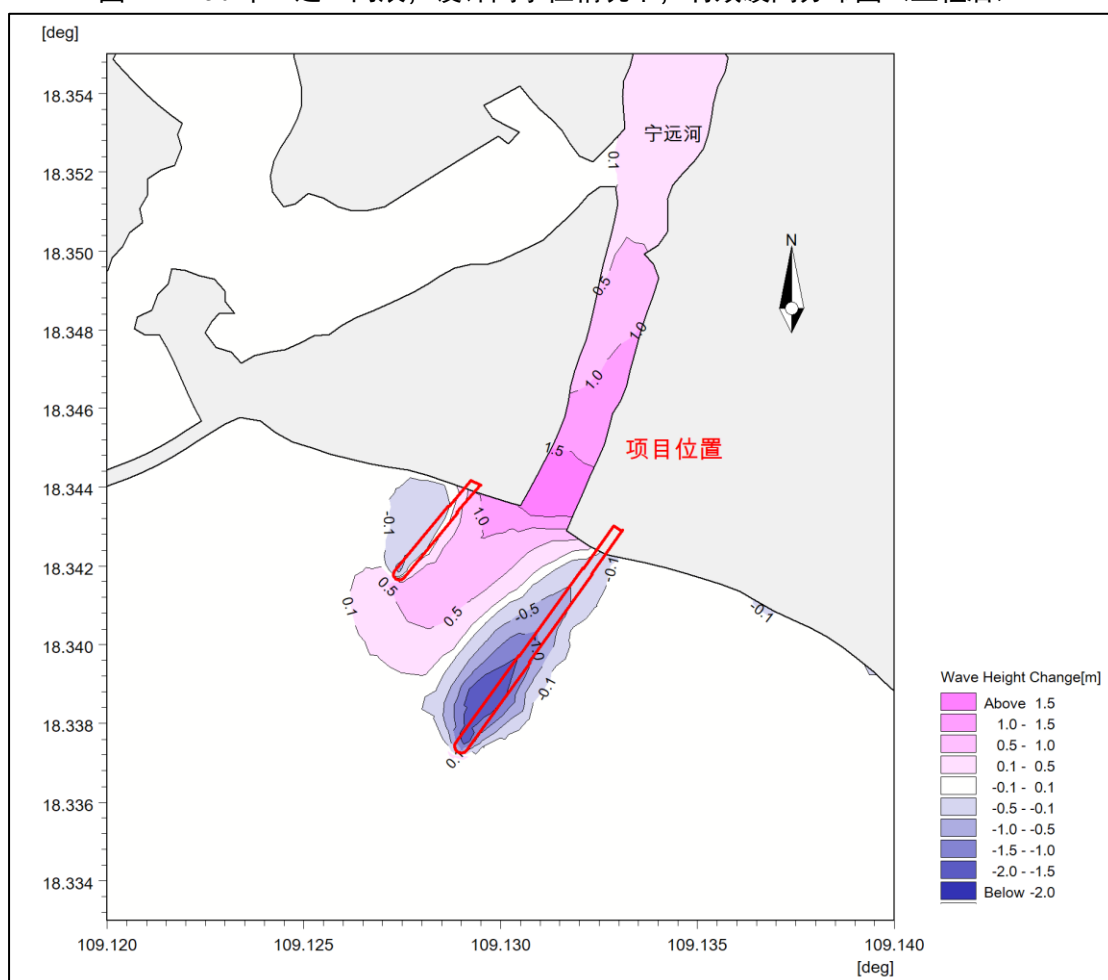


图 4.2-1250 年一遇 S 向浪, 设计高水位情况下, 工程前后波高变化图

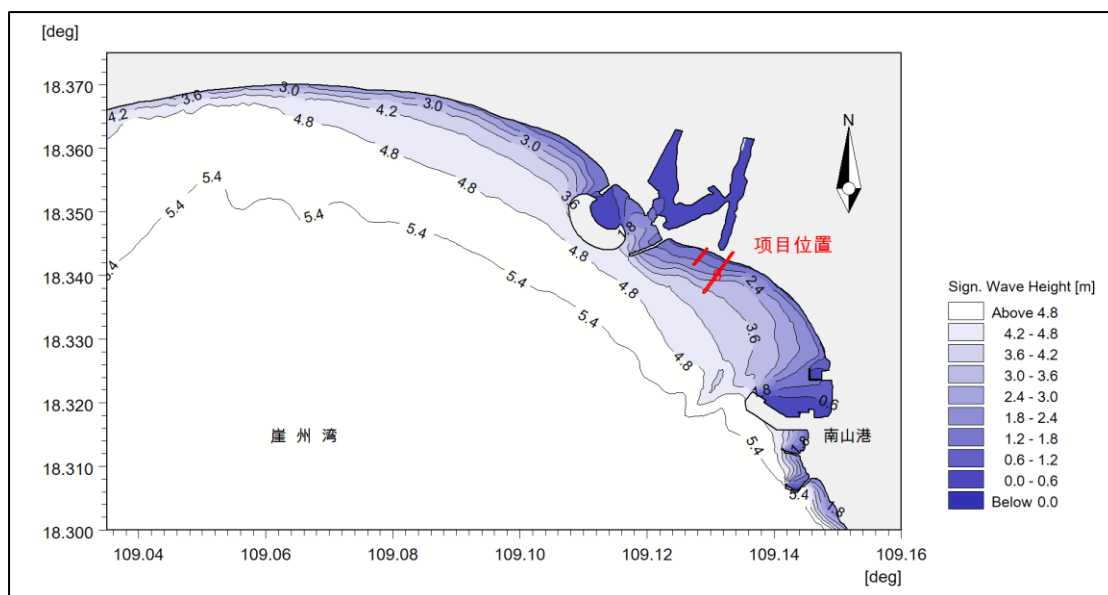


图 4.2-1350 年一遇 SW 向浪，设计高水位情况下，有效波高分布图（工程前）

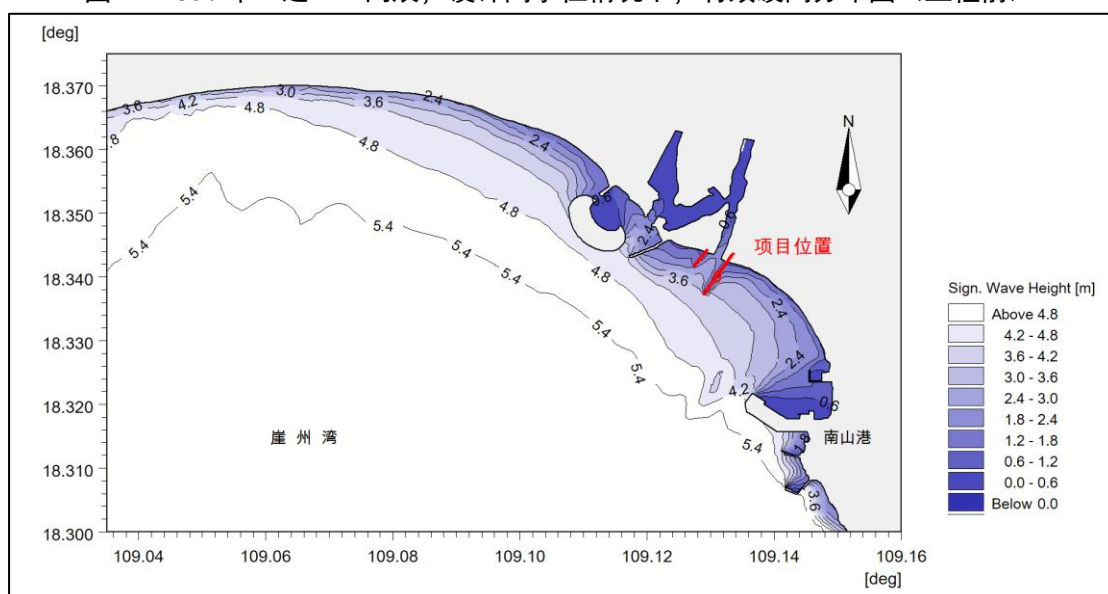


图 4.2-1450 年一遇 SW 向浪，设计高水位情况下，有效波高分布图（工程后）

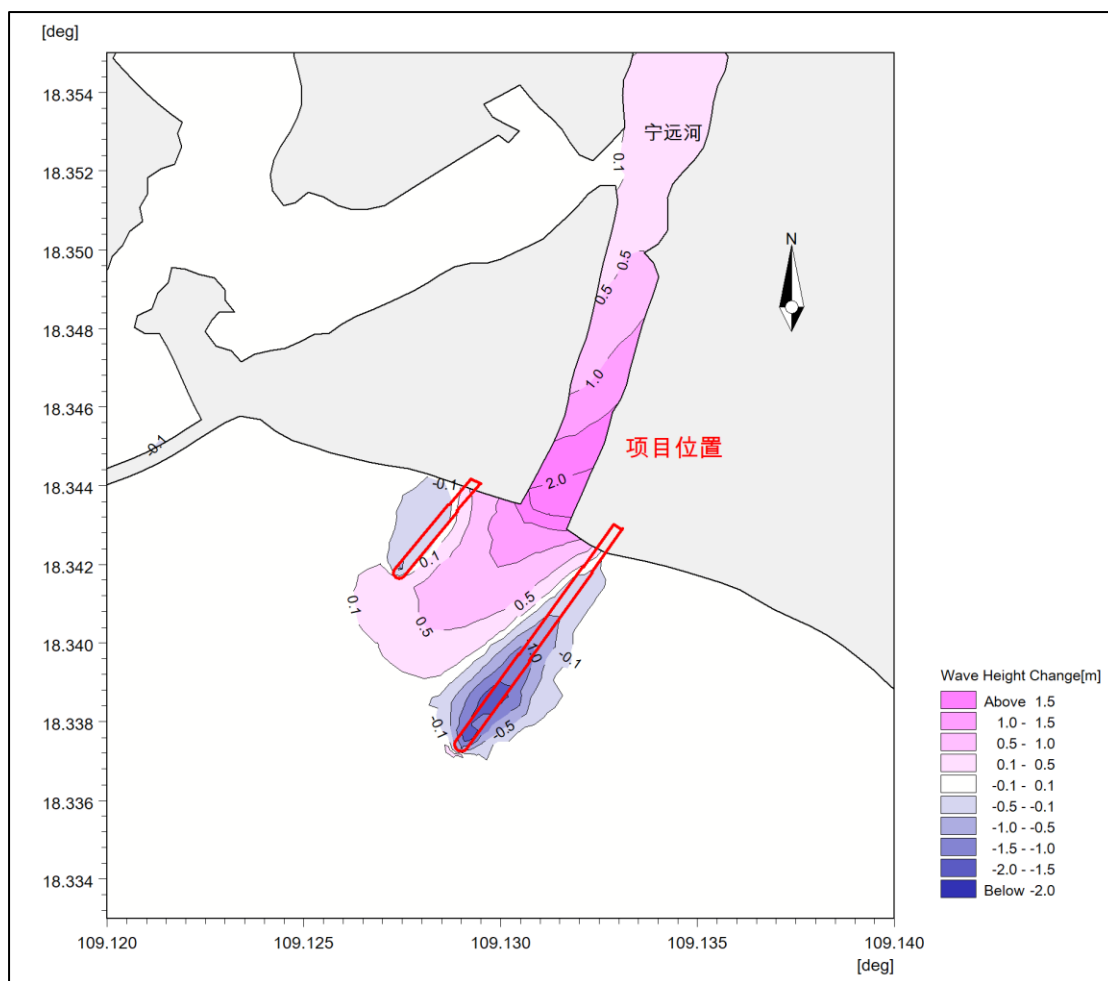


图 4.2-1550 年一遇 SW 向浪，设计高水位情况下，工程前后波高变化图

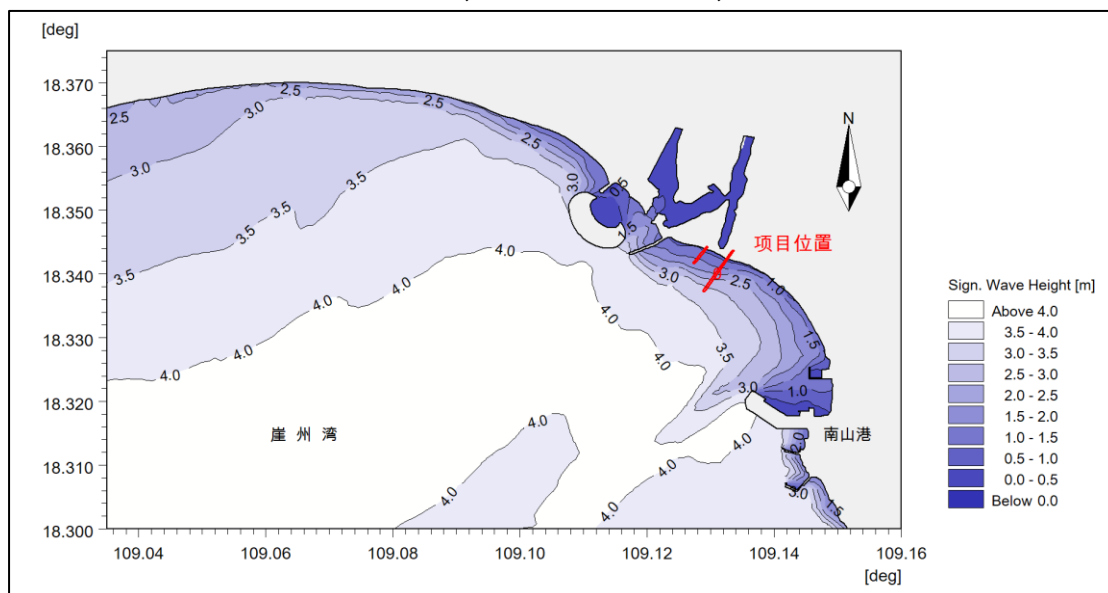


图 4.2-1650 年一遇 W 向浪，设计高水位情况下，有效波高分布图（工程前）

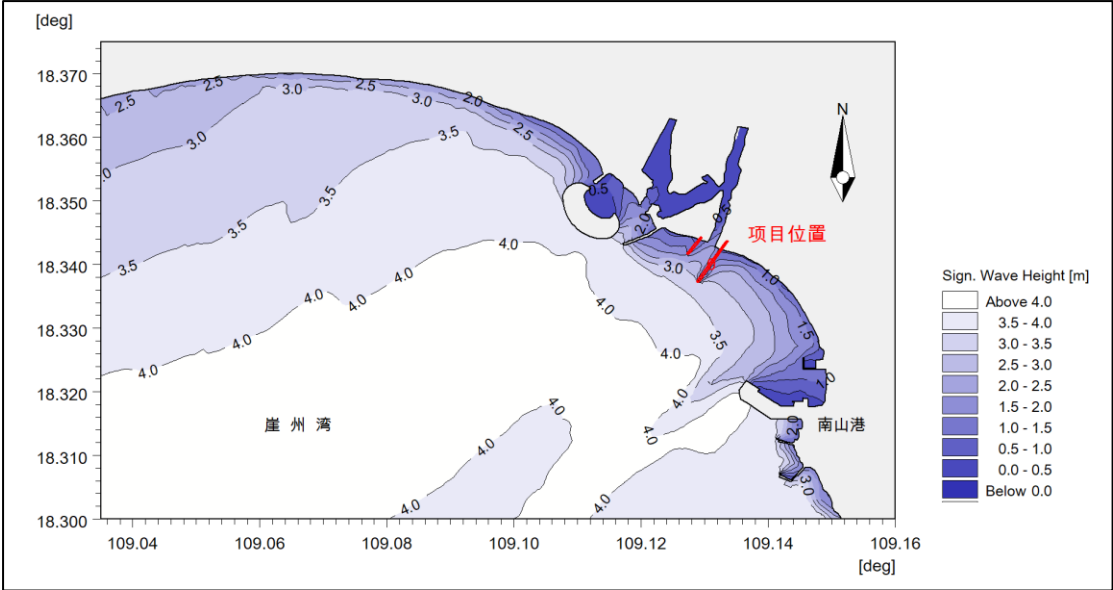


图 4.2-1750 年一遇 W 向浪，设计高水位情况下，有效波高分布图（工程后）

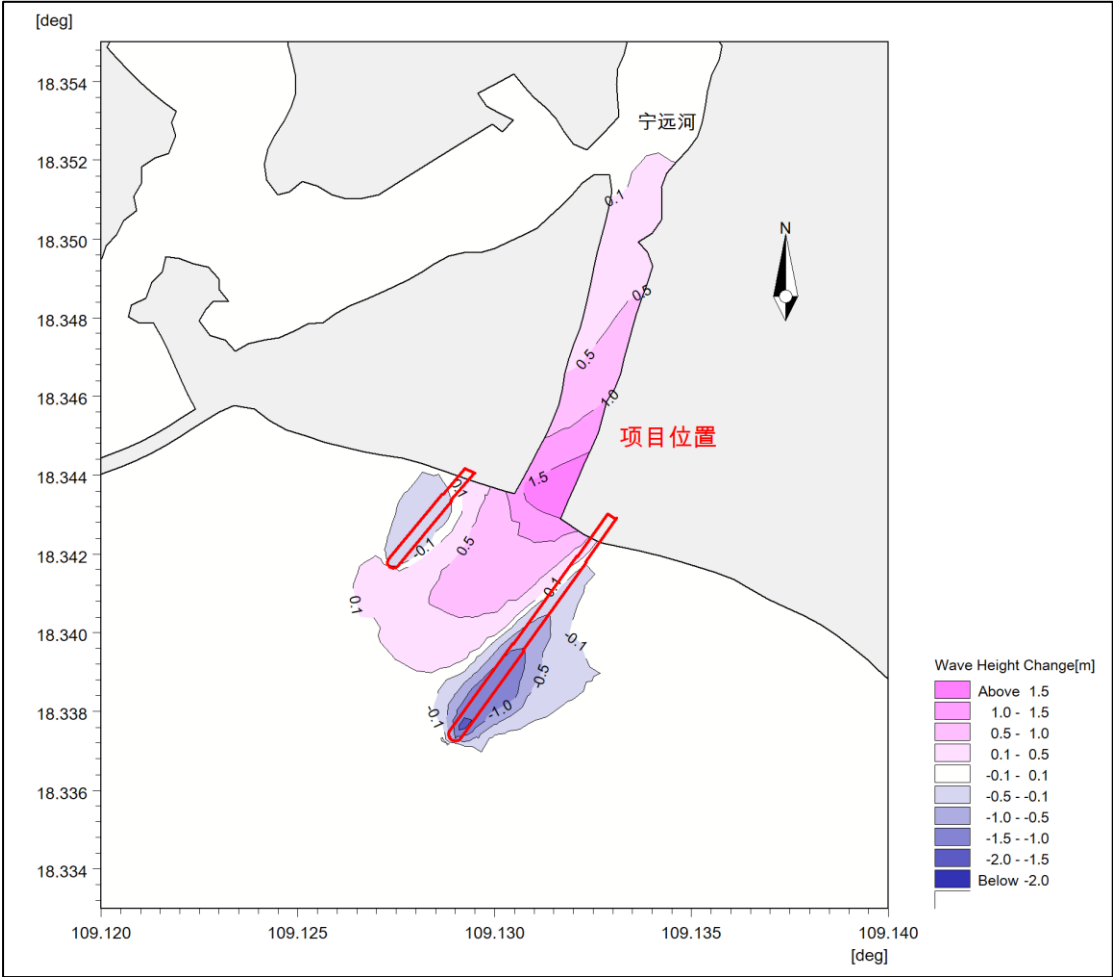


图 4.2-1850 年一遇 W 向浪，设计高水位情况下，工程前后波高变化图

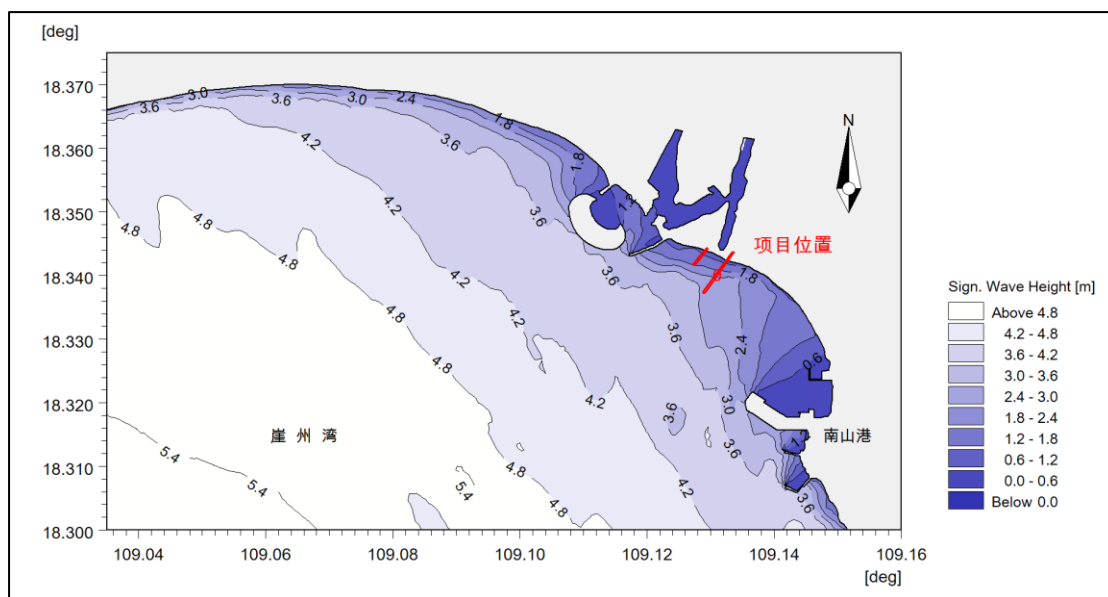


图 4.2-1910 年一遇 SE 向浪，设计高水位情况下，有效波高分布图（工程前）

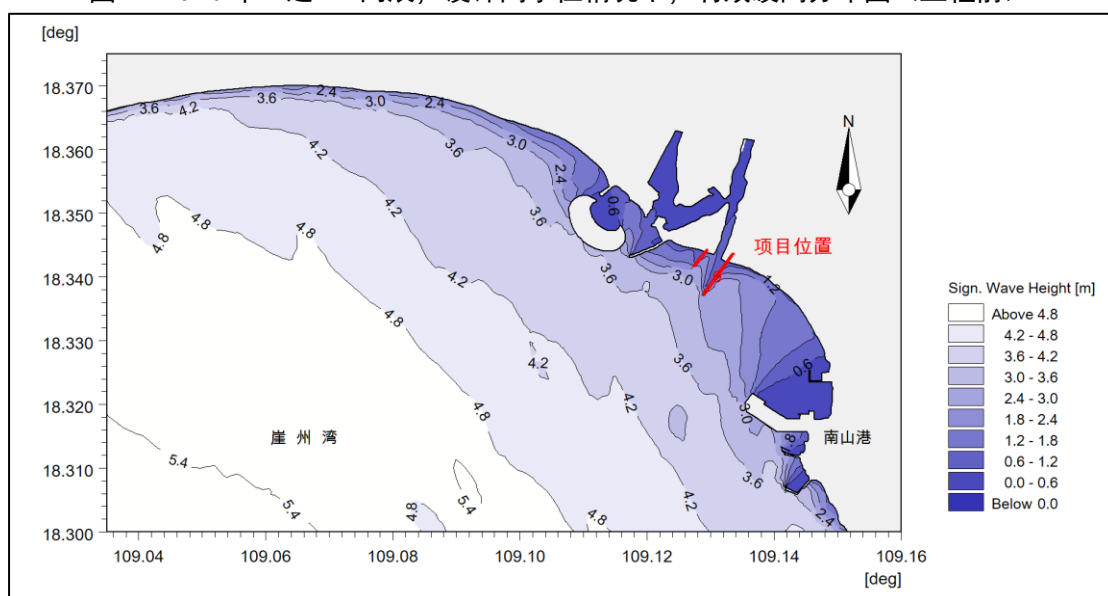


图 4.2-2010 年一遇 SE 向浪，设计高水位情况下，有效波高分布图（工程后）

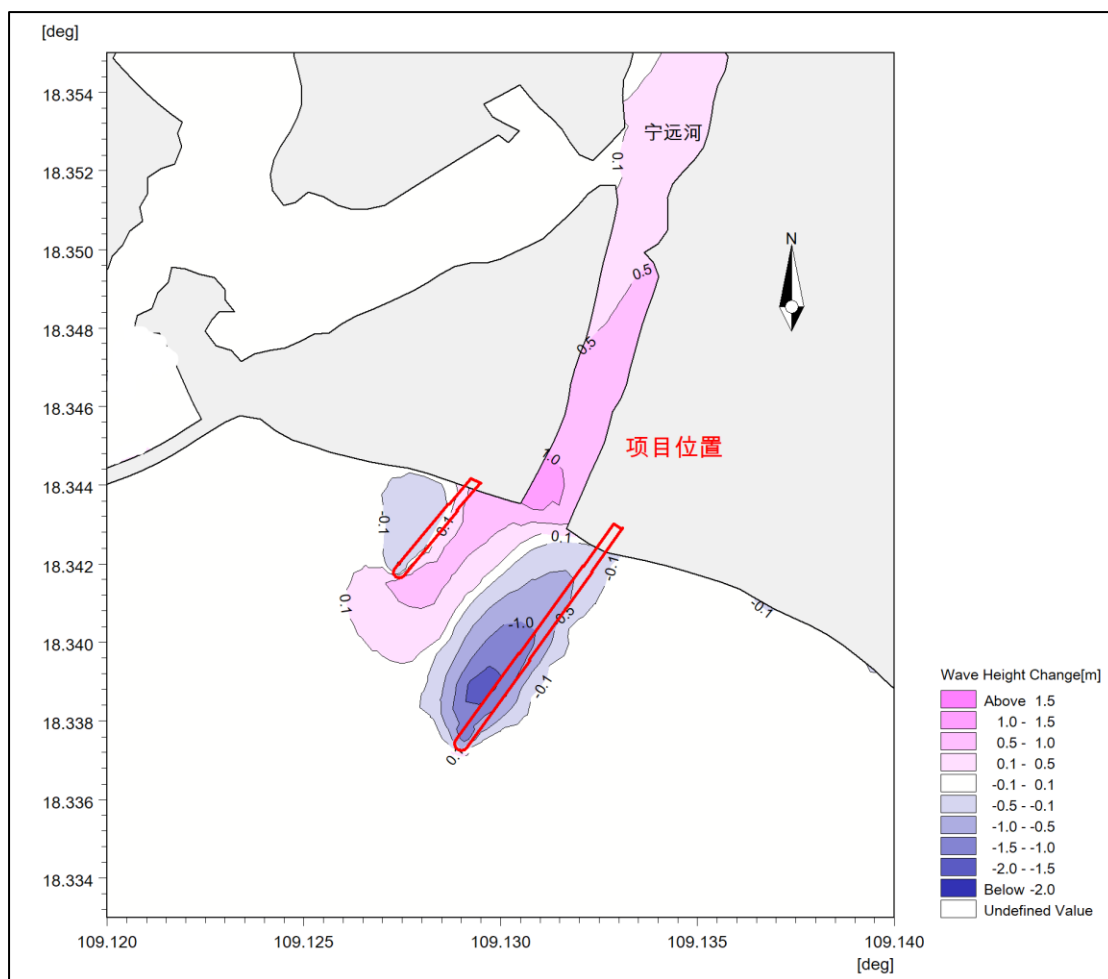


图 4.2-2110 年一遇 SE 向浪，设计高水位情况下，工程前后波高变化图

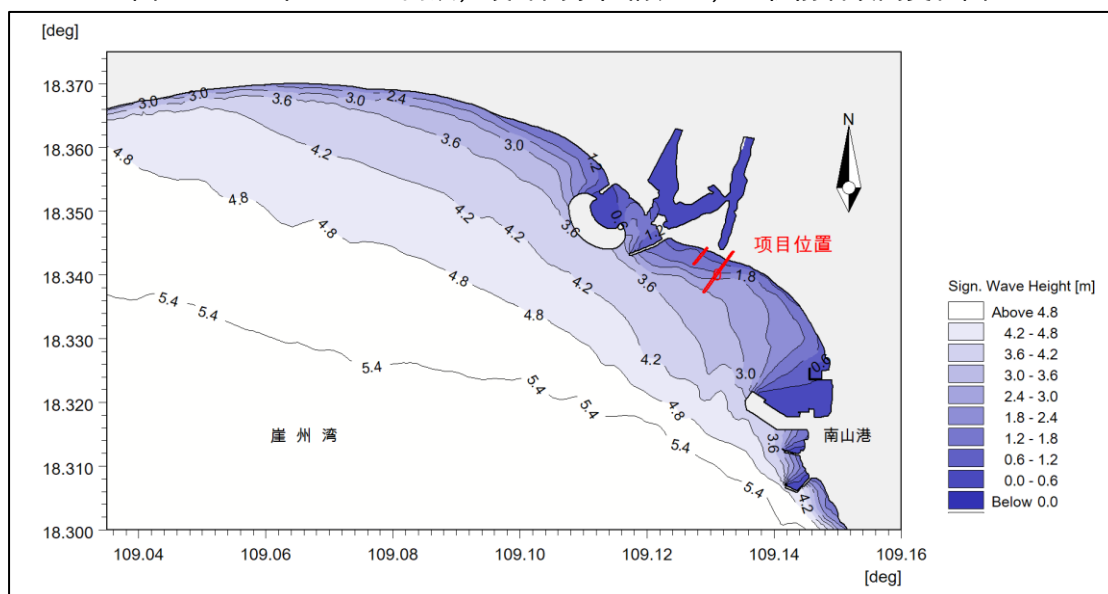


图 4.2-2210 年一遇 S 向浪，设计高水位情况下，有效波高分布图（工程前）

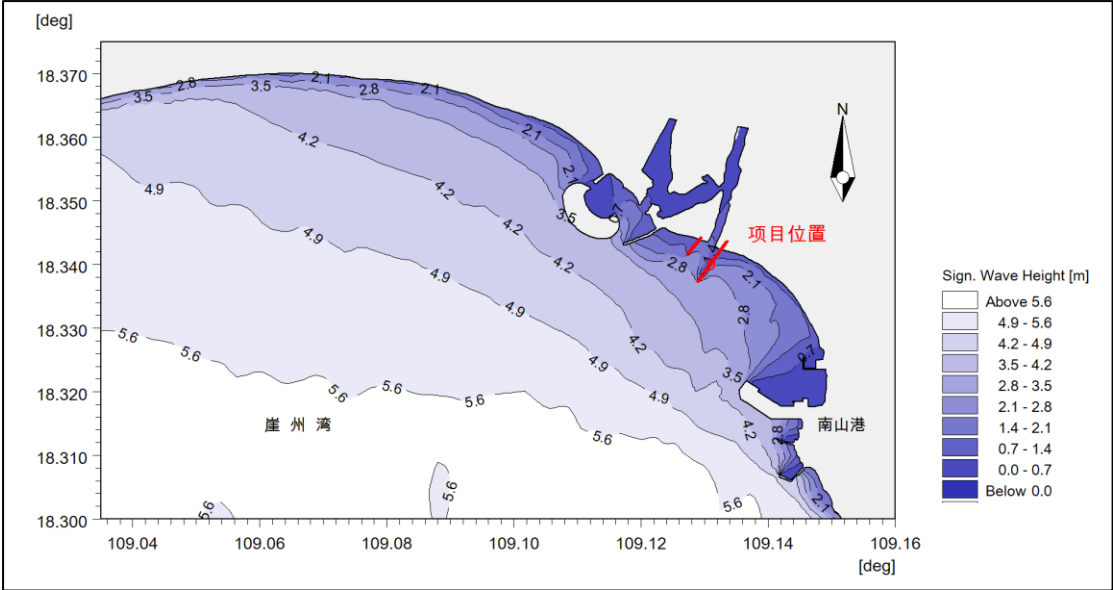


图 4.2-23 10 年一遇 S 向浪，设计高水位情况下，有效波高分布图（工程后）

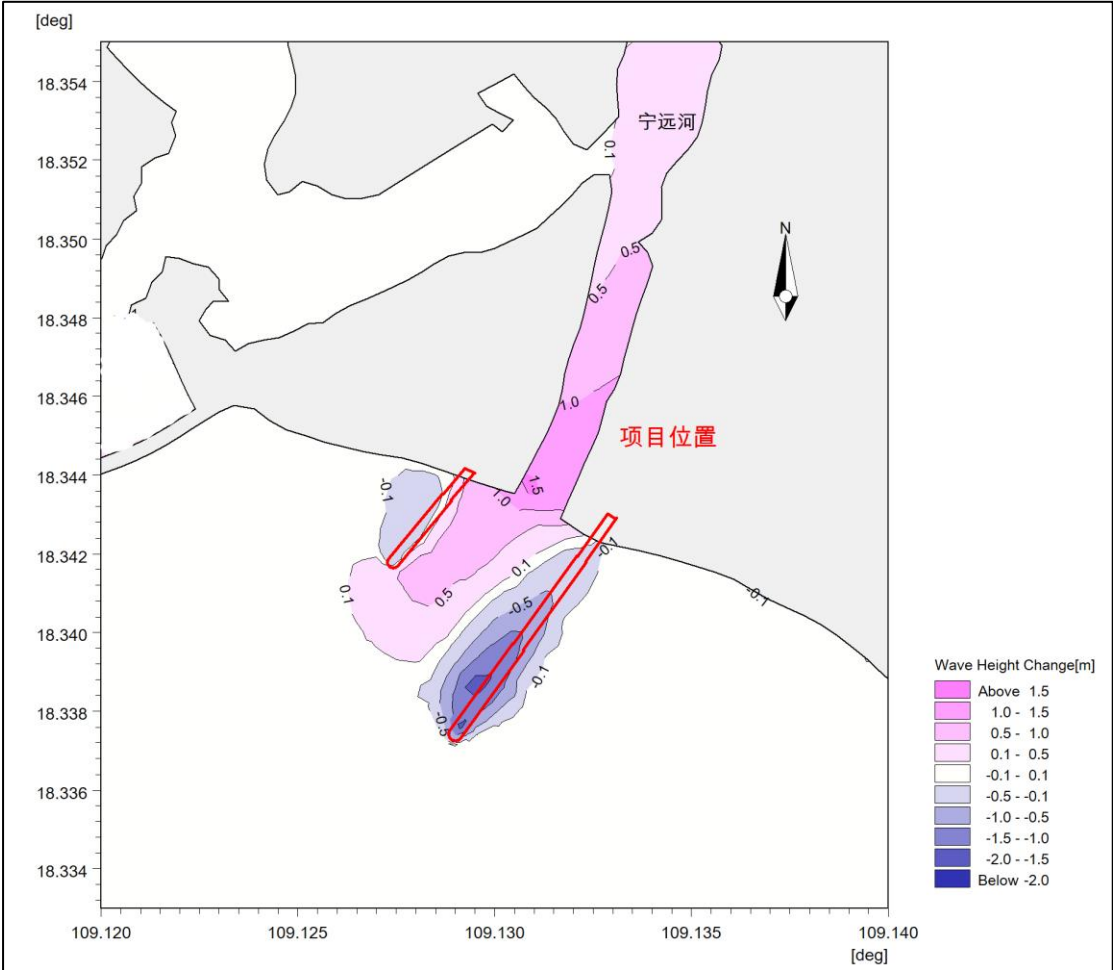


图 4.2-24 10 年一遇 S 向浪，设计高水位情况下，工程前后波高变化图

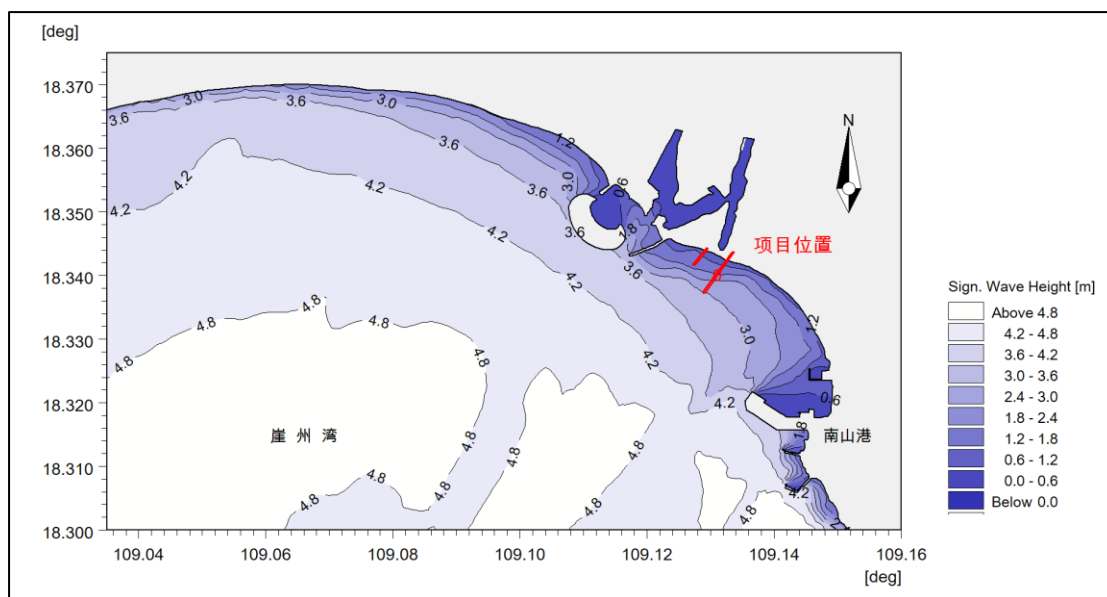


图 4.2-2510 年一遇 SW 向浪，设计高水位情况下，有效波高分布图（工程前）

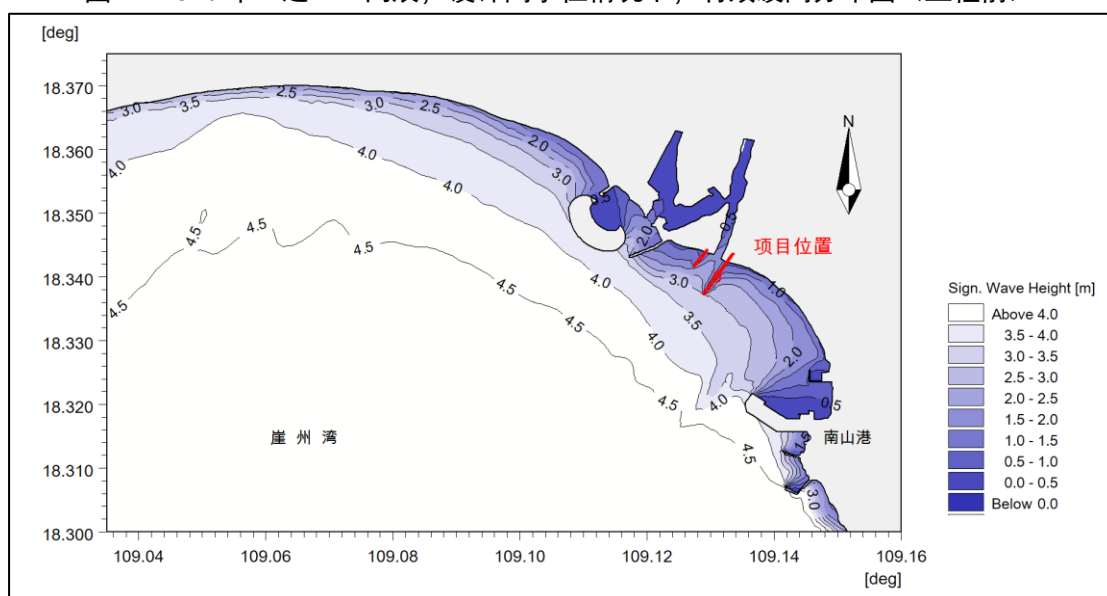


图 4.2-2610 年一遇 SW 向浪，设计高水位情况下，有效波高分布图（工程后）

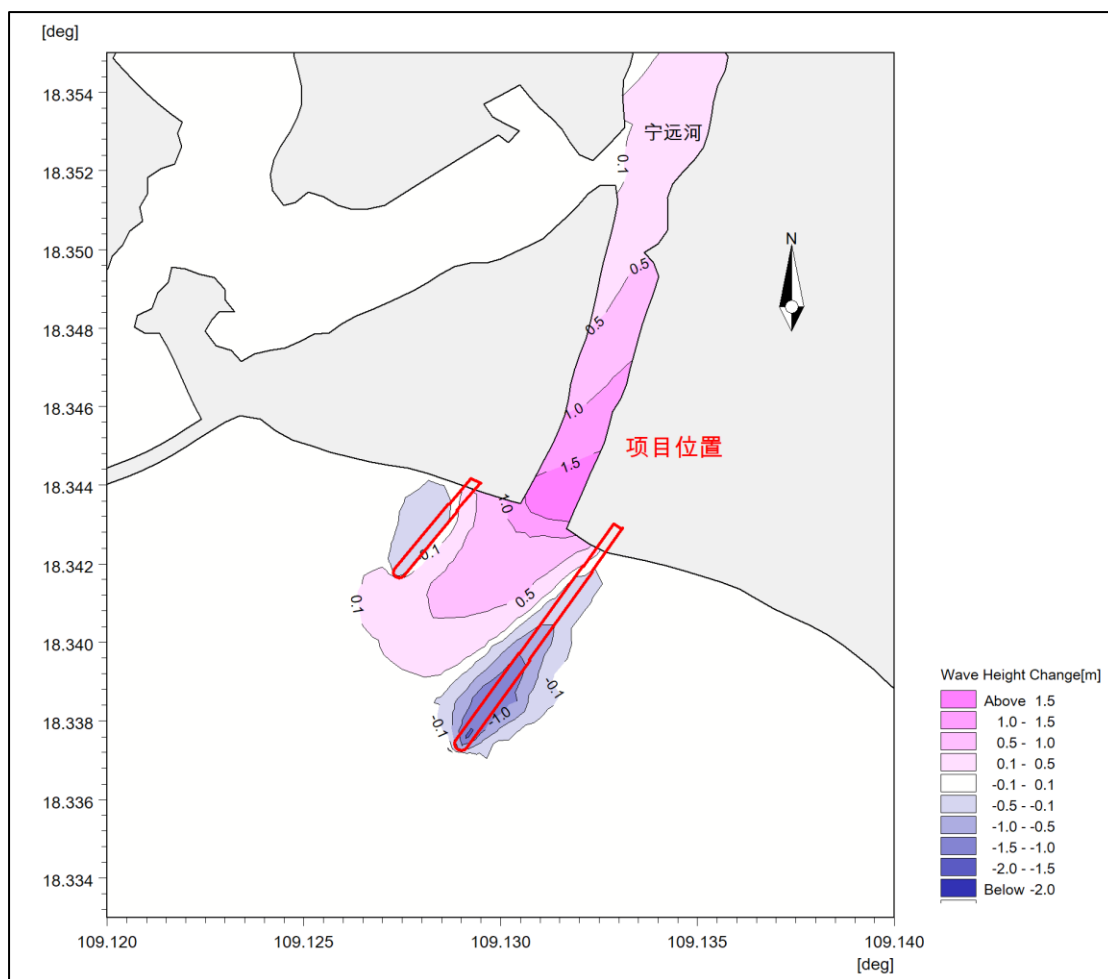


图 4.2-2710 年一遇 SW 向浪，设计高水位情况下，工程前后波高变化图

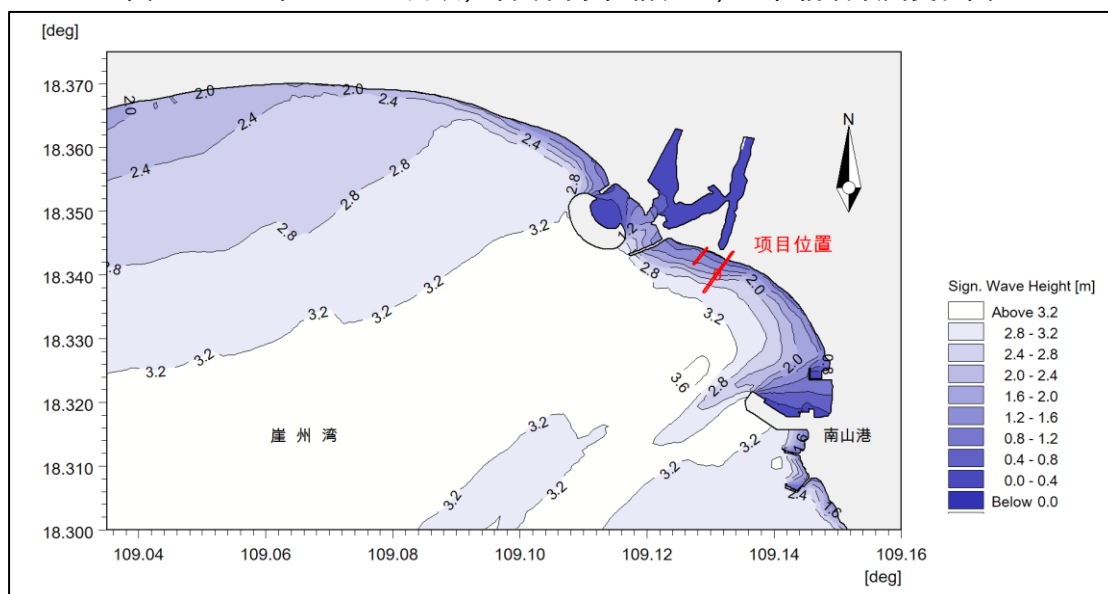


图 4.2-2810 年一遇 W 向浪，设计高水位情况下，有效波高分布图（工程前）

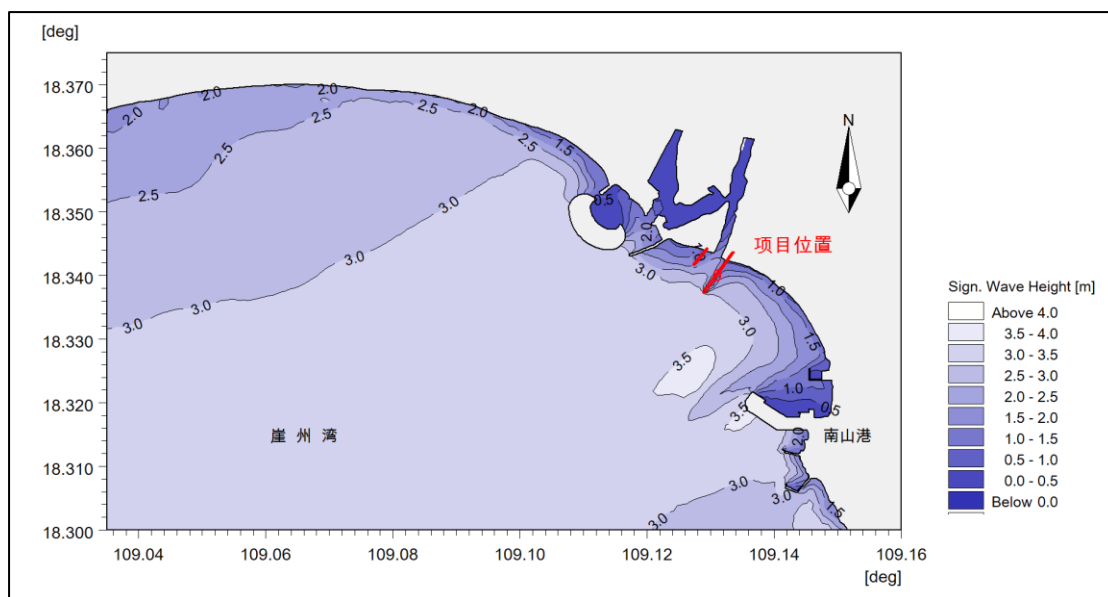


图 4.2-2910 年一遇 W 向浪，设计高水位情况下，有效波高分布图（工程后）

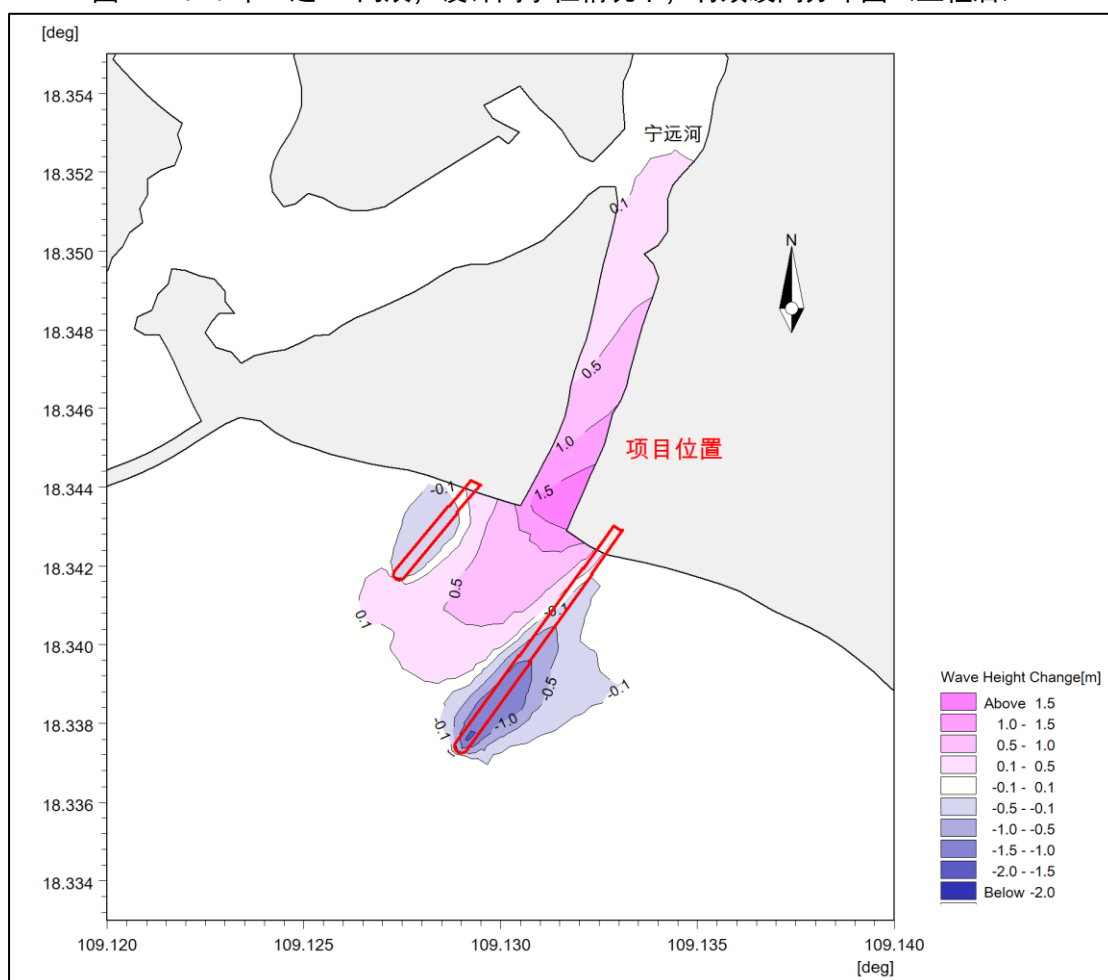


图 4.2-3010 年一遇 W 向浪，设计高水位情况下，工程前后波高变化图

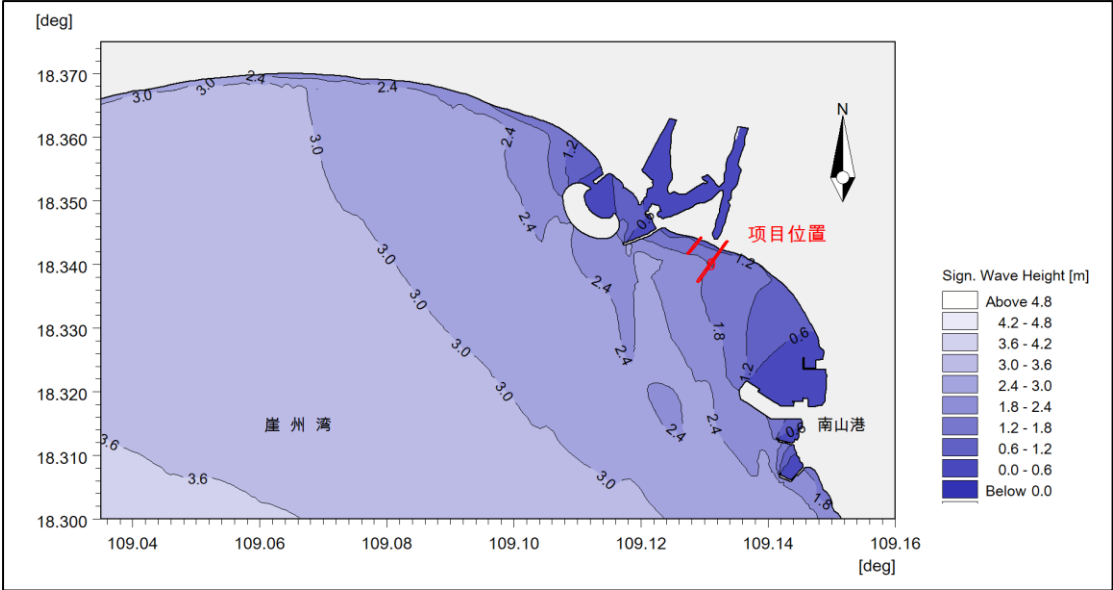


图 4.2-312 年一遇 SE 向浪，设计高水位情况下，有效波高分布图（工程前）

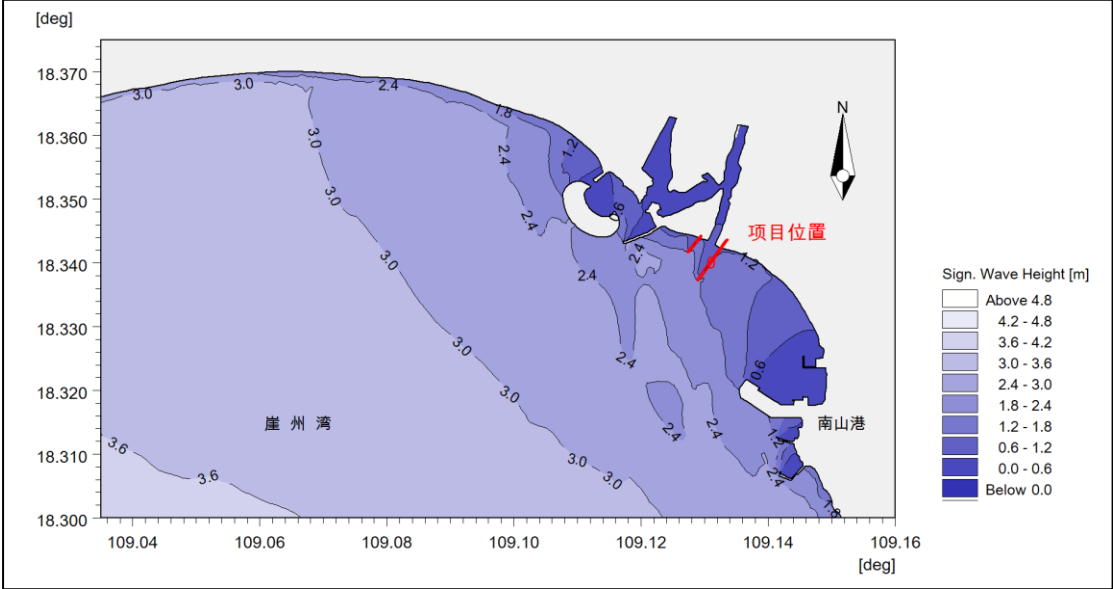


图 4.2-322 年一遇 SE 向浪，设计高水位情况下，有效波高分布图（工程后）

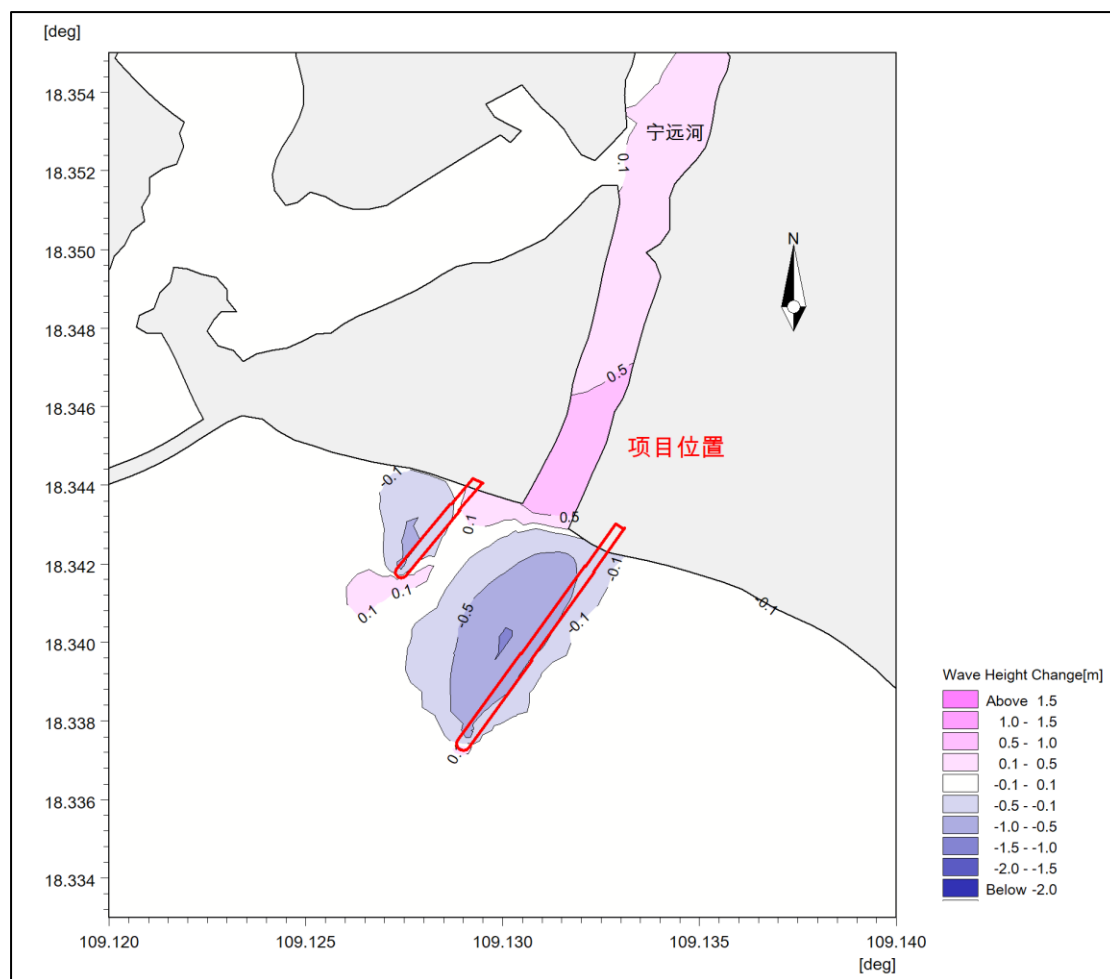


图 4.2-332 年一遇 SE 向浪，设计高水位情况下，工程前后波高变化图

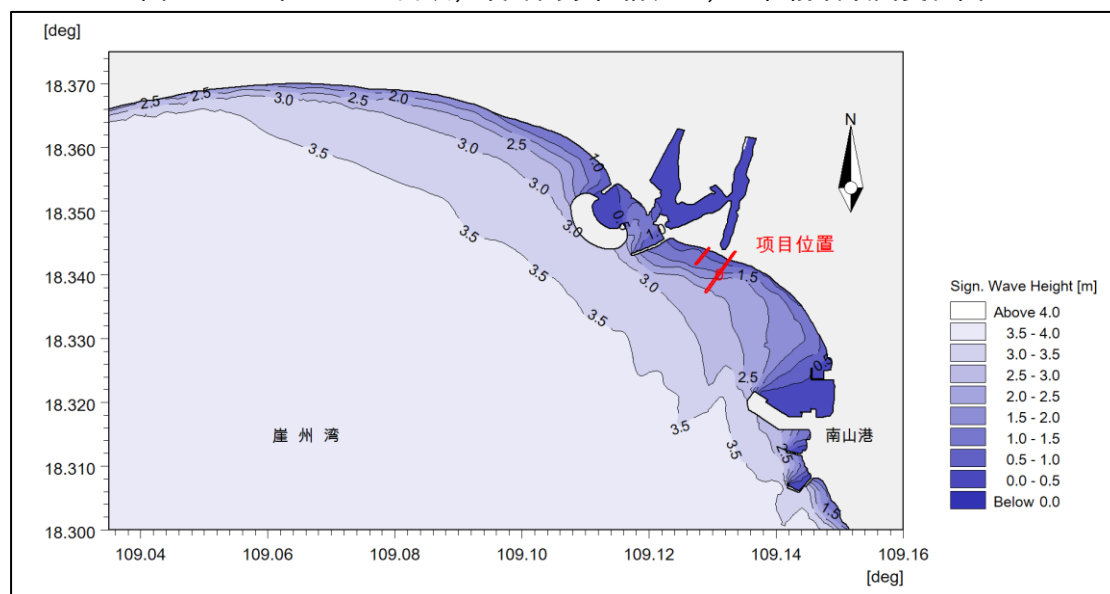


图 4.2-342 年一遇 S 向浪，设计高水位情况下，有效波高分布图（工程前）

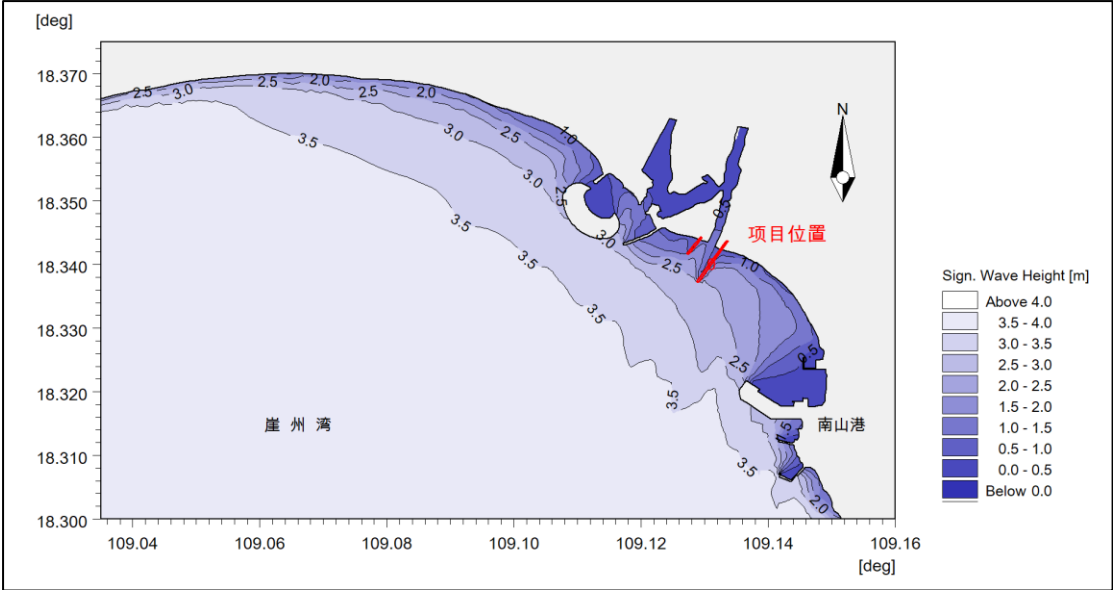


图 4.2-352 年一遇 S 向浪，设计高水位情况下，有效波高分布图（工程后）

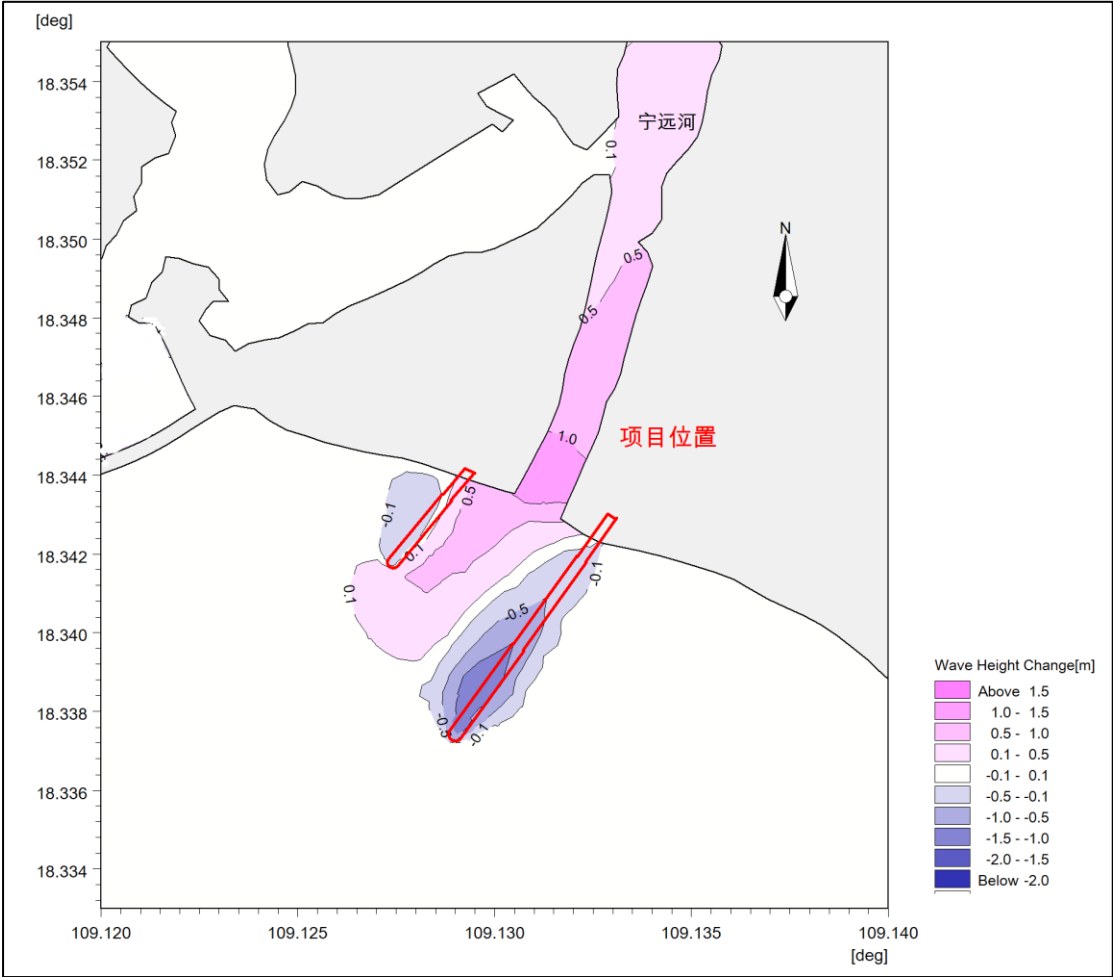


图 4.2-362 年一遇 S 向浪，设计高水位情况下，工程前后波高变化图

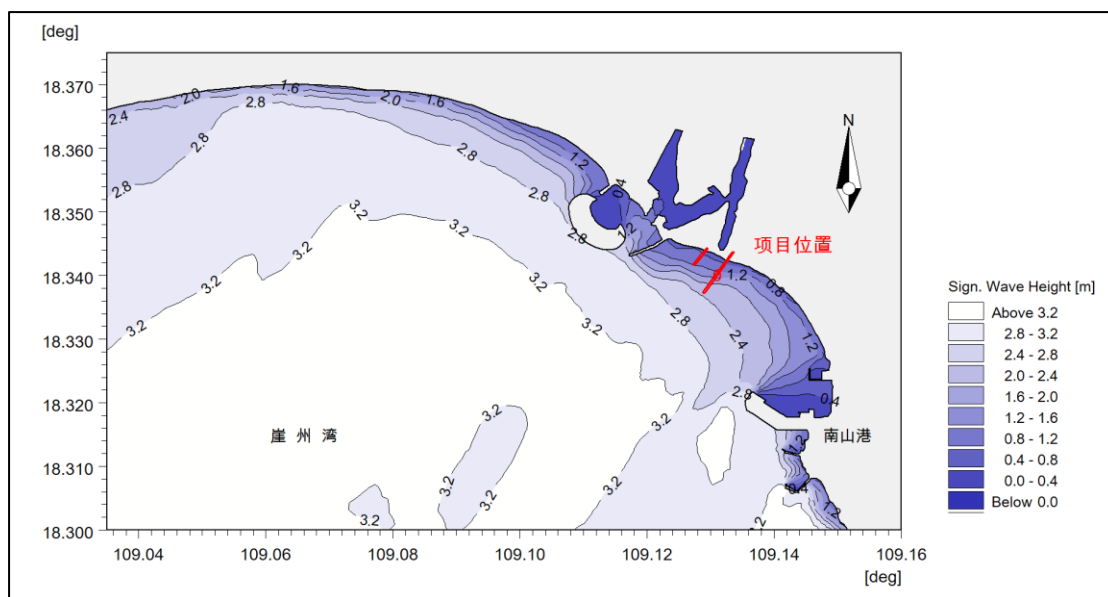


图 4.2-372 年一遇 SW 向浪，设计高水位情况下，有效波高分布图（工程前）

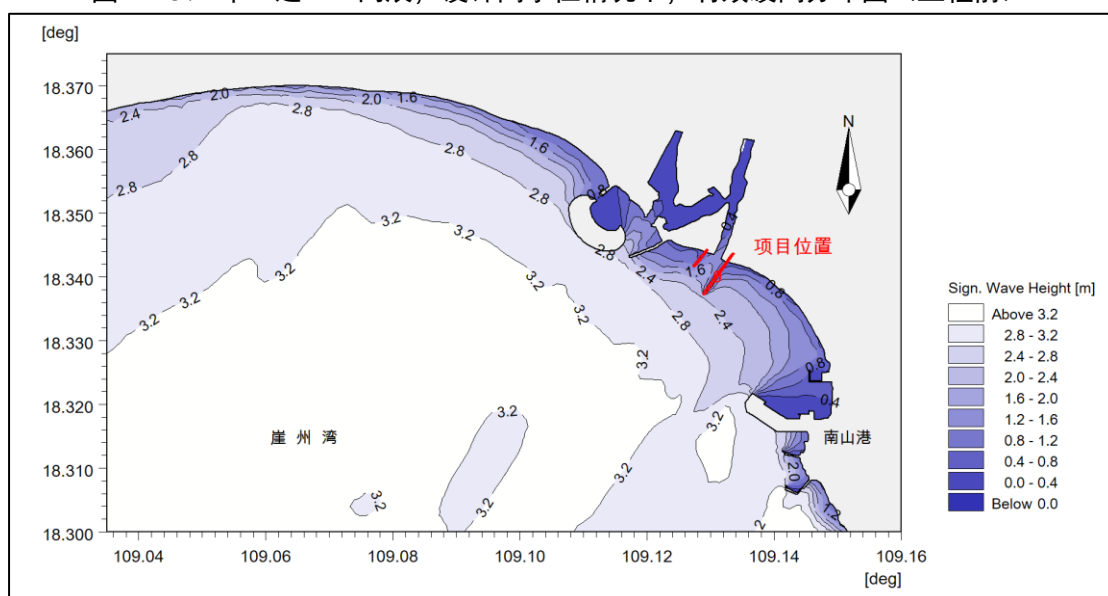


图 4.2-382 年一遇 SW 向浪，设计高水位情况下，有效波高分布图（工程后）

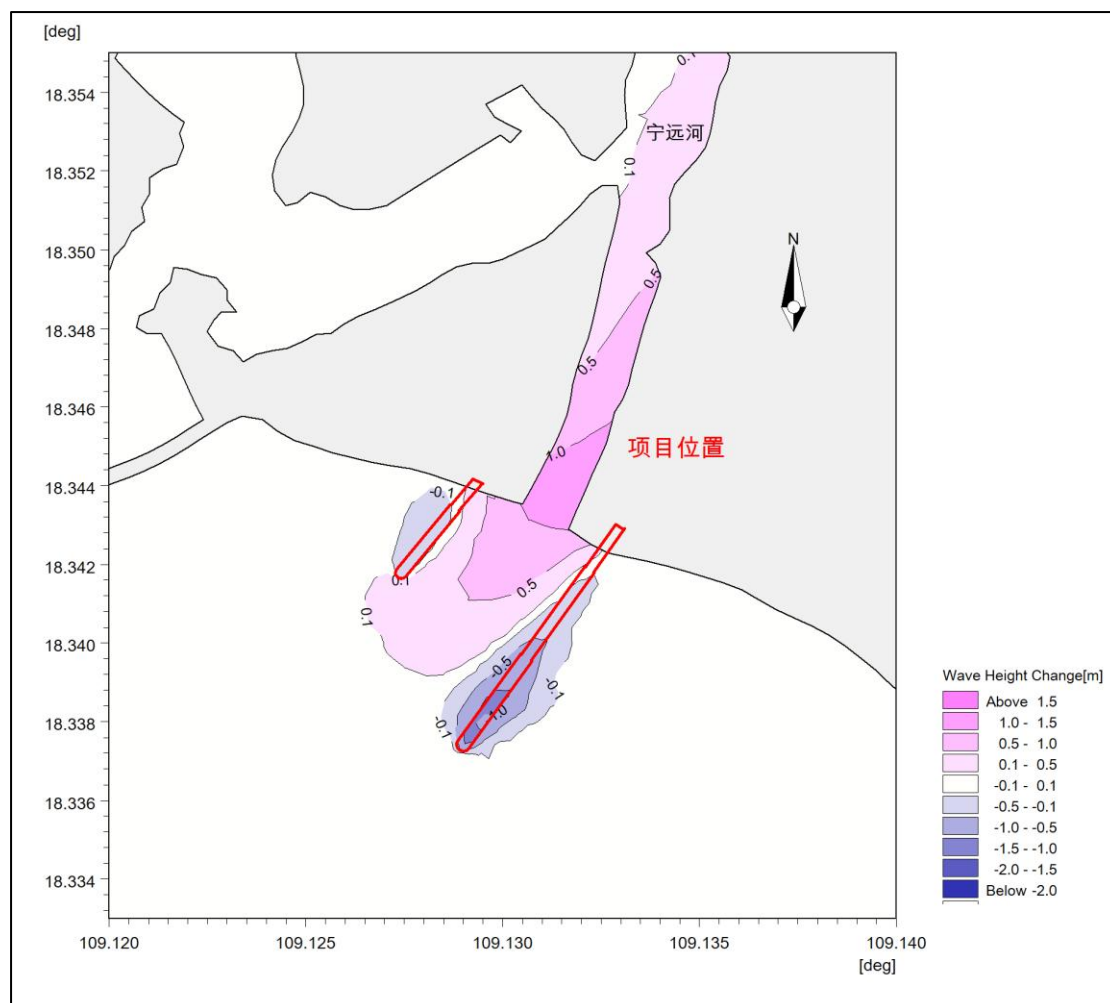


图 4.2-392 年一遇 SW 向浪，设计高水位情况下，工程前后波高变化图

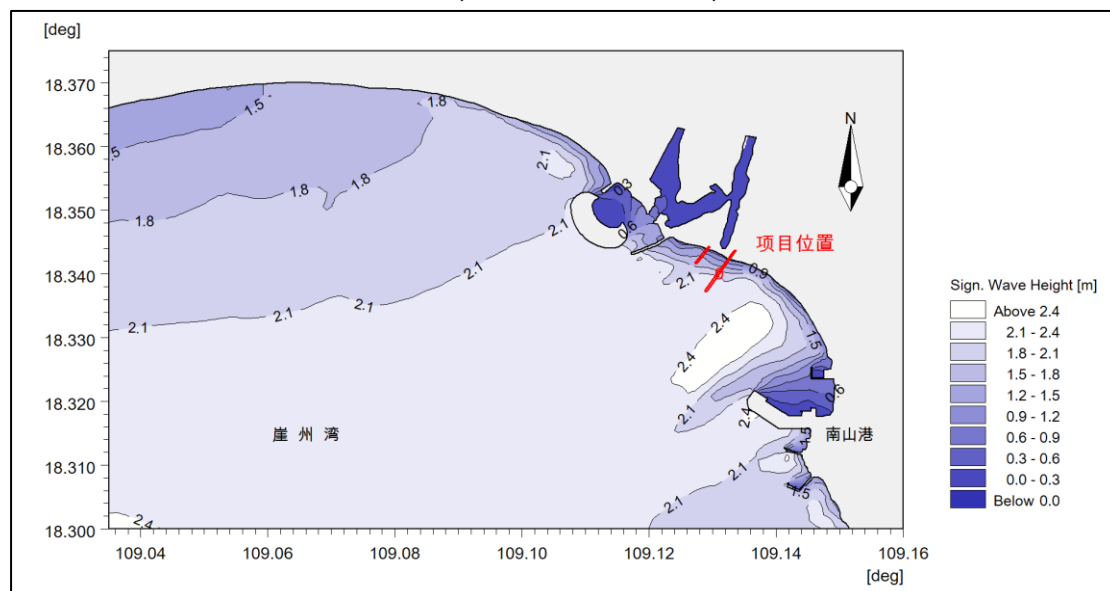


图 4.2-402 年一遇 W 向浪，设计高水位情况下，有效波高分布图（工程前）

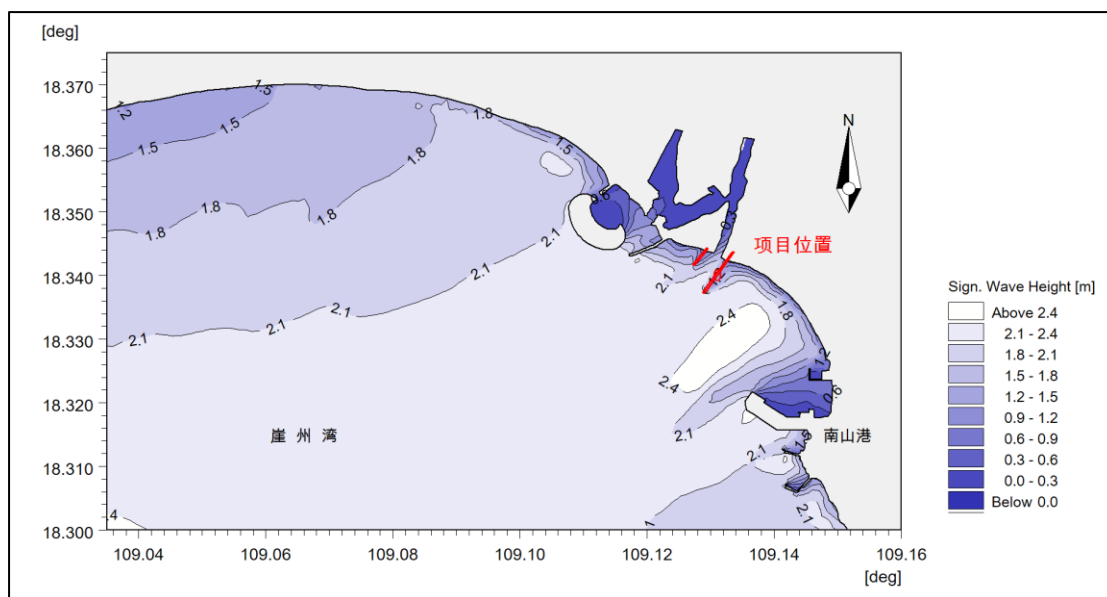


图 4.2-412 年一遇 W 向浪，设计高水位情况下，有效波高分布图（工程后）

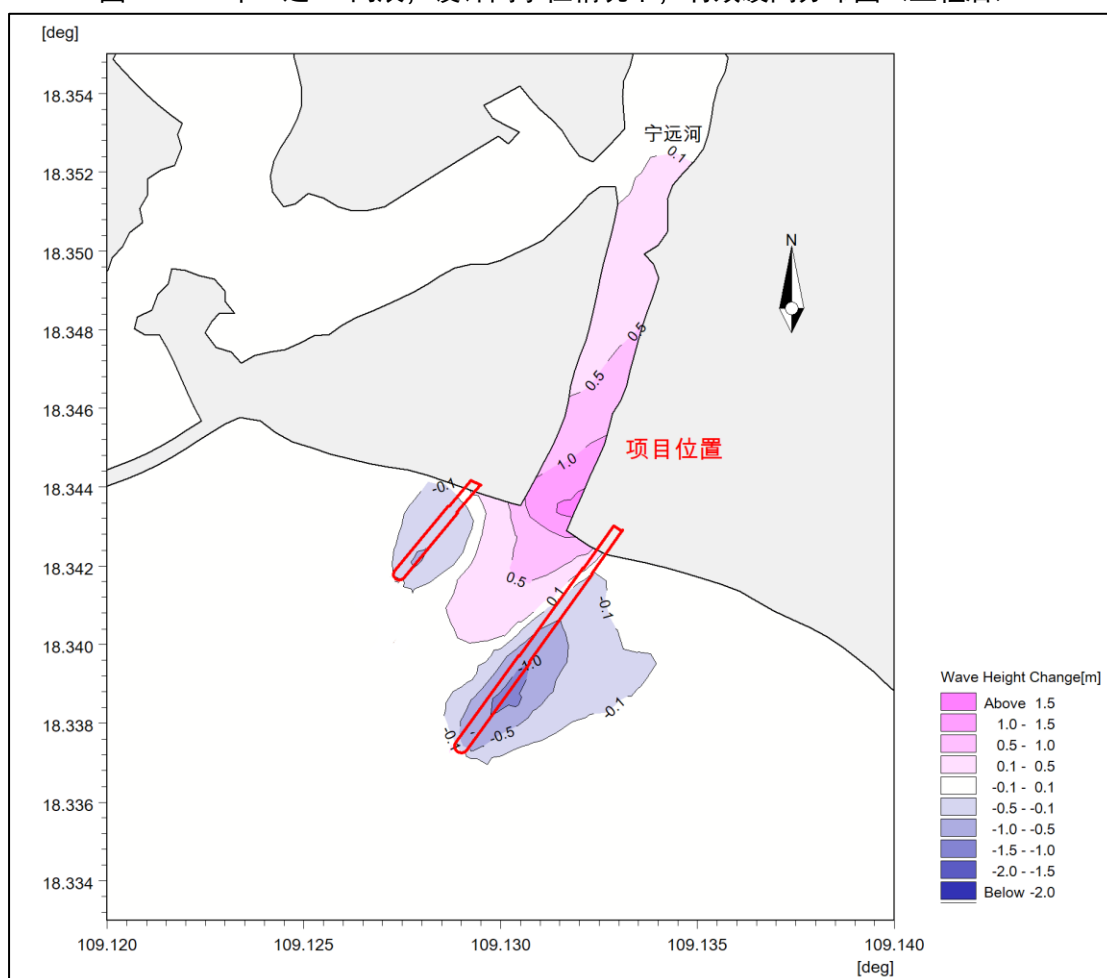


图 4.2-422 年一遇 W 向浪，设计高水位情况下，工程前后波高变化图

4.2.2 项目用海对地形地貌与冲淤环境影响分析

三、冲淤模拟结果

根据以上的设定和潮流数值模拟计算的结果，计算得到工程后每年回淤强度情况，绘制出冲淤强度等值线图（图 4.1-58）（+表示淤积，-表示冲刷）。

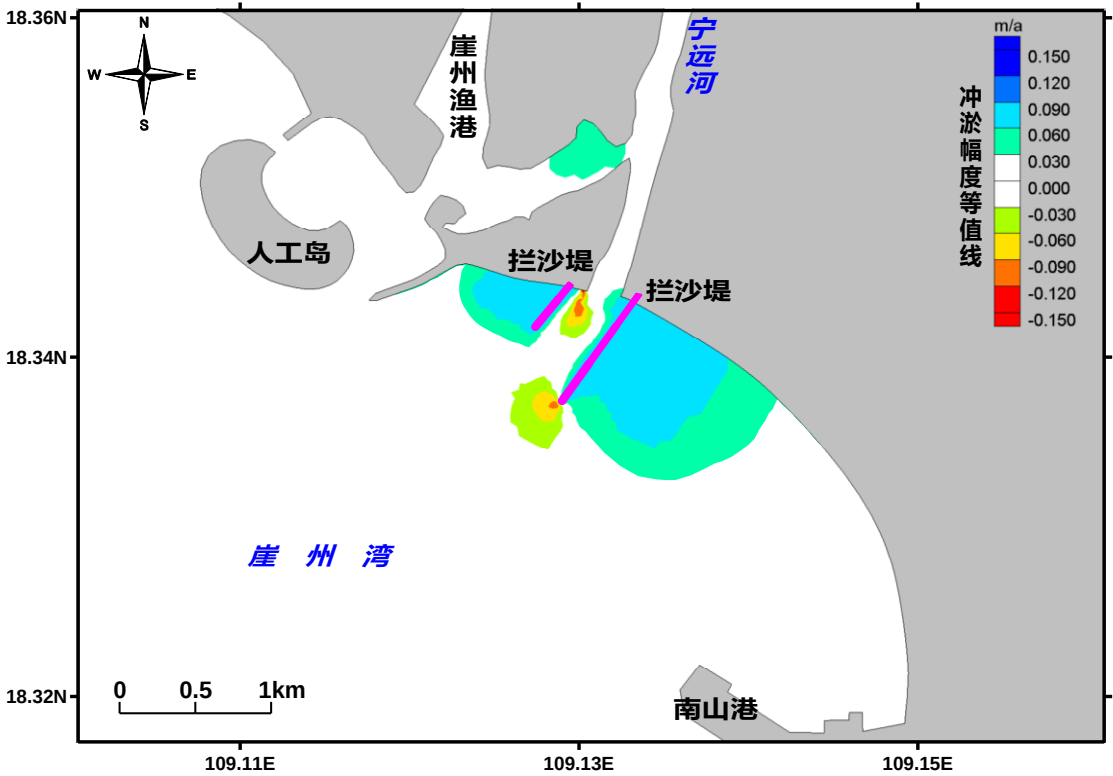


图 4.2-43 工程后项目工程附近海区冲淤图

由图 4.1-58 可以看出，拦沙坎建成以后，拦沙坎的东西两侧由于拦沙坎的阻挡流速略有减小，将在东西两侧产生一定的淤积，最大淤积强度在 9cm/a 左右；而在东拦沙坎的堤头，拦沙坎建成后堤头产生一定的冲刷，西拦沙坎的堤脚靠近河口位置处工程后流速增大也将产生小范围的冲刷，冲刷强度最大在 12cm，但冲刷的范围较小，只局限在拦沙坎堤头的小范围内。同时也看到，由于工程后宁远河西汊分流作用减弱，在西汊的分汊口处也略有淤积，最大淤积强度在 5cm/a 左右。图 4.1-58 中所示为本项目工程完成以后第一年的最大冲淤强度，随着水下地形的改变，其水动力场也发生相应的改变，大概经过两至三年的时间，周围海域即可达到冲淤平衡状态。

从以上的分析可知，本项目工程引起的水下地形冲淤变化只局限在附近的小范围内，冲淤幅度大于 3cm/a 的最远距离只有 1.2km 左右，工程建设对于大范围

地形的影响较小。

4.2.3 项目用海对水质环境影响分析

4.2.3.1 施工期水质环境影响

四、悬浮物分布的计算结果及分析

自悬浮物产生的初始时刻起，源点附近由于沉降、掺混过程所形成的悬浮物混浊云团，在海流作用下扩散迁移形成“污染区”。由于持续作业，云团核心浓度（中心含沙量）随着时间的推移而不断升高，云团面积不断扩大。在初始阶段，这一过程演变很快，但经过一定时间后，浓度随时间的变化变缓，至某一时间不再升高，即达到所谓“平衡态”。它表征了各种因素（源强、自净能力）对环境水质的影响程度。潮混合使核心浓度达到平衡态的时间，决定于水域的地形特征和流场的强弱以及流态。通常，水域小，流场强，达到平衡态的时间就短。

图 4.1-60 为基槽开挖施工 24 个源点叠加产生的悬浮泥沙增量分布最大包络线图。通过计算可知，超I、II类水质（ $>10\text{mg/L}$ ）面积为 2.068km^2 ，超III类水质（ $>100\text{mg/L}$ ）面积为 0.389km^2 ，超IV类水质（ $>150\text{mg/L}$ ）面积为 0.277km^2 。

图 4.1-61 为抛石施工过程中 24 个源点产生的悬浮泥沙增量分布最大包络线图。通过计算可知，超I、II类水质（ $>10\text{mg/L}$ ）面积为 1.783km^2 ，超III类水质（ $>100\text{mg/L}$ ）面积为 0.211km^2 ，超IV类水质（ $>150\text{mg/L}$ ）面积为 0.145km^2 。

图 4.1-62 为施工过程所有 48 个源点叠加后产生的悬浮泥沙增量分布最大包络线图。通过计算可知，超I、II类水质（ $>10\text{mg/L}$ ）面积为 2.068km^2 ，超III类水质（ $>100\text{mg/L}$ ）面积为 0.393km^2 ，超IV类水质（ $>150\text{mg/L}$ ）面积为 0.282km^2 。

由三种工况的扩散面积可知，本项目施工过程中产生的悬浮物扩散范围只局限在项目周边的小范围内。所有源点叠加后超I、II类水质（ $>10\text{mg/L}$ ）扩散的最远距离仅有 1.16km 左右。

各工况下悬浮物不同浓度的超标面积见表 4.1-3。

表 4.2-1 悬浮物不同浓度增量的包络面积（ km^2 ）

悬浮物浓度增量	$>10\text{mg/L}$ (超 I、II 类)	$>20\text{mg/L}$	$>50\text{mg/L}$	$>100\text{mg/L}$ (超 III 类)	$>150\text{mg/L}$ (超 IV 类)
---------	--------------------------------	------------------	------------------	--------------------------------	-------------------------------

	海水水质)			海水水质)	海水水质)
基槽开挖施工	2.068	1.536	0.783	0.389	0.277
抛石施工	1.783	1.158	0.437	0.211	0.145
所有源点叠加	2.068	1.536	0.783	0.393	0.282

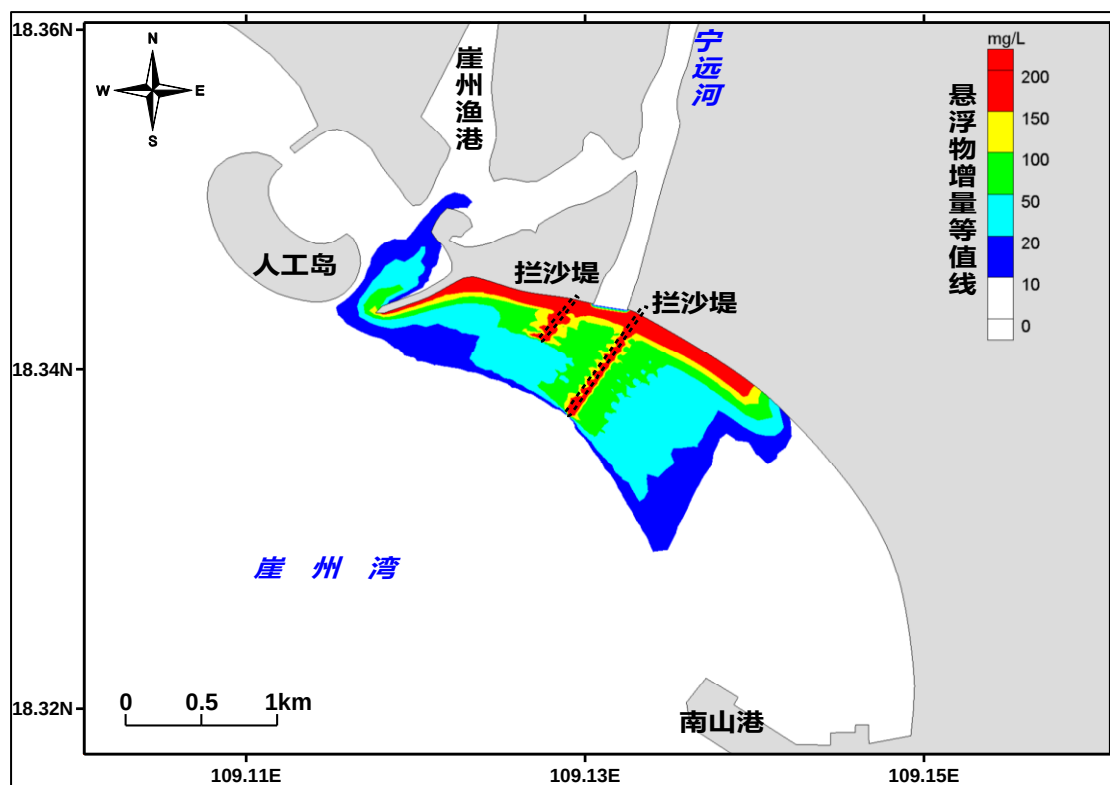


图 4.2-44 基槽开挖施工 24 个源点叠加产生的悬沙增量包络图

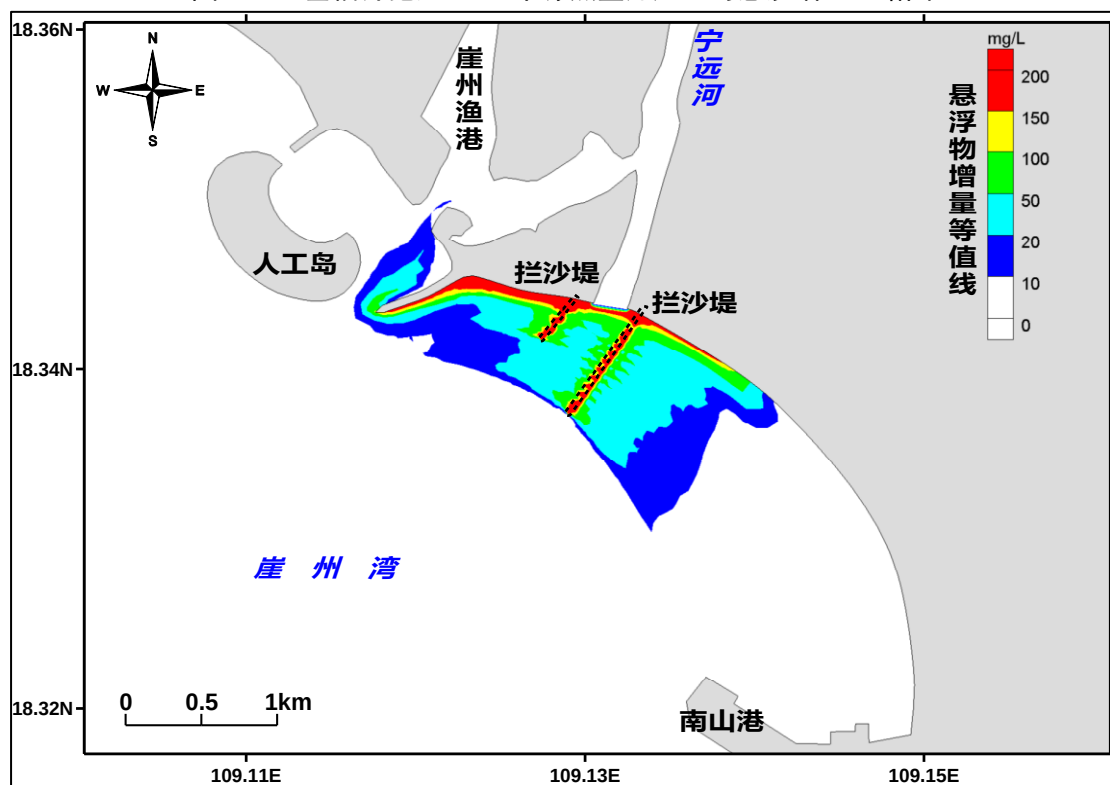


图 4.2-45 抛石施工 24 个源点叠加产生的悬沙增量包络图

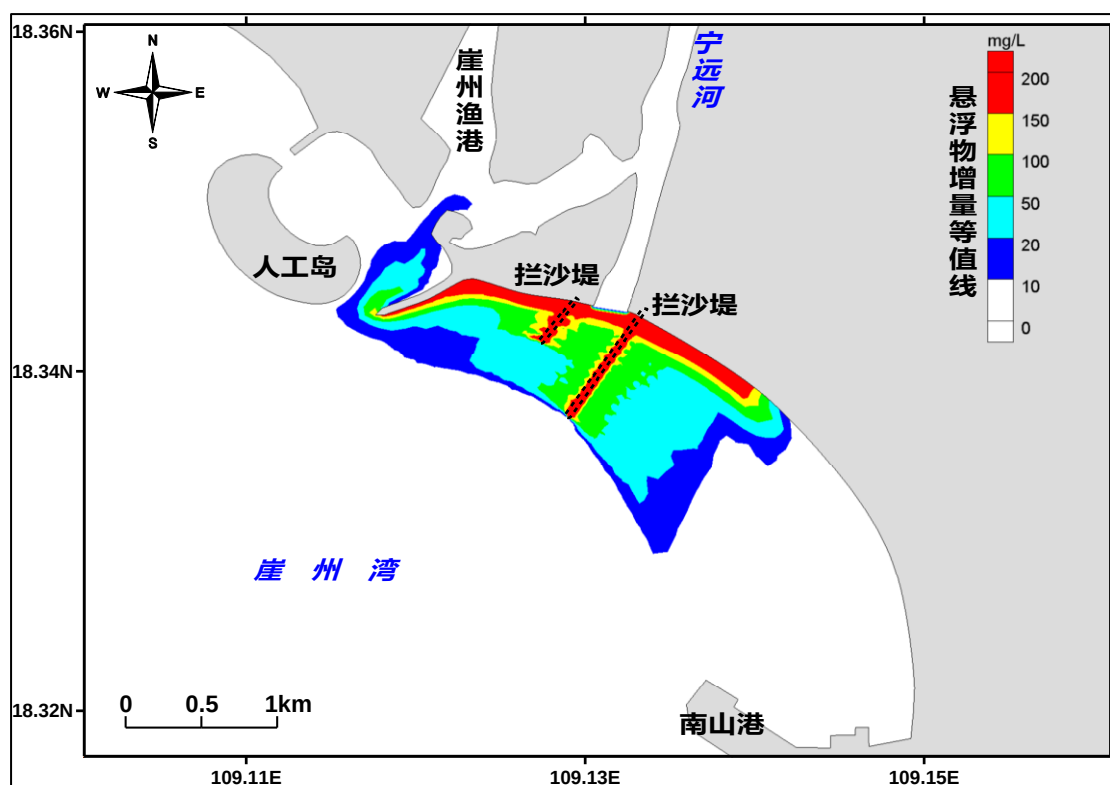


图 4.2-46 施工过程中所有 48 个源点叠加悬沙增量包络图

由此可知，本项目施工产生的悬浮泥沙的浓度增量和范围都很小。此外，施工过程中产生的悬浮泥沙对海水水质的影响，时间是短暂的，这种影响一旦施工完毕，在较短的时间内（18 小时）也就结束。

4.2.3.2 营运期水质环境影响

本项目营运期间主要功能为防波、防沙，不进行生产作业，无生产机械设备和人员等。因此，运营期工程本身不会产生废水等污染物，不会对海洋水质环境产生影响。

4.2.4 项目用海对沉积物环境影响分析

本工程主要是通过非透水构筑物方式建设拦沙坎，土石料应经监测其有毒有害和放射性等污染物符合相关标准要求，对海洋沉积物资源不会产生明显影响。

抛石施工过程中会使海域内悬浮泥沙含量增大，悬浮泥沙粒径小、粘度大，沉降到海底后使海底表层沉积物粒径变小，粘性变大。工程搅动海底沉积物在 2 天内沉积海底，除对海底沉积物产生部分分选、位移、重组和松动外，没有其它污染物混入，不会影响海底沉积物质量。

4.2.5 项目用海对河道通航影响分析

根据现场实地调查，拟建项目处位于宁远河入海口东汉，由于入海口处有泥沙淤积，因此渔船的主要通道在宁远河入海口西汉。本项目拦沙坎和河口东汉疏通工程实施后，宁远河口西汉流速由于分流作用流速减小，而宁远河口东汉流速则增加，但总得来说影响较小，因此项目实施后不会对西汉渔船通行产生影响，同时对崖州中心渔港内渔船停靠、装卸作业等提供一定基础保障。

4.3 项目用海生态影响分析

项目建设的生态影响主要发生在施工期，施工期生态影响包括直接影响和间接影响两个方面。直接影响主要限定在建构筑物施工范围内，将直接破坏底栖生物生境，掩埋底栖生物栖息地；间接影响则是由于抛石等施工致使局部水域悬浮物增加造成影响。

4.3.1 施工期海洋生态环境影响分析

本项目施工期对生态环境的影响主要表现在以下几个方面：

（1）位于施工区水域的底栖生物和鱼卵、仔稚鱼由于项目建设而全部或部分死亡；

（2）铺设块石过程中产生的悬沙会不同程度的影响所在海域内的生物，附近的游泳生物被驱散，浮游动物、浮游植物的生长受到影响。

4.3.1.1 对浮游生物影响分析

从水生生态角度来看，施工水域内局部区域悬浮物增加，水体透明度下降，从而使溶解氧降低，对水生生物产生诸多的负面影响。最直接的影响是削弱了水体的真光层厚度，对浮游植物的光合作用产生不利影响，进而妨碍浮游植物的细胞分裂和生长，降低单位水体浮游植物数量，导致局部水域内初级生产力水平降低，使浮游植物生物量降低。

在水生食物链中，除了初级生产者——浮游藻类以外，其它营养级上的生物既是消费者，也是上一营养级生物的饵料。因此，浮游植物生物量的减少，会使以浮游植物为饵料的浮游动物在单位水体中拥有的生物量也相应地减少，以这些浮游生物为食的一些鱼类等由于饵料的贫乏而导致资源量下降。而且，

以捕食鱼类为生的一些高级消费者，也会由于低营养级生物数量的减少而难以觅食。可见，水体中悬浮物质含量的增加，对整个水生生态食物链的影响是多环节的。

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，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。当悬浮物的浓度增加量在 10~50mg/L 时，浮游植物将会受到轻微的影响。徐兆礼等^[9]的研究表明，长江口疏浚弃土悬沙对微绿球藻（*N. oculata*）和牟氏角毛藻（*C. Muellen*）的生长有一定的抑制作用，当水体中含沙量持续 96h 达到 3g/L 时，藻类生长速率降低 20%~30%。

本工程施工期间产生的悬浮泥沙使周围海水中悬浮物浓度增大，透明度降低，从而使得浮游生物将受到不同程度的影响，尤其是滤食性浮游动物和营光合作用的浮游植物受到的影响较大，这主要是由于施工作业引起的水中悬浮物增加，引起浮游植物的光合作用的减少，同时悬浮颗粒会粘附在动物体表，干扰其正常的生理功能，滤食性游游动物及鱼类会吞食适当粒径的悬浮颗粒，造成内部消化系统紊乱。但由于悬浮沙排放的时间相对较短，随着施工作业结束，停止悬浮沙的排放，其影响将会逐渐减轻。

4.3.1.2 对游泳动物的影响分析

施工作业产生的悬浮泥沙，造成水体混浊水质下降，游泳生物的栖息环境遭到一定的破坏，不仅影响鱼类的存活和生长，而且由于悬浮性泥沙颗粒粘附在鱼卵的表面，会妨碍鱼卵的呼吸，阻碍与水体之间氧与二氧化碳的充分交换，可能导致鱼卵部分死亡和影响幼体的发育。但是总的来说，由于游泳生物尤其是成年鱼体具有一定的回避性和迁移性，水体中悬浮物含量的增加对它们的影响较小，经过一段时间后，游泳生物的种类和数量可以得到恢复。但水上施工使游泳生物被迫迁移，而迁移至新环境的物种，若适应不了新环境条件，也将面临死亡。

4.3.1.3 对底栖生物的影响分析

由于工程抛石等过程导致悬浮物含量增高，从而影响到底栖生物的生存环

境。当悬浮物覆盖厚度超过 2cm 时，还会对底栖生物造成致命性损害。悬浮物的沉积，可能引起贝类动物的外套腔和水管受到堵塞而致死。悬浮物的沉积主要影响工程区附近海域的底栖群落，施工结束后一段时间内，受影响的底栖生物群落会逐渐被新的群落所替代。

拦沙坎建设将彻底改变工程区域内海洋生物原有的栖息环境，尤其对底栖生物的影响是最大的。本工程占用海域内的底质环境完全破坏。除少量活动能力较强的底栖种类能够逃往他处存活外，大部分底栖生物被掩埋、覆盖而死亡，对底栖生物群落的破坏是不可逆转的。

4.3.2 营运期海洋生态环境影响分析

本项目营运期间主要功能为防波、防沙，不进行生产作业，无生产机械设备和人员等。因此，运营期工程本身不会产生废水等污染物，不会对海洋生态环境产生影响。

5 海域开发利用协调分析

5.1 开发利用现状

5.1.1 社会经济概况

（1）社会经济基本现状

根据《2023 年三亚市国民经济和社会发展统计公报》，初步核算，2023 年全市地区生产总值（GDP）971.34 亿元，按不变价计算，同比增长 12.0%，占全省地区生产总值的比重为 12.9%。其中，第一产业增加值 110.89 亿元，同比增长 3.5%；第二产业增加值 132.64 亿元，同比增长 13.0%；第三产业增加值 727.81 亿元，同比增长 13.0%。三次产业结构为 11.4:13.7:74.9。。

全年农林牧渔业总产值 159.32 亿元，按可比价计算，同比增长 4.1%。其中，农业产值 117.00 亿元，同比增长 4.0%；林业产值 1.66 亿元，同比下降 2.2%；牧业产值 7.81 亿元，同比增长 11.5%；渔业产值 23.85 亿元，同比增长 4.2%；农林牧渔专业及辅助性活动产值 9.00 亿元，同比增长 10.4%。全年全市规上工业总产值 129.54 亿元，同比增长 64.7%。其中，轻工业产值 2.91 亿元，同比增长 16.7%；重工业产值 126.64 亿元，同比增长 66.3%。。

全年全市接待过夜游客人数 2571.18 万人次，同比增长 95.6%。其中，过夜国内游客 2541.47 万人次，同比增长 95.0%；过夜入境游客 29.72 万人次，同比增长 159.1%。全年旅游总收入 896.64 亿元，同比增长 106.3%，其中国内旅游收入 887.22 亿元，同比增长 105.6%；旅游外汇收入 13182.05 万美元，同比增长 172.5%。旅游饭店平均开房率为 68.2%，同比增长 27.2 个百分点。全市列入统计的旅游宾馆（酒店）289 家，拥有客房 60838 间，与上年持平；拥有床位 100655 张，与上年持平。全市共有 A 级及以上景区 14 处，其中，5A 景区 3 处，4A 景区 5 处。

（2）海洋产业发展现状

根据《海南省海洋经济发展“十四五”规划》，2015~2020 年间，海南省海洋生产总值由 1005 亿元增长到 1536 亿元，年均增长 8.85%；海洋经济占全省 GDP 的比重由 26.9%上升到 27.8%。传统海洋产业保持稳定发展邮轮游艇等旅

游业态快速发展，深海智能养殖渔场、现代化海洋牧场、渔港经济区等渔业新业态不断萌发，深海科技、海洋信息等产业快速起步，以海洋渔业、海洋旅游业、海洋交通运输业、海洋科研教育管理服务业为支柱的海洋产业体系初步形成。

表 5.1-1 2015 年、2020 年海南海洋重点产业增加值比较

	2015年（亿元）	2020年（亿元）	2015-2020年均增速（%）
海洋渔业	242	305	4.7
海洋交通运输业	27	66	19.6
海洋旅游业	195	270	6.7
海洋科研教育管理服务业	240	511	16.3

5.1.2 海域使用现状

项目位于崖州湾内侧宁远河下游入海口处，项目论证范围内的用海项目主要有交通运输用海、港口用海、旅游娱乐用海、渔业用海以及科研教学用海等。开发利用现状见图 3.9-1。

表 5.1-2 项目所在海域使用现状

序号	项目名称	权属单位	用海面积 (hm ²)	用海类型	与项目位置 关系
1			123.822	渔业基础设施用海	西侧 0.65km
2			51.384	旅游娱乐用海	西侧 1.3km
3			20.9993	交通运输用海	东南侧 1.95km
4			1.0814	渔业基础设施用海	
5			28.7735	旅游娱乐用海	东侧 699m
6			4.0740	科研教学用海	东南侧 1.03km
7			2.1235	跨海桥梁、海底隧道等	北侧 1.9km
8			62.4800	交通运输用海	东南侧 1.68km
9			5.1173	港口用海	东南侧 2.28km
10			6.5261	港口用海	东南侧 1.69km
12			13.9412	科研教学用海	东南侧 2.18km
13			0.9115	科研教学用海	北侧 1.63km

序号	项目名称	权属单位	用海面积 (hm ²)	用海类型	与项目位置 关系
14			97.9513	旅游娱乐用 海	西北侧 17.36km
15			18.4542	旅游娱乐用 海	
16			1.4439	渔业用海	西南侧 14.42km
17			69.2015	渔业用海	西南侧 15.21km
18			44.9545	科研教学用 海	西南侧 16.14km
19			9.2844	交通运输用 海	西南侧 3.4km
20			11.723	旅游娱乐用 海	西南侧 3.81km
21			140.759	旅游娱乐用 海	西南侧 7.05km
22			20	旅游娱乐用 海	西南侧 9.61km
23			614.8	油气开采用 海	西南侧 3.98km

5.1.3 海域使用权属现状

论证范围内没有与本项目紧邻的海域使用权属分布。

图 5.1-1 项目周边开发利用现状示意图

5.2 项目用海对海域开发活动的影响

拟建项目位于海南省三亚市崖州湾内宁远河入海口，周边的开发利用活动有三亚市崖州中心渔港项目、三亚崖州中心渔港休闲渔业码头工程项目和三亚市崖州湾海洋运动休闲公园项目，其他项目相距较远，项目用海基本不会对其造成影响。

（1）对渔业用海活动的影响

项目周边的渔业用海活动包括：**，其中，*和*距离本项目较近。

*和*位于宁远河河口西汉，与本项目相距约 0.65km，是海南渔场作业船舶停泊、避风、卸、补给最便捷的基地。本项目实施后，宁远河口西汉流速由于分流作用流速减小，而宁远河口东汉流速则增加，流速最大改变幅度在 30cm/s 左右，对崖州中心渔港内渔船、休闲渔船停靠、装卸作业等提供一定基础保障。项目对波浪场的主要影响范围是拦沙坎之间疏浚区及河口上游约 1.0km 范围内，且中间有海岛养生园相隔，项目建设不会对渔港码头的通航、停靠等产生影响。

（2）对旅游娱乐用海项目的影响

拟建项目周边的旅游娱乐用海项目主要为**，其中，**和*距离本项目较近，其余距离本项目超过 10km。

*位于宁远河口西侧月亮岛填海地块，与本项目相距 1.3km，中间有海岛养生园和三亚崖州中心渔港项目相隔，现用作为全球动植物种质资源引进中转基地。本项目实施后对波浪场的主要影响范围是拦沙坎之间疏浚区及河口上游约 1.0km 范围内，距离较远，因此，项目建设不会对其造成影响。

*位于宁远河口东侧，距本项目约 0.55km，主要为摩托艇、帆船等特色水上运动。根据数值模拟预测结果，本项目施工期产生的悬浮泥沙影响可能会扩散至周边崖州湾旅游休闲娱乐区，但项目工程量较小，施工时间较短，这种影响一旦施工完毕，在较短的时间内（18 小时）也就结束。在切实落实相关环保措施、加强海洋管理的情况下，本项目实施对周边海洋功能区海水水质、沉积物质量、等基本无影响。因此项目对*营运基本无影响。

（3）对港口用海项目和交通运输用海项目的影响

根据数值模拟结果，项目对波浪场的主要影响范围为工程附近约 1.0km 的

范围内，项目施工所产生的各类污染物均能得到妥善处置，由于距离较远，项目建设对周边环境影响较小。项目建设对周边用海活动影响主要为海上施工将占用一定的海域空间，施工期疏浚船、物料运输船等进出港区加大了该海区的通航密度，与其他进出港区及码头的船舶难免发生相互干扰，船舶碰撞几率增高，存在一定的交通安全隐患。项目施工期间应严格制定碰撞、溢油应急措施，防止风险事故的发生。

(4) 对拟建的*的影响

为了满足日益增长的游艇停泊需求，缓解游艇码头停靠压力，同时解决科技城现状水利建设滞后、防洪（潮）能力不足的问题，拟建设*，该工程项目包括水闸工程和游艇码头工程。

为保障游艇顺利通航，崖州湾科技城公共码头项目需对游艇入海处进行清淤疏浚，本项目拟建的拦沙坎能够有效阻挡两边砂质岸线回淤，避免堵塞游艇入海通道，同时，本项目建成后，有利于港池内游艇的泊稳。因此，本项目的建设有利于*的后续实施。

5.3 利益相关者界定

5.3.1 利益相关者界定

根据项目用海对海域开发活动的影响分析结论，结合报告书海域使用权属调查的成果，项目无利益相关者。

5.3.2 需协调部门界定

项目施工期应向海事管理部门办理水上水下施工许可，同时施工船舶应加强安全航行管理，避免发生意外碰撞事故，因此，将三亚海事局列为本项目需协调部门。

5.4 相关利益协调分析

5.4.1 与三亚海事局的协调分析

项目施工期施工船舶进出港将增大宁远河口的船舶通行密度，对其通航安全产生影响。项目建设单位应与三亚海事局进行积极协调沟通，做好通航安全相关措施。一方面建议用海意向单位上报海事部门进行备案，另一方面根据通

航论证的相关建议，落实相关的安全航行的规章制度以及各项安全保障措施，降低与周边过往船只发生碰撞等事故的几率，防范出现意外碰撞的可能性。

表 5.4-1 与三亚海事局的利益协调内容

需协调部门	影响内容	协调责任人	协调方式	协调方案	协调结果要求	协调进度
三亚海事局	(1) 本项目施工可能影响附近船只的通航安全； (2) 水上水下施工许可问题	三亚崖州湾科技城开发有限公司	项目用海单位应积极联系三亚海事局，并上报海事局备案	(1) 本项目用海申请单位应在施工前向海事管理部门申请办理水上水下施工作业许可。 (2) 施工船只进入施工区时应遵守海事管理部门的各种管理要求，服从海事管理部门管理，航行时应加强瞭望，减少发生碰撞的可能性； (3) 建议用海申请单位加强船舶管理，配合当地海事局巡检，保障周边海域的通航安全。	避免发生船只碰撞事故，安全施工	项目施工前需取得水上水下施工许可，并上报海事局备案

5.5 项目用海对国防安全 and 国家海洋权益的影响分析

5.5.1 对国家海洋权益的影响分析

海域是国家的资源，任何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。本项目建设对国家权益不会产生影响。

5.5.2 对国防安全和军事活动的影响分析

项目拟用海域内及其附近区域没有国防设施，项目所属海域没有军事机密或军事禁区，不涉及军事设施，远离军事训练区。项目施工期和运营期不会对国防安全、军事行为产生不利影响。

6 国土空间规划符合性分析

6.1 所在海域国土空间规划分区基本情况

《海南省国土空间规划（2021-2035 年）》以资源环境承载力和国土空间开发适宜性评价为基础，服务自由贸易港建设等国家战略需要，按照陆海统筹、生态优先的原则，将全省陆域划分为城市化发展区、农产品主产区、重点生态功能区，将近岸海域划分为海洋生态空间、海洋开发利用空间和海洋生态红线保护区。本项目位于近岸海域中的开发利用空间，所处岸段为利用与预留岸段，不占用生态保护红线区。

根据《三亚市国土空间总体规划（2021-2035 年）》，规划提出三亚城市定位为：世界级的热带海滨风景旅游城市、开放创新的海南自贸港标杆城市、生态文明与宜居宜业的幸福城市、经略南海与科技创新的支点城市。强化陆海统筹联动发展，产业联动方面，做大做强特色海洋旅游业，加快海洋渔业转型升级，推进海洋交通运输业高质量发展，培育发展海洋战略性新兴产业，建设现代化海洋服务业中心，构建现代海洋产业体系，提升海洋产业综合竞争力。本项目位于海洋发展区中的交通运输用海区。

图 6.1-1 《海南省国土空间规划（2021-2035 年）》主体功能分区图

图 6.1-2 《海南省国土空间规划（2021-2035 年）》生态保护红线规划图

图 6.1-3 《海南省国土空间规划（2021-2035 年）》海岸带保护利用规划图

图 6.1-4 《三亚市国土空间总体规划（2021-2035 年）》市域陆海统筹规划图

6.2 对周边海域国土空间规划分区的影响分析

根据数值模拟结果，项目施工期间产生的悬浮泥沙不会扩散至周边功能区，不会影响周边功能区水质；项目建成后产生的冲淤基本集中在项目附近，基本不会改变所在海域的水文动力，不会影响到周边的海洋功能区，不会对红树林生态系统造成影响；施工期间会对产生的含油废水进行统一收集后运送到有相关资质的单位处理，并制定突发性溢油事故的应急预案以减少对海洋环境的影响；项目为拦沙坎建设，运营期间不会产生污染。

综上，本项目施工期产生的悬浮物等影响因子扩散范围较小，基本不会对周边功能区产生影响。

表 6.2-1 项目用海周边功能区管控要求

代码	功能区名称	用途管制	

6.3 项目用海与国土空间规划的符合性分析

6.3.1 项目用海与《海南省国土空间规划（2021-2035 年）》的符合性分析

《海南省国土空间规划（2021-2035 年）》中海洋空间的空间要求是：

“蓝海环绕。加强海岸带保护，严格管控沿海岸段的开发利用，以沿海岸段为环，统筹滨海滩涂、海岸、湿地系统的治理维护，确保本岛自然岸线保有率不低于 60%。

山海相通。以海南岛主要入海河流为廊道，统筹山水林田湖海的系统保护，重点治理河口、潟湖等河海交汇区，实现生态系统的山海相通。

近优远拓。以资源环境承载力为基准，优化近岸海域建设活动，除保障性产业用海之外，其他海域空间以保护为主，积极拓展深远海的开发利用，发展

新兴海洋产业。

构建“两空间一红线”近岸海域总体布局，对近岸海域开发保护功能进行引导。“两空间”包括海洋生态空间和海洋开发利用空间，“一红线”为海洋生态保护红线。”

本项目用海位于海南省三亚市崖州区宁远河入海口，不占用海洋生态保护红线，在落实好各项环保措施后不会对生态红线区造成影响。项目所处的利用与预留岸段的规划布局为“划定用于开展海洋渔业、海洋交通运输业、海洋工矿通信业、海洋旅游业等开发利用活动的岸段，以及规划期内为重大项目预留的后备发展岸段”。本项目属于基础设施建设，符合所处岸段的管控措施。因此，项目符合《海南省国土空间规划（2021-2035 年）》。

6.3.2 项目用海与《海南省国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》

符合性分析

根据自然资源部《关于开展省级国土空间生态修复规划编制工作的通知》（自然资办发〔2020〕45 号）要求，海南省自然资源和规划厅组织技术单位编制完成《海南省国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》（以下简称《规划》）。

《规划》明确 2025 年、2030 年、2035 年三个阶段的生态质量类和修复治理类 16 个规划指标，提出“一心+一环+多点+多廊”的陆海统筹生态修复总体格局，划定中部山地生态保护修复区、海岸带生态保护修复区、台地平原生态修复区、流域廊道生态保护修复区 4 个修复分区，部署热带雨林国家公园生态保护修复、海岸带生态保护修复、全域土地综合整治、历史遗留矿山生态修复、流域山水林田湖草沙生态保护修复、生物多样性保护能力建设共 6 类重大工程和重点项目，计划总投资 455.09 亿元。

项目周边有三亚市崖州区沿岸海域生态系统修复项目和三亚市宁远河口三角洲稻香湿地生态系统修复项目，项目不位于生态红线区（海洋）内。本项目为三亚崖州湾科技城宁远河综合治理（一期）工程的一部分，是防洪除涝、河口整治、提升河道景观改善河道生态的基础保障措施，建设目的是恢复河口三角洲东侧入海通道，保障口门泄洪纳潮通道通畅，**推进海洋防灾减灾能力建设**，提升崖州湾科技城的投资环境，促进经济发展。此外，项目施工产生悬浮泥沙

量较小，运营期工程本身不会产生废水等污染物，基本不会对海洋生态环境产生影响。项目建设不会对用海范围内的河口潟湖海湾生态系统修复重点项目和滨海湿地生态系统修复重点项目造成影响。项目符合《海南省国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》。

6.3.3 项目用海与《三亚市国土空间总体规划（2020-2035）》的符合性分析

《三亚市国土空间总体规划（2021-2035）》围绕全省“三区一中心”的总体定位，保护三亚唯一性的生态资源，构建“山海相连、陆海统筹、三城并举、区域协同”的国土空间开发保护新格局，形成“一心、一带、三河、五廊”的生态系统保护格局，将三亚建成生态文明与宜居宜业的幸福城市。

项目用海位于规划的交通运输用海区内。项目用海类型为特殊用海中的海岸防护工程用海，工程内容为拦沙坎。项目实施后宁远河口西汉入海的径流分成东西两汉，西汉因为流量下降将导致流速下降，而东汉疏通后流速将增大，对崖州中心渔港内渔船停靠、装卸作业等提供一定基础保障；且项目实施后不会对该海域通航环境产生不利影响。因此，本项目符合《三亚市国土空间总体规划（2020-2035 年）》。

6.3.4 项目用海与《海南省生态保护红线管理规定》（2022 年 5 月修正）的符合性分析

2022 年 5 月，海南省第六届人民代表大会常务委员会第三十六次会议审议通过了《海南省人民代表大会常务委员会关于修改<海南省生态保护红线管理规定>的决定》。生态保护红线是生态空间范围内具有特殊重要生态功能必须实行强制性严格保护的区域，根据海南省国土空间基础信息平台（网址：<https://yzlt.hnplan.com/>）的查询结果，本项目不占用生态红线。

本项目不在生态保护红线内且距各生态保护红线范围较远，施工期产生的悬浮泥沙经污染防治措施处理后对功能区内的生态环境影响较小，运营期不产生污染物，项目实施对生态红线基本无影响。

7 项目用海合理性分析

7.1 用海选址合理性分析

7.1.1 区位和社会条件适宜性分析

（1）区位条件

宁远河铁路桥下游段地处崖州的主城区和核心发展区域，该段河道南接科技新城，北临崖州古城，是新城古镇之间融合的纽带。但该段河道的建设严重滞后：沿线水安全缺乏保障、水环境质量有恶化趋势、水生态遭到破坏、水景观严重缺失，宁远河下游段的建设是城市发展中的一块短板。因此下游段的整治具有急迫性和必要性，因此宁远河综合治理近期的工程以铁路桥下游段为主要治理对象，同时兼顾上游段的面源污染治理，工程建设有助于崖州建设生态环境质量一流、辐射带动作用突出的新型产业创新发展区，扎实推进海南全岛自由贸易试验区和中国特色自由贸易港建设发展，有助于三亚和崖州更好的发展旅游业、现代服务业和高新技术产业，能为推动崖州区社会经济发展注入新的动力。

崖州湾科技城宁远河综合治理（一期）工程，主要建设水安全保障工程、水环境治理工程、水生态修复工程和水景观打造工程。本项目为三亚崖州湾科技城宁远河综合治理（一期）工程的一部分，是防洪除涝、河口整治、提升河道景观改善河道生态的基础保障措施，建设目的是恢复河口三角洲东侧入海通道，保障口门泄洪纳潮通道通畅，提升崖州湾科技城的投资环境，促进经济发展。

因此，从区位条件来看，本项目选址是合理的。

（2）外部配套条件

本工程位于三亚市崖州区，距三亚市区约 50 公里，辖内各种交通资源高度聚集，G98 海南环岛高速公路、G225 国道以及崖州区各城市主干道。崖州高铁站位于项目区附近，项目区距三亚凤凰机场里程约 27km。宁远河入海口航船可直接到达，航道沟通与海南各港口相通。本工程水陆空对外交通方便。同时 G98 海南环岛高速公路西侧为保港组团，水、电、通信等配套设施齐备。

综上所述，拟建项目的建设位置具有合理性、必要性和优越性，且各种外部条件完善，配套设施齐备。因此，从社会条件来看，本项目选址是合理的。

7.1.2 自然资源和生态环境适宜性分析

（1）气候条件的适宜性分析

项目位于海南岛南部，地处低纬度，属热带海洋性季风气候，日照时间长，平均气温较高，全年温差小，四季不分明。年平均气温为 26.2℃，各月平均气温都在 21℃以上，5~8 月份较高，平均气温均达到 28℃以上，12 月至翌年 2 月份较低，均不到 23.0℃，全年平均风速 2.5m/s。可见，项目海域气温较高，日照时数长，平均风速小。

但是，该区平均每年有 1.1 个热带气旋影响，海域会出现大风大浪、强降水过程和风暴潮，在热带气旋影响的时间内，必须严格作好安全防范工作。

（2）水文条件的适宜性分析

宁远河河口位于我国南海弱潮海区，为不正规日潮混合潮型，以日潮为主，具有明显的日潮不等现象。每月约 14 天为日潮，其余为不正规半日混合潮。最大潮差在 2.5m 左右，平均潮差只有 1.0m 左右，潮型为不正规日潮，即一个月当中大多数时间内一天当中只有一次涨潮和一次落潮。受地形边界的影响，崖州湾内涨潮时自东南向西北上溯，落潮时流向则由西北向东南下泄；崖州湾南山港至月亮岛人工岛连线海域的大潮期最大落急流速在 50cm/s 左右，涨急最大流速在 35cm/s 左右，落急流速略大于涨急流速。表现出一定的落潮优势。崖州湾湾顶的最大流速小于 30cm/s，宁远河河口区的最大流速可达到 50cm/s 左右。本项目拦沙坎和河口东汉疏通工程实施后，宁远河口西汉流速由于分流作用流速减小，而宁远河口东汉流速则增加，流速最大改变幅度在 30cm/s 左右，拦沙坎的堤头则存在挑流作用，流速最大增加幅度在 15cm/s 左右。

（不要只是罗列水文资料，）

（3）地形地貌条件的适宜性分析

本工程所在海域自然条件好，海岸线稳定，泥砂活动弱，水流速度小，海域宽阔，水深条件适宜，具备建设拦沙坎工程的基本条件。

（4）工程地质条件的适宜性分析

根据项目工程地质勘察资料，项目建设区域岩土的物理力学指标符合建设标准，没有发现不利于工程建设的地质灾害，项目建设区域工程地质条件良好。

综上所述，从自然条件角度分析，本项目用海选址是适宜的。

(5) 生态系统适宜性

本项目施工期悬浮泥沙将对海域浮游植物、浮游动物及底栖生物产生一定不利影响，该影响是暂时的，随着施工结束而消失。拦沙坎建设对海洋生态环境的影响是永久性的，根据工程海域海洋生态环境现状监测资料，经计算，海洋生物总体损失量较小，且均为常见物种，不会影响该区海洋生物的多样性，不会破坏海域的海洋生态系统平衡。

本项目建设会对选址海域生态环境产生一定不利影响，损失海洋生物均为常见物种，不会造成该海域海洋生态环境的恶化，选址海域的生态环境能够适应本工程用海。

综上，项目选址的自然资源和生态环境适宜。

7.2 平面布置合理性分析

7.2.1 平面布置方案比选

拦沙坎结构类似于港口防波堤，借鉴目前应用较广泛的防波堤形式主：斜坡式、直立式。

本项目属于强浪区，由于波浪对结构的作用强烈，如采用直立式由于反射波的影响，波浪在墙前反射形成的波浪底层流速大，容易引起堤脚淘刷，并且一旦发生破坏，修复困难，根据地质条件分析，如采用直立式结构投资造价也较高，因此从投资造价、运行维护、地质条件等因素出发，因此推荐斜坡式方案。

针对斜坡式方案提出两个断面型式进行比选：

(1) 方案一

采用不设防浪墙的人工块体护坡斜坡堤断面型式。断面堤心采用 1~500kg 块石抛填而成，含泥量小于 5%，三面护面结构均采用 5t 扭王块体厚 1760mm，下部护面抛石理砌层厚 600mm。边坡取 1:2。砼块前抛置 1.5m 厚 1.0t~1.2t 护底块石，棱体长约 5m，护底块石下铺设袋装碎石，厚度 0.2m。堤基区域内设置软

体排。结构断面如下图所示。

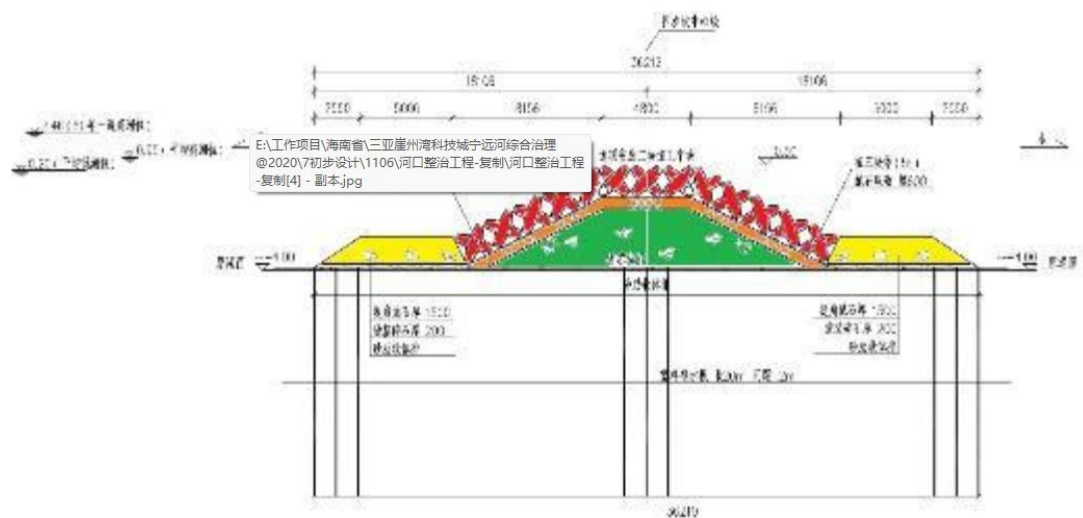


图 7.2-1 方案一断面图

(2) 方案二

采用浆砌块石护面斜坡式结构。堤心石采用 10~100kg 不分级块石堆积而成，三面护面结构均采用 1000mm 厚浆砌块石护面，边坡取 1:1.5，护面层下铺设 1.05m 厚 300~500kg 垫层块石。在施工水位附近设置 4.0m 宽肩台兼作检修通道，护面块体底部布置预制砼块镇脚，砼块前抛置 1.8m 厚 1.0t~1.2t 护底块石，棱体长 15m，护底块石下铺设 350g/m²土工布一层。结构断面如下图所示。

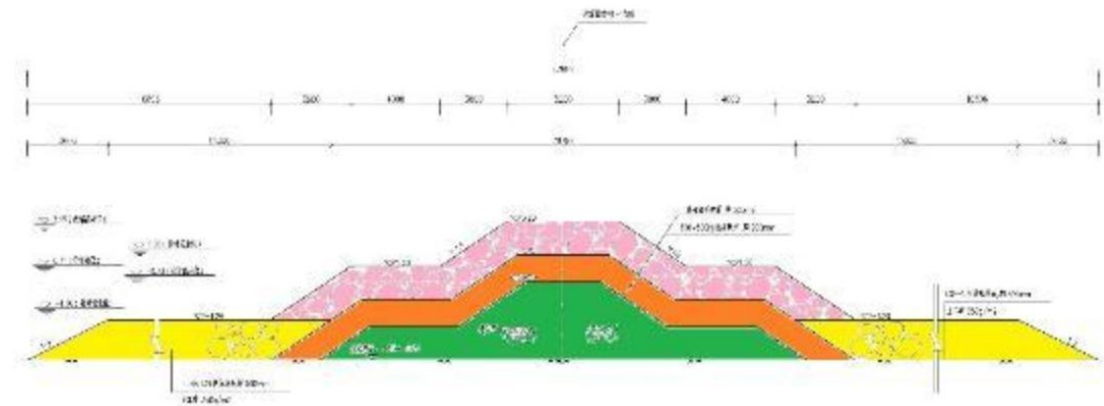


图 7.2-2 方案二断面图

两种方案的基本走向一致，考虑到施工条件、稳定性等因素，且工程所在区波浪较大，因此从安全角度出发，采用人工块体护面斜坡式结构。

7.2.2 推荐平面布置合理性分析

7.2.2.1 体现集约、节约用海的原则

(1) 堤线布置合理性

宁远河河口波浪输沙，夏半年由西北向东南搬运，但全年为自东南向西北搬运，因此东南向为主要的波浪输沙方向。东口门导堤主要拦东南向波浪输沙，但也要防西北向波浪输沙和波浪绕射输沙，因此东口门布置双导堤。导堤方向西南偏南向，与河口段治导线平顺衔接，基本垂直于河口湾水下地形等高线。根据波浪破碎带和宁远河河口多年平均低潮位-0.04m，破波水深一般0.75m~1.47m，极大浪破波水深为3.71m（莺歌海站）和3.94m（南山测波站）。考虑到修建拦沙堤会产生堤后淤积，借鉴三亚中心渔港东拦沙坎前沿布置于-4.0m等高线附近，拟定东侧拦沙坎前沿布置于-4.0m等高线附近，西侧拦沙坎布置于-1.5m等高线附近，拦沙坎堤线布置合理。

(2) 拦沙坎高程

根据《海港总体设计规范》（JTS165-2013），泥沙以悬移质运动形态为主时，宜取与设计高水位相同或高于设计高水位的堤顶高程，本工程设计高水位为1.68m，参考目前的《防波堤设计与施工规范》（JTS154-1-2018），按潜堤设计综合考虑，防沙分流堰堤顶高程取低于平均潮位0.71m，取0.50m，堤顶高程合理。

(3) 拦沙坎宽度

根据《防波堤设计与施工规范》（JTS154-1-2018），斜坡堤的堤顶宽度可取1.10~1.25倍的设计波高，但要满足构造上至少能并列安放两排或随机安放三块人工块体，本次设计波高取极端高水位下的 $H_{13\%}$ 为3.27m。为保证安全，本次堤顶宽度取并列安放三排人工块体，宽度合理。

综上所述，本项目平面布置满足《防波堤设计与施工规范》（JTS154-1-2018）等要求，体现了集约节约用海原则，平面布置合理。

7.2.2.2 有利于生态和环境保护

项目建设会对区域生物造成一定损失，但其施工悬沙造成的影响范围仅在工程邻近区域，且属于暂时性的，随着施工结束而消失。

项目施工期间产生的生活污水接入市政污水管网最终进入污水处理厂，船舶含油废水经收集后运至陆域交由资质单位接收处置，固体废物运至陆域由环卫部门及时清运，不在项目附近海域排放污染物。项目建设会对区域生物造成一定损失，但其施工悬沙造成的影响范围仅在工程邻近区域，且属于暂时性的，随着施工结束而消失，由于项目建设永久占用底栖生物生境造成的生物损失通过增殖放流等措施进行生态补偿，不会对工程海域造成长期不利影响。项目运营期基本不产生污染物。因此，项目的平面布局通过合理布局、采用有效的环保措施等布置原则，有利于生态和环境保护。

7.2.2.3 最大程度地减少对水文动力环境、冲淤的影响

由第四章数模分析结果可知，项目建设对该海域大尺度潮流场基本不会造成影响，但对于所在局部海域流场流速增大，本项目拦沙坎和河口东汉疏通工程实施后，宁远河口西汉流速由于分流作用流速减小，而宁远河口东汉流速则增加，流速最大改变幅度在 30cm/s 左右，拦沙坎的堤头则存在挑流作用，流速最大增加幅度在 15cm/s 左右。

本次拦沙坎建设不会改变周边原有的水动力环境，不会影响周边海域的使用功能。拦沙坎建成后局部主要呈现冲刷的趋势，并不会对海底地形造成明显的影响；而且本项目的建设有利于河道内的淤积，能够对外海波浪起到较好的掩护作用，将有助于宁远河河道疏浚后水深地形条件的维持、减轻回淤强度。本项目的实施不会对所在海域冲淤环境产生明显影响。

项目平面布置已最大程度上减少对水文动力环境、冲淤环境的影响。

7.2.2.4 与周边其他用海活动相适应

本项目毗邻拟建的崖州湾科技城公共码头项目中的公共游艇码头建设工程，本项目拟建的拦沙坎能够有效阻挡两边砂质岸线回淤，避免堵塞游艇入海通道，同时，本项目建成后，有利于港池内游艇的泊稳。因此，本项目的建设有利于崖州湾科技城公共码头项目的后续实施，与其用海申请单位具有良好的协调性。

综上所述，本项目平面布置是合理的。

7.3 用海方式合理性分析

7.3.1 已遵循最大可能不填海和少填海、不采用非透，尽可能采用透水式、开放式的用海原则

本项目是三亚崖州湾科技城宁远河综合治理（一期）工程中的一部分，是防洪除涝、河口整治、提升河道景观改善河道生态的基础保障措施。项目拦沙坎建设的主要目的为恢复河口三角洲东侧入海通道，改善河口泥沙淤积的现象，保障口门泄洪纳潮通道通畅。若用海方式采用透水构筑物，则无法起到稳定沙滩，减少沙滩冲刷侵蚀的功能，因此，项目用海方式具有唯一性。

7.3.2 已最大程度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

本项目采用非透水构筑物方式进行拦沙坎的建设，会在一定程度上改变了海域自然属性，但是工程建成后，局部流场的流速、流向发生变化较小，可能引起小范围的冲刷、淤积也主要集中在项目附近，但是很快就会达到新的平衡状态，海域的自然属性会随之恢复。本项目的非透水构筑物用海方式属于适度改变海域的自然属性，对所在海域基本功能基本不会产生影响。

7.3.3 已最大程度减少对区域海洋生态系统的影响

拦沙坎的建设改变了项目所在海域的生态环境，本项目最主要的生态环境影响就是工程施工将改变项目海域内海洋底栖生物原有的栖息环境，栖息于占海区内的无游泳能力的底栖生物将被永久性掩埋。施工造成的悬浮物对周边海域的海洋生态环境产生不利影响。另外，施工引起工程区前沿附近海域底质类型的局部改变，对改变区域内的底栖生物种类组成及数量分布也有一定影响。

项目建设完成后，可通过增殖放流的方式修复项目所在海域生物资源。另外，项目施工期制定了严格的环保措施和监测计划，保证污染物不排海，最大程度降低项目建设对海洋生态环境的影响，项目营运期不排放污染物，不对海域环境造成影响。。在此前提下，本项目用海方式对区域海洋生态系统的影响

是可以接受的。

7.3.4 已最大程度减少对水文动力环境和冲淤环境的影响

项目施工工艺主要为抛填堤心石，对于区域的潮流场、波浪场的影响是较小的。本海域海床稳定，基本为冲淤平衡状态。

本次拦沙坎对崖州湾大范围海域的流速影响较小，只局限在项目附近的小范围内，项目实施后，宁远河口西汉流速由于分流作用流速减小，而宁远河口东汉流速则增加，流速最大改变幅度在 30cm/s 左右，拦沙坎的堤头则存在挑流作用，流速最大增加幅度在 15cm/s 左右。

从上述角度来说，为恢复河口三角洲东侧入海通道，保障口门泄洪纳潮通道通畅，拦沙坎采用非透水构筑物的用海方式，项目建成后会对海域自然属性和水文动力、冲淤环境造成一定影响，但影响基本集中在项目附近，通过采取一定的措施可以减少和补偿项目建设对海域造成的影响。在此前提下，本项目的用海方式是合理的。

7.4 用海面积合理性分析

7.4.1 用海面积合理性

7.4.1.1 用海需求分析

宁远河铁路桥下游段地处崖州的主城区和核心发展区域，该段河道的建设严重滞后：沿线水安全缺乏保障、水环境质量有恶化趋势、水生态遭到破坏、水景观严重缺失，宁远河下游段的建设是城市发展中的一块短板。因此下游段的整治具有急迫性和必要性。

本项目为三亚崖州湾科技城宁远河综合治理（一期）工程的一部分，是防洪除涝、河口整治、提升河道景观改善河道生态的基础保障措施，建设目的是恢复河口三角洲东侧入海通道，保障口门泄洪纳潮通道通畅，提升崖州湾科技城的投资环境，促进经济发展。

因此项目需要在海域建设拦沙坎，需要用海。

7.4.1.2 符合相关行业的技术标准和规范

1、堤顶高程

参考《防波堤设计与施工规范 JTS154-1-2018》的相关要求，对允许越浪的防波堤，堤顶高程宜定在设计高水位以上不小于 0.6 倍设计波高值处。

根据《宁远河河口岸线（左岸）整治工程可研报告》，三亚站的实测资料统计，多年平均高潮位 0.95m，月最高潮位均值为 1.55m，报告建议高程设为月最高潮位均值，取值 1.55m。根据《海港总体设计规范》（JTS165-2013），泥沙以悬移质运动形态为主时，宜取与设计高水位相同或高于设计高水位的堤顶高程，本工程设计高水位为 1.68m，参考目前的《防波堤设计与施工规范》（JTS154-1-2018），按潜堤设计综合考虑，防沙分流堰堤顶高程取低于平均潮位 0.71m，取 0.50m。

2、堤顶宽度

根据《防波堤设计与施工规范》（JTS154-1-2018），斜坡堤的堤顶宽度可取 1.10~1.25 倍的设计波高，但要满足构造上至少能并列安放两排或随机安放三块人工块体，本次设计波高取极端高水位下的 $H_{13\%}$ 为 3.27m。为保证安全，本次堤顶宽度取并列安放三排人工块体。

1) 块体稳定重量

根据《防波堤设计与施工规范》（JTS154-1-2018）4.2.4 条，波浪作用下单个异型块体、块石的稳定重量可按下式计算：

$$W = 0.1 \frac{\gamma_b H^3}{K_D \left(\frac{\gamma_b}{\gamma} - 1 \right)^3 \cot \alpha}$$

当波浪作用斜向防波堤时，护面块体的重量可按照上述公式计算，公式中 K_D 应以 K_{DB} 代替， K_{DB} 应按下式计算：

$$K_{DB} = \frac{K_D}{\cos^k(\beta - 22.5^\circ)}$$

2) 护面厚度

根据《防波堤设计与施工规范》（JTS154-1-2018）4.2.17，护面层厚度不小于下式计算的结果：

$$h = n'c(\frac{W}{0.1\gamma_b})^{1/3}$$

断面	H (m)	坡度 (m)	扭王块稳定重量 (t)	实际取值 (t)	护面块体厚度 (m)
拦沙坎断面 1	3.27	2	1.29	5.0	1.76
拦沙坎断面 2	3.27	2	1.29	5.0	1.76

注：当平均波高与水深的比值 $H(\text{平均})/d < 0.3$ 时，取 $H5\%$ 否则取 $H13\%$ 。

3、整体稳定计算

1) 计算方法

根据 JTS147-2017 《水运工程地基设计规范》的有关规定，土坡和地基的稳定性验算，其危险滑弧应满足以下承载能力极限状态设计表达式：

$$\gamma_0 M_{sd} \leq \frac{1}{\gamma_R} M_{Rk}$$

采用复合滑动面法验算边坡和地基稳定，其抗滑力矩标准值和滑动力矩设计值按下式计算：。

$$M_{Rk} = \sum (h_i - z_R) [(q_{ki} b_i + W_{Aki}) U_i \tan \phi_{ki} + W_{Bki} \tan \phi_{ki} + c_{ki} b_i] (1 + g_i)$$

$$M_{sd} = \gamma_s [\sum (h_i - z_R) (q_{ki} b_i + W_{ki}) h'_i + M_p]$$

$$g_i = -h'_i \frac{x_i - x_R}{h_i - z_R} + \left[h'_i - F_{\phi i} + (1 + h'_i F_{\phi i}) \frac{x_i - x_R}{h_i - z_R} \right] \frac{2h'_i - F_{\phi i} + h_i'^2 F_{\phi i}}{(1 + F_{\phi i}^2)(1 + h_i'^2)}$$

$$F_{\phi i} = \tan \phi_{ki} / \gamma_R$$

2) 计算结果

导流挡沙堤结构安全等级均为二级，结构重要性系数 $\gamma_0 = 1.0$ 。

表 7.4-1 稳定性计算成果表

断面	荷载组合情况	计算安全系数	允许安全系数	是否满足
拦沙坎断面 1	基本组合	1.356	1.25	是
	特殊组合（地震）	1.192	1.05	是
拦沙坎断面 2	基本组合	1.413	1.25	是
	特殊组合（地震）	1.208	1.05	是

经计算拦沙坎的整体稳定性满足要求。

（2）沉降计算

沉降计算采用理正软土地基、堤坝设计软件计算。按照《堤防工程设计规范》（GB50286-2013）推荐的分层总和法采用地基各土层的 $e \sim p$ 曲线计算最终沉降量，同时按照《城市道路路基设计规范》（CJJ194-2013）推荐方法计算任意时刻地基的沉降，由此可以计算各分级加荷下的沉降量以及竣工后任意时刻（基准期）的残余沉降量，并形成堤坝横断面地面盆形沉降图。堤身和堤基的最终沉降量，可按式计算：

$$S_{\infty} = m_s S_c = m_s \sum_{i=1}^n \frac{e_{1i} - e_{2i}}{1 + e_{1i}} h_i$$

任意时刻的地基沉降的计算公式为：

$$S_t = (m_s - 1 + U_t) S_c$$

经计算，本工程拦沙坎预留 0.55m 沉降量。

根据计算结果选用的护面块体、护底块石的稳定性及整体稳定性均满足相关规范要求。综上，本项目用海面积符合相关行业的设计标准和规范。

7.4.1.3 减少项目用海面积的可能性分析

本项目选址选线已根据、地质条件、环境因素、工程量进行论述，确定为最优方案。同时拦沙坎的宽度、高程等均根据相关规范及结构形式等确定，工程已无减少用海面积的可能性。

综上所述，本方案减少用海面积的可能性较小。

7.4.2 用海面积量算

7.4.2.1 界址线确定原则

用海界址线的确定是基于工程平面布置和对工程区域现状的坐标检校，结合毗邻项目海域权属范围和周边地形及水深条件，按照《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）规定的界定方法及平面布置方案确定典型界址点。

本项目用海方式为“非透水构筑物”，按照《海籍调查规范》5.3.2.1 节的非

透水构筑物用海范围，拦沙坎界址线的确定原则如下：

“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。”

7.4.2.2 各用海单元用海界址的确定及面积量算

本项目建设单位申请用海内容为 2 个单元（左侧拦沙坎和右侧拦沙坎）。根据界址线的确定原则，对用海单元用海面积进行核算，并确定最终的用海面积。

（1）左侧拦沙坎

本项目左侧拦沙坎用海方式为非透水构筑物。根据工程方案设计和拦沙坎断面图，获得拦沙坎的边缘线。如图 7.5-1 所示，经测算，左侧拦沙坎为 1.0416hm²。界址线 1-2-3-...-26-1 为左侧拦沙坎用海范围界址线。

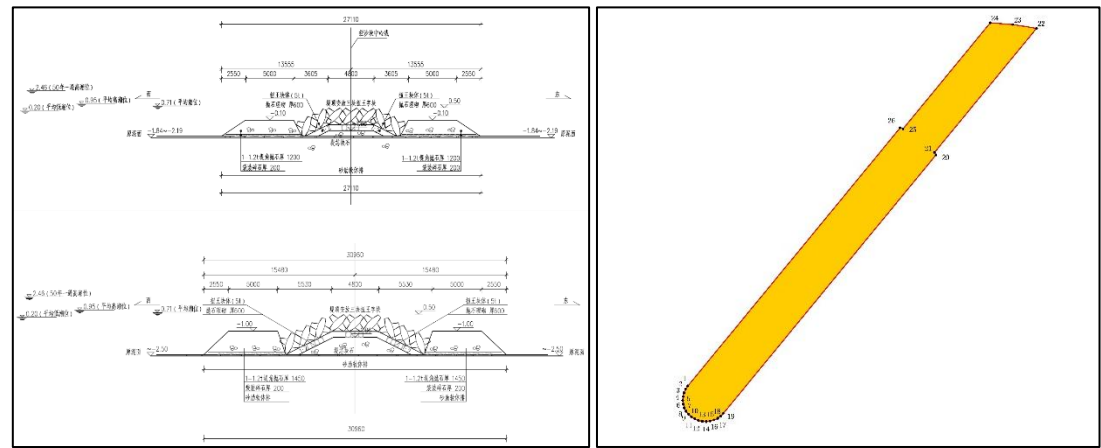


图 7.4-1 左侧拦沙坎面积量算图

（2）右侧拦沙坎

本项目右侧拦沙坎用海方式为非透水构筑物。根据工程方案设计和拦沙坎断面图，获得拦沙坎的边缘线。如图 7.5-1 所示，经测算，右侧拦沙坎为 2.3294hm²。界址线 1-2-3-...-29-1 为右侧拦沙坎用海范围界址线。

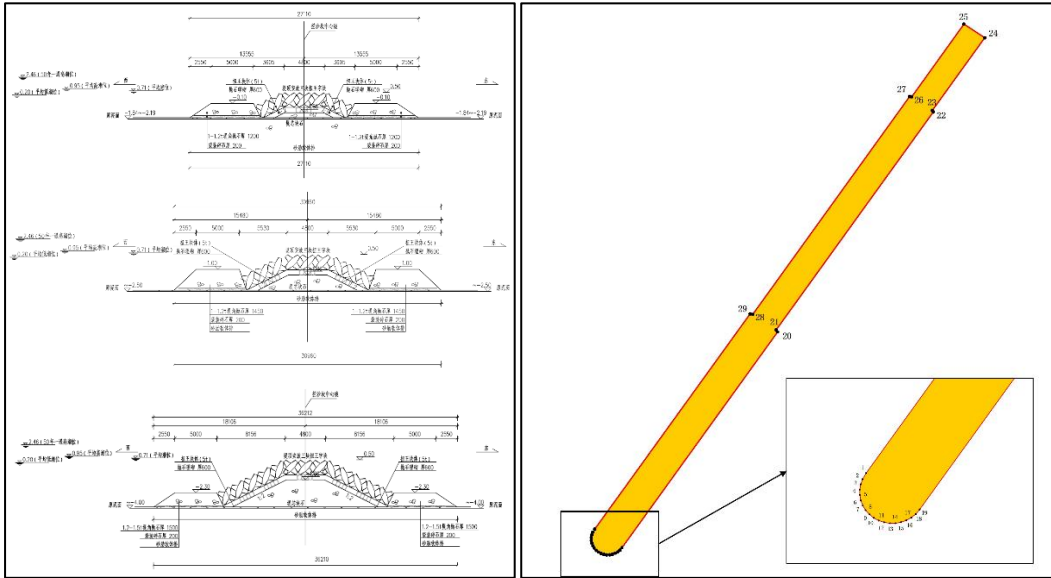


图 7.4-2 右侧拦沙坎面积量算图

表 7.4-2 本工程宗海界址点确定一览表

界址点号	界定依据	确定方法
1-29	依据项目总平面布置图及结构断面图（东拦沙坎），以非透水构筑物及其防护设施的水下外缘线为界，推算界址点 1-29。	推算
1-26	依据项目总平面布置图及结构断面图（西拦沙坎），以非透水构筑物及其防护设施的水下外缘线为界，推算界址点 1-26。	推算

7.4.3 宗海图绘制

（1）宗海图绘制方法

①宗海界址图的绘制方法：利用建设单位提供的设计图纸、数字化地形图等作为宗海图界址图绘制的基础底图。在 ARCGIS 界面下，形成以项目周边用海分布情况、项目用海布置图等为底图，以项目申请用海边界为宗海边界，不同用海方式通过不同色斑进行区分的宗海界址图。

②宗海图位置图的绘制方法：采用 1：5 万海图作为宗海图位置图的底图，并绘制《宗海图编绘技术规范（试行）》及《海籍调查规范》上要求的其他海籍要素，形成宗海位置图。

（2）相关技术标准

平面控制：*；高程基准：*；深度基准：*；投影方式：*。根据以上论证分析结论，本项目用海面积合理，据此给出本项目应申请的宗海位置图、宗海平面布置图和宗海界址图如下。

3、宗海图绘制

依据《海籍调查规范》中宗海界址界定的有关规定，经海籍调查测得的界址坐标、数字化地形图等作为宗海图界址图绘制的基础数据在 ArcGIS 界面下，形成有地形图、项目用海布置图等为底图，以用海界线形成不同颜色区分的用海区域。同时采用数字化地图作为宗海图位置图的底图，并填上《海籍调查规范》上要求的其他海籍要素，形成宗海位置图。

7.5 用海期限合理性分析

（1）工程设计

本项目设计年限为 50 年，用海单位申请用海 40 年，项目能够满足设计使用年限。

（2）法律法规要求

根据《中华人民共和国海域使用管理法》第二十五条规定，“海域使用权最高期限，按照下列用途确定：（一）养殖用海十五年；（二）拆船用海二十年；（三）旅游、娱乐用海二十五年；（四）盐业、矿业用海三十年；（五）公益事业用海四十年；（六）港口、修造船厂等建设工程用海五十年”。

本工程海岸防护工程用海属于其中的“公益事业”，申请用海 40 年符合《中华人民共和国海域使用管理法》。

综上，本工程申请用海期限合理。海域使用权期限届满后，如需继续使用海域，且工程完好，应再申请续期。

8 生态用海对策措施

8.1 生态用海对策

8.1.1 生态保护对策

(1) 合理安排施工期。对整个施工工期进行合理规划，尽量缩短工期。水下施工应尽可能避开当地主要经济生物的繁殖期、产卵期。

(2) 施工过程中须密切注意施工区及周边水域的水质变化。如发现因施工引起水质变化而对周围水域水生物产生不良影响，则应立即采取措施，必要时应暂时停工。

(3) 加强对施工船舶的管理，船舶要安装防污设备和器材，对跑冒滴漏的船只须整改合格后才能进场施工。

8.1.1.1 水环境保护措施

①施工船只产生的船舶油污水在船上统一收集、贮存，船只回施工基地后由后方陆域设施区域接受设备统一收集处理，不得直接排放。

②加强施工设备的管理与养护，杜绝石油类物质泄漏，减少海水受污染的可能性。

③对于施工期产生的生活垃圾和施工固废，应用专用容器收集运至陆上统一处置。

8.1.1.2 声环境保护措施

施工现场噪声较大的机械为作业船舶。针对主要噪音源，采取如下措施：

①严格控制施工作业时间。

②加强施工设备的维护保养，发生故障应及时维修，加强施工管理、文明施工，杜绝施工机械在运行过程中因维护不当而产生的其它噪声。

8.1.1.3 固废防治措施

①严格按有关环保规定执行。

②搞好施工现场卫生：

1) 生活垃圾袋装化：对现场的生活垃圾，实行袋装化，并每天派人清理出现场，时刻保持现场的文明。

- 2) 现场施工道路要保持畅通与清洁，不得随意堆放物品，更不允许堆放杂乱物品或建筑垃圾。
- 3) 现场设废弃物存放点，废弃物分类存放，并由专人负责，设醒目标志。
- 4) 生活垃圾和建筑垃圾要分开存放，及时清运。

8.1.2 生态跟踪监测

为了解和掌握本工程海域水质、生态的现状，分析、验证和复核本报告对海域水质、生态影响的评价结果，及时反映工程对周围海域水质、生态状况的影响，预测可能的不良趋势，及时提出合理的整改建议和对策措施，最终达到保护工程及周围海域生物多样性的目的，对工程海域自然、生态环境进行跟踪监测。

根据国家海洋局于 2002 年 4 月发布的《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》和《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）文件要求，对于涉及新建的填海用海、非透水构筑物用海（长度 $\geq 500\text{m}$ 或面积 $\geq 10\text{hm}^2$ ）等严重改变海域自然属性的项目，应开展生态跟踪监测。

根据拟建项目的特点，本次评价环境监测重点针对海水水质、沉积物、生态环境以及冲淤环境进行监测。

采样监测工作委托有资质环境保护监测站承担。应满足《海洋监测规范》及《海水水质标准》（GB3097-1997）中相应规范和标准的要求。

（1）监测站位布设

结合拦沙坎布置，在工程所在海域布设 3 个监测断面。监测站位见表 8.1-1 和图 8.1-1。

表 8.1-1 跟踪监测站位表

站位	东经	北纬	内容
1			水质、生态监测
2			水质、生态监测
3			水质、生态监测
4			水质、生态监测
5			水质、生态监测

站位	东经	北纬	内容
6			水质、生态监测
7			冲淤监测
8			冲淤监测
9			冲淤监测

(2) 监测要素

①施工期：

海水水质：水温、pH、悬浮物（SS）、COD、BOD₅、无机氮、石油类等；

海洋生态：浮游植物、浮游动物、底栖生物；

②运营期：

海水水质：水深、水温、pH、悬浮物（SS）等；

海洋生态：浮游植物、浮游动物、底栖生物；

冲淤环境：水深地形。

(3) 监测频次

海水水质：施工期前、中、后期各进行一次监测。运营期每年进行一次监测，持续两年。

海洋生态：施工期前、中、后期各进行一次监测。运营期每年进行一次监测，持续两年。

冲淤环境：施工完成后每半年进行一次监测，持续两年。

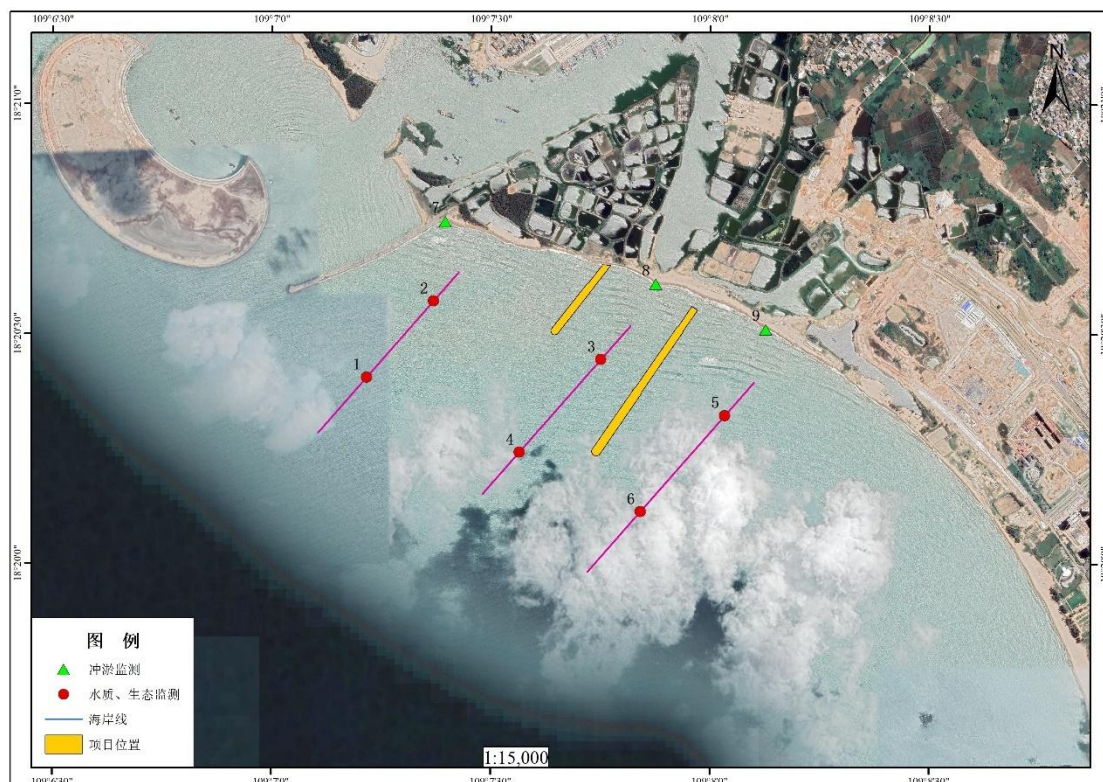


图 8.1-1 环境监测站位示意图

8.2 生态保护修复措施

8.2.1 项目用海主要生态问题

本项目用海产生的主要生态问题为：拦沙坎施工过程中产生的悬沙扩散导致对附近的生态环境和渔业生产产生影响，以及拦沙坎永久占用海域导致的底栖生物的损失。因此，有必要采取一定的生态修复措施，对已经造成损害的海洋生态系统而采取补救措施使得遭到破坏的生态系统逐步恢复，或使生态系统向良性循环方向发展。

8.2.2 增殖放流措施

8.2.2.1 增殖放流品种选择

增殖放流品种采用海南附近海域常见且种苗易采购的品种。根据《农业农村部关于做好“十四五”水生生物增殖放流工作的指导意见》（农渔发〔2022〕1号）（下称《意见》）中“‘十四五’确定全国适宜放流水生物种 286 种，中央财政资金原则上应用于放流所列范围内的物种，确需放流其他物种的，须经省级渔业主管部门组织专家充分论证并报我部渔业渔政管理局备案。”

参照《意见》附件 3-10 “南海增殖放流水域适宜性评价表”中，海南海区中大洲岛海域适宜放流的物种为青石斑鱼、布氏鲷、紫红笛鲷、红笛鲷、斑节对虾、日本对虾、长毛对虾、墨吉对虾、绿海龟*、克氏海马*、大珠母贝*、尖翅燕鱼、豹纹鳃棘鲈、红九棘鲷、法螺*、波纹唇鱼*。结合项目所在海区情况以及海洋调查结果，确定本项目增殖放流的苗种为青石斑鱼、红笛鲷和斑节对虾。项目苗种的来源，根据技术指导单位建议及实际采购情况，确定具备相应资质的苗种单位并采购相应种苗。

根据项目施工的实际情况，于施工前三天进行将筛，由有资质的单位负责对本次放流的种苗进行检验检疫工作，保证种苗是无病害的体质健壮种类，种质符合放流要求。产品质量标准以供货方出具的产品清单及具有资质的第三方出具的检测报告结果为准。

8.2.2.2 增殖放流苗种大小和数量

增殖放流物种的规格以放流现场测量为准。苗种应当是本地种的原种或 F1 代，人工繁育的苗种应由具备资质的生产单位提供。应选择信誉良好、管理规范、科研力量雄厚、技术水平高、具有《水产苗种生产许可证》苗种生产单位。禁止使用外来种、杂交种、转基因种以及其他不符合生态要求的水生生物物种。

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/T12763 和 SCT9102 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

建议分三个阶段进行增殖放流工作，选择鱼类苗种体长 5cm 以上。

8.2.2.3 增殖放流地点和时间

根据 2017 年起实施的南海海域伏季休渔政策，每年的 5 月 1 日 12 时至 8 月 16 日 12 时为休渔期。在施工期间根据实际情况开始实施海洋生物增殖放流，经济物种增殖放流工作应尽量安排在休渔期进行。

本工程位于三亚市崖州区宁远河入海口，鉴于项目施工过程中产生的悬浮泥沙对海洋生态环境有一定的影响，但这种影响为非持久性的，属于可逆的。

建议建设单位应与海洋渔业相关管理部门沟通，工程后采取一定的海洋生物增殖放流的补偿措施，即由建设单位出资在渔业行政主管部门的指导下，采取增殖方式进行生态补偿。建议放流区域已有物种，应当提前十五日向渔业行政主管部门报告增殖放流的种类、数量、规格、时间、地点等事项，接受监督检查。禁止放流未列入增殖放流物种名录内的物种。根据施工进度，生态补偿建议分三个年度实施。

具体生态补偿费用需根据工程造成的渔业资源损失跟踪监测资料确定。在生物资源增殖放流过程中，必须坚持科学发展观，建设单位首先应委托有资质的单位进行增殖方案制定、论证和资源研究，根据项目对海洋生态环境的实际损害情况，在当地海洋主管部门的监督和协助下，有具体目标，具体计划对生态环境和资源数量进行修复，不得在没有科学报告的情况下，贸然实施操作。

表 8.2-1 生态环境保护和修复对策措施一览表

保护对象	保护修复内容	具体内容	预期效果	实施计划	责任人
渔业资源	减小悬沙影响程度和范围	疏浚施工环节应尽可能避开渔业资源繁殖季节	减小悬浮泥沙对渔业资源、鱼卵仔鱼的影响	施工过程中	建设单位
	生态补偿	选择适合本海域生长的鱼类进行人工放流，增加渔业资源量	按照相关部门的要求，按时完成增殖放流的品种、数量		建设单位
底栖生物	减少海域底质扰动	疏浚准确定位、详细记录其过程，严格按照施工平面布置进行作业，控制施工作业面，避免在一个区域重复作业	减少对项目所在海域底质扰动的强度	施工过程中	建设单位
	生态补偿	选择具有地方特色且适合本海域生长的贝类底播，增加底栖生物资源量	按照相关部门的要求，按时完成增殖放流的品种、数量		建设单位
水生生物	减少干扰	控制船舶的发动机噪声和其他设备的噪声	减少对水生动物的干扰	施工过程中	建设单位

9 结论

9.1 项目用海基本情况

(1) 项目名称：三亚崖州湾科技城宁远河综合治理（一期）工程

(2) 投资主体：三亚崖州湾科技城开发建设有限公司

(3) 项目位置：海南省三亚市崖州湾内侧宁远河入海口

(4) 项目建设内容、规模：在宁远河下游河道左汊入海口顺河道方向设置两道拦沙坎，东拦沙坎长约 531m，西拦沙坎长约 348m。

本工程的施工期约为 2 个月。本工程估算总投资为 122154.31 万元。

(5) 申请用海情况：

本项目用海类型属于“8 特殊用海”中的“84 海岸防护工程用海”。

河口整治工程申请用海内容主要为拦沙坎，包括东拦沙坎和西拦沙坎，一级用海方式为“2 构筑物”，二级用海方式为“21 非透水构筑物”，用海面积为 2.5235hm²（西拦沙坎面积：0.9770hm²，东拦沙坎面积：1.5465hm²）。

(6) 项目申请用海期限：拦沙坎申请用海期限为 40 年。

9.2 项目用海必要性结论

(1) 项目建设必要性

本工程是推进生态文明建设，贯彻落实党中央新时期治水思路的需要；是消除隐患，保障综合安全的需要；是提升水质，保证水质达标目标的需要；拉动崖州城发展的重要动力；是创建优美环境，满足人民群众美好生活的需要；是提升左岸科技城及右岸综合价值的需要；是大力发展民生水利，着力推进水利基本公共服务均等化的需要。

(2) 用海必要性

宁远河铁路桥下游段地处崖州的主城区和核心发展区域，该段河道的建设严重滞后：沿线水安全缺乏保障、水环境质量有恶化趋势、水生态遭到破坏、水景观严重缺失，宁远河下游段的建设是城市发展中的一块短板。因此下游段的整治具有紧迫性和必要性。

本项目为三亚崖州湾科技城宁远河综合治理（一期）工程的一部分，是防

洪除涝、河口整治、提升河道景观改善河道生态的基础保障措施，建设目的是恢复河口三角洲东侧入海通道，保障口门泄洪纳潮通道通畅，提升崖州湾科技城的投资环境，促进经济发展。

因此项目用海是非常必要的。

9.3 项目用海资源生态影响分析结论

项目用海水水质环境的主要影响在项目建设过程中可能会产生少量的悬浮泥沙。根据预测，本项目施工产生的悬浮泥沙的浓度增量和范围都很小。此外，施工过程中产生的悬浮泥沙对海水水质的影响，时间是短暂的，这种影响一旦施工完毕，在较短的时间内（18 小时）也就结束。

本项目营运期间主要功能为防波、防沙，不进行生产作业，无生产机械设备和人员等。因此，运营期工程本身不会产生废水等污染物，不会对海洋水质环境产生影响。

本工程主要是通过非透水构筑物方式建设拦沙坎，土石料应经监测其有毒有害和放射性等污染物符合相关标准要求，对海洋沉积物资源不会产生明显影响。

抛石施工过程中会使海域内悬浮泥沙含量增大，悬浮泥沙粒径小、粘度大，沉降到海底后使海底表层沉积物粒径变小，粘性变大。工程搅动海底沉积物在 2 天内沉积海底，除对海底沉积物产生部分分选、位移、重组和松动外，没有其它污染物混入，不会影响海底沉积物质量。

本工程造成的主要海洋生物资源损失是项目建设对底栖生物栖息环境造成的影响，导致底栖生物永久损失，底栖生物损失量为 5901.2kg；悬浮泥沙浓度的增加影响周围水域游泳生物损失量约为 160.48kg，鱼卵损失量约为 9.4×10^6 粒，仔鱼损失量约为 1.78×10^6 尾，浮游动物损失量为 407.06kg，浮游植物损失量为 5.528×10^{11} 个。

9.4 海域开发利用协调分析结论

根据项目用海对海域开发活动的影响分析结论，结合报告书海域使用权属调查的成果，项目无利益相关者，需协调部门为三亚海事局，具有良好的协调性。

9.5 项目用海国土空间规划符合性分析结论

项目建设符合《海南省国土空间规划（2021-2035）》《三亚市国土空间总体规划（2021-2035）》《海南省国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》和《海南省生态保护红线管理规定》等相关规划和要求。

9.6 项目用海合理性分析结论

（1）选址合理性

宁远河铁路桥下游段地处崖州的主城区和核心发展区域，该段河道的建设严重滞后：沿线水安全缺乏保障、水环境质量有恶化趋势、水生态遭到破坏、水景观严重缺失，宁远河下游段的建设是城市发展中的一块短板。因此下游段的整治具有急迫性和必要性。

崖州湾科技城宁远河综合治理（一期）工程主要治理对象为该河段，本项目为一期工程的一部分，是防洪除涝、河口整治、提升河道景观改善河道生态的基础保障措施，建设目的是恢复河口三角洲东侧入海通道，保障口门泄洪纳潮通道通畅。

从选址区域社会条件、自然条件、区域生态系统、周边其他用海活动等多角度分析，本项目选址合理。

（2）用海方式和平面布置合理性

项目拦沙坎建设的主要目的为恢复河口三角洲东侧入海通道，改善河口泥沙淤积的现象，保障口门泄洪纳潮通道通畅。若用海方式采用透水构筑物，则无法起到稳定沙滩，减少沙滩冲刷侵蚀的功能，因此，项目用海方式不可避免的采用非透水构筑物，具有唯一性。项目施工工艺主要为抛填堤心石，对于区域的潮流场、波浪场的影响是较小的。因此，项目用海方式合理。

项目总平面布置完全符合相关规范要求，充分考虑本工程区域的自然条件、水动力条件、地形地貌条件，尽量减少工程建设对周边环境的影响，平面布置合理。

（3）用海面积合理性

项目建设参考《防波堤设计与施工规范 JTS154-1-2018》《海港总体设计规范》（JTS165-2013），满足实际需要，用海范围和界址点的界定符合《海籍调查

规范》。因此，项目用海面积合理。本项目申请用海面积为 2.5235 公顷。

9.7 项目用海可行性结论

综上所述，本项目用海与项目所在区域的自然环境和社会环境相适宜，项目用海与所在区域的海洋功能区划相符合，工程选址、平面布置、申请用海面积和用海期限合理，工程建成后有利于恢复河口三角洲东侧入海通道，保障口门泄洪纳潮通道通畅，提升崖州湾科技城的投资环境，促进经济发展。在切实落实环境风险相关防范和应急对策措施的前提下，本项目的用海是可行的。

9.8 现场踏勘记录表

项目名称	三亚崖州湾科技城宁远河综合治理（一期）项目		
勘查人员	于凌宇	勘查责任单位	青岛卓建海洋工程勘测技术有限公司
勘查时间	2022.4.4	勘查地点	宁远河下游
勘查仪器	大疆Mavic 2		
勘查内容简述	 项目北侧G98跨河高速  北侧		

	 本项目附近（由北向南看）
项目负责 人	子强 技术负责人 李强