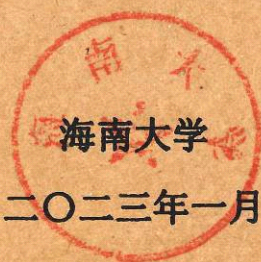


三亚市东西瑁洲海域国家级海洋牧场示范区创建项目

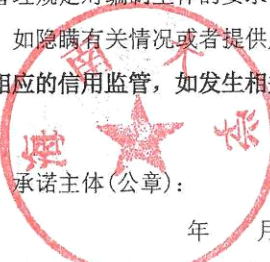
海域使用论证报告书

(送审稿)



二〇二三年一月

论证报告编制信用信息表

论证报告编号	4602042023000564		
论证报告所属项目名称	三亚市东西瑁洲海域国家级海洋牧场示范区创建项目		
一、编制单位基本情况			
单位名称	海南大学		
统一社会信用代码	12460000428200732M		
法定代表人	骆清铭		
联系人	李卫东		
联系人手机	13876692755		
二、编制人员有关情况			
姓名	信用编号	本项论证职责	签字
莫文渊	BH003060	论证项目负责人	
莫文渊	BH003060	1. 概述 2. 项目用海基本情况 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 9. 结论与建议 3. 项目所在海域概况	莫文渊
陈浩森	BH003063	4. 项目用海资源环境影响分析 5. 海域开发利用协调分析 8. 海域使用对策措施 10. 报告其他内容	陈浩森
<p>本单位符合海域使用论证有关管理规定对编制主体的要求，相关信息真实准确、完整有效，不涉及国家秘密，如隐瞒有关情况或者提供虚假材料的，愿意承担相应的法律责任。愿意接受相应的信用监管，如发生相关失信行为，愿意接受相应的失信行为约束措施。</p> <p style="text-align: center;">  承诺主体(公章): 年 月 日 </p>			

目录

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	6
1.4 论证重点	7
2 项目用海基本情况	8
2.1 用海项目建设内容	8
2.2 总平面布置和主要结构、尺度	9
2.3 辅助设施建设方案	18
2.4 项目主要施工工艺和方法	27
2.5 项目预申请用海情况	36
2.6 项目用海必要性	40
3 项目所在海域概况	45
3.1 自然环境概况	45
3.2 海洋生态概况	93
3.3 自然资源概况	93
3.4 开发利用现状	96
4 项目用海资源环境影响分析	104
4.1 项目用海环境影响分析	104
4.2 项目用海生态影响分析	123
4.3 项目用海资源影响分析	124
4.4 项目用海风险分析	129
5.1 项目用海对海域开发活动的影响	129
5 项目开发利用协调分析	146
5.2 利益相关者界定	146
5.3 利益相关者协调分析	147
5.4 项目用海对国家权益、国防安全的影响分析	149
6 项目用海与海洋功能区划及相关规划符合性分析	150
6.1 项目用海与海洋功能区划的符合性分析	150
6.2 项目用海与相关规划符合性分析	155
7 项目用海的合理性分析	165
7.1 项目选址适宜性	165
7.2 项目用海方式和平面布置合理性	167
7.3 用海面积合理性	171
7.4 项目用海期限合理性分析	173
8 海域使用对策措施	177
8.1 区划实施对策措施	177
8.2 开发协调对策措施	178
8.3 风险防范对策措施	179
8.4 监督管理对策措施	180
8.5 生态建设用海方案	181
9 结论与建议	187
9.1 结论	187
9.2 建议	192

1 概述

1.1 论证工作来由

在 2018 年 4 月 13 日，在庆祝海南建省办经济特区 30 周年大会上，中共中央总书记、国家主席、中央军委主席习近平出席大会并发表重要讲话，为海南未来发展指明了方向，其中在海洋方面，讲话指出，“我国是海洋大国，党中央作出了建设海洋强国的重大部署。海南是海洋大省，要坚定走人海和谐、合作共赢的发展道路，提高海洋资源开发能力，加快培育新兴海洋产业，支持海南建设现代化海洋牧场，着力推动海洋经济向质量效益型转变。要发展海洋科技，加强深海科学技术研究，推进‘智慧海洋’建设，把海南打造成海洋强省。要打造国家军民融合创新示范区，统筹海洋开发和海上维权，推进军地共商、科技共兴、设施共建、后勤共保，加快推进南海资源开发服务保障基地和海上救援基地建设，坚决守好祖国南大门。”其中明确提出“支持海南建设现代化海洋牧场”。农业部自 2015 年指导创建国家级海洋牧场示范区以来，全国从北到南共审批 86 个（2015 年 20 个，2016 年 22 个，2017 年 22，2018 年 22 个），唯独缺海南省。农业部《国家级海洋牧场示范区建设规划（2017-2025 年）》中明确要求截止到 2025 年，规划共在南海区建设 45 个国家级海洋牧场示范区，为海南省建立国家级海洋牧场示范区提供了良好机会。

2016 年 12 月 19 日颁发的《海南省人民政府关于促进现代渔业发展的意见》（琼府〔2016〕116 号）要求，“制定并实施海洋牧场和人工鱼礁建设规划，严格按照规划开展近海海洋牧场、人工鱼礁建设和渔业增殖放流，促进水生生物资源和海洋生态环境修复”；“扩大渔业增殖放流、人工鱼礁建设和海洋牧场建设规模，带动增殖渔业发展”；“在三亚、海口、三沙、万宁、文昌和临高等市县推行‘增殖放流+人工鱼礁+贝藻底播’为主的海洋牧场建设”；“积极发展休闲渔业”，将“海洋牧场等渔业要素纳入国际旅游岛和全域旅游建设”；逐步实现海洋牧场等“渔业生产经营活动可视、可测、可控”。2021 年 1 月 24 日，海南省代省长冯飞在海南省第六届人民代表大会第四次会议上作《2021 年海南省政府工作报告》上提出的“十四五”主要目标任务中包括：促进海洋渔业转型和渔民转产，深水网箱数量翻番，建成 12 个现代化海洋牧场。

海南省农业农村厅 2021 年 1 月发布了《海南省现代化海洋牧场发展规划》(2021—2030 年), 规划提出“统筹海南省现代化海洋牧场发展, 打造“四片、七区、五十处、五十园、四十六基地、五配套”的海洋牧场发展空间格局”, “在海南岛近岸海域及三沙群岛海域, 选址布局海洋牧场共 50 处(养护型 21 处、增殖型 9 处、休闲型 20 处)、33353 公顷(养护型 13638 公顷、增殖型 10832 公顷、休闲型 8883 公顷), 每处海洋牧场至少建设海洋牧场 1 个”, “2023~2027 年重点发展阶段, 按照海南岛沿海各市县各选择 1 处地理区位和资源环境条件相对较好的海洋牧场的原则、西沙群岛中和中沙群岛中选择距离海南岛距离较近的原则、南沙群岛中选择距离被其他国家所占岛礁距离较远受影响较小的原则, 选择 22 处海洋牧场开展建设。包括海南岛近岸海域的潮滩鼻、龙湾、潭门、博鳌、甘蔗岛、南湾猴岛、东西瑁洲、莺歌海、四更、海尾—海头、大铲礁、马袅湾以及昌江深水区、三亚深水区等处 14 海洋牧场”。

为了更好的推进《国家级海洋牧场示范区建设规划(2017-2025 年)》和《海南省现代化海洋牧场发展规划》的实施, 三亚市农业农村局拟在三亚东西瑁洲海域打造国家级海洋牧场示范区。为推进项目建设和规范用海, 根据国家有关法规, 依据《中华人民共和国海域使用管理法》、《海域使用论证管理规定》、《海南省实施〈中华人民共和国海域使用管理法〉办法》和《海南省海域使用权审批出让管理办法》的规定和要求, 三亚市农业农村局特委托海南大学承担了《三亚市东西瑁洲海域国家级海洋牧场示范区创建项目海域使用论证报告书》的编制工作。论证单位接受委托后, 在资料收集、现场踏勘与调查、室内分析的基础上, 按照《海域使用论证技术导则》的要求编制了《三亚市东西瑁洲海域国家级海洋牧场示范区创建项目海域使用论证报告书》。

1.2 论证依据

1.2.1 国家法律法规及管理规定

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

(2) 《中华人民共和国海洋环境保护法》(第十二届全国人民代表大会常务委员会第三十次会议, 自 2017 年 11 月 5 日实施);

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

(4) 《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第四次修正);

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

(6) 《中华人民共和国防治陆源污染物污染损害海洋环境管理条例》(国务院令 第61号文,自1990年8月1日起施行);

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

(8) 《中华人民共和国防治海岸工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》(2018年3月19日《国务院关于修改和废止部分行政法规的决定》第三次修订);

(9) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(第十三届全国人民代表大会常务委员会第十七次会议于2020年4月29日修订通过,2020年9月1日起施行);

(10) 《防治船舶污染海洋环境管理条例》(2017年3月1日《国务院关于修改和废止部分行政法规的决定》第五次修订);

(11) 《中华人民共和国自然保护区条例》,2017年10月7日《国务院关于修改部分行政法规的决定》第二次修订;

(12) 《建设项目环境保护管理条例》(2017年7月16日《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》修订);

(13) 《中华人民共和国港口法》(2018年12月29日第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议第三次修正);

(14) 《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》,交海发[2007]165号,自2007年5月1日起施行;

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

(16) 《国家生态文明试验区(海南)实施方案》(中央办公厅、国务院办公厅2019年5月)。

1.2.2 地方法律法规及规划

(1) 《海南省实施〈中华人民共和国海域使用管理法〉办法修正案(二)》，海南省第六届人民代表大会常务委员会第三次会议于2018年4月3日通过，自2018年5月15日起施行；

(2) 《海南省自然保护区条例》，海南省第五届人民代表大会常务委员会第十次会议于2014年9月26日修订，2014年12月1日起施行；

(3) 《海南省珊瑚礁和砗磲保护规定》，2016年11月30日海南省第五届人民代表大会常务委员会第二十四次会议通过，2017年1月1日起施行；

(4) 《海南省海洋环境保护规定》，2016年3月31日海南省第五届人民代表大会常务委员会第二十次会议通过修订；

(5) 《海南省实施〈中华人民共和国渔业法〉办法》，2015年7月31日海南省第五届人民代表大会常务委员会第十六次会议第二次修订；

(6) 《海南省生态保护红线管理规定》，2022年5月31日海南省第六届人民代表大会常务委员会第三十六次会议《关于修改〈海南省生态保护红线管理规定〉的决定》修正；

(7) 《海南省总体规划(空间类 2015-2030)》(国务院，2017年11月)；

(8) 《海南省现代化海洋牧场发展规划(2021-2030年)》(琼农字〔2021〕37号)；

(9) 《海南省海洋经济发展“十四五”规划》(海南省自然资源和规划厅，2021年6月)；

(10) 《海南省“十四五”生态环境保护规划》(琼府办〔2021〕36号)；

(11) 《海南省休闲渔业发展规划(2019-2025年)》(琼发改产业〔2019〕1058号)；

(12) 《海南省养殖水域滩涂规划(2018-2030)》(琼农字〔2019〕103号)；

(13) 《关于海南省“三线一单”生态环境分区管控的实施意见》(琼办发〔2021〕7号)；

(14) 《海南省海域使用权审批出让管理办法》(琼府〔2022〕41号)。

1.2.3 技术规范

(1) 《海域使用论证技术导则》(国家海洋局，自2010年8月20日起施行)；

(2) 《海域使用分类》(HY/T123-2009, 国家海洋局，自2009年5月1日起施行)；

(3) 《海籍调查规范》(HY/T124-2009, 国家海洋局，自2009年5月1日起施行)；

(4) 《海域使用面积测量规范》(HY070-2003, 国家海洋局, 自 2003 年 10 月 1 日起施行);

(5) 《海滨观测规范》(GB/T14914-2006, 国家质量监督检验检疫总局和国家标准化管理委员会, 自 2006 年 8 月 1 日起施行);

(6) 《海洋监测规范》(GB17378-2007; 国家质量监督检验检疫总局和国家标准化管理委员会, 自 2008 年 5 月 1 日起施行);

(7) 《海洋调查规范》(GB12763-2007; 国家质量监督检验检疫总局和国家标准化管理委员会, 自 2008 年 2 月 1 日起施行);

(8) 《海水水质标准》(GB3097-1997, 国家环境保护局, 自 1998 年 7 月 1 日起施行);

(9) 《海洋生物质量》(GB18421-2001, 国家质量监督检验检疫总局, 自 2002 年 3 月 1 日起施行);

(10) 《渔业水质标准》(GB11607-1989, 国家环境保护局, 自 1990 年 3 月 1 日起施行);

(11) 《海洋沉积物质量》(GB18668-2002, 国家质量监督检验检疫总局, 自 2002 年 10 月 1 日起施行);

(12) 《海岸与河口潮流泥沙模拟技术规程》(JTS/T231-2-2010, 交通运输部, 自 2010 年 9 月 1 日起施行);

(13) 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(HJ/T 169-2004, 国家环境保护总局, 自 2004 年 12 月 11 日起施行);

(14) 《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》(国家海洋局, 自 2002 年 4 月 1 日起施行);

(15) 《农业农村部办公厅关于印发〈人工鱼礁建设项目管理细则〉的通知》(农办渔〔2018〕66 号);

(16) 《人工鱼礁建设项目验收工作规范(试行)》(农渔资环函〔2019〕90 号);

(17) 《国家级海洋牧场示范区管理工作规范》(农办渔〔2019〕29 号);

(18) 《海洋牧场建设技术指南》(GB/T 40946-2021);

(19) 《人工鱼礁建设技术规范》(SC/T 9416 2014);

(20) 《人工鱼礁资源养护效果评价技术规范》(SC/T 9417 2015);

(21) 《海洋牧场在线监测信息化建设技术规范》(T/SCSF0002 2020);

- (22) 《人工鱼礁礁体制作技术规范》(T/SCSF0005 2020)；
- (23) 《人工鱼礁礁体运输、投放技术规范》(T/SCSF0006 2020)；
- (24) 《人工鱼礁建设工程质量评价技术规范》(T/SCSF0001 2020)。

1.2.4 相关技术资料

- (1) 《三亚湾海洋生态修复工程海域使用论证报告书(报批稿)》，中国海洋大学三亚海洋研究院，2022年8月；
- (2) 《三亚湾西段砂质海岸保护修复工程海域使用论证报告书(报批稿)》，海南赶海人海洋科技有限公司，2021年8月；
- (3) 《海南三亚湾休闲海洋牧场海底地形地质调查技术报告》，海口万水测绘科技有限公司，2022年7月。
- (4) 《三亚湾休闲海洋牧场项目海域使用论证报告(报批稿)》，海南省海洋与渔业科学院，2022年9月；
- (5) 《三亚市东西瑁洲海域国家级海洋牧场示范区创建项目实施方案(报批稿)》，海南大学，2022年12月；

1.3 论证工作等级和范围

1.3.1 论证工作等级

本项目用海内容主要是人工鱼礁投礁区(用海面积 24.0000 公顷)和自然增殖区(用海面积 76.0000 公顷)，共计 100.0000 公顷。

根据《海域使用论证技术导则》(2010)，海域使用论证工作实行论证等级划分制度，按项目的用海方式、规模和所在海域特征划分为一级、二级、三级。按《海域使用分类》(HY/T123-2009)，人工鱼礁投礁区的用海方式为透水构筑物，对应《海域使用金征收标准》中的透水构筑物用海。自然增殖区的用海方式为开放式养殖，对应《海域使用金征收标准》中的开放式养殖用海。详见表 1.3-1。

按照技术导则要求，同一项目用海按不同用海方式、用海规模所判定的等级不一致时，采用就高不就低的原则确定论证等级，最终确定本项目论证工作等级为二级，详见表 1.3-1。

表 1.3-1 海域使用论证等级判定依据

本项目用海方式	本项目用海规模	论证等级判据			确定本项目论证等级
		用海规模	所在海域特征	论证等级	
人工鱼礁类透水	24.0000 公顷	用海面积≥50 公顷	所有海域	一	二

三亚市东西瑁洲海域国家级海洋牧场示范区创建项目海域使用论证报告书

本项目用海方式	本项目用海规模	论证等级判据			确定本项目论证等级
		用海规模	所在海域特征	论证等级	
构筑物用海		用海面积<50公顷	所有海域	二	三
开放式养殖用海	76.0000公顷	用海面积≥700公顷	所有海域	二	
		用海面积<700公顷	所有海域	三	

1.3.2 论证工作范围

根据项目用海情况、项目特征和《海域使用论证技术导则》(2010年)的要求,结合项目用海资源环境影响的最大范围,确定本项目论证范围以用海边界分别向东、西、南外扩8km与三亚市陆边界围成的海域,论证面积305km²(图1.3-1)。

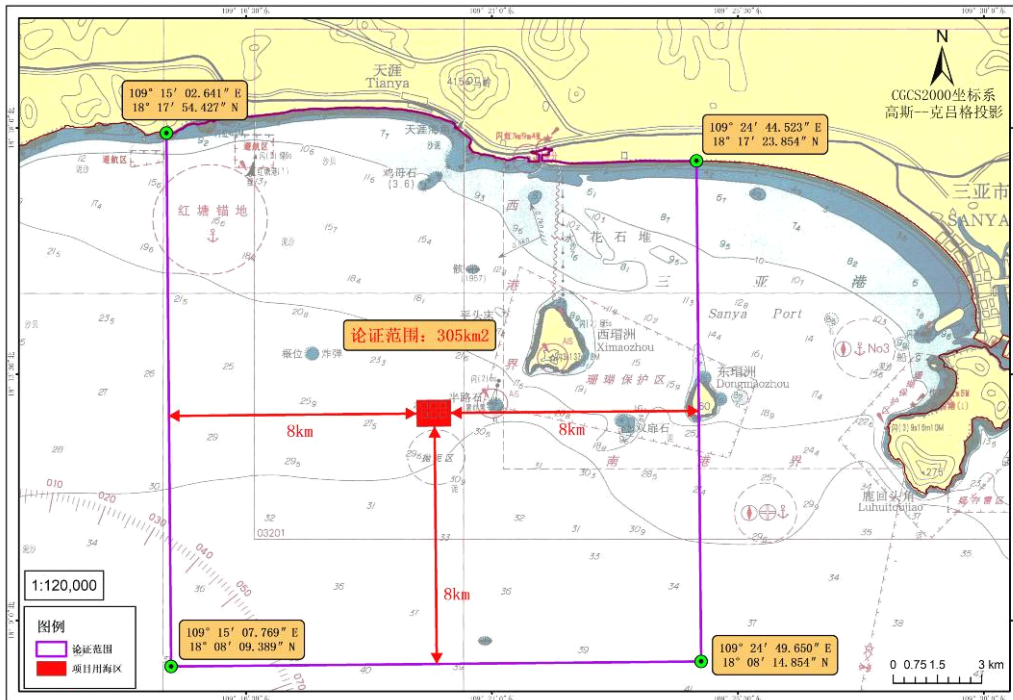


图 1.3-1 项目论证范围图

1.4 论证重点

根据项目用海类型和所在海域特征,依据《海域使用论证技术导则》中表D.1海域使用论证重点参照表,同时结合本项目为海洋牧场项目性质,确定本项目论证重点为:

- (1) 项目选址合理性, 重点关注自然条件适宜性;
- (2) 项目用海方式和平面布置合理性;
- (3) 项目用海面积合理性;
- (4) 海域开发利用协调分析;
- (5) 项目用海资源环境影响。

2 项目用海基本情况

2.1 用海项目建设内容

项目名称：三亚市东西瑁洲海域国家级海洋牧场示范区创建项目

项目性质：新建，海洋牧场用海项目

地理位置：三亚市东西瑁洲海域国家级海洋牧场示范区创建项目位于海南省三亚市三亚湾海域，位于三亚珊瑚礁国家级自然保护区(东西瑁洲片区)西侧，距离西瑁洲约 3km。项目所在地理位置见图 2-1。

建设内容及规模：三亚市东西瑁洲海域国家级海洋牧场示范区创建项目建设海域东西向长 1100m，南北向长 900m，呈矩形规则布置，总占用海域面积 100.0000 公顷。项目用海范围内设总用海面积为 24 公顷的六个鱼礁礁区，礁区内总投放的人工鱼礁数量为 702 个，总空方量为 32460 方；礁区外的海域为自然增殖区，其用海面积为 76 公顷；用海区域四角设 4 套警示浮标；同时建设海底实时在线可视化监测系统一套，在陆地根据实际情况建设标示牌和石碑一套。建设规模详见表 2.1-1。

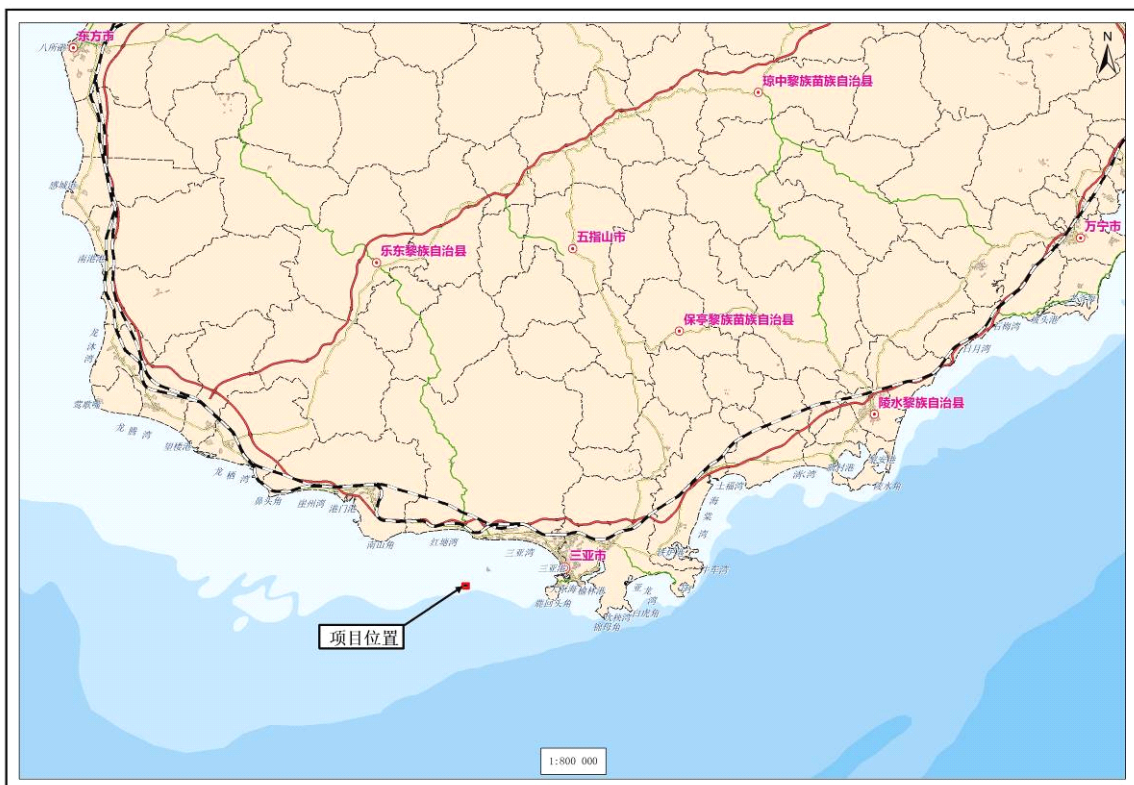


图 2-1a 项目位置图

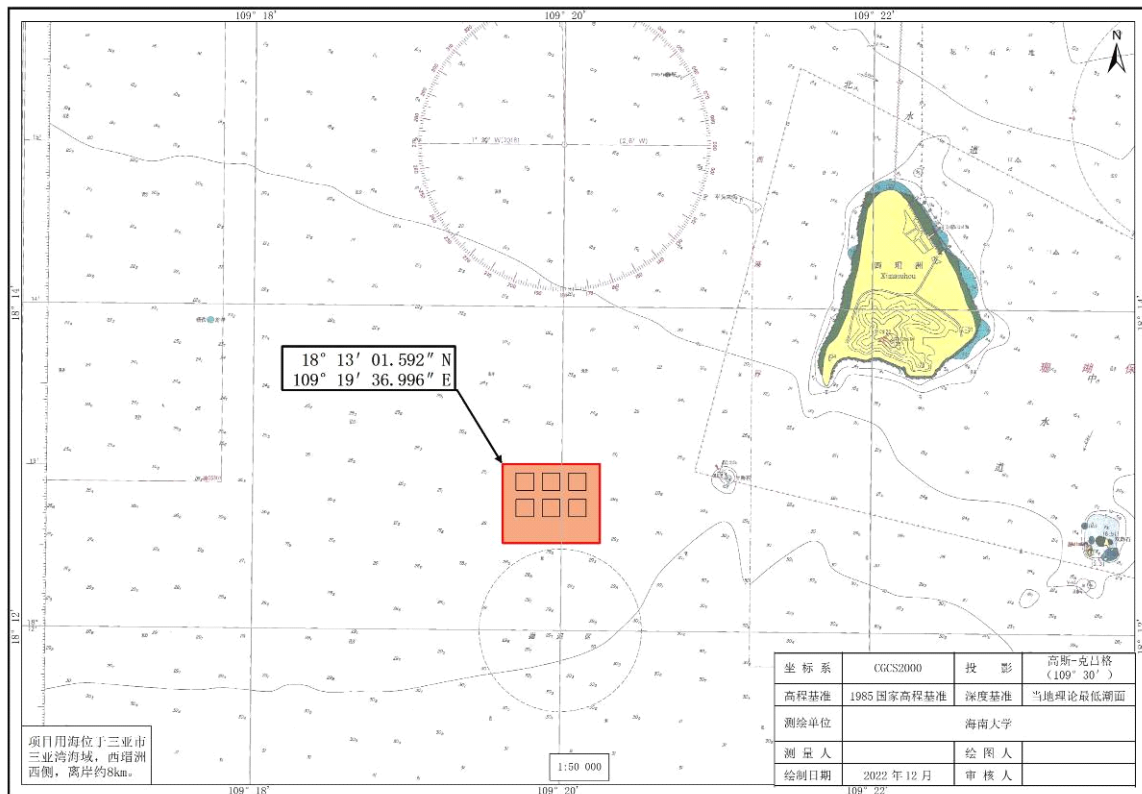


图 2-1b 项目区位图

表 2.1-1 主要建设项目规模表

序号	项目	单位	数量	备注
一	人工鱼礁投放区	公顷	24.0000	投礁 32460 空方, 投放 3.4×3.4×4.0m 礁体 702 个
1.1	人工鱼礁区一	公顷	4.0000	投礁 5410 空方, 投放 3.4×3.4×4.0m 礁体 117 个
1.2	人工鱼礁区二	公顷	4.0000	投礁 5410 空方, 投放 3.4×3.4×4.0m 礁体 117 个
1.3	人工鱼礁区三	公顷	4.0000	投礁 5410 空方, 投放 3.4×3.4×4.0m 礁体 117 个
1.4	人工鱼礁区四	公顷	4.0000	投礁 5410 空方, 投放 3.4×3.4×4.0m 礁体 117 个
1.5	人工鱼礁区五	公顷	4.0000	投礁 5410 空方, 投放 3.4×3.4×4.0m 礁体 117 个
1.6	人工鱼礁区六	公顷	4.0000	投礁 5410 空方, 投放 3.4×3.4×4.0m 礁体 117 个
二	自然增殖区	公顷	76.0000	
三	总体计划用海	公顷	100.0000	(宗海面积为 100.0000 公顷)

2.2 总平面布置和主要结构、尺度

综合考虑项目选址区域的规划、海洋水文动力、地形地貌、生物条件等因素，结合项目的需求，项目用海总平面布置方案如下：

本项目用海范围为 1100×900m 的矩形，总用海面积为 100 公顷（1500 亩），用海范围内共设六个鱼礁区，礁区呈“田”字形布置，北侧设三个礁群，礁群之间的

间距为 100m；南侧同样设三个礁群，礁群之间的间距为 100m；考虑到本项目用海区域距离倾倒区较近，鱼礁区整体偏北布置，南边鱼礁区距离倾倒区约 400m；南、北侧的礁群之间的距离为 100m，满足技术规范中“鱼礁群的最大间距不应超过 1000m”的要求。六个礁群区的用海面积均为 4 公顷(60 亩)，总用海面积为 24 公顷(360 亩)，总投放的人工鱼礁数量为 702 个，总空方量为 32460 方；除礁区外的海域拟用于自然增殖，以促进项目海域渔业生态资源的恢复，自然增殖总用海面积为 76 公顷(1140 亩)。

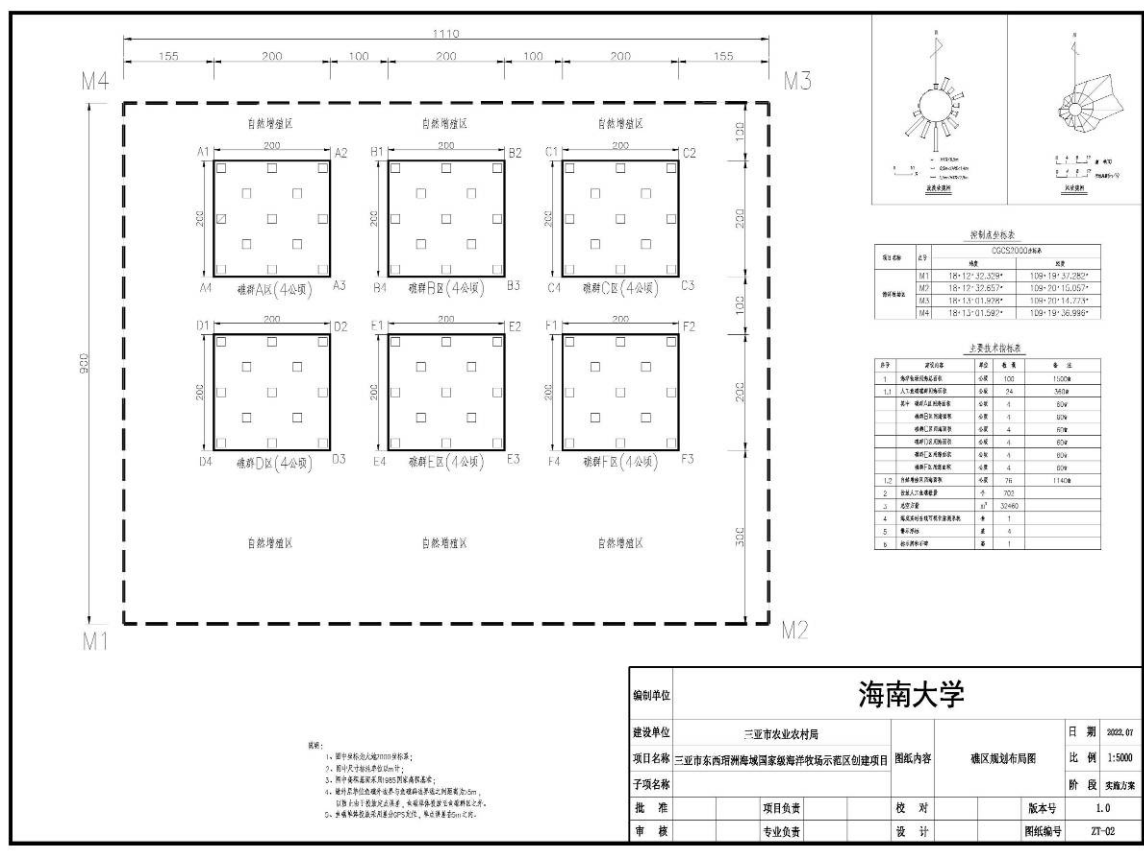


图 2.2-1 项目用海平面布置图

2.2.1 人工鱼礁布置方案

人工鱼礁渔场是具有渔业生产功能的鱼礁群或鱼礁带水域，主要由鱼礁单体、单位鱼礁、鱼礁群和鱼礁带构成。如图 2.2-2 所示。

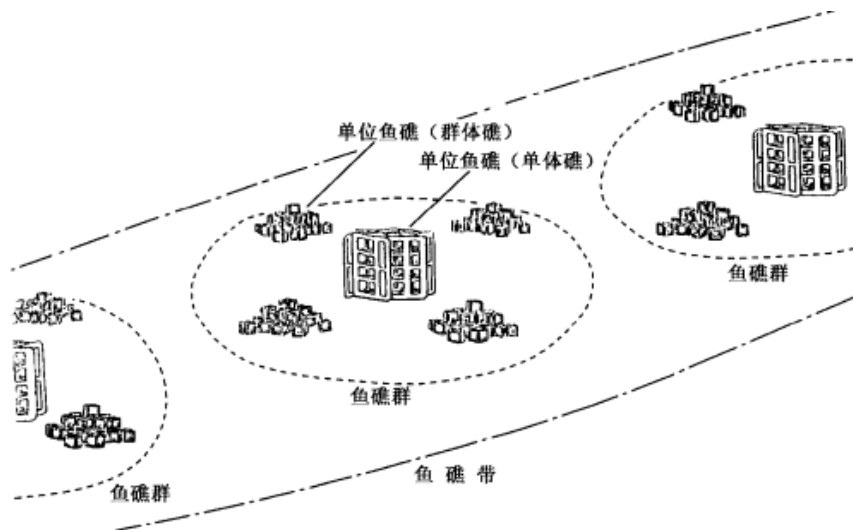


图 2.2-2 人工鱼礁渔场组成图

鱼礁单体：用于构成鱼礁渔场的单一构造物，是构成单位鱼礁的构造物。它有多种形状和大小。

单位鱼礁：由一个或几个鱼礁单体所构成的最小规模的鱼礁渔场。其规模以 400m^3 以上的体积为标准，它的形式通常是小型鱼礁单体的集合物，也可以是大型组合鱼礁与小型鱼礁单体的组合体。

鱼礁群：由相互关联的几个单位鱼礁(群体礁)所构成的鱼礁渔场。它是根据捕捞对象和渔法等不同而决定采用鱼礁单体(单体礁)还是采用单位鱼礁(群体礁)。

鱼礁带：由几个鱼礁群等所构成的广域鱼礁渔场。其目的在于稳定和提高产量和捕捞效率。

2.2.1.1 鱼礁布局

人工鱼礁在礁区的布局对鱼礁效果的影响很大。不同类型鱼礁的布置形式也有所不同，如养殖型鱼礁中的海参礁需要选址在海藻茂密区，鱼礁根据海藻生长位置进行围圈布局；旅游鱼礁需要尽量分散布置，使游客在各个鱼礁周边游玩时互不干扰；增殖型鱼礁需要密集型投放，鱼礁采用组团型布置；渔获型鱼礁采取带状排列，鱼礁带之间需预留较宽的距离，以便于捕捞渔船作业留出空间。

鱼礁群内宜交叉布置繁育型、饵料型和庇护型三种单位鱼礁，使其在功能和作用上形成互补。鱼礁的布置方向宜与海流方向交叉，以此阻碍潮流运动而产生特殊的涡流流场，从而滞留更多喜欢栖息于涡流中缓和区的鱼类，同时涡流也会造成浮

游生物和甲壳类的聚集，为周边鱼类提供饵料。

2.2.1.2 鱼礁单体

鱼礁单体是用于建造鱼礁场的单个构造物，是构成单位鱼礁的最基本的单元。鱼礁单体形状多种多样，大小和材质也不同，其构造必须具备良好的流场效应、生物效应，能够有效地增殖资源、诱集鱼类的功能。迄今为止，已开发出来的鱼礁单体，其种类达到数百种。鱼礁单体需考虑其水动力性能、生物附着性能、聚集鱼类性能。人工鱼礁单体的设计与材料虽没有统一的标准，但需要综合考虑经济实惠、安全耐用、多空间与表面积、制造与投放方便等因素。

鱼礁单体设计按照《混凝土结构设计规范》GB50010-2010(2015版)的要求实施，应确保结构牢固，同时要有尽可能多的空方结构。钢筋类别采用Ⅱ级以上，水泥标号采用425#以上，受力钢筋混凝土保护层厚度要求 $\geq 45\text{mm}$ ，混凝土强度要求达到C20以上。

结合三亚湾海底地形、地质情况，对礁体进行初步的抗沉、抗滑和抗倾计算，考虑海洋牧场鱼礁的实际使用情况，本项目鱼礁单体拟选取长方体箱型人工鱼礁，礁体的形状、特点见下表2.2-1。

表 2.2-1 本项目礁体单体型式表

序号	型式	空方体积 (m ³)	重量 (t)
1	钢筋砼结构(长方体箱型 3.4*3.4*4m)	46.24	18.25

长方体框架箱型鱼礁属于庇护型鱼礁单体，兼顾繁育型。该型鱼礁具有保护鱼类的功能，鱼礁区的存在可以使得大型渔具不敢靠近，鱼礁区自然而然地形成了禁渔区和鱼类避难所，从而保护了礁区的鱼类和各种生物资源。鱼类在幼体阶段，随时都有被吞食的可能，因此鱼类除了摄食的行动以外还时刻注意着栖息避敌环境。庇护型鱼礁为鱼类营造了安全、良好的居室和庇护所。由于有鱼礁作为庇护所，所以能使得大量幼鱼逃过被凶猛鱼类和其他敌害捕食的厄运，从而提高了幼鱼的存活率，使鱼类资源得以安全、健康繁殖。长方体箱型鱼礁呈现出空方体积较高、稳定性较好、施工较方便、实际使用效果较好等优点。该礁型缺点是耗费混凝土材料较多，制作相对复杂。

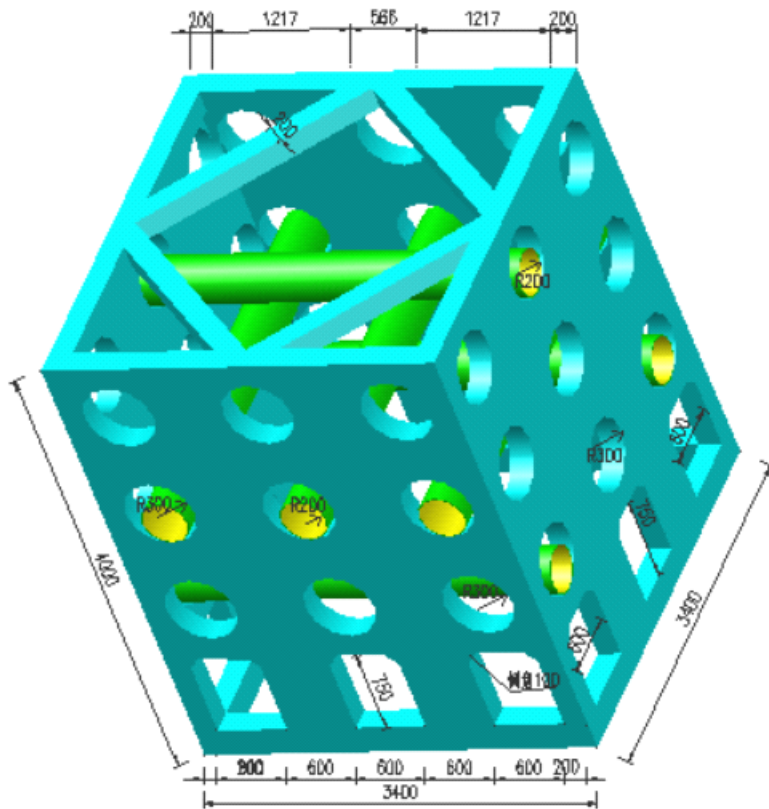


图 2.2-3 长方体箱型鱼礁单体示意图

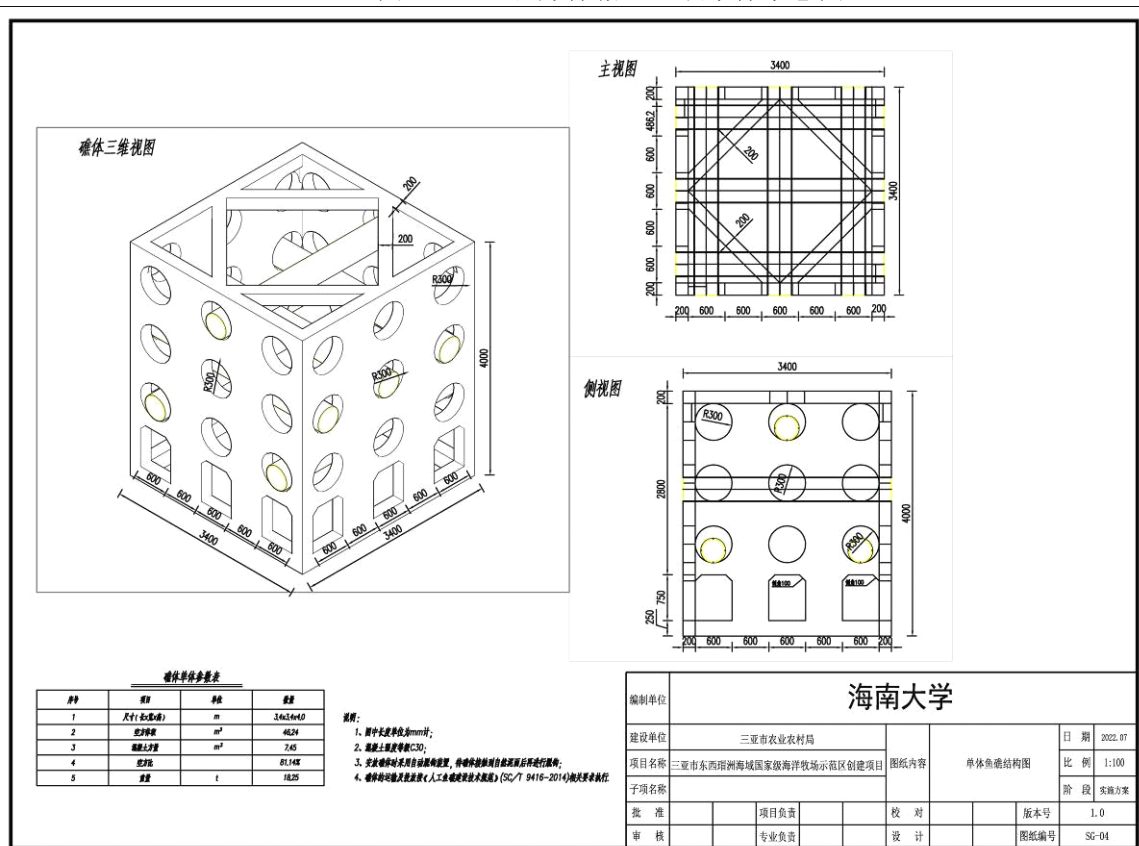


图 2.2-4 鱼礁单体结构图

选用的鱼礁单体为钢筋砼箱形结构,外框尺寸 $3.4\times 3.4\times 4\text{m}$,表面积为 96.86m^2 ,空方量为 46.24m^3 ,混凝土方量为 7.45m^3 ,重量为 18.25t 。礁体底梁向外加宽至 40cm ,加厚至 25cm ,一方面是增加礁体底面积、减缓礁体泥沙底质环境的沉降速度,另一方面有利于礁体的抗倾抗滑;鱼礁的设计按照《混凝土结构设计规范》GB50010-2010(2015版)的要求实施,应确保结构牢固,同时要有尽可能多的空方结构。钢筋类别采用Ⅱ级以上,水泥标号采用425#以上,受力钢筋混凝土保护层厚度要求 $\geq 45\text{mm}$,混凝土强度要求达到C20以上。见表2.2-3和图2.2-3~图2.2-4。

表 2.2-3 立方体箱型鱼礁技术指标表

项目	单位	数量	备注
空方体积	m^3	46.24	
材料体积	m^3	7.45	
空方比 ϵ	%	81.14	
重量	t	18.25	

2.2.1.3 单位鱼礁

单体鱼礁在水流中,其横向的影响(即与水流垂直的方向)为礁体高度的1.5倍,其纵向影响(即顺着流的方向)为礁体高度的6倍以上。如果小于此数,可将其附近的鱼礁作为一个整体鱼礁看待。因此在考虑各单位鱼礁的间距时,一般要求其净距离需大于礁体高度的6倍以上。

单位鱼礁的布置形式一般以矩阵分布为宜,并尽量选择不同形状、类型和材料的礁体有序的间隔分布,这样有利于发挥各类礁体的优势,对于小型鱼礁,分散布置对底层鱼类较为有利,但若过于分散,则会降低鱼礁效果。

根据《人工鱼礁建设技术规范》(SC/T 9416-2014)有关规定,资源保护型人工鱼礁单位鱼礁规模宜大于3000空方,休闲生态型人工鱼礁单位鱼礁规模宜大于400空方,资源增殖型人工鱼礁单位鱼礁规模宜大于300空方。相邻单位鱼礁之间的间距不超过200m。

综合以上因素,考虑本项目采用的单位鱼礁类型为休闲生态型,拟选用的单位鱼礁尺寸为 $15\times 15\text{m}$,由9个单体鱼礁构成,呈3行3列矩阵分布,每个单体鱼礁占据 $5\text{m}\times 5\text{m}$ 的空间区域,单体鱼礁之间净距约 2m ,视为一个整体,单位鱼礁的空方数为416.16方。见图2.2-5。

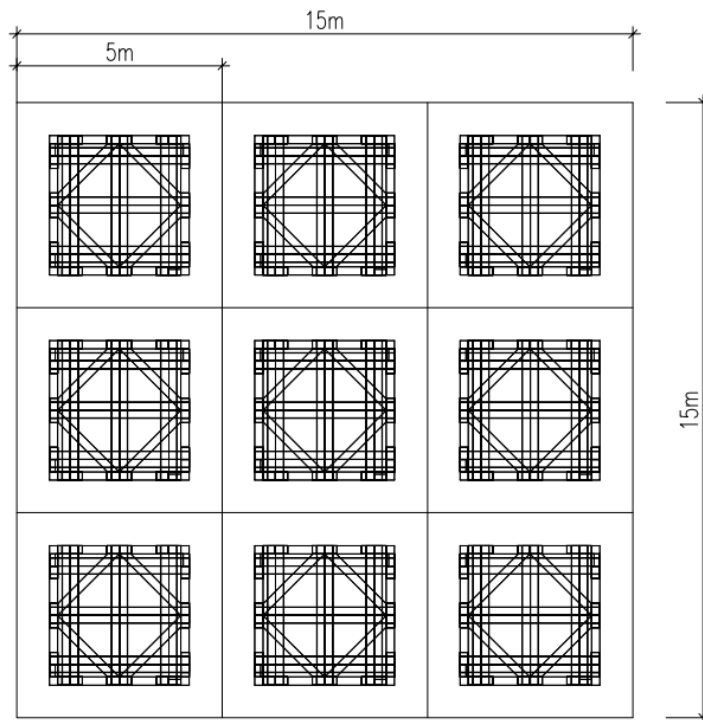


图 2.2-5 单位鱼礁布置图

2.2.1.4 礁区布置方案

根据《人工鱼礁建设技术规范》(DB37/T2090-2012)，增殖固着生物和附着生物为主的资源增殖型人工鱼礁，单位鱼礁的边缘间距不应超过 200m；诱集游泳类生物为主的休闲生态型人工鱼礁，可适当扩大单位鱼礁边缘间距，但最大不应超过 1000m。单位鱼礁按照一定排列方式组合配置，鱼礁投影面积与鱼礁设置范围面积比例以 5%~10%为宜。

本项目的礁区采用 200×200m 的方形布置，以方便进行礁区管理和标示。礁区内由 13 个单位鱼礁构成，平面呈 5 行 5 列矩阵分布，礁区总空方数为 5410.08 方。礁区中单位鱼礁的总投影面积为 2925 m²，占礁区设置范围面积的比例为 7.31%，满足《人工鱼礁建设技术规范》的要求。见图 2.2-6。

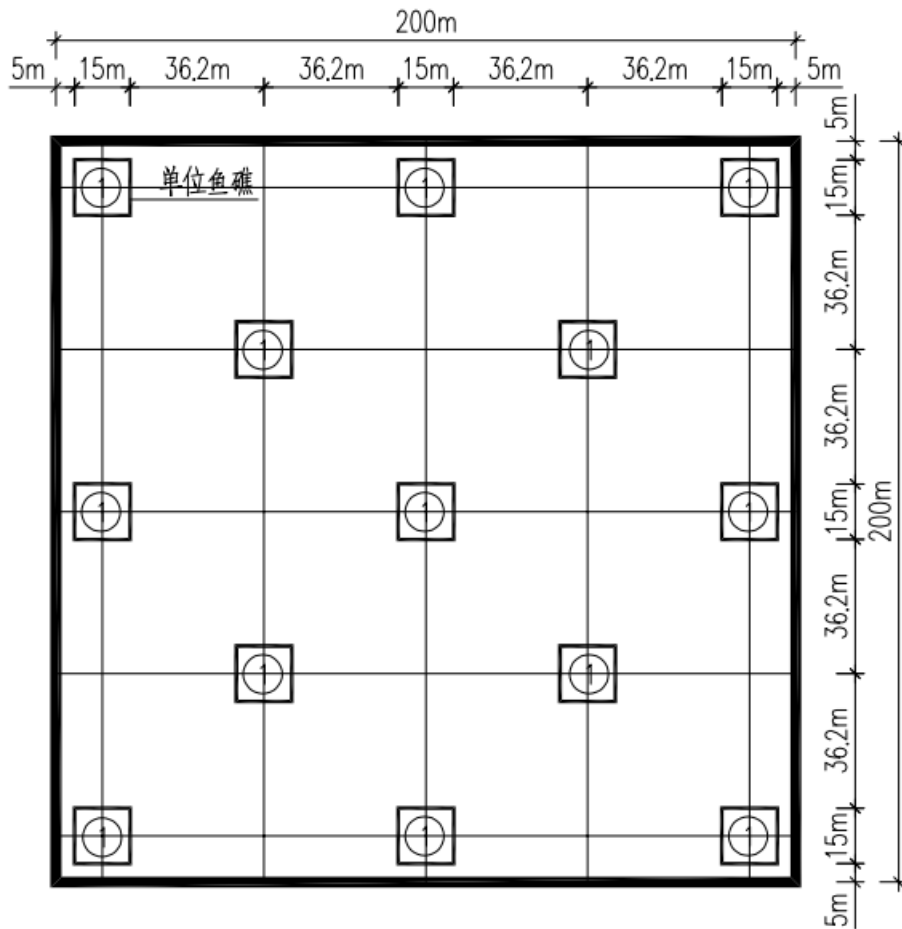


图 2.2-6 礁区布置图

2.2.1.5 人工鱼礁礁体结构稳定性计算

人工鱼礁礁体的结构稳定性计算在现行的规范中没有具体明确，本报告主要参考孙满昌主编的《海洋渔业工程学》（中国农业出版社，2015）中有关内容进行计算。

礁体在水中的稳定性主要涉及滑动安全性和滚动安全性两个方面，因此，礁体的设计应从这两个方面着手：

(1) 滑动安全性

礁体不被水流冲击而发生滑动，此时需满足礁体与海底间的静摩擦力大于流体作用力。

可得理想滑动安全系数的计算式如下：

$$S_F = \frac{F}{F_0} = \frac{\sigma g V \mu (1 - \rho / \sigma)}{F_0} \quad (2.2.1-1)$$

式中：F—礁体与海底间的最大静摩擦力 (N)

σ —礁体材料的密度 (kg / m³)；

V—礁体的实体体积 (m³)；

ρ —海水密度 (kg / m³)；

μ —礁体与海底间的静摩擦系数，取 0.5~0.6

F_0 —礁体所受的流体作用力 (N)

若校验结果 $S_F > 1.2$ ，则满足稳定条件。

以上计算并未考虑礁体陷入海底泥沙中的情况，若礁体陷入沙中，则礁体底面必受到泥沙的压力作用，此压力值须添加到理想安全系数计算式的分子中去，即

$$S_F = \frac{\sigma g V \mu (1 - \rho / \sigma) + \mu F_p}{F_0} \quad (2.2.1-2)$$

式中： F_p —泥沙对礁体的压力的相当值 (N)，其值为 $F_p = 0.5 \gamma h^2 K_p$ ；

$$K_p = \frac{\cos^2 \theta}{\cos \delta \left\{ 1 - \left[\frac{\sin(\theta + \delta) \sin \theta}{\cos \delta} \right]^2 \right\}^2}$$

K_p —受动土压系数，其值为

γ —泥沙的密度 (kg / m³)；

h—礁体陷入泥沙中的高度 (m)；

θ —泥沙内部的摩擦角；

δ —受压礁体 (板) 与泥沙的摩擦角。

同理，若校验结果 $S_F > 1.2$ ，则满足稳定条件。

(2) 滚动安全性

要求礁体不被水流冲至翻滚，在理想状态下 (假设礁体未陷入泥沙) 需满足礁体的阻抗转矩大于流体作用力对礁体产生的动转矩 (图 2.2-7)。可得理想滚动安全系数的计算式如下：

$$S_F = \frac{\sigma g V (1 - \rho / \sigma) l_w}{F_0 h_0} \quad (2.2.1-3)$$

式中： h_0 —流体作用力 F_0 的最大作用高度 (m)；

l_w —礁体重心至可能回转中心的水平距离 (m)。

若校验结果 $S_F > 1.2$ ，则满足稳定条件。

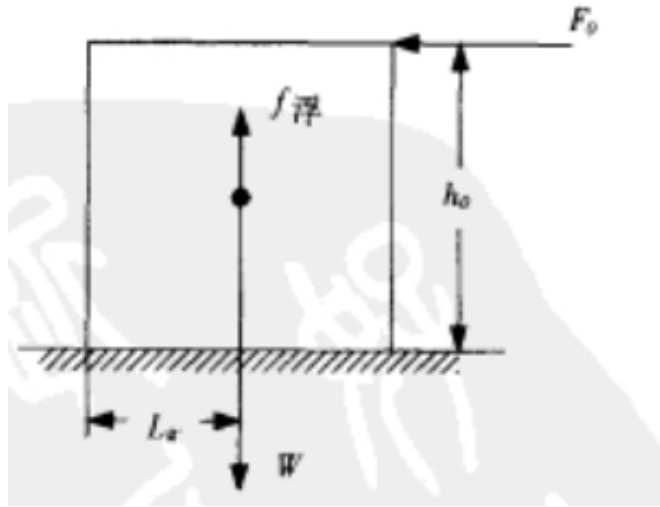


图 2.2-7 滚动安全系数计算示意图

表 2.2-4 人工鱼礁稳定性计算表

序号	礁体类型	A (m ²)	V _m (m/s)	F ₀ (N)	滑动 S_F	滚动 S_F	校验结果
1	立方箱型礁体	16.0	0.85	48489	2.82	5.13	稳定

2.2.2 自然增殖区布置方案

为使投放的人工鱼礁能够产生最大的生态效益，建造“海底森林”，创造稳定的近海局部水域生态系统，营造一定规模的适宜各种海洋动植物的生长和繁殖提供良好的栖息环境，促进区域渔业资源自然增殖，本项目将礁区外的海域设计为自然增殖区。自然增殖区用海面积为 76.0000 公顷。

2.3 辅助设施建设方案

2.3.1 海上警示浮标

为标示本项目人工鱼礁区的边界位置，方便海洋渔业部门对示范区行使管理职能，同时对过往船只起到警示作用。本项目海上警示浮标采用直径 1.5m、高 1.0m 的浮鼓，水平高 1.62m 的塔身，塔顶配渔业礁区标牌及太阳能警示灯。浮标标身根据航标规定为黄色。海上警示浮标按设计图纸的要求成套购买并安装。浮标配备相应锚链和锚块，整体装配如图。

本项目计划在人工鱼礁区的 4 个界点，建设海上警示浮标 4 个。

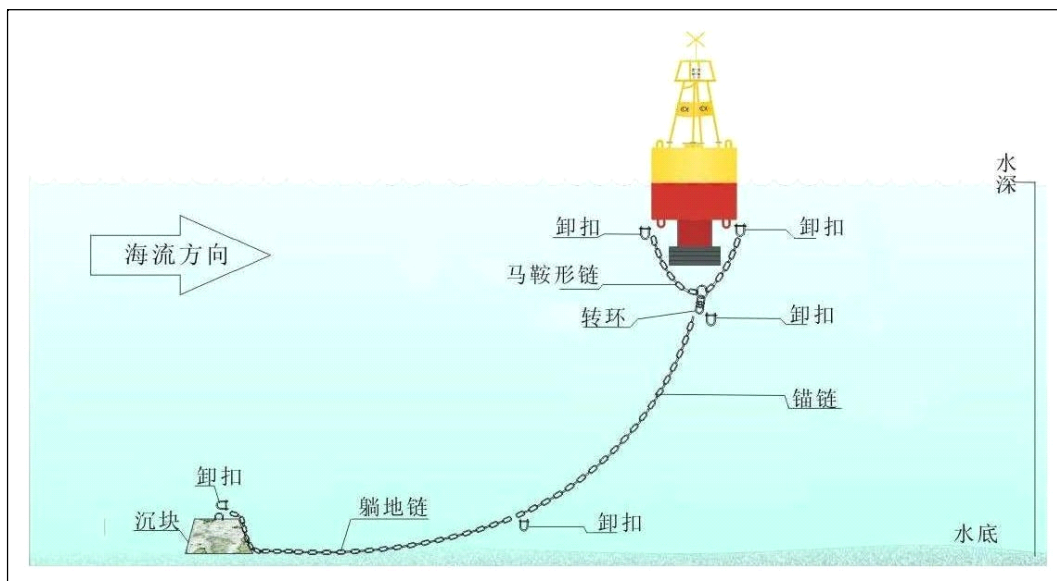


图 2.3-1 浮标效果示意图

2.3.2 陆上标示牌和石碑

国家级海洋牧场示范区标示牌和石碑，制作竖立于海洋牧场所处海域附近陆地显著位置，宣示示范区位置、人工鱼礁建设情况等情况，以加强礁区保护和社会宣传，也利于保障通航的安全。参照《关于公布国家级海洋牧场示范区标示牌和石碑式样的函》（农渔资环便〔2017〕280号）的国家级海洋牧场示范区标示牌式样、国家级海洋牧场示范区石碑式样，进行海洋牧场标示牌和石碑建设。

标示牌采用白底上下带蓝色海浪的设计模式，长 0.9m、宽 0.7m，标明海洋牧场人工鱼礁区名称、范围、建设内容、建设时间、建设单位等。

石碑拟采用底座加碑体的设计模式，底座高 0.85m、宽 1.75m、中间厚 15cm，上下端厚 35cm，雕刻海浪图案；碑体高 1m、宽 1.5m、厚 15cm，正面标明海洋牧场人工鱼礁区名称、范围、建设内容、建设时间、建设单位等，反面对海洋牧场相关情况进行简单介绍，包括海洋牧场是什么、有哪些作用、海洋牧场建设情况以及覆盖海域面积、经纬度四至范围、投礁建设、养护对象、增殖品种和管理维护单位等信息。可根据实际情况，在海洋牧场附近陆上选址设置标示牌 1 个和石碑 1 个。

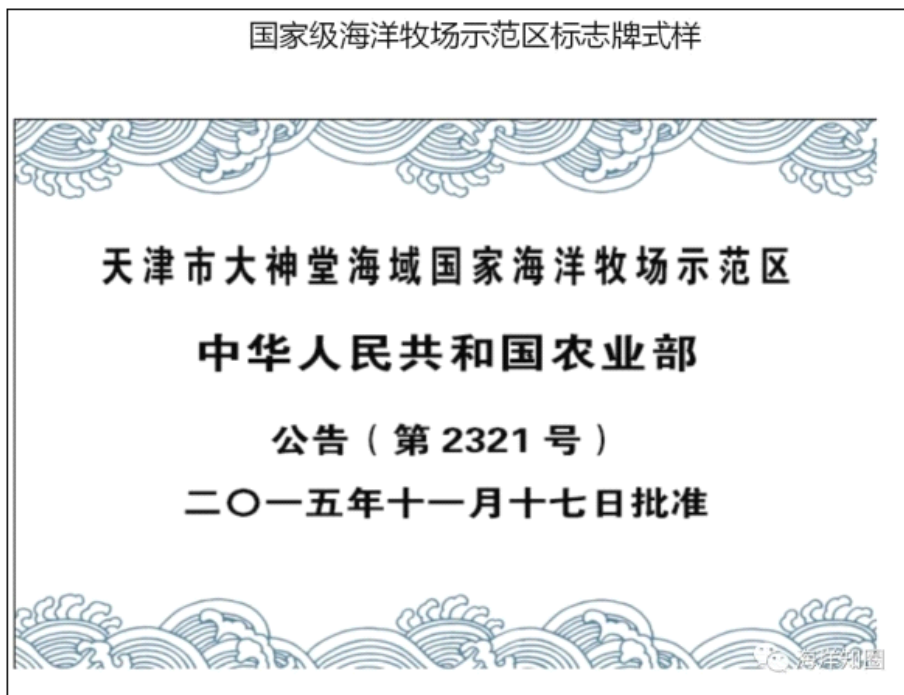


图 2.3-2 浮标国家级海洋牧场示范区标示牌式样(农渔资环便〔2017〕280 号)



图2.3-3 国家级海洋牧场示范区石碑式样(正面)(农渔资环便〔2017〕280 号)

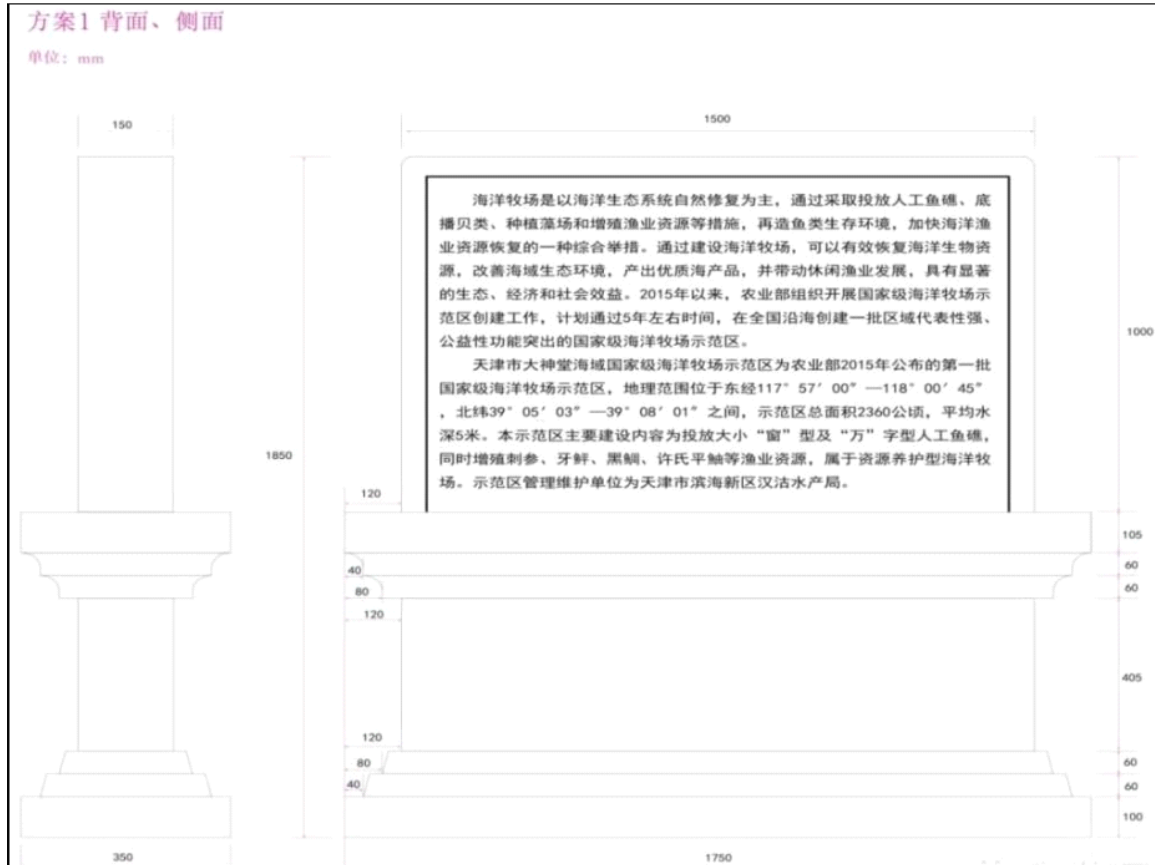


图 2.3-3 国家级海洋牧场示范区石碑式样(背面、侧面)(农渔资环便〔2017〕280号)

2.3.3 海底实时在线可视化监测系统建设方案

2.3.3.1 建设目的

通过在三亚市东西瑁洲海域国家级海洋牧场示范区人工鱼礁区建设海洋牧场生态环境岸基海底有缆在线监测系统1套, 实现海洋牧场海底温度、盐度、深度、溶解氧、叶绿素、pH值、浊度等参数实时在线监测, 以及水下人工鱼礁周围环境和生物生活习性的实况视频监控, 同时对观测数据和视频进行网络同步展示发布、备份存储及统计分析, 真正意义实现对海洋牧场生态环境的可视、可测、可控。

2.3.3.2 基本构成及功能

按照系统组成及结构功能划分, 海洋牧场岸基海底有缆在线监测系统包括海底观测平台、岸基控制系统、电力信息传输系统和数据展示分析系统。海底观测平台通过分布式控制技术实现多传感器的管控以及数据采集, 并通过电力信息传输系统将观测数据传输至岸基控制系统, 实现了观测数据的长距离高带宽传输; 在完成质量控制后经由地面网络将数据传输至云服务器数据展示分析系统进行网络展示发布, 系统建设

总体指标如下：

- (1) 最大离岸距离：10km；
- (2) 最大布放深度：600m；
- (3) 最大可提供功率：300W；
- (4) 最大传输速率：5.6Mbps；
- (5) 最大可集成仪器数量：16 个，集成 4 台仪器，并具备 2 个备用仪器接口；
- (6) 观测要素及频次：温盐深、溶解氧、叶绿素、PH 值、浊度（1min）、水下高清视频（连续）；
- (7) 系统维护周期：6 个月。

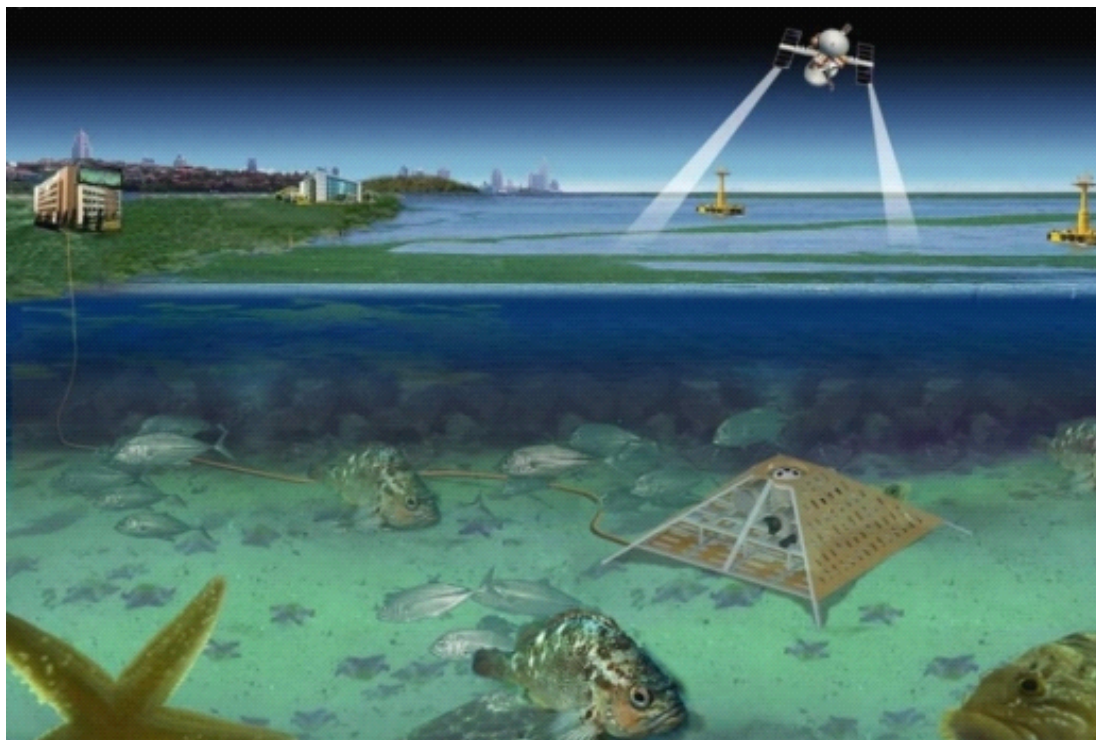


图 2.3.3-1 系统工作示意图

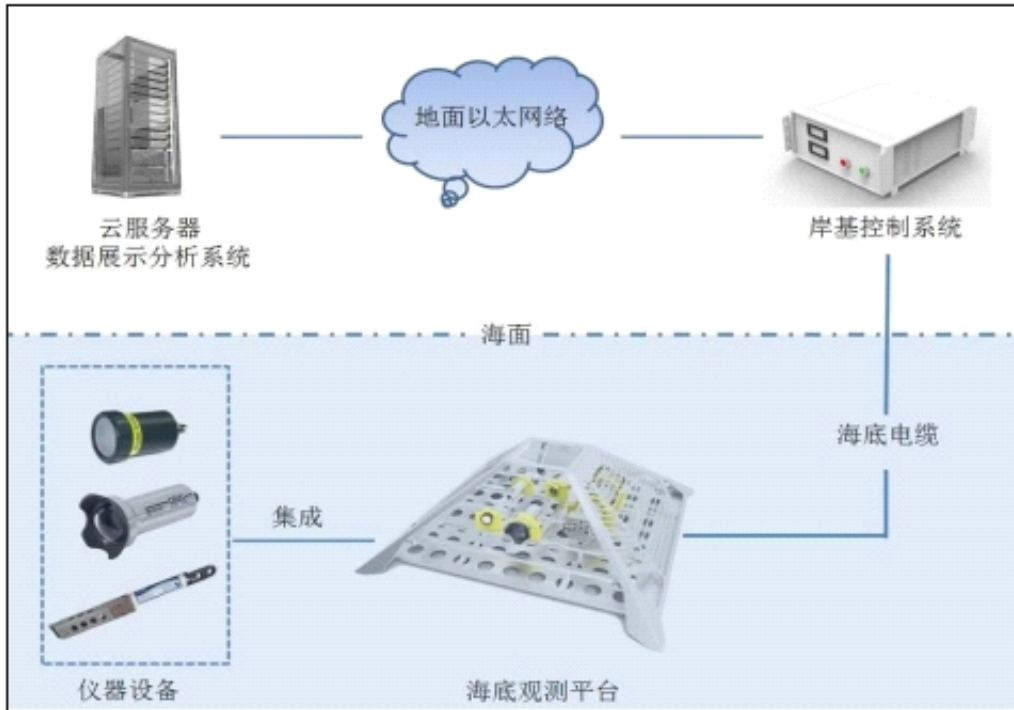


图 2.3.3-2 网络传输示意图

2.3.3.3 系统设计技术方案

(一) 海底观测平台

海底观测平台是系统整体长期连续、稳定可靠运行的关键，负责仪器设备的集成搭载与数据采集控制、海底电缆的接入连接与安装固定，根据系统结构组成，主要包括搭载平台、密封控制舱（内含数据采集控制系统）仪器设备等组成。

(1) 海底搭载平台

海底搭载平台主要负责观测仪器、密封控制腔及海底电缆的安装固定，平台尺寸 $1.7\text{m} \times 1.7\text{m} \times 0.6\text{m}$ ，水中重量不小于 150Kg ，平台采用316L材料，不低于两层结构，具备防淤泥、防拖曳、防生物附着、耐腐蚀设计，各仪器设备具备独立的固定装置，并预留声学等扩展仪器安装空间，参考如下图。

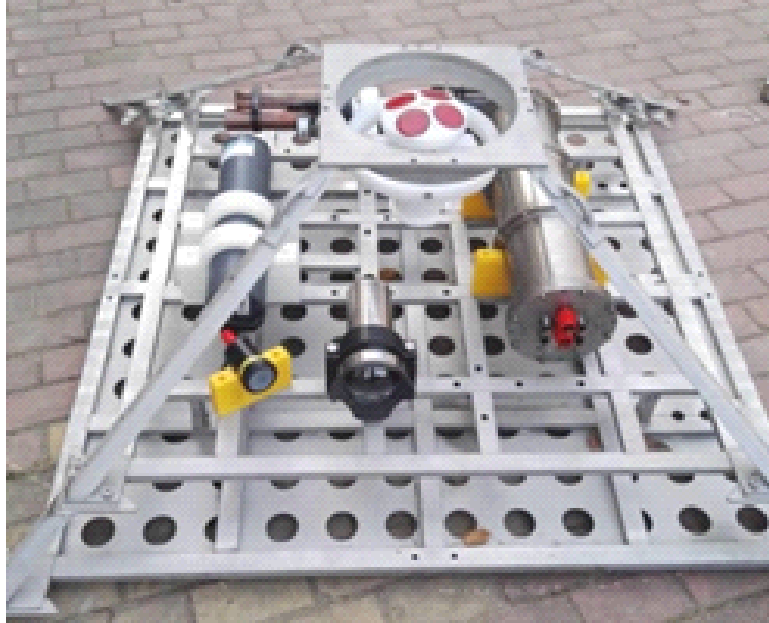


图 2.3.3-3 海底搭载平台

(2) 密封控制舱

密封控制舱设计耐压6MPa，内部用于安装数据采集控制系统电路板，采用散热区与普通区前后设计，其中散热区安装高功耗电路板，通过金属扇面紧贴控制舱筒壁与端盖及海水形成散热回路，普通区则安装低功耗电路板，如下图所示。

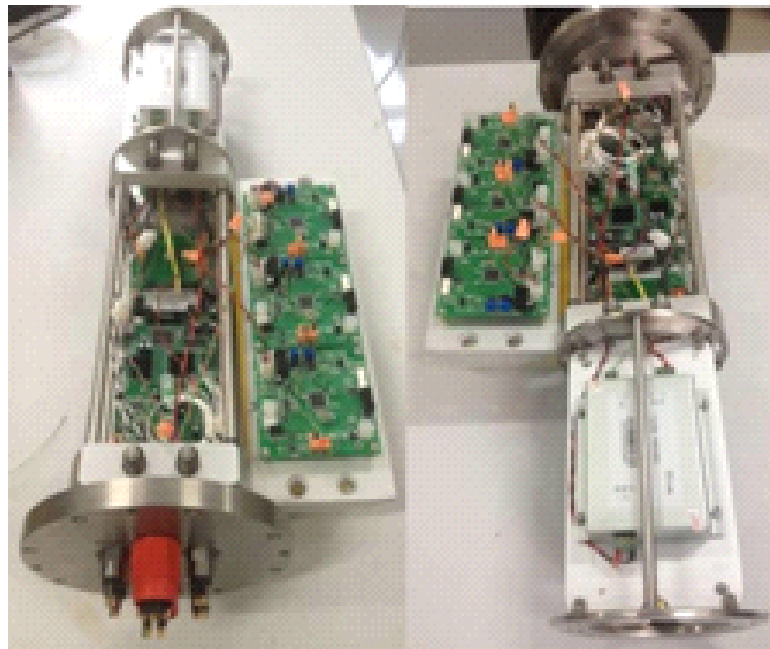


图 2.3.3-4 密封控制舱

在密封舱内部数据采集控制系统设计方面，通过对目前通用的传感器集成控制方式进行分析验证，借鉴863海底观测网及山东省海洋牧场观测网的关键技术，创新引进现场CAN

总线分布式集成、模块化控制技术，具备以下技术特点：

- ①稳定可靠：关键控制模块及仪器供电模块进行物理双冗余备份；
- ②扩展集成：具备标准化的水密接口，能够灵活扩展接入其他仪器设备；
- ③故障隔离：单台仪器设备的漏水或损坏不影响系统整体稳定工作；
- ④状态监控：能够全面实现对搭载仪器设备的在线控制（含上断电及命令控制）及状态监测（含电压、温度信息）

a、岸基控制系统

岸基控制系统负责通过海底电缆为海底观测平台提供电力供给控制并回收观测数据，在完成时数据质量控制后，经由地面以太网通信网络传输至监测控制中心数据展示分析系统，同时，负责转发中心控制指令。



图 2.3.3-5 密封控制舱

岸基控制系统通常就近选择部署在岸基建筑物或独立防水箱内，需要具备AC220V市电及以太网接入，同时配备60寸大屏进行水文水质监测要素及高清视频在线展示，主要技术指标如下：

岸基输入电压AC220V，电压波动+7%，-5%；

- ①岸基输出电压DC300V，最大功率300W；
- ②数据备份储存不小于6个月；
- ③现场无人值守具备加电自启动进行数据处理、存储、传输功能；
- ④具备防潮、防盐雾、防雷击处理。

b、电力信息传输系统

电力信息传输系统主要依托海底电缆，连接岸基控制系统与海底观测平台，建立水上水下透明局域网络，同时进行电力输送，海底电缆长度视目标人工礁区离岸距离而定。

其中海底电缆主要包括内外护套层、铠装层、屏蔽层、线芯层等组成，内部填充绝缘材料，电缆破断力不低于20Kn，单层PE护套厚度不低于2.5mm，导体线芯不低于2.5mm²，护套中间采用1.25mm钢丝重铠进行铠装。

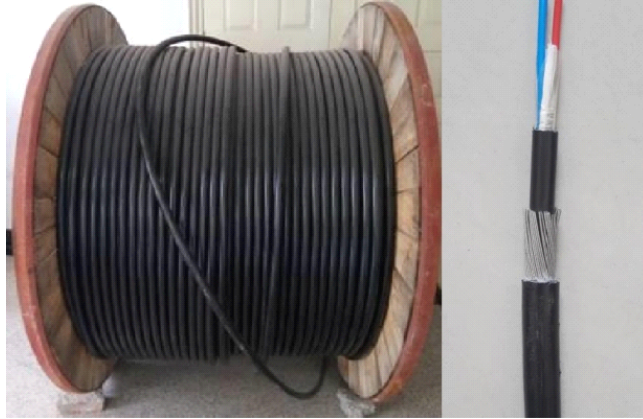


图2.3.3-6电力信息传输线缆

c、数据展示分析系统

云服务器数据展示分析系统通过配套运行一系列人机交互软件及后台应用软件，负责进行日常维护操作，实现监测数据接收、存储、预处理以及视频解码、存储、网络直播等功能，主要包括后台监测控制软件、在线展示网站、视频处理软件等，在线展示网站参考下图。



图2.3.3-7数据展示分析系统

在线展示网站主要功能如下：

- ①备份存储：能够进行不低于1年的观测数据与视频备份存储；
- ②远程控制：能够远程实时对水下各仪器设备进行电源管理与数据采集控制；
- ③数据展示：能够以曲线、表格等形式在线网络展示发布生态环境数据、气象数据等；
- ④状态监控：能够对多参数水质仪、摄像头等仪器设备的电压温度信息进行展示；
- ⑤在线分析：能够对观测数据进行天平均、周平均、月平均等处理，并对水温、溶解氧、叶绿素等进行变化趋势在线预测；
- ⑥预警报：能够对水温、溶解氧、叶绿素、PH值等观测异常变化数据进行预警报并通知；
- ⑦视频点直播：能够在线观测播放海底高清实况视频并进行精彩剪辑视频。

2.3.3.4 监测系统施工、调试及验收

（一）监测系统施工建设

在海洋牧场单位配合下，派遣当地有经验的、对周围水下地形环境熟悉的潜水员，前往人工渔礁区进行海底观测平台布设点现场选址勘察；

组织专业施工队，完成海底观测平台现场组装调试，利用作业船及专门布放工具进行海底电缆及海底观测平台布放，并进行适当电缆防护；

接入岸基控制系统及数据展示分析系统，进行全系统全链路联调测试，并投入试运行。

（二）系统调试、验收及业务化运行

系统经过1个月正常试运行期，达到功能规格需求书进行最终验收。由业主组建验收小组，对项目进行验收，验收测试合格后，双方签署初验合格协议，系统进入业务化运行期。

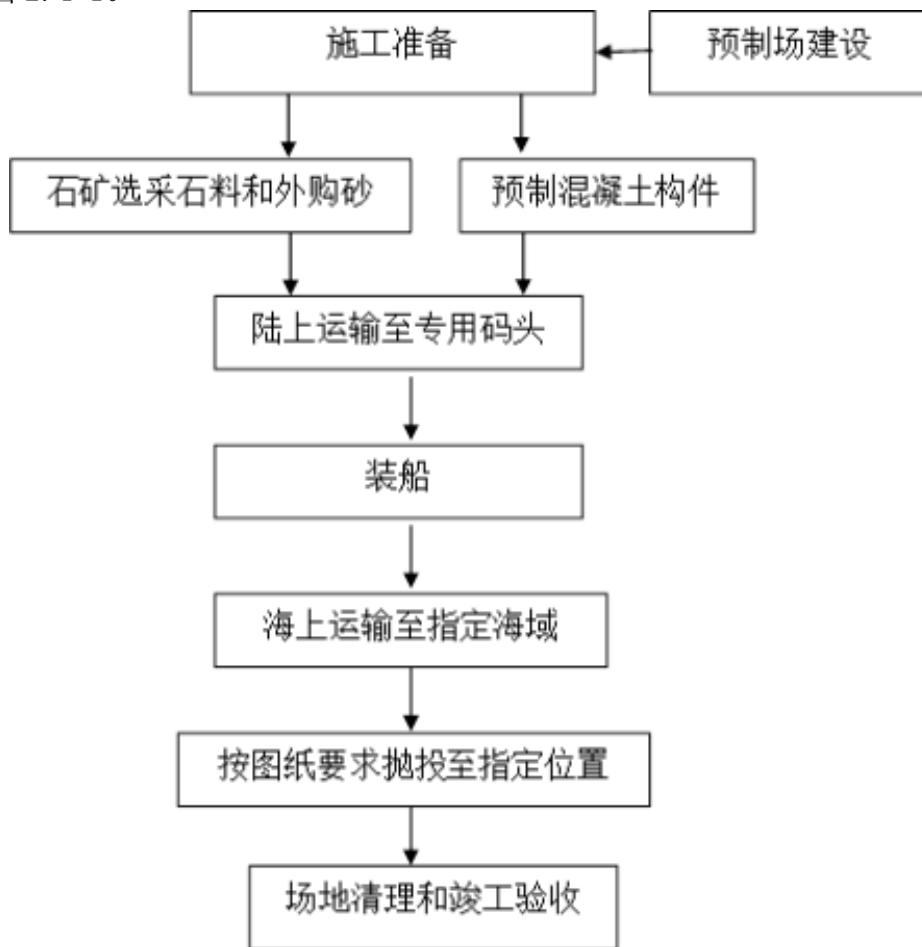
2.4 项目主要施工工艺和方法

2.4.1 人工鱼礁施工方案

（1）施工方法

本工程的施工主要是钢筋混凝土预制礁体浇筑、陆上运输和装船海运至指定海

域抛投两个部分。整个流程应按照设计要求和进度要求同时推进施工，具体施工流程图见图 2.4-1。



2.4-1 施工流程图

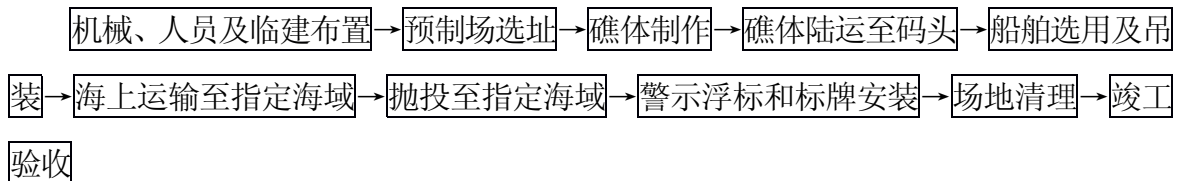
(2) 海上运输线路

本工程人工鱼礁的预制场地拟租用三亚南山港码头后方空地，鱼礁预制完成并达到强度后，可采用工程船运至拟建项目海域投放，出运码头距离项目海域约 30km，运输线路见图 11.2-2。

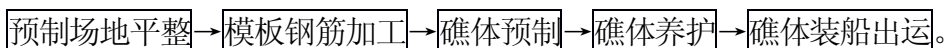


图 2.4-2 海上运输路线图

(3) 施工顺序



① 钢筋砼礁体制作运输



② 鱼礁投放



(4) 施工方案

1. 机械、人员及临建布置

在施工前，布置施工所需的机械、施工人员和临建场所等。

2. 预制场选址及布置

鱼礁的存放场地应符合靠近制作点或安装现场地势平坦，有足够存放面积和承载力，综合影响较小。本项目计划租用南山港后方面积约 25000 平方的空地作为施工材料堆放、加工及鱼礁存放场地。

预制场分为办公区、搅拌站、材料堆放场、鱼礁浇筑区和鱼礁存放区，搅拌站

采用 HZS25 混凝土搅拌站，水泥采用水泥罐存放，砂石料仓硬化后分隔存放，搅拌水采用自来水。

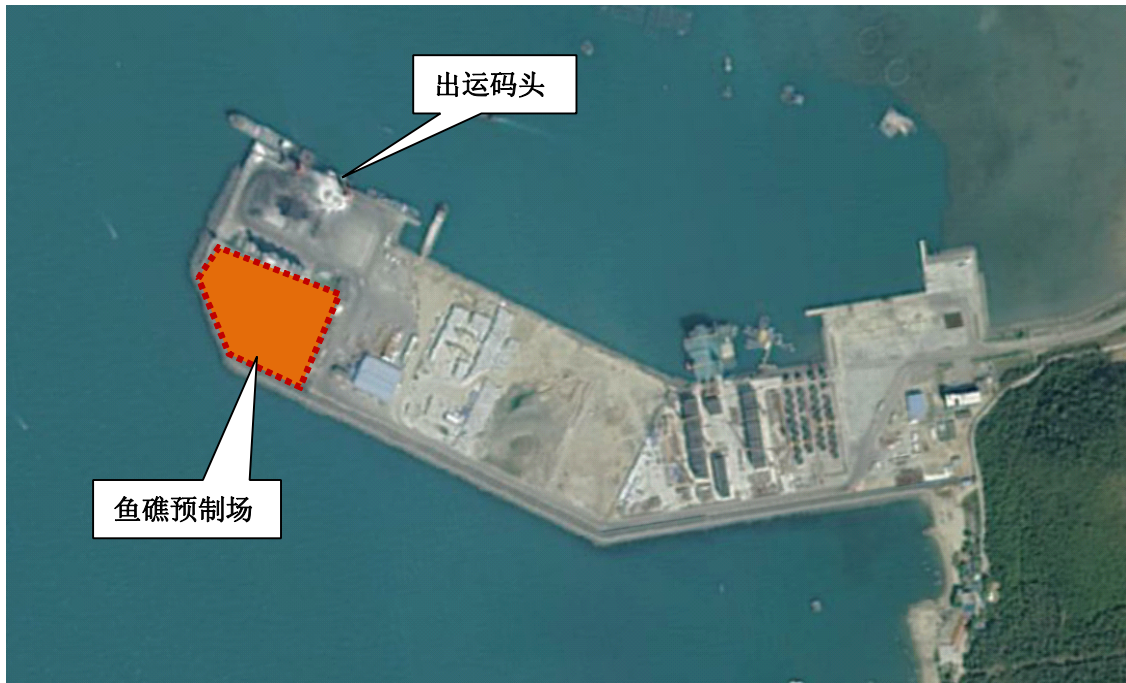


图 2.4-3 预制场选址位置图

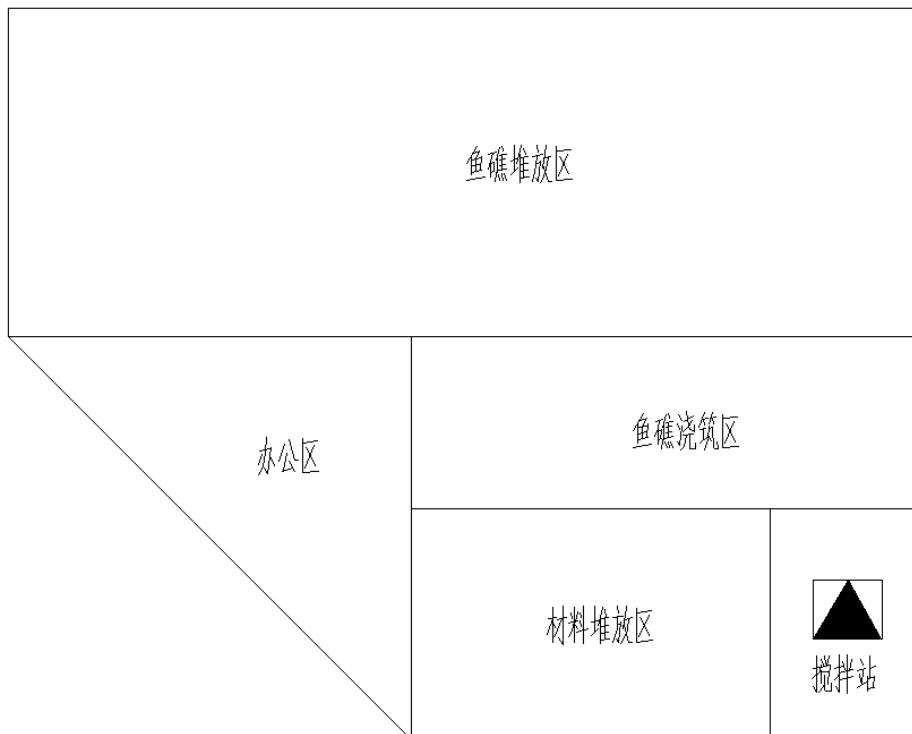


图 2.4-4 预制场平面布置图

3. 礁体预制

鱼礁礁体制作应先确定混凝土配合比，浇筑混凝土前，应检查模板、支架钢筋和预埋件位置的正确性，应将模板内的木屑、水泥和钢筋埋件上的灰浆、油污清除干净。混凝土浇筑完毕后应及时加以覆盖，结硬后保湿养护 10 天以上。加挂钢筋所涉的钢筋焊接均应采用双面搭接满焊，焊接质量应符合钢筋混凝土施工规范中对钢筋焊接的相关要求。

①所有钢筋混凝土构件的数量、尺寸、混凝土强度等级应严格按照设计图纸中相关内容执行。

②混凝土浇筑前必须严格检查所有钢筋、预埋件等的规格、数量和位置，确定无误后方可浇筑。构件预制质量必须满足现行《港口工程混凝土施工规范》的相关要求。

③预制构件起吊强度

构件吊运时混凝土强度，应满足设计和规范的要求，对于没有明确规定吊运时混凝土强度的，按不低于构件设计强度的 75%控制。

④预制构件起吊

预制构件起吊应注意以下事项：

a. 吊点的强度复核

施工前，承包人应根据吊装工艺，验算吊钩强度，保证吊运安全可靠。吊装工艺应保证吊运平稳，各吊点受力均匀，吊绳与构件水平面所成的夹角应大于或等于 45°。并根据构件特性及吊装工艺，采取有效措施保证吊装工作顺利完成。

b. 预制板的起吊要求

考虑到预制板的厚度小、面积大、粘接力占自重比例比较大，因此，设计提出板底应用效果较好的脱模剂，在预制板起吊之前，应采取措施尽量减小预制板与预制场地间的粘接力，以保证板的起吊安全。

c. 构件存放

存放构件的场地应平整稳定，具有足够的承载力。支承构件的垫木，应能均匀支撑构件重力，以防止地基不均匀沉降对构件的不利影响。不同规格的构件，应分别存放。预制构件存进贮存场，仍应按规定继续进行养护，以保证混凝土质量。

构件的堆放层数，承包人可以根据施工组织设计及构件强度验算，提出堆存层数及相关措施，报监理工程师批准。

4. 礁体陆运至码头

根据鱼礁体预制场与专用码头之间的距离、路况、场地等实际情况，配备运输车和起重吊机对礁体进行陆上装载与运输。所有机械均配备专人驾驶操作，确保工程进度和设备和安全运行。码头装卸有专人负责，按设计要求将人工预制礁体理选堆放，并预留出装载机械运行通道，保证装船工序的顺利进行。

5. 船舶选用及吊装

工程船选择为海上大型工程船(载重量为 3000 吨)，使用起重船吊装和投放。用工程船装运预制构件时，应符合下列规定：

工程船甲板面上应均匀铺设垫木，并适当布置通楞。垫木顶面应保持在同一平面上，并用木楔调整垫实，预制构件宜均匀对称地搁置于垫木上，保持工程船自身平稳。按支点位置布置垫木时，其位置偏差不得超过 $\pm 200\text{mm}$ 。装运多层预制构件时，各层垫木应在同一垂直面上。在陆上运输预制构件时，各支点位置应符合设计要求，并防止强烈的震动。在斜坡上运送时，滑道应平整以保持构件的平稳。

6. 海上运输与投放

鱼礁单体采用吊运安装投放。礁体未吊装上船前，所有工作人员必须全部配备救生衣、安全帽等安全工具才能进入施工现场。在装运安过程中，礁体必须达到设计强度才能吊运安装。吊运时必须清理鱼礁上所有杂物。投放时船上所有工作人员穿好安全衣、戴好安全帽。投放时，鱼礁单体所有吊装过程必须采用 4 点吊，由投放船上的 GPS 定好全方位，投放时再由施工人员利用手动 GPS 定位仪定位，投放误差不大于 2m，礁体下落到水底才能脱钩。

为了保证鱼礁投放位置的准确度，应尽量选择小潮期的憩流时段以及风浪小的天气，可利用适宜的天气、潮流等，按单位鱼礁特点分批投放。投放时以 GPS 定位仪定位为主，同时结合小艇释放临时浮标定位来确定已投放礁区的准确位置。投放后在礁区设置明显的永久性浮标来标示礁区范围。

根据单位鱼礁的大小，合理的调整锚位，在保证投礁定位准确的前提下，尽量

减少调整锚位的次数，以减少工作量，单位鱼礁尽量一次性投放完毕，如有特殊情况，要做好区域标识工作，保证下次继续投放的准确性。以下投放的具体步骤：

步骤 1：利用投礁船 GPS 定位仪和辅助渔船手持 GPS 协助，找到单位鱼礁单位鱼礁位置，用临时浮标标记；

步骤 2：将投礁船驶至临时浮标处，以船所在位置为圆心，在圆心处投放鱼礁；

步骤 3：操作完成后，投放浮标标识；

步骤 4：按照同样的方法，以就近的原则，找到其他单位鱼礁位置进行铺设，依次用临时浮标进行标识；

步骤 5：所有单位鱼礁铺设完后，收回临时浮标，换以正规浮标。

装载船运输礁体到达指定（浮标）海域后，抛锚固定装载船；用钢丝绳套捆人工鱼礁礁体，在现场指挥人员的指挥下，缓慢向海中投放礁体，必须把握礁体底面沉底，并保持礁体的平衡，避免礁体倾斜或侧翻。确保吊机在吊装时吊装角度不小于 55° ，吊装海域严禁非操作人员入内，吊装海域严禁其他船只驶入。项目施工严格按照设计方案施工。

礁体投放至海底的过程中，由一名潜水员跟踪至海底，待礁体完全着底后，向吊机操作员发出信号停止投放，潜水员在海底揭开钢丝绳索，完成一个礁体的投放过程。

礁体投放投放时间应选择海面风平浪静时进行，易于操作，安全有效；当海面风力 3 级以上时应停止作业，以免发生安全事故；当发现吊机倾斜、钢丝绳损坏等问题必须马上停止作业；应安排专人做好每次投放记录和照相等工作。



图 2.4-5 投放浮标



图 2.4-6 工程船装载运输礁体

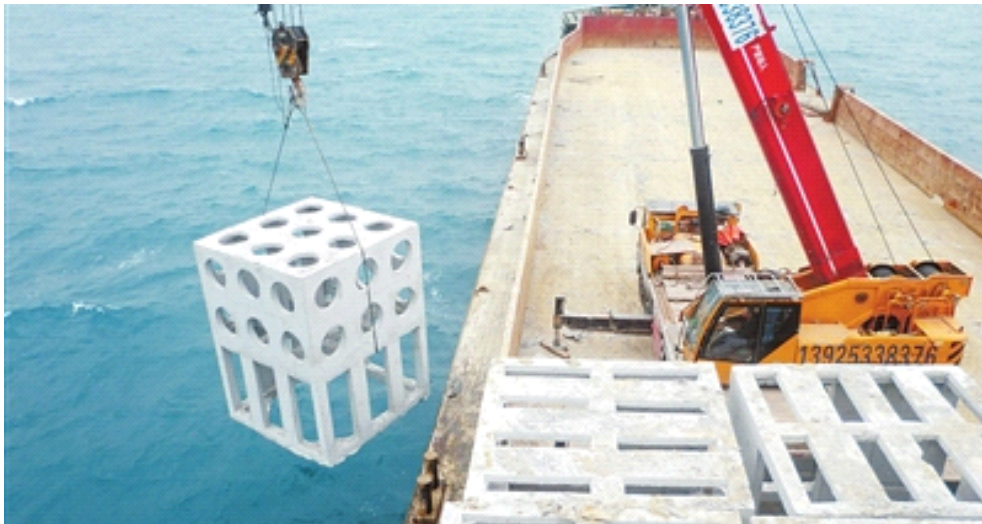


图 2.4-7 汽车吊投放礁体

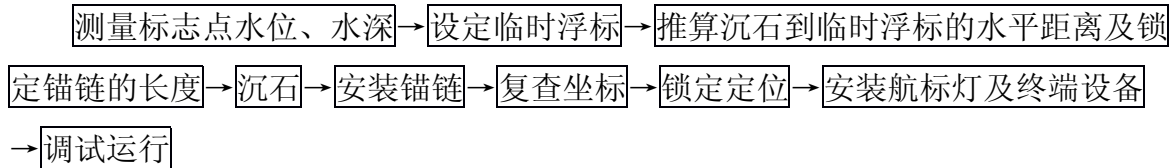
7. 施工机械配备

表 2.4-1 拟投入的主要施工船机设备

序号	机械设备名称	单位	数量	规格型号	用途
1	甲板货船	艘	1	3000t	礁体海上运输
2	汽车起重机	辆	2	55t	礁体吊装
3	龙门吊	台	1	50t	礁体吊装
4	切断机	台	3	GQ40	礁体预制
5	弯曲机	台	2	GW-40	礁体预制
6	电焊机	台	1	BXG	礁体预制
7	砼搅拌站	台	1	HZS25	礁体预制
8	振动棒	台	5	HZ-50	礁体预制

2.4.2 警示浮标施工方案

(1) 施工顺序



(2) 施工方案

按照总平面布置图安装顺序，在事前设置好经纬度坐标对安装水域内进行浮标点试放定位，用测量安装穿上的 GPS 导航仪经纬度和航行控制仪的控制引导，航行至坐标点附近约 2m 处进行小锚初始定位，同时测量此点处水深推算水位高程来复核此处海域标高。当符合设计要求时，开始进行正式定点抛石，即进行测量安装船四向四锚定位锁定(四向抛锚为主、副船协助进行，平潮时水流流速及船舶流动位移性较小，产生误差可调整中消除)，再次复核浮标点位经纬度并调整船位到位后，用测量安装船吊放临时浮标(用安装船起吊设备将临时泡沫标、锚链、小型沉石安装点位)。

将运输船准备好的浮标及沉石一起拖运至临时浮标点施工处，用测量安装船吊下浮标并用副船锁定在临时浮标点位，拆除临时浮标，同时测量安装船(按照此处水深及海床标高和最高潮水位推算的沉石距离及锚链长度)进行沉石定位锚定浮标，GPS 导航仪发射接收器安放在浮标中心位置，进行复查此标的经纬度和设计经纬度的误差，如有误差就进一步调整锚链长度，直至浮标坐标符合设计要求。

2.4.3 主要施工机械

本工程项目为确保工期，遵循设备配套、满足施工需求并略有富余，保证完好率和出勤率的原则配备施工机械设备，根据各分项工程施工的需要，分批调运至现场。

表 2.4-1 拟投入的主要施工船机设备

序号	机械设备名称	单位	数量	规格型号	用途
1	甲板货船	艘	1	3000t	礁体海上运输
2	汽车起重机	辆	2	55t	礁体吊装
3	龙门吊	台	1	50t	礁体吊装
4	切断机	台	3	GQ40	礁体预制
5	弯曲机	台	2	GW-40	礁体预制

6	电焊机	台	1	BXG	礁体预制
7	砼搅拌站	台	1	HZS25	礁体预制
8	振动棒	台	5	HZ-50	礁体预制

2.4.4 施工进度计划

本工程专业性较强，涉及的施工工艺和施工工序较多，应通过招标，选择专业化施工单位承建，确保施工质量和施工进度。为了在最短的时间内完成整个项目的施工建设，必须进行详细、科学的施工组织，并在施工外部条件和资金方面予以充分的保证。

根据本项目的规模和施工特点，总施工工期拟定为 12 个月，各项工程项目的施工进度安排详见表 2.3-2。

表 2.4-2 施工进度计划表

年度	总工期 1 年（12 个月）											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
主要工程项目												
施工准备及预制场建设												
礁体分批预制												
礁体制作阶段性验收												
陆上运输至指定码头												
礁体海上运输及投放												
监测系统安装、调试 陆上标志牌施工												
项目验收												

2.5 项目预申请用海情况

2.5.1 项目申请用海面积

按《海域使用分类》(HY/T123-2009)，本项目用海的海域使用类型为一级类“渔业用海”，二级类“开放式养殖、人工鱼礁用海”。按《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南(试行)》本项目用海的海域使用类型为一级类“渔业用海”，二级类“增养殖用海”。详见表2.5-1所示。

根据项目总平面布置图、《海籍调查规范》，拟申请项目总用海面积为100.0000公顷，其中包括申请人工鱼礁投礁区(用海方式为透水构筑物)用海面积24.0000公

顷，申请自然增殖区(用海方式为开放式养殖)用海面积76.0000公顷。项目申请用海宗海位置图及宗海界址图见图2.5-1和2.5-2。

2.5.2 项目申请占用岸线情况

本项目位于三亚湾中部的三亚湾农渔业区海域内，根据海南省最新海岸线修测成果，本项目不占用岸线，也不形成新的岸线。

2.5.3 项目申请用海期限

本项目主导用海类型为渔业用海，用海方式为透水构筑物、开放式养殖，详见表2.5-1，根据《中华人民共和国海域使用管理法》第二十五条的规定，本项目按照主导功能——养殖用海最高期限为15年，结合项目主体结构设计服务年限以及方便行政主管部门管理，建议申请用海期限15年。

表2.5-1 本项目用海类型和用海方式一览表

序号	用海单元	面积 (公顷)	用海类型				用海方式	
			海域使用分类 (HY/T123-2009)		国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南(试行)		海域使用分类 (HY/T123-2009)	《海域使用金收费标准》
			一级类	二级类	一级类	二级类		
1	人工鱼礁投礁区	24.0000	渔业用海	人工鱼礁用海	渔业用海	增养殖用海	透水构筑物	透水构筑物用海
2	自然增殖区	76.0000	渔业用海	开放式养殖用海	渔业用海	增养殖用海	开放式养殖	开放式养殖用海

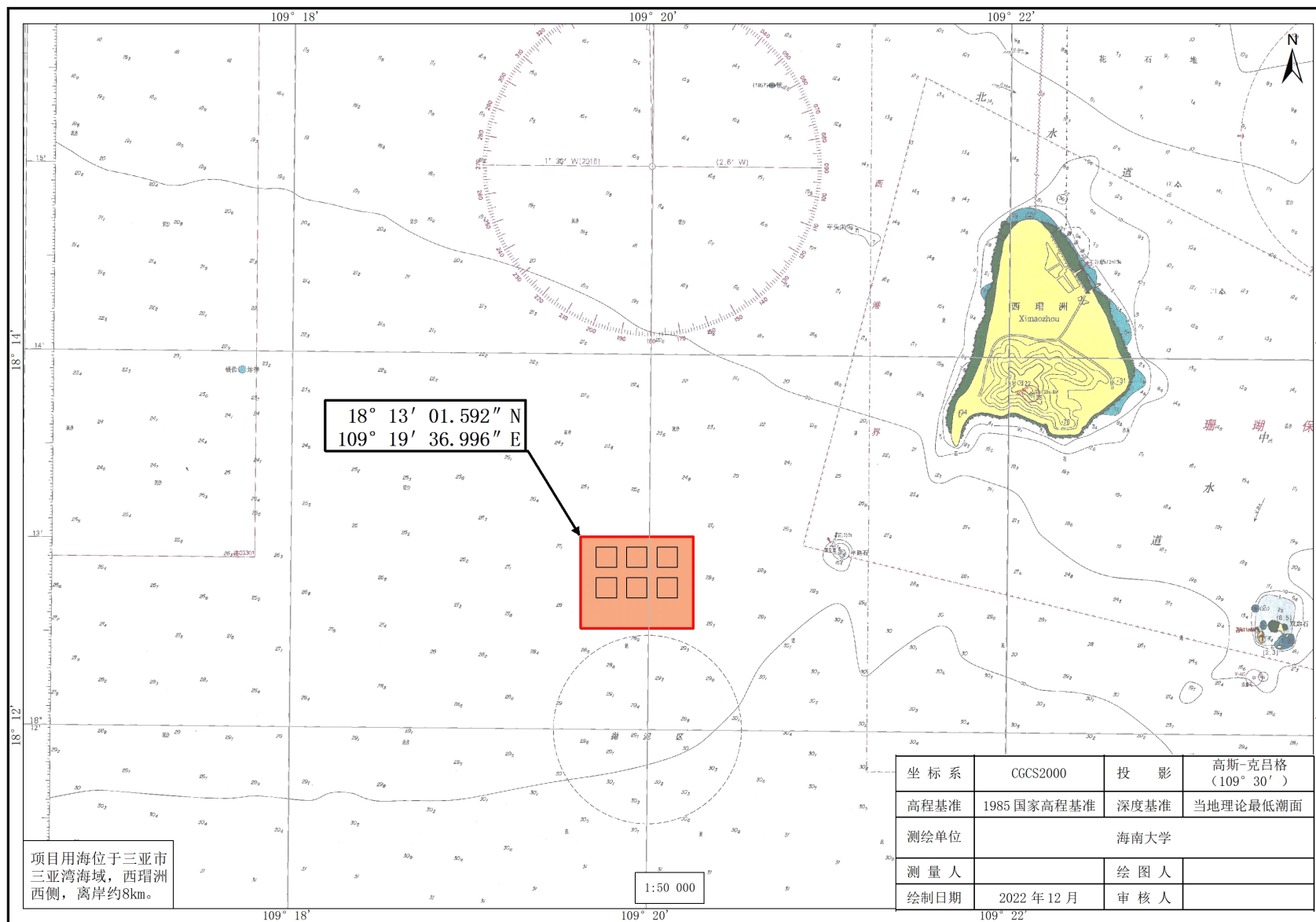


图2.5-1 三亚市东西瑁洲海域国家级海洋牧场示范区创建项目宗海位置图

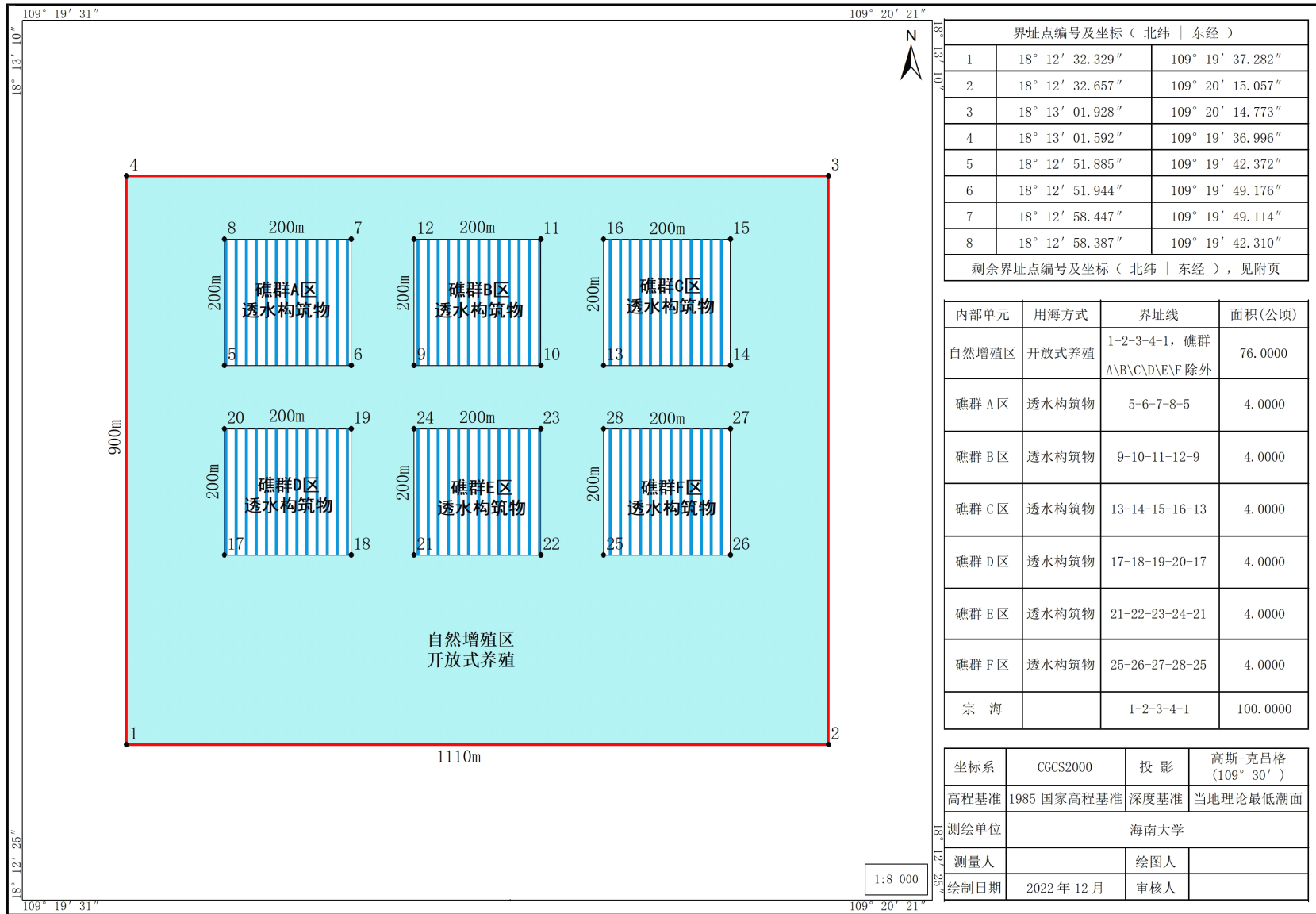


图2.5-2 三亚市东西瑁洲海域国家级海洋牧场示范区创建项目宗海界址图

2.6 项目用海必要性

2.6.1 项目建设的必要性

本项目建设的必要性主要体现在以下几个方面：

(1)本项目的建设是落实习近平总书记关于海南建设现代化海洋牧场要求和国家相关政策的需要

习近平总书记在“4·13 重要讲话”中明确要求：“海南是海洋大省，要坚定走人海和谐、合作共赢的发展道路，提高海洋资源开发能力，加快培育新兴海洋产业，支持海南建设现代化海洋牧场，着力推动海洋经济向质量效益型转变。要发展海洋科技，加强深海科学技术研究，推进“智慧海洋”建设，把海南打造成海洋强省。”

2017 年中共中央办公厅、国务院办公厅印发《关于创新体制机制推进农业绿色发展的意见》（中办发[2017]56 号）要求“推进海洋牧场建设”，“改革渔业补贴政策、支持捕捞渔民减船转产、海洋牧场建设、增殖放流等资源养护措施”。2018 年颁发的《中共中央国务院关于支持海南全面深化改革开放的指导意见》（中发[2018]12 号）提出，“支持建设现代化海洋牧场”。2019 年 4 月 13 日出台的《中共海南省委关于高标准高质量建设全岛自由贸易试验区为建设中国特色自由贸易港打下坚实基础的意见》，要求“大力发展新兴海洋产业，建设现代化海洋牧场，打造海洋强省”。

为更好地发挥国家级海洋牧场示范区的综合效益和示范带动作用，推动全国海洋牧场建设，2019 年农业农村部修订并印发了《国家级海洋牧场示范区建设规划（2017-2025 年）》，规划建设国家级海洋牧场示范区 200 个，包括 156 片海域，其中海南岛周边 11 个海域，三亚湾近岸海域位于规划范围内。高起点、高标准建设海洋牧场，是海南省贯彻落实国家海洋牧场发展战略、养护海洋渔业资源和保护海洋生态环境、促进海洋渔业持续发展的迫切需要。

因此，建设三亚市东西瑁洲海域国家级海洋牧场示范区创建项目，实现从传统人工鱼礁投放和增殖放流向现代化海洋牧场转型升级，是三亚市切实贯彻落实习近平总书记“4·13 重要讲话”，是促进海南省和三亚市海洋生态文明建设的必要措施，将有效地提高海洋资源开发利用水平，把生态优势变为发展优势，在有效保护海洋

生态的基础上促进渔业转型升级。

(2)本项目的建设有利于进一步改善周边海域生态环境，促进当地渔业资源可持续发展

人工鱼礁即人为在水域中设置构造物，以改善修复和优化水生生物栖息环境，为鱼类等生物提供索饵、繁殖、生长发育等场所，达到保护、增殖资源和提高渔获质量的目的，其海洋生态修复机理是通过人工鱼礁对藻类的吸附作用、鱼礁附着生物的滤食作用、鱼礁区大量生物摄食对赤潮引发因子的抑制作用以及礁体阻碍海底有机物的释放等功能机理，降低水体富营养化程度，起到净化水质与减少赤潮发生的效用。人工鱼礁对生态环境修复与改善，保护和诱集鱼类、促进渔业增产，防止海岸侵蚀、保护沙滩，同时促进旅游垂钓、海底潜水、休闲生态旅游发展等方面具有重要的意义。建设人工鱼礁所带来的巨大生态环境效益、经济效益已在发达国家如美国、日本及我国的香港、台湾得到了充分的验证。

其中日本于 1974 年制定了《沿岸渔场整備开发法》，有计划地开展渔场建设。2002 年又出台了《渔港渔场整備法》，第二年开始了渔港与渔场的一体化长期建设计划项目。到目前为止，日本共投放人工鱼礁 5000 多座，达 5306 万 m^3 。根据佐藤修的研究， $1m^3$ 的人工鱼礁平均形成 $1.837m^3$ 的人工渔场，每年可增加 18.37kg 的渔获量。由于人工鱼礁的建设，使日本渔业年增产 97 万吨，产生显著的经济效益。相对于日本，美国更注重“休闲鱼礁”的建设。目前美国沿海各地设置的鱼礁已有 1200 多处，参加游钓活动的人数近 6000 万，钓捕产量约 150 万吨，占渔业总产量的 35%。据统计，全美每年因游钓渔业带来的社会效益达 500 亿美元。许多沿海国家和地区都在建设人工鱼礁，把人工鱼礁和旅游景点结合起来，既保护了渔业资源，又丰富旅游业的内容，使人工鱼礁建设在国际上得到蓬勃发展。

2006 年 5 月 15 日农业部发布了“农业部关于贯彻实施《中国水生生物资源养护行动纲要》做好当前渔业重点工作的意见”（农渔发[2006]17 号）。2006 年 11 月 7 日农业部在《全国渔业发展第十一个五年规划(2006-2010 年)》（农渔发[2006]37 号）中确定了八个重点工程，其中“水生生物资源养护工程”中就有建设水生生物与水域生态保护区、海洋大型人工鱼礁群等五个的重点建设项目。两个文件的远期目标

是经过长期不懈努力，到本世纪中叶，水域生态环境明显改善，水生生物资源实现良性、高效循环利用，濒危水生野生动植物和水生生物多样性得到有效保护，水生生态系统处于整体良好状态。基本实现水生生物资源丰富、水域生态环境优美的奋斗目标。

三亚市东西瑁洲海域国家级海洋牧场示范区创建项目的建设，将有效利用人工鱼礁对生态环境修复与改善，进一步保护和诱集鱼类，从而促进当地渔业经济可持续发展。

(3)本项目的建设有利于推进三亚市海洋渔业结构的调整与升级和推动渔业供给侧改革

渔业资源衰退的日趋严重，渔业生态环境的日趋恶化，已成为三亚市渔业发展的主要矛盾，要求政府加快渔业产业结构调整和建设人工鱼礁。项目建设区位于三亚市三亚湾近岸海域，沿海自然景观优美，休闲渔业发展潜力很大。通过实行海洋“牧场”战略，有利于海洋渔业经济结构的调整，将使海洋水产养殖不再跟陆地争空间，为三亚腾出了更多的陆地空间，过去那种通过在陆地上建高位池等养殖水产品的传统养殖方式将逐步退出，海域空间得到更充分的利用，同时通过海洋“牧场”发展渔业，将大大减少因养殖带来的环境污染。海洋“牧场”是以全生态的养殖方式，依靠自然营养，基本上不投放人工饵料，既减少污染，还能达到节能减排的作用，符合低碳经济发展要求；发展海洋“牧场”战略还有利于渔民的转产、专业，依托人工鱼礁逐步开发出诸如海钓、观光、采集、渔家乐等休闲渔业模式，丰富开发区海上旅游观光的内容，推动全区渔业从第一产业向第三产业过渡，促进广大渔民增收。依托人工鱼礁建设发展休闲渔业，能有效解决渔业转产就业问题，有利推进三亚市海洋渔业结构的调整与升级。

综上，本项目建设非常必要。

2.6.2 项目用海的必要性

三亚市东西瑁洲海域国家级海洋牧场示范区创建项目在保障环境和资源安全的前提下，实施生态牧场与自然增殖等产业多元融合发展，创新生态牧场发展新模式。根据项目发展总体目标要求，结合区内海洋环境及地形、地质特点，用海区分为三

个主体板块，分别是**人工鱼礁养殖用海板块**、**自然增殖区用海板块**。通过投放海洋生态人工鱼礁等设施设备，建设投礁区、自然增殖区等功能区，依托人工鱼礁逐步开发出诸如海钓、观光、采集、渔家乐等休闲渔业模式，丰富开发区海上旅游观光的内容。本项目所在海域的功能区为农渔业区，其主导功能为农渔业功能，与项目用海功能相符。

人工鱼礁养殖用海板块根据海区的特点(项目区表层土层为淤泥质粉质粘土，其地基承载力为 40Kpa，满足鱼礁的承载力要求)以及建设目标要求，考虑本项目用海区域距离南侧的倾倒区较近，鱼礁区整体偏北布置，南边鱼礁区距离倾倒区约 400m。人工鱼礁区水深条件在 25~30m 之间，结合当地海底地形、地质情况，对礁体进行初步的抗沉、抗滑和抗倾技术，本项目人工鱼礁单体采用长方体箱型鱼礁，尺寸为 3.4m×3.4m×4.0m。单位鱼礁的布置形式一般以矩阵分布为宜，并尽量选择不同形状、类型和材料的礁体有序的间隔分布，这样有利于发挥各类礁体的优势，对于小型鱼礁，分散布置对底层鱼类较为有利，但若过于分散，则会降低鱼礁效果。

根据《人工鱼礁建设技术规范》(SC/T 9416-2014)有关规定，资源保护型人工鱼礁单位鱼礁规模宜大于 3000 空方，休闲生态型人工鱼礁单位鱼礁规模宜大于 400 空方，资源增殖型人工鱼礁单位鱼礁规模宜大于 300 空方。相邻单位鱼礁之间的间距不超过 200m。

综合以上因素，考虑本项目采用的单位鱼礁类型为休闲生态型，拟选用的单位鱼礁尺寸为 15×15m，由 9 个单体鱼礁构成，呈 3 行 3 列矩阵分布，每个单体鱼礁占据 5m×5m 的空间区域，单体鱼礁之间净距约 2m，视为一个整体，单位鱼礁的空方数为 416.16 方。本项目的礁区采用 200×200m 的方形布置，以方便进行礁区管理和标示。礁区内由 13 个单位鱼礁构成，平面呈 5 行 5 列矩阵分布，礁区总空方数为 5410.08 方。礁区中单位鱼礁的总投影面积为 2925 m²，占礁区设置范围面积的比例为 7.31%，满足《人工鱼礁建设技术规范》的要求。因此，通过计算，每个礁区用海 4.000 公顷可以满足鱼礁单体 117 个的布置要求。人工鱼礁需要投放一定的规模才能形成小型的稳定的生态系统，形成具有“聚鱼”生态功能的区域，综合考虑区域用海现状和相关规划，本项目拟设置 6 个平行布置的礁区，即人工鱼礁养殖用海面积达 24.0000

公顷。其人工鱼礁用海(透水构筑物)是必要的。

为使项目投放的人工鱼礁能够产生最大的生态效益，建造“海底森林”，创造稳定的近海局部水域生态系统，营造一定规模的适宜各种海洋动植物的生长和繁殖提供良好的栖息环境，促进区域渔业资源自然增殖。为了便于项目管理和标示，因此本项目总用海平面布置采用 900m×1100m 的长方形，扣除人工鱼礁投礁区用海 24.0000 公顷，人工鱼礁礁区外的海域设计为自然增殖区。自然增殖区用海面积为 76.0000 公顷，其用海面积是非常必要的。

因此，项目用海是十分必要的。

3 项目所在海域概况

3.1 自然环境概况

3.1.1 气象条件

项目所在区域三亚市的气候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。本报告气温、降水、风况、湿度、雷暴等资料均采用三亚市气象站自建站至 2018 年的观测资料进行统计，项目区域的海洋气象概况如下：

3.1.1.1 气温

本区气温较高，年平均气温为 25.8℃，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℃。本区极端最高气温为 35.9℃ (1991 年 6 月 4 日)，极端最低气温为 5.1℃ (1974 年 1 月 2 日)。各月平均气温分布见表 3.1.1-1。

表 3.1.1-1 各月平均气温(单位：℃)

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
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	25.8

3.1.1.2 相对湿度

三亚气候湿润，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 3.1.1-2。

表 3.1.1-2 各月平均相对湿度 (%)

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

3.1.1.3 降雨

三亚地区年降水量丰富，各月均有降水，年平均降水量为 1392mm，年平均降水日数为 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 3.1.1-3。

表 3.1.1-3 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
12	10.7	4	0	0
全年	1392	113	15	6

3.1.1.4 风况

据三亚气象站统计，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瞬时风速达 45m/s，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 4 个月(5~8 月)风向较乱，但以 W、WSW 风向为主。风玫瑰图见图 3.1.1-1，各向平均风速、最大风速及频率见表 3.1.1-4，逐月平均风速见表 3.1.1-5，不同季节风玫瑰图见图 3.1.1-2。

表 3.1.1-4 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	23.0	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	13.0	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
NNW	11.0	1.5	1.1

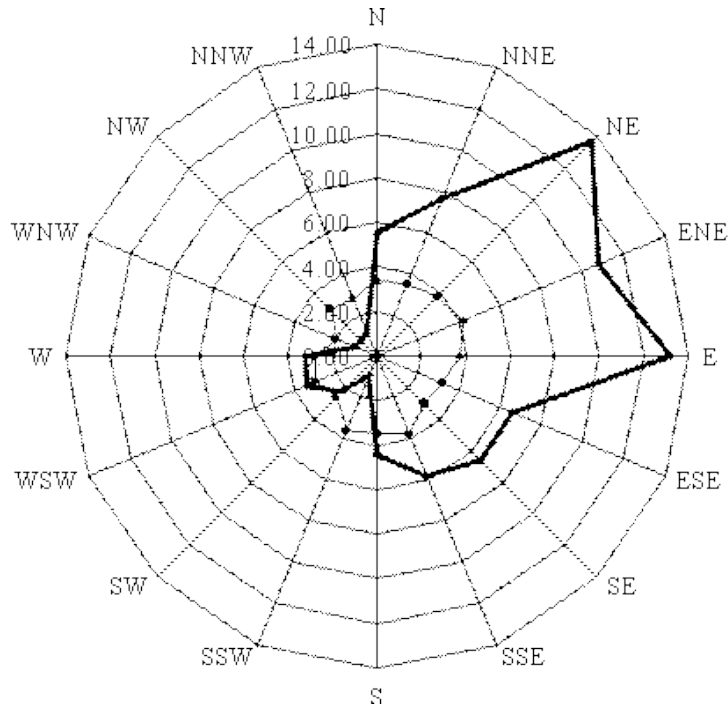
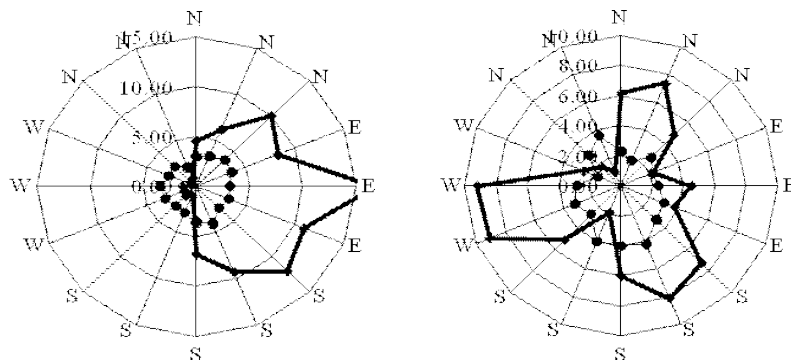


图 3.1.1-1 三亚市全年平均风向频率分布图

表 3.1.1-5 逐月平均风速

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



A、春季

B、夏季

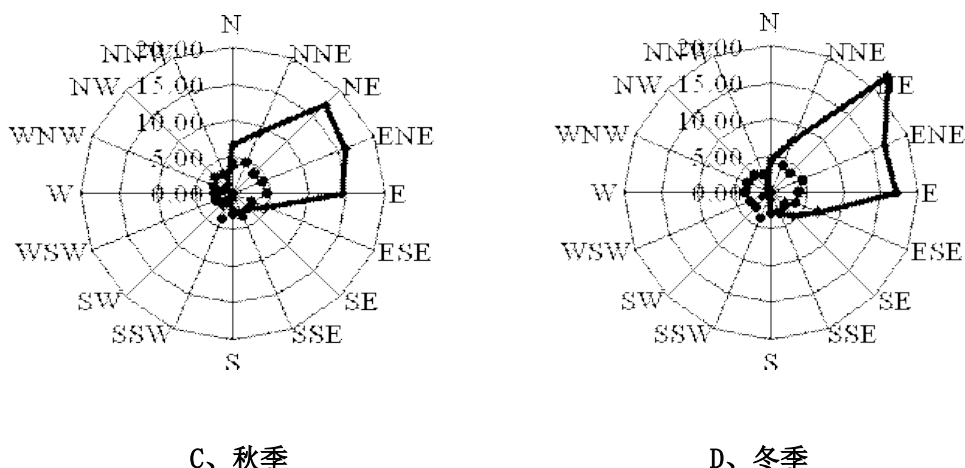


图 3.1.1-2 各季节风频率玫瑰图

3.1.1.5 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。各月平均雷暴日数见表 3.1.1-6。

表 3.1.1-6 各月平均雷暴日数

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

3.1.1.6 热带气旋

影响本区的极端天气主要为热带气旋，统计 1949 年~2006 年共 58 年间中心进入 18.1° N~18.8° N、110° E~108° E 的矩形区域内的热带气旋为 65 个，平均每年约有 1.1 个。登陆三亚的台风 10 个、强热带风暴或热带风暴 7 个，热带低压 3 个。按月份统计，热带气旋 5 月和 10 月登陆次数最多，7 月和 8 月为其次，1 月~4 月和 12 月没有热带气旋登陆(表 3.1.1-7)。根据各热带气旋对三亚市的影响严重程度，同时补充了 2010 年以来影响三亚的热带气旋，摘录热带气旋登陆时三亚站实测气压<990hpa 的热带气旋列于表 3.1.1-8、图 3.1.1-3。

表 3.1.1-7 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	2	3	3	2	4	2	20
比例%	20	10	15	15	10	20	10	100

表 3.1.1-8 登陆(或严重影响)三亚的部分热带气旋简况

序号	编号	起止时间	登陆强度	登 陆 时			
				登 陆 点	时 间	中心气压 /Hpa	中心风力/级
1	7113	07.09~ 07.18	STS	三亚陵水	07.17.16~17h	983	9~10
2	7126	10.01~ 10.09	STS	三亚	10.9.05~17h	980	11
3	7318	11.11~ 11.20	T	三亚	10.18.19~20h	973	12
4	7809	08.09~ 08.13	TS	陵水三亚	08.11.10h	983	8
5	8105	06.27~ 07.05	T	三亚	07.04.02~03h	965	12
6	8521	10.11~ 10.22	T	三亚	10.21.08h	970	12
7	8905	06.04~ 06.12	T	陵水三亚	06.10.11~12h	960	12
8	8926	09.29~ 10.03	T	三亚	10.02.23~24h	970	12
9	9016	08.24~ 08.30	T	三亚南部经过	08.29.02h	965	12
10	9204	06.24~ 07.01	T	三亚	06.28.05h	965	12
11	9508	08.24~ 08.30	T	三亚	08.28.10h	980	10
12	9612	08.18~ 08.23	T	三亚	08.22.06h	970	12
13	0016	09.02~ 09.10	T	陵水三亚	09.09.08h	975	12
14	0518	09.20~ 09.28	T	万宁陵水	09.26.03h	970	12
15	20100 2	7.12~7.17	TY	三亚	7.16.20h	968	12
16	20100	8.22~8.24	TD	三亚南部经	8.23.22h	985	10

	5			过			
17	201108	7.25-7.30	STS	文昌	7.29.	980	10
18	201117	9.24-9.30	STY	文昌	9.29.14h	960	14
19	201309	7.31-8.2	TS	文昌东南侧	8.2.17h	980	8
20	201330	11.04-11.11	STY	三亚南部经过	11.10.14h	955	14
21	201409	7.12-7.20	STY	文昌	7.18.15h	910	17
22	201508	6.21-6.24	STS	万宁	6.24.19h	982	10
23	201603	7.26-7.28	STS	万宁	7.26.22h	985	10
24	201621	10.13-10.19	STY	万宁	10.18.10h	960	14

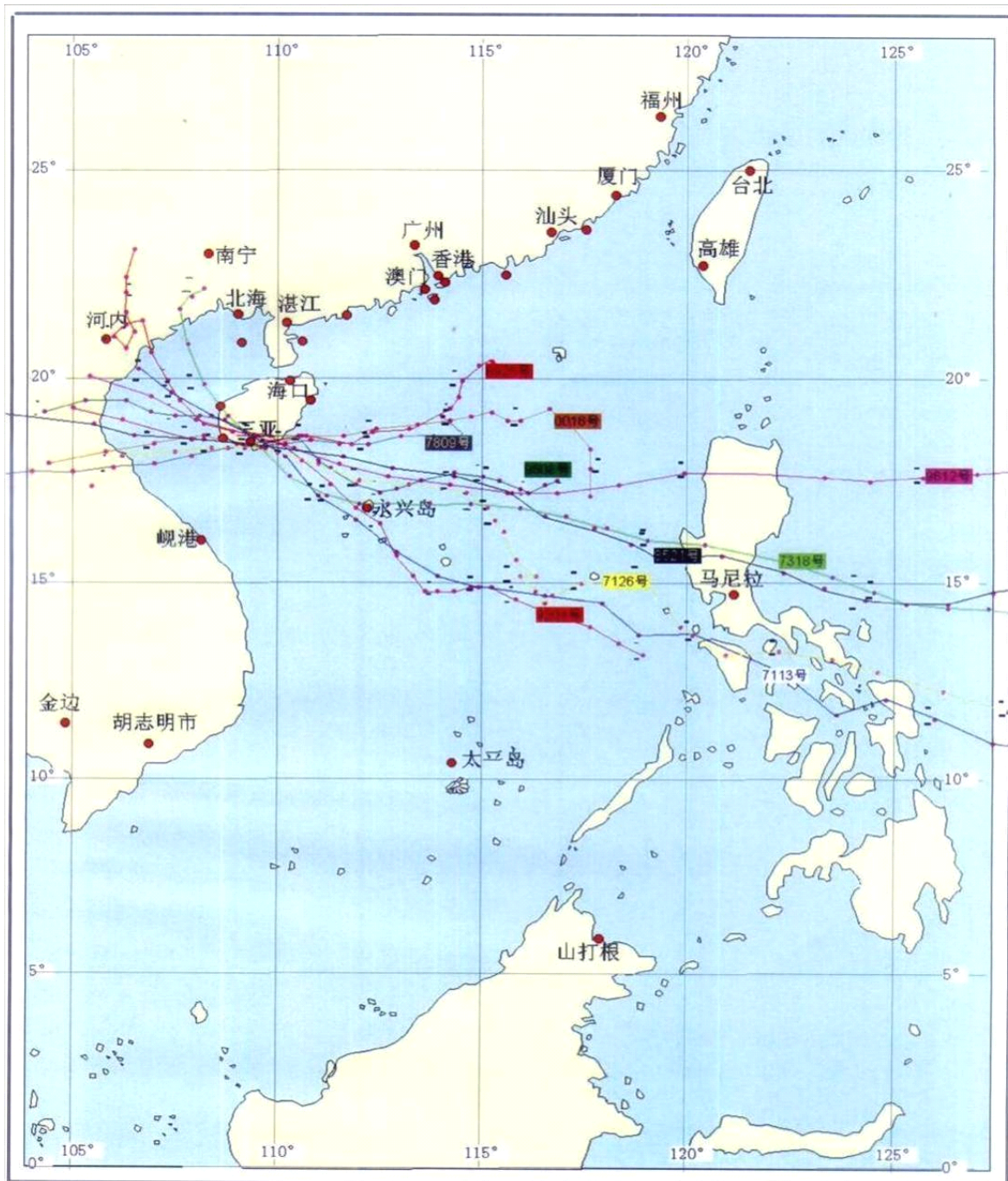


图 3.1.1-3 登陆(或严重影响)三亚的部分热带气旋路径图



图 3.1.1-4 2010 年至 2015 年影响三亚的热带气旋路径

【该海域海洋气象环境优良，本项目作为国家级海洋牧场示范区创建项目，充分利用三亚湾优良区位优势及渔业资源，合理布局人工鱼礁，发展海洋经济，可见，本项目在该海域的建设是比较适宜的。】

3.1.2 水文条件

3.1.2.1 潮汐

(1) 基准面及转换关系

本区域 76 榆林基准面、1985 国家高程基准、理论最低潮面间的转换关系见图 3.1.2-1。

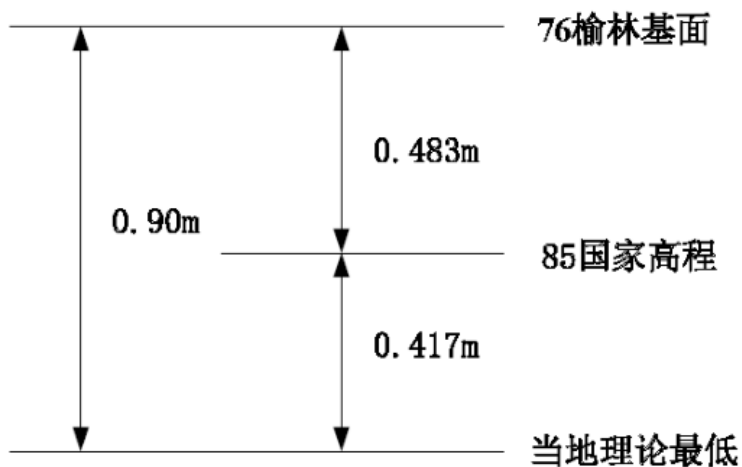


图 3.1.2-1 基准面及转换关系

(2) 潮汐性质及潮型

本区潮汐同时受南海和北部湾两潮汐系统的影响。潮波主要表现为前进波性质，潮波从南海传至湾口东南水域，继续向西传播，一部分为潮波向西北偏西方向传向北部湾，一部分向北进入三亚湾和三亚港水域。

三亚湾的主要日潮与半日潮潮位振幅比为 2.88，属不规则全日潮。一年中约有 1/2 的天数是半日潮，1/2 天数是日潮。多年平均潮差 0.79m，为弱潮海区。

(3) 潮位特征值

三亚湾海洋观测站有十几年的历史资料，根据国家海洋局三亚海洋环境监测站 1997~2011 年实测潮汐资料统计，三亚湾的潮位特征值(国家 85 基面)如下：

平均潮位：72cm(国家 85 高程，以下相同)

平均潮差：83 cm

最大潮差：203 cm(出现日期为 2004 年 12 月 14 日)

最高潮位：216 cm(出现时间为 2011 年 10 月 4 日 3 时 43 分)

最低潮位：-43 cm(出现时间为 2000 年 7 月 31 日 18 时 30 分)

平均涨潮历时：10.47h

平均落潮历时：7.63h

3.1.2.2 实测潮流

为了解项目附近潮流情况，引用海南安纳检测技术有限公司于 2021 年 03 月 08 日~09 日大潮期间所开展的潮位、海流调查资料，并进行了分析(图 3.1.2-2)。根据实测潮位数据，通过水准测量，将潮高基面统一转化到 1985 国家高程基准，得到潮位观测结果。摘取高、低潮位资料统计大潮期间各站潮汐特征值，见表 3.1.2-1，图 3.1.2-3、图 3.1.2-4 为各站潮位过程曲线图。分析本海区潮汐特征如下：

观测期间潮汐为全日潮潮型，一个观测周日内有一个高潮一个低潮，高、低潮潮高、潮时见表 3.1.2-2。从图 2.1.2-2 可看出，经过统计，L1 站涨潮历时为 14 小时 20 分，落潮历时为 10 小时 40 分，涨潮历时大于落潮历时，高低潮潮差为 1.17m；从图 2.1.2-3 可看出，L3 站涨潮历时为 14 小时 30 分，落潮历时为 10 小时 30 分，涨潮历时大于落潮历时，高低潮潮差为 1.32m。涨潮历时均大于落潮历时，潮汐日不等现象显著。

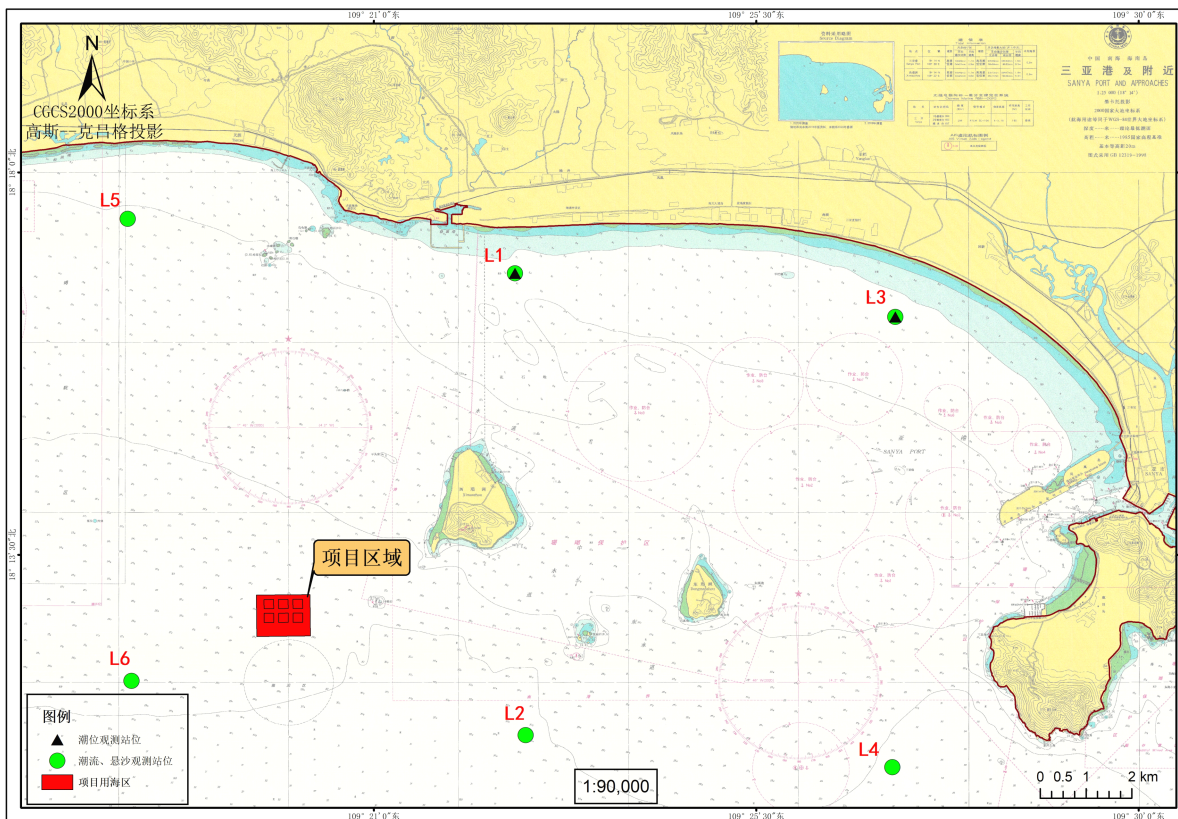


图 3.1.2-2 水文观测站位图

表 3.1.2-1 潮高、潮时统计表

站位	高潮		低潮		潮差 (m)
	潮时	潮高 (m)	潮时	潮高 (m)	
L1	08 日 17:40	1.09	09 日 4:20	-0.08	1.17
L3	08 日 17:30	1.21	09 日 4:20	-0.11	1.32

潮位过程曲线图(2021年03月08日~09日)潮高基面：1985国家高层基准



图 3.1.2-3 L1 站观测期间潮位过程曲线图

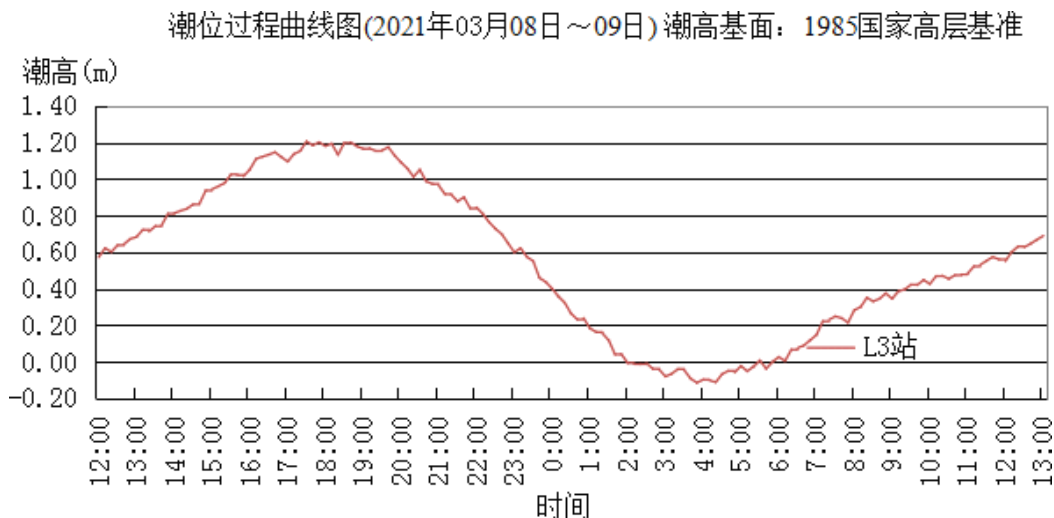


图 3.1.2-4 L3 观测期间潮位过程曲线图

(1) 实测潮流

根据大潮期在观测海域进行潮流调查提供的结果，将实测资料流速、流向进行整理分析，其中 L1、L2、L5、L6 取 L1 站潮位整点观测资料，L3、L4 取 L3 站潮位整点观测资料，绘制出大潮期各站流速、流向分布图及大潮期各层潮流玫瑰图(图 3.1.2-5~图 3.1.2-23)，并对涨落潮期各层流速特征值进行统计，见表 3.1.2-2，分析观测期间工程海域潮流特征如下：

①观测海域不同站位潮流流向基本一致，基本为往复流动，L1、L3、L5 站往复流特征较明显，L2、L4、L6 站受地形波浪等影响，潮流流向较发散。

②从潮流流速平面分布上看，L2、L4、L6 站潮流流速明显大于位于 L1、L3、L5 站的潮流流速；从流速垂线分布上看，各站表、中、底流速虽然随潮型的不同略有差异，表层略大于中层和底层，但差值不大。

③涨潮最大流速为 78.7cm/s，流向为 WNW 向，出现在 L6 站 0.4H 层。落潮最大流速为 74.2cm/s，流向为 ESE 向，出现在 L6 站 0.6H 层，各站表层流速介于 6.1cm/s~71.9cm/s 之间，0.2H 层流速介于 6.9cm/s~78.4cm/s 之间，0.4H 层流速介于 7.7cm/s~78.7cm/s 之间，0.6H 层流速介于 4.9cm/s~74.2cm/s 之间，0.8H 层流速介于 6.8cm/s~71.1cm/s 之间，底层流速介于 4.8~68.0cm/s 之间。

④从流速最大值来看，L1、L5 站涨潮流速各层最大值均大于落潮流速最大值，各站涨、落潮流强度相差不大。涨、落潮流流速最大值最大相差 17.6cm/s，出现在 L6 站 0.2H 层；从各站潮流平均流速上看，L1、L2、L4、L5 站位涨潮流速各层平均值均略强于落潮流速平均值。涨、落潮流流速平均值最大相差 16.5cm/s，出现在 L6 站表层。

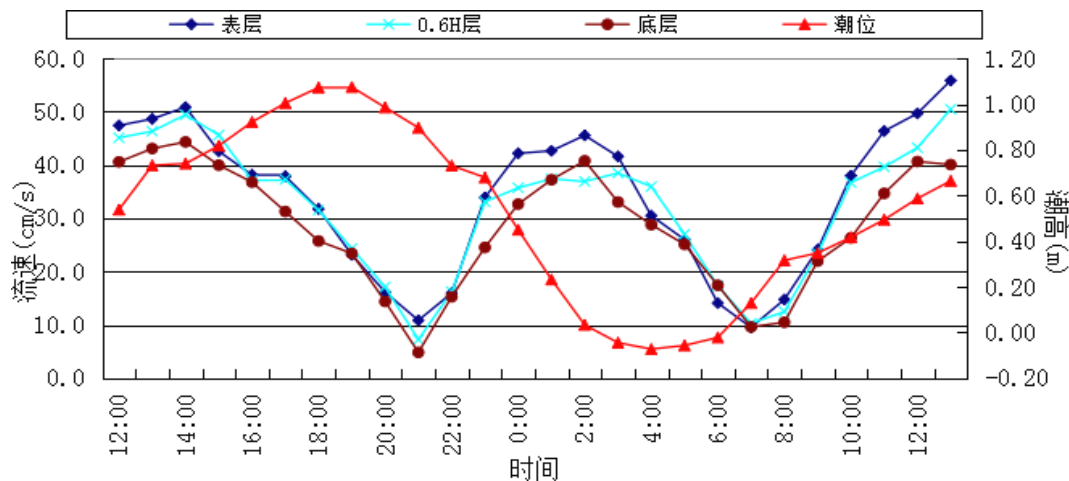


图 3.1.2-5 L1 站流速过程曲线图

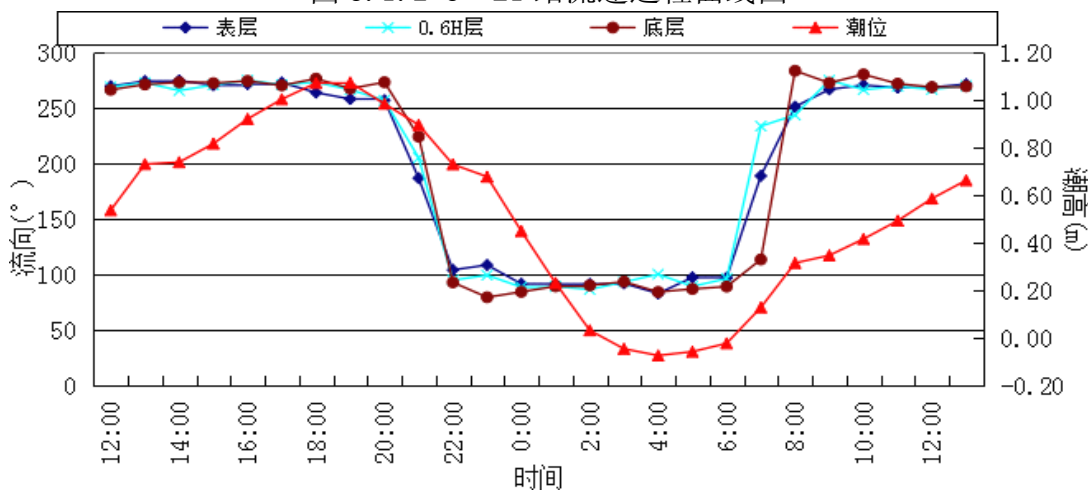


图 3.1.2-6 L1 站流向过程曲线图

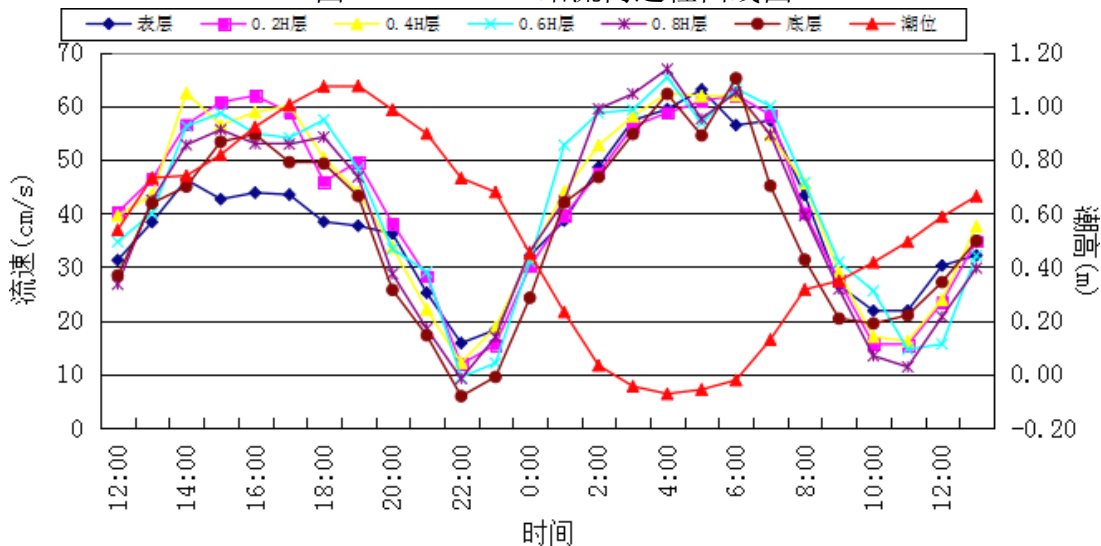


图 3.1.2-7 L2 站流速过程曲线图

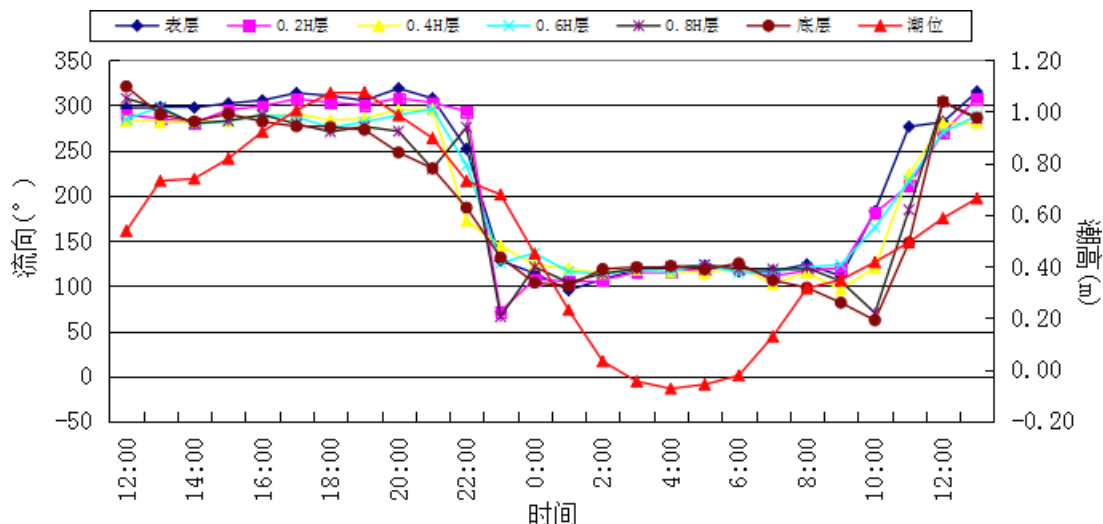


图 3.1.2-8 L2 站流向过程曲线图

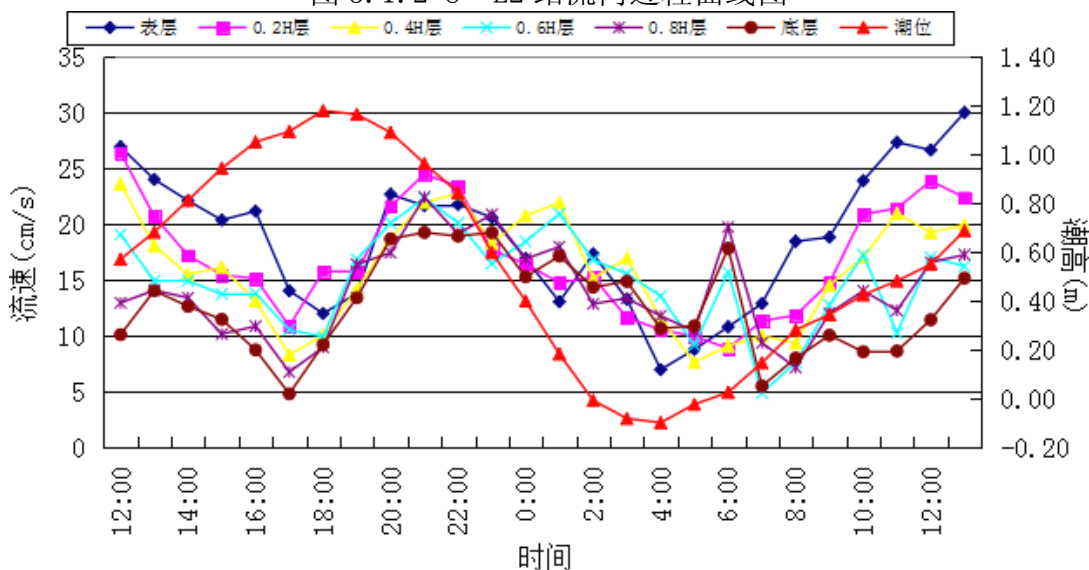


图 3.1.2-9 L3 站流速过程曲线图

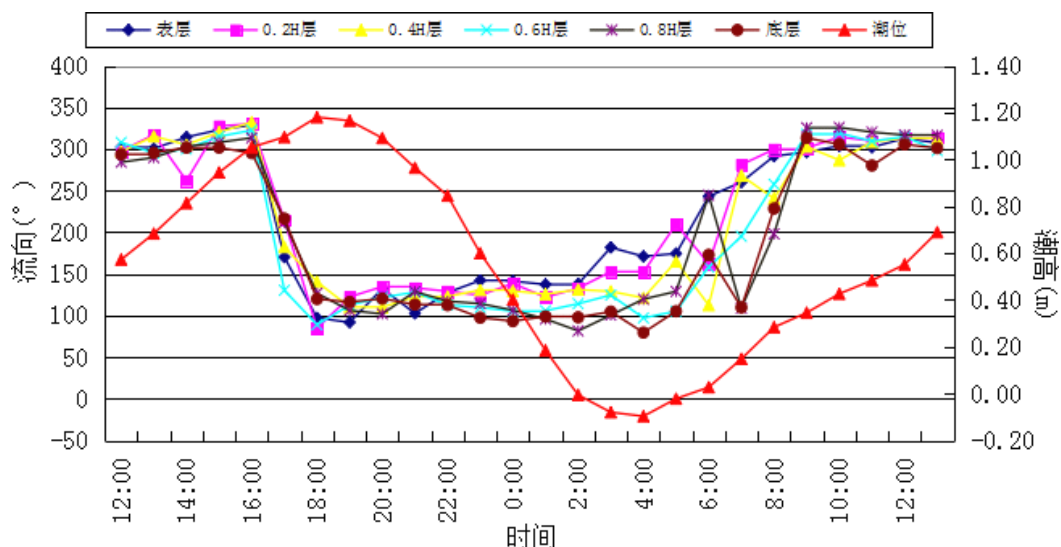


图 3.1.2-10 L3 站流向过程曲线图

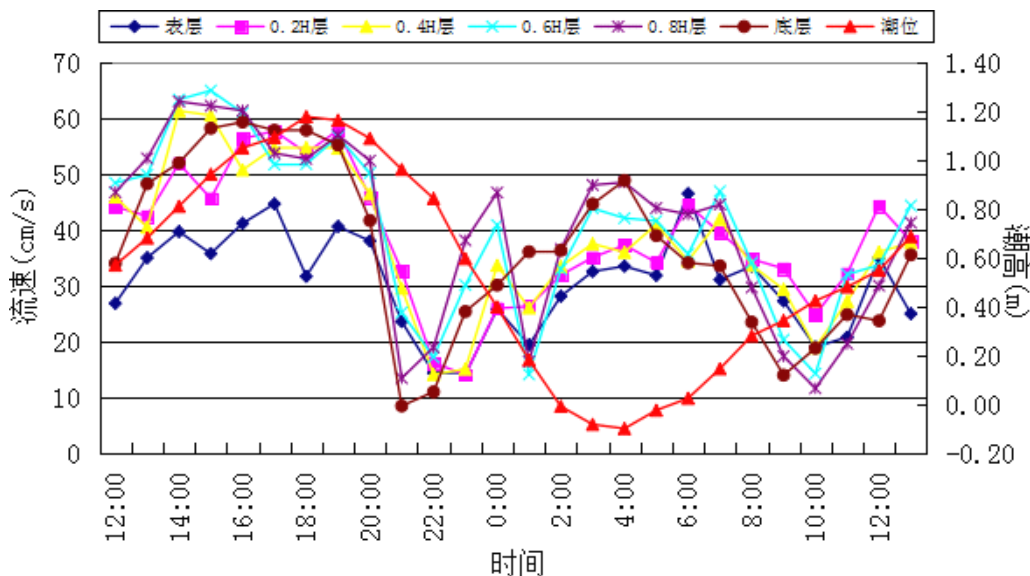


图 3.1.2-11 L4 站流速过程曲线图

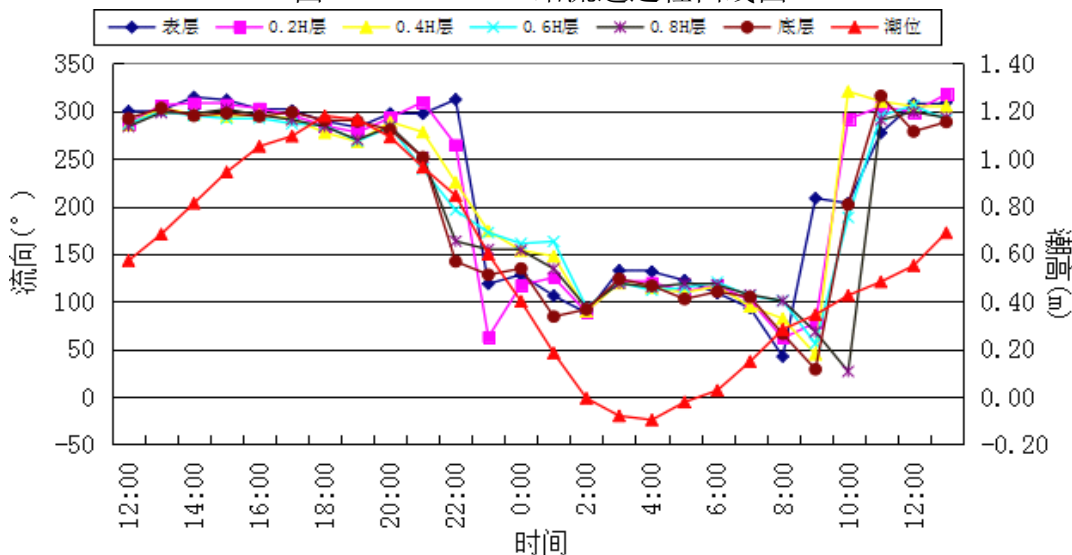


图 3.1.2-12 L4 站流向过程曲线图

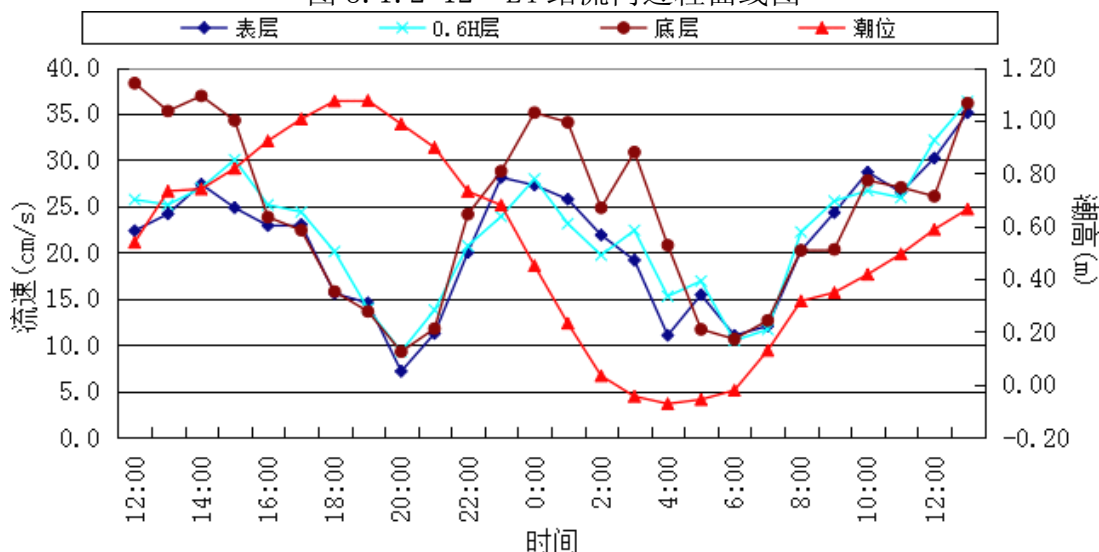


图 3.1.2-13 L5 站流速过程曲线图

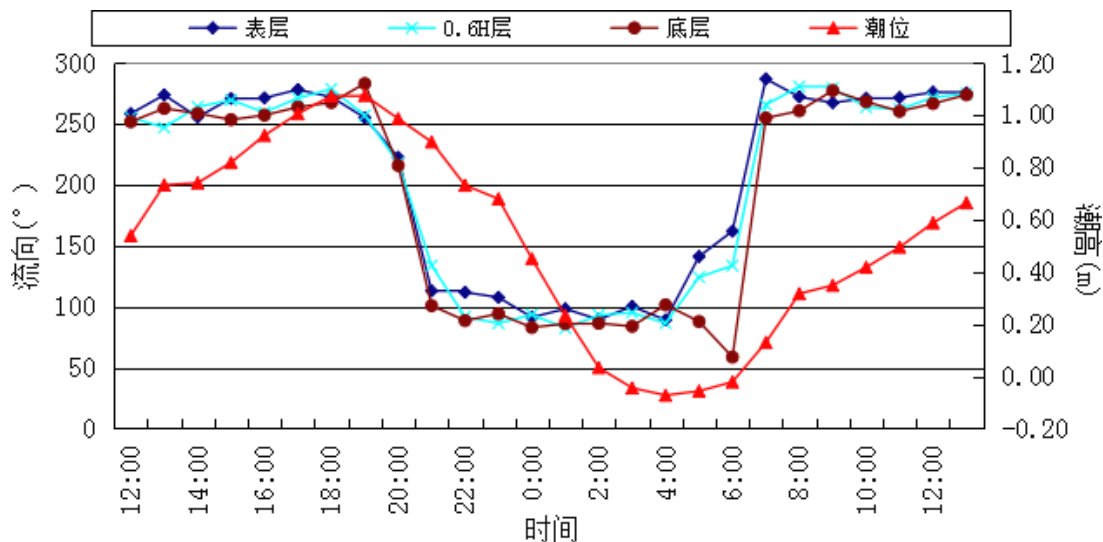


图 3.1.2-14 L5 站流向过程曲线图

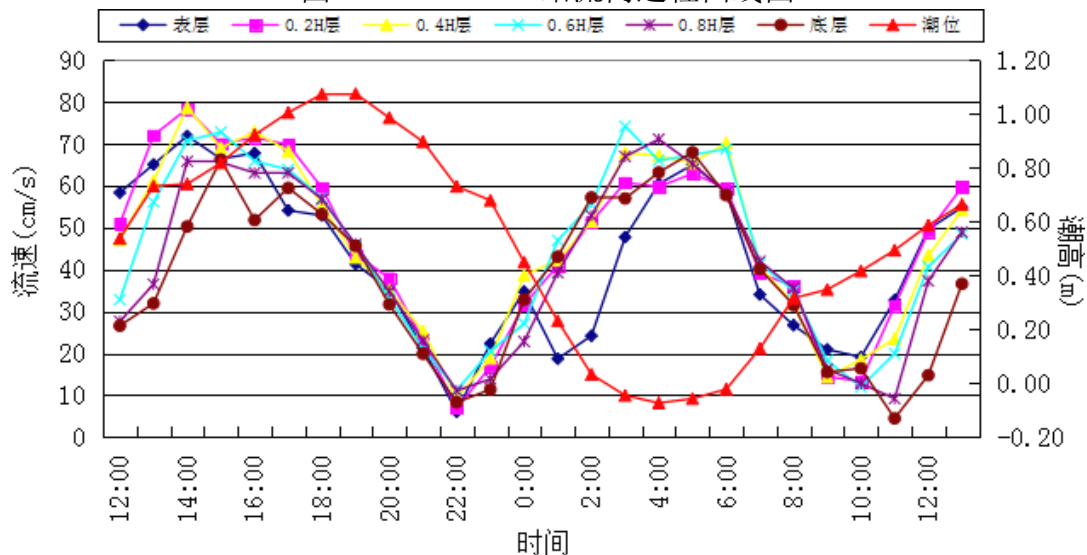


图 3.1.2-15 L6 站流速过程曲线图

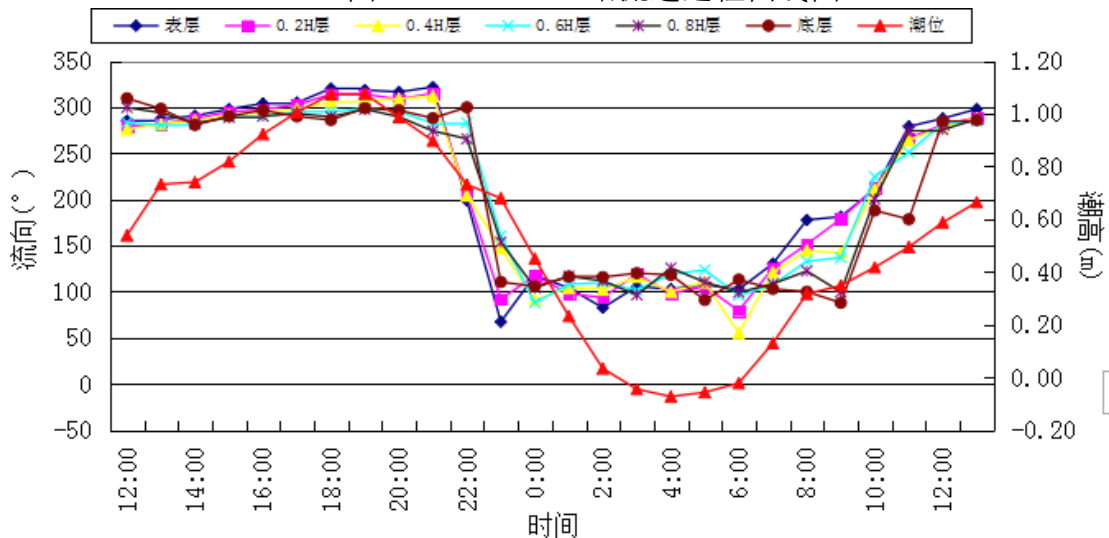


图 3.1.2-16 L6 站流向过程曲线图

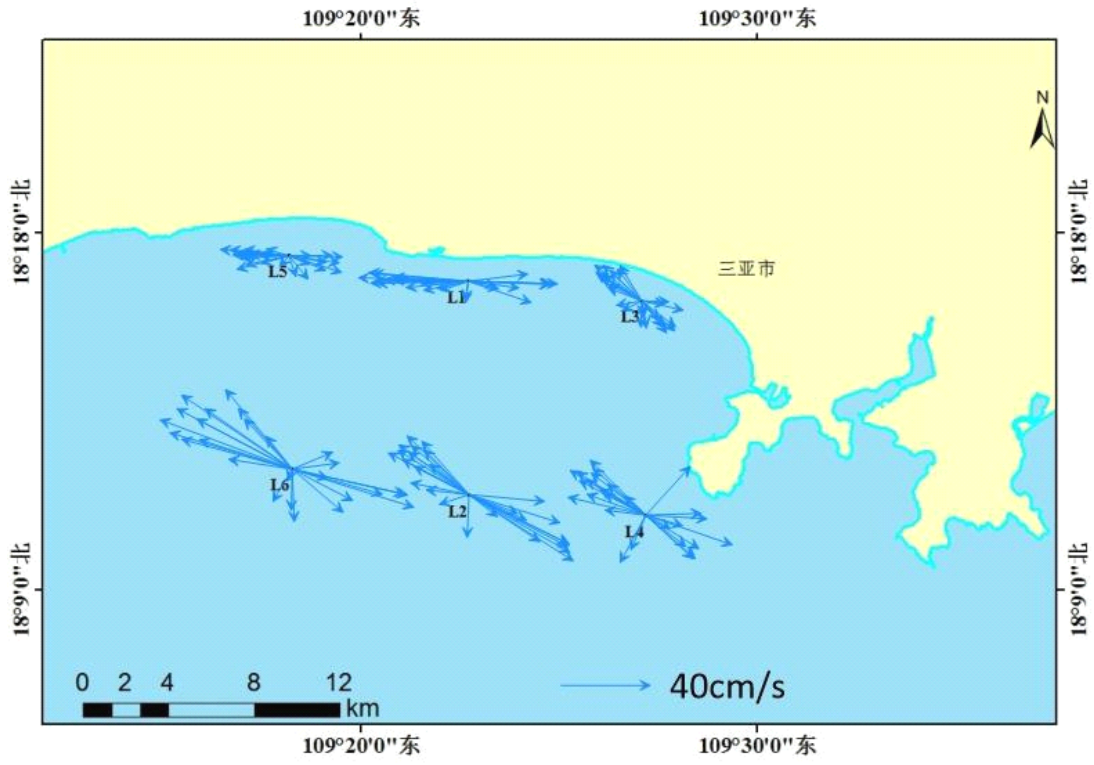


图 3.1.2-17 大潮期各站表层潮流玫瑰图

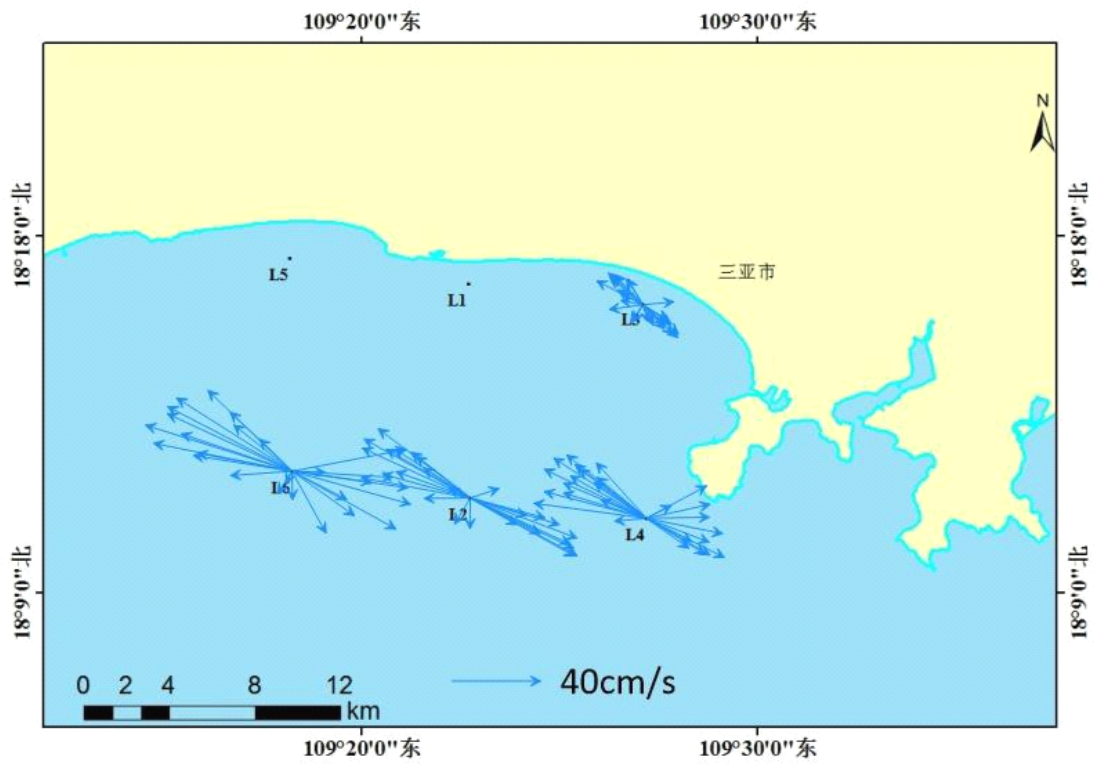


图 3.1.2-18 大潮期各站 0.2H 层潮流玫瑰图

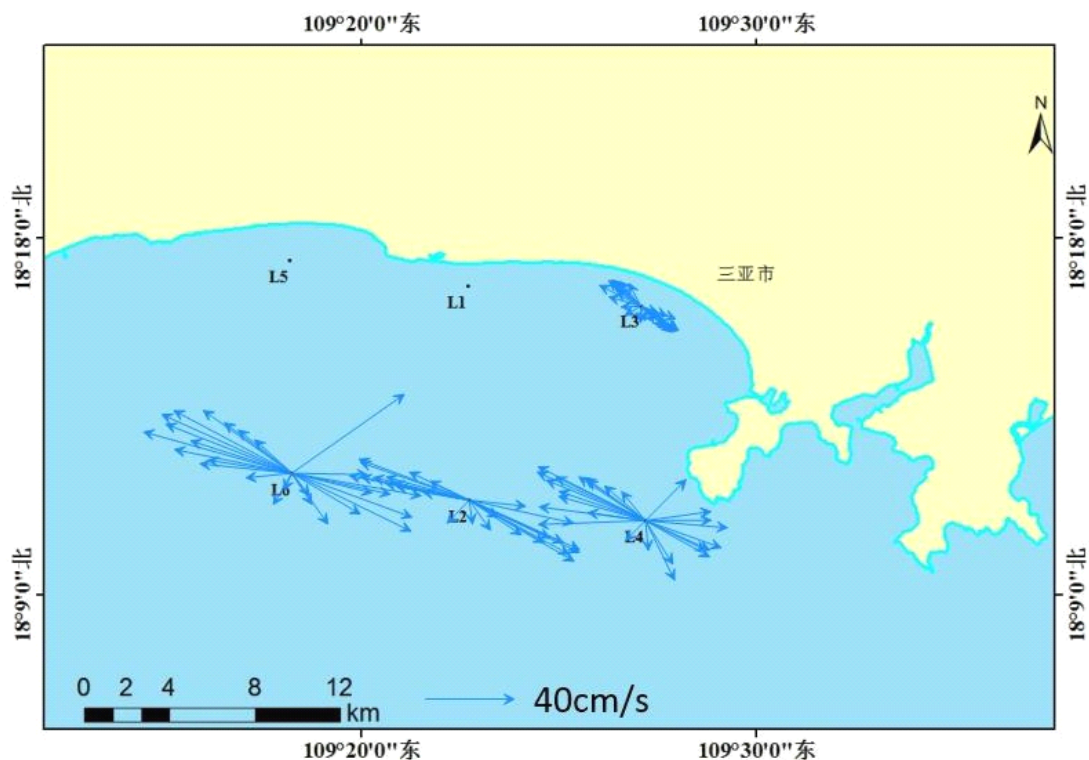


图 3.1.2-19 大潮期各站 0.4H 层潮流玫瑰图

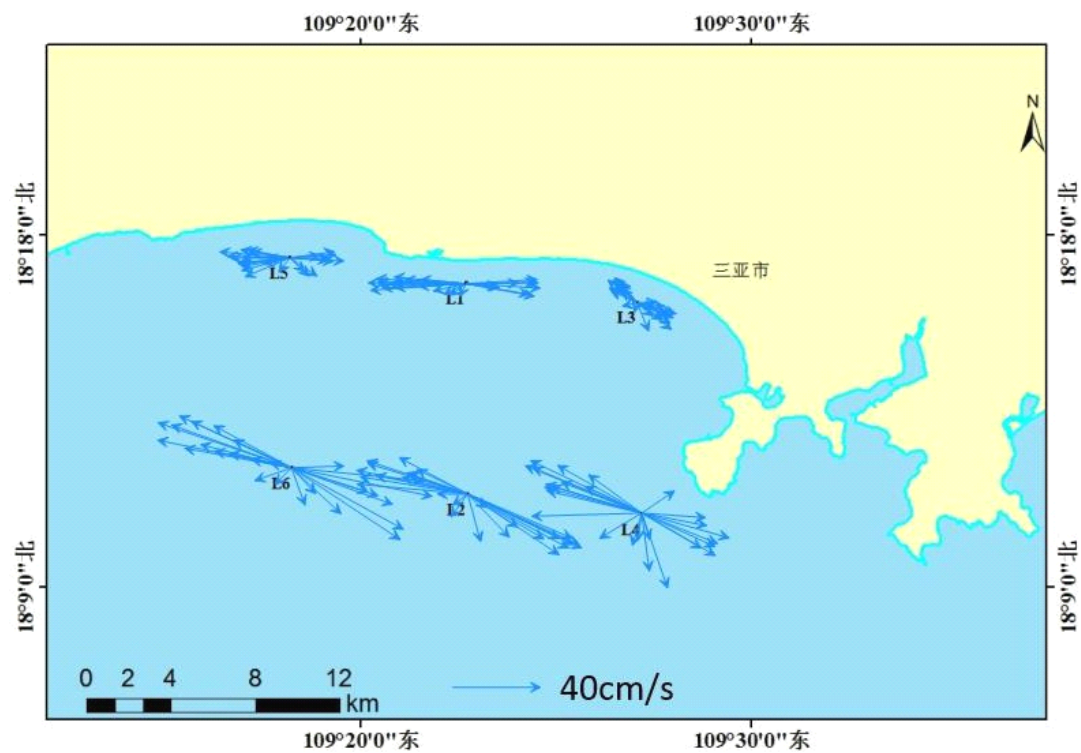


图 3.1.2-20 大潮期各站 0.6 层潮流玫瑰图

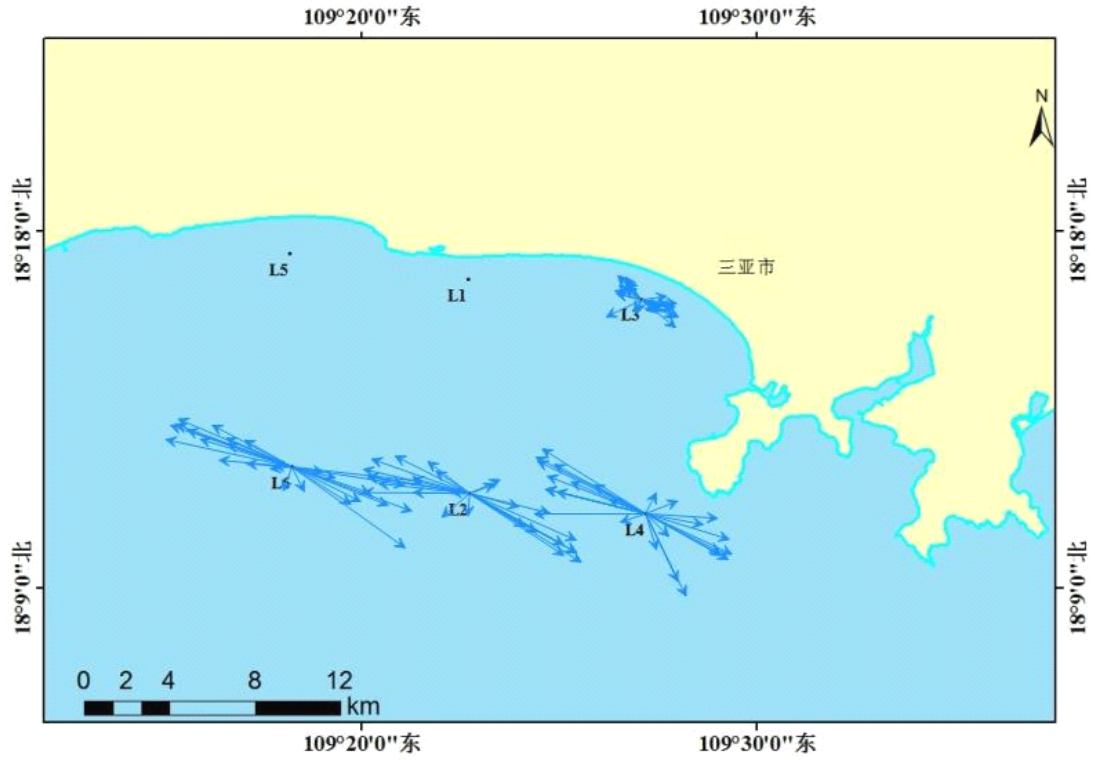


图 3.1.2-21 大潮期各站 0.8 层潮流玫瑰图

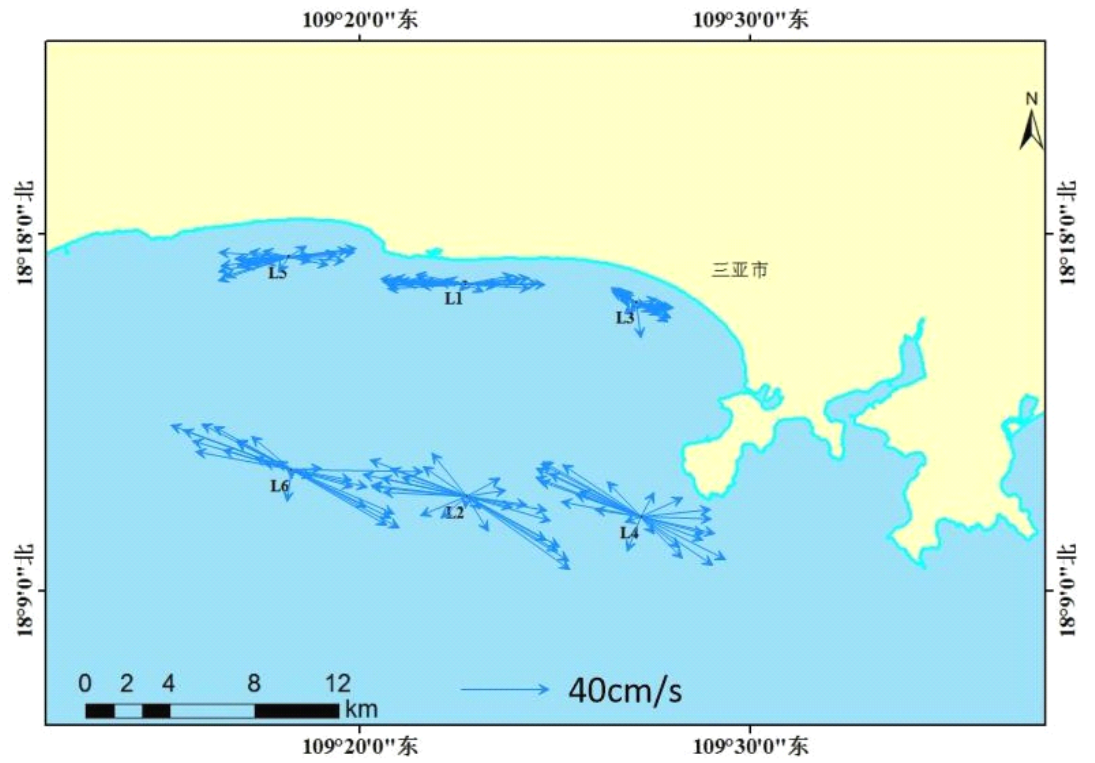


图 3.1.2-22 大潮期各站底层潮流玫瑰图

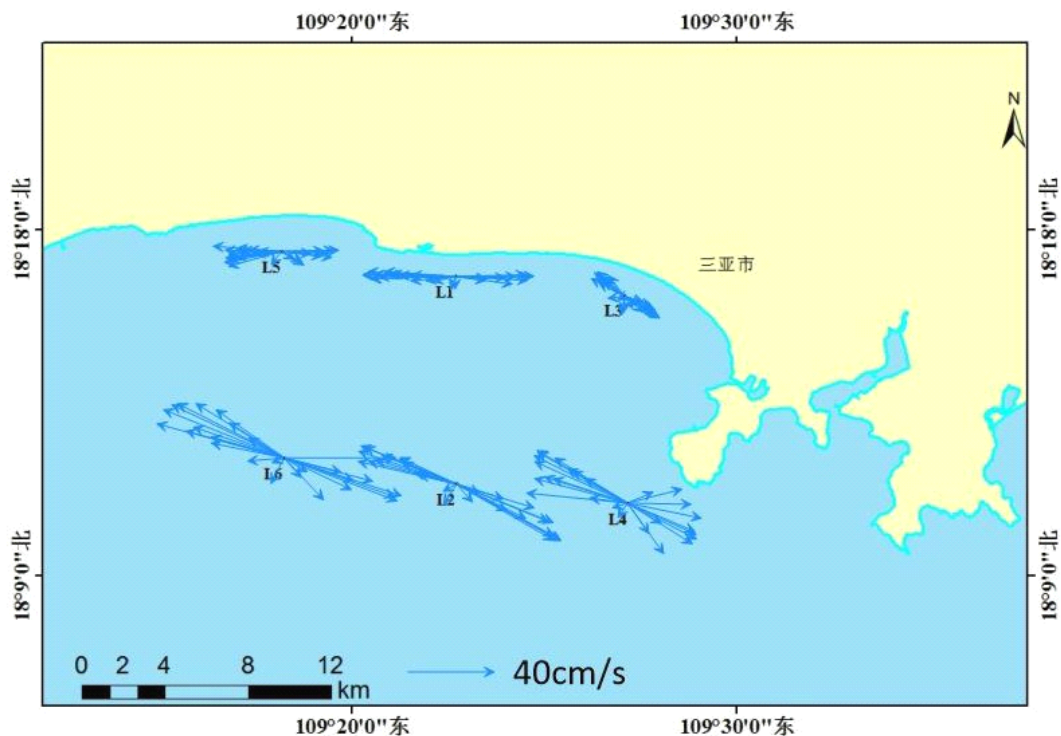


图 3.1.2-23 大潮期各站垂线平均潮流玫瑰图

表 3.1.2-2 实测海流涨落潮期各层流速特征值统计表

站号	参数值	潮段	表层		0.2H 层		0.4H 层		0.6H 层		0.8H 层		底层	
			流速 cm/s	流向 °	流速 cm/s	流向 °	流速 cm/s	流向 °	流速 cm/s	流向 °	流速 cm/s	流向 °	流速 cm/s	流向 °
L1	最小值	涨潮	9.5	189	--	--	--	--	10.3	234	--	--	9.6	114
		落潮	10.8	187	--	--	--	--	7.2	205	--	--	4.8	224
L2	最小值	涨潮	21.8	182	15.4	211	16.2	224	14.6	216	11.4	184	19.5	62
		落潮	15.8	252	11.9	293	12.2	172	9.5	233	9.2	275	5.9	187
L3	最小值	涨潮	8.8	174	8.9	162	7.7	165	4.9	195	6.8	212	4.8	216
		落潮	7.0	141	10.6	152	10.1	140	10.0	89	9.0	127	9.2	120
L4	最小值	涨潮	19.1	203	24.9	292	19.0	321	14.4	188	11.7	27	14.1	29
		落潮	14.2	119	14.2	63	14.2	225	14.2	163	13.5	251	8.6	251
L5	最小值	涨潮	11.0	162	--	--	--	--	10.5	134	--	--	10.6	58
		落潮	7.1	222	--	--	--	--	9.3	218	--	--	9.3	216
L6	最小值	涨潮	19.1	211	13.3	213	14.4	142	12.0	224	9.2	274	4.5	178
		落潮	6.1	199	6.9	206	9.3	204	11.3	283	11.1	266	8.3	300
L1	最大值	涨潮	55.9	272	--	--	--	--	50.5	270	--	--	44.4	273
		落潮	45.6	92	--	--	--	--	38.5	93	--	--	40.8	90
L2	最大值	涨潮	63.0	122	62.1	118	62.4	282	63.2	114	62.6	119	65.2	125
		落潮	59.4	120	58.7	116	62.4	115	65.3	115	66.9	122	62.2	122
L3	最大值	涨潮	30.0	307	26.4	297	23.6	297	19.1	308	19.8	244	17.9	173
		落潮	22.7	132	24.5	133	22.8	123	22.4	128	22.4	129	19.3	113
L4	最大值	涨潮	46.6	109	57.8	296	61.4	297	65.0	292	63.1	297	59.4	294
		落潮	40.7	283	58.0	278	54.8	277	56.8	268	57.1	270	57.9	290
L5	最大值	涨潮	35.1	275	--	--	--	--	36.3	275			38.3	252
		落潮	28.1	108	--	--	--	--	27.9	93			35.1	83
L6	最大值	涨潮	71.9	290	78.4	287	78.7	286	72.8	289	65.8	282	68.0	91
		落潮	60.5	103	60.7	119	67.8	116	74.2	101	71.1	126	63.2	118

L1	平均值	涨潮	36.3	--	--	--	--	--	34.8	--	--	--	30.8	--
		落潮	30.4	--	--	--	--	--	28.5	--	--	--	25.5	--
L2		涨潮	39.9	--	44.2	--	44.6	--	42.9	--	39.9	--	39.5	--
		落潮	37.1	--	38.3	--	39.1	--	41.5	--	39.8	--	34.6	--
L3		涨潮	20.4	--	16.8	--	14.9	--	13.2	--	12.5	--	10.6	--
		落潮	16.4	--	17.0	--	17.5	--	17.4	--	16.2	--	15.6	--
L4		涨潮	33.0	--	41.7	--	41.0	--	42.9	--	41.5	--	37.2	--
		落潮	27.5	--	34.3	--	34.7	--	36.9	--	39.1	--	36.1	--
L5		涨潮	23.2	--	--	--	--	--	24.3	--	--	--	25.6	--
		落潮	18.3	--	--	--	--	--	19.1	--	--	--	22.6	--
L6		涨潮	49.7	--	51.9	--	50.6	--	47.6	--	43.1	--	38.1	--
		落潮	33.2	--	39.3	--	41.3	--	41.7	--	39.9	--	38.5	--

(2) 余流

余流主要是由热盐效应、风和地形等因素引起的流动，它是从实测海流资料中剔除了周期性潮流的剩余部分。表 3.1.2-3 为观测期间各站余流分析成果表，图 3.1.2-24 给出了观测期间各站的余流玫瑰图。现根据调查资料，分析本次观测该海区的余流特征如下：

各站余流差异较大，季节因素和潮型对其影响较多。从垂线平均来看，L1、L5 余流流向为 WSW 向，L2 余流流向为 SSW 向，L3 余流流向为 ESE 向，L4、L6 余流流向为 WNW 向，余流流速最大为 9.8cm/s，出现在 L1 站；最小为 0.6cm/s，出现在 L3 站。各站表层余流流速在 1.8~11.1cm/s 之间，0.2H 层流速介于 1.5~10.2cm/s 之间，0.4H 层流速介于 1.0~8.0cm/s 之间，0.6H 层流速介于 2.9~11.5cm/s 之间，0.8H 层流速介于 2.3~8.3cm/s 之间，底层流速介于 0.7~8.2cm/s 之间。

表 3.1.2-3 各站余流流速、流向统计表

站号	表层		0.2H 层		0.4H 层		0.6H 层		0.8H 层		底层		垂线平均	
	流速 cm/s	流 向 °	流 速 cm/s	流 向 °	流 速 cm/s	流 向 °	流 速 cm/s	流 向 °	流 速 cm/s	流 向 °	流 速 cm/s	流 向 °	流 速 cm/s	流 向 °
L1	10.8	260	--	--	--	--	10.5	263	--	--	8.2	275	9.8	265
L2	1.8	80	2.0	296	4.6	200	6.6	192	5.1	177	3.9	182	3.1	189
L3	3.8	281	1.5	251	1.0	152	2.9	95	2.3	94	3.0	106	0.6	119
L4	7.1	304	12.3	312	11.4	292	11.5	268	8.3	272	8.0	300	9.4	291
L5	7.2	253	--	--	--	--	7.5	254	--	--	6.4	254	7.0	254
L6	11.1	304	10.2	299	8.0	298	5.7	265	4.6	269	0.7	299	6.5	292

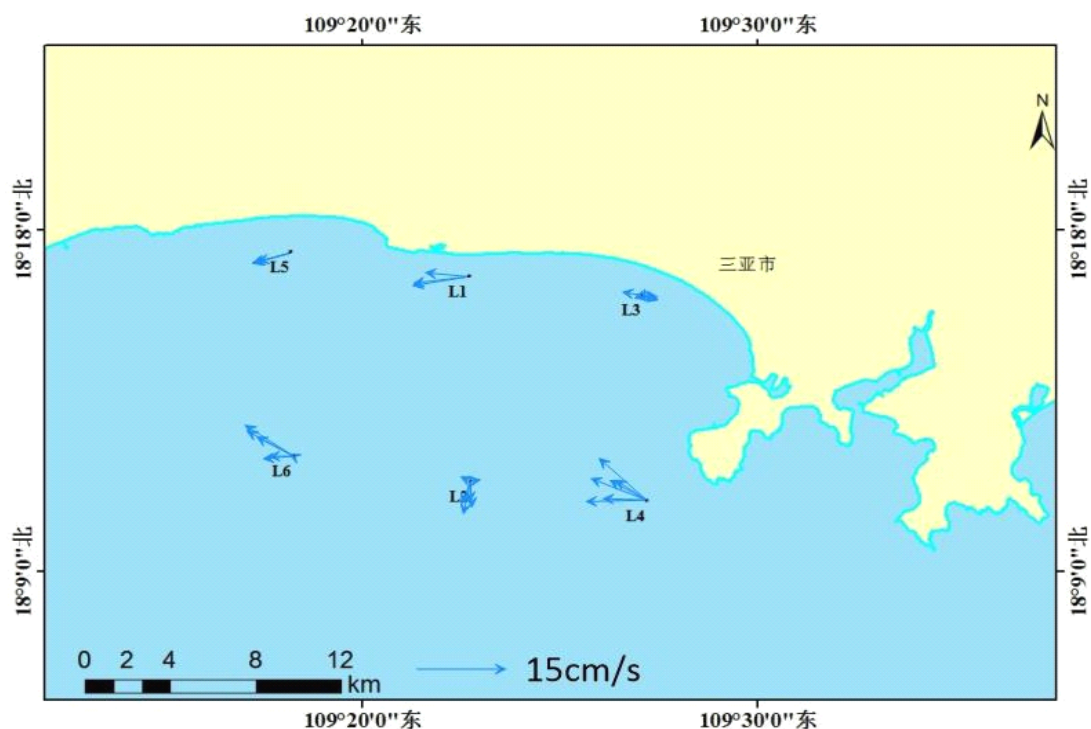


图 3.1.2-24 大潮期各站余流玫瑰图

(3) 悬沙

根据大潮期在观测海域进行悬沙调查提供的结果，各站各层含沙量特征值见表 3.1.2-4，各站涨落潮含沙量分布见表 3.1.2-5，各站含沙量分布见图 3.1.2-25～图 3.1.2-30，各站平均含沙量分布见图 3.1.2-31。分析工程区含沙量有如下特征：

(1) 观测期间工程区含沙量平均值介于 16.3~38.5mg/L 之间，L3、L4、L5 涨、落潮期含沙量平均值略大于 L1、L2、L6 涨、落潮期含沙量平均值；

(2) 观测站含沙量浓度最大出现在 L3 站底层，为 56.9mg/L，最小值出现在 L6 站表层，为 6.9mg/L；

(3) 垂线上，各站含沙量平均值相差不大；平面上，L3、L4、L5 站含沙量平均值略大于 L1、L2、L6 站含沙量平均值。

表 3.1.2-4 各站各层含沙量特征值表(单位：mg/L)

站号	特征值	表层	0.2H	0.4H	0.6H	0.8H	底层
L1	最小值	13.9	--	--	12.2	--	11.9
	最大值	23.4	--	--	22.5	--	22.0
	平均值	17.7	--	--	17.4	--	17.7
L2	最小值	12.8	11.5	11.1	10.8	13.4	11.5
	最大值	23.3	26.3	24.3	23.5	25.6	24.7
	平均值	17.8	17.8	16.8	17.2	17.5	17.6
L3	最小值	23.0	19.9	25.1	25.5	23.9	23.6
	最大值	51.0	53.6	55.5	50.6	47.0	56.9
	平均值	38.5	37.7	36.2	38.1	35.9	36.9

L4	最小值	23.0	20.5	23.5	20.9	22.8	21.0
	最大值	47.8	44.0	47.1	49.2	46.4	45.1
	平均值	36.2	34.7	36.9	36.6	36.2	35.9
L5	最小值	13.3	--	--	14.1	--	12.7
	最大值	41.6	--	--	39.8	--	39.7
	平均值	24.6	--	--	24.2	--	24.2
L6	最小值	6.9	8.2	8.5	8.9	7.3	8.7
	最大值	30.6	29.9	32.1	25.6	28.8	25.1
	平均值	18.8	17.2	18.6	16.3	18.1	16.5

表 3.1.2-5 涨落潮期含沙量最大值(单位: mg/L)

站号	涨、落潮期	最大含沙量	出现位置	平均含沙量
L1	涨潮	23.4	表层	17.5
	落潮	22.5	0.6H 层	17.7
L2	涨潮	26.3	0.2H 层	17.5
	落潮	23.4	0.6H 层	17.3
L3	涨潮	55.5	0.4H 层	37.1
	落潮	56.9	底层	37.3
L4	涨潮	49.2	0.6H 层	38.9
	落潮	47.4	0.6H 层	32.3
L5	涨潮	41.6	表层	41.6
	落潮	39.7	底层	25.3
L6	涨潮	30.6	表层、0.4H层	18.0
	落潮	32.1	0.4H 层	17.0

L1站含沙量分布图

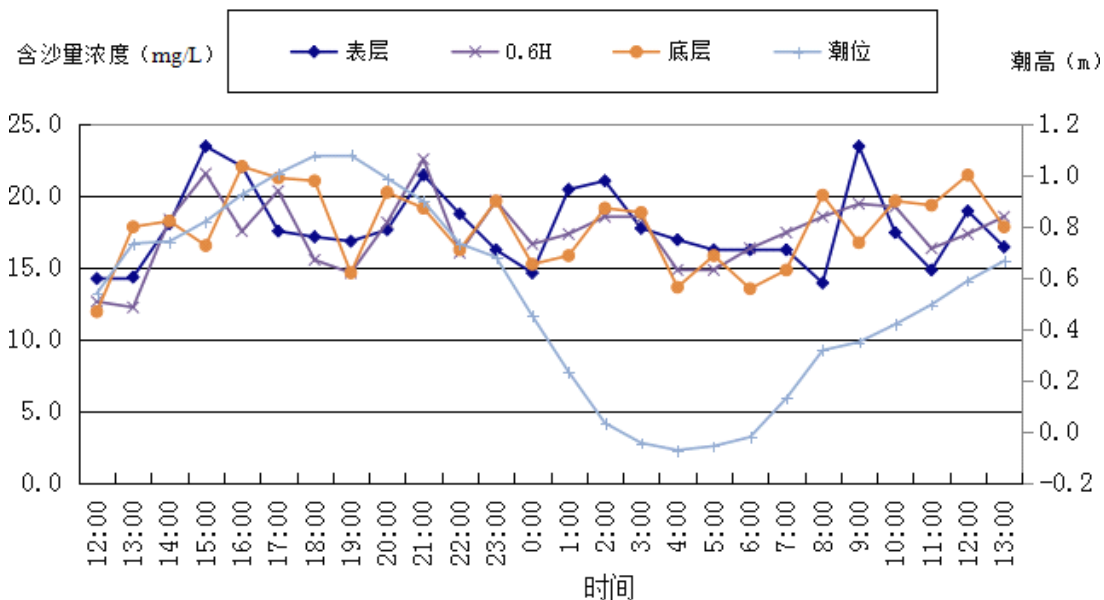


图 3.1.2-25 L1 站大潮期含沙量分布图

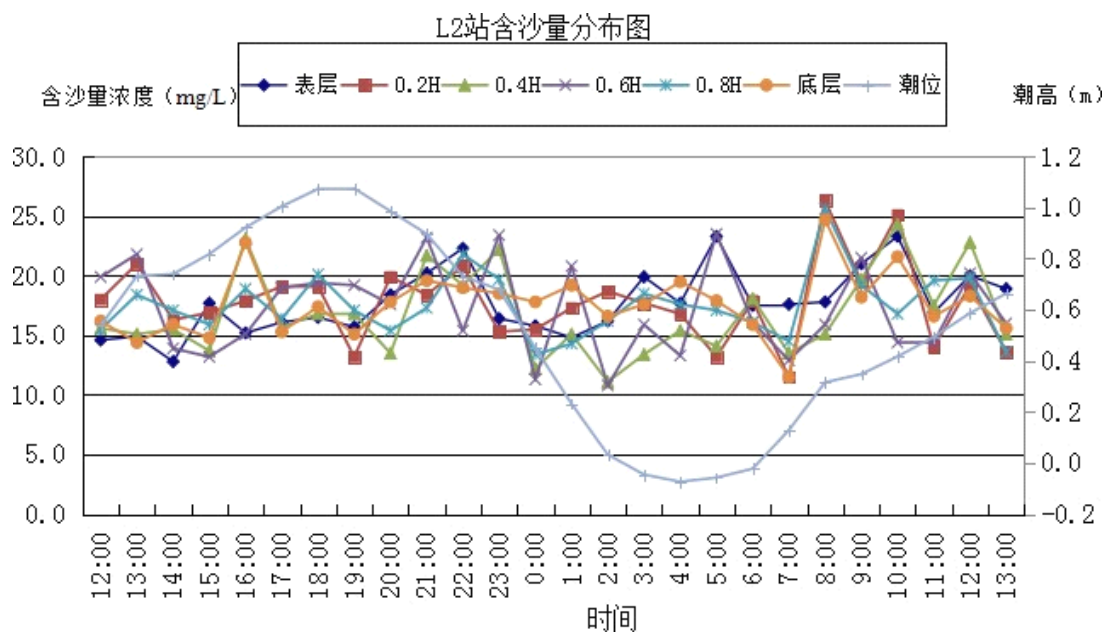


图 3.1.2-26 L2 站大潮期含沙量分布图

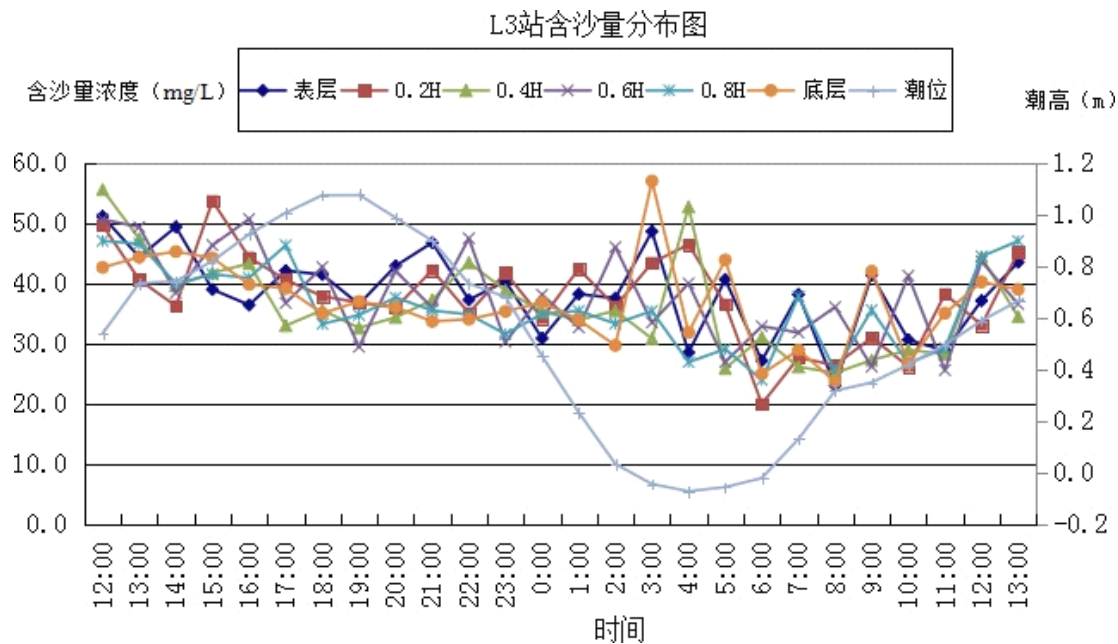


图 3.1.2-27 L3 站大潮期含沙量分布图

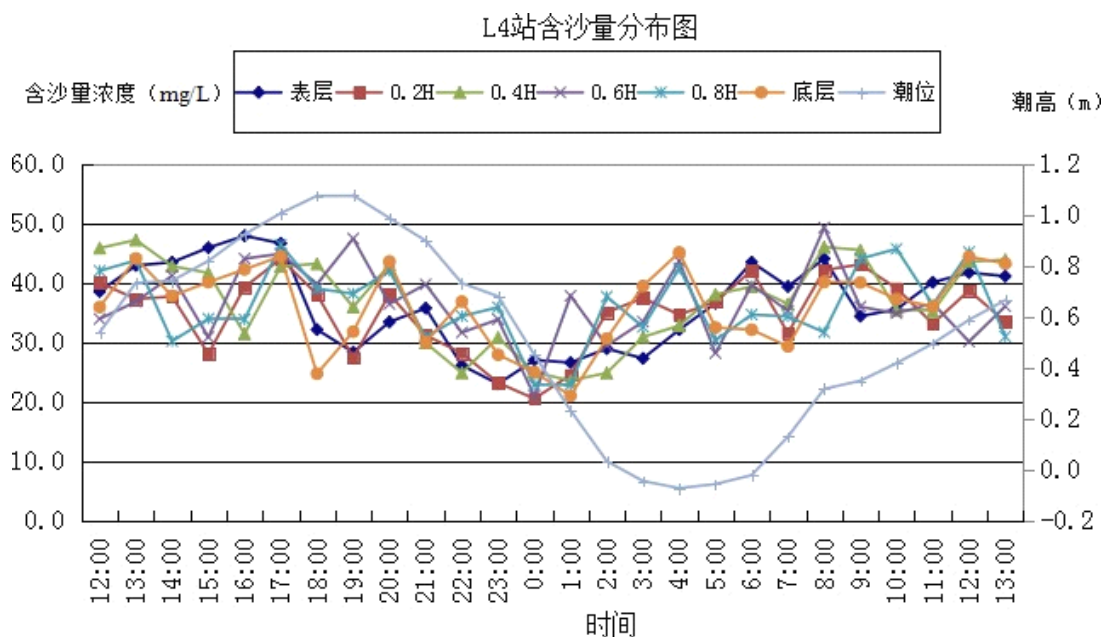


图 3.1.2-28 L4 站大潮期含沙量分布图

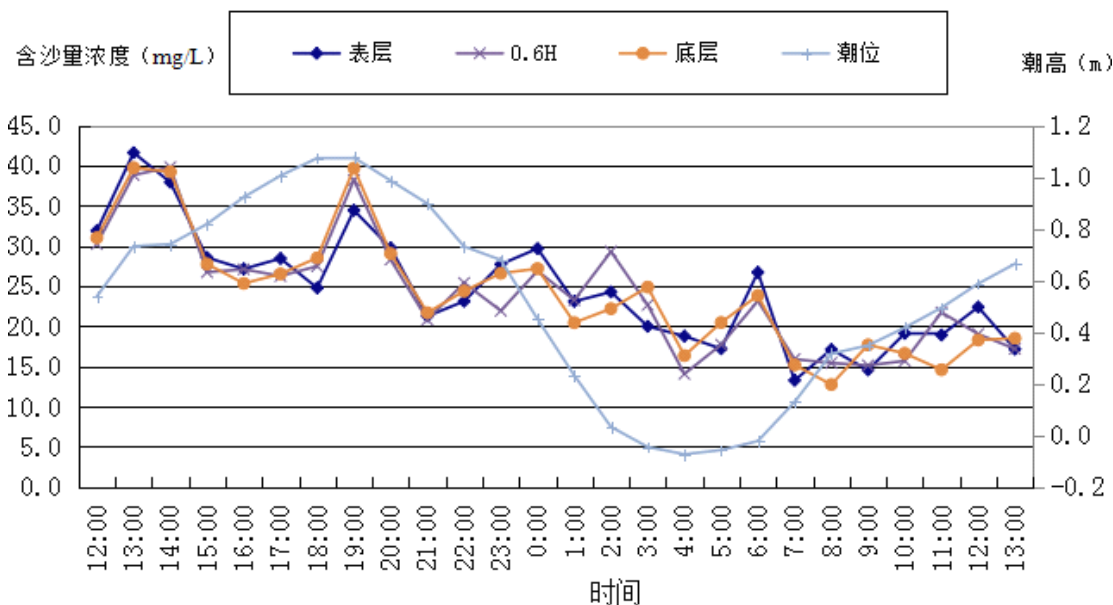


图 3.1.2-29 L5 站大潮期含沙量分布图

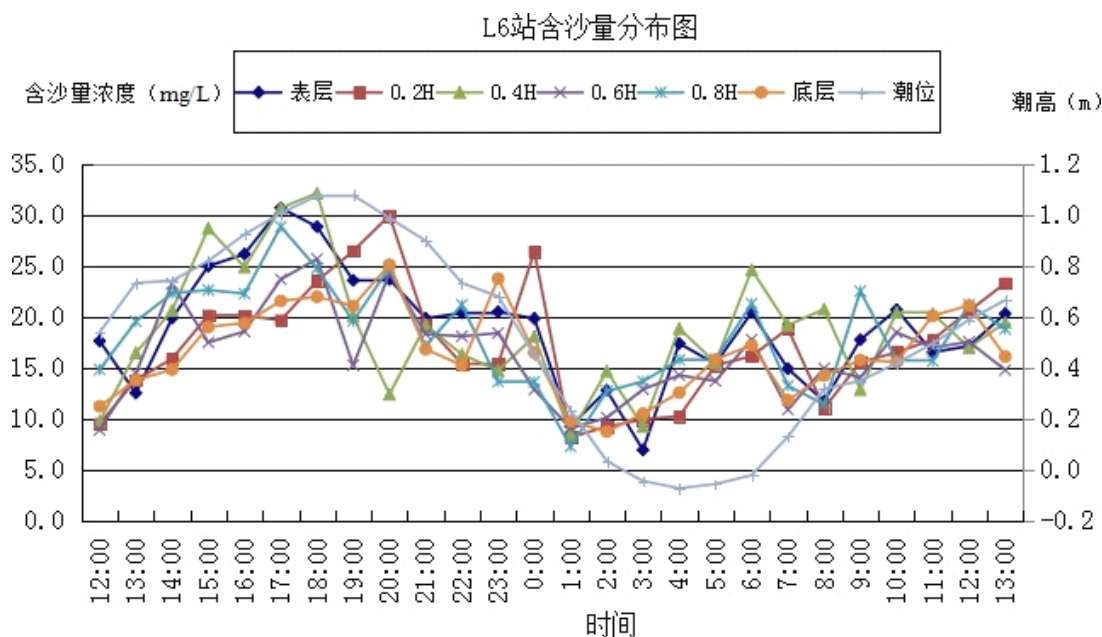


图 3.1.2-30 L6 站大潮期含沙量分布图

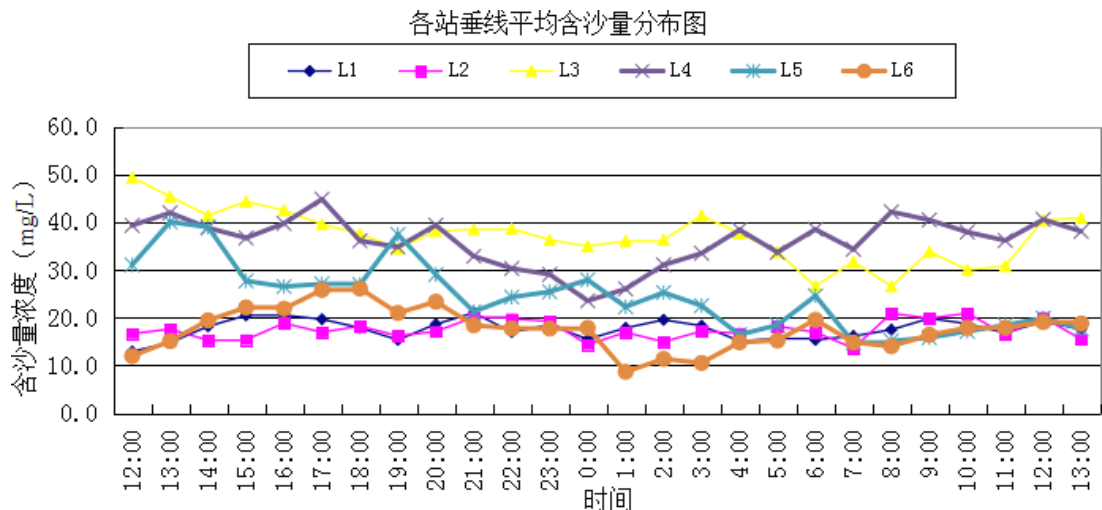


图 3.1.2-31 各站平均含沙量分布图

3.1.2.3 波浪

三亚湾东部有鹿回头半岛屏障，湾口朝向西南，掩护条件较好，S 至 W 向波浪对湾内影响较大。由于该海域的优势风为 NE 向和 SE 向，NE 向风对于三亚湾来说属于离岸风，SE 向浪又受到鹿回头半岛的掩护，仅对开敞的海湾西部作用明显，湾内波高不大。只有海区强浪向(SW~WSW)波浪作用时湾内波高较大。

工程附近的波浪测点包括东岛浮标站(距离本项目东侧约 11km) (引用三亚市生态环境局布设的波浪浮标)。测站的地理位置见图 3.1.2-32。

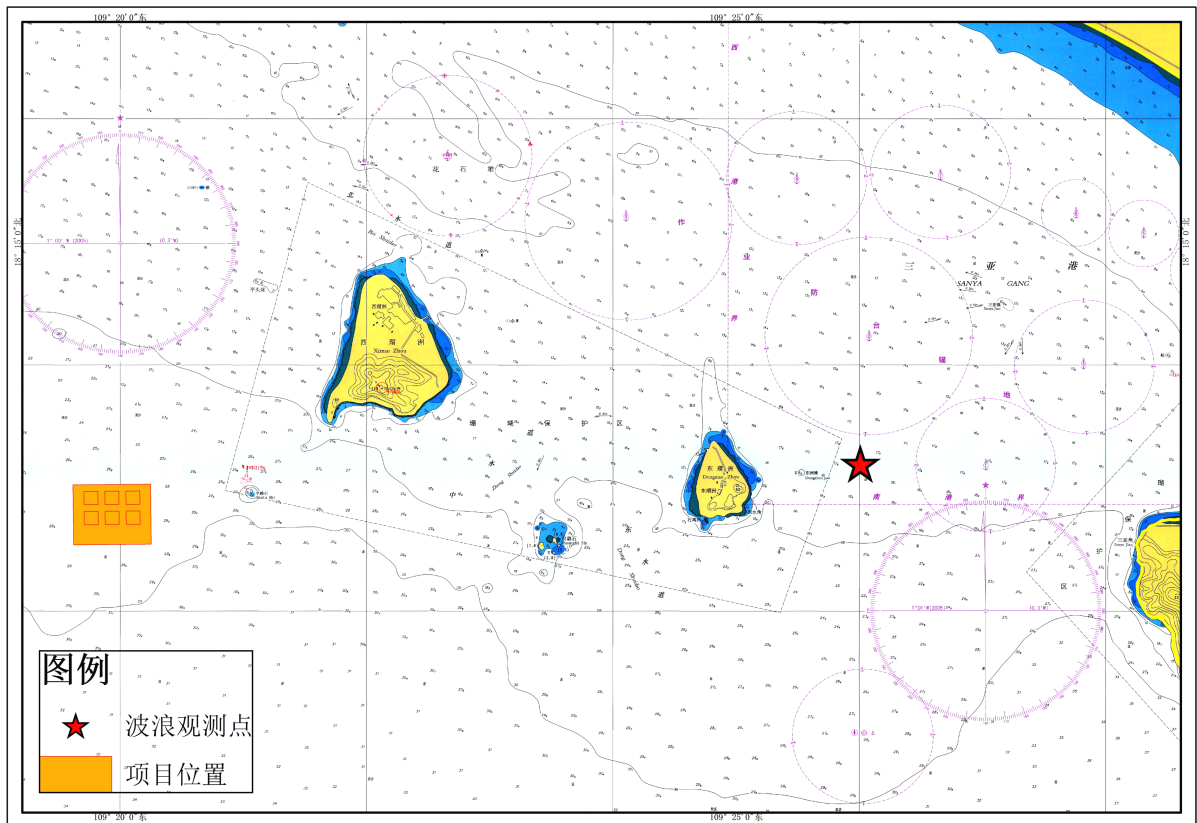


图 3.1.2-32 波浪观测站位置示意图

东岛测点观测自 2016 年 1 月~2018 年 9 月，每日 24 小时连续观测，考虑到测波资料中部分数据有异常，本报告选取 2017 年 6 月~2018 年 6 月完整一周年的资料进行分析。

表 3.1.2-5 分别列出了该站一周年各方向、不同级别有效波高按频率的统计结果；表 3.1.2-6 分别列出了该站一周年各方向、不同级别有效波周期按频率的统计结果；表 3.1.2-7 分别列出了该站一周年波高和波高联合分布的统计结果。

从该站一整年的波浪统计结果，可以看出：

1) 该站波浪主要出现在 SE~SSW 方向，出现频率最多的波浪方向是 SSE 方向，这个方向出现的频率达 48.1%，其次是 S 和 SE 方向，频率分别是 24.8%和 17.6%，SSW 方向波浪出现频率不多，仅为 4.5%。

2) 从波浪大小来看，观测期间波浪大部分时间小于 1.0m，有效波高大于 1.0m 的波浪出现频率仅为 5%左右。

3) 从出现大浪的来波方向来看，S~SSE 方向出现有效波高 H_s 大于 3.0m 以上的波浪，最大值为 3.05m。

4) 统计结果来看，SE~SSW 方向的有效波高年平均值为 0.52m。

5) 从波浪均周期来看，观测期间波浪平大部分介于 2~6s 之间，大于 6s 的概率仅为 1.3%左右。

6) 从波高与波周期联合分布来看，波高越大波周期也大；有效波高为 0.2~1.0m、平均波周期在 4~6s 区间内的波浪频率为 92%。

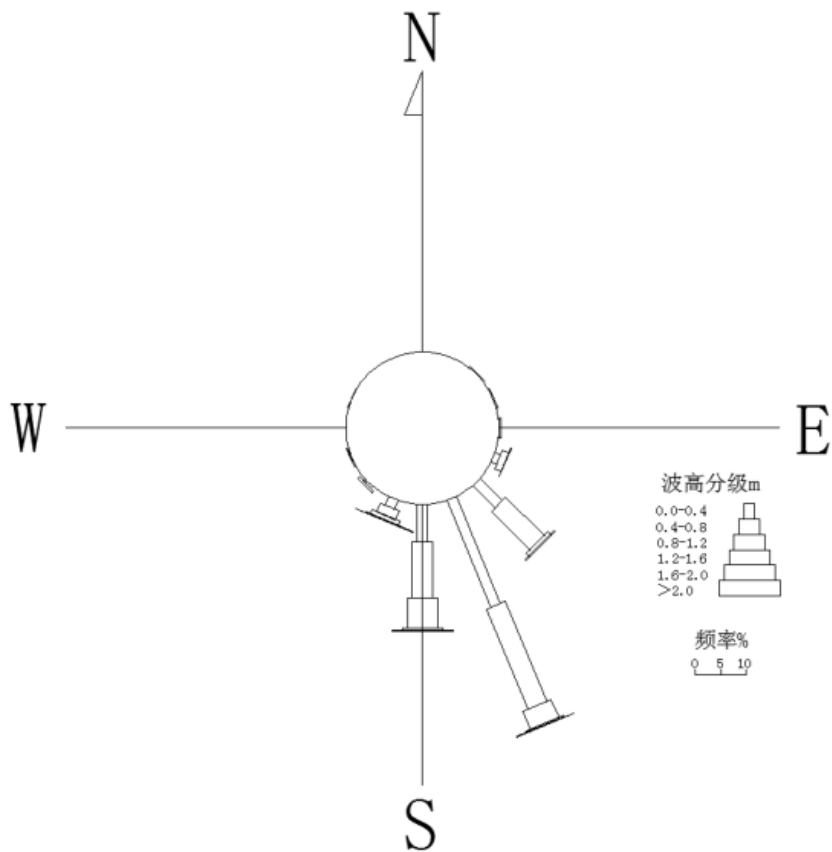


图 3.1.2-33 东岛浮标测点波浪玫瑰图

表 3.1.2-5 东岛波浪浮标有效波高-波向分级频率统计表(频率: %; 有效波高: m; 2017.6~2018.6)

Dir/Hs	0~0.2	0.2~0.4	0.4~0.6	0.6~0.8	0.8~1	1~1.2	1.2~1.4	1.4~1.6	1.6~1.8	1.8~2	>2	SUM	Mean	Max
N	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.21	0.21
NNE	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.29	0.38
NE	-	0.0	0.1	0.0	-	-	-	-	-	-	-	0.1	0.50	0.63
ENE	-	0.0	0.1	0.1	-	-	-	-	-	-	-	0.2	0.56	0.78
E	-	0.1	0.2	0.1	0.0	-	-	-	-	-	-	0.3	0.52	0.81
ESE	0.0	1.1	1.1	0.3	0.1	-	0.0	-	-	0.0	-	2.7	0.47	1.89
SE	0.1	6.0	8.0	2.7	0.6	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	17.6	0.50	2.01
SSE	1.3	21.3	14.9	6.3	2.9	0.9	0.3	0.0	0.0	0.0	0.1	48.1	0.48	3.05
S	0.7	6.7	4.8	6.1	4.2	1.8	0.3	0.1	0.0	0.0	0.1	24.8	0.62	3.01
SSW	0.4	1.4	0.9	0.9	0.6	0.2	0.1	0.0	-	0.0	0.1	4.5	0.58	2.58
SW	0.1	0.4	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0	-	-	-	-	1.0	0.44	1.23
WSW	-	0.2	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	0.38	0.56
W	-	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	0.44	0.58
WNW	-	-	0.1	0.0	-	-	-	-	-	-	-	0.1	0.57	0.63
NW	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.23	0.28
NNW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUM	2.6	37.4	30.5	16.7	8.3	3.1	0.8	0.2	0.1	0.1	0.2	100	0.52	3.05

表 3.1.2-6 东岛波浪浮标平均周期-波向分级频率统计表(频率：%；平均周期：S；2017.6~2018.6)

Dir/Tmean	0~2	2~4	4~6	6~8	8~10	10~	SUM	Mean	Max
N	-	0.0	-	-	-	-	0.0	3.0	3.0
NNE	-	0.0	-	-	-	-	0.0	2.4	2.5
NE	-	0.1	-	-	-	-	0.1	2.8	2.8
ENE	-	0.2	-	-	-	-	0.2	2.9	3.1
E	-	0.3	-	-	-	-	0.3	3.0	3.6
ESE	-	2.7	-	-	-	-	2.7	3.1	4.0
SE	-	14.0	3.4	0.2	-	-	17.6	3.7	8.0
SSE	-	26.6	20.8	0.8	-	-	48.1	4.1	7.8
S	-	10.9	13.6	0.3	-	-	24.8	4.2	6.9
SSW	-	2.0	2.5	0.0	-	-	4.5	4.1	6.2
SW	-	0.8	0.2	-	-	-	1.0	3.4	4.5
WSW	-	0.3	0.0	-	-	-	0.3	3.2	4.1
W	-	0.1	-	-	-	-	0.1	3.5	3.9
WNW	-	0.1	-	-	-	-	0.1	3.1	3.2
NW	-	0.0	-	-	-	-	0.0	3.1	3.7
NNW	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUM	-	58.2	40.4	1.3	-	-	100	4.0	8.0

表 3.1.2-7 东岛波浪浮标有效波高-平均周期频率统计表(频率：%；有效波高：m；平均周期：s；2017.6~2018.6)

Hs/Tmean	0~2	2~4	4~6	6~8	8~10	10~	SUM
0~0.2	%	2.2	0.4	%	%	%	2.6
0.2~0.4	%	28.7	8.6	0.1	%	%	37.4
0.4~0.6	%	19.7	10.5	0.3	%	%	30.5
0.6~0.8	%	5.9	10.2	0.6	%	%	16.7
0.8~1	%	1.3	6.8	0.2	%	%	8.3
1~1.2	%	0.3	2.7	0.1	%	%	3.1
1.2~1.4	%	0.1	0.7	0.0	%	%	0.8
1.4~1.6	%	0.0	0.2	%	%	%	0.2
1.6~1.8	%	%	0.1	%	%	%	0.1
1.8~2	%	0.0	0.1	0.0	%	%	0.1
2~2.2	%	0.0	0.1	%	%	%	0.1
2.2~2.4	%	%	0.1	0.0	%	%	0.1
2.4~2.6	%	%	%	0.0	%	%	0.0
2.6~2.8	%	%	0.0	0.0	%	%	0.0
2.8~3	%	%	%	%	%	%	%
>3	%	%	0.0	0.0	%	%	0.0
SUM	%	58.2	40.4	1.3	%	%	100

3.1.3 地质地貌环境

3.1.3.1 区域地质地貌

三亚地区在大地构造上处于华南褶皱系南缘，岩浆活动和构造活动频繁。海南岛的区域地质构造主要受东西向断裂控制，三亚地区位于琼南拱形断块隆起的九所-陵水断裂南侧。地质构造以华夏纬向构造体系为格架，由华夏、新华夏等构造系复合形成了本区的特征。新构造运动以不对称的穹状隆起为特点，以间歇性上升为主，局部产生断陷，形成各级夷平面台地等。琼南地区历史上发生过多地地震，但多为弱震和微震，陆上地震最高震级不超过 4.5 级，最大地震烈度不超过 6 度。

3.1.3.2 区域水下地形

(1) 论证范围内水下地形

论证范围内水下地形资料采用海事局 2020 年出版的“三亚港及附近海图”（编号 03201），其水下地形测量年份为 2018 年（图 3.1.3-1）。论证范围内，5m、2m 等深线基本与岸线平行。10m 等深线围合的海域，红塘湾中部和东部海域水下岸坡较缓；肖旗港口门外形成一向东南延伸的舌状水下岸坡，其与西瑁洲岛之间受潮流冲刷作用，形成深约 14m 的“北水道”。论证范围内 10m 以深西部海域，水下岸坡坡度总体较缓，仅在西瑁洲岛和双扉石、东瑁洲岛之间的水域受潮流冲刷影响，20m、30m 等深线密度较大，形成“中水道”和“东水道”。本项目用海区水深介于 20m~30m 等深线（理论最低潮面）之间。

(2) 项目用海区水下地形

海口万水测绘科技有限公司于 2022 年 7 月 15 日~18 日在本项目用海区周边区域进行勘察测量，通过单波束水深测量了解该区域水下地形情况；通过浅地层剖面探测和侧扫声呐探测，调查该区域海底浅层沉积层的分布及海底面障碍物分布情况等。

根据调查结果：项目用海区域内水深变化范围约为-23m~-28m（1985 国家高程基准），水深向南逐渐增加，平均水深约-26.0m，地形变化相对较平缓，起伏小，无明显的地形突变地带，海底面地层走向大致为东西方向，地势呈北高南低，海底地形示意图如图 3.1.3-2 所示。

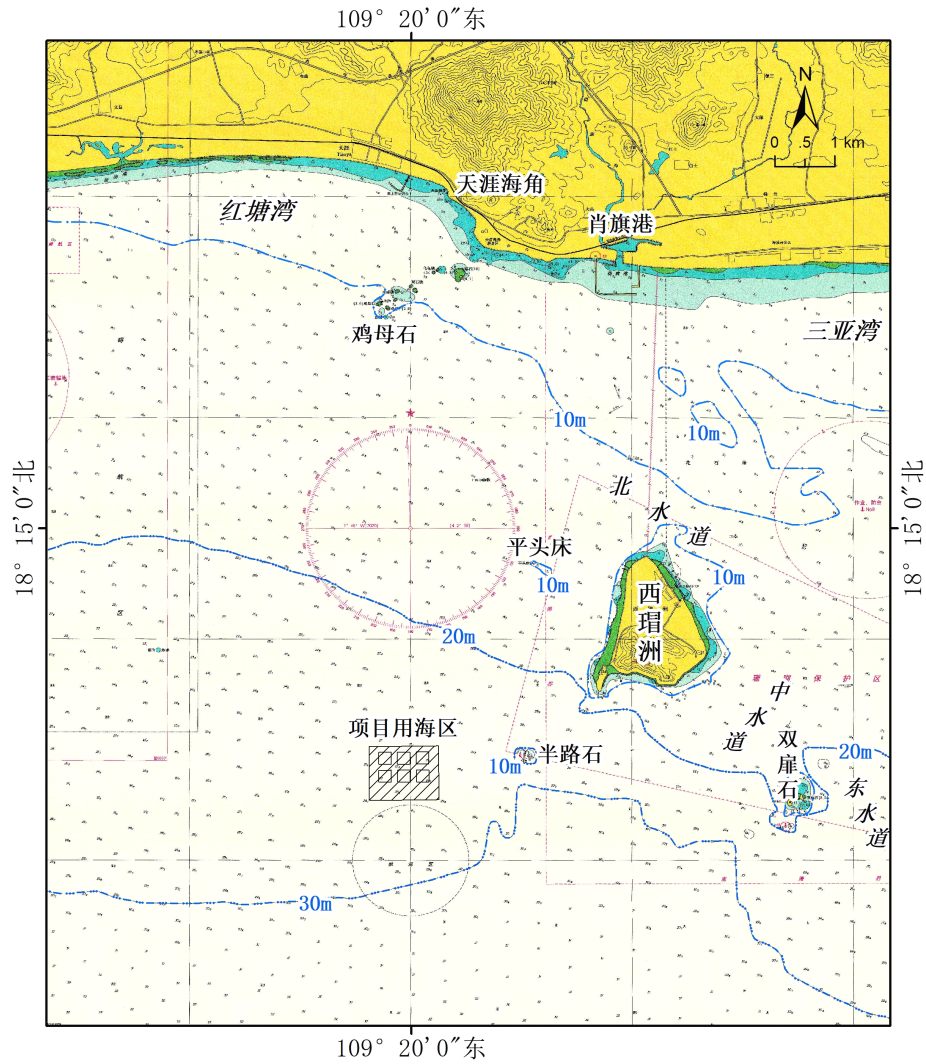


图 3.1.3-1 论证范围内水下地形

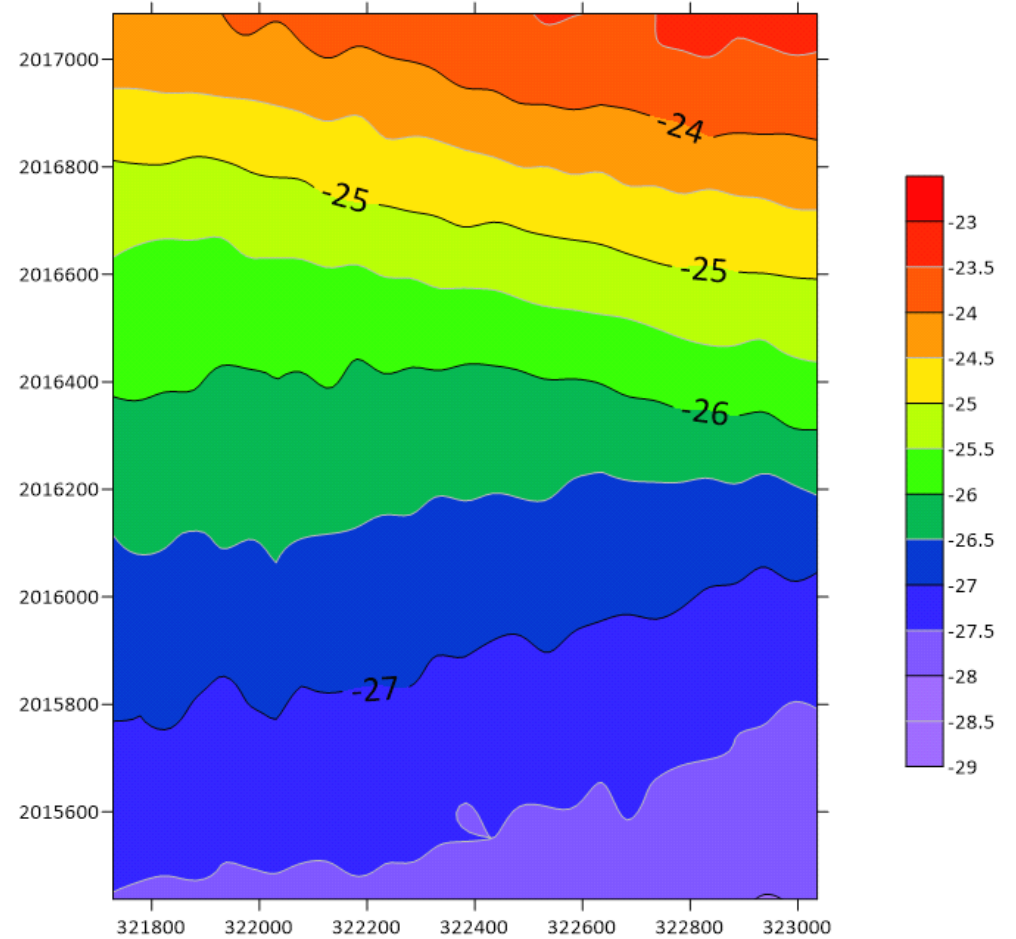


图 3.1.3-2 项目用海区等深线图

(3) 论证范围内水下地形冲淤变化特征

本节采用历史海图对比的方法(包括 2003 年、2014 年、2018 年海图),统一到理论最低潮面,进行论证范围内水下岸坡近 20 年的冲淤变化的分析(图 3.1.3-3)。可见,项目用海区附近海域,20m 等深线总体上呈现西部略有侵蚀,东部略有淤积;项目用海区南侧的 30m 等深线总体上呈现出淤积的趋势,究其原因,一来应与本区具流塑~软塑的淤泥混砂表层沉积物有关—淤泥层具有一定的流动性,二来应与倾倒区(抛泥区)的存在有关—人为抛泥行为导致本区呈淤积态势。

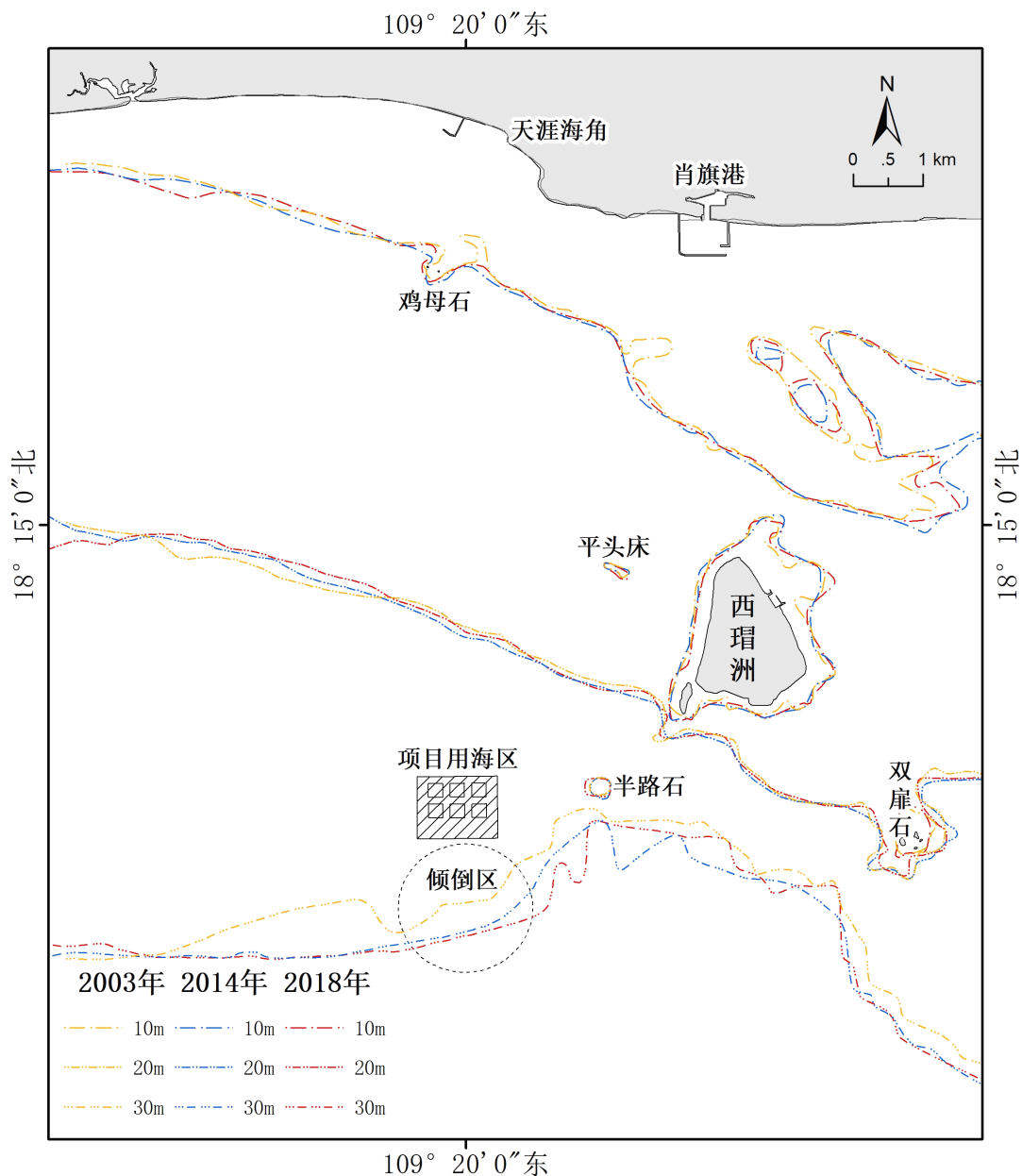


图 3.1.3-3 项目附近海域 2003~2018 年等深线比对图

3.1.3.3 表层沉积物特征

本节根据收集到的表层沉积物调查资料讨论论证范围内的表层沉积物特征。

沉积物调查站位分布图和结果见图 3.1.3-4 和表 3.1.3-1。其中 SY-05 至 SY-11 站位为海南省海洋与渔业科学院 2011 年 11 月在项目附近进行布设的站位，P12、P13 和 P20 站位为三平环保咨询(北京)有限公司 2019 年 4 月在项目附近进行布设的站位。

可见，论证范围内，三亚湾西部海域 5m 等深线范围内，表层沉积物以砂质为主；肖旗港口门和西岛之间海域，表层沉积物以粉砂为主；其余 10m 等深线以深海域，由于波浪潮流的动力较弱，海底表层沉积物以粉砂为主(图 3.1.3-4)。

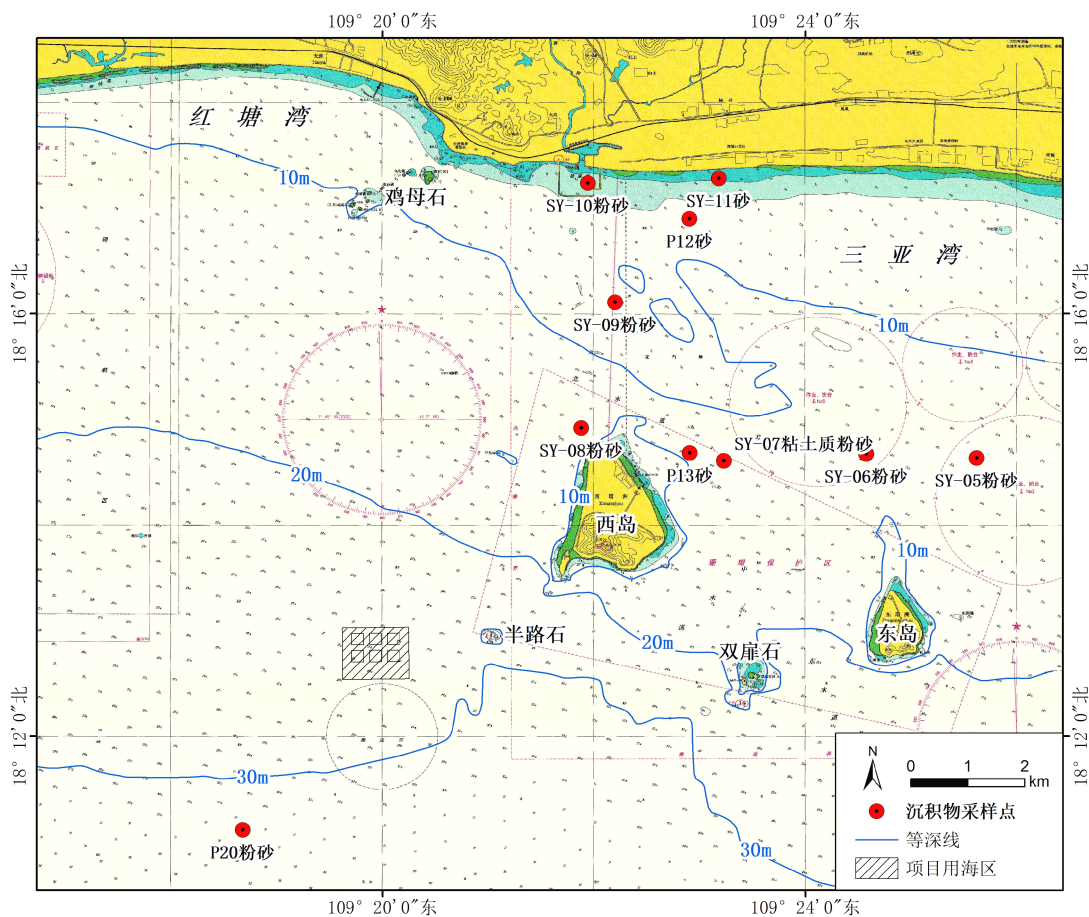


图 3.1.3-4 论证范围内水下地形剖面 and 沉积物采样点分布图

表 3.1.3-1 表层沉积物调查站位坐标和粒度分析表

站号	东经/°	北纬/°	砾石(G)		砂(S)					粉砂				粘土		粒度系数					质量分数%				沉积物名称					
			细砾		极粗砂	粗砂	中砂	细砂	极细砂	粗粉砂	中粉砂	细粉砂	极细粉砂	粗粘土	细粘土	平均 粒径 Mz(mm)	中值 粒径 Md(mm)	偏态值 Si	峰态值 Sk	分选 系数 σi(φ)	砾石	砂	粉砂	粘土						
			8~4	4~2	2~1	1~0.5	0.5 ~ 0.25	0.25 ~ 0.125	0.125 ~ 0.063	0.063 ~ 0.032	0.032 ~ 0.016	0.016 ~ 0.008	0.008 ~ 0.004	0.004 ~ 0.002	0.002 ~ 0.001											<0.001				
			Φ值	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9											10	11			
SY-5	109.4270	18.24392											6.24	26.93	26.65	25.18	7.71	4.33	2.96	17.12	9.97	0.05	1.18	1.35		0.00	84.99	15.01	粉砂	
SY-6	109.4096	18.24456											2.47	22.17	27.39	29.71	10.24	4.9	3.12	14.2	8.77	0.08	1.40	1.32		0.00	81.75	18.25	粉砂	
SY-7	109.3871	18.24344											0.32	16.6	29.6	32.69	12.14	5.34	3.31	11.89	8.2	0.22	1.62	1.22		0.00	79.21	20.79	粘土质粉砂	
SY-8	109.3647	18.24867								0.2			8.01	25.24	26.18	25.47	7.09	4.56	3.25	17.63	9.86	0.02	1.20	1.39		0.20	84.90	14.90	粉砂	
SY-9	109.3700	18.26847											3.66	13.85	29.78	33.98	10.4	5.01	3.32	13.59	8.4	0.07	1.71	1.29		0.00	81.25	18.75	粉砂	
SY-10	109.3657	18.28728											6.86	26.44	24.95	26.42	8.38	4.16	2.79	17.03	9.7	0.02	1.16	1.34		0.00	84.66	15.34	粉砂	
SY-11	109.3863	18.28803			0.03	0.72	50.43	41.4	7.16	0.09	0	0	0.14	0.01	0.02					294.52	230.99	0.09	0.96	0.54		99.74	0.23	0.03	砂	
12#	109.3817	18.28164		0.00	2.72	3.30	26.86	22.21	29.38	10.04	0.47	1.26	1.68	1.20	0.51	0.20	0.18			0.3871	0.2894	0.50	0.99	0.32		2.72	91.79	4.61	0.88	砂
13#	109.3818	18.2447		1.18	5.55	6.50	27.77	43.56	4.55	0.73	0.77	2.17	3.00	2.33	1.09	0.41	0.38			0.5296	0.4309	0.56	2.50	0.53		6.74	83.11	8.27	1.88	砂
20#	109.3113	18.18526		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.47	9.15	12.87	19.60	23.13	18.06	8.43	3.25	3.05			0.0217	0.0130	0.68	1.61	0.03		0.00	11.62	73.66	14.73	粉砂

3.1.3.4 工程地质

(1) 项目用海区附近海域岩土勘察结果

① 地层岩性及岩土特征

本项目紧邻三亚湾海洋生态修复工程项目，因此，本项目工程地质资料引用三亚市水利水电勘测设计院有限公司 2022 年 6 月编制的《三亚湾海洋生态修复工程项目(原凤凰岛二岛及附近海域)岩土工程勘察报告(施工图阶段)(中间成果)》，工程地质勘探点平面布置图与本项目位置关系见图 3.1.3-5 所示。本场地在勘探深度范围内所分布的地层自上而下分 2 个层组。自上而下依次为：①淤泥混砂(Q₄^m)；②粉质粘土(Q₄^m)。本次勘察所揭露的各地层分布及主要特征如下表 3.1.3-2。

表 3.1.3-2 各地层的分布及主要特征一览表

地层编号	地层名称	地层年代及成因	分布范围	层面埋深(m)	层厚(m)		层顶高程(m)	层底高程(m)	地层描述及特征
					范围值	平均值	范围值	范围值	
①	淤泥混砂	Q ₄ ^m	全场分布	0.00	1.0 ~ 4.40	1.9 2	-29.73 ~ -24.50	-31.76 ~ -25.58	灰黑，流塑~软塑，局部混有少量砂粒及贝壳碎屑。
②	粉质粘土		全场地	最大 4.40	/	/	-31.76 ~ -25.58	/	棕黄色，灰色，可塑，切面光滑，局部夹少量砂粒，干强度中等，韧性中等。

② 特殊性岩土

根据钻探资料，本工程区特殊性岩土主要为①淤泥混砂(Q₄^m)。①淤泥混砂在全场均有分布，主要分布于场地的表层，厚度 1.00~4.40m，平均厚度 1.92m，其下为可塑状粉质粘土层。该地层为海相沉积而成，呈流塑~软塑状，局部夹少量砂粒及贝壳碎屑，土质不均匀，欠固结，承载力低，压缩性高。

③ 不良地质作用

工程区为近海大陆架，地势平缓。根据区域地质资料和现场踏勘，未发现活动性断裂带构造痕迹，周边亦未发现崩塌、滑坡、泥石流等不良地质作用。

典型钻孔柱状图(本项目用海区内的钻孔有 ZK12、ZK14、ZK17 和 ZK18)见图 3.1.3-6。

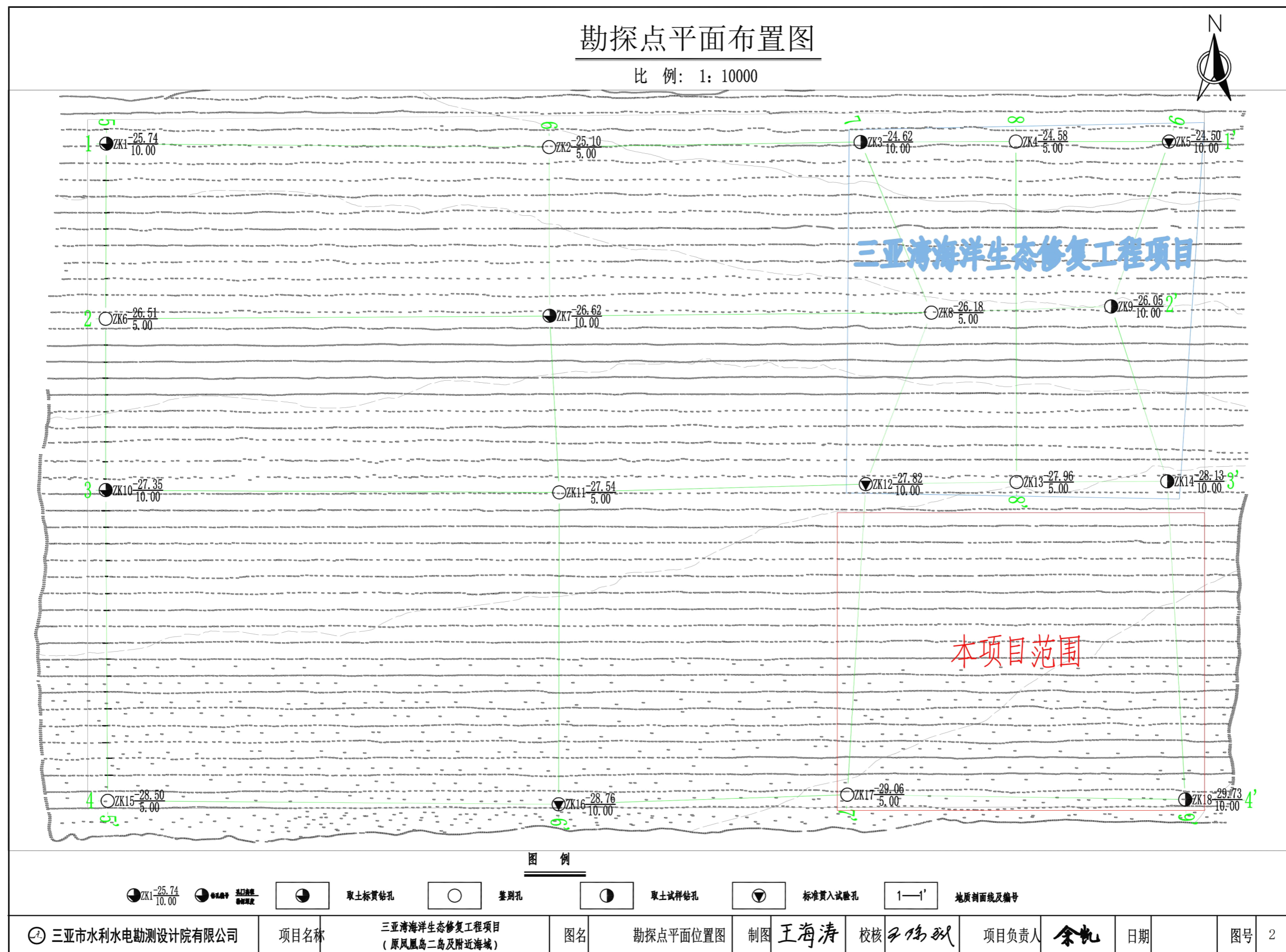


图 3.1.3-5 勘探点平面布置图

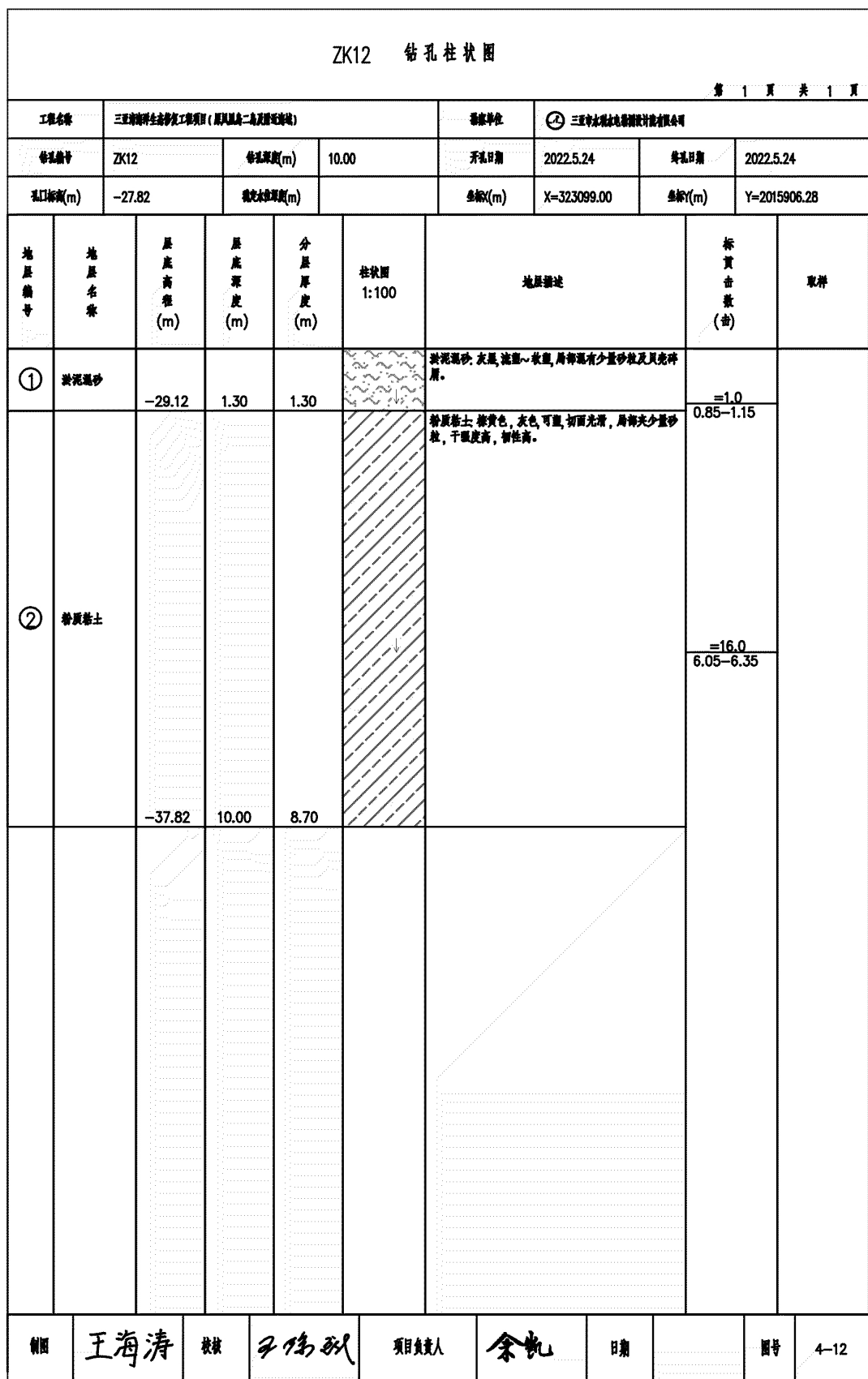


图 3.1.3-6A ZK12 钻孔柱状图

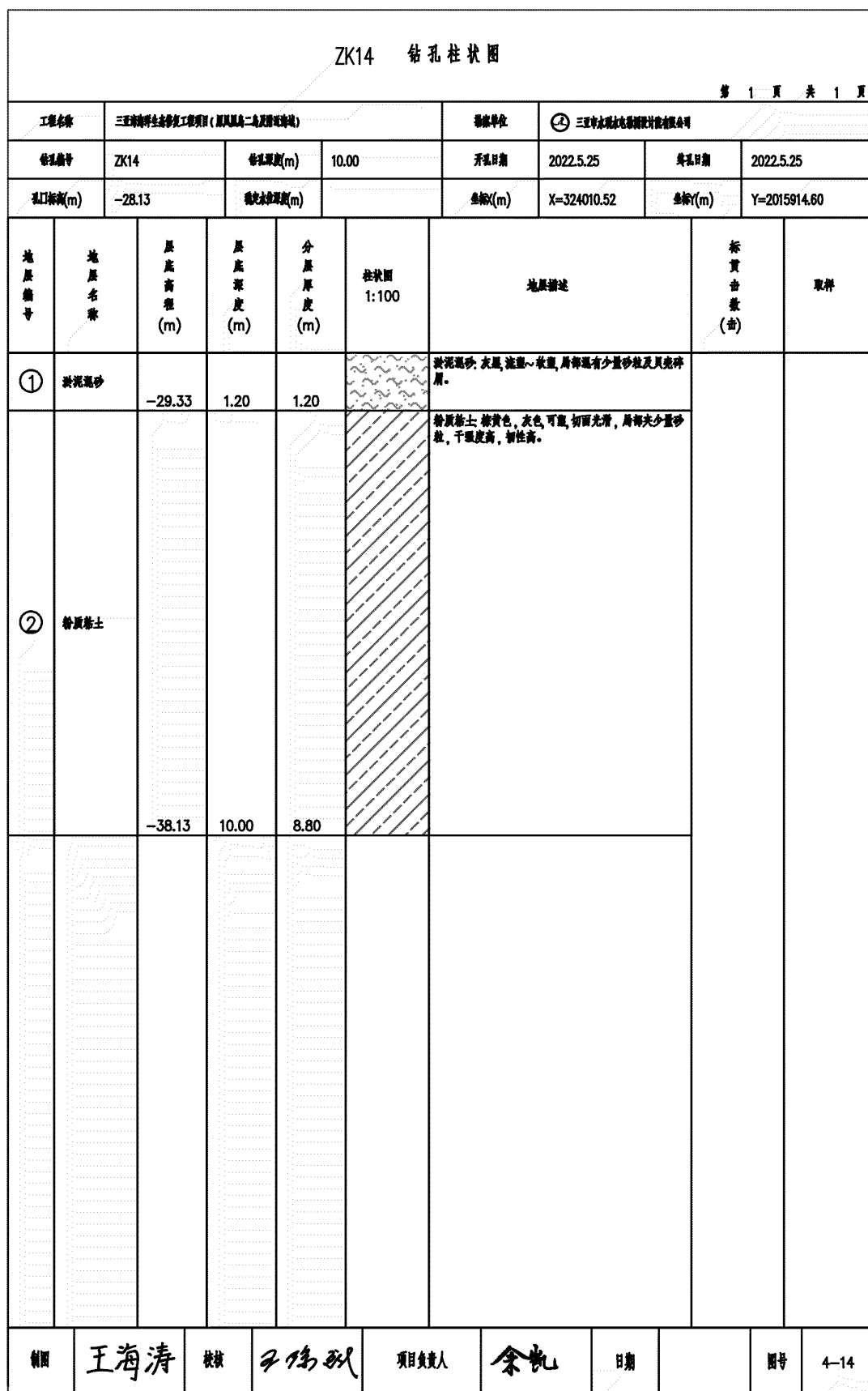


图 3.1.3-6B ZK14 钻孔柱状图

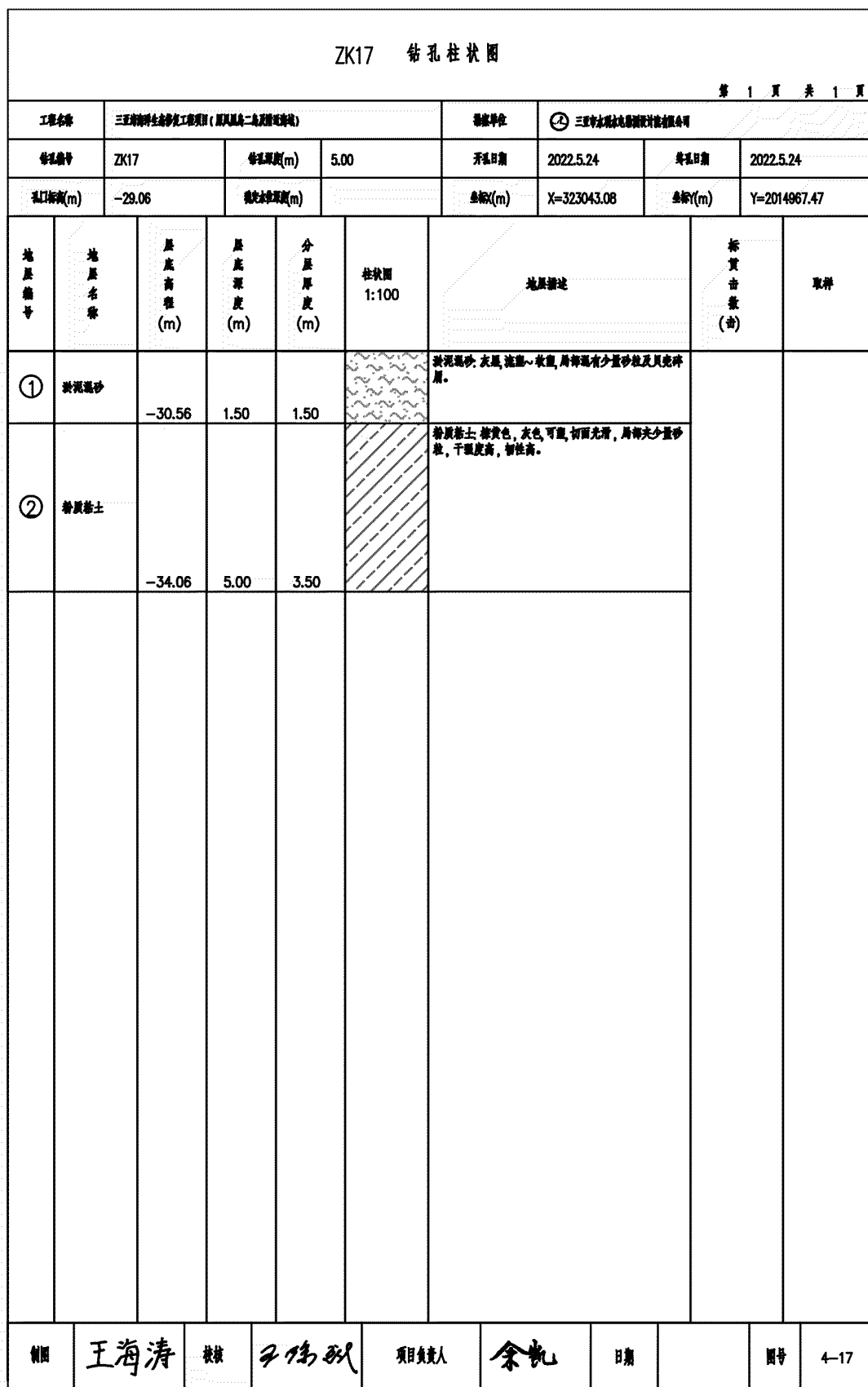


图 3.1.3-6C ZK17 钻孔柱状图

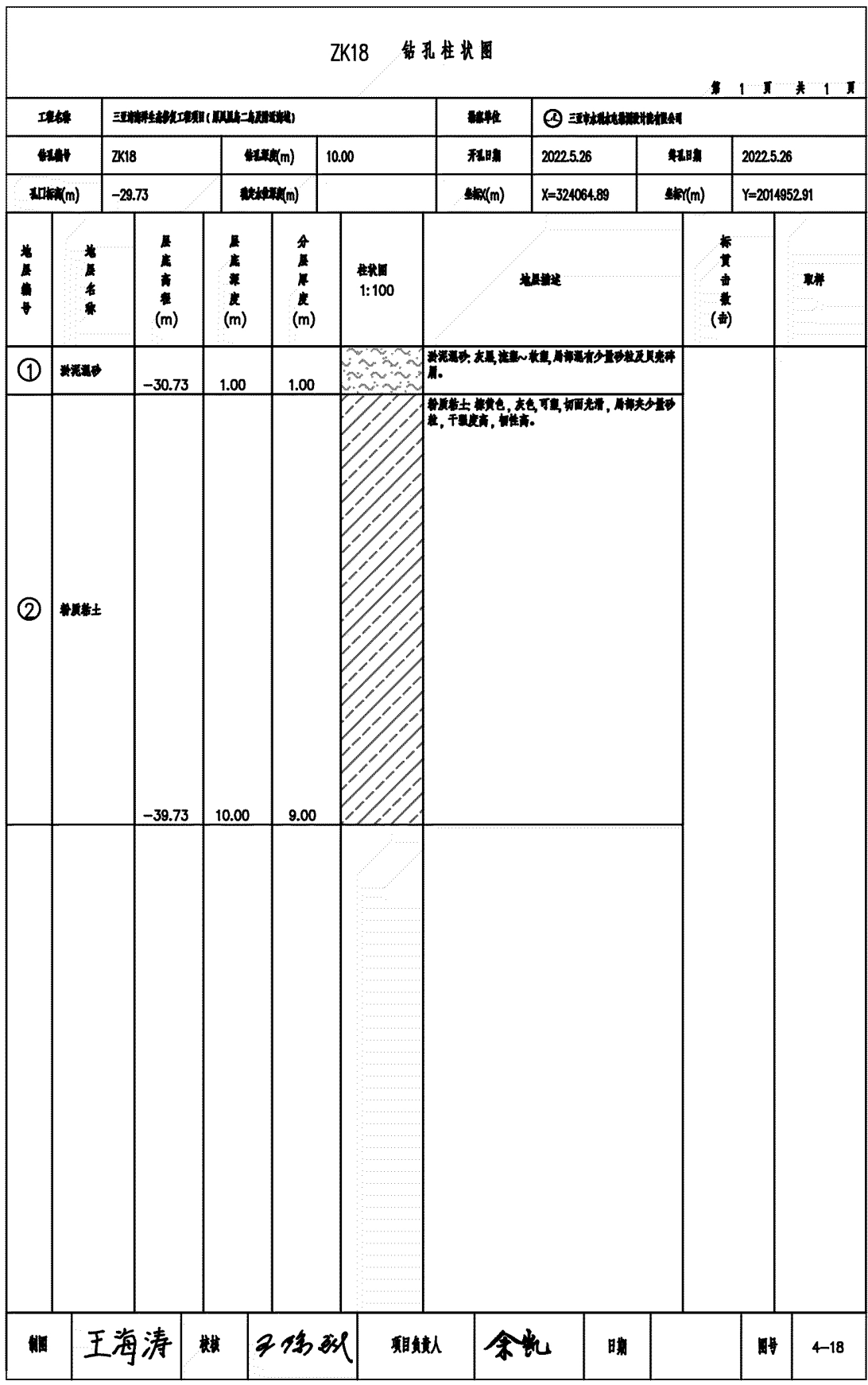


图 3.1.3-6D ZK18 钻孔柱状图

④岩土层性质评价

根据勘察成果，并结合拟建场地具体情况和拟建物工程特点等综合分析，对拟建工程场地地基土的工程特性评价如下：

a:淤泥混砂(Q_4^m)：海相沉积，流塑～软塑状，局部夹少量砂粒及贝壳碎屑，且砂粒分布不均匀，土质不均匀， $f_{ak}=40\text{kPa}$ ， $E_{s1-2}=1.86\text{MPa}$ ，承载力低，压缩性高，该层工程性能极差，不可作为构筑物基础持力层。

b:粉质粘土(Q_4^m)：可塑状，局部夹少量砂粒，干强度中等，韧性中等，中等压缩性， $f_{ak}=180\text{kPa}$ ， $E_{s1-2}=6.0\text{MPa}$ ，该层工程性能较好，且在空间分布上稳定，可作为构筑物基础持力层，该层局部段埋深较深，当采用桩基础时，可作为桩端持力层。

⑤勘察报告结论

a)项目区域地质构造稳定，场地稳定性评价为稳定场地，场地地基基本稳定，抗震地段类型为不利地段，适宜性为适宜性差。

b)场地岩土层主要为①淤泥混砂、②粉质粘土层，①淤泥混砂呈流塑～软塑状，为软土层， $f_{ak}=40\text{kPa}$ ， $E_{s1-2}=1.86\text{MPa}$ ，承载力低，压缩性高，工程性能极差；②粉质粘土呈可塑状， $f_{ak}=180\text{kPa}$ ， $E_{s1-2}=6.0\text{MPa}$ ，承载力高，中等压缩性，工程性能好。

c)场地地基为均匀地基。

d)项目区环境水对混凝土结构具弱腐蚀性，对钢筋混凝土结构中钢筋具强腐蚀性，应做好相应的防腐蚀措施。

e)项目区勘探深度内特殊土为①淤泥混砂，该层具低承载性及高压缩性，工程性能极差，未经处理不可作为构筑物基础持力层。

f)未发现有活动性断裂带构造痕迹，四周堤防无堤岸坍塌现象，周边亦未发现有崩塌、滑坡、泥石流以及地面沉陷等不良地质现象。

g)拟建项目场地抗震设防烈度为6度，所属的设计地震分组为第一组，设计基本地震加速度值为0.05g，反应谱特征周期为0.35s。场地土类型划分为中软土场地，属建筑抗震不利地段，场地类别划分为II类。

h)本工程建设内容为人工鱼礁，人工鱼礁为预制钢筋混凝土框架结构，设计基底压力40kPa，对地基要求较低，①淤泥混砂层呈流塑～软塑状，层厚1.0～4.4m， $f_{ak}=40\text{kPa}$ ， $E_{s1-2}=1.86\text{MPa}$ ，承载力低，压缩性高，未经处理不可作为基础

持力层，②粉质粘土层呈可塑状，勘察深度范围未揭穿， $f_{ak}=180\text{kPa}$ ， $E_{s1-2}=6.0\text{MPa}$ ，为中等压缩性，可作为人工鱼礁基础持力层。对于①淤泥混砂层较薄地段，可将①淤泥混砂挖除，以②粉质粘土为基础持力层，可采用天然地基，基础形式可采用条形基础。

(2) 项目用海区浅地层剖面探测结果

根据海口万水测绘科技有限公司于2022年7月15日~18日在本项目用海区同步进行的浅地层剖面探测和侧扫声呐探测结果，项目用海区域内各地层地质状况解释如下(图3.1.3-7)：

地层①：表层沉积层，与地层②呈平行整合接触，在调查区域连续分布，厚度变化小，分布较均匀，该地层厚度约为1.4m~3m，平均厚度约为2.1m；推测该地层土质主要为淤泥或淤泥质土以及软质粘土等软土层。测区东北角海底表面局部存在非连续分布的硬土层，推测为硬质粘土或粉砂等(图3.1.3-8)。

地层②：该地层层顶(T1界面)总体较平缓，在调查区域内呈连续分布，层底(T2界面)起伏相对较大，厚度分布差异大，约为2.2m~10.8m，平均厚度约为6.1m。推测地层②为硬粘土层或密实的粉土、粉砂层。地层②总体呈东西走向，近似与岸线平行，厚度分布规律为北侧较薄，向南厚度逐渐增加，与下伏地层呈不整合接触(图3.1.3-9)。

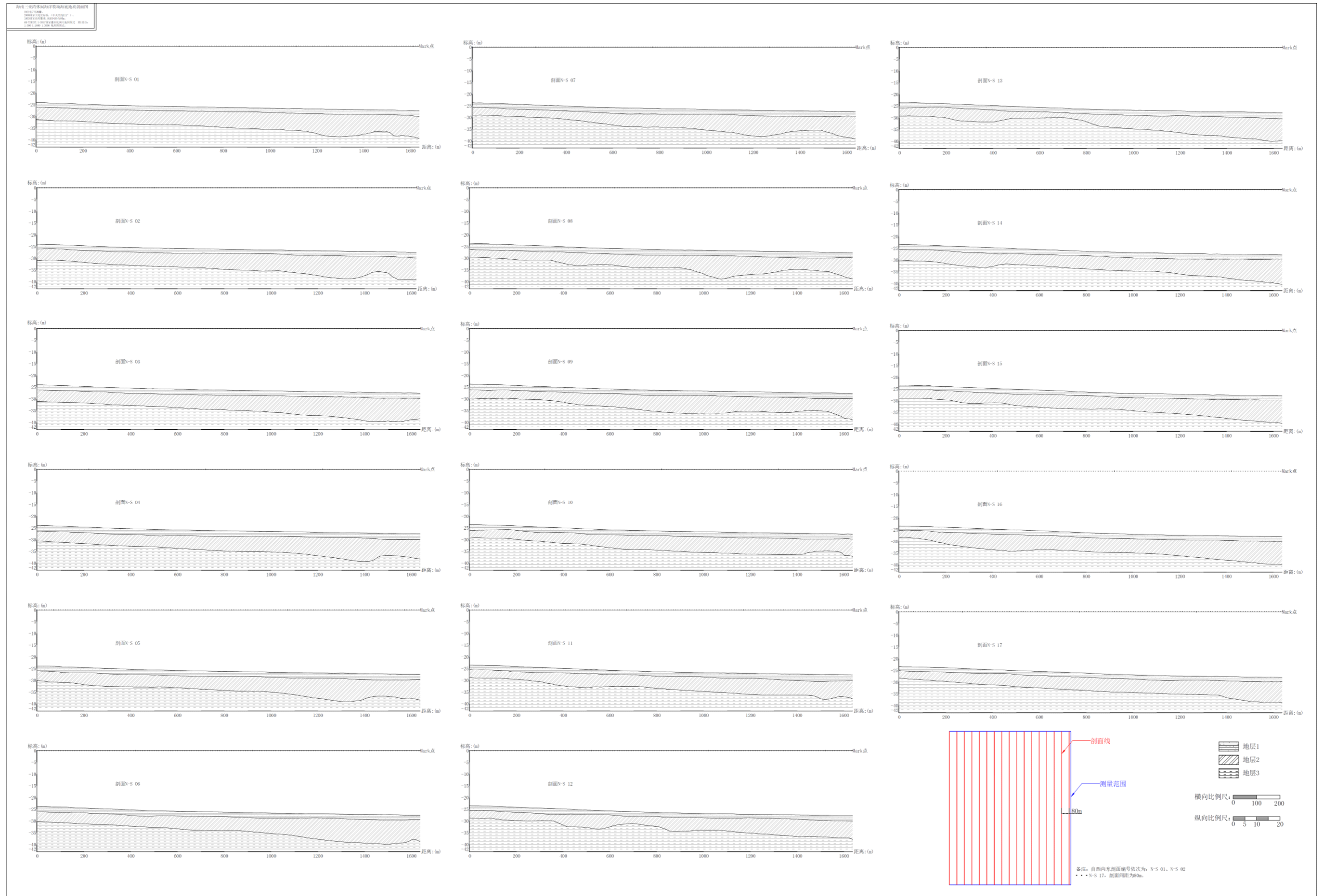


图 3.1.3-7 项目用海范围内海底地质剖面图

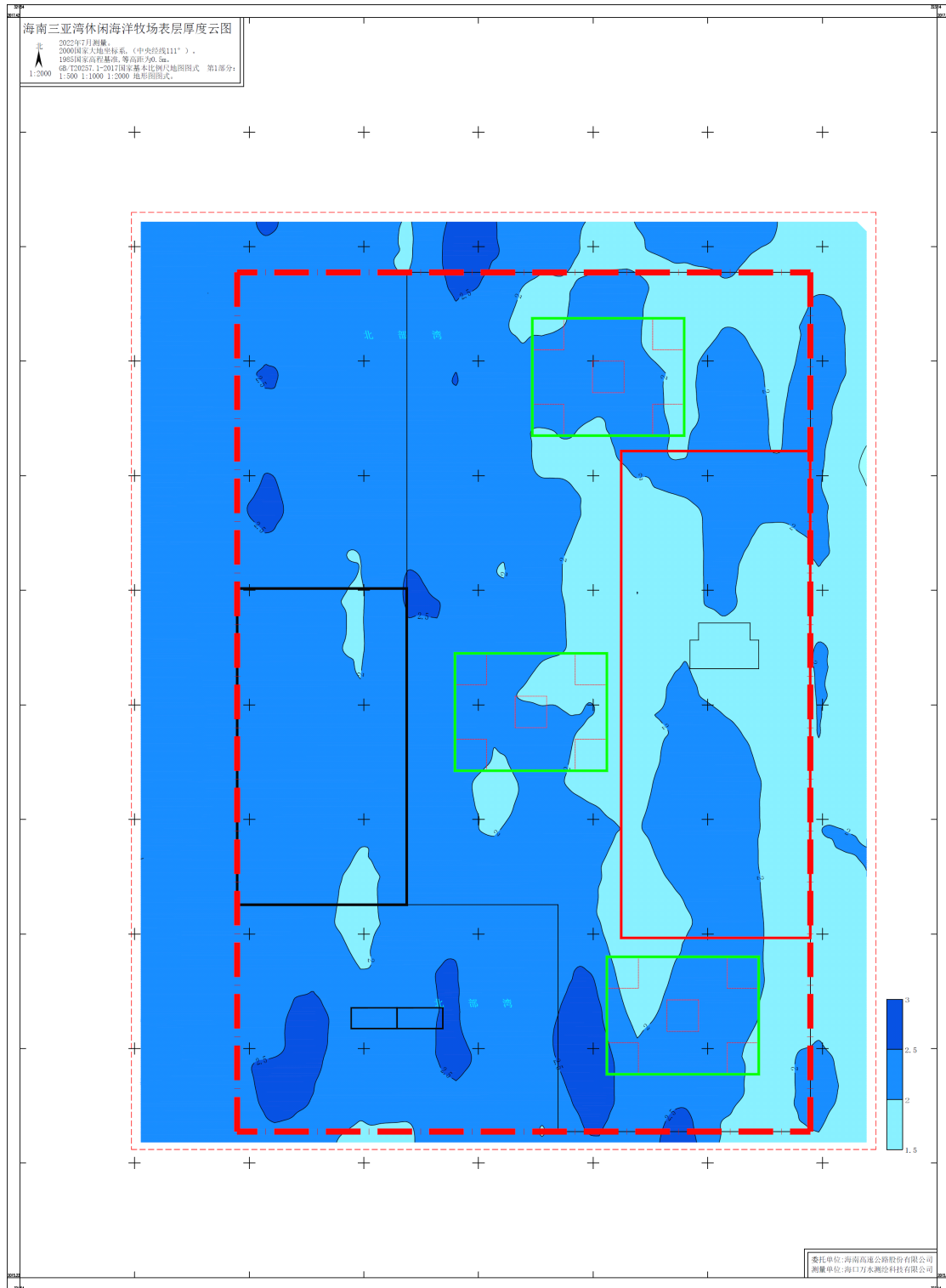


图 3.1.3-8 项目用海范围表层沉积层厚度云图

图 3.1.3-9 项目用海范围下伏沉积层厚度云图

(3) 侧扫声呐探测结果分析

通过本次对调查区域内海底表面的声呐侧扫探测，海底面影像资料清晰，总体地形平坦，未发现明显的地形地貌发生突变的地段，整个调查区域内海底面主要为淤泥土层，未发现明显的大型礁石区或基岩层出露海底面。

此外，调查区域内海底面土质在部分区域存在差异，根据侧扫声呐影像数据分析，区域东北侧，间断性出现声呐强反射信号，表明海底面局部存在硬质土层，且非连续性分布，推测为出露海底面的硬粘土或粉土、粉砂等(图 3.1.3-10)。

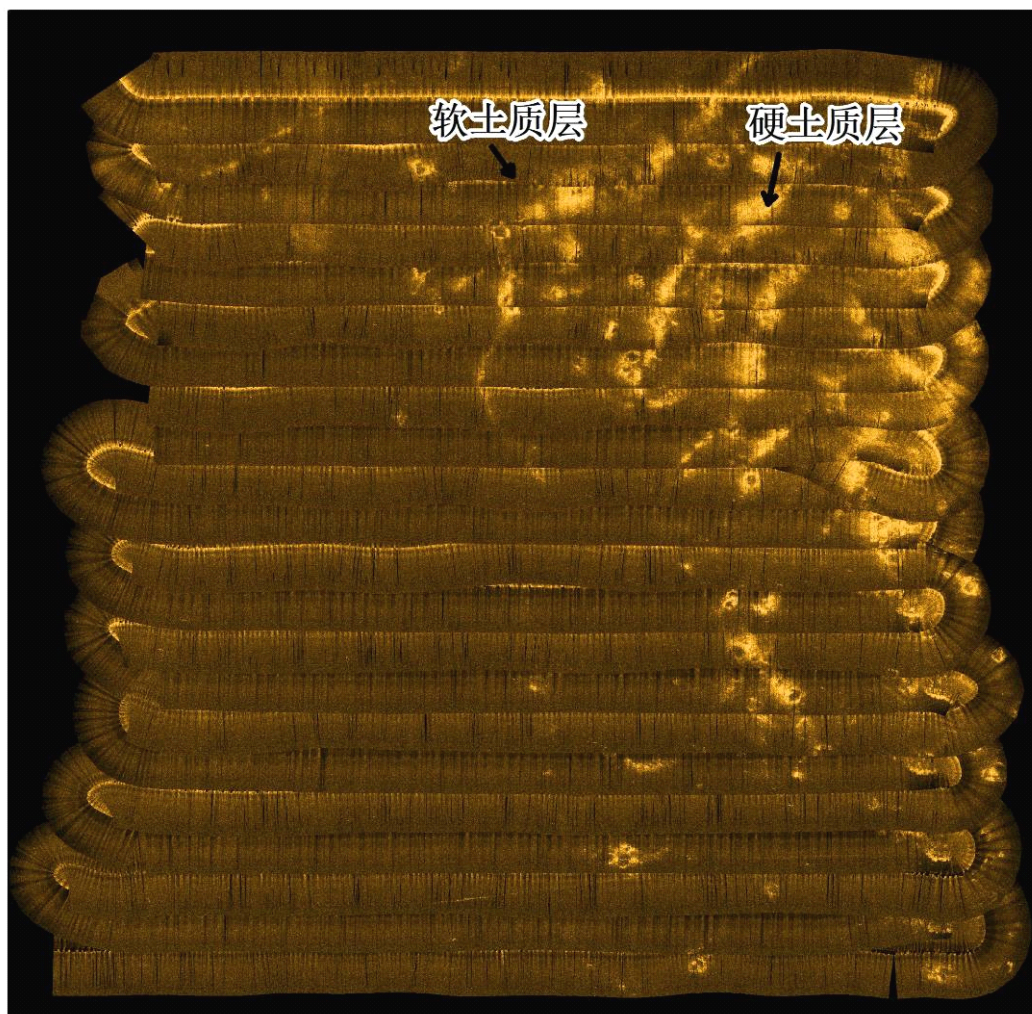


图 3.1.3-10a 海南三亚湾休闲海洋牧场海底侧扫声呐镶嵌图

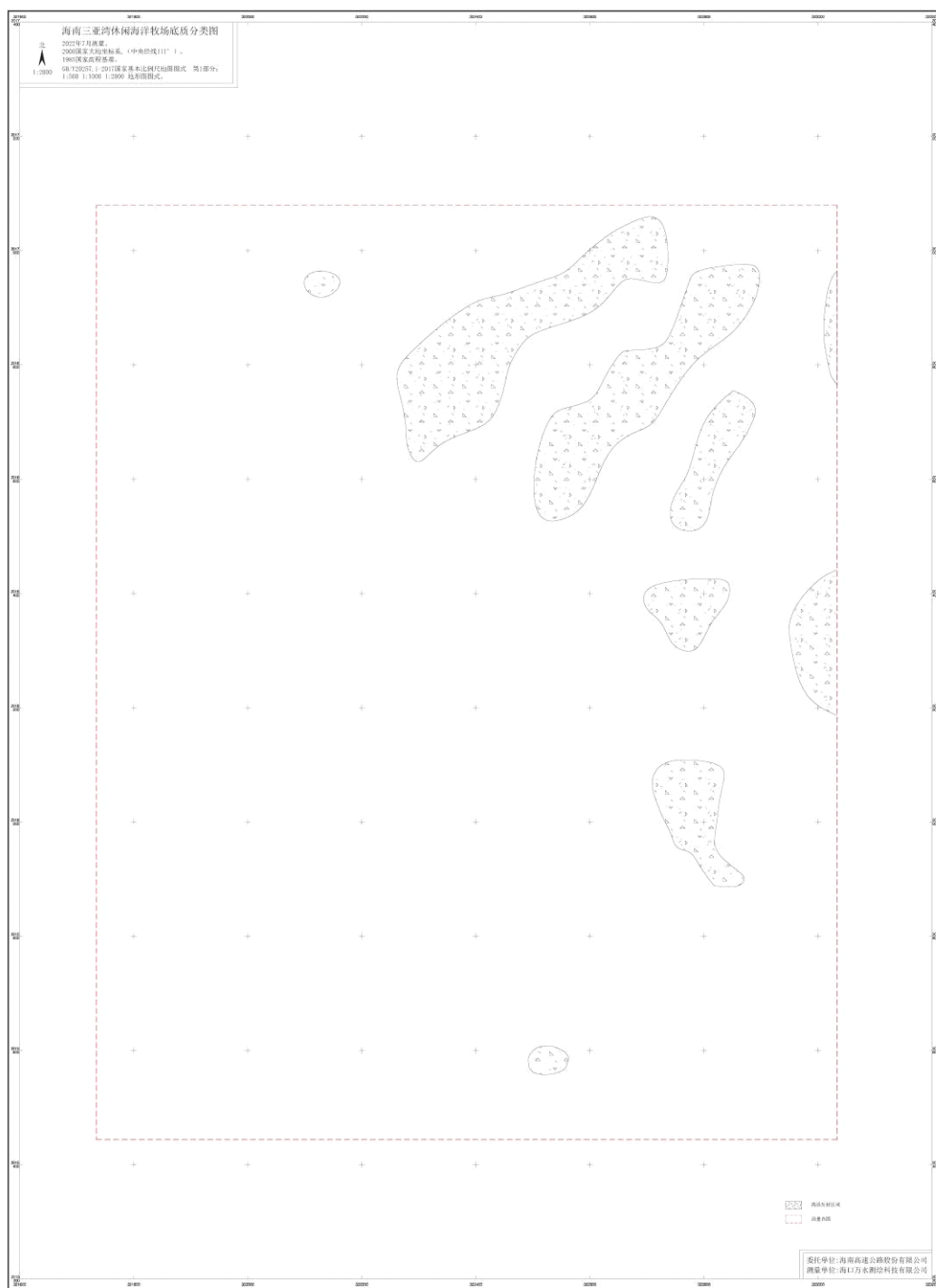


图 3.1.3-10b 海南三亚湾休闲海洋牧场海底侧扫声呐镶嵌图

3.1.4 水质环境质量现状调查与评价

引用海南安纳检测技术有限公司于 2021 年 03 月 11-12 日在项目附近海域进行的水质调查结果。

3.1.5 沉积物质量现状调查与评价

引用海南安纳检测技术有限公司于 2021 年 03 月 11-12 日在项目附近海域进行的沉积物调查结果。

3.1.6 海洋生物质量现状调查与评价

引用海南安纳检测技术有限公司于 2021 年 03 月 11-12 日在项目附近海域进行的生态调查结果。

3.2 海洋生态概况

引用海南安纳检测技术有限公司于 2021 年 03 月 11-12 日在项目附近海域进行的生态调查结果。珊瑚礁现状资料引用海南省海洋与渔业科学院 2019 年 12 月对西瑁洲珊瑚礁的调查结果。

3.3 自然资源概况

项目所在的海域论证范围内海洋资源主要有港口资源、旅游资源、生态资源、岛礁资源等。

3.3.1 港口资源

论证范围内港口资源主要有担油港(红塘港)和肖旗港。

1、担油港(红塘港)

担油港(红塘港)地理坐标为:东经 109° 17' , 北纬 18° 18' , 有冲火溪水注入港。目前已建有航道、码头、锚地等。

(1) 航道

红塘港航道, 长度 1000m, 宽度 100m, 航道走向为 322° /142° , 航道设灯浮 2 座, 导标一组, 航道、港池设计水深为 12.5m。助航标志: 红塘港引导灯桩, 分为前、后两个, 设在码头岸上, 均为白色方形热镀锌角铁标身, 中间有黑色小角形, 两标一线方位为 322° 。

(2) 锚地

红塘锚地位于西瑁洲西偏北方约 6.5 海里, 以 18° 16' 23" N、109° 15' 52"E 为圆心、1 海里为半径的圆形水域内, 锚地水域水深 14.6m~17m, 为泥沙底质。

(3) 码头

海南石油太平洋公司 2 万吨级成品油专用码头，位于天涯海角以西红塘湾的西侧，该码头承担航空煤油、汽油、柴油装卸运输任务。码头为栈桥是“T”行结构，栈桥引桥长 383m，宽 6m，码头长度 275m，最大宽度 20m，码头前沿水深 9.1m，港池直径 375m，水深 10m，可靠泊 1 万吨级游船。

2、肖旗港

本项目北侧的港口为肖旗港，肖旗港是三亚湾景观带的西大门，城市主要的标志和景观之一。肖旗港不仅承担西岛旅游配套渡船码头功能、三亚市西部旅游的客运码头和游艇码头功能，同时又是三亚市西部城市区域性的生态休闲、文化、娱乐和公共活动中心。

2012 年三亚西岛景区荣膺国家 4A 级景区，为了进一步促进西岛观光旅游、休闲度假与专项旅游的发展，三亚西岛旅游开发有限公司申请在原有的基础上对肖旗港码头进行改扩建。目前肖旗港东西两侧修建了总长约 1831m、宽约 20m 的防波堤及长约 427m 的护岸，形成半封闭条件后的港池可布置 290 个不同尺寸的游艇码头及游艇上下水泊位 3 个；在肖旗港西侧占用岸线 452m 进行填海造地，填海面积约 2.8088 公顷，作为游艇维修、存放、展览等后勤配套服务区。使其成为三亚湾中心区游艇基地、三亚湾重要的游艇旅游服务港，并与天涯海角、南山等景区形成整体西部观光旅游区，助力海南自贸区的发展。

西瑁洲因开发为西岛海洋文化旅游区，为方便游客上下岛，在岛北部建有冬季、夏季两个交通码头，以及在岛东侧有一由原部队码头改造的西岛公司交通码头。该码头有港池，可停靠游艇，岛上渔民的渔船避风也多停靠于此。

3.3.2 旅游资源

三亚市地处祖国大陆最南端，具有热带海洋季风气候条件及热带海滨旅游景观和热带海岛风情，滨海旅游资源丰富，自然景色奇美，名胜古迹众多，是国内热带滨海旅游资源最密集的地区，聚集着阳光、海水、沙滩、气候、森林、动物、温泉、岩洞、风情、田园十大风景旅游资源。于一体，是世界上热带海洋旅游资源最密集的地区之一，是开展滨海旅游的最佳场所。本项目论证范围内的旅游资源主要有西岛海洋文化旅游区和天涯海角游览区。

(1) 西岛海洋文化旅游区

西岛海洋文化旅游区位于西瑁洲上，与东瑁洲恰似在碧波中鼓浪而行的两只玳瑁，“波浮双玳”自古便是三亚的一道胜景。西岛海洋文化旅游区以其秀美的山体，迷人的珊瑚礁，

清澈的海水和松软的海滩，成为三亚旅游观光、休闲度假的胜地之一。西岛海洋文化旅游度假区由西岛海上游乐世界和牛王岭游览区两大版块组成。

西岛海上游乐世界是一个汇聚了汇聚海上运动、潜水观光、天然浴场、沙滩娱乐、椰林休闲的动静皆宜的立体海岛景区；

牛王岭游览区是一座与西瑁洲几近相连的袖珍小岛，拥有最原始的海岛风光，可以欣赏到壮阔的海天一色、鬼斧神工的礁石景观、雄浑的日出日落以及星罗棋布的军事遗迹。

(2) 天涯海角游览区

天涯海角游览区位于三亚市西南 23km 处，是海南标志性景区。因景区两块巨石分别刻有“天涯”、“海角”及郭沫若先生题写的“天涯海角游览区”而得名。

天涯海角游览区，以其美丽迷人的热带海滨风光、悠久惟一的历史文化——天涯文化驰名海内外，是海南建省以来企业第一亮丽品牌。游览区依山傍海，碧海、青山、白沙、巨磊、礁盘，浑然一体，宛若七彩交融的丹青画屏；椰林、波涛、渔舟、鸥燕、云霞，辉映点衬，形成了南国独特的椰风海韵。

“天涯海角”词，被最初古时的人们用以表达一种思念异乡的情结。“海内存知己，天涯若比邻”、“海上生明月，天涯共此时”等流传千载的著名诗句，承载了丰富深刻的天涯文化内涵。经考证，这里最早的康熙五十三年(1714 年)“海判南天”石刻，为清初测绘《皇舆全览图》的三位钦差奉旨剖立，为清版图的“南交”所在，是中法科技丝路交流的见证。清朝雍正五年(1727 年)，崖州知州程哲于此海滨巨石题刻“天涯”二字。抗战期间，国民党琼崖守备司令王毅将军在其相邻巨石之上复题写“海角”二字。“天之涯、海之角”因而诞生。

天涯海角游览区使人们心灵中美好的“天涯情结”藉以物化载体，四方游人慕名而来，沿着“历史名人雕塑园、笆篱凝霞景观、海天自然景观、天涯路”等尽兴畅游，圆心中“走遍天涯海角”之梦想。

3.3.3 岛礁资源

论证范围内较大的海岛为西瑁洲岛，周边较大的岛还有东瑁洲岛以及牛鼻仔岭、双扉石、双扉西、叠石、鸡母石、石离角等一些小海岛。东瑁洲面积约 49.7 公顷，地势东南高，西北低，植被覆盖率在 90%以上，为边防驻军用岛，岛上建有码头、道路、营房等。西瑁洲位于本用海东侧约 3.1km，为有居民海岛，南高北低，长 2050m，宽 1350m，面积约

211.8 公顷。岛岸较平直，沿岸东、北、西部为珊瑚礁盘，目前由三亚西岛大洲旅业有限公司和三亚西岛旅游开发有限公司共同开发经营滨海旅游项目，是三亚重要的旅游景点。

3.3.4 生态资源

论证范围内主要的海洋生态资源主要是珊瑚礁资源。已成立的三亚珊瑚礁国家级自然保护区是由亚龙湾片区、鹿回头半岛—榆林角沿岸片区、东西瑁洲片区组成，保护区用海面积为 5568 公顷，主要保护对象为各种浅海造礁石珊瑚，软珊瑚及其他珊瑚、珊瑚礁及其他生物构成的生态系统、相关的海洋生态环境。距离本项目较近的为东、西瑁洲片区，其保护区边界距项目用海边界最近距离约 1.1 km。

根据三亚珊瑚礁国家级自然保护区多年的生态监控资料，保护区珊瑚共有 12 科 79 种，其中亚龙湾有 51 种，西瑁州岛和鹿回头均为 48 种，小东海和大东海均为 27 种，东瑁洲岛有 26 种。保护区造礁石珊瑚在科级组成中，鹿角珊瑚科和蜂巢珊瑚科为科级优势类群；种类组成中，丛生盔形珊瑚、澄黄滨珊瑚、精巧扁脑珊瑚、鹿角杯形珊瑚、十字牡丹珊瑚、二异角孔珊瑚、秘密角蜂巢珊瑚等为主要常见种。

从造礁石珊瑚覆盖率情况来看，西瑁州岛造礁石珊瑚覆盖度最高，达到 27.05%；其他片区的覆盖率从高到低依次为：鹿回头>东瑁洲岛>亚龙湾>小东海，造礁石珊瑚覆盖率在 12.29%~21.09%之间；造礁石珊瑚覆盖率最低的是大东海，仅 9.52%。软珊瑚只有在鹿回头、亚龙湾、小东海、大东海出现，覆盖度最高的是鹿回头，达到 8.09%，其次是亚龙湾，为 6.56%，小东海和大东海软珊瑚覆盖率极低，分别仅有 0.44%和 0.52%。

珊瑚礁鱼类有 43 种，以雀鲷科、隆头鱼科、蝴蝶鱼科为主，主要优势种为黑带椒雀鲷、蓝纹高身雀鲷、六带豆娘鱼、新月锦鱼等。珊瑚礁鱼类的个体较小(体长小于 20cm)，而一些大型的有经济价值的珊瑚礁鱼类几乎没有见到，珊瑚礁鱼类平均密度为 79 尾/100m²。

目前西瑁洲岛由三亚西岛大洲旅业有限公司和三亚西岛旅游开发有限公司共同开发经营滨海旅游项目，东西瑁洲片区的实验区和缓冲区范围内的部分珊瑚生态资源已合理开发利用，用于开展岸潜、船潜、专业潜水、精品潜水、海底漫步、浮潜、半潜船海底观光、透明底船观光和水下照相摄像等项目。

3.4 开发利用现状

3.4.1 社会经济概况

本项目用海所在区域位于海南省三亚市。根据《2021年三亚市国民经济和社会发展统计公报》，2021年三亚市全年全市生产总值(GDP)835.37亿元，按可比价格计算，比上年增长12.1%。其中，第一产业增加值93.79亿元，增长3.8%；第二产业增加值124.72亿元，增长0.1%；第三产业增加值616.86亿元，增长16.1%。三次产业结构调整为11.2:14.9:73.9。

2021年全市实现地方一般公共预算收入117.14亿元，比上年增长6.1%。其中，税收收入83.56亿元，增长34.7%；非税收收入33.58亿元，下降30.6%。税收收入中，增值税21.67亿元，增长32.8%；企业所得税18.37亿元，增长44.3%；土地增值税15.98亿元，增长10.3%；契税5.25亿元，增长20.3%；房产税6.68亿元，增长58.7%；城镇土地使用税3.39亿元，增长28.9%；城市维护建设税4.00亿元，增长41.1%；个人所得税5.97亿元，增长189.6%。全市地方一般公共预算支出202.38亿元，比上年增长1.4%。其中，卫生健康支出12.12亿元，下降32.0%；教育支出24.23亿元，增长2.2%；节能环保支出8.58亿元，增长0.4%；城乡社区支出43.19亿元，增长34.5%。

2021年全年居民消费价格指数(CPI)比上年上涨0.4%，其中食品烟酒类下降1.3%；衣着类上涨1.0%；居住类上涨0.6%；生活用品及服务类上涨0.4%；交通和通信类上涨3.3%；教育文化和娱乐类上涨1.4%；医疗保健类下降0.5%；其他用品和服务类上涨0.2%。

2021年全市年末户籍人口710899人，比上年末增加41553人。其中，男性357068人，女性353831人。按民族分，汉族440627人，占总人口的62.0%；黎族243326人，占总人口的34.2%；回族11391人，占总人口的1.6%；苗族4238人，占总人口的0.6%；壮族2734人，占总人口的0.4%；其他民族8493人，占总人口的1.2%。

2021年全年外贸进出口总额219.15亿元，比上年增长27.4%。其中，进口206.85亿元，增长23.0%；出口12.30亿元，增长224.6%。

2021年全年农林牧渔业总产值141.19亿元，按可比价计算，比上年增长5.0%。其中，种植业产值101.73亿元，增长9.2%；林业产值3.49亿元，下降1.4%；畜牧业产值9.71亿元，增长20.7%；渔业产值19.34亿元，下降14.0%；农林牧渔服务业产值6.92亿元，增长7.5%。

2021年全年全市规上工业总产值97.41亿元，比上年增长9.4%。其中，轻工业产值4.39

亿元，增长 2.3%；重工业产值 93.02 亿元，增长 9.7%。从经济类型看，股份制企业产值 89.51 亿元，增长 10.1%；外商及港澳台企业产值 7.90 亿元，增长 1.9%。从各行业看，农副食品加工业产值 2.19 亿元，增长 8.2%；食品制造业产值 1.14 亿元，增长 1.2%；非金属矿物制品业产值 51.68 亿元，同比增长 17.7%；燃气生产供应业产值 2.04 亿元，同比增长 1.6%；电力、热力生产和供应业产值 35.12 亿元，同比增长 22.3%。全年全市建安工程投资比上年下降 1.8%。建筑业增加值 100.11 亿元，下降 2.5%。全市正常经营的资质内建筑业企业 32 家，全年签订合同额(含新签订和上年度结转)109.54 亿元，比上年增长 12.7%；建筑业总产值 38.07 亿元，比上年下降 8.5%。

2021 年全年全市固定资产投资比上年增长 10.8%。其中，房地产开发投资增长 12.6%；非房地产投资增长 9.1%。从构成看，建筑工程投资增长 3.5%；安装工程投资下降 51.0%；设备工器具购置投资增长 9.4%；其他费用投资增长 35.7%。

2021 年全年全市社会消费品零售总额 545.19 亿元，比上年增长 43.1%。五星级酒店营业额增长 23.4%；四星级酒店营业额增长 5.8%；三星级酒店营业额增长 99.9%；以高标准建设为主的其他酒店营业额增长 20.1%。餐饮业。按服务类型分，正餐服务营业额增长 3.5%；饮料及冷饮服务下降 63.5%。

2021 年全市客运量 1458.65 万人次，比上年增长 13.6%；货运量 539.32 万吨，增长 14.2%。旅客周转量 105.85 亿人公里，增长 25.7%；货物周转量 76263.49 万吨公里，增长 4.2%。凤凰机场旅客吞吐量 1663.00 万人次，增长 7.9%。其中进港 831.50 万人次，增长 9.4%。凤凰机场飞行 113839 班次，增长 6.9%。

2021 年全年全市接待过夜游客人数 2162.04 万人次，比上年增长 19.7%。其中，过夜国内游客 2147.86 万人次，增长 19.9%；过夜入境游客 14.19 万人次，下降 7.9%。全年旅游总收入 747.03 亿元，增长 65.2%，其中国内旅游收入 743.20 亿元，增长 66.9%；旅游外汇收入 5557 万美元，下降 45.3%。旅游饭店平均开房率为 56.35%，比上年提高 5.5 个百分点。全市列入统计的旅游宾馆(酒店)262 家，其中，五星级酒店 15 家，四星级酒店 12 家，三星级酒店 2 家。拥有客房 61427 间，与上年持平；拥有床位 100977 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 6 处。

3.4.2 海域使用现状

本项目用海位于三亚湾西瑁州西侧海域，项目周边海域开发利用程度相对较高，根据现场勘查和资料收集分析，论证范围内海域开发利用活动主要是旅游娱乐用海、交通运输

用海、渔业用海和特殊用海。项目周边海域开发利用现状图见图 3.4-3 和图 3.4-4。

1、旅游娱乐用海

本项用海位置位于西瑁州西侧的农渔业区内，周边海域都分布有多家旅游娱乐用海，主要有：(1)西北侧距离约 9.61km 的三亚新机场临空旅游产业园项目一期工程项目旅游娱乐用海，主要的用海方式包括透水构筑物及建设填海造地用海，总用海面积为 49.6879 公顷；(2)北侧距离约 7.72km 的三亚市天涯海角游览区配套旅游娱乐用海项目，主要的用海方式为浴场用海，总用海面积为 20.7048 公顷；(3)北侧距离约 9.29km 的三亚市天涯海角海上巴士码头工程项目用海，主要用海类型为旅游基础设施用海，包括码头和栈桥，总用海面积为 2.5973 公顷；(4)东北侧距离约 7.99km 的三亚肖旗港游艇码头改扩建工程旅游娱乐用海，为旅游基础设施用海，包括游乐场、建设填海造地、非透水构筑物及透水构筑物用海，总用海面积为 44.6614 公顷；(5)东北侧距离约 3.04km 的三亚西岛水上训练基地项目和三亚西岛海洋文化旅游区项目旅游娱乐用海，为旅游基础设施用海，包括游乐场、浴场、码头及平台用海，总用海面积中三亚西岛旅游开发有限公司用海 16.0147 公顷，三亚西岛大洲旅业有限公司用海面积为 15.5201 公顷；

2、交通运输用海

项目用海区主要的交通运输用海有：(1)西北侧距离约 10.97km 的海南石油太平洋有限责任公司油码头用海，用海类型为港口用海，用海方式为非透水构筑物，用海面积为 20 公顷；(2)距离约 7.72km 的三亚市天涯海角游览区配套旅游娱乐用海项目航道用海，主要的用海方式为航道用海，总用海面积为 93.375 公顷。

3、渔业用海

项目用海区主要的渔业用海分别为：(1)东北侧距离约 2.27km 的三亚市水产总公司深水网箱养殖基地项目，为开放式养殖用海，用海面积为 33.36 公顷；(2)东北侧距离约 2.39km 的三亚海宝近海养殖专业合作社深水网箱养殖项目，为开放式养殖用海，用海面积为 29.739 公顷。(3)东侧距离约 1.45km 的三亚海珍渔家渔民专业合作社三亚湾 33.36 公顷深水网箱养殖项目，为开放式养殖用海，用海面积为 33.36 公顷；(4)北侧紧靠的三亚环境投资集团有限公司三亚湾海洋生态保护修复工程项目(待批)，总用海面积为 116.2367 公顷，其中人工鱼礁类透水构筑物用海面积 32.5245 公顷，开放式养殖用海面积 83.7122 公顷。(5)西北侧紧靠的海南高速公路股份有限公司三亚湾休闲海洋牧场项目(已批未建)，总用海面积为 149.8850 公顷，其中人工鱼礁投礁区(用海方式为透水构筑物)用海面积

4.5345 公顷，浮式深水网箱养殖区(用海方式为深水网箱养殖)用海面积 32.6531 公顷，半潜式深远海网箱养殖区(用海方式为深远海网箱养殖)用海面积 22.1589 公顷，休闲渔业养殖区(用海方式为休闲渔业养殖等)用海面积 62.5100 公顷，海上休闲旅游平台区(用海方式为透水构筑物)用海面积为 2.7289 公顷，海上休闲旅游娱乐区(用海方式为开放式游乐场)用海面积为 25.2996 公顷。见图 3.4-1 和 3.4-2。



图 3.4-1 项目用海区附近现有的网箱养殖用海(拍摄时间：2021 年 9 月)



图 3.4-2 项目用海区附近现有的网箱养殖用海(拍摄时间：2021 年 9 月)

4、特殊用海

项目用海区主要的特殊用海有：(1)西北侧距离约 11.74km 国防武器装备浅表海水环境试验用海项目，用海方式包括专用航道、锚地及其它开放式，非透水构筑物及透水构筑

物，总用海面积约为 2 公顷；(2) 北侧距离约 10.31km 的红塘湾岸滩修复与防护工程项目，用海方式包括非透水构筑物及透水构筑物，总用海面积约为 0.3296 公顷；(3) 东北侧距离约 8.62km 的三亚湾西段砂质海岸保护修复项目，用海方式为透水构筑物，总用海面积约为 1.9772 公顷。

项目用海区东侧有三亚珊瑚礁国家级自然保护区(东西瑁洲片区)用海，西瑁洲海域珊瑚礁资源丰富，生态环境良好。1990 年三亚珊瑚礁自然保护区被批准为国家级海洋自然保护区，由三个片区组成，东、西瑁洲片区、鹿回头半岛—榆林角片区和亚龙湾片区，主要保护对象为各种浅海造礁石珊瑚，软珊瑚及其他珊瑚、珊瑚礁及和其他生物构成的生态系统、相关的海洋生态环境。

东西瑁洲珊瑚自然保护区片区位于本项目用海区东侧约 1.1km，用海面积 2850.37 公顷。保护区管理部门采取政府与企业相结合，企业开展珊瑚生态景观资源可持续利用的旅游观光活动，从收入中提取部分资金用于珊瑚生态资源保护，支持建立了东西瑁洲片区监察分站，配备巡航监视的设备，支付管理人员工资，使保护区的管理工作走上正轨，有效制止采集珊瑚、炸鱼、捕鱼等破坏珊瑚资源的行为，促进了珊瑚生态资源的保护。水下旅游采取区域半年轮换的方式，使海底珊瑚礁得以恢复，同时在水下设置定点、定时生态监测站，开展珊瑚礁生态监测和环境监测活动，加强了珊瑚礁保护与管理。

3.4.3 海域使用权属现状

根据收集的历史资料及现场勘查，并结合海南省海洋动管中心查询到的数据，项目周边海域使用现状见图 3.4-3 和图 3.4-4，位于项目论证范围内海域使用权属情况见表 3.4-1。

表 3.4-1 论证范围内海域使用权属表

序号	用海项目	权属人	用海类型	用海方式	用海面积	用海期限	与项目位置关系	使用状况
1	国防武器装备浅表海水环境试验	中国船舶重工集团公司第七二五研究所	特殊用海	开放式用海、非透水构筑物及透水构筑物用海	2.0016 公顷	未过期	项目用海区西北侧，约 11.74km。	已经使用
2	油码头	海南石油太平洋有限责任公司	交通运输用海	构筑物	20.8063 公顷	未过期	项目用海区西北侧，约 10.97km。	已经使用
3	三亚新机场临空旅游产业园项目一期工程	三亚新机场投资建设有限公司	旅游娱乐用海	建设填海造地、构筑物	49.6879 公顷	未过期	项目用海区西北侧，约 9.61km。	已经使用
4	三亚市天涯海角	三亚市交通运	旅游基础	港池、蓄水等	2.5973	未过期	项目用海区北	已经

三亚市东西瑁洲海域国家级海洋牧场示范区创建项目海域使用论证报告书

	海上巴士码头工程项目	输局	设施用海		公顷		侧,约 9.29km。	使用
5	三亚市天涯海角游览区配套旅游娱乐用海项目	三亚市天涯海角旅游发展有限公司	旅游基础设施用海、交通运输用海	浴场、航道用海	114.0798 公顷	未过期	项目用海区北侧,约 7.72km。	已经使用
6	三亚肖旗港游艇码头改扩建工程	三亚西岛旅游开发有限公司	旅游基础设施用海	游乐场、建设填海造地、非透水构筑物及透水构筑物用海	44.6614 公顷	未过期	项目用海区东北侧,约 7.99km。	已经使用
7	红塘湾岸滩修复与防护工程项目	三亚市自然资源和规划局	特殊用海	非透水构筑物、透水构筑物	0.3296 公顷	未过期	项目用海区西北侧,约 10.31km	已经使用
8	三亚湾西段砂质海岸保护修复项目	三亚市自然资源和规划局	特殊用海	透水构筑物	1.9772 公顷	未过期	项目用海区东北侧,约 8.19km。	已经使用
9	西瑁洲旅游娱乐用海	三亚西岛旅游开发有限公司	旅游基础设施、游乐场、浴场用海	非透水构筑物、开放式用海	16.0147 公顷	未过期	项目用海区东北侧,约 3.04km。	已经使用
10	西瑁洲旅游娱乐用海	三亚西岛大洲旅业有限公司	旅游基础设施、游乐场、浴场用海	透水构筑物、开放式用海	15.5201 公顷	未过期	项目用海区东北侧,约 4.22m。	已经使用
11	三亚市水产总公司深水网箱养殖基地项目	三亚市水产总公司	渔业用海	开放式养殖用海	33.36 公顷	未过期	项目用海区东北侧,约 2.27km。	已经使用
12	三亚海宝近海养殖专业合作社深水网箱养殖项目	三亚海宝近海养殖专业合作社	渔业用海	开放式养殖用海	29.739 公顷	未过期	项目用海区东北侧,约 2.39km。	已经使用
13	三亚湾 33.36 公顷深水网箱养殖项目	三亚海珍蛋家渔民专业合作社	渔业用海	开放式养殖用海	33.36 公顷	未过期	项目用海区东侧,约 1.45km。	已经使用
14	三亚湾海洋生态保护修复工程项目	三亚环境投资集团有限公司	渔业用海	人工鱼礁类透水构筑物、开放式养殖用海	116.2367 公顷	待批	项目用海区北侧,紧靠。	未使用
15	三亚湾休闲海洋牧场项目	海南高速公路股份有限公司	渔业用海、旅游娱乐用海	人工鱼礁类透水构筑物、开放式养殖用海等	149.8850 公顷	已批未建	项目用海区西北侧,紧靠。	未使用

图 3.4-3 项目周边海域使用现状图

4 项目用海资源环境影响分析

4.1 项目用海环境影响分析

4.1.1 项目前后潮流场的变化和分析

4.1.1.1 模型控制方程

根据《海岸与河口潮流泥沙模拟技术规范》的要求，建立工程海域二维潮流模型。用有限体积元方法对二维潮流运动基本方程组(如下)进行离散，得到离散方程组，从而得出流速、流向、潮位。考虑滩地随涨、落潮或淹没或露出，采用活动边界技术，以保证计算的精度和连续性。

(1)控制方程

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial(hu)}{\partial x} + \frac{\partial(hv)}{\partial y} = 0 \quad (4.1.1-1)$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = -g \frac{\partial \eta}{\partial x} + A_h \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) - R_b \frac{\sqrt{u^2 + v^2}}{H} u + fv + \tau_{sx} \quad (4.1.1-2)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} = -g \frac{\partial \eta}{\partial y} + A_h \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) - R_b \frac{\sqrt{u^2 + v^2}}{H} v - fu + \tau_{sy} \quad (4.1.1-3)$$

式中： A_h 水平方向扩散系数， η 为平均海面起算的海面高度， u 、 v 为垂向平均流的东、北分量， $H=\eta+h$ 总水深， h 为平均海面起算的水深， f 为体现地球自转效应的科氏参数， R_b 为海底摩擦系数， g 为重力加速度， t_{sx} 、 t_{sy} 为风对自由水面的剪切力在X、Y方向的分量；
 $t_{sx} = f_s r_a u_w \sqrt{u_w^2 + v_w^2}$ ， $t_{sy} = f_s r_a v_w \sqrt{u_w^2 + v_w^2}$
 f_s 为风阻力系数； ρ_a 为空气密度， u_w 、 v_w 风速在X、Y方向的分量。

(2)边界条件和初始条件

①边界条件

在本研究采用的数值模式中，需给定两种边界条件，即闭边界条件和开边界条件。

所谓开边界条件即水域边界条件，可以给定水位、流量或调和常数。对于本次数值模拟方案，计算域外海开边界条件给定潮汐调和常数。

潮汐现象可视作为许多不同分潮周期振动的叠加，分潮振幅(H)和专用迟角(g)只与地点有关，称潮汐调和常数。从理论上讲，分潮的数目是很多的，但大部分影

响不大，一般以 M_2 、 S_2 、 K_1 、 O_1 分潮最大，因此计算域外海开边界选取四个主要分潮 (M_2 、 S_2 、 K_1 、 O_1) 叠加，其值根据历史调查资料计算的调和常数和有关文献提供，并根据部分水文观测站的实测潮位结果进行调整。

所谓闭边界条件即水陆交界条件，计算水域与陆地交界的固边界上 Γ_2 有：

$$\vec{U} \cdot \vec{n} \Big|_{\Gamma_2} = 0 \quad (4.1.1-4)$$

式中： \vec{n} 为固边界法向； $\zeta^*(x, y, t)$ 、 $u^*(x, y, t)$ 和 $v^*(x, y, t)$ 为已知值 (实测或准实测或分析值)。式 (2.3-6) 中的 \vec{U} 为流速矢量 ($|\vec{U}| = \sqrt{u^2 + v^2}$)，其物理意义为流速矢量沿固边界的法向分量为零。

②初始条件

$$\left. \begin{aligned} \zeta(x, y, t) \Big|_{t=t_0} &= \zeta_0(x, y, t_0) \\ u(x, y, t) \Big|_{t=t_0} &= u_0(x, y, t_0) \\ v(x, y, t) \Big|_{t=t_0} &= v_0(x, y, t_0) \end{aligned} \right\} \quad (4.1.1-5)$$

式中： $\zeta_0(x, y, t_0)$ 、 $u_0(x, y, t_0)$ 和 $v_0(x, y, t_0)$ 为初始时刻 t_0 的已知值。

③动边界处理

本模型采用干湿点判断法处理潮滩活动边界，在岸边界处，将邻近计算点的水位等值外推，根据潮滩“淹没”与“干出”过程同潮位变化的相关关系，当水深 $h \leq 0$ 时，潮滩露出，当水深 $h > 0$ 时，潮滩淹没。如果在某一时刻一节点干出，那么将此格点从有效计算域中去掉，同时，对流速做瞬时垂直壁处理，将与此水位点相邻的流速点设置为零流速；如果某个水位点判断为淹没，则将此点归入计算域。为了确保潮流方程不失去物理意义，选取一个最小水深 h_{\min} 作为判断值，若 $h \leq h_{\min}$ ，则认为此格点干出。

(3) 计算域的确定及网格剖分

从满足工程研究需要出发，选定计算域为三亚以南海域。具体范围为：纬度 $16^\circ 46' N$ 至 $17^\circ 40' N$ ，经度 $107^\circ 48' E$ 至 $111^\circ 42' E$ ，东西长约 433km，南北宽约 223km。

本模型采用三角形网格剖分计算区域，三角形网格节点数为 16397 个，三角形个数为 31177 个，相邻网格节点最大间距为 5400m，位于外海边界处；最小间距为 40m，位于项目工程区域附近。网格剖分见图 4.1.1-1 和图 4.1.1-2 (局部放大)。

模型水深和岸线由以下海图确定：2016 年 6 月出版图号为 10016 (香港至海防，

比例尺:1:1000000)海图,2015年3月出版图号为16341(三亚港附近,比例尺:1:25000)海图,2018年出版图号为16170(大洲岛至三亚港,比例尺:1:150000)。项目区域水深由2021年实测的1:500水下地形测量资料插值后取得。所有水深都转化至平均海平面再插值至网格点上,项目区域计算水深分布和网格剖分见图4.1.1-3。

计算域外海开边界条件根据历史调查资料计算的调和常数和有关文献提供,采用分潮(四个主要分潮: O_1 、 K_1 、 S_2 、 M_2)边界,并根据部分水文观测站的实测潮位结果进行调整。由于没有实测风速资料,在此只模拟了计算域内的潮流场。

4.1.1.2 模型的验证

项目附近海区的实测海流资料为2021年4月20日至2021年4月21日,模型的计算时间步长为30s,每隔半个小时输出网格点的水位和流速、流向用于模型的验证。

潮流的验证:本项目工程的水文现状调查设置了4个海流测站(A1至A4,调查站位见图4.1.1-4)。根据实测资料和模型计算结果绘制流向、流速验证曲线如图4.1.1-6~图4.1.1-9。由于实测流速为表层、0.6H、底层共三层,而本模型为二维模型,因此采用垂向平均实测流速、流向资料进行验证。

潮位的验证:潮位资料采用2021年4月20日12:00~2021年4月21日13:00(大潮期)的1个站点(A4站,站点位置图见图4.1.1-4),潮位验证曲线见图4.1.1-5。

根据潮位验证曲线(图4.1.1-5)分析显示,模型计算潮位过程与实测潮位过程吻合良好,潮位验证的平均绝对误差为6.4cm,模型计算潮位基本可以反映实际潮位过程。

根据流速、流向验证曲线(图4.1.1-6至图4.1.1-9)分析显示,模型计算流速、流向与实测流速、流向基本吻合,仅在涨急、落急最大流速过程,模型计算值略小于实测值,这可能与本数值模型未考虑风应力和浅水分潮等因素有关,使得纯潮流作用下的最大流速小于实测最大流速。

综上所述可知,模型计算潮位、潮流流速、流向与实测值基本吻合,验证效果较好,因此,本报告中采用模型基本可以反映工程海域的流场状况,可用于本项目工程的动力场和物质输运分析。

图 4.1.1-1 数学模型计算网格(大范围)

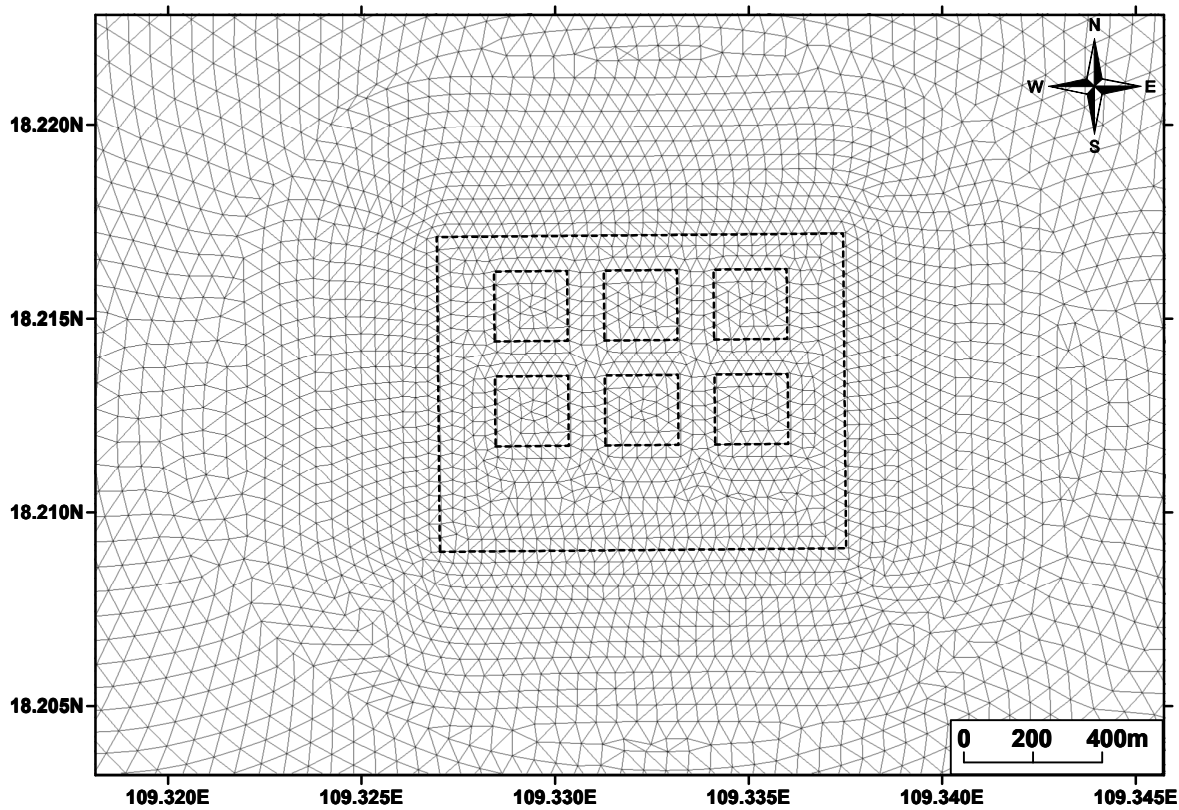


图 4.1.1-2 项目附近网格图 (工程附近局部放大)

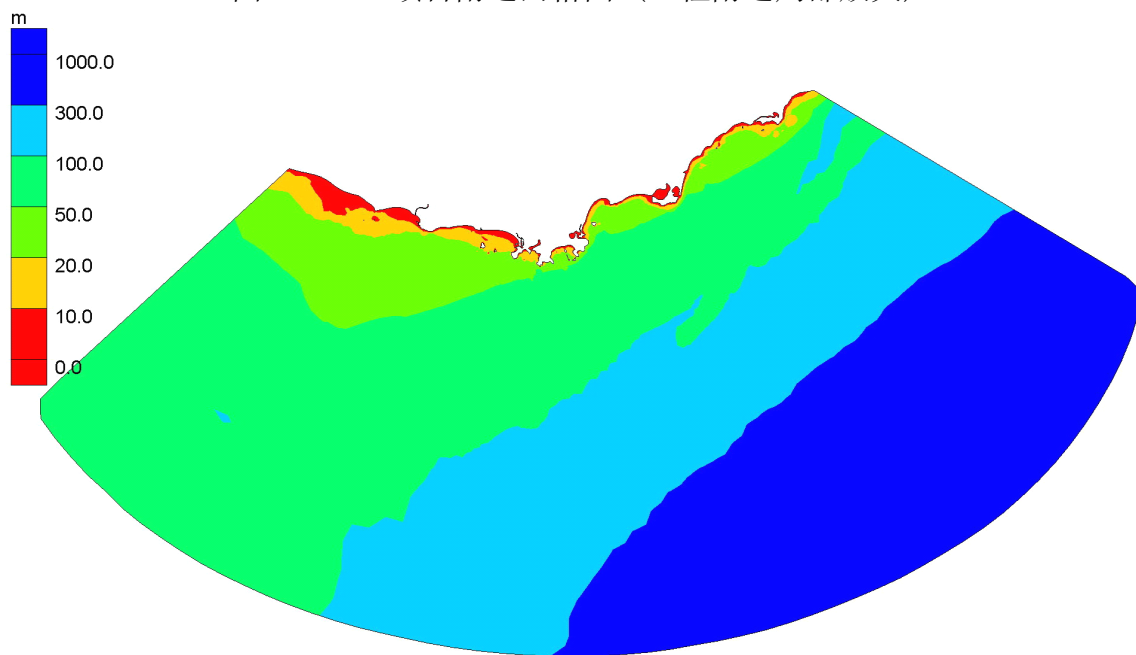


图 4.1.1-3 数学模型计算区域水下地形图

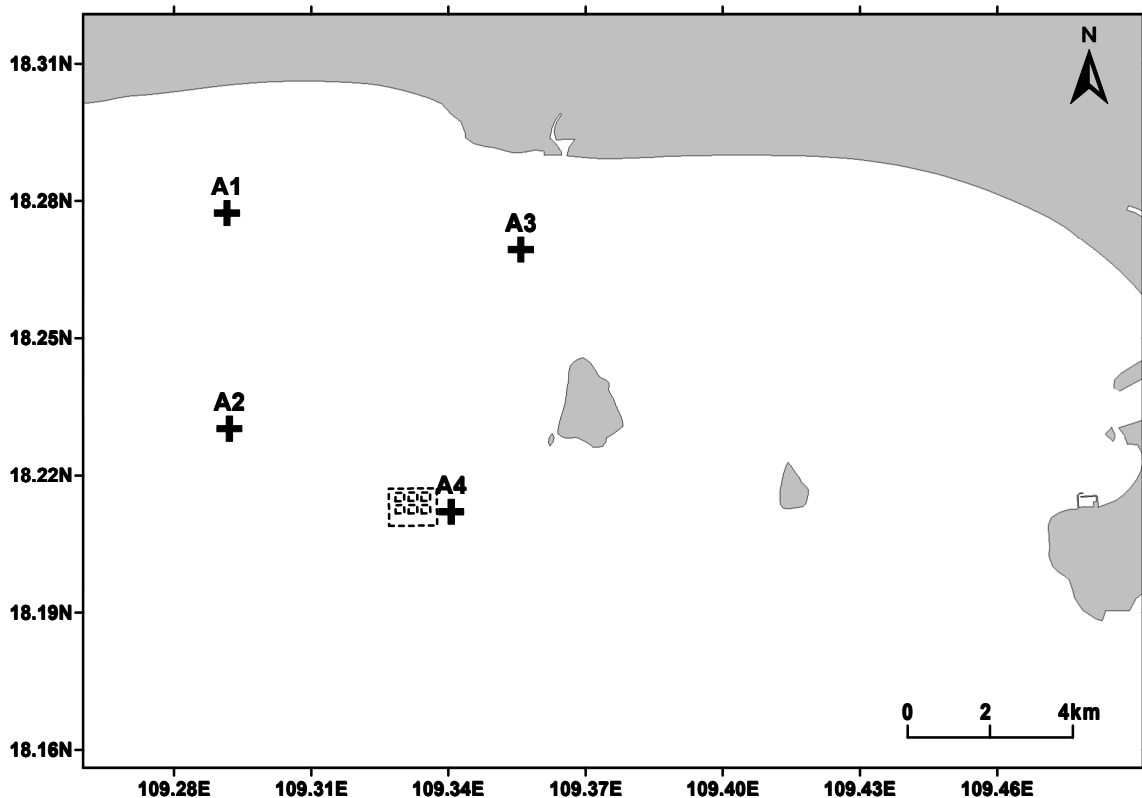


图 4.1.1-4 测流站点和验潮点位置示意图（2021 年 4 月 20-21 日）

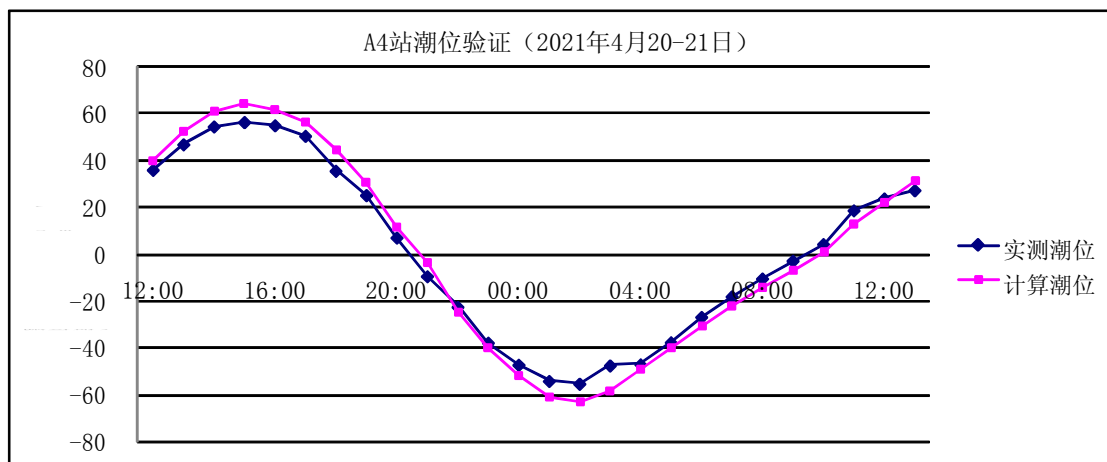


图 4.1.1-5A4 号站潮位验证（2021 年 4 月 20-21 日）

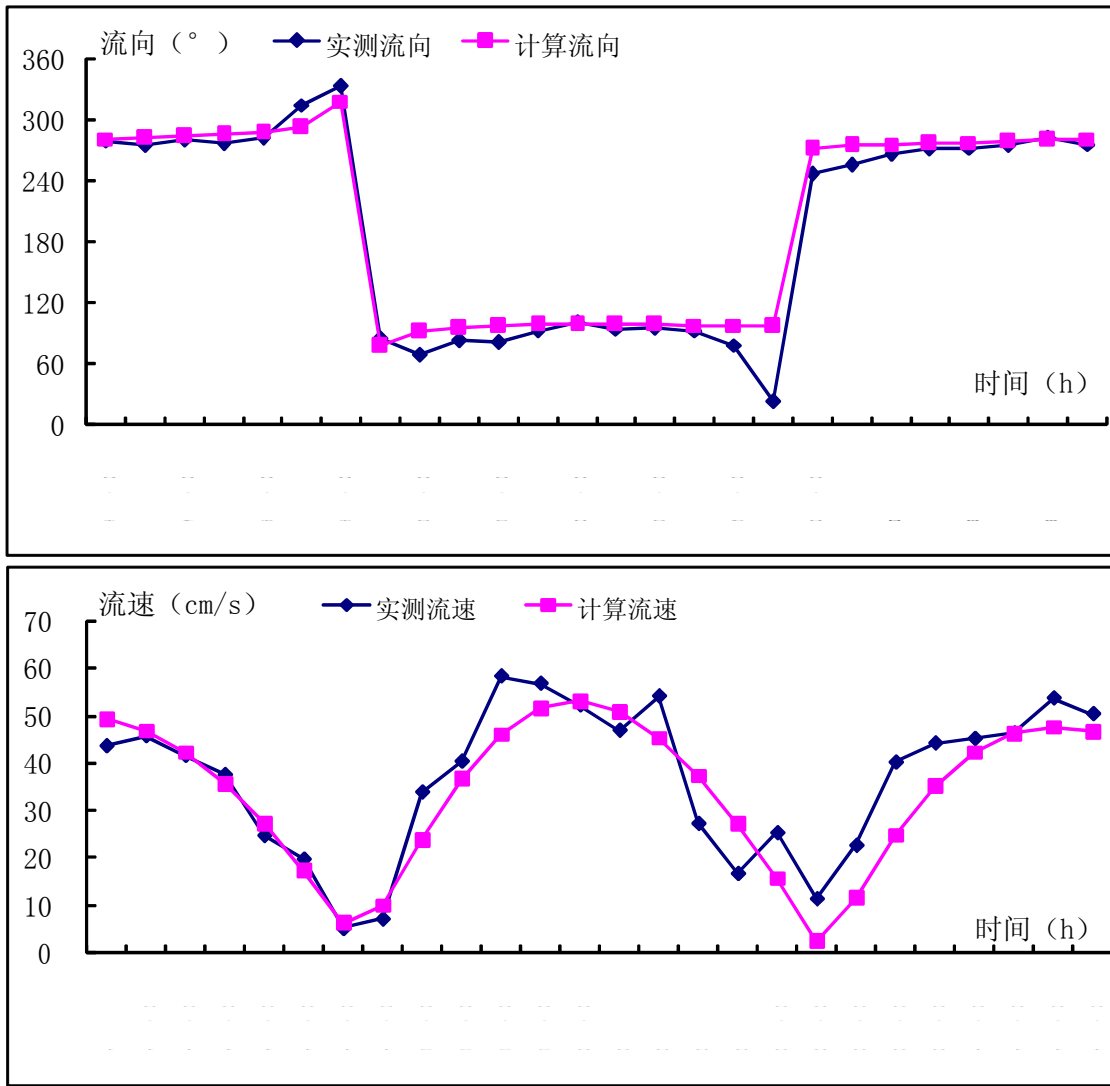
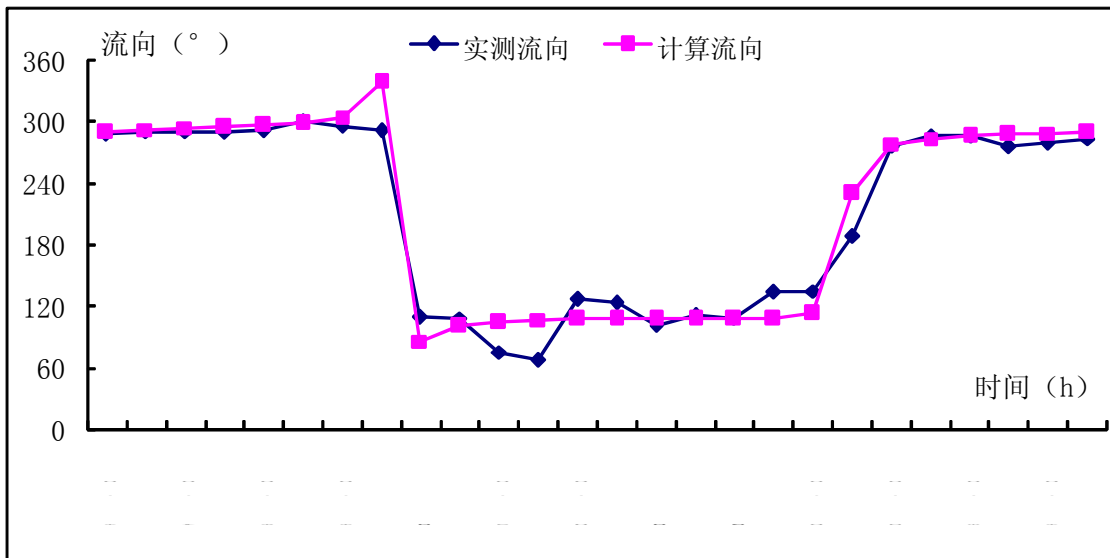


图 4.1.1-6 大潮期，A1 站流速流向验证（2021 年 4 月 20-21 日）



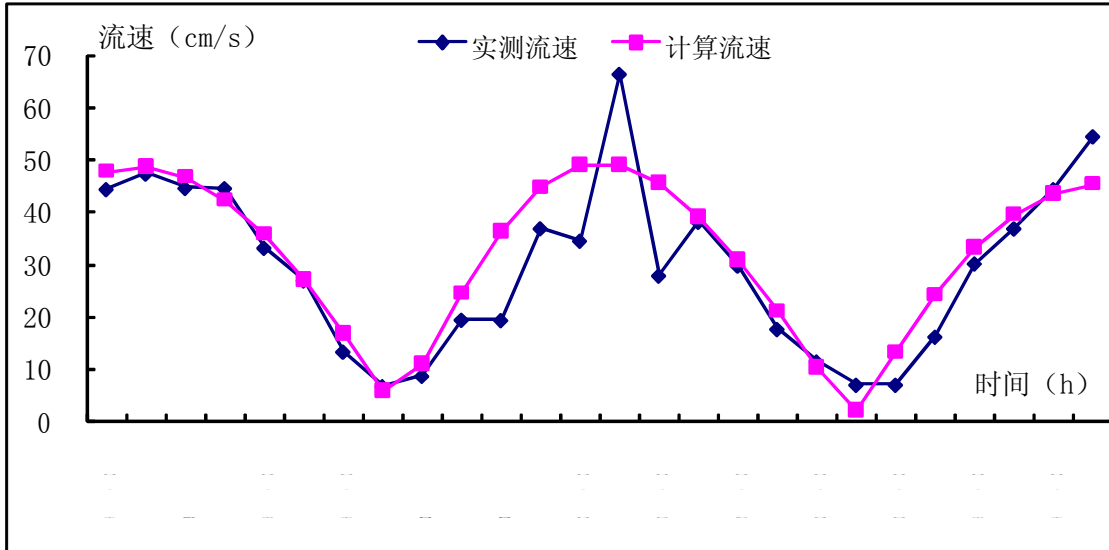


图 4.1.1-7 大潮期，A2 站流速流向验证（2021 年 4 月 20-21 日）

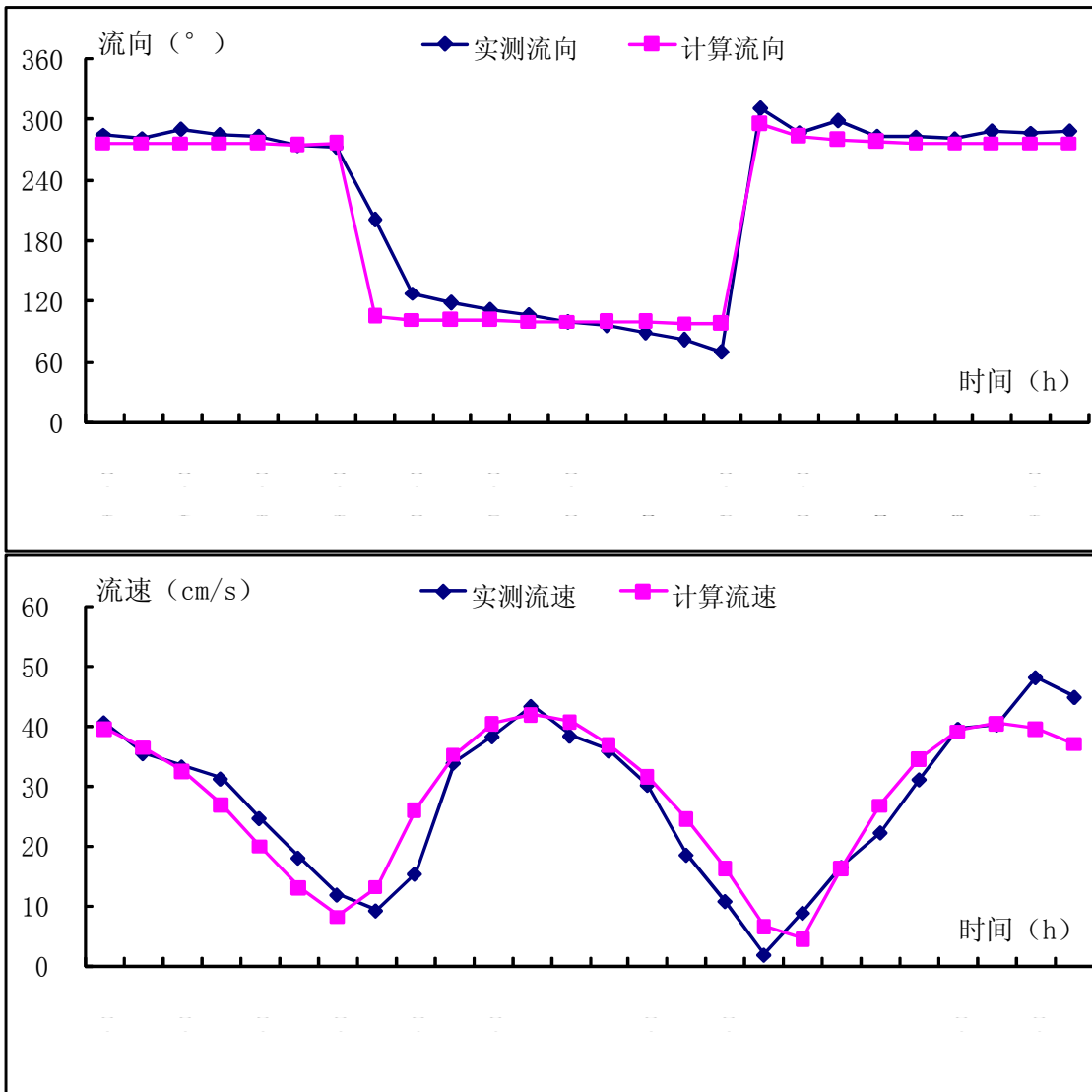


图 4.1.1-8 大潮期，A3 站流速流向验证（2021 年 4 月 20-21 日）

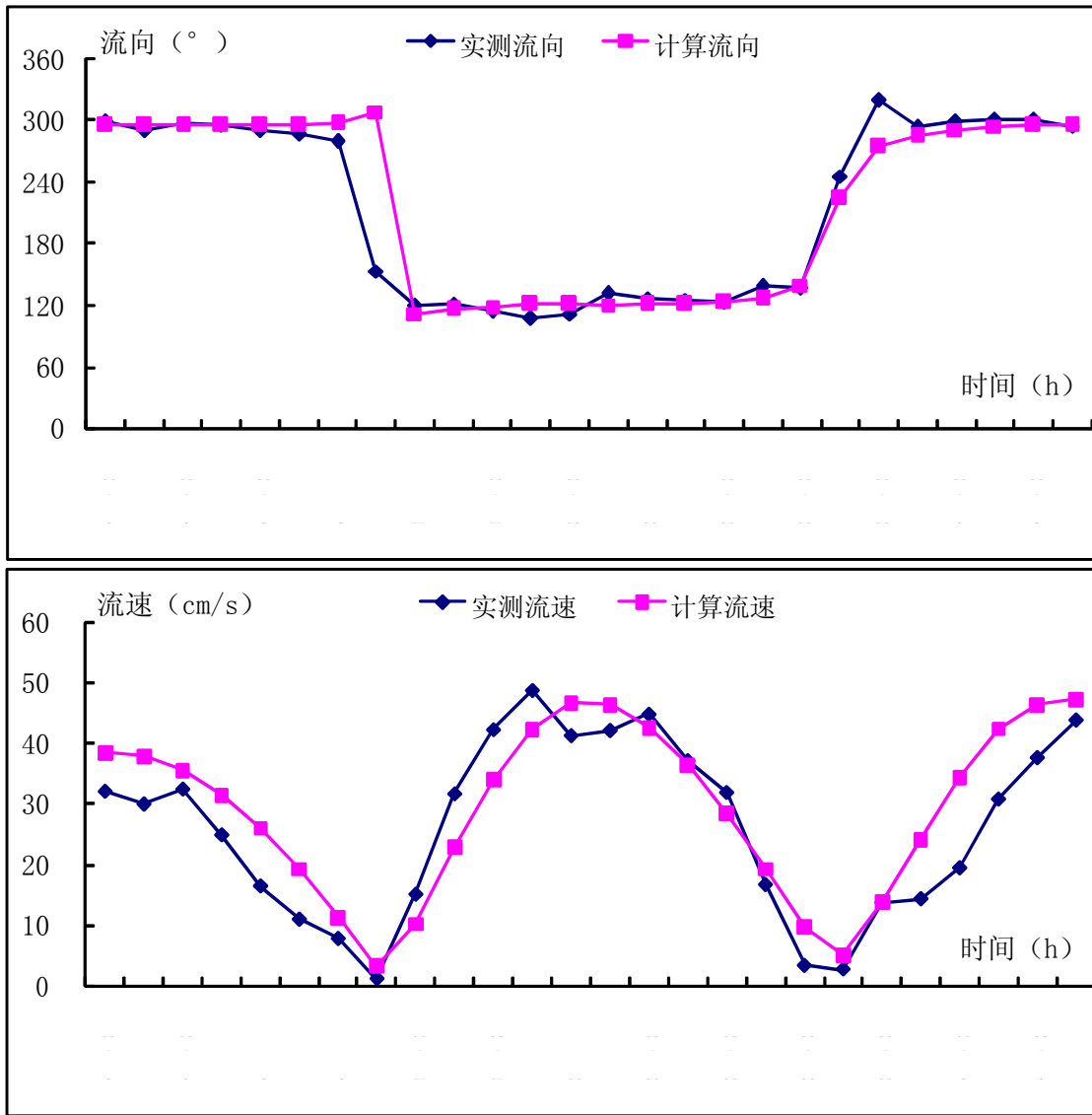


图 4.1.1-9 大潮期，A4 站流速流向验证（2021 年 4 月 20-21 日）

4.1.1.3 工程前后项目区域潮流动力场变化分析

潮位实测期间属于不正规半日潮，潮差为 0.9m 左右（见图 4.1.1-4），在一天之中有两次涨潮和两次落潮，落潮最大流速要大于涨潮最大流速。

本项目拟在三亚湾西岛西南侧建设海洋牧场，投放透水人工鱼礁后将水下地形视为未改变，工程后投放人工鱼礁相当于增大了海底粗糙度，因此将工程后的底摩擦增加进行数值模拟，而水深条件不变。本章节利用已经通过验证的数值模型，预测本项目实施前、后项目海域的水文动力场环境的改变。

为反映项目区域海域潮流特征，本报告给出潮汐动力较强的大潮情况下落急与涨急时刻的潮流特征，工程前后的流场分布见图 4.1.1-10 和图 4.1.1-11。流场的数值计算结果表明：

(1) 本项目拟建海洋牧场所所在的三亚湾西岛附近海域的潮流具有顺时针的环流特征，落急时刻流向为东南方向，涨急时刻为西北方向；涨急时最大流速在 50cm/s 左右，落急时刻最大流速在 55cm/s 左右，落急流速略大于涨急流速。平均流速只有 30cm/s 左右，潮流动力较弱。

(2) 将工程后的流速大小减去工程前的流速绘制工程前后流速大小改变图见图 4.1.1-12，由图 4.1.1-12 可知，工程前后流速的改变值很小，最大改变幅度只有-3cm/s 左右，这是由于人工鱼礁所在的区域水深在 20m~30m 之间，工程后底摩擦增大仅仅改变了底层的流速，在二维平均流速上的改变很小。

总体来说，项目所在的三亚湾西岛西南侧海区潮流动力弱，工程前后流速的改变幅度很小，工程后流速最大减小 3cm/s 左右，流速改变的范围仅限于海洋牧场区及周边的小范围内，对周边的海洋动力环境影响很小。

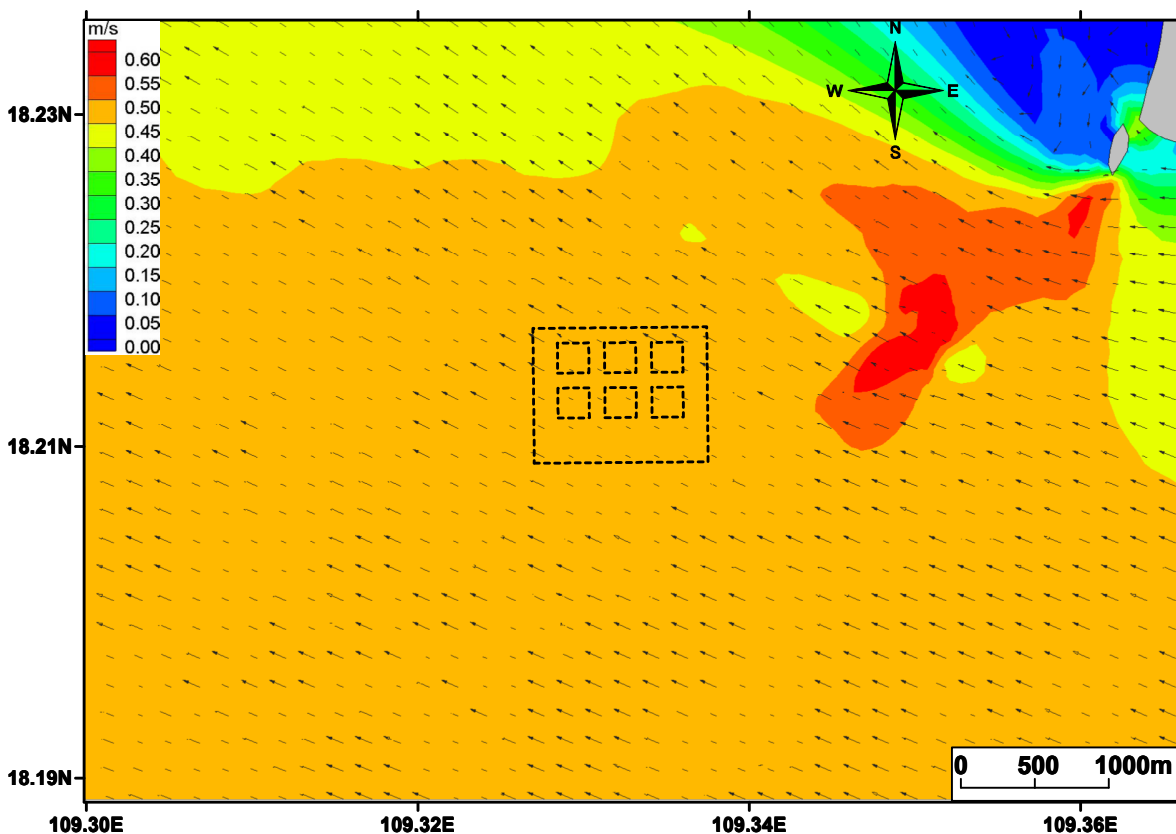


图 4.1.1-10a 工程前涨急流场图

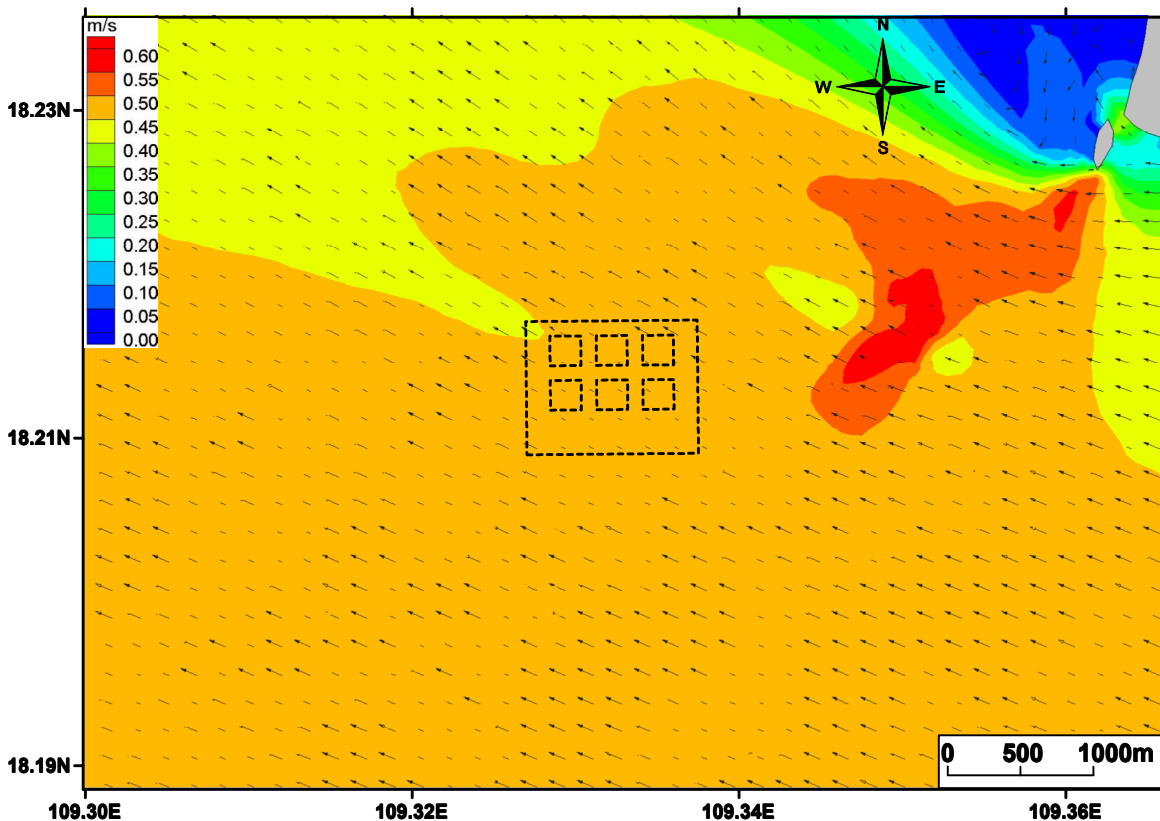


图 4.1.1-10b 工程后涨急流场图

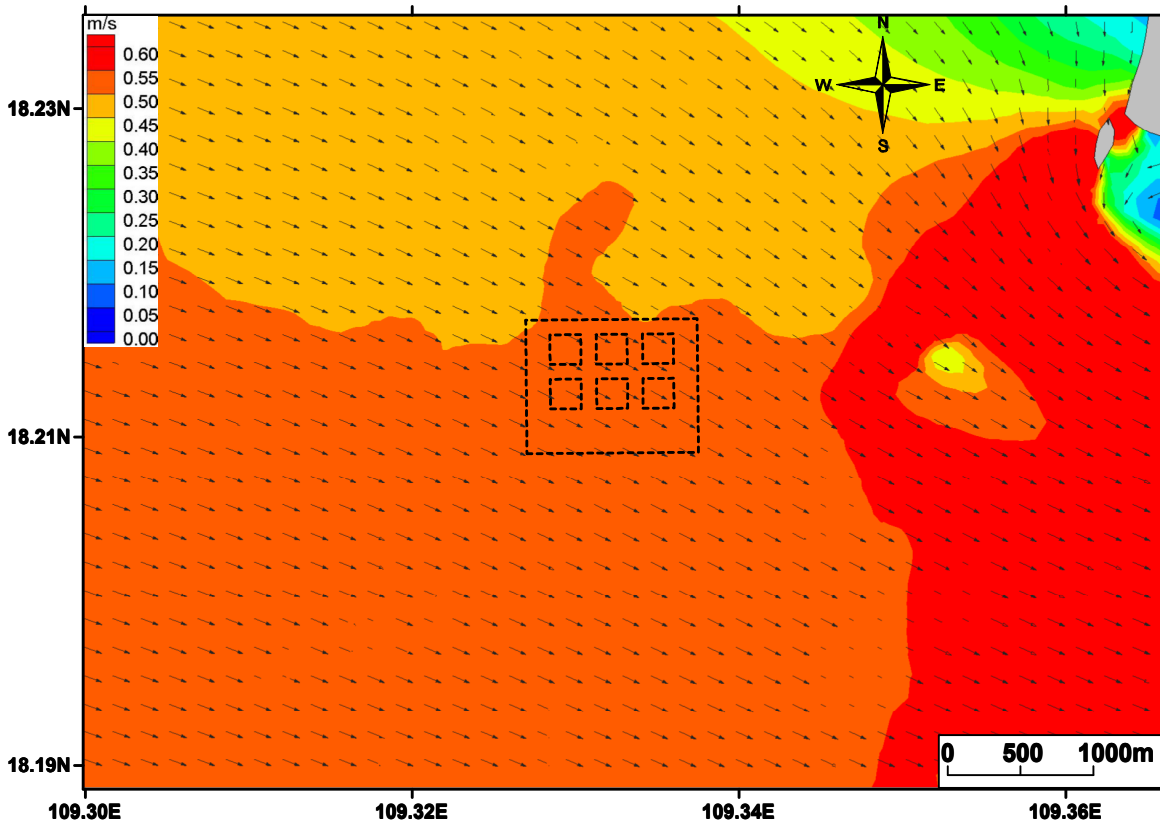


图 4.1.1-11a 工程前落急流场图

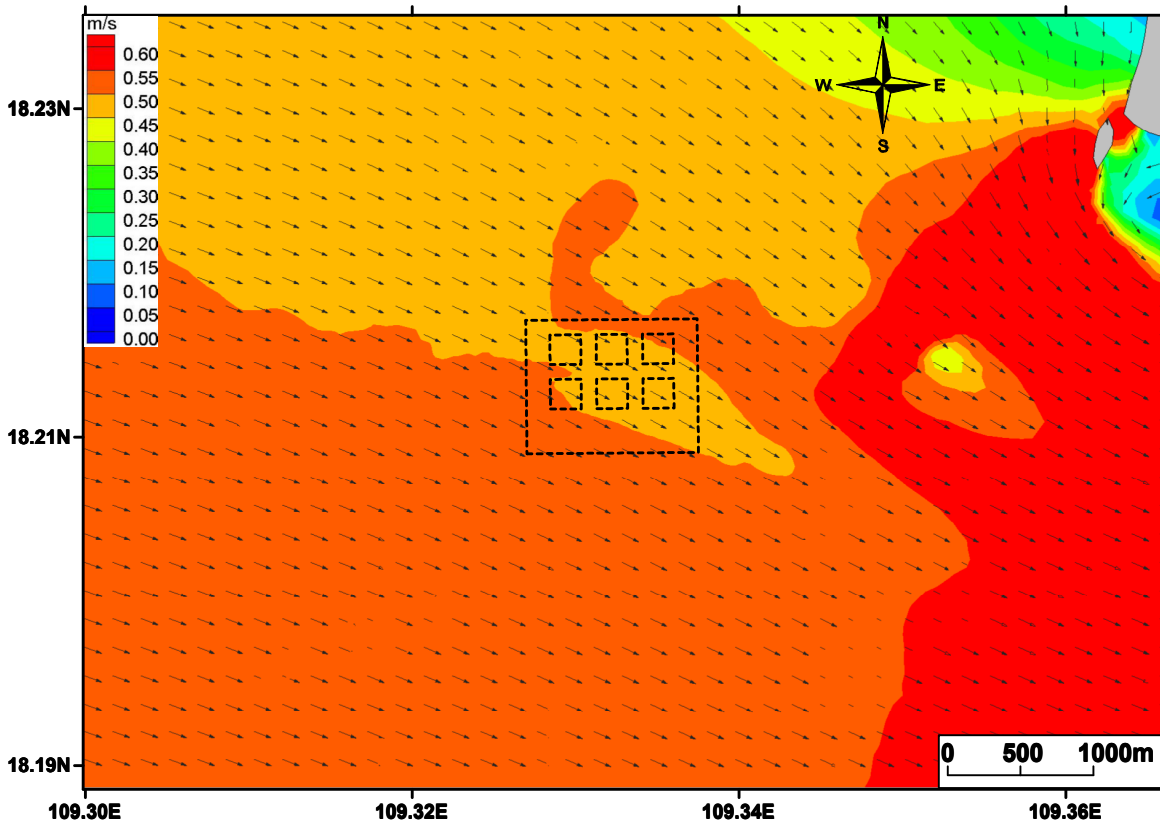


图 4.1.1-11b 工程后落急流场图

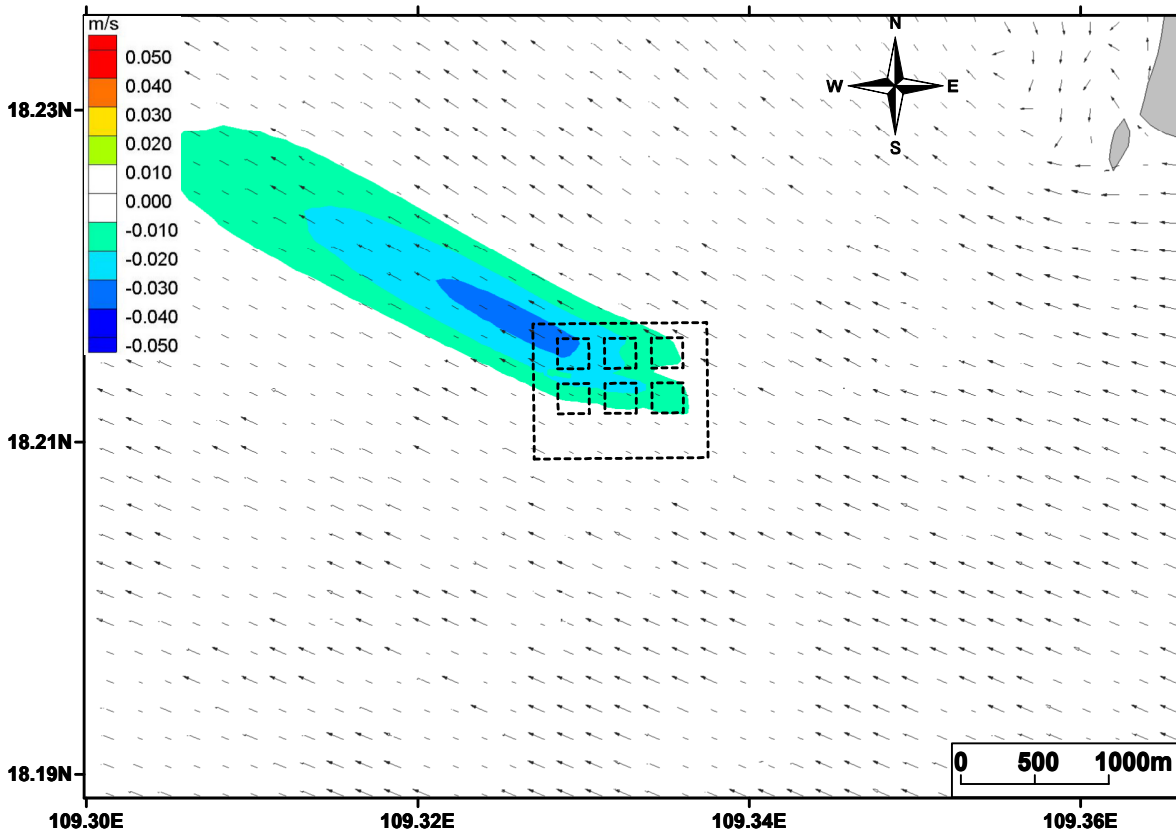


图 4.1.1-12a 工程前后涨急流速改变等值线图

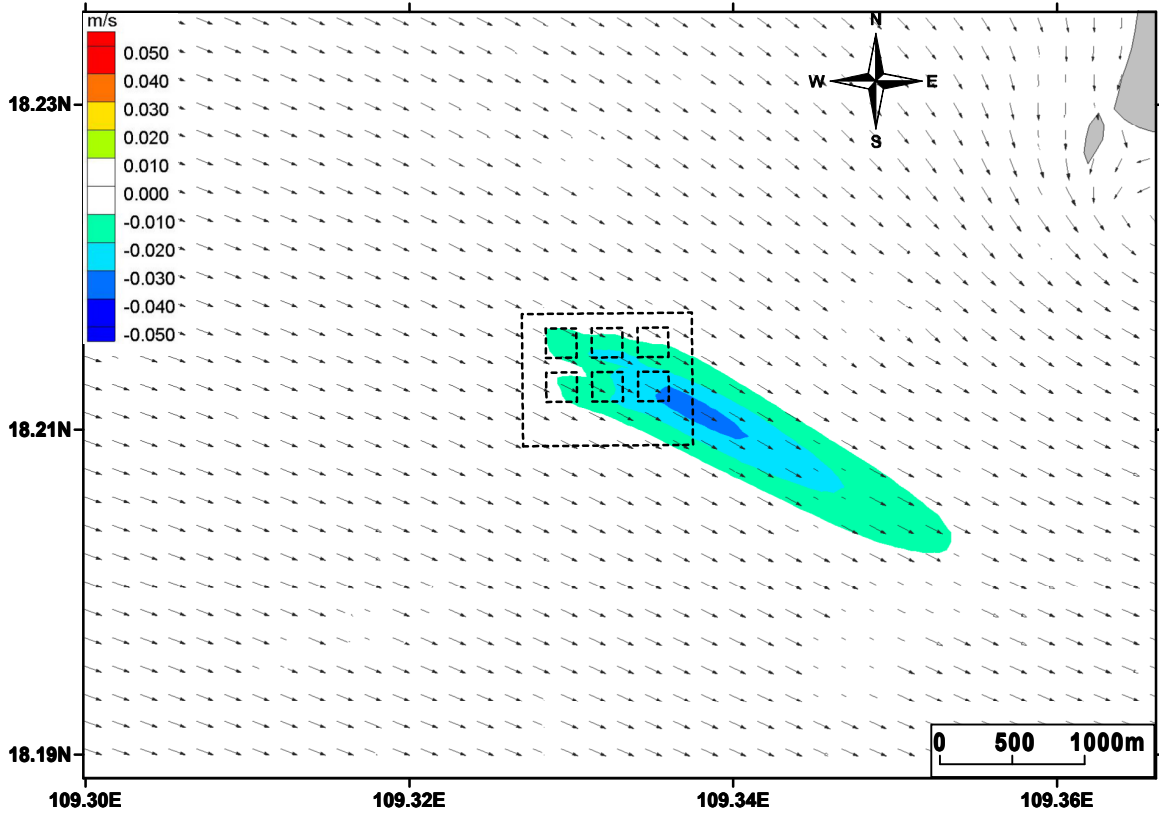


图 4.1.1-12b 工程前后落急流速改变等值线图

4.1.2 项目用海对水质环境的影响分析

4.1.2.1 二维潮流泥沙输运方程

根据《水运工程模拟试验技术规范》(JTS/T231-2021)及有关研究方法,建立工程海域二维潮流泥沙输运扩散模型。用差分方法对二维潮流泥沙输运扩散基本方程组(如下)进行离散,得到离散方程组,根据潮流模型计算出的水位、流速,从而得出在潮流动力作用下的水体含沙量分布。考虑滩地随涨、落潮或淹没或露出,采用活动边界技术,以保证计算的精度和连续性。

二维潮流泥沙输运扩散基本方程:

二维潮流泥沙输运扩散基本方程:

$$\frac{\partial}{\partial t}(hc) + \frac{\partial}{\partial x}(uhc) + \frac{\partial}{\partial y}(vhc) = \frac{\partial}{\partial x}\left(h \cdot D_x \cdot \frac{\partial c}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(h \cdot D_y \cdot \frac{\partial c}{\partial y}\right) - F \cdot h \cdot c + S \quad (1-1)$$

式中: c 为污染物浓度; u 、 v 为 x 、 y 方向的速度分量 (m/s); h 为水深 (m); D_x 、 D_y 为 x 、 y 方向的扩散系数 (m^2/s), 悬沙紊动扩散系数 D_x 和 D_y 可取与相应的水流紊动粘性系数 N_x 、 N_y 相同数值, 其取值范围为 $2 \sim 10 m^2/s$, 本模型取 $5 m^2/s$; F 为衰减系数 (

$\frac{dc}{dt} = F \cdot c$); S 为源漏项 ($\text{m}^3/\text{s}/\text{m}^2$); u、v 和 h 由水动力模型提供。

采用三阶有限差分格式进行离散，上述解的定解条件为：

初始条件： $C(x, y, 0) = C_0$ ；

陆边界条件： $\frac{\partial C}{\partial n} = 0$ （沿法线方向的浓度梯度为零）；

水边界条件： $C(x_0, y_0, t) = 0$ （流入）、 $C(x_0, y_0, t) = \text{计算值}$ （流出）。

(2) 数值方法

将一个时间步长分为两个半步长，在每个半时间步长内，依下述求解过程计算潮位及 x，y 方向流速。离散差分方程如下：

前半步长：

$$As1S_{i-1,j}^{n+\frac{1}{2}} + Bs1S_{i,j}^{n+\frac{1}{2}} + Cs1S_{i+1,j}^{n+\frac{1}{2}} = Ds1 \quad (1-2)$$

后半步长：

$$As2S_{i,j-1}^{n+1} + Bs2S_{i,j}^{n+1} + Cs2S_{i,j+1}^{n+1} = Ds2 \quad (1-3)$$

上式中 As1, Bs1, Cs1, Ds1, As2, Bs2, Cs2, Ds1, Ds2 为已知系数。

4.1.2.2 悬浮泥沙(SS)影响分析

● 悬浮物排放源强和模拟工况

在人工鱼礁的投放过程中，鱼礁触底将会掀起部分海底泥沙，其过程与人工岛围堰抛石类似，因此，在此参考人工岛围堰抛石的计算方法进行人工鱼礁投放过程中的悬浮泥沙估算。

人工鱼礁抛石产生的水体悬浮泥沙为礁体投放时扰动底床产生的悬浮泥沙。本项目海洋牧场礁体投放总量为 32460m^3 ，工程区底质为细砂，细颗粒的沉积物较少，抛石过程中搅动产生的悬浮泥沙量按礁体投放量的 1% 计，为 324.6m^3 。以每天施工 8 个小时计，礁体投放施工时间以 3 个月计，悬浮泥沙干容重取 $800\text{kg}/\text{m}^3$ ，则礁体投放工序产生的悬浮泥沙量约为 $0.10\text{kg}/\text{s}$ 。

悬浮泥沙的扩散范围和方向受水动力的影响，不同的水动力条件下其扩散范围和方向不同。在此选取一个完整的全潮周期（8 天）进行模拟。人工鱼礁礁体投放的模拟源点位于海洋牧场鱼礁区，6 个区域共设置 48 个人工鱼礁礁体投放源点。48 个源点位置见图 4.1.2-1。另外，在此仅考虑人工鱼礁礁体投放产生的悬浮泥沙增量的影响，因此，潮流

对底床作用产生的泥沙将不计算。

悬沙扩散计算工况：

人工鱼礁礁体投放引起的悬沙扩散源点为海洋牧场鱼礁区，单个源点的源强为 0.144kg/s；

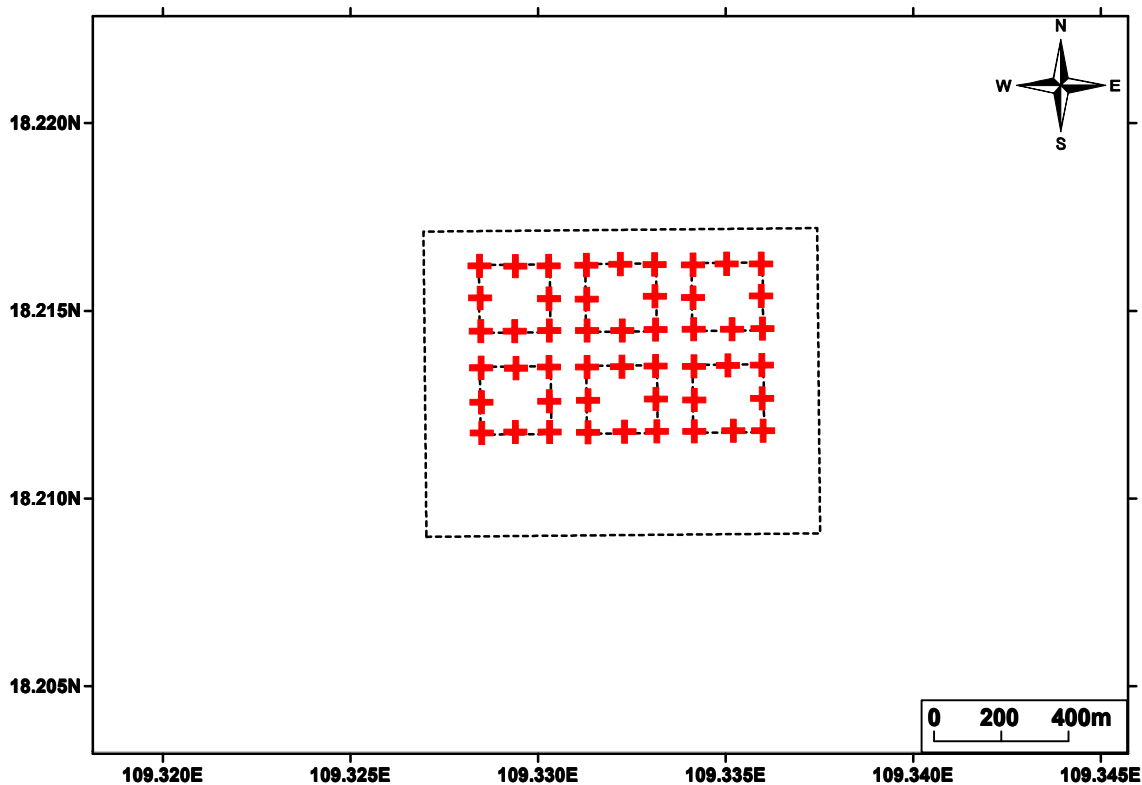


图 4.1.2-1 悬浮泥沙源点位置示意图

● 悬浮物分布的计算结果及分析

图 4.1.2-2 是大中小潮全潮周期内悬浮物扩散达到平衡后的最大浓度增值包络线分布图。泥沙的扩散除了自身的沉降外，主要受到潮流输运作用的影响，因此泥沙的扩散方向基本与潮流方向相同，悬沙扩散范围顺着水流方向呈长条型分布。

从图 4.1.2-2 可以看出，由于项目所在海区流速较小，悬浮物扩散缓慢，悬浮泥沙增量影响的水域面积统计见表 1-1。

人工鱼礁礁体投放过程中各源点叠加悬浮泥沙增量大于 10mg/L（超 I、II 类海水水质）、大于 20mg/L、大于 50mg/L、大于 100mg/L（超 III 类海水水质）、大于 150mg/L（超 IV 类海水水质）的海域面积最大值分别为 0.468 km²、0.163 km²、0.0 km²、0.0km²、0.0km²。

由扩散面积可见礁体投放过程中引起的悬浮泥沙影响很小，未出现超 III 和 IV 类水体；超 I 类、II 类海海水质的面积也很小，最大面积只有 0.468km²，悬浮泥沙的扩散范围

仅局限于海洋牧场周边的小范围内。

需要指出的是，上述计算结果是在未采取任何防护措施的情况下得出的，如在施工过程中采取一定的措施，比如可视悬浮物扩散情况，在礁体投放时设置防污帘，可以最大限度的控制 SS 扩散范围，缩短影响时间。此外，施工过程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（2 个小时以内）也就结束。

表 4.1.2-1 悬浮泥沙（SS）增量包络面积（km²）

浓度 分区	>10mg/L (超 I、II 类水质)	>20mg/L	>50mg/L	>100mg/L (超 III 类水质)	>150mg/L (超 IV 类水质)
代表源点 1	0.011	0.002	0.0	0.0	0.0
代表源点 2	0.010	0.001	0.0	0.0	0.0
代表源点 3	0.012	0.002	0.0	0.0	0.0
24 个源点叠加	0.468	0.163	0.0	0.0	0.0

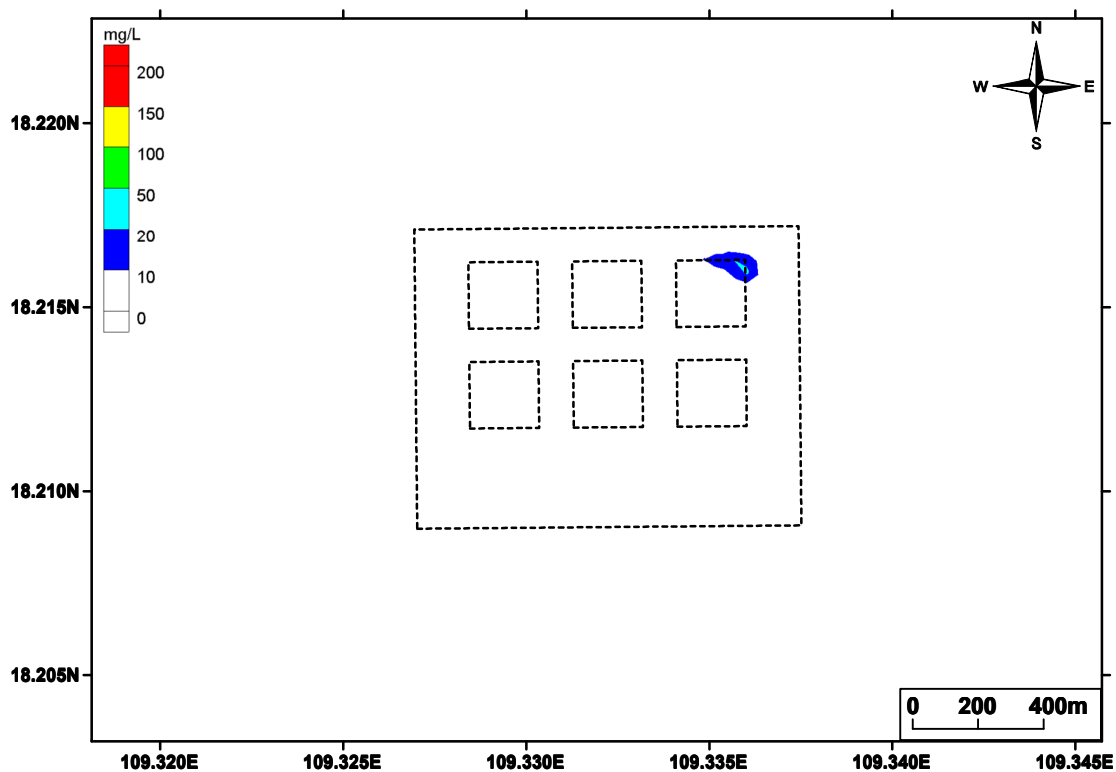


图 4.1.2-2a 悬浮物扩散包络范围（代表源点 1）

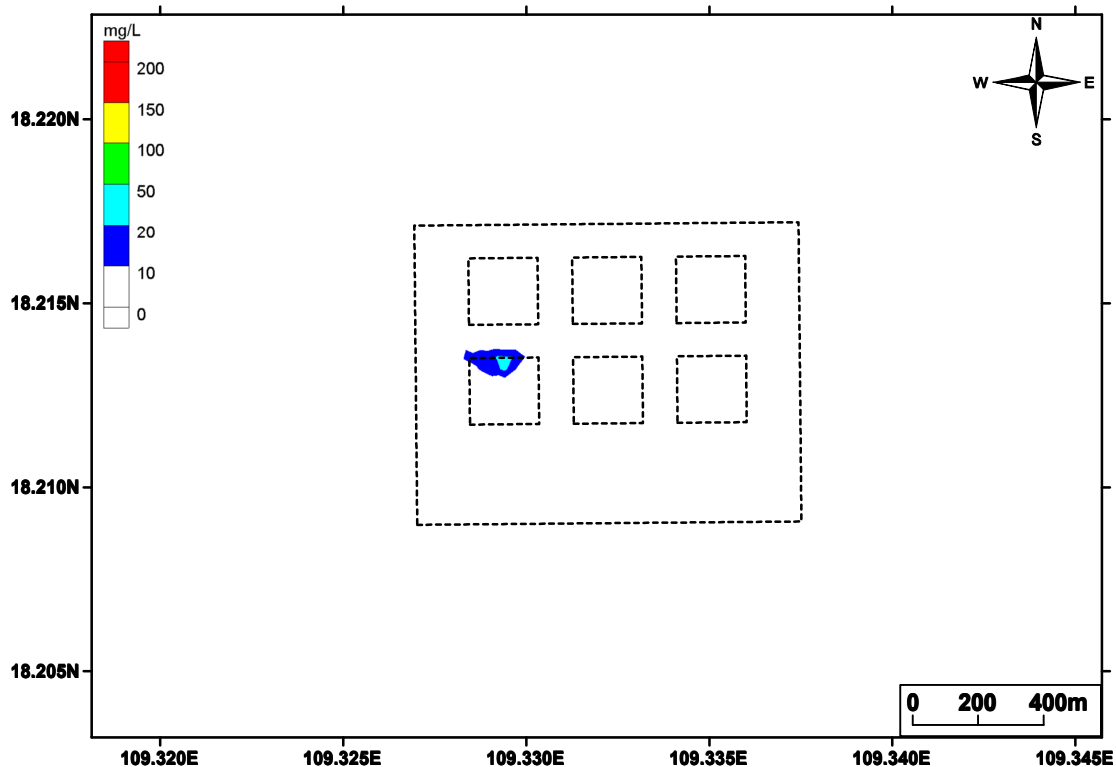


图 4.1.2-2b 悬浮物扩散包络范围（代表源点 2）

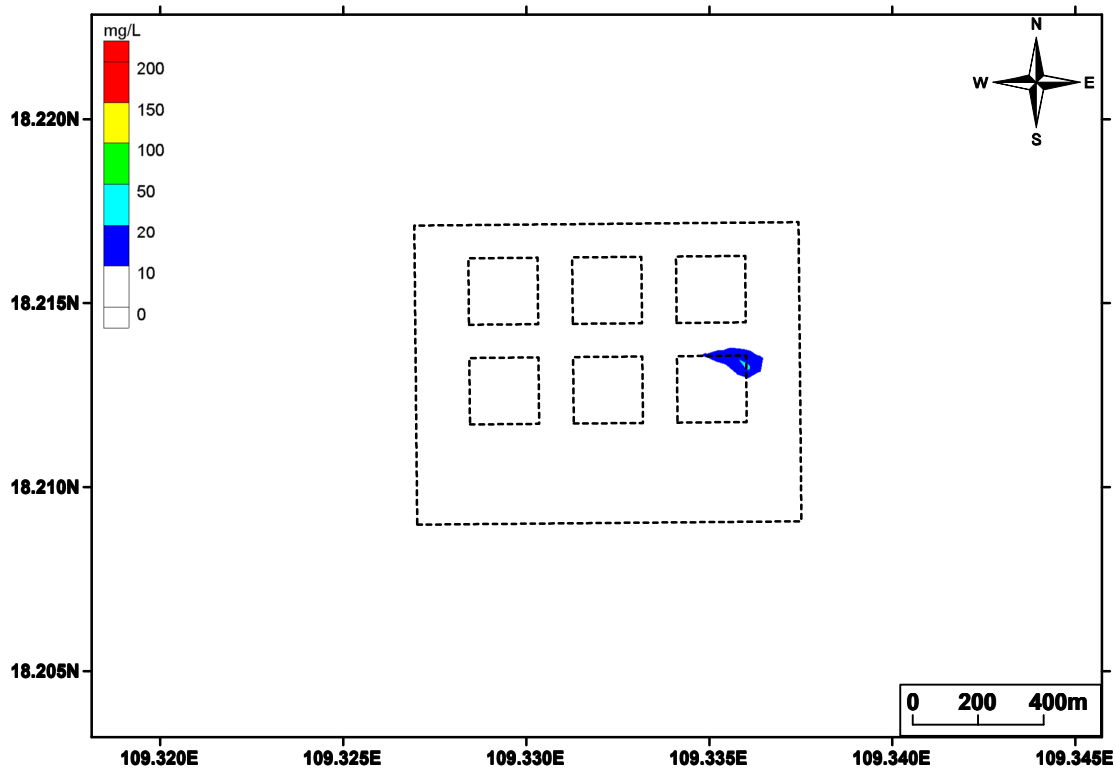


图 4.1.2-2c 悬浮物扩散包络范围（代表源点 3）

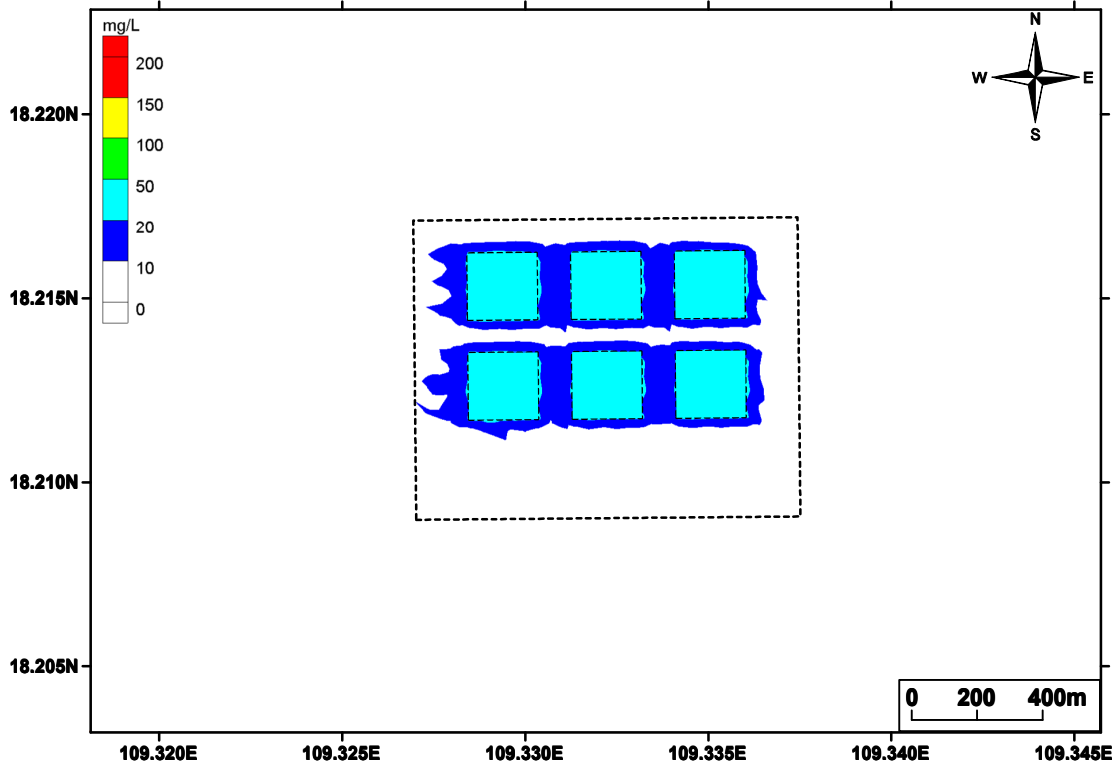


图 4.1.2-2e 悬浮物扩散包络范围（24 个源点叠加）

4.1.3 工程前后底床冲淤变化

4.1.3.1 计算公式

根据 2017 年水文测验的同步分层悬沙采样分析结果：

统计分析结果表明：X1 号站潮周期平均浓度 35.0mg/l；X2 号站潮周期平均浓度 32.8mg/l；X3 号站潮周期平均浓度 34.9mg/l。

悬沙含量的分布特征为：项目海域总体含沙量较低。各站悬浮泥沙垂向浓度分布大体随水深增加浓度增大趋势。

为了定量地研究本项目工程完成以后周边近岸区的泥沙回淤情况，在完成潮流数值计算以后，对于泥沙的淤积影响进行计算分析。回淤强度的计算采用公式（1-7）进行计算：

$$p = \frac{\alpha s \omega t}{\gamma_d} \left[1 - \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^{2m} \right] \quad (1-7)$$

式中， ω 为泥沙沉速，单位 m/s，根据 2017 年实测悬沙含量和粒度分析资料，三亚湾所在海域所含悬沙为粘土质粉砂和粉砂，平均粒径为 0.012mm，在此取粘土质粉砂的沉速为 0.05cm/s。

4.1.3.2 计算参数的确定

α 为沉降几率，取 0.67；

t 为年淤积历时，单位取秒 (S)，一年即为 31557600 秒；

S 为水体平均悬沙含量，取 6 个站的平均悬沙含量 32.6mg/L，即 0.0326kg/m^3 ，单位： kg/m^3 ；

γ_d 为泥沙干容重，按照公式 $\gamma_d = 1750 \times D_{50}^{0.183}$ 计算，单位为 kg/m^3 ， D_{50} 为泥沙中值粒径；

V_1 , V_2 分别为数值计算工程前、工程后全潮平均流速，单位为 m/s，全潮平均流速的取值采用流速大小绝对值的平均值；

M 根据当地的流速与含沙量的关系近似取作 1。

根据以上的设定和潮流数值模拟计算的结果，计算得到工程后采砂坑内泥沙每年回淤强度情况，绘制出冲淤强度等值线图(图 4.1.3-1) (-表示淤积，+表示冲刷)。

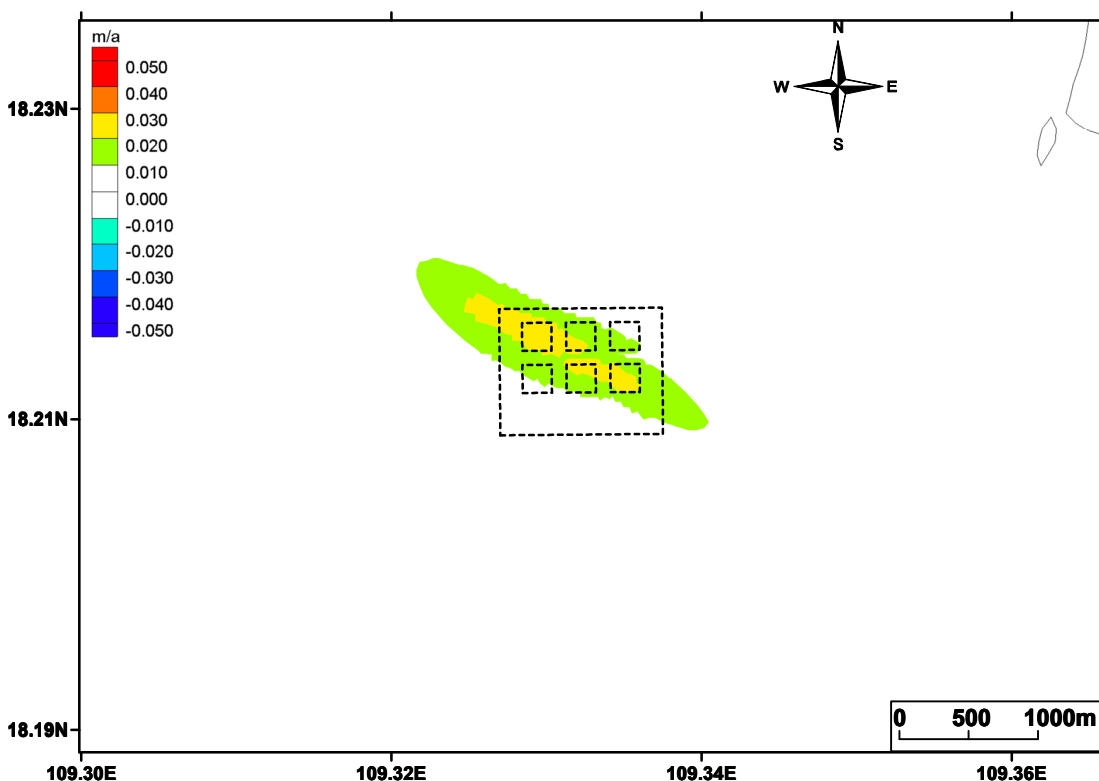


图 4.1.3-1 项目工程附近冲淤图

4.1.3.3 计算结果分析

由图 4.1.3-1 可以看出，海洋牧场建设完成后，由于人工鱼礁礁体增大了海底摩擦系数，使得海洋牧场建设区的流速略有减小，因此，泥沙将在海洋牧场建设区落淤，但由流速改变幅度很小，海水悬沙含量也小，因此海洋牧场区的年淤积强度最大值也只有

0.03m/a，即 3cm/a 左右。

因此，总体而言，本项目工程后引起冲淤的范围较小，主要集中在海洋牧场建设区，冲淤幅度也较小，最大值在±3cm/a 左右。

4.2 项目用海生态影响分析

4.2.1 施工期对海域生态的影响分析

本项目施工期间对海洋生物将产生直接和间接的影响，一是投放的人工鱼礁会占用部分底栖生物生境，直接损毁底栖生物资源；二是海上施工时产生的悬浮泥沙、噪声和振动对海洋生物及其生境造成的间接影响。

(1) 人工鱼礁占用海域对海域生态的影响分析

本项目计划投放人工鱼礁 702 个，为长方体箱型结构，尺寸为 3.4m(长)×3.4m(宽)×4.0m(高)，每个人工鱼礁投放需占用海底面积 4.64m²，项目共利用海底面积 3257.28m²，该区域内的底栖生物将被直接损毁，影响是直接的、长期的。

人工鱼礁投放海中后，形成新的生态环境，其周围流速变化，产生“冲淤”现象，即人工鱼礁根部流速较快区域的海底地质变粗，流速减弱处细沙堆积引起局部海底形态的改变，由于许多底栖生物的分布对泥沙粒径有选择性，所以底泥粒径的变化对底栖生物，特别是环节动物的分布产生了影响。

同时，人工鱼礁本身就是为附着生物提供基质的，随着附着生物在人工鱼礁表面着生，周围的底栖生物和浮游生物的种类、数量、分布发生变化，而这些动物又成为鱼类的食物，为新的动物群落奠定了基础。

(2) 施工悬浮泥沙对海域生态的影响分析

人工鱼礁投放过程中，会引起附近的悬浮物增加。但是，由于每个人工鱼礁的投放需要定位后由绳子连接吊投，该过程比较缓慢，人工鱼礁主要与底质表层接触，故投放过程中对泥沙扰动较小，悬浮泥沙主要在底部扩散，因此产生的悬浮泥沙浓度小。

而且人工鱼礁都是一个投放完毕再投放下一个，实际产生的悬浮泥沙量和扩散范围会远小于 4.1.2 节计算的悬浮泥沙产生量和扩散范围。相较于该海域悬浮泥沙的本底浓度，人工鱼礁投放产生的悬浮泥沙不会对周边海域生态环境造成明显影响。

4.2.2 运营期对海域生态的影响分析

项目人工鱼礁投放后，运营期主要是自然增殖开放式养殖活动，不产生污染物，对海域生态没有不利影响。

目前过度捕捞导致渔业资源日渐枯竭，一些优质鱼类几乎绝迹，代之而起的是一些个体小、寿命短的劣质种类。这就表明，近海的海洋生态结构已经遭到严重的破坏。由于资源枯竭，渔船无法维持出海生产成本。在没有成鱼可捕的情况下，渔民把渔网加密，进入幼鱼保护区违规作业，以谋生计。因此，破坏近海生态环境的渔业行为还在不断加剧。在这种情况下，单靠渔政执法难以控制局面，必须实行重大的渔业结构调整措施，大幅度降低捕捞强度，朝着海洋牧场化方向发展，实现渔业资源的持续利用。

项目运营期通过自然增殖、休闲渔业养殖等方式可实现渔业资源的自然增殖和人工增殖，在环境容量允许的前提下，可提升所在海域的渔业资源密度，改善渔业环境，实现渔业资源恢复和增殖，对所在海域的海洋生态环境具有一定的正面效应。

4.3 项目用海资源影响分析

4.3.1 对海洋空间资源的影响

本项目论证范围内的自然资源主要有港口资源、岛礁资源、旅游资源、珊瑚礁资源和渔业资源。本项目用海不占用港口资源和岛礁资源，但项目施工需要依托南山港等港口来进行人工鱼礁预制、存放等活动。项目申请用海总面积 100.0000 公顷，即会占用海洋空间资源 100.0000 公顷，对该海域其它开发利用活动具有排他性。

4.3.2 对滨海旅游资源的影响

本项目位于“三亚湾农渔业区”内，北距天涯海角景区约8.3km，东距西瑁洲约3.1km，未占用景区资源。项目实施后，项目周边海域的水体仍能保持一类海水水质，满足本项目旅游娱乐用海所需水质要求。由于距离周边景区较远，不影响周边景区开展海上旅游娱乐用海活动。项目距离三亚湾和西瑁洲较远，项目实施后对三亚湾和西岛景区的海上景观影响较小。由于本项目在结合人工鱼礁增殖放流的同时，后续还开展海上观光、垂钓、潜水等休闲旅游娱乐项目，一方面是依托三亚湾东西瑁洲海洋牧场秀丽的海上风光，发展海上旅游线路，另一方面可以为三亚湾、西瑁洲等周边景区提供新颖的休闲渔业和海上观光旅游项目，因此本项目的开展与周边景区是互惠互利的。

4.2.3 对珊瑚礁生态的影响分析

本项目所在区域无珊瑚礁，距离最近的珊瑚生长区为项目东侧的三亚珊瑚礁国家级自然保护区的东西瑁洲片区，本项目用海边界距离保护区边界最近距离为 1.1km。根据数模计算结果，项目施工期产生的超 I、II 类水质 (>10mg/L) 的悬浮泥沙距离未超出本项目用海范围，未扩散到西瑁洲珊瑚生长区；项目建设后潮流场、波浪场主要在工程区域发生改变，工程后流速最大减小 3cm/s 左右，未影响到西瑁洲珊瑚生长海域；运营期不产生污染物。可见，由于本项目距离珊瑚生长区较远，施工期产生的悬浮泥沙、项目建设对周边潮流场、波浪场的改变以及运营期都不会影响到西瑁洲珊瑚资源及其生境。

4.3.4 对海洋渔业资源的影响

本项目用海对海洋生物资源的影响主要为人工鱼礁投放导致底栖生物的直接损失。施工产生的悬浮物浓度和扩散范围都很小，可忽略其对浮游生物、游泳生物和鱼卵仔鱼的影响导致的间接损失。项目实施后通过人工鱼礁和自然增殖、养殖等方式可实现渔业资源的自然增殖和人工增殖，提升所在海域的渔业资源密度，改善渔业环境，有利于渔业资源恢复和增殖。

4.3.5 生物资源损失估算

本项目用海对海洋生物资源的影响主要为人工鱼礁投放导致底栖生物的直接损失，以及施工产生的悬浮物对浮游生物、游泳生物和鱼卵仔鱼的影响导致的间接损失。

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T 9110-2007) (以下简称《规程》) 进行本项目生物资源损失补偿计算。

4.3.5.1 人工鱼礁占用海域底质造成底栖生物资源损失量计算

人工鱼礁投将占用该区域部分底栖生物生境，按以下公式进行计算：

$$W_i = D_i \times S_i$$

式中： W_i 为第 i 种生物资源受损量，单位为尾、个或千克 (kg)，此处仅考虑潮间带生物、底栖生物资源受损量； D_i 为评估区域内第 i 种生物资源密度，单位为尾/km² 或个/km² 或千克 (kg)/km²，此处为底栖生物的平均生物量； S_i 为第 i 种生物占用的渔业资源水域面积，单位为 km²，此处为人工鱼礁占用的海底总面积。

本项目人工鱼礁投放将直接占用海底面积为 3257.28m²。本项目所在海域水深在-25~-30m，只考虑底栖生物资源的受损量，根据对该海区的海洋生物现状调查结果及评价，项目所在海域的底栖生物生物量相对较高，平均生物量为 17.64g/m²。

则人工鱼礁投放占用海域底质造成底栖生物资源损失量为：
3257.28m²×17.64g/m²=57.46kg。

底栖生物按成体生物处理，商品价格按照当地经济贝类市场价格计算（20 元/kg，保守价格），则本项目建设造成底栖生物直接经济损失额为 57.46kg×20=1149.2 元。

当进行生物资源损害赔偿时，应根据补偿年限对直接经济损失总额进行校正。鱼礁占用海域区域对生物资源造成不可逆影响，资源损害的补偿年限应不低于 20 年，按 20 年计算，则鱼礁占用海域造成生物资源经济补偿额为 1149.2×20=2.298 万元。

4.3.5.2 施工期资源损失总量及经济损失

按照《规程》，人工鱼礁抛投产生的水体悬浮泥沙为礁体投放时扰动底床产生的悬浮泥沙，在悬浮物扩散范围内对海洋生物产生的持续性损害，按以下公式计算：

$$M_i = W_i \times T$$

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

式中：

M_i 为第 i 种生物资源累计损害量；

W_i 为第 i 种生物资源一次性平均损失量；

T 为污染物浓度增量影响的持续周期数（以年实际影响天数除以 15），个；

D_{ij} 为某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源密度；

S_j 为某一污染物第 j 类浓度增量区面积；

K_{ij} 为某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源损失率；

n 为某一污染物浓度增量分区总数。

上述各参数的取值如下：

A. 污染物浓度增量区面积 (S_j) 和分区总数 (n)

根据水质影响预测结果(第 4.1.2.2 节)，表 4.3.5-1 列出了悬浮物浓度增量区面积，本工程产生的悬浮物浓度增量分区总数取 4。

表 4.3.5-1 鱼礁抛投施工产生的悬浮物浓度增量区面积

浓度(mg/L) 面积(km ²)	10~20	20~50	50~100	≥100
鱼礁抛投产生的悬沙增量区	0.305	0.163	0.0	0.0

B. 生物资源损失率(K_{ij})

由于悬沙浓度增量小于 10mg/L 对生物影响较小，造成的损失率很小，因此近似认为悬浮泥沙对海生物不产生影响。参照《规程》中的“污染物对各类生物损失率”，近似按超标倍数 $B_i \leq 1$ 倍、 $1 < B_i \leq 4$ 倍及 $4 < B_i \leq 9$ 倍损失率范围的中值确定本工程增量区的各类生物损失率(详见表 4.3.5-2)。

表 4.3.5-3 本工程悬浮物对各类生物损失率

分区	浓度增量范围 (mg/L)	超标倍数 (B_i)	各类生物损失率(%)			
			浮游动物	浮游植物	鱼卵和 仔稚鱼	游泳动物
I 区	10~20	$B_i \leq 1$ 倍	5	5	5	1
II 区	20~50	$1 < B_i \leq 4$ 倍	20	20	17	5
III 区	50~100	$4 < B_i \leq 9$ 倍	40	40	40	15
IV 区	≥100	$B_i \geq 9$ 倍	≥50	≥50	≥50	≥20

C. 持续周期数(T)和计算区水深

根据项目施工方案，鱼礁投放施工工期约为 3 个月，算得污染物浓度增量影响的持续周期数分别为 6，根据工程海域测量资料，项目区所在海域水深在 25-30m 之间，由于鱼礁投放产生的悬浮泥沙不会扩散至中、上层水域，基本在底层扩散，影响范围按 5m 计算。

D. 生物资源密度(D_{ij})

根据生物现状调查，浮游植物丰度平均值为 $2.45 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ ，浮游动物生物量平均值为 277.11 mg/m^3 。鱼卵平均密度为 1.68 枚/m^3 ，仔稚鱼为 2.39 尾/m^3 ，游泳生物为 367.73 kg/km^2 。

E. 悬浮泥沙扩散导致生物损失情况

$$\text{浮游植物损失量} = (0.305 \times 0.05 + 0.163 \times 0.20) \times 10^6 \times 2.45 \times 10^4 \times 6 \times 5$$

$$\approx 3.52 \times 10^{10} \text{ cells}$$

$$\text{浮游动物损失量} = (0.305 \times 0.05 + 0.163 \times 0.20) \times 10^6 \times 277.11 \times 10^{-6} \times 6 \times 5$$

$$\approx 397.87 \text{ kg}$$

$$\text{鱼卵损失量} = 1.68 \times 6.0 \times 5 \times (0.305 \times 0.05 + 0.163 \times 0.17) \times 10^6$$

$$\approx 2.165 \times 10^7 \text{ 粒}$$

$$\text{仔鱼损失量} = 0.02 \times 6 \times 5 \times (0.305 \times 0.05 + 0.163 \times 0.17) \times 10^6$$

$$\approx 3.08 \times 10^6 \text{ 尾}$$

$$\text{游泳生物损失量} = 367.73 \times 5 \times (0.305 \times 0.01 + 0.163 \times 0.05)$$

$$\approx 20.59 \text{ kg}$$

F. 经济损失估算

鱼卵仔稚鱼的经济价值应折算成鱼苗进行计算，按下述公式进行计算：

$$M = W \times P \times V$$

式中：

M ——鱼卵和仔稚鱼经济损失金额，单位为元；

W ——鱼卵和仔稚鱼损失量，单位为个和尾；

P ——鱼卵和仔稚鱼折算为鱼苗的换算比例，鱼卵生长到商品鱼苗按1%成活率计算，仔稚鱼生长到商品鱼苗按5%成活率计算，单位为百分比（%）；

V ——鱼苗的商品价格，按当地主要鱼类苗种的平均价格计算，单位为元/尾。

取鱼苗价格为 0.5 元/尾，则

$$\text{鱼卵仔稚鱼直接损失额} = (2.165 \times 10^7 \times 0.01 + 3.08 \times 10^6 \times 0.05) \times 0.5 \approx 18.53 \text{ 万元；}$$

$$\text{游泳生物直接损失额} = 20.59 \times 30 = 617.7 \text{ 元；}$$

则施工造成渔业资源的直接经济损失共计约为 18.59 万元。

当进行生物资源损害赔偿时，应根据补偿年限对直接经济损失总额进行校正。施工对海洋生物产生持续性影响的年限小于 3 年的，资源损害的补偿年限按 3 年计算，因此，渔业资源损害补偿额为 $18.59 \text{ 万元} \times 3 = 55.77 \text{ 万元}$ 。

4.3.5.3 项目建设对生物资源总损失

通过以上分析，本项目建设总生物资源总损失量如下：本项目施工产生悬浮沙造成生物损失经济补充额为 55.77 万元，人工鱼礁造成底栖生物损失经济补充额为 2.298 万元，因此，总损失额为 $55.77 + 2.298 = 58.068 \text{ 万元}$ 。

本项目用海为海洋牧场建设项目，项目实施本就是渔业资源养护的作用。相对于项目建成后对海域渔业资源增殖养护的重要作用，项目建设所造成的渔业资源损失是可接受

的。建议在项目实施 1 年后由建设单位委托相关单位对该海域海洋生物（渔业资源）情况进行跟踪监测。

4.4 项目用海风险分析

本项目用海风险主要来自两个方面，一方面是项目自身引起的突发或缓发环境事件，如船舶溢油事故对海域资源、环境造成的危害；另一方面是由于海洋灾害如风暴潮等造成项目设施、人员伤亡、经济损失等风险。根据本项目的特点，本项目的用海风险如下：

- (1) 热带气旋引起的风暴潮、海浪、海啸灾害对本项目造成的风险；
- (2) 人工鱼礁建设对通航造成的风险；
- (3) 船舶碰撞燃料油泄漏造成海域生态环境污染的风险；

4.4.1 台风和风暴潮引起的风险分析

热带气旋影响期间常伴有大风、暴雨，由其引起的风暴潮主要表现为海水异常升高，风大浪急。恶劣的天气和海况会对本项目的人工鱼礁等造成影响。

5.1 项目用海对海域开发活动的影响

根据项目用海资源影响、施工工艺等分析，项目建设施工造成悬浮物扩散对水质环境产生一定影响，主要集中在项目工程附近海域。项目人工鱼礁投放后，包括自然增殖用海区，均为自然“聚”渔的过程，项目用海运营期基本无人操作，对周边海域资源、环境没有影响。

论证范围内海域开发利用活动较多，主要包括旅游娱乐用海、交通运输用海、渔业用海和特殊用海，结合项目周边海域开发利用现状，绘制项目用海影响范围与开发利用现状的叠置分析图，叠置分析图见图 5-1~图 5-2。

1、项目对旅游娱乐用海项目的影响分析

根据海域使用权属现状分析，本项目论证范围内的旅游娱乐用海项目较多，旅游娱乐用海项目主要分布在红塘湾—天涯海角—三亚湾沿岸，总共 4 宗用海，主要的用海方式为游乐场、浴场用海，与本项目距离在 7.72km~9.61km 之间，与本项目相对较远，根据用海影响范围与开发利用现状的叠置图分析，施工期对水质环境的影响并未扩散到其用海区域，因此，本项目实施不会对红塘湾—天涯海角—三亚湾沿岸旅游娱乐用海产生影响。

与本项目距离较近(约 3.04km)的有三亚西岛水上训练基地项目(三亚西岛旅游开发有

限公司)和三亚西岛海洋文化旅游区项目(三亚西岛大洲旅业有限公司)旅游娱乐用海项目,位于西瑁州岛附近海域,用海类型为旅游基础设施用海,用海方式包括游乐场、浴场、码头及平台(透水构筑物)用海,用海面积分别为16.0147公顷和15.5201公顷。根据叠置图可知,施工期对水质环境的影响并未扩散到其用海区域,因此,本项目实施不会对西瑁洲周边的旅游娱乐用海项目产生影响。

2、项目对交通运输用海项目的影响分析

项目论证范围内的交通运输用海主要有距离约10.97km的海南石油太平洋有限责任公司油码头用海,码头为“T”行结构,栈桥引桥长383m,宽6m,码头长度275m,最大宽度20m,码头前沿水深9.1m,港池直径375m,水深10m,可靠泊1万吨级游船,该码头为三亚凤凰国际机场配套工程。距离本项目约7.72km的三亚市天涯海角游览区配套旅游娱乐用海项目航道用海,该用海为天涯海角游览区配套项目,根据数模分析,本项目的实施不会对其产生影响。本项目距离红塘锚地距离约7.18km,红塘锚地以 $18^{\circ}16'23''N$ 、 $109^{\circ}15'52''E$ 为圆心、1海里为半径的圆形水域内,水深14.6m~17m,泥沙底。根据悬浮泥沙扩散范围,悬沙扩散区域并未到油码头港区及附近红塘湾锚地区,不会对锚地的水深条件产生影响。项目礁体预制拟定在南山港,人工鱼礁投礁施工期间,施工船舶会增加附近海域的通航密度,与港口运油船舶及往来该海域的渔船、旅游船只等难免发生相互干扰,也增加了船舶碰撞几率,存在一定的交通安全隐患。项目在实施过程中,要提前与海上交通管理部门做好联系和协调,避免项目施工船只对周边码头船舶航行的影响,并加强风险控制,制定完善的风险应急处置措施,一旦发生溢油风险事故,及时启动应急预案,避免造成较大的污染事故。

3、项目对附近渔业用海项目的影响分析

本项目用海区周边海域有5宗渔业用海,其中三亚海珍渔家渔民专业合作社三亚湾33.36公顷深水网箱养殖项目、三亚市水产总公司深水网箱养殖基地项目和三亚海宝近海养殖专业合作社深水网箱养殖项目这3宗用海为已批正在使用,均为深水网箱开放式养殖用海,根据本项目施工期悬浮泥沙扩散叠置范围图,本项目用海实施影响范围未达到其用海区域,对上述三宗用海活动区的水质环境影响较小。另外2宗渔业用海为三亚湾海洋生态保护修复工程项目和三亚湾休闲海洋牧场项目,本项目用海与其距离均为靠近。三亚湾海洋生态保护修复工程项目为待批未建,其用海内容为建设养护型海洋牧场,进行人工鱼礁投放和底播增养殖。三亚湾休闲海洋牧场项目为已批待建,其用海内容包括人工鱼礁投

放、深水网箱养殖、海上休闲娱乐和休闲渔业养殖等。这 2 宗用海都为海洋牧场项目用海，与本项目用海性质相似。根据本项目资源环境影响范围叠置分析，施工期悬浮泥沙污染物扩散范围将覆盖到该 2 宗用海部分区域。这 2 宗项目用海具体建设时间未定，由于施工期悬浮泥沙影响时间较短，施工结束后该影响将很快消失，因此本项目施工期悬浮泥沙扩散对其影响较小。另外从水动力环境影响来看，由于本项目用海为透水构筑物 and 开放式用海，项目建设对区域水动力环境的改变较小，对三亚湾海洋生态保护修复工程项目和三亚湾休闲海洋牧场项目用海区的水动力环境影响较小。因此，总体上对三亚湾海洋生态保护修复工程项目和三亚湾休闲海洋牧场项目用海活动影响较小，需要关注的是如果三个项目用海施工时间存在交叉重叠，施工期船只相互间交通安全的影响，建议 3 家用海单位积极沟通协调，错开时间施工。

本项目用海位于三亚市自然资源和规划局预向开展的三亚湾农渔业区深水网箱养殖集中用海项目范围内，根据《三亚湾农渔业区深水网箱养殖集中用海总体海域使用论证报告书》，对于区域内要开展符合三亚湾农渔业海洋功能区划要求的其他类型的用海项目，应单独开展海域使用论证申请用海，本项目主导用海类型为渔业用海，不属于深水网箱养殖用海，单独开展海域使用论证，符合三亚湾农渔业区深水网箱养殖集中用海区的相关要求。目前，除上述 5 宗渔业用海外，三亚湾农渔业区内无其他养殖用海活动在使用和申请。本项目用海实施会导致三亚湾农渔业区深水网箱养殖集中用海原规划布局及后续深水网箱养殖用海具体实施有略微变化，相关建设单位和管理部门应进行协调和调整。

4、项目对特殊用海项目的影响分析

项目用海附近的特殊用海有国防武器装备浅表海水环境试验用海项目，距离本项目 11.74km，用海方式包括专用航道、锚地及其它开放式，非透水构筑物及透水构筑物，总用海面积约为 2 公顷。国防武器装备浅表海水环境试验用海项目主要通过海水试验特种材料的抗腐蚀性等特性，本项目施工产生的悬浮泥沙未扩散至该用海区域，不会对其产生影响。

三亚市自然资源和规划局在红塘湾和三亚湾实施岸滩保护修复工程，主要通过修筑构筑物对沿岸岸滩进行保护与修复，其用海为特殊用海，本项目用海距离其用海活动较远（分别为 10.31km 和 8.62km），项目用海对其影响较小。

在本项目东侧约 1.1km 为海南三亚国家级珊瑚礁自然保护区(东西瑁洲片区)用海，用海面积 2850.37 公顷。西瑁洲海域珊瑚礁资源丰富，生态环境良好。主要保护对象为各种

浅海造礁石珊瑚，软珊瑚及其他珊瑚、珊瑚礁及和其他生物构成的生态系统、相关的海洋生态环境。根据数模计算结果，本项目施工产生的悬浮泥沙不会扩散至保护区用海区域内，对保护区水质及珊瑚礁生境的影响较小。

图 5-1 施工期悬浮泥沙扩散影响范围与海域开发利用现状叠置图

图 5-2 施工期悬浮泥沙扩散影响范围与海域开发利用现状叠置图—局部放大

4.4.1.1 风暴潮对用海活动的影响分析

(1) 风暴潮规律

本项目位于三亚湾西瑁洲的西部，三亚湾湾口开阔，朝向 SW，造成三亚湾沿岸增水的主要是热带气旋经过三亚海区时的偏南大风。台风期或寒潮期北部湾出现的大幅度增减水对三亚湾也有一定的影响，但影响较小。由于海岸线朝向为 SE~NW，热带气旋的登陆点位于三亚以北的区域时，并不利于三亚海岸的增水，但当热带气旋在三亚附近登陆或从三亚市以南近距离经过时，则易造成较大增水。

据统计，三亚的风暴潮发生次数和强度与海南岛北部岸段接近，但成灾次数很少，1971 年的 7126 号台风在榆林港引发的风暴潮，迭加在天文高潮位上，潮水淹没榆林港码头面约 10cm，据调查该次台风过程最大增水 1.11m，最高潮位 2.60m。8906、8926、8928 号台风在三亚登陆或经过三亚附近海面，一个月内有连续三个台风影响，在三亚有热带气旋记录以来，实属罕见。三个台风均在三亚造成一定增水，8926 号台风从海南岛南部登陆，8928 号台风使榆林验潮站的实测潮位比正常潮位偏高 1.24m，8928 号台风使实测潮位比正常潮位偏高 1.38m。

(2) 典型热带气旋增水过程

由于三亚海岸朝向基本为 SE~S~SW，热带气旋在三亚以北的区域登陆，登陆前刮北风，在三亚沿岸基本上是离岸风，并不利于三亚市沿岸的风暴增水；气旋登陆后，开始刮 S~SW 风，有利于三亚沿岸的风暴增水，但此时气旋往往已经开始减弱；直接登陆三亚的热带气旋由于低气压作用及强风作用，三亚有较明显增水。根据统计与分析，登陆三亚的热带气旋所引发的增水以单峰型为主，峰值通常在热带气登陆时或登陆后 5h 以内，登陆前则有小幅的增减水波动，9612、0016、0518 号台风引发的风暴潮都表现出该特征，图 4.4.1-1~图 4.4.1-3 为以上三场台风引发的增水过程曲线图。

(3) 影响分析

施工期间风暴潮发生时，可能会对施工船舶造成损坏，并危及施工人员的人身安全。施工期施工单位应关注天气及潮位信息，选择合适的天气及潮位条件施工，热带气旋影响期间停止施工作业。

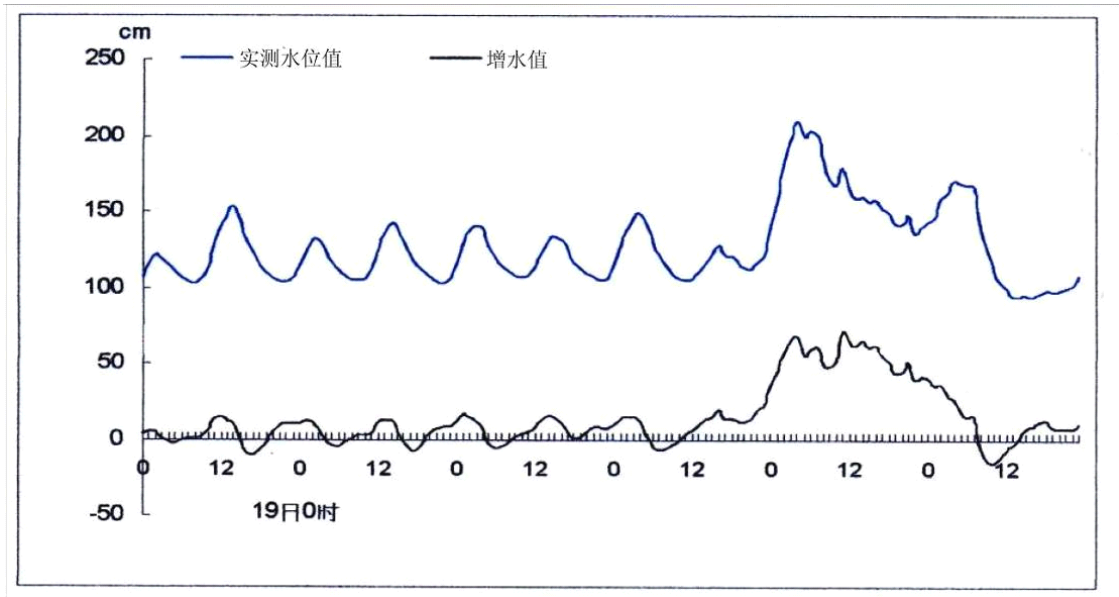


图 4.4.1-1 9612 号台风增水过程曲线图(8月)

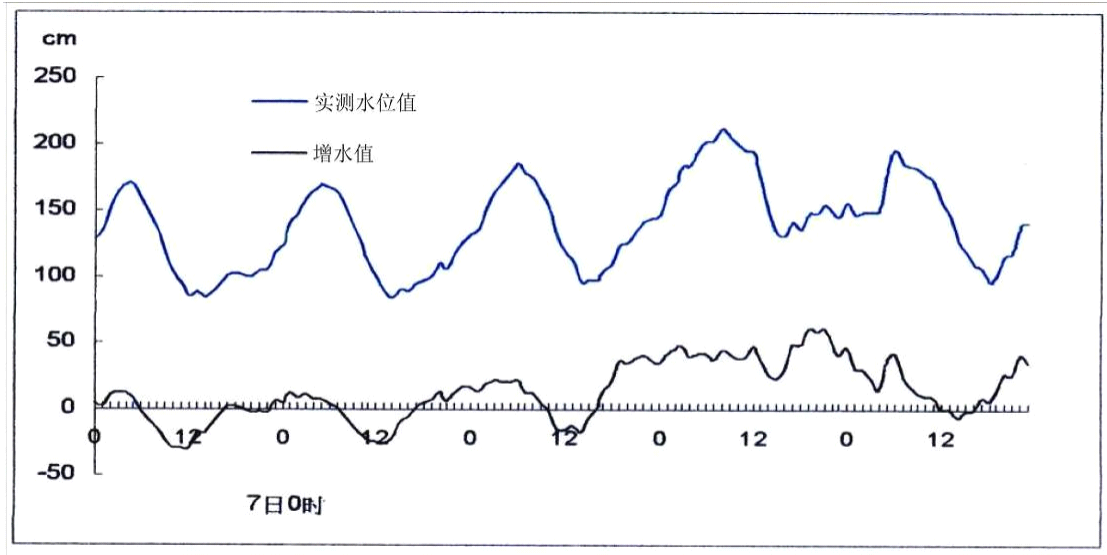


图 4.4.1-2 0016 号台风增水过程曲线图(9月)

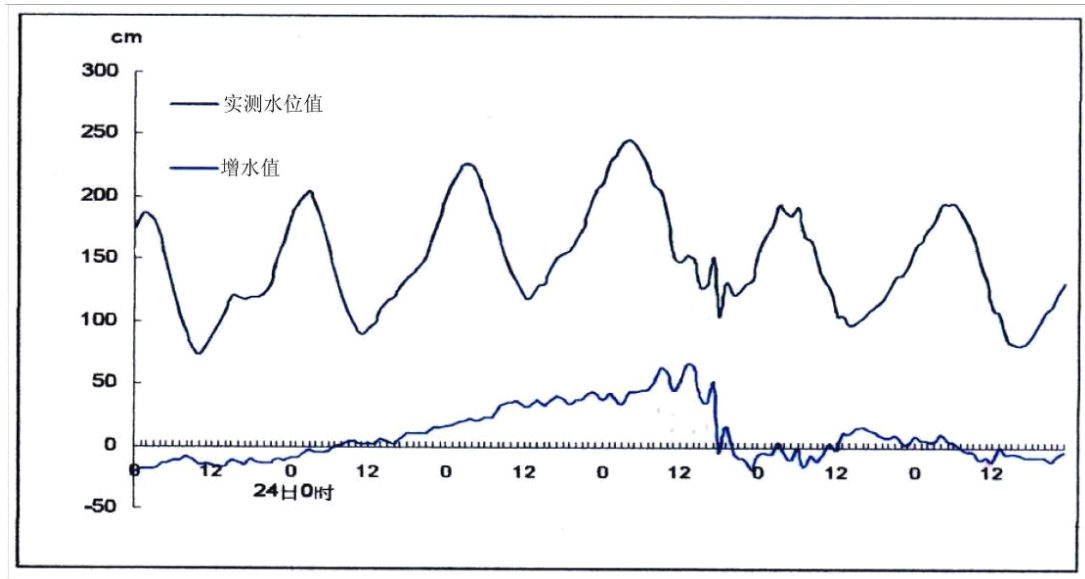


图 4.4.1-3 0518 号台风增水过程曲线图(9 月)

4.4.1.1 台风对礁体安全的风险分析

《三亚湾休闲海洋牧场项目海域使用论证报告(报批稿)》，模拟计算了台风对礁体安全的影响。根据其计算结果，只有当流速大于 3.64m/s 礁体才会发生滑移、当流速达到 4.70m/s 以上礁体才会发生倾覆，而 12 级大风(风速为 32.6m/s)作用下，海区落潮流速最大可达 1.2m/s(图 4.4.1-4~图 4.4.1-7 分别为流速最大时候的表层、底层流场)。因此台风天气对其礁体安全的影响相对较小。该项目位置与本项目紧靠，其投放的人工鱼礁尺寸为 6.0m(长)×6.0m(宽)×6.0m(高)，礁体与本项目相似，因此，参考其计算结果，台风天气对本项目礁体的安全影响也相对较小。

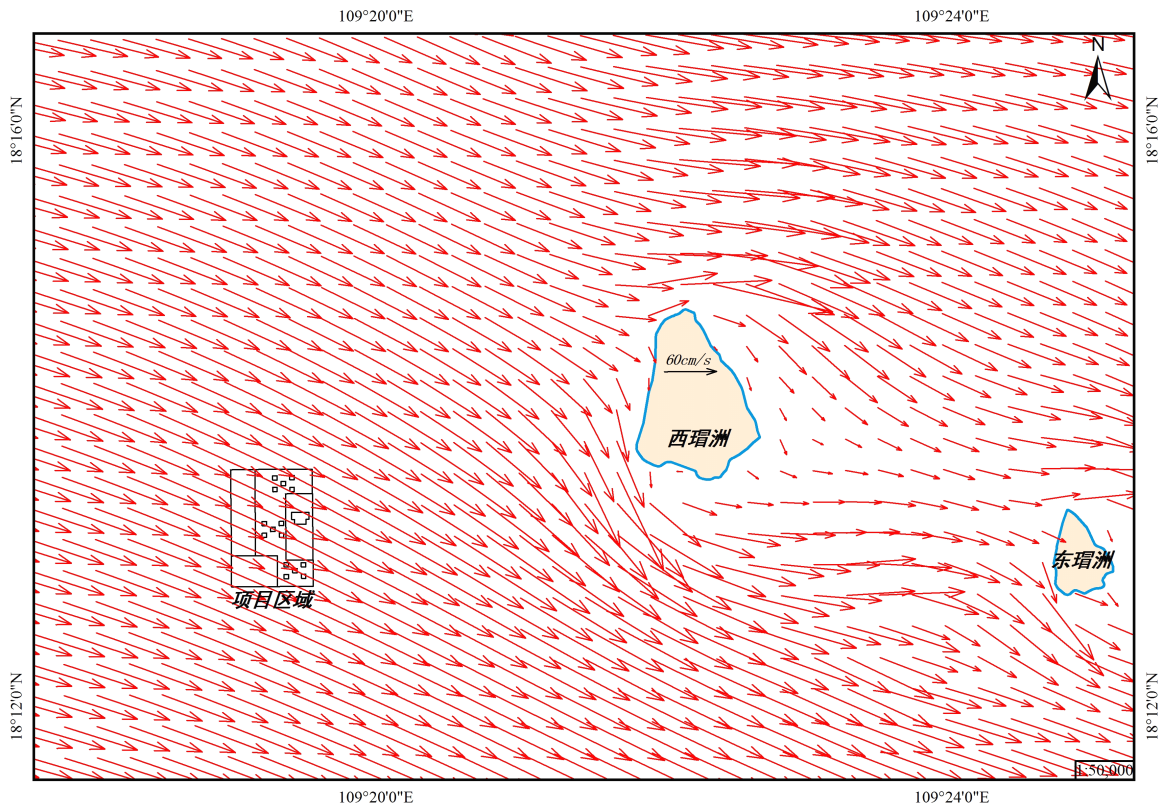


图 4.4.1-4 落潮表层流速分布图

图 4.4.1-5 落潮底层流速分布图

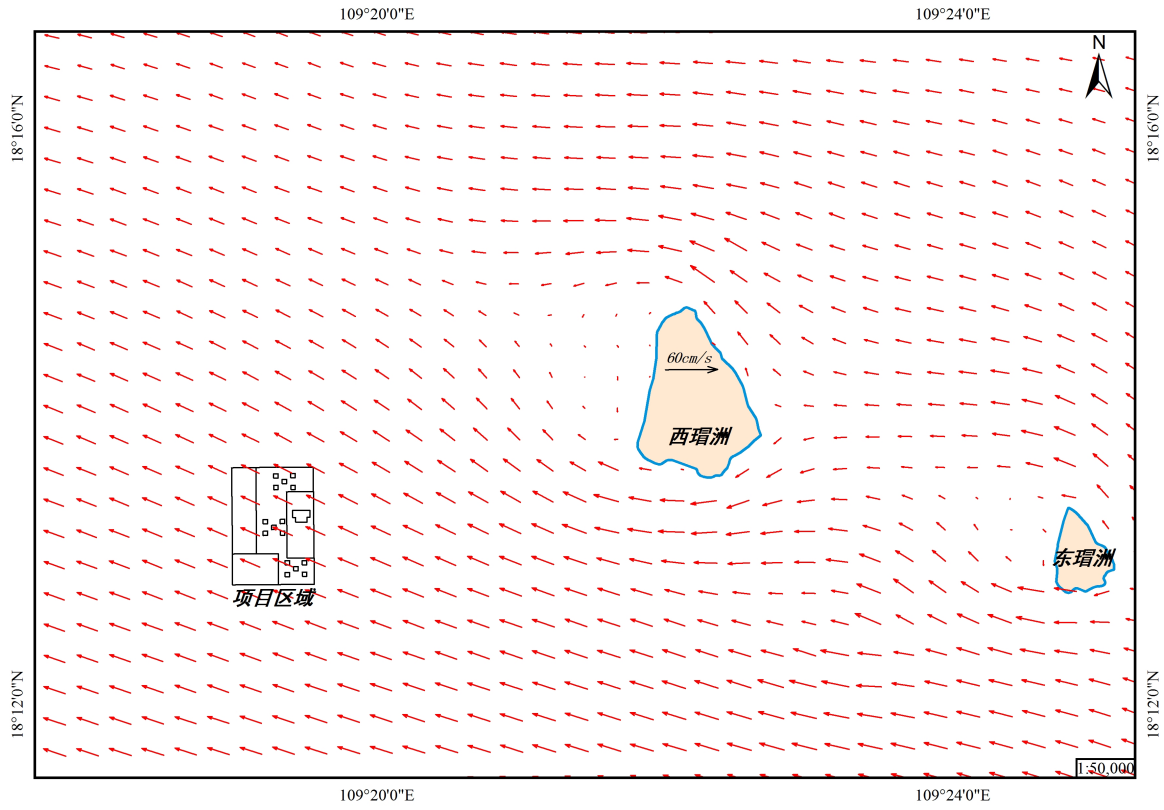


图 4.4.1-6 涨潮表层流速分布图

图 4.4.1-7 涨潮底层流速分布图

4.4.2 通航安全风险分析

本项目人工鱼礁投放区域水深变化范围约为-25m~-30m(1985 国家高程基准面)，投放的人工渔礁高度为 4m，即人工鱼礁投放后鱼礁区水深约在-21m~-26m。本项目位于三亚湾西瑁洲西侧海域，该区水域宽阔，常有游艇、渔船等船舶在此海域航行。根据在该海域常出现的船舶类型和吨位，其吃水深度远小于 21m，在最低潮面时人工渔礁投放海域对船舶的航行影响很小。

礁体投放前按照投放方案，报行政主管部门和海事部门，由海事部门核准发布航行公告。投放方案应包括投放海域、投放时间、运输路线和作业船舶等内容。在投放人工渔礁的过程中，应在人工渔礁投放区边缘布置浮标灯；礁体投放完毕后，应清除所有临时设施，包括浮标灯；礁区建成后，必须在礁区边角设置渔业标志。

4.4.3 溢油事故

溢油污染分为事故性污染和操作性污染两大类，事故性污染是指船舶碰撞、搁浅、触礁等突发性事故造成的污染；操作性污染是指加油作业以及船舶事故性排放机舱油污水、洗舱水、废油等造成的污染。溢油发生后，油膜在海面上漂浮扩散，阻止海气交换，将对海洋水环境和景观造成影响。根据 1997~2002 年我国码头溢油事故的统计资料，事故性溢油污染约占 18%，即游艇发生撞船事故并造成石油泄漏的几率很小，发生量也较小，石油入海一般在 0.2t~0.6t。而操作性溢油污染约占 82%，本项目船舶在施工或者停靠过程中由于操作失误或者碰撞导致溢油事件发生，可能会导致船舶污染事故。

本项目位于西瑁洲岛西侧海域，施工期和运营期过往船只数量相对较多，使得通航环境变得更加复杂，船艇发生碰撞导致溢油的风险事故概率也随之增加。在不同的风况和潮流组合条件下，对可能发生事故溢油的漂移扩散趋势进行预测，为海上溢油制订应急计划提供依据。

- 不可溶物在海上的运动形态及其归宿

不可溶泄漏物多为油状液体，密度比水轻，在空气的蒸发或挥发以及在水中溶解性都很小。因此，不可溶泄漏物溢出到海面以后，存在以下几种运动形态：

(1) 扩展由于油品比水轻，将漂浮于水面。在初期阶段由于受重力和表面张力的作用而在水面上向四周散开，范围越扩越大。这个过程称为油的扩展。

(2) 漂移是指油膜在海流、风、波浪、潮汐等因素的作用下引起的漂移。

(3) 分散油品在海面形成油膜以后，受到破碎波的作用使一部分油品以油滴形式进入水中形成分散油。一部分油滴重新上升到水面，也有部分油滴从海面逸出而挥发到大气中。

(4) 乳化由于机械动力，如涡旋、破碎浪花、湍流等因素，使油品和水激烈混合，形成油包水乳化和水包油乳化物。

(5) 吸附沉淀部分油品粘附在海水中的悬浮颗粒上，并随之沉到海底。

(6) 生物降解海洋环境中的微生物对水中的油品有降解作用。

油品在海洋环境中的归宿问题是个复杂的问题，由于受到各种环境条件(温度、盐度、风、波浪、悬浮物、地理位置和本身的化学组成等)的影响，每一次事故溢出物的归宿也不尽相同。其主要的影响因素有乳化、吸附沉淀和生物降解等。

溢油在水体中的运动主要表现为两种过程：在平流作用下的整体位移和在剪流与湍流作用下的扩散。溢油自身的表面扩展过程持续时间很短，而持续时间较长的运动形式主要表现为平流输运和湍流扩散。平流和湍流两种运动模式同时存在，通常称为“平流—扩散”问题。以往的多数的研究方法都是基于各种类型的平流扩散方程的数值求解，这类数值方法的困难在于数值扩散问题，即数值离散引进的一种与物理扩散无关的伪扩散效应，可能存在数值扩散完全掩盖物理扩散的现象，使所得到的数值结果完全失真，不能描述真实的物理过程。

本次模拟采用“油粒子”方法来模拟溢油在海洋环境中的形成，即把溢油分成许多离散的小油滴（或小斑块）来模拟溢油在水体中的输运扩散过程。采用“粒子—扩散”概念的方法可以真实地重现许多实际观测到的溢油扩散特征。例如潮流和风将油膜拉长，波浪导致油膜的破裂等特征。模拟的粒子个数为 200 个。

“粒子扩散”的概念，是把浓度场模拟为由大量的粒子组成的“云团”，其每一个粒子携带一定数据的示踪物质，采用拉格朗日法模拟油粒子在特定的流场条件下发生平移和位移的过程。再迭加油粒子在湍流场中的随机运动，即采用同时考虑到平流和湍流的扩散模式。

● 模拟工况组合

根据潮流状况与盛行风况的条件确定预测组合。潮流分涨潮初始时刻和落潮初始时刻两种时刻发生溢油的状况；本海区冬半年盛行东北风，夏半年盛行西南风，

所以考虑两种情况下的平均风状况。模拟工况组合情况如表 4.4.3-1。

本次模拟采用连续点源的方式，在此假设溢油量为 5 吨，假设 5 吨燃油在 1 个小时内流失，模拟的油粒子个数为 200 个，即每个油粒子大约代表 25kg 的燃油。模拟溢油点位于海洋牧场申请区的中部，模拟时长为 72 小时。溢油模拟扩散结果见图 4.4.3-2。

表 4.4.3-1 溢油模拟工况

工况	溢油时刻	风向	风速(m/s)	海洋牧场区
1	大潮涨潮初期	常风向 NE	4.3	休闲渔业平台附近
2	大潮落潮初期			
3	大潮涨潮初期	常风向 SW		
4	大潮落潮初期			

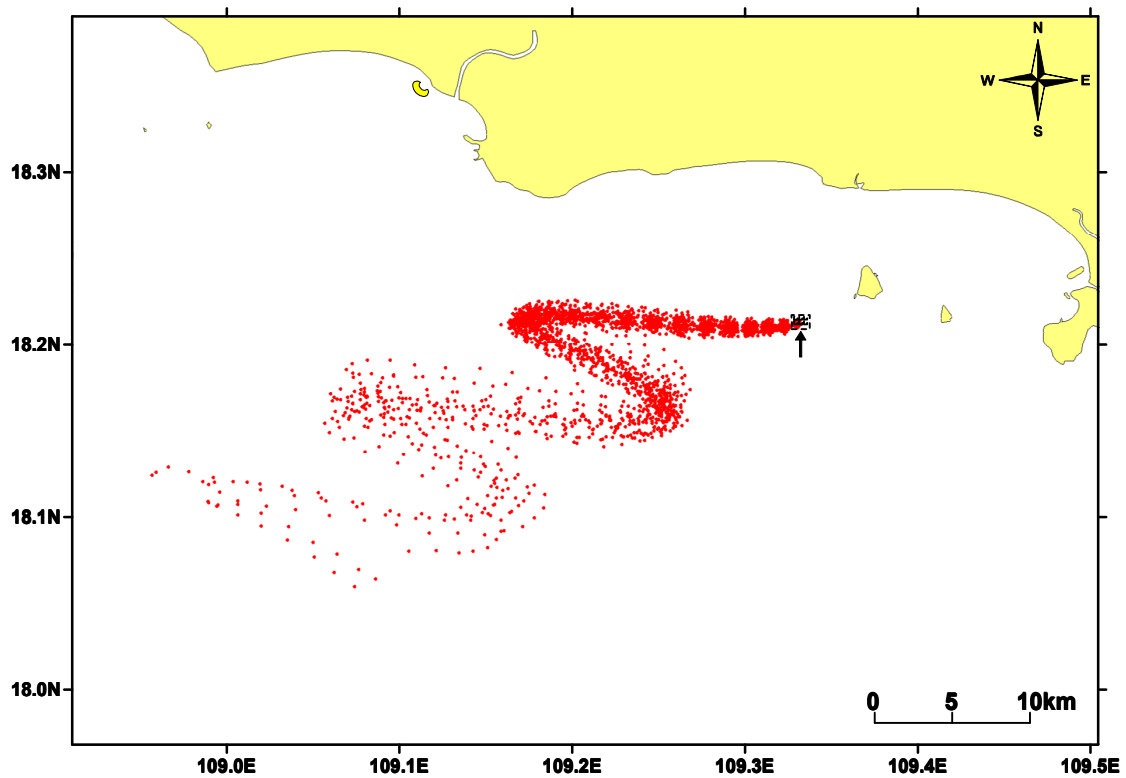


图 4.4.3-1a 大潮期冬季 NE 向风，溢油发生在涨潮初期的油膜范围（工况 1）

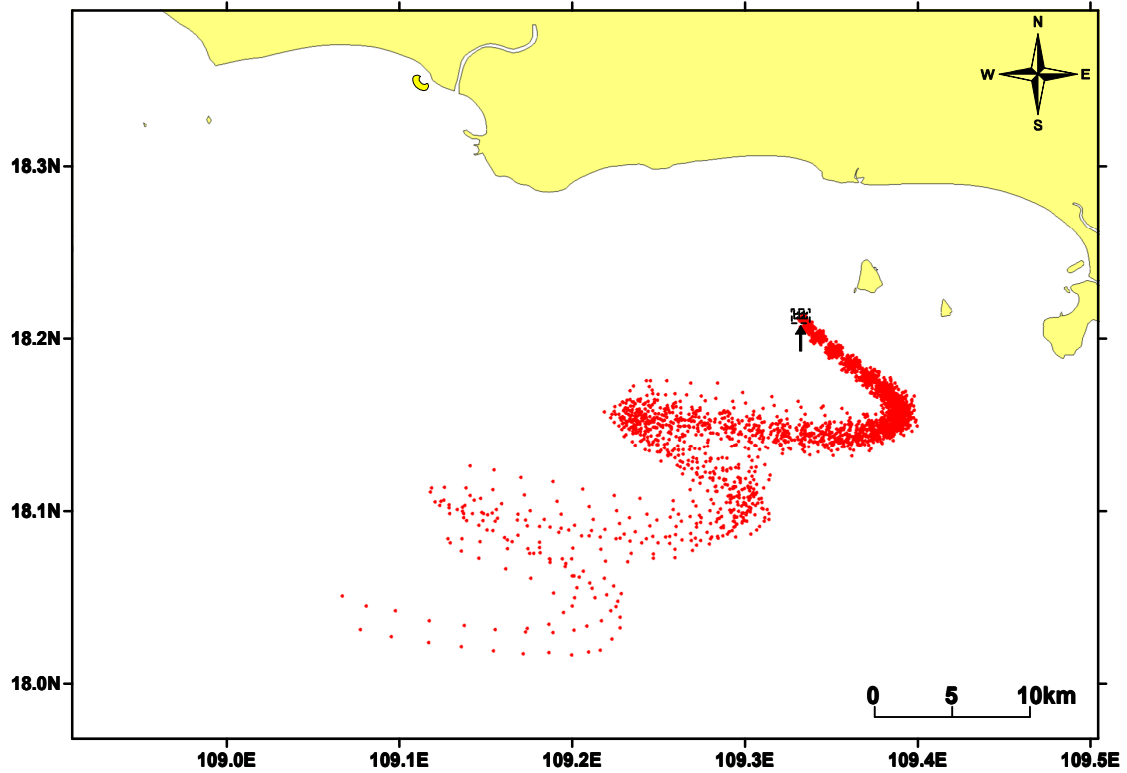


图 4.4.3-1b 大潮期冬季 NE 向风，溢油发生在落潮初期的油膜范围（工况 2）

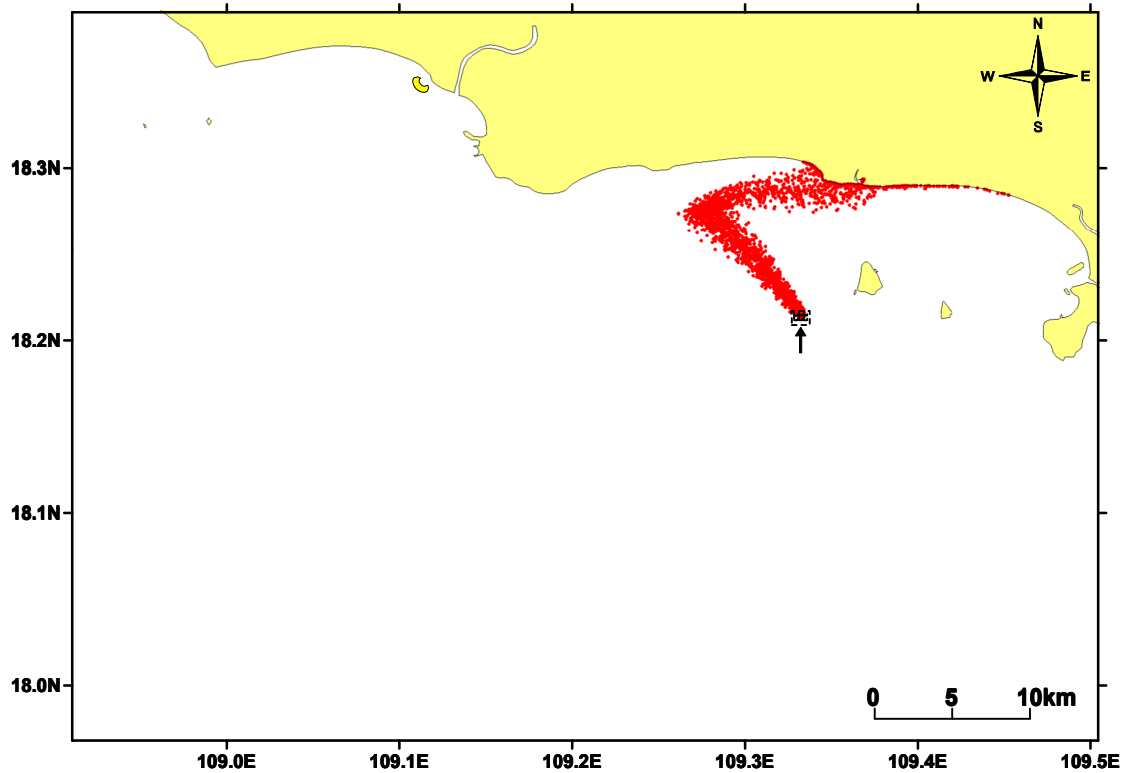


图 4.4.3-1c 大潮期冬季 SW 向风，溢油发生在涨潮初期的油膜范围（工况 3）

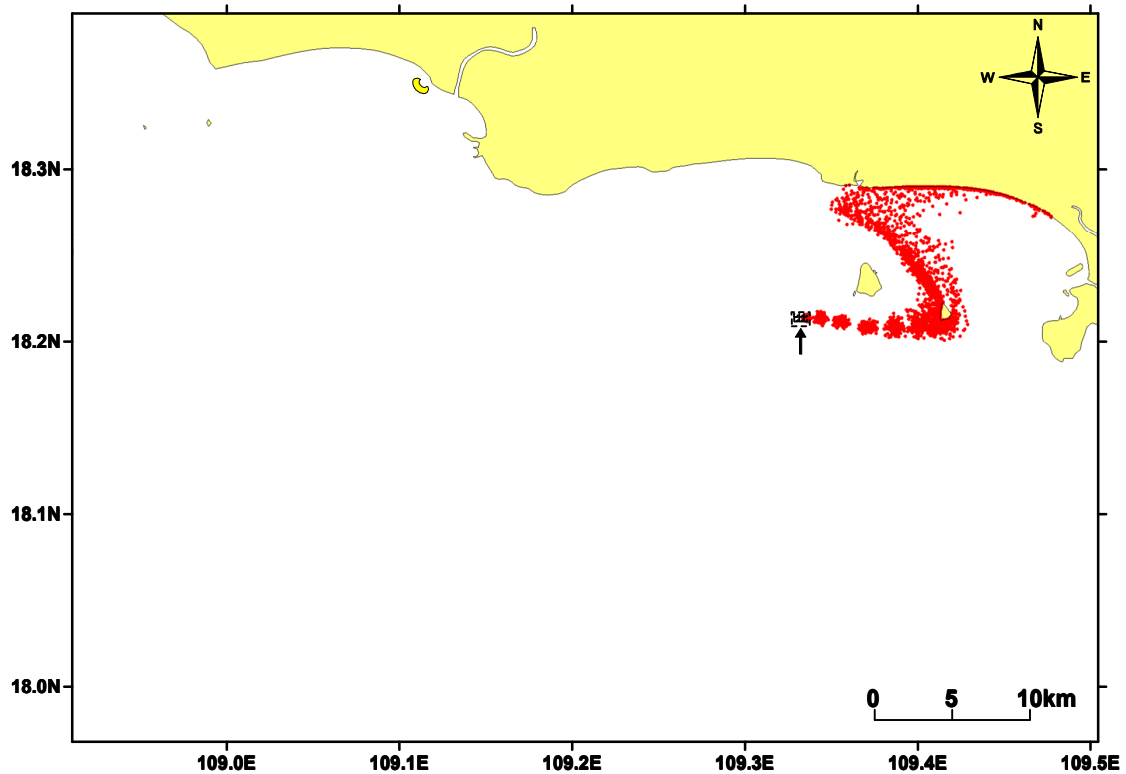


图 4.4.3-1d 大潮期冬季 SW 向风，溢油发生在落潮初期的油膜范围（工况 4）

由图 4.4.3-1 可知，油粒子的扩散受潮流和风应力的共同作用。冬季 NE 风作用时，油粒子表现为呈“S”形向西南方向离岸扩散，对于近岸海洋环境的影响小；夏季 SW 风时，油粒子表现为向呈“S”形向东北方向扩散。冬季风作用时的影响范围主要是离岸外海海；而夏季风作用时油粒子会影响到近岸海域，如工况 3 主要影响到天涯海角附近海域；工况 4 主要影响到东岛、天涯海角以东的三亚湾海域。

各种工况油膜扩散的影响范围见表 4.4.3-2。

表 4.4.3-2 平均风下油膜漂移扩散影响范围(km²)

溢油后时间(h)	涨潮初期	落潮初期	涨潮初期	落潮初期
3	0.004	0.008	0.006	0.004
6	0.021	0.034	0.030	0.021
9	0.051	0.080	0.051	0.057
12	0.095	0.110	0.061	0.082
15	0.186	0.209	0.076	0.114
18	0.224	0.243	0.080	0.112
21	0.357	0.323	0.106	0.141
24	0.424	0.361	0.099	0.150
27	0.475	0.378	0.099	0.141
30	0.521	0.378	0.106	0.152
33	0.536	0.437	0.141	0.158

36	0.629	0.464	0.160	0.154
39	0.646	0.542	0.152	0.152
42	0.709	0.648	0.152	0.141
45	0.747	0.698	0.192	0.192
48	0.819	0.715	0.253	0.213
51	1.013	0.762	0.264	0.243
54	1.053	0.650	0.344	0.268
57	1.137	0.669	0.420	0.302
60	1.161	0.713	0.464	0.312
63	1.156	0.734	0.464	0.325
66	1.182	0.785	0.546	0.329
69	1.274	0.933	0.492	0.367
72	1.177	0.952	0.397	0.348

发生溢油时，大部分溢油浮于水面并扩散成油膜，油膜在海面的停留将影响海水与大气之间的物质交流和热交换，使海水中的含氧量、温度等因素发生较大的变化，促使浮游动物窒息死亡，并降低透光率，影响浮游植物的光合作用。当油污染较轻时，许多海洋生物虽不会立即被伤害，但它们的正常生理功能受到影响，使其捕食能力和生长速度下降，那些对污染抵抗性弱的种类将会减少或消失，从而破坏生态平衡。溢油事故对渔业资源的中、长期累积影响主要是造成渔业资源种类、数量及组成的改变，从而使渔业长期逐渐减产。这种影响在水域环境中可持续数年至十几年，因溢油规模及溢油地点而异。本项目海域若发生溢油，则会污染海域水质和养殖水产品，影响水产养殖和旅游活动等。

根据这些年的统计，三亚湾海域发生船舶碰撞溢油事故的概率是极低的。为了降低和避免本项目船只碰撞溢油事故的发生，用海单位在施工期和运营期应制定合理的航路及采取有效的交通管理措施，确保船只通航安全。制定溢油应急预案，若发生溢油，应立即根据溢油应急预案开展溢油事故应急处置工作，及时通知周边用海单位做好应急对策，必要时对受影响区域的养殖鱼类提前收获，以减小经济损失；借助三亚海事部门、华利清污公司等单位的力量控制溢油范围，清理海面溢油，减少对周围水体环境质量尤其是周边珊瑚礁生态系统的影响。

5 项目开发利用协调分析

5.2 利益相关者界定

根据项目用海对所在海域开发活动的影响分析结果，项目用海涉及到利益相关者主要有三亚环境投资集团有限公司(三亚湾海洋生态保护修复工程项目的用海单位)、海南高速公路股份有限公司(三亚湾休闲海洋牧场项目的用海单位)、海南三亚国家级珊瑚礁自然保护区管理处(保护区用海单位)和三亚海事局(海上交通安全协调部门)，由于本项目位于三亚湾农渔业区深水网箱养殖集中用海项目范围内，因此将用海管理部门三亚市自然资源和规划局作为责任协调部门。具体情况见表 5-1。

表 5-1 项目用海主要利益相关者及协调管理部门界定表

序号	附近开发用海项目	位置及距离	主要利益相关者	主要利益相关	是否利益相关
1	三亚湾海洋生态保护修复工程项目	北侧，紧靠	三亚环境投资集团有限公司	(1)施工期悬浮泥沙对用海区水质环境的影响；(2)项目实施(施工作业船只)对邻近海域水体环境和通航环境产生一定影响。	是
2	三亚湾休闲海洋牧场项目	西侧，紧靠	海南高速公路股份有限公司	(1)施工期悬浮泥沙对用海区水质环境的影响；(2)项目实施(施工作业船只)对邻近海域水体环境和通航环境产生一定影响。	是
3	海南三亚国家级珊瑚礁自然保护区用海	东侧，约 1.1km	海南三亚国家级珊瑚礁自然保护区管理处	(1)施工期悬浮泥沙对保护区水质、珊瑚礁生境产生一定影响；	是
4	海上船只交通航行	项目所在海域	三亚海事局	(1)本项目用海的实施可能影响附近船只的通航安全；(2)水上水下施工许可问题。	是
5	三亚湾农渔业区深水网箱养殖集中用海项目	项目所在海域	三亚市自然资源和规划局	本项目用海实施将影响三亚湾农渔业区深水网箱养殖集中用海原规划布局和具体实施。	是

5.3 利益相关者协调分析

5.3.1 与渔业用海单位的协调分析

项目用海对周边的渔业用海有利益影响的主要是待批未建的三亚湾海洋生态保护修复工程项目用海和已批未建的三亚湾休闲海洋牧场项目用海。根据上节分析，项目用海对其影响主要是体现在水质环境影响和施工期船只通航安全影响方面，因此，项目用海与其利益协调也集中在上述两方面。具体协调内容见表 5-2。

表 5-2 与本项目用海区域内的用海单位的利益协调内容

利益相关者	影响内容	协调人
三亚环境投资集团有限公司	人工鱼礁投放产生的悬浮泥沙对养殖水环境的影响，施工船舶污染物排放对区域海洋环境的影响，施工期船只通航安全影响。	三亚环境投资集团有限公司、本项目用海单位
海南高速公路股份有限公司	人工鱼礁投放产生的悬浮泥沙对养殖水环境的影响，施工船舶污染物排放对区域海洋环境的影响，施工期船只通航安全影响。	海南高速公路股份有限公司、本项目用海单位

5.3.2 与海南三亚国家级珊瑚礁自然保护区管理处的协调分析

本项目用海区没有珊瑚生长，与东侧的三亚珊瑚礁国家级自然保护区东西瑁洲片区最近距离约 1.1m(从保护区边缘量算)，距有珊瑚生长的区域最近距离约 1.98km。根据珊瑚礁生态影响分析，悬浮泥沙会增加海水的浑浊度，减薄水体的真光层厚度。理论上，当悬浮泥沙均值超过 10mg/L 会对珊瑚造成不利影响，长期超过此值则会珊瑚造成严重的胁迫。根据三亚湾的水质历史调查资料，该海域的水体悬浮物基本都在 10mg/L 以上，但西岛周边珊瑚礁生态系统并未因此受到影响。本项目实际施工时，人工鱼礁投放为分时段施工，悬浮泥沙量较少，施工停止后会很快沉降，施工期悬浮泥沙扩散范围较小，也不会扩散至保护区水域，因此悬浮泥沙对保护区珊瑚礁生态环境影响有限。

需要注意的是船只碰撞导致的事故溢油对周围海域水体环境的影响，进而破坏西瑁洲周边生长的珊瑚礁及其生境。

考虑到项目用海区位于保护区附近，项目用海应更好地做好施工期环境保护措施，同时，做好日常环境监控与管理；加强作业船只管控，避免发生溢油风险；积极参会三亚国家级珊瑚礁自然保护区管理处相关珊瑚礁修复的公益活动，协助管理处保护和恢复受损珊瑚礁资源等。具体的协调详见表 5-3。

表 5-3 与海南三亚国家级珊瑚礁自然保护区管理处的利益协调内容

利益相关者	影响内容	协调人	
海南三亚国家级珊瑚礁自然保护区管理处	人工鱼礁投放施工产生的悬浮泥沙对保护区水环境和珊瑚礁资源的影响。	海南三亚国家级珊瑚礁自然保护区管理处、本项目用海单位	(1期

5.3.3 与三亚海事局的协调分析

本项目建设施工期间，人工鱼礁投放施工船舶占用一定的海域空间，对项目海域来往航行船舶和周边养殖作业船只的航行会造成一定的不利影响。

根据上述影响，项目用海单位应该积极联系海事管理部门，做好通航安全评估和相关措施，防范出现意外碰撞的可能性。

表 5-4 与海事管理部门的利益协调分析

利益相关者	影响内容	协调人	协调方案	协调结果要求
三亚海事局	施工期船舶会增大船舶通航密度，存在一定的交通安全隐患	本项目用海单位、三亚海事局	(1) 在项目用海范围的外围设置醒目的标志标识，警示或提示往来船舶，防止发生船舶误入发生碰撞事故； (2) 项目用海单位应该向海事部门进行申请，由海事局颁布施工期的航行通告，施工单位严格按照规定要求施工，建议办理水上水下施工许可证，施工及过往船只服从海事部门的现场监督管理，将施工期对用海区通航环境的影响降低到最小； (3) 根据当地海域船舶交通流规律对运输船舶进出施工水域时间进行必要的协调，与主管部门积极沟通，相互通告船舶动态，服从海事部门统一管理，并采取积极主动的避让措施； (4) 应向有关部门申请设置施工作业区水域，并由海事部门发布公告并设置航标、警示标志，明确标示施工水域，确保海区船舶交通安全； (5) 应严格按施工方案和作业方式在规定的施工作业区内作业，减少对用海区船舶的影响； (6) 加强施工作业船舶监管，施工作业时保持瞭望，避免与过往、停泊船只发生碰撞事故。	避免发生船只碰撞事故，安全施工。

5.3.4 与三亚市自然资源和规划局的协调分析

根据《三亚湾农渔业区深水网箱养殖集中用海总体海域使用论证报告书》，对于

区域内要开展深水网箱养殖的用海申请，管理部门可简化审批手续，提高海域使用效率；对于区域内要开展符合三亚湾农渔业海洋功能区划要求的其他类型的用海项目，应单独开展海域使用论证申请用海。本项目主导用海类型为渔业用海，不属于深水网箱养殖用海，单独开展海域使用论证，符合三亚湾农渔业区深水网箱养殖集中用海区的相关要求。因此，本项目用海单位应积极与海域管理部门三亚市自然资源和规划局沟通协调，以便三亚市自然资源和规划局在将来审批三亚湾农渔业区内深水网箱养殖用海或其他渔业用海时，对原规划布局和实施内容进行适当协调、调整，避免出现用海建设和权属争议。

表 5-5 与三亚市自然资源和规划局的利益协调内容

利益相关者	影响内容	
三亚市自然资源和规划局	三亚湾农渔业区深水网箱养殖集中用海原规划布局 and 具体实施有一定影响	本项目用海单位

5.4 项目用海对国家权益、国防安全的影响分析

5.4.1 对国防安全和军事活动的影响分析

拟建工程所在区域无弹药、武器实验场等军事设施，本项目工程不涉及到军队的私密资料，根据论证材料来源的密级规定及该海域所处的地位，本报告中所使用的资料确定为内部使用。论证报告应限制在有关管理部门间传送，不应在社会中公开或引用发表等。在海域使用方面，项目用海对国防安全和军事活动不会产生影响。

5.4.2 对国家海洋权益的影响分析

本项目虽然位于南海海域，但地处我国海南省近岸，远离领海基线附近海域；本项目用海区及临近也没有对国家海洋权益有特殊意义的海上构造物、标志物，本项目用海不会对国家海洋权益产生影响。

6 项目用海与海洋功能区划及相关规划符合性分析

6.1 项目用海与海洋功能区划的符合性分析

6.1.1 项目所在海域海洋功能区划

根据《海南省总体规划(空间类 2015—2030)》(海洋功能区划和海岛保护专篇),项目用海位于三亚湾农渔业区(代码: B1-05),项目论证范围内项目周边海域海洋功能区主要有: 三亚珊瑚礁海洋保护区(东西瑁洲片区)(代码: A6-11)、三亚湾旅游休闲娱乐区(代码: A5-31)、天涯海角旅游休闲娱乐区(代码: A5-32)、南山旅游休闲娱乐区(代码: A5-33)、红塘港港口航运区(代码: A2-10)、红塘湾工业与城镇用海区(代码: B3-01)、海南岛西南部保留区(代码: B8-04)、三亚倾倒区等。项目所在海域及周边海域海洋功能区划分布见图 6-1、表 6-1。

图 6-1 项目用海与海洋功能区叠加图

表 6-1 项目所在海域海洋功能区分布【《海南省总体规划(空间类 2015-2030)》海洋功能区划和海岛保护专篇】

序号	功能区名称	功能区代码	与本项目区相对位置和最近距离	海域使用管理要求			海洋环境保护要求	
				用途管制	用海方式	海域整治	重点保护目标	环境保护要求
159	三亚湾农渔业区	B1-05	占用	主导用海类型为开放式养殖用海，可兼顾旅游娱乐用海，开展休闲渔业活动；涉海工程建设需征求相关部门意见。	允许适度改变海域自然属性。	合理规划增养殖规模、密度和结构，防止渔业资源过度开发。	保护海域自然生态环境。	执行二类海水水质标准，一类海洋沉积物质量标准，一类海洋生物质量标准。
80	三亚珊瑚礁海洋保护区(东西瑁洲片区)	A6-1	东侧约 1.1 公里	主导用海类型为海洋保护区用海，试验区可适当开展生态旅游，缓冲区可适当开展科研教学，但应严格控制规模；严格按照自然保护区管理法规管理，缓冲区只可进行经批准的科学研究、教学实习活动，实验区只能进行经批准的科学实验、教学实习、参观考察、旅游以及驯化、繁殖珍稀、濒危野生动植物等活动；注意海底管线的保护，涉海工程建设需征求相关部门意见。	保护区核心区用海方式应禁止改变海域自然属性，缓冲区和实验区应严格限制改变海域自然属性，在该保护区管理机构统一规划和指导下，实验区内可有计划地进行适度开发活动。	修复和保护珊瑚礁生态系统和海岛地形地貌，加强监控系统建设。	保护珊瑚礁及其生态环境；保护海洋生物多样性；保护海底管线。	执行一类海水水质标准，一类海洋沉积物质量标准，一类海洋生物质量标准。
82	三亚湾旅游休闲娱乐区	A5-31	东北侧约 5.0 公里	主导用海类型为旅游娱乐用海，用于旅游基础设施建设、浴场和游乐场用海，可兼顾港口航运用海，为附近船只提供防台避风海域；保障海上防台避风安全，旅游基础设施建设不得占用防台锚地水域；涉海工程建设需征求相关部门意见。	严格限制改变海域自然属性，合理规划论证旅游开发必须的基础设施建设，控制开发容量。	强化海岸综合治理和管理，保持岸滩原有形态，严格控制生活等污水直接排放入海，防止海洋环境状况恶化。	保护沙滩、沿岸地质地貌和水质。	执行二类海水水质标准，一类海洋沉积物质量标准，一类海洋生物质量标准。
83	天涯海角旅游休闲娱乐区	A5-32	北侧约 5.0 公里	主导用海类型为旅游娱乐用海，用于旅游基础设施建设、浴场和游乐场用海，兼顾农渔业用海，开展名贵品种增殖和休闲渔业开发；涉海工程建设需征求相关部门意见。	天涯海角岸段禁止改变海域自然属性，红塘湾岸段允许适度改变海域自然属性，合理规划论证旅游开发必须的基础设施建设，控制开发容量。	保持岸滩原有形态，强化海岸治理工程，严格控制生活等污水直接排放入海，防止海洋环境状况恶化。	保护沙滩、砾石滩、沿岸地质地貌和水质；保护旅游资源。	执行二类海水水质标准，一类海洋沉积物质量标准，一类海洋生物质量标准。
85	南山旅游休闲娱乐区	A5-33	西北侧约 9.7km	主导用海类型为旅游娱乐用海，用于旅游基础设施建设、浴场和游乐场用海，可兼顾农渔业用海，沿岸可适度增养殖鲍鱼等珍贵渔业品牌，可适度开发休闲渔业项目；涉海工程建设需征求相关部门意见。	严格限制改变海域自然属性，合理规划论证旅游开发必须的基础设施建设，控制开发容量。	严格控制生活等污水直接排放入海，防止海洋环境状况恶化。	保护沿岸山体和砾石滩、海滩等海岸地貌；保护水质。	执行二类海水水质标准，一类海洋沉积物质量标准，一类海洋生物质量标准。
84	红塘港口航运区	A2-0	西北侧约 9.2km	主导用海类型为交通运输用海，保证船舶停靠、装卸作业、避风和调动、通航所需海域；兼顾海底管道、路桥交通功能；涉海工程建设需征求相关部门意见。新机场建成，油码头搬迁后转划为旅游码头功能。	允许适度改变海域自然属性，围填海用于港口配套设施、路桥交通等建设。	加强项目用海动态监测和跟踪管理，防淤、防污染。	保护港口、航道水深条件；保护水域宽度，防止淤积。	执行三类海水水质标准，一类海洋沉积物质量标准，一类海洋生物质量标准。
160	红塘湾工业与城镇用海区	B3-01	西侧约 2.9 公里	主导用海类型为城镇建设用海，兼顾交通运输用海与旅游娱乐功能；填海造地实施总量控制，重点保障海上机场建设需求；涉海工程建设需征求相关部门意见。	允许改变海域自然属性。根据海上机场、交通运输港口码头、旅游服务设施等建设需要可填海造地，但需注意填海造地对生态环境的影响。	实施海域环境综合整治，海洋工程需协调好与周边功能区的关系。	保护海域自然生态环境。	执行三类海水水质标准，二类海洋沉积物质量标准，二类海洋生物质量标准。
162	海南岛西南部保留区	B8-04	南侧约 0.3 公里	无主导用海类型，维持现有用海现状，今后根据经济社会发展需要，经科学论证明确其具体使用功能后可调整功能；注意海底管线的保护，海上设施建设需征求相关部门意见。	严格限制改变海域自然属性。		保护海域自然生态环境；保护金色小沙丁鱼、蓝圆鲹等水产种质资源；保护近海渔业资源；保护海底管线。	海水水质标准、海洋沉积物质量标准、海洋生物质量标准应维持现状，经论证改变功能类型后，根据开发类型确定其水质标准。

6.1.2 项目用海对海洋功能区的影响分析

6.1.2.1 项目对海洋功能的利用情况

本项目为国家级海洋牧场示范区创建项目，根据项目发展总体目标要求，结合区内海洋环境及地形、地质特点，拟将用海区分为人工鱼礁区和自然增殖区两个主体板块。通过投放海洋生态人工鱼礁和自然增殖，构建现代化海洋牧场示范区，在东西瑁洲海域为渔业资源生物营造良好的栖息地和索饵场，促进当地野生经济生物的资源恢复。本项目处于三亚湾农渔业区内，邻近西瑁洲，充分利用区域的渔业、旅游的优势资源，开展海洋牧场创建活动，促进了三亚湾农渔业区海洋基本功能的恢复和发挥。

6.1.2.2 项目用海对周边海域海洋功能的影响分析

项目建设需要占用一定面积的海域空间，增加了海洋资源环境改变的不可预测性，因此需要针对项目对周边海洋功能区的影响进行分析。根据《海南省总体规划(空间类 2015-2030)》海洋功能区划和海岛保护专篇，项目用海论证范围内的海洋功能区类型主要包括：海洋保护区、旅游休闲娱乐区、港口航运区、工业与城镇用海区、保留区。

本项目用海类型为渔业用海，用海方式按海域使用分类(HY/T123-2009)为开放式养殖和透水构筑物。项目的主要建设内容为投放人工鱼礁和自然增殖，项目建设的目的是在修复海洋生物栖息地、保护海洋生态、增殖和恢复渔业资源。本项目的开展对三亚湾农渔业区用海现状改变较小，通过人工鱼礁的投放能够在有效保护海洋生物多样性和增殖渔业资源的同时，促进渔业资源的可持续发展。项目施工期严禁船舶生活污水、含油废水和固体废物直接排入海中，通过数模计算分析，施工产生的悬浮物不会扩散到周边海洋功能区。项目运营期不会产生的污染物，不会影响到周边海洋功能区。

1、对海洋保护区的影响分析

项目周边海域的海洋保护区为三亚珊瑚礁海洋保护区(东西瑁洲片区)，本项目用海方式按海域使用分类(HY/T123-2009)主要是开放式养殖和透水构筑物用海。施工期可以选择在涨潮时刻投放网箱锚碇块，产生的悬浮泥沙主要在本项目用海范围内扩散。根据数模计算分析，项目产生的污染物不会扩散到珊瑚礁保护

区。因此，本项目用海对西瑁洲珊瑚礁保护区水质环境基本不产生影响。

2、对旅游休闲娱乐区的影响分析

本项目论证范围内的旅游休闲娱乐区有三亚湾旅游休闲娱乐区、天涯海角旅游休闲娱乐区、南山旅游休闲娱乐区。本项目用海主要为人工鱼礁投放和后期的自然增殖，施工过程不涉及大型复杂海上施工作业，产生的悬浮物较少，对周边海域的水质、沉积物环境影响轻微。本项目运营期间无人为活动，不产生污染物，因此不会改变旅游休闲娱乐区 II 类水质的要求，项目用海对旅游休闲娱乐区基本无影响。

3、对港口航运区的影响分析

项目论证范围内的港口航运区为红塘港港口航运区，距离本项目用海区最近距离约 9.2km。项目施工过程中产生的悬浮物较少，不会扩散到红塘港港口航运区内，不会对其造成淤积影响。另外项目施工作业船舶可能会增加进出航运区船舶的密度，从而影响船舶的通航安全，因此，施工船舶应将施工时间、地点、占据的区域等实际情况报至三亚海事局，根据三亚海事局的审批有序组织施工。

4、对工业与城镇用海区的影响分析

本项目紧邻红塘湾工业与城镇用海区，其主导功能为：“允许填海造地用于城镇建设，兼顾交通运输用海与旅游娱乐功能”。本项目用海方式按海域使用分类(HY/T123-2009)主要是开放式养殖、透水构筑物用海，不改变海域自然属性，施工过程对周边海域的水质、沉积物环境影响轻微，对周边海域水动力环境影响较小，对周边海域地形地貌基本没有影响。项目在运营期不会对水质产生影响，不会改变工业与城镇用海区 III 类水质的环境要求，因此本项目对上述工业与城镇用海区影响较小。

5、对海南岛西南部保留区的影响分析

本项目紧邻海南岛西南部保留区。由于本项目用海方式按海域使用分类(HY/T123-2009)主要是开放式养殖、透水构筑物用海，不改变海域自然属性，不会改变周边海域水动力环境，对周边海域地形地貌没有影响，对海南岛西南部保留区基本没有影响。

因此，项目的开发与建设基本不会对周边海洋功能区产生影响。

6.1.3 项目用海与所在海洋功能区的符合性分析

根据《海南省总体规划(空间类 2015-2030)》海洋功能区划和海岛保护专篇,本项目用海范围位于三亚湾农渔业区(代码 B1-05)。本项目拟申请海域面积 100.0000 公顷,呈矩形规则布置,东西向长 1100m,南北向长 900m。项目规划区由人工鱼礁和自然增殖板块两个板块组成。项目规划建设内容主要有:投放海洋生态人工鱼礁、自然增殖开放式养殖,建设促进渔业资源自然增殖、恢复的国家级海洋牧场。项目用海与三亚湾农渔业区的符合性分析见表 6-2。

表 6-2 项目与三亚湾农渔业区符合性分析

功能区名称	海域使用管理要求	项目用海符合性分析
三亚湾农渔业区 (代码 B1-05)	用途管制要求:“主导用海类型为开放式养殖用海,可兼顾旅游娱乐用海,开展休闲渔业活动,涉海工程建设需征求相关部门意见”。	本项目用海类型是渔业用海,项目定位为休闲型海洋牧场,项目的主要建设内容为人工鱼礁、自然增殖开放式养殖,项目建设的目的是在修复海洋生物栖息地、保护海洋生态、增殖和恢复渔业资源。因此,项目建设符合三亚湾农渔业区的用途管制要求。
	用海方式要求是:“允许适度改变海域自然属性”。	本项目的用海方式按海域使用分类(HY/T123-2009)主要是开放式养殖、透水构筑物用海,用海不改变海域的自然属性。因此,项目用海符合三亚湾农渔业区的用海方式控制要求。
	海域整治要求是:“合理规划增养殖规模、密度和结构,防止渔业资源过度开发”。	本项目定位为休闲型海洋牧场,主要建设投放人工鱼礁,人工鱼礁及渔礁增养殖区可有效保护海洋生物多样性和增殖渔业资源,促进渔业资源的可持续发展。本项目对区域渔业资源保护与恢复具有积极作用,因此,与该功能区的海域整治要求相符。
	重点保护目标为:“保护海域自然生态环境”。	本项目“耕海、牧渔”打造现代化海洋牧场,修复海洋生物栖息地、增殖和恢复渔业资源,有效的改善海域自然生态环境的同时,促进了渔业资源的可持续发展。因此,项目符合功能区重点保护目标的要求。
	环境保护要求为:“执行二类海水水质标准,一类海洋沉积物质量标准,一类海洋生物质量标准”。	根据第三章水质调查结果,项目所在海域满足三亚湾农渔业区水质、沉积物质量标准。施工期产生的悬浮泥沙源强较小,区域潮流流速相对较大,易于悬浮物稀释扩散,且扩散范围较小,对所在功能区的环境影响小;运营期不产生污染物,因此,项目符合功能区的环境保护要求。
与海洋功能区划符合性	符合	

综上所述,项目用海符合“三亚湾农渔业区”海域基本功能定位,符合其海域使用管理要求,因此,项目用海符合《海南省总体规划(空间类 2015-2030)》

海洋功能区划和海岛保护专篇。

6.2 项目用海与相关规划符合性分析

6.2.1 与《国家生态文明试验区(海南)实施方案》符合性分析

2019年5月中共中央办公厅国务院办公厅印发了《国家生态文明试验区(海南)实施方案》，该方案提出要“加强海洋生态系统和海洋生物多样性保护”、“加强河湖水域岸线保护与生态修复，科学规划、严格管控滩涂和近海养殖，推行减船转产和近海捕捞限额管理，推动渔业生产由近岸向外海转移、由粗放型向生态型转变”、“支持海南建设现代化海洋牧场”。

本项目建设一定数量的人工鱼礁群，并在渔礁群间形成人工渔礁增养殖区，营造海洋生物栖息地，为鱼类等提供繁殖、生长、索饵和庇敌的场所，加强了海洋生态系统和海洋生物多样性的保护，同时带动了休闲渔业的发展和渔民转产转业，保持渔业资源的良性循环和渔业生产的可持续发展。因此，项目的建设符合《国家生态文明试验区(海南)实施方案》。

6.2.2 与《海南省“十四五”生态环境保护规划》符合性分析

《海南省“十四五”生态环境保护规划》第五章中提出：“加强陆海空间规划统筹。探索统筹陆海资源配置、产业布局的有效路径。以海洋经济中长期规划为基础，科学评价资源环境承载能力及海洋空间开发适宜性，科学有序开发利用海洋资源，优化近岸海域保护和开发布局”，“加强海水养殖污染治理。编制海水养殖连片聚集区建设规划，以环境保护和资源持续利用为前提，合理确定养殖种类、模式和规模。积极发展生态健康养殖，建设海洋牧场，压缩围海养殖总量，推动海水养殖环保设施建设与清洁生产”。

本项目是集耕海牧渔以及自然增殖开放性养殖等功能于一体的生态化、景观化的现代化海洋牧场，项目的建设可以使所在海域生态环境得到改善，为海洋生物栖息营造良好环境以及为鱼类等提供繁殖、生长、索饵和庇敌的场所，达到保护、增殖和提高渔获量的目的，同时还可以促进渔业方式向“耕海”、“养海”转型升级，在保护渔业资源的同时带动经济效益，实现产出效益最大化，驱动传统渔业向休闲渔业发展，实现渔业转型升级。综上所述，本项目符合《海南省“十四五”生态环境保护规划》。

6.2.3 与《海南省海洋经济发展“十四五”规划》符合性分析

图 6-2 项目用海位置与《海南省海洋主体功能区规划》叠加图

海南省海洋重点开发区域的功能定位：是支撑全省海洋经济持续增长的区域；充分发挥海口市和三亚市作为我省 21 世纪海上丝绸之路的重要战略支点作用，打造以海口、三亚为中心的现代服务业合作战略支点；是我省海洋经济发展的增长极，未来我省经济发展的重要载体；是城镇建设用海、港口和临港产业用海、海洋工程和资源开发的重点建设区域。我省海洋重点开发区域的发展方向包括：依托独特的海洋资源，充分利用沙滩和海岛资源，大力发展滨海度假、海岛休闲、海洋观光、邮轮游艇、海上运动等特色旅游项目，提升丰富海洋旅游产品。本项目的建设内容为投放人工鱼礁，开展渔业资源恢复，项目建设在修复海洋生物栖息地、保护海洋生态系统、增殖和恢复渔业资源的基础上，适度发展休闲渔业及海洋旅游产品。项目的建设符合海洋重点开发区域的功能定位和发展方向。

因此，本项目符合《海南省海洋主体功能区规划》。

6.2.5 与海南省生态保护红线的符合性分析

海南省省级生态保护红线发布系统所发布海南省生态保护红线为 2016 年版本，由于当时对生态保护红线的认知不完全透彻，产生许多的问题，海南省政府对原 2016 年版本进行校核优化，按照校核优化方案于 2018 年对原发布的生态保护区进行了优化调整，优化调整后的生态红线已通过海南省政府相关会议，于 2021 年上报国家，目前，海南省现行红线主要参考 2018 优化校核版红线范围。

《海南省生态保护红线管理规定》于 2022 年 5 月 31 日由海南省第六届人民代表大会常务委员会第三十六次会议通过了对其修改的决定，并将修改后的《海南省生态保护红线管理规定》予以公布和实施。管理规定中明确了将生态保护红线的划分修改为“自然保护地核心保护区”和“其他区域”两种类型，并分别明确了二者的管控要求。

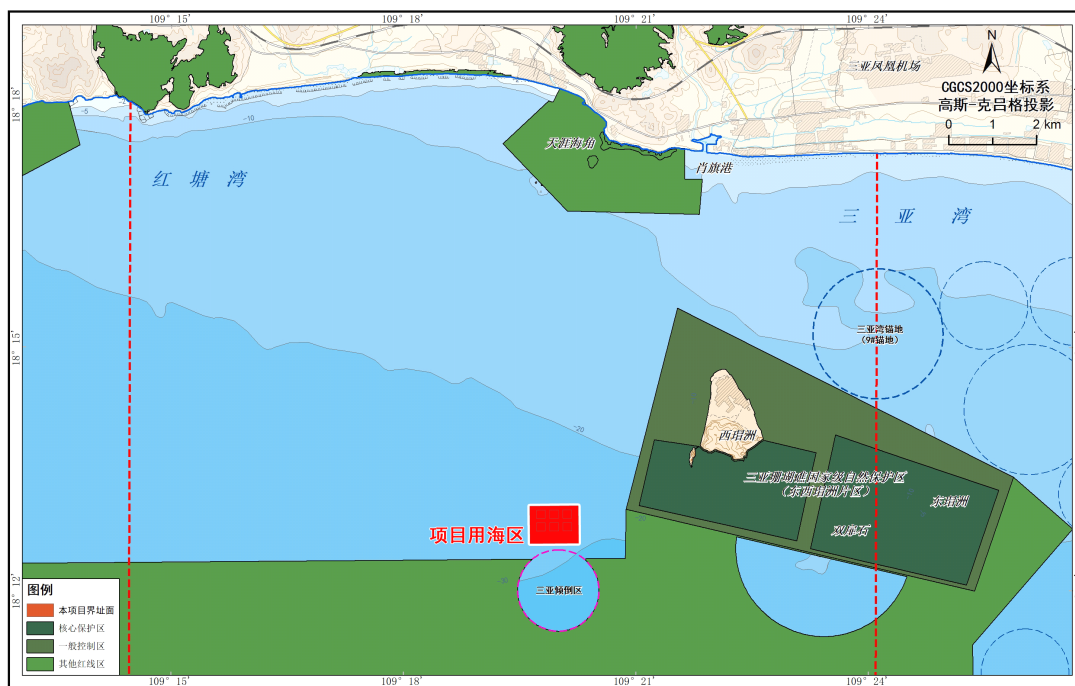


图 6-3 项目用海与生态保护红线位置关系图

本项目用海范围不占用现行的海南省生态保护红线。项目周边海域的海洋生态红线类型包括：核心保护区、其他区域(一般控制区、其他红线区)，详见图 6-3。本项目距离东侧三亚珊瑚礁国家级自然保护区最近距离约 2.4km。项目用海与红线管控要求的符合性分析见表 6-2。

表 6-2 项目用海与《海南省生态保护红线管理规定》管控要求符合性分析

红线类型	管控要求	符合性分析	结果
核心保护区	生态保护红线内自然保护区核心保护区原则上禁止人为活动，经依法批准的科学研究观测、调查监测、生态修复等法律、法规和国家有关规定允许的活动除外。	1. 项目用海范围不占用现行的海南省生态保护红线。 2. 本项目用海方式按海域使用分类(HY/T123-2009)主要是开放式养殖、透水构筑物用海。项目的主要建设内容为人工鱼礁、自然增殖开放式养殖。通过人工渔礁的投放和自然增殖恢复，对修复海洋生物栖息地、保护海洋生物多样性、增殖和恢复渔业资源，促进渔业资源的可持续发展起到重要的作用。项目施工期严禁船舶生活污水、含油废水和固体废物直接排入海中，通过数模计算分析，施工期产生的悬浮泥沙源强较小，区域潮流流速相对较大，易于悬浮物稀释扩散，且扩散范围较小，悬浮物不会扩散到三亚珊瑚礁国家级自然保护区；运营期不产生污染物，对生态保护红线不会产生影响，因此，本项目符合生态保护红线管控要求。	符合
其他区域(一般控制区、其他红线区)	生态保护红线内其他区域严格禁止开发性、生产性建设活动，除国家重大战略项目外，仅允许开展相关对生态功能不造成破坏的人为活动。		

经上述分析，本项目用海不占用现行的海南省生态保护红线。项目用海不会和海南省生态保护红线管控要求产生冲突，因此，项目用海与海南省生态保护红线相符。

6.2.6 与“三线一单”生态环境分区管控方案的符合性分析

中共海南省委办公厅、海南省人民政府办公厅于 2021 年 2 月 10 日印发了《关于海南省“三线一单”生态环境分区管控的实施意见》（琼办发〔2021〕7 号）的通知。结合海南省实际，就海南省实施“三线一单”（生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单）生态环境分区管控提出了相关意见。建立健全以“三线一单”为核心的生态环境分区管控体系，提升生态环境治理体系和治理能力现代化水平，为加快建设国家生态文明试验区、高质量高标准建设海南自由贸易港提供强力支撑和保障。全省共划定环境管控单元 871 个，分为优先保护单元、重点管控单元和一般管控单元三类，实施分区管控。

三亚市于 2021 年 7 月印发了《关于三亚市“三线一单”生态环境分区管控的实施意见》，并制定了《三亚市生态环境分区管控方案》。将三亚市陆域及近岸海域从生态环境保护角度划分为：优先保护单元、重点管控单元和一般管控单元等 3 类环境管控单元，在一张图上落实生态保护与环境质量目标管理、资源利用管控要求，按照环境管控单元编制生态环境准入清单，构建生态环境分区管控体系。

本项目用海范围位于 3 类环境控制单元的一般管控单元中，详见图 6-4。一般管控单元环境管控要求为：“落实生态环境保护基本要求，加强生活污水和农业面源污染治理，推动区域环境质量持续改善。”本项目用海方式按海域使用分类(HY/T123-2009)主要是开放式养殖、透水构筑物用海，通过人工渔礁的投放和自然增殖开放式养殖能够在有效保护海洋生物多样性和增殖渔业资源的同时，促进渔业资源的可持续发展，同时，项目建设对修复海洋生物栖息地、保护海洋生态、增殖和恢复渔业资源、提高海域环境质量具有重要的作用。因此，本项目与“三线一单”生态环境分区管控的要求相符合。

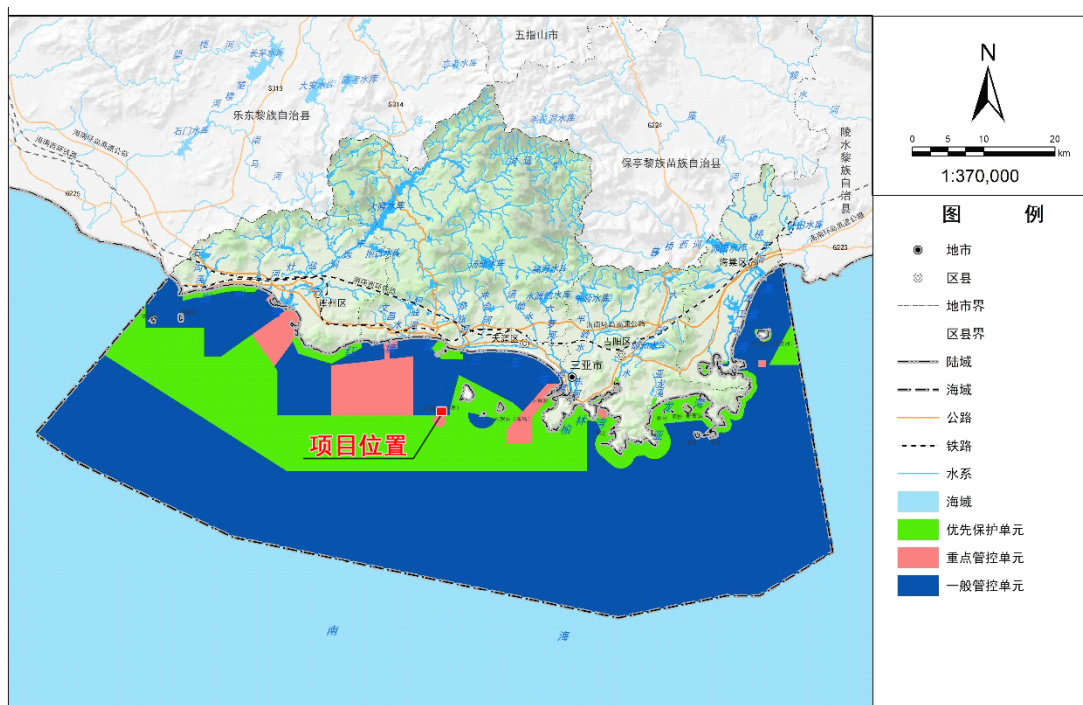


图 6-4 项目用海与“三线一单”生态环境分区管控单元位置关系图

6.2.7 与《海南省现代化海洋牧场发展规划(2021-2030年)》符合性分析

为贯彻落实习近平总书记“4·13”重要讲话和中央 12 号文件精神，落实省委省政府加强生态文明建设的要求，加快渔业转型升级，推进现代化海洋牧场建设，海南省农业农村厅于 2021 年 2 月 3 日印发了《海南省现代化海洋牧场发展规划(2021-2030 年)》。根据规划，在海南岛近岸海域选址布局休闲型海洋牧场 22 处，分别位于西海岸、东海岸、潮滩鼻、青葛、龙湾、潭门、博鳌、甘蔗岛、神州半岛、加井岛、日月湾、香水湾、南湾猴岛、蜈支洲、东西瑁洲、龙栖湾、莺歌海、四更、峨蔓、马袅湾、昌江深水区、三亚湾深水区。

本项目位于《海南省现代化海洋牧场发展规划(2021-2030 年)》中划定的东西瑁洲海洋牧场区域内，该区域规划建设休闲性海洋牧场，规划投放人工鱼礁面积 700 公顷。人工鱼礁是海洋牧场建设中最主要的部分，本项目总计投放人工鱼礁 32460 空方和划定 76.0000 公顷自然增殖开放式养殖区，为海洋生物提供索饵、庇护、生长、发育和繁育生殖的场所，从而保护渔业资源，提高渔获物的重量和质量。本项目选址及建设内容均符合规划中要求发展休闲型海洋牧场并投放人工集鱼礁的要求，因此，本项目符合《海南省现代化海洋牧场发展规划(2021-2030 年)》。见图 6-5、图 6-6。

沿海渔港群”“休闲渔业品牌培育四个一工程”“海洋经济发展示范区”“国家级海洋牧场示范区”“水产养殖业绿色发展”“国家海洋公园”等规划精神和推进海洋强省的总体战略部署，着眼休闲渔业发展基础和资源要素配置条件，构建“一圈、两极、三区、一点”的热带休闲渔业发展格局。

《海南省休闲渔业发展规划(2019-2025年)》对三亚市的发展定位提出：“重点打造三亚崖州休闲渔业产业聚集示范区，发展三亚湾、后海区域”、“打造三亚海上旅游合作开发基地。以西岛渔村为示范，打造海岛型最美渔村”、“加快东西瑁洲、东锣西鼓海洋牧场的规划建设，发展海上牧场休闲垂钓、渔事观光体验、水上运动等活动”。

本项目的的主要建设内容包括：投放海洋生态人工鱼礁、自然增殖开放式养殖。项目的开展对修复海洋生物栖息地、保护海洋生态、增殖和恢复渔业资源起到了积极的作用，能够在有效保护海洋生物多样性和增殖渔业资源的同时，促进渔业的发展。项目是国家级海洋牧场示范区创建项目，是《海南省休闲渔业发展规划(2019-2025年)》的具体实施。

6.2.9 与《海南省养殖水域滩涂规划(2018-2030)》符合性分析

《海南省养殖水域滩涂规划(2018-2030)》中提出，“着力发展生态环保型水产增养殖产业：大力发展底播增殖、深海网箱、海洋牧场、增殖放流等绿色增殖方式和休闲渔业等生态环保型水产增养殖产业，是未来海南省养殖水域滩涂开发利用的总趋势”。

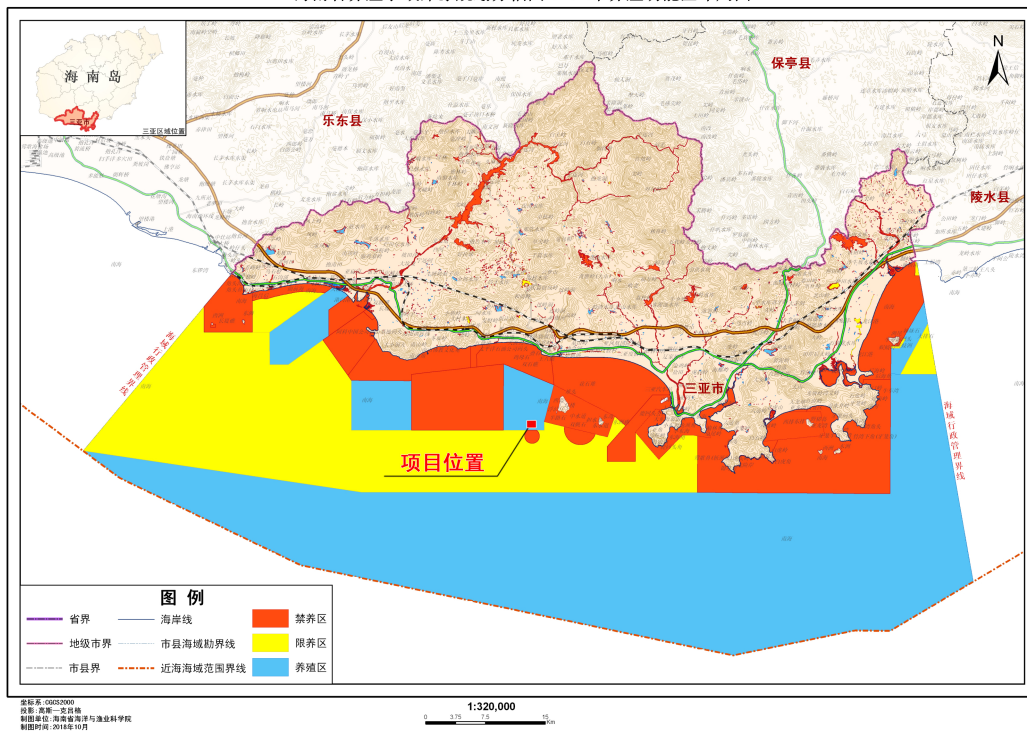


图 6-7a 项目位置与海南省养殖水域滩涂规划(2018-2030)叠加图

图 6-7b 项目位置与海南省养殖水域滩涂规划(2018-2030)叠加图

本项目建设用海范围位于海南省养殖水域滩涂所划定的养殖区内。项目通过投放一定量的人工鱼礁，在渔礁群间形成人工渔礁增养殖区，并划定一定面积的自然增殖开放式养殖区，不仅可以改善海域生态环境，营造海洋生物栖息的良好环境，为鱼类等提供繁殖、生长、索饵和庇敌的场所，达到保护、增殖和提高渔

获量的目的，还可以带动休闲渔业的发展和渔民转产转业，保持渔业资源的良性循环和渔业生产的可持续发展，符合海水增养殖转型升级的发展方向和养殖区管控要求。因此，项目的建设符合《海南省养殖水域滩涂规划(2018-2030)》相符。见图 6-7。

6.2.10 与《三亚市养殖水域滩涂规划(2018-2030 年)》符合性分析

《三亚市养殖水域滩涂规划(2018-2030 年)》总体思路指出：“以渔业生产活动为基础，以市场需求为导向，立足现有基础，结合产业结构调整，发挥资源优势，突出地域特色，遵循综合开发，循序渐进的原则，完善各种休闲渔业配套设施，增加服务功能。结合海洋牧场建设发展海上游钓业，依托渔村、渔港、渔文化等资源发展休闲渔业。在三亚市沿海地区及中部山区水库限制养殖区因地制宜建设差异化的休闲渔业基地”。

首先，本项目用海范围全部在《三亚市养殖水域滩涂规划(2018-2030 年)》中所划定的养殖区内；其次，本项目通过投放人工渔礁，修复海洋生物栖息地、保护海洋生态、增殖和恢复渔业资源，创建国家级海洋牧场，适度发展休闲渔业。因此，本项目用海符合《三亚市养殖水域滩涂规划(2018-2030 年)》。项目用海关系图如 6-8 所示。

图 6-8 项目用海与三亚市养殖水域滩涂规划(2018-2030 年)叠加图

7 项目用海的合理性分析

7.1 项目选址适宜性

7.1.1 区位和社会条件能否满足项目建设和运营的要求

本项目位于三亚湾农渔业区内，东距离西瑁洲岛约 3.1km。本项目主要通过投放一定量的人工鱼礁，在渔礁群间形成人工渔礁增养殖区，并划定一定面积的自然增殖开放式养殖区，不仅可以改善海域生态环境，营造海洋生物栖息的良好环境，为鱼类等提供繁殖、生长、索饵和庇敌的场所，达到保护、增殖和提高渔获量的目的，还可以带动休闲渔业的发展和渔民转产转业，保持渔业资源的良性循环和渔业生产的可持续发展。项目选址于《海南省现代化海洋牧场发展规划（2021-2030 年）》中划定的东西瑁洲海洋牧场区域内（该区域规划建设休闲性海洋牧场），区位上符合相关规划的要求。该海域已由地方政府规划专门开展海洋牧场建设，具备充足的海域面积供本项目的人工鱼礁建设。

从项目建设条件看，项目用海区水域开阔，水上施工的水域面积较大，有利于开展多个作业面。项目投放的人工鱼礁礁体为预制构件，选定南山港预制场地及堆存场地。供电、供水、有线通信等均可依托三亚市现有设施。当地盛产项目建设所需的砂、石料，材质优良，供应充足，交通便利，可满足工程建设的需要。此外，海南地区常驻多家专业施工队伍，技术力量雄厚，施工设备、机具齐全、经验丰富，完全能承担本项目的施工。本工程可具备良好的施工条件。

因此，项目选址区位和社会条件能满足项目建设和运营的要求。

7.1.2 自然资源和生态环境适宜性

人工鱼礁礁址选择关系到鱼礁设置后发挥作用的大小，鱼礁使用寿命、鱼礁对其他作业的影响等，鱼礁选址是人工鱼礁投放的前提。本项目选址与自然资源和生态环境的适宜性分析见表 7.1-1。

表 7.1-1 项目选址与自然资源和生态环境适宜性分析

序号	选址条件	海域情况	适宜性
1	水深条件： 人工鱼礁建设地点一般应离岸 500m 以上，海区一般水深在 10~30m 之间。海水透明度好，不混浊，受风浪影响较小。	本项目位于三亚湾近岸海域，距离岸约 8.3km，海水水深主要介于 25~30m 之间，海水透明度好，不混浊，满足投礁型海洋牧场的建设要求。	适宜

2	地形条件: 海底地形变化不宜过大, 一般情况下单个礁体范围内海底坡度 $i \leq 1/30$ 。	根据本项目的水下地形图, 该海域平均坡降较小, 海底地形坡度均在 1‰ 以内。	适宜
3	地质条件: 海底宽阔平坦, 泥沙淤积少、底质坚硬、沙带泥或有贝壳的混合海底, 地基承载力在 40Kpa 以上。	根据本项目的岩土工程勘察报告, 项目区域的表层土层为淤泥质粉质粘土, 其地基承载力为 40Kpa, 满足鱼礁的承载力要求。	适宜
4	水动力条件: 水体交换通畅, 流速宜 $\leq 1.5\text{m/s}$, 年淤积强度小于 30mm, 淤泥厚度不宜超过 0.6m, 受风浪影响较小。	(1) 根据实测水文资料, 该海域潮流流速较小, 最大流速仅 59cm/s, 水体含沙量很低, 以悬移质为主, 平均含沙量均在 0.002kg/m ³ 左右, 随涨潮流入湾的泥沙, 绝大部分被落潮流带走; (2) 东岛观测点观测期间, 有效波高大于 1.0m 的波浪出现频率仅为 5% 左右, S~SSE 方向出现有效波高 Hs 大于 3.0m 以上的波浪, 最大值为 3.05m; (3) 收集到崖州站观测期间波浪大部分时间小于 1.4m, 有效波高大于 1.2m 的波浪出现频率仅为 3.1% 左右; ESE~S 方向出现有效波高 Hs 最大值为 6.68m, 出现期间为 2017 年“杜苏芮”台风期间	适宜
5	海水水质条件: 海水透明度好, 符合二类以上的海水水质标准。	根据水质调查资料, 该海域的水质评价因子均达到一类海水水质标准, 水环境质量较好。	适宜
6	海洋生态条件: 海底沉积物符合 I 类海洋沉积物质量标准, 有一定量的浮游植物、浮游动物和底栖生物。	根据海洋生态环境调查资料, 该海域沉积物调查因子均符合第 I 类海洋沉积物质量标准, 沉积物质量好。浮游植物多样性指数和均匀度指数均较高, 种类丰富, 分布均匀, 结构稳定。浮游动物共有 7 类 25 属 29 种, 多样性指数较高。底栖生物主要由 4 类生物组成, 以软体类动物出现率最高, 其次为甲壳类、多毛类、头索类。	适宜
7	渔业资源条件: 海洋生物总量大, 且生物群体分布密集的海域, 尤其是初级生产力发达和叶绿素 a 含量较高的海域, 以此满足生物链的规律。	三亚市渔业资源丰富, 海洋生物种类繁多, 鱼类品种有 1064 种, 虾类 350 种, 蟹类 325 种, 软体动物 700 种, 其中经济价值较高的有 402 种。选址区域所在海域是传统的鱼类作业区, 初级生产力丰富, 生物多样性程度高, 有利于形成人工鱼礁区生态系。	适宜
8	休闲旅游资源条件: 旅游资源丰富, 休闲渔业发展前景较好。	三亚市滨海旅游资源丰富, 自然景色奇美, 是国内热带滨海旅游资源最密集的地区, 聚集着阳光、海水、沙滩、气候、森林、动物、温泉、岩洞、风情、田园十大风景旅游资源于一体, 是世界上热带海洋旅游资源最密集的地区之一, 是开展滨海旅游的最佳场所。	适宜

9	<p>周边涉海项目条件：不与水利、海上开采、航运、海底管线及其他涉海项目和海洋功能区划相冲突的海区。</p>	<p>本项目海域属于“三亚湾农渔业区”（代码：B1-05），周边无排污区，远离锚地区、航道区、港口区、海底管道区和倾倒地，不与其他涉海项目和海洋功能区划相冲突。</p>	适宜
---	---	--	----

7.1.3 项目用海是否存在潜在的、重大的安全和环境风险

本项目用海风险主要来自两个方面，一方面是项目自身引起的突发或缓发环境事件，如船舶溢油事故等对海域资源、环境造成的危害；另一方面是由于海洋灾害如风暴潮等造成项目用海设施损毁、人员伤亡、经济损失等风险。

热带气旋影响期间常伴有大风、暴雨，由其引起的风暴潮主要表现为海水异常升高，风大浪急。因此，施工期和运营期应采取相应措施，减少海洋灾害对项目用海的影响。施工期，为确保施工安全，应在热带气旋来临前就停止所有海上施工活动，及时安排所有海上工作人员和船只有序撤离至安全区域。

施工期过往船只数量相对较多，使得通航环境变得更加复杂，船艇发生碰撞导致溢油的风险事故概率也随之增加。因此，用海单位应针对用海存在的风险制定针对性的风险防范对策措施。

7.1.4 项目用海与周边其他用海活动是否存在功能冲突

根据 5.1 节项目用海对海域开发活动的影响分析结果，论证范围内海域开发利用活动较多，主要包括旅游娱乐用海、交通运输用海、渔业用海和特殊用海。项目用海涉及到利益相关者主要有三亚环境投资集团有限公司（三亚湾海洋生态保护修复工程项目的用海单位）、海南高速公路股份有限公司（三亚湾休闲海洋牧场项目的用海单位）海南三亚国家级珊瑚礁自然保护区管理处（保护区用海）、三亚海事局（海上交通安全协调部门）和三亚市自然资源和规划局（责任协调部门）。

项目用海单位在与利益相关者、需协调部门切实执行利益协调措施后，项目用海与周边其他用海活动相适应。

7.2 项目用海方式和平面布置合理性

7.2.1 项目平面布置合理性

7.2.1.1 平面布置是否体现集约、节约用海原则

本项目拟申请用海范围呈矩形规则布置，东西向长 1100m，南北向长 900m。根据项目发展总体目标要求，结合区内海洋环境及地形、地质特点，将用海区分

为两个区块：人工鱼礁用海区、自然增殖用海区。项目平面布置方案在设计阶段即充分考虑项目用海区域周边的自然环境(特别是水深、地形地貌、工程地质等条件)和开发利用现状，进行集约、节约布置。

考虑到项目用海区南侧距离倾倒区较近，人工鱼礁区整体偏北布置。单位鱼礁需留有较大内部空间，采用疏密结合方式布置礁体，礁体在水下的方位应以迎面流的面积大为宜，以求产生较大的涡流效应。鱼礁的外形尺寸取决于水深、流速及鱼种，综合考虑，在 20~40m 水深海域投礁，通常采用的礁体高度为水深的 1/10~1/5。本项目单体鱼礁采用礁高水深比为 1/10，根据设计要求结合当地的海况等自然条件，确定鱼礁高度为 4m，长度 3.4m，宽度也为 3.4m 左右。再而，考虑本项目采用的单位鱼礁类型为休闲生态型，拟选用的单位鱼礁尺寸为 15×15m，由 9 个单体鱼礁构成，呈 3 行 3 列矩阵分布，每个单体鱼礁占据 5m×5m 的空间区域，单体鱼礁之间净距约 2m。为方便进行礁区管理和标示，本项目的人工鱼礁礁区采用 200×200m 的方形布置，礁区内由 13 个单位鱼礁构成，平面呈 5 行 5 列矩阵分布，单位鱼礁间的距离为 72.4m，礁区总空方数为 5410.08 方。礁区中单位鱼礁的总投影面积为 2925 m²，占礁区设置范围面积的比例为 7.31%，满足《人工鱼礁建设技术规范》的要求。

本项目总用海平面布置采用 900m×1100m 的长方形设计，人工鱼礁用海区外的海域设计为自然增殖区，能够使项目投放的人工鱼礁能够产生最大的生态效益和“聚鱼”效应，建造“海底森林”，创造稳定的近海局部水域生态系统，营造一定规模的适宜各种海洋动植物的生长和繁殖提供良好的栖息环境，促进区域渔业资源自然增殖。

综上所述，项目平面布置充分考虑海域自然环境、项目运营需要和海域现状情况，项目平面布置体现了集约、节约用海原则。

7.2.1.2 平面布置是否最大程度地减少对水文动力环境、冲淤环境的影响

根据项目的平面布置，本项目人工鱼礁高度为 4m，即工程后人工投礁区的水深均减少 4m。根据水动力数学模型结果，工程前后流速的改变幅度很小，工程后流速最大减小 3cm/s 左右，流速改变的范围仅限于海洋牧场区及周边的小范围内，对周边的海洋动力环境影响很小。

项目建设引起的地形地貌冲淤变化主要集中在鱼礁区，冲淤幅度也较小，最

大值在±3cm/a左右。

综上，项目平面布置能最大程度地减少对水文动力环境、冲淤环境的影响。

7.2.1.3 平面布置是否有利于生态和环境保护

本用海项目平面布置上，人工鱼礁区距离北侧用海边界100m，距离东、西两侧用海边界150m，与东侧三亚珊瑚礁海洋保护区(东西瑁洲片区)距离较远，腾出更多的缓冲区，减少项目用海对珊瑚礁海洋保护区核心区的影响，即平面布置有利于保护珊瑚礁。

人工鱼礁区布置在项目用海区北部，距离倾倒区约400m，有利于避免倾倒区污染物对本项目人工鱼礁用海的生态和环境影响。

本项目可实现渔业资源的自然增殖和人工增殖，可提升所在海域的渔业资源密度，改善渔业环境，有利于渔业资源恢复和增殖，项目为加强生态和环境保护而建设。

因此，项目平面布置有利于生态和环境保护。

7.2.1.4 平面布置是否与周边其他用海活动相适应

论证范围内海域开发利用活动较多，主要包括旅游娱乐用海、交通运输用海、渔业用海和特殊用海。

根据项目平面布置方案，项目在施工期和运营期对水质环境的影响并未扩散到周边旅游娱乐用海区域、已批正在使用的渔业用海项目和特殊用海项目区(国防武器装备浅表海水环境试验用海项目、红塘湾和三亚湾实施岸滩保护修复工程、海南三亚国家级珊瑚礁自然保护区(东西瑁洲片区)用海)，与其用海活动相适应，但对于周边交通运输用海、待批未建的三亚湾海洋生态保护修复工程项目和三亚湾休闲海洋牧场项目存在一定影响。

项目施工期间，投礁施工船舶会增加附近海域的通航密度，与港口运油船舶及往来该海域的渔船、旅游船只等难免发生相互干扰，也增加了船舶碰撞几率，存在一定的交通安全隐患。施工期悬浮泥沙扩散范围不会覆盖到三亚湾海洋生态保护修复工程项目用海和三亚湾休闲海洋牧场项目，同时这两个项目还未建设，因此本项目施工期悬浮泥沙扩散对其影响较小。

本项目用海边界距离三亚湾海洋生态保护修复工程项目用海约 40m，距离三亚湾休闲海洋牧场项目用海约 100m，用海平面布置没有权属冲突，相距有一定的缓冲距离，同时用海内容均为海洋牧场建设，三者之间有相互促进的积极影响。

因此，项目施工过程中需要关注船只交通安全的影响。项目用海单位在与利益相关者、需协调部门切实执行利益协调措施后，项目用海与周边其他用海活动相适应。

7.2.2 用海方式合理性分析

7.2.2.1 项目用海方式是否有利于维护海域基本功能

本项目选址位于三亚湾农渔业区，本项目的建设内容包括人工鱼礁、自然增殖开放式养殖用海，目的是在修复海洋生物栖息地、保护海洋生态、增殖和恢复渔业资源的基础上，适度发展休闲渔业。其中，人工鱼礁投礁区用海方式为透水构筑物，自然增殖区用海方式为开放式养殖，详见表 2.5-1。

项目用海不会改变海域的基本属性，符合并有利于维护三亚湾农渔业区用海基本功能。

7.2.2.2 项目用海方式是否最大程度的减少对水文动力环境、冲淤环境的影响

本项目采用透水构筑物(人工鱼礁投礁区)和开放式养殖(自然增殖区)的用海方式。透水构筑物和开放式养殖用海是对水文动力和区域环境影响较小的两种用海方式，基本上不改变海域自然属性。根据水动力数学模型结果，工程后流速最大减小 3cm/s 左右，流速改变的范围仅限于海洋牧场区及周边的小范围内。项目建设引起的地形地貌冲淤变化也主要集中在鱼礁区，冲淤幅度也较小，最大值在 $\pm 3\text{cm/a}$ 左右。

因此，项目用海方式最大程度减少对水文动力环境、冲淤环境的影响。

7.2.2.3 项目用海方式是否有利于保持自然岸线和海域自然属性

本项目用海位于三亚湾农渔业区，不占用岸线，不新增人工岸线，不改变自然岸线保有率。项目建设引起的地形地貌冲淤变化主要集中在鱼礁区，最大冲淤幅度在 $\pm 3\text{cm/a}$ 左右。项目用海方式对区域的冲淤环境影响相对较小，不改变海域的自然属性。因此，项目用海方式有利于保持自然岸线和海域自然属性。

7.2.2.4 项目用海方式是否有利于保护和保全区域海洋生态系统

本项目施工期间对海洋生物将产生直接和间接的影响，一是投放的人工鱼礁会占用部分底栖生物生境，直接损毁底栖生物资源；二是透水构筑物海上施工时产生的悬浮泥沙对海洋生物及其生境造成的间接影响。

项目建设旨在创建国家级海洋生态牧场，通过采用人工鱼礁透水构筑物用海方式和自然增殖的开放式养殖用海方式，在东西瑁洲海域为渔业资源、海洋生物营造良好的栖息地和索饵场，促进当地野生经济生物的资源恢复，因此，相对于由于项目实施过程中造成的少量渔业资源的损失，项目建设对区域海洋生态系统的恢复和保护、保全的作用更大，具有更重要的积极影响。

综上所述，项目用海方式是合理的。

7.3 用海面积合理性

7.3.1 项目用海面积合理性分析

7.3.1.1 项目用海面积是否满足项目用海需求

本项目拟选址于三亚湾西瑁洲西侧规划建设的东西瑁洲海洋牧场区域内，东西瑁洲海洋牧场为休闲型海洋牧场，东西长 3365m，南北宽 2080m，总面积 700 公顷。本项目位于规划东西瑁洲海洋牧场的东南部区域，项目建设海域呈矩形规则布置，东西向长 1100m，南北向长 900m。根据项目发展总体目标要求，结合区内海洋环境、地形、地质特点及用海现状，将用海区分为两个区域，分别是：人工鱼礁用海区、自然增殖用海区。各用海区的设计遵循项目建设需求和相关行业标准规范。

人工鱼礁区根据本海区的特点以及建设目标要求，根据本区水深条件，确定单体鱼礁尺寸为 3.4m×3.4m×4m。考虑本项目采用的单位鱼礁类型为休闲生态型，拟选用的单位鱼礁尺寸为 15×15m，由 9 个单体鱼礁构成，呈 3 行 3 列矩阵分布，每个单体鱼礁占据 5m×5m 的空间区域，单体鱼礁之间净距约 2m。为方便进行礁区管理和标示，本项目的人工鱼礁礁区采用 200×200m 的方形布置，礁区内由 13 个单位鱼礁构成，平面呈 5 行 5 列矩阵分布，单位鱼礁间的距离为 72.4m，由此计每个人工鱼礁投礁区用海面积 4.0000 公顷。根据拟建人工鱼礁投放区大小、形状和功能，拟投放 6 块人工鱼礁群，每块礁群之间间距为 100m，因此，人工鱼礁区用海面积 24.0000 公顷。

为使项目投放的人工鱼礁能够产生最大的生态效益和“聚鱼”效应，创造稳

定的近海局部水域生态系统,营造一定规模的适宜各种海洋动植物的生长和繁殖提供良好的栖息环境,本项目将人工鱼礁用海区外的海域设计为自然增殖区,进行自然的开放式养殖,开展区域渔业资源的自然增殖和恢复。根据自然增殖的实际需求和国家级海洋牧场示范区创建的要求,将 76.0000 公顷的海域划定为自然增殖开放式养殖用海区。

因此,本项目用海面积是根据项目建设内容和《海籍调查规范》的规定而确定的,项目用海面积满足项目用海需求。

7.3.1.2 项目用海是否符合相关行业设计标准和规范

本用海项目人工鱼礁的设计参考了现行有关行业标准,包括《海洋牧场建设规划设计技术指南》(T/SCSF0011-2021)、《人工鱼礁建设技术规范》(SC/T9416-2014)、《人工鱼礁建设选址技术规程》(T/SCSF0012-2021)、《人工鱼礁礁体制作技术规范》(T/SCSF0005-2020)等,同时考虑了其他法规、国家和行业相关标准,确保满足安全性、抗灾害性等要求。

7.3.1.3 项目用海占用的岸线是否合理

本项目用海位于三亚湾中部的三亚湾农渔业区,根据《海籍调查规范》,项目不占用岸线资源,亦无新增人工岸线,不改变自然岸线保有率。

7.3.2 项目用海界址确定及面积量算

本项目用海类型为渔业用海。

项目用海范围的界定,是以《海南省现代化海洋牧场发展规划(2021-2030年)》中划定的东西瑁洲海洋牧场区域为基础,结合海南大学 2022 年 12 月编制的《三亚市东西瑁洲海域国家级海洋牧场示范区创建项目实施方案(报批稿)》,根据《海籍调查规范》的有关规定进行确定的。其中,各内部单元的界址点是由三亚市东西瑁洲海域国家级海洋牧场示范区创建项目用海推荐方案的总平面布置图(2000 国家大地坐标系,111° 中央经线)导入 ARCGIS 软件中计算得到的。各内部单元的面积是借助于 ARCGIS10.2.2 软件按照中央经线 109° 30'、CGCS2000 坐标系、高斯-克吕格投影后自动求得的。

人工鱼礁投礁区:根据《海籍调查规范》第 5.4.1.4 节,“以废弃船、堆石、人工块体及其他投弃物形成的人工鱼礁用海,以被投弃的海底人工礁体外缘顶点

的连线或主管部门批准的范围为界”。人工鱼礁单位礁体共 6 块，具体折线界址点见宗海界址图，计得人工鱼礁投礁区用海面积 24.0000 公顷(单个人工鱼礁投礁区 4.0000 公顷)。

自然增殖区：根据《海籍调查规范》第 5.4.1.3 节，“无人工设施的人工投苗或自然增殖的人工管养用海，以实际使用或主管部门批准的范围为界”，由此确定宗海界址图中折线 1-2-3-4-1，礁群 A\B\C\D\E\F 除外，围成的区域为自然增殖区，计得用海面积为 76.0000 公顷。

本项目用海方案在设计阶段，充分考虑了项目用海区域周边的自然环境(特别是水深、地形地貌、工程地质等条件)和开发利用现状，进行平面的集约、节约布置，已考虑了尽可能减少海域使用面积的可能性。项目用海面积既能满足项目用海的需求，又不对周边海域环境、利益相关者以及其他海洋开发活动产生太大的干扰，而且便于自然资源行政主管部门进行海域管理。

本项目宗海位置图和宗海界址图见图 7.3-1、图 7.3-2 和表 7.3-1。

7.4 项目用海期限合理性分析

根据《中华人民共和国海域使用管理法》的规定，海域使用权最高期限，“养殖用海十五年；拆船用海二十年；旅游、娱乐用海二十五年；盐业、矿业用海三十年；公益事业用海四十年；港口、修造船厂等建设工程用海五十年”。

根据项目用海的性质和设计要求，人工鱼礁单体的设计使用寿命不宜小于 30 年。

因此，为加强海域使用管理，本项目按照主导功能——养殖用海的用海申请最高期限 15 年是合理的。

三亚市东西瑁洲海域国家级海洋牧场示范区创建项目宗海位置图

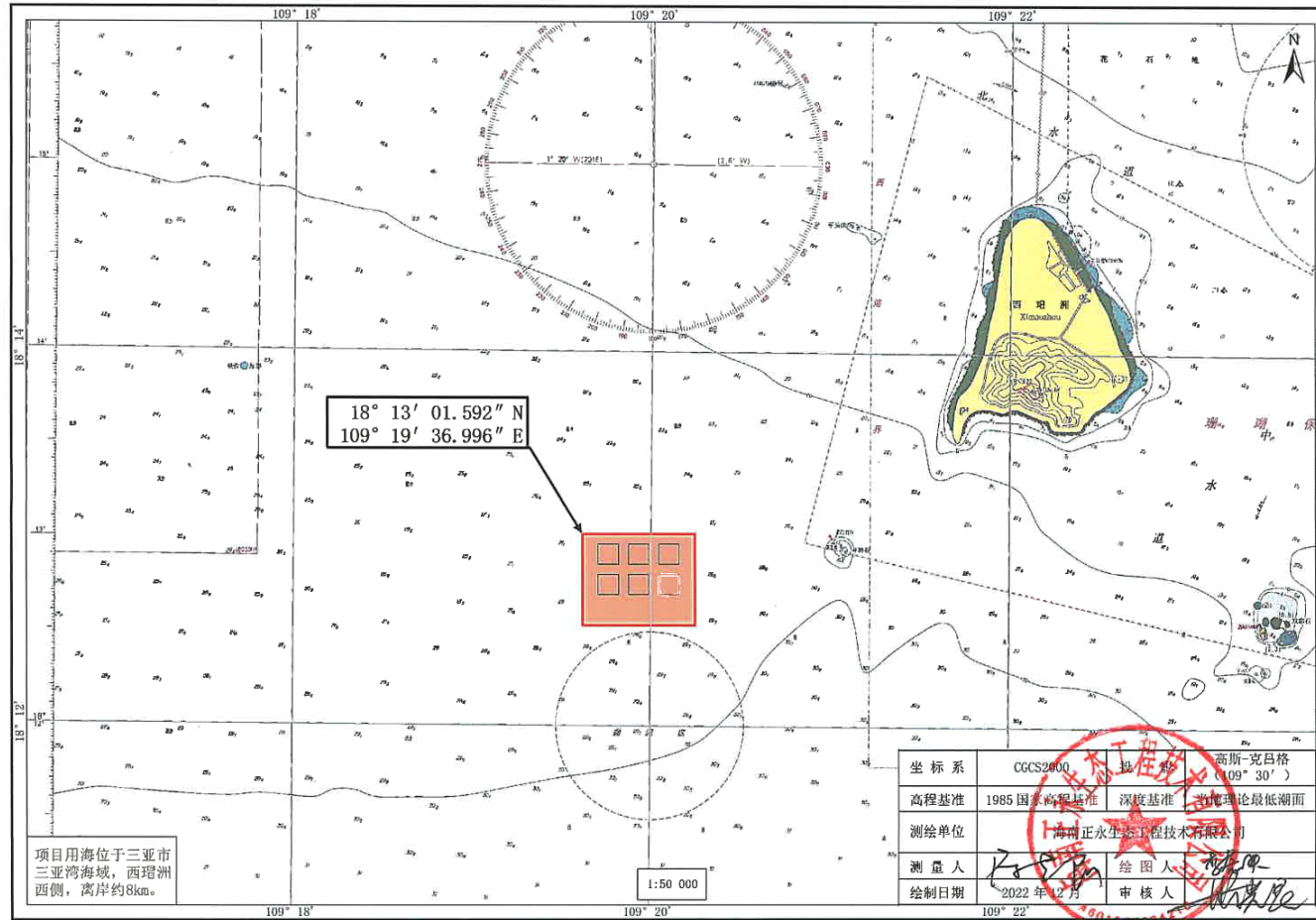


图 7.3-1 三亚湾东西瑁洲海域国家级海洋牧场创建项目宗海位置图

三亚市东西瑁洲海域国家级海洋牧场示范区创建项目宗海界址图

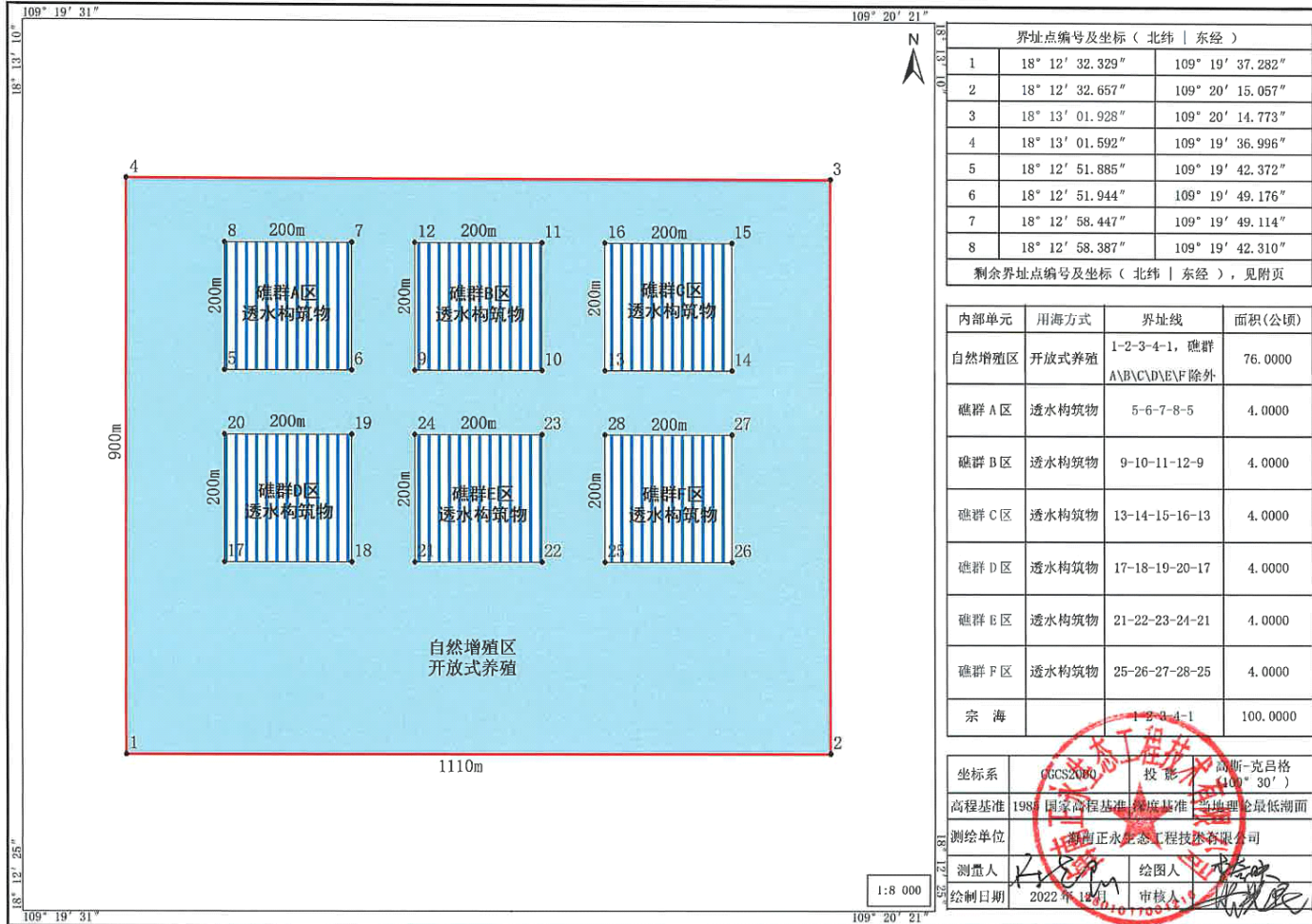


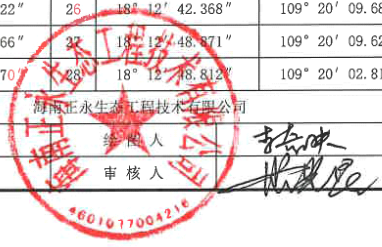
图 7.3-2 三亚湾东西瑁洲海域国家级海洋牧场创建项目宗海界址图

附页：

附页：

三亚市东西瑁洲海域国家级海洋牧场示范区创建项目
宗海界址点坐标

界址点编号及坐标（北纬 东经）			界址点编号及坐标（北纬 东经）		
9	18° 12' 51.974"	109° 19' 52.578"	19	18° 12' 48.693"	109° 19' 49.208"
10	18° 12' 52.033"	109° 19' 59.382"	20	18° 12' 48.634"	109° 19' 42.404"
11	18° 12' 58.535"	109° 19' 59.320"	21	18° 12' 42.221"	109° 19' 52.672"
12	18° 12' 58.476"	109° 19' 52.516"	22	18° 12' 42.280"	109° 19' 59.476"
13	18° 12' 52.063"	109° 20' 02.784"	23	18° 12' 48.782"	109° 19' 59.414"
14	18° 12' 52.122"	109° 20' 09.588"	24	18° 12' 48.723"	109° 19' 52.610"
15	18° 12' 58.624"	109° 20' 09.526"	25	18° 12' 42.309"	109° 20' 02.877"
16	18° 12' 58.565"	109° 20' 02.722"	26	18° 12' 42.368"	109° 20' 09.681"
17	18° 12' 42.132"	109° 19' 42.466"	27	18° 12' 48.671"	109° 20' 09.620"
18	18° 12' 42.191"	109° 19' 49.270"	28	18° 12' 48.812"	109° 20' 02.816"
测绘单位	海南正永生生态工程技术有限公司				
坐标系统	CGCS2000				
绘制日期	2022年12月				



8 海域使用对策措施

8.1 区划实施对策措施

本项目用海位于《海南省总体规划(空间类 2015-2030)》(海洋功能区划和海岛保护专篇)中的“三亚湾农渔业区”(代码 B1-05),用海内容为休闲型海洋牧场,包括人工鱼礁投礁区、自然增殖区等用海,旨在增殖和修复渔业资源。项目用海主导用海类型为开放式养殖用海,用海方式包括透水构筑物 and 开放式用海,不改变海域自然属性,拟建投礁区、自然增殖区严格按照海洋牧场相关技术规范进行布置,增养殖规模、密度适中,结构合理,因此项目用海符合该功能区的海域基本功能定位和海域使用管理要求。建设单位在海域使用中应严格执行海洋功能区划的要求,不得从事与海洋功能区划不相符的开发活动,减小对周边海洋功能区的影响。

本项目人工鱼礁礁体为长方体框架箱型钢筋混凝土礁体,施工期对周围海域水质影响小,运营期不产生污染物,正常情况下项目用海能够满足所在海洋功能区的环境管理要求,需要注意的是事故溢油状态下对周围海域水体环境和通航环境的影响。因此,建设单位应制定严格的管理制度和管理对策,采取有效的环境保护措施和污染防治措施,控制悬浮物等污染物的发生量,并制定溢油应急计划,减少项目建设对海洋环境和周围海洋功能区的影响。项目实施后,建设单位应做好人工鱼礁区、增养殖区的建设效果评估工作和周围海域的环境跟踪监测工作,根据监测情况对礁体进行养护。

本项目位于三亚市政府部门预先开展的三亚湾农渔业区深水网箱养殖集中用海区,该集中用海区已完成总体海域使用论证。根据《三亚湾农渔业区深水网箱养殖集中用海总体海域使用论证报告书》,对于区域内要开展深水网箱养殖的用海申请,管理部门可简化审批手续,提高海域使用效率;对于区域内要开展符合三亚湾农渔业海洋功能区划要求的其他类型的用海项目,应单独开展海域使用论证申请用海,本项目用海类型为渔业用海,不属于深水网箱养殖用海,因此单独开展海域使用论证,符合三亚湾农渔业区深水网箱养殖集中用海区总体海域使用论证的相关要求。项目实施过程中,用海单位应积极与海域管理部门三亚市自然资源和规划局沟通协调,以便三亚市自然资源和规划局在将来审批三亚湾农渔业区内深水网箱养殖用海或其他渔业用海时,对原规划布局和实施内容进行适当协调、调整,避免出现用海

建设和权属争议。

用海申请获得批准后，建设单位要积极主动与地方自然资源行政主管部门联系，共同管理好取得用海权的海域，使用海权益不被侵犯。

8.2 开发协调对策措施

根据项目用海与利益相关者内容的分析结果，本项目用海可能涉及到的利益相关者为三亚环境投资集团有限公司、海南高速公路股份有限公司、海南三亚国家级珊瑚礁自然保护区管理处、三亚海事局和三亚市自然资源和规划局。项目用海对其主要影响在于：施工期产生的悬沙扩散对周围海域水质环境产生短期不利影响；施工期施工船舶作业和运营期工作船通行使项目附近海域的船舶交通流明显增加，对项目区的水域通航环境和船舶通航安全带来一定的影响，并可能发生溢油事故，从而破坏周围海域水体环境，损害三亚珊瑚礁国家级自然保护区的生态环境。因此，项目用海过程中应协调好与三亚环境投资集团有限公司、海南高速公路股份有限公司、海南三亚国家级珊瑚礁自然保护区管理处、三亚海事局和三亚市自然资源和规划局的关系，积极主动协调利益相关者以达成一致协调意见，切实落实本报告利益相关者分析提出的协调方案、要求落实与利益相关者达成的协调协议或方案，从而保障用海秩序。

(1) 施工期间采取有效措施，避免悬浮泥沙大范围扩散，对保护区生态环境产生不利影响。

(2) 施工期船舶作业过程中，按规定做好标识，规范作业行为，避免发生船舶碰撞事故，禁止在保护区内任意抛锚停泊。

(3) 用海单位应委托第三方监测机构对项目用海区及附近海域的水质进行监测，并将监测结果及时送达海南三亚国家级珊瑚礁自然保护区管理处。

(4) 用海单位应积极参与海南三亚国家级珊瑚礁自然保护区管理处有关珊瑚礁保护修复的公益项目。

(5) 项目施工前，项目用海单位应依法依规办理水上水下施工许可证，施工单位严格按照规定要求施工。施工期作业船只要服从海事部门的现场监督管理，确保项目用海区船舶通航安全。

(6) 项目运营期，项目用海单位在用海区四个边界点布放警示标志，明确有“禁止拖网”等警示标语，避免渔船进入鱼礁区拖网捕鱼。同时加强对4座海上警示浮

标的维护，保证渔业礁区标牌和太阳能警示灯等相关设施正常工作。

(7)项目用海单位应积极与三亚环境投资集团有限公司和海南高速公路股份有限公司沟通协调，就项目实施时间、环境跟踪监测等进行协商。

(8)用海单位应积极与海域管理部门三亚市自然资源和规划局沟通协调，以便三亚市自然资源和规划局在将来审批三亚湾农渔业区内深水网箱养殖用海或其他渔业用海时，对原规划布局和实施内容进行适当协调、调整，避免出现用海建设和权属争议。

8.3 风险防范对策措施

8.3.1 自然灾害风险防范措施

针对项目施工期和运营期可能存在的自然灾害风险(如风暴潮、台风等)，主要的自然灾害风险防范措施如下：

(1)施工前，认真设计科学的施工工艺，使工程完全在已批准的海域使用范围内进行，人工鱼礁礁体等设计应符合抗浪等相关规范要求，并考虑沉降等风险因素。施工期间应尽量选择避开台风季节，在台风季节施工应根据天气预报及时做好各项抗台预案和安全措施，以减轻灾害带来的损失。

(2)在热带气旋高发的5~11月份，项目用海单位应注意关注天气预报情况，根据预报结果判断台风移动方向及强度，也可关注中国台风网(网址为：<http://112.124.12.97:8080/Typhoon/public/index.html>)的台风信息及预报信息，提前做出判断，针对性地做好防范工作。

(3)项目用海单位应制定台风应急预案，做好台风来临的准备及应对工作。应急预案应包括指挥中心、台风应急等级、应急措施、与其他部门的协调措施以及应急响应措施等。

8.3.2 海上溢油风险防范措施

项目施工期礁体投放施工有一定数量船只进出，尤其是大雾等恶劣天气条件下，有可能发生船只相撞的事故，从而导致溢油事故的发生。根据三亚市多年来的海上活动开展经验，一般情况下船舶碰撞造成的溢油事故发生概率低，但一旦发生，对周围海域生态环境会造成很大的影响，因此应做好防范。

(1)施工作业期间所有施工船舶须按照国际信号管理规定显示信号，提前、定时

发布航行公告；加强值班瞭望，应严格按照操作规程进行操作、航行水域和路线进行航行，并应严格按施工方案和作业方式在规定的施工作业区内作业。

(2)运营期，船只在项目用海区应慢速行驶，防止碰撞过往船舶和人工鱼礁礁体；加强对海洋牧场4座海上警示浮标的维护，保证渔业礁区标牌和太阳能警示灯等相关设施正常工作。

(3)项目实施过程中，用海单位应在人工鱼礁投放区布设显著标记，并将鱼礁区域的界址点及礁体最高点距海面的高度报送海事局备案。一些吃水较深的大型船舶应严格按航标等标识物的指示，避开礁区，在符合通航安全的水域内航行。

(4)针对海上溢油风险，项目用海单位和施工单位应制定海上溢油事故应急预案，配备必要的溢油应急设施，一旦发生溢油事故，立即启动预案，并向管理部门报告，同时采取必要的措施，最大限度地降低海上溢油事故造成的污染影响和损害。

8.4 监督管理对策措施

8.4.1 海域使用范围和面积监控

项目用海单位要确实按照自然资源主管部门批准的用海界限实施项目用海，并接受自然资源主管部门对所使用的海域面积进行跟踪和监控，严禁超范围用海。

根据项目用海特点，项目海域使用范围和面积的监控应主要集中在运营期。建议自然资源主管部门采取定期、不定期，抽查与普查相结合的形式，对项目用海范围和面积进行监督管理。重点监控项目用海面积等是否符合项目用海申请，有无非法占用海域情况等。

8.4.2 海域使用用途监控

按照《海域使用管理法》第二十八条的规定：“海域使用权人不得擅自改变经批准的海域用途；确需改变的，应当在符合海洋功能区划的前提下，报原批准用海的人民政府批准。”自然资源主管部门应当依法对本项目海域使用的性质进行监督检查，发现违法行为应当依据《海域使用管理法》第四十六条执行。

(1)海洋监察机构应在项目施工期和使用期进行定期或不定期的检查，确保拟建项目按规定用途进行建设和用海。

(2)项目用海单位应严格按照自然资源主管部门批准的用海用途规范用海，不得擅自改变用海用途。确需改变的，应按要求进行用海审批工作。

8.4.3 海域使用时间监控

《海域使用管理法》第二十九规定“海域使用权期满，未申请续期或者申请续期未获批准的，海域使用权终止”。《海域使用管理法》第二十六条规定“海域使用权期限届满，海域使用权人需要继续使用海域的，应当至迟于期限届满前二个月向原批准用海的人民政府申请续期”。本项目申请用海期限为15年，当海域使用权到期后，海域使用权人仍需使用该海域的，可依法申请继续使用，获准后方可继续用海。

8.5 生态建设用海方案

8.5.1 产业准入与规划符合性

本项目为休闲型海洋牧场项目，主要建设内容包括人工鱼礁建设、自然增殖区建设。项目位于三亚湾中部的三亚湾农渔业区，项目是兼具海洋资源养护、海产品增殖的国家级海洋牧场示范项目。项目建成后可修复和改善海洋生态环境、增殖和优化渔业资源，提高海区的生物多样性和生物资源的生产力，促进水产养殖业转型升级，实现生态循环可持续发展。

根据《产业结构调整指导目录(2019年本)》，本项目属于第一类“鼓励类”中“一、农林业—12、人工鱼礁，44、海洋牧场”及“三十四、旅游业—2、文化旅游、健康旅游、乡村旅游、生态旅游、海洋旅游、森林旅游、草原旅游、工业旅游、体育旅游、红色旅游、民族风情游及其他旅游资源综合开发、基础设施建设及信息服务”。项目符合国家产业政策的要求。

8.5.2 岸线保护措施与新形成岸线的生态化建设合理性

项目位于三亚湾中部的三亚湾农渔业区，东距西瑁洲岛3.1km，项目建设不占用海岸线，也没有形成人工岸线，不会对三亚市自然岸线保有率管控目标产生任何影响。

8.5.3 用海方案生态合理性分析

本项目为作为国家级海洋牧场示范区创建项目，根据《SC/T 9111-2017 海洋牧场分类》养护型、增殖型和休闲型三类海洋牧场均为综合型海洋牧场，均具有不同程度的资源养护、生物增殖和休闲渔业功能，均可相互转化；资源养护功能占主

导地位的为养护型海洋牧场，生物增殖功能占主导地位的为增殖型海洋牧场，休闲渔业功能占主导地位的为休闲型海洋牧场。根据本项目建设内容，拟申请项目用海面积为 100.0000 公顷，其中包括申请人工鱼礁投礁区用海面积 24.0000 公顷；申请自然增殖开放式养殖区用海面积 76.0000 公顷。本项目用海具有渔业资源养护的作用，属于生态用海的范畴。从用海方式二级类来看，本项目用海方式为透水构筑物和开放式用海，对海洋生态的影响主要在于工程位置的底栖生物损害和施工期引起的悬浮泥沙影响，对海域水动力场、波浪场、地形地貌冲淤环境等影响相对较小。

8.5.4 污染物排放与控制

8.5.4.1 施工期污染防治对策措施

1、海上污水处理与防治措施

(1) 悬浮泥沙污染防治措施

本项目人工鱼礁投放施工过程中将产生悬浮泥沙，应采用先进的施工工艺和设备，选择海况好时间施工，设置防污帘，以减小悬浮物的产生量和扩散范围，降低对水环境的污染。

(2) 生活污水污染防治措施

根据工程分析，本项目施工期产生的生活污水主要来源船舶工作人员产生的生活污水。船舶工作人员生活污水统一排入集污舱，全部收集上岸处理，不排海。

(3) 含油污水污染防治措施

严格管理施工船舶、施工机械和运营期作业船舶，严禁船舶带“病”作业，严禁油料泄漏或倾倒废油料，船舶应设置油水分离器或装灌油污水的舱柜或容器等，集中收集和贮存。机械设备发生作业操作性或事故性的残油、废油应及时盛接，再交由有资质单位接收到岸上处理。

2、海上固体废物污染防治措施

(1) 生活垃圾

施工船舶上设置固体废物收集箱，工作人员生活垃圾放入收集箱中，集中装箱运回陆地，严禁随意丢弃入海，岸上集中收集所有船只产生的固体废物，然后由环卫部门统一清运集中处理。

(2) 含油废物

施工船舶及平台上日常作业、维修可能产生含油抹布等固体污染物，根据《国家危险废物名录(2021年)》，废弃的含油抹布全过程不按危险废物管理，因此，含油抹布在船舶或平台上收集后，与生活垃圾统一运走处理，不排放入海。施工机械设备发生作业操作性的残油、废油应及时收集，与生活垃圾中分拣出来的危险废物交由有危险废物处理资质的单位将其安全处置。

3、其它环境保护措施

(1)根据《船舶大气污染物排放控制区实施方案》，采用符合规定的船用轻柴油燃油，排放污染物符合相应排放限值要求。

(2)保持船舶燃油发动机的良好性能，确保尾气中硫氧化物和颗粒物排放达标。

(3)施工机械采用清洁型燃料，在施工机械设备排气口加装废气过滤器，同时保持有关设备化油器、空气滤清器等部位的清洁。加强机械的保养。

8.5.4.2 运营期污染防治对策措施

项目运营期主要靠自然增殖和繁殖，基本不进行人为活动，基本不产生污染物。

8.5.5 生态修复与保护

8.5.5.1 生态保护措施

(1)优化施工方案，加强科学管理，在保证施工质量的前提下尽可能缩短水下作业时间；

(2)施工期加强施工区附近水域的水质监测。掌握施工活动与水体中悬浮物增量的规律，尽可能避免对海洋生态产生不利影响；

(3)海上施工避开渔业资源繁殖季节。减小悬沙影响程度和范围，减小对鱼卵仔鱼的影响；

(4)施工过程中应尽可能采用对水体扰动小的机械设备，并设置防污帘，减少泥沙的扩散和再悬浮。减小悬沙影响程度和范围，减小对鱼卵仔鱼的影响；

(5)施工准确定位、详细记录其过程，严格按照施工平面布置进行作业，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；

(6)施工前先驱散该区域的水生生物。有利于减少对水生动物的干扰；

8.5.5.2 生态修复措施

本项目为海洋牧场项目，主要在项目北部通过投放人工鱼礁以及在礁体周围海域开展自然增殖开放式养殖，项目本身就是区域生态修复措施的具体实施，项目建成后对本海域渔业资源增殖养护具有重要的作用。

8.5.6 生态环境监测方案

本项目施工期除水工作业产生的悬沙对邻近小范围的水体环境产生短期不利影响，运营期不产生污染物，对项目区海域环境的影响小，施工期和运营期落实相应的环保措施可有效减小工程对环境的影响。建议用海单位应制定具体的海域使用动态监测计划。监测计划的实施由用海单位委托具备 CMA 计量认证资质的单位开展，技术要求按照有关环境监测规范的规定执行。

(1) 海域使用监测

监测项目：礁体投放位置，礁体沉降量、礁体倾斜程度测量。

监测周期：整个礁体投放施工期。

监测方法：项目用海单位应委托当地有海洋测绘资质的单位承担，按照《全球定位系统(GPS)测量规范》规定的有关方法进行。

(2) 海洋牧场建设效果评估

①鱼礁投放完毕后，项目用海单位应及时将礁型、礁群平面布置示意图，礁区边角和中心位置的经纬度等材料报农业农村和交通等管理部门备案。

②建议项目用海单位按照《人工鱼礁资源养护效果评价技术规范》(SC/T 9417 2015)等技术规范要求对项目海洋牧场的建设效果进行评估，了解项目建设后渔业资源恢复水平。

(3) 环境跟踪监测

三亚珊瑚礁国家级自然保护区距离本项目用海区最近约 1.1km，该保护区管理处每年都开展保护区内珊瑚礁日常监测，监测频率高、监测项目全面、站位布设合理，因此项目用海单位无需重复开展珊瑚礁生态监测，可共享保护区监测资料。

考虑到项目建成后对海域环境的影响较小，但实施期对海域环境有一定影响，因此项目用海环境跟踪监测重点考虑施工期水质、沉积物、海洋生物(浮游生物、底栖生物、游泳生物)和生物体质量监测。

● 水质监测

① 监测站位布设

在项目用海区内及周边海域布设 12 个水质监测站位，具体监测站位见表 8.5-1 和图 8.5-1。

图 8.5-1 跟踪监测站位

表 8.5-1 海洋环境跟踪监测站位

站号	纬度(N)	经度(E)	监测内容
S1	18° 11' 15.898"	109° 17' 54.416"	水质
S2	18° 11' 15.898"	109° 20' 03.420"	水质、沉积物、海洋生物
S3	18° 11' 13.842"	109° 21' 49.811"	水质、沉积物、海洋生物
S4	18° 12' 44.813"	109° 17' 52.188"	水质、沉积物、海洋生物
S5	18° 12' 48.782"	109° 19' 59.414"	水质、沉积物、海洋生物
S6	18° 12' 46.355"	109° 21' 44.671"	水质、沉积物、海洋生物
S7	18° 14' 20.925"	109° 17' 51.846"	水质、沉积物、海洋生物
S8	18° 14' 23.494"	109° 19' 59.309"	水质、沉积物、海洋生物
S9	18° 14' 21.952"	109° 21' 33.878"	水质、沉积物、海洋生物
S10	18° 15' 53.952"	109° 17' 48.762"	水质

S11	18° 15' 56.008"	109° 19' 59.823"	水质
S12	18° 15' 56.522"	109° 21' 32.850"	水质

②监测项

pH 值、盐度、透明度、水温、悬浮物、溶解氧、化学需氧量、硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、活性磷酸盐、石油类。

③监测频率

1 年 1 次。

● 沉积物监测

①监测站位布设

在项目用海区内及周边海域布设 8 个沉积物监测站位，具体监测站位见表 8.5-1 和图 8.5-1。

②监测项目

有机碳、硫化物、石油类。

③监测频率

与水质监测同步。

● 海洋生物监测

①监测站位布设

在项目用海区内及周边海域布设 8 个海洋生物监测站位，具体监测站位见表 8.5-1 和图 8.5-1。

②监测项目

浮游生物、底栖生物、游泳生物、生物体质量。

③监测频率

与水质监测同步。

9 结论与建议

9.1 结论

9.1.1 项目用海基本情况

三亚湾东西瑁洲海域国家级海洋牧场示范区创建项目位于海南省三亚市三亚湾海域,位于三亚珊瑚礁国家级自然保护区(东西瑁洲片区)西侧,距离西瑁洲约 3.1km。

本项目建设海域东西向长 1100m,南北向长 900m,呈矩形规则布置,总占用海域面积 100.0000 公顷。本海洋牧场共投放鱼礁单体 702 个,总计 32460 空方;用海区域四角设 4 套警示浮标;同时建设海底实时在线可视化监测系统一套,在陆地根据实际情况建设标示牌和石碑一套。

本项目用海类型为渔业用海,拟申请项目用海面积为 100.0000 公顷,其中包括申请人工鱼礁投礁区(用海方式为透水构筑物)用海面积 24.0000 公顷;申请自然增殖区(用海方式为开放式养殖)用海面积 76.0000 公顷;本项目按照主导功能——渔业用海,预申请用海期限 15 年。

9.1.2 项目用海的必要性

本项目的实施是落实习近平总书记关于海南建设现代化海洋牧场要求和国家相关政策的需要;有利于进一步改善周边海域生态环境,促进当地渔业资源可持续发展;有利于推进三亚市海洋渔业结构的调整与升级和推动渔业供给侧改革;有利于进一步改善周边海域生态环境,促进当地海洋生物资源可持续发展。因此,项目建设是十分必要的。

为充分实现三亚市东西瑁洲海域国家级海洋牧场示范区创建项目的主导功能,涉及人工鱼礁投礁区(用海方式为透水构筑物)用海、自然增殖区(用海方式为开放式养殖)用海等是十分必要的。

因此,本项目用海是必要的。

9.1.3 项目用海资源环境影响分析结论

9.1.3.1 环境影响分析

1、工程前后潮流场的变化和分析

项目所在的三亚湾西岛西南侧海区潮流动力弱，工程前后流速的改变幅度很小，工程后流速最大减小 3cm/s 左右，流速改变的范围仅限于海洋牧场区及周边的小范围内，对周边的海洋动力环境影响很小。

2、项目用海对地形地貌与冲淤环境的影响分析

海洋牧场建设完成后，由于人工鱼礁礁体增大了海底摩擦系数，使得海洋牧场建设区的流速略有减小，因此，泥沙将在海洋牧场建设区落淤，但由流速改变幅度很小，海水悬沙含量也小，因此海洋牧场区的年淤积强度最大值也只有 0.03m/a，即 3cm/a 左右。

因此，总体而言，本项目工程后引起冲淤的范围较小，主要集中在海洋牧场建设区，冲淤幅度也较小，最大值在±3cm/a 左右。

3、项目用海对通航安全的影响分析

本项目人工鱼礁投放区域水深变化范围约为-25m~-30m(1985 国家高程基准面)，投放的人工渔礁高度为 4m，即人工鱼礁投放后鱼礁区水深约在-21m~-26m。本项目位于三亚湾西瑁洲西侧海域，该区水域宽阔，常有游艇、渔船等船舶在此海域航行。根据在该海域常出现的船舶类型和吨位，其吃水深度远小于 17m，在最低潮面时人工渔礁投放海域对船舶的航行影响很小。

4、水质环境影响分析

本项目用海对水质环境的影响分为两阶段，施工期对水环境的影响主要来自于人工鱼礁投放建设产生的悬浮物，施工船舶工作人员产生的生活污水、固体废物及施工船舶含油废水等；运营期不产生污染物，对水环境无影响。

根据数值模拟结果：人工鱼礁礁体投放过程中各源点叠加悬浮泥沙增量大于 10mg/L（超 I、II 类海水水质）、大于 20mg/L、大于 50mg/L、大于 100mg/L（超 III 类海水水质）、大于 150mg/L（超 IV 类海水水质）的海域面积最大值分别为 0.468 km²、0.163 km²、0.0 km²、0.0km²、0.0km²。

由扩散面积可见礁体投放过程中引起的悬浮泥沙影响很小，未出现超 III 和 IV 类水体；超 I 类、II 类海水水质的面积也很小，最大面积只有 0.468km²，悬浮泥沙的扩散范围仅局限于海洋牧场周边的小范围内。扩散范围内没有其他的用海项目，超一类水质扩散范围距离西瑁洲珊瑚生长区还有较远的距离，不会对珊瑚生长所需

的水质和西岛景区的旅游用海造成影响。

9.1.3.2 资源、生态影响分析

本项目施工期间对海洋生物将产生直接和间接的影响，一是投放的人工鱼礁会占用部分底栖生物生境，直接损毁底栖生物资源；二是海上施工时产生的悬浮泥沙、噪声和振动对海洋生物及其生境造成的间接影响。

项目人工鱼礁投放后，运营期主要是自然增殖开放式养殖活动，不产生污染物，对海域生态没有不利影响。

本项目建设造成生物资源总损失额 58.068 万元。本项目用海为海洋牧场建设项目，项目实施本就是渔业资源养护的作用。相对于项目建成后对海域渔业资源增殖养护的重要作用，项目建设所造成的渔业资源损失是可接受的。

本项目用海风险主要来自两个方面，一方面是项目自身引起的突发或缓发环境事件，如船舶溢油事故对海域资源、环境造成的危害；另一方面是由于海洋灾害如风暴潮等造成项目设施、人员伤亡、经济损失等风险。根据本项目的特点，在用海单位采取自然灾害风险防范措施、海上溢油风险防范措施等一系列防范措施前提下，项目用海风险可控。

9.1.4 海域开发利用协调性结论

根据项目用海与利益相关者内容的分析结果，本项目用海可能涉及到的利益相关者为三亚环境投资集团有限公司、海南高速公路股份有限公司、海南三亚国家级珊瑚礁自然保护区管理处、三亚海事局和三亚市自然资源和规划局。因此，项目用海单位应协调好与三亚环境投资集团有限公司、海南高速公路股份有限公司、海南三亚国家级珊瑚礁自然保护区管理处、三亚海事局和三亚市自然资源和规划局的关系，积极主动协调利益相关者以达成一致协调意见。在切实落实本报告利益相关者分析提出的协调方案、要求落实与利益相关者达成的协调协议或方案的前提下，本项目用海与周边利益相关能够具有很好的协调性，对保障和谐的用海秩序具有积极意义。

9.1.5 项目用海与海洋功能区划、相关规划的符合性结论

根据《海南省总体规划(空间类 2015-2030)》(海洋功能区划和海岛保护专篇)，本项目所在的海洋功能区为“三亚湾农渔业区”，根据第六章分析，本项目用海符

合“三亚湾农渔业区”海域基本功能定位，符合其海域使用管理要求。

项目用海符合《海南省现代化海洋牧场发展规划(2021-2030年)》、《海南省养殖水域滩涂规划(2018-2030)》、《海南省休闲渔业发展规划(2019-2025年)》、《海南省“十四五”生态环境保护规划》、《海南省海洋经济发展“十四五”规划》、《海南省海洋主体功能区规划》、海南省生态保护红线、《三亚市养殖水域滩涂规划(2018-2030年)》、“三线一单”生态环境分区管控方案和《国家生态文明试验区(海南)实施方案》等相关规划内容，是响应以及落实各项规划的具体体现。

9.1.6 项目用海合理性

(1) 选址的合理性

本项目选址于三亚湾西瑁洲西海岸海域，距离西瑁洲约 3.1km，位于三亚湾农渔业区内，属于《海南省现代化海洋牧场发展规划(2021-2030年)》中划定的东西瑁洲海洋牧场区域内，虽然人工鱼礁区底质为淤泥混砂，平均厚度 2m 左右，但根据工程地质调查结果—表层的淤泥混砂容许承载力为 $4t/m^2$ ，而当流速大于 3.64m/s 礁体才会发生滑移、当流速达到 4.70m/s 以上礁体才会发生倾覆(台风影响下最大流速在 1.2m/s)，所用礁体满足滑移、抗倾稳定性要求；该海域平均坡降较小，海底地形坡度均在 1%以内，均能够满足人工鱼礁建设的相关要求；项目选址区位和社会条件能满足项目建设和营运要求；项目区域内自然资源和生态环境均能满足人工鱼礁和自然增殖建设运营需求。项目用海基本不存在潜在的、重大的安全和环境风险，需注重防范热带气旋影响的风险，项目用海单位在与利益相关者、需协调部门切实执行利益协调措施后，项目用海与周边其他用海活动相适应，因此，本项目选址基本是合理的。

(2) 用海方式和平面布置的合理性

本项目涉及人工鱼礁投礁区(用海方式为透水构筑物)用海、自然增殖用海区(用海方式为开放式养殖)用海。按照二级类用海方式来说，本项目的用海方式是透水构筑物用海和开放式用海，这些用海方式有利于维护海域基本功能；能够最大程度的减少对水文动力环境、冲淤环境的影响；有利于保持自然岸线和海域自然属性；有利于保护和保全区域海洋生态系统。因此，本项目用海方式是合理的。

本项目拟选址于三亚湾西瑁洲西侧规划建设的东西瑁洲海洋牧场区域内，东西

瑁洲海洋牧场为休闲型海洋牧场，东西长3365m，南北宽2080m，总面积700公顷。本项目位于规划东西瑁洲海洋牧场的东南部区域，项目建设海域呈矩形规则布置，东西向长1100m，南北向长900m。根据项目发展总体目标要求，结合区内海洋环境及地形、地质特点和开发利用现状，拟将用海区分为人工鱼礁用海板块、自然增殖区用海板块两个板块，基本能够遵从和体现了集约、节约用海的原则；项目建设符合《海洋牧场建设规划设计技术指南》(T/SCSF0011-2021)、《人工鱼礁建设技术规范》(SC/T9416-2014)、《人工鱼礁建设选址技术规程》(T/SCSF0012-2021)、《人工鱼礁礁体制作技术规范》(T/SCSF0005-2020)等相关行业设计标准和规范。因此，本项目平面布置也是最合理的。

(3)用海面积和期限的合理性

本项目用海类型为渔业用海。项目拟申请用海面积为100.0000公顷，是以《海南省现代化海洋牧场发展规划(2021-2030年)》中划定的东西瑁洲海洋牧场区域为基础，结合海南大学2022年12月编制的《三亚市东西瑁洲海域国家级海洋牧场示范区创建项目实施方案(报批稿)》，根据《海籍调查规范》的有关规定进行确定的。其中包括人工鱼礁投礁区(用海方式为透水构筑物)用海面积24.0000公顷、自然增殖区(用海方式为开放式养殖)用海面积76.0000公顷。界址点测量和用海面积量算符合《海籍调查规范》和《海域使用面积测量规范》。因此本项目用海面积是合理的。

本项目用海类型为渔业用海，按照用海类型以及项目用海的设计年限要求和方便行政主管部门管理，项目申请最高用海期限为15年是合理的。

9.1.7 项目用海可行性结论

(1)项目用海符合《海南省总体规划(空间类 2015-2030)》(海洋功能区划和海岛保护专篇)“三亚湾农渔业区”海域基本功能定位，符合其海域使用管理要求。项目用海符合《海南省现代化海洋牧场发展规划(2021-2030年)》、《海南省养殖水域滩涂规划(2018-2030)》、《海南省休闲渔业发展规划(2019-2025年)》、《海南省“十四五”生态环境保护规划》、《海南省海洋经济发展“十四五”规划》、《海南省海洋主体功能区规划》、海南省生态保护红线、《三亚市养殖水域滩涂规划(2018-2030年)》等相关规划内容，是响应以及落实各项规划的具体体现。

(2)本项目实施将有效利用人工鱼礁对生态环境修复与改善，进一步保护和诱集

鱼类，推动全区渔业从第一产业向第三产业过渡，有利推进三亚市海洋渔业结构的调整与升级，促进当地渔业经济可持续发展。

(3) 虽然项目建设对周边潮流场、波浪场、地形地貌冲淤环境影响相对较小，但由于项目区域底质为淤泥混砂，部分礁区内潮流和波浪呈增大趋势，可能会对礁区地貌环境产生一定的淤积和冲刷；建设期和运营期对周边海域的水质、沉积物和生态环境影响也在可接受范围之内。

(4) 本项目用海可能涉及到的利益相关者为三亚环境投资集团有限公司、海南高速公路股份有限公司、海南三亚国家级珊瑚礁自然保护区管理处、三亚海事局和三亚市自然资源和规划局。在切实落实本报告利益相关者分析提出的协调方案、要求落实与利益相关者达成的协调协议或方案的前提下，本项目用海与周边利益相关能够具有较好的协调性。

(5) 根据工程底质调查，项目用海南侧 0.1km 的三亚倾倒地已经对项目区海域产生一定影响，导致底质类型淤泥混砂，对本项目正常开展存在不利因素。

根据工程地质调查结果和计算结果，区域底质条件能够满足人工鱼礁建设的相关要求，但在建设期和运营期，及时采取改进人工鱼礁定制方案、定期开展跟踪监测等相应的防范措施。

项目选址的社会条件、自然环境、环境条件等基本满足人工鱼礁用海区和自然增殖用海区建设运营需求，用海方式、用海期限、用海面积、平面布置符合项目用海的实际需求。

(6) 由于项目区域平均水深在-28m 左右，浪大流急，对本项目人工鱼礁建设存在一定安全隐患。在用海单位采取自然灾害风险防范措施、海上溢油风险防范措施等一系列防范措施前提下，项目用海风险可控。

综述：在建设单位切实落实本论证报告所提出的海域使用实施对策措施、风险防范对策措施、开发协调对策措施等前提下，从海域使用角度考虑，该项目用海是可行的。

9.2 建议

(1) 由于渔礁区的底质存在平均厚度约为 2m 的淤泥层，且礁区部分区域工程后潮流场和波浪场均呈增大趋势，应特别注意礁区的淤积和冲刷问题。因此，建议后

期运营单位定期开展跟踪监测(监测礁体是否移位、下沉或被损坏等),及时采取相应的防范措施。

(2)项目运营期间,应注意相距仅 0.1km 的三亚倾倒区对项目区海域水体环境和养殖活动的影响,因此项目用海单位应加强与三亚市生态环境局的沟通协调,根据环境监测情况及时采取减小倾倒区对本项目用海的影响。