

三亚市崖州湾农渔业区深水网箱养殖用
海整体
环境影响报告书
(征求意见稿)

建设单位：三亚市农业农村局

编制单位：海南正永生态工程技术有限公司

二〇二一年十月

目 录

1 概述.....	1
1.1 项目背景.....	1
1.2 环境影响评价工作程序.....	2
1.3 分析判定相关情况.....	3
1.4 关注的主要环境问题.....	4
1.5 评价主要结论.....	4
2 总则.....	5
2.1 编制依据.....	5
2.2 评价目的及评价原则.....	8
2.3 评价方法及评价重点.....	9
2.4 环境影响因素识别与评价因子筛选.....	10
2.5 区域环境功能区划.....	12
2.6 环境影响评价标准.....	16
2.7 评价工作等级与评价范围.....	22
2.8 环境保护目标.....	28
2.9 项目与国家产业政策和规划符合性分析.....	30
3 工程概况.....	39
3.1 建设项目概况.....	39
3.2 平面布置和主要结构、尺度.....	40
3.3 项目主要施工工艺和方法.....	53
3.4 占用海岸线和海域状况.....	59
3.5 项目用海必要性.....	59
3.6 工程选址与布置的合理性.....	62
4 工程分析.....	69
4.1 生产工艺与过程分析.....	69
4.2 工程各阶段污染源分析.....	70
4.3 工程各阶段生态环境影响分析.....	76
5 区域自然和社会环境概况.....	77

5.1 区域自然环境概况.....	77
5.2 社会环境概况.....	82
5.3 区域海洋资源概况.....	83
5.4 海域开发利用现状.....	86
6 环境质量现状调查与评价.....	89
6.1 水文环境概况.....	89
6.2 地质地貌和冲淤环境现状调查与评价.....	105
6.3 水质现状调查与评价.....	110
6.4 海洋沉积物环境质量现状调查与评价.....	126
6.5 海洋生物体质量现状调查与评价.....	129
6.6 海洋生态质量现状调查与评价.....	133
6.7 环境空气质量现状调查与评价.....	154
6.8 声环境质量现状调查与评价.....	155
7 环境影响预测与评价.....	159
7.1 工程建设前后对潮流场的影响预测与评价.....	159
7.2 地形地貌与冲淤环境影响预测.....	171
7.3 工程建设对水质环境影响分析.....	171
7.4 对沉积物环境影响分析与评价.....	182
7.5 对生态影响分析.....	183
7.6 项目用海资源影响分析.....	186
7.7 环境敏感目标的影响分析与评价.....	187
7.8 其它环境影响分析与评价.....	189
8 环境风险分析与评价.....	192
8.1 风险评价工作等级.....	192
8.2 事故风险分析.....	192
8.3 事故防范措施.....	197
8.4 风险事故应急程序.....	201
9 清洁生产和总量控制.....	210
9.1 清洁生产.....	210
9.2 总量控制.....	212

10 环境保护对策措施.....	214
10.1 建设项目各阶段的污染环境保护对策措施.....	214
10.2 建设项目各阶段的生态保护对策措施.....	218
10.3 养殖区污染防治措施.....	219
11 环境保护的技术经济合理性.....	221
11.1 环境保护设施和对策措施的费用估算.....	221
11.2 环境保护的经济损益分析.....	222
11.2.3 环境损益分析.....	223
11.3 环境保护的技术经济合理性.....	224
12 环境管理与监测计划.....	225
12.1 环境管理.....	225
12.2 环境监理计划.....	226
12.3 环境监测计划.....	228
12.4 竣工环境保护验收.....	230
13 环境影响评价结论.....	233
13.1 项目概况.....	233
13.2 产业政策和相关规划的符合性分析.....	233
13.3 工程分析结论.....	233
13.4 环境质量现状调查与评价结论.....	234
13.5 环境影响预测综合分析与评价结论.....	237
13.6 环境事故影响综合分析与评价结论.....	241
13.7 清洁生产与总量控制结论.....	241
13.8 环境保护对策措施的合理性、可行性结论.....	242
13.9 社会经济环境影响综合分析与评价结论.....	244
13.10 公众意见采纳情况.....	245
13.11 环境保护对策与建议.....	245
13.12 综合结论.....	245

1 概述

1.1 项目背景

渔业是关系我国农业经济和民生的重要问题。海水养殖作为渔业的核心部分,近年来规模和技术不断提高。目前,海南的海水养殖产量 80%以上来自于池塘和工厂化等陆基养殖以及港湾网箱等近岸养殖,但部分养殖由于缺乏规划,过分追求养殖产量,不注重养殖废水处理等原因,导致养殖区域环境污染,特别是在港湾地区,由于水流交换不畅,高密度的养殖已造成养殖区域的水体富营养化,加剧病害爆发,反而降低养殖成活率和养殖效益。

2017年,中央第四环境保护督察组向海南反馈“海水养殖造成局部海域水质下降。全省海水养殖没有规划,缺乏监管,长期以来无序发展。2016年,全省海水养殖面积达 17823 公顷,其中滩涂养殖 8402 公顷,约六成滩涂养殖位于瀉湖、河口等污染物不易扩散区域,位于陆域的海水养殖场开展环评的或有污染治理设施的均不足 1%,大量海水养殖场甚至占用自然保护区和沿海防护林”等问题,海南省政府积极制定、落实整改措施,加快推进近海养殖清退工作,高水平规划建设中心渔港,以渔民转产转业推动近海养殖清退工作,鼓励渔民“往岸上走、往深海走、往休闲渔业走”,发展工厂化养殖、深海网箱养殖和休闲渔业。深水网箱养殖作为新兴的现代渔业模式,与传统的近岸网箱养殖相比,具有环境污染小、养殖容量大、养殖环境接近自然状态、发病率低、养殖效益好等众多优点。海南是全国率先开展深水网箱养殖的省份。近年来随着技术水平的不断提高,深水网箱养殖在海南省得到快速发展,进入高速发展期,并日益显现产业高收益、产品高质量的发展优势,值得积极发展与推广。

为进一步落实环保督察整改措施,做好我省水产养殖清退整改工作,促进退养渔民转产转业,缓解近岸海洋环境污染,推动近海养殖向深远海网箱养殖转型升级。2020年1月21日,海南省多部门联合印发《关于进一步做好全省水产养殖清退整改工作中渔民转产转业养殖用海审批和海域使用金征收工作的意见》。

《意见》指出“鼓励沿海市、县、自治县人民政府在省和沿海市、县、自治县总体规划确定用于渔业养殖的海域建立养殖产业园区,引导渔民集中转产转业、发展深水网箱养殖,在深水网箱等集中养殖区域,政府可预先组织海域使用论证和海洋环境影响评价,简化用海审批手续等,提高海域使用效率和效益”。

为积极落实省委省政府各项政策和措施，做好三亚市渔民转产转业工作，发展壮大三亚市深水网箱养殖产业，促进三亚市渔业产业结构调整和社会经济发展，三亚市农业农村局在崖州湾农渔业区打造深水网箱集中养殖基地，并预先开展集中用海总体论证，从而能够简化和方便实际养殖户用海审批手续，提高区域海域使用效率和效益。

本项目拟对选划的崖州湾农渔业区 1688.51 公顷（25327.65 亩）海域进行深水网箱养殖用海整体申请。根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》（2017 年国务院第 682 号）等环保法律法规的要求，需对本项目开展环境影响评价工作。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），项目属于“三、渔业”中“4 海水养殖”中的“用海面积 1000 亩及以上的海水养殖（不含底播、藻类养殖）”类别，应编制环境影响报告书。

因此，建设单位三亚市农业农村局委托海南正永生态工程技术有限公司开展本项目的环境影响报告书编制工作。我公司接受委托后，在研究有关文件、现场踏勘和调查的基础上，按照《建设项目环境影响评价技术导则》所规定的原则、方法、内容及要求，完成了《三亚市崖州湾农渔业区深水网箱养殖用海整体环境影响报告书》的编制工作。

1.2 环境影响评价工作程序

本次环境影响评价工作分三个阶段，在第一阶段，根据相关规定我公司组织技术人员对项目场地进行了踏勘，对项目周围的自然环境及环境现状进行初步调查，并进行初步工程分析，明确评价重点和环境保护目标，确定工作等级、评价范围，制定工作方案；在第二阶段，对环境现状调查进行监测和评价，对项目进行工程分析，对项目可能产生的产污环节和各项污染物的源强进行详细分析，对项目排放污染物对周围环境的影响进行预测；第三阶段，提出切实可行的环境保护措施、对环保措施进行经济技术的合理性分析，给出污染物排放清单，给出建设项目环境影响评价结论。

具体工作流程见图 1.2-1。

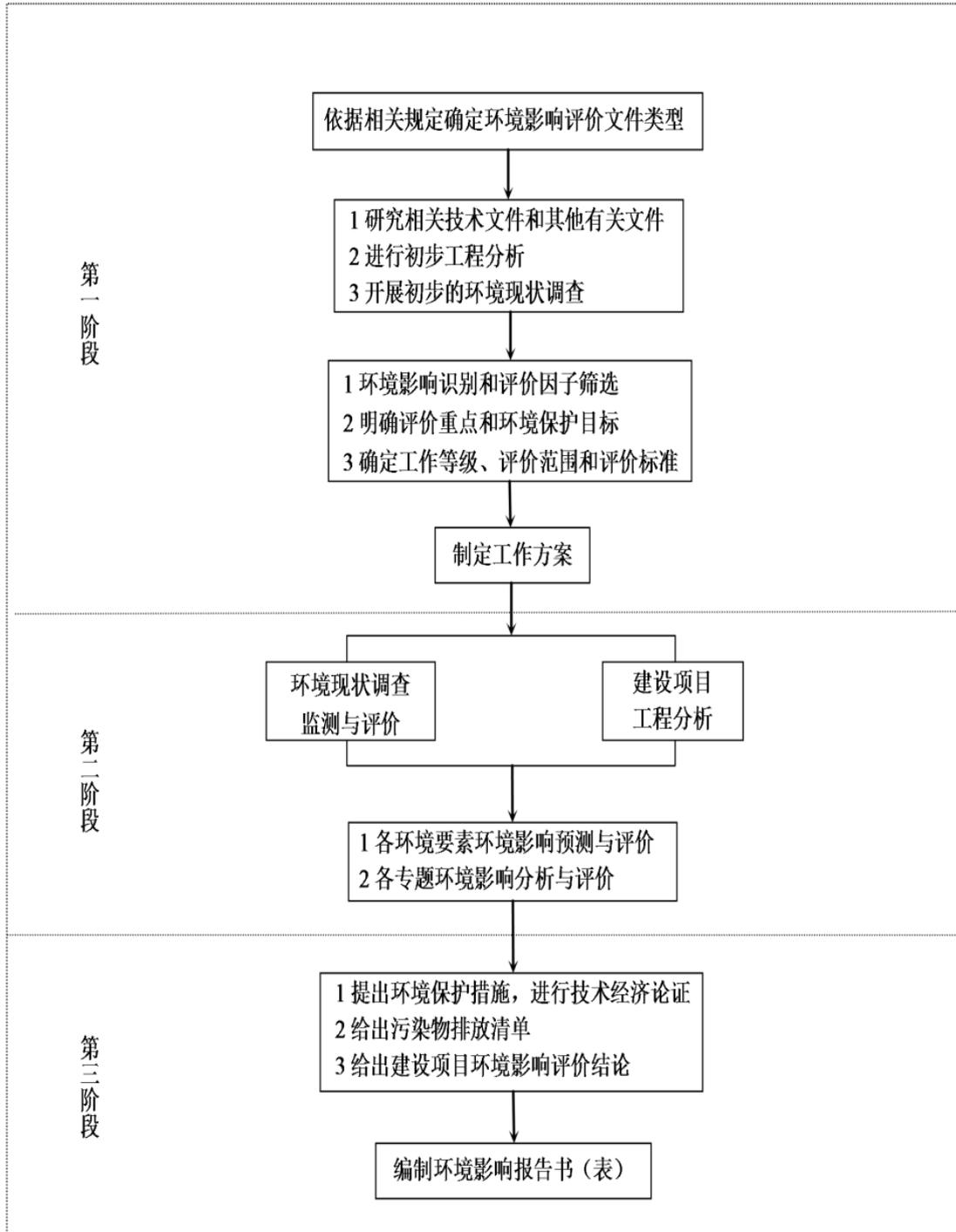


图 1.2-1 建设项目环境影响评价工作程序图

1.3 分析判定相关情况

本项目为深水网箱养殖项目，不属于国家《产业结构调整指导目录》（2019年本）的限制类及淘汰类；属于《海南省人民政府关于促进产业发展的指导意见》（琼府〔2008〕80号）中的鼓励类；不属于《海南省产业准入禁止限制目录（2019年版）》的禁止类和限制类。符合国家和地方的产业政策要求。

根据《海南省总体规划（空间类 2015-2030）》，项目选址不占用海南省生态保护红线。同时，符合《海南省总体规划（2015-2030）》（海洋功能区划和海岛专篇）、《海南省养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》和《三亚市养殖水域滩涂规划(2018-2030 年)》等规划的相关要求。

1.4 关注的主要环境问题

本项目为深水网箱养殖项目，结合项目建设特点及区域环境特征，环境影响评价过程中主要关注如下几点：

（1）施工期：投放水泥锚时产生的悬浮泥沙入海造成的海水水质和海洋生态影响及采取的海洋污染防治措施和海洋生态保护措施；施工废水、施工噪声及施工固废对环境的影响及采取的环境保护措施。

（2）运营期：养殖人员生活污水、生活垃圾，维护网箱产生的固体废弃物，养殖残留饵料、养殖鱼类排泄物等和饲料运输船排放的舱底含油废水、船舶废气、船舶噪声对环境的影响及采取的环境保护措施。

（3）重点关注的环境问题：①选址的环境合理性，包括选址、规模、养殖强度与生态环境敏感保护目标的相容性、外环境对本项目影响的可接受性；②饵料投放对环境的影响及其运输过程带来的环境风险事故。

1.5 评价主要结论

拟建项目符合国家产业政策及相关规划的要求，所采用的污染防治措施技术经济可行，能保证各种污染物稳定达标排放，污染物对环境影响较小。预测表明该项目的实施对周围环境的影响在可接受范围内。项目建设得到公众的普遍支持；在充分落实本报告书提出的各项工程环保措施、风险控制措施及环境监督管理措施，从环保角度分析，拟建项目建设具有环境可行性。

2 总则

2.1 编制依据

2.1.1 国家法律、法规

(1) 《中华人民共和国环境保护法》（中华人民共和国第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议 2014 年 4 月 24 日修订通过，自 2015 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 2017 年 11 月 4 日通过，自 2017 年 11 月 5 日起施行）；

(3) 《中华人民共和国环境影响评价法》（第九届全国人民代表大会常务委员会第三十次会议 2002 年 10 月 28 日修订通过，自 2003 年 9 月 1 日起施行；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二次修正）；

(4) 《中华人民共和国水污染防治法》（第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议 2017 年 6 月 27 日修正，自 2018 年 1 月 1 日起施行）；

(5) 《中华人民共和国大气污染防治法》（第十三届全国人民代表大会常务委员会第六次会议 2018 年 10 月 26 日修改，自 2018 年 10 月 26 日起施行）；

(6) 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》（第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议 2018 年 12 月 29 日修改，自 2018 年 10 月 26 日起施行）；

(7) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十四次会议 2016 年 11 月 7 日修订）；

(8) 《中华人民共和国港口法》（第十届全国人民代表大会常务委员会第三次会议，自 2004 年 1 月 1 日起施行，2017 年 11 月 4 日修订）；

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

(10) 《中华人民共和国清洁生产促进法》（第十一届全国人民代表大会常务委员会第二十五次会议 2012 年 2 月 29 日通过，自 2012 年 7 月 1 日起施行）；

(11) 《中华人民共和国海上交通安全法》（第六届全国人民代表大会常务委员会第二次会议，自 1984 年 1 月 1 日起施行，第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十四次会议 2016 年 11 月 7 日修订）；

(12) 《中华人民共和国突发事件应对法》(第十届全国人民代表大会常务委员会第二十九次会议 2007 年 8 月 30 日通过, 自 2007 年 11 月 1 日起施行);

(13) 《建设项目环境保护管理条例》(国务院, 自 1998 年 11 月 29 日起施行, 2017 年 7 月 16 日修订);

(14) 《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》(国务院令 507 号文, 自 2008 年 1 月 1 日起施行, 2017 年 3 月 1 日修订);

(15) 《中华人民共和国自然保护区条例》(中华人民共和国国务院 1994 年 10 月 9 日发布, 自 1994 年 12 月 1 日起实施; 2011 年 1 月 8 日修订);

(16) 《中华人民共和国防洪法》(2016 年 7 月 2 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十一次会议第三次修正)。

(17) 《防治船舶污染海洋环境管理条例》(中华人民共和国国务院第 79 次常务会议通过, 2010 年 3 月 1 日起施行, 2017 年 3 月 1 日修订);

(18) 《产业结构调整指导目录(2019 年本)》(中华人民共和国国家发展和改革委员会令 29 号, 2020 年 1 月 1 日起施行);

(19) 《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021 年版)》(生态环境部, 2021 年 1 月 1 日起施行);

(20) 《中华人民共和国船舶及其有关作业活动污染海洋环境防治管理规定》(2017 年 5 月修订);

(21) 《环境影响评价公众参与办法》(2018 年 4 月 16 日由生态环境部部务会议审议通过, 2018 年 7 月 16 日公布, 自 2019 年 1 月 1 日起施行)。

2.1.2 地方法律、法规及规划

(1) 《海南省环境保护条例》(2017 年 11 月 30 日海南省第五届人民代表大会常务委员会第三十三次会议第四次修正);

(2) 《海南省大气污染防治条例》(2019 年 3 月 1 日起施行);

(3) 《海南省水污染防治条例》(2018 年 1 月 1 日起施行);

(4) 《海南省建设项目环境保护管理办法》(2005 年 10 月 18 日海南省人民政府第 73 次常务会议审议修改通过, 自公布之日起施行);

(5) 《海南省海洋环境保护规定》(海南省人民代表大会常务委员会, 2008 年 10 月 1 日起施行);

(6) 《海南省生态保护红线管理规定》(2016 年 9 月 1 日起施行);

(7) 《海南省人民政府关于划定海南省生态保护红线的通告》(2016年9月30日)；

(8) 《海南国际旅游岛建设发展规划纲要》(国家发展改革委[2010]1249号文, 2010年6月8日)；

(9) 《海南省近岸海域环境功能区划》(海南省人民政府, 2012年)；

(10) 《海南经济特区海岸带保护与开发管理规定》(2016年5月26日海南省第五届人民代表大会常务委员会第二十一次会议修正)；

(11) 《海南省实施〈中华人民共和国海域使用管理法〉办法》(海南省人民代表大会常务委员会, 2014年11月26日第二次修正)；

(12) 《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, 自2017年1月1日起施行)；

(13) 《海南省自然保护区管理条例》(海南省人民代表大会常务委员会, 1991年10月16日施行)；

(14) 《海南省人民政府办公厅关于公布2016年海南省(海南本岛)海岸线修测成果的通知》(琼府办[2017]219号, 2017年12月26日)；

(15) 《海南省养殖水域滩涂规划(2018-2030年)》, 海南省农业农村厅, 琼农字[2019]103号, 2019年6月24日；

(16) 《三亚市养殖水域滩涂规划(2018-2030年)》, 三亚市人民政府三府[2018]179号, 2018年9月11日；

(17) 《关于进一步做好全省水产养殖清退整改工作中渔民转产转业养殖用海审批和海域使用金征收工作的意见》, 海南省自然资源和规划厅, 琼自然资函[2020]140号, 2020年3月6日实施；

2.1.3 技术标准及规范

(1) 《建设项目环境影响评价技术导则总纲》(HJ2.1-2016)；

(2) 《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T19485-2014)；

(3) 《环境影响评价技术导则大气环境》(HJ2.2-2018)；

(4) 《环境影响评价技术导则地表水环境》(HJ2.3-2018)；

(5) 《环境影响评价技术导则声环境》(HJ2.4-2009)；

(6) 《环境影响评价技术导则地下水环境》(HJ610-2016)；

(7) 《环境影响评价技术导则生态影响》(HJ19-2011)；

- (8) 《环境影响评价技术导则土壤环境（试行）》（HJ964-2018）；
- (9) 《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）；
- (10) 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）；
- (11) 《建设项目危险废物环境影响评价指南》（环境保护部公告 2017 年第 43 号）；
- (12) 《突发环境事件应急监测技术规范》（HJ589-2010）
- (13) 《船舶溢油应急能力评估导则》（JT/T877-2013）；
- (14) 《溢油应急处置船应急装备物资配备要求》（JT/T1144-2017）；
- (15) 《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018）；
- (16) 《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T1143-2017）；
- (17) 《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）；
- (18) 《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）；
- (19) 《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB/T18918-2002）；
- (20) 《海水水质标准》（GB3097-1997）；
- (21) 《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）；
- (22) 《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）；
- (23) 《海洋监测规范》（GB17378-2007）；
- (24) 《海洋生物质量标准》（GB18421-2001）；

2.1.4 项目相关文件

- (1) 委托书；
- (2) 《三亚市三亚湾农渔业区深水网箱养殖整体、三亚市崖州湾农渔业区深水网箱养殖整体海洋环境调查》，海南正永生态工程技术有限公司，2021 年 9 月；
- (3) 业主单位提供的其他工程资料。

2.2 评价目的及评价原则

2.2.1 评价目的

将主要从保护环境、维护生态可持续发展的原则出发，根据工程附近海域的环境特点和环境质量控制目标，对各类施工行为和建成后带来的环境影响进行全面、科学的论证，以期达到如下的目的：

(1) 通过环境调查和现状监测掌握拟建工程所在区域的环境质量现状和自然、社会环境基本情况；

(2) 通过工程分析，查清建设工程的主要污染源、污染物及主要污染物的排放量；

(3) 通过分析工程建设对海域生态环境的影响，提出合理、可行的生态保护和修复措施、建议等；

(4) 对拟建工程的环境影响和污染事故环境风险进行预测和评价，提出切实可行的环保措施和应急对策，反馈于工程设计与施工管理，使工程对环境造成的不利影响降至最小程度，达到工程建设与环境保护协调发展的目的；

(5) 通过公众参与，引导公众参与到项目建设期和运营期的环境保护工作的管理和监督中，起到宣传国家有关环保法规和政策的作用；

(6) 从环境保护角度出发，对本工程可行性以及应采取的环保对策做出结论。

2.2.2 评价原则

(1) 依法评价

贯彻执行我国环境保护相关法律法规、标准、政策和规划等，优化项目建设，服务环境管理。

(2) 科学评价

规范环境影响评价方法，科学分析项目建设对环境质量的影响。

(3) 突出重点

根据建设项目的工程内容及其特点，明确与环境要素间的作用效应关系，根据规划环境影响评价结论和审查意见，充分利用符合时效的数据资料及成果，对建设项目主要环境影响予以重点分析和评价。

2.3 评价方法及评价重点

2.3.1 评价方法

(1) 工程概况及工程分析

根据项目工程内容、施工方式及运营期养殖工艺流程、机械设备，对工程资料进行分析，识别污染源；采用公式计算以及类比分析相结合的方法计算污染源强。

(2) 环境质量现状调查与评价

现场调查与已有资料相结合。主要包括水文动力、水质、沉积物、海洋生物等环境现状调查。

(3) 影响预测和评价

潮流场的影响预测与评价建立海域二维潮流模型，施工中悬浮泥沙扩散对水质环境预测与评价建立海域二维潮流泥沙输运扩散模型，环境风险影响预测和评价利用油粒子模型定量分析，环境空气、水环境和固废环境影响评价采用定性分析相结合的方法。

2.3.2 评价重点

根据项目排污特点及周围地区环境特征，确定评价工作重点如下：项目工程情况，工程和污染源分析，环境影响预测与评价，环境风险评价，环境保护措施及其可行性分析。

2.4 环境影响因素识别与评价因子筛选

2.4.1 环境影响因素识别

2.4.1.1 污染因素

项目主要施工为锚块固定、网箱安装、调试。运营阶段主要为养殖生产、网箱更换、维护及清洗等。

(1) 施工期

主要污染物包括投放水泥锚时产生的悬浮泥沙；施工人员产生的生活污水，施工船舶产生的含油污水；施工船舶产生的尾气；施工船舶、机械、车辆作业噪声；生活垃圾、船舶保养固废等固体废物，施工船舶的突发溢油事故。施工期对环境的影响是暂时的，这些影响会随着施工完成而逐渐消失。

(2) 运营期

主要污染物主要来自养殖人员日常管理活动、饲料运输船排放的舱底含油废水、船舶废气、船舶噪声，养殖人员产生的生活污水、生活垃圾，维护网箱产生的固体废弃物，养殖残留饵料、养殖鱼类排泄物等。这些影响周期较长，贯穿于整个生产运营期。此外，突发的溢油事故，对海域环境敏感点将造成一定影响。

污染因素识别见表 2.4.1-1。

表 2.4.1-1 环境影响因素识别一览表

阶段	环境要素	主要污染源	主要污染物	影响性质
施工期	海水环境	锚块安装产生的悬浮物	SS	暂时、一般影响
		施工人员生活污水、生产废水、施工船舶含油污水、机修油污水	COD、BOD ₅ 、氨氮、石油类	暂时、一般影响
	环境空气	施工船舶废气	NO ₂ 、SO ₂	暂时、一般影响
	声环境	施工船舶、机械作业噪声	噪声	暂时、一般影响
	固体废物	生活垃圾、施工船舶和机械保养固废	--	暂时、一般影响
	环境风险	施工船舶碰撞发生溢油	石油类	暂时、一般影响
运营期	海水环境	生活污水、养殖污染物、船舶含油废水	COD、BOD ₅ 、氨氮、磷酸盐、Cu、Zn	长期、一般影响
	声环境	作业渔船噪声	噪声	长期、一般影响
	固体废物	生活垃圾，养殖残饵、粪便	--	长期、一般影响
	环境风险	养殖渔船作业碰撞发生溢油	石油类	暂时、一般影响

2.4.1.2 非污染因素

根据工程的规模、工艺流程等特征，工程各阶段存在非污染环境的影响如下：

(1) 施工期投放锚块产生的悬浮泥沙量很小，对水质环境影响不明显；网箱投放后，将引起项目局部海域流场的变化，鉴于网箱养殖设施为透空式结构，对水动力环境影响较小。

(2) 施工期网箱安装将对水体产生扰动，水泥墩投放将破坏水生有机体的栖息地，使生物群落的组成发生轻微变化。

(3) 运营期项目大量饵料的投喂及鱼类排泄物构成水中有机物的主体，使得水中氮磷渐增，透明度逐步下降，对海水水质、生态环境造成不利影响。

(4) 项目用海存在潜在的环境事故风险，对附近海域通航安全有一定的影响。

2.4.2 评价因子筛选

根据本工程的环境影响要素识别、工程施工建设的特点，对评价因子进行筛选。筛选的结果见表 2.4.2-1。

表 2.4.2-1 评价因子筛选结果

环境要素		现状评价因子	主要预测评价项目
海域	海水环境	pH、悬浮物、DO、COD、无机氮、磷酸盐、石油类、铜、汞、铅、锌、镉、铬、砷等	施工期 SS 扩散
	生态环境	浮游生物、底栖生物、潮间带生物、游泳生物、渔业资源、生物体质量（石油类、重金属（Hg、Cu、Pb、Zn、Cr、	生物损失量

		Cd、As))	
	沉积物	石油类、有机碳、硫化物、铜、汞、铅、锌、镉、铬、砷	定性分析
	水动力环境	潮流、波浪、地形地貌与冲淤	潮流流速、流向变化变化
	声环境	等效连续 A 声级(LAeq)	达标情况
	环境空气	SO ₂ 、NO ₂ 、PM ₁₀ 、PM _{2.5} 、CO、O ₃ 等	定性分析
	固体废物	生活垃圾	妥善处置
	环境风险	/	溢油事故环境风险

2.5 区域环境功能区划

2.5.1 海洋功能区划

根据《海南省总体规划(2015~2030年)》(海洋功能区划专篇)，项目用海所在海域属“崖州湾农渔业区”(代码：A1-17)。崖州湾农渔业区渔港港区执行不劣于三类海水水质标准，二类海洋沉积物质量标准，二类海洋生物质量标准；其它海域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。项目周边海域海洋功能区分布见表 2.5.1-1 和图 2.5.1-1。

2.5.2 大气环境功能区划

项目评价范围内主要为渔港区、海域，无自然保护区、风景名胜区等特殊敏感区。根据《环境空气质量标准(GB3095-2012)》，项目评价范围内属于二类大气环境功能区。

2.5.3 声环境功能区划

本项目位于崖州湾海域，参照《声环境质量标准》中的 2 类声环境功能区；项目运营期渔船依托码头区域参照 3 类声环境质量标准执行。

表 2.5.1-1 项目所在区域及周边海洋功能区分布一览表

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
85	南山旅游休闲娱乐区	A5-33	东侧约7.40km	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。
86	南山港港口航运区	A2-11	毗邻	主导用海类型为交通运输用海，合理规划港口基础设施建设，保证船舶停靠、装卸作业、避风和调动、通航所需海域；可适当兼顾旅游娱乐和工业与城镇建设用海；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。	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。	执行不劣于三类海水水质标准，二类海洋沉积物质量标准，二类海洋生物质量标准。
88	崖州湾旅游休闲娱乐区	A5-34	东北侧约7.82km	主导用海类型为旅游娱乐用海，用于旅游基础设施建设、浴场和水上运动娱乐用海，可兼顾交通运输用海，作为南山港扩展用海。协调与南山港港口用海区的关系；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，除浅海海域允许适当围填海用于旅游休闲度假外，其他区域禁止围填。	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。	保护沙滩及海岸地貌。	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。
89	崖州湾农渔业区	A1-17	占用	主导用海类型为渔业基础设施用海和开放式增养殖用海，主要为崖州中心渔港建设用海、抗风浪深水网箱养殖和重要渔业品种增殖用海。合理规划渔业生产所必须的基础设施建设，保证渔船停靠、装卸作业和避风所需海域。兼顾旅游用海，开展生态养殖观光等休闲渔业活动；涉海工程建设需征求相关部门意见。	应严格限制改变海域自然属性，避免对河口水动力环境产生影响，注意河口生态保护。	合理规划增养殖规模、密度和结构，防止渔业资源过度开发；加强用海动态监测和跟踪管理，防止海水污染和淤积。	保护河口水动力环境；保护底质环境和渔业资源；保护航道。	渔港港区执行不劣于三类海水水质标准，二类海洋沉积物质量标准，二类海洋生物质量标准；其它海域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。

三亚市崖州湾农渔业区深水网箱养殖用海整体海洋环境影响报告书

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
90	崖州湾保留区	A8-08	毗邻	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；涉海工程建设需征求相关部门意见。	应严格限制改变海域自然属性。		保护海岸沙滩地貌。	水质标准、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。
91	东锣西鼓-龙栖湾旅游休闲娱乐区	A5-35	西侧约2.27km	主导用海类型为旅游娱乐用海，用于旅游基础设施建设、浴场和水上运动娱乐用海。兼顾农渔业用海，东锣岛、西鼓岛周围可适度增养殖白蝶贝，适度开展休闲渔业活动；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，龙栖湾沿岸可结合海岸防护工程适度顺岸围填，浅海区域可采用人工岛形式适度围填海，保护海岸和沙滩，用于旅游度假设施建设。	采取有效措施修复和保护被破坏的岸滩，使其更加稳定和美化；严格控制陆源污水排入海，减少对近海海域的污染和对沙滩的破坏。	保护海岛海岸地形地貌、海岸形态和长度及海岛资源；保护海洋生物多样性；保护沙滩、沿岸地质地貌和水质。	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。
161	南山农渔业区	B1-06	东南侧约8.00km	主导用海类型为渔业用海，主要为增养殖用海，可兼顾旅游娱乐用海；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。
162	海南岛西南部保留区	B8-04	毗邻	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。

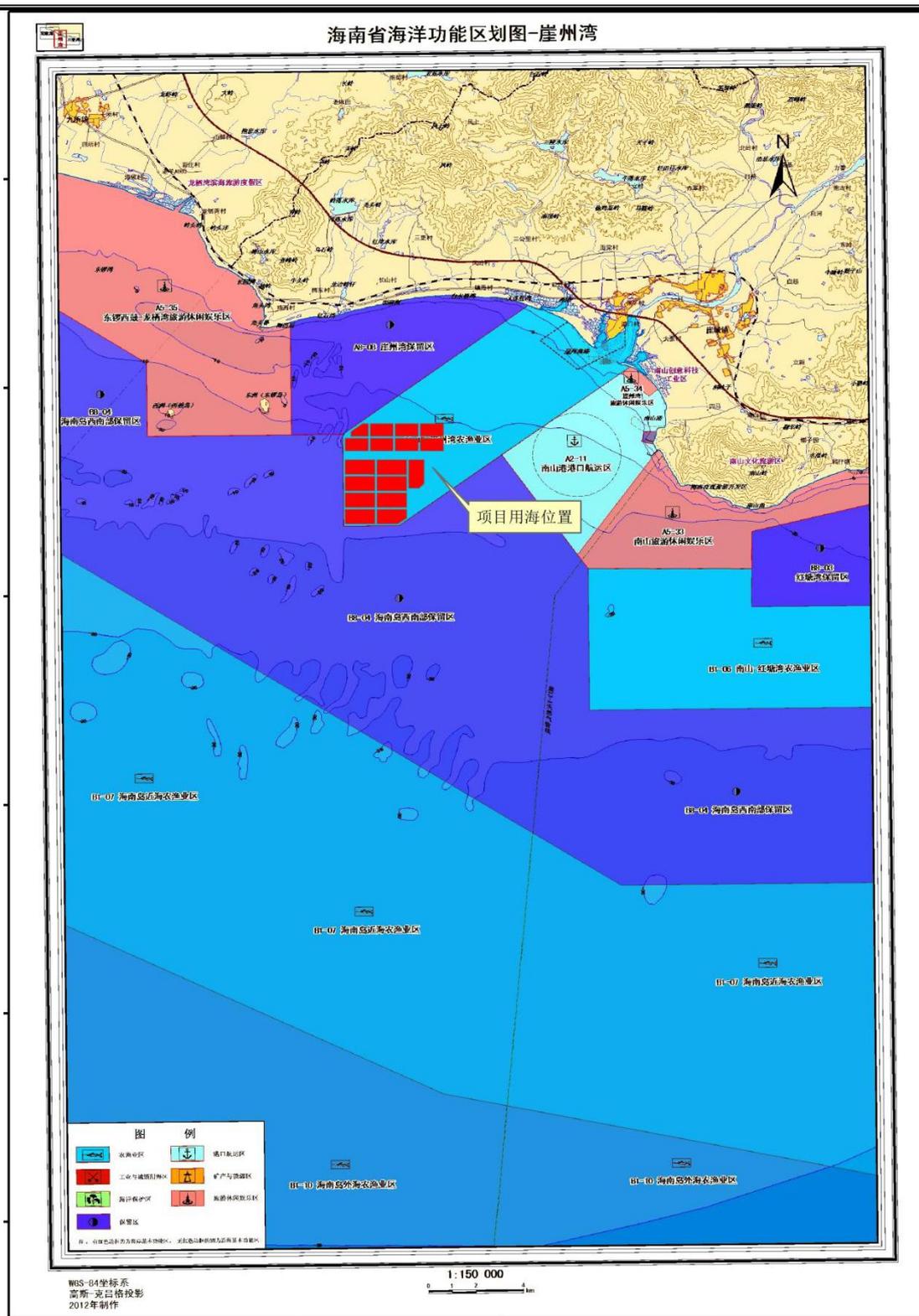


图 2.5.1-1 海南省海洋功能区划

2.6 环境影响评价标准

2.6.1 环境质量标准

2.6.1.1 海水水质标准

根据项目所在海域及其周边海南省海洋功能区的分布情况，结合本工程的特点，根据《海南省总体规划(2015~2030年)》（海洋功能区划专篇），崖州湾农渔业区渔港港区执行不劣于三类海水水质标准，其它海域执行二类海水水质标准。项目位于崖州湾农渔业区的其它海域，执行二类海水水质标准，海洋水质标准限值详见表 2.6.1-1。

表 2.6.1-1 海水水质标准

污染因子	评价标准值 (第一类)	评价标准值 (第二类)	评价标准值 (第三类)	评价标准值 (第四类)	引用标准
pH 值	7.8~8.5		6.8~8.8		海水水质标准 (GB3097-1997)
SS	人为增加的量≤10	人为增加的量≤10	人为增加的量≤100	人为增加的量≤150	
DO	>6mg/L	>5mg/L	>4mg/L	>3mg/L	
COD	≤2mg/L	≤3mg/L	≤4mg/L	≤5mg/L	
活性磷酸盐	≤0.015mg/L	≤0.030mg/L		≤0.045mg/L	
无机氮	≤0.20mg/L	≤0.30mg/L	≤0.40mg/L	≤0.50mg/L	
锌	≤20μg/L	≤50μg/L	≤100μg/L	≤500μg/L	
镉	≤1μg/L	≤5μg/L	≤10μg/L		
铅	≤1μg/L	≤5μg/L	≤10μg/L	≤50μg/L	
铜	≤5μg/L	≤10μg/L	≤50μg/L		
总铬	≤50μg/L	≤100μg/L	≤200μg/L	≤500μg/L	
石油类	≤0.05mg/L		≤0.30mg/L	≤0.50mg/L	
汞	≤0.05μg/L	≤0.2μg/L		≤0.5μg/L	
砷	≤20μg/L	≤30μg/L	≤50μg/L		

注：第一类适用于海洋渔业海域，海水养殖区，海洋自然保护区，与人类食用直接有关的工业用水区；
 第二类适用于一般工业用水区，滨海风景旅游区；
 第三类适用于海洋港口海域和海洋开发作业区。

2.6.1.2 沉积物质量标准

崖州湾农渔业区渔港港区执行二类海洋沉积物质量标准，其它海域执行一类海洋沉积物质量标准。项目位于崖州湾农渔业区的其它海域，执行一类海洋沉积物质量标准，海洋沉积物标准限值详见表 2.6.1-2。

表 2.6.1-2 沉积物质量标准

污染因子	标准限值	引用标准
------	------	------

三亚市崖州湾农渔业区深水网箱养殖用海整体海洋环境影响报告书

	一类	二类	三类	
有机碳 ($\times 10^{-2}$) \leq	2.0	3.0	4.0	《海洋沉积物质量》 (GB18668-2002)
石油类 ($\times 10^{-6}$) \leq	500.0	1000.0	1500.0	
Pb ($\times 10^{-6}$) \leq	60.0	130.0	250.0	
Zn ($\times 10^{-6}$) \leq	150.0	350.0	600.0	
As ($\times 10^{-6}$) \leq	20.0	65.0	93.0	
Cd ($\times 10^{-6}$) \leq	0.50	1.50	5.00	
Cu ($\times 10^{-6}$) \leq	35.0	100.0	200.0	
Hg ($\times 10^{-6}$) \leq	0.20	0.50	1.00	
硫化物 ($\times 10^{-6}$) \leq	300	500	600	

2.6.1.3 生物质量评价标准

崖州湾农渔业区渔港港区执行二类海洋生物质量标准，其它海域执行一类海洋生物质量标准。项目位于崖州湾农渔业区的其它海域，执行一类海洋生物质量标准。贝类生物体内污染物质含量评价标准采用《海洋生物质量》(GB18421-2001)规定的一类标准值；其它甲壳类和鱼类生物体内污染物质(Hg、As、Zn、Pb、Cd、Cu)含量评价标准采用《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准，石油烃含量采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》(第二分册)中规定的生物质量标准。各指标标准限值见表 2.6.1-3、表 2.6.1-4。

表 2.6.1-3 海洋生物质量标准(GB18421-2001)(湿重, $\times 10^{-6}$)

污染因子	感观要求	铜 \leq	铅 \leq	镉 \leq	锌 \leq	总汞 \leq	石油类 \leq
第一类	贝类的生长和活动正常，贝类不得沾粘油污等异物，贝肉的颜色、气味正常，无异色、异臭、异味	10	0.1	0.2	20	0.05	15
第二类		25	20	2	50	0.10	50
第三类	贝类能生存，贝肉不得有明显的异色、异臭、异味	50 (牡蛎100)	6	5	100 (牡蛎500)	0.30	80

注：以贝类去壳部分湿重计

表 2.6.1-4 海岸带标准生物调查标准(湿重, $\times 10^{-6}$)

生物类别	铜 \leq	铅 \leq	镉 \leq	锌 \leq	总汞 \leq	石油类 \leq
鱼类	20	2.0	0.6	40	0.3	20
甲壳类	100	2.0	2.0	150	0.2	20
软体类	100	10.0	5.5	250	0.3	20

2.6.1.4 环境空气质量标准

项目所在区域属于二类大气环境功能区，环境空气质量执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)及其修改单(生态环境部公告 2018 年第 29 号)中的二

级标准。标准限值见表 2.6.1-5。

表 2.6.1-5 环境空气质量标准表

污染物名称	取值时间	二级浓度限值	单位	标准名称及级别
二氧化硫 (SO ₂)	年平均	60	μg/m ³	《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 及 2018 年修改单中的二 级标准
	24 小时平均	150		
	1 小时平均	500		
二氧化氮 (NO ₂)	年平均	40		
	24 小时平均	80		
	1 小时平均	200		
(PM ₁₀)	年平均	70		
	24 小时平均	150		
(PM _{2.5})	年平均	35		
	24 小时平均	75		
臭氧 (O ₃)	日最大 8 小时平均	160		
	1 小时平均	200		
一氧化碳 (CO)	24 小时平均	4	mg/m ³	
	1 小时平均	10		

2.6.1.5 声环境质量标准

本项目区域声环境参照《声环境质量标准》(GB3096-2008) 中的 2 类声环境功能区, 建设前后噪声级的增加量在 3dB (A) 以内, 受影响人口变化情况不明显, 依据《环境影响评价技术导则声环境》(HJ2.4-2009), 执行 2 类声环境质量标准。此外, 项目运营期渔船依托码头区域参照 3 类声环境质量标准执行详见下表。

表 2.6.1-6 《声环境质量标准》(GB3096-2008)

类别	适用区域	昼间	夜间
0	疗养院、高级别墅区、高级宾馆区等特别需要安静区域	50	40
1	单位文教机关为主的区域 (乡村居住环境可参照执行)	55	45
2	居住、商业、工业混杂区	60	50
3	工业区、仓储物流为主要功能	65	55
4	4a 城市中的道路交通干线两侧区域等	70	55
	4b 铁路干线两侧区域	70	60

2.6.2 污染物排放标准

2.6.2.1 大气

船舶废气排放执行《船舶发动机排气污染物排放限制及测量方法（中国第一、二阶段）》（GB15097-2016），根据《海南省交通运输厅海南海事局关于印发海南省实施船舶大气污染物排放控制区的通告》（琼交管运[2019]290号），2019年1月1日起，海船进入沿海控制区海南水域，应使用硫含量不大于0.5%*m/m*的船用燃油。2022年1月1日起，应使用硫含量不大于0.1%*m/m*的船用燃油。2020年3月1日起，未使用硫氧化物和颗粒物污染控制装置等替代措施的船舶进入排放控制区只能装载和使用《实施方案》规定的船用燃油。具体标准值详见表2.6.2-1、2.6.2-2和2.6.2-3。

表 2.6.2-1 船舶废气排放标准（第一阶段）

船机类型	单缸排量 (SV) (L/缸)	额定净功率 (P) (kW)	HC+NO _x (g/kWh)	PM (g/kWh)
第一类	SV<0.9	P≥37	7.5	0.40
	0.9≤SV<1.2		7.2	0.30
	1.2≤SV<5		7.2	0.20
第二类	5≤SV<15		7.8	0.27
	15≤SV<20	P<3300	8.7	0.50
		P≥3300	9.8	0.50
	20≤SV<25		9.8	0.50
	20≤SV<30		11.0	0.50

表 2.6.2-2 船舶废气排放标准（第二阶段）

船机类型	单缸排量 (SV) (L/缸)	额定净功率 (P) (kW)	HC+NO _x (g/kWh)	PM (g/kWh)
第一类	SV<0.9	P≥37	5.8	0.3
	0.9≤SV<1.2		5.8	0.14
	1.2≤SV<5		5.8	0.12
第二类	5≤SV<15	P<2000	6.2	0.14
		2000≤P<3700	7.8	0.14
		P≥3700	7.8	0.27
	15≤SV<20	P<2000	7.0	0.34
		2000≤P<3300	8.7	0.50
		P≥3300	9.8	0.50
	20≤SV<25	P<2000	9.8	0.27
		P≥2000	9.8	0.50

	20≤SV<30	P<2000	11.0	0.27
--	----------	--------	------	------

表 2.6.2-3 船舶废气污染物排放控制要求

污染物	时限要求	排放控制要求
硫氧化物和颗粒物	2019 年 1 月 1 日起	海船进入排放控制区使用硫含量 ≤0.5% _{m/m} 的船用燃油。
	2022 年 1 月 1 日起	海船进入沿海控制区海南区域，使用硫含量 ≤0.1% _{m/m} 的船用燃油。
氮氧化物	2000 年 1 月 1 日及以后建造或进行船用柴油发动机重大改装的国际航行船舶	单台船用柴油发动机输出功率超过 130 千瓦应满足《国际防止船舶造成污染公约》第一阶段氮氧化物排放限值要求。
	2011 年 1 月 1 日及以后建造或进行船用柴油发动机重大改装的国际航行船舶； 2015 年 3 月 1 日及以后建造或进行船用柴油发动机重大改装的中国籍国内航行船舶	单台船用柴油发动机输出功率超过 130 千瓦应满足《国际防止船舶造成污染公约》第二阶段氮氧化物排放限值要求。
	2022 年 1 月 1 日及以后建造或进行船用柴油发动机重大改装、进入沿海控制区海南水域的中国籍国内航行船舶	单缸排量 ≥30L 的船用柴油发电机应满足《国际防止船舶造成污染公约》第三阶段氮氧化物排放限值要求。

2.6.2.2 噪声

①施工期

施工期港区边界噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)，详见下表。

表 2.6.2-4 《建筑施工厂界环境噪声排放标准》单位：dB(A)

昼间 dB(A)	夜间 dB(A)
70	55

②运营期

运营期依托码头噪声环境执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中 3 类标准，详见下表。

表 2.6.2-5 工业企业厂界环境噪声排放标准 ()

声环境功能区类别	时段	昼间/dB(A)	夜间/dB(A)
	0		50
1		55	45
2		60	50
3		65	55

2.6.2.3 废水

本项目施工期和运营期船舶生活污水排放均执行《船舶水污染物排放控制标

准》（GB3552-2018）中相关排放控制要求。

表 2.6.2-6 船舶水污染物排放控制标准（GB3552-2018）（节选）

船舶含油污水	排放在船舶航行中	石油类指标≤15mg/L	
	收集并排入接收设施		
船舶生活污水	利用船载收集装置收集，排入接收设施		
	在距最近陆地 3 海里以内（含）海域，利用船载生活污水处理装置处理的船舶生活污水中污染物排放限值	BOD ₅ （mg/L）	≤25
		SS（mg/L）	≤35
		耐热大肠菌群数（个/L）	≤1000
		CODCr（mg/L）	≤125
		pH 值（无量纲）	6~8.5
		总氯（总余氯）（mg/L）	<0.5
	3 海里<与最近陆地间距离≤12 海里的海域	同时满足下列条件： （1）使用设备打碎固形物和消毒后排放； （2）船速不低于 4 节，且生活污水排放速率不超过相应船速下的最大允许排放速率。	
与最近陆地间距离>12 海里的海域	船速不低于 4 节，且生活污水排放速率不超过相应船速下的最大允许排放速率。		

2.6.2.4 固废

①施工期和运营期一般工业固体废物排放执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）中相关要求。

②施工期和运营期危险废物转运执行《危险废物收集、贮存、运输技术规范》（HJ2025-2012）中相关要求，危险废物处理处置执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）中相关要求。

③施工期和运营期船舶垃圾排放执行《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）中相关排放控制要求。

表 2.6.2-7 《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）（节选）

船舶垃圾类型	海域范围	排放控制要求
塑料废弃物、废弃食用油、生活废弃物、焚烧炉灰渣、废弃渔具和电子垃圾	任何海域	收集并接入接收设施
食品废弃物	在距陆地 3 海里（含）以内	收集并接入接收设施
	距陆地 3 海里至 12 海里（含）以内	粉碎或磨碎至直径不大于 25mm 后方可排放
	距陆地 12 海里以外	可排放
货物残留物	距陆地 12 海里（含）以内	收集并接入接收设施
	距陆地 12 海里以外	不含危害海洋环境物质的货物残

		留物方可排放
动物尸体	距陆地 12 海里（含）以内	收集并接入接收设施
	距陆地 12 海里以外	可排放
货舱、甲板和外表面清洗水	任何海域	清洁剂或添加剂不属于危害海洋环境物质方可排放，其他操作废弃物应收集并排入接收设施

2.7 评价工作等级与评价范围

2.7.1 海洋环境影响评价工作等级与评价范围

2.7.1.1 评价等级

海洋环境影响评价等级依据《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T19485-2014)的要求和建设项目的工程特点、工程所在地的环境特征、国家和地方政府所颁布的有关法规等因素而确定。本工程位于崖州湾农渔业区，属于其他海域。本项目为深水网箱养殖项目，用海面积为 $1688.51 \times 10^4 \text{m}^2$ ，用海面积大于 $200 \times 10^4 \text{m}^2$ 。因此，可确定水文动力环境、水质环境、沉积物、生态和生物资源环境评价等级均为 2 级评价；本项目用海方式为开放式养殖用海，对海洋地形地貌与冲淤环境环境影响较小，地形地貌与冲淤环境评价等级为 3 级。

本项目各海洋环境评价要素的评价等级见表 2.7.1-1 和表 2.7.1-2。

表 2.7.1-1 海洋水文动力、水质、沉积物和生态环境影响评价等级判据

海洋工程分类	工程类型和工程内容	工程规模	工程所在海域特征和生态环境类型	单项海洋环境影响评价等级			
				水文动力环境	水质环境	沉积物环境	生态和生物资源环境
大型海水养殖场，人工鱼礁类工程	大型网箱、深水网箱养殖；大型海水养殖；高位池（提水）养殖；苔筏养殖等；围海养殖、底播养殖等	用海面积大于 $200 \times 10^4 \text{m}^2$	生态环境敏感区	1	1	1	1
			其他海域	2	2	2	2

表 2.7.1-2 海洋地形地貌与冲淤环境影响评价等级判据

评价等级	工程类型
1	面积 $50 \times 10^4 \text{m}^2$ 以上的围海、填海、海湾改造工程，围海筑坝、防波堤、导流堤（长度等于和大于 2km）等工程；其它类型海洋工程 ^a 中不可逆改变或严重改变海岸线、滩涂、海床自然性状和产生较严重冲刷、淤积的工程项目。
2	面积 $50 \times 10^4 \text{m}^2 \sim 30 \times 10^4$ 的围海、填海、海湾改造工程，围海筑坝、防波堤、导流堤（长度 2km~1km）等工程；其它类型海洋工程中较严重改变岸线、滩涂、海床自然性状和产生冲刷、淤积的工程项目。

3	面积 $30 \times 10^4 \text{m}^2 \sim 20 \times 10^4$ 的围海、填海、海湾改造工程，围海筑坝、防波堤、导流堤（长度 $1 \text{km} \sim 0.5 \text{km}$ ）等工程；其它类型海洋工程中改变海岸线、滩涂、海床自然性状和产生较轻微冲刷、淤积的工程项目。
注：其它类型海洋工程的工程规模可参照表 2 中工程规模的分档确定。	

表 2.7.1-3 各单项海洋环境影响评价等级

工程规模 \ 单项评价等级	水文动力环境	水质环境	沉积物环境	生态和生物资源环境	海洋地形地貌与冲淤环境
用海面积 1688.51hm^2	2	2	2	2	3

2.7.1.2 评价范围

①海洋水文动力环境调查和评价范围

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》，海洋水文动力环境评价范围垂向距离一般分别不小于 5km，3km 和 2km；纵向（潮流主流向）不小于一个潮周期内水质点可能达到的最大水平距离的两倍。

②海洋生态环境评价范围

海洋生态环境的调查评价范围，主要依据被评价区域及周边区域的生态完整性确定。根据《海洋工程环境影响评价技术导则》，1 级、2 级、3 级评价以主要评价因子受影响方向的扩展距离确定调查和评价范围，扩展距离一般不能小于（8~30）、（5~8）、（3~5）km。评价范围同海洋水文动力环境的评价范围一致可满足要求。

③海洋水质、沉积物环境影响评价范围

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》，海洋水质、沉积物环境影响评价范围确定为与海洋水文动力环境的评价范围相同。

本项目的的评价范围应覆盖各单项的评价范围。

结合项目海区的海洋功能区划和敏感目标情况，确定海洋环境影响评价控制在 $18^{\circ}12'10.932''\text{N} \sim 18^{\circ}24'24.907''\text{N}$ 、 $108^{\circ}56'46.084''\text{E} \sim 109^{\circ}09'33.722''\text{E}$ 内的海域，以项目区为中心，向东、西、北方向各外扩 8.0km，评价范围 401.80km^2 。见图 2.7.1-1。

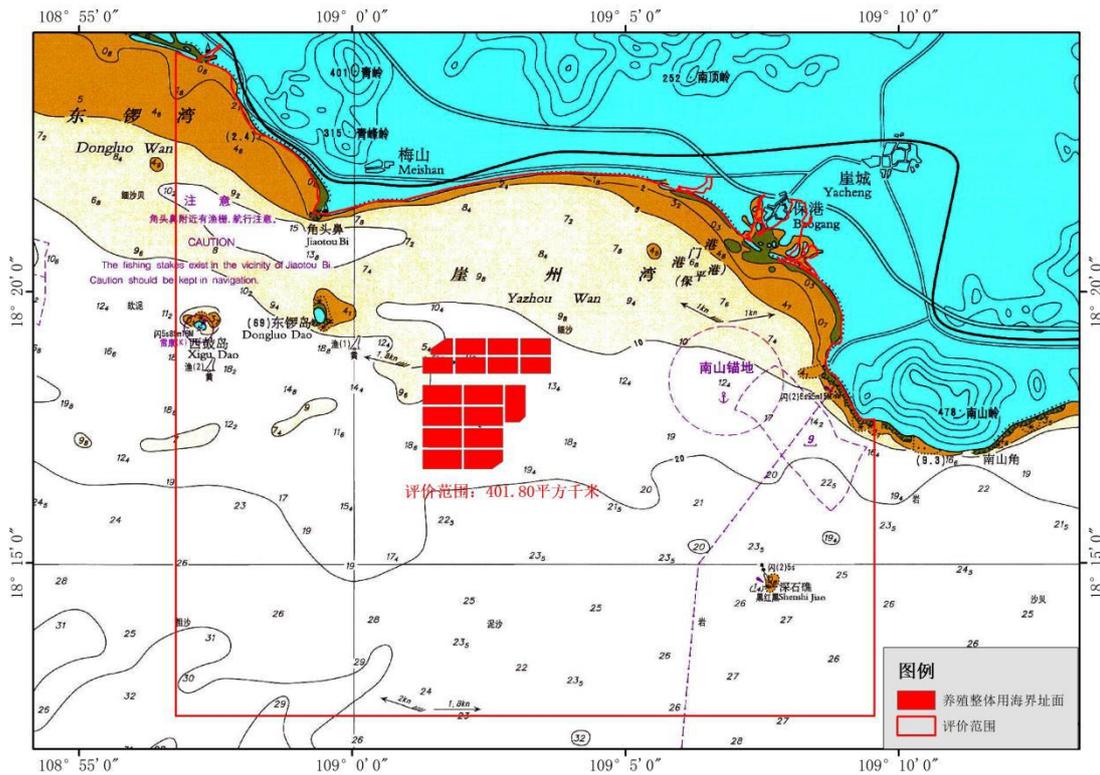


图 2.7.1-1 项目海洋生态环境评价范围图

2.7.2 陆域环境影响评价工作等级与评价范围

2.7.2.1 大气环境影响评价

根据初步工程分析，本项目施工期大气环境影响因素主要来自施工机械、施工船舶排放废气；运营期为养殖渔船、运输船舶废气排放，废气产生量较少，且项目所在海域周围地形简单，海域开阔，大气流动性较好，船舶废气排放对环境的影响较小。根据《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ2.2-2018），本项目环境空气的评价等级为三级。三级评价项目不需设置大气环境影响评价范围。

2.7.2.2 水环境影响评价

由于项目既有污水产生属于水污染影响，又有网箱投放对近岸海域水文要素环境的影响，因此判定项目对地表水的影响类型为复合影响型。

①水污染影响等级判定

项目产生废水为施工期和运营期生活污水、船舶含油污水，主要污染物为COD、氨氮、SS、BOD和石油类。施工期和运营期生活污水经收集上岸处理，船舶产生的含油污水和船员生活污水均由有资质单位接收处理。

根据《环境影响评价技术导则地表水环境》（HJ2.3-2018），项目所产生的废

水均为间接排放,因此确定该项目水污染影响评价等级为三级 B,详见表 2.7.2-1。

表 2.7.2-1 水污染影响型建设项目评价等级判定

评价等级	判定依据	
	排放方式	废水排放量 Q / (m ³ /d) ; 水污染物当量数 W / (无量纲)
一级	直接排放	$Q \geq 20000$ 或 $W \geq 600000$
二级	直接排放	其他
三级 A	直接排放	$Q < 200$ 且 $W < 6000$
三级 B	间接排放	—

②水文要素影响等级判定

本项目码头用海面积为 1136.4022hm², 实际网箱养殖水面面积为 33.61hm²。根据《环境影响评价技术导则地表水环境》(HJ2.3-2018), 工程垂直投影面积及外扩范围 A_1 约为 0.3361km², 即 $3 > A_2 > 0.15$, 因此, 确定该项目水文要素评价等级为二级。

表 2.7.2-2 水文要素影响型建设项目评价等级判定

评价等级	受影响地表水域		
	工程垂直投影面积及外扩范围 A_1 /km ² ; 工程扰动水底面积 A_2 /km ² ; 过水断面宽度占用比例或占用水域面积比例 R /%		工程垂直投影面积及外扩范围 A_1 /km ² ; 工程扰动水底面积 A_2 /km ² ;
	河流	湖库	入海河口、近岸海域
一级	$A_1 \geq 0.3$; 或 $A_2 \geq 1.5$; 或 $R \geq 10$	$A_1 \geq 0.3$; 或 $A_2 \geq 1.5$; 或 $R \geq 20$	$A_1 \geq 0.5$; 或 $A_2 \geq 3$;
二级	$0.3 > A_1 > 0.05$; 或 $1.5 > A_2 > 0.2$; 或 $10 > R > 5$;	$0.3 > A_1 > 0.05$; 或 $1.5 > A_2 > 0.2$; 或 $20 > R > 5$;	$0.5 > A_1 > 0.15$; 或 $3 > A_2 > 0.5$;
三级	$A_1 \leq 0.05$; 或 $A_2 \leq 0.2$; 或 $R \leq 5$;	$A_1 \leq 0.05$; 或 $A_2 \leq 0.2$; 或 $R \leq 5$;	$A_1 \leq 0.15$; 或 $A_2 \leq 0.5$;

注 1: 影响范围涉及饮用水源保护区、重点保护与珍稀水生生物的栖息地、重要水生生物的自然产卵场、自然保护区等保护目标, 评价等级应不低于二级。
 注 2: 跨流域调水、引水式电站、可能受到河流赶潮河段影响, 评价等级应不低于二级。
 注 3: 造成入海河口(湾口)宽度变窄(束窄尺度达到原宽度的 5%以上), 评价等级应不低于二级。
 注 4: 对不透水的单方向建筑尺度较长的水工建筑物(如防潮堤、导流堤等), 其与潮流或水流主流向切线垂直方向投影长度大于 2km 时, 评价等级应不低于二级。
 注 5: 允许在一类海域建设的项目, 评价等级为一级。
 注 6: 同时存在多个水文要素影响的建设项目, 分别判定各水文要素影响评价等级, 并取其中最高等级作为水文要素影响性建设项目评价等级。

③评价范围

由于本项目地表水的影响类型为复合影响型, 因此需要根据水污染影响和水文

要素影响的等级判定结果，分别界定评价范围：

水污染影响评价范围：污水收集运输涉及区域。

水文要素影响评价范围考虑到地表水域影响评价范围为：相对建设项目建设前日均或潮均流速及水深、或高（累积频率 5%）低（累积频率 90%）水位（潮位）变化幅度超过 5%的水域。因此，确定其水文要素影响评价范围与海洋环境的影响评价范围一致，见图 2.7.2-1。

2.7.2.3 地下水环境影响评价

根据《环境影响评价技术导则地下水环境》(HJ610-2016)中的附录 A，本项目行业类别是“B、农、林、牧、渔、海洋”中“16、海水养殖工程”，属 IV 类建设项目。根据《环境影响评价技术导则-地下水环境》（HJ610-2016）中“4.1 一般性原则：……IV 类建设项目不开展地下水环境影响评价。”因此，本项目不开展地下水环境影响评价。

2.7.2.4 噪声环境影响评价

①评价等级

项目位于海域，距离居民区最近距离约 5.20km；项目运营期渔船依托码头区域执行 3 类声环境质量标准。“建设项目所处的声环境功能区为 GB3096 规定的 3 类、4 类地区，或建设项目建设前后评价范围内敏感目标噪声级增高量在 3dB(A)以下（不含 3dB(A)），且受影响人口数量变化不大时，按三级评价。”本项目用海区声环境影响范围内无居民分布，受影响人口数量很少，因此确定本次声环境影响评价等级为三级。

②评价范围

声环境影响评价范围为拟建项目区外扩 200m。

2.7.2.5 环境风险评价

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），环境风险评价等级划分为一级、二级、三级。根据建设项目涉及的物质及工艺系统危险性和所在地的环境敏感性确定环境风险潜势，进一步确定评价工作等级。

①危险源类别

根据本项目的特点及主要环境风险因子的理化性质，确定项目危险源类型为易燃、易爆危险源。

②环境分析潜势初判

计算项目区危险物质在最大存量与对应临界量的比值 Q:

单元内存在的危险物质为单一品种，计算该物质的总量与临界量比值，即为 Q；单元内存在的危险物质为多品种时，则按下式计算物质的总量与临界量比值（Q）。

$$Q = \frac{q_1}{Q_1} + \frac{q_2}{Q_2} + \dots + \frac{q_n}{Q_n}$$

式中：q₁, q₂.....q_n——每种危险物质实际存在量，t；

Q₁, Q₂.....Q_n——与各危险物质相对应的生产场所或贮存区的临界量，t。

项目涉及的危险物质主要为施工期施工船舶油舱储存的柴油和运营期工作艇油舱储存的汽油。

项目施工期拟使用拖轮（约 500t）2 艘，起重船（约 100t）1 艘，自航驳船（约 500t）1 艘，机动艇（约 0.5t）1 艘。根据《船舶污染海洋环境风险评价技术规范（试行）》附录 4.1 中的规定，非油轮船舶燃油最大携带量也可用船舶总吨推算，根据船型不同，一般取船舶总吨的 8%~12%。本项目保守按 12%计算，则施工船舶燃油最大携带量为（500×3+100+0.5）×12%=192.06t。项目运营期拟投入 34 艘工作船，船舶吨位较小，在 20~100t 之间，保守按全部 100t 计算，运营期船舶燃油最大携带量为 34×100×12%=408t。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 B 表 B.1 突发环境事件风险物质及临界量，油类物质（矿物油类，如石油、汽油、柴油等；生物柴油等）的临界量为 2500t，本项目施工期和运营期最大燃油储存量为 408t，与临界量比值 Q=408/2500=0.16<1，根据附录 C.1.1，本项目环境风险潜势为 I。

表 2.7.2-3 建设项目 Q 值确定表

序号	危险物质名称	CAS 号	最大存在总量 q _n /t	临界量 Q _n /t	该种危险物质 Q 值
381	油类物质（矿物油类，如石油、汽油、柴油等，生物柴油等）	/	408	2500	0.16
项目 Q 值Σ					0.16

③评价等级

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），环境风险评价等级划分如表 2.7.2-3 所示。根据判定，风险评价等级为简单分析。

表 2.7.2-3 评价工作等级划分

环境风险潜势	IV、IV ⁺	III	II	I
评价工作等级	一	二	三	简单分析 ^a
a 相对于详细评价工作内容而言，在描述危险物质、环境影响途径、环境危害后果、风险防范措施等方面给出定性的说明。				

④评价范围

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）的环境风险评价等级确定方法，考虑危险物质为燃料油，其发生泄漏事故时，仅对海洋环境产生影响，不会对大气环境和地下水环境产生影响，因此，本项目环境风险影响评价范围应依据海洋环境风险评价范围，即覆盖环境风险影响范围所及的水环境保护目标水域，与海洋环境评价范围一致。

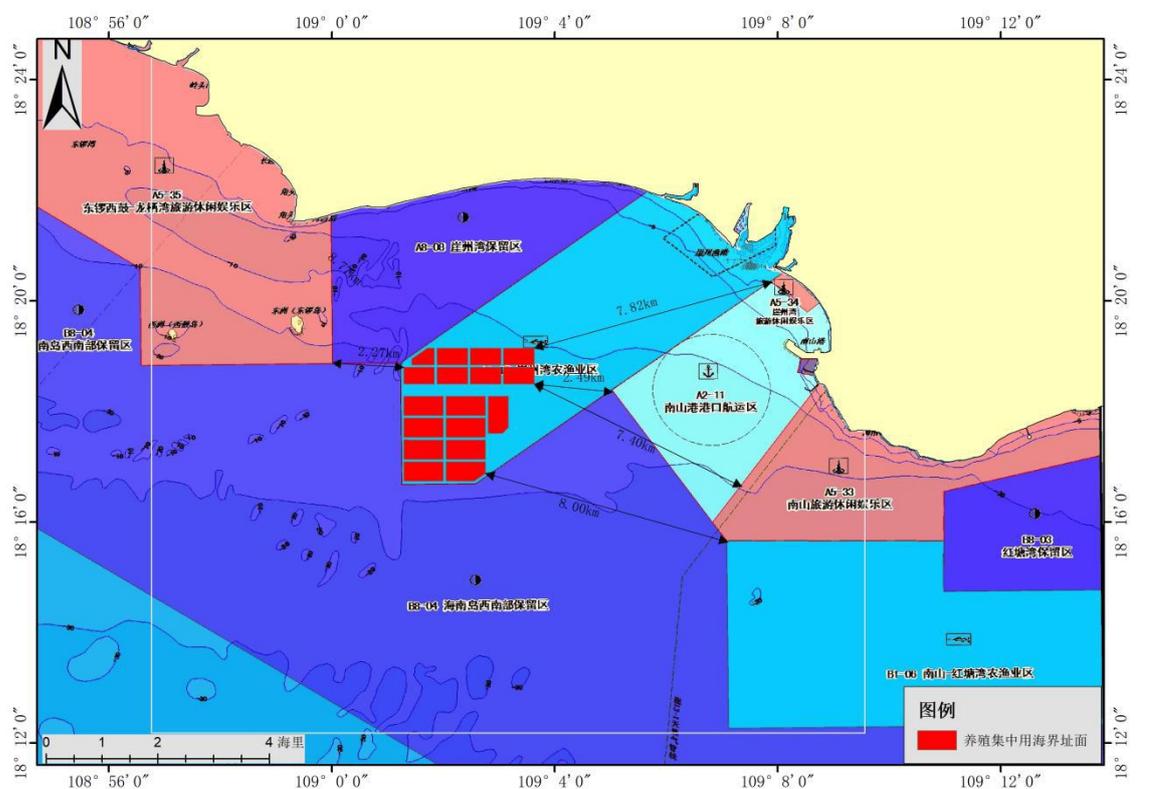
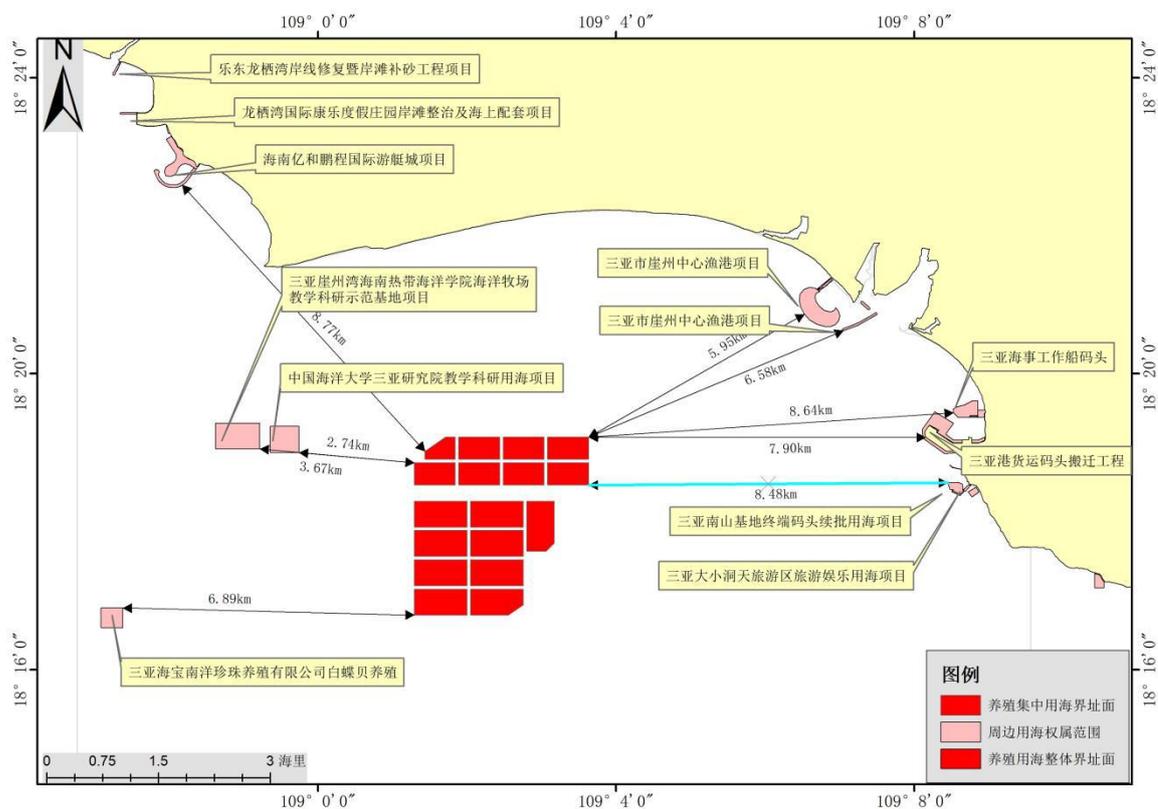
2.8 环境保护目标

根据《海南省总体规划（2015-2030）》海洋功能区划和海岛保护专篇以及实地调查结果，结合工程附近环境敏感区分布情况，分析得出本工程主要环境保护目标为：主要为附近海洋牧场和白蝶贝养殖、以及崖州湾保留区、东锣西鼓-龙栖湾旅游休闲娱乐区、海南岛西南部保留区、崖州湾旅游休闲娱乐区、南山港港口航运区、南山旅游休闲娱乐区。与工程相对距离和位置概况见表 2.8-1 和图 2.8-1。

表 2.8-1 工程海域环境保护目标

序号	保护目标	方位	与本项目最近距离（m）	规模/保护对象
1	海洋牧场教学科研示范基地	西	约 3.67	水质、生态环境
2	教学科研用海	西	约 2.74	水质、生态环境
3	白蝶贝养殖	西南	约 6.89	水质、生态环境
4	崖州湾保留区	/	毗邻	水质、生态环境
5	东锣西鼓-龙栖湾旅游休闲娱乐区	西	约 5.24km	水质、生态环境
6	海南岛西南部保留区	/	毗邻	水质、生态环境
7	崖州湾旅游休闲娱乐区	东北	约 5.24km	水质、生态环境
8	南山港港口航运区	/	毗邻	通航安全
9	南山旅游休闲娱乐区	东	约 5.24km	水质、生态环境

三亚市崖州湾农渔业区深水网箱养殖用海整体海洋环境影响报告书



2.9 项目与国家产业政策和规划符合性分析

2.9.1 产业政策符合性分析

本项目为深水网箱养殖用海，根据国家《产业结构调整指导目录（2019年本）》本工程属于“一、农林业”中的“44、淡水与海水健康养殖及产品深加工，淡水与海水渔业资源增殖与保护，海洋牧场”，属于鼓励类建设项目。同时，本项目属于《海南省人民政府关于促进产业发展的指导意见》（琼府〔2008〕80号）中的“一、农业”中“（四）远洋渔业和深水网箱养殖”，亦属于鼓励类建设项目。

本项目不属于《海南省产业准入禁止限制目录（2019年版）》的禁止类和限制类。

因此，本项目符合国家相关的产业政策要求。

2.9.2 与相关规划符合性分析

2.9.2.1 与海洋功能区划的符合性分析

根据《海南省总体规划(2015~2030年)》（海洋功能区划专篇），项目用海所在海域属“崖州湾农渔业区”（代码：A1-17）。见图 2.9.2-1 所示。项目建设与其符合性主要从以下几方面分析

（1）与用途管制要求的符合性分析

崖州湾农渔业区用途管制要求为“主导用海类型为渔业基础设施用海和开放式增养殖用海，主要为崖州中心渔港建设用海、抗风浪深水网箱养殖和重要渔业品种增养殖用海。合理规划渔业生产所必须的基础设施建设，保证渔船停靠、装卸作业和避风所需海域。兼顾旅游用海，开展生态养殖观光等休闲渔业活动；涉海工程建设需征求相关部门意见”，本项目为深水网箱养殖集中用海项目，其用海类型属于开放式养殖用海。因此，本项目用海与崖州湾农渔业区用途管制要求是相符合的。

（2）与用海方式的符合性分析

崖州湾农渔业区用海方式要求为“应严格限制改变海域自然属性，避免对河口水动力环境产生影响，注意河口生态保护”本项目的用海方式为开放式的养殖用海，不涉及海上工程建设，不改变该海域自然属性，因此，本项目用海与崖州湾农渔业区用海方式要求是相符合的。

（3）与海域整治要求的符合性分析

崖州湾农渔业区海域整治要求为“合理规划增养殖规模、密度和结构，防止渔业资源过度开发；加强用海动态监测和跟踪管理，防止海水污染和淤积。”项目总体布局思路采用规划养殖水域分区划分模式，共分为两个区，经计算，其养殖水面的面积与规划海域的面积比值分别为：A区为：2.60%、B区为：2.72%，养殖规模及养殖密度都较为合理。为了水道畅通及满足公共航道区需要，在区域中部还设置有两道主通道，进一步降低了养殖区总体养殖密度。因此，本项目用海与崖州湾农渔业区海域整治要求是相符合的。

(4) 与重点保护目标管理要求的符合性分析

崖州湾农渔业区重点保护目标为“保护河口水动力环境；保护底质环境和渔业资源；保护航道”，本项目为开放式养殖用海，兼顾深远海养殖用海，距离岸边最近距离约6km，项目施工期和运营期对区域水质、底质环境影响较小。通过采取一系列有效措施，科学合理规范养殖，可以避免水域恶化情况发生，有利于保护海域自然生态环境。因此，项目用海与崖州湾农渔业区重点保护目标相符合。

(5) 与环境保护要求的符合性分析

崖州湾农渔业区环境保护要求为“渔港港区执行不劣于三类海水水质标准，二类海洋沉积物质量标准，二类海洋生物质量标准；其它海域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。”。

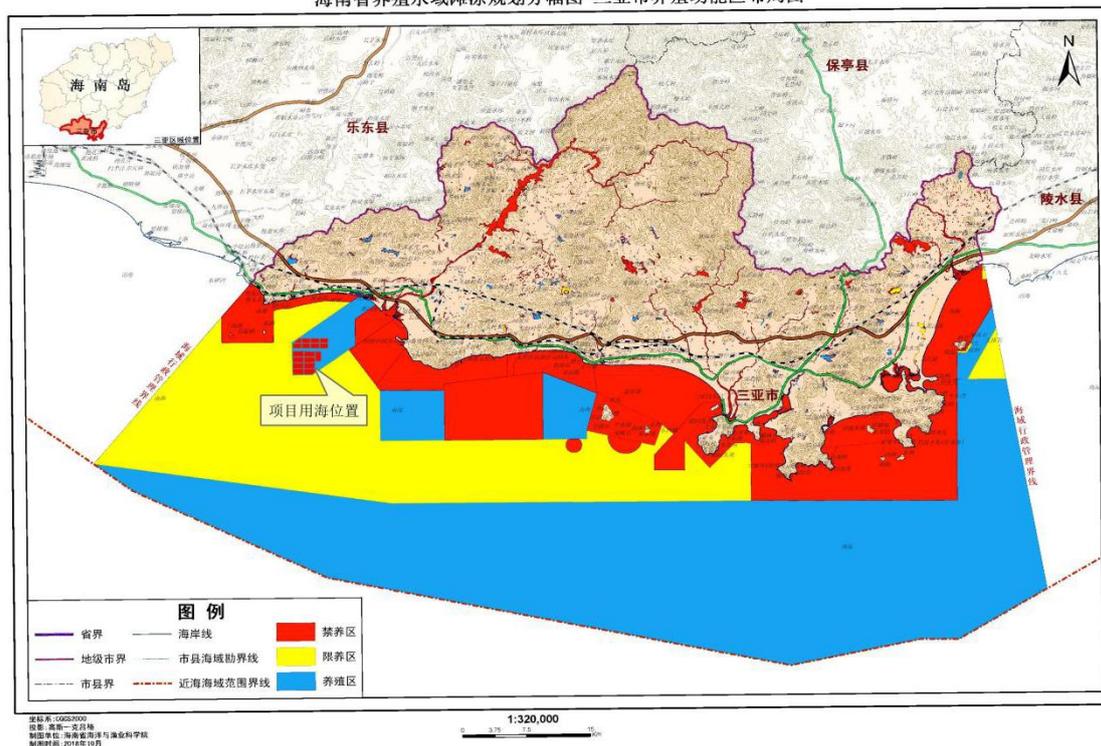
根据项目附近海域的水质和沉积物监测调查结果，项目用海区水质环境满足II类海水水质标准，沉积物符合I类质量标准。数模计算结果表明，如规划网箱全部养满的情况下，项目用海区仍然满足崖州湾农渔业区II类水质环境保护要求。

综上所述，本工程符合项目所在海域海洋功能区划。

2.9.2.2 与《海南省养殖水域滩涂规划(2018-2030年)》符合性分析

《海南省养殖水域滩涂规划(2018-2030年)》中划定了禁止养殖区、限制养殖区和养殖区；在养殖空间开发上，提倡推广深水网箱和深远海智能渔场养殖。本项目用海范围全部在划定的养殖区范围内；用海方式为开放式养殖用海，重点发展深水网箱养殖及深远海智能化网箱养殖，体现了集中集约用海的优势。因此，本项目用海符合《海南省养殖水域滩涂规划(2018-2030年)》。项目用海关系图如2.9.2-1所示。

海南省养殖水域滩涂规划分幅图-三亚市养殖功能区布局图



2.9.2.3 与《三亚市养殖水域滩涂规划(2021-2030 年)》的符合性分析

《三亚市养殖水域滩涂规划(2021-2030 年)》基本原则中的指出：“坚持合理布局、转调结合的原则。从实际出发，发挥三亚市资源优势，优化区域布局，发展生态养殖。由传统渔业向现代渔业转变，由零星分散养殖向集中连片规模养殖转变，由单一养殖生产经营向生产与休闲旅游相结合的经营方式转变，实现养殖水域滩涂的整体规划、合理储备、有序利用、协调发展”“海上养殖区应控制养殖规模，合理布局设施建设；近海海域可适当布置深水网箱、人工鱼礁等开放式养殖用海，严格控制规模和数量，避免影响该海域的传统捕捞生产”

首先本项目用海范围全部在《三亚市养殖水域滩涂规划(2021-2030 年)》中所划定的养殖区内；其次，本项目规模化养殖，重点发展深水网箱养殖，实现养殖水域滩涂的整体规划、合理储备、有序利用、协调发展。因此，本项目用海符合《三亚市养殖水域滩涂规划(2021-2030 年)》。项目用海关系图如 2.9.2-3 所示。



图 2.9.2-3 项目与三亚市养殖水域滩涂规划-养殖区规划位置关系图

2.9.2.4 与《三亚市崖州湾总体规划（2017-2035 年）》的符合性分析

《三亚市崖州湾总体规划（2017-2035 年）》三亚市崖州湾是陆海统筹联动“南海”的重要支点、融入“一带一路”繁荣“南疆”重要前沿、热带资源承载“南繁”国家农业科技的关键核心。2017 年 11 月，海南省委、省政府对三亚市崖州湾 的发展作出重要指示：“崖州区域应作为三亚今后发展以深海科技为重心的高科技板块”；“紧抓深海科技和科技创新两个重点，在崖州湾搭建深海科技创新“平台”。

总体发展定位确定为“三城、三地、一古镇”。“三城”指深海科技城、南繁科技城和大学城；“三地”指国家级的南海文化圣地、国家级的南海渔业基地和 新兴海洋产业基地；“一古镇”，指中国历史文化名镇；并承担区域港口物流等城市服务职能，实现港城融合、产城融合、城乡融合发展。

国家级的南海渔业基地：以南海海洋渔业为核心，以海洋捕捞、水产养殖、风情渔村、渔港综合服务为主要功能的南海渔业基地。新兴海洋产业基地：以 新兴海洋产业为核心，以海洋旅游为支撑的特色融合发展地。

本项目为开放式养殖项目，工程内容为深水网箱养殖，本项目以生态环境 保护为理念，充分利用三亚崖州湾海洋与渔业方面资源优势、环境优势、气候 优势和政策优势，建设大型深水网箱，为海南省的“蓝色粮仓”建设提供支持。

项目建设符合《三亚市崖州湾总体规划（2017-2035年）》。

2.9.2.5 与《海南省生态保护红线管理规定》的符合性分析

与《三亚市总体规划（空间类 2015-2030年）》的符合性分析

根据项目用海与三亚市生态红线规划布局的叠置结果，本项目仅占用海域，不占用其他用地类型和生态保护红线范围（见图 2.9.2-4）。

《三亚市总体规划（空间类 2015-2030年）》海洋区划实施管理，各有关行业规划涉及海域使用的，应当符合海洋功能区划；沿海土地利用总体规划、城乡规划、港口规划等涉及海域使用的，应当与海洋功能区划相衔接；三亚市人民政府有关部门在制定涉海发展战略和产业政策、编制涉海规划时，应当征求海洋行政主管部门意见。

同时，《三亚市总体规划（空间类 2015-2030年）》海洋产业发展规划中重点发展产业海洋渔业：加强渔港基础设施建设，加快人工鱼礁和海洋牧场建设，改造海洋捕捞业，发展清洁养殖业，成立热带水产苗种繁育研究基地，大力开发休闲渔业，建设崖州中心渔港产业园。其中清洁养殖业为在近海适度开展抗风浪、深水网箱养殖和贝类底播吊养，并在确保游客生命安全的前提下依托开展游钓和潜捕旅游活动。

本项目占用的功能区为崖州湾农渔业区，项目用海符合功能区管制要求。本项目为海上深水网箱养殖项目，养殖污染物随海流扩散，规划养殖区内的网箱养殖数量和养殖规模满足《深水网箱养殖技术规范》要求，实际网箱投放占比不大于 2.72%，使得养殖水域保持相对可自净能力，在严格控制开发规模和强度，集约利用海洋资源。

因此，项目用海符合《三亚市总体规划（空间类 2015-2030年）》。

三亚市生态红线规划布局图

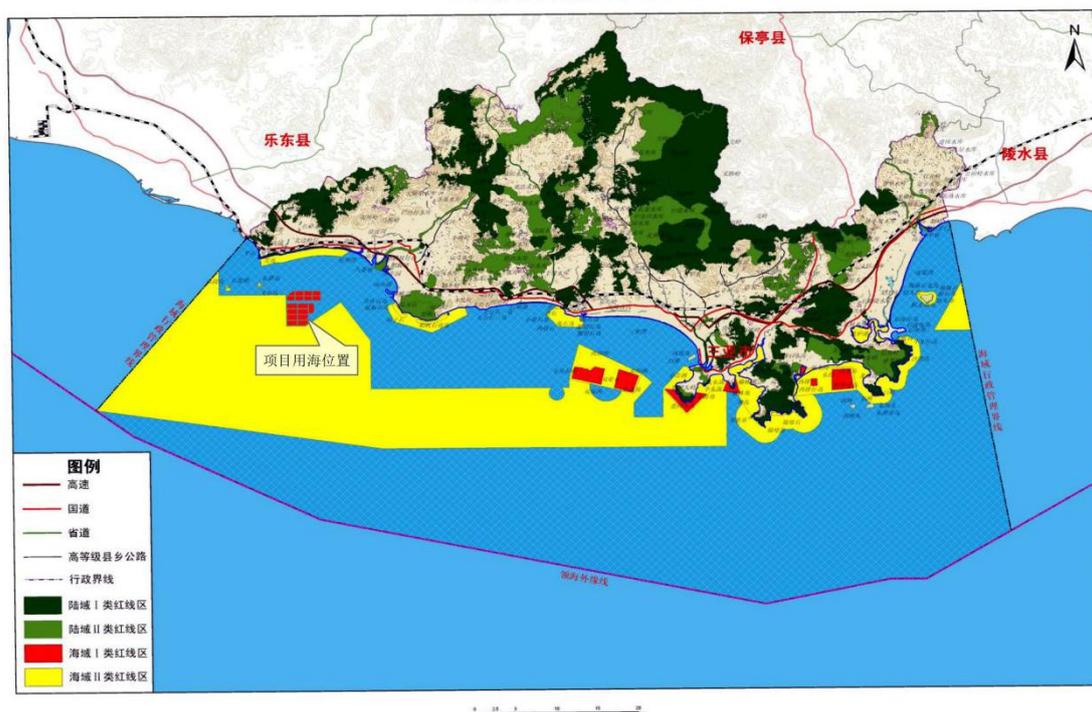


图 2.9.2-4 项目用海与三亚市生态红线规划布局的关系图

2.9.2.6 与“三线一单”的符合性分析

根据《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》（环环评〔2016〕150号）、《关于三亚市“三线一单”生态环境分区管控的实施意见》分析本项目与其符合性。

（1）生态保护红线

根据项目用海与三亚市生态红线规划布局的叠置结果，本项目仅占用海域，不占用其他用地类型和生态保护红线范围（见图 2.9.2-4）。因此，本项目与海南省生态保护红线是相符合的。

（2）环境质量底线

本项目施工期大气污染物主要为临时施工场地产生的扬尘和施工船舶废气，运营期为工作船废气，船舶废气属于移动源产生的污染物无组织排放，排放强度低，对大气影响程度小，不会降低现状空气质量水平，项目建设可满足空气质量底线。临时施工场地生活污水收集外运处理，船舶生活污水和含油废水收集上岸交由资质单位接受处理，严禁排海，不会对水环境质量造成恶化，符合水环境质量底线。项目占用海域，不占陆域，不会对土壤环境造成影响。项目建设对生态环境状况指数

影响很小，满足生态的环境质量底线。

（3）资源利用上线

水资源：单位 GDP 水耗低于 110 立方米/万元；能源：单位 GDP 能耗低于 0.5 吨标煤/万元；森林资源：按照国家下达的约束性指标，严格控制年均使用林地定额，严格控制森林采伐量。

项目运营期水资源和能源消耗较少，不会超过资源利用上限。

（4）环境负面清单原则要求

海南省和三亚市未制定环境准入负面清单。从空间布局约束、污染物排放管控、环境风险防控、资源利用效率等方面分析：

根据《产业结构调整指导目录》（2019 年本），本项目属于鼓励类，符合国家产业政策的要求。从空间布局约束来看，项目选址和建设规模符合《海南省总体规划（2015-2030 年）》、《海洋功能区划和海岛保护专篇》、《海南省养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》、《三亚市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》。

从污染物排放管控来看，大气污染物排放强度低，水污染物收集处理，采取报告中所列的环境污染防治措施后，大气环境和水环境影响可接受。

本阶段项目环境风险物质主要是施工船舶携带的燃油，本报告针对施工期溢油事故风险组合进行预测，并提出了风险防范措施和风险应急计划，采取各类风险控制措施后，环境风险可控。

本项目水资源、能源符合清洁生产的要求，不会造成较大的水消耗和能源消耗。

（6）与《三亚市生态环境分区管控方案》的符合性分析

根据三亚市海域环境管控单元分布图，本项目位于一般管控单元，见图 2.9.2-5。在全市总体生态环境管控要求的基础上，突出区域生态环境特征、发展定位及未来环境压力等，确定各分区的差异化生态环境管控要求。项目所在片区生态环境管控要求及本项目与管控要求的符合性见表 2.9.2-1。

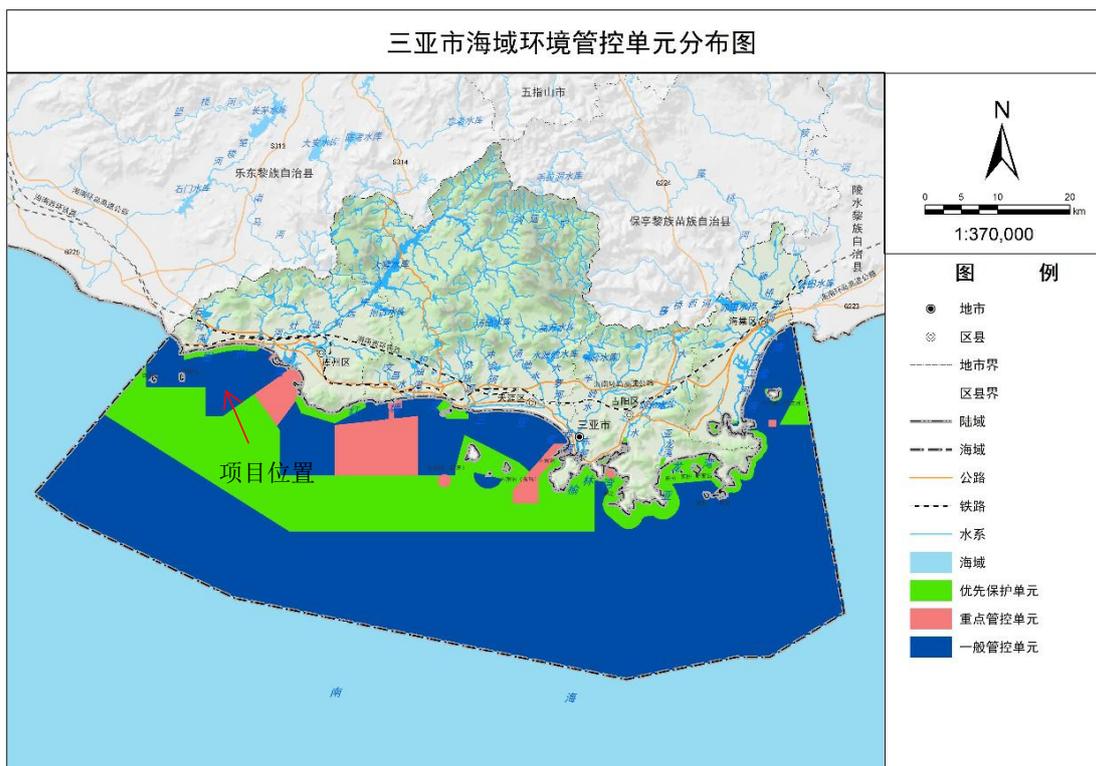


图 2.9.2-5 项目与三亚市海域环境管控单元分布关系图

表 2.9.2-1 项目与分区管控方案符合性分析

管控区	管控要求	项目情况	符合性分析
一般管控单元	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。	项目施工期和运营期生活污水收集外运；船舶含油污水收集上岸交由资质单位接收处理；项目建设对项目区海洋生态环境影响不大，项目通过控制养殖规模、采取环保措施、实施生态补偿等措施降低对生态环境的影响，项目落实生态环境保护基本要求，不会对生态环境造成破坏。	符合
分区域生态环境管控要求（崖州区）	加强山体及森林生态系统保护和修复，促进水源涵养功能提升。强化近岸海域水产养殖及港口船舶污染治理，加强风险防控。保护岸线资源，控制开发强度，提高岸线利用效率。加强农业面源和城镇面源污染控制，推进城镇内河（湖）整治，提升城乡生活污水处理能力和标准，促进环境质量持续改善。以崖州湾科技城发展为契机，推进产业绿色化、高端化转型和布局优化。	项目施工期和运营期生活污水收集外运；船舶含油污水收集上岸交由资质单位接收处理；项目建设对项目区海洋生态环境影响不大。本项目为深水网箱养殖项目，未占用岸线资源。	符合

三亚市崖州湾农渔业区深水网箱养殖用海整体海洋环境影响报告书

<p>湾区生态环境管控要求（崖州湾）</p>	<p>保护沙源保护海域地形地貌，优化岸线开发布局，严格控制开发强度，完善崖州湾科技城污水处理设施及配套管网，加强崖州养殖区海域污染控制，加强南山港、崖州渔港污染控制及风险防控。</p>	<p>本项目为深水网箱养殖项目，未占用岸线资源。项目施工期和运营期生活污水收集外运；船舶含油污水收集上岸交由资质单位接收处理；项目建设对项目区海洋生态环境影响不大。</p>	<p>符合</p>
------------------------	--	--	-----------

3 工程概况

3.1 建设项目概况

项目名称：三亚市崖州湾农渔业区深水网箱养殖用海整体

项目性质：新建

建设单位：三亚市农业农村局

建设地点：项目用海位于三亚市西部崖州湾海域。项目位置见图 3.1-1 和图 3.1-2。



图 3.1-1 项目地理位置图

项目建设内容及规模：本项目拟在“崖州湾农渔业区”内规划“崖州湾农渔业区深水网箱养殖基地”。本项目用海为深水网箱养殖整体用海，为政府预先开展的集中规划用海，便于简化后续用海申请。“崖州湾农渔业区”总面积为 4461 公顷，本项目申请用海总面积为 1136.4022 公顷，用海区域为不规则多边形。用海区域具体可分为两个区，其中 A 区位于北侧，申请用海面积 411.9856 公顷，设置 8 个用海区块（YZOC-A-01~08），计划投放 242 口 C80 型 HDPE 浮式圆形深水网箱；B 区位于南侧，申请用海面积 724.4166 公顷，设置 9 个用海区块（YZOC-B-01~09），计划投放 284 口 C100 型 HDPE 浮式圆形深水网箱。规划养殖用海区域内共设置各类深水网箱 526 口。项目建设主

要指标内容见表 3.1-1。工程总工期计划约为 11 个月，但实际上本项目用海为规划整体用海，具体施工工期由将来实际的单个养殖单位根据其养殖规模确定。工程总投资约为 101310.954 万元。

表 3.1-1 项目建设主要指标内容表

序号	养殖区域	用海面积 (公顷)	养殖水面与规划海域面积比值	网箱规格	养殖规模	单位养殖水体容量 (m ³)	总养殖水体容量 (万 m ³)	养殖数量 (万尾)	年产量 (吨)
1	A 区	411.9856	2.60%	C80	242 口	4500	108.9	2178	10890
2	B 区	724.4166	2.72%	C100	284 口	8000	227.2	4544	22720
合计		1136.4022	--	--	526 口	--	336.1	6722	33610
注：每 m ³ 水体投放 20 尾金鲳鱼，每尾出栏规格按 0.5kg，养殖存活率按 85% 计算。养殖周期按 1 年计算，其中实际养殖期为 9 个月，3 个月为休养期。									28568.5 (实际)

3.2 平面布置和主要结构、尺度

3.2.1 平面布置

“崖州湾农渔业区”总面积为 4461 公顷，主导用海类型为渔业基础设施用海和开放式增养殖用海。本项目拟在崖州湾规划养殖区内建设崖州湾深水网箱养殖用海项目。

总体思路：在申请用海水域，发展以高密度聚乙烯（HDPE）浮式圆形网箱为主要形式的深远海养殖渔场，开展以企业为主体、渔民合作社为辅的产业化经营，以定置式网箱养殖平台为主要生产方式，在海域养殖规划和生产许可前提下，确定养殖品种与生产方式及规模。针对海流特点，成片规划、成组布置 HDPE 深水养殖网箱设施，配套具有投喂、起捕、活鱼运输等功能的辅助作业船，配套生产辅助码头；配备专业化生产物资与活鱼产品运输船，配套陆基转运加工基地与远程集控中心。构建质量安全控制体系与作业规程，使养殖平台成为海上生态化养殖的主体生产体系。

细化分区：根据上述总体布局思路，考虑到项目用海可能对周边其他海洋功能区的影响，拟在“崖州湾农渔业区”-10m 等深线向海一侧海域申请 1136.4022 公顷海域作为本项目养殖用海规划水域，区域内根据水深条件采用分区划块模式，同时为了保持水道畅通，进一步降低养殖区总体密度和满足公共航道区需要，在用海区中线附近设置一字型通道，通道宽度为 400m，形成两个大区（总平面布置图见图

3.2.1-1) :

A 区位于规划养殖水域北侧，设置 8 个用海区块（YZOC-A-01~08），用海面积 411.9856 公顷，单个用海区块面积在 31.7456~54.3200 公顷之间。A 区海域平均水深为 10m~15m，主要以 C80 浮式圆形深水网箱为主，主要采用 4 个一组“网格格式”锚泊系统方式布设，局部边角不规则区域采用单网箱锚定方式，每组网箱占用海域尺寸为 230m×230m，每组由对应象限的 12 个锚进行连接，形成网格状，每一锚绳的交汇点通过绳索垂直与水面的浮筒连接，每组网箱共设置 12 个浮筒，每个网箱框格尺寸为 46m×46m。共布设 242 口 C80 浮式圆形深水网箱，区内通道宽均为 80m。用海区块内布置具体见图 3.2.1-2。

B 区位于规划养殖水域南侧，设置 9 个用海区块（YZOC-CB-01~09），用海面积 724.4166 公顷，单个用海区块面积在 76.5033~81.2500 公顷之间。B 区海域平均水深为 15~18m，主要以 C100 浮式圆形深水网箱为主，采用单网箱锚定方式布设，每个网箱占用海域尺寸为 160m×160m，每个网箱采用 4 个主锚和 4 个副锚固定，共 8 个锚碇，主缆长度约为 80m。共布设 284 口 C100 浮式圆形深水网箱，区内通道宽均为 80m。用海区块内布置具体见图 3.2.1-3

两个区域共计投放 C80 和 C100 各类口径尺寸 HDPE 网箱 526 口。

表 3.2.1-1 单只网箱锚泊系统材料清单（C100 网箱）

序号	材料名称	规格、材料	单位	数量	备注
1	水泥锚	10t, 4.2m ³ , 方台型	个	8	
2	锚绳	Φ42mm, 高密度聚乙烯三股绳	m	800	100m, 8 根
3	水泥块	Φ400mm, 高 350mm	个	8 个	每个锚绳 1 个

表 3.2.1-2 单组 4 只网箱锚泊系统材料清单（C80 网箱）

序号	材料名称	规格、材料	单位	数量	备注
1	水泥锚	6t, 2.5m ³ , 方台型	个	12	
2	框架连接绳	Φ50mm, 高密度聚乙烯三股绳	m	120	15m, 8 根
3	锚绳	Φ50mm, 高密度聚乙烯三股绳	m	960	80m, 12 根
4	水泥块	Φ300mm, 高 350mm	个	12 个	每个锚绳 1 个

三亚市崖州湾农渔业区深水网箱养殖整体项目海域总体规划布局图

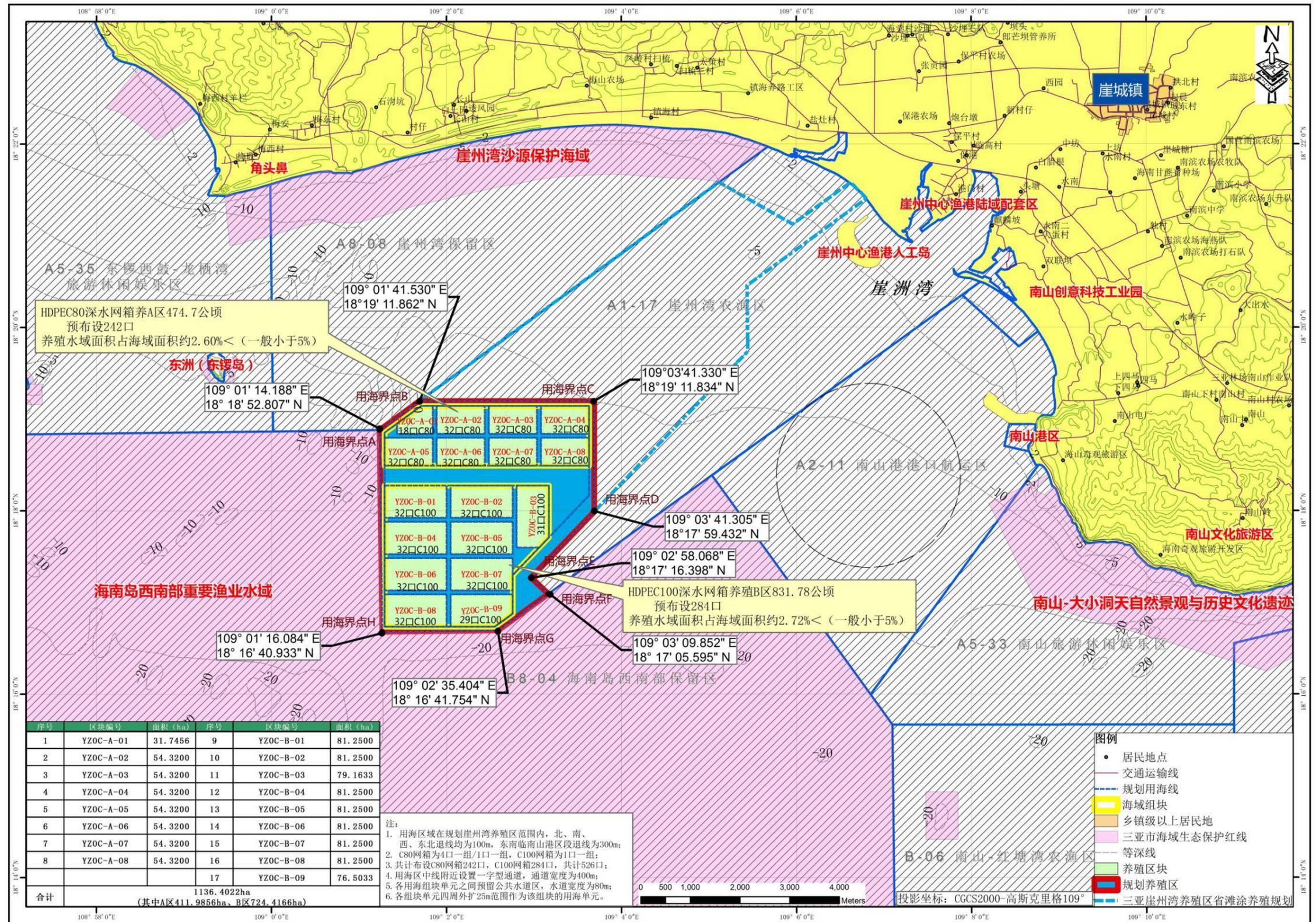


图 3.2.1-1 项目用海总平面布置图

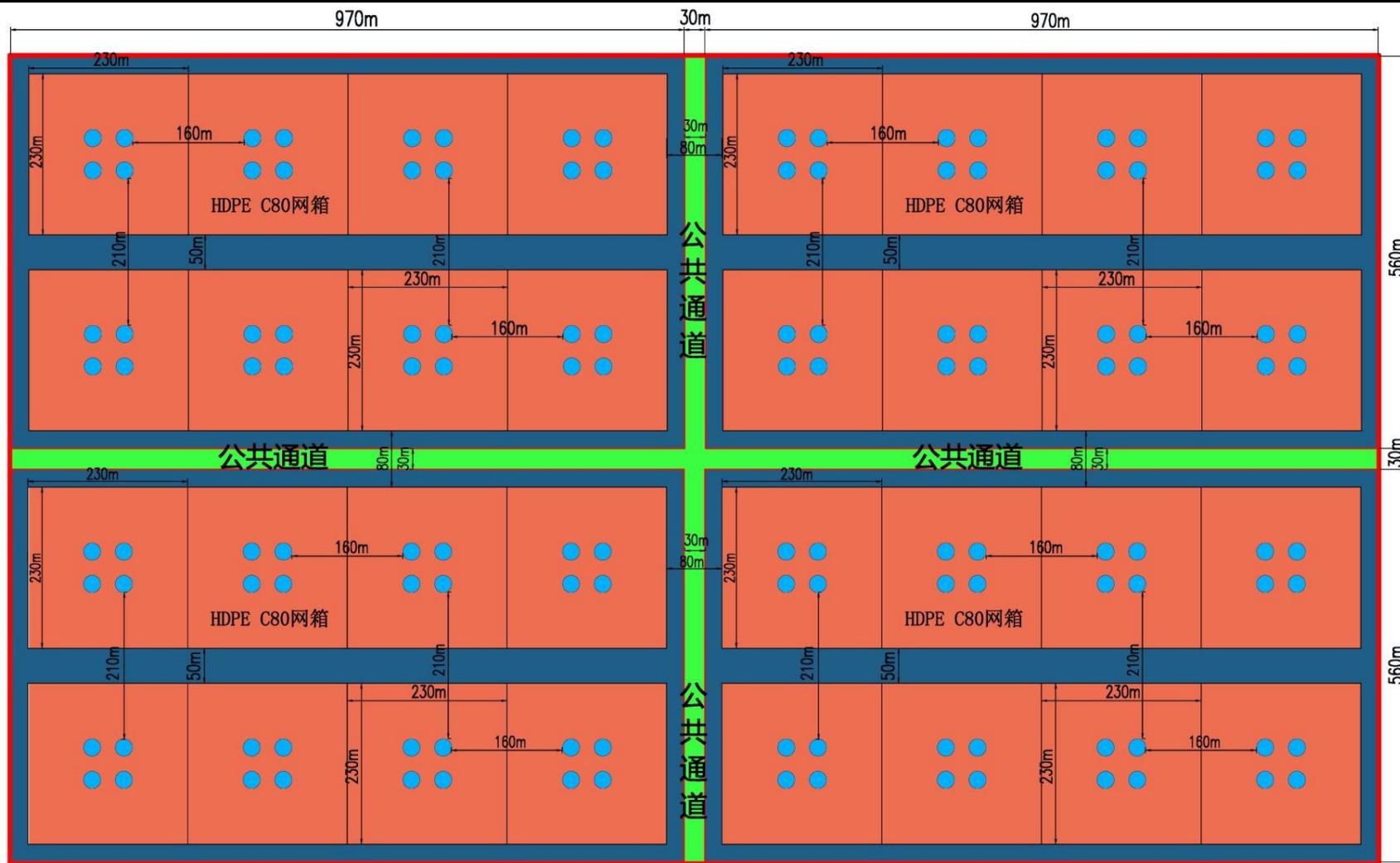


图 3.2.1-2 A 区 C80 型深水网箱用海区块内平面布置

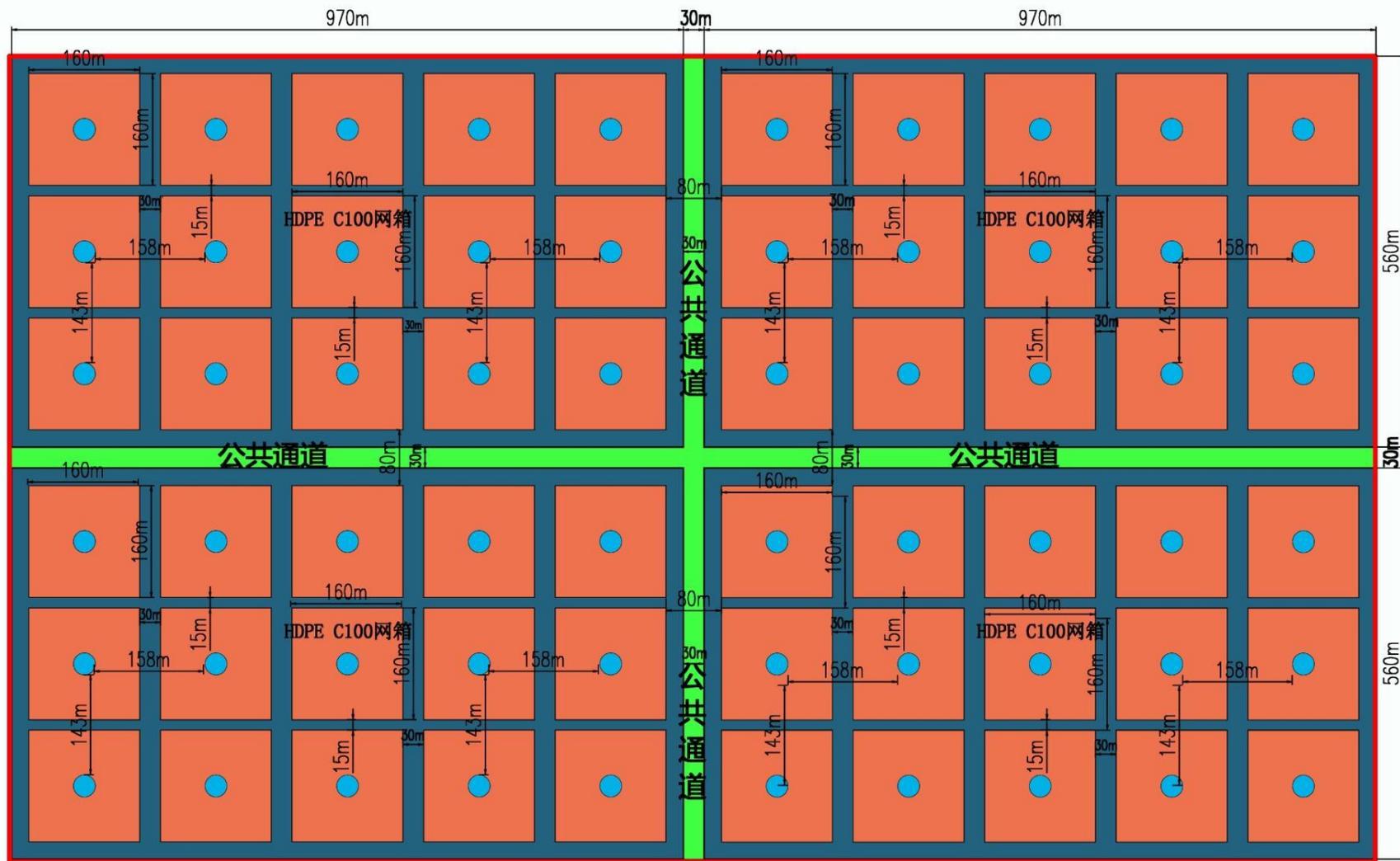


图 3.2.1-3 B 区 C100 型深水网箱用海区块内平面布置

3.2.2 可养数量及容量计算

根据《深水网箱养殖技术规范》（广东省质量技术监督局，2010年7月1日实施）第6.1.3条“深水网箱养殖区的养殖面积不应超过可养殖海区面积的5%”，养殖水域可养网箱数量及容量计算如下表：

表 3.2.2-2 养殖水域可养网箱数量及容量计算表

序号	分区	水深	规划养殖水域面积（公顷）	网箱可养殖水面面积（m ² ）	可养网箱数量（口）	实际网箱养殖水面面积（m ² ）	实际布置网箱数量（口）	实际投放占比（%）
1	A	10~12m	474.7	237350	466	123249.59	240/C80	2.60
2	B	12~18m	831.78	415890	523	226000.02	253/C100	2.72

注：实际投放占比=实际网箱养殖水面面积/规划养殖水域面积*100%

由表 3.2.2-2 计算得知，本项目用海规划设置的网箱养殖数量在可养网箱数之内，满足设计要求，可使得养殖水域保持相对可自净能力，海域水质和沉积物环境可以满足海区水环境控制要求。

3.2.3 HDPE 浮式圆形网箱主要结构、尺度

项目设计的深水网箱采用目前较为成熟、常见的 HDPE 浮式圆形网箱。网箱规格一般根据周长 40m、60m、80m、100m 和 120m 简称 C40、C60、C80、C100 和 C120 型深水网箱。本项目根据崖州湾农渔业区水深情况布设有 C80 和 C100 型两种不同类型的网箱。C80 型深水网箱采用 4 口一组，C100 型深水网箱采用单口一组。网箱系统一般由①网箱框架系统；②网衣系统；③固定系统；④配套系统，包括水下洗网设备、水下自动远程投饵设备、水下监视系统、收鱼、起网设备等。在台风季节，网箱顶部加盖网盖，使网箱形成封闭状态防止鱼群逃逸。深水网箱抗风能力为 12 级以上，能抗击 5m 以上的大浪冲击，能有效避免台风带来的危害。网箱结构及主要尺度见图 3.2.3-1、图 3.2.3-2 和表 3.2.3-1。

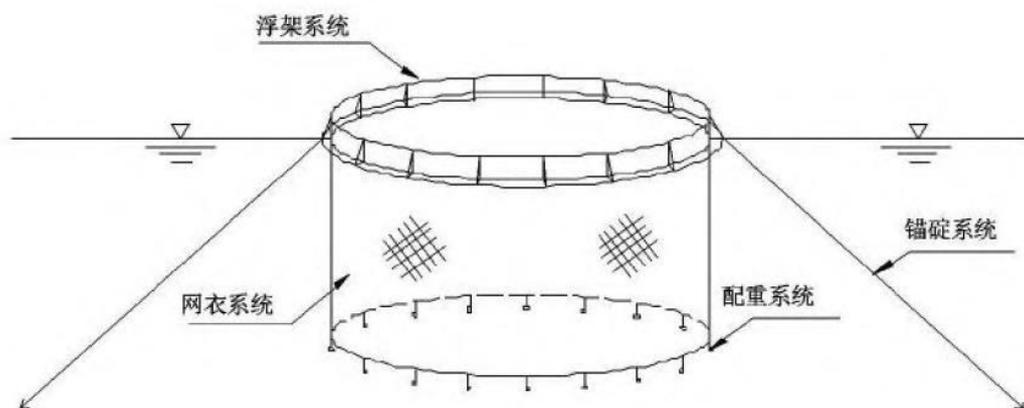


图 3.2.3-1 深水网箱结构示意图

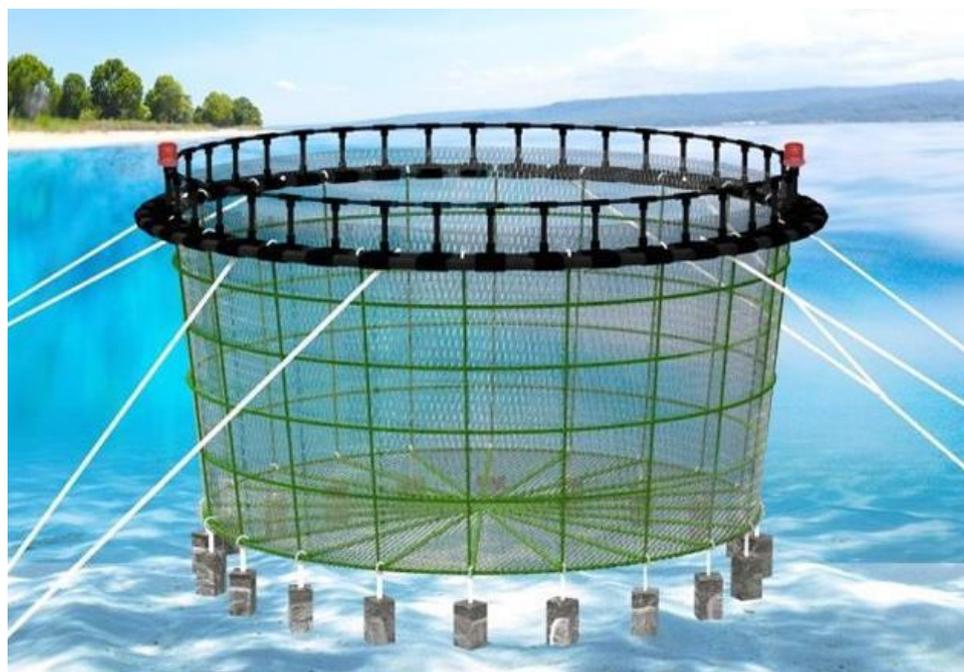


图 3.2.3-2 单口 HDPE 浮式圆形网箱立体示意图

表 3.2.3-1 网箱主要尺度及性能（HDPE 浮式圆形网箱）

网箱型号	HDPEC80-100/315
网箱浮管径 (mm)	315
网箱周长 (m)	80~100
网箱直径 (m)	25.5~32
双浮管中心距 (cm)	66
HDP 注塑工字架	是

支架标距 (m)	2~2.5
工字架立柱管径 (mm)	125
扶手管径 (mm)	110
网衣挂钩	选配
浮管泡沫填充	可选, 内管
加强链	可选, 两浮管间
HDPE 强度	80~100
浮管数量	2
踏板	标配, 可选配
抗风浪等级	6~7m
正常使用年限	15年以上
网衣深	6~15m
养殖包围水体 (m ³)	4500~8000

①框架系统：在海面上所见到的就是框架系统，即浮架系统。它是由三条圆形（下面两条较粗、上面一条较细）、内空、全封闭的聚乙烯塑料管，通过“L”形支柱连接而构成的框架，具体上可分为扶手管、主浮管、支柱及相关配件。扶手管为圆柱状环形空心管，周长与内主浮管相同，用于内挂网衣与生产操作安全防护；主浮管为圆柱状环形空心管，管径一般为 250~400mm，其大小可视网箱规模而定。环形圈数量为内外各 1 圈，周长根据不同网箱大小可分为 60m~120m 不等。支柱用于内外主浮管之间和内浮管与扶手管之间的连接。由于该框架全部采用高密度、耐冲击、耐腐蚀、抗磨损工程塑料制成，充分把材料的柔韧性和高强度有机结合起来使得网架不仅可以随波逐流，还具有抗击台风巨浪的能力；对网架材料进行了抗紫外线老化、抗海水腐蚀的高科技工艺处理，使用寿命在 10 年以上。框架系统示意图见图 3.2.3-3。



图 3.2.3-3 框架系统示意图

②网衣系统：抗风浪深水网箱的网衣系统主要由主体网衣、死鱼收集器、网盖等部件组成，材质通常有聚乙烯（PE）和尼龙（PA）两种。为了减少对鱼类损伤和网的磨损，常将网衣编织成无节结形式。网衣使用的网目形状为矩形或菱形，其大小可在满足养殖鱼类规格的基础上选择。所有的网衣材料均加有对鱼无害的防污损涂层，可以提高 6 个月的防污损和防生物附着保护；网衣经过抗紫外线工艺处理，可以有效地防止网衣的老化；网衣附有死鱼搜集系统及防鸟、防逃网罩。

当养殖海域的海鸟较多时，可以使用网罩来防止海鸟捕食所养殖的鱼类。另外，当风浪较大时，应加上网罩，防止养殖鱼类随着海浪冲击而逃出网箱。

网衣采用规格 2cm×2cm 到 8cm×8cm 不等，网墙高出水面 0.8m，网墙顶层斜向内伸出 0.2m 防逃。示意图见图 3.2.3-4。

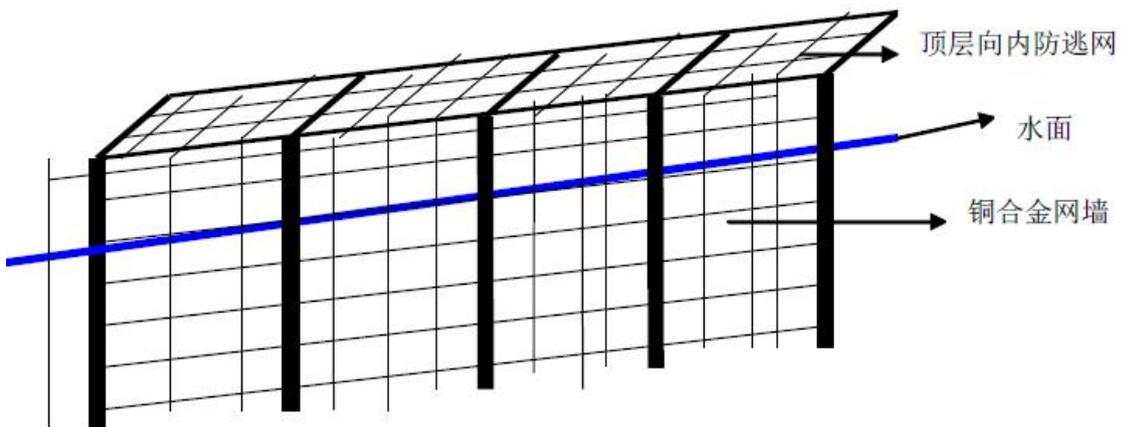


图 3.2.3-4 网衣系统示意图

③固定系统：根据不同海域条件，采用计算机模拟设计柔性固定系统，以确保网箱安全，在大规模养殖时还可以有效地防止网箱之间的相撞损坏。水下固定系统

是为了保护网箱，防止风浪较大时的相撞损坏而专门设计的，可以使每个网箱都固定在各自己的框架之内。网箱的固定一般采用方型的框架固定结构。此结构可以确定固定系统的各点受力平衡，能够保证最大程度上把网箱所受到的力均匀分配到各支点上，而不是集中在某一点受力，从而大大地减少了网箱损坏几率，这也为网箱的安全提供了重要保证。

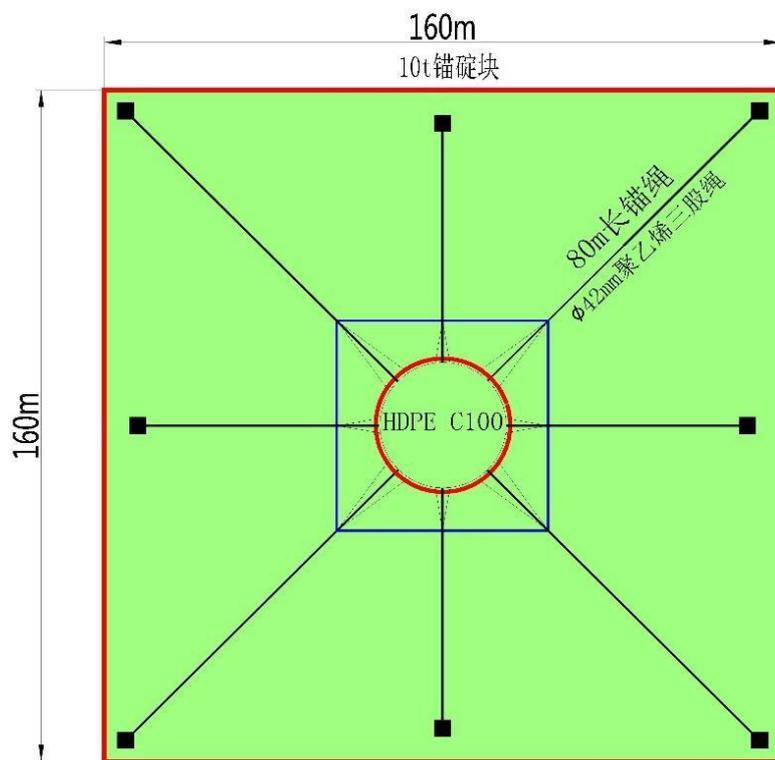
目前国内深水网箱锚定系统主要有三种方式：铁锚，依靠动态锚抓力来平衡锚绳垂直与水平方向的拉力；水泥墩锚，依靠水泥墩的自重力来平衡锚绳垂直与水平方向的拉力；桩锚，依靠桩与海底底质的摩擦力来平衡锚绳垂直与水平方向的拉力。《关于深水网箱养殖灾后恢复生产的指导性意见》（琼海渔办[2011]198号）根据网箱总阻力对锚绳力的基本要求，分别推导出铁锚、水泥墩锚和桩锚三种固定系统12级台风时的安全规格参数表。

表 3.2.3-2 深水网箱不同锚固方式的安全要求

网箱类型	海况条件	铁锚	水泥墩锚	桩锚
单组（4口）网箱	12级台风，5m浪高，1m/s流速	锄头锚重量800kg	体积1.5m ³ ，重量3.75吨	桩长4.5m，桩直接40cm，垂直楔入

抗风浪深水网箱的水下固定装置要根据养殖海区的海底构造，采用锚固定法或钢钎固定法，一般岩石底质需采用钢钎固定法，而泥沙底质采用锚固定法。根据本项目附近海域沉积物调查结果，项目用海区表层沉积物为泥沙和粉砂。因此本项目选用水泥墩锚作为深水网箱固定系统。

根据本项目设计，C100型浮式圆形网箱采用单网箱锚定方式，每个网箱采用8个水泥墩（方台型）作为锚碇，每个水泥墩重10吨，体积为4.2m³，规格为1.05m（上顶）×2.1m（下底）×1.8m（高），284口网箱共需2272个水泥墩；C80型浮式圆形网箱采用4个一组的“网格”锚泊系统，每组网箱采用12个水泥墩锚（方台型），每个水泥墩重6吨，体积为2.5m³，规格为0.9m（上顶）×1.8m（下底）×1.4m（高），242口C80网箱共需732个水泥墩。本项目网箱锚定方式见图3.2.3-5～图3.2.3-6，水泥锚碇尺寸见图3.2.3-7～图3.2.3-8。



100m周长
HDPE网箱
单只一组

图 3.2.3-5 C100 型网箱锚定方式示意图

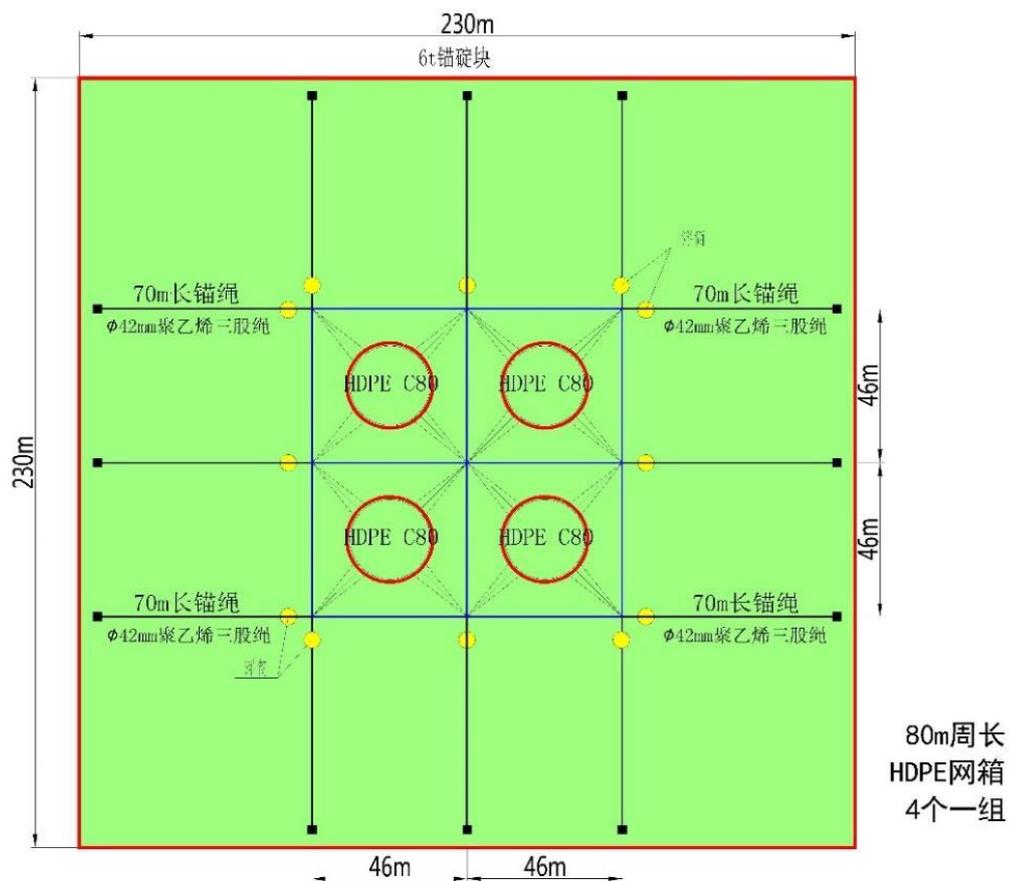


图 3.2.3-6 C80 型网箱锚定方式示意图

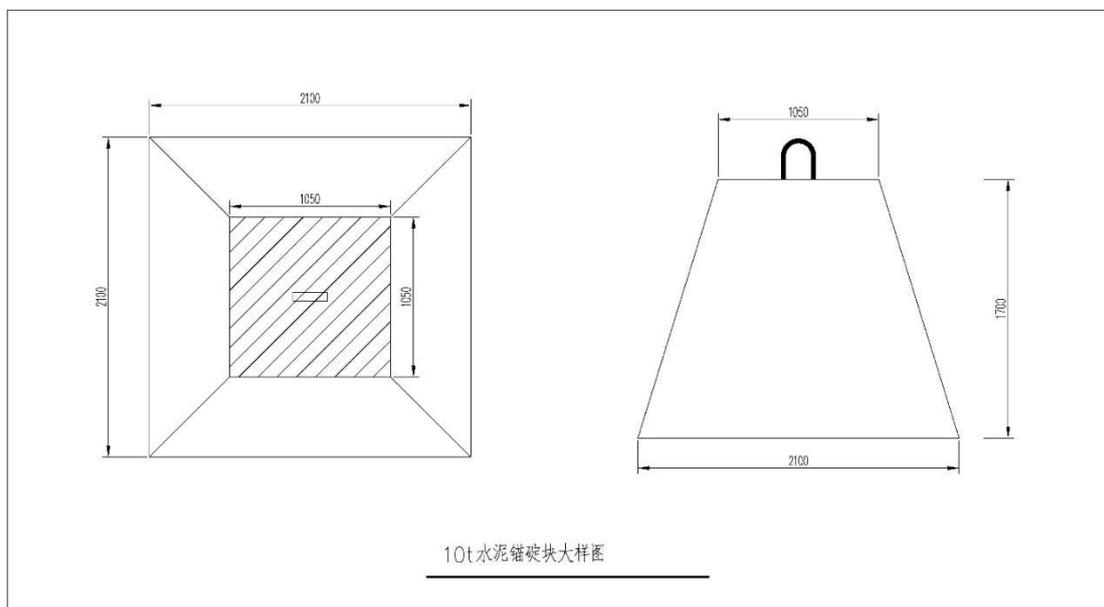


图 3.2.3-7 10 吨水泥墩锚碇块示意图

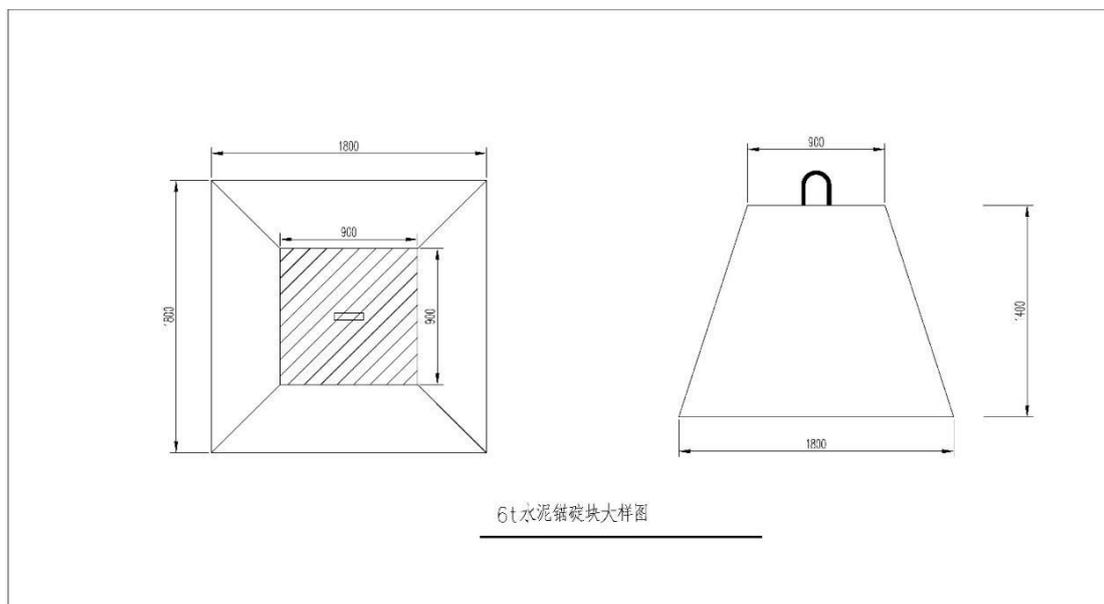


图 3.2.3-8 6 吨水泥墩锚碇块示意图

④配套系统：为了保证深水网箱养殖系统的正常运转，需要提供养殖工作所需要的各种工作作为附件系统。附件系统分为日常劳动附件、管理附件、海上定位附件与养殖监测附件等。活鱼处理机运输箱、网耙、捕鱼网、浮绳、投饵瓢、捉鱼用的捞机、高压洗网机、内带水温计的取水器、测量溶解氧与水温的自动测量仪以及全自动投饵系统、水下监测系统、自动收鱼系统等器具设备。

3.2.4 陆域设施配套

项目岸上补给基地和鲜鱼加工工厂位于三亚崖州中心渔港，离项目用海区距离约 6km，总用地面积 10 亩。根据《工业企业总平面设计规范》（GB 50187-2012），综合考虑本项目的实际情况，要求平面布置要遵循以下原则：

- （1）在满足生产需要的前提下，充分利用土地资源，以创造最佳效益；
- （2）力求工艺流程顺畅，布局紧凑，工艺管线短捷，节省投资，利于降低能耗；
- （3）力求基地各功能分区布置协调统一，便于生产和管理，又满足防火、环保、消防、安全、卫生等规范的要求；
- （4）根据项目所在地区夏季主导风为东北风的性点，仓库宜布置于用地的下风向—西南侧，以使厂区内的办公生活用房的卫生状况处于相对有利的位置。

3.3 项目主要施工工艺和方法

3.3.1 网箱养殖生产主要流程

(1) 养殖鱼种

目前海南及南海区深水网箱养殖的鱼种主要以金鲳鱼为主，军曹鱼、石斑鱼为辅。规格：军曹鱼、石斑鱼放养规格为 150~200g/尾，鲈鱼、鲳鲹科和鲷科鱼类放养规格为 100~150g/尾。

放养密度：根据鱼的种类、苗种及商品鱼出箱要求的规格、养殖条件及管理水平而定。一般放养密度为 3~10kg/m³，养到成鱼密度为 15kg/m³ 左右。

(2) 运输方法和密度

运输方法：采用塑料袋密封充氧、敞口容器充氧和活水仓等多种方法。

运输工具：可使用船只和汽车运输，海上运输宜选择风浪较小时进行，以活水船运输为好。长途运输有专人押运，经常检查运输工具和鱼种的活动情况，发现问题及时采取有效措施进行处理。鱼种运输要求快装、快运、快卸，谨慎操作。

运输密度：视运输距离与鱼种规格而定。运输距离在 8 小时距离内、鱼种规格在 100g/尾，活水船最大运输密度为 0.3×10⁴ 尾/m³；敞口容器汽车运输，具充气设备，最大运输密度 0.2×10⁴ 尾/m³。大规格鱼种不宜采用小包装密封充氧运输。

(3) 放养

选择潮流平缓时放养。军曹鱼放养密度为 5~10 尾/m³；石斑鱼的放养密度为 10~15 尾/m³；鲳鲹科、鲈鱼和鲷科鱼类放养密度为 10~20 尾/m³。

放养时间：低温季节选择在晴好天气的午后，高温季节宜选择阴凉的早晚进行。鱼种运输抵达目的地以后，保留连续充气，按 NY5071 使用准则对鱼体进行消毒处理。放养时，搬运工具应用柔软的网具。

(4) 饲料与管理

饲料以人工饵料为主，天然饵料为辅。人工饵料有硬颗粒饲料、软颗粒饲料和膨化饲料。人工饵料应营养齐全，在水中稳定性较好。天然饵料以海洋捕捞的低值渔获物为主。鲜饲料和冷冻饲料应新鲜，不得腐败变质；冷冻饲料须经解冻后使用。

(5) 投喂

日投喂 1~2 次，小潮汛在清晨和傍晚投饲。配合饲料的日投饲量为鱼体重的

0.5~1.5%，鲜饲料和冷冻饲料为鱼体重的 3.0~8.0%。鱼种入箱 2~3 天后开始投饲；小潮汛多投，大潮汛少投；透明度大时多投，浑浊时少投；水温适宜时多投，反之少投；投喂时，宜采取少量多次投饲；换网当天不投饲，次日投饲量适当减少；鱼类的饱食率控制在 70~80%。

(6) 换、洗网箱

根据网箱上附着生物量及鱼类养殖情况，一般 3~6 个月换一次网衣，换网时必须防止养殖鱼卷入网角内造成擦伤和死亡。网箱清洗可使用高压水枪等方法。

(7) 安全生产

养殖过程中经常检查网箱的安全。在灾害性天气出现之前应采取在网箱上加盖网；检查和调整锚、桩索的拉力，加固网箱的拉绳和固定绳；检查框架、锚、桩的牢固性；尽量清除网箱框架上的暴露物；沉降网箱；养殖人员、船只迁移至避风港等措施。在强风暴过后应及时检查网箱有无损坏，发现问题及时修复。在网箱养殖区安装警视标志和灯具，防止鸟类和水生动物对养殖鱼类的危害，及时清除垃圾和大型漂浮物。

(8) 环境保护

网箱养殖区的生活污水、废弃物、垃圾、病鱼、死鱼等不得直接丢弃于养殖海区，应设收集容器，专人负责收集处理。

(9) 鱼病防治

鱼病防治实行“预防为主，防治结合”的原则。与相关科研院所保持技术联系。

(10) 成鱼收获

当养殖成鱼出框时，将鱼群聚于网箱一角，即可收获。起捕前停饵 1~2 天。

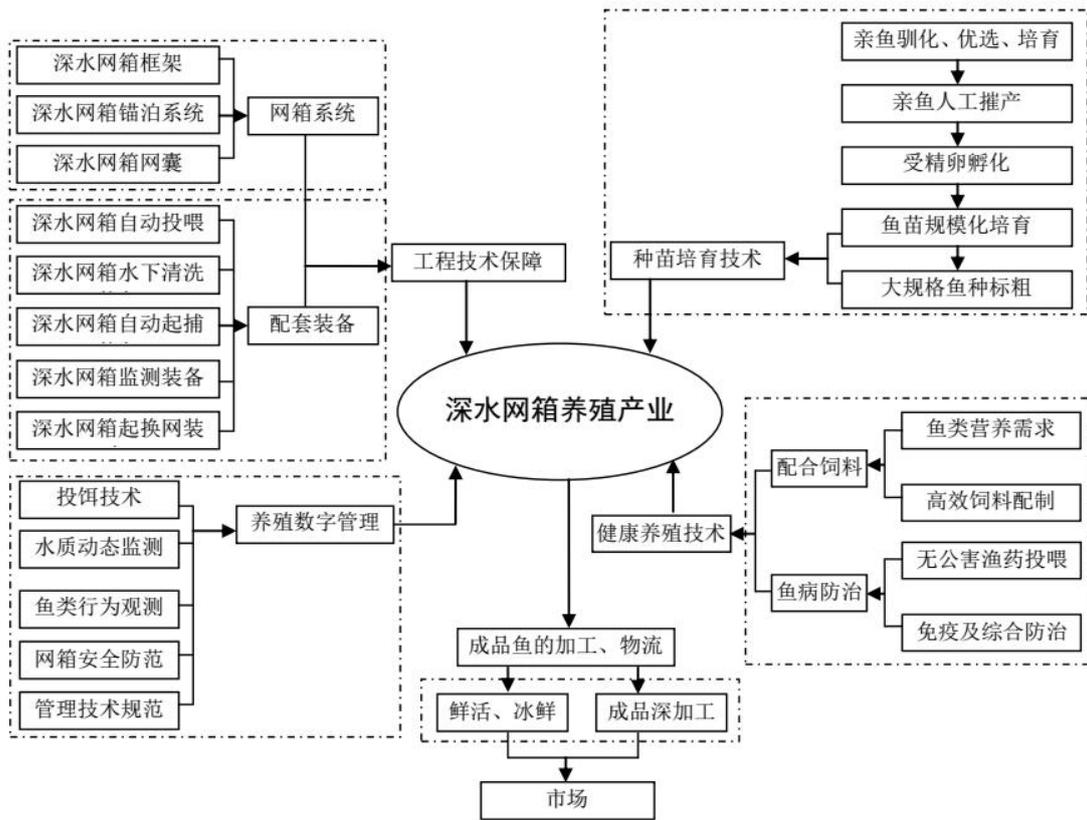


图 3.3.1-1 深水网箱养殖生产工艺说明

3.3.2 HDPE 浮式圆形网箱主要施工工艺和方法

(1) 主要材料

表 3.3.2-1 80m 周长 HDPE 浮式网箱工程量表

序号	材料名称	规格	壁厚	单位	数量	备注
1	主浮管	HDPE100/Φ355、SDR13.6、纯黑	26.1mm	m	164.15	
2	扶手管	HDPE100/Φ125、SDR11、橙色	11.4mm	m	80	
3	三通竖管	HDPE100/Φ140、SDR11、纯黑	12.7mm	m	20.8	
4	圆头三通	HDPEΦ125 注塑	13mm	个	36	
5	平头三通	HDPEΦ125 注塑	13mm	个	4	
6	工字架	HDPEΦ355 中心距 66cm 注塑	20mm	个	40	
7	绑绳总成	夹套管支架	HDPEΦ355 (PE 注塑)	20mm	个	20
		套管	HDPEΦ400×15.0mm×400mm	15mm	个	20
8	限位块	HDPE100/120mm×55mm×35mm 注塑		块	132	
9	销钉	HDPE100/Φ16mm 注塑		支	138	
10	踏板	PE660×475×450mm 注塑		个	16	
11	穿踏板管材	HDPEΦ50mm×9.2 米		支	2	

12	泡沫	296m×800m20kg/m ³		条	100	塞满第一条主浮管
13	太阳能警示灯	Φ12mm 太阳能自动发光		盏	2	

表 3.3.2-2 100m 周长 HDPE 浮式网箱工程量表

序号	材料名称	规格	壁厚	单位	数量	备注
1	主浮管	HDPE100/Φ400、SDR13.6、纯黑	29.4mm	m	204.33	
2	扶手管	HDPE100/Φ125、SDR11、橙色	11.4mm	m	100	
3	三通竖管	HDPE100/Φ140、SDR11、纯黑	12.7mm	m	29	
4	圆头三通	HDPEΦ125 注塑	13mm	个	46	
5	平头三通	HDPEΦ125 注塑	13mm	个	4	
6	工字架	HDPEΦ400 中心距 69cm 注塑	22mm	个	50	
7	套管	HDPEΦ450、SDR21、50cm	21mm	支	24	
8	泡沫	Φ334mm×800mm20kg/m ³		条	125	
9	限位块	HDPE100/120mm×55mm×35mm 注塑		块	196	
10	销钉	HDPE100/Φ16mm 注塑		支	166	
11	踏板	PE660×475×450mm 注塑		个	16	
12	穿踏板管材	HDPEΦ50mm×9.2 米		支	2	
13	太阳能警示灯	Φ12mm 太阳能自动发光		盏	2	

(2) 主要施工机械

主要采用的施工机械有：GPS 定位仪、工作船、运输平台、运输船、安装船。

表 3.3.2-3 项目主要施工机械表

序号	名称	数量	用途
1	锚碇块投放船	2	锚碇块施工
2	网箱安装船（带有吊臂）	3	
3	辅助小艇	3	
4	GPS 定位仪	2	网箱安装及固定点定位

(3) 主要施工流程

- ①网箱预定安装区域本底调查，主要包括海底地形地貌、水深、流速和流向等。
- ②网箱锚位预定。
- ③纵向锚泊投放，即在风流合压差的上方顺风流合压差（风）向顺序投放。
- ④横向锚泊投放，即与纵向锚泊绳垂直连接后顺序投放。
- ⑤锚位校正。
- ⑥网箱绑系

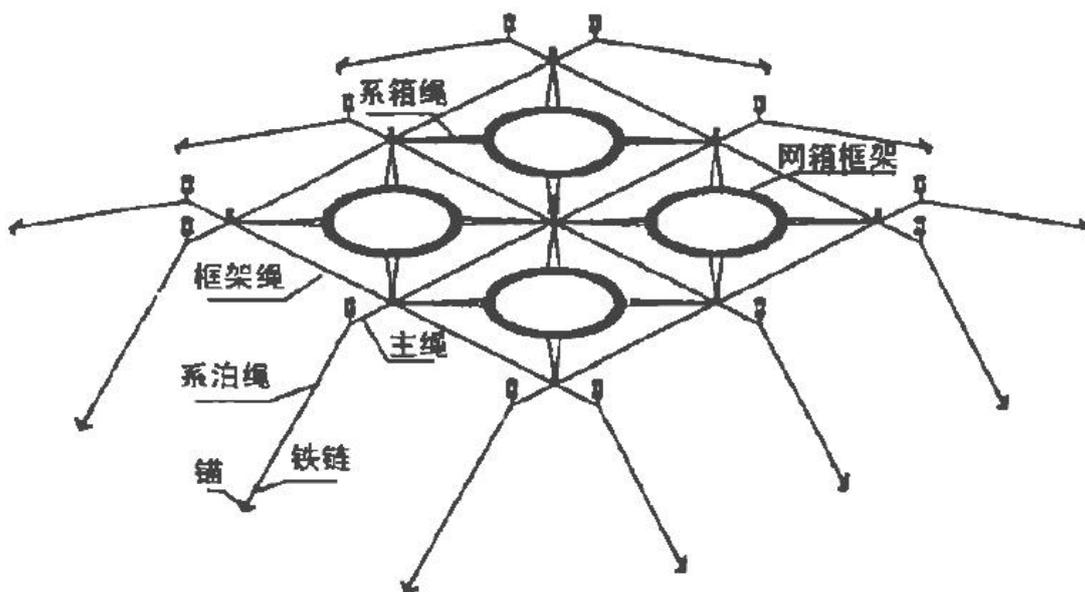


图 3.3.2-1 四个一组的网箱水下锚泊系统布局图

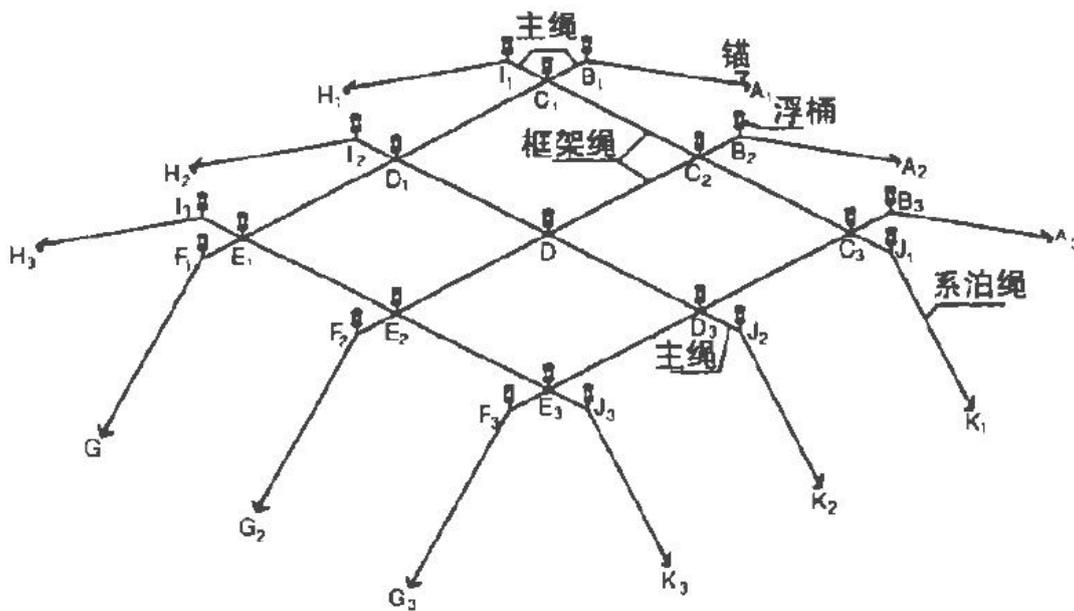


图 3.3.2-2 四个一组的网箱水下锚泊系统示意图

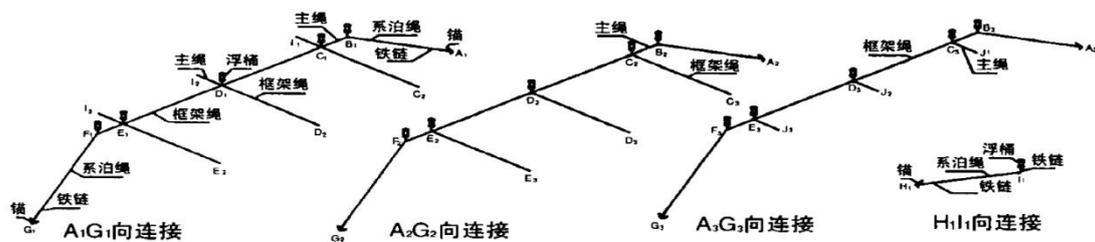


图 3.3.2-3 水下网格锚泊系统安装连接示意图

A. 锚位固定

用绳子将沉子与浮子连接,连接绳的长度与投放处水深相近,在辅助小艇上通过差分式定位仪(DGPS)或全球卫星定位仪(GPS)找出预先计算好的坐标锚位,投下沉子。依次重复以上步骤,共投放12个沉子,依水面的浮子位置和预先计算好的12个锚点位置坐标进行校正,最后浮子在水面的位置即作为投锚时的参考投放位。

B.纵向锚泊投放

按照图3.3.2-2锚泊系统安装连接示意图,依据风向或流向,从风流合压差的上方,顺序投放与风流合压差流(风)向平行的三组锚及锚绳。

C.横向锚泊投放

D.锚位校正

系统中相同部位的绳子长度相同,但锚位所处的水深可能不一样,因此投锚后系统中锚绳的绷紧程度也可能不同,加上投放时的锚位误差值,均可通过预先系在锚尾部的绳索进行拖拽校正,直至观察到连接网格锚泊系统在水面上的浮子分布方正,以及系统中各绳子绷紧程度适中为止。至此即整个锚泊系统安装调试完毕,下一步是将网箱系于网格锚泊系统上。

E.网箱绑系

每投放完一组网箱的12个锚后,即用安装船将网箱框架拖至固定系统的区域内,用锚绳将网箱框架固定,并收紧绳索。锚泊系统安装完毕后,适时挂网,网箱整体负荷允许30d,重复检查固定系统各部件情况,适当做出姿态调整,依框架在水面的状态,通过锚绳的松紧进行调节,使其在水面排列整齐。

3.3.3 施工进度

综合考虑本工程施工方案及工程量,将建设总工期拟定为11个月。网箱框架主要在码头上组装完成,平均以每天4个的速度组装完成,以16个为一组,每完成一组即拉到网箱锚位点进行海上固定系统安装。除第一组网箱框架外,第二组的网箱框架的组装和第一组网箱框架的海上固定系统的安装可同时进行。总计526个33组网箱,预计需要工期约180天时间(6个月),总工期约为11个月。但实际上本项目用海为规划集中用海,具体施工工期由将来实际的单个养殖单位根据其养殖规模确定。

表 3.3.3-1 总施工进度表

序号	工程内容	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	施工准备											
2	设备采购及制作											
3	设备安装											
4	竣工验收											

3.4 占用海岸线和海域状况

根据海南正永生态工程技术有限公司提供的项目宗海图，项目申请用海总面积为 1136.4022hm²，用海方式为开放式养殖用海，不占用自然岸线。其中 A 区用海面积为 411.9856hm²，B 区用海面积为 724.4166hm²。

3.5 项目用海必要性

3.5.1 项目建设必要性

(1) 项目建设有利于拓展养殖空间，推动海水养殖可持续发展

海南省海域面积 200 万平方公里，约占中国海洋面积的 66.7%。目前，海南的海水养殖产量 80%以上来自池塘和工厂化等陆基养殖以及港湾网箱等近岸养殖，这些养殖方式一方面会加剧养殖对环境的污染，特别是港湾地区，由于水流交换不畅，高密度的养殖已造成养殖区域的水体富营养化，加剧病害爆发，降低养殖成活率和养殖效益；另一方面，随着海南自由贸易港的建设，海南沿海可用于发展海水养殖的陆地资源已越来越少。因此，要发展海水养殖业，必须寻求其他的发展空间。

建设崖州湾农渔业区深水网箱养殖集中平台，是践行海南渔业养殖从湾内走向湾外，从浅海走向深海发展战略的重要行动。项目的实施将促进深远空间资源的开发，提升海南深远海空间利用水平，同时可以带动网箱养殖产业向规模化、专业化、产业化发展，让深远海养殖得到推广，促进海洋渔业提质增效，推动海水养殖业可持续发展。

(2) 项目建设是利用优势资源发展海水养殖业，发展地区经济的需要

海南水产品资源丰富，水域环境堪称全国一流，水产品品质优良，具有得天独厚的海水养殖基础条件海南省水产品年产量逾百万吨，产值突破 100 亿元。近 5 年，全省农业增长 9.7 个百分点中，海洋渔业就贡献了 4.9 个百分点，成为海南省经济发展强有力的增长点。

项目所处的三亚市崖州湾拥有适合深水网箱养殖的海域，是海洋功能区划中划定的农渔业区。目前，三亚市海洋养殖虽然发展了部分深水网箱养殖，但仍有部分浅海及滩涂养殖，而符合深海养殖条件的资源仍需进一步开发及挖掘。深水网箱养殖技术是近十年来在国际发展起来的一种新型高科技网箱养殖技术，国内尚属发展阶段，其具有自动化程度高、使用年限长、防污损生物附着能力强、抗风浪能力强、使用范围广、效率高、不污染环境、风险小、养殖品质高等特点。为使海南海洋资源开发由粗放经营向集约化生产转变、达到海洋经济增长的目的、解决开发海洋和保护海洋环境的矛盾、促进海南生态省建设，通过高新技术的引进对传统的海水养殖方式进行改革，使之发展成为新兴的产业是非常必要的。

海南是全国最早引进深水网箱养殖技术的省份，2019年海南省共发展深水网箱养殖水体631万立方米，折算为40m周长的深水网箱是10324口，而三亚市的深水网箱只有156口，在全省发展深水网箱养殖的6个市县中位列倒数第一。我省深水网箱养殖品种主要以金鲳鱼和石斑鱼为主，以金鲳鱼为例，近年来养殖金鲳鱼价格和利润基本稳定，国内外需求量较大，养殖经济效益良好。因此，三亚发展深水网箱养殖的潜力巨大，经济效益显著，能够带动地区经济发展。

(3) 项目建设是三亚市渔业产业结构调整与升级的需要

海水养殖业的发展，将促进渔业经济结构调整，提高产业素质，优化经济结构是提高经济增长质量与效益的根本途径。要以结构调整为主线，以提高产业竞争力为核心，形成以养殖业为先导、加工流通业为支撑、新兴渔业快速协调发展格局。三亚市渔业产业结构调整重点是通过贸易拉长产业链条，提升二、三产业素质，在促进三大产业融合等方面寻求突破。要从产业链的外延拉长、扩张着力，寻求渔业经济发展的新出路。通过培育和壮大渔业新兴产业，拉长渔业产业链条，优化渔业产业结构，完善现代渔业产业体系。

海洋捕捞作为传统的海洋产业支柱，随着社会经济和生态环境保护以及资源减少，对产业发展的制约日逾严重，只有不断优化调整渔业产业结构，才能进一步地促进三亚经济社会的发展。优化产业结构，消减捕捞强度，往深远海发展是必须的选择。海南省近年来对渔业结构进行调整，逐步淘汰一批残旧的渔船，转移一批劳动力从事深远海养殖业，促进广大渔民增收，有效解决渔民转产就业问题。依托三亚良好的自然资源条件和三亚崖州中心渔港，发展深水网箱养殖，

能够提升三亚海洋渔业产业技术水平，拉长产业链条，实现渔业产业结构的优化调整和升级。

(4) 项目建设是促进当地渔民转产转业，促进社会和谐发展的需要

针对中央第四环境保护督察组反馈的“海水养殖造成局部海域水质下降。

全省海水养殖没有规划，缺乏监管，长期以来无序发展。2016年，全省海水养殖面积达17823公顷，其中滩涂养殖8402公顷，约六成滩涂养殖位于潟湖、河口等污染物不易扩散区域，位于陆域的海水养殖场开展环评的或有污染治理设施的均不足1%，大量海水养殖场甚至占用自然保护区和沿海防护林”问题，海南省政府积极制定、落实整改措施，加快推进近海养殖清退工作，高水平规划建设中心渔港，以渔民转产转业推动近海养殖清退工作，鼓励渔民“往岸上走、往深海走、往休闲渔业走”，发展工厂化养殖、深海网箱养殖和休闲渔业。坚持政策引导，制定推动渔民转产转业政策，建立渔业转型产业基金。坚持科学指导，引进先进海水养殖技术，提高养殖产量和质量。

2020年1月21日，海南省多部门联合印发《关于进一步做好全省水产养殖清退整改工作中渔民转产转业养殖用海审批和海域使用金征收工作的意见》，以进一步做好我省水产养殖清退整改工作，促进退养渔民转产转业，缓解近岸海洋环境污染，推动近海养殖向深远海网箱养殖转型升级。该《意见》还指出“鼓励沿海市、县、自治县人民政府在省和沿海市、县、自治县总体规划确定用于渔业养殖的海域建立养殖产业园区，引导渔民集中转产转业、发展深水网箱养殖，在深水网箱等集中养殖区域，政府可预先组织海域使用论证和海洋环境影响评价，简化用海审批手续等，提高海域使用效率和效益”。

本项目正是在该意见的指导下，在崖州湾农渔业区规划深水网箱集中养殖区域，推广应用优质深海养殖新技术、新模式，提高渔业经济效益，发展渔业经济。

项目用海为政府预先申请的养殖集中用海，能够极大地简化后续养殖单位用海审批手续。项目申请用海区域达一千多公顷，规划不同类型的深水网箱七百九十九口，能够大大的促进当地渔民集中转产转业，增加社会就业机会，促进社会的和谐发展。

3.5.2 项目用海的必要性

深水网箱养殖在三亚市海水养殖业中起步和发展较晚，无论是养殖技术还是

养殖规模等同省内个别深水网箱养殖开展较早的市县还存在较大的差距，发展潜力巨大。深水网箱养殖需要依托足够的水深条件、海域环境资源和尽可能少的海洋灾害风险，以形成规模化的养殖生产模式，达到合理利用海洋资源和养殖生产效益最大化的目的。

崖州湾海域的环境条件符合深水网箱养殖的基本要求，本项目就是利用崖州湾海域的环境和资源优势，进行热带鱼类金鲳鱼等深水网箱养殖。深水网箱养殖基本上采取相对固定区域的用海方式，为避免养殖密度过高引起养殖区域环境变异，因此需要足够的海域面积在养殖过程中进行网箱位置移位调整和养殖环境维护措施，以保证网箱规模化生产的正常运行。根据项目的方案布局，在崖州湾农渔业区 4461 公顷的规划用海内，按照水深条件、养殖容量和环境保护的要求，分两个区域布置了 2 种不同类型的深水网箱 526 口，其中 A 区布设 8 个用海区块，计划投放 242 口 C80 型深水网箱，申需占用海域面积 411.9856 公顷，B 区设置 9 个用海区块，计划投放 284 口 C100 型深水网箱，需占用面积 724.4166 公顷，整个项目需占用 1136.4022 公顷的海域面积。

项目用海符合三亚市海洋产业结构调整的需要，对促进三亚市海水养殖技术的提高和渔民转产转业具有重要意义。本项目选址于崖州湾海域，该区域潮流畅通，水质优良，温度适中，海面宽阔，水体交换条件好，有利于深水网箱养殖产业发展。因此项目用海是必要的。

综上所述，本项目用海是必要的。

3.6 工程选址与布置的合理性

3.6.1 工程选址合理性

3.6.1.1 选址区位和区域社会条件能否满足项目建设和营运要求

三亚市是全国乃至世界闻名的热带滨海旅游城市，随着海南省实施国际旅游岛发展战略和自由贸易港建设，三亚市城市建设发展迅速，旅游人口众多，旅游消费需求旺盛，尤其是海产品作为滨海城市的品牌食品，更是外地游人寻求品尝的主要食品之一。根据三亚市统计局的资料，2018 年旅游接待过夜人数为 2099.7 万人。来到三亚市的游客基本都会到海鲜排挡消费，以人均消费 100 元计算，三亚市的海鲜市场价值约为 21 亿元。因此，项目实施具有很好的经济效益前景。项目选址于三亚市西侧崖州湾海域，距离崖州中心渔港约 6km，工程区域有设施

完备的城市作为依托，路上交通和水上交通便利，水电、建材的供应充足。崖州中心渔港是海南目前最大最先进的渔港，对本项目建设施工和运营管理上都是个很好的依托。

抗风浪深水网箱目前在市场上有多家企业生产，采购方便，在相关技术人员支持下能够顺利安装。海南是中国最早进行抗风浪深水网箱建设的省份，有专业的深水网箱建设队伍。三亚海水养殖从业者较多，有丰富的养殖经验。本地和外地从事养殖业的劳动力资源充足，能够满足项目的劳动力需求。各种品种鱼类的饵料齐全，方便采购。

因此，选址区位和社会条件能满足项目建设和营运要求。

3.6.1.2 用海选址自然环境和生态环境适宜性分析

(1) 拟养海区需具备的水流条件

水流条件是影响深水网箱养殖的最大环境因素之一。流速对鱼类的生长有着极其重要的作用，畅通的水流不仅能给鱼带来新鲜的氧气，同时也带走了鱼的残饵和排泄物，因此，深水网箱拟养海区需要一定的流速，以利减少自身污染、改善水质、提高养殖种类的品质；但流速不能过大，以免损害养殖设施、减少有效养殖水体、损伤养殖种类、影响养殖生产。拟养海区最大流速的上限主要取决于养殖网箱的类型。对圆柱形网箱和浮绳式网箱而言，拟养海区最大流速一般不超过 0.8m/s。

(2) 拟养海区水深要求

海区水深也是影响深水网箱最大的环境因素之一。近些年来，由于海工装备与网箱养殖技术相结合，深水网箱有向超大型、深远海方向发展的趋势。最低潮位时网箱底部离海底的实际距离原则上不得小于 5m，这既可保证网箱箱体网衣在恶劣海况下不至于触底而损坏，又有利于网箱内残饵和排泄物顺利排出箱外，以减少网箱养殖对环境的影响。。

(3) 拟养海区风浪条件

根据实际采用的深水养殖设备决定。HDPE 浮式圆形网箱一般抗风浪能力相对较弱，近些年来通过采用加厚加强管材，增加缓冲构件和提高锚碇能力，使其抗风力能力得到一定提升，但作业水域抗风浪能力一般为 6~7m。

(4) 拟养海区海底条件

深水网箱拟养海区的海底宜地势平缓、坡度小，底质最好为沙质底质或泥质底质，便于网箱锚泊时锚、桩的固定及操作。底泥中淤泥的深度不能太厚，防止锚、桩的移动。综上，投放深水网箱的海底以平坦宽阔、沙质底质最为合适。

(5) 海水水质要求

拟养海区盐度应相对稳定、变化幅度应相对较小，盐度要求根据养殖鱼类而定，如金鲳适宜盐度为(2~3)%。为减少各种因素对海水盐度的影响幅度，深水网箱拟养海区应与岸边保持一定的距离，尤其应注意避开附近江河入口。pH 值是海水酸碱度指标，海水过酸过碱都对养殖鱼类不利，拟养海区 pH 值范围以 7.5~8.5 为宜。表层和次表层海水溶解氧(DO)要求 5~8mg/L 为宜。养殖区海域 COD 含量需符合 I 类海水水质标准(不大于 2mg/L)，局部海域 COD 含量需达到 II 类海水水质标准(不大于 3mg/L)。养殖区海域一旦存在 COD 含量超标现象，其水质将逐渐恶化，将严重影响网箱养殖效益。深水网箱拟养海区水质中重金属含量应控制在 I 类或 II 类海水水质标准规定的范围内，并且每项指标均未超过。

(6) 拟养海区需具备的其它条件

深水网箱拟养海区需具备的其它条件包括交通便捷、设施齐全、信息畅通，有冷库、有水电供应，便于苗种、饵料的贮运以及养殖鱼类的销售等；要根据水质、水流和水域面积等来确定网箱拟养海区合理的养殖容量，避免因网箱养殖规模过大、密度过于集中造成网箱内外水质污染。网箱拟养海区中各类浮游生物种类和数量要适中，浮游生物过多将导致网箱箱体网衣附着、养殖成本增加，浮游生物过少将减少养殖鱼类对天然饵料的摄食。此外，拟养海区附近无大的污染源，避开海洋倾废区、化工区、加工区、海洋和海岸重大工程作业区及有废物、污水入海的区域。

根据现场资源环境调查结果，项目用海区位于离岸较远的开放海域，水流交换程度高，自净能力强，有利于污染物扩散，最大流速为 0.8m/s，年内最大有效波高为 6m，波浪条件较好，海底地形平缓，底质为粗砂为主，平均水深在 10~20m 左右，常年海水水温在 27℃左右，可养面积超过 4000 公顷，海区执行 II 类海水水质标准，I 类海洋沉积物质量标准，I 类海洋生物质量标准，离河流入海口较远，盐度比较稳定，养殖区可以依托崖州中心渔港陆域配套场所和设备满足苗种运输、饵料运输与投放、网箱设施检查与维护、商品鱼的运输和营销等。因

此，拟选的崖州湾农渔业区均满足用海选址要求的自然环境和生态环境要求，十分适宜开展深水网箱养殖活动，该水域范围内先期开展的网箱养殖均获得较大的成功，效益可观。

3.6.1.3 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有自然灾害风险、养殖环境污染等。用海单位一方面要制定完善的事故防范计划和应急预案；另一方面根据实际情况采取合理科学安全的施工方法和养殖方法，并设计使用相关的防护措施，保证项目用海的安全性。在养殖过程中应该与监测部门和科研院所保持联系，对区域水质情况进行动态监测，并根据监测结果合理控制具体用海审批和养殖规模。养殖户也应积极与养殖专家和科研院所联系，或者由管理部门定期组织专家就养殖中的各种风险和病害进行解答和指导，并建立科学的养殖方法和规范，避免因养殖过程中的问题而影响到当地的生态环境和养殖效益。

三亚每年春季都有发生赤潮的可能性，因此养殖户应做好合理的规划，注意避开春季养殖期，同时建议海洋主管部门采取分区域、轮休、分时段、逐步批准区域内养殖用海，合理控制实际养殖网箱数量及密度，以减轻对环境容量的压力，避免因养殖过程中产生的污染物引发赤潮。

3.6.1.4 项目用海与周边其他用海活动是否存在功能冲突

本项目利益相关者主要为崖州心渔港渔民和三亚海事局。项目用海与周边其他用海没有权属冲突，但为了保证项目施工安全和正常运营，尽量减少对海洋环境产生不利影响，采取一定的环保、安全保障和管控措施，并做好与海事部门和保护区管理处等用海权属人的协调和沟通前提下，本项目建设与周边利益相关者具有较好的协调性。

3.6.2 用海方式和平面布置合理性分析

3.6.2.1 平面布置合理性分析

(1) 平面布置是否体现集约、节约用海的原则

崖州湾农渔业区总面积为 4461 公顷，本项目集中用海申请用海面积 1136.4022 公顷，申请用海面积只占崖州湾农渔业总面积的 25.47%，平面布置体现集约、节约用海原则主要表现在以下几个方面：

①为减少项目用海对周边海域的影响，平面布置规划南、北、西三边界以崖

州湾农渔业区各边界内收 100m 作为缓冲区域，体现了节约用海原则。

②为维护水道畅通，进一步降低养殖区总体密度和公共航道需要，项目区中线附近设置宽度 400m 的一字型，既保障了用海的安全又节约用海。

③本项目为深水网箱集中用海，通过分析区域水深和养殖容量，项目用海平面布置根据水深和水动力环境要求，科学、合理地划定了不同规格网箱的用海区块，将来具体养殖单位实际用海时，只需根据本项目已划定的用海区块给以办理海域使用权证即可，从而简化用海审批流程，也避免了单个养殖单位五花八门的用海布置导致海域空间资源的浪费。

④项目用海不同规格的深水网箱采用不同的固定方式，C80 型采用 4 口一组的固定方式，C100 型采用单网箱锚定方式布设，“网格式”网箱组合方式极大地节约用海空间，科学的锚定方式既保证了网箱的安全稳定，又体现了集约、节约用海的原则。

⑤项目用海平面布置满足《抗风浪深水网箱养殖技术规程》等相关规范要求。

(2) 平面布置能否最大程度地减少对水文动力环境、冲淤环境的影响

项目采用开放式养殖的方式，网箱结构为海面上方为圆形网架，下方为养殖网衣，为透水结构，对水文动力环境和冲淤环境的影响较小。在平面设计上，为保持海域水流畅通，项目区中线附近设置宽度 400m 的一字型，同时在各用海区块之间留有 80m 的通道水域，而区块内网箱横向净距约为 160m，纵向净距约为 150m，区内通道宽 30~40m，良好的距离能够最大程度地减少项目用海对水文动力环境和冲淤环境的影响。根据“工程建设前后对潮流场的影响预测与评价”，工程完成后，流速变化最大的区域为工程区域，体现为流速减小，减小的最大幅度大于 20cm/s；其次是工程区域东西两侧，体现为流速减小，减小的最大幅度大于 10cm/s；在东侧区域南北两侧，流速体现为增大，最大增大幅度约为 8cm/s。当然，上述影响是在规划网箱全部养满情况作用下，在海洋行政管理部门实行分区逐步开放、审批管控下，其实际影响将比数模分析的小很多。

(3) 平面布置是否有利于生态和环境保护

崖州湾农渔业区规划海域面积 4461 公顷，但考虑到减少项目用海对周边生态和环境以及其他用海活动的影响，项目平面布置经多次优化调整，如在规划崖州区养殖范围内，北、南、西、东北均预留 100m 缓冲带，东南离南山港区预留

300m 缓冲带，用海区中线附近设置宽度 400m 的一字型等，尽可能地减少用海规模和养殖密度。最终确定的平面布置用海面积 1136.4022 公顷，约占崖州湾农渔业区面积的 25.47%，其中 A 区用海面积 411.9856 公顷，养殖水面与规划海域面积比值仅为 2.60%，B 区用海面积 724.4166 公顷，养殖水面与规划海域面积比值为 2.72%，实际布置网箱数量远小于可养网箱数量，既满足设计要求，又可使得养殖水域保持相对可自净能力，有利于养殖生态和环境保护。

项目网箱采用 4 口一组的“网格格式”锚泊方式，大量减少施工量和锚碇数量，从而减少了项目用海施工期悬浮泥沙影响和对底栖生物的影响。网箱锚碇块将直接占用海底面积，造成区域内的底栖生物将被直接损毁，经计算，网箱锚碇块投放造成底栖生物资源损害的经济补偿额为 8.4 万元。而水质影响模拟计算表明，项目用海对项目区附近海域水质环境的影响相对较小。因此，总体而言，即使项目用海规划的网箱同时全部养满的话，其对海区的生态和环境的影响也是相对较小的。

可见，项目的平面布局通过优化调整以及采用有效的环保措施后，有利于生态和环境保护。

(4) 平面布置是否与周边其他用海活动相适应

通过前面章节的分析，本项目的平面布置方案是适宜的，在本项目实施过程中，要采取有效措施，最大限度地减少污染物扩散，保护周边环境，落实与利益相关者协调方案，能与周边其他用海活动相适应。

3.6.2.2 用海方式合理性分析

根据海域使用分类体系中用海方式的界定方法，项目主要建设内容为抗风浪深水网箱养殖用海。项目用海的用海方式为开放式养殖用海，如表 3.6.2-1 所示。

表 3.6.2-1 项目用海方式

用海类型		用海方式		具体用海内容
一级类	二级类	一级类	二级类	
渔业用海	开放式养殖用海	开放式	开放式养殖	抗风浪深水网箱养殖

(1) 用海方式是否有利于维护海域基本功能

项目用海处于《海南省总体规划(2015~2030 年)》(海洋功能区划专篇)中“崖州湾农渔业区”，其主导用海类型为渔业基础设施用海和开放式增养殖用海；其用海方式“应严格限制改变海域自然属性，避免对河口水动力环境产生影响，

注意河口生态保护”，本项目为深水网箱养殖集中用海，用海类型为开放式养殖用海，用海方式不改变海域自然属性，因此项目用海方式符合海域功能区划主导用海类型和用海方式的要求，有利于维护海域基本功能。

(2) 用海方式能否最大程度地减少对水文动力环境、冲淤环境的影响

本项目采用开放式养殖的用海方式，网箱结构一般为海面上方为圆形网架，海面下方为养殖网衣，为透水结构，不会对潮流场有大的影响，但由于本项目用海规模较大，如果同时养满设计的 526 口网箱，网衣对流水的阻滞作用将产生叠加效应，项目用海将对周边海域水文动力环境和冲淤环境带来一定的变化影响，但从用海方式上来讲，开放式养殖的用海方式已是最大程度地减少对周边海域水文动力和冲淤环境影响了。

(3) 用海方式是否有利于保持自然岸线和海域自然属性

项目用海区离崖州岸边最近距离约 6km，项目用海不占用自然岸线，用海方式为开放式用海，不改变海域自然属性，对周边海域水文动力环境影响较小。因此，项目用海方式有利于保持自然岸线和海域的自然属性。

(4) 用海方式是否有利于保护和保全区域海洋生态系统

项目用海属于开放式用海，不会改变海域自然属性，属于对海洋生态环境影响较小的用海方法类型。网箱之间留有足够的间距以保持海流通畅，增大与外界的交流，减少对养殖海区的影响，用海方式满足所在海洋功能区的用海方式控制要求。但项目建设将造成部分底栖生物永久消失，该影响是不可逆的，应通过经济补偿的方式弥补对项目建设造成的海洋资源损失。

综上所述，项目采用开放式养殖的用海方式，是在满足项目需求的同时，尽最大可能的维护海域基本功能，最大程度地减少对水文动力环境、冲淤环境的影响，保持最大可能的自然岸线、海域自然属性和保护和保全区域海洋生态系统，可见，本项目的用海方式是合理的。

4 工程分析

根据项目建设对环境的影响范围、影响程度、影响时段因工程所处的建设阶段不同而有所差别，不同的工程行为对环境要素的影响不尽相同。根据本工程项目的进展程序，工程对环境的影响主要为施工阶段，从污染和非污染两个方面进行分析。

4.1 生产工艺与过程分析

4.1.1 施工工艺过程及产污环节

4.1.1.1 施工期施工工艺过程及产污环节

(1) 施工期

本项目主体工程为水泥墩锚块固定和网箱安装，工程施工主要产污环节包括：水泥墩投放环节会产生一定量的入海悬沙；施工过程中各类施工机械、船舶产生的噪声、废气；施工船舶、工作人员将产生一定量的污水和固废。工程主要施工工序及产污环节如图 4.1.1-1 所示。

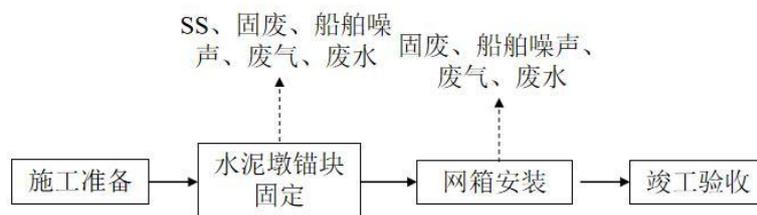


图 4.1.1-1 项目施工期施工工序及产污环节示意图

4.1.1.2 运营期工艺及产污环节

运营期污染源主要是网箱养殖工作人员产生的生活污水、船舶含油废水、生活垃圾，网箱维护产生的固体废弃物和网箱养殖产生的残饵料、排泄物等。项目产污环节示意图见图 4.1.1-2。

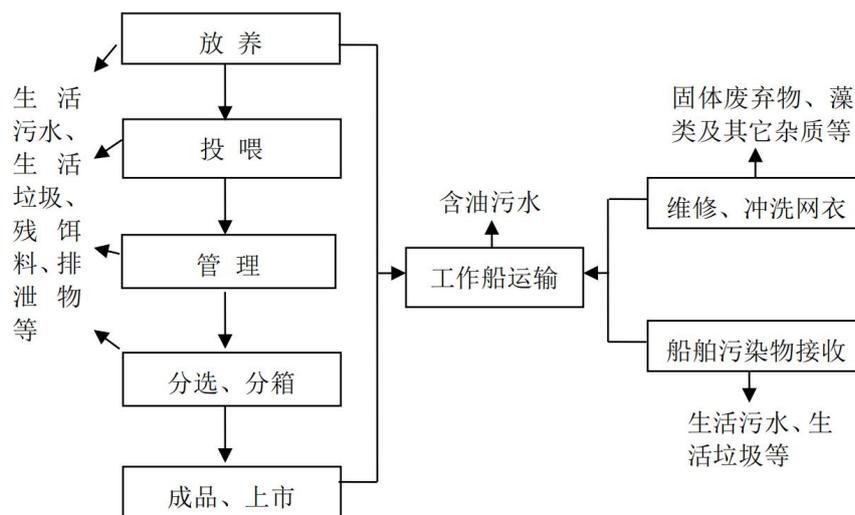


图 4.1.1-2 项目运营期工艺及产污环节示意图

4.2 工程各阶段污染源分析

4.2.1 施工期污染源分析

4.2.1.1 水污染源

(1) 悬浮物

本工程产生悬浮泥沙的施工环节主要是深水网箱安装时锚碇与底质接触产生的悬浮泥沙。由于工程所处海域水深较大，抛锚时锚碇主要与底质表层接触，故施工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。目前几乎无抛锚固定作业带来的悬沙扩散源强的相关文献资料研究，根据其作业方式与抛石施工接近，因此借鉴抛石过程的源强进行悬浮泥沙扩散的预测。抛石产生的水体悬浮物包括两部分，一部分为块石自身携带的泥土进入水体形成的悬浮物，一部分为抛填块石时扰动底床产生的悬浮物。本项目使用 4.2m³ 的水泥墩 2272 个，2.5m³ 的水泥墩 732 个，水泥墩共 11372.4m³。项目使用的水泥墩锚碇本身无携带泥土，该部分悬浮物产生量为 0m³；工程区底质为粉砂，抛石过程中搅动产生的悬浮泥沙量按抛石量的 4%计，为 454.9m³。水泥墩投放施工时间按 6 个月计，每天工作 8 小时，悬浮泥沙干容重取 1380kg/m³，则抛石工序产生的悬浮泥沙量约为 0.12kg/s。

(2) 船舶含油污水

含油污水主要来自施工船舶产生的舱底油污水，项目施工期拟使用拖轮（约 500t）2 艘，起重船（约 100t）1 艘，自航驳船（约 500t）1 艘，机动艇（约 0.5t）

1 艘。参考《水运工程环境保护设计规范》(JTS149-1-2018), 拖轮和自航驳船舱底油污水产生量按 0.14t/d·艘计, 起重船舱底油污水产生量按 0.028t/d·艘计, 机动艇舱底油污水产生量按 0.00014t/d·艘计, 水上施工时间为 6 个月。经计算, 施工船产生的含油污水量约为 80.67t, 主要污染物为石油类, 浓度取 2000mg/L, 石油类产生量约为 0.16t。

施工船舶设置油水分离器和船舶含油污水收集器, 施工船舶含油污水经收集后, 委托有资质的单位接收处理, 严禁向水域排放含油污水。

表 4.2.1-1 施工船舶含油污水产生量计算表

序号	施工船舶	数量(艘)	船舶吨位(t)	舱底油污水产生量(t/d·艘)	含油污水产生量(t/d)	工期(月)	施工期总产生量(t)
1	拖轮	2	500	0.14	0.28	6	50.4
2	起重船	1	100	0.028	0.028	6	5.04
3	自航驳船	1	500	0.14	0.14	6	25.2
4	机动艇	1	0.5	0.00014	0.00014	6	0.0252
5	合计	/	/	/	0.44814	/	80.6652

(2) 船舶生活污水

施工期每艘船舶施工人员计 5 人, 海上施工工期为 6 个月, 经计算, 船舶生活污水量为 1.25m³/d, 施工期船舶生活污水总产生量为 225.0m³(详见表 4.2.1-2)。污水中 COD、BOD₅、氨氮和 SS 浓度分别按 250mg/L、150mg/L、25mg/L 和 160mg/L 计, 估算 COD、BOD₅、氨氮和 SS 产生量分别为 0.056t、0.034t、0.006t、0.036t, 项目产生船舶生活污水定期由船舶运营方联系有资质船舶污水接收单位接收处理。

表 4.2.1-2 施工船舶生活污水产生量计算表

序号	施工船舶	数量(艘)	施工人员数量(人/艘)	生活污水产生系数(L/d·人)	生活污水产生量(m ³ /d)	工期(月)	施工期总产生量(m ³)
1	拖轮	2	5	50	0.50	6	90
2	起重船	1	5	50	0.25	6	45
3	自航驳船	1	5	50	0.25	6	45
4	机动艇	1	5	50	0.25	6	45
3	合计	/	/	/	1.25	/	225

4.2.1.2 固体废物污染源

施工期的固体废物主要有生活垃圾和施工机械设备产生的残油、废油等。根

据《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018），船舶施工人员生活垃圾产生量按 1kg/d·人估算，海上施工工期为 6 个月，经计算，施工期船舶生活垃圾产生总量为 4.5t(详见表 4.2.1-3)。生活垃圾以有机污染物为主，经收集上岸后，由环卫部门统一外运并安全处置。施工船舶、机械设备作业产生的残油、废油等危险废物，统一收集上岸交由有危险废物处理资质的单位将其安全处置。

表 4.2.1-3 施工船舶生活垃圾产生量计算表

序号	施工船舶	数量 (艘)	施工人员数量 (人/艘)	生活垃圾产生系数(kg/d·人)	生活垃圾产生量(kg/d)	工期 (月)	施工期总产生量 (kg)
1	拖轮	2	5	1.0	10.0	9	1800
2	起重船	1	5	1.0	5.0	9	900
3	自航驳船	1	5	1.0	5.0	9	900
4	机动艇	1	5	1.0	5.0	9	900
5	合计	/	/	/	25.0	/	4500

4.2.1.3 废气

废气污染主要为各类施工机械、船舶所排放的尾气，其产生的主要决定因素为燃料油种类、机械性能、作业方式和风力等，其中机械性能、作业方式因素的影响最大，排出的各类燃油废气主要污染物为 SO₂、NO_x、CO、颗粒物等。考虑到施工单位使用符合环保标准要求的机械设备及船舶，以及海船进入排放控制区，应使用符合《海南省交通运输厅海南海事局关于印发海南省实施船舶大气污染物排放控制区的通告》（琼交管运[2019]290 号）的燃料，2019 年 1 月 1 日起，海船进入沿海控制区海南水域，应使用硫含量不大于 0.5%_{m/m} 的船用燃油；2022 年 1 月 1 日起，应使用硫含量不大于 0.1%_{m/m} 的船用燃油。项目施工船舶数量较少，施工时间短暂，因此施工船舶废气的产生量不大，影响范围、时间有限，故可以认为其环境影响比较小，可以接受，因此，本评价不对其进行定量分析。

4.2.1.4 噪声

施工活动中的噪声主要是施工船舶和机械设备运转等产生的，具有噪声高、无规则、突发性等特点。施工期噪声包括：施工船舶、吊机、钢筋切割机、弯曲机、电焊机等施工机械作业。声源强度范围在 80~105dB(A)，主要噪声源及声源强度见表 4.2.1-4。

表 4.2.1-4 主要施工机械噪声值表

序号	机械类型	声源特点	声级 (dB)
----	------	------	---------

1	施工船舶	间歇	90~105
2	吊机	间歇	80~85
3	钢筋切割、弯曲机	间歇	100~105
4	电焊机	间歇	90~95

4.2.2 运营期污染源分析

4.2.2.1 水污染源

(1) 作业船舶含油污水

船舶含油废水主要是机舱主副机、泵、管系等渗漏到机舱而形成的，项目运营后计划每块养殖区域拟投入 2 艘工作船，共投入 34 艘工作船，供养殖过程巡逻、运输饵料、换网等使用，船舶吨位较小，分别在 20~100t 之间，参考《水运工程环境保护设计规范》(JTS149-1-2018)，工作船舶舱底油污水产生量均按 0.028t/d·艘计，则运营期每天产生含油污水量约为 0.95t/d，按每年作业 270 天计，则含油污水产生量为 256.5t/a。主要污染物为石油类，浓度取 2000mg/L，石油类产生量约为 0.513t/a。含油污水经收集后，定期接收上岸委托资质单位接收处理。

(2) 养殖作业人员生活污水

项目运营期拟投入工作船 34 艘，每艘工作船配备 3 名工作人员，工作船舶主要用于巡逻及喂养，每天出海作业约 3~4 个小时，人均污水产生量约 50L/d，则运营期工作人员生活污水产生量为 5.1m³/d，1377.0t/a，生活污水主要污染物为 COD、BOD₅、氨氮、SS 等，浓度分别按 250mg/L、150mg/L、25mg/L 和 160mg/L 计，估算 COD、BOD₅、氨氮和 SS 产生量分别为 0.34t/a、0.21t/a、0.03t/a 和 0.22t/a。工作船上设置厕所和污水收集罐，海上巡逻及喂养完后返回码头，船舶生活污水收集上岸交由资质单位接收处置，严禁排入海。

(3) 网箱养殖废水

深水网箱养殖属于投饵集约化养殖，饵料的投入、残饵的生成以及养殖水产品的粪便及排泄物是促成养殖自身污染的一个因素，主要产生的污染物为总氮、总磷、COD 等。本项目网箱养殖的产排污情况根据《第二次全国污染源普查水产养殖业污染源产排污系数手册》中的方法进行核算，具体核算公式见如下：

污染物产生量的计算方法为：

污染物产生量=产物系数×养殖增产量

污染物排放量的计算方法为：

污染物排放量=排污系数×养殖增产量

网箱养殖的污染源强根据《第一次全国污染源普查水产养殖业污染源产排污系数手册》中海水网箱养殖的产排污系数进行计算。本项目养殖品种为金鲳鱼，参考表 2.1.2.44 其他种类海水网箱养殖业产污系数（南海区），总氮产污系数为 76.472g/kg，COD 产污系数为 154.341g/kg，总磷产污系数为 12.774g/kg，铜产污系数 0.0012g/kg，锌产污系数 0.0410g/kg。由表 4.2.2-1 确定本项目的排污产生量为：总氮排污产生量为 1670.65t/a，COD 排污产生量为 3371.81t/a，总磷排污产生量为 279.07t/a，铜排污产生量 0.03t/a，锌排污产生量 0.90t/a。

本项目放养规格为 100-150g/尾，每 1m³水体投放 20 尾金鲳鱼，每尾出栏规格按 0.5kg，养殖周期按 1 年计算，其中实际养殖期为 9 个月，3 个月为休养期，项目投放量约为 6722 万 t/a，养殖存活率按 85%计算，商品鱼体重 500g/尾，年产量为 28568.5t/a，增产量为 21846.5t/a。

养殖污染物的产排量具体见表 4.2.2-1。

表 4.2.2-1 项目养殖过程各污染物产排情况表

污染物名称	总氮	总磷	COD	铜	锌
产污系数(g/kg)	76.472	12.774	154.341	0.0012	0.0410
产生量 (t/a)	1670.65	279.07	3371.81	0.03	0.90
排污系数(g/kg)	76.472	12.774	154.341	0.0012	0.0410
排放量 (t/a)	1670.65	279.07	3371.81	0.03	0.90

4.2.2.2 固体废物污染源

(1) 生活垃圾

运营期固体废物主要为工作人员生活垃圾及换网和网箱维护产生的管铁绳线边角料、废弃网衣等，按 34 艘工作船、每船配备 3 名工作人员计，根据《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018），船舶生活垃圾产生量按 1.0kg/d·人计算，则运营期生活垃圾产生量为 102kg/d，37.7t/a。生活垃圾统一收集上岸后，由环卫部门定期、及时清运；换网、网箱维护产生的废弃管铁绳线边角料、废弃网衣经收集后交由相关单位收购处理，产生的残油、废油经收集后，委托资质单位接收处理。

(2) 养殖残饵

养殖过程中，饵料的形态、投喂方式、风和水流的影响都会造成饲料的部分损失。在早期的网箱养殖中，饵料的利用率较低，只有 70%~85%，随着饲料质量的提高、养殖管理技术和饲料投喂方法的改进，饲料利用率有所增加，绝大部分能被鱼类摄食。本项目养殖的卵形鲳鲹饲料系数为 2.3，则整体用海养殖项目每年投喂的饵料为 50246.95t，假设本项目网箱养殖残饵占所投饲料的比例为 10%，则一年残饵量为 5024.7t。

因为本项目卵形鲳鲹饲料采用天然饲料和人工饲料，加上大量野生鱼类被吸引到网箱附近对残饵进行摄食，实际残饵量会有所减少。

残饵中通常含有氮、磷和有机物等营养物质，主要以颗粒态的形式进入水体和沉积物中，下降过程中部分溶解于水体中。

4.2.2.3 废气

本项目建成投入运营后，大气污染源主要为船舶尾气，主要污染物为 SO₂、NO_x、CO、颗粒物等，运营期严格管理工作船舶，按照要求使用符合《海南省交通运输厅海南海事局关于印发海南省实施船舶大气污染物排放控制区的通告》（琼交运[2019]290 号）的燃油，2019 年 1 月 1 日起，海船进入沿海控制区海南水域，应使用硫含量不大于 0.5%_{m/m} 的船用燃油；2022 年 1 月 1 日起，应使用硫含量不大于 0.1%_{m/m} 的船用燃油。项目运营期工作船舶数量较少，马力较小，作业时间短暂，因此工作船舶废气的产生量不大，且项目区位于宽阔海域，排放的废气可被海面的风迅速扩散、稀释后，对环境影响不大。

4.2.2.4 噪声

运营期噪声源主要为工作船舶产生的噪声，噪声源强为 80~100dB。

4.2.3 污染源汇总

工程各阶段污染源估算情况汇总见表 4.2.3-1。

表 4.2.3-1 污染物排放状况

阶段	污染项目	污染源	主要污染物	污染物排放源强	排放方式
施工期	悬浮泥沙	水泥墩投放	SS	0.12kg/s	/
	废水	生活污水	COD、BOD ₅ 、氨氮、SS	1.25m ³ /d	施工船舶运输上岸，交由有处理资质的单位统一接收处理
		船舶含油污水	石油类	0.16kg/d	

阶段	污染项目	污染源	主要污染物	污染物排放源强	排放方式
	固体废物	施工船舶	船舶生活垃圾	25.0kg/d	收集运输上岸，环卫部门及时清运
			含油废物	—	有资质的单位接收处理
	施工噪声	施工机械	噪声	80~105dB(A)	自然传播
	废气	施工船舶	SO ₂ 、NO _x 、颗粒物、CO	—	无组织排放
运营期	废水	生活污水	COD、BOD ₅ 、氨氮、SS	5.1m ³ /d	工作船运输上岸，交由有处理资质的单位统一接收处理
		含油污水	石油类	0.7513t/d	
		养殖污染物	总氮、总磷、COD等	1670.65 t/a、279.07t/a、3371.81 t/a	养殖海域扩散
	固体废物	生活垃圾	船舶生活垃圾	102.0kg/d	收集运输上岸，环卫部门及时清运
	废气	工作船废气	SO ₂ 、NO _x 、颗粒物、CO	—	无组织排放
	噪声	工作船噪声	噪声	80~100dB(A)	自然传播

4.3 工程各阶段生态环境影响分析

根据工程的规模、工艺流程等特征，工程各阶段存在非污染环境的影响如下：

(1) 网箱投放后，占用海域空间，阻隔生物通道，将引起项目局部海域流场的变化，鉴于网箱养殖设施为透空式结构，对水动力环境影响较小。

(2) 施工期网箱安装将对水体产生扰动，水泥墩投放将破坏水生有机体的栖息地，使生物群落的组成发生轻微变化。

(3) 运营期项目大量饵料的投喂及鱼类排泄物构成水中有机物的主体，使得水中氮磷渐增，透明度逐步下降，对海水水质、生态环境造成不利影响。赤潮风险将加大。

(4) 项目用海存在潜在的环境事故风险，对附近海域通航安全有一定的影响。

5 区域自然和社会环境概况

5.1 区域自然环境概况

项目所在区域三亚市的气候属热带海洋性季风气候，冬季气候温暖干燥，雨量较少；夏季高温多雨，并常有雷电、暴雨、台风。根据中国科学院生态系统研究网络三亚站数据和信息网站 2005 年至 2012 年的气象资料统计：

(1) 气温

本区气温较高，年平均气温为 26.7℃。各月平均气温都在 22℃ 以上（表 5.1-1），4~10 月份较高，平均为 28.6℃，11 月至翌年 3 月份较低，平均为 24.0℃。本区极端最高气温为 38℃（2006 年 7 月 24 日），极端最低气温为 11.7℃（2005 年 3 月 6 日）。

表 5.1.1-1 逐月平均气温（℃）（2005 年-2012 年）

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
平均气温	22.2	23.5	25.2	27.6	29.1	29.8	29.1	28.8	28.4	27.3	25.7	23.4

(2) 降水

三亚地区有旱季和雨季之分，5 月~10 月为雨季，降水量约占全年的 90%，11 月至翌年 4 月为旱季，降水量较少。多年平均降水量为 1252mm，逐月平均降水量见表 5.1-2。

表 5.1.1-2 逐月平均降水量（mm）（2005 年-2012 年）

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
平均降水量	4	5	10	65	92	131	210	225	216	254	40	8

(3) 相对湿度

三亚气候湿润，多年平均相对湿度 76%，8 月份湿度最大为 83%，12 月份气候相对干燥，相对湿度为 69%。逐月平均相对湿度见表 5.1.1-3。

表 5.1.1-3 逐月平均相对湿度（%）（2005 年-2012 年）

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
相对湿度	71	75	75	76	77	79	80	83	80	76	71	69

(4) 风况

据三亚气象站统计，三亚以 E、NE 和 ENE 风向为最多，约占全年总频率的 37%（表 5.1.1-4），一年内几乎有 8 个月的时间被上述风向控制，其余四个月（5~8

月) 风向较乱, 但以 W、WSW 风向为主, 约占这四个月风频率的 40%。各向平均风速、最大风速及频率见表 3.1-4, 逐月平均风速见表 3.1-5, 不同季节风向玫瑰图见图 5.1.1-1。

三亚大风天气主要来源于热带气旋, 三亚大于或等于 20m/s 的风速出现在 6~10 月。大风风向分别以 NNE~E 和 SSW~W 为主, 最大风速可达 24m/s(表 3.1-4)。热带气旋引起的最大风速瞬间达 45m/s (SW), 全年平均风速 2.5m/s。

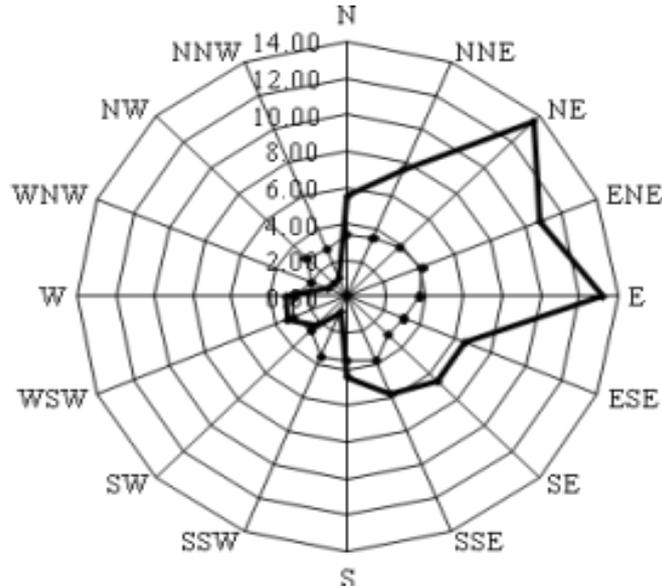


图 5.1.1-1 三亚市全年平均风向频率分布图

表 5.1.1-4 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
NNE	24.0	2.2	7
NE	20.0	3.1	13
ENE	18.0	3.4	10
E	23.0	3.0	14
ESE	17.0	3.1	7
SE	17.0	2.8	7
SSE	16.0	3.2	5
S	14.0	3.3	4
SSW	19.0	2.9	1
SW	20.0	3.2	3

WSW	18.0	3.5	4
W	20.0	3.4	3
WNW	12.0	3.0	1
NW	30.0	2.0	1
NNW	11.0	1.5	1

表 5.1.1-5 逐月平均风速 (2005 年~2012 年)

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
风速 (m/s)	1.9	1.7	1.6	1.5	1.4	1.2	1.2	1.2	1.4	1.9	1.7	1.9

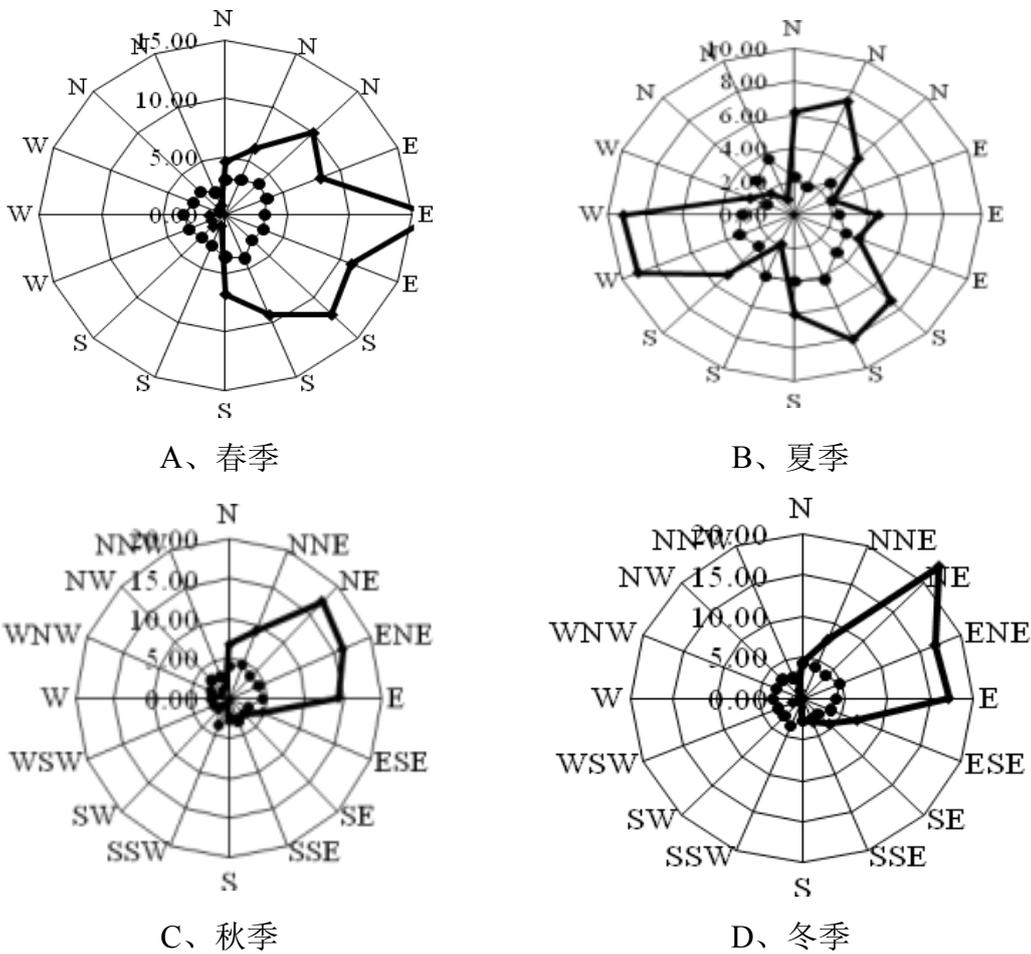


图 5.1.1-2 各季节风频率玫瑰图

(5) 热带气旋

影响本区的极端天气主要为热带气旋，统计 1949 年~2014 年共 66 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 70 个，平均每年约有 1 个。登陆三亚的台风 11 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 5.1.1-6）。

表 5.1.1-6 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	3	4	2	21
比例%	19.05	9.5	14.3	14.3	14.3	19.05	9.5	100

近三年来，登陆三亚的热带气旋等极端天气相对较少，以2012年山神台风（编号201223），2013年海燕台风（编号201330）这两次台风对三亚影响最大，见图5.1.1-3和图5.1.1-4所示，山神台风中心离项目最近距离约为90km，海燕台风中心离项目最近距离约为60km，影响三亚时均加强为强台风，最大风力达14级。另外，在2016年的台风银河台风（编号201603）对三亚也有一点影响，银河台风中心离本用海区域最近距离约67km，因此本区域的养殖用海需要加强热带气旋天气影响的预防措施，制定相应的应急预案。

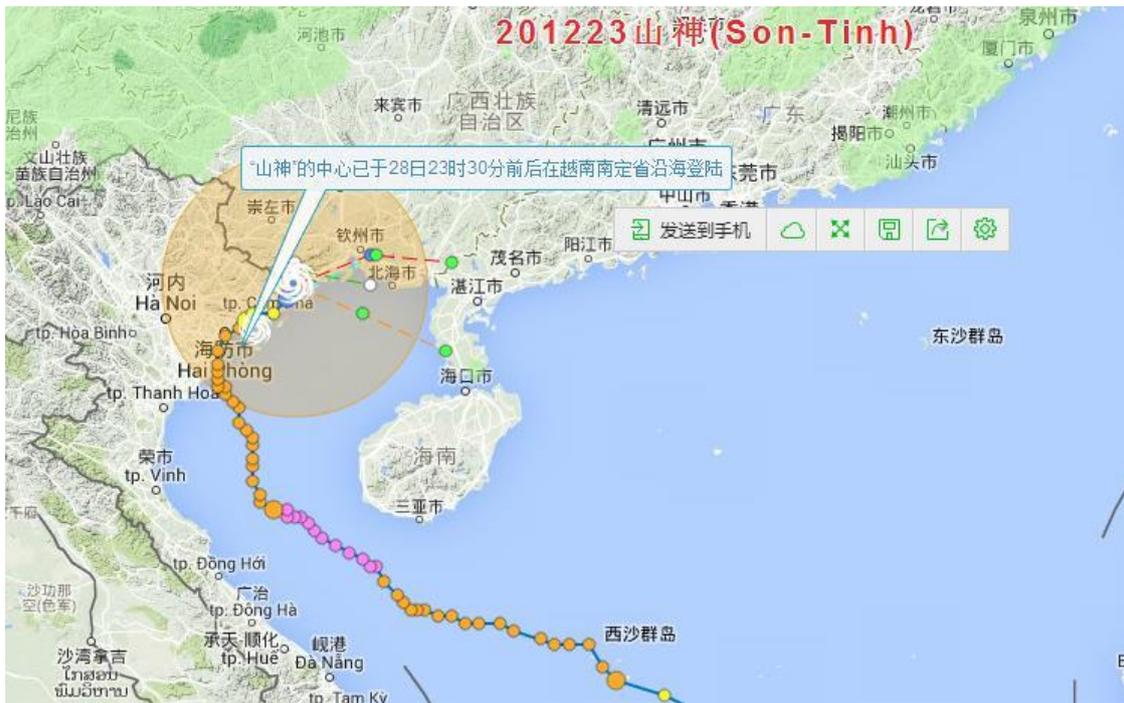


图 5.1.1-3 2012 年山神台风



图 5.1.1-4 2013 年海燕台风

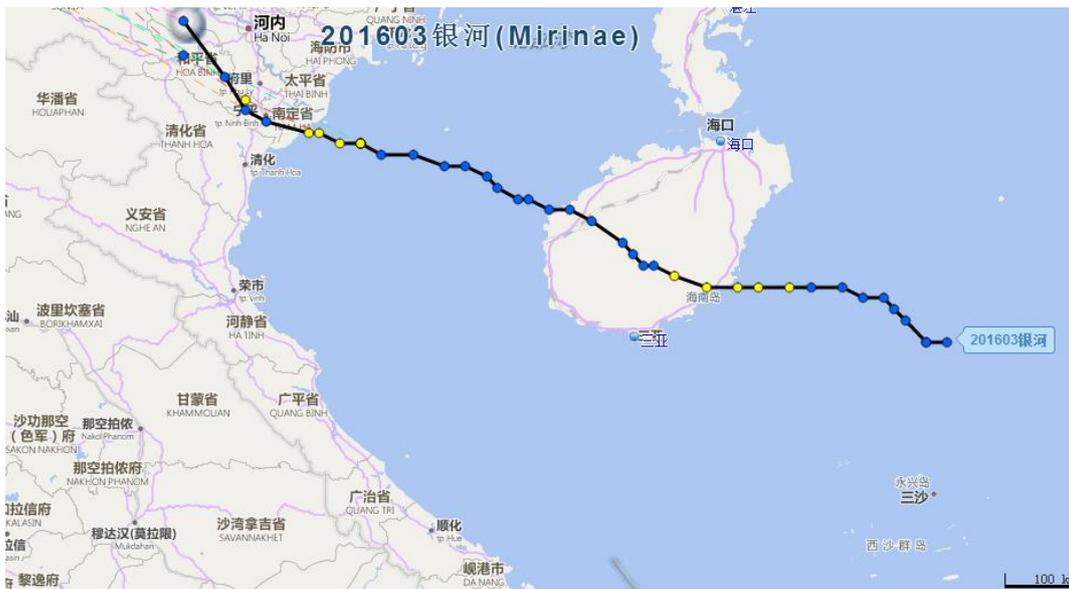


图 5.1.1-5 2016 年银河台风

(6) 风暴潮

三亚海域风暴潮现象主要是由热带气旋影响期间在沿岸引发不同程度的风暴增水造成的。2010~2018 年间，三亚海域共出现 6 次较明显的风暴潮过程，分别为：1108 号强热带风暴“洛坦”影响期间，三亚站最高潮位 227cm，未超当地警戒潮位；1117 号强台风“纳沙”影响期间，三亚验潮站最高潮位 256cm，接近当地警戒潮位；1119 号强台风“尼格”影响期间，三亚海洋验潮站最高潮 273cm，接

近当地警戒潮位；1213 号台风“启德”影响期间，三亚湾验潮站最大增水 36cm，最高潮位 220cm；1719 号强台风“杜苏芮”影响期间，三亚验潮站最大增水 67cm，最高潮位 275cm，超蓝色警戒潮位 7cm；1809 号热带风暴“山神”影响期间，三亚验潮站最大增水 60cm，最高潮位为 159cm。

(7) 海温

引用莺歌海海洋站 2001~2005 年观测资料，海南岛南部海区表层年平均水温 27.4℃，见表 5.1.1-7。

表 5.1.1-7 莺歌海海洋站多年逐月表层水温（单位：℃，2001~2005 年）

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
平均	23.1	24	25.3	28.0	30	30.5	29.7	29.7	28.9	28.6	26.6	24.2	27.4

(8) 盐度

引用莺歌海海洋站 2001~2005 年观测资料，海南岛南部海区年平均海水盐度 32.9‰。见表 5.1.1-8。

表 5.1.1-8 莺歌海海洋站多年逐月盐度表（单位：%）

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
平均	32.9	32.8	33.4	33.1	32.9	33.2	33.3	32.6	32.7	32.3	32.1	33.0	32.9

5.2 社会环境概况

(1) 三亚市

三亚市，是海南省地级市，简称崖，古称崖州，别称鹿城，地处海南岛的最南端。三亚东邻陵水县，西接乐东县，北毗保亭县，南临南海，三亚市陆地总面积 1921 平方千米，海域总面积 3226 平方千米。东西长 91.6 千米，南北宽 51 公里，下辖四个区。主要港口有三亚港、榆林港、南山港、铁炉港、六道港等。主要海湾有三亚湾、海棠湾、亚龙湾、崖州湾、大东海湾、月亮湾等。

本项目用海所在区域位于海南省三亚市。根据《2020 年三亚市国民经济和社会发展统计公报》：

全年全市生产总值（GDP）695.41 亿元，按可比价格计算，比上年增长 3.1%；全市实现地方一般公共预算收入 110.41 亿元，比上年增长 1.2%；全年居民消费价格指数（CPI）比上年上涨 2.4%；全年城乡居民人均可支配收入 34642 元，比上年

增长 4.6%；全年城镇新增就业人员 33205 人，农村劳动力转移就业 7134 人；全年农林牧渔业总产值 121.00 亿元，按可比价计算，比上年增长 2.7%。其中，渔业产值 21.14 亿元，增长 6.4%；农林牧渔服务业产值 6.54 亿元，增长 9.2%。

(2) 崖州区

崖州区位于海南岛南端三亚市的西部，地处宁远河下游开阔地带，总面积为 383.25 平方公里，距三亚市区 42 公里。根据第七次人口普查数据，截至 2020 年 11 月 1 日零时，崖州区常住人口为 116895 人。2020 年，崖州区地区生产总值 68.16 亿元，同比增长 4.1%；全区一般公共预算收入总量 12.24 亿元，同比增长 18.06%；城镇和农村常住居民人均可支配收入 39,175 元和 19,156 元，分别同比增长 3.7% 和 7%，建档立卡贫困人口年人均纯收入 19,174 元；三次产业结构比为：33:14:53。

5.3 区域海洋资源概况

项目所在的海域及其附近海域的海洋资源主要有港口资源、旅游资源和岛礁资源等。

5.3.1 港口资源

(1) **南山港：** 三亚南山港位于崖州湾内，陆路距三亚市 40 余 km。2005 年，三亚南山港开工。根据货物的流量、流向，按照循序渐进、滚动发展的原则，目前南山港一期工程已建成 1 万吨级通用杂货兼顾集装箱泊位 1 个(水工结构按照 2 万吨级预留)，泊位总长 264.3 米(包括过渡段 28.3 米)，年设计通过能力为 65 万吨。同时，南山港滚装船码头已建成一个 3 千吨级滚装码头泊位 1 个(码头水工结构按 1 万吨预留)，兼顾件杂货，长度为 195 米，年设计通过能力为车辆 17 万辆次或杂货 54 万吨。

配套设施方面，一期码头配套散货堆场面积为 1.4 万平方米、件杂货堆场面积为 1.08 万平方米、仓库面积为 2800 平方米；滚装码头配套集结堆场 4.3 万平方米，仓库面积 540 平方米。南山港是三亚承载对外开放海运交通运输业务的海港。作为三亚崖州湾科技城不可或缺的组成部分，及深海科技城建设的重要前置条件，南山港有自身的独特性。与传统货运港口相比，南山港是一个综合性港区，以海洋科考为主，同时兼顾货运需求。目前，南山港围绕中船重工、中船工业和中科院深海研究所等入驻单位提出的码头岸线及用地需求，规划了港口建设。

(2) **崖州中心渔港：** 三亚市崖州中心渔港位于崖州湾宁远河口西侧，东临保

港村，西至盐灶河，紧临 G98 海南环岛高速公路，距三亚市区约 50 公里，是我国距南海渔场最近的国家中心渔港，是海南渔场作业船舶停泊、避风、卸、补给最便捷的基地，是我国南海最重要的水产品集散港。中心渔港按照“大型多功能现代化渔港”的标准规划建设，累计已投入建设资金约 34.65 亿元。一期已建成的生产性配套设施有码头、护岸、港池、航道、防波堤、导助航设施（含丝路之塔）、港区市政路网、垃圾中转站、污水处理站、消防站、综合楼、保障房等；经营性配套设施有制冰厂、冷库、水产品交易中心、配套商业中心等，港区陆域占地面积 1300 亩，水域占地 1400 亩，水产品交易中心、冷藏加工区、渔港综合办公区、供水供油区沿码头岸线带状布局，总建筑面积 14.2 万平米。渔港码头停泊水域面积为 712.5 亩，水深 5.5 米，码头护岸结构总长 1062.2 米，泊位 20 个，后方为 10 米宽作业区，可满足 800 艘大、中、小型渔船停泊、交易、补给和避风等各类需求。一期工程于 2016 年 8 月 1 日已正式开港，开港至 2019 年底，累计进港渔船约 3.3 万艘次，卸鱼量约 12.8 万吨（其中 2018 年最高为 4.4 万吨），日均卸鱼量约 112.3 吨（日最高卸鱼量 1028.32 吨）。后续二期建成后，将增加 1 个远洋泊位及数个休闲渔业泊位，届时码头总长将达到 1360 米，年渔获卸港量达 20 万吨，成为全省最大、全国一流的综合性现代化渔港。

交易中心总建筑面积 3.6 万 m²，目前一楼 57 间冰鲜渔货商铺已经全部完成招租并投入运营，日均渔货交易将近 25 吨。壹号冷库已建设完成并投入使用，建筑面积为 3.76 万 m²，冷藏能力 1.65 万吨，日结冻能力 288 吨。联排制冰楼已经投入生产，日制冰能力达 614 吨，储冰能力达 6500 吨。配套商业中心建筑面积 2200 平方米，共两层。一层即将建成中心渔港海鲜市场，二层即将建成休闲渔业一鱼鲜美食基地。

5.3.2 旅游资源

项目区域属于崖州湾，崖州湾是海南岛、三亚市历史文化的发祥地。崖州湾所在的三亚市崖城镇，是海南省仅此一个进入国务院批准公布的中国历史文化名镇。崖州湾是海南岛古代的海上门户，是三亚市崖城镇作为中国历史文化名镇的先决因素。没有崖州湾，就没有崖城镇，就没有三亚乃至海南的悠久的历史文化印记。崖州湾是三亚乃至海南开发文化旅游的特定区域，崖州湾是三亚乃至海南开发文化旅游的特定区域。现已开发建设的南山、大小洞天两个 5A 级佛教、道教文化旅游区，

位于崖州湾海岸东端，崖州湾已成为三亚文化旅游的特定区域。

(1) 南山佛教旅游区

南山佛教旅游区位于三亚市南山，是中国最南端的佛教胜地和三亚热带海滨风景名胜，是一个以秀丽的热带海滨风光、历史古迹和民俗风情为特色，以佛教文化交流、旅游观光和度假休闲为主要内容的文化旅游区。

南山文化旅游区共分为三大主题公园：南山佛教文化园是一座展示中国佛教传统文化，富有深刻哲理寓意，能够启迪心智、教化人生的园区，其主要建筑有南山寺、南海观音佛像、观音文化苑、天竺圣迹、佛名胜景观苑、十方塔林与归根园、佛教文化交流中心、素斋购物一条街等；中国福寿文化园是一座集中华民族文化精髓，突出表现和平、安宁、幸福、祥和之气氛的园区；南海风情文化园是一座拥有南山一带蓝天碧海、阳光沙滩、山林海礁等景观的独特魅力，突出展现中国南海之滨的自然风光和黎村苗寨的文化风情，同时兼容一些西方现代化文明的园区。

(2) 大小洞天旅游区

三亚大小洞天位于三亚市以西 40km 处的南山山麓，始创于南宋(公元 1187 年)，是海南省历史最悠久的风景名胜，是中国最南端的道家文化旅游胜地，自古因其奇特秀丽的海景、山景、石景与洞景被誉为“琼崖八百年第一山水名胜”，现已发展成为国家首批 5A 级旅游景区。

三亚大小洞天依托得天独厚的生态资源、天工造化的山海形胜和深厚的历史文化底蕴，目前已形成了六个游览区域：彰显古代道迹仙踪的“洞天福地”区域，发掘长寿文化的“福寿南山”区域，宣传中华龙文化的“南海龙王”区域，揭示古崖州文化渊流的“摩崖题咏”区域，以滨海自然风貌为主题的“山海奇观”区域，展现 1.4 亿年前生命世界的“三亚自然博物馆”，共有 50 多个游览景点。三亚大小洞天年接待游客逾百万人次，是一个以古崖洲文化为脉络，汇聚中国传统的道家文化与龙文化，融滨海风光、科普教育、民俗风情、滨海休闲于一体的国际化旅游风景区。

5.3.3 岛礁资源

项目附近海岛资源主要有公庙坡、八菱坡、养生园、麒麟坡、麒麟坡仔岛。

公庙坡：北纬 18°21.2'，东经 109°07.4'。位于三亚市宁远河西支流西岸外 40 米处。因附近有个龙王庙，当地人称“公庙”，坡在当地为“沙洲”的意思，此沙洲在公庙前，故名。当地也称中央坡。《海南省地图集》（2006）、《全国海岛名称

与代码》（2008）称为公庙坡。基岩岛。岸线长度 1.08 千米，面积 0.0686 平方千米。植被有灌木、草丛。有养殖池塘，电源从岛外引入。

八菱坡：北纬 18°20.9'，东经 109°07.5'。位于三亚市宁远河东支流东岸外 120 米处。当地传说渔民曾常在此沙洲上宰杀八菱鱼，故称八菱坡。《海南省地图集》（2006）、《全国海岛名称与代码》（2008）称为八菱坡。沙泥岛。岸线长度 2.2 千米，面积 0.18 平方千米。有养殖池塘，电源从岛外引入。

麒麟坡：北纬 18°21.0'，东经 109°08.1'。位于三亚市宁远河东支流东岸外 30 米处。因在麒麟村对面，当地俗称麒麟坡（坡在当地为沙洲的意思）。沙泥岛。岸线长度 1.64 千米，面积 0.1263 平方千米。有养殖池塘，电源从岛外引入。

麒麟坡仔岛：北纬 18°21.1'，东经 109°8.2'。位于三亚市宁远河东支流东岸外 40 米处，西距麒麟坡 20 米。因在麒麟坡东侧，岛体较小，第二次全国海域地名普查时命名。沙泥岛。岸线长度 122 米，面积 643 平方米。植被有草丛

养生园：北纬 18°20.9'，东经 109°07.8'。位于三亚市宁远河东支流西岸外 70 米处。当地传说最早是一个叫养生的人到岛上开荒种地，因此称为养生园。《海南省地图集》（2006）、《全国海岛名称与代码》（2008）均称为养生园。沙泥岛。岸线长度 2.63 千米，面积 0.2966 平方千米。有池塘，建有简易小房，池塘周边种植木麻黄和槟榔树。电源从岛外引入。

5.4 海域开发利用现状

5.4.1 海域使用现状

拟建项目位于三亚市西部崖州湾海域，项目周边开发利用活动较多，根据收集的历史资料以及现场踏勘的结果，周边论证范围内的用海项目主要包括交通运输用海、旅游娱乐用海、渔业用海和科研教学用海等。如图 5.4.1-1 所示。

主要包括崖州湾中心渔港项目、三亚港货运码头搬迁工程、三亚海宝南洋珍珠养殖有限公司白蝶贝养殖、三亚崖州湾海南热带海洋学院海洋牧场教学科研示范基地项目、中国海洋大学三亚海洋研究院教学科研基地用海项目、三亚大小洞天旅游区旅游娱乐用海项目等。

5.4.2 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 5.4.2-1，位于项目论证范围内海域使用权属情况见表 5.4.2-1。

表 5.4.2-1 相邻海域使用权属现状表

序号	用海项目	使用权人	用海面积 (hm ²)	用海类型	用海方式	与项目最近距离 (km)
1	三亚大小洞天旅游区旅游娱乐用海项目	三亚大小洞天发展有限公司	3.232	旅游娱乐用海	游乐场	东侧约 6.37
2	三亚南山基地终端码头续批用海项目	中国海洋石油南海西部公司	1.96	交通运输用海	非透水构筑物	东侧约 5.96
			7.3244	交通运输用海	港池、蓄水等	
3	三亚港货运码头搬迁工程	三亚城市投资建设有限公司	32.829	交通运输用海	港池	东侧约 5.48
			29.651	交通运输用海	建设填海造地	
4	三亚海事工作船码头	中华人民共和国三亚海事局	0.5778	交通运输用海	非透水构筑物	东侧约 6.35
			16.882	交通运输用海	港池、蓄水等	
			3.1672	交通运输用海	建设填海造地	
			0.3723	交通运输用海	透水构筑物	
5	三亚市崖州中心渔港项目	三亚崖州港湾投资有限公司	124.8498	渔业用海	非透水构筑物	北侧约 4.59
6	三亚市崖州中心渔港项目	三亚六道湾发展有限公司	176.234	旅游娱乐用海	建设填海造地	北侧约 4.25
7	海南亿和鹏程国际游艇城项目	海南亿和鹏程投资有限公司	97.9513	旅游娱乐用海	建设填海造地	东北侧约 8.77
8	龙栖湾国际康乐度假庄园岸滩整治及海上配套项目	海南龙栖湾置业发展有限公司	3.3159	旅游娱乐用海	透水构筑物	东北侧约 10.77
9	乐东龙栖湾岸线修复暨岸滩补砂工程项目	海南省乐东渔政管理站	1.5771	特殊用海	非透水构筑物	东北侧约 11.93
10	三亚海宝南洋珍珠养殖有限公司白蝶贝养殖	三亚海宝南洋珍珠养殖有限公司	26.65	渔业用海	开放式养殖	西南侧约 6.89
11	三亚崖州湾海南热带海洋学院海洋牧场教学科研示范基地项目	三亚崖州湾海南热带海洋学院	70.2044	科研教学用海	透水构筑物	西侧约 3.67
12	中国海洋大学三亚研究院教学科研用海项目	中国海洋大学三亚研究院	32.92	科研教学用海	开放式养殖用海；专用航道、锚地及其它开放式用海	西侧约 2.74

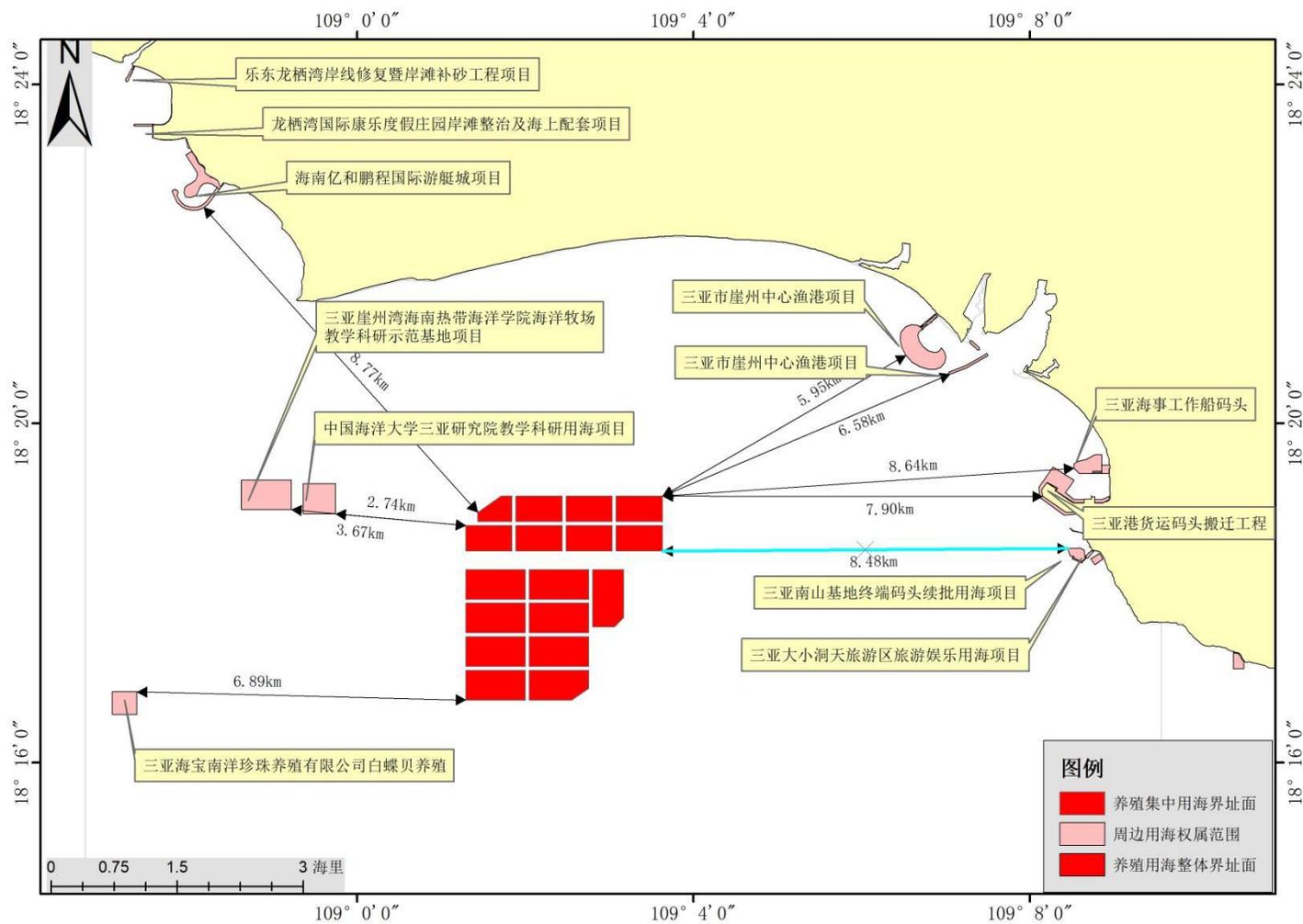


图 5.4.1-1 项目周边海域使用现状图

6 环境质量现状调查与评价

6.1 水文环境概况

6.1.1 潮汐

(1) 基准面及转换关系

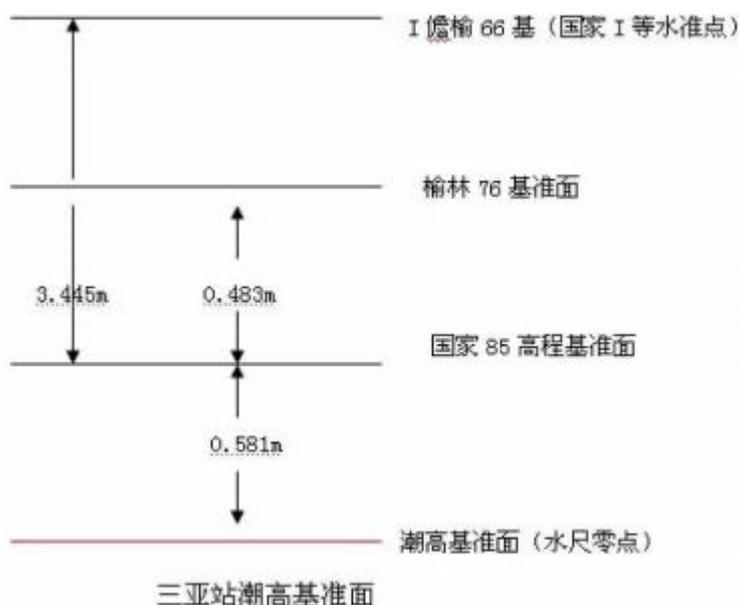


图 6.1.1-1 基准面及转换关系图

(2) 潮汐性质及潮型

本海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：83cm

最大潮差：203cm（出现日期为 2004 年 12 月 14 日）

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

(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

6.1.2 海流

6.1.2.1 实测潮流特征

为了了解三亚市崖州湾农渔业区附近海域的水文特性，受三亚市农业农村局委托，我司于 2021 年 9 月 4 日至 5 日在崖州湾开展了大潮期的连续 26 小时潮流观测，在潮流观测期间进行 2 个站潮位同步观测。调查站位见表 6.1.2-1 和图 6.1.2-1。

表 6.1.2-1 水文调查站位表

站位	东经 E	北纬 N	调查内容
S1	108°58.5337'E	18°20.0310'N	海流
S2	108°58.1089'E	18°14.8459'N	海流
S3	109°06.5419'E	18°18.9929'N	海流、水位、气象
S4	109°06.211'E	18°14.138'N	海流
S5	109°14.034'E	18°16.353'N	海流
S6	109°13.643'E	18°11.432'N	海流
S7	109°23.401'E	18°15.540'N	海流、水位、气象
S8	109°23.2740'E	18°10.7500'N	海流

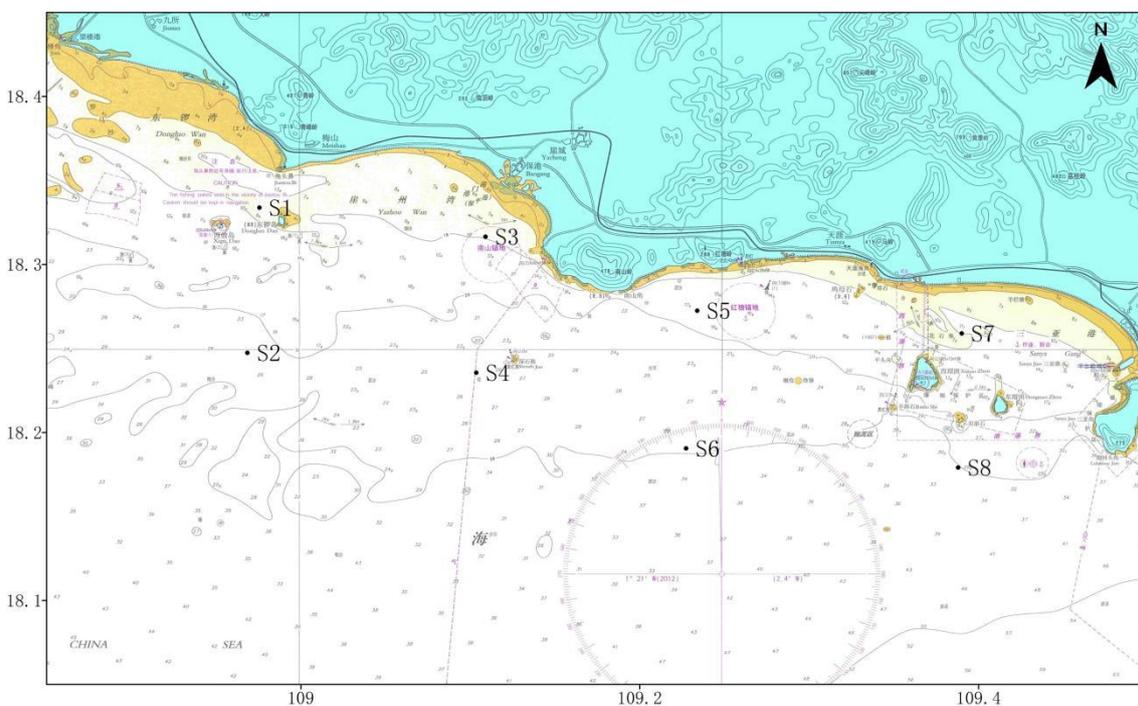


图 6.1.2-1 水文观测站位图

根据潮位过程曲线图，崖州湾、三亚湾大潮期观测到的潮位类型为全日潮型，一个观测周期内有一次高潮和一次低潮。

根据高、低潮位统计表 6.1.2-2，崖州湾大潮期 S3 站高潮出现于 9 月 5 日 10:00，潮高为平均海平面以上 74.1cm，低潮出现于 9 月 4 日 18:00，潮高为平均海平面以下 59.5cm，潮差为 133.5cm。三亚湾大潮期 S7 站高潮出现于 9 月 5 日 9:00，潮高为平均海平面以上 71.8cm，低潮出现于 9 月 4 日 17:00，潮高为平均海平面以上 64.3cm，潮差为 136.1cm。崖州湾高、低潮位落后三亚湾约 1 小时，这与潮波传播方向相一致。

S3 涨潮历时约 16 小时，落潮历时 8 小时 50 分钟。S7 涨潮历时约 16 小时，落潮历时 8 小时 50 分钟。崖州湾、三亚湾海域涨潮历时大于落潮历时。

表 6.1.2-2 高、低潮位统计表

潮型	站位	低潮		高潮	
		潮时 hh:mm	潮高(cm)	潮时 hh:mm	潮高(cm)
大潮	S3	18:00 9.04	-59.5	10:00 9.05	74.1
	S7	17:00 9.04	-64.3	9:00 9.05	71.8

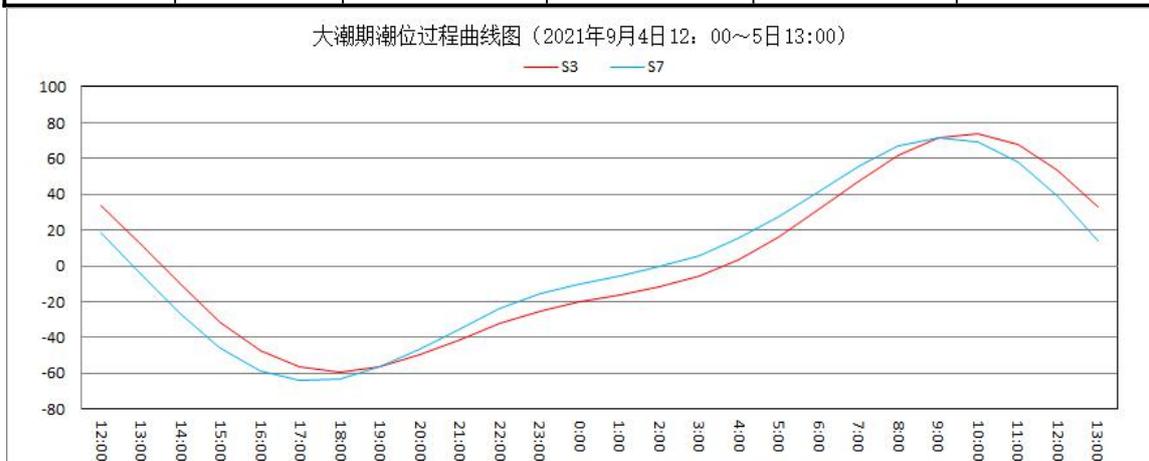


图 6.1.2-2 大潮期 S3、S7 站潮位过程曲线图

根据调查结果，将实测资料整理成流速、流向报表，绘制出不同潮期各站流速、流向分布图及潮流矢量图、流向过程曲线图（图 6.1.2-3）及各站垂线平均潮流矢量图（图 6.1.2-4），并对涨落潮期流速特征值进行统计见表 6.1.2-3，分析观测期间工程海域潮流特征如下：

- (1) 崖州湾、三亚湾各站点潮流基本呈现往复流形态。离岸较远站点流向基

本为西偏北-东偏南向，离岸较近站点流向与地形、岸线走势有关，基本平行于岸线。

(2)崖州湾，S1、S2、S3 和 S4 站海流最大流速分别为 91cm/s、125cm/s、69cm/s 和 104cm/s。

(3)三亚湾，S5、S6、S7 和 S8 站海流最大流速分别为 78cm/s、104cm/s、99cm/s 和 89cm/s。

(4)崖州湾、三亚湾涨潮期流速整体上大于落潮流速。

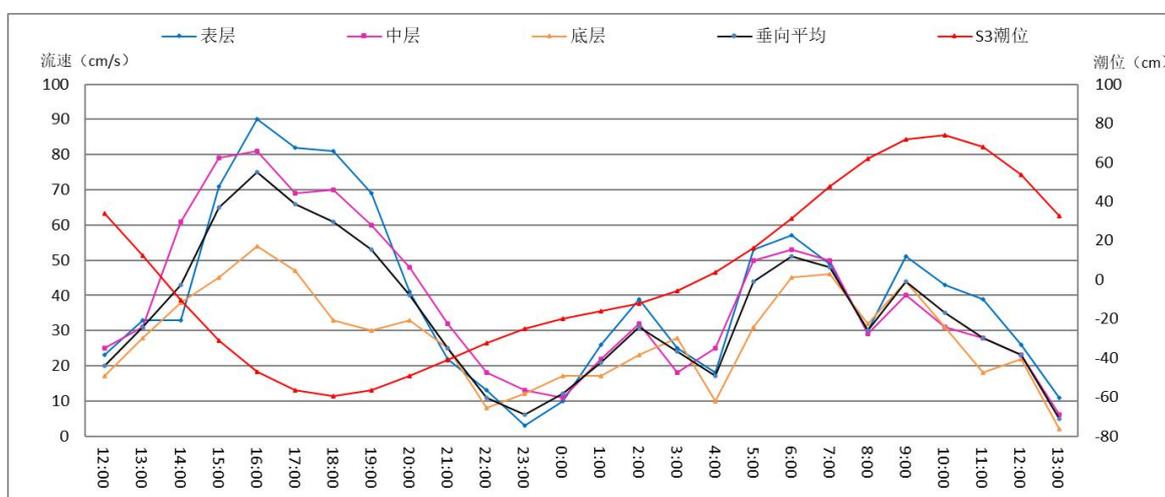
(5)大潮期各观测站海流流速最大值出现在涨潮期间半潮面附近。

表 6.1.2-3 大潮期实测海流分层流速特征值统计表(流速：cm/s，流向：°)

站号	参数值	潮段	表层		中层		底层	
			流速	流向	流速	流向	流速	流向
S1	最小值	涨潮	3	285	11	347	8	25
		落潮	11	8	6	13	2	211
S2		涨潮	6	97	6	273	8	153
		落潮	25	349	13	188	1	76
S3		涨潮	3	278	6	150	2	152
		落潮	9	256	3	188	3	190
S4		涨潮	13	163	3	62	9	352
		落潮	2	62	5	260	2	88
S5		涨潮	13	162	9	38	5	110
		落潮	10	14	2	78	7	163
S6		涨潮	6	116	7	312	6	57
		落潮	8	159	7	18	8	173
S7		涨潮	7	98	4	279	10	77
		落潮	10	356	10	149	5	188
S8		涨潮	9	87	12	226	7	1
		落潮	4	189	9	63	6	180
S1	最大值	涨潮	81	94	70	111	46	272
		落潮	90	108	81	118	54	106
S2		涨潮	125	289	107	288	83	112
		落潮	115	296	98	120	89	119
S3		涨潮	69	324	65	327	59	328
		落潮	58	152	55	147	45	144
S4		涨潮	104	278	95	282	76	282

三亚市崖州湾农渔业区深水网箱养殖用海整体海洋环境影响报告书

S5		落潮	80	285	82	106	73	109
		涨潮	78	95	67	290	65	290
落潮		66	90	70	94	55	98	
S6		涨潮	60	97	104	98	62	102
		落潮	58	297	71	284	72	100
S7		涨潮	68	75	56	85	39	288
		落潮	55	99	52	97	36	105
S8		涨潮	82	97	67	112	65	280
	落潮	89	100	80	104	71	102	
S1	平均值	涨潮	36.69	-	35.69	-	27.13	-
		落潮	45.1	-	43.4	-	30.2	-
S2		涨潮	76.44	-	67.25	-	48.5	-
		落潮	70.4	-	48.4	-	36.6	-
S3		涨潮	39.13	-	35.94	-	28.75	-
		落潮	33.3	-	31.2	-	26	-
S4		涨潮	68.63	-	55.94	-	42.25	-
		落潮	43	-	44.3	-	38.7	-
S5		涨潮	51.88	-	37.88	-	32.56	-
		落潮	34.5	-	32.3	-	24.4	-
S6		涨潮	42.88	-	60.44	-	40.56	-
		落潮	35.5	-	38.1	-	29.2	-
S7		涨潮	34.06	-	32.19	-	23.31	-
		落潮	33.2	-	29	-	20.1	-
S8		涨潮	39.69	-	43.75	-	44.25	-
		落潮	38.9	-	38.2	-	32.6	-



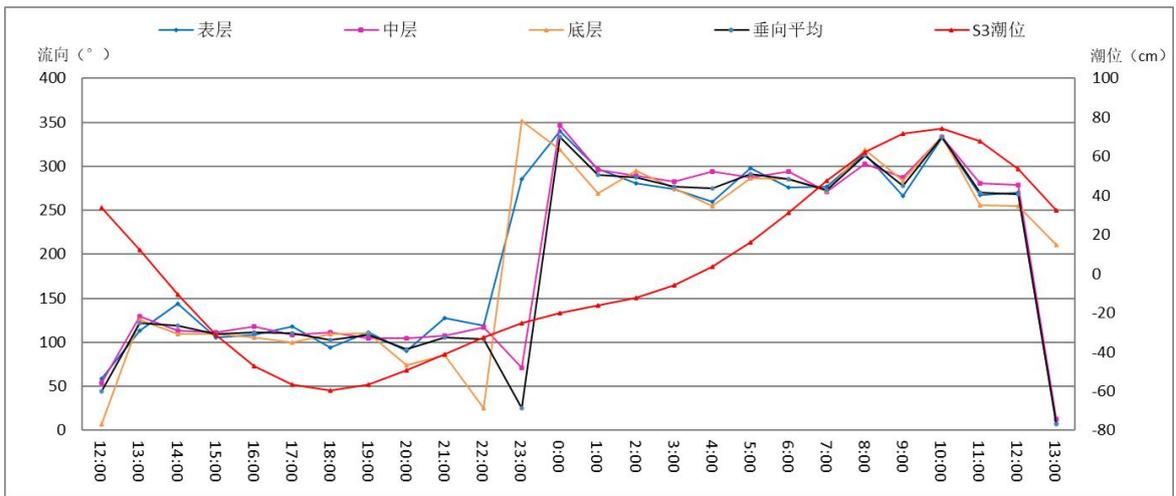


图 6.1.2-3a S1 站大潮期流速、流向过程曲线图(2021 年 9 月 4 日~5 日)

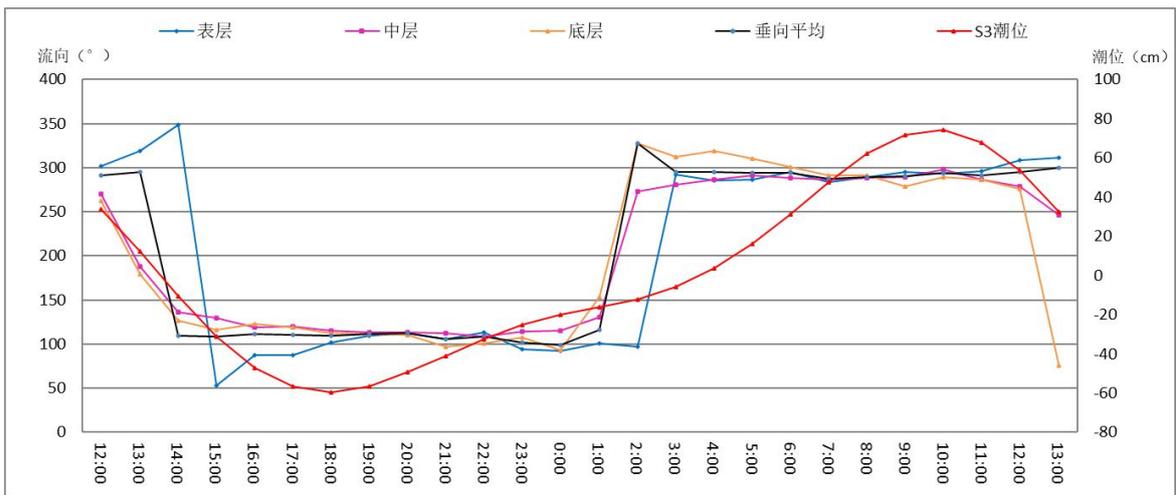
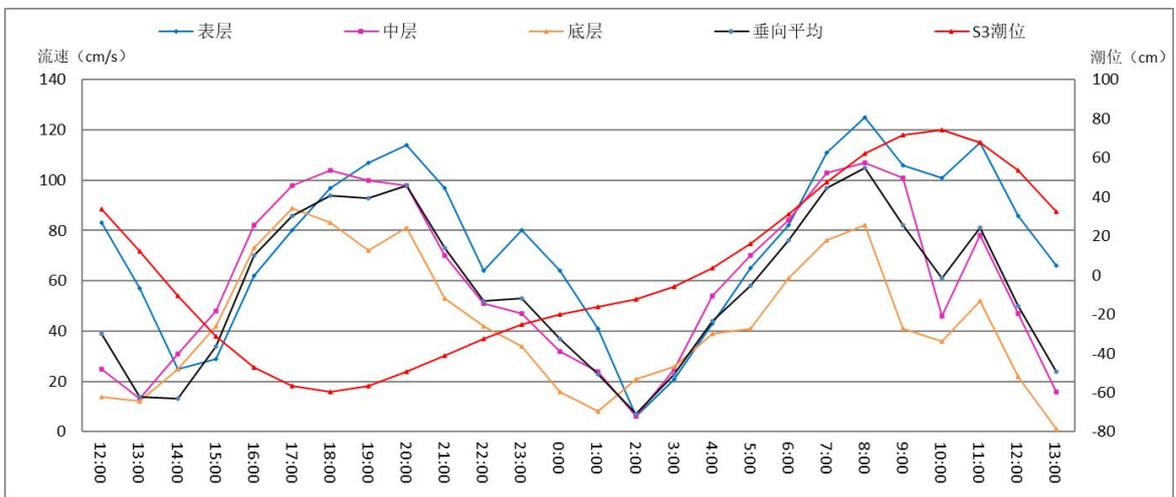


图 6.1.2-3b S2 站流速、流向过程曲线图 (2021 年 9 月 4 日~5 日)

三亚市崖州湾农渔业区深水网箱养殖用海整体海洋环境影响报告书

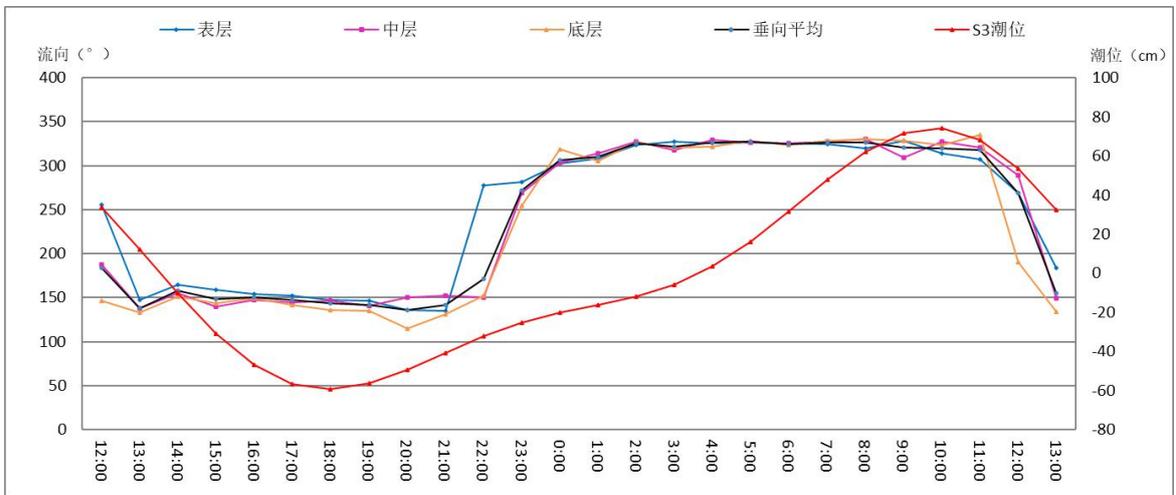
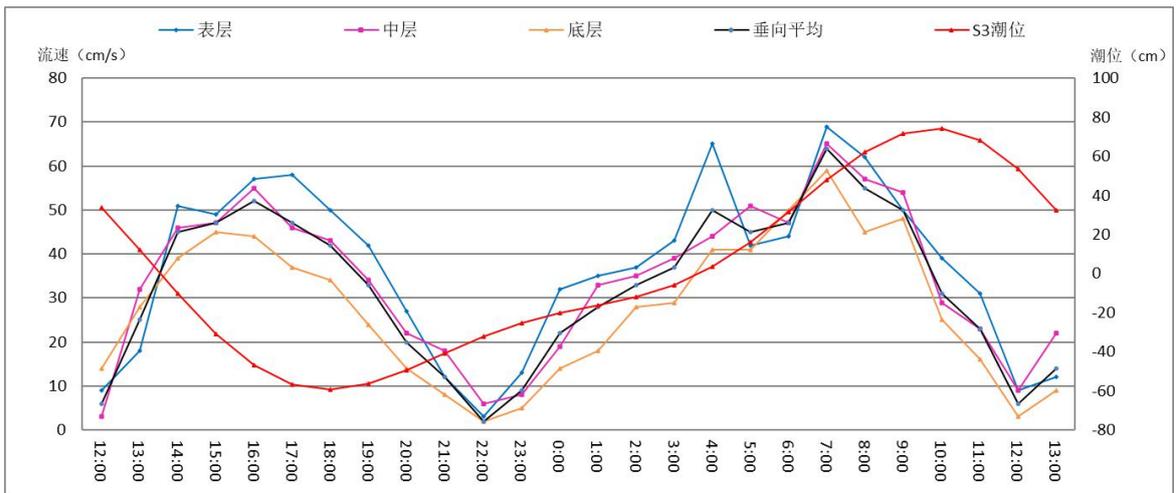
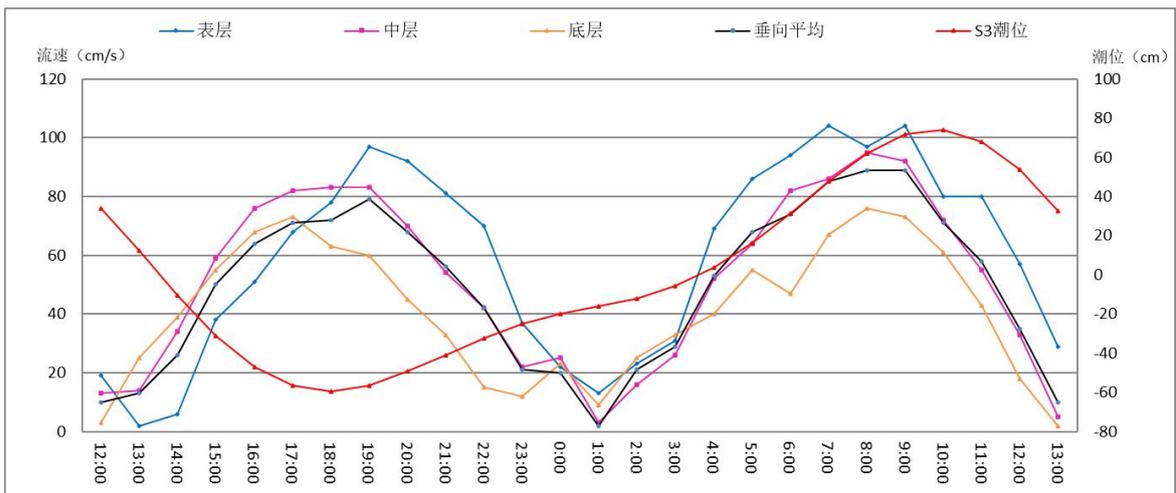


图 6.1.2-3c S3 站流速、流向过程曲线图 (2021 年 9 月 4 日~5 日)



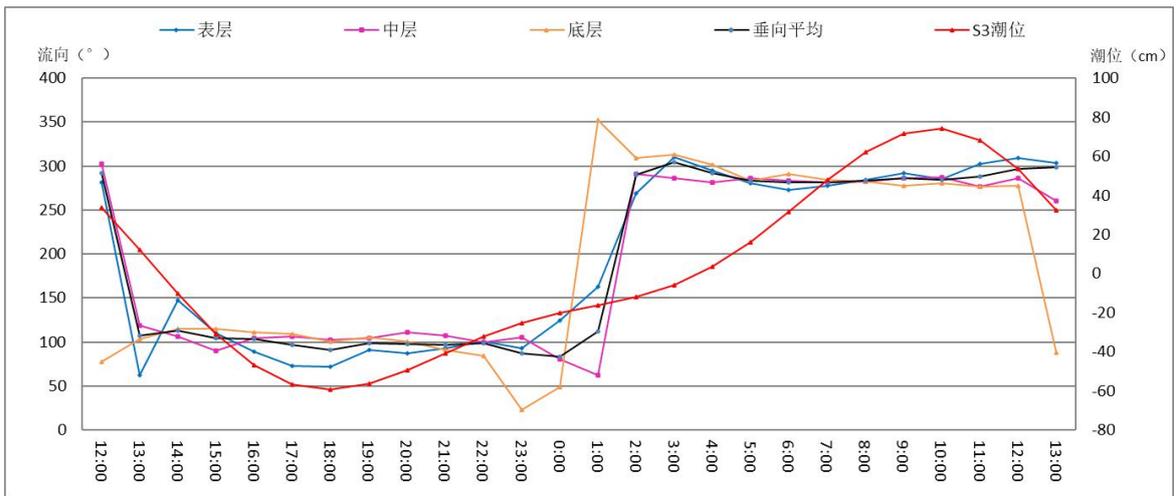


图 6.1.2-3d S4 站流速、流向过程曲线图 (2021 年 9 月 4 日~5 日)

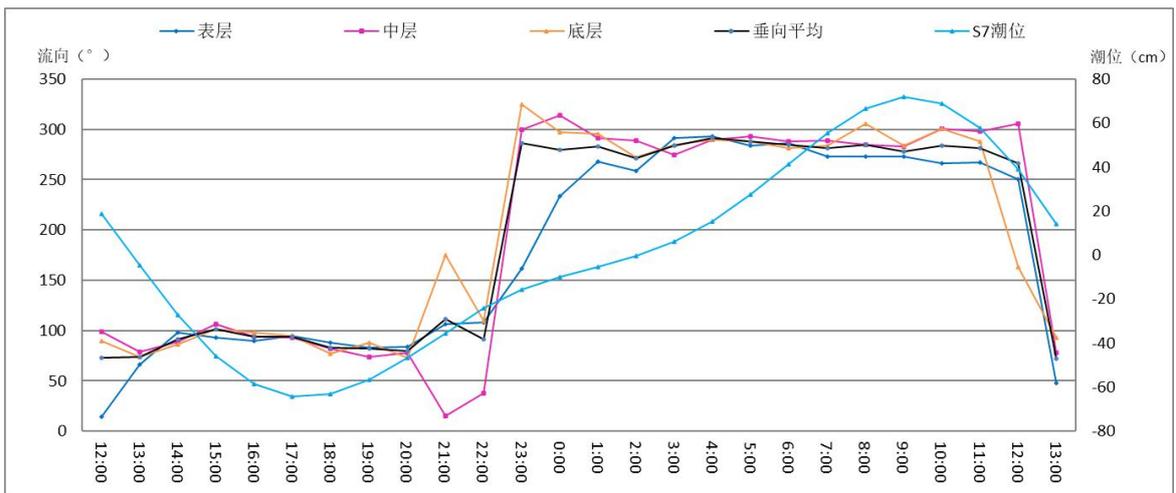
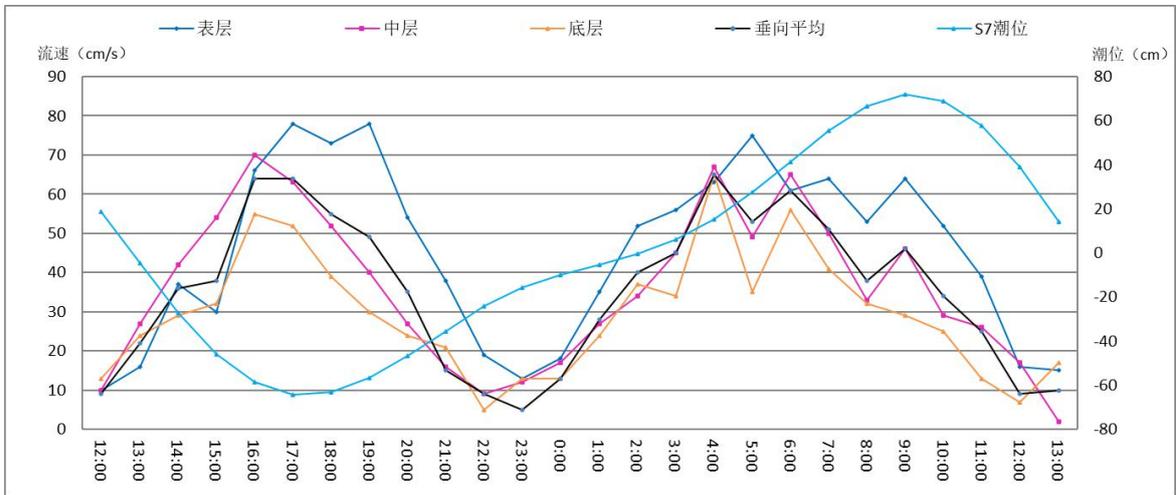


图 6.1.2-3e S5 站流速、流向过程曲线图 (2021 年 9 月 4 日~5 日)

三亚市崖州湾农渔业区深水网箱养殖用海整体海洋环境影响报告书

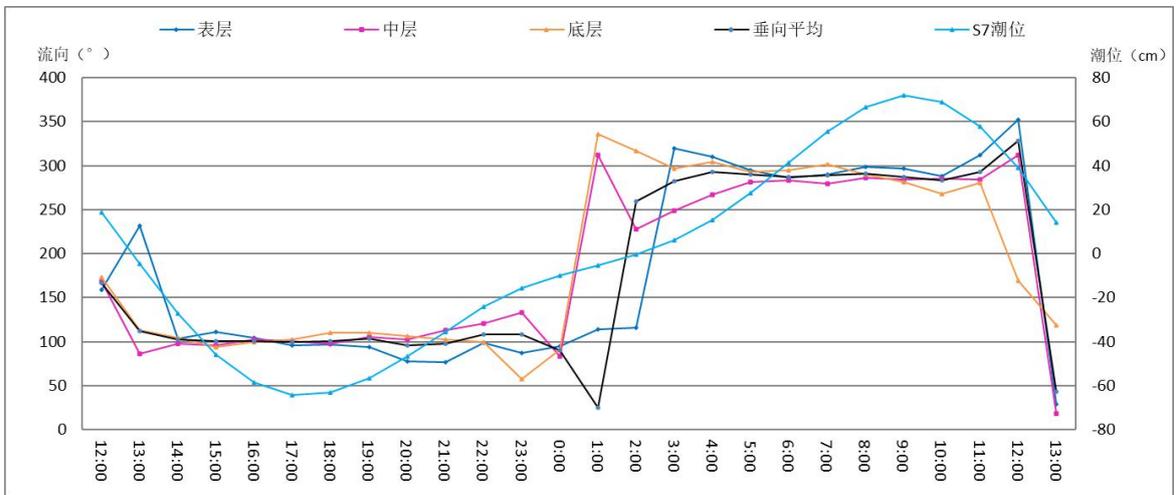
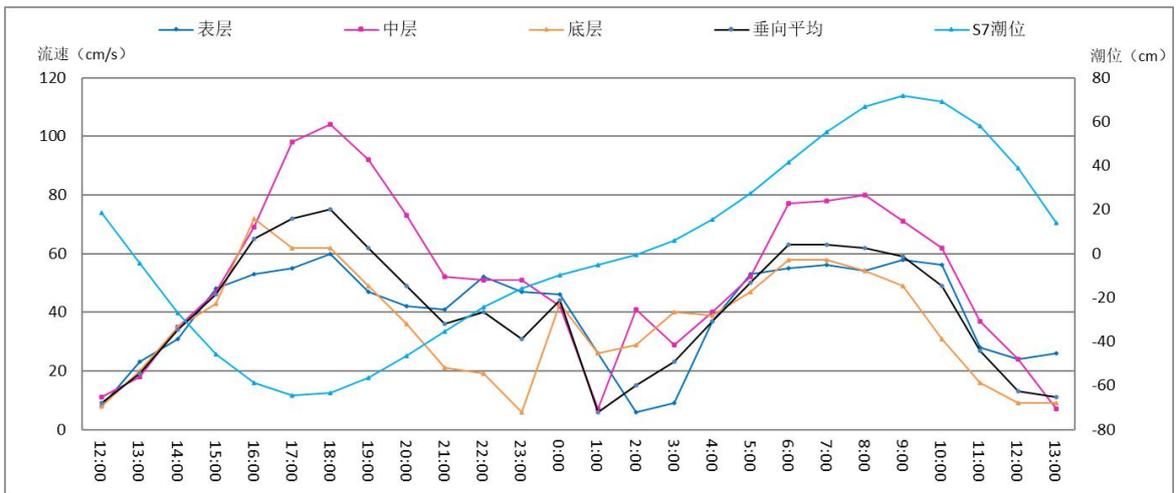
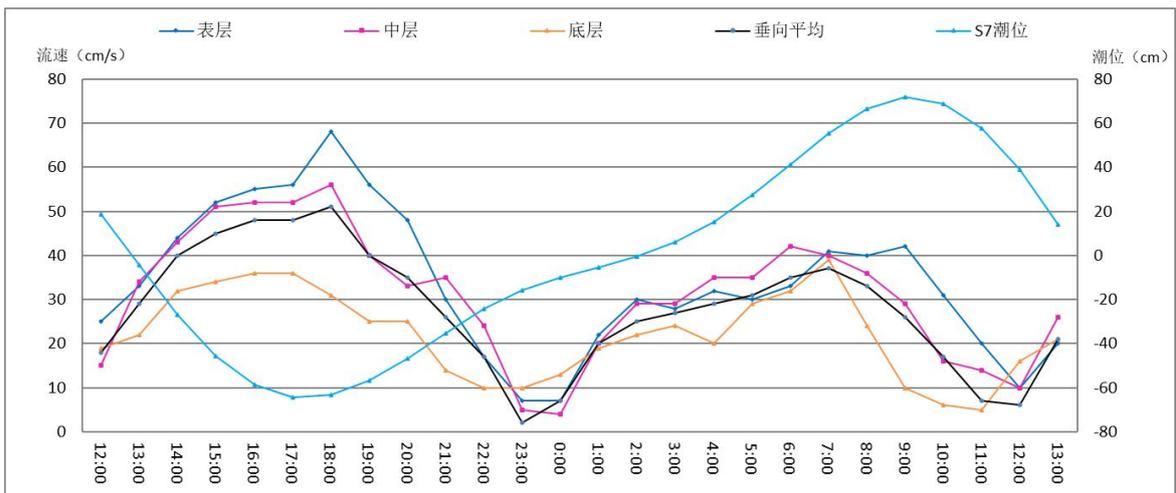


图 6.1.2-3f S6 站流速、流向过程曲线图 (2021 年 9 月 4 日~5 日)



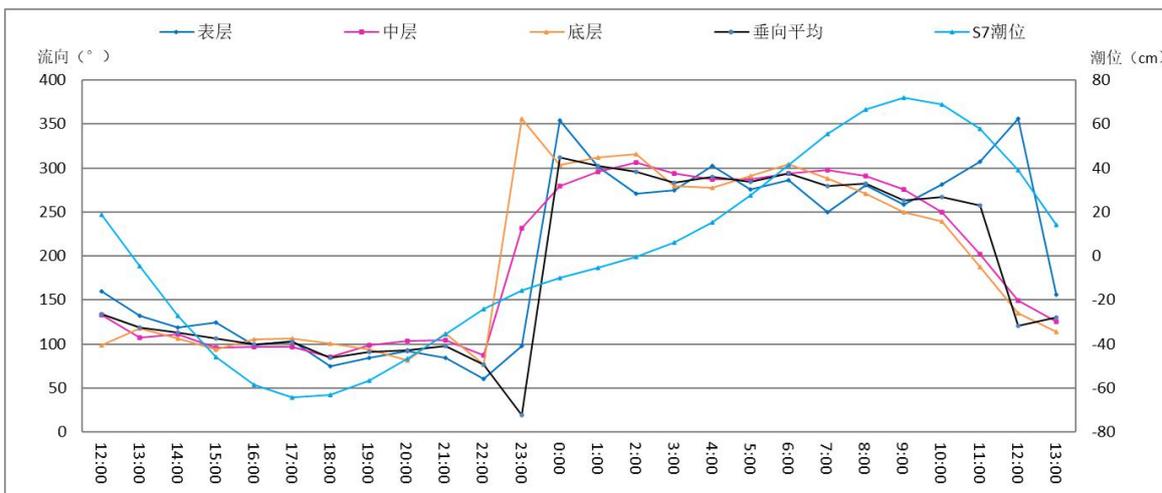


图 6.1.2-3g S7 站流速、流向过程曲线图 (2021 年 9 月 4 日~5 日)

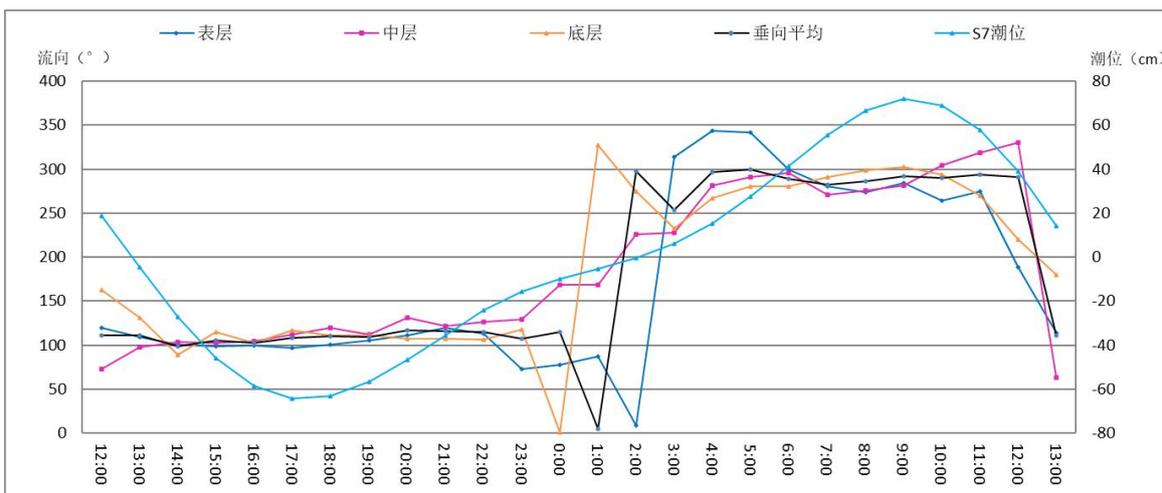
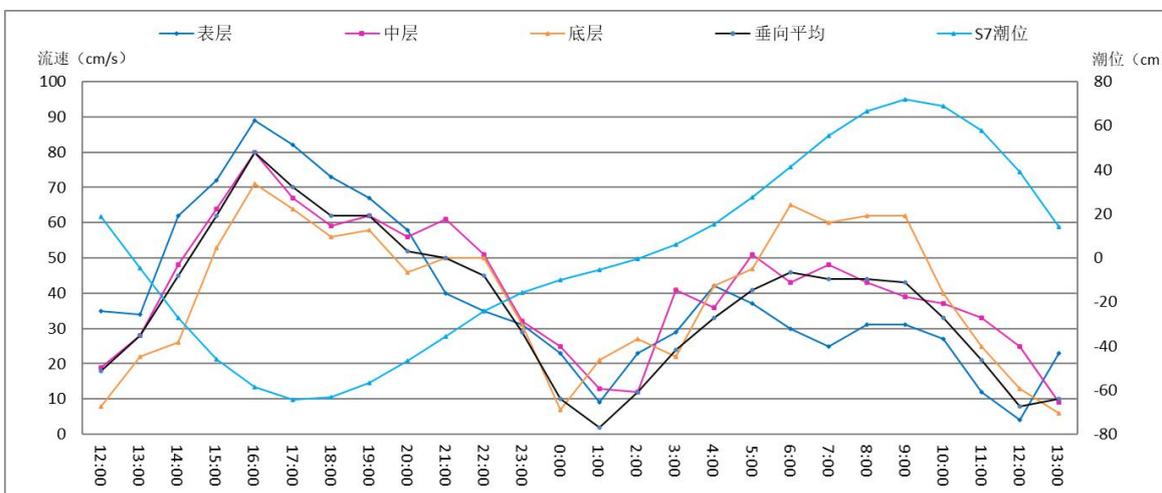


图 6.1.2-3h S8 站流速、流向过程曲线图 (2021 年 9 月 4 日~5 日)

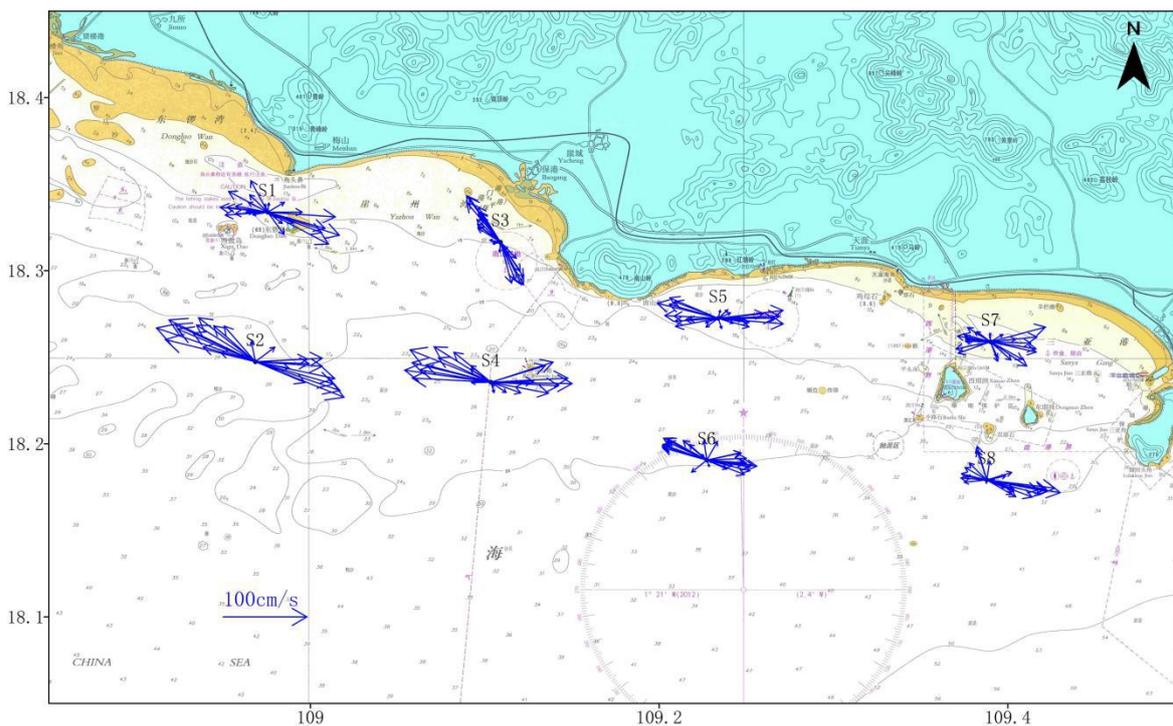


图 6.1.2-4a 大潮期各站表层流速矢量图（2021 年 9 月 4 日~5 日）

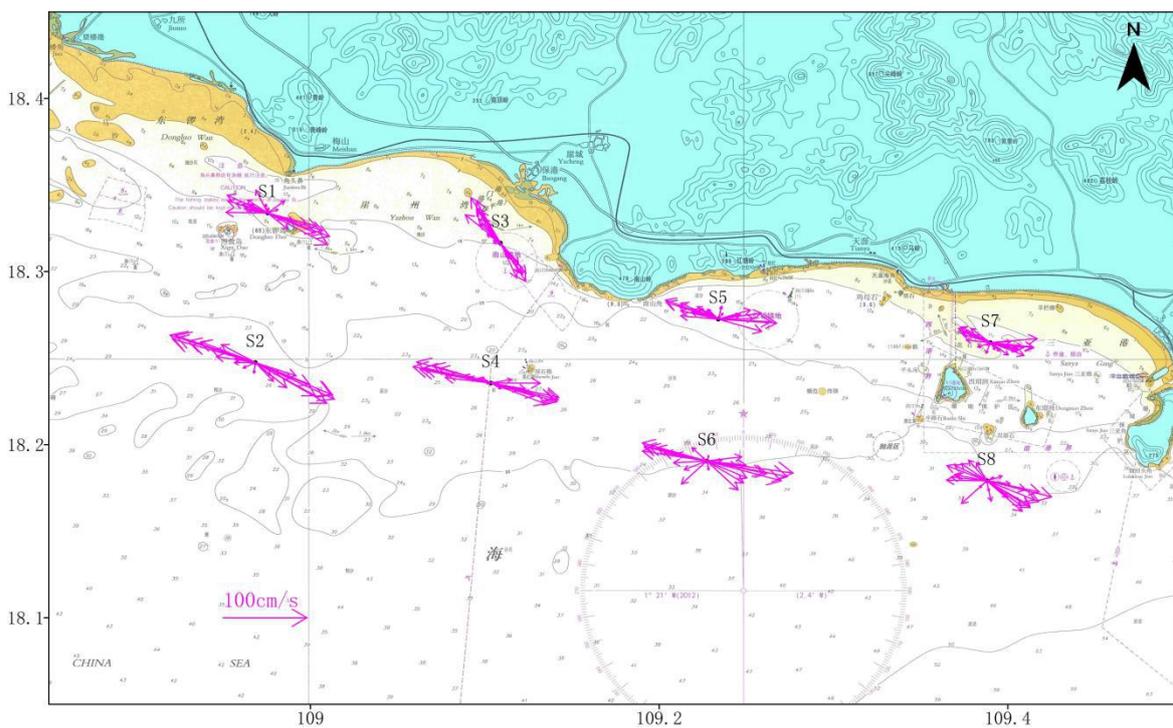


图 6.1.2-4b 大潮期各站中层流速矢量图（2021 年 9 月 4 日~5 日）

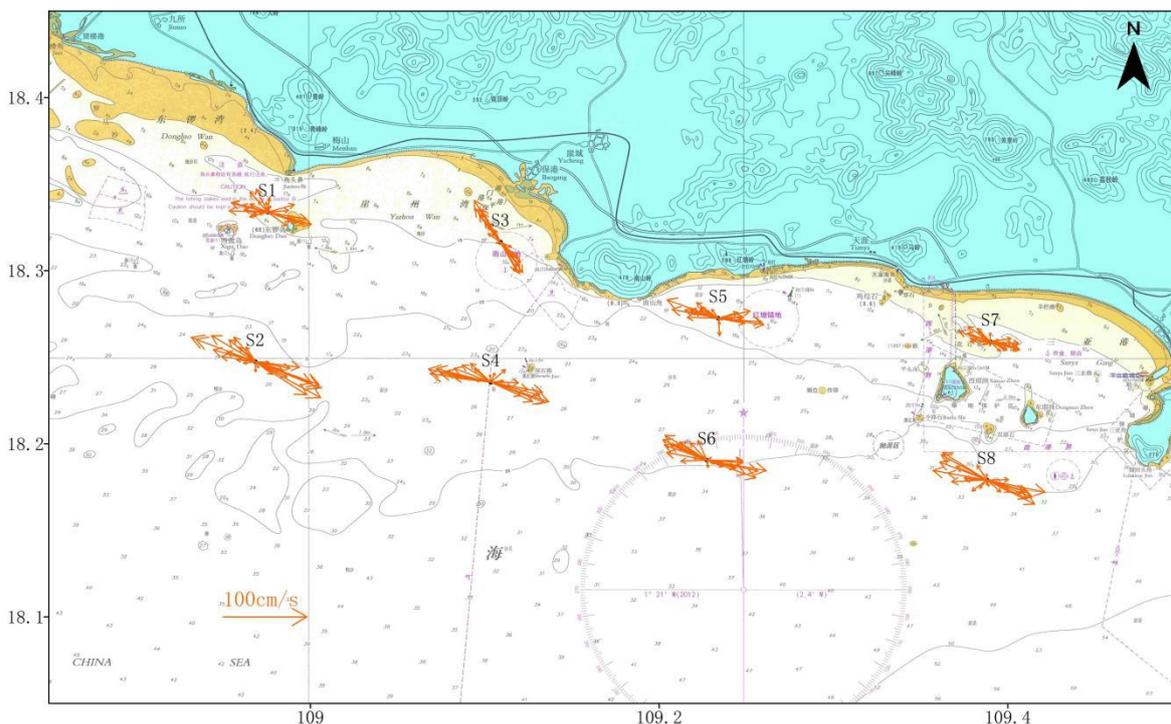


图 6.1.2-4c 大潮期各站底层流速矢量图（2021 年 9 月 4 日~5 日）

(2) 余流

余流主要是由温盐效应、风应力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 6.1.2-4 为观测期间各站各层余流分析成果表，图 6.1.2-5 给出了观测期间各站各层的余流矢量图。现根据本次观测的海流测量资料，分析调查海区的余流特征如下：

崖州湾大潮期余流速度在 1.5~12.04cm/s 之间，其中 S2 站表层最大，S4 站底层最小。三亚湾大潮期余流速度在 3.07~19.65cm/s 之间，其中 S8 站表层最大，S7 站底层最小。受地形、风等因素影响，崖州湾表层主要为西偏北向；三亚湾表层主要为东偏北向。一般的，余流速度往中下层，受水下地形和底摩擦等影响，流速有所减小。

表 6.1.2-4 大潮期余流流速、流向表(流速：cm/s，流向：°)

潮期	层次 站号	表层		中层		底层	
		流速	流向	流速	流向	流速	流向
大潮	S1	4.11	113.2	7.1	101.5	2.19	0.9
	S2	12.04	344.4	6.22	203.8	5.36	102.1
	S3	9.04	296.6	5.87	309.9	5.29	331.4
	S4	11.43	326.5	1.5	297.2	2.53	333.4

	S5	5.72	295.5	8.98	334.1	5.55	322.4
	S6	8.71	50.5	6.64	126.5	3.5	13.1
	S7	4.67	104.5	5.38	86	3.07	76.4
	S8	19.65	90.2	11.62	132.1	3.43	141.4

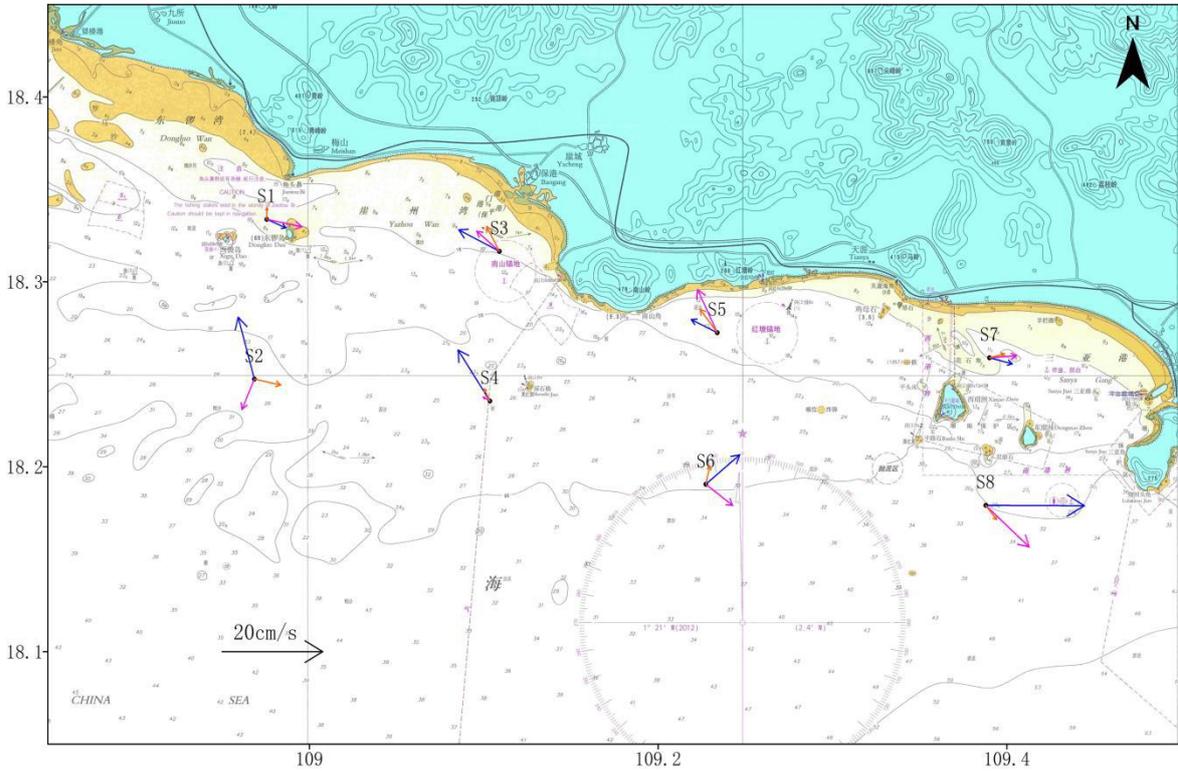


图 6.1.2-5 潮期余流矢量图

(3) 悬浮泥沙

各站涨落潮期含沙量分布见表 6.1.2-5，悬浮泥沙含量分布见图 6.1.2-6，分析工程区含沙量有如下特征：

- 1) 观测期间，崖州湾海区含沙量不大，悬沙平均值介于 8.1~19.7mg/L 之间；三亚湾海区含沙量不大，悬沙平均值介于 8.1~10.1mg/L 之间。
- 2) 各站含沙量垂向方向上分层不明显，总体上看底层悬浮泥沙含量较大。
- 3) 崖州湾大潮期观测站含沙量浓度最大值为 37.3mg/L，出现在落潮期 S1 站底层；三亚湾大潮期观测站含沙量浓度最大值为 21.9mg/L，出现在落潮期 S5 站底层。

表 6.1.2-5 涨落潮期含沙量最大值(单位：mg/L)

潮型	站号	涨、落潮期	最大含沙量	出现位置	平均含沙量
----	----	-------	-------	------	-------

大潮	S1	涨潮	35.6	底层	16.7
		落潮	37.3	底层	16.4
	S2	涨潮	28.5	底层	15.9
		落潮	32.6	底层	16.3
	S3	涨潮	33.9	底层	19.7
		落潮	30.9	底层	18.6
	S4	涨潮	16.0	底层	8.2
		落潮	13.1	底层	8.1
	S5	涨潮	17.4	底层	10.0
		落潮	21.9	底层	10.1
	S6	涨潮	15.7	中层	8.8
		落潮	14.9	底层	9.5
	S7	涨潮	21.4	底层	8.1
		落潮	20.5	底层	10.1
	S8	涨潮	11.8	底层	8.8
		落潮	12.6	底层	9.4

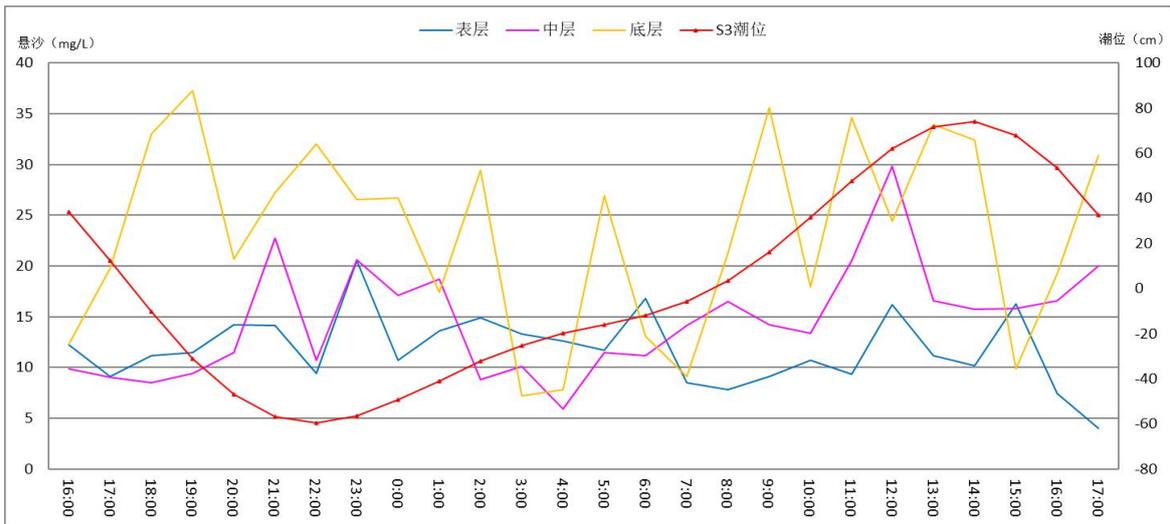


图 6.1.2-6a 大潮期 S1 站悬浮泥沙含量分布图(2021 年 9 月 4 日~5 日)

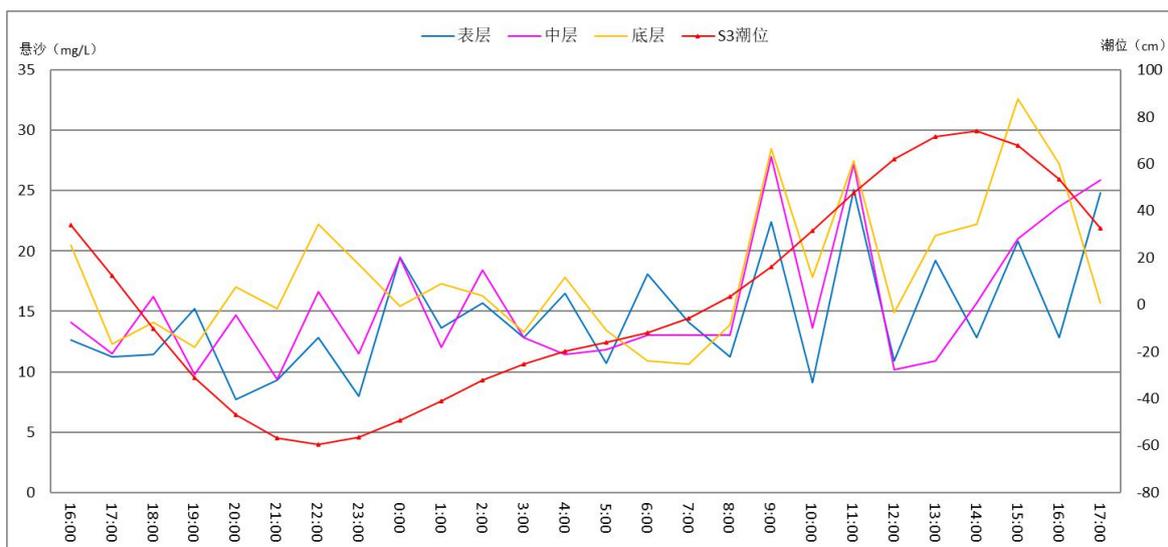


图 6.1.2-6b S2 站悬浮泥沙含量分布图 (2021 年 9 月 4 日~5 日)

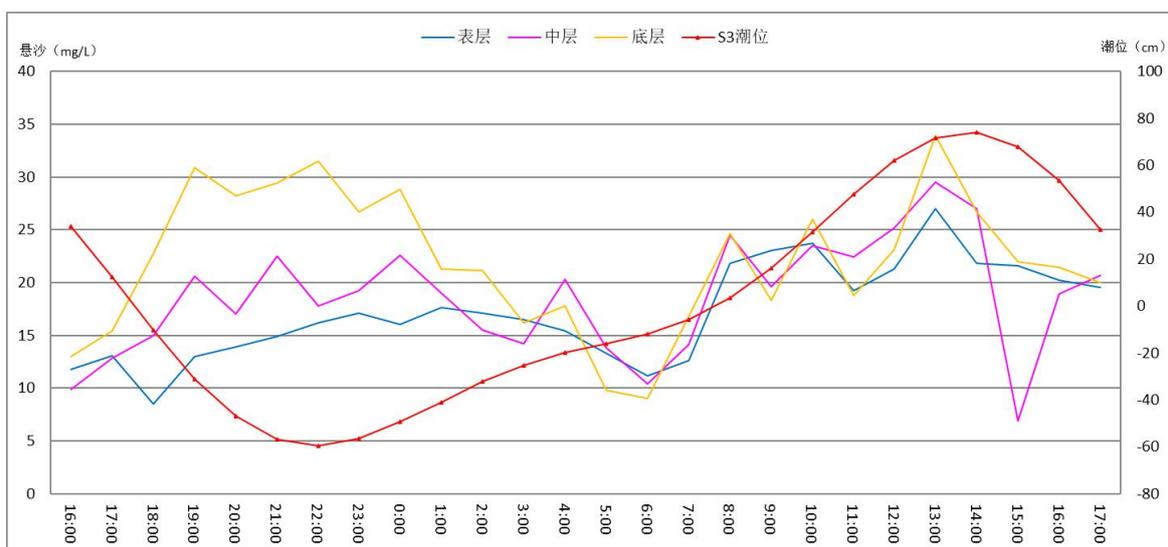


图 6.1.2-6c S3 站悬浮泥沙含量分布图 (2021 年 9 月 4 日~5 日)

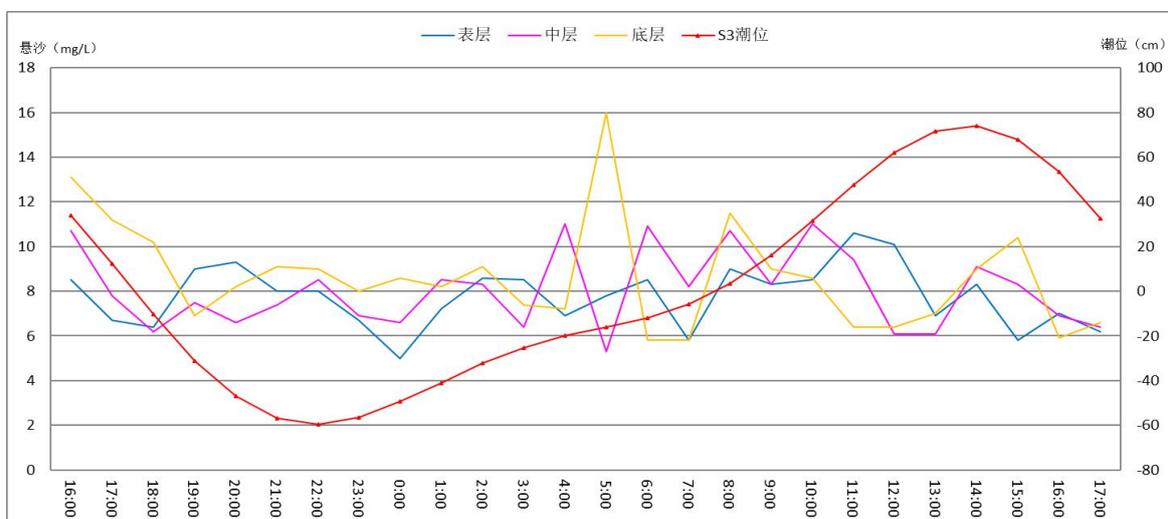


图 6.1.2-6d S4 站悬浮泥沙含量分布图 (2021 年 9 月 4 日~5 日)

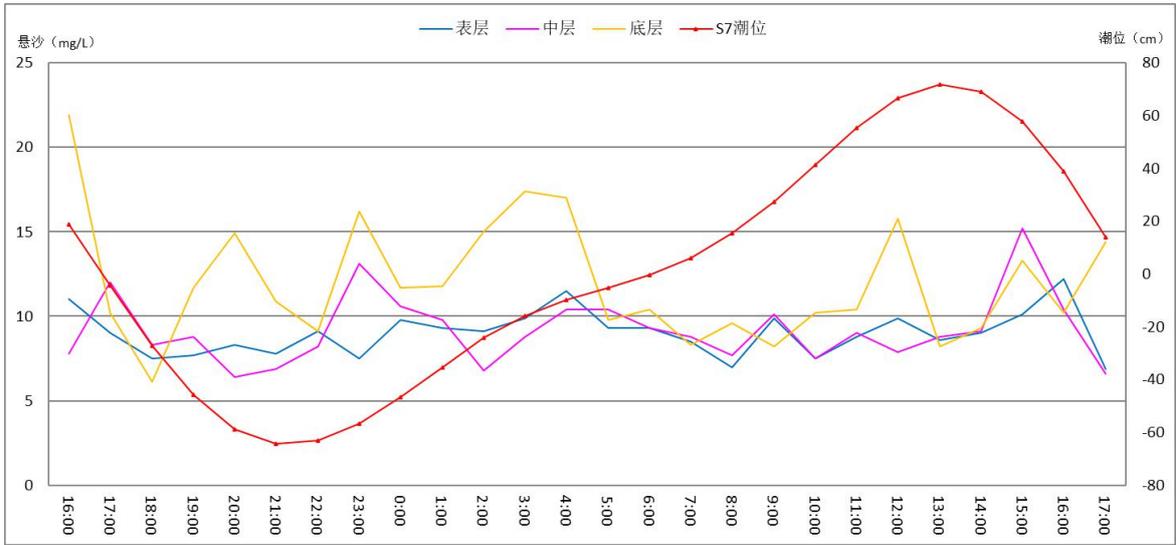


图 6.1.2-6e S5 站悬浮泥沙含量分布图 (2021 年 9 月 4 日~5 日)

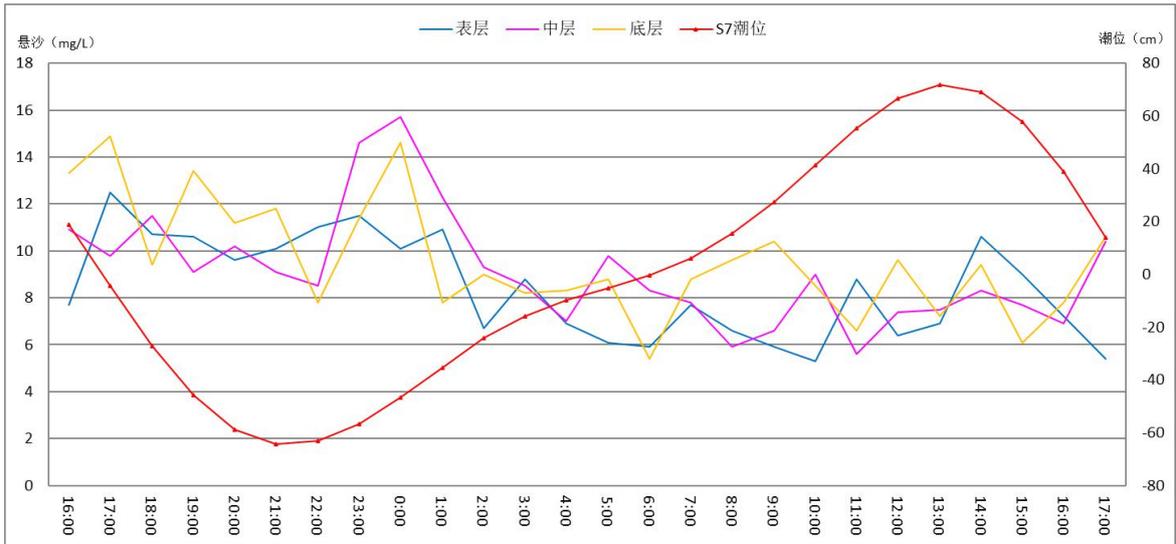


图 6.1.2-6f S6 站悬浮泥沙含量分布图 (2021 年 9 月 4 日~5 日)

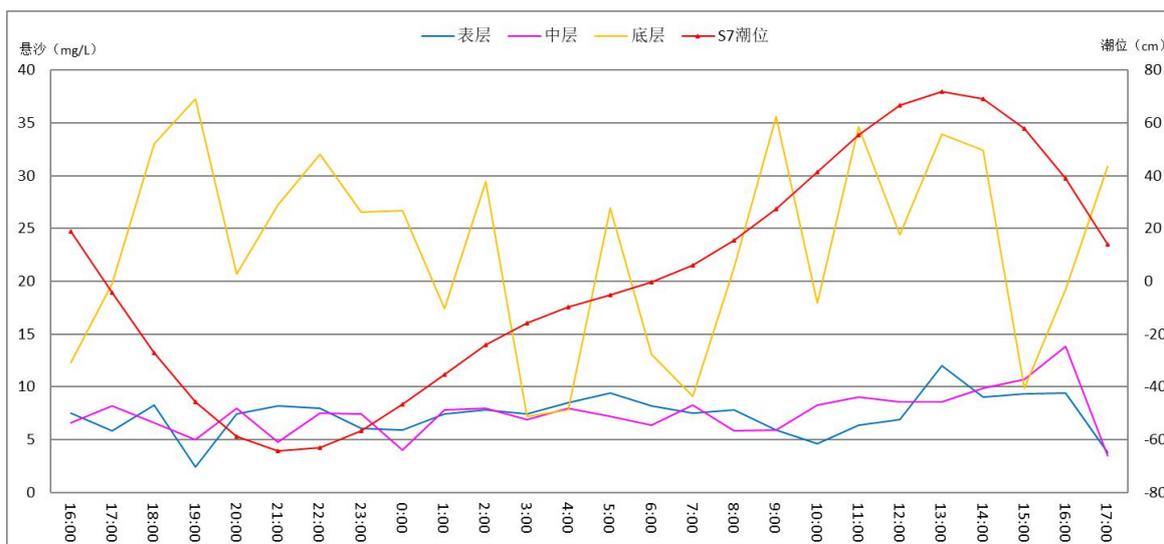


图 6.1.2-6g S7 站悬浮泥沙含量分布图 (2021 年 9 月 4 日~5 日)

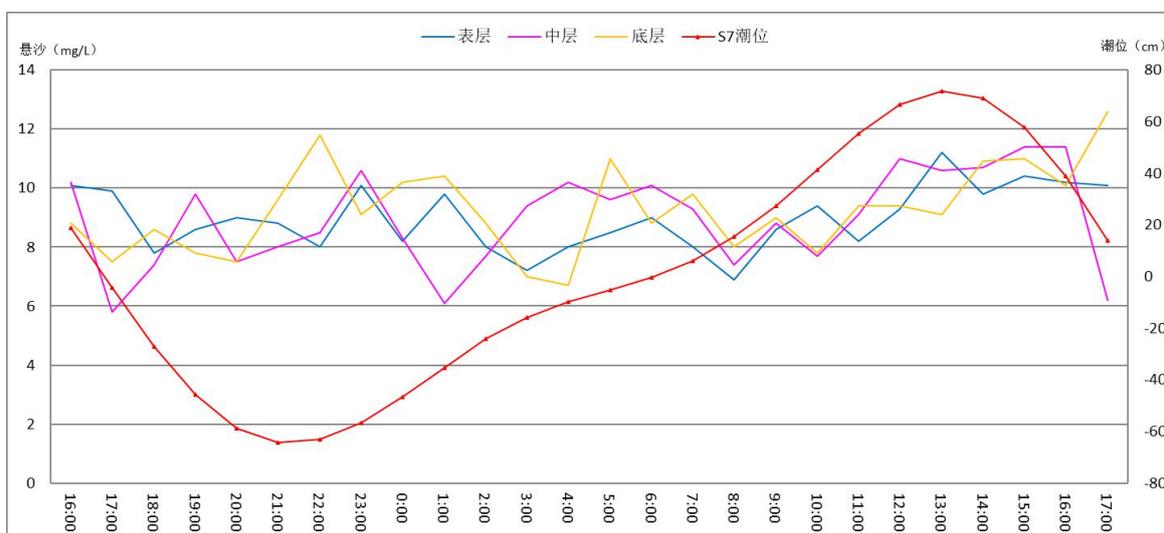


图 6.1.2-6h S8 站悬浮泥沙含量分布图 (2021 年 9 月 4 日~5 日)

6.2 地质地貌和冲淤环境现状调查与评价

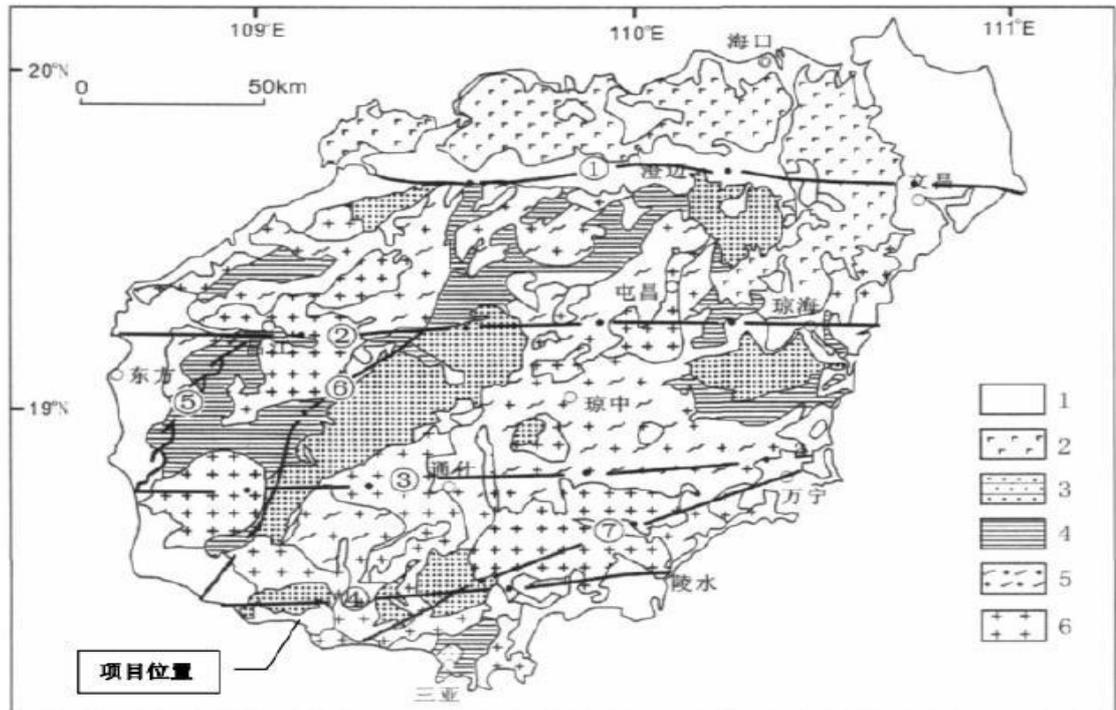
6.2.1 区域地质地貌

6.2.1.1 区域地质概况

三亚地区在区域地质上属于琼南拱断隆起构造区。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，形成各级夷平面台阶和沉积阶地，但断裂活动不发育，本次勘察在第四系地层未发现断裂活动的痕迹。根据历史地震资料，三亚地区地震多属微震或弱震，陆上地震最高震级不超过 4.5 级。。

6.2.1.2 区域地貌概况

项崖州湾是开敞浅水海湾，项目附近海域水深在 10~20m 左右，潮差小，波浪式塑造海滨堆积地貌的主要动力。海岸类型为沙坝泻湖海岸，海岸的磨蚀形态和堆积形态交替分布，岬角向海突出，海湾内凹，海岸上部地势低洼平坦，前缘有沙坝平行于海岸，由于拦门沙坝发育，相应的泻湖亦发育。



1. 第四系；2. 新生代玄武岩；3. 中生代盆地；4. 前寒武基底和古生代地层；5. 海西-印支期花岗岩；6. 燕山期花岗岩；①王五-文教断裂；②昌江-琼海断裂；③尖峰-吊罗断裂；④九所-陵水断裂；⑤戈枕断裂（韧性剪切带）；⑥白沙断裂；⑦崖城-港北断裂

图 3.1.3-1 海南岛地质略图

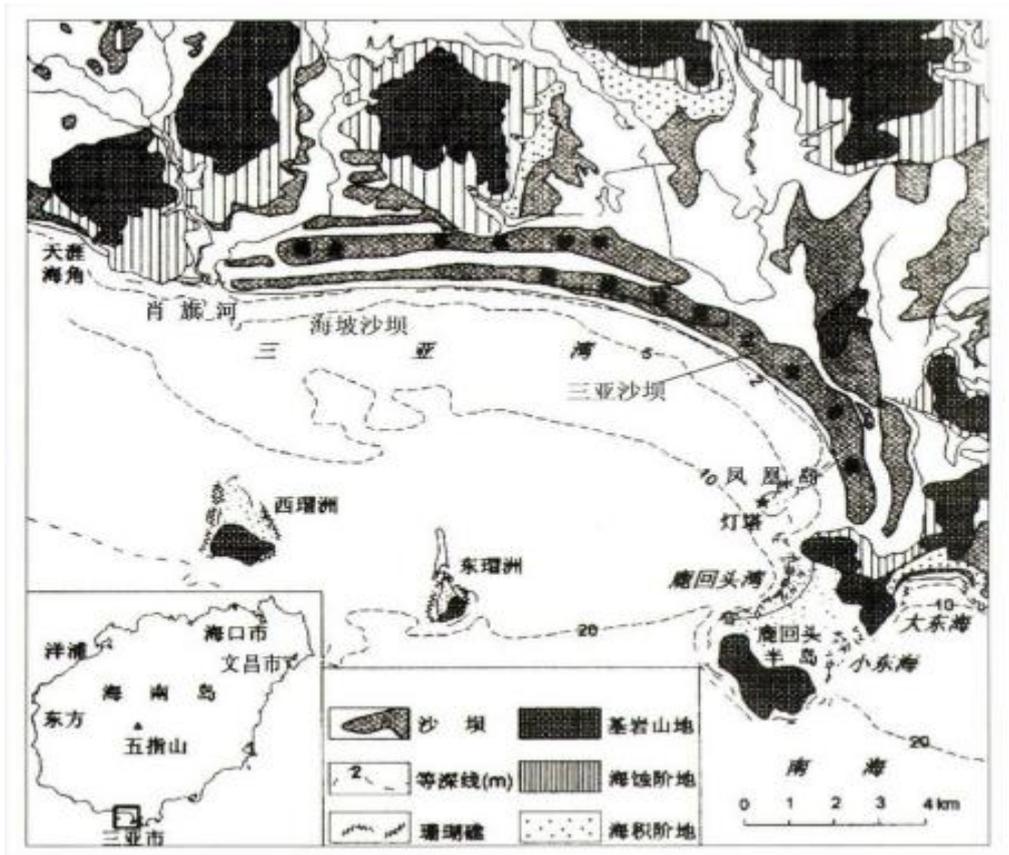


图 6.2.1-1 三亚湾地貌概况

6.2.2 工程地质

1、底质类型

本节内容引用自《崖州湾自然资源与环境图集》（中国地质调查局广州海洋地质调查局、海南省地质综合勘察院、海南省海洋地质调查研究院）于 2021 年 3 月编制的材料，崖州湾近海底质类型位于水深小于 80m 的陆架区，查明的沉积物类型有 13 种类型，均为实测类型。其中砾类沉积物 1 种；砂类沉积物 6 种；粉砂类沉积物 2 种；泥类沉积物 4 种。主要以泥（M）、砂质粉砂（sZ）和粉砂（Z）沉积为主，占到 60%以上，泥（M）主要位于近岸，呈带状分布；砂质粉砂（sZ）和粉砂（Z）主要位于区域中部和中南部海域。区域南部主要分布有砂质泥质砂（（g）mS）和含砾泥（（g）M）。水深区广泛分布砾质或含砾质沉积物。砾石，磨圆差，棱角～次棱角状，成分以岩屑为主，其次为石英和生物碎屑，表明为晚更新世低海平时的残留沉积物。崖州湾底质类型分布见图 6.2.2-1。

崖州湾中部向外延伸至 26km 海域，有一粗粒沉积带，呈斜 V 字形，主要为含

砾质砂、砾质砂和砂质泥质等。

2、工程地质分析

本节内容引用《三亚崖州湾海南热带海洋学院海洋牧场教学科研示范基地项目海洋环境影响报告表（报批稿）》（北京咨华宇环保技术有限公司）2019年7月编制的材料。本工程距离三亚崖州湾海南热带海洋学院海洋牧场教学科研示范基地项目2.91km，区域沉积物厚度分布，西北部向东南部逐渐增厚，西北相对浅水区厚度最薄处约6cm，东南相对深水区厚度最厚区约23cm。通过箱式取样器取到的上部沉积物为泥质砂，下部为中粗砂。经计算该区域海底表层为泥质砂，下部为较硬的砂，计算时表层泥质砂的压缩模量取为1.5MPa，粘聚力为1kPa，内摩擦角为 3° ；表层以下沉积物压缩模量取为5MPa，粘聚力3kPa，内摩擦角 30° 。根据区域沉积物分布及计算结果，该海域稳定性可以满足项目建设需要。

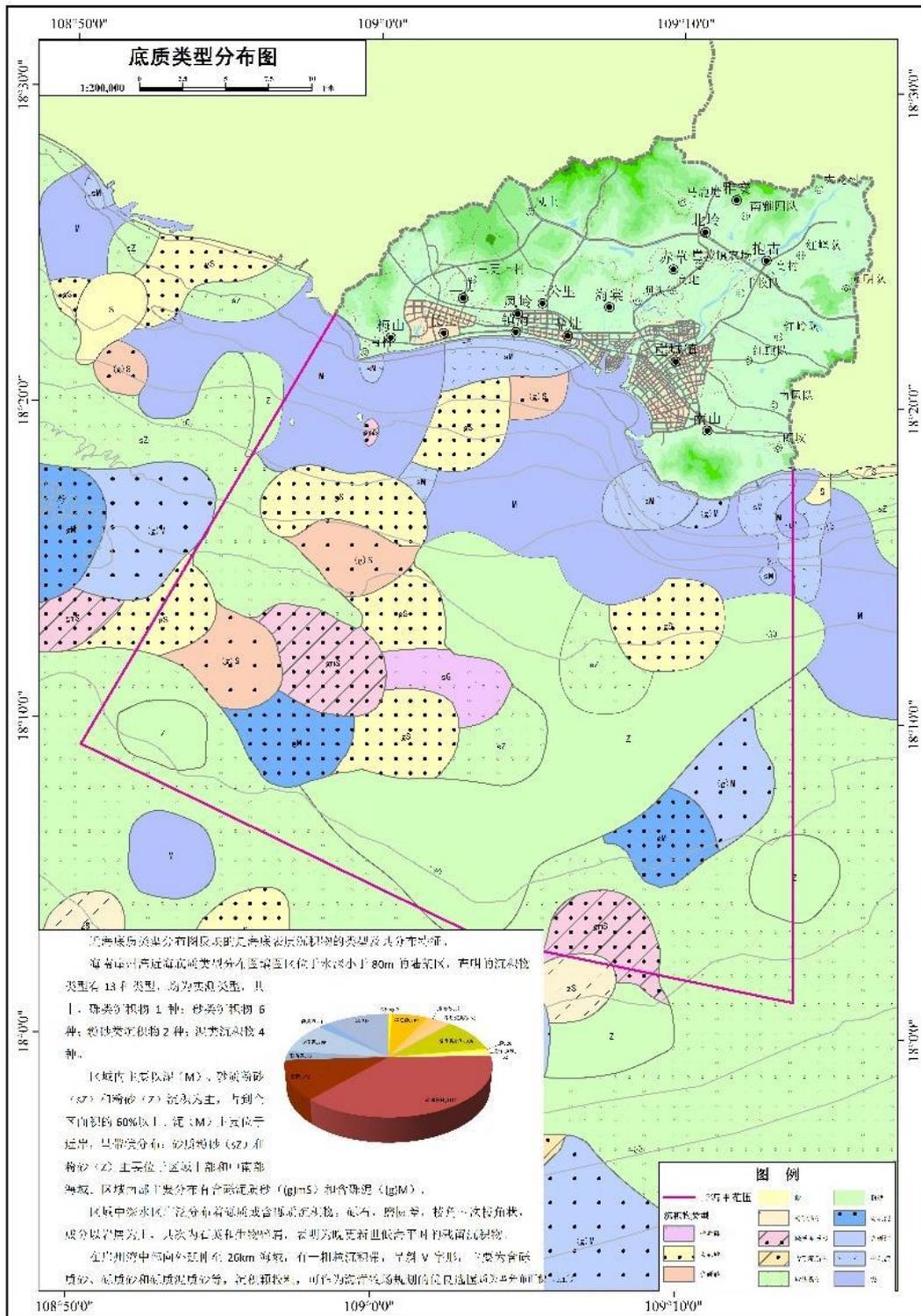


图 6.2.2-1 崖州湾底质类型分布图

6.2.3 区域水深地形条件

本节内容引用自海南省地质综合勘察院于 2019 年实测水深地形数据，本项目建设位置位于水深 10-20m 水深之间，地形平缓，符合深水网箱海区的选择要求。

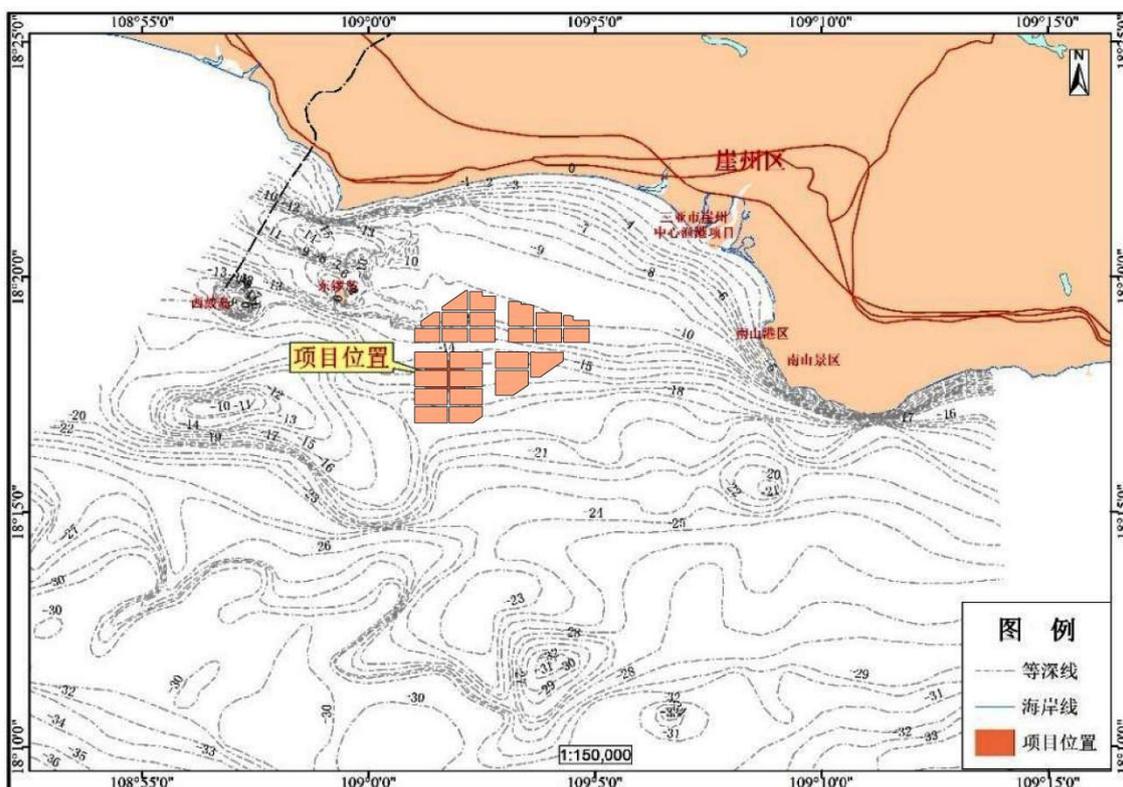


图 6.2.3-1 项目与崖州湾实测水深（等深线）叠加图

6.3 水质现状调查与评价

6.3.1 站位布设

受三亚市农业农村局的委托，海南正永生态工程技术有限公司于 2021 年 9 月 14 日至 9 月 17 日在三亚湾及崖州湾附近海域开展海洋环境现状调查，调查内容包括海水水质、海洋沉积物、海洋生态（叶绿素 a 及其生产力、浮游植物、浮游动物、底栖动物、鱼卵和仔稚鱼、潮间带生物、生物体质量）、渔业资源。本次调查共布设海水水质调查站位 29 个，海洋沉积物调查站位 16 个、海洋生态和渔业资源调查站位各 12 个，潮间带生物调查断面 6 条。调查站位见表 6.3.1-1 和图 6.3.1-1。

表 6.3.1-1 调查站位表

序号	站号	站位		调查内容
		经度 (E)	纬度 (N)	
1	1	108°56.272'E	18°21.217'N	海水水质、海洋沉积物、海洋生态、渔业资源
2	2	108°56.119'E	18°17.262'N	海水水质
3	3	108°56.384'E	18°14.671'N	海水水质、海洋沉积物
4	4	108°56.565'E	18°11.796'N	海水水质

三亚市崖州湾农渔业区深水网箱养殖用海整体海洋环境影响报告书

序号	站号	站位		调查内容
		经度 (N)	纬度 (E)	
5	5	109°02.322'E	18°21.075'N	海水水质、海洋沉积物、海洋生态、渔业资源
6	6	109°02.133'E	18°17.557'N	海水水质、海洋沉积物、海洋生态、渔业资源
7	7	109°02.103'E	18°14.737'N	海水水质
8	8	109°02.708'E	18°11.110'N	海水水质、海洋沉积物
9	9	109°04.264'E	18°19.650'N	海水水质
10	10	109°05.569'E	18°20.993'N	海水水质、海洋沉积物
11	11	109°06.877'E	18°20.288'N	海水水质、海洋沉积物
12	12	109°08.688'E	18°17.107'N	海水水质
13	13	109°08.767'E	18°14.268'N	海水水质、海洋沉积物、海洋生态、渔业资源
14	14	109°07.922'E	18°11.235'N	海水水质
15	15	109°08.557'E	18°07.850'N	海水水质、海洋沉积物、海洋生态、渔业资源
16	16	109°14.581'E	18°16.847'N	海水水质、海洋沉积物、海洋生态、渔业资源
17	17	109°13.925'E	18°14.719'N	海水水质
18	18	109°14.572'E	18°11.030'N	海水水质、海洋沉积物、海洋生态、渔业资源
19	19	109°14.684'E	18°07.998'N	海水水质
20	20	109°19.092'E	18°15.716'N	海水水质、海洋沉积物、海洋生态、渔业资源
21	21	109°18.778'E	18°13.398'N	海水水质
22	22	109°20.805'E	18°16.657'N	海水水质
23	23	109°20.773'E	18°15.502'N	海水水质、海洋沉积物、海洋生态、渔业资源
24	24	109°20.583'E	18°11.442'N	海水水质
25	25	109°20.610'E	18°08.061'N	海水水质、海洋沉积物、海洋生态、渔业资源
26	26	109°26.091'E	18°16.167'N	海水水质
27	27	109°26.160'E	18°14.542'N	海水水质
28	28	109°25.905'E	18°11.410'N	海水水质、海洋沉积物、海洋生态、渔业资源
29	29	109°26.043'E	18°08.100'N	海水水质、海洋沉积物、海洋生态、渔业资源
30	I	108°59'18.97"	18°22'1.03"	潮间带
31	II	109°04'14.18"	18°22'11.48"	潮间带
32	III	109°08'55.96"	18°19'7.52"	潮间带
33	IV	109°14'53.26"	18°17'54.46"	潮间带
34	V	109°22'7.67"	18°17'21.00"	潮间带
35	VI	109°24'23.8"	18°17'23.57"	潮间带

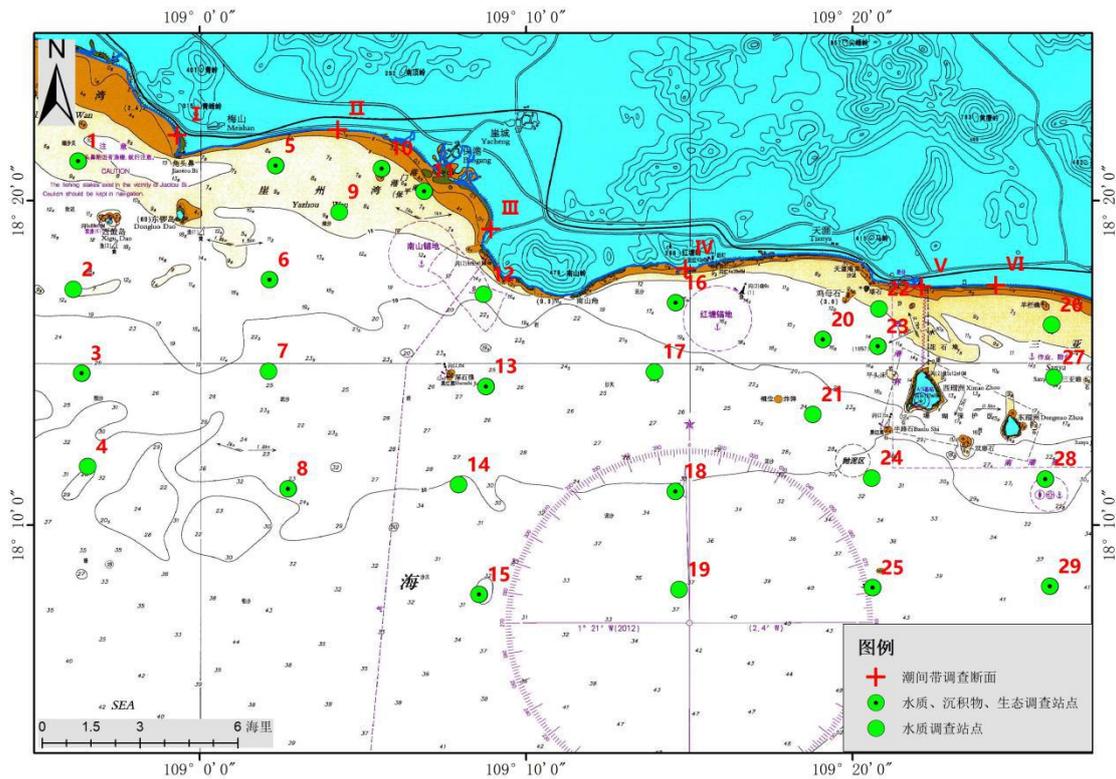


图 6.3.1-1 水质、沉积物、海洋生态和渔业资源调查站位图

6.3.2 调查项目、分析方法

水质调查要素包括：水温、透明度、盐度、溶解氧(DO)、pH、硝酸盐氮(NO_3^- -N)、氨氮(NH_3 -N)、亚硝酸盐氮(NO_2^- -N)、活性磷酸盐(PO_4^{3-} -P)、悬浮物、化学需氧量(COD)、石油类、硫化物、铜、铅、锌、镉、总铬、汞、砷共 21 项。

各调查项目采样、分析方法和技术要求按照《海洋调查规范》(GB12763-2007)和《海洋监测规范》(GB17378-2007)的要求进行。分析方法见表 6.3.2-1。

表 6.3.2-1 水质分析方法

检测项目	分析方法	检测标准(方法)名称
水温	表层温度计法	《海洋监测规范第 4 部分海水分析》(GB 17378.4-2007)
pH	pH 计法	
透明度	透明度盘法	
盐度	盐度计法	
溶解氧	碘量法	
化学需氧量	碱性高锰酸钾法	
氨氮	靛酚蓝分光光度法	
亚硝酸盐氮	萘乙二胺分光光度法	
硝酸盐氮	镉柱还原法	
活性磷酸盐	磷钼蓝比色法	

石油类	紫外分光光度法	
悬浮物	重量法	
铜	无火焰原子吸收分光光度法	
铅	无火焰原子吸收分光光度法	
镉	无火焰原子吸收分光光度法	
锌	火焰原子吸收分光光度法	
总铬	无火焰原子吸收分光光度法	
汞	原子荧光法	
砷	原子荧光法	

6.3.3 水质评价标准和方法

(1) 评价标准

根据《海南省海洋功能区划（2011-2020年）》的海洋环境保护目标管理要求可知（表 6.3.3-1），本项目的 1、2、3、4、5、7、8、14、15、18、19、24、25、29 号站执行一类海水水质标准；6、9、10、11、12、13、16、20、21、22、23、26、27 号站执行二类海水水质标准；17、28 号站执行三类海水水质标准。

表 6.3.3-1 调查海域海洋功能区划海洋环境保护要求

序号	站号	所属功能区名称	代码	环境保护要求
1	1	东锣西鼓-龙栖湾旅游休闲娱乐区	A5-35	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。
2	2、7、14、18、24	海南岛西南部保留区	B8-04	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。
3	3、4、8、15、19、25、29	海南岛近海农渔业区	B1-07	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。
4	5	崖州湾保留区	A8-08	水质标准、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。
5	6、9、10、11	崖州湾农渔业区	A1-17	渔港港区执行不劣于三类海水水质标准，二类海洋沉积物质量标准，二类海洋生物质量标准；其它海域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。
6	12、16	南山旅游休闲娱乐区	A5-33	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。
7	13	南山-红塘湾农渔业区	B1-06	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。
8	17	红塘湾工业与城镇用海区	B3-01	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。

9	20、21、23	三亚湾农渔业区	B1-05	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。
10	22	天涯海角旅游休闲娱乐区	A5-32	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。
11	26、27	三亚湾旅游休闲娱乐区	A5-31	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。
12	28	三亚珊瑚礁海洋保护区(东西瑁洲片区)	A2-09	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。

(2) 评价方法

各水质参数的监测值直接对照《海水水质标准》(GB3097-1997)，采用《环境影响评价导则》(HJ/T2.3-93)所推荐的单项水质参数法进行评价。

①单项水质参数*i*在第*j*点的标准指数

$$S_{i,j} = C_{i,j} / C_{s,i}$$

式中： $S_{i,j}$ ——*i* 污染物在 *j* 点的污染指数；

$C_{i,j}$ ——*i* 污染物在 *j* 点的实测浓度，*mg/L*；

$C_{s,j}$ ——*i* 污染物的评价标准，*mg/L*；

②DO 的标准指数为：

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

$$S_{DO,j} = 10 - 9 \frac{DO_j}{DO_s} \quad DO_f \leq DO_s$$

$$DO_f = 468 / (31.6 + T)$$

式中： DO_s —溶解氧的水质标准，*mg/L*；

DO_j —*j* 点的溶解氧，*mg/L*；

DO_f —饱和溶解氧浓度，*mg/L*；

③pH 的标准指数为：

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

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

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

pH_j —pH 值实测统计代表值；

pH_{su} —评价标准中 pH 值上限值；

pH_{sd} —评价标准中 pH 值下限值；

水质参数的标准指数 > 1 ，表明该水质参数超过了规定的水质标准。

表 6.3.3-2 水质评价标准值

评价因子	评价标准值 (第一类)	评价标准值 (第二类)	评价标准值 (第三类)	评价标准值 (第四类)	引用标准
pH	7.8~8.5		6.8~8.8		海水水质标准 (GB3097-1997)
DO	>6mg/L	>5mg/L	>4mg/L	>3mg/L	
COD	≤2mg/L	≤3mg/L	≤4mg/L	≤5mg/L	
PO ₄ ³⁻ -P	≤0.015mg/L	≤0.030mg/L		≤0.045mg/L	
无机氮	≤0.20mg/L	≤0.30mg/L	≤0.40mg/L	≤0.50mg/L	
硫化物	≤20μg/L	≤50μg/L	≤100μg/L	≤250μg/L	
锌	≤20μg/L	≤50μg/L	≤100μg/L	≤500μg/L	
镉	≤1μg/L	≤5μg/L	≤10μg/L		
铅	≤1μg/L	≤5μg/L	≤10μg/L	≤50μg/L	
铜	≤5μg/L	≤10μg/L	≤50μg/L		
总铬	≤50μg/L	≤100μg/L	≤200μg/L	≤500μg/L	
石油类	≤0.05mg/L		≤0.30mg/L	≤0.50mg/L	
汞	≤0.05μg/L	≤0.2μg/L		≤0.5μg/L	
砷	≤20μg/L	≤30μg/L	≤50μg/L		
悬浮物					

6.3.4 调查结果与评价

海水水质各要素监测结果和统计结果列于表 6.3.4-1。各水质各评价因子的单项标准指数计算和统计结果及超标率列见表 6.3.4-2。

调查海域的 pH 值、化学需氧量、活性磷酸盐、溶解氧、无机氮、铜、锌、铅、镉、总铬、汞、砷含量均符合海洋功能区划要求的相应海水水质标准要求。石油类含量个别站点存在超标样品。

海水石油类含量的 1、18、12、20、26 号站表层样品轻微超标，超标倍数为分别为 1.160、1.660、1.140、1.540、1.200，超标率为 17.2%。其余站位样品均符合所处海洋功能区划的水质标准要求。经分析，样品超标可能是过往船只排污导致的偶然性超标现象。

表 6.3.4-1 水质要素分析结果统计

序号	站号	采样层次	水温	水色	透明度	水深	盐度	pH	DO	COD	NO ₃ ⁻ -N	NO ₂ ⁻ -N	NH ₃ -N	无机氮
			(°C)	(号)	(m)	(m)			(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	DIN
1	1	表	31.0	8	2.2	6.5	33.767	8.18	6.31	1.33	0.0140	0.0006	0.0116	0.0261
2	2	表	30.9	8	2.1	18.0	33.571	8.13	6.67	1.17	0.0252	0.0003	0.0112	0.0366
3		底					33.552	8.15	6.41	0.56	0.0252	ND	0.0109	0.0361
4	3	表	30.6	7	2.7	24.1	33.665	8.15	6.44	1.58	0.0136	ND	0.0126	0.0262
5		底					33.674	8.15	6.58	1.43	0.0257	0.0005	0.0169	0.0431
6	4	表	30.6	7	2.7	32.0	33.759	8.16	6.52	1.20	0.0077	0.0006	0.0121	0.0204
7		中					33.723	8.15	6.51	1.30	0.0424	0.0005	0.0125	0.0553
8		底					33.741	8.15	6.37	0.51	0.0174	ND	0.0100	0.0274
9	5	表	29.3	11	1.2	6.5	33.344	8.16	6.07	0.71	0.0097	0.0007	0.0526	0.0630
10	6	表	29.2	9	1.7	14.0	33.478	8.18	6.11	1.13	0.0085	ND	0.0492	0.0085
11		底					33.468	8.17	6.07	1.62	0.0104	ND	0.0513	0.0104
12	7	表	29.1	9	2.0	20.0	33.559	8.18	6.33	0.19	0.0410	ND	0.0623	0.1033
13		底					33.525	8.18	6.10	0.57	0.0170	ND	0.0516	0.0686
14	8	表	30.2	7	2.7	30.7	33.850	8.13	6.31	1.62	0.0242	ND	0.0100	0.0342
15		中					33.858	8.13	6.04	1.53	0.0157	ND	0.0123	0.0280
16		底					33.841	8.13	6.18	0.82	0.0135	ND	0.0115	0.0250
17	9	表	29.3	10	1.6	7.4	33.383	8.17	6.11	0.34	0.0099	0.0011	0.0604	0.0714
18	10	表	30.1	11	1.3	4.2	33.336	8.17	6.17	0.69	0.0139	0.0018	0.0521	0.0678
19	11	表	30.2	11	1.3	4.0	32.967	8.17	6.32	0.31	0.0364	0.0034	0.0610	0.1007
20	12	表	28.9	10	1.5	15.5	33.473	8.17	6.10	1.56	0.0061	0.0005	0.0562	0.0627
21		底					33.448	8.17	6.13	0.90	0.0054	ND	0.0654	0.0708
22	13	表	28.6	9	2.1	23.8	33.570	8.17	6.05	0.84	0.0089	ND	0.0596	0.0685
23		底					33.563	8.18	6.04	0.92	0.0069	ND	0.0552	0.0069
24	14	表	30.5	7	2.8	29.1	33.494	8.15	6.30	0.74	0.0249	0.0005	0.0114	0.0254
25		中					33.651	8.13	6.06	0.94	0.0124	ND	0.0117	0.0124
26		底					33.694	8.14	6.07	0.50	0.0132	ND	0.0110	0.0132

序号	站号	采样层次	水温	水色	透明度	水深	盐度	pH	DO	COD	NO ₃ ⁻ -N	NO ₂ ⁻ -N	NH ₃ -N	无机氮
			(°C)	(号)	(m)	(m)			(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	DIN
27	15	表	30.9	6	3.5	27.3	33.748	8.13	6.13	1.65	0.0240	ND	0.0150	0.0390
28		中					33.886	8.13	6.09	1.95	0.0102	0.0005	0.0114	0.0221
29		底					33.835	8.13	6.22	1.38	0.0116	ND	0.0118	0.0234
30	16	表	31.0	8	2.3	14.1	33.519	8.13	6.24	1.10	0.0294	0.0004	0.0139	0.0437
31		底					33.481	8.18	6.16	1.38	0.0184	ND	0.0129	0.0313
32	17	表	30.0	7	2.7	20.7	33.494	8.16	6.16	1.52	0.0515	0.0005	0.0135	0.0655
33		底					33.513	8.16	6.35	1.01	0.0174	ND	0.0104	0.0278
34	18	表	30.2	7	2.8	29.0	33.699	8.17	6.10	0.94	0.0206	ND	0.0102	0.0308
35		中					33.705	8.14	6.12	0.82	0.0161	ND	0.0103	0.0264
36		底					33.682	8.17	6.04	0.66	0.0159	ND	0.0113	0.0272
37	19	表	30.3	7	3.1	34.0	33.816	8.16	6.24	1.36	0.0163	ND	0.0142	0.0305
38		中					33.725	8.16	6.23	1.21	0.0091	ND	0.0107	0.0198
39		底					33.709	8.16	6.14	0.93	0.0166	0.0003	0.0113	0.0282
40	20	表	31.2	8	2.2	14.0	33.539	8.16	6.19	0.96	0.0212	ND	0.0123	0.0335
41		底					33.583	8.14	6.04	0.81	0.0303	ND	0.0453	0.0756
42	21	表	31.3	7	2.5	24.0	33.696	8.15	6.35	0.83	0.0170	ND	0.0120	0.0290
43		底					33.708	8.13	6.33	0.80	0.0135	ND	0.0104	0.0239
44	22	表	31.2	8	2.3	8.5	33.454	8.16	6.11	1.37	0.0146	ND	0.0122	0.0268
45	23	表	31.1	8	2.4	11.0	33.508	8.16	6.06	1.15	0.0217	0.0007	0.0101	0.0325
46		底					33.525	8.14	6.11	1.45	0.0156	0.0007	0.0176	0.0339
47	24	表	31.1	7	2.6	27.0	33.741	8.16	6.03	1.42	0.0301	0.0003	0.0109	0.0413
48		中					33.744	8.16	6.02	1.45	0.0260	ND	0.0116	0.0376
49		底					33.807	8.14	6.10	0.83	0.0155	ND	0.0115	0.0270
50	25	表	29.7	6	3.6	36.0	33.891	8.17	6.01	1.42	0.0199	0.0005	0.0124	0.0328
51		中					33.966	8.16	6.02	1.38	0.0194	ND	0.0136	0.0330
52		底					33.842	8.17	6.03	0.66	0.0174	ND	0.0105	0.0279
53	26	表	32.1	8	2.1	6.6	33.497	8.12	6.03	1.74	0.0286	0.0005	0.0116	0.0407

序号	站号	采样层次	水温	水色	透明度	水深	盐度	pH	DO	COD	NO ₃ ⁻ -N	NO ₂ ⁻ -N	NH ₃ -N	无机氮
			(°C)	(号)	(m)	(m)			(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	DIN
54	27	表	31.6	8	2.2	11.0	33.635	8.11	6.18	1.38	0.0028	ND	0.0111	0.0139
55		底					33.584	8.14	6.02	1.13	0.0121	0.0003	0.0088	0.0213
56	28	表	31.8	7	3.0	24.2	33.831	8.13	6.10	0.96	0.0450	0.0004	0.0099	0.0553
57		底					33.718	8.15	6.17	0.79	0.0334	0.0003	0.0101	0.0438
58	29	表	31.7	6	3.5	36.1	33.857	8.12	6.05	0.55	0.0220	ND	0.0122	0.0342
59		中					33.820	8.13	6.10	0.53	0.0175	ND	0.0112	0.0287
60		底					33.913	8.12	6.04	0.49	0.0163	ND	0.0113	0.0276
全海区		最小值	28.6	6	1.2	4.0	32.967	8.11	6.01	0.19	0.0028	ND	ND	0.0069
		最大值	32.1	11	3.6	36.1	33.966	8.18	6.67	1.95	0.0515	0.0034	0.0654	0.1033
		平均值	30.5	8	2.4	19.3	33.644	8.15	6.18	1.05	0.0191	0.0003	0.0181	0.0375
		检出率(%)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	38.3	90.0
表层		最小值	--	--	--	--	32.967	8.11	6.01	0.19	0.0028	ND	ND	0.0085
		最大值	--	--	--	--	33.891	8.18	6.67	1.74	0.0515	0.0034	0.0623	0.1033
		平均值	--	--	--	--	33.591	8.15	6.20	1.10	0.0210	0.0004	0.0222	0.0436
		检出率(%)	--	--	--	--	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	55.2	93.1
中层		最小值	--	--	--	--	33.651	8.13	6.02	0.53	0.0091	ND	ND	0.0124
		最大值	--	--	--	--	33.966	8.16	6.51	1.95	0.0424	0.0005	0.0136	0.0553
		平均值	--	--	--	--	33.786	8.14	6.13	1.23	0.0188	0.0001	0.0104	0.0293
		检出率(%)	--	--	--	--	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	22.2	88.9
底层		最小值	--	--	--	--	33.448	8.12	6.02	0.49	0.0054	ND	ND	0.0069
		最大值	--	--	--	--	33.913	8.18	6.58	1.62	0.0334	0.0007	0.0654	0.0756
		平均值	--	--	--	--	33.655	8.15	6.17	0.92	0.0168	0.0001	0.0159	0.0327
		检出率(%)	--	--	--	--	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	22.7	86.4

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

表 6.3.4-1 水质要素分析结果统计（续表）

序号	站号	采样层次	PO ₄ ³⁻ -P	悬浮物	石油类	铜	铅	镉	锌	总铬	汞	砷
			(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(µg/L)						
1	1	表	ND	11.3	0.058	0.50	0.14	0.42	15.19	1.06	0.010	0.58
2	2	表	ND	12.5	0.035	0.29	0.35	0.45	15.19	1.43	0.016	0.56
3		底	0.0048	21.2	--	0.23	0.23	0.30	17.12	1.92	0.026	0.55
4	3	表	0.0006	15.9	0.037	0.23	0.31	0.25	7.12	1.43	0.026	0.56
5		底	0.0012	8.8	--	ND	0.10	0.30	7.50	2.52	0.007	0.73
6	4	表	0.0003	8.3	0.028	0.23	0.35	0.26	5.58	1.31	0.019	0.65
7		中	0.0009	5.3	--	0.23	0.39	0.33	4.42	8.62	0.032	0.60
8		底	0.0020	12.8	--	ND	0.14	0.21	3.65	1.79	0.021	0.57
9	5	表	0.0009	17.3	0.026	0.29	0.31	0.40	5.58	0.70	ND	0.71
10	6	表	ND	9.4	0.036	0.34	0.29	0.62	6.54	1.12	ND	0.58
11		底	ND	11.2	--	0.42	0.27	0.35	6.73	1.12	ND	0.60
12	7	表	ND	5.0	0.022	0.39	0.10	0.43	11.73	0.70	ND	ND
13		底	ND	8.0	--	ND	0.35	0.31	7.12	2.16	ND	ND
14	8	表	ND	6.8	0.027	ND	0.14	0.58	7.12	0.94	ND	ND
15		中	ND	5.4	--	ND	ND	0.33	13.65	0.82	ND	ND
16		底	ND	6.0	--	ND	0.14	0.30	10.58	1.55	ND	ND
17	9	表	ND	11.8	0.024	0.44	0.18	0.61	7.89	1.06	ND	ND
18	10	表	ND	17.9	0.040	0.52	0.14	0.91	10.77	1.61	ND	0.56
19	11	表	ND	19.9	0.030	0.29	0.06	0.50	9.81	1.31	ND	0.61
20	12	表	ND	11.2	0.057	0.44	0.44	0.34	6.35	1.67	ND	ND
21		底	ND	9.4	--	0.34	0.48	0.31	4.81	1.31	ND	0.51
22	13	表	ND	7.4	0.026	0.52	0.31	0.31	14.23	1.49	0.019	0.56
23		底	ND	11.7	--	ND	0.29	0.38	12.50	1.37	0.008	0.52

三亚市崖州湾农渔业区深水网箱养殖用海整体海洋环境影响报告书

序号	站号	采样层次	PO ₄ ³⁻ -P	悬浮物	石油类	铜	铅	镉	锌	总铬	汞	砷
			(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(μg/L)						
24	14	表	ND	8.7	0.014	0.23	0.18	0.52	12.31	0.76	0.008	0.52
25		中	ND	7.1	--	0.29	0.41	0.32	15.19	0.88	0.013	0.58
26		底	ND	6.3	--	ND	0.41	0.34	10.96	1.43	ND	ND
27	15	表	ND	4.6	0.026	0.23	0.35	0.36	14.04	1.06	ND	ND
28		中	ND	4.9	--	0.23	0.31	0.36	10.96	1.18	ND	ND
29		底	ND	6.2	--	0.29	0.35	0.28	14.81	0.94	ND	0.53
30	16	表	0.0020	8.6	0.016	0.29	0.27	0.34	12.89	1.55	0.007	0.54
31		底	ND	5.2	--	0.29	0.27	0.36	10.96	1.92	0.020	0.61
32	17	表	ND	7.5	0.018	ND	0.35	0.28	7.12	2.04	ND	0.60
33		底	ND	7.3	--	0.34	0.44	0.34	9.81	1.79	0.008	0.52
34	18	表	ND	6.8	0.083	ND	0.31	0.48	10.58	1.18	ND	ND
35		中	ND	6.3	--	0.29	0.27	0.33	5.96	2.16	0.011	ND
36		底	ND	6.4	--	0.50	0.27	0.32	7.12	4.23	ND	ND
37	19	表	0.0006	11.4	0.044	0.29	0.98	0.37	15.19	1.92	ND	ND
38		中	0.0009	7.8	--	0.34	0.23	0.30	7.12	2.04	ND	0.56
39		底	ND	5.6	--	0.23	0.31	0.32	7.12	3.01	ND	0.53
40	20	表	ND	8.6	0.077	0.23	0.27	0.30	4.81	10.45	ND	0.50
41		底	ND	3.1	--	0.55	0.48	0.33	4.81	2.16	ND	0.54
42	21	表	ND	4.2	0.023	0.39	0.52	0.54	5.19	2.16	ND	0.50
43		底	ND	6.6	--	0.23	0.39	0.31	7.89	1.67	ND	0.57
44	22	表	ND	8.6	0.043	0.23	0.18	0.51	9.81	1.67	ND	0.54
45	23	表	ND	11.3	0.020	ND	0.23	0.33	10.58	1.43	ND	ND
46		底	ND	8.3	--	ND	0.27	0.32	5.00	1.85	ND	0.56
47	24	表	ND	6.5	0.024	ND	0.31	0.29	14.42	1.18	0.036	ND

三亚市崖州湾农渔业区深水网箱养殖用海整体海洋环境影响报告书

序号	站号	采样层次	PO ₄ ³⁻ -P	悬浮物	石油类	铜	铅	镉	锌	总铬	汞	砷
			(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(µg/L)						
48		中	ND	9.5	--	0.23	0.27	0.37	6.35	1.31	0.047	0.51
49		底	ND	7.9	--	ND	0.27	0.32	7.12	0.82	ND	0.55
50	25	表	0.0009	4.2	0.024	0.29	0.44	0.31	5.58	6.55	0.016	0.51
51		中	0.0012	5.5	--	ND	0.23	0.31	6.35	0.94	0.028	0.63
52		底	ND	6.5	--	0.34	0.31	0.33	10.19	1.92	ND	0.59
53	26	表	0.0023	7.2	0.060	0.23	0.23	0.30	10.96	4.72	0.017	0.56
54	27	表	0.0020	7.4	0.043	ND	0.60	0.40	5.96	2.16	0.024	0.54
55		底	0.0012	9.9	--	ND	0.39	0.27	13.65	0.82	0.021	0.53
56	28	表	0.0009	4.2	0.052	0.39	0.66	0.27	11.15	1.24	0.018	0.54
57		底	0.0015	7.9	--	ND	0.77	0.25	5.77	1.24	0.022	0.51
58	29	表	0.0009	6.6	0.046	0.34	0.85	0.30	5.58	1.43	0.017	ND
59		中	0.0009	3.1	--	0.44	0.52	0.26	5.58	1.43	ND	ND
60		底	0.0006	3.6	--	ND	0.23	0.22	5.96	0.94	0.014	ND
全海区		最小值	ND	3.1	0.014	ND	ND	0.21	3.65	0.70	ND	ND
		最大值	0.0048	21.2	0.083	0.55	0.98	0.91	17.12	10.45	0.047	0.73
		平均值	0.0004	8.4	0.037	0.22	0.33	0.36	9.10	1.92	0.008	0.39
		检出率(%)	33.3	100.0	100.0	68.3	98.3	100.0	100.0	100.0	45.0	68.3
表层		最小值	ND	4.2	--	ND	0.06	0.25	4.81	0.70	ND	ND
		最大值	0.0023	19.9	--	0.52	0.98	0.91	15.19	10.45	0.036	0.71
		平均值	0.0004	9.3	--	0.26	0.34	0.41	9.63	1.98	0.008	0.37
		检出率(%)	34.5	100.0	--	79.3	100.0	100.0	100.0	100.0	44.8	65.5
中层		最小值	ND	3.1	--	ND	ND	0.26	4.42	0.82	ND	ND
		最大值	0.0012	9.5	--	0.44	0.52	0.37	15.19	8.62	0.047	0.63
		平均值	0.0004	6.1	--	0.23	0.29	0.32	8.40	2.15	0.015	0.32

三亚市崖州湾农渔业区深水网箱养殖用海整体海洋环境影响报告书

序号	站号	采样层次	PO ₄ ³⁻ -P	悬浮物	石油类	铜	铅	镉	锌	总铬	汞	砷
			(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(μg/L)						
		检出率(%)	44.4	100.0	--	77.8	88.9	100.0	100.0	100.0	55.6	55.6
底层		最小值	ND	3.1	--	ND	0.10	0.21	3.65	0.82	ND	ND
		最大值	0.0048	21.2	--	0.55	0.77	0.38	17.12	4.23	0.026	0.73
		平均值	0.0005	8.2	--	0.17	0.32	0.31	8.69	1.75	0.007	0.43
		检出率(%)	27.3	100.0	--	50.0	100.0	100.0	100.0	100.0	40.9	77.3

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

表 6.3.4-2 水质标准指数

序号	站号	采样层次	pH	DO	COD	无机氮	PO ₄ ³⁻⁻ P	石油类	铜	铅	镉	锌	总铬	汞	砷	评价标准
				(mg/L)	(mg/L)	DIN	(mg/L)	(mg/L)	(µg/L)							
1	1	表	0.787	0.790	0.666	0.131	0.010	1.160	0.099	0.142	0.420	0.760	0.021	0.196	0.029	一类
2	2	表	0.753	0.548	0.584	0.183	0.010	0.700	0.057	0.351	0.446	0.760	0.029	0.327	0.028	
3		底	0.767	0.723	0.278	0.181	0.322	--	0.047	0.226	0.296	0.856	0.038	0.523	0.028	
4	3	表	0.767	0.710	0.792	0.131	0.041	0.740	0.047	0.310	0.250	0.356	0.029	0.523	0.028	
5		底	0.767	0.620	0.713	0.216	0.079	--	0.020	0.100	0.301	0.375	0.050	0.131	0.036	
6	4	表	0.773	0.660	0.600	0.102	0.022	0.560	0.047	0.351	0.264	0.279	0.026	0.371	0.032	
7		中	0.767	0.666	0.651	0.277	0.060	--	0.047	0.393	0.330	0.221	0.172	0.632	0.030	
8		底	0.767	0.759	0.255	0.137	0.135	--	0.020	0.142	0.212	0.183	0.036	0.414	0.029	
9	5	表	0.773	0.958	0.355	0.315	0.060	0.520	0.057	0.310	0.399	0.279	0.014	0.035	0.036	
10	7	表	0.787	0.809	0.094	0.517	0.010	0.440	0.078	0.100	0.428	0.587	0.014	0.035	0.013	
11		底	0.787	0.940	0.286	0.343	0.010	--	0.020	0.351	0.310	0.356	0.043	0.035	0.013	
12	8	表	0.753	0.800	0.811	0.171	0.010	0.540	0.020	0.142	0.584	0.356	0.019	0.035	0.013	
13		中	0.753	0.973	0.764	0.140	0.010	--	0.020	0.015	0.327	0.683	0.016	0.035	0.013	
14		底	0.753	0.883	0.412	0.125	0.010		0.020	0.142	0.301	0.529	0.031	0.035	0.013	
15	14	表	0.767	0.802	0.370	0.127	0.010	0.280	0.046	0.180	0.520	0.616	0.015	0.160	0.026	
16		中	0.753	0.959	0.470	0.062	0.010	--	0.058	0.410	0.320	0.760	0.018	0.260	0.029	
17		底	0.760	0.954	0.250	0.066	0.010		0.020	0.410	0.340	0.548	0.029	0.035	0.013	
18	15	表	0.753	0.911	0.823	0.195	0.010	0.520	0.047	0.351	0.362	0.702	0.021	0.035	0.013	
19		中	0.753	0.939	0.976	0.111	0.010	--	0.047	0.310	0.356	0.548	0.024	0.035	0.013	
20		底	0.753	0.853	0.690	0.117	0.010		0.057	0.351	0.276	0.740	0.019	0.035	0.026	
21	18	表	0.780	0.937	0.470	0.154	0.010	1.660	0.020	0.310	0.480	0.529	0.024	0.035	0.013	
22		中	0.760	0.922	0.408	0.132	0.010	--	0.057	0.268	0.327	0.298	0.043	0.218	0.013	
23		底	0.780	0.976	0.329	0.136	0.010		0.099	0.268	0.319	0.356	0.085	0.035	0.013	

三亚市崖州湾农渔业区深水网箱养殖用海整体海洋环境影响报告书

序号	站号	采样层次	pH	DO	COD	无机氮	PO ₄ ³⁻⁻ P	石油类	铜	铅	镉	锌	总铬	汞	砷	评价标准
				(mg/L)	(mg/L)	DIN	(mg/L)	(mg/L)	(µg/L)							
24	19	表	0.773	0.849	0.682	0.153	0.041	0.880	0.057	0.979	0.371	0.760	0.038	0.035	0.013	二类
25		中	0.773	0.852	0.604	0.099	0.060	--	0.068	0.226	0.296	0.356	0.041	0.035	0.028	
26		底	0.773	0.911	0.463	0.141	0.010		0.047	0.310	0.316	0.356	0.060	0.035	0.026	
27	24	表	0.773	0.976	0.710	0.206	0.010	0.480	0.020	0.310	0.293	0.721	0.024	0.719	0.013	
28		中	0.773	0.983	0.725	0.188	0.010	--	0.046	0.268	0.365	0.317	0.026	0.937	0.026	
29		底	0.760	0.934	0.416	0.135	0.010		0.020	0.268	0.324	0.356	0.016	0.035	0.028	
30	25	表	0.780	0.995	0.710	0.164	0.060	0.480	0.057	0.435	0.313	0.279	0.131	0.327	0.025	
31		中	0.773	0.989	0.690	0.165	0.080	--	0.020	0.226	0.307	0.317	0.019	0.567	0.032	
32		底	0.780	0.980	0.329	0.139	0.010		0.068	0.310	0.333	0.510	0.038	0.035	0.030	
33	29	表	0.747	0.968	0.274	0.171	0.060	0.920	0.068	0.854	0.304	0.279	0.029	0.349	0.013	
34		中	0.753	0.932	0.267	0.144	0.060	--	0.089	0.519	0.264	0.279	0.029	0.035	0.013	
35		底	0.747	0.970	0.247	0.138	0.041		0.020	0.226	0.215	0.298	0.019	0.283	0.013	
36	6	表	0.787	0.588	0.377	0.028	0.005	0.720	0.034	0.058	0.124	0.131	0.011	0.009	0.019	
37		底	0.780	0.603	0.540	0.035	0.005	--	0.042	0.054	0.070	0.135	0.011	0.009	0.020	
38	9	表	0.780	0.587	0.113	0.238	0.005	0.480	0.044	0.037	0.122	0.158	0.011	0.009	0.008	
39	10	表	0.780	0.547	0.230	0.226	0.005	0.800	0.052	0.028	0.182	0.215	0.016	0.009	0.019	
40	11	表	0.780	0.486	0.105	0.336	0.005	0.600	0.029	0.012	0.099	0.196	0.013	0.009	0.020	
41	12	表	0.780	0.597	0.520	0.209	0.005	1.140	0.044	0.087	0.068	0.127	0.017	0.009	0.008	
42		底	0.780	0.587	0.301	0.236	0.005	--	0.034	0.095	0.061	0.096	0.013	0.009	0.017	
43	13	表	0.780	0.622	0.280	0.228	0.005	0.520	0.052	0.062	0.062	0.285	0.015	0.095	0.019	
44		底	0.787	0.625	0.307	0.023	0.005	--	0.010	0.058	0.076	0.250	0.014	0.040	0.017	
45	16	表	0.753	0.500	0.366	0.146	0.067	0.320	0.029	0.054	0.068	0.258	0.015	0.033	0.018	
46		底	0.787	0.532	0.460	0.104	0.005	--	0.029	0.054	0.072	0.219	0.019	0.098	0.020	
47	20	表	0.773	0.516	0.319	0.112	0.005	1.540	0.023	0.054	0.061	0.096	0.105	0.009	0.017	

三亚市崖州湾农渔业区深水网箱养殖用海整体海洋环境影响报告书

序号	站号	采样层次	pH	DO	COD	无机氮	PO ₄ ³⁻⁻ P	石油类	铜	铅	镉	锌	总铬	汞	砷	评价标准	
				(mg/L)	(mg/L)	DIN	(mg/L)	(mg/L)	(µg/L)								
48		底	0.760	0.574	0.269	0.252	0.005	--	0.055	0.095	0.066	0.096	0.022	0.009	0.018		
49	21	表	0.767	0.449	0.277	0.097	0.005	0.460	0.039	0.104	0.108	0.104	0.022	0.009	0.017		
50		底	0.753	0.454	0.267	0.080	0.005	--	0.023	0.079	0.062	0.158	0.017	0.009	0.019		
51	22	表	0.773	0.548	0.457	0.089	0.005	0.860	0.023	0.037	0.101	0.196	0.017	0.009	0.018		
52	23	表	0.773	0.568	0.383	0.108	0.005	0.400	0.010	0.046	0.066	0.212	0.014	0.009	0.008		
53		底	0.760	0.549	0.483	0.113	0.005	--	0.010	0.054	0.064	0.100	0.019	0.009	0.019		
54	26	表	0.747	0.561	0.580	0.136	0.077	1.200	0.023	0.045	0.059	0.219	0.047	0.087	0.019		
55	27	表	0.740	0.510	0.460	0.046	0.067	0.860	0.010	0.121	0.079	0.119	0.022	0.120	0.018		
56		底	0.760	0.577	0.376	0.071	0.039	--	0.010	0.079	0.055	0.273	0.008	0.104	0.018		
57	17	表	0.644	0.401	0.380	0.164	0.005	0.060	0.002	0.035	0.028	0.071	0.010	0.009	0.012		三类
58		底	0.644	0.347	0.253	0.070	0.005	--	0.007	0.044	0.034	0.098	0.009	0.038	0.010		
59	28	表	0.628	0.379	0.240	0.138	0.030	0.173	0.008	0.066	0.027	0.112	0.006	0.090	0.011		
60		底	0.639	0.358	0.198	0.109	0.050	--	0.002	0.077	0.025	0.058	0.006	0.110	0.010		
最小值			0.628	0.347	0.094	0.023	0.005	0.060	0.002	0.012	0.025	0.058	0.006	0.009	0.008		--
最大值			0.787	0.995	0.976	0.517	0.322	1.660	0.099	0.979	0.584	0.856	0.172	0.937	0.036	--	
平均值			0.759	0.725	0.445	0.155	0.029	0.690	0.038	0.207	0.228	0.341	0.029	0.142	0.019	--	
超标率(%)			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	--	

注：“--”表示不参与评价

检出率大于等于 1/2 的，未检出样品按照检出限的 1/2 来计算，

检出率小于 1/2 的，未检出样品按照检出限的 1/4 来计算

6.4 海洋沉积物环境质量现状调查与评价

6.4.1 站位布设

受三亚市农业农村局的委托，海南正永生态工程技术有限公司于 021 年 9 月 14 日至 9 月 17 日在三亚湾及崖州湾附近海域开展海洋环境现状调查，其中布设海洋沉积物调查站位 16 个。调查站位见表 6.3.1-1 和图 6.3.1-1。

6.4.2 调查项目与分析方法

调查项目：石油类、有机碳、硫化物、铜、铅、锌、镉、铬、总汞、砷等 10 项。

各调查项目的采样、分析方法和技术要求按《海洋监测规范》和《海洋调查规范》的规定进行。按照表 6.4.2-1 的方法进行分析。

表 6.4.2-1 沉积物项目分析方法

调查内容	调查项目	分析方法	检测标准（方法）名称
海洋沉积物	硫化物	亚甲基蓝分光光度法	GB 17378.5 -2007（17.1）
	油类	紫外分光光度法	GB 17378.5 -2007（13.2）
	有机碳	重铬酸钾氧化-还原容量法	GB 17378.5 -2007（18.1）
	铜	无火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.5 -2007（6.1）
	铅	无火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.5 -2007（7.1）
	铬	无火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.5 -2007（10.1）
	镉	无火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.5 -2007（8.1）
	锌	火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.5 -2007（9）
	总汞	原子荧光法	GB 17378.5-2007（5.1）
	pH 值	电位法	GB 12763.8-2007（6.7.2）
	含水率	重量法	GB 17378.5-2007（19）

6.4.3 评价标准与评价方法

（1）评价标准

根据《海南省总体规划（空间类 2015-2030）》海洋功能区划专篇的沉积物管理要求及《海洋沉积物质量》（GB18668—2002）的沉积物分类规定，本项目的 1、3、5、6、8、10、11、13、15、16、18、20、23、25、29 号站执行一类沉积物质量标准；28 号站执行二类沉积物质量标准（见表 6.4.3-1）

表 6.4.3-1 调查海域海洋功能区划海洋环境保护要求

三亚市崖州湾农渔业区深水网箱养殖用海整体海洋环境影响报告书

序号	站号	所属功能区名称	代码	环境保护要求
1	1	东锣西鼓-龙栖湾旅游休闲娱乐区	A5-35	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。
3	3、8、15、25、29	海南岛近海农渔业区	B1-07	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
4	5	崖州湾保留区	A8-08	水质标准、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。
5	6、10、11	崖州湾农渔业区	A1-17	渔港港区执行不劣于三类海水水质标准，二类海洋沉积物质量标准，二类海洋生物质量标准；其它海域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。
7	13	南山-红塘湾农渔业区	B1-06	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。
6	16	南山旅游休闲娱乐区	A5-33	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。
2	18	海南岛西南部保留区	B8-04	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。
8	20、23	三亚湾农渔业区	B1-05	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。
9	28	三亚珊瑚礁海洋保护区(东西瑁洲片区)	A2-09	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。

(2) 评价方法

采用单因子标准指数法进行，公式如下：

$$I_i = C_i / S_i$$

式中： I_i — i 项评价因子的标准指数；

C_i — i 项评价因子的实测值；

S_i — i 项评价因子的评价标准值。

评价因子的标准指数 >1 ，则表明该项沉积物质量已超过了规定的标准。

表 6.4.3-2 沉积物质量标准

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

项目	第一类	第二类	第三类	引用标准
总汞 ($\times 10^{-6}$)	≤ 0.2	≤ 0.5	$\leq 1.$	
砷 ($\times 10^{-6}$)	≤ 20	≤ 65	≤ 93	
硫化物 ($\times 10^{-6}$)	≤ 300	≤ 500	≤ 600	

6.4.4 沉积物监测结果与评价

调查海域春季沉积物监测结果见表 6.4.4-1，评价结果见表 6.4.4-2。

调查结果表明，调查海域的表层沉积物中硫化物、石油类、有机碳、铜、铅、锌、镉、铬、砷、总汞均符合调查海域海洋功能区划的相关海洋沉积物质量标准。

表 6.4.4-1 沉积物分析结果

序号	站号	石油类 ($\times 10^{-6}$)	有机碳 (%)	硫化物 ($\times 10^{-6}$)	铜 ($\times 10^{-6}$)	铅 ($\times 10^{-6}$)	锌 ($\times 10^{-6}$)	镉 ($\times 10^{-6}$)	铬 ($\times 10^{-6}$)	总汞 ($\times 10^{-6}$)	砷 ($\times 10^{-6}$)
1	1	3.47	0.24	ND	2.49	14.81	27.39	ND	16.87	0.024	7.39
2	3	112.82	0.58	21.25	8.92	18.61	86.64	0.037	34.20	0.030	12.45
3	5	ND	0.31	0.53	2.10	14.79	37.28	ND	18.16	0.098	12.34
4	6	12.62	0.42	18.14	6.22	15.92	60.39	ND	29.25	0.022	7.59
5	8	11.47	0.57	2.09	8.84	26.63	86.32	ND	41.29	0.029	8.06
6	10	49.51	0.13	0.31	4.22	19.14	50.19	ND	19.87	0.026	7.13
7	11	82.85	0.37	18.26	7.60	26.40	71.30	0.080	28.21	0.022	8.11
8	13	105.29	0.45	7.75	6.84	24.58	80.88	ND	35.88	0.032	5.50
9	15	16.69	0.38	0.37	4.96	14.36	57.45	ND	15.91	0.037	8.56
10	16	40.16	0.26	10.27	6.10	25.40	57.15	0.056	28.40	0.028	7.27
11	18	11.69	0.52	16.22	12.40	33.50	98.95	0.124	47.74	0.036	7.79
12	20	30.67	0.82	1.21	4.27	29.48	69.53	ND	19.66	0.028	7.75
13	23	4.65	0.08	ND	ND	11.62	12.60	ND	14.19	0.019	18.28
14	25	9.23	0.57	7.60	11.02	30.78	104.55	0.045	40.34	0.043	8.11
15	28	31.11	0.66	7.62	10.03	29.60	111.42	ND	42.03	0.040	8.09
16	29	6.76	0.54	9.49	9.75	54.90	127.07	ND	43.69	0.038	9.17
最小值		ND	0.08	ND	2.10	11.62	12.60	ND	14.19	0.019	5.50
最大值		112.82	0.82	21.25	12.40	54.90	127.07	0.124	47.74	0.098	18.28
平均值		33.06	0.43	7.57	6.61	24.41	71.19	0.021	29.73	0.034	8.97
检出率 (%)		93.8	100.0	87.5	93.8	100.0	100.0	31.3	100.0	100.0	100.0

注：“ND”表示未检出。

表 6.4.4-2 沉积物单项分指数

序号	站号	石油类	有机碳	硫化物	铜	铅	锌	镉	铬	总汞	砷	评价标准
1	1	0.007	0.122	0.001	0.071	0.185	0.183	0.020	0.211	0.118	0.370	一类
2	3	0.226	0.292	0.071	0.255	0.233	0.578	0.073	0.427	0.149	0.622	
3	5	0.003	0.154	0.002	0.060	0.185	0.249	0.020	0.227	0.488	0.617	
4	8	0.023	0.285	0.007	0.253	0.333	0.575	0.020	0.516	0.147	0.403	
5	15	0.033	0.192	0.001	0.142	0.180	0.383	0.020	0.199	0.183	0.428	
6	18	0.023	0.262	0.054	0.354	0.419	0.660	0.249	0.597	0.181	0.389	
7	25	0.018	0.285	0.025	0.315	0.385	0.697	0.089	0.504	0.217	0.405	
8	29	0.014	0.269	0.032	0.279	0.686	0.847	0.020	0.546	0.191	0.458	

序号	站号	石油类	有机碳	硫化物	铜	铅	锌	镉	铬	总汞	砷	评价标准	
9	6	0.025	0.210	0.060	0.178	0.199	0.403	0.020	0.366	0.110	0.380		
10	10	0.099	0.065	0.001	0.121	0.239	0.335	0.020	0.248	0.129	0.357		
11	11	0.166	0.185	0.061	0.217	0.330	0.475	0.160	0.353	0.110	0.406		
12	13	0.211	0.225	0.026	0.195	0.307	0.539	0.020	0.449	0.160	0.275		
13	16	0.080	0.132	0.034	0.174	0.318	0.381	0.111	0.355	0.139	0.363		
14	20	0.061	0.412	0.004	0.122	0.369	0.464	0.020	0.246	0.139	0.388		
15	23	0.009	0.040	0.001	0.007	0.145	0.084	0.020	0.177	0.095	0.914		
16	28	0.031	0.220	0.015	0.100	0.228	0.318	0.007	0.280	0.079	0.125		
最小值		0.003	0.040	0.001	0.007	0.145	0.084	0.007	0.177	0.079	0.125		--
最大值		0.226	0.412	0.071	0.354	0.686	0.847	0.249	0.597	0.488	0.914		--
平均值		0.064	0.209	0.025	0.178	0.296	0.448	0.056	0.356	0.165	0.431		--
超标率(%)		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		--

6.5 海洋生物体质量现状调查与评价

6.5.1 站点布设

在崖州湾附近海域布设 16 个生物质量监测站位，进行鱼类、甲壳类、软体类生物质量现状调查。监测项目包括石油烃、铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷，共 8 项。站点见表 6.3.1-1 及图 6.3.1-1。

6.5.2 调查项目、调查方法

调查内容包括：总汞、砷、铜、铅、镉、铬、锌、多环芳烃和石油烃。样品的采集、预处理、制备、保存、检测方法严格按《海洋调查规范》(GB/T 12763-2007)、《海洋监测规范》(GB 17378.5-2007) 执行。具体分析方法和检出限详见表 6.5.2-1。

所有样品的采集、贮存和运输均符合《海洋监测规范第 3 部分：样品采集、贮存与运输》(GB 17378.3-2007) 的相关要求。

表 6.5.2-1 生物质量分析方法

监测项目	分析方法	检出限	检测标准(方法)
总汞	原子荧光法	0.002mg/kg	《海洋监测规范 第 6 部分 生物体分析》(GB 17378.6-2007)
铜	无火焰原子吸收分光光度法	0.4mg/kg	
铅	无火焰原子吸收分光光度	0.04mg/kg	
镉	无火焰原子吸收分光光度	0.005mg/kg	
铬	无火焰原子吸收分光光度	2.0mg/kg	
锌	火焰原子吸收分光光度	0.4mg/kg	
砷	原子荧光法	0.2mg/kg	
石油烃	分光光度法	0.2mg/kg	
多环芳烃	气相色谱质谱	0.15-0.26ng/g	—

6.5.3 评价方法和标准

(1) 评价标准

根据《海南省总体规划（空间类 2015-2030）》海洋功能区划专篇的海洋环境保护目标管理要求（见表 6.4.3-1）可知，本项目的 1、3、5、6、8、10、11、13、15、16、18、20、23、25、29 号站执行一类生物体质量标准，28 号站执行二类生物体质量标准。

(2) 评价方法

海洋生物质量评价方法采用标准指数法进行，公式如下：

$$P_i = C_i / C_s$$

其中：P_i——污染指数；

C_i——水产经济动物体内污染物的实测含量；

C_s——评价标准值。

P_i无量纲量，用于描述被测样品的质量状况，以 1 作为该评价因子是否对生物产生污染的基本分界线。

6.5.4 生物体质量要素监测和统计结果

本次调查采集生物体种类有鱼类（大鳞舌鲷、叫姑鱼）等、甲壳类（红星梭子蟹、远洋梭子蟹）等。生物体各要素监测及统计结果列见表 6.5.4-1。评价采用单因子标准指数法，计算结果列于表 6.5.4-2。

调查海区的生物体石油烃、铜、铅、锌、镉、铬、总汞、砷均符合所属种类的质量标准要求。

表 6.5.4-1 生物体质量分析结果统计

序号	站号	种名	类别	石油烃	铜	铅	镉	锌	铬	总汞	砷
				(×10 ⁻⁶)							
1	1	红星梭子蟹	甲壳类	3.05	4.63	ND	0.187	18.61	ND	0.004	7.59
2	1	叫姑鱼	鱼类	0.61	0.23	ND	0.193	ND	0.13	0.017	3.69
3	3	大鳞舌鲷	鱼类	1.18	0.21	0.70	0.054	ND	0.35	0.006	4.10
4	5	叫姑鱼	鱼类	2.36	0.16	0.28	0.113	ND	0.65	0.017	2.02
5	5	红星梭子蟹	甲壳类	4.02	7.01	ND	0.250	18.83	0.09	0.006	7.02
6	6	日本瞳鲷	鱼类	1.20	0.15	0.72	0.075	0.85	ND	0.010	1.41
7	6	远洋梭子蟹	甲壳类	2.76	20.70	0.07	0.089	32.19	0.13	0.006	7.05
8	8	叫姑鱼	鱼类	1.81	0.54	0.19	0.045	2.61	ND	0.018	2.82
9	10	大头银姑鱼	鱼类	1.89	0.54	ND	0.075	3.41	0.10	0.006	1.57

三亚市崖州湾农渔业区深水网箱养殖用海整体海洋环境影响报告书

序号	站号	种名	类别	石油烃	铜	铅	镉	锌	铬	总汞	砷
				($\times 10^{-6}$)							
10	11	青莲小沙丁鱼	鱼类	1.51	0.46	0.31	0.073	6.39	0.11	0.005	1.52
11	13	须赤虾	甲壳类	8.08	2.64	ND	0.004	8.71	ND	0.002	7.46
12	13	银方头鱼	鱼类	2.44	0.20	ND	0.294	ND	ND	0.005	1.00
13	15	横带长鳍天竺鲷	鱼类	1.59	4.79	0.08	0.040	ND	0.21	0.002	0.65
14	15	须赤虾	甲壳类	1.12	1.81	0.09	0.059	10.15	0.19	0.003	7.62
15	16	须赤虾	甲壳类	1.88	2.03	ND	0.017	7.51	ND	0.002	5.33
16	16	日本瞳鲷	鱼类	1.14	0.23	0.03	0.045	ND	ND	0.008	2.36
17	18	沙栖新对虾	甲壳类	3.61	3.74	ND	0.044	7.69	ND	0.002	7.62
18	18	横带长鳍天竺鲷	鱼类	0.88	0.11	0.18	0.046	ND	0.19	0.003	1.11
19	20	须赤虾	甲壳类	0.20	2.06	ND	0.060	8.50	ND	0.002	7.93
20	20	日本瞳鲷	鱼类	4.04	ND	ND	0.073	ND	0.18	0.004	2.91
21	23	须赤虾	甲壳类	2.35	2.19	0.13	0.046	7.08	ND	0.001	3.83
22	23	日本绯鲤	鱼类	3.40	0.23	0.16	0.053	ND	ND	0.004	3.14
23	25	须赤虾	甲壳类	3.16	2.24	ND	0.052	7.66	ND	0.002	7.47
24	25	日本绯鲤	鱼类	3.67	0.29	ND	0.086	ND	ND	0.005	2.22
25	28	须赤虾	甲壳类	2.51	2.11	ND	0.081	9.52	ND	0.004	7.35
26	28	眼斑拟鲈	鱼类	1.95	ND	ND	0.037	ND	0.79	0.003	0.67
27	29	日本瞳鲷	鱼类	2.62	0.48	ND	0.055	ND	ND	0.003	4.41
28	29	须赤虾	甲壳类	4.38	2.01	0.38	0.010	10.65	0.30	< 0.001	5.94
最小值				0.20	1.81	ND	0.004	7.08	ND	< 0.001	3.83
最大值				8.08	20.70	0.38	0.250	32.19	0.30	0.006	7.93
平均值				3.09	4.43	0.06	0.075	12.26	0.06	0.003	6.85
检出率(%)				100.0	100.0	33.3	100.0	100.0	33.3	100.0	100.0
最小值				0.61	ND	ND	0.037	ND	ND	0.002	0.65
最大值				4.04	4.79	0.72	0.294	6.39	0.79	0.018	4.41
平均值				2.02	0.54	0.17	0.085	0.83	0.17	0.007	2.22
检出率(%)				100.0	87.5	56.3	100.0	25.0	56.3	100.0	100.0

表 6.5.4-2 生物体单项分指数

序号	站号	种名	类别	石油烃	铜	铅	镉	锌	铬	总汞	砷
				($\times 10^{-6}$)							
1	1	红星梭子蟹	甲壳类	0.152	0.046	0.005	0.093	0.124	0.133	0.021	0.949
5	5	红星梭子蟹	甲壳类	0.201	0.070	0.005	0.125	0.126	0.060	0.030	0.878
7	6	远洋梭子蟹	甲壳类	0.138	0.207	0.036	0.044	0.215	0.086	0.032	0.882
11	13	须赤虾	甲壳类	0.404	0.026	0.005	0.002	0.058	0.133	0.008	0.932
14	15	须赤虾	甲壳类	0.056	0.018	0.043	0.029	0.068	0.128	0.015	0.952
15	16	须赤虾	甲壳类	0.094	0.020	0.005	0.008	0.050	0.133	0.012	0.667
17	18	沙栖新对虾	甲壳类	0.181	0.037	0.005	0.022	0.051	0.133	0.008	0.953
19	20	须赤虾	甲壳类	0.010	0.021	0.005	0.030	0.057	0.133	0.009	0.991

三亚市崖州湾农渔业区深水网箱养殖用海整体海洋环境影响报告书

序号	站号	种名	类别	石油 烃	铜	铅	镉	锌	铬	总汞	砷
				($\times 10^{-6}$)							
21	23	须赤虾	甲壳类	0.118	0.022	0.063	0.023	0.047	0.133	0.004	0.479
23	25	须赤虾	甲壳类	0.158	0.022	0.005	0.026	0.051	0.133	0.010	0.934
25	28	须赤虾	甲壳类	0.126	0.021	0.005	0.041	0.063	0.133	0.021	0.919
28	29	须赤虾	甲壳类	0.219	0.020	0.190	0.005	0.071	0.200	< 0.005	0.742
2	1	叫姑鱼	鱼类	0.031	0.012	0.005	0.322	0.005	0.090	0.056	0.738
3	3	大鳞舌鲷	鱼类	0.059	0.010	0.350	0.090	0.005	0.233	0.022	0.821
4	5	叫姑鱼	鱼类	0.118	0.008	0.140	0.188	0.005	0.433	0.057	0.404
6	6	日本瞳鲷	鱼类	0.060	0.008	0.359	0.125	0.021	0.133	0.032	0.282
8	8	叫姑鱼	鱼类	0.090	0.027	0.093	0.075	0.065	0.133	0.059	0.563
9	10	大头银姑鱼	鱼类	0.095	0.027	0.005	0.125	0.085	0.068	0.018	0.314
10	11	青莲小沙丁 鱼	鱼类	0.075	0.023	0.155	0.121	0.160	0.073	0.016	0.303
12	13	银方头鱼	鱼类	0.122	0.010	0.005	0.490	0.005	0.133	0.017	0.200
13	15	横带长鳍天 竺鲷	鱼类	0.079	0.240	0.040	0.066	0.005	0.137	0.008	0.129
16	16	日本瞳鲷	鱼类	0.057	0.012	0.013	0.076	0.005	0.133	0.028	0.471
18	18	横带长鳍天 竺鲷	鱼类	0.044	0.005	0.091	0.077	0.005	0.126	0.009	0.223
20	20	日本瞳鲷	鱼类	0.202	0.010	0.005	0.122	0.005	0.117	0.015	0.582
22	23	日本绯鲤	鱼类	0.170	0.012	0.081	0.088	0.005	0.133	0.012	0.628
24	25	日本绯鲤	鱼类	0.184	0.015	0.005	0.143	0.005	0.133	0.017	0.444
26	28	眼斑拟鲈	鱼类	0.097	0.010	0.005	0.062	0.005	0.527	0.009	0.133
27	29	日本瞳鲷	鱼类	0.131	0.024	0.005	0.091	0.005	0.133	0.011	0.881
最小值				0.010	0.005	0.005	0.002	0.005	0.060	0.004	0.129
最大值				0.404	0.240	0.359	0.490	0.215	0.527	0.059	0.991
平均值				0.124	0.035	0.062	0.097	0.049	0.153	0.021	0.621
超标率(%)				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

6.6 海洋生态质量现状调查与评价

6.6.1 站位布设

海南正永生态工程技术有限公司于 2021 年 9 月 14 日至 9 月 17 日在崖州湾附近海域开展海洋环境现状调查，其中布设海洋生态调查站位 12 个。调查站位见表 6.3.1-1 和图 6.3.1-1。

6.6.2 采样方法

①叶绿素 a 及初级生产力

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

②浮游植物

采样方法是按《海洋调查规范》GB12763.6-2007 中的有关浮游生物调查的规定进行。利用浅水 III 型浮游生物网采样，拖网方式为底——表垂直拖，采用 5% 中性福尔马林溶液固定带回实验室，进行种类鉴定及按个体计数法进行计数、统计和分析。

③浮游动物

采样方法是按《海洋调查规范》GB12763.6-2007 中的有关浮游生物调查的规定进行，利用浅水 I 型浮游生物网采样，拖网方式为底——表垂直拖。采用 5% 中性福尔马林溶液固定带回实验室，进行称重、种类鉴定、计数、统计和分析。

④底栖生物

底栖生物的定量采样用张口面积为 0.065m^2 的采泥器进行，每个站采样 3 次；定性样品采用阿氏拖网采集，拖拽时间为 10-15min，拖速为 2-3 节。采集样品采用 75% 无水乙醇固定带回实验室，进行称重、种类鉴定、计数、统计和分析。

⑤游泳动物

现场调查采样方法按《海洋监测规范》（GB17378.5-2007）、《海洋调查规范 海洋生物调查》（GB 12763.6-2007）进行。渔获样品分析先将较大和稀有种类的渔获物单独挑出，然后随机采集 20kg 渔获样品供进一步分析，渔获物不足 20kg 时，则全部取样。

每个站位的渔获样品，均进行生物学测定。

优势渔获物分析通过 Pinkas 等应用的相对重要性指标 (IRI) 来确定:

$$IRI = (N+W) \times F \times 104$$

N 为某种类的尾数占总渔获尾数的百分比; W 为某种类的质量占总渔获质量的百分比; F 为某种类在调查中被捕获的站位数与总调查站位数之比。本报告以 IRI 大于 100 为优势种。

资源密度(kg/km²)和现存资源量(t)根据扫海面积法估算, 公式如下:

$$D = Y \times 10^{-3} / (A(1-E)) \quad B = D \cdot S$$

B=现存资源量 (t), D=资源密度 (kg/km²), A=每小时扫海面积 (km²/h), S=调查监测水域面积 (km²), Y=平均渔获率 (kg/h), E=逃逸率 (这里取 0.5)

⑥潮间带生物

1.生物样品的采集方法

定性采样在高、中、低潮区分别采 1 个样品, 并尽可能将该站附近出现的动植物种类收集齐全。

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

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

2.生物样品处理与保存

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

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

按序加入 5%福尔马林固定液, 余渣用四氯四碘荧光素染色剂固定液固定;

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

6.6.3 评价方法

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

①优势度 (Y)：

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

② Shannon-Wiener 多样性指数：

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

③Pielou 均匀度指数：

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

式中： $P_i = n_i/N$ ； $H_{\max} = \log_2 S$ ，为最大多样性指数； n_i ：第 i 种的个体数量(ind.·m²)； N ：某站总生物数量 (ind.·m²)； f_i ：某种生物的出现频率(%)； S ：出现生物总种数。

④丰富度指数

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

d 表示丰富度指数； S 表示样品中的总种数； N 表示群落中所有物种的总丰度

⑤单纯度指数

$$C = \text{SUM}(n_i/N)^2$$

C 表示单纯度指数； N 为群落中所有物种丰度或生物量， n_i 为第 i 个物种的丰度或生物量

⑥初级生产力的估算采用叶绿素 a 法，按联合国教科文组织(UNESCO)推荐的下列公式估算：

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

式中：

P —现场初级生产力(mg·C/(m²·d))

$Chla$ —真光层内平均叶绿素 a 含量(mg/m³)

Q —不同层次同化指数算术平均值，取 3.71

D —昼长时间(h)，根据季节和海区情况取 12.0 小时

E—真光层深度(m)，取透明度(m)×2.71

6.6.4 调查结果

(1) 叶绿素 a 与初级生产力

初级生产力采用叶绿素 a 法，按照联合国教科文组织（UNESCO）推荐的下列公式： $P=Chla \cdot Q \cdot D \cdot E/2$ 计算，其结果见表 6.6.4-1。

表 6.6.4-1 调查海域叶绿素 a 含量和初级生产力

站号	叶绿素 a(mg/m ³)				初级生产力 mg·C/(m ² ·d)
	表层	10m 层	底层	平均	
1	0.10			0.10	13.68
3	0.12		0.00	0.06	9.65
5	0.65			0.65	46.89
6	0.24		0.34	0.29	29.59
8	0.10	0.10	0.12	0.11	17.54
10	1.03			1.03	81.10
11	3.65			3.65	286.07
13	0.34		0.36	0.35	44.01
15	0.10	0.12	0.12	0.11	23.88
16	0.34		0.34	0.34	47.08
18	0.34	0.32	0.68	0.45	75.50
20	0.32		0.12	0.22	29.36
23	0.80		0.12	0.46	66.28
25	0.12	0.10	0.10	0.11	23.39
28	0.34		0.34	0.34	61.40
29	0.12	0.10	0.02	0.08	16.62
最小值	0.10	0.10	0.00	0.06	9.65
最大值	3.65	0.32	0.68	3.65	286.07
平均值	0.54	0.15	0.22	0.52	54.50

注：“-”表示水深不到该采集层次

由表 6.6.4-1 可见，调查海域叶绿素 a 含量范围为 (0.06-3.65) mg/m³，平均值为 0.52mg/m³；其中表层叶绿素 a 含量范围为(0.10~3.65)mg/m³，平均值为 0.54mg/m³；中层（10m、50m）叶绿素 a 含量范围为 (0.10~0.32) mg/m³，平均值为 0.15mg/m³；底层叶绿素 a 含量范围为 (0.00~0.68) mg/m³，平均值为 0.22mg/m³；各站点间有略微差异。根据美国环保局（EPA）关于叶绿素 a 含量的评价标准（叶绿素 a 含量低于 4mg/m³ 为贫营养区，4~10mg/m³ 为中营养区，超过 10mg/m³ 为富营养区），调查海域站位均为贫营养区。

调查海域初级生产力变化范围是 (9.65~286.07) mg·C/m²·d；平均值为 54.50mg·C/m²·d。

(2) 浮游植物

1) 种类组成

根据本次调查所采集到的样品，调查海域共鉴定到浮游植物 3 门 39 属 104 种（包括变型及变种）（见附表 1 浮游植物种类名录）。其中，硅藻 28 属 73 种，占浮游植物种类数的 70.19%；甲藻 9 属 29 种，占种类数的 27.88%；蓝藻 2 属 2 种，占种类数的 1.92%。

2) 细胞丰度

各调查站位浮游植物的细胞丰度介于 (0.54~18.33) ×10⁵cells/m³ 之间，平均细胞丰度为 5.34×10⁵cells/m³。最高出现在 1 号站位，最低出现在 13 号站位。见表 6.6.4-2。

表 6.6.4-2 各站位浮游植物细胞丰度

站位	细胞丰度 (×10 ⁵ cells/m ³)
1	18.33
3	2.31
5	1.47
6	1.51
8	0.88
10	1.38
11	1.46
13	0.54
15	12.27
16	7.18
18	3.60
20	4.54
23	8.22
25	14.75
28	6.33
29	0.73
平均值	5.34

3) 优势种

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

调查海域浮游植物优势种类明显，主要为高盒形藻、紧挤角毛藻、拟旋链角毛藻、颤藻、纤细席藻等。其中，以纤细席藻的优势地位最为突出，平均丰度为 $24.52 \times 10^4 \text{cells/m}^3$ ，占总细胞数的 45.89%，优势度为 0.37。见表 6.6.4-3。

表 6.6.4-3 浮游植物优势种和优势度

优势种	平均丰度($\times 10^4 \text{cells/m}^3$)	占总丰度的比例(%)	出现频率(%)	优势度
高盒形藻	0.91	1.70	93.75	0.02
紧挤角毛藻	0.90	1.68	100.00	0.02
拟旋链角毛藻	2.88	5.40	100.00	0.05
颤藻	12.46	23.31	93.75	0.22
纤细席藻	24.52	45.89	81.25	0.37

4) 多样性指数与均匀度

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

丰富度指数、单纯度指数、多样性指数和均匀度计算结果表明，调查期间各站位的浮游植物丰富度指数介于 0.99~3.49 之间，平均值为 2.23，丰富度指数最高出现在 5 号站位，丰富度指数最低出现在 29 号站位；单纯度指数介于 0.08~0.87 之间，平均值为 0.41，单纯度指数最高出现在 29 号站位，单纯度指数最低出现在 10 号站位；多样性指数介于 0.62~4.36 之间，平均值为 2.44，多样性指数最高出现在 10 号站位，多样性指数最低出现在 29 号站位；均匀度指数介于 0.15~0.75 之间，平均值为 0.45，均匀度最高出现在 10 号站位，均匀度的最低值出现在 29 号站位（见表 6.6.4-4）。

表 6.6.4-4 各站位浮游植物丰富度、单纯度、多样性指数和均匀度

站位	丰富度 (D)	单纯度 (C)	多样性指数 (H')	均匀度指数 (J)
1	2.74	0.13	4.13	0.70
3	2.81	0.42	2.20	0.39
5	3.49	0.22	3.54	0.60
6	2.85	0.50	2.16	0.38
8	2.19	0.57	1.50	0.29
10	3.16	0.08	4.36	0.75
11	2.10	0.14	3.70	0.71
13	2.04	0.83	0.81	0.16
15	1.68	0.56	1.14	0.22
16	1.85	0.23	2.97	0.57

18	1.46	0.58	1.26	0.26
20	1.81	0.31	2.70	0.53
23	2.04	0.15	3.73	0.70
25	1.90	0.71	0.97	0.18
28	2.54	0.21	3.25	0.58
29	0.99	0.87	0.62	0.15
平均值	2.23	0.41	2.44	0.45

5) 小结

根据本次调查所采集到的样品，调查海域共鉴定到浮游植物 3 门 39 属 104 种，以硅类占多数。各调查站位浮游植物的细胞丰度介于 $(0.54\sim 18.33)\times 10^5\text{cells}/\text{m}^3$ 之间，平均细胞丰度为 $5.34\times 10^5\text{cells}/\text{m}^3$ 。调查海域浮游植物优势种类明显，主要为高盒形藻、紧挤角毛藻、拟旋链角毛藻、颤藻、纤细席藻等。各站位的浮游植物丰富度指数介于 0.99~3.49 之间，平均值为 2.23，单纯度指数介于 0.08~0.87 之间，平均值为 0.41，多样性指数介于 0.62~4.36 之间，平均值为 2.44，均匀度指数介于 0.15~0.75 之间，平均值为 0.45。

(3) 浮游动物

1) 种类组成

据本次调查所采集到的标本鉴定，调查海域浮游动物共有 8 类 32 属 46 种，不包括浮游幼体、鱼卵及仔鱼（详见附录 2 浮游动物种类名录）。其中，桡足类最多，有 18 属 31 种，占浮游动物总种数的 67.39%；腹足类有 4 属 4 种，占浮游动物总种数的 8.70%；水螅水母类有 3 属 3 种，占浮游动物总种数的 6.52%；被囊类、管水母类各有 2 属 2 种，各占浮游动物总种数的 4.35%；毛颚类有 1 属 2 种，占浮游动物总种数的 4.35%；糠虾类、十足类各有 1 属 1 种，各占浮游动物总种数的 2.17%；另有 4 个类别浮游幼体和若干鱼卵。

2) 生物量和丰度

本本次调查浮游动物丰度范围为 $(5.44\sim 53.33)\text{ind}/\text{m}^3$ ，平均丰度为 $26.26\text{ind}/\text{m}^3$ ，其中最高丰度出现在 23 号站位，最低为 25 号站位；生物量范围为 $(6.56\sim 63.21)\text{mg}/\text{m}^3$ ，平均生物量为 $26.57\text{mg}/\text{m}^3$ ，其中最高生物量出现在 5 号站位，最低为 29 号站位。结果详见表 6.6.4-5。

表 6.6.4-5 各测站浮游动物丰度和生物量

站号	丰度 (ind/m ³)	生物量(mg/m ³)
1	31.25	60.25
3	25.00	25.32
5	61.90	63.21
6	14.17	21.54
8	15.71	17.36
10	25.00	42.10
11	73.33	32.58
13	11.43	9.33
15	8.60	8.40
16	20.83	21.58
18	28.15	27.93
20	19.58	23.46
23	53.33	42.56
25	5.44	8.00
28	18.41	14.95
29	7.94	6.56
平均值	26.26	26.57

3) 优势种

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

调查期间该海域浮游动物优势种类突出，主要有百陶箭虫、尖刺唇角水蚤、奇桨剑水蚤、中华哲水蚤、拟细浅室水母、真刺唇角水蚤、长尾类幼体、短尾类幼体、肥胖箭虫、中型莹虾。结果详见表 6.6.4-6。

表 6.6.4-6 浮游动物优势种和优势度

优势种	平均丰度 (ind/m ³)	比例(%)	出现频率(%)	优势度
百陶箭虫	0.67	2.54	62.5	0.02
尖刺唇角水蚤	0.81	3.09	50	0.02
奇桨剑水蚤	0.59	2.25	68.75	0.02
中华哲水蚤	0.66	2.52	62.5	0.02
拟细浅室水母	0.78	2.97	56.25	0.02
真刺唇角水蚤	1.93	7.36	68.75	0.05
长尾类幼体	1.93	7.34	81.25	0.06
短尾类幼体	3.18	12.10	93.75	0.11
肥胖箭虫	2.84	10.80	100	0.11
中型莹虾	7.19	27.36	87.5	0.24

4) 多样性指数和均匀度

调查期间该水域浮游动物多样性指数较高，范围在 0.96~4.15 之间，平均值为 3.30，最高值出现在 18 号站位，最低在 11 号站位。均匀度指数范围在 0.30~0.94 之间，平均值为 0.83，最高出现在 13 号站位，最低在 11 号站位。丰富度指数范围在 1.24~3.68 之间，平均值为 2.63，最高出现在 18 号站位，最低在 11 号站位。单纯度指数范围在 0.07~0.75 之间，平均为值 0.17，最高出现在 11 号站位，最低在 18 号站位。结果详见表 6.6.4-7。

表 6.6.4-7 各测站浮游动物多样性指数和均匀度

站号	多样性指数 (H')	均匀度指数 (J)	丰富度 (D)	单纯度 (C)
1	2.96	0.89	1.94	0.16
3	3.23	0.85	2.25	0.14
5	3.11	0.78	2.63	0.17
6	2.93	0.85	1.97	0.18
8	3.74	0.90	3.11	0.10
10	2.59	0.82	1.61	0.22
11	0.96	0.30	1.24	0.75
13	3.91	0.94	3.04	0.08
15	3.79	0.89	3.32	0.09
16	3.00	0.81	2.13	0.16
18	4.15	0.90	3.68	0.07
20	3.85	0.91	3.24	0.09
23	3.69	0.84	3.04	0.10
25	3.76	0.92	3.07	0.09
28	3.34	0.77	3.00	0.16
29	3.72	0.91	2.78	0.10
平均值	3.30	0.83	2.63	0.17

5) 小结

据本次调查所采集到的标本鉴定，调查海域浮游动物共有 46 种，桡足类有 31 种，腹足类有 4 种，水螅水母类有 3 种，被囊类有 2 种，毛颚类有 2 种，管水母类有 2 种，糠虾类有 1 种，十足类有 1 种。浮游动物丰度范围为(5.44~53.33)ind/m³，平均丰度为 26.26ind/m³；生物量范围为 6.56~63.21) mg/m³，平均生物量为 26.57mg/m³。该海域浮游动物优势种类突出，主要有百陶箭虫、尖刺唇角水蚤、奇桨剑水蚤、中华哲水蚤、拟细浅室水母、真刺唇角水蚤、长尾类幼体、短尾类幼体、肥胖箭虫、中型莹虾。该水域浮游动物多样性指数较高，范围在 0.96~4.15 之间，

平均值为 3.30；均匀度指数范围在 0.30~0.94 之间，平均值为 0.83；丰富度指数范围在 1.24~3.68 之间，平均值为 2.63；单纯度指数范围在 0.07~0.75 之间，平均值为 0.17。

(4) 鱼卵与仔稚鱼

1) 种类组成

本次调查海域鱼卵与仔稚鱼共鉴定种类 18 种，隶属于 12 科，鉴定到科的有 3 种，鉴定到属的 8 种，鉴定到种的 7 种。从发育阶段来看，鱼卵出现种类有 15 种，仔鱼出现种类有 6 种，稚鱼出现种类有 1 种。（详见附录 3 鱼卵与仔稚鱼种类名录）。

垂直拖网共采集到鱼卵 27 粒，仔鱼 2 尾，稚鱼 0 尾。鱼卵数量以隆头鱼科一种具有数量上的绝对优势，占总数比例 29.63%，鲷占 25.93%；仔鱼数量以小公鱼具有数量上的绝对优势，占总数比例 50%，未定种占 50%；未采集到稚鱼；（详见表 6.6.4-8）。

水平拖网共采集到鱼卵 79 粒，仔鱼 11 尾，稚鱼 1 尾。鱼卵数量以隆头鱼科一种具有数量上的绝对优势，占总数比例 36.71%，鲷占 35.44%；仔鱼数量以小沙丁鱼具有数量上的绝对优势，占总数比例 45.45%，石斑鱼占 18.18%，双边鱼占 18.18%；稚鱼数量以画眉笛鲷具有数量上的绝对优势，占总数比例 100%；（详见表 6.6.4-8）。

表 6.6.4-8 鱼卵与仔稚鱼种类比例

鱼卵			仔鱼			稚鱼		
种类	占比 (%)		种类	占比 (%)		种类	占比 (%)	
	垂直	水平		垂直	水平		垂直	水平
鲷	25.93	35.44	少鳞鱧	—	9.09	画眉笛鲷		100
少鳞鱧	3.70	2.53	石斑鱼	—	18.18	—	—	—
小公鱼	—	1.27	小沙丁鱼	—	45.45	—	—	—
小沙丁鱼	7.41	1.27	笛鲷	—	9.09	—	—	—
驼背鲈	—	5.06	双边鱼	—	18.18	—	—	—
珠斑鲷	—	2.53	小公鱼	50	—	—	—	—
舌鲷	7.41	3.80	其它种类	50	—	—	—	—
四带笛鲷	7.41	7.59	—	—	—	—	—	—
紫胸鱼	—	3.80	—	—	—	—	—	—
隆头鱼科一种	29.63	36.71	—	—	—	—	—	—
角鲷	3.70	—	—	—	—	—	—	—

鳎科一种	3.70	——	——	——	——	——	——	——
鲷科一种	3.70	——	——	——	——	——	——	——
小带鱼	3.70	——	——	——	——	——	——	——
笛鲷	3.70	——	——	——	——	——	——	——

2) 数量分布

本次垂直拖网调查各站位鱼卵密度范围为(0.00~3.75)粒/m³, 平均值为0.86粒/m³。其中最高出现在1号站位, 密度为3.75粒/m³, 20号站位密度2.92粒/m³, 5号站位密度2.38粒/m³; 仔稚鱼密度范围为(0.00~0.23)粒/m³, 平均值为0.03粒/m³。其中最高出现在28号站位, 密度为0.23粒/m³, 18号站位密度0.19粒/m³; (详见表6.6.4-9)

表 6.6.4-9 鱼卵和仔稚鱼密度

站位	鱼卵(粒 / m ³)	仔稚鱼(尾 / m ³)
1	3.75	0.00
3	0.45	0.00
5	2.38	0.00
6	0.83	0.00
8	0.36	0.00
10	0.00	0.00
11	0.81	0.00
13	0.00	0.00
15	0.40	0.00
16	0.00	0.00
18	0.00	0.19
20	2.92	0.00
23	1.11	0.00
25	0.15	0.00
28	0.68	0.23
29	0.00	0.00
平均值	0.86	0.03

(5) 大型底栖动物

1) 种类组成

调查海域大型底栖动物共采集鉴定到7门63科95种, 其中节肢动物有19科36种, 占总种类数的37.89%, 其次为环节动物, 有19科27种, 占总种类数的28.42%, 软体动物有9科14种, 占总种类数的14.74%, 脊索动物有6科8种, 占总种类数

的 8.42%，棘皮动物有 7 科 7 种，占总种类数的 7.37%，头索动物有 2 科 2 种，占总种类数的 2.11%，纽形动物有 1 科 1 种，占总种类的 1.05%。结果详见附录 4 大型底栖动物种类名录。

2) 生物量和栖息密度

调查结果表明，各站位底栖生物栖息密度的幅度为(5.13~51.28)ind/m²，平均密度为 25.64ind/m²，最高出现在 11 号站位，最低出现在 6 和 23 号站位；生物量的幅度为(0.27~141.10)g/m²，平均生物量为 17.67g/m²，最高出现在 11 号站位，最低出现在 6 号站位。详见表 6.6.4-10。

表 6.6.4-10 各站位大型底栖动物生物量和栖息密度

站号	栖息密度(ind/m ²)	生物量(g/m ²)
1	20.51	1.42
3	20.51	3.50
5	41.03	24.10
6	5.13	0.27
8	35.90	1.69
10	15.38	3.09
11	51.28	141.10
13	10.26	0.48
15	20.51	0.90
16	35.90	71.50
18	25.64	1.46
20	25.64	20.10
23	5.13	0.45
25	25.64	4.58
28	35.90	6.28
29	35.90	1.78
平均值	25.64	17.67

3) 各类别生物量和栖息密度

调查海域大型底栖动物栖息密度主要以环节动物门为主，平均密度为 9.62ind/m²，其次为节肢动物门，平均密度为 8.97ind/m²，最低为纽形动物门，平均密度均为 0.32ind/m²；生物量以节肢动物门为主，平均生物量为 10.44g/m²，其次为脊索动物门，平均生物量为 4.74g/m²，最低为纽形动物门，平均生物量为 0.01g/m²。详见表 6.6.4-11。

表 6.6.4-11 各站位类别生物量(g/m²)和栖息密度(ind/m²)

项目	生物量(g/m ²)							
门类	环节动物	棘皮动物	脊索动物	节肢动物	纽形动物	软体动物	头索动物	总量
1	0.28	1.14	--	--	--	--	--	1.42
3	1.62	1.89	--	--	--	--	--	3.50
5	0.88	--	20.83	--	--	2.39	--	24.10
6	--	--	--	0.27	--	--	--	0.27
8	0.53	0.75	--	0.41	--	--	--	1.69
10	0.07	--	--	2.96	--	0.06	--	3.09
11	--	--	--	141.10	--	--	--	141.10
13	--	--	--	0.48	--	--	--	0.48
15	0.63	--	--	0.14	--	--	0.13	0.90
16	--	13.17	55.04	3.29	--	--	--	71.50
18	1.38	--	--	0.08	--	--	--	1.46
20	1.41	--	--	18.00	--	0.69	--	20.10
23	--	--	--	--	--	--	0.45	0.45
25	0.37	--	--	0.03	--	4.18	--	4.58
28	6.19	--	--	0.09	--	--	--	6.28
29	1.51	--	--	0.14	0.13	--	--	1.78
平均值	0.93	1.06	4.74	10.44	0.01	0.46	0.04	17.67
项目	栖息密度(ind/m ²)							
门类	环节动物	棘皮动物	脊索动物	节肢动物	纽形动物	软体动物	头索动物	总量
1	10.26	10.26	--	--	--	--	--	20.51
3	5.13	15.38	--	--	--	--	--	20.51
5	20.51	--	5.13	--	--	15.38	--	41.03
6	--	--	--	5.13	--	--	--	5.13
8	15.38	10.26	--	10.26	--	--	--	35.90
10	5.13	--	--	5.13	--	5.13	--	15.38
11	--	--	--	51.28	--	--	--	51.28
13	--	--	--	10.26	--	--	--	10.26
15	10.26	--	--	5.13	--	--	5.13	20.51
16	--	10.26	15.38	10.26	--	--	--	35.90
18	20.51	--	--	5.13	--	--	--	25.64
20	10.26	--	--	10.26	--	5.13	--	25.64
23	--	--	--	--	--	--	5.13	5.13
25	15.38	--	--	5.13	--	5.13	--	25.64
28	20.51	--	--	15.38	--	--	--	35.90
29	20.51	--	--	10.26	5.13	--	--	35.90
平均值	9.62	2.88	1.28	8.97	0.32	1.92	0.64	25.64

注：--为未发现

4) 优势种

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

调查期间该海域大型底栖动物优势种类不突出。详见表 6.6.1-12。

表 6.6.1-12 大型底栖动物的优势种和优势度

优势种	平均栖息密度(ind/m ²)	比例(%)	出现频率(%)	优势度
--	--	--	--	--

5) 丰富度、单纯度、多样性指数和均匀度

各站丰富度的幅度为 0.00~1.16，平均值为 0.63，最高值出现在 16 号站位，最低值出现在 6 和 23 号站位；各站单纯度的幅度为 0.14~1.00，平均值为 0.36，最高值出现在 6 和 23 号站位，最低值出现 16 号站位；各站多样性指数的幅度为 0.00~2.81，平均值为 1.78，最高值出现在 16 号站位，最低值出现在 6 和 23 号站位；各站均匀度的幅度为 0.00~1.00，平均值为 0.85，最高值出现在 10、13、15、16、18 和 25 号站位，最低值出现在 6 和 23 号站位。详见表 6.6.4-13。

表 6.6.4-13 丰富度、单纯度、生物多样性指数和均匀度

站位	丰富度 (d)	单纯度 (C)	多样性指数 (H')	均匀度指数 (J)
1	0.46	0.38	1.50	0.95
3	0.46	0.38	1.50	0.95
5	0.75	0.22	2.25	0.97
6	0	1.00	0	0
8	0.97	0.18	2.52	0.98
10	0.51	0.33	1.58	1.00
11	0.88	0.20	2.45	0.95
13	0.30	0.50	1.00	1.00
15	0.69	0.25	2.00	1.00
16	1.16	0.14	2.81	1.00
18	0.85	0.20	2.32	1.00
20	0.64	0.28	1.92	0.96
23	0	1.00	0	0
25	0.85	0.20	2.32	1.00
28	0.58	0.31	1.84	0.92
29	0.97	0.18	2.52	0.98
平均值	0.63	0.36	1.78	0.85

6) 小结

调查海域大型底栖动物共采集鉴定到 7 门 63 科 95 种，其中节肢动物有 36 种，环节动物有 27 种，软体动物有 14 种，脊索动物有 8 种，棘皮动物有 7 种，头索动物有 2 种，纽形动物有 1 种。调查结果表明，各站位底栖生物栖息密度的幅度为 (5.13~51.38)ind/m²，平均密度为 25.64ind/m²；生物量的幅度为(0.27~141.10)g/m²，平均生物量为 17.67g/m²。大型底栖动物栖息密度主要以环节动物门为主，平均密度为 9.62ind/m²，其次为节肢动物门，平均密度为 8.97ind/m²，最低为纽形动物门，平均密度均为 0.32ind/m²；生物量以节肢动物门为主，平均生物量为 10.44g/m²，其次为脊索动物门，平均生物量为 4.74g/m²，最低为纽形动物门，平均生物量为 0.01g/m²。调查期间该海域大型底栖动物优势种类不突出。各站丰富度的幅度为 0.00~1.16，平均值为 0.63；各站单纯度的幅度为 0.14~1.00，平均值为 0.36；各站多样性指数的幅度为 0.00~2.81，平均值为 1.78；各站均匀度的幅度为 0.00~1.00，平均值为 0.85。

(6) 潮间带生物

1) 种类组成

6 个潮间带断面共采获了 3 个生物类别中的 10 科 16 种生物（包含定性样品）。其中软体动物门有 6 科 8 种，占总种类数的 50.00%，节肢动物门有 3 科 7 种，占总种类数的 43.75%，脊索动物门有 1 科 1 种，占总种类数的 6.25%；结果详见附录 6 潮间带生物种类名录。

6 个断面出现的生物种类数略有差异，其中断面 III 出现的生物种类数最多，有 10 种生物，脊索动物 1 种，节肢动物 5 种，软体动物 4 种；断面 II 有 6 种生物，节肢动物 2 种，软体动物 4 种；断面 I 有 5 种生物，节肢动物 2 种，软体动物门 3 种；不同断面出现的生物种类数详见表 6.6.4-14。

表 6.6.4-14 不同断面出现的生物种类数

门类	脊索动物	节肢动物	软体动物	合计
断面 I	0	2	3	5
断面 II	0	2	4	6
断面 III	1	5	4	10
断面 IV	0	0	0	0
断面 V	0	2	1	3
断面 VI	0	2	1	3

注：--为未发现

2) 生物量和栖息密度

6 条潮间带生物断面高潮区平均栖息密度为 0.06ind/m², 平均生物量为 0.16g/m²; 中潮区平均栖息密度为 0.02ind/m², 平均生物量为 0.01g/m²; 低潮区平均栖息密度为 11.33ind/m², 平均生物量为 7.85g/m²。详见表 6.6.4-15。

表 6.6.4-15 潮间带生物量和栖息密度

断面	生物量(g/m ²)			栖息密度(ind/m ²)		
	高潮	中潮	低潮	高潮	中潮	低潮
I	0.51	0.02	--	0.04	0.08	--
II	0.01	--	4.28	0.04	--	24.00
III	0.02	0.06	38.58	0.04	0.04	40.00
IV	--	--	--	--	--	--
V	0.06	--	--	0.16	--	--
VI	0.34	--	4.26	0.08	--	4.00
平均值	0.16	0.01	7.85	0.06	0.02	11.33

注：--为未发现

3) 类别生物量和栖息密度

各类别生物的生物量和栖息密度如表 6.6.4-16 所示，其中生物量分布状况为软体动物（2.19g/m²）>节肢动物（0.48g/m²）。栖息密度的分布状况为软体动物（3.34ind/m²）>节肢动物（0.47ind/m²）。

表 6.6.4-16 潮间带生物的种类组成生物量与栖息密度

断面		生物量 g/m ²		栖息密度 ind/m ²	
		节肢动物	软体动物	节肢动物	软体动物
I	高潮	0.51	--	0.04	--
	中潮	0.02	--	0.08	--
	低潮	--	--	--	--
II	高潮	0.01	--	0.04	--
	中潮	--	--	--	--
	低潮	--	4.28	--	24.00
III	高潮	0.02	--	0.04	--
	中潮	--	0.06	--	0.04
	低潮	7.76	30.82	8.00	32.00
IV	高潮	--	--	--	--
	中潮	--	--	--	--
	低潮	--	--	--	--
V	高潮	0.06	--	0.16	--

	中潮	--	--	--	--
	低潮	--	--	--	--
VI	高潮	0.34	--	0.08	--
	中潮	--	--	--	--
	低潮	--	4.26	--	4.00
平均值		0.48	2.19	0.47	3.34

注：--为未发现

4) 优势种

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

该区域的潮间带生物优势种类突出，优势种为鳞杓拿蛤和昌螺。(见表 6.6.4-17)。

表 6.6.4-17 潮间带生物的优势种

优势种	平均栖息密度(ind/m ²)	比例(%)	出现频率(%)	优势度
鳞杓拿蛤	1.11	29.24	5.56	0.02
昌螺	1.11	29.24	5.56	0.02

5) 多样性指数和均匀度

本次调查，6条潮间带断面高潮区除断面IV未采集到生物外，其余断面均只采集到一种生物，丰富度、多样性指数和均匀度均为0，单纯度为1.00；3条潮间带断面中潮区除断面I和断面III只采集到一种生物外，其余断面未采集到生物，丰富度、多样性指数和均匀度为0，单纯度为1.00；；3条潮间带断面低潮区，丰富度范围在0.00~0.38之间，平均为0.10，最高为断面III，单纯度范围在0.00~1.00之间，平均为0.35，最高为断面VI，多样性指数范围在0.00~1.49之间，平均为0.36，最高为断面III，均匀度范围在0.00~0.94之间，平均为0.26，最高为断面III。见表6.6.4-18。

表 6.6.4-18 潮间带生物的多样性指数(H')和均匀度(J)

断面	丰富度 d			单纯度 C			多样性指数 H'			均匀度 J		
	高	中	低	高	中	低	高	中	低	高	中	低
I	0	0	--	1.00	1.00	--	0	0	--	0	0	--
II	0	--	0.22	1.00	--	0.72	0	--	0.65	0	--	0.65
III	0	0	0.38	1.00	1.00	0.38	0	0	1.49	0	0	0.94
IV	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
V	0	--	--	1.00	--	--	0	--	--	0	--	--
VI	0	--	0	1.00	--	1.00	0	--	0.00	0	--	0

平均值	0.00	0.00	0.10	0.83	0.33	0.35	0.00	0.00	0.36	0.00	0.00	0.26
-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

注：--为未发现，0为只采集到一种生物。

6) 小结

6个潮间带断面共采集了3个生物类别中的10科16种生物。其中软体动物门有8种，节肢动物门有7种，脊索动物门有1种。6条潮间带生物断面高潮区平均栖息密度为0.06ind/m²，平均生物量为0.16g/m²；中潮区平均栖息密度为0.02ind/m²，平均生物量为0.01g/m²；低潮区平均栖息密度为11.33ind/m²，平均生物量为7.85g/m²。生物量分布状况为软体动物(2.19g/m²)>节肢动物(0.48g/m²)。栖息密度的分布状况为软体动物(3.34ind/m²)>节肢动物(0.47ind/m²)。该区域的潮间带生物优势种类突出，优势种为鳞杓拿蛤和昌螺。本次调查，6条潮间带断面高潮区除断面IV未采集到生物外，其余断面均只采集到一种生物，丰富度、多样性指数和均匀度均为0，单纯度为1.00；3条潮间带断面中潮区除断面I和断面III只采集到一种生物外，其余断面未采集到生物，丰富度、多样性指数和均匀度为0，单纯度为1.00；3条潮间带断面低潮区，丰富度范围在0.00~0.38之间，平均为0.10，单纯度范围在0.00~1.00之间，平均为0.35，多样性指数范围在0.00~1.49之间，平均为0.36，均匀度范围在0.00~0.94之间，平均为0.26。

(7) 游泳动物

1) 种类组成

本次调查底拖网共捕获游泳动物61科115种，其中鱼类为44科69种，占捕获所有种类的60.00%；甲壳类为14科43种，占捕获所有种类的37.39%；头足类为3科3种，占捕获所有种类的2.61%。

2) 渔获率和现存资源密度

游泳动物重量渔获率范围为1.451~5.499kg/h，平均为3.016kg/h。最高出现在25号站位，其次为28号站位，最低为15号站位；个体渔获率范围为110~463ind/h，平均为278ind/h，最高出现在28号站位，其次为25号站位，最低为5号站位。结果详见表6.6.4-19。

游泳动物的平均重量渔获率中，鱼类为1.912kg/h，占总重量渔获率的63.40%；甲壳类为1.061kg/h，占总重量渔获率的35.18%；头足类平均渔获率为0.043kg/h，占总重量渔获率1.42%；平均个体渔获率中，鱼类为106ind/h，占总个体渔获率的

38.13%；甲壳类为 170ind/h，占总个体渔获率的 61.15%；头足类为 2ind/h。占总个体渔获率的 0.72%。

根据扫海面积法估算，16 个站位目前游泳动物的平均资源密度约为 142.617kg/km²，其中鱼类约为 89.802kg/km²，甲壳类约为 50.856kg/km²，头足类约为 1.959kg/km²。各站中以 25 号站最高（243.398kg/km²），28 号站次之（209.400kg/km²）15 号和 5 号站较低（资源密度分别为 69.107kg/km²和 80.994kg/km²）。按个体计，游泳动物的平均资源密度约为 132761ind/km²，其中鱼类约为 5011ind/km²，甲壳类约为 8163ind/km²，头足类约为 102ind/km²。各站中以 28 号站最高（23899ind/km²），25 号站次之（20106ind/km²），5 号站最低（资源密度为 4513ind/km²）。结果详见表 6.6.4-19。

表 6.6.4-19 调查海域游泳动物渔获率和资源密度

站位	渔获率		资源密度	
	重量渔获率	个体渔获率	重量资源密度	个数资源密度
	kg/h	ind/h	kg/km ²	ind/km ²
1	2.720	180	115.949	7673
3	2.575	262	111.529	11333
5	1.980	110	80.994	4513
6	2.696	178	119.971	7918
8	3.252	221	171.013	11604
10	3.406	254	163.210	12196
11	2.856	282	132.941	13127
13	2.046	226	101.672	11237
15	1.451	257	69.107	12227
16	3.516	364	154.755	16035
18	2.723	304	151.051	16880
20	2.964	376	156.888	19893
23	3.549	279	165.187	12975
25	5.499	454	243.398	20106
28	4.059	463	209.400	23899
29	2.963	237	134.816	10790
平均值	3.016	278	142.617	13276

3) 优势种

根据相对重要性指数 (IRI) 公式计算评价调查海域内的相对重要性指标 (IRI)，并以 IRI 大于 100 作为优势渔获物的判断指标，本次调查的优势渔获种类共有 20

种。其中须赤虾的 IRI 最高，为 2320.93；其他优势渔获物依次为矛形梭子蟹（1092.86）、眼斑拟鲈（988.33）、鹰爪虾（788.11）、日本瞳鲷（763.51）、叫姑鱼（761.17）、红鲷（548.50）、大鳞舌鲷（492.39）、直额鲷（453.91）、沙栖新对虾（447.28）、日本绯鲤（376.60）、斑纹鲷（374.47）、横带长鳍天竺鲷（250.16）、葛氏小口虾蛄（204.03）、大头银姑鱼（197.86）、红星梭子蟹（156.11）、长体银鲈（131.30）、管鞭虾（128.12）、黑尾吻鳗（126.90）和青莲小沙丁鱼（109.00）等。其它种类的相对重要性指数小于 100。结果详见表 6.6.4-20。

表 6.6.4-20 调查海域优势种类组成

种类	N	W	F	IRI
须赤虾	18.32%	8.20%	87.50%	2320.93
矛形梭子蟹	10.84%	2.61%	81.25%	1092.86
眼斑拟鲈	7.04%	5.12%	81.25%	988.33
鹰爪虾	6.50%	3.20%	81.25%	788.11
日本瞳鲷	2.01%	7.39%	81.25%	763.51
叫姑鱼	1.53%	6.08%	100.00%	761.17
红鲷	3.69%	4.29%	68.75%	548.50
大鳞舌鲷	2.15%	3.47%	87.50%	492.39
直额鲷	7.56%	2.82%	43.75%	453.91
沙栖新对虾	1.79%	3.32%	87.50%	447.28
日本绯鲤	1.90%	4.13%	62.50%	376.60
斑纹鲷	1.13%	3.48%	81.25%	374.47
横带长鳍天竺鲷	2.34%	1.67%	62.50%	250.16
葛氏小口虾蛄	2.30%	1.33%	56.25%	204.03
大头银姑鱼	1.50%	2.46%	50.00%	197.86
红星梭子蟹	1.46%	2.11%	43.75%	156.11
长体银鲈	0.44%	1.90%	56.25%	131.30
管鞭虾	1.68%	0.60%	56.25%	128.12
黑尾吻鳗	1.24%	1.30%	50.00%	126.90
青莲小沙丁鱼	0.84%	2.07%	37.50%	109.00

4) 渔获物体重、体长和幼体比例

本次调查海域渔获物中，鱼类平均幼体比例为 64.79%；虾类平均幼体比例为 90.03%；蟹类平均幼体比例为 92.97%；头足类平均幼体比例为 97.44%。各类群平均体长、平均体重、幼体比见表 2.2-3。渔获物各品种平均体长、平均体重、幼体比见表 6.6.4-21。

表 6.6.4-21 分类群平均体重、体长和幼体比例

类群	平均体长 (cm)	平均体重 (kg)	平均幼体比例 (%)
鱼类	10.1	0.024	64.79%
虾类	7.0	0.008	90.03%
蟹类	2.7	0.017	92.27%
头足类	5.1	0.014	97.44%

5) 物种多样性分析

项目海域渔获物重量密度丰富度指数 (d) 均值为 2.53 (1.67-3.47)，单纯度指数 (C) 均值为 0.11 (0.05-0.20)，多样性指数 (H') 均值为 4.00 (3.12-4.69)，均匀度指数 (J') 均值为 0.80 (0.66-0.90)。渔获物尾数密度丰富度指数 (d) 均值为 5.22 (3.71-7.00)，单纯度指数 (C) 均值为 0.08 (0.05-0.12)，多样性指数 (H') 均值为 4.20 (3.51-4.76)，均匀度指数 (J') 均值为 0.84 (0.79-0.91)。结果详见表 6.6.4-22。

表 6.6.4-22 渔获物多样性指数值

站位	尾数评价指标				重量评价指标			
	d	C	H'	J'	d	C	H'	J'
1	2.77	0.06	4.56	0.90	5.63	0.07	4.30	0.85
3	2.81	0.08	4.26	0.82	6.03	0.06	4.44	0.86
5	1.97	0.08	4.00	0.88	4.12	0.10	3.83	0.85
6	2.01	0.08	4.03	0.87	4.06	0.08	3.95	0.85
8	3.12	0.07	4.58	0.86	6.08	0.06	4.48	0.84
10	2.94	0.05	4.69	0.89	5.83	0.05	4.76	0.91
11	2.29	0.07	4.31	0.88	4.79	0.07	4.30	0.88
13	1.69	0.17	3.31	0.74	3.71	0.09	3.74	0.84
15	1.67	0.18	3.12	0.70	4.11	0.12	3.51	0.79
16	3.24	0.10	4.13	0.76	6.69	0.07	4.29	0.79
18	1.84	0.16	3.50	0.75	3.85	0.09	3.87	0.83
20	2.64	0.11	3.91	0.76	5.56	0.06	4.43	0.86
23	2.61	0.11	3.94	0.77	5.18	0.07	4.22	0.83
25	2.18	0.20	3.23	0.66	4.19	0.07	4.19	0.85
28	3.47	0.12	3.98	0.71	7.00	0.07	4.62	0.83
29	3.31	0.07	4.48	0.83	6.75	0.07	4.32	0.80
平均值	2.53	0.11	4.00	0.80	5.22	0.08	4.20	0.84

注：0 为只采集到 1 种游泳生物；

6) 小结

本次共采集到获游泳动物 115 种，隶属于 13 目 61 科，其中鱼类为 9 目 44 科 69 种，头足类为 2 目 3 科 3 种，甲壳类 2 目 14 科 43 种。游泳动物的平均渔获率为 3.016kg/h 和 278ind/h。其中，鱼类为 1.912kg/h 和 106ind/h，头足类的平均渔获率为 0.043kg/h 和 2ind/h，甲壳类的平均渔获率为 1.061kg/h 和 170ind/h。根据扫海面积法估算，16 个站位目前游泳动物的平均资源密度约为 142.617kg/km² 和 13276ind/km²，其中鱼类约为 89.802kg/km² 和 5011ind/km²，头足类 1.959kg/km² 和 102ind/km²，甲壳类约为 50.856kg/km² 和 8163ind/km²。根据相对重要性指数 (IRI) 公式计算评价调查海域内的相对重要性指标 (IRI)，并以 IRI 大于 100 作为优势渔获物的判断指标，本次调查的优势渔获种类共有 20 种。其中须赤虾的 IRI 最高，为 2320.93；其他优势渔获物依次为矛形梭子蟹 (1092.86)、眼斑拟鲈 (988.33) 等。本次调查海域渔获物中，鱼类平均幼体比例为 64.79%；虾类平均幼体比例为 90.03%；蟹类平均幼体比例为 92.97%；头足类平均幼体比例为 97.44%。项目海域渔获物重量密度丰富度指数 (d) 均值为 2.53 (1.67-3.47)，单纯度指数 (C) 均值为 0.11 (0.05-0.20)，多样性指数 (H') 均值为 4.00 (3.12-4.69)，均匀度指数 (J') 均值为 0.80 (0.66-0.90)。渔获物尾数密度丰富度指数 (d) 均值为 5.22 (3.71-7.00)，单纯度指数 (C) 均值为 0.08 (0.05-0.12)，多样性指数 (H') 均值为 4.20 (3.51-4.76)，均匀度指数 (J') 均值为 0.84 (0.79-0.91)。

6.7 环境空气质量现状调查与评价

根据三亚市生态环境局发布的三亚市各区环境空气质量月报 (2021年1月-2021年9月)，三亚市崖州区2021年1月~2021年9月空气质量的二氧化硫、二氧化氮、可吸入颗粒物(PM₁₀)、细颗粒物(PM_{2.5})、一氧化碳和臭氧的月均值能满足《环境空气质量标准》(GB 3095-2012)二级标准。具体数据见表6.7-1。

另根据三亚市生态环境局发布的三亚市环境空气质量年报，三亚市 2020 年 SO₂、NO₂、PM₁₀、PM_{2.5} 年均浓度分别为 4ug/m³、9ug/m³、23ug/m³、11ug/m³，臭氧(O₃) 日最大 8 小时平均第 90 百分位数为 99ug/m³，一氧化碳(CO)24 小时平均第 95 百分位数为 0.6mg/m³。六项污染物浓度均满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)，污染物全部达标，因此，项目所在区域空气质量达标，属于达标区，环境空气质量良好。

表 6.7-1 三亚市崖州区空气环境监测结果

项目监测结果	月均值*(mg/m ³)					
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	NO ₂	O ₃	CO
2021-1	43	22	7	30	115	0.8
2021-2	26	15	5	11	98	0.7
2021-3	32	13	5	14	88	0.8
2021-4	34	12	5	13	88	0.6
2021-5	25	9	4	9	66	0.5
2021-6	27	12	5	11	77	0.5
2021-7	18	9	3	7	73	0.4
2021-8	22	6	3	3	73	0.4
2021-9	16	5	3	3	63	0.4
备注	*CO 为日均值第 95 百分位数，O ₃ 为日最大 8 小时值第 90 百分位数。					

6.8 声环境质量现状调查与评价

为了解建设项目依托码头周围的声环境质量现状，海南海沁天诚技术检测服务有限公司文昌分公司于 2021 年 4 月 19 日~4 月 20 日对码头附近区域进行监测。具体监测如下：

(1) 监测布点

本次监测拟在项目边界及周边空旷区域布设噪声监测点，共布设 4 个监测点，具体的监测站位及坐标见图 6.8-1 和表 6.8-1。

表 6.8-1 现状监测站位信息

样品类型	站位名称	监测频次	经度	纬度
噪声	N1 项目北边界	连续监测 2 天，每天监测 2 次	109.12035495	18.35537285
	N2 项目西边界		109.12003309	18.35481763
	N3 项目南边界		109.12043005	18.35439920
	N4 项目附近空旷处		109.12094235	18.35320830

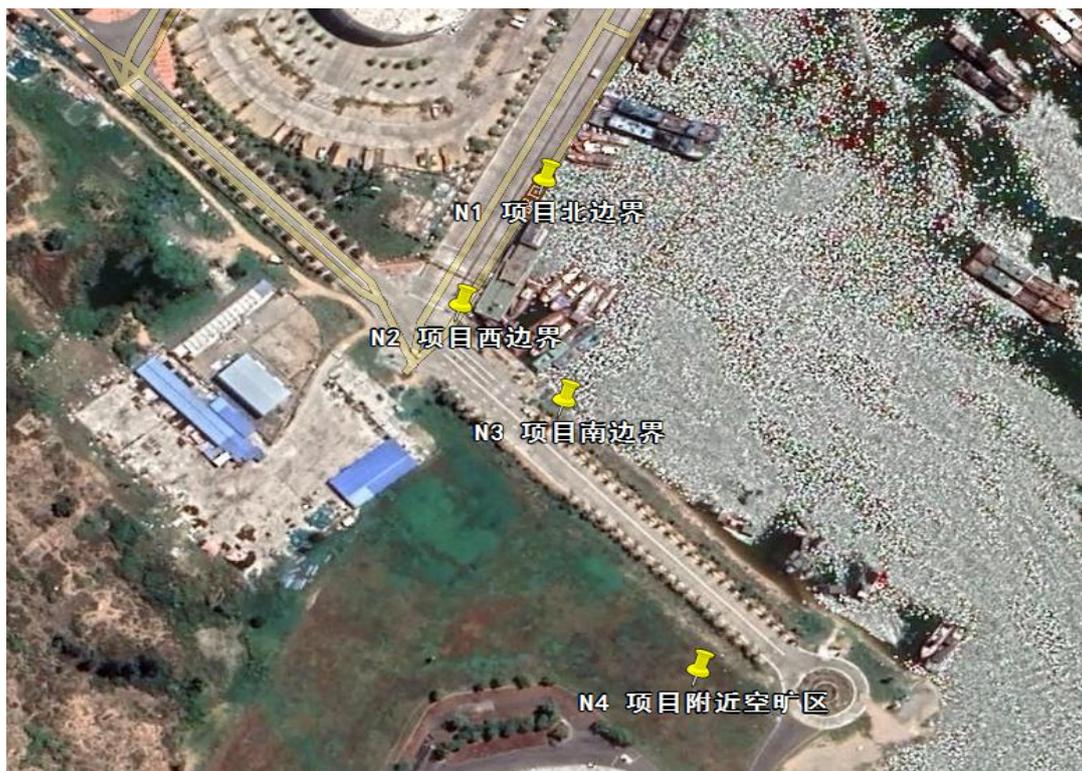


图 3.1-12 噪声现状监测站位示意图

(2) 检测分析及评价方法依据

检测方法依据《声环境质量标准》GB 3096-2008，采用仪器设备为 AWA5688 多功能声级计。评价方法参照《声环境质量标准》GB 3096-2008 表 1 中的 3 类标准，昼间：65dB (A)，夜间：55dB (A)。

(3) 监测及评价结果

根据监测结果，按照执行的标准进行评价，评价结果显示，所有监测结果均达到所执行的标准限值。监测结果及评价结果详见表 6.8-2。

表 6.8-2 预制场附近声环境监测及评价结果

监测点位	监测日期	监测时段	测量值 Leq dB (A)	主要声源	结果评价
N1 项目北边界	2021.04.19	昼间	55.8	环境噪声	达标
		夜间	48.3	环境噪声	达标
	2021.04.20	昼间	52.4	环境噪声	达标
		夜间	45.2	环境噪声	达标
N2 项目西边界	2021.04.19	昼间	54.6	环境噪声	达标
		夜间	44.5	环境噪声	达标
	2021.04.20	昼间	56.1	环境噪声	达标
		夜间	44.6	环境噪声	达标
N3 项目南边界	2021.04.19	昼间	53.7	环境噪声	达标

三亚市崖州湾农渔业区深水网箱养殖用海整体海洋环境影响报告书

界	2021.04.20	夜间	46.0	环境噪声	达标
		昼间	53.9	环境噪声	达标
		夜间	45.4	环境噪声	达标
N4 项目附近 空旷处	2021.04.19	昼间	52.2	环境噪声	达标
		夜间	42.2	环境噪声	达标
	2021.04.20	昼间	52.6	环境噪声	达标
		夜间	45.3	环境噪声	达标

7 环境影响预测与评价

7.1 工程建设前后对潮流场的影响预测与评价

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。

7.1.1 控制方程

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial(hu)}{\partial x} + \frac{\partial(hv)}{\partial y} = 0 \quad (6.1-1)$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = -g \frac{\partial \eta}{\partial x} + A_h \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) - R_b \frac{\sqrt{u^2 + v^2}}{H} u + fv + \tau_{sx} \quad (7.1-2)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} = -g \frac{\partial \eta}{\partial y} + A_h \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) - R_b \frac{\sqrt{u^2 + v^2}}{H} v - fu + \tau_{sy} \quad (7.1-3)$$

式中: A_h 水平方向扩散系数, 取值为 $1.15 \times 10^5 \text{cm}^2/\text{s}$, 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, 取值为 0.0025, g 为重力加速度, 取值为 9.81; t_{sx} , t_{sy} 为风对自由水面的剪切力在 X、Y 方向的分量; 其中:

$$t_{sx} = f_s r_a u_w \sqrt{u_w^2 + v_w^2} \quad (7.1-4)$$

$$t_{sy} = f_s r_a v_w \sqrt{u_w^2 + v_w^2} \quad (7.1-5)$$

f_s 为风阻力系数, 取值为 0.25; ρ_a 为空气密度, 取值为 $1.205 \text{kg}/\text{m}^3$; u_w , v_w 风速在 X、Y 方向的分量, 在本次模拟中, 未考虑风应力的作用。

7.1.2 边界条件和初始条件

① 边界条件

在本工程项目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，计算域外海大网格开边界条件给定水位。潮汐现象可视作为许多不同周期振动的叠加，分潮振幅（H）和专有迟角（g）只与地点有关，称潮汐调和常数。本次计算域外海开边界选取 8 个主要分潮（M₂、S₂、N₂、K₂、K₁、O₁、P₁、Q₁）叠加拟合的水位，其值采用 TMD（Tidal Model Drive）软件计算获得。

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：

$$\vec{U} \cdot \vec{n} \Big|_{\Gamma_2} = 0 \quad (7.1-6)$$

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（6.1-6）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

$$\left. \begin{aligned} \zeta(x,y,t) \Big|_{t=t_0} &= \zeta_0(x,y,t_0) \\ u(x,y,t) \Big|_{t=t_0} &= u_0(x,y,t_0) \\ v(x,y,t) \Big|_{t=t_0} &= v_0(x,y,t_0) \end{aligned} \right\} (7.1-7)$$

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 活动边界处理

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 $h \leq h_{\min}$ ，则认为格点干出。

7.1.3 潮流模型范围

数学模型的网格剖分与本工程方案尺度相适应，对本工程方案进行合理概化，对潮流运动进行详细的模拟。模型计算区域：西边界到至 108.3099°经度线，东边界至 109.4989°经度线，北至 18.4806°纬度线，南至 17.5806°纬度线。

模型采用三角形网格剖分计算区域，工程前后采用同一网格，三角形网格节点数为 8909 个，三角形网格数为 17143 个，相邻网格节点最大间距为 3500m，项目区域最小间距为 120m，计算时间步长为 30s。大范围网格剖分见图 7.1.3-1a，工程区附近网格以及局部网格剖分见图 7.1.3-1b。

工况说明：本次潮流模拟共模拟两种工况，分别为工程前工况和工程后工况，其中工程前工况为没有放置网箱的现状情况，工程后为放置网箱后的情况。模型计算区域水深由海图及测图基面统一到平均海平面后确定：2012 年出版图号为 03002(三亚港至感恩角，比例尺 1:150000)，2006 年 6 月出版图号为 10016(香港至海防，比例尺 1:1000000)海图，2016 年出版图号为 03202(三亚港附近，比例尺 1:5000)海图，2015 年出版图号为 16341(三亚港附近，比例尺 1:25000)海图。所有水深都转化至平均海平面再插值至网格点上，模型计算水深见图 7.1.3-2。

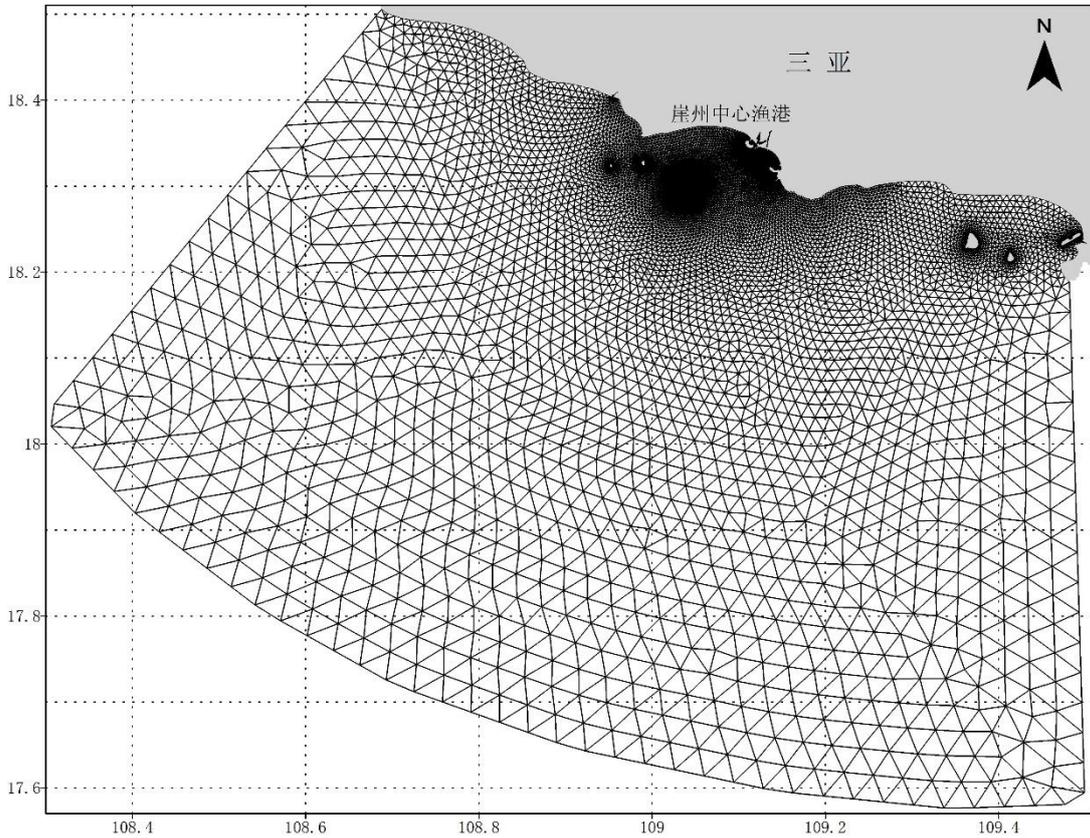


图 7.1.3-1a 模型计算网格

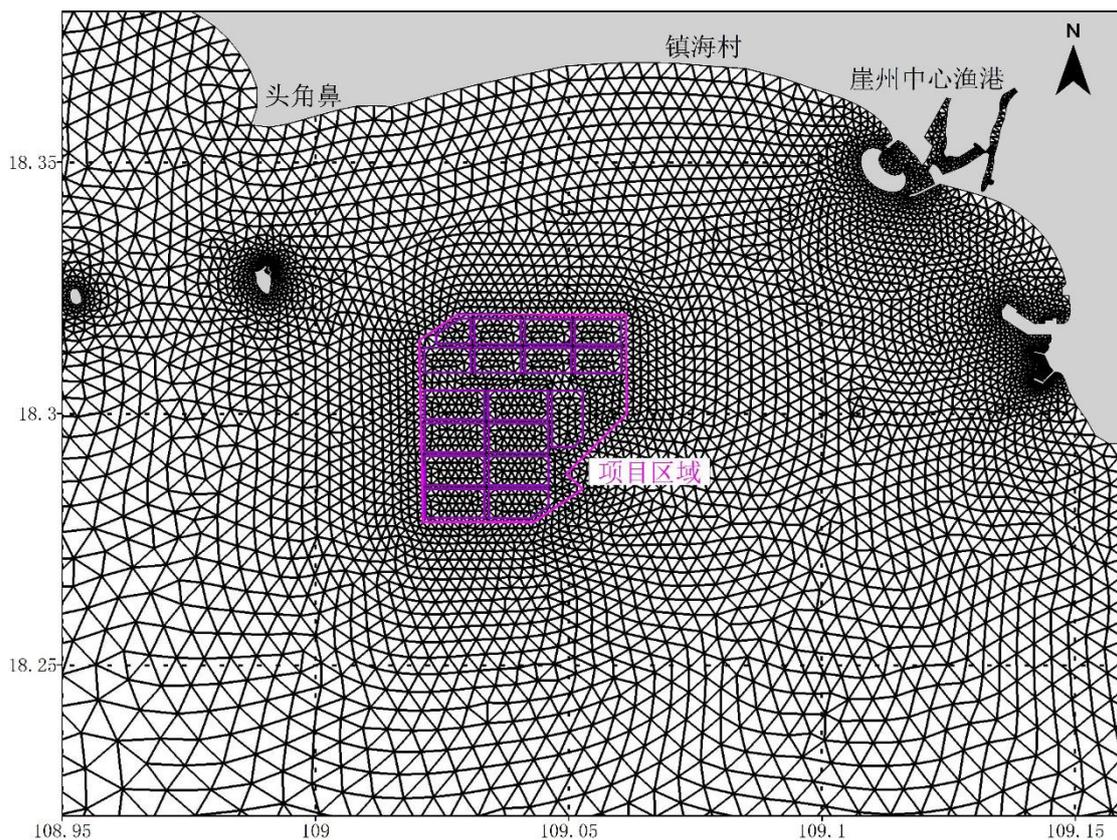


图 7.1.3-1b 工程附近区域计算网格（局部放大）

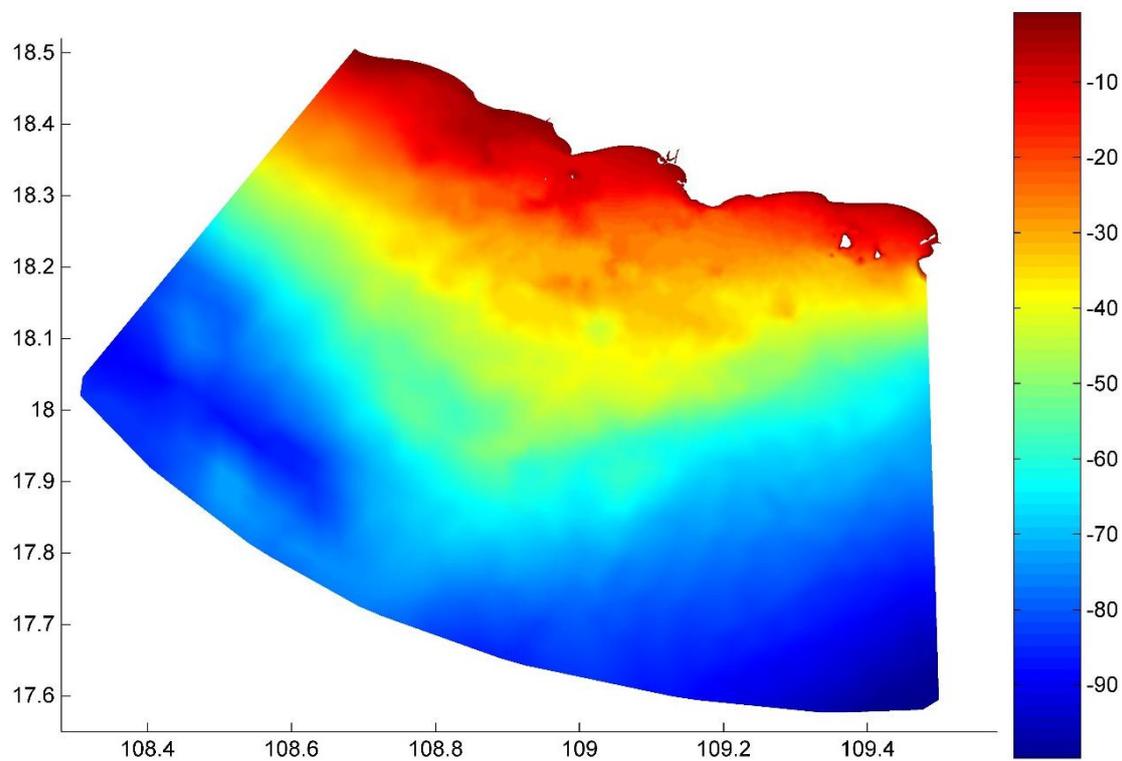


图 7.1.3-2 模型计算水深

7.1.4 模型的验证

模型的验证有两部分，包括项目工程附近海域 2021 年 9 月 4 日 12 时~5 日 13 时共 4 个站点（站位编号为 S1~S4）的潮流资料和 1 个站点（站位编号 S3）的潮位资料与计算结果对比，绘制潮位曲线图 7.1.4-2，由于实测流速为表层、中层、底层三层，因此验证时采用垂向平均实测流速、流向资料。由图可以看到实测资料共有 8 个站位，但考虑到 S5~S8 站离工程区域较远，因此本次模拟并不对 S5~S8 站的资料进行验证。

从验证结果可以看出，模型模拟的潮位与实测潮位基本吻合(见图 7.1.4-2)，模拟的流速流向与实测值的趋势大体一致(见图 7.1.4-3)。

验证结果表明，崖州湾海域潮流运动为典型的往复流，潮流强度相对较大，验证结果较好地体现了这一现象；从整体上看，模拟的流速流向基本与观测值大体一致，因此该潮流模型对于工程水域具有很好的重现能力，能够真实的反映工程区域的水动力特征，可以进一步作为研究工程区域其它水文情况的数学模型工具。

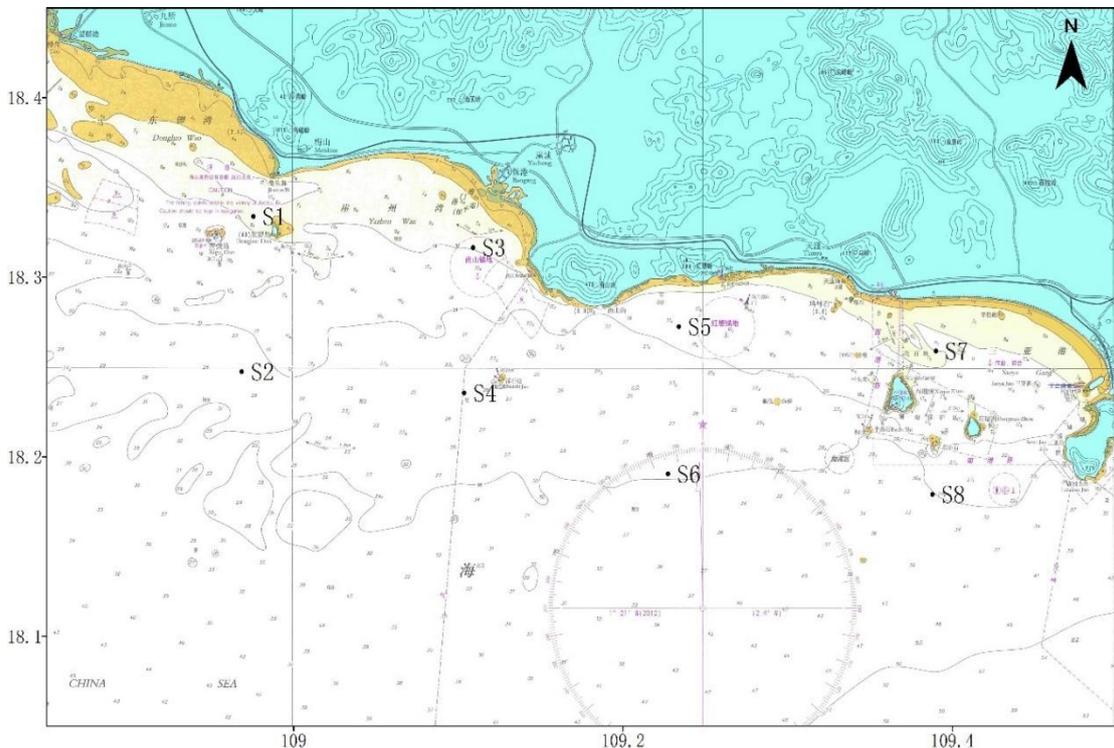


图 7.1.4-1 测流站点图(2021 年 9 月 4 日 12 时~5 日 13 时)

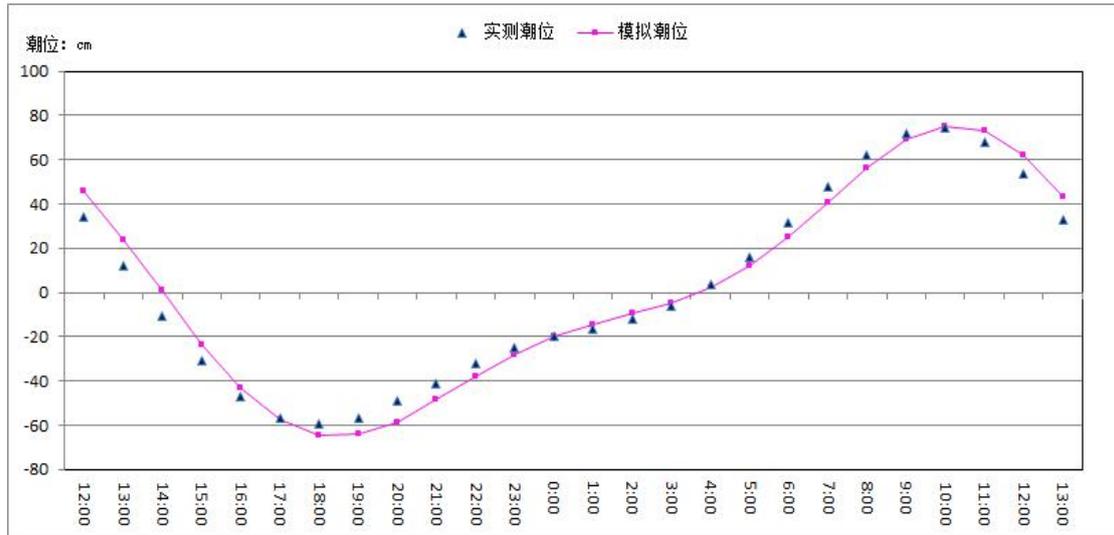


图 7.1.4-2 S3 站潮位过程验证(2021 年 9 月 4 日~5 日, 大潮期)

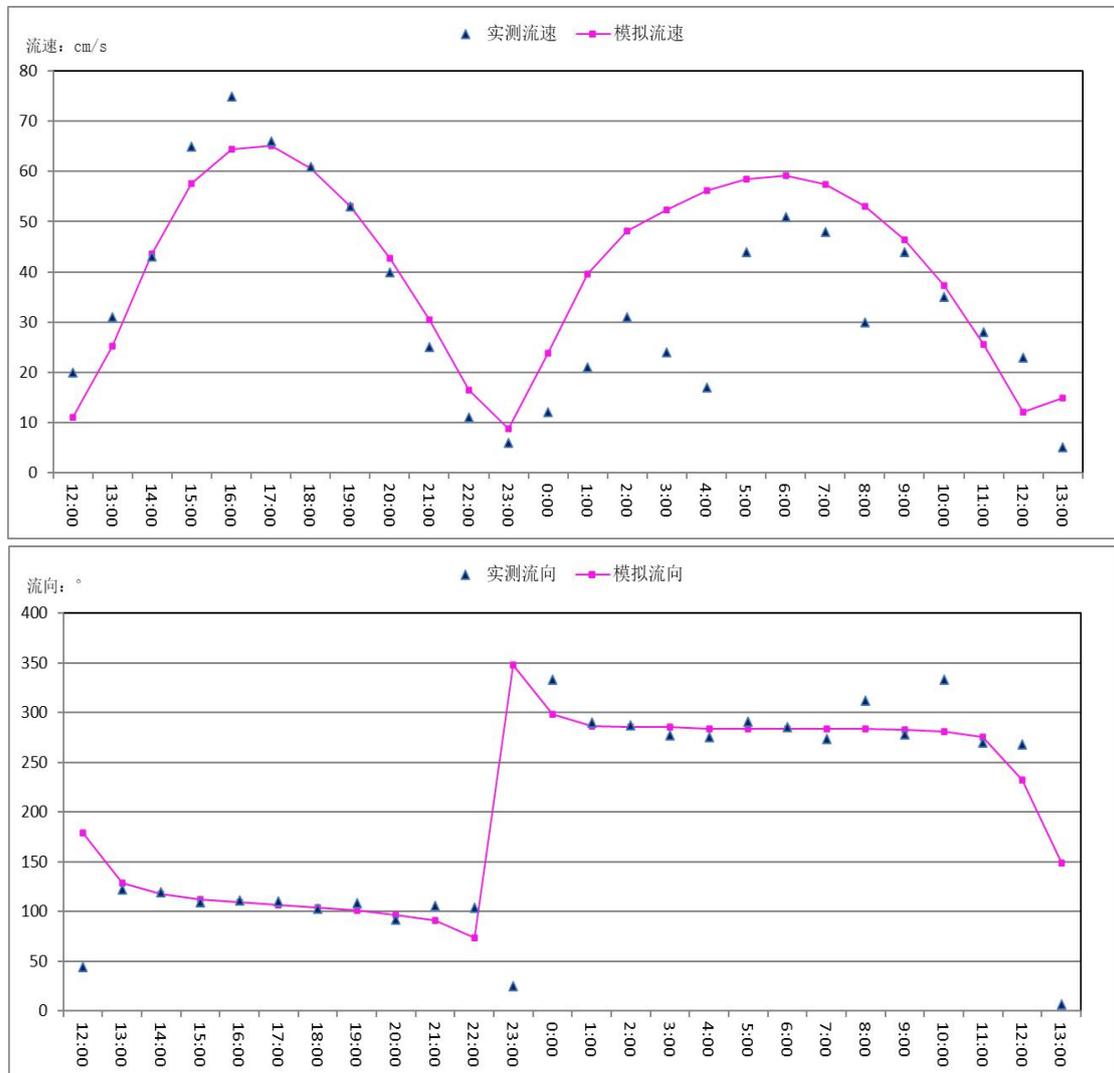


图 7.1.4-3a S1 站实测流向与计算结果对比

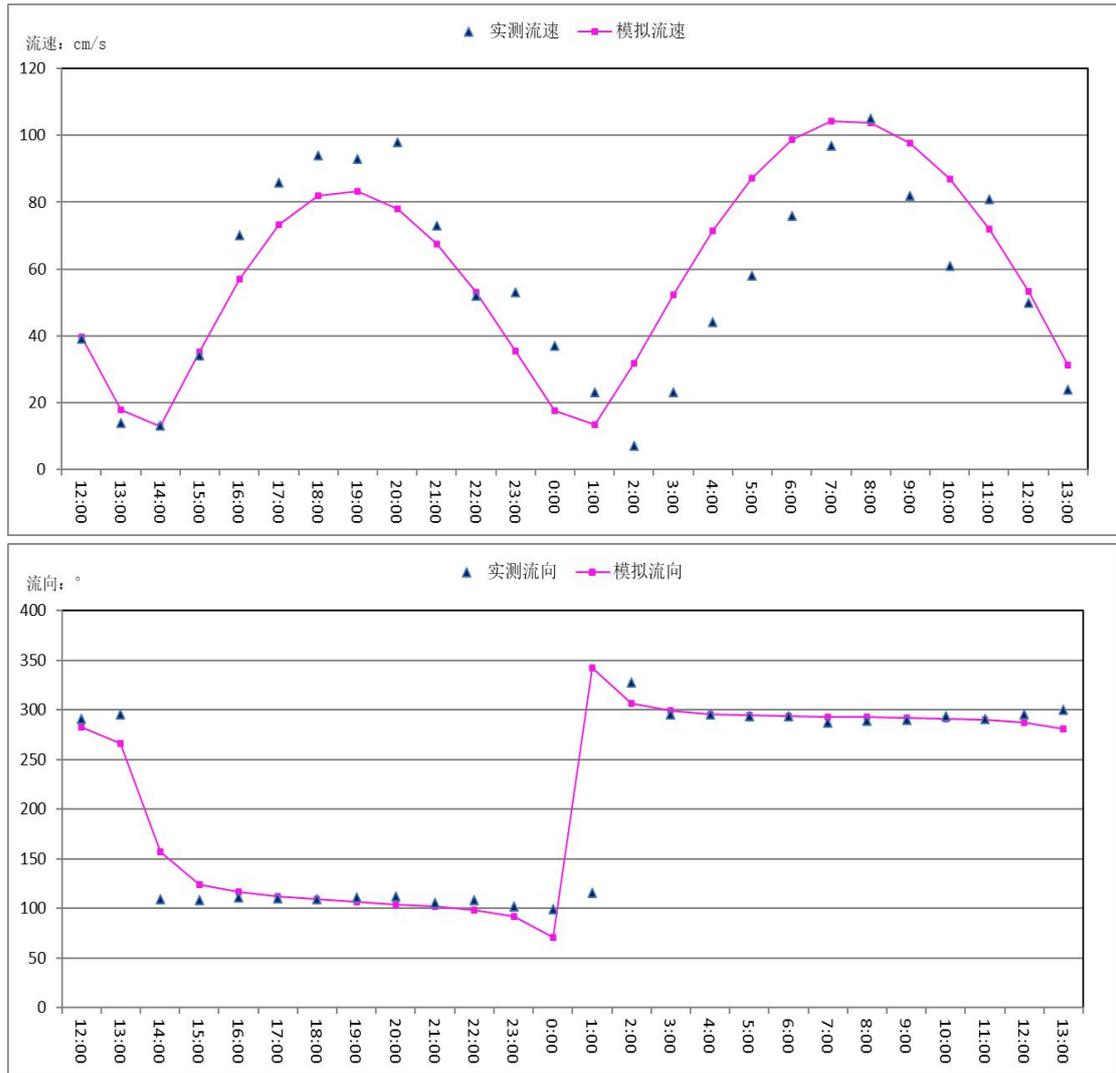
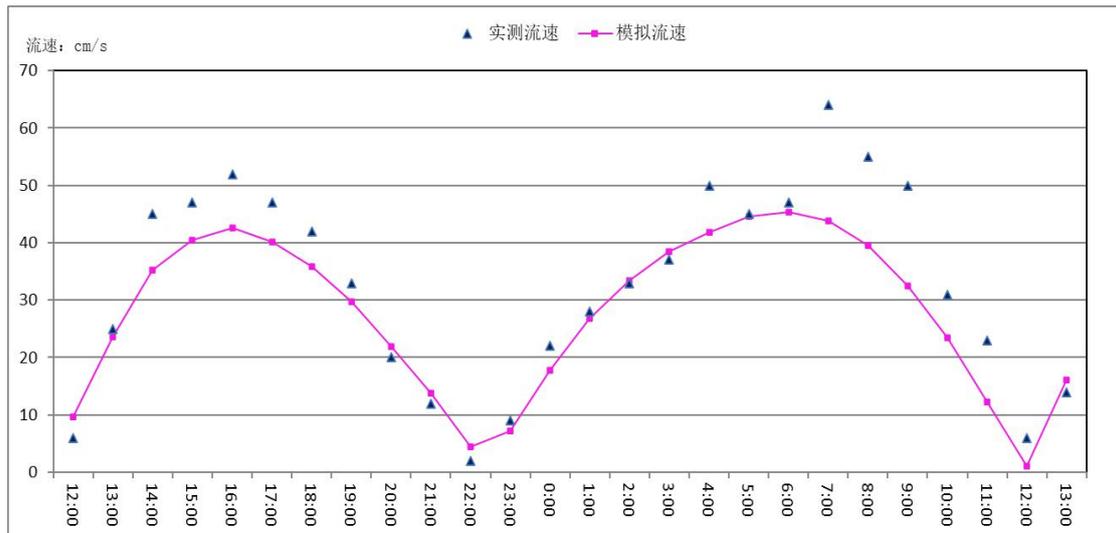


图 7.1.4-3b S2 站实测流向与计算结果对比



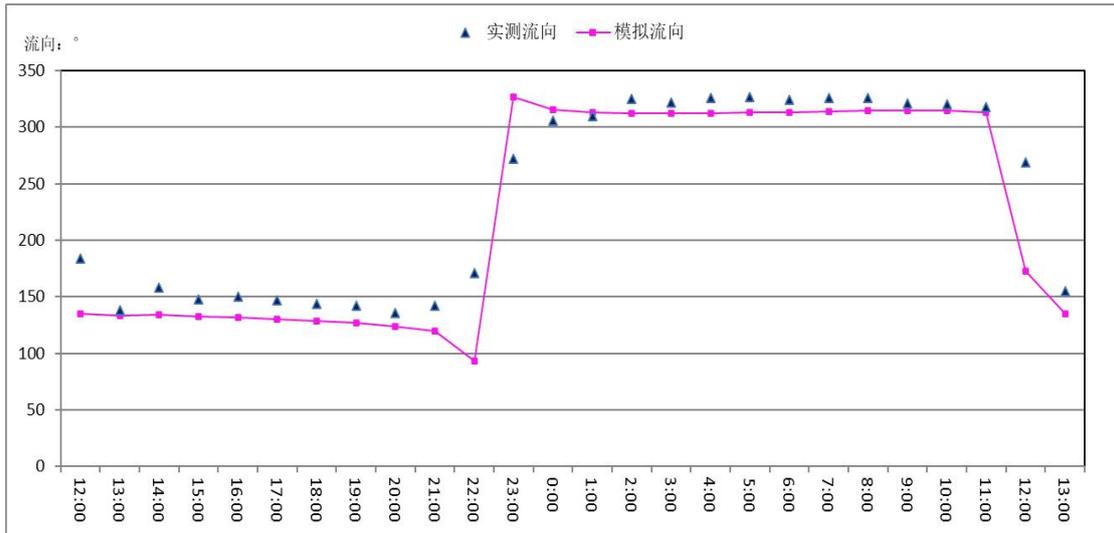


图 7.1.4-3c S3 站实测流向与计算结果对比

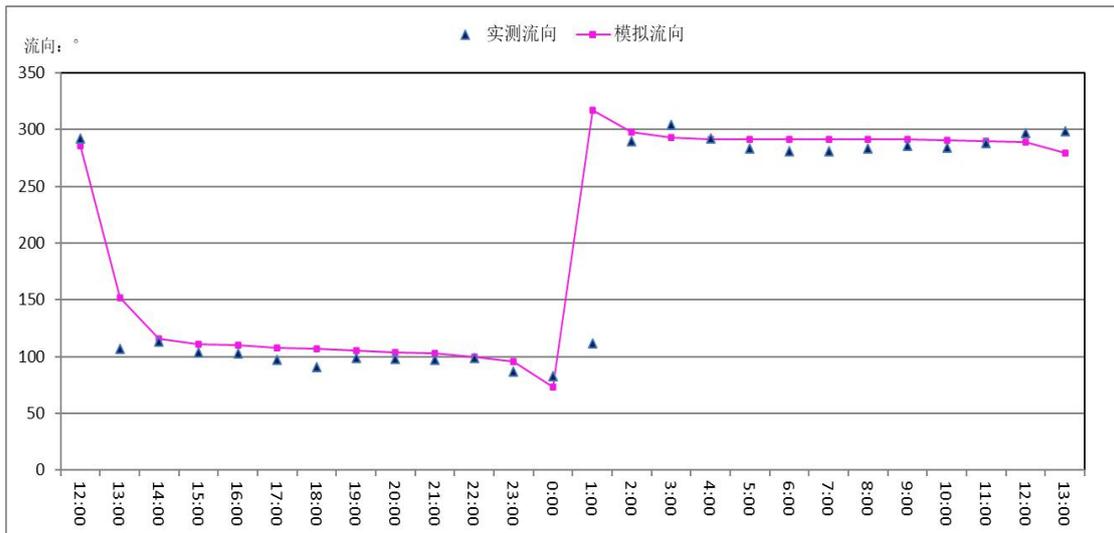
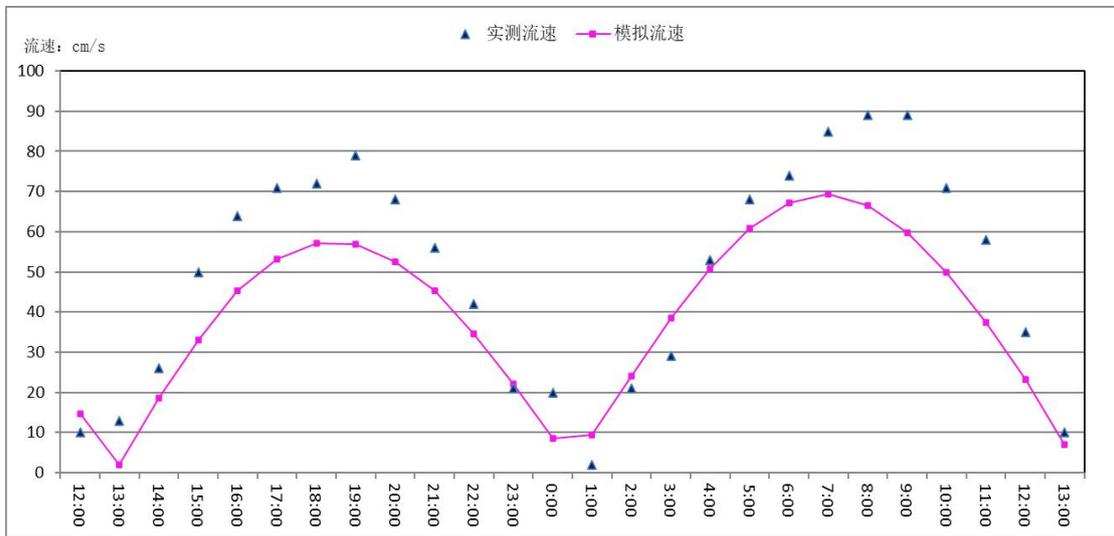


图 7.1.4-3d S4 站实测流向与计算结果对比

7.1.5 现状潮流流场模拟结果

为了分析项目工程所在区域工程前的潮流流场情况，现绘出工程前工况时项目区域大潮期落急时刻和涨急时刻的流场图，见图 7.1.5-1 和图 7.1.5-2。流场的数值计算结果表明：

1) 本项目位于崖州湾，项目外海海域的潮流主要为西北-东南向往复流，流向与海南岛南岸的岸线整体走势和水下地形等深线走势一致；落急时，潮流沿着头角鼻-镇海村-崖州中心渔港-南山港区方向流动，涨急时流向呈反方向流动。

2) 在近岸区域，受各岬角(如头角鼻等)和岛屿(东洲、西洲)的影响，水下地形复杂，潮流绕过岬角后传入湾内，流速下降显著。

3) 在项目工程所在区域，其流势主要为东南向的落潮流和西北向的涨潮流，落急时，项目区域流速介于 45~60cm/s 之间；涨急时，项目区域流速介于 45~65cm/s 之间；涨潮、落潮皆表现出项目西区比东区流速较大。

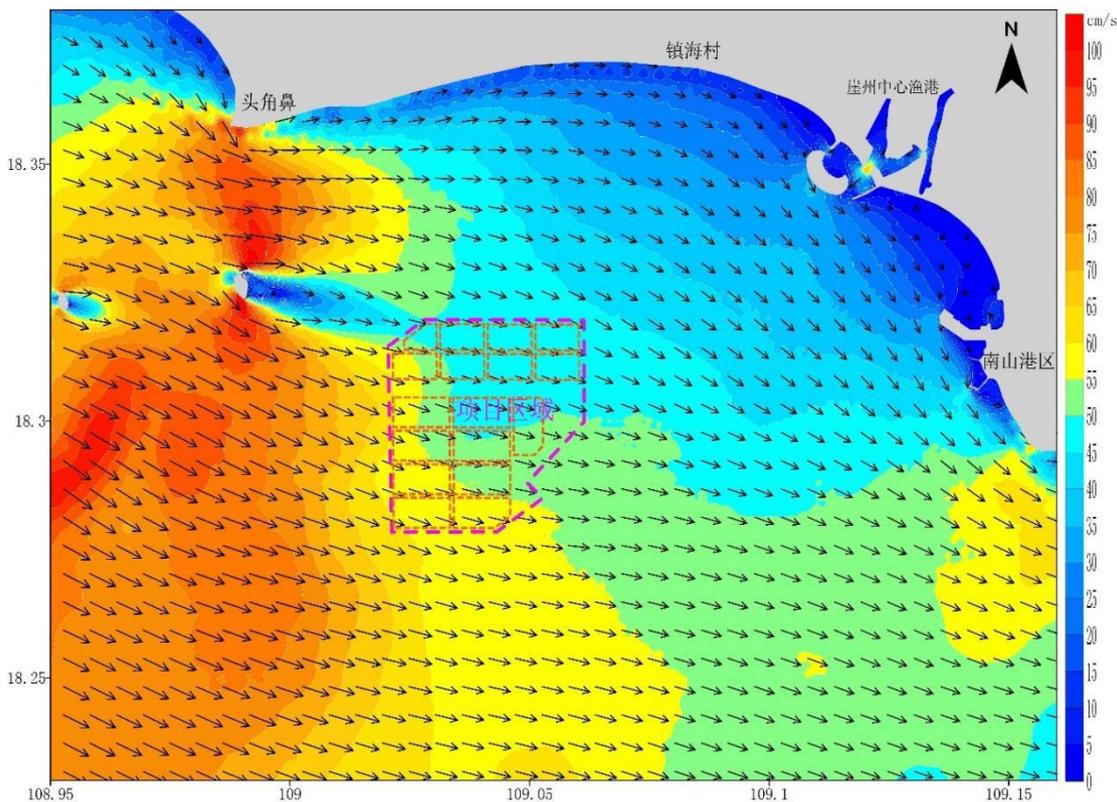


图 7.1.5-1 工程前工程附近海域落急时刻潮流场

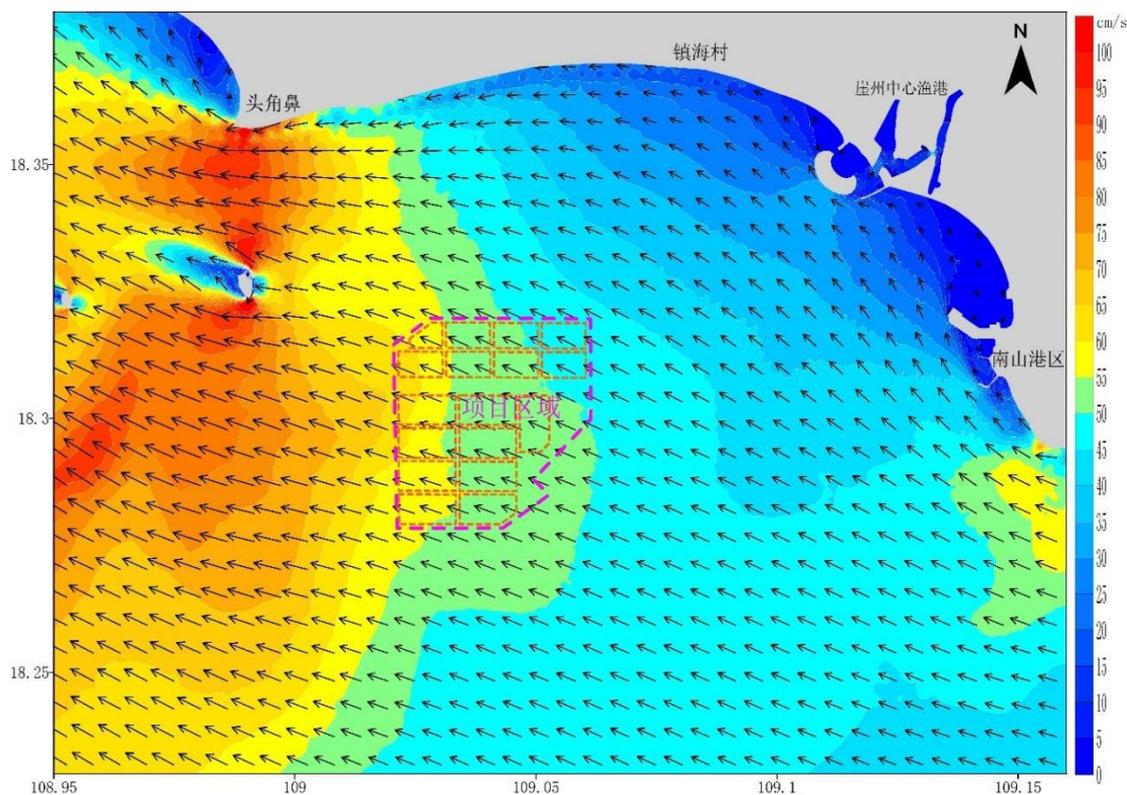


图 7.1.5-2 工程前工程附近海域涨急时刻潮流场

7.1.6 工程后潮流流场模拟结果

工程后工况，网箱布设完成，网箱具有阻流作用，在模型中通过增大底摩擦来近似模拟网箱的作用。为了更好的分析工程前流场的情况，现绘出工程前工况时项目区域大潮期落急时刻和涨急时刻的流场图，见图 7.1.6-1 和图 7.1.6-2。流场的数值计算结果表明：

1) 工程后崖州湾整体往复流特别并没有改变，项目外海海域的潮流主要为西北-东南向往复流，流向与海南岛南岸的岸线整体走势和水下地形等深线走势一致。

2) 工程后，工程区域由于网箱的阻流作用，工程区域内流速较小，在其南北两侧增大。

3) 在项目工程所在区域，其流势主要为东南向的落潮流和西北向的涨潮流，落急时，项目区域流速介于 35~60cm/s 之间；涨急时，项目区域流速介于 40~60cm/s 之间；涨潮、落潮皆表现出项目西区比东区流速较大。

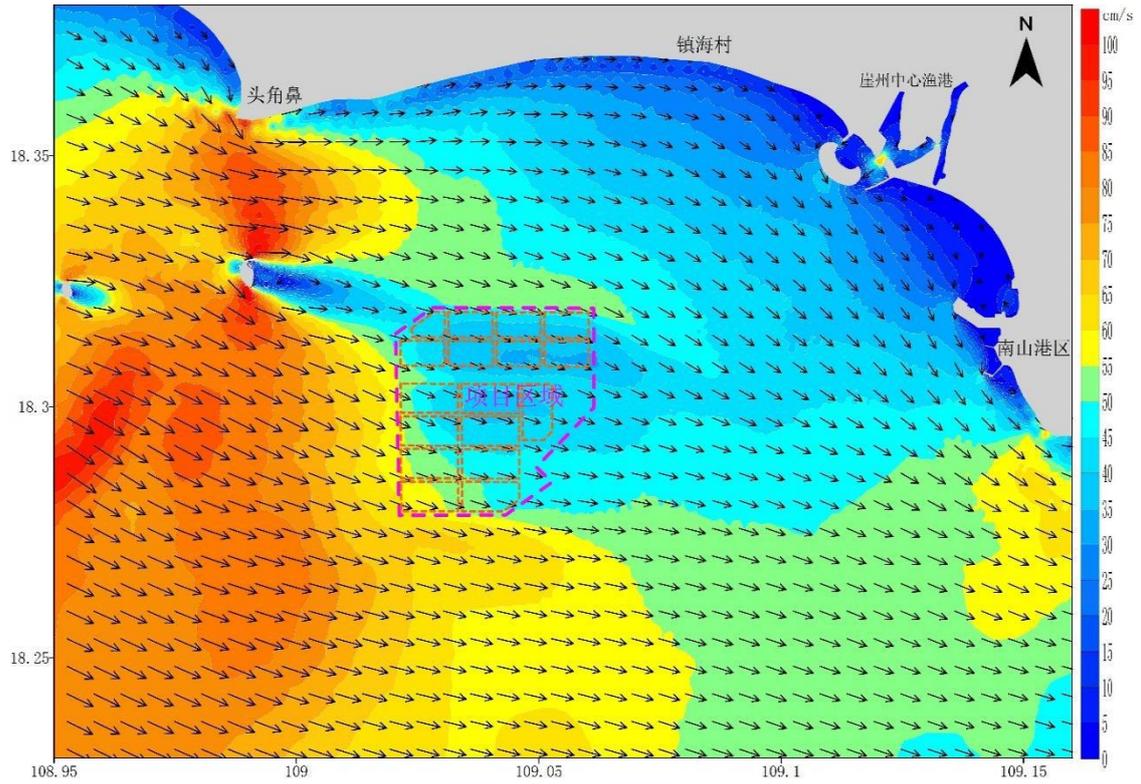


图 7.1.6-1 工程后工程附近海域落急时刻潮流场

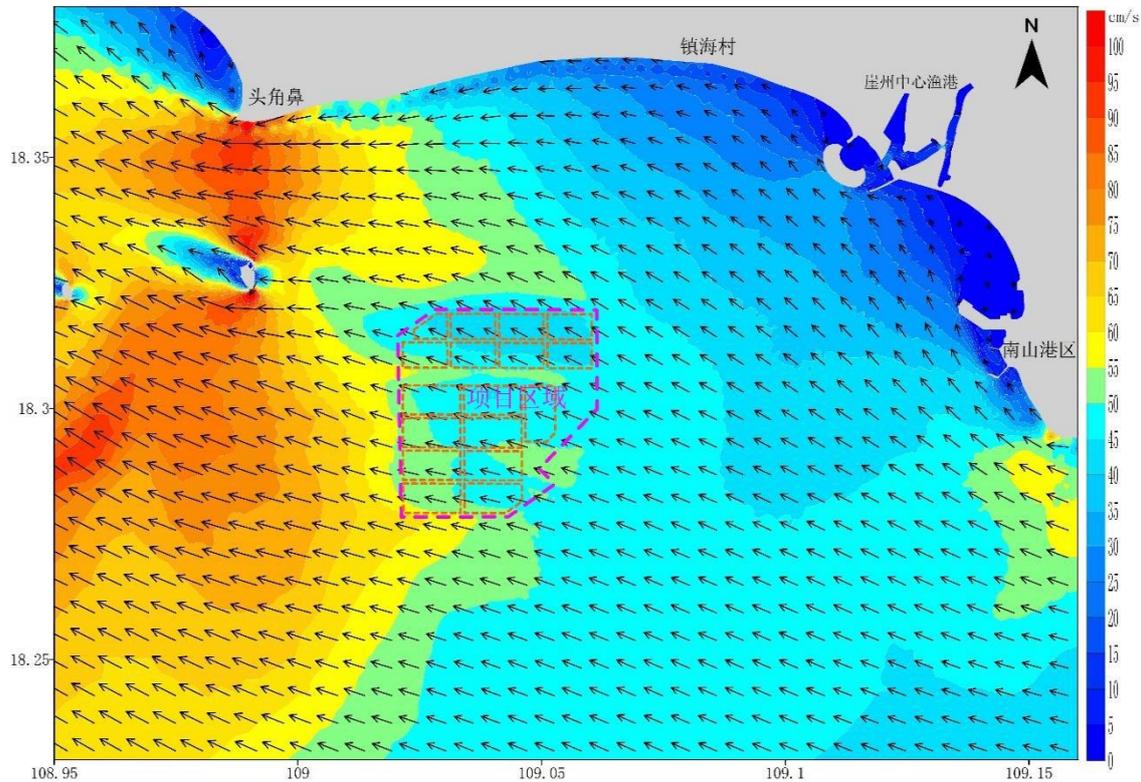


图 7.1.6-2 工程后工程附近海域涨急时刻潮流场

7.1.7 工程前后潮流流场模拟结果对比

本项目工程完成后，项目区域网箱的布设对潮流起到了阻流的作用，引起该

区域流场的变化。为了对比工程前后潮流场的变化，本报告给出涨急时刻和落急时刻前后流速变化图，见图 7.1.7-1。通过分析可以发现：

1) 落急时刻，工程前后对比，工程区域流速减小，最大减小幅度大于 14cm/s，这是由于网箱的布设，增大了水流阻力，导致工程区域流速减小；在工程区域东西两侧，流速呈现减小的趋势，靠近网箱区域最大减小幅度大于 8cm/s，南北两侧流速呈现增大的趋势，靠近网箱区域最大增大幅度约为 8cm/s。

2) 涨急时刻，工程前后对比，工程区域流速减小，最大减小幅度大于 15cm/s，这是由于网箱的布设，增大了水流阻力，导致工程区域流速减小；在工程区域东西两侧，流速呈现减小的趋势，靠近网箱区域最大减小幅度大于 10cm/s，南北两侧流速呈现增大的趋势，靠近网箱区域最大增大幅度约为 7cm/s。

3) 总体上来说，工程完成后，流速变化最大的区域为工程区域，体现为流速减小，减小的最大幅度大于 15cm/s；其次是工程区域东西两侧，体现为流速减小，减小的最大幅度大于 10cm/s；在东侧区域南北两侧，流速体现为增大，最大增大幅度约为 8cm/s。

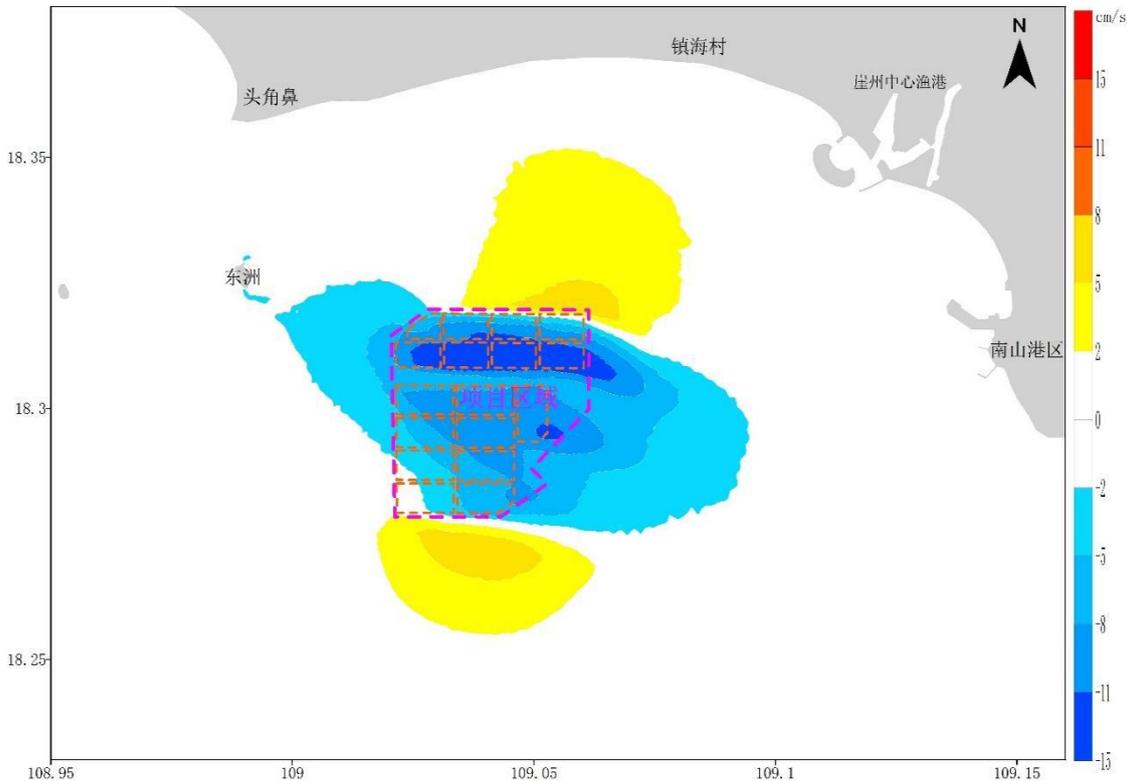


图 7.1.7-1a 工程前后落急时流速变化图

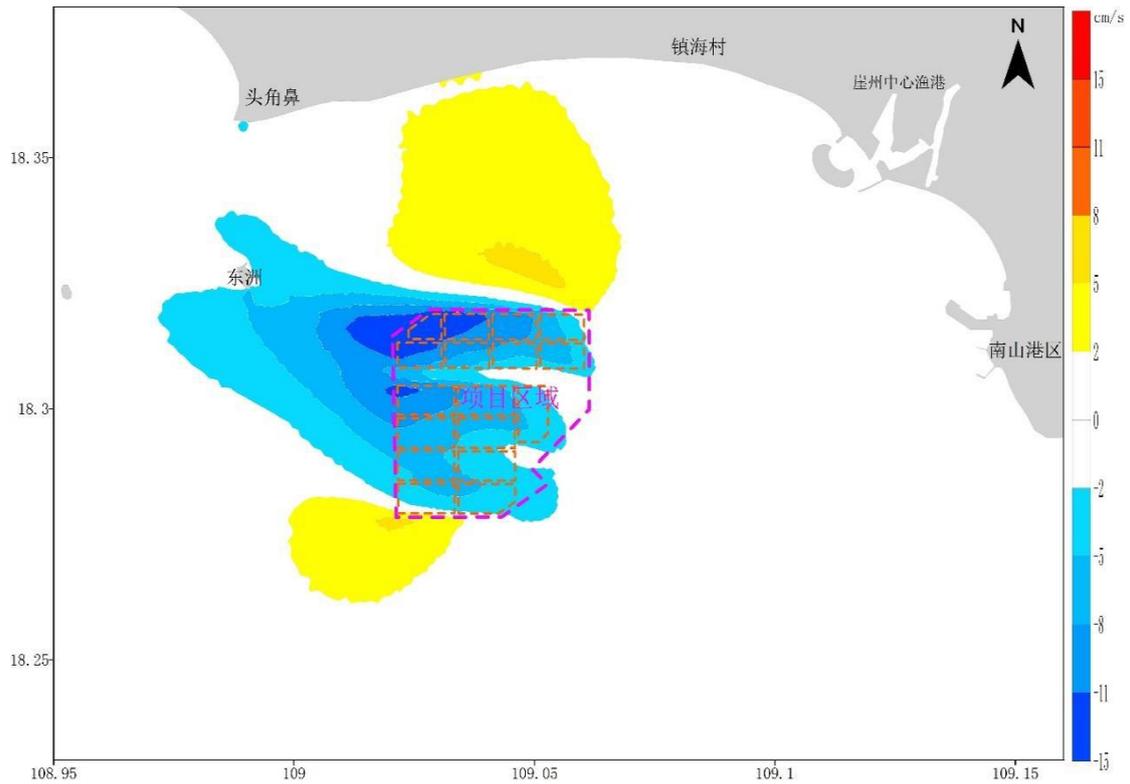


图 7.1.7-1b 工程前后涨急时流速变化图

7.2 地形地貌与冲淤环境影响预测

本项目主要为网箱养殖，网箱采用水泥墩锚块固定，且锚块间距较大，水泥墩锚块的投放对项目海区水动力环境影响很小，但大面积的网箱养殖对项目区水动力环境将产生一定的影响，根据潮流数值模拟计算结果，项目实施后项目附近海域的潮流流速变化最大值为 10cm/s，流速变化大于 1cm/s 的范围最大为 7.4km。因此，本项目工程的实施，对项目附近海域的潮流有一定的影响，但影响不大，项目建成后由于潮流变化导致的海底地形和岸滩演变也相对较小。

7.3 工程建设对水质环境影响分析

7.3.1 水环境的影响因子

本项目工程对海域环境产生影响的决定因素，主要是悬浮泥沙的产生量和该海域的自净能力。通常，悬浮泥沙产生量越大，水质越混浊，对环境的影响也就越大。再则，其影响程度还取决于海域的环境容量(负荷限度)，即海域的地理条件和水体的活跃程度。后者主要是指海流的输运、扩散能力和海水的更新率。一般来说，海域越封闭，水域容积越小，海水交换能力越弱，稀释能力越低，环境负荷能力也就越低。

环境影响预测的目的，在于将上述原则与系统工程的方法联系起来，预测项目施工过程中所形成的悬浮泥沙影响浓度场和定量地描述项目施工作业可能产生的环境后果，为采取防范措施提供科学依据。

7.3.1.1 二维潮流泥沙输运扩散方程

根据《海岸与河口潮流泥沙模拟技术规范》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：

$$\frac{\partial S}{\partial t} + u \frac{\partial S}{\partial x} + v \frac{\partial S}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} (D_x \frac{\partial S}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (D_y \frac{\partial S}{\partial y}) + F_s / H + Q_s / H \quad (7.3-1)$$

$$Q_s = Q_0 - S\omega (1 - R)$$

$$R = \begin{cases} \frac{\alpha D_{50}}{\beta + D_{50}} (u_* - u_{*cr}) & (u_* \geq u_{*cr}) \\ 0 & (u_* \leq u_{*cr}) \end{cases}$$

$$u_{*cr} = 0.04 \frac{\rho_s - \rho_0}{\rho_0} \sqrt{gD_{50}}$$

S 为铅直方向积分的水体含沙浓度 S ； D_x 、 D_y 分别为 x 、 y 方向的泥沙扩散系数； F_s 为泥沙源汇函数或床面冲淤函数， Q_0 为海底产生的悬浮泥沙量； ρ_s 为悬砂密度（取石英密度为 2.65g/cm^3 ）； ρ_0 为海水密度（取为 1.035g/cm^3 ）； γ 为海水分子运动粘性系数（取为 $10^{-3}\text{cm}^2/\text{s}$ ）； u_* 、 u_{*cr} 分别为摩擦速度和泥沙再悬浮速度； R 为沉降泥沙的再悬浮率（ $0 \leq R \leq 1$ ）； D_{50} 为泥沙的中值粒径（取为 0.008mm ）。

由于工程区域海底沉积物粒径变化较大，因此泥沙源函数按下面方法确定：
底部切应力计算公式：

$$\tau = \rho_b^f U U \quad (7.3-2)$$

当 $\tau \leq \tau_d$ 时，水中泥沙处于落淤状态，则：

$$F_s = \alpha \omega S (1 - \frac{\tau}{\tau_d}) \quad (7.3-3)$$

当 $\tau_d < \tau < \tau_e$ 时,海底处于不冲不淤状态,则:

$$F_s = 0 \quad (7.3-4)$$

当 $\tau \geq \tau_e$ 时,海底泥沙处于起动状态,则:

$$F_s = -M \left(\frac{\tau}{\tau_e} - 1 \right) \quad (7.3-5)$$

上各式中: U 为平均流速;

ω 为泥沙沉降速度;

S 为水体含沙量;

α 为沉降几率;

τ_d 为临界淤积切应力;

τ_e 为临界冲刷切应力;

M 为冲刷系数。

悬浮泥沙沉降速度采用张瑞谨 (1998) 提出的泥沙沉降速度的通用公式:

$$\omega = \sqrt{(13.95 \frac{v}{d_s})^2 + 1.09 \frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma} g d_s} - 13.95 \frac{v}{d_s}$$

其中, γ γ_s 分别为水、泥沙的容重; d_s 为悬浮泥沙的中值粒径; v 为黏滞系数。

关于临界淤积切应力 τ_d , 这里采用窦国仁 (1999) 提出的计算公式:

$$\tau_d = \rho_b U_c U_c \quad (7.3-6)$$

其中 U_c 为临界海底泥沙起动速度。

$$U_c = k \left[\ln 11 \frac{h}{\Delta} \right] \left(\frac{d'}{d_*} \right)^{\frac{1}{6}} \sqrt{3.6 \frac{\rho_s - \rho}{\rho} g d_s + \left(\frac{\gamma_0}{\gamma'_0} \right)^{1/2} \frac{\varepsilon_0 + gh\delta(\delta/d_s)^{1/2}}{d_s}} \quad (7.3-7)$$

式中: $k = 0.32$;

$$d_* = 10;$$

$\varepsilon_0 = 1.75 \text{ cm}^3 / \text{s}$, 为综合泥沙粘结力, 一般泥沙取该值;

$\delta = 2.31 \times 10^{-5} \text{ cm}$, 是薄膜水厚度参数,

γ_0 为海底泥沙干容重;

γ'_0 泥沙颗粒的稳定干容重；

h 为水深；

ρ_s 为泥沙密度；

$$d' = \begin{cases} 0.5mm & \text{当 } d \leq 0.5mm \text{ 时} \\ d & \text{当 } 0.5mm \leq d \leq 10mm \text{ 时} \\ 10mm & \text{当 } d \geq 10mm \text{ 时} \end{cases}$$

$$\Delta = \begin{cases} 1.0mm & \text{当 } d \leq 0.5mm \text{ 时} \\ 2d & \text{当 } 0.5mm \leq d \leq 10mm \text{ 时} \\ 2d_*^{1/2} d^{1/2} & \text{当 } d \geq 10mm \text{ 时} \end{cases}$$

(1) 定解条件

① 初始条件

$$S(x, y, t)|_{t=t_0} = S_0(x, y, t_0) \quad (7.3-8)$$

式中： $S_0(x, y, t_0)$ 为初始时刻 t_0 的已知值。

② 边界条件

计算水域与陆地交界的固边界 Γ_1 上有：

$$S(x, y, t)|_{\Gamma_1} = S^*(x, y, t) \quad (\text{当水流流入计算域时})$$

$$\frac{\partial(HS)}{\partial t} + \frac{\partial(HSu)}{\partial x} + \frac{\partial(HSv)}{\partial y} = 0 \quad (\text{当水流流出计算域时}) \quad (7.3-9)$$

计算水域与陆地交界的固边界 Γ_2 上有：

$$\frac{\partial S}{\partial \vec{n}} = 0 \quad (7.3-10)$$

式中： $S^*(x, y, t)$ 为已知值（实测或准实测或分析值）， \vec{n} 为陆地边界的单位法向矢量，式（7.3-10）的物理意义为泥沙沿固边界的法向通量为零。

(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：

$$A\Delta t S_{i-1,j}^{n+\frac{1}{2}} + B\Delta t S_{i,j}^{n+\frac{1}{2}} + C\Delta t S_{i+1,j}^{n+\frac{1}{2}} = D\Delta t \quad (7.3-11)$$

后半步长：

$$A\varrho S_{i,j-1}^{n+1} + B\varrho S_{i,j}^{n+1} + C\varrho S_{i,j+1}^{n+1} = D\varrho \quad (7.3-12)$$

上式中 As1, Bs1, Cs1, Ds1, A2#, B2#, C2#, Ds1, D2#为已知系数。

7.3.1.2 悬浮泥沙源强度

本工程产生悬浮泥沙的施工环节主要是深水网箱安装时锚碇与底质接触产生的悬浮泥沙。由于工程所处海域水深较大，抛锚时锚碇主要与底质表层接触，故施工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。目前几乎无抛锚固定作业带来的悬沙扩散源强的相关文献资料研究，根据其作业方式与抛石施工接近，因此借鉴抛石过程的源强进行悬浮泥沙扩散的预测。抛石产生的水体悬浮物包括两部分，一部分为块石自身携带的泥土进入水体形成的悬浮物，一部分为抛填块石时扰动底床产生的悬浮物。本项目使用 4.2m³ 的水泥墩 2880 个，2.5m³ 的水泥墩 880 个，水泥墩共 14296m³。项目使用的水泥墩锚碇本身无携带泥土，该部分悬浮物产生量为 0m³；工程区底质为粉砂，抛石过程中搅动产生的悬浮泥沙量按抛石量的 4%计，为 571.846m³。水泥墩投放施工时间按 6 个月计，每天工作 8 小时，悬浮泥沙干容重取 1380kg/m³，则抛石工序产生的悬浮泥沙量约为 0.15kg/s。

悬浮泥沙扩散的计算时间为 15 天，即包含一个完整的大、中、小潮全潮汐过程。在本项目模型中针对施工期选取 526 个点(以每组网箱所在的中心)作为施工过程中悬浮泥沙扩散的模拟源强点，如图 7.3.1-1 所示。

模拟计算过程中仅仅考虑工程施工产生的悬浮泥沙增量的影响，潮流对海底床作用产生的泥沙不做考虑。

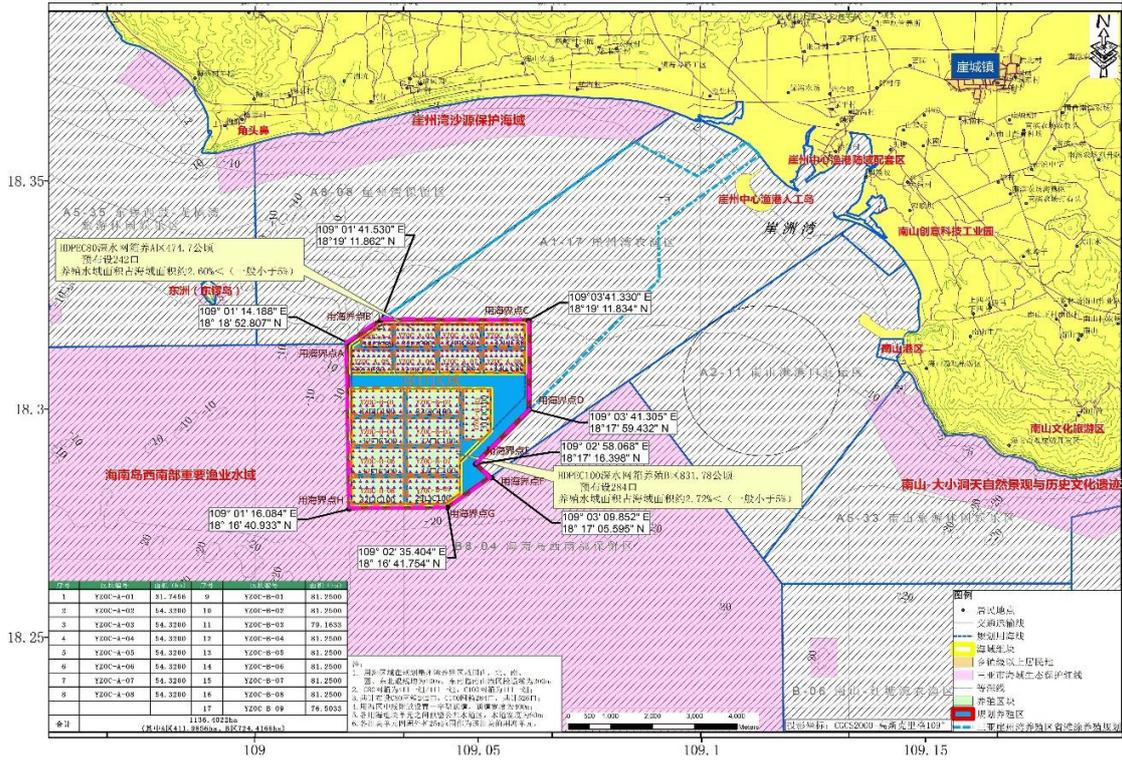


图 7.3.1-1 模拟悬沙源强示意图（项目区域红色三角形）

7.3.1.3 悬浮泥沙分布的计算结果及分析

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

泥沙的扩散除了自身的沉降外，主要受到潮流输运作用影响，因此泥沙的扩散方向与潮流的方向相同。从图中可以看出，项目施工过程中引起的悬浮泥沙沿着潮流方向呈西北-东南向扩散，通过图 7.3.1-2 可以看出，悬浮泥沙浓度较小，扩散范围仅在工程区域附近，这主要是因为项目区域潮流流速较大且源强浓度较小，如图 7.3.1-2 所示。

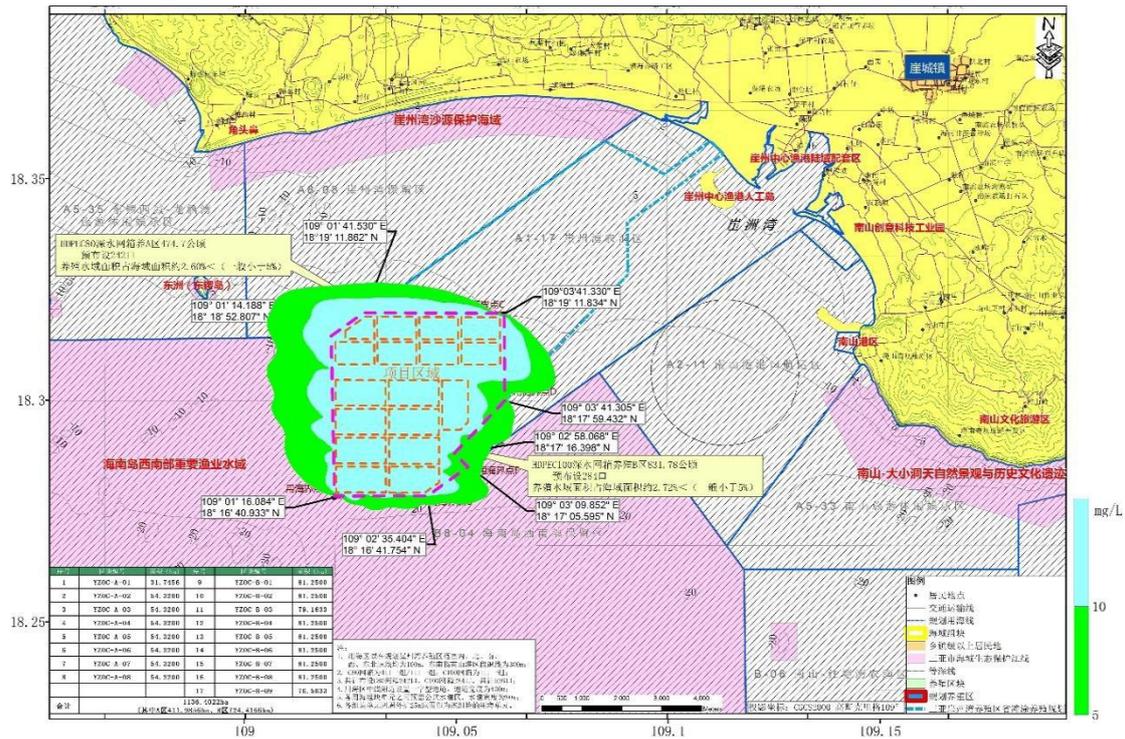


图 7.3.1-2 施工期悬浮泥沙扩散范围等值线示意图

7.3.1.4 悬浮泥沙的影响范围

在此对项目施工引起的悬沙影响进行估计。为了估计悬浮泥沙的影响大小，根据模型的计算结果，计算施工期悬浮泥沙不同浓度的覆盖面积，如表 7.3.1-1。

从悬浮物的扩散趋势来看，受潮流影响，悬浮泥沙沿着潮流方向呈西北-东南向扩散，这与潮流模拟的特征一致。

由表 7.3.1-1 和图 7.3.1-2 可以看到，施工期悬浮泥沙最大浓度增量包络线范围超 I、II 类海水水质(>10mg/L)的面积为 **20.90km²**；悬浮泥沙增量>20mg/L 的面积为 **0km²**；悬浮泥沙增量>50mg/L 的面积为 **0km²**、超 III 类海水水质 (>100mg/L) 面积为 **0km²**、超 IV 类海水水质 (>150mg/L) 的面积为 **0km²**。

表 7.3.1-1 施工过程悬浮泥沙各浓度的最大影响范围面积(km²)

浓度	>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)
施工期	20.90	0	0	0	0

需要指出的是，上述数值计算结果是本项目用海规划深水网箱集中施工产生的悬浮泥沙影响，即项目可能存在的最大影响，实际上本项目用海为规划集中用海，实际工程施工由单个养殖单位具体用海时间确定，不存在同时施工的情况，施工规模也不会很大，同时施工过程中可以采取一系列降低悬浮泥沙扩散的措施，

比如在施工区域靠近保护区区域的周围设置防污帘等,可以减小对项目用海附近区域的影响。因此,本项目施工期产生的悬浮泥沙对周边海域影响相对较小,随着施工期的结束,悬浮泥沙影响会逐渐消失。

7.3.2 运营期对水质环境影响分析

7.3.2.1 水质数学模型

(1) 物质运输方程

$$\frac{\partial(HP)}{\partial t} + \frac{\partial(HPu)}{\partial x} + \frac{\partial(HPv)}{\partial y} - \frac{\partial}{\partial x}\left(HD_x \frac{\partial P}{\partial x}\right) - \frac{\partial}{\partial y}\left(HD_y \frac{\partial P}{\partial y}\right) = HS$$

其中, P 为污染物浓度;

u、v 分别为 x、y 向流速分量;

Dx、Dy 为 x、y 向分散系数;

S 为污染源单位时间的排放量速率。

(2) 初始条件

初始条件 $P(x,y,0) = 0$

陆边界: $D_n \frac{\partial P}{\partial n} = 0$

开边界: $P = P'$ 入流段

$\frac{\partial P}{\partial t} + v_n \frac{\partial P}{\partial n} = 0$ 出流段

(3) 模型求解及有关参数确定

本报告采用在海洋界应用较多的不规则三角形分步杂交数值法求解物质运输方程。水平扩散参数采用 Elder 公式,

即: $D_x = 5.93\sqrt{g}HU/C$

$D_y = 5.93\sqrt{g}HV/C$

各项预测因子的计算,都按保守污染物处理。衰减系数取零。

7.3.2.2 养殖排污计算点及源强

本项目根据不同网箱用海区域及投放不同尺寸网箱,以每组网箱所在的中心点将用海区域概化为 526 个点源,概化后的排污发生点位置见图 7.3.2-1。

网箱养殖的污染源强根据《第一次全国污染源普查水产养殖业污染源产排污系数手册》中海水网箱养殖的产排污系数进行计算。本项目养殖品种为金鲳鱼,属于养殖品种“其他”项,参考《第一次全国污染源普查水产养殖业污染源产排

污系数手册》中表 3.1.2.4 海南海域的排污系数：总氮排污系数为 76.472g/kg，总磷排污系数为 12.774g/kg，COD 排污系数为 154.341g/kg。

本项目分为 A 区、B 区两个个养殖区域，每 m³ 水体投放 20 尾金鲳鱼，每尾出栏规格按 0.5kg 计算，养殖存活率按 85%计，养殖周期按 1 年计算，各区域年产量见表 7.3.2-1。选取总氮、总磷和 COD 为本项目的养殖特征污染物，按总体规划区域养殖面积全部养满的情况下估算，养殖特征污染物的排放源强：总氮为 69.28g/s、总磷为 11.57g/s、COD 为 139.82g/s，见表 7.3.2-2。

此外，数值计算预测时采用的是总氮浓度，而海水水质标准中采用的是无机氮，需将预测后的总氮浓度转化为无机氮浓度，无机氮占总氮的比例为 60%，即无机氮=0.6*总氮；根据文献《南黄海海水中各种形态磷的分布变化特征》中黄海各种形态磷的监测结果，总磷与活性磷酸盐的转换关系为 1: 1，即活性磷酸盐=总磷。因此，本项目数值计算的各项污染物源强值：无机氮为 41.47g/s、活性磷酸盐为 11.57g/s、COD 为 139.82g/s。

表7.3.2-1本项目各区年养殖产量估算表

序号	养殖区域	总养殖水体容量 (万 m ³)	养殖数量 (万尾)	实际年产量 (吨)
1	A 区	109	2178	9257
2	B 区	227	4544	19312

表 7.3.2-2 本项目养殖特征污染物排放源强估算表 (单位 g/s)

序号	养殖区域	规划养殖区全养满		
		总氮	总磷	COD
1	A 区	22.45	3.75	45.30
2	B 区	46.83	7.82	94.52
合计		69.28	11.57	139.82

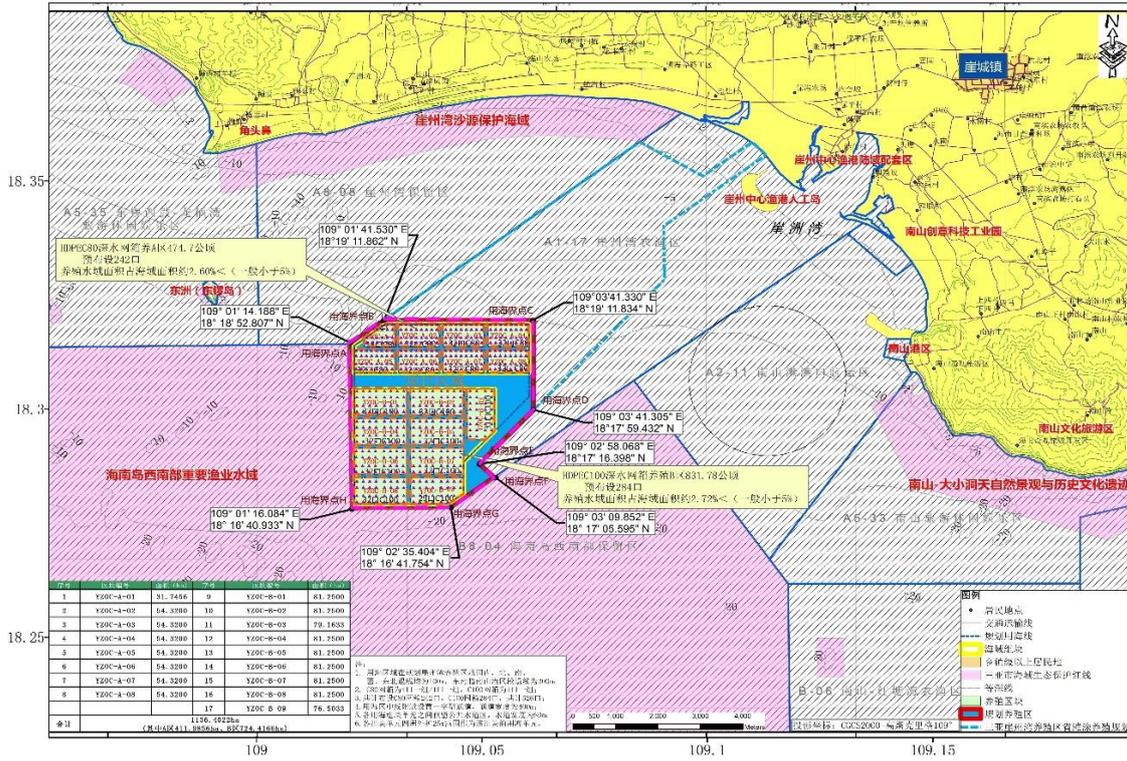


图 7.3.2-1 网箱养殖排污点位置示意图（项目区域红色三角形）

7.3.2.3 计算结果及分析

余流指海流中除去周期性的潮流后的剩余部分，余流分析是研究污染物质运移方向的重要手段，一般来说余流方向决定了污染物扩散的主要方向。根据 2021 年 9 月 4 日至 9 月 5 日水文调查结果，调查期间余流流速最大为 12.04cm/s，余流流向整体偏西北。依据数值模拟结果：本项目污染物 COD、无机氮、活性磷酸盐的全潮浓度增量包络线范围图见图 7.3.2-2~7.3.2-4，由图可知，本次污染物扩散向西北扩散的距离较东南向远，与该区域的余流方向一致。本项目 COD 浓度增量最大值为 0.9126mg/L，无机氮浓度增量最大值为 0.1428mg/L，活性磷酸盐浓度增量最大值为 0.01209mg/L。

根据项目所在海域 2021 年 9 月监测资料可知，项目所在海域(以 6 号站点为参考)的 COD 的本底值为 1.14mg/L，无机氮的本底值为 0.0094mg/L，活性磷酸盐的本底值为未检出。本项目所在海域功能区划属于崖州湾农渔业，执行 II 类海水水质标准，对应的标准值 COD 为 3mg/L，无机氮为 0.3mg/L，活性磷酸盐为 0.030mg/L。叠加本底值后的 COD 浓度最大值为 2.0526mg/L < 3mg/L，无机氮浓度最大值为 0.1522 < 0.3mg/L，活性磷酸盐浓度增量最大值为 0.01209mg/L < 0.030mg/L。即叠加本底值后符合 II 类海水水质标准，可以满足所在功能区的水

质要求。因此，本项目运营期间，在规划网箱全部养满的情况下，网箱养殖排放的污染物对项目区所在海域水质环境的影响相对较小。

综上所述，本项目在运营期间，如规划网箱全部养满，养殖排放的污染物(COD、无机氮和活性磷酸盐)对项目区所在海域水质环境的影响相对较小。

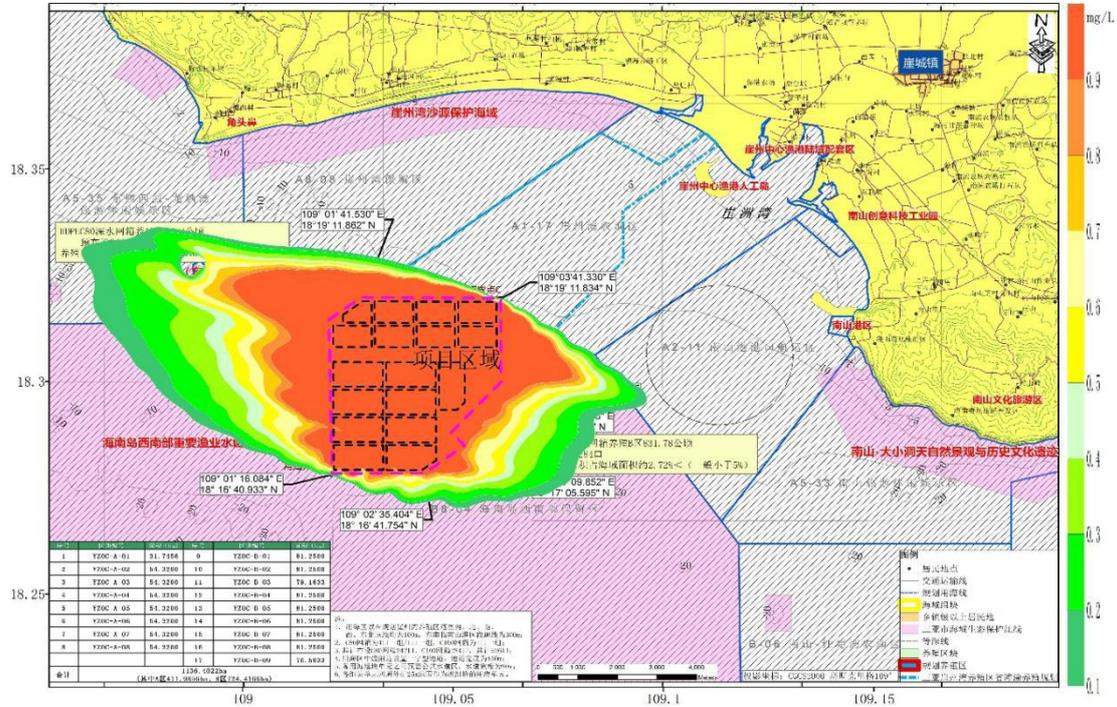


图 7.3.2-2 深水网箱养殖排污产生的 COD 浓度增量扩散范围

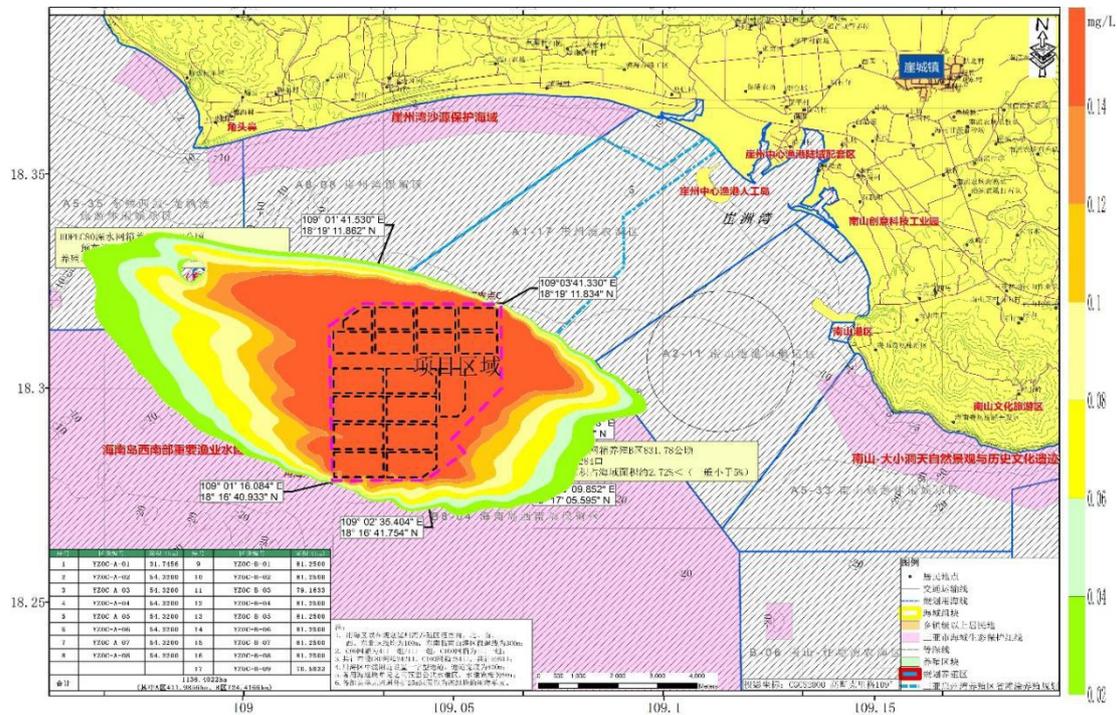


图 7.3.2-3 深水网箱养殖排污产生的无机氮浓度增量扩散范围

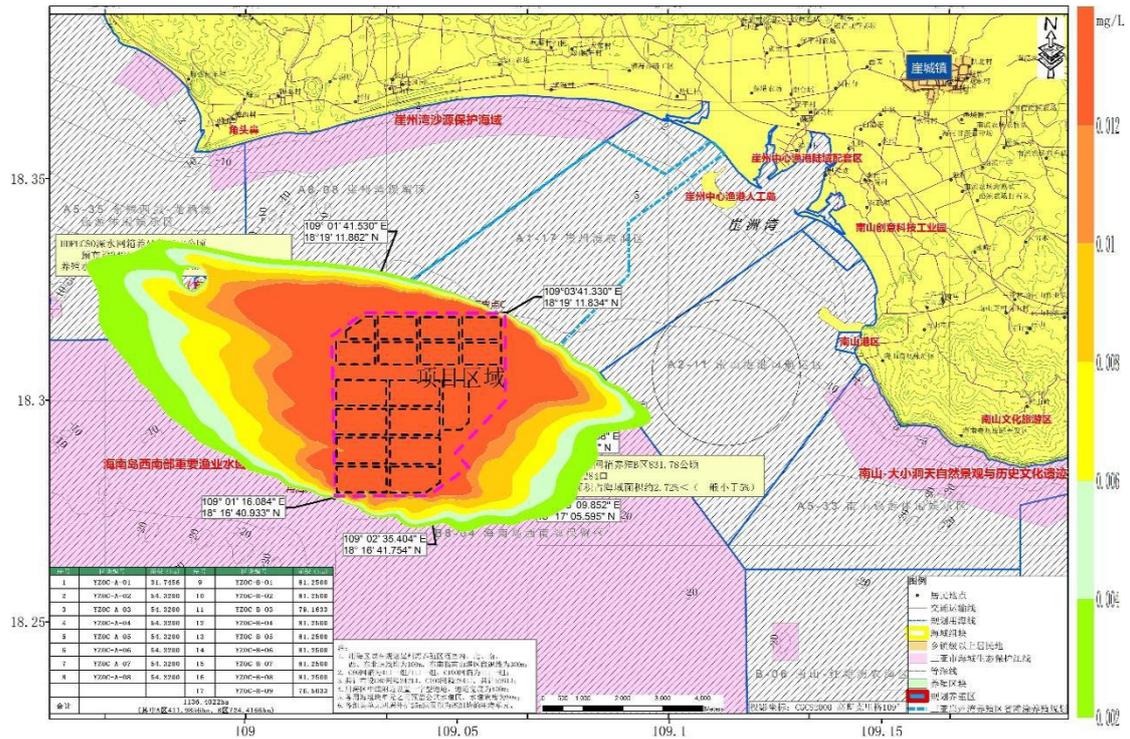


图 7.3.2-4 深水网箱养殖排污产生的活性磷酸盐浓度增量扩散范围

7.4 对沉积物环境影响分析与评价

7.4.1 施工期施工入海泥沙对沉积物环境的影响分析

根据数值模拟结果可知：施工期悬浮泥沙最大浓度增量包络线范围超 I、II 类海水水质(>10mg/L)的面积为 **20.90km²**；悬浮泥沙增量>20mg/L 的面积为 **0km²**；悬浮泥沙增量>50mg/L 的面积为 **0km²**、超 III 类海水水质 (>100mg/L) 面积为 **0km²**、超 IV 类海水水质 (>150mg/L) 的面积为 **0km²**。悬浮泥沙产生量和影响范围相对较少，基本不会对周边海域沉积物环境产生较大影响。施工期产生的生活污水、含油污水以及固废等不向海域排放，没有其它污染物混入。因此，施工期产生的悬浮物、生活污水、含油污水以及固废不会对海洋沉积物造成明显影响。

7.4.2 运营期对沉积物环境的影响分析

本项目网箱养殖饲料以人工饵料为主，天然饵料为辅。人工饵料有硬颗粒饲料、软颗粒饲料和膨化饲料，天然饵料以海洋捕捞的低值渔获物为主。由于人工饲料投放，在养殖区域导致一些元素的增加，导致了水体富营养，促使了微生物的发展迅速，从而加大了水底的耗氧量，致使水底出现缺氧区以及无氧区。由于无氧区的存在，致使微生物的脱氮及硫还原等反应，这些都具有一定的毒性，而

且硫化物还是致使渔场老化的主要原因。此外磷酸盐和其他富营养盐也在不断的增加，促使微生物的生长，致使许多微量元素的增加，这些都是成为赤潮的主要原因。同时人工饵料一般不会被养殖鱼类完全摄食，部分残饵由于重力作用将沉积到海底。

养殖鱼类产生的排泄物，部分有机物质溶于水中，但相当一部分将被水流带走，也会沉积到底质中，从而对养殖区及其附近海域的底质造成长期的影响。根据相关研究成果：养殖区域内每年的排泄物只有 10% 得到分解，其他的全部沉淀，常年累月，海底相对于其他海域升高了很多，网箱下面的沉积物也是 10 倍于其他海域，长期性的沉积将造成养殖区域“海底上升”。

综上所述，施工期对养殖区的沉积物环境影响相对较小，营运期内由于本项目计划投放网箱数量相对较多，如果全部养满的话，在人工饵料、鱼类排泄物等综合因素作用下，将会造成养殖区域内“海底上升”，对养殖区域内的沉积物环境造成一定影响。

7.5 对生态影响分析

本项目对于生态环境的影响主要体现在施工期、营运期的影响。

7.5.1 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，一是使用水泥墩锚定网箱，锚碇块会占用部分海域，直接损毁底栖生物资源；二是安放锚碇块时产生的悬浮泥沙对海洋生物及其生境造成的影响。

(1) 锚碇块占用海域对海域生态的影响分析

根据设计，不同规格网箱锚碇块的规格、使用数量和占用海域面积统计见表 7.5.1-1。由此可知，当项目用海区域规划的网箱全部养满的情况下，网箱锚碇块将直接占用海底面积为 1.6978 公顷，该区域内的底栖生物将被直接损毁。该影响是直接的、长期的。

网箱锚碇块投放海中后，形成新的生态环境，其周围流速变化，产生“冲淤”现象即锚碇块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。

表 7.5.1-1 网箱锚碇块占用海域面积统计表

序号	网箱规格	锚碇块规格	锚碇块个数	占用海域面积
1	C100 浮式圆形网箱	1.05m (上顶) × 2.1m (下底) × 1.8m (高)	2880	12700.8m ²
2	C80 浮式圆形网箱	0.9m (上顶) × 1.8m (下底) × 1.4m (高)	1320	4276.80m ²
3	总计		4200	16977.60m ²

同时, 锚碇块可作为一种基质, 为附着生物的栖息、繁殖提供新的场所, 附着生物在其表面着生, 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

网箱锚碇块投放过程中, 会引起锚碇块附近的悬浮物增加。但是, 由于每个锚碇块的投放需要定位后由绳子连接吊投, 该过程比较缓慢, 锚碇块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。

而且锚碇块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7.3节计算的最不利情况下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, 锚碇块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。

7.5.2 营运期对海域生态的影响分析

运营期对海洋生态环境的影响主要是网箱养殖饵料投放所致。残饵和网箱内鱼类排泄物的漂移、沉降、分解、降解过程必然会引起水体和海底沉积物环境中有机物质和营养物质含量的升高, 这对项目所在海域底栖生物、浮游生物及其生态群落与结构等将会产生一定的影响。

(1) 对浮游生物的影响

网箱养殖对浮游生物群落具有多重影响, 通常涉及到种群数量、生物量、生物多样性和个体大小等诸多方面。由于局部大量投饵, 养殖区及邻近海域水体富营养化程度加大, 带入的外源营养物质增加了水体的营养物质输入, 导致浮游植物开始大量繁殖, 但是随着养殖时间的延伸和规模的不断扩大, 水体中的营养物质富集, 水质恶化, 光照下降, 浮游植物的数量将逐渐减少。养殖区周围的浮游动物数量亦有所减少, 原因是浮游动物穿过网箱时可能会被箱内的鱼摄食, 且网箱阴影对藻类的生长影响而造成浮游动物食物的贫乏。

(2) 对底栖生物的影响

养殖期间，随着残饵和鱼类排泄物在底质中的累积，会产生一定量的有机质沉积，从而会促使分解有机物质的微生物群落的生长。耗氧微生物的活动加强，会造成沉积物层缺氧，而沉积物层的无氧或缺氧又促进了微生物的脱氮和硫还原反应，使表层沉积物中硫化物含量趋于增高，对底栖生物的长期生存是一个较大的考验。

网箱养殖会对网箱下面及附近海域的大型底栖生物群落结构产生影响。在网箱下方，几乎没有大型底栖生物。在网箱周围 30m 的范围内，耐有机污染种类占优势。随着距离的向外扩散，底栖生物的种类组成会逐渐恢复到正常水域的状况。

(3) 对野生鱼群的影响

网箱养殖对养殖区自然鱼群的影响存在着正反两个方面。由于有丰富的食物，网箱附近有大量的捕食性和非捕食性的鱼类存在，海区野生鱼类的种群结构及生物量也会发生相应的改变。首先是提高了鱼类的补充率，其次野生鱼类的生长速度与养殖鱼类相差不大，养殖场附近的鱼类的平均大小也比其它沿海区的鱼类要大。另外，大量的营养物质输入引起低营养级生物的生物量变化，改变了种群的生物多样性。

网箱养殖可能造成养殖区及邻近海域水体富营养化，致病微生物大量繁殖，加上网箱养殖的高密度放养，致使养殖鱼病大幅度增加，甚至可能感染野生种群，造成这些种类数量的减少。

养殖逃逸的鱼类会对其临近海洋生物产生影响，甚至可能造成基因污染。海水养殖逃逸的鱼类可能在疾病的传播、野生群体遗传组成的改变等产生副作用，可能会将地方流行病传给野生种群。养殖动物的活力不如野生种群的活力，逃逸后会对野生种群的数量变动、产卵场产生影响。

(4) 对渔业资源的影响

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。

项目营运期通过网箱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有一定的正面效应。

7.6 项目用海资源影响分析

7.6.1 对海洋空间资源的影响

本项目申请用海总面积1136.4022公顷，即会占用海洋空间资源1136.4022公顷，对该海域其它开发利用活动具有排他性。

7.6.2 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网箱锚碇块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。

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）（以下简称《规程》）进行本项目底栖生物资源损失补偿计算。

（1）网箱锚碇块占用海域造成底栖生物资源损失量计算

网箱锚碇块投放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，此处为网箱锚碇块占用的海底总面积。

当项目区域全部设置网箱的情况下，网箱锚碇块将直接占用海底面积为16977.60m²。本项目所在海域水深在10~20m，只考虑底栖生物资源的受损量，因此采用2021年9月项目海域底栖生物的调查数据进行生物损失计算。该次调查底栖生物的平均生物量为17.67g/m²。

则网箱锚碇块投放占用海域造成底栖生物资源损失量为：

$16977.60\text{m}^2 \times 17.67\text{g}/\text{m}^2 = 283.02\text{kg}$ 。

(2) 底栖生物资源损失总量及经济损失

根据上述计算结果，本项目建设将导致底栖生物直接损失量为283.02kg。

①直接经济损失计算

根据《规程》，底栖生物经济损失计算公式为：

$$M = W \times E$$

式中：M 为经济损失额，元；

W为生物资源损失总量，千克（kg）；

E为生物资源的价格，元/kg，按市场平均价格计算（15元/kg）。底栖生物直接经济损失== $283.02\text{kg} \times 15\text{元}/\text{kg} \times 10^{-4} = 0.42\text{万元}$

②海洋生物资源损害补偿额

根据《规程》，当进行生物资源损害补偿时，应根据补偿年限对直接经济损失总额进行校正。网箱锚碇块投放永久占用生物资源生存空间，资源损害的补偿年限应不低于20年，按20年计算。

因此，网箱锚碇块投放造成底栖生物资源损害的经济补偿额为 $283.02\text{kg} \times 15\text{元}/\text{kg} \times 10^{-4} \times 20 = 8.4\text{万元}$ 。

对于海洋生态的不利因素或减损水域的水产资源潜力的影响等难以用定量的经济损失作评估。本着“谁开发谁保护、谁受益谁补偿、谁损坏谁修复”的原则，建议业主单位采取人工放流当地生物物种的生态恢复和补偿措施，缓解和减轻项目对所在海域生态环境的不利影响。人工放流应在渔业主管部门的监督下进行，放流品种以当地优势种为主，放流地点为项目用海区附近水域。同时，为了解实施增殖放流后所达到的效果，应在放流工作实施1年后由业主单位委托相关单位对该海域洋生物情况进行跟踪监测。具体人工放流计划应与当地渔业主管部门协商，确认人工放流的时间、地点、投放品种和数量。

7.7 环境敏感目标的影响分析与评价

7.7.1 对项目区通航环境的影响分析

项目位于崖州湾农渔业区，项目区毗邻南山港港口航运区，离崖州中心渔港4.25km。项目区附近渔船进出比较频繁，航行的船舶密度增大，与其他进出该海域的船舶难免发生相互干扰，船舶碰撞几率增高；运营期由于网箱布放占用一定的

海域空间，存在船舶碰撞养殖网箱的隐患。

因此项目施工阶段，①应加强施工过程控制，制定合理、科学的施工方案，减少项目施工对周边海域用海活动的影响；②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警示标志，明确标示施工水域，确保海区船舶交通安全；③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，加强施工作业船舶监管，施工作业时保持瞭望，避免与过往船只发生碰撞事故；④施工时段应选择避开台风多发期，遇不利天气时停止施工。

运营阶段，①在养殖网箱区域设置警示标识，并设置明显夜航标志，引导过往船只避让，避免引发碰撞事故；②养殖工作船不得超过安全适航抗风等级开航，避免在恶劣天气及危及航行安全的情况下航行。③养殖工作船应严格按照规定航线航行，在航行中不得在主航道、锚地、交通管制区、禁航区、安全作业区以及海事主管机关公布的禁止停泊的水域内停泊。通过上述措施后，项目用海对周边通航环境影响降至最低程度。

7.7.2 对项目附近海洋牧场和其他养殖项目的影响分析

项目周边海洋牧场用海主要为中国海洋大学三亚海洋研究院教学科研基地和三亚崖州湾海南热带海洋学院海洋牧场教学科研示范基地，其与本项目距离分别为约 2.74km 和 3.67km。养殖用海主要为西侧的三亚海宝南洋珍珠养殖有限公司白蝶贝养殖项目，其与本项目距离约 6.89km。

本项目对周边项目的影响主要为锚块布放过程中泥沙扩散的影响和运营期间对周围海洋生态环境的影响。根据前述分析，项目施工期产生的悬沙较少，且随施工结束而终止，因此对周围海洋牧场和养殖区无影响。本项目距离周边养殖项目较远，运营期在网箱内投放饵料，不会产生周边养殖物种受该项目饵料影响逃逸至本项目的情况。运营期产生的饵料残渣和鱼类的排泄物对海洋环境的影响仅限于项目附近的海域，不会影响到周边的养殖项目。

7.7.3 对海洋保留区的影响分析

本项目毗邻崖州湾保留区、海南岛西南部保留区。本项目为开放式养殖用海，施工过程不涉及大型复杂海上施工作业，对周边海域的水质、沉积物环境影响轻微，产生的悬浮物较少。本项目运营期间会对其水质会产生一定的影响，但还是符合相应水质的要求，因此，项目用海对海洋保留区影响较小。

7.8 其它环境影响分析与评价

7.8.1 固体废物影响预测与评价

施工期的固体废物主要有生活垃圾和施工机械设备产生的残油、废油等。根据《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018），船舶施工人员生活垃圾产生量按 1kg/d·人估算，海上施工工期 6 个月，则施工期船舶生活垃圾产生总量 4.5t。生活垃圾以有机污染物为主，经收集上岸后，由环卫部门统一外运并安全处置。施工船舶、机械设备作业产生的残油、废油等危险废物，统一收集上岸交由有危险废物处理资质的单位将其安全处置。

运营期固体废物主要为工作人员生活垃圾及换网和网箱维护产生的管铁绳线边角料、废弃网衣等，按 34 艘工作船、每船配备 3 名工作人员计，根据《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018），船舶生活垃圾产生量按 1.0kg/d·人计算，则运营期生活垃圾产生量为 102kg/d，27.5t/a。生活垃圾统一收集上岸后，由环卫部门定期、及时清运；换网、网箱维护产生的废弃管铁绳线边角料、废弃网衣经收集后交由相关单位收购处理，产生的残油、废油经收集后，委托资质单位接收处理。根据建设单位提供的资料，用海期限到，如不继续养殖，养殖设施如网箱、水泥墩等由吊机吊到船舶运载上岸，转让给其他养殖户，或交由相关单位收购处理。

施工期和运营期固体废物经妥善处理对项目区环境影响不大。

7.8.2 大气环境影响分析与评价

项目施工期和运营期大气污染源主要为施工机械、施工船舶和运营期工作船舶排放的废气，燃油废气主要污染物为 SO₂、CO、NO_x、颗粒物。施工期和运营期严格管理作业船舶，按照要求使用符合《海南省交通运输厅海南海事局关于印发海南省实施船舶大气污染物排放控制区的通告》（琼交管运[2019]290 号）的燃油，2019 年 1 月 1 日起，海船进入沿海控制区海南水域，应使用硫含量不大于 0.5%_{m/m} 的船用燃油；2022 年 1 月 1 日起，应使用硫含量不大于 0.1%_{m/m} 的船用燃油。项目施工期施工船舶数量较少，施工时间短暂，废气产生量较少；项目运营期工作船舶数量较少，马力较小，作业时间短暂，因此工作船舶废气的产生量不大，且项目区位于宽阔海域，排放的废气可被海面的风迅速扩散、稀释

后，对环境的影响较小。

7.8.3 声环境影响分析与评价

在施工阶段，由于各种施工机械设备的运转和施工船舶，不可避免地将产生噪声污染，本项目施工期主要噪声声源强度见表 7.8.3-1。

施工机械体积相对庞大，其运行噪声也较高，在实际施工过程中，往往是各种机械同时工作，各种噪声源的声能量相互迭加，噪声级将会更高，辐射面也会更大。

本项目施工期施工机械噪声影响预测可采用 HJ2.4-2009《环境噪声评价技术导则-声环境》中点声源扩散模型：

$$L_{p2} = L_{p1} - 20 \lg \left(\frac{r_1}{r_2} \right)$$

式中： L_{p1} 、 L_{p2} ——分别为 r_1 、 r_2 距离处的声压级；

r_1 、 r_2 ——分别为预测点离声源的距离。

由此式可计算出，项目施工时噪声值随距离衰减的情况，见表 7.8.3-1 和表 7.8.3-2。

项目在施工阶段各种机械噪声昼间达标排放所需的衰减距离为 6~56m，夜间达标距离为 31~316m。施工期噪声昼间影响距离在 56m 以内，夜间禁止施工，项目正常施工下对周边声环境影响很小。

表 7.8.3-1 距施工机械不同距离处的噪声值单位：dB(A)

序号	机械名称	源强	不同距离处的噪声预测值						
			10m	20m	40m	60m	80m	100m	150m
1	施工船舶	105	85	79	73	69	67	65	61
2	吊机	85	65	59	53	49	47	45	41
3	钢筋切割机、弯曲机	105	85	79	73	69	67	65	61
4	电焊机	95	75	69	63	59	57	55	51

表 7.8.3-2 不同施工机械的噪声达标排放所需衰减距离单位：m

序号	机械名称	昼间达标排放所需衰减距离	夜间达标排放所需衰减距离
1	施工船舶	56	316
2	吊机	6	31

序号	机械名称	昼间达标排放所需衰减距离	夜间达标排放所需衰减距离
3	钢筋切割机、弯曲机	56	316
4	电焊机	18	100

由表 7.8.3-1 和表 7.8.3-2 可知，项目在施工阶段各种机械噪声昼间达标排放所需的衰减距离为 18~56m，夜间达标距离为 56~178m。施工期噪声昼间影响距离在 60m 以内，夜间影响距离在 180m 以内。施工期间向周围排放噪声必须按照《中华人民共和国环境噪声污染防治法》等相关规定，严格按《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)进行控制，从而减少施工期噪声对周围环境影响。

(2) 运营期

项目运营期项目区噪声主要为养殖工作船噪声以及网箱自动喂养设备噪声，噪声值范围约为 80~100dB(A)，且项目区位于三亚崖州湾海域，影响范围内无居民生活，运营期工作船噪声对沿岸居民几乎没有影响。

8 环境风险分析与评价

8.1 风险评价工作等级

项目用海风险是指因人为或自然因素引起的突发、意外事故，对海洋功能或相邻开发利用活动可能造成损害、破坏乃至毁灭性事件的发生概率及其损害的程度。

项目用海风险一般来自两个方面。一方面是用海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）导致海域使用项目发生破坏、事故等造成的对海域的危害。根据本项目网箱养殖的特点，本项目的用海风险如下：

- (1) 热带气旋引起的风暴潮、海浪、海啸灾害风险；
- (2) 船舶碰撞燃料油泄漏事故风险；
- (3) 养殖水质污染事故；
- (4) 有毒有害生物（赤潮、绿潮、病原体、外来物种入侵等）风险；
- (5) 养殖鱼流行病风险。

8.2 事故风险分析

8.2.1 自然灾害风险分析

(1) 热带气旋

三亚海域受台风影响较大。根据 1949 年~2014 年的资料统计，三亚市平均每年受 1 个热带气旋影响。热带气旋往往同时伴随着大风、暴雨、急流、巨浪等恶劣气象和海况，热带气旋造成的波浪、暴雨和风暴潮对项目用海安全及施工和工作船舶的航行影响较大；对运营期间船艇进出港、停泊的稳定、安全造成威胁。因此工程需考虑海洋自然条件特点，严格按有关规范进行设计、施工，确保可满足抗风抗浪要求。及时了解天气的监测和预报信息，警惕台风、风暴潮等自然灾害的突然袭击，做好应急防范措施，恶劣天气停止作业。

(2) 风暴潮

三亚海域风暴潮现象主要是由热带气旋影响期间在沿岸引发不同程度的风暴增水造成的。2010~2018 年间，三亚海域共出现 6 次较明显的风暴潮过程，分别为：1108 号强热带风暴“洛坦”影响期间，三亚站最高潮位 227cm，未超当

地警戒潮位；1117号强台风“纳沙”影响期间，三亚验潮站最高潮位256cm，接近当地警戒潮位；1119号强台风“尼格”影响期间，三亚海洋验潮站最高潮273cm，接近当地警戒潮位；1213号台风“启德”影响期间，三亚湾验潮站最大增水36cm，最高潮位220cm；1719号强台风“杜苏芮”影响期间，三亚验潮站最大增水67cm，最高潮位275cm，超蓝色警戒潮位7cm；1809号热带风暴“山神”影响期间，三亚验潮站最大增水60cm，最高潮位为159cm。

(3) 影响分析

登陆或影响海南岛南部沿岸的热带气旋常伴有大风、暴雨，热带气旋等引起的风暴潮主要表现为：海水异常升高，风大浪急、潮位太高，损毁网箱，造成经济损失。施工期间，当风暴潮发生时，狂风夹着巨浪引起风暴潮增水，海水异常升高，风大浪急，会对施工船舶造成损坏，并危及施工人员的人身安全，项目施工期应及时关注天气及潮位信息，选择合适的天气及潮位条件，避免风暴潮天气施工。

运营期间，当风暴潮发生时，可能会损毁作业船舶，破坏网箱，造成养殖产品的流失或是大量死亡，对养殖企业造成巨大的经济损失。

8.2.2 事故性溢油风险分析

项目施工期拟使用拖轮（约500t）2艘，起重船（约100t）1艘，自航驳船（约500t）1艘，机动艇（约0.5t）1艘。根据《船舶污染海洋环境风险评价技术规范（试行）》附录4.1中的规定，非油轮船燃油最大携带量也可用船舶总吨推算，根据船型不同，一般取船舶总吨的8%~12%。本项目保守按12%计算，则施工船舶燃油最大携带量为 $(500 \times 3 + 100 + 0.5) \times 12\% = 192.06\text{t}$ 。项目运营期拟投入34艘工作船，船舶吨位较小，在20~100t之间，保守按全部100t计算，运营期船舶燃油最大携带量为 $34 \times 100 \times 12\% = 408\text{t}$ 。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录B表B.1突发环境事件风险物质及临界量，油类物质（矿物油类，如石油、汽油、柴油等；生物柴油等）的临界量为2500t，本项目施工期和运营期最大燃油储存量为408t，与临界量比值 $Q = 408/2500 = 0.16 < 1$ ，根据附录C.1.1，本项目环境风险潜势为I。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），仅开展简单分析即可，无需进行数值模拟结果预测。

本项目突发溢油风险主要为施工期施工船舶作业期间和营运期间生产船舶往返与其它船舶可能发生碰撞造成船体损坏,燃油及船舱内油污水泄漏造成的溢油。燃油一旦泄漏,对海域环境质量、对海域生态环境和养殖业造成严重的影响,使渔业生产受到损失。由于海上养殖用船基本为小型渔船,携带燃料油量相对较小,一旦发生撞船事故溢油泄漏量也较小,目前我省已开展的深水网箱养殖区域未发生过施工期及营运期船舶碰撞导致溢油事故,说明只要在过往航行过程中注意避让,发生撞船溢油的几率较小。

8.2.3 饵料及喂养造成的环境风险分析

本项目规划网箱养殖数量较多,网箱养殖除利用自然海水进行养殖外,还依靠饲料喂养,所投喂的饲料大部份为箱体内养殖的鱼类采食,少部份饲料在网外沉降过程中也会被网箱以外的鱼类采食,剩余的饲料将会在网箱附近海底沉积,项目海域水质存在因其他用海项目污染、养殖密度较高、病害增殖、有毒物质积累以及剩余的饲料将会在网箱附近海底沉积,影响海域水质、生态环境。

根据海洋环境现状调查,虽然项目所处海域的环境质量较好,但如果在养殖过程中不严格控制养殖密度和养殖方式,一旦发生水体恶化将对海域水产养殖造成严重的损害,直接影响养殖户的养殖收入,并对海域的生态环境造成严重的破坏。而本项目主要养殖方式为网箱养殖,计划投放网箱数量约 526 口,数量相对较多,因此所产生的粪便量相对较大,而养殖鱼类的粪便分解又相对较少,加之如果养殖单位未严格执行环保措施,养殖时间长后,该海域水质不达标事故发生风险也相应加大。因此,建议养殖单位或个人选用优质饵料,控制养殖密度,合理投饵,科学喂养,避免过多残饵沉入海底长期积累进而影响海洋环境。

8.2.4 有毒有害生物风险分析

本项目有毒有害生物风险主要包括:病原生物、赤潮。

(1) 病原生物

病原生物是导致金鲳鱼病害爆发的最重要原因,导致大规模死亡的病原生物种类主要是病毒(NNV)、细菌(诺卡氏菌病)和体内寄生虫(刺激隐核虫)。

(2) 赤潮

赤潮生物的异常爆发性增殖,会导致海域生态平衡被打破,海洋浮游植物、浮游动物、底栖生物、游泳生物相互间的食物链关系和相互依存、相互制约的关

系异常或者破裂，大大破坏了主要经济渔业种类的饵料基础，破坏了海洋生物食物链的正常循环，造成鱼、虾、蟹、贝类索饵场丧失，渔业产量锐减；赤潮生物的异常爆发性繁殖，可引起鱼、虾、贝等经济生物瓣鳃机械堵塞，造成这些生物窒息而死；赤潮后期，赤潮生物大量死亡，在细菌分解作用下，可造成区域性海洋环境严重缺氧或者产生硫化氢等有害化学物质，使海洋生物缺氧或中毒死亡；另外，有些赤潮生物的体内或代谢产物中含有生物毒素，能直接毒死鱼、虾、贝类等生物。

8.2.5 养殖鱼流行病风险分析

残饵沉积易使海区内各种病原体大量繁殖，一到高温季节，即导致鱼病蔓延。本项目主要养殖的品种为金鲳鱼。金鲳鱼是水产养殖界近年迅速发展的海水鱼，金鲳鱼生长迅速，抗病力强，市场销售形势乐观，整个产业链从种苗、饲料到加工出口销售，初步形成完整的系统，深受养殖户欢迎。虽然金鲳鱼抗病力很强，但由于鱼类种苗品质可能出现的退化，或是养殖环境出现污染，金鲳鱼养殖过程中也出现较多的病害。尤其是网箱养殖，一旦鱼发病，交叉感染速度快，病情难以控制，所以病害防治要坚持“以防为主，防治结合”的原则。此外，要坚持巡视，特别留意观察鱼群的游动、摄食情况，一旦发现病、死鱼应及时隔离治疗或进行无害化处理，切勿随意将其丢弃在海中，使病害传播蔓延，造成更大的危害。金鲳鱼网箱养殖中常见的病害是有以下几种：

一、小瓜虫病

症状：病鱼体表出现直径 0.5mm~1mm 的白色斑点，粘液增多，鳞片脱落，厌食，游动缓慢。小瓜虫在腮部寄生破坏腮小片，致鱼呼吸困难，直至死亡。流行水温为 18~25℃，流行季节为夏季和秋季。致病体是刺激隐核虫。

二、指环虫病

病鱼体表失去光泽，食欲不振，游动迟缓。有的鳍条溃烂，体表和鳃部粘液增多，局部鳞片脱落，一侧或两侧眼球突出、发炎、坏死或脱落，游泳失去平衡，打转，大多发生在春、秋两季。致病体是指环虫。

三、瓣体虫病

症状主要是病鱼常浮于水面，游泳迟钝，呼吸困难，头部皮肤、鳍及鳃上粘液分泌增多，表皮出现不规则的白斑点，严重时白斑会连成一大片；食欲不强，

有时会狂游几下向网衣上擦身，死亡时鱼胸鳍向前僵直，几乎紧贴于鳃盖上，此病多生于高温季节，特别是5~6月份。

四、车轮虫病

病原：为纤毛虫类的车轮虫寄生于鱼体表、鳃、鳍等部位引起。

症状主要是鱼体变黑，不摄食，游动无力，浮于水表面。体表面粘液分泌过多，白浊。鳃上寄生虫数量多时，鳃组织坏死，病鱼呼吸困难。诊断时，刮取体表粘液或剪取部分鳃丝压片镜检，一个视野中车轮虫数量较多时即可确诊，流行高峰季节为5~8月，水温20~28℃。

五、皮肤溃疡病

病原：主要是弧菌属的溶藻弧菌、副溶血弧菌、鳃弧菌和假单胞杆菌。症状主要特征是体表皮肤溃疡。感染初期，体色呈斑块状褪色，食欲不振，缓慢地浮游于水面，中度感染时，色鳍基部、躯干部等发红或出现斑点状出血；随着病情的发展，患处呈出血性溃痍。有的吻端或鳍膜烂掉，有的眼球突出；眼内有出血点，肛门发红扩张，有黄色黏液流出。解剖观察，胃内无食物，空肠并带有黄色黏液，肝、肾等明显充血、肿大。流行情况：该病在苗种培育和养成中均有发现，以冬季最为严重

六、肠炎

全年都有发生，流行高峰期为4~10月，病鱼离群独游，鱼体发黑，食欲减退，甚至完全不摄食，肠壁局部充血，发炎，肠腔内没有食物。肠内黏膜脱落，出血，肠壁弹性较差，肠内有大量淡黄色黏液，把病鱼头部拎起，黄色黏液从肛门流出，肛门红肿。有时腹部膨大，腹腔内积有淡黄色腹水。病源为肠型点状气单胞菌。

七、神经坏死病毒

症状：病鱼活力差，摄饵不良，身体瘦弱，体色发黑。病鱼游动异常，或随水无力流动，或腹部朝上，浮于水面作盘旋游动，或在水中狂奔、狂游，脑、眼、口部充血发红，眼球脱落，所有种类的病鱼最后浮上水面或狂奔而死。诺达病毒（神经坏死病毒），该病毒以垂直传播为主，所以同一母鱼孵化出的苗有可能全部带毒。同时肠道伴有明显肠炎，为嗜水气单胞杆菌。产生原因：运输过程压迫式应激，导致鱼类产生不适，诱发体内存在的病毒；运输过程摩擦导致鱼苗外伤加速病毒传播与感染；而肠炎的产生，则与鱼苗身体机能下降后消化功能退步有

关。

八、金鲳鱼疔疮

症状主要是金鲳鱼食料正常，体色完好，生长正常。在背部、尾鳍部、下腹部出现明显疔疮，疔疮红肿有脓汁，严重影响鱼外观，影响售价。

8.3 事故防范措施

8.3.1 自然灾害风险防范措施

(1) 热带气旋防范措施

热带气旋是三亚市主要的气象灾害。近几年如 2012 年山神台风（编号 201223），2013 年海燕台风（编号 201330）和 2016 年台风银河台风（编号 201603）对三亚都有影响，养殖单位应提高警惕，提前做好防范工作。本报告根据养殖特点编制了热带气旋灾害应急预案（见附录 2），养殖单位应根据自身情况，完善预案，使其更具有可行性。建议：

(1) 目前我国深水网箱的技术条件可达抗风等级为 12~13 级，可有效减少一般的热带气旋对深水网箱的影响，建议养殖单位在实际申请用海时，根据自身经济条件和需要，选择抗风能力较好的网箱。

(2) 在热带气旋高发的 5~11 月份，养殖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，做好深水网箱转移或加盖固定的决定。

(3) 在热带气旋路径影响项目养殖海域时，养殖单位应在热带气旋来临前应及时加盖网盖，防止养殖鱼类逃逸，做好网箱固定工作，并组织人员撤离。

(4) 一旦出现“威马逊”、“海鸥”这样的强台风影响项目养殖海域，养殖业主应采取措施、组织人员提前抢收或组织船只将网箱拖移到肖旗港、凤凰岛、三亚河、崖州渔港等风浪较小的避风区域避风。

(5) 养殖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。

(6) 建议养殖单位跟三亚市气象局、三亚市自然资源和规划局等部门建立联动机制，在出现热带气旋时积极与上述单位联系，获取热带气旋及海洋潮汐的

第一手资料，在有关部门的指导下开展网箱加固防台的工作。

(7) 建议养殖单位积极联系相关技术单位，在养殖专家的指导下开展养殖工作，万一遭受台风灾害，在农业农村局及专家指导下开展抗灾自救工作。

(8) 养殖单位应定期检查水泥墩固定系统，更换受损部件，避免受龙卷风等突发气象灾害造成网箱受损。

8.3.2 船舶碰撞风险防范措施

针对项目施工期和运营期对通航环境的影响，施工单位和业主单位应做到：

1、施工期：

(1) 业主单位应加强对施工单位的施工作业和船舶航行的管理，应对作业船只进行安全检查，严格按照《海上交通安全法》和《海上避碰章程》的规定航行和作业，防止事故发生，包括对重要机械、装备和有关资质的检查和确认。

(2) 施工作业开工前按规定向海事局有关部门申请办妥水下施工作业手续，申请发布有关施工作业航行通告和航行警告。

(3) 设置安全作业区：业主应向海事主管机关申请设定工程施工期间的安全作业区，安全作业区应由海事行政主管机关审批；施工作业船舶应在规定的作业区内有序施工，不得擅自在施工区域外锚泊、漂航。

(4) 施工船舶交通组织：施工作业船舶不得占据规定施工范围以外的水域，以免影响其他过往船舶的航行；船舶作业时应特别注意附近过往船舶的动态以及施工船舶之间可能产生相互影响。

(5) 设置安全作业区警示标志：在安全作业区界限上应设置明显的警示标志，附近船舶不得进入警示标志内的施工水域；当发现附近船舶接近警示标志或有可能进入施工区域，施工船舶应用有效的方法及时发出警告，并注意双方的避让；施工作业船舶不得擅自在警示标志外侧水域逗留、漂航。

(6) 施工船舶上必须配备和使用救生设备和消防设备，做好船舶维护和管理的工作；配备足够的溢油应急设备和消防器材。

2、运营期：

项目运营期养殖工作船饵料运输和投放以及鱼类收获季节皆有一定数量船只进出，项目运营期依托三亚中心渔港、三亚港等渔港停靠游钓船和工作船，三亚港、南山港和三亚中心渔港等渔港渔船数量较多，易发生碰撞事故，尤其是大

雾天气期间，船只相撞事故几率增高，应该做好防范和采取应急措施。

建议业单位采取如下防范措施：

（1）业主单位必须根据南山港、三亚港和三亚中心渔港等渔港船舶动态，合理安排养殖工作船舶数量、船舶进出时间和进出频次。

（2）不同网箱养殖区块之间预留合理的公共水道，同一区块内，各网箱之间预留足够的安全距离，满足养殖工作船航行和作业。

（3）养殖网箱投放后，建设单位应在养殖区周围设置警示标志，防止经过的船舶与网箱发生碰撞引发安全事故，另外养殖网箱周围设置明显的夜航标志，引导过往船只避让，避免引发碰撞事故。

（4）养殖作业船舶运输应遵照航道部门的有关规定进行安全航行，一定要注意航道安全，要制定相应的安全措施，并在指定水域靠泊，避免出现影响航道正常运行的事故，确保用海安全。

（5）制定防灾、减灾应急措施，一旦出现灾害能得到及时有效的处置，减少灾害损失，提高防灾能力。

8.3.3 溢油事故风险防范措施

（1）施工前需向海事部门申请水上作业施工许可证，并向社会发布航行安全通告。施工船舶一般限定在批准的水域内进行作业，施工结束后要向海上交通安全管理部门通报施工船舶的航行情况，与施工及船运单位保持联系，切实加强施工船舶进出施工水域航行的指导。

（2）施工单位应制定防范恶劣天气和海况措施，施工船舶作业应在适航的天气条件下进行。

（3）妥善收集、安全处置船舶含油废水、生活污水等，严禁将污水直排入海，以保证不发生船舶污染物污染水域的事故。

（4）成立环境安全管理机构，配专职人员，负责检查和落实各项安全、环保措施。施工船舶在水域内定点作业、停泊等，均应根据施工作业场地选择合理的环保措施，加强对施工现场的科学管理，加强对施工人员的管理，制定严格的环保规章制度，以保证不发生船舶污染物污染水域的事故。

（5）业主单位应制定溢油应急预案，主要内容包括应急组织、应急设备、应急处理措施、应急监测、通讯联络和人员培训与演练。

(6) 船舶碰撞溢油事故，借助海事部门、周围码头及海南辖区还有一些专业清污公司配备的溢油应急物资和设备，另外施工船舶配备吸附材料、收油罐等防止船舶跑、冒、滴、漏等溢油。

8.3.4 饵料及喂养造成的环境风险防范措施

本项目养殖方式除利用自然海水进行养殖外，还依靠饲料喂养。市场上有多种养殖饲料，建议业主单位在选用饲料时听取专家意见，根据鱼类在不同阶段的营养需求，选用高效、适口的干饵料。在喂养时应注意科学喂养，根据养殖鱼数量定量喂养，避免因过度喂养造成浪费，且不能完全消化后沉积，造成环境污染。

8.3.5 赤潮防范措施

本项目为深水网箱养殖，在项目运营期饵料的投喂以及鱼类养殖过程中产生的代谢废物和其他因素产生的污染物会污染水体，容易诱发赤潮，严重时将危害养殖活动。同时根据调查资料显示，三亚附近海域每年春季均有发生赤潮的可能性。一般赤潮品种主要是球形棕囊藻，其危害在于该藻球形群体外围具有一层柔软的胶质被且藻体含糖，粘稠度大，当大量繁殖形成赤潮时，其粘液便紧紧贴在鱼鳃上，影响鱼的呼吸和摄食，致使鱼类窒息缺氧而死亡。同时赤潮生物腐烂时产生毒素，在赤潮衰亡后一定时间内持续影响赤潮爆发海域。本报告根据养殖特点编制了赤潮灾害应急预案（见附录3），养殖单位应根据自身情况，完善预案，使其更具有可行性。

因此，根据这种赤潮藻类的特点，建议养殖单位采取如下措施：

(1) 建设单位与当地监测部门合作，并定期监测，关注海水水质变化情况，一旦发现有赤潮发生的可能性立即采取措施，分析赤潮品种如为无毒赤潮，且小规模爆发，应想办法确培养殖鱼类的安全和正常生长。如出现大规模赤潮影响养殖区域和有毒赤潮时，可能会导致养殖的鱼类死亡。在这种情况下建议对养殖鱼类采取抢救性捕捞，并将鱼类样品送到有资质的单位检测，如无毒，可在市场销售。如有毒，采取有效措施将这批鱼类销毁，禁止流向市场。

(2) 如爆发赤潮对项目可能造成时，建议建设单位在养殖海区外围布设围栏，将赤潮阻隔开来，并增设打氧机，保证养殖海域水体含氧量，避免鱼类窒息死亡。

(3) 金鲳鱼鱼苗鱼种放养时间基本为4月份，放苗前应做好提前水质、

生态等要素的监测工作，避免在赤潮期间放养。

(4) 提高养殖技术，改进饵料成分及投饵技术，使其有利于养殖生物的摄食，减少残饵，减轻水质和底质的污染。

(5) 在养殖过程中，保持养殖水域的良好环境。如使用防污网衣，勤洗网、换网，以减少网衣附着生物的危害，保持网箱为水流畅通良好的环境。生活污水、生活垃圾及时收集、清运，禁止排海。

8.3.6 养殖病害风险防范措施

由于不科学的养殖方法和过密养殖，长期投喂冰鲜杂鱼做饵料、残饵、排泄物大量沉积、陆源污染、水质富营养化，水环境，底质日渐老化，病菌滋生，鱼病日见严重。

建议养殖单位应采取如下措施防范养殖病害风险：

(1) 在养殖过程中，必须保持养殖海区的良好环境。如使用防污网衣、洗网换网，以减少网衣附着生物的危害，保持网箱内的水流畅通和良好的水质环境；适度投饵，及时捞出病鱼和死鱼，养殖废弃物必须上陆清洁处理等，以减少环境污染，防止细菌、寄生虫等病原体的大量繁殖和传播。

(2) 投喂新鲜、优质的饲料，禁止投喂腐败变质和添加抗腐剂的饲料，投饵量要根据鱼的生长阶段和季节气候变化进行调整，做到定质、定量、定时。

(3) 在放养、运输、换网等操作时，均须小心，动作要轻快，以防鱼体受伤而发生鱼病，高温季节尽可能减少操作。

(4) 建议管理部门对网箱养殖实行许可证制度，对养殖面积、养鱼密度、养殖场间距、养殖场与育苗场间距、投喂总量、海域连续使用年限、死鱼收集处理、养殖者应具备的素质等方面进行规范和指导，并形成一些初步管理措施。

8.4 风险事故应急程序

8.4.1 台风应急措施

1、防台工作的组织

应当加强设施预防和抵御台风的管理工作，建立防台应急小组；具体应做到以下几点：

(1) 掌握台风信息，注意台风动态。及时通报台风动向，发布防风防台状

态命令；

(2) 台风来临前，事先与海事主管部门联系，做好防台的组织工作，做到：

①挂白色风球后及时通知做好避风准备。检查防台情况，包括基础设施、动力设备、水密设备、通讯设备的工作情况,并做好记录。相关机构开始实行 24 小时昼夜值班,并保持与海事局联系。

②挂绿色风球时，尽快组织施工设备、人员前往指定位置避风。

③挂黄色风球时，已在避风位置就位。

④项目运营后，台风来临前各养殖单位应做好养殖网箱的合理安置，拖移上岸或移至安全区域，工作船前往避风锚地避风。

(3) 进行防阵风防台风的部署；

(4) 负责与相关部门的沟通与协调；

(5) 监督、检查工程各基础设施防防风防台措施的落实；

(6) 为基础设施配备和设置防阵风和防台风装置；

(7) 台风季节来临前，组织进行一次应急演练，并检验有关应用工具；

(8) 对有关防台的设备和属具应于台风季节来临的前一个月组织一次系统的检查；

(9) 对每次的防风防台工作进行总结。

2、台风过后的工作

(1) 台风袭击过后,应即检查遭受损失情况，特别注意检查码头工程各部位三风浪中遭受潜在的损伤。

(2) 台风过后，应检查维修受损部分并确认安全无误的前提下才能恢复正常施工与运营。

8.4.2 碰撞应急措施

(1) 尽量减轻碰撞损失

当两船即将发生碰撞时，操纵者必须沉着冷静，适当而果断地下令停船、倒船或抛锚，以尽力减少船舶运动速度，减轻碰撞力，并且妥善用舵，以减小碰撞角度，避免拦腰相撞。如果距离太近已经来不及背向他船转出，并且继续按此方向转动反而有可能加剧碰撞后果时，应该向他船转向，以减轻碰撞力和避免船尾与它船相撞。

(2) 应立即采取损害管制措施

有关人员检查船体，进行损害管制及抢救伤员和落水人员。若碰撞不严重，应就近选择锚地抛锚，迅速而详细地了解碰撞的全过程，做好善后处理事宜。

(3) 尽力援救受损的他船

如发现他船已遭损坏，应遵守有关规定，停留在附近尽力援救对方。只有确定对方仍可航行后，方可驶离。

(4) 严重相撞情况下的措施

如船首插入他船船体或被它船插入，插入船不宜立即高速退离，否则可能扩大破口，使破损进一步恶化。因此在上述情况下，应在堵漏、加固并确信无危险情况后退出。万一损害严重，有沉没可能，如果在近岸地区应设法抢滩搁浅，并做好防沉的工作。

8.4.3 溢油应急措施

8.4.3.1 区域溢油应急设备现状

1、海南省溢油应急物资

(1) 依托三亚海事局

三亚海事局的溢油应急物资统计情况见表 8.4.3-1。

表 8.4.3-1 三亚海事局的船舶溢油应急物资

所属单位	货物名称	规格型号	单位	数量
三亚海事局	固体浮子式橡胶围油栏	WGJ1100	m	800
	转盘式收油机	ZSY20	台	1
	吸油拖栏	XTL-Y220	M	1300
	溢油分散剂	浓缩型	t	2
	溢油剂喷洒装置	PS80	套	1

(2) 海南其他清污企业

除了海事部门配备的溢油应急物资外，三亚辖区还有一些专业清污公司，也配备了一定数量的溢油应急物资，如三亚华利清污有限公司，该公司配备了专业清污人员，并参加了专业培训，具备比较好的专业技能，能够比较熟练的操作各类溢油应急设备。业主单位/施工方可与清污公司签订相应的处理油污协议，一旦发生溢油事故时可及时处理，以减轻对环境的影响。

2、海南油污应急反应联系单位及联系方式：

海南省海上搜救中心（总值班室）24 小时值班电话：12395、0898-68653899

三亚海上搜救分中心（总值班室）24 小时值班电话：12395、0898-88272063、0898-88271914。

根据溢油模拟结果，控制和减轻溢油事故所造成的损害程度的进一步扩散的最合理时间是在溢油发生后 2 小时内采用必要的消油或围油措施防止油膜范围扩大。本工程位于三亚河入海口，可依托三亚海事局围油栏、收油机、吸油拖栏等应急设备进行处理溢油事故，除此之外，建议施工船舶上应配备应急设备如表 8.4.3-2，以及时处理溢油事故。

表 8.4.3-2 项目区配套溢油应急设备一览表

海上溢油应急设备	数量	应用对象
①围油栏	200m*1	溢油
②吸附材料	—	溢油

8.4.3.2 溢油应急预案

溢油风险事故发生后，能否迅速而有效地作出溢油应急反应，对于控制污染、减少污染损失以及消除污染等都起着关键性的作用。为使该工程在施工期对于一旦发生的溢油事故能快速作出反应，最大限度地减少溢油污染对附近水域的破坏，建设单位应在工程开工前制定一份可操作的溢油应急行动计划：

（1）应急计划主要内容

- ①明确组织指挥机构；
- ②绘制该地区环境资源敏感图，确定重点优先保护区域；
- ③加强溢出物污染跟踪监测，建立科学的污染预报分析等应急决策支持系统，能够进行事故危害范围和程度的计算机动态模拟、评估与显示；
- ④了解区域清污设备器材储备，建立清污设备器材储备；
- ⑤加强清污人员训练；
- ⑥建立通畅有效的指挥通讯网络。

（2）事故应急反应措施

本项目事故应急反应措施应在以下几个方面做好工作：

- ①建立健全的应急反应的组织指挥系统
- ②应急反应设施、设备的配备：了解区域应急反应设施、设备配备情况，建立畅通的联络通道。

③应急防治队伍及演习

根据本工程的特点，为减少人员及日常开支，除充分利用三亚中心渔港原有应急防治力量外，可考虑充分利用本项目工作人员、消防人员共同参与形成应急防治队伍。对应急救援及清污队伍作定期强化培训和演练的计划，加强了解应急防治操作规程，掌握应急防治设备器材的操作使用，一旦发生应急事故，防治队伍能迅速投入防治活动，从而增强应付突发性溢油及化学品事故的处置能力。

④应急通讯联络

为确保本工程船舶突发性溢油污染事故的报告、报警和通报，以及应急反应各种信息能及时、准确、可靠的传输，必须建立通畅有效、快速灵敏的报警系统和指挥通讯网络，包括与海事部门应急反应指挥系统、周围附近码头的联络，因为往往在应急反应过程中，能否及时对事故进行通报是决定整个反应过程和消除污染效果成败的关键。

⑤应急监视监测

事故的应急监视系统是通过监视手段，及时发现船舶溢油事故，迅速确定船舶事故发生的位置、性质、规模等，为应急反应对策措施及方案的选定提供依据。此外针对工程特点，施工期和运营期除了建设单位进行日常监视，还要充分依靠群众举报，及时发现事故险情。

当发生事故时，需启动应急监测方案，具体见表 8.4.3-3。

表 8.4.3-3 应急监测计划

环境要素	监测项目	监测站位	监测频次
水质	pH 值、COD 和 DO、石油类或事故排放的其他物质	在事故发生点周围设 6 个站位	每 4 小时采样一次直至达标
海洋生态	浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼卵仔鱼、游泳生物	在事故发生点周围设 6 个站位	事故清除后

(3) 污染事故控制现场操作预案

污染事故控制现场围控操作预案见图 8.4.3-1。

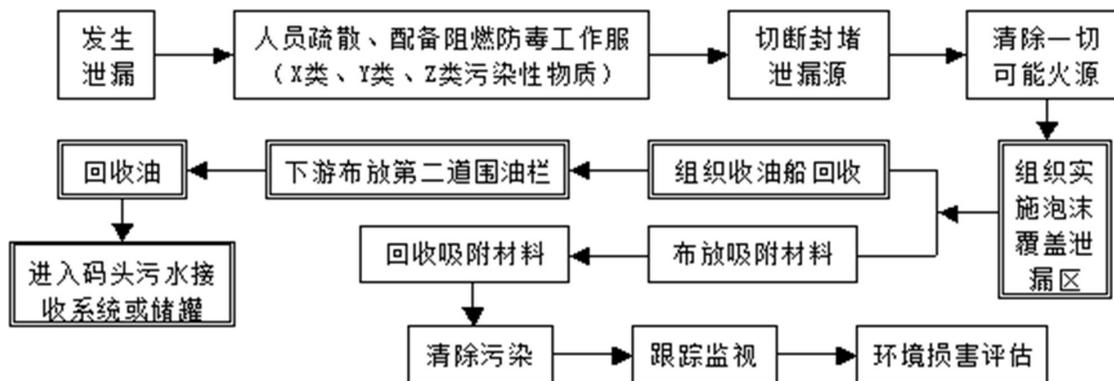


图 8.4.3-1 污染事故控制现场围控操作预案

(4) 事故后的污染清除、生态风险控制及恢复措施

①污染评估

在进行溢油泄漏应急事故的生态风险防控与污染清除工作之前，首先对事故作出以下评估：

可能受到威胁的保护区、海滩、岸线和渔业资源等环境敏感区和易受损资源以及需要保护的优先次序；

本地区应急反应的人力、设备、器材是否能满足应急反应的需要。

②应急反应行动

根据对应急事故的评估，应急指挥部应立即作出事故防控的应急对策。

指挥机构在接到报警后，根据初步情况，对外通报、联系支援；

采取措施防止可能引发的火灾、爆炸事故，如果船舶发生了溢油事故，根据溢出位置和原因，采取堵漏、拖浅等措施控制泄漏；派遣船艇对溢出物周围海域实行警戒或交通管制，监视溢出物的扩散。

对可能受到污染威胁的高生态风险的环境敏感区和易受损资源采取优先保护措施，如在事故点周围、下风、下流向铺设围油栏，阻止溢出物扩散和向敏感点转移；如事故点控制无效，应在到达敏感目标前，在保护区的外围，再设第二套防护的围油栏，防止第一套围油栏未围住的泄漏物进入保护区。

对溢油事故水域和周围水域、沿岸进行监测，对危险品泄漏区域和周围村庄进行监测；

根据溢出物的性质和规模，迅速调动应急防治队伍、应急防治设备、器材等以及必要的后勤支援；

组织协调海事、救捞、环保、海洋、水产、公安、消防、气象、医疗等部门投入应急活动；

根据溢出物的类型、规模、溢出物的种类、溢出物扩散的方向、周围海域、大气的环境，指定具体的应急清除作业方案。

③污染清除及恢复措施

溢油事故清除作业是应急反应的直接现场作业，在现场指挥部的统一指挥下，组织调动人力物力，投入清除作业。清除作业包括溢出物的围控、回收、分散、固化、沉降、焚烧和生物降解等处理方法。清除设备器材主要有围油栏、围油栏铺设船、浮油回收船、撇油器、油拖网、吸油材料、溢油分散剂及其喷洒装置、固化剂、浮动油囊、油驳、铲车高压冲洗机等。

对于海上污染，通常采用机械围栏和回收、喷洒化学分散剂和现场焚烧为主要清除技术，吸附及其他处理技术为辅助清除技术。

对于岸线污染，主要采用人工清除、吸附回收和机械清除等物理清除方法，可采取收刮、高压水清洗，岸域沙土中污染渗入严重时应采用换土换沙等方法，以恢复岸边滩涂的清洁和自然生态的美观。

(5) 制定区域溢油应急联动机制

因故发生较大规模泄漏事故时，或无法布设围油栏或布设无效时，必须启动区域溢油应急计划，依靠区域协调和外部社会援助才有可能减小损失。需及时通知可能受污染地区政府，根据区域应急计划向这些地区调集防范物资和装备。同时要充分调动水面和空中手段对浮油进行化学分散处理。

无法用一道围油栏实施溢油围控或围油栏失效时，宜布设两道或多道围油栏，逐渐减小围油栏失效影响。同时配合吸油拖缆和各种吸附材料，尽力回收浮油。此时必须有足够外援船舶和专用物资支持才可能控制事故。

如因天气、海况等因素，当无法布设设施或现场布设无效时，船舶和人员海上作业难度也非常巨大，此时海洋对溢油的扩散方向和形式很难预测，可能需要空中手段协助监视扩散状况。此时应把防护和救助重点放在按保护优先次序的敏感部位，尽力减小污染带来的损失。同时配合分散剂、聚油剂或凝油剂，使溢油分散、聚集或凝结，便于进一步处理，防止事态失控。

事故应急反应工作流程见图 8.4.3-2，事故应急程序见图 8.4.3-3。

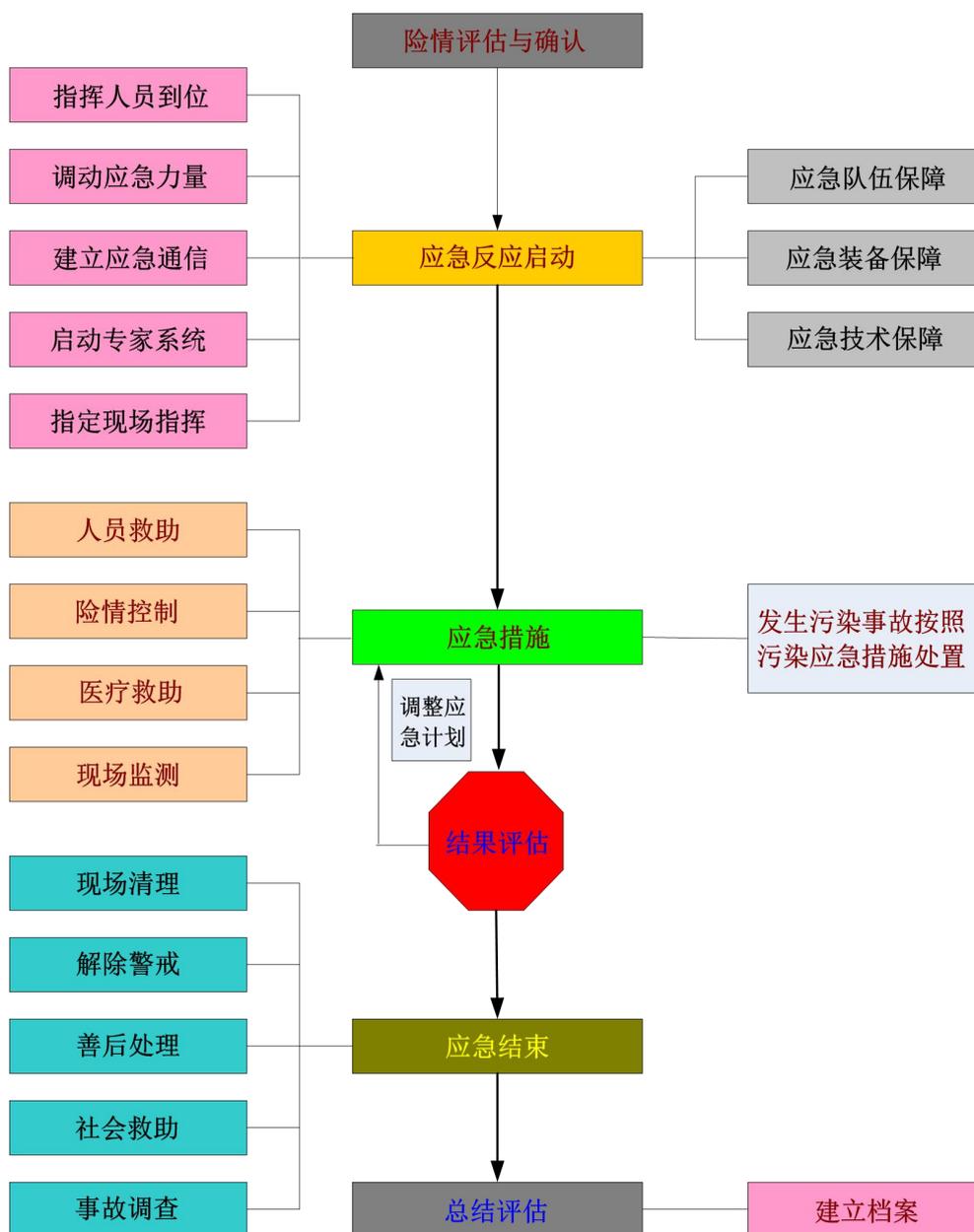


图 8.4.3-2 溢油应急响应工作流程图

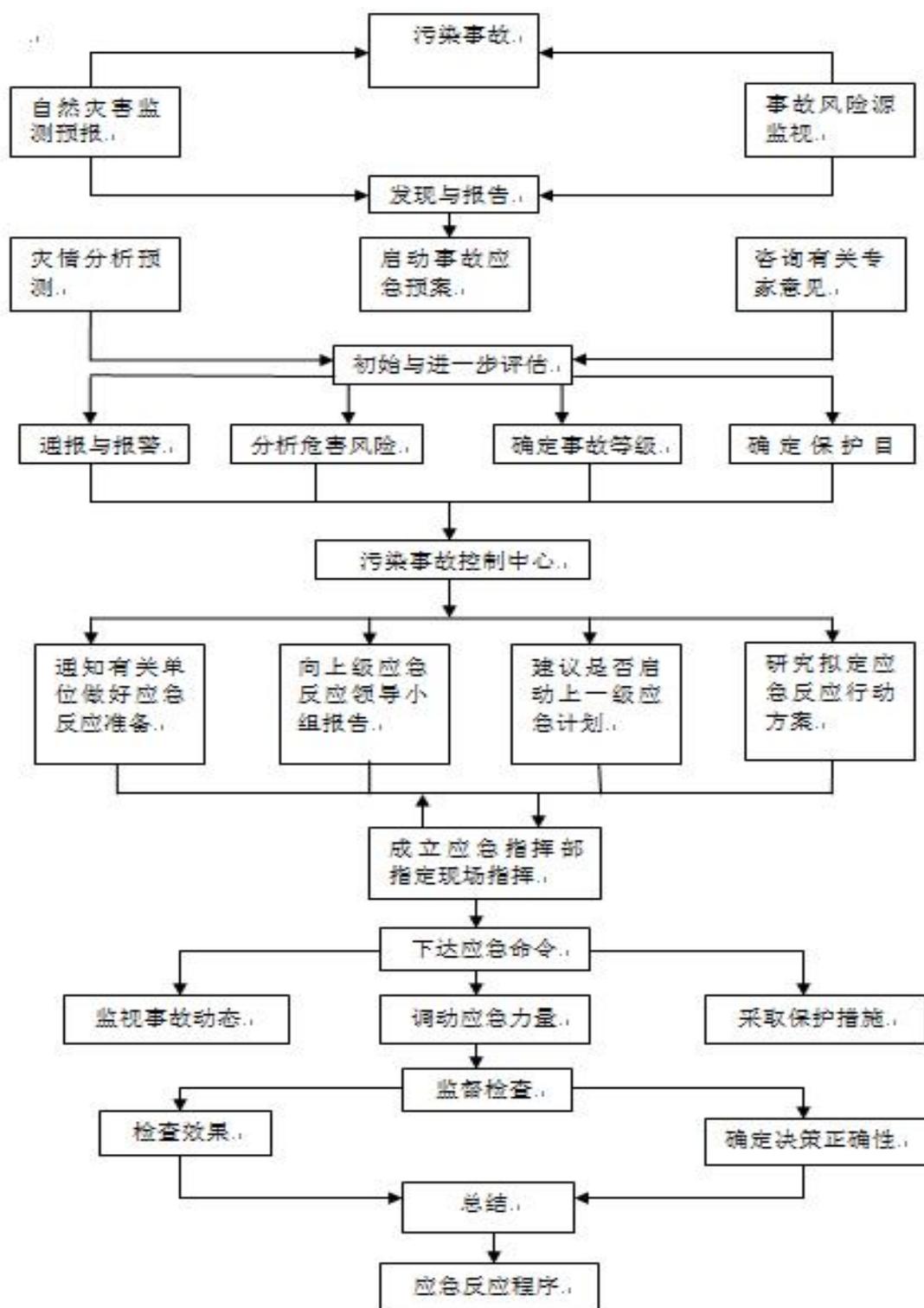


图 8.4.3-3 事故应急程序图

9 清洁生产和总量控制

9.1 清洁生产

清洁生产是一种新的污染防治战略，是指将整体预防的环境战略持续应用于生产过程、产品和服务中，以增加生态效率和减少人类及环境的风险，也就是说清洁生产对生产过程要求节约原材料和能源，淘汰有毒材料，降低所有废弃物的数量和毒性；对服务要求将环境因素纳入设计和所提供的服务中。清洁生产评价指标可分为四大类：原材料指标、产品指标、资源指标和污染物产生指标。

根据清洁生产的原理，本工程应坚持实行污染防治和生态保护并重的指导方针，文明施工与作业，合理选择污染小的产业链，即运用先进技术、工艺和设备，减少污染物的排放，降低排放浓度，从源头上控制污染物的产生，同时加大生态建设和环保治理投入，确保生态环保设施建设与主体工程同时设计、施工和使用。本章主要拟从该工程施工期方面考虑拟建项目是否符合清洁生产的原则和要求，主要考虑施工过程、污染物产生与治理措施等。

清洁生产指标分为三级：一级代表国际清洁生产先进水平，二级代表国内清洁生产先进水平，三级代表国内清洁生产基本水平。

9.1.1 本工程施工期清洁生产分析

本工程建设内容主要为水泥墩锚块固定和网箱安装。从清洁生产方面考虑，本工程清洁生产环节主要体现在施工工艺、施工设备选择、环保措施及原辅材料等方面。

(1) 施工工艺

本工程施工简单，主要为水泥墩锚块固定和网箱安装。水泥墩帽快投放产生的悬浮泥沙源强较小，影响范围也很小，网箱安装对海域环境影响很小；并且施工时采用先进的施工工艺和设备，合理安排施工顺序和进度，选择中、小潮、海况好的时间施工，以减小悬浮物的扩散范围。工程施工工艺尽可能的减少对海洋环境的影响，符合清洁生产的相关要求。

(2) 施工设备选择

本工程所用的施工设备主要为施工船舶、吊机、钢筋切割机、弯曲机等，为减少施工期环境影响，施工部门应采用先进的低噪声低污染船舶、机械设备，各

种施工机械和设备选用清洁能源电力或柴油。在机械设备选型时，尽可能选用耗油量低的产品，以满足清洁生产的相应要求。

(3) 环保措施

本项目利用崖州中心渔港作为临时出运码头，临时出运码头上作业人员工作时间较短，不设置厕所；施工期船舶生活污水和船舶含油污水收集运输上岸，交由有处理资质的单位统一接收处理，严禁向附近海域排放；生活垃圾经分类收集后，及时由环卫部门清运处理；施工船舶、机械设备发生作业操作性或事故性的残油、洗涤油及时交由有危险废物处理资质的单位将其安全处置。因此，工程采取的环保措施符合清洁生产的要求。

(4) 原辅材料

工程建设所需的网箱、网衣、固定锚块、锚绳等设备、材料均可在当地市场采购，网箱框架先在陆上安装好后，通过工作船拖运至项目区。建筑材料的防腐工序均在出厂前完成，施工现场不再进行防腐喷涂，避免防腐材料洒落污染水质、生态环境。

综上所述，本工程在施工阶段，在采用各种节能减排、减轻环境污染的施工方式、生产工艺设备及环保措施的基础上，其清洁生产水平可处于国内先进水平。

9.1.2 本工程营运期清洁生产水平

项目运营期不从事具体项目的生产或装卸，其清洁生产水平主要体现在节水、节能上。选择能耗低、效率高的电机设备，积极采用国内外节约能源的新工艺、新技术、新设备。

本项目拟在“崖州湾农渔业区”内规划“崖州湾农渔业区深水网箱养殖基地”。“崖州湾农渔业区”总面积为 4461 公顷，本项目申请用海总面积为 1136.4022 公顷，用海区域为不规则多边形。用海区域具体可分为两个区，其中 A 区位于北侧，申请用海面积 411. 公顷，B 区位于南侧，申请用海面积 724.4166 公顷。共设置了 2 种不同类型的深水网箱共 526 口；规划网箱养殖数量和养殖规模满足《深水网箱养殖技术规范》要求，A 区实际网箱投放占比为 2.60%，B 区实际网箱投放占比为 2.72%。满足“深水网箱养殖区的养殖面积不应超过可养殖海区面积的 5%”的要求；养殖过程中控制养殖密度，优化饵料营养组成，科学选择投喂方式，提高饵料利用率，尽量避免饵料过剩和流失，保障养殖区及邻近海域水体环境处于良好状况。

本项目运营期产生的生活污水和含油废水经收集后运至陆域交由资质单位接收处置，固体废物运至陆域由环卫部门及时清运，不在项目区及附近海域排放污染物。

总的来说，项目在施工期和运营期各环节上，在采用各种节能减排、减轻环境污染的施工方式或生产工艺设备的基础上，本工程清洁生产水平较先进，符合清洁生产要求。

9.2 总量控制

9.2.1 主要受控污染物的排放浓度、排放方式与排放量

按国家对污染物排放总量控制指标的要求，在核算污染物排放量的基础上提出工程污染物总量控制建议指标，是建设项目环境影响评价的任务之一，污染物总量控制建议指标应包括国家规定的指标和项目的特征污染物。

国家规定的“十三五”期间污染排放总量控制指标有：

- ①大气环境污染物：二氧化硫，氮氧化物。
- ②水环境污染物：化学需氧量，氨氮。
- ③区域性污染物、重点地区重点行业挥发性有机物、重点地区总氮、总磷。

项目的特征污染物，是指国家规定的污染物排放总量控制指标未包括，但又是项目排放的主要污染物。这些污染物虽然不属于国家规定的污染物排放总量控制指标，但由于其对环境影响较大，又是项目排放的特有污染物，所以必须作为项目的污染物排放总量控制指标。

工程施工内容主要水泥墩锚块投放和网箱安装。其产生的污染物对海洋环境的主要影响表现在水质和生态两方面，主要污染物种类为废水和固体废物，包括施工期的悬浮泥沙、生活污水、生活垃圾和施工船舶含油污水等。项目运营期主要为养殖污染物和工作人员生活污水、作业船舶含油废水等。

9.2.2 污染物的排放消减方法

施工船舶含油污水、施工队伍生活污水收集后由施工船舶运至岸上，委托有资质的船舶污染物接收单位接收处置；生活垃圾经收集后交由环卫部门清运处理；网箱锚固系统的安装作业将产生一定的悬浮物，根据施工实际情况采取相应的削减措施，最大限度降低 SS 含量。运营期间，养殖残饵等对水质及沉积物有一定

影响，由于本项目位于开放海域，养殖产生的少量污染物能够快速扩散自净，对环境的影响很小，在养殖过程中，加强饵料科学配比，尽最大努力减小养殖对环境的影响。

9.2.3 污染物排放总量控制方案与建议

根据工程特点，项目涉及总量控制指标的主要为船舶污水，船舶污水均交由有资质船舶污水接收单位接收处理，其总量控制纳入其接受单位，建议不做污染物排放总量控制。

10 环境保护对策措施

10.1 建设项目各阶段的污染环境保护对策措施

10.1.1 悬浮泥沙污染防治措施

(1) 施工期

本项目网箱水泥墩锚块投放作业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，以减小悬浮物的产生量和扩散范围；精确定位后再进行锚块投放，避免同一位置重复作业，减少悬浮泥沙产生数量。

(2) 运营期

本项目为深水网箱养殖项目，运营期基本不产生悬浮泥沙，养殖过程中饵料投喂可能产生有一定的残饵悬浮物，产生的量较小，且能快速沉降或被附近鱼群消纳，不会影响附近水质悬浮泥沙水平，因此，运营期加强饵料投喂质量，科学投喂，尽可能的提高饵料的投喂利用率，保障养殖区的水体质量。

10.1.2 水污染防治措施

(1) 施工期

①施工船设置污水收集罐，船舶施工人员产生的生活污水经全部收集上岸拟委托专业公司接收处理，严禁直接排海。

②严格管理施工船舶和施工机械，严禁船舶带“病”作业，严禁油料泄漏或倾倒废油料，严禁船舶向水域排放未经处理的机舱水。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、洗涤油应及时盛接，再交由有资质单位接收到岸上处理。

(2) 运营期

①运营期作业船舶及作业人员产生的生活污水以有机类为主，水中污染物成分复杂，严禁直接排海。运营期工作船上设置污水收集罐，全部收集上岸处理，不排海。

②运营期严格管理作业船舶，严禁船舶带“病”作业，严禁油料泄漏或倾倒废油料，严禁船舶向水域排放未经处理的机舱水。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、洗涤油应及时盛接，再交由有资质单位接收到岸上处理。

③运营期要根据水区情况及养殖容量进行调查研究，合理确定网围、网箱面积、网箱密度等，优化养殖环境，使水域保持良好环境。

④运营期采用防污网衣，勤洗网、换网，保持网箱养殖区水流畅通。

⑤控制养殖密度，优化饵料营养组成，科学选择投喂方式，提高饵料利用率，尽量避免饵料过剩和流失，保障养殖区及邻近海域水体环境处于良好状况。

表 10.1.2-1 水污染环保设施和对策措施一览表

阶段	污染物	污染物排放	环保设备	规模及数量	预期效果	实施地点及投入使用时间	运行机制
施工期	含油污水	船舶机舱含油污水	油水分离器或装罐油污水的舱柜	船舶自身配套，1个/艘	经收集后，交由专业公司接收处理	施工船舶	施工单位设兼职环境管理人员负责，或委托专业机构进行
	生活污水	船舶生活污水	集污舱				
运营期	含油污水	船舶机舱含油污水	集污舱收集	--	经收集后，交由专业公司接收处理	养殖作业船舶	业主单位设兼职环境管理人员负责，或委托专业机构进行
	生活污水	养殖人员生活污水	污水收集器等配套设施	船舶自身配套，1个/艘	经收集后，交由专业公司接收处理	养殖工作人员	业主单位设兼职环境管理人员负责，或委托专业机构进行

10.1.3 固体废物污染防治措施

(1) 施工期

①施工单位不得在海上随意抛弃网箱安装材料、旧料和其它杂物，应有计划的搬运或堆存，收集上岸处理。

②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，然后由当地环卫部门统一清运集中处理。

③施工期间加强宣传，推广垃圾袋装化，减少一次性餐具和塑料袋的使用。

(2) 运营期

①运营期间，业主单位不得在海上随意抛弃网箱安装材料、旧料和其它杂物，应有计划的搬运或堆存，收集上岸处理。

②运营期作业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，然后由当地环卫部门统一清运集中处理。

③宣传垃圾袋装化，减少一次性餐具和塑料袋的使用。

④定期清理网箱养殖区养殖饵料残余及海底表层沉积物，可采用喷流曝气装置把溶氧丰富的表层水向水底喷射，通过向底层水供给氧气和翻动表层泥使有机污泥扩散、分解，减少底质中的有机物，减轻养殖区底质污染。由于喷射作用，延长了底泥中的有机物在海水中的悬浮时间，使悬浮有机物从网箱流出。

⑤若发现网箱出现死鱼，及时捞出，收集上岸及时无害化处置。

固体废物主要污染环保设施和对策措施见表 10.1.3-1。

表 10.1.3-1 固体废物污染环保设施和对策措施一览表

阶段	污染物	污染物排放	环保设备	规模及数量	预期效果	实施地点及投入使用时间	运行机制
施工期	生活垃圾	施工船舶施工队伍产生的生活垃圾	垃圾桶	垃圾桶 2 个/艘	经收集上岸，交由环卫部门清运。	施工船舶	施工单位设兼职环境管理人员负责，定期清理，或委托专业机构进行
	施工垃圾	施工船舶、机具设备作业产生的残油、废油等危险废物	残油、废油储存舱	船舶自身配套，1 个/艘	委托有相关资质的公司接收处理		
运营期	生活垃圾	作业船舶及养殖工作人员产生的生活垃圾	垃圾桶	垃圾桶 2 个/艘	经收集上岸，交由环卫部门清运。	作业船舶	业主单位设兼职环境管理人员负责，定期清理处置
	固体废物垃圾	作业船舶产生的残油、废油等危险废物	残油、废油储存舱	船舶自身配套，1 个/艘	委托有相关资质的公司接收处理		
			废弃管铁绳线边角料、废弃网衣、死鱼等	专门收集器	养殖区自行配备	废弃物交由环卫部门清运，死鱼等进行无害化处置	

10.1.4 噪声污染防治措施

(1) 施工期

①施工单位应注意施工船舶和机械的保养，维持施工机械低声级水平，避免超过正常噪声运转。

②合理安排高噪声施工机械作业的时间，禁止施工船舶夜间鸣笛。

(2) 运营期

施工单位应注意施工船舶和机械的保养，维持施工机械低声级水平，避免超过正常噪声运转。

主要噪声污染防治对策措施见表 10.1.4-1。

表 10.1.4-1 噪声污染防治措施一览表

阶段	污染物排放	环保措施	预期效果
施工期	施工船舶、机械噪声	施工单位应注意施工船舶和机械的保养，维持施工机械低声级水平，避免超过正常噪声运转。	减少突发噪声及强噪声源对声环境的影响
		合理安排高噪声施工机械作业的时间，禁止施工船舶夜间鸣笛。	
运营期	船舶噪声	船舶定期保养，维持船舶航行低声级水平，避免超过正常噪声运转，加强船岸协调，禁止鸣笛。	

10.1.5 大气污染防治措施

(1) 施工期

施工期主要大气污染为建设过程中使用的建筑材料，在装卸、堆放过程中将会产生粉尘外逸，施工船舶尾气。主要措施施工单位必须加强施工区的规划管理。

①施工机械及船舶采用符合标准的清洁型燃料，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。

②对易起尘的物料要加盖篷布，装卸时应尽量减小落差，减少扬尘。

(2) 运营期

运营期采用符合标准的工作船，工作船采用清洁型燃料。

主要大气污染防治对策措施见表 10.1.5-1。

表 10.1.5-1 大气污染防治对策措施一览表

阶段	污染物	污染物排放	环保措施	预期效果
施工期	尾气、扬尘	施工船舶、机械等废气	施工机械及船舶采用符合标准的清洁型燃料，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。	减少尾气排放
		装卸、堆放	易起尘的物料要加盖篷布减少扬尘产生量。	减少扬尘排放

阶段	污染物	污染物排放	环保措施	预期效果
		过程中引起扬尘	装卸时应尽量减小落差，减少扬尘。	
运营期	工作船废气	船舶废气	采用符合标准的工作船，工作船采用清洁型燃料。	减少尾气排放

10.2 建设项目各阶段的生态保护对策措施

(1) 施工期

①施工期间禁止各种生活垃圾、生活污水及施工船舶含油污水直接排入养殖水域，及时收集、清运处置，避免对生态环境产生影响。

②施工船舶定期维修检查，防止可能出现的跑、冒、滴、漏对生态环境的破坏。

③施工期间，加强船舶及施工人员的管理，禁止破坏附近海域的生态资源，同时，在陆域主要乡镇村粘贴施工告示，告知本项目施工概况及环境影响概况。

(2) 运营期

①合理规划和布局。对网箱养殖环境中的营养负荷、耗氧进行量化的研究，最终确定水体的养殖容量，以便科学规划养殖水面，特别要合理确定网围、网箱面积、网箱密度等，加强养殖区附近海域的水环境监测，实现对养殖水体的可持续利用。

②优化养殖环境。在养殖过程中，必须保持养殖水域的良好环境。如使用防污网衣，勤洗网、换网，以减少网衣附着生物的危害。保持网箱为水流畅通良好的环境。禁止各种生活垃圾直接排入养殖水域，及时收集、清运生活垃圾。

③优化饵料营养组成及投喂方式。由于大多数水产养殖废物来自饲料，要降低由此而产生的废物应注意饲料营养成分和投喂方式。饲料中加入易消化的碳水化合物可提高蛋白质利用率。通过选择饲料中所含的能量值与蛋白质含量的最佳比，可以减少饲料中氮的排泄。其结果是单位生物量所排泄的能量减少。对于投喂来讲，确定适宜的投饵量，减少残饵和散饵的数量，减少饲料损失，仔细地监控食物摄入是非常重要的。购买能在水中暂时不沉并保持一定时间悬浮状态的颗粒饵料，使投喂的饵料大部分都能被鱼吃掉，不致于浪费和沉到水底淤积。

④运营期定期维修检查作业船只，防止可能出现的跑、冒、滴、漏对生态环

境的破坏。

⑤运营期委托相关技术单位定期开展环境监测工作，掌握项目区及周边海域环境质量变化趋势。

⑥密切关注深水网箱养殖的行业最新动态，积极采纳新技术、新方法防治养殖自身污染和水体污染。

10.3 养殖区污染防治措施

海水养殖对海洋环境的影响主要是导致水体各种理化因子的改变和底质环境污染的恶化。其原因主要是：放养密度不合理，养殖生物的排泄物、残饵长期积累超过环境的承受力；长期喂养过程将使得局部水域海水中氮、磷元素增加，透明度下降，水体富营养化加重。为减轻项目养殖对附近海域水质、沉积物等环境的影响，本报告提出如下防范措施：

①科学配方、合理投饵

从优化饵料营养结构及投喂方式来看，由于大多数水产养殖废物来自饵料，要降低由此产生的废物应注意饲料营养成分和喂养方式。易消化的碳水化合物的加入将会提高蛋白质利用率，通过选择饲料所含的能量值与蛋白质含量的最佳比，可以减少饲料中 N 的排泄。此外，选择合理投饵方式，跟踪、监控食物摄入，确定适宜的投饵量，减少残饵和散饵的数量，减少饲料损失，从而减少对海洋环境的影响。

对于提高投饵效果的措施，本报告建议：一是遇到风浪大、水流急、水质浑浊时，适当减少投饵量；二是水温剧降，阴天无风，溶解氧降低时，减少投饵量；三是养殖后期，水温下降，鱼群常不浮出水面时，投饵量不宜过多；四是换网当天不投饵，次日投饵量也应适当减少；五是定量分次投饵，鱼不浮出水面集群摄食时，暂不投饵；六是成鱼起捕前一天，停止投饵。

②改善饵料质量

由于网箱养殖产生的废物大多数来自饵料，所以要降低由此产生的废物，首先应改善饵料的质量和投饵技术。人工配合饲料的研制和开发已成为当今水产养殖的重要问题，改进投饲技术可减少饲料的浪费，如根据养殖品种，在生长过程中，按水温、溶氧、季节变化、鱼体重随时调整投饵率和投饵量，以及投饵次数和时间；另外，增加颗粒饵料的稳定性，投喂适口饵料等也可增加饵料的利用率；

对饵料过筛可防止粉末饵料在水中流失造成污染。

③大力加强宣传教育

大力加强宣传教育，提高网箱养殖从业人员的环境保护意识，使之自觉降低网箱养鱼的固废和生活垃圾污染，主动配合渔业管理有关部门的要求控制网箱规模；强化环境管理和流域的综合治理，完善渔业管理工作，对违反水体保护规定的行为进行处罚，争取把末端治理转为源头防治，从根源上避免对水环境的不利影响，实现可持续发展。

11 环境保护的技术经济合理性

11.1 环境保护设施和对策措施的费用估算

本报告拟采取的清洁生产和污染防治措施主要针对会对海洋环境造成影响的水污染和固体废物污染，并提出了生态保护措施，比较清楚、具体，可以有效执行，能够达到环境保护的要求。

根据当前的市场经济价格估算，本次评价所提出的各项污染防治措施费用约为 247.42 万元，项目总投资约 101310.954 万元，占总投资的 0.24%，见表 11.1-1。从环境保护角度而言，该环境保护措施投资对业主也是可接受的，从经济角度论证，该项目的环境保护措施是可行的。

表 11.1-1 环保投资估算表

阶段	项目	单价 (万元)	数量	金额 (万元)
施工期	施工期环境监理	1.0 万元/月	13 个月	13.00
	施工期跟踪监测	20.0 万元/次	3 次	60.00
	垃圾桶	垃圾桶 100 元/个	10 个	0.10
	垃圾外运费用	—	—	20.00
	船舶生活污水、含油污水外运处置费用	—	—	2.00
	生态损失	—	—	8.40
运营期	生活污水、工作船含油污水外运处置费用	5.0 万元/年	—	5.00
	生活垃圾收集桶	垃圾桶 100 元/个	垃圾桶 678 个	6.78
	死鱼收集桶	收集桶 300 元/个	收集桶 678 个	20.34
	垃圾外运处置费用	10.0 万元/年	—	10.00
	运营期跟踪监测	20.0 万元/次	每年 2 次	40.00
施工期和运营期	溢油回收设施 (围油栏、收油机、撇油器、吸油材、消油剂及消油剂喷洒装置等)	—	—	50.00
不可预见费 (按 5%计)				11.80
合计				247.42

11.2 环境保护的经济损益分析

本项目建设具有良好的社会效益和经济效益，同时工程施工也会在一定程度上破坏海区水质、生态环境，产生不良环境影响。在环境经济损益分析中除需计算用于控制污染所需投资的费用外，还要同时核算可能收到的环境与经济实效。然而，经济效益比较直观，很容易用货币直接计算，而污染影响带来的损失一般是间接的，很难用货币直接计算。将环境影响经济具体定量化分析，目前难度较大，多采用定性与半定量相结合的方法对工程整体效益进行综合分析比较。

10.2.1 社会效益

海南省海水养殖没有规划，缺乏监管，长期以来无序发展。2016年，全省海水养殖面积达17823公顷，其中滩涂养殖8402公顷，约六成滩涂养殖位于潟湖、河口等污染物不易扩散区域，位于陆域的海水养殖场开展环评的或有污染治理设施的均不足1%，大量海水养殖场甚至占用自然保护区和沿海防护林，海南省政府积极制定、落实整改措施，加快推进近海养殖清退工作，高水平规划建设中心渔港，以渔民转产转业推动近海养殖清退工作，鼓励渔民“往岸上走、往深海走、往休闲渔业走”，发展工厂化养殖、深海网箱养殖和休闲渔业。

2020年1月21日，海南省多部门联合印发《关于进一步做好全省水产养殖清退整改工作中渔民转产转业养殖用海审批和海域使用金征收工作的意见》，以进一步做好我省水产养殖清退整改工作，促进退养渔民转产转业，缓解近岸海洋环境污染，推动近海养殖向深远海网箱养殖转型升级。该《意见》还指出“鼓励沿海市、县、自治县人民政府在省和沿海市、县、自治县总体规划确定用于渔业养殖的海域建立养殖产业园区，引导渔民集中转产转业、发展深水网箱养殖，在深水网箱等集中养殖区域，政府可预先组织海域使用论证和海洋环境影响评价，简化用海审批手续等，提高海域使用效率和效益”。

本项目在该意见的指导下，在崖州湾农渔业区打造深水网箱集中养殖基地，推广应用优质深海养殖新技术、新模式，提高渔业经济效益，发展渔业经济。项目依托三亚市良好的自然资源条件，发展深水网箱养殖，提升三亚海洋渔业产业技术水平，拉长产业链条，实现渔业产业结构的优化调整和升级。项目申请用海区域2539.8591公顷，规划不同类型的深水网箱共12艘1095口，能够大大的促进当地渔民集中转产转业，增加社会就业机会，促进社会的和谐发展。

因此，项目建设具有较好的社会效益。

11.2.2 经济效益

海南水产品资源丰富，水域环境堪称全国一流，水产品品质优良，具有得天独厚的海水养殖基础条件。海南省水产品年产量逾百万吨，产值突破 100 亿元。近 5 年，全省农业增长 9.7 个百分点中，海洋渔业就贡献了 4.9 个百分点，成为海南省经济发展强有力的增长点。

项目所处的崖州湾拥有适合深水网箱养殖的海域，是海洋功能区划中划定的农渔业区。目前，三亚市海洋养殖虽然发展了部分深水网箱养殖，但仍有部分浅海及滩涂养殖，而符合深海养殖条件的资源仍需进一步开发及挖掘。深水网箱养殖技术是近十年来在国际发展起来的一种新型高科技网箱养殖技术，国内尚属发展阶段，其具有自动化程度高、使用年限长、防污损生物附着能力强、抗风浪能力强、使用范围广、效率高、不污染环境、风险小、养殖品质高等特点。为使海南海洋资源开发由粗放经营向集约化生产转变、达到海洋经济增长的目的、解决开发海洋和保护海洋环境的矛盾、促进海南生态省建设，通过高新技术的引进对传统的海水养殖方式进行改革，使之发展成为新兴的产业是非常必要的。

海南是全国最早引进深水网箱养殖技术的省份，2019 年海南省共发展深水网箱养殖水体 631 万立方米，折算为 40m 周长的深水网箱是 10324 口。我省深水网箱养殖品种主要以金鲳鱼和石斑鱼为主，以金鲳鱼为例，近年来养殖金鲳鱼价格和利润基本稳定，国内外需求量较大，养殖经济效益良好。因此，三亚市发展深水网箱养殖的潜力巨大，经济效益显著，能够带动地区经济发展。

11.2.3 环境损益分析

本工程的建设将产生明显的社会效益和经济效益，但也将对周围海域环境造成一定的影响。其中有些影响可以按费用来折算，有些则无法用费用来折算。

(1) 项目建设对环境造成的不利影响和损失

项目建设造成的生态损失补偿额为 8.4 万元，网箱水泥墩锚块投放将直接破坏工程区底栖生物生存环境；施工期间造成海水中悬浮物增加，将驱逐游泳动物，影响浮游植物生长；工程施工和运营过程中存在船舶碰撞和溢油等安全隐患；生活污水、固体废物若处理不当也会降低海洋水质、生态环境；运营期养殖过程中养殖污染物排放对项目区水质、生态环境也将产生一定的不利影响。

(2) 环保投资估算

根据当前的市场经济价格估算，项目环境保护工程的投资额为 247.42 万元，约占项目总投资额的 0.24%。

(3) 环保投资的效益评估

项目施工期和运营期各项环保工作措施，包括直接投资的环保设施和属于管理范围的工程措施，其环境经济效益主要体现在：通过各项环保措施的落实，可减小施工期悬浮物质的产生量，防止施工期和运营期各类污水和固体废物的随意散排污染海域，使项目区附近海域水环境和生态环境得到有效保护。通过制定和落实事故风险防范和应急保护措施，降低对生态环境潜在的环境风险影响。

通过各项环保工程设施的投入使用和落实执行各项严格、有效的规章制度，可以使拟建项目施工期和运营期可能对海洋产生的不利影响降到最低，从而确实有效地保护海洋生态环境，实现经济建设和海洋资源保护的协调统一。

11.3 环境保护的技术经济合理性

本项目的施工与运营也会给项目所在海域环境带来一定的影响，并由此还会带来一定的经济损失；在采取相应的治理措施后，这种对环境的影响是可以接受的。同时，项目施工建设与运营的过程中，建设单位也将采取一定的环境保护措施，将环境影响控制在最小范围和最低程度，并且这些污染防治办法与环境保护措施在经济上是合理的、可行的。

12 环境管理与监测计划

12.1 环境管理

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国海洋环境保护法》和《企业法》的精神，企、事业单位在生产和经营中防止污染、保护生态环境应是其重要的职责之一。环境管理是控制污染、保护环境的重要措施，应根据《建设项目环境保护管理条例》等法规的要求，组织环保管理机构，制定环境保护管理计划。

为及时了解和掌握项目的污染源和环境质量发展变化，对该地区实施有效的环境管理，本报告提出项目环境监测机构的组成框架和基本职能，并结合环境质量现状调查和环境影响预测的结果，提出项目建设过程中及建成后的环境质量目标及主要污染源的监测计划（监测点位、监测项目、监测频次等）。

12.1.1 施工单位环境管理机构

建设施工单位应设立内部环境保护管理机构，主要由施工单位主要负责人及专业技术人员组成，建议在工程指挥部设 2~3 名环境管理人员，专人负责环境保护工作，实行定岗定员，岗位责任制，负责各个施工工序的环境管理工作，保证施工期环保设施的正常进行，各项环境保护措施的落实。

施工单位的管理内容主要为：

(1) 负责制定、监督、落实有关环境保护管理规章制度，负责实施环境保护控制措施、管理污染治理设施，并进行详细的记录，以备检查。

(2) 及时向环境保护主管机构或向单位负责人汇报与项目施工有关的污染因素、存在问题、采取的污染控制对策、实施情况等，提出改进建议。

(3) 按本报告提出的各项环境保护措施，编制详细施工期环境保护措施落实计划，明确各施工工序的施工场地位置、环境影响、环境保护措施、落实责任机构（人）等，并将该环境计划以书面形式发放给相关人员，以便于各项措施的有效落实。

12.1.2 建设单位环境管理机构

为了有效保护项目拟建海域所在区域环境质量，切实保证本报告提出各项施工期环境保护措施的落实，除了施工单位应设置环境保护管理机构外，针对项目

的建设施工，项目建设单位还应成立专门小组，定员为3~4人，负责环境管理和环境监测计划制定和实施。

负责监督施工单位对各项环境保护措施的落实情况，并在选择施工单位前，将主要环境保护措施列入招标文件中，将各施工单位落实主要环境保护措施的能力作为项目施工单位中标考虑因素，将需落实的环保措施列入与施工中标单位签署的合同中，聘请有资质的施工监理机构对施工单位环境保护措施落实情况进行跟踪监理，并且配合环境保护主管部门对项目施工实施监督、管理和指导。具体措施如下：

(1) 对工程辖区范围内的环境保护实行统一管理，贯彻执行国家和地方的有关环境保护法规；

(2) 领导和组织工程辖区范围内的环境监测工作，建立监控档案；

(3) 做好环境教育和宣传工作，提高各级管理人员和操作人员的环境保护意识，加强员工对环境污染防治的责任心；

(4) 加强建设项目的环境管理，严格执行本报告提出的污染防治措施和对策；

(5) 定期对环境保护设施进行维护和保养，确保环境保护设施的正常运行，防止污染事故的发生；

(6) 加强与环境保护管理部门的沟通和联系，主动接受主管部门的管理、监督和指导。

12.1.3 环境保护设施“三同时”原则

根据《建设项目环境保护管理条例》要求，建设项目需配套建设的环保设施，必须与主体工程同时设计，同时施工，同时投产使用。

建设项目竣工后，建设单位应当向审批该建设项目环境影响报告书的环境保护行政主管部门，申请该建设项目需要配套建设的环境保护设施竣工验收。环境保护设施竣工验收，应当与主体工程竣工验收同时进行。

12.2 环境监理计划

环境监理是工程（建设）监理的派生分支，着重工程建设中环境的维护，因此是环境保护工作的一个方面，是工程建设中环境保护的重要内容，是工程监理的重要组成部分，同时又具有相对社会化和专业化的独立性。

实施环境监理的目的是使施工现场的环境监督、管理责任分明，目标明确，并贯穿于整个工程实施过程中，从而保证环境保护设计中各项环境保护措施能够顺利实施，保证施工合同中有关环境保护的合同条款切实得到落实。

12.2.1 施工前环境监理计划

(1) 审核污染防治的方案

根据具体项目的工艺设计，审核施工工艺中的“三废”排放环节，排放的主要污染物及设计中采用的治理技术是否先进，治理措施是否可行。污染物的最终处置方法和去向，应在工程前期按有关文件规定和处理要求，做好计划，审核整个工艺是否具有清洁生产的特点，并提出合理建议。

(2) 审核施工承包合同中的环境保护专项条款

施工单位必须遵循的环境保护有关要求应以专项条款的方式在施工承包合同中体现，并在施工过程中据此加强监督管理、检查、监测，减少施工期对环境的污染影响，同时应对施工单位的文明施工素质及施工环境管理水平进行审核。

12.2.2 施工时环境监理计划

工程施工阶段的监理任务是：管理，即有关监督、环境、质量和信息的收集、分类、处理、反馈及储存的管理；协调，即对业主和承包商之间、业主与设计单位之间及工程建设各部门之间的协调组织工作；控制，即质量、进度、投资控制。环境监理工作可委托具有资质的环境监理机构负责实施。

本报告提出的环境监理主要指本工程施工期针对海洋环境保护的监理。主要有以下内容：

(1) 对工程进度进行监理，在当地海洋生物繁殖期尽量少施工，其他时间加快施工进度；

(2) 对工程安全进行监理，如施工船舶是否在预定区域内施工、是否与当地港务部门协调并发布通航公告等，防止船舶碰撞、溢油导致海洋环境污染；

(3) 对环保工程费用监理，保证环保设施的配备和环保措施得到执行；

(4) 收集各种有关信息，包括工程区周围利益相关者的投诉意见和建议，施工人员的环保经验等；

(5) 召开会议，对各阶段的各种环保措施执行情况进行审核，根据环境监测结果是否达标，及时调整施工进度和计划，总结和改进环保措施等。

12.3 环境监测计划

环境监测作为环境监督管理的主要实施手段，可以通过环境监测及时掌握施工期和营运期周围海域的环境变化情况，从而反馈给工程决策部门，为本工程的环境管理提供科学依据。根据本工程特点，本次评价环境监测包括施工期和施工完成的环境监测。本报告根据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》的要求提出以下环境监测计划。

(1) 水质环境监测

①监测站位：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 12.3-1 和图 12.3-1。

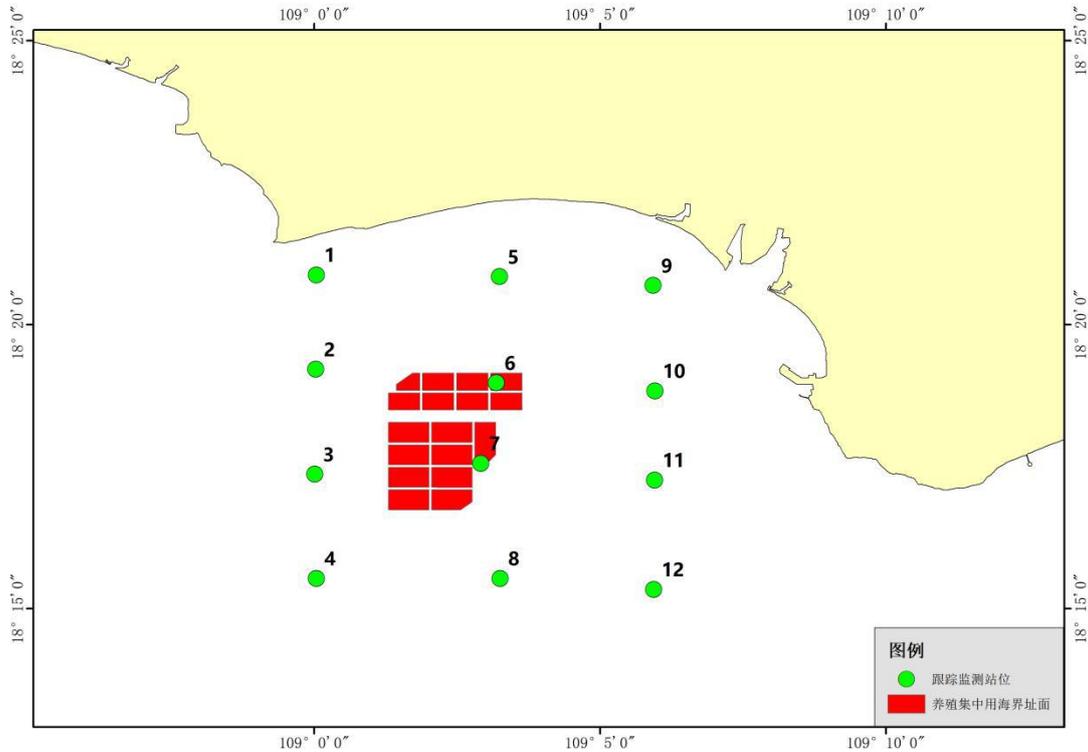


图 12.3-1 跟踪监测站位布设图

表 12.3-1 海洋环境跟踪监测站位

站号	经度 (E)	纬度 (N)	监测内容
1	109°0'1.89"	18°20'52.303"	水质、沉积物、海洋生物
2	109°0'0.958"	18°19'12.555"	水质
3	109°0'0.026"	18°17'21.619"	水质
4	109°0'1.89"	18°15'31.616"	水质、沉积物、海洋生物

5	109°3'13.93"	18°20'50.439"	水质、沉积物、海洋生物
6	109°3'10.736"	18°18'58.313"	水质、沉积物、海洋生物
7	109°2'54.139"	18°17'33.188"	水质、沉积物、海洋生物
8	109°3'14.484"	18°15'31.657"	水质、沉积物、海洋生物
9	109°5'55.097"	18°20'41.106"	水质、沉积物、海洋生物
10	109°5'57.239"	18°18'49.747"	水质
11	109°5'56.704"	18°17'15.52"	水质
12	109°5'55.633"	18°15'19.878"	水质、沉积物、海洋生物

②监测项目：pH 值、盐度、透明度、水温、溶解氧、化学需氧量、硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、活性磷酸盐、悬浮物等。

③监测频率：施工结束后进行一次后评估监测，运营期每年进行一次监测。

(2) 沉积物环境监测

①监测站位：在上述水质监测断面上选取 8 个测站，见图 12.3-1。

②监测项目：石油类、有机碳、硫化物、，并且注意疏浚时重金属溶出对水体的影响。

③监测频率：沉积物监测与水质监测同步。

(3) 海洋生物监测

①监测站位：与沉积物监测站位相同，见图 12.3-1。

②监测项目：底栖生物、浮游植物和浮游动物（包括鱼卵仔鱼）。

③监测频率：施工结束后进行一次后评估监测；运营期每年进行一次监测。

(4) 完成单位：开发单位以有偿服务的方式，委托有资质的监测部门实施监测计划。

(5) 执行单位和监督单位

通过实施运营期的环境监测计划，全面及时地掌握工程运行中的环境状况，若发现对本工程或周围其它用海不利的环境变化，应加密监测频次，并根据实际情况，制定必要的工程补救措施或环保措施。运营期监测可委托有资质的监测单位具体执行，并由当地环境保护行政主管部门进行监督指导。监测单位应编制监测报告报送项目环境管理办公室及环境保护行政主管部门。

12.4 竣工环境保护验收

根据《建设项目环境保护管理条例》，建设项目竣工后，建设单位应当按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。建设单位在环境保护设施验收过程中，应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况；对各项环保工程措施“三同时”的落实情况、效果以及工程建设对环境的影响进行调查。本项目环保验收内容见表 12.4-1。

表 12.4-1 项目“三同时”环保验收内容一览表

	环境要素	污染源	主要污染物	主要污染防治措施及验收内容	预期效果
施工期	水环境	船舶机舱含油污水、机修油污水	石油类	签署协议，委托接收处置	施工船舶运输上岸，交由资质的单位接收处置
		船舶生活污水	COD、SS、氨氮	船舶收集	
	声环境	施工噪声	Leq	加强管理，禁止夜间施工。做好施工机械、船舶的调度和交通疏导工作，减少船舶鸣笛，降低施工噪声。	达到《建筑施工场界噪声限值》（GB12523-2011）
	固体废物	生活垃圾	—	船舶上设置垃圾桶收集	船舶收集运输上岸，由环卫部门统一处理
		施工机械、船舶残油、废油等	—	残油、废油收集罐收集	施工船舶运输上岸，交由资质的单位接收处置
	大气	施工船舶	SO ₂ 、CO、NOX、颗粒物	采用符合标准的清洁型燃料，在施工机械设备排气口加装废气过滤器	《船舶发动机排气污染物排放限值及测量方法（中国第一、二阶段）》（GB15097-2016）和《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）
	生态环境	环境监测与环境监理	—	施工期海洋水质、沉积物、生态环境监测；施工期环境监理费用	对施工过程进行监督管理，及时发现并解决环境问题
风险	溢油风险	石油类	应急预案	增强施工期船舶溢油风险应急能力	
营运期	水环境	生活污水	COD、SS、氨氮	船舶收集	接收上岸外运处理
		含油废水	石油类	签署协议，委托接收处置	船舶运输上岸，交由资质的单位接收处置
	固体废物	生活垃圾	—	工作船收集	运输至陆域，由市政环卫部门统一处理
	声环境	工作船	Leq	采用符合标准的工作船，发动机采取隔声、减震措施	减少工作船噪声对海洋生物活动的影响
	大气	养殖工作船舶	SO ₂ 、CO、NOX、颗粒物	采用符合标准的清洁型燃料，在施工机械设备排气口加装废气过滤器	《船舶发动机排气污染物排放限值及测量方法（中国第一、二阶段）》（GB15097-2016）和《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）

生态环境	养殖污染	总氮、总磷、COD	控制养殖密度和养殖规模，合理布局，优化饵料营养结构及投喂方式。	减少养殖污染造成的环境影响
	跟踪监测	—	海洋水质、沉积物、生态环境监测	对养殖过程中环境污染进行监督管理，及时发现并解决环境问题
风险	溢油风险	石油类	应急预案	增强运营期工作船舶溢油风险应急能力

13 环境影响评价结论

13.1 项目概况

本项目拟在“崖州湾农渔业区”内规划“崖州湾农渔业区深水网箱养殖基地”。本项目用海为深水网箱养殖整体用海，为政府预先开展的集中规划用海，便于简化后续用海申请。“崖州湾农渔业区”总面积为 4461 公顷，本项目申请用海总面积为 1136.4022 公顷，用海区域为不规则多边形。用海区域具体可分为两个区，其中 A 区位于北侧，申请用海面积 411.9856 公顷，设置 8 个用海区块（YZOC-A-01~08），计划投放 242 口 C80 型 HDPE 浮式圆形深水网箱；B 区位于南侧，申请用海面积 724.4166 公顷，设置 9 个用海区块（YZOC-B-01~09），计划投放 284 口 C100 型 HDPE 浮式圆形深水网箱。规划养殖用海区域内共设置各类深水网箱 526 口。工程总工期计划约为 11 个月，但实际上本项目用海为规划集中用海，具体施工工期由将来实际的单个养殖单位根据其养殖规模确定。工程总投资约为 101310.954 万元。

13.2 产业政策和相关规划的符合性分析

项目建设用海符合《产业结构调整指导目录（2019 年本）》、《海南省总体规划（2015-2030 年）》、《海南省总体规划(空间类 2015~2030 年)》（海洋功能区划和海岛保护专篇）、《海南省养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》、《三亚市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》、《三亚市崖州湾总体规划（2017-2035 年）》、《三亚市总体规划（空间类 2015-2030）》等的要求。

13.3 工程分析结论

（1）工程各阶段污染源分析

①施工期

施工船舶含油污水产生量约为 80.67t，船舶生活污水量为 1.25m³/d，施工期船舶生活污水总产生量为 225m³；施工人员生活垃圾产生量按 1kg/d·人估算，施工期生活垃圾总量为 4.5t；施工期噪声包括水上工程噪声：施工船舶、吊机、钢筋切割机、弯曲机、电焊机、等施工船舶和施工机械作业，声源强度范围在 80~105dB(A)；施工期大气污染源主要为船舶尾气，废气产生量较小，排放的废气可被海面的风迅速扩散、稀释后，对环境影响不大。

②运营期

本项目运营期主要为养殖工作船产生的含油废水、养殖作业人员生活污水、养殖废水等，其中，含油污水产生量为 256.5t/a；运营期工作人员生活污水产生量为 5.1m³/d，1377.0t/a；运营期各养殖污染物产生量为：总氮：1670.65t/a、总磷：279.07t/a、COD：3371.81t/a、铜：0.03t/a、锌：0.90t/a；运营期生活垃圾产生量为 102kg/d，37.7t/a；假设本项目网箱养殖残饵占所投饲料的比例为 10%，则一年残饵量为 5024.7t；运营期工作船废气产生量较小；工作船舶噪声源强为 80~100dB。

(2) 非污染环境影晌

网箱投放后，将引起项目局部海域流场的变化，鉴于网箱养殖设施为透空式结构，对水动力环境影响较小；施工期网箱安装将对水体产生扰动，水泥墩投放将破坏水生有机体的栖息地，使生物群落的组成发生轻微变化；运营期项目大量饵料的投喂及鱼类排泄物构成水中有机物的主体，使得水中氮磷渐增，透明度逐步下降，对海水水质、生态环境造成不利影响；项目用海存在潜在的环境事故风险，对附近海域通航安全有一定的影响。

13.4 环境质量现状调查与评价结论

13.4.1 水环境质量现状

调查海域的 pH 值、化学需氧量、活性磷酸盐、溶解氧、无机氮、铜、锌、铅、镉、总铬、汞、砷含量均符合海洋功能区划要求的相应海水水质标准要求。石油类含量个别站点存在超标样品。

海水石油类含量的 1、18、12、20、26 号站表层样品轻微超标，超标倍数为分别为 1.160、1.660、1.140、1.540、1.200，超标率为 17.2%。其余站位样品均符合所处海洋功能区划的水质标准要求。经分析，样品超标可能是过往船只排污导致的偶然性超标现象。

总体而言，调查海域总体海水水质处于良好水平。

13.4.2 沉积物环境质量现状

调查海域的表层沉积物中硫化物、石油类、有机碳、铜、铅、锌、镉、铬、砷、总汞含量均符合调查海域海洋功能区划的相关海洋沉积物质量标准。

总体而言，调查海域沉积物总体质量优良。

13.4.3 生物体质量现状

调查海域的生物体石油烃、铜、铅、锌、镉、铬、总汞、砷均符合所属种类的质量标准要求。

总体而言，调查海域总体生物体质量优良。

13.4.4 海洋生态环境质量现状

①叶绿素 a 与初级生产力

调查海域叶绿素 a 含量范围为 (0.06-3.65) mg/m^3 ，为贫营养区；调查海域初级生产力变化范围是 (9.65~286.07) $\text{mg}\cdot\text{C}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 。

②浮游植物

调查海域共鉴定到浮游植物 3 门 39 属 104 种，以硅类占多数。各调查站位浮游植物的细胞丰度介于 (0.54~18.33) $\times 10^5 \text{cells}/\text{m}^3$ 之间，平均细胞丰度为 $5.34 \times 10^5 \text{cells}/\text{m}^3$ 。调查海域浮游植物优势种类明显，主要为高盒形藻、紧挤角毛藻、拟旋链角毛藻、颤藻、纤细席藻等。各站位的浮游植物丰富度指数介于 0.99~3.49 之间，平均值为 2.23，单纯度指数介于 0.08~0.87 之间，平均值为 0.41，多样性指数介于 0.62~4.36 之间，平均值为 2.44，均匀度指数介于 0.15~0.75 之间，平均值为 0.45。

③浮游动物

调查海域浮游动物共有 46 种，桡足类有 31 种，腹足类有 4 种，水螅水母类有 3 种，被囊类有 2 种，毛颚类有 2 种，管水母类有 2 种，糠虾类有 1 种，十足类有 1 种。浮游动物丰度范围为 (5.44~53.33) ind/m^3 ，平均丰度为 $26.26 \text{ind}/\text{m}^3$ ；生物量范围为 (6.56~63.21) mg/m^3 ，平均生物量为 $26.57 \text{mg}/\text{m}^3$ 。该海域浮游动物优势种类突出，主要有百陶箭虫、尖刺唇角水蚤、奇桨剑水蚤等。该水域浮游动物多样性指数范围在 0.96~4.15 之间，平均值为 3.30；均匀度指数范围在 0.30~0.94 之间，平均值为 0.83；丰富度指数范围在 1.24~3.68 之间，平均值为 2.63；单纯度指数范围在 0.07~0.75 之间，平均为值 0.17。

④鱼卵与仔稚鱼

本次调查海域鱼卵与仔稚鱼共鉴定种类 18 种，隶属于 12 科。从发育阶段来看，鱼卵出现种类有 15 种，仔鱼出现种类有 6 种，稚鱼出现种类有 1 种；垂直拖网鱼卵的优势种为隆头鱼科，仔鱼的优势种为小沙丁鱼，未采集到稚鱼；水平

拖网鱼卵的优势种为隆头鱼科，仔鱼的优势种为小沙丁鱼，稚鱼的优势种为画眉笛鲷。本次垂直拖网调查各站位鱼卵密度范围为(0.00~3.75)粒/m³，平均值为0.86粒/m³。

⑤大型底栖动物

调查海域大型底栖动物共采集鉴定到7门63科95种。各站位底栖生物栖息密度的幅度为(5.13~51.28)ind/m²，平均密度为25.64ind/m²；生物量的幅度为(0.27~141.10)g/m²，平均生物量为17.67g/m²。大型底栖动物栖息密度主要以环节动物门为主，平均密度为19.62ind/m²。该海域大型底栖动物优势种类不突出。各站丰富度的幅度为0.00~1.16，平均值为0.63；各站单纯度的幅度为0.14~1.00，平均值为0.36；各站多样性指数的幅度为0.00~2.81，平均值为1.78；各站均匀度的幅度为0.00~1.00，平均值为0.85。

⑥潮间带生物

6个潮间带断面共采集了3个生物类别中的10科16种生物。6条潮间带生物断面高潮区平均栖息密度为0.06ind/m²，平均生物量为0.16g/m²；中潮区平均栖息密度为0.02ind/m²，平均生物量为0.01g/m²；低潮区平均栖息密度为11.33ind/m²，平均生物量为7.85g/m²。该区域的潮间带生物优势种类突出，优势种为鳞杓拿蛤和昌螺。本次调查，6条潮间带断面高潮区除断面IV未采集到生物外，其余断面均只采集到一种生物，丰富度、多样性指数和均匀度均为0，单纯度为1.00；3条潮间带断面中潮区除断面I和断面III只采集到一种生物外，其余断面未采集到生物，丰富度、多样性指数和均匀度为0，单纯度为1.00；3条潮间带断面低潮区，丰富度平均值为0.10，单纯度平均值为0.35，多样性指数平均值为0.36，均匀度平均值为0.26。

⑦游泳动物

本次共采集到游泳动物115种，隶属于13目61科。游泳动物的平均渔获率为3.016kg/h和278ind/h。本次调查的优势渔获种类共有20种。其中须赤虾的IRI最高，为2320.93。项目海域渔获物重量密度丰富度指数(d)均值为2.53(1.67-3.47)，单纯度指数(C)均值为0.11(0.05-0.20)，多样性指数(H')均值为4.00(3.12-4.69)，均匀度指数(J')均值为0.80(0.66-0.90)。渔获物尾数密度丰富度指数(d)均值为5.22(3.71-7.00)，单纯度指数(C)均值为

0.08 (0.05-0.12)，多样性指数 (H') 均值为 4.20 (3.51-4.76)，均匀度指数 (J') 均值为 0.84 (0.79-0.91)。

13.4.5 大气环境质量现状

根据三亚市生态环境局发布的三亚市各区环境空气质量月报 (2021年1月-2021年9月)，三亚市崖州区2021年1月~2021年9月空气质量的二氧化硫、二氧化氮、可吸入颗粒物(PM₁₀)、细颗粒物(PM_{2.5})、一氧化碳和臭氧的月均值能满足《环境空气质量标准》(GB 3095-2012)二级标准。

另根据三亚市生态环境局发布的三亚市环境空气质量年报，三亚市 2020 年 SO₂、NO₂、PM₁₀、PM_{2.5} 年均浓度分别为 4ug/m³、9ug/m³、23ug/m³、11ug/m³，臭氧(O₃)日最大 8 小时平均第 90 百分位数为 99μg/m³，一氧化碳(CO)24 小时平均第 95 百分位数为 0.6mg/m³。六项污染物浓度均满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)，污染物全部达标，因此，项目所在区域空气质量达标，属于达标区，环境空气质量良好。

13.4.6 声环境质量现状

通过监测数据分析，区域昼间噪声在 52.2~56.1(A)之间，夜间噪声在 42.2~48.3(A)之间，区域声环境可以满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的 3 类标准，项目所在地声环境质量较好。

13.5 环境影响预测综合分析与评价结论

13.5.1 水动力影响

落急时刻，工程前后对比，工程区域流速减小，最大减小幅度大于 14cm/s，这是由于网箱的布设，增大了水流阻力，导致工程区域流速减小；在工程区域东西两侧，流速呈现减小的趋势，靠近网箱区域最大减小幅度大于 8cm/s，南北两侧流速呈现增大的趋势，靠近网箱区域最大增大幅度约为 8cm/s。

涨急时刻，工程前后对比，工程区域流速减小，最大减小幅度大于 15cm/s，这是由于网箱的布设，增大了水流阻力，导致工程区域流速减小；在工程区域东西两侧，流速呈现减小的趋势，靠近网箱区域最大减小幅度大于 10cm/s，南北两侧流速呈现增大的趋势，靠近网箱区域最大增大幅度约为 7cm/s。

总体上来说，工程完成后，流速变化最大的区域为工程区域，体现为流速减

小，减小的最大幅度大于 15cm/s；其次是工程区域东西两侧，体现为流速减小，减小的最大幅度大于 10cm/s；在东侧区域南北两侧，流速体现为增大，最大增大幅度约为 8cm/s。

13.5.2 地形地貌与冲淤环境影响

本项目主要为网箱养殖，网箱采用水泥墩锚块固定，且锚块间距较大，水泥墩锚块的投放对项目海区水动力环境影响很小，但大面积的网箱养殖对项目区水动力环境将产生一定的影响，根据潮流数值模拟计算结果，项目实施后项目附近海域的潮流流速变化最大值为 15cm/s，因此，本项目工程的实施，对项目附近海域的潮流有一定的影响，但影响不大，项目建成后由于潮流变化导致的海底地形和岸滩演变也相对较小。

13.5.3 水质环境影响

(1) 施工期

项目施工过程中产生的悬浮泥沙超 I、II 类海水水质(>10mg/L)的面积为 20.90km²；没有超 III 类水质 (>100mg/L) 和超 IV 类水质 (>150mg/L)。施工过程中可以采取一系列降低悬浮泥沙扩散的措施，比如在施工区域靠近保护区区域的周围设置防污帘等，可以减小对项目用海附近区域的影响。因此，本项目施工期产生的悬浮泥沙对周边海域影响相对较小，随着施工期的结束，悬浮泥沙影响会逐渐消失。

施工期生活污水和含油废水均收集上岸，由船舶运营方联系有船舶污水接收资质的单位接收处理，严禁排海，对项目区海水水质环境影响很小

(2) 运营期

项目运营期污水主要来源于工作船生活污水和含油废水，运营期生活污水产生量为 1377.0t/a，船舶含油污水产生量为 256.5t/a，船舶生活污水和含油废水经收集后，委托资质单位接收处理，严禁排放入海，对区域海洋环境影响较小。饵料投放、鱼类排泄物等对水质将造成一定的影响，可通过优化养殖环境、饵料营养组成及投喂方式，使水域保持良好环境，并通过定期对养殖区及周边海域进行水质、沉积物、生态环境进行监测，采取环保措施控制水质状况，对水质环境影响较小。

13.5.4 沉积物环境影响

(1) 施工期

泥沙的扩散除了自身的沉降外，主要受到潮流的输运作用影响。根据预测，施工期悬浮泥沙最大浓度增量包络线范围超I、II类海水水质(>10mg/L)的面积为**20.90km²**；悬浮泥沙增量>20mg/L的面积为**0km²**；悬浮泥沙增量>50mg/L的面积为**0km²**、超III类海水水质(>100mg/L)面积为**0km²**、超IV类海水水质(>150mg/L)的面积为**0km²**。悬浮泥产生量和影响范围相对较少，基本不会对周边海域沉积物环境产生较大影响。施工期产生的生活污水、含油污水以及固废等不向海域排放，没有其它污染物混入。因此，施工期产生的悬浮物、生活污水、含油污水以及固废不会对海洋沉积物造成明显影响。

(2) 运营期

运营期中，在人工饵料、鱼类排泄物等综合因素作用下，将会造成养殖区域内“海底上升”，对养殖区域内的沉积物环境造成一定影响。养殖过程应优化饵料营养组成及投喂方式，饲料中加入易消化的碳水化合物可提高蛋白质利用率，通过选择饲料中所含的能量值与蛋白质含量的最佳比，可以减少饲料中氮的排泄。对于投喂来讲，确定适宜的投饵量，减少残饵和散饵的数量，减少饲料损失，仔细地监控食物摄入是非常重要的。购买能在水中暂时不沉并保持一定时间悬浮状态的颗粒饵料，使投喂的饵料大部分都能被鱼吃掉，不致于浪费和沉到水底淤积。

通过采取以上措施后，可有效的减轻项目实施对区域沉积物的影响。

13.5.5 生态环境影响

(1) 施工期

施工期间对海洋生态的影响主要是水泥墩锚定网箱和放锚碇块时将直接破坏底栖生物生境，也会对渔业资源产生一定影响。另外，工程施工产生的悬浮泥沙污染工程区附近的水质环境，使水体浑浊，也将对浮游生物产生影响。本项目建设对于生物资源损害进行补偿，经济补偿额总应不低于8.4万元，建议采取海洋生物增殖放流的生态修复补偿措施。

(2) 运营期

项目用海对海洋生态环境的影响主要是网箱养殖饵料投放所致。残饵和网箱内鱼类排泄物的漂移、沉降、分解、降解过程必然会引起水体和海底沉积物环境

中有机物质和营养物质含量的升高，这对项目所在海域底栖生物、浮游生物及其生态群落与结构等将会产生一定的影响。项目养殖过程对网箱养殖环境中的营养负荷、耗氧进行量化的研究，科学规划养殖水面，合理确定网箱面积、网箱密度等，加强养殖区附近海域的水环境监测，在养殖过程中，必须保持养殖水域的良好环境。通过采取以上措施后，项目实施对生态环境影响较小。

13.5.6 固体废物影响分析

(1) 施工期

施工期的固体废物主要有生活垃圾和施工机械设备产生的残油、废油等。根据《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018），船舶施工人员生活垃圾产生量按 1kg/d·人估算，海上施工工期为 6 个月，则施工期船舶生活垃圾产生总量 4.5t。生活垃圾以有机污染物为主，经收集上岸后，由环卫部门统一外运并安全处置。施工船舶、机械设备作业产生的残油、废油等危险废物，统一收集上岸交由有危险废物处理资质的单位将其安全处置。

(2) 运营期

运营期固体废物主要为工作人员生活垃圾及换网和网箱维护产生的管铁绳线边角料、废弃网衣等，按 34 艘工作船、每船配备 3 名工作人员计，根据《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018），船舶生活垃圾产生量按 1.0kg/d·人计算，则运营期生活垃圾产生量为 102kg/d，37.7t/a。生活垃圾统一收集上岸后，由环卫部门定期、及时清运；换网、网箱维护产生的废弃管铁绳线边角料、废弃网衣经收集后交由相关单位收购处理，产生的残油、废油经收集后，委托资质单位接收处理。根据建设单位提供的资料，用海期限到，如不继续养殖，养殖设施如网箱、水泥墩等由吊机吊到船舶运载上岸，转让给其他养殖户，或交由相关单位收购处理。

施工期和运营期固体废物经妥善处理后对项目区环境影响不大。

13.5.7 大气环境影响分析

项目施工期和运营期大气污染源主要为施工机械、施工船舶和运营期工作船舶排放的废气，燃油废气主要污染物为 SO₂、CO、NO_x、颗粒物。施工期和运营期严格管理作业船舶，按照要求使用符合《海南省交通运输厅海南海事局关于印发海南省实施船舶大气污染物排放控制区的通告》（琼交管运[2019]290 号）

的燃油，2019年1月1日起，海船进入沿海控制区海南水域，应使用硫含量不大于0.5% m/m 的船用燃油；2022年1月1日起，应使用硫含量不大于0.1% m/m 的船用燃油。项目施工期施工船舶数量较少，施工时间短暂，废气产生量较少；项目运营期工作船舶数量较少，马力较小，作业时间短暂，因此工作船舶废气的产生量不大，且项目区位于宽阔海域，排放的废气可被海面的风迅速扩散、稀释后，对环境的影响较小。

13.5.8 声环境影响分析

施工期各种机械噪声昼间达标排放所需的衰减距离为6~56m，夜间达标距离为31~316m。施工期噪声昼间影响距离在56m以内，夜间禁止施工。项目正常施工下对周边声环境影响较小。

项目运营期项目区噪声主要为养殖工作船噪声以及网箱自动喂养设备噪声，噪声源强为80~100dB。且项目区位于三亚崖州湾海域，影响范围内无居民生活，运营期工作船噪声对沿岸居民几乎没有影响。

13.6 环境事故影响综合分析与评价结论

本项目的环境风险：一是海洋灾害对工程自身的潜在风险，二是引起的突发或缓发环境事件。

热带气旋往往同时伴随着大风、暴雨、急流、巨浪等恶劣气象和海况，热带气旋造成的波浪、暴雨和风暴潮对工程施工影响较大。因此本工程建设应考虑海洋自然条件的特点，严格按有关规范进行设计、施工，确保构筑物的抗风抗浪要求。同时应及时了解天气的监测和预报信息，警惕台风、风暴潮等自然灾害的突然袭击，并做好应急防范措施。

船舶在工程位置作业或者行进时，由于管理疏忽、操作违反规程或失误等原因引起石油类跑、冒、滴、漏事故，这类溢油事故对环境的影响相对较小，但也会对水域造成油污染；由于船舶本身出现设施损废，在行进中受海上风浪影响，或者发生船舶碰撞，有可能使油类溢出造成污染；工程及附近海域通航环境较复杂，船舶操控存在碰撞事故的风险。

13.7 清洁生产与总量控制结论

本项目从作业工艺及设备指标、资源综合利用指标、清洁生产管理指标分析，

项目达到了清洁生产设计关键指标及基准值要求，各项污染物实现达标排放，符合清洁生产的要求。

本项目施工期污染物均能得到有效的处理，项目运营期合理确定网围、网箱面积、网箱密度、养殖规模，科学投放饵料，优化养殖环境。因此本项目不进行总量控制。

13.8 环境保护对策措施的合理性、可行性结论

13.8.1 施工期环境保护措施

(1) 悬浮泥沙污染防治措施

本项目网箱水泥墩锚块投放作业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，以减小悬浮物的产生量和扩散范围；精确定位后再进行锚块投放，避免同一位置重复作业，减少悬浮泥沙产生数量。

(2) 水污染防治措施

施工船和工作船上设置污水收集罐，船舶施工人员产生的生活污水经全部收集上岸拟委托专业公司接收处理，严禁直接排海。严格管理施工船舶和施工机械，严禁船舶带“病”作业，严禁油料泄漏或倾倒废油料，严禁船舶向水域排放未经处理的机舱水。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、洗涤油应及时盛接，再交由有资质单位接收到岸上处理。

(3) 固体废物污染防治措施

施工单位不得在海上随意抛弃网箱安装材料、旧料和其它杂物，应有计划的搬运或堆存，收集上岸处理。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，然后由当地环卫部门统一清运集中处理。施工期间加强宣传，推广垃圾袋装化，减少一次性餐具和塑料袋的使用。

(3) 大气污染防治措施

施工机械及船舶采用符合标准的清洁型燃料，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。对易起尘的物料要加盖篷布，装卸时应尽量减小落差，减少扬尘。

(4) 噪声污染防治措施

施工单位应注意施工船舶和机械的保养，维持施工机械低声级水平，避免超过正常噪声运转。合理安排高噪声施工机械作业的时间，禁止施工船舶夜间鸣笛。

(5) 海洋生态保护对策措施

施工期间禁止各种生活垃圾、生活污水及施工船舶含油污水直接排入养殖水域，及时收集、清运处置，避免对生态环境产生影响。施工船舶定期维修检查，防止可能出现的跑、冒、滴、漏对生态环境的破坏。加强船舶及施工人员的管理，禁止破坏附近海域的生态资源，同时，在陆域主要乡镇村粘贴施工告示，告知本项目施工概况及环境影响概况。

综上，本项目环境保护措施是合理、可行的。

13.8.2 运营期环境保护措施

(1) 悬浮泥沙防治措施

运营期基本不产生悬浮泥沙，养殖过程中饵料投喂可能产生有一定的残饵悬浮物，产生的量较小，且能快速沉降或被附近鱼群消纳，不会影响附近水质悬浮泥沙水平，因此，运营期加强饵料投喂质量，科学投喂，尽可能的提高饵料的投喂利用率，保障养殖区的水体质量。

(2) 废水污染防治措施

运营期工作船上设置污水收集罐，作业船舶及作业人员产生的生活污水全部收集上岸处理，不排海。严格管理作业船舶，严禁船舶带“病”作业，严禁油料泄漏或倾倒废油料，严禁船舶向水域排放未经处理的机舱水。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、洗涤油应及时盛接，再交由有资质单位接收到岸上处理。采用防污网衣，勤洗网、换网，保持网箱养殖区水流畅通。控制养殖密度，优化饵料营养组成，科学选择投喂方式，提高饵料利用率，尽量避免饵料过剩和流失，保障养殖区及邻近海域水体环境处于良好状况。

(3) 固废污染治理措施

作业船舶上工作人员生活垃圾放入收集箱中，集中装箱运回陆地，然后由当地环卫部门统一清运集中处理。宣传垃圾袋装化，减少一次性餐具和塑料袋的使用。定期清理网箱养殖区养殖饵料残余及海底表层沉积物，可采用喷流曝气装置把溶氧丰富的表层水向水底喷射，通过向底层水供给氧气和翻动表层泥使有机污

泥扩散、分解，减少底质中的有机物，减轻养殖区底质污染。由于喷射作用，延长了底泥中的有机物在海水中的悬浮时间，使悬浮有机物从网箱流出。若发现网箱出现死鱼，及时捞出，收集上岸及时无害化处置。

(4) 大气污染防治措施

运营期采用符合标准的工作船，工作船采用清洁型燃料。

(5) 噪声污染防治措施

施工单位应注意施工船舶和机械的保养，维持施工机械低声级水平，避免超过正常噪声运转。

(6) 生态环境影响减缓措施

合理规划和布局，对网箱养殖环境中的营养负荷、耗氧进行量化的研究，最终确定水体的养殖容量，以便科学规划养殖水面，特别要合理确定网围、网箱面积、网箱密度等，加强养殖区附近海域的水环境监测，实现对养殖水体的可持续利用；优化养殖环境，在养殖过程中，必须保持养殖水域的良好环境，禁止各种生活垃圾直接排入养殖水域，及时收集、清运生活垃圾；优化饵料营养组成及投喂方式，适宜的投饵量，减少残饵和散饵的数量，不致于浪费和沉到水底淤积；运营期定期维修检查作业船只，防止可能出现的跑、冒、滴、漏对生态环境的破坏；密切关注深水网箱养殖的行业最新动态，积极采纳新技术、新方法防治养殖自身污染和水体污染。

综上，本项目环境保护措施是合理、可行的。

13.9 社会经济环境影响综合分析与评价结论

崖州湾农渔业区打造深水网箱集中养殖基地，推广应用优质深海养殖新技术、新模式，提高渔业经济效益，发展渔业经济。项目依托三亚市良好的自然资源条件，发展深水网箱养殖，提升三亚海洋渔业产业技术水平，拉长产业链条，实现渔业产业结构的优化调整和升级。项目申请用海区域 1136.4022 公顷，规划不同类型的深水网箱共 526 口，能够大大的促进当地渔民集中转产转业，增加社会就业机会，促进社会的和谐发展。

本项目的施工与运营也会给项目所在海域环境带来一定的影响，并由此还会带来一定的经济损失；在采取相应的治理措施后，这种对环境的影响是可以接受的。同时，项目施工建设与运营的过程中，建设单位也将采取一定的环境保护措

施，将环境影响控制在最小范围和最低程度，并且这些污染防治办法与环境保护措施在经济上是合理的、可行的。

13.10 公众意见采纳情况

本工程的建设单位根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》和《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部令第4号）的要求，制定了该工程环境影响评价公众参与的工作程序和工作方法，编制了公众参与调查说明。

建设单位于2021年10月22日至2021年11月3日在三亚市农业农村局网站进行了第一次公众参与信息公示；2021年11月4日至2021年11月17日在三亚市农业农村局网站上进行征求意见稿公示，并于2021年11月7日和2021年11月8日在《海南日报》进行报纸公示、2021年11月4日在项目周边的三亚市农业农村局公示栏、崖州区龙港社区居民委员会公示栏和崖州区梅联社区居民委员会公示栏等当地居民熟知的场所进行张贴公示。至今，没有收到公众参与意见反馈，未接到反对本项目建设的意见。

13.11 环境保护对策与建议

(1) 加强环保管理和海域使用监督工作，进行毗邻海域环境要素的监测工作，避免危及周边海域，并将环境监测结果公告公示，以接受社会监督；

(2) 施工与运营期间与附近渔港渔船做好协调，避免影响渔民的渔船靠泊。

(3) 科学、合理确定养殖网箱的密度，优化饵料成分组成，采用科学投喂方式，并定期开展养殖水质和赤潮生物监测。

(4) 加强与科研机构和技术单位的合作，开展技术培训，聘请相关科研机构和技术专家指导网箱的设计及安装，提高设施技术含量。同时，积极开展相关技术培训，提高从业人员安全意识和技术水平。

13.12 综合结论

根据环境影响评价技术导则的要求，经过对三亚市崖州湾农渔业区深水网箱养殖用海整体工程实地踏勘、资料收集和调查研究以及综合分析，得到了目前工程区域的地形地貌状况，并利用了已有的研究成果及数值模拟计算结果对工程前后的水动力变化和冲淤变化进行了对比分析；同时取得环境现状资料，对该工程从水质、沉积物、生态、声、大气、固体废物、风险等各个角度进行了环境

评价，并提出了相应的防治对策。

项目建设符合国家当前产业发展政策和当地的发展规划，其施工过程基本符合清洁生产原则，所采取的各项环保措施基本可行，只要措施落实，基本可实现达标排污，项目施工期和运营期正常排放的污染物对现有环境功能不会造成太大改变，项目建设得到了当地公众的支持，项目运营后可获得较好的经济效益和社会效益。

根据环境质量现状调查和影响预测结论，在该工程环保设施建设和提出的环保对策建议得以全面实施的情况下，可以满足其使用功能的要求。因此从环境保护的角度，该建设项目是可行的。