

三亚市海棠湾海域深远海养殖整体用海项目

海域使用论证报告表

(公示稿)

海南省海洋与渔业科学院

二〇二四年十一月

目 录

1 项目用海基本情况	1
2 项目所在海域概况	41
3 资源生态影响分析	95
4 海域开发利用协调分析	117
5 国土空间规划符合性分析	134
6 项目用海合理性分析	142
7 生态用海对策措施	155
8 结论	159

1 项目用海基本情况

1.1 项目论证来由

海南省依海而生，向海而兴，迈向深蓝，走向世界。2018 年党中央决定支持海南全岛建设自由贸易试验区，支持海南逐步探索、稳步推进中国特色自由贸易港建设，赋予海南经济特区改革开放新的重大责任和使命。凭借高标准高质量发展的制度优势，海南省大力支持发展海洋特色产业，确立海水养殖“往岸上走、往深海走、往休闲渔业走”的三步走战略目标，支持发展生态型、高产值的深远海养殖产业，加快推进渔业高质量发展、助力乡村振兴。

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，这些养殖方式一方面会加剧养殖对环境的污染，特别在港湾地区，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，降低养殖成活率和养殖效益；另一方面，海南沿海可用于发展海水养殖的陆地资源已越来越少。要发展海水养殖业，必须寻求其他的发展空间，因此，在水深 15m 以上的海域大力发展深水网箱养殖技术，可使这部分国土资源得到有效开发利用，为渔业发展提供了新的生产和生活空间。

为做好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，国家及省委、省政府出台多项政策措施助力水产养殖产业的发展。2019 年，农业农村部等十部委发布了《关于加快推进水产养殖业绿色发展的若干意见》(农渔发〔2019〕1 号)，提出“支持发展深远海绿色养殖，鼓励深远海大型智能化养殖渔场建设”。2021 年，财政部联合农业农村部印发《关于实施渔业发展支持政策推动渔业高质量发展的通知》财农〔2021〕41 号，重点“支持深水网箱和大型智能养殖装备等深远海养殖设施装备建设。”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”。此外，2022 年 11 月 16 日，海南省自然资源和规划

厅 海南省财政厅 海南省农业农村厅印发《关于支持海洋渔业高质量发展有关用海政策的若干意见》，《意见》指出“鼓励发展深水养殖。海上网箱养殖按照项目整体占用海域面积确权，海域使用金按网箱实际占用海域面积（不含网箱间隔）计征。网箱间距根据网箱大小确定，一般最大不超过 200 米；大型桁架类深水网箱（1 万立方米养殖水体以上）间距不超过 800 米。在 15 米等深线向深海一侧本省管辖海域建设大型深水网箱、大型智能养殖渔场、养殖工船和海洋牧场，按照浅海相应养殖方式应缴纳的海域使用金的 50%计征”。

三亚市气候温暖，管辖海域面积约 3222.49 平方千米，海岸线总长 264.42 千米，海岛 68 个，主要海湾 19 个，毗邻三亚渔场、昌化渔场、清澜渔场等海南三大渔场，与西中南沙距离较近，补给线较短，是我省重要渔业基地和最大的海产品集散地。三亚水生生物种类繁多，其中经济价值较高的有 420 多种，重要的可养殖海水鱼类有 27 种，甲壳类 12 种，贝类 32 种，再加上地处热带，生物生长快，养殖周期短，海域水质澄清，养殖条件优越。丰富的海洋渔业资源和良好的港湾自然环境，为三亚市深远海养殖发展提供了有利条件。为落实国家及省委、省政府有关要求，解决三亚市当前海洋渔业发展中存在的问题，加快推动海水养殖业转型升级，发展壮大三亚市深远海养殖产业，促进三亚市渔业产业结构调整和社会经济发展，三亚市农业农村局拟在《三亚市国土空间总体规划（2021—2035 年）》划定的海棠湾渔业用海区内开展养殖用海整体海域使用论证，打造深远海网箱养殖基地，着力发展深远海养殖产业，从而带动休闲渔业、生态修复、冰鲜加工、种苗繁育等涉渔产业发展，促进一二三产业高度融合。

为保证项目建设的顺利实施，根据《中华人民共和国海域使用管理法》《海域使用论证管理规定》和《海南省实施<中华人民共和国海域使用管理法>办法》等规定和要求，该工程项目需要进行海域使用论证。根据《海域论证技术导则》（GB/T 42361-2023），结合本项目用海方式和规模，项目用海论证等级为三级，需编制海域使用论证报告表。因此，三亚市农业农村局委托海南省海洋与渔业科学院承担该项目的海域使用论证工作。为此，海南省海洋与渔业科学院在收集相关资料的基础上，详细分析了项目用海的特点，结合周边海域特征，经现场踏勘，客观分析项目用海的必要性、对资源和生态的影响范围与程度、与国土空间规划的符合性和利益相关者的协调性，根据《海域使用论证技术导则》(GB/T 42361-2023)，编制《三亚市海棠湾海域深远海

养殖用海整体海域使用论证报告表》。

1.2 项目地理位置及建设规模

1.2.1 项目地理位置

项目用海位于三亚市海棠湾海域,处于海棠湾渔业用海区,距离蜈支洲岛珊瑚礁生态保护区最近约 0.8km,距离陵水赤岭渔港约 5.5km。地理位置图见图 1.2-1。

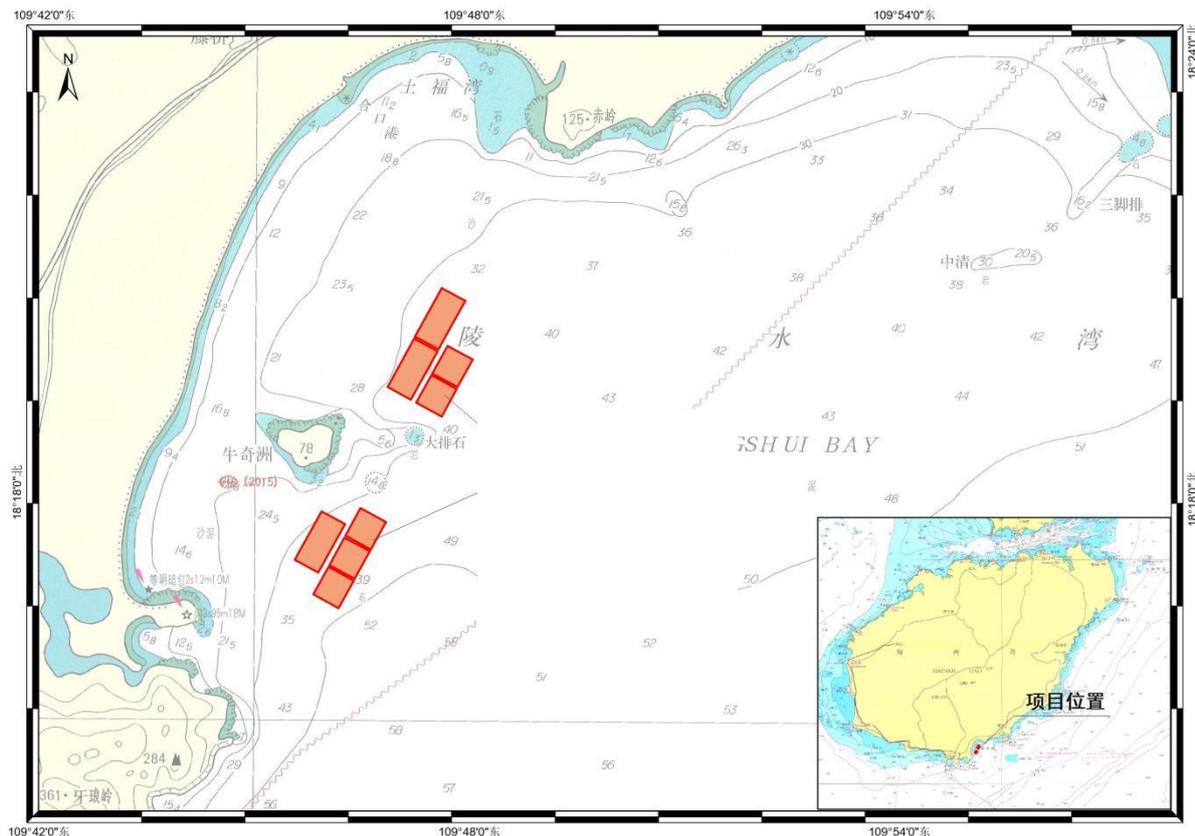


图 1.2-1 项目地理位置

1.2.2 建设规模

拟在《三亚市国土空间总体规划（2021—2035 年）》划定的“海棠湾渔业用海区”区内规划“三亚市海棠湾海域深远海养殖用海项目”，项目用海为深远海养殖整体用海，为政府预先开展的集中规划用海，便于简化后续用海申请，项目集中申请用海总面积为 544.7687 公顷。

本项目用海区域水深为 25m~43m,根据养殖装备实际使用情况计划投入半潜桁架式养殖设备,相应的用海区域具体分为南、北 2 个区,其中南区位于蜈支洲岛东南侧,申请用海面积 255.0119 公顷,海域平均水深为 35m,设置 4 个用海单元 (SYHT-A-01~04),计划投放 4 艘半潜桁架式养殖平台 (单体 3 万 m³) 和 6 艘半潜桁架式养

殖平台（单体 6 万 m³），合计养殖水体容量为 48 万 m³；北区位于蜈支洲岛东北侧，申请用海面积 289.7568 公顷，海域平均水深为 32m，设置 4 个用海单元（SYHT-B-01~04），计划投放 8 艘半潜桁架式养殖平台（单体 3 万 m³）和 4 艘半潜桁架式养殖平台（单体 6 万 m³），合计养殖水体容量为 48 万 m³。项目养殖品种以金鲳鱼为主、军曹鱼和石斑鱼为辅。

综上所述，项目拟申请用海总面积为 544.7687 公顷，计划投放 12 艘半潜桁架式养殖平台（单体 3 万 m³）和 10 艘半潜桁架式养殖平台（单体 6 万 m³），养殖水体总容量为 96 万 m³，年可产金鲳鱼等经济鱼类约 24072 吨。项目建设主要指标内容见表 1.2-1。工程总工期拟定为 2 年，但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。

表 1.2-1 项目建设主要指标内容表

序号	养殖区域	区块规划用海面积（公顷）	养殖水面与规划用海面积比值	网箱规格	单位水体容量（m ³ ）	养殖规模	总养殖水体容量（万 m ³ ）	投放养殖密度（尾/m ³ ）	养殖数量（万尾）	主要养殖品种	年产量（吨）
1	南区	255.0119	1.31%	半潜箱体式养殖平台	30000	3艘	9	50	450	金鲳鱼	1912.5
						1艘	3	50	150	石斑鱼	892.5
					60000	5艘	30	50	1500	金鲳鱼	6375
						1艘	6	8	48	军曹鱼	2856
2	北区	289.7568	1.30%	半潜箱体式养殖平台	30000	7艘	21	50	1050	金鲳鱼	4462.5
						1艘	3	50	150	石斑鱼	892.5
					60000	3艘	18	50	900	金鲳鱼	3825
						1艘	6	8	48	军曹鱼	2856
合计		544.7687	/	/	/	/	96	/	/	/	24072

注：按《卵形鲳鲆深远海网箱养殖技术规程》（海南省地方标准，DB46/T 195-2023），投放密度为30尾/m³~50尾/m³；参考《卵形鲳鲆养殖技术规程 深海平台养殖》（湛江市地方标准，DB4408/T 17-2022），

放养密度为40尾/m³~50尾/m³，上市规格一般为0.3~0.75kg/尾，取值0.5kg；参考《军曹鱼网箱养殖技术规范》（广东省地方标准，DB44/T 2380-2022）要求，放养规格宜为500g/尾，放养密度宜为8尾/m³，常规上市规格一般为10kg左右；参考《棕点石斑鱼网箱养殖技术规范》（广东省地方标准，DB44/T 2305-2021）要求，放养体长5cm的苗种宜为40尾/m³~60尾/m³，常规上市规格一般为1kg左右。金鲳鱼养殖周期按1年计算，其中实际养殖期为9个月，3个月为休养期；军曹鱼和石斑鱼养殖周期为1.5年，年产量按系数0.7折算；鱼种成活率均按85%计算。根据市场调研，养殖品种按总养殖水体占比分配为金鲳鱼85%，军曹鱼10%，石斑鱼为5%。

1.3 平面布置和主要结构、尺度

1.3.1 项目平面布置

本项目拟在“海棠湾渔业用海区”内规划“三亚市海棠湾海域深远海养殖用海项目”。“海棠湾渔业用海区”总面积为1579.54公顷，主导功能为渔业用海，兼顾游憩用海、特殊用海、工矿通信用海，允许适度开展休闲渔业和海洋牧场活动。

总体思路：根据现有深海养殖设备的水域投放条件需求，在规划水域内发展以半潜式养殖网箱为主要形式的深远海智能化养殖平台，实施商业化生产。重点发展具备饲料储存、自动投喂、管控作业、环境监测以及人员值守等生产作业功能的大型平台，实施规模化养殖与高效作业；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。

细化分区：根据上述总体布局思路，在项目划定的用海区域内为避免单独片区面积过大，不利于公共水道通畅，同时需考虑海区的养殖容量和养殖密度，即深水网箱养殖面积不超过可养殖海区面积5%的规定（参考《卵行鲳鲈养殖技术规程 深水网箱养殖》（DB4408/T16-2022）），和有关书籍规定在满足一类水质条件下，深水网箱养殖面积不超过可养殖海区面积1/30；网排与网排之间的主通道宽度不小于100m等规定，对整体规划海域进行养殖用海区块划分为南、北2个区块。考虑区块内用海单元不宜过大或过小，一般可满足企业一次投放半潜式养殖平台若干艘的建设投资额在1500万元左右，用海单元面积控制在100公顷以内，用海单元之间留有不小于100m的通道水域，以及每个独立用海单元内部留有不小于30m的通道水域。

平面布局：项目用海位于海棠湾渔业用海区，规划南、北2个区块，其中南区位

于蜈支洲岛东南侧，南北长 2818.5m，东西宽 1225.3m~2739.2m，为不规则的四边型海域，规划面积为 558.8317 公顷，水深为 25m~44m（高程为 85 基准面，下同），布局 4 个用海单元（SYHT-A-01~04），单个用海单元面积为 55.0676 公顷~89.8088 公顷，各用海单元之间留有 150m 的通道水域；北区位于蜈支洲岛东北侧，南北长 2045m~4451.8m，东西宽 1843.8m，为不规则的四边型海域，规划面积为 583.2583 公顷，水深为 29m~37m，布局 4 个用海单元（SYHT-B-01~04），单个用海单元面积为 55.0683 公顷~89.8102 公顷，各用海单元之间留有 150m 的通道水域，用海单元平面布局示意图见图 1.3-1。南区计划投放 4 艘半潜桁架式养殖平台（单体 3 万 m³）和 6 艘半潜桁架式养殖平台（单体 6 万 m³），合计养殖水体容量为 48 万 m³；北区计划投放 8 艘半潜桁架式养殖平台（单体 3 万 m³）和 4 艘半潜桁架式养殖平台（单体 6 万 m³），合计养殖水体容量为 48 万 m³。

南区用海面积为 255.0119 公顷，海域平均水深为 35m，布置 SYHT-A-01~03 等 3 个用海单元共 6 艘单体为 6 万 m³ 的半潜桁架式养殖平台；布置 SYHT-A-04 用海单元共 4 艘单体为 3 万 m³ 的半潜桁架式养殖平台。平台间横向净距 318m~344m，纵向净距 625m~720m，采用四脚系泊，每个平台 8 个锚固定。用海单元内部通道宽为 50m。

北区用海面积为 289.7568 公顷，海域平均水深为 32m，布置 SYHT-B-01~02 等 2 个用海单元共 4 艘单体为 6 万 m³ 的半潜桁架式养殖平台；布置 SYHT-B-03~04 等 2 个用海单元共 8 艘单体为 3 万 m³ 的半潜桁架式养殖平台。平台间横向净距 318m~344m，纵向净距 625m~727m，采用四脚系泊，每个平台 8 个锚固定。用海单元内部通道宽为 50m。

本项目用海总面积为 544.7687 公顷，计划投放 12 艘半潜桁架式养殖平台（单体 3 万 m³）和 10 艘半潜桁架式养殖平台（单体 6 万 m³），养殖水体总容量为 96 万 m³。总平面布置图具体见图 1.3-2。

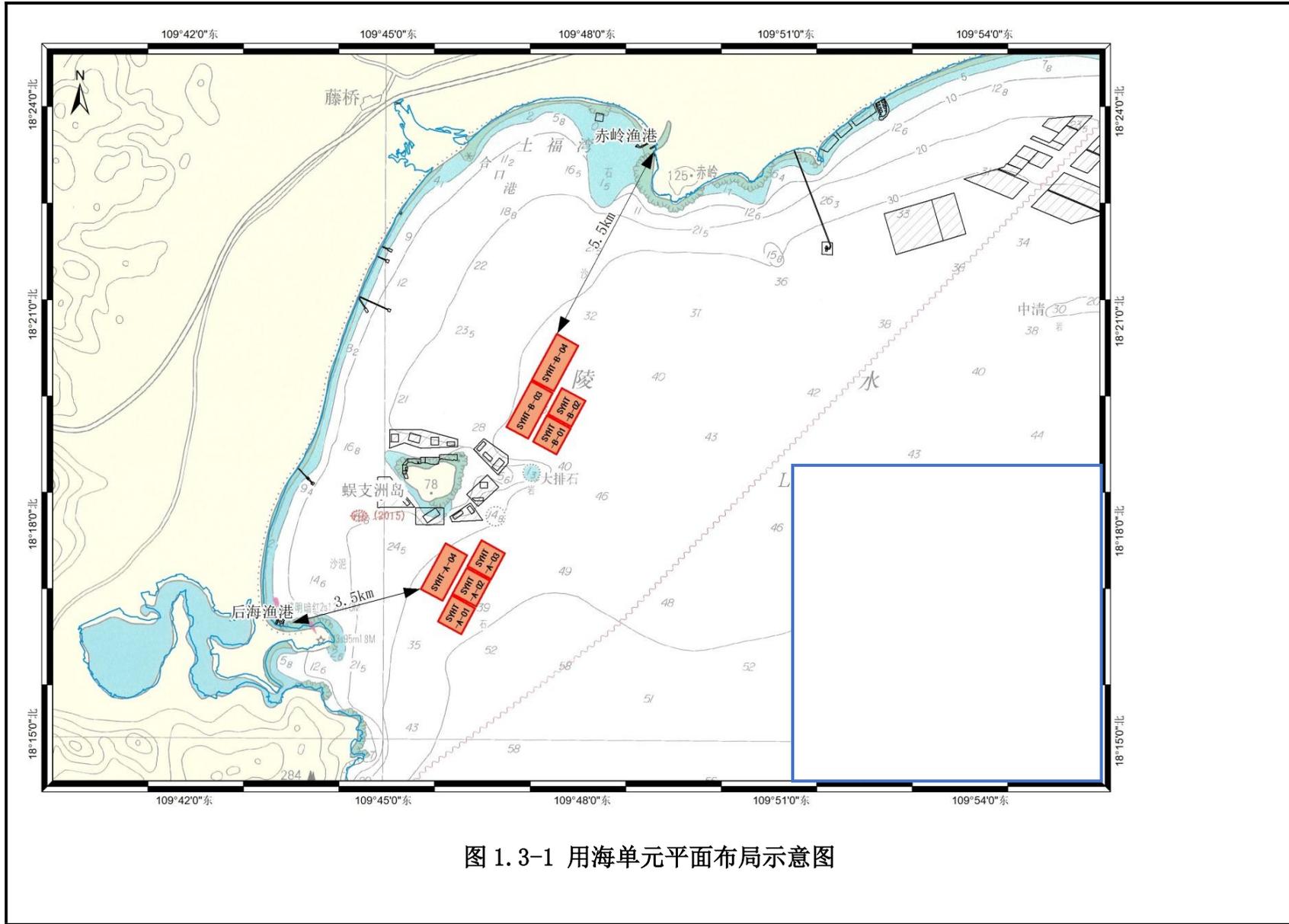


图 1.3-1 用海单元平面布局示意图



1.3.2 可养数量及容量计算

目前深水网箱养殖无国家标准或规范，地方规范有山东省编制的《深水网箱养殖技术规程》（DB37/T1197-2009）和广东省编制的《深水网箱养殖技术规范》（DB44/T742-2010）。其中《深水网箱养殖技术规程》（DB37/T1197-2009）并未对养殖容量制定相关规定，且适用于北方；《深水网箱养殖技术规范》（DB44/T742-2010）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%”对养殖容量制定相关规定。海南省地方标准《卵形鲳鲹深远海网箱养殖技术规程》（DB46/T 195-2023）第 5.2 条对网箱布局规定为“网箱与网箱之间间距>100m”，并未对养殖容量制定相关规定。湛江市地方标准《卵形鲳鲹养殖技术规程 深水网箱养殖》（DB4408/T16-2022）第 5.2 条对网箱设置规定为“网箱养殖面积不应超过可养殖海区面积的 5%”，且湛江市与海南省隔海相望，参照该标准组织卵形鲳鲹深水抗风浪网箱养殖生产，可为我省卵形鲳鲹产业的快速发展提供保障，进一步完善我省卵形鲳鲹养殖产业链，促进卵形鲳鲹产业的良性快速发展。

根据《卵形鲳鲹养殖技术规程 深水网箱养殖》（DB4408/T16-2022，湛江市市场监督管理局，2022 年 10 月 28 日实施）第 5.2 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计算如下表 1.3-1。

表 1.3-1 养殖水域可养网箱数量计算表

序号	分区	平均水深	区块规划 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（艘/ 口）	实际网箱 养殖水面 面积（m ² ）	实际布置网 箱数量（艘/ 口）	实际投放 占比 （%）
1	南区	35m	255.0119	127505	160 口 C100	33296	10 艘/半潜 式	1.31
2	北区	32m	289.7568	144878	182 口 C100	37792	12 艘/半潜 式	1.30

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 1.3-1 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，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。

1.3.3 主要结构、尺度

1.3.3.1 单体 6 万 m³ 半潜桁架式养殖平台结构、尺度

1、养殖平台总体设计

项目拟建设 6 万 m³ 半潜桁架式养殖平台是集深远海养殖、休闲旅游、清洁能源供电等多功能于一体，平台养殖水体约 6 万立方，由光伏和储能构建多能互补清洁能源供电系统，同时搭载海洋通讯观测仪器。平台长 100、宽 36 米、高 24 米，平台主体占用海域面积约 0.36 公顷，含锚链空间占用海域面积约 25 公顷。平台通过 8 套锚固系统固定，锚固系统由锚块和锚链组成，单根锚链长 350m，单个锚块重约 15t。

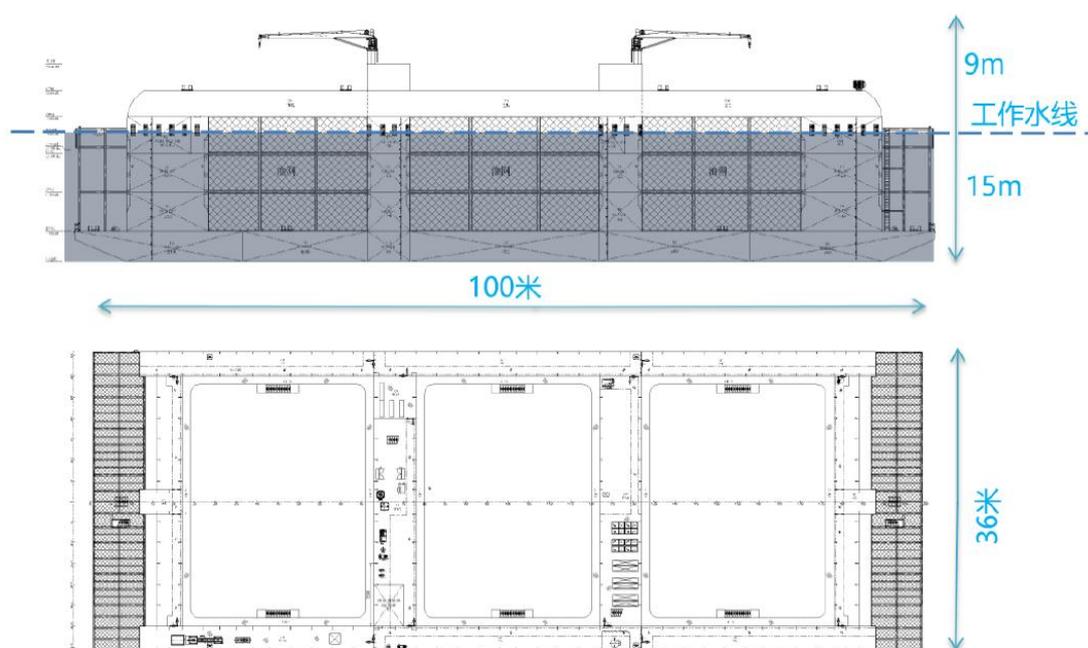


图 1.3-3 半潜箱体式养殖平台主尺度

2、养殖平台参数

①养殖平台功能

6 万 m³ 半潜桁架式养殖平台是一种新型抗风浪绿色智能化养殖旅游综合装备，采用海工平台半潜式结构设计，四脚锚泊定位，具有良好的抗风浪能力。

平台由海洋可再生能源提供电力，就地取能就近使用。搭载的光伏发电和储能模块实现多能互补的绿色能源供电系统，可长期稳定的为平台生产生活、开展休闲旅游提供能源支撑，并实现零碳或低碳排放。

平台宽阔的甲板空间和稳定的主体结构，可搭载餐厅、厨房、卫生间、办公室、会议室以及智慧渔业中心等功能舱室。同时配备海水淡化装置和污水处理设备，设置大容量的淡水舱、污水舱，可持续供应淡水和处理污水，满足休闲渔业的环保需求。以平台为基地，结合深远海养殖，可开展海洋科普、海上休闲观光、海钓、观测通讯以及海水养殖等生产生活活动，融合第一二三产业，促进海洋经济健康可持续发展。

平台使用高强度的钢板和型材构建箱型结构，分隔出压载舱、设备舱、饲料舱、淡水舱、燃油舱等满足不同功能要求的舱室。可搭载自动投喂、捕捞设施，同时配置视频监控、水质监测、海流气象监测、5G 通信基站等监控传输设施，实现自动化、智能化渔业养殖。

平台充足的基本养殖水体，可采用上浮下潜方式完成收鱼作业、网衣清洗等工作。同时可与传统网箱合理布局，作为整个深蓝渔业的支撑基地，满足工作人员居住、渔场监控、物资供给、休闲渔业扩展等功能。



图 1.3-4a 6 万 m³ 半潜桁架式养殖平台效果图

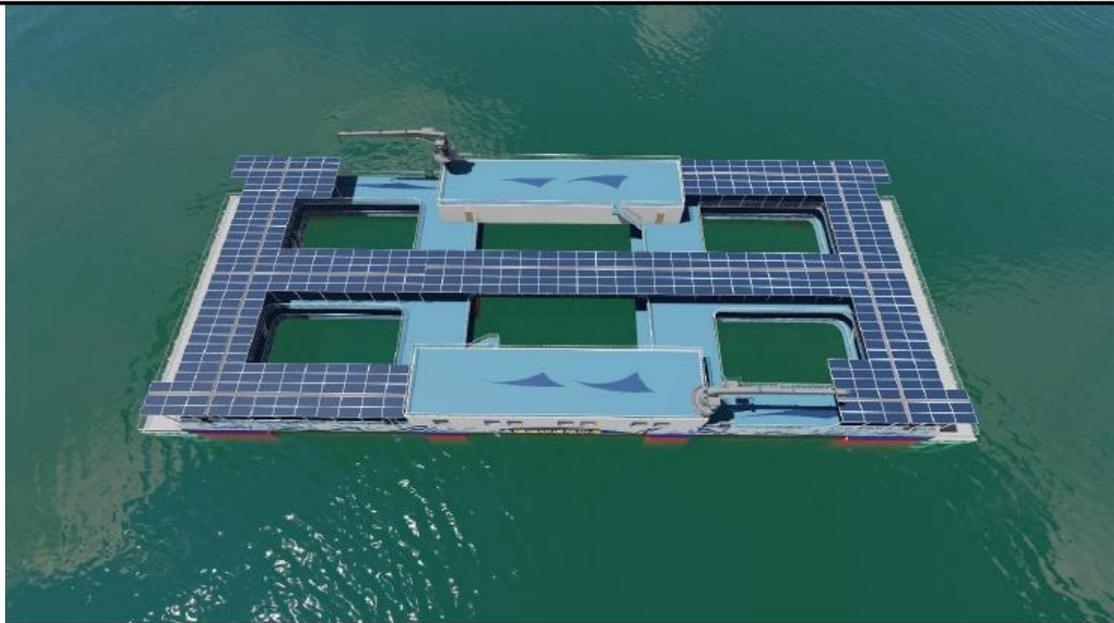


图 1.3-4b 6 万 m³ 半潜桁架式养殖平台效果图

②养殖平台主尺度

养殖平台主尺度参数见表 1.3-2。

表 1.3-2 6 万 m³ 半潜桁架式养殖平台主尺度参数表

序号	内容	数量
1	设计寿命	20 年
2	总长	100m
3	型宽	36m
4	型深	17m
5	作业吃水	15m
6	抗风能力	最大风速 60m/s（以第三方报告为准）
7	抗浪能力	最大浪高 9m（以第三方报告为准）
8	抗流能力	最大流速 1.5m/s（以第三方报告为准）
9	养殖水体	6 万 m ³
10	使用水体	理论最低吃水 30m 以上

1.2.3.2 半单体 3 万 m³ 半潜桁架式养殖平台结构、尺度

1、养殖平台总体设计

项目拟建设的 3 万 m³ 半潜桁架式养殖平台是集深远海养殖、清洁能源供电等多功能于一体，平台养殖水体约 3 万立方，由光伏和储能构建多能互补清洁能源供电系统，同时搭载海洋通讯观测仪器。平台长 86m、宽 34m、高 16m，平台主体占用海域面积约 0.25 公顷，含锚链空间占用海域面积约 20 公顷。平台通过 8 套锚固系统固定，锚固系统由锚块和锚链组成，单根锚链长 300m，单个锚块重约 10t。

2、养殖平台参数

①养殖平台功能

3 万 m³ 半潜桁架式养殖平台是一种新型抗风浪绿色智能化养殖旅游综合装备，采用海工平台半潜式结构设计，四脚锚泊定位，具有良好的抗风浪能力。

平台由海洋可再生能源提供电力，就地取能就近使用。搭载的光伏发电和储能模块实现多能互补的绿色能源供电系统，可长期稳定的为平台生产生活、开展休闲旅游提供能源支撑，并实现零碳或低碳排放。

平台宽阔的甲板空间和稳定的主体结构，可搭载餐厅、厨房、卫生间、办公室、会议室以及智慧渔业中心等功能舱室。同时配备海水淡化装置和污水处理设备，设置大容量的淡水舱、污水舱，可持续供应淡水和处理污水，满足渔业管理的环保需求。以平台为基地，结合深远海养殖，可开展海钓以及海水养殖等生产生活活动，融合第一二三产业，促进海洋经济健康可持续发展。

平台使用高强度的钢板和型材构建箱型结构，分隔出压载舱、设备舱、饲料舱、淡水舱、燃油舱等满足不同功能要求的舱室。可搭载自动投喂、捕捞设施，同时配置视频监控、水质监测、海流气象监测、5G 通信基站等监控传输设施，实现自动化、智能化渔业养殖。

平台充足的基本养殖水体，可采用上浮下潜方式完成收鱼作业、网衣清洗等工作。同时可与传统网箱合理布局，作为整个深蓝渔业的支撑基地，满足工作人员居住、渔场监控、物资供给、休闲渔业扩展等功能。



图1.3-5a 3万m³半潜桁架式养殖平台效果图

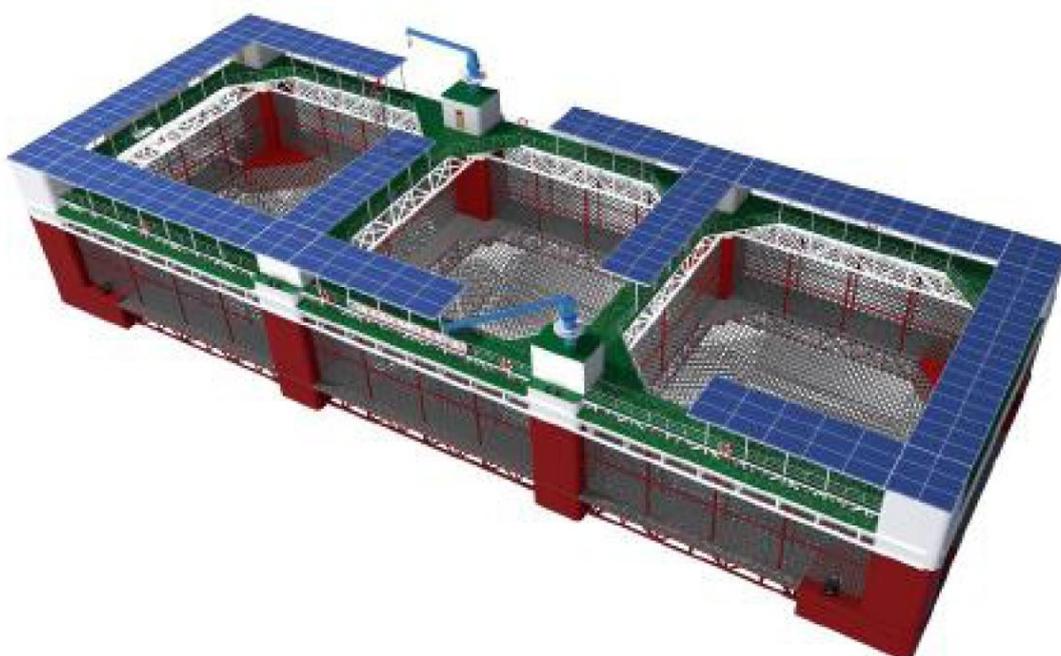


图1.3-5b 3万m³半潜桁架式养殖平台示意图

②养殖平台主尺度

养殖平台主尺度参数见表 1.3-3。

表 1.3-3 3万 m³半潜桁架式养殖平台主尺度参数表

序号	内容	数量
1	设计寿命	20 年
2	总长	86m
3	型宽	34m

4	型深	13m
5	作业吃水	10m
6	抗风能力	最大风速 60m/s（以第三方报告为准）
7	抗浪能力	最大浪高 9m（以第三方报告为准）
8	抗流能力	最大流速 1.5m/s（以第三方报告为准）
9	养殖水体	3 万 m ³
10	使用水体	理论最低吃水 30m 以上

1.2.3.3 养殖平台结构

养殖平台按其系统组成可分为主体结构、养殖网箱（养殖框）、锚泊系统、养殖配套系统等。

1、主体结构

主体结构平台采用高强度的钢板和型材构建箱型结构，主体结构下方设有浮力设施，可为养殖平台提供浮力、稳性和结构支撑。主体结构采用经 CCS 认证的全新钢材制造，其强度、刚度等均根据布设海域情况选型，性能指标可满足船级社规范要求，使用寿命可达 20 年以上。

2、养殖网箱

养殖网箱为钢质桁架式结构，用于海水鱼养殖，为长方体形状。养殖平台采用上浮下潜方式完成网衣清洗工作。

网箱网衣采用双层模块化设计方案，使用超高分子量聚乙烯材质，并经过防腐处理，与常规化纤材料相比，具有强度高、重量轻、耐腐蚀、抗老化、使用安全等特点，经过多功能水性聚氨酯蓝色涂层工艺的网片，还具有减少微生物生长速率，提高网衣耐磨性的优异性能，是目前国际大型养殖设备上优先采用的网具新材料。网衣规格可根据不同的养殖品种和养殖鱼类规格选择合适的网目，养殖过程中可根据需求成片更换网衣。网衣固定在主体结构上，牢固可靠，即便是在强流作用下，也基本无养殖容积损失。

考虑到本项目海区在外海海域流速可能较大，养殖鱼类能量消耗多、成长速度慢进而影响项目经济效益，可根据不同养殖品种的需求在平台首尾方向布置紧密的减流

网，尽量降低较大流速对于鱼类生长的影响。

考虑到在养殖期间，尤其是长时间养殖作业时渔网不能得到及时清洗回会附着藤壶、贝类等海生物，对渔网和养殖安全构成严重威胁。本项目可在以下几个方面加强改进：

a) 配置水下洗网机器人，及时对渔网开展安全巡查并根据附着情况及时清洗渔网，保障养殖鱼类安全。

b) 针对渔网和养殖平台的海生物附着问题，考虑使用新型无毒防污涂料在一定时间内抑制海生物附着。目前国内已有相关产品应用示范，本项目可根据海区生物附着情况逐步试用，根据试用效果和安全监测情况逐步解决柔性网衣附着问题。

3、锚泊系统

养殖平台的锚泊系统需根据养殖海域的海底底质情况确定，通常采用大抓力锚、桩锚和石墩三种锚泊方式。本项目养殖平台采用大抓力锚，锚泊系统主要由大抓力锚、锚链、导缆孔、拖力眼板等组成，采用四点系泊，其中单体6万 m^3 半潜桁架式养殖平台锚泊系统的单个锚重约15t，8套锚系，分别布置在平台四角，锚链直径为100mm，单根锚链长度为350m，可满足 CCS 规范要求；单体3万 m^3 半潜桁架式养殖平台锚泊系统的单个锚重约10t，8套锚系，分别布置在平台四角，锚链直径为76mm，单根锚链长度为300m，可满足CCS规范要求。同时锚链末端处增加1个8t的球铁进行固定，项目锚链系统可以确保恶劣海况下，渔场不移位。项目锚链结构示意图详见图1.3-6。

4、配套系统

养殖配套系统主要包含发电系统、自动投饵系统、网衣清洗系统及监控系统等，

①发电系统

深海养殖平台搭载光伏（太阳能）发电和储能模块实现多能互补的绿色能源供电系统；同时配置柴油发电机，可长期稳定的为平台生产生活和开展休闲旅游提供能源支撑。单体6万 m^3 半潜桁架式养殖平台的太阳能板发电系统100KW，主要用于日常生活用电；柴油发电机2台，其中180KW柴油发电机1台，180KW应急柴油发电机1台，合计360KW，主要用于平台升降、养殖设备用电；此外还配有500KWh的蓄电池1套；单体3万 m^3 半潜桁架式养殖平台的太阳能板发电系统100KW，主要用于日常生活用电；柴油发电机1台120KW，主要用于平台升降、养殖设备用电；此外还配有500KWh的蓄电池1套。

②自动投饵系统

网箱设有一套自动投饵系统。自动投饵系统是一套远程智能分配气力输送系统，它包括储料舱、上料系统、输送系统、喂料系统、控制系统、分配器和抛投机构。

③网衣清洗系统

网箱设有一套便捷移动式的高压射流式水下洗网机。网衣清洁率最大为 93.7%（平均值 85.2%），最大射流压力 5.5MPa，转盘转速为 2229r/min，射流速度达 64.53m/s。整套洗网装备体积小，重量轻，操作简单方便，整个网衣清洗作业仅需 1~2 名工人就可实现。

网箱设有多台网衣起网装备。该网衣起网系统利用多个起网机同步匀速提升网衣，特有设计的偏心轮脱网机构能实现便捷的网衣脱离，将网衣平均提升网速率在 0.73m/min，为工人留有足够的时间为顺利起网完成辅助性工作。

④监控系统

本项目搭载数字渔业系统，建设一套基于海洋物联网技术，集海域水质、水文多参数实时在线监测、高清水下摄像采集、水下生物生长状态评估、海面气象监测、海上平台视频监控、无线远程数据传输、大数据分析于一体的综合性全方位智能监测管理系统。项目在实施过程中可根据投资需求逐步建设完善智慧渔业系统，提升养殖装备的自动化智能化水平。

网箱设有一套监控系统，提供水面及水下视频监控，水质监测，海区风速等参数的实时显示。采集数据经处理后，集中显示在监控画面上。显示装置安装于控制室，为渔场的安防及养殖维护提供了便利条件。另外，该系统还配置了远程查看功能，通过手机客户端可以实时查看渔场的状态。

⑤网络通信系统

为提升平台的科学开发生产、安全防护、应急响应能力，在深海养殖平台建设网络通信系统，实现养殖平台与岸上的网络连通。

平台网络通信系统主要由海面驻地环路和陆海接入网络组成，在养殖平台部署智能基站组成海面驻地环路，选择近岸环路节点接入岸基陆基骨干节点，实现海上养殖平台与岸上的网络连通。设备1+1容灾备份，保障网络稳定。

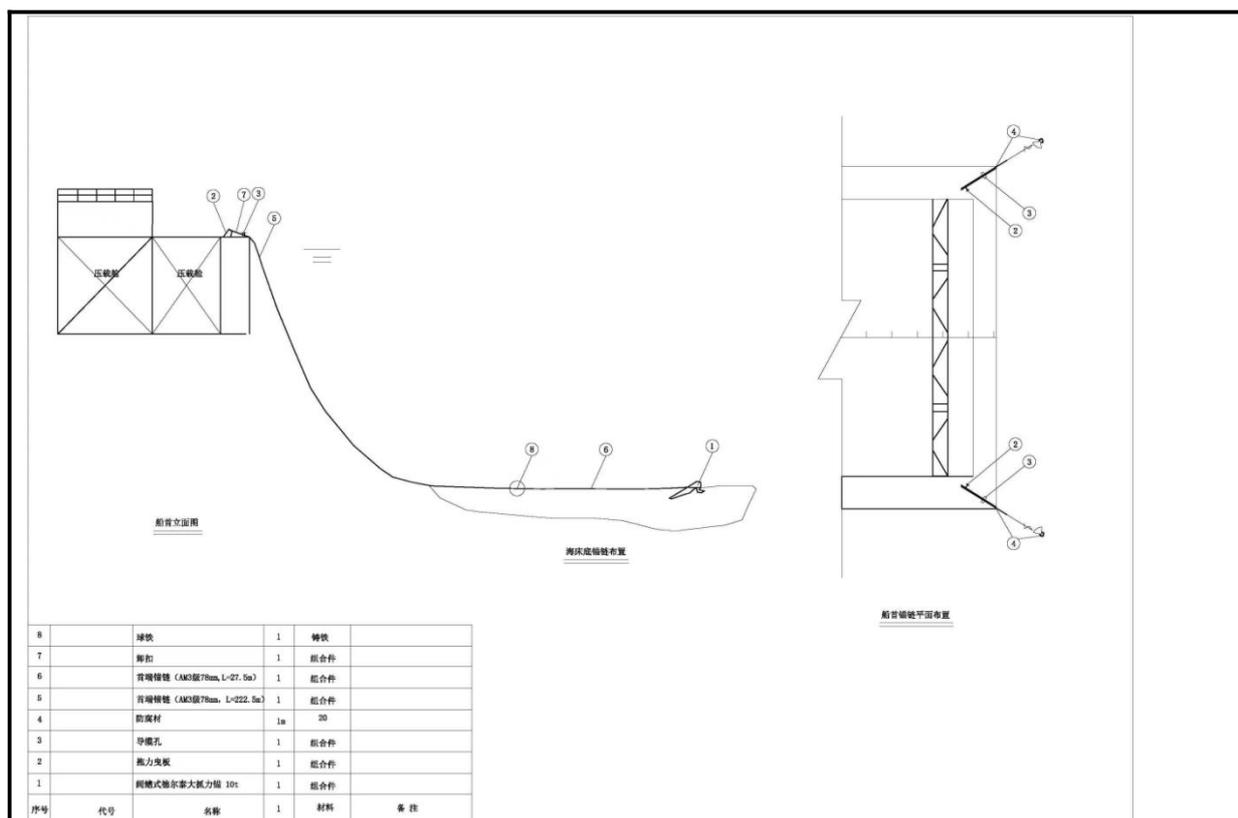


图 1.3-6 四脚系泊锚链结构图

1.3.4 陆域设施配套

项目依托陵水赤岭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。陵水赤岭渔港距离项目用海区约 5.5km，依托的码头和陆域配套场地情况如下：

赤岭渔港位于陵水县英州镇赤岭西侧海湾内，南邻土福湾度假旅游区，北邻清水湾度假区，是陵水县的三大渔港之一。目前赤岭渔港设施简陋，港池航道淤积严重，陆域配套设施、陆域面积不足等问题突出，计划将赤岭渔港从三级渔港升级到二级渔港，同时为将来升级一级渔港做好充分准备。

赤岭渔港升级改造项目拟建南防波堤 893m、北防波堤 300m，3000 吨级远洋渔业码头 200m，形成港池面积 17.2336 公顷，并进行港池航道疏浚；在海岸线东侧英州河岸建设渔业码头 600m、护岸 415m。同时在后方陆域建设港区道路、渔港综合管理中心、港区水电设施等公益性配套设施；及建设水产品交易市场、冷藏加工区、制冰储冰、物资补给等经营性配套设施。见图 1.3-7。



图 1.3-7 赤岭渔港升级改造海域部分平面布置图

本项目陆域配套场所根据《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012），综合考虑实际情况，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。

由于本项目为三亚市海棠湾海域深远海养殖整体用海项目，后期用海存在不同用海主体，因此，陆域配套场所由申请用海的各养殖单位和个人根据实际具体情况选择。施工期依托陵水赤岭渔港进行物料的出运至项目区，养殖平台所需的材料、饲料堆存场地由各养殖单位和个人根据实际具体情况选择，不在码头进行堆存。

1.3.5 网箱养殖生产主要流程

1.3.5.1 生产技术方案总体设计

总体方案设计以达到项目总体目标的规模和效益为原则，规划设计主要分海上网箱养殖区和陆域配套设施两个部分，整体规划力求水陆联系紧密，相互呼应，布置紧凑、高效、节能、环保、节省投资、易于操作管理。其生产技术的工艺流程如图 1.3-8 所示。

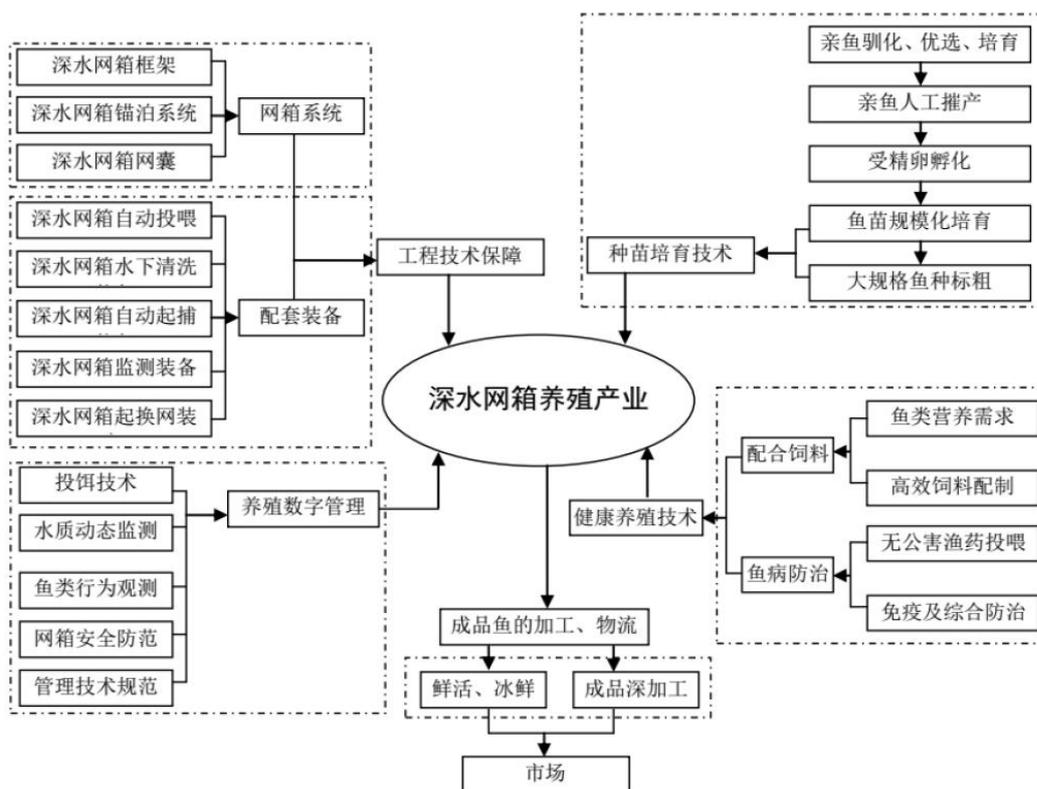


图 1.3-8 深水网箱养殖生产工艺说明

1.3.5.2 养殖品种

目前海南及南海区深水网箱养殖的鱼种主要以鲷科为主，本项目养殖品种主要以金鲷鱼为主，军曹鱼、石斑鱼为辅。根据市场调研及养殖发展规划，本项目养殖品种按总养殖水体占比分配为金鲷鱼85%，军曹鱼10%，石斑鱼为5%。

为了充分利用养殖空间，可以根据养殖平台吃水深、水体大的特点和不同养殖鱼种的生活习性，未来可探索开展分层立体养殖，上层养殖金鲷鱼、军曹鱼等游泳性较强的品种，下层养殖石斑鱼，实现多鱼种的立体化养殖，提高装备的养殖收益。

1.3.5.3 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：参考《卵形鲳鲹养殖技术规程 深海平台养殖》（DB4408/T 17-2022），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、鱼种体长6cm~10cm，活水船最大运输密度为 0.5×10^4 尾/ m^3 ；敞口容器汽车运输，具充气设备，最大运输密度 0.3×10^4 尾/ m^3 。大规格鱼种不宜采用小包装密封充氧运输。

1.3.5.4 放养

选择潮流平缓时放养。参考《卵形鲳鲹养殖技术规程 深水网箱养殖》（湛江市地方标准，DB4408/T 16-2022），鱼种体重100g以上放养密度为40尾/ m^3 ；《卵形鲳鲹养殖技术规程 深海平台养殖》（湛江市地方标准，DB4408/T 17-2022），放养密度为40尾/ m^3 ~50尾/ m^3 。

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NY 5071 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。养殖期9个月，成活率按85%计。

1.3.5.5 投喂

项目的平台可搭载自动投料机，通过 PE 管或不锈钢管连接到各个饲料舱，可就地和远程设定并监控投料速度和投喂量，实现定时、定量、定速的精准投喂。根据需要可安装养殖管理系统，实时监控自动投喂的状态、投喂量并进行大数据的分析管理，搭建养殖综合管理平台。在台风、大浪等恶劣天气情况下，可利用平台的智慧渔业系统和网络传输系统时间远程分析控制，并考虑使用无人船或者无人机实现远程机械化投喂管理等，提升深远海养殖装备的智能化、自动化水平。

根据海南省地方标准《卵形鲳鲹深远海网箱养殖技术规程》（DB46/T 195-2023），投喂应根据鱼体大小确定饲料粒径，鱼体重10g~50g，选用饲料粒径为1.5mm~2.0mm；鱼体重51g~100g，用饲料粒径为2.0mm~2.5mm；鱼体重101g~150g，选用饲料粒径为2.5mm~3.0mm；鱼体重151g~200g，选用饲料粒径为3.0mm~3.5mm；鱼体重201g~250g以上，选用饲料粒径为3.5mm~4.0mm；鱼体重250g~300g，选用饲料粒径为4.0mm~4.5mm；鱼体重300g以上，选用饲料粒径大于4.5mm，改用饲料期间，两种饲料合并投喂几天为宜。投喂时间选择在平潮潮流缓慢期间，放养即可喂食，鱼体重10g~80g，日投饲率为5.0%~6.0%；鱼体重50g~100g，日投饲率为4.0%~5.0%；

鱼体重100g~300g，日投饲率为3.0%~4.0%；鱼体重大于300g，日投饲率为2.0%~3.0%（日投饲率=日投饲量×100%/鱼总体重）；根据水温、水质、天气、鱼的摄食情况灵活掌握。投饲策略为饥饿2天，连续投饲13天，交替投喂。投饲时间为7:00~8:00，11:00~12:00，17:00~18:00。投喂量视水温、水质、天气、波浪及鱼的摄食情况等确定。

饲料选用卵形鲳鲹专用膨化颗粒饲料，其粗蛋白含量不低于40%，赖氨酸含量不低于20%，总磷不低于1.5%，粗脂肪不低于3.0%，钙不高于4.6%，粒径为1.5mm、2mm和3mm，同时项目所用饲料应符合《无公害食品渔用配合饲料安全限量》(NY 5072)及《饲料卫生标准》(GB13078-2017)的规定。

1.3.5.6 日常管理

定期检查鱼体生长情况，定期网箱清洗及更换时进行安全检查，做好网箱养殖管理日记。网箱养殖的日常管理要做到“五勤一细”，即勤观察、勤检查、勤检测、勤洗箱和勤防病，耐心细致投饵，以及防患大风、污染、人为等意外事故发生。要经常对养殖金鲳进行巡视，注意观察鱼群活动情况及水色、水质等情况。一般每天早、中、晚都应该测量水温、气温，每周应该测1次pH值，测2次透明度。每隔15~20天左右抽样测量体长和体重，以掌握其生长速度、规律等情况，便于确定饲料的投喂量，同时检查金鲳鱼体是否有病害发生。

1.3.5.7 换、洗网箱

在养殖过程中，随着鱼的生长需要更换网衣和清洗网箱附着物来保证网箱内的养殖环境。网箱置于海水中一段时间后，极易被一些生物所附着。不仅增加了网箱的重量，而且影响了网箱内水体的交换，故需定期更换和清洗。换网时，应首先将旧网衣解下拉向一边，然后把准备替换的网衣从旧网衣腾出的一边网箱依次栓好，再将两个网衣对接，并将鱼移入替换的网衣，最后拆除旧网衣。

根据网箱上附着生物量及鱼类养殖情况，宜40天~50天换、洗一次网衣，换网时必须防止养殖鱼卷入网衣角内造成擦伤和死亡。网衣清洗可采用高压水枪喷洗、暴晒等方法。

1.3.5.8 安全生产

养殖过程中经常检查网箱的安全。定期检查网衣有无破损，框架、浮子、缆绳有无松动；定期或大风浪前后潜水检查网箱设施安全情况，发现问题及时处理。台风多

发季节，及时关注天气状况，台风来临前，做好网箱设施的加固工作，检查框架、锚、桩的牢固性，移除网箱框架上的暴露物，升降式网箱应下潜到水下，养殖人员、船只迁移至避风港等措施；台风过后，及时定损，修复损坏网箱设施。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。

1.3.5.10 鱼病防治

卵形鲳鲹的病害相对较少，其病害防治要坚持“以防为主，防治结合”的原则。放养时苗种要经过杀菌消毒，苗种投放前可以应该用淡水或每升0.1毫克高锰酸钾的溶液浸洗鱼体10~15分钟；在病害流行季节加强疾病预防工作，在预混合配合饲料粉料中添加大蒜素、免疫多糖或中草药制剂，加工制成软颗粒饲料投喂。此外，要坚持巡视，特别留意观察卵形鲳鲹鱼群的游动、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，使病害传播蔓延，造成更大的危害。网箱养殖卵形鲳鲹常见疾病及其治疗方法见下表1.3-4。

表 1.3-4 网箱养殖卵形鲳鲹常见疾病及其治疗方法

鱼病名称	症状	防治方法
肠炎病	病鱼食欲不振，散游，继而消瘦，腹部、肛门红肿，有黄色粘液流出。解剖见肠壁充血呈暗红色。	每千克体重用 10g~30g 大蒜或 0.2g 大蒜素粉（含大蒜素 10%）或每千克饲料中拌三黄粉（黄芩：大黄：黄柏=2:5:3）30.0g~50.0g，连喂 3d~5d。
皮肤溃烂病	感染初期，体色呈斑块状褪色，食欲不振，缓慢浮游于水面；随着病情发展，病鱼出现鳞片脱落、吻端和鳍膜烂掉，眼内有出血点，肛门发肿扩张，常伴有黄色黏液流出。解剖见病鱼肝、肾等明显充血、肿大。	每千克饲料中拌三黄粉（黄芩：大黄：黄柏=2:5:3）30.0g~50.0g，连喂 3d~5d。
刺激隐核虫病	患病鱼摄食量减少或停食，浮于水面，时常翻转身体蹭擦网衣，呼吸频率加快，呼吸困难；目检可见鱼体表、鳍、鳃粘液增多，形成白色薄膜，且鳃、体表、鳍和眼角膜等处可观察到许多针头大小的白点，镜检可见圆形或椭圆形滋养体。	在流行期适当降低养殖密度，减少投喂避免增加耗氧负担，及时更换网衣保持水流畅通。投饲时在食场周围吊挂硫酸锌三氯异氰尿酸粉或硫酸铜硫酸亚铁粉，悬挂高度以药物袋在水面下 0.5m~1.0m 为宜。
诺卡氏菌病	患病鱼反应迟钝，食欲下降，上浮水面，离群独游，逐渐消瘦直至最终死亡；目检可见背鳍基部呈现灰白色突起溃疡，鳃发	每千克饲料中拌三黄粉（黄芩：大黄：黄柏=2:5:3）30.0g~50.0g，连喂 3d~5d 或每千克鱼体重拌饵

	白，眼球突出（有的溃疡），内脏（肾、脾、肝）出现大量白色结节。	投喂氟苯尼考 10.0mg，连喂 4d~6d。
--	---------------------------------	-------------------------

1.3.5.10 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。起捕前停料1天。

1.3.5.11 人员、船舶配置

本项目设置施工船舶共4艘，每艘船舶施工人员计6人，施工期工作人员约24人。项目运营期每区块拟投入工作船2艘，共投入4艘工作船，供渔业生产、饲料补给、网箱日常维护、育苗转运、活鱼转运等使用，船舶吨位约为60t；每艘工作船配备3名工作人员，运营期船舶工作人员约12人；每艘半潜式养殖平台2人，共44人全天值守，运营期工作人员约56人。运营期年养殖为9个月，年养殖天数为270天。

本项目运营期配备的船舶见表 1.3-5。

表 1.3-5 运营期配备船舶指标表

序号	设计船型	总长 L(m)	型宽 B(m)	吃水 T(m)	用途	数量(艘)
1	渔业生产船舶 (100HP)	16	4.2	1.4	渔业生产、饲料补给、网箱日常维护、育苗转运、活鱼转运等	4

1.4 施工方案

1.4.1 施工条件

(1) 水陆交通

本项目位于三亚市海棠湾海域，项目所需的材料可在当地市场采购，通过工作船运输至项目区，项目区附近陵水赤岭渔港可供施工期临时使用。

(2) 供水、供电

项目施工期水、电由施工船舶自备，拖船配备发电机组，用水、用电可以得到保障。

(3) 通信

移动通讯设备在工程所在地均可正常使用。

(4) 建材来源

工程建设所需的设备、材料均可在当地市场采购，通过工作船运至项目区。

1.4.2 项目主要施工工艺和方法

半潜式养殖平台为钢结构，其施工流程：网箱建造→网箱拖航→网箱海域抛锚作业→锚泊系统预连接→锚位调整→系挂平台框架→挂网整体调试→竣工验收。

1、平台建造

养殖平台整个建造过程如下：

(1) 建造船厂按照船级社退审的养殖平台设计图纸开展整个项目施工设计和三维建模工作，将平台结构、管路、电气、舾装以及机械设备等信息通过计算机三维模拟建模开展施工设计工作，并根据建模结果输出施工图纸。

(2) 建造船厂按照施工设计图纸购买设备材料，并使用船厂的生产设施开展钢板切割和加工、分段制作工作。

(3) 建造船厂完成分段及分段管路舾装件制作安装后开展分段涂装工作，整体打砂油漆。然后按照进度要求开展整船分段合拢搭载和机电设备的安装调试，完成后即可下水交付。

2、平台运输

平台在船厂建造完成后可利用船坞、滑道或者气囊等设备设施下水，下水后在船厂码头完成系列系泊试验，取得船级社认证证书。然后组织拖轮拖至预定投放的海区。

3、锚位预定

根据现场勘测数据，计算出每个锚位的经纬坐标，用浮标标示出每个锚位的预定位置。

4、锚泊系统预连接

锚泊系统的各部位连接应在辅助船上预先完成，并检查无误后，利用辅助船舶完成平台锚泊系统布设。

5、锚位调整

锚位投放完毕后，对锚位进行调整。锚位调整可使用辅助船拖曳技术完成，并通过锚泊系统上的浮标来观察锚位是否正确。

6、系挂平台框架

将平台框架置于升降平台中央，以平台框架的进排水阀向外，排水阀向内为安装

点，将其固定在升降平台上。

7、挂网整体调试

平台框架挂网后，可通过升降方法来调试，并确定平台外加重力参数，使平台整体达到最佳稳定状态。完成调试工作后，即可开展养殖生产作业。

1.4.3 施工机械

本项目施工拟投入的主要施工船舶、机械设备一览表见表1.3-6。

表 1.3-6 项目主要施工机械表

序号	机械设备名称	单位	数量	规格型号	用途
1	拖船	艘	2	2000 马力	半潜式养殖平台拖航
3	机动艇	艘	1	载重 500kg	应急、救援等
4	起重船	艘	1	全回转式, 100t	起重网箱平台、抛锚作业
5	GPS	台	1	定位仪	施工定位导航
6	浮标	个	4	/	边界定位、警示
7	潜水设备	套	2	/	投抛锚位前后校准

1.4.4 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 2 年。但实际上本项目用海为规划整体养殖用海，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 1.4-7 施工进度表

序 号	年度/月份 工程内容	第 1 年度						第 2 年度						
		2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12	
1	施工准备													
2	养殖平台设计、图 审													
3	设备订货及采购													

三亚市海棠湾海域深远海养殖整体用海项目海域使用论证报告表

4	养殖平台建造调试													
5	养殖平台海上安 装、试行													
6	竣工验收													

1.5 项目用海需求

1.5.1 项目用海需求与平面布置建设需求

本项目用海主要内容是深水网箱养殖。

根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南(试行)》(自然资办发〔2020〕51号),本项目用海分类一级类界定为渔业用海,二级类为增养殖用海。根据《海域使用分类(HY/T 123 -2009)》,本项目用海类型一级类为“渔业用海”,二级类为“开放式养殖用海”,用海方式为“开放式养殖”。

结合项目平面布置、邻近确权用海范围,项目拟申请用海总面积为544.7687公顷,其中南区用海面积为255.0119公顷,北区用海面积为289.7568公顷。项目拟申请用海宗海位置图、宗海界址图详见图1.5-1、图1.5-2。

本项目不占用岸线,不改变岸线自然形态,也不形成新的岸线。

本项目申请的用海内容为深水网箱养殖用海,属于开放式养殖用海,根据《中华人民共和国海域使用管理法》第二十五条:养殖用海海域使用权最高期限为十五年,因此本项目拟申请海域使用权期限为十五年。

三亚市海棠湾海域深远海养殖用海项目宗海位置图

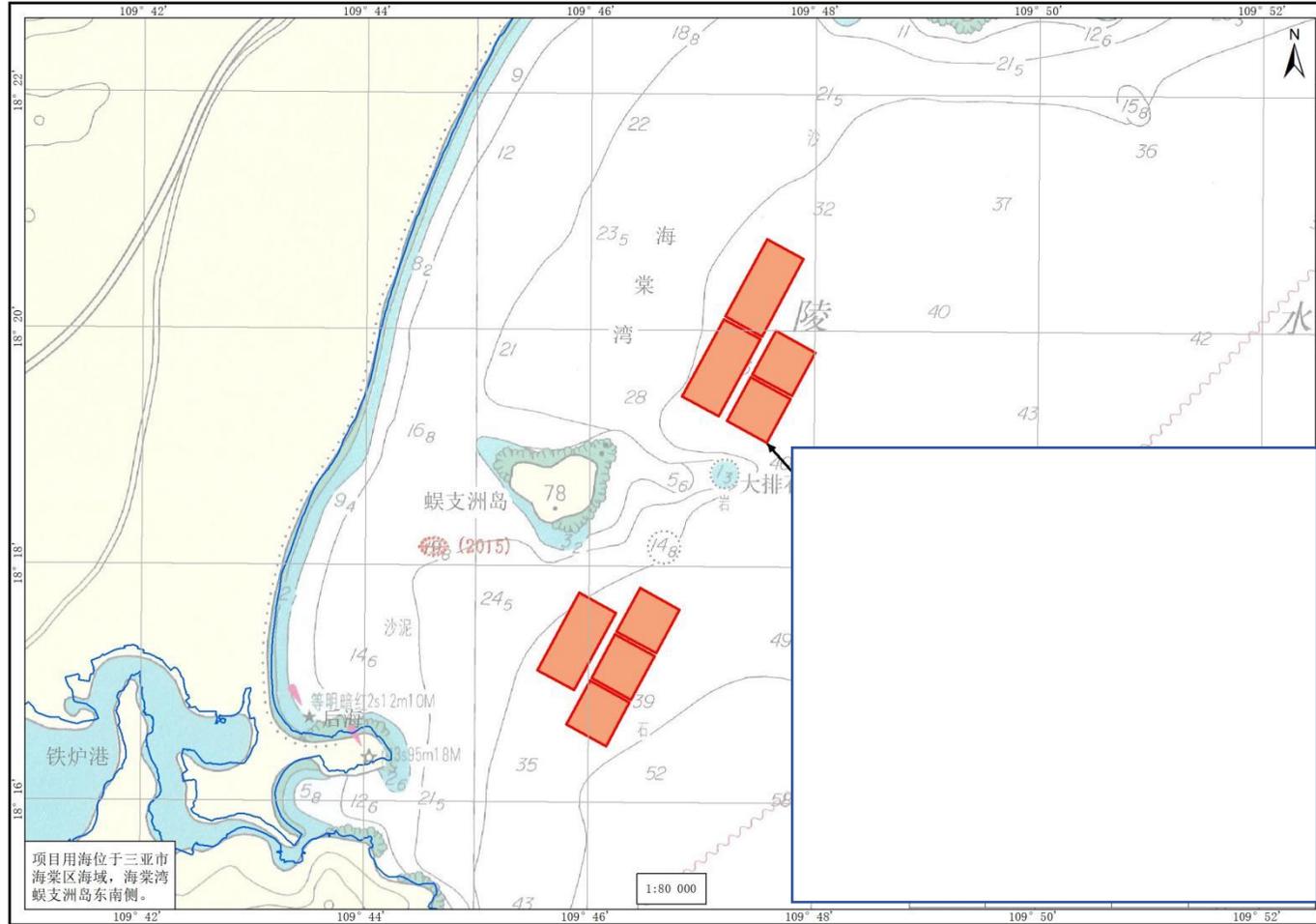


图 1.5-1 三亚市海棠湾海域深远海养殖用海项目宗海位置图

图 1.5-3 三亚市海棠湾海域深远海养殖用海项目宗海界址图

1.6 项目用海必要性

1.6.1 项目建设的必要性

1.6.1.1 项目建设满足产业政策和相关规划的需求

1、产业政策的符合性

本项目为深水网箱养殖用海项目，属于《产业结构调整指导目录（2024年本）》第一类鼓励类中“农林牧渔业”的第14条“……，远洋渔业、人工鱼礁、渔政渔港工程、绿色环保功能性渔具示范与应用，新能源渔船，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”，因此项目符合《产业结构调整指导目录（2024年本）》。

根据《海南省产业准入禁止限制目录（2019年版）》中的相关规定，“海水养殖：禁止在禁止养殖区开展养殖，在限制养殖区开展养殖应控制规模；”本项目选址位于三亚市管辖海域养殖规划区内，不属于禁止类和限制类产业，因此，项目符合海南省产业政策的要求。

本项目为三亚市海棠湾海域深远海养殖用海，根据《海南自由贸易港鼓励类产业目录（2024年本）》，本项目属于其中的“二、海南自由贸易港新增鼓励类产业——（二）制造业——5.深远海养殖、加工产业及装备示范应用”中的深远海养殖，因此本项目符合《海南自由贸易港鼓励类产业目录（2024年本）》的规定。

2、相关规划的符合性

（1）与《海南省海洋主体功能区规划》的符合性

根据《海南省海洋主体功能区规划》，本项目用海区属于三亚市重点开发区域，见图1.6-1。《海南省海洋主体功能区规划》提出我省重点海洋开发区域有海口市重点开发区域和三亚市重点开发区域，并确定了重点开发区域的功能定位与开发方向。

重点开发区域功能定位：重点开发区域是支撑全省海洋经济持续增长的区域。充分发挥海口市、三亚市作为我省21世纪海上丝绸之路的重要战略支点作用，打造以海口为中心城市的海上经贸及高新技术产业合作战略支点，以三亚为中心城市的现代服务业合作战略支点。我省海洋经济发展的增长极，是未来我省经济发展的重要载体。城镇建设用海、港口和临港产业用海、海洋工程和资源开发的重点建设区域。该区域以滨海旅游业为重点，重点保护三亚沿岸的珊瑚礁、红树林生态系统；三亚南山、天

涯海角海岸地貌，海岛地貌及其生态系统；加强国防建设，确保国防安全。

图 1.6-1 项目用海区与海南省海洋主体功能区关系图

三亚市重点开发区域开发方向：发展滨海旅游服务业，完善亚龙湾国家旅游度假区配套度假设施，提高配套服务水平，建设海棠湾“国家海岸”成为世界级的集滨海度假、休闲娱乐、疗养休闲等为一体的滨海度假区。治理大东海、鹿回头湾、三亚湾等中心城区滨海度假区旅游环境，加快三亚西海岸旅游区的开发建设。加快建设邮轮码头，完善配套设施和服务，推进国际邮轮母港发展，建设三亚公共游艇基地，开展邮轮游艇旅游。加快崖州中心渔港建设，发展休闲渔业，优化渔业产业结构。

本项目用海区海域位于渔业用海区，项目用海类型为渔业用海中的开放式养殖用海，符合三亚市重点开发区域发展“城镇建设用海、港口和临港产业用海、海洋工程和资源开发的重点建设区域”的功能定位。本项目用海不改变海域自然属性，项目施工过程中会产生一定的悬沙扩散，但随着深水网箱投放的完成，悬沙扩散会随之停止，不会持续扩散，对海洋环境影响相对较小；运营期妥善处理生活污水、船舶含油废水和固体废物污染物，严禁排海，减少对海洋环境的影响，其主要影响表现在养殖过程中氮、磷等营养物质的输入及残饵和鱼类排泄物的沉积对水质和沉积物环境的影响，但可通过采取系列有效措施，科学合理规范养殖，避免有机质的过度沉积；此外由于该海区水体交换较好，这些养殖残留物易被外海稀释扩散，基本不会对项目附近海域的环境产生明显影响。项目建设、运营对海洋自然属性和海洋生态环境影响可控。

因此，项目建设用海符合《海南省海洋主体功能区规划》。

(2) 与《海南省养殖水域滩涂规划（2021-2030 年）（修编）》的符合性

根据《海南省养殖水域滩涂规划(2021-2030 年)（修编）》，共划定养殖水域滩涂一级类功能区 3 类，包括禁止养殖区、限制养殖区和养殖区。本项目位于《海南省养殖水域滩涂规划（2021-2030 年）（修编）》划定的养殖区，见图 1.6-2。

图 1.6-2 项目与海南省养殖水域滩涂规划叠加图

养殖区管控要求：“在养殖区内从事水产养殖，应妥善处理水产养殖资源利用和保护的关系，协调好与利益相关者关系，需科学确定养殖密度，鼓励发展环境友好型

生态养殖模式与技术。推广疫苗免疫、生态防控措施，加快推进水产养殖用兽药减量行动。推动用水和养水相结合，对不宜继续开展养殖的区域实行阶段性休养。实行养殖区或养殖品种轮作，降低传统养殖区水域滩涂利用强度”。

《规划》中加强生态保护篇章提出：（1）合理调整和规划养殖生产布局，提倡和鼓励符合无公害养殖标准的生产开发，积极构建生态、安全、绿色、环保、可持续的水产健康养殖模式以及相关技术支撑体系，使养殖规模和密度符合环境容量和养殖容量的要求，养殖品种结构渐趋合理，水质达到国家标准，水域滩涂环境得到保护和改善，水产养殖病害得到有效预防和控制。（2）加强对水产养殖环境自身污染的控制和管理。实施养殖水域容量控制，加快养殖结构调整。按照规划和市场要求，按照合理布局、各有侧重的原则，加快水产养殖品种结构调整，逐步实现区域化、产业化发展格局。大力推广和引进优良品种，实施放养密度、投饵、施药控制，合理密养、科学投饵，正确施药，大力实施生态养殖，逐步实现养殖品种良种化、产品优质化。

本项目平面布局参考了《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%”的容量控制标准，项目实际网箱投放占比不大于2%，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。业主单位在建设过程中逐步推进，分期实施；在养殖过程中优化饵料营养组成及投喂方式，降低饵料投喂对海域生态环境的影响。项目为深水网箱养殖，养殖过程中用药较少，在防治鱼病的过程中，必须在养殖专业技术人员的指导下，针对养殖鱼类确定合理的药剂和用量，同时禁止使用含抗生素类的违禁药物。

因此，项目建设符合《海南省养殖水域滩涂规划(2021-2030年)（修编）》。

（3）与《三亚市养殖水域滩涂规划（2018-2030年）》（2021年修编）符合性

根据《三亚市养殖水域滩涂规划（2018-2030年）》（2021年修编），项目用海区属于海上养殖区，如图1.6-4所示。

三亚市的海上养殖区主要分布于三亚市近岸海域和三亚市周边近海海域。其管控要求为：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；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。

本项目为深水网箱养殖项目，通过本项目的整体论证，便于当地渔民或用海申请者依法申请海域开展深水网箱养殖活动。本项目规划时参考了《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%”的容量控制标准，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。本项目选址于三亚市近岸海域，项目的建设能解决三亚市海水养殖发展中存在的问题，加快推动海水养殖业转型升级，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。

本项目为深水网箱养殖整体论证，通过整体论证后，可保障项目用海手续的完备。本项目规划过程中在养殖区内设立了通道水域，可保障渔船安全行驶。项目用海对渔船通航有一定影响，但不影响渔船正常行驶。养殖后对当地渔民的捕捞有一定影响，但开展深水网箱有利于渔民转产专业，形成规模养殖效益。

因此，项目建设符合《三亚市养殖水域滩涂规划（2018-2030年）》（2021年修编）。

图 1.6-3 项目用海与三亚市养殖水域滩涂规划关系图

1.6.1.2 项目建设的必要性

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大部分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。

海南作为旅游大省，在近岸规划的渔业养殖区域有限，0至15m养殖海域已基本饱和，15至30m养殖海域目前利用率极小，造成大量优质养殖海域资源的浪费。因此，大力发展深水网箱养殖技术，可使这部分国土资源得到有效开发利用，为渔业发展提供了新的生产和生活空间。

三亚市海棠湾海域深远海养殖用海整体规划论证，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泻湖、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，在海棠湾海域渔业用海区内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整体用海，能够极大地简化后续养殖单位用海审批手续。项目拟申请用海总面积544.7687公顷，计划投放12艘半潜桁架式养殖平台（单体3万 m^3 ）和10艘半潜桁架式养殖平台（单体6万 m^3 ），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、项目建设是海南省建设“蓝色粮仓”的需要。

随着经济发展和人们需求多样化，可持续开发“蓝色资源”成为了全球新趋势，世界各国纷纷采取措施、制订计划，确保海洋粮食供给和营养安全。“蓝色粮仓”是以可利用海洋生物资源为劳动对象，以蓝色海域和近海滩涂为主要作业场所，通过增养殖、捕捞和加工海洋生物资源，为人类持续提供初级及加工类海产品。

习近平总书记指出，中国是一个有着 14 亿多人口的大国，解决好吃饭问题、保障粮食安全，要树立大食物观，既向陆地要食物，也向海洋要食物，耕海牧渔，建设海上牧场、“蓝色粮仓”。近年来，为解决沿海近岸规模化养殖造成近岸海水污染、严重破坏海洋生态的问题，国家及省政府连续出台多项政策与标准支持“走向深蓝，发展深远海养殖”，旨在实现拓展和有效配置渔业发展空间，优化海洋渔业产业布局，努力实现“大食物观”的战略目标。

规模性是“蓝色粮仓”的最重要属性，广阔海域和适宜的海洋环境为“蓝色粮仓”进行规模建设提供了可能，“蓝色粮仓”利用优质海洋资源通过人工培育、营造生物生存和繁殖环境以及现代生物控制技术形成规模发展。规模发展更加注重资本密集型、技术密集型产业的产出能力，不仅有利于提高产出水平，而且有利于降低产品成本。海洋生物多样性，是人类生活的食物来源之一，海洋产品富含各种蛋白质、维生素和矿物质，高营养、低脂肪是人体健康的重要需求。随着海洋开发和科技进步，我国海洋产品总量日益提高，海水养殖和远洋渔业产量稳步增长；海洋产品增长速度和边际产量明显高于陆地，高产量、高品质的海产品为人们带来“食品红利”。目前，我国土地过度开发和生态污染加剧，陆地可利用空间逐渐减少，产出效率急剧下降，这严重制约了粮食生产总量、质量和空间。加快“蓝色粮仓”建设将有效保障粮食安全和拓展粮食生产空间。

本项目在海棠湾海域渔业用海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，为海南省建设“蓝色粮仓”提供基础。

4、项目建设有助于推动海水设施养殖和技术创新，增强渔业国际竞争力

我国海洋国土面积达 300 多万 km²，水深 40m 等深线以内海域面积 8 亿亩，而我国 20m 至 40m 水域利用率几近空白。结合我国的自然环境条件，以符合我国国情的海水设施养殖高技术装备为基础，以海水设施养殖核心技术为支撑，以高效无公害病

害控制措施为保障，安全健康地发展我国的海水设施养殖，使我国广阔的海洋成为高效安全的蛋白质生产基地，是国家食物安全的重要补充和保障国民优质蛋白食物有效供给的战略选择，是我国新时期现代农业向海洋领域拓展的重要战略需要。

海南省作为全国海洋大省，所辖海域面积为 200 多 km²，约占全国海洋面积的三分之二，拥有得天独厚的海洋资源、水生资源、海洋环境和气候条件，是发展高产优质的海水养殖业的重要区域，率先建设为海洋强省具有重要创新示范及指导意义。

深远海养殖是在海南多年来深水网箱养殖业发展基础上，从水深 20 米以浅近岸区域拓展到 50 米以上的深远海区域，从养殖装备直径 20-30 米量级拓展到近 100 米量级，从人工操作养殖到智能化养殖的高新技术产业，它体现了海工装备先进制造技术、智能监控技术、基于台风浪环境精细化预报的防台智能响应技术、先进养殖技术和智能管理技术等综合技术应用和集成，代表新兴的现代渔业发展方向，是我国实现“水产养殖业转型增效”的重要措施。与传统养殖方式相比，深远海养殖设施装备更为先进、养殖技术更为领先、产业链更为完备。重力式网箱生产集约高效、桁架类网箱自动智能、养殖工船可自主游弋选择适宜海域，躲避灾害。深远海养殖还能有效带动水产育种、预制菜加工等相关产业，延伸产业链、提升价值链。

通过本项目的实施，可以促进全省深远海养殖业技术提升，提高装备制造水平，解决深远海养殖渔场装备海上常态化生存的技术难题，促进渔业产业的技术突破、成果转化与产业化，实现深远海养殖的跨越式发展。

5、项目的建设有助于三亚市渔业产业结构调整与升级

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，对产业经济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，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。

1.6.2 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。

海棠湾海域的环境条件符合深水网箱养殖的基本要求，本项目就是利用海棠湾海域的环境和资源优势，进行金鲳鱼等经济鱼类桁架式深水网箱养殖。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。

根据养殖装备实际使用情况计划投入半潜桁架式养殖设备，相应的用海区域具体分为南、北 2 个区，其中南区位于蜈支洲岛东南侧，申请用海面积 255.0119 公顷，海域平均水深为 35m，设置 4 个用海单元（SYHT-A-01~04），计划投放 4 艘半潜桁架式养殖平台（单体 3 万 m³）和 6 艘半潜桁架式养殖平台（单体 6 万 m³），合计养殖水体容量为 48 万 m³；北区位于蜈支洲岛东北侧，申请用海面积 289.7568 公顷，海域平均水深为 32m，设置 4 个用海单元（SYHT-B-01~04），计划投放 8 艘半潜桁架式养殖平台（单体 3 万 m³）和 4 艘半潜桁架式养殖平台（单体 6 万 m³），合计养殖水体容量为 48 万 m³。项目养殖品种以金鲳鱼为主、军曹鱼和石斑鱼为辅。

本项目将适宜开展深水网箱的海域进行规划并开展海域使用论证，通过对海域的规划，可避免养殖户无序申请用海导致的环境污染和资源浪费，达到了集约、节约用海的目的。同时，项目区海域潮流畅通，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，有利于优化渔业生产力结构、促进当地渔民转产转业。

因此，为保障渔民转产专业，增加就业人数，拉动区域经济产值，具有良好的社会效益和经济效益，项目占用海域是必要的。

综上所述，项目用海十分必要。

1.7 论证工作等级和范围

1.7.1 论证工作等级

根据《海域使用论证技术导则》(GB/T 42361-2023)，海域使用论证工作实行论证等级划分制度，按项目的用海方式、用海规模和所在海域特征划分为一级、二级、三级。

根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》，本项目用海类型为渔业用海(一级类)中的增养殖用海(二级类)。根据《海域使用分类》(HYT 123-2009)，本项目用海类型一级类为“渔业用海”，二级类为“开放式养殖用海”；用海方式为开放式(一级方式)中的开放式养殖(二级方式)。

项目拟申请用海总面积为 544.7687 公顷，不占用岸线，不改变岸线自然形态和影响生态功能。由此，确定本项目论证工作等级为三级，海域论证成果形式为海域使用论证报告表。如表 1.7-1 所示。

表 1.7-1 海域使用论证等级判定依据

本项目用海方式	本项目用海规模	论证等级判据			确定本项目论证等级
		用海规模	所在海域特征	论证等级	
开放式养殖	544.7687 公顷	用海面积大于(含)700ha	所有海域	二	三
		用海面积小于700ha	所有海域	三	

1.7.2 论证范围

根据项目用海情况、所在海域特征及周边海域开发利用现状，本项目论证范围以项目养殖区边缘为界，向东南、南、东外扩 5km 处所围成的海域，面积约 189.99km²，基本涵盖了项目用海可能影响到的全部区域，见图 1.7-1。

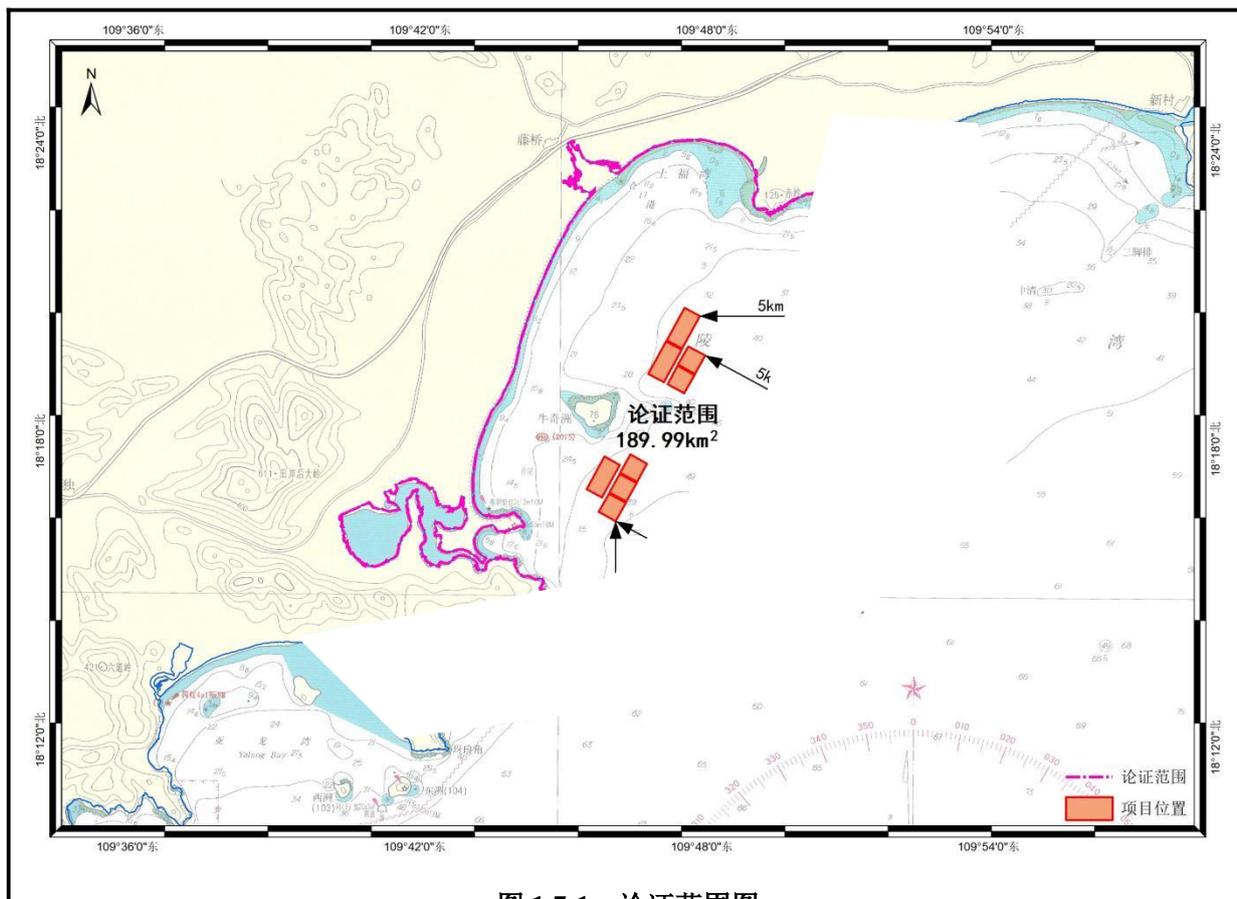


图 1.7-1 论证范围图

1.8 论证重点

根据项目用海类型和所在海域特征，依据《海域使用论证技术导则》(GB/T 42361-2023)中表C.1海域使用论证重点参照表，同时结合本用海项目的性质，确定本项目论证重点为：

- (1) 平面布置合理性；
- (2) 用海面积合理性；
- (3) 海域开发利用协调分析；
- (4) 资源生态影响。

2 项目所在海域概况

2.1 海洋资源概况

项目所在的海域论证范围内海洋资源主要有旅游资源、渔业资源、渔港资源、珊瑚礁资源、海草资源等。

2.1.1 旅游资源

项目论证范围内的主要旅游资源是蜈支洲岛旅游度假景区。

蜈支洲岛，被誉为中国的马尔代夫。位于海南省三亚市北部的海棠湾内，北面与南湾猴岛遥遥相对，南邻美誉天下第一湾的亚龙湾。蜈支洲岛享有“中国第一潜水基地”美誉。蜈支洲岛距海岸线 2.7 公里，方圆 1.48 平方公里，呈不规则的蝴蝶状。蜈支洲岛又名情人岛，从上空俯瞰呈天然的心形，宛如绽放在南海之滨的璀璨之星，是国内首座集海上娱乐、特色潜水、高端酒店、美食餐饮与休闲观光于一身的海岛旅游度假胜地。

蜈支洲岛在 1994 年开始开发，三亚蜈支洲岛旅游区于 2001 年正式对外营业，海南蜈支洲旅游开发股份有限公司对蜈支洲岛进行项目开发和建设，开发出近岸旅客运输、电瓶车环岛游、潜水及众多的海上娱乐项目，并在岛上建有五星标准的珊瑚酒店及各类休闲度假设施。目前蜈支洲岛景区开展的旅游项目主要有：①水下旅游—主要开展浮潜、岸潜、船潜、夜潜和精品潜水（专业潜水）等项目。②游艇码头包括西、北侧的冬季、夏季上岛码头和蜈支洲岛对岸的后海村岛渡码头。③水上运动娱乐项目—主要有滑水、摩托艇、快艇海钓、帆船、快艇和拖曳伞等。④沙滩娱乐项目——开展的项目包括海滨浴场、沙滩休闲、沙滩排球和沙滩足球等。

2.1.2 渔港资源

项目论证范围内的渔港主要是后海渔港、赤岭渔港。

后海渔港：原为后海村的三级渔港，港池水深较浅，目前，渔港仅存在一条长约 300 多米的突堤式码头，供后海村渔船的停靠锚泊。而在后海突堤码头西侧直线距离约 100 米为蜈支洲岛的岛渡码头，该处原为后海渔港内，后经改扩建作为后海村与蜈支洲岛之间的岛渡码头。

赤岭渔港：土福湾东部为英州河，英州河发源于保亭县六弓乡尖岭，自北向南流经陵水县隆广镇和英州镇，在英州镇赤岭村汇入南海，总长 29.33km。英州河口避风条件

较好，建有赤岭渔港，赤岭渔港为地方群众性渔港，主要靠泊本地机动渔船，目前在该港停靠的渔船数量在 200 艘左右，现为三级渔港。近年来，由于该渔港设施简陋，港池航道淤积，避风条件差，已不适应当地渔业生产发展的要求。

2.1.3 渔业资源

三亚市南邻南海，渔业资源丰富，海洋生物种类繁多，鱼类品种有 1064 种，虾类 350 种，蟹类 325 种，软体动物 700 种，其中经济价值较高的有 402 种。三亚渔汛渔场是海南岛周围海域三大著名渔汛渔场之一，渔场面积 1.4 万 km²，盛产红鱼、马鲛鱼、鲳鱼、海参、龙虾、鱿鱼、鲍和大珠母贝等四十多种优质海产品，主要经济鱼类是带鱼、鲳鱼、鲷、鳓鱼、远东拟沙丁鱼、蓝圆鲹、海鳗、石斑鱼、金线鱼、鲈鱼、鲮鱼、金枪鱼、马面鲀等。据相关统计资料估计，三亚渔汛渔场年捕捞量在 4.88 万吨左右，是海洋捕捞的黄金海域。由于近年来小型作业船只在近海狂捞滥捕，近岸海区渔业资源已利用过度，渔业资源有所降低；外海区渔业资源属中等利用程度，尚有一定开发潜力。

2.1.4 珊瑚礁资源

项目论证范围内的珊瑚礁资源主要是蜈支洲岛周边的珊瑚礁以及海棠湾沿岸。

蜈支洲岛周边近岸区域为岩礁分布，为珊瑚的生长提供了良好的根基。根据海南大学海洋生物与水产学院珊瑚礁生态修复创新团队 2023 年 7 月的调查数据。环蜈支洲岛的周边海域均有珊瑚分布且覆盖率较高，各调查站位的造礁石珊瑚覆盖率在 19.50%~52.17%之间，平均为 28.72%；软珊瑚覆盖率为 0~21.67%之间，平均为 8.14%。蜈支洲岛西南侧海域的造礁石珊瑚覆盖率相对较高，平均为 32.90%，最高为 52.17%，北侧和东南侧海域的造礁石珊瑚覆盖率相对略低，平均为 27.03%和 26.65%，最低为 19.50%。软珊瑚覆盖率也以西南侧海域较高，平均为 14.23%，东南侧海域次之，平均为 11.56%，北侧海域的软珊瑚覆盖率最低，平均为 0.53%。另外，蜈支洲岛的珊瑚礁分布区主要是蜈支洲岛珊瑚礁（生态红线区）。根据历史及现状调查资料，蜈支洲岛区域分布着珊瑚礁，珊瑚礁生境较好，属于蜈支洲岛珊瑚区生态保护红线区。项目用海不占用蜈支洲岛珊瑚区生态保护红线区。

对于海棠湾沿岸区域，根据海南省海洋与渔业科学院 2024 年 9 月的调查数据显示，海棠湾沿岸的珊瑚礁主要分布在后海角至铁炉角一带，造礁石珊瑚平均覆盖率为 13.10%，软珊瑚珊瑚平均覆盖率为 4.90 %。珊瑚主要集中在后海区域，局部区域珊瑚覆

盖度可以达到 37.00%。海棠湾北侧的站位为砂质底质，无珊瑚分布。总体而言调查区域底质主要以礁石为主，造礁石珊瑚主要分布在 1~9m 水深海域。浅水区域珊瑚分布较多，随着深度增加珊瑚逐渐减少。3m 水深区域珊瑚覆盖度为 25.50%，6m 水深区域的珊瑚覆盖度为 20.83%，9m 水深区域为 16.67%。深水区域砂质底质逐渐增多，珊瑚逐渐减少。

2.1.5 海草资源

根据现状调查结果并结合历史资料，项目周边的海草床主要分布在后海沿岸、铁炉港以及赤岭英州河出海口。赤岭英州河口的海草分面积约为 0.452 km²，种类主要为泰来草，与项目北区的最近距离约 4.8 km。铁炉港内海草床分布面积约 0.189 km²，种类主要为卵叶喜盐草 (*Halophila ovalis*) 和海菖蒲 (*Enhalus acoroides*)。

2.2 海洋生态概况

2.2.1 区域气候与气象状况

项目所在三亚市地处低纬度，属热带海洋性季风气候，日照时间长，平均气温较高，全年温差小，四季不分明，冬季多东北向风，夏季多偏西南向风。由于海洋调节，水气丰富，空气湿润。本报告气温、降水、风况、湿度和雷暴等资料均引自中国科学院生态系统研究网络三亚气象站数据、信息网站和中国气象局公布的 2005 年至 2019 年的气象统计资料，热带气旋资料根据《三亚统计年鉴——2020》（三亚市统计局，2020 年 9 月）、《“中国气象局热带气旋资料中心”的统计数据。项目所在区域的气象情况简述如下：

(1) 气温

区域年平均气温 26.2℃，平均极端最高气温 34.9℃，平均极端最低气温 13.3℃，各月平均气温均在 21℃ 以上，5~8 月气温较高，平均气温均达到 28℃ 以上，12 月至翌年 2 月份气温较低，均不到 23.0℃。三亚全市各月平均气温详见表 3.2.1-1，1995~2019 年全市平均气温及气温极值情况详见表 3.2.1-2。

表 3.2.1-1 三亚全市各月平均气温（单位：℃）

	年
	.8

1995	26.0	34.0	13.0
1996	26.0	35.7	11.6
1997	26.1	33.7	15.3
1998	27.0	34.7	15.5
1999	26.0	34.0	13.0
2000	26.0	35.7	11.6
2001	26.1	33.7	15.3
2002	27.0	34.7	15.5
2003	26.0	34.0	13.0
2004	26.0	35.7	11.6
2005	26.1	33.7	15.3
2006	27.0	34.7	15.5
2007	26.0	34.0	13.0
2008	26.0	35.7	11.6
2009	26.1	33.7	15.3
2010	27.0	34.7	15.5
2011	26.0	34.0	13.0
2012	26.0	35.7	11.6
2013	26.1	33.7	15.3
2014	27.0	34.7	15.5
2015	26.0	34.0	13.0
2016	26.0	35.7	11.6
2017	26.1	33.7	15.3
2018	27.0	34.7	15.5

注 1: 由于 2009 年三亚气象监测点由河东区迁到吉阳镇安游, 引起 2009 年气象指标与往年变化较大;
注 2: 2017-2018 年因原自动站搬迁造成气象数据差异。

(2) 降水

三亚地区年降水量丰富, 各月均有降水, 年平均降水量为 1417mm, 年降水日数平均为 113 天。有旱季和雨季之分, 5 月~10 月为雨季, 其间集中了全年 85% 以上的降水量和 75% 以上的降水日; 11 月至翌年 4 月为旱季, 降水量较少。年最大降水量为 1987.7mm (1990 年), 年最小降水量为 673.7mm (1977 年), 日最大降水量为 327.5mm (1986 年 5 月 20 日), 最长连续降水日数为 18 天, 降水量 245.8mm (1967 年 9 月 13 日至 30 日)。各月降水量、降水日数、平均大雨和暴雨日数分布见表 3.2.1-3。

表 3.2.1-3 各月降水量、降水日数、平均大雨和暴雨日数分布

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

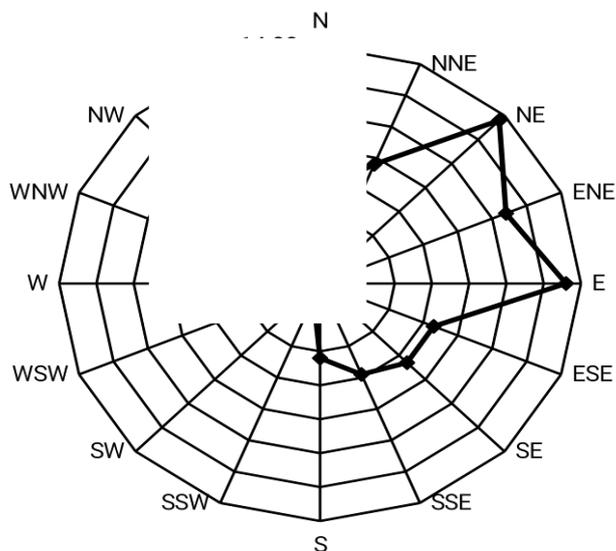


图 3.2.1-1 各向风频率玫瑰图

(4) 相对湿度

区域年平均相对湿度 78%，全年各月相对湿度变化不大，其中 8 月份湿度最大，为 84%，12 月份气候相对干燥，但也有 70%。逐月平均相对湿度见表 3.2.1-6。

表 3.2.1-6 各月平均相对湿度 (%)

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

(5) 热带气旋

影响本区的极端天气主要为热带气旋，2010~2018 年间，西北太平洋和南海共生成 223 个热带气旋，平均每年生成 27.9 个。有 69 个热带气旋进入南海或在南海生成，有 13 个登陆海南岛。其中，1002 号台风“康森”于 2010 年 7 月 16 日 19 时 50 分左右在海南岛三亚亚龙湾一带沿海登陆。按月份统计，7 月登陆次数最多，6 月和 8 月为其次，1 月~4 月和 12 月没有热带气旋登陆三亚，登陆三亚的热带气旋按月统计频数（表 3.2.1-7）。

表 3.2.1-7 登陆三亚的热带气旋按月统计频数表

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

以三亚站的气压为指标，根据各热带气旋对三亚市的影响严重程度，摘录 1970~2018 年热带气旋登陆时三亚实测气压<990hpa 的热带气旋列于表 3.2.1-8 和图 3.2.1-2。项目区域台风情况见表 3.2.1-9。

图 2.2.2-1 各基准面关系

(2) 潮汐性质及潮型

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

(3) 潮位特征值

三亚湾海洋观测站有十年的历史资料，根据国家海洋局三亚海洋环境监测站 1997 年~2014 年长期潮汐观测资料统计可知：

平均潮位：72cm（国家 85 高程，下同）；

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）。

2.2.2.2 潮流

(1) 实测潮流特征

● 实测涨、落潮特征

潮流资料引用海南正永生态工程技术有限公司于 2021 年 9 月 29 日 11 时至 30 日 12 时在蜈支洲岛附近海域开展的大潮期的连续 26 小时潮流观测，在潮流观测期进行潮位同步观测的调查结果。测流站位见表 2.2.2-1 和图 2.2.2-2。

表 2.2.2-1 水文调查站位表

至 8	基准面订正 9 月 29 日
-----	-------------------

12:00, 潮高为 85 高程 0.10m; 高潮出现于 9 月 30 日 3:00, 潮高为 85 高程 1.07m, 高、低潮差接近 1.0m。A5 站低潮出现于 9 月 30 日 12:00, 潮高为 85 高程-0.60m; 高潮出现于 9 月 30 日 3:00, 潮高为 85 高程 1.0m, 高、低潮差接近 1.60m。涨潮历时约 16 小时, 落潮历时约 9 小时。从图中可以看出 A3 和 A5 站位图形有 0.1m 的差值, 因为 3 号和 5 号站位在海棠湾的位置不同造成的。

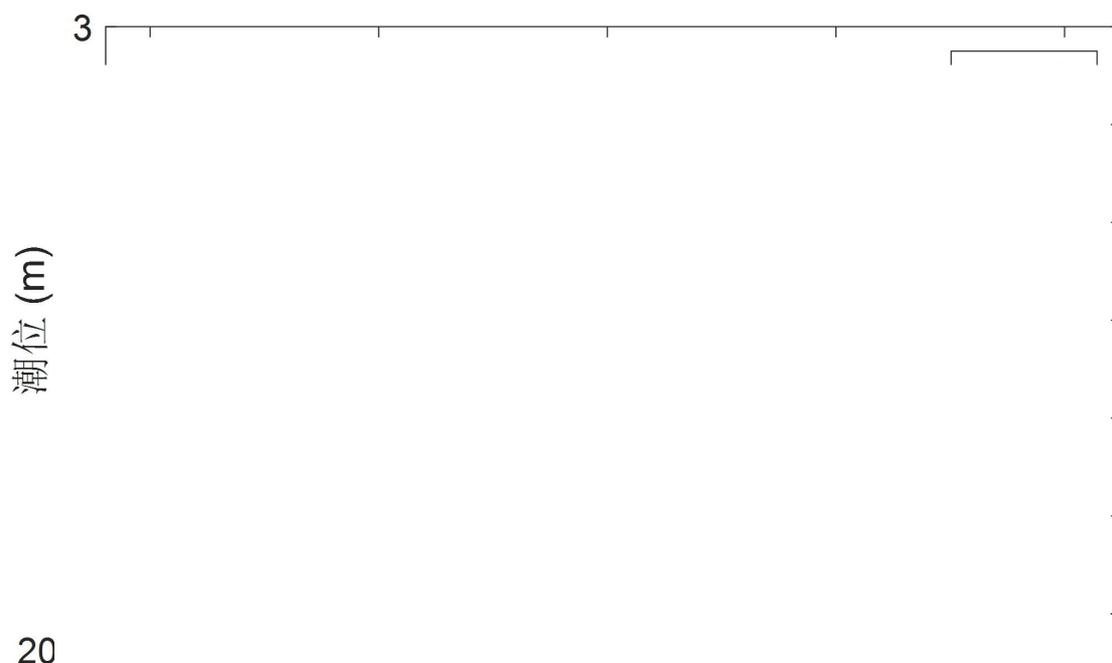


图 2.2.2-3 大潮期潮位站过程曲线图

根据调查结果, 将实测资料整理成流速、流向报表, 并绘制出大潮期各站流速、流向过程曲线分布图及潮流矢量图, 并对涨落潮期流速特征值进行统计见表 2.2.2-2, 分析观测期间工程海域潮流特征如下:

(1) 观测站 A1 受岬角位控制, 呈现出往复流形态。A2 到 A6 站位流速受到的影响因素增多, 受风、地形、岸线、蜈支洲岛及等深线走向的影响, 呈现出复杂的旋转流形态。

(2) 大潮期, A1、A2、A3、A4、A5 和 A6 站实测潮流最大流速分别为 102.5cm/s、29.1cm/s、43.2cm/s、53.8cm/s、53.4cm/s 和 31.2cm/s。

(3) 从潮流流速平均值来看, 涨潮流流速约等于落潮流。

(4) 大潮期各观测站潮流流速最大值出现在落潮期间半潮面附近。

表 2.2.2-2 大潮期实测海流分层流速特征值统计表（流速：cm/s，流向：°）

图 2.2.2-4 A1 站流速、流向过程曲线图（2021 年 9 月 29 日~30 日）

图 2.2.2-5 A2 站流速、流向过程曲线图（2021 年 9 月 29 日~30 日）

图 2.2.2-6 A3 站流速、流向过程曲线图（2021 年 9 月 29 日~30 日）

图 2.2.2-7 A4 站流速、流向过程曲线图（2021 年 9 月 29 日~30 日）

图 2.2.2-8 A5 站流速、流向过程曲线图（2021 年 9 月 29 日~30 日）

图 2.2.2-9 A6 站流速、流向过程曲线图（2021 年 9 月 29 日~30 日）

图 2.2.2-10 大潮期各站表层流速矢量图（2021 年 9 月 29 日~30 日）

图 2.2.2-11 大潮期各站 0.6H 层流速矢量图（2021 年 9 月 29 日~30 日）

图 2.2.2-12 大潮期各站底层流速矢量图（2021 年 9 月 29 日~30 日）

● 潮流调和分析

对潮流的调和分析采用准调和分析方法进行，对实测的流速、流向过程曲线经过修匀后采用引入引进差比数的方法，分析得出的各站各层的 O_1 、 K_1 、 M_2 、 S_2 、 M_4 、 MS_4 等 6 个分潮的调和常数和椭圆要素。

a.潮流类型

按照《海港水文规范》，潮流可分为规则的、不规则的半日潮流和规则的、不规则的全日潮流，可以用潮流形态数 $F = (W_{O1} + W_{K1}) / W_{M2}$ (W 为分潮流椭圆长轴的长度) 来判别。

- 当 $0 < F \leq 0.5$ 规则半日潮流
- 当 $0.5 < F \leq 2.0$ 不规则半日潮流
- 当 $2.0 < F \leq 4.0$ 不规则全日潮流
- 当 $4.0 < F$ 规则全日潮流

表 2.2.2-3 给出各站各层的 F 值，由表可知，观测期间，调查海域潮型系数基本在 0.4~5.4 之间，由表 2.2.2-3 可得，此海区的潮汐性质主要为不规则半日潮流。

由表 2.2.2-4~表 2.2.2-6，可知各站主要以 M_4 、 MS_4 分潮流为主，表明该区受地形影响较大。

表 2.2.2-3 潮流性质参数表

--

表 2.2.2-4 大潮期调和常数、椭圆要素表

单位——振幅：m，流速：m/s，方向：°

号	层次	分潮	北分量		东分量		最大速 度	方向	时刻	最小 速度	旋转	
			振幅	相位	振幅	相位						
1	表	M ₄	0.110	280.8	0.172	284.5	0.204	237.6	9.8	0.006	-0.0	
		M ₂	0.006	220.0	0.104	224.5	0.150	227.6	10.4	0.007	0.0	
	H										8	
											8	
	底										1	
											1	
	2	表										5
												5
		H										3
												3
底											1	
											1	
											4	
											4	
											2	
											2	
										1		
										1		
										4		

表 2.2.2-5 大潮期调和常数、椭圆要素表
单位——振幅：m，流速：m/s，方向：°

表 2.2.2-6 大潮期调和常数、椭圆要素表

	A5	0.0	-0.1	0.1
	A6	-0.2	-0.2	0.1

c. 可能最大潮流流速

根据《海港水文规范》，对规则半日潮流海区 and 规则全日潮流海区，采用下面两式计算其潮流可能最大流速；对不规则半日潮流海区和规则全日潮流海区，潮流可能最大流速采用下面两式计算的大值：

$$\vec{V}_{\max} = 1.295\vec{W}_{M2} + 1.254\vec{W}_{S2} + \vec{W}_{K1} + \vec{W}_{O1} + \vec{W}_{M4} + \vec{W}_{MS4} \quad (\text{规则半日潮流})$$

$$\vec{V}_{\max} = \vec{W}_{M2} + \vec{W}_{S2} + 1.600\vec{W}_{K1} + 1.450\vec{W}_{O1} \quad (\text{规则全日潮流})$$

计算得到各站的潮流可能最大流速，其结果详见表 2.2.2-9。从表中可知，潮流可能最大流速为 118.1cm/s，出现在 A4 站表层。。

表 2.2.2-9 潮流可能最大流速及其流向表

单位：流速：cm/s；流向：°

层次 站号				
A1				
A2				
A3				
A4				
A5				
A6				

d. 水质点的最大可能运移距离

根据《海港水文规范》，对规则半日潮流海区和规则全日潮流海区，采用下面两式计算其水质点的最大可能运移距离；对不规则半日潮流海区和规则全日潮流海区，水质点的最大可能运移距离采用下面两式计算的大值。

$$\vec{L}_{\max} = 184.3\vec{W}_{M2} + 171.2\vec{W}_{S2} + 274.3\vec{W}_{K1} + 295.9\vec{W}_{O1} + 71.2\vec{W}_{M4} + 69.9\vec{W}_{MS4} \quad (\text{规则半日潮流})$$

$$\vec{L}_{\max} = 142.3\vec{W}_{M2} + 137.5\vec{W}_{S2} + 438.9\vec{W}_{K1} + 429.1\vec{W}_{O1} \quad (\text{规则全日潮流})$$

计算得到各海流观测站潮流水质点的最大可能运移距离，其结果见表 2.2.2-10。从表中可知，水质点的最大可能运移距离最大值为 154.6m，出现在 A4 站表层。

表 2.2.2-10 水质点最大可能运移距离表

单位：m；流向：°

2.2.2.3 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 2.2.2-11 为观测期间各站各层余流分析成果表，图 2.2.2-13 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：

大潮期外海 A1、A3 站位底层余流较大，各站位方向主要受海岸线走向影响，余流速度主要在 4~12 cm/s 之间。往底层，受水下地形、底摩擦等影响，余流流速减小，在 2~6 cm/s 之间。

表 2.2.2-11 大潮期余流流速、流向表(流速：cm/s，流向：°)

图 2.2.2-13 大潮期余流矢量图

2.2.2.4 悬沙

(1) 悬沙特征分析

各站涨落潮期含沙量分布见表 2.2.2-12，各站含沙量分布见图 2.2.2-14 至图 2.2.2-19。分析工程区含沙量有如下特征：

- a 观测期间外海含沙量差别不大，平均值介于 8~12 mg/L 之间。
- b 各站含沙量垂向方向上分层不明显，总体上看各层悬浮泥沙含量相近。
- c 大潮期观测站含沙量浓度最大出现在落潮期 A1 站底层,浓度为 21.1mg/L。

表 2.2.2-12 涨落潮期含沙量最大值(单位：mg/L)

图 2.2.2-14 A1 站悬浮泥沙含量分布图（2021 年 9 月 29 日~30 日）

图 2.2.2-15 A2 站悬浮泥沙含量分布图（2021 年 9 月 29 日~30 日）

图 2.2.2-16 A3 站悬浮泥沙含量分布图（2021 年 9 月 29 日~30 日）

图 2.2.2-17 A4 站悬浮泥沙含量分布图（2021 年 9 月 29 日~30 日）

图 2.2.2-18 A5 站悬浮泥沙含量分布图（2021 年 9 月 29 日~30 日）

图 2.2.2-19 A6 站悬浮泥沙含量分布图（2021 年 9 月 29 日~30 日）

（2）单宽输沙率计算

海岸地区的泥沙输移是波浪和潮流共同作用的结果，一般来说，波浪掀沙，但波浪本身对泥沙的搬运能力较弱。泥沙一旦处于悬浮状态，相对较小的稳定流即可搬运泥沙，即使这种流速小于临界启动流速。因此潮流输沙对于海岸带的泥沙输运和地形地貌演变具有重要的意义。

根据本次实测的流速资料和同步观测的水体含沙量资料，进行输沙率计算。计算公式为：

$$Q_i = \int_0^t q_i(\phi_{ij}, U_{ij}, \theta_{ij}) dt$$

其中： u_{ij}^t 表示 t 时刻第 i 个测站第 j 个测点（层）的流速， θ_{ij}^t 表示 t 时刻第 i 个测站第 j 个测点（层）的流速； ϕ_{ij}^t 表示 t 时刻第 i 个测站第 j 个测点（层）的含沙量； $q_i(\phi_{ij}, U_{ij}, \theta_{ij})$ 为第 i 个测站沿高度的单时输沙率，由实测流速及含沙量计算得出。

根据各个测站实测数据，按照实测期间的潮位值分别统计涨潮和落潮期内的单宽输沙率，最后相加得到全潮单宽输沙率。计算步骤如下：

- 1) 计算 t 时刻各个测站每个测点的输沙率 q_{ij}^t ；
- 2) 设南北向为 y 轴，东西向为 x 轴；对各测点输沙率 q_{ij}^t 进行分解，得 q_{ijx}^t 、 q_{ijy}^t ；

3) 求得每个测站在 t 时刻的输沙率, 亦即对 t 时刻每个测站的各个测点的 x 、 y 分量分别求和;

4) 每个测站所得的输沙率分别按照涨潮时间和落潮时间累加, 得各个测站在一个全潮周期内 (约 25 小时) 涨潮和落潮的输沙量 Q_x 、 Q_y ;

5) 将涨潮和落潮时段的输沙量分别合成, 得到落潮、涨潮输沙率和净输沙率。

计算以正北方向为基准, 角度为与正北方向的夹角, 以顺时针为正向。经计算, 大潮期间的单日单宽输沙率见表 2.2.2-13。

由表 2.2.2-13 可知, 大潮期 A1 站的输沙率最大, 达到 $2.472t/m/d$, A3 站输沙率次之, 为 $1.668t/m/d$, A5 站最小, 为 $0.072t/m/d$ 。输沙率基本与余流方向相同, 这也说明余流的大小和方向控制了输沙率。

总体来说, 本次测流整体输沙率较小。

表 2.2.2-13 大潮期各站全日单宽输沙率

2.2.2.3 波浪

三亚海区的波浪以风浪为主占 80%, 涌浪占 42%。常浪向为 SE-SSE, 强浪向为 S-WSW, 平均波高为 0.67 米。因受季风和地形的影响, 呈现平均波高夏季大于冬季的特点, 夏季平均波高在亚龙湾为 0.4~0.6 米, 榆林湾 0.6~0.8 米, 冬季平均波高在榆林湾为 0.2~0.3 米。在台风期间榆林湾最大波高可达 4.6 米, 冬季为 1.8 米。据风场及牙笼湾实测资料, 结合蜈支洲及其海棠湾的特点, 分析本海区风浪的基本特征。

(1) 平均波高

全年各向平均波高以 E-ENE 向最大, 平均值为 0.6~0.8m, 而 S-SSE 和 NW 向较小, 均为 0.3m, 其余各向平均值在 0.4~0.5m 之间。平均波高频率分布见图 3.2.2-20。

图 2.2.2-20 平均波高频率图

(2) 实测最大波高

根据蜈支洲岛南部的牙龙湾一年的波浪观测资料分析, 本区实测最大波高以东至东北向较大, 其值为 2.2~3.6m, 而南西南向最大值为 0.3m, 其余各向最大波高在 0.5~1.7m 之间。

(3) 波高累积频率分布

本区波浪以 1-2 级为主，其累积频率见下表 2.2.2-14。

表 2.2.2-14 本区波浪累积频率

(4) 设计波高

根据实测最大波高分布特征，本区强浪向为 E—SSE 向，因此，本报告利用三亚地区气象站的多年风资料进行深水区域的设计波高推算，各向的设计波要素如下表 2.2.2-15。

表 2.2.2-15 各向的设计波要素

2.2.3 水下地形

本项目选址于蜈支洲岛东北侧、东南侧深水海域。距离蜈支洲岛最近约 1.2km。根据海南卓泰海洋信息技术咨询有限公司提供的水深测量结果，项目用海区水深为 25~43 米；根据项目设计方案，养殖网箱平台设计作业吃水深为 10 米，即项目选址海域水深条件基本可满足项目养殖的要求。用海申请单位也可根据实际水深情况调整网箱设计及网衣高度，以满足深水网箱布放需求。项目区域水下地形图如图 2.2.3-1 所示。

图 2.2.3-1 项目所在区域水下地形图

2.2.4 海洋生态现状

(一) 调查站位

我院于 2024 年 9 月 25 至 26 日，在海棠湾海域进行了海洋生态环境调查，本次调查共布设海水水质调查站位 13 个，海洋沉积物调查站位 9 个，生物质量调查站位 8 个，海洋生态和渔业资源调查站位 8 个。调查站位见表 2.2.4-1 和图 2.2.4-1。

表 2.2.4-1 2024 年 9 月水质、沉积物和海洋生态调查站位坐标

站位	经度 (E)	纬度 (N)	调查内容
H			水质
H			水质、沉积物、生物、生物体
H			水质
H			水质、沉积物、生物、生物体
H			水质

H11	109°46'10.12"	18°14'31.01"	水质、沉积物、生物、生物体
H12	109°48'42.20"	18°13'38.87"	水质
H13	109°46'57.58"	18°18'27.46"	水质、沉积物

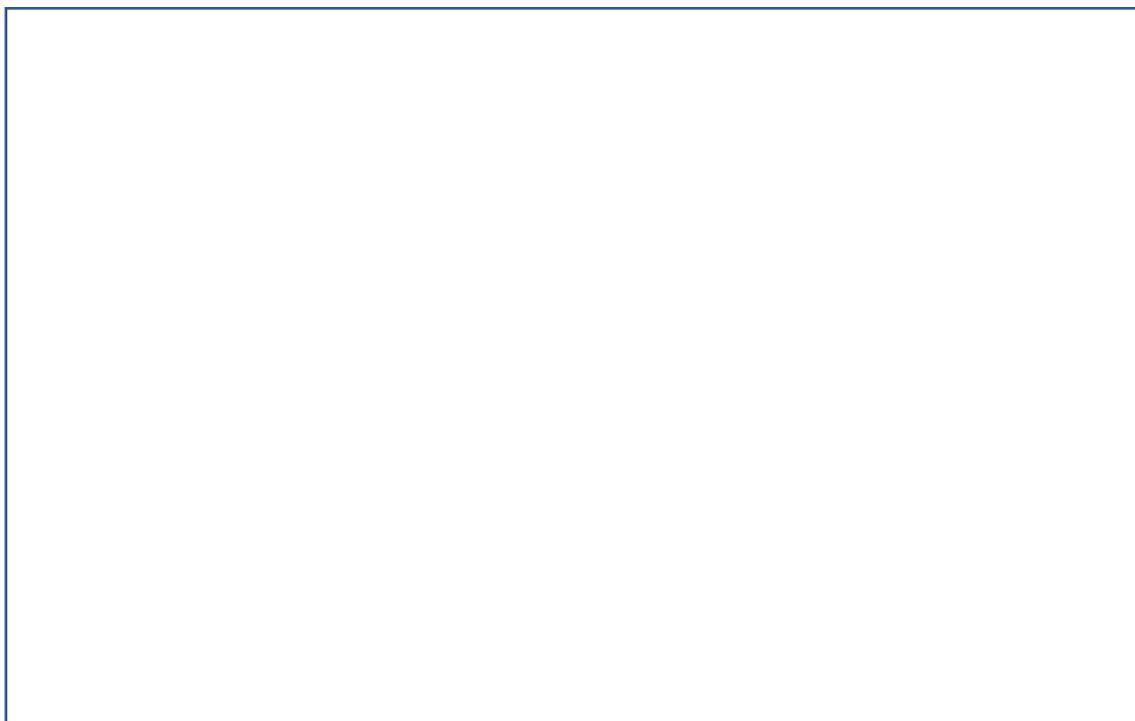


图 2.2.4-1 2024 年 9 月水质、沉积物和海洋生态调查站位图

(二) 调查内容、调查方法、评价方法

1. 调查内容及方法

海洋生态调查内容详见下表。调查及分析方法参照《海洋调查规范 第 6 部分：海洋生物调查》（GB/T 12763.6-2007）的要求进行。

表 2.2.4-2 海洋生态调查内容

调查项目	分析内容
叶绿素 a	初级生产力
浮游植物	种类、细胞丰度、优势种、多样性指数和均匀度
浮游动物	种类、细胞丰度、生物量、优势种、多样性指数和均匀度
鱼卵仔鱼	种类、资源密度、生物量及种群结构
底栖生物	种类、优势种、密度、生物量、丰富度、单纯度、多样性指数和均匀度
渔业资源	渔获种类、资源密度、渔获量、渔获率、鱼类资源状况（包括各大类种群类分布）

表 2.2.4-3 海洋生物调查项目分析方法

检测项目	分析方法	分析仪器	检测标准
叶绿素 a	萃取荧光法	荧光分光光度计	GB/T12763.6-2007 (5.2)

浮游植物	浓缩计数法	光学显微镜	GB/T 12763.6-2007 (7)
浮游动物	计数、称重	体视显微镜、电子天平	GB/T 12763.6-2007 (8)
底栖生物	计数、称重	电子天平	GB/T 12763.6-2007 (10)
渔业资源	计数、称重	电子天平	GB/T 12763.6-2007 (14)

2.评价方法

(1) 初级生产力

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。

(2) 群落特征指数

用反映生物群落特征指数，优势度（Y）、多样性指数（H'）、均匀度指数（J'）和重要性指标（IRI）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：

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

③ Pielou 均匀度指数：

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

式中：P_i = n_i/N；H_{max} = log₂S，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

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

式中： 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 重要性指标

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：

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

式中： N 代表个体数量百分比（每种鱼类个体数量占所捕渔获总数量的比例）； W 代表个体质量百分比（每种鱼类质量占所捕渔获总质量的比例）； F 为出现频率（某一物种出现的站位数占总采样站位数中比例）。

定义 $IRI \geq 500$ 的物种为优势种， $100 \leq IRI < 500$ 的物种为主要种， $10 \leq IRI < 100$ 为一般种， $IRI < 10$ 为少见种。

（三）调查结果

（1）叶绿素 a

2024 年 9 月，调查海域各站位叶绿素 a 含量变化范围为（0.29~3.63） $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 1.48 $\mu\text{g/L}$ ，最大值位于 H5 号站位表层，最小值出现在 6 号站位 10m 处；各站位表层、10m 和底层海水叶绿素 a 含量均值分别为 1.79 $\mu\text{g/L}$ 、1.30 $\mu\text{g/L}$ 和 1.29 $\mu\text{g/L}$ ，表层叶绿素 a 含量均值稍高于 10m 和底层。

各站位初级生产力变化范围为（239.22~1538.28） $\text{mg}\cdot\text{C}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ ，平均值为 682.19 $\text{mg}\cdot\text{C}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ ，最小值出现在 H6 站位，最大值出现 H5 站位。本次调查真光层透明度较高，故初级生产力整体含量较高。

表 2.2.4-4 调查海区叶绿素 a 含量和初级生产力

（2）浮游植物

2024 年 9 月航次，调查海域共鉴定到浮游植物 3 门 25 属 78 种（包括变型及变种）（种类名录见附录）。其中，硅藻 21 属 66 种，甲藻 4 属 11 种，蓝藻 1 属 1 种，分别占

全部种类数的 84.62%、14.10%、1.28%。

调查海域浮游植物优势种明显，以透明辐杆藻（*Bacteriastrum hyalinum* var. *hyalinum*）优势地位最为突出，平均细胞丰度达 495.61×10^4 cells/m³，占细胞总丰度的 45.49%，优势度为 0.45，其他的优势种类还有劳氏角毛藻（*Chaetoceros lorenzianus*）、扁面角毛藻（*Chaetoceros comperssus*）、丹麦细柱藻（*Leptocylindrus danicus*）、扭链角毛藻（*Chaetoceros tortissimus*）、变异辐杆藻（*Bacteriastrum varians*）和小辐杆藻（*Bacteriastrum minus*）等（详见表 6.6-3）

表 2.2.4-5 2024 年 9 月航次浮游植物优势种类和优势度

调查期间，各站位鉴定到的浮游植物种类数为 30~41 种，站位 H2 和 H9 鉴定到的种类数最少，站位 H5 鉴定到的种类数最多。调查海域浮游植物细胞丰度较高，且各站位间的丰度相差较大，介于 $(118.61 \sim 3336.21) \times 10^4$ cells/m³ 之间，平均丰度为 1127.52×10^4 cells/m³。站位 H4 的细胞丰度最高，H2 次之，H6~H9 站位的细胞丰度较低（详见表 2.2.4-6）。

各站位浮游植物的多样性指数介于 2.38~3.42，平均值为 2.69。其中，站位 H7 的多样性指数最高，站位 H5（2.86）次之，站位 H4 的多样性指数最低，仅为 2.38。各站位浮游植物的均匀度介于 0.46~0.64 平均值为 0.52。数值高低分布与多样性指数一致，最高值出现在站位 H7，最低值出现在站位 H4。调查海域多数站位浮游植物多样性指数和均匀度较高，浮游植物种类丰富，种间比例均匀。

表 2.2.4-6 2024 年 9 月航次浮游植物调查结果统计

（3）浮游动物

2024 年 9 月航次，调查海域共鉴定到浮游动物 53 种，分属于 13 个类群（不包括浮游幼体、鱼卵及仔鱼）（种类名录见附录）。其中桡足类 24 种，占浮游动物总种类数的 45.28%；其次为管水母类和水螅水母类，占比均为 11.32%；被囊类、端足类、多毛类、毛颚类、翼足类、钵水母、介形类、肉足虫类、十足类、枝角类占比均低于 7.55%。此外，本次调查还记录 15 类浮游动物幼体。各站位浮游动物种类数介于 14~38 种之间（含浮游幼体），平均值为 29 种（见表 2.2.4-7）。其中，浮游动物种类数最高值位于 H11 号站位；次高值位于 H9 号站位，种类数为 36 种，两站位均以桡足类和浮游幼体为优势类群；最低值位于 H4 号站位。

调查海域浮游动物优势种主要为肥胖箭虫 (*Sagitta enflata*)、拟细浅室水母 (*Lensia subtiloides*)、亚强次真哲水蚤 (*Subeucalanus subcrasus*)、微刺哲水蚤 (*Canthocalanus pauper*)、精致真刺水蚤 (*Euchaeta concinna*)、长尾住囊虫 (*Oikopleura longicauda*) 和爪室水母 (*Chelophyes appendiculata*)。其中以肥胖箭虫优势度最高, 优势度为 0.20, 平均密度为 5.72 ind/m³; 其次为拟细浅室水母和亚强次真哲水蚤, 优势度均为 0.17, 平均密度分为 5.02 ind/m³和 5.67 ind/m³, 其余物种优势度和平均密度详见表 2.2.4-7。

表 2.2.4-7 2024 年 9 月航次浮游动物优势种和优势度

本次调查, 各站位浮游动物丰度变化范围在 (13.44~65.95) ind/m³之间, 平均丰度为 36.91 ind/m³, 部分站位丰度存在较为明显的差异, 最高值位于 H11 号站位, 数量方面以桡足类、毛颚类和管水母类为主; 次高值位于 H9 号站位, 为 54.79 ind/m³, 以桡足类为主; 而最低值则位于 H4 号站位, 以浮游幼体为主。各站位浮游动物湿重生物量变化范围介于 (24.2~45.7) mg/m³之间, 平均生物量为 34.5 mg/m³, 部分站位生物量具有明显差异, 其中 H9 号站位的生物量最高。此外, H2 和 H11 号站位生物量分为 40.2 mg/m³和 40.1 mg/m³。湿重生物量最低值位于 H8 号站位整体而言, 三亚海棠湾生物量不高, 但生物量在空间分布相对均匀 (结果详见表 2.2.4-8)。

各站位浮游动物的多样性指数介于 3.22~3.98 之间, 平均值为 3.65, 最高值位于 H7 号站位, 最低值则位于 H4 号站位。各站位均匀度指数介于 0.69~0.85 之间, 平均值为 0.77, 最高值出现于 H4 号站位, 最低值位于 H11 号站位。调查结果表明, 三亚海棠湾海域浮游动物多样性指数和均匀度指数整体较高, 浮游动物物种类较为丰富, 种间比例分布较为均匀。

表 2.2.4-8 2024 年 9 月航次浮游动物调查结果统计

(4) 底栖生物

2024 年 9 月航次, 调查海域共采集到大型底栖生物 5 类 42 种 (种类名录见附录), 其中甲壳类 20 种, 多毛类 19 种, 棘皮类 6 种, 软体类 1 种, 其他类 6 种。H5、H6 号站位采集到的种数最多, 分别为 12 种, 其次为 H7、H9 号站位, 分别采集到 11 种, 各站位采集到的大型底栖动物以多毛类、甲壳类为主 (详见表 2.2.4-9)。

表 2.2.4-9 2024 年 9 月航次各站位大型底栖生物种类数

调查期间该海域大型底栖生物优势种类主要为日本和美虾（*Nihonotrypaea japonica*）、毡毛岩虫（*Marphysa stragulum*）、裸孔阳遂足（*Amphiura leptotata*），其中日本和美虾优势度最高（详见表 2.2.4-10）。

表 2.2.4-10 2024 年 9 月航次大型底栖生物的优势种和优势度

调查结果表明，各站位底栖生物栖息密度的范围为（17.54~127.19）ind/m²，平均密度为 61.40 ind/m²，生物量的范围为（0.17~8.73）g/m²，平均生物量为 2.45 g/m²，均以 H9 号站位值最高（详见表 2.2.4-11）。多毛类、棘皮类生物量最高的站位为 H9，甲壳类生物量最高的站位为 H5，软体类仅在 H6 号站位采集到，其他类生物量最高的站位为 H7；多毛类、棘皮类栖息密度最高的站位为 H9，甲壳类、其他类栖息密度最高的站位为 H5，软体类仅在 H6 号站位采集到（详见表 2.2.4-12）。

经计算，各站位底栖生物多样性指数的变化范围为 1.15~3.37，平均值为 2.53，其中生物多样性指数最高的站位为 H7；均匀度指数的变化范围为 0.72~0.98，平均值为 0.90，其中均匀度指数最高的站位为 H7。整体而言，H2、H4 站位多样性指数略低，而 H5、H6、H7 站位的多样性指数处于较高水平，物种多样性较为丰富（详见表 2.2.4-12）。

表 2.2.4-11 2024 年 9 月航次底栖生物调查结果统计

表 2.2.4-12 底栖生物各站位类别栖息密度（ind/m²）和生物量（g/m²）

（5）鱼卵与仔稚鱼

2024 年 9 月航次，调查海域共鉴定到鱼卵与仔稚鱼 8 科 12 种，鉴定到科的有 3 种，鉴定到属的有 5 种，鉴定到种的有 4 种。从发育阶段来看，鱼卵出现种类有 6 科 9 种，仔稚鱼出现种类有 4 科 4 种（种类名录详见附录）。

本次垂直拖网共采集到鱼卵 57 粒，仔稚鱼 7 尾。鱼卵数量以小沙丁鱼具有数量上的绝对优势，占总数比例 28.13%，隆头鱼科一种占 20.31%，鳎占 18.75%；仔稚鱼数量以银腰犀鳕具有数量上的绝对优势，占总数比例的 4.69%，日本鳎占 3.13%。

本次垂直拖网调查各站位鱼卵密度范围为（1.13~5.14）ind/m³，平均值为 2.84ind/m³。最高值出现在站位 H8，站位 H6 次之（3.78），最低值出现在站位 H9。仔稚鱼密度范围为（0.25~1.08）ind/m³，平均值为 0.55ind/m³。最高值出现在站位 H11，

最低值出现在站位 H5。H2、H4、H6、H7 未采集到仔稚鱼（详见表 2.2.4-13）。

表 2.2.4-13 2024 年 9 月航次鱼卵和仔鱼调查结果统计

（6）渔业资源

1. 渔业资源现状

2024 年 9 月航次，调查海域共采集到渔业资源 19 目 66 科 100 属 129 种（种类名录见附录），其中鱼类 9 目 45 科 67 属 87 种，占有种类的 67.44%；甲壳类 2 目 10 科 20 属 27 种，占有种类的 20.93%；头足类 4 目 4 科 6 属 8 种，占有种类的 6.20%；贝类 4 目 7 科 7 属 7 种，占有种类的 5.43%。

本次调查共采集到渔业资源生物重量有 34.60 kg，其中，鱼类为 22.78 kg，占总渔获量的 65.83%；甲壳类为 5.64 kg，占总渔获量的 16.30 %；头足类渔获量为 2.95 kg，占总渔获量 8.53 %，贝类渔获量为 3.23 kg，占总渔获量 9.34 %。共采集到个体有 1826 ind，鱼类为 1140 ind，占总个体渔获数量的 62.43 %；甲壳类为 537 ind，占总个体渔获数量的 29.41%；头足类为 67 ind，占总个体渔获量的 3.67%，贝类为 82 ind，占总个体渔获量的 4.49%。

渔业资源生物重量渔获率范围为 0.09~10.33 kg/h，平均为 5.37 kg/h。最高出现在 H9 号站位，为 10.33kg/h，其次为 2、5 号站位，分别为 6.63 kg/h 和 7.79kg/h；由于作业方式差异性，流刺网调查站位普遍偏低，为 0.09 kg/h 和 0.11 kg/h；平均个体渔获率范围为 1.07~533.18 ind/h，平均为 301.46 ind/h，最高出现在 H2 号站位，为 533.18ind/h；其次为 H5、H8 号站位，分别为 487.14 ind/h 和 404.08 ind/h，流刺网调查站位普遍偏低，为 1.07 ind/h 和 1.08 ind/h（详见表 2.2.4-14）。

项目海域共设 8 个调查站位，根据现场地形情况选择 6 个站位进行拖网采样，其它 2 个站位采用流刺网方式调查。调查范围基本覆盖整个评价区域。因此，评估结果能代表整个评价区域游泳动物的现存资源量。

据估算，评价区及附近海域目前渔业资源生物的质量资源密度约为 356.39 kg/km²，其中鱼类约为 243.19 kg/km²，甲壳类约为 52.85 kg/km²，头足类约为 28.27 kg/km²，贝类约为 32.08 kg/km²。各站中以有 H9 站最高（531.09 kg/km²），H5 站次之（400.51 kg/km²），H6 和 H8 站较低（资源密度分别为 297.79 kg/km² 和 263.50 kg/km²）。按个体计，游泳动物的资源密度约为 19972.35 ind./km²，其中鱼类约为 12530.63 ind./km²，甲壳类约为 5818.57 ind./km²，头足类约为 734.64 ind./km²，贝类约为 888.51 ind./km²。各站

黄斑鰺	<i>Leiognathus bindus</i>	1.64%	0.49%	0.5	106.64
-----	---------------------------	-------	-------	-----	--------

2. 鱼类资源状况

经鉴定，本次调查共捕获鱼类 87 种，分隶于 9 目 45 科 67 属。以鲈形目的种类数最多，共有 50 种，鲷形目次之，为 10 种。其它目分别为：鲹形目 8 种，鳗鲡目 7 种，鲑形目 4 种，仙鱼目 3 种，鲱形目和刺鱼目为 2 种，鲻形目 1 种。

本次调查鱼类平均渔获率为 3.65 kg/h。渔获率最高的站位出现在 H9 站，为 6.34 kg/h。渔获率次高站出现在 H5 站，渔获率为 6.08 kg/h。按个体计，鱼类的平均个体渔获率为 188.85 ind./h，以 H5 站最高，为 311.43 ind./h；其次是 H6 站，为 306.67 ind./h（详见表 2.2.4-16）。

调查海域目前鱼类的资源密度约为 243.19 kg/km²。调查区内以 H9 站最高（326.25 kg/km²），H5 站次之（312.61 kg/km²），H1 站最低（179.84 kg/km²）。鱼类的个体平均资源密度为 12530.63 ind./km²，以 H2 站最高（16015.05 ind./km²），H9 站的资源密度最低，为 9256.40 ind./km²（详见表 2.2.4-16）。

表 2.2.4-16 2024 年 9 月航次调查海域鱼类的渔获率和资源密度

根据相对重要性指数（*IRI*）公式计算评价调查海域内鱼类的相对重要性指标（*IRI*）。本次调查的所有的优势渔获种类共有 3 种，其中鱼类 2 种，分别为短鰺（1342.46）和条纹鲷（766.45），主要种有 16 种（详见表 2.2.4-15）。

3. 头足类资源状况

本次调查共渔获头足类 8 种，隶属 4 目 4 科 6 属，分别为莱氏拟乌贼、中国枪乌贼、斑点豹纹蛸、短蛸、真蛸、短穗乌贼及金乌贼，分别隶属于耳乌贼目、枪形目、八腕目和乌贼目。

本次流刺网站位未能采集到头足类，因此计算结果以拖网站位计算，头足类的重量渔获率范围为 0~1.30 kg/h，平均 0.42 kg/h。渔获率以 H9 站最高，为 1.30 kg/h；其次是 H2 站，渔获率为 0.66 kg/h。按个体计，个体渔获率范围为 0~23.18 ind./h，平均 11.04 ind./h。个体渔获率以 H2 站最高，为 23.18 ind./h；其次为 H6 站，为 20.00 ind./h（详见表 2.2.4-17）。

项目区及附近海域目前头足类的资源密度约为 28.27 kg/km²，以 H9 站最高，为 66.73 kg/km²；其次是 H2 站，为 32.77 kg/km²。个体平均资源密度为 734.64

ind./km²，以 H2 站最高（1146.26 ind./km²）；其次为 H6 站，资源密度为 988.93 ind./km²（详见表 2.2.4-17）。

表 2.2.4-17 2024 年 9 月航次调查海域头足类的渔获率和资源密度

本次调查头足类相对重要性指数（IRI）均未达到优势种水平。渔获物有 6 种，主要种 2 种：短穗乌贼（441.69）和真蛸（143.73），一般种 2 种：中国枪乌贼（20.25）和金乌贼（13.33），少见种 3 种（详见表 2.2.4-15）。

4.甲壳类资源状况

经鉴定，本次调查渔获的甲壳类共 27 种，分属 2 目 10 科 20 属。其中虾类有 2 科 6 属 6 种，其中斑节对虾、近缘新对虾哈氏仿对虾为该海区的主要经济种类，鹰抓虾、须赤虾为该海域次要经济种类，是海南岛近海渔业的兼捕对象；蟹类有 7 科 19 种，其中红星梭子蟹、远海梭子蟹、锈斑蟳为该海域经济种类；虾蛄类有 1 科 2 种，口虾蛄和猛虾蛄为当地拖网和笼壶类作业主要捕捞对象。

调查海域甲壳类重量渔获率均值为 0.81 kg/h，渔获率以 H11 站占优势，为 2.03 kg/h；其次为 H2 站，渔获率为 1.30 kg/h。甲壳类的个体渔获率均值为 88.14 ind./h，以 H2 站最高，为 167.731 ind./h；其次为 H5 站尾数渔获率均为 154.29 ind./h（详见表 2.2.4-17）。

项目区及附近海域目前甲壳类的资源密度约为 52.85 kg/km²。资源密度最高出现于 H11 站，为 100.13 kg/km²；H2 站列第二位，为 64.50 kg/km²。按个体计，甲壳类的个体资源密度为 5818.57 ind./km²，以 H2 站占绝对优势，为 8293.54 ind./km²；H5 站列第二位，为 7934.06 ind./km²（详见表 2.2.4-18）。

表 2.2.4-18 2024 年 9 月航次调查海域甲壳类的渔获率和资源密度

根据相对重要性指数（IRI）公式计算评价调查海域内甲壳类的相对重要性指标（IRI），本次调查的共采集到甲壳类 19 种，均未达到优势种水平。其中，主要种 4 种，一般种 7 种（详见表 2.2.4-15）。

5.贝类资源状况

本次调查共渔获头足类 7 种，隶属 4 目 7 科 7 属，分别为竖琴螺、鼠芋螺、见习赤

蛙螺、沟鹑螺、长肋日月贝、网纹扭螺和鬘螺，分别隶属于新腹足目、异足目、珍珠贝目和中腹足目。

本次流刺网站位未能采集到头足类，因此计算结果以拖网站位计算，贝类的重量渔获率范围为 0~2.09 kg/h，平均 0.48 kg/h。渔获率以 H9 站最高，为 2.09 kg/h；其次是 H2 站，渔获率为 1.03 kg/h。按个体计，个体渔获率范围为 0~72.27 ind./h，平均 13.43 ind./h。个体渔获率以 H2 站最高，为 72.27 ind./h；其次为 H9 站，为 19.53 ind./h（详见表 2.2.4-19）。

项目区及附近海域目前贝类的资源密度约为 32.08 kg/km²，以 9 站最高，为 107.63 kg/km²；其次是 2 站，为 50.91kg/km²。个体平均资源密度为 888.51 ind./km²，以 2 站最高（3573.64 ind./km²）；其次为 9 站，资源密度为 1004.57 ind./km²（详见表 2.2.4-19）。

本次调查贝类相对重要性指数（IRI）均未达到优势种水平。渔获物有 7 种，一般种 6 种，少见种 1 种（详见表 2.2.4-20）。

表 2.2.4-19 2024 年 9 月航次调查海域贝类的渔获率和资源密度

表 2.2.4-20 2024 年 9 月航次调查海域贝类种类优势地位及组成

6. 物种多样性分析

丰富度指数（D）均值为 5.42（1.47-7.25），单纯度指数（C）均值为 0.08（0.04-0.18），多样性指数（H'）均值为 4.35（2.61-5.03），均匀度指数（J'）均值为 0.86（0.75-0.98）（详见表 2.2.4-21）。

表 2.2.4-21 2024 年 9 月航次调查海域游泳动物渔获物多样性指数

7. 渔获物体重、体长和幼体比例

本次调查渔获中，主要经济种类占比较少，幼鱼比例均值为 57.35%（详见表 2.2.4-22）。

表 2.2.4-22 2022 年 4 月航次调查海域游泳动物主要渔获种类幼体比例

2.2.5 水质环境现状

(1) 调查站位

我院于 2024 年 9 月 25 至 26 日，在海棠湾海域进行了海洋生态环境调查，本次调查共布设海水水质调查站位 13 个。调查站位见表 2.2.4-1 和图 2.2.4-1。

(2) 水质调查项目与分析方法

2024 年 9 月水质调查要素包括水深、透明度、水温、盐度、溶解氧、pH 值、溶解氧、化学需氧量、无机氮（氨氮、亚硝酸盐、硝酸盐）、活性磷酸盐、石油类、悬浮物、砷、汞、铜、铅、锌、镉、总铬，共 21 项。

水质调查及检测方法参照《海洋调查规范 第 4 部分：海水化学调查》（GB/T 12763.4-2007）和《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》（GB 17378.4-2007）的要求进行。

表 2.2.5-1 海水样品检测项目分析方法

(3) 评价标准与评价方法

①调查海域海洋环境执行标准

参照《海南省总体规划（空间类 2015-2030）》海洋功能区划和海岛保护专篇的海洋环境保护目标管理要求，2024 年 9 月航次各站位所属海洋功能区及海洋环境执行标准见表 2.2.5-2 和图 2.2.5-1。

表 2.2.5-2 2024 年 9 月调查站位所在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	执行标准
1	H1、H4、H7	海棠湾旅游休闲娱	A5-28	执行一类海水水质标准，一类海洋沉积物质

		乐区		量标准，一海洋生物质量标准。
2	H2、H5、 H8、H13	陵水湾-海棠湾农 渔业区	B1-04	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。
3	H3、H6	海南岛东南部保留 区	B8-02	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 后，根据开发类型确定其水质标准。
4	H9、H11、 H12	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。
5	H10	铁炉港-榆林港特 殊利用区	A7-08	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。

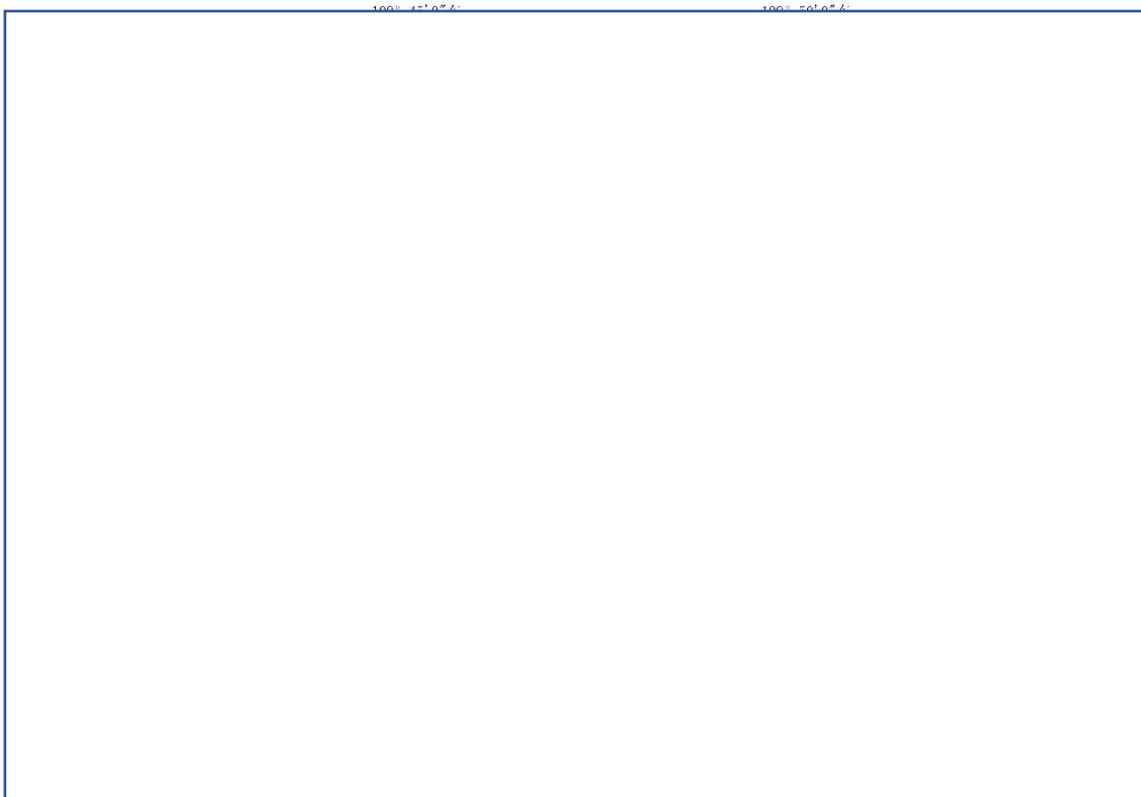


图 2.2.5-1 2024 月 9 月调查站位所在海洋功能区划分布图

②评价标准

水质评价标准值参照《海水水质标准》（GB 3097-1997）执行（见表 2.5-1）。

③评价方法

海水水质根据检测结果，采用《环境影响评价技术导则-地表水环境》（HJ2.3-2018）所推荐的单项水质参数法进行评价。

a. 一般性水质因子（随浓度增加而变差的水质因子）的指数计算公式：

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

式中： S_{ij} ：评价因子 i 的水质指数，大于 1 表明该水质因子超标；

C_{ij} ：评价因子 i 在 j 点的实测统计代表值，mg/L；

$C_{s,i}$ ：评价因子 i 的水质评价标准限值，mg/L。

b. 溶解氧（DO）标准指数：

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

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

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

DO_j ：溶解氧在 j 点的实测统计代表值，mg/L；

DO_s ：溶解氧的水质评价标准限值，mg/L；

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

S ：实用盐度符号，量纲为 1；

T ：水温， $^{\circ}\text{C}$ 。

c. pH 值标准指数的计算公式：

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

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

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

pH_j ：pH 值实测统计代表值；

pH_{sd} ：评价标准中 pH 值的下限值；

pH_{su} ：评价标准中 pH 值的上限值。

(4) 水质调查结果与评价

本次调查结果表明（详见表 2.2.5-3~4），本次调查各站位的海水 pH 值、溶解氧、化学需氧量、活性磷酸盐、无机氮、表层石油类和重金属铜、锌、镉、铬、汞、砷等指标均符合第一类海水水质标准，H3、H12 号站位的表层和 13 号站位中层水样中的铅超出第一类海水水质标准，符合二类海水水质标准，其他站位的铅含量均符合第一类海水水质标准。

单项水质参数评价结果显示（详见表 2.2.5-5），所有站位海水 pH 值、溶解氧、化学需氧量、活性磷酸盐、无机氮、表层石油类和重金属铜、锌、镉、铬、汞、砷的评价指数均小于 1，H3 号和 H12 号站位表层水样铅的评价指数大于 1，其余站位铅的评价指数均小于 1。说明调查海域除了 H3 和 H12 号站位铅含量超标外，其他要素均满足海洋功能区划管理要求。整体而言，调查海域海水质量优，水环境健康。

表 2.2.5-3 2024 年 9 月调查水质要素分析结果统计 (1)

(续表)

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

表 2.2.4-4 2024 年 9 月调查水质要素分析结果统计 (2)

(续表)

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

表 2.2.5-5 2024 年 9 月调查水质要素评价指数

(续表)

注：“/”表示不参与评价；样品检出率大于 1/2 时，未检出按检出限的 1/2 量值参与统计；样品检出率小于 1/2 时，未检出按检出限的 1/4 量值参与统计

2.2.6 沉积物质量现状调查

(1) 调查站位

我院于 2024 年 9 月 25 至 26 日，在海棠湾海域进行了海洋生态环境调查，本次调查共布设海洋沉积物调查站位 9 个。调查站位见表 2.2.4-1 和图 2.2.4-1。

(2) 调查项目与分析方法

2024 年 9 月沉积物调查要素主要包括总磷、总氮、有机碳、硫化物、石油类、铜、铅、锌、镉、铬、总汞和砷共 12 项。

沉积物调查及检测方法参照《海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析》（GB 17378.5-2007）及《海洋监测技术规程 第 2 部分：沉积物》（HY/T 147.2-2013）的要求进行。

表 2.2.6-1 沉积物检测项目分析方法

检测项目	分析方法	分析仪器	检测标准
总有机碳	重铬酸钾氧化-还原容量法	油浴锅、滴定管	GB 17378.5-2007 (18.1)
总氮	凯氏滴定法	滴定管	GB 17378.5-2007 (D)
总磷	分光光度法	分光光度计	GB 17378.5-2007 (C)
硫化物	碘量法	定氮装置、滴定管	GB 17378.5-2007 (17.3)
铜	电感耦合等离子体质谱法	电感耦合等离子体质谱仪	HY/T 147.2-2013 (6)
铅			
锌			
铬			
镉			
总汞	原子荧光法	原子荧光光度计	GB 17378.5-2007 (5.1)
砷	原子荧光法	原子荧光光度计	GB 17378.5-2007 (11.1)
油类	紫外分光光度法	紫外分光光度计	GB 17378.5-2007 (13.2)

(3) 评价标准与评价方法

① 调查海域海洋环境执行标准

参照《海南省总体规划（空间类 2015-2030）》海洋功能区划和海岛保护专篇的海洋环境保护目标管理要求，2024 年 9 月调查各站位所属海洋功能区及沉积物执行标准见表 2.2.5-2 和图 2.2.5-1。

② 评价标准

沉积物质量评价标准值具体参照《海洋沉积物质量标准》（GB 18668-2002）及《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（表 2.5-2）执行。

③评价方法

海洋沉积物根据检测结果，采用《环境影响评价技术导则-地表水环境》（HJ2.3-2018）所推荐的单项因子参数法进行评价。

评价采用单项因子标准指数法进行，公式如下：

$$P_{ij} = \frac{C_{ij}}{C_{s,i}}$$

式中： P_{ij} ：评价因子 i 的单因子指数，大于 1 表明该单项因子超标；

C_{ij} ：评价因子 i 在 j 点的实测值，mg/L；

$C_{s,i}$ ：评价因子 i 的评价标准限值，mg/L。

(4)沉积物调查结果及评价

表层沉积物结果表明（详见表 2.2.6-2），本次调查项目附近海域表层沉积物硫化物、有机碳、石油类、铜、铅、锌、镉、砷和汞含量均低于第一类海洋沉积物质量标准限值，H9 号站位铬含量略高于第一类海洋沉积物质量标准限值。经单项因子参数法评价（见表 2.2.6-3），硫化物、有机碳、石油类、铜、铅、锌、镉、砷和汞的评价指数均小于 1，满足所在的海洋功能区管理要求，铬在 H9 号站位评价指数 >1 ，超出所在海洋功能区管理要求。调查海域总磷和总氮含量相对较高，参照《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》中的限值，H2、H5、H6、H11、H13 号站位总磷含量超出限值（ $\leq 600 \times 10^{-6}$ ），总氮则是 H2、H5、H6、H7、H8 和 H11 号站位超出限值（ $\leq 600 \times 10^{-6}$ ）。

表 2.2.6-2 2024 年 9 月表层沉积物要素分析结果统计

表 2.2.6-3 2024 年 9 月表层沉积物要素评价指数

2.2.7 生物体质量现状

1. 调查站位

2024年9月25至26日，我院对海棠湾海域的海洋生态环境进行了调查，共布设生物质量调查站位8个。调查站位见表2.2.4-1和图2.2.4-1。

2. 调查内容及方法

海洋生物质量的调查要素主要包括石油烃、锌、镉、铅、铜、铬、和总汞共8项。

生物质量调查及检测方法参照《海洋监测规范 第6部分：生物体分析》（GB 17378.6-2007）的要求进行。

表 2.2.7-1 海洋生物体检测项目分析方法

检测项目	分析方法	分析仪器	检测标准
石油烃	荧光分光光度法	荧光光度计	GB 17378.6-2007（13）
铜	电感耦合等离子体质谱法	电感耦合等离子体质谱仪	HY/T 147.3-2013
铅			
锌			
铬			
镉			
总汞	原子荧光法	原子荧光光度计	GB 17378.6-2007（5.1）

3. 评价方法

（1）调查海域海洋环境执行标准

参照《海南省总体规划（空间类 2015-2030）》海洋功能区划和海岛保护专篇的海洋环境保护目标管理要求，调查站位所属海洋功能区及生物质量执行标准见表2.2.5-2和图2.2.5-1。

（2）评价标准

海洋生物体质量标准双壳贝类参照《海洋生物质量》（GB18421-2001），甲壳类、鱼类和软体类铜、铅、锌、镉、汞质量标准参照《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》，石油烃质量标准参照《第二次全国海洋污染基线调查报告》（详见表2.5-3）。

（3）评价方法

生物体质量评价采用单项分指数法，生物体质量参数的标准指数 >1 ，表明该生

物体质量参数超过了规定的生物体质量标准。

4.调查结果

调查结果表明（详见表 2.2.7-2），生物体内重金属铜、铅、锌、镉、总汞、铬含量较低，所有生物体内重金属（铜、铅、锌、镉、总汞）含量远低于《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》要求的限值。本次调查发现个别生物体内石油烃含量相对较高，参照《第二次全国海洋污染基线调查报告》评价标准值（ $\leq 20 \times 10^{-6}$ ），H5 号站位的短穗乌贼和 H8 号站位的看守长眼蟹体内石油烃含量超出了评价标准值。

单项指数法评价结果显示（详见表 2.2.7-3），本次调查 H5 号站位的短穗乌贼和 H8 号站位的看守长眼蟹体内石油烃评价指数 > 1 ，其他生物体内各项指标评价指数均小于 1。说明除了 H5 号站位的短穗乌贼和 H8 号站位的看守长眼蟹生物体内石油烃超标外，其他指标均符合相关标准，整体而言，调查海域的海洋生物质量优。

表 2.2.7-2 2024 年 9 月生物体质量分析结果统计

(续表)

注：“ND”表示样品未检出或者低于方法检出限。

表 2.2.7-3 2024 年 9 月生物体质量评价指数

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

2.2.8 珊瑚礁资源调查

2.2.8.1 调查概况

珊瑚礁调查资料主要引用海南大学海洋生物与水产学院珊瑚礁生态修复创新团队 2023 年 7 月和我院 2024 年 9 月的调查数据。

1. 调查站位

海南大学海洋生物与水产学院珊瑚礁生态修复创新团队于 2023 年 7 月 2 日至 7 日对蜈支洲岛周边的珊瑚礁进行了调查，共布设调查站位 13 个（调查站位详见表 2.2.8-1 和图 2.2.8-1）；我院于 2024 年 9 月 25 日至 26 日对海棠湾近岸的珊瑚进行了调查，共布设调查站位 9 个（调查站位详见表 2.2.8-2 和图 2.2.8-2）。

表 2.2.8-1 蜈支洲岛周边珊瑚礁调查站位坐标



图 2.2.8-1 蜈支洲岛周边珊瑚礁调查站位分布图

表 2.2.8-2 海棠湾沿岸珊瑚礁调查站位坐标

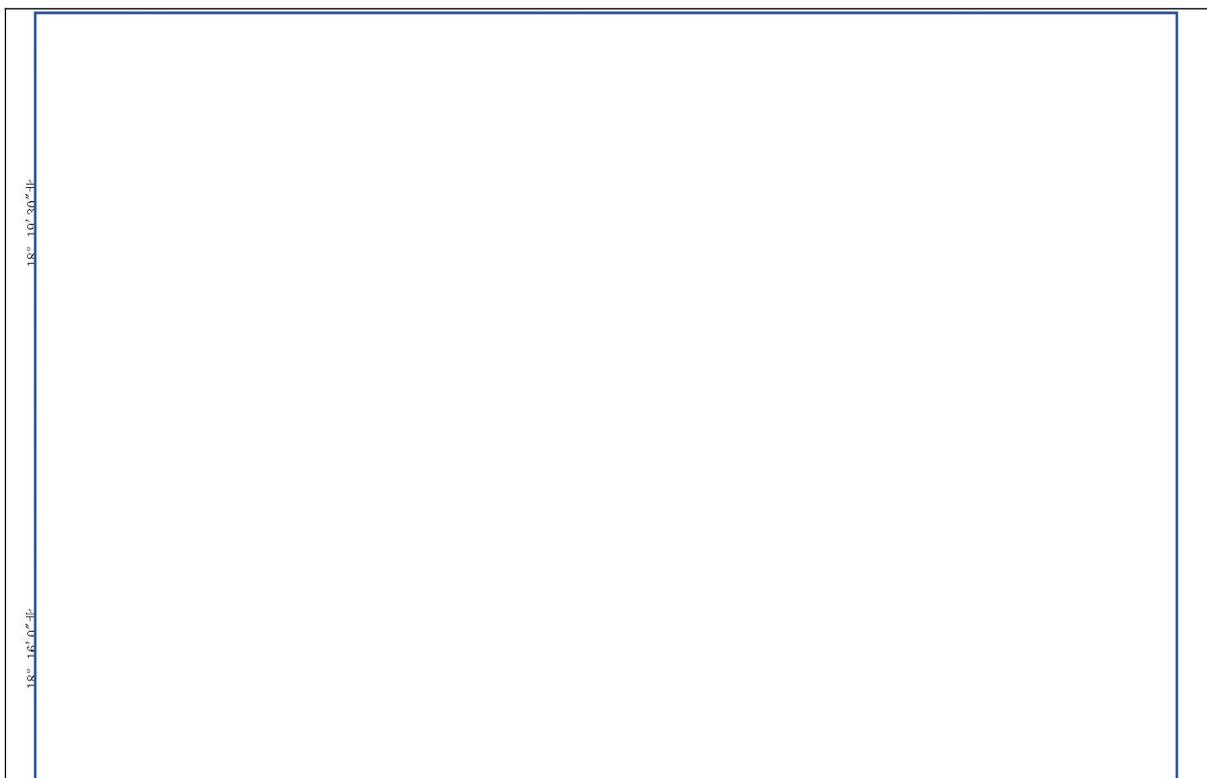


图 2.2.8-2 海棠湾沿岸珊瑚礁调查站位分布图

2. 调查内容及方法

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

调查方法结合《珊瑚礁生态监测技术规程》（HY/T082-2005）中断面线监测法和国际珊瑚礁调查方法截线样条法（LIT）的要求执行。回归实验室进行影像资料生物指标数据提取挖掘与统计分析，掌握珊瑚礁资源分布范围及分布面积，活硬珊瑚覆盖度、种类、死亡率、补充量、底栖生物等数据。

2.2.8.2 调查结果

（一）蜈支洲岛珊瑚礁调查结果

1. 珊瑚种类

蜈支洲岛周边海域共计调查到造礁石珊瑚 14 科 36 属 115 种（种类名录详见附件），其中以鹿角珊瑚属的种类最多，有 19 种，其次是蔷薇珊瑚属和角蜂巢珊瑚属，各有 11 种。蜈支洲岛北侧区域以细柱滨珊瑚（*Porites cylindrica*）和指状蔷薇珊瑚（*Montipora digitata*）为主要优势种，南侧区域优势种类以鹿角珊瑚属（*Acropora*）、蔷薇珊瑚属（*Montipora*）和盔形珊瑚属（*Galaxea*）的珊瑚种类为

主。

2. 珊瑚分布状况

环蜈支洲岛的周边海域均有珊瑚分布且覆盖率较高，各调查站位的造礁石珊瑚覆盖率在 19.50%~52.17%之间，平均为 28.72%；软珊瑚覆盖率在 0~21.67%之间，平均为 8.14%。蜈支洲岛西南侧海域的造礁石珊瑚覆盖率相对较高，平均为 32.90%，其中 2 号站位覆盖率最高，为 52.17%，北侧和东南侧海域的造礁石珊瑚覆盖率相对略低，平均为 27.03%和 26.65%，其中东北侧的 8 号站位覆盖率最低，为 19.50%。软珊瑚覆盖率也以西南侧海域较高，平均为 14.23%，东南侧海域次之，平均为 11.56%，北侧海域的软珊瑚覆盖率最低，平均为 0.53%，其中 10 号和 11 号站位未调查到软珊瑚。

图 2.2.8-3 蜈支洲岛周边海域珊瑚礁分布图

表 2.2.8-3 蜈支洲岛周边珊瑚礁资源分布情况

蜈支洲岛各调查站位的造礁石珊瑚幼体补充量平均为 4.80 ind/m²，西南侧海域的 1 号和 5 号站位幼体补充量相对较高，分别为 8.20 ind/m²、8.00 ind/m²，北侧海域的 10 号站位补充量相对较低，为 1.40 ind/m²。

图2.2.8-4 蜈支洲岛周边海域珊瑚补充量情况

3. 珊瑚礁鱼类

本次调查，蜈支洲岛周边共计记录到珊瑚礁鱼类 11 科 39 种（种类名录建见附录），其中以雀鲷科种类最多，有 14 种，其次是隆头科 12 种，蝴蝶鱼科 4 种，鮨科 2 种，蓝子鱼科、隆头科、鲷科、梅鲷科、银鳞鲷科、四齿鲷科、单棘鲷科和烟管鱼科各 1 种。各站位鱼类平均密度为 14.82 ind/100m²，其中以东北侧海域的 8 号站位鱼类密度最高，为 29.58 ind/100m²（详见图 2.2.8-5）。

图2.2.8-5 蜈支洲岛周边海域珊瑚礁鱼类分布情况

4.大型底栖动物

本次调查在蜈支洲岛珊瑚礁区记录到的大型底栖动物有 32 种（种类名录见附

录)，其中海胆 9 种，海星 5 种，砗磲 1 种，海螺 9 种，贝类 2 种，其中还记录到多种海齿花和海蛇尾。各调查站位大型底栖动物密度在 (0.20~2.65) ind/m² 之间，平均为 0.92 ind/m²，其中以北侧海域的 13 号站位密度最高（见图 2.2.8-6）。

图2.2.8-6 蜈支洲岛周边海域珊瑚礁大型底栖动物分布情况

5. 大型藻类

本次调查在蜈支洲岛的监测到大型藻类主要有巢沙菜 (*Hypnea pannosa*)、南方团扇藻 (*Padina australis*) 及海门冬 (*Asparagopsis taxiformis*) 等。其中位于北侧海域的 10 号和 12 号站位主要以巢沙菜和南方团扇藻为主，西南侧海域的 4 号、5 号和 6 号点位主要以海门冬为主。蜈支洲岛珊瑚礁区大型藻类覆盖率整体较低，在 0~4.50%之间，平均为 1.08%，西南侧海域的 4 号站位和北侧海域的 10 号和 12 号站位大型藻类覆盖率相对略高，分别为 4.50%、4.50%和 3.17%。

图 2.2.8-7 蜈支洲岛周边海域珊瑚礁大型藻类分布情况

(二) 海棠湾珊瑚礁调查结果

1. 珊瑚种类

海棠湾沿岸共计调查到造礁石珊瑚 10 科 20 属 51 种（种类名录详见附录），其中以鹿角珊瑚属的种类最多，有 9 种，其次是盘星珊瑚属和蔷薇珊瑚属，分别有 6 种和 5 种。主要优势种为多孔鹿角珊瑚 (*Acropora millepora*)、浪花鹿角珊瑚 (*Acropora cytherea*)、澄黄滨珊瑚 (*Porites lutea*) 等，常见种为精巧扁脑珊瑚 (*Platygyra daedalea*)、丛生盔形珊瑚 (*Galaxea fascicularis*)、标准盘星珊瑚 (*Dipsastraea speciosa*) 等。软珊瑚种类主要有豆荚软珊瑚 (*Lobophytum sp.*)、短指软珊瑚 (*Sinularia sp.*)、肉芝软珊瑚 (*Sarcophyton sp.*)

2. 珊瑚分布状况

海棠湾沿岸的珊瑚礁主要分布在后海角至铁炉角一带（见图 2.2.8-8），造礁石珊瑚平均覆盖率为 13.10%，软珊瑚珊瑚平均覆盖率为 4.90 %。珊瑚主要集中在 S1-S6 号站位分布，尤其是后海区域，局部区域珊瑚覆盖度可以达到 37.00%。海棠湾北

侧的 S7-S9 号站位为砂质底质，无珊瑚分布。总体而言调查区域底质主要以礁石为主，造礁石珊瑚主要分布在 1~9m 水深海域。浅水区域珊瑚分布较多，随着深度增加珊瑚逐渐减少。3m 水深区域珊瑚覆盖度为 25.50%，6m 水深区域的珊瑚覆盖度为 20.83%，9m 水深区域为 16.67%。深水区域砂质底质逐渐增多，珊瑚逐渐减少。

图 2.2.8-8 海棠湾沿岸海域珊瑚礁分布图

表 2.2.8-4 海棠湾海域珊瑚分布情况

海棠湾沿岸海域的珊瑚补充量较高，除 S7-S9 号站位没有珊瑚分布外，其他站位的珊瑚补充量在 (1.67~5.67) ind/m² 之间，以 S1 和 S6 号站位的傻珊瑚补充量最高，分别为 5.67 ind/m² 和 4.67 ind/m² (详见 2.2.8-9)。高的珊瑚补充量保证了珊瑚礁生态系统有足够的珊瑚补充来源。

图 2.2.8-9 海棠湾沿岸海域珊瑚补充量情况

海棠湾海域调查范围内未见大面积珊瑚白化现象，仅个别珊瑚出现白化，种类主要是杯形珊瑚、澄黄滨珊瑚。白化原因主要是敌害生物核果螺侵食。

3. 珊瑚礁鱼类

本次调查，共记录到珊瑚礁鱼类 24 种，主要以雀鲷科 (Pomacentridae)、隆头鱼科 (Labridae)、天竺鲷科 (Apogonidae) 为主，主要优势种为两色光鳃雀鲷 (*Chromis margaritifer*)、黑眶锯雀鲷 (*Stegastes nigricans*)、乌依兰拟金眼鲷 (*Pempheris oualensis*) 等。在调查中珊瑚礁鱼类的体型较小，体长在 5~10cm 之间占绝大多数，大型的有经济价值的珊瑚礁鱼类 (如石斑鱼) 几乎没有见到。调查海域珊瑚礁鱼类平均密度为 17ind/100m²，以 S6 号站位的鱼类密度最高，为 74 ind/100m² (详见图 2.2.8-10)。

图 2.2.8-10 海棠湾沿岸海域珊瑚礁区大型藻类分布情况

4. 大型底栖动物

海棠湾海域的珊瑚礁大型底栖动物种类丰富，常见的种类包括海参、海胆、海百合、砗磲、海葵、海星等。其中以海参最为常见，主要是玉足海参 (*Holothuria leucospilota*)。

5. 大型藻类

海棠湾海域的礁石底质大型藻类平均覆盖率为2.00%，以S1号站位的藻类覆盖率最高，为5.33%，大型藻类尤其以浅水区域较为明显。常见的大型藻类主要有马尾藻、总状蕨藻、麒麟菜、团扇藻、喇叭藻、乳节藻、耳壳藻等，其中以马尾藻、团扇藻、乳节藻最为常见。

图 2.2.8-11 海棠湾沿岸海域珊瑚礁鱼类分布情况

(三) 项目周边珊瑚礁分布情况

根据现状调查结果并结合历史调查资料，项目评价范围内的珊瑚礁主要分布在蜈支洲岛沿岸、后海角至铁炉角以及土福湾至赤岭一带，项目北区与赤岭珊瑚礁区的最近距离约 3.6 km，与蜈支洲岛珊瑚礁区的最近距离约 1.1km；项目南区与蜈支洲岛珊瑚礁区的最近距离约 0.9 km，与后海角珊瑚礁区的最近距离约 2.4 km，与铁炉角珊瑚礁区的最近距离约 2.9 km（详见下图 2.2.8-12）。

图 2.2.8-12 项目周边珊瑚礁分布图

2.2.9 海草资源现状调查

2.2.9.1 调查概况

1. 调查站位

2023 年 12 月 16 日，我院对后海海域的海草分布情况进行了调查，共布设 3 个调查断面（详见表 2.2.9-1 及图 2.2.9-1），并采用无人机航拍地方法调查了海草床分

布面积。

表 2.2.9-1 海草床调查断面坐标

序号	断面	坐 标	
		经度 (E)	纬度 (N)
1	HC1		
2	HC2		
3	HC3	109° 45' 44.000	18° 18' 55.000

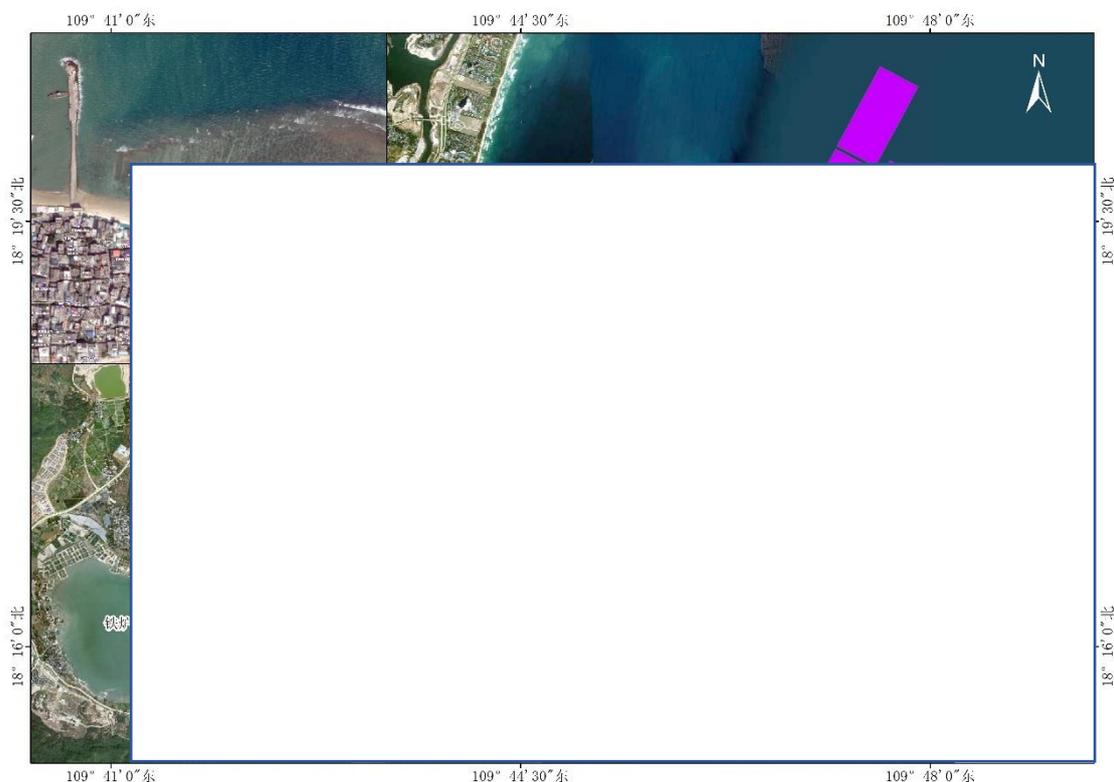


图 2.2.9-1 海草床调查断面分布图

2. 调查内容及方法

海草资源调查参照《海岸带生态系统现状调查与评估技术导则 第 6 部分：海草床》（T/CAOE 20.6-2020）进行，主要采用断面调查法以及结合样框调查法，调查内容包括海草种类、茎枝高度、茎枝密度、生物量等；海草面积采用无人机航拍的方法进行调查。

2.2.9.2 调查结果

（一）后海海草床调查结果

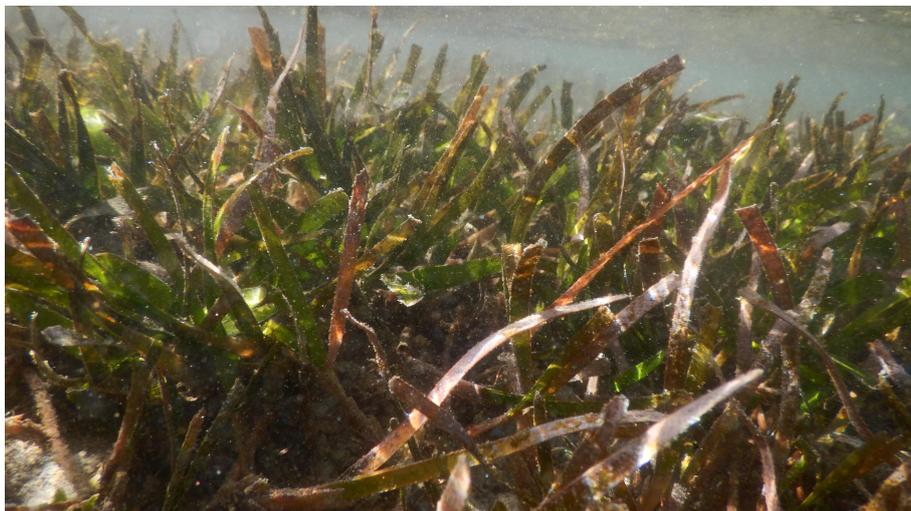
1. 分布情况

利用大疆精灵 4 多光谱相机对后海沿岸的海草床进行航测，得到了高清晰的海草分布正射影像图和 NDVI 矢量数据，结合 3D 分析工具中的等值线工具和 ISO 聚类非监督分类工具计算出后海海草床分布面积为 14633.1m²（详见图 2.2.9-2）。后海的海草床处于较窄珊瑚礁盘的潟湖相，呈集中的、斑块状和间隔式的分布，在分布区外未见到有海草分布。

图 2.2.9-2 后海海域海草床分布图

2. 种类组成

后海海域调查到海草 2 科 2 属 2 种，为圆叶丝粉草（*Cymodocea rotunda*）和泰来草（*Thalassia hemprichii*）（详见下图）。



照片 2.2.9-1 圆叶丝粉草



照片 2.2.9-2 泰来草

3. 群落特征

经调查统计，后海海域泰来草的平均茎枝高度为 15.21 cm，圆叶丝粉草的平均茎枝高度为 17.53 cm；茎枝密度圆叶丝粉草大于泰来草，泰来草的平均茎枝密度为 397 株/m²，圆叶丝粉草的平均为 1766 株/m²；两种海草的生物量较为接近，泰来草的平均生物量为 229.17 g/m²，圆叶丝粉草的平均为 255.84 g/m²（详见表 2.2.9-2）。相对于海草床分布范围的海草盖度约为 30.8%。

表 2.2.9-2 后海海域海草群落特征

（二）项目周边海草床分布情况

根据现状调查结果并结合历史资料，项目周边的海草床主要分布在后海沿岸、铁炉港以及赤岭英州河出海口（如图 2.2.9-3 所示）。赤岭英州河口的海草分面积约 0.452 km²，种类主要为泰来草，与项目北区的最近距离约 4.8 km。铁炉港内海草床分布面积约 0.189 km²，种类主要为卵叶喜盐草（*Halophila ovalis*）和海菖蒲（*Enhalus acoroides*），与项目南区的最近距离约 8km。后海沿岸的海草分区与项目南区的最近距离约 3.3 km。

图 6.8-2 项目周边海草床分布图

2.2.10 海洋自然灾害分析

（1）热带气旋

项目所在地区的主要灾害天气是热带气旋。影响该地区的热带气旋主要来自西北太平洋和南海海域，统计 1949 年～2006 年共 58 年间中心进入 18.1° N～18.8° N、110° E～108° E 的矩形区域内的热带气旋为 65 个，平均每年约有 1.1 个。登陆三亚的台风 10 个、强热带风暴或热带风暴 7 个，热带低压 3 个。按月份统计，热带气旋 5 月和 10 月登陆次数最多，7 月和 8 月为其次。当热带气旋影响本海区时，会出现大风并常伴有暴雨，海面出现巨浪或风暴潮，对海岸工程和近岸用海产业常造成很大的危害。

因此，一方面，项目在工程设计施工要充分考虑到热带气旋、风暴潮的影响，严

格按照设计方案进行施工，以免由于工程质量问题而造成事故。另一方面，项目在
施工阶段，应避开热带气旋影响季节施工，做好防台风和风暴潮的各项工作，应制
定营运期防台应急措施。

(2) 风暴潮

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

由于三亚海岸朝向基本为 SE-S-SW，热带气旋在三亚以北的区域登陆，登陆前
刮北风，在三亚沿岸基本上是离岸风，并不利于三亚市沿岸的风暴增水；气旋登陆
后，开始刮 S-SW 风，有利于三亚沿岸的风暴增水，但此时气旋往往已经开始减
弱；直接登陆三亚的热带气旋由于低气压作用及强风作用，三亚有较明显增水。根
据统计与分析，登陆三亚的热带气旋所引发的增水以单峰型为主，峰值通常在热带
气旋登陆时或登陆后 5h 以内，登陆前则有小幅的增减水波动，9612、0016、0518 号台
风引发的风暴潮都表现出该特征，图 3.2.10-1a~图 3.2.10-1c 为以上三场台风引发的
增水过程曲线图。

登陆或影响海南岛南部沿岸的热带气旋常伴有大风、暴雨，也曾多次在三亚
河、宁远河等流域形成洪水，在风暴潮、洪水共同作用下，易引起海岸侵蚀、海堤
损坏，其灾害损失与事故风险不容忽视。

因此本工程计划投放 12 艘半潜桁架式养殖平台（单体 3 万 m^3 ）和 10 艘半潜桁
架式养殖平台，由此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，确保海上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。

图 2.2.9-1a 9612 号台风增水过程曲线图(8 月)

图 2.2.9-1b 0016 号台风增水过程曲线图(9 月)

图 2.2.9-1c 0518 号台风增水过程曲线图(9 月)

3 资源生态影响分析

3.1 资源影响分析

3.1.1 对海洋空间资源的影响

本项目用海总面积为 544.7687ha，即占用海洋空间资源 544.7687ha，在用海期限内对该海域其它开发利用活动具有排他性。

3.1.2 对岸线资源的影响分析

项目用海区处于海棠湾近岸海域，毗邻蜈支洲岛外海侧，不占用自然岸线资源。

3.1.3 对海洋生物资源的影响分析

本项目用海为深远海养殖整体用海，拟在海棠湾水深为 25m~43m 区域投入半潜桁架式养殖设备，进行以金鲳鱼为主、军曹鱼和石斑鱼为辅养殖用海活动。项目采用的半潜桁架式养殖平台是一种新型抗风浪绿色智能化养殖旅游综合装备，采用海工平台半潜式结构设计，四脚锚泊定位，具有良好的抗风浪能力。

项目施工用海对海洋生物资源的影响可能是锚泊安装占用海底导致底栖生物的直接损失，以及安装锚块时与底质接触产生的悬浮泥沙对海洋生物的间接影响。

由于本项目养殖平台采用大抓力锚，实际占用海底面积较小，另外项目安装锚块时与底质接触产生的悬浮泥沙产生量较小，且该海域水体交换能力较好，悬浮泥沙的浓度会在短时间内降低，施工结束后可以很快恢复至本底值。因此，项目施工期对海洋生物资源的影响较小。

由于本项目网箱养殖项目，运营期可实现渔业资源人工增殖或自然增殖，提升所在海域的渔业资源密度，实现渔业资源恢复和增殖，对所在海域的生物资源增殖有一定的正面效应。

3.1.4 对其他海洋资源的影响

项目论证范围内其他海洋资源主要是旅游资源、渔港资源、珊瑚礁资源等。

(1) 旅游资源

项目论证范围的旅游资源主要是蜈支洲岛旅游度假景区。

本项目距离蜈支洲岛旅游用海活动区最近距离约为 1.5km，距离蜈支洲岛海洋牧

场区最近约为 0.5km。本项目采用半潜式养殖网箱为主要形式的深远海智能化养殖平台，并采用大抓力锚的锚泊系统。施工期产生的悬浮泥沙较少，另外项目依托陵水赤岭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。项目施工及作业船舶不会进入蜈支洲岛旅游区内。项目运营期为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，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，对蜈支洲岛海洋牧场所在海域的海洋生态环境有正面效应。因此，项目用海对蜈支洲岛旅游景区的影响较小。

(2) 渔港资源

项目论证范围内的渔港主要是后海渔港、赤岭渔港。

本项目用海处于蜈支洲岛东侧外海海域，距离后海渔港约 3.0km，距离相对较远，项目用海对后海渔港的影响较小。

本项目距离赤岭渔港最近距离约为 5.5km，项目依托陵水赤岭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。项目施工期网箱材料运输船舶海上施工作业将占用一定的海域空间，同时物料运输船等往返于码头至施工现场，加大了海域的通航密度，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，同时饵料运输和投放及收获季节均有一定数量船只进出，尤其是大雾天气期间，有可能发生船只碰撞或者附近船只与项目养殖区相撞等事故。由此，建议业主单位应针对本项目用海情况作通航安全影响分析，并制定相应通航安全措施和方案。

(3) 珊瑚礁资源

本项目用海区水深为 25m~43m，距离周边最近的珊瑚礁分布区为蜈支洲岛珊瑚礁，距离蜈支洲岛珊瑚礁生态保护区红线区最近距离约为 0.9km，不占用生态红线。根据区域珊瑚礁资源调查结果以及水下地形测量结果，项目所在区域不是珊瑚密集分布区，也不是重点分布区，该区域没有珊瑚分布。珊瑚礁分布区域主要集中在 4-10m 水深之间。由此，项目用海对周边珊瑚礁资源影响较小。

(4) 海草资源

本项目用海区水深为 25m~43m，距离周边最近的海草分布区为后海沿岸海草分布区，约为 3.3km。距离相对较远，本项目用海对周边海草资源影响较小。

3.2 生态影响分析

3.2.1 对潮流场环境的影响分析

3.2.1.1 模型控制方程

根据《水运工程模拟试验技术规范（JTS/T231-2021）》的要求，建立项目工程附近海域的潮流数值模型，以预测本工程附近海域的海洋动力以及排放口附近污染物排放后的扩散影响预测分析。本模型采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。

● 控制方程

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial(hu)}{\partial x} + \frac{\partial(hv)}{\partial y} = 0 \quad (3.2-1)$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = -g \frac{\partial \eta}{\partial x} + A_h \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) - R_b \frac{\sqrt{u^2 + v^2}}{H} u + fv + \tau_{sx} \quad (3.2-2)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} = -g \frac{\partial \eta}{\partial y} + A_h \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) - R_b \frac{\sqrt{u^2 + v^2}}{H} v - fu + \tau_{sy} \quad (3.2-3)$$

式中： A_h 水平方向扩散系数， η 为平均海面起算的海面高度， u 、 v 为垂向平均流的东、北分量， $H = \eta + h$ 总水深， h 为平均海面起算的水深， f 为体现地球自转效应的科氏参数， R_b 为海底摩擦系数， g 为重力加速度，

t_{sx} ， t_{sy} 为风对自由水面的剪切力在X、Y方向的分量；

$$\text{其中： } t_{sx} = f_s \rho_a u_w \sqrt{u_w^2 + v_w^2}, \quad t_{sy} = f_s \rho_a v_w \sqrt{u_w^2 + v_w^2}$$

f_s 为风阻力系数； ρ_a 为空气密度， u_w, v_w 风速在X、Y方向的分量；

● 边界条件和初始条件

(1) 边界条件

在本研究值模式中，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潮汐调和常数。潮汐现象可视作为许多不同周期振动的叠加，分潮振幅(H)和迟角(g)只与地点有关，称为潮汐调和常数。从理论上讲，分潮的数目是很多的，但大部分影响不大，一般以 M_2 、 S_2 、 N_2 、 K_2 、 K_1 、 O_1 、 P_1 、 Q_1 分潮最大，因此计算域外海开边界选取 8 个主要分潮 (M_2 、 S_2 、 N_2 、 K_2 、 K_1 、

Q_1 、 P_1 、 Q_1) 叠加, 其值根据历史调查资料计算的调和常数和有关文献提供, 并根据部分水文观测站的实测潮位结果进行调整。

所谓闭边界条件即水陆交界条件, 计算水域与陆地交界的固边界上 Γ_2 有:

$$\vec{U} \cdot \vec{n} \Big|_{\Gamma_2} = 0 \quad (3.2-4)$$

式中: \vec{n} 为固边界法向; $\zeta^*(x, y, t)$ 、 $u^*(x, y, t)$ 和 $v^*(x, y, t)$ 为已知值 (实测或准实测或分析值)。式 (3.2-4) 中的 \vec{U} 为流速矢量 ($|\vec{U}| = \sqrt{u^2 + v^2}$), 其物理意义为流速矢量沿固边界的法向分量为零。

(2) 初始条件

$$\left. \begin{aligned} \zeta(x, y, t) \Big|_{t=t_0} &= \zeta_0(x, y, t_0) \\ u(x, y, t) \Big|_{t=t_0} &= u_0(x, y, t_0) \\ v(x, y, t) \Big|_{t=t_0} &= v_0(x, y, t_0) \end{aligned} \right\} \quad (3.2-5)$$

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

(3) 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。如果在某一时刻某节点干出, 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 $h \leq h_{\min}$, 则认为网格点干出。

(4) 计算域的确定及网格剖分

从满足工程研究需要出发, 选定模型计算区域包括海南岛南部近海大部分区域: 西边界到至 $108^\circ 14'$ 经度线, 东边界至 $111^\circ 54'$ 经度线, 北至 $19^\circ 38'$ 纬度线, 南至 $16^\circ 45'$ 纬度线。本项目模型采用三角形网格剖分计算区域, 三角形网格节点数为 24800 个, 三角形个数为 48616 个, 相邻网格节点最大间距为 3000m, 位于外海开边界处; 工程区域附近的最小间距为 30m, 计算时间步长为 60s, 大范围模型网格剖分图和工程区域剖分网格见图 3.2.1-1。

计算区域水深由以下测图基面统一到平均海平面后确定，主要依据为中国人民解放军司令部航海保证部的海图数据。所有海图水深都经过绘图水深和平均海平面的转化。可见计算网格能高度的拟合岸线，准确的对水域岸线进行概化。计算区域水深图见图 3.2.1-2。

图 3.2.1-1a 大范围模型计算网格
图 3.2.1-1b 工程附近海域剖分网格

图 3.2.1-2 工程区域计算水深

3.2.1.2 模型的验证

模型的验证共有两部分实测资料，包括 2021 年 9 月 29 日至 30 日在项目附近海域的 2 个站点的潮位观测和 6 个站点潮流观测（站位见图 2.2.2-2），与模型计算结果比较，绘制潮位曲线和流向、流速曲线如图 3.2.1-3~图 3.2.1-10。由于实测流速为表、中、底三层，因此，比较时采用垂向平均流速、流向资料。但由于本海区的潮流动力较弱，实际海流动力受到风应力、温盐斜压力等其他非潮流动力的影响，而本模型模拟的仅仅为纯潮流驱动力作用下的水动力场，这与实际水动力场存在一定的差异，所以在模型计算的潮流结果基础上加上当天实测海流的余流与实测海流进行比较。

从模型验证结果可以看出，模型模拟的潮位与实测潮位基本吻合，其中潮位的最大绝对误差为 8cm，模拟的流速流向与实测值的趋势大体一致，流速、流向模拟以最大流速时拟合较好。模型对于工程水域具有很好的重现能力，因此，模型能够反映工程区域的水动力特征，可用于本项目工程的动力场和物质输运分析。

图 3.2.1-3 A3 站潮位验证(2021 年 9 月 29 日~30 日)

图 3.2.1-4 A5 站潮位验证(2021 年 9 月 29 日~30 日)

图 3.2.1-5 潮流观测 A1 站流速流向验证曲线(2021 年 9 月 29 日~30 日)

图 3.2.1-6 潮流观测 A2 站流速流向验证曲线(2021 年 9 月 29 日~30 日)

图 3.2.1-7 潮流观测 A3 站流速流向验证曲线(2021 年 9 月 29 日~30 日)

图 3.2.1-8 潮流观测 A4 站流速流向验证曲线(2021 年 9 月 29 日~30 日)

图 3.2.1-9 潮流观测 A5 站流速流向验证曲线(2021 年 9 月 29 日~30 日)

图 3.2.1-10 潮流观测 A6 站流速流向验证曲线(2021 年 9 月 29 日~30 日)

3.2.1.3 工程前后项目区域潮流动力场变化分析

为了能反映项目工程所在海域现状流态特征，本报告给出潮汐动力较强的大潮情况下一个潮周期内项目工程所在海域以及工程用海区域涨急时刻与落急时刻流场。工程前项目工程用海区域流场分布见图 3.2.1-11 和图 3.2.1-12，工程前流场的数值计算结果表明：

1) 本项目工程位于海棠湾海域，项目工程所在海域潮流是往复流，潮流方向主要是与海岸平行，涨急时，项目工程附近海域潮流流向主要是由东北向西南，涨急最大流速为 35cm/s，流速最大值主要出现在蜈支洲岛东侧海域；落急时，项目工程附近海域潮流流向主要是由西南向东北，落急最大流速为 39cm/s，流速最大值主要出现在蜈支洲岛东侧海域；落急流速大于涨急流速。

2) 在本项目工程用海区域，涨急时，项目用海区域潮流主要是由东北向西南，项目用海区域北部海域涨急最大流速为 17.3cm/s，项目用海区域南部海域涨急最大流速为 23.6cm/s；落急时，项目用海区域潮流主要是由西南向东北，项目用海区域北部海域落急最大流速为 16.9cm/s，项目用海区域南部海域落急最大流速为 21.1cm/s。

本项目工程网箱投放后项目区域水下地形未改变，但大规模的网箱投放依然会对该区域海流产生一定的阻挡作用，相当于增大了项目用海区域海底粗糙度，因此将工程后的底摩擦增加进行数值模拟，而水深条件不变。工程后项目工程用海区域流场分布见图 3.2.1-13 和图 3.2.1-14，工程后流场的数值计算结果表明：涨急时，项目用海区域潮流主要是由东北向西南，项目用海区域北部海域涨急最大流速为 17.1cm/s，项目用海区域南部海域涨急最大流速为 23.4cm/s；落急时，项目用海区域潮流主要是由西南向东北，项目用海区域北部海域落急最大流速为 16.9cm/s，项目用海区域南部海域落急最大流速为 21.1cm/s。

为了对比工程前后潮流场的变化，本报告给出工程前后涨急时刻和落急时刻流速

大小变化等值线图，见图 3.2.1-15~图 3.2.1-16。通过分析可以发现：涨潮时，项目用海区域及其南北两侧海域流速减小，流速减小最大值为 -0.9cm/s ，项目用海区域东西两侧海域流速增大，流速增大值为 0.4cm/s ；落潮时，项目用海区域及其南北两侧海域流速减小，流速减小最大值为 -0.3cm/s ，项目用海区域东西两侧海域流速增大，流速增大值为 0.4cm/s 。

总体来说，项目工程用海区域及其附近海域工程前后潮流流速变化最大值为 0.9cm/s 左右，对周边的海洋动力环境影响相对较小。

图 3.2.1-11 工程前项目工程用海区域局部涨急流场图

图 3.2.1-12 工程前项目工程用海区域局部落急流场图

图 3.2.1-13 工程后项目工程用海区域局部涨急流场图

图 3.2.1-14 工程后项目工程用海区域局部落急流场图

图 3.2.1-15 工程前后涨急流速改变等值线图

图 3.2.1-16 工程前后落急流速改变等值线图

3.2.2 对波浪场环境的影响分析

本项目采用的半潜桁架式养殖平台是一种新型抗风浪绿色智能化养殖旅游综合装备，采用海工平台半潜式结构设计，四脚锚泊定位，具有良好的抗风浪能力，本项目属于开放式养殖用海，养殖设施均是透空式结构，水流可以自由通过，项目采用大抓力锚的锚泊系统，占用海域面积很小，因此，项目用海对波浪场环境影响很小。

3.2.3 对地形地貌与冲淤环境的影响分析

本项目采用的半潜桁架式养殖平台属于半潜式结构设计，四脚锚泊定位，具有良好的抗风浪能力，项目属于开放式养殖用海，养殖平台设施均是透空式结构，水流可以自由通过，项目采用大抓力锚的锚泊系统，占用海域面积很小，因此，项目用海对地形地貌与冲淤环境影响很小。

3.2.4 对水质环境的影响分析

3.2.4.1 施工期水质环境的影响分析

(1) 施工期悬浮物扩散对水质的影响分析

施工期水环境悬浮泥沙来源是养殖平台安装固定系统施工过程中产生的悬浮泥沙。产生量较小，且该海域水体交换能力较好，悬浮泥沙的浓度会在短时间内降低，施工结束后可以很快恢复至本底值。因此，只要采用合理的施工工艺，加强项目管理，悬浮泥沙对该海域水质环境质量的影响较小。

(2) 施工船舶含油废水和生活污水对水质环境的影响分析

根据工程施工方案，工程施工需采用拖船、起重船等施工船舶作业，将会产生一定量的含油废水和生活污水。因此，施工单位应加强施工船舶的管理和日常维护，施工船舶含油废水妥善收集处置交由具有油污水处理资质的单位处理，施工作业人员生活污水、施工船舶含油废水均不在项目区海域排放，不会对周围海域水质环境产生明显影响。

3.2.4.2 运营期水质环境的影响分析

网箱养殖主要依赖外源投饵来维持高产出，投喂的饵料不能完全被养殖的鱼类摄食，部分饵料在网外沉降过程中也会被网箱以外的鱼类采食，剩余的饵料将会在网箱附近海底沉积，饵料被鱼摄食后，不能完全被消化吸收的成分被排泄到水体中。残饵、鱼类排泄物将向区域水体中输入大量的氮、磷等营养物，将使区域水体中的 COD 及总氮、总磷增加。本次评价针对网箱养殖污染物在水体中的扩散进行模拟预测分析，具体如下：

① 污染物扩散模型

污染物浓度变化采用沿深度平均的二维平流—扩散模型，模拟污染物的浓度场，污染物（COD、总氮和总磷）的迁移转化方程如下：

$$\frac{\partial P}{\partial t} + u \frac{\partial P}{\partial x} + v \frac{\partial P}{\partial y} = \frac{1}{H} \frac{\partial}{\partial x} \left(HD_x \frac{\partial P}{\partial x} \right) + \frac{1}{H} \frac{\partial}{\partial y} \left(HD_y \frac{\partial P}{\partial y} \right) + S - KP$$

其中，

P 为污染物沿垂向平均的浓度；

u, v 分别为水体垂向平均后的 x, y 方向的流速；

H 为水深；

Dx, Dy 分别为 x, y 方向的分散系数；

K 为污染物的降解率；

S 为污染源强度。

② 养殖排污发生点位置

本项目工程根据养殖平台的大小将每一个养殖平台概化为 6 个点源，22 个养殖平台概化为 132 个点源，项目排污发生点位置见图 3.2.4-1。

图 3.2.4-1 项目排污源强点位置示意图

③ 养殖排污源强

网箱养殖的污染源强根据《第二次全国污染源普查产排污系数手册（农业源）》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 2-7-1、表

2-7-2 其他种类海水网箱养殖业产排污系数（海南），总氮产排污系数为 23.04g/kg，总磷产排污系数为 4.68g/kg，COD_{Mn} 产排污系数为 2.35g/kg。通过计算得到本项目养殖平台各污染物产生总量：COD_{Mn}34.05t/a，总氮 492.05 t/a，总磷 76.25 t/a。

本项目共有养殖平台 22 个，设置有 132 个污染物排放源，每个排放源污染物排放源强为：COD_{Mn}0.00818g/s，总氮 0.11821g/s，总磷 0.01832g/s。

④预测污染物浓度增量分布

本项目工程污染物 COD_{Mn}、总氮和总磷的全潮浓度增量包络线范围图见图 3.2.4-2~图 3.2.4-4。由模拟结果可知：本项目 COD_{Mn} 浓度增量最大值为 0.000918mg/L，总氮浓度增量最大值为 0.013278mg/L，总磷浓度增量最大值为 0.002058mg/L。

总磷、总氮包括了氮、磷的无机和有机形态，并且两种形态在一定状态下可以相互转化，但无机态和有机态间的相互转化受众多因素影响，不同海区，不同季节差异较大。活性磷酸盐、无机氮能被初级生产者直接利用，通常以活性磷酸盐、无机氮作为水质评价因子，网箱养殖引起的活性磷酸盐、无机氮增量以总磷、总氮完全转化的最大影响计，即无机氮浓度增量最大值为 0.015954 mg/L，活性磷酸盐浓度增量最大值为 0.003241 mg/L。

⑤养殖污染物对水质的影响

根据现状调查结果，本项目所在海域水质环境好，各航次所有检测要素均符合一类海水水质标准。项目所在海域 COD、无机氮、活性磷酸盐的本底值按历次调查中的最大值计，分别为 0.80 mg/L、0.0379 mg/L、0.0059 mg/L。又根据数模预测结果，本项目在运营期产生的养殖污染物的扩散范围主要集中在项目用海周边，在养殖满负荷情况下，水体中 COD、无机氮、活性磷酸盐浓度增量的最大值分别为 0.004065mg/L、0.015954mg/L、0.003241mg/L，叠加本底值，项目所在海域在养殖满负荷情况下，水体中 COD、无机氮、活性磷酸盐的最大值分别为 0.8041 mg/L、0.0539 mg/L、0.0091mg/L，远小于一类海水水质标准（标准限值分别为：COD≤2 mg/L；无机氮≤0.20 mg/L；活性磷酸盐≤0.015 mg/L）。

项目所处海域较为开阔，水动力条件较好，养殖引起的污染物扩散对水质的影响较小。

图 3.2.4-2 网箱养殖排污产生的 COD 浓度增量扩散范围

图 3.2.4-3 网箱养殖排污产生的总氮浓度增量扩散范围

图 3.2.4-4 网箱养殖排污产生的总磷浓度增量扩散范围

3.2.4.3 溢油影响分析

①溢油事故

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

②源项分析

在本项目工程建设过程中，施工船舶最大吨位大概为 500 吨，施工船舶在运输或者施工作业过程中，可能会导致船舶污染事故。在本模型计算中，模拟最大吨位的船舶的溢油事故，根据《船舶污染海洋环境风险评价技术规范（试行）》中的规定，500 吨级对应的操作性船舶污染事故溢油量对应为 5 吨，因此，本报告中模型计算的溢油量定为 5 吨。

本项目对施工船舶在运输或者施工作业时发生溢油事故进行模拟，溢油点设置两

个，分别位于项目工程南北两块区域，泄漏源强按 5 吨考虑，油品为柴油。假设柴油仓中 5 吨柴油在 1 小时内全部溢出，则溢油强度为 $Q=5000\text{kg}/1/3600\text{s}=1.39\text{kg/s}$ 。为方便预测计算，假设一个油粒子代表 5kg 的油料。也即由 1000 个油粒子代表 5 吨溢油量。由于溢油发生在不同地点时扩散范围差异较大，每个油粒子代表的溢油油膜面积和影响范围跟溢油点、溢油发生时间（涨潮、落潮）、风速、流速、波浪等因素有关，所以，每个油粒子代表的溢油油膜面积是一个受多因素影响的、不断变化的值。溢油模拟的情况只是一个大概的范围，具体的油膜范围受多种环境影响因子控制。

不可溶泄漏物多为油状液体，密度比水轻，在空气的蒸发或挥发以及在水中溶解性都很小。因此，当石油类物质溢散到水层表面时，就会发生各种变化，产生各种现象，反映出溢油的特征。首先发生的变化是快速扩散，同时产生挥发现象，挥发速度的快慢决定于石油的性质、天气状况和地形位置。溢油在自然界还可发生各种反应，如氧化反映、乳化作用、溶解作用、微生物降解等。各种反映之间都是相互关联的，这些现象和反应会造成溢油性质的改变，或者影响到水面除油的方法。因此，不可溶泄漏物溢出到海面以后，存在以下几种运动形态：

- 扩展 由于油品比水轻，将漂浮于水面。在初期阶段由于受重力和表面张力的作用而在水面上向四周散开，范围越扩越大。这个过程称为油的扩展。
- 漂移 是指油膜在海流、风、波浪、潮汐等因素的作用下引起的漂移。
- 分散 油品在海面形成油膜以后，受到破碎波的作用使一部分油品以油滴形式进入水中形成分散油。一部分油滴重新上升到水面，也有部分油滴从海面逸出而挥发到大气中。
- 乳化 由于机械动力，如涡旋、破碎浪花、湍流等因素，使油品和水激烈混合，形成油包水乳化物和水包油乳化物。
- 吸附沉淀 部分油品粘附在海水中的悬浮颗粒上，并随之沉到海底。
- 生物降解 海洋环境中的微生物对水中的油品有降解作用。

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

溢油在水体中的运动主要表现为两种过程：在平流作用下的整体位移和在剪流与湍流作用下的扩散。溢油自身的表面扩展过程持续时间很短，而持续时间较长的运动

形式主要表现为平流输运和湍流扩散。平流和湍流两种运动模式同时存在，通常称为“平流—扩散”问题。以往多数的研究方法都是基于各种类型的平流扩散方程的数值求解，这类数值方法的困难在于数值扩散问题，即数值离散引进的一种与物理扩散无关的伪扩散效应，可能存在数值扩散完全掩盖物理扩散的现象，使所得到的数值结果完全失真，不能描述真实的物理过程。

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

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

③溢油粒子漂移模型

本报告采用溢油粒子漂移模型进行预测。

油粒子模式为：假设油膜由油粒子为代表，所有油粒子在海流和风作用下作拉格朗日运动，某一油粒子其运动遵循下列运动方程控制：

原坐标为(X₀,Y₀)油粒子在 Δt 时间后漂移到坐标(X,Y)则

$$X = X_0 + u_i \times \Delta t + R_x$$

$$Y = Y_0 + v_i \times \Delta t + R_y$$

$$u_i = u_{ci} + \alpha w_{xi}$$

$$v_i = v_{ci} + \alpha w_{yi}$$

u_{ci} 和 v_{ci} 分布是坐标(X_i, Y_i)的海流东、北分量； w_{xi} 、 w_{yi} 为风速东、北分量， α 为风对油膜拖曳系数，采用 ECOMSI 公式，R 为随机扩散位移，同流速、流向、时间有关。

$$R_x = \beta u_{ci} \times (\alpha + 1/e')$$

$$R_y = \beta v_{ci} \times (\alpha + 1/e')$$

跟踪每一油粒子(X, Y)的位置，统计油粒子扫过的网格面积，可得油膜在各区域的面积。

④风险组合

在本报告中分别对大潮涨潮期和落潮期发生溢油泄漏事故的情况进行模拟计算，并选取常风向下的平均风情况下的溢油事件进行预测分析，项目工程所处海域的常风向主要是夏季的 SE 向风和冬季的 E 向风。所以，在本次溢油模拟中，主要考虑夏季常风向 SE 向和冬季常风向 E 向平均风情况下的溢油情况。各种组合如表 3.2.4-1。

表 3.2.4-1 预测风险组合

序号	溢油位置	溢油时刻
常风向	项目工程南部用海区域	大潮涨急
		大潮落急
		大潮涨急
		大潮落急
	项目工程北部用海区域	大潮涨急
		大潮落急
		大潮涨急
		大潮落急

⑤预测结果

根据模型预测，8 种风险组合条件下溢油事故发生后的油膜漂移轨迹及其扩散范围见图 3.2.4-5 和图 3.2.4-12(溢油轨迹旁边数字表示发生溢油后到达所在位置的时间，小时)，各风况下的油膜的扫海面积、抵达敏感区时间、抵达敏感区时溢油残留量和影响岸线长度情况见表 3.2.4-2~表 3.2.4-5。从计算结果可见，不同组合情况下油膜漂移轨迹有差异，油膜漂移主要取决于风况与潮流的共同作用。

从图 3.2.4-5 和图 3.2.4-6 以及表 3.2.4-2 中可以看出，在项目工程南部用海区域，在夏季平均风速(2.1m/s)SE 风向下，溢油发生于涨潮时，油膜向西南漂移，大约 6 小时后油膜向西北漂移，大约 19 小时后油膜抵达海棠湾中部沿岸海岸，受影响的岸线长度达 2.1km；溢油发生于落潮时，油膜向北偏东漂移，大约 6 小时后油膜向西南漂移，大约 18 小时后油膜向北偏西漂移，大约 32 小时后油膜向西偏南漂移，大约 37 小时油膜抵达海棠湾北部沿岸海岸，受影响的岸线长度达 1.2km。

从图 3.2.4-7 和图 3.2.4-8 以及表 3.2.4-3 中可以看出，在项目工程南部用海区域，在冬季平均风速(2.4m/s)E 风向下，溢油发生于涨潮时，油膜向西南漂移，大约 6 小时后油膜向西北漂移，大约 10 小时后油膜抵达后海东部海域，部分油膜抵岸，其他油膜从后海北侧海域继续向西漂移，大约 17 小时后油膜抵达后海西北侧沿岸海岸，受影响的岸线长度达 2.5km；溢油发生于落潮时，油膜向北偏东漂移，大约 6 小时后油膜向

西南漂移，大约 12 小时后油膜又向南偏西漂移，大约 19 小时后油膜向西漂移，大约 30 小时后油膜抵达皇后湾沿岸海岸，受影响的岸线长度达 1.8km。

从图 3.2.4-9 和图 3.2.4-10 以及表 3.2.4-4 中可以看出，在项目工程北部用海区域，在夏季平均风速(2.1m/s)SE 风向下，溢油发生于涨潮时，油膜向西偏南漂移，大约 5 小时后油膜开始向北偏东漂移，大约 16 小时后油膜又向西漂移，大约 31 小时后油膜抵达海棠湾北部沿岸海岸，受影响的岸线长度达 1.6km；溢油发生于落潮时，油膜向北漂移，大约 6 小时后油膜向西偏南漂移，大约 19 小时后油膜向北漂移，大约 28 小时后油膜抵达海棠湾北部沿岸海岸，受影响的岸线长度达 1.4km。

从图 3.2.4-11 和图 3.2.4-12 以及表 3.2.4-5 中可以看出，在项目工程北部用海区域，在冬季平均风速(2.4m/s)E 风向下，溢油发生于涨潮时，油膜先往西偏南漂移，大约 6 小时后油膜向西漂移，大约 16 小时后油膜又向西南漂移，大约 31 小时后油膜抵达海棠湾南部沿岸海岸，受影响的岸线长度达 0.6km；溢油发生于落潮时，油膜先往北偏西漂移，大约 4 小时后油开始向西南漂移，大约 20 小时后油膜又向西北漂移，大约 24 小时后油膜向西偏南漂移，如此反复，大约 72 小时后油膜抵达海棠湾南部沿岸海岸，受影响的岸线长度达 1.5km。

图 3.2.4-5 南部用海区域夏季平均风涨潮时溢油漂移路径及扩散范围 (SE, 2.1m/s)

图 3.2.4-6 南部用海区域夏季平均风落潮时溢油漂移路径及扩散范围 (SE, 2.1m/s)

图 3.2.4-7 南部用海区域冬季平均风涨潮时溢油漂移路径及扩散范围 (E, 2.4m/s)

图 3.2.4-8 南部用海区域冬季平均风落潮时溢油漂移路径及扩散范围 (E, 2.4m/s)

图 3.2.4-9 北部用海区域夏季平均风涨潮时溢油漂移路径及扩散范围 (SE, 2.1m/s)

图 3.2.4-10 北部用海区域夏季平均风落潮时溢油漂移路径及扩散范围 (SE, 2.1m/s)

图 3.2.4-11 北部用海区域冬季平均风涨潮时溢油漂移路径及扩散范围 (E, 2.4m/s)

图 3.2.4-12 北部用海区域冬季平均风落潮时溢油漂移路径及扩散范围 (E, 2.4m/s)

表 3.2.4-2 南部用海区域夏季常风向 SE 向平均风下油膜漂移扩散影响及其扩散范围(km²)

表 3.2.4-3 南部用海区域冬季常风向 E 向平均风下油膜漂移扩散影响及其扩散范围(km²)

表 3.2.4-4 北部用海区域夏季常风向 SE 向平均风下油膜漂移扩散影响及其扩散范围(km²)

表 3.2.4-5 北部用海区域冬季常风向 E 向平均风下油膜漂移扩散影响及其扩散范围(km²)

⑥风险分析

从溢油漂流轨迹和扫海面积可以看出，在项目工程南部用海区域，在夏季常风向 SE 向平均风下，涨潮时溢油油膜主要对海棠湾中部沿岸海岸产生影响，落潮时溢油油膜主要对海棠湾北部沿岸海岸产生影响；在冬季常风向 E 向平均风下，涨潮时溢油油膜主要是对后海东侧和西北侧沿岸海岸影响，涨潮时溢油油膜主要是皇后湾沿岸海岸产生影响。在项目工程北部用海区域，在夏季常风向 SE 向平均风下，油膜主要对海棠湾北部沿岸海岸产生影响；在冬季常风向 E 向平均风下，油膜主要是海棠湾南部沿岸海岸产生影响。

因此，在发生溢油时，应当及时采取相应措施防止溢油扩散，最大限度地减少溢油污染对海洋环境的影响。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。

3.2.5 对沉积物环境的影响分析

本项目主要养殖方式为网箱养殖，主要污染物为鱼类的排泄物及残余饵料，对沉积物环境的污染因素主要为有机质和营养盐等直接影响因素，以及溶解氧、硫化物、底质厚度增加等间接影响因素。

由于网围精养采取高密度放养，并大量投喂外源性饵料、肥料，排泄物增加，致使水中氮磷猛增，透明度下降，水质恶化，底质污染严重，水体富营养化加重，病害增加。

深水网箱浸没于水中，随着附着生物的附着，网箱网目堵塞，网箱内的水环境由水交换良好、与周围环境相似的环境，逐步演变成为不同于附近水域环境的、相对独立的小环境，网箱的水体交换减少，网箱与周围环境物质交换和能量交换减少，养殖废物在网箱内堆积，养殖环境变差、恶化。深水网箱养殖投饵料等生产活动对生态环境产生了重要影响，大量人工饲料的喂养、有机肥料的施加及生物排泄物和残骸构成了水中有机物的主体。残饵和粪便等所溶出的营养盐和有机质是影响养殖水环境营养水平以及造成水域污染的重要因子。有机物沉积于水底，经过过程分解生成的物质溶于水，成为二次有机污染源，大大促进了环境的恶化。

选址于开阔水域，沉积物的有机物污染和水体的富营养化的自然修复主要靠水相和沉积物中微生物的矿化和硝化、反硝化等分解作用。就目前的海水养殖实践经验而

言，开阔的养殖海域不易发生富营养化。项目选址三亚市海棠湾海域，处于海棠湾渔业用海区，所在海域水动力条件良好，水流通畅，水质清新，因此项目实施对沉积物环境的底质厚度影响较小，发生有机物污染、水体富营养化等的可能性很小。

项目选址于开阔水域，水动力条件良好，采用生态养殖方式，优化养殖结构，降低养殖密度，尽量降低人工饵料使用量，运营期产生的各项污染物经收集上岸处理。在此条件下，项目运营期养殖活动对沉积物环境的影响均较小。

3.2.6 对海洋生态的影响分析

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。

(1) 对浮游植物的影响

从水生生态角度来看，施工水域内局部区域悬浮物增加，水体透明度下降，从而使溶解氧含量降低，对水生生物产生诸多的负面影响。最直接的影响是削弱了水体的真光层厚度，对浮游植物的光合作用产生不利影响，进而妨碍浮游植物的细胞分裂和生长，降低单位水体浮游植物数量，导致局部水域内初级生产力水平降低，使浮游植物生物量降低。由于项目施工产生的悬浮泥沙量很小，扩散范围相对很小，且影响持续时间较短，因此，项目建设悬浮泥沙扩散对浮游生物影响很小。

饲料被鱼摄食后，不能完全被消化吸收的蛋白成分被排泄到水体中，残饵中的蛋白也会被遗留在水体中，从而造成水体中氮含量的累积，而氮是生物所必需的元素，是海洋生态系统所必需的元素，也是海洋生态系或富营养生态系的限制性元素之一。水体中有丰富的无机氮，能促进浮游植物生长旺盛。

同时，饲料被鱼摄食后，不能完全被消化吸收的磷也被排泄到水体中，另外，残饵中的磷也会遗留到水体中，从而造成水体中磷含量的累积。在水生生态系统中，磷以颗粒态及溶解态两种方式存在。生物一般只利用溶解态的磷酸盐，但其在水体中的浓度很低。在网箱养殖中，磷的来源主要是饲料及粪便，高密度的鱼类养殖常造成环境中磷浓度的增加。其中颗粒态形式的大部分磷最终沉积到海底，磷在沉积物中可以被底栖生物利用或重新悬浮进入水体中而再被生物利用，但所占比例很少，剩下大部分的磷积累于海底。项目网箱养殖的排污量不大，但由于磷往往是浮游植物生长的限

制因子，其对浮游植物的影响不容忽视。

网箱养殖过程中产生的氮、磷、悬浮物、碳含量的增加，对水域生态系直接的影响就是导致水体中溶解氧含量的下降，能够间接影响并诱发赤潮的发生。

(2) 对浮游动物的影响

投放锚系等固定系统会产生局部浑浊，这将使阳光的透射率下降，从而使得该水域内的游泳生物迁移别处，浮游生物将受到不同程度的影响，尤其是滤食性浮游动物和营光合作用的浮游植物受到的影响较大，这主要是由于施工作业引起的水中悬浮物增加，悬浮颗粒会粘附在动物体表，干扰其正常的生理功能，滤食性游泳动物及鱼类会吞食适当粒径的悬浮颗粒，造成内部消化系统紊乱。

(3) 对底栖生物的影响

施工过程中，大抓力锚投放产生的悬浮泥沙将轻度改变施工水域底质环境，但影响较小，且持续时间较短，绝大多数种类诸如贝类、多毛类、线虫类等都将得以存活。项目采用抓力锚，占用海域面积较小，对底栖生物破坏程度较小。

鱼饲料成分中粗蛋白、脂肪、纤维等碳的含量均较高，会造成水体中碳含量的累积。一般情况下，碳不是水生生物生长的限制性因素，水体中碳的负荷大小与水体的碳输入、输出过程有关，如沉积、再悬浮、生物扰动、细菌降解及摄食等。水体中碳增加的影响有正负两方面，初期将会促进底栖生物群落的发展，但长期的高碳负荷会引起高的细菌丰度，即养殖区水体中的大量有机物质的存在会造成生物分解的加剧，导致水体中溶解氧含量下降，不管养殖时间长短，养殖区水体中的溶解氧及化学需氧量都会受到一定程度的影响。当水体中的溶解氧达到临界浓度(<4mg/l)以下时，就会抑制生物的生长。

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增长。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。

(4) 对渔业资源的影响

网箱养殖活动对分布于养殖区附近的自然鱼群存在正反两个方面的影响。一方面，在贫营养水域，养殖活动造成的初级生产力提高以及养殖过程产生的残饵为一些土著鱼种提供了丰富的饵料来源，使一些土著物种的存活率和生长速率上升，提高了

当地天然水域的渔业生产力；另一方面，网箱养殖活动造成的富营养化在提高水体初级生产力的同时也会对野生鱼群的生存带来威胁，处于富营养化水体中的鱼体罹患真菌病的几率更大，养殖鱼类爆发的疾病同样会经由各种途径，如从网箱中逃逸，传播给野生鱼群，水体富营养化极易引发赤潮，易导致鱼群缺氧而死；此外，养殖鱼类逃逸，本土的低营养级物种将面临被大量捕食的风险，同时也会与土著种中的相同营养级鱼类竞争生态位（高勤峰等，2019）。

在养殖过程中，规范操作，防止养殖生物逃逸，科学喂养，控制养殖密度，防止大规模鱼病，可很大程度上减小网箱养殖对野生鱼群的影响。

项目运营期为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，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正面效应。

3.2.7 对珊瑚礁的影响分析

3.2.7.1 施工期对珊瑚礁影响分析

项目论证范围内周边的珊瑚主要分布主要分布在蜈支洲岛沿岸、后海角至铁炉角以及土福湾至赤岭一带，项目北区与赤岭珊瑚礁区的最近距离约 3.6 km，与蜈支洲岛珊瑚礁区的最近距离约 1.1km；项目南区与蜈支洲岛珊瑚礁区的最近距离约 0.9 km，与后海角珊瑚礁区的最近距离约 2.4 km，与铁炉角珊瑚礁区的最近距离约 2.9 km。施工期水环境悬浮泥沙来源是养殖平台安装固定系统施工过程中产生的悬浮泥沙，产生量较小，且该海域水体交换能力较好，悬浮泥沙的浓度会在短时间内降低，施工结束后可以很快恢复至本底值，项目施工产生的悬浮泥沙不会扩散至珊瑚分布区。施工过程中严格控制作业范围内，施工船舶不得在珊瑚礁区抛锚，施工船舶生活污水、含油污水及固废收集处理，严禁向海排放。项目施工基本不会对珊瑚礁产生不良影响。

3.2.7.2 运营期对珊瑚礁影响分析

项目论证范围内周边的珊瑚主要分布主要分布在蜈支洲岛沿岸、后海角至铁炉角以及土福湾至赤岭一带，项目北区与赤岭珊瑚礁区的最近距离约 3.6 km，与蜈支洲岛珊瑚礁区的最近距离约 1.1km；项目南区与蜈支洲岛珊瑚礁区的最近距离约 0.9 km，与后海角珊瑚礁区的最近距离约 2.4 km，与铁炉角珊瑚礁区的最近距离约 2.9 km。网箱养殖过程中氮、磷等营养物质的输入会通过直接或间接两种方式对珊瑚礁生态系统产

生影响。直接影响主要是通过影响珊瑚—虫黄藻共生系统的生理活动对珊瑚礁生态系统的健康产生影响，例如降低珊瑚的生长率和繁殖率或者增加珊瑚共生系对白化现象和疾病的易感性；间接影响是通过刺激造礁藻的生长或者促进珊瑚礁不常见的营养性藻类变成优势种，从而改变珊瑚礁生态系统的群落结构（江志坚等，2010）。

根据数模预测，网箱养殖产生的污染物，在海水中的增量整体较小，且增量区域主要集中在养殖区，对珊瑚分布区的水质影响较小。残饵和鱼粪等比重较大，不易在水体中扩散，多沉降在网箱下方，但受潮流携带、沉积物再悬浮以及野生鱼类觅食扰动的影响，网箱养殖过程中产生的有机质可能会扩散到更远的区域，其扩散范围可达300~500 m（蒋增杰等，2012）。项目所在海域潮流整体呈现旋转流形态，也存在一定的往复流趋势，网箱养殖过程中产生的有机质会向四周扩散，而离本项目最近的珊瑚礁分布区位于本项目北侧0.9 km处，网箱养殖产生的残饵和鱼粪颗粒在短期内基本不会扩散到珊瑚礁分布区，对珊瑚礁生态系统的影响整体较小，但随养殖时间的加长，沉积物中有机质的累积释放，影响范围可能进一步扩大，因此，仍需加强对珊瑚礁分布区的跟踪监测，以防项目营运对珊瑚礁生态系统的影响。如图3.2.7-1所示。

3.2.8 对海草床的影响分析

3.2.8.1 施工期对海草床影响分析

项目论证范围内周边的海草主要分布在项目周边的海草床主要分布在后海沿岸、铁炉港以及赤岭英州河出海口。赤岭英州河口海草床与项目北区的最近距离约4.8 km。铁炉港内海草床与项目南区的最近距离约8km。后海沿岸的海草分区与项目南区的最近距离约3.3 km。施工期水环境悬浮泥沙来源是养殖平台安装固定系统施工过程中产生的悬浮泥沙，产生量较小，且该海域水体交换能力较好，悬浮泥沙的浓度会在短时间内降低，施工结束后可以很快恢复至本底值，项目施工产生的悬浮泥沙不会扩散至海草分布区。施工过程中严格控制作业范围内，施工船舶不得在海草分布区抛锚，施工船舶生活污水、含油污水及固废收集处理，严禁向海排放。项目施工基本不会对海草床产生不良影响。

3.2.8.2 运营期对海草床影响分析

项目论证范围内周边的海草主要分布在项目周边的海草床主要分布在后海沿岸、铁炉港以及赤岭英州河出海口。赤岭英州河口海草床与项目北区的最近距离约4.8

km。铁炉港内海草床与项目南区的最近距离约 8km。后海沿岸的海草分区与项目南区的最近距离约 3.3 km。网箱养殖过程中溶解态的氮、磷等营养物质输入水体，营养盐的输入能为海草的生长、繁殖提供物质支撑，但过量的营养盐负荷会引起浮游植物、附生藻类和大型藻类的大量繁殖，造成对海草的光限制，而导致海草床的退化（刘松林等，2017）。

根据数模预测分析，网箱养殖产生的污染物，在海水中的增量整体较小，且增量区域主要集中在养殖区，基本不会对海草分布区的水质产生影响。残饵和鱼粪等比重较大，不易在水体中扩散，多沉降在网箱下方，但受潮流携带、沉积物再悬浮以及野生鱼类觅食扰动的影响，网箱养殖过程中产生的有机质可能会扩散到更远的区域，其扩散范围可达 300~500 m。本项目距离海草分布区最近为 4.8km，网箱养殖产生的残饵和鱼粪颗粒基本不会扩散到海草分布区。如图 3.2.7-1 所示。因此，本项目运营对海草床生态系统的影响整体较小。

图 3.7.2-1 项目运营期养殖污染物扩散范围与珊瑚礁、海草床分布区及项目周边用海活动叠置图

3.2.9 对项目区通航环境的影响分析

本项目位于海棠湾近岸海域，毗邻蜈支洲岛外海侧，距离赤岭渔港约 5.5 km，项目依托陵水赤岭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。项目施工期网箱材料运输船舶海上施工作业将占用一定的海域空间，同时物料运输船等往返于码头至施工现场，加大了海域的通航密度，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，同时饵料运输和投放及收获季节均有一定数量船只进出，尤其是大雾天气期间，有可能发生船只碰撞或者附近船只与项目养殖区相撞等事故。

因此建议项目施工阶段，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。

最后，建议业主单位应针对本项目用海情况作通航安全影响分析，并制定相应通航安全措施和方案。

通过采取上述措施后，项目用海对周边通航环境影响降至最低程度。

4 海域开发利用协调分析

4.1 海域开发利用现状

4.1.1 社会经济概况

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

全市实现地方一般公共预算收入147.42亿元，同比增长（按新口径计算，下同）23.4%。其中，税收收入105.96亿元，同比增长30.6%；非税收收入41.45亿元，同比增长8.3%。全年居民消费价格指数（CPI）同比增长0.5%。全市年末户籍人口757674人，比上年末增加26584人。

全年农林牧渔业总产值159.32亿元，按可比价计算，同比增长4.1%。全年全市规上工业总产值129.54亿元，同比增长64.7%。全年全市建安工程投资同比增长8.9%。建筑业增加值94.17亿元，同比增长1.1%。全年全市固定资产投资同比增长3.7%。其中，房地产投资同比下降3.4%；非房地产投资同比增长8.7%。全年全市房地产投资同比下降3.4%。房屋施工面积1258.34万平方米。

全年全市社会消费品零售总额492.88亿元，同比增长14.0%。凤凰机场旅客吞吐量2177.58万人次，同比增长128.9%。其中进港1094.60万人次，同比增长129.1%。凤凰机场飞行134716班次，同比增长82.2%。全年全市邮政行业寄递业务量累计完成4347.68万件，同比增长25.5%。

全年全市接待过夜游客人数2571.18万人次，同比增长95.6%。其中，过夜国内游客2541.47万人次，同比增长95.0%；过夜入境游客29.72万人次，同比增长159.1%。全年旅游总收入896.64亿元，同比增长106.3%。年末全市金融机构本外币存款余额2014.75亿元，同比增长4.3%。全市保险业原保险保费收入30.34亿元，同比增长9.1%。

全市共有各类学校431所（不含特殊教育），其中，普通高等院校6所，与上年持平；中等职业教育学校3所，与上年持平；普通中学52所，与上年持平；小学117

所，比上年增加 2 所；幼儿园 253 所，比上年增加 12 所。全市共有公共图书馆 1 个，文化艺术馆 1 个，博物馆 7 个，剧场（影剧院）19 个，各类艺术表演团队 46 个。

全年城乡居民人均可支配收入 39799 元，同比增长 6.1%。全年城镇新增就业人员 45101 人，农村劳动力转移就业 6737 人，下岗失业再就业 5188 人，就业困难人员再就业 1539 人。城镇职工基本养老保险实际参保人数 485808 人，增加 39066 人；工伤保险参保人数 302984 人，增加 9229 人；城乡居民养老保险实际参保人数 241600 人，增加 5483 人。全年完成保障性住房投资（含安居性商品房 32.91 亿元。开工建设保障性住房 5000 套。

全市现有生活垃圾处理设施 9 个，城镇生活垃圾日处理能力 3150 吨。城镇生活垃圾无害化处理率 100%；生活垃圾渗滤液达标处理率 100%。拥有污水处理厂 17 个，城镇生活污水集中处理达标量 12908.26 万吨，城镇生活污水集中处理率 100%。全年空气质量达标（AQI≤100）364 天，达标率 99.7%。细颗粒物（PM_{2.5}）平均浓度 11 微克/立方米，可吸入颗粒物（PM₁₀）平均浓度 23 微克/立方米。

4.1.2 海域使用现状

本项目用海位于三亚市海棠湾海域，项目周边海域开发利用程度相对较高，根据海南省海域使用动态监管中心的数据和现场勘查的结果分析，本项目论证范围内的海域开发利用活动主要有旅游娱乐用海、渔业用海、交通运输用海、特殊用海、海底工程用海和其他用海。

（1）旅游娱乐用海

①土福湾赤岭渔村岸线修复整治工程：位于陵水县土福湾沿岸海域，权属于陵水黎族自治县渔政渔监管站，为旅游基础设施用海，属于公益性用海，项目用海面积为 0.7965 公顷，用海方式为透水构筑物、非透水构筑物，与本项目用海区最近距离约 5.2km。

②海滩侵蚀地块防护工程：位于陵水县土福湾沿岸海域，权属于海南万通房地产有限公司，为旅游基础设施用海，属于经营性用海，项目用海面积为 1.5426 公顷，用海方式为非透水构筑物，与本项目用海区最近距离约 5.4km。

③陵水年代商贸发展有限责任公司上福湾休闲渔业和珊瑚礁生态观光：位于陵水县土福湾近岸海域，权属于陵水年代商贸发展有限责任公司，该用海为游乐场用海，属于经营性用海，项目用海面积为 4 公顷，用海方式为游乐场，与本项目用海区最近

距离约 5.7km。

④蜈支洲岛滨海旅游娱乐项目：位于三亚市海棠湾蜈支洲岛北部及西部沿海，权属于海南蜈支洲旅游开发股份有限公司，主要用海类型为旅游基础设施用海、游乐场用海、浴场用海，属于经营性用海，项目用海面积为 23.6999 公顷，用海方式为透水构筑物、开游乐场、浴场，与本项目用海区最近距离约 1.5km。

⑤蜈支洲岛旅游区基地码头工程项目：位于三亚市海棠区藤海村沿岸海域，权属于海南蜈支洲旅游开发股份有限公司，为旅游基础设施用海，属于经营性用海，项目用海面积为 3.981 公顷，用海方式为透水构筑物、港池、蓄水等，与本项目用海区最近距离约 3.7km。

⑥三亚后海湾旅游娱乐用海项目：位于三亚市海棠区后海湾沿岸海域，权属于三亚森旅投资有限公司，主要用海类型为旅游基础设施用海、游乐场用海、浴场用海，属于经营性用海，项目用海面积为 49.7238 公顷，用海方式为透水构筑物、开游乐场、浴场，与本项目用海区最近距离约 4.2km。

（2）渔业用海

①三亚蜈支洲岛旅游区人工鱼礁项目：位于三亚市海棠湾蜈支洲岛附近海域，权属于海南蜈支洲旅游开发股份有限公司，为人工鱼礁用海，属于经营性用海，主要投放集鱼型人工鱼礁，建设东鱼礁群（生态型人工鱼礁区）和西鱼礁群（开放型人工鱼礁区）。东、西两个人工鱼礁区面积同为 33.3750 公顷，项目用海总面积为 66.7500 公顷，用海方式为透水构筑物、开放式养殖，与本项目用海区最近距离约 0.5km。

②蜈支洲岛海洋牧场二期项目：位于三亚市海棠湾蜈支洲岛近岸周边海域，离蜈支洲岛最近距离约为 300m。权属于海南蜈支洲旅游开发股份有限公司，主要用海类型为渔业基础设施用海、开放式养殖用海，面积分别为 39.5833 公顷、150.4204 公顷，项目用海总面积为 190.0037 公顷，属于经营性用海，用海方式为透水构筑物、开放式养殖，与本项目用海区最近距离约 0.6km。

（3）交通运输用海

①海南省环岛旅游公路陵水土福湾至三亚海棠湾通道工程（藤桥东河段）：位于三亚市海棠区海南省环岛旅游公路的藤桥东河河口区域路段，权属于三亚市交通运输局，为路桥用海，属于公益性用海，项目用海面积为 0.5669 公顷，用海方式为跨海桥梁、海底隧道等，与本项目用海区最近距离约 7.4km。

(4 特殊用海

①国家海洋局海口海洋环境监测中心站陵水观测点验潮井及配套工程：位于陵水土福湾近岸海域，权属于国家海洋局海口海洋环境监测中心站，为科研教学用海，属于公益性用海，项目用海面积为 0.0865 公顷，用海方式为透水构筑物，与本项目用海区最近距离约 5.4km。

(5 海底工程用海、其他用海

①晋合海棠湾度假酒店海水泳池取排水工程项目：位于海棠湾沿岸，权属于三亚晋合置业有限公司，为电缆管道用海，属于经营性用海，项目用海面积为 2.249 公顷，用海方式为取、排水口，与本项目用海区最近距离约 4.8km。

②三亚海棠湾亚特兰蒂斯项目海洋取水排水工程：位于海棠湾沿岸，权属于海南亚特兰蒂斯商旅发展有限公司，为电缆管道用海，属于经营性用海，项目用海面积为 3.8657 公顷，用海方式为海底电缆管道，与本项目用海区最近距离约 4.2km。

③三亚市海棠湾旅游休闲娱乐区南部取排水工程项目：位于海棠湾沿岸，权属于三亚海昌梦幻不夜城发展有限公司，为电缆管道用海，属于经营性用海，项目用海面积为 1.8586 公顷，用海方式为海底电缆管道，与本项目用海区最近距离约 3.8km。

④三亚天房酒店管理有限公司用海：位于海棠湾沿岸，权属于三亚天房酒店管理有限公司，为其他用海，属于经营性用海，项目用海面积为 0.2125 公顷，用海方式为取、排水口，与本项目用海区最近距离约 5.2km。

4.1.3 海域使用权属

根据海南省海域使用动态监管中心的数据和现场勘查情况进行图表绘制和统计，本项目论证范围内的海域开发使用现状，如图 4.1-1 所示。海域使用权属情况详见表 4.1-1。

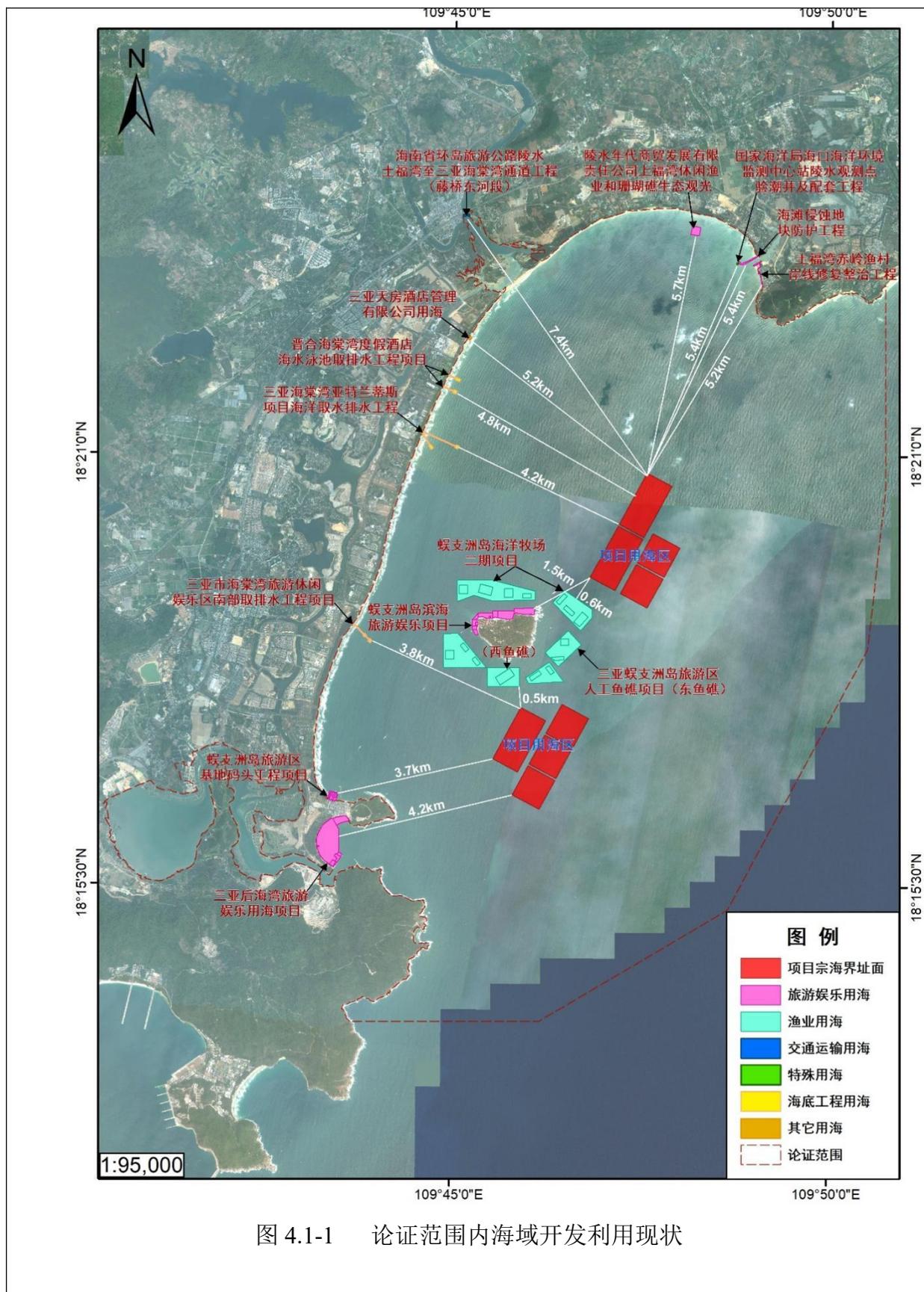


图 4.1-1 论证范围内海域开发利用现状

表 4.1-1 论证范围内海域使用权属表

序号	用海项目	权属人	用海类型	用海方式	用海面积	用海期限	与项目位置关系	状况备注
1	土福湾赤岭渔村岸线修复整治工程	陵水黎族自治县渔政渔监管理站	旅游娱乐用海	透水构筑物、非透水构筑物	0.7965公顷	未过期	项目用海区东北侧约 5.2km	已经使用
2	海滩侵蚀地块防护工程	海南万通房地产有限公司	旅游娱乐用海	非透水构筑物	1.5426公顷	未过期	项目用海区东北侧约 5.4km	已经使用
3	陵水年代商贸发展有限责任公司上福湾休闲渔业和珊瑚礁生态观光	陵水年代商贸发展有限责任公司	旅游娱乐用海	游乐场	4公顷	未过期	项目用海区北侧约 5.7km	已经使用
4	蜈支洲岛滨海旅游娱乐项目	海南蜈支洲旅游开发股份有限公司	旅游娱乐用海	透水构筑物、游乐场、浴场	23.6999公顷	未过期	项目用海区西侧约 1.5km	已经使用
5	蜈支洲岛旅游区基地码头工程项目	海南蜈支洲旅游开发股份有限公司	旅游娱乐用海	透水构筑物、港池、蓄水等	3.981公顷	未过期	项目用海区西南侧约 3.7km	已经使用
6	三亚后海湾旅游娱乐用海项	三亚森旅投资有限公司	旅游娱乐用海	透水构筑物、游乐场、浴场	49.7238公顷	未过期	项目用海区西南侧约 4.2km	已经使用

三亚市海棠湾海域深远海养殖整体用海项目海域使用论证报告表

	目							
7	三亚蜈支洲岛旅游区人工鱼礁项目	海南蜈支洲旅游开发股份有限公司	渔业用海	透水构筑物、开放式养殖	66.75公顷	未过期	项目用海区西侧约0.5km	已经使用
8	蜈支洲岛海洋牧场二期项目	海南蜈支洲旅游开发股份有限公司	渔业用海	透水构筑物、开放式养殖	190.0037公顷	未过期	项目用海区西侧约0.6km	已经使用
12	海南省环岛旅游公路陵水土福湾至三亚海棠湾通道工程(藤桥东河段)	三亚市交通运输局	交通运输用海	跨海桥梁、海底隧道等	0.5669公顷	未过期	项目用海区西北侧约7.4km	已经使用
13	国家海洋局海口海洋环境监测中心站陵水观测点验潮井及配套工程	国家海洋局海口海洋环境监测中心站	特殊用海	透水构筑物	0.0865公顷	未过期	项目用海区东北侧约5.4km	已经使用
9	晋合海棠湾度假酒店海水泳	三亚晋合置业有限公司	海底工程用海	取、排水口	2.249公顷	未过期	项目用海区西北侧约4.8km	已经使用

三亚市海棠湾海域深远海养殖整体用海项目海域使用论证报告表

	池取排水 工程项目							
1 0	三亚海棠 湾亚特兰 蒂斯项目 海洋取水 排水工程	海南亚特 兰蒂斯商 旅发展有 限公司	海底 工程 用海	海底电缆 管道	3.8657 公顷	未过 期	项目用海 区西侧约 4.2km	已经 使用
1 1	三亚市海 棠湾旅游 休闲娱乐 区南部取 排水工程 项目	三亚海昌 梦幻不夜 城发展有 限公司	海底 工程 用海	海底电缆 管道	1.8586 公顷	未过 期	项目用海 区西侧约 3.8km	已经 使用
1 4	三亚天房 酒店管理 有限公司 用海	三亚天房 酒店管理 有限公司	其他 用海	取、排水 口	0.2125 公顷	未过 期	项目用海 区西北侧 约 5.2km	已经 使用

4.2 项目用海对海域开发活动的影响分析

根据项目用海的资源生态影响分析内容，项目用海对周边海域开发利用活动的影响主要有两方面，一方面是项目施工产生悬浮泥沙对用海活动区的海水水质的影响；另一方面是项目用海对项目毗邻的用海活动的影响。本项目属于渔业用海，用海方式为开放式养殖，不改变海域自然属性，根据数模计算，总体来说，项目工程用海对周边的海洋动力环境影响相对较小，项目建成后对周边海区地形地貌与冲淤环境的影响也相对很小。

项目论证范围内海域开发利用活动较多，主要包括旅游娱乐用海、渔业用海、交通运输用海、特殊用海、海底工程用海和其他用海。根据项目用海资源生态影响和施工工艺等分析，并结合项目周边海域开发利用现状，绘制了资源生态影响范围与开发利用现状的叠置分析图，如图 4.2-1。

1、项目对旅游用海项目的影响分析

根据海域使用权属现状分析，本项目论证范围内的旅游娱乐用海项目总共有 6 宗用海，其中位于土福湾、海棠湾沿岸和近岸的土福湾赤岭渔村岸线修复整治工程、海滩侵蚀地块防护工程、陵水年代商贸发展有限责任公司上福湾休闲渔业和珊瑚礁生态观光、蜈支洲岛旅游区基地码头工程项目、三亚后海湾旅游娱乐用海项目与本项目相对较远，距离分别在 3.7km~5.7km 之间。根据资源生态影响范围与开发利用现状的叠置图分析，施工期对水质环境的影响并未扩散到上述用海区域，因此，本项目用海不会对上述的旅游娱乐用海活动造成影响。

蜈支洲岛滨海旅游娱乐项目位于三亚市海棠湾蜈支洲岛北部及西部沿海，与本项目用海区最近距离约 1.5km，相对较近，其主要用海类型为旅游基础设施用海、游乐场用海和浴场用海，用海方式为透水构筑物、开游乐场、浴场等。根据叠置图可知，施工期对水质环境的影响并未扩散到其用海区域，本项目运营期，污染物 COD、总氮、总磷浓度最大值都远小于相应的一类海水水质标准值，对项目海域水质环境影响小。因此，本项目的实施对蜈支洲岛滨海旅游娱乐项目产生影响非常小。

2、项目对渔业用海项目的影响分析

根据海域使用权属现状分析，项目论证范围内的渔业用海项目主要为三亚蜈支洲岛旅游区人工鱼礁项目和蜈支洲岛海洋牧场二期项目，与本项目的距离相对较

近。根据潮流数模结果，项目工程用海区域及其附近海域工程前后潮流流速变化最大值为 0.9cm/s 左右，对周边的海洋动力环境影响相对较小。本项目在运营期产生的养殖污染物的扩散范围主要集中在项目用海周边，在养殖满负荷情况下，水体中 COD、无机氮、活性磷酸盐浓度增量的最大值分别为 0.004065mg/L、0.015954mg/L、0.003241mg/L，叠加本底值，项目所在海域在养殖满负荷情况下，水体中 COD、无机氮、活性磷酸盐的最大值分别为 0.8041 mg/L、0.0539 mg/L、0.0091mg/L，远小于一类海水水质标准（标准限值分别为：COD \leq 2 mg/L；无机氮 \leq 0.20 mg/L；活性磷酸盐 \leq 0.015 mg/L）。完全满足所在功能区的水质要求，对项目海域水质环境影响小。因此，项目用海对上述渔业用海活动影响很小。

3、项目对交通运输用海项目的影响分析

项目论证范围内的交通运输用海主要是与本项目用海距离约 7.4km 的海南省环岛旅游公路陵水土福湾至三亚海棠湾通道工程（藤桥东河段），用海类型为路桥用海，用海方式为跨海桥梁、海底隧道等，根据数模分析，本项目施工产生的悬浮泥沙均不会扩散至该用海区域，根据运营期养殖污染物扩散预测结果，污染物 COD、总氮、总磷浓度最大值都远小于相应的一类海水水质标准值，项目用海对其影响非常小，所以本项目的实施不会对其产生影响。

4、项目对特殊用海项目的影响分析

项目论证范围内的特殊用海主要是国家海洋局海口海洋环境监测中心站陵水观测点验潮井及配套工程，距离本项目 5.4km，位于陵水土福湾近岸海域，权属于国家海洋局海口海洋环境监测中心站，为科研教学用海，项目用海面积为 0.0865 公顷，用海方式为透水构筑物。本项目施工产生的悬浮泥沙均未扩散至该用海区域，不会对其产生影响。而且根据本项目运营期养殖污染物扩散预测结果，污染物 COD、总氮、总磷浓度最大值都远小于相应的一类海水水质标准值，项目用海对其影响较小。

5、项目对海底工程用海、其他用海项目的影响分析

根据海域使用权属现状分析，项目用海距离论证范围内的海底工程用海、其他用海项目的用海区距离相对较远，根据潮流数模结果，项目工程用海区域及其附近海域工程前后潮流流速变化最大值为 0.9cm/s 左右，对周边的海洋动力环境影响相对较小；施工期水环境悬浮泥沙来源是养殖平台安装固定系统施工过程中产生的悬

浮泥沙，产生量较小，且该海域水体交换能力较好，悬浮泥沙的浓度会在短时间内降低，施工结束后可以很快恢复至本底值，项目施工产生的悬浮泥沙不会扩散至上述用海项目区内。根据运营期养殖污染物扩散预测结果，污染物 COD、总氮、总磷浓度最大值都远小于相应的一类海水水质标准值，对项目海域水质环境影响小。因此，项目用海对论证范围内的海底工程用海、其他用海等用海活动影响非常小。

6、项目对当地从事传统渔业生产渔民的影响分析

项目位于海棠湾近岸海域，处于海棠湾渔业用海区，是当地渔民传统的渔业生产和作业区，当地渔民日常会驾驶渔船在项目用海海区域内进行传统的钓鱼和其他渔业生产作业。项目建设将可能会使这部份渔民重新选择生产作业场所或改变渔业生产方式，对其原来的渔业生产活动和经济收入造成一定的影响。另外，项目的施工运营期船舶的作业也将会对当地渔民渔船通航安全造成一定的影响。

7、项目对附近港口、航道及船舶习惯航路的交通安全影响分析

本项目周边的港口及航道主要为赤岭渔港及其进出港航道。本项目施工期拟使用赤岭渔港远洋渔业码头进行施工，本项目施工过程中作业船从赤岭渔港出运进入工程水域后，与渔船可能形成对遇、交叉会遇、追越等局面，使得该海域的通航环境变得相对复杂，客观上增加了海域交通密度，船舶发生碰撞导致风险事故概率也随之增加。因此，施工前，需制定好施工船舶的航线航路，统一调配，指定锚泊点和作业区，严格加强对施工期的各方船舶的监管，避免事故发生。同时需要海事部门的监督管理，制定统一的通航秩序制度，保证通航安全。

通过叠加《海南沿海航道规划（2016~2030）》中的环岛航路及海图，本项目用海区距离附近的大三亚滨海观光旅游外航线最近距离约为 1.7km，本项目用海方式为开放式养殖，项目建设基本不改变海域流势流态，不会对该海域的地形地貌冲淤环境产生明显影响，也不会影响到该海域的水深地形，所以本项目用海对周边船舶习惯航路的影响很小。

另外，本项目在施工和运营过程中应重视和加强作业船舶通航安全管理，主动避让航路上过往的船舶，避免对航路通行造成干扰。

图 4.2-1 项目资源生态影响范围与开发利用现状的叠置图

图 4.2-2 项目用海与周边航路及海底管线关系图

4.3 利益相关者界定

根据项目用海对所在海域开发活动的影响分析结果和资源环境影响范围与开发利用现状的叠置分析图，以及现场的勘察和历史资料的搜集，结合项目用海资源环境影响分析内容以及上述分析内容。本项目用海可能涉及到的利益相关者为：当地渔民。具体情况见表 4.3-1。

表 4.3-1 项目用海主要利益相关者界定表

序号	附近开发用海项目	主要利益相关者	主要利益影响内容	是否利益相关
1	当地渔民渔业生产活动	当地渔民	影响传统作业海域渔业生产活动、施工期渔船交通安全。	是

4.4 需协调部门界定

根据项目用海对周边海域开发活动的影响分析及项目用海性质，本项目用海需要协调的部门为：陵水黎族自治县农业农村局（赤岭渔港管理部门）、海事管理部门（三亚海事局）。具体情况见表 4.4-1。

表 4.4-1 项目用海利益协调部门界定表

协调部门	协调原因	是否为利益协调部门
陵水黎族自治县农业农村局	协调赤岭渔港渔船通航安全、渔港渔业生产活动。	是，需协调
海事管理部门（三亚海事局）	申请水上水下施工许可、划定施工水域，并发布施工公告，提前通知船只避让。航道及通航安全，施工安全。	是，需协调

4.5 相关利益协调分析

4.5.1 与当地渔民的协调分析

本项目所处海域为当地渔民的传统渔业作业区，项目建设可能会使其转移作业渔场或改变其生产作业方式，从而影响其日常的经济收入；此外，项目施工期对渔船的航行安全上也存在一定的影响。

建议本项目业主单位应该明确：当地渔民“靠海吃海”，渔业生产作业是他们主要的经济来源之一，绝大多数的劳动力从事以海水养殖、捕捞、钓鱼等为主的渔业生产；这些海域对于附近村庄渔民是非常重要的自然水域资源，也是重要的经济收入来源。

另外，项目施工和运营过程中船舶通过赤岭渔港出运至项目海域，由此将对周边邻近海域出航的渔船可能会造成的一定影响，碍航、通航密度增加，对渔民带来一定的影响，从而影响当地渔民的收入。

建议项目申请单位通过当地政府和村民委员会进行沟通，张贴告示，让当地的渔民了解项目建设的位置、内容、规模及其项目建设的重要意义，同时在当地政府的协

调下，通过沟通取得渔民对项目建设的理解和支持，以确保社会的稳定和项目顺利落地。用海申请单位应加强项目养殖区的宣传，将深水网箱养殖的优劣向当地村民进行宣教，扶持当地村民开展正规深水网箱养殖，提升当地的养殖水平，提高当地村民（渔民）的经济收入，促进当地的乡村振兴。

表 4.5-1 与当地渔民的利益协调方案

利益相关者	影响内容	责任人	协调方案	协调结果要求
当地渔民	影响传统作业海域渔业生产活动、施工期渔船交通安全。	用海申请单位为主，当地政府和村民委员会协助	（1）通过当地政府和村民委员会进行沟通，让当地的渔民了解项目建设的位置、内容、规模及其项目建设的重要意义，同时在当地政府的协调下，通过沟通取得渔民对项目建设的理解和支持。 （2）将深水网箱养殖的优劣向当地村民进行宣教，扶持当地村民开展正规深水网箱养殖，提升当地的养殖水平，促进当地村民（渔民）的经济收入。	取得渔民对项目建设的理解和支持。保证社会的稳定和项目顺利落地。同时保障渔民可持续生产作业，保障经济收入。

4.5.5 与赤岭渔港（陵水黎族自治县农业农村局）的协调分析

本项目拟使用赤岭渔港作为出运码头，运营期项目深水网箱养殖物料运输、补给依托现有的赤岭渔港码头。赤岭渔港的主管部门为陵水黎族自治县农业农村局，所以陵水黎族自治县农业农村局要加强对赤岭渔港及航道交通的协调管理，制定好船舶的靠泊和交通航道安全制度措施，统一调配，指定锚泊点和作业区，严格加强对该海域的各方船舶的监管，避免事故发生，保障通航安全。

本项目用海申请单位应加强对赤岭渔港与本项目用海建设营运的利益协调，一方面保证项目施工营运期船舶的安全作业，另一方面保证赤岭渔港的正常的渔业生产活动。具体协调方案见下表 4.5-2 所示。

表 4.5-2 与赤岭渔港（陵水黎族自治县农业农村局）的协调方案

利益相关者	影响内容	责任人	协调方案	协调结果要求
陵水黎族自治县农业农村局	施工、运营期可能影响渔民渔船及渔港的正常渔业生产活动。	用海申请单位	用海单位应加强施工营运作业船舶的管理，同时应制定船舶出航作业方案和渔港渔业生产保障制度措施。	落实、执行制定的方案和保障制度措施。

4.5.6 与海事管理部门的协调分析

本项目区海域有渔船活动，且渔船航行无固定的航线，本项目施工过程中作业船可能会与渔船可能形成对遇、交叉会遇、追越等局面，使得该海域的通航环境变得相对复杂，客观上增加了海域交通密度，船舶发生碰撞风险事故概率也随之增加。

因此，建议业主单位在施工期间，施工船舶应将施工时间、地点、占据的区域、作业特点、施工进度、碍航特性等实际情况报至海事主管机关（三亚海事局），根据海事主管机关的审批有序组织施工。

另外施工前，需制定好施工船舶的航线航路，统一调配，指定锚泊点和作业区，严格加强对施工期的各方船舶的监管，避免事故发生。同时需要海事部门的监督管理，制定统一的通航秩序制度，保证通航安全。

表 4.5-3 与三亚海事局的协调分析

利益协调部门	影响内容	责任人	协调方案	协调结果要求
三亚海事局	水上水下施工许可，船舶航行安全。	用海申请单位	(1) 用海申请单位在施工前应提前向海事管理部门申请办理水上水下施工许可。 (2) 施工船舶应将施工时间、地点、占据的区域、作业特点、施工进度、碍航特性等实际情况报至海事主管机关，根据海事主管机关的审批有序组织施工。 (3) 建议用海申请单位运营期加强渔船管理，保障周边海域的通航安全。	按照规定办理水上水下施工许可。按照海事主管机关的审批有序组织施工。

4.6 项目用海与国防安全 and 国家海洋权益的协调性分析

4.6.1 与国防安全和军事活动的协调性分析

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

4.6.2 与国家海洋权益的协调性分析

本项目地处我国海南省近岸，位于三亚海棠湾附近海域，远离领海基线附近海域；本项目用海区及临近也没有对国家海洋权益有特殊意义的海上构造物、标志物，本项目用海不会对国家海洋权益产生影响。

5 国土空间规划符合性分析

5.1 所在海域国土空间规划分区基本情况

5.1.1 所在海域国土空间规划海洋功能分区情况

2023年9月15日，国务院批复了《海南省国土空间规划（2021-2035年）》，2023年11月30日，海南省人民政府批复了《三亚市国土空间总体规划（2021-2035年）》。本报告分别以《海南省国土空间规划（2021-2035年）》和《三亚市国土空间总体规划（2021-2035年）》来说明项目所在海域功能分区的情况。

（1）《海南省国土空间规划（2021-2035年）》海洋空间布局

根据《海南省国土空间规划（2021-2035年）》，按照“两空间内部一红线”分区要求，构建“两空间内部一红线”近岸海域总体布局，对近岸海域开发保护功能进行引导。“两空间”包括海洋生态空间和海洋开发利用空间，“一红线”为海洋生态保护红线。构建“陆海相辅相成、协同有序”的海岸带开发利用格局，优化空间功能布局，节约集约利用浅海近岸，有序开拓利用深水远岸，推动形成沿海区域发展新局面。本项目位于海洋开发利用空间内，海洋开发利用空间即为在近岸海域依据海洋开发利用现状和适宜性，衔接海洋发展战略，划定海洋开发利用空间。海洋开发利用空间允许开展海洋渔业、海洋交通运输业、海洋工矿通信业、海洋旅游业等活动。本项目周边有近岸海域海洋生态保护红线分布，本项目毗邻生态保护红线区。项目所在海域及周边海域近岸海域空间分布情况，如图5.1-1所示。

图5.1-1 项目用海与《海南省国土空间规划（2021-2035年）》海洋空间布局叠置图

（2）《三亚市国土空间总体规划（2021-2035年）》海洋功能区划

《三亚市国土空间总体规划（2020-2035年）》将三亚市定位为“经略南海与科技创新的支点城市”、“强化城市创新功能，打造世界一流的热带农业科学中心、深海科技创新中心和高新技术产业集聚地，努力建成创新型城市。”并提出要强化陆海统筹联动发展，产业联动方面，做大做强特色海洋旅游业，加快海洋渔业转型升级，推进海洋交通运输业高质量发展，培育发展海洋战略性新兴产业，建设现代化海洋服务业中心，构建现代海洋产业体系，提升海洋产业综合竞争力。

在《三亚市国土空间总体规划（2020-2035年）》中，海洋空间规划分区是基于

国土空间规划分区体系，并继承和优化原海洋功能区划分区体系，从保护与利用目标出发，结合新时期海洋空间管控要求及各类产业用海需求，来划定海洋功能区。将三亚市海洋空间划分为生态保护区、生态控制区和海洋发展区，且将海洋发展区细分为渔业用海、交通运输用海、工矿通信用海、游憩用海区、特殊用海和预留用海等 6 类海洋功能区。本项目位于海洋发展区中的渔业用海，渔业用海区以渔业基础设施建设、海水增养殖和捕捞生产等渔业利用为主导功能。项目用海区东侧边界均毗邻生态保护区，西侧毗邻游憩用海区，如图 5.1-2 所示。

图 5.1-2 项目用海与《三亚市国土空间总体规划(2021-2035 年)》海洋功能区划叠置图

5.1.2 所在海域国土空间生态修复规划情况

根据《海南省国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》，海岸带生态保护修复区重点推动入海河口、海湾、滨海湿地、红树林、珊瑚礁、海草床等典型海洋生态类型的系统保护和修复，提升海岸带生态系统结构完整性和功能稳定性，提高抵御海洋灾害的能力。重点任务包括：（1）开展典型海洋生态系统保护修复；（2）开展围填海项目生态保护修复；（3）开展海岛生态修复。本项目位于三亚市海棠湾近岸海域，本项目用海位置不在海洋生态保护红线范围内，不占用红树林、珊瑚礁、海草床等生态资源，同时本项目用海也不涉及《规划》中生态保护修复重大工程，如图 5.1-3 所示。

图 5.1-3 项目用海区与《海南省国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》叠置图

5.2 对海域国土空间规划分区的影响分析

5.2.1 项目对海域国土空间规划分区的利用情况

根据《海南省国土空间规划（2021-2035 年）》，项目用海位置位于海洋开发利用空间内。本项目用海为深远海养殖整体用海，根据项目平面布置方案以及实际用海需求，本项目集中申请用海总面积为 544.7687 公顷，具体分为南、北 2 个区，其中南区位于蜈支洲岛东南侧，申请用海面积 255.0119 公顷，海域平均水深为 35m；北区位于蜈支洲岛东北侧，申请用海面积 289.7568 公顷，海域平均水深为 32m。本项目用海方式为开放式养殖，项目开展深水网箱养殖对海洋空间资源为非永久性占用，

对海洋空间资源影响是可逆的。本项目的建设对三亚水产养殖、渔业现代化发展具有重大意义，将进一步推动近海养殖向深远海网箱养殖转型升级，促进三亚市渔业产业高质量发展。

根据《三亚市国土空间总体规划(2021-2035年)》，项目用海区位于三亚市海棠湾海域，处于海棠湾渔业用海区内，渔业用海区主要功能导向为渔业基础设施建设、海水增养殖和捕捞生产等渔业利用功能。本项目用海类型为渔业用海中的开放式养殖用海，用海方式为开放式养殖，符合渔业用海区主导功能要求。一方面本项目的深水网箱建设可拓展海水养殖空间，增加养殖产品产量，带动网箱养殖产业向规模化、专业化、产业化发展，让深海养殖得到推广，促进海洋渔业提质增效，有利于推动三亚市海水养殖业可持续发展。同时，项目的建设能有效缓解三亚市近岸海洋环境污染，从而保持海洋生态系统的健康和稳定性。另一方面，本项目为开放式养殖用海，在项目施工过程中，随着深水网箱投放的完成，悬沙扩散会随之停止，不会持续扩散，对周边海域的水质、沉积物环境影响轻微，对海洋环境影响相对较小，对海洋功能分区（渔业用海区）基本无影响，其主要影响表现为在项目运营期，氮、磷等营养物质的输入及残饵和鱼类排泄物的沉积对水质和沉积物环境的影响，但可通过采取系列有效措施，科学合理规范养殖，避免水域恶化情况发生；此外项目所在海域水动力条件良好，水流通畅，水质清新，因此项目实施对沉积物环境的底质厚度影响较小，发生有机物污染、水体富营养化等的可能性很小。项目建设、运营对海洋自然属性和海洋生态环境影响可控。本项目采用生态养殖方式，优化养殖结构，降低养殖密度，尽量降低人工饵料使用量，运营期产生的各项污染物经收集上岸处理，尽量减少养殖污染物的排放，并通过采取严格的环保措施，使项目用海能在利用国土空间分区的同时，还减小对海洋功能分区的影响。

5.2.2 项目用海对周边海域国土空间规划分区的影响

根据《海南省国土空间规划（2021-2035年）》和《三亚市国土空间总体规划（2021-2035年）》，项目用海论证范围内周边海洋功能分区从总体的海洋空间规划布局来看，主要分布有海洋开发利用空间和近岸海域海洋生态保护红线；从具体的海洋功能分区方面来看，项目周边海洋功能区主要分布有生态保护区、生态控制区、游憩用海区、工矿通信用海和特殊用海区。如图 5.2-1 所示。

图 5.2-1 项目用海区周边海洋功能分区分布情况

(1) 对生态保护区的影响

本项目用海周边的生态保护区分别是海南东南部重要渔业资源生态保护区、清水湾海岸生态保护区、世知海岸生态保护区、蜈支洲岛珊瑚礁生态保护区、后海珊瑚礁生态保护区、铁炉港潟湖生态保护区和牛车湾-亚龙湾海岸生态保护区。根据潮流数值结果，项目工程用海区域及其附近海域工程前后潮流流速变化最大值为 0.9cm/s 左右，对周边的海洋动力环境影响相对较小，施工期水环境悬浮泥沙来源是养殖平台安装固定系统施工过程中产生的悬浮泥沙，产生量较小，且该海域水体交换能力较好，悬浮泥沙的浓度会在短时间内降低，施工结束后可以很快恢复至本底值，悬浮泥沙扩散范围主要在项目用海区范围内，未扩散至上述生态保护区范围内，对生态保护区的影响很小。而且根据运营期养殖污染物扩散预测结果，污染物 COD、总氮、总磷浓度最大值都远小于相应的一类海水水质标准值。在运营期产生的养殖污染物的扩散范围主要集中在项目用海周边，而且项目所处海域较为开阔，水动力条件较好，养殖引起的污染物扩散对水质的影响较小，所以项目用海对生态保护区的影响微乎其微，不影响其海洋功能的正常发挥。

(2) 对生态控制区的影响

本项目用海区周边的生态控制区主要是土福湾生态控制区，距离本项目较远，本项目用海方式为开放式用海，不改变该海区的自然属性，不改变水深地形，对水动力环境的整体趋势没有影响。根据项目施工期悬浮扩散模型预测结果以及运营期养殖污染物扩散模型预测结果，项目施工产生的悬浮泥沙以及养殖污染物未扩散到土福湾生态控制区内。同时，项目用海区与赤岭渔港采用统一规范的管理制度，项目运营期间产生的各类垃圾级污染物均会得到有效的收集和处理，并且遵照相关规定对项目进行运营，科学合理的保护周边海洋生态环境和生态系统。因此，项目用海不影响土福湾生态控制区功能的正常发挥。

(3) 对游憩用海区的影响

本项目用海区紧邻海棠湾游憩用海区，与铁炉港游憩用海区距离相对较远，根据施工期悬浮物扩散模型预测结果，施工期水环境悬浮泥沙来源是养殖平台安装固定系统施工过程中产生的悬浮泥沙，产生量较小，且该海域水体交换能力较好，悬浮泥沙的浓度会在短时间内降低，施工结束后可以很快恢复至本底值，所以只要采用合理的

施工工艺，加强项目管理，悬浮泥沙对该海域水质环境质量的影响较小。根据项目运营期养殖排放源污染物模型预测结果，污染物 COD、总氮、总磷浓度最大值都远小于相应的一类海水水质标准值，满足相应区域执行的一类海水水质标准要求。在运营期产生的养殖污染物的扩散范围主要集中在项目用海周边，而且项目所处海域较为开阔，水动力条件较好，养殖引起的污染物扩散对水质的影响较小。因此，项目用海对游憩用海区的影响很小，不影响其海洋功能的正常发挥。

（3）对工矿通信用海的影响

本项目用海区周边的工矿通信用海为蜈支洲岛工矿通信用海区，位于本项目西侧海域，最近距离约 2.2km。本项目用海方式为开放式养殖用海，不改变该海区的自然属性，不改变水深地形，对水动力环境的整体趋势没有影响。根据项目施工期悬浮扩散模型预测结果以及运营期养殖污染物扩散模型预测结果，项目施工产生的悬浮泥沙以及养殖污染物都未扩散到蜈支洲岛工矿通信用海区范围。因此，项目用海不影响蜈支洲岛工矿通信用海区功能的正常发挥。

（3）对特殊用海区的影响

本项目用海区周边的特殊用海区主要有赤岭特殊用海区和铁炉港-榆林港特殊用海区，与本项目距离相对较远，项目用海方式为开放式养殖用海，不改变该海区的自然属性，不改变水深地形，对水动力环境的整体趋势没有影响。根据项目施工期悬浮扩散模型预测结果以及运营期养殖污染物扩散模型预测结果，项目施工产生的悬浮泥沙以及养殖污染物未扩散到赤岭特殊用海区和铁炉港-榆林港特殊用海区内。另外，项目用海区与赤岭渔港采用统一规范的管理制度，项目运营期间产生的各类垃圾级污染物均会得到有效的收集和处理，并且遵照相关规定对项目进行运营，科学合理的保护周边海洋生态环境和生态系统。因此，项目用海不影响赤岭特殊用海区、铁炉港-榆林港特殊用海区功能的正常发挥。

5.3 项目用海与国土空间规划的符合性分析

5.3.1 与《海南省国土空间规划（2021-2035 年）》的符合性分析

根据《海南省国土空间规划（2021-2035 年）》，按照“两空间内部一红线”分区要求，构建“两空间内部一红线”近岸海域总体布局，对近岸海域开发保护功能进行引导。“两空间”包括海洋生态空间和海洋开发利用空间，“一红线”为海

洋生态保护红线。本项目位于海洋开发利用空间内。

根据《海南省国土空间规划（2021-2035年）》，海洋开发利用空间的管控要求为“在近岸海域依据海洋开发利用现状和适宜性，衔接海洋发展战略，划定海洋开发利用空间。海洋开发利用空间允许集中开展海洋渔业、海洋交通运输业、海洋工矿通信业、海洋旅游业等活动”。项目用海位于三亚市海棠湾近岸海域，主要进行整体深水网箱养殖用海申请，用海总面积为544.7687公顷，具体分为南、北2个区，其中南区位于蜈支洲岛东南侧，申请用海面积255.0119公顷；北区位于蜈支洲岛东北侧，申请用海面积289.7568公顷。项目的深水网箱养殖对海洋空间资源为非永久性占用，对海洋空间资源影响是可逆的。本项目的建设对三亚水产养殖、渔业现代化发展具有重大意义，将进一步推动近海养殖向深远海网箱养殖转型升级，促进三亚市渔业产业高质量发展。

因此，项目用海符合《海南省国土空间规划（2021-2035年）》海洋开发利用空间允许集中开展海洋渔业的管控要求。

5.3.2 与《三亚市国土空间总体规划(2021-2035年)》的符合性分析

《三亚市国土空间总体规划(2021-2035年)》结合新时期海洋空间管控要求及产业用海需求，来划定海洋功能区，将海洋空间划分为生态保护区、生态控制区和海洋发展区，并将海洋发展区细分为渔业用海、交通运输用海、工矿通信用海、游憩用海区、特殊用海和预留用海等6类海洋功能区。

本项目用海区位于三亚市海棠湾海域，处于海棠湾渔业用海区内，渔业用海区主要功能导向为渔业基础设施建设、海水增养殖和捕捞生产等渔业利用功能。本项目用海类型为渔业用海中的开放式养殖用海，用海方式为开放式养殖，符合渔业用海区主导功能要求，项目建设有利于对区域内渔业资源的可持续利用与开发。一方面本项目的深水网箱建设可拓展海水养殖空间，增加养殖产品产量，带动网箱养殖产业向规模化、专业化、产业化发展，让深海养殖得到推广，促进海洋渔业提质增效，有利于推动三亚市海水养殖业可持续发展。同时，项目的建设能有效缓解三亚市近岸海洋环境污染，从而保持海洋生态系统的健康和稳定性。另一方面，本项目为开放式养殖用海，施工过程对周边海域的水质、沉积物环境影响轻微，对渔业用海区基本无影响，其主要影响表现为在养殖过程中，网箱养殖的残饵、养殖生物的排泄物、死亡有机体的残骸分解物不断的在养殖水域中积累，引起水域环境恶化，但可通过采取系列有效

措施，科学合理规范养殖，避免水域恶化情况发生；此外项目所在海域水动力条件良好，水流通畅，水质清新，因此项目实施对沉积物环境的底质厚度影响较小，发生有机物污染、水体富营养化等的可能性很小。项目建设、运营对海洋自然属性和海洋生态环境影响可控。本项目采用生态养殖方式，优化养殖结构，降低养殖密度，尽量降低人工饵料使用量，运营期产生的各项污染物经收集上岸处理，尽量减少养殖污染物的排放，并通过采取严格的环保措施，使项目用海能在利用国土空间分区的同时，还减小对海洋功能分区的影响。

因此，项目用海符合《三亚市国土空间总体规划(2021-2035年)》的要求。

5.3.3 与生态保护红线的符合性分析

根据《三亚市国土空间总体规划(2021-2035年)》中的“三区三线”划定成果，本项目用海不占用生态保护红线，如图 5.3-1 所示。

图 5.3-1 项目用海与三亚市国土空间总体规划“三区三线”划定成果叠置关系图

根据“三区三线”划定成果中生态保护红线的具体名称和范围，在本项目论证范围内的海洋生态保护红线主要是清水湾海岸防护物理防护极重要区、海南岛东南部重要渔业资源产卵场、蜈支洲岛珊瑚礁、后海珊瑚礁、铁炉港红树林、铁炉港重要滩涂及浅海水域和牛车湾-亚龙湾海岸防护物理防护极重要区。本项目不占用海洋生态保护红线，如图 5.3-2 所示。根据潮流数模结果，项目用海区域及其附近海域工程前后潮流流速变化最大值为 0.9cm/s 左右，对周边的海洋动力环境影响相对较小，施工期水环境悬浮泥沙来源是养殖平台安装固定系统施工过程中产生的悬浮泥沙，产生量较小，且该海域水体交换能力较好，悬浮泥沙的浓度会在短时间内降低，施工结束后可以很快恢复至本底值，悬浮泥沙扩散范围主要在项目用海区范围内，未扩散至上述海洋生态保护红线范围内，对海洋生态保护红线的影响很小。而且根据运营期养殖污染物扩散预测结果，污染物 COD、总氮、总磷浓度最大值都远小于相应的一类海水水质标准值。在运营期产生的养殖污染物的扩散范围主要集中在项目用海周边，而且项目所处海域较为开阔，水动力条件较好，养殖引起的污染物扩散对水质的影响较小，所以项目用海对海洋生态保护红线的影响非常小。另外，项目在运营期间应妥善处理各类垃圾、污水、船舶含油废水和固体废物污染物，严禁排海，减少对海洋环境的影响，科学合理的保护海洋生态环境和生态系统。

综上所述，项目用海符合海洋生态保护红线的管控要求。

图 5.3-2 项目用海与海洋生态保护红线叠置关系图

6 项目用海合理性分析

6.1 用海选址合理性分析

6.1.1 区位和社会条件能否满足项目建设和营运的要求

三亚市是全国乃至世界闻名的热带滨海旅游城市，随着海南自由贸易港战略的实施，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 2023 年三亚累计接待过夜游客 2571.18 万人次，同比增长 95.56%，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 25.71 亿元。因此，项目实施具有很好的经济效益前景。

项目选址于三亚市海棠湾海域，距离蜈支洲岛最近约 0.8km，距离亚龙湾高铁站约 18km，距离三亚市区约 30 公里。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。项目距离陵水赤岭渔港约 5.5km，赤岭渔港正在实施升级改造项目，计划将赤岭渔港从三级渔港升级到二级渔港，因此，赤岭渔港对本项目建设施工和运营管理上都是个很好的依托。

根据农业农村部、生态环境部、自然资源部、国家发展和改革委员会等 10 部委《关于加快推进水产养殖业绿色发展的若干意见》（农渔发〔2019〕1 号）精神，激励和支持海南省深水网箱养殖产业的主体积极拓展养殖空间，大力发展深远海绿色养殖，建设深远海大型智能化养殖渔场。从近海走向远海，在水深 25~30m 水域，以高密度聚乙烯重力式网箱为主，控制养殖产量，配备多功能辅助作业船，配套生产辅助码头，综合运用现代信息装备，构建标准化生产体系与数字化环境监测系统。

本项目用海位于《三亚市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）修编》划定的海上养殖区，未占用限养区、禁养区。项目用海区域平均水深为 25m~43m，海域开阔，水流通畅，水质环境较好，可适宜布放桁架类深水网箱。项目选址于海棠湾外海区域开展深水网箱养殖，选址要求符合农渔发〔2019〕1 号文件。选址区域周边有赤岭渔港，有利于深水网箱养殖活动的建设和运营。

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。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。三亚市目前已在三亚湾和崖州湾农渔业区批复养殖海域约 2 万亩，共计 263 口深水网箱已投产使用，深水网箱养殖经验丰富。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。各品种鱼类的饵料齐全，方便采购。

项目选址符合相关法律法规和规划，建设区域不与港区、航道、锚地、海底管线区、海上开采区、倾废区、通航密集区、其他海洋工程建设区、国防用海区等相冲突。

因此，本项目用海的区位条件和社会条件能满足项目建设和运营的要求。

6.1.2 自然资源和海洋生态适宜性

(1) 水深底质条件

本项目用海区域内水深在 25m~43m 之间，半潜箱体式养殖平台根据养殖规模要求水深在 20m 以深，满足深水网箱建设的水深要求。根据收集区域底质资料结果，本项目所在海区的底质主要为粉砂质砂，有利于深水网箱养殖发展。

(2) 水文动力条件

项目选址区域平均潮差 0.83m，最大潮差 2.03m，根据潮流观测结果，本项目附近区域最大涨潮流流速为 53.4cm/s、流向为 32.7°，最大落潮流流速为 102.5cm/s、流向为 236.8°。根据水文调查结果，项目区水流交换程度高，自净能力强，有利于污染物扩散。本海区的流速小于 1m/s，满足深水网箱建设对流速要求。

根据资料统计结果，项目用海区全年以风浪为主，出现频率达 80%，涌浪占 42%。常浪向为 SE-SSE，强浪向为 S-WSW，平均波高为 0.67 米。一年中大部分时间海况相对良好，基本能满足本项目深水网箱养殖需要。

因此，项目选址区域水文条件满足项目用海要求。

(3) 水质、沉积物条件

根据 2024 年秋季在项目附近海域进行的海洋环境调查结果，现状水质基本都满足相应区域执行的一类、二类海水水质标准。各调查站位水质、沉积物各项检测指标均满足相应功能区的要求。调查海域中的各生物体质量均达到《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》(第二分册)和《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。因此，项目用海区水质、沉积物和生物质量环境较好，适宜开展深水网箱养殖活动。

综上，本项目用海选址综合考虑了区域的水下地形地貌、水动力环境、水质环境、生态环境等多方面因素，项目选址能与自然资源和海洋生态相适宜的。

6.1.3 项目用海与周边其他用海活动是否存在功能冲突

根据本报告第四章项目用海对海域开发活动的影响分析结果，论证范围内海域开发利用活动主要包括渔业用海、旅游娱乐用海、海底工程用海、海底电缆等其他用海等。项目用海涉及到利益相关者主要为当地渔民。

本项目用海需要协调的部门为：陵水黎族自治县农业农村局、三亚海事局。

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

6.1.4 是否有利于海洋产业协调发展

本项目主要是对海棠湾近岸海域用海面积为 544.7687 公顷的海区进行统一的规划和布局，进行整体深水网箱养殖用海申请。本项目的建设有助于缓解三亚市近岸海洋环境污染，促进退养渔民转产转业，推动近海养殖向深远海网箱养殖转型升级，促进水产养殖向深远海发展。

本项目论证工作有效解决了养殖业企业、户主申请用海需提交单体项目海域使用论证报告的问题，简化申请流程，由政府组织编制海域使用论证报告，今后养殖户申请养殖用海是无需提交海域使用论证报告。为养殖业企业、养殖户主减轻负担，节约养殖企业、养殖户主用海论证成本。有利于调整优化三亚渔业养殖发展空间，也有利于海水养殖和海洋产业的协调发展。

另外，《三亚市国土空间总体规划（2021—2035年）》对“海棠湾渔业用海区”提出的用途管制要求为：“开放式渔业用海，禁止定置渔具的使用；合理规划渔业发展方式，合理规划布局渔业增养殖规模、密度和结构，避免养殖污染，保护生物多样性；可兼顾游憩用海，适度开展休闲渔业活动。”本项目根据用海海域资源环境条件，采用投放半潜桁架式养殖平台的方式开展网箱养殖，选址区域海洋产业发展迅速，项目选址有良好社会条件，利于项目用海活动的开展和实施。

6.2 项目用海平面布置合理性分析

6.2.1 项目用海平面布置是否体现集约节约用海原则

根据《三亚市养殖水域滩涂规划（2018-2030年）修编》，三亚市管辖海域共划定海上养殖区 194663.35 公顷，主要分布于崖州湾、三亚湾、南山-红塘湾、海棠湾近岸海域及三亚的近海海域。其管控要求为：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；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。本项目用海选址位于《三亚市养殖水域滩涂规划（2018-2030年）修编》规划的海棠湾近岸海域。

根据现有深海养殖设备的水域投放条件需求，在规划水域内发展以半潜式养殖网箱为主要形式的深远海智能化养殖平台，实施商业化生产。为避免单独片区面积过大，不利于公共水道通畅，同时需考虑海区的养殖容量和养殖密度，即深水网箱养殖面积不超过可养殖海区面积 5%的规定（参考《卵形鲳鲹养殖技术规程 深水网箱养殖》（DB4408/T16-2022）），和有关书籍规定在满足一类水质条件下，深水网箱养殖面积不超过可养殖海区面积 1/30；网排与网排之间的主通道宽度不小于 100m 等规定，对整体规划海域进行养殖用海区块划分为南、北 2 个区块。考虑区块内用海单元不宜过大或过小，一般可满足企业一次投放半潜式养殖平台若干艘的建设投资额在 1500 万元左右，用海单元面积控制在 100 公顷以内，用海单元之间留有不小于 100m 的通道水域，以及每个独立用海单元内部留有不小于 30m 的通道水域。

本项目规划海域面积 1579.54 公顷，海域水深 25m~43m（高程为当地理论基准面），扣除缓冲区域及公共通道用海，实际用海面积 544.7687 公顷；根据养殖装备实际使用情况计划投入半潜桁架式养殖设备，相应的用海区域具体分为南、北 2 个区，其中南区位于蜈支洲岛东南侧，申请用海面积 255.0119 公顷，海域平均水深为 35m，设置 4 个用海单元（SYHT-A-01~04），计划投放 4 艘半潜桁架式养殖平台（单体 3 万 m³）和 6 艘半潜桁架式养殖平台（单体 6 万 m³），合计养殖水体容量为 48 万 m³；北区位于蜈支洲岛东北侧，申请用海面积 289.7568 公顷，海域平均水深为 32m，设置 4 个用海单元（SYHT-B-01~04），计划投放 8 艘半潜桁架式养殖平

台（单体 3 万 m³）和 4 艘半潜桁架式养殖平台（单体 6 万 m³），合计养殖水体容量为 48 万 m³。项目养殖品种以金鲳鱼为主、军曹鱼和石斑鱼为辅。由此，最终形成本项目用海平面布置。

项目用海平面布置依据方案设计、《海籍调查规范》、相关敏感区域的要求进行确定用海边界，未随意扩大用海平面布置。由此，项目用海平面布置体现了集约节约用海原则。

6.2.2 项目用海平面布置是否有利于生态保护，并已经避让生态敏感目标

根据项目区域生态保护红线分布，本项目工程用海不占用生态保护红线。为保护生态环境，避免项目用海占用海洋生态保护红线区，本项目在用海平面布置(选址)上已经避开了海洋生态保护红线区。

6.2.3 能否最大程度地减少对水文动力环境和冲淤环境的影响

根据潮流数学模型预测，项目平面布置方案对于项目工程用海区域及其附近海域工程前后潮流流速变化最大值为 0.9cm/s 左右，对周边的海洋动力环境影响相对较小。

本项目采用的半潜桁架式养殖平台是一种新型抗风浪绿色智能化养殖旅游综合装备，采用海工平台半潜式结构设计，四脚锚泊定位，具有良好的抗风浪能力，本项目属于开放式养殖用海，养殖设施均是透空式结构，水流可以自由通过，项目采用大抓力锚的锚泊系统，占用海域面积很小，因此，项目用海对波浪场环境影响很小。

本项目为开放式养殖用海，项目的建设不会引起波浪和潮流等水动力改变，不会改变区域水深地形，项目施工期施工方案简单，养殖平台安装固定系统施工过程中会产生少量悬浮泥沙。由于项目工程用海区域水深较深，潮流流速较大，悬浮泥沙源强较小，悬浮泥沙稀释扩散较快，项目建设不会对泥沙输移造成明显影响，因此就整体而言，本工程的建设不会改变工程周边海域的地形地貌冲淤环境状况。

因此，项目用海平面布置能最大程度减少对水文动力环境和冲淤环境的影响。

6.2.4 能否最大程度地减少对周边其他用海活动的影响

根据本报告第 4 章节项目用海对海域开发活动的影响分析结果，论证范围内海域开发利用活动主要包括渔业用海、旅游娱乐用海、海底工程用海、交通运输用海、特殊用海、其他用海等。项目用海涉及到利益相关者主要有当地渔民、周边旅游娱乐用海权属企业、海底工程用海权属企业、三亚市交通运输局（利益协调部门）。

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

6.3 用海方式合理性分析

根据本项目设计方案，本项目拟在规划海域计划投入半潜桁架式养殖设备。另外项目用海区内布设了公共水道和各用海分区的水道，由于公共水道主要是养殖工作渔船通航水道，而各用海分区的水道内不设置网箱及锚系，主要是为保障水流的通畅、利于养殖产生的污染物向外海扩散，保障养殖区及附近海域水质安全。由此，考虑项目实际使用需求以及用海集约节约原则，项目区公共水道和各用海分区的水道不作用海申请。

因此，按照《海域使用分类》（HY/T 123-2009）中规定的分类方法，本项目的用海方式为“开放式”中的“开放式养殖”。如表 6.3-1 所示。

表 6.3-1 项目用海方式

用海类型	用海方式（一级）	用海方式（二级）	用海原因
渔业用海	开放式	开放式养殖	深水网箱养殖

6.3.1 是否有利于维护海域基本功能

项目用海处于《三亚市国土空间总体规划（2021-2035 年）》划定的“海棠湾渔业用海区”，主导功能为渔业用海，兼顾游憩用海，允许适度开展休闲渔业和海洋牧场活动。本项目为深水网箱养殖用海，用海类型为开放式养殖用海，遵循“尽最大可能不填海和少填海、不采用非透水构筑物，尽可能采用透水式、开放式的用海原则”。本项目用海方式不涉及构筑物，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。

6.3.2 是否能保护区域海洋生态系统

根据项目资源生态影响分析结果，项目用海对周边生态敏感区的影响小，本项

目用海不占用生态保护红线区。根据实测现状海洋环境调查结果，现状水质、沉积物基本都达到一类、二类水质沉积物标准。本项目属于渔业用海，用海方式是开放式养殖用海，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式类型。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。

项目的建设拓展了海水养殖空间，极大增加了养殖产品产量，同时可以带动养殖产业向规模化、专业化、产业化发展，促进海洋渔业提质增效，推动海水养殖业“往深海走”。同时，项目的建设有助于缓解近岸海洋环境污染，改善养殖与生态环境之间的矛盾，项目用海方式能保护区域海洋生态系统。

6.3.3 能否最大程度地减少对水文动力环境和冲淤环境的影响

根据潮流数学模型预测，项目平面布置方案对于项目工程用海区域及其附近海域工程前后潮流流速变化最大值为 0.9cm/s 左右，对周边的海洋动力环境影响相对较小。

本项目采用的半潜桁架式养殖平台是一种新型抗风浪绿色智能化养殖旅游综合装备，采用海工平台半潜式结构设计，四脚锚泊定位，具有良好的抗风浪能力，本项目属于开放式养殖用海，养殖设施均是透空式结构，水流可以自由通过，项目采用大抓力锚的锚泊系统，占用海域面积很小，因此，项目用海对波浪场环境影响很小。

本项目为开放式养殖用海，项目的建设对波浪和潮流等水动力影响较小，不会改变区域水深地形，项目施工期施工方案简单，采用海工平台半潜式结构设计，四脚锚泊定位，产生少量悬浮泥沙，由于项目工程用海区域水深较深，潮流流速较大，悬浮泥沙源强较小，悬浮泥沙稀释扩散较快，项目建设不会对泥沙输移造成明显影响，因此就整体而言，本工程的建设不会改变工程周边海域的地形地貌冲淤环境状况。

因此，本项目用海方式已最大程度地减少对水文动力环境和冲淤环境的影响。

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。

6.4 占用岸线合理性

本项目采用开放式养殖，不占用岸线资源。

6.5 用海面积合理性分析

6.5.1 用海面积合理性

1、根据海棠湾海域使用现状、项目总体平面布局思路以及项目用海可能对周边其他海洋功能区的影响，以《三亚市国土空间总体规划(2021-2035年)》规划的“海棠湾渔业用海区”内未经论证或确权的1579.54公顷海域作为本项目养殖用海规划水域。根据总体布局思路，考虑到项目用海可能对周边其他海洋功能区的影响，根据划定的海棠湾海域深远海养殖整体用海项目用海区域，为避免单独片区面积过大，不利于公共水道通畅，同时需考虑海区的养殖容量和养殖密度，即深水网箱养殖面积不超过可养殖海区面积5%的规定（参考《卵行鲷养殖技术规程 深水网箱养殖》（DB4408/T16-2022）），和有关书籍规定在满足一类水质条件下，深水网箱养殖面积不超过可养殖海区面积1/30；网排与网排之间的主通道宽度不小于100m等规定，对整体规划海域进行养殖用海单元划分，对整体规划海域进行养殖用海区块划分为南、北2个区块。

2、在蜈支洲岛东南侧布置南区，设置布局4个用海单元（SYHT-A-01~04），各用海单元之间留有150m的通道水域，计划投放4艘半潜桁架式养殖平台（单体3万 m^3 ）和6艘半潜桁架式养殖平台（单体6万 m^3 ），合计养殖水体容量为48万 m^3 。在蜈支洲岛东北侧布置北区，布局4个用海单元（SYHT-B-01~04），各用海单元之间留有150m的通道水域，计划投放8艘半潜桁架式养殖平台（单体3万 m^3 ）和4艘半潜桁架式养殖平台（单体6万 m^3 ），合计养殖水体容量为48万 m^3 。由此，形成了项目用海总平面布置。

3、由于公共水道主要是养殖工作渔船通航水道，而各用海分区的水道内不设置网箱及锚系，主要是为保障水流的通畅、利于养殖产生的污染物向外海扩散，保障养殖区及附近海域水质安全。由此，考虑项目实际使用需求以及用海集约节约原则，项目区公共水道和各用海分区的水道不作用海申请。

4、本项目用海界址界定和用海面积确定以本项目各用海区块的平面布置范围确定即可满足项目用海需求。根据项目平面布置要求、《海籍调查规范》的要求，项目用海范围以实际设计、使用的范围为界来确定，由此，项目申请用海总面积为 544.7687 公顷，其中南区用海面积为 255.0119 公顷，北区用海面积为 289.7568 公顷。

因此，本项目用海面积根据项目建设内容、规模、主要平面设计尺度信息，按照相关行业标准及规范进行界定，能满足产业用海面积控制指标的相关要求，能满足项目基本功能用海需求，因此项目用海面积是合理性的。

6.5.2 宗海图绘制

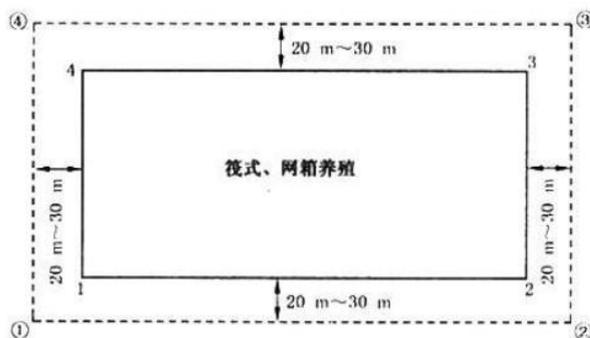
宗海图的绘制根据《宗海图编绘技术规范》（HY/T251-2018）绘制，坐标系为 CGCS2000，深度基准为当地理论最低潮面，高程基准为 85 高程，投影采用高斯-克吕格投影，中央经线为东经 110°00'。

(1) 项目用海范围的界定：以项目平面布置方案为基础，结合项目周边用海现状，根据《海籍调查规范》的有关规定进行确定的。其中，各内部单元的界址点是由项目用海方案的总平面布置图(2000 国家大地坐标系，111° 中央经线)导入 ARCGIS 软件中计算得到的。各内部单元的面积是借助于 ARCGIS10.8 软件按照中央经线 110° 00'、CGCS2000 坐标系、高斯-克吕格投影后自动求得的。

(2) 《海籍调查规范》界址界定：本项目是深水网箱养殖项目，根据《海籍调查规范》中第 5.3.4 节 开放式用海“以实际设计、使用或主管部门批准的范围为界”。另外根据《海籍调查规范》5.4.1.3 开放式养殖用海：**(1) 筏式和网箱养殖用海，单宗用海以最外缘的筏脚（架）、桩脚（架）连线向四周扩展 20m~30m 连线为界，见图 6.5-1；多宗相连的筏式和网箱养殖用海（相邻业主的台筏或网箱间距小于 60m）以相邻台筏、网箱之水域中线为界，见图 6.5-2，其间存在共用航道的，按双方均分航道空间的原则，收缩各自的用海界线。**

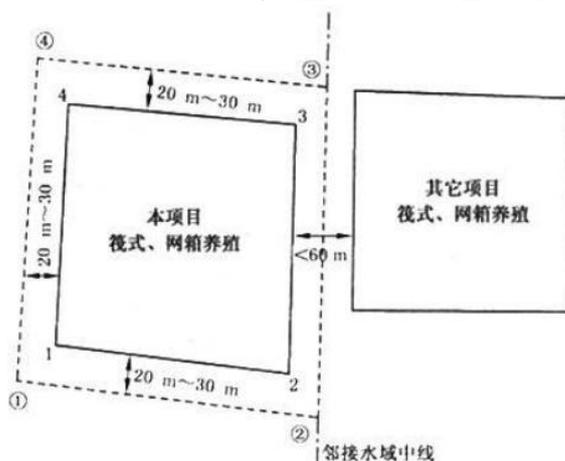
首先，本项目是以实际用海平面布置范围为界，即以《三亚市国土空间总体规划(2021-2035 年)》规划的“海棠湾渔业用海区”内未经论证或确权的 1579.54 公顷海域作为本项目养殖用海水域。其次，根据养殖装备实际使用情况计划投入半潜桁架式养殖设备，相应的用海区域具体分为南、北 2 个区、8 个用海单元，各用海单元之间留有不小于 100m 的通道水域。最后，依据公共水道需求、分区内区块边

界，确定项目各分区的用海边界。因此，本项目用海界址点界定和用海面积量算满足《海籍调查规范》中要求的深水网箱用海界定要求。



注 1：折线①-②-③-④-①围成的区域为本宗海的范围，属开放式养殖用海，用途为筏式或网箱养殖。
注 2：折线 1-2-3-4-1 为筏脚(架)、桩脚(架)最外缘的连线；折线①-②-③-④-①为筏脚(架)、桩脚(架)外缘连线外扩 20 m~30 m 的边线。

图 6.5-1 开放式养殖用海甲界址界定图示



注 1：折线①-②-③-④-①围成的区域为本宗海的范围，属开放式养殖用海，用途为筏式或网箱养殖。
注 2：折线 1-2-3-4-1 为筏脚(架)、桩脚(架)最外缘的连线；折线①-②-③-④-①为筏脚(架)、桩脚(架)外缘连线外扩 20 m~30 m 的边线；线段③-②为本项目与相邻项目之间的水域中线。

图 6.5-2 开放式养殖用海乙界址界定图示

(3) **项目宗海界址：**根据《海籍调查规范》对于本项目用海范围的界址界定，结合项目平面布置方案，由此确定形成 1 宗用海。即三亚市海棠湾海域深远海养殖整体用海项目海域使用宗海界址图。

本项目最终宗海位置图、宗海平面图、宗海界址图见图 6.5-3、图 6.5-4、图 6.5-5、表 6.5-1。

6.5.3 用海面积量算

根据《海域使用面积测量规范》采用坐标解析法进行计算，根据确定的界址点确定的项目用海范围，借助于 ARCGIS10.8 软件直接求得用海面积。经量算，项目拟申请用海总面积为 544.7687 公顷，其中南区用海面积为 255.0119 公顷，北区用海面积为 289.7568 公顷。以上项目用海的界址范围的界定和面积量算符合《海籍调查规范》和《海域使用面积测量规范》的要求。

6.6 用海期限合理性分析

本项目为渔业养殖用海，项目用海的用途与《海域使用管理法》第二十五条 A 类相同，申请用海期限为 15 年。

根据项目营运期养殖用海污染对周边海域水质、沉积物的影响分析，项目养殖产生的污染物对周边水质的影响小，项目各用海分区布设的水道内不设置网箱及锚系，保障水流的通畅、利于养殖产生的污染物向外海扩散，保障养殖区及附近海域水质安全。本项目营运期在养殖过程中将采取配合饲料、精准投喂等一系列的措施，以防止网箱养殖对沉积物环境的影响。由此，能保证项目有效地、持续性地用海。

另外，本项目为养殖整体用海申请，主要为简化将来实际养殖单位用海审批，将来海洋行政主管部门审批实际养殖单位用海时，可根据养殖项目的生产需要和本项目集中用海总体情况，确定其具体用海年限，比如可批复用海年限为 5 年，但不得超过本项目 15 年的用海期限。

当项目的海域使用权到期后，项目申请人仍需使用该海域，应依法申请继续使用，获批准后方可继续用海。因此，本项目申请用海期限为 15 年是合理的，但具体用海年限应以主管部门批准年限为准。

三亚市海棠湾海域深远海养殖用海项目宗海位置图

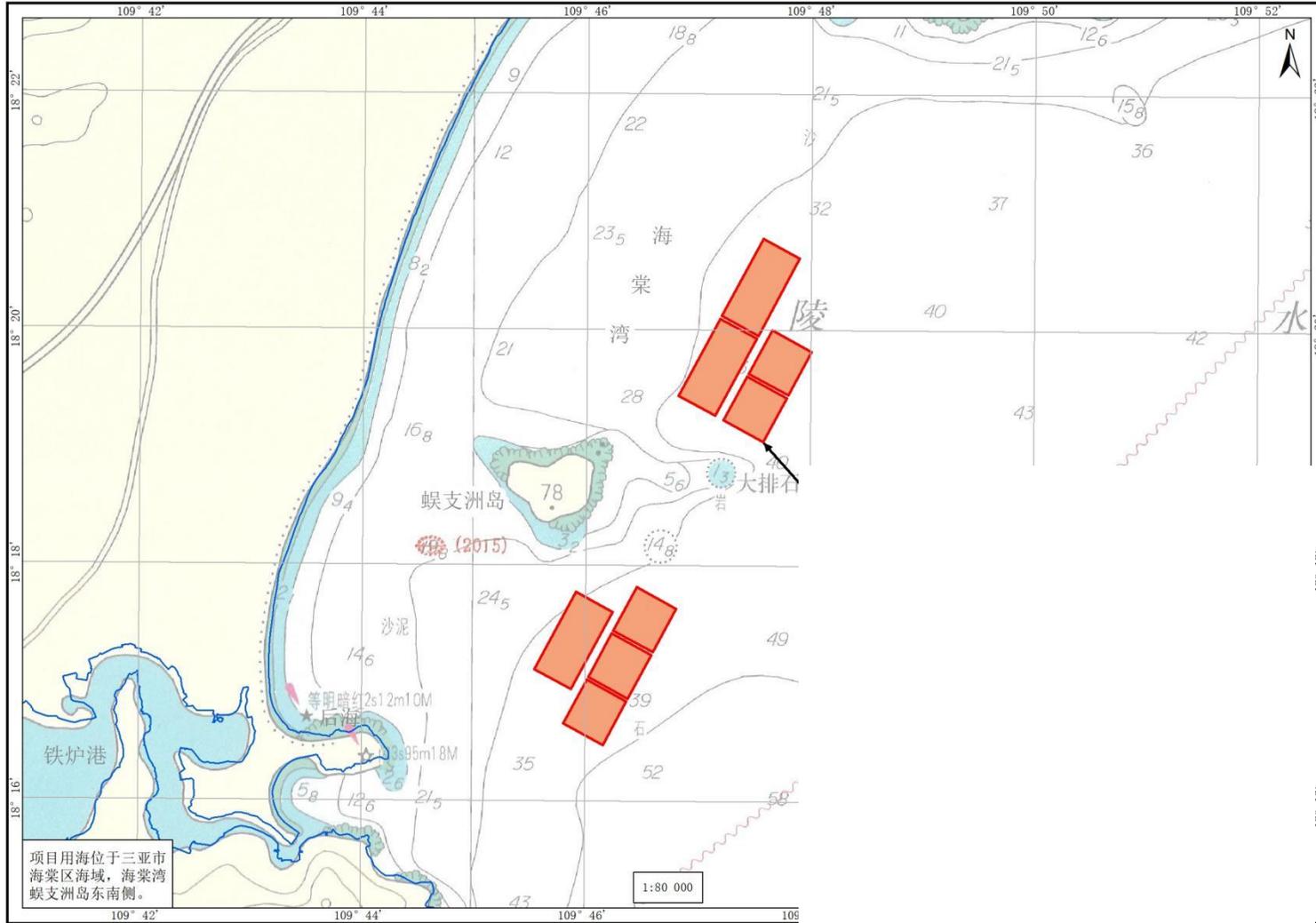


图 6.5-3 三亚市海棠湾海域深远海养殖整体用海项目海域使用宗海位置图

图 6.5-4 三亚市海棠湾海域深远海养殖整体用海项目海域使用宗海平面图

图 6.5-5 三亚市海棠湾海域深远海养殖整体用海项目海域使用宗海界址图

7 生态用海对策措施

7.1 项目用海主要生态问题

本项目为开放式养殖用海，施工过程对周边海域的水质、沉积物环境影响轻微，其主要影响表现为在养殖过程中，网箱养殖的残饵、养殖生物的排泄物、死亡有机体的残骸分解物不断的在养殖水域中积累，引起水域环境恶化，但可通过采取系列有效措施，科学合理规范养殖，避免水域恶化情况发生；此外由于该海区水体交换很好，这些养殖残留物易被外海稀释扩散。本项目位于海棠湾附近海域，海水交换比较活跃；同时在运营期间，建议业主控制养殖密度、选择合适的饵料，正确进行投喂，并在专业技术人员指导下正确使用鱼药等措施，可避免对周围水体环境造成污染。从而降低对海洋生态环境的影响。

7.2 生态用海对策

7.2.1 生态保护对策

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。管理部门在审批具体养殖用海时，采取分区域、逐步开放等方法合理控制养殖规模，尽量避免用海区块同时养满的情况。

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、运营期业主单位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、业主单位密切关注深水网箱养殖的行业最新动态，鼓励养殖单位或个人积极采纳新技术、新方法防治养殖自身污染和水体污染。

7.2.2 生态跟踪监测

环境监测作为环境监督管理的主要实施手段，可以通过其及时掌握施工期和运营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。

1. 水质监测

(1) 监测站位：在项目及附近海域布设 12 个水质监测站位，详见表 12.2-1 及图 12.2-1。

(2) 监测项目：水温、透明度、盐度、pH、溶解氧、化学需氧量、悬浮物、硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、活性磷酸盐、油类、叶绿素 a。

(3) 监测频率：施工期监测 1 次，施工结束后监测 1 次；运营期每年监测 2 次，如遇赤潮、污染事件等加密监测。

2. 沉积物监测

(1) 监测站位：在项目及附近海域布设 8 个沉积物监测站位，详见表 12.2-1 及图 12.2-1。

(2) 监测项目：油类、硫化物、有机碳、总磷、总氮、铜、铅、镉、锌、铬、总汞、砷。

(3) 监测频率：施工期监测 1 次，施工结束后监测 1 次；运营期每年养殖高峰期监测 1 次。

3. 海洋生物监测

(1) 监测站位：同沉积物监测站位。

(2) 监测项目：底栖生物、浮游动物、浮游植物种类和数量。

(3) 监测频率：与水质监测同步。

4. 珊瑚礁监测

(1) 监测站位：在距离项目较近的珊瑚礁分布区布设 4 个监测站位，详见表 12.2-1 及图 12.2-1。

(2) 监测项目：珊瑚种类、覆盖率、死亡率、补充量、大型底栖生物等。

(3) 监测频率：运营期每年养殖高峰期监测 1 次。

表 7.2-1 海洋环境跟踪监测站位坐标

图 7.2-1 海洋环境跟踪监测站位图

5. 赤潮应急监测

发生赤潮的情况下，建设单位及时向相关管理部门报告，立即启动相应级别的应急预案，迅速组织跟踪监测。

(1) 监测项目：水文气象（气温、气压、风向、风速、水温）；水体环境（浊度、盐度、pH、溶解氧、叶绿素 a、活性磷酸盐、活性硅酸盐、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、化学需氧量）；赤潮生物（赤潮生物优势种种类和密度）。

(2) 监测时间：赤潮发生直至赤潮消退；

(3) 监测布点：应根据赤潮发生区域及周边海域进行布点；

(4) 监测频率：赤潮暴发后，开展跟踪监测，加密现场监测频次（每周监测 1~2 次，有毒、有害赤潮加密至每周 2~4 次）。

6. 溢油应急监测

发生溢油泄漏风险情况下，建设单位应该根据泄漏量，立即启动相应级别的应急预案，在向管理部门报告的同时，迅速组织跟踪监测。

(1) 监测项目：油品、DO；

(2) 监测时间：泄漏开始至消失；

(3) 监测布点：应根据事故发生时的风向和周边珊瑚礁、海草床等敏感目标分布进行布点；

(4) 监测频率：根据泄漏情况、不间断取样，必要时进行油品组分分析。

7.2.3 生态保护修复措施

海棠湾海域深远海养殖整体用海项目拓展了三亚市海上养殖空间，极大增加了养殖产品产量，同时可以带动养殖产业向规模化、专业化、产业化发展，促进海洋渔业提质增效，推动海水养殖业可持续发展。

本项目养殖海域开阔，水质条件好，水流交换充分，有利于鱼类等投饵养殖方式产生的有机物的分散与净化。养殖水体水质优良，可以显著提高海水养殖成活率、养殖产品质量和养殖效益，避免养殖对海域环境的污染。

因此，本项目无需采取生态保护修复措施。

8 结论

8.1 项目用海的基本情况

为落实国家及省委、省政府有关要求，解决当前海水养殖发展中存在的问题，在海棠湾海域合理规划渔业产业发展，合理布局渔业养殖规模、密度和结构，提升深蓝渔业产能，加快推动海水养殖业转型升级，发展壮大三亚市深水网箱养殖产业，三亚市农业农村局根据《三亚市国土空间总体规划(2021-2035年)》，拟将海棠湾渔业用海区 1579.54 公顷的海域作为深远海养殖区，但根据养殖平面布置规划实际情况，预留养殖公共通道等占用的海域，本项目实际拟用于批复的养殖用海面积为 544.7687 公顷，养殖用户可根据需要申请使用。

根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南(试行)》(自然资办发〔2020〕51号)，本项目用海分类一级类界定为渔业用海，二级类为增养殖用海。根据《海域使用分类(HY/T 123-2009)》，本项目用海类型一级类为“渔业用海”，二级类为“开放式养殖用海”，用海方式为“开放式养殖”。

结合项目平面布置、周边确权用海范围，项目拟申请用海总面积为 544.7687 公顷，其中南区用海面积为 255.0119 公顷，北区用海面积为 289.7568 公顷。

本项目不占用岸线，不改变岸线自然形态，也不形成新的岸线。

本项目海域使用用途为网箱养殖用海，本项目申请用海期限为 15 年。

8.2 项目用海的必要性分析结论

项目建设满足产业政策和相关规划的需求，有利于拓展养殖空间，推动海水养殖可持续发展，项目建设是海南省建设“蓝色粮仓”的需要，有助于推动海水设施养殖和技术创新，增强渔业国际竞争力。

本次海棠湾海域深远海养殖整体用海项目将适宜开展深水网箱的海域进行了具体的规划和论证，避免用海单位无序申请用海使得部分海域无法被利用，达到了集约、节约用海的目的。同时，本项目选址于海棠湾海域附近的海上养殖区内，区域内潮流畅通，水质优良，温度适中，海面宽阔，水体交换条件好，水深适宜，项目所在海域的水深在 25m~43m，适宜开展深水网箱养殖项目。本项目拟用于批复的养殖海域需占用水域面积 544.7687 公顷，计划投放 12 艘半潜桁架式养殖平台（单体 3 万 m³）和 10 艘半潜桁架式养殖平台（单体 6 万 m³）。

因此，项目用海是十分必要的。

8.3 项目用海资源生态影响分析结论

项目用海不涉及构筑物用海，不改变海域自然属性，对所在海域的水文动力环境、地形地貌与冲淤环境的影响小。项目不占用自然岸线。

施工期水环境悬浮泥沙来源是养殖平台安装固定系统施工过程中产生的悬浮泥沙。产生量较小，且该海域水体交换能力较好，悬浮泥沙的浓度会在短时间内降低，施工结束后可以很快恢复至本底值。因此，只要采用合理的施工工艺，加强项目管理，悬浮泥沙对该海域水质环境质量的影响较小。

本项目网箱养殖产生的污染物，在海水中的增量较小，扩散范围主要集中在养殖网箱附近海域，对周边其他海域水质的影响较小。

项目养殖平台采用大抓力锚的锚泊系统，锚泊区域占用海域的底栖生物完全被破坏，但由于锚桩占用海域面积很小，占用海域造成的底栖生物很少。施工期间产生的悬沙会不同程度影响作业点周围的生物，附近的游泳生物被驱散，浮游动、植物的生长受到影响。但产生悬浮物增量的这种影响是暂时的，可随施工结束而消失，项目区海域潮流流速小，悬浮物扩散范围较小，对海洋生物的影响也较小。

8.4 海域开发利用协调分析结论

根据项目用海对海域开发活动的影响分析结果，论证范围内海域开发利用活动较多，主要包括渔业用海、旅游娱乐用海、海底工程用海、交通运输用海、特殊用海、其他用海。项目用海涉及到利益相关者有当地渔民。

本项目用海需要协调的部门为：陵水黎族自治县农业农村局、三亚海事局。

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

8.5 项目用海与国土空间规划的符合性分析结论

根据《海南省国土空间规划（2021-2035年）》，本项目位于海洋开发利用空间内。本项目对海棠湾附近海域用海面积为544.7687公顷的海区进行统一的规划和布局，进行整体深水网箱养殖用海申请。项目深水网箱养殖对海洋空间资源为非永久性占用，对海洋空间资源影响是可逆的。本项目的建设有助于促进三亚市退养渔

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，促进水产养殖向深远海发展。因此，项目用海符合《海南省国土空间规划（2021-2035年）》海洋开发利用空间允许集中开展海洋渔业的管控要求。

根据《三亚市国土空间总体规划(2021-2035年)》，本项目用海类型为渔业用海中的开放式养殖用海，用海方式为开放式养殖，符合渔业用海区主导功能要求。本项目用海一方面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。另一方面，本项目为开放式养殖用海，施工过程对周边海域的水质、沉积物环境影响轻微，对渔业用海区基本无影响。项目建设、运营对海洋自然属性和海洋生态环境影响可控。本项目采用科学的养殖方式，减少养殖污染物的排放，通过采取严格的环保措施，项目用海能在利用国土空间分区的同时减小对海洋功能分区的影响。因此。项目用海符合《三亚市国土空间总体规划(2021-2035年)》的要求。

综上，本项目用海符合《海南省国土空间规划（2021-2035年）》、《三亚市国土空间总体规划(2021-2035年)》。

8.6 项目用海的合理性分析结论

项目选址在区位上符合相关规划的要求，满足项目运营的要求，有利于海洋产业协调发展。通过项目海域水深、地形、地质、水动力等条件分析，项目选址与自然资源和海洋生态相适宜。项目用海与周边用海活动相适应。因此，项目用海选址合理。

本项目用海平面布置，项目用海平面布置依据方案设计和《海籍调查规范》要求进行外扩，未随意扩大用海平面布置，体现了集约节约用海原则。为保护生态环境，避免项目用海占用海洋生态保护红线区，本项目用海平面布置(选址)上已经避开了海洋生态保护红线区。项目用海未改变海域自然属性，对潮流、波浪等水文动力环境和冲淤环境影响较小，因此项目用海平面布置是合理的。

本项目为开放式养殖用海，项目的建设不会引起波浪和潮流等水动力改变，不会改变区域水深地形，项目施工期施工方案简单，本项目养殖设施均是透空式结构，水流可以自由通过，桩基及锚泊系统根部直径较小，项目用海对地形地貌冲淤环境影响很小。因此就整体而言，本工程的建设不会改变工程周边海域的地形

地貌冲淤环境状况。因此，项目用海方式合理。

根据项目平面布置要求、《海籍调查规范》的要求，项目用海范围以实际设计、使用的范围为界来确定，由此，项目申请用海总面积为 544.7687 公顷，其中南区用海面积为 255.0119 公顷，北区用海面积为 289.7568 公顷。本项目用海面积根据项目建设内容、规模、主要平面设计尺度信息和主要建设经济技术指标，按照相关行业标准及规范进行界定，能满足产业用海面积控制指标的相关要求，能满足项目基本功能用海需求。因此，项目用海面积是合理性的。

项目用海属于《中华人民共和国海域使用管理法》中的养殖用海，申请期限不得超过十五年。本项目申请用海期限为 15 年，符合《中华人民共和国海域使用管理法》的规定。

8.7 项目用海可行性结论

项目用海符合《海南省国土空间规划（2021-2035）》和《三亚市国土空间总体规划（2021-2035 年）》。项目所在区域的社会条件、自然资源、环境条件满足项目用海要求，项目用海平面布置、用海方式、用海面积、用海期限合理。项目不占用岸线，不进行围填海，项目用海对周边用海活动影响较小，与周边利益相关者和利益协调部门具有可协调性。在切实落实了本论证报告提出的生态用海对策措施，切实落实了利益相关者的协调措施的前提下，从海域使用角度考虑，该项目用海是可行的。

8.8 建议

1.建议相关部门和用海单位加强用海区水质、沉积物环境和赤潮生物等跟踪监测，不断提高网箱养殖技术和管理水平。

2.用海单位在用海期间，如发现所用海域的自然资源 and 自然条件发生重大变化，应及时报告海洋行政主管部门，以维护国家海域所有权和周边海洋产业及海域使用者的合法权益。

