

万宁市国家现代农业产业园

深远海优质适养鱼类育繁推项目（一期）

海域使用论证报告表

（公示稿）

海南冉升海洋科技有限公司

统一社会信用代码：91460108MAA92DH83P

2024年11月

申请人	单位名称	万宁林兰水产养殖有限公司				
	法人代表	姓名	周波	职务	法人	
	联系人	姓名	林鲁郁	职务	总经理助理	
		通讯地址	海南省万宁市东澳镇蓝田村委会 366 号			
项目用海基本情况	项目名称	万宁市国家现代农业产业园深远海优质适养鱼类育繁推项目（一期）				
	项目地址	万宁市洲仔岛西部海域				
	项目性质	公益性 ()		经营性 (√)		
	用海面积	33.3294 公顷		投资金额	6760 万元	
	用海期限	15 年		预计就业人数	-	
	占用岸线	总长度	0 米		预计拉动区域 经济产值	万元
		自然岸线	0 米			
		人工岸线	0 米			
		其它岸线	0 米			
	海域使用类型	渔业用海		新增岸线	0 米	
用海方式	面积		具体用途			
开放式	33.3294 公顷		网箱养殖			

1 项目用海基本情况

1.1 项目地理位置

万宁市位于海南岛东部，地形呈西高东低之势，由中山、低山、高丘、低丘、台地和阶地平原组成。万宁市域内主要河流有太阳河、龙滚河、龙首河、东山河和龙尾河。全市多年平均降雨量约 2400 毫米，多年平均地表水资源量 25.39 亿立方米，全市海岸线总长 194.99 千米，所辖海域包含 58 个海岛。

本项目位于万宁市洲仔岛西侧海域，地理位置为北纬 18°38'21.236"、东经 110° 20' 37.555" ~北纬 18°38'35.871"、东经 110° 20' 37.499"。项目位置见图 1.1-1 所示。



图 1.1-1 项目区位图

1.2 项目建设内容

- (1) 项目名称：万宁市国家现代农业产业园深远海优质适养鱼类育繁推项目（一期）
- (2) 项目性质：新建项目
- (3) 建设单位：万宁市林兰水产养殖有限公司
- (4) 工程总投资：6760 万元，资金来源为申请用海单位自筹。建设工期为 6 个月。
- (5) 项目建设内容及规模：拟在洲仔岛西侧海域申请用海面积 500 亩（图 1.2-1），利用现有东星斑、红瓜子斑亲鱼苗养殖资源，创办东星斑、红瓜子斑亲鱼苗种苗深海养殖及成品鱼规模化养殖试验区，实现成品鱼年产量约 672 万斤。



图 1.2-1 项目位置图

1.3 项目平面布置和主尺度

1.3.1 项目平面布置

1.3.1.1 总平面布置原则

(1) 总平面布置符合海南省“十四五”规划、万宁市总体规划等相关规划的要求，并遵守国家、当地政府的有关法律、规定等；

(2) 根据地形、地貌和自然条件进行合理规划，满足生产和管理的要求；

(3) 按功能需求合理布置深水网箱，避免相互干扰影响，总平面布置为今后发展留有余地；

(4) 在满足生产管理和生态环保的前提下，最大限度的降低工程造价，节省工程投资。

1.3.1.2 项目平面布置

项目申请海域面积约 500 亩，平面尺寸约为 740m×450m，呈东南~西北向矩形布置。养殖基地内布置有 48 口重力式全浮网箱，网箱为周长 40m（长 10m，宽 10m，深 7m），进行东星斑和红瓜子斑鱼苗和成鱼的养殖。网箱采用的是日本抗台风沉浮深水网箱，搭载智能渔业养殖系统，可实现自动投饵、鱼群监控、水质监测等现代化渔业生产功能，为海洋牧场提供“智慧大脑”，计划养殖东星斑、红瓜子斑成品鱼 672 万斤。

项目经济技术指标见表 1.3-1，平面布置图见图 1.3-1。

表 1.3-1 经济技术指标一览表

指标		单位	数量	备注
一、项目内容				
网箱	深水网箱	口	48	方形，周长 40m，长 10m，宽 10m；网深 7m，容积约 3.36 万 m ³
海域面积	网箱养殖	hm ²	62.4	--
工作船	多功能工作船	艘	5	包含收运鱼、换网、投饵、巡逻等
二、固定系统				
水泥墩锚		个	384	每个网箱采用 8 个 6 吨水泥墩固定
锚绳		m	--	网箱纵横方向采用多条 PE 尼龙绳索（直径 3~8cm）和铁锚固定
框架连接绳			--	

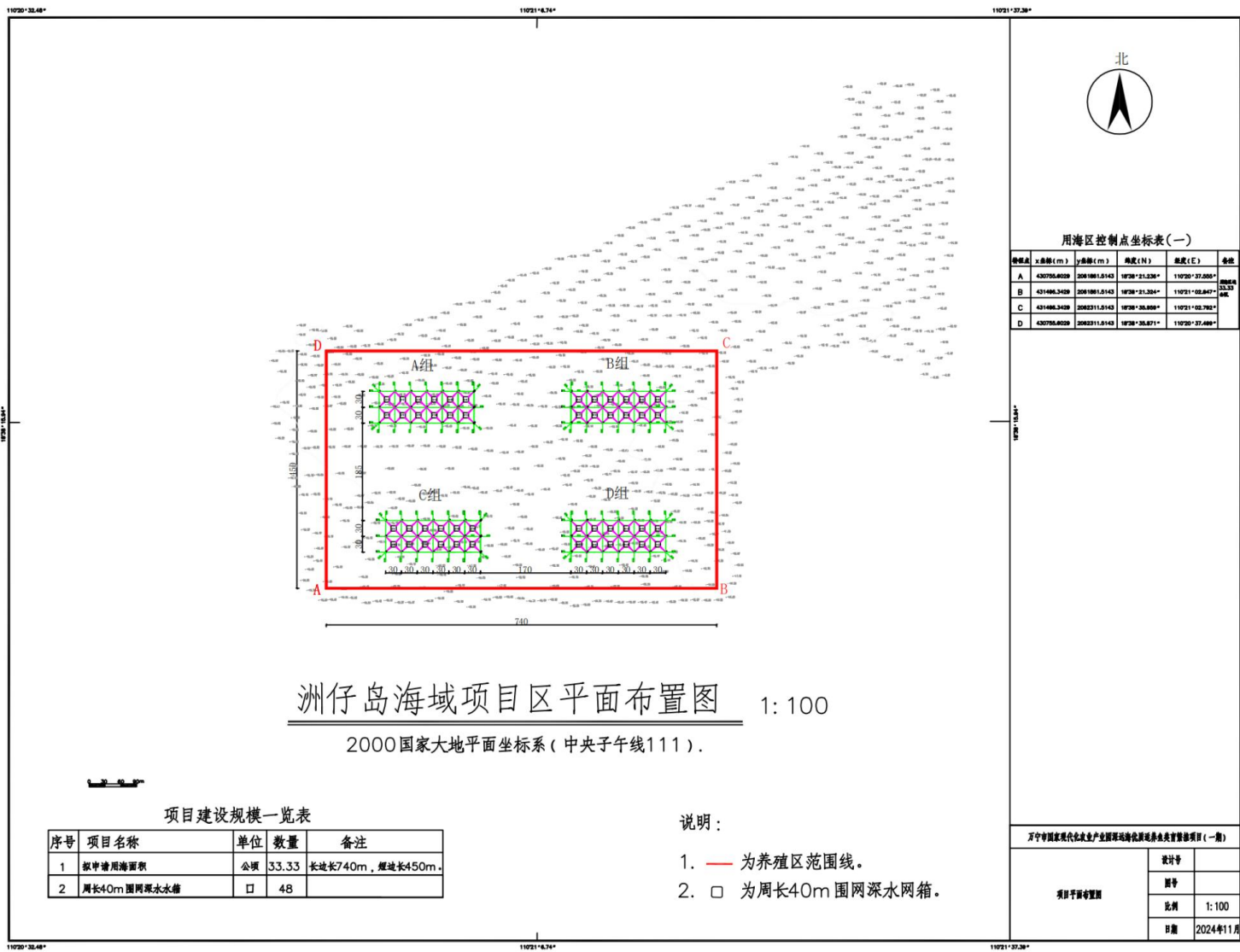


图 1.3-1 项目平面布置图

1.3.1.3 结构主尺度

（1）深水网箱选型

本项目深水网箱采用的是日本抗台风沉浮深水网箱，网箱为周长 40m（长 10m，宽 10m，深 7m）的方形网箱，网箱网采用的材质为铝合金镀锌材质；电镀锌使用年限为 2~3 年，海藻等附着物不易附着；电镀铝合金使用年限为 4~6 年。

网箱配置设施包括网箱浮力装置、网箱网衣、网衣稳定装置、网箱固定装置（锚、碇系统等）等组成，网箱结构示意图见图 1.3-2。



图 1.3-2 日本抗台风沉浮深水网箱结构示意图

浮力装置（框架）材料均为 HDPE（高密度聚乙烯），有扶手管、主浮管、支架及相关配件。

扶手管：为圆柱状环形空心管，周长与内主浮管相同，用于内挂网衣与生产操作安全防护。

主浮管抗风浪装置：主浮管为圆柱状环形空心管，环形圈数量为内外各 1 圈，内环管内侧周长 40m；对主浮管圆柱状环形管材进行多分区域隔离密封，并对每个隔离区域设置进排气管路及进排水管路控制系统，从而实现网箱在水中的可升降操作。

支架：支架用于内外主浮管之间和内浮管与扶手管之间的连接。

网箱网衣：网箱、网衣、网边选用了铝合金镀锌材料。框架是高密度聚乙烯材料；网衣经过了防腐处理，规格为铝合金镀锌 50 股×5.0cm，无结节；网边采用 PE280D/8 纱×0.7cm×500 目，长 80 米，沿箱体横向均匀分布，纵向结扎，以承受箱体的沉浮力；沉降圈是由直径 3 厘米柔韧性较强的钢丝绳外缠防水油布制成的方环，系结网边下端，离网底线 1 米，以使网箱在水中保持垂直形态，维持箱体有效容积。

网箱清洗：日本抗台风沉浮深水网箱的清洗方式和传统深水网箱清洗有所不同，为机器洗网，优势在于一方面不需要挪动网具和网内鱼种，可以极大地减少因为网箱清洗产生的鱼种损失；另一方面，不需要工作人员潜水作业，保障渔业作业人员的人生安全。

网箱固定装置（锚、碇系统等）：网箱固定装置采用水下网格组排方式固定，纵横方向各用多条 PE 尼龙绳索（直径 3~8cm）和水泥墩锚固定。其中，每口网箱用 8 个水泥墩（每个水泥墩 6 吨，体积 2.5m³）固定。

配套设施主要有网衣、沉子、平台、船只、监测、发电机组、投饵设备、工具、起鱼设备等。

主要性能参数指标是：

抗风能力：12 级以上；

抗浪能力：最大海面波高 10m；

抗流能力：最大流速 1.5m/s；

防污有效期：6 个月。

（2）深水网箱抗风浪原理

根据中国水产科学研究院黄海水产研究所的调查研究，目前国产抗台风的沈浮式网箱尚在测试阶段，没有真正经过台风的”洗礼”。因为材质要求高，用于网箱高质量的材料尚未普及。日本同种网箱在日本鹿儿岛南部海域已经实用了十多年以上，经过无数次大台风，没有受到影响，可抗 12 级以上台风。

①网箱框架采用海洋专用聚乙烯材料制造，充分利用材料的强度和弹性、抗流、抗冲击能力强，网箱框架连接采用特殊热熔焊接技术，属热塑分子重组完全焊接，从工艺上最大限度保证主构架整体的柔性及强度。此类材料具有可靠的强度、弹性、韧性和抗老化性，保证框架主体的统一强度。

②方台形网衣使用高强度的 PE 绞捻无结网编制而成，抗附着和老化能力强，较其它网衣更具抗流性。方形网衣经计算机模拟受力分析和波浪动水槽试验，以及海上工况实物测试，流速在 1 米/秒的作业工况下，养殖容积保持率在 95%以上。

③固定系统：根据网箱框架所需固定的位置，海洋或水库、湖泊水下的地质情况，通常采用木桩、铁锚桩、水泥块桩三种固定形式连接缆绳，升降式用浮筒三个部分组成，用科学的力学设计，具有强劲的抓力，铁锚桩配合缓冲锚链使用，效果更佳。

④由无滑动三角锚、锚链和尼龙绳组成的抗风浪锚泊系统，最大限度地保证在台风和洋流正面冲击下，网箱整体不位移。网箱海上安装方法采用 DGPS（差分式全球卫星定位系统）预定位，锚位准确误差值在 2 米以内。

⑤网箱平稳沉浮设计，使网箱可有效地避开台风的袭击和赤潮的危害，大幅度提高养殖成活率，并且操作简单。

1.3.2 项目主要施工工艺和方法

1.3.2.1 项目条件

①交通条件

本项目水域开阔，水上施工的水域面积较大，各类施工船舶干扰较少，有利开展多个作业面。因此，项目建设依托交通条件十分理想。

②场地条件

本项目采用的日本抗风浪沉浮式深水网箱采用外购。

③水电、通信条件

项目海域沿岸市政供水、供电、通信系统基础设施完备，项目施工过程中水、电及

通信均可由市政网络直接接入。可见，本工程的外部协作条件十分良好，足以满足项目建设的需求。

④施工能力

海南省及周边地区有多家技术力量雄厚、施工设备齐全、水上施工经验丰富的海洋工程专业施工队伍，完全可以承担本项目的施工。

1.3.2.2 施工方案

（1）施工概况

抗风浪深水网箱拟定由建设单位在近岸组装完毕后用船运输至养殖海域进行投放。

（2）施工顺序

安放准备工作→抗风浪深水网箱运输→深水网箱投放→竣工验收

（3）施工方法

①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。

②锚泊系统预连接

锚泊系统的各部位连接应在工作船上预先完成，并检查无误后，方按顺序逐个投放。

③锚位调整

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

④系挂网箱框架

将网箱框架置于升降平台中央，以网箱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。

⑤挂网整体调试

网箱框架挂网后，可通过升降方法来调试，并确定网箱外加重力参数，使网箱整体达到最佳稳定状态。

1.3.2.3 施工机械配备

项目拟投入的机械设备具体见表 1.3-2。

表 1.3-2 拟投入的主要施工船机设备表

序号	机械设备名称	单位	数量	规格型号	用途
1	拖船	艘	1		拖动驳船运输网箱
2	驳船	艘	1	平板型，1000t	非机动船，靠泊，接驳
3	机动艇	艘	1	载重 400kg	应急、救援等
4	起重船	艘	1	全回转式，100t	起重深水网箱
5	潜水工作船	艘	1	动力 2000KW	搭运潜水人员、设备
6	GPS	台	1	定位仪	施工定位导航
7	浮标	个	4		边界定位、警示
8	潜水设备	套	5		投抛前后校准

1.3.2.4 营运期船舶配置

本项目营运期配备的船舶见表 1.3-3。

表 1.3-3 营运期配备船舶指标表

序号	工作船	规格	单位	数量	燃料	用途	工作时间
1	钢制船	长 33m，宽 6.8m，148 吨	艘	1	柴油	用于收运鱼、换网	养殖期平均每 3 个月使用 2-3 天
2	玻璃钢船	长 13.8m，宽 2.2m，30 吨	艘	3	柴油	用于运送饵料	养殖期每天往返养殖区 1 次
3	玻璃钢船	长 8m，宽 1.8m，6 吨	艘	1	汽油	用于巡逻	养殖期每天往返养殖区 1 次

1.3.2.5 施工进度计划

由于本工程项目施工条件好，结构较为简单，根据工程建设的内容及工序安排，总工期预计需要 6 个月，工程项目的施工进度安排详见表 1.3-4。

表 1.3-4 施工进度安排表（月）

序号	项目名称	月份					
		1	2	3	4	5	6
1	总工期						
2	施工前准备						
3	抗风浪深水网箱建造						
4	网箱运输、安装						
5	竣工验收						

1.3.3 养殖工艺

1.3.3.1 鱼种

(1) 东星斑

东星斑，*Plectropomus leopardus* (Lacepède, 1802)，鮨科鳃棘鲈属的一种鱼类。

东星斑产自中国东部的东沙群岛，颜色鲜艳，身上布满白色的幼细花点，形似星星，因而称为“东星斑”。石斑是很凶猛的掠食者，会吞掉任何它能吞掉的鱼。也会吃掉观赏用的虾及其他甲壳类动物。不像炮弹鱼，石斑鱼会整个吞下猎物而不是咬食。不会骚扰它们吞不下去的鱼，可以和其他品种的石斑鱼混养，但会和其他星斑打架。食物包括各种海鱼、鱿鱼、贝类及虾。需要经常提供一些活食，足够的营养会保持它的色彩。

石斑的种类繁多。东星斑的色泽有蓝色、红色、褐色及黄色等，体形比一般斑鱼瘦长，头部细小。蓝色的眼睛中有乌黑的瞳仁。东星斑因为头部细小，肉较多，而且颜色雪白，东星斑鱼肉营养价值丰富，肉质鲜美，有咬劲，容易消化，营养吸收率极高，鱼肉含有二十几种人体所需要的微量元素、维生素，具有高蛋白、低脂肪、低胆固醇的特点；鱼皮的胶质层含有大量的“角沙烯”成分，是特效美容元素；鱼骨内还有珍贵的“脑黄金”成分，能激活脑细胞，提高记忆力，延缓大脑老化。自从东星斑被列为受保护的鱼类后，我国政府严厉禁止捕抓这种鱼，因此东星斑已经成为稀有品种鱼类，如图 1.3-3。

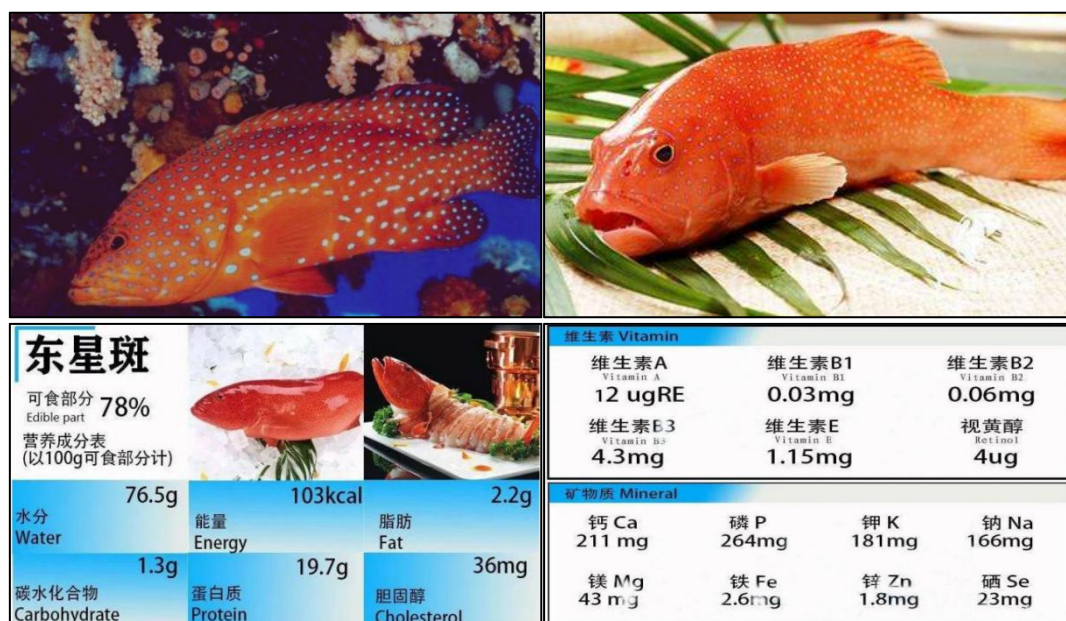


图 1.3-3 东星斑鱼图

(2) 红九棘鲈 (*Cephalopholis sonnerati*) (红瓜子斑)

红瓜子斑即红九棘鲈，（学名：*Cephalopholis sonnerati*），又称宋氏九刺鲈，属鲈科。俗称网纹鲈、过鱼、石斑、红舵、红瓜子斑。经常栖息于岩石底质的浅海中。一般体长 300-500mm。以无脊椎动物和鱼类为食。为热带珊瑚礁与沿岸鱼类，是一种高档食用海水鱼。身体橙红色至黄褐色，有褐红色或深棕色小点布满全身，鱼肉雪白，肉厚且爽滑，鱼味浓郁，3 斤以上容易有沙皮。

红瓜子斑鱼主要分布于中国南海诸岛、海南岛、澎湖列岛;印度洋非洲东岸至太平洋中部，北达日本，南至澳大利亚。

红瓜子斑的肉质鲜美，蛋白质含量丰富，且肉中残留有一定量的抗氧化剂、多种维生素和矿物质。特别是鱼体上的红色斑点，这些斑点中蕴含的保健成分对人体健康非常有益。据研究表明，这些成分可以有效抑制肿瘤细胞和有害细菌的生长，促进健康，改善免疫力，并有益于心脑血管的健康。与其他鱼类相比，红瓜子斑的肉质更加鲜美。适合各种方式处理，例如烤、煮、蒸等等，并可根据不同的食欲口感，添加相应的辅料。



图 1.3-4 红九棘鲈鱼（红瓜子斑鱼）图

深水网箱养殖还能根据市场需求，养殖金鲳鱼、美国红鱼等高附加值鱼种，这些养殖鱼类的苗种都已经解决，具有较高的经济价值。

1.3.3.2 运输

（1）运前准备

制订运输计划，内容包括：运输鱼种的种类、规格、数量和质量；运输工具、运输方式、运输时间、运输路线、运输密度；装运工具的检查、清洗、消毒；押运和装卸人员；了解水温、气温和天气状况。

（2）验收、检疫

鱼种采购前，应根据供需双方的协议进行验收，验收合格的鱼种方可外运。鱼种异地运输应进行检疫，凭检疫证方可运输。

（3）吊网和停食

鱼种在运输前应进行吊网 8~10h，具体方法按《池塘常规培育鱼苗鱼种技术规范》（SC/T1008-1994）的规定执行；鱼种运输前应停食 1~2 天。

（4）运输方法和密度

运输方法：采用塑料袋密封充氧、敞口容器充氧和活水仓等多种方法。

运输工具：可使用船只和汽车运输，海上运输宜选择风浪较小时进行，以活水船

运输为好。长途运输有专人押运，经常检查运输工具和鱼种的活动情况，发现问题及时采取有效措施进行处理。鱼种运输要求快装、快运、快卸，谨慎操作。

运输密度：视运输距离与鱼种规格而定。运输距离在八小时距离内、鱼种规格在100g/尾，活水船最大运输密度为 0.3×10^4 尾/ m^3 ；敞口容器汽车运输，具充气设备，最大运输密度 0.2×10^4 尾/ m^3 。大规格鱼种不宜采用小包装密封充氧运输。

1.3.3.3 放养

选择潮流平缓时放养。东星斑和红瓜子斑的放养密度约为 10~15 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《无公害食品渔用药物使用准则》（NY5071-2002）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。

1.3.3.4 饲养与管理

饲料分为天然饵料和人工饵料，本项目采用人工饵料，所用饲料应符合《无公害食品渔用药物使用准则》（NY5071-2002）的规定。人工饵料有硬颗粒饲料、软颗粒饲料和膨化饲料。人工饵料应营养齐全，在水中稳定性较好。

投喂：日投喂 1~2 次，小潮汛在清晨和傍晚投喂，大潮汛应选择平潮或缓潮时投喂，阴雨天可隔日投喂，水温低 20°C 以下少投或不投喂；配合饲料的日投饲量为鱼体重的 0.5~1.5%。

投饲原则：鱼种入箱 2~3 天后开始投饲；小潮汛多投，大潮汛少投；透明度大时多投，浑浊时少投；水温适宜时多投，反之少投；投喂时，宜采取少量多次投饲；鱼类的饱食率控制在 70~80%。

预防：在病害流行季节做好疾病预防工作，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，网箱内挂消毒剂袋，及时清除病鱼、死鱼。

治疗：使用的药物应符《无公害食品渔用药物使用准则》（NY5071-2002）的规定。治疗方法可采用投喂的方法，也可在平潮前后进行药浴。

休药期：按（NY5071）规定的休药期用药。

清洗网箱：根据网箱上附着生物量及鱼类养殖情况进行网箱清洗，网箱清洗可使用高压水枪等方法。

分箱：当网箱内鱼体总量超过网箱的单位养殖容量时，可进行分箱养殖。鱼体生长和个体差异相近的分在同一网箱。

水质监测：水温按（GB/T13195）规定的标准执行，其他监测指标参考 GB/T12763 和 GB17378。

检测与记录：每天对水温、盐度、天气、风浪等环境因子；饲料投喂种类、数量；鱼的活动、摄食情况、鱼类健康状况；病害防治情况及死鱼、病鱼数量；网箱安全程度等进行观察和检测，做好养殖日志。定期随机取样测量体长和体重。

安全生产：养殖过程中经常检查网箱的安全。在灾害性天气出现之前应采取在网箱上加盖网；检查和调整锚、桩索的拉力，加固网箱的拉绳和固定绳；检查框架、锚、桩的牢固性；尽量清除网箱框架上的暴露物；养殖人员、船只迁移至避风港等措施。

在强风暴过后应及时检查网箱有无损坏，发现问题及时修复。在网箱养殖区安装警示标志和灯具，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。

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

收获：当鱼体达到商品规格时，将鱼群聚集于网箱一角，即可收获。起捕前停饵 2~3 天。

网箱常见鱼病治疗方法见下表 1.3-5。

表 1.3-5 深水网箱常见鱼病的治疗方法表

鱼病名称	发病季节（月）	症状	治疗方法
肠炎病	5~11	病鱼腹部膨胀积水、轻按腹部，肛门有淡黄色粘液流出。有的病鱼皮肤出血，鳍部出血；解剖病鱼，肠道发炎，肠壁发红变薄。	大蒜素 1.0~2.0g/kg 鱼体重；拌饵连用 3~5 天；土霉素 50mg/kg 鱼体重，拌饵连用 4~6 天。

溃疡病	4~11	病鱼体表皮肤褪色，鳃盖出血，鳍腐烂，有的在体表出现疥疮或溃烂。解剖病鱼，幽门垂出血，肠道内充满土黄色粘液，直肠内为白色粘液，肝脏暗红色或淡黄色。	三黄粉 30~50g/kg 饲料，拌饵连用 3~5 天；5 倍子粉 2~4mg/L，连续泼洒 3 天；三氧异氰尿酸 0.3~0.6mg/L 全箱泼洒，二氧化氯 0.3~0.6mg/L 全箱泼洒。
弧菌病	常年	感染初稿，体色多呈斑块状褪色，食欲不振，缓慢地浮于水面，优势回旋状游泳；随着病情发展，鳞片脱落、吻部，鳍膜溃烂，眼内出血，肛门红肿扩张，常有粘液流出。	三黄粉 30~50g/kg 饲料，拌饵连用 3~5 天；土霉素 50~80mg/L 鱼体重，拌饵连用 4~6 天；五倍子粉 2~4mg/L，连续泼洒 3 天，二溴海因 0.2~0.3mg/L 全箱泼洒。
病毒性疾病	6~12	病鱼体表两侧充血，出血、上下额、吻部出血；有的鳍条有血丝，鳞片脱落，严重时形成溃疡，有的鱼体和部位繁生念珠状物，病灶的颜色由白色、淡灰色变为粉红色，成熟的肿物可出现轻微的出血。	聚维酮碘 0.1~0.3mg/L 全箱泼洒；二溴海因 0.2~0.3mg/L 全箱泼洒，四烷基季铵盐络合碘 0.3mg/L 全箱泼洒。
寄生虫、真菌等引起的疾病	3~11	病鱼体表皮肤、鳃、眼角膜、口腔和病鱼的肝、脾等处，肉眼可见许多白色的点状囊泡，病鱼瘦弱，鳃部贫血、体表粘液增多，食欲不振，游泳无力，活动异常，严重者体表出血，溃疡，腹部膨胀，研究突出充血。	四烷基季铵盐络合碘 0.3mg/L 全箱泼洒；硫酸铜 0.8~1.2mg/L 全箱泼洒；硫酸铜+硫酸亚铁（5:2）0.8~1.2mg/L 全箱泼洒。

1.4 论证等级和范围

1.4.1 论证等级

（1）项目用海类型

根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》（自然资源部，2023年），本项目用海类型为“渔业用海”（一级类）中“增养殖用海”（二级类）。根据《海域使用分类》（HY/TC123-2009）规定，本项目用海类型为“渔业用海”（一级类）中“开放式养殖用海”（二级类）；用海方式为“开放式”（一级方式）中“开放式养

殖”（二级方式）。

根据《海域使用论证技术导则》（GB/T42361-2023）论证等级判据（见表 1.4-1），本项目论证等级应为三级，本报告论证类型为报告表。

表 1.4-1 海域使用论证等级判据表

一级用海方式	二级用海方式	用海规模	所在海域特征	论证等级
开放式	开放式养殖（深水网箱养殖面积为 33.3294ha）	用海面积大于(含)700ha	所有海域	二
		用海面积小于 700ha	所有海域	三

1.4.2 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用海外缘线为起点向东南、东北、西南各外扩 5km，向陆一侧至岸线，论证面积约为 123.0km²，论证范围如所示图 1.4-1。

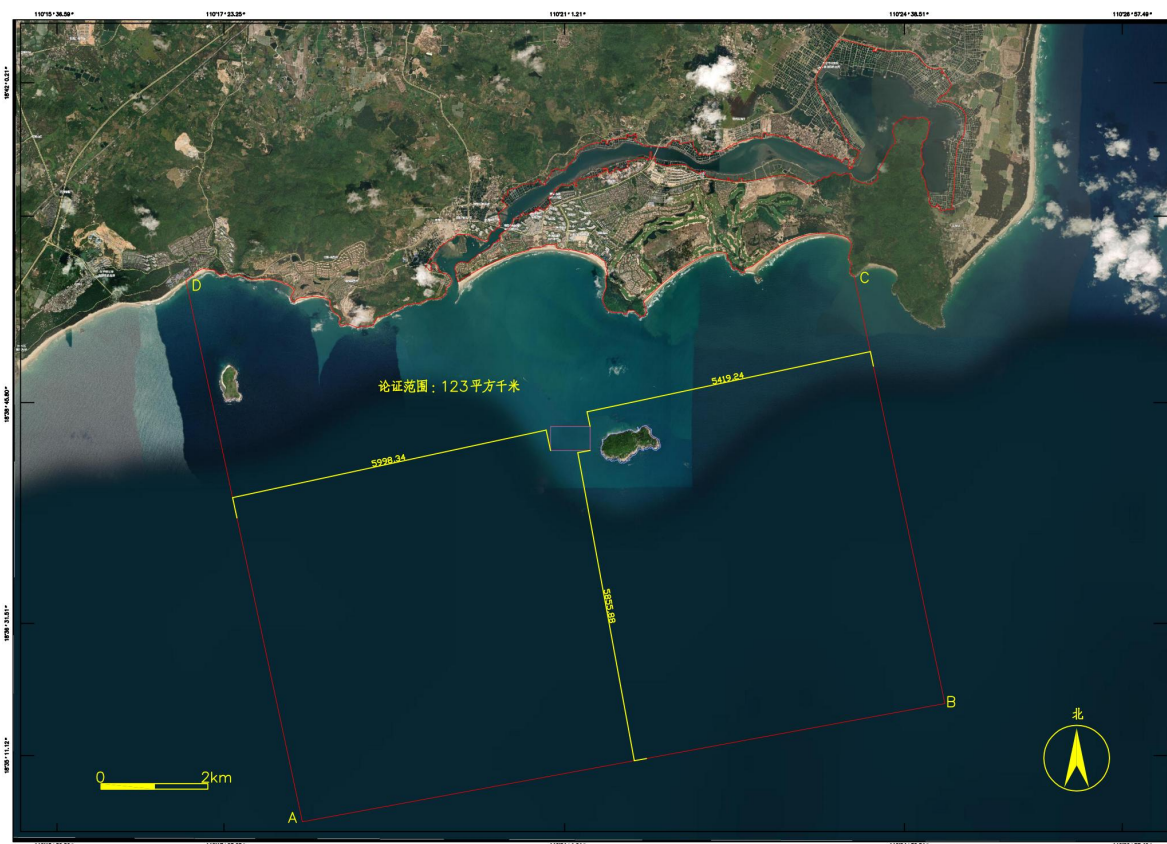


图 1.4-1 论证范围图

1.5 论证重点

通过拟建项目使用海域及附近海域海洋自然条件、资源和环境的调查，按照《海域使用论证技术导则》（GB/T42361-2023）的要求进行分析、研究和论证，论证重点是：

- （1）用海面积及用海方式的合理性；
- （2）海域开发利用协调分析；
- （3）资源环境影响分析；
- （4）生态用海对策。

1.6 项目用海需求

（1）项目用海类型

根据项目总平面布置方案，项目主要涉海工程为渔业养殖项目。根据《海域使用分类》（HY/T 123-2009），本项目一级用海类型是渔业用海，二级用海类型是开放式养殖用海。根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》，本项目一级用海类型是渔业用海，二级用海类型是增养殖用海。

（2）项目用海方式

根据《海域使用论证技术导则》（GB/T42361-2023），本项目的一级用海方式是开放式用海，二级用海方式是开放式养殖用海。

（3）申请用海面积及年限

本项目用海面积为 33.3294ha，故申请 33.3294ha 的海域。本项目为渔业用海项目，按照《海域使用管理法》，可申请用海 15 年。因此，本报告申请用海年限为 15 年。

1.7 项目用海必要性

1.7.1 建设的必要性

（1）项目符合国家产业政策及相关涉海规划

本项目符合国家政策及地方的产业发展政策。本项目是开放式养殖用海项目，属于

《产业结构调整指导目录（2024 年本）》“鼓励类”中“一、农林牧渔业：14、“现代畜牧业及水产生态健康养殖”项目，属于鼓励类建设项目，不属于“限制类”和“淘汰类”项目，属于允许类建设项目。渔业深水网箱养殖为渔业资源增值的重要工程，因此本项目建设符合万宁市相关涉海规划。

（2）项目的建设有利于拓展养殖空间，实现海水养殖可持续发展

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，随着海南国际旅游岛的建设，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。我国的浅海水域面积达 1.1 亿余亩，目前已用于开发养殖的均为水深 5m 以内的近岸区域，而绝大部分水深 5m 以上特别是 10m 以上的浅海区域养殖开发较少。因此，在水深 10m 以上的浅海区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。此外，在水深 10m 以上的开放性海域适度发展海水养殖业，水流交换充分，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。

本项目的建设，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，推动海水养殖业可持续发展。

（3）项目的建设为高附加值鱼种的研究具有阶段性推动意义

科学预期指标：本项目研发高通量表型测定技术，集成并利用多组学分析和分析生物学技术，解析豹纹鳃棘鲈（俗称东星斑，以下内容皆描述为东星斑）等高附加值鱼种生长、抗病等重要经济形状的分析基础与调控机制，筛选重要相关基因分子标记，筛选形状相关模块，解析模块间互作关系，为高附加值鱼种高产、抗病分子育种提供重要科

学依据。

技术预期指标：通过本项目的实施，预期建立高附加值鱼种新种质（品系），为陆基工厂化、深远海网箱等现代养殖模式提供优异种质，推动企业的科技创新能力与行业竞争力提升，促进东星斑等高度价值鱼种产业高质量发展。通过本项目的实施，预期闯制养殖成活率提高 20%以上，生长速度提高 10%以上的东星斑等新种质，带动 1000 万以上东星斑苗种的规模化培育。

科学价值：本项目研究解析高附加值鱼种优异性状形成的分子机制，挖掘生长抗病等经济性状相关模块，丰富了水产科学基础理论研究理论水平；建立高附加值鱼种基因组选择育种技术，创智具备优良生长性状的高产、抗病种质新品系，为研究东星斑等高附加值鱼类重要生物学性状提供了材料、方法和关键技术，具有重要的科学价值。本项目的顺利完成将取得一批具有先进性的学术成果和自主知识产权，为鱼类分子机制解析和高效分子鱼种技术创制提供研究基础和数据支撑，为持续提升我国水产良种创制能力和水产养殖产业升级提质增效提供科学参考。

社会效益：通过本项目的实施，将创制高产、抗病高附加值鱼种新品系，实现种源可控，促进了现有东星斑等高附加值养殖苗种的更新，加速传统养殖模式向智能化生产、规模化转型发展，提升良种保障水平和分子育种新技术的带动作用 and 产业化经营水平，满足人民对优质鱼类的需求，带动饲料、餐饮、加工等相关产业的良性发展，具有重要的社会效益。

经济效益：本项目创制高产、抗病高附加值鱼种新品系可将单位产量按照高产新种质产量提高 10%，根据养殖面积和商品售价等因素综合考虑，预计可新创造直接和间接经济效益达千万元以上，带动增加就业岗位 150 个以上，为水产养殖业提质增效，稳定发展和乡村振兴战略发展推行注入新的动力。

生态效益：本项目培育创制的高产、抗病高附加值鱼种新品系，单位水体养殖密度大，有助于提高饲料利用率，减少养殖对水环境的污染，提高产品的品质 and 安全性，在

提升食品安全水平和改善生态环境等方面具有重要意义。

（4）项目的建设有助于我国政策大力推进加快建设海洋强国战略

《国民经济和社会发展第十四个“五年规划”和 2035 年远景目标纲要》明确提出，积极拓展海洋经济发展空间。本项目拟建的东星斑鱼规模化养殖示范区，采用环保养殖，环保无污染，既能够净化海水环境，还能够提升区域海洋经济效益。完全符合我国及万宁市海洋经济发展重点及方向。

（5）项目的建设有助于增加出口外汇收入，推进万宁经济社会跨越式发展

项目投产后，带来的经济效益和社会效益是极大的。能增加当地鱼苗、饵料市场。会极大增强当地水产品市场的活力，大力促进当地水产相关产业：如冷冻厂、制冰厂及冷冻物流运输业的发展及增加大量水产相关从业人员就业。同时，大量的饵料需求将带动饵料冷冻贮藏、鱼苗和饵料鱼的远洋捕捞、鱼产品的深加工等相关产业的发展。本项目建成后，为区域经济发展将作出重要贡献。

（6）发展绿色深海水产养殖是海洋资源可持续发展的需要

作为海洋大省，在经济迅速增长、人口快速增加及城市化程度加快而陆地资源日益枯竭的背景下，立足陆海统筹，科学开发海洋资源和保护海洋环境，是支撑海南海洋经济社会可持续发展的必然选择，本项目的连续性有利于海洋资源的可持续性和经济的可持续发展。

发展绿色深海鱼水产养殖是满足人民群众美好生活需要的重要措施。发展绿色水产养殖是落实中央生态文明建设的重大举措。传统养殖业可持续发展及影响环境问题日益突出，已不能适应现行生态环境保护的要求，迫切需要进行规范、技术革新及绿色转型升级，建设环境优美生态养殖区，助推海南省创建全国生态文明建设示范区。

发展绿色水产养殖业是海南乡村振兴战略的重要途径。传统水产养殖业为渔民增收、渔村发展作出了重要历史贡献，但海南经济社会快速发展的形势需要产业加快绿色发展，促使传统渔民向现代养殖工人、休闲渔业从业人员转变，进一步带动美丽渔村建设和振

兴。

1.7.2 用海的必要性

本项目针对高附加值鱼类养殖业中，分子育种技术尚未建立、核心育种群与抗病良种缺乏、陆海接力养殖关键技术有待研究等问题，围绕高附加值鱼类种质重要经济性状测定与遗传解析、全基因组选择育种技术研发与应用、育种基因芯片研制与应用、核心育种群构建与抗病良种创制以及陆海接力养殖关键技术等内容开展研究，以期加快高附加值鱼类良种培育进程、实现高附加值鱼类高效健康养殖，为实现全基因组选择在鱼类良种选育中的大规模推广应用奠定基础，提高海南水产种业核心竞争力。

深水网箱抗风、浪、流性能强的特点，使海水网箱养殖业由近海海域扩大到深水海域，可缓解浅海、港湾、滩涂养殖的压力，给海水养殖业提供更广阔的空间，集中规划养殖海域有助于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。

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。项目按照水深条件、养殖容量和环境保护的要求布局，在洲仔岛附近海域布置了日本抗台风沉浮式深水网箱共 48 口（一组 12 口，长 10m，10m，深 7m），整个项目需占用 33.3294 公顷的海域面积。

本项目深水网箱养殖用海项目适宜开展海域续期用海申请，用海申请对海域的使用给出了具体的规划，避免养殖户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，洲仔岛附近海域潮流畅通，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，项目占用海域是必要的。

项目建设单位万宁林兰水产养殖有限公司拥有 76 亩设施先进、配套齐全的高附加值鱼种工厂化养殖基地，2023 年繁育季节完成东星斑鱼等高附加值鱼种工厂化苗种繁育，

为本项目的顺利进行提供了基础性材料的可行性。项目合作单位中国水产科学研究院黄海研究所前期完成了东星斑基因组精细图谱绘制，烂身病病原菌鉴定、抗病参考群体构建等工作，在半滑舌鲷、牙鲆、斑石鲷等其他重要水产养殖鱼类中，具有在基因资源挖掘和分子标记筛选雄厚的研究基础。本项目团队建立了 RNAi、转基因、TALEN、

CRISPR/Cas9 等基因功能验证技术，利用多组学关联和 GWAS 等技术，对半滑舌鲷雌雄大小二态性、抗病性状遗传机制进行了系统研究，筛选到多个关键基因，用于高产高抗品系的选育研究，在理论和技术层面为本项目提供了可行性。

本项目将帮助构建东星斑等高附加值鱼种种质评价体系的构建。评价体系的构建依托于大规模收集东星斑等高附加值鱼类不同地域和不同性状的优良种质，建立分类、分级系统化监测管理系统；结合基因组估计育种值，提供多形状良种亲鱼配种方案，综合运用群体杂交、基因组选择等技术，培育高附加值鱼种高产抗病良种。因此，项目占用海域是必要的。

本项目运营期间，用海申请单位将通过科学合理的养殖方式，不断提高养殖产量从而达到养殖东星斑、红瓜子斑成品鱼 672 万斤的规模，为研究高附加值鱼类的高产抗病良种、高附加值鱼类种质种质评级体系的构建和养殖鱼类性状相关模块发掘与分析具有重要作用，同时也对万宁市深水网箱养殖产业的发展具有促进意义，因此项目用海是十分必要的。

项目用海符合万宁市海洋产业结构调整的需要，对促进研究高附加值鱼种的高产抗病性状和评价体系的构建、万宁市海水养殖技术的提高和渔民转产转业具有重要意义。本项目选址于洲仔岛西北部海域，该区域潮流畅通，水质优良，温度适中，海面宽阔，水体交换条件好，有利于高附加值鱼类种质研究和深水网箱养殖产业发展。因此项目用海是必要的。

综上所述，万宁市国家现代农业产业园深远海优质适养鱼类育繁推项目（一期）深水网箱养殖用海项目续用海是必要的。

2 项目所在海域概况

2.1 海洋资源概况

2.1.1 港口资源

万宁市港口资源，尤其是渔港资源较少，除本项目北侧在建的乌场一级渔港外，港北港为一级渔港，坡头港为三级渔港（图 2.1-1）。



图 2.1-1 万宁市港口分布图

(1) 乌场一级渔港

乌场一级渔港是万宁临海经济带产业发展的龙头基地，是琼海—万宁渔港经济区中的核心渔港，是服务海南自由贸易港对外开放的东大门。围绕海南自贸港三区一中心的建设、三大产业以及军民融合发展的需求，建设具有国家重大战略服务保障功能、服务自贸港高质量发展、满足南海维权执法的现代化渔港。建设集南海保障、对外开放、休闲旅游、产业发展、设施齐全、工艺先进、生态环保、信息智能、管理规范于一体的现

代化渔港。渔港满足 1500 艘大中小型渔船停泊避风。

乌场一级渔港建成后卸港量 6 万吨/年，可容纳避风船舶数量约 1235 艘。新建南防波堤 1281.9m（拆除原南防波堤 326m），中防波堤 350m，西防波堤 592.44m，西防波堤通过 115m 长的栈桥与后方陆域连接，防波堤形成水域总面积约 78.9030 公顷；公益性码头泊位岸线总长度 972m，其中渔业码头泊位岸线 640m，综合补给、公务船泊位 332m。新建公益性码头泊位 20 个，其中渔业泊位 15 个，公务船泊位 4 个，综合补给船泊位 1 个。港池、航道疏浚总量为 54.84 万 m³。

渔港陆域利用已有土地 16.2 公顷，包括公益性设施和经营性设施，公益性设施包括综合执法中心 1977.34m²、卸鱼棚 2720.8m²、港内道路 30966m²、停车场 7943m²、港区绿化 18685m²、应急储备库 204m²、围墙 900.2m、污水处理站 1 座、垃圾转运站 1 座、变电所 2 座、入口岗亭 2 座、公共厕所 2 座、智慧渔港工程及室外给排水、电气、消防等。

（2）港北渔港

万宁市规模最大的渔港，位于小海潮汐通道处，始建于上世纪 70 年代，是中小型渔船的避风港及渔船停泊供给点，属于二级渔港。2009 年 12 月，万宁市向农业部申报港北一级渔港建设项目。2011 年 3 月获农业部批准。2012 年 5 月开工建设，港北一级渔港建成后，主要航道深度可达 3.8-4.5m，口门航道宽 60m，可满足渔船全天候进出港作业。目前，港口已投入使用。

（3）坡头渔港

为万宁市的地方小型渔港，位于老爷海泻湖南部口门处，没有完整的码头设施，条件简陋，占用海岸线基本保持自然状况。

2.1.2 岸线资源

根据 2019 年修测岸线成果，从乌场港西侧至万宁马骝角段岸线基本为自然岸线，包含乌场港和后海两个海湾，岸线总长度约为 19.21km，其中砂质岸线长度约为 14.59km，

基岩岸线长度约为 3.62km。自然岸线后方陆域现状主要为林地、湿地，岸部分区域为住宅用地，岸线向海一侧基本为沙滩。因此，项目附近岸线资源具有良好的生态特征。

2.1.3 渔业资源

万宁面临面积广阔的南海海区，海产品蕴藏量非常丰富。万宁的海洋生物资源分为三类：鱼虾类主要的有 30 多种，其中经济价值较高且资源量较大的有 10 多种，有马鲛鱼、金枪鱼、乌贼、金线鱼、宝刀鱼、带鱼、石斑鱼、鲐鱼、篮圆鲹、鲨鱼、鱿鱼、海参、龙虾、斑节对虾、墨吉对虾、刀额新对虾等；贝壳类主要有毛蚶、凤螺、鲍鱼、文蛤、梳纹加夫蛤、江珧、宝贝、河蚌、米蚬、马蹄螺、青蟹、海龟、玳瑁等；藻类有麒麟菜、江篱菜等。大洋性渔业生态系鱼类有鳍金枪鱼、大眼金枪鱼、旗鱼类等。

2.1.4 潟湖资源

（1）小海

位于万宁市东部，是一个泻湖型海湾，呈带囊状，湾口狭窄，湾内开阔。海湾较浅，除湾口航道水深在 2~4m 外，其他海域水深都在 1.5m 以下，水域总面积约为 38km²。潮汐类型为非正规日潮，平均潮差仅 0.6m，湾内海水盐度变化较大，涨潮时湾口可高达 31，但海湾底部只有 3~5，退潮是全湾海水盐度都较低。海湾内海水盐度受雨水影响也很大，热带气旋带来的暴雨使湾内盐度降至 0~3，旱季盐度稍高。

（2）老爷海

位于万宁市东南部，整体呈长葫芦形，由开阔区、狭窄区两部分组成。总面积约为 9.8km²，水深 0.5~4m，是一个泻湖型海湾。老爷海后部的开阔区约 4km²，相对宽阔，通过一条长约 8km 的狭长水道与大海相通。狭窄区最狭处仅 250m，入海口处总宽度 500m。由于淤砂，入海口处低潮时实际水面宽度仅 80m 左右。根据水交换条件的不同，狭窄区又可分成入海口段（入海口至兴隆农场海边站）、中段（海边站至西宅路）和后段（西宅路至龙保桥）。潮汐类型为非正规日潮，平均潮差仅 0.6m，湾内纳潮量小，水体交换不畅，自净能力差，环境容量较小。海水盐度变化较大，涨潮时湾口可高达 32，

但海湾里部只有 5~10。

2.1.5 旅游资源

万宁市山青水秀，景色宜人，既有奇山、异洞、怪石、海滩、岛屿、温泉、热带珍稀动植物、滨海风光等自然景观，又有文物古迹、革命遗址等人文景观。有以“海南第一山”之美称的东山岭，有“热带花果园”之美誉的兴隆温泉旅游区，有“南海明珠”之称的大洲岛，有水清浪静、滩洁沙软的石梅湾、南燕湾、日月湾、春园湾，有“神州半岛”之称的牛庙岭，有神奇传说，饶有野趣的尖岭五眼温泉等。这些旅游资源，都具有较高的开发价值。目前，正在开发的有石梅湾、尖岭五眼温泉、牛庙岭，已开发利用，能供中外游客观光的有东山岭、兴隆温泉、南燕湾、日月湾和春园湾、兴隆热带花果园。境内主要河流有：太阳河、龙滚河龙头河和龙尾河。

根据现场勘查（图 2.1-2），本项目位于万宁后海海域，该海域有良好的自然岸线和沙滩资源，砂质洁白细腻，沙滩长度约为 8.1km 左右。

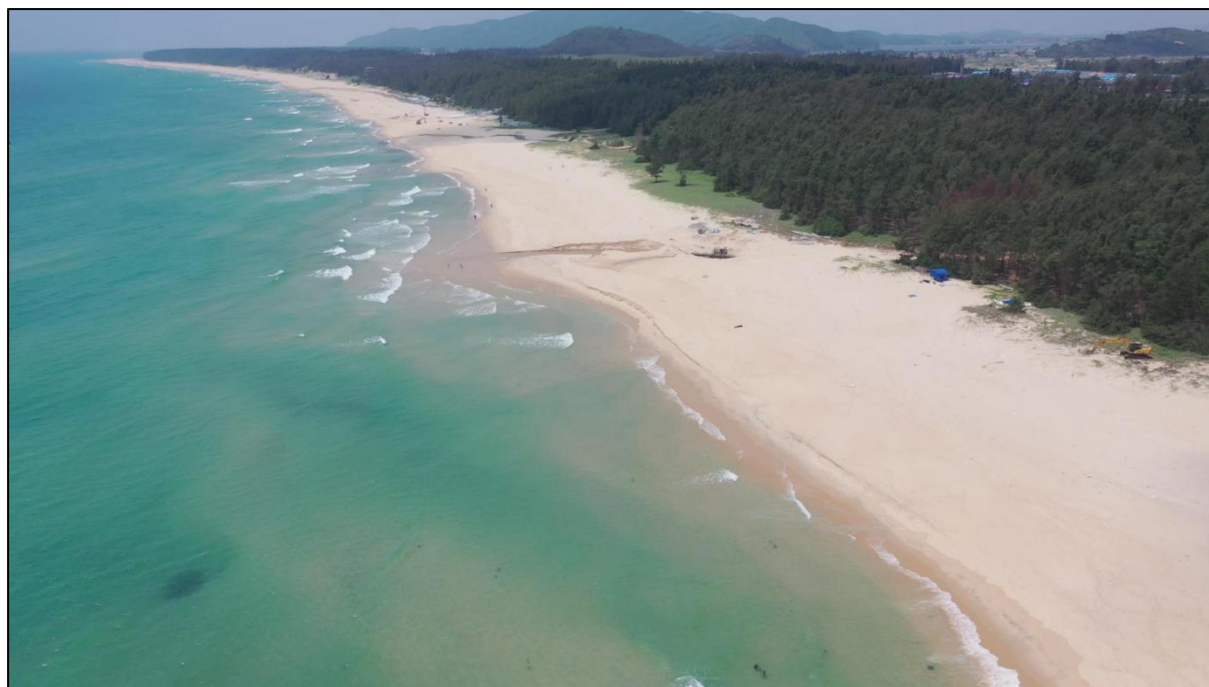


图 2.1-2 后海岸线及沙滩图

2.1.6 海岛资源

万宁市海域范围内岛屿极为丰富，在本项目论证范围内主要岛屿有白鞍岛、甘蔗岛、

加井岛和洲仔岛等。

（1）甘蔗岛

位于乌场港东部，距海岸约 1km，面积 0.1229km²，是万宁市离海岸最近，面积最小的岛屿。该岛由岩石构成，表层为黄粘土，生长着一种小芒草，周围水深 4~17m。

（2）加井岛

位于万宁海域的南部，距石梅湾海岸约 1.5km，面积 0.1649km²。该岛由岩石构成，表层为红粘土，岛上杂草丛生，该岛两岸有一片沙带可供泊船登岸，岛附近水深 5~23m。该岛可开展海岛旅游项目。

（3）洲仔岛

洲仔岛是一个无人岛，距南荣岭海岸 2.1km，面积约 0.475km²，该岛主要由岩石构成，表层为黄质沙土，岛上杂草丛生，西北端有一小片沙带可供泊船登岸，岛附近水深 10~20m。该岛可开展海岛旅游项目。其优质的海水资源和种类繁多的珊瑚使其成为有待开发成旅游景点的热门岛屿。洲仔岛与神州半岛旅游区隔海相望，依托着旅游区的便利交通，洲仔岛已不再是一个被人遗忘的岛屿。岛屿呈东西走向，长条形，两峰相峙，中间形似一马鞍，从神州半岛远眺如同两只卧海水牛。岛上岩石多硫性，故而海中珊瑚多呈五颜六色。洲仔岛沙滩柔软如粉沫，海水清澈可见底。水中多珊瑚，珊瑚多色性，五颜六色。岛上多圆石，奇形怪状。岛峰北面可看神州半岛湾风光，东面可远眺浩渺太平洋。在洲仔岛附近开展深水网箱项目，发展休闲渔业具有得天独厚的优良条件和潜力。

2.2 海洋生态概况

万宁市地处海南岛东部沿海，属于热带海洋性季风气候。冬、春季主要受冷空气天气系统影响，夏、秋季则受热带气旋、副热带高压和低压槽影响为主。根据万宁气象站 2000~2019 年的气温、降水、风、雾及湿度等气象观测资料进行统计。除此之外，风况采用乌场海洋站（18°46'N，110°25'E）近 5 年（2006~2010 年）的风速风向实测数据分

析项目所在海域的风况。

2.2.1 区域气候与气象

2.2.1.1 气温

本区域年平均气温为 25.1℃，月平均气温变化为 19.5（1 月）~28.9℃（6 月），除 1 月平均气温为 19.5℃外，其余月份均超过 20.0℃，月平均气温温差不大。年极端最低气温为 7.3℃，出现在 2016 年 1 月 25 日；月最低气温除 12、1、2 月低于 10.0℃外，其余月份均超过 10.0℃；年极端最高气温为 37.1℃，出现在 2005 年 7 月 20 日；月最高温度 5-9 月份均超过 35.0℃，其余月份则高于 30.0℃且低于 35.0℃。

2.2.1.2 降水

万宁地区降水量丰富，各月均有降水，雨季较长。根据万宁气象站 2000~2019 年降水资料统计（表 3.1.1-2），年平均降水量为 2229.3mm，年平均降水日数为 156 天。月平均降水量为 42.9（2 月）~453.9mm（10 月），降水量主要集中在 5~11 月雨季期间，占全年降水量的 80%以上，降水日数同样是雨季所占比例较大。与之相对的是，12 月至次年 3 月则为旱季，其中 1~3 月平均降水量不足 100mm。一日最大降水量为 355.1mm，出现在 2000 年 10 月 14 日，主要是受弱冷空气和南海辐合带共同作用引起的。

2.2.1.3 风况

根据万宁气象站 2000~2019 年风资料统计，年平均风速为 2.2m/s，最大月平均风速为 2.4m/s。万宁最大风速一般出现在冬季风期和热带气旋影响期。

除使用万宁市气象局统计资料外，风况资料引用项目用海区内的采用乌场海洋站（18°46'N，110°25'E）近 5 年（2006~2010 年）的风速风向实测数据分析项目所在海域的风况。

乌场海洋站地处季风区，累年平均风速 2.9m/s，风向随季节变化明显。秋、冬季盛行偏 N 向风，以 N 向风频率最高，NNW 向风次之；春、夏季盛行偏 S 向风，以 SSW 向风频率最高，SSE 向风次之。冬季风速较大，其中 11~12 月多年平均风速分别为 3.6m/s

和 3.2m/s；夏季风速较小，其中 8 月风速最小，多年平均风速为 2.2m/s。

近几年最大风速出现在 7 月份，为 19.8m/s，风向为 SSE，出现在 2010 年 7 月 17 日，为 1002 号热带气旋“康森”影响所致。

该海域年主导风向为 N 和 SSW，出现频率分别为 13.8% 和 11.8%，这两个风向对应的平均风速也较大，均为 3.5m/s，最大风速分别为 11.1m/s 和 17.2m/s。次风向为 NNW，出现频率为 10.5%，该风向对应的平均风速和最大风速分别为 3.0m/s 和 10.9m/s。最少风向是 WSW，其出现频率不到 1%，其对应的平均风速和最大风速也较小，分别为 1.1m/s 和 5.6m/s。该区近五年强风向为 SSE 向，风速为 19.8m/s；次强风向为 S 向，风速为 19.0m/s。乌场海洋站 2006 年~2010 年风玫瑰图见图 2.2-2。

2.2.1.4 雾

根据万宁气象站 2000~2019 年雾日资料统计，万宁地区雾日相对较少。年平均雾日为 11 天，主要出现在冬、春季。

2.2.1.5 相对湿度

项目所在海域多年平均相对湿度为 84%，2、3、5、9 月份平均相对湿度最大均为 85%，12 月份最小为 82%。由于受海洋调节，水气丰富，各月平均相对湿度变化不大，其幅度变化在 82~85%之间。

2.2.2 水文动力

本项目水文动力资料引用《万宁市坡头三级渔港工程项目调查报告》（海南正永生生态技术有限公司，2023 年 6 月）。

2.2.2.1 潮汐及水位

（1）基准面及换算关系

本报告高程系均以 1985 国家高程为基准（以下同），当地理论最低潮面位于 1985 国家高程基准以下 0.48m。

（2）潮汐性质及潮位特征值

由于万宁市没有验潮站，因此缺少长期验潮资料，无法给出准确的潮汐特征。项目附近有乌场站一个月的潮位资料，项目北侧有清澜验潮站，针对这两项资料进行统计，两者之间具有一定的相关性，结合项目调查的一个潮周期的短期调查资料，分析项目所在海域的潮汐特征。根据 1990~2011 年清澜验潮站资料、1998 年乌场验潮资料以及工程附近短期验潮站 L1 站一个月的逐时潮位资料（2011 年 8 月 23~9 月 28 日），。

（3）设计水位

在本工程附近，缺乏一整年的潮位实测资料，参考工程北侧乌场一级渔港特征水位，采用短期同步差比法，对本工程潟湖内的水位进行推算。

极端高水位：**m

设计高水位：**m

设计低水位：**m

极端低水位：**m

2.2.2.2 潮流特征

（1）调查站位

为了了解项目洲仔岛附近海域的水文特性，根据海南正永生态工程技术有限公司于 2021 年 11 月在该海域开展了大潮期的连续 26 小时潮流观测，在潮流观测期间进行 2 个站潮位同步观测。水文调查站位见图 2.2-4。

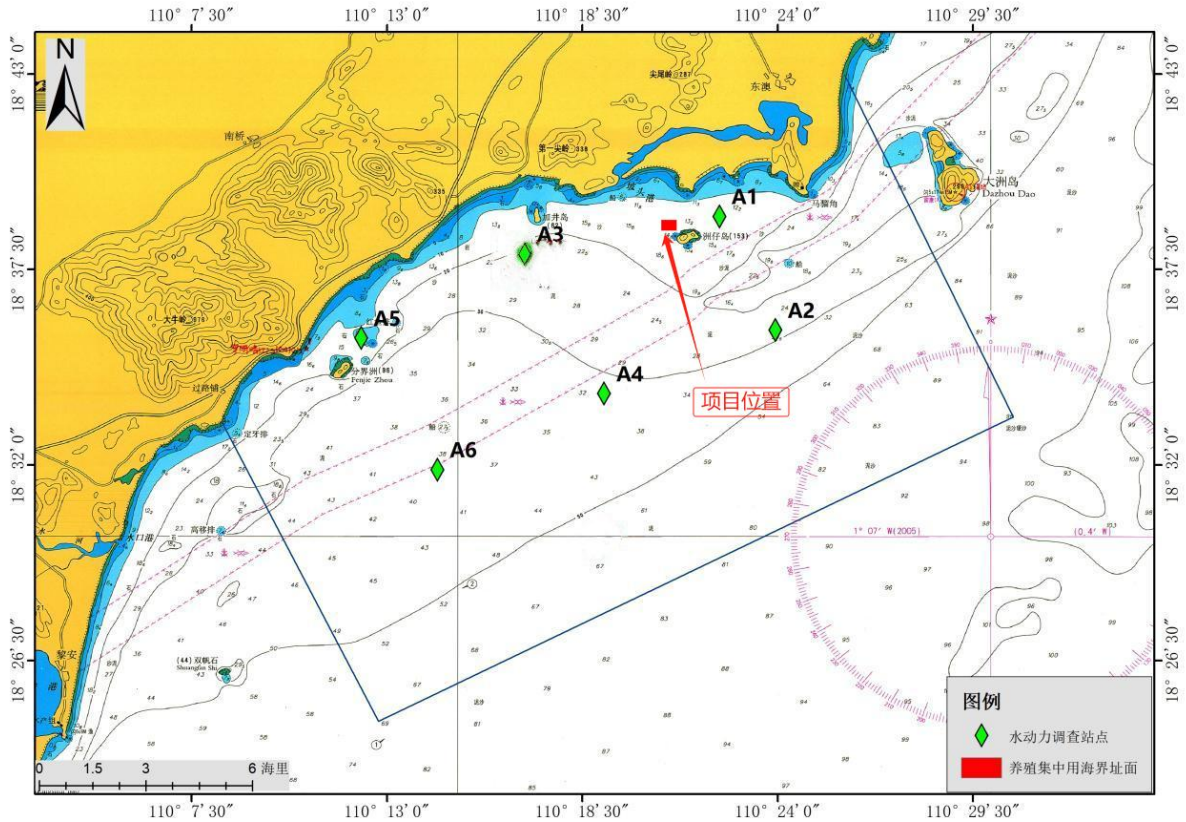


图 2.2-4 水文观测站位图

(2) 潮位特征

对原始数据进行滤波平滑将观测期间潮高基面订正至 85 高程，潮位过程线见图 2.2-5。根据潮位过程曲线图，所观测潮位为半日潮型。A3 站低潮出现于 11 月 6 日 5:30，潮高为 85 高程 0.12m；高潮出现于 11 月 5 日 22:30，潮高为 85 高程 1.43m，高、低潮差接近 1.3m。A5 站低潮出现于 11 月 6 日 5:30，潮高为 85 高程 0.27m；高潮出现于 11 月 5 日 22:30，潮高为 85 高程 1.58m，高、低潮差接近 1.3m。涨潮历时约 13 小时，落潮历时约 12 小时。从图中可以看出 A3 和 A5 站位图形有 0.2m 的差值，因为 3 号和 5 号站位在石梅湾的位置不同造成的。

(3) 潮流基本特征

根据调查结果，将实测资料整理成流速、流向报表，绘制出不同潮期各站流速、流向分布图及潮流矢量图，并对涨落潮期流速特征值进行统计，分析观测期间工程海域潮流特征如下：

1) A2-A6 表层流速受到的影响因素较多，受风、地形、岸线及等深线走向的影响，呈现出复杂的旋转流形态。中层和底层流向呈现出明显的 SW-NE 向。

2) 大潮期，A1、A2、A3、A4、A5 和 A6 站实测潮流最大流速分别为 54.9cm/s、52.5cm/s、37.0cm/s、44.1cm/s、31.9cm/s 和 35.2cm/s。

3) 从潮流流速平均值来看，涨潮流流速略小于落潮流。

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。

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 3.1.2-3 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 2.0~12.0 之间，由表 2.2-10 可得，此海区的潮汐性质主要为规则全日潮流和不规则全日潮流。各站主要以 O_1 、 K_1 分潮流为主，表明该区受全日分潮影响较大。

③潮流运动形式

旋转率的大小是表示潮流椭圆短轴与长轴之比，其值越小，表示潮流运动的来复流越明显，当旋转率 k 为 0 时，潮流为严格的往复流；当旋转率 k 为 1 时潮流为理想的旋转流，通常 k 值在 0.0~1.0 之间。其比值前面正负号表示潮流矢量随时间变化是按顺或逆时针方向，k 值的符号为“+”时，旋转的方向为逆时针，k 值的符号为“-”时，旋转的方向为顺时针。由表 2.2-12~表 2.2-13 旋转率可知，各站各分潮流的椭圆率有正有负，以正居多，表明左、右旋都有。

给出的各站 K_1 与 M_2 分潮流的旋转率 k。从表中可以看出，各站层旋转率值有大有

小，体现了复杂的流态特征。

④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和规则全日潮流海区，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不规则全日潮流海区，潮流可能最大流速采用下面两式计算的大值：

$$\bar{L}_{\max} = 184.3\bar{W}_{M2} + 171.2\bar{W}_{S2} + 274.3\bar{W}_{K1} + 295.9\bar{W}_{O1} + 71.2\bar{W}_{M4} + 69.9\bar{W}_{MS4}$$

（规则半日潮流）

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

计算得到各站的潮流可能最大流速，潮流可能最大流速为 35.7cm/s，出现在 A1 站表层。

⑤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不规则全日潮流海区，水质点的最大可能运移距离采用下面两式计算的大值。

$$\bar{L}_{\max} = 184.3\bar{W}_{M2} + 171.2\bar{W}_{S2} + 274.3\bar{W}_{K1} + 295.9\bar{W}_{O1} + 71.2\bar{W}_{M4} + 69.9\bar{W}_{MS4}$$

（规则半日潮流）

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

计算得到各海流观测站潮流水质点的最大可能运移距离，水质点的最大可能运移距离最大值为 105.1m，出现在 A1 站表层。

（4）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。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 站表层和中层、A6 站中层和底层余流较大，各站位方向主要受海岸线走向影响，余流速度主要在 4~10cm/s 之间。各站底层余流较小，受水下地形、底摩擦等影响，余流流速减小。

（5）悬浮泥沙

①悬沙特征分析

分析工程区含沙量有如下特征：

（1）观测期间含沙量差别不大，平均值介于 6.7~9.4mg/L 之间。

（2）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，底层含沙量略大。

（3）大潮期观测站含沙量浓度最大出现在涨潮期 A1 站底层，浓度为 17.4mg/L。

②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} 表示 t 时刻第 i 个测站第 j 个测点（层）的流速；

ϕ_{ij} 表示 t 时刻第 i 个测站第 j 个测点（层）的流速；

θ_{ij} 表示 t 时刻第 i 个测站第 j 个测点（层）的含沙量；

q_i 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_i ；

2) 设南北向为 y 轴，东西向为 x 轴；对各测点输沙率 q_i 进行分解，得 q_{ix} 、 q_{iy} ；

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 2.2-18。

大潮期 A6 站的输沙率最大，达到 1.785t/m/d，A1 站输沙率次之，为 1.357t/m/d，A2 站最小，为 0.184t/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。

2.2.2.3 波浪

波浪资料采用乌场临时测波站（测点位置：18°46'N，110°29'E）1985 年 10 月～1986 年 9 月的资料进行分析，测波点的水深为 9.6m。

（1）波型

项目海区海域的波型以 U/F 为主，即以涌浪为主的风浪和涌浪混合型，年出现频率为 64.5%；其次为 F，即风浪，占 21.3%；纯粹的涌浪 U 只占 0.5%。表中 UF 表示风浪和涌浪相当，F/U 表示以风浪为主的浪和涌混合型。

波浪以涌浪为主，其波陡较小，遇到海滩坡度稍陡的条件，易形成卷波类型的破碎波。这种类型的破碎波最适合进行冲浪运动。遇到海滩坡度较缓时，易形成崩波类型的破碎波，这种类型的破碎波也很适合进行冲浪运动。

（2）波级

项目海区波级以 3 级（0.5~1.4m）为主，出现频率高达 81.6%，其次是 4 级（1.5~2.9m），占 9.6%，然后是 0~2 级（0~0.4m），占 8.3%，5 级（3.0m 以上）仅占 0.5%。

（3）波高分布及波列累积率

年平均波高由此计算的波列累积率。可见项目海区波高超过 0.7m 的频率占到 70%，超过 0.5m 的占到 91.6%

（4）常浪向

项目海区常浪向为 SE，频率占 47.3%，次常浪向为 SSE，频率占 20.70%。春季常浪向为 SE，频率占 41.6%，次常浪向为 SSE，频率占 20.5%；夏季常浪向为 SSE，频率占 38.5%，次常浪向为 SE，频率占 21.1%；秋季常浪向为 SE，频率占 50.7%，次常浪向为 ENE，频率占 13.9%；冬季常浪向为 SE，频率占 76.3%，次常浪向为 SSE，频率占 11.3%。

（5）强浪向

项目海区全年强浪向为 SE，平均波高 1.0m，且频率最大（47.3%）。春季强浪向为 SE，平均波高 0.8m，频率为 41.6%；夏季强浪向为 S，平均波高 0.9m，频率为 14.0%；秋季强浪向为 SE 和 ENE，平均波高 1.0m，频率分别为 50.7%和 13.9%；冬季强浪向为 SE，平均波高 1.2m，频率为 76.3%。

（6）最大浪向

本海区最大浪向为 ESE，H1/100 为 5.2m，是由热带气旋引起；次强浪向为 SSE，H1/100 为 5.0m，也是由热带气旋引起。春季最大浪向为 SE，H1/100 为 3.1m，次之为 SSW、SW 和 NW，H1/100 为 2.3m；夏季最大浪向为 S，H1/100 为 2.5m，次之为 SSW，H1/100 为 2.3m；秋季最大浪向为 ESE，H1/100 为 5.2m，次之为 SSE，H1/100 为 5.0m，再次之为 SE，H1/100 为 4.9m；冬季最大浪向为 SE，H1/100 为 3.5m，次之为 ESE，H1/100 为 2.6m。

冬季项目海区海浪几乎都呈 SE 方向（占 76.3%），实际上，分析原始记录，可以

发现 SE 向的浪都是涌浪，虽然冬季的风向是北风为主，但项目海区的浪都是由外海的波浪折绕射而来。夏季项目海区的海浪向分布域要宽一些，除 SE、SSE 外，S、SSW 也都有相当显著的海浪，因为这些方向的风在项目海区比较容易产生风浪。

（7）特征波高

本地水深 $d=9.6\text{m}$ ，平均波高为 $H=0.91\text{m}$ ，则 $H/d=0.1$ ，接《港口工程技术规范》，得百分之一大波波高（ $H_{1/100}$ ）、十分之一大波波高（ $H_{1/10}$ ）、均方根波 H_f 以及其它的特征波高如下：

$$H_{1/100}=H_{0.4\%}=2.45\times H=2.2\text{m}$$

$$H_{1/10}=H_{4\%}=1.93\times H=1.8\text{m}$$

$$H_{1/8}=H_{13\%}=1.56\times H=1.4\text{m}$$

$$H_{5\%}=1.87\times H=1.7\text{m}$$

$$H_f=1.10\times H=1.0\text{m}$$

（8）热带气旋大浪

项目海区大浪都是由热带气旋引起，项目海区面向东南，正好是热带气旋袭击方向，因此很容易引起强浪。实测中 1985 年 10 月 21 日， $H_{1/10}$ 为 4.6m， $H_{1/100}$ 为 5.2m。在 1985 年 10 月 14 日的一次热带气旋中，实测 $H_{1/10}$ 为 4.0m， $H_{1/100}$ 为 5.0m。观测时段属秋季，观测站位位于潮流观测站 R3 站。2011 年 9 月的观测结果的各项、各级波浪频率统计见表 2.2-30。

大潮期观测波列波向为 SSE、S 和 SW 向，均为混合浪，其中 9 月 6 日 10:00~9 月 7 日 9:00 以涌浪为主，9 月 7 日 10:00~11:00 以风浪为主。SSE 向浪出现频率较多，为 57.14%，波高在 0.5~1.5m 之间，其次为 SW 向浪，出现频率为 28.57%，波高在 0.5~1.5m 之间。波浪平均周期最大为 4.1s，且周期出现在 3~4s 范围内的波浪频率较多，约占观测时段内的 71.43%。

中潮期观测波列波向为 E 和 SW 向，亦为混合浪，其中 9 月 10 日 8:00~15:00

以风浪为主，9月10日16:00~9月11日10:00以涌浪为主。E向浪出现频率较多，为54.34%，波高在0.5~1.5m之间，小部分出现于1.5~3m之间。波浪平均周期最大为4.9s，均出现在3~4s范围内。

小潮期观测波列波向为SW和S向，均为涌浪。SW向浪出现频率较多，为71.42%，波高在0.5~1.5m之间，其次为S向浪，出现频率为28.58%，波高亦在0.5~1.5m之间。波浪平均周期最大为4.3s，出现在4~5s范围内的占78.57%，出现在3~4s范围内的占21.43%

2.2.3 海域地形地貌与冲淤状况

本项目地形地貌资料引用《万宁市国家现代农业产业园深远海优质适养鱼类育繁推项目（一期）地形测量报告》（中建材河北勘测设计院有限公司，2024年7月）。

项目区拟建场地位于万宁市洲仔岛西侧海域约372m处，场址地貌单元属滨海海岸地貌单元。总体海底地形从北向南逐渐加深，局部地段有海沟，项目海域水深位于10-18m之间，平均水深15m。

2.2.4 工程地质

2.2.4.1 区域地质构造

本建设项目周边主要断裂有龙滚—兴隆断裂。根据区域地质资料，龙滚—兴隆断裂断裂位于文昌—琼海—三亚断裂带的中段，从万宁县龙滚附近延伸至兴隆、南桥一带，长约70余公里，由数条北东向断裂组成。断裂总体走向北东10-35°，倾向西。在该断裂带内有长安岩体、六连岭岩体侵入，表面该断裂带在燕山期有强烈活动。断裂带切过古生代地层，并有辉绿岩脉充填。龙滚—兴隆断裂为中更新世活动断裂。

综上所述，龙滚—兴隆断裂为中更新世活动断裂。拟建场地位于龙滚—兴隆断裂北段东侧，最近的距离约20公里。

区内未发现构造活动迹象，在本项目勘察范围内地质构造简单，未发现断裂存在，

区域地壳处于基本稳定状态。见图 2.2-24。

上述构造距场址均大于 15km，本次勘查工程区内未揭露场地有构造带活动迹象，未发现全新世活动断裂，构造对场址的建设不会产生影响。

2.2.4.2 地层岩性构造

本项目工程地质资料引用《万宁市国家现代农业产业园深远海优质适养鱼类育繁推项目（一期）地质勘察报告》（中建材河北勘测设计院有限公司，2024 年 7 月）。

根据野外鉴别，原位测试结合室内土工试验成果，本次钻探最大揭露深度范围内揭示的地层从上至下可划分为第①层中砂（ Q_4^m ），第②层粉质粘土（ Q_3^m ），第③层中砂（ Q_3^m ），第④层全风化花岗岩（ P_2^{γ} ），第⑤层强风化花岗岩（ P_2^{γ} ），第⑥层中风化花岗岩（ P_2^{γ} ）。其钻孔平面布置见图 2.2-25，工程地质剖面图见图 2.2-26~图 2.2-28，地层柱状图见图 2.2-29~图 2.2-32。

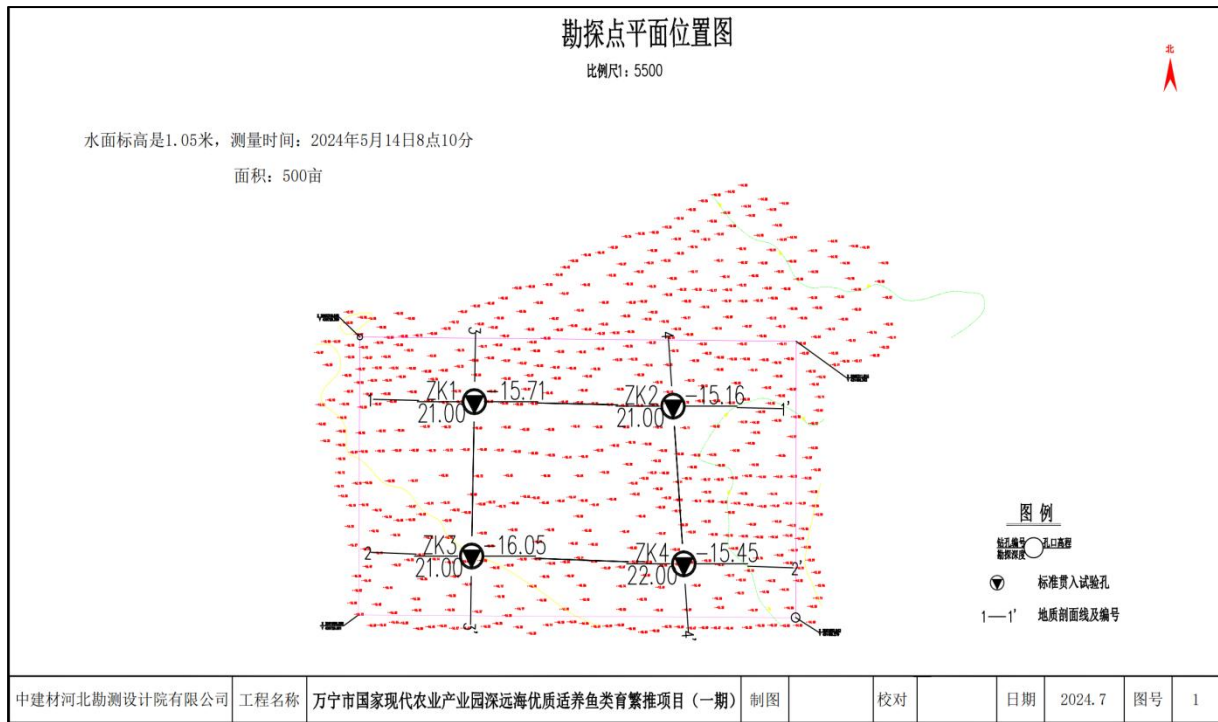


图 2.2-25 钻孔勘探点平面布置图

本次勘查查明，在勘探深度范围内，据现场地层鉴别结合周边项目室内土工试验及原位测试成果，场地地层主要为第四系全新统烟墩组（ Q_4^m ）细砂，第四系上更新统八

所组（ Q_3^m ）粉质粘土和中砂，下伏二叠纪中世花岗岩（ P_2^y ）。根据地层岩性特征和沉积新老关系，本场地自上而下共分 6 个工程地质层，现分述如下：

第①层中砂（ Q_4^m ）：浅灰色，灰黄色，饱和，稍密状，颗粒成分为石英质，次圆形，粘粒含量 5%~10%，局部混夹粉砂。该层整个场址均有揭露。

第②层粉质粘土（ Q_m^3 ）：灰色，可塑状，切面稍光滑，稍有光泽，无摇震反应，局部夹薄层细砂及泥，包裹少量的粉砂。该层整个场址均有揭露。

第③层中砂（ Q_m^3 ）：浅灰色，饱和，稍密~中密状，颗粒成分为石英质，次圆形，粘粒含量 5%~15%，分选差，级配一般，下部夹薄层中细砂。该层整个场址均有揭露。

第④层全风化花岗岩（ P_2^y ）：灰白色，灰色，灰黄色，中粗粒结构，散土状构造，主要造岩矿物为石英、长石、云母等，风化强烈，大部分矿物已风化成砂土状，遇水易软化和崩解， $RQD=0$ ，局部夹强风化花岗岩碎块。该层整个场址均有揭露。

第⑤层强风化花岗岩（ P_2^y ）：灰色，中粗粒结构，碎块状构造，主要由石英、长石、云母组成，风化强烈，节理裂隙极发育，岩体极破碎，岩芯呈土柱状-碎块状， $RQD=0$ 。该层整个场址均有揭露。

第⑥层中风化花岗岩（ P_2^y ）：灰白色，灰色，灰褐色，中粗粒花岗结构，块状构造，主要由长石、石英、黑云母组成，岩质呈较硬，岩体较破碎-较完整，岩芯呈短柱状。岩体较破碎-较完整， $RQD=20-40$ 。该层整个场址均有揭露。因设计孔深，未揭穿。

以上各地层的埋藏条件、分布特征等详见工程地质剖面图及钻孔柱状图。地层分布统计见下表 2.2-25。

表 2.2-25 洲仔岛各层地质分布统计表

地层编号	岩土名称	项次	层厚 (m)	层顶深度 (m)	层顶高程 (m)	层底深度 (m)	层底高程 (m)
①	细砂	统计个数	8	8	8	8	8
		最大值					

地层 编号	岩土 名称	项次	层厚 (m)	层顶深度 (m)	层顶高程 (m)	层底深度 (m)	层底高程 (m)
		最小值					
		平均值					
②	粉质粘 土	统计个数					
		最大值					
		最小值					
		平均值					
③	中砂	统计个数					
		最大值					
		最小值					
		平均值					
④	全风化 花岗岩	统计个数					
		最大值					
		最小值					
		平均值					
⑤	强风化 花岗岩	统计个数					
		最大值					
		最小值					
		平均值					
⑥	中风化 花岗岩	统计个数					
		最大值					
		最小值					
		平均值					

2.2.4.3 区域地震概况

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）附录 C 规定，拟建场地所在地区在 II 类场地条件下，基本地震加速度值为 0.05g，相应地震烈度为 VI 度（依据表 G.1），地震动反应谱特征值为 0.35s。根据《建筑抗震设计规范（2016 年版）》（GB50011-2010）（附录 A.0.19），设计地震分组为第一组。

按《建筑工程抗震设防分类标准》（GB50223-2008）第 3.0.1 条和第 3.0.2 条的规定，确定建筑抗震设防类别为标准设防类（丙类）。

2.2.4.4 岩土的物理力学性质

综合分析场址各岩土层的物理力学性质试验指标及其岩性特征，结合现场标准贯入试验结果，对各岩土层物理力学性质评价如下：

①层细砂：松散-稍密-中密状，现场实测标准贯入试验 $N=9\sim 11$ 击，平均 9.8 击，该层土层均匀性好，物理力学性质一般，根据地区经验建议承载力特征值 $f_{ak}=110\text{kPa}$ 。

②层粉质粘土：以软塑-可塑状为主，现场实测标准贯入试验 $N=12\sim 14$ 击，平均 12.6 击；孔隙比 $e_0=1.045\sim 1.747$ ， $\bar{e}_0=1.452$ ，液性指数 $IL=0.67\sim 1.65$ ， $\bar{I}_L=1.19$ ，压缩系数为 $\bar{\alpha}_{1-2}=0.53\text{MPa}^{-1}$ ，属高压缩性土，土层均匀性差，根据地区经验建议承载力特征值 $f_{ak}=110\text{kPa}$ 。

③层中砂：稍密-中密状，现场实测标准贯入试验 $N=13\sim 17$ 击，平均 14.8 击；该层局部含较多粘性土，土层均匀性差，物理力学性质一般，根据地区经验建议承载力特征值 $f_{ak}=150\text{kPa}$ 。

④层全风化花岗岩：该层呈散土状，岩石风化强烈。现场实测标准贯入试验 $N=33\sim 38$ 击，平均 34.5 击，土层均匀性差，物理力学性能较好。根据地区经验结合勘察成果岩石地基承载力特征值 $f_{ak}=200\text{kPa}$ 。

⑤层强风化花岗岩：该层呈碎块状，岩石风化强烈，岩体基本质量等级为 V 级。现场实测标准贯入试验 $N=52\sim 54$ 击，平均 52.8 击，土层均匀性差，物理力学性能较好。根据地区经验结合勘察成果岩石地基承载力特征值 $f_{ak}=350\text{kPa}$ 。

⑥层中风化花岗岩：中粗粒花岗结构，块状构造，为较硬岩，岩体较破碎~较完整，岩体基本质量等级为 III~IV 级，物理力学性质好，根据地区经验初步建议承载力特征值 $f_{ak}=3000\text{kPa}$ 。

2.2.4.5 特殊性岩土及其工程风险

场址分布的特殊性岩土有④全风化花岗岩、⑤强风化花岗岩、⑥中风化花岗岩。

④全风化花岗岩：该层为花岗岩风化岩，风化程度强烈，节理裂隙极发育，以散土状为主，土质均匀性差，遇水易软化和崩解，物理性质较好。

⑤强风化花岗岩：该层为花岗岩风化岩，风化程度强烈，节理裂隙极发育，岩体极破碎，岩芯呈碎块状，土质均匀性差，物理性质较好。

⑥中风化花岗岩：该层为花岗岩风化岩，属较硬岩，风化程度中等，节理裂隙较发育，岩体较破碎~较完整，岩芯呈短柱状，物理性质好。

本场地花岗岩具有土质不均匀，岩石风化程度差异大等特点，做桩端持力层时，应注意桩端岩石风化带误判风险。花岗岩地段处于地下水位以下，透水性弱、富水性弱。

2.2.5 项目海域水质质量现状调查与评价

本项目海域水质现状资料引用《万宁市坡头三级渔港工程项目调查报告》（海南正永生生态工程有限公司，2023年6月）。

2.2.5.1 调查站位

本项目位于万宁坡头港附近海域开展海洋环境现状调查，调查内容包括海水水质、海洋沉积物、海洋生态（叶绿素 a 及其生产力、浮游植物、浮游动物、底栖动物、鱼卵和仔稚鱼、潮间带生物、渔业资源、生物体质量）。本次调查共布设海水水质调查站位 20 个，沉积物质量调查站位 10 个，渔业资源调查站位和海洋生态调查站位各 13 个、潮间带调查站位 3 个。海水水质、海洋沉积物及海洋生态调查时间为 2023 年 05 月 24 日至 05 月 26 日；渔业资源调查时间为 2023 年 04 月 29 日至 04 月 30 日；潮间带调查时间为 2023 年 05 月 31 日，调查站位见图 2.3-33。

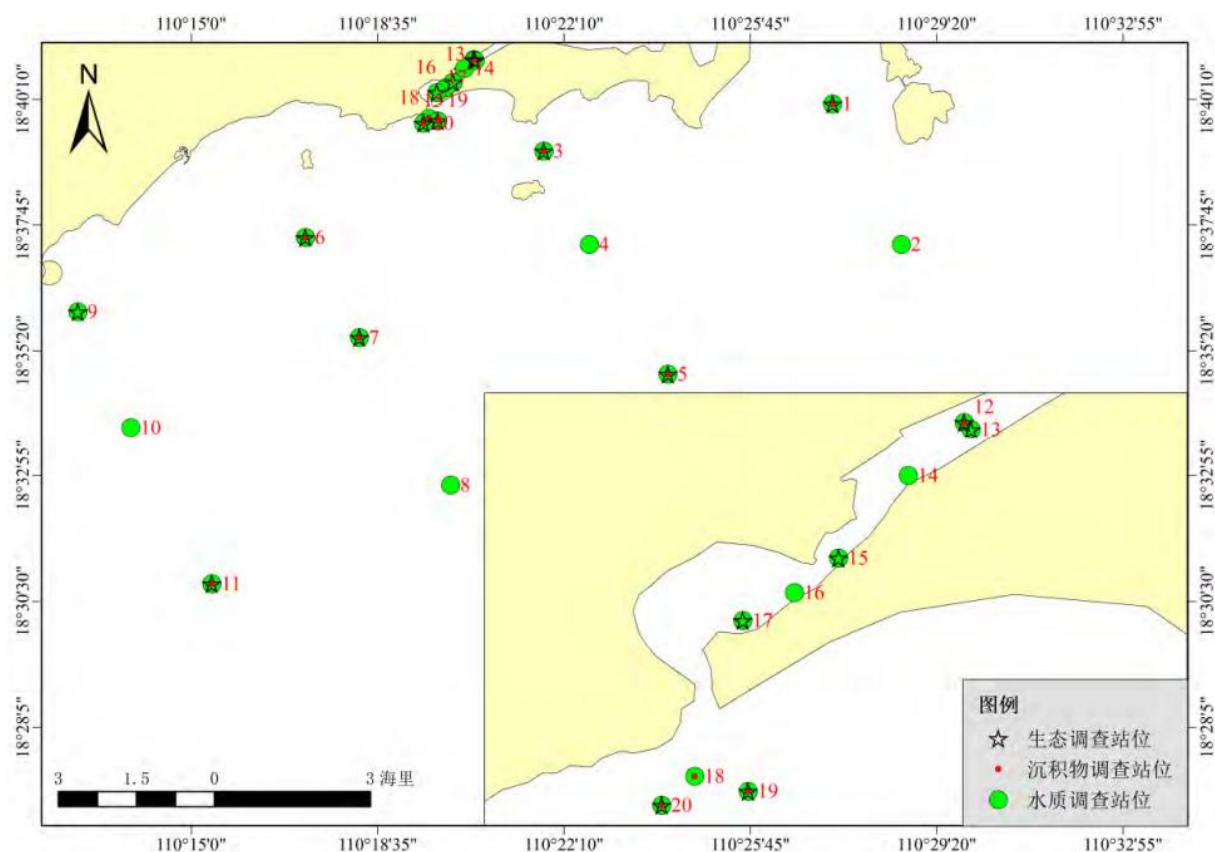


图 2.2-33 海水水质、沉积物质量和海洋生态调查站位图

2.2.5.2 调查项目

水温、水深、透明度、盐度、溶解氧、pH、硝酸氮、氨氮、亚硝酸氮、活性磷酸盐、悬浮物、化学需氧量、石油类、铜、铅、锌、镉、总铬、汞、砷。

2.2.5.3 分析方法

样品的采集、保存、运输和分析均按照《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）和《海洋监测规范》（GB17378-2007）中的规定进行，具体分析方法见表 2.2-28。

表 2.2-28 水质要素分析方法

	监测项目	分析方法	检出限
水质	水温	表层温度表法	--
	pH	pH 计法	0.02
	盐度	盐度计法	2.000
	透明度	透明度盘法	--
	化学需氧量	碱性高锰酸钾法	0.15mg/L
	溶解氧	碘量法	--

石油类	紫外分光光度法	3.5μg/L
悬浮物	重量法	--
氨氮	靛酚蓝分光光度法	--
亚硝酸盐	萘乙二胺分光光度法	--
硝酸盐	镉柱还原法	--
活性磷酸盐	磷钼蓝比色法	--
汞	原子荧光法	0.007μg/L
砷	原子荧光法	0.5μg/L
铜	无火焰原子吸收分光光度法	0.2μg/L
铅	无火焰原子吸收分光光度法	0.03μg/L
镉	无火焰原子吸收分光光度法	0.01μg/L
锌	火焰原子吸收分光光度法	3.1μg/L
总铬	无火焰原子吸收分光光度法	0.4μg/L

2.2.5.4 评价方法

根据监测结果，利用《环境影响评价导则地表水环境》（HJ 2.3-2018）所推荐的单项水质参数法进行评价。

①单项水质参数 i 在第 j 点的标准指数

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

式中： $S_{i,j}$ — i 污染物在 j 点的污染指数；

$C_{i,j}$ — i 污染物在 j 点的实测浓度，mg/L；

$C_{s,i}$ — i 污染物的评价标准，mg/L。

②DO 的标准指数为：

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

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

式中： DO_s —溶解氧的水质标准，mg/L；

DO_j — j 点的溶解氧，mg/L；

DO_f —饱和溶解氧浓度，mg/L，对于盐度比较高的湖泊、水库及入海河口、

近岸海域, $D_{0T} = (491 - 2.65S) / (33.5 + T)$;

S—实用盐度符号, 量纲为 1;

T—水温, °C。

③pH 的标准指数为:

$$SpH = \frac{|pH - pH_{sm}|}{DS}$$

其中: $pH_{sm} = \frac{pH_{su} + pH_{sd}}{2}$, $DS = \frac{pH_{su} - pH_{sd}}{2}$

式中: SpH—评价因子的质量指数; pH—测站评价因子的实测值;

pH_{su}—pH 评价标准的上限值;

pH_{sd}—pH 评价标准的下限值;

水质参数的标准指数 > 1, 表明该水质参数超过了规定的水质标准。

2.2.5.5 水质监测结果及评价

本次海水水质调查项目包括水温、透明度、pH 值、盐度、溶解氧 (DO)、硝酸盐氮 (NO³-N)、氨氮 (NH³-N)、亚硝酸盐氮 (NO²-N)、活性磷酸盐 (PO⁴³⁻-P)、悬浮物、化学需氧量 (COD)、石油类、挥发酚、铜、铅、镉、锌、总铬、汞和砷共 20 项。布设调查站位 20 个, 其中 12、13、14、15、16、17、18、19、20 号站水深小于 10m, 采集表层水样。1、3、4、9 号站位调查水深在 10m~25m 之间, 采集表、底层水样。5、6、7、8、10、11 号站位调查水深在 25m~50m 之间, 采集表、10m、底层水样。2 号站位调查水深在 50m~100m 之间, 采集表、10m、50m、底层水样。本次调查共采集 11 个层次海水样品。海水水质各要素监测结果和统计结果列于表 2.2-29~表 2.2-30。

根据《海水水质标准》GB3097-1997 中对部分水质参数的分类规定, 调查水质现状评价因子为 pH 值、溶解氧、化学需氧量、活性磷酸盐、无机氮、石油类、挥发酚、总铬、汞、砷、铜、铅、镉和锌。由表 2.2-31~表 2.2-32 可以看出, 调查海域的 pH 值、溶解氧、化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐、挥发酚、总铬、汞、砷、铜、铅、镉和锌含

量均符合第一类海水水质标准要求。海水石油类含量的 4、6 号站样品含量符合第二类海水水质标准，根据其所在功能区的水质标准要求水质维持现状。

2.2.6 海洋沉积物质量现状调查与评价

本项目海域水质现状资料引用《万宁市坡头三级渔港工程项目调查报告》（海南正永生态工程技术有限公司，2023 年 6 月）。

2.2.6.1 调查站位

站位布设详见“2.2.5 节”。

2.2.6.2 调查项目

沉积物调查因子包括石油类、有机碳、硫化物、铜、铅、锌、镉、砷、铬、总汞，共 10 项。

2.2.6.3 分析方法

各调查项目的采样、分析方法和技术要求按《海洋监测规范》（GB17378-2007）和《海洋调查规范》（GB12763-2007）的规定进行。样品检测按照表 2.2-33 的方法进行分析。

表 2.2-33 沉积物项目分析方法表

监测项目	分析方法	检出限
有机碳	重铬酸钾氧化-还原法	--
硫化物	亚甲基蓝分光光度法	0.3mg/kg
石油类	紫外分光光度法	3.0mg/kg
铜	无火焰原子吸收分光光度法	0.5mg/kg
铅	无火焰原子吸收分光光度	1.0mg/kg
镉	无火焰原子吸收分光光度	0.04mg/kg
锌	火焰原子吸收分光光度	6.0mg/kg
铬	无火焰原子吸收分光光度	2.0mg/kg

总汞	原子荧光法	0.002mg/kg
砷	原子荧光法	0.06mg/kg

2.2.6.4 评价方法

评价采用单因子标准指数法进行，公式如下：

$$S_{ij} = C_{ij}/C_{si}$$

式中： S_{ij} ， j — i 项评价因子的标准指数；

C_{ij} ， j — i 项评价因子的实测值；

C_{si} ， i — i 项评价因子的评价标准值。

评价因子的标准指数 >1 ，则表明该项沉积物质量已超过了规定的标准。

表 2.2-34 沉积物质量标准表

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

2.2.6.5 沉积物调查与评价结果

沉积物各要素监测及统计结果列于表 2.2-35~表 2.2-36。

调查结果表明：项目附近海域沉积物类型有粉砂质砂、砂质粉砂、粉砂、砾质泥、含砾泥质砂，其中粉砂质砂占比较高，占此次调查沉积物总数量的 40.0%。其次为砂质粉砂、粉砂占此次调查沉积物总数量的 20.0%，砾质泥、含砾泥质砂占此次调查沉积物总数量的 10.0%。

调查海域的表层沉积物中铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷、有机碳、石油类和硫化物均符合一类海洋沉积物质量标准。

2.2.7 海洋生态现状调查与评价

本项目海域水质现状资料引用《万宁市坡头三级渔港工程项目调查报告》（海南正永生生态工程技术有限公司，2023年6月）。

2.2.7.1 调查站位

站位布设详见“2.2.5节”。

2.2.7.2 样品采集、处理

（1）叶绿素 a 及初级生产力

采样层次：根据《海洋调查规范》（GB/T12763.6-2007）规定，样品采集层次与海水水质样品采集层次相同。

（2）浮游植物

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

（3）浮游动物

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

（4）鱼卵与仔稚鱼

采样方法是按《海洋调查规范》GB/T12763.6-2007 中的有关鱼类浮游生物调查的规定进行，利用浅水 I 型浮游生物网采样，定性样品采用平行拖网采集，定量样品采用底—表垂直拖网采集。采用 5%中性福尔马林溶液固定带回实验室，进行称重、种类鉴定、计数、统计和分析。

（5）大型底栖生物

大型底栖生物的定量采样用张口面积为 0.067m^2 的采泥器进行，每个站采样 3 次。定性样品采用阿氏拖网采集，拖拽时间为 10~15min，拖速为 2-3 节。采集样品采用 75% 无水乙醇固定带回实验室，进行称重、种类鉴定、计数、统计和分析。

（6）游泳动物

项目所在海域地形较为复杂，根据现场情况在使用单拖网渔船进行捕捞作业，网衣全长 20m，宽 5m，网具曳纲长度为 100-250m，囊网网目为 30mm。游泳动物采用底拖网生产渔船现场试捕法进行，按《海洋调查规范海洋生物调查》（GB12763.6-2007）根据调查站位现场条件，调整连续拖曳时间和拖速。渔获样品分析先将较大和稀有种类的渔获物单独挑出，然后随机采集 20kg 渔获样品供进一步分析，渔获物不足 20kg 时，则全部取样。每个站位的渔获样品，均进行生物学测定。

（7）潮间带生物

1) 生物样品的采集方法

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

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

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

2) 生物样品处理与保存

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

定量样品，未能及时处理的余渣，拣出可见标本后把余渣另行分装，在双筒解剖镜下挑拣；按序加入 5%福尔马林固定液，余渣用四氯四碘荧光素染色剂固定液固定；

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

（8）生物质量

分别选取鱼类、软体类、贝类的常见种各 1~2 种，包括双壳类、甲壳类、鱼类、大型藻类等，分袋、冰冻保存，取可食部分进行分析。

1) 样品采集

样品选取渔业资源调查的优势种和潮间带调查的优势种。

2) 样品制备

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

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

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

各生物个体大小应相近，并在取出生物组织前分别测量其个体长度和总重量。

3) 虾蟹类样品的制备

单个样品用尺子量虾体长，将虾放在聚乙烯称样膜上，称重，记下长度和鲜重。用

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

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

4) 中小型鱼样制备

单个个体样品先测量鱼的叉长，并于聚乙烯称样膜上称重。鉴定性腺性别，记下叉长和体重。

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

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

5) 大型鱼样制备

若必要，将现场采集的样品放在-2℃-4℃冰箱中过夜，使部分解冻以便于切片。用蒸馏水或清洁海水洗涤鱼样。将鱼样置于清洁的工作台上，剔除残存的皮和骨，用塑料刀切去表层，再用另一把塑料刀重复操作一次，留下不受污染的肌肉组织。将肌肉组织

放入塑料容器中，盖紧，贴上标签，称重，将数据记入记录表，样品存于低温冰箱中。

2.2.7.3 评价方法

优势度（ D ）、多样性指数（ H ）、均匀度（ J ）、丰富度公示采用《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ19—2022）中计算方法，计算公式如下：

①Simpson 优势度（ D ）

$$D = 1 - \sum_{i=1}^S P_i^2$$

式中： D ——Simpson 优势度指数；

S ——调查区域内物种种类总数；

P_i ——调查区域内属于第 i 种的个体比例。

②Shannon-Wiener 多样性指数

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

式中： H ——香农-威纳多样性指数；

S ——调查区域内物种种类总数；

P_i ——调查区域内属于第 i 种的个体比例，如总个体数为 N ，第 i 种个体数为 n_i ，则 $P_i = n_i/N$ 。

③Pielou 均匀度指数

$$J = \left(- \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i \right) / \ln S$$

式中： J ——Pielou 均匀度指数；

S ——调查区域内物种种类总数；

P_i ——调查区域内属于第 i 种的个体比例。

④丰富度指数

物种丰富度（speciesrichness）：调查区域内物种种数之和。

⑤单纯度指数

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

式中：C：表示单纯度指数；N：群落中所有物种丰度或生物量； N_i ：第*i*个物种的丰度或生物量。

海洋生物质量评价因子有石油烃、铜、铅、锌、镉、总汞、砷。

海洋生物质量（双壳贝类）评价标准采用《海洋生物质量》（GB18421-2001）规定的标准值；其它甲壳类、鱼类和软体类目前国家尚未颁布统一的评价标准，生物体内污染物质（Hg、As、Zn、Pb、Cd、Cu）含量评价标准采用《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准，石油烃含量采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准。各评价因子的评价标准值见表 2.2-38。

表 2.2-38 生物体内污染物评价标准表（单位： $\times 10^{-6}$ ）

生物类别	汞（Hg）	铜（Cu）	铅（Pb）	镉（Cd）	锌（Zn）	砷（As）	石油烃
贝类（一类）	0.05	10	0.1	0.2	20	1.0	15
贝类（二类）	0.10	25	2.0	2.0	50	5.0	50
贝类（三类）	0.3	50 (牡蛎 100)	6.0	5.0	100 (牡蛎 500)	8.0	80
甲壳类	0.2	100	2.0	2.0	150	8.0	20
鱼类	0.3	20	2.0	0.6	40	5.0	20
软体类	0.3	100	10	5.5	250	10	20

2.2.7.4 调查结果

(1) 叶绿素 a 与初级生产力

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

调查海域叶绿素 a 含量范围为（0.26~2.75） mg/m^3 ，平均值为 1.26 mg/m^3 ，表层叶绿素 a 含量范围为（0.10~2.75） mg/m^3 ，平均值为 1.16 mg/m^3 ；10m 层叶绿素 a 含量范围为（0.34~0.66） mg/m^3 ，平均值为 0.52 mg/m^3 ；底层叶绿素 a 含量范围为（0.22~1.70） mg/m^3 ，

平均值为 $0.95\text{mg}/\text{m}^3$ 。各站点间有略微差异。根据美国环保局（EPA）关于叶绿素 a 含量的评价标准（叶绿素 a 含量低于 $4\text{mg}/\text{m}^3$ 为贫营养区， $4\sim 10\text{mg}/\text{m}^3$ 为中营养区，超过 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 为富营养区），调查站位均为贫营养区。调查海域初级生产力变化范围是 $(186.28\sim 834.41)\text{mg}\cdot\text{C}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ ；平均值为 $391.23\text{mg}\cdot\text{C}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 。初级生产力分布见图 2.2-34。

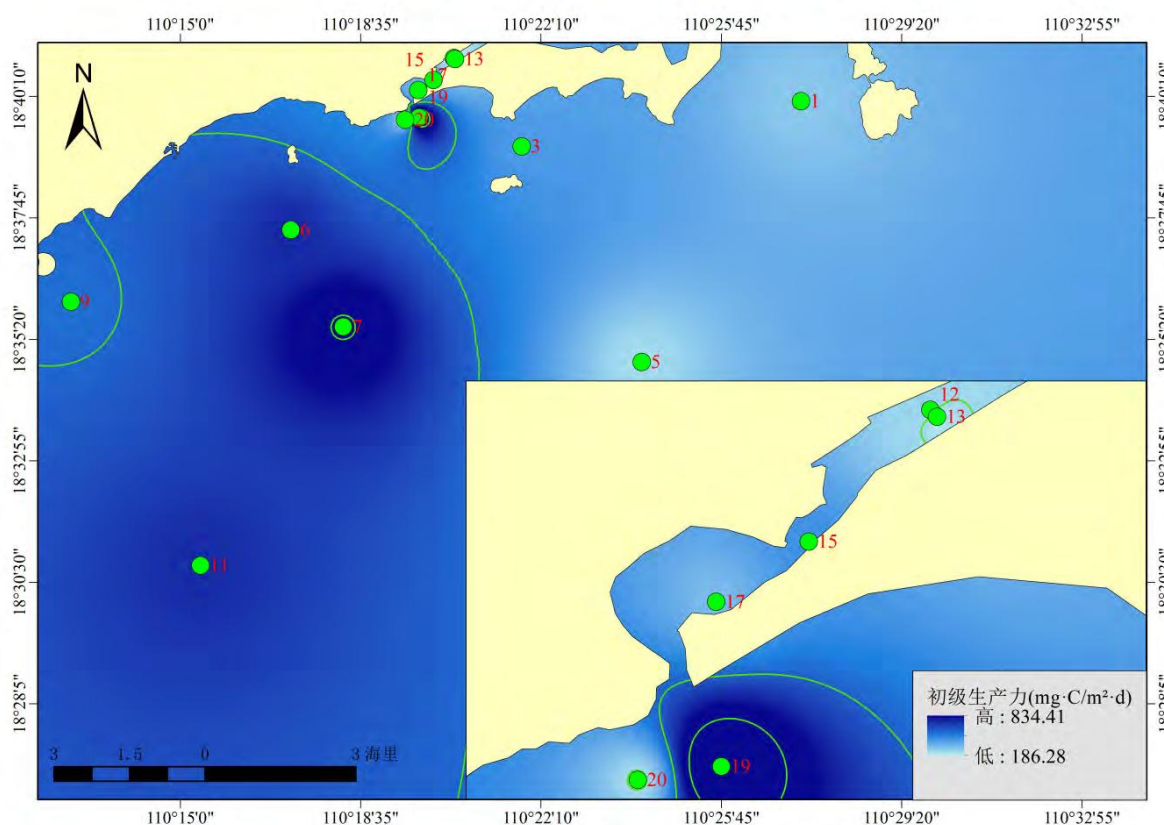


图 2.2-34 调查海域初级生产力分布图

(2) 浮游植物

1) 种类组成

根据本次调查所采集到的样品，调查海域共鉴定到浮游植物 4 门 43 属 106 种（包括变型及变种）（种类名录见附录 1）。其中，硅藻 31 属 77 种，占浮游植物种类数的 72.64%；甲藻 8 属 25 种，占种类数的 23.58%；蓝藻 3 属 3 种，占种类数的 2.83%；金藻 1 属 1 种，占种类数的 0.94%，见表 2.2-55。

(2) 细胞丰度

各调查站位浮游植物的细胞丰度介于 $(1.27\sim 21.64)\times 10^5\text{cells}/\text{m}^3$ 之间，平均细胞丰

度为 $6.08 \times 10^5 \text{cells/m}^3$ 。最高出现在 12 号站位，最低出现在 7 号站位。

3) 优势种

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

调查海域浮游植物优势种类明显，主要为斯托根管藻、嘴状角毛藻、扁面角毛藻、中华根管藻、菱形海线藻、短孢角毛藻、密连角毛藻、并基角毛藻、丛毛辐杆藻、透明辐杆藻、大角管藻、薄壁几内亚藻、中肋骨条藻、劳氏角毛藻、尖刺伪菱形藻、柔弱伪菱形藻、拟旋链角毛藻等。其中，以拟旋链角毛藻的优势地位最为突出，平均丰度为 $10.88 \times 10^4 \text{cells/m}^3$ ，占总细胞数的 92.31%，优势度为 0.13。

4) 多样性指数 (H') 和均匀度 (J)

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

丰富度指数、单纯度指数、多样性指数和均匀度计算结果表明，调查期间各站位的浮游植物丰富度指数介于 2.04~3.36 之间，平均值为 2.64，丰富度指数最高出现在 3 号站位，丰富度指数最低出现在 13、17 号站位；单纯度指数介于 0.05~0.09 之间，平均值为 0.08，单纯度指数最高出现在 6、7、12、19、20 号站位，单纯度指数最低出现在 3 号站位；多样性指数介于 4.13~4.97 之间，平均值为 4.45，多样性指数最高出现在 3 号站位，多样性指数最低出现在 12 号站位；均匀度指数介于 0.74~0.84 之间，平均值为 0.79，均匀度最高出现在 3 号站位，均匀度的最低值出现在 12 号站位。

5) 小结

根据本次调查所采集到的样品，调查海域共鉴定到浮游植物 4 门 43 属 106 种，以硅藻类占多数。各调查站位浮游植物的细胞丰度介于 $(1.27 \sim 21.64) \times 10^5 \text{cells/m}^3$ 之间，平均细胞丰度为 $6.08 \times 10^5 \text{cells/m}^3$ 。调查海域浮游植物优势种类明显，主要为斯托根管藻、

嘴状角毛藻、扁面角毛藻、中华根管藻、菱形海线藻、短孢角毛藻、密连角毛藻、并基角毛藻、丛毛辐杆藻、透明辐杆藻、大角管藻、薄壁几内亚藻、中肋骨条藻、劳氏角毛藻、尖刺伪菱形藻、柔弱伪菱形藻、拟旋链角毛藻等。各站位的浮游植物丰富度指数介于 2.04~3.36 之间，平均值为 2.64，单纯度指数介于 0.05~0.09 之间，平均值为 0.08，多样性指数介于 4.13~4.97 之间，平均值为 4.45，均匀度指数介于 0.74~0.84 之间，平均值为 0.79。

（3）浮游动物

1) 种类组成

据本次调查所采集到的标本鉴定，调查海域浮游动物共有 12 类 45 属 56 种，不包括浮游幼体、鱼卵及仔鱼（种类名录见附录 2）。其中，桡足类最多，有 24 属 33 种，占浮游动物总种数的 58.93%；管水母类有 5 属 5 种，占浮游动物总种数的 8.93%；花水母类有 3 属 3 种，占浮游动物总种数的 5.36%；被囊类有 2 属 3 种，占浮游动物总种数的 5.36%；腹足类有 2 属 2 种，占浮游动物总种数的 3.57%；水螅水母类有 2 属 2 种，占浮游动物总种数的 3.57%；枝角类有 2 属 2 种，占浮游动物总种数的 3.57%；毛颚类有 1 属 2 种，占浮游动物总种数的 3.57%；介形类有 1 属 1 种，占浮游动物总种数的 1.79%；十足类有 1 属 1 种，占浮游动物总种数的 1.79%；栉水母类有 1 属 1 种，占浮游动物总种数的 1.79%；肉足虫类有 1 属 1 种，占浮游动物总种数的 1.79%；另有 6 个类别浮游幼体和若干鱼卵。

2) 生物量和丰度

本次调查浮游动物丰度范围为 (21.43~246.32) ind./m³，平均丰度为 101.78 ind./m³，其中最高丰度出现在 7 号站位，最低为 17 号站位；生物量范围为 (3.29~196.11) mg/m³，平均生物量为 51.56 mg/m³，其中最高生物量出现在 7 号站位，最低为 17 号站位。结果。结果详见表 2.2-43。

3) 优势种

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

调查期间该海域浮游动物优势种类主要有小齿海樽、中型莹虾、异尾宽水蚤、拟细浅室水母、异体住囊虫、棘皮动物幼体、双生水母、肥胖箭虫、长尾类幼体。结果详见表 2.2-44。

4) 多样性指数 (H') 和均匀度 (J)

调查期间该水域浮游动物多样性指数范围在 2.28~4.25 之间，平均值为 3.34，最高值出现在 11 号站位，最低在 17 号站位。均匀度指数范围在 0.66~0.88 之间，平均值为 0.78，最高出现在 11 和 15 号站位，最低在 19 号站位。丰富度指数范围在 1.54~4.19 之间，平均值为 2.95，最高出现在 7 号站位，最低在 17 号站位。单纯度指数范围在 0.07~0.30 之间，平均值为 0.17，最高出现在 13 号站位，最低在 11 号站位。结果详见表 2.2-45。

5) 小结

据本次调查所采集到的标本鉴定，调查海域浮游动物共有 56 种，桡足类有 33 种，管水母类有 5 种，被囊类有 3 种，花水母类有 3 种，腹足类有 2 种，毛颚类有 2 种，枝角类有 2 种，水螅水母类有 2 种，肉足虫类有 1 种，介形类有 1 种，十足类有 1 种，栉水母类有 1 种。浮游动物丰度范围为 (21.43~246.32) ind./m³，平均丰度为 101.78 ind./m³；生物量范围为 (3.29~196.11) mg/m³，平均生物量为 51.56 mg/m³。该海域浮游动物优势种类主要有小齿海樽、中型莹虾、异尾宽水蚤、拟细浅室水母、异体住囊虫、棘皮动物幼体、双生水母、肥胖箭虫、长尾类幼体。该水域浮游动物多样性指数范围在 2.28~4.25 之间，平均值为 3.34；均匀度指数范围在 0.66~0.88 之间，平均值为 0.78；丰富度指数范围在 1.54~4.19 之间，平均值为 2.95；单纯度指数范围在 0.07~0.30 之间，平均值为 0.17。

(4) 大型底栖生物

1) 种类组成

本次调查，调查海域大型底栖动物共采集鉴定到 6 门 61 科 90 种（种类名录见附录 3），其中节肢动物有 20 科 34 种，占总种类数的 37.78%，其次为环节动物，有 19 科 28 种，占总种类数的 31.11%，软体动物有 13 科 18 种，占总种类数的 20.00%，脊索动物有 5 科 6 种，占总种类数的 6.67%，棘皮动物有 3 科 3 种，占总种类数的 3.33%，刺胞动物有 1 科 1 种，占总种类数的 1.11%。

2) 生物量和栖息密度

调查结果表明，各站位底栖生物栖息密度的幅度为（15.38~76.92）ind./m²，平均密度为 40.34ind./m²，最高出现在 7 号站位，最低出现在 9 号站位；生物量的幅度为（0.62~36.96）g/m²，平均生物量为 7.67g/m²，最高出现在 9 号站位，最低出现在 17 号站位。

3) 各类别生物量及栖息密度

调查海域大型底栖动物栖息密度主要以环节动物门为主，平均密度为 48.29ind/m²，其次为节肢动物门，平均密度为 14.10ind/m²，最低为纽形动物门和星虫动物门，平均密度均为 0.43ind/m²；生物量以环节动物门为主，平均生物量为 4.59g/m²，其次为软体动物门，平均生物量为 1.89g/m²，最低为星虫动物门，平均生物量为 0.02g/m²。

4) 优势种

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

调查期间该海域大型底栖动物优势种类突出，优势种为角海蛹。

5) 丰富度、单纯度、多样性指数和均匀度

各站丰富度的幅度为 0.38~1.28，平均值为 0.81，最高值出现在 7 号站位，最低值出现在 13 号站位；各站单纯度的幅度为 0.13~0.43，平均值为 0.25，最高值出现在 13

号站位，最低值出现在 7 号站位；各站多样性指数的幅度为 1.38~3.06，平均值为 2.20，最高值出现在 7 号站位，最低值出现在 13 号站位；各站均匀度的幅度为 0.83~1.00，平均值为 0.95，最高值出现在 9、11、15 和 20 号站位，最低值出现在 12 号站位。

6) 小结

本次调查，调查海域大型底栖动物共采集鉴定到 6 门 61 科 90 种，其中节肢动物有 34 种，环节动物有 28 种，软体动物有 18 种，脊索动物有 6 种，棘皮动物有 3 种，刺胞动物有 1 种。各站位底栖生物栖息密度的幅度为 (15.38~76.92) ind./m²，平均密度为 40.34ind./m²；生物量的幅度为 (0.62~36.96) g/m²，平均生物量为 7.67g/m²。调查海域大型底栖动物栖息密度主要以环节动物门为主，平均密度为 23.44ind./m²，其次为节肢动物门，平均密度为 12.43ind./m²，最低为刺胞动物门，平均密度均为 0.39ind./m²；生物量以节肢动物门为主，平均生物量为 3.95g/m²，其次为棘皮动物门，平均生物量为 1.53g/m²，最低为刺胞动物门，平均生物量均为 0.02g/m²。调查期间该海域大型底栖动物优势种类突出，优势种为角海蛹。各站丰富度的幅度为 0.38~1.28，平均值为 0.81；各站单纯度的幅度为 0.13~0.43，平均值为 0.25；各站多样性指数的幅度为 1.38~3.06，平均值为 2.20；各站均匀度的幅度为 0.83~1.00，平均值为 0.95。

(5) 潮间带生物

1) 种类组成

3 个潮间带断面共采获了 4 个生物类别中的 7 科 9 种生物（包含定性样品）（种类名录见附录 4）。其中节肢动物门有 2 科 4 种，占总种类数的 44.44%，环节动物门有 2 科 2 种，占总种类数的 22.22%，脊索动物门有 2 科 2 种，占总种类数的 22.22%，软体动物门有 1 科 1 种，占总种类数的 11.11%。结果详见表 2.2-65。

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

同断面出现的生物种类数。

2) 生物量和栖息密度

3 条潮间带生物断面高潮区平均栖息密度为 5.43ind./m²，平均生物量为 7.01g/m²；中潮区平均栖息密度为 5.33ind./m²，平均生物量为 7.10g/m²；低潮区平均栖息密度为 8.00ind./m²，平均生物量为 7.03g/m²。

3) 类别生物量和栖息密度

各类别生物的生物量和栖息密度如表 2.2-53 所示，其中生物量分布状况为节肢动物（4.70g/m²）>软体动物（2.29g/m²）>环节动物（0.06g/m²）。栖息密度的分布状况为节肢动物（3.14ind./m²）>环节动物（2.22ind./m²）>软体动物（0.89ind./m²）。

4) 优势种

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

该区域的潮间带生物优势种类突出，优势种为沙蟹、楔形斧蛤、长锥虫和角眼沙蟹。。

5) 多样性指数和均匀度

本次调查，3 条潮间带断面高潮区均只采集到 1 种生物，丰富度、多样性指数均匀度均为 0，单纯度为 1.00。3 条潮间带断面中潮区除断面III未采集到生物外，其余断面均只采集到 1 种生物，丰富度、多样性指数和均匀度均为 0，单纯度平均为 0.67。

3 条潮间带断面低潮区丰富度范围在 0.00~0.50 之间，平均为 0.17，最高为断面I，单纯度范围在 0.38~1.00 之间，平均为 0.79，最高为断面II和断面III，多样性指数范围在 0.00~1.50 之间，平均为 0.50，最高为断面I，均匀度范围在 0.00~0.95 之间，平均为 0.32，最高为断面I。

6) 小结

3 个潮间带断面共采集了 4 个生物类别中的 7 科 9 种生物（包含定性样品）。其中

节肢动物门有 4 种，环节动物门有 2 种，脊索动物门有 2 种，软体动物门有 1 种。3 条潮间带生物断面高潮区平均栖息密度为 5.43ind./m^2 ，平均生物量为 7.01g/m^2 ；中潮区平均栖息密度为 5.33ind./m^2 ，平均生物量为 7.10g/m^2 ；低潮区平均栖息密度为 8.00ind./m^2 ，平均生物量为 7.03g/m^2 。其中生物量分布状况为节肢动物 (4.70g/m^2) > 软体动物 (2.29g/m^2) > 环节动物 (0.06g/m^2)。栖息密度的分布状况为节肢动物 (3.14ind./m^2) > 环节动物 (2.22ind./m^2) > 软体动物 (0.89ind./m^2)。该区域的潮间带生物优势种类突出，优势种为沙蟹、楔形斧蛤、长锥虫和角眼沙蟹。本次调查，3 条潮间带断面高潮区均只采集到 1 种生物，丰富度、多样性指数和均匀度均为 0，单纯度为 1.00。3 条潮间带断面中潮区除断面 III 未采集到生物外，其余断面均只采集到 1 种生物，丰富度、多样性指数和均匀度均为 0，单纯度平均为 0.67。

3 条潮间带断面低潮区丰富度范围在 0.00~0.50 之间，平均为 0.17，单纯度范围在 0.38~1.00 之间，平均为 0.79，多样性指数范围在 0.00~1.50 之间，平均为 0.50，均匀度范围在 0.00~0.95 之间，平均为 0.32。

（6）鱼卵与仔稚鱼

1) 种类组成

本次调查，万宁坡头港附近海域鱼卵与仔稚鱼共鉴定种类 36 种，隶属于 24 个科，鉴定到科的有 6 种，鉴定到属的 9 种，鉴定到种的 21 种。从发育阶段来看，鱼卵出现种类有 31 种，仔鱼出现种类有 8 种，稚鱼出现种类有 2 种（详见附录 6）。

垂直拖网共采集到鱼卵 182 粒，仔鱼 13 尾，稚鱼 2 尾。鱼卵数量以鲷具有数量上的绝对优势，占总数比例的 19.78%，隆头鱼科一种占 18.13%；仔鱼数量以小沙丁鱼具有数量上的绝对优势，占总数比例的 38.46%，日本鳀占 30.77%；稚鱼数量以鲷科一种和刺鲃具有数量上的绝对优势，各占总数比例的 50%（详见表 5.5.1.7-1）。

水平拖网共采集到鱼卵 1026 粒，仔鱼 4 尾，稚鱼 0 尾。鱼卵数量以隆头鱼科一种具有数量上的绝对优势，占总数比例 27.19%，刺鲃占 23.88%；仔鱼数量以钝鳍叶鲷、

小沙丁鱼、燕鲷和大眼银汉鱼具有数量上的绝对优势，各占总数比例的 25%；未采集到稚鱼。

2) 数量分布

本次垂直拖网调查各站位鱼卵密度范围为(0.35~22.31)粒/m³，平均值为 7.75 粒/m³。其中最高出现在 19 号站位，密度为 22.31 粒/m³，3 号站位密度 19.83 粒/m³，13 号站位密度 16.28 粒/m³；仔稚鱼密度范围为(0.00~3.85)尾/m³，平均值为 0.56 尾/m³。其中最高出现在 19 号站位，密度为 3.85 尾/m³，9 号站位密度 1.56 尾/m³。

(7) 游泳动物

1) 游泳动物分布特征

①种类组成

本次调查底拖网共捕获游泳动物 45 科 68 种，其中鱼类为 36 科 50 种，占捕获所有种类的 73.53%；甲壳类为 5 科 14 种，占捕获所有种类的 20.59%；头足类为 4 科 4 种，占捕获所有种类的 5.88%详见附录 6 游泳动物种类名录。

②渔获率和现存资源密度

游泳动物重量渔获率范围 0.013~13.548kg/h，平均为 7.955kg/h。最高出现在 W11 号站位，其次为 L9 号站位，最低为 L6 站位；个体渔获率范围为 0.4~600ind./h，平均为 293ind./h，最高出现在 L9 号站位，其次为 W10 号站位，最低为 L4 号站位。结果详见表 5.5.1.6-1。

游泳动物的平均重量渔获率中，鱼类为 6.640kg/h，占总重量渔获率的 83.47%；甲壳类为 0.404kg/h，占总重量渔获率的 5.08%；头足类平均渔获率为 0.911kg/h，占总重量渔获率 11.45%；平均个体渔获率中，鱼类为 227ind./h，占总个体渔获率的 77.48%；甲壳类为 33ind./h，占总个体渔获率的 11.26%；头足类为 33ind./h。占总个体渔获率的 11.26%。根据扫海面积法估算，评价区及附近海域内的 L1 号、L2 号、L4 号和 L6 号站位放置流刺网，不做资源密度评估。其余站位目前游泳动物的平均资源密度约为

184.533kg/km²，其中鱼类约为 153.664kg/km²，甲壳类约为 9.612kg/km²，头足类约为 21.257kg/km²。各站中以 L9 号站最高（222.523kg/km²），W11 号站次之（207.974kg/km²），W6 号和 W14 号站较低（资源密度分别为 157.940kg/km² 和 155.354kg/km²）。按个体计，游泳动物的平均资源密度约为 6815ind./km²，其中鱼类约为 5270ind./km²，甲壳类约为 767ind./km²，头足类约为 778ind./km²。各站中以 L9 号站最高（9953ind./km²），W10 号站次之（7818ind./km²），W14 号站最低（资源密度为 4832ind./km²）。

③优势种

根据相对重要性指数（IRI）公式计算评价调查海域内的相对重要性指标（IRI），并以 IRI 大于 100 作为优势渔获物的判断指标，本次调查的优势渔获种类共有 13 种。其中多齿蛇鲻的 IRI 最高，为 4824.74；其他优势渔获物依次为黑边天竺鲷（2816.91）、真鲷（1221.98）、蓝圆鲹（834.82）、鹰爪虾（426.42）、棕斑兔头鲈（341.83）、项鳞鲢（316.24）、吕宋绯鲤（306.35）、叫姑鱼（212.14）、棘鲷（162.18）、短穗乌贼（141.35）、矛形梭子蟹（135.93）和黑尾吻鳗（104.29）等。其它种类的相对重要性指数小于 100。

④渔获物体重、体长和幼体比例

本次调查海域渔获物中，鱼类平均幼体比例为 35.04%；虾类平均幼体比例为 73.33%；蟹类平均幼体比例为 26.78%；头足类平均幼体比例为 92.22%。各类群平均体长、平均体重、幼体比见表 2.2-60。

2) 鱼类资源状况

①种类组成

经鉴定，本次调查共捕获鱼类 50 种，分隶于 9 目 36 科。以鲈形目的种类数最多，共有 24 种；鳗鲡目第二，有 7 种；鲷形目有 5 种；鲹形目和鲈形目均有 4 种；灯笼鱼目和鲱形目均有 2 种；刺鱼目和鳎目均只有 1 种。在各科中，最多为天竺鲷科和康吉鳗科均有 3 种；狗母鱼科、舌鳎科、鳎科、赤刀鱼科、篮子鱼科、石首鱼科、单角鲈科、

鲷科、鲷科和鲷科均有 2 种；其余各科均只有 1 种。

②渔获率与资源密度分布

本次调查渔获的鱼类总重量为 60.354kg，平均渔获率为 6.640kg/h。渔获率最高的站位出现在 W11 号站，为 10.980kg/h；渔获率次高站出现在 L9 号站，渔获率为 10.739kg/h；渔获率最低的站位出现在 L6 号站，渔获率为 0.003kg/h。按个体计，鱼类的平均个体渔获率为 227ind./h，以 L9 号站最高，为 450ind./h；其次是 W11 号站，为 407ind./h；L4 号和 L6 号站最低，均为 0.1ind./h。结果详见表 2.2-62。

评价区及附近海域内的 L1 号、L2 号、L4 号和 L6 号站位放置流刺网，不做资源密度评估。其余站位目前鱼类的重量平均资源密度约为 153.664kg/km²。调查区内以 L9 号站最高（178.137kg/km²），W16 号站次之（168.887kg/km²），W4 号站最低（仅为 125.650kg/km²）。鱼类的个体平均资源密度为 5270ind./km²，以 L9 号站最高（7456ind./km²）；其次为 W11 号站，资源密度为 6245ind./km²；W1 号站的资源密度最低，为 3974ind./km²。

③鱼类优势种

根据相对重要性指数（IRI）公式计算评价调查海域内鱼类的相对重要性指标（IRI），并以 IRI 大于 100 作为优势渔获物的判断指标，本次调查的优势鱼类种类共有 9 种。其中多齿蛇鲻的 IRI 最高，为 4824.74；其他优势鱼类依次为黑边天竺鲷（2816.91）、蓝圆鲹（834.82）、棕斑兔头鲷（341.83）、项鳞鲢（316.24）、吕宋绯鲤（306.35）、叫姑鱼（212.14）、棘鼬鲷（162.18）、和黑尾吻鲛（104.29）等。

3) 头足类资源状况

①种类组成

本次调查共渔获头足类 4 种，隶属 3 目 4 科，乌贼目有 2 种，为短穗乌贼和双喙耳乌贼；八腕目有 1 种，为真蛸；枪形目有 1 种，为中国枪乌贼。

②渔获率与资源密度分布

本次调查，头足类的重量渔获率范围为 0.000kg/h~2.461kg/h，平均渔获率为

0.911kg/h。渔获率以 W11 号站最高,为 2.461kg/h;次高为 W4 号站,渔获率为 2.003kg/h, L1 号、L2 号、L4 和 L6 号站均未捕获到头足类,渔获率均为 0.000kg/h。按个体计,个体渔获率范围为 0ind./h~79ind./h,平均渔获率 33ind./h。个体渔获率以 W4 号站最高,渔获率为 79ind./h;次高为 W1 号站,渔获率为 72ind./h; L1 号、L2 号、L4 和 L6 号站均未捕获到头足类,渔获率均为 0ind./h。结果详见表 2.2-75c。

采用扫海面积法估算附近海域的资源密度。评价区及附近海域内的 L1 号、L2 号、L4 和 L6 号站位放置流刺网,不做资源密度评估。其余站位目前头足类的平均资源密度约为 21.257kg/km²,以 W11 号站最高,为 37.785kg/km²;次高为 W4 号站,为 35.526kg/km²;L8 号站最低,渔获率为 7.872kg/km²。个体平均资源密度为 778ind./km²。以 W4 号站最高,为 1401ind./km²;次高为 W1 号站,为 1152ind./km²;L8 号站最低,渔获率为 200ind./km²。

③优势种

根据相对重要性指数(IRI)公式计算评价调查海域内头足类的相对重要性指标(IRI),并以 IRI 大于 100 作为优势渔获物的判断指标。本次调查的头足类的优势渔获物分别为真蛸(1221.98)和短穗乌贼(141.35)。

4) 甲壳类资源状况

①种类组成

经鉴定,本次调查渔获的甲壳类共 14 种,分属 2 目 5 科。其中虾类有 1 科 2 种;蟹类有 2 科 9 种; ; 虾蛄类有 2 科 3 种。

②渔获率与资源密度分布

调查海域甲壳类重量渔获率范围为 0.007kg/h~1.633kg/h,平均 0.404kg/h,渔获率以 W4 号站最高,为 1.633kg/h;其次为 L9 号站,渔获率为 1.163kg/h;最低为 L4 号站,渔获率为 0.007kg/h。甲壳类的个体渔获率范围为 0.3ind./h~98ind./h,平均 33ind./h,以 W10 号站最高,为 98ind./h;其次为 L9 号站,渔获率为 93ind./h;最低为 L4 号站,渔

获率为 0.3ind./h。

评价区及附近海域内的 L1 号、L2 号、L4 和 L6 号站位放置流刺网，不做资源密度评估。其余站位目前甲壳类的平均资源密度约为 9.612kg/km²。资源密度最高出现于 W4 号站，为 28.960kg/km²；L9 号站列第二位，19.290kg/km²；最低为 W14 号站，为 0.403kg/km²。按个体计，甲壳类的平均资源密度为 767ind./km²，以 L9 号站为最高，为 1540ind./km²；W10 号站列第二位，为 1489ind./km²；最低为 W14 号站，为 85ind./km²。

③优势种

根据相对重要性指数(IRI)公式计算评价调查海域内甲壳类的相对重要性指标(IRI)，并以 IRI 大于 100 作为优势渔获物的判断指标，本次调查的甲壳类的优势渔获物分别为鹰爪虾（426.42）和矛形梭子蟹（135.93）等。

5) 物种多样性分析

项目海域渔获物重量密度丰富度指数（d）均值为 1.79（0.46-2.61），单纯度指数（C）均值为 0.26（0.17-0.56），多样性指数（H'）均值为 2.62（1.08-3.28），均匀度指数（J'）均值为 0.70（0.58-0.97）。渔获物尾数密度丰富度指数（d）均值为 1.74（-3.89-4.71），单纯度指数（C）均值为 0.26（0.14-0.46），多样性指数（H'）均值为 2.62（1.41-3.53），均匀度指数（J'）均值为 0.70（0.58-0.95）。

6) 小结

本次共采集到游泳动物 68 种，隶属于 14 目 45 科，其中鱼类为 9 目 36 科 50 种，头足类为 3 目 4 科 4 种，甲壳类 2 目 5 科 14 种。游泳动物的平均渔获率为 7.955kg/h 和 293ind./h。其中，鱼类为 6.640kg/h 和 227ind./h，头足类的平均渔获率为 0.911kg/h 和 33ind./h，甲壳类的平均渔获率为 0.404kg/h 和 33ind./h。根据扫海面积法估算，评价区及附近海域内的 L1 号、L2 号、L4 和 L6 号站位放置流刺网，不做资源密度评估。其余站位目前游泳动物的平均资源密度约为 184.533kg/km² 和 6815ind./km²，其中鱼类约为 153.664kg/km² 和 5270ind./km²，头足类 21.257kg/km² 和 778ind./km²，甲壳类约为

9.612kg/km²和 767ind./km²。根据相对重要性指数（IRI）公式计算评价调查海域内的相对重要性指标（IRI），并以 IRI 大于 100 作为优势渔获物的判断指标，本次调查的优势渔获种类共有 13 种。其中多齿蛇鲻的 IRI 最高，为 4824.74；其他优势渔获物依次为黑边天竺鲷（2816.91）、真鲷（1221.98）、蓝圆鲹（834.82）、鹰爪虾（426.42）、棕斑兔头鲈（341.83）、项鳞鲢（316.24）、吕宋绯鲤（306.35）、叫姑鱼（212.14）、棘鼬鲷（162.18）、短穗乌贼（141.35）、矛形梭子蟹（135.93）和黑尾吻鳗（104.29）等。本次调查海域渔获物中，鱼类平均幼体比例为 48.39%；本次调查海域渔获物中，鱼类平均幼体比例为 35.04%；虾类平均幼体比例为 73.33%；蟹类平均幼体比例为 26.78%；头足类平均幼体比例为 92.22%。项目海域渔获物重量密度丰富度指数（d）均值为 1.79（0.46-2.61），单纯度指数（C）均值为 0.26（0.17-0.56），多样性指数（H'）均值为 2.62（1.08-3.28），均匀度指数（J'）均值为 0.70（0.58-0.97）。渔获物尾数密度丰富度指数（d）均值为 1.74（-3.89-4.71），单纯度指数（C）均值为 0.26（0.14-0.46），多样性指数（H'）均值为 2.62（1.41-3.53），均匀度指数（J'）均值为 0.70（0.58-0.95）。

（8）生物体质量

1）站点布设

站位布设详见“2.2.5 节”。

2）调查项目、调查方法

调查内容包括：总汞、砷、铜、铅、镉、铬、锌、多环芳烃和石油烃。样品的采集、预处理、制备、保存、检测方法严格按《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）、《海洋监测规范》（GB 17378.5-2007）执行。具体分析方法和检出限详见表 2.2-67。

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

表 2.2-67 生物质量分析方法表

监测项目	分析方法	检出限	检测标准（方法）
------	------	-----	----------

总汞	原子荧光法	0.002mg/kg	《海洋监测规范第6部分生物体分析》 (GB17378.6-2007)
铜	无火焰原子吸收分光光度法	0.4mg/kg	
铅	无火焰原子吸收分光光度	0.04mg/kg	
镉	无火焰原子吸收分光光度	0.005mg/kg	
铬	无火焰原子吸收分光光度	2.0mg/kg	
锌	火焰原子吸收分光光度	0.4mg/kg	
砷	原子荧光法	0.2mg/kg	
石油烃	分光光度法	0.2mg/kg	
多环芳烃	气相色谱质谱	0.15-0.26ng/g	——

3) 评价方法

海洋生物质量评价方法采用标准指数法进行，公式如下：

$$P_i = C_i / C_s$$

其中： P_i ——污染指数；

C_i ——水产经济动物体内污染物的实测含量；

C_s ——评价标准值。

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

4) 监测结果

根据《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》中对不同样品类型的分类规定，此次调查生物体监测质量评价因子为石油烃、锌、镉、铅、铜和总汞共 6 项。

调查海域的生物体石油烃、铜、铅、锌、镉、总汞均符合所属功能区要求的种类质量标准要求。

2.2.8 珊瑚礁现状调查

根据《万宁市 1000 公顷养殖用海整体海域论证使用报告书》（海南正永生态工程技术有限公司，2021 年 12 月），本项目论证范围内珊瑚礁资源主要分布在洲仔岛及加

井岛海域。

根据调查结果，洲仔岛海域的造礁石活珊瑚平均覆盖度为 6.31%，软珊瑚覆盖度为 0.25%，死珊瑚覆盖率为 0.00%，平均珊瑚补充量为 0.20ind/m²。大型藻类覆盖率为 0.06%。岛屿的西侧和北侧珊瑚分布相对较多，而南侧和东侧珊瑚分布相对较少。洲仔岛珊瑚的集中分布区域，珊瑚覆盖率在 10%左右，浅水区域的珊瑚覆盖率可以达到 16%以上。洲仔岛海域造礁石珊瑚共调查到 11 科 20 属 34 种，主要优势种为澄黄滨珊瑚、疣状杯形珊瑚、标准蜂巢珊瑚，常见珊瑚种类有二异角孔珊瑚、丛生盔形珊瑚、交替扁脑珊瑚、精巧扁脑珊瑚等。

加井岛及附近海域珊瑚礁资源调查结果显示，加井岛附近海域硬珊瑚平均覆盖度为 25.96%，软珊瑚平均覆盖度为 0.32%，死珊瑚平均覆盖度为 0.16%，硬珊瑚平均补充量为 0.02ind/m²，大型藻类平均覆盖度为 3.17%，珊瑚平均死亡率为 0.16%。加井岛附近海域底质类型以礁石为主，礁石占比为 43.76%，岩石占比为 25.43%，砂质底质占比为 4.37%，珊瑚总覆盖度占比为 26.44%。

调查共记录鉴定硬珊瑚 16 科 28 属 68 种，优势种类分别为标准蜂巢珊瑚、丛生盔形珊瑚、橙黄滨珊瑚、多孔同星珊瑚、多星孔珊瑚、复叶陀螺珊瑚、角孔珊瑚、精巧扁脑珊瑚、秘密角蜂巢珊瑚、青灰蔷薇珊瑚、五边角蜂巢珊瑚和圆纹蜂巢珊瑚等。共记录鉴定软珊瑚 5 种，分别为豆荚软珊瑚、短足软珊瑚、隔板豆荚软珊瑚、瘤状短指软珊瑚和肉芝软珊瑚等。记录到大型藻类 6 种，分别为耳壳藻、环蠕藻、水石藻、网球藻、中叶藻和紫衫状海门冬等。记录到大型底栖 23 种，分别为白棘三列海胆、砗磲、大旋鳃虫、多孔螭、多疣小丘海葵、凤螺、桂皮群海葵、海齿花、海绵、核果螺、黑海参、环刺棘海胆、蓝环冠海胆、蓝指海星、面包海星、许氏大羽花、芋螺、圆柱蟹守螺、长海胆、长棘海星、栉羽花、紫点双辐海葵和紫海胆等种类。记录到鱼类 1 种，为克氏双锯鱼。

此外，根据《万宁市洲仔岛海域深水网箱养殖用海项目海域使用论证表》，海南正

永生态工程技术有限公司于2021年1月在洲仔岛及附近海域共布设珊瑚调查站位12个，调查内容主要为珊瑚礁生态系统，指标包括珊瑚种类、珊瑚覆盖度、珊瑚死亡率、珊瑚补充量、底质类型、大型藻类、大型底栖生物等。每个站位根据水深、珊瑚生长状况等情况，平行岸线布设3条断面，每条断面长度50m，布设深度在-3、-6m、-9m水深。调查站位及坐标见图2.2-35。

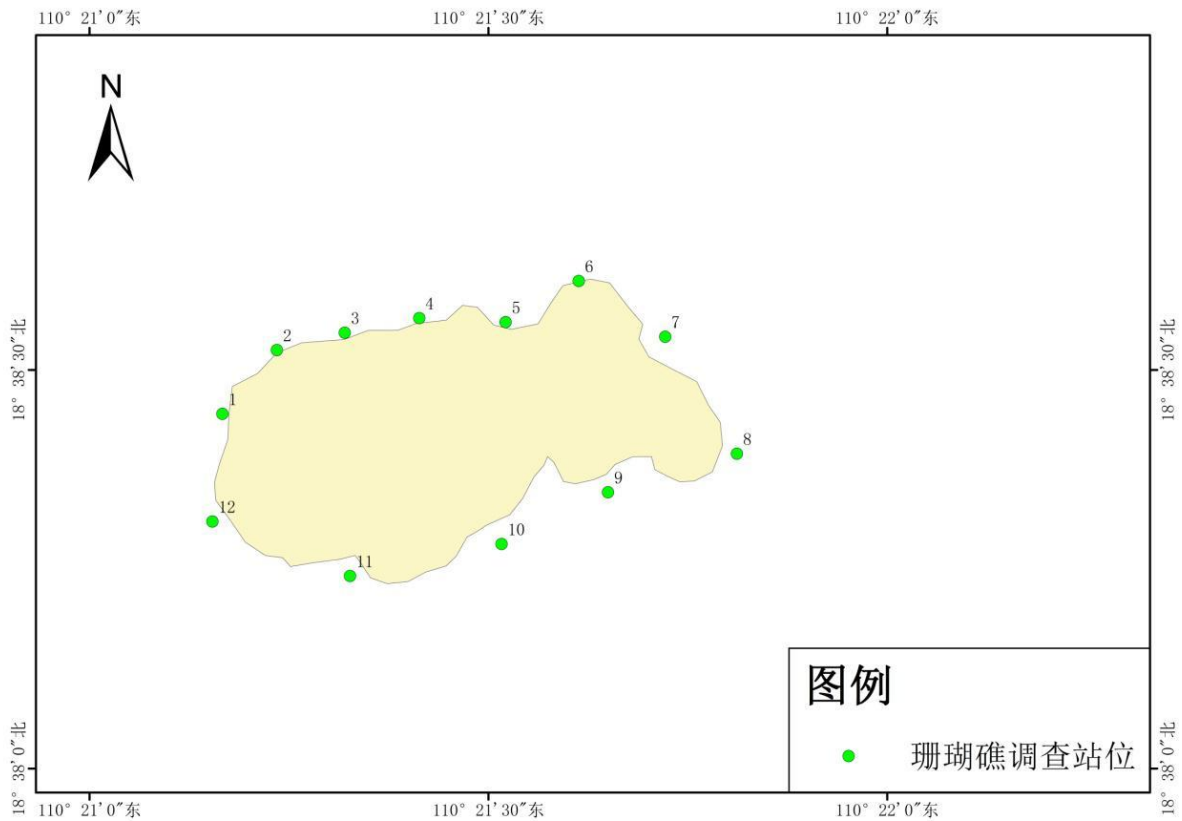


图 2.2-35 珊瑚礁调查站位图

调查结果显示，珊瑚礁主要分布水深为-1m~-9m。8、9、10、11、12号站位主要为岩石悬崖，珊瑚分布较少，其他站位为礁石基底，珊瑚覆盖率较高。详见图2.2-36。

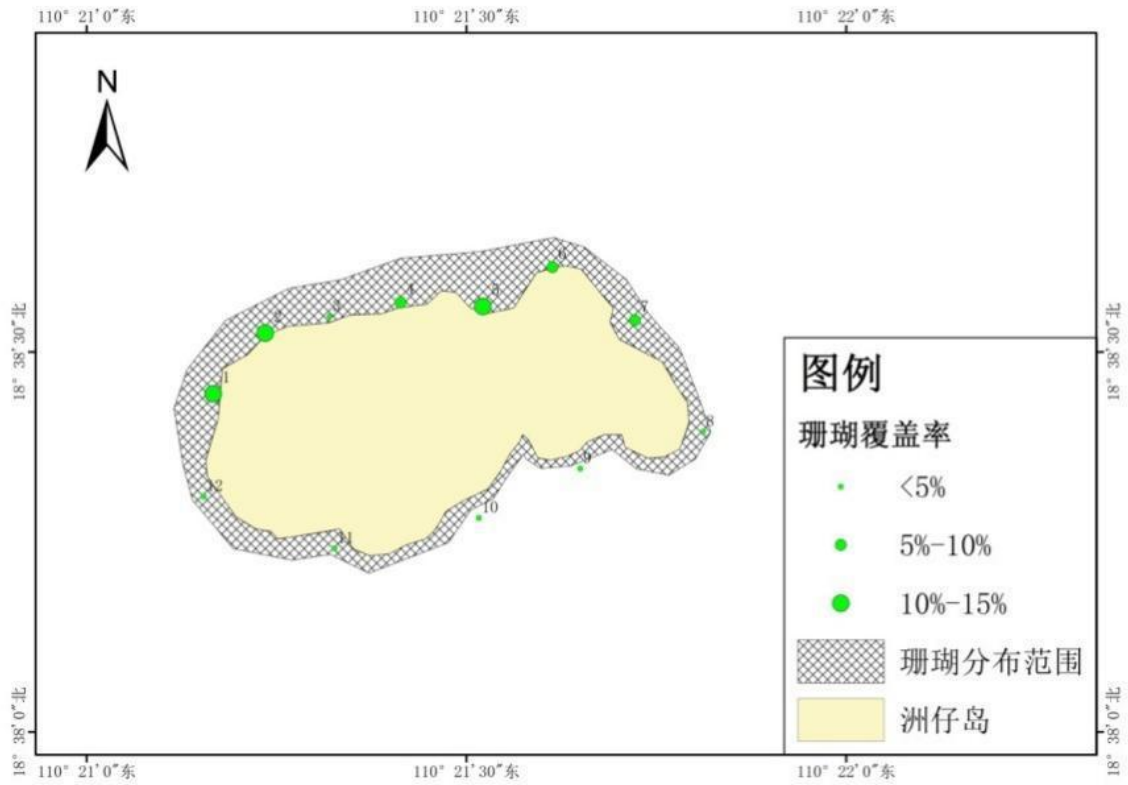


图 2.2-36 洲仔岛珊瑚礁分布图

②造礁石珊瑚现状

洲仔岛海域的造礁石活珊瑚平均覆盖度为 6.31%，软珊瑚覆盖度为 0.25%，死珊瑚覆盖率为 0.00%，平均珊瑚补充量为 0.20ind/m²。大型藻类覆盖率为 0.06%。岛屿的西侧和北侧珊瑚分布相对较多，而南侧和东侧珊瑚分布相对较少。站位 1-7 为洲仔岛珊瑚的集中分布区域，珊瑚覆盖率在 10%左右，浅水区域的珊瑚覆盖率可以达到 16%以上。

珊瑚分布主要集中在 6m 以浅的区域，西侧和北侧在 9m 以深区域亦有少量造礁石珊瑚分布，而南侧和北侧在 9m 以深区域基本无造礁石珊瑚分布。

③造礁石珊瑚的种类

洲仔岛海域造礁石珊瑚共调查到 11 科 20 属 34 种，主要优势种为澄黄滨珊瑚、疣状杯形珊瑚、标准蜂巢珊瑚，常见珊瑚种类有二异角孔珊瑚、丛生盔形珊瑚、交替扁脑珊瑚、精巧扁脑珊瑚等。

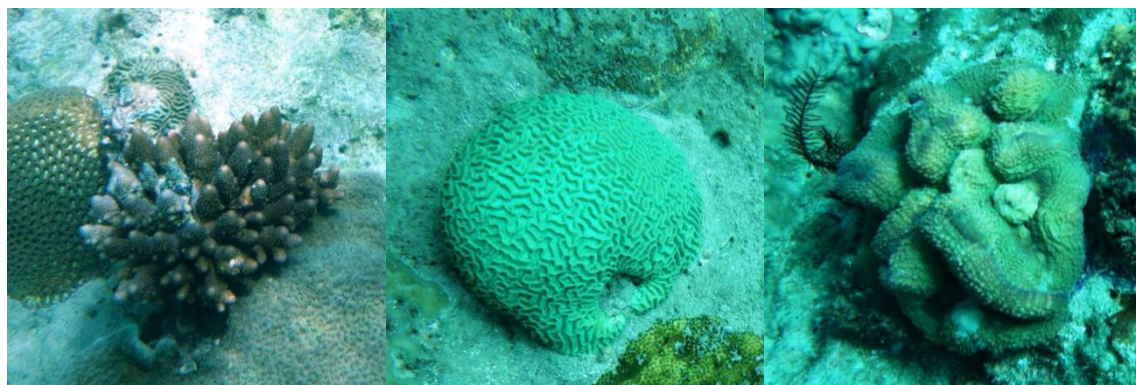


图 2.2-37 洲仔岛区域造礁石珊瑚图

④软珊瑚现状

洲仔岛海域的软珊瑚覆盖率为 0.25%。常见种类主要为豆荚软珊瑚，多棘软珊瑚，肉芝软珊瑚，短指软珊瑚等。



图 2.2-38 洲仔岛海域软珊瑚图

⑤珊瑚敌害生物和病害情况

本次调查过程中未见长棘海星（*Acanthaster planci*），未见核果螺（*Drupamorum roding*），也未发现珊瑚白化现象。

⑥珊瑚补充情况

洲仔岛海域的珊瑚补充量为 0.20ind/m²，西侧和北侧的珊瑚补充量较高，而南侧和东侧的珊瑚补充量较低。珊瑚补充量的差别主要是与岛屿周边的环境有关，南侧和东侧波浪较大，不利于珊瑚幼虫的附着和生长。

⑦大型藻类现状

洲仔岛的大型藻类覆盖度为 0.06%，仅在 12 号站位附近有少量的大型藻类分布，

其他区域基本没有。藻类的主要种类为耳壳藻等。

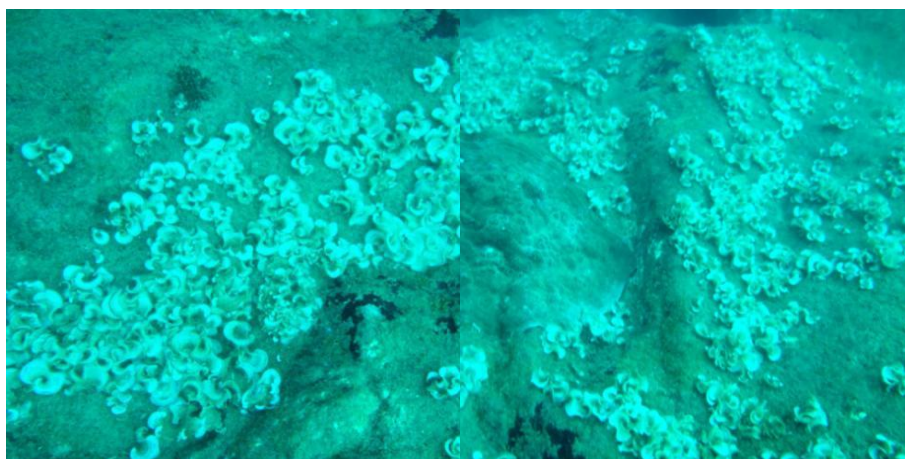


图 2.2-39 洲仔岛大型藻类生长状况图

⑧大型底栖动物

洲仔岛海域的大型底栖生物资源比较丰富，种类主要有黑海参、长刺海胆、海葵、海百合、砗磲等。

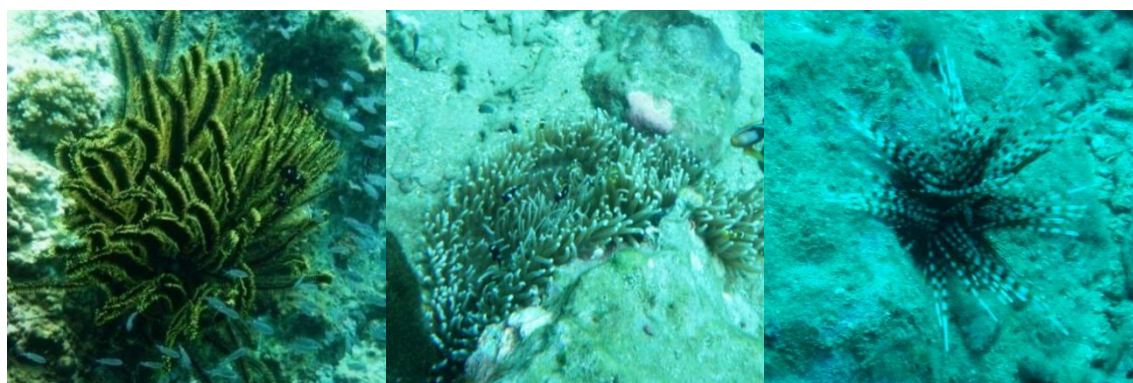


图 2.2-40 洲仔岛海域大型底栖动物图

(3) 小结

洲仔岛海域的造礁石活珊瑚平均覆盖度为 6.31%，软珊瑚覆盖度为 0.25%，死珊瑚覆盖率为 0.00%，平均珊瑚补充量为 0.20ind/m²。大型藻类覆盖率为 0.06%。岛屿的西侧和北侧珊瑚分布相对较多，而南侧和东侧珊瑚分布相对较少。站位 1-7 为洲仔岛珊瑚的集中分布区域，珊瑚覆盖率在 10%左右，浅水区域的珊瑚覆盖率可以达到 16%以上。

洲仔岛海域造礁石珊瑚共调查到 11 科 20 属 34 种，主要优势种为澄黄滨珊瑚、疣状杯形珊瑚、标准蜂巢珊瑚，常见珊瑚种类有二异角孔珊瑚、丛生盔形珊瑚、交替扁脑

珊瑚、精巧扁脑珊瑚等。

洲仔岛的软珊瑚覆盖率为 0.25%。常见种类主要为豆荚软珊瑚，多棘软珊瑚，肉芝软珊瑚，短指软珊瑚等。未见长棘海星，发现未发现核果螺，未发现珊瑚白化现象。洲仔岛海域的珊瑚补充量为 0.39ind/m²，西侧的珊瑚补充量较高，可以达到 0.65ind/m²，而南侧和东侧的珊瑚补充量较低。洲仔岛的大型藻类覆盖度为 0.06%。藻类的主要种类为耳壳藻。洲仔岛海域的大型底栖生物资源丰富，种类繁多，如黑海参、长刺海胆、砗磲等。

2.2.9 海洋自然灾害

以万宁气象站最大风速达 6 级或瞬时风速达 8 级为影响标准，统计 2000~2019 年期间登陆或影响万宁的热带气旋（不含热带低气压）（表 2.2-73），共有 28 个，年平均 1.4 个，其中登陆万宁地区的热带气旋有 7 个，年平均为 0.35 个。

热带气旋登陆或影响万宁地区的最早时间是 6 月 22 日，最晚时间是 11 月 10 日；登陆或影响的热带气旋最多的是 7~10 月，共占总数的 89.29%。按热带气旋强度统计，登陆或影响万宁地区的热带气旋有 17 个，年平均 0.85，强热带风暴 6 个，年平均 0.3 个，热带风暴 5 个，年平均 0.25 个。其中 0518 是 20 年中影响万宁地区最强的热带气旋，0518 号热带气旋“达维”登陆时中心最大风速达 55m/s。

表 2.2-73 2000~2019 年登陆或影响万宁的热带气旋统计（单位：个）

	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	合计	年平均
热带气旋								
强热带风暴								
热带风暴								
小计								
%								

其中登陆或影响万宁的热带气旋主要是 1508 号鲸鱼（STS）、1603 号银河（STS）、1621 号莎莉嘉（TY）、1809 号山神（TS）、1904 号木恩（TS）、1914 号剑鱼（TS）。

表 2.2-74 2011-2019 年登陆海南的热带气旋统计表（单位：个）

年份	我国编号	中文名	海南登录地点	登录时强度等级
2011	1108	洛坦	文昌	强热带风暴（STS）
	1117	纳沙	文昌	热带气旋（TY）
	1119	尼格	乐东	强热带风暴（STS）
2012	-	-	-	-
2013	1305	贝碧嘉	琼海	热带风暴（TS）
	1309	飞燕	文昌	强热带风暴（STS）
2014	1409	威马逊	文昌	超强热带气旋 （SuperTY）
	1415	海鸥	文昌	强热带气旋（STY）
2015	1508	鲸鱼	万宁	强热带风暴（STS）
2016	1603	银河	万宁	强热带风暴（STS）
	1621	莎莉嘉	万宁	热带气旋（TY）
2017	-	-	-	-
2018	1804	艾云尼	海口	热带风暴（TS）
	1809	山神	万宁	热带风暴（TS）
	1816	贝碧嘉	琼海	热带低压（TD）
2019	1904	木恩	万宁	热带风暴（TS）
	1907	韦帕	文昌	热带风暴（TS）
	1914	剑鱼	万宁	热带风暴（TS）

强台风“纳沙”于2011年9月24日上午在西北太平洋洋面上生成，于9月29日14时30分前后在海南省文昌市翁田镇沿海登陆，登陆时中心附近最大风力有14级（42米/秒），中心最低气压为960百帕。“纳沙”在其生命历程中一共四次登陆。9月27日早上7时前后在菲律宾吕宋岛东部沿海登陆，29日14时30分前后在海南文昌市翁田镇沿海登陆后，21时15分前后在广东徐闻角尾乡再次登陆，30日11时30分前后在越南北部广宁沿海登陆。此后于30日20时在越南北部减弱为热带低压。台风路径见图见图2.2-103，受“纳沙”影响，海南、广西、广东出现强风雨天气，“纳沙”使得海南、广东多地学校停课、航班延误、交通受阻、经济损失严重。受“纳沙”影响，海南省截至30日12时，全省有18个市县377.2万人受灾，因灾死亡2人，农作物受灾面积165

千公顷，倒塌房屋 1350 间、损坏房屋 525 间，全省因灾直接经济损失 58.14 亿元。

2011 年第 19 号热带风暴“尼格”于 2011 年 9 月 28 日 02 时在西北太平洋洋面上生成，受“尼格”影响，台湾、海南、广西等地均出现不同程度风雨，并对交通出行等带来较大影响。“纳沙”和“尼格”相继在 2011 年国庆前后影响海南，且强度较大，对当时万宁附近海域产生了较大的影响。

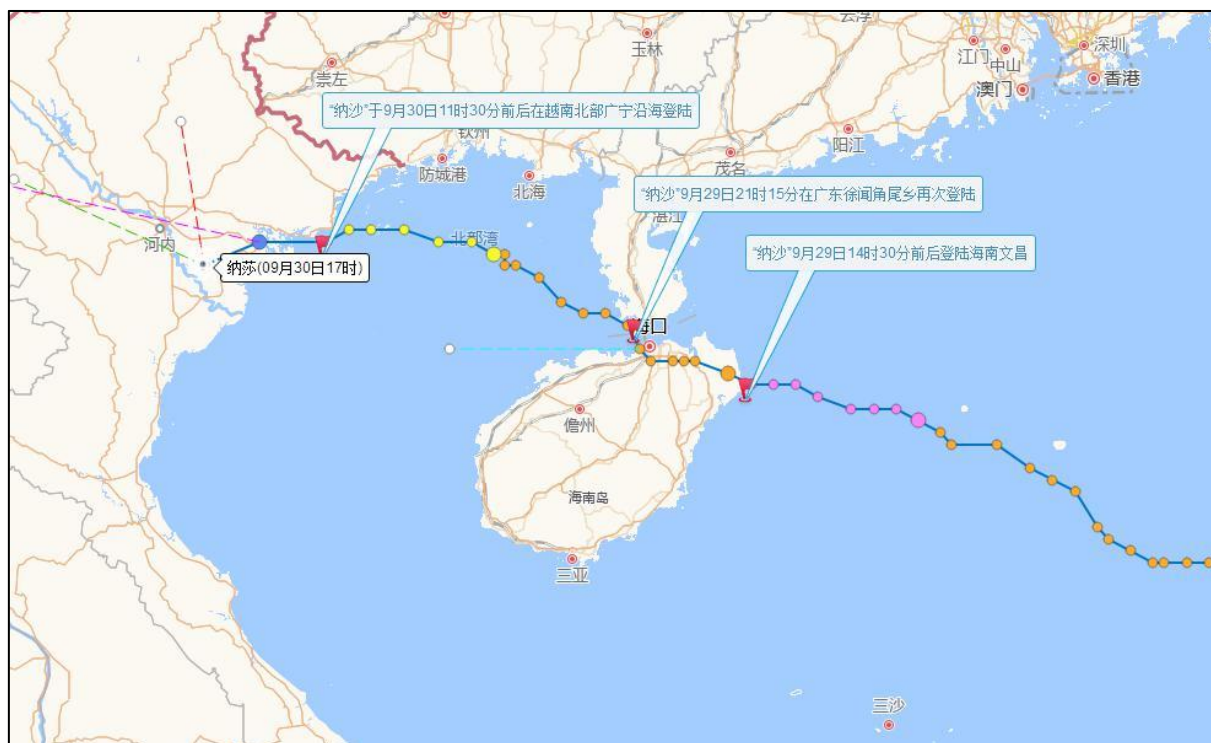


图 2.2-41 “纳沙”台风路径见图



图 2.2-42 “尼格”台风路径见图

3 资源生态影响分析

3.1 项目用海环境影响分析

项目位于神州半岛南侧、洲仔岛西侧海域，需综合考虑潮流、潮汐等水文要素的影响。采用数学模型方法对项目用海环境影响进行分析，主要考虑：

- (1) 预测工程建设前后的潮流场变化；
- (2) 预测工程运营期污染物对项目用海的水质环境影响；
- (3) 预测溢油风险事故的油膜运动轨迹。

3.1.1 水文动力环境影响预测与分析

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

3.1.1.1 计算范围确定和网格剖分

选用一个固着于“f-平面”上的直角坐标系（XOY 平面）和静止海面重合，组成右手坐标系，Z 轴向上为正，于是描述正压海洋的深度平均运动方程组为：

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial(Hu)}{\partial x} + \frac{\partial(Hv)}{\partial y} = 0 \quad (3-1)$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = -g \frac{\partial \zeta}{\partial x} + fv + A_h \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) - \frac{g}{c^2} \cdot \frac{\sqrt{u^2+v^2}}{H} u + \tau_{sx} \quad (3-2)$$

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

式中：Ah 水平方向扩散系数，取值为 $1.15 \times 10^5 \text{cm}^2/\text{s}$ ， η 为平均海面起算的海面高度，u、v 为垂向平均流的东、北分量， $H = \eta + h$ 总水深，h 为平均海面起算的水深，f 为体现地球自转效应的科氏参数，Rb 为海底摩擦系数，取值为 0.0025，g 为重力加速度，取值为 9.81； τ_{sx} ， τ_{sy} 为风对自由水面的剪切力在 X、Y 方向的分量；其中：

$$t_{sx} = f_s r_a u_w \sqrt{u_w^2 + v_w^2} \quad (3-4)$$

$$t_{sy} = f_s r_a u_w \sqrt{u_w^2 + v_w^2} \quad (3-5)$$

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

3.1.1.2 参数选取

①边界条件

在本工程项目研究采用的数值模式中，需给定两种边界条件，即闭边界条件和开边界条件。

所谓开边界条件即水域边界条件，可以给定水位、流量或调和常数。对于本次数值模拟方案，计算域外海大网格开边界条件给定水位。潮汐现象可视作为许多不同周期振动的叠加，分潮振幅（H）和专有迟角（g）只与地点有关，称潮汐调和常数。本次计算域外海开边界选取 8 个主要分潮（M2、S2、N2、K2、K1、O1、P1、Q1）叠加拟合的水位，其值采用 TMD（TidalModelDrive）软件计算获得。

$$\vec{U} \cdot \vec{n} \Big|_{\Gamma_2} = 0 \quad (3-6)$$

式中： \vec{n} 为固边界法向； $\xi^*(x, y, t)$ 、 $u^*(x, y, t)$ 、 $v^*(x, y, t)$ 为已知值（实测或准时测或分析值）。式（3-4）中 \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

$$\left. \begin{aligned} \zeta(x, y, t) \Big|_{t=t_0} &= \zeta_0(x, y, t_0) \\ u(x, y, t) \Big|_{t=t_0} &= u_0(x, y, t_0) \\ v(x, y, t) \Big|_{t=t_0} &= v_0(x, y, t_0) \end{aligned} \right\} \quad (3-7)$$

式中： $\xi_0(x, y, t_0)$ 、 $u_0(x, y, t_0)$ 、 $v_0(x, y, t_0)$ 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 $h > 0$ 时，潮滩淹没。如果在某一时刻一节点干出，那么将此格点从有效计算域中去掉，同时，对流速做瞬时垂直壁处理，将与此水位点相邻的流速点设置为零流速；如果某个水位点判断为淹没，则将此点归入计算域。为了确保潮流方程不失去物理意义，选取一个最小水深 h_{\min} 作为判断值，若 $h \leq h_{\min}$ ，则认为格点干出。

3.1.1.3 现状流场模拟结果

（1）潮流模型范围

数学模型的网格剖分与本工程方案尺度相适应，对本工程方案进行合理概化，对潮流运动进行详细的模拟。

工程区位于万宁市洲仔岛左侧海域，为准确模拟外海潮流的作用，计算域大范围水深由中国海事局海图确定，为了提高计算效率，同时又保证工程海域有足够的分辨率，采用局部加密的非结构三角形网格对计算域进行划分。计算域共计生成计算节点 35675 个，网格 84269 个。采用 TMD 全球潮位预报数据作为水动力输入条件。模型建立在笛卡尔坐标系下，在墨卡尔 UTM 投影中属于 49Q 区块。计算区域内网格尺寸划分按面积 50m^2 进行控制，工程区网格尺寸划分按 5m^2 进行控制，见图 3.1-1~图 3.1-2。

模型的计算水深和岸线由以下海图确定：2006 年 6 月出版的图号为 10016（香港至海防，比例尺:1:1000000）的海图，2001 年出版图号为 16170（大洲岛至三亚港，比例尺:1:150000）海图、2005 年出版图号为 16171（坡头港及大洲岛附近，比例尺 1:30000）海图、2005 年出版图号为 16110（七洲列岛至大洲岛，比例尺 1:150000）海图。实际水深都经过海图水深和平均海平面的调整，模型的计算水深见图 3.1-3。

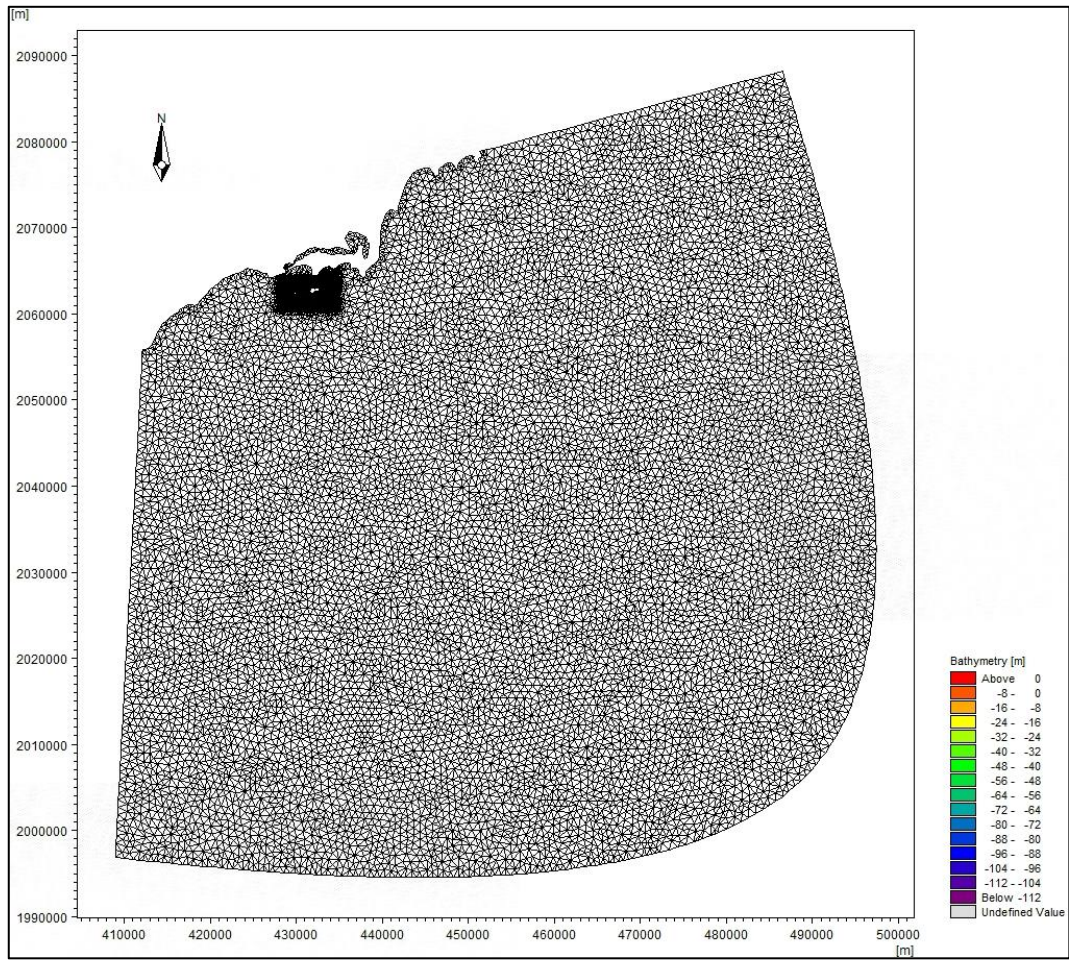


图 3.1-1 模型计算网格图

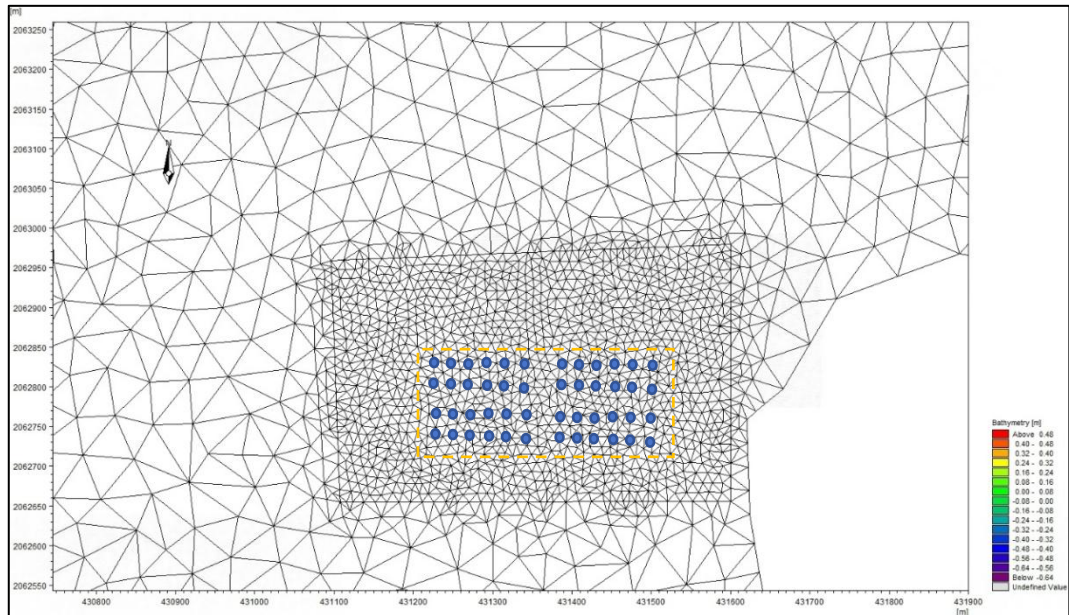


图 3.1-2 工程附近区域计算网格（局部放大）图

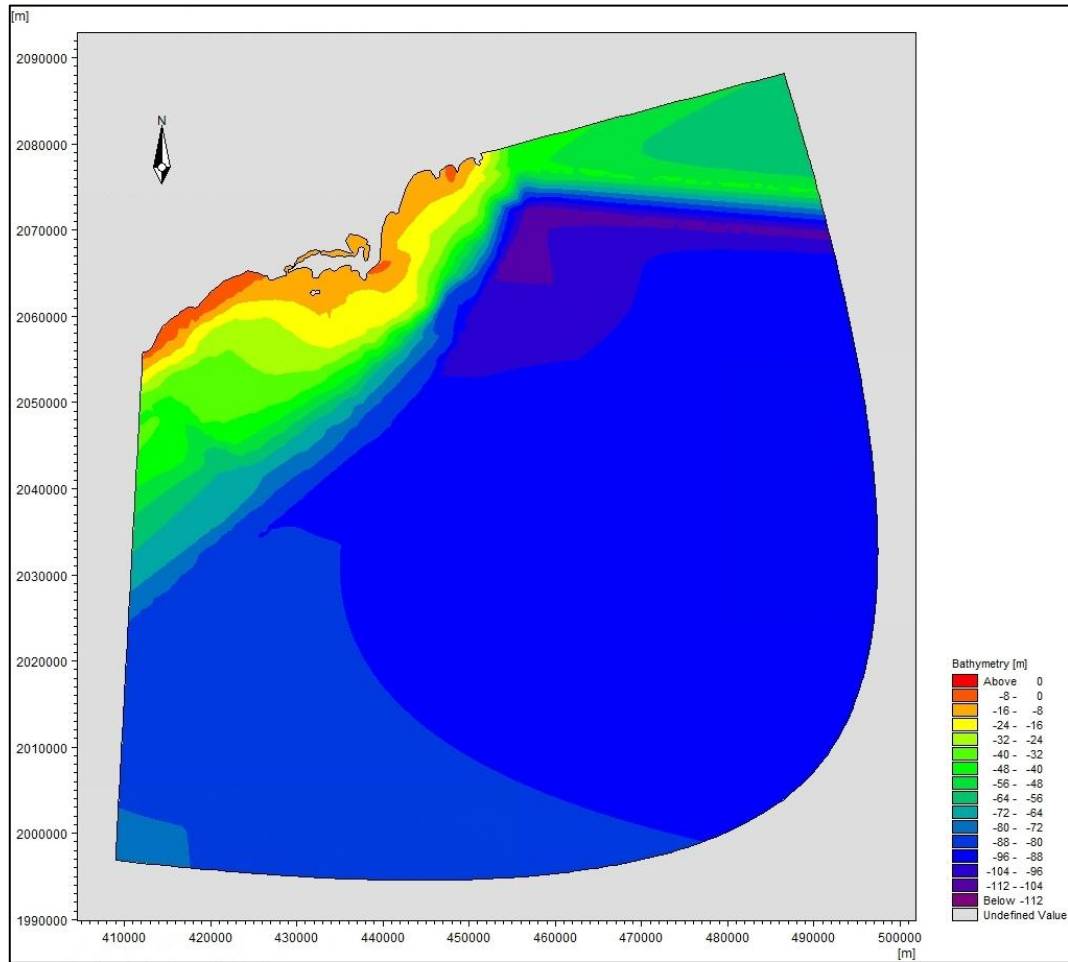


图 3.1-3 模型计算水深地形图

(2) 模型验证

模型的验证有两部分,包括项目工程附近海域 2023 年 5 月 22 日~23 日 6 个站点(站位编号为 A1~A6)的潮流资料和 1 个站点 (A1, 观测站位见图 3.1-4) 的潮位资料与计算结果对比, 流向、流速曲线如图 3.1-5~图 3.1-10。

通过《万宁市坡头三级渔港工程项目调查报告》报告可知, 本海域垂向平均流速较小, 当日观测余流较大, 因此模型结果加上当日观测余流进行验证。

由潮位和潮流的计算数据和实测数据的对比情况分析, 潮位验证较好, 绝对误差平均值为 7.2cm。比较各站流速流向验证结果, 模拟流速与实测值的趋势大体一致, 在项目区域, 潮流形态为往复流, 由于潮流较小, 余流在量级上与潮流相当, 因此验证时加上余流, 流向显著对应很好, 这说明, 此海域由于受到风、上升流(此流域存在上升

流)等影响,产生的余流能够改变海流方向。由于本海区的潮流动力较弱,而模型只考虑潮流作用,本模型模拟的水动力场与实际水动力场存在一定的差异,在潮流动力较弱的情况下,其他非潮流动力的影响可能会大于潮流动力,特别是小于 20cm/s 的弱潮流环境下的验证效果一般是可能理解的。总体来说,本模型对于项目工程区及附近海区的水动力场具有再现功能,能够反映工程区域的水动力特征。因此,本模型可以用于本项目工程的动力场和物质输运分析。

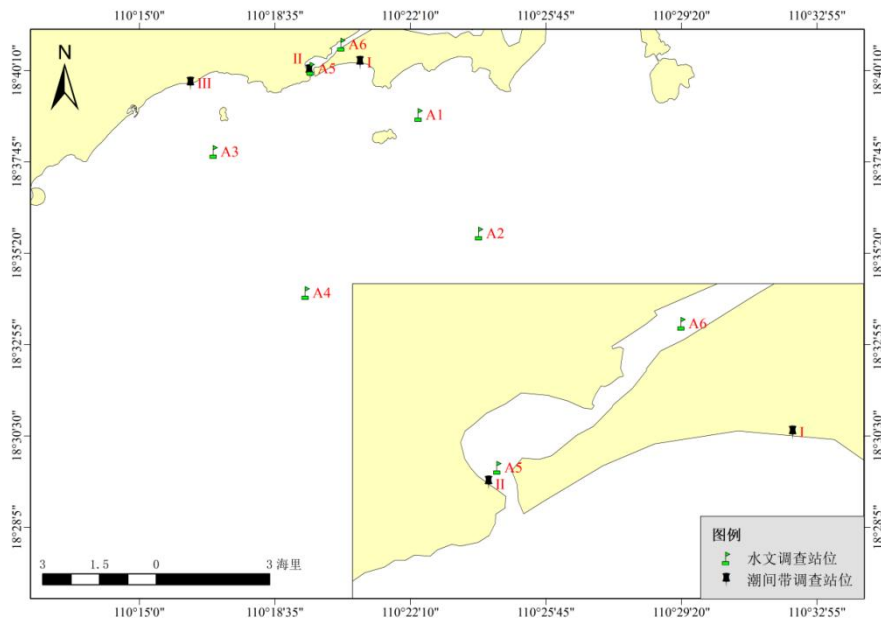


图 3.1-4 测流站点图

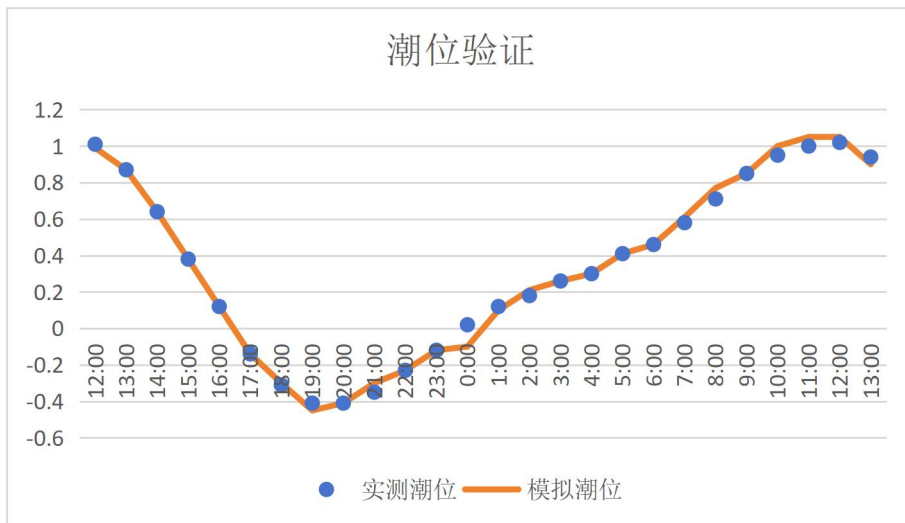


图 3.1-5 潮位验证结果图

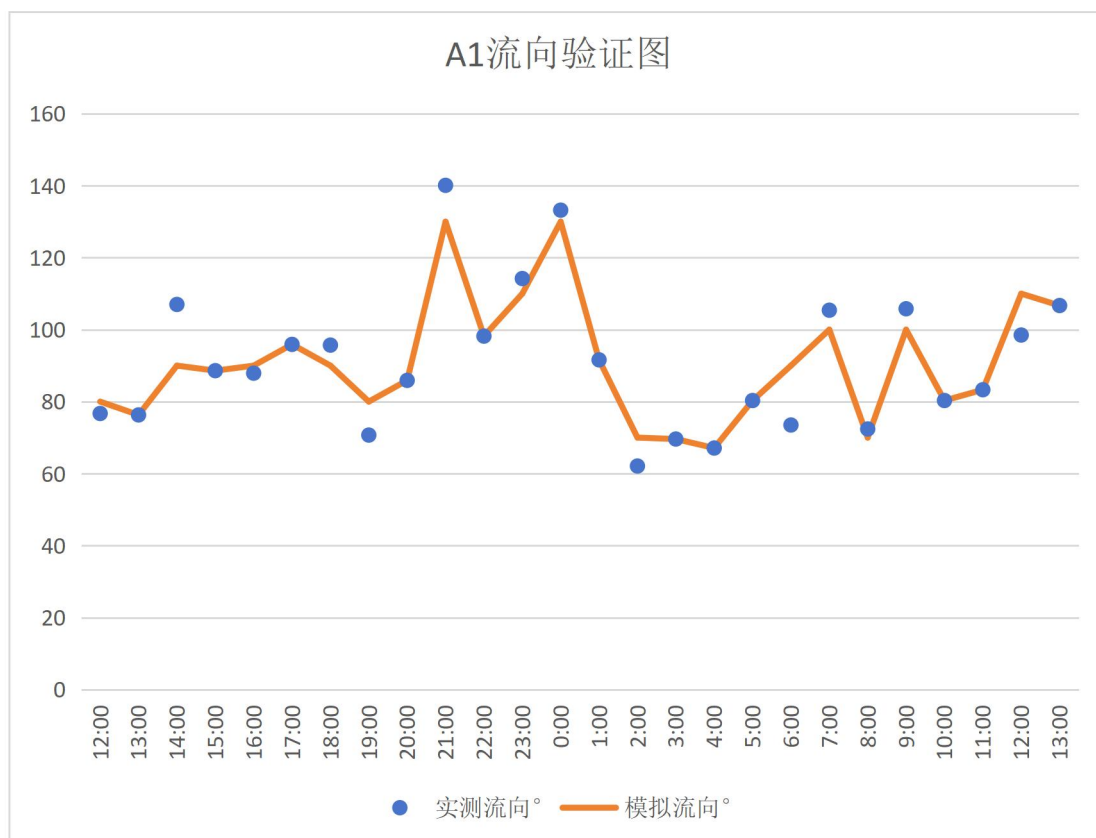
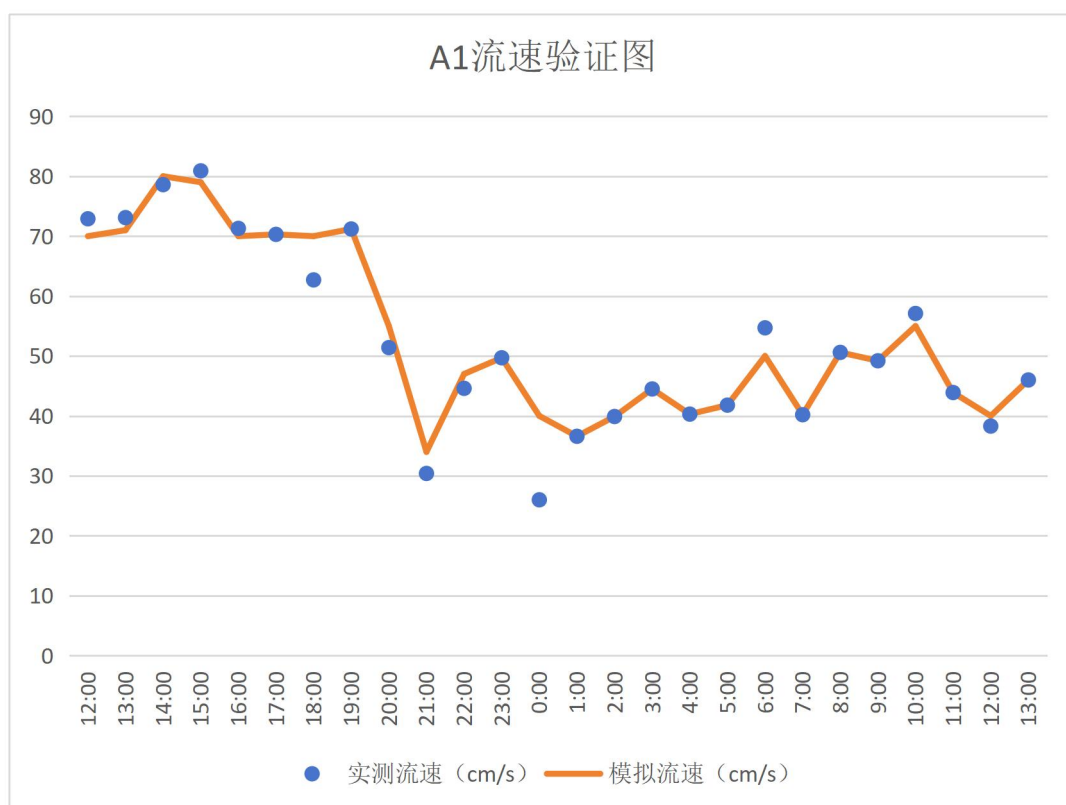


图 3.1-5 A1 站位流速流向验证结果图

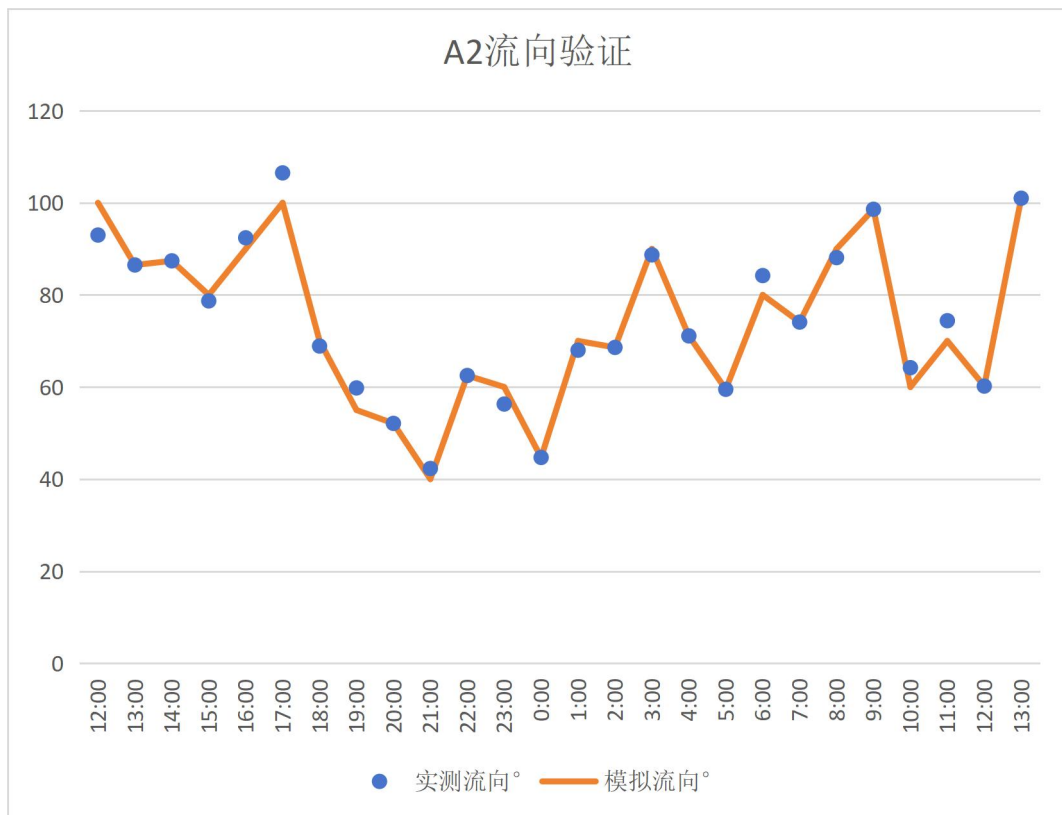
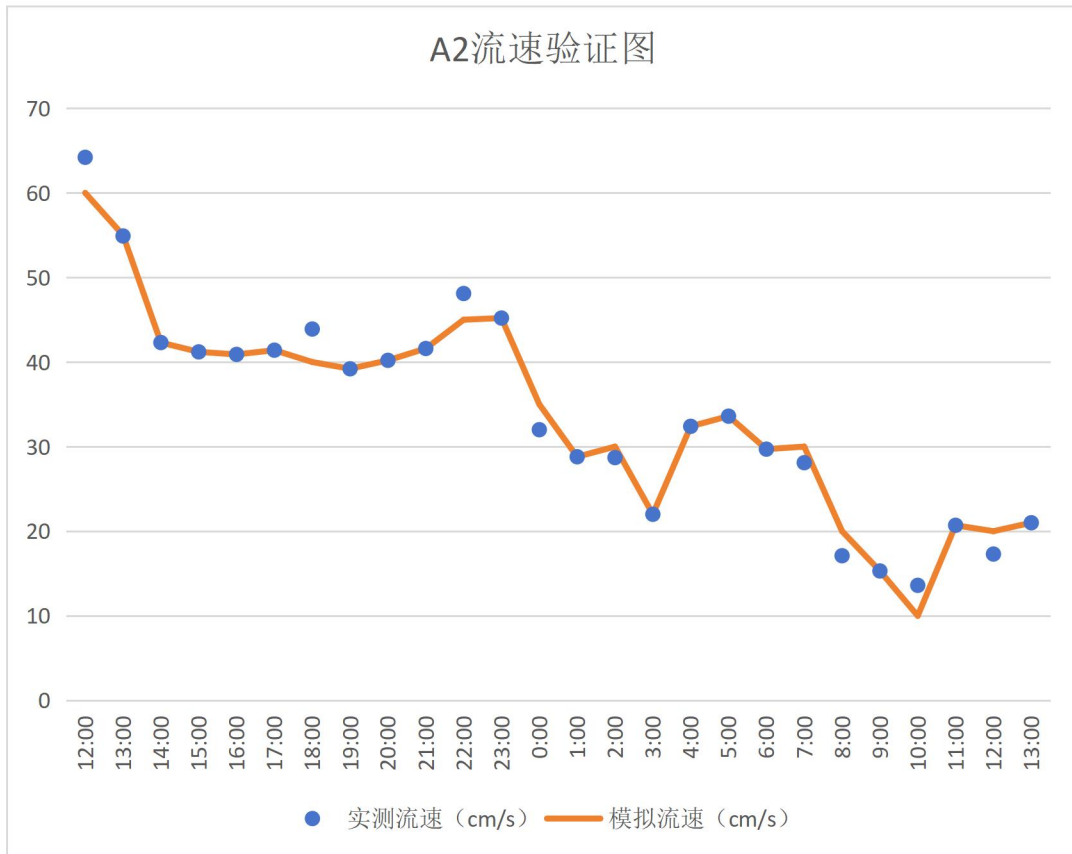


图 3.1-6 A2 站位流速流向验证结果图

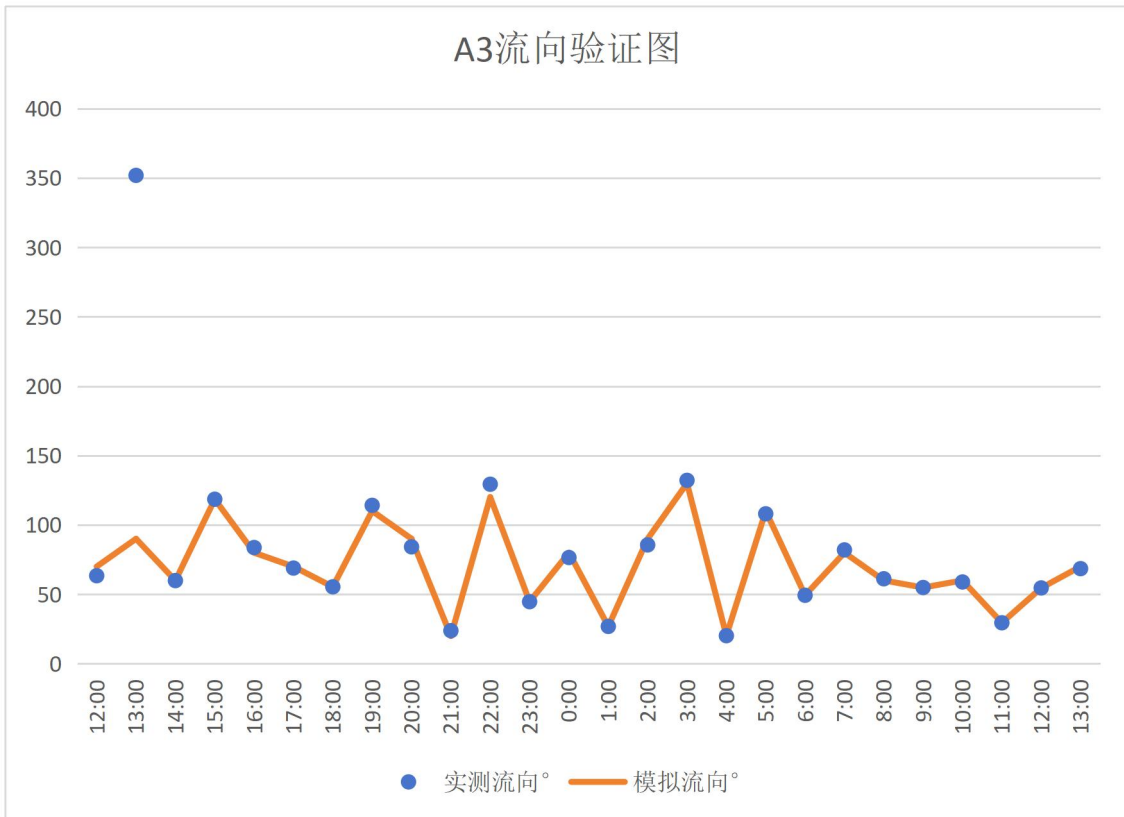
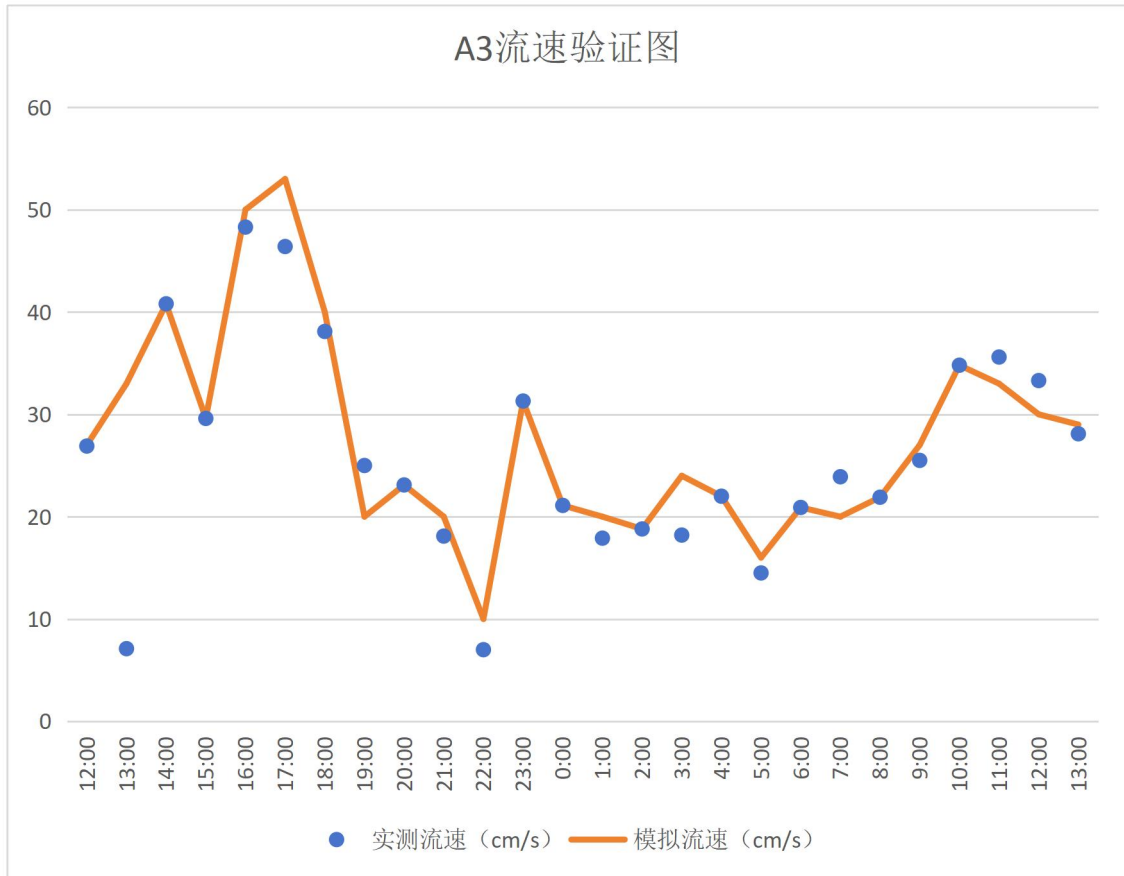


图 3.1-7 A3 站位流速流向验证结果图

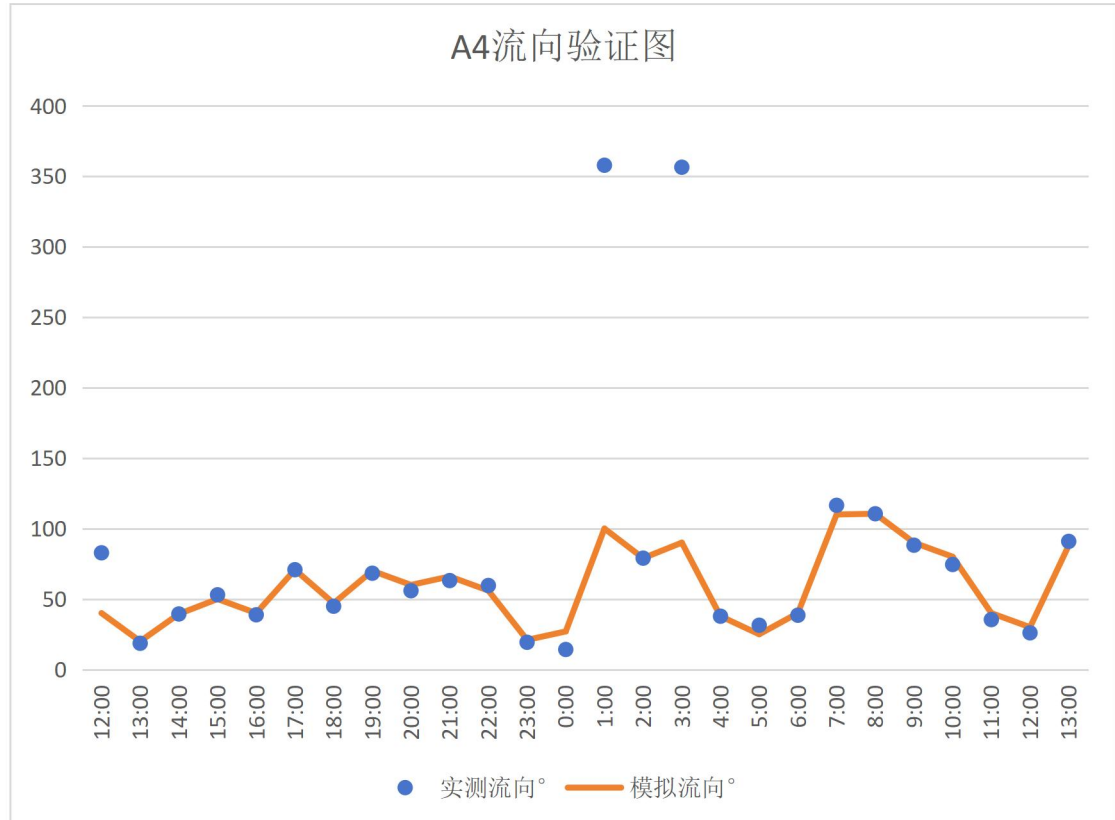
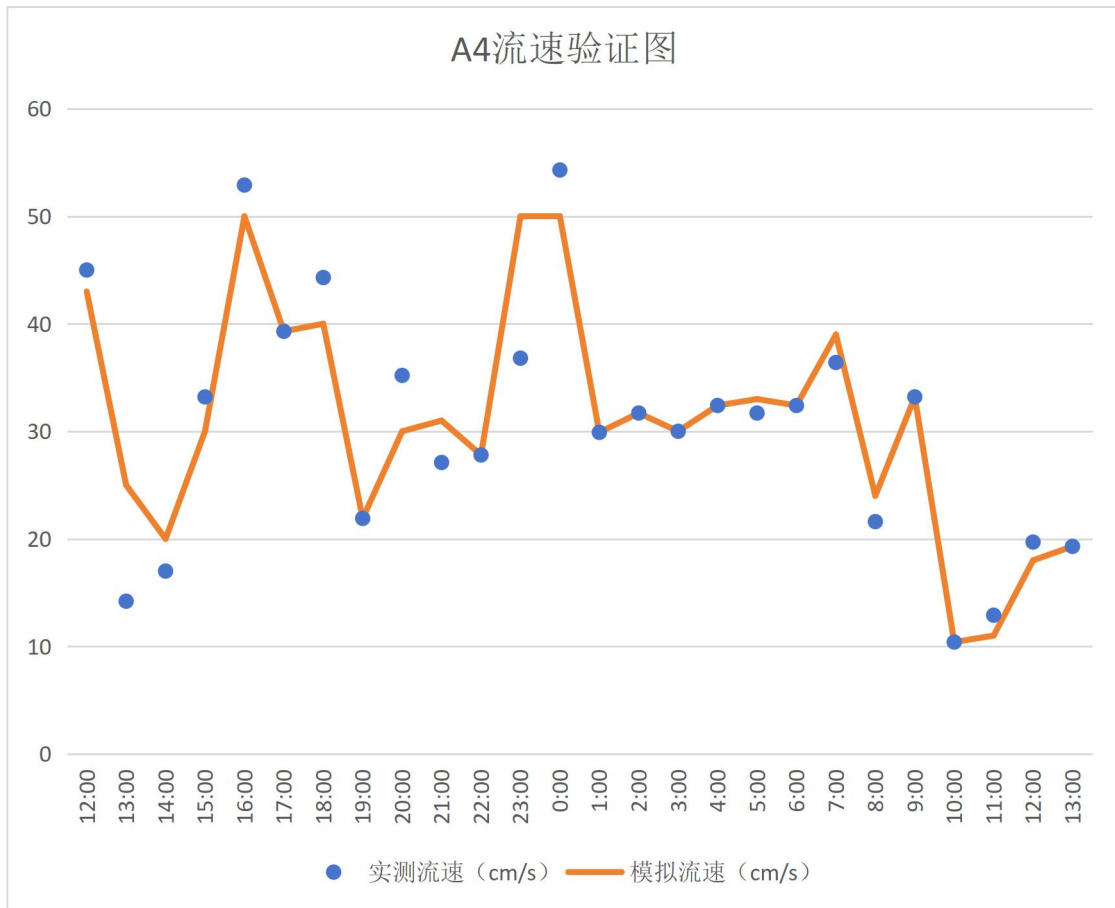


图 3.1-8 A4 站位流速流向验证结果图

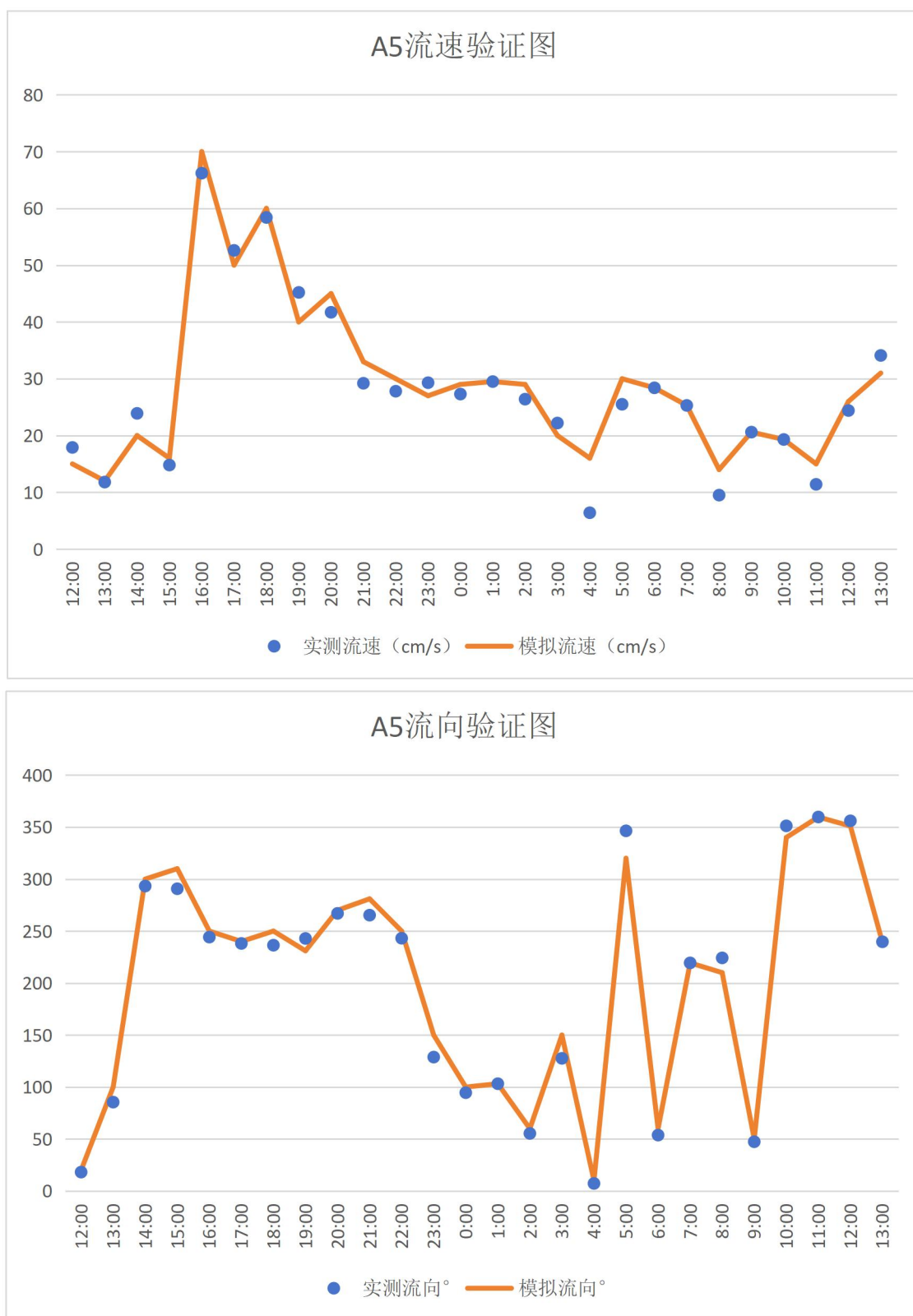


图 3.1-9 A5 站位流速流向验证结果图

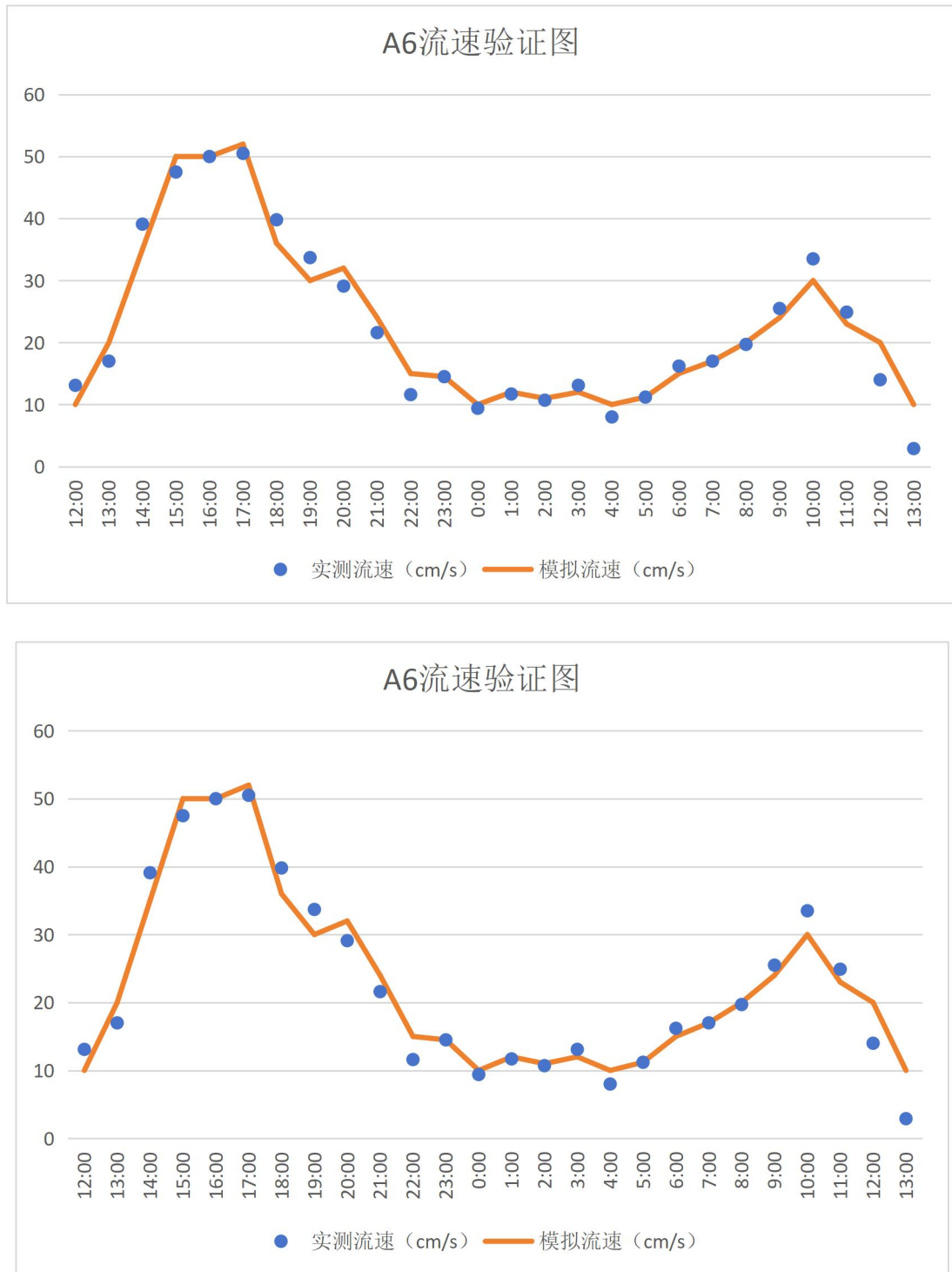


图 3.1-10 A6 站位流速流向验证结果图

(1) 现状潮流场模拟结果

项目附近海域涨、落潮流如下图所示，由图 3.1-11 可知，外海潮流涨急时流向自东向西，流速大约在 6~10cm/s，受洲仔岛的阻挡，现状海域流速较小，越靠近岛屿流速越小，最小流速在 3.5cm/s。图 3.1-12 是工程附近落潮时潮流场。外海潮流落急时流向自

西向东，流速大约在 11~13cm/s，受洲仔岛的阻挡，现状海域流速较小，越靠近岛屿流速越小，最小流速在 7.3cm/s。落急流速大于涨急流速。

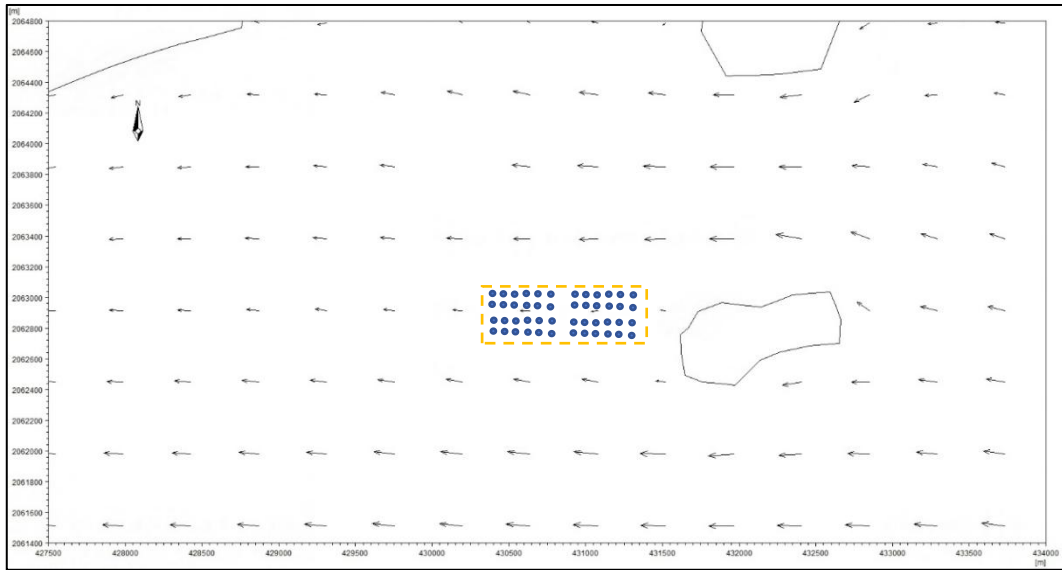


图 3.1-11 工程前涨急时刻流速矢量分布图

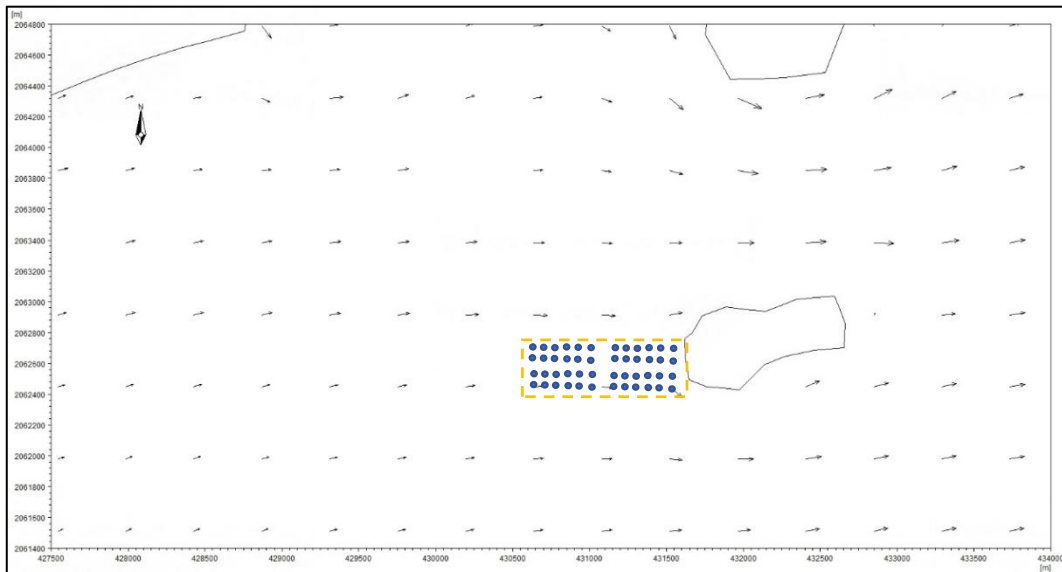


图 3.1-12 工程前落急时刻流速矢量分布图

3.1.1.4 工程前后潮流流场变化

流场的数值计算结果表明：

项目附近海域涨、落潮流如图 3.1-13~图 3.1-14 所示，外海潮流涨急时流向自东向西，流速大约在 6~8cm/s，受洲仔岛的阻挡，现状海域流速较小，越靠近岛屿流速越小，最小流速在 1.3cm/s。外海潮流落急时流向自西向东，流速大约在 11~12cm/s，受洲仔岛的阻挡，现状海域流速较小，越靠近岛屿流速越小，最小流速在 4.7cm/s。落急流速大

于涨急流速。可以看到，鱼礁对流体有阻碍作用，最大减幅为 2cm/s。

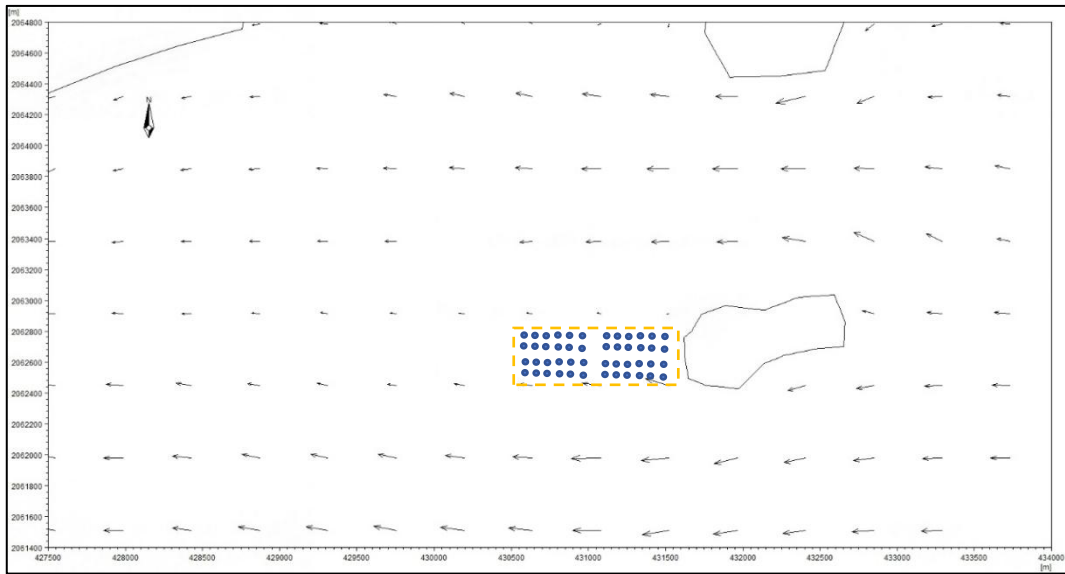


图 3.1-13 工程前后落急时流速变化图

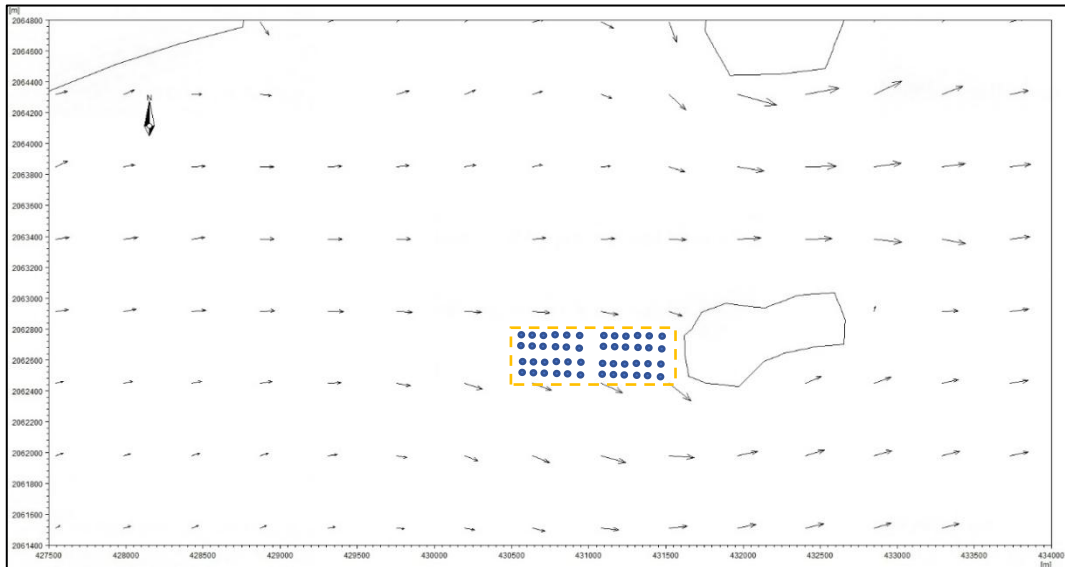


图 3.1-14 工程前后涨急时流速变化图

3.1.2 施工期水质环境影响预测与分析

3.1.2.1 悬浮物扩散对水质环境影响的计算方法

根据《海岸与河口潮流泥沙模拟技术规范》（JTJ/T233-2010）及有关研究方法，建立工程海域二维潮流泥沙输运扩散模型。用差分方法对二维潮流泥沙输运扩散基本方程组（如下）进行离散，得到离散方程组，根据潮流模型计算出的水位、流速，从而得出在潮流动力作用下的水体含沙量分布。考虑滩地随涨、落潮或淹没或露出，采用活动边界技术，以保证计算的精度和连续性。

3.1.2.2 控制方程

二维潮流泥沙输运扩散基本方程：

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

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

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

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

式中：S 为铅直方向积分的水体含沙浓度；D_x、D_y 分别为 x、y 方向的泥沙扩散系数；F_s 为泥沙源汇函数或床面冲淤函数，Q₀ 为海底抛石产生的悬浮泥沙量；ρ_s 为悬沙密度（取石英密度为 1.68g/cm³）；ρ₀ 为海水密度（取为 1.035g/cm³）；γ 为海水分子运动粘性系数（取为 10⁻³cm²/s）；u*、u*_{cr} 分别为摩擦速度和泥沙再悬浮速度；R 为沉降泥沙的再悬浮率（0≤R≤1）；D₅₀ 为泥沙的中值粒径。

泥沙源函数按下面方法确定：

底部切应力计算公式：

$$\tau = \rho f_b U U$$

当τ<τ_d时，水中泥沙处于落淤状态，则：

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

当τ_d≤τ≤τ_e时，海底处于不冲不淤状态，则：

$$F_s = 0$$

当τ>τ_e时，海底泥沙处于起动状态，则：

$$F_s = -M (\frac{\tau}{\tau_e} - 1)$$

以上各式中：U 为平均流速；ω 为泥沙沉降速度；S 为水体含沙量；α 为沉降几率；

τ_d 为临界淤积切应力； τ_e 为临界冲刷切应力； M 为冲刷系数。

悬浮泥沙沉降速度采用张瑞谨（1998）提出的泥沙沉降速度的通用公式：

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

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

关于临界淤积切应力，这里采用窦国仁（1999）提出的计算公式：

$$\tau_d = \rho f_b U_c U_c$$

其中 U_c 为临界海底泥沙起动速度。

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

式中， $k=0.32$ ； $d_*=10$ ； $\varepsilon_0=1.75\text{cm}^3/\text{s}$ ，为综合泥沙粘结力，一般泥沙取该值；

$\delta=2.31 \times 10^{-5}\text{cm}$ ，是薄膜水厚度参数； γ_0 为海底泥沙干容重； γ_0' 泥沙颗粒的稳定干容重；

h 为水深； ρ_s 为泥沙密度；

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

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

(1) 定解条件

①初始条件

$$S(x, y, t)|_{t=t_0} = S_0(x, y, t_0)$$

式中， $S_0(x, y, t_0)$ 为初始时刻 t_0 的已知值。

②边界条件

计算水域与陆地交界的固边界 Γ_1 上有：

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

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

计算水域与陆地交界的固边界 Γ_2 上有:

$$\frac{\partial S}{\partial \bar{n}} = 0$$

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

（2）数值方法

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

前半步长：

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

后半步长：

$$As2S_{i,j-1}^{n+1} + Bs2S_{i,j}^{n+1} + Cs2S_{i,j+1}^{n+1} = Ds2$$

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

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

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

3.1.2.3 悬浮泥沙源强度

本项目为鱼礁投放，因此产生的悬浮泥沙仅为施工期抛锚时锚与底质接触产生的悬浮泥沙，源强为 0.16kg/s。

在本项目报告模型计算中，悬浮泥沙扩散的计算时间为 15 天，即包含一个完整的大、中、小潮全潮汐过程。报告中悬浮泥沙扩散的模拟方案如下图 3.1-15 所示。

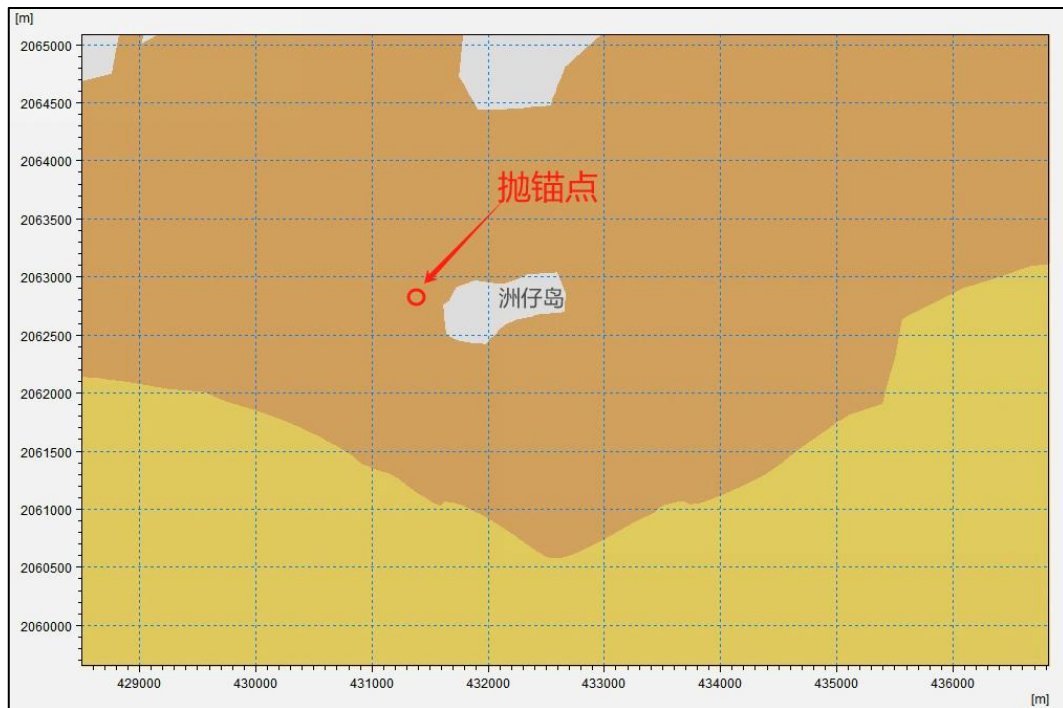


图 3.1-15 悬浮泥沙源强位置示意图

3.1.2.4 悬浮物分布的计算结果与分析

通过计算可知，超一、二类水质 ($>10\text{mg/L}$) 面积为 0.138km^2 ，超一、二类水质向东西向最远扩散距离约 100m，最大浓度仅为 51.7mg/L 。

由于本项目采用网箱规模不大，锚块较小，投放过程中缓慢放入，悬浮泥沙扩散范围不大。需要指出的是，上述计算结果是在悬浮物扩散过程中未采取任何防护措施的情况下得出的，如在施工过程中采取一定的措施，比如可视悬浮物扩散情况，在施工区域周围的混水区投放设置防污帘，可以最大限度的控制 SS 扩散范围，缩短影响时间。此外，施工过程中产生的悬浮物对水质的影响，时间是短暂的，这种影响一旦施工完毕，在较短的时间内也就结束。

项目施工整体上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。

表 3.1-1 悬浮泥沙扩散不同浓度的面积表 (km²)

悬浮泥沙扩散浓度	扩散面积
>10mg/L	0.125
>20mg/L	0.058
>50mg/L	0.0001
>100mg/L	0
>150mg/L	0

3.1.3 运营期水质影响分析

运营期对水质的影响主要是残饵和有机代谢物。养殖过程投放的饵料只有一部分被鱼类摄食，被鱼类摄食的部分，部分以粪便的形式排出，或溶于水中，或沉积于海底，未被鱼类摄食的部分，或流入水中，或在海底产生沉积，使水中氮、磷浓度增加，透明度下降，可能导致养殖区域水质恶化。但从项目养殖区现状来看，本项目网箱设置在-15~-16m 等深线附近的海域，潮流较大，网箱设置的间距较大，可保证网箱养殖区的流畅通。

通过控制适宜的养殖密度和饲料投喂量，大部分残饵和粪便会被海流冲出网箱外，并被网箱外的浮游生物和其他鱼、虾类所利用，会降低对海域环境的污染程度，形成一个相对稳定的生态系统，有效减少残饵和粪便对环境的影响。本项目应用自动投喂技术，使用优质人工配合饲料，可保证饲料投放科学合理，提高饲料的转化率，有效减少投喂过程中产生剩余饲料和鱼类排泄的粪便。

深水网箱浸没于水中，随着附着生物的附着，若网箱网目堵塞，网箱内的水环境将由水交换良好、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，从而导致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，造成养殖自身污染，应及时收网和洗网。

(1) 运营期网箱养殖排污环境影响模拟

① 污染物扩散类型

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、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；D_x, D_y 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

本项目根据网箱的大小将每一个网箱养殖区概化为 1 个点源，48 个网箱概化为 48 个点源，概化后的排污发生点位置见图 3.1-16。

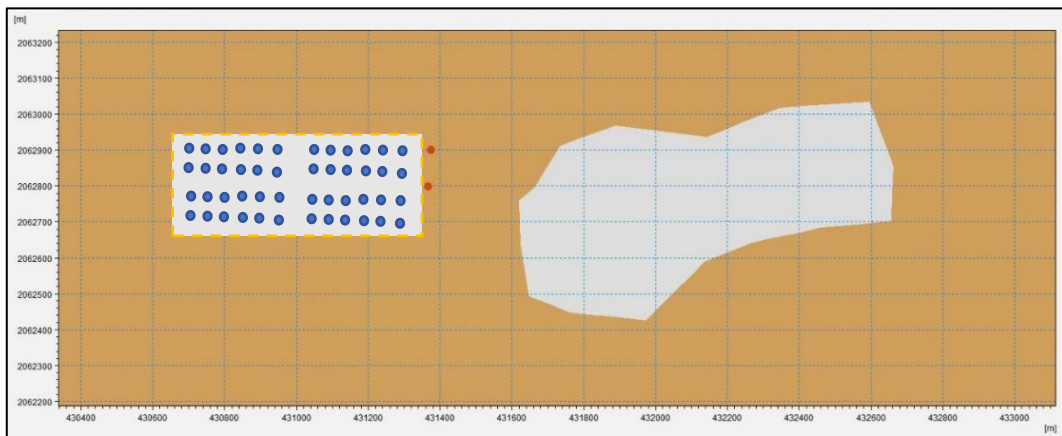


图 3.1-16 源强位置示意图

③ 养殖排污源强

网箱养殖的污染源强根据《第一次全国污染源普查水产养殖业污染源产排污系数手册》中海水网箱养殖的产排污系数进行计算。本项目养殖品种为东星斑和红瓜子斑鱼。

经过上述分析确定本项目网箱养殖品种的东星斑和红瓜子斑鱼，参考其他种类的产排污系数（海南海域）：COD 排污系数为 154.341g/kg，总氮排污系数为 76.472g/kg，总磷排污系数为 12.774g/kg。项目 48 口网箱养殖年产量约 3360t。

经计算可得平均每口网箱产污源强为：COD 为 0.0008g/s，总氮为 0.0004g/s，总磷为 0.00007g/s。

预测结果见下表 3.1-2，扩散范围见图 3.1-17~图 3.1-19 所示。

根据海洋环境现状调查资料可知，项目附近的 COD_{Mn} 本底值为 0.45mg/L，无机氮的本底值为 0.0347mg/L，活性磷酸盐的本底值为 0.0012mg/L。数模分析结果显示 COD_{Mn}、无机氮及活性磷酸盐大浓度增值分别为 0.018mg/L、0.009mg/L、0.0017mg/L；

叠加本底值后的 COD 浓度最大值为 0.468mg/L<2mg/L，无机氮浓度最大值为 0.045mg/L<0.2mg/L；活性磷酸盐浓度增量最大值为 0.0029mg/L<0.015mg/L。即叠加本底值后符合一类海水水质标准要求。各预测污染因子最大浓度增值出现在源点附近，影响范围内预测因子浓度增量总体处于较低水平，表明本项目设置对海域水质影响较小。

表 3.1-2 预测因子最大浓度增值与影响范围统计表

污染因子	最大浓度值 (mg/L)	各浓度影响范围				
		浓度增值 (mg/L)	≥0.004	≥0.008	≥0.012	≥0.016
COD _{Mn}	0.018	各浓度增值最大包络面积 (km ²)	0.31	0.23	0.15	0.054
		东西向最大影响距离 (m)	110	100	80	50
		浓度增值 (mg/L)	≥0.004	≥0.008	≥0.012	≥0.016
总氮	0.009	各浓度增值最大包络面积 (km ²)	0.30	0.22	0.11	0.054
		东西向最大影响距离 (m)	110	80	70	50
		浓度增值 (mg/L)	≥0.0004	≥0.0008	≥0.0012	≥0.0016
总磷	0.0017	各浓度增值最大包络面积 (km ²)	0.28	0.20	0.08	0.037
		东西向最大影响距离 (m)	75	70	50	30
		浓度增值 (mg/L)	≥0.0004	≥0.0008	≥0.0012	≥0.0016

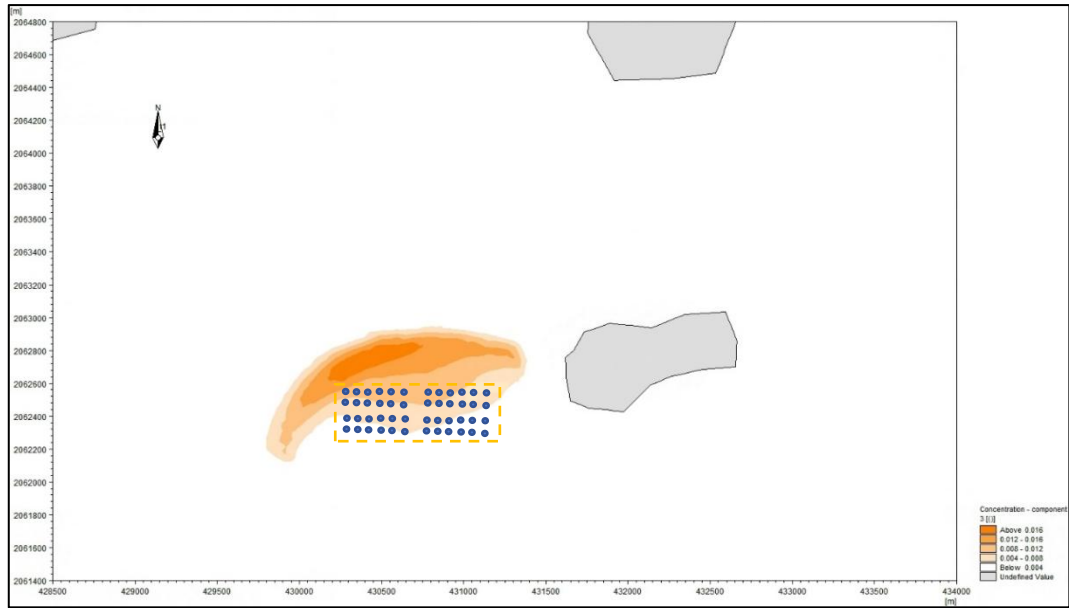


图 3.1-17 COD 浓度 (mg/L) 增量包络图

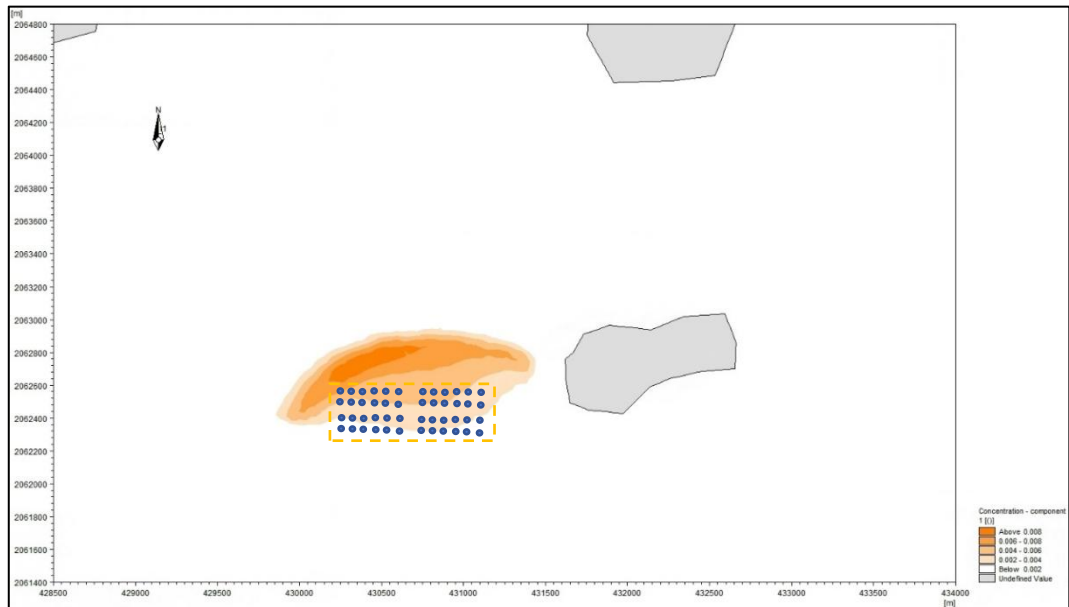


图 3.1-18 总氮浓度 (mg/L) 增量包络图

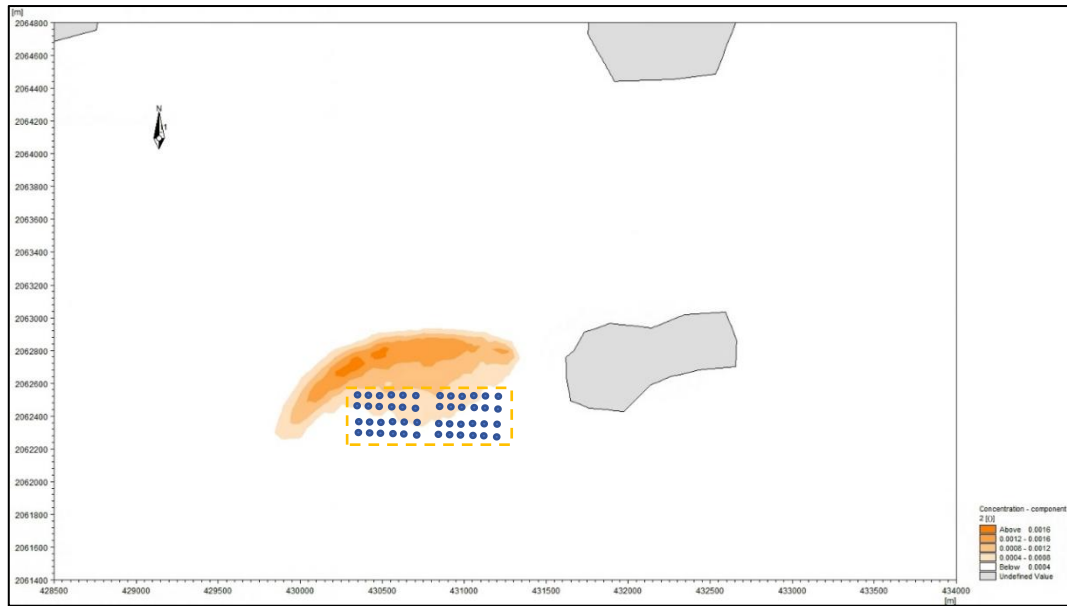


图 3.1-19 总磷浓度 (mg/L) 增量包络图

3.1.4 对沉积物环境的影响分析

本项目主要养殖方式为开放式网箱养殖，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施工期抛掷锚定网箱的水泥块产生的悬浮泥沙再沉积，以及饵料排泄物底质沉积物的影响。

泥沙的扩散除了自身的沉降外，主要受到潮流的输运作用影响。根据数模预测，项目施工悬浮泥沙扩散 $>10\text{mg/L}$ 面积约为 0.125km^2 ， $>20\text{mg/L}$ 面积约为 0.058km^2 ， $>50\text{mg/L}$ 面积约为 0.0001km^2 ， $>100\text{mg/L}$ 面积约为 0km^2 。超一、二类水质向东西两侧最远扩散距离 100m 处。沉积物质量监测结果显示，工程区域海域的沉积物质量状况良好，施工产生的沉积物来源于本区域，不会对本区域沉积物的理化性质产生影响。

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，有可能致使水中氮磷增加，透明度下降，水质恶化，对底质造成污染，进一步使得水体富营养化。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。

本项目选址于开阔水域，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。项目选址洲仔岛附近海域，距离岸边较远，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，项目运营期养殖活动对沉积物环境的影响均较小。

3.2 项目用海生态影响分析

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。

3.2.1 对浮游植物的影响

施工期悬浮物增加将造成水体透明度下降，削弱了水体的真光层厚度，溶解氧降低，直接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。浮游植物生物量降低导致局部水域内初级生产力水平降低。

3.2.2 对浮游动物的影响

施工作业产生的抛掷锚定水泥块产生的悬浮物将引起局部水域混浊，浮游生物将受到不同程度的影响，尤其是滤食性浮游动物受到的影响较大，这是由于悬浮物会粘附在动物体表，干扰其正常的生理功能，滤食性浮游动物吞食适当粒径的悬浮颗粒会造成内

部消化系统紊乱。

有关研究资料表明，水中悬浮物质含量的增加对浮游桡足类动物的存活和繁殖有明显的抑制作用。过量的悬浮物质会堵塞浮游桡足类动物的食物过滤系统和消化器官，尤其在悬浮物含量大到 300mg/L 以上时，这种危害特别明显。在悬浮物质中，又以粘性淤泥的危害最大，泥土及细砂泥次之。

比照长江口航道疏浚悬浮泥沙对水生生物的毒性效应的试验结果，当悬浮泥沙浓度达到 9mg/L 时，将影响浮游动物的存活率和浮游植物的光合作用。因此，悬浮物增量超过 10mg/L 海域范围内的浮游生物会受到一定的影响。

根据项目数值模拟分析，由水质预测结果可知，项目悬浮物质主要扩散影响范围集中在拟建项目区附近，悬浮物浓度增值大于 10mg/L 的东西向影响最大距离仅 100m，表明项目施工对浮游动物的影响范围十分有限，因此对浮游动物的影响很小。

3.2.3 对底栖动物的影响

根据项目施工方案，项目施工期投放的锚定深水网箱的锚定水泥墩会直接造成项目区底部的底栖生物死亡，这部分底栖生物不会得到恢复。同时，施工过程中产生的泥沙的沉积和悬浮物扩散对附近水域的底栖生物也将产生一定的影响，悬浮物运移和沉积可引起贝类动物外套腔和水管受到堵塞致死。施工结束后，项目区外围周边的底栖生物群落将逐步恢复并重建。

3.2.4 对野生鱼群的影响

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

网箱养殖可能造成养殖区及邻近海域水体富营养化，致病微生物大量繁殖，加上网

箱养殖的高密度放养，致使养殖鱼病大幅度增加，甚至可能感染野生种群，造成这些种类数量的减少。

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

3.2.5 对渔业资源的影响

项目营运期通过网箱养殖等方式可实现渔业资源的自然增殖和人工增殖，在环境容量允许的前提下，可提升所在海域的渔业资源密度，改善渔业环境，实现渔业资源恢复和增值，对所在海域的海洋生态环境有一定的正面效应。

3.3 项目用海资源影响分析

项目用海区离岸较远（约 2.1km），处于深水区（水深介于 15~16m 之间），属于开放式养殖，不填海、不建造等永久性构筑物，且未占用海岸线、海涂、海岛等海洋空间资源，本项目占用海域面积为 33.3294 公顷，为排他性占用。

本项目根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程（SC/T9110-2007）》（以下简称《规程》），进行生物资源损失计算。

3.3.1 底栖生物资源损失量计算

网箱锚碇块将占用该区域部分底栖生物生境，按以下公式进行计算：

$$W_i = D_i \times S_i$$

式中：

W_i 为第 i 种生物资源受损量；

D_i 为评估区域内第 i 种生物资源密度；

S_i 为第 i 种生物占用的渔业资源水域面积。

当项目区域全部设置网箱的情况下，2.5m³的水泥墩 384 个，水泥墩锚块将直接占用海底面积为 1.4×1.4×384=752.64m²。

本项目所在海域水深约 15m，采用 2023 年春季海域底栖生物的调查数据进行生物损失计算，底栖生物的平均生物量为 7.67g/m²。

则网箱水泥墩锚块投放占用海域造成底栖生物资源损失量为：

$$752.64\text{m}^2 \times 7.67\text{g}/\text{m}^2 \times 10^{-3} = 5.773\text{kg}。$$

3.3.2 悬沙造成的资源损失量计算

按照《规程》，工程施工在悬浮物扩散范围内对海洋生物产生的持续性损害，按以下公式计算：

$$M_i = W_i \times T$$

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

式中： M_i 为第 i 种生物资源累计损害量； W_i 为第 i 种生物资源一次性平均损失量；

T 为污染物浓度增量影响的持续周期数（以年实际影响天数除以 15）， $T=12$ ；

D_{ij} 为某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源密度；

S_i 为某一污染物第 j 类浓度增量区面积；

K_{ij} 为某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源损失率；

n 为某一污染物浓度增量分区总数。

上述各参数的取值如下：

①污染物浓度增量区面积（ S_i ）和分区总数（ n ）

根据水质影响预测结果，表 3.3-1 列出了各分区的面积，超第二类海水标准的区域悬浮物增量基本在 10mg/L~100mg/L 之间，本项目防波堤等施工叠加产生的悬浮物浓度增量分区总数取 4。

表 3.3-1 悬浮物浓度增量区面积表（km²）

浓度（mg/L）	10~20	20~50	50~100	≥100

扩散面积	0.125	0.058	0.0001	0
------	-------	-------	--------	---

(2) 生物资源损失率 (K_{ij})

由于悬沙浓度增量小于 10mg/L 对生物影响较小，造成的损失率很小，因此近似认为悬浮泥沙对海洋生物不产生影响。参照《规程》中的“污染物对各类生物损失率”，近似按超标倍数 $B_i \leq 1$ 、 $1 < B_i \leq 4$ 倍、 $4 < B_i \leq 9$ 倍及 $B_i > 9$ 倍损失率范围的中值确定本工程增量区的各类生物损失率，详见表 3.3-2。

表 3.3-2 本工程悬浮物对各类生物损失率表

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

①持续周期数 (T) 和计算区水深

根据项目施工进度安排，海上施工产生悬浮泥沙影响的影响时间按 6 个月计，计算得污染物浓度增量影响的持续周期数别为 12。根据工程海域测量资料，工程所在海域平均水深取 15m。

②生物资源密度 (D_{ij})

根据海洋生态环境现状调查站位分布，采用项目区附近海域海洋生态监测结果的平均值作为生物损失量计算，浮游植物的资源平均密度约 $60.8 \times 10^4 \text{cells/m}^3$ ，浮游动物的资源平均密度为 51.56mg/m^3 ，游泳生物平均资源密度为 184.53kg/km^2 ，鱼卵平均密度为 7.75粒/m^3 ，仔稚鱼平均密度为 0.56尾/m^3 。

③悬浮泥沙扩散导致浮游生物损失情况：

A.浮游植物损失量： $2.73 \times 10^{12} \text{cells}$

B.浮游动物损失量：231.87kg

C.游泳动物损失量：15.37kg

D.鱼卵损失量： 37.55×10^6 粒

E.仔鱼失量： 2.71×10^6 尾

3.3.3 海洋生物资源经济损失

(1) 直接经济损失计算方法

根据《规程》的要求，考虑到生物资源调查的内容，各类生物资源的经济损失额的计算方法如下：

①底栖生物：

底栖生物及潮间带生物经济损失计算公式为：

$$M=W \times E$$

式中：

M —经济损失额，元；

W —生物资源损失总量，千克（kg）；

E —生物资源的价格，元/kg，按市场平均价格计算（15元/kg）。

②鱼卵和仔稚鱼：

鱼卵和仔稚鱼的经济价值应折算成鱼苗进行计算，计算公式为：

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

式中：

M —鱼卵和仔稚鱼的经济损失金额，元；

W —鱼卵和仔稚鱼损失量，尾或个；

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

V —鱼苗的商品价格，按当地主要鱼类苗种的平均价格计算，取0.3元/尾。

③成体生物资源

成体生物资源经济价值按

$$M_i = W_i \times E_i$$

式中：

M_i 为第 i 种生物成体生物资源经济损失额，元；

W_i 为第 i 种生物成体生物资源损失的资源量，千克（kg）；

E_i 为第 i 种生物成体生物资源的商品价格，元/kg，按市场平均价格计算（20 元/kg）。

（2）直接经济损失量

根据以上方法和参数计算各类海洋生物资源的直接经济损失。

底栖生物直接经济损失：0.01 万元

游泳生物直接经济损失：0.03 万元

鱼卵直接经济损失：11.26 万元

仔鱼直接经济损失：4.07 万元

项目对所在海域的生物直接经济损失为 15.37 万元。

（3）生物资源损害补偿额

根据《规程》，进行生物资源损害补偿时，应根据补偿年限对直接经济损失总额度进行校正。各类生物资源的损害补偿计算如下：

1) 项目施工锚定物对底栖生物及其生境造成长期的不可逆影响，按《规程》应按至少 20 年补偿，则项目施工对底栖生物的补偿额为： $0.01 \times 20 = 0.2$ 万元；

2) 施工过程中因影响水质造成游泳生物、鱼卵、仔稚鱼的损害为持续性损害，按 3 年补偿，则对游泳生物、鱼卵、仔稚鱼损害补偿总额为： $(0.03 + 11.26 + 4.07) \times 3 = 46.08$ 万元。

因此，项目施工生态损失补偿额为 $0.2 + 46.08 = 46.28$ 万元。

3.4 项目用海对“三场一通道”的影响

3.4.1 对鱼类“三场一通道”的影响

(1) 中上层鱼类产卵场

根据农业部公告第 189 号《中国海洋渔业水域图》（第一批），南海中上层鱼类产卵场示意图（图 3.4-1），项目附近的产卵场主要为：蓝圆鲹粤西外海区产卵场的位置位于约为东经 $110^{\circ}30' \sim 112^{\circ}40'$ ，北纬 $18^{\circ}15' \sim 20^{\circ}05'$ ，水深约为 70~180m，产卵期 4~6 月；北部湾产卵场：东经 $107^{\circ}15' \sim 109^{\circ}40'$ ，北纬 $20^{\circ} \sim 20^{\circ}30'$ ，为水深 40m 以内海域，产卵期 3~7 月。本工程距离该产卵场较远，最近距离约 170km。

鲈鱼粤西外海区产卵场的位置位于约东经 $110^{\circ}15' \sim 113^{\circ}50'$ ，北纬 $18^{\circ}15' \sim 19^{\circ}20'$ ，水深约为 90~200m，产卵期 1~6 月。本工程距离该产卵场最近约 8km。

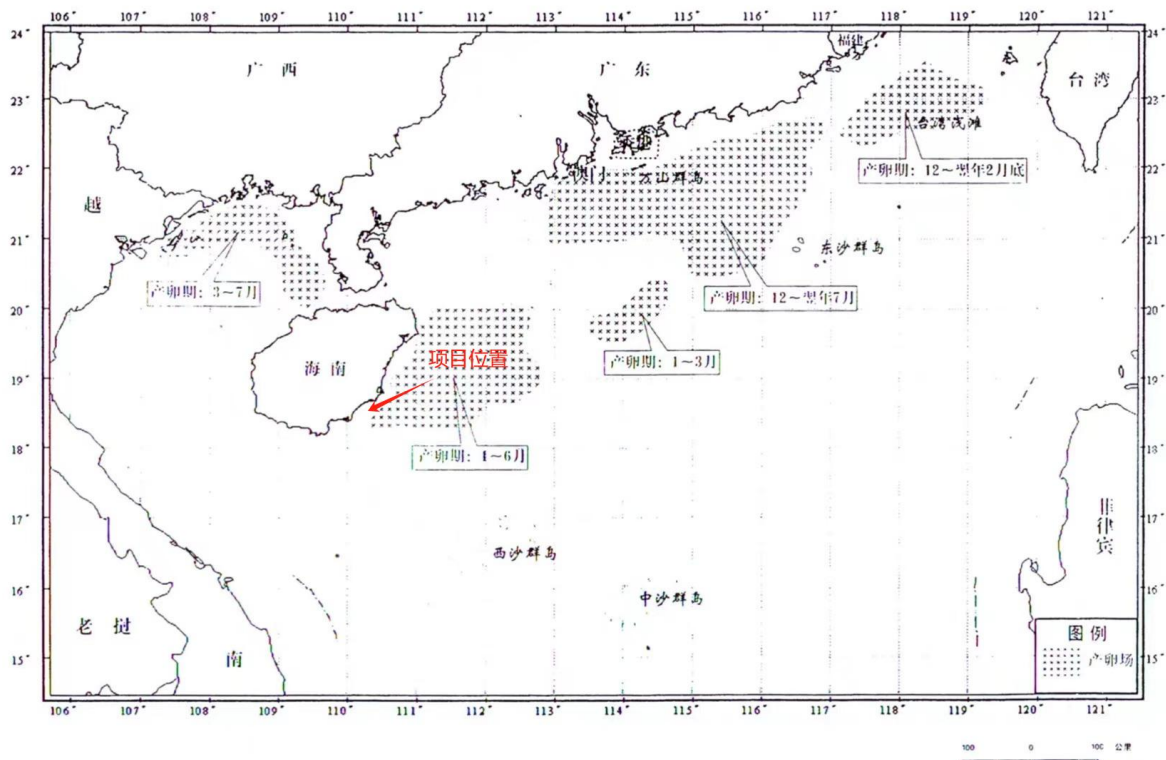


图 3.4-1 南海中上层鱼类产卵场示意图

(2) 底层、近底层鱼类产卵场

南海底层、近底层鱼类产卵场主要包括金线鱼、深水金线鱼、二长棘鲷、红笛鲷、

鲱鲤类、短尾鳍大眼鲷、长尾大眼鲷、脂眼鲱和黄鲷产卵场。其中，金钱鱼产卵场包括：①南海北部产卵场、②北部湾产卵场；二长棘鲷产卵场位于北部湾东经 107°20'~109°15'，北纬 20°至近岸，水深 60 米以浅海区，产卵期 1~3 月。红笛鲷产卵场有二处，均位于北部湾。鲱鲤类产卵场包括：①珠江口近海产卵场、②海南岛以东近海产卵场、③珠江口一粤西外海产卵场、④北部湾产卵场。深水金线鱼产卵场在南海北部的分布范围很广，从海南岛东岸东经 110°30'以东一直延伸到东经 177°00'的水深 90~200m 范围内均有分布，主要产卵期 3~9 月。短尾鳍大眼鲷产卵场包括：①南海北部产卵场、②北部湾产卵场，共有二处、③北部湾产卵场。深水金线鱼产卵场在南海北部的分布范围很广，从海南岛东岸东经 110°30'以东一直延伸到东经 177。短尾鳍大眼鲷产卵场包括：①南海北部产卵场、②北部湾产卵场，共有二处。长尾大眼鲷产卵场包括：①南海北部产卵场，②北部湾产卵场。长尾大眼鲷产卵期 5~7 月。脂眼鲱产卵场位于海南岛以东近海，东经 110°45'~111°30'，北纬 18°50'~19°50'，水深 40~100m，产卵期 5~8 月。黄鲷产卵场包括：①南海北部产卵场、②海南岛南部产卵场。

以上产卵场距离本工程距离最近约 32km。

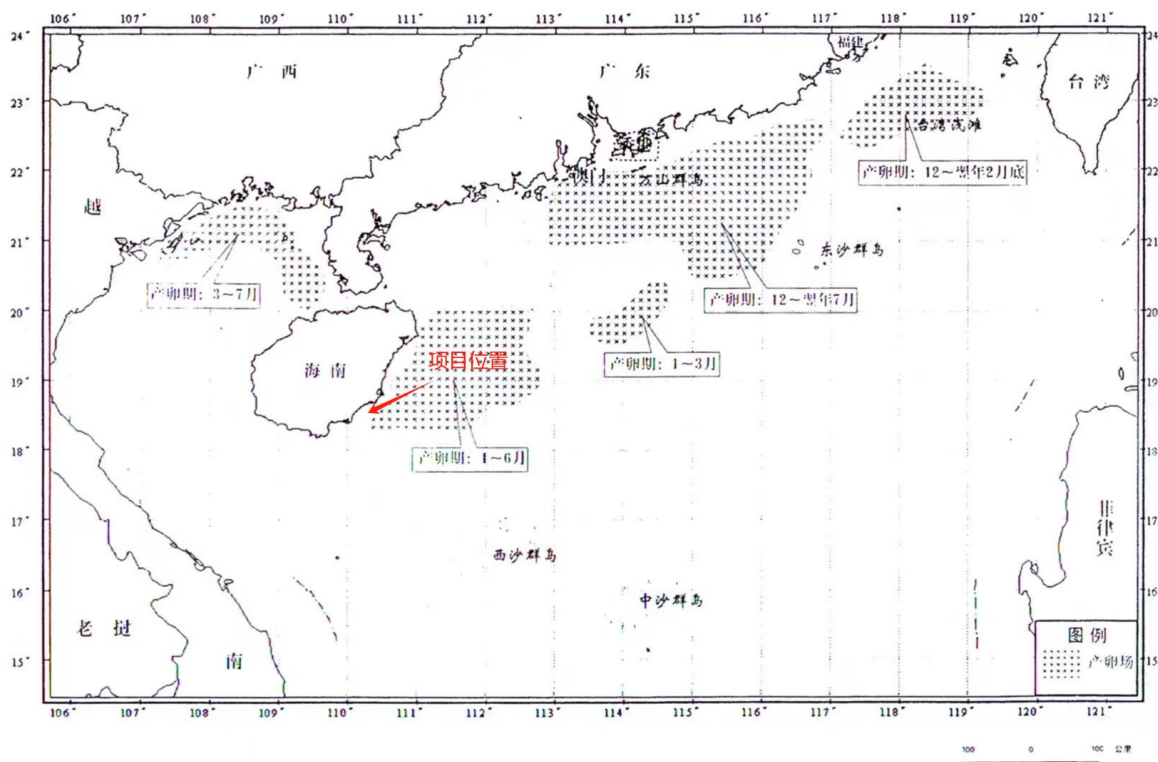


图 3.4-2 南海底层、近底层鱼类产卵场示意图

(3) 幼鱼幼虾保护区：南海区幼鱼、幼虾保护区共有 4 处，一为广东省沿岸由粤东的南澳岛至粤西的雷州半岛徐闻县外罗港沿海 20m 水深以内的海域，保护期为每年的 3 月 1 日至 5 月 31 日；二为海南省东部沿岸文昌县木栏头浅滩东北至抱虎角 40m 水深以内海域。保护期为每年的 3 月 1 日至 6 月 15 日；三为海南省万宁县大洲岛至陵水县赤岭湾 50m 水深以内海域。保护期为每年的 3 月 1 日至 5 月 31 日；四为海南省临高县临高角至东方县八所港 20m 水深以内海域。保护期为每年的 3 月 1 日至 6 月 15 日。

(4) 南海北部幼鱼繁育场保护区：位于南海北部及北部湾沿岸 40m 等深线、17 个基点连线以内水域，保护期为 1~12 月。17 个基点的地理位置见表 3.6-1、图 3.6-3。项目所在海域为南海北部幼鱼繁育场保护区。

(5) 经济鱼类繁育场保护区

①珠江口经济鱼类繁育场保护区

从珠海市金星门水道的铜鼓角起，经内伶仃岛东角咀至深圳市妈湾下角止三点连线

以北；番禺的莲花山止东莞的新沙二点连线以南的水域。禁渔期：农历四月二十日至七月二十日。

②崖门经济鱼类繁育场保护区

南面由台山县广海口的鸡罩山角起点至少鹅咀对开二湮处，再经大襟西南角及小芒直到南水西南角的连线。禁渔期：农历四月二十日至七月二十日。

项目区域未有经济鱼类繁育场保护区。

(6) 调查海区主要经济鱼类的产卵期

根据历年调查所掌握的资料，将调查水域主要经济鱼类的产卵期列于表 3.4-1。从表可知，各种鱼类的产卵期主要集中与 2 月~7 月份。

《中国海洋渔业水域图》显示：项目周边南海中上层鱼类产卵场为蓝圆鲹粤西外海区产卵场和鲐鱼粤西外海区产卵场，这两个产卵场与本工程距离较远，最近距离分别约 170km 和 8km；底层、近底层鱼类产卵场分别为绯鲤类海南岛以东近海产卵场、深水金线鱼产卵场、位于海陵岛南部南海北部长尾大眼鲷产卵场、位于海南岛以东近海脂眼鲱产卵场，以上产卵场距离本工程最近距离约 16km，施工期悬浮泥沙基本不会对上述产卵场造成影响。

表 3.4-1 主要经济鱼类的产卵期表

种 名	产卵期	种 名	产卵期
黄带绯鲤	3 月~5 月	平鲷	2 月~4 月
白姑鱼	5 月~8 月	鲐	2 月~7 月
黑鲷	3 月~9 月	斑点马鲛	1 月~3 月
银鲳	10 月翌年 3 月	多齿蛇鲻	2 月~10 月
黄鳍鲷	10 月翌年 2 月	刺鲳	1 月~7 月
丽叶鲷	5 月~8 月	斑鲷	1 月~2 月
𧄸	4 月~6 月	蓝圆鲹	2 月~5 月
中国鲳	4 月~7 月	黄鲫	3 月~7 月
海鳗	3 月~4 月	皮氏叫姑鱼	3 月~7 月
带鱼	3 月~11 月	日本金线鱼	5 月~7 月

𩚑	2月~6月	孔鰕虎鱼	5月~8月
黄吻棱鯁	3月, 7月~8月	六指马鲛	2月~5月
长棘银鲈	3月~5月		

3.4.2 对南海北部幼鱼繁育场保护区影响分析

海北部幼鱼繁育场保护区位于南海北部及北部湾沿岸 40m 等深线、17 个几点连线以内水域（见图 3.2-18），保护期为 1~12 月，17 个几点的地理位置见图 3.4-3。

表 3.4-2 幼鱼繁育区 17 个几点地理位置表

基点编号	东经	北纬	基点编号	东经	北纬
第一基点	117°40′	23°10′	第十基点	109°00′	18°00′
第二基点	117°25′	23°00′	第十一基点	108°30′	18°20′
第三基点	115°10′	22°05′	第十二基点	108°20′	18°45′
第四基点	114°50′	22°05′	第十三基点	108°20′	19°20′
第五基点	114°00′	21°30′	第十四基点	109°00′	20°00′
第六基点	111°20′	21°00′	第十五基点	108°50′	20°50′
第七基点	111°35′	20°00′	第十六基点	108°30′	21°10′
第八基点	110°40′	18°30′	第十七基点	108°30′	21°31′
第九基点	109°50′	17°50′			

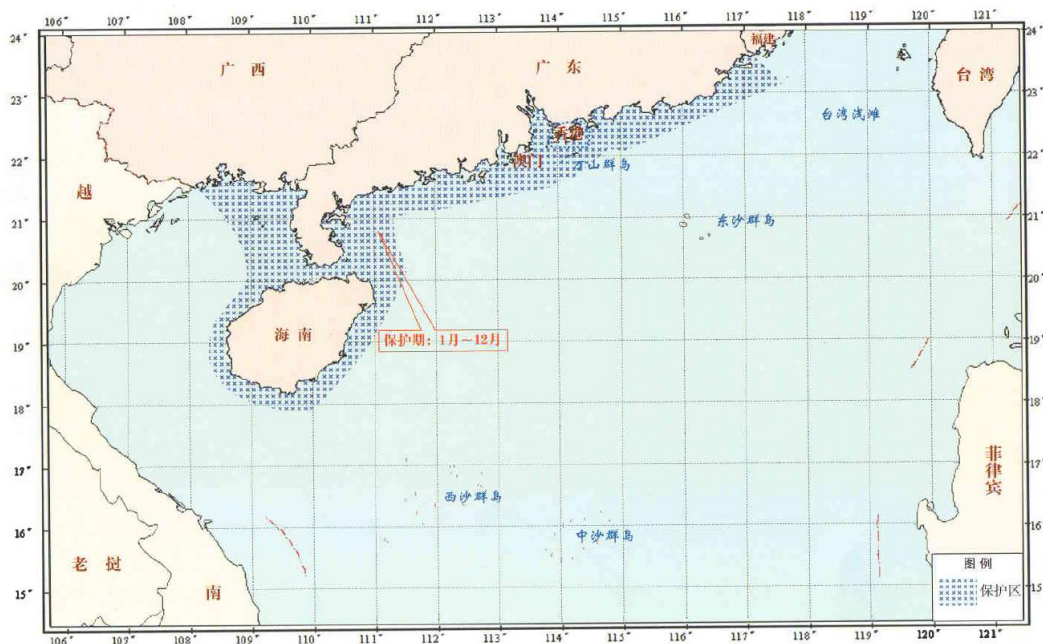


图 3.4-3 南海北部幼鱼繁育场保护区示意图

南海北部幼鱼繁育场保护区位于南海北部及北部湾沿岸 40m 等深线水域，保护期为

1~12 月，该保护区的管理要求为禁止在保护区内进行底拖网作业。

从该区域的管理要求来讲，禁止在保护区内进行底拖网作业，主要针对渔业生产行为，而本项目建设不属于渔业限制行为，因此符合管理要求。由于整个南海海区-40m等深线以浅全部为本保护区范围，本项目位于南海北部幼鱼繁育场保护区内。虽然项目建设不属于渔业限制行为，但项目施工对底质扰动不可避免会对幼鱼幼虾成长造成影响；考虑到南海北部幼鱼繁育场保护区横跨整个广东、广西和海南沿海，本项目建设占用海域面积及施工造成的悬浮物增量扩散面积相对于整个保护区面积微小，且项目运营期对鱼虾幼鱼成长基本没有影响，因此，项目建设对南海北部幼鱼繁育场保护区的影响很小。

3.5 项目用海风险分析

根据本项目特点，其用海风险主要为自然风险、人为事故和养殖自身引起的风险等。

3.5.1 自然风险

3.5.1.1 热带气旋

因项目所在地万宁洲仔岛附近海域，万宁市夏、秋季热带气旋影响频繁，登陆或影响的热带气旋最多的是 6~10 月，共占总数的 92.8%。按热带气旋强度统计，登陆或影响万宁地区的台风有 44 个，年平均 1.5，强热带风暴 22 个，年平均 0.7 个，热带风暴 17 个，年平均 0.6 个。其中 0518 和 8518 号台风是 30 年中影响万宁地区最强的台风。本项目为深海抗风浪网箱养殖，虽具有一定的抗风浪能力，一旦遇到台风等恶劣天气，仍可能造成网箱损坏、养殖鱼流失或死亡，将损失惨重。另外，如果养殖工作人员未能在台风到来前及时撤离，将会对安全造成威胁。因此，项目建设应考虑海洋自然条件的特点，严格按有关规范进行设计、施工，确保网箱的抗风抗浪要求。同时应制定热带气旋应急预案，及时了解天气预报信息，警惕台风、风暴潮等自然灾害的突然袭击，在热带气旋来临之前做好应急防范措施，避免因强风巨浪造成的损失。随着深水网箱技术的

不断进步，目前深水网箱基本达到了抗风等级为 12~13 级标准，抗风能力最高不超过 17 级。一旦再次出现像“纳沙”、“威马逊”、“海鸥”这样的强台风影响项目养殖海域，项目的深水网箱极有可能受损，造成经济损失。2011 年“纳沙”台风造成海南省局部地区深水网箱严重损坏，重灾区临高县境内后水湾、兰水湾外海深水网箱养殖经济损失严重。灾后，南海水产研究所专家对深水网箱损坏情况实地勘察、分析，认为深水网箱受损原因主要有如下三个方面：一是浮式深水网箱持续暴露在台风“纳沙”42 米/秒风速中心附近达 6~12 小时，风暴持续时间为历年之最；二是深水网箱锚泊系统设置未达到防御超强台风设计要求，桩锚过短不能提供足够有效锚抓力；三是在超强台风来临前并没有采取足够临时加固措施。

3.5.1.2 对其他强对流天气

项目运营期可能遭受的其他强对流天气主要有大风和龙卷风等，会对网箱造成破坏，导致养殖鱼流失，有可能危及运输船只和养殖作业人员的安全。项目附近海域龙卷风的出现频度在我国东南各省居中等水平。据初步分析，夏季盛期的龙卷风以台风影响为主，其他季节以低压槽和冷空气活动影响为多。春季海南和雷州半岛在低压槽控制下已常见高温高湿天气，遇有干冷空气到来交汇，便可形成强对流天气，这便是 4、5 月龙卷风高发的天气背景。冬季冷空气强盛，但温度、湿度条件不具备，强对流天气少，龙卷风少。建议在养殖期间注意关注相关预报，做好龙卷风天气的防范措施，及时撤退工作人员。

3.5.1.3 赤潮

赤潮是海洋中某些微小的浮游植物、原生动物或细菌在一定的环境条件下爆发性繁殖或聚集，引起一定范围一段时间内的水体变色现象，某些赤潮生物有时并不引起海水变色。近年来人类活动造成的水质污染和富营养化是造成赤潮频发的一个重要原因。赤潮的发生给海洋环境、海洋渔业和海水养殖业造成严重的危害和损失，也给人类健康和生命安全带来威胁。赤潮的发生是一个复杂的理化过程，在赤潮发生的四个阶段均有不

同的影响因素，总体来说影响因素包括物理因素、化学因素以及生物因素等。

赤潮的发生与海洋污染、过度的海产养殖、赤潮生物的异地传播等几个因素密切相关。本项目为深水网箱养殖，在项目运营期饵料等的投喂以及鱼类养殖过程中产生的代谢废物和其他因素产生的污染物会污染水体，引发赤潮，严重危害养殖活动。

表 3.5-1 赤潮在不同阶段的控制要素表

赤潮阶段	控制因素		
	物理因素	化学因素	生物因素
起始阶段	底部湍流、上升流底层水	营养盐、微量元素、	赤潮“种子”群落、动物摄食、
阶段	体温度、水体垂直混合	赤潮生物生长促进剂	物种间的竞争
发展阶段	水温、盐度、光照等	营养盐和微量元素	赤潮生物种群缺嗜喂食者和竞争者
维持阶段	水团稳定性（风、潮汐、辐合、辐散、温盐跃层、淡	营养盐或微量元素限制	过量吸收的营养盐和微量元素、溶胞作用、聚结作用、垂直迁移和扩散
消亡阶段	水体水平与垂直混合	营养盐耗尽、产生有毒物质	沉降作用、被摄食分解、孢束形成、物种间的竞争

海南岛周围有 14 个受岛上社会活动影响最为强烈的海湾，是赤潮易发区。其中北部和南部的海湾受城市活动影响较大，西北部的海湾受工业生产影响较大，而东部的海湾受养殖产业影响较大。1990 年我国沿海发生赤潮 34 起，造成大量鱼、虾、贝类死亡，经济损失约 2 亿元，其中海南当年 4 月底由于事先估计不足，在昌化江至临高后水湾附近海域出现的赤潮造成损失达 2800 万元。1991 年 1 月 28 日新盈港一带海域发生赤潮，受灾面积达 30 多 km²；2 月 4 日海南的洋浦、白马井及光村一带海域发生的赤潮历时 20 多天；同期，海口湾的秀英浴场及白沙门一带也出现赤潮；新盈港赤潮时，水体污染严重，溶解氧含量超常，海水中磷酸盐超过三类海水标准的 2 倍多。陵水在 1993 年新村湾发生赤潮中直接经济损失 2800 多万元，在 1996 年再次发生赤潮中经济损失达 60 万元。2000 年后，海南岛近岸海域赤潮发生的频率增加，截至目前，报道赤潮 20 多起，

带来直接经济损失 1600 多万元。可见，赤潮事件对海南海洋经济破坏极大。

2014 年 2 月 10 日海南岛西部沿海儋州、洋浦、昌江等海域出现鱼虾等海洋生物死亡现象，经初步查明原因为球形棕囊藻异常繁殖引发局部赤潮，造成海洋生物死亡。通过海南省海洋监测预报中心在洋浦和海头布设了 7 个监测站位，结果显示：监测海域中的浮游植物优势种为球形棕囊藻，密度超过了球形棕囊藻密度基准值，最大超出 10 倍。监测海域水质变差，局部为四类，洋浦至海头一带海域因球形棕囊藻异常繁殖引发了局部赤潮。据了解，每年春季，球形棕囊藻在海南西部海域形成优势种群，在适宜的条件下易诱发赤潮。由球形棕囊藻引起的赤潮时，该藻类将会紧紧贴在鱼鳃上，影响鱼的呼吸，致使鱼类窒息，缺氧死亡。另外，该藻体及藻细胞死亡腐烂后会产生溶血毒素物质，对水环境破坏将持续一段时间。因此，一旦发生赤潮，将会对网箱养殖的鱼类造成不可逆转的损失。

项目附近海域使用中使得赤潮发生率增大的主要环境因素有：

①船舶废水排放的影响：项目施工期及运营期船舶较多，加上附近海域捕捞作业渔船，使海区船舶相对密集，在作业时滴、漏油现象也较为普遍，由于现有的防范设施较差，含油污水和垃圾直接排放到海水中，造成近岸海域海洋环境的污染。

当地有关政府部门及渔业、养殖等管理单位应向当地养殖户宣传、推广科学养殖方法，推行生态养殖，减少海水养殖业污染，并对周边渔民进行环保意识宣传，禁止乱排乱掉行为，有效控制因海水养殖、渔船作业排放的各类污染物而导致赤潮生物增殖，减少赤潮发生。

②海水养殖业的影响：对于养殖业而言，如养殖密度过大，则难以调控，养殖业自身污染，也加重了附近海域的污染，使得海洋生态系统结构与功能失调，是引发赤潮主要因素之一。此外，在水产养殖过程中，饵料过度投放及海底沉积养殖污染物，在养殖退出以后将会产生持续污染而导致局部地区的赤潮发生率增大。

3.5.2 养殖自身风险

由于局部投饵的结果，网箱内营养物质的含量明显高于网箱外，若所投的营养物质不能被鱼体完全消化吸收，将对水体会造成局部乃至大面积影响。

投饵网箱养鱼输出的众多废物中对水环境产生富营养化的影响主要来自于未食饲料、粪便和排泄物中含有的营养物质：氮、磷、有机物。这些营养物质大量进入水体，使藻类及其他水生生物过量繁殖，水体透明度下降，溶解氧降低，水质恶化，从而使生态系统和功能受到损害和破坏，一旦发生“水华”，水质腐败发臭，病原微生物大量出现，造成鱼类大量死亡，而且网箱内水体的恶化往往会波及到附近水域的水质。

在水产养殖中常使用药物（如抗生素、治疗剂、消毒剂等）来防治病害，清楚敌害生物，消毒和抑制污损生物等。这些药物会有部分直接散失到环境中，造成环境短期或长期的退化。由于药物的药效对水体生态的影响还未彻底搞清，生产上普遍存在滥用药物现象。药物的施放及残留，在杀灭病虫害的同时，也使水中的浮游生物有益菌、虫受到抑制、杀伤及致伤，造成微生物严重失去平衡。为避免周围海域的环境污染，对于养殖病害的处理采用淡水浸浴方法，尽量避免使用各种药剂，配合及时的预防和清理措施，用药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，对防止养殖病害的发生及减轻海域污染有一定的效果。

因此要根据水区情况及养殖容量的调查研究，选定网箱的数量，在合理的范围内养殖生产，合理确定网围、网箱面积、网箱密度等，还应优化养殖环境、饵料营养组成及投喂方式、合理用药，使水域保持良好环境，实现对养殖水体的可持续利用，以防养殖自身污染的发生。

3.5.3 船舶碰撞事故风险

项目建成投产后，饵料运输、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船只相撞等事故，应做好防范并采取应急措施。尽量避免天气不好时出海作业，出海船只应遵循船只安全生产准则，

将发生碰撞的概率降至最低，在作业过程中，建议每位工作人员都穿上救生衣，避免因意外落水对人员安全造成影响。同时重视对船员的管理和培训，尤其是提高船员安全生产的高度责任感和责任心，增强对潜在事故风险的认识，提高实际操作应变能力，避免人为因素，以减少风险事故的发生与危害。此外，网箱养殖区设置明显的夜航标志，引导过往船只避让，避免引发碰撞事故。

3.5.4 溢油事故风险分析

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。造成溢油事故，除一些不可抗拒的自然因素外，绝大部分是由于操作不当或违章作业等人为原因引起的。

本项目建设施工和运营期间存在船舶碰撞风险，导致溢油事故发生，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、生态环境和景观造成影响。

3.5.4.1 溢油源项分析

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

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

2) 漂移。是指油膜在海流、风、波浪、潮汐等因素的作用下引起的漂移。

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

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

5) 吸附沉淀。部分油品粘附在海水中的悬浮颗粒上，并随之沉到海底。

6) 生物降解。海洋环境中的微生物对水中的油品有降解作用。

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

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

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

施工船舶设置 1 个溢油预测点，溢油源强取 5.2t，考虑在 1h 内泄漏入海。模拟的油粒子个数为 100 个，即每个油粒子大约代表 5.3kg 的燃油。

“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。

3.5.4.2 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，某一油粒子的运动遵循下列运动方程控

制：

原坐标为 (X_0, Y_0) 油粒子在 Δt 时间后漂移到坐标 (X, Y) ，则

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

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

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

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

式中， u_{ci} 和 v_{ci} 分布是坐标 (X_i, Y_i) 的海流东、北分量； w_{xi} 和 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。

3.5.4.3 模拟工况组合

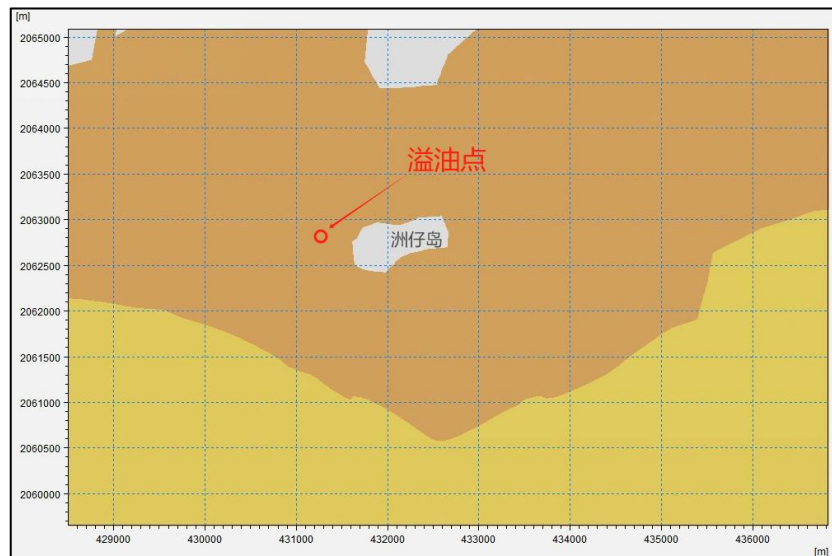


图 3.5-1 溢油源点位置图

表 3.5-2 溢油模拟工况表

潮时	风向	风速 (m/s)
涨潮	冬季主导风 ENE	10.8
	夏季主导风 S	2.8
	不利风向 E	10.8
	静风	0
落潮	冬季主导风 ENE	10.8
	夏季主导风 S	2.8
	不利风向 E	10.8
	静风	0

根据模型预测,4 种风险组合条件下溢油事故发生后 72 小时油膜扫海范围模拟溢油情况如下图所示。

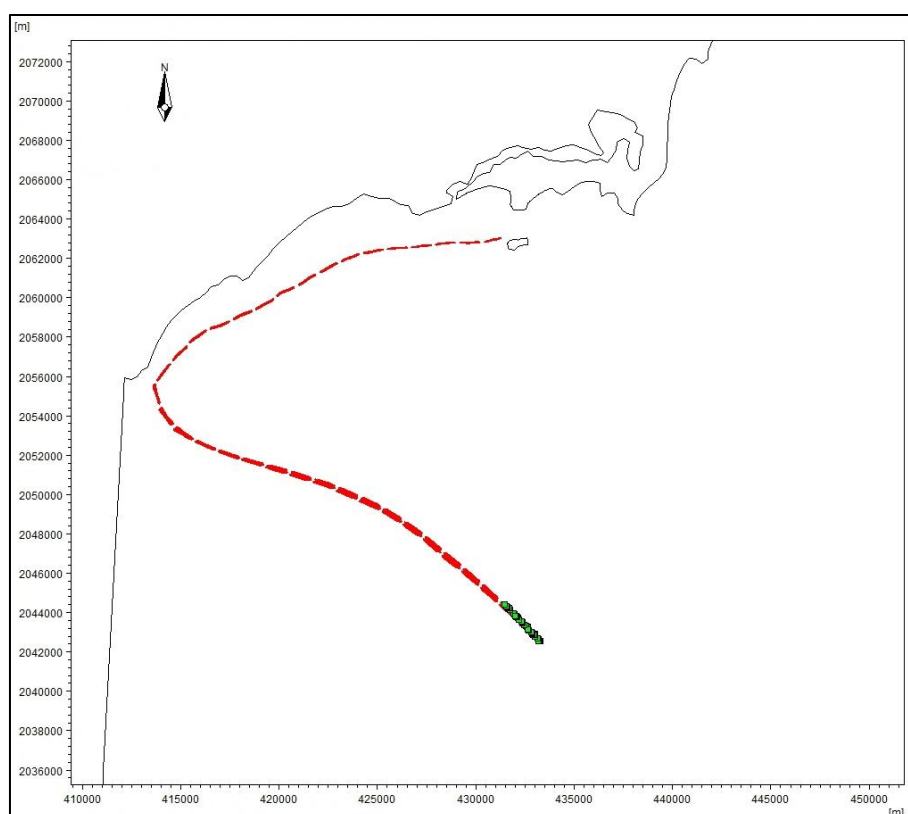


图 3.5-2 冬季主导风 ENE, 溢油发生在涨潮初期的粒子轨迹图

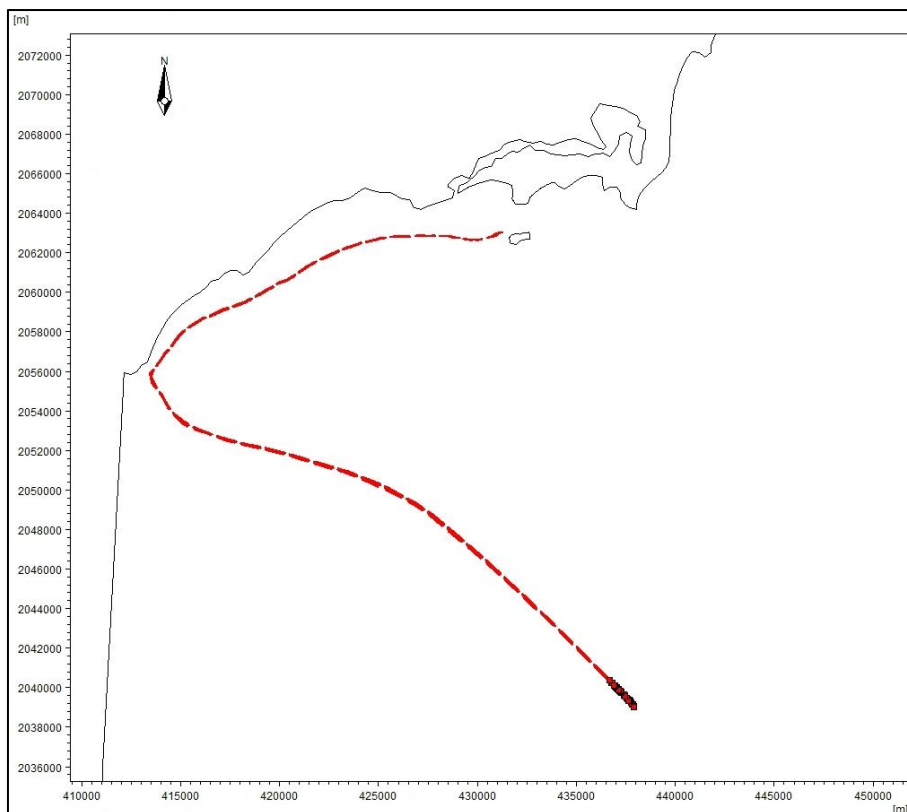


图 3.5-3 冬季主导风 ENE，溢油发生在落潮初期的粒子轨迹图



图 3.5-4 夏主导风 E，溢油发生在涨潮初期的粒子轨迹图

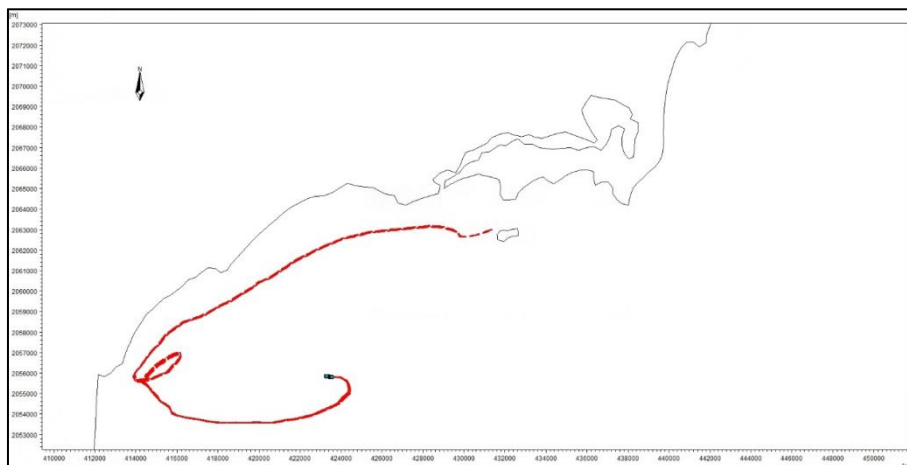


图 3.5-5 夏季主导风 E，溢油发生在落潮初期的粒子轨迹图

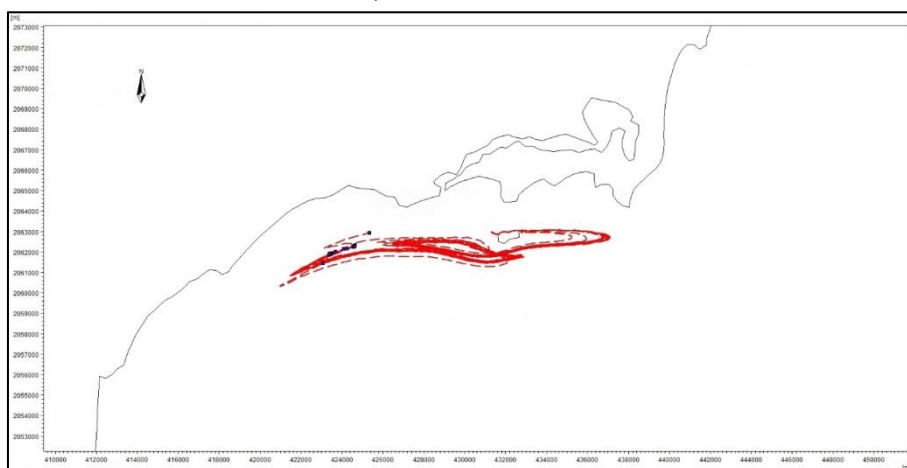


图 3.5-6 不利风 S，溢油发生在涨潮初期的粒子轨迹图

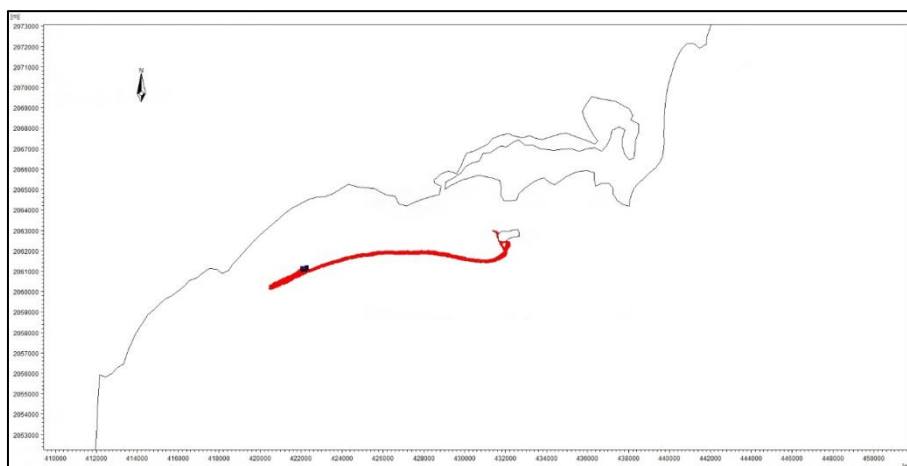


图 3.5-7 不利风 S，溢油发生在落潮初期的粒子轨迹图

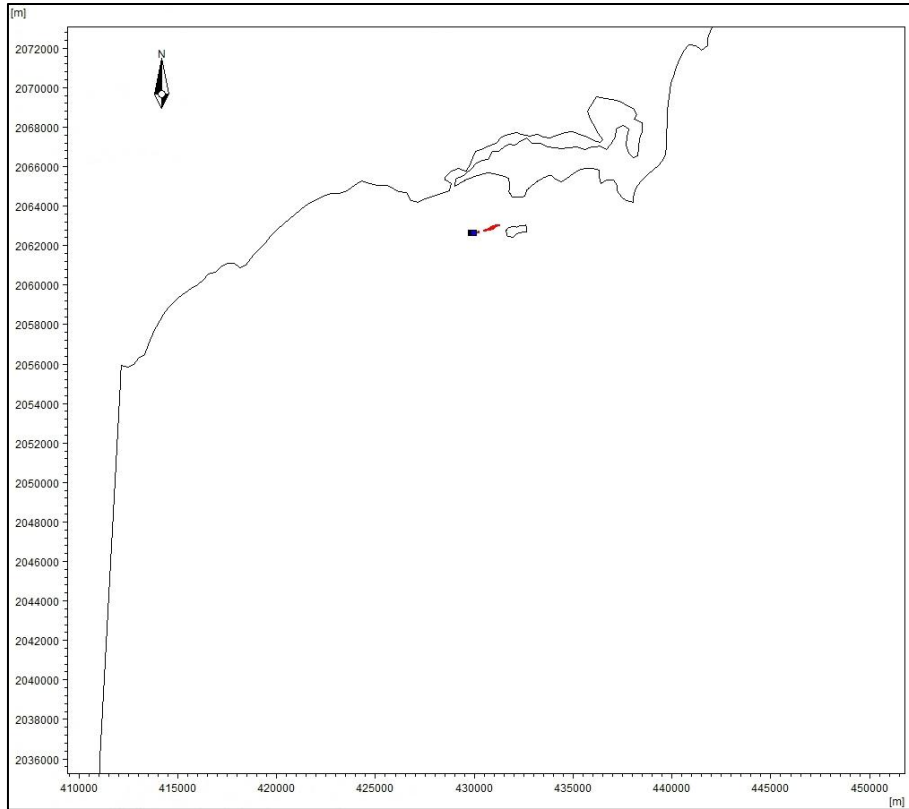


图 3.5-8 静风，溢油发生在涨潮初期的粒子轨迹图

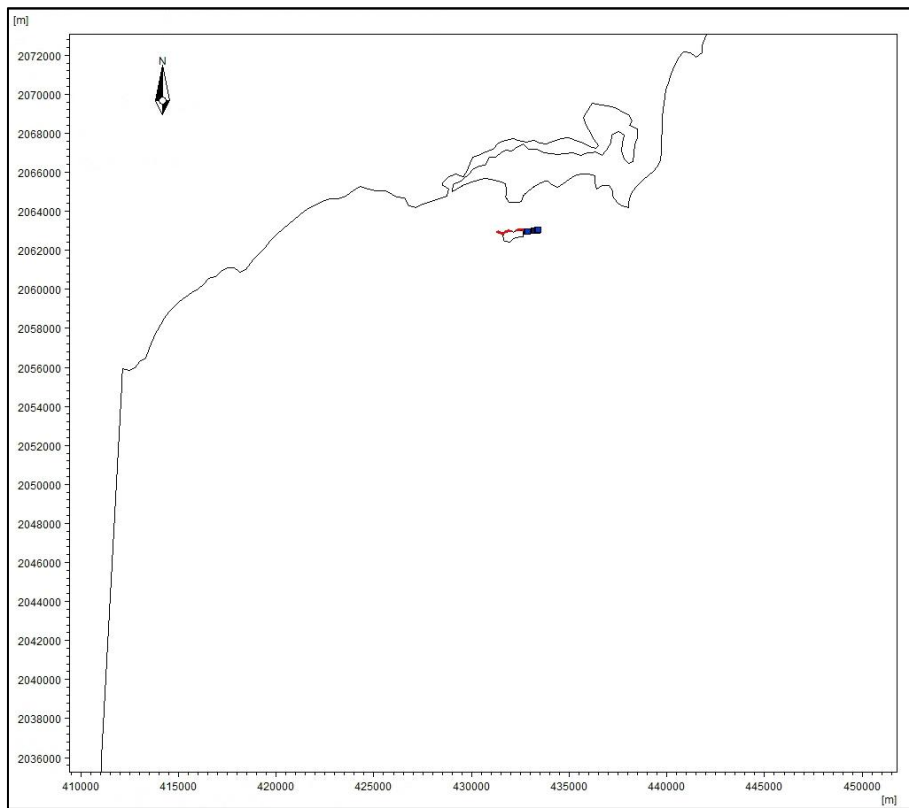


图 3.5-9 静风，溢油发生在落潮初期的粒子轨迹图

冬季 ENE 风作用时，油粒子在潮流和风应力的作用下作主要扩散，溢油发生在涨

潮时，油粒子沿岸向西南运动，26 小时后转向外海东南方向扩散；溢油发生在落潮时，油粒子沿岸向西南运动，25 小时后转向外海东南方向扩散，扩散直线距离大于涨急时刻。

夏季 E 风作用时，油粒子在潮流和风应力的作用下作主要扩散，溢油发生在涨潮时，油粒子先沿岸向西南运动，3 小时后迂回，1 小时后又向着原先的方向移动；溢油发生在落潮时，油粒子沿岸向西南运动，25 小时后迂回，而后再进行了一次迂回，在 47 小时后继续向着南方向移动。

不利分 S 风作用时，油粒子在潮流和风应力的作用下作主要扩散，溢油发生在涨潮时，粒子先向岛屿移动，在岛屿附近移动，而后向西南方向移动；溢油发生在落潮时，油粒子先向东移动，部分粒子越过岛屿继续往前，在 12 小时后转向向西移动，而后又进行迂回，最终继续向西移动。

静风条件下，由于潮流动力弱，油粒子几乎没有发生偏移，涨潮时随流向西移动，落潮时随流向东移动。

各工况油膜扩散范围见下表 3.5-3。

表 3.5-3 油膜漂移扩散影响范围 (km²)

溢油后时间 (72h)	ENE 涨潮	ENE 落潮	S 涨潮	S 落潮	E 涨潮	E 落潮	静风涨 潮	静风落 潮
扫海面积	17.66	21.84	11.39	8.98	10.63	12.57	0.57	0.43

3.5.4.4 溢油风险分析

在本次计算的风险组合中，溢油发生后 25 小时，仅考虑潮流和平均风的影响，油膜并没有到达达洲仔岛珊瑚礁分布区域，但工程区域海流复杂，余流作用明显（波浪、风等影响），余流大小量级与潮流相当，甚至能够影响海流在 26 小时内保持同一流向，工程位置距离洲仔岛珊瑚礁分布区较近，溢油的发生终将会影响珊瑚礁分布区域。

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。事故本身

对生态环境影响巨大，应严格按照要求操作及航行，杜绝事故发生。

3.5.4.5 溢油对海域水质和沉积物环境的影响

受溢油影响的海域，油膜覆盖在海水表面，可溶性组分不断溶于水中，在风浪的冲击下，油膜不断破碎分散，并与水混合成为乳化油，增加了水中的石油浓度。油膜覆盖下，影响海-气之间的交换，致使溶解氧减小，从而影响水的物理化学和生物化学过程。溢油后，石油的重组分可自行沉积，或粘附在悬浮物颗粒中，沉积在沉积物表面。油块可在重力作用下沉降，从而影响沉积物表面物理性质和化学成分。

3.5.4.6 溢油对海域生物资源的影响

油膜覆盖下，影响水-气之间的交换，致使溶解氧减小，光照减弱，从而影响浮游动物、浮游植物及底栖生物的生长。而溶解及乳化后的油会对水生生物资源造成一定危害，沉积到底质的油类将对底栖生物造成严重影响。因此，一旦发生事故溢油且处理不及时，将对油膜扫过海域的水生生物资源造成一定影响，主要体现在溢油突发时的急性致死影响及围油、回收油不彻底而产生的长期慢性污染影响。

3.6 对通航环境的影响分析

本项目位于洲仔岛附近海域，采用日本抗台风沉浮深水网箱，未形成对水流及泥沙淤积造成影响的构筑物，不会改变海域水文动力条件和水深条件。项目建设占用海域，会增加局部海域的船舶通航密度，对局部通航环境产生一定的影响。为减小项目实施对区域通航环境的影响，要求建设单位采取以下措施：

（1）应落实安全生产责任制，制定海上作业安全管理办法、操作规程和应急预案，加强对海上工作人员的安全知识和操作技能培训，安排经过合格培训的从业人员进行还上作业；

（2）船舶进出养殖网箱区过程中，应严格遵守海上通航安全法规，在不妨碍正常航行船舶安全的前提下，按章显示信号和鸣放声号，并主动避让正常行驶船舶；

(3) 营运后，应加强对网箱养殖区海域地形监测，必要时采取清淤措施；

(4) 在养殖区边界设置航标或警示灯，并在运营前导助航设施必须通过主管部门的效能验收；

(5) 为了保障拟建工程施工的安全，加强水上安全管理，工程建设单位应在开始施工作业前向海事部门提出书面申请，经批准并发放《中华人民共和国水上水下活动许可证》后方可实施相应的水上水下活动。海事部门根据建设单位施工需求，划定施工区域或通航区域。

(6) 应制定详细的施工方案及相关的应急预案上报海事部门、港航管理等相关部门，并在施工组织方案的基础上，根据工程海域水文、气象、通航规律等具体情况制定通航安全管理方案，在施工期对施工水域及附近船舶进行通航维护和巡航工作，并设置必要的警示标志，避免船舶事故风险。

3.7 项目对洲仔岛周边珊瑚礁的影响分析

洲仔岛是一个无人岛，面积约 0.475km²，距南荣岭海岸 2.1km。该岛主要由岩石构成，表层为黄质沙土，西北端有一小片沙带可供泊船登岸，岛附近水深 10~20m。洲仔岛优质的海水资源和种类繁多的珊瑚使其成为有待开发成旅游景点的热门岛屿。洲仔岛沙滩柔软如粉末，海水清澈可见底。水中多珊瑚，珊瑚多色性，五颜六色。岛上多圆石，奇形怪状。岛峰北面可看神州半岛湾风光，东面可远眺浩渺太平洋。在洲仔岛附近开展深水网箱项目，发展休闲渔业具有得天独厚的优良条件和潜力。

珊瑚礁生态系统是海洋中生产力水平极高的生态系统之一，被称为“热带海洋沙漠中的绿洲”。珊瑚礁是资源丰富的场所，生活在其中的数千种石珊瑚、海绵、多毛类、瓣鳃类、马蹄类、宝贝、海龟、甲壳动物、海胆、海星、海参、珊瑚藻和鱼类等构成一个生物多样性极高的顶极生物群落。

(1) 珊瑚礁生态主要环境因子

1) 水温

造礁珊瑚在平均水温约为 23°C~27°C 的水域中生长最为旺盛，在低于 18°C 的水域往往只能生活，而不能成礁。因此，珊瑚礁通常只分布在低纬度的热带及邻近海域。

2) 光照

光线的强弱、海水透明度和盐度的大小，也会影响珊瑚礁的分布。在造礁珊瑚的体内，生有大量的虫黄藻。虫黄藻需要充足的光线进行光合作用。它一面制造养料，一面为造礁珊瑚清除代谢废物并提供氧气。高透明度和清澈的高盐度海水，能加速上述的光合过程。因此，造礁珊瑚一般在水深 10~20m 处生长最为旺盛，水深超过 50~60m 则停止造礁。

3) 盐度

盐度大约为 34 左右的海区最宜造礁珊瑚的生存，所以在河口区和陆地径流较大输入的海区，由于盐度的降低，并无珊瑚礁生态系统的存在。

4) 其他因素

一般波浪和海流有利于造礁珊瑚的生长，大浪会折断珊瑚的躯干和肢体，或将生长珊瑚的砾石翻动，使珊瑚体被碾碎或反扣砾下，或被碎屑物覆盖而死亡。潮汐限制了其生长空间的上限，而具有特殊温盐结构的上升流经常出现的对珊瑚的生长一般也有良好的影响。

(2) 影响珊瑚礁退化的因素

1) 人为因素

由于人类活动影响的范围和强度不断增大，全球气候持续变暖，珊瑚礁生态系面临前所未有的威胁。人类活动对珊瑚礁的影响主要表现为过度捕捞、生态环境污染和直接挖掘等方面。随着人口迅速增长，对珊瑚礁资源的需求量日益增加，珊瑚礁的渔业捕捞量已经远远超出了其所能提供的最大持续产量，导致珊瑚礁群落结构简单化，系统功能受损。1997 年的全球珊瑚礁调查及其后的调查均表明过度捕捞是对珊瑚礁的主要影响。

其次，珊瑚礁区生态环境污染主要来自于未经处理的排污和油气污染等，特别是城市污水和农业用水未经处理而直接排放入海导致浅海水域富营养化，造成大藻类繁茂生长，珊瑚礁区转变成由大藻占主导地位的“大藻状态”。

海岸建设、土地利用和珊瑚礁区的直接挖掘导致浅海水域沉积物的增加，进而降低海水的透光度，使珊瑚得不到充足的光照而生长受限。

此外，采掘珊瑚烧制石灰、建筑房屋和制作纪念品和工艺品等行为虽严加禁止但一直没有杜绝，随着旅游业的发展，日益增多的直接潜水和船体抛锚对礁体和生态系的破坏也越来越突出。

2) 影响珊瑚礁退化的自然因素

一些学者认为温室气体含量增加，全球持续变暖引起海水升温导致的珊瑚礁白化是造成当前珊瑚礁生态系统退化的最主要原因，即气候变化是珊瑚礁目前所面临的最大威胁。1998年是厄尔尼诺发生的年份，1999年有关的调查结果证实，受全球气温上升的影响，全世界损失了约15%的珊瑚礁。

盐度降低、高紫外线辐射和低温等也是导致珊瑚礁白化的因素。

频繁发生的强烈台风事件，直接摧毁折断枝状珊瑚、掀翻大块礁岩并降低海水盐度、增大海水混浊度、减少溶解氧等恶化珊瑚礁生态环境从而影响生物群落变化，使得珊瑚礁受损，短期内得不到很好恢复。

此外，珊瑚病害的越来越严重和遭受其它动物捕食等也是造成珊瑚礁退化的一些因素。

(3) 本项目建设对珊瑚礁影响

根据珊瑚礁资源调查结果可知，项目建设不占用珊瑚礁资源。本项目主要建设内容为在洲仔岛西部海域养殖东星斑、红瓜子斑成品鱼，建设东星斑、红瓜子斑成品鱼深海养殖出口示范区。对用海区潮流场影响很小，因此项目建设导致的潮流场变化对该海域的珊瑚礁生态系统影响很小。

项目施工期悬浮物含量增加，根据悬浮泥沙扩散影响模拟结果可知，泥沙的扩散除了自身的沉降外，主要受到潮流的输运作用影响。项目施工悬浮泥沙扩散 $>10\text{mg/L}$ 面积约为 0.125km^2 ， $>20\text{mg/L}$ 面积约为 0.058km^2 ， $>50\text{mg/L}$ 面积约为 0.0001km^2 ， $>100\text{mg/L}$ 面积约为 0km^2 。超一、二类水质向南最远扩散距离所处位置距离在项目海域东西两侧大约 100m 处。正常施工情况下悬浮泥沙不会扩散至珊瑚礁分布区，悬浮泥沙影响的时间较短暂，施工结束后，悬沙影响将在数小时内消失。因此，本项目施工期短时间入海悬沙扩散带来的影响对珊瑚礁生态系统的影响较小。

项目海域悬沙浓度不大，说明本海区悬沙来源较少，主要为海岸受风流浪潮侵蚀来沙。本项目所用网箱为透水网箱结构，对工程区潮流和波浪的影响较小，由此导致的岸滩冲淤影响很小，且距离较远，因此岸滩冲淤变化对珊瑚礁生境影响较小。

项目用海区存在事故性或操作性溢油的风险，一旦发生溢油事故，油污将随着潮流迁移、扩散，可能对海域环境造成一定的破坏，降低海洋环境质量，存在着直接影响。依据溢油数模计算结果可知，不利分S风作用时，油粒子在潮流和风应力的作用下作主要扩散，溢油发生在涨潮时，粒子先向岛屿移动，在岛屿附近移动，而后向西南方向移动；溢油发生在落潮时，油粒子先向东移动，部分粒子越过岛屿继续往前，在12小时后转向向西移动，而后又进行迂回，最终继续向西移动，油粒子均会直接影响到珊瑚礁分布区，对珊瑚礁资源造成较严重的影响。

（4）珊瑚礁保护措施

针对本项目实施对珊瑚礁资源的影响，应做到：

1) 施工期海上施工严格控制在申请用海作业范围内，不得超出划定的施工作业范围施工，施工船舶不得在珊瑚礁分布区抛锚，避免对破坏珊瑚礁。

2) 针对产生悬浮泥沙的锚定装置施工环节应重点进行污染防治，采用先进的施工工艺和设备，合理安排施工顺序和进度；选择中、小潮、海况好的时间施工，以减小悬浮物的扩散范围。

3) 项目施工过程中存在事故性溢油风险，一旦发生溢油事故，油膜将扩散至珊瑚礁，破坏珊瑚礁的生长环境。因此，项目应采用有效的溢油风险防范措施，对船舶在进行严格管理，杜绝溢油事故的发生，同时做好溢油风险防范措施和应急预案。

4) 加强珊瑚礁宣传力度，张贴公示栏，提高民众对珊瑚的保护意识。

5) VI 运营期严禁向海域排放生活污水和含油废水，加强施工期和运营期海洋环境质量状况和珊瑚礁状况的跟踪监测，维护好该海域的水质环境和生态环境。

6) 根据现有调查资料，本项目不占用珊瑚、海草分布区。在施工期如发现项目区有零星珊瑚分布，应采取移植等措施进行修复。

4 海域开发利用协调分析

本项目主要利用万宁市洲仔岛海域优越的自然条件开展深水网箱养殖，主要养殖网箱设施为日本抗台风沉浮式网箱，无海上永久性构筑物。用海类型为渔业用海，用海方式为开放式养殖用海。

4.1 海域开发利用现状

4.1.1 社会环境概况

万宁市位于海南岛东南部沿海，东濒南海，西毗琼中，南邻陵水，北与琼海接壤。南距三亚市 112km，北离海口市 139km，处于东线高速公路中部。万宁市域总面积为 4443.6km²，其中陆地面积 1883.5km²，海域面积 2550km²。在土地面积中，山地约占一半，丘陵和平原各占四分之一。行政辖区有 12 个镇，分别为万城镇、龙滚镇、山根镇、和乐镇、后安镇、大茂镇、东澳镇、礼纪镇、长丰镇、北大镇、南桥镇、三更罗镇；万宁市人民政府驻地为万城镇。万宁市总人口 58 万人，其中汉族 47.61 万人，黎苗等 18 个少数民族 7.84 万人。

项目拟建场地位于洲仔岛西侧海域，洲仔岛距陆地约 3 公里，岛屿面积约 0.6 平方公里。在万宁市的 5 个海岛中，它的面积也仅次于大洲岛，与大洲岛相距仅 8 海里。洲仔岛呈东西走向，长条形，两峰相峙，中间形似一马鞍，从神州半岛远眺如同两只卧海水牛。岛上岩石多硫性，故而海中珊瑚多呈五颜六色。

4.1.2 社会经济概况

根据《万宁市 2022 年国民经济和社会发展统计公报》，2022 年全市地区生产总值（GDP）298.74 亿元，按可比价格计算（下同），同比增长 2.4%。其中，第一产业增加值 95.42 亿元，同比增长 4.5%；第二产业增加值 74.92 亿元，同比增长 7.5%，其中，工业增加值 26.27 亿元，同比增长 15.5%，建筑业增加值 48.64 亿元，同比增长 4.3%；第三产业增加值 128.41 亿元，同比下降 1.4%。三次产业结构为 31.9:25.1:43.0。

农林牧渔业：全年全市农林牧渔业增加值 95.42 亿元，增长 4.5%。主要农产品产量：粮食总产量 10.38 万吨，增长 0.37%；水果总产量 31.39 万吨，增长 13.2%；其中菠萝总产量 16.78 万吨，增长 10.5%；蔬菜总产量 49.79 万吨，增长 9%；瓜果类总产量 12.9 万吨，增长 10.6%。肉类总产量 4.54 万吨，增长 14.6%。生猪出栏量 25.45 万头，增长 13.2%。水产品产量 8.3 万吨，增长 10.68%。

工业和建筑业：全年全市工业增加值 26.27 亿元，同比增长 15.5%。规模以上工业增加值增长 20.7%。全年全市建筑业增加值 48.64 亿元，同比增长 4.3%。本市具有资质等级的建筑企业单位 2 个，从业人员 707 人。本市资质内建筑企业全年房屋建筑施工面积 10.09 万平方米，下降 60.2%。

金融业：全年全市金融业完成增加值 12.56 亿元，同比增长 6.1%。年末金融市场本外币各项存款余额 304.39 亿元，比年初增长 7.3%，其中，城乡居民储蓄存款余额 205.13 亿元，比年初增长 7.5%。本外币各项贷款余额 204.04 亿元，比年初增长 11.3%，其中，中长期贷款 155.03 亿元，比年初增长 14.3%，短期贷款 39.72 亿元，比年初下降 4.8%。

4.1.3 海洋产业发展现状

万宁市位于海南岛东南部沿海，地处热带和亚热带的交界处，109 公里的海岸线上有 10 多个风景秀丽的优质海湾、2 个神奇的内海、7 个风光旖旎的岛屿和半岛，可发展养殖的海岸带和淡水水面 30 多万亩，盛产带鱼、马鲛鱼、金枪鱼、鱿鱼等多种优质鱼类。渔业方面，全市水产品总产量 9.03 万吨，同比增长 8.7%，其中，海水产品产量 7.11 万吨，同比增长 9.6%；淡水产品产量 1.92 万吨，同比增长 5.5%。随着经济社会全面恢复常态化运行，万宁以冲浪产业为引领，积极推动“体育+旅游”“旅游+文化”等新业态融合发展，不断开辟新旅游、新消费场景，开拓旅游新业态，拉长体育旅游产业链。同时依托滨海旅游公路、海南环岛旅游公路等岸线资源优势，串联兴隆东南亚风情、日月湾冲浪、石梅湾游艇、神州半岛海钓等旅游项目，形成全域旅游联动，开拓以冲浪、潜水、帆船、摩托艇、滑翔伞、骑行、垂钓、高尔夫等体育运动旅游产品，大力引入一

批高水平和有较大影响力体育赛事和全民休闲运动活动，不断推出时尚动感的魅力产品结合的音乐节、吸引影视剧和综艺取景拍摄等活动，推动旅游产业升级，开发多元化业态的体育旅游产品。

4.1.4 海域使用现状

根据搜集的资料以及海南省海洋动管中心查询到的数据，项目周边有6宗用海活动，项目周边海域内的开发权属现状见表 4.1-1 和图 4.1-1。

表 4.1-1 项目论证范围内海域开发权属现状表

序号	用海项目	权属单位	权属内容	
			用海类型	用海方式
1	万宁市洲仔岛海域国家级海洋牧场示范区项目	万宁市农业农村局	用海类型	人工鱼礁用海
			用海方式	透水构筑物
			用海面积	75.000 公顷
			用海期限	未过期
2	神州半岛游艇码头外防波堤项目	**公司	用海类型	旅游基础设施用海
			用海方式	非透水构筑物
			用海面积	3.6306 公顷
			用海期限	2012.12.24—2037.12.24
3	万宁南燕湾海洋旅游项目	**公司	用海类型	游乐场用海、浴场用海
			用海方式	游乐场、浴场
			用海面积	9.5898 公顷
			用海期限	2012.02.09—2037.02.08
4	万宁市神州半岛旅游开发配套项目 B 宗海项目	**公司	用海类型	游乐场用海
			用海方式	游乐场
			用海面积	25.0108 公顷
			用海期限	未过期
5	万宁市洲仔岛海域深水网箱养殖用海项目	**公司	用海类型	开放式养殖用海
			用海方式	开放式养殖
			用海面积	62.400 公顷
			用海期限	2022.03.30—2027.03.29
6	海南华润石梅湾	**公司	用海类型	游乐场用海

旅游开发有限公司 旅游娱乐用海	用海方式	游乐场
	用海面积	—
	用海期限	未过期

由于海域使用权具有排他性，项目用海在取得海域使用权证后，其它单位和个人不得在其用海范围内开展海域开发活动，因此，本项目用海将对拟申请用海范围内的海域开发活动产生排他性影响。根据项目用海资源影响分析内容，本项目用海对海域开发活动的影响主要包括四个方面：

- （1）项目施工和运营期间对相邻用海项目的影响；
- （2）项目施工过程中产生的悬浮泥沙扩散对用海环境的影响；
- （3）项目用海对毗邻的用海活动的影响。

4.2 项目用海对海域开发活动的影响

拟建项目位于万宁市洲仔岛附近海域，项目周边开发利用活动较多，根据收集的历史资料以及现场踏勘的结果，周边论证范围内的用海项目主要包括交通运输用海、旅游娱乐用海、人工鱼礁用海、开放养殖用海等。

主要包括万宁市洲仔岛海域国家级海洋牧场示范区项目、万宁南燕湾海洋旅游项目、神州半岛游艇码头外防波堤项目、万宁市神州半岛旅游开发配套项目 B 宗海项目和万宁市洲仔岛海域深水网箱养殖项目。项目用海附近的用海项目见表 4.1-1。

（1）项目用海对周边海洋牧场和其他养殖项目的影响

项目周边用海主要为万宁市洲仔岛深水网箱养殖项目，其与本项目距离分别为约 1.198km。本项目对周边项目的影响主要为锚块布放过程中泥沙扩散的影响和运营期间对周围海洋生态环境的影响。根据前述分析，项目施工期产生的悬沙较少，且随施工结束而终止，因此对周围养殖区无影响。运营期产生的饵料残渣和鱼类的排泄物对海洋环境的影响仅限于项目附近的海域，不会影响到周边的养殖项目。

（2）项目建设对周边用海通航安全的影响

项目北侧海域约 3.5km 有万宁坡头三级渔港，项目实施对上述用海活动的影响主要体现在通航环境的影响。项目实施过程中，施工船舶、养殖作业船依托万宁坡头三级渔港，本项目作业船舶与其他船舶往来该海域难免发生相互干扰，也增加了船舶碰撞几率，存在一定的交通安全隐患。项目运营过程中，由于用海面积较大，给附近海域的通航安全带来了不利的影

因此，本项目施工期间需采取有效的通航安全措施，以保障项目施工期的通航安全。

（3）项目用海对渔民传统捕捞作业活动的影响

本项目用海区域，渔业资源较为丰富，是附近渔民传统的捕捞区域，项目的建设占用了当地渔民传统的渔业生产区域，对小渔船的航行距离和安全将产生一定影响。但是，本项目作为深水网箱养殖，是一种新型的养殖模式，目前各市县均在大力推行的环保养殖方式，既环保又能剥离传统的养殖模式，同时带领传统渔业转产转业，有利于渔业经济的可持续发展，从这个角度分析，深水网箱养殖项目即有利于渔业资源的恢复，又能使传统渔业从业人员转产转业，在本项目实施过程中，加强宣传，做好警示标识，能够较好的与附近渔船渔民相协调，对附近的渔船及渔民作业影响较小。

（4）项目用海对洲仔岛珊瑚礁生态环境的影响

洲仔岛海域项目位于洲仔岛西侧海域，通过施工悬浮泥沙扩散模型预测结果，项目施工造成悬浮泥沙扩散总面积为 0.138km²，悬浮泥沙扩散主要集中在网箱养殖区，左右最远扩散距离大约为 100m，项目海域距离洲仔岛珊瑚礁 123m，因此对洲仔岛附近珊瑚礁生态环境基本没有影响。

4.3 利益相关者分析

4.3.1 利益相关者界定

根据《海域使用论证技术导则》（GB/T42361-2023），利益相关者是指与项目用海有直接或间接连带关系或者受到项目用海影响的开发者、利益者，即与用海项目存在利

害关系的个人、企事业单位或其它组织或团体。

根据海域开发利益现状，结合本项目的用海位置、用海规模以及对海域开发活动的影响程度，将万宁市当地渔民、万宁市洲仔岛深水网箱养殖项目、万宁市洲仔岛海域国家级海洋牧场示范区人工鱼礁建设项目一期工程列为利益相关者，将万宁市农业农村局、清澜海事局和万宁市自然资源和规划局列为利益协调部门，如图4.3-1、表4.3-1和表4.3-2所示。



图 4.3-1 相关利益者分布图

表 4.3-1 利益者界定一览表

序号	相关利益方	权属人	位置关系	影响程度	是否为利益相关者	判别依据
1	万宁市洲仔岛海域国家级海洋牧场示范区项目	万宁市农业农村局	东侧 1.65km	施工影响	是	存在海上碰撞影响
2	万宁市洲仔岛海域深水网箱养殖用海项目	**公司	西侧 1.25km	施工期悬浮物和运营期养殖污水	是	施工期与运营期产生的沉积物对水质产生影响

3	洲仔岛珊瑚礁区	万宁市自然资源和规划局	东侧 0.3km	施工期悬浮物和运营期养殖污水	是	水质影响
4	渔船	当地渔民	论证范围内	通航及捕捞作业面积减少	是	通航影响

表 4.3-2 利益相关者界定一览表

利益协调部门	协调事项	协调主体
万宁市农业农村局	用海申请、渔船停靠、周边养殖用海利益协调	用海申请单位
万宁市自然资源和规划局	本项目洲仔岛周边海域珊瑚礁生境的影响	
清澜海事局	航行通航安全	

4.3.2 相关利益协调分析

4.3.2.1 与万宁市当地渔民的利益协调分析

项目用海一定程度上占用了当地渔民的传统渔业养殖生产空间，并对散户渔民及小型渔船产生了一定的航行安全距离和生产影响。因此，业主应充分同当地渔民进行沟通协调，做好应急方案，避免发生冲突。主要协调方式如下：

（1）设置明确的警示标志，尤其是夜间作业时应设置相应的警示照明，避免船只同深水网箱发生不必要的碰撞而造成事故。

（2）主动联系相关管理类部门与当地渔民及时进行信息同步和协调沟通，在生产中充分考虑渔民的转产就业，培养渔民参与深水网箱养殖工作，帮助当地渔民学习最新的养殖技术，参与渔业养殖生产。

（3）项目施工期和运营期的作业船只应主动避让在当地正在作业的小型渔船，避免发生船只碰撞事故。

4.3.2.2 与万宁市洲仔岛海域深水网箱养殖用海项目的利益协调分析

本项目拟在“神州半岛游憩用海区”内规划“万宁市国家现代农业产业园深远海优质适养鱼类育繁推项目（一期）”，项目评价范围内有万宁市洲仔岛海域深水网箱养殖用海，与本项目距离约 1.25km。本项目对周边养殖项目的影响主要为锚块布放过程中泥

沙扩散的影响和运营期间对周围海洋生态环境的影响。根据数模计算，悬浮泥沙扩散面积超一、二类水质（ $>10\text{mg/L}$ ）面积为 0.138km^2 ，超一、二类水质向东西两侧最远扩散距离所处位置大约 100m 处，最大浓度仅为 51.7mg/L 。由于工程所处海域水深较大，锚块投放过程中对泥沙扰动较小，悬浮泥沙主要在底部扩散，而且锚碇块是一个投放完毕再投放下一个，因此产生的悬浮泥沙浓度小，且随施工结束而终止，因此对周围鳊鱼养殖无影响。运营期在网箱内投放饵料，不会产生周边养殖物种受该项目饵料影响逃逸至本项目的情况。运营期产生的饵料残渣和鱼类的排泄物对海洋环境的影响仅限于项目附近的海域，不会影响到周边的渔业养殖项目。

4.3.2.3 与洲仔岛协调分析

本项目对洲仔岛影响主要在于项目养殖对洲仔岛珊瑚礁生境的影响。一是施工期悬浮泥沙扩散及船舶发生溢油事故对水质、生态环境的影响，运营期影响主要在于养殖活动所产生的养殖污染物扩散对珊瑚礁生境的影响。

根据调查资料显示，项目用海区不存在珊瑚礁，通过施工悬浮泥沙扩散模型预测结果，项目施工造成悬浮泥沙扩散总面积为 0.138km^2 ，悬浮泥沙扩散也基本集中在项目用海周边 50m 范围内，超一、二类水质（ $>10\text{mg/L}$ ）面积为 0.138km^2 ，向东西扩散最远距离约 100m ，没有超三类水质（ $>100\text{mg/L}$ ）和超四类水质（ $>150\text{mg/L}$ ）。项目施工过程中产生的悬浮泥沙未扩散至珊瑚礁生长区，对保护区珊瑚礁生态环境基本没有影响。

项目运营期网箱养殖将带来一定的水质污染，根据数值模拟结果项目排污 COD 浓度增量最大值为 0.018mg/L ，无机氮浓度增量最大值为 0.009mg/L ，活性磷酸盐浓度增量最大值为 0.0017mg/L ，叠加本底值后不会超过一类海水浓度，此外，以上污染因子向东西扩散最远距离约 100m ，不会扩散至珊瑚礁生长区。因此，网箱养殖排放的污染物对保护区珊瑚礁生态环境影响较小。

此外，项目在施工或运营过程中可能发生船舶碰撞，从而发生溢油事故的风险，在西风不利条件下，溢油发生 4 小时后进入珊瑚礁区内，将对洲仔岛周边珊瑚礁生境产生

不利影响。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，应采用必要的消油或围油措施防止油膜范围扩大。因此，在做好溢油风险防控的基础上，项目施工对洲仔岛珊瑚礁生态保护区影响较小。

4.3.2.4 与相关部门的协调分析

4.3.2.5 与万宁市农业农村局协调责任分析

万宁市农业农村局作为渔业主管部门，本项目为网箱养殖用海，项目用该申请单位应充分征求万宁市农业农村局意见。根据《海南岛渔港建设规划（2020-2025 年）》，本项目规划用海区附近有三处规划建设的渔港，分别是万宁市乌场一级渔港（规划为一级渔港）、万宁市坡头三级渔港和位于老爷海内的中海码头，本项拟在规划建设期使用万宁市坡头三级渔港和老爷海内的中海码头作为陆域配套港，运营期船只从这个两港出发进入养殖区开展养殖活动。本项目养殖运营面要后方陆域和码头作为依托，业主单位拟选在万宁市坡头三级渔港作为养殖生产的靠泊码头，目前已取得相关部门的口头许可。由于该码头为当地渔船靠泊的公共码头，其使用权为公共所有，因此业主单位在投入前应征求渔港码头管理部门万宁市农业农村局的意见，并取得管理部门的许可和支持。因此，需要万宁市农业农村局协调渔港停靠事项，确保项目的顺利运营。

4.3.2.6 与清澜海事局的协调责任分析

根据《海南省沿海航道规划》，本项目洲仔岛海域养殖区距离大三亚滨海观光旅游外航线最近距离最近距离为 1400m，距离环岛运输小船航路为 17.8km，详见图 4.3-2。项目用海区虽未占用大三亚滨海观光旅游外航线和环岛运输小船航路，但在项目的施工期间，施工作业船舶将增加了该海域船舶的通航密度，施工作业船舶及其器械可能会妨碍进出附近渔船的正常航行，从而影响船舶的通航安全。因此，需采取有效的通航安全措施，以保障项目施工期和运营期附近渔船及观光旅游船舶的通航安全。

另外，本项目施工涉及到水上水下施工，需要向海事部门申请水下水上施工许可，

因此，在施工前业主单位需将施工方案提前报备海事部门，向其申请施工许可。主要从以下几方面协调分析：

（1）项目施工前：施工单位应根据施工时间、地点、占据的水域、作业特点、施工进度、航行路线、碍航特性等实际情况，提前将施工方案报备海事主管部门，根据海事主管部门的审批有序组织施工。项目业主单位应提前向海事管理部门申请水上水下施工许可，并在项目区内设置警示浮标，提醒过往船只注意避让。施工单位应根据需要提前向海事部门申请划定施工警戒水域范围，防止附近船舶对施工作业船舶的干扰，同时配合海事部门对外发布航行通告。施工单位应对施工船舶种类进行严格审查，确保参与施工的各施工船舶务必船检合格，施工船舶进场之前将各施工船舶向海事主管机关报备。

（2）项目施工期间：施工单位应按照工程设计、施工方案、施工特点、船舶性能等要素精心设计施工计划，按计划进行施工。施工单位应组织施工船舶驾驶人员提前勘察施工现场，熟悉往返航路情况。施工船舶在保障自身安全的同时，尽量减少对附近渔船等船舶的影响，所有施工船舶均应接受海事主管部门的安全监督，落实有关安全建议和措施。

（3）项目运营期间：项目业主单位应及时向海事主管部门申请发布有关本项目工程的航海通告，提醒附近船舶注意本项目的存在，禁止在项目用海范围内进行捕鱼和抛锚作业。在项目附近设置通航警示浮标，日常期间项目业主单位应经常检查浮标灯的功能发挥情况，若发现浮标灯损坏或因其他原因导致航标灯不能正常功能发挥，及时派遣维护船舶进行维修。项目业主单位应就本项目实际建设情况向万宁市农业农村局作详细汇报，并配合其做好相关管理和宣贯工作。项目业主单位应制定各种事故的应急预案，成立专门安全应急办公室，配备必要的救助硬件设施和人员力量，做好应急安全保障工作。

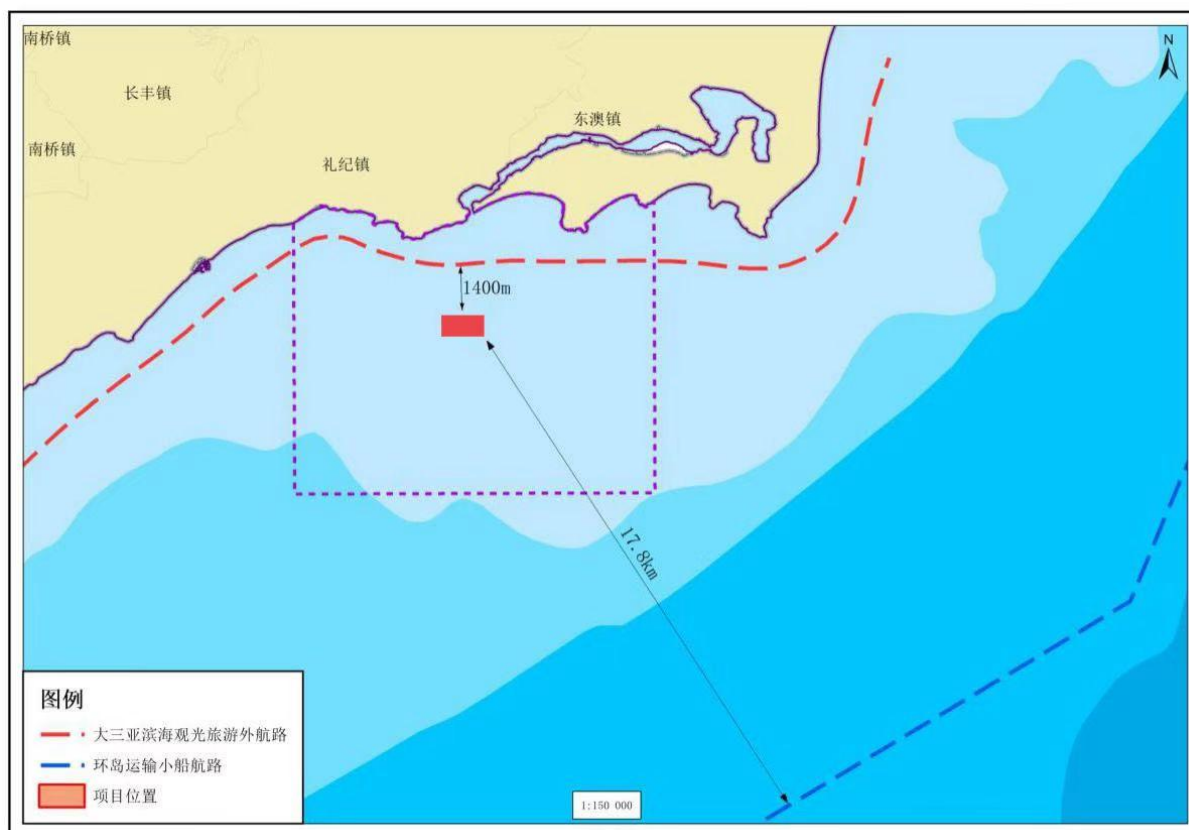


图 4.3-2 项目用海与《海南省沿海航道规划》航线位置关系图

4.4 项目用海对国防安全 and 国家海洋权益的影响分析

项目用海区位于洲仔岛西侧海域，不涉及军事用海，对国防安全、军事活动不存在不利影响。项目用海区域无国家领海基点，项目用海没有涉及国家秘密，不会对国家海洋权益造成影响。

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 与《海南省国土空间规划（2021-2035年）》的相关性分析

根据《海南省国土空间规划（2021-2035年）》，优化海洋空间布局要求，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。

项目所在海域为海洋开发利用空间。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。

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

5.1.2 与《万宁市国土空间总体规划（2021-2035年）》的相关性分析

根据《万宁市国土空间总体规划（2021-2035年）》，项目位于游憩用海区。游憩用海区是以开发利用滨海和海上旅游资源为主要功能导向的海域，包括风景旅游用海和文体休闲娱乐用海。项目周边的海洋功能分区为生态保护区和渔业用海区。

5.1.3 与《海南省海岸带和海洋空间规划》的相关性分析

根据《海南省海岸带和海洋空间规划（2021-2035年）》区域分区图，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、交通运输、工矿通信、旅游娱乐、特殊用海、预留用海等功能分区，具体包括3类一级区、8类二级区，如表 5.1-1 所示。

本项目用海所在《海南省海岸带和海洋空间规划（2021-2035年）》海洋功能分区为神州半岛游憩用海区（F0016），登记表详见表 5.1-2。

表 5.1-1 海洋功能分区表

目标	一级分区	序号	二级分区	含义

保护与保留	生态保护区	1	生态保护区	具有特殊重要生态功能或生态敏感脆弱、必须强制性严格保护的海洋自然区域，海洋生态保护红线划定的区域
	生态控制区	2	生态控制区	需要予以保留原貌、限制开发建设行为的海洋自然区域
开发与利用	海洋发展区	3	渔业用海区	以渔业基础设施建设和增养殖等渔业利用为主要功能导向的海域
		4	交通运输用海区	以港口建设、航道利用、锚地利用、路桥建设等为主要功能导向的海域
		5	工矿通信用海区	主要包括以临海工业利用和海底电缆通信为主要功能导向的海域，以及以油气和固体矿产等勘探、开采、盐田和可再生能源利用等为主要功能导向的海域
		6	游憩用海区	以开发利用滨海和海上旅游资源为主要功能导向的海域
		7	特殊用海区	以污水达标排放、倾倒、军事等特殊利用为主要功能导向的海域
		8	海洋预留区	为保留海域后备空间资源，近期限制开发利用的海域

5.1.4 与《海南省国土空间生态修复规划（2021-2035年）》的相关性分析

《海南省国土空间生态修复规划（2021-2035年）》以重点流域、区域、海域等为基础单元，划分中部山地生态保护修复区、海岸带生态保护修复区、台地平原生态修复区、流域生态廊道生态保护修复区 4 类国土空间生态修复分区。其中，海岸带生态保护修复区范围由陆域和海域两部分构成，海岸带近岸陆域面积 2261.23 平方公里（由大潮高潮线向陆延伸 2 公里，综合考虑岸线自然保护区、生态敏感区、城镇建设区、港口工业区、旅游景区、交通道路等具体划定），海南岛近岸海域面积 5019.47 平方公里（由大潮高潮线向海延伸至 20 米等深线）。涉及海口、三亚、儋州、文昌、琼海、万宁、东方、澄迈、临高、昌江、乐东、陵水 12 个市县。

本项目所在修复区为河口潟湖海湾生态系统修复区，生态保护重大工程有万宁市老谷海潟湖生态系统修复项目。

5.2 对海域国土空间规划分区的影响分析

5.2.1 对项目对海域国土空间规划分区利用情况

根据《海南省国土空间规划（2021-2035年）》，项目所在海域为海洋开发利用空间。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。根据《万宁市国土空间规划（2021-2035年）》，项目所在海域的海洋功能分区为神州半岛游憩用海区（主导类型为游憩用海，兼顾渔业用海和海底电缆管道用海）。本项目用海主要进行渔业深水网箱养殖，用海面积 33.3294 公顷。

本项目用海对国土空间规划分区的影响主要在于项目建设施工期安装深水网箱和抛掷块石锚定过程中产生悬浮泥沙对周边海水水质的影响，其次，项目在运营期因为渔业养殖产生的污染物会对附近海水水质产生影响。根据项目建设产污及生态影响主要环节，本项目拟采用的生态保护措施如下：

（1）悬浮泥沙污染防治措施

水环境污染防治措施：本项目网箱投锚作业过程中将产生少量的悬浮泥沙，应采用先进的施工工艺和设备，选择海况好时间施工，以减小悬浮物的产生量和扩散范围。本项目为深水网箱养殖项目，运营期基本不产生悬浮泥沙，养殖过程中饵料投喂可能产生有一定的残饵悬浮物，产生的量较小，且能快速沉降或被附近鱼群消纳，不会影响附近水质悬浮泥沙水平，因此，运营期加强饵料投喂质量，科学投喂，尽可能的提高饵料的投喂利用率，保障养殖区的水体质量。生活污水以有机类为主，水中污染物成分复杂，严禁直接排海。施工船和工作船上设置污水收集罐，全部收集上岸处理，不排海。严格管理施工船舶、施工机械和运营期作业船舶，严禁船舶带“病”作业，严禁油料泄漏或倾倒废油料，严禁船舶向水域排放未经处理的机舱水。

（2）沉积物环境污染防治措施

鉴于饵料投放残饵和网箱内鱼类排泄物会对项目所在海域沉积物环境产生一定的

影响，用海申请单位应严格按照工程设计方案布放网箱和鱼苗，控制养殖密度，采用科学的饵料配方和投喂方式，切不可盲目地追求产量而置海域环境质量于不顾，因为海洋的自净能力也是有限的，建议在用海范围内对各组网箱不定期的进行位置调整，以减缓残饵的累积效应。同时，为了减少残饵对沉积物质量的影响，建议在养殖网箱下投放贝类以消化残饵。

（3）海洋生态环境影响防治措施

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。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。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。运营期委托相关技术单位定期开展环境监测工作，掌握项目区及周边海域环境质量变化趋势。密切关注深水网箱养殖的行业最新动态，积极采纳新技术、新方法防治养殖自身污染和水体污染。

项目的主体工程为开放式渔业深水网箱养殖，根据项目对海洋环境的影响分析，施工过程不涉及大型复杂海上施工作业，对周边海域的水质、沉积物环境影响轻微，产生的悬浮物较少。本项目运营期间会对其水质会产生一定的影响，但还是符合相应水质的要求，因此，项目用海对周边海洋功能区影响较小。

5.2.2 项目用海对周边海域国土空间规划分区的影响分析

根据《万宁市国土空间总体规划（2021-2035年）》，项目用海位于神州半岛游憩用海区，周边国土空间规划分区主要有生态保护区和渔业用海区（图 6.2-2）。生态保护区位于项目东侧，最近距离 15.86km，渔业用海区位于项目用海区西南侧，最近距离 19.79km。

生态保护区是具有特殊重要生态功能或生态敏感脆弱、必须强制性严格保护的海洋自然区域，本项目东侧生态保护区为洲仔岛珊瑚礁生态保护区，保护内容为保护珊瑚礁及其生态系统；保护海洋多样想。保护区允许开展对生态功能不造成破坏的有限人为活动；严格按照自然保护地管理规定、生态保护红线管理规定、珊瑚礁保护规定等进行管理。

本项目为深水网箱渔业养殖工程，根据报告悬浮泥沙扩散数模分析，项目施工过程中，超一、二类水质（ $>10\text{mg/L}$ ）面积为 0.138km^2 ，超一、二类水质向左右最远扩散距离所处位置大约 100m 处，最大浓度仅为 51.7mg/L 。洲仔岛珊瑚礁生态保护区距离项目海域 372m，因此，项目用海产生的悬浮泥沙对珊瑚礁影响较小。

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）》符合性分析

根据《海南省国土空间规划（2021-2035年）》“两空间内部一红线”分区要求，本项目位于海洋开发利用空间区域，其管控要求为：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。

本项目是渔业深海网箱养殖工程，主动适应渔业经济新常态和渔民转产转业再就业的需要，保护和增殖渔业资源，修复水域生态环境，实现第一产业和第三产业有机结合，提质增效，促进海洋渔业经济持续健康发展。本项目的开展将对万宁海洋经济开发及海

洋经济可持续发展产生深远影响，是万宁市探索深海渔业养殖规模化产业化发展的重要探索。因此，本项目的建设符合《海南省国土空间规划（2021-2035年）》划定的海洋开发利用空间管控要求相符合。

5.3.2 与《万宁市国土空间总体规划（2021-2035年）》符合性分析

万宁市国家现代农业产业园深远海优质适养鱼类育繁推项目（一期）的用海方式为开放式养殖；根据《万宁市国土空间总体规划（2021-2035年）》中的第三章，第46条中写到：**建设现代海洋渔业产业园**。全面贯彻落实“往岸上走、往深海走、往休闲渔业走”战略，加快推进渔业转型升级，打造国家现代农业产业园。聚力建设以规模化工厂化绿色健康养殖基地为依托，集“生产+育种+加工+科技+休闲+碳汇”要素聚集的现代渔业产业集群。建设万亩级工厂化循环水渔业养殖产业园，开展石斑鱼、黄鰺鱼、对虾、东风螺、和乐蟹等优势品种及水产种苗养殖。

因此，本项目的建设符合《万宁市国土空间规划（2021-2035年）》的规定相符。

5.3.3 与《海南省海岸带和海洋空间规划（2021-2035年）》符合性分析

根据《海南省海岸带和海洋空间规划（2021-2035年）》，项目位于神州半岛游憩用海区（代码：F0016）。项目周边的功能区有：洲仔岛珊瑚礁生态保护区（代码：A0036）神州半岛-石梅湾渔业用海区（代码：C0028）；新潭湾-日月湾海岸生态保护区（代码：A0034）；加井岛游憩用海区（代码：F0017）；石梅湾珊瑚礁生态保护区（代码：A0037）；海南岛东南部重要渔业资源生态保护区（代码C0028）；老爷海渔业用海区（代码：C0027）。

根据《海南省海岸带和海洋空间规划（2021-2035年）》，项目位于位于神州半岛游憩用海区（代码：F0016）（见图5.3-1所示）。本报告分别从空间准入、利用方式、保护要求和其他要求等四个方面分析项目占用海岸带分区的符合性：

（1）空间准入的符合性分析

神州半岛游憩用海区的空间准入为：“主导用海类型为游憩用海，兼顾渔业用海和海底电缆管道用海，可适度开展休闲渔业和海洋牧场用海活动。”

本项目的建设内容为开放式渔业深水网箱养殖，符合神州半岛游憩用海区兼顾渔业用海的空间准入要求。

（2）与利用方式的符合性分析

神州半岛游憩用海区的利用方式为严格限制改变海域自然属性。本项目为不涉及海上工程建设，没有改变该海域自然属性，因此，本项目用海与神州半岛-石梅湾农渔业区的利用方式要求是相符合的。

（3）与保护要求的符合性分析

神州半岛游憩用海区的保护要求为：“保护海岛地貌及周边海域生态系统。”本项目的建设内容为开放式渔业深水网箱养殖，属于深远海养殖，距离岸边 km，项目施工期与运营期产生的各项污染物均进行合理有效的处置，禁止直接排入区域海域，对自然生态环境影响很小，项目用海区域附近无海底管线，不会对该区的海底管线产生影响。本项目选址区域海域开阔，水体流动较快，通过科学合理方式进行养殖，优化养殖环境，将有利于生态环境的保护，亦可减少海水养殖自身所造成的污染，减少养殖病害，保护海域的自然生态环境。

因此，项目用海符合神州半岛游憩用海区的保护要求。

（4）其他要求的符合性分析

由于神州半岛游憩用海区无其他要求，故不做其他要求符合性分析。

5.3.4 与《海南省国土空间规划生态修复规划（2021-2035）年》的符合性分析

根据《海南省国土空间生态修复规划（2021-2035年）》（以下简称“规划”），《规划》明确2025、2030、2035年三个阶段的生态质量类和修复治理类16个规划指标，提出“一心+一环+多点+多廊”的陆海统筹生态修复总体格局，划定中部生态保护修复区、海岸带生态保护修复区、台地平原生态修复区、流域廊道生态保护区4个修复分区，部署热带雨林国家公园生态保护修复、海岸带生态保护修复、全域土地综合整治、历史

遗留矿山生态修复、流域山水林田湖草沙生态保护修复、生物多样性保护能力建设 6 类重大工程和重点项目。

《规划》提出海南省国土空间生态修复规划主要指标中生态质量类设计海域的指标主要包括湿地面积 ≥ 32 万公顷,海洋生态保护红线占比 $\geq 35.2\%$,自然岸线保有率 $\geq 60\%$ 等。本项目位于洲仔岛北侧海域,不涉及海洋生态保护红线,项目不占用岸线,对自然岸线保有率无影响

因此,本项目符合《海南省国土空间生态修复规划(2021-2035 年)》要求。

5.3.5 与海南省生态保护红线的符合性分析

海南省生态保护红线划定方案于 2016 年公布,通过划定生态保护红线,坚持保护优先、自然恢复为主,全面提升自然生态系统稳定性和生态服务功能,为推进生态系统治理体系和治理能力现代化、加快建设国家生态文明(海南)试验区、美丽中国海南篇章奠定坚实生态基础。

2022 年海南省已完成生态红线“三区三线”的划定,“三区三线”是国土空间规划的核心内容,包含了农业空间、生态空间、城镇空间三种类型空间,以及分别对应划定的永久基本农田保护红线、生态保护红线、城镇开发边界三条控制线。根据项目用海区与生态保护红线(三区三线版)套核结果,项目不占用生态保护红线,不占用永久基本农田控制线(图 5.3-2)。



图 5.3-2 项目与生态保护红线（三区三线版）的位置关系图

5.3.6 与海南省生态环境管控分区的符合性分析

本项目选址位于海南省万宁市洲仔岛北部海域，对照《海南省生态环境分区管控方案（2023年版）》附图2中海南省近岸海域环境分区管控图可知，项目选址属于一般管控区（图 5.3-3），生态环境管控要求详见下表 5.3-1。

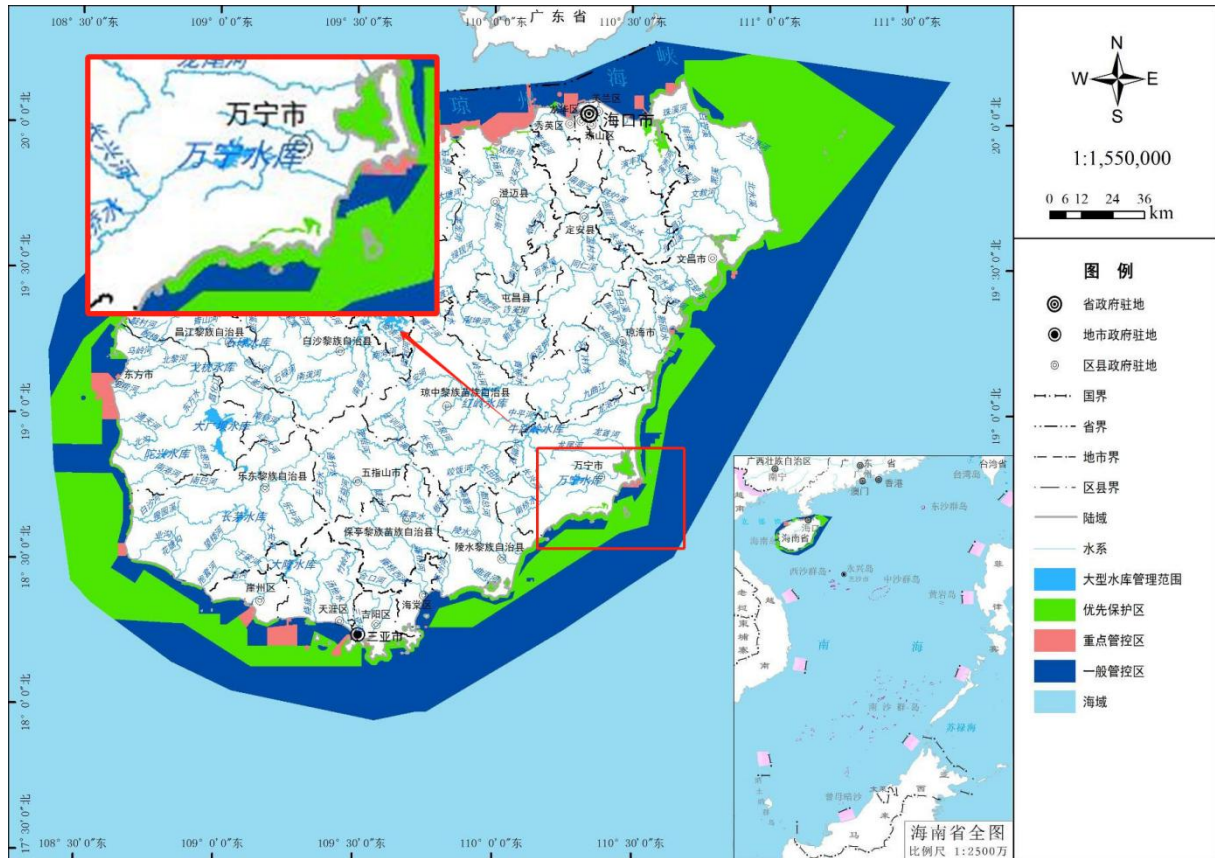


图 5.3-3 项目与海南省近岸海域环境分区管控图位置关系叠置图

表 5.3-1 全省总体生态环境管控要求

环境管控单元类型	全省总体生态环境管控要求	本项目情况	相符性分析
一般管控单元	生态环境优先保护单元和生态环境重点管控单元以外的其他区域实施一般管控，执行生态环境保护的基本要求，重点加强农业面源、城镇生活污水等污染治理。	本项目为深水网箱渔业养殖工程，主要建设内容为养殖东星斑、红瓜子斑出产成品鱼 672 万斤和建设网箱养殖成品鱼出口示范区。本项目用海类型为渔业基础设施用海，为开展渔业提供支持。不涉及农业面源污染，项目生活污水及含油污水均收集处置。	符合

综上所述，本项目的建设符合《海南省生态环境分区管控方案（2023 年版）》相关要求。

5.4 项目用海与相关规划符合性分析

5.4.1 与《海南省养殖水域滩涂规划（2021-2030 年）》符合性分析

《海南省养殖水域滩涂规划（2021-2030 年）》中划定了禁止养殖区、限制养殖区

和养殖区；在养殖空间开发上，提倡推广深水网箱和深远海智能渔场养殖。

本项目用海范围中位于限养区和养殖区；用海方式为开放式养殖用海，重点发展深水网箱养殖及深远海智能化网箱养殖，体现了集中集约用海的优势。

根据《海南省养殖滩涂水域规划（2021-2030年）》，限制养殖区的管控要求是水产生殖必须完善养殖尾水处理设施，污染物排放超标的，限期整改，整改后仍不达标的，由本级人民政府及相关部门负责限期搬迁或关停。海南省、各市县人民政府及相关部门制定配套的整改、关停、搬迁或转产、补偿奖励实施方案，做好限期整改、搬迁、关停或转产、整治工作。该区执行《中华人民共和国国家标准渔业水质标准（GB11607-89）》《中华人民共和国国家标准地表水环境质量标准（GB3838-2002）》《中华人民共和国水产行业标准水生生物增殖放流技术规程（SC/T9401-2010）》等。本项目养殖区位于限制养殖区和养殖区内，其建设内容是养殖东星斑、红瓜子斑成品鱼，创办深海养殖出口示范区，根据数模污染物分析在海区涨落潮流的主要驱动下，污染物扩散方向东西方向为主，污染物进入海域后快速扩散稀释，未出现高浓度污染物聚集情况。CODMn、总氮及总磷最大浓度增值分别为0.018mg/L、0.009mg/L、0.0017mg/L，所有结果均满足一类海水水质标准，最大浓度增值出现在源点附近，影响范围内预测因子浓度增量总体处于较低水平，表明本项目设置对海域水质影响较小。符合限制养殖区的管控要求。

5.4.2 与《海南省“十四五”海洋生态环境保护规划》符合性分析

2021年12月31日，海南省生态环境厅印发《海南省“十四五”海洋生态环境保护规划》。在规划中要求，开启“美丽海洋”建设新征程：立足问题和发展，明确规划目标；强化空间管控，构建海洋生态环境系统保护新格局；实施精准治污，提升近岸海域环境质量；保护修复并举，确保海洋生态系统健康；夯实应急能力，防范环境风险及自然灾害；坚持系统治理。扎实推进“美丽海湾”保护与建设；强化协同增效，推动海洋碳汇助力碳中和；坚持制度创新，构建现代化海洋生态环境治理体系；强化落地实施，健全保障机制。

在规划中还明确要优化海洋产业空间布局。探索陆海统筹资源配置、产业布局的有效路径，以《海南省海洋经济发展“十四五”规划》为基础，科学评价资源环境承载能力及海洋空间开发适宜性，推进沿海各市县（区）海洋产业分工和陆海资源协调互动，实现空间布局与发展功能相统一、资源开发与环境保护相协调，优化近岸海域保护和开发布局。本项目的建设内容是发展万宁市深水网箱渔业养殖，建设网箱养殖出口示范区，有利于促进万宁市规范化网箱养殖发展。

因此，本项目的建设符合《海南省“十四五”海洋生态环境保护规划》。

5.4.3 与《产业结构调整指导目录（2024年本）》符合性分析

（1）与《产业结构调整指导目录（2024年本）》的符合性分析

本项目符合国家政策及地方的产业发展政策。本项目是开放式养殖用海项目，属于《产业结构调整指导目录（2024年本）》“鼓励类”中“一、农林牧渔业：14、“现代畜牧业及水产生态健康养殖”项目，属于鼓励类建设项目，不属于“限制类”和“淘汰类”项目，属于允许类建设项目。渔业深水网箱养殖为渔业资源增值的重要工程，因此本项目建设符合万宁市相关涉海规划。

（2）与《海南自由贸易港鼓励类产业目录（2020年本）》的符合性分析

《海南自由贸易港鼓励类产业目录（2020年本）》包括两部分，一是国家现有产业目录中的鼓励类产业，二是海南自由贸易港新增鼓励类产业，本项目属于海南自由贸易港新增鼓励类产业中第二类“制造业”中的第1项“深远海养殖、加工产业与装备示范应用”。

6 项目用海合理性分析

6.1 用海选址合理性分析

6.1.1 用海选址区位和社会条件合理性分析

项目海域养殖区位于神州半岛游憩用海区内，该海域水质优良，海水流动性强，平均水深约 15-16m，非常适合开展深海养殖。此外，项目海域养殖区东南面有洲仔岛掩护，南向南海，是典型的开放式海域，本项目采用先进的养殖模式，在该区域进行深水网箱养殖，为我国开放式水域养殖创造新的技术模式。

项目区域本项目位于万宁市洲仔岛附近海域，水域开阔，水上施工的水域面积较大，各类施工船舶干扰较少，有利开展多个作业面。水运可依托港北港、乌场港等港口，交通便捷，建筑材料、设备等可以直接运到现场。因此，项目建设依托交通条件十分理想。

因此，项目选址区位和社会条件满足本项目深水网箱建设和营运要求。

6.1.2 用海选址自然资源和海洋生态的适宜性分析

6.1.2.1 地形地貌条件适宜性分析

项目拟选址地为滨海地貌单元，位于龙滚—兴隆断裂北段东侧，最近的距离约 20 公里。区内未发现构造活动迹象，在本项目勘察范围内地质构造简单，未发现断裂存在，区域地壳处于基本稳定状态。

6.1.2.2 工程地质条件适宜性分析

根据工程地质调查，项目拟建场地及其附近无高陡边坡，无全新活动断裂。根据现场调查，场地内底质主要为石砂、粉质粘土为主，平均水深 15-16m。适宜进行网箱养殖建设。因此项目场地水深、地形地貌及其底质条件有利于本项目实施。

6.1.2.3 项目用海与周边其他用海活动适宜性分析

根据利益相关者协调分析结论，本项目的利益相关者为当地渔民、海南九头鲸旅游开发有限公司和自然资源管理部门等。根据本报告第四章利益协调分析内容，本项目

用海与周边利益相关者和利益协调责任部门具有可协调性，用海申请单位应切实落实与利益相关者达成协调协议或方案，与需协调部门达成一致协调意见，保障用海秩序。

6.2 平面布置及用海方式合理性分析

6.2.1 能否最大程度地减少水文动力环境、冲淤环境的影响

万宁位于海南岛东部海岸，根据资料显示，万宁市夏、秋季热带气旋影响频繁，登陆或影响的热带气旋最多的是6~10月，本项目为深海抗风浪网箱养殖，虽具有一定的抗风浪能力，一旦遇到台风等恶劣天气，仍可能造成网箱损坏、养殖鱼流失或死亡，将损失惨重。另外，如果养殖工作人员未能在台风到来前及时撤离，将会对安全造成威胁。因此，项目建设应考虑海洋自然条件的特点，严格按有关规范进行设计、施工，确保网箱的抗风抗浪要求。同时应制定热带气旋应急预案，及时了解天气预报信息，警惕台风、风暴潮等自然灾害的突然袭击，在热带气旋来临之前做好应急防范措施，避免因强风巨浪造成的损失。

根据调查资料显示，本项目养殖区处于洲仔岛西侧海域，潮流主要为东西向往复流，落潮时，潮流流向为东向流，洲仔岛南侧海域大潮期落急最大流速为16cm/s；涨潮时，潮流流向为西向流，洲仔岛南侧海域大潮期涨急最大流速为17cm/s；落急流速略大于涨急流速，潮流通畅，水质优良，温度适中，海面宽阔，水体交换条件较好。

根据潮流数模实验结果，工程后对周围海域水流条件改变较小，水动力方面几乎没有影响。外海潮流涨急时流向自东向西时，流速大约在6~8cm/s，受洲仔岛的阻挡，现状海域流速较小，越靠近岛屿流速越小，最小流速在1.3cm/s。外海潮流落急时流向自西向东时，流速大约在11~12cm/s，受洲仔岛的阻挡，现状海域流速较小，越靠近岛屿流速越小，最小流速在4.7cm/s。落急流速大于涨急流速。项目区对流体有阻碍作用，最大减幅为2cm/s。因此，本工程能够最大程度地减少对水文动力环境、冲淤环境的影响。

6.2.2 是否最大程度地减少对区域海洋生态系统的影响分析

根据项目区域的水质、沉积物及生态环境现状调查结果，调查海域总体海水水质优良，海域沉积物总体质量优良，海洋生物质量优良，适合开展网箱养殖。

本项目建设渔业深水网箱养殖，占用少量海域底栖生物生境，但是导致的底栖生境扰动是暂时的，随着施工的结束，该区域的底栖生物会缓慢恢复。

综上所述，工程海域气候条件适宜，极端天气情况出现较少，对采用深水网箱养殖的影响较小，选址区域水质优良和沉积物。因此，项目选址区域水文、气象条件和生态环境条件均能满足项目用海要求。

6.2.3 与周边其他用海项目的适应性分析

本项目主要利用洲仔岛附近海域优越的地理位置开展深水网箱养殖，主要养殖网箱设施为重力式浮式深水网箱，无海上永久性构筑物。用海类型为渔业用海，用海方式为开放式养殖用海，对洲仔岛珊瑚礁生态红线保护区的协调性分析在本报告第4章有详细说明，对项目论证范围内以及周边其它海域活动影响较小。

6.3 用海面积合理性分析

6.3.1 用海面积的合理性

6.3.1.1 项目用海面积是否满足项目用海需求

项目区内拟布置48口抗风浪深水网箱，网箱为方形，周长40m，每口网箱周边采用8根锚碇系统进行固定。项目区域的水域平均深度约为15-16m，网箱的单边锚碇系统约占用海域60m，由此测算单个网箱的实际占用海域面积为0.01公顷。为了避免网箱的密集布设导致局部水域养殖密度较大，从而发生网箱之间相互传染疫病的情况，同时考虑网箱之间预留养殖工船的通行方便，网箱之间预留50m的间距，同时设置80m的工作通道。

另外基于节约用海的原则，对48口网箱采用矩形的平面布设方案，并由此确定了

网箱的用海面积。由上述可知，本项目的用海面积需求是合理的，用海面积不能减少。按照《海域使用面积测量技术规范》，本次论证项目拟申请用海面积，是根据坐标解析法进行面积计算，即利用已有的各点平面坐标计算面积，借助于 GIS 的软件计算功能直接求得用海面积为 33.3294 公顷。

根据上述计算，本项目用海面积可以满足项目用海需求。

6.3.1.2 项目用海减少海域使用面积的可能性

根据本项目的建设方案，拟在洲仔岛西部海域养殖东星斑、红瓜子斑成品鱼，建设深海养殖成品鱼出口示范区。

根据《海域使用分类》（HY/T 123-2009）中规定的分类方法，本项目的一级用海类型为渔业用海，二级用海类型为开放式养殖用海。根据《海籍调查规范》（HY/T 124-2009），采用“5.4.1.3 节开放式养殖用海”来界定本项目的宗海界址算得用海面积。

开放式养殖用海包括以下用海方式，其界址界定方法为：

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，参见附录 C.37；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，参见附录（C.38。其间存在共用航道的，按双方均分航道空闻的原则，收缩各自的用海界线。

根据这个规定，本项目设置 20m 的外扩距离，最终确定了宗海界址范围。为保障渔业深水网箱养殖符合最合适的养殖方法，最终确定的用海面积基本没有减少海域使用面积的可能。

6.3.1.3 项目用海面积与用海控制指标的符合性

根据《建设项目用海面积控制指标（试行）》（国家海洋局，2017 年 5 月）的适用范围：《指标》适用于在中华人民共和国管辖海域范围内的新建、改建和扩建的渔业、工业、交通运输、旅游娱乐和造地工程等建设项目用海。《指标》中未列出的用海类型，可比照现有标准和行业涉及规范合理确定用海规模。项目建设属于渔业基础设施用海，

该类型用海控制指标为海域利用率，指标要求见表 6.3-1。由于本项目不涉及填海造地，因此不适用于该项指标要求。项目用海面积设计符合行业相关标准和规范。

表 6.3-1 建设项目用海面积主要控制指标

海域使用类型		控制指标		海域使用率 (%)	岸线利用率	海洋空间生态空间面积占比 (%)	投资强度	容积率	行政办公及生活服务设施面积占比 (%)	开发退让距离 (米)	为天海成陆比例 (%)
		一级类	二级类								
渔业用海	渔业基础设施用海	渔业基础设施		≥65	—	—	—	—	—	—	—

6.3.2 项目用海面积的量算

6.3.2.1 界址点及界址线的界定

根据本项目设计平面布置方案，深水网箱平面布置包括 48 口重力式全浮网箱，网箱为周长 40m（长 10m，宽 10m，深 7m）、铁锚桩或水泥块桩连接缆绳，升降式用浮筒和无滑动三角锚、锚链和尼龙绳组成的抗风浪锚泊系统。

将本项目平面布置图与原用海范围导入到 GIS 软件，采用自动捕捉功能，捕捉深水网箱结构物外边界线中的拐点，标记出网箱的拐点、交点等作为本项目宗海界址点。经统计，本项目共有界址点 4 个。

6.3.2.2 用海面积量算

该项目用海的面积测算使用 CGCS2000 坐标系，高斯-克吕格投影法，中央子午线为 109°30'E。面积量算直接采用 GIS 软件面积量算功能，其算法与坐标解析法原理一致。即对于有 n 个界址点的宗海内部单元，根据界址点的平面直角坐标 x_i 、 y_i （ i 为界址点序号），计算各宗海的面积 S （ m^2 ）并转换为公顷。

面积计算公式如下：

$$S = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n x^i (y_{i+1} - y_i)$$

式中，S 为宗海面积（m²），x_i、y_i为第 i 个界址点坐标（m）。

最终计算得到项目用海面积为 33.3294 公顷。

6.3.3 宗海图绘制

（1）海岸线确定的原则和方法依据我国近海海洋综合调查与评价专项中《海岸线修测技术规程》来确定。本项目的海岸线为 2019 年海南省海岸线修测工作的成果。

（2）本项目宗海位置图地图采用 1:20000 的数字底图（投影是高斯-克吕格投影，深度基准为当地理论最低潮面，坐标系为 CGCS2000）。宗海界址图底图采用中海（广州）工程勘察设计有限公司提供的总平面布置图，该总平面布置图为 CGCS2000 大地坐标系，本项目通过将 CGCS2000 大地坐标的 CAD 文件导入 GIS 软件计算得到相应坐标。宗海位置图如图 7.6-1 所示。

本项目各用海单元的用海范围与当地海域利用现状进行比对核查后，发现本宗用海范围与其他申请海域或已确权用海没有重叠部分。

本项目最终确定的宗海界址点为 4 个，各界址点形成的几个闭合区域为本项目的用海界址范围（详见界址图用海单元说明）。本项目的宗海位置图如图 6.3-1 所示，宗海平面布置如图 6.3-2 所示，宗海界址图见图 6.3-3。

万宁市国家现代农业产业园深远海优质适养鱼类育繁推项目（一期）宗海位置图

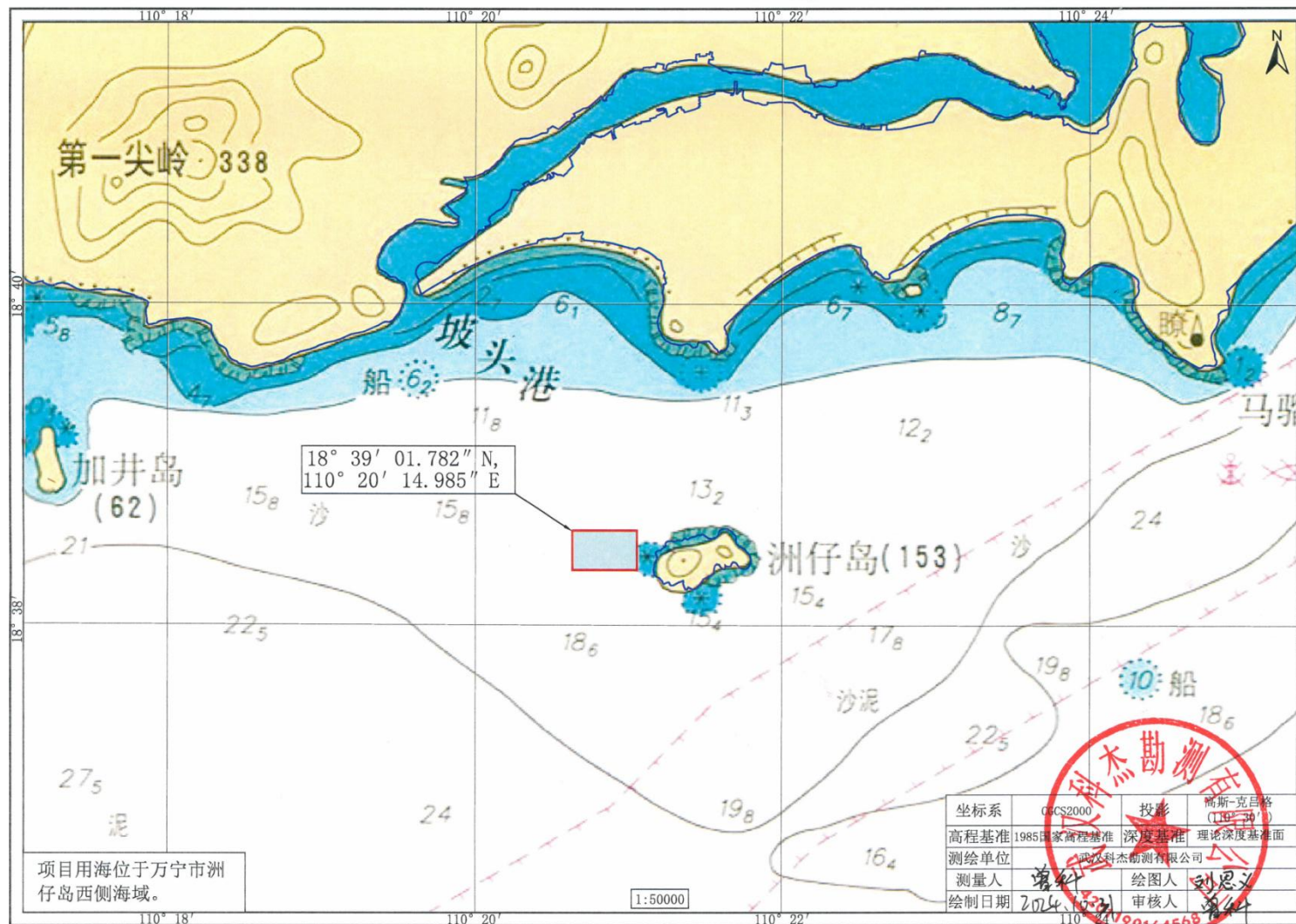


图 6.3-1 万宁市国家现代农业产业园深远海优质适养鱼类育繁推项目（一期）宗海位置图

万宁市国家现代农业产业园深远海优质适养鱼类育繁推项目（一期）宗海平面布置图

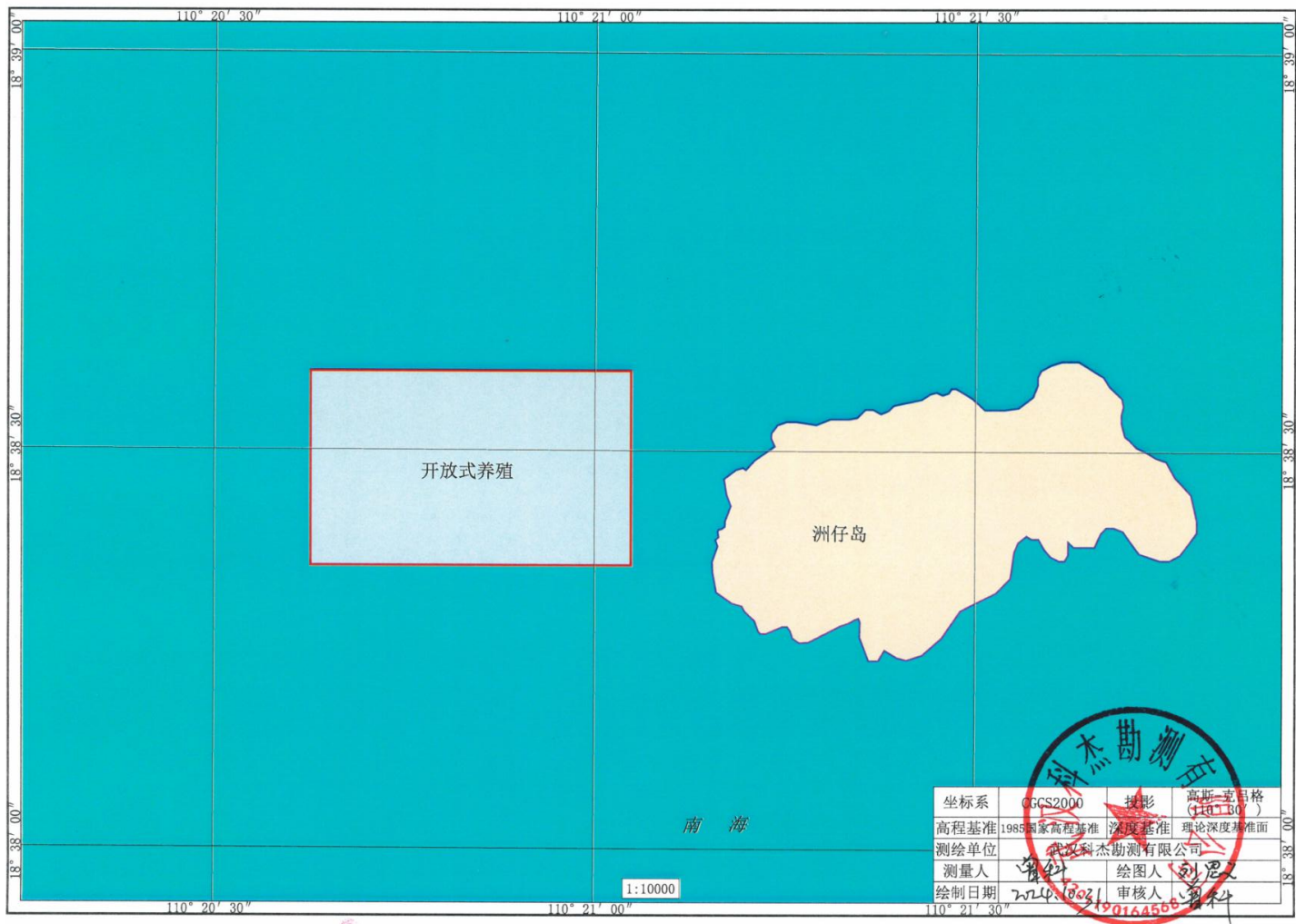


图 6.3-2 万宁市国家现代化农业产业园深远海优质适养鱼类育繁推项目（一期）宗海平面布置图

万宁市国家现代农业产业园深远海优质适养鱼类育繁推项目（一期）宗海界址图

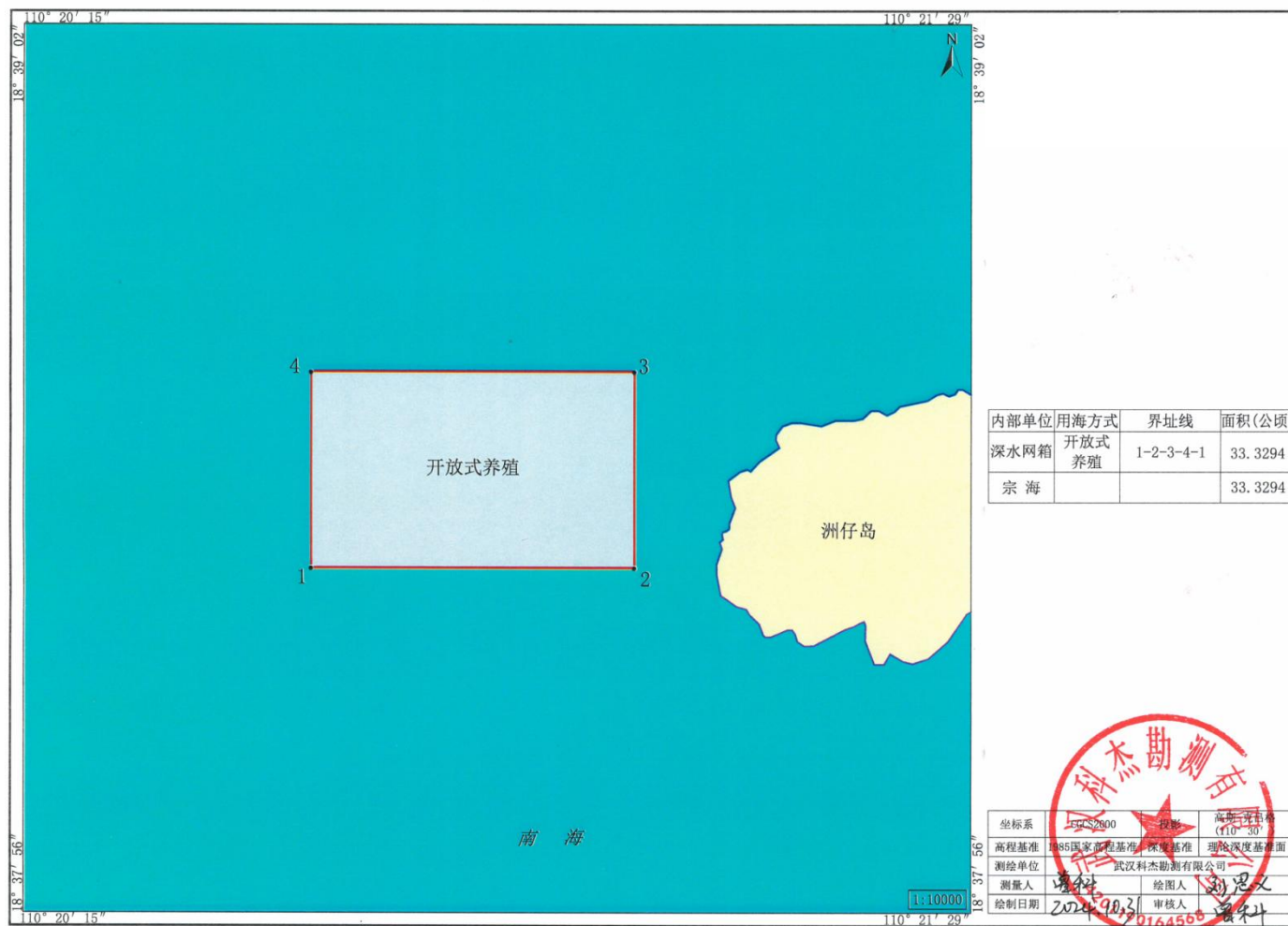


图 6.3-3 万宁市国家现代农业产业园深远海优质适养鱼类育繁推项目（一期）宗海平面界址图

6.4 用海期限合理性分析

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

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。

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。

7 生态用海对策措施

7.1 主要生态问题

本项目规划建设内容为在洲仔岛北部海域建设东星斑、红瓜子斑成品鱼养殖区，产出东星斑、红瓜子斑成品与 672 万斤；建设东星斑、红瓜子斑成品鱼深海养殖出口示范区。用海产生的主要生态问题主要有以下几点：

（1）开放式养殖用海项目基本不改变海域自然属性，对海洋生态系统影响较小。布设深水网箱时会破坏原有浮游生物生境，但这种影响是暂时的，会随着施工结束而消失。经计算，项目施工对底栖生物的补偿额为 46.28 万元。

（2）项目用海对区域水动力环境、纳潮量、地形地貌与冲淤环境、水质和沉积物质量影响较小，不占用周边环境敏感目标（珊瑚礁、无居民岛等）分布区，在采取了相关防范和保护措施后，不会对周边环境敏感目标（珊瑚礁、无居民岛等）造成明显影响。

（3）项目运营期，网箱养殖海域养殖排污会对周边海洋生态环境产生一定影响。根据数模分析，叠加本底值后的 COD、无机氮、活性磷酸盐浓度符合一类海水水质标准要求，各预测污染因子最大浓度增值出现在源点附近，影响范围内预测因子浓度增量总体处于较低水平，表明本项目设置对海域水质影响较小，不会对洲仔岛周边海域珊瑚礁生境产生太大影响。

7.2 生态用海对策

7.2.1 生态保护对策

按照《中华人民共和国海域使用管理法》的规定，海洋产业的发展必须符合海洋功能区划和海域开发利用与保护总体规划的要求，以保护海洋资源和海洋环境为前提，按照中央和省的有关法律、法规和政策开发利用海洋，对违反规定造成海洋污染和破坏生态环境的行为，应追究法律责任，海洋开发活动要实施综合管理，统筹规划，海洋资源的开发不得破坏海洋生态平衡。

7.2.1.1 生态保护对策措施

（1）悬浮泥沙扩散受潮流影响较大，施工应选择中、小潮、海况好的时间段进行施工，以减少潮流带动悬浮泥沙的扩散强度。

（2）项目施工期间会对周边海域的水质带来影响。工程施工严格控制在施工范围内，不得划定的施工作业范围。项目施工和运营中的各个环节必须严格执行操作规范，减少污染物的排放量，避免对周围环境造成破坏。

（3）施工期船舶生活污水和船舶含油污水收集上岸，交由有处理资质的单位统一接收处理，严禁向附近海域排放，施工期固体废物统一收集上岸交由环卫部门处理，严禁随意海抛。

（4）项目施工或运营过程中存在事故性溢油风险，一旦发生溢油事故，油膜扩散至珊瑚礁分布区，破坏珊瑚礁生长环境。因此，项目应根据本报告书提出的溢油风险防范措施，对船舶在进行严格管理，杜绝溢油事故的发生，同时做好溢油风险的防范施和应急预案。

（5）根据水区情况及养殖容量的调查研究，选定网箱的数量，在合理的范围内养殖生产，合理确定网围、网箱面积、网箱密度等，还应优化养殖环境、饵料营养组成及投喂方式、合理用药，使水域保持良好环境，实现对养殖水体的可持续利用，以防养殖自身污染的发生。

（6）在项目用海过程中，如遇海洋功能遭受严重损毁，且无有效的修复办法等评价结论，应妥善终止项目用海。

7.2.2 开发协调对策措施

7.2.3 风险防范对策措施

项目用海的风险主要有以下几个方面：（1）由热带气旋及其引发的巨浪、风暴潮对工程自身的潜在风险；（2）有毒有害生物入侵风险；（3）养殖鱼有害生物风险；（4）项目船舶碰撞、溢油事故风险。针对以上风险，应采取有效防范措施对风险进行防范，

减少风险发生的可能性。

7.2.3.1 自然灾害风险防范措施

（1）合理安排施工时间，避开台风、风暴潮多发期施工，使工程安全度汛。5~10月为热带气旋影响季节，无论是施工期或运营期，对工程各类设施都要作好防台风的安全措施，切实加强监管。

（2）鱼种养殖设施选择优良材质，巩固安装，以更好的抵御风浪。

（3）用海申请单位应积极配合相关政府职能部门做好应对台风、暴雨等气象灾害的措施，当台风来临时，需按照防台要求对船舶进行妥善安置，避免热带气旋等恶劣天气带来的损失。

（4）用海申请单位应加强对灾害性天气条件下水上交通安全监管，施工船舶不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。

（5）台风期间选择遮蔽条件好、水深合适、浪小、抓力好、船舶密度小的避风地。所有需要锚泊避风的施工船舶由交管中心指定锚位，船舶选择合适的抗台锚泊方式，船舶锚地抗台时，应适当调整吃水差，尽量注入压载水，以减小受风面积。

（6）施工与运营期间应充分考虑热带气旋强风和巨浪的影响，在热带气旋来临前，及时做好网箱固定工作，必要时应提前组织人员对养殖产品进行转移至陆上养殖基地，确保安全并组织人员撤离。

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

（8）台风期间，网箱养殖鱼类会产生极大的应激反应，加之网箱活动空间狭小，鱼体表面极易擦伤。同时，水流的影响，使得养殖鱼类能量消耗增大，抵抗力下降，会出现不同程度的烂皮烂尾现象，诱发细菌性、寄生虫等疾病的发生。因此应及时固定好网箱，疏密养殖，增强其抗风浪的能力。及时做好灾后处理和灾后复产工作，灾后死鱼病鱼要立即捞出，防止腐烂污染水体，并采用相应措施对鱼体消毒，可有效地防止鱼体

因擦伤所引起的体表溃疡、烂皮烂尾等继发性疾病。

（9）积极联系相关技术单位，寻求新技术、新方法的应用。在网箱固定方面寻求更好的解决方案。

7.2.3.2 有毒有害生物风险防范措施

本项目有毒有害生物风险主要包括：病原生物、赤潮、外来物种入侵的风险。

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

目前卵形鲳鲹养殖过程中病害发生频繁且经济损失日趋严重，调查发现卵形鲳鲹灾难性病害往往爆发于水质不假、养殖密度过大、鱼群抗应激能力差的养殖区，而且寄生虫病、细菌性和病毒性 3 种类型的疾病经常交互发生。对冰原生物风险的发生首先要以预防为主：

①注重优质种苗的选育，提高鱼体对疾病的抵抗力；选用育苗时采用多种检测手段，确保鱼苗未携带诸如神经坏死病毒、诺卡氏病毒等难以治疗、危害性大的冰原；

②加强宏观管理，科学规划养殖区域、控制养殖密度；

③研究病害的发生规律，做好疾病的定期监测预报工作，在疾病高发期采取合理措施进行预防。一旦卵形鲳鲹病害发生，尤其是传染性疾病，要采取严格的隔离措施，以免蔓延传播。

（2）赤潮赤潮生物的异常爆发性增殖，会导致海域生态平衡被打破，海洋浮游植物、浮游动物、底栖生物、游泳生物相互间的食物链关系和相互依存、相互制约的关系异常或者破裂，大大破坏了主要经济渔业种类的饵料基础，破坏了海洋生物食物链的正常循环，造成鱼、虾、蟹、贝类索饵场丧失，渔业产量锐减；赤潮生物的异常爆发性繁殖，可引起鱼、虾、贝等经济生物瓣鳃机械堵塞，造成这些生物窒息而死；赤潮后期，赤潮生物大量死亡，在细菌分解作用下，可造成区域性海洋环境严重缺氧或者产生硫化氢等有害化学物质，使海洋生物缺氧或中毒死亡；另外，有些赤潮生物的体内或代谢产

物中含有生物毒素，能直接毒死鱼、虾、贝类等生物。

（3）外来物种入侵根据本项目现状调查资料来看，项目所在海域生物多样性较好，生态环境属于正常状态，无外来物种入侵。

本项目生产过程中所投放的苗种均在当地育苗场生产的当地物种，因此，本项目不存在外来物种入侵风险。

7.2.3.3 通航风险防范措施

针对项目施工期和运营期对通航环境的影响，施工单位和业主单位应做到：

（1）施工期：

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

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

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

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

⑤设置安全作业区警示标志：网箱投放后，用海申请单位应在养殖区周围设置警示标志，防止经过的船舶与网箱发生碰撞引发安全事故，另外网箱养殖区设置明显的夜航标志，引导过往船只避让，避免引发碰撞事故。具体要求如下：警示标志设置应经海事主管机关的审批；警示标志在白天应有明显的颜色，夜间应有明显的灯光标志，应保证警示标志的灯光发光正常，以防其他船舶误入；附近船舶不得进入警示标志内的施工水

域；当发现附近船舶接近警示标志或有可能进入施工区域，施工船舶应用有效的方法及时发出警告，并注意双方的避让；施工作业船舶不得擅自在警示标志外侧水域逗留、漂航；施工作业船舶应遵守国际海上避碰规则的各项规定，显示相应的号灯、号型；保持VHF守听，及时和过往船舶联系。

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

（2）运营期：

①工程竣工后，施工方及时清除遗留在施工作业水域的碍航物，认真检查水工建筑及其附属设施是否达到了设计要求，检查施工水域遗留的碍航物是否已清除干净，发现问题及时解决，请专业单位对疏浚范围水域进行扫测并出图。

②工程运营后，应按要求定期测量航道水深，了解工程水域的冲淤变化，及时采取相应措施，保障船舶安全。

③制定防灾、减灾应急措施，一旦出现灾害能得到及时有效的处置，减少灾害损失，提高防灾能力。

7.2.3.4 施工安全风险防范措施

（1）加强船舶安全生产检查监督力度，并将安全责任落实到个人。

①施工船舶单位要做好船舶预防检修，适时安排保养修理，防止带病作业。合理安排船员工作时间，注意劳逸结合。

②船舶作业必须在允许的自然条件下进行，并做好安全防护措施和台风期的安全预报，避开台风多发期时的施工，使工程安全度汛。

③船舶作业时，应悬挂灯号和信号，灯号和信号应符合国家规定。

④航道设计充分考虑船舶安全航行的各种要求；水工建、构筑物设计考虑船舶停靠的安全保障措施。

⑤船舶航行时要认真执行中华人民共和国《海上交通安全法》，遵守《1972年国际

海上避碰规则（1989年修订本）》的规定和当地港口的港章和其他航行规则。

⑥加大安全生产的宣传力度，增强施工作业人员及当地渔民对潜在事故风险的认识。

（2）其他防治措施

①高温劳动保护对策高温作业工人的作业时间应执行《高温作业分级》的规定，增加轮换班次，尽量减少高温作业危害。为现场作业人员供应防暑降温饮料。

②噪声劳动保护对策应优先选用低噪声设备，并加强机修设备维护，减少不良运行所产生的噪声，定期检测降噪声设备的运行情况，确保防护效果。

③粉尘劳动保护对策现场工作人员配备口罩、手套等劳保用品。

④其他防范措施

A.为码头配备一定数量的救生衣、防滑鞋等；为接触振动的作业人员配备防震手套；夜间作业人员应配备反光工作服。

B.危险作业人员购买必要保险。

C.对进港船舶卸下的有害废弃物进行回收，经防疫部门检验后，送有关部门焚烧处理。

7.2.3.5 施工期生态风险防范措施

针对项目施工可能带来的安全风险及施工可能对周边珊瑚的影响，建议采取如下防范措施：

（1）施工前建议施工单位应根据现场情况制定施工计划，合理安排施工机械及施工人员，减少施工期悬浮泥沙产生量及扩散范围。

（2）施工期应定期进行检查，对施工中存在的问题进行汇总、解决，减少因施工对周边环境造成的影响。

7.2.3.6 船舶碰撞风险防范措施

（1）尽量减轻碰撞损失当两船即将发生碰撞时，操纵者必须沉着冷静，适当而果断地下令停船、倒船或抛锚，以尽力减少船舶运动速度，减轻碰撞力，并且妥善用舵，

以减小碰撞角度，避免拦腰相撞。如果距离太近已经来不及背向他船转出，并且继续按此方向转动反而有可能加剧碰撞后果时，应该向他船转向，以减轻碰撞力和避免船尾与它船相撞。

（2）应立即采取损害管制措施

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

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

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

7.2.3.7 溢油事故风险防范措施

①船舶必须根据船舶动态，合理安排船期，认真执行中华人民共和国《海上交通安全法》和当地港口的港章和其他航行规则。

②为确保船舶航行安全，施工船舶作业期间，作业船只应悬挂灯号和信号，灯号和信号应符合国家规定，以避免船舶之间发生相撞引发的溢油事故。

③清理港口附近的养殖区，标定养殖区范围，及时公布，避免施工船舶进入养殖区造成安全事故。一旦出现事故时及时通知水产养殖场，做好减少污染准备。

④建立避台应急预案，勘测适合避风的抗台锚地，如遇恶劣天气必须将船舶及时撤离。

⑤加强对船舶操作人员的技术培训，提高人员的安全意识和环境保护意识，严格操作规程，杜绝船舶作业中溢油事故的发生。

⑥建立详细的溢油应急计划。应急指挥系统应纳入海事局管理当中。一旦出现事故

及时通知周边的环境敏感点，做好减少污染准备。

⑦根据交通运输部《港口码头溢油应急设备配备要求》JT/T451-2017 的规定，杂货码头也应配置溢油应急设备，主要包括围油栏、收油机、喷洒装置、溢油分散剂和油拖网、围油栏布放艇等溢油应急设备。

同时，根据《港口码头溢油应急设备配备要求》JT/T451-2017 的规定港口或同一港区、作业区的码头，可根据自身情况建立联防机构。参加联防机构的码头，可集资购买应急设备，以实现应急设备资源的整合和统一调配使用。本港区邻近为一期工程，因此，为节省投资建议业主可与附近其它拟建码头和海事局协商解决此部分溢油应急设备。

7.3 生态保护修复措施

7.3.1 海域使用管理、监控计划

环境监测作为环境监督管理的主要实施手段，可以通过其及时掌握施工期和营运期周围海域的环境变化情况，从而反馈给工程决策部门，为本工程的环境管理提供科学依据。根据本工程特点，本次评价环境监测包括施工期和营运期环境监测。根据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》制订本次评价的环境监测计划。

7.3.2 施工期跟踪监测计划

项目海域养殖区共布设 11 个水质调查站位，其中用海区内各布设调查站位 2 个，养殖区外布设 9 个调查站位，详细坐标见图 7.3-1 和表 7.3-1 所示。



图 7.3-1 项目海域养殖区施工期与运营期海洋环境监测站位图

表 7.3-1 项目海域养殖区施工期与运营期海洋环境监测站位坐标表

站号	经度 (E)	纬度 (N)	调查内容
1			水质
2			水质
3			水质、沉积物、生物
4			水质、沉积物、生物
5			水质
6			水质
7			水质、沉积物、生物
8			水质、沉积物、生物
9			水质、沉积物、生物
10			水质、沉积物、生物
11			水质、沉积物、生物

(1) 水质环境监测

①监测站位：调查站位共布设 11 个水质调查站位，详细坐标见图 7.3-1 和表 7.3-1 所示。

②监测项目：水色、透明度、COD、溶解氧、无机氮、SS、石油类。

③监测频率：施工前、施工期和施工结束后各进行一次监测。

（2）沉积物监测

①监测站位：选取水质监测站位中的 5、6、7、8、9、10、11 号站位，共 7 个调查站位。

②监测项目：石油类、有机碳、Pb、Hg。

③监测频率：施工前、施工期、施工结束后各进行一次监测。

（3）生态环境监测

①监测站位：选取水质监测站位中的 5、6、7、8、9、10、11 号站位，共 7 个调查站位。

②监测项目：浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼卵仔鱼。

③监测频率：施工前、施工期、施工结束后各进行一次监测。

（5）完成单位

建设单位以有偿服务的方式，委托有资质的监测部门实施监测计划。

7.3.3 运营期环境监测计划

（1）水质环境监测

①洲仔岛选取水质监测站位中 5、6、7、8、9、10、11 号站位，共 7 个调查站位。

②监测项目：水色、透明度、COD、溶解氧、无机氮、SS、石油类。

③监测频率：运营期每年进行一次（工程后 2 年内）。

（2）沉积物监测

①监测站位：选取水质监测站位中的中 5、6、7、8、9、10、11 号站位，共 7 个

调查站位。见图 7.4-2 和表 7.4-2。

②监测项目：石油类、有机碳、Pb、Hg。

③监测频率：与水质监测同步。

（3）生物监测

①监测站位：选取水质监测站位中的中 5、6、7、8、9、10、11 号站位，共 7 个调查站位。见图 7.4-2 和表 7.4-2。

②监测项目：浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼卵仔鱼、游泳动物。

③监测频率：与水质监测同步。

（4）执行单位和监督单位

通过实施运营期的环境监测计划，全面及时地掌握工程运行中的环境状况，若发现对本工程或附近水体环境不利的环境变化，应加密监测频次，并根据实际情况，制定必要的工程补救措施或环保措施；若没有发现由项目建设引起的大的冲淤变化，则可逐渐降低监测频率。运营期监测可委托有资质的监测单位具体执行，并由当地环境保护行政主管部门进行监督指导。监测单位应编制监测报告报送项目环境管理办公室及当地环境保护行政主管部门。

8 结论与建议

8.1 结论

8.1.1 项目用海基本情况

本项目位于万宁市洲仔岛北部海域，项目区域地理位置为北纬 18°38'21.236"、东经 110° 20' 37.555" ~北纬 18°38'35.871"、东经 110° 20' 37.499"。建设内容为在洲仔岛北部海域养殖东星斑和红瓜子斑成品鱼。用海类型为渔业用海（一级类）中开放式养殖用海（二级类），用海方式为开放式（一级方式）中开放式养殖用海（二级方式）。

本项目投资方案估算为 6760.00 万元，资金来源为业主自主筹措。拟申请用海面积为 33.3294ha，项目申请的用海期限为 15 年。

8.1.2 项目用海必要性结论

项目符合国家产业政策及相关涉海规划，根据《产业结构调整指导目录(2024 年本)》，项目属于鼓励类建设项目。项目建设有利于拓展养殖空间，实现海水养殖可持续发展，项目的建设有利于调整渔业产业结构，是实现产业转型升级的重要手段。

用海申请单位通过科学合理的养殖方式，不断提高养殖产量从而达到养殖东星斑、红瓜子斑成品鱼 672 万斤的规模，建设东星斑、红瓜子斑成品鱼出口示范区，为万宁市深水网箱养殖产业的发展具有促进意义，因此项目用海是十分必要的。

万宁市国家现代农业产业园深远海优质适养鱼类育繁推项目（一期）深水网箱养殖项目用海是必要的。

8.1.3 项目用海资源环境影响分析结论

根据数模分析，项目用海不会对周边水文动力及冲淤环境造成太大影响，对周边水质环境、沉积物环境、生态环境影响有限，对洲仔岛珊瑚礁生境也不太造成太大影响。项目用海对资源环境影响有限。

8.1.4 海域开发利用协调分析结论

本项目用海与周边利益相关者和利益协调责任部门具有可协调性，用海申请单位应切实落实与利益相关者达成的协调协议或方案，与需协调部门达成一致协调意见，保障用海秩序。

8.1.5 项目用海与规划符合性分析结论

项目用海符合《万宁市国土空间总体规划（2021-2035年）》《国民经济和社会发展规划第十四个“五年规划”和2035年远景目标纲要》《海南省近岸海域环境功能区划（2010年修编）》、《海南省养殖水域滩涂规划（2018-2030年）》《产业结构调整指导目录（2024年本）》等相关规划的要求。

8.1.6 项目用海合理性分析结论

项目拟申请选址海域，气象自然条件较为适宜，水文动力条件良好，无不良地质条件。项目用海面积的计算是依据设计单位提供的总平面布置图结合《海籍调查规范》（HY/T124-2009）确定的，本项目用海面积是合理的。

8.1.7 项目用海可行性结论

综上所述，本项目选址于海洋功能区划中的渔业用海区域，项目用海符合《万宁市国土空间总体规划（2021-2035年）》要求。选址区域的社会条件、自然资源、环境条件满足项目用海要求，用海平面、方式、面积、期限合理。项目建设将会对该区域用海现状和海洋生态环境带来一定的影响，在切实落实了本论证报告提出的利益协调措施、海域使用对策措施的前提下，从海域使用角度考虑，项目使用海域是可行的。