建设项目生态环境影响报告表

（生态影响类）

项目名称：陆丰市碣石湾海域金厢片区3号海洋产业园

建设单位（盖章）：陆丰市农业农村局

编制日期：2026年9月

中华人民共和国生态环境部

打印编号：1773801509000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	g0h9w6
建设项目名称	陆丰市碣石湾海域金厢片区2号海洋产业园
建设项目类别	03—004海水养殖
环境影响评价文件类型	报告表
一、建设单位情况	
单位名称（盖章）	陆丰市农业农村局
统一社会信用代码	114415810072503013
法定代表人（签章）	杨继炫
主要负责人（签字）	杨继炫
直接负责的主管人员（签字）	李华波
二、编制单位情况	
单位名称（盖章）	广东润环环境科技有限公司
统一社会信用代码	91440101MA5CYAFB54
三、编制人员情况	

1. 编制主持人

姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
陈柳琴	03520250644000000010	BH011854	

2. 主要编制人员

姓名	主要编写内容	信用编号	签字
石铁成	建设内容；生态环境影响分析；主要生态环境保护措施；生态环境保护措施监督检查清单；	BH080223	
陈柳琴	建设项目基本情况；生态环境现状、保护目标及评价标准；结论	BH011854	

建设项目环境影响报告表
编制情况承诺书

本单位广东润环环境科技有限公司（统一社会信用代码91440101MA5CYAFB54）郑重承诺：本单位符合《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》第九条第一款规定，无该条第三款所列情形，不属于（属于/不属于）该条第二款所列单位；本次在环境影响评价信用平台提交的由本单位主持编制的陆丰市碣石湾海域金厢片区2号海洋产业园项目环境影响报告书基本情况信息真实准确、完整有效，不涉及国家秘密；该项目环境影响报告书（表）的编制主持人为陈柳琴环境影响评价工程师职业资格证书管理号03520250644000000010，信用编号BH011854），主要编制人员包括 陈柳琴（信用编号BH011854）、石铁成（信用编号BH080223）（依次全部列出）等2人，上述人员均为本单位全职人员；本单位和上述编制人员未被列入《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》规定的限期整改名单、环境影响评价失信“黑名单”。

承诺单位（公章）：广东润环环境科技有限公司

2026 年 7 月 6 日

编号：S0612019174231

统一社会信用代码

91440101MA5CYAFB54

营业执照

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

名　　称 广东润环环境科技有限公司

类　　型 有限责任公司(自然人投资或控股)

法定代表人 石铁成

经营范围 专业技术服务业（具体经营项目请登录国家企业信用信息公示系统查询，网址：http://www.gsxt.gov.cn/。依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动。）

注册资本 壹仟万元（人民币）

成立日期 2019年09月16日

住　　所 广州市番禺区沙湾街西环路1502号8栋216

登记机关

2024 年 03 月 27 日

环境影响评价工程师

Environmental Impact Assessment Engineer

本证书由中华人民共和国人力资源和社会保障部、生态环境部批准颁发，表明持证人通过国家统一组织的考试，取得环境影响评价工程师职业资格。



姓　　名：陈柳琴

证件号码：

性　　别：女

出生年月：

批准日期：2025年06月15日

管 理 号：03520250644000000010

中华人民共和国
人力资源和社会保障部

中华人民共和国
生态环境部

仅用于投标或商务使用

编 制 人 员 承 诺 书

本人 陈柳琴 （身份证件号码：　　）郑重承诺：本人在 广东润环环境科技有限公司 单位（统一信用代码 91440101MA5CYAFB54 ）全职工作，本次在环境影响评价信用平台提交的下列第 4 项相关情况信息真实准确、完整有效。

1. 首次提交基本情况信息
2. 从业单位变更的
3. 调离从业单位的
4. 建立诚信档案后取得环境影响评价工程师职业资格证书的
5. 编制单位终止的
6. 被注销后从业单位变更的
7. 被注销后调回原从业单位的
8. 补正基本情况信息

承诺人(签字)：陈柳琴

2026 年 7 月 6 日

20260706580727246l

广东省社会保险个人参保证明

该参保人在广州市参加社会保险情况如下：

姓名	陈柳琴	证件号码	
参保险种情况			

参保起止时间			单位	参保险种		
				养老	工伤	失业
202501	-	202606	广州市:广东润环环境科技有限公司	18	18	18
截止			2026-07-06 10:10 ，该参保人累计月数合计	实际缴费18个月，缓缴0个月	实际缴费18个月，缓缴0个月	实际缴费18个月，缓缴0个月

网办业务专用章

备注：

1.本《参保证明》标注的“缓缴”是指：《转发人力资源社会保障部办公厅 国家税务总局办公厅关于特困行业阶段性实施缓缴企业社会保险费政策的通知》（粤人社规〔2022〕11号）、《广东省人力资源和社会保障厅 广东省发展和改革委员会 广东省财政厅 国家税务总局广东省税务局关于实施扩大阶段性缓缴社会保险费政策实施范围等政策的通知》（粤人社规〔2022〕15号）等文件实施范围内的企业申请缓缴三项社保费单位缴费部分。

2.此证明右上角的条形码18位数字为验伪码，可通过广东省人力资源和社会保障厅网上服务平台自助验证，具体路径为：ggfw.hrss.gd.gov.cn/gdggfw/index，选择其他-综合服务-自助打印单据验证。

证明机构名称（证明专用章）　　证明时间　2026-07-06 10:10

编 制 人 员 承 诺 书

本人 石铁成 （身份证件号码：　　）郑重承诺：本人在 广东润环环境科技有限公司 单位（统一信用代码 91440101MA5CYAFB54 ）全职工作，本次在环境影响评价信用平台提交的下列第 1 项相关情况信息真实准确、完整有效。

1. 首次提交基本情况信息
2. 从业单位变更的
3. 调离从业单位的
4. 建立诚信档案后取得环境影响评价工程师职业资格证书的
5. 编制单位终止的
6. 被注销后从业单位变更的
7. 被注销后调回原从业单位的
8. 补正基本情况信息

承诺人(签字)：

2026 年 7 月 6 日

2026070669627755OO

广东省社会保险个人参保证明

该参保人在广州市参加社会保险情况如下：

姓名	石铁成	证件号码	
参保险种情况			

参保起止时间			单位	参保险种		
				养老	工伤	失业
202501	-	202606	广州市:广东润环环境科技有限公司	18	18	18
截止			2026-07-06 10:29 ，该参保人累计月数合计	实际缴费18个月，缓缴0个月	实际缴费18个月，缓缴0个月	实际缴费18个月，缓缴0个月

网办业务专用章

备注：

1.本《参保证明》标注的“缓缴”是指：《转发人力资源社会保障部办公厅 国家税务总局办公厅关于特困行业阶段性实施缓缴企业社会保险费政策的通知》（粤人社规〔2022〕11号）、《广东省人力资源和社会保障厅 广东省发展和改革委员会 广东省财政厅 国家税务总局广东省税务局关于实施扩大阶段性缓缴社会保险费政策实施范围等政策的通知》（粤人社规〔2022〕15号）等文件实施范围内的企业申请缓缴三项社保费单位缴费部分。

2.此证明右上角的条形码18位数字为验伪码，可通过广东省人力资源和社会保障厅网上服务平台自助验证，具体路径为：ggfw.hrss.gd.gov.cn/gdggfw/index，选择其他-综合服务-自助打印单据验证。

证明机构名称（证明专用章）　　证明时间　2026-07-06 10:29

目　录

一、建设项目基本情况 1
二、建设内容 24
三、生态环境现状、保护目标及评价标准 57
四、生态环境影响分析 107
五、主要生态环境保护措施 145
六、生态环境保护措施监督检查清单 158
七、结论 160
附表 海洋环境影响评价自查表 161
附录 164
附录 I 浮游植物种类名录 164
附录 II 浮游动物种类名录 168
附录 III 底栖生物种类名录 171
附录 IV 潮间带生物种类名录 173
附录 V 渔业资源种类名录 174
附图 176
附图 1 项目地理位置图 176
附图 2 项目平面布置图 177
附图 3 项目周边开发利用现状图 178
附图 4 生态环境敏感目标分布图 179
附图 5 现状监测站位分布图 180
附图 6 跟踪监测站位分布图 181
附件 182
附件 1 环评委托书 182
附件 2 项目备案证 183
附件 3 海洋环境现状检测报告（封面） 184

一、建设项目基本情况

建设项目名称	陆丰市碣石湾海域金厢片区 2 号海洋产业园		
项目代码	2509-441581-04-01-956126		
建设单位联系人	王少雄	联系方式	13322676777
建设地点	广东省陆丰市金厢镇金厢角西侧对开海域约 4 公里的海域		
地理坐标	（ 115 度 40 分 34.923 秒， 22 度 48 分 56.491 秒）		
建设项目行业类别	三、渔业 04 海水养殖 0411	用海面积（公顷）	48.0000
建设性质	☑新建（迁建） ☐改建 ☐扩建 ☐技术改造	建设项目申报情形	☑首次申报项目 ☐不予批准后再次申报项目 ☐超五年重新审核项目 ☐重大变动重新报批项目
项目审批（核准/备案）部门（选填）	/	项目审批（核准/备案）文号（选填）	/
总投资（万元）	9403.93	环保投资（万元）	85
环保投资占比（%）	0.9	施工工期	14 个月
是否开工建设	☑否 ☐是：_____		
专项评价设置情况	本项目距离汕尾市碣石湾鳐鱼长毛对虾国家级水产种质资源保护区约 42m，按照《建设项目环境影响报告表编制技术指南（生态影响类）（试行）》中表 1 的要求，项目环境影响范围涵盖环境敏感区，需开展生态专项评价。		
规划情况	项目所依据的专项规划主要为： （一）《广东省养殖水域滩涂规划（2021—2030 年）》，广东省农业农村厅，粤农农〔2021〕354 号； （二）《广东省现代化海洋牧场发展总体规划（2023—2035 年）》，广东省人民政府，粤府函〔2024〕237 号；		

	（三）《汕尾市现代化海洋牧场建设规划（2024-2035 年）》，汕尾市农业农村局，汕府函〔2025〕4 号； （四）《汕尾市海洋养殖发展规划（2021—2030 年）》，汕尾市农业农村局，汕农农〔2021〕263 号； （五）《汕尾市养殖水域滩涂规划（2018—2030 年）》，汕尾市农业农村局，汕农农〔2019〕140 号； （六）《陆丰市养殖水域滩涂规划（2018—2030 年）》，陆丰市农业农村局，陆农农函〔2019〕8 号。
规划环境影响评价情况	无
规划及规划环境影响评价符合性分析	**（一）《广东省养殖水域滩涂规划（2021—2030 年）》** 根据《广东省养殖水域滩涂规划（2021—2030 年）》，将全省水域滩涂规划分为禁养区、限养区、养殖区三个一级区。其中禁养区是指在一定范围内禁止任何单位和个人进行水产养殖的区域；限制养殖区指在一定区域内需要限制水产养殖规模、密度或需要限制水域滩涂养殖证发放的区域；养殖区是符合《广东省海洋功能区划》和生态保护红线等管控要求，根据水域滩涂承载力和经济社会发展状况可以开展养殖活动的备选空间。 根据《广东省养殖水域滩涂规划（2021—2030 年）》中各基本功能区类型的分布情况，项目属于海域养殖区。 养殖区管制措施为：①优化养殖空间格局：以传统养殖区为依托，充分发挥各地水域养殖滩涂优势，优化海水和淡水养殖空间格局，形成全省现代养殖新格局。粤东特色养殖区，包括汕头、潮州、揭阳、汕尾等 4 个地市。实施减量增收，坚持绿色发展，建设集约生态养殖示范区，重点推进汕尾、南澳－饶平等海洋增养殖基地建设。②强化养殖生产管理。养殖区内符合规划的养殖项目，应当科学确定养殖密度，完善环保审批、验收、排污许可等手续，水产养殖用水应当符合《渔业水质标准》（GB11607-1989）要求，合理投饵和使用药物，配套排放水处理设备设施，防止造成水域的环境污染，养殖生产应符合《水产养殖质量安全管理规定》的有关要求。

执行国家和省有关水产品养殖饲料、药剂使用的规定，依法规范、限制抗生素、激素类化学药品的使用。必要时布设海上水产养殖区专用航标。③转变养殖方式。推广健康养殖模式，促进渔业发展由注重产量增长转向注重质量效益，由注重物质投入转向注重科技进步。④完善养殖审批管理。

符合性分析：①根据与《广东省养殖水域滩涂规划（2021—2030 年）》叠图可知，项目位于广东省汕尾市陆丰市碣石湾，属于碣石湾养殖区，养殖采用网箱养殖，属绿色养殖模式，符合规划要求；②项目养殖密度合理，根据海水水质调查结果，项目所在海域水质均符合《渔业水质标准》要求，符合规划要求；③项目有利于促进养殖集约化、智能化，项目营运期间建设单位将控制养殖密度和养殖规模，采用科学的养殖方法，如此对水质和沉积物质量影响很小。且养殖区采用深水网箱养殖，网箱设置的间距较大，可保证网箱养殖区的潮流畅通，符合健康养殖模式，有利于发展深蓝渔业。

综上，项目与《广东省养殖水域滩涂规划（2021—2030 年）》是相符的。



图 1-1　项目与《广东省养殖水域滩涂规划（2021—2030 年）》位置关系示意图

（二）与《广东省现代化海洋牧场发展总体规划（2023—2035年）》符合性分析

《广东省现代化海洋牧场发展总体规划（2023—2035 年）》（下称《规

	划》）2024 年 11 月 19 日由广东省农业农村厅印发，《规划》提出的总体要求：立足广东省资源禀赋，发挥科技、产业和人才优势，推动高标准建设一批技术水平先进、辐射带动能力强、示范效应突出的现代化海洋牧场，打造岸海有机协作、全链深度拓展的海洋渔业发展新格局。 《规划》提出打造“三带二十区”总体发展格局，其中深远海规模化养殖带以 10 米等深线以深或离岸（大陆及有居民海岛岸线）3 千米以上的深远海养殖区为主体，重点布局重力式网箱、桁架类网箱及养殖平台等大型渔业装备，以园区化管理和标准化服务为特点，是集中开展规模化养殖活动的海域空间和产业载体。大力推广深远海装备型养殖。推广抗风浪能力强、高海况下适渔性好的养殖装备，根据水深、风浪、潮流等海况条件科学布设重力式网箱，坐底式、升降式、漂浮式桁架类网箱及养殖平台。 本项目拟采用深水重力式网箱养殖，养殖品种主要包括石斑鱼、金鲳鱼、褐蓝子鱼等，本项目深水网箱选址和布局科学，采用较先进的养殖设施和技术，可以有效减小养殖活动对周边海洋环境的影响。 因此本项目建设内容、选址布局、养殖模式及用海方式均与《广东省现代化海洋牧场发展总体规划（2023—2035 年）》的总体要求、空间布局、产业方向和生态原则高度相符，符合《规划》要求。 **（三）与《汕尾市海洋养殖发展规划（2021—2030年）》符合性分析** 《汕尾市海洋养殖发展规划（2021—2030 年）》的发展目标提出重点培育深水网箱养殖产业集聚区，构建海水鱼类和对虾两条百亿级产业链，创造产业要素集聚、资源高度集约的产业生态。本规划海域划分为动态保护区、适宜利用区、养殖保留区，其中适宜利用区是指水体交换能力较强，水质状况良好，适宜开展各种形式养殖活动的海域。

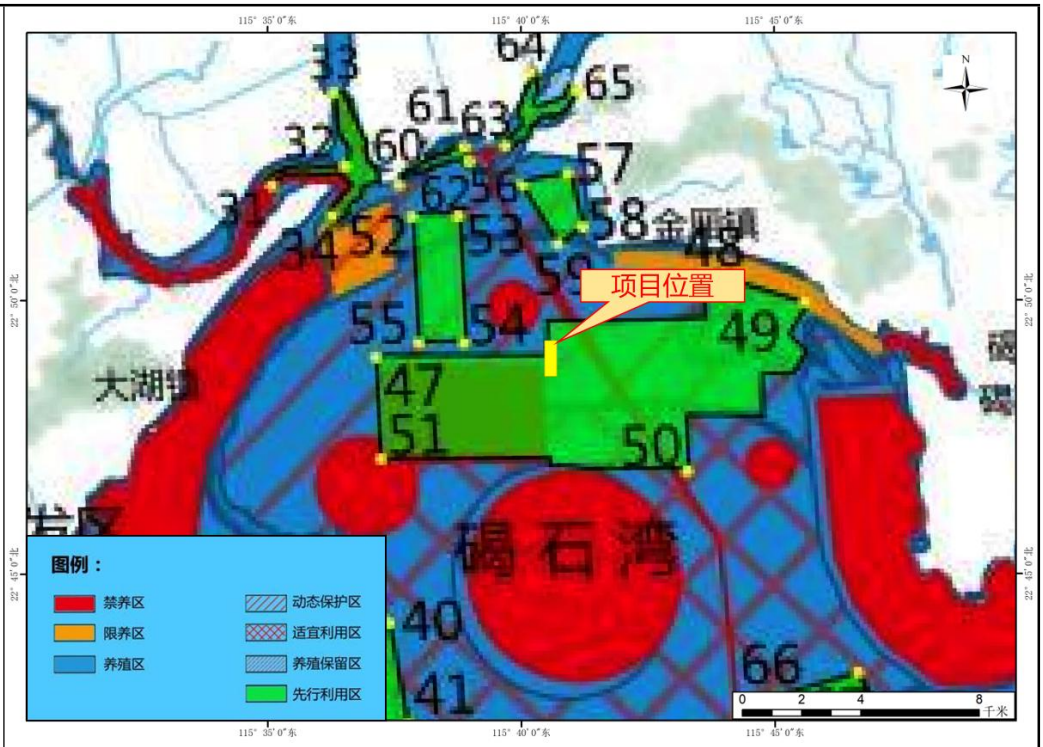


图 1-2　项目位置与《汕尾市海洋养殖发展规划（2021—2030 年）》叠图

由图 1-2 可知，项目位于先行利用区。项目属于开放式海洋养殖活动，因此，项目建设内容符合规划对项目所在海域的定位要求；项目养殖方式为深海网箱养殖，养殖品种以海水鱼类为主，属于规划构建的主导养殖品系之一，符合汕尾市海洋养殖发展目标。综上，项目建设符合《汕尾市海洋养殖发展规划（2021—2030 年）》的要求。

（四）与《汕尾市现代化海洋牧场建设规划（2024-2035 年）》符合性分析

项目位于《汕尾市现代化海洋牧场建设规划（2024-2035）》推动高效联动区域分工中提到的碣石湾渔工旅联合发展区。

碣石湾渔工旅联合发展区总体定位是以碣石湾渔工旅联合发展区统筹陆丰西部沿海镇街，开展现代化海洋牧场建设。以碣石渔港为中心，协同乌坎、金厢等渔港，作为陆丰西岸海水养殖的陆基支撑。整合海域滩涂资源，联合种苗繁育、海工基地、滨海旅游等特色基础，打造碣石湾海工渔旅联合发展区。

发展路径为在碣石镇东南海域利用开阔的海洋空间着力发展重力式网箱养殖，结合金厢—碣石滨海旅游示范带建设，发展具有旅游功能的桁架

	类养殖平台，实现渔旅融合发展。以渔业生态环境管护、渔业生态资源保育为重点发展，加快建设金厢南海域国家级海洋牧场示范区人工鱼礁区，在近浅海适当开展底播式、投礁式等增殖活动，发展紫菜、鲍鱼、海马等品种增殖。 发展重点任务涉及建设石斑鱼、鲈鱼、三倍体牡蛎、小青龙、海马等特色海产品种苗基地和科研实验、科技培训等项目集产学研于一体的种业产业园，推进建成陆丰现代海洋渔业种业产业园项目。建设碣石现代化海洋牧场加工基地，推动海产品初深加工产业转型升级。以碣石镇现有交易市场为基础，构建碣石渔业原产仓综合服务基地，推动补齐港口流通加工、区域分拣分拨、城市配送等功能设施，提高鲜活交易、批发功能，构建与港口、铁路、高速等交通枢纽紧密连接的海产品物流网络。 项目属于开放式海洋养殖活动，拟开展重力式网箱养殖，主要养殖品种为汕尾海域常见的主要经济种，主要包括石斑鱼、金鲳鱼、褐蓝子鱼等，属于规划构建的主导养殖品系，符合《汕尾市现代化海洋牧场建设规划（2024-2035）》的发展任务。本项目深水网箱选址和布局科学，采用较先进的养殖设施和技术，可以有效减小养殖活动对周边海洋环境的影响；项目施工期及运营期产生的生活污水、垃圾及废弃物品等均统一收集，不排海，养殖期间按要求开展海洋环境监测，合理设置养殖密度，符合完善污染防治设施建设的要求。 综上所述，项目的建设符合《汕尾市现代化海洋牧场建设规划（2024-2035）》发展要求。



图 1-3a　项目位置与《汕尾市现代化海洋牧场建设规划（2024-2035 年）》叠图



图 1-3b　选址布局局部放大示意图

（五）与《汕尾市养殖水域滩涂规划（2018—2030 年）》符合性分析

《汕尾市养殖水域滩涂规划（2018—2030 年）》将全市水域滩涂划分为三类：禁止养殖区、限制养殖区和养殖区，其中养殖区分为海水养殖区和淡水养殖区。规划提出陆丰市重点发展品种如对虾、石斑鱼、卵形鲳鲹、

牡蛎、珍珠贝、海胆等。规划要求各养殖功能区的常规管理措施包括：（一）严格管理养殖网箱。网箱设计、布局、经营模式等均按照统一规划布置，由各县（市、区）人民政府核发养殖许可证，予以规范管理。网箱生活污水、垃圾及废弃物品纳入管理范围，严格控制管理。（二）开展无公害养殖。从事水产养殖的单位或个人必须做好生产记录，养殖过程中所使用的饲料和药品必须符合无公害养殖标准，严禁施用对人体有害的鱼药和高毒、高残留的农药。（三）加强环境监控。定期监测水质、底质，养殖废水排放必须符合《淡水池塘养殖水排放要求》（SC/T 9101-2007）和《海水养殖水排放要求》（SC/T 9103-2007），根据环境的评估结果，调节养殖规模，实现养殖的动态控制……

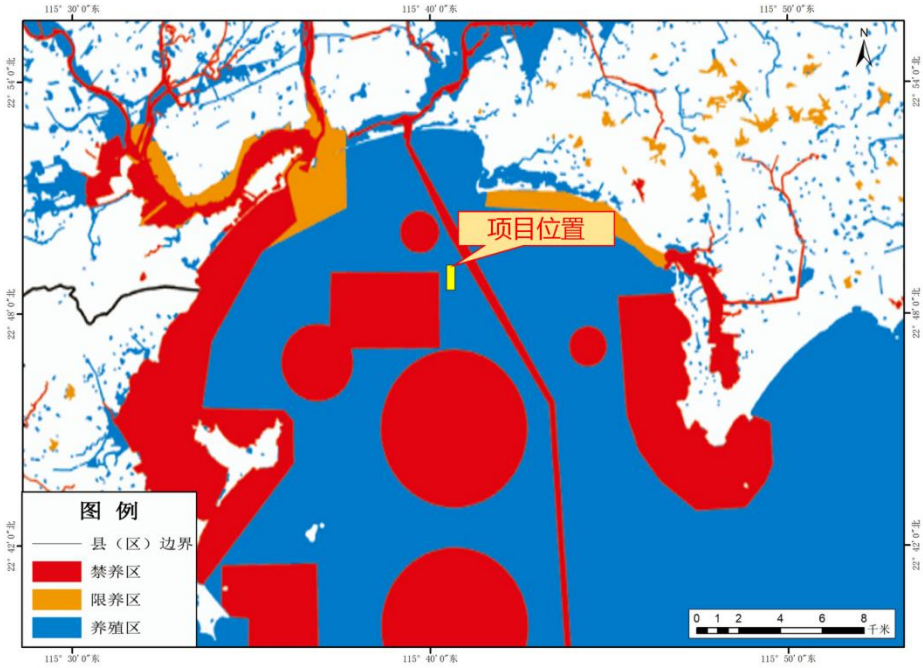
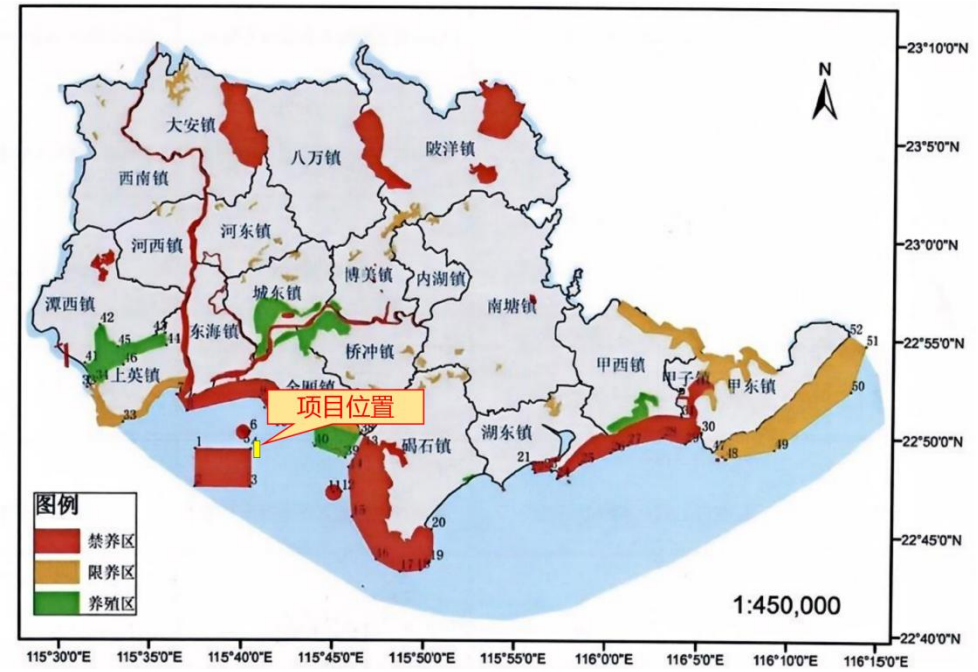


图 1-4　项目位置与《汕尾市养殖水域滩涂规划（2018—2030 年）》叠图

项目为深水网箱养殖项目，选址位于陆丰市碣石湾，由图1-4可知，项目选址位于规划的养殖区，因此项目建设内容与规划功能定位相符；项目养殖过程中采用较先进的养殖设施和技术，可以有效减小养殖活动对周边海洋环境的影响；项目施工期及运营期产生的生活污水、垃圾及废弃物品等均统一收集，不排海，养殖期间按要求开展海洋环境监测，合理设置养殖密度，符合养殖区常规管理措施要求。

综上，项目建设符合《汕尾市养殖水域滩涂规划（2018—2030 年）》

	的要求。 **（六）与《陆丰市养殖水域滩涂规划（2018—2030 年）》符合性分析** 《陆丰市养殖水域滩涂规划（2018—2030 年）》将养殖水域滩涂功能区分为禁止养殖区、限制养殖区和养殖区，规划重点发展品种如对虾、石斑鱼、卵形鲳鲹、牡蛎、珍珠贝、海胆等，提出养殖功能区常规管理措施包括开展无公害养殖，即从事水产养殖的单位或个人必须做好生产记录，养殖过程中所使用的饲料和药品必须符合无公害养殖标准，严禁施用对人体有害的鱼药和高毒、高残留的农药；加强环境监控，包括定期监测水质、底质，根据环境的评估结果，调节养殖规模，实现养殖的动态控制。  **图 1-5　项目位置与《陆丰市养殖水域滩涂规划（2018—2030 年）》叠图** 项目选址不涉及规划划定的禁止养殖区和限制养殖区（见图 1-5）。项目养殖品种包括石斑鱼、金鲳鱼、褐蓝子鱼等，其中石斑鱼属于陆丰市养殖重点发展品种，本项目作为海水养殖项目，工程建设及营运期间均不会产生有毒有害物质，不存在重大危险源，与《规划》中对于养殖区的管理要求相符。综上，项目建设符合《陆丰市养殖水域滩涂规划（2018—2030 年）》的要求。
其他符合性分析	**（一）与产业政策的符合性分析** 项目建设内容为在海域进行开放式养殖活动，根据《产业结构调整指

导目录（2024 年本）》（2023 年 12 月 27 日通过），项目属于鼓励类“一、农林牧渔业 14．现代畜牧业及水产生态健康养殖：畜禽标准化规模养殖技术开发与应用，农牧渔产品绿色生产技术开发与应用，畜禽养殖废弃物处理和资源化利用（畜禽粪污肥料化、能源化、基料化和垫料化利用，病死畜禽无害化处理），远洋渔业、人工鱼礁、渔政渔港工程、绿色环保功能性渔具示范与应用，新能源渔船，淡水与海水健康养殖及产品深加工，淡水与海水渔业资源增殖与保护，海洋牧场”中的**海洋牧场**。

本项目为渔业养殖，不属于《市场准入负面清单（2025 年版）》限制准入和禁止类项目，为允许准入类项目，符合规定要求。

因此，项目属于鼓励类建设项目，项目的建设符合国家产业政策。

（二）与国土空间规划的符合性分析

1. 与《广东省国土空间规划（2021-2035年）》符合性分析

《广东省国土空间规划（2021—2035年）》提出：“按照耕地和永久基本农田、生态保护红线、城镇开发边界的优先序统筹划定落实三条控制线，把三条控制线作为调整经济结构、规划产业发展、推进城镇化不可逾越的红线。以三条控制线分别围合的空间为重点管控区域，统筹发展和安全，统筹资源保护利用，优化农业、生态、城镇等各类空间布局”“广东省要充分发挥海洋作为高质量发展的战略要地作用，陆海统筹推进海洋空间保护与利用，加强海岸带综合管理，维护绿色安全海洋生态，打造现代化沿海经济带，全面建设海洋强省”。

根据《广东省国土空间规划（2021-2035年）》的“三区三线”成果（图1-6），项目选址不涉及城镇开发边界、永久基本农田及生态保护红线，项目建设符合“三区三线”成果管控要求。项目采用深水网箱养殖方式，利用海域天然环境进行养殖，养殖规模小，养殖污染物排放对项目所在及附近海域的生态环境产生影响很小，对项目周边生态保护红线的影响可接受，不会引起周边生态保护红线的生态环境恶化，不会对生态保护红线的保护及管理造成阻碍，因此，项目建设符合《广东省国土空间规划（2021—2035年）》中的强化底线约束和空间管控要求。项目建设有利于汕尾渔业增养

殖发展，创造更多的就业机会，促进汕尾市现代渔业转型升级，助力汕尾市现代化海洋牧场高质量发展。

因此，项目与《广东省国土空间规划（2021—2035 年）》是相符合的。

图 1-6　项目位置与“三区三线”成果叠图

2. 与《广东省海岸带及海洋空间规划（2021－2035 年）》符合性分析

根据《广东省海岸带及海洋空间规划（2021－2035 年）》，为了严格海岸线管控和合理保障海岸带生态、生产、生活空间，划定了海域“三线”和海域“三区”。其中海域“三线”分为严格保护岸线、限制开发岸线和优化利用岸线等，海域“三区”为生态保护区、生态控制区和海洋发展区。

由图 1-6 可知，项目位于规划中的海洋发展区中的碣石湾近岸渔业用海区，渔业用海区管控要求有 3 个方面，空间准入：渔业用海区允许渔业基础设施建设、养殖和捕捞生产等渔业利用，可兼容不影响渔业用海区基本功能的用海类型，鼓励开放式养殖、捕捞生产等空间的立体利用。利用方式要求：除渔业基础设施和海岸防护工程外，严格限制改变海域自然属性。生态保护要求：积极防治海水污染，禁止在渔业用海区内进行有碍渔业生产或污染水域环境的活动。鼓励推广发展生态养殖模式，合理规划养殖规模、密度和结构，保障渔业资源可持续发展。

项目与碣石湾近岸渔业用海区的符合性分析见表 1-1。

表 1-1　项目用海与碣石湾近岸渔业用海区的符合性分析

管控要求	管控要求	用海分析	相符性
空间准入	1.允许渔业基础设施、增养殖、捕捞等用海；	项目开展增养殖活动，用海类型为渔业用海。项目的建设不影响军事用海及军事设施安全。	相符
	2.可兼容固体矿产用海、可再生能源、海底电缆管道、航运、路桥隧道、风景旅游、文体休闲娱乐、科研教育、海洋保护修复及海岸防护工程等用海；		
	3.探索推进海域立体分层设权，增养殖、捕捞、海底电缆管道、航运、路桥隧道等用海空间可立体利用；		
	4.优先保障军事用海及军事设施安全。		
利用方式	1.允许适度改变海域自然属性；	项目为海水养殖项目，养殖活动对海域自然属性影响较小，不占用海岸线、不侵占航道、渔港及锚地，项目的建设对河口防洪纳潮基本无影响。	相符
	2.优化渔港平面布局，鼓励构筑物采用透水方式建设，降低对周边海域水动力的影响；		
	3.禁止养殖活动侵占渔港进出港航道及影响渔港正常运营；		
	4.严格控制河口海域的围海养殖，维护河口防洪纳潮功能。		
保护要求	1.积极防治海水污染，禁止在渔业用海区内进行有碍渔业生产或污染水域环境的活动；鼓励推广发展生态养殖模式，合理规划养殖规模、密度和结构，保障渔业资源可持续发展；	项目为海洋开放式养殖项目，养殖规模小，养殖污染物排放基本不会对项目所在及附近海域的生态环境产生影响，养殖产品属于陆丰市养殖重点发展品种，项目按照相关养殖技术规范合理设置养殖密度。项目不占用自然岸线，严格保护岸线、不占用海岛资源、基岩岸滩、砂质海岸、盐沼和淤泥质岸滩等。	相符
	2.切实保护严格保护岸线；		
	3.严格保护岸线所在的潮间带区域，以保护修复目标为主，保障潮间带自然特征不改变、面积不减少、生态功能不降低；		
	4.保护和合理利用无居民海岛资源；		
	5.保护基岩岸滩、砂质海岸、盐沼、淤泥质岸滩及其生境。		

项目采用深水网箱养殖，养殖设施比较简单，养殖过程中产生的船舶污水（含油污水、工作人员生活污水）、生活垃圾等均要求收集后上岸妥

善处置，不排海。因此，项目与《广东省海岸带及海洋空间规划（2021－2035 年）》的规划要求相符。



图 1-7a　项目用海与广东省海岸带分区发展及管控规划位置关系图

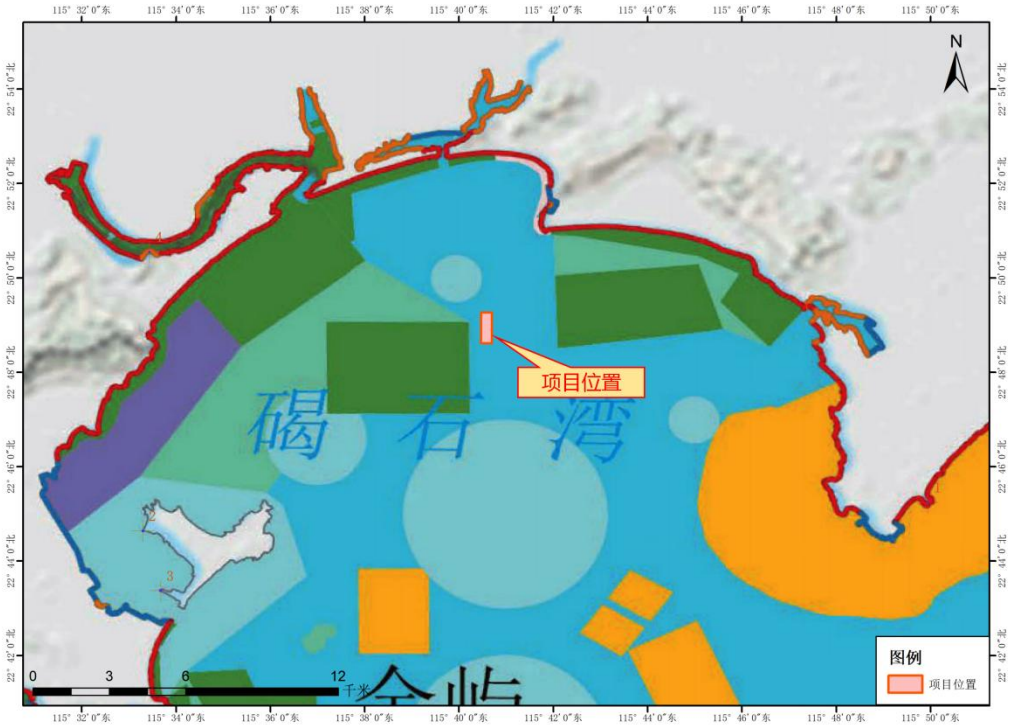


图 1-7b　项目用海与广东省海岸带分区发展及管控规划位置关系—放大图

<table>
<tr><td colspan="2">名称</td><td colspan="2">碣石湾近岸渔业用海区</td><td>代码</td><td>610-081</td><td rowspan="4">功能区位置图
</td></tr>
<tr><td colspan="2">分区类型</td><td colspan="2">渔业用海区</td><td>位置</td><td>经度：115° 41′ 19.518″ E
纬度：22° 47′ 35.783″ N</td></tr>
<tr><td colspan="2">地理范围</td><td colspan="4">汕尾市陆丰市风车岛东部至碣石湾海域</td></tr>
<tr><td rowspan="4">空间资源现状</td><td>岸线长度（千米）</td><td colspan="4">34.6885</td></tr>
<tr><td>潮间带面积（公顷）</td><td colspan="4">552.2949</td></tr>
<tr><td>海域面积（公顷）</td><td colspan="4">13737.5297</td></tr>
<tr><td>海岛数量（个）</td><td>有居民海岛</td><td>0</td><td>无居民海岛</td><td>9</td></tr>
<tr><td colspan="2">开发利用现状</td><td colspan="4">1.建有锚地；
2.建有乌坎码头及其避风港；
3.海湾内存在现状养殖。</td><td rowspan="4">功能区空间范围图
</td></tr>
<tr><td rowspan="3">岸线类型</td><td>严格保护岸段</td><td rowspan="3">位置（岸段序号）</td><td>44150153, 44150154, 44150155, 44150173, 44150108, 44150110, 44150131, 44150128</td><td rowspan="3">长度（千米）</td><td>6.3189</td></tr>
<tr><td>限制开发岸段</td><td>44150172, 44150171, 44150166, 44150165, 44150164, 44150163, 44150162, 44150161, 44150160, 44150159, 44150158, 44150157, 44150156, 44150132, 44150130, 44150129, 44150127, 44150126, 44150125, 44150124, 44150123, 44150122, 44150121, 44150115, 44150114, 44150113, 44150112, 44150111, 44150109</td><td>23.9398</td></tr>
<tr><td>优化利用岸段</td><td>44150116, 44150170, 44150117, 44150118, 44150119, 44150120</td><td>4.4298</td></tr>
<tr><td colspan="2">有居民海岛主体功能</td><td colspan="4">——</td></tr>
<tr><td rowspan="3">无居民海岛（名称）</td><td>生态保护区内</td><td colspan="4">四方礁、麒麟礁、牛头礁、新剑牙礁、头干岛、象石礁、候涌礁、滨毛头、滨毛礁</td></tr>
<tr><td>生态控制区内</td><td colspan="4">——</td></tr>
<tr><td>海洋发展区内</td><td colspan="4">——</td></tr>
<tr><td rowspan="4">管控要求</td><td>空间准入</td><td colspan="4">1.允许渔业基础设施、增养殖、捕捞等用海；
2.可兼容固体矿产用海、可再生能源、海底电缆管道、航运、路桥隧道、风景旅游、文体休闲娱乐、科研教育、海洋保护修复及海岸防护工程等用海；
3.探索推进海域立体分层设权，增养殖、捕捞、海底电缆管道、航运、路桥隧道等用海空间可立体利用；
4.优先保障军事用海及军事设施安全。</td></tr>
<tr><td>利用方式</td><td colspan="4">1.允许适度改变海域自然属性；
2.优化渔港平面布局，鼓励构筑物采用透水方式建设，降低对周边海域水动力的影响；
3.禁止养殖活动侵占渔港进出港航道及影响渔港正常运营；
4.严格控制河口海域的围海养殖，维护河口防洪纳潮功能。</td></tr>
<tr><td>保护要求</td><td colspan="4">1.积极防治海水污染，禁止在渔业用海区内进行有碍渔业生产或污染水域环境的活动；鼓励推广发展生态养殖模式，合理规划养殖规模、密度和结构，保障渔业资源可持续发展；
2.切实保护严格保护岸线；
3.严格保护岸线所在的潮间带区域，以保护修复目标为主，保障潮间带自然特征不改变、面积不减少、生态功能不降低；
4.保护和合理利用无居民海岛资源；
5.保护基岩岸滩、砂质海岸、盐沼、淤泥质岸滩及其生境。</td></tr>
<tr><td>其他要求</td><td colspan="4">——</td></tr>
</table>

图 1-8　《广东省海岸带及海洋空间规划（2021—2035 年）》功能区登记表

3. 与《汕尾市国土空间总体规划（2021—2035年）》符合性分析

项目位于陆丰市碣石湾，根据图 1-9 可知，项目位于《汕尾市国土空间总体规划（2021—2035 年）》规划中的渔业用海区。《汕尾市国土空间总体规划（2021—2035 年）》对海洋发展空间用海做出指引，其中渔业用海区的用海指引为：采用“分类管理+用海准入”的方式进行管理；集约节约利用岸线和海域空间，控制养殖密度和规模；保护重要渔业品种产卵场、索饵场、越冬场、洄游通道；防治海水养殖污染，防范外来物种侵害，保持海洋生态系统结构与功能的稳定。

本项目深水网箱主要养殖品种为汕尾海域常见的主要经济种，主要包括石斑鱼、金鲳鱼、褐蓝子鱼等，基本不会产生外来物种入侵的风险。项目为海上开放式养殖，不占用岸线，根据相关规范设计和控制养殖数量，做到集约节约利用海域且合理控制养殖密度和规模，符合指引要求。

因此，项目的建设与《汕尾市国土空间总体规划（2021—2035年）》是相符合的。

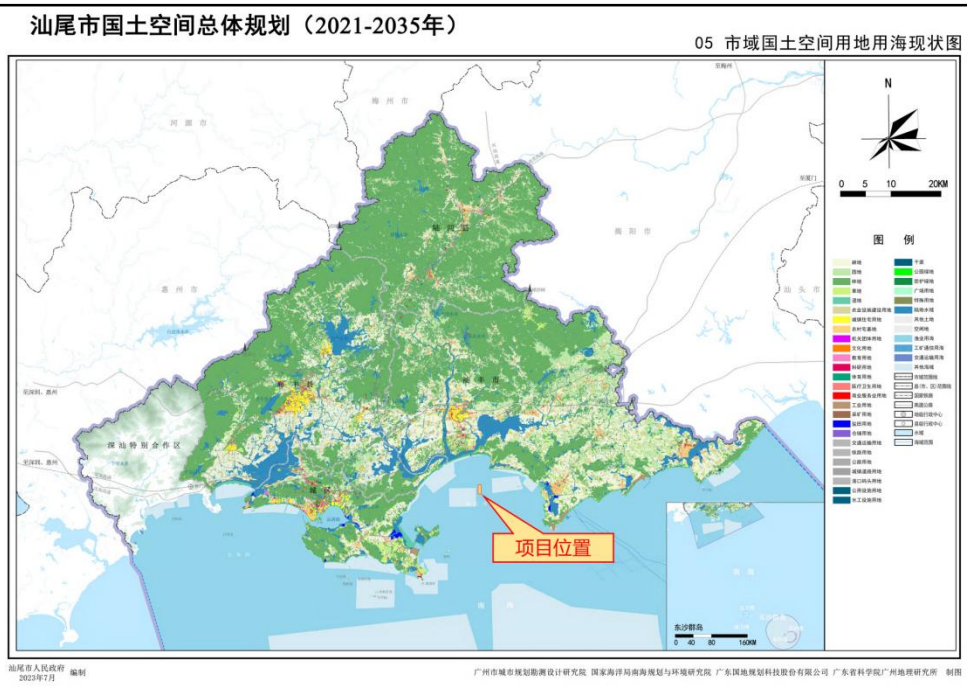


图 1-9　项目位置与《汕尾市国土空间总体规划（2021—2035 年）》叠图

4. 与《陆丰市国土空间总体规划（2021—2035 年）》符合性分析

《陆丰市国土空间总体规划（2021—2035年）》第25条提出建设“一带一心五区”的农业空间格局，其中“一带”为沿海渔业综合示范带：在碣石湾、三甲沿海城镇，结合现状已建的渔港，重点发展远洋捕捞、海水养殖、水产品深加工业，大力发展“海洋渔业+旅游”，积极发展文化娱乐型、观光体验型、展示教育型等多元化现代休闲农业旅游。第66条提出“科学合理开发利用海洋”：依据海洋生态功能评价，结合用海需求，划定海域利用发展分区。按照合理开发、集约节约、高端发展、永续利用的原则，结合陆丰市海洋开发利用现状和发展需求，将海洋发展空间进一步划分为渔业用海区、工矿通信用海区、交通运输用海区、游憩用海区、特殊用海区。开发利用范围内采用“分区管理+用海准入”管理方式，严禁布局国家产业政策淘汰类、限制类项目，严格限制开展对海洋生态环境、海洋经济生物繁殖生长有较大影响的开发活动。海域利用区的污水和生活垃圾必须科学处置、达标排放，禁止直接排入海域，减少对海域环境的污染。

项目选址位于陆丰市碣石湾，属于“一带一心五区”中的一带，项目建设内容为开放式养殖，属于重点发展的海水养殖业。根据图1-10可知，项目位于规划的渔业用海区，项目建设内容与规划功能相适宜；由前文分

析可知，项目属于《产业结构调整指导目录（2024年本）》中的鼓励类项目；项目采用深水网箱养殖，养殖设施比较简单，养殖过程中产生的船舶污水（含油污水、工作人员生活污水）、生活垃圾等均要求收集后上岸妥善处置，不排海。

因此，项目与《陆丰市国土空间总体规划（2021—2035年）》对该区的功能定位、发展方向及布局要求相符。

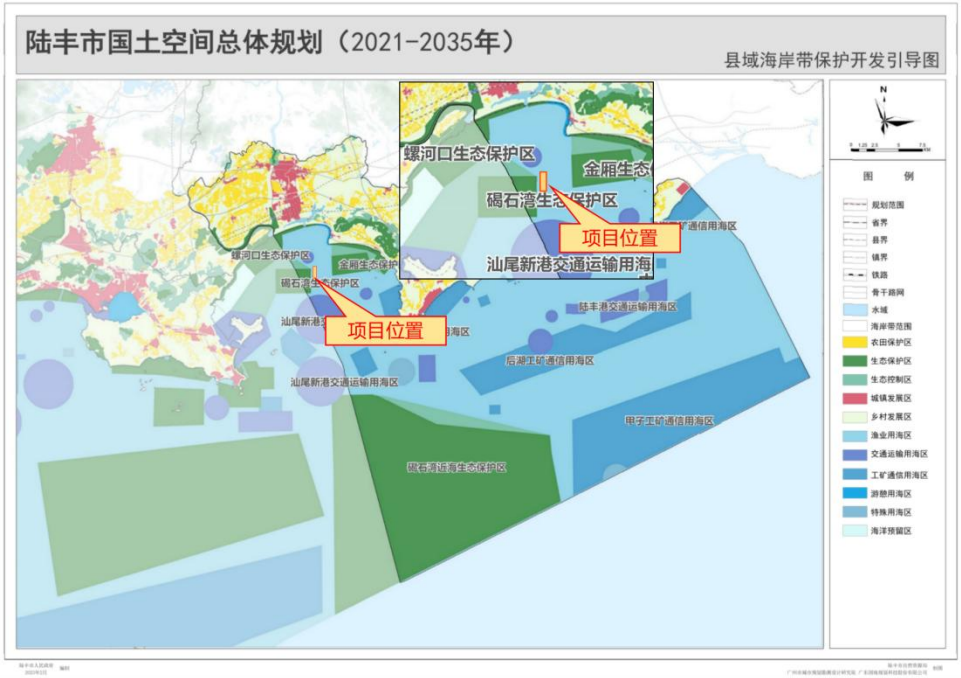


图 1-10　项目位置与陆丰市国土空间规划开发引导图叠图

（三）与生态环境分区管控的符合性分析

根据《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（粤府〔2020〕71 号）及《汕尾市生态环境局关于印发<汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案（修订版）>的通知》（汕环〔2024〕154 号），项目与**生态环境分区管控**相关规定的相符性分析如下：

1. 与生态保护红线的符合性分析

根据自然资源部办公厅发布的《关于北京等省（区、市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》，“三区三线”划定成果作为项目建设用地用海的依据。根据《自然资源部、生态环境部、国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》，规范管控生态保护红线范围内对生态功能不造成破坏的有限人为活动。生态保护

红线是国土空间规划中的重要管控边界，生态保护红线内自然保护地核心保护区外，禁止开发性、生产性建设活动，在符合法律法规的前提下，仅允许部分对生态功能不造成破坏的有限人为活动。

根据图1-6可知，项目用海范围不占用生态保护红线，项目周边海域的生态保护红线主要有：碣石湾长毛对虾重要渔业资源产卵场（项目西侧约0.4km）、金厢重要渔业资源产卵场（项目东侧约2.4km）。本项目为开放式的养殖项目，养殖采用网箱的养殖模式，养殖设施比较简单，施工期间对周围水质环境产生的一定影响，随着施工结束影响逐渐减小至消失；生活污水通过收集上岸后经槽车转运至陆丰第二污水处理厂处理排放，固体废物运至陆地上的垃圾处理厂统一处理，船舶含油污水集中收集铅封后交由相关资质单位进行统一处理。本项目建设期对海洋生态环境影响较小。运营期间，通过控制养殖密度和养殖规模，采用科学的养殖方法，对水质和沉积物质量影响很小。因此，项目建设在落实各类环保措施的前提下，对邻近的生态保护红线影响是可接受的。

综上，项目的建设与生态保护红线相关规定及要求是相符的。

2. 与环境质量底线的符合性分析

项目采用网箱的养殖模式，属于开放式用海。项目施工产生的悬浮泥沙对项目所在海域的海洋环境产生一定的影响，但经采取措施后，可降低项目施工期可能产生的海洋环境影响，且施工期影响是暂时的，将随着施工期的结束而消失；施工期及营运期产生的生活污水通过收集上岸后经槽车转运至陆丰第二污水处理厂处理排放，固体废物运至陆地上的垃圾处理厂统一处理，船舶含油污水集中收集铅封后交由相关资质单位进行统一处理；此外，项目利用海水天然环境进行养殖。因此，经采取一定的污染防护措施和生态环境保护措施后，项目的建设不会对水环境产生明显不良影响。

项目位于海域，距离最近陆域约4.0km，周边无声环境敏感区。施工水下噪声对生物生态的影响是暂时的，施工期间应加强对机械设备的维护保养和正确操作，保证在良好的条件下使用，减少运行噪声。营运期主要是

船舶交通噪声，对周边环境影响较小。

项目施工期及运营期产生的废气主要为作业船只排放的尾气，经采用符合要求的燃料等措施，对周围大气环境产生影响较小。

综上，项目建设对环境的影响是可接受的，是符合环境质量底线要求的。

3. 与资源利用上线的符合性分析

资源利用上线要求：强化节约集约利用，持续提升资源能源利用效率，水资源、土地资源、岸线资源、能源消耗等达到或优于国家和省下达的总量和强度控制目标。按国家、省规定年限实现碳达峰。

项目为开放式养殖项目，主要利用海域的天然环境进行养殖，健康养殖、生态养殖是实现渔业可持续发展的有效途径，项目在用海批复范围内使用海域资源，不占用生态保护红线及自然岸线等资源。因此，项目符合资源利用上线的要求。

4. 与生态环境准入清单的符合性分析

根据《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》，项目位于海域一般管控单元中的“碣石湾农渔业区（编码：HY44150030001）”，见图1-11 所示。

图 1-11　项目与广东省生态环境分区管控位置关系

根据《汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案（修订版）》，项

目位于近岸海域一般管控单元中的“碣石湾农渔业区（编码：HY44150030001）”，见图 1-12 所示。

图 1-12　项目位置与汕尾市环境管控单元图叠图

碣石湾农渔业区（编码：HY44150030001）的管控要求及项目符合性分析如下表1-2所示，项目与所在的碣石湾农渔业区准入及管控要求是相符的。

表 1-2　项目与碣石湾农渔业区准入要求符合性分析

类目	管控要求	项目符合性分析	
区域布局管控	1-1.合理保障金厢渔港、碣石渔港、人工鱼礁用海需求。	项目不影响金厢渔港、碣石渔港、人工鱼礁用海需求。	符合
	1-2.通过科学论证，合理安排海马洲旅游区、乌坎港区、金厢港区、核电等工业发展的用海需求。	/	/
	1-3.保护碣石湾生态环境、保护鲍、海马等重要渔业品种。	项目为采用深水网箱方式的开放式养殖项目，不对鲍、海马等进行海洋捕捞，工程建设及营运期间产生的固废、生活废水、船舶含油污水等均收集上岸妥善处置，不排海，对该类渔业品种产生不良影响极小。	符合

能源资源利用	2-1.严格控制近海捕捞强度，严格执行伏季休渔制度和捕捞业准入制度。	项目不进行近海捕捞作业。	符合
污染物排放管控	3-1.海水养殖应当科学确定养殖密度，并应当合理投饵、施肥，正确使用药物，防止造成海洋环境的污染。不得将海上养殖生产、生活废弃物弃置海域。	项目按照技术规范合理设置养殖密度，养殖过程进行科学合理投饵；海上养殖过程产生的固废、生活废水收集上岸妥善处置，不排海。	符合
	3-2.向海域排放陆源污染物，必须严格执行国家或者地方规定的标准和有关规定。	项目不涉及向海域排放陆源污染物	符合
环境风险防控	/	/	/

综上，项目与《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》及《汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案（修订版）》是相符的。

（四）与《广东省近岸海域环境功能区划》符合性分析

根据《广东省近岸海域环境功能区》（粤府办〔1999〕68号）《广东省人民政府关于同意调整汕尾市部分近岸海域环境功能区划的批复》（粤办函〔2013〕127号）《广东省生态环境厅关于同意调整汕尾东海岸、碣石局部海域近岸海域环境功能区划的函》（粤环函〔2024〕421号），项目位于“碣石湾浅海渔业功能区（标识号412）”，主要功能为渔场作业区，执行《海水水质标准》（GB3097-1997）第一类标准，项目与功能区叠图见图1-13。

项目为深水网箱养殖项目，属于渔业用海，符合碣石湾浅海渔业功能区定位。项目为开放式用海，养殖过程中采用科学的养殖方法；项目建设的生活污水、含油污水均不排入海洋，仅施工期有短暂的施工悬浮物入海污染，运营期间生活污水和船舶含油污水均进行收集处理，不会对该海域水质、沉积物环境产生不良影响；能够维护所在海域环境执行的一类海水水质标准，与该功能区的水质目标是相符的。

因此，项目的建设对周围的近岸海域环境功能区影响不大，符合项目所在地近岸海域功能区划的要求。

图 1-13　项目所在近岸海域环境功能区示意图

（五）与《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》

《广东省生态环境保护“十四五”规划》指出：推行生态养殖种植。结合各地养殖水域滩涂规划布局养殖生产，控制近海养殖网箱数量，大力发展外海深水抗风浪网箱和海洋牧场。积极发展大水面生态增养殖、工厂化循环水养殖、池塘工程化循环水养殖等健康养殖方式。推进种植产业模式生态化，创建一批农业可持续发展示范区，大力发展绿色、有机农产品。

该规划还提出：强化海域污染治理。深化港口船舶污染联防联治，推动港口、船舶修造厂加快船舶含油污水、洗舱水、生活污水和垃圾等污染物接收、转运及处置能力建设。推进船舶污染防治设施设备配备和改造升级，确保船舶水污染物达标排放。开展渔港环境综合整治，推进渔港污染防治能力建设，提高渔港污染防治监管水平。积极引导渔民减船转产和实施渔船更新改造项目，淘汰老旧渔船。优化海水养殖生产布局，鼓励发展深海养殖，推行海水养殖尾水集中生态化治理，严格管控海水养殖尾水排放。深化海洋垃圾污染防治，鼓励有条件的沿海地市率先构建海岸垃圾清理保洁和海上环卫机制，开展海洋微塑料监测、评估和防治技术研究。

项目为开放式养殖，养殖面积为 48.0000 公顷，养殖设施比较简单，

施工期间对周围水质环境产生的一定影响，随着施工结束影响逐渐减小至消失；生活污水通过收集上岸后经槽车转运至陆丰第二污水处理厂处理排放，固体废物运至陆地上的垃圾处理厂统一处理，船舶含油污水集中收集铅封后交由相关资质单位进行统一处理。可见，本项目建设期对海洋生态环境影响较小。运营期间，通过控制养殖密度和养殖规模，采用科学的养殖方法，对水质和沉积物质量影响很小。本项目作为海水养殖项目，工程建设及营运期间产生的污染物主要包括固废、生活污水以及船舶含有污水，不存在重大危险源，项目产生的污染物均可得到妥善处置。综上，项目符合《广东省生态环境保护“十四五”规划》的要求。

（六）与《汕尾市生态环境保护“十四五”规划》符合性分析

《汕尾市生态环境保护“十四五”规划》提出：“加强海水养殖污染防控。根据《汕尾市养殖水域滩涂规划（2018—2030 年）》及各县级养殖规划，完善水产养殖基础设施建设，支持水产养殖池塘标准化升级改造。合理控制近海集约化养殖密度，鼓励深水抗风浪网箱等深远海养殖设施装备建设。研究推动养殖环境管理相关规定及排放标准制定，加强海水养殖尾水排放监控，防控排放量大养殖单位养殖尾水直接排海。发展绿色健康养殖，组织水产健康养殖示范，强化养殖投入品管理，加强水产养殖环节用药的监督抽检。”

根据前文分析，项目养殖符合《汕尾市养殖水域滩涂规划（2018—2030 年）》及《陆丰市养殖水域滩涂规划（2018—2030 年）》要求。项目为深水网箱开放式养殖项目，采用科学的养殖方法，属于绿色健康养殖，养殖产品属于陆丰市养殖重点发展品种，项目按照相关养殖技术规范合理设置养殖密度。

综上，项目与《汕尾市生态环境保护“十四五”规划》要求相符。

（七）与《陆丰市生态环境保护“十四五”规划》符合性分析

《陆丰市生态环境保护“十四五”规划》提出：建设人海和谐的沿海经济带。充分发挥陆丰市海岸线长、海域辽阔的资源优势，做大做强海洋经济，加快构建绿色沿海产业带。加快转变海洋经济发展模式，严格环境

	准入与退出，整合优化海洋产业布局，优先支持海洋战略性新兴产业、海洋特色产业园区等，推动沿海产业高端化、低碳化、绿色化发展。扎实推进国家级海洋牧场建设，发展海洋种苗业、深远海养殖业，重点加快国家级南美白对虾繁育基地、国家级石斑鱼良种场、紫海胆育种育苗基地等海洋渔业经济种业园建设，规划建设深海网箱产业园。 本项目位于陆丰市碣石湾海域，为深水网箱产业园项目，符合《陆丰市生态环境保护“十四五”规划》提出的重点发展产业。项目养殖采用科学养殖方式，合理设置养殖密度，养殖产品选择当地养殖重点发展品种，严格按照环境准入进行养殖布局。 因此，项目建设符合《陆丰市生态环境保护“十四五”规划》的要求。

二、建设内容

地理位置

陆丰市碣石湾海域金厢片区 2 号海洋产业园工程项目位于汕尾市陆丰市碣石湾金厢角西侧对开海域约 4 公里的海域，项目四至点坐标为：

①115°40′27.885"E,22°48′36.994"N；②115°40′41.911"E,22°48′36.979"N；

③115°40′41.962"E,22°49′15.988"N；④115°40′27.935"E,22°49′16.004"N。

项目地理位置图见图 2-1。



图 2-1　项目地理位置图

项目组成及规模

（一）本项目建设内容与规模

本项目总申请用海面积 48.0000 公顷，为开放式养殖用海，所在海域水深值介于 7.95m～9.6m。建设内容包括：100 米周长重力式网箱 6 个，网衣深度为 5 米，养殖水体约 4000 立方米；60 米周长重力式网箱 50 个，网衣深度为 5 米，养殖水体约 1500 立方米。一个养殖辅助平台（6×12 米）；一个养殖管理平台（6×15 米）；5 艘长 24 米，宽 4 米，功率 100 千瓦投料辅助船舶；2 艘长 40 米，宽 8 米带起重应急运输船舶；1 套在线监测与管理系统。项目的主要建设规模及构成见表 2-1 主要工程建设内容表及 2-2 建设规模表。

表 2-1　项目组成及规模一览表

工程类型	项目内容		工程内容
主体工程	养殖区		用海面积 48.0000 公顷，拟设置 56 个养殖单体，划分方式如下： （1）50 个周长 60m 重力式深水网箱：周长 60m，直径约 19.1m，网衣深 5m，养殖水体约 1500m3；采用 HDPE 双浮管浮式抗风浪结构，浮力管Φ315mm、壁厚 23.5m；抗风能力 12 级，抗浪能力 5m，抗流速<1m/s，使用寿命≥5 年。 （2）6 个周长 100m 重力式深水网箱：周长 100m，直径约 31.8m，网衣深 5m，养殖水体约 4000m^3；采用 HDPE 双浮管浮式抗风浪结构，浮力管①400mm、壁厚 30mm；抗风能力 12 级，抗浪能力 5m，抗流速<1m/s，使用寿命≥5 年。
	生产设备		项目设置 5 艘投料辅助船舶，用于日常饲料投放及巡查作业；2 艘应急运输船舶，用于应急抢险及物资运输。
辅助工程	养殖平台		（1）1 个养殖辅助平台：浮式平台，用于饲料暂存与生产辅助作业。
			（2）1 个养殖管理平台：浮式平台，用于现场办公、设备监控与人员休息。
	在线监测与管理系统		1 套在线监测与管理系统：实时监测养殖区水质、温度、溶氧及网箱结构安全状态，实现智能化养殖管理。
环保工程	废水处理	生活污水	工作船设置生活污水收集设施，项目工作人员生活污水经船舶收集设施收集上岸后经槽车转运至陆丰第二污水处理厂处理排放，不直接排放入海。
		船舶含油污水	船舶含油污水经船舶收集设施统一收集，定期交由有能力处理的单位处置。
	废气处理	船舶废气	无组织排放，要求船舶使用符合环保要求的燃料。
	噪声处理	船舶噪声	选择符合声环境质量标准的低噪声船舶设备。
	固废处理		生活垃圾经收集上岸后交由环卫部门清运处理；废弃绳筏、浮漂等一般固废经分类收集后上岸处置，其中可回收的尽量回收综合利用，不能回收的交由环卫部门清运处理。
依托工程	码头		项目工作船舶依托乌坎渔港港区码头进行停靠。

表 2-2　建设规模表

序号	项目名称	数量	参数

1	重力式深水网箱	56	周长分别为 60 米、100 米
2	养殖辅助平台	1	6 米×12 米
3	养殖管理平台	1	6 米×15 米
4	投料辅助船舶	5	24 米×4 米
5	应急运输船舶	2	40 米×8 米

项目用海面积 48.0000 公顷，合计 720 亩，根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），项目属于“三、渔业中的 4、海水养殖”中“用海面积 1000 亩以下 300 亩及以上的网箱养殖、海洋牧场（不含海洋人工鱼礁）、苔菔养殖等；用海面积 1000 亩以下 100 亩及以上的水产养殖基地、工厂化养殖、高位池（提水）养殖；用海面积 1500 亩及以上的底播养殖、藻类养殖；涉及环境敏感区的”，应编制环境影响报告表。

（二）依托工程情况及规模

本项目生产运营依托乌坎渔港码头，利用其码头平台开展养殖设备（含深水网箱及锚泊系统组件）的陆域临时堆放、框架组装及辅助船舶的靠泊补给等作业。当前，乌坎渔港改扩建工程正由陆丰市农业农村局统筹推进，现已取得海域使用权和环境影响评价批复，预计其建设工期与项目投产时间衔接良好，可为本项目提供稳定的码头泊位及陆域作业条件。

乌坎渔港位于陆丰市东海镇乌坎村，碣石湾北部湾顶、乌坎河出海口处，距离本项目直线距离约7.25km，如图2-2所示。根据《陆丰市东海镇乌坎渔港建设工程项目环境影响报告书》，该工程的建设内容涵盖两大板块：

1. 码头作业工程

包括新建码头引桥、护岸导堤及水域疏浚等，建成后将形成一定规模的避风水域和码头岸线，能够满足本项目施工船舶、营运船舶的的日常停靠、避风及物资补给需求。

2. 陆域配套设施工程

除码头前沿作业区外，渔港后方陆域规划建设渔港综合管理中心、水产品交易市场、制冰厂、垃圾转运站、污水处理站、渔业技能培训中心及仓储物流中心等配套设施。仓储物流中心及码头后方堆场可作为重力式网箱HDPE管材及锚链等大型物料的临时存放和预组装场地，制冰厂则可为养殖苗种运输及渔获物保鲜提供保温保障。

（三）船舶运输路线选择

本项目施工期养殖设施依托乌坎渔港在陆域组装完成后运至项目海域进行安装，运营期养殖辅助船依靠乌坎渔港进行日常的停靠、避风以及物资补给。施工船舶和运营船舶由乌坎渔港出发，经乌坎河出海口门，借助乌坎西线航道和乌坎东线航道，分不同航线均可抵达项目养殖区域。航行路线按航线走，尽可能避开生态保护红线区，同时航行时应控制船速并管控船舶污水，确保船舶活动不对周边生态保护红线区造成生态扰动。初拟船舶航行路线①、②示意图见图 2-3。



图 2-2　项目与乌坎渔港位置示意图

图 2-3　初拟船舶航行路线示意图

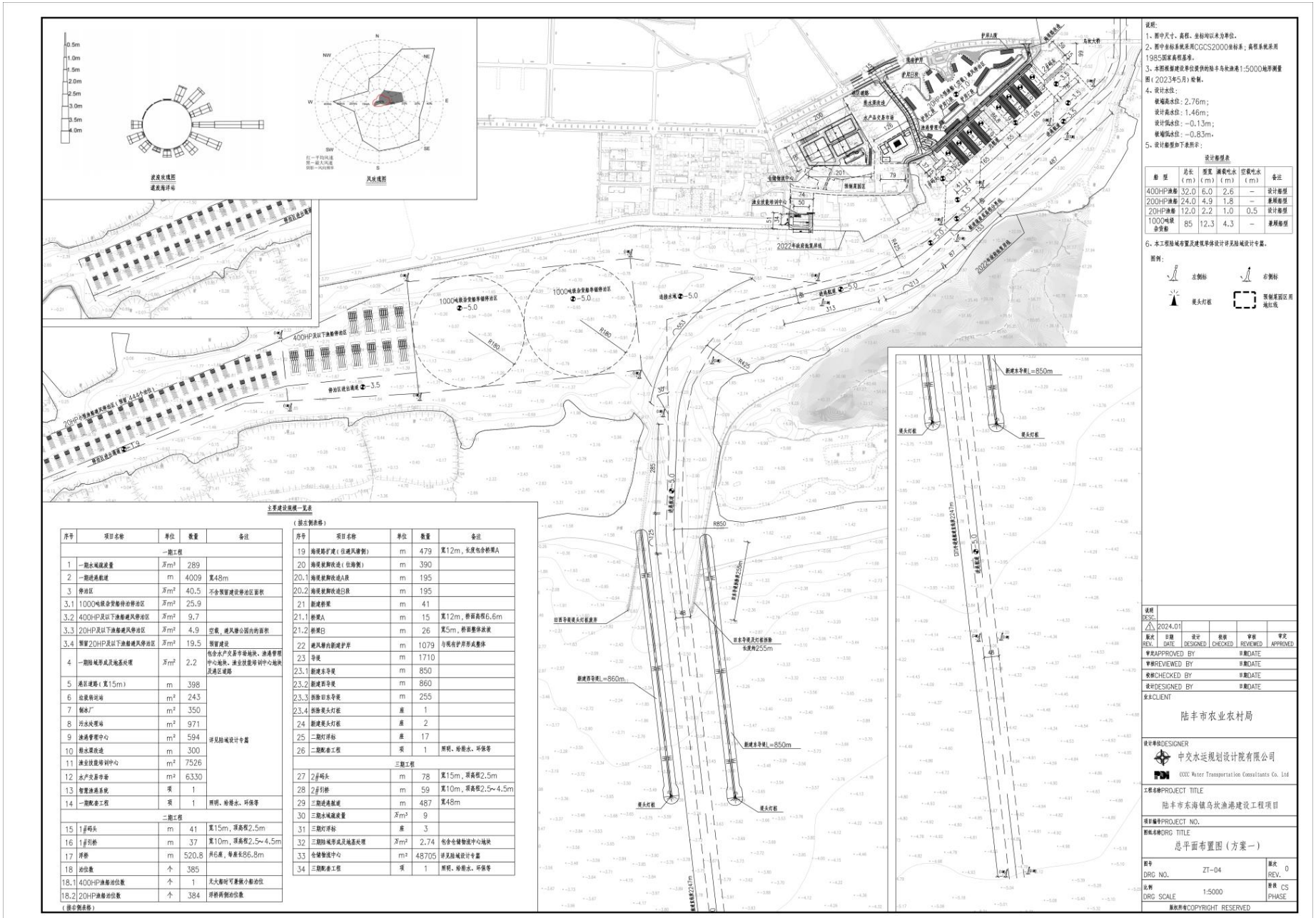


图 2-4　依托乌坎渔港的建设内容图

总平面及现场布置

（一）总平面布置

养殖区海域总平面主要为网箱养殖区进行开放式养殖布置。

深水网箱养殖区共布置周长 60m、网深 5m 的 HDPE 框架深水抗风浪网箱 50 口及周长 100m 网箱 6 口，周长 60m 网箱每口网箱采用 8 个 500 公斤 AC-14 铁锚，周长 100m 网箱采用 12 个 750 公斤 AC-14 铁锚。浮体框架高出海水面 1.2m，网箱养殖构筑物面积为 0.15 公顷。选择石斑鱼、金鲳鱼、褐蓝子鱼等优质海水鱼类为主导养殖种类，进行集约化养殖。

本项目配备 1 个养殖辅助平台和 1 个养殖管理平台。海上工作平台布置在海洋牧场的中部，平台功能为辅助生产经营和日常管理，平台空间可以搭载太阳能电力系统实现绿色能源的自给自足，还可以搭载饲料储存模块、水上水下视频监控、水质实时测量、5G 数据通信，实现智能化养殖。平台同时可搭载人员居住室，提高海上作业值守人员的生活条件。

项目总平面布置图见图 2-5。

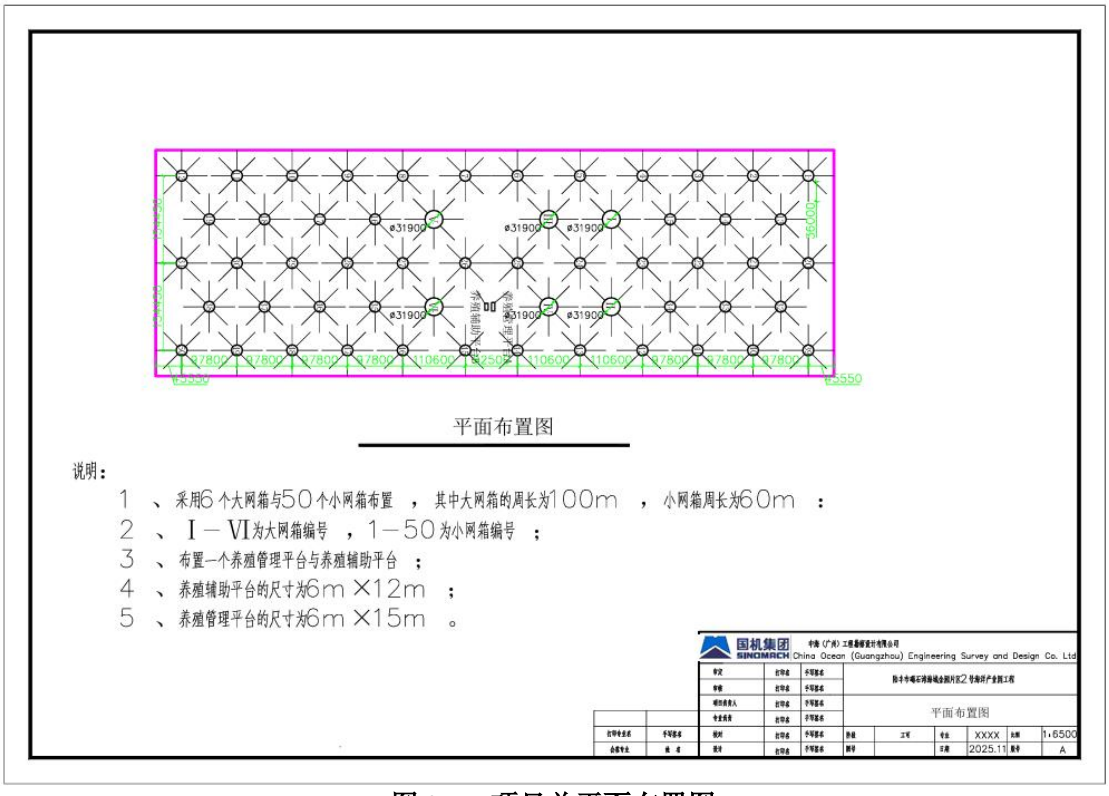


图 2-5　项目总平面布置图

（二）现场布置

1. 网箱养殖设施

本项目网箱养殖面积 48.0000 公顷，布置周长 60m 的 HDPE 双浮管重力式抗风浪网箱 50 口及周长 100m 双浮管重力式抗风浪网箱 6 口。

（1）网箱结构

本项目选用周长 60m 及 100m 的 HDPE 双浮管浮式抗风浪网箱，周长 60m 网箱直径约 19.1m，网深 5m，容积约 1500m^2，浮力管规格 p315mm、壁厚 23.5mm。周长 100m 网箱直径约 31.8m，网深 5m，浮力管规格 400mm、壁厚 30mm。海水网箱由高强度 HDPE 管材构成。这种管材具有良好的强度和韧性，通过框架链接方式，具有抗击台风巨浪的能力，并进行了抗紫外线老化、抗海水腐蚀的高科技处理工艺，使用寿命在 5 年以上。

采用圆形浮式网箱，由网箱框架、网箱网衣和网箱固定装置等构成。网箱框架采用黑色高强度聚乙烯塑料（HDPE）管组成。网衣为机织网片，材料有聚乙烯（PE）、尼龙（PA）两种，网孔直径 10mm~I00mm，根据养殖鱼种、鱼体规格和海区环境条件，选取网片材料和网孔尺寸。固定装置主要为锚和缆绳。

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：周长 60m 网箱主浮管为圆柱状环形空心管，环形圈数量为内外各 1 圈，周长 60m；周长 100m 网箱主浮管为圆柱状环形空心管，环形圈数量为内外各 1 圈，周长 100m；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、网边选用了高强度优质聚乙烯材料。框架是高密度聚乙烯材料；网衣经过了防腐处理，规格为 PE100D/50 股×5.0cm，无结节；网边采用 PE100D/8 纱×0.7cm×500 目，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 3cm 柔韧性较强的钢丝缆外缠防水油布制成的大圆环，系结网边下端，离网底缘 1m，以使网箱在水中保持垂直形态，维持箱体有效容积。但由于在清洗、更换网箱时比较麻烦，网箱使用一段时间后，两个网箱沉降圈被拆除更换，可在网

筋下拴水泥块或者其他重物，每个重量为 35kg。

网衣坠子：采用水泥沉块直径 250 毫米，高 350 毫米，重量约 35kg，水泥块中间预埋 16mm 粗的绳子打结。

网箱固定装置（锚系统等）：固定系统的组成，一般是根据海区情况来定，根据不同地区水域海况及台风状况，采用铁锚固定，配套尼龙绳索连接。60m 周长网箱每口网箱采用 8 个 500 公斤 AC-14 铁锚，周长 100m 网箱采用 12 个 750 公斤 AC-14 铁锚。网箱锚绳直径 36mm 聚乙烯绳索及 45mm 聚乙烯绳索，有效长度 50m。本项目深水网箱设计技术指标如下：

抗风能力：12 级

抗浪能力：5m

抗流能力：<1m/sec

防污有效期：正常情况 6 个月

网目规格：根据用户要求使用寿命>5 年



图 2-6　网箱示意图

（2）网箱抗风浪原理

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圆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。圆台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，依据海洋地质情况，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。

2. 网箱安装与布局

（1）网箱布置

根据网箱大小以及潮流和风浪的不同，采用单个网箱海底锚碇方式，网箱布局应符合 GB/T 20014.16 的相关要求。60m 周长每口网箱采用 8 个 500 公斤 AC-14 铁锚+锚链，周长 100m 网箱采用 12 个 750 公斤 AC-14 铁锚。图 2-7 为单个网箱布置图。

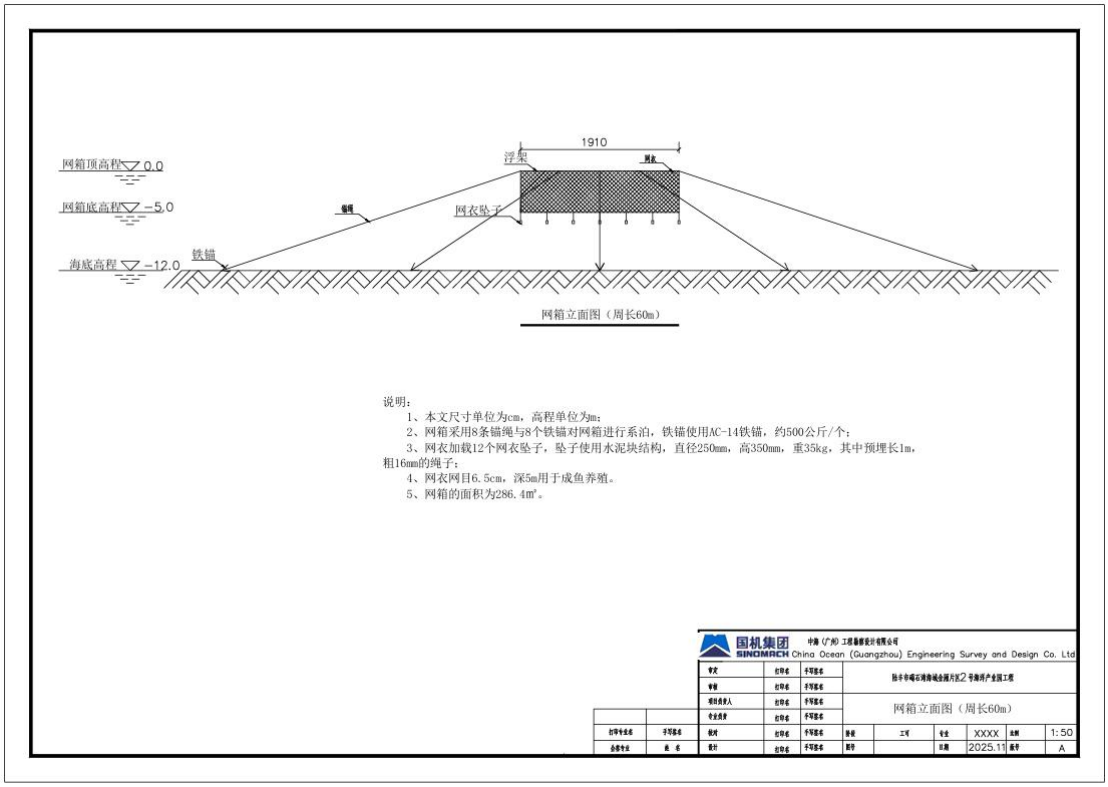


图 2-7a　单个网箱布置示意图（60m 周长网箱）

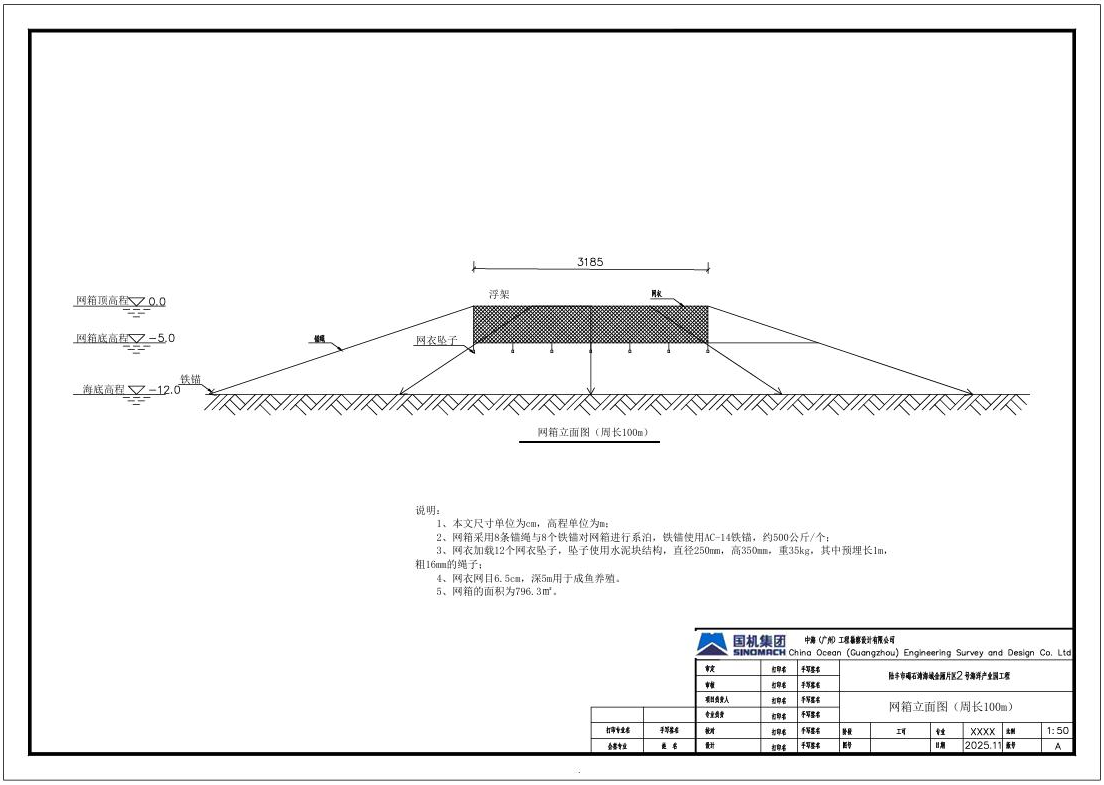


图 2-7b　单个网箱布置示意图（100m 周长网箱）

（2）锚泊系统定位安装

根据现场勘测数据，计算每个锚位的经纬坐标，用浮标标示每个锚位的预定位置。锚泊系统的各部分连接应在工作船上预先完成，检查无误后，按顺序逐个投放。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拽技术来完成，并通过锚泊系统上的浮桶来观察锚位是否正确。

（3）网箱框架和网衣的安装调整

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、进排气阀向内为安装点，将其固定在升降平台上。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。

3. 配套设施

配套生产管理平台、饲料加工机组、投饵设备、水质检测设备、高压洗网机、夜间警示灯、小型发电机组、运输工作船、测量器具、捕鱼工具以及生活设施等。

备用发电机组及运行情况：考虑海上平台运行的供电可靠性要求，养殖管理平台配备小型柴油发电机组 1 套，作为平台监控设备、通信设备、照明、应急设备及其他重要负荷的备用电源。柴油发电机组平时处于备用状态，在正常供电系统故障

	或应急情况下启动运行；定期进行试运行和维护保养，确保设备处于良好状态。 项目不设置大型固定式柴油储油罐，柴油采用少量随用随补的方式供应。柴油发电机配置与机组配套的日用燃油箱，燃油储存量仅满足短时间应急运行需要。柴油由运输及补给船舶按照实际运行需求定期补给，避免海上大量储存燃油。 柴油发电机组及燃油箱设置于专用设备区域，并采取防渗、防溢流及防火措施，周边配置吸油毡、消防器材等应急物资。燃油补给过程中严格控制作业流程，补给前检查管路和接口，补给过程中安排专人现场监护，防止燃油泄漏污染海域。 柴油发电机产生的废气经设备自带排气系统排放；运行过程中产生的含油废物、废机油及废油棉纱等分类收集，严禁排入海域，定期由有资质单位或按照有关规定进行处置。
	4. 养殖辅助平台 本项目配备养殖辅助平台 6×12 米 1 个，养殖管理平台 6×15 米 1 个。养殖辅助和管理平台平面布置见图 2-5 和图 2-6。 海上工作平台布置在海洋牧场的中部，海上工作平台用海面积为 4 公顷。 （1）养殖辅助平台（6m×12m） 平台以生产作业功能为主，主要布置：作业甲板、工具及物资存放区、发电及配电设备区、小型吊装设备、工作船靠泊区。 （2）养殖管理平台（6m×15m） 平台以管理监测功能为主，主要布置：视频监控及通信设备区、环境监测设备区、配电设备区、应急物资存放区、室外巡检作业平台。 （3）养殖相关物资存放及管理 1）生活污水收集及临时储存 项目运营期海上平台设置生活污水收集系统，平台生活污水包括人员日常生活产生的厕所污水、盥洗废水及其他生活污水。生活污水严禁未经处理直接排入海域。考虑项目运营期总工作人员约 40 人，根据生产组织安排，平台实行轮班值守制度，正常情况下每日平台实际值守人员按约 8 人配置。按照人均生活污水产生量不超过 150L/人·d 计，并考虑一定的储备容量，平台设置有效容积约 4m^3 的生活污水临时储存柜，可满足正常轮班情况下约 3 天的生活污水暂存需求。生活污水临时储存柜

采用密闭、防渗、防腐蚀结构，并设置液位监测和报警装置。当储存量达到规定控制液位时，由工作船舶将污水通过专用管路抽运至岸上污水接收及处理设施统一处理，不在海上直接排放。储存柜应定期检查密封性、液位及管路连接情况，防止跑冒滴漏。平台运营期间建立生活污水转运台账，记录污水产生量、转运时间、转运船舶、接收单位及处置情况，确保生活污水全过程可追溯。

2）养殖用具及饲料存放管理

养殖辅助平台设置专门的物资暂存区域，用于存放日常养殖所需的养殖用具、饲料等。饲料采用密封、防潮、防雨方式存放，并按照先进先出的原则进行管理，避免长期存放造成受潮、霉变。养殖用具包括备用网衣、绳索、浮子、吊具及维修、清洗工具等，分类、定置存放，并做好防滑、防坠落及防海水侵蚀措施。使用后的养殖用具应及时清洗、检查和维修；破损或达到使用寿命的网衣、绳索、浮子等及时更换并集中收集，由工作船运回岸上统一处置或回收利用，禁止将废弃养殖材料弃置于海域。

3）渔药存放管理

项目养殖过程中根据养殖对象疾病防控需要合理使用渔药和消毒用品。渔药实行专库或专柜管理，设置明显标识，由专人负责保管和领用，严格执行采购、入库、领用和使用登记制度。严禁使用国家禁止使用的药物及其他投入品，严格按照产品说明及有关规定控制使用剂量、使用对象和休药期。过期药品、废弃药品包装等不得直接丢弃入海，应分类收集并按照有关规定统一处置。

4）病死及患病养殖对象存放管理

养殖过程中发现死亡或患病养殖对象，应及时打捞、分离并进行登记，严禁将病死养殖对象直接抛入海中。平台设置专用的暂存容器或密闭暂存设施，对病死养殖对象进行临时收集，采取密闭、防渗和防逃逸措施。对于患病养殖对象，应按照养殖管理和疫病防控要求及时进行隔离、诊断和处置。病死养殖对象及相关废弃物达到转运条件后，由工作船运回岸上，交由具备相应处置能力的单位进行无害化处理。病死养殖对象的发现、收集、转运及处置情况应建立台账，记录发现时间、数量、原因及最终处置去向，实现全过程管理。

5）海上物资管理要求

养殖辅助平台作为项目海上生产物资中转和暂存节点，原则上仅储存满足近期生产需要的物资，不进行大规模长期囤储。饲料、药品及其他生产资料根据养殖生产计划由运输船舶分批补给，降低海上长期储存风险。养殖辅助平台与养殖管理平台之间通过作业船舶进行物资调配。平台所有物资均实行专人管理、分类存放、定期检查和台账登记制度，确保物资储存安全和使用规范。

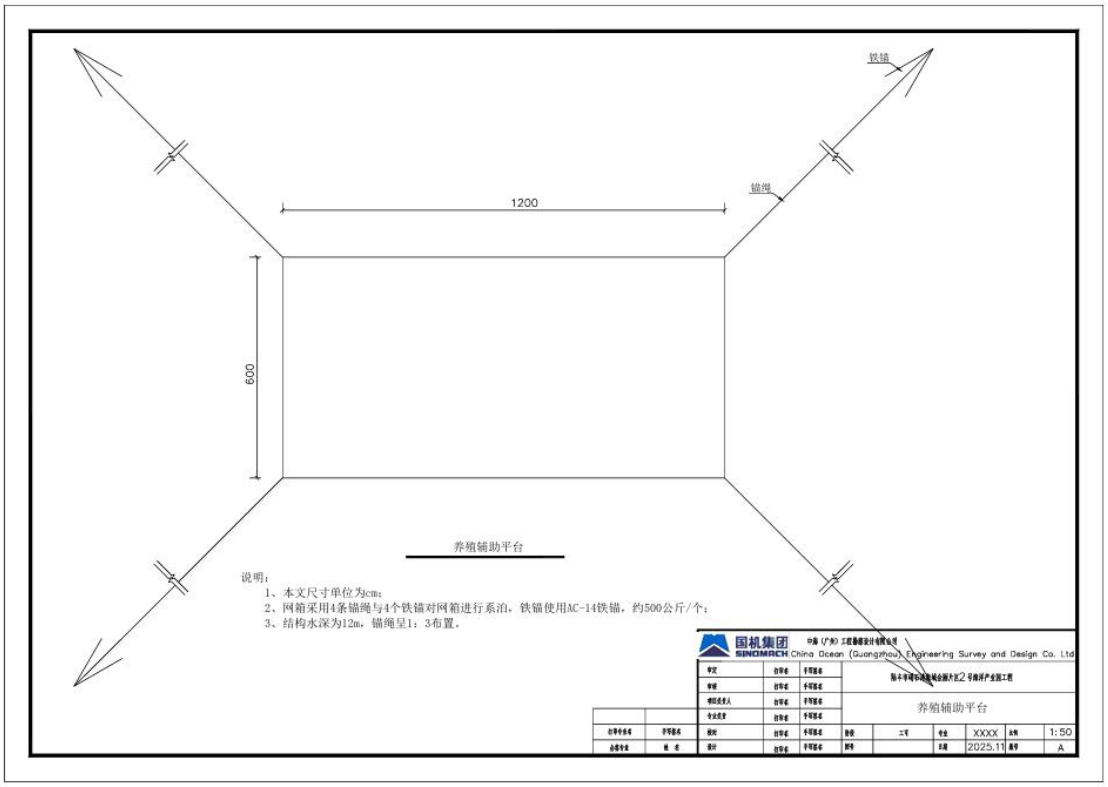


图 2-8　养殖辅助平台平面布置图

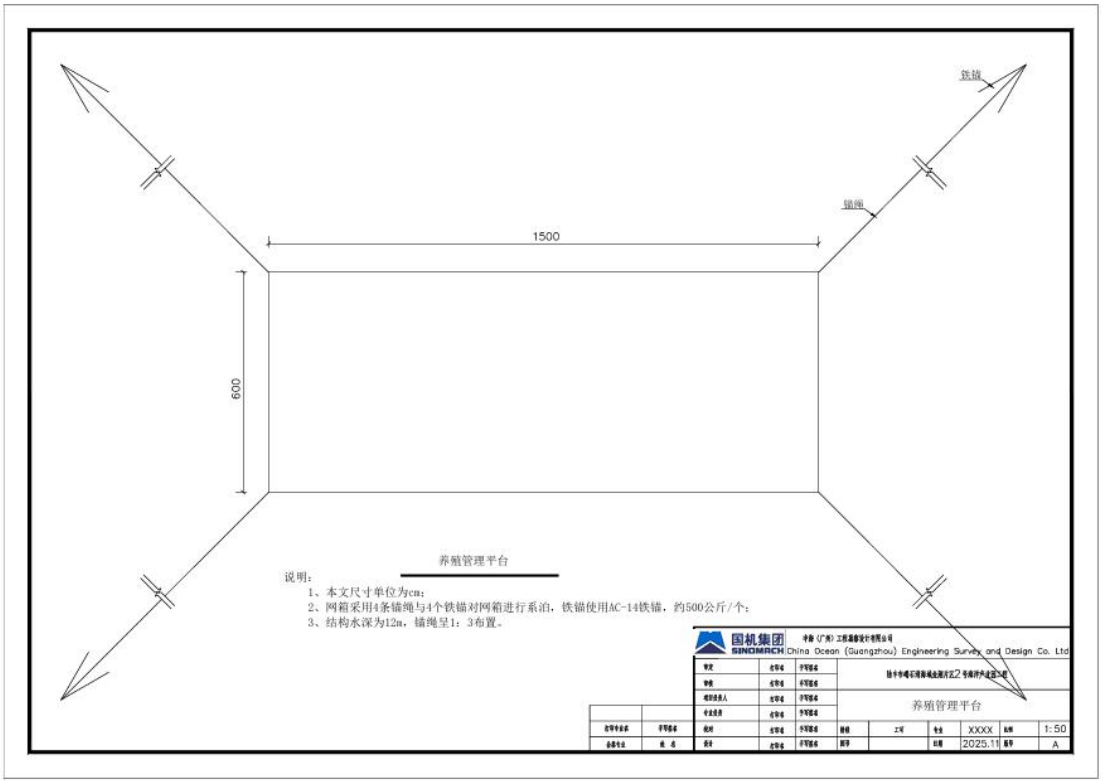


图 2-9　养殖管理平台平面布置图

5. 养殖辅助船

本项目共投入 5 艘长 24 米，宽 4 米，功率 100 千瓦投料辅助船舶，用于日常饲料投放及巡查作业以及 2 艘长 40 米，宽 8 米带起重应急运输船舶，用于应急抢险及物资运输。

本项目养殖辅助船日常停靠在乌坎渔港，养殖辅助船不直接参与捕捞，而是为集约化养殖模式提供全方位的支持服务。

（1）物流运输与补给功能

这是辅助船最基础的功能，构成了养殖生产的生命线。

饲料运输与配送：船舶配备专用饲料舱，负责将陆基饲料加工厂的成品饲料大规模、高效地运输至分散的养殖工区。

活鱼转运：负责鱼苗、鱼种从育苗场至养殖网箱的投放，以及成鱼达到商品规格后从网箱至销售市场或加工厂的活体运输。高级辅助船配备有带增氧、温控和水质净化功能的活鱼舱，以保障运输存活率。

综合物资与人员运输：运输养殖生产所需的各类物资，包括网衣、缆绳、浮球、燃料、淡水、生产工具及船员生活补给，并承担养殖工人的通勤与换班任务。

（2）生产作业支持功能

这是体现其技术含量的核心功能，直接作用于养殖对象。

精准投喂：现代辅助船普遍配备自动化投饵系统。该系统通过中央控制系统、鼓风机和输送管道，能将饲料精准、均匀地喷洒到指定网箱中。此技术不仅大幅节省人力，更能通过精准控制投喂量，减少饲料浪费和对水体的污染。

起捕与分选：利用船载吊机、吸鱼泵和自动分选设备，实现成鱼的高效起捕。吸鱼泵可极大降低鱼体在捕捞过程中的机械损伤和应激反应，分选机则能按重量自动分级，实现优价销售，提升经济效益。

网衣更换：利用甲板工作区和吊机，协助完成旧网衣的拆卸与新网衣的安装与锚固作业。

（3）监测与安全保障功能

此功能提升了养殖管理的科学性和预见性。

水下监测与巡检：搭载水下摄像头、侧扫声纳或小型遥控无人潜水器，用于观察网衣完好情况、监测鱼群生长状态、摄食行为及健康状况，及时发现网衣破损等安全隐患。

环境数据采集：集成水质监测仪，实时获取养殖区域的水温、盐度、溶解氧、pH 值等关键环境参数，为管理者做出投喂、增氧、转移等决策提供数据支持。

应急响应：作为养殖区的现场支援力量，负责收集和处理养殖过程中的死鱼，防止疾病传播；并在发生台风、网箱破损等紧急情况时，执行消防、人员救助和初步抢险任务。

动力定位与供电：部分高端船型配备动力定位系统，能在风浪中自动保持船位，为精细作业提供稳定平台；同时可作为移动电站，为养殖工区提供应急电力。

6. 附属设施

为标示本项目海域开放式养殖用海项目的边界位置，方便海洋渔业部门对示范区行使管理职能，同时对过往船只起到警示作用。按渔业行业相关标准，在养殖区的边界分别设置 8 座礁区警示浮标。本项目警示浮标采用直径 1.5m、高 1.0m 的浮鼓，水平高 1.62m 的塔身，塔顶配备渔业礁区标牌及太阳能警示灯，浮标标身根据航标规定为黄色。警示浮标按设计图纸的要求成套购买并安装，浮鼓配备相应锚链

和锚块，整体装配如图 2-10 所示。

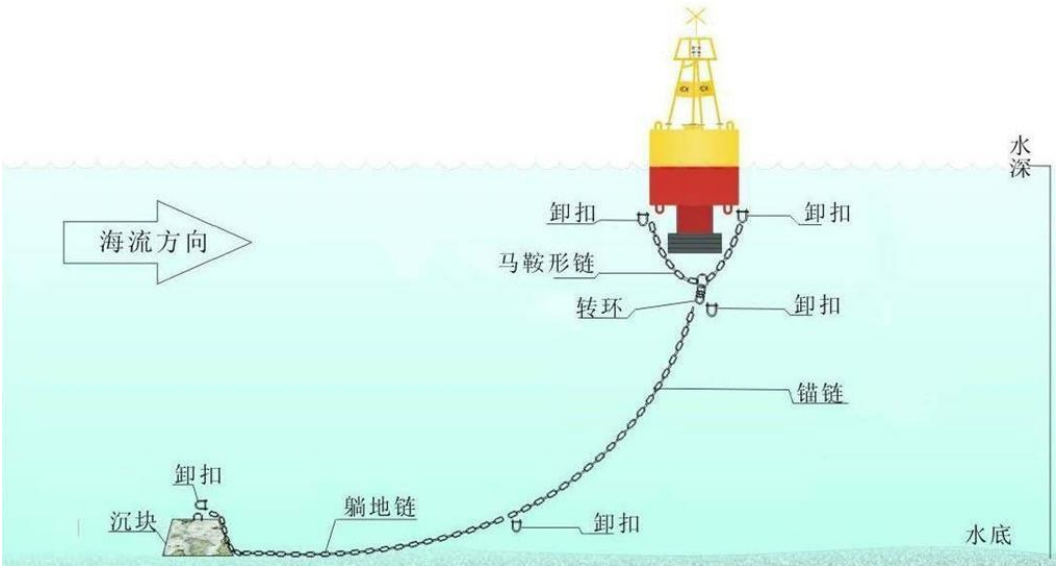


图 2-10　警示浮标示意图

（三）项目养殖方案

1. 养殖品种

（1）石斑鱼

石斑鱼是石斑鱼亚科（*Epinephelinae*）鱼类的总称，隶属于硬骨鱼纲（*Osteichthyes*）、辐鳍亚纲（*Neopterygii*）、棘鳍总目（*Acanthopterygii*）、鲈形目（*Perciformes*）、鲈亚目（*Percoidei*）、鮨科（*Serranidae*），为暖水性的大中型海产鱼类，广泛分布于热带和亚热带海域，在我国主要分布于台湾海峡以及南海海域。

体一般呈椭圆或长椭圆形，侧扁；头长大于体高；背鳍鳍棘部强大，与鳍条部相连，背鳍鳍棘 7～11 根，鳍条 10～21 根；臀鳍鳍棘 3 根，一般第 2 根最为强大，臀鳍鳍条数 7～13 根；胸鳍宽大，位低，一般呈圆形；腹鳍位于胸鳍下方；口大，两颌齿内行齿倾倒；体被小栉鳞；侧线达尾鳍基部；尾鳍圆形、截形或凹形。不同种类的石斑鱼体型差异较大，30%以上的石斑鱼种类体长可达 1m 以上，超大体型者可超过 2m，如鞍带石斑鱼（*E.lanceolatus*）、伊氏石斑鱼（*E.itajara*）、东太平洋石斑鱼（*E.quinquefasciatus*）等，而体型小者甚至小于 20cm，如红鳍九棘鲈（*Cephalopholis aitha*）、短身石斑鱼（*E.trophis*）、多斑九棘鲈（*C.polyspila*）等。石斑鱼属（*Epinephelus*）作为石斑鱼科中种类最多的属，其体型大小变化较大，从

小型到大型均有分布；而另一种类数较多的九棘鲈属（*Cephalopholis*）除了红九棘鲈（*C.sonnerati*）外都是体长小于 50cm 的小型石斑鱼。此外，石斑鱼类的仔稚鱼发育过程中存在背鳍鳍棘和腹鳍鳍棘显著延长及收缩的现象，这是石斑鱼类发育过程中较为独特的一个特征。

石斑鱼为底栖性鱼类，其成鱼主要栖息于珊瑚礁及近岸岩礁区域，也有部分栖息于底质为沙质、泥质或淤泥质的海域，如青铜石斑鱼（*E.aeneus*）、褐石斑鱼（*E.bruneus*）及宝石石斑鱼（*E.areolatus*）等，其幼鱼则偏爱选择海草床、红树林等生境。石斑鱼类一般栖息于 100m 以浅的水域，如白线光腭鲈（*Anyperodon leucogrammicus*）和横带九棘鲈（*C.boenak*）等，也有一些种类栖息于 100～200m 的水层中，如橙点九棘鲈（*C.aurantia*）。大多数石斑鱼为独居性鱼类，除了在繁殖期集群外一般不成群；但也有些种类的生活方式为一尾雄鱼和若干尾雌鱼组成的小群体，如横带九棘鲈和青星九棘鲈（*C.miniata*）。一些研究表明石斑鱼类通常可在特定的礁区定居较长的一段时间，这种定居习性及较长的生活史等特征使得石斑鱼类易受过度捕捞的影响。

（2）金鲳鱼

金鲳鱼（学名：*Trachinotus ovatus*），属鲹科、鲳鲹属鱼类，是广受欢迎的海水养殖经济品种。其体型呈高而侧扁的椭圆形，背部较窄，腹部圆润，尾柄细短且侧扁。头部较小，吻部钝圆，口裂中等，上下颌牙齿细小呈绒毛状，排列紧密。眼大，位于头部侧上方，眼间隔宽且稍隆起。体被细小圆鳞，不易脱落，侧线完全，前部呈弧形弯曲，后部平直延伸至尾鳍基部。背鳍两个，第一背鳍具 8—9 根硬棘，第二背鳍与臀鳍形态相似，前方鳍条呈新月形，后方各有一独立小鳍；胸鳍尖长，末端可延伸至腹鳍末端；腹鳍较短，位于胸鳍下方；尾鳍深叉形，边缘略带黑色。体背部呈蓝青色，体侧及腹部为银白色，体侧无明显斑点，各鳍颜色较浅，仅背鳍、尾鳍边缘呈淡黑色。

金鲳鱼为暖水性中上层洄游鱼类，适宜生长水温为 22℃—28℃，对盐度适应性广，能在盐度 3‰-33‰的水域存活，耐低温能力较弱，水温低于 14℃时易停止摄食甚至死亡。自然环境中常栖息于近海开阔水域，幼鱼阶段会聚集在河口、海湾等浅水区，成鱼则向深水移动，喜集群活动，昼夜不停快速游泳。其为肉食性鱼类，

幼鱼主要摄食桡足类、糠虾等浮游动物，成鱼则以小型鱼类、甲壳类为食；人工养殖环境下，经驯化可摄食人工配合饲料，饲料多以鱼粉、豆粕、鱼油等为主要原料，制成硬颗粒或膨化饲料，日投饵量约为鱼体重的 3%-5%，每天投喂 2—3 次，需根据水温、水质及鱼群摄食活跃度调整，水温低于 20℃或高于 32℃时减少投饵量，阴雨天、水质恶化时可暂停投喂。

金鲳鱼生长速度快，养殖周期短，肉质细嫩紧实、味道清淡鲜美，富含优质蛋白质和不饱和脂肪酸，适合清蒸、香煎、烤制等多种烹饪方式，是市场上畅销的海水鱼品种。目前我国广东、广西、福建等南方沿海地区已形成规模化深水网箱养殖产业，产品不仅满足国内消费需求，还出口至东南亚等地区，具有较高的经济价值。养殖过程中需注意定期监测水质，避免高密度养殖导致水体污染，同时做好病害防控，确保养殖安全。

（3）褐蓝子鱼

褐蓝子鱼（学名：*Siganus fuscescens*，俗名臭肚鱼(“肚”又作“都”)、象鱼、雉鱼、羊婴、娘唉、黎猛、泥艋）为蓝子鱼科蓝子鱼属的鱼类。于 1782 年首次被荷兰博物学家马尔滕 •豪特因描述为 Centrogaster fuscescens，模式产地为日本长崎。

本鱼西太平洋区，包括斯里兰卡、印度、安达曼海、泰国、缅甸、马来西亚、菲律宾、日本、台湾、越南、中国沿海、印尼、新几内亚、澳洲、密克罗尼西亚、帕劳、马里亚纳群岛、马绍尔群岛、诺鲁、所罗门群岛、斐济群岛、新喀里多尼亚等海域。本鱼体呈长椭圆形且侧扁，标准长度为其深度的 2.3 至 2.9 倍。头部的背部轮廓在眼睛上方微弱到显著凹陷，鼻子呈钝或尖。前鼻孔有一个瓣，随着鱼的生长而变短，体侧上褐绿，下为银白；杂以白微带浅蓝的圆斑。沿体纵轴排列成行。侧线下，斑点大，成 6 行，侧线以上，斑点小，排列约成 18 至 20 行。背鳍和臀鳍的鳍棘部具明显缺刻。尾鳍在幼鱼时期成浅凹形，成鱼则呈浅叉形。受惊吓时体色变成暗棕、灰棕和白色交杂。背鳍硬棘 13 枚、软条 10 枚；臀鳍硬棘 7 枚、软条 9 枚。体长可达 40 公分。鳍棘有侧沟，会分泌毒液，被刺伤会麻痹。同属的另一个种长鳍蓝子鱼（学名：*Siganus canaliculatus*，也称臭肚、象鱼）与此品种相似，但色不同。

本鱼栖于平坦底质浅水或珊瑚礁，于高纬度地区，则栖息于岩礁区或浅水湾。

幼鱼的饮食以丝状藻为主，而成鱼则偏好叶藻和海草。当幼鱼到达珊瑚礁平台时，它们会聚集成群，正常规模为 200 只，但最多可达 5000 只。当它们长到 3 个月大时，鱼群中的鱼数量会减少到约 12 条。在产卵前，该物种在内礁滩的凸起区域形成 30—60 只的聚集体，并在新月的第四天或第五天产卵。产卵发生在珊瑚礁边缘附近，每只雌鱼一次产卵约 30 万。

2. 网箱养殖环境要求

（1）海域选址

根据《广东省海洋产业园（海洋牧场类）用海选址及控制标准（试行）》，重力式深水网箱型现代化海洋牧场原则上布设在 15 米等深线以深或离岸（大陆海岸线）3 公里以上的海域；重力式深水网箱型现代化海洋牧场外缘边线包络海域面积（包含锚泊系统）原则上当水深小于等于 20 米时，每 1 万 m^2 养殖装备垂直投影面积控制在 36 公顷以内。应选择水质良好、水流适宜、远离航道与污染源的区域。充分利用广阔的水域资源，同时避免对近岸环境造成过大压力。选择相对避风的区域，或通过合理的锚泊系统设计，增强网箱的稳定性。在陆丰港等具有良好海洋属性的港口周边，通过科学合理的布局，不仅能充分利用水域空间，还能保障网箱养殖的安全性与高效性，为鱼类养殖创造良好的条件，促进海洋渔业的健康可持续发展。水深 15m 以上，潮流通畅，海域内海水流速小于 1.0m/s，流向平稳，养殖需远离排污口、航道、港口等地，养殖区周围无工业“三废”及农业、生活等污染源。养殖环境选址应符合上述标准要求。

（2）水质要求

水温 20℃～34℃，盐度 25~35，透明度 5m，pH7.5~8.5，溶解氧 5mg/L。海区水质需符合《渔业水质标准》（GB 11607-1989）和《无公害食品 海水养殖用水水质》（NY5052-2001）的规定。

3. 养殖规模

本项目结合陆丰市碣石湾海域的水文、水质条件及市场需求，采用多品种生态养殖模式，养殖金鲳鱼、石斑鱼、褐蓝子鱼等鱼类。各养殖品种根据生长特性、市场需求及养殖风险实行合理配比，以提高养殖效益和市场竞争力。

养殖密度依据鱼类规格、品种特性、网箱结构、水交换能力及相关技术规范合

理确定。本项目将海南省地方标准《抗风浪深水网箱养殖技术规程》（DB46/T 131-2008）作为技术参考（不作法定依据），以此确定合理鱼类养殖密度：金鲳鱼、褐蓝子鱼放养密度为 10~20 尾/m^3、石斑鱼的放养密度为 10~15 尾/m^3。

4. 鱼种运输

（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；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^2；敞口容器汽车运输，具充气设备，运输密度 0.2×10^4 尾/m^2。大规格鱼种不宜采用小包装密封充氧运输。

5. 养殖生产与管理

（1）投放鱼苗

本项目深水网箱主要养殖品种为汕尾海域常见的主要经济种，主要包括石斑鱼、金鲳鱼、褐蓝子鱼等。投放的苗种应种质优良、体质健壮、规格整齐、无病害、无畸形。投放时间：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，对鱼体进行消毒处理。放养时，搬运工具应用柔软的网具。一般来说，体长 10cm 左右的鱼苗，可放养密度为 10~15

尾每立方米水体；放养后要加强鱼苗早期的营养，壮苗，增强抗应激能力。

（2）投放饲料

饲料分为天然饵料和人工饵料，本项目采用人工配合饵料，所用饲料应符合《饲料卫生标准》（GB13078-2017）、《无公害食品渔用配合饲料安全限量》（NY5072-2002）等的规定。人工配合饵料有硬颗粒饲料、软颗粒饲料和膨化饲料。人工配合饵料应营养齐全，在水中稳定性较好。

投喂原则：饵料投放采用先快后慢原则。先用少量饲料使鱼聚集后再大量投料。饲料尽量撒开，进行局部匀撒。小潮多喂、大潮少喂；水清多喂、水混少喂，水温适宜时多喂，反之少喂，晴天多喂、阴天少喂，风浪小多喂、风浪大少喂，环网当天不投喂，次日减少投喂量。冬季水温较低的情况下减少投喂次数或隔天投喂 1 次。

日投喂 1～2 次，小潮汛在清晨和傍晚投饲，大潮汛应选择平潮或缓潮时投饲，阴雨天可隔日投喂，水温低 20C 以下少投或不投饲；配合饲料的日投饲量为鱼体重的 0.5%～1.5%。选用国内自行设计生产的远程多路自动投饵系统，根据气候、水质、潮流等实际情况，通过计算机适当调整投饵时间和投饵量，实现全自动投喂饲料。

（3）养殖病害防治

病害防治要坚持“以防为主，防治结合”的原则。放养时苗种要经过杀菌消毒；养殖过程中，要坚持巡视，特别留意察看鱼群的游动、摄食情况，一旦发现病、死鱼应及时隔离治疗或进行无害化（如深埋等）处理，严禁随便将病、死鱼扔出网箱外，使病害传播蔓延，造成更大的损害。

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：使用的药物应符合《水产养殖用药明白纸（2025 年 1、2 号）》规定；治疗方法可采用拌饲投喂的方法，也可在平潮前后进行药浴。

休药期：按《水产养殖用药明白纸（2025 年 1、2 号）》规定的休药期用药。

表 2-3　常见鱼病的治疗方法

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，鳍基部出血；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，肠道内充满土黄色的黏液，直肠内为白色黏液，肝脏暗红色或淡黄色。	海水网箱应设置临时围隔再进行箱内局部泼洒，不可全箱泼洒；若无围隔条件优先采用内服给药：三氯异氰尿酸 0.3-0.6mg/L 、二氧化氯 0.3-0.6mg/L 于围隔网箱内泼洒，尽量缩短药液外泄。
弧菌病	常年	感染初期，体色多呈斑块状褪色，食欲不振，缓慢地浮于水面，有时回旋状游泳；随着病情发展，鳞片脱落，吻端、鳍膜烂掉，眼内出血，肛门红肿扩张，常有黏液流出。	
病毒性疾病	6～12	病鱼体表两侧充血、出血、上下颌、吻部出血；有的鳍条有血丝，鳞片脱落，严重时形成溃疡。有的鱼体各部位繁生念珠状物，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。	海水网箱应设置临时围隔再进行箱内局部泼洒，不可全箱泼洒；药物选择聚维酮碘 0.1-0.3mg/L 、二溴海因 0.2-0.3mg/L、四烷基季铵盐络合碘 0.3mg/L 进行箱内泼洒。
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孢，病鱼瘦弱、腮部贫血、体表黏液增多，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，眼球突出充血。	确需用药时，应设置海水网箱临时围隔后进行短时泼洒，泼洒完成后避免残留药液大量排入海区；优先选择内服驱虫制剂替代水体泼洒。

对于病鱼，单独捞出后在专用的隔离容器内消毒、用药。直接在网箱内操作时，在开放式养殖条件下废水瞬间排入海域，难以集中收集，应尽可能设置临时围隔再进行药物泼洒或药浴。为减轻消毒、药浴废水对海洋的污染影响，应从源头减少用量，根据病情精准计算药量，避免超量。建议使用药物拌匀饲料的集中用药方式，减轻药物对海水环境的污染影响。因开阔的海洋环境本身具有很强的稀释和自净能力，关键在于控制污染物的总量和浓度，不让局部环境超载。

综上分析，有条件时在海水网箱外围设置临时围隔再进行箱内局部操作。若采取临时围隔措施，短时间在网箱内部局部泼洒药物即可达到治疗效果；无围隔条件时不建议泼洒，药物拌饲投喂是首选治疗方式。

因此，海水网箱消毒、药浴的总体原则为：优先内服拌饵给药，减少水体泼洒用药，降低对海洋环境影响。

（4）管理维护

日常管理：为防止逃鱼，要经常对网箱进行检查。在台风过后，检查网箱有无破损、逃鱼的现象发生。网箱下海一段时间，有污损生物附着在网箱主浮管和网衣上，要及时清除或换网。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。

网箱清洗：深水网箱养殖过程中需经常检查网箱的安全，根据网箱上附着生物量及鱼类养殖情况，3-6 个月换洗一次网衣，换网时必须防止养殖鱼卷入网角内造成擦伤和死亡，使用高压水枪等方法清洗网箱。网箱清洗计划将更换下来的旧网衣拉运到渔港码头进行处理，使用高压水枪等方法清洗网衣，清洗水通过陆域污水管网进入周边污水处理厂处理，不直接排入海域，不会对海水水质产生不利影响。

安全生产措施：在海水网箱养殖过程中要经常检查网箱的安全。应采用水面、水中观察相结合的方法经常检查网箱系统的附着情况，网箱有否破损、各种缆绳骨有否磨损、网箱系统的固定设施是否固牢坚硬等，发现问题采取相应措施及时处理，防患于未然。在灾害性天气出现之前应采取在加盖网；检查和调整锚、桩索的拉力，加固网箱的拉绳和固定绳；检查框架、锚、桩的牢固性；尽量清除网箱框架上的暴露物，沉降网箱等措施；养殖人员、船只迁移至避风港等措施进行防范。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。定期对养殖区水质进行监测和监控。

（5）病死鱼管理

建立病死鱼日常巡查和快速处置制度。养殖人员每日开展网箱巡检，对发现的病死鱼及时采用专用工具进行打捞，避免病害扩散。病死鱼收集后，应进行分类登记，记录死亡时间、数量、原因及处理方式，并采用密闭容器运输至集中处理地点，按照无害化要求进行处理，不得随意丢弃或进入市场流通。广东省相关管理要求明确，病死动物及病害动物产品应按照规定做好无害化处理，不具备处理能力时应委托具备条件的单位处理。

平台设置专用的暂存容器或密闭暂存设施，对病死养殖对象进行临时收集，采取密闭、防渗和防逃逸措施。对于患病养殖对象，应按照养殖管理和疫病防控要求及时进行隔离、诊断和处置。病死养殖对象及相关废弃物达到转运条件后，由工作船运回岸上，交由具备相应处置能力的单位进行无害化处理。

5 艘养殖辅助船中，可指定 1 艘专门配置密封冷藏舱用于病死鱼暂存，一般可配置至少 1 个小型冷藏舱（容积约 10~20 立方米）。按常规网箱养殖密度估算，每日病死鱼产生量在数十公斤至数百公斤级别，体积远小于一个标准冷藏舱（数十立方米）的容量。因此，200 吨级养殖辅助船能够容纳每日病死鱼的暂存量。病死养殖对象的发现、收集、转运及处置情况应建立台账，记录发现时间、数量、原因及最终处置去向，实现全过程管理。

（6）成鱼收获

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。

6. 网箱维护

（1）网衣的换、洗工艺

根据网箱上附着生物量及鱼类养殖情况，进行网衣的更换和清洗，换网时先把旧网囊拉至水深 2m 处，把新网囊套在旧网囊外面，挂在网箱框架上，然后把旧网囊解开，慢慢驱赶鱼群进入新网囊，最后把旧网囊卸下。换网时必须防止养殖鱼卷入网角内造成擦伤和死亡。网箱清洗计划将更换下来的旧网衣拉运到渔港码头进行处理，使用高压水枪等方法清洗网衣，清洗水通过陆域污水管网进入周边污水处理厂处理，不直接排入海域，不会对海水水质产生不利影响。

（2）框架的维护

网箱框架的主要材料为聚乙烯（HDPE）高分子材料，具有良好的柔弹性，能较好地适应海洋工况。网箱使用时必须采取防冲撞措施，在网箱区域要有区域分隔线及夜间警示装置（可安装在浮筒上），防止航行的船只误入网箱区域。其次在对网箱进行作业时，比如挂网、卸网、投饵等，要注意不要使工作船与框架发生强烈碰撞，尤其是不要撞击网箱关键部位（系绳点等）。

长期浸泡在海水中，网箱框架也会有附着物生长。框架材料 HDPE 是非极性材料，附着物不会在框架上附着很牢固，而且由于表面光滑，很容易就能将附着物清洗掉。所以要定期安排人员对框架上的附着物进行清理。

（3）系泊系统的维护

系泊系统由大抓力锚、锚链、卸扣、浮筒、缆绳和缓冲装置等构成。除了厂家在设计和制作安装过程中要考虑其材料强度和安装强度外，泊系系统各部件的日常维护必不可少。主要维护措施就是日常检查。使用单位要定期参照厂家提供的用户手册对各部件进行安全检查，检查项目包括浮筒、缆绳、结点枢纽等。

（4）台风影响前后的应对措施

通常在台风来临前必须对网箱系统进行一次全面的检查并对隐患及时处理。台风来临前要密切关注天气状况并要及时了解台风的影响范围、时间及可能的影响程度，保证有充足的时间对网箱进行操作。还要随时观察网箱中养殖鱼类的活动情况。准备好充足的饵料，通过饵料管进行喂食。要定时通过水下监视设备进行观察或安排潜水员亲自观察，将台风带来的损失降到最低程度。

7. 网箱拆除

解开从固定系统引出并缚在网箱上的绳索，提起网衣上的重物，提起网衣。用多功能工程船将网箱拖至岸边。

7. 人员组织

项目施工人员由项目建设期领导小组统一调度管理，施工总人数约 30 人，根据施工进度动态调配。

项目建成运营后，按岗位专业化、作业标准化、值守常态化配置人员，项目运营期总工作人员约 40 人，根据生产组织安排，平台实行轮班值守制度，正常运营情况下，平台实行轮班值守制度，每班安排约 8 人进行日常值守，主要负责养殖区

	巡查、设备运行维护、生产调度及突发情况处置等工作。其余运营人员根据投喂、起捕、网箱维护、船舶作业、岸基管理等生产任务安排，通过养殖辅助船、交通艇等交通方式进行海上作业，并根据生产任务实行轮换。 平台值守人员应按照岗位职责进行配置，并配备必要的救生、消防、通信和应急设备。遇台风、强对流、大风浪等恶劣天气时，根据海况预警及时调整海上作业安排，必要时组织平台人员撤离至岸上安全区域，确保人员安全。 项目配备 5 艘投料辅助船舶和 2 艘应急运输船舶；投料辅助船舶用于日常饲料投放及巡查作业，应急运输船舶配有起重装置，用于应急抢险及物资运输；运营期间产生的船舶污染物（生活污水、生活垃圾、船舶油污水）、设施维护一般固废收集上岸处置，不排海。
施工方案	**1. 施工工艺** 本项目总申请用海面积 48.0000 公顷，为开放式养殖用海。建设 60 米周长重力式网箱 50 个，100 米周长重力式网箱 6 个，总养殖水体 99000 立方米。一个养殖辅助平台（6×12 米）；一个养殖管理平台（6×15 米）。 （1）网箱安装施工方案 本项目网箱安装及运输工作由建设单位依法通过公开招标确定具备相应资质和海上施工经验的专业施工单位负责实施。 网箱运输及安装拟采用“岸上预制组装、海上浮运安装”的施工方式。网箱各构件运输至岸边临时组装基地完成拼装后，利用拖轮或工作船浮运至养殖海域，按照施工方案完成锚泊系统安装、网箱定位、网衣安装及调试等作业。 1）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 2）锚位预定 用 GPS 定位仪选定锚位点。 在工作船上用绳子将沉子与浮球连接，连接绳的长度与锚投放处水深相近，投下铁锚作为第一个网箱锚位点。根据网箱固定锚泊系统的布局及锚位间距，依次重复以上步骤，按顺序投放铁锚作为一口网箱的 8 个锚位点或 12 个锚位点。依水面上定位浮球位置和锚位点位置坐标进行校正，使浮球在纵、横向均排列整齐。最后

可将定位浮球在水面的位置作为投锚时的参考投放位置。

3）抛锚作业

应选择顺风流合压差方向安装作业，平潮时选择顺风方向进行固定系统安装作业，风力影响不大时在顺流向安装作业。

4）网箱固定

用工作船将网箱框架（框架连接绳可提前连接）拖至固定系统的区域内，用锚绳将网箱框架固定，并收紧绳索。

5）网衣的安装

网衣挂在双浮管的内管，防跳网沿扶手管架设，并在扶手栏杆上绑缚固定；在网衣的底部沿圆周竖纲位置处绑系沉子，沉子的数量根据网衣大小规格选用，网底距沉子底的距离不超过 2m。

6）调试

固定系统安装完毕后，依框架在水面的状态，通过锚强的松紧进行调节，使其在水面布局规整、简洁。

7）挂网

依据养殖生产需要适时挂网。

（2）养殖辅助平台施工方案

本项目设置 1 座养殖辅助平台和 1 座养殖管理平台，其中养殖辅助平台尺寸为 6m×12m，主要用于饲料及养殖生产物资暂存和生产辅助作业；养殖管理平台尺寸为 6m×15m，主要用于现场办公、设备监控、人员短时休息及生产管理。现有工程设计将两座平台均采用浮式结构形式，不设置固定式桩基基础。

平台施工采用“岸上组装、整体拖运、海上定位、锚泊固定”的施工方式。平台主体结构及附属设施在陆上基地完成预制、组装和调试，经检查合格后由运输船或拖带船舶运至项目海域。平台到达预定位置后，采用 GPS 定位系统进行位置校核，并由作业船舶配合完成锚泊系统布设及连接，通过锚链、锚绳等锚泊设施将平台可靠固定于设计位置。

具体施工工序为：平台陆上预制及组装→附属设备安装调试→平台装船或拖带运输→海上定位→锚泊系统布设→平台与锚泊系统连接→位置及稳定性检查→附

属设施安装→竣工验收。

平台采用浮式锚泊结构，不采用钢管桩、灌注桩等固定桩基形式，因此不涉及海上打桩、沉桩及桩基灌注施工，可避免桩基施工产生的较大水下扰动。平台锚泊施工以锚泊设施布设和连接为主，施工范围较小，施工完成后平台可在设计允许范围内随水位变化及波浪运动产生适应性位移。

平台施工期间应合理安排施工船舶作业顺序，施工前核实海上作业区域及锚泊位置，采用 GPS 进行精确定位，并根据海况合理选择施工窗口。平台安装完成后，应对平台浮态、锚泊系统连接、栏杆、通道及相关安全设施进行检查，确认满足设计及使用要求后投入运行。

2. 主要施工设备

施工船舶设备主要为用于布置网箱的运输船，船舶各配备吊机、GPS 定位仪等。运营期共配备有应急运输船舶 2 艘、投饵船 5 艘进行运输、投喂和巡逻等日常管理。项目主要船舶设备情况见表 2-4。

表 2-4　项目主要船舶设备表

序号	名称	型号	吨位	数量	备注
1	运输船	配备吊机、GPS	100t	2	施工期
2	应急运输船		100t	2	营运期日常管理
3	投饵船		100t	5	营运期运输、投喂

3. 施工组织及进度计划

本项目不涉及陆域施工，通过运输船将安装好的网箱运至指定位置进行布置，不设置施工营地，施工期船舶污染物（含油污水、生活污水、生活垃圾等）及施工一般固废（废弃绳索、浮漂等）依托金厢渔港码头收集上岸处置，不排海。

由于本工程项目施工条件好，根据工程建设的内容（主要为深水网箱、海上工作平台）及工序安排，总工期预计约需要 14 个月。

表 2-5　施工进度计划表

序号	项目	进度计划（月）													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	施工准备														
2	海上工作平台														
3	深水网箱														
4	竣工验收														

项目用海情况	**1. 申请用海面积** 根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》（自然资发〔2023〕234 号）中的规定，本项目用海类型为“渔业用海”（一级类）中的“增养殖用海”（二级类）。根据《海域使用分类》（HY/T123-2009），本项目用海类型为“渔业用海”（一级类）中的“开放式养殖用海”（二级类），用海方式为“开放式”（一级类）用海中的“开放式养殖”（二级类）。 本项目拟申请用海总面积为 48.0000 公顷。 本项目宗海位置图见图 2-11，宗海界址图见图 2-12。 **2. 申请用海期限** 根据《中华人民共和国海域使用管理法》第二十五条规定：“海域使用权最高期限，按照下列用途确定：（1）养殖用海十五年；（2）拆船用海二十年；（3）旅游、娱乐用海二十五年；（4）盐业、矿业用海三十年；（5）公益事业用海四十年；（6）港口、修造船厂等建设工程用海五十年。” 本项目属于“养殖用海”，按最高年限申请，申请用海期限为 15 年。 **3. 岸线占用分析** 根据广东省政府 2022 年批复海岸线，本项目用海申请范围不占用岸线。本项目不改变海岸线原有形态和生态功能，不造成海岸线位置、类型变化。
其他	无

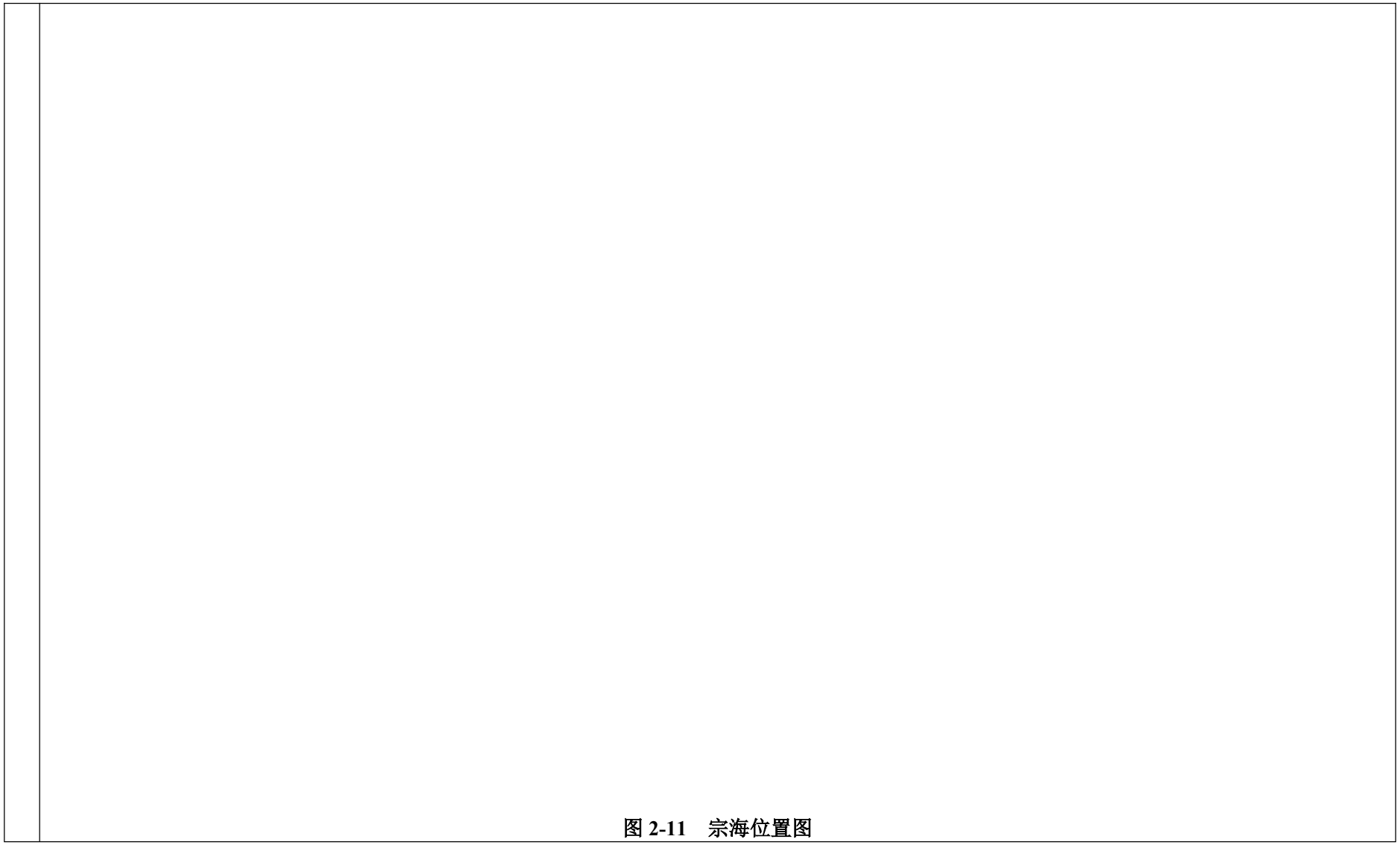


图 2-11　宗海位置图



图 2-12　宗海界址图

三、生态环境现状、保护目标及评价标准

生态环境现状

（一）主体功能区划和生态环境功能区划情况

1、《广东省近岸海域环境功能区划》

根据《广东省近岸海域环境功能区》（粤府办〔1999〕68号）《广东省人民政府关于同意调整汕尾市部分近岸海域环境功能区划的批复》（粤办函〔2013〕127号）《广东省生态环境厅关于同意调整汕尾东海岸、碣石局部海域近岸海域环境功能区划的函》（粤环函〔2024〕421号），项目位于碣石湾浅海渔业功能区，主要功能为渔业功能区，执行《海水水质标准》（GB3097-1997）第一类标准。

表3-1　广东省近岸海域环境功能区划

标识号	功能区名称	面积（km^2）	主要功能	水质目标
405A	田尾山生态功能区	10.01	海洋生态保护	二类
405B	碣石港口工业功能区	23.58	工业	三类
406A	碣石浅澳港口功能区	16.13	港口	三类
406B	碣石浅澳工业功能区	14.80	工业	三类
406C	陆丰核电厂冷却水排污稀释混合区	3.17	排污稀释混合区	除水温不执行水质标准外，其他指标执行三类标准
407	金厢盐业、养殖、旅游功能区	23.19	盐业、养殖、旅游	二类
408	乌坎工业、港口功能区	25.68	工业、港口	三类
409	乌坎养殖、盐业功能区	2.68	盐业、养殖	二类
410	大湖养殖功能区	5.08	养殖	二类
411A	白沙湖养殖功能区	88.78	养殖、港口	二类
411C	汕尾新港区港口功能区	8.33	港口	三类
412	碣石湾浅海渔业功能区	293.91	渔业功能区	一类

图 3-1　项目与广东省近岸海域环境功能区划叠加示意图

2、生态环境分区管控

根据《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》的“三区三线”划定成果，项目不在生态保护红线范围内；根据《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》及《汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案（修订版）》，项目位于海域一般管控单元中的“碣石湾农渔业区（编码：HY44150030001）”。

图 3-2　项目所在区域生态环境管控分区示意图

3、渔业资源保护区

根据农业部公告第 189 号《中国海洋渔业水域图》（第一批）《南海区渔业水域图》（第一批），项目所在海域“三场一通道”情况如下。

（1）南海鱼类产卵场

根据中华人民共和国原农业部 2002 年 2 月编制的《中国海洋渔业水域图》，南海鱼类产卵示意图见图 3-3。项目不在南海中上层鱼类产卵场内，也不在南海底层、近底层鱼类产卵场内。

本项目不位于南海鱼类主要产卵场内。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、绯鲤类、短尾鲹大眼鲷、长尾大眼鲷、脂眼鲱和黄鲷产卵场。其中：

金线鱼产卵场包括：①南海北部产卵场：分布范围较广，由海南岛东岸一直延伸到汕尾附近（为东经 111°45′~115°45′），水深为 25~107m，主要是 40~80m，产卵期 3~8 月；②北部湾产卵场，有二处：一处为东经 107°15′~108°50′，北纬 19°10′~20°55′，水深 40~75m，产卵期 2~6 月；另一处为东经 106°05′~107°20′，北纬 18°15′~19°55′，水深 20~80m，产卵期 4~8 月。

长尾大眼鲷产卵场包括：①南海北部产卵场：共有二处，一处位于海陵岛南部，约为东经 110°50′~112°45′，北纬 20°25′~21°30′；一处位于万山列岛的东南部，约为

东经 113°20′~115°45′，北纬 20°35′~22°20′。两产卵场水深为 26~80m。②北部湾产卵场，共有三个：a.位于东经 107°30′~108°50′，北纬 20°15′~21°20′；b.东经 107°35′~139°05′，北纬 19°35′~20°25′；c.东经 107°35′~108°25′，北纬 18°25′~19°25′。长尾大眼鲷产卵期 5~7 月。

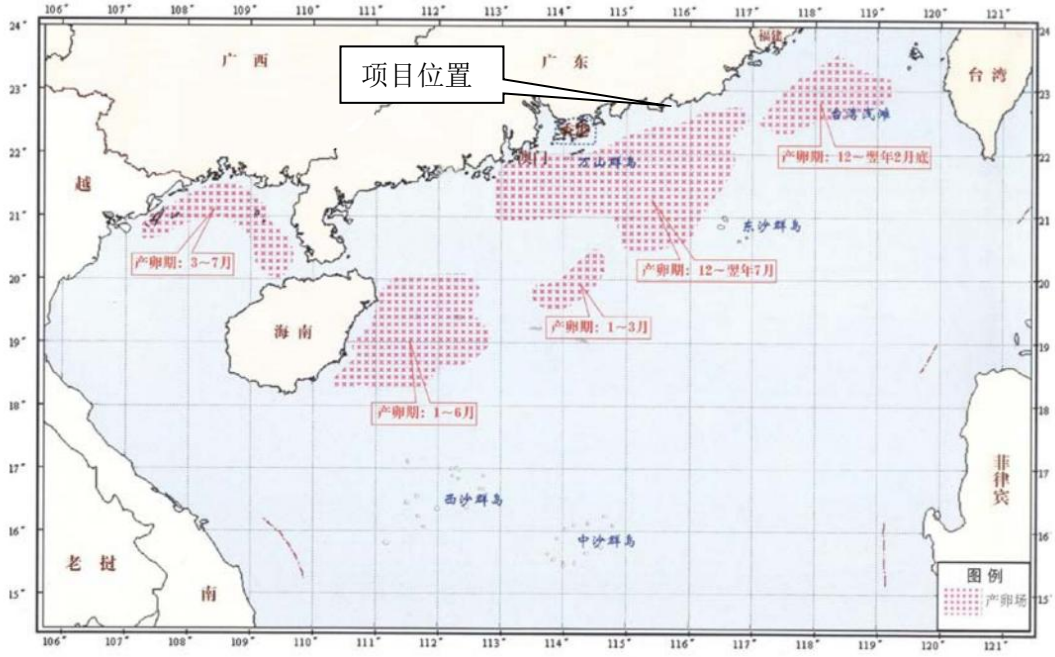


图 3-3a　南海中上层鱼类产卵场示意图

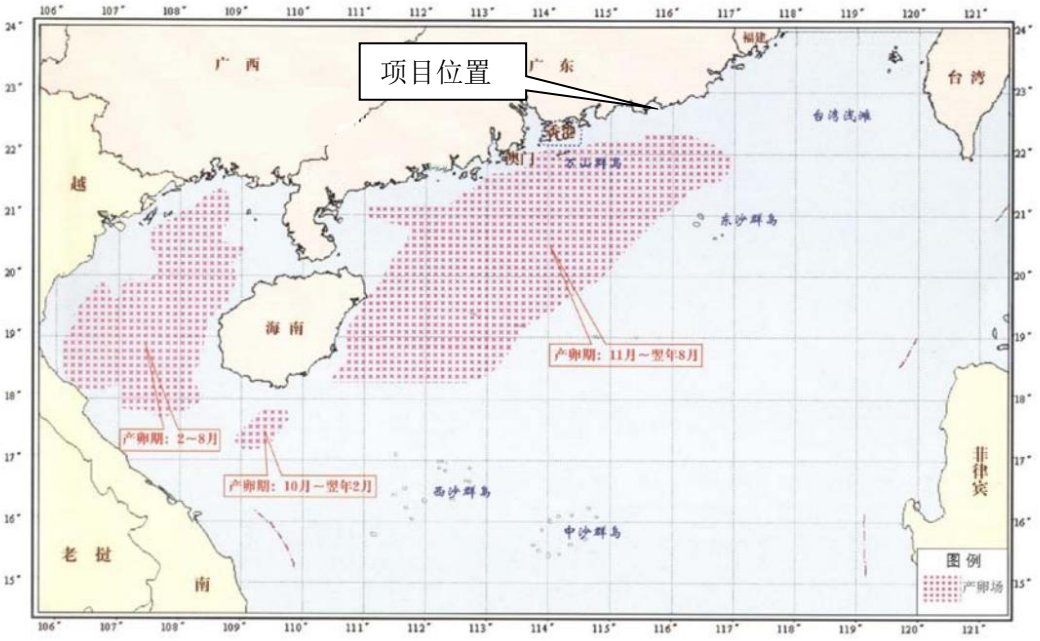


图 3-3b　南海底层、近底层鱼类产卵场示意图

（2）南海北部幼鱼繁育场保护区

南海北部幼鱼繁育场保护区分布见图 3-4，项目位于南海北部幼鱼繁育场保护

区内。

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。该保护区的管理要求：保护期内禁止拖网船、拖虾船以及捕捞幼鱼、幼虾为主的作业船只进入本区生产，防止或减少对渔业资源的损害。

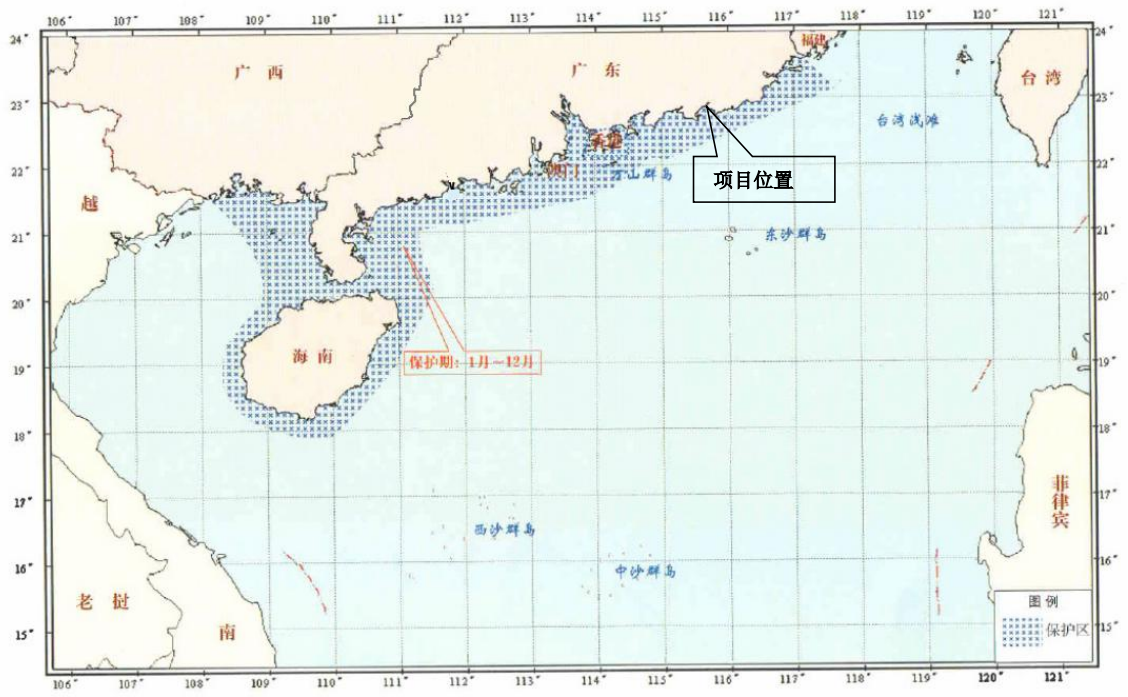


图 3-4　南海北部幼鱼繁育场保护区示意图

（3）南海区幼鱼、幼虾保护区

项目位于南海区幼鱼、幼虾保护区内，南海区幼鱼、幼虾保护区分布见图 3-5。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 20 米水深以内的海域均为南海区幼鱼、幼虾保护区，保护期为每年的 3 月 1 日至 5 月 31 日。

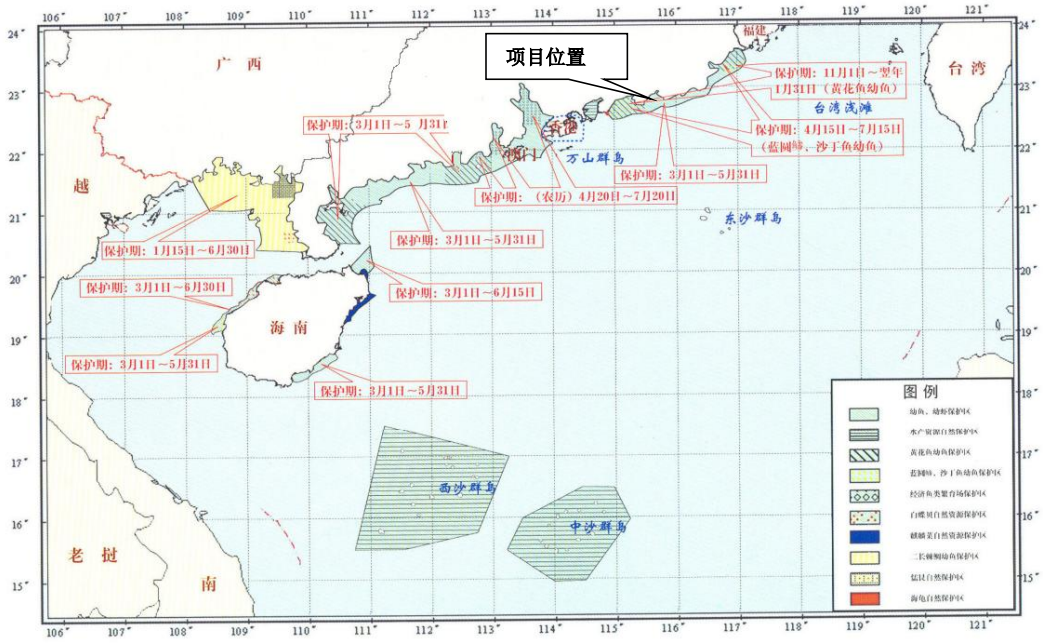


图 3-5　南海区幼鱼、幼虾保护区分布图

4、环境空气功能区划

根据《汕尾市环境保护规划纲要（2008—2020 年）》，项目所在海域未划分环境空气功能区，项目依托码头（金厢渔港）陆域属于二类环境空气功能区，因此，项目参照执行《环境空气质量标准》（GB3095-2026）的过渡阶段二级浓度限值。项目所在区域大气环境功能区划图见图 3-6。

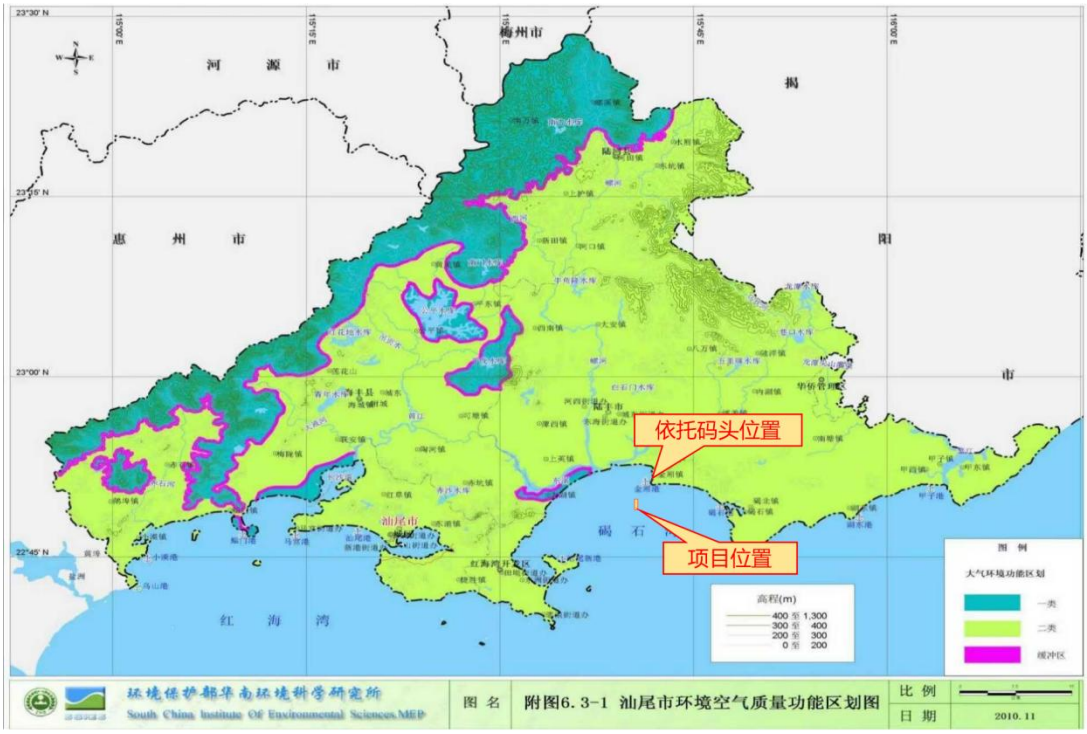


图 3-6　汕尾市环境空气质量功能区划图

5、声环境功能区划

根据《汕尾市生态环境局关于印发<汕尾市声环境功能区区划方案>的通知》（汕环〔2021〕109 号），项目所在海域未划分声环境功能区，项目依托金厢渔港停靠及运输，根据《汕尾市生态环境局关于<汕尾市声环境功能区区划方案>的补充说明》，项目声环境功能参照执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准，声环境功能区划图见图 3-7。

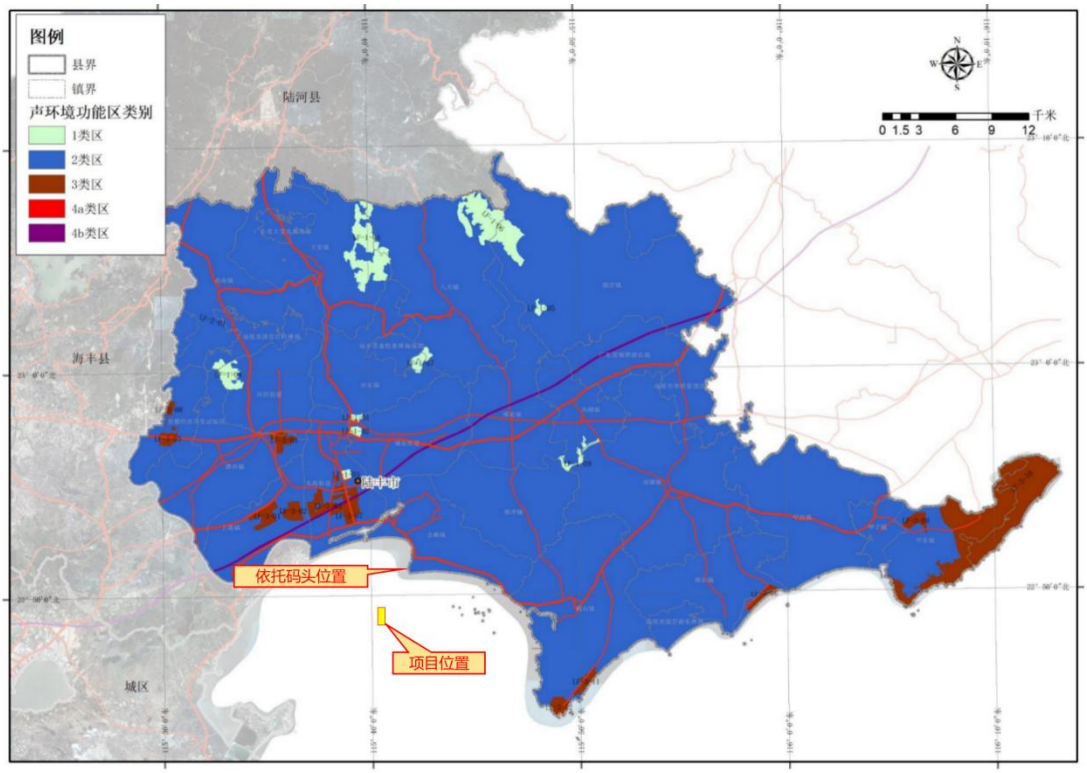


图 3-7　项目所在区域声环境功能区划示意图

6、环境功能区划汇总

项目所在地的环境功能区划详见下表 3-2。

表 3-2　项目所在区域环境功能区

序号	项目	类别
1	环境空气功能区	项目所在海域未划定功能区，依托码头陆域所在区域属于环境空气二类区
2	声环境功能区	项目所在海域未划定功能区，依托码头属于 2 类声环境功能区
3	近岸海域环境功能区	碣石湾浅海渔业功能区，执行水质一类标准
4	“生态环境分区管控”	“碣石湾农渔业区”一般管控单元（编码：HY44150030001）
5	是否污水处理厂集水范围	否
6	是否饮用水源保护区	否

7	是否基本农田保护区	否
8	是否自然保护区和风景名胜区	否
9	是否水库库区	否
10	是否文物保护单位	否
11	是否属于生态敏感与脆弱区	是，位于碣石湾内为一般敏感区
12	是否属于生态保护红线	否

（二）项目所在区域环境质量现状及主要环境问题（环境空气、声环境、海洋环境等）

1. 环境空气质量现状评价

为了解项目所在区域环境质量现状，本报告引用汕尾市生态环境局发布的《2024 汕尾市生态环境状况公报》中空气质量监测数据对项目所在区域进行评价，汕尾市 2024 年环境空气质量现状监测结果见表 3-3。

表 3-3　汕尾市环境质量现状监测结果（2024 年）

序号	污染物	评价指标	单位	现状浓度	标准值	占标率/（%）	达标情况
1	SO_2	年均浓度	μg/m³	7	60	11.67	达标
2	NO_2	年均浓度	μg/m³	10	40	25	达标
3	PM_{10}	年均浓度	μg/m³	26.5	60	44.17	达标
4	$PM_{2.5}$	年均浓度	μg/m³	17.7	30	59	达标
5	CO	24 小时第 95 百分位数平均值	mg/m³	0.8	4	20	达标
6	O_3	日最大 8 小时均值第 90 百分位数平均值	μg/m³	135	160	84.38	达标

根据上表可知，汕尾市区 2024 年空气 SO_2、NO_2、PM_{10}、$PM_{2.5}$、CO、O_3 六项污染物监测结果均满足《环境空气质量标准》（GB3095-2026），即项目所在区域为环境空气达标区，说明项目所在区域环境空气质量较好。

2. 声环境质量现状评价

（1）区域声环境质量

根据汕尾市生态环境局发布的《2024 年汕尾市生态环境状况公报》：

①声环境功能区达标情况

2024 年度，5 个功能区噪声监测点位噪声监测结果：1 类声功能区噪声昼间均值为 52.8 分贝，2 类声功能区噪声昼、夜间均值分别为 52.3 分贝、45.3 分贝，3 类声功能区噪声昼、夜间均值为 54.6 分贝、47.7 分贝，4 类声功能区 1#噪声昼间

均值为 66.8 分贝，4 类声功能区 2#噪声昼间均值为 67.9 分贝均达到国家规定标准；未达到标准的是 1 类声功能区噪声夜间均值 45.3 分贝，超标 0.3 分贝；4 类声功能区 1#噪声夜间均值 62.7 分贝，超标 7.7 分贝，4 类声功能区 2#噪声夜间均值为 64.2 分贝，超标 9.2 分贝。

②城市区域总体噪声水平

2024 年度汕尾市城市区域环境噪声昼间均值为 55.9 分贝，属于《声环境质量标准》（GB 3096-2008）中的一般水平，达到国家规定标准，与 2023 年相比下降 0.2 分贝。

③道路交通噪声现状

2024 年度交通噪声昼间均值为 66.9 分贝，属于《声环境质量标准》（GB 3096-2008）中的好水平，达到国家规定标准，与 2023 年相比上升 3.8 分贝。

3. 海洋水文

本节内容引用广东创蓝海洋科技有限公司于 2023 年 4 月 22 日 11:00 至 2023 年 4 月 23 日 12:00（农历三月初三至三月初四）在项目附近海域开展的水文动力环境现状调查。

（1）调查站位

根据技术要求，本次观测海域在陆丰海域共设 3 个临时潮位站以及 6 个水文泥沙、温度、盐度观测站。具体站位布置情况如表 3-4、图 3-8 所示。

其中 C1、C3 和 C4（C4 站位观测时间为：2023 年 4 月 23 日 18:00 至 2023 年 4 月 24 日 19:00）站位分别布放 1 台潮位仪进行潮位观测。海流、悬沙、海水温度、盐度和气象要素测量也在该大潮期间进行。

潮位观测每 5min 采集一次数据，水位读至 0.01m。潮位观测时间涵盖整个海流、悬沙调查和温盐调查过程。

海流、悬沙和温盐分层调查根据实际水深情况进行分层实测，本次调查各站位海流均采用 3 点法测量（表层、中层、底层），悬沙观测也采用 3 点法测量，温度采用自容式温度压力记录仪测定，盐度采用盐度计测量。

表 3-4　陆丰海域测量站点站位一览表

性质	编号	东经	北纬	水深（米）	测量内容
潮位站	C1				

	C3	
	C4	
水文站	S1	
	S2	
	S3	
	S4	
	S5	
	S6	

图 3-8　陆丰海域潮位、海流、温盐和悬沙测量站点位置

（2）基面关系

汕尾海洋站潮汐资料潮高基准面与黄海基准面、珠江基准面及平均海平面的换算关系如图 3-9 所示。

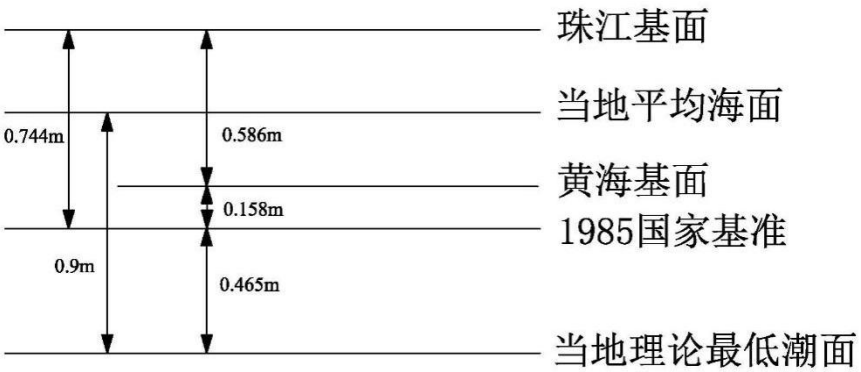


图 3-9　各基面换算关系图

（3）气温

1）月平均气温与极端气温

陆丰气象站近10年（2015年~2024年）气温统计中，7月平均气温最高（32.5℃），1月气温最低（20.4℃），近10年极端最高气温出现在2023-7-14（38℃），近10年极端最低气温出现在2016-01-25（2.0℃）。

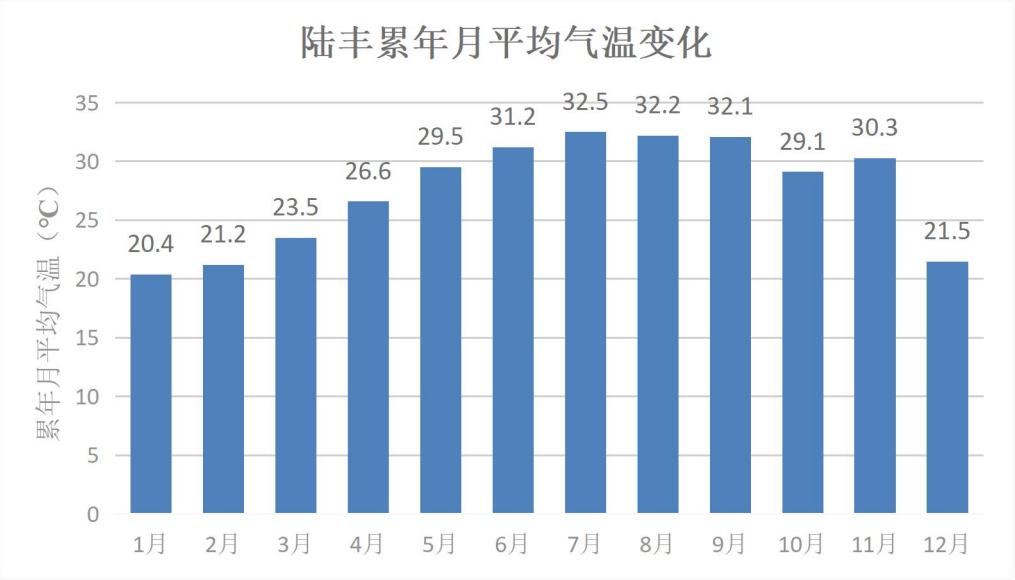


图3-10　陆丰月平均气温（单位：℃）

2）温度年际变化趋势

陆丰气象站近20年气温无明显变化趋势，2019年年平均气温最高（27.8℃），2022年年平均气温最低（26.3℃）。

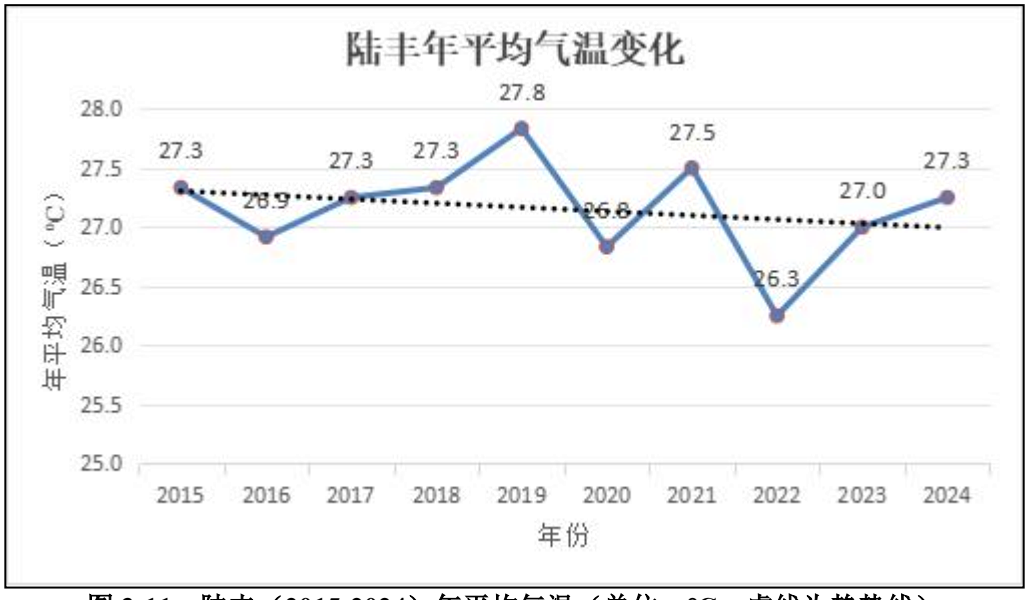


图3-11　陆丰（2015-2024）年平均气温（单位：℃，虚线为趋势线）

（4）风况

1）月平均风速

陆丰气象站月平均风速如表 3-5，12 月平均风速最大（25m/s），4 月风速最小（2.2m/s）。

表 3-5　陆丰气象站月平均风速统计（单位：m/s）

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
平均风速	2.5	2.4	2.3	2.2	2.3	2.3	2.4	2.3	2.4	2.4	2.5	2.5

2）风向特征

近 20 年资料分析的风向玫瑰图如图 3-12 所示，陆丰气象站主要风向为 E 和 NNW、N、S，占 46.8%，其中以 E 为主风向，占到全年 12.9%左右。

表 3-6　陆丰气象站风向频率统计（单位：%）

风向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S
频率	11.7	6.0	35	4.0	12.9	76	68	3.2	96
风向	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C	
频率	5.0	5.1	2.0	1.6	1.0	3.2	12.6	43	

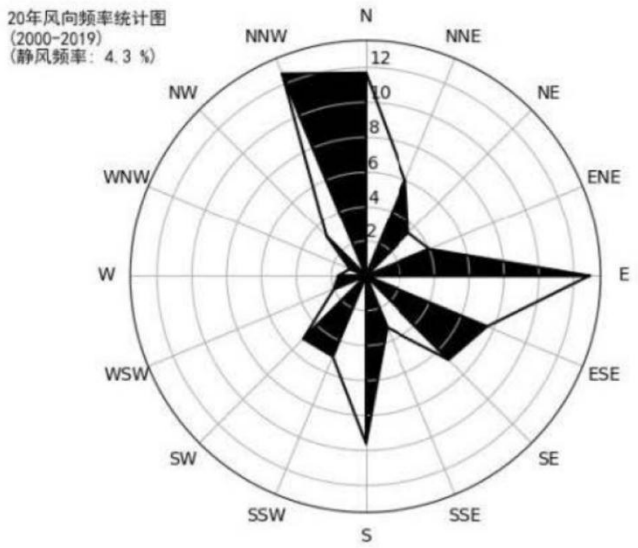


图 3-12　陆丰风向玫瑰图（静风频率 4.3%）

（5）潮汐

根据对潮位测站 C1、C3 站 2023 年 4 月 22 日 11:00 至 2023 年 4 月 23 日 12:00 和 C4 站 2023 年 4 月 23 日 18:00 至 2023 年 4 月 24 日 19:00 的潮位数据进行特征值统计，其中 C1 站位最高潮位为 69.6cm，最低潮位为-79.4cm，最大潮差为 131cm，最小潮差为 103cm，平均潮差为 117cm；C3 站位最高潮位为 61.6cm，最低潮位为 -60.4ccm，最大潮差为 100cm，最小潮差为 85cm，平均潮差为 93cm；C4 站位最

高潮位为 54.2cm，最低潮位为-46.8ccm，最大潮差为 96cm，最小潮差为 93cm，平均潮差为 95cm。

（6）潮流

根据实测数据分析可知，本海域为不正规半日潮为主，S1~ S6 测站实测海流表现为往复性流动，S1~S4 站位海流主流向均为偏 W 为涨潮流向，偏 E 向为落潮流向，S5 和 S6 站位海流主流向均为偏 N 为涨潮流向，偏 S 向为落潮流向。最大涨落潮流均出现在 S5 站，其中涨潮流最大流速最大为 36.0cm/s，出现在表层，流向为 340°，落潮流最大流速最大为 33.0cm/s，出现在底层，流向为 156°。

（7）余流

大潮期各站各层余流均为 0.2~3.8cm/s 之间，最大余流流速发生在 S6 站，其表层最大余流流速 3.8cm/s；最小余流流速发生在 S5 站底层，余流流速为 0.3cm/s。

（8）海水温度

观测期间各站位各层次水温在 22.15-24.51°C，平均水温在 22.42-24.26°C，从表层到底层水温呈现一定的降低趋势。

（9）海水盐度

项目所在海域各层次盐度在 31.35-34.09‰，各层平均盐度在 31.90-33.98‰。

（10）悬沙

涨潮期最大含沙量最大为 14.40mg/L，出现在 S6 站底层；落潮期最大含沙量最大为 14.00mg/L，出现在 S2 站中层，观测期间各站位各层次含沙量在 0.20-14.40mg/L，平均含沙量在 2.40-7.67mg/L。在时间序列上，各站位三层含沙量的变化趋势规律不明显；在垂向上，各层含沙量量级大小接近，总的来说底层含沙量略大于表层和中层。

（11）波浪

项目附近无长期波浪监测站，最近波浪监测站为位于碣石湾遮浪角的遮浪海洋站（115°34′E，22°39′N）。据遮浪海洋站 2018 年 1 月～2020 年 12 月实测波浪统计资料，碣石湾海域主要受外海传入的涌浪影响，涌浪频率达 17.4%，风浪频率为 82.6%，混合浪频率仅为 0%。

碣石湾海区年平均 H1/10 为 1.0m，基本上秋冬季波高大于春夏季波高；10 月、

11 月和 2 月月平均 H1/10 最大，为 1.2m；5 月月平均 H1/10 最小，为 0.8m。历年最大波高为 7.0m，波向为 90°，发生在 2018 年 9 月 16 日，此时台风“尤特”影响碣石湾区域。碣石湾海区年平均 T1/10 周期为 4.6s。

碣石湾海区全年波向主要集中在 E 和 ENE 方向，分布频率分别为 25.7%和 13.8%；项目海区常浪向为 E 向，次常浪向为 ENE 向，N、WNW、NW、NNW 向波浪比较少；强浪向为 E 向，NW 向波浪最弱。碣石湾海区波向受季风影响明显。1 月到 5 月波向主要受东北季风影响的 E 向浪较多；6 月 E 向波浪逐渐减少，SW 向波浪增多；6 月到 8 月波向主要为 SW、WSW；9 月 E 向波浪逐渐增多，10 月至 12 月浪向又变为受东北季风影响的 E 向浪。

遮浪海洋站 2018~2020 年统计的波浪玫瑰图见图 3-13。

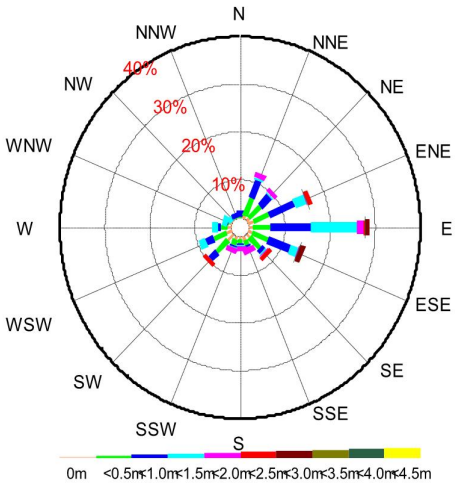


图 3-13　遮浪站累年波浪玫瑰图（2018~2020 年）

4. 海区地形地貌

（1）区域大地构造

碣石湾是粤东较大的海湾之一，碣石湾湾口东起田尾角，西至遮浪角，湾口朝南，口宽 27km，呈开敞的新月形海湾，岸线较为平直，但湾内有港、岬角之间还有许多小海湾。从碣石湾的地势图来看（如图 3-14 所示），湾的顶端陆地地势低平，东部和西部较高，湾的两个岬角相对于顶端高，但对于东部和西部而言，显得低平。

图 3-14　碣石湾地势图

（2）水深地形

碣石海湾海底地貌是平坦的水下浅滩，沉积物为泥和砂质泥。项目所在海域水深值介于 7.95m～9.6m（高程基准：1985 国家高程基准；坐标系：2000 国家大地坐标系，水深来源：导助航综合服务系统 https://ais.msa.gov.cn/）。

图 3-15　项目所在区域水深地形图

5. 海洋环境现状调查

项目引用汕尾市润邦检测技术有限公司于 2025 年 11 月 4 日、5 日、10 日、18 日、21 日，对陆丰碣石湾海域进行环境现状调查获取的监测数据。

在广东省陆丰市碣石湾海域开展了一次海洋环境现状调查工作，包括海水水质现状调查和海洋生物质量和海洋生态现状调查，监测海域范围内共布设 34 个水质监测点位，同时布设站点采集 18 个沉积物（从水质站点中选取），SF1～SF8 采集游泳动物，C1～C3 采集潮间带生物，其余生态调查项目在水质站点中选取 22 个采集样品。

为更好地分析项目所在海域海洋环境现状情况，除生态与渔业资源调查站位外，重点选取 2025 年 11 月评价范围内的 6 个水质调查站位（满足 HJ 1409—2025 中规定 3 级评价等级海水水质现状调查站位数量≧2 个的要求）、5 个沉积物质量调查站位（通过定量分析评价能够较好地反映评价范围内及项目用海范围的海洋生物质量现状），本次选取的站位基本覆盖评价范围，基本均匀，能够代表区域海洋环境现状，因此站位选取是合理的。

调查站位坐标信息和具体监测项目见表 3-7，站位分布见图 3-16。

表 3-7　2025 年 11 月调查站位信息一览表

点位编号	经纬度	监测项目

图 3-16　调查站位布设示意图

（1）海水水质现状

1）区域海水水质现状

项目附近的近岸海域水质国控监测站位分布见图 3-17。项目评价范围的海水水质国控监测站位共有 1 个，为 GDN14013（E：115.67，N：22.83），位于项目北侧约 1.6km 处，所在近岸海域环境功能区划为 412 碣石湾浅海渔业功能区。本次评价选取上述国控监测站位现状监测信息对项目区域海域水质现状进行评价。

本次评价根据《广东省近岸海域环境功能区》（粤府办〔1999〕68 号）《广东省人民政府关于同意调整汕尾市部分近岸海域环境功能区划的批复》（粤办函〔2013〕127 号）《广东省生态环境厅关于同意调整汕尾东海岸、碣石局部海域近岸海域环境功能区划的函》（粤环函〔2024〕421 号）等相关要求，确定 GDN14013 站位所在近岸海域环境功能区划的海水水质执行标准，GDN14013 站位执行海水水质第一类标准要求。

图 3-17　项目所在区域近岸海域水质国考监测站位分布图

本报告收集了广东省生态环境厅发布的《广东省 2023~2025 年近岸海域海水水质监测信息》，监测结果见表 3-8。由表 3-10 可知：2023~2025 年度 GDN14013 站位的监测因子均符合《渔业水质标准》（GB11607-89）要求和《海水水质标准》（GB3097-1997）一类标准要求。

表 3-8　2023~2025 年度广东省近岸海域水质监测信息

站点编号	时间	pH	无机氮	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	化学需氧量	铜	汞	镉	铅	水质类别	是否符合渔业水质标准
GDN14013													
《海水水质标准》GB3097-1997													
《渔业水质标准													

注：1.pH 单位为无量纲，其余监测因子单位为 mg/L；“－”代表未进行监测；

2.“*”《渔业水质标准》（GB11607-89）溶解氧标准为连续 24h 中，16h 以上必须大于 5，其余任何时候不得低于 3，对于鲑科鱼类栖息水域冰封期其余任何时候不得低于 4，表中标注最大值。

2）项目所在海域海水水质现状

①调查内容

本次水质现状调查的调查项目包括：pH、水温、盐度、活性磷酸盐、石油类、溶解氧、亚硝酸盐、硝酸盐、氨、化学需氧量、生化需氧量、硫化物、悬浮物、挥发酚、铜、铅、镉、汞、砷、锌、总铬、粪大肠菌群。

②评价标准

根据《广东省近岸海域环境功能区》（粤府办〔1999〕68 号）《广东省人民政府关于同意调整汕尾市部分近岸海域环境功能区划的批复》（粤办函〔2013〕127 号）《广东省生态环境厅关于同意调整汕尾东海岸、碣石局部海域近岸海域环境功能区划的函》（粤环函〔2024〕421 号）等相关要求，确定本次调查站位环境评价执行标准。调查站位与近岸海域功能区划叠加示意图见图 3-18，确定各调查站位执行水质标准要求（见表 3-9），评价标准采用《海水水质标准》（GB3097-1997）。

项目为渔业养殖项目，为防止和控制渔业水域水质污染，保证鱼类、贝类正常生长、繁殖和水产品质量，项目所在海域水质还需满足《渔业水质标准》（GB11607-89）中的水质标准限值要求。

图 3-18　调查站位与近岸海域环境功能区划叠加示意图

表 3-9　各站位所在功能区及评价执行标准

站位	海洋功能区	海水质量评价执行标准
S12、S13、S18、S19、S20、S21	（412）碣石湾浅海渔业功能区	1

③评价方法

海水水质环境质量评价方法采用单因子标准指数法：

- 一般性水质因子的指数计算公式：

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

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

$C_{i,j}$——评价因子 i 在 j 点的实测统计代表值，mg/L；

C_{si}——评价因子 i 的水质评价标准限值，mg/L。

- 溶解氧（DO）的标准指数计算公式：

$$S_{DO,\,j}=DO_s/DO_j \qquad DO_j \le DO_f$$

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

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

DO_j——溶解氧在 j 点的实测统计代表值，mg/L；

DOs——溶解氧的水质评价标准限值，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，DO_f=（491-2.65S）/（33.5+T）；

S——实用盐度符号，量纲为 1；T——水温，℃。

- pH 的标准指数计算公式：

$S_{pH,\,j}$=（7.0－pH_j）/（7.0－pH_{sd}）　　$pH_j \le 7.0$

$S_{pH,\,j}$=（pH_j－7.0）/（pH_{su}－7.0）　　$pH_j > 7.0$

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

pH_j——pH 值实测统计代表值；

pH_{sd}——评价标准中 pH 值的下限值；

pH_{su}——评价标准中 pH 值的上限值。

④监测结果

调查海域的海水水质监测与评价结果见下表 3-10 和表 3-11。主要调查因子的质量现状及其基本特征汇总如下：

海水的 pH 值变化范围为 7.97~8.08，平均为 8.02，其中 S20 站位表层的 pH 值最高，为 8.08；S18 站位表层的 pH 值最低，为 7.97。

海水的水温变化范围为 26.1℃~26.7℃，平均为 26.525℃，其中 S20 和 S21 站位表层的水温最高，均为 26.7℃；S13 站位表层的水温最低，均为 26.1℃。

海水盐度变化范围为 30.0~32.1‰，平均为 31.4‰。其中 S18 站位表层（表*）盐度最高，为 32.1‰；S12 站位表层盐度最低，为 30.0‰。

海水的活性磷酸盐含量变化范围为 0.001~0.005mg/L，平均为 0.0025mg/L。其中 S13 站位表层含量最高，为 0.005mg/L；S19 和 S20 站位表层含量最低，均为 0.001mg/L。

海水的石油类仅 S12 和 S13 站位有检出，其中 S12 站位表层的石油类值为 0.0232mg/L；S13 站位表层为 0.0229mg/L。

海水的溶解氧含量变化范围为 5.97~7.38mg/L，平均为 6.48mg/L。其中 S20 站位表层含量最高，为 7.38mg/L；S18 站位表层含量最低，为 5.97mg/L。

海水的无机氮变化范围为 0.009mg/L~0.759mg/L，平均为 0.150mg/L，其中 S24 站位表层的无机氮值最高，为 0.759mg/L；S20 站位表层的无机氮值最低，为 0.009mg/L。

海水的化学需氧量变化范围为 0.48~1.84mg/L，平均为 0.86mg/L。其中 S21 站位底层含量最高，为 1.84mg/L；S18 站位表层平行样含量最低，为 0.48mg/L。

海水的生化需氧量变化范围为 0.17~0.64mg/L，平均为 0.32mg/L。其中 S21 站位底层含量最高，为 0.64mg/L；S18 站位表层平行样含量最低，为 0.17mg/L。

海水的硫化物含量变化范围为 0.0002~0.0003mg/L，平均为 0.0003mg/L（未检出不计）。最高值（0.0003mg/L）出现在 S12、S13、S21 表、S21 底站位；最低值（0.0002mg/L）出现在 S18 站位。S19、S20 站位硫化物未检出。

海水的悬浮物浓度变化范围为 4.3~14.7mg/L，平均为 9.0mg/L。其中 S19

	站位表层含量最高，为 14.7mg/L；S12 站位表层含量最低，为 4.3mg/L。 海水的铜含量变化范围为 0.0011~0.0015mg/L，平均为 0.00134mg/L。其中 S12 站位表层和 S18 站位表层含量最高，均为 0.0015mg/L；S20 站位表层含量最低，为 0.0011mg/L。 海水的铅含量变化范围为 0.00012~0.00055mg/L，平均为 0.00035mg/L。其中 S12 站位表层含量最高，为 0.00055mg/L；S18 站位含量最低，均为 0.00012mg/L。 海水的汞含量变化范围为 0.026~0.033μg/L，平均为 0.0275μg/L。其中 S19 站位表层含量最高，为 0.033μg/L；S18、S20、S21 表层和 S21 底层含量最低，均为 0.026μg/L。 海水的砷含量变化范围为 0.0016~0.0030mg/L，平均为 0.0025mg/L。其中 S18 含量最高，为 0.0030mg/L；S12 和 S13 表层含量最低，均为 0.0016mg/L。 海水的锌仅在 S12、S13、S20 站位有检出，平均为 0.0129mg/L。其中 S12 站位表层最高，为 0.0165mg/L；S20 站位表层最低，为 0.0072mg/L。 海水的粪大肠菌群除 S12 站位表层为 20 个/L 外，其余站位均小于 20 个/L 或未监测。 所选站位海水的挥发酚、镉和总铬各调查站位均为未检出。 ⑤评价结果： 执行海水水质第一类标准的 S12、S13、S18、S19、S20、S21 各站位因子均满足海水水质第一类标准。根据渔业水质标准，所有监测站位的检测项目均符合渔业水质标准。 调查海域海水水质现状调查整体质量状况优。

表 3-10　海水水质调查结果统计表

备注：“*”代表平行样，“/”表示该项目无需检测。

表 3-11　调查海域海水水质评价结果

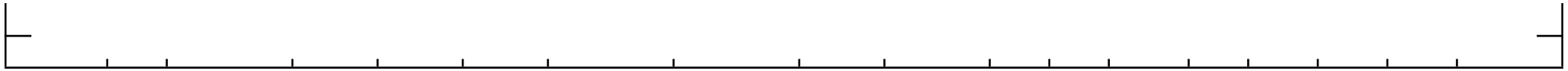
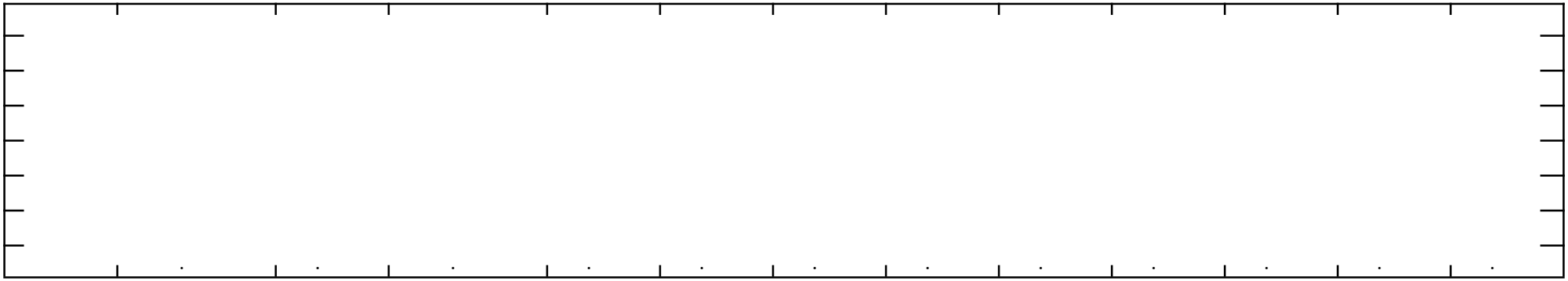


表 3-12　调查海域渔业水质标准评价结果



（2）海洋沉积物环境质量现状

本次海洋沉积物调查引用汕尾市润邦检测技术有限公司于2025年11月，在汕尾陆丰碣石湾海域进行的海洋环境监测。评价范围内共选取了5个沉积物调查站位（通过定量分析评价能够较好地反映评价范围内及项目用海范围的沉积物环境现状），具体站位见图3-16，站位坐标见表3-7。

本次沉积物调查项目包括有机碳、石油类、硫化物、铜、铅、镉、总汞、砷、锌、铬等共10项。

①评价标准

沉积物评价标准采用《海洋沉积物质量标准》（GB18668-2002），《海洋沉积物质量标准》（GB18668-2002）中按照海域的不同使用功能和环境保护目标，将海洋沉积物质量分为三类。

第一类 适用于海洋渔业水域，海洋自然保护区，珍稀与濒危生物自然保护区，海水养殖区，海水浴场，人体直接接触沉积物的海上运动或娱乐区，与人类食用直接有关的工业用水区。

第二类 适用于一般工业用水区，滨海风景旅游区。

第三类 适用于海洋港口水域，特殊用途的海洋开发作业区

根据《陆丰市国土空间总体规划（2021—2035年）》与沉积物调查站位的叠图（图3-19）可知调查站位所在海域的功能分区，然后根据《海洋功能区划技术导则》综合判定得出各调查站位执行的海洋沉积物质量标准，如表3-13。

图 3-19　沉积物调查站位与海岸带功能区划叠加示意图

表 3-13　沉积物站位所在用海功能分区执行标准要求

站位	所在国土空间规划用海功能分区	执行标准
S13、S19、S20、S21	渔业用海区	海洋沉积物质量第一类标准
S12	河口生态保护区	海洋沉积物质量第一类标准

②评价方法：评价采用单因子标准指数法进行，公式如下：

$$I_i=C_i/S_i$$

式中：I_i—i 项评价因子的标准指数；

C_i—i 项评价因子的实测值；

S_i—i 项评价因子的评价标准值。

评价因子的标准指数＞1，则表明该项沉积物质量已超过了规定的标准。

③检测结果

本次调查海域海洋沉积物质量监测与评价结果见表 3-14 和表 3-15。主要沉积物调查因子的质量现状及其基本特征汇总如下：

沉积物中有机碳含量变化范围为 0.76%~1.51%，平均为 1.11%。其中 S19 站位含量最高，为 1.51%；S12 站位含量最低，为 0.76%。

硫化物含量变化范围为 33.3~55.3mg/kg，平均为 43.2mg/kg。其中 S20 站位

含量最高，为 55.3mg/kg；S13 站位含量最低，为 33.3mg/kg。

石油类含量变化范围为 68.8~297.8mg/kg，平均为 181.7mg/kg。其中 S20 站位含量最高，为 297.8mg/kg；S13 站位含量最低，为 68.8mg/kg。

铜含量变化范围为 11.9~14.6mg/kg，平均为 13.2mg/kg。其中 S21 站位含量最高，为 14.6mg/kg；S12 站位含量最低，为 11.9mg/kg。

总汞含量变化范围为 0.050~0.216mg/kg，平均为 0.110mg/kg。其中 S20 站位含量最高，为 0.216mg/kg；S13 站位含量最低，为 0.050mg/kg。

铅含量变化范围为 32.3~42.8mg/kg，平均为 38.5mg/kg。其中 S21 站位含量最高，为 42.8mg/kg；S12 站位含量最低，为 32.3mg/kg。

砷含量仅 S12、S13、S21 站位有检出，平均为 1.15mg/kg。其中 S21 站位含量最高，为 1.30mg/kg；S13 站位含量最低，为 0.89mg/kg。

铬含量变化范围为 29.9~41.1mg/kg，平均为 34.7mg/kg。其中 S21 站位含量最高，为 41.1mg/kg；S12 站位含量最低，为 29.9mg/kg。

锌含量变化范围为 83.5~109.7mg/kg，平均为 96.8mg/kg。其中 S21 站位含量最高，为 109.7mg/kg；S12 站位含量最低，为 83.5mg/kg。

④评价结果

根据评价结果，S20 站位总汞超出海洋沉积物质量第一类标准 0.08 倍，结合站位位置分析，可能原因包括：①S20 站位位于乌坎东线航道上，来往船只引起的沉积物扰动；②来往船舶排污产生的含汞污染富集于表层沉积物中。其他监测因子和其余调查站位所在海域表层海洋沉积物所检项目有机碳、硫化物、石油类、铜、镉、总汞、砷、锌、总铬检测结果均符合《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）中海洋沉积物质量标准。

表 3-14　项目海洋沉积物现状调查结果

表 3-15　项目海洋沉积物调查评价指数

站号	有机碳	硫化物	石油类	铜	总汞	铅	镉	砷	铬	锌



注：评价指数＞1 表示评价结果超标。

（3）海洋生物质量现状

本次调查从 8 个断面采集了鱼类和甲壳类共 12 个样品，海洋生物质量现状见表 3-16 生物体中污染物检测项目结果，评价指数见表 3-17。

海洋生物的石油烃变化范围为 0.4mg/kg~4.3mg/kg，平均为 1.59mg/kg，其中 SF03 站位的石油烃值最高，为 4.3mg/kg；SF06 和 SF01 站位的石油烃值最低，均为 0.4mg/kg。

海洋生物的铜变化范围为 1.2mg/kg~16.9mg/kg，平均为 6.20mg/kg，其中 SF05 站位的铜值最高，为 16.9mg/kg；SF02 站位的铜值最低，为 1.2mg/kg。

海洋生物的铅变化范围为 0.09mg/kg~0.40mg/kg，平均为 0.2125mg/kg，其中 SF01 站位的铅值最高，为 0.40mg/kg；SF04 站位的铅值最低，为 0.09mg/kg。

海洋生物的镉变化范围为 0.076mg/kg~0.295mg/kg，平均为 0.1678mg/kg，其中 SF04 站位的镉值最高，为 0.295mg/kg；SF07 站位的镉值最低，为 0.076mg/kg。

海洋生物的总汞变化范围为 0.008mg/kg~0.022mg/kg，平均为 0.0166mg/kg，其中 SF02 站位的总汞值最高，为 0.022mg/kg；SF08 站位的总汞值最低，为 0.008mg/kg。

海洋生物的砷仅有 1 个有效检出值，为 0.3mg/kg，其他均为检出。

海洋生物的锌变化范围为 5.3mg/kg~21.3mg/kg，平均为 14.63mg/kg，其中 SF01 站位的锌值最高，为 21.3mg/kg；SF08 站位的锌值最低，为 5.3mg/kg。

海洋生物的铬变化范围为 0.05mg/kg~0.35mg/kg，平均为 0.212mg/kg，其中 SF01 站位的铬值最高，为 0.35mg/kg；SF05 站位的铬值最低，为 0.05mg/kg。

表 3-16　生物体中污染物检测项目结果（湿重：mg/kg）

断面	样品名称	石油烃	铜	铅	镉	总汞	砷	锌	铬
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg

备注：/

表 3-17　海洋生物体质量评价结果

根据表 3-16 和表 3-17，调查海域中生物体中石油烃、铜、铅、镉、总汞、砷、锌含量水平低于相应标准限值，无超标现象，符合《环境影响评价技术导则海洋生态环境》（HJ 1409-2025）规定的标准要求。

（4）海洋生态环境现状

项目海洋生态环境影响评价等级为 3 级，根据 HJ 1409—2025 规定 3 级评价项目依据收集的资料定量或定性分析生物生态现状及特点，重点阐明周边生态敏感区分布情况。

项目引用汕尾市润邦检测技术有限公司在项目附近海域进行的海洋环境现

状监测作为定量定性分析，监测时间为2025年11月。本次调查设置了22个海洋生态调查站位，以及3个潮间带调查站位和6条游泳动物调查断面。具体站位见表3-7和图3-17

1）叶绿素a与初级生产力

本次调查区域叶绿素a平均浓度为2.86mg/m^3，变化范围为0.24~11.31mg/m^3，变幅一般（SD=2.81）。本次调查时区域叶绿素a含量偏低，总体空间差异一般。其中S35站位叶绿素含量最低，S24站位叶绿素含量最高。

调查监测区内平均初级生产力为169.15mg·C/m^2·d，区域变化范围在28.32~489.30mg·C/m^2·d之间，变幅一般（SD=137.95）。其中S8站位初级生产力最低，S24站位初级生产力最高。

2）浮游植物

根据本次调查海域所采集到的样品，共鉴定浮游植物6门55属113种（含未定种的属），隶属于硅藻门、甲藻门、蓝藻门、绿藻门、定鞭藻门和金藻门6大门类。其中硅藻门36属87种，占浮游植物总种数的76.99%；甲藻门9属13种，占浮游植物总种数的11.50%；蓝藻门4属5种，占浮游植物总种数的4.42%；绿藻门3属5种，占浮游植物总种数的4.42%；金藻门2属2种，占浮游植物总种数的1.77%；定鞭藻门1属1种，占浮游植物总种数的0.88%。其中站位S14浮游植物种类数最多，有37种；其次是站位S12，有36种；站位S30最少（11种）。

调查站位浮游植物的密度在114.38×10^{3}cells/m^3~6870.78×10^{3}cells/m^{3}之间，平均密度为1766.07×10^{3}cells/m^3。硅藻门的平均密度明显高于其他藻类，平均密度为1652.83×10^{3}cells/m^3，占浮游植物平均密度的93.59%，为主要优势类群；定鞭藻门，平均密度为86.47×10^{3}cells/m^3，占浮游植物平均密度的4.90%；金藻门的平均密度最低，为1.45×10^{3}cells/m^3，占浮游植物平均密度的0.08%。在水平分布上，站位S11的浮游植物密度最高，为6870.78×10^{3}cells/m^3，站位S12次之，密度为5475.00×10^{3}cells/m^3；站位S35最低，密度为114.38×10^{3}cells/m^3；浮游植物密度的水平分布不均匀。

本次调查浮游植物优势种共出现6种，分别为中肋骨条藻*Skeletonema*

costatum、丹麦细柱藻 *Leptocylindrus danicus*、日本星杆藻 *Asterionella japonica*、长菱形藻 *Nitzschia longissima*、菱形海线藻 *Thalassionema nitzschioides* 和尖刺拟菱形藻 *Pseudo-nitzschia pungens*。

调查站位浮游植物的 Shannon-Wiener 多样性指数（*H'*）范围在 0.03~2.99 之间，平均值为 1.79，其中站位 S14 多样性指数最高（2.99），站位 S31 次之（2.75），站位 S35 的多样性指数最低（0.03）。调查站位浮游植物的 Pielou 均匀度指数（*J*）范围在 0.01~0.59 之间，平均值为 0.40，其中站位 S31 最高，为 0.59，站位 S14 次之（0.57），站位 S35 最低（0.01）。调查站位浮游植物的丰富度指数（*d*）范围在 1.00~3.58 之间，平均值为 2.20，其中站位 S14 最高，为 3.58，其次是站位 S12（3.48），站位 S30 最低（1.00）。

3）浮游动物

经鉴定，本次调查海域发现浮游动物由 12 个类群组成，共计 55 种（附录II）。各类群的种类数中，桡足类的种数最多，有 21 种，占总种数的 38.18%；浮游幼体次之，有 10 种，占总种数的 18.18%。各站位浮游动物种类数范围在 6~20 种之间，其中站位 S19 种类数最多，为 20 种，站位 S1、S2、S4 和 S10 种类数最低，为 6 种。在所鉴定出的浮游动物类群中，桡足类和浮游幼体分布最广，在所有站位出现率为 100%。

本次调查中，各站位的浮游动物密度在 54.07ind./m^3~700.00ind./m^3 之间，平均密度为 201.62ind./m^3，其中站位 S14 的浮游动物密度最高，为 700.00ind./m^3；站位 S24 次之，为 650.00ind./m^3；站位 S35 的密度最低，为 54.07ind./m^3。各站位的浮游动物生物量的变化范围在 36.05mg/m^3~507.50mg/m^3 之间，平均生物量为 166.79mg/m^3，最高值出现在站位 S19，为 507.50mg/m^3；最低值出现在站位 S35，为 36.05mg/m^3。

按照优势度 Y≥0.02 来确定本次调查海域浮游动物优势种有 5 种，为桡足类幼体 *Copepoda larvae*、多毛类幼体 *Polychaeta larvae*、精致真刺水蚤 *Euchaeta concinna*、太平洋纺锤水蚤 *Acartia pacifica* 和鸟喙尖头溞 *Penilia avirostris*。其中，优势度最大的为桡足类幼体，Y=0.300，为本调查浮游动物最优势种。

各调查站位的 Shannon-Wiener 多样性指数在 1.62~3.33 之间，平均值为 2.55，

最高值出现在站位 S21（3.33），最低值出现在站位 S27（1.62）；Pielou 均匀度指数变化范围在 0.47~0.93 之间，平均值为 0.80，最高值出现在站位 S11 和 S21（0.93），最低值出现在站位 S27（0.47）；丰富度（d）在 0.68~2.60 之间，平均值为 1.16，最高值出现在站位 S19（2.60），最低值出现在站位 S1、S2、S4 和 S10（0.68）。

4）底栖生物

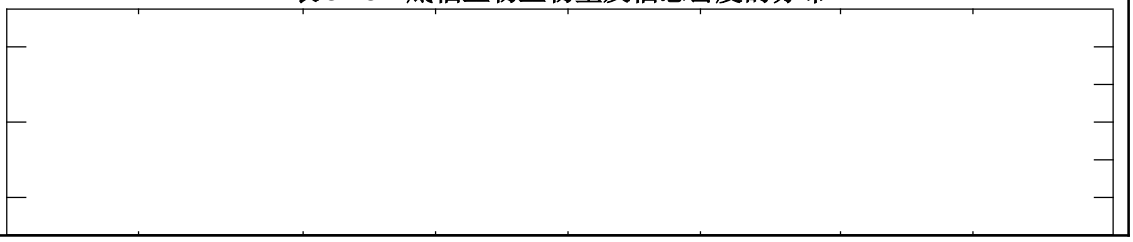
本次调查采集到的大型底栖生物经鉴定共有 33 种（附录III），隶属 5 门 27 科。其中软体动物种类最多，有 15 种，占底栖生物总种数的 45.45%；环节动物，有 12 种，占底栖生物总种数的 36.36%；节肢动物，有 4 种，占总种数的 12.12%；星虫动物和腔肠动物各 1 种，各占总种数的 3.03%。不同站点采集的大型底栖生物种类数有所差异。站位 S1 采集大型底栖生物种类数最多，为 7 种；S14 站位未采集到大型底栖生物。

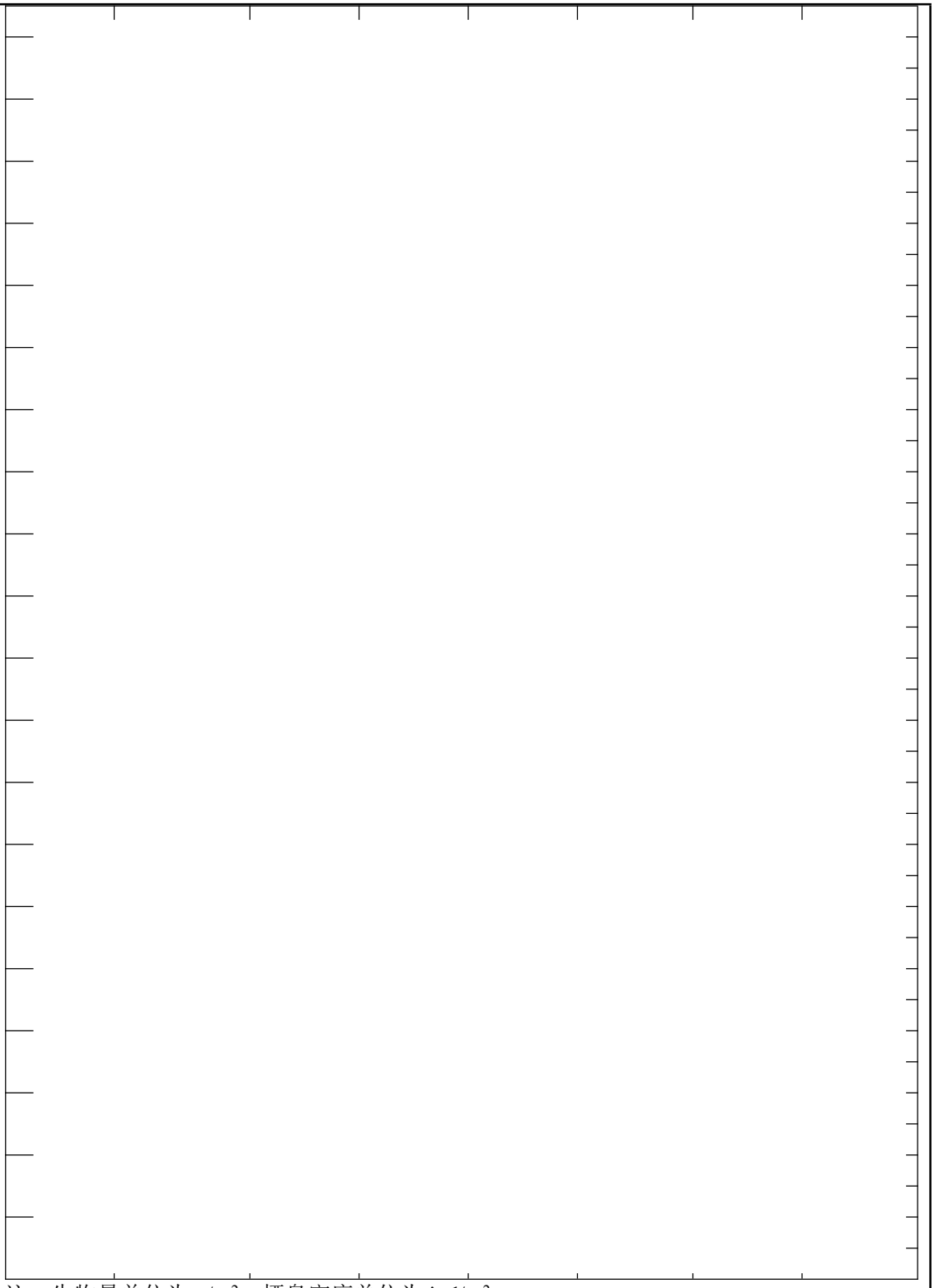
调查站位大型底栖生物优势种以优势度（Y）≥0.02 为判断依据，本次调查的优势种有 1 种，为纵肋织纹螺 *Nassarius variciferus*，优势度 Y 为 0.034。各站位密度范围为 0.00ind./m^2~215.00ind./m^2，平均栖息密度为 33.18ind./m^2。站位 S1 大型底栖生物栖息密度最高，为 215.00ind./m^2；站位 S14 未采集到大型底栖生物。

调查站位大型底栖生物以软体动物为主要构成类群，各站点软体动物的栖息密度介于 0.00ind./m^2~95.00ind./m^2 之间，平均栖息密度 16.36ind./m^2，占大型底栖生物平均栖息密度的比例为 49.32%；其次是环节动物的平均栖息密度为 11.59ind./m^2，占大型底栖生物平均栖息密度的 34.93%。

各站位生物量变化范围为 0.000g/m^2~145.750g/m^2，平均生物量为 12.151g/m^2。站位 S4 大型底栖生物生物量最高，为 145.750g/m^2；其次是站位 S1（30.275g/m^2）；站位 S14 未采集到大型底栖生物。各站位底栖生物生物量及栖息密度分布见表 3-18。

表 3-18　底栖生物生物量及栖息密度的分布





注：生物量单位为 g/m^2，栖息密度单位为 ind/m^2。

调查站位以软体动物平均生物量最高，平均值为 10.720g/m^2，占大型底栖动物平均生物量的 88.22%；其次为环节动物（0.914g/m^2），占大型底栖动物平均生物量的 7.52%。

Shannon-Wiener 多样性指数范围处于 0.00~2.27 之间，平均值为 0.98；多样性指数最高值出现在站位 S1（2.27），其次为站位 S4（2.20）。Pielou 均匀度指数数值变化范围在 0.46~1.00 之间，站位均匀度指数平均值为 0.88，均匀度最高值为站位 S22，均匀度指数为 1.00。站位 S13、S20、S30、S31 和 S35 仅采集到 1 种生物，该站位均匀度统计学无意义，站位 S14 未采集到大型底栖生物。丰富度指数（d）范围为 0.00~1.20，平均值为 0.34，其中站位 S1 丰富度指数最高（1.20），站位 S14 未采集到大型底栖生物。

5）潮间带生物

2025 年 11 月潮间带生物调查断面定量采集到的潮间带生物经鉴定共有 13 种（附录Ⅳ），隶属 2 门 6 科。其中软体动物种数最多，9 种，占种类数的 69.23%；其次是节肢动物，4 种，占种类数的 30.77%。调查断面底质主要是沙质。C2 断面采集潮间带生物种类最多，为 9 种，C1 断面采集 6 种潮间带生物。C3 断面采集 3 种潮间带生物。

调查断面的潮间带生物总平均栖息密度为 61.33ind./m^2，总平均生物量为 35.709g/m^2。在潮间带生物平均栖息密度的百分组成中，软体动物平均栖息密度居首位，为 45.33ind./m^2，占 73.91%。平均生物量组成方面以软体动物居首位，为 26.772g/m^2，占 74.97%。

栖息密度方面，潮间带生物的栖息密度表现为 C2 断面最高，为 104.00ind./m^2，其次是 C1 断面为 56.00nd./m^2；C3 断面栖息密度最低，为 24.00ind./m^2。潮间带生物生物量方面，C2 断面的生物量最高，为 50.444g/m^2；C1 断面生物量最低，为 28.300g/m^2。在垂直分布上，潮间带生物的栖息密度方面表现为高潮带最高，为 64.00ind./m^2，中潮带和低潮带最低，为 60.00ind./m^2，即高潮带>中潮带=低潮带。在生物量方面，低潮带生物量最高，为 40.496g/m^2，其次为中潮带（35.152g/m^2），高潮带最低，为 31.480g/m^2，即高潮带>中潮带>低潮带。

调查断面潮间带生物优势种以计算优势度（Y）≥0.02 为判断依据，计算得出本次调查的优势种有 5 种，为精致硬壳寄居蟹 *Calcinus gaimardii*、塔结节滨螺 *Nodilittorina pyramidalis*、楔形斧蛤 *Donax Cumcatus*、粗糙滨螺 *Littoraria articulate*

和翡翠贻贝 *Perna viridis*。其中潮间带生物第一优势种为塔结节滨螺，优势度为0.159。

本次调查 Shannon-Wiener 多样性指数范围处于 0.00~1.88 之间，平均值为0.92。多样性指数在C2断面高潮带出现最高（1.88），其次为C2断面中潮带（1.66）。Pielou 均匀度指数数值变化范围在 0.81~0.95 之间，平均值为 0.90。均匀度指数（*J*）在 C1 断面中潮带和 C2 断面低潮带出现最高（0.95），C1 高潮带和 C3 断面高、中潮带采集种类仅 1 种，该潮区均匀度统计学无意义。丰富度指数范围为0.00~0.78，平均值为 0.35，其中 C2 高、中潮带丰富度指数最高（0.78）。

（5）渔业资源现状与评价

1）渔业资源调查结果

本次调查捕获游泳动物共有 47 种（附录 VI），隶属于 3 大类群 27 科。调查海域出现物种种类统计结果见图 3.1.1，其中鱼类种类最多（23 种），占总种数的 48.94%；甲壳类 21 种，占总种数的 44.68%；头足类 3 种，占总种数的 6.38%。各个站位捕捞游泳动物种类数稍有差异，其中站位 SF08 出现种类最多（为 28 种），站位 SF01 种类最少，为 15 种。

游泳动物各站位平均每小时渔获尾数和重量分别为 134.00ind./h 和1.4643kg/h；其中鱼类平均每小时渔获尾数和重量分别为 42.63ind./h 和0.6302kg/h，分别占游泳动物总平均尾数的 31.81%和总平均重量的 43.04%；甲壳类平均每小时渔获尾数和重量分别为 90.88ind./h 和 0.8280kg/h，分别占游泳动物总平均尾数的 67.82%和总平均重量的 56.55%；头足类各站位的平均每小时渔获尾数和平均重量分别为 0.50ind./h 和 0.0060kg/h，分别占游泳动物总平均每小时尾数的 0.37%和总平均每小时重量的 0.41%；各站位每小时渔获类群尾数（ind./h）和重量（kg/h）有所差异，其中鱼类在站位 SF08 每小时渔获尾数最多（84ind./h），在 SF08 每小时渔获重量最高（1.3089kg/h）；甲壳类在站位 SF08 每小时渔获尾数最多（127.00ind./h），在站位 SF08 每小时渔获重量最高（1.6484kg/h）；头足类在站位 SF02 每小时渔获尾数最多（2.00ind./h），每小时渔获重量在站位 SF08 最高（0.0186kg/h）。

本次调查各站位游泳动物重量资源密度介于 186.33kg/km^2～642.74kg/km^{2}之

间，平均重量资源密度为316.26kg/km^2；各站位游泳动物尾数资源密度介于20.30×10^{3}ind./km^2 ～ 45.79×10^{3}ind./km^2 之间，平均尾数资源密度为28.94×10^{3}ind./km^2。站位之间游泳动物资源密度略有差异，其中站位SF08重量资源密度最高（642.74kg/km^2），站位SF08尾数资源密度最高（45.79×10^{3}ind./km^2），站位SF03重量资源密度最低（186.33kg/km^2），站位SF02和SF06尾数资源密度最低（20.30×10^{3}ind./km^2）。

根据游泳动物密度指数（尾数、质量）和出现频率，采用Pinkas等提出的相对重要性指标（*IRI*）数值大小来确定游泳动物种类的重要性。根据相对重要性指标的大小，本调查依次将*IRI*值>500以上的物种确定为优势种，100~500的为常见种，10~100的为一般种，1~10的为少见种，*IRI*值小于1的为稀有种。通过分析，本次拖网调查游泳动物的优势种共7种，其中相对重要性指数最大的为红星梭子蟹*Portunus sanguinolentus*（*IRI*=3731.86），为本调查第一优势种。

本次调查各站位游泳动物的Shannon-Wiener多样性指数（*H'*）范围在3.25～3.69之间，平均值为3.46，其中站位SF04最高（3.69），站位SF03最低（3.25）。Pielou均匀度指数（*J*）数值变化范围在0.76～0.87之间，平均值为0.82，其中站位SF04最高，为0.87，站位SF08最低（0.76）；丰富度指数分布范围在2.01~3.87之间，平均为2.60，丰富度指数最高值于站位SF08（3.87），最低值于站位SF01（2.01）。

2）鱼卵仔鱼调查结果

本次调查海域站位拖网捕捞到鱼卵37ind.，仔稚鱼13ind.。经鉴定共有8种，隶属于2目7科，其中鲈形目最多（5种），占总种数的62.50%；鲱形目有3种，占总数的37.50%。

调查站位鱼卵和仔稚鱼的数量分布范围在（0~7ind/m^3）之间，平均值为1.68ind/m^3。其中在站位S22和S31捕捞鱼卵数量最多（7ind/m^3），其次是站位S14（5ind/m^3）。仔稚鱼的数量分布范围在（0~4）ind/m^{3}之间，平均值为0.59ind/m^3。其中站位S30和S31仔稚鱼数量最多，为4ind/m^3。

优势种以优势度（Y）≥0.02为判断依据，经计算，拖网调查鱼卵最大优势种为石首鱼科 *Sciaenidae*，优势度为0.173；仔稚鱼中最大优势种为石首鱼科

Sciaenidae，优势度为 0.102。

6. 海域开发利用现状

根据现场踏勘及收集资料，项目所在海域不占用航道、锚地和电缆等开发利用活动。项目周边现状开发利用项目主要为开放式养殖、航道锚地等，项目评价范围内海域开发利用活动见表 3-19，开发利用现状图见图 3-20。

表 3-19　海域开发利用现状情况

序号	开发现状项目	距离
1		东侧约 120m
2		南侧约 80m
3		南侧约 520m
4		东侧约 3.97km
5		东南侧约 1.6km
6		东南侧约 2.1km
7		东侧约 4.89km
8		东北侧约 1.3km
9		西侧约 3.3km
10		北侧约 1.6km
11		西北侧约 900m
12		南侧约 3.0km

图 3-20　项目周边海域开发利用现状

与项目有关的原有环境污染和生态破坏问题	项目为新建项目，未开展建设活动，无与项目有关的原有污染情况及主要环境问题。
生态环境保护目标	**1. 水环境保护目标** 项目所在海域海水水质应满足《海水水质标准》（GB3097-1997）一类标准和《渔业水质标准》（GB11607-89）的相关要求。 **2. 环境空气保护目标** 项目建设对所在海域及周边海域的环境空气影响很小，区域的大气环境质量应符合《环境空气质量标准》（GB3095-2026）中的二级标准。 **3. 声环境保护目标** 项目依托码头陆域位于 2 类声环境功能区，项目参照执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准。项目进行开放式养殖，无固定噪声排放源，养殖区距离居民区较远，最近距离约为 4.7km，项目周围 200m 范围内无声环境敏感目标。综上，确定项目声环境影响评价等级为二级。 **4. 海洋保护目标** （1）评价范围 项目为深水网箱开放式养殖项目。根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409—2025），项目用海面积 S<100hm^2，评价等级为 3 级。项目位于碣石湾，用海面积 48.0000 公顷，合计 0.48km^2，属于一般敏感区的海洋工程类项目，各建设项目海洋生态环境影响评价等级如下表，综合判定项目评价等级

为 3 级。

表 3-20　建设项目海洋生态环境影响评价等级判定表

影响类型		评价等级
废水排放量 Q（$\times10^4m^3/d$）	含 A 类污染物	不涉及
	含 B 类污染物	不涉及
	含 C 类污染物	不涉及
水下开挖/回填量 Q（$\times10^4m^3/d$）		不涉及
泥浆及钻屑排放量 Q（$\times10^4m^3/d$）		不涉及
挖沟埋设管缆总长度 L（km）		不涉及
水下炸礁、爆破挤淤工程量 Q（$\times10^4m^3/d$）		不涉及
入海河口（湾口）宽度束窄/拓宽尺度占原宽度的比例 R%		不涉及
用海面积 S（公顷）	围海	不涉及
	填海	不涉及
	其他用海	3（S<100）
线性水工构筑物轴线长度 L（km）	透水	不涉及
	非透水	不涉及
人工鱼礁固体投放量 Q（空方$\times10^4m^3$）		不涉及
a.排放口位于近岸海域以外海域的评价等级降低一级（最低为 3 级）；建设项目排放的污染物为受纳水体超标因子，评价等级应不低于 2 级。 b.海底隧道按水下开挖（回填）量划分评价等级，采用盾构、钻爆方式施工的海底隧道，评价等级降低一级（最低为 3 级）。 c.挖沟埋设管缆总长度以挖沟累积长度计。 d.爆破挤淤工程量以挤出淤泥量计。 e.其他用海主要指海上风电、海上太阳能发电、海水养殖等开放式用海建设项目；不投加饵料的海水养殖项目，评价等级为 3 级。		

根据评价等级、工程特点、生态敏感区分布情况，确定项目评价范围为：以项目用海外缘线向潮流主流向扩展 5km，垂直潮流主流向拓展 3km，并根据海岸线、施工影响范围适当调整，评价范围面积约 74.79km^2。具体范围见图 3-18 所示。

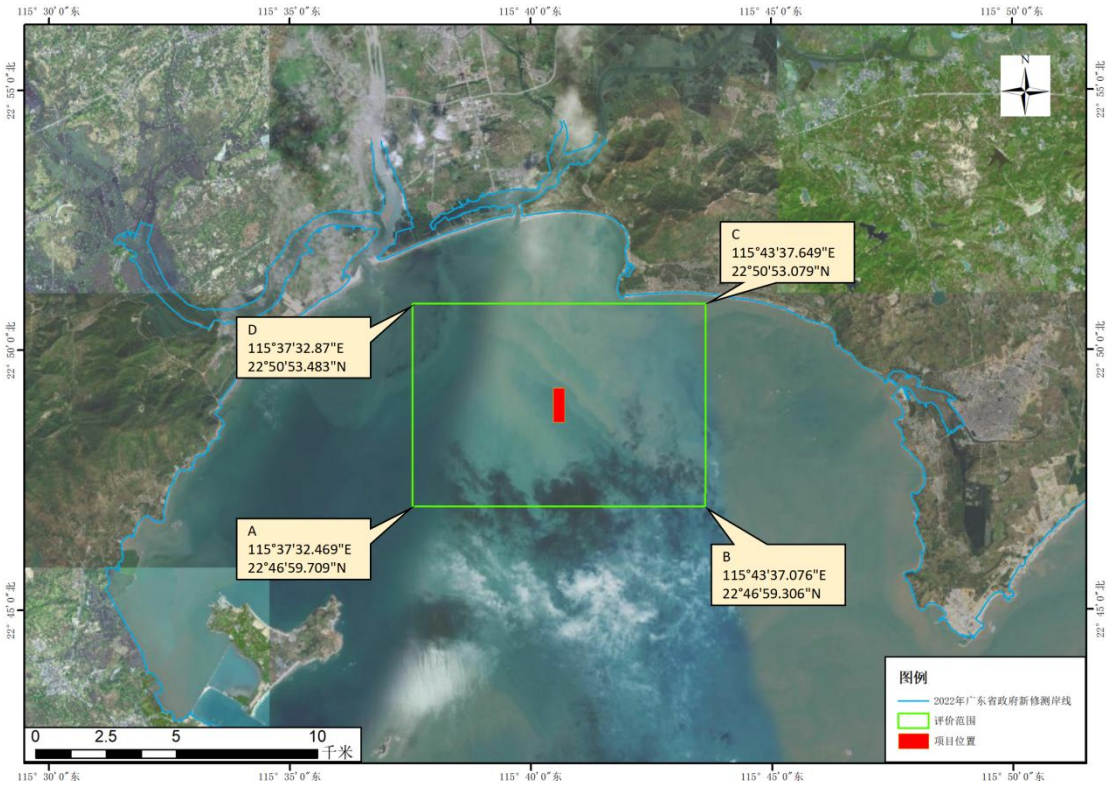


图 3-21　本次海洋环境评价范围示意图

（2）海洋保护目标

本项目评价区内生态敏感区和保护目标主要为

表 3-21　生态环境保护目标一览表

类别	序号	名称	方位	与本项目最近距离	保护目标
生态保护红线	1	汕尾市碣石湾鳐鱼长毛对虾国家级水产种质资源保护区	西侧	42m	种质资源及海洋生态环境
	2	碣石湾长毛对虾重要渔业资源产卵场	西侧	380m	重要渔业资源产卵场
	3	乌坎港上海村海岸防护物理防护极重要区	西北侧	5.30km	海岸防护物理防护极重要区
	4	金厢重要渔业资源产卵场	东侧	2.4km	重要渔业资源产卵场

	5	汕尾海丰鸟类地方级自然保护区	西北侧	4.57km	重要滩涂及浅海水域
	6	金厢海岸防护物理防护极重要区	东北侧	3.8km	海岸防护物理防护极重要区
保护区、自然公园	7	汕尾海丰鸟类地方级自然保护区	西北侧	4.57km	重要滩涂及浅海水域
	8	汕尾市碣石湾鳙鱼长毛对虾国家级水产种质资源保护区	西侧	42m	种质资源及海洋生态环境
三场一通道	9	幼鱼、幼虾保护区	/	占用	重要渔业生境生态
	10	南海北部幼鱼繁育场保护区	/	占用	重要渔业生境生态
近岸海域国控监测站位	11	GDN14013	北侧	1.6km	水质
养殖区	12	陆丰市碣石湾海域金厢片区开放式养殖用海项目	东侧	120m	养殖水质
	13	陆丰盛风蚝业水产养殖项目	东南侧	1.6km	养殖水质
	14	陆丰蚝之发蚝业水产养殖项目	东南侧	2.1km	养殖水质
	15	陆丰市碣石湾海域碣石片区开放式养殖用海项目	东侧	4.89km	养殖水质
	16	汕尾华电现代化海洋牧场项目(场址一)	南侧	80m	养殖水质
	17	汕尾市06号碣石湾海域启动区一区现代化海洋牧场项目	南侧	520m	养殖水质
	18	广东省陆丰金厢南海域国家级海洋牧场示范区人工鱼礁建设项目	东侧	3.97km	养殖水质

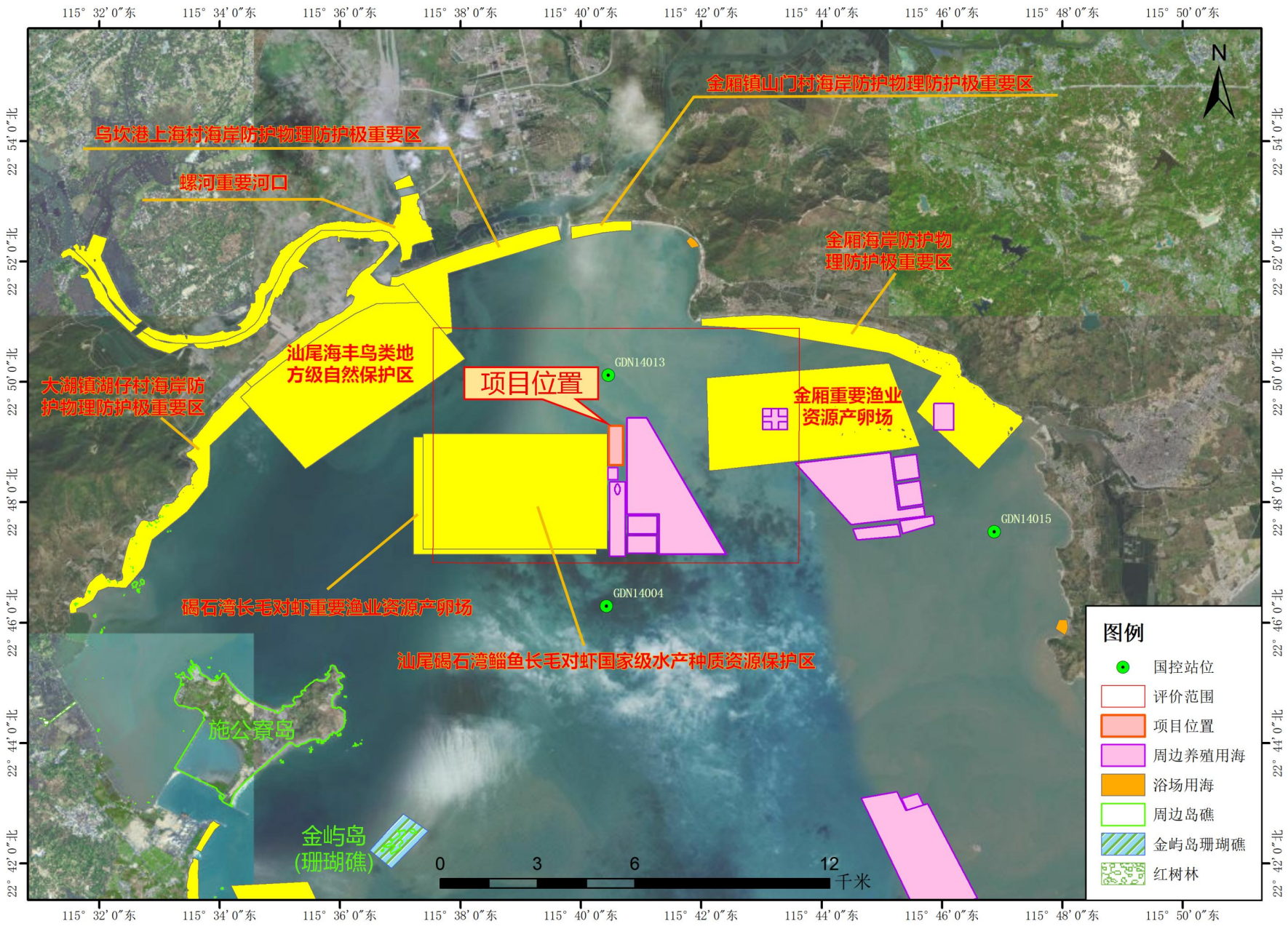


图 3-22　项目周边环境敏感保护目标示意图

评价标准

（一）环境质量标准

1、环境空气质量标准

项目位于海域，环境空气质量参照依托码头陆域所在环境功能区类别执行《环境空气质量标准》（GB3095-2026）中的二级标准。具体标准值见表 3-22。

表 3-22　环境空气质量标准（摘录）

	序号	污染物项目	平均时间	过渡阶段浓度限值	浓度限值	标准来源
基本项目	1	二氧化硫（SO_2）	年平均	60μg/m³	20μg/m³	《环境空气质量标准》（GB3095-2026）二级标准
			日 平均	150μg/m³	50μg/m³	
			1 小时平均	500μg/m³	150μg/m³	
	2	二氧化氮（NO_2）	年平均	40μg/m³	30μg/m³	
			日平均	80μg/m³	50μg/m³	
			1 小时平均	200μg/m³	200μg/m³	
	3	一氧化碳（CO）	日平均	4mg/m³	4mg/m³	
			1 小时平均	10mg/m³	10mg/m³	
	4	臭氧（O_3）	日最大 8 小时平均	160μg/m³	160μg/m³	
			1 小时平均	200μg/m³	200μg/m³	
	5	颗粒物（粒径小于等于 10μm,PM_1）	年平均	60μg/m³	50μg/m³	
			日平均	120μg/m³	100μg/m³	
	6	颗粒物（粒径小于等于 2.5μm,PM2.5）	年平均	30μg/m³	25μg/m³	
			日平均	60μg/m³	50μg/m³	
其他项目	1	总悬浮颗粒物（TSP）	年平均	-	200μg/m³	
			日平均	-	300μg/m³	
	2	氮氧化物（NO）（以 NO_2计）	年平均	50μg/m³	40μg/m³	
			日平均	100μg/m³	70μg/m³	
			1 小时平均	-	250μg/m³	
	3	铅（Pb）	年平均	-	0.5μg/m³	
			季平均	-	1μg/m³	
	4	苯并[a]芘（BaP）	年平均	-	0.001μg/m³	
			日平均	-	0.0025μg/m³	

备注：1. 自本标准实施之日起至 2030 年 12 月 31 日止，环境空气污染物基本项目实施过渡阶段浓度限值；自 2031 年 1 月 1 日起，在全国范围内实施基本项目浓度限值。
2. 自本标准实施之日起，其他项目（表 2）由国务院生态环境主管部门或者省级人民政府根据实际情况，确定具体实施方式。

2、声环境质量标准

项目所在海域未划分声环境功能区划，项目参照依托码头陆域所在功能区类

别执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）4a 类标准，详见下表 3-23。

表 3-23　声环境质量标准　　单位：dB（A）

类别		时段	
		昼间	夜间
0		55	40
1		55	45
2		60	50
3		65	55
4	4a	70	55
	4b	70	60

3、海水水质标准

对照《广东省近岸海域环境功能区》（粤府办〔1999〕68 号）《广东省人民政府关于同意调整汕尾市部分近岸海域环境功能区划的批复》（粤办函〔2013〕127 号）《广东省生态环境厅关于同意调整汕尾东海岸、碣石局部海域近岸海域环境功能区划的函》（粤环函〔2024〕421 号）等文件要求，项目所在海域应执行海水水质第一类标准，周边海域海水水质执行一类和二类标准。《海水水质标准》（GB3097-1997）具体标准值见表 3-24。

表 3-24　海水水质标准　　（单位：mg/L）

水质指标	第一类	第二类	第三类	第四类
色、臭、味	海水不得有异色、异臭、异味		海水不得有令人厌恶和感到不快的色、臭、味	
悬浮物质	人为增加的量≤10		人为增加的量≤100	人为增加的量≤150
粪大肠菌群≤（个/L）	2000 供人生食的贝类增养殖水质≤140			—
水温	人为造成的海水温升夏季不超过当时当地 1℃，其它季节不超过 2℃		人为造成的海水温升不超过当时当地 4℃	
pH	7.8~8.5		6.8~8.8	
溶解氧＞	6	5	4	3
化学需氧量≤（COD）	2	3	4	5
生化需氧量≤（BOD_5）	1	3	4	5
无机氮≤（以 N 计）	0.200	0.300	0.400	0.500
活性磷酸盐≤（以 P 计）	0.015	0.030	0.030	0.045
汞（Hg）≤	0.00005	0.0002	0.0002	0.0005
镉（Cd）≤	0.001	0.005	0.010	0.010
铅（Pb）≤	0.001	0.005	0.010	0.050
总铬（Cr）≤	0.050	0.100	0.200	0.500
砷（As）≤	0.020	0.030	0.050	0.050
铜（Cu）≤	0.005	0.010	0.050	0.050
锌（Zn）≤	0.020	0.050	0.100	0.500
硒（Se）≤	0.010	0.020	0.020	0.050

镍（Ni）≤	0.005	0.010	0.020	0.050
挥发性酚≤	0.005	0.005	0.010	0.050
硫化物≤（以 S 计）	0.02	0.05	0.10	0.25
石油类≤	0.05	0.05	0.30	0.50

4、渔业水质标准

项目为养殖项目，养殖水体水质应符合《渔业水质标准》（GB11607-89）中各因子的标准限值要求，具体标准限值见下表 3-25。

表 3-25 《渔业水质标准》（GB11607-89）

序号	项目	标准值（mg/L）
1	悬浮物质	人为增加的量不得超过 10，而且悬浮物质沉积于底部后，不得对鱼、虾、贝类产生有害的影响
2	pH 值	淡水 6.5~8.5，海水 7.0~8.5
3	溶解氧	连续 24h 中，16h 以上必须大于 5，其余任何时候不得低于 3，对于鲑科鱼类栖息水域冰封期其余任何时候不得低于 4
4	BOD_5	不超过 5，冰封期不超过 3
6	汞	≤0.0005
7	镉	≤0.005
8	铅	≤0.05
9	铬	≤0.1
10	铜	≤0.01
11	锌	≤0.1
12	砷	≤0.05
13	硫化物	≤0.2
14	石油类	≤0.05
15	挥发酚	≤0.005

5、海洋沉积物质量标准

结合《陆丰市国土空间总体规划（2021—2035 年）》用海功能分区和《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）不同海域使用功能的执行标准的分类，项目所在用海功能区分区为渔业用海区，应执行海洋沉积物第一类标准要求，具体标准值见表 3-26。

表 3-26 海洋沉积物质量（GB18668-2002）

项目		石油类 $\times10^{-6}$	铜 $\times10^{-6}$	铅 $\times10^{-6}$	锌 $\times10^{-6}$	有机碳 $\times10^{-2}$	镉 $\times10^{-6}$	铬 $\times10^{-6}$	砷 $\times10^{-6}$	汞 $\times10^{-6}$	硫化物 $\times10^{-6}$
标准值（干重）	一类（≤）	500.0	35.0	60.0	150.0	2.0	0.50	80.0	20.0	0.20	300
	二类（≤）	1000.0	100.0	130.0	350.0	3.0	1.50	150.0	65.0	0.50	500
	三类（≤）	1500.0	200.0	250.0	600.0	4.0	5.00	270.0	93.0	1.00	600

6、海洋生物质量标准

项目所在海域贝类生物体内污染物质含量评价标准采用《海洋生物质量》（GB18421-2001），软体动物、甲壳动物、鱼类生物体内污染物质含量评价标准采用《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）中表 C.1 其他海洋生物质量参考值。

结合《陆丰市国土空间总体规划（2021—2035 年）》用海功能分区和《海洋生物质量》（GB18421-2001）不同海域使用功能的执行标准的分类，项目所在用海功能区分区为渔业用海区，应执行海洋生物质量第一类标准要求。具体标准值如表 3-27 所示。

表 3-27　生物体内污染物评价标准（mg/kg，湿重）

生物类别		Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	Cr	石油烃
贝类	第一类	10	0.1	20	0.2	0.05	1.0	0.5	15
	第二类	25	2.0	50	2.0	0.10	5.0	2.0	50
	第三类	50（100）	6.0	100（500）	5.0	0.30	8.0	6.0	80
软体动物（非双壳贝类）		100	10	250	5.5	0.3	1	/	20
甲壳类		100	2	150	2.0	0.2	1	/	20
鱼类		20	2	40	6.0	0.3	1	/	20
注：“（）”为牡蛎执行标准；“/”表示该项指标无评价标准。									

（二）污染物排放标准

1. 废水

项目建设期和运营期产生的废水有船舶含油污水和人员生活污水。船舶含油污水和生活污水排放执行生态环境部发布的《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018），具体标准限值见表 3-28，项目要求施工期和运营期船舶含油污水交由有能力的单位接收处理，生活污水统一收集上岸后经槽车转运至陆丰第二污水处理厂处理排放，不直接排放入海。

表 3-28　船舶水污染物排放控制标准（摘录）

污水类别	船舶类别/排放水域	排放控制要求
机器处所含油污水	400 总吨及以上船舶	自 2018 年 7 月 1 日起，达标排放（油污水处理装置出水口处石油类≤15mg/L，排放在船舶航行中进行）或收集并排入接收设施。
	400 总吨以下船舶	自 2018 年 7 月 1 日起，达标排放（油污水处理装置出水口处石油类≤15mg/L，排放在船舶航行中进行）或收集并排入接收设施。

含货物残余物的油污水	150 总吨及以上油船		自 2018 年 7 月 1 日起，收集并接入接收设施，或在船舶航行中排放，并同时满足下列条件：（1）油船距最近陆地 50 海里以上；（2）排入海中油污水含油量瞬间排放率不超过 30 升/海里；（3）排入海中油污水含油量不得超过货油含量的 1/30000；（4）排油监控系统运转正常。
	150 总吨以下油船		自 2018 年 7 月 1 日起，收集并接入接收设施
船舶生活污水	400 总吨及以上船舶，400 总吨以下且经核定许可载运 15 人及以上的船舶	距最近陆地 3 海里以内（含）的海域	自 2018 年 7 月 1 日起，应利用船载收集装置收集，排入接收设施或利用船载生活污水处理设施处理，根据船舶类别和安装生活污水处理装置的时间，处理达标排放
		3 海里<与最近陆地间距离<12 海里的海域	自 2018 年 7 月 1 日起，同时满足下列条件：（1）使用设备打碎固形物和消毒后排放；（2） 船速不低于 4 节且生活污水排放速率不超过相应船速下的允许排放速率。
		与最近陆地间距离>12 海里的海域	自 2018 年 7 月 1 日起，船速不低于 4 节，且生活污水排放速率不超过相应船速下的允许排放速率。

2. 固体废弃物

船舶生活垃圾、海洋垃圾和废弃养殖设施材料等执行《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）中相关要求。养殖病死水产品的处理处置执行《病死畜禽和病害畜禽产品无害化处理管理办法》（中华人民共和国农业农村部令 2022 年第 3 号）、《病死及病害动物无害化处理技术规范》（农医发〔2017〕25 号）、《水产养殖动物疫病防控指南（试行）》（农渔养函〔2022〕116 号）以及《病死水生动物及病害水生动物产品无害化处理规范》（SC/T 7015-2022）的相关要求。

3. 大气污染物排放标准

项目施工期与运营期产生的废气主要为船舶废气，主要污染因子 SO_2、CO、NOx 等，均为无组织排放，执行广东省地方标准《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二时段无组织排放监控浓度限值。

表 3-29 《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）（部分摘录）

项目	无组织排放周围外最高浓度限值（mg/m^3）
SO_2	0.40
CO	0.12
NOx	8

船舶尾气二氧化硫、颗粒物、氮氧化物还应满足《船舶大气污染物排放控制区实施方案》《船舶发动机排气污染物排放限值及测量方法（中国第一、二阶段）》

（GB15097-2016）排放控制要求及《交通运输部关于印发船舶大气污染物排放控制区实施方案的通知》（交海发〔2018〕168 号）的相关要求。

表 3-30　船舶废气污染物排放控制标准

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

4. 噪声

项目施工期场界噪声执行《建筑施工噪声排放标准》（GB 12523-2025），其中昼间≤70dB（A），夜间≤55dB（A）。项目运营期噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的 2 类标准，其中昼间≤60dB（A），夜间≤50dB（A）。

其他	无

四、生态环境影响分析

施工期生态环境影响分析

（一）施工期生态环境影响要素识别

项目主要施工内容为养殖设施的投放与安装。施工期间产生的污染物主要是施工过程中产生的悬浮泥沙、施工队伍的生活污水以及施工船舶的含油污水等。结合上述情况，识别施工期生态环境影响要素如表 4-1。

表 4-1　施工期环境影响要素识别表

影响因素	主要污染物	海水水质	海洋沉积物	海洋生态环境	海洋水动力环境	地形地貌与冲淤环境	环境风险事故	大气环境	噪声环境
养殖设施投放、布设	悬浮泥沙	☆	☆	☆	×	×	×	×	×
施工人员生活污水	COD、BOD_5、SS、氨氮等	☆	×	☆	×	×	×	×	×
施工人员固体废物	生活垃圾、施工废弃物	×	☆	☆	×	×	×	×	×
施工船舶含油污水	石油类	☆	☆	☆	×	×	☆	×	×
施工船舶、机械废气	CO、NO_X、SO_2等	×	×	×	×	×	×	☆	×
施工船舶、机械噪声	噪声	×	×	☆	×	×	×	×	☆

备注：×无影响；☆稍有影响；●影响较大。

（二）施工期各要素对生态环境的影响分析

1. 水环境污染源

（1）悬浮泥沙

项目网箱养殖及养殖管理、辅助平台均采用铁锚进行固定，在投放铁锚的过程中，可能使底泥中的细颗粒泥沙被搅动上扬，再回落到沉积物表层。

由于本项目养殖规模比较小，铁锚所占面积较小，项目施工产生的悬浮泥沙也比较少，且该海域水体交换能力较好，基本局限在项目用海范围内，且产生的悬浮物可在几小时内沉降，对海域影响甚微，施工结束后可以很快恢复至本底值。

根据项目施工工艺，项目养殖网箱和养殖辅助平台锚固用到的铁锚规格主要包括 500kg 和 750kg 的 AC-14 铁锚，单个 500kg 铁锚占用海底的面积约为 650mm×(190+900)mm=0.7085m^2；单个 750kg 铁锚占用海底的面积约为 700mm×(256+396)mm=0.8574m^2。目前国内同类项目关于锚定产生悬浮物的研究及分析极少，类比人工鱼礁项目礁石的投放，面积 9m^2 的礁石（3m×3m）坐底所产生的悬浮泥沙源强约为 2.6~3.4kg/s，本项目单个 500kg 铁锚投放产生的源强约为 0.2~0.27kg/s，单个 750kg 铁锚投放产生的源强约为 0.25~0.32kg/s。

由上分析可知，铁锚投放所产生的源强是极低的。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。网箱养殖悬浮物影响范围主要集中在养殖区域，对周边海域的影响较小。加之施工时间短，施工产生的悬浮泥沙扩散范围非常有限，且随着施工的结束，悬浮泥沙扩散产生的影响随之消失。

（2）施工船舶含油污水

施工船舶施工过程中将产生一定量的含油污水，项目工程量较小，预计施工投入船舶数量按 2 艘 100t 级运输船计算，参照《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018），500t 以下船舶的舱底含油污水产生量按 0.14t/d·艘计算，则项目施工过程中工作船舶舱底含油污水产生量最大约为 0.28t/d，船舶舱底含油污水中石油类的浓度约为 2000～20000mg/L，本评价按 10000mg/L 进行计算，则项目施工工作船舶舱底含油污水中石油类的产生量约为 2.8kg/d。

船舶必须执行《防治船舶污染海洋环境管理条例》（国务院令第 561 号）及《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）中的相关要求，禁止向沿海海域排放油类污染物，船舶油类污染物须委托有能力处理的单位定期接收处理。项目船舶含油污水拟经船舶含油污水收集舱收集靠岸后，再交由有能力处理的单位统一接收处理。

表 4-2　船舶舱底油污水水量

船舶载重吨（t）	舱底油污水产生量（t/d·艘）	船舶载重吨（t）	舱底油污水产生量（t/d·艘）
500	0.14	3000-7000	0.81-1.96
500-1000	0.14-0.27	7000-15000	1.96-4.20
1000-3000	0.27-0.81	15000-25000	4.20-7.00

（3）生活污水

项目不设置施工营地，项目施工人员在施工过程中将产生一定的船舶生活污水，主要污染物为 COD、BOD、NH_3-N、SS 等。项目施工人员生活用水量参照广东省地方标准《用水定额 第 3 部分：生活》（DB44/T 1461.3—2021）选取，施工人员生活用水量按 140L/（人·d）计，排水系数按 0.9 计，项目施工人数约为 30 人（含船员），海上施工时间为 10 个月，则项目每天生活污水产生量约 3.78m^3/d，施工期总的生活污水量约为 1134m^3。

项目施工期较短，施工期产生的生活污水较少。根据《排水工程》（下册）中典型生活污水常浓度进行估算，污水中主要污染因子特征浓度为：COD_{Cr} 约 400 mg/L、BOD_5 约 200mg/L、NH_3-N 约 25mg/L，SS 约 220mg/L。施工期 COD 产生量为 0.45t，BOD_5 产生量为 0.23t，SS 产生量为 0.25t、氨氮产生量为 0.028t。

施工期船舶生活污水主要污染物产生情况见表 4-3。

表 4-3　施工期生活污水主要污染物浓度及产生量

污水量	项目内容	CODcr	BOD_5	SS	NH_3-N
生活污水 1134m^3	产生浓度（mg/L）	400	200	220	25
	产生量（t）	0.45	0.23	0.25	0.028

项目施工期施工人员产生的生活污水量较少，施工人员生活污水由施工船舶上污水处理设施处理；船舶无污水处理设施的，施工人员生活污水采用移动式接收装置收集至岸上处理，不直接排放入海。

2. 固体废弃物污染源分析

施工期固废主要为施工人员产生的生活垃圾，《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018），船员生活垃圾按每人每天产生量按 1.5kg/d·人计算，施工人员约为 30 人（含船员），则每天施工生活垃圾产生量约 45kg/d。海上施工时间按 300d 计，施工期海域固体废弃物产生量约为 13.5t。生活垃圾分类收集暂存，上岸后由环卫部门统一收集处理。

另外，施工期会产生一定的施工废弃物，在工作船只及时清理收集上岸处理后，对海水水质没有影响。

3. 噪声污染源分析

施工期噪声主要源于施工机械产生的噪声，主要噪声源强在 90dB～105dB 之间。施工期间所产生的噪声污染是短期的、局部的，将随着项目的完成而消失，

并且项目所在海域周边无声环境保护目标，项目建设位置远离居民区，同时项目工期较短，工程量较小，船舶噪声间歇排放，在合理安排作业时间及采取必要的降噪措施后，对周边环境产生的影响并不明显。

4. 大气环境污染源分析

项目施工期大气污染物主要来自施工船舶产生的废气，主要污染物为 CO、NOx、SO_2 等。项目施工期施工船舶 2 艘（单艘按 60 马力计），船舶工作时每 1kW·h 耗油量平均为 231g，0.735kw=1 马力，计算得每小时耗油量为 10.19kg。燃油的油料以轻柴油计，CO、NOx、SO_2 的源强估算如下：

（1）CO 源强

$$Gc=2.33\times B_0\times q\times C$$

式中：Gc——CO 排放量（kg）；

B_0——燃油量（kg）；

q——燃料的燃烧不完全值（%），取 2%；

C——燃油含碳量，85%～90%，项目取 90%；

由上式计算得，单艘作业船每小时 CO 的排放量为 0.427kg/h。

（2）NOx 源强

燃烧 1t 柴油约产生 12.3kgNOx，则单艘作业船 NOx 排放量约为 0.125kg/h。

（3）SO_2 源强

$$Gs=2B_0S_0（1-\eta）$$

式中：Gs——SO_2 排放量（kg）；

B_0——燃油量（kg）；

S_0——燃油中硫的含量（%）；

η——SO_2 的脱除效率（%），项目取 0；

柴油中 S 的含量一般不大于 0.5%，项目按 0.5%计算，计算得出单艘作业船每小时 SO_2 的排放量为 0.102kg/h。

估算得到施工期施工作业船舶废气排放量，计算如下：

项目施工船舶数为 2 艘，每天工作按 8h 计，施工作业天数按 300d 计，则施工船舶排放的 CO、NOx、SO_2 废气量分别为 2.05t、0.6t、0.49t。

表 4-4　施工期污染物产排一览表

类别	污染物种类	主要污染因子	产污环节	污染物源强	处理方式/排放去向
废水	悬浮泥沙	SS	固锚过程	0.25~0.32kg/s	文明施工，自然排海沉降
	生活污水	COD、BOD_5、SS、氨氮	施工人员	3.78m^3/d	收集暂存，上岸后经槽车转运至陆丰第二污水处理厂处理排放，不直接排放入海。
	含油污水	石油类	施工船舶	污水量：0.28t/d 石油类：2.8kg/d	委托有能力接收单位处理
废气	船舶燃油尾气	SO_2、NO_x、CO	施工船舶	SO_2：0.102kg/h NOx：0.125kg/h CO：0.427kg/h	无组织排放；加强船舶管理，选用符合国家标准的燃油
噪声	施工设备噪声	等效声级	施工船舶、机械	90dB～105dB	间断排放；合理安排施工时间
固体废物	船舶生活垃圾	生活垃圾	施工人员	45kg/d	分类收集，可回收的尽量回收综合利用，不能回收的生活垃圾交环卫部门
	施工废弃物	废弃绳索、浮漂等	养殖设施安装过程	少量	

（三）非污染损害要素分析

项目施工期非污染环节的影响主要是：

（1）铁锚占用海域范围内的部分游泳能力差的底栖生物如底栖鱼类、虾类将因为躲避不及而被损伤或掩埋，且铁锚占用海域内的底栖生物栖息环境将被彻底破坏，而且是永久的、不可恢复的，施工产生的悬浮泥沙也会引起工程附近的底栖生物栖息环境发生改变，使得部分底栖生物逃亡他处

（2）项目用海存在潜在的环境事故风险，对附近海域通航安全有一定的影响，如果出现船舶碰撞等风险事故，可能会造成船舶燃油泄漏入海，对周边海域的海洋环境有一定影响。

（四）水文动力和冲淤环境影响分析

项目位于开放性海域，海区水动力条件较好，项目不涉及海岸线和岛岸线的占用，也不会形成新的岸线，本项目建设内容由重力式网箱、养殖辅助平台、养殖管理平台组成，养殖活动为深水网箱养殖，不改变海域地形地貌，对水文动力条件影响较小，其影响也仅仅局限在养殖活动区域，对工程区域以外海域潮流流态基本无影响。

（五）水质环境影响分析

项目建设对水质环境的影响主要是养殖网箱和养殖管理、辅助平台下锚引起

悬浮泥沙对海水水质环境的影响。由上分析可知，本项目单个 500kg 铁锚投放产生的源强约为 0.2~0.27kg/s，单个 750kg 铁锚投放产生的源强约为 0.25~0.32kg/s。铁锚投放所产生的源强是极低的，且其投放过程是非常短暂的，经过精准定位后，铁锚缓慢投放，投放过程中上扬悬浮物产生量极少，悬浮泥沙扩散影响只发生在短暂的投放过程，影响时间很短暂，且影响范围仅在投放点周围很小范围内，投放结束后将很快恢复到该海域本底浓度，对海洋沉积物环境及水质环境影响较小。

项目引用《汕尾市 06 号碣石湾海域启动区一区现代化海洋牧场项目环境影响报告书》进行悬浮泥沙对海水水质环境的影响类比分析。

汕尾市 06 号碣石湾海域启动区一区现代化海洋牧场项目申请用海总面积为 102.0097 公顷，用海区内拟布置 59 个重力式网箱和 1 个大型养殖围栏，网箱系泊系统采用斜拉锚固定，总共 12 个斜拉锚（双齿梨锚），每个锚重量 800kg。大型养殖围栏基础采用钢管桩，共 436 根。网箱锚泊件投放源强 0.72kg/s，养殖围栏桩基施打源强 1.40kg/s。

本项目布置 6 个 100 米周长重力式网箱、50 个 60 米周长重力式网箱以及两个养殖工作平台，均采用铁锚固定，周长 60m 网箱每口网箱采用 8 个 500 公斤 AC-14 铁锚，周长 100m 网箱采用 12 个 750 公斤 AC-14 铁锚，每个工作平台采用 4 个 500kg 铁锚进行固定。类比可知，本项目养殖设施和施工工艺与汕尾市 06 号碣石湾海域启动区一区现代化海洋牧场项目具有相似性。

此外，汕尾市 06 号碣石湾海域启动区一区现代化海洋牧场项目与本项目最近距离仅约 520m，理论上水文动力、地形地貌与冲淤环境具有较强的相似性。因此，两个项目从客观角度具有可类比性。

根据《汕尾市 06 号碣石湾海域启动区一区现代化海洋牧场项目环境影响报告书》7.3.2 节分析结论，图 4-1 为施工期悬浮物预测结果绘制的悬浮物影响包络线，由最大包络范围图可知，悬浮物浓度增量大于 10mg/L 影响范围叠加约为 1.22km^2，悬浮物浓度大于 20mg/L 影响范围叠加约为 0.23km^2，不产生悬浮物浓度增量大于 50mg/L 的影响范围。

图 4-1　汕尾市 06 号碣石湾海域启动区一区现代化海洋牧场施工期悬浮物影响范围（全潮）

通过类比，本项目施工产生的悬浮泥沙扩散范围将局限在项目用海范围，几乎不会对周边海域产生明显不利影响，因此，项目建设对周边海水水质环境的影响较小。

（六）沉积物环境的影响分析

由于海水中存在着大量的悬浮颗粒，它本身包含着各种污染物。根据海域波流联合作用下的泥沙起动理论，当振动水流对底质泥沙的作用力达到底质泥沙临界切力，床面上的泥沙起动向上卷升进入主流，砂粒便进入悬浮状态，运移一定的距离后又落淤。悬移质与推移质处于不断的交换之中。沉入海底的悬移质，吸附了水体中的一些污染物。因此从较长时间来看，某一污染物在水体与沉积物之间存在一定的平衡关系，两者之间存在着一定的相关性，海水中含量高的污染物底质中一般也高，反之亦然。

项目施工过程中除对海底沉积物产生轻微分选、位移和松动外，基本不会对海底沉积物产生扰动，没有其他污染物混入；且项目施工过程对沉积物的影响时间是短暂的，一旦施工结束，这种影响在较短的时间内也就结束。因此，本工程施工过程产生的悬浮物扩散和沉降后，沉积物的环境质量不会产生较大变化，仍

将基本保持现有水平。

（七）海洋生态环境影响分析

1、项目施工对底栖生物的影响

项目养殖设施施工将掩埋部分底栖生物，导致底栖生物的数量和种类减少。此外，施工过程产生的悬浮泥沙也将影响项目附近海域的底栖生物、浮游生物和游泳生物的生存环境，施工产生的悬浮泥沙将使施工水域内的局部海水悬浮物增加，水体透明度下降，从而使溶解氧降低，对水生生物产生诸多的负面影响。最直接的影响是削弱了水体的真光层厚度，导致局部海域内初级生产力水平降低，使浮游植物生物量降低。浮游植物生物量的减少，会使以浮游植物为饵料的浮游动物在单位水体中拥有的生物量也相应地减少，以捕食鱼类为生的一些高级消费者，也会由于低营养级生物数量的减少而难以觅食。同时，浮游动物也将因阳光的透射率下降而迁移别处，浮游动物将受到不同程度的影响。由于悬浮泥沙的影响仅在施工期，施工结束后，游泳生物将重新进驻项目附近海域，影响不大。

工程建设占用水域造成的生物资源损失：

项目建设期对海洋底栖生物资源的影响主要表现在工程用于锚固的铁锚占海对底栖生物资源损耗。

工程占海造成的底栖生物损失按以下公式进行计算：

$$W_i = D_i \times S_i$$

式中：

Wi——第 i 种类生物资源受损量，单位为尾、个、千克（kg）；

Di——评估区域内第 i 种类生物资源密度，单位为尾（个）每平方千米[尾（个）/km^2]、尾（个）每立方千米[尾（个）/km^3]、千克每平方千米（kg/km^2）；

Si——第 i 种类生物占用的渔业水域面积或体积，单位为平方千米（km^2）或立方千米（km^3）。

项目所在海区底栖生物资源密度取 12.151g/m^2（约 0.012kg/m^2，数据取自 2025 年 11 月秋季现状调查的大型底栖生物平均生物量）。根据项目施工工艺，项目养殖网箱和养殖辅助平台锚固用到的铁锚规格主要包括 500kg 和 750kg 的 AC-14 铁锚，单个 500kg 的 AC-14 铁锚占用海底的面积约为 0.7085m^2，单个 750kg 的

AC-14 铁锚占用海底的面积约为 0.8574m^2，则影响底栖生物栖息面积为(0.7085m^2×50×8)+(0.8574m^2×6×12)=345.1m^2，计算得项目施工期下锚直接导致底栖生物损失量约为 345.1m^2×0.012kg/m^2=4.1412kg。

总体而言，项目的建设对底栖生物影响很小，在可接受范围。项目施工期对海洋生物影响较弱，仅分析生物资源损失，不进行生态损害补偿额计算。

2、悬浮泥沙对浮游生物的影响

悬浮泥沙对浮游生物的影响主要为施工过程中产生的悬浮泥沙将导致水体的浑浊度增大，透明度降低，不利于浮游植物的繁殖生长。此外还表现在对浮游动物的生长率、摄食率的影响等。悬浮泥沙对浮游动物的影响只是暂时的、局部的和可逆的，当施工结束后，这种影响也随之结束。

3、悬浮泥沙对游泳动物的影响

悬浮物含量增高，对游泳生物的分布也有一定影响。游泳生物是海洋生物中的一大类群，海洋鱼类是其典型代表，它们往往具有发达的运动器官和很强的运动能力，从而具有回避污染的效应。室内生态实验表明，悬浮物含量为 300mg/L 水平，而且每天做短时间的搅拌，鱼类仅能存活 3~4 周，悬浮物含量在 200mg/L 以下水平的短期影响，鱼类不会直接致死。工程不会产生悬浮物含量高浓度区，不会造成鱼类死亡，且鱼、虾、蟹等游泳能力较强的海洋生物将主动逃避，游泳生物的回避效应使得该海域的生物量有所下降，从而影响使该区域内的生物群落的种类组成和数量分布。至于经济鱼类等，由于移动性较强，更不至于造成明显影响。随着施工的结束，游泳生物的种类和数量会逐渐得到恢复。通过类比，本项目施工产生的悬浮泥沙扩散范围将局限在项目用海范围，几乎不会对周边海域产生明显不利影响，因此施工作业产生的悬浮物不会对游泳生物造成较大的影响。

4、施工噪声对渔业资源的影响

施工过程中由于施工现场机械、船舶作业产生噪声，会惊扰或影响部分仔幼鱼索饵、栖息活动，但绝大部分可能受到影响的鱼类可以回避。

项目施工产生的噪声影响范围有限，影响时间短暂，影响可逆，随着施工作业结束，其影响将会逐渐消失，不会对海洋渔业造成明显影响。

5、施工期船舶油污水对生态环境的影响分析

含油污水会给海洋生态环境造成危害。油膜覆盖生物体表后会影响动植物的呼吸和进水系统，石油烃会破坏浮游植物细胞，油膜会阻碍海—气交换，影响光合作用。根据相关研究，海洋浮游植物石油急性中毒致死浓度为0.1mg/L~10mg/L，浮游动物的石油急性中毒致死浓度一般在 0.1mg/L~15mg/L 之间，不同底栖生物的种类和体积对石油浓度的适应程度有差异，多数底栖生物的石油烃急性中毒致死浓度范围约在 2.0mg/L~15mg/L 之间。长期暴露处低浓度含油废水，可影响鱼类的摄食和繁殖，使渔获物产生油臭味而影响其食用价值。

项目运输船舶含油污水严格按照《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）的要求，禁止直接向沿海海域排放石油类污染物，经收集上岸后应交由有能力的单位处理。因此只要严格施工管理，正常情况下基本不会对海域生态环境产生不良影响。施工船舶的生活污水收集后船运至陆域处置，不排海，对海洋生态的影响不大。

（八）施工期对敏感目标的影响分析

项目的环境保护目标为三场一通道（索饵场）、幼鱼幼虾保护区、生态保护红线等。项目施工期对以上环境敏感区和环境保护目标的影响分析如下：

1. 对“三场一通道”的影响分析

根据农业农村部 189 号文公布的《中国海洋渔业水域图（第一批）－南海区渔业水域图（第一批）》，项目所在海域占用南海北部幼鱼繁育场保护区和南海幼鱼幼虾保护区。

（1）对南海北部幼鱼繁育场保护区的影响分析

根据农业农村部发布 189 号文，南海北部幼鱼繁育场保护区范围为南海北部及北部湾沿岸 40 米等深线，主要保护目标为幼鱼等，保护期为 1-12 月。

项目位于南海北部幼鱼繁育场保护区，对该保护区主要影响是施工期悬浮物的影响。

由于项目施工时间较短，因此悬浮泥沙对幼鱼等的影响是暂时的。项目施工期间产生的船舶污染物经收集后上岸处理，均不排海。在落实好环保措施的前提下，项目污染物基本不会对海洋水质和海洋生态造成影响。

（2）对南海幼鱼幼虾保护区的影响分析

根据农业农村部发布189号文，幼鱼幼虾保护区范围：粤东的南澳岛至粤西的雷州半岛徐闻县外罗港沿海20m水深等深线以内，禁渔期为3月1日至5月31日；禁渔期间禁止底拖网渔船和拖虾渔船及捕捞这类幼鱼幼虾为主的其他作业渔船进入生产。

本工程对幼鱼幼虾保护区及其中的主要经济种类产卵、索饵产生影响的主要为施工期产生的悬浮物，但施工期产生的悬浮泥沙量小，且影响是暂时的，但也应制定合理的施工计划减轻影响。施工过程中应在限定的范围作业，减少对生物栖息环境的扰动强度和范围。施工期间同时应控制船舶噪声和其他设备产生的噪声，减少噪声对幼鱼幼虾等的影响。

因此，在落实好环保措施的前提下，项目施工期对幼鱼幼虾保护区的影响较小。

2. 对海洋生态保护红线的影响

项目建设用海不在生态保护红线范围内，项目评价范围内的生态保护红线区有：碣石湾长毛对虾重要渔业资源产卵场（项目西侧约0.4km）、金厢重要渔业资源产卵场（项目东侧约2.4km）。

（1）对碣石湾长毛对虾重要渔业资源产卵场的影响分析

本项目养殖区距离西侧长毛对虾重要渔业资源产卵场有一定距离。本项目网箱安装固定系统铁锚施工过程中产生的悬浮泥沙对项目附近区域海洋生态环境造成一定的影响，但施工过程产生的悬浮物主要来自本海区，不会对沉积物的环境质量和底栖生境产生明显改变，且该项目规模较小、施工时间较短，悬沙扩散范围有限，待施工结束后逐渐恢复，在采取相关施工悬浮物污染防治措施下，本项目的施工对西侧长毛对虾重要渔业资源产卵场影响很小。网箱养殖对海洋环境造成污染主要为投喂人工配合养殖饵料及鱼类排泄物向四周迁移，养殖饵料及鱼类排泄物向四周迁移过程中部分会被海洋中其他生物吸收利用，且项目网箱养殖规模较小，养殖密度较低，项目位于开阔海域，扩散条件好，养殖饵料及鱼类排泄物对周边海域水质环境影响很小，主要位于养殖区附近范围内，对西侧长毛对虾重要渔业资源产卵场的影响很小。

（2）对金厢重要渔业资源产卵场的影响分析

项目与金厢重要渔业资源产卵场的最近距离约 2.4km。项目养殖设施施工过程中会产生的悬浮泥沙源强非常小，由前文分析，悬浮泥沙扩散范围较小，基本可在项目用海范围内可沉降，影响范围不涉及金厢重要渔业资源产卵场。项目施工期间船舶含油污水委托具有能力处理的单位接收处理，船舶生活污水收集上岸后经槽车转运至陆丰第二污水处理厂处理排放，不直接排放入海。在落实好环保措施的前提下，项目污染物基本不会对周边水质造成影响，基本不会对海洋生态造成影响。此外，为减少对重要渔业资源产卵场的影响，建设单位应尽量避免在繁殖期进行施工。

综上所述，项目施工期对水质的不良影响是暂时，对金厢重要渔业资源产卵场基本无影响。

（3）对金厢海岸防护物理防护极重要区的影响分析

项目不占用金厢海岸防护物理防护极重要区，与金厢海岸防护物理防护极重要区的最近距离约 3.8km。金厢海岸防护物理防护极重要区的布局管控要求为：①在保护海洋生态的前提下，限制性地批准对生态环境没有破坏的公共或公益性涉海工程项目；②加强重要自然岸线邻近海域保护，禁止从事可能改变或影响其自然属性的开发建设活动。

项目为海上养殖，不占用海岸线，项目采用深水网箱养殖方式，采用铁锚锚固进行固定，占用海底面积较小且具有一定透水间距，因此，项目对海底地形地貌和冲淤环境影响很小，其次项目的建设对海湾水文动力影响也较小，基本不会改变原有的水文动力状态。因此，项目的建设符合海岸防护物理防护极重要区的管控要求，基本不会对海岸防护物理防护极重要区产生影响。

（4）对汕尾海丰鸟类地方级自然保护区的影响分析

项目与汕尾海丰鸟类地方级自然保护区的最近距离约 4.57km，该保护区主要保护目标为鸟类生境、重要滩涂和浅海水域。由于项目距离汕尾海丰鸟类地方级自然保护区较远，且项目养殖设施施工过程中会产生的悬浮泥沙源强非常小，由前文分析，悬浮泥沙扩散范围较小，基本可在项目用海范围内沉降，因此项目建设基本不会对汕尾海丰鸟类地方级自然保护区鸟类生境、重要滩涂和浅海水域

产生影响。

（5）对乌坎港上海村海岸防护物理防护极重要区的影响分析

项目不占用乌坎港上海村海岸防护物理防护极重要区，与其最近距离为5.3km。乌坎港上海村海岸防护物理防护极重要区的管控要求为：1）空间准入：禁止开发性、生产性建设活动，可在有效实施用途管制、不影响生态系统功能的前提下，开展管护巡护、调查监测、防灾减灾救灾活动、生态修复等有限人为活动；2）利用方式：禁止改变海域自然属性；3）保护要求：1.防止海岸侵蚀；2.切实保护严格保护岸线；3.保护潮间带。4）其他要求：加强生态保护红线内人为活动对生态环境影响的监督。

本项目开展开放式深水网箱养殖，对周边海域水动力和冲淤环境影响较小，施工期主要的环境影响是固定网箱和平台抛锚作业引起的悬浮泥沙，本项目养殖规模较小，影响范围局限在项目周边，通过文明施工，加强项目管理，不会对该生态保护红线区的岸线和潮间带生态环境产生影响。

3. 对岛礁、岸线的影响分析

项目不占用海岛和海岛岸线。项目进行的开放式养殖项目建设不会明显改变周边海域的水动力和冲淤环境，养殖设施施工过程产生的悬浮泥沙影响范围很小，基本不会对海岛周边海域的水质、沉积物环境产生明显影响；船舶作业过程中产生的含油污水和生活污水，均妥善收集后处理，不向周围排放。因此，项目的建设基本不会对岛礁、岸线资源产生影响。

4. 对近岸海域国控水质监测站位的影响分析

项目附近的水质监测站位为GDN14013（北侧约1.6km），施工产生的高浓度悬浮泥沙集中于抛锚作业点位附近，且施工量较小，施工结束后可恢复，同一时刻悬浮沙高浓度区扩散范围面积很小，不会扩散到近岸海域国控水质监测站位处，基本不会对其产生影响。项目应严格控制施工作业强度、施工进度、范围及养殖规模等，以确保不会对海域水质造成明显影响。因此，项目施工对水质监测站位影响很小。

（九）环境空气影响分析

项目施工期的大气污染物主要为作业船舶产生的废气，污染物主要为SO_2、

	CO、NOx 等。项目使用船舶以运输船为主，排放废气均为无组织排放，项目所在海域通风条件良好，施工期产生的废气污染物对大气环境的影响较小，是可接受的。 **（十）施工期对通航环境的影响分析** 项目选址位于碣石湾，项目施工期间作业船舶往来频繁，客观上增加了附近水域的交通流量，但项目施工船舶数量较少，通过加强对项目船舶航行安全的管理，基本可避免不利影响。
运营期生态环境影响分析	**（一）运营期生态环境影响要素识别** 本项目运营期共配备有应急运输船舶 2 艘、投饵船 5 艘进行运输、投喂和巡逻等日常管理。运营期内污染主要来源于工作船舶产生的船舶油污水、工作人员产生的生活污水、生活垃圾，以及养殖饵料、养殖排泄物、药物污染等。 **（二）营运期各要素对生态环境的影响分析** **1. 废水污染源** **（1）生活污水** ①产生量及处置措施 项目营运期船舶与平台上的工作人员会产生一定量的生活污水。项目运营期总工作人员约 40 人，根据生产组织安排，平台实行轮班值守制度，正常情况下每日平台实际值守人员按约 8 人配置，由于《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018）中没有对船员生活用水量定额，故项目营运期工作人员参照广东省地方标准《用水定额 第 3 部分：生活》（DB44/T 1461.3—2021）选取，工作人员生活用水量按 140L/（人·d）计，排水系数按 0.9 计，则营运期日常管理工作人员的生活污水产生量约 1.01m^3/d。 项目运营期海上平台设置生活污水收集系统，平台生活污水包括人员日常生活产生的厕所污水、盥洗废水及其他生活污水。生活污水严禁未经处理直接排入海域。在工作船舶和平台上工作人员产生的生活污水、生活垃圾等集中收集上岸，生活污水收集上岸后送至污水处理厂处理，生活垃圾等固废打包交由环卫部门处置。采取相应的环保措施后，本项目运营期工作船舶和工作平台上人员产生的污

染物对养殖区及周边海域水环境造成的影响很小。

②污水处理设施依托可行性

项目施工及营运期间生活污水经海上平台或船舶上的生活污水收集设施收集上岸后，经槽车转运至陆丰第二污水处理厂处理排放，不直接排放入海。

陆丰第二污水处理厂的进水水质标准为《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）第二时段三级标准。

（2）含油污水

工作船舶进行日常维护会产生少量的舱底油污水，本项目运营期共配备有应急运输船舶 2 艘、投饵船 5 艘进行运输、投喂和巡逻等日常管理。

参照《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018）计算，小型船舶的舱底含油污水产生量按 0.14t/d•艘计，则项目运营期日常维护的工作船舶舱底含油污水产生量最大约为 0.98t/d，船舶舱底含油污水中石油类的浓度约为 2000～20000mg/L，本评价按 10000mg/L 进行计算，则项目运营期日常管理的工作船舶舱底含油污水中石油类的产生量最大约为 9.8kg/d，项目运营期日常管理工作船舶舱底含油污水产生量较少，舱底含油污水应严格按照《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）的要求，禁止直接向沿海海域排放油类污染物。

船舶含油废水将集中收集后，交由有能力的单位处理。因此，项目运营期工作船含油污水对海水水质环境基本无影响。

（3）网箱清洗水

网箱长期浸泡于海水中，网衣表面会附着贝类、藻类、海洋垃圾及泥沙颗粒，不仅阻碍网箱内外水体交换、影响养殖鱼类生长，还会增加网箱系统的下沉负荷。因此，在日常管理中需定期对养殖区网衣进行检查、清洗和更换。

本项目拟按每季度或每收获期进行一次检查和清理，由潜水员水下人工清理大块附着物；每隔 3~6 个月进行洗网换网作业，卸下的旧网衣统一运至渔港码头，采用高压水枪冲洗网衣表面附着物。

本项目网衣冲洗频次较低，冲洗废水量很小，冲洗废水主要成分是附着在网衣上的贝类、藻类、海洋垃圾等附着物；因在陆域码头进行，不会产生悬浮泥沙入海。冲洗废水经码头污水管网排入周边污水处理厂处理，冲洗下来的贝类、藻

类等附着生物与海洋垃圾分开收集，存活个体直接回归海洋，不产生额外生态负担；极少量死亡个体作为病死生物，统一集中进行无害化处理。冲洗下来的海洋垃圾在码头陆域进行有效阻隔和拦截，统一收集后交由环卫部门规范处理，防止垃圾入海。。

综上，本项目网衣冲洗水的产生量较小，相关固体废物可得到妥善收集和处置，不会造成二次污染，如此对环境影响很小。

2.养殖排污

（1）饵料、鱼粪等养殖污染物

深水网箱养殖属于投饵集约化养殖，饵料的投入、残饵的生成以及养殖水产品的粪便及排泄物是促成养殖自身污染的一个因素。

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，然而所投的营养物质并不能被鱼类完全消化吸收，从而对水体造成局部乃至大面积影响。根据相关文献，在投喂的饲料中，有 13%~15%的饲料直接散失于水体中，85%~87%的饲料被鱼摄食；在摄食的饲料中，有 25%~35%饲料被鱼体用于增加体重，41.6%~48%的饲料被鱼体用于维持生命，其排泄物以氮的形式进入水体，10.4%~12%的饲料未被鱼类消化吸收，以鱼粪的形式进入水体。随着饲料质量的提高、养殖管理技术和饲料投喂方法的改进，饲料利用率有所增加，绝大部分能被鱼类摄食。参考《福建配合饲料替代幼杂鱼现状分析与对策建议》（游宇 etc，2023），目前国内海水鱼类养殖中配合饲料普及使用率尚不足 1/3，有的养殖品种饲料系数仍处于 2.1～4.0，远高于国外同类 1.0～1.8 的水平。

本项目采用人工饵料，加上大量野生鱼类被吸引到网箱附近对残饵进行摄食，实际残饵量会有所减少。残饵中通常含有氮、磷和有机物等营养物质，主要以颗粒态的形式进入水体和沉积物中，下降过程中部分溶解于水体中。

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饵料的投入、残饵的生成以及养殖水产品的粪便及排泄物中含有的营养物质：氮、磷、有机物。鱼类放养密度越大，所排泄和产生的营养物质越多，这些营养物质大量进入水体，使藻类及其他水生生物多量繁殖，水体透明度下降，溶解氧降低，从而使生态系统受到损害和破坏，水质腐败发臭，病原微生物大量出现，造成鱼类

大量死亡，网箱内水体的恶化往往会波及到附近水域的水质。

参考《第二次全国污染源普查产排污系数手册（农业源）》，以较高值的“其他鱼类”排污系数保守估算本项目网箱养殖年排污量，计算结果见表。

表 4-5　海水养殖网箱养殖业排污系数 单位：g/kg

省份	养殖水体	养殖模式	鱼类	总氮	总磷	氨氮	COD
广东	海水养殖	网箱养殖	石斑鱼	17.59	1.43	0.04	0.46
广东	海水养殖	网箱养殖	其他	23.04	4.68	0.68	5.87
注：金鲳鱼、褐蓝子鱼按其他鱼类排污系数计算。							

本项目计划选取石斑鱼、金鲳鱼、褐篮子鱼等作为养殖品种。年渔获产出约1680t，按上述三种鱼种产出量平均占比计，则各鱼种年产出量均为560t/a，计算项目养殖活动养殖水污染物产生情况，见下表。

表 4-6　网箱养殖排污量统计表

项目	品种	总氮	总磷	氨氮	COD
产污量（t/a）	石斑鱼	9.85	0.8	0.02	0.26
	其他	25.8	5.24	0.76	6.57
	总计	35.65	6.04	0.78	6.83
产污速率（g/s）		1.13	0.192	0.025	0.217

则本项目养殖排污量为：总氮35.65t/a、总磷6.04t/a、氨氮0.78t/a、COD6.83t/a。

（2）网箱换、洗网污染

网箱长期浸泡于海水中，网衣表面会附着贝类、藻类、海洋垃圾及泥沙颗粒，不仅阻碍网箱内外水体交换、影响养殖鱼类生长，还会增加网箱系统的下沉负荷。因此，在日常管理中需定期对养殖区网衣进行检查、清洗和更换。

本项目每季度或每收获期进行一次检查和清理，由潜水员水下人工清理大块附着物；每隔3~6个月进行洗网换网作业，卸下的旧网衣统一运至渔港码头，采用高压水枪冲洗网衣表面附着物。本项目网衣冲洗频次较低，冲洗废水量很小，冲洗废水主要成分是附着在网衣上的贝类、藻类、海洋垃圾等附着物；因在陆域码头进行，不会产生悬浮泥沙入海。冲洗废水经码头污水管网排入周边污水处理厂处理，冲洗剥离的海洋垃圾、附着生物则统一收集交由环卫部门处理。冲洗下来的贝类、藻类等附着生物与海洋垃圾分开收集，存活个体直接回归海洋，不产生额外生态负担；极少量死亡个体作为病死生物，统一集中进行无害化处理。冲洗下来的海洋垃圾在码头陆域进行有效阻隔和拦截，统一收集后交由环卫部门规范处理，防止垃圾入海。

综上，本项目网衣冲洗水的产生量较小，相关固体废物可得到妥善收集和处置，不会造成二次污染，如此对环境影响很小。

（3）药物污染

鱼种运输抵达目的地以后，投放前需对鱼体进行消毒处理。鱼苗消毒应在船舶专用、密封的收集舱或容器进行，并将消毒废水暂存、做好防漏措施。船舶回港后，将消毒废水交付给有能力处理的专业污水处理单位，严禁直排入海。

养殖期间若遇到鱼类生病，则需要投喂少量的药物。项目采取优质育苗，合理投喂，定期更换网衣，保持水流畅通情况下，降低鱼类发病的可能性。使用的药物应符合《水产养殖用药明白纸（2025 年 1、2 号）》的规定，严禁使用未取得生产许可证、批准文号、产品执行标准号的渔药。建议使用高效、低毒、低残留量渔药，达到生态综合防治的目的。

直接在网箱内操作用药时，在开放式养殖条件下药物废水瞬间排入海域，难以集中收集。为此，网箱用药时应尽可能设置临时围隔再进行药物泼洒或药浴，无围隔条件时优先使用药物拌匀饲料的集中喂药方式，减轻药物对海水环境的污染影响。因开阔的海洋环境本身具有很强的稀释和自净能力，关键在于控制污染物的总量和浓度，不让局部环境超载。

消毒、药物废水的主要污染因子是余氯、抗生素等，海水网箱消毒、药浴时优先内服拌饵给药，减少水体泼洒用药，降低对海洋环境影响。

（4）养殖排污对水质的影响分析

项目引用《汕尾市 06 号碣石湾海域启动区一区现代化海洋牧场项目环境影响报告书》进行养殖污染物对海水水质环境的影响类比分析。

汕尾市 06 号碣石湾海域启动区一区现代化海洋牧场项目采用重力式网箱和大型养殖围栏进行鱼类的海水养殖，选取卵形鲳鲹、石斑鱼、军曹、高体鰤等作为候选养鱼种。年渔获产出约 7860t，其中重力式网箱产出 4560t。根据《汕尾市 06 号碣石湾海域启动区一区现代化海洋牧场项目环境影响报告书》4.2.2 节分析计算，该项目重力网箱产污量为：总氮 102.92t/a、总磷 11.71t/a、氨氮 0.98t/a、COD9.86t/a。

本项目主要养殖品种为金鲳鱼（卵形鲳鲹）、石斑鱼、褐篮子鱼，与汕尾市

06 号碣石湾海域启动区一区现代化海洋牧场项目养殖品种具有相似性；本项目预计年产量约 1680t，根据上文计算可知，养殖排污量为：总氮 35.65t/a、总磷 6.04t/a、氨氮 0.78t/a、COD6.83t/a，均远少于汕尾市 06 号碣石湾海域启动区一区现代化海洋牧场项目重力式网箱排污量；此外，汕尾市 06 号碣石湾海域启动区一区现代化海洋牧场项目与本项目最近距离仅约 520m，理论上水文动力、地形地貌与冲淤环境具有较强的相似性。因此，两个项目从客观角度具有可类比性。

根据《汕尾市 06 号碣石湾海域启动区一区现代化海洋牧场项目环境影响报告书》7.3.4 节预测结果，结论如下：

1）COD 浓度分布情况

图 4-2 为连续排放时的 COD 浓度包络线。养殖活动排放的 COD 最大浓度为 0.007mg/L。

图 4-2　汕尾市 06 号碣石湾海域启动区一区现代化海洋牧场项目 COD 影响范围（全潮）

2）氨氮浓度分布情况

图 4-3 为连续排放时的氨氮浓度包络线。养殖活动排放的氨氮最大浓度为 0.003mg/L。

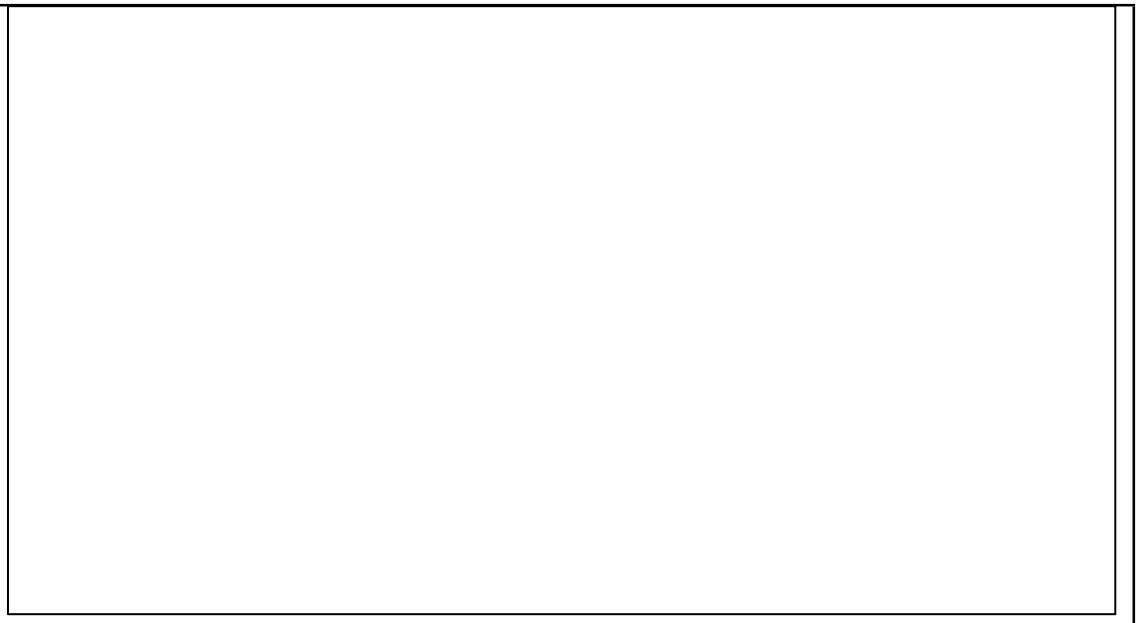


图 4-3　汕尾市 06 号碣石湾海域启动区一区现代化海洋牧场项目氨氮影响范围（全潮）

3）活性磷酸盐浓度分布情况

图 4-4 为连续排放时的活性磷酸浓度包络线。养殖活动排放的活性磷酸盐排放最大浓度为 0.006mg/L。

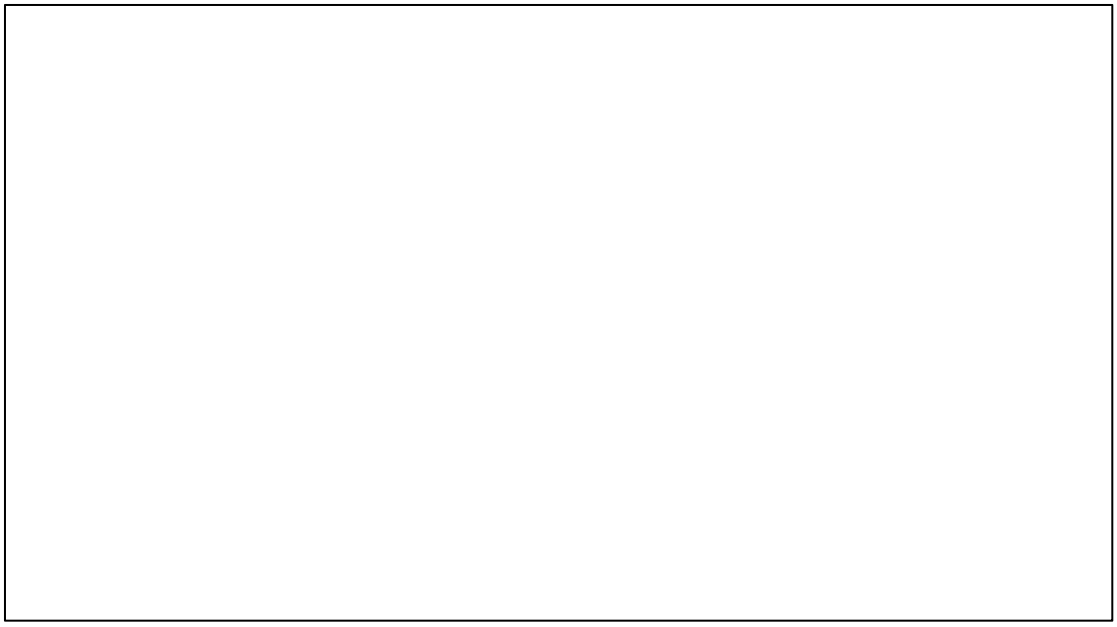


图 4-4　汕尾市 06 号碣石湾海域启动区一区现代化海洋牧场项目
活性磷酸盐影响范围（全潮）

通过类比可知，重力网箱养殖区域养殖污染物浓度很低，且影响范围局限在网箱周边区域。因此项目养殖活动基本不对周边敏感目标和用海活动产生明显不利影响，对周边海域水质环境的影响很小。

4）与周边养殖区污染物影响叠加分析

为更好解释本项目建设对所在海域水质的影响，对本项目及周边近距离养殖项目污染物排放情况进行叠加分析。通过对项目周边海域开发利用现状识别，项目周边主要的养殖区是位于项目东侧约 120m 的陆丰市碣石湾海域金厢片区开放式养殖用海项目、项目南侧约 80m 的汕尾华电现代化海洋牧场项目场址一，考虑叠加其排污情况，共同说明影响结果。

表 4-7　本项目及周边养殖项目污染物源强汇总表

序号	项目	申请用海面积	养殖品种	总氮（t/a）	总磷（t/a）	氨氮（t/a）	COD（t/a）
1	本项目	48.0000	石斑鱼、金鲳鱼、褐篮子鱼	35.65	6.04	0.78	6.83
2	陆丰市碣石湾海域金厢片区开放式养殖用海项目	587.6023	太平洋牡蛎	-1.052	-0.0619	0	-44.808
3	汕尾华电现代化海洋牧场项目场址一	14.5934	高体鰤、大黄鱼、卵形鲳鲹	1.75	0.06	0.35	0.07
合计				36.348	6.0381	1.13	-37.908
注：汕尾华电现代化海洋牧场项目场址一申请用海面积为平台和游乐区申请用海（含平台下方养殖用海）。							

由上表可见，本项目周边贝类养殖项目对总氮、总磷、COD 等关键水质指标具有显著的削减与缓冲作用。综合来看，项目所在海域养殖项目全部实施后，区域整体环境影响与单独实施本项目的环境影响基本相当。

项目附近站位 S20 秋季调查的无机氮、活性磷酸盐和 COD_{Mn} 值分别为 0.009mg/L、0.001mg/L、0.85mg/L。根据上述类比分析，本项目网箱养殖产生的污染物最大增量不超过 0.002mg/L，因此基于水环境最大本底浓度、区域已有排污强度，即使叠加本项目养殖活动产生的污染物排放强度，海水水质仍可满足第一类海水水质标准。这表明本项目养殖水污染物排放对海域水环境本底浓度影响较小。

5.固体废弃物

（1）生活垃圾

项目运营期日常维护需要投入工作人员，包括作业船舶和工作平台的工作人

员。项目运营期总工作人员约 40 人，根据生产组织安排，平台实行轮班值守制度，正常情况下每日平台实际值守人员按约 8 人配置，参照《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018），船员生活垃圾产生量按 1.5kg/d·人计，则项目运营期日常管理生活垃圾产生量为 12kg/d。工作人员生活垃圾经分类收集上岸后交由环卫部门清运处理，不排放入海。

（2）病死鱼类等海产品

养殖过程中可能会出现由于未及时治疗或无法治疗而产生的病死水产品，项目营运期间每个月都要巡逻及观察养殖产品健康状况，并采取相关疾病预防、治疗或阻止蔓延的措施，因此病死水产品出现的频率相对较低。

类比同类养殖项目，病死水产品出现量按年产量的万分之一估算，即每年病死水产品产生量约为 0.168t/a，出现的病死水产品收集到病死水产品冷藏舱中，按照相关管理办法送至指定地点或相关处理单位进行无害化处理。

（3）网衣附着物

深水网箱网衣上的附着物主要为贝类、藻类和海洋垃圾（如塑料等），网衣冲洗过程中冲洗下来的贝类、藻类等附着生物与海洋垃圾分开收集，存活个体直接回归海洋，不产生额外生态负担；极少量死亡个体作为病死生物，统一集中进行无害化处理。冲洗下来的海洋垃圾在码头陆域进行有效阻隔和拦截，统一收集后交由环卫部门规范处理，防止垃圾入海。

一般情况下，每张聚乙烯网衣每季度附着 10kg~40kg 的附着物，本项目共有 56 口重力式深水网箱，附着物的量按 25kg 计，则每年附着物总量共有 5.6t，附着物中有 85%的附着生物（贻贝、藻类等）、10%的海洋垃圾（绳子、塑料袋等）和 5%的杂质，则本项目网箱网衣清理出的附着生物约为 4.76t/a，网衣清理出的海洋垃圾约为 0.56t/a。

6.噪声污染源

项目运营期噪声主要为船舶交通噪声，工作时将产生一定的噪声污染，主要设备噪声级见下表 4-8。

表 4-8　主要设备噪声源

序号	机械名称	噪声值 dB（A）
1	船舶鸣笛声	105
2	船舶发动机	90

项目位于海域，周边无声环境敏感目标；运营过程中选用低噪声船舶设备，做好日常船舶维护，减少发动机异常引起的非正常噪声；且要求运营人员文明行驶，减少不必要的鸣笛。在落实上述措施的基础上，项目运营期的噪声影响是可接受的。

7.废气污染源

项目运营期的大气污染物主要为作业船舶产生的废气污染物主要为 SO_2、CO、NO_X 等。项目使用船舶以小型渔船为主，排放废气均为无组织排放，项目所在海域通风条件良好，排放的废气污染物对大气环境的影响较小，可以接受。

因此，项目运营期产生的废气对区域大气环境的影响较小。

8.运营期污染要素汇总

项目运营期各类污染物产生量清单见表 4-9。

表 4-9　运营期污染要素清单

污染项目	污染物名称	主要污染因子	产污环节	污染物产生量	处理方式/排放去向
废气	船舶燃油尾气	SO_2、NOx、CO	作业船舶	少量	采用符合标准的燃油
噪声	鸣笛声	等效声级	作业船舶	105dB	选用低噪声的设备、控制鸣笛
	船舶噪声			90dB	
废水	生活污水	COD、BOD_5、SS、氨氮	运营维护	1.01m^3/d	项目施工及营运期间生活污水经海上平台或船舶上的生活污水收集设施收集上岸后，经槽车转运至陆丰第二污水处理厂处理排放，不直接排放入海。不直接排放入海。
	含油污水	石油类	作业船舶	0.98t/d	委托有能力接收单位处理
	消毒、药物废水	余氯、抗生素等	养殖过程	少量	消毒废水收集上岸委托有能力单位接收处理；网箱临时围隔局部泼洒或药物拌饲投喂
	网衣冲洗水	海水、杂质	网衣换洗	少量	清除、收集附着物，冲洗水排入陆域污水管网
养殖污染物	饵料、养殖排泄物	总氮、总磷、COD	养殖过程	COD:0.7175g/s 总氮：0.1432g/s 总磷：0.0278g/s	控制养殖密度和规模、采用科学养殖方法，及时维护养殖网箱
	病死水产品	生物遗体	养殖过程	0.168t/a	工作船设置病死水产品冷藏舱，按照相关指南及规程进行无害化处理
固体	工作人员生活	生活垃圾	运营维护	12kg/d	分类收集，可回收的尽量

废弃物	垃圾				回收综合利用，不能回收的生活垃圾交环卫部门
	网衣附着物	贝类、藻类等附着生物、塑料袋等海洋垃圾	网衣换洗	附着生物约为4.76t/a 海洋垃圾约为0.56t/a	附着生物存活个体直接回归海洋，不产生额外生态负担；极少量死亡个体作为病死生物，统一集中进行无害化处理。海洋垃圾在码头陆域进行有效阻隔和拦截，统一收集后交由环卫部门规范处理

（三）运营期非污染损害要素分析

1. 运营期对水文动力的影响

本工程主要建设内容为深水网箱养殖方式，网箱养殖会对附近海域水动力环境产生一定影响，此外网箱养殖活动会增加水体阻力，从而对水动力环境产生影响。

（1）碣石湾现状潮流场

碣石湾内潮汐属不正规半日潮型，近岸海域沿岸流明显，涨潮时，碣石湾东侧海域向西的沿岸流经田尾角后转西北向流入碣石湾，在项目养殖海域海流呈西北向。落潮时，碣石湾西侧红海湾海域东向、东南向的沿岸流经遮浪角后转北向流入碣石湾，在项目养殖海域海流呈东南向。项目养殖海域海流潮流运动基本沿着西北－东南方向呈往复流动，养殖海域海流流速较小，流速约为 0.1m/s。

（2）项目对水文环境的影响分析

网箱主要由水面上方的浮架和下方的网衣构成，水体可以自由穿过，不构成实体阻水屏障。网箱结构对水流的阻碍作用，远小于桩基、堤坝等实体构筑物，其对水动力的改变仅局限于网箱附近的小范围区域。

综上所述，陆丰市碣石湾海域金厢片区 2 号海洋产业园项目开展后，对项目附近小范围海域流场有轻微影响，对碣石湾海域流场的整体影响较小。

因此，在采取合理控制养殖密度的措施下，项目建设对所在海域水动力的影响较小，是可接受的。

2. 运营期对地质地貌和冲淤环境的影响

工程实施后，由于养殖网箱等将减小海域内水流过水面积，将会导致附近水

流流速变化。由于工程区内含沙量不大，产生的底床冲淤幅度变化不大，冲淤变化主要集中在养殖区附近，项目实施产生的影响有限，基本不会明显改变周边海域底床冲淤变化环境。

3. 运营期对海洋生态的影响

项目运营对周边海域的生态环境影响主要为养殖经营期间长期累加的环境质量改变。从传统的网箱养殖情况来看，主要表现为海水富营养化、底质有机物含量增加等环境问题的出现。本项目为深水网箱养殖，其养殖技术的关键在于利用深水开阔区域的水体自交换作用达到排除网箱内残余饲料和排泄物，并通过合理设置网箱间隔和养殖区容量控制养殖密度从而让残余饲料和排泄物顺水流扩散，再重新被海洋生物利用分解。

从国内外深水网箱养殖的经验来看（参考《深水网箱养殖行为与海洋环境效应关系的研究养殖行为对海洋环境的影响》，浙江海洋学院，王婕妤；《国内外深水网箱养殖的现状》，中国水产科学研究院南海水产研究所，刘晋、郭根喜），深水网箱养殖相比与传统网箱养殖对海洋环境的不利影响很小。本项目深水网箱选址和布局科学，采用较先进的养殖设施和技术，可以有效减小养殖活动对周边海洋环境的影响。

项目运营期产生的废水、固体废物等污染物均拟采取有效的污染防治措施，不排入海域中，因此，项目运营期污染物排放基本不会对项目所在及附近海域的生态环境产生影响。

总的来说，项目养殖规模小，养殖污染物排放基本不会对项目所在及附近海域的生态环境产生影响。

4. 运营期对海水水质的影响分析

本项目开展网箱养殖，采用人工配合饵料，所用饲料应符合《饲料卫生标准》（GB13078-2017）、《无公害食品渔用配合饲料安全限量》（NY5072-2002）等的规定。人工配合饵料有硬颗粒饲料、软颗粒饲料和膨化饲料。人工配合饵料应营养齐全，在水中稳定性较好。所投喂的饲料大部分被箱体内养殖的鱼类采食，少部分饲料在网外沉降，引诱网外野生鱼类至网箱附近对残饵进行摄食，实际沉积到海底的残饵量会有所减少。残饵中通常含有氮、磷和有机物等营养物质，主

要以颗粒态的形式进入水体和沉积物中，下降过程中部分溶解于水体中。由于饲料为无毒的营养物质且单位面积水体中的残留量较少，在开阔海域环境内，经过海水的稀释和分解，残饵对项目所在海域的水质以及沉积物环境的影响很小。

此外，分箱疏苗可结合换网进行，过程中可能会因操作导致鱼体损伤甚至死亡，也会扰动附着在网箱上的少量残余饵料、排泄物等，但残余饵料及排泄物等附着量很少，总体而言对周边环境影响基本无影响。

5. 运营期对沉积物环境影响分析

营运期对沉积物环境的影响主要是网箱养殖中投饵料以及鱼类粪便对沉积物环境的影响。

《海水网箱养殖对环境的影响》（徐永健）综述了近 20 年来国内外关于网箱养殖对环境影响的研究动态和成果，养殖过程中碳、氮、磷和悬浮物的输出对沉积物的影响如下：

1）对溶解氧的影响

残饵、粪便等有机物在沉积物中的堆积促使底栖生物和分解有机物质的微生物群落迅速增长，导致沉积层中耗氧大大增加，网箱下部沉积物中其耗氧率比网箱外要高 2~5 倍。很多研究发现，养鱼网箱附近富碳、氮、磷的沉积物中存在着缺氧、无氧状态区。

2）对磷酸盐的影响

网箱养殖区沉积物中的磷酸盐，随着沉积物的积累，浓度逐渐升高，这可作为网箱底部沉积物积累的最好指标之一（Holmer&Krisensen，1992）。据调查，珠江口牛头岛深湾网箱养殖区的上覆水与底质中磷酸盐含量相差很大，水体磷酸盐含量为 0.094μmol/L，沉积物磷酸盐含量为 126.52μmol/L（王小平，1998）。在瑞典的网箱养殖区调查发现，1000m^2 的网箱底部沉积物中，平均净积累磷 1300kg，相当于总输入磷的 51%～57%，不包括由于生物的扰动而重新回到水柱的 2.5%～4.0%（Holby&Hall，1991）一部分。但亦有学者认为，由网箱养殖导致底质环境缺氧，微生物的活动可加速磷酸盐从底质向上覆水释放，加快了水体营养盐的循环速度（计新丽等，2000）。颗粒磷重新悬浮的比例还要高一些，尤其在污染严重的养殖区，经过一段时间的无氧状态后，沉积物溶解态磷的释放可

以提高上覆水中 18%的磷水平（Axleretal，1996）。通过网箱底部沉积物与对照区沉积物释放磷的比较，养殖区底质释放磷的速率比对照区高一个数量级，大部分释放的磷都是生物可利用的形式（Kelly，1992）。

3）对其他营养盐的影响

氮也会积累在沉积物中，12%～20%的输入氮积累在沉积物中（Halletal，1992）。氮在沉积物中的污染具有区域性，距网箱 200m 处氮的沉积速率仅为网箱养殖区底部的 10%，（Halletal，1992；Wu，1995），微生物的活动导致氨氮在沉积物间隙水中积累，是无机氮的主要存在状态（王小平，1998）。对间隙水的氨氮浓度分析表明，网箱底部大大高于其他区域（Halletal，1992）。

4）对硫化物的影响

网箱养殖产生的残饵和粪便沉积到网箱底部，被微生物降解，消耗底层水中的溶解氧，生成硫化物，并造成沉积物缺氧（李晓敏等，2005）。而沉积层的缺氧或无氧又促成了微生物的脱氮和硫还原反应（计新丽等，2000），沉积物中的硫酸盐还原菌的作用使得沉积物发黑，产生硫化氢，具有毒性（Brownetal，1987；Holmer&Krisensen，1992）。有些养殖区沉积物中硫化物含量比自然海区中的高 10 倍多（何国民等，1997），粤东柘林湾网箱养殖区表层沉积物的硫化物比对照区高 6.7 倍，其含量分别为我国海岸带底质背景参考标准和日本渔业底质标准的 1.6 倍和 2.4 倍；表层沉积物硫化物含量高是养殖区底质环境老化的主要表现（甘居利等，2001）。

5）对有机碳的影响

据统计，约 18%～23%的总输入碳积聚在沉积物中（Halletal，1990）有机碳是沉积环境中的重要物质，沉积物表层 3cm 内含有有机碳 21%～30%。Wu（1995）发现，饲料中 23%的碳沉积在底泥中，也有报道仅是其中一半（Gowen&Brdbury，1987）。碳的分布存在区域性，离网箱养殖区 3m 处沉积物的碳含量为 9.35%，离网箱养殖区处减少到 3.99%（Halletal，1990）。由于有机碳被微生物不断降解，生成硫化物。所以，底质有机碳含量与硫化物含量有关。甘居利等（2006）研究发现夏季大鹏澳网箱养殖海域底质有机碳与硫化物相关性显著。但是底质有机碳含量通常与底质的性质有关。一般情况下，泥质底比砂质底更易积累有机碳，有

机碳随沉积物变细而增高（王小平，1998）。部分金属常与有机物形成配位化合物，在受重金属污染的区域重金属含量与有机碳含量正相关（甘居利，2006）。

6）悬浮颗粒

网箱养殖的残饵和鱼类的粪便将增加水柱中悬浮物的量，Sobletsl 估计，每生产 1t 鱼将产生 1.36t 的颗粒物，悬浮颗粒物一般都沉积在离网不远处（一般为 100m 左右）。长期性的沉积物造成养殖渔场“海底上升”。调查发现，瑞典网箱养殖中产生的沉积物覆盖面积已达 3.8 个养殖场大小的区域，大部分悬浮颗粒都沉积在网箱 1km 的范围内。

总体来说，网箱养殖使底质总磷、总氮、总有机物显著升高，碳氮比、氧化还原电位降低，养殖区范围内底质都会受到影响，但网箱养殖区底质的污染物含量是从网箱养殖区域中心向周围递减（Pearson&Rosenberg，1987）有关研究认为这种影响在 100m~200m 左右消失（徐永健和钱鲁闽）。长期养殖情况下，大部分的悬浮颗粒都沉积在离网箱 1km 的范围内。

残饵量、鱼类排泄物主要引起水中的 N、P 负荷均有所增加，且鱼类排泄物和饵料沉入海底会对养殖海域的底栖生物生境造成一定影响。由于本项目及其周边海域养殖密度较低，且项目区位于较为开阔的深远海域，海区水文动力条件较好，养殖鱼类排放的 N、P 将很快得到扩散和稀释，对海区环境影响较小。

5. 对噪声环境的影响分析

项目运营期噪声主要来自养殖作业船舶噪声。作业船舶噪声一般声源级可达 90dB（A）到 105dB（A）之间，噪声声压级基本上和海洋环境噪声相当，对鱼类等海洋生物的影响在可接受范围内。运营期间船舶使用数量不多，且项目周边无居民及声环境敏感目标，项目运营期基本不会对周边声环境产生明显的影响。

6. 对无居民岛礁的影响分析

项目不占用无居民岛礁用海和海岛岸线，项目的开放式养殖区建设不会明显改变周边海域的水动力和冲淤环境。因此。项目实施基本不会对周边无居民岛礁造成明显影响。

7. 对“三场一通道”的影响分析

根据中华人民共和国原农业部 2002 年 2 月编制的《中国海洋渔业水域图》

（第一批）（农业部公告第 189 号），项目位于幼鱼幼虾保护区及南海北部幼鱼繁育场保护区。

项目通过深水网箱方式进行养殖，网箱养殖对海洋环境造成污染主要为投喂人工配合养殖饵料及鱼类排泄物，养殖饵料及鱼类排泄物向四周迁移过程中部分会被海洋中其他生物吸收利用，且项目网箱养殖规模较小，养殖密度较低，项目位于开阔海域，扩散条件好，养殖饵料及鱼类排泄物对周边海域水质环境影响很小，主要局限于养殖区周边范围，对海洋水质环境的影响小。根据项目对海水水质环境的影响分析，项目实施对海水水质环境基本不会产生明显的负面影响，对南海北部幼鱼繁育场保护区及幼鱼幼虾保护区的影响较小。

8. 对金厢重要渔业资源产卵场的影响分析

项目与金厢重要渔业资源产卵场的最近距离约 2.4km，其管控布局要求为：（1）港口、航道及其他基础设施建设应以不破坏渔业生态环境为前提；（2）禁止围填海、禁止截断洄游通道、水下爆破施工等开发活动，维持海域自然属性，保护渔业资源产卵场、育幼场、索饵场和洄游通道。

项目采用深水网箱养殖方式，养殖设施比较简单，对水体基本不会产生不利作用。网箱养殖对海洋环境造成污染主要为投喂人工配合养殖饵料及鱼类排泄物向四周迁移，养殖饵料及鱼类排泄物向四周迁移过程中部分会被海洋中其他生物吸收利用，且项目网箱养殖规模较小，养殖密度较低，项目位于开阔海域，扩散条件好，养殖饵料及鱼类排泄物对周边海域水质环境影响很小，主要位于养殖区周边范围内。运营期产生的生活污水、固体废弃物和船舶含油污水将统一收集，严禁排放入海，在落实上述措施的前提下，基本不会对海域环境造成不良影响。

因此，项目符合金厢重要渔业资源产卵场的管控布局要求，项目运营期对金厢重要渔业资源产卵场的影响是可接受的。

9. 对长毛对虾重要渔业资源产卵场的影响分析

本项目养殖区距离西侧长毛对虾重要渔业资源产卵场最近约 380m。其管控要求为：（1）禁止围填海，禁止截断洄游通道、水下爆破施工等开发活动；（2）维持海域自然属性，保护渔业资源产卵场、育幼场、索饵场和洄游通道。（3）禁止破坏性捕捞方式，合理有序开展捕捞作业；严格执行禁渔期、禁渔区制度以

及渔具渔法规定。（4）港口、航道及其他基础设施建设应以不破坏渔业生态环境为前提。

本项目网箱安装固定系统铁锚的施工过程中产生的悬浮泥沙对项目附近区域海洋生态环境造成一定的影响，但施工过程产生的悬浮物主要来自本海区，不会对沉积物的环境质量和底栖生境产生明显改变，且该项目规模较小、施工时间较短，悬沙扩散范围有限，待施工结束后逐渐恢复，在采取相关施工悬浮物污染防治措施下，本项目的施工对西侧长毛对虾重要渔业资源产卵场影响很小。网箱养殖对海洋环境造成污染主要为投喂人工配合养殖饵料及鱼类排泄物向四周迁移，养殖饵料及鱼类排泄物向四周迁移过程中部分会被海洋中其他生物吸收利用，且项目网箱养殖规模较小，养殖密度较低，项目位于开阔海域，扩散条件好，养殖饵料及鱼类排泄物对周边海域水质环境影响很小，主要位于养殖区周边范围内，对西侧长毛对虾重要渔业资源产卵场的影响很小。

10. 对附近养殖区的影响分析

项目周边分布有养殖用海区，根据前文周边开发利用情况调查，养殖项目基本以养殖牡蛎为主，离项目最近的养殖项目为陆丰市碣石湾海域金厢片区开放式养殖用海项目。

项目主要产生的影响为水质影响，运营期产生的生活污水、固体废弃物和船舶含油污水将统一收集，严禁排放入海。因此，项目的运营对周边养殖区的养殖环境影响较小。

11. 对通航环境的影响分析

项目选址附近分布多条航线和多个锚地，项目养殖区距离乌坎东线航道较近，项目施工期和运营期间会增加养殖区附近海域的通航密度，对乌坎东线通航安全将会造成一定的影响。尽管施工对其周围的通航环境会造成一定的影响，但通过严密、科学的施工组织和合理的生产调度；把工程安全、施工安全和通航安全放在首位，做好施工作业的安全管理工作；施工船和运营工作船运用技术良好、谨慎驾驶的驾驶员，可以最大限度地减少施工期和营运期对马宫航道通航环境和船舶通航的影响。

项目养殖区用海距离南侧防台锚地较近，项目不占用锚地，项目不影响锚地

功能的发挥。

综上，运营期在采取一定的通航保障措施前提下，通航安全是可以得到保障的。

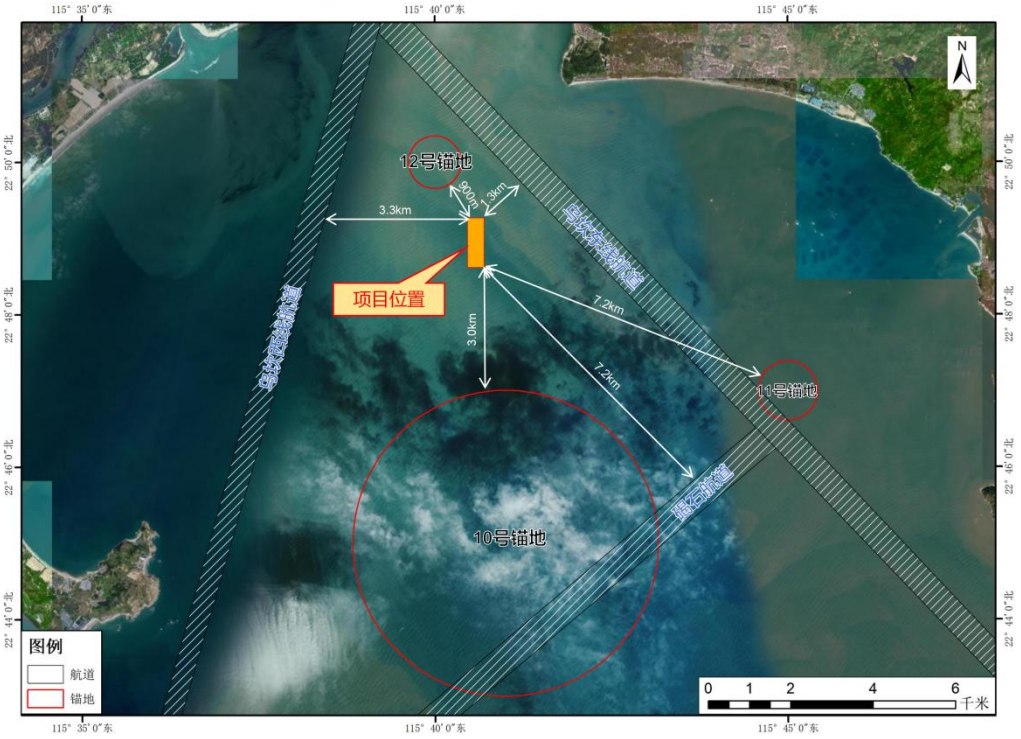


图 4-5　项目与附近航道及锚地位置关系图

（四）环境风险分析

1. 风险评价等级划分依据

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）和《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），项目的风险评价等级根据项目涉及的物质及工艺系统危险性和项目区域的环境敏感性确定环境风险潜势，环境风险评价等级划分见下表：

表 4-10　评价工作等级划分依据

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

表 4-11　项目环境风险潜势划分

环境敏感程度 E	危险物质及工艺系统危险性（P）			
	极高危害（P1）	高度危害（P2）	中度危害（P3）	轻度危害（P4）
环境高度敏感区（E1）	VI+	IV	III	III
环境中度敏感区（E2）	IV	III	III	II

环境低度敏感区（E3）	III	III	II	I
注：VI+为极高环境风险。				

由导则可知，环境风险评价等级由环境风险潜势决定，而环境风险潜势由环境敏感程度 E 及危险物质及工艺系统危险性 P 决定。

2. 风险潜势初判

《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）附录 G 中的危险物质数量与临界量比值（Q）的计算如下：

当只涉及一种危险物质时，计算该物质的总量与其临界量比值，即为 Q；当存在多种危险物质时，则按下列公式计算物质总量与其临界量比值（Q）：

$$Q=\frac{q_1}{Q_1}+\frac{q_2}{Q_2}+\frac{q_3}{Q_3}+\ldots+\frac{q_n}{Q_n}$$

式中：$q_1,q_2,q_3,\ldots q_n$ --每种危险物质的最大存在总量，t；

Q_1，Q_2，Q_3，$\ldots,Q_n$ --每种危险物质的临界量，t；

当 Q＜1 时，项目环境风险潜势为 I。

当 Q≥1 时，将 Q 值划分为：（1）1≤Q＜10；（2）10≤Q＜100；（3）Q≥100。

项目施工期和营运期最大的船舶吨位为 100t。根据《船舶污染海洋环境风险评价技术规范（试行）》附录 4 中的方法一，船舶燃油携带量一般占船舶总吨的 8%~12%（本报告取 10%）。则项目单艘船舶最大载油量约为 10m^3，通常国标柴油的密度范围为 0.83～0.855，项目取 0.84t/m^3，则燃油最大存在量为 8.4t。

项目运营期投入 5 艘投料辅助船舶和 2 艘应急起重船舶，因此项目最大储油量为 8.4t×7=58.8t，涉及的环境风险物质为油类物质，由《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409—2025）附录 G.1 可知，油类物质（矿物油类，如石油、汽油、柴油等；生物柴油）临界量为 100t。Q 值计算结果见下表：

表 4-12 环境风险物质与临界量的比值结果

物质名称	CAS 号	储存方式	项目最大储存量 q（t）	临界值 Q（t）	q/Q
油类物质	/	油箱	58.8	100	0.588
∑qn/Qn					0.588

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409—2025）附录 G.1 可知，危险物质数量与临界量比值（Q），属于 Q=0.588 < 1 的范围，因此项目

环境风险影响为简单分析。

1. 台风、风暴潮风险分析

热带气旋是影响华南沿海地区最大的灾害性天气。影响南海沿岸海域的热带气旋的生成源主要有两个：1）西北太平洋的马里亚纳群岛附近，即 7°N～15°N，135°E～150°E 之间的洋面上；2）南海中部，即 13°N～18°N，111°E～117°E 之间的海面上。热带低压多数来自南海，而强热带风暴和台风则绝大多数在西太平洋生成。

华南沿岸常常受到热带气旋的影响。每年 5～10 月是华南沿海遭受热带气旋的主要时期，尤以 8 月为高峰，广东沿岸平均每年约受 6.2 个热带气旋的影响，早期以南海生成的居多，晚期则以西太平洋生成为主。在南海生成的热带气旋形成快，强度弱，距岸较近，加上引导气流复杂，因而其移动路径的规律性较差。在西太平洋形成的热带气旋在移动过程中能量不断积累，强度往往较大，多发展为台风。由于受到副热带高压的引导，太平洋热带气旋大多西移越过菲律宾进入南海，对广东沿岸影响很大。

风暴潮是由于热带气旋、温带天气系统、海上飑线等风暴过境所伴随的强风和气压骤变而引起的局部海面震荡或非周期性异常升高（降低）现象。风暴潮主要表现为：海水异常升高，风大浪急、潮位太高，损坏渔船、冲毁养殖筏架。施工期间，当风暴潮发生时，狂风夹着巨浪引起风暴潮增水，海水异常升高，风大浪急，会对施工船舶造成损坏，并危及施工人员的人身安全，施工期间应及时关注天气及潮位信息，避开台风季节，选择合适的天气及潮位条件，避免风暴潮天气施工。运营期间，当风暴潮发生时，可能会损毁作业船舶，毁坏网箱结构，引发养殖水体剧烈扰动，破坏养殖环境稳定性。此外，台风的发生有可能会使所处海域水质受到破坏，导致养殖鱼类死亡，无法打捞，腐烂后将会造成水底污染，很难恢复再生产，同时，对海域环境造成严重的破坏。

2. 赤潮

赤潮是海水中某些微型藻、原生动物或细菌在一定的环境条件下爆发性增殖或聚集致水体变色的一种生态异常现象。赤潮生物的异常性增殖，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；赤潮生物的异常暴发性繁殖，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。

赤潮一般分为有毒赤潮和无毒赤潮两类，无毒赤潮基本不产生毒害作用，而有毒赤潮的危害较大。

当无毒赤潮发生时，对项目养殖基本无影响，当有毒赤潮发生时，可能对养殖产品造成一定的影响。赤潮会破坏海洋中的饵料基础，赤潮的发生是有害的藻类暴发性繁殖，破坏了原有的生态平衡，进而影响到海洋中正常的食物链，造成食物链中断，从而造成鱼虾类减产；有毒赤潮可能导致贝类体内贝类毒素的积累，尽管贝类毒素对贝类无害，但人食用染毒的贝类后，贝类毒素会在人体内迅速释放而导致人中毒。

沿海工业排污、生活排污以及水产养殖饵料残留等导致海水富营养化是赤潮发生的物质基础。养殖过程在合理控制养殖密度的情况下，造成赤潮的可能性较小。

3. 溢油事故风险

项目施工建设、投放苗种、日常管理、收获等环节都需要使用船舶，因此，存在船舶溢油事故风险。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；操作性污染是指船舶事故性排放机舱油污水造成的污染。

溢油事故影响过程：溢油在海面上的变化是极其复杂的，其中主要有动力学和非动力学过程。动力学过程初期为扩展过程：主要受惯性力、重力、粘性力和表面张力控制，形成一定面积的油膜，其后油膜在波浪、海流和风的作用下作漂移和扩散运动，油膜破碎分成多块，其过程要持续数天。非动力学过程指油膜发生质变的过程，主要包括蒸发、溶解、乳化、沉降和生物降解等过程。

（1）扩展：由于油比水轻，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：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：溢油在海面形成油膜以后，受到破碎波的作用使一部分油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溢出挥发到大气中。

（4）蒸发：油膜蒸发是指石油烃类从液态变为气态的过程，油膜与空气之间的物质交换与油膜表面积、溢油的组分及其物理特性有关，与风速、海面温度、海况以及太阳辐射的强度等也有关。实验表明，含量占 0%～40%的低烃类油膜在溢油后 24 小时内就会蒸发掉。

（5）溶解：油膜溶解是指烃类物质由浮油体到水体的混合交换过程，溶解量和溶解速率取决于石油的组成及其物理性质、油膜扩展度、水温和水的湍流度以及油的乳化和分散程度。一般低烃类既有高蒸发率，又有高溶解度，它们的总效应导致油膜的密度和黏度增加，从而抑制扩展过程和湍流扩散过程。实验表明，溶解量仅为蒸发量的百分之几。

（6）乳化：油膜乳化是一个油包水的过程，已有研究表明，发生乳化的内在因素是原油的沥青烯中含有乳化剂，当其含量达到一定程度时，即发生乳化现象，形成油包水颗粒。海况能影响乳化的速度，但最终的乳化总量与海面状况无关，仅取决于乳化剂的含量，当乳化颗粒与碎屑或生物残骸结合而变重时，油滴将沉降到海底。沉降主要发生在近岸，浅水浑浊区较为显著。

（7）吸附沉淀：油的部分重组分可自行沉降或黏附在海水中的悬浮颗粒上，并随之沉到海底。

（8）生物降解：生物降解为海水中的某些生物通过对石油类物质的吸收来获取碳元素，生物降解过程是起作用较晚的过程。生物降解过程不仅对漂浮油膜起作用，对沉降的油滴也同样起作用。降解过程与油膜所处环境中微生物群的种类、数量有关，与海水温度、含氧量和无机营养盐含量等因素也有关。

溢油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、地理位置和油本身的化学组成等）的影响，每一

次溢油的归宿也不尽相同。其主要的影响因素有乳化、吸附沉淀和生物降解等。油膜非动力学过程极其复杂，发生的时间尺度为 1 天到数周。

根据交通运输部《2023 年交通运输行业发展统计公报》，2023 年末全国拥有水上运输船舶 12.19 万艘，全年共发生运输船舶水上交通事故（等级事故）103 起，沉船 33 艘，全年水运工程建设领域未发生重特大事故，水上交通事故概率较低。

项目施工和运营船舶数量均为小型船舶且十分有限，发生通航安全事故的概率较小，因此，船舶溢油污染事故的发生几率非常小。只要加强生产指挥与调度管理，工作人员严格遵守操作规程，避免恶劣天气条件下作业，使溢油风险的几率降至最低。

4. 养殖病害风险分析

病原生物是导致养殖海产品病害爆发的最重要原因，然而导致大规模死亡的病原生物种类并不太多，主要是病毒、细菌和体内寄生虫（*Endoparasites*），其中海产品体内寄生原生动物病害最为普遍，危害最大。

项目养殖过程中若发生大规模养殖病害事故，一方面将对养殖水域和养殖活动带来损害，另一方面对用海区外侧海域造成潜在威胁。一旦养殖病害发生，若无法及时控制，将造成水产品大规模死亡，从而造成巨大经济损失；同时，养殖病害蔓延至邻近海域，将造成其他养殖项目水产品的死亡，致病性微生物大量繁殖，会对海域游泳生物的正常生长产生一定的影响，尤其是对鱼卵、仔鱼造成一定的损害，严重时可能导致所在海域整个生态系统的破坏。

项目采取优质育苗，合理投喂，定期更换网衣，保持水流畅通情况下，降低鱼类发病的可能性。在加强日常养殖管理的情况下，发生养殖病害风险的概率很小。

5. 外来物种入侵风险分析

项目所在海域生物多样性较好，生态环境属于正常状态。本项目深水网箱主要养殖品种为汕尾海域常见的主要经济种，主要包括石斑鱼、金鲳鱼、褐蓝子鱼等，因此项目的养殖生物基本无外来物种入侵的风险。通过严格控制养殖项目苗种，养殖苗种投放前，严格检查、控制养殖品种，确保种质优良、体质健壮、规

	格整齐、无病害、无畸形，可避免外来种或入侵者的引入。
选址选线环境合理性分析	**（一）选址选线合理性分析** 项目选址位于汕尾市陆丰市金厢镇南侧碣石湾海域，选址从社会经济条件、周边开发利用活动、自然环境条件等方面综合考虑。 从社会经济条件方面分析，项目为开放式养殖用海，拟用于经济鱼类的育成，项目用海位于《陆丰市养殖水域滩涂规划（2018—2030 年）》中的养殖区内，项目周边区位条件、外部协作条件较好，水陆交通条件良好，配套设施齐全，可以满足项目建设的需要。项目选址离岸较近，方便鱼类捕获后尽快上岸装车，保证其鲜活程度，也能节约运输成本，还能促进当地渔业发展，提供更多的就业岗位。 从周边海域开发利用活动的协调分析，项目不占用航道、锚地、电缆管道等开发利用活动，与汕尾港总体规划（2024-2035 年）的港口布置规划互不冲突，项目选址是可接受的。 从自然资源和环境条件方面分析，虽然热带气旋、风暴潮等灾害性天气可能会对项目养殖区产生一定的影响，但灾害性天气一般持续时间较短，只需对网箱养殖采取一定的加固措施，则可将影响降至最低。 潮汐、潮流、波浪、悬沙、海水温度、盐度等海洋水文和海水理化特点，决定了鱼、虾、贝、藻等海洋生物生存、栖息和活动情况，是开展海水养殖要考虑的重要因素。项目海域内潮差小、余流小，对水下工程的施工影响不大。项目位于离岸（大陆海岸线）4 公里以上的海域，10m 等深线附近，该区水流条件开敞，水体交换能力强，海水环境容量大，适合开展深水网箱养殖。符合《广东省海洋产业园（海洋牧场类）用海选址及控制标准（试行）》要求。 综上，项目的选址是合理的。 **（二）海洋生态环境适宜性分析** 外环境对本项目的影响，主要体现在项目所在海域水质及生态环境对养殖活动的适宜性。本项目开展网箱养殖，养殖对象主要包括金鲳鱼、石斑鱼、褐蓝子鱼。 项目所在海域现状调查的水质监测评价结果表明，评价范围内所有水质调查站位的监测指标均符合一类海水水质标准要求。进一步依据《渔业水质标准》（GB

	11607-89）进行评价，结果表明：各站位所有评价因子（包括 pH、溶解氧、COD、石油类、重金属等）均满足《渔业水质标准》（GB 11607-89）中的限值要求。 根据相关鱼类习性资料结合项目所在海域水质现状调查结果分析，项目所在海域的水温、盐度、溶解氧、pH 等关键环境因子均处于金鲳鱼、褐蓝子鱼和石斑鱼适宜养殖的范围内，具备开展海水鱼类养殖的良好环境条件。 由此可知，项目所在海域水质状况优良，水质条件对项目养殖活动基本不存在不利影响，适宜开展海水养殖活动。养殖过程中需注意定期监测水质，避免高密度养殖导致水体污染；同时做好病害防控，确保养殖安全。

五、主要生态环境保护措施

施工期生态环境保护措施	**（一）水污染防治措施** （1）合理安排施工时间，减少施工过程产生的悬浮泥沙对周边海域的影响；避开大风浪季节施工，减少对海域的污染影响。 （2）项目施工期间工作人员生活污水经船舶上的生活污水收集设施收集上岸后，经槽车转运至陆丰第二污水处理厂处理排放，不直接排放入海。 （3）所有施工船舶含油污舱底油污水，收集上岸后委托有能力的处理单位处理，不得在工程附近海域内排放。 **（二）环境空气污染防治措施** 施工过程中的大气污染物主要来源于施工船舶产生的废气，其污染因子主要为 SO_2、CO、NO_X 等，均为无组织排放。为减轻对环境空气的影响，应采取以下措施： （1）应选用先进的施工机械和设备、采用清洁燃油，并加强对施工船舶的维修保养，使其排放的废气符合国家有关标准。 （2）对场地施工的船舶设备进行管理，定期检查设备是否合格，尽量减少施工设备产生的燃油废气。 **（三）噪声污染防治措施** 施工单位必须选用符合国家有关标准的施工设备，尽量采用低噪声的施工设备和施工工艺，同时加强各类施工设备的维护和保养，保持设备的良好运转，以便从根本上降低噪声源强。 **（四）固体废物污染防治措施** （1）加强对施工单位监督管理，禁止将施工垃圾倾倒至项目附近海域中。 （2）船舶生活垃圾应做好日常的收集、分类与储存工作，靠岸后交由环卫部门清运处理。 （3）建设单位应负责对固体废物收集处理工作进行监督，与施工单位签订环保责任书。 **（五）海洋生态环境保护措施** （1）严格控制施工范围，加强施工期的监督管理，避免对周边水生生物产

	生不利影响。施工期养殖网箱应严格按照确定的用海范围进行布置，选择风浪较小的天气施工，减少对海底的扰动，减少施工期产生的悬浮泥沙对海洋生态环境的影响。 （2）应对整个施工进行合理规划，尽量缩短工期，以减轻施工可能带来的水生生态环境影响。 （3）施工期加强管理，做好施工区生活垃圾处理，严禁向海域内随意排放和丢弃污染物，避免对生态环境造成影响。建设单位应强化施工人员海洋环境保护的意识，对施工区内的海漂垃圾做到及时打捞清理，清理的垃圾经收集分类后上岸交由环卫部门清运处理，保护施工期及周边海域的生态环境。 （4）施工过程中需密切注意施工区及其周边海域的水质变化。如发现因施工引起水质变化而对周围海域海洋生物产生不良影响，则应立即采取措施，必要时可短暂停工。 （5）制定完善的风险应急措施，一旦发生燃料油泄漏事故及其他导致水质不达标事故，应及时治理，以尽量减少石油类及其他污染物入海对海洋生物的影响。
运营期生态环境保护措施	**（一）大气污染环境保护对策措施** 项目运营期产生的废气主要为船舶燃油废气，项目大气污染防治主要采取以下措施：工作船舶机械使用的燃料应采用符合标准的燃油，加强对船舶的日常维修保养。 **（二）噪声污染环境保护对策措施** 项目运营中噪声主要来自作业船舶，应加强船舶管理，保持其良好运转，控制鸣笛，以便从根本上降低噪声源强。 **（三）水污染环境保护对策措施** （1）养殖区域不得超过申请养殖用海范围。合理控制项目养殖规模、密度，减少养殖活动对水环境造成影响。 （2）人员生活污水和船舶含油污水妥善处理，生活污水经船舶上的生活污水收集设施收集上岸后，项目运营期间工作人员生活污水经海上平台或船舶上的生活污水收集设施收集上岸后，经槽车转运至陆丰第二污水处理厂处理排放，

不直接排放入海；船舶含油污水收集上岸后应委托有相关资质的单位接收处置。

（3）防止船舶溢油事故发生，溢油事故发生后应第一时间采取应急措施。

（四）固体废弃物处置措施

运营期作业船舶上设置固体废物收集箱，工作人员产生的生活垃圾将放入收集箱中，运回陆地后交由环卫部门清运处理，严禁随意丢弃入海。

项目运营过程中尽量采用环保材料，禁止使用泡沫浮球，产生的废弃养殖绳、吊笼等废弃生产设施及其他杂物，应有计划地搬运或堆存，收集上岸处理；可回收物质外售物资回收公司处置，不可回收物质交由环卫部门清运处理。

本项目养殖过程中产生的病死水产品，应设置病死水产品冷藏舱进行妥善收集，避免随意丢弃。病死水产品出现较多时，应及时对养殖水体进行清洁和消毒，并按照《水产养殖动物疫病防控指南（试行）》（农渔养函〔2022〕116号）及《病死水生动物及病害水生动物产品无害化处理规范》（SC/T 7015-2022）等要求进行无害化处理。通过及时采取规范的无害化措施，病死水产品对海域生态环境的影响较小。

（五）生态保护措施

（1）工程建成后，应对项目所在区域的生态环境进行跟踪监测，掌握生态环境的发展变化趋势，以便及时采取调控措施。

（2）项目应采取优质育苗，合理投喂，定期更换网衣，保持水流畅通情况下，降低鱼类发病的可能性。若遇到鱼类生病，使用的药物应符合《水产养殖用药明白纸（2025 年 1、2 号）》的规定，严禁使用未取得生产许可证、批准文号、产品执行标准号的渔药。建议使用高效、低毒、低残留量渔药，达到生态综合防治的目的；养殖过程中应科学控制养殖密度，选择健康的苗种投放，及时清理飘到养殖区的海上垃圾，清理的垃圾经收集分类后上岸交由环卫部门清运处理。

（3）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。

（4）项目网箱设置的密度和养殖密度较低，网衣采用经防污处理的无结网，勤洗网换网可保证网箱内水流通畅；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。

（5）加强人员管理及养殖废弃物治理，严禁工作人员向海域丢弃垃圾，推进贝壳、网笼、浮漂等养殖生产副产物及废弃物集中收置和资源化利用。建设单位应强化工作人员海洋环境保护的意识，对养殖区内的海漂垃圾做到及时打捞清理，清理的垃圾经收集分类后上岸交由环卫部门清运处理，保护养殖区及周边海域的生态环境。

（6）坚持预防为主的方针。对出现养殖生物死亡个体应及时采取无害化处理，按照农业农村部渔业渔政管理局发布的关于印发《水产养殖动物疫病防控指南（试行）》的通知（农渔养函〔2022〕116 号）以及《病死水生动物及病害水生动物产品无害化处理规范》（SC/T7015-2022）等要求进行无害化处理。

（六）环境风险防范措施

1. 养殖病害风险防范措施

病害防治要坚持“以防为主，防治结合”的原则。放养时苗种要经过杀菌消毒；养殖过程中，要坚持巡视，特别留意察看鱼群的游动、摄食情况，一旦发现病、死鱼应及时隔离治疗或进行无害化（如深埋等）处理，严禁随便将病、死鱼扔出网箱外，使病害传播蔓延，造成更大的损害。

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。

养殖期间若遇到鱼类生病，则需要投喂少量的药物。项目应采取优质育苗，合理投喂，定期更换网衣，保持水流畅通情况下，降低鱼类发病的可能性。使用的药物应符合《水产养殖用药明白纸（2025 年 1、2 号）》的规定，严禁使用未取得生产许可证、批准文号、产品执行标准号的渔药。建议使用高效、低毒、低残留量渔药，达到生态综合防治的目的。

2. 赤潮风险防范措施

赤潮的发生原因是多方面的，其中赤潮生物的存在及特性和水体富营养化是主要原因，此外还有发生海区的水文、气象、理化因子以及当地气候和海水动力状况等多种因素。赤潮会对海水养殖造成物理性危害、缺氧性危害、天然饵料危害、毒性危害等。

为减少赤潮对养殖区的危害，应在养殖区采取科学养殖，在赤潮发生时采取应急处理措施。

（1）科学养殖，保护养殖区海水水质。养殖密度过大，也会对周边海洋环境造成影响。因此，为了减少海水养殖带来水体富营养化问题，必须根据自然环境，对浅海和滩涂进行合理开发，合理安排养殖方式和养殖规模，控制养殖密度，普及科学养殖。

（2）及时关注赤潮信息，采取应对措施。加强养殖区水质监测工作，及时有效地开展养殖区赤潮灾害预防、控制和治理。密切关注赤潮发生情况，若发现需及时发布赤潮信息，以多样的信息传递方式，将赤潮监测信息发给养殖户，做好赤潮防范，减少损失。

（3）定期做好环境现状监测，对赤潮的防治主要是通过加强海洋环境保护以防止养殖区海水的富营养化，防止赤潮的发生。

（4）采取措施，减少赤潮危害。赤潮发生时，可采取以下应急措施：将升降式网箱下沉至水下较深水层，避开表层赤潮生物密集区，赤潮消退后再复位；赤潮期间应减少投饵量或暂停投喂，避免残余饵料加重水体污染；配备增氧设备，加强溶氧监测，发现溶解氧急剧下降立即采取增氧措施。

（5）水产品上岸应做产品质量检测。为保障食品安全，对赤潮发生区养殖的水产品，产品上市前必须进行安全检测，对于被有毒赤潮污染的养殖鱼类进行无害化处理，禁止上市；检测合格后方能上市销售，以确保食品安全。

3. 自然灾害防范对策措施

因项目所在海域为台风多发地，台风对附近海域影响也较大。建议建设单位针对热带气旋灾害制定应急预案，本报告建议采取如下措施进行防范：

（1）掌握天气实时情况，及时掌控台风动态信息及预警信息，随时注意台风中心位置、强度、移动方向等，及早做出防台风的对策措施。增强防灾减灾

意识，充分准备抗台风物料，做好应急物资准备。减少养殖存量，对达到上市规格的养殖水产品提前收捕，尽量减少损失。及时检查锚碇系统松紧程度，避免走锚及养殖设施位移，做好养殖设施加固工作。

（2）养殖作业期间应尽量选择避开台风季节，若台风季节进行放苗和采捕应做好各项防台、抗台预案和安全措施，以减轻灾害带来的损失。

（3）建设单位需做好安全检查工作。经常检查网箱质量，如发现异常现象，要及时更换或疏解。养殖期间应注意天气的变化，加强检查及时做好养殖设施检修、加固。可采取减漂、压石等办法对网箱进行防护。强风强流过后，要及时检查抢修受损设施，检查养殖设施偏离情况和是否存在跑锚问题，并进行修正。

（4）台风期间，严禁人员、船只出海作业，直至台风警报解除，且海况条件符合海上作业要求。

（5）台风过后进行网箱养殖安全检查，及时排除现场存在的安全隐患：检查网箱框架、网衣及铺泊系统有无损坏，确保现存鱼类安全。清捞养殖区内杂物，积极组织养殖现场复工及设备维修；无害化清除被掩埋的死鱼，减轻对养殖环境的影响：采用投饵采食量来估算存鱼数量，合理安排后续养殖投喂。

4. 外来物种入侵风险防范措施

通过严格控制养殖项目鱼苗，养殖鱼苗投放前，严格检查、控制养殖品种，杜绝投放外来物种，以降低外来物种入侵风险。

5. 溢油事故风险防范措施

建设单位应制定船舶碰撞溢油应急预案，并与相关单位就溢油事故应急设施等达成协议。

（1）成立应急组织指挥体系，负责船舶碰撞溢油事故的防范、应急和善后。

（2）溢油事故发生后，应立即报告应急指挥部，应急指挥部接到事故报告后，应立即下达指令启动应急程序，采取措施控制事态发展，减少事故损失。同时应及时向海事部门报告，取得专业指导和支持。

（3）项目备用柴油发电机组及燃油箱设置于专用设备区域，并采取防渗、防溢流及防火措施，周边配置吸油毡、消防器材等应急物资。

（4）燃油补给过程中严格控制作业流程，补给前检查管路和接口，补给过程中安排专人现场监护，防止燃油泄漏污染海域。

（5）备用柴油发电机组应定期进行试运行和维护保养，确保设备处于良好状态。

5. 通航环境保护对策措施

项目营运期间主要为工作船舶航行秩序和养殖设施脱锚对周围通航环境的影响。因此，项目针对海域通航环境提出相应的保护对策措施。

（1）建设单位需布置合理的航线及标志，具体事宜建设单位应主动与当地航道部门联系，维护好通航秩序，加强通航安全管理工作，避免出现船舶碰撞事故。

（2）做好防风抗风的准备，在热带气旋来临前，及时做好桩架及相关养殖设施的固定工作，加强养殖生产管理，及时回收漂流在海上的废弃养殖设施，防止废弃养殖设施威胁周边通航安全。

6. 生态环境补偿措施分析

项目施工对生态资源造成最直观的损失是因投锚沉入海底造成的底栖生物的直接损失，对项目所在海域的生态环境造成了事实上的负面影响。为了缓解和减轻工程对所在海域水生生物的不利影响，建设单位应根据农业部《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）的有关规定，对项目附近水域的生物资源恢复作出生态补偿。

《中国水生生物资源养护行动纲要》（国发〔2006〕9 号）明确提出：建立健全水生生物资源有偿使用制度，完善资源与生态补偿机制。按照谁开发谁保护、谁受益谁补偿、谁损害谁修复的原则，开发利用者应依法交纳资源增殖保护费用，专项用于水生生物资源养护工作；对资源及生态造成损害的，应进行赔偿或补偿，并采取必要的修复措施。目前，海洋工程的生态补偿通常有以下三种方式：1）经济补偿；2）资源补偿：对重要生物资源（鱼类、底栖动物和鱼卵仔鱼）的损失应进行增殖放流补充；3）生境补偿：对受到破坏的海洋生境（渔场、繁殖地、育幼场和索饵场）进行恢复与重建。4）落实海洋生态补偿措施，有关具体的海洋生物资源和渔业资源补偿方案，在项目核准后，由养殖企

	业与有关主管部门协商，明确补偿计划、具体实施单位等。 因项目建设主要引起底栖生物资源损失，相对损失量极少，本报告建议采用经济补偿的方式，根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）、《关于发布广东省涉渔工程渔业资源损失生物价格核算技术指南的通知》等文件，建设单位按规定赔付年限核算有关生物损失赔偿金，弥补本项目建设对海洋生物资源造成的损失。
其他	**（一）应急预案** **1. 避台应急预案** 贯彻“以防为主，安全第一”的避台方针，积极应对台风可能会带来的威胁，建设单位需落实责任，周密部署，切实做好防台工作，应依据《交通运输部海上突发公共事件应急反应程序》《广东省防汛抗旱防风应急预案》《广东海事局防热带气旋应急预案》《汕尾市气象灾害应急预案》等编制避台应急方案。 （1）避风措施 具体执行听从海事部门统一调度。必要时应对养殖水产品收集上岸。 （2）组织机构与职责 建设单位应成立防台应急指挥部，组建防台抢险救援队和防台后勤保障小组，由部门负责人担任组长。 ①防台应急指挥部：下设总指挥、副总指挥、组员。 ②防台小组：下设组长、副组长、组员。 ③内部分工及职责。 依据当地气象部门和当地海事部门的台风预报信息情况，适时召开防台工作会议，决定防台应急方案的启动和关闭，发布防台指令，布置防台工作的具体措施，落实防台检查，组织防台抢险。根据应急情况需要，调配施工船舶防台力量和物资。及时向上级单位或部门汇报防台动态，对防台工作进行总结。 各防台工作小组职责落实防台指挥部发布的各项防台指令，组织船舶防台加固检查，落实防台工作措施，组织处理船舶防台过程发生的险情，定时向指挥部报告船舶动态情况，防台期间所有相关人员手机一直处于开机状态，保持

通讯畅通。

（3）台风预警与应急响应行动

①防台季节，建设单位指定专人（专职安全管理员）关注天气预报，获取台风的最新情况；

②应急指挥部统筹安排应急职责及工作；

③专职安全员把防台指令发布到各防台小组成员的手机上；

④与当地海事部门保持密切联系，指挥部适时派出工作组，检查督促各工作船舶的防台风工作；

⑤必要时召开紧急会议，研究并处理突发情况或其他重大事项；

⑥每小时接收发布气象信息一次，每 4 小时通过手机短信或其他途径向各负责人发布台风信息。

2. 赤潮应急预案

针对赤潮发生时，核心是快速响应、分类处置，建设单位需落实责任，周密部署

（1）预警与监测

密切关注官方预警：主动关注海洋与渔业部门发布的赤潮监测信息和预警等级。根据预警等级（如黄、橙、红色），提前启动相应级别的应急准备。

强化自主监测：养殖户需加强日常巡查，重点关注水体颜色、透明度、气味的异常变化，以及鱼群浮头、摄食减弱等信号。有条件的应利用在线监测设备，连续监测叶绿素 a、溶解氧、水温、浊度等关键指标。

及时上报：一旦发现异常，应立即向属地渔业主管部门或技术服务单位报告。

（2）应急措施

①主动将网箱下沉，避开赤潮生物密集的表层水体；

②赤潮期间应立即减少投饵量或暂停投喂。这样做可以避免残余饵料加剧水体富营养化，从而防止赤潮恶化，同时也能减轻鱼类的应激反应；

③重点防范夜间至凌晨以及小潮水、大潮低平潮期等水流不畅的时段。需提前备足增氧剂，并配置好增氧设备，一旦发现溶解氧急剧下降，立即投入使

用；

④当赤潮发生在临近海域（未影响至项目海域）时，对于已达到商品规格的鱼类，应视赤潮的持续时间和影响范围，考虑提前收获出售，以减少潜在损失。

（3）后续处理与恢复

①发现死鱼应立即、彻底打捞，必须进行无害化处理；

②赤潮期间及结束后，严禁在受影响区域捕捞、采集任何海洋生物。养殖水产品在上市前，必须进行抽样毒素检测，确认安全后方可销售。

（二）环境管理要求与措施

为了有效保护项目拟建址所在区域环境质量，切实保证本报告提出的各项施工期环境保护措施的落实，项目的环境保护工作由建设单位负责，其工作内容包括制定相应的污染防治和保护措施，明确环境管理程序，建立环境监督机制，落实施工与运营期制定的环境保护措施，严格执行“三同时”环保设施验收，并配合环境保护主管部门对项目施工实施监督、管理和指导。

建设单位的环境管理机构职责为：

（1）与生态环境主管部门保持密切联系，及时了解国家、地方与本工程项目有关的环境保护法律法规和其他要求，及时向生态环境主管部门反映与项目施工有关的污染因素、存在的问题、采取的污染控制对策等，听取生态环境主管部门的意见和建议，配合环保部门贯彻各项环保政策和法规。

（2）组织施工人员进行环保教育和技术培训，增强施工及环保人员的环境意识和专业水平。

（3）根据本报告提出的各项环保措施，编制详细的施工期环保措施落实计划，明确各责任机构（人）等，并将该环境保护计划以书面形式发放给相关人员，以便于各项措施的落实，制定并组织实施环境监测计划。

（4）负责制定、落实和监督执行有关环保管理规章制度，负责实施环境保护控制措施，管理污染防治设施，做好施工期和运营期的污染防治台账。

（三）环境跟踪监测

环境监测作为环境监督管理的主要实施手段，可以通过其及时掌握项目用

海期间周围海域的环境变化情况，为项目的环境管理提供科学依据。根据《建设项目海洋环境影响 跟踪监测技术规程》制订本次评价的监测计划。

建设单位委托有资质单位实施监测，具体根据实际情况调整，并将监测费用纳入项目环保管理资金中。

1. 监测范围及站位

施工期及营运期监测范围主要选择在项目用海附近海域进行监测，共设 3 个站（监测过程可视情况做适当的调整），具体坐标及位置布设见表 5-1 和图 5-1。

表 5-1　监测站位坐标信息（建议）

站位		
Z1		
Z2		
Z3		

图 5-1　监测站位示意图

2. 监测项目和方法

项目为深水网箱养殖，养殖过程对海洋环境的影响很小，跟踪监测项目结合实际情况和报告中的海洋现状调查结果进行了优化处理，主要监测区域现状出现超标的环境因子或施工期和运营期容易受到影响的环境因子。

（1）施工期

海水水质：pH、DO、COD、石油类、SS、无机氮、活性磷酸盐 7 项；

海洋沉积物：石油类、有机碳、硫化物、汞。

（2）营运期

海水水质：DO、COD、石油类、SS、无机氮、活性磷酸盐、Pb 等 7 项；

海洋沉积物：石油类、有机碳、硫化物、汞。

3. 监测时间与频率

施工期：施工结束后立即开展监测一次。

营运期：营运期第一次采收期过后监测一次，若养殖区域发生环境风险事故或受到影响（如赤潮、溢油事故等），视影响程度开展监测。

4. 监测资料建档及报告提交

（1）对原始记录应完整保留备查。

（2）及时整理汇总监测资料，反馈通报，建立良好的信息系统。

（3）环境管理与监测情况应随时接受环保主管部门的检查和监督。

（三）“三同时”环保设施验收一览表

环境保护措施必须与本工程同时设计、同时施工、同时投入使用。在工程完成后，应对环境保护设施进行验收。项目环境保护措施及“三同时”验收要求见表 5-2。

表 5-2 “三同时”环保设施验收一览表

类型	验收类别	治理措施内容	验收内容
大气污染防治措施	船舶及机械燃油尾气	采用符合标准的燃料和机械设备；加强对施工船舶、机械、的维修和保养	管理措施实施情况
噪声污染防治措施	船舶交通噪声	采用低噪声的施工机械设备；控制鸣笛	管理措施实施情况
	施工噪声	控制施工时间、强度和进度	
水污染防治措施	施工船舶和工作船舶含油污水	委托有能力处置单位接收处置，不外排	接收单位资质证明、资质单位接收处置情况
	施工产生的悬浮泥沙处理	维持施工船舶正常工作状态，做好施工区域环保措施，控制施工进度，合理安排施工计划	管理措施实施情况
	施工人员和运营期工作人员生活污水	生活污水经船舶上的生活污水收集设施收集上岸后，项目运营期间工作人员生活污水经海上平台	污水清运、处置情况

			或船舶上的生活污水收集设施收集上岸后，经槽车转运至陆丰第二污水处理厂处理排放，不直接排放入海	
	固体废物污染防治措施	生活垃圾	分类收集，由环卫部门统一处置	收集、处置情况
		船舶固废	统一收集上岸处置，不外排	
		废弃养殖设备	分类收集，可回收的由物资回收公司回收利用，不可回收的交由环卫部门清运处理	收集、处置情况
	风险	船舶碰撞溢油风险	制定有效的船舶碰撞溢油应急预案、依托港区溢油设备	是否按要求指定应急预案，港区是否有溢油设备支持
	环境管理	开展情况	由专人进行环境管理工作，开展施工期环境监理	是否落实相应措施
	环境监测	开展情况	制定海洋环境跟踪监测计划	是否落实监测计划

环保投资

项目总投资额为 9403.93 万元，环保投资费用主要包括环境保护措施、环境监测等费用，拟建项目环保总投资约为 85 万元，占总投资的 0.9%。环保投资估算见表 5-3。

表 5-3　环保投资估算一览表

阶段	项目	金额（万元）	备注

六、生态环境保护措施监督检查清单

内容 要素	施工期		运营期	
	环境保护措施	验收要求	环境保护措施	验收要求
陆生生态	/	/	/	/
水生生态	（1）严格控制施工范围，加强施工期的监督管理； （2）合理制定施工计划，尽量缩短工期，以减轻施工可能带来的水生生态环境影响； （3）施工期加强管理，严禁向海域内随意排放和丢弃污染物； （4）施工过程中需密切注意施工区及其周边海域的水质变化； （5）制定完善的风险应急措施。	落实环评提出的污染防治措施	（1）对项目所在区域的生态环境进行跟踪监测，掌握生态环境的发展变化趋势； （2）科学控制养殖密度，选择健康的苗种投放； （3）加强人员管理，严禁工作人员向海域丢弃垃圾。	落实环评提出的污染防治措施
地表水环境	（1）合理安排施工时间，尽量缩短工期及水下作业时间，避开大风浪季节施工，减少对海底的扰动； （2）施工人员产生的生活污水收集后上岸后，项目运营期间工作人员生活污水经海上平台或船舶上的生活污水收集设施收集上岸后，经槽车转运至陆丰第二污水处理厂处理排放，不直接排放入海； （3）施工船舶含油污水收集上岸后交由有能力处理的单位统一接收处理。	落实环评提出的污染防治措施	（1）项目运营期间工作人员生活污水经海上平台或船舶上的生活污水收集设施收集上岸后，经槽车转运至陆丰第二污水处理厂处理排放，不直接排放入海； （2）工作船舶产生的油污水经收集后定期委托有能力处理的单位处置，不向海域排放； （3）合理控制项目养殖规模、密度，减少养殖活动对水环境造成影响。	落实环评提出的污染防治措施
地下水及土壤环境	/	/	/	/
声环境	采用低噪设备，加强船舶管理，合理安排施工时间。	落实环评提出的污染防治措施	采用低噪设备，加强船舶管理，控制鸣笛	落实环评提出的污染防治措施
振动	/	/	/	/
大气环境	选用先进的施工机械和	落实环评	采用清洁燃油，加强船舶	落实环评提

	设备，采用清洁燃油，并加强对施工船舶的维修保养，使船舶排放的废气符合国家有关标准	提出的污染防治措施。	管理，使船舶排放的废气符合国家有关标准。	出的污染防治措施。
固体废物	（1）加强对施工单位监督管理，禁止将施工垃圾倾倒至项目附近海域中； （2）施工期船舶生活垃圾收集后交由环卫部门清运处理，不得随意丢弃。	落实环评提出的污染防治措施。	（1）运营期人员产生的生活垃圾收集上岸后交由环卫部门清运处理； （2）养殖产生的废弃生产设施收集上岸，可回收的外售给物资回收公司回收再利用，不可回收的交由环卫部门清运处理。	落实环评提出的污染防治措施。
电磁环境	/	/	/	/
环境风险	制定完善的风险应急措施，一旦发生燃料油泄漏事故及其他导致水质不达标事故，应及时治理，以尽量减少石油类及其他污染物入海对海洋生物的影响。	落实环评提出的污染防治措施。	制定风险事故应急预案并配备足量的风险应急设施及装备	落实环评提出的污染防治措施。
环境监测	按要求进行海水水质、海洋沉积物、海洋生态环境质量监测。	委托有资质单位进行环境监测并记录监测结果。	按要求进行海水水质、海洋沉积物、海洋生态环境质量监测。	委托有资质单位进行环境监测并记录监测结果。
其他	/	/	/	/

七、结论

陆丰市碣石湾海域金厢片区2号海洋产业园工程项目位于广东省汕尾市陆丰市碣石湾金厢角西侧对开海域约4公里的海域，开放式养殖用海面积48.0000公顷，养殖方式为深水网箱养殖，养殖品种主要包括石斑鱼、金鲳鱼、褐蓝子鱼等。通过对项目所在地相关规划、生态环境现状的调查与评价，结合项目建设内容，对施工期、运营期产生的废气、噪声、污水、固废等环境影响要素进行分析，评估项目风险并提出相应的生态环境保护措施，评价得出：

项目的建设内容和选址符合相关要求，项目实施对环境会产生一定程度的影响，在采取适当的科学管理和环保治理措施后，可基本控制污染，使工程对环境与生态环境的影响降至最低限度。因此，在项目建设单位切实执行国家相关法律法规和有关部门对项目建设的管理要求和意见，全面落实本评价报告提出的各项污染防治和生态环境保护措施，严格执行“三同时”的基础上，从环境保护的角度分析，项目的建设是可行的。

陆丰市碣石湾海域金厢片区2号海洋产业园

环境影响报告表

生态环境影响专项评价

建设单位：陆丰市农业农村局

评价单位：广东润环环境科技有限公司

2026年9月

目　录

1 总则 1
1.1 项目由来 1
1.2 编制依据 2
1.3 评价等级与评价范围 6
1.4 评价因子及标准 8
1.5 生态敏感区与保护目标 8
2 海洋生态环境质量现状调查与评价 11
2.1 调查概况 11
2.2 海洋生态调查结果 17
2.3 生物质量现状调查与评价 32
3 海洋生态环境影响预测与评价 34
3.1 施工期海洋生态环境影响分析 34
3.2 运营期海洋生态环境影响分析 37
3.3 对敏感目标影响分析 38
3.4 对通航的影响分析 40
3.5 环境风险影响分析与评价 40
4 海洋生态保护措施 46
4.1 施工期海洋生态保护措施 46
4.2 运营期海洋生态保护措施 46
4.3 生态补偿措施 158
4.4 环境风险防范对策措施 48
5 环境监测 51
5.1 监测计划 51
6 专项评价结论及建议 52
6.1 结论 52
6.2 建议 53

1 总则

1.1 项目由来

建设海洋强国，是党中央高瞻远瞩、审时度势所作出的一项具有重大战略意义的决策部署，是关乎国家长远发展、民族复兴大业的宏伟蓝图。在党的十九届五中全会这一关键的历史节点上，党中央以坚定的决心和清晰的规划，明确提出要坚持陆海统筹的全新发展理念，将海洋经济作为国家经济发展的重要增长极，全力推进海洋强国建设，为国家的繁荣富强注入源源不断的蓝色动力。2021 年，中央一号文件《中共中央国务院关于全面推进乡村振兴加快农村现代化的意见》特别提出要推进水产绿色健康养殖，这一要求顺应了时代发展的潮流，既符合人们对高品质水产品的需求，又有利于保护生态环境，实现水产养殖业的可持续发展，为海洋产业的蓬勃发展奠定了坚实的基础。

2019 年 1 月，农业农村部等十部委便携手联合，共同印发了《关于加快推进水产养殖业绿色发展的若干意见》。意见中明确表示支持发展深远海绿色养殖，鼓励建设深远海大型智能化养殖渔场，并大力推动相关装备的研发与推广。意味着我国水产养殖业将从传统的近海养殖向深远海迈进，从粗放式经营向智能化、绿色化转型，标志着我国水产养殖业转型升级正式进入了一个全新的阶段。2021 年 4 月 20 日，农业农村部办公厅再次发力，印发了《关于实施水产绿色健康养殖技术推广“五大行动”的通知》，该计划要求各地根据自身的实际情况，因地制宜地试验推广多种水产养殖技术模式。通过这种方式，加快先进技术模式的集成创新和示范推广，让更多的养殖户能够掌握和应用这些先进技术，提高水产养殖的效率和质量，推动水产养殖业向更高水平发展。202211 月 20 日，农业农村部印发了《关于加强水生生物资源养护的指导意见》，意见中提出要推进现代化海洋牧场建设，到 2035 年建设国家级海洋牧场示范区 350 个左右。这不仅是对海洋资源保护和利用的重大举措，也是推动海洋经济高质量发展的重要途径。同时，意见还积极探索海洋牧场创新发展模式，推动其与深远海养殖、旅游观光等产业深度融合发展，形成多元化、综合性的海洋产业发展格局。

陆丰市碣石湾海域金厢片区 2 号海洋产业园位于汕尾市陆丰市碣石湾金厢海域，项目用海面积 48.0000 公顷，合计 720 亩，根据《建设项目环境影响评价

分类管理名录》（2021 年版），项目属于“三、渔业中的 4、海水养殖”中“用海面积 1000 亩以下 300 亩及以上的网箱养殖、海洋牧场（不含海洋人工鱼礁）、苔菜养殖等；用海面积 1000 亩以下 100 亩及以上的水产养殖基地、工厂化养殖、高位池（提水）养殖；用海面积 1500 亩及以上的底播养殖、藻类养殖；涉及环境敏感区的”，应编制环境影响报告表。本项目距离汕尾市碣石湾鳐鱼长毛对虾国家级水产种质资源保护区约 42m，按照《建设项目环境影响报告表编制技术指南（生态影响类）（试行）》中表 1 的要求，项目环境影响范围涵盖环境敏感区，需开展生态专项评价。

受建设单位陆丰市农业农村局委托，广东润环环境科技有限公司承担本项目环境影响评价工作。评价单位在认真分析大量现有资料和进行现场踏勘的基础上，结合工程附近海域的环境特征和对该地区环境质量的控制目标，通过对工程施工过程中和工程建成后的污染源分析，预测工程建设对环境的影响，提出防治污染和减缓影响的可行措施，力争把工程建设所带来的不利环境影响降至最低程度，以期达到社会、经济和环境效益的协调统一，从而为行政主管部门提供决策依据。

1.2 编制依据

1.2.1 国家法律法规

（1）《中华人民共和国生态环境法典》，2026 年 3 月 12 日第十四届全国人民代表大会第四次会议通过，计划 2026 年 8 月 15 日起施行；

（2）《中华人民共和国野生动物保护法》，2022 年 12 月 30 日修订；

（3）《中华人民共和国动物防疫法》，2021 年 1 月 22 日修订；

（4）《中华人民共和国农业法》，2012 年 12 月 28 日修订；

（5）《中华人民共和国渔业法》，2025 年 12 月 27 日修订；

（6）《中华人民共和国渔业法实施细则》，2020 年 11 月 29 日修订；

（7）《中华人民共和国节约能源法》，2018 年 10 月 26 日修订；

（8）《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》，2013 年 12 月 7 日修订；

（9）《中华人民共和国自然保护区条例》，2026 年 2 月 3 日修订；

（10）《建设项目环境保护管理条例》，2017 年 7 月 16 日修订；

（11）《防治船舶污染海洋环境管理条例》（国务院令第 561 号），根据

2018 年 3 月 19 日《国务院关于修改和废止部分行政法规的决定》第六次修订；

（12）《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》，2018 年 3 月 19 日修订；

（13）《病死畜禽和病害畜禽产品无害化处理管理办法》，中华人民共和国农业农村部令 2022 年第 3 号；

（14）《关于进一步加强水生生物资源保护 严格环境影响评价管理的通知》，环发〔2013〕86 号；

（15）《关于加快推进水产养殖业绿色发展的若干意见》，农渔发〔2019〕1 号；

（16）《关于加强海水养殖生态环境监管的意见》，环海洋〔2022〕3 号；

（17）《关于印发<生态保护红线生态环境监督办法（试行）>的通知》，国环规生态〔2022〕2 号；

（18）《第二次全国污染源普查产排污系数手册（农业源）》，生态环境部第二次全国污染源普查工作办公室；

（19）《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 版）》，2020 年 11 月 30 日发布；

（20）《市场准入负面清单（2025 年版）》，发改体改规〔2025〕466 号；

（21）《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，国家发展改革委令第 7 号。

1.2.2 地方法律法规

（1）《关于印发<广东省海洋工程建设项目环境保护监督管理办法（试行）>的通知》，粤海渔函〔2017〕1252 号，广东省海洋与渔业厅，2017 年 11 月 9 日）；

（2）《广东省环境保护条例》，2026 年 7 月 31 日修订；

（3）《广东省水污染防治条例》，2026 年 7 月 31 日修订；

（4）《广东省大气污染防治条例》，2026 年 7 月 31 日修订；

（5）《广东省固体废物污染防治条例》，2026 年 7 月 31 日修订；

（6）《广东省渔业管理条例》，2026 年 7 月 31 日广东省第十四届人民代表大会常务委员会第二十六次会议修改；

（7）《广东省环境保护厅、广东省海洋与渔业局转发环境保护部、农业部关于进一步加强水生生物资源保护严格环境影响评价管理的通知》，粤环〔2013〕17号，2013年9月；

（8）《关于严格生态保护红线管理的通知（试行）》，广东省自然资源厅 广东省生态环境厅 广东省林业局，2023年11月29日。

1.2.3 相关规划政策

（1）《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》，粤自然资发〔2025〕1号；

（2）《广东省近岸海域环境功能规划》，粤府办〔1999〕68号；

（3）《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》，粤环〔2022〕7号；

（4）《广东省国土空间规划（2021-2035年）》，粤府〔2023〕105号；

（5）《广东省现代化海洋牧场发展总体规划（2023-2035年）》，2024年11月19日发布；

（6）《广东省养殖水域滩涂规划（2021-2030年）》，粤农农〔2021〕354号；

（7）《汕尾市环境保护规划纲要（2008-2020年）》，2010年11月17日发布；

（8）《汕尾市声环境功能区区划方案》，汕环〔2021〕109号；

（9）《汕尾市生态环境保护“十四五”规划》，2022年7月1日发布；

（10）《汕尾市海洋养殖发展规划（2021-2030年）》，2021年12月28日发布；

（11）《汕尾市现代化海洋牧场建设规划（2024-2035年）》，2025年1月23日发布；

（12）《汕尾市养殖水域滩涂规划（2018-2030年）》，汕农农〔2019〕140号；

（13）《汕尾市国土空间总体规划（2021-2035年）》，2023年7月发布；

（14）《汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案（修订版）》，汕环〔2024〕154号；

（15）《汕尾市气象灾害应急预案》（汕府函〔2025〕107号）；

（16）《汕尾市防汛防旱防风防冻应急预案》（汕府办函〔2024〕156 号）；

（17）《陆丰市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》，陆农农函〔2019〕8 号；

（18）《陆丰市国土空间总体规划（2021-2035 年）》，2024 年 3 月发布。

1.2.4 技术规范

（1）《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）；

（2）《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018）；

（3）《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2021）；

（4）《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）；

（5）《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）；

（6）《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）；

（7）《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）；

（8）《船舶发动机排气污染物排放限值及测量方法（中国第一、二阶段）》（GB 15097-2016）；

（9）《船舶大气污染物排放控制区实施方案》（交海发〔2018〕168 号）；

（10）《建筑施工噪声排放标准》（GB12523-2025）；

（11）《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）；

（12）《环境空气质量功能区划分原则与技术方法》（HJ 14-1996）；

（13）《声环境功能区划分技术规范》（GB/T 15190-2014）；

（14）《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》（国家海洋局）；

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

（16）《海洋监测规范》（GB17378.4-2007）；

（17）《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）；

（18）《环境空气质量标准》（GB 3095-2026）；

（19）《声环境质量标准》（GB 3096-2008）；

（20）《渔业水质标准》（GB 11607-89）；

（21）《海水水质标准》（GB 3097-1997）；

（22）《海洋沉积物质量》（GB 18668-2002）；

（23）《海洋生物质量》（GB 18421-2001）；

（24）《海洋生物质量监测技术规程》（HY/T 078-2005）；

（25）《水产养殖质量安全管理规范》（SC/T 0004-2006）；

（26）《饲料卫生标准》（GB13078-2017）；

（27）《病死及病害动物无害化处理技术规范》（农医发〔2017〕25 号）；

（28）《水产养殖动物疫病防控指南（试行）》（农渔养函〔2022〕116 号）；

（29）《病死水生动物及病害水生动物产品无害化处理规范》（SC/T 7015-2022）；

（30）《水产养殖用药明白纸（2025 年 1、2 号）》；

（31）《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018）。

1.2.5 项目资料

（1）《陆丰市碣石湾海域金厢片区 2 号海洋产业园工程可行性研究报告》，中海（广州）工程勘察设计有限公司，2025 年 11 月；

（2）项目宗海图；

（3）建设单位所提供的其他资料。

1.3 评价等级与评价范围

（1）评价等级

项目为深水网箱开放式养殖项目。根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409—2025），项目用海面积 S<100hm^2，评价等级为 3 级。项目位于碣石湾，用海面积 48.0000 公顷，合计 0.48km^2，属于一般敏感区的海洋工程类项目，各建设项目海洋生态环境影响评价等级如下表，综合判定项目评价等级为 3 级。

表 1.3-1　建设项目海洋生态环境影响评价等级判定表

影响类型		评价等级
废水排放量 Q（×10^{4}m^3/d）	含 A 类污染物	不涉及
	含 B 类污染物	不涉及
	含 C 类污染物	不涉及
水下开挖/回填量 Q（×10^{4}m^3/d）		不涉及
泥浆及钻屑排放量 Q（×10^{4}m^3/d）		不涉及
挖沟埋设管缆总长度 L（km）		不涉及
水下炸礁、爆破挤淤工程量 Q（×10^{4}m^3/d）		不涉及
入海河口（湾口）宽度束窄/拓宽尺度占原宽度的比例 R%		不涉及
用海面积 S（公顷）	围海	不涉及

	填海	不涉及
	其他用海	3（S<100）
线性水工构筑物轴线长度 L（km）	透水	不涉及
	非透水	不涉及
人工鱼礁固体投放量 Q（空方×10^4m^3）		不涉及
a.排放口位于近岸海域以外海域的评价等级降低一级（最低为 3 级）；建设项目排放的污染物为受纳水体超标因子，评价等级应不低于 2 级。 b.海底隧道按水下开挖（回填）量划分评价等级，采用盾构、钻爆方式施工的海底隧道，评价等级降低一级（最低为 3 级）。 c.挖沟埋设管缆总长度以挖沟累积长度计。 d.爆破挤淤工程量以挤出淤泥量计。 e.其他用海主要指海上风电、海上太阳能发电、海水养殖等开放式用海建设项目；不投加饵料的海水养殖项目，评价等级为 3 级。		

（2）评价范围

根据评价等级、工程特点、生态敏感区分布情况，确定项目评价范围为：以项目用海外缘线向潮流主流向扩展 5km，垂直潮流主流向拓展 3km，并根据海岸线、施工影响范围适当调整，评价范围面积约 74.79km^2。具体范围见图 1.3-1 所示。

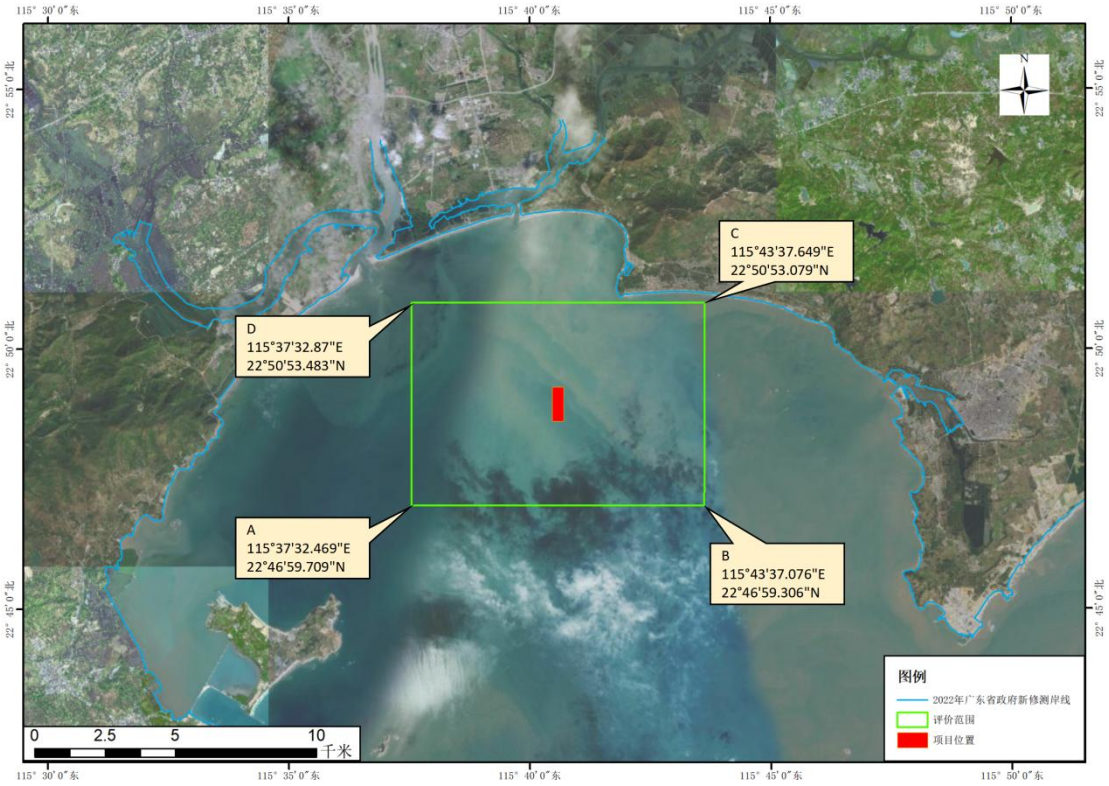


图 1.3-1　本次海洋环境评价范围示意图

1.4 评价因子及标准

（1）评价因子

根据对项目的工程分析、项目所在地区各环境要素的特征以及存在的环境问题，确定的评价因子见表 1.4-1。

表 1.4-1 生态环境评价因子一览表

评价要素		评价因子	
		现状评价	预测评价
海域	生态环境	叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物等	悬浮泥沙扩散、浮游生物、底栖生物、潮间带生物、鱼卵与仔稚鱼、游泳生物的生态损失、养殖污染物扩散
	渔业资源	鱼卵与仔稚鱼、游泳生物	
	生物质量	石油类、重金属（Hg、Cu、Pb、Zn、Cr、Cd、As）	

（2）海洋生物质量评价标准

项目所在海域贝类生物体内污染物质含量评价标准采用《海洋生物质量》（GB18421-2001），软体动物、甲壳动物、鱼类生物体内污染物质含量评价标准采用《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）中表 C.1 其他海洋生物质量参考值。

结合《陆丰市国土空间总体规划（2021—2035 年）》用海功能分区和《海洋生物质量》（GB18421-2001）不同海域使用功能的执行标准的分类，项目所在用海功能区分区为渔业用海区，应执行海洋生物质量第一类标准要求。具体标准值如表 1.4-2 所示。

表 1.4-2 生物体内污染物评价标准（mg/kg，湿重）

生物类别		Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	Cr	石油烃
贝类	第一类	10	0.1	20	0.2	0.05	1.0	0.5	15
	第二类	25	2.0	50	2.0	0.10	5.0	2.0	50
	第三类	50（100）	6.0	100（500）	5.0	0.30	8.0	6.0	80
软体动物（非双壳贝类）		100	10	250	5.5	0.3	1	/	20
甲壳类		100	2	150	2.0	0.2	1	/	20
鱼类		20	2	40	6.0	0.3	1	/	20
注：“（）”为牡蛎执行标准；“/”表示该项指标无评价标准。									

1.5 生态敏感区与保护目标

《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）指出，“海洋

生态环境保护目标是评价范围内所有海洋生态敏感区及其他需要保护的物种、种群、生物群落及生态空间等。”

通过对项目附近海域的现场勘查和影像分析，考虑项目施工特征及影响范围，结合自然保护区、生态保护红线、海岛岛礁和珊瑚礁群落等分布现状，以此确定本项目海洋生态环境评价范围内的环境保护目标。

本项目评价范围内涉及的生态敏感区类型主要包括生态保护红线、“三场一通道”、养殖区、水质国控监测站点等。

表 1.5-1 生态敏感区与保护目标

序号	名称	与本项目最近距离	保护目标
1	汕尾市碣石湾鳐鱼长毛对虾国家级水产种质资源保护区	西侧 42m	种质资源及海洋生态环境
2	碣石湾长毛对虾重要渔业资源产卵场	西侧 380m	重要渔业资源产卵场
3	乌坎港上海村海岸防护物理防护极重要区	西北侧 5.30km	海岸防护物理防护极重要区
4	金厢重要渔业资源产卵场	东侧 2.4km	重要渔业资源产卵场
5	汕尾海丰鸟类地方级自然保护区	西北侧 4.57km	重要滩涂及浅海水域
6	金厢海岸防护物理防护极重要区	东北侧 3.8km	海岸防护物理防护极重要区
9	幼鱼、幼虾保护区	占用	重要渔业生境生态
10	南海北部幼鱼繁育场保护区	占用	重要渔业生境生态
11	GDN14013	北侧 1.6km	水质
12	陆丰市碣石湾海域金厢片区开放式养殖用海项目	东侧 120m	养殖水质
13	陆丰盛风蚝业水产养殖项目	东南侧 1.6km	养殖水质
14	陆丰蚝之发蚝业水产养殖项目	东南侧 2.1km	养殖水质
15	陆丰市碣石湾海域碣石片区开放式养殖用海项目	东侧 4.89km	养殖水质
16	汕尾华电现代化海洋牧场项目(场址一)	南侧 80m	养殖水质
17	汕尾市 06 号碣石湾海域启动区一区现代化海洋牧场项目	南侧 520m	养殖水质
18	广东省陆丰金厢南海域国家级海洋牧场示范区人工鱼礁建设项目	东侧 3.97km	养殖水质

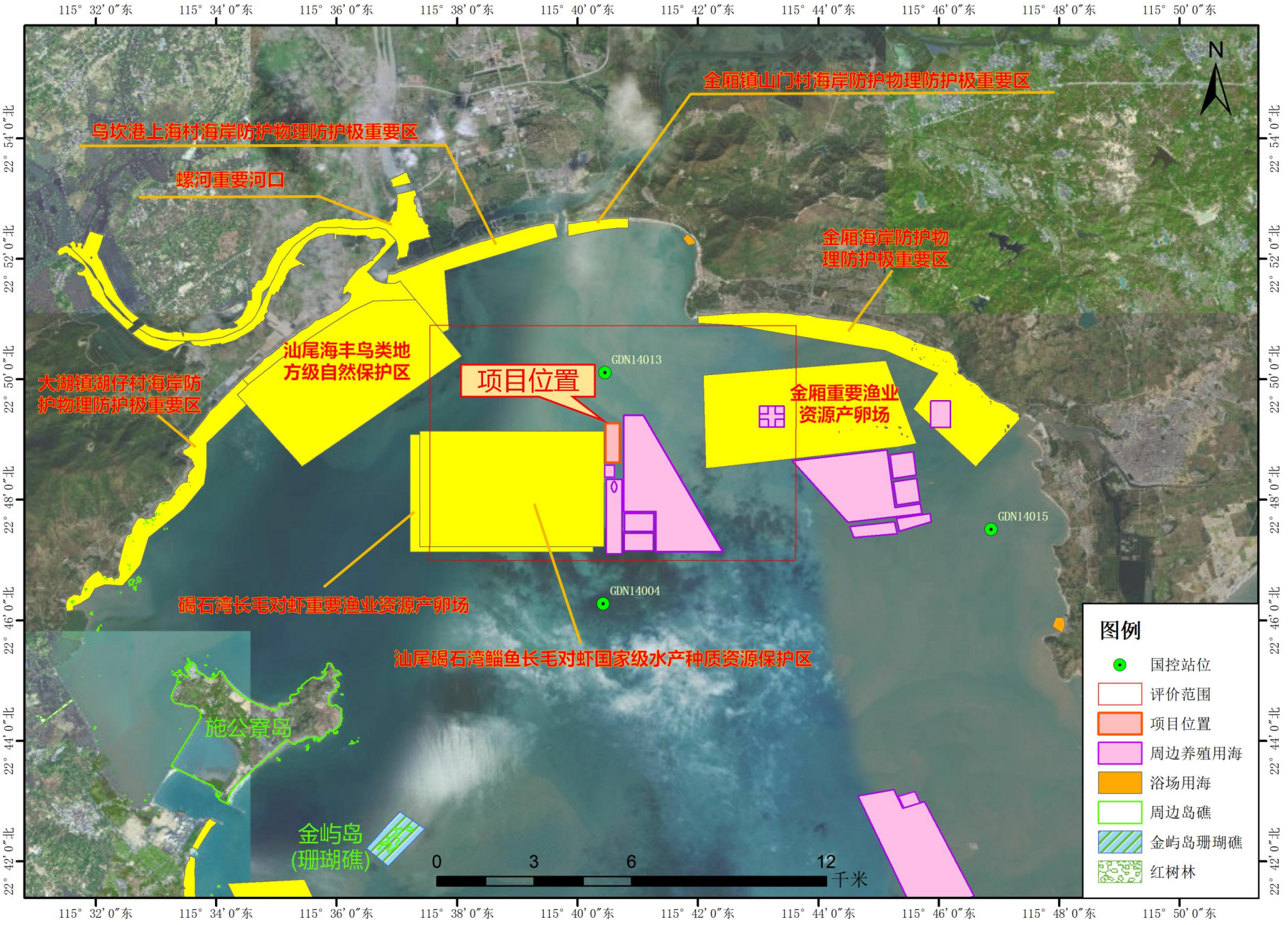


图 1.5-1　项目周边环境敏感保护目标示意图

2 海洋生态环境质量现状调查与评价

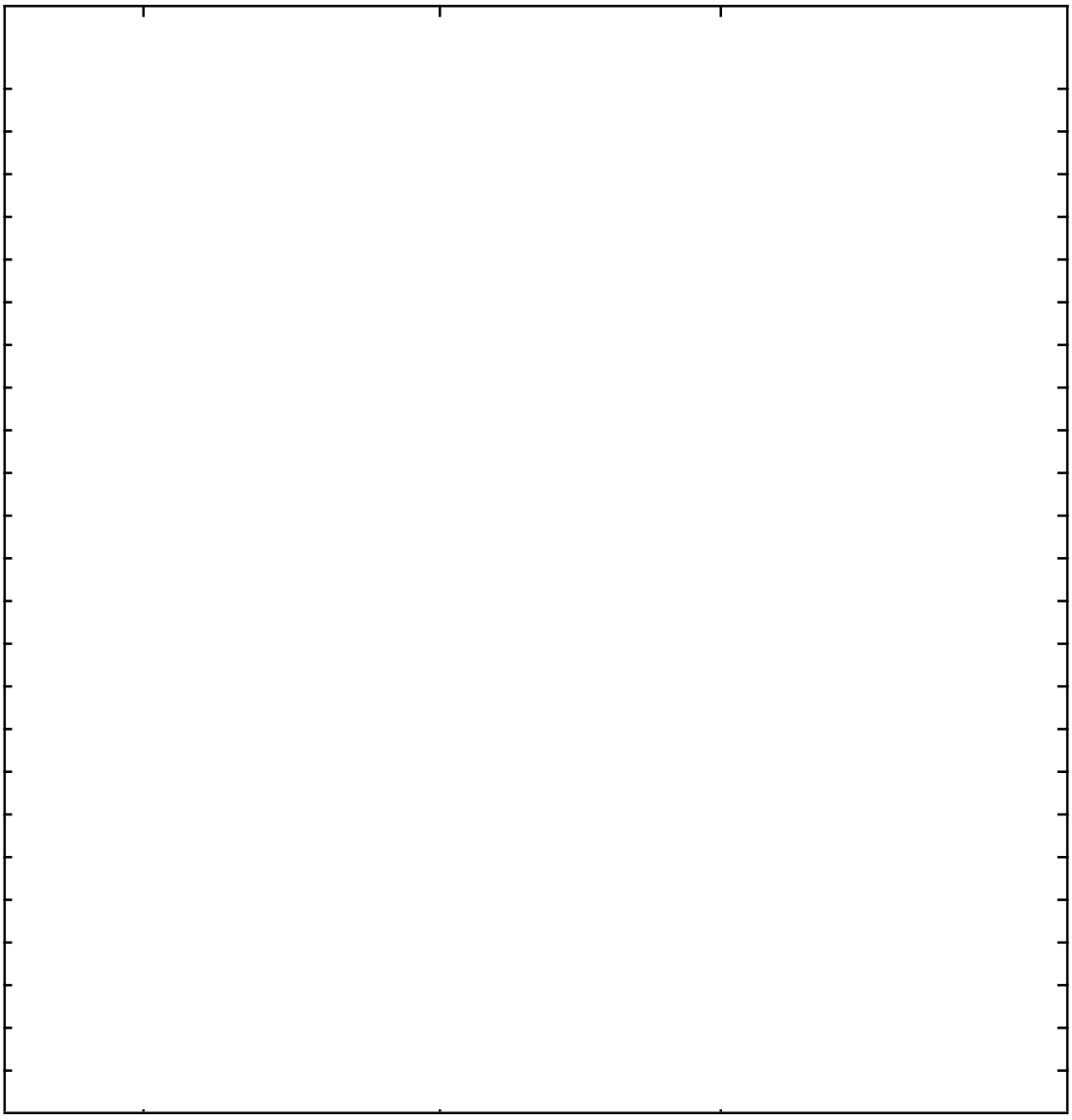
2.1 调查概况

2.1.1 调查站位

项目引用汕尾市润邦检测技术有限公司于 2025 年 11 月 4 日、5 日、10 日、18 日、21 日，对陆丰碣石湾海域进行环境现状调查获取的监测数据。

在广东省陆丰市碣石湾海域开展了一次海洋环境现状调查工作，包括海水水质现状调查和海洋生物质量和海洋生态现状调查，本次调查设置了 22 个海洋生态调查站位，以及 3 个潮间带调查站位和 6 条游泳动物调查断面。调查站位坐标信息和具体监测项目见表 2.1-1，站位分布见图 2.1-1。

表 2.1-1　生态调查站位分布



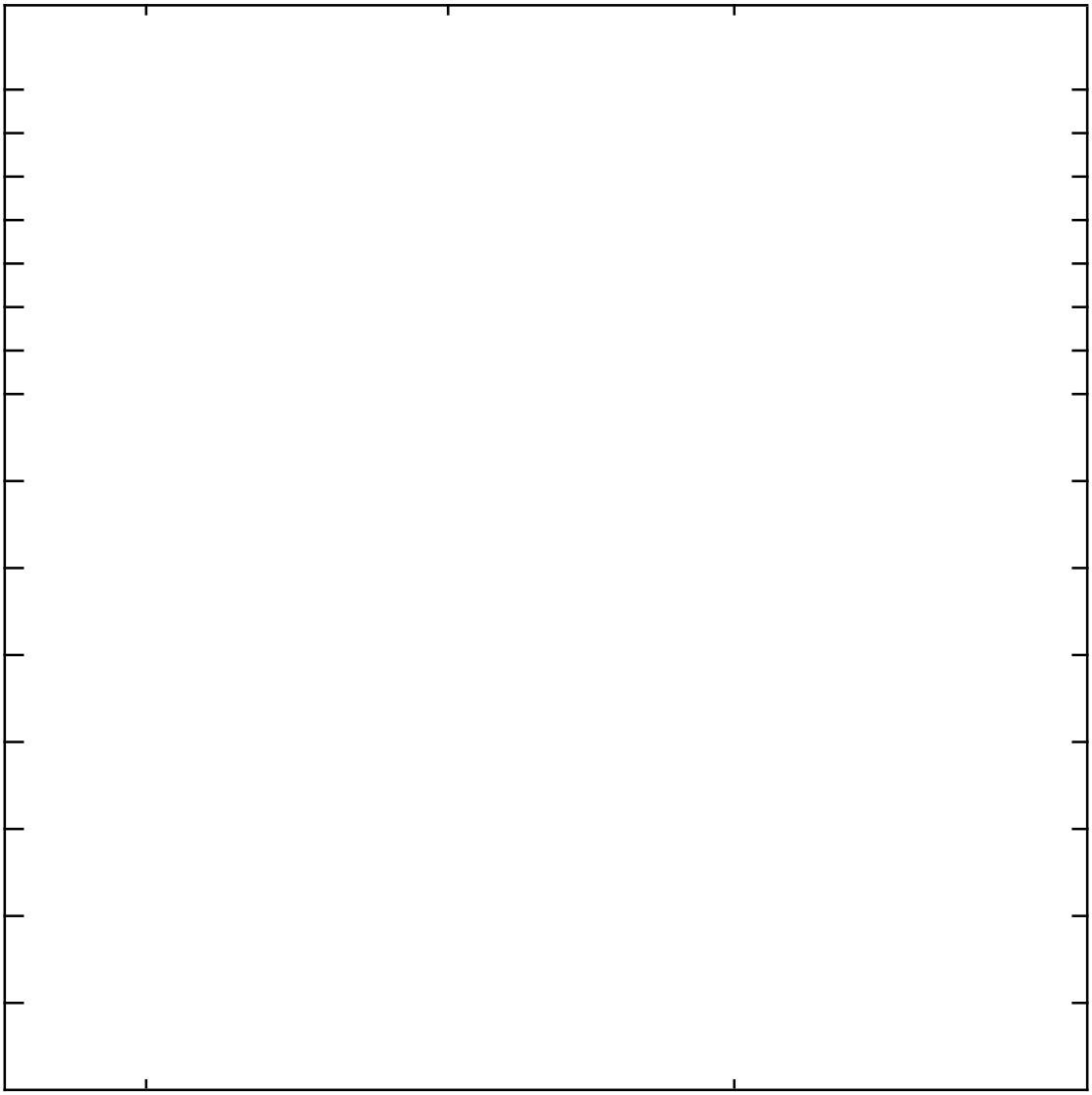


图 2.1-1　调查站位布设示意图

2.1.2 调查内容

调查内容包括海洋生态和渔业资源调查，具体情况项目如下：

海洋生态：叶绿素 a 和初级生产力、浮游生物（浮游植物、浮游动物）、底栖生物、潮间带生物共 6 项；生物质量调查项目包括：石油烃、铜、铅、镉、总汞、砷、锌、铬。

渔业资源：鱼类浮游生物、游泳动物拖网调查共 2 项。

2.1.3 调查方法

海洋生态和渔业资源各项目的现场调查、采样、样品保存和实验室分析测试等均按《海洋监测规范》（GB17378-2007）和《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）执行，具体方法如下：

叶绿素 a（Chl-a）和初级生产力：用容积为 5L 的有机玻璃采水器采表层水样，水样现场过滤，滤膜装入 10mL 离心管放入保温箱中冷藏，带回实验室用紫外可见分光光度法进行分析测定；初级生产力以叶绿素 a 含量按照 Cadee 和 Hegeman (1974)提出的简化的计算真光层初级生产力公式估算。

浮游植物：用 37cm 口径、筛绢孔径为 0.077mm 的浅水Ⅲ型浮游生物网由底层至表层垂直拖网采集样品。采集到的样品先用 5%福尔马林固定，沉淀法浓缩，

然后带回实验室进行鉴定和计数，分析藻类种类组成特点、丰度及优势种，计算多样性指数及均匀度。

浮游动物：大中型浮游动物采用浅水Ⅱ型浮游生物网（网长 140cm，网口直径为 31.6cm，头锥部高 30cm，筛绢孔径约为 0.160mm，上圈 31.6cm，下圈 50cm），从底层至表层进行垂直拖网采集样品，用 5%福尔马林溶液固定后，带回实验室进行种类鉴定和计数，并计算多样性指数及均匀度。

底栖生物：定量样品采用 0.1m^2 采泥器，在每站位连续采集样品 2 次，经孔径为 1.00mm 的筛网筛洗干净后，剩余物用 5%福尔马林固定带回实验室完成样本清检、种类鉴定、计数、称重等工作，并计算多样性指数及均匀度。

潮间带生物：在每个调查断面按高、中、低潮三个潮区设立取样站位，在每一个站位上采集标本。取样本时，泥沙质滩涂站位每站点划分高中低潮区，各潮区随机抛 4 个 25cm×25cm 的采样框采样 1 次，先拾取框内滩面上的生物，用取样框固定后再挖取泥、沙至 40 厘米深处，用孔径 1 毫米的筛子筛洗，分离出其中的全部埋栖生物；岩礁站位则依生物分布情况，用 4 个 25cm×25cm 正方形取样框，置框于代表性位置，每站取样 1 次，先拾取样框内岩石面上自由生活的种类后，再剥取全部附着生物。各站采集的样品，全部编号装瓶登记，用无水乙醇固定，带回实验室后，用吸水纸吸干表面水分，然后用天平称重，并进行分类鉴定与计数。

鱼卵和仔稚鱼：网具使用浅水 I 型浮游生物网（水深＜30m）或大型浮游生物网（30m＜水深＜200m）垂直采样，由海底至海面垂直拖网，水深较浅时采用水平拖网的方式采集样品。定性采样：采用水平拖网法，网具采用浅水 I 型浮游生物网或大型浮游生物网，于表层水平拖曳 10min 取得，拖速保持在 2 节左右。海上采得的浮游生物样品按体积 5%的量加入福尔马林溶液固定，带回实验室后将鱼卵仔鱼样品单独挑出，在解剖镜下计数和鉴定。

游泳动物：用单拖作业渔船进行现场试捕调查，所获生物样品进行现场分类和生物学鉴定。租用当地拖网渔船（深蛇 5011）进行渔业资源调查。该船船长 21m，宽 6.4m，吃水深 3.9m；调查所用网具每张网的网衣长 6m，网口大 3m，网目大 30mm，扫海宽度按网口长度的 2/3 计约 2m。调查放网 1 张，拖速约 2.5kn，拖时 60min 左右。拖网时间计算从拖网曳纲停止投放和拖网着底，曳纲拉紧受力

时起至起网绞车开始收曳纲时止。对全部渔获物进行种类鉴定和计量，并对主要优势种类做生物学鉴定。

2.1.4 评价方法

①初级生产力

初级生产力采用叶绿素法，按照 Cadee 和 Hegeman （1974）提出的简化的计算真光层初级生产力公式估算：

$$P = \frac{C_n QED}{2}$$

P ——每日现场的初级生产力（mgC / m·d）；

Cn ——表层叶绿素 a 含量；

Q ——同化系数，采用闽南－台湾浅滩近海水域平均同化系数这里取 3.5；

E ——真光层深度（m），取透明度的 3 倍；

D ——白昼时间（h），取 12h。

②优势度（Y）：

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

式中：n_i 为第 i 种的个体数；f_i 是该种在各站中出现的频率；N 为所有站每个种出现的总个体数。

③Shannon-Weaver 多样性指数：

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

式中：*H'*——种类多样性指数

S——样品中的种类总数

P_i——第 i 种的个体数与总个体数的比值。

④Pielou 均匀度指数：

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

式中：$Pi=n_i/N$

n_i——第 i 种的个体数量（ind/m^3）

N——某站总生物数量（ind/m^3）

f_i——某种生物的出现频率（%）

H_{max}—— $\log_2 S$, 最大多样性指数

S——出现生物总种数。

⑤渔业资源密度

渔业资源密度（kg/km$^{2)}$ 根据扫海面积法估算，公式如下：

$$B = \frac{Y}{A(1-E)}$$

式中：Y——平均渔获率（kg/h）

A——每小时扫海面积（km^2/h）

E——逃逸率（这里取 0.5）

N ——某个地区/样本中的所有物种数量

⑥优势种

采用 Pinkas 相对重要性指数（Index of Relative Importance,IRI）

$$IRIi=（Ni/N+Wi/W）\times Fi\times 100$$

式中：

N_i/N——种类 i 的个体数占总个体数的百分比；

W_i/W——物种 i 的重量占总个体重量百分比；

F_i——种类 i 出现次数占调查次数的百分比。

⑦丰富度（Margalef, 1958）

$$D=(S-1)/\ln N$$

S——为群落中物种数目；

N——为观察到的个体总数。

⑧生物质量

海洋生物污染物残留量评价方法采用单因子指数法。公式如下：

$$I_i=C_i/S_i$$

式中：I_i—i 项评价因子的标准指数；

C_i—i 项评价因子的实测值；

S_i—i 项评价因子的评价标准值。

评价因子的标准指数＞1，则表明该项生物体质量已超过了规定的标准。

2.2 海洋生态调查结果

2.2.1 叶绿素 a 与初级生产力

本次调查区域叶绿素 a 平均浓度为 2.86mg/m^3，变化范围为 0.24~11.31mg/m^3，变幅一般（SD=2.81）。本次调查时区域叶绿素 a 含量偏低，总体空间差异一般。其中 S35 站位叶绿素含量最低，S24 站位叶绿素含量最高。

调查监测区内平均初级生产力为 169.15mg·C/m^2·d，区域变化范围在 28.32~489.30mg·C/m^2·d 之间，变幅一般（SD=137.95）。其中 S8 站位初级生产力最低，S24 站位初级生产力最高。

2.2.2 浮游植物

（1）种类组成和空间分布

本次调查共鉴定浮游植物 6 门 55 属 113 种（含未定种的属），隶属于硅藻门、甲藻门、蓝藻门、绿藻门、定鞭藻门和金藻门 6 大门类。其中硅藻门 36 属 87 种，占浮游植物总种数的 76.99%；甲藻门 9 属 13 种，占浮游植物总种数的 11.50%；蓝藻门 4 属 5 种，占浮游植物总种数的 4.42%；绿藻门 3 属 5 种，占浮游植物总种数的 4.42%；金藻门 2 属 2 种，占浮游植物总种数的 1.77%；定鞭藻门 1 属 1 种，占浮游植物总种数的 0.88%。

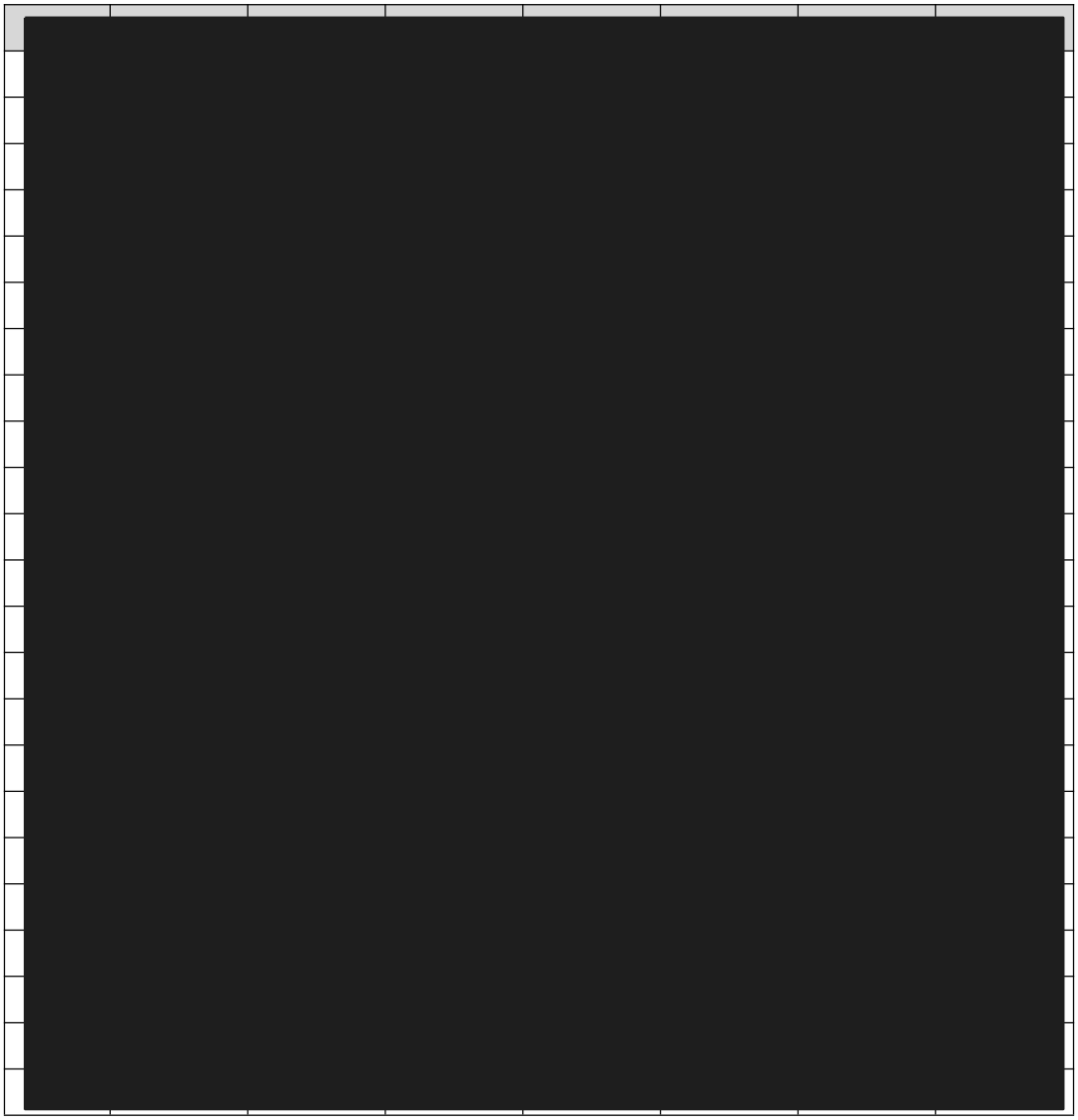
本次调查浮游植物种类数中站位 S14 浮游植物种类数最多，有 37 种；其次是站位 S12，有 36 种；站位 S30 最少（11 种）。

（2）丰度

本次调查浮游植物密度的空间分布如表 2.2.2 所示，各调查站位浮游植物的密度在 114.38×10^{3}cells/m^3~6870.78×10^{3}cells/m^3 之间，平均密度为 1766.07×10^{3}cells/m^3。硅藻门的平均密度明显高于其他藻类，平均密度为 1652.83×10^{3}cells/m^3，占浮游植物平均密度的 93.59%，为主要优势类群；定鞭藻门，平均密度为 86.47×10^{3}cells/m^3，占浮游植物平均密度的 4.90%；金藻门的平均密度最低，为 1.45×10^{3}cells/m^3，占浮游植物平均密度的 0.08%。

在水平分布上，站位 S11 的浮游植物密度最高，为 6870.78×10^{3}cells/m^3，站位 S12 次之，密度为 5475.00×10^{3}cells/m^3；站位 S35 最低,密度为 114.38×10^{3}cells/m^3；浮游植物密度的水平分布不均匀。

表 2.2.2-1　浮游植物各门类密度的空间分布（单位：×10^{3}cells/m^3）

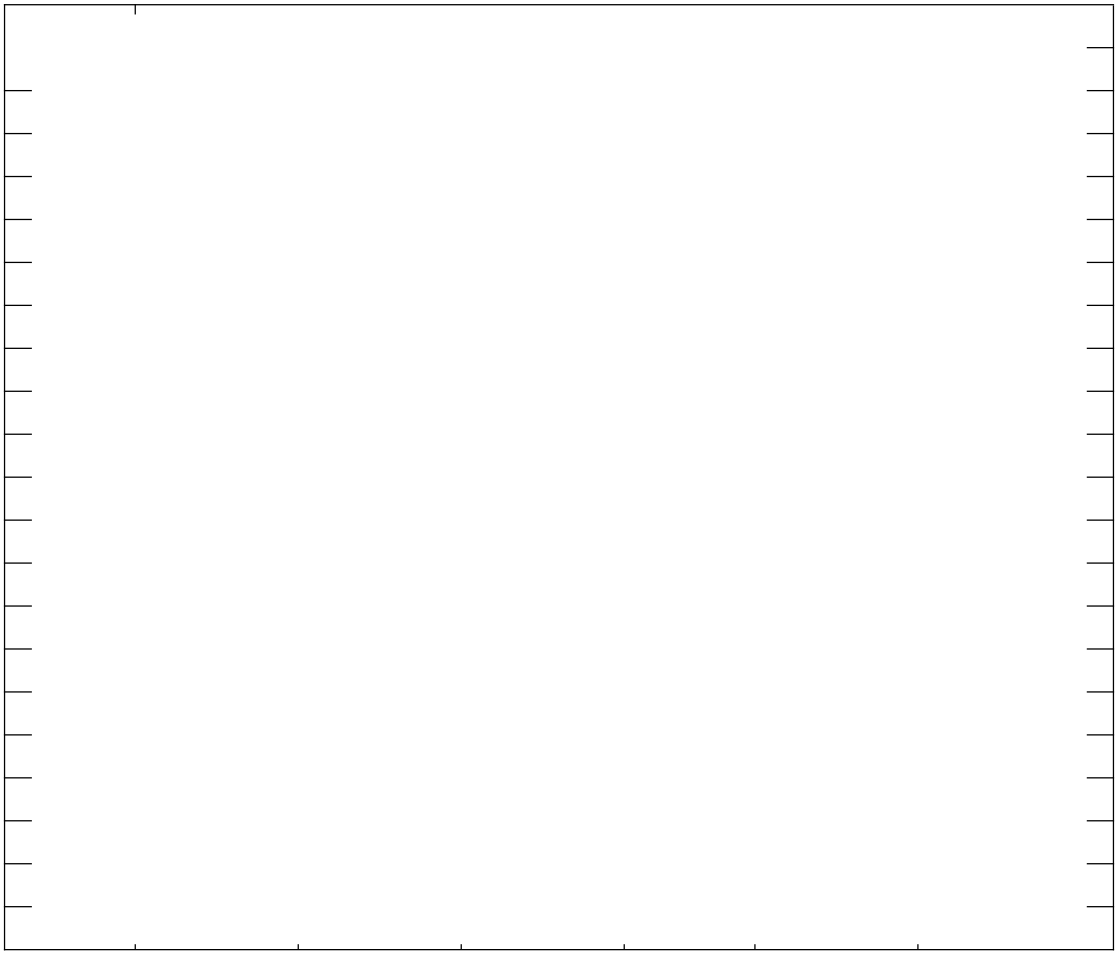


（3）优势种

以优势度 Y 大于 0.02 为判断标准，本次调查浮游植物优势种共出现 6 种，分别为中肋骨条藻 *Skeletonema costatum*、丹麦细柱藻 *Leptocylindrus danicus*、日本星杆藻 *Asterionella japonica*、长菱形藻 *Nitzschia longissima*、菱形海线藻 *Thalassionema nitzschioides* 和尖刺拟菱形藻 *Pseudo-nitzschia pungens*。这 6 种优势种丰度占调查海域总丰度的 79.78%。尖刺拟菱形藻的优势度最高，为 0.320，为第一优势种；中肋骨条藻，为第二优势种优势度为 0.308。

表 2.2.2-2　浮游植物优势种及其个体数量（×10^3cells/m^3）





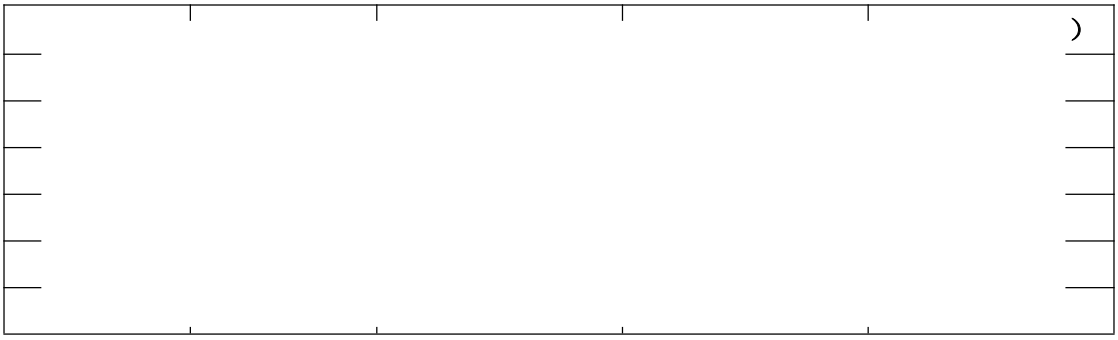
（4）多样性水平

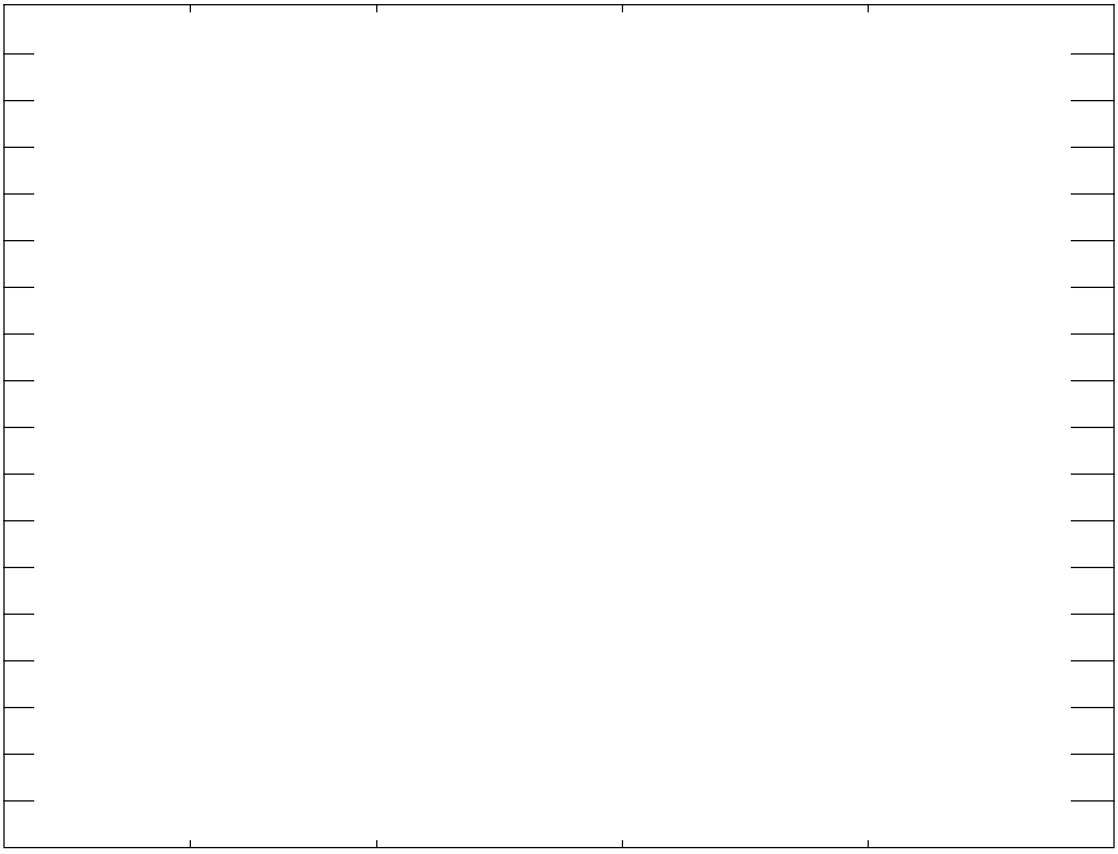
调查站位浮游植物的 Shannon-Wiener 多样性指数（*H'*）范围在 0.03~2.99 之间，平均值为 1.79，其中站位 S14 多样性指数最高（2.99），站位 S31 次之（2.75），站位 S35 的多样性指数最低（0.03）。

调查站位浮游植物的 Pielou 均匀度指数（*J*）范围在 0.01~0.59 之间，平均值为 0.40，其中站位 S31 最高，为 0.59，站位 S14 次之（0.57），站位 S35 最低（0.01）。

调查站位浮游植物的丰富度指数（*d*）范围在 1.00~3.58 之间，平均值为 2.20，其中站位 S14 最高，为 3.58，其次是站位 S12（3.48），站位 S30 最低（1.00）。

表 2.2.2-3　浮游植物多样性水平指数





2.2.3 浮游动物

（1）种类组成和空间分布

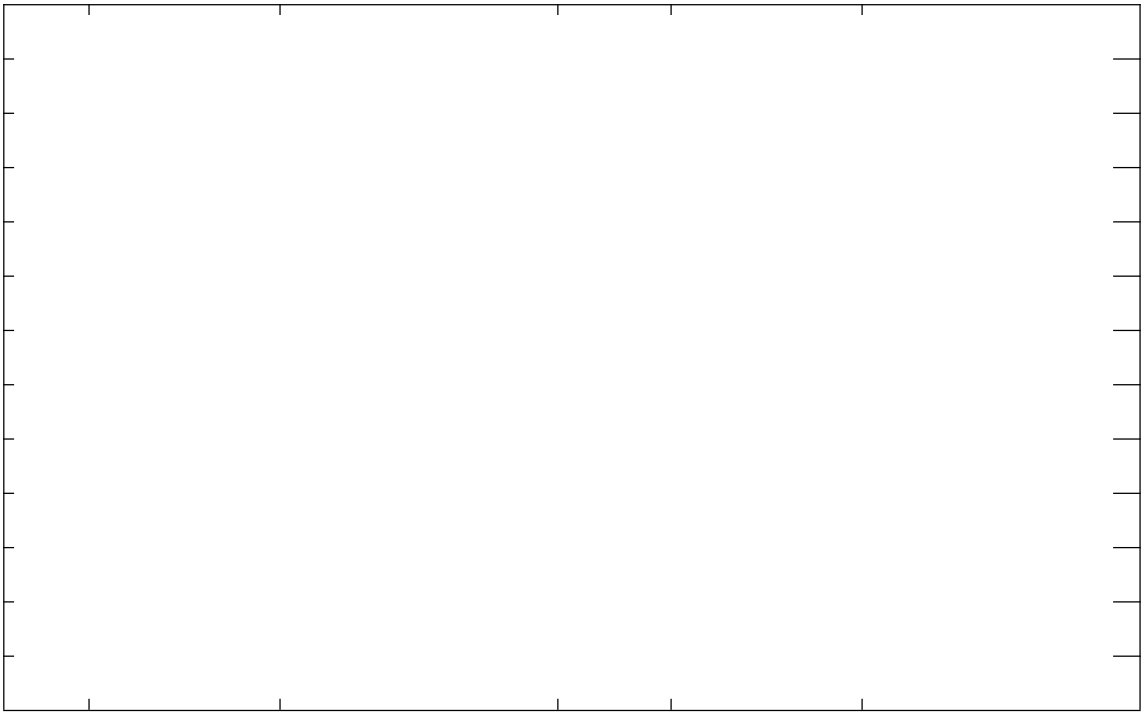
经鉴定，本次调查海域发现浮游动物由 12 个类群组成，共计 55 种。桡足类的种数最多，有 21 种，占总种数的 38.18%；浮游幼体次之，有 10 种，占总种数的 18.18%。

各站位浮游动物种类数范围在 6~20 种之间，其中站位 S19 种类数最多，为 20 种，站位 S1、S2、S4 和 S10 种类数最低，为 6 种。在所鉴定出的浮游动物类群中，桡足类和浮游幼体分布最广，在所有站位出现率为 100%。

（2）个体数量与生物量

12 个调查站位浮游动物密度变化范围为 54.07~700.00ind/m^3，均值 201.62ind/m^3，其中站位 S14 的浮游动物密度最高，为 700.00ind/m^3；站位 S24 次之，为 650.00ind/m^3；站位 S35 的密度最低，为 54.07ind/m^3。各站位的浮游动物生物量的变化范围在 36.05mg/m^3~507.50mg/m^3 之间，平均生物量为 166.79mg/m^3，最高值出现在站位 S19，为 507.50mg/m^3；最低值出现在站位 S35，为 36.05mg/m^3。

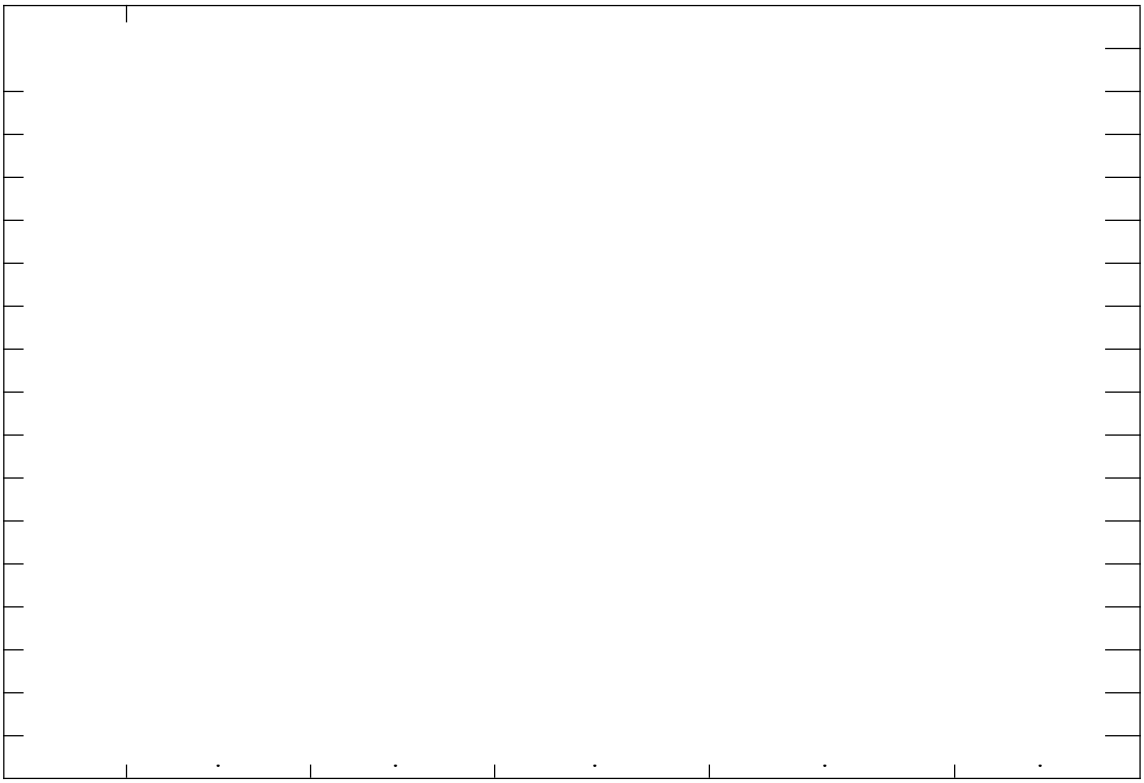
表 2.2.3-1　浮游动物生物量统计

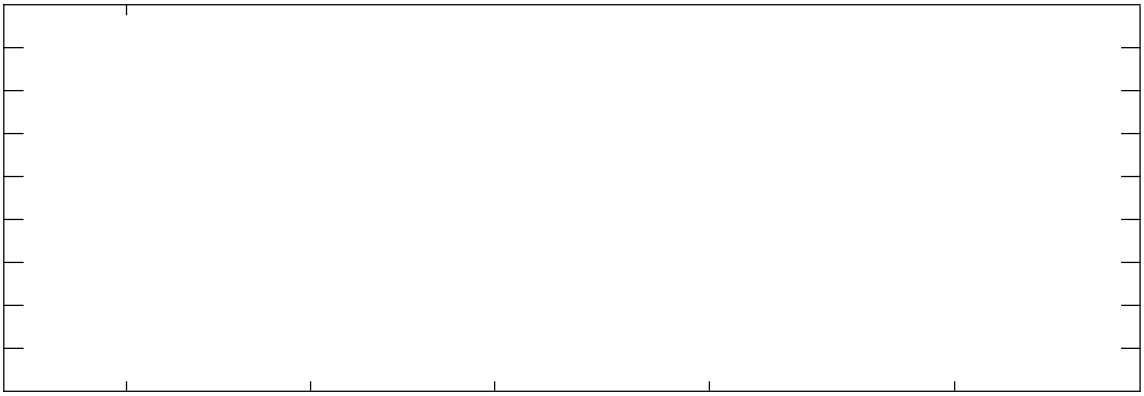


（3）优势度

以优势度 Y≥0.02 为判断标准，本次调查出现优势种 5 种，分别为桡足类幼体 Copepoda larvae、多毛类幼体 Polychaeta larvae、精致真刺水蚤 *Euchaeta concinna*、太平洋纺锤水蚤 *Acartia pacifica* 和鸟喙尖头溞 *Penilia avirostris*。其中，优势度最大的为桡足类幼体，*Y*=0.300，为本调查浮游动物最优势种。

表 2.2.3-2　浮游动物优势种组成（单位：ind/m3）

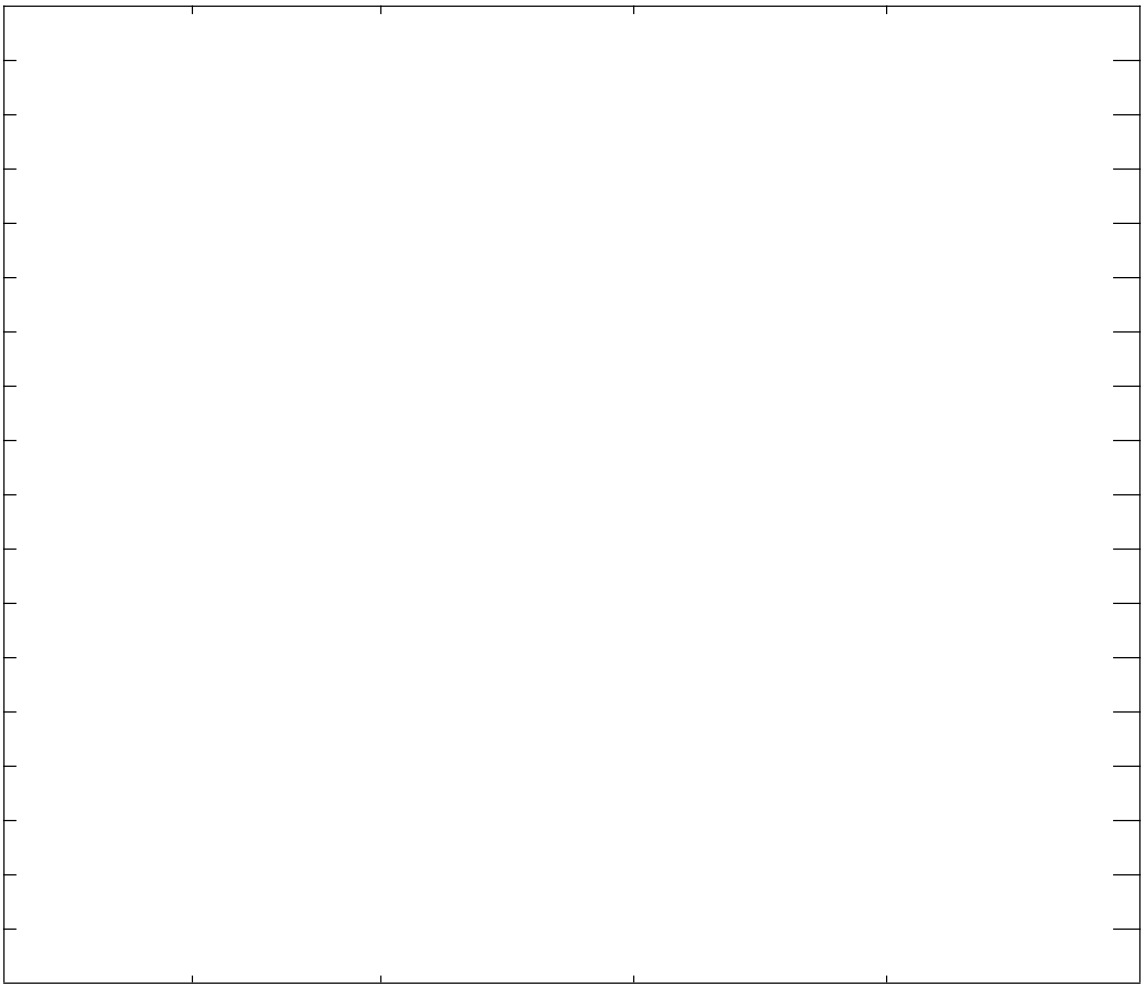


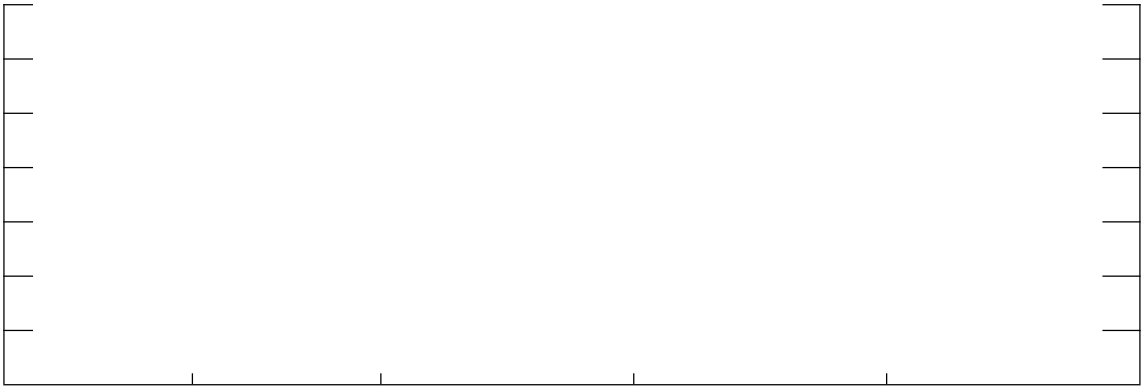


（4）多样性水平

各调查站位的 Shannon-Wiener 多样性指数在 1.62~3.33 之间，平均值为 2.55，最高值出现在站位 S21（3.33），最低值出现在站位 S27（1.62）；Pielou 均匀度指数变化范围在 0.47~0.93 之间，平均值为 0.80，最高值出现在站位 S11 和 S21（0.93），最低值出现在站位 S27（0.47）；丰富度（*d*）在 0.68~2.60 之间，平均值为 1.16，最高值出现在站位 S19（2.60），最低值出现在站位 S1、S2、S4 和 S10（0.68）。

表 2.2.3-3　浮游动物多样性水平指数





2.2.4 底栖生物

（1）种类组成和空间分布

本次调查采集到的大型底栖生物经鉴定共有 33 种，隶属 5 门 27 科。其中软体动物种类最多，有 15 种，占底栖生物总种数的 45.45%；环节动物，有 12 种，占底栖生物总种数的 36.36%；节肢动物，有 4 种，占总种数的 12.12%；星虫动物和腔肠动物各 1 种，各占总种数的 3.03%。

不同站点采集的大型底栖生物种类数有所差异，站位 S1 采集大型底栖生物种类数最多，为 7 种；S14 站位未采集到大型底栖生物。

（2）优势种和优势度

调查站位大型底栖生物优势种以优势度（Y）≥0.02 为判断依据，本次调查的优势种有 1 种，为纵肋织纹螺 *Nassarius variciferus*，优势度 Y 为 0.034。

（3）生物量及栖息密度

本次调查各站位密度范围为（0.00~215.00）ind/m^2，平均栖息密度为 33.18ind/m^2。站位 S1 大型底栖生物栖息密度最高，为 215.00ind/m^2；站位 S14 未采集到大型底栖生物。

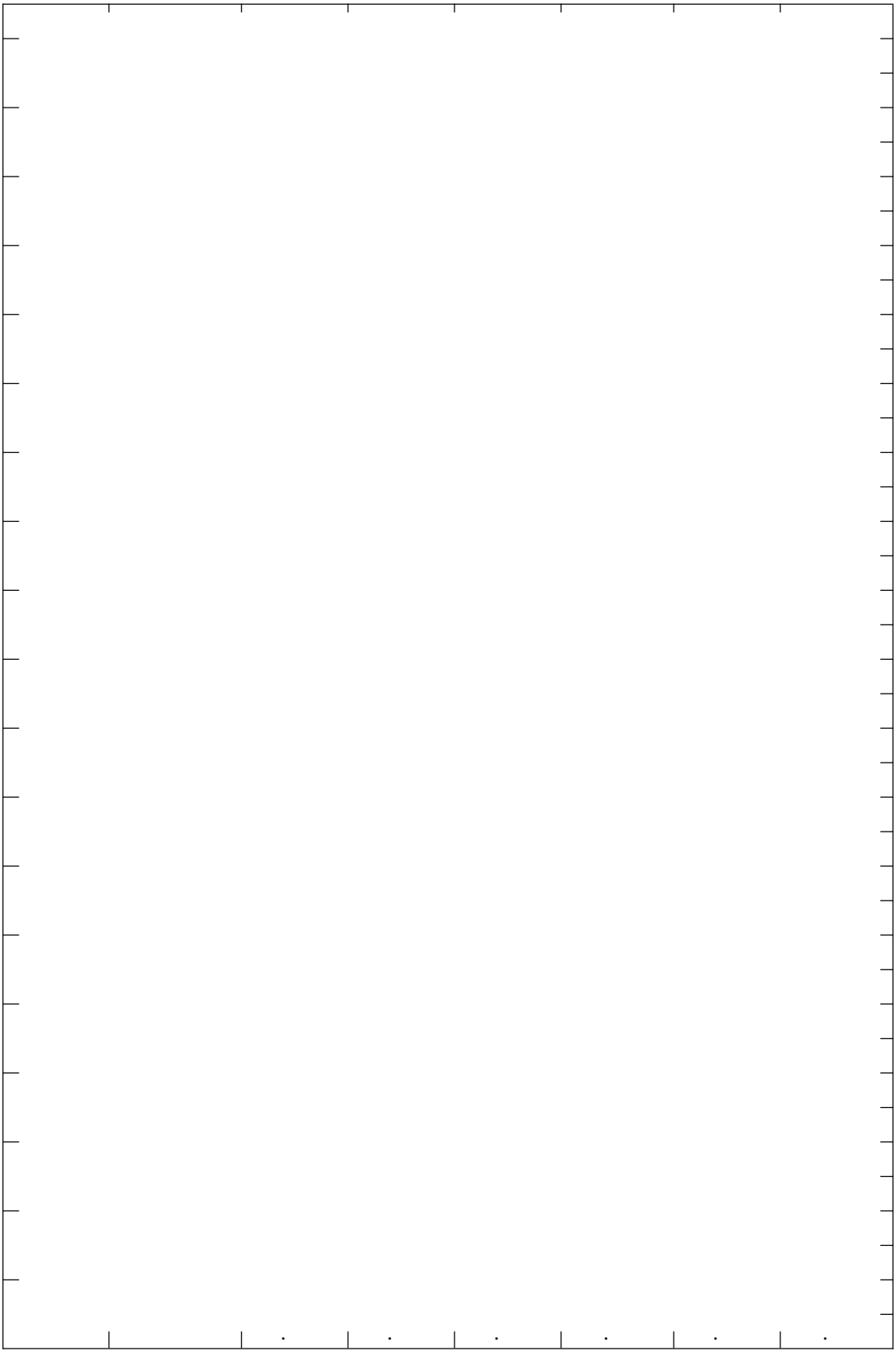
调查站位大型底栖生物以软体动物为主要构成类群，各站点软体动物的栖息密度介于（0.00~95.00）ind/m^2 之间，平均栖息密度 16.36ind/m^2，占大型底栖生物平均栖息密度的比例为 49.32%；其次是环节动物的平均栖息密度为 11.59ind/m^2，占大型底栖生物平均栖息密度的 34.93%。

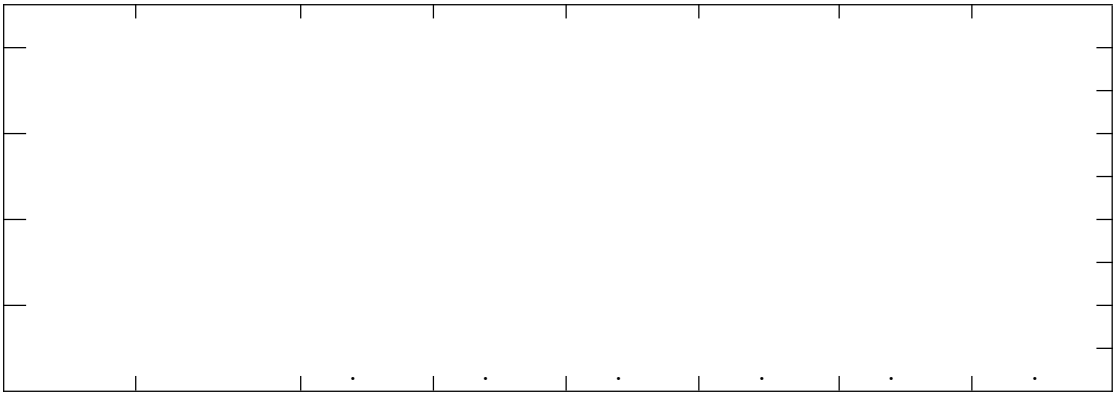
各站位生物量变化范围为（0.000~145.750）g/m^2，平均生物量为 12.151g/m^2。站位 S4 大型底栖生物生物量最高，为 145.750g/m^2；其次是站位 S1（30.275g/m^2）；站位 S14 未采集到大型底栖生物。

调查站位以软体动物平均生物量最高，平均值为 10.720g/m^2，占大型底栖动

物平均生物量的 88.22%；其次为环节动物（0.914g/m^2），占大型底栖动物平均生物量的 7.52%。

表 2.2.4-1　底栖生物生物量及栖息密度的分布



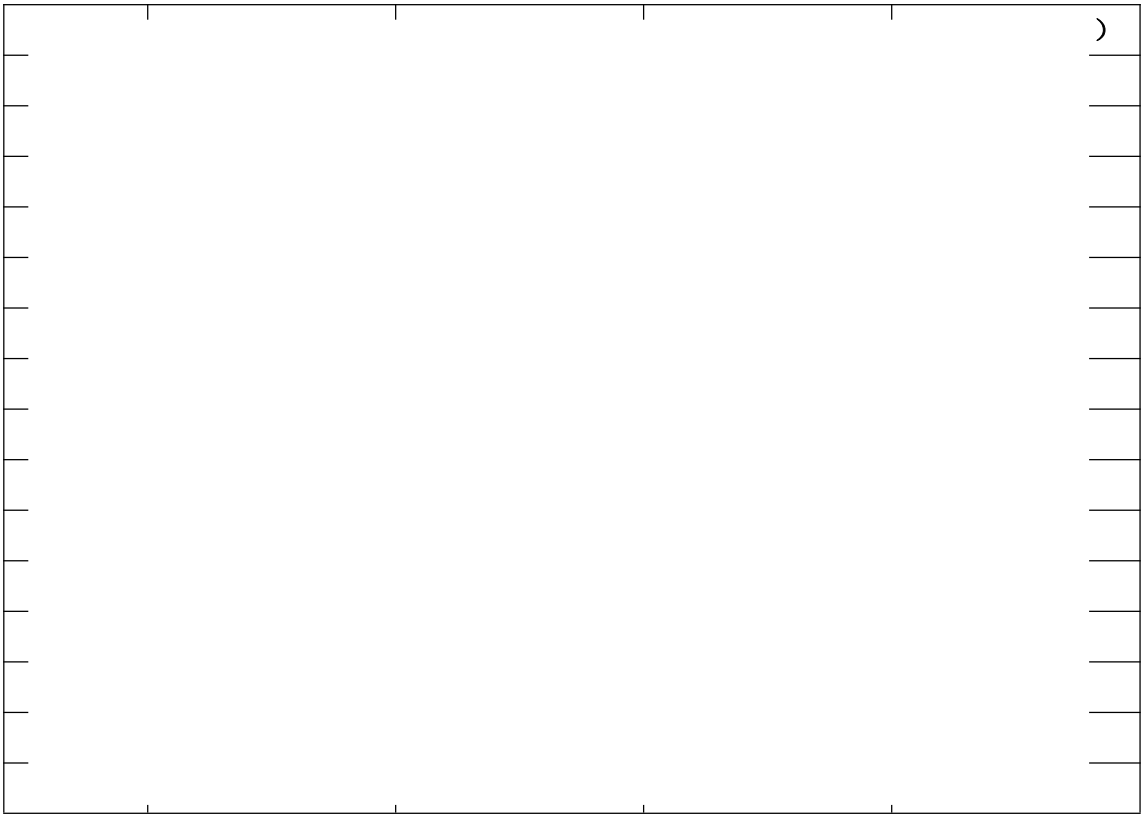


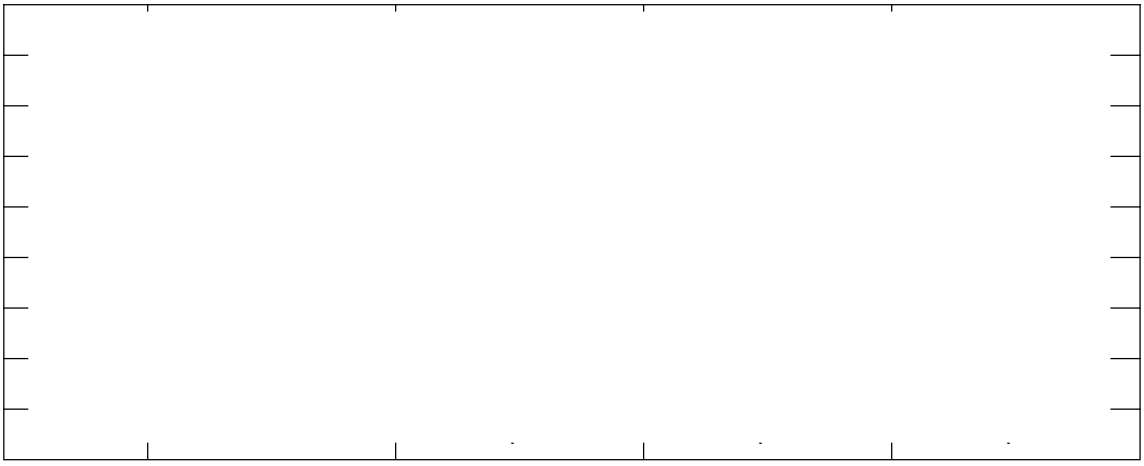
注：生物量单位为 g/m^2，栖息密度单位为 ind/m^2。

（4）多样性水平

调查站位大型底栖生物 Shannon-Wiener 多样性指数（*H'*）、丰富度指数（*d*）和 Pielou 均匀度指数（*J*）。Shannon-Wiener 多样性指数范围处于 0.00~2.27 之间，平均值为 0.98；多样性指数最高值出现在站位 S1（2.27），其次为站位 S4（2.20）。Pielou 均匀度指数数值变化范围在 0.46~1.00 之间，站位均匀度指数平均值为 0.88，均匀度最高值为站位 S22，均匀度指数为 1.00。站位 S13、S20、S30、S31 和 S35 仅采集到 1 种生物，该站位均匀度统计学无意义，站位 S14 未采集到大型底栖生物。丰富度指数（*d*）范围为 0.00~1.20，平均值为 0.34，其中站位 S1 丰富度指数最高（1.20），站位 S14 未采集到大型底栖生物。

表 2.2.4-2　大型底栖生物多样性水平指数





2.2.5 潮间带生物

（1）种类组成和空间分布

本次潮间带生物调查，共鉴定出潮间带生物 2 门 6 科 13 种。其中软体动物种数最多，9 种，占种类数的 69.23%；其次是节肢动物，4 种，占种类数的 30.77%。

调查断面底质主要是沙质。C2 断面采集潮间带生物种类最多，为 9 种，C1 断面采集 6 种潮间带生物。C3 断面采集 3 种潮间带生物。

（2）潮间带平均生物量及栖息密度

本次调查，潮间带生物平均生物量为 35.709g/m^2，平均栖息密度为 61.33 ind/m^2。在潮间带生物平均栖息密度的百分组成中，软体动物平均栖息密度居首位，为 45.33ind./m^2，占 73.91%。平均生物量组成方面以软体动物居首位，为 26.772g/m^2，占 74.97%。

表 2.2.5-1　潮间带生物平均生物量及栖息密度

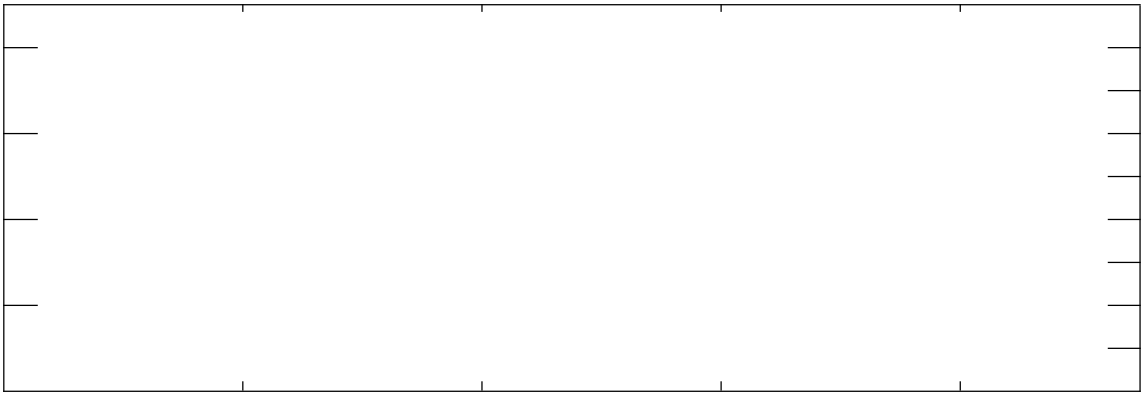


（3）调查断面水平分布和垂直分布比较

调查断面潮间带生物栖息密度及生物量的水平分布见表 2.2.5-2，栖息密度方面，潮间带生物的栖息密度表现为 C2 断面最高，为 104.00ind/m^2，其次是 C1 断面为 56.00ind/m^2；C3 断面栖息密度最低，为 24.00ind/m^2。潮间带生物生物量方面，C2 断面的生物量最高，为 50.444g/m^2；C1 断面生物量最低，为 28.300g/m^2。

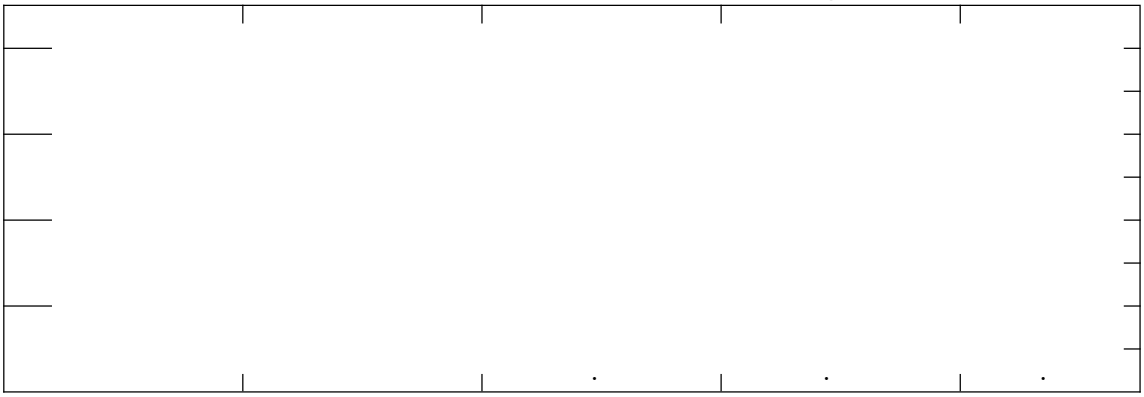
表 2.2.5-2　调查断面潮间带栖息密度（ind/m^2）及生物量（g/m^2）的水平分布





调查断面潮间带栖息密度及生物量的垂直分布见表 2.2.5-3，在垂直分布上，潮间带生物的栖息密度方面表现为高潮带最高，为 64.00ind/m²，中潮带和低潮带最低，为 60.00ind/m²，即高潮带>中潮带=低潮带。在生物量方面，低潮带生物量最高，为 40.496g/m²，其次为中潮带（35.152g/m²），高潮带最低，为 31.480g/m²，即高潮带>中潮带>低潮带。

表 2.2.5-3　调查断面潮间带栖息密度（ind/m²）及生物量（g/m²）的垂直分布



（4）优势种

调查断面潮间带生物优势种以计算优势度（Y）≥0.02 为判断依据，计算得出本次调查的优势种有 5 种，为精致硬壳寄居蟹 *Calcinus gaimardii*、塔结节滨螺 *Nodilittorina pyramidalis*、楔形斧蛤 *Donax Cumcatus*、粗糙滨螺 *Littoraria articulate* 和翡翠贻贝 *Perna viridis*。其中潮间带生物第一优势种为塔结节滨螺，优势度为 0.159。

表 2.2.5-4　潮间带生物优势种组成



		寄
		过
		度繁殖易引发生态竞争。

（5）多样性水平

本调查海区潮间带生物多样性指数和均匀度见表 2.2.5-5，Shannon-Wiener 多样性指数范围处于 0.00~1.88 之间，平均值为 0.92。多样性指数在 C2 断面高潮带出现最高（1.88），其次为 C2 断面中潮带（1.66）。Pielou 均匀度指数数值变化范围在 0.81~0.95 之间，平均值为 0.90。均匀度指数（*J*）在 C1 断面中潮带和 C2 断面低潮带出现最高（0.95），C1 高潮带和 C3 断面高、中潮带采集种类仅 1 种，该潮区均匀度统计学无意义。丰富度指数范围为 0.00~0.78，平均值为 0.35，其中 C2 高、中潮带丰富度指数最高（0.78）。

表 2.2.5-5　潮间带生物多样性水平

2.2.6 游泳动物

（1）种类组成

本次调查捕获游泳动物共有 47 种，隶属于 3 大类群 27 科。调查海域出现物种种类统计结果其中鱼类种类最多（23 种），占总种数的 48.94%；甲壳类 21 种，占总种数的 44.68%；头足类 3 种，占总种数的 6.38%。

各个站位捕捞游泳动物种类数稍有差异，其中站位 SF08 出现种类最多（为 28 种），站位 SF01 种类最少，为 15 种。

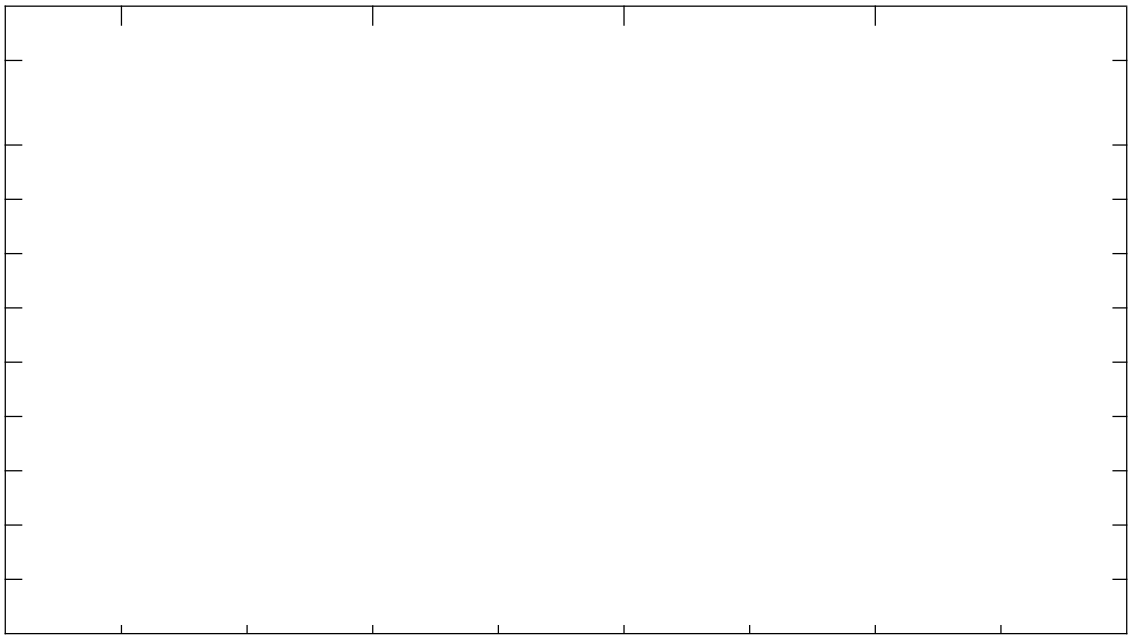
（2）渔获率

本次调查站位的游泳动物渔获情况见表 2.2.6-1，游泳动物各站位平均每小时

渔获尾数和重量分别为 134.00ind/h 和 1.4643kg/h；其中甲壳类平均每小时渔获尾数和重量分别为 90.88ind/h 和 0.8280kg/h，分别占游泳动物总平均尾数的 67.82%和总平均重量的 56.55%；头足类各站位的平均每小时渔获尾数和平均重量分别为 0.50ind/h 和 0.0060kg/h，分别占游泳动物总平均每小时尾数的 0.37%和总平均每小时重量的 0.41%；

各站位每小时渔获类群尾数（ind/h）和重量（kg/h）有所差异，其中甲壳类在站位 SF08 每小时渔获尾数最多（127.00ind/h），在站位 SF08 每小时渔获重量最高（1.6484kg/h）；头足类在站位 SF02 每小时渔获尾数最多（2.00ind/h），每小时渔获重量在站位 SF08 最高（0.0186kg/h）。

表 2.2.6-1　各断面的重量渔获率和个体渔获率

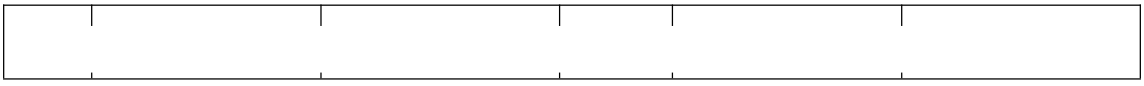


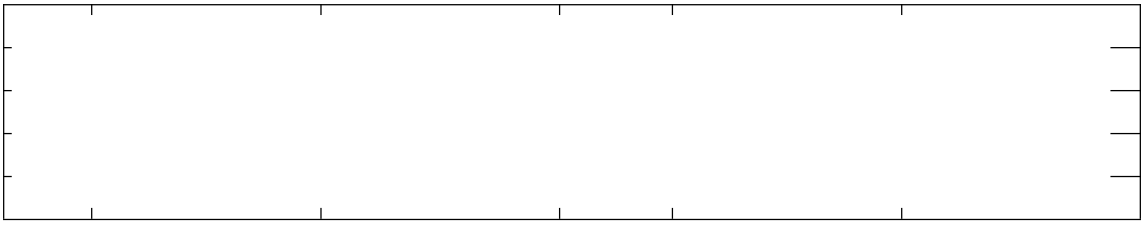
注：重量渔获率单位为 kg/h；个体渔获率单位为 ind/h。

（3）资源密度

调查区域游泳生物重量资源密度介于（186.33～642.74）kg/km^2 之间，平均重量资源密度为 316.26kg/km^2；各站位游泳动物尾数资源密度介于（20.30～45.79）×10^{3}ind/km^2 之间，平均尾数资源密度为 28.94×10^{3}ind/km^2。站位之间游泳动物资源密度略有差异，其中站位 SF08 重量资源密度最高（642.74kg/km^2），站位 SF08 尾数资源密度最高（45.79×10^{3}ind/km^2），站位 SF03 重量资源密度最低（186.33kg/km^2），站位 SF02 和 SF06 尾数资源密度最低（20.30×10^{3}ind/km^2）。

表 2.2.6-2　调查断面的渔业资源密度

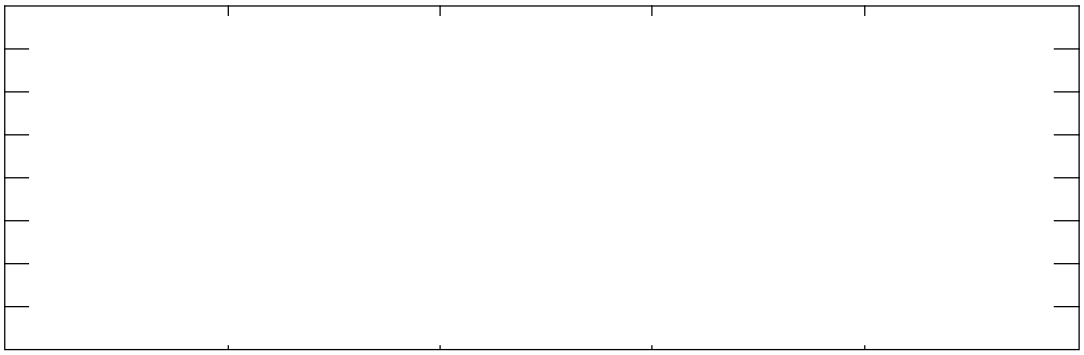




（4）优势种

根据相对重要性指标的大小，本调查依次将 *IRI* 值>500 以上的物种确定为优势种，100~500 的为常见种，10~100 的为一般种，1~10 的为少见种，*IRI* 值小于 1 的为稀有种。通过分析，本次拖网调查游泳动物的优势种共 7 种，其中相对重要性指数最大的为红星梭子蟹 *Portunus sanguinolentus*（*IRI*=3731.86），为本调查第一优势种。

表 2.2.6-3　调查海域游泳动物优势种相对重要性指数



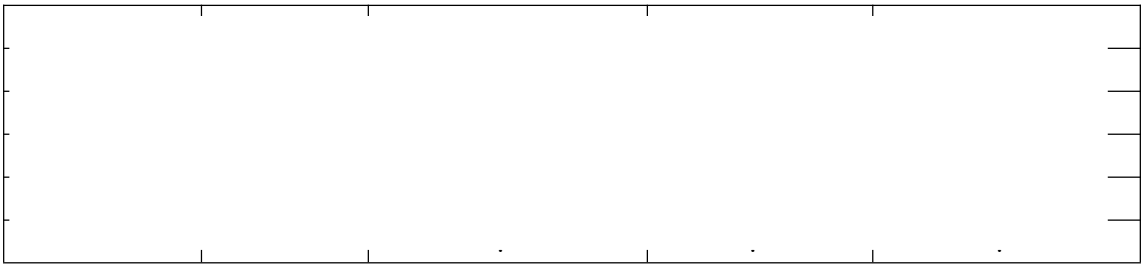
（5）成幼体比例

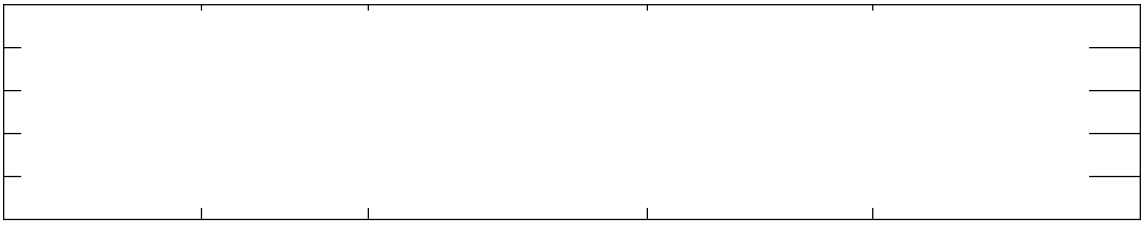
本次调查幼体群体占所有游泳动物群体的平均比例 24.53%。渔获物中，鱼类幼体比例为 26.10%，甲壳类幼体比例为 23.80%，头足类幼体比例为 25.00%。

（6）多样性水平

各站位游泳动物的 Shannon-Wiener 多样性指数（*H'*）范围在 3.25～3.69 之间，平均值为 3.46，其中站位 SF04 最高（3.69），站位 SF03 最低（3.25）。Pielou 均匀度指数（*J*）数值变化范围在 0.76～0.87 之间，平均值为 0.82，其中站位 SF04 最高，为 0.87，站位 SF08 最低（0.76）；丰富度指数分布范围在 2.01~3.87 之间，平均为 2.60，丰富度指数最高值于站位 SF08（3.87），最低值于站位 SF01（2.01）。

表 2.2.6-4　各站位游泳动物多样性水平





2.2.7 鱼卵仔稚鱼

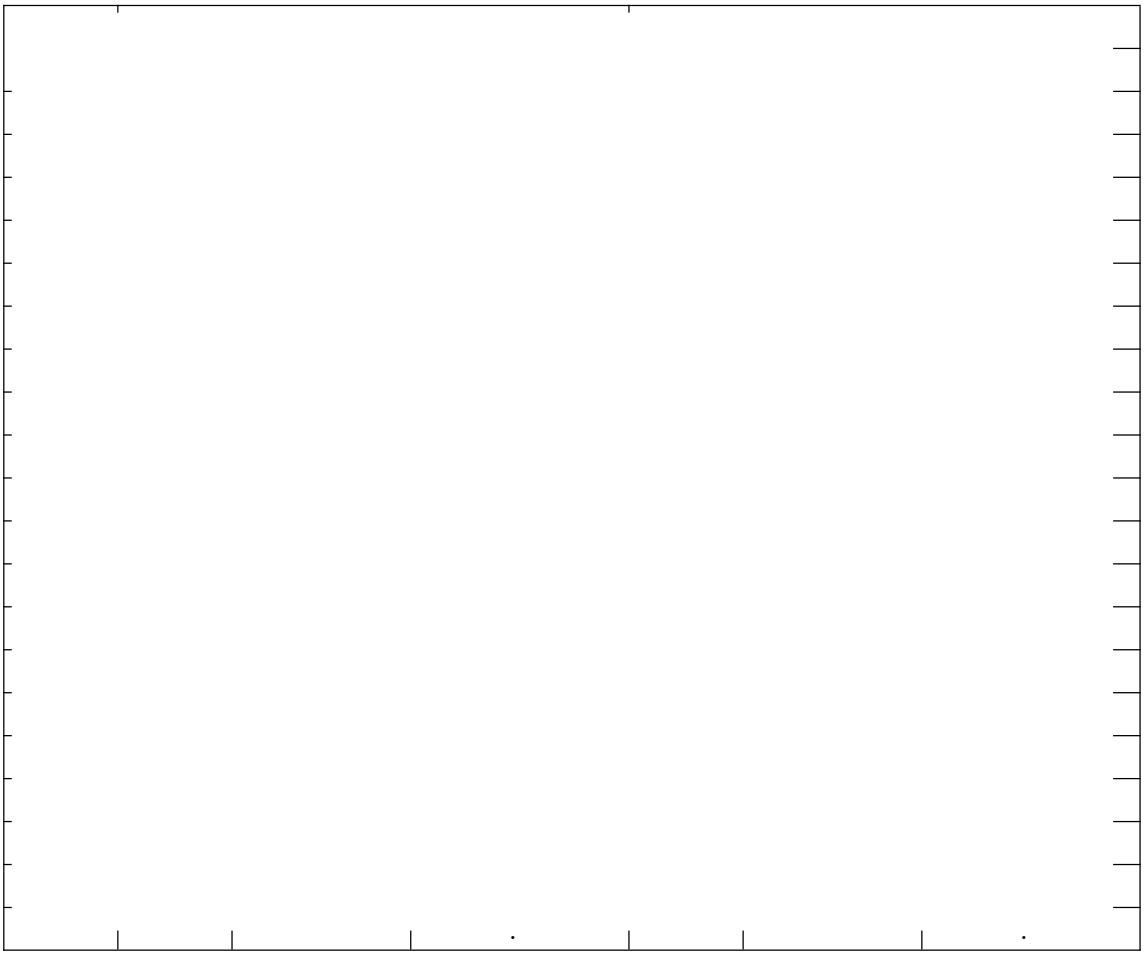
（1）种类组成

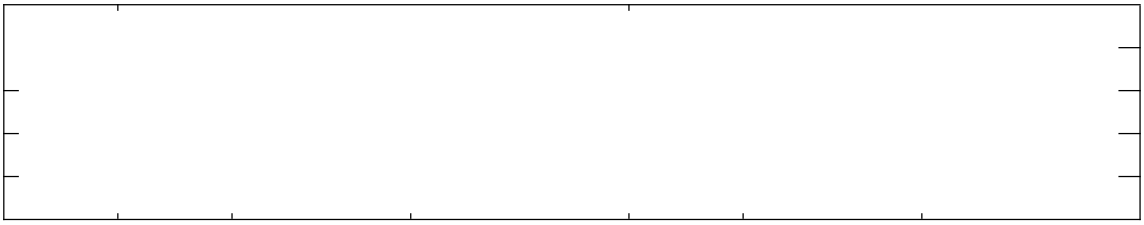
本次调查海域站位拖网捕捞到鱼卵 37ind，仔稚鱼 13ind。经鉴定共有 8 种，隶属于 2 目 7 科，其中鲈形目最多（5 种），占总种数的 62.50%；鲱形目有 3 种，占总数的 37.50%。

（2）数量分布

调查站位鱼卵和仔稚鱼的数量分布范围在（0~7ind/m^3）之间，平均值为 1.68ind/m^3。其中在站位 S22 和 S31 捕捞鱼卵数量最多（7ind/m^3），其次是站位 S14（5ind/m^3）。仔稚鱼的数量分布范围在（0~4）ind/m^3 之间，平均值为 0.59ind/m^3。其中站位 S30 和 S31 仔稚鱼数量最多，为 4ind/m^3。

表 2.2.7-1　拖网调查鱼卵和仔稚鱼的空间分布情况

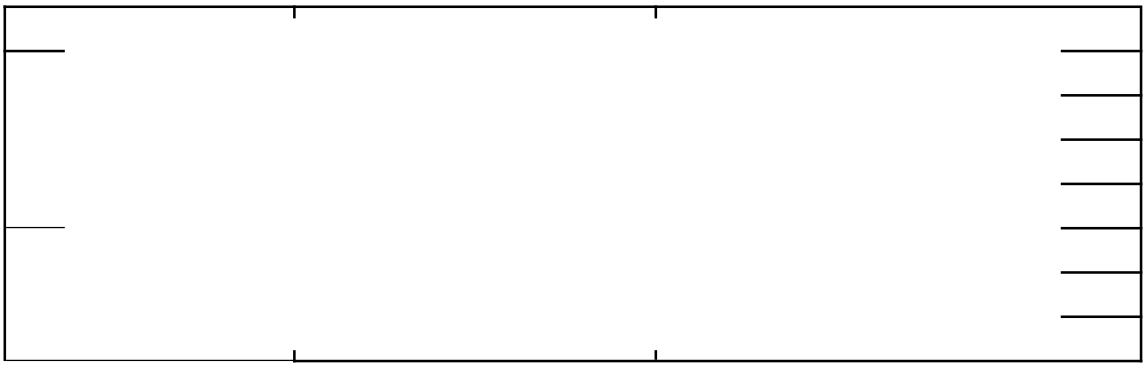




（3）优势种

鱼卵和仔稚鱼的优势种及优势度如表2.2.7-2所示。优势种以优势度（Y）≥0.02为判断依据，经计算，拖网调查鱼卵最大优势种为石首鱼科 Sciaenidae，优势度为 0.173；仔稚鱼中最大优势种为石首鱼科 Sciaenidae，优势度为 0.102。

表 2.2.7-2　调查海域鱼卵和仔稚鱼主要种类



2.3 生物质量现状调查与评价

贝类生物体内污染物质含量评价标准采用《海洋生物质量》（GB18421-2001），软体动物、甲壳动物、鱼类生物体内污染物质含量评价标准采用《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）中表 C.1 其他海洋生物质量参考值。

本次调查从 8 个断面采集了鱼类、甲壳类共 12 个样品，海洋生物质量现状调查监测结果见表 2.3-1。

海洋生物的石油烃变化范围为 0.4mg/kg~4.3mg/kg，平均为 1.59mg/kg，其中 SF03 站位的石油烃值最高，为 4.3mg/kg；SF06 和 SF01 站位的石油烃值最低，均为 0.4mg/kg。

海洋生物的铜变化范围为 1.2mg/kg~16.9mg/kg，平均为 6.20mg/kg，其中 SF05 站位的铜值最高，为 16.9mg/kg；SF02 站位的铜值最低，为 1.2mg/kg。

海洋生物的铅变化范围为 0.09mg/kg~0.40mg/kg，平均为 0.2125mg/kg，其中 SF01 站位的铅值最高，为 0.40mg/kg；SF04 站位的铅值最低，为 0.09mg/kg。

海洋生物的镉变化范围为 0.076mg/kg~0.295mg/kg，平均为 0.1678mg/kg，其中 SF04 站位的镉值最高，为 0.295mg/kg；SF07 站位的镉值最低，为 0.076mg/kg。

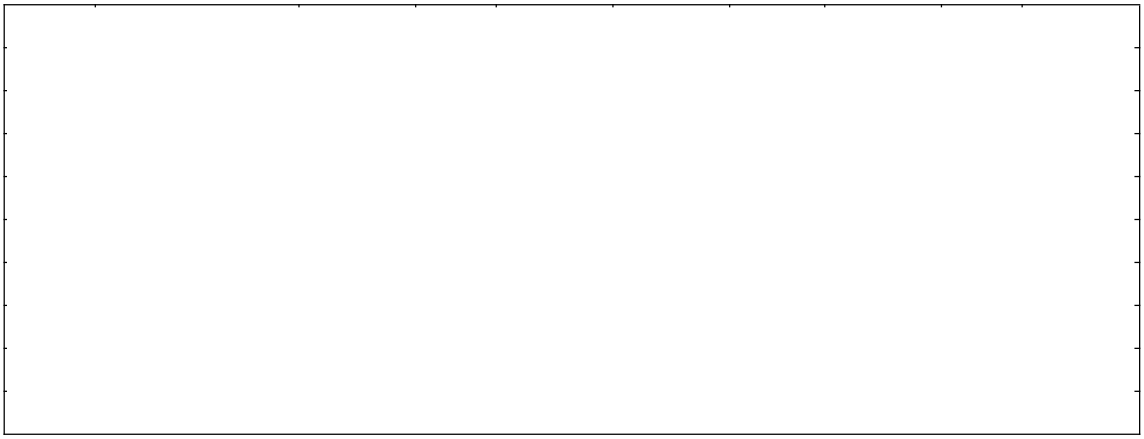
海洋生物的总汞变化范围为 0.008mg/kg~0.022mg/kg，平均为 0.0166mg/kg，其中 SF02 站位的总汞值最高，为 0.022mg/kg；SF08 站位的总汞值最低，为 0.008mg/kg。

海洋生物的砷仅有 1 个有效检出值，为 0.3mg/kg，其他均为检出。

海洋生物的锌变化范围为 5.3mg/kg~21.3mg/kg，平均为 14.63mg/kg，其中 SF01 站位的锌值最高，为 21.3mg/kg；SF08 站位的锌值最低，为 5.3mg/kg。

海洋生物的铬变化范围为 0.05mg/kg~0.35mg/kg，平均为 0.212mg/kg，其中 SF01 站位的铬值最高，为 0.35mg/kg；SF05 站位的铬值最低，为 0.05mg/kg。

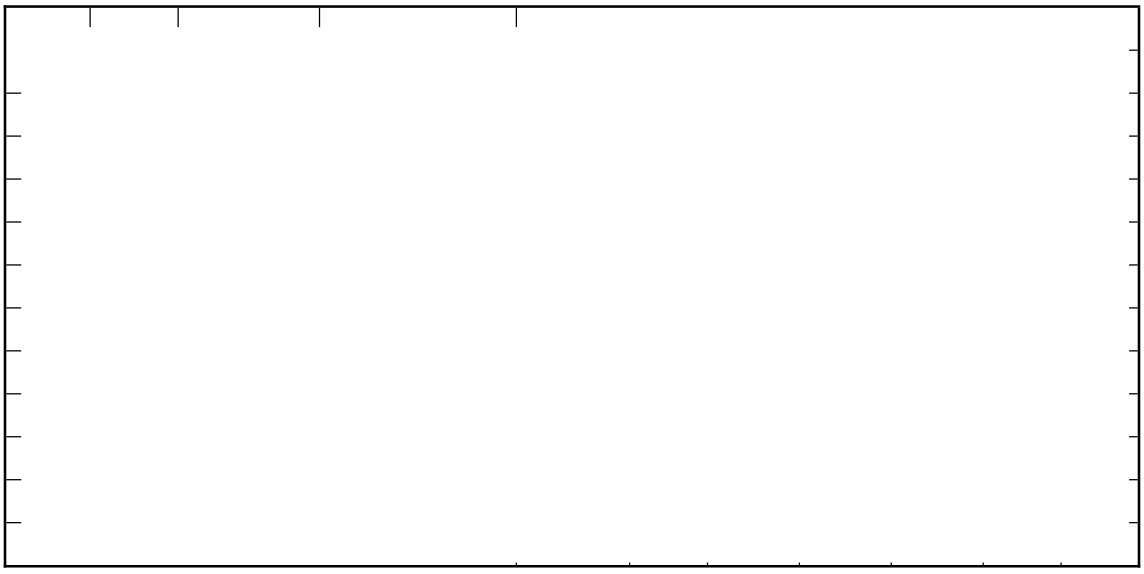
表 2.3-1　2025 年 11 月秋季海洋生物体质量现状调查结果（湿重，单位：mg/kg）



2、评价结果

由评价结果可知，本次调查海域各调查断面生物体中石油烃、铜、铬、铅、镉、总汞锌含量水平均低于相应标准限值，没有出现超标现象，符合《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）规定。

表 2.3-2　2025 年 11 月秋季海洋生物质量调查评价指数



3 海洋生态环境影响预测与评价

本项目对生态环境的影响主要包括：施工期投放的锚块占用海域对底栖生物生存空间的直接影响；施工投放锚块产生的悬浮泥沙间接影响；运营期养殖产生的污染物对周边海域生态环境的影响。

3.1 施工期海洋生态环境影响分析

本工程建设对海洋生态环境的影响包括直接和间接两个方面。项目网箱养殖及养殖管理、辅助平台均采用固锚进行固定，锚块直接占用海底会破坏底栖生物生境、掩埋底栖生物栖息地，造成占用海域范围内底栖生物资源全部损失；间接影响主要来自投放锚块造成悬浮物浓度升高对海洋生物的损害。

表 3.1-1　施工海洋生态影响判定表

影响原因	影响类型	影响因素	损失类型	生物表现	影响因子
木桩占海	直接影响	直接占用底栖生境	一次性损失	海洋生物暂时性全部损失，需进行生态补偿	底栖生物
施工悬浮物	间接影响	悬浮物增加导致透明度降低	一次性损失	海洋生物短期部分受损，随施工结束影响消失	浮游生物、渔业资源

3.1.1 对底栖生物的影响

项目养殖设施施工将掩埋部分底栖生物，导致底栖生物的数量和种类减少。此外，施工过程产生的悬浮泥沙也将影响项目附近海域的底栖生物、浮游生物和游泳生物的生存环境，施工产生的悬浮泥沙将使施工水域内的局部海水悬浮物增加，水体透明度下降，从而使溶解氧降低，对水生生物产生诸多的负面影响。最直接的影响是削弱了水体的真光层厚度，导致局部海域内初级生产力水平降低，使浮游植物生物量降低。浮游植物生物量的减少，会使以浮游植物为饵料的浮游动物在单位水体中拥有的生物量也相应地减少，以捕食鱼类为生的一些高级消费者，也会由于低营养级生物数量的减少而难以觅食。同时，浮游动物也将因阳光的透射率下降而迁移别处，浮游动物将受到不同程度的影响。由于悬浮泥沙的影响仅在施工期，施工结束后，游泳生物将重新进驻项目附近海域，影响不大。

工程建设占用水域造成的生物资源损失：

项目建设期对海洋底栖生物资源的影响主要表现在工程用于锚固的铁锚占海对底栖生物资源损耗。

工程占海造成的底栖生物损失按以下公式进行计算：

$$W_i = D_i \times S_i$$

式中：

Wi——第 i 种类生物资源受损量，单位为尾、个、千克（kg）；

Di——评估区域内第 i 种类生物资源密度，单位为尾（个）每平方千米[尾（个）/km^2]、尾（个）每立方千米[尾（个）/km^3]、千克每平方千米（kg/km^2）；

Si——第 i 种类生物占用的渔业水域面积或体积，单位为平方千米（km^2）或立方千米（km^3）。

项目所在海区底栖生物资源密度取 12.151g/m^2（约 0.012kg/m^2，数据取自 2025 年 11 月秋季现状调查的大型底栖生物平均生物量）。根据项目施工工艺，项目养殖网箱和养殖辅助平台锚固用到的铁锚规格主要包括 500kg 和 750kg 的 AC-14 铁锚，单个 500kg 的 AC-14 铁锚占用海底的面积约为 0.7085m^2，单个 750kg 的 AC-14 铁锚占用海底的面积约为 0.8574m^2，则影响底栖生物栖息面积为(0.7085m^2×50×8)+(0.8574m^2×6×12)=345.1m^2，计算得项目施工期下锚直接导致底栖生物损失量约为 345.1m^2×0.012kg/m^2=4.1412kg。

总体而言，项目的建设对底栖生物影响很小，在可接受范围。因此，本项目在合理安排施工工艺及施工方式的前提下，施工作业对海洋底栖生物造成的影响较小。

3.1.2 对浮游生物的影响

（1）对浮游植物的影响分析

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

在海洋食物链中，除了初级生产者——浮游藻类以外，其他营养级上的生物既是消费者，也是上一营养级生物的饵料。因此，浮游植物生物量的减少，会使以浮游植物为饵料的浮游动物在单位水体中拥有的生物量也相应地减少，致使这

些浮游生物为食的一些鱼类等由于饵料的贫乏而导致资源量下降。而且，以捕食鱼类为生的一些高级消费者，也会由于低营养级生物数量的减少而难以觅食。可见，水体中悬浮物质含量的增加，对整个海洋生态食物链的影响是多环节的。但本项目施工量较小，产生的悬浮泥沙主要位于锚块附近，对浮游植物造成的影响较小。

（2）对浮游动物的影响分析

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

此外，据有关资料，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，尤其在悬浮物含量达到 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。同时，过量的悬浮物质对鱼、虾类幼体的存活也会产生明显的抑制作用。

由于本工程施工期间悬浮泥沙影响范围较小且这种不良影响是暂时的，当施工结束后，这种影响不再持续。因此，本工程施工产生悬浮物影响是有限的，不会对浮游生物产生持久的影响，在合理安排施工的基础上，其影响是可接受的。

3.1.3 对渔业资源的影响

渔业资源主要包括游泳生物（主要为鱼类、虾类、蟹类等）以及鱼卵、仔稚鱼。本项目对渔业资源的影响主要来自施工期悬浮泥沙扩散、施工期和营运期船舶噪声以及营运期养殖活动。

（1）网箱在抛锚固定过程中会扰动海底表层沉积物，导致局部海域悬浮泥沙浓度升高。根据报告类比分析，本项目施工产生的悬浮泥沙扩散范围将局限在项目用海范围，几乎不会对周边海域产生明显不利影响。在施工范围内，鱼类等游泳生物会主动回避游离，暂时离开扰动区域；鱼卵和仔稚鱼由于活动能力较弱，可能受到一定影响，但影响范围小、持续时间短。施工结束后，悬浮物浓度迅速恢复至本底水平，鱼类等水生生物可重新游回，因此不会对该水域的渔业资源造

成长期不良影响。

（2）施工过程中，船舶航行、锚泊及设备作业会产生水下噪声。噪声可能惊扰部分仔幼鱼的索饵和栖息活动，但绝大多数游泳生物具有较强的回避能力，可主动远离噪声源区域。由于施工噪声为间断性、局部性影响，且施工时间有限，对渔业资源的总体干扰较小。

整体而言，本项目对渔业资源的影响较小，区域渔业资源结构和功能可维持在良好水平。

3.2 运营期海洋生态环境影响分析

3.2.1 对底栖生物的影响

营运期养殖过程中不可避免会产生少量残饵及养殖鱼类的代谢排泄物。这些有机物质沉降到海底后，会在底质逐渐累积，引发系列生物化学变化：

首先，有机质富集将促进好氧微生物群落的快速繁殖，分解活动加剧，导致沉积物表层的溶解氧被大量消耗，形成缺氧或厌氧环境。缺氧条件进而促进微生物的脱氮作用和硫酸盐还原作用，使表层沉积物中硫化物含量趋于升高。硫化物对底栖生物具有毒性，长期高浓度硫化物环境会对底栖生物的生存构成显著压力。

其次，网箱养殖会改变其下方及邻近海域大型底栖生物群落结构：在网箱正下方区域，由于高有机负荷和缺氧，几乎无大型底栖生物生存；在网箱周围约30m范围内，耐有机污染的物种（如小头虫种）逐渐占优势；随着距离网箱中心进一步增大，底栖生物种类组成逐步恢复正常水域状态。

整体而言，本项目建设对底栖生物的影响较小。在严格落实养殖管理、控制有机负荷的前提下，营运期对底栖生物群落的负面效应可控制在局部、可恢复的范围内。

3.2.2 对海洋生物多样性的影响

本项目养殖方式为网箱养殖，需要投放大量的鱼苗，会改变局部海域原有的生物群落，从而影响生物的多样性，养殖鱼类的逃逸会对周边海洋生态产生影响，可能造成基因污染等。海水养殖对生物多样性的影响问题或多或少都是因为执法不严、管理不善等原因造成的，因此必须严格执行海水养殖相关的法律法规，加强各层面的管理水平，全面宣传和推广绿色健康养殖的理念、技术和控制养殖容量。此外，还应该加强对养殖区及其周边海域的生物生态监测，促进对海洋生物

多样性的保护和可持续利用。

综上所述，本项目对海洋生物多样性的影响是可控的。

3.3 对敏感目标影响分析

根据本项目环境敏感目标分布情况，项目评价范围涉及的生态保护红线有汕尾市碣石湾鳀鱼长毛对虾国家级水产种质资源保护区、碣石湾长毛对虾重要渔业资源产卵场、乌坎港上海村海岸防护物理防护极重要区、金厢重要渔业资源产卵场、汕尾海丰鸟类地方级自然保护区和金厢海岸防护物理防护极重要区。涉及的“三线一通道”保护区包括幼鱼、幼虾保护区和南海北部幼鱼繁育场保护区。

3.3.1 对海岸防护物理防护极重要区的影响分析

本项目评价范围内的海岸防护物理防护极重要区主要为金厢海岸防护物理防护极重要区和乌坎港上海村海岸防护物理防护极重要区。项目与上述海岸防护区的距离分别约为 3.8km 和 5.3km。海岸防护区的保护目标为自然砂质岸线，关注项目建设对自然海岸冲刷淤积现状的改变影响。

本项目开展网箱养殖，不占用海岸线，项目工程量很小且网箱固定锚占用海底面积小对海底地形地貌和冲淤环境影响很小，主要局限于项目用海区内，对养殖区外的海岸防护区基本无影响。其次项目建设对区域海流流速、流向的影响很小，基本不改变区域冲淤环境条件。

因此，本项目建设对海岸防护物理防护极重要区的影响极小。

3.3.2 对重要渔业资源产卵场、种质资源保护区的影响分析

本项目评价范围内涉及的重要渔业资源产卵场、水产种质资源保护区主要有汕尾市碣石湾鳀鱼长毛对虾国家级水产种质资源保护区、碣石湾长毛对虾重要渔业资源产卵场、金厢重要渔业资源产卵场，相对距离分别约 0.04km、0.38km 和 2.4km。上述保护目标为种质资源及海洋生态环境，保护物种种群有鳀鱼、长毛对虾等种质资源，重点关注项目建设对其中主要生物种质产卵、索饵产生的影响。

根据报告类比分析，本项目施工产生的悬浮泥沙扩散范围将局限在项目用海范围，几乎不会对周边海域产生明显不利影响。对上述重要水生生物海域的生态环境影响甚微，对保护种群的生存基本无影响。

项目施工期间船舶含油污水委托具有能力处理的单位接收处理，船舶生活污

水收集上岸后经槽车转运至陆丰第二污水处理厂处理排放，不直接排放入海。在落实好环保措施的前提下，项目污染物基本不会对周边水质造成影响，基本不会对海洋生态造成影响。运营期通过与类似项目进行类比分析，重力网箱养殖区域养殖污染物浓度很低，且影响范围局限在网箱周边区域，因此项目养殖活动对汕尾市碣石湾鳙鱼长毛对虾国家级水产种质资源保护区、碣石湾长毛对虾重要渔业资源产卵场、金厢重要渔业资源产卵场基本不会产生明显不利影响，对其保护物种种群的影响很小。

项目海域所受影响的经济种类主要为行动缓慢的底栖生物，经建设单位采取生态赔付等措施对可能受损的生物资源进行补偿修复后，本项目建设对所在海域海洋生物产卵、繁殖、索饵产生的影响处于可接受水平。

3.3.3 对“三场一通道”的影响分析

本项目所在海域属于“三场一通道”中的南海北部幼鱼繁育场保护区及幼鱼、幼虾保护区。

由于项目施工时间较短，因此悬浮泥沙对幼鱼等的影响是暂时的。项目施工期间产生的船舶污染物经收集后上岸处理，均不排海。在落实好环保措施的前提下，项目污染物基本不会对海洋水质和海洋生态造成影响。本工程对幼鱼幼虾保护区及其中的主要经济种类产卵、索饵产生影响的主要为施工期产生的悬浮物，但施工期产生的悬浮泥沙量小，且影响是暂时的，但也应制定合理的施工计划减轻影响。施工过程中应在限定的范围作业，减少对生物栖息环境的扰动强度和范围。施工期间同时应控制船舶噪声和其他设备产生的噪声，减少噪声对幼鱼幼虾等的影响。

项目通过深水网箱方式进行养殖，运营期养殖对海洋环境造成污染主要为投喂人工配合养殖饵料及鱼类排泄物，养殖饵料及鱼类排泄物向四周迁移过程中部分会被海洋中其他生物吸收利用，且项目网箱养殖规模较小，养殖密度较低，项目位于开阔海域，扩散条件好，养殖饵料及鱼类排泄物对周边海域水质环境影响很小，主要局限于养殖区周边范围，对海洋水质环境的影响小。根据项目对海水水质环境的影响分析，项目实施对海水水质环境基本不会产生明显的负面影响，对南海北部幼鱼繁育场保护区及幼鱼幼虾保护区的影响较小。

因此，本项目建设基本不会对“三场一通道”造成实质性损害，对其保护物

种种群的影响很小。

3.3.4 对鸟类自然保护区的影响分析

本项目评价范围内涉及汕尾海丰鸟类地方级自然保护区，项目与该自然保护区的最近距离约 4.57km，该保护区主要保护目标为鸟类生境、重要滩涂和浅海水域。由于项目距离汕尾海丰鸟类地方级自然保护区较远，且项目养殖设施施工过程中会产生的悬浮泥沙源强非常小，由报告类比分析，悬浮泥沙扩散范围较小，基本可在项目用海范围内沉降，因此项目建设基本不会对汕尾海丰鸟类地方级自然保护区鸟类生境、重要滩涂和浅海水域产生影响。

3.4 对通航的影响分析

项目选址附近分布多条航线和多个锚地，项目养殖区距离乌坎东线航道较近，项目施工期和运营期间会增加养殖区附近海域的通航密度，对乌坎东线通航安全将会造成一定的影响。尽管施工对其周围的通航环境会造成一定的影响，但通过严密、科学的施工组织和合理的生产调度；把工程安全、施工安全和通航安全放在首位，做好施工作业的安全管理工作；施工船和运营工作船运用技术良好、谨慎驾驶的驾驶员，可以最大限度地减少施工期和营运期对马宫航道通航环境和船舶通航的影响。

项目养殖区用海距离南侧防台锚地较近，项目不占用锚地，项目不影响锚地功能的发挥。

综上，在采取一定的通航保障措施前提下，通航安全是可以得到保障的。

3.5 环境风险影响分析与评价

1. 风险评价等级划分依据

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）和《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），项目的风险评价等级根据项目涉及的物质及工艺系统危险性和项目区域的环境敏感性确定环境风险潜势，环境风险评价等级划分见下表：

表 3.5-1　评价工作等级划分依据

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

表 3.5-2　项目环境风险潜势划分

环境敏感程度 E	危险物质及工艺系统危险性（P）			
	极高危害（P1）	高度危害（P2）	中度危害（P3）	轻度危害（P4）
环境高度敏感区（E1）	VI+	IV	III	III
环境中度敏感区（E2）	IV	III	III	II
环境低度敏感区（E3）	III	III	II	I
注：VI+为极高环境风险。				

由导则可知，环境风险评价等级由环境风险潜势决定，而环境风险潜势由环境敏感程度 E 及危险物质及工艺系统危险性 P 决定。

2. 风险潜势初判

《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）附录 G 中的危险物质数量与临界量比值（Q）的计算如下：

当只涉及一种危险物质时，计算该物质的总量与其临界量比值，即为 Q；当存在多种危险物质时，则按下列公式计算物质总量与其临界量比值（Q）：

$$Q=\frac{q_1}{Q_1}+\frac{q_2}{Q_2}+\frac{q_3}{Q_3}+\ldots+\frac{q_n}{Q_n}$$

式中：$q_1,q_2,q_3,\ldots q_n$ --每种危险物质的最大存在总量，t；

$Q_1,\ Q_2,\ Q_3,\ \ldots\ldots,Q_n$ --每种危险物质的临界量，t；

当 Q＜1 时，项目环境风险潜势为 I。

当 Q≥1 时，将 Q 值划分为：（1）1≤Q＜10；（2）10≤Q＜100；（3）Q≥100。

项目施工期和营运期最大的船舶吨位为 100t。根据《船舶污染海洋环境风险评价技术规范（试行）》附录 4 中的方法一，船舶燃油携带量一般占船舶总吨的 8%~12%（本报告取 10%）。则项目单艘船舶最大载油量约为 10m^3，通常国标柴油的密度范围为 0.83～0.855，项目取 0.84t/m^3，则燃油最大存在量为 8.4t。

项目运营期投入 5 艘投料辅助船舶和 2 艘应急起重船舶，因此项目最大储油量为 8.4t×7=58.8t，涉及的环境风险物质为油类物质，由《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409—2025）附录 G.1 可知，油类物质（矿物油类，如石油、汽油、柴油等；生物柴油）临界量为 100t。Q 值计算结果见下表：

表 3.5-3　环境风险物质与临界量的比值结果

物质名称	CAS 号	储存方式	项目最大储存量 q（t）	临界值 Q（t）	q/Q
油类物质	/	油箱	58.8	100	0.588

∑qn/Qn	0.588

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409—2025）附录 G.1 可知，危险物质数量与临界量比值（Q），属于 Q=0.588 < 1 的范围，因此项目环境风险影响为简单分析。

3.5.1 台风、风暴潮风险分析

热带气旋是影响华南沿海地区最大的灾害性天气。影响南海沿岸海域的热带气旋的生成源主要有两个：1）西北太平洋的马里亚纳群岛附近，即 7°N～15°N，135°E～150°E 之间的洋面上；2）南海中部，即 13°N～18°N，111°E～117°E 之间的海面上。热带低压多数来自南海，而强热带风暴和台风则绝大多数在西太平洋生成。

华南沿岸常常受到热带气旋的影响。每年 5～10 月是华南沿海遭受热带气旋的主要时期，尤以 8 月为高峰，广东沿岸平均每年约受 6.2 个热带气旋的影响，早期以南海生成的居多，晚期则以西太平洋生成为主。在南海生成的热带气旋形成快，强度弱，距岸较近，加上引导气流复杂，因而其移动路径的规律性较差。在西太平洋形成的热带气旋在移动过程中能量不断积累，强度往往较大，多发展为台风。由于受到副热带高压的引导，太平洋热带气旋大多西移越过菲律宾进入南海，对广东沿岸影响很大。

风暴潮是由于热带气旋、温带天气系统、海上飑线等风暴过境所伴随的强风和气压骤变而引起的局部海面震荡或非周期性异常升高（降低）现象。风暴潮主要表现为：海水异常升高，风大浪急、潮位太高，损坏渔船、冲毁养殖筏架。施工期间，当风暴潮发生时，狂风夹着巨浪引起风暴潮增水，海水异常升高，风大浪急，会对施工船舶造成损坏，并危及施工人员的人身安全，施工期间应及时关注天气及潮位信息，避开台风季节，选择合适的天气及潮位条件，避免风暴潮天气施工。运营期间，当风暴潮发生时，可能会损毁作业船舶，毁坏网箱结构，引发养殖水体剧烈扰动，破坏养殖环境稳定性。此外，台风的发生有可能会使所处海域水质受到破坏，导致养殖鱼类死亡，无法打捞，腐烂后将会造成水底污染，很难恢复再生产，同时，对海域环境造成严重的破坏。

3.5.2 赤潮

赤潮是海水中某些微型藻、原生动物或细菌在一定的环境条件下爆发性增殖

或聚集致水体变色的一种生态异常现象。赤潮生物的异常性增殖，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；赤潮生物的异常暴发性繁殖，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。

赤潮一般分为有毒赤潮和无毒赤潮两类，无毒赤潮基本不产生毒害作用，而有毒赤潮的危害较大。

当无毒赤潮发生时，对项目养殖基本无影响，当有毒赤潮发生时，可能对养殖产品造成一定的影响。赤潮会破坏海洋中的饵料基础，赤潮的发生是有害的藻类暴发性繁殖，破坏了原有的生态平衡，进而影响到海洋中正常的食物链，造成食物链中断，从而造成鱼虾类减产；有毒赤潮可能导致贝类体内贝类毒素的积累，尽管贝类毒素对贝类无害，但人食用染毒的贝类后，贝类毒素会在人体内迅速释放而导致人中毒。

沿海工业排污、生活排污以及水产养殖饵料残留等导致海水富营养化是赤潮发生的物质基础。养殖过程在合理控制养殖密度的情况下，造成赤潮的可能性较小。

3.5.3 溢油事故风险分析

项目施工建设、投放苗种、日常管理、收获等环节都需要使用船舶，因此，存在船舶溢油事故风险。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；操作性污染是指船舶事故性排放机舱油污水造成的污染。

溢油事故影响过程：溢油在海面上的变化是极其复杂的，其中主要有动力学和非动力学过程。动力学过程初期为扩展过程：主要受惯性力、重力、粘性力和表面张力控制，形成一定面积的油膜，其后油膜在波浪、海流和风的作用下作漂移和扩散运动，油膜破碎分成多块，其过程要持续数天。非动力学过程指油膜发

生质变的过程，主要包括蒸发、溶解、乳化、沉降和生物降解等过程。

（1）扩展：由于油比水轻，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：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：溢油在海面形成油膜以后，受到破碎波的作用使一部分油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溢出挥发到大气中。

（4）蒸发：油膜蒸发是指石油烃类从液态变为气态的过程，油膜与空气之间的物质交换与油膜表面积、溢油的组分及其物理特性有关，与风速、海面温度、海况以及太阳辐射的强度等也有关。实验表明，含量占 0%～40%的低烃类油膜在溢油后 24 小时内就会蒸发掉。

（5）溶解：油膜溶解是指烃类物质由浮油体到水体的混合交换过程，溶解量和溶解速率取决于石油的组成及其物理性质、油膜扩展度、水温和水的湍流度以及油的乳化和分散程度。一般低烃类既有高蒸发率，又有高溶解度，它们的总效应导致油膜的密度和黏度增加，从而抑制扩展过程和湍流扩散过程。实验表明，溶解量仅为蒸发量的百分之几。

（6）乳化：油膜乳化是一个油包水的过程，已有研究表明，发生乳化的内在因素是原油的沥青烯中含有乳化剂，当其含量达到一定程度时，即发生乳化现象，形成油包水颗粒。海况能影响乳化的速度，但最终的乳化总量与海面状况无关，仅取决于乳化剂的含量，当乳化颗粒与碎屑或生物残骸结合而变重时，油滴将沉降到海底。沉降主要发生在近岸，浅水浑浊区较为显著。

（7）吸附沉淀：油的部分重组分可自行沉降或黏附在海水中的悬浮颗粒上，并随之沉到海底。

（8）生物降解：生物降解为海水中的某些生物通过对石油类物质的吸收来获取碳元素，生物降解过程是起作用较晚的过程。生物降解过程不仅对漂浮油膜起作用，对沉降的油滴也同样起作用。降解过程与油膜所处环境中微生物群的种类、数量有关，与海水温度、含氧量和无机营养盐含量等因素也有关。

溢油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、地理位置和油本身的化学组成等）的影响，每一

次溢油的归宿也不尽相同。其主要的影响因素有乳化、吸附沉淀和生物降解等。油膜非动力学过程极其复杂，发生的时间尺度为 1 天到数周。

根据交通运输部《2023 年交通运输行业发展统计公报》，2023 年末全国拥有水上运输船舶 12.19 万艘，全年共发生运输船舶水上交通事故（等级事故）103 起，沉船 33 艘，全年水运工程建设领域未发生重特大事故，水上交通事故概率较低。

项目施工和运营船舶数量均为小型船舶且十分有限，发生通航安全事故的概率较小，因此，船舶溢油污染事故的发生几率非常小。只要加强生产指挥与调度管理，工作人员严格遵守操作规程，避免恶劣天气条件下作业，使溢油风险的几率降至最低。

4. 养殖病害风险分析

病原生物是导致养殖海产品病害爆发的最重要原因，然而导致大规模死亡的病原生物种类并不太多，主要是病毒、细菌和体内寄生虫（*Endoparasites*），其中海产品体内寄生原生动物病害最为普遍，危害最大。

项目养殖过程中若发生大规模养殖病害事故，一方面将对养殖水域和养殖活动带来损害，另一方面对用海区外侧海域造成潜在威胁。一旦养殖病害发生，若无法及时控制，将造成水产品大规模死亡，从而造成巨大经济损失；同时，养殖病害蔓延至邻近海域，将造成其他养殖项目水产品的死亡，致病性微生物大量繁殖，会对海域游泳生物的正常生长产生一定的影响，尤其是对鱼卵、仔鱼造成一定的损害，严重时可能导致所在海域整个生态系统的破坏。

项目采取优质育苗，合理投喂，定期更换网衣，保持水流畅通情况下，降低鱼类发病的可能性。在加强日常养殖管理的情况下，发生养殖病害风险的概率很小。

5. 外来物种入侵风险分析

项目所在海域生物多样性较好，生态环境属于正常状态。本项目深水网箱主要养殖品种为汕尾海域常见的主要经济种，主要包括石斑鱼、金鲳鱼、褐蓝子鱼等，因此项目的养殖生物基本无外来物种入侵的风险。通过严格控制养殖项目苗种，养殖苗种投放前，严格检查、控制养殖品种，确保种质优良、体质健壮、规格整齐、无病害、无畸形，可避免外来种或入侵者的引入。

4 海洋生态保护措施

4.1 施工期海洋生态保护措施

（1）严格控制施工范围，加强施工期的监督管理，避免对周边水生生物产生不利影响。施工期养殖网箱应严格按照确定的用海范围进行布置，选择风浪较小的天气施工，减少对海底的扰动，减少施工期产生的悬浮泥沙对海洋生态环境的影响。

（2）应对整个施工进行合理规划，尽量缩短工期，以减轻施工可能带来的水生生态环境影响。

（3）施工期加强管理，做好施工区生活垃圾处理，严禁向海域内随意排放和丢弃污染物，避免对生态环境造成影响。建设单位应强化施工人员海洋环境保护的意识，对施工区内的海漂垃圾做到及时打捞清理，清理的垃圾经收集分类后上岸交由环卫部门清运处理，保护施工期及周边海域的生态环境。

（4）施工过程中需密切注意施工区及其周边海域的水质变化。如发现因施工引起水质变化而对周围海域海洋生物产生不良影响，则应立即采取措施，必要时可短暂停工。

（5）制定完善的风险应急措施，一旦发生燃料油泄漏事故及其他导致水质不达标事故，应及时治理，以尽量减少石油类及其他污染物入海对海洋生物的影响。

4.2 运营期海洋生态保护措施

（1）工程建成后，应对项目所在区域的生态环境进行跟踪监测，掌握生态环境的发展变化趋势，以便及时采取调控措施。

（2）项目应采取优质育苗，合理投喂，定期更换网衣，保持水流畅通情况下，降低鱼类发病的可能性。若遇到鱼类生病，使用的药物应符合《水产养殖用药明白纸（2025 年 1、2 号）》的规定，严禁使用未取得生产许可证、批准文号、产品执行标准号的渔药。建议使用高效、低毒、低残留量渔药，达到生态综合防治的目的；养殖过程中应科学控制养殖密度，选择健康的苗种投放，及时清理飘到养殖区的海上垃圾，清理的垃圾经收集分类后上岸交由环卫部门清运处理。

（3）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。

（4）项目网箱设置的密度和养殖密度较低，网衣采用经防污处理的无结网，勤洗网换网可保证网箱内水流通畅；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。

（5）加强人员管理及养殖废弃物治理，严禁工作人员向海域丢弃垃圾，推进贝壳、网笼、浮漂等养殖生产副产物及废弃物集中收置和资源化利用。建设单位应强化工作人员海洋环境保护的意识，对养殖区内的海漂垃圾做到及时打捞清理，清理的垃圾经收集分类后上岸交由环卫部门清运处理，保护养殖区及周边海域的生态环境。

（6）施工及营运期间应提前规划船舶航行路线，水深满足航行条件时尽量避免船舶穿越附近生态保护红线区，严禁除航行外其他作业活动；在公共航道航行时严格控制船舶在既定航线范围内，并合理控制船速，以最大限度减少对水生生物产卵场的干扰与伤害。

（7）坚持预防为主的方针。对出现养殖生物死亡个体应及时采取无害化处理，按照农业农村部渔业渔政管理局发布的关于印发《水产养殖动物疫病防控指南（试行）》的通知（农渔养函〔2022〕116 号）以及《病死水生动物及病害水生动物产品无害化处理规范》（SC/T7015-2022）等要求进行无害化处理。

4.3 生态补偿措施

项目施工对生态资源造成最直观的损失是因投锚沉入海底造成的底栖生物的直接损失，对项目所在海域的生态环境造成了事实上的负面影响。为了缓解和减轻工程对所在海域水生生物的不利影响，建设单位应根据农业部《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）的有关规定，对项目附近水域的生物资源恢复作出生态补偿。

《中国水生生物资源养护行动纲要》（国发〔2006〕9 号）明确提出：建立健全水生生物资源有偿使用制度，完善资源与生态补偿机制。按照谁开发谁保护、谁受益谁补偿、谁损害谁修复的原则，开发利用者应依法交纳资源增殖保护费用，专项用于水生生物资源养护工作；对资源及生态造成损害的，应进行赔偿或补偿，

并采取必要的修复措施。目前，海洋工程的生态补偿通常有以下三种方式：1）经济补偿；2）资源补偿：对重要生物资源（鱼类、底栖动物和鱼卵仔鱼）的损失应进行增殖放流补充；3）生境补偿：对受到破坏的海洋生境（渔场、繁殖地、育幼场和索饵场）进行恢复与重建。4）落实海洋生态补偿措施，有关具体的海洋生物资源和渔业资源补偿方案，在项目核准后，由养殖企业与有关主管部门协商，明确补偿计划、具体实施单位等。

因项目建设主要引起底栖生物资源损失，相对损失量极少，本报告建议采用经济补偿的方式，根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）、《关于发布广东省涉渔工程渔业资源损失生物价格核算技术指南的通知》等文件，建设单位按规定赔付年限核算有关生物损失赔偿金，弥补本项目建设对海洋生物资源造成的损失。

4.4 环境风险防范对策措施

4.4.1 养殖病害风险防范措施

病害防治要坚持“以防为主，防治结合”的原则。放养时苗种要经过杀菌消毒；养殖过程中，要坚持巡视，特别留意察看鱼群的游动、摄食情况，一旦发现病、死鱼应及时隔离治疗或进行无害化（如深埋等）处理，严禁随便将病、死鱼扔出网箱外，使病害传播蔓延，造成更大的损害。

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。

养殖期间若遇到鱼类生病，则需要投喂少量的药物。项目应采取优质育苗，合理投喂，定期更换网衣，保持水流畅通情况下，降低鱼类发病的可能性。使用的药物应符合《水产养殖用药明白纸（2025 年 1、2 号）》的规定，严禁使用未取得生产许可证、批准文号、产品执行标准号的渔药。建议使用高效、低毒、低残留量渔药，达到生态综合防治的目的。

4.4.2 赤潮风险防范措施

赤潮的发生原因是多方面的，其中赤潮生物的存在及特性和水体富营养化是主要原因，此外还有发生海区的水文、气象、理化因子以及当地气候和海水动力

状况等多种因素。赤潮会对海水养殖造成物理性危害、缺氧性危害、天然饵料危害、毒性危害等。

为减少赤潮对养殖区的危害，应在养殖区采取科学养殖，在赤潮发生时采取应急处理措施。

（1）科学养殖，保护养殖区海水水质。养殖密度过大，也会对周边海洋环境造成影响。因此，为了减少海水养殖带来水体富营养化问题，必须根据自然环境，对浅海和滩涂进行合理开发，合理安排养殖方式和养殖规模，控制养殖密度，普及科学养殖。

（2）及时关注赤潮信息，采取应对措施。加强养殖区水质监测工作，及时有效地开展养殖区赤潮灾害预防、控制和治理。密切关注赤潮发生情况，若发现需及时发布赤潮信息，以多样的信息传递方式，将赤潮监测信息发给养殖户，做好赤潮防范，减少损失。

（3）定期做好环境现状监测，对赤潮的防治主要是通过加强海洋环境保护以防止养殖区海水的富营养化，防止赤潮的发生。

（4）采取措施，减少赤潮危害。赤潮发生时，可采取以下应急措施：将升降式网箱下沉至水下较深水层，避开表层赤潮生物密集区，赤潮消退后再复位；赤潮期间应减少投饵量或暂停投喂，避免残余饵料加重水体污染；配备增氧设备，加强溶氧监测，发现溶解氧急剧下降立即采取增氧措施。

（5）水产品上岸应做产品质量检测。为保障食品安全，对赤潮发生区养殖的水产品，产品上市前必须进行安全检测，对于被有毒赤潮污染的养殖鱼类进行无害化处理，禁止上市；检测合格后方能上市销售，以确保食品安全。

4.4.3 自然灾害防范对策措施

因项目所在海域为台风多发地，台风对附近海域影响也较大。建议建设单位针对热带气旋灾害制定应急预案，本报告建议采取如下措施进行防范：

（1）掌握天气实时情况，及时掌控台风动态信息及预警信息，随时注意台风中心位置、强度、移动方向等，及早做出防台风的对策措施。增强防灾减灾意识，充分准备抗台风物料，做好应急物资准备。减少养殖存量，对达到上市规格的养殖水产品提前收捕，尽量减少损失。及时检查锚碇系统松紧程度，避免走锚及养殖设施位移，做好养殖设施加固工作。

（2）养殖作业期间应尽量选择避开台风季节，若台风季节进行放苗和采捕应做好各项防台、抗台预案和安全措施，以减轻灾害带来的损失。

（3）建设单位需做好安全检查工作。经常检查网箱质量，如发现异常现象，要及时更换或疏解。养殖期间应注意天气的变化，加强检查及时做好养殖设施检修、加固。可采取减漂、压石等办法对网箱进行防护。强风强流过后，要及时检查抢修受损设施，检查养殖设施偏离情况和是否存在跑锚问题，并进行修正。

（4）台风期间，严禁人员、船只出海作业，直至台风警报解除，且海况条件符合海上作业要求。

（5）台风过后进行网箱养殖安全检查，及时排除现场存在的安全隐患：检查网箱框架、网衣及铺泊系统有无损坏，确保现存鱼类安全。清捞养殖区内杂物，积极组织养殖现场复工及设备维修；无害化清除被掩埋的死鱼，减轻对养殖环境的影响：采用投饵采食量来估算存鱼数量，合理安排后续养殖投喂。

4.4.4 外来物种入侵风险防范措施

通过严格控制养殖项目鱼苗，养殖鱼苗投放前，严格检查、控制养殖品种，杜绝投放外来物种，以降低外来物种入侵风险。

5. 溢油事故风险防范措施

建设单位应制定船舶碰撞溢油应急预案，并与相关单位就溢油事故应急设施等达成协议。

（1）成立应急组织指挥体系，负责船舶碰撞溢油事故的防范、应急和善后。

（2）溢油事故发生后，应立即报告应急指挥部，应急指挥部接到事故报告后，应立即下达指令启动应急程序，采取措施控制事态发展，减少事故损失。同时应及时向海事部门报告，取得专业指导和支持。

（3）项目备用柴油发电机组及燃油箱设置于专用设备区域，并采取防渗、防溢流及防火措施，周边配置吸油毡、消防器材等应急物资。

（4）燃油补给过程中严格控制作业流程，补给前检查管路和接口，补给过程中安排专人现场监护，防止燃油泄漏污染海域。

（5）备用柴油发电机组应定期进行试运行和维护保养，确保设备处于良好状态。

5 环境监测

根据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》要求，为了及时了解和掌握建设项目在其施工期、运营期对海洋水质、沉积物和海洋生物的影响，以便对可能产生明显环境影响的关键环节事先采取制度性的监测，使可能造成环境影响的因素得以及时发现，需要对建设项目施工和运营对海洋环境产生的影响进行跟踪监测。

5.1 监测计划

5.1.1 监测点位

施工期及营运期监测范围主要选择在项目用海附近海域进行监测，共设 3 个站（监测过程可视情况做适当的调整），具体坐标及位置布设见表 5.1.1-1 和图 5.1.1-1。

表 5.1.1-1　监测站位坐标信息（建议）



图 5.1.1-1　监测站位示意图

5.1.2 监测项目和方法

项目为深水网箱养殖，养殖过程对海洋环境的影响很小，跟踪监测项目结合实际情况和报告中的海洋现状调查结果进行了优化处理，主要监测区域现状出现超标的环境因子或施工期和运营期容易受到影响的环境因子。

（1）施工期

海水水质：pH、DO、COD、石油类、SS、无机氮、活性磷酸盐 7 项；

海洋沉积物：石油类、有机碳、硫化物、汞。

（2）营运期

海水水质：DO、COD、石油类、SS、无机氮、活性磷酸盐、Pb 等 7 项；

海洋沉积物：石油类、有机碳、硫化物、汞。

5.1.3 监测时间与频率

施工期：施工结束后立即开展监测一次。

营运期：营运期第一次采收期过后监测一次，若养殖区域发生环境风险事故或受到影响（如赤潮、溢油事故等），视影响程度开展监测。

5.1.4 监测资料建档及报告提交

（1）对原始记录应完整保留备查。

（2）及时整理汇总监测资料，反馈通报，建立良好的信息系统。

（3）环境管理与监测情况应随时接受环保主管部门的检查和监督。

6 专项评价结论及建议

6.1 结论

陆丰市碣石湾海域金厢片区 2 号海洋产业园工程项目位于广东省汕尾市陆丰市碣石湾金厢角西侧对开海域约 4 公里的海域，开放式养殖用海面积 48.0000 公顷，养殖方式为深水网箱养殖，养殖品种主要包括石斑鱼、金鲳鱼、褐蓝子鱼等。项目施工期投放铁锚产生的悬浮总体影响范围较小，且随施工期结束而停止。项目养殖过程中将产生一定的养殖污染物，在采取适当的科学管理和环保治理措施后，可基本控制污染，使工程对环境与生态环境的影响降至最低限度，对海洋生态环境的影响很小。

根据项目对海洋生态环境的评价结果，项目按照其建设要求，落实本报告提出的环境保护措施，进行合理施工和科学管理，则其对海洋生态环境造成的损失不大，其影响也是可以接受的。项目对附近环境敏感目标的影响很小，作为开放式养殖建设项目，工程运营后对促进渔业生产、区块旅游业发展、促进海洋经济的可持续发展有着重要作用。

综上，根据海洋生态环境质量现状调查和影响分析结论，在落实本报告表所提出的污染防治措施的前提下，本项目建设对生态环境的影响是可接受的。

6.2 建议

（1）本项目实施过程中，应严格落实环境保护，切实落实各项生态保护措施，控制养殖密度，减轻由项目所造成的不良生态环境影响；

（2）做好台风天等恶劣天气的风险防范预防措施，减少损失；

（3）建设单位应按相关要求，做好通航安全影响与评估，与相关部门进行沟通协调，避免影响周边船舶通航安全；建设单位建设运营期间应做好船舶污染物收集转运管理工作，严格落实报告中提出的各项环保措施。