

湛江市包金沙 1 号海域现 代化海洋牧场建设项目环 境影响报告书

(送审稿)

建设单位(盖章): 湛江市蓝色海洋产业发展有限公司

编制单位(盖章): 广州瑞华环保科技有限公司

二〇二五年七月

目录

概述	1
一、建设项目由来	1
二、建设项目概况及特点	4
三、环境影响评价的工作过程	4
四、分析判定相关情况	5
五、关注的主要问题及环境影响	6
六、环境影响报告书的主要结论	7
1 总则	8
1.1 评价目的	8
1.2 报告书编制依据	8
1.2.1 全国性法律法规	8
1.2.2 地方性法规及规范性文件	11
1.2.3 技术导则依据	13
1.2.4 其他评价依据	14
1.3 项目所在海洋空间规划及环境功能区划	15
1.3.1 海洋功能区划	15
1.3.2 海岸带及海洋空间规划	17
1.3.3 项目所在近岸海域环境功能区划	21
1.3.4 项目所在“三线一单”生态环境管控单元	22
1.3.5 三区三线	25
1.3.6 地表水环境功能区划	25
1.3.7 项目所在环境空气质量功能区	25
1.3.8 项目所在声环境功能区划	26
1.4 评价标准	27
1.4.1 海洋环境质量标准	27
1.4.2 渔业水质标准	29
1.4.3 环境空气质量标准	30
1.4.4 声环境质量标准	30
1.5 污染物排放标准	31
1.5.1 生活污水	31
1.5.2 含油污水	31
1.5.3 养殖废水	32
1.5.4 固体废物	33
1.5.5 废气	34
1.5.6 噪声排放标准	35
1.6 评价等级	35
1.6.1 海洋环境影响评价等级	35
1.6.2 地表水环境评价等级	36
1.6.3 环境空气评价工作等级	37
1.6.4 噪声评价等级	37
1.6.5 环境风险评价工作等级	37

1.6.6 地下水环境评价工作等级	40
1.6.7 土壤环境评价工作等级	40
1.6.8 生态环境评价等级	41
1.6.9 总结	41
1.7 评价范围	41
1.7.1 海洋生态环境及环境风险影响评价范围	41
1.7.2 环境空气影响评价范围	42
1.7.3 声环境影响评价范围	42
1.8 环境保护目标和环境敏感目标	43
1.8.1 环境保护目标	43
1.8.2 环境敏感目标	43
1.8.3 环境关注点	49
1.9 评价内容和评价重点	51
1.9.1 评价内容	51
1.9.2 评价重点	51
2 项目建设基本情况	53
2.1 建设项目规模及地理位置	53
2.1.1 项目基本情况	53
2.1.2 项目选址位置	53
2.1.3 项目建设内容及规模	54
2.2 工程的平面布置、结构和尺度	55
2.2.1 工程平面布置	55
2.2.2 网箱养殖区平面布局	59
2.2.3 筏式栅架筏养殖区布局	62
2.2.4 筏式延绳养殖区平面布局	64
2.2.5 重力式深水网箱结构、尺度	66
2.2.6 桁架类网箱结构、尺度	72
2.2.7 筏式延绳和筏式栅架结构、尺度	75
2.3 工程的辅助和配套设施, 依托的公用设施	77
2.4 养殖生产主要流程	77
2.4.1 主要养殖品种	77
2.4.2 养殖工艺和方法	79
2.4.3 养殖规模、产量及原辅材料情况	87
2.5 工程施工方案、施工方法、工程量及计划进度	89
2.5.1 施工条件	89
2.5.2 重力式深水网箱施工工艺	90
2.5.3 桁架类网箱施工工艺	92
2.5.4 浮筏养殖施工工艺	93
2.5.5 施工、运营期主要船舶和机具	94
2.5.6 土石方平衡	95
2.5.7 施工进度计划	95
2.6 工程占用海岸线、滩涂和海域状况	96
2.7 项目建设必要性	101
3 工程分析	104

3.1	生产工艺与过程分析	104
3.1.1	施工期生产工艺与过程分析	104
3.1.2	运营期生产工艺与过程分析	106
3.2	工程各阶段污染环节与环境影响分析	108
3.2.1	施工期间污染源分析	108
3.2.2	运营期污染源分析	111
3.3	工程各阶段非污染环节与环境影响分析	118
3.4	环境影响要素和评价因子的分析与识别	118
3.4.1	环境影响要素识别	118
3.4.2	评价因子筛选	119
4	区域自然和社会环境现状	121
4.1	区域自然环境现状	121
4.1.1	气候特征	121
4.1.2	地形地貌	123
4.1.3	主要海洋灾害	128
4.2	海洋资源概况	130
4.2.1	港口资源	130
4.2.2	岸线资源	131
4.2.3	旅游资源	131
4.2.4	湿地资源	132
4.2.5	海岛资源	132
4.2.6	红树林自然保护区	133
4.2.7	水鸟资源	134
4.2.8	“三场一通道”分布	134
4.2.9	矿产资源	140
4.3	区域社会环境现状	141
4.3.1	社会经济概况	141
4.3.2	海域开发利用现状	142
4.3.3	海域权属现状	143
5	环境现状调查与评价	145
5.1	水文动力环境现状调查与评价	145
5.1.1	水文特征	145
5.1.2	2023年12月水文现状调查	145
5.2	海洋环境现状调查时间及站位布设	157
5.3	海水水质现状调查与评价	159
5.3.1	海水水质现状调查内容及评价分析方法	159
5.3.2	2024年4月海水水质调查结果与评价	161
5.3.3	广东省近岸海域国控站位监测情况	169
5.4	海洋沉积物质量调查与现状评价	172
5.4.1	海洋沉积物质量调查内容与评价分析方法	172
5.4.2	2024年4月海洋沉积物调查结果与评价	173
5.5	海洋生态及渔业资源现状调查	175
5.5.1	调查内容和分析方法	175
5.5.2	2024年4月海洋生态调查结果	178

5.5.3	2024年4月渔业资源调查	193
5.6	海洋生物质量现状调查与评价	207
5.6.1	采样方法与评价方法	207
5.6.2	2024年4月生物质量调查结果与评价	210
5.7	环境空气质量现状	211
5.8	声环境质量现状	211
6	环境影响预测与评价	213
6.1	水文动力环境影响预测与评价	213
6.1.1	水动力模型简介	213
6.1.2	模型的建立	217
6.1.3	模型结果的验证	218
6.1.4	网箱对流速、流向的影响分析	221
6.2	地形地貌与冲刷环境影响预测与评价	223
6.3	海水水质环境影响预测与评价	224
6.3.1	施工期对水质环境的影响分析	224
6.3.2	运营期对水质环境的影响分析	227
6.4	海洋沉积物环境影响预测与评价	234
6.4.1	施工入海泥沙对沉积物环境的影响	234
6.4.2	运营期对沉积物环境的影响分析	234
6.5	海洋生态环境影响预测与评价	236
6.5.1	施工期对海域生态的影响分析	236
6.5.2	运营期对海洋生态的影响分析	237
6.5.3	项目建设对海洋生物生存环境、种类数量的影响分析	240
6.5.4	渔业资源损耗分析	241
6.6	主要环境敏感区和海洋功能区环境影响分析	242
6.6.1	对海洋功能区的影响分析	242
6.6.2	对农业部划定渔业资源保护区的影响分析	243
6.6.3	对现状养殖区的影响分析	243
6.6.4	对“三区三线”的影响分析	245
6.7	对通航环境影响分析	245
6.8	对声环境影响预测与评价	247
6.8.1	施工期对声环境的影响分析	247
6.8.2	运营期对声环境的影响分析	247
6.9	对大气环境影响分析	248
6.10	固体废物影响分析	248
7	环境风险分析与评价	250
7.1	环境风险评价工作等级	250
7.2	事故风险分析	250
7.2.1	自然灾害风险	250
7.2.2	施工安全风险	251
7.2.3	溢油风险分析	251
7.2.4	饲料及喂养造成的环境风险分析	278
7.2.5	赤潮灾害风险分析	278
7.2.6	养殖病害风险分析	281

7.2.7 养殖逃逸风险分析	282
7.3 风险防范措施	283
7.3.1 自然灾害风险防范措施	283
7.3.2 通航安全风险防范措施	284
7.3.3 溢油事故风险防范措施	285
7.3.4 饵料及喂养造成的环境风险防范措施	286
7.3.5 赤潮风险防范措施	286
7.3.6 养殖病害风险防范措施	287
7.3.7 养殖逃逸风险防范措施	289
7.3.8 有毒有害生物风险预防措施	289
7.4 环境风险事故应急程序	290
7.4.1 台风应急措施	290
7.4.2 碰撞应急措施	291
7.4.3 溢油应急预案	291
7.5 小结	299
8 环境保护对策措施及其可行性	301
8.1 建设项目各阶段的污染环境保护对策措施	301
8.1.1 施工期污染防治措施	301
8.1.2 营运期污染防治措施	303
8.2 建设项目各阶段的海洋生态保护对策措施	305
8.2.1 海洋生态保护对策措施	305
8.2.2 养殖污染防治措施	307
8.2.3 生态补偿	308
9 环境影响经济损益分析	309
9.1 环境保护设施和对策措施的费用估算	309
9.2 环境保护的经济损益分析	310
9.2.1 社会效益分析	310
9.2.2 经济效益分析	311
9.2.3 环境损益分析	311
9.3 环境保护的技术经济合理性	312
10 海洋工程的环境可行性	313
10.1 与产业政策符合性	313
10.2 项目与“三线一单”生态环境分区管控要求符合性分析	313
10.3 与“三区三线”符合性分析	314
10.3.1 生态保护红线相关政策要求	314
10.3.2 项目用海对周边生态保护红线的影响分析	315
10.4 项目用海与产业结构的符合性分析	317
10.5 项目建设与国土空间规划的符合性分析	317
10.5.1 《广东省国土空间规划（2021-2035年）》	317
10.5.2 《湛江市国土空间总体规划（2021-2035年）》	318
10.5.3 与《雷州市国土空间总体规划（2021-2035年）》符合性分析	321
10.5.4 与《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》的符合性分析	322

10.6	项目用海与海洋功能区划符合性分析	325
10.6.1	项目所在海域及周边海域海洋功能区划	325
10.6.2	项目用海对海洋功能区的影响分析	328
10.6.3	项目用海与海洋功能区划的符合性分析	331
10.7	项目用海与相关规划符合性分析	332
10.7.1	与《全国海洋主体功能区划》的符合性分析	332
10.7.2	与《广东省海洋主体功能区划》的符合性分析	333
10.7.3	与《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》的符合性分析	334
10.7.4	与《广东省自然资源保护与开发“十四五”规划》符合性分析	335
10.7.5	与《广东省海洋经济发展“十四五”规划》符合性分析	336
10.7.6	与《广东省养殖水域滩涂规划(2021-2030年)》符合性分析	337
10.7.7	与《广东省现代化海洋牧场发展总体规划(2024—2035年)》相符性分析	338
10.7.8	与《湛江市养殖水域滩涂规划(2018-2030年)》相符性分析	339
10.7.9	与《关于优化养殖用海管理的通知》符合性分析	340
10.7.10	与《广东省航道发展规划(2020-2035年)》符合性分析	341
10.7.11	与《广东省海洋产业园(海洋牧场类)用海选址及控制标准》符合性分析	342
10.7.12	与《湛江市现代化海洋牧场建设规划(2023—2035年)》符合性分析	343
10.8	工程选址和布置的合理性	345
10.8.1	用海选址合理性分析	345
10.8.2	区位和社会条件适宜	345
10.8.3	平面布置的合理性	351
10.9	环境影响可接受性分析	355
11	环境管理与监测计划	356
11.1	环境管理	356
11.1.1	施工单位环境管理机构	356
11.1.2	建设单位环境管理机构	357
11.1.3	环境保护设施“三同时”原则	357
11.2	环境监测计划	357
11.2.1	施工期海洋环境监测计划	358
11.2.2	营运期海洋环境监测计划	359
11.3	竣工环境保护验收	360
12	环境影响评价结论与建议	363
12.1	项目概况及工程分析	363
12.1.1	工程建设概况	363
12.1.2	工程分析	363
12.2	项目所在海域环境现状	364
12.2.1	海洋水动力环境现状	364

12.2.2 海水水质现状	364
12.2.3 海洋沉积物质量现状	365
12.2.4 海洋生物现状	365
12.3 环境影响预测分析与评价结论	366
12.3.1 工程前后水动力变化	366
12.3.2 地形地貌与冲淤环境的影响	366
12.3.3 对海水水质的影响	366
12.3.4 对海洋沉积物的影响	367
12.3.5 对海洋生态的影响	367
12.3.6 对通航环境的影响	368
12.4 环境风险评价与评价结论	368
12.5 总量控制结论	369
12.6 环境保护对策措施的合理性、可行性结论	369
12.7 区划规划和政策符合性分析结论	370
12.8 公众参与过程结论	370
12.9 建设项目环境可行性结论	370
12.10 其他意见和建议	371
附录	372
浮游植物种类名录	372
浮游动物种类名录	375
底栖生物种类名录	378
潮间带生物种类名录	379
垂直拖网调查鱼卵和仔稚鱼种类名录	381
水平拖网调查鱼卵和仔稚鱼种类名录	382
游泳生物种类名录	383
附件	388
附件1 建设项目海洋生态环境影响评价自查表	388
附件2 湛江市农业农村局关于征求本项目选址意见的函	390
附件3 其他有关单位关于项目选址意见的复函	392
附件3 环评委托函	413
附件4 项目投资备案证	414

概述

一、建设项目由来

现代化海洋牧场建设，符合全球海洋渔业进入全面科学管理时代的发展趋势，是国际上现代渔业发展的战略方向。

党的二十大对“树立大食物观，发展设施农业，构建多元化食物供给体系”“发展海洋经济，加快建设海洋强国”作出重大部署，习近平总书记对“发展远洋渔业”“向江河湖海要食物”等多次作出重要指示。发展海洋牧场，拓展深远海渔业发展空间，全方位开发海洋资源，充分挖掘海洋在食物供给方面的巨大潜力，实现“藏粮于海”，发展以“养”为主的海洋渔业新型生产方式，打造保障湛江市、广东省乃至全国粮食安全的“粤海粮仓”，是深入贯彻落实习近平总书记关于“把中国人的饭碗牢牢端在自己手中”重要指示精神的具体行动，是贯彻落实国家粮食安全战略，满足人民日益增长的美好生活需要的重要举措。

我国现代化海洋牧场正处于快速发展阶段，国家出台了一系列政策，支持海洋牧场的建设和发展。广东是海洋大省，海洋生产总值占比达14%、总量连续29年居全国首位。2024年的省政府工作报告提出，要坚持“疏近用远、生态发展”，建设海上牧场、“蓝色粮仓”，大力发展深远海养殖和智慧渔业。当前，广东正在大力推进现代化海洋牧场建设。广东多地正逐步探索多元化经营主体、利益联结机制改革，湛江等沿海城市陆续成立一级开发主体，面向市场招商引资，通过现代化海洋牧场一级开发主体、链主企业、大型龙头企业组建产业发展联合体，鼓励渔民通过自主经营、投资入股等方式参与建设，多渠道增收致富，共同推进现代化海洋牧场建设。2023年3月召开的广东省现代化海洋牧场建设推进会指出，只要充分调动各方积极性，一年两年、五年十年不断深耕下去，推动养殖、精深加工、育种饲料、物流运输、装备制造、文旅康养等全产业链发展，完全可以打造新的万亿级产业，让“一条鱼”产生“多条鱼”的价值。2023年7月，为贯彻落实省委、省政府关于深入实施“百县千镇万村”高质量发展工程和全面建设海洋强省的工作部署，加快推动我省现代化海洋牧场高质量发展，广东省自然资源厅发布了《关于加强海洋资源要素保障 促进现代化海洋牧场高质量

发展的通知》，加强海洋空间规划支撑，保障现代化海洋牧场发展空间需求，加大用海政策创新，保障现代化海洋牧场资源要素供给，优化用海审批服务，推动现代化海洋牧场发展提质增效。2023年9月，广东发布《关于加快海洋渔业转型升级促进现代化海洋牧场高质量发展的若干措施》提出“对于布局在水深15米以上的重力式网箱和水深20米以上的桁架式网箱及养殖平台，可免缴前五年的海域使用金”，旨在促进海洋渔业绿色生态可持续发展，拓展深远海利用空间。

广东地处热带亚热带气候，全年都适合海水鱼类养殖。根据《广东农村统计年鉴2023》，2022年，广东省海水养殖产量339.7万吨，其中鱼类85.13万吨、甲壳类77.18万吨、贝类170.46万吨、藻类6万余吨、其他8903吨；其中深水网箱养殖9.85万吨、筏式养殖49.19万吨、兼容底播56.41万吨。2022年，湛江市深水网箱养殖7.89万吨、筏式养殖8.03万吨、兼容底播19.66万吨。建设现代化海洋牧场离不开养殖装备支撑，广东最早开启我国深水网箱养殖先河，并最早实现深水网箱装备国产化研制推广应用，养殖装备总体水平国内领先。如中国水产科学院南海水产研究所、南方海洋科学与工程广东省实验室（湛江）、中国科学院广州能源研究所、中国船舶集团有限公司605研究院（广州船舶及海洋工程设计研究院）等高端科研单位集聚，突破了抗风浪等技术难题。广东省现代化海洋牧场建设推进会上提出以“工业化”思维打造一批产加销贯通、渔工贸一体、一二三产融合发展的现代化海洋牧场（海洋经济）产业园，按照“1年顺利起步、3年初见成效、5年显著变化、10年全面建成海洋渔业强省”的目标，广东着力打造的万亿级现代化海洋牧场产业集群将成为广东高质量发展新的增长极。

湛江三面临海，拥有2.05万平方公里的海域面积，是广东发展海洋牧场、打造蓝色粮仓的天然主战场。近年来，湛江推动海洋牧场高质量发展，加快建设现代化海洋牧场先行示范市，奋力打造全球水产产业高地。湛江形成湛江湾、东海岛、西连、流沙、草潭5个深水网箱养殖园区，拥有养殖网箱3532个，占广东省约70%，桁架式养殖平台2个，近海养殖鱼排8万多个，网箱养殖产量12万多吨，建设国家级海洋牧场示范区人工鱼礁3处。2023年，湛江水产总产量128.5万吨，总产值300亿元，连续20多年居全省首位。目前，湛江全市建成水产苗种场480家，国家级水产良种场数量占全省40%，培育水产种苗1622亿尾，供全国沿海水产养殖和出口东南亚等国家。2023年，全国首台“广东造”自升

式桁架类网箱正式下水安装调试，投放到湛江东南码头以西约 20 公里外海域，全市深海养殖网箱增至 3563 个。湛江海洋牧场的发展，带动冷藏加工、网箱制造、配合饲料、陆基服务等产业链日趋完善，“买全球，卖全球”格局初步形成，水产品销售网点遍及全球 40 多个国家和地区。湛江水产加工业水平全国领先，年加工能力 100 多万吨，年产水产饲料 90 多万吨，湛江深水网箱销售量约占全国 60%。经过四十多年砥砺前行，湛江现已成为全国重要的水产养殖、加工、流通和出口基地，湛江已成为“中国对虾之都”“中国海鲜美食之都”“中国金鲳鱼之都”“中国水产预制菜之都”。依托得天独厚的自然资源和扎实的产业基础，湛江将全力推进现代化海洋牧场建设，大力实施深海养殖和智慧渔业，推动海洋渔业向信息化、智能化、现代化转型升级。构建“一核四圈七组团”。规划建设湛江湾海洋牧场核心区，吉兆湾海陆联动圈、流沙湾陆海联动圈、粤琼合作试验区海陆联动圈、北部湾粤桂合作联动圈，形成湛江湾、雷州湾、吉兆湾、硇洲海域、北部湾、流沙湾、粤琼协作区 7 个现代化海洋牧场组团。结合资源禀赋和产业基础优势，重点实施水产种业创新、装备转型升级、智慧渔业推广、耕海牧渔示范四大工程，打造千亿级水产产业集群。

湛江市包金沙 1 号海域现代化海洋牧场共布置筏式养殖延绳筏 2030 条，筏式养殖栅架筏 208 台，重力式深水网箱 16 个，桁架类深水网箱 2 个，配置移动式养殖管理平台 3 个（为多功能补给船），养殖配套装备 6 套，养殖辅助船 3 艘，智慧渔业监控管理系统 1 套。本工程的建设，是湛江全力推进现代化海洋牧场建设的重要组成部分，使湛江市包金沙 1 号海域现代化海洋牧场成为湛江市打造现代化海洋牧场先行示范市的重要推手，推进广东省高标准现代化海洋牧场建设。

根据《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国环境影响评价法》《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》（2017 年国务院第 682 号）等环保法律法规的要求，建设对环境有影响的项目，应当依法进行环境影响评价。

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，用海面积 1000 亩（约 66.7 公顷）及以上的海水养殖（不含底播、藻类养殖）；围海养殖，需要编制环境影响报告书。为此，湛江市蓝色海洋产业发展有限公司（以下简称“建

设单位”)委托广州瑞华环保科技有限公司(以下简称“我司”)承担本项目的环评工作。

我司接受委托后,在研究有关文件、现场踏勘和调查的基础上,按照《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》(HJ 1409-2025)所规定的原则、方法、内容及要求,完成了《湛江市包金沙1号海域现代化海洋牧场建设项目环境影响报告书》的编制工作。

二、建设项目概况及特点

(1) 项目名称

湛江市包金沙1号海域现代化海洋牧场建设项目

(2) 申请单位

湛江市蓝色海洋产业发展有限公司

(3) 用海位置

本项目位于湛江市雷州市纪家镇西侧流沙湾西北侧海域。项目用海地理位置为20°54'52.549"N、109°30'36.554"E。

(4) 项目建设估算资金及建设工期

工程建设估算资金约1.95亿元,项目建设年限分为三年:2025年、2026年、2027年。

三、环境影响评价的工作过程

2024年6月,湛江市蓝色海洋产业发展有限公司委托广州瑞华环保科技有限公司开展本项目的环评工作。我司接受委托后,立即组织有关专业技术人员研究相关文件资料,开展环境状况调查和收集相关资料,进行环境影响因素识别与评价因子筛选,明确了评价重点与环境保护目标,确定工作等级、评价范围和评价标准,制定工作方案,随后根据方案深入调查评价范围内的环境敏感点和各环境要素。根据现状监测及影响预测结果,提出环保措施,编制了环境影响报告书,呈报环境保护主管部门审批。

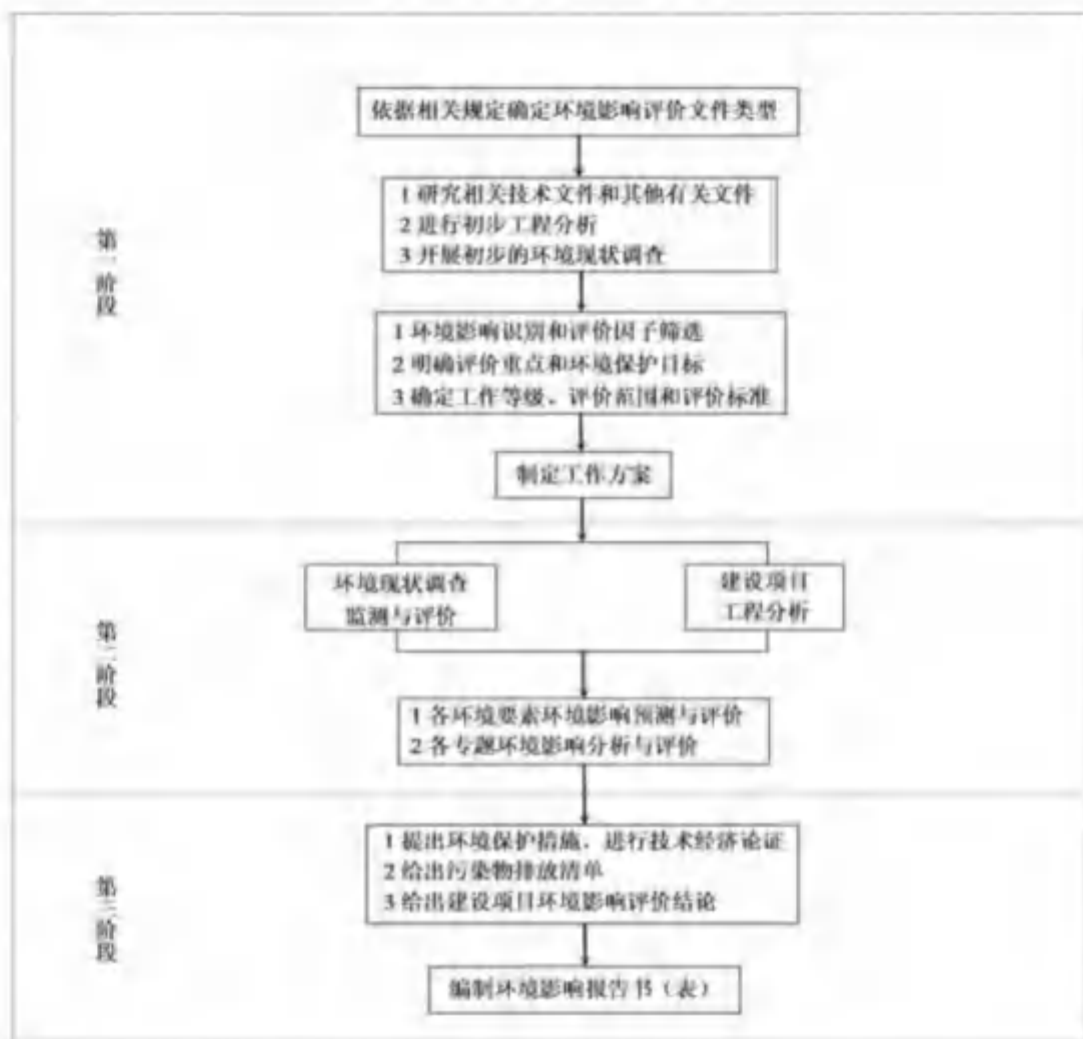


图1 环境影响评价工作程序图

四、分析判定相关情况

根据《产业结构调整指导目录（2024年本）》，本项目属于深水养殖项目，属于“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”中的海水渔业资源增殖项目，为鼓励类建设项目，不属于淘汰类和限制类。对照国家《市场准入负面清单（2022版）》，本项目不属于禁止准入类项目。本项目与国家产业政策相符。

2019年1月,中共中央、国务院发布了《关于坚持农业农村优先发展做好“三农”工作的若干意见》(中发〔2019〕1号),文件提出调整优化农业结构,“推进海洋牧场建设,规范有序发展远洋渔业”。同年2月,农业农村部、生态环境部、自然资源部、国家发展和改革委员会、财政部、科学技术部、工业和信息化部、商务部、国家市场监督管理总局、中国银行保险监督管理委员会联合印发了《关于加快推进水产养殖业绿色发展的若干意见》(农渔发〔2019〕1号),提出了水产养殖业绿色发展的总体要求,加强科学布局,转变养殖方式,改善养殖环境等重要措施。2019年10月,农业农村部办公厅颁发了《关于修订深水抗风浪网箱补贴标准有关内容的通知》(农办渔〔2019〕31号),明确了发展深水网箱、深远海养殖装备的补贴范围和标准,鼓励产学研发展深远海养殖产业。本项目为深水网箱养殖项目,符合以上相关政策。

此外,本项目建设符合《广东省国土空间规划(2021-2035年)》《湛江市国土空间总体规划(2021-2035年)》《湛江市现代化海洋牧场建设规划》《湛江市养殖水域滩涂规划(2018-2030年)》和省、市三线一单的管控要求。与《全国海洋主体功能区划》《广东省海洋主体功能区划》《广东省国民经济和社会发展规划第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》《广东省自然资源保护与开发“十四五”规划》《广东省海洋经济发展“十四五”规划》《广东省养殖水域滩涂规划》《湛江市养殖水域滩涂规划(2018~2030年)》等省、市相关规划文件的要求相符。

五、关注的主要问题及环境影响

本项目为现代化海洋牧场项目,项目主要建设内容为筏式延绳、筏式棚架、重力式深水网箱、桁架类深水网箱等养殖装备,结合项目建设特点及区域环境特征,环境影响评价过程中主要关注如下几点:

(1)施工期:施工过程中产生的悬浮泥沙扩散造成的海水水质、海洋沉积物、海洋生态和生物资源的影响及采取的海洋污染防治措施和海洋生态保护措施;施工废水、施工噪声及施工固废对环境的影响及采取的环境保护措施。

(2)运营期:养殖人员生活污水、生活垃圾,养殖设备维护产生的固体废弃物,养殖残留饵料、养殖鱼类排泄物等和饲料运输船排放的舱底含油废水、船

舶废气、船舶噪声对环境的影响及采取的环境保护措施，以及饵料投放对环境的影响及其运输过程带来的环境风险事故。

(3) 重点关注选址的环境合理性，包括选址、规模、养殖强度与生态环境敏感保护目标的相容性、外环境对本项目影响的可接受性。

六、环境影响报告书的主要结论

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

1 总则

1.1 评价目的

湛江市包金沙1号海域现代化海洋牧场建设项目环境影响评价主要从保护海洋水质、沉积物环境、维护生态可持续发展的原则出发，根据工程附近海域的环境特点和环境质量控制目标，对各类施工行为和项目运营后带来的环境影响进行全面、科学的论证，以期达到如下的目的：

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

（2）通过工程分析，查清建设工程的主要污染源、污染物及主要污染物的排放量；

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

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

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

（6）从环境保护角度出发，对本工程可行性以及应采取的环保对策做出结论。

1.2 报告书编制依据

1.2.1 全国性法律法规

（1）《中华人民共和国环境保护法（修订）》（中华人民共和国主席令第九号，2015年1月1日起施行）；

（2）《中华人民共和国环境影响评价法》（2018年12月29日修订）；

（3）《中华人民共和国海洋环境保护法》（2023年10月24日第十四届全国人民代表大会常务委员会第六次会议第二次修订）；

- (4) 《中华人民共和国海域使用管理法》（2002年1月1日起施行）；
- (5) 《中华人民共和国航道法》（2016年7月）；
- (6) 《中华人民共和国海上交通安全法》（2021年4月29日修订）；
- (7) 《中华人民共和国大气污染防治法》（2018年10月26日修订）；
- (8) 《中华人民共和国水污染防治法》（2017年6月27日修订，2018年1月1日起施行）；
- (9) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020年4月29日修订）；
- (10) 《中华人民共和国噪声污染防治法》（2022年6月5日实施）；
- (11) 《中华人民共和国野生动物保护法》（2018年10月修订）；
- (12) 《1973/1978 国际防止船舶造成污染公约及其附则 I、II、III、IV、V 及 VI》；
- (13) 《中华人民共和国水法》（2021年8月27日修订）；
- (14) 《中华人民共和国农业法》（2018年10月26日第二次修正）；
- (15) 《中华人民共和国渔业法》（2013年12月28日第四次修正）；
- (16) 《中华人民共和国水土保持法》（2010年12月25日修正，2011年3月1日实施）；
- (17) 《防治船舶污染海洋环境管理条例》（2018年3月19日修正）；
- (18) 《建设项目环境保护管理条例》（2017年6月修改，2017年10月1日起施行）；
- (19) 《产业结构调整指导目录（2024年本）》；
- (20) 《国家危险废物名录》（2021年版，2021年1月1日起施行）；
- (21) 《中华人民共和国船舶及其有关作业活动污染海洋环境防治管理规定》（交通运输部，2017年第15号，2017年5月23日）；
- (22) 《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》（环发〔2012〕98号，2012年8月7日起施行）；
- (23) 《环境影响评价公众参与办法》（2019年1月1日实施）；
- (24) 《关于规划环境影响评价加强空间管制、总量管控和环境准入的指导意见（试行）》（环办环评〔2016〕14号，2016年2月24日起施行）；

- (25) 《关于加强规划环境影响评价与建设项目环境影响评价联动工作的意见》（环发〔2015〕178号，2016年1月4日起施行）；
- (26) 《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》（国务院令 第698号，2018年3月19日修正实施）；
- (27) 《关于印发〈“十四五”海洋生态环境保护规划〉的通知》（环海洋〔2022〕4号，2022年1月7日）；
- (28) 《农业农村部办公厅关于进一步明确涉渔工程水生生物资源保护和补偿有关事项的通知》（农办渔〔2018〕50号，2018年6月29日）；
- (29) 《农业农村部关于做好“十四五”水生生物增殖放流工作的指导意见》（农渔发〔2022〕1号，2022年1月13日）；
- (30) 《关于打好农业面源污染防治攻坚战的实施意见》（农科教发〔2015〕1号，2015年4月10日）；
- (31) 《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，环境保护部农业部，2013年8月5日）；
- (32) 《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019年1月1日起施行）；
- (33) 《中华人民共和国自然保护区条例》（2017年10月7日修订）；
- (34) 《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》（环发〔2012〕77号，2012年7月3日）；
- (35) 《市场准入负面清单（2022年版）》（2022年3月12日起施行）；
- (36) 《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要（2021年3月）》；
- (37) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》（部令第16号，2021年1月1日起施行）；
- (38) 《中国海洋渔业水域图（第一批）》（中华人民共和国农业部第189号公告，2002年）；
- (39) 《关于健全生态保护补偿机制的意见》（国办发〔2016〕31号，国务院办公厅，2016年5月13日）；
- (40) 《国务院关于印发中国水生生物资源养护行动纲要的通知》（国发〔2006〕9号）；

(41) 《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》（自然资办函〔2022〕2207号，自然资源部办公厅，2017年9月29日）；

(42) 《关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142号）；

(43) 《关于实施渔业发展支持政策推动渔业高质量发展的通知》，财农〔2021〕41号；

(44) 《农业农村部关于落实好党中央、国务院2021年农业农村重点工作部署的实施意见》。

1.2.2 地方性法规及规范性文件

(1) 《广东省生态环境厅审批环境影响报告书（表）的建设项目名录（2024年本）》，粤环函〔2024〕394号；

(2) 《广东省环境保护条例》（2019年11月29日第二次修正）；

(3) 《广东省海洋环境保护条例》（2005年1月）；

(4) 《广东省近岸海域环境功能区划》（广东省环保局，1999年7月）；

(5) 《广东省固体废物污染环境防治条例》（2018年11月29日修订）；

(6) 《广东省海域开发利用与保护总体规划纲要》（2001年）；

(7) 《关于进一步加强环境保护工作的决定》（粤府〔2002〕71号）；

(8) 《广东省海域使用管理条例》（2021年9月29日修正）；

(9) 《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》；

(10) 《广东省海洋主体功能区规划》，粤府函〔2017〕359号；

(11) 《广东省实施<中华人民共和国海洋环境保护法>办法》（2018年11月29日第二次修正）；

(12) 《广东省人民政府办公厅关于印发广东省海洋经济发展“十四五”规划的通知（粤府办〔2021〕33号）》，2021年9月30日；

(13) 《广东省生态环境厅关于印发广东省生态环境保护“十四五”规划的通知》（粤环〔2021〕10号）；

(14) 《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》；广东省人民政府、国家海洋局，2017年10月；

- (15) 《广东省海洋工程建设项目环境保护监督管理办法（试行）》；
- (16) 《广东省生态环境厅关于印发《广东省生态环境保护“十四五”规划》的通知》，2022年3月31日；
- (17) 《广东省生态环境厅关于印发广东省海洋生态环境保护“十四五”规划的通知》，粤环〔2022〕7号；
- (18) 《广东省交通运输厅关于印发广东省航道发展规划（2020—2035年）的通知》，粤交规〔2020〕786号；
- (19) 《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》，粤府〔2020〕71号；
- (20) 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〕71号），2013年9月9日；
- (21) 《广东省海洋产业园（海洋牧场类）用海选址及控制标准（试行）》，广东省自然资源厅，2024年7月；
- (22) 《广东省自然资源厅广东省农业农村厅广东省生态环境厅广东省海洋综合执法总队关于加强养殖用海管理工作的通知》，粤自然资函〔2021〕960号；
- (23) 《广东省人民政府办公厅关于加快推进现代渔业高质量发展的意见》，粤府办〔2022〕15号；
- (24) 《关于加快海洋渔业转型升级促进现代化海洋牧场高质量发展的若干措施》；
- (25) 《广东省生态环境厅关于优化环境影响评价管理促进现代化海洋牧场高质量发展的通知》，粤环函〔2023〕418号；
- (26) 《湛江市生态环境局审批环境影响评价文件的建设项目名录（2024年本）》，2024年12月23日；
- (27) 《湛江市养殖水域滩涂规划（2018-2030年）》，湛府办函〔2019〕32号；
- (28) 《湛江市国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》，湛府〔2021〕36号；

- (29) 《湛江市生态环境保护“十四五”规划》；
- (30) 《湛江市海洋生态环境保护“十四五”规划》；
- (31) 《湛江市人民政府关于印发湛江市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》，湛府〔2021〕30号；
- (32) 《湛江市生态环境局关于印发湛江市2023年“三线一单”生态环境分区管控成果更新调整成果的通知》，湛江市生态环境局，2024年2月8日；
- (33) 《湛江市2023年“三线一单”生态环境分区管控成果更新调整成果》2024年2月；
- (34) 《湛江市人民政府办公室关于印发湛江市支持现代化海洋牧场高质量发展十五条措施的通知》，湛府办〔2023〕14号；
- (35) 《湛江港总体规划》，交规划发〔2013〕258号。

1.2.3 技术导则依据

- (1) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》；
- (2) 《建设项目环境影响评价技术导则总纲》HJ2.1-2016；
- (3) 《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）；
- (4) 《环境影响评价技术导则生态影响》HJ19-2022；
- (5) 《建设项目环境风险评价技术导则》HJ169-2018；
- (6) 《环境影响评价技术导则大气环境》HJ2.2-2018；
- (7) 《环境影响评价技术导则声环境》HJ2.4-2021；
- (8) 《环境影响评价技术导则地表水环境》HJ2.3-2018；
- (9) 《海洋监测规范》GB17378-2007；
- (10) 《海洋调查规范》GB/T12763-2007；
- (11) 《海籍调查规范》，HY/T124-2009；
- (12) 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）；
- (13) 《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》（国家海洋局，2002年）；
- (14) 《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T1143-2017）；
- (15) 《渔业水质标准》，GB 11607-89；
- (16) 《海洋牧场建设技术指南》，GB/T 40946-2021；

- (17) 《深水网箱养殖技术规范》，DB44/T 742-2010；
- (18) 《抗风浪深水网箱养殖技术规程》，DB46/T 131-2008；
- (19) 《卵形鲳鲹养殖技术规程 深水网箱养殖》（DB 4408/T 16-2022）；
- (20) 《石斑鱼抗风浪深水网箱养殖技术规程》（DB 46/T 194-2010）；
- (21) 《军曹鱼深水网箱养殖技术规程》（DB46/T 170-2009）；
- (22) 《无公害食品海水养殖用水水质》（NY5052-2001）；
- (23) 《无公害食品渔用药物使用准则》（NY5071-2002）。

1.2.4 其他评价依据

- (1) 《湛江市包金沙1号海域现代化海洋牧场建设项目实施方案》（中国水产科学研究院南海水产研究所，2023年6月）；
- (2) 《湛江市包金沙1号海域现代化海洋牧场建设项目可行性研究》；
- (3) 《湛江市包金沙1号海域现代化海洋牧场建设项目海域渔业资源和生态环境调查报告》（中国水产科学研究院南海水产研究所，2023年7月）；
- (4) 《湛江市包金沙1号海域现代化海洋牧场海域使用论证报告表》（中国水产科学研究院南海水产研究所，2024年10月）；
- (5) 湛江市国土空间规划数据、航道、锚地数据（广东省城乡规划设计研究院有限责任公司，2023年7月）。

1.3 项目所在海洋空间规划及环境功能区划

1.3.1 海洋功能区划

《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》（2012年）于2012年11月获得国务院批复（国函〔2012〕182号）。项目用海位于《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》中的“湛江-珠海近海农渔业区”，项目周边海洋功能区划有：“英罗港-海康港农渔业区”、“江洪港西海洋保护区”。各海洋功能区的分布详见图1.3.1-1及表1.3.1-1，海洋功能区划登记表见表1.3.1-2。

表 1.3.1-1 项目周边海域海洋功能区划分布情况表（广东省）

序号	海洋功能区	与本项目相对位置及最近距离	功能区
1	湛江-珠海近海农渔业区	本项目所在	农渔业区
2	江洪港西海洋保护区	东北侧 6.69km	海洋保护区
3	英罗港-海康港农渔业区	东侧 4.98km	农渔业区

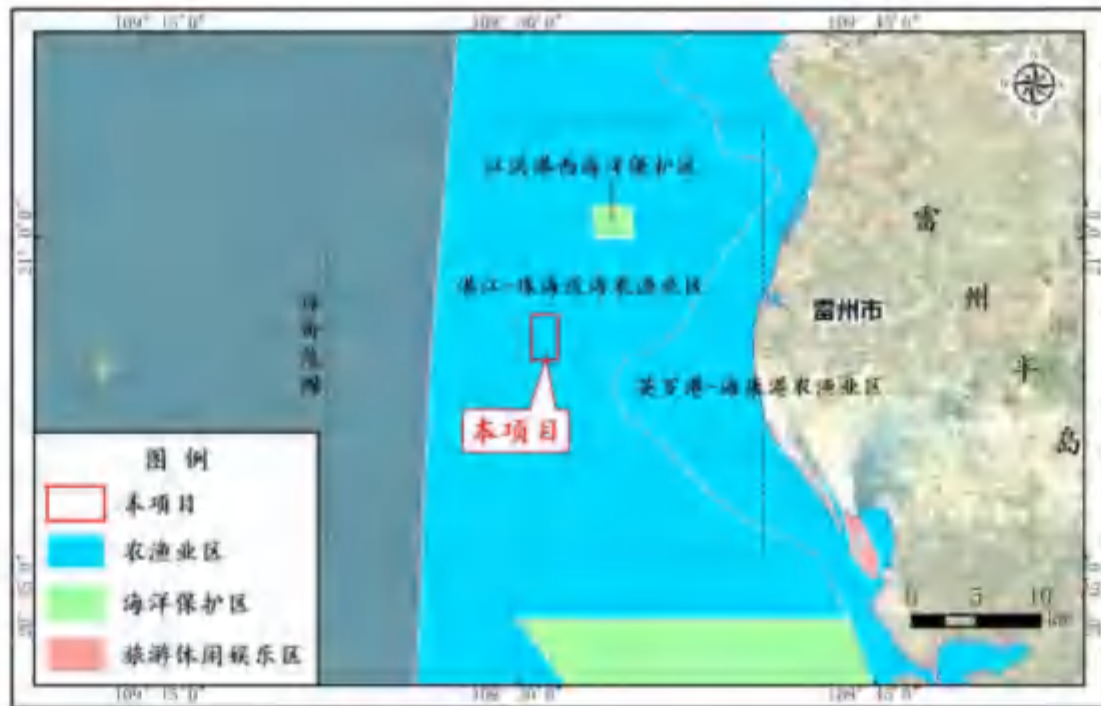


图 1.3.1-1 项目与《广东省海洋功能区划》位置关系示意图

表 1.3.1-2 项目所在海域及附近海域的海洋功能区划登记表 (广东省)

代码	功能区名称	地区	地理范围 (东经、北纬)	面积 (公顷)	管理要求	
					海域使用管理	海洋环境保护
B1-1	湛江-珠海近海农渔业区	湛江市、茂名市、阳江市、江门市、珠海市	东至:113°30'50" 西至:109°24'40" 南至:20°07'01" 北至:22°03'37"	3053896	1.相适宜的海域使用类型为渔业用海; 2.禁止炸岛等破坏性活动; 3.40 米等深线向岸一侧实行凭证捕捞制度,维持渔业生产秩序; 4.经过严格论证,保障交通运输、旅游、核电、海洋能、矿产、倾废、海底管线、保护区等用海需求; 5.优先保障军事用海需求。	1.保护重要渔业品种的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道; 2.执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。
B6-1	江洪港西海洋保护区	湛江市	东至:109°34'50" 西至:109°33'11" 南至:20°59'58" 北至:21°01'20"	690	1.相适宜的海域使用类型为特殊用海; 2.按照国家关于海洋环境保护以及自然保护区管理的法律、法规和标准进行管理。	1.严格保护海洋生态系统; 2.加强保护区海洋生态环境监测; 3.执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。
A1-1	英罗港-海康港农渔业区	湛江市	东至:109°50'13" 西至:109°48'10" 南至:20°29'42" 北至:20°32'49"	58018	1.相适宜的海域使用类型为渔业用海; 2.保障龙头沙渔港、港门渔港、草潭渔港、乐民避风塘、江洪渔港、企水渔港、海康渔港的用海需求,保留龙头沙沿岸围内养殖用海; 3.保障与广西交界海域的港口航运和旅游休闲娱乐用海需求; 4.适当保障江洪渔港西侧及角头沙旅游娱乐用海需求; 5.保护角头沙-赤豆寮砂质海岸及安铺港、企水湾内生物海岸; 6.严格限制在河口海域围填海,维护防洪纳潮功能,维持航道畅通; 7.合理控制养殖规模和密度。	1.保护企水湾、海康港沿岸红树林,保护安铺港河口海域生态环境; 2.保护沙虫、巴菲蛤、珍珠贝等重要渔业品种; 3.严格控制沿岸滩涂养殖自身污染和水体富营养化,防止外来物种入侵; 4.加强渔港环境污染治理,生产废水、生活污水须达标排海; 5.执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。

1.3.2 海岸带及海洋空间规划

根据《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》，项目用海位于“湛江西侧渔业用海区”，项目评价范围内分布有湛江遂溪江洪海洋生态地方级自然保护区生态保护区。

各海洋功能区的分布详见图 1.3.2-1 及表 1.3.2-1，海洋功能区划登记表见表 1.3.2-2。

表 1.3.2-1 项目周边海域海洋功能分区分布情况表（广东省）

序号	海洋功能分区	与本项目相对位置及最近距离	功能区
1	湛江西侧渔业用海区	项目所在	渔业用海区
2	湛江遂溪江洪海洋生态地方级自然保护区生态保护区	550m，北侧	生态保护区

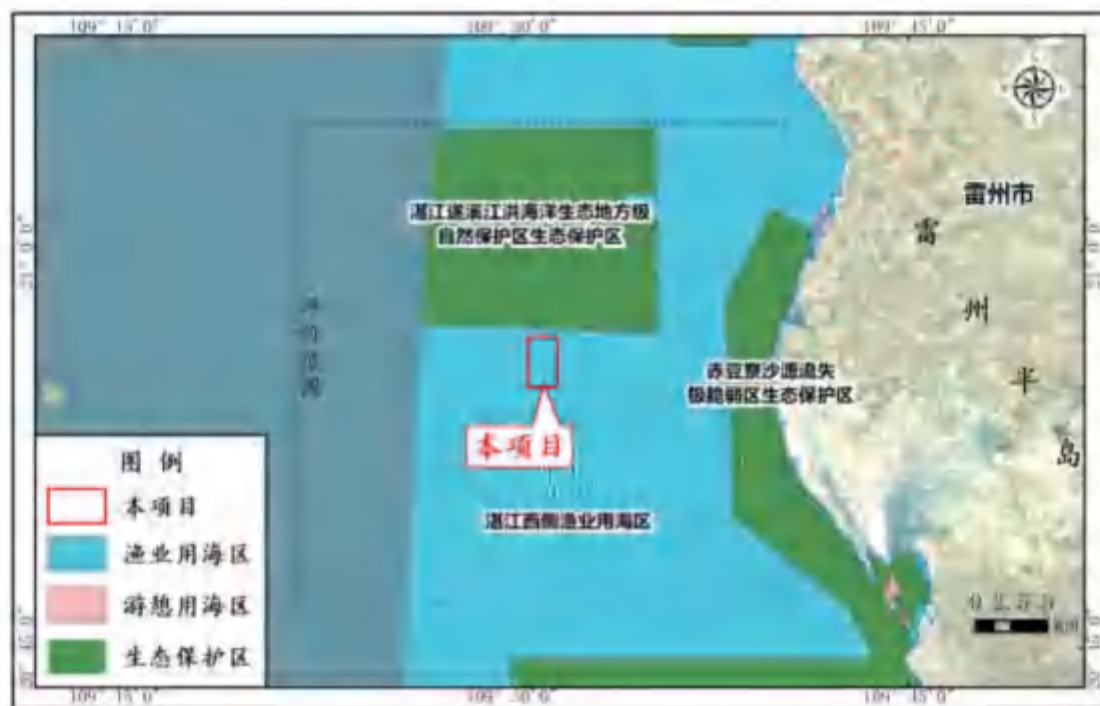


图 1.3.2-1 项目与《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》位置关系示意图

表 1.3.2-2 项目所在海域及附近海域的海洋功能分区登记表（广东省）

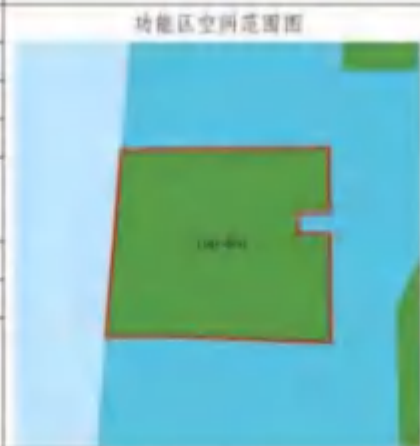
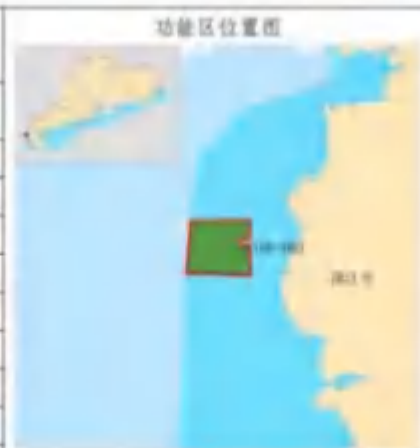
序号: [002]						
名称		湛江遂溪江海洋生态地方级自然保护区生态保护区		代码	100-001	
分区类型		生态保护区		位置	经度:109° 31' 3.604" E 纬度:21° 0' 49.406" N	
地理范围		湛江市遂溪江口西侧12千米海域				
空间资源现状	岸线长度(千米)	0				
	潮间带面积(公顷)	0				
	海域面积(公顷)	20537.5510				
	海岛数量(个)	有居民海岛	0	无居民海岛	0	
开发利用现状		东部有人工鱼礁。				
岸线类型	严格保护岸段	位置 (岸段序号)	---	长度 (千米)	0	
	限制开发岸段		---		0	
	优化利用岸段		---		0	
有居民海岛主体功能		---				
无居民海岛 (名称)	生态保护区内	---				
	生态控制区内	---				
	海洋发展区内	---				
管控要求	空间准入	自然保护地核心保护区原则上禁止人为活动;生态保护红线内自然保护地核心保护区外的区域禁止开发性、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,开展适度的生态旅游、科普宣教,合法权益主体捕捞、养殖活动,生态修复等有限人为活动。				
	利用方式	自然保护地核心保护区禁止改变海域自然属性;其他区域严格限制改变海域自然属性。				
	保护要求	保护重要滩涂及浅海水域,维护湿地生态系统生物多样性。				
	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。				

功能区位置图



功能区空间范围图





序号: [001]

名称		湛江西侧渔业用海区		代码	610-001		功能区位置图
分区类型		渔业用海区		位置	经度:109° 37' 3.945" E 纬度:20° 41' 42.104" N		
地理范围		雷州半岛西侧海域					
空间资源现状	岸线长度 (千米)	39.7574					
	潮间带面积 (公顷)	3433.7329					
	海域面积 (公顷)	296851.3035					
	海岛数量 (个)	有居民海岛	0		无居民海岛	2	
开发利用现状		1.已有较多开放式养殖和围海养殖活动; 2.有广西北部湾沿海船舶航路穿越; 3.有海底电缆管道穿越。					
岸线类型	严格保护岸段	位置 (岸段序号)	44083137, 44083100, 44083242, 44083238, 44083116, 44083195, 44083207, 44083102, 44083098, 44083239, 44083241, 44083114, 44083206, 44083246, 44083208, 44083099, 44083240, 44083205, 44083209, 44083198, 44083140, 44083210, 44083199, 44083203, 44083113, 44083103, 44083097, 44083247, 44083248, 44083196, 44083132, 44083244, 44083139, 44083129, 44083127, 44083250, 44083141, 44083131, 44083136, 44083249, 44083072, 44083110, 44083118, 44083135, 44083130, 44083143, 44083106, 44083145, 44083126, 44083109, 44083122, 44083124, 44083112, 44083134, 44083117, 44083121, 44083128, 44083133, 44083111, 44083119, 44083123, 44083108, 44083115, 44083105, 44083125, 44083138, 44083201, 44083200, 44083073, 44083107, 44083144, 44083104, 44083174, 44083120, 44083205, 44083101, 44083071, 44083243, 44083245, 44083107, 44083204, 44083143			长度 (千米)	24.3017
	限制开发岸段		44083235, 44083234, 44083233, 44083232, 44083231, 44083230, 44083229, 44083228, 44083227, 44083193, 44083192, 44083191, 44083190, 44083189, 44083188, 44083184, 44083183, 44083182, 44083181, 44083180, 44083179, 44083173, 44083172, 44083171, 44083170, 44083169, 44083093, 44083092, 44083091, 44083090, 44083089, 44083088, 44083074			7.6890	
	优化利用岸段		44083094, 44083096, 44083236, 44083187, 44083226, 44083225, 44083185, 44083237, 44083221, 44083186, 44083222, 44083223, 44083224, 44083194, 44083095			7.5667	
有居民海岛主体功能		——					
无居民海岛 (名称)	生态保护区内	——					
	生态控制区内	——					
	海洋发展区内	填海三石 (其他用岛)、大石 (其他用岛)					
功能区空间范围图							

管控要求	空间准入	1. 允许渔业基础设施、增殖场、捕捞等作业； 2. 可兼容国防科研用途、海底电缆管道、航运、海域保护修复及海岸防护工程等项目； 3. 优先保障军事用途及军事设施安全；保障岛礁临海项目的用海需求。	
	利用方式	1. 允许适度改变海域自然属性； 2. 渔业基础设施用海要优化渔港平面布局，鼓励建设透水式构筑物；增殖场活动应避开航道；不得妨碍海上交通及海底电缆管道的安全；捕捞海域禁止从事等破坏性活动； 3. 禁止养殖等妨碍古渔港进出港航道及影响渔港正常运营，严格控制河口海域的围海养殖，维护河口畅通纳潮功能。	
	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； 2. 切实保护严格保护岸线； 3. 严格保护岸线所在的相邻岸区域，以保护修复岸线为主，保障潮间带自然属性不改变、面积不减少、生态功能不降低； 4. 保护和合理利用浅层滨海自然资源； 5. 保护红树林、砂质海岸、淤泥质岸滩及其生态。	
	其他要求	——	

1.3.3 项目所在近岸海域环境功能区划

根据《广东省近岸海域环境功能区划（粤府办（1999）68号）》、《湛江市近岸海域环境功能区划（粤环函（2007）551号）》和《关于调整湛江市近岸海域环境功能区划有关问题的复函（粤办函（2007）344号）》，本项目所处海域为G99湛江近岸海域环境保护留用区，范围为茂名电白界至广西合浦界范围内的未划区近岸海域，水质目标为第一类海水水质标准。



图 1.3.3-1 本项目所在湛江市近岸海域环境功能区划位置示意

表 1.3.3-1 本项目所在湛江市近岸海域环境功能区划表

省标识号	所属地区	功能区名称	范围	主要功能	水质目标
1499	湛江市海域	G99 湛江近岸海域环境保护留用区	茂名电白界至广西合浦界范围内的未划区近岸海域	航道；增殖；度假旅游；海洋和海岸自然生态保护；预留；保留	—

1.3.4 项目所在“三线一单”生态环境管控单元

根据《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》（粤府〔2020〕71号），拟建项目位于一般管控单元（见下图 1.3.4-1 和图 1.3.4-2），为湛江-珠海近海农渔业区，其区域布局管控要求为开发利用海洋资源，应当根据海洋功能区划合理布局，不得造成海洋生态环境破坏；能源资源利用要求为保护自然岸线、亲水岸线和天然沙滩资源；污染物排放管控要求为 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，2.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；环境风险管控要求为引进海洋动植物物种，应当进行科学论证，避免对海洋生态系统造成破坏。

根据《湛江市人民政府关于印发湛江市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（湛府〔2021〕30号）、《湛江市生态环境局关于印发湛江市 2023 年“三线一单”生态环境分区管控成果更新调整成果的通知》，项目位于一般管控单元，为湛江-珠海近海农渔业区，其区域布局管控、能源资源利用、污染物排放管控、环境风险防控等要求与《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》中一致。项目所处一般管控单元位置见图 1.3.4-3。

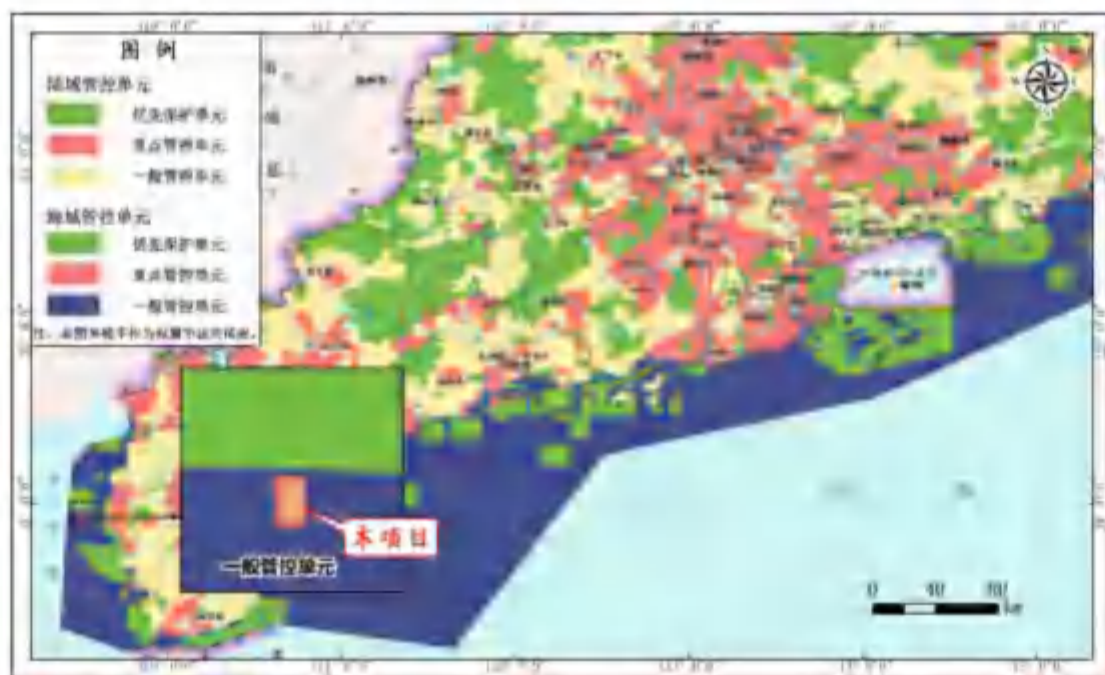


图 1.3.4-1 项目所处广东省“三线一单”位置示意图



图 1.3.4-2 项目所处广东省“三线一单”局部放大位置示意图（截图来源于“广东省“三线一单”应用平台”）

图 1.3.4-3 项目所处湛江市“三线一单”位置示意图

1.3.5 三区三线

2022年10月14日，自然资源部办公厅发布《自然资源部办公厅关于依据“三区三线”划定成果报批建设项目用地用海有关事宜的函》(自然资办函〔2022〕2207号)，根据文件，广东省等完成了“三区三线”划定工作，划定成果符合质检要求，从2022年10月14日起正式启用，作为建设项目用地用海组卷报批的依据。本项目位于海域，根据“三区三线”划定成果，本项目建设范围不涉及占用生态保护红线。项目评价范围内生态保护红线分布有湛江遂溪江洪海洋生态地方级自然保护区（为重要滩涂及浅海水域）、赤豆寮沙源流失极脆弱区（为沙源流失极脆弱区），距离分别为550m、11.2km。

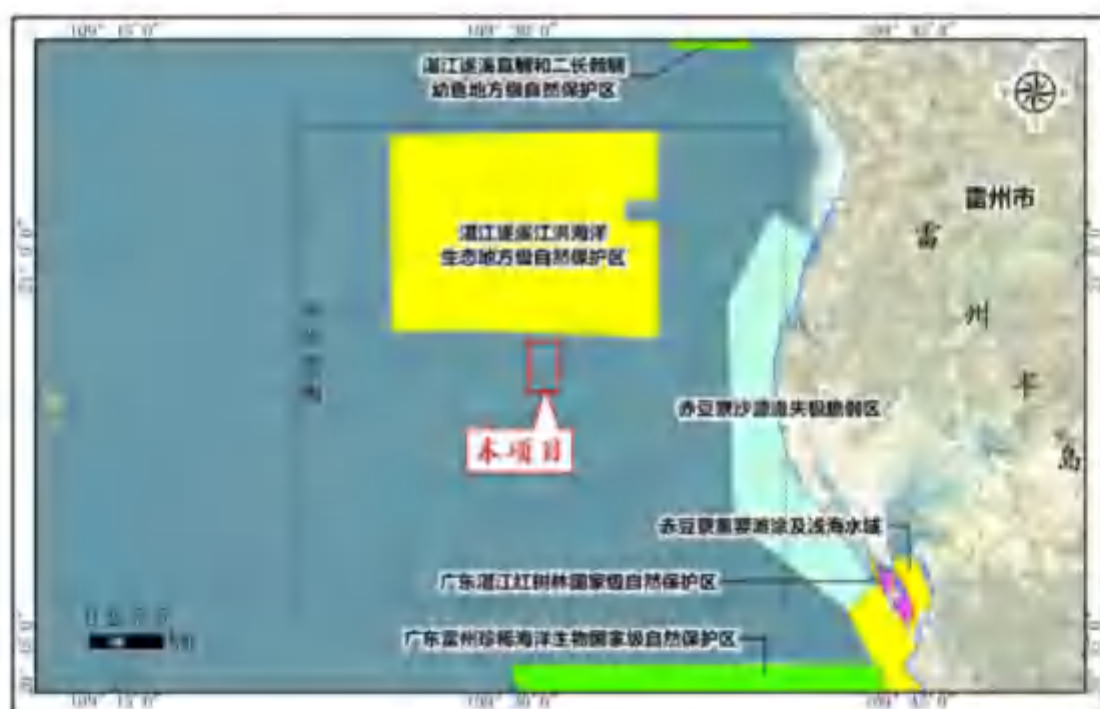


图 1.3.5-1 项目与“三区三线”位置关系图

1.3.6 地表水环境功能区划

本项目全部位于海域，项目区域及评价范围不涉及河流、湖泊等地表水体，也不涉及饮用水水源保护区。

1.3.7 项目所在环境空气质量功能区

根据《湛江市环境保护规划（2006-2020年）》，湛江市环境空气质量一类

区功能区为三岭山功能区，一类区位于湛江市麻章区。本项目全部位于海域，与陆域直线距离为14km，项目所在区域未划分大气环境功能区划。

本项目位于海域，无环境空气功能区划，项目所在区域不属于自然保护区、风景名胜区或旅游区，参照《环境空气质量功能区划分原则与技术方法》（HJ14-1996）的相关要求，本项目不属于自然保护区、风景名胜区和其他需要特殊保护的地区，也不属于工业区，因此，本项目参照执行环境空气二类区，执行《环境空气质量标准（GB 3095-2012）》及2018年修改单中的二级标准。

1.3.8 项目所在声环境功能区划

项目所处区域属于海域范围，本项目建设不涉及大陆陆域以及海岛陆域，项目距离陆域约14km，所处海域未纳入《湛江市生态环境局关于印发<湛江市城市声环境功能区划分（2020年修订）>的通知》（2020年7月7日）中的区划范围，故项目海域未划分声环境功能区等级。

参照《声环境功能区划分技术规范》（GB/T 15190-2014），本项目不属于需要维护、保持安全的区域、不属于交通道路范围内，因此本项目参照划分为声环境质量3类区，执行《声环境质量标准》（GB 3096-2008）中的3类标准。

综上，本项目所在区域所属环境功能区详见表1.3.8-1。

表 1.3.8-1 建设项目所属功能区

序号	功能区类别	功能区分类/执行标准			
1	水环境功能区	《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》	湛江-珠海近海农渔业区	农渔业区	执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准
		《湛江市近岸海域环境功能区划（粤环函（2007）551号）》和《关于调整湛江市近岸海域环境功能区划有关问题的复函（粤办函（2007）344号）》	G99 湛江近岸海域环境保护留用区	环境保护留用区	执行海水水质一类标准
2	“三线一单”	湛江-珠海近海农渔业区			
3	“三区三线”	不占用生态保护红线			
4	环境空气质量功	未划分功能区，参照《环境空气质量功能区划分原则与技术方法》，			

序号	功能区类别	功能区分类/执行标准
	能区	参照执行环境空气二类区标准。
5	声环境功能区	未划分功能区，参照《声环境功能区划分技术规范》，参照划分为声环境质量3类区。
6	是否海洋自然保护区	否
7	是否基本农田保护区	否
8	是否风景名胜区分	否
9	是否自然保护区	否
10	是否森林公园	否
11	是否生态功能保护区	否
12	是否水土流失重点防控区	否
13	是否人口密集区	否
14	是否重点文物保护单位	否
15	是否水库库区	否
16	是否水源保护区	否

1.4 评价标准

1.4.1 海洋环境质量标准

本次海洋环境影响评价采用如下的环境质量标准：

- (1) 《海水水质标准》GB 3097-1997；
- (2) 《海洋沉积物质量》GB 18668-2002；
- (3) 《海洋生物质量》GB 18421-2001；
- (4) 《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》；
- (5) 《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）。

根据《广东省近岸海域环境功能区划（粤府办〔1999〕68号）》、《湛江市近岸海域环境功能区划（粤环函〔2007〕551号）》和《关于调整湛江市近岸海域环境功能区划有关问题的复函（粤办函〔2007〕344号）》，本项目所处海

域为G99湛江近岸海域环境保护留用区，范围为茂名电白界至广西合浦界范围内的未划区近岸海域，水质目标为第一类海水水质标准。

综上，项目所处海域的水质环境质量执行《海水水质标准》（GB 3097-1997）中的第一类标准，工程区域外其他不同功能区海域的，按《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办〔1999〕68号）《湛江市近岸海域环境功能区划（粤环函〔2007〕551号）》和《关于调整湛江市近岸海域环境功能区划有关问题的复函（粤办函〔2007〕344号）》中的较严者执行。

由于《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办〔1999〕68号）《湛江市近岸海域环境功能区划（粤环函〔2007〕551号）》和《关于调整湛江市近岸海域环境功能区划有关问题的复函（粤办函〔2007〕344号）》未对海洋沉积物质量和海洋生物质量作执行标准要求，因此，本项目所处海域的海洋沉积物质量和海洋生物质量依据《海水、海洋沉积物和海洋生物质量评价技术规范》（HJ 1300-2023）要求进行评价，以《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）和《海洋生物质量》（GB18421-2001）为评价标准，用于表征海洋环境质量。

本报告书依据的环境质量评价标准见表1.4.1-1～表1.4.1-4。

表 1.4.1-1 海水水质标准（GB3097-1997） 单位：mg/L（pH 除外）

污染物名称	第一类	第二类	第三类	第四类
pH	7.8~8.5		6.8~8.8	
SS	人为增加的量≤10		人为增加的量≤100	人为增加的量≤150
DO>	6	5	4	3
COD≤	2	3	4	5
无机氮≤	0.20	0.30	0.40	0.50
活性磷酸盐≤	0.015	0.030		0.045
Pb ≤	0.001	0.005	0.010	0.050
Cu ≤	0.005	0.010	0.050	
As ≤	0.020	0.030	0.050	
Hg ≤	0.00005	0.0002	0.0002	0.0005
Zn ≤	0.020	0.050	0.10	0.50
石油类 ≤	0.05	0.05	0.30	0.50
Cd ≤	0.001	0.005	0.010	

注：第一类 适用于海洋渔业海域，海上自然保护区和珍稀濒危海洋生物保护区。

第二类 适用于水产养殖区，海水浴场，人体直接接触海水的海上运动或娱乐区，以及与人食用直接有关的工业用水区。

第三类 适用于一般工业用水区，滨海风景旅游区。

第四类 适用于海洋港口海域，海洋开发作业区。

表 1.4.1-2 海洋沉积物质量 (GB18668-2002) (单位: 除有机碳为 $\times 10^{-2}$, 其余为 $\times 10^{-6}$)

污染因子	石油类	Pb	Zn	Cu	Cd	Hg	硫化物	有机碳
一类标准	500	60.0	150.0	35.0	0.50	0.20	300.00	2.0
二类标准	1000	130.0	350.0	100.0	1.50	0.50	500.00	3.0
三类标准	1500	250.0	600.0	200.0	5.00	1.0	600.00	4.0

注: 第一类 适用于海洋渔业海域, 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 适用于海洋港口海域, 特殊用途的海洋开发作业区。

表 1.4.1-3 海洋生物质量 (GB18421-2001) (鲜重, $\times 10^{-6}$)

项 目	第一类	第二类	第三类
感官要求	贝类的生长和活动正常, 贝类不得沾粘油污等异物, 贝肉的颜色, 气味正常, 无异色、异臭、异味		贝类能生存, 贝肉不得有明显的异色、异臭、异味
总汞 $\leq$	0.05	0.10	0.30
镉 $\leq$	0.2	2.0	5.0
铅 $\leq$	0.1	2.0	6.0
铜 $\leq$	10	25	50 (牡蛎 100)
锌 $\leq$	20	50	100 (牡蛎 500)
石油烃 $\leq$	15	50	80
注: 1 以贝类去壳部分的鲜重计;			

注: 第一类 适用于海洋渔业海域, 海水养殖区, 海洋自然保护区, 与人类食用直接有关的工业用水区。

第二类: 适用于一般工业用水区、滨海风景旅游区。

第三类: 适用于港口海域和海洋开发作业区。

表 1.4.1-4 海洋生物质量评价标准 ($\times 10^{-6}$)

依据来源	生物类别	总汞	镉	锌	铅	铜	砷	石油烃*
《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》(HJ 1409-2025) 附录 C	鱼 类	0.3	0.6	40	2	20	1	20
	甲壳类	0.2	2	150	2	100	1	20
	软体类	0.3	5.5	250	10	100	1	20

1.4.2 渔业水质标准

本项目利用天然海水养殖, 不设置养殖排放口等相关内容, 不涉及污水排放。

养殖海域水质应符合《渔业水质标准》(GB 11607-89) 的要求。

表 1.4.2-1 《渔业水质标准》(GB 11607-89) 单位: mg/L

序号	项目	标准值
----	----	-----

序号	项目	标准值
1	汞	≤ 0.0005
2	镉	≤ 0.005
3	铅	≤ 0.05
4	铬	≤ 0.1
5	铜	≤ 0.01
6	锌	≤ 0.1
7	砷	≤ 0.05
8	硫化物	≤ 0.2
9	石油类	≤ 0.05

1.4.3 环境空气质量标准

参照《环境空气质量功能区划分原则与技术方法》（HJ14-1996）的相关要求，本项目不属于自然保护区、风景名胜区和需要特殊保护的地区，也不属于工业区，因此，本项目参照执行环境空气二类区，执行《环境空气质量标准（GB 3095-2012）》及 2018 年修改单中的二级标准。

表 1.4.3-1 环境空气污染物基本项目浓度限值（二级标准）

指标	取值时间	二级标准限值	单位
NO ₂	年平均	40	μg/m ³
	24 小时平均	80	
	1 小时平均	200	
SO ₂	年平均	60	
	24 小时平均	150	
	1 小时平均	500	
PM ₁₀	年平均	70	
	24 小时平均	150	
TSP	年平均	200	
	24 小时平均	300	
NO _x	年平均	50	
	24 小时平均	100	
	1 小时平均	250	

1.4.4 声环境质量标准

参照《声环境功能区划分技术规范》（GB/T 15190-2014），本项目不属于

需要维护、保持安全的区域、不属于交通道路范围内，因此本项目参照划分为声环境质量3类区，执行《声环境质量标准》（GB 3096-2008）中的3类标准。

表 1.4.4-1 声环境质量标准 单位：dB（A）

声环境功能区类别	时段	
	昼间	夜间
3类	65	55

1.5 污染物排放标准

1.5.1 生活污水

本项目施工及运营期间，需严格执行《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）和《关于发布<船舶水污染防治技术政策>的公告》的要求，作业船舶以及养殖网箱、养殖平台上工作人员生活污水均利用船载收集装置收集，上岸后经由吸粪车运至雷州市纪家镇污水处理厂处理，生活污水经收集汇集至纪家镇污水处理厂处理，执行广东省《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）中规定的城镇二级污水处理厂第二时段排放标准和《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级A标准中较严者，达标排放。

纪家镇污水处理厂建设单位为雷州发展投资控股集团有限公司，排污许可证编号为91440882668156451N006Q，位于雷州市纪家镇纪家村委会“应仔坡”附近，本项目生活污水收集上岸后处理具有可依托性。

1.5.2 含油污水

含油污水指船舶航行中产生的含有原油、燃油、润滑油和其他各种石油产品及其残余物的污水，包括机器处所油污水和含货油残余物的油污水。

根据《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018），船舶含油污水的排放控制要求按下表 1.5.2-1 执行。

此外，根据《中华人民共和国船舶及其有关作业活动污染海洋环境防治管理规定》（中华人民共和国交通运输部令 2017 年第 15 号），“依法禁止向海域排放的污染物，排入具备相应接收能力的港口接收设施或者委托具备相应接收能力的船舶污染物接收单位接收”。

本项目施工及运营期间采用的船舶均需依现行法规设燃油舱保护，铅封含油

污水排出舷外管路阀门，禁止向海域排放污染物，靠泊后依据《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）和《关于发布〈船舶水污染防治技术政策〉的公告》的要求，船舶含油污水交由具有相应接收能力从事船舶污染物接收的单位接收处理。在接收作业时，建设单位需明确要求船舶含油污染物接收单位作业前将作业时间、作业地点、作业单位、作业船舶、污染物种类和数量以及拟处置的方式及去向等情况向海事管理机构报告。严禁在海域范围内排放。

表 1.5.2-1 船舶含油污水排放控制要求

污水类别	水域类别	船舶类别		排放控制要求
机器处所油污水	沿海	400 总吨及以上船舶		自 2018 年 7 月 1 日起，按石油类 15mg/L 在船舶航行中排放或收集并排入接收设施
		400 总吨以下船舶	非渔业船舶	自 2018 年 7 月 1 日起，按石油类 15mg/L 在船舶航行中排放或收集并排入接收设施
			渔业船舶	(1) 自 2018 年 7 月 1 日起至 2020 年 12 月 31 日止，按石油类 15mg/L 在船舶航行中排放； (2) 自 2021 年 1 月 1 日起，按石油类 15mg/L 在船舶航行中排放或收集并排入接收设施
含货油残余物的油污水	沿海	150 总吨及以上油船		自 2018 年 7 月 1 日起，收集并排入接收设施，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总量的 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，收集并排入接收设施

1.5.3 养殖废水

本项目运营期通过控制饵料投放和养殖密度控制污染物排放量，运营期养殖区域水质需符合《渔业水质标准》（GB 11607-89）。

表 1.5.3-1 《渔业水质标准》（GB 11607-89）（摘录）

项目	单位	一类标准
悬浮物质	mg/L	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
pH		7.0~8.5
DO>	mg/L	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

项目	单位	一类标准
COD $\leq$	mg/L	不超过 5, 冰封期不超过 3
总大肠菌群	个/L	不超过 5000 个/L (贝类养殖水质不超过 500 个/L)
铜 $\leq$	mg/L	0.01
锌 $\leq$	mg/L	0.1
锡 $\leq$	mg/L	0.005
汞 $\leq$	mg/L	0.0005
砷 $\leq$	mg/L	0.05
铅 $\leq$	mg/L	0.05

1.5.4 固体废物

①施工期和运营期一般工业固体废物排放执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB 18599-2020)中相关要求。

②施工期和运营期船舶垃圾排放执行《船舶水污染物排放控制标准》(GB 3552-2018)中相关排放控制要求。

③根据《船舶水污染物排放控制标准》(GB 3552-2018)的要求,本养殖活动产生的废弃饵料、饵料包装袋、废弃网具等固废,以及生活垃圾均放入收集箱中,集中装箱运回陆地,严禁随意丢弃入海,上岸后运输至纪家镇垃圾处理站集中处理。

④养殖过程中,网箱网衣等将附着有藤壶、藻类、贝类等生物,本项目采用高压水枪喷洗网箱网衣,采用海水进行清洗附着生物,由于附着生物品种均来源于本海区,冲洗水也为本海区海水,因此,冲洗的附着物等固废将直接排入海区,经冲洗后藻类碎屑、藤壶和贝类等残屑均可被本海区鱼类等摄食,可为海区鱼类提供食物。

⑤养殖过程死亡的养殖鱼类在养殖平台、网箱框架上进行晒干,晒干后使用收集桶收集,后转交管护船舶将收集桶的死鱼转运至渔港,并通过市政卫生处理设施无害化处理。

表 1.5.4-1 《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018)(节选)

船舶垃圾类型	海域范围	排放控制要求
塑料废弃物、废弃食用油、生活废弃物、焚烧炉灰渣、废弃渔具和电子垃圾	任何海域	收集并接入接收设施
食品废弃物	在距陆地 3 海里(含)以内	收集并接入接收设施
	距陆地 3 海里至 12 海里(含)	粉碎或磨碎至直径不大于

	以内	25mm 后方可排放
	距陆地 12 海里以外	可排放
货物残留物	距陆地 1 海里（含）以内	收集并接入接收设施
	距陆地 12 海里以外	不含危害海洋环境物质的货物残留物方可排放
动物尸体	距陆地 12 海里（含）以内	收集并接入接收设施
	距陆地 12 海里以外	可排放
货舱、甲板和外表面清洗水	任何海域	清洁剂或添加剂不属于危害海洋环境物质方可排放，其他操作废弃物应收集并排入接收设施

1.5.5 废气

本项目船舶尾气（含船舶上起吊、拖运等相关设备排放废气等）二氧化硫、颗粒物、氮氧化物等应满足《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。详见下表 1.5.5-1。

施工机械燃油废气执行广东省地方标准《大气污染物排放限制》（DB44/27-2001）第二时段无组织排放监控浓度限值。详见下表 1.5.5-2。

应急柴油发电机等排放废气执行标准如下：应急柴油发电机废气执行广东省《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 1.5.5-1 船机排气污染物第二阶段排放限值 2021 年 7 月 1 日执行

船机类型	单缸排量 (SV) (L/缸)	额定净功率 (P) (kW)	CO (g/kWh)	HC+Nox (g/kWh)	CH ₄ (g/kWh)	PM (g/kWh)
第一类	SV<9	P≥37	5.0	5.8	1.0	0.3
	0.9≤SV<1.2		5.0	5.8	1.0	0.14
	1.2≤SV<5		5.0	5.8	1.0	0.12
第二类	5≤SV<15	P<2000	5.0	6.2	1.2	0.14
		2000≤P<3700	5.0	7.8	1.5	0.14
		P≥3700	5.0	7.8	1.5	0.27
	15≤SV<20	P<2000	5.0	7.0	1.6	0.34
		2000≤P<3300	5.0	8.7	1.6	0.50
		P≥3300	5.0	9.8	1.8	0.50
	20≤SV<25	P<2000	5.0	9.8	1.8	0.27
		P≥2000	5.0	9.8	1.8	0.50
	25≤SV<30	P<2000	5.0	11.0	2.0	0.27
		P≥2000	5.0	11.0	2.0	0.50

表 1.5.5-2 《大气污染物排放限值》第二时段无组织排放监控浓度限值标准

污染物	无组织排放监控浓度限值	
	监控点	浓度 (mg/m ³)
SO ₂	周界外浓度最高点	0.40
NO _x		0.12
颗粒物		1.0

1.5.6 噪声排放标准

本项目施工期噪声排放执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）中的环境噪声排放限值，见下表 1.5.6-1。

表 1.5.6-1 建筑施工场界环境噪声排放限值 单位：dB（A）

标准	昼间	夜间
《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）	70	55

1.6 评价等级

1.6.1 海洋环境影响评价等级

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025），结合本工程的具体类型及其对海洋环境可能产生的影响，依据导则评价内容表，本海洋工程环境影响评价内容包括水质环境、沉积物环境、生态环境、地形地貌与冲淤环境、水文动力环境，结合本项目的特点、规模及所在区域的环境状况，确定评价等级。

本工程申请用海 672.6345 公顷，其中深水网箱养殖 71.7943 公顷，筏式延绳养殖区 335.0336 公顷、筏式栅架养殖区 227.5269 公顷，养殖通道 38.2797 公顷。项目建设内容包括深水网箱、桁架类网箱、养殖浮筏，共布置筏式养殖延绳筏 2030 条，筏式养殖栅架筏 208 台，重力式深水网箱 16 个，桁架类深水网箱 2 个，项目属于开放式养殖用海。

项目位于湛江市雷州市纪家镇西侧流沙湾西北侧海域，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），项目位于南海北部幼鱼繁育场保护区、二长棘鲷幼鱼保护区内，所处海域属于《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）中规定的一般敏感区。

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）中海洋生态环境影响评价等级的判定，本项目海水养殖（需投加饵料）的深水网箱养殖71.7943公顷，不投加饵料的海水养殖内容为筏式延绳养殖区335.0336公顷、筏式棚架养殖区227.5269公顷，用海面积小于100公顷的海水养殖（需投加饵料）海洋生态环境影响评价等级为三级，而不投加饵料的海水养殖项目海洋生态环境影响评价等级均为三级。项目不涉及重要敏感区，无需提高评价等级。

综上，本项目海洋生态环境影响评价等级为三级。

表 1.6.1-1 本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		
		1	2	3
用海面积 S（公顷）	其他用海	$S \geq 200$	$100 \leq S < 200$	$S < 100$
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。				

1.6.2 地表水环境评价等级

本项目为海水养殖项目，直接利用海水稀释排放污染物，根据《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》（环境部公告 2021 年 第 24 号）中的《农业污染源产排污系数手册》以及《第一次全国污染源普查 水产养殖业污染源产排污系数手册》，网箱养殖主要排放污染物为总氮、总磷和 COD，筏式养殖主要排放 COD，对于总氮、总磷，铜、锌则有削减效果，根据 3.2.2 节，经核算，本项目运营期污染物排放量分别为：COD281891.19kg/年、无机氮-187131.2 kg/年、活性磷酸盐-22779.497 kg/年、铜-13.56 kg/年、锌-155.92 kg/年。

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018），本项目属于其中的水污染影响型项目，其中 COD 污染物当量数为 281891.19，评价等级为二级。

此外，《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018）规定：“受纳水体为入海河口和近岸海域时，评价范围按照 GB/T 19485 执行”，“受纳水体为入海河口和近岸海域时，调查范围按照 GB/T 19485 执行”，由于《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485）已修订为《环境影响评价技术导则 海

洋生态环境》（HJ 1409-2025），因此本项目调查范围、评价范围等以《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）为准。

1.6.3 环境空气评价工作等级

本项目施工期废气主要为施工船舶和施工机械的燃油废气，运营期运输船舶、工作船舶的燃油废气和网箱能源系统的柴油发电机的燃油废气，属于无组织排放。大气废气污染物排放量较少，废气排放对局部地区的大气环境影响较小。

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018），依据项目的主要污染物及排放量、项目建设内容以及当地执行的环境空气质量标准，确定本项目大气环境评价等级为三级，本项目为海水养殖，不建设构筑物，大气污染物排放量较少，本评价只对大气环境进行简要分析，主要提出有关的环境保护措施与对策建议。

1.6.4 噪声评价等级

本项目选址全部位于海域，与陆域最近直线距离为14km。项目区周围200m范围内无声环境保护目标。

根据《湛江市生态环境局关于印发<湛江市城市声环境功能区划分（2020年修订）>的通知》（2020年7月7日）中的区划范围，项目海域所在区域未划分声环境功能区划。根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021），“建设项目所处的声环境功能区为GB3096规定的3类、4类地区，或建设项目建设前后评价范围内声环境保护目标噪声级增量在3dB(A)以下（不含3dB(A)），且受影响人口数量变化不大时，按三级评价。”本项目周边200m范围内无声环境敏感目标，噪声增高量在3dB(A)以下，且受影响人口数量变化不大，确定本次噪声评价等级为三级。因此，本项目声环境影响评价工作等级确定为三级，可进行简要分析。

1.6.5 环境风险评价工作等级

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

进行一级评价；风险潜势为III，进行二级评价；风险潜势为II，进行三级评价；风险潜势为I，可开展简单分析。

本工程主要的风险为船舶燃料油泄漏，按照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018），本次施工采用1艘100t起重船、4艘锚碇块投放船、6艘网箱安装船、6艘辅助小艇、2艘拖船、1艘机动艇、1艘潜水工作船进行施工作业，运营期主要投入5艘养殖工作船进行运营维护，本项目危险物质涉及油类物质。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T 169-2018）附录B，油类物质（矿物油类，如石油、汽油、柴油等；生物柴油等）的临界量为2500t，根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025），油类物质临界量为100t，本报告以较严的《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）规定为准。

根据《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T 1143-2017），新建水运工程建设项目的可能最大水上溢油事故溢油量，按照设计代表船型的1个货油边舱或燃料油边舱的容积确定，由于其“附录C 表C.9 驳船燃油舱中燃油数量关系”对小于5000吨级驳船的燃油舱单舱燃油量统一取31m³，该数值与本项目小型辅助船舶相差较大，因此本项目施工期及运营期的船舶最大储存油量主要根据建设单位提供的船舶信息进行估算。详见下表1.6.5-1。

表 1.6.5-1 项目施工期及运营期最大燃油储存量估算表

建设期	序号	船型	吨位	数量	最大燃油储存量 (t)
施工期	1	锚碇块投放船	500t	4	240
	2	网箱安装船	100t	6	72
	3	辅助小艇	0.4t	6	0.30
	4	拖船	5000t	2	1200
	5	机动艇	0.4t	1	0.05
	6	起重船	100t	1	12
	7	潜水工作船	100t	1	12
	合计				1536.35
运营期	1	柴油发电机	100kw	15	1.8
	2	养殖辅助船	500t	5	300
	合计				301.8

考虑本项目为分期建设，项目施工期与运营期会同时存在，项目海上船舶最大燃油储存量按施工期及运营期的最大值取值，则为1838.15t，则本项目所涉及的油类物质在船机的最大存在总量与对应临界量100t的比值Q为18.38。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)附录C,本项目主要为施工、运营期间船舶需要利用油类物质作为燃料,属于涉及危险物质使用、贮存的项目,行业及生产工艺M值分数为5,为M4。项目Q为18.38,即危险物质及工艺系统危险性系数为P4。

表 1.6.5-2 行业及生产工艺

行业	评估依据	分值
其他	涉及危险物质使用、贮存的项目	5

表 1.6.5-3 危险物质及工艺系统危险性等级判断(P)

危险物质数量 及临界量比值 (Q)	行业及生产工艺(M)			
	M1	M2	M3	M4
$Q \geq 100$	P1	P1	P2	P3
$10 \leq Q < 100$	P1	P2	P3	P4
$1 \leq Q < 10$	P2	P3	P4	P4

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》(HJ 1409-2025),环境敏感程度分级E具体如下,本项目所处海域为G99湛江近岸海域环境保护留用区,范围为茂名电白界至广西合浦界范围内的未划区近岸海域,水质目标为第一类海水水质标准,为E1 危险物质泄漏到海洋的排放点位于海水水质分类第一类区域或重要敏感区。

表 1.6.5-4 环境敏感程度分级

敏感性	环境敏感特征
E1	危险物质泄漏到海洋的排放点位于海水水质分类第一类区域或重要敏感区
E2	危险物质泄漏到海洋的排放点位于海水水质分类第二类区域或一般敏感区
E3	上述地区之外的其他地区

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)中环境风险潜势划分,本项目属于环境高度敏感区E1,危险物质及工艺系统危险性系数为P4,则环境风险潜势为III。本项目环境风险评价工作等级为二级。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018),地表水环境风险评价范围按《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ 2.3-2018)执行,但《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ 2.3-2018)中规定:“受纳水体为入海河口和近岸海域时,评价范围按照GB/T 19485执行”,“受纳水体为入海河口和近岸海域时,调查范围按照GB/T 19485执行”,由于《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T 19485)已修订为《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》(HJ 1409-2025),因此本项目环境风险评价范围等以《环境影响评价技术导则

海洋生态环境》（HJ 1409-2025）为准。

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025），海洋生态环境风险评价范围根据评价等级合理确定，一般不小于相应评价等级的生态环境影响评价范围。一、二级评价项目的评价范围分别根据危险物质 72 h、48 h 扩散范围确定，可根据海域特征、生态敏感区分布情况等做适当调整。因此本项目环境风险评价范围按海洋生态环境影响评价等级二级评价范围最大距离 15km 为准。

表 1.6.5-5 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)	IV ⁺	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：IV ⁺ 为极高环境风险。				

表 1.6.5-2 环境风险评价等级划分

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

1.6.6 地下水环境评价工作等级

根据《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ 610-2016），本项目属于导则内附录 B 中 16、海水养殖工程，相对应的地下水环境影响评价项目类别为 IV 类项目，不开展地下水环境影响评价。

1.6.7 土壤环境评价工作等级

根据《环境影响评价技术导则土壤环境（试行）》（HJ 964-2018），本项目属于导则附录 A 中规定的农林牧渔业中的其他类，土壤影响评价项目类别属于 IV 类，根据导则“4.2.2 IV 类建设项目可不开展土壤环境影响评价”，因此，本项目不开展土壤环境影响评价。

1.6.8 生态环境评价等级

本项目为现代化海洋牧场建设项目，属于海洋工程，项目不涉及陆域建设内容。根据《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ 19-2022），涉海工程评价等级判定参照 GB/T 19485。

由于《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485）已修订为《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025），根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025），本项目海洋生态环境影响评价等级为三级。

1.6.9 总结

综上，根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018），本项目评价等级为二级；根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025），项目的海洋生态环境影响评价等级为三级，环境风险评价工作等级为二级。

本项目所处区域属于海域范围，不涉及大陆陆域以及海岛陆域，项目所处海域未划分声环境功能区等级，因此不对声环境评价做评价等级划分。

表 1.6.9-1 项目各单项环境影响评价工作等级汇总表

环境类型	地表水	海洋生态	环境空气	声环境	环境风险
评价等级	2	3	简要分析	1	2

1.7 评价范围

1.7.1 海洋生态环境及环境风险影响评价范围

本项目地表水环境评价等级为二级，海洋生态环境影响评价等级为三级，环境风险评价工作等级为二级。根据 1.6 节内容，地表水环境评价范围、环境风险评价均按《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）执行，因此为地表水环境、海洋生态环境与环境风险评价范围的统一，三者评价范围以较严的二级为标准，按海洋生态环境影响评价等级二级评价范围最大距离 15km 为准。

因此，本项目评价范围为：以工程用海边界向外扩展 15km，大致为项目所在海域及周边海域所形成的区域范围 $20^{\circ} 46' 45.257'' \sim 21^{\circ} 04' 53.303''$ N， $109^{\circ} 21' 58.025'' \sim 109^{\circ} 40' 19.214''$ E，面积约 1060.3km²。

表 1.7.1-2 评价范围四至坐标

序号	北纬	东经
1	$20^{\circ} 46' 45.257''$	$109^{\circ} 21' 58.025''$
2	$20^{\circ} 46' 45.257''$	$109^{\circ} 40' 19.214''$
3	$21^{\circ} 04' 53.303''$	$109^{\circ} 40' 19.214''$
4	$21^{\circ} 04' 53.303''$	$109^{\circ} 21' 58.025''$

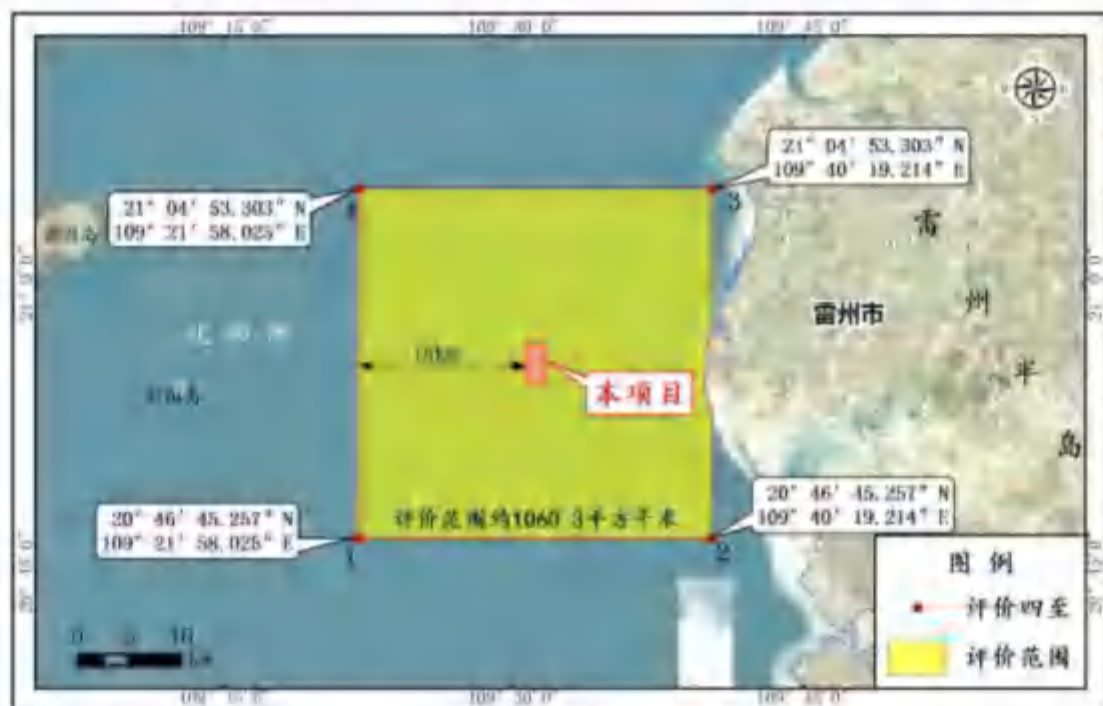


图 1.7.1-1 评价范围示意图

1.7.2 环境空气影响评价范围

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018)，依据项目的主要污染物及排放量、项目建设内容以及当地执行的环境空气质量标准，确定本项目大气环境评价等级为三级，只对大气环境进行简要分析，不设置大气评价范围。

1.7.3 声环境影响评价范围

本项目声环境影响评价工作等级确定为三级，可进行简要分析，不设置声环境影响评价范围。

1.8 环境保护目标和环境敏感目标

1.8.1 环境保护目标

(1) 海洋环境保护目标：保护本项目周边海洋水质、沉积物等环境，使其不因本工程的实施而影响环境功能。

(2) 生态保护目标：保护项目所在海域及周边的海洋生态环境，不因本项目的实施而使生态环境产生不可逆转的影响。

1.8.2 环境敏感目标

通过对项目附近现场进行现场勘查和分析，结合《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》、《自然资源部办公厅关于北京等省（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》（自然资办函〔2022〕2207号）、《湛江市国土空间总体规划（2021-2035年）》，确定本项目评价范围内的环境保护目标和环境敏感区主要包括：

(1) 三区三线

2023年10月12日，广东省人民政府正式批复《湛江市国土空间总体规划（2021—2035年）》。根据《湛江市国土空间总体规划（2021—2035年）》中生态保护红线的划分情况，本项目评价范围内生态保护红线分别为湛江遂溪江洪海洋生态地方级自然保护区（为重要滩涂及浅海水域）、赤豆寮沙源流失极脆弱区（为沙源流失极脆弱区）。

同时，湛江遂溪江洪海洋生态地方级自然保护区生态保护红线为《湛江市国土空间总体规划（2021-2035年）》中市域自然保护地中的地方级自然保护区。

(2) 海洋功能分区

根据《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》，项目用海位于湛江西侧渔业用海区，项目评价范围内分布有湛江遂溪江洪海洋生态地方级自然保护区生态保护区。湛江遂溪江洪海洋生态地方级自然保护区生态保护区保护要求为保护重要滩涂及浅海水域，维护湿地生态系统生物多样性。

(3) 农业部划定渔业资源保护区

南海北部幼鱼繁育场保护区、二长棘鲷幼鱼保护区。

(4) 海洋牧场、养殖区等

广东省遂溪江洪海域国家级海洋牧场示范区、李灿辉贝类养殖项目、陈钺林贝类养殖项目、陈钺林贝类养殖项目、林顺林贝类养殖项目、袁文杰贝类养殖项目、江洪人工鱼礁、湛江市粤耀水产养殖有限公司贝类底播养殖项目。

(5) 自然岸线

项目评价范围内沿岸陆域的自然岸线，相距较远，为 14.2km。

本项目评价范围内的海洋环境保护目标和环境敏感区详见表 1.8.2-1，环境敏感目标的分布见图 1.8.2-1~图 1.8.2-6。

表 1.8.2-1 本项目与环境敏感目标的位置关系

序号	类别	环境敏感目标	方位	距离本项目最近距离	保护对象及环境保护目标
1	“三区三线”中的生态保护红线	湛江遂溪江洪海洋生态地方级自然保护区(为重要滩涂及浅海水域)	北侧	550m	海洋生态环境
2		赤豆寮沙源流失极脆弱区(为沙源流失极脆弱区)	东侧	11.2km	冲淤环境
3	海洋功能分区	湛江西侧渔业用海区	项目所在	/	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.保护红树林、砂质海岸、淤泥质岸滩及其生境。
5		湛江遂溪江洪海洋生态地方级自然保护区生态保护区	北侧	550m	保护重要滩涂及浅海水域,维护湿地生态系统生物多样性。
6	农业部划定渔业资源保护区	南海北部幼鱼繁育场保护区	项目周边	占用	幼鱼以及海水水域环境,严格遵守禁渔区和禁渔期的保护规定,南海北部幼鱼繁育场保护区位于南海北部及北部湾沿岸 40m 等深线水域,保护期为 1-12 月

序号	类别	环境敏感目标	方位	距离本项目最近距离	保护对象及环境保护目标
7		二长棘鲷幼鱼保护区	项目周边	占用	二长棘鲷幼鱼以及海水水域环境，严格遵守禁渔区和禁渔期的保护规定，二长棘鲷幼鱼保护区内保护区时间为每年的1月15日至6月30日，在禁渔期间，禁止底拖网渔船、拖虾渔船进入上述海域内生产
8	周边海洋牧场、人工鱼礁、渔业养殖项目	广东省遂溪江洪海域国家级海洋牧场示范区	东北侧	9.5km	海水水质、海洋生态环境，保障周边养殖活动正常养殖经营活动，维持区域海水水质现状
9		李灿辉贝类养殖项目	东北侧	14.5km	
10		陈征林贝类养殖项目一	东北侧	13.8km	
11		陈征林贝类养殖项目二	东北侧	14.6km	
12		林顺林贝类养殖项目	东北侧	16.9km	
13		袁文杰贝类养殖项目	东北侧	15.2km	
14		江洪人工鱼礁	东北侧	6.5km	
15		湛江市粤耀水产养殖有限公司贝类底播养殖项目	东南侧	13.5km	
16		湛江市江洪1号海域现代化海洋牧场建设项目	东北侧	7.84km	

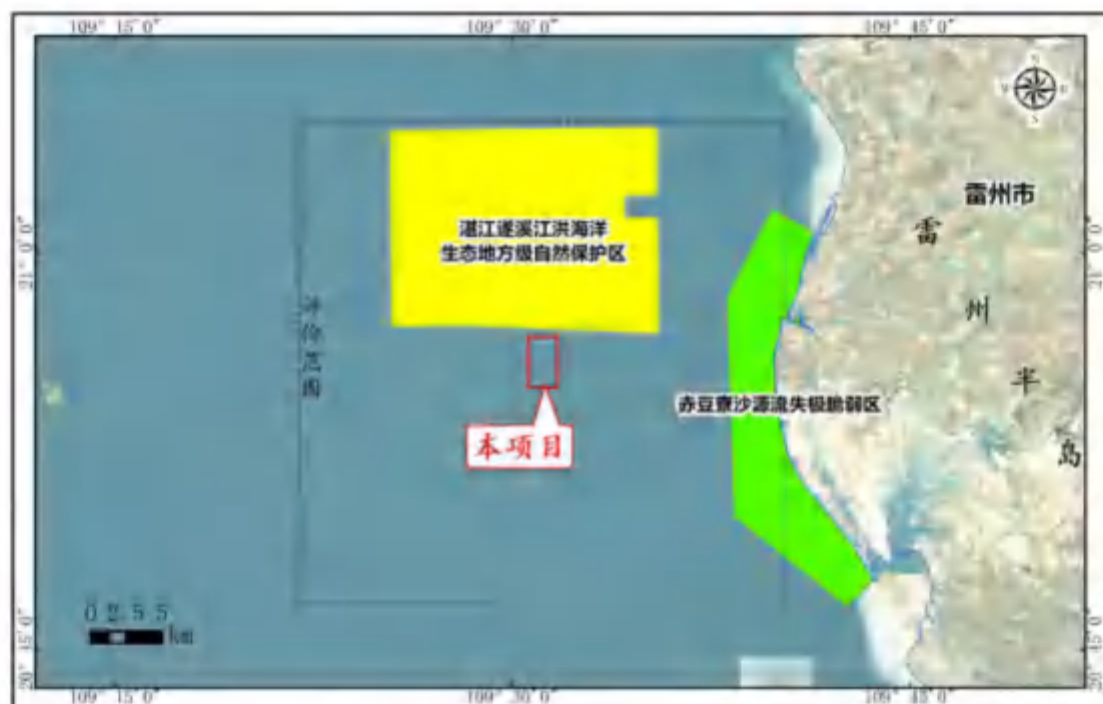


图 1.8.2-1 项目评价范围内环境保护目标分布图（三区三线中的生态保护红线）

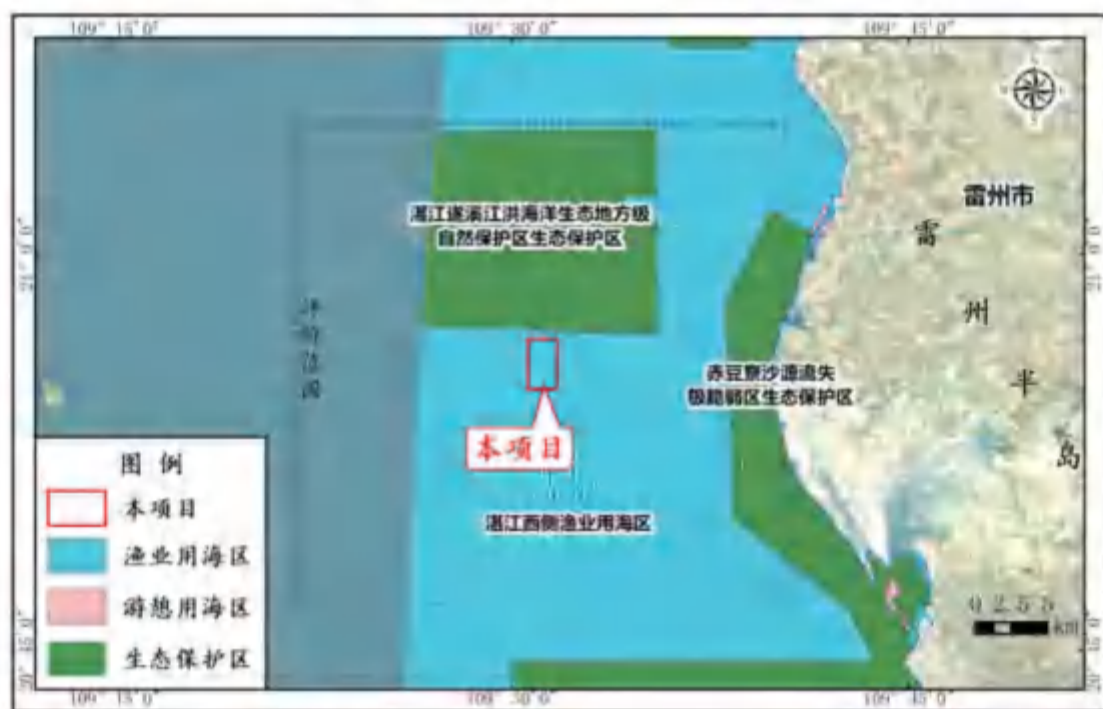


图 1.8.2-2 项目评价范围内环境保护目标分布图（海洋功能分区）

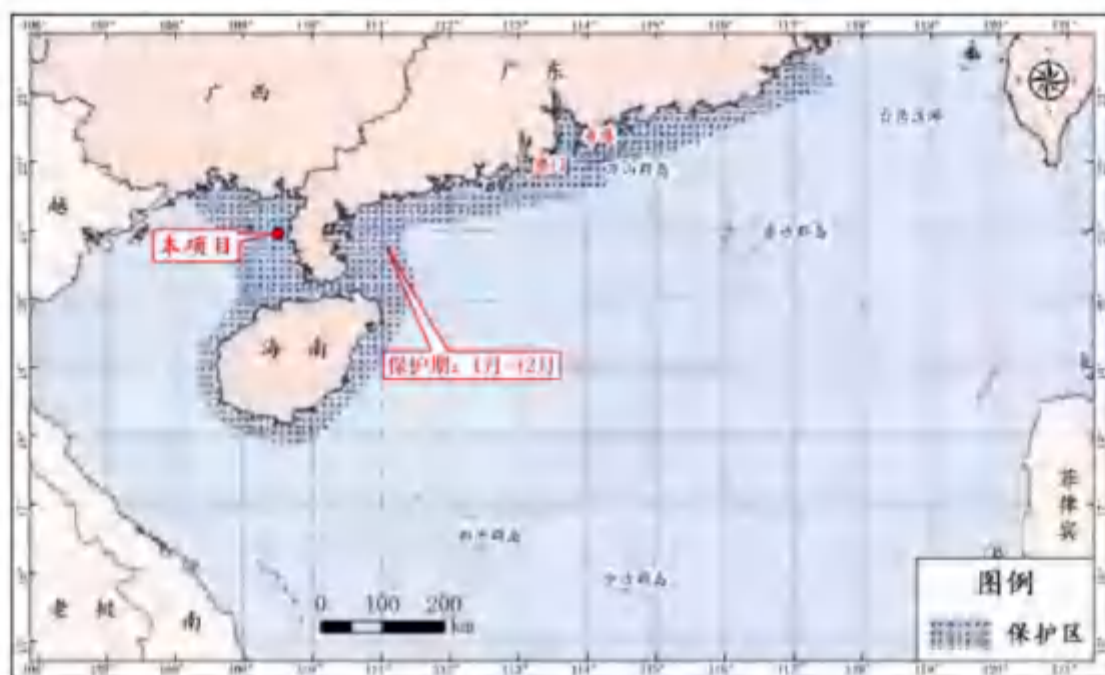


图 1.8.2-3 项目评价范围内环境保护目标分布图（农业部划定渔业资源保护区：南海北部幼鱼繁育场保护区）

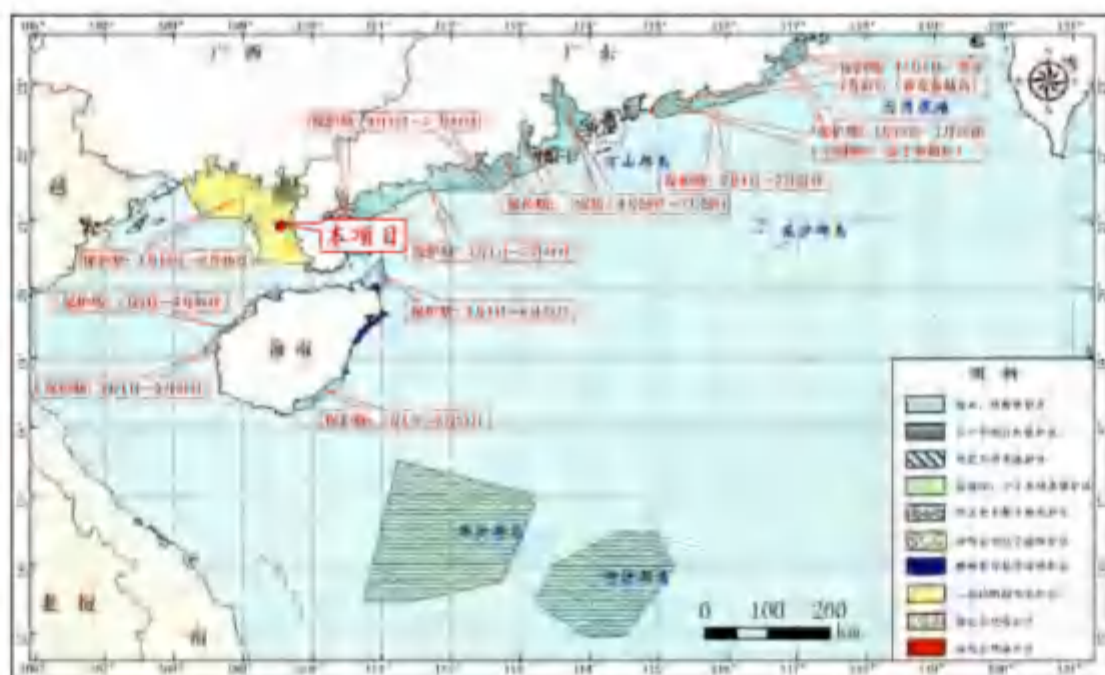


图 1.8.2-4 项目评价范围内环境保护目标分布图（农业部划定渔业资源保护区：幼鱼幼虾保护区）

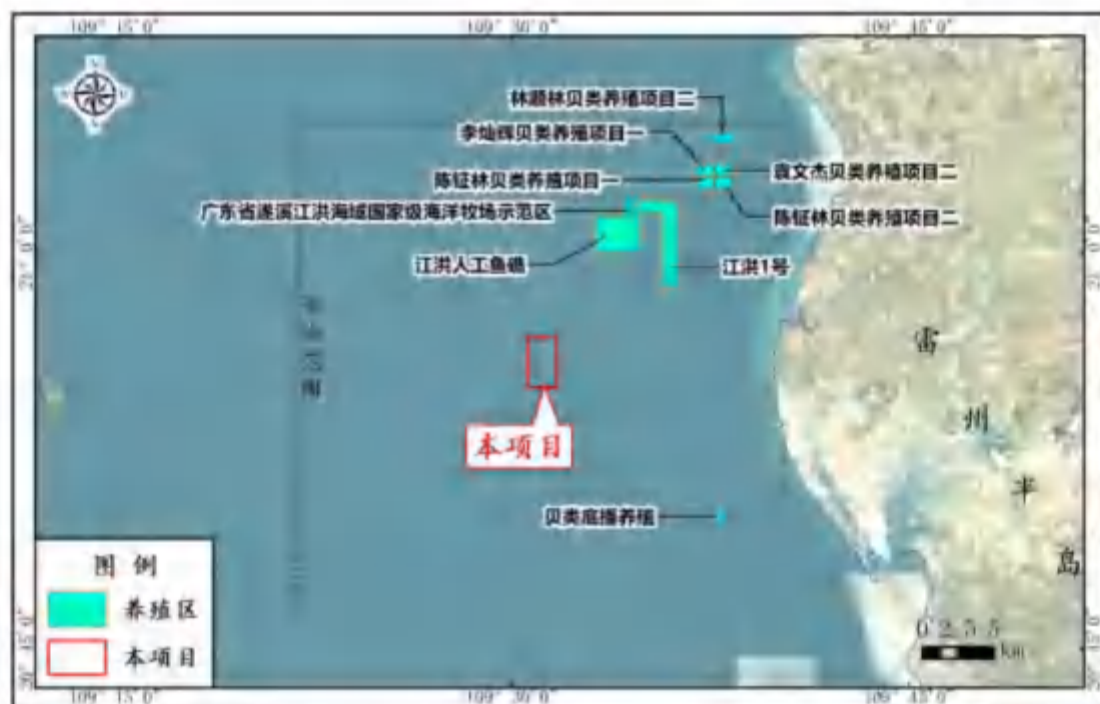


图 1.8.2-5 项目评价范围内环境保护目标分布图（现状养殖区）

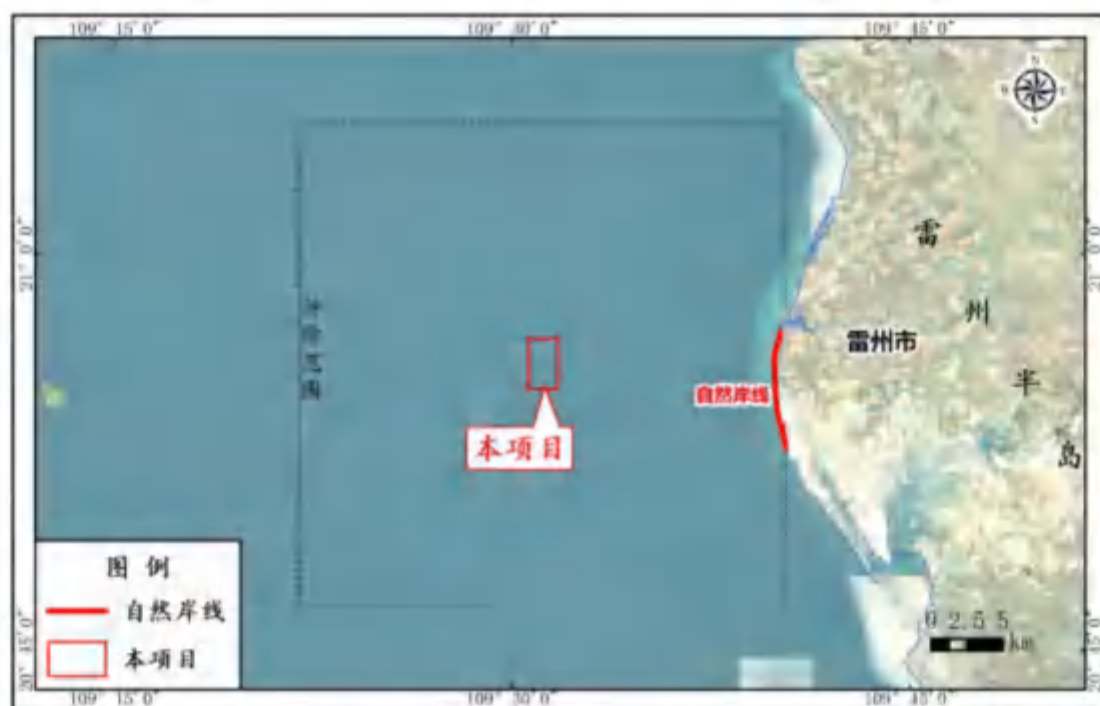


图 1.8.2-5 项目评价范围内环境保护目标分布图（自然岸线）

1.8.3 环境关注点

本项目评价范围内分布有 GDN07026（与本项目相距 6.1km）、GDN07019（与本项目相距 13.8km）、GDN07013（与本项目相距 20.5km）三个近岸海域

水质监测站位，该三个站位为本项目环境影响的环境关注点，需要重点关注本项目建设运营所造成的环境影响是否扩散至近岸海域水质监测站位，对其采样海水水质是否存在影响。

项目评价范围内不涉及海底电缆、海上风电等其他海洋开发项目，项目周边航道主要为北部湾沿海干线航道以及江洪航道，相对距离分别为1030m（西侧）、3864m（东南侧）。

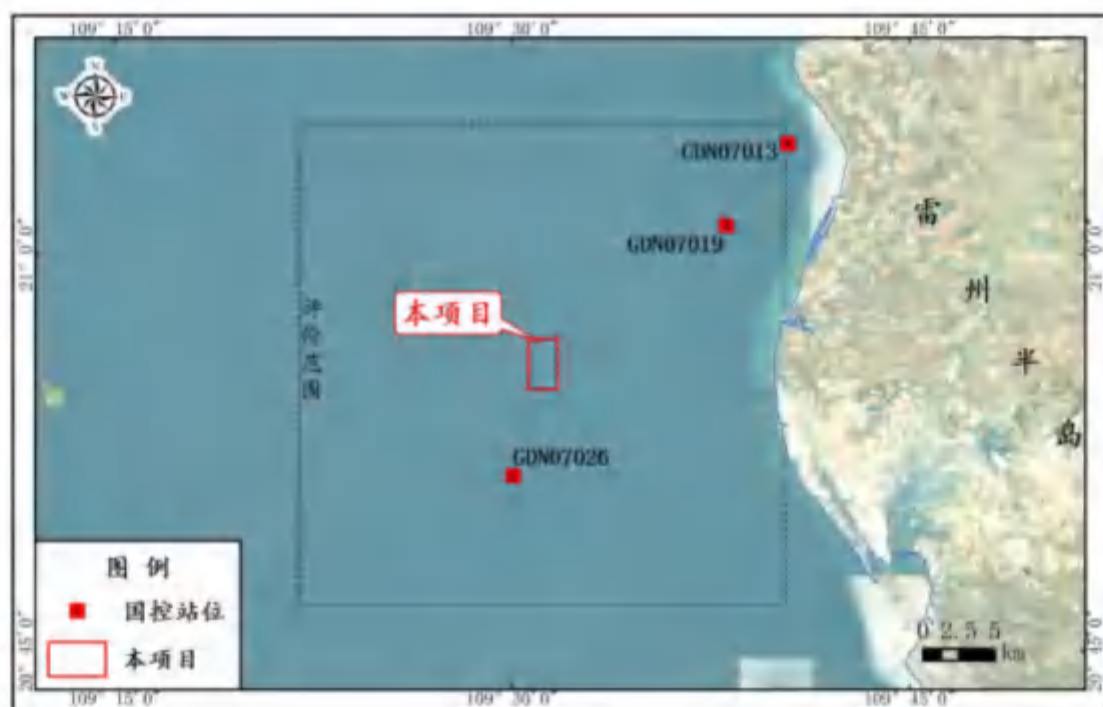


图 1.8.3-1 环境关注点（国控站位）



图 1.8.3-2 包金沙 1 号周边航道分布情况

1.9 评价内容和评价重点

1.9.1 评价内容

根据本项目的工程特征及所在地环境特征和排污的特点,确定本次评价工作的内容为:建设项目概况及工程分析、环境现状调查与评价、环境影响预测与评价、环境风险评价、环境保护措施及其可行性论证、环境影响经济损益分析、环境管理与监测计划等。

1.9.2 评价重点

参考《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》(HJ 1409-2025),结合建设项目所在海域海洋功能区划、海洋工程建设内容、规模及其在建设过程的海洋环境影响因素及环境影响特点,本次海洋环评的评价重点为:

(1) 工程建设对海洋水动力环境、海水水质环境、沉积物环境、海洋生态环境的影响;

(2) 养殖过程中营养物质和排泄物入水对海水水质、沉积物、海洋生物和环境敏感保护目标的影响；

(3) 施工期和营运期船舶事故溢油造成的环境风险影响；

(4) 项目建设及运营对自然保护区、海洋保护区等的影响；

(5) 与海洋功能区划、生态保护红线符合性分析；

(6) 施工期及营运期采取的环境保护对策、措施。

2 项目建设基本情况

2.1 建设项目规模及地理位置

2.1.1 项目基本情况

(1) 项目名称

湛江市包金沙1号海域现代化海洋牧场建设项目

(2) 申请单位

湛江市蓝色海洋产业发展有限公司

(3) 项目建设估算资金及建设工期

工程建设估算资金约1.95亿元，项目建设年限分为三年：2025年、2026年、2027年。

2.1.2 项目选址位置

本项目位于湛江市雷州市纪家镇西侧、流沙湾西北侧海域，地理坐标为20°54'18.335"N，109°30'36.744"E，项目所在海域及周边海域无军事区分布，同时没有重要的军事设施。海域水流畅通，不属强流区或弱流区，受强风大浪影响小。



图 2.1.2-1 项目所处行政区划图

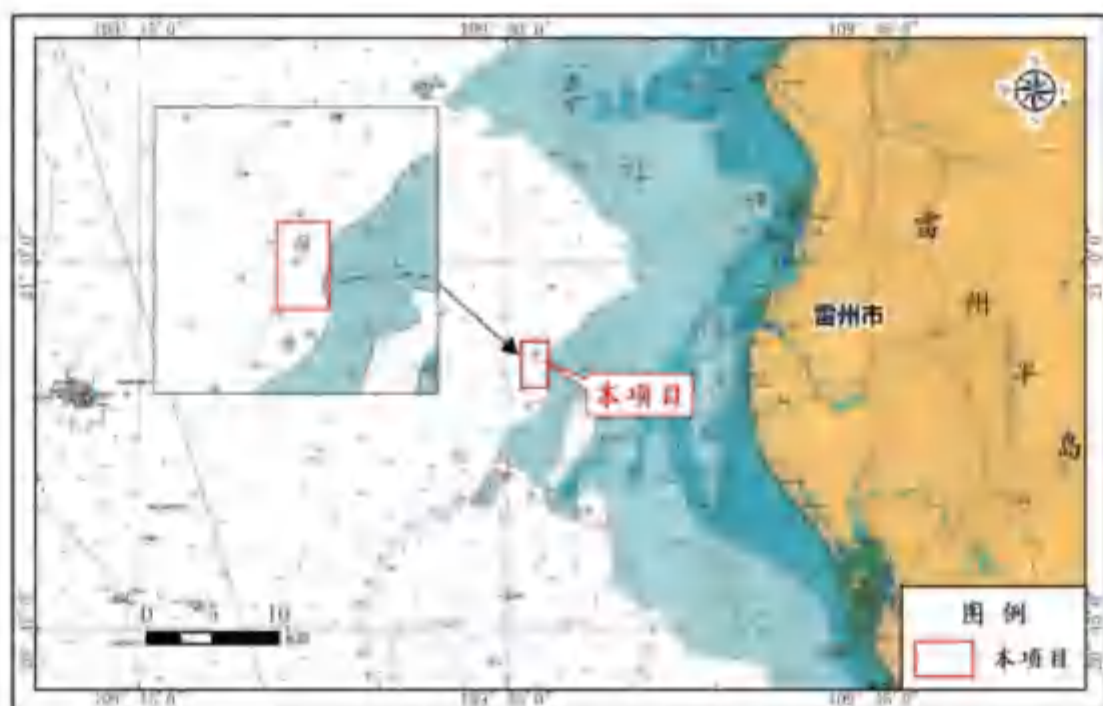


图 2.1.2-1 项目所处地理位置图

2.1.3 项目建设内容及规模

本项目建设筏式养殖延绳筏 2030 条，筏式养殖栅架筏 208 台，重力式深水网箱 16 个，桁架类深水网箱 2 个。配置移动式养殖管理平台（为多功能补给船，用于投苗、分苗、投喂、采收、清洗等养殖管理）3 个、养殖配套装备（投苗、分苗、投喂、采收、清洗等）6 套、智慧渔业监控管理系统 1 套。

拟申请海域使用总面积为 672.6345 公顷，其中筏式延绳养殖 335.0336 公顷、筏式栅架养殖 227.5269 公顷、深水网箱养殖区 71.7943 公顷和养殖通道 38.2797 公顷。

项目分三期建设，第一期用海面积为 350.1695 公顷（筏式延绳养殖用海 335.0336 公顷、作业船只通道用海 15.1359 公顷）；第二期用海面积为 227.5269 公顷（筏式栅架养殖用海 227.5269 公顷）；第三期用海面积为 86.9366 公顷（深水网箱养殖用海 71.7943 公顷、作业船只通道用海 23.1438 公顷）。

工程建设估算资金约 1.95 亿元，项目建设年限分为三年：2025 年、2026 年、2027 年。

本项目用海均不占用广东省政府批复的海岸线，也不占用海岛岸线。

表 2.1.3-1 本项目建设内容一览表

序号	建设期	建设内容	数量	备注
1	第一期（主体工程）	筏式延绳养殖设施	350.1695 公顷	共 2030 条，每条延绳筏长 200m，绳直径 2.6cm。
2	第二期（主体工程）	筏式棚架养殖设施	227.5269 公顷，208 台	8 排 26 列，每组筏架间距横向间距 59m，纵向间距 60m
3	第三期（主体工程）	重力式深水网箱	16 个	HDPE 浮式 C90 重力式，周长 90m，外边框直径约 30m，养殖水体 4000~9500m ³
4		桁架类深水网箱	2 个	长 86m、宽 34m、型深 13m，养殖水体约 3 万 m ³
5		移动式养殖管理平台	3 个	为多功能补给船，用于投苗、分苗、投喂、采收、清洗等养殖管理
6		养殖配套装备	6 套	用于投苗、分苗、投喂、采收、清洗等配套装备
7		智慧渔业监控管理系统	1 套	养殖智慧监控管理
8	依托工程	江洪渔港	/	江洪渔港为遂溪四大渔港之一，本项目可依托其形成种苗繁育、鱼种保存、加工储运、水产交易、渔需供给、饲料补给、信息管理等全产业链的保障体系。江洪渔港不属于本项目评价内容。

2.2 工程的平面布置、结构和尺度

2.2.1 工程平面布置

本项目计划在湛江市雷州市纪家镇西部海域，开展现代化海洋牧场建设。筏式养殖延绳筏 2030 条，筏式养殖棚架筏 208 台，重力式深水网箱 16 个，桁架类深水网箱 2 个。项目总体呈南北向分布，总用海区域和各用海区域均总体呈长方形布局；自北向南依次布设深水网箱养殖区、筏式棚架养殖区、筏式延绳养殖区。在筏式棚架养殖区、筏式延绳养殖区之间布设一条区内作业船只通道（宽度尾 200m）。

在项目运营期间，配置移动式养殖管理平台（为多功能补给船，用于投苗、分苗、投喂、采收、清洗等养殖管理）3个、养殖配套装备（投苗、分苗、投喂、采收、清洗等）6套、养殖辅助船3艘、智慧渔业监控管理系统1套。

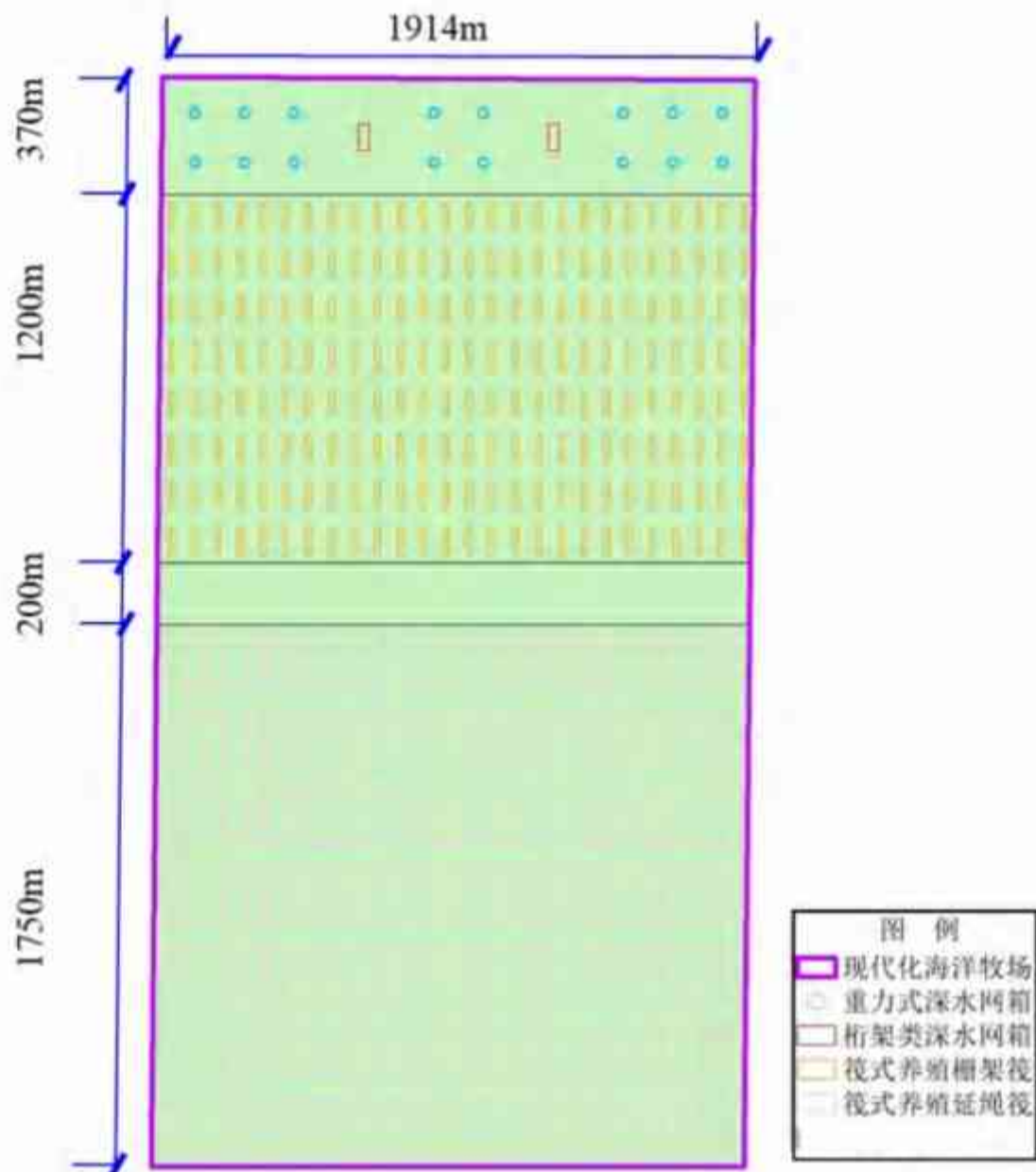


图 2.2.1-1 湛江市包金沙1号海域现代化海洋牧场规划布局示意图

湛江市包金沙1号海域现代化海洋牧场建设项目宗海平面布置图

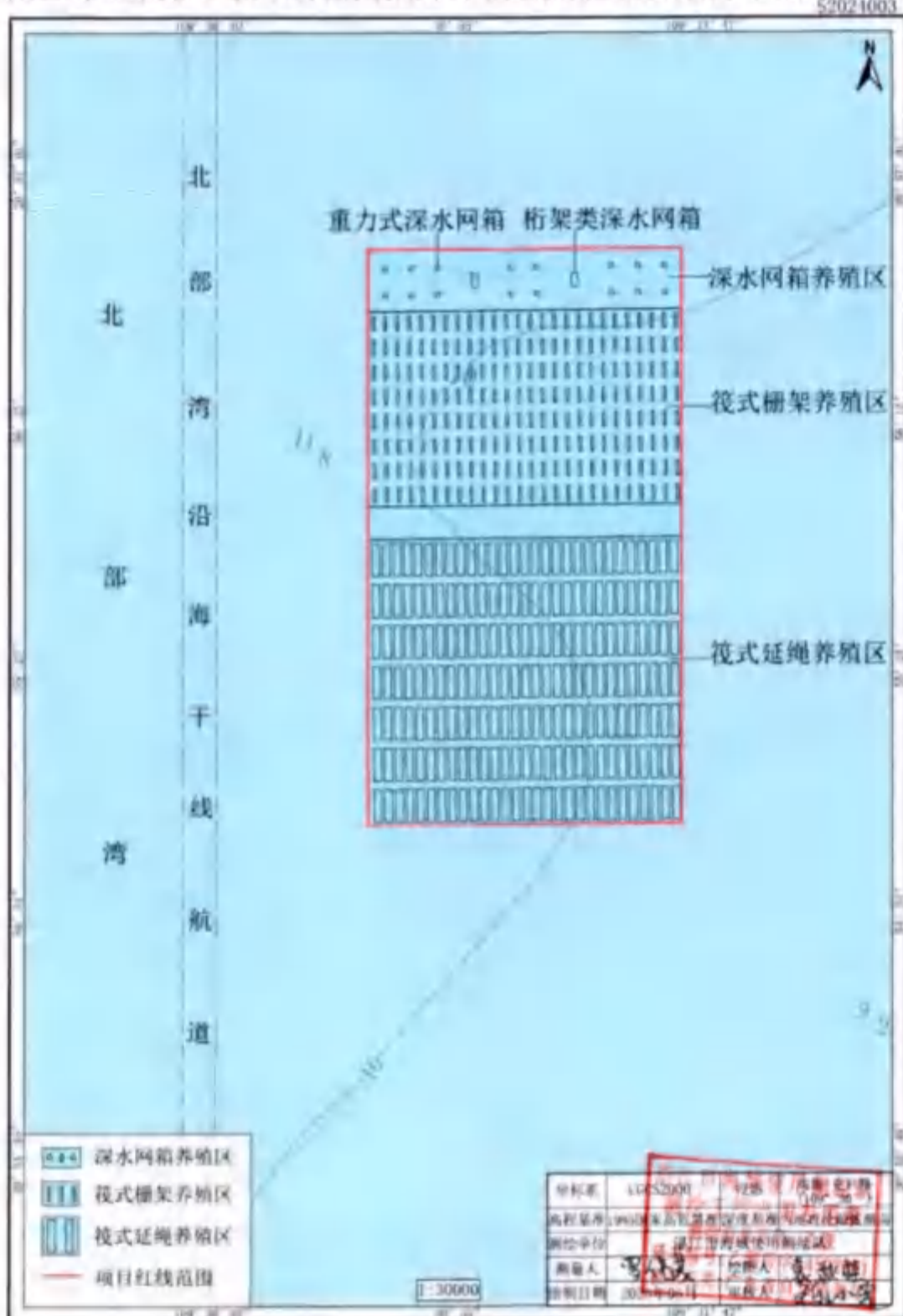


图 2.2.1-2 湛江市包金沙1号海域现代化海洋牧场建设项目宗海平面布置图

根据《湛江市包金沙1号海域现代化海洋牧场建设项目可行性研究报告》，本项目建设内容分三期建设，建设期限为2024-2026年。根据建设单位建设投入

及规划，分期建设可缓解资金压力、合理规避市场风险。首先，分期建设可以有效地缓解资金压力。根据市场调研，筏式养殖延绳筏约 0.5 万元/条，筏式养殖棚架筏约 45 万元/台，C90 重力式深水网箱约 50 万元/个，桁架类深水网箱造价约为 3000 万元/座，养殖辅助船约 150 万元/艘。本项目建设筏式养殖延绳筏 2030 条，筏式养殖棚架筏 208 台，重力式深水网箱 16 个，桁架类深水网箱 2 个，合计建设设施总投资 1.7175 亿元，一次性投入会导致资金压力巨大。通过分期建设，可以将资金分散到不同的时间段，使得企业能够在每个阶段根据项目的进展和资金回流情况，合理安排资金投入，从而减轻资金压力。其次，分期建设有助于合理规避市场风险。市场环境和客户需求是不断变化的，通过分期开发，企业可以根据市场的反馈及时调整养殖品种或产品，以满足市场的需求。这种方式可以避免因一次性建设所面临的市场风险。最后，分期建设还能有效做到产品溢价。通过分期开发，企业可以在每个阶段根据市场情况和自身策略，制定不同的销售策略和价格策略，从而在不同的阶段实现产品的溢价销售，提高项目的整体收益。因此，本项目分期建设的必要性在于它能够有效地缓解资金压力、合理规避市场风险、以及实现产品溢价，这些都是提高项目成功率和收益率的重要策略。

2025 年为第一期，用海面积为 350.1695 公顷（筏式延绳养殖用海 335.0336 公顷，养殖通道 15.1359 公顷）。在筏式养殖延绳筏区建设养殖延绳筏 2030 条。

2026 年为第二期，用海面积为 227.5269 公顷（筏式棚架养殖设施）。在筏式棚架养殖区建设筏式养殖棚架筏 208 台。

2027 年为第三期，用海面积为 86.9366 公顷（深水网箱用海 71.7793 公顷、作业船只通道用海 23.1438 公顷）。在深水网箱养殖区建设重力式深水网箱 16 个，桁架类深水网箱 2 个；配置移动式养殖管理平台 1 个、养殖配套装备 2 套、养殖辅助船 1 艘。

表 2.2.1-1 包金沙 1 号海域现代化海洋牧场建设用海统计

序号	分期	用海编号	建设用海面积（公顷）	作业船只通道用海面积（公顷）	合计（公顷）
1	第一期	BJS1-1	335.0336	15.1359	350.1695
2	第二期	BJS1-2	227.5269	0	227.5269
3	第三期	BJS1-3	71.7943	23.1438	86.9366
合计			634.3548	38.2797	672.6345

表 2.2.1-2 包金沙1号海域现代化海洋牧场建设内容统计

序号	分期	用海编号	养殖延绳筏 (条)	养殖棚架筏 (台)	重力式深水 网箱 (个)	桁架类深水 网箱 (个)
1	第一期	BJS1-1	2030	-	-	-
2	第二期	BJS1-2	-	208	-	-
3	第三期	BJS1-3	-	-	16	2
合计			2030	208	16	2

2.2.2 网箱养殖区平面布局

项目网箱养殖区布置重力式深水网箱 16 个，桁架类深水网箱 2 个，位于项目用海范围的北侧海域。

深水网箱养殖以重力式深水网箱为主要养殖方式，同时建设 2 个桁架式深水网箱。在海域养殖规划和生产许可前提下，确定养殖品种与生产方式及规模。针对海流特点，成片规划，成组布局 HDPE 重力式深水网箱，配套具有投喂、起捕、活鱼运输等功能的辅助作业船。探索建立标准化的环境监测系统，控制养殖密度，保障养殖区生态环境健康。

根据划定的网箱养殖用海区域，用海区域内根据水深条件共布置 C90 型重力式浮式圆形深水网箱 16 个，C90 型重力式浮式圆形深水网箱，单个网箱周长 90m，养殖容量约 4000 立方水体，桁架类深水网箱位于 C90 型重力式网箱之间。相邻 2 个重力式深水网箱框架边缘之间间隔 130m。采用单网箱锚定方式布设，每个网箱占海域尺寸为 150m×150m，每个网箱的采用 12 个锚锚定，锚绳长度约为 100m，网衣采用 12 个水泥块固定。

本项目网箱固定采用单个网箱锚定的方式，网箱受力均具有相对的独立性，不易产生群体性破坏。“连接式”的网箱锚定，是网箱与网箱直接连接，各个网箱的受力将受到全体（整组）网箱相互影响，巨大的受力集中在某一点可能会直接导致某一网箱损坏，该网箱损坏时，其他网箱由于是“连接式”锚定方式，其他网箱随即失去相互作用而处于危险状态。此外，过于靠近的两口网箱，在恶劣天气时易相互碰撞，也不利于水体交换，水流的作用也可能导致相邻网箱网衣之间的缠绕。桁架类网箱尺寸约为 86m×34m，养殖容量约 3 万立方水体；采用复合式锚泊系统，锚链长度约为 100m，每个网箱的采用 4 个阔鳍式德尔泰大抓力锚锚定，锚绳长度约为 100m。考虑到网箱在恶劣天气等情况下的安全性，桁架类

深水网箱锚定边界与重力式深水网箱锚定边界相距 70m。

表 2.2.2-1 单口重力式深水网箱锚泊系统材料

序号	材料	规格、材料	单位	数量	备注
1	水泥锚	10t, 方台型	个	12	不少于 12 个
2	锚绳	φ42mm, 高密度聚乙烯三股绳	m	1200	100m/根, 12 根
3	水泥块	φ400mm, 高 350mm	个	12	每个锚绳 1 个

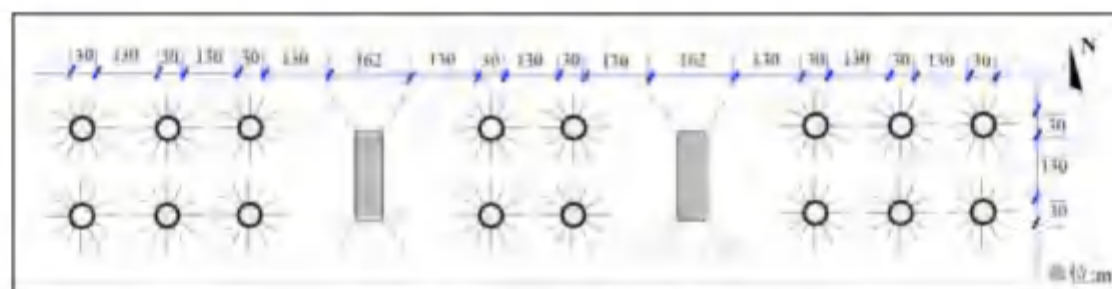


图 2.2.2-1 深水网箱养殖区平面布置图

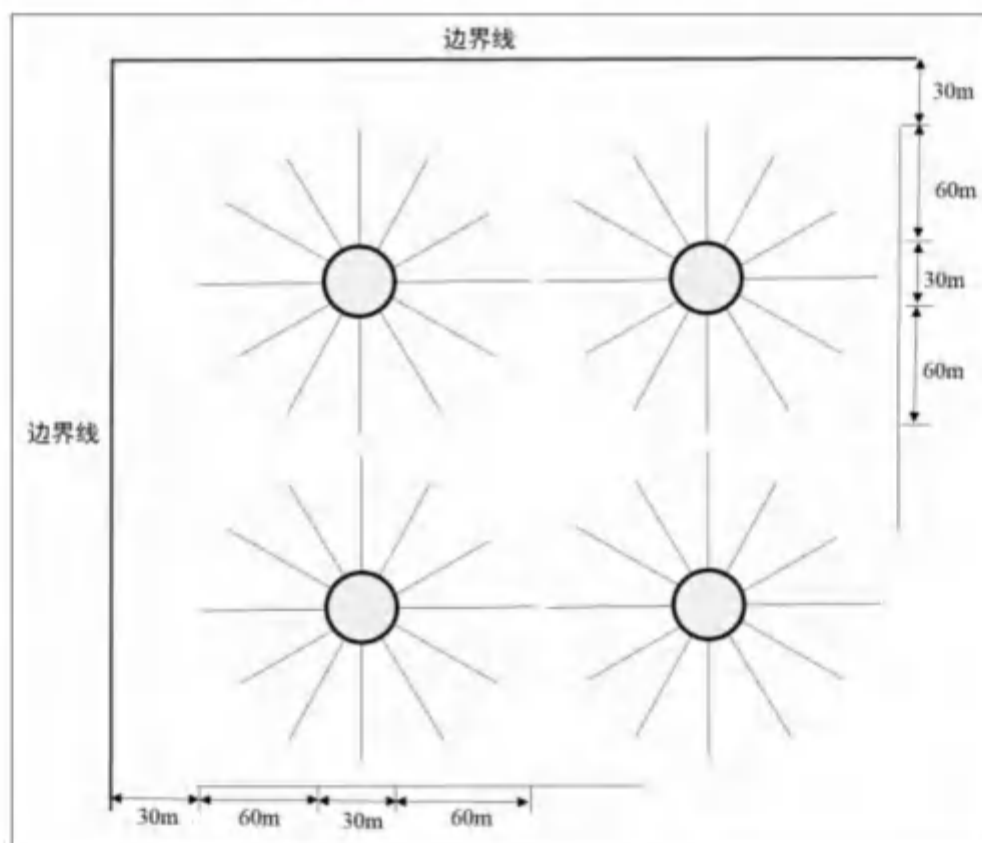


图 2.2.2-2 重力式深水网箱投放控制边线示意图

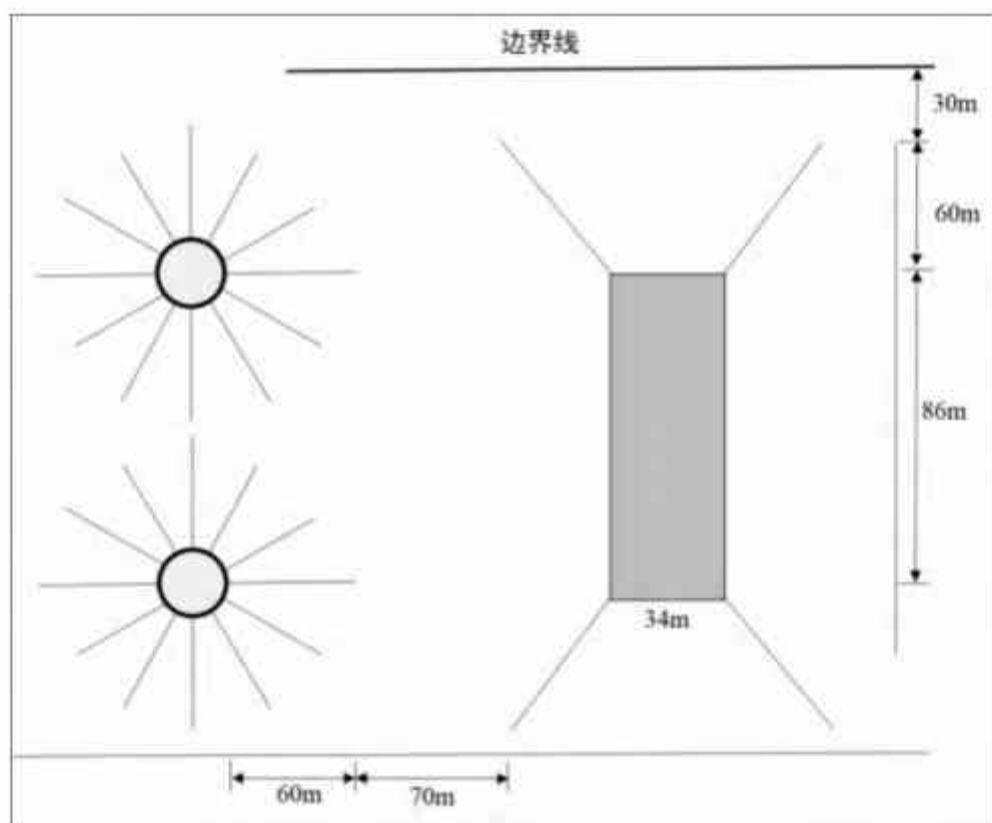


图 2.2.2-3 桁架类深水网箱投放控制边线示意图





图 2.2.2-4 重力式深水网箱养殖海域照片

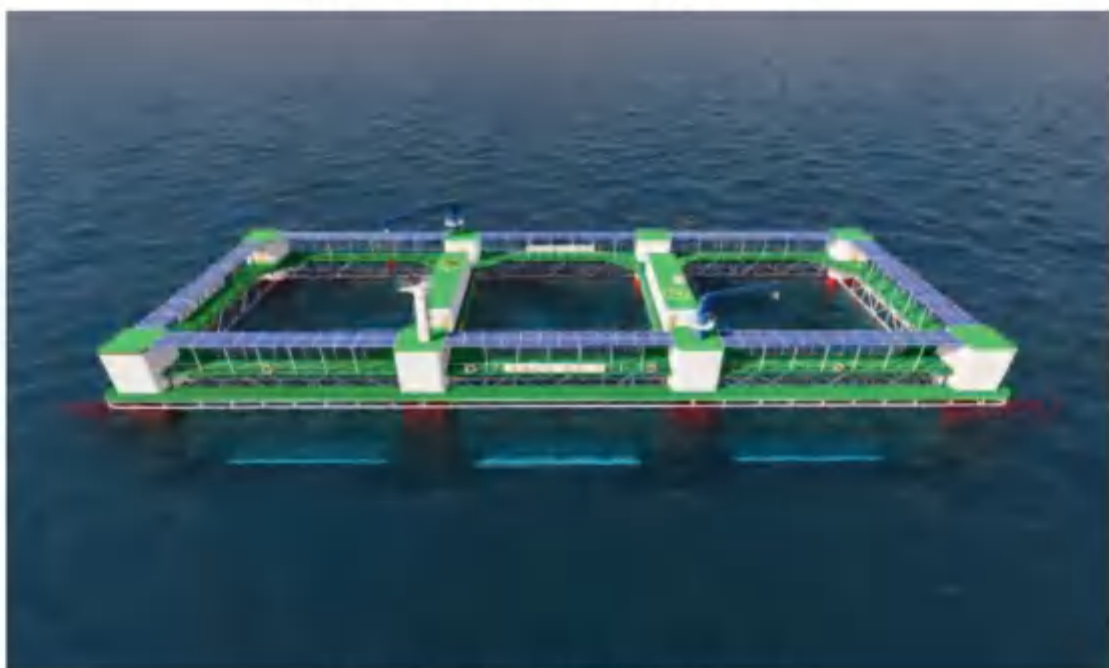


图 2.2.2-5 桁架类深水网箱养殖海域照片

2.2.3 筏式栅架筏养殖区布局

筏式栅架筏养殖区按照南北方向布设，整个养殖区共设新型 HDPE（高密度聚乙烯）抗风浪栅架筏 208 组，形成 8 排 26 列：东西走向每行 26 组、南北走向每列 8 组；每组筏架间距横向间距 59m，纵向间距 60m，筏架距离东西向边界线 24.5m、距离南北向边界 30m。

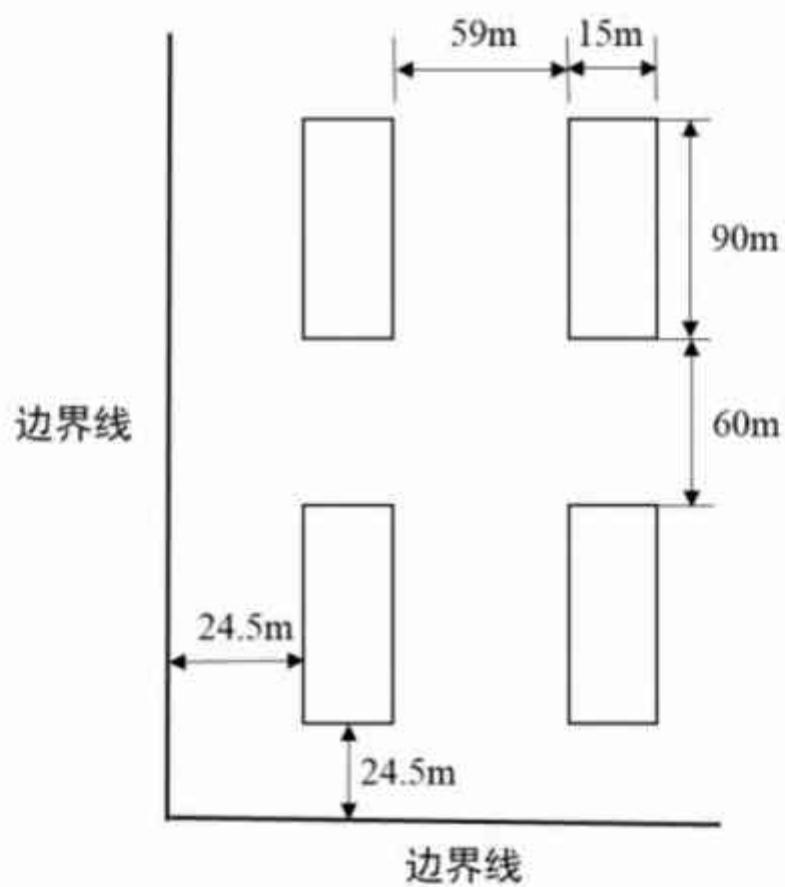


图 2.2.3-1 筏式养殖栅架筏投放控制边线示意图

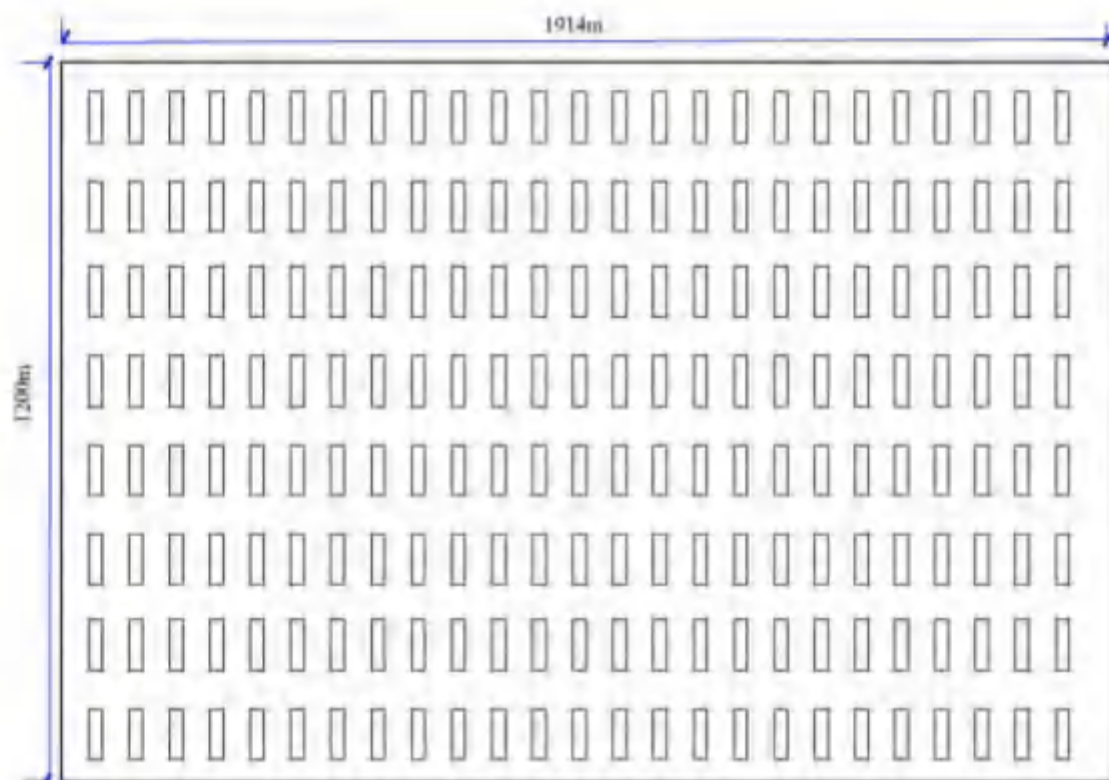


图 2.2.3-2 抗筏式养殖栅架筏平面布局图

2.2.4 筏式延绳养殖区平面布局

每条延绳筏长 200m，缆绳直径 2.6cm。浮子由玻璃或聚乙烯材质做成球状，直径 35cm，重量 1600g 左右，浮力 12.5kg。浮子间距为 4m，每条延绳筏共用浮子 51 个。延绳筏的两端用各用一个重 75 公斤的铁锚固定。每 10 条延绳筏为一组，延绳筏间距为 4~6m，即非行船筏间距为 4m，工作船行驶筏间距为 6m。每条延绳筏中间吊 7 个沉子，每个沉子重 50kg，在水面以 1m 处用直径 2cm 缆绳串接 10 条缆绳的沉子，并且每条横向串连沉子的缆绳两侧末端也用一个 75kg 铁锚固定，使一个每组浮子延绳筏由 10 条 200m 纵缆绳和 7 条 50m 长横缆绳、510 个浮子等组成的网状结构。

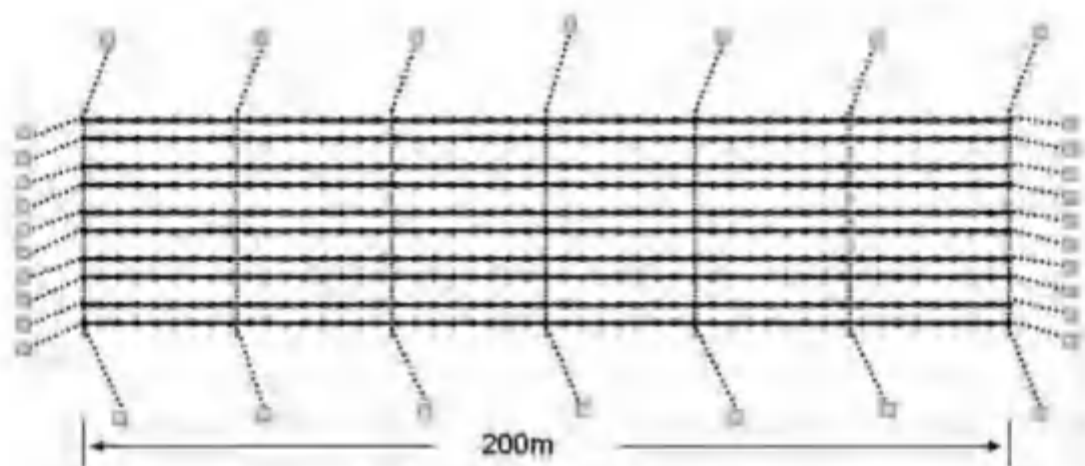


图 2.2.4-1 延绳养殖筏的结构和固定方式

筏式养殖延绳筏南北方向布设，整个养殖区共设浮子延绳筏 203 组，形成 7 排 29 列：东西走向每行 29 组、南北走向每列 7 组；每排之间间隔 20m，每列之间间隔 50m。每组南北走向长 200m、东西走向宽 45m，每组含浮子延绳 10 条，按南北走向平行排列，绳与绳之间的间距 5m。

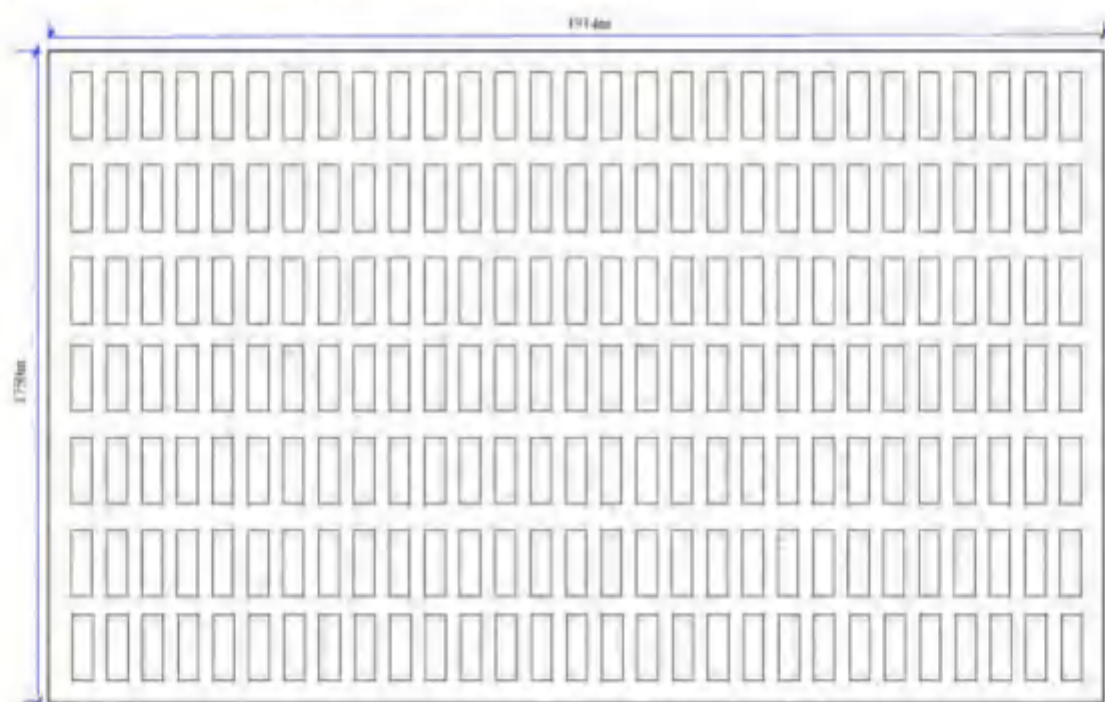


图 2.2.4-2 筏式延绳养殖区平面布局

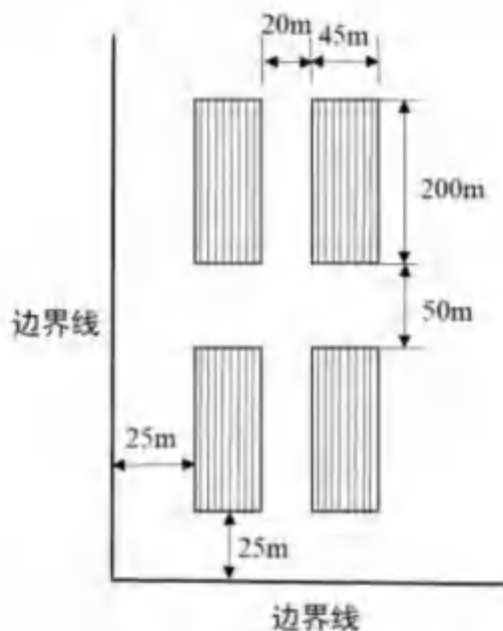


图 2.2.4-3 筏式延绳养殖区投放控制边线示意图

2.2.5 重力式深水网箱结构、尺度

本项目拟选用的重力式深水网箱制作技术和使用均较为成熟，较常见的为 HDPE 浮式圆形网箱。网箱规格一般根据周长 40m、60m、80m、90m、100m 和 120m 简称为 C40、C60、C80、C90、C100 和 C120 型重力式深水网箱。目前，在深水网箱养殖中，根据水深情况，C40、C60、C80、C90、C100 和 C120 型重力式深水网箱均有布设。一般情况下，C60 型深水网箱采用 4 口一组和 2 口一组相结合，C80 型深水网箱采用 4 口一组，C90、C100 和 C120 型深水网箱采用单口一组。

根据本项目所在海域水深情况、市场供应和湛江市实际养殖情况，拟选用 C90 型重力式深水网箱，该类型网箱系统一般由①网箱框架系统；②网衣系统；③固定系统；④配套系统，包括水下洗网设备、水下自动远程投饵设备、水下监视系统、收鱼、起网设备等。在台风季节，网箱顶部加盖网盖，使网箱形成封闭状态防止鱼群逃逸。深水网箱抗风能力为 12 级以上，能抗击 5m 以上的大浪冲击，能有效避免台风带来的危害。

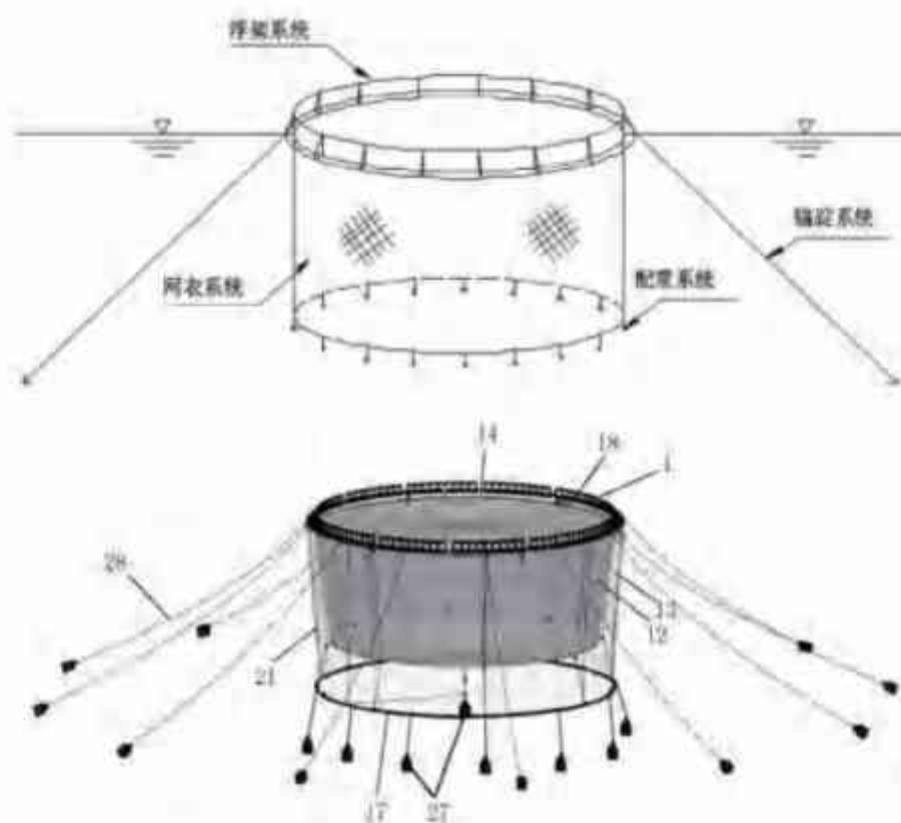


图 2.2.5-1 重力式深水网箱结构示意图



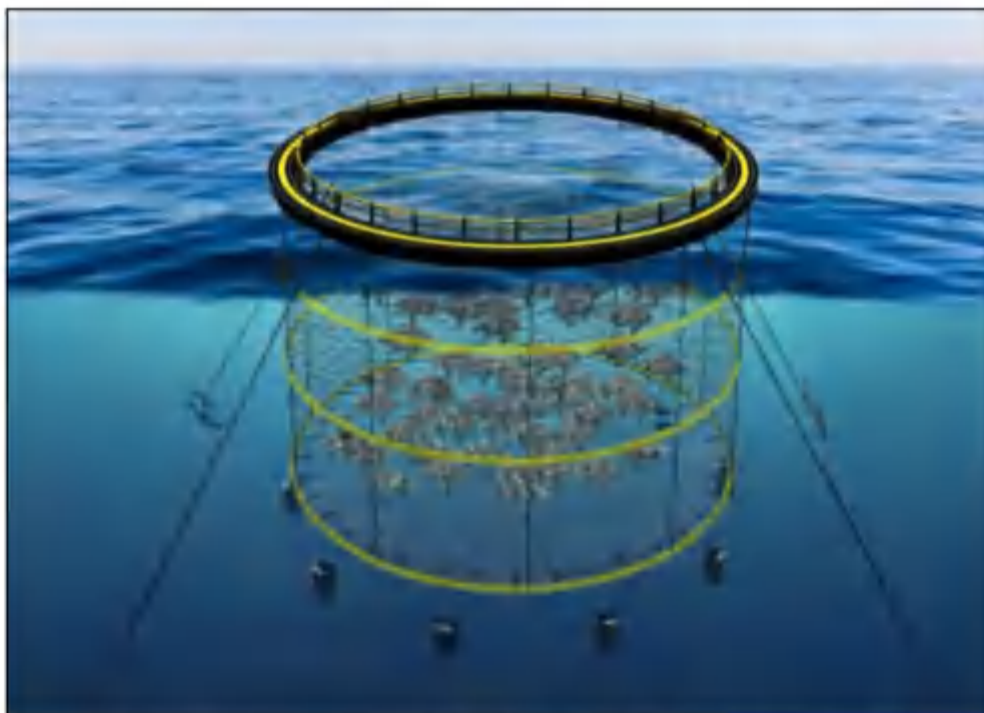


图 2.2.5-2 单口 HDPE 浮式圆形重力式深水网箱立体结构示意图

表 2.2.5-1 HDPE-C90 浮式圆形重力式深水网箱主要尺寸和性能

序号	项目	主要参数
1	网箱型号	HDPE C90/400
2	网箱浮管径 (mm)	250~400
3	网箱周长 (m)	90
4	网箱直径 (m)	32
5	双浮管中心距 (cm)	85
6	HDPE 注塑工字架	是
7	支架标距 (m)	2.5
8	工字架立柱管径 (mm)	125
9	扶手直径 (mm)	110
10	网衣挂钩	选配
11	浮管泡沫填充	可选、内管
12	加强链	可选、两浮管间
13	HDPE 强度	80~100
14	产品认证	ISO 9001:2000
15	浮管数量	2
16	踏板	标配、可选配
17	抗台风等级	14 级、可依设计
18	正常使用年限	15 年以上
19	适宜水深	15~25m
20	养殖包围水体 (m ³)	4000~6500

(1) 框架系统

重力式深水网箱在海面上所见到的就是框架系统，即浮架系统。它是由三条圆形（下面两条较粗、上面一条较细）、内空、全封闭的聚乙烯塑料管，通过“L”形支柱连接而构成的框架，具体上可分为扶手管、主浮管、支柱及相关配件。扶手管为圆柱状环形空心管，周长与内主浮管相同，用于内挂网衣与生产操作安全防护；主浮管为圆柱状环形空心管，管径一般为250~400mm，其大小可视网箱规模而定。环形圈数量为内外各1圈，周长根据不同网箱大小可分为60m~120m不等，本项目主要采用周长90m网箱。支柱用于内外主浮管之间和内浮管与扶手管之间的连接。由于该框架全部采用高密度、耐冲击、耐腐蚀、抗磨损工程塑料制成，充分把材料的柔韧性和高强度有机结合起来使得网架不仅可以随波逐流，还具有抗击台风巨浪的能力；对网架材料进行了抗紫外线老化、抗海水腐蚀的高科技工艺处理，使用寿命在10年以上。



图 2.2.5-3 深水网箱框架系统示意图

(2) 网衣系统

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

当养殖海域的海鸟较多时,可以使用网罩来防止海鸟捕食所养殖的鱼类。另外,当风浪较大时,可考虑应加上网罩,防止养殖鱼类随着海浪冲击而逃出网箱。网衣采用规格 $2\text{cm} \times 2\text{cm}$ 到 $8\text{cm} \times 8\text{cm}$ 不等,网衣深度 6m ,网墙高出水面 0.8m ,网墙顶层斜向内伸出 0.2m 防逃。



图 2.2.5-4 网衣系统示意图

(3) 固定系统

根据不同海域条件,采用计算机模拟设计柔性固定系统,以确保网箱安全,在大规模养殖时还可以有效地防止网箱之间的相撞损坏。水下固定系统是为了保护网箱,防止风浪较大时的相撞损坏而专门设计的,可以使每个网箱都固定在各自的框架之内。网箱的固定一般采用方型的框架固定结构。此结构可以确定固定系统的各点受力平衡,能够保证最大程度上把网箱所受到的力均匀分配到各支点上,而不是集中在某一点受力,从而大大地减少了网箱损坏几率,这也为网箱的安全提供了重要保证。目前国内深水网箱锚定系统主要有三种方式:铁锚,依靠动态锚抓力来平衡锚绳垂直与水平方向的拉力;水泥墩锚,依靠水泥墩的自重力来平衡锚绳垂直与水平方向的拉力;桩锚,依靠桩与海底底质的摩擦力来平衡锚绳垂直与水平方向的拉力。

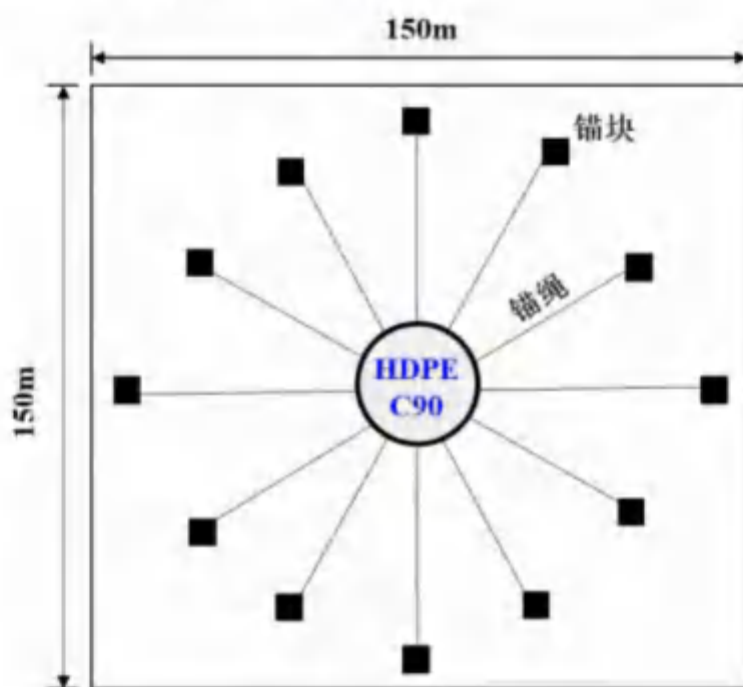
本项目重力式深水网箱的固定,采用单个网箱锚定的方式,网箱受力均具有相对的独立性,不易产生群体性破坏。“连接式”的网箱锚定,是网箱与网箱直接连接,各个网箱的受力将受到全体(整组)网箱相互影响,巨大的受力集中在某一点可能会直接导致某一网箱损坏,该网箱损坏时,其他网箱由于是“连接式”锚定方式,其他网箱随即失去相互作用而处于危险状态。此外,过于靠近的两口网箱,在恶劣天气时易相互碰撞,也不利于水体交换,水流的作用也可能导致相邻网箱网衣之间的缠绕。

表 2.2.5-2 深水网箱不同锚固方式的安全要求

网箱类型	海况条件	铁锚	水泥墩锚	桩锚
单组网箱	12 级台风, 5m 浪高, 1m/s 流速	锄头锚重量 800kg	体积 4.2m ³ , 重量 3.75 吨	桩长 4.5m, 桩直接 40cm, 垂直楔入

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

根据本项目设计, C90 型浮式圆形网箱采用单网箱锚定方式, 每个网箱采用 12 个水泥墩 (方台型) 作为锚碇, 每个水泥墩重 10 吨, 体积为 4.2m³, 规格为 1.05m (上顶) × 2.1m (下底) × 1.8m (高)。



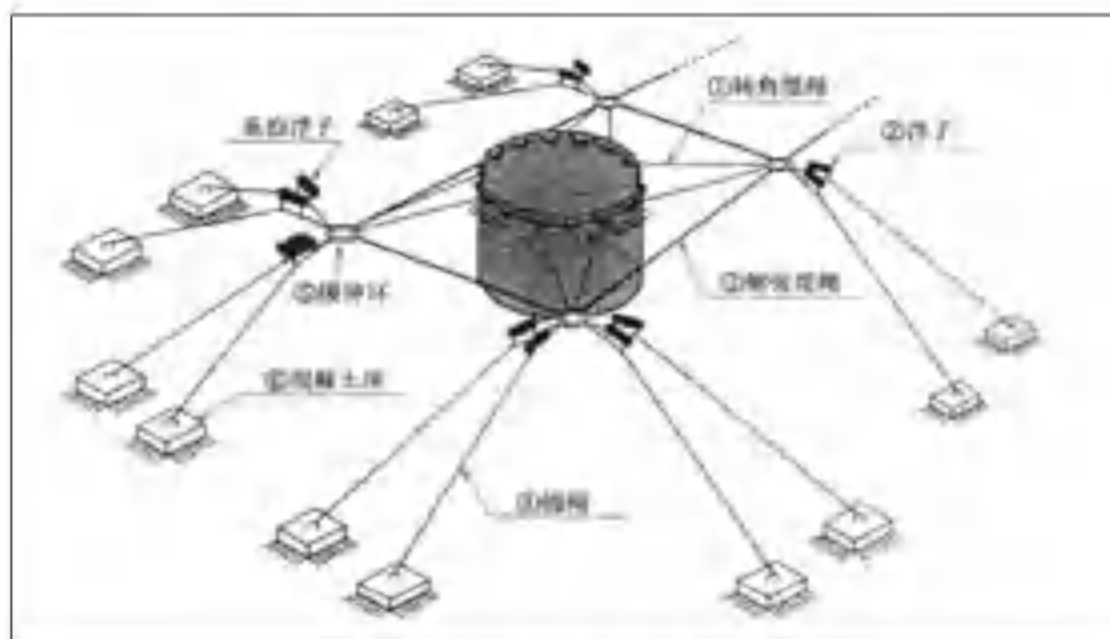


图 2.2.5-5 重力式深水网箱锚固方式示意图

（4）配套系统

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

2.2.6 桁架类网箱结构、尺度

2023 年中央一号文件明确提出“建设现代海洋牧场，发展深水网箱、养殖工船等深远海养殖”。农业农村部等 8 部门近日联合印发《关于加快推进深远海养殖发展的意见》，鼓励建设“蓝色粮仓”向深海挺进。在我国建设海洋强国、大力发展深远海养殖战略背景，在国家拓展深远海养殖相关政策支持下，国内相关机构针对深远海养殖装备进行了不懈的努力，联合设计、制造具有自主知识产权和技术优势的。近年代表产品有：挪威在中国建造的“半潜式深海养殖平台”、大型钢结构全潜式深水网箱、大型管桩围栏/围网，中国水科院南海水产研究所与天津德赛机电设备有限公司联合研发的半潜式智能化养殖渔场（德海 1 号）。

广东是率先开展大型养殖平台探索的省份，建成桁架式大型网箱 5 个，其中已投产的 4 个（“澎湖号”“德海 1 号”“海威 1 号”“海威 2 号”）。

由于本项目尚未到工程设计阶段、尚未进行具体工程设计，现根据有关桁架类深水网箱的资料，表述桁架类深水网箱建设方案，在本项目的设计阶段需根据项目海域的海水、底质、地质、生物资源等调查情况，进行桁架类深水网箱的适应性选型和精细化设计。

本项目拟建设的桁架类深水网箱，包括桁架式养殖平台及相应的养殖配套设施。桁架类深水网箱长 86m、宽 34m、型深 13m，养殖水体约 3 万立方。

表 2.2.6-1 半潜桁架类深水网箱性能参数

设计寿命	20 年
总长	86m
总宽	34m
型深	13m
作业吃水	10m
抗风能力	最大风速 60m/s（以第三方报告为准）
抗浪能力	最大浪高 9m（以第三方报告为准）
抗流能力	最大流速 1.5m/s（以第三方报告为准）
养殖水体	3 万 m ³
使用水域	理论最低吃水 20m 以上

（1）网衣结构

桁架类深水网箱的网衣采用超高分子量聚乙烯纤维新材料制作，并经过防腐处理，规格为 PE400D/50 股×5.0cm，无结节，与常规化纤材料相比，具有强度高、重量轻、耐腐蚀、抗老化、使用安全等特点，经过多功能水性聚氨酯蓝色涂层工艺的网片，还具有减少微生物生长速率，提高网衣耐磨性的优异性能，是目前国际大型养殖设备上优先采用的网具新材料。网衣固定在主体结构上，牢固可靠，即便是在强流作用下，也基本无养殖容积损失。

（2）锚泊系统

桁架类网箱采用四点锚泊系统，由阔鳍式德尔泰大抓力锚、锚链、拖力眼板、导缆孔组成，其中阔鳍式德尔泰大抓力锚重力为 10t，采用 AM3 锚链，链径为 52mm，锚链破断负载为 2110kN，同时锚链末端处增加 1 个 10t 的锚块进行固定，项目锚链系统可以确保恶劣海况下，渔场不移位。

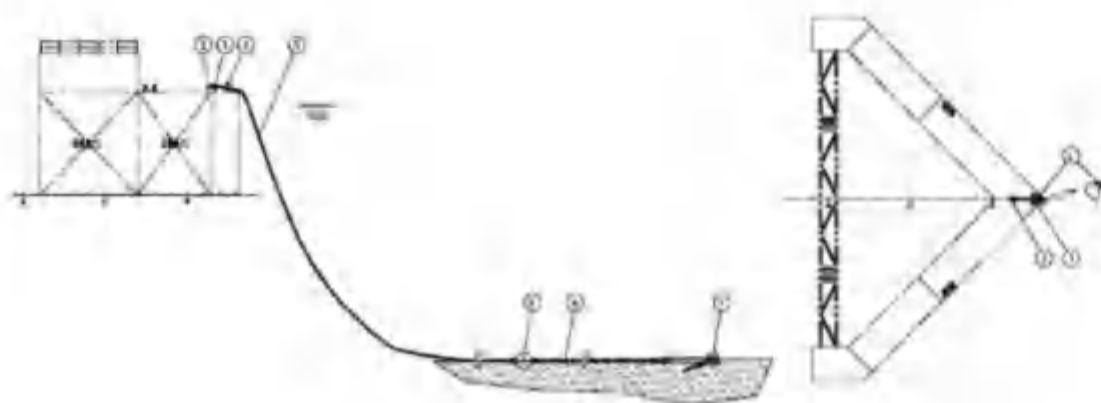


图 2.2.6-1 锚链结构图

(3) 配套系统

养殖配套系统主要包含能源系统、自动投饵系统、网衣清洗系统及监控系统等，配套设施主要设于艏艉箱体的上部甲板室内，其中艏部设有员工休息室、控制室、厨房餐厅、卫生间及蓄电池等舱室，艉部设有发电机室、投饵舱。

① 网箱能源系统

网箱电气系统采用柴油发电和风光互补发电相结合的方式。柴油发电机与风光发电装置互为补充，为网箱的员工休息室、投饵、压载及监控等用电设施供电。柴油发电机及风光互补装置的供电切换是通过逆控一体机实现的，该系统设置为优先使用风光发电装置。生活及监控等小功率设备，基本可以通过风光发电装置满足供电需求。柴油发电机主要在投喂和压载时使用。

② 自动投饵系统

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

③ 网衣清洗系统

网箱设有一套便捷移动式的高压射流式水下洗网机。整套洗网装备体积小，重量轻，操作简单方便，整个网衣清洗作业仅需 1~2 名工人就可实现。网箱设有多台网衣起网装备。该网衣起网系统利用多个起网机同步匀速提升网衣，特有设计的偏心轮脱网机构能实现网衣便捷脱离，为工人留足够时间为顺利起网完成辅助性工作。

④ 监控系统

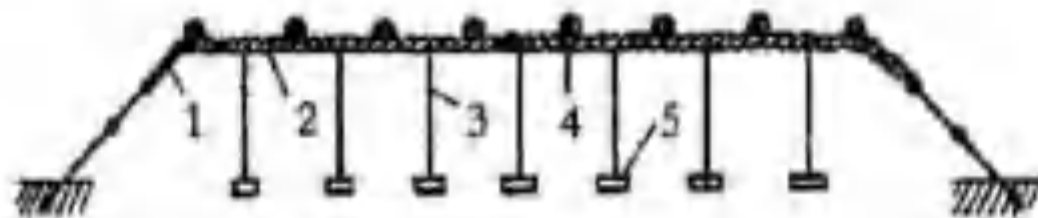
网箱设有一套监控系统，提供水面及水下视频监控，水质监测，海区风速等参数的实时显示。采集数据经处理后，集中显示在监控画面上。显示装置安装于控制室，为渔场的安防及养殖维护提供了便利条件。另外，该系统还配置了远程查看功能，通过手机客户端可以实时查看渔场的状态。

2.2.7 筏式延绳和筏式栅架结构、尺度

本项目的筏式养殖方式包括筏式延绳养殖和筏式栅架养殖。

筏式养殖延绳筏主要由桩缆（锚梗）、浮梗、苗绳、浮子、沉石、桩等部分组成。每条延绳筏长 200m，缆绳直径 2.6cm。浮子由玻璃或聚乙烯材质做成球状，直径 35cm，重量 1600g 左右，浮力 12.5kg。浮子间距为 4m，每条延绳筏共用浮子 51 个。延绳筏的两端各用一个重 75kg 的锚固定。每 10 条延绳筏为一组，延绳筏间距为 4~6m，即非行船筏间距为 4m，工作船行驶筏间距为 6m。每条延绳筏中间吊 7 个沉子，每个沉子重 50kg，体积约 0.01m³，在水面以下 1m 处用直径 2cm 的缆绳串接 10 条缆绳的沉子，并且每条横向串连沉子的缆绳两侧末端也用一个 75kg 的锚固定，使一个每组浮子延绳筏由 10 条 200m 纵缆绳和 7 条 50m 长横缆绳、510 个浮子和 34 个锚组成网状结构。本项目浮子延绳筏设置按照南-北走向排列，整个养殖区共设浮子延绳筏 203 组，形成 7 排 29 列；每排之间间隔 50m，每列之间间隔 20m。每组南北走向长 200m、东西走向宽 45m，每组含浮子延绳 10 条，按南北走向平行排列，绳与绳之间的间距 5m。

筏式养殖栅架选用新型 HDPE（高密度聚乙烯）抗风浪筏式养殖装备，使用寿命达 10 至 15 年，新型筏式养殖装备能抵御 12 级以上台风，相比传统浮筏产量提高 3 倍以上。



1.缆索, 2.浮梗, 3.苗绳（吊笼）, 4.浮子, 5.沉石

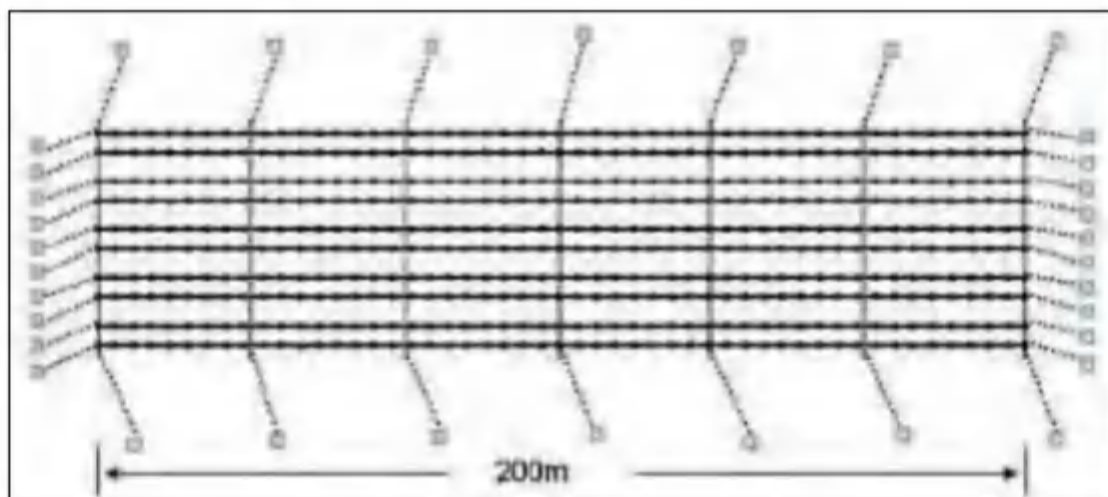


图 2.2.7-1 延绳筏架结构示意图



图 2.2.7-2 筏式养殖栅架（新型抗风浪筏式养殖装备）结构 1



图 2.2.7-3 筏式养殖栅架（新型抗风浪筏式养殖装备）结构 2

2.3 工程的辅助和配套设施，依托的公用设施

项目依托江洪渔港等陆域配套场所和设备进行苗种运输、饵料运输与投放、网箱设施检查与维护、商品鱼的运输和营销，对构建“陆海接力”生产非常有利。2020 年 9 月，江洪渔港被批准为第一批国家级海洋捕捞渔获物定点上岸渔港，江洪渔港是遂溪四大渔港之一，具有良好的避风条件，生产补给和供油供水等设施齐全。目前，已建起左护岸堤 600 米，顺岸码头 300 米，右拦沙堤 300 米，港池最低水位 2.5 米，最深水位可达 4.5 米，港池总面积近 60 万平方米，可同时容纳 1000 多艘渔船停泊。本项目可依托其形成种苗繁育、鱼种保存、加工储运、水产交易、渔需供给、饲料补给、信息管理等全产业链的保障体系。

江洪渔港建设内容不属于本项目评价内容，因此不对渔港作相关环境影响分析。

2.4 养殖生产主要流程

2.4.1 主要养殖品种

（1）深水网箱适养品种

本项目主要养殖金鲳、章红鱼、军曹、龙趸、红鱼等品种。放养密度：根据鱼的种类、苗种及商品鱼出箱要求的规格、养殖条件及管理水平而定。一般放养

密度为 $3\sim 10\text{kg/m}^3$ ，养到成鱼密度为 15kg/m^3 左右。

金鲳（卵形鲳鲹，*Trachinotus ovatus*），金鲳体型侧扁，卵圆形，体型大，生长快，抗病力强。



图 2.4.1-1 金鲳鱼

章红鱼（高体鲹，*Seriola dumerili*）、是鲹科、鲹属的鱼类。体长圆形，侧高。头侧扁。吻大于眼径。体呈草绿色带褐紫色，体侧从吻端到尾鳍有一金黄色纵带；小鱼体侧有 5 条暗色横带，背鳍、臀鳍、腹鳍和尾鳍为黄绿色。暖水性中上层鱼类。栖息水深 18-36m 之间，常结群活动于浅水域，摄食甲壳类、头足类和小鱼。分布于全球的亚热带地区。



图 2.4.1-2 章红鱼

军曹鱼（*Rachycentron canadum*），俗名海鲷）是军曹鱼科、军曹鱼属鱼类。体延长而近于圆柱状。头部平扁而宽。军曹鱼活动之水域极广，栖地多样性，分布于大西洋、印度洋和西太平洋的热带、亚热带和暖温带水域。



图 2.4.1-3 军曹鱼

花鲈 (*Lateolabrax maculatus*)，属真鲈科、花鲈属鱼类。我国花鲈养殖区域较广，沿海省区均有养殖，主要集中在广东、福建、山东、浙江等省区的沿海地区。



图 2.4.1-4 花鲈

(2) 筏式养殖种类

本项目筏式养殖的贝类种类主要以当地养殖基础种类为主，主要有三倍体牡蛎、扇贝等。

2.4.2 养殖工艺和方法

2.4.2.1 深水网箱养殖

(1) 养殖鱼种

目前广东省深水网箱养殖的鱼种主要以鲷科为主，主要养殖品种为卵形鲳鲹，该品种养殖技术及养殖饲料等齐全。未来随着育种及饵料技术的不断发展也可投放其他有成熟养殖技术的鱼类品种。

根据广东省地方标准《卵形鲳鲹养殖技术规程 深水网箱养殖》(DB4408/T 16-2022)，深水网箱养殖的鱼种需从具有水产苗种生产许可证的苗种场购进，要求鱼种体格健康、规格整齐、无病无伤、无畸形。需经过当地检疫部门检疫，

需检疫合格。

规格：鱼种体重 1.3g 以上，体色正常，鳍条、鳞被完整，活动有力，反应灵敏，伤残率 $\leq 2\%$ 。

放养密度：根据水源、水质和水流条件，鱼种体重 1.3g~1.7g 放 120ind/m³~160ind/m³，鱼种体重 100g 以上放 40ind/m³。

(2) 运输方法和密度

运输方法：采用塑料袋密封充氧、敞口容器充氧和活水仓等多种方法。

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

运输密度：视鱼种规格而定，体重 1.3g~1.7g 的小规格鱼种一般采用充气+纯氧的敞口容器汽车和充气运输船结合运输模式，充气+纯氧的敞口容器汽车运输密度宜为 2.0×10^4 ind/m³；充气运输船的运输密度宜为 650ind/m³。大规格鱼苗宜采用活水船运输，运输密度为 500ind/m³。

(3) 投苗放养

本项目深水网箱主要养殖品种为湛江海域常见的主要经济种，主要包括鲷科（卵形鲳鲹、高体鲳）、鲷科、石首鱼科、军曹鱼科等。投放的苗种应种质优良、体质健壮、规格整齐、无病害、无畸形。应当经过检疫部门检疫。

选择潮流平缓时放养。鲳鲹科鱼类放养密度为 10~20 尾/m³。

放养时间：低温季节选择在晴好天气的午后，高温季节宜选择阴凉的早晚进行。鱼种运输抵达目的地以后，保留连续充气，按 NY 5071 使用准则对鱼体进行消毒处理。

放养时，搬运工具应用柔软的网具。养殖期 9 个月，成活率按 85%计。

(4) 投喂

根据广东省地方标准《卵形鲳鲹养殖技术规程 深水网箱养殖》（DB4408/T 16-2022），根据鱼体大小确定饲料粒径，鱼体重 18g~100g，选用饲料粒径为 1.5mm，鱼体重 100g~300g，选用饲料粒径为 2mm，鱼体重 300g 以上，选用饲料粒径为 3mm。放养即可喂食，日投喂 3 次~4 次，日投喂量为鱼体总重的 2%~6%，根据水温、水质、天气、鱼的摄食情况灵活掌握。

(5) 网箱清洗

根据网箱上附着生物量及鱼类养殖情况，宜3~6个月换一次网衣，换网时必须防止养殖鱼卷入网衣角内造成擦伤和死亡。网衣清洗可采用高压水枪喷洗、淡水浸泡、暴晒等方法。在养殖过程中，随着鱼的生长需要更换网衣和清洗网箱附着物来保证网箱内的养殖环境。网箱置于海水中一段时间后，极易被一些生物所附着。不仅增加了网箱的重量，而且影响了网箱内水体的交换，故需定期更换和清洗。换网时，应首先将旧网衣解下拉向一边，然后把准备替换的网衣从旧网衣腾出的一边网箱依次栓好，再将两个网衣对接，并将鱼移入替换的网衣，最后拆除旧网衣。

(6) 分箱

鱼苗时期宜15d左右分疏一次，当网箱内鱼苗重量超过 $2\text{kg}/\text{m}^3$ 时，可进行分箱养殖，规格相近的鱼苗可分在同一网箱。

(7) 日常管理

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

(8) 深水网箱回收、维护工艺

1) 网箱收鱼

深水网箱回收工艺与投放工艺基本相反，但稍有不同。

通过回收部分网衣，将养殖鱼类驱赶至深水网箱表面，然后通过渔船的吊机用大小适合的网将鱼转移至船上。

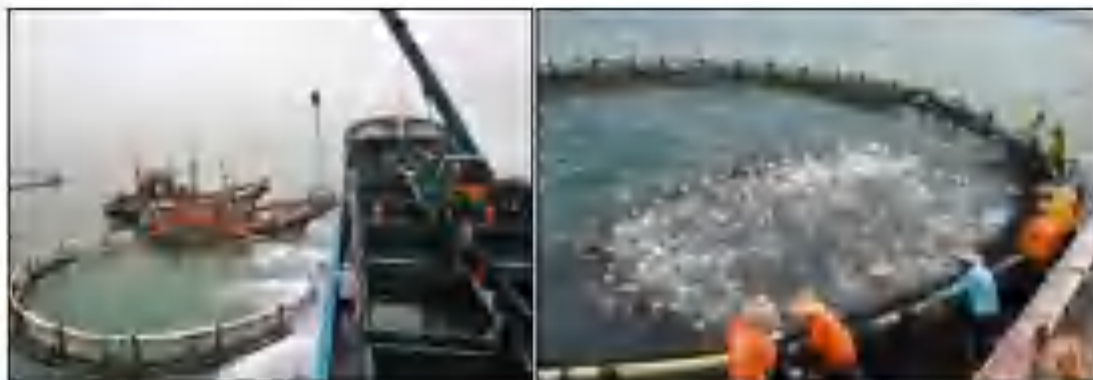


图 2.4.2-1 深水网箱收鱼

2) 网箱、网衣和固定系统维护

由于网箱的箱体部分主要是由 HDPE 材料所制成的，所以一般基本上是不需要任何维护的。网箱的箱体在海水中使用一段时间以后，在网箱的主管上生长附着一些生物，随着时间的积累，生物量会越来越多，造成整个网箱重量增加，这时就必须对网箱的主管进行清洗。

因为所有的鱼均养殖在网衣内，所以网衣的维护工作就显得特别重要。主要包括网衣的更换与保存。换网主要有三道工序：挂新网、移鱼、拆旧网。换网工作需要选择海流较小时进行。另外，因为网衣中添加抗紫外线老化物质与防污损物质，当有一段时间不使用网衣时，需要保存好网衣，以免对网衣结构有损伤或使防污剂、防紫外线物质分解。保存之前必须把网衣清洗干净、晾干，然后折叠好，这是确保网衣不发霉、不腐烂的前提条件，在避光、避热、通风、干燥、防鼠、防虫条件下保存。

水下固定系统主要组成是水泥墩、绳索、连接环扣等。固定系统维护主要是检查绳和连接环扣、水泥墩等连接部件是否松动，绳索的受损情况等。一般易出现的情况是与环连接的绳子磨断，连接绳子和环的卸扣脱落等。检查时间间隔为 6 个月。

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。用工作船舶将网箱拖至码头，进行维护处理。

(9) 安全生产

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

避风港等措施。在强风暴过后应及时检查网箱有无损坏，发现问题及时修复。在网箱养殖区安装警视标志和灯具，防止鸟类和水生动物对养殖鱼类的危害，及时清除垃圾和大型漂浮物。

(10) 鱼病防治

卵形鲳鲹的病害相对较少，其病害防治要坚持“以防为主，防治结合”的原则。放养时苗种要经过杀菌消毒，具体的，苗种投放前可以应该用淡水或每升 0.1mg 高锰酸钾的溶液浸洗鱼体 10~15 分钟。此外，要坚持巡视，特别留意观察卵形鲳鲹鱼群的游动、摄食情况，一旦发现病、死鱼应及时隔离治疗或进行无害化处理，切勿随意将其丢弃，使病害传播蔓延，造成更大的危害。

2.4.2.2 筏式养殖

(1) 养殖种类

项目海域已有筏式养殖基础的贝类种类，主要有三倍体牡蛎、扇贝等。

1) 三倍体牡蛎

太平洋牡蛎 (*Crassostrea gigas*) 隶属于软体动物门、瓣鳃纲、珍珠贝目、牡蛎科、巨蛎属，俗称真牡蛎，是牡蛎类中个体较大的一种贝类。20 世纪 80 年代从日本、澳大利亚和台湾地区引入中国。太平洋牡蛎具有左右两扇贝壳，右壳较小而扁平，壳面具有水波状的环生鳞片，排列稀疏。壳形变化大，呈长圆形或长三角形，左壳凹陷较深，鳞片排列紧密，利用壳顶固着在岩礁石块等坚硬的物体上生长，壳内面白色，内有宽大的韧带槽。闭壳肌痕大，外套膜边缘呈黑色。



图 2.4.2-2 太平洋牡蛎



图 2.4.2-3 太平洋牡蛎三倍体

太平洋牡蛎主要分布于低潮线至水深 20m 的浅海区，在盐度 10~37 的海区均能栖息，生长最适盐度范围是 20~31，但盐度降至 6.5 以下时仅能生存 40 小时左右。其对水温的适应性也较强，一般在水温-3~32℃范围内均能生存，适宜水温为 8~32℃，最适水温为 15~25℃，当水温超过 28℃时生长速度缓慢或停止生长。

我国于 1999 年 8 月获得太平洋三倍体牡蛎育苗成功。三倍体牡蛎个体大(是普通牡蛎的 2~3 倍)，产于无污染的深水海域，富含糖原、氨基酸、牛磺酸等活性元素，是一种天然的具有食补作用的海洋珍品。经测定：脂肪和胆固醇含量很低，还富含很多不饱和脂肪酸、无机盐和钙、锌等微量元素。含有十种人体所必需的氨基酸，其中糖原是人细胞新陈代谢的能量；牛磺酸可以调解人体机能，是促进小儿大脑发育的活性物质。牡蛎还具有补肾、益血、养颜等作用。可适用于多种烹调方式，如烧、炒、炖、蒸、煮、炸、白灼等。三倍体牡蛎是一种老少皆宜的绿色食品。

2) 扇贝

扇贝(英文名: Scallop)，属软体动物门、双壳纲、珍珠贝目、扇贝科。扇贝贝壳较大，近圆形、背缘直、壳顶近背缘中部。贝壳表面常有各种形状的放射肋，肋上具有鳞片或小棘。贝壳内面色浅而略具光泽，常有与壳表对应的内肋；内韧带褐色，位于三角形的韧带槽中。外套缘厚，有发达的外套眼和触手，无水管。

扇贝全部为海产，广布于世界各大洋。扇贝通常生活在潮下带至百米左右的浅海区，但也少数种(拟日月贝亚科)生活在较深的海底。属滤食性动物，被动

摄食，主要以浮游生物、细菌和有机碎屑为食。扇贝的游泳方式是用其上下两边的贝壳，通过贝壳的一开一合产生动力，喷出水流，之后用其反作用力推动自身前行。中国沿海分布的扇贝约有45种，其中，最常见的重要经济扇贝品种主要包括栉孔扇贝(*Chlamys farre*)、海湾扇贝(*Argopecten irradians*)、虾夷扇贝(*Patinopecten yessoensis*)和华贵栉孔扇贝(*Chlamys nobilis*)。扇贝长期以来是中国海水养殖的重要品种之一。中国扇贝产量主要来源于养殖，捕捞产量极少。经过多年的示范养殖和推广，华贵栉孔扇贝“南澳金贝”每亩(这里指每亩养殖150笼、每笼10层、每层养殖15~30个)产量在1500kg~2300kg，从规格(壳长)1.3cm的稚贝养殖到7~8cm的商品贝约需9~10个月，扣除苗种、网笼、人工及其他费用，亩产利润过2万元。

扇贝的主要的食用部分是闭壳肌，即扇贝柱，其肉质细嫩，味道鲜美，是营养价值极高的保健食品。扇贝闭壳肌的干制品俗称干贝，是中国传统的“海八珍”之一，深受消费者喜爱。中医认为，扇贝性寒，味咸，入肝、胆、肾经，有滋阴、补肾，明目、健脑、调中、下气，利五脏等功效，可治头晕目眩、咽干口渴、虚劳咳血、脾胃虚弱等症；扇贝还含有丰富的优质蛋白质，低脂肪，且含有对人体极为有益的欧米伽3脂肪酸，可降血脂、软化血管。



图 2.4.2-4 扇贝

(2) 养成方式

1) 筏式吊绳养殖

养殖绳的长度可根据设置浮筏的海区深度而定，一般2~4m。一般选用直径0.6~0.8cm的聚乙烯绳或直径1.2~1.5cm的聚丙烯绳做夹苗绳。将附有10~20个稚贝的扇贝壳夹在苗绳中间，间距20~30cm，牡蛎长到一定大小时互相挤插形成朵后，可较牢地固定在夹苗绳上。养殖绳也可以采用14号半碳钢线或8号镀锌铁线，将采苗时的贝壳串采苗器拆开，重新把各个贝壳附苗器的间距扩大到

20 厘米，串在养成绳上。养殖绳制成后，即可垂挂在浮筏上。养殖绳上的第一个附苗器在水面下约 20cm，各串养殖绳之间的距离应大于 50cm。

2) 筏式网笼养殖

扇贝常采用网笼养殖的方法，吊挂到筏架上进行养成。每层网笼一般养殖 40 粒左右，每亩可放养 12~15 万粒。山东、辽宁等地的筏式养殖牡蛎，常采用类似扇贝养殖的方法，即将附在贝壳上的蛎苗连同贝壳一起装在扇贝网笼内养殖。

筏式养殖的最大特点是把平面养殖改为立体垂养，牡蛎生长环境从潮间带滩涂改为水流畅通的潮下带深水海区，这对加快牡蛎的生长，提高单位面积产量，都有着积极意义。但筏式网笼养殖容易造成污损生物大量附着，而且养殖的器材设施一次性投资大，成本高；在深水外海养殖，还必须提高抗风浪能力，以防台风侵袭。

(3) 日常管理

保证浮筏安全：每隔 3 天~5 天到海区巡查，检查浮纜、撇纜与吊绳，发现问题及时修复，风浪过后要及时出海检查。

调整浮力：平时水层保持在 0.5m~1.5m，在高温期及海洋生物大量附着季节，应适当调至 1.5m~4m 深水层。大风浪来临前，应将整个筏架下沉或进行吊漂养殖。要随着贝类的生长，浮筏负荷量的增加而及时调整浮子数量，避免浮力下沉，增强抗御风浪能力。

防止吊绳绞缠：吊绳要挂得均匀，防止吊绳绞缠在一起，造成脱落影响产量。

病虫害防控：牡蛎遇到微孢子虫寄生就会导致大批量死亡，而且还有弧菌病、牛普吸虫病、六鞭毛虫病等都会影响牡蛎的品质，所以在养殖的牡蛎的时候，要加强管理工作，注意清理废水污染区，保证牡蛎免受病虫害干扰。

(4) 采收方案

从次年的 7 月开始，单体三倍体牡蛎陆续达到上市标准，即规格达到 100g 以上，出肉率达到 15%以上，壳型规则、美观，形似“元宝”。根据牡蛎的生长情况及市场行情，收获可持续至 12 月。

探索开发牡蛎机收平台，提高采收效率。2021 年 8 月，中国水产科学研究院渔业机械仪器研究所完成的“牡蛎海上自动收获与清洁系统研发及产业化示范”成果通过山东省水产学会组织的专家验收，该成果设计研制了牡蛎吊养筏架牵引、

水下提升输送、脱料、主筏架导向、高压喷淋清洗等设备，集成研发了牡蛎机械化采收作业平台，构建了筏式吊养牡蛎机械化采收与清洗一体化作业系统。牡蛎机械化采收设备2~3人即可完成原来需要30个人完成的采收生产，作业速度8~10m/min，产能6~8t/h，较人工采收提高效率6~10倍，采收率提高到99%。评价专家组组长中国海洋大学水产学院教授李琪表示，与传统人工作业方式相比，该系统生产效率提高10倍，节省人工90%，采收率从91%提高到99%以上，有效解决了目前牡蛎养殖收获生产中劳动力严重紧缺问题；同时，与传统陆基清洗相比，该采收设备减少了陆地污水排放，避免了清洗用水的抽取、原料运输以及清洗后废水的排放，实现了节能减排清洁生产；通过降低养殖密度、采用延绳养殖新技术，构建了牡蛎筏式宜机养殖模式；并设计建造了牡蛎收获和清洗集成系统，实现了牡蛎筏式养殖的机械化采收，推动了海水养殖机械化进程。



图 2.4.2-5 牡蛎筏式养殖的机械化采收

2.4.3 养殖规模、产量及原辅材料情况

(1) 养殖规模及产量

本项目主要养殖卵形鲳鲹、章红鱼、军曹、龙趸、红鱼等品种，参考《深水网箱养殖技术规范》，卵形鲳鲹放养密度为40尾~60尾/m³，军曹鱼放养密度3尾~4尾/m³。本项目卵形鲳鲹放养密度为30尾~50尾/m³，军曹鱼放养密度3尾~4尾/m³，避免高密度养殖，保障水体环境良好，以维持网箱可持续养殖运营。

项目布置C90型重力式浮式圆形深水网箱16个，单个网箱周长90m，养殖容量约4000立方水体，桁架类网箱2个，养殖容量约3万立方水体，根据测算（采用卵形鲳鲹养殖最大量时计算，养殖周期按1年/次），重力式网箱养殖产

量为459吨/年，桁架类网箱养殖产量为382.5吨/年。

本项目建成正常运营后，筏式延绳养殖每年产量约20029.33吨/年，筏式棚架养殖每年产量约13866.67吨/年，重力式重力式深水网箱养殖每年产量约459吨/年，桁架类深水网箱养殖每年产量约382.5吨/年，合计每年养殖产量约3.55万吨/年。

表 2.4.3-1 本项目产出目标

序号	养殖设施	单位	数量	养殖产量（吨/年）	亩产（吨/年）
1	筏式延绳养殖	条	2030	20029.033	3.99
2	筏式棚架养殖	台	208	13866.67	4.06
3	重力式网箱养殖	个	16	459	0.53
4	桁架类网箱养殖	座	2	382.50	1.78
合计				34737.203	

（2）原辅材料情况

项目主要养殖卵形鲳鲹、章红鱼、军曹、龙趸、红鱼等品种，筏式养殖主要养殖三倍体牡蛎、扇贝等。卵形鲳鲹种苗主要为8-10cm，养殖密度为40尾~60尾/m³，三倍体牡蛎贝苗尾2-3cm，扇贝苗同样为2-3cm。项目深水网箱养殖时不投入药物，仅在苗种期间采用链球菌疫苗、外用消毒剂等浸泡消毒，消毒后15~30天后方可投入网箱进行养殖。项目重力式深水网箱网衣为2次/年，桁架类网箱网衣为1次/年。

项目所采用的原辅材料均不含重金属（铜、锌）、抗生素等，不会造成区域重金属或抗生素的含量增加。

表 2.4.3-2 项目原辅材料一览表

类别	项目	规格/要求	年需求量	用途说明
种苗	卵形鲳鲹	8-10 cm, 50-60 尾/m ³	约 32 万尾	深水网箱养殖
	军曹鱼	500-1000 g/尾	约 1.2 万尾	
	三倍体牡蛎	贝苗 2-3 cm	约 2000 万粒	
	扇贝	贝苗 2-3 cm	约 1500 万粒	
饵料	冰鲜小杂鱼	新鲜无变质，采购当地海区渔民捕捞或养殖杂鱼	约 3672 吨	
	人工配合饲料	蛋白质≥40%，含乌贼膏1.5%	1515 吨	
防疫药物	疫苗（链球菌等）	浸泡或注射型	按鱼体重 0.1 mL/kg	陆域种苗基地内使用，海域养

	外用消毒剂		2-4 mg/L, 定期泼洒	殖期间不使用
网衣更换	HDPE 网衣(重力式网箱)	网孔 10 - 100 mm, 深度 6 m	16 个×2 次/年, 约 2.1 万 m ²	防生物附着, 每 3 - 6 月更换
	桁架类网箱网衣	定制高强度材料	2 个×1 次/年, 约 4000 m ²	年换 1 次, 抗腐蚀性
	清洗设备	高压洗网机	配套 1-2 台	

2.5 工程施工方案、施工方法、工程量及计划进度

2.5.1 施工条件

本工程位于雷州市纪家镇西侧、流沙湾西北侧海域, 雷州市沿岸上建设有较多的码头。项目所需的网箱设备可在市场采购, 网箱框架先在附近码头安装好后, 通过拖船拖拽或是驳船运输至项目区, 项目区附近码头有蛋场港、江洪港、豪郎港等港口码头可供施工期临时使用, 且公路连接湛江市和雷州市, 交通便利。

(1) 水电、通信条件

项目施工期水、电由施工船舶自备, 拖船和驳船均配备发电机组, 用水、用电可以得到保障。移动通讯设备在工程所在地均可正常使用。

(2) 施工场地和依托码头

本项目建设所需的筏架、网箱、网衣、固定锚块、锚绳等在当地采购, 网箱框架在陆上安装, 拟采用蛋场港、江洪港等作为出运码头。养殖筏架、重力式深水网箱的网箱、网衣、固定锚块、锚绳等根据需要运至码头, 安装后整体拖运到项目海域。

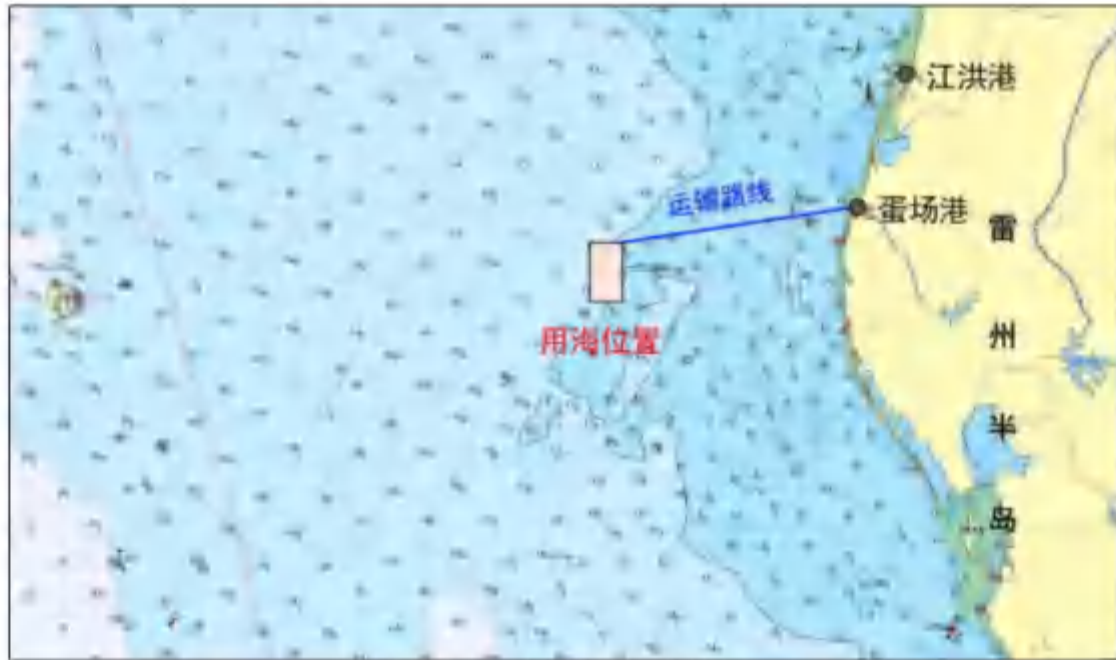


图 2.5.1-1 运输路线示意图

2.5.2 重力式深水网箱施工工艺

(1) 主要材料

表 2.5.2-1 单个重力式深水网箱工程量表

序号	材料名称	规格	壁厚	单位	数量
1	主浮管	HDPE90/Φ400、SDR13.6、纯黑	29.4mm	m	200
2	扶手管	HDPE90/Φ125、SDR11、橙色	11.4mm	m	100
3	三通竖管	HDPE90/Φ140、SDR11、纯黑	12.7mm	m	30
4	圆头三通	HDPEΦ125 注塑	13mm	个	46
5	平头三通	HDPEΦ125 注塑	13mm	个	4
6	工字架	HDPEΦ400 中心距 69cm 注塑	22mm	个	50
7	套管	HDPEΦ450、SDR21、50cm	21mm	个	24
8	限位块	HDPE100/120mm×55mm×35mm	/	块	196
9	销钉	HDPE100/Φ16mm 注塑	/	支	166
10	踏板	PE660×475×450mm	/	个	16
11	穿踏板管材	HDPEΦ50mm×9.2m	/	支	2
12	泡沫	334m×800m 20kg/m ³	/	条	125
13	太阳能警示灯	Φ12 太阳能自动发光	/	盏	2

注：具体工程量按照实际建造用量为准。

(2) 主要施工机械

主要采用的施工机械有：GPS 定位仪、工作船、运输平台、运输船、安装船。

表 2.5.2-2 项目主要施工机械表

序号	名称	数量	用途
1	锚碇块投放船	4	锚碇块施工
2	网箱安装船（带有吊臂）	6	/
3	辅助小艇	6	/
4	GPS 定位仪	4	网箱安装及固定点定位

(3) 施工流程

①网箱施工流程：网箱采购→网箱陆域装配→锚碇系统投放→网箱投放→安装配套设施→竣工验收。

②锚位固定

在辅助小艇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，投下沉子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 12 个沉子作为一组网箱的 12 个锚位点。依水面上定位浮球位置和 12 个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

纵向锚泊投放，即在风流合压差的上方顺风流合压差（风）向顺序投放，依据风向或流向，从风流合压差的上方，顺序投放与风流合压差流（风）向平行的三组锚。横向锚泊投放，即与纵向锚泊绳垂直连接后顺序投放。

④锚位校正

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

⑤网箱绑系

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

使其在水面排列整齐。

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。

2.5.3 桁架类网箱施工工艺

(1) 主要施工机械

主要采用的施工机械有：拖船、机动艇、起重船、GPS 定位仪、浮标、潜水设备。

表 2.5.3-1 项目主要施工机械表

序号	名机械设备	单位	数量	规格型号	用途
1	拖船	艘	2	5000 马力	网箱拖航
2	机动艇	艘	1	载重 400kg	应急、救援等
3	起重船	艘	1	全回转式，100t	抛锚作业
4	GPS 定位仪	台	1	定位仪	施工定位导航
5	浮标	个	4	/	边界定位、警示
6	潜水设备	套	2	/	投抛锚位前后校准

(2) 网箱建造、运输、抛锚作业

①网箱建造

桁架类网箱将在船厂内严格按照船舶及海工装备的建造标准进行施工建造、检验。主要步骤为：钢材预处理—材料加工—零、部件装配—分段装焊—分段合拢—平台下水—设备调试试验—完工交付等。

②网箱运输

网箱在船厂建造完成后，由专用拖船将其从船厂码头拖航至预定养殖海域。

③网箱海域抛锚作业

根据现场勘测数据，严格按照计划投放的锚定经纬度坐标，由专用起重船进行抛锚作业。

④锚泊系统预连接

锚泊系统的各部位连接应在工作船上预先完成，并检查无误后，方按顺序逐个投放。

⑤系挂平台框架

将平台框架置于升降平台中央，以平台框架的进排水阀向外，排水阀向内为

安装点，将其固定在升降平台上。

⑥调试

平台框架挂网后，可通过升降方法来调试，并确定平台外加重力参数，使平台整体达到最佳稳定状态。

2.5.4 浮筏养殖施工工艺

(1) 浮筏施工流程

筏式养殖装备建设技术流程包括：项目建设企业立项→资金筹措→工程可行性研究→项目发改立项→筏式养殖装备建设方案报批→筏式养殖海域资源环境调查、工程勘察、通航安全评估→筏式养殖用海论证、环境影响评价→海域使用权证办理→筏式养殖工程初步设计、专家评审→筏式养殖工程设计报批→筏式养殖工程招投标→签订合同→筏式养殖装备制造→投放前筏式养殖装备质量和数量验收→筏式养殖装备运输投放→筏式养殖装备档案材料整理、资金使用财务审计→项目竣工验收等，每个环节均实行严格规范实施、接受主管部门监管，以确保筏式养殖装备建设效果。

用浮子，毛竹和绳索等做成筏式浮架，两边用桩或锚固定。苗绳制备使用目大2mm的聚乙烯网片缝制成贝苗暂养笼和1.5~2.0cm的聚乙烯网片缝制成贝类养成笼。暂养笼的熟料盘孔大0.5cm，养成笼的熟料盘孔大1.0cm。暂养分为7层，养成分为10层。

采用先进的牡蛎筏式养殖技术和设备，推广规模化、机械化、标准化、生态化养殖模式，推进牡蛎筏式养殖产业转型升级高质量发展。采用的新型HDPE（高密度聚乙烯）抗风浪筏式养殖装备养殖系统，设计长90m、宽15m，使用寿命达10至15年，可吊养大蚝2万串，年产大蚝100吨，产值达100万元，节省了成本，还增加了产值。

(2) 苗种投放

在潮流畅通、饵料丰富的海区，设置固定的筏架，将牡蛎苗用绳索串联成串，或夹在聚乙烯绳中，或装入网笼中，吊挂在筏架上进行养殖。这种方法可以避免牡蛎苗与底质接触，减少敌害和污染，促进牡蛎苗的生长和品质。

(3) 日常管理

本项目筏式养殖的附着型及固着型贝类为滤食性，因此不需要进行投饵。日

常检查筏架桩绳、吊绳、浮梗绳等。发现有缠绳现象需及时解决，尤其是台风来临之前需对绑架进行加固等措施，防止吊绳断裂。

2.5.5 施工、运营期主要船舶和机具

本工程施工拟投入的主要的施工船舶和机械如下表。

表 2.5.5-1 本工程拟投入的主要施工船机设备

序号	设备名称	单位	型号/规格	数量	用途
1	锚碇块投放船	/	/	4	锚碇块施工
2	网箱安装船（带有吊臂）	/	/	6	/
3	辅助小艇	/	/	6	/
4	拖船	艘	5000 马力	2	网箱拖航，拖驳船
5	机动艇	艘	载重 400kg	1	应急、救援等
6	起重船	艘	全回转式，100t	1	抛锚作业、布放礁体
7	GPS 定位仪	台	定位仪	1	施工定位导航
8	浮标	个	/	4	边界定位、警示
9	潜水设备	套	/	2	投抛锚位前后校准
10	驳船	艘	平板型，1000t	1	非机动船，靠泊，接驳
11	潜水工作船	艘	动力 2000kW	1	搬运潜水人员、设备
12	GPS	台	定位仪	1	施工定位导航
13	浮标	个	/	48	边界定位、警示

项目运营期主要设备包括深水网箱、移动式养殖管理平台、养殖配套装备、智慧渔业监控管理系统等，详见下表。

表 2.5.5-2 本工程运营期拟投入的主要设备

序号	设备名称	数量	备注
1	重力式深水网箱	16 个	HDPE 浮式 C90 重力式，周长 90m；外边框直径约 30m，养殖水体 4000~9500m ³
2	桁架类深水网箱	2 个	长 86m，宽 34m，型深 13m，养殖水体约 3 万 m ³
3	筏式延绳养殖设施	335.0336 公顷，共 2030 条	每条延绳筏长 200m，缆绳直径 2.6cm。
4	筏式棚架养殖设施	227.5269 公顷，208 台	8 排 26 列，每组筏架网距横向间距 59m，纵向间距 60m
5	移动式养殖管理平台	3 个	用于投苗、分苗、投喂、采收、清洗等养殖管理，采用多功能补给船
6	养殖配套装备	6 套	用于投苗、分苗、投喂、采收、清洗等配套装备
7	智慧渔业监控管理系统	1 套	养殖智慧监控管理

序号	设备名称	数量	备注
8	养殖辅助船	5	DWT500t
9	发电机	15	100kw

2.5.6 土石方平衡

本项目的养殖平台和网箱均由厂家生产，生产完成之后运至指定海域安装即可投入生产，不涉及土石方开挖，无疏浚土外运。

2.5.7 施工进度计划

项目建设年限为3年，2025、2026、2027年。具体进度计划见下表。

表 2.5.7-1 项目实施进度计划表

工作内容	2025 年		2026 年		2027 年	
	1-6	7-12	1-6	7-12	1-6	7-12
项目规划和可研						
项目申报立项						
资源环境调查						
海域使用论证						
环境影响评价						
工程勘察						
通航安全评估						
社会稳定风险评估						
工程设计						
工程招投标						
工程监理						
筏式养殖延绳筏						
筏式养殖棚架筏						
重力式深水网箱						
桁架类深水网箱						
养殖辅助船						
智慧渔业监控管理系统						
项目建设效果监测评估						
项目审计						
项目验收						

2.6 工程占用海岸线、滩涂和海域状况

本项目计划在雷州市纪家镇西侧、流沙湾西北侧海域，统筹湛江市包金沙1号海域现代化海洋牧场建设。在筏式延绳养殖区建设筏式养殖延绳筏2030条，在筏式棚架养殖区建设筏式养殖棚架筏208台，在深水网箱养殖区建设重力式深水网箱16个，桁架类深水网箱2个；配置移动式养殖管理平台（为多功能补给船，用于投苗、分苗、投喂、采收、清洗等养殖管理）3个、养殖配套装备（投苗、分苗、投喂、采收、清洗等配套装备）6套、养殖辅助船3艘、智慧渔业监控管理系统1套。项目建成后，海域使用总面积为672.6345公顷，其中深水网箱养殖71.7943公顷，筏式延绳养殖区335.0336公顷、筏式棚架养殖区227.5269公顷、筏架养殖布置在海面，养殖通道38.2797公顷。

本项目海域使用类型为渔业用海（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）中的开放式养殖（二级类）。

本项目不占用海岸线，也不占用海岛岸线。

项目网箱养殖、筏架吊养属于开放式养殖，根据《中华人民共和国海域使用管理法》第四章第二十五条规定：养殖用海，海域使用权最高期限为15年，所以本报告推荐本项目申请用海年限为15年。

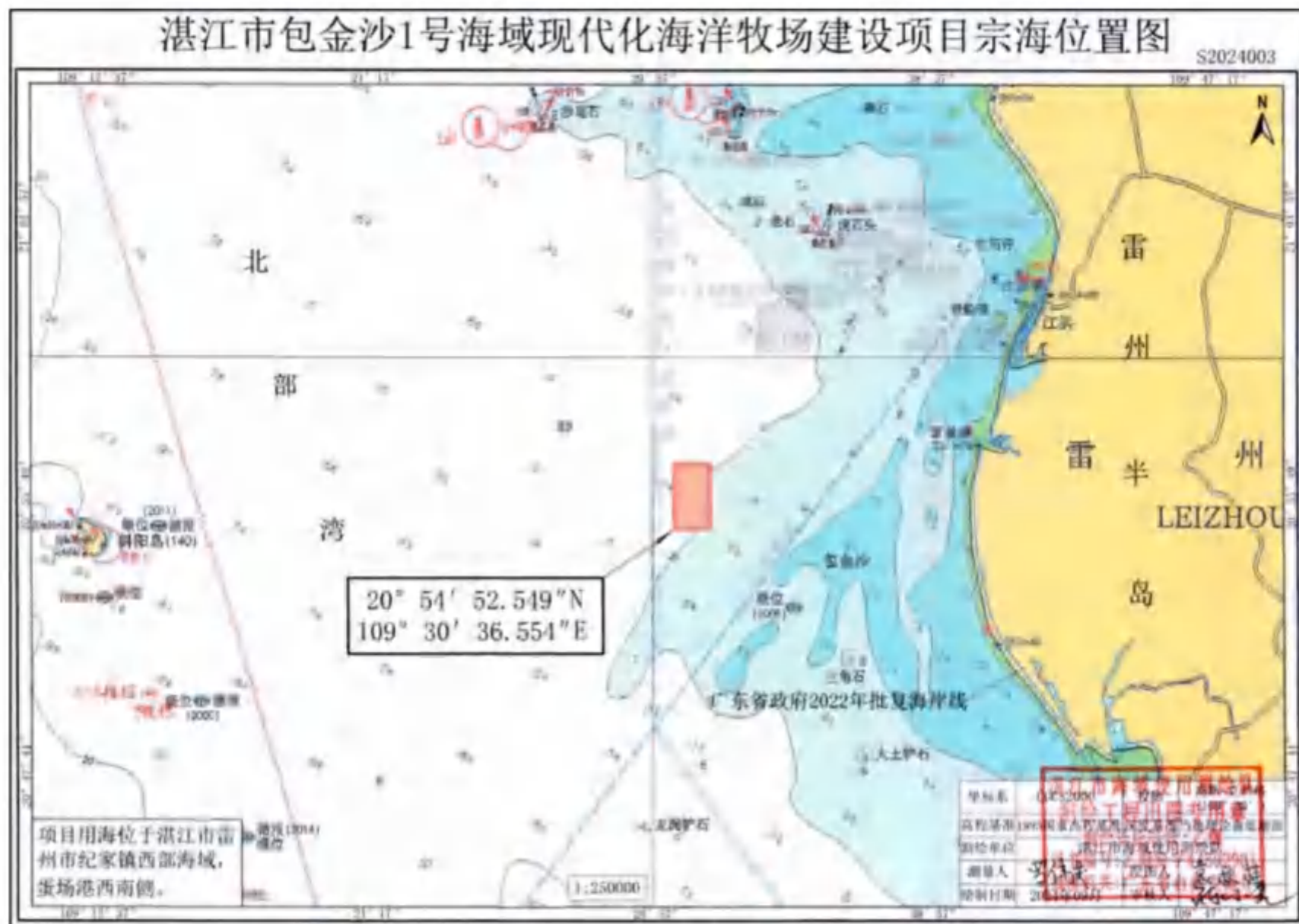


图 2.6-1 宗海位置图

Figure 1 is a planning map of the Beibu Gulf Coastal Deep-sea Aquaculture Area. The map shows the Beibu Gulf to the west and the Beibu Gulf Coastal Highway to the east. A red rectangular area represents the aquaculture zone, divided into three sections: Deep-sea Net Cage Culture Area (top), Basket Frame Culture Area (middle), and Basket Frame Culture Area (bottom). The map includes a coordinate grid and a scale bar.

99

湛江市包金沙1号海域现代化海洋牧场建设项目宗海平面布置图

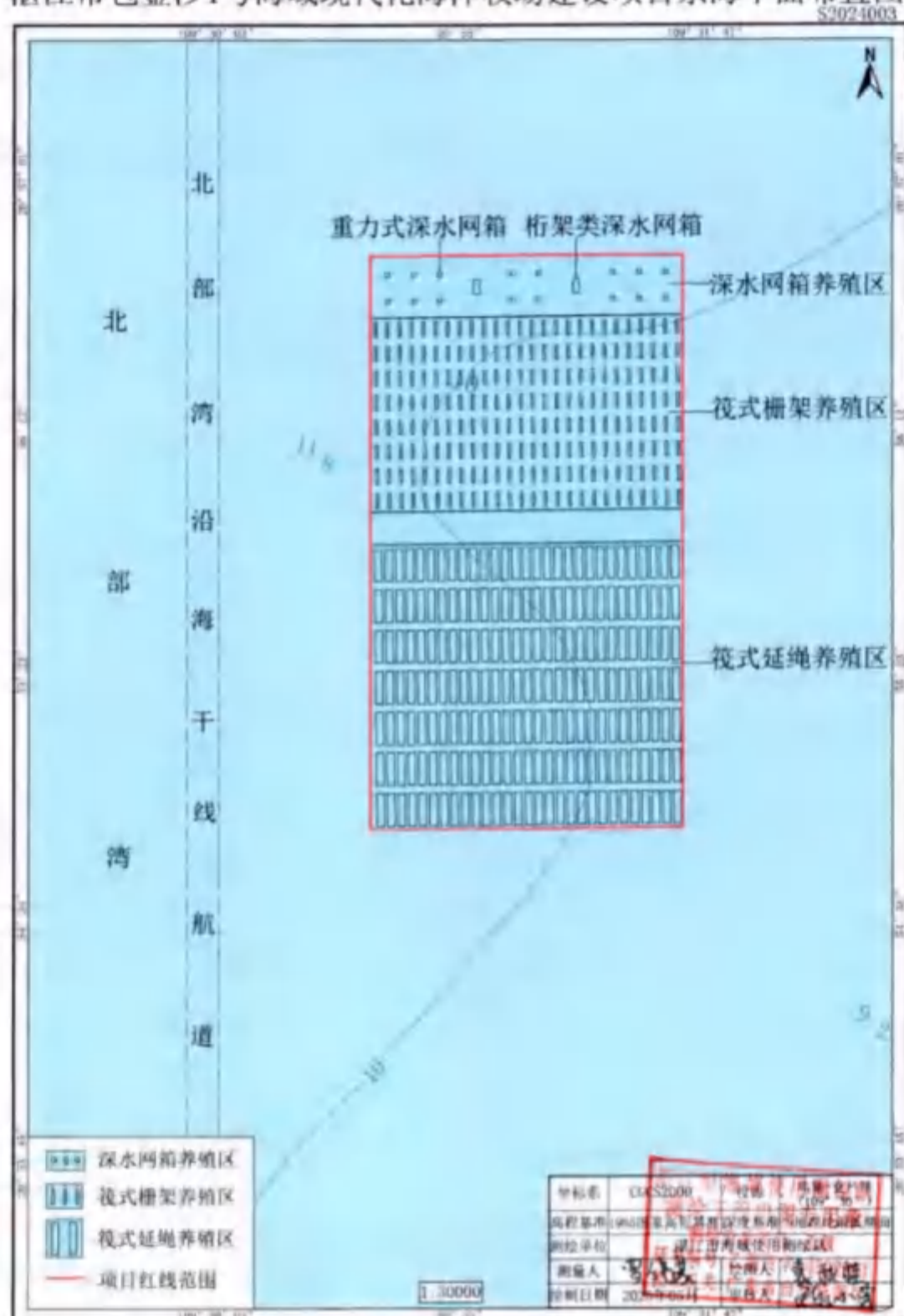


图 2.6-4 养殖区平面布置示意图

2.7 项目建设必要性

(1) 是落实总书记关于建设“蓝色粮仓”要求的需要

2023年习近平总书记在湛江市考察时提出，要树立大食物观，既向陆地要食物，也向海洋要食物，耕海牧渔，建设海上牧场、“蓝色粮仓”。2023年的中央一号文件提到“建设现代海洋牧场，发展深水网箱、养殖工船等深远海养殖”。2017~2019年中央一号文件都提到建设和发展现代化海洋牧场。

湛江是海洋大市、渔业大市，水产总产量和总产值连续20多年居全省首位。建设湛江市包金沙1号海域现代化海洋牧场，是深入贯彻习近平总书记视察湛江的重要讲话、重要指示精神，是落实习近平总书记关于立足大食物观建设“蓝色粮仓”的客观需要。

(2) 是推进广东省高标准现代化海洋牧场建设的需要

2023年3月10日召开的广东省现代化海洋牧场建设推进会强调，现代化海洋牧场建设是落实粮食安全战略、践行大食物观的重要举措，是推动经济高质量发展的重要突破口，是推进“百县千镇万村高质量发展工程”促进城乡区域协调发展的有力抓手，要从战略和全局的高度深刻认识建设现代化海洋牧场的重大意义，切实把思想和行动统一到党中央决策部署和省委工作安排上来。要高标准谋划推进现代化海洋牧场建设，突出规划引领，明确发展目标、发展理念、发展路径，以顶层设计引领产业发展；突出产业融合，树立全产业链理念，围绕“养殖—加工—物流—销售”补链延链强链，不断拓展产业增值增效空间；突出龙头带动，坚持培育扶持和招大引强并重，以“大渔带小渔”组建联合体，带动形成产业集聚效应；突出项目落地，坚持工业化思维，抓好筑巢引凤，实施滚动推进，推动模式创新，形成热火朝天干起来的良好氛围；突出科技创新，加强品种培育、设备研发、科研平台建设，提供有力的科技支撑；突出要素保障，千方百计保用地、强投入、降风险，助推现代化海洋牧场建设高质量发展。要加强领导，压实责任，坚持高位推动，强化真抓实干，抓好督促考核，确保现代化海洋牧场建设取得扎实成效。建设湛江市包金沙1号海域现代化海洋牧场，是推进广东省高标准现代化海洋牧场建设的需要。

(3) 是湛江市打造现代化海洋牧场先行示范市的必要措施

湛江市委领导指出，湛江发展现代化海洋牧场条件得天独厚，水产产业正迎

来加快发展的黄金机遇期。湛江将以此次活动月为新的起点，进一步坚定向海图强的信心和决心，加快推进现代化海洋牧场建设，持续深耕海上粮仓，唱响海洋牧歌，奋力打造全国现代化海洋牧场先行示范市。真诚期待更多企业、专家学者关注湛江、建设湛江，市委、市政府将一如既往地用心用情做好服务保障工作，持续优化营商环境，全力为企业保驾护航，厚植人才创新创业沃土，打造最优人才发展生态，努力让大家投资放心、发展安心、干事顺心、生活舒心。

发展现代化海洋牧场，其作用可不仅仅局限于可持续提供优质水海产品。“牧场”的环境好了，鱼虾贝蟹们就有更多饵料可吃，有安全繁殖下一代的场所，久久为功，海域生物多样性就展示出来了。另外，根据联合国《蓝碳》报告，地球上超过一半（55%）的生物碳或绿色碳捕获是由海洋生物完成的，这些海洋生物包括浮游生物、细菌、海藻、盐沼植物和红树林。而这些生物资源的恢复，正是现代化海洋牧场建设的重要一环。建设现代化海洋牧场是发展“碳汇渔业”的重要途径，将是湛江的又一片“蓝海”。建设湛江市包金沙1号海域现代化海洋牧场，是向海图强，打造现代化海洋牧场先行示范市，闯出一条具有湛江特色的现代化海洋牧场发展之路的必然选择。

近年来，随着生活水平的逐步提高，人们对水产品的需求越来越大。而我国自1999年开始实施捕捞产量“零增很长”，后来又实行“负增长”，水产品的供给必然越来越多地依靠水产养殖，因此建设湛江市包金沙1号海域现代化海洋牧场、实施筏式延绳养殖、筏式棚架养殖和深水网箱养殖，对于解决市场的巨大需求有着巨大的缓解作用。

（4）用海必要性

本项目位于雷州市纪家镇西侧、流沙湾西北侧海域，主要建设内容为筏式延绳养殖、筏式棚架养殖和深水网箱养殖等养殖装备。重力式和桁架类深水网箱、延绳筏架、筏式棚架等设施需建设于海上，计划建设筏式延绳养殖区335.0336公顷、筏式棚架养殖区227.5269公顷和深水网箱养殖区71.7943公顷，养殖通道38.2797公顷。

根据项目的布局方案，按照水深条件、养殖容量和环境保护的要求，在本项目规划养殖区域内共计投放C90口径尺寸HDPE重力式深水网箱16个，桁架类深水网箱2个，在筏式延绳养殖区建设筏式养殖延绳筏2030条，在筏式棚架养

殖区建设筏式养殖栅架筏 208 台。本项目建设内容分三期建设，2025 年为第一期，用海面积为 350.1695 公顷（筏式延绳养殖用海 335.0336 公顷，养殖通道 15.1359 公顷）。在筏式养殖延绳筏区建设养殖延绳筏 2030 条。2026 年为第二期，用海面积为 227.5269 公顷（筏式栅架养殖设施）。在筏式栅架养殖区建设筏式养殖栅架筏 208 台。2027 年为第三期，用海面积为 86.9366 公顷（深水网箱用海 71.7793 公顷、作业船只通道用海 23.1438 公顷）。在深水网箱养殖区建设重力式深水网箱 16 个，桁架类深水网箱 2 个；配置移动式养殖管理平台 1 个、养殖配套装备 2 套、养殖辅助船 1 艘。

重力式和桁架类深水网箱、延绳筏架、筏式栅架等设施需要占用海域进行养殖，具有排他性。因此，由于项目自身性质的原因，项目用海是必需的。

3 工程分析

根据项目建设对环境的影响范围、影响程度、影响时段因工程所处的建设阶段不同而有所差别，不同的工程行为对环境要素的影响不尽相同。根据本工程项目的进展程序，工程对环境的影响分为施工期和营运期两个阶段，从污染和非污染两个方面进行分析。

3.1 生产工艺与过程分析

3.1.1 施工期生产工艺与过程分析

1、筏式养殖

本项目筏式养殖海域选择离岸远，养殖区海水交换能力强，养殖设施采用透水性好利于集约化管理的贝类养殖笼，项目运营期间不投喂饵料和药物。本项目筏式养殖主要建设内容为筏式养殖设施安装，施工期施工人员首先对项目海域进行测量，用绳子将沉子与浮球连接，通过施工船舶依次投放沉子和锚块，然后是投放苗种。

施工准备：首先根据项目养殖规模，外购养殖设施（养殖笼、浮球、沉子、水泥锚、锚绳等），租用船，洽谈相关施工方、施工人员和依托码头的相关管理情况，确定施工准备工作。

海上定位：根据项目养殖方案布设情况和海域使用位置，海域作业人员于项目所在海域相关海域施工作业情况，进行海上定位。

投放浮漂、水泥锚：完成海上定位后，海上施工人员利用船舶，进行浮漂定位投放和水泥锚投放。

投放苗种：相关海域布设内容完成后，工作人员利用船舶将苗种投放至海域进行海水养殖。

筏式养殖施工期工艺流程及产污环节如下：

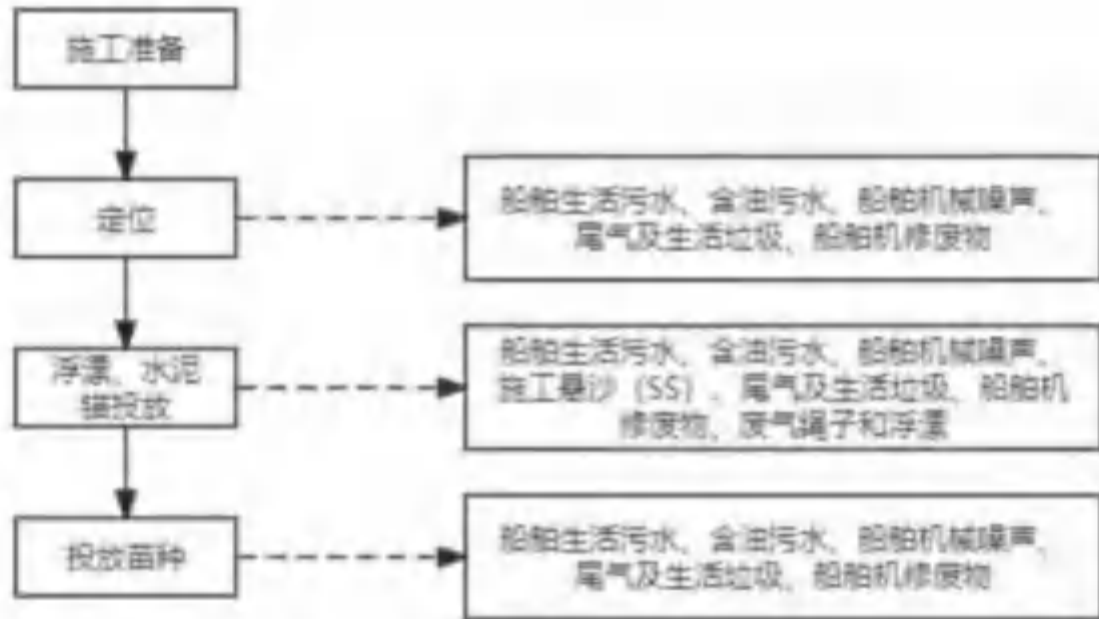


图 3.1.1-1 筏式养殖施工期工艺流程及产污流程

2、网箱养殖

本项目网箱养殖主要建设内容为网箱养殖设施安装。主要施工流程如下：

施工准备：首先根据项目养殖规模，外购网箱框架材料、网衣、稳定装置、固定装置等物料，租用船舶，洽谈相关施工方、施工人员和依托码头的相关管理情况，确定施工准备工作。

海上定位：根据项目养殖方案布设情况和海域使用位置，海域作业人员于项目所在海域相关海域施工作业情况，进行海上定位。

网箱锚固：完成海上定位后，海上施工人员利用船舶和机械进行水泥锚投放、系挂网箱框架等操作。

挂网调试：网箱框架挂网后，可通过升降方法来调试，使网箱整体达到最佳稳定状态。

投放苗种：相关海域布设内容完成后，工作人员利用船舶将苗种投放至海域进行海水养殖。

网箱养殖施工期工艺及产污环节如下：

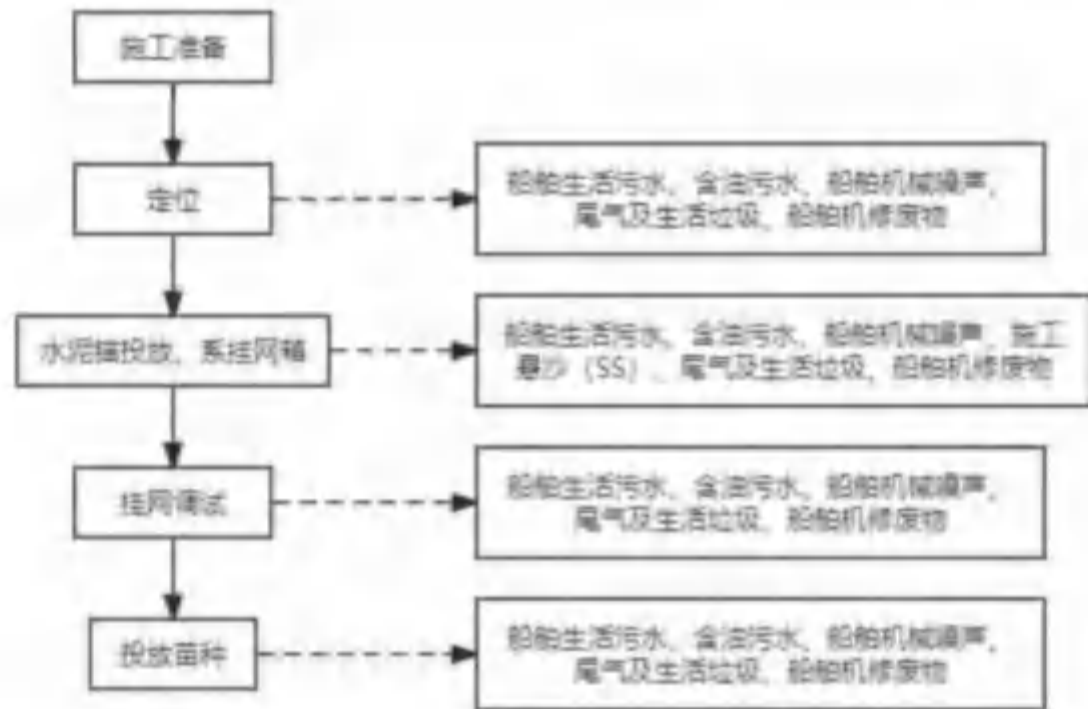


图 3.1.1-2 网箱施工工序及产污环节示意图

3.1.2 运营期生产工艺与过程分析

1、筏式养殖

看护、养护：工作人员将贝类利用船舶投放至海域后，贝类进行自然增殖，项目筏式养殖采用不投饵、不投药的生态养殖方式，看护、养护主要进行海域作业区的相关管理工作。

收获：完成自然增殖过程的牡蛎，根据客户需要和依托码头使用情况安排时间进行采收，人工将需要外售的贝类拣出后等待销售，而后待购买新一批成品贝类，将贝类分装运回海域后继续自然增殖。

筏架式养殖运营期工艺流程及产污环节如下图所示：

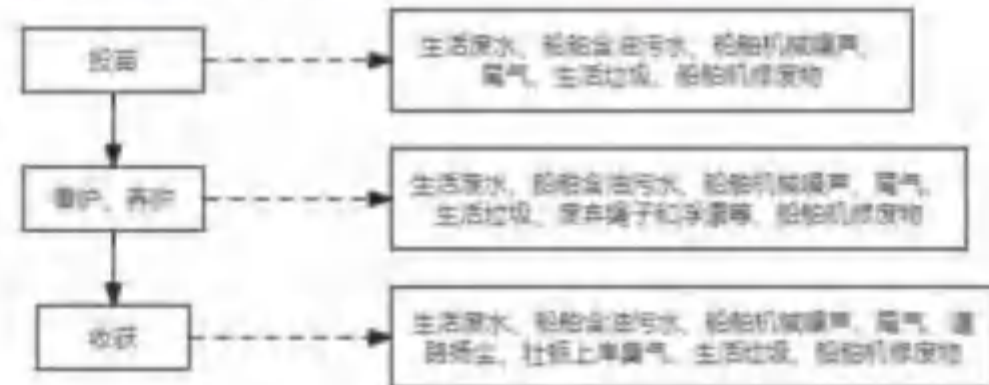


图 3.1.2-1 筏式养殖运营工序及产污环节示意图

2、网箱养殖

运营期污染源主要是网箱养殖工作人员产生的生活污水、船舶含油废水、生活垃圾，网箱及平台维护产生的固体废弃物和养殖产生的残饵料、排泄物等。

苗种投放：工作人员使用运输船将采购的鱼苗种运至网箱养殖区，进行深水网箱投放。尽量选择大规格的苗种进行放养，以达到一次放养到收获。

看护、养护：苗种投放至海域后进行自然增殖，看护、养护主要进行海域作业区的相关管理工作。深水网箱、养殖平台养殖需要进行人工投饵。养殖过程中需经常检查网箱的安全。

网箱清理：根据网箱上附着生物量及鱼类驯养情况，需要进行定期的清网工作。

收获：完成自然增殖过程的成鱼，根据客户需要捕捞后直接外卖，不进行加工处理。而后待购买新一批苗种后，在深水网箱中投放后继续自然增殖。

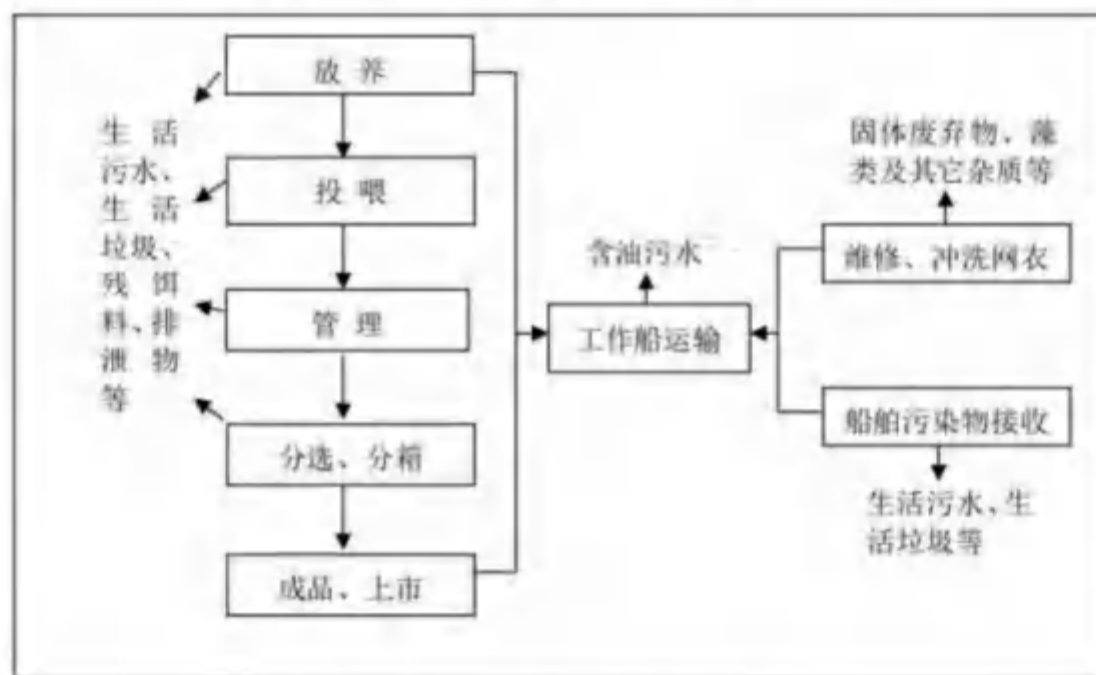


图 3.1.2-2 网箱养殖运营工序及产污环节示意图

3.2 工程各阶段污染环节与环境影响分析

3.2.1 施工期间污染源分析

3.2.1.1 水环境污染源

(1) 悬浮泥沙

本工程产生悬浮泥沙的施工环节主要是深水网箱、筏式养殖安装时锚固系统与底质接触产生的悬浮泥沙。由于工程所处海域水深较大，抛锚时锚碇主要与底质表层接触，故施工过程中对泥沙扰动较小，悬浮泥沙主要在底部扩散，因此产生的悬浮泥沙浓度小。

目前几乎无抛锚固定作业带来的悬沙扩散源强的相关文献资料研究，根据其作业方式与抛石施工接近，因此借鉴抛石过程的源强进行悬浮泥沙扩散的预测。锚碇投放产生的水体悬浮物包括两部分，一部分为锚碇自身携带的泥土进入水体形成的悬浮物，一部分为投放锚碇时扰动底床产生的悬浮物。项目锚碇携带的泥土含量很低，可忽略不计；工程区底质以砂和粉砂质砂为主，根据项目区域同类型其他海洋牧场环境影响评价报告、深圳沿江高速项目护岸抛石以及深中通道项目的源强产生情况，一般源强占扰动体积为0.1%~0.5%，本项目锚块触底后脱钩投放，投放过程中搅动产生的悬浮泥沙量按投放量的0.5%计，锚碇按照最大规格 $4.2\text{m}^3/\text{个}$ 计算，每个锚块投放过程中搅动产生的悬浮泥沙量为 0.021m^3 。每个锚块投放时间约3min，悬浮泥沙干容重取 $1380\text{kg}/\text{m}^3$ ，则锚碇投放工序产生的悬浮泥沙瞬时源强为 $(4.2\text{m}^3 \times 0.5\% \times 1380\text{kg}/\text{m}^3) / 3\text{min} = 0.16\text{kg}/\text{s}$ 。

2、含油污水

本项目海上施工主要施工船舶为网箱安装船、辅助小艇、拖船、起重船等。根据《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018），载重500吨以下的船舶舱底油污水产生量按 $0.14\text{m}^3/\text{d} \cdot \text{艘}$ 计，载重500~1000吨之间的船舶舱底油污水产生量按 $0.27\text{m}^3/\text{d} \cdot \text{艘}$ 计。本项目采用1艘100t起重船、4艘锚碇块投放船、6艘网箱安装船、6艘辅助小艇、2艘拖船、1艘机动艇、1艘潜水工作船施工，锚碇块投放船、网箱安装船、辅助艇、机动艇、起重船、潜水工作船等总载重均低于等于500t，拖船总载重5000吨。本项目含油污水每天产生量为 $5.66\text{m}^3/\text{d}$ ，处理前油污水含油浓度约，按 $5000\text{mg}/\text{L}$ 计算，则船舶含油污水中石油类产生量为

28.3kg/d。含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集，船舶靠岸后，含油污水用泵抽到专用运污船上交有能力处理的单位进一步进行处理。

船舶舱底含油污水严格按《船舶水污染物排放控制标准》以及《中华人民共和国船舶及其有关作业活动污染海洋环境防治管理规定》执行，严禁在海域范围排放，施工船舶需自行委托船舶污染物接收单位进行本项目船舶含油污染物接收作业，且船舶经营人应当在作业前明确指定所委托的船舶含油污染物接收单位，在接收作业时，也需明确要求船舶含油污染物接收单位作业前将作业时间、作业地点、作业单位、作业船舶、污染物种类和数量以及拟处置的方式及去向等情况向海事管理机构报告。

表 3.2.1-1 项目船舶含油污水计算表

序号	船型	吨位	数量	计算系数 (m ³ /d*艘)	船舶含油污水产生量 (m ³ /d)
1	锚碇块投放船	500t	4	0.14	0.56
2	网箱安装船	100t	6	0.14	0.84
3	辅助小艇	0.4t	6	0.14	0.84
4	拖船	5000t	2	1.5	3
5	机动艇	0.4t	1	0.14	0.14
6	起重船	100t	1	0.14	0.14
7	潜水工作船	100t	1	0.14	0.14
合计					5.66

3、生活污水

项目施工期施工人员合计约为 30 人，根据《用水定额 第 3 部分：生活》，施工人员生活用水量按城镇居民用水定额进行计算，使用其中用水定额最高值 180L/人·d 作为本评价施工人员用水量，污水发生量按 85%计，则施工人员生活污水产生量约为 4.59m³/d。根据《排水工程》（下册）中典型生活污水中常浓度水质进行估算，则项目施工期施工人员生活污水各特征污染物的产生情况见表 3.2.1-2 所示。船舶施工人员生活污水拟由施工单位经船载生活污水收集装置收集后上岸交由纪家镇污水处理站处理，严禁排放入海。

表 3.2.1-2 项目施工人员生活污水产生情况统计一览表

污染物	COD _{Cr}	BOD ₅	SS	氨氮	总磷
产生浓度 (mg/L)	400	200	220	25	8
产生量 (kg/d)	1.836	0.918	1.0095	0.1155	0.036

3.2.1.2 固体废物污染源

施工期的固体废物主要有生活垃圾和施工机械设备产生的残油、废油等。根据《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018），船舶施工人员生活垃圾产生量按 $1.5\text{kg/d} \cdot \text{人}$ 估算，则施工期船舶生活垃圾排放量为 45kg/d 。施工期生活垃圾，施工船舶、机械设备作业产生的残油、废油等危险废物，生活垃圾等收集后上岸交由纪家镇垃圾处理站处理，而残油、废油等危险废物等经收集后交由具有接收处理能力的船舶污染物接收单位处理。

3.2.1.3 废气

本项目施工船舶等以柴油为燃料，施工过程中产生一定量的燃油废气，包括 CO 、 NO_x 、 SO_2 等。施工过程中本项目投入船舶数量不多，为 21 艘施工作业船舶，因此上述大气污染物产生量不大，影响范围有限、污染时间较短，且项目施工海域较为宽阔，机械尾气容易扩散，施工中断或停止污染也会随之消失，不会对周围环境产生明显影响，故本次评价中不进行定量评价。

3.2.1.4 噪声

施工期噪声产生源主要有养殖平台与网箱锚固系统投放、养殖平台与网箱安装等过程中施工机械产生的噪声，主要噪声源强在 $80\sim 90\text{dB}$ 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，并且工程区域周边 200m 没有声环境保护目标，同时本项目海上施工时间较短，工程量不大，在合理安排作业时间及采取必要的措施后，可满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）排放要求，对周边环境产生的影响并不明显。

3.2.1.5 小结

本项目施工期污染物产排情况汇总情况如下表 3.2.1-2。

表 3.2.1-2 施工期主要污染物排放情况一览表

种类	污染源	源强	主要污染物	排放方式
废水	锚固系统投放	0.16kg/s	悬浮泥沙。	自然沉降
	施工船舶含油污水	$5.66\text{m}^3/\text{d}$	含油污水	由具有接收处理能力的船舶污染物接收单位接收处理，严禁排放入海
	船舶施工人员生活污水	$4.59\text{m}^3/\text{d}$	COD 、 BOD_5 、 SS 、氨氮和磷	收集后上岸由纪家镇污水处理站接收处理，严禁排放

				入海
固体废物	施工人员生活垃圾及船舶垃圾	45kg/d	生活垃圾、残油、废油等	由具有接收处理能力的船舶污染物接收单位接收处理，严禁排放入海
废气	施工船舶	/	CO、NO _x 、SO ₂ 等	自然排放
噪声	施工船舶	80~90dB(A)	等效声级	自然排放

3.2.2 运营期污染源分析

3.2.2.1 水污染源

(1) 作业船舶含油污水

船舶含油废水主要是机舱主副机、泵、管系等渗漏到机舱而形成的，项目运营后计划养殖区域投入5艘工作船，供养殖过程巡逻、运输饵料、换网等使用，船舶吨位较小，分别在20~100t之间，参考《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-1-2018），工作船舶舱底油污水产生量均按 $0.14\text{m}^3/\text{d} \cdot \text{艘}$ 计，则运营期每天产生含油污水量约为 $0.7\text{m}^3/\text{d}$ ，主要污染物为石油类，浓度取 5000mg/L ，石油类产生量约为 3.5kg/d 。

船舶舱底含油污水严格按《船舶水污染物排放控制标准》以及《中华人民共和国船舶及其有关作业活动污染海洋环境防治管理规定》执行，严禁在海域范围排放，施工船舶需自行委托具有接收处理能力的船舶污染物接收单位进行本项目船舶含油污染物接收作业，且船舶经营人应当在作业前明确指定所委托的船舶含油污染物接收单位，在接收作业时，也需明确要求船舶含油污染物接收单位作业前将作业时间、作业地点、作业单位、作业船舶、污染物种类和数量以及拟处置的方式及去向等情况向海事管理机构报告。

(2) 养殖作业人员生活污水

项目运营期拟投入工作船5艘，每艘工作船配备4名工作人员，工作人员人数共20人，工作船舶主要用于巡逻及喂养，每天出海作业约3~4个小时，根据《用水定额 第3部分：生活》，工作人员生活用水量按城镇居民用水定额进行计算，使用其中用水定额最高值 $180\text{L}/\text{人} \cdot \text{d}$ 作为本评价施工人员用水量，污水发生量按85%计，则人均污水产生量约 25L/d ，运营期工作人员生活污水产生量为 $0.5\text{m}^3/\text{d}$ 。

根据《排水工程》（下册）中典型生活污水中常浓度水质进行估算，则项目

运营期工作人员生活污水各特征污染物的产生情况见表 3.2.2-1 所示。工作人员生活污水拟经生活污水收集装置收集后上岸交由纪家镇污水处理站处理，严禁排放入海。

表 3.2.2-1 项目工作人员生活污水产生情况统计一览表

污染物	COD _{Cr}	BOD ₅	SS	氨氮	总磷
产生浓度 (mg/L)	400	200	220	25	8
产生量 (kg/d)	0.2	0.1	0.11	0.0125	0.004

(3) 养殖废水

1) 深水网箱养殖废水

深水网箱养殖属于投饵集约化养殖，饵料的投入、残饵的生成以及养殖水产品的粪便及排泄物是促成养殖自身污染的一个因素，主要产生的污染物为总氮、总磷、COD 等。本项目养殖平台与网箱的产排污情况根据《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》中的方法进行核算，具体核算公式见如下：

污染物产生量的计算方法为：

污染物产生量=产物系数×养殖增产量

污染物排放量的计算方法为：

污染物排放量=排污系数×养殖增产量

养殖平台与网箱养殖的污染源强根据《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》（环境部公告 2021 年 第 24 号）中的《农业污染源产排污系数手册》，广东省海水养殖业主要污染物浓度分别为 COD 13.468 千克/吨，氨氮 0.462 千克/吨，总氮 2.689 千克/吨以及总磷 0.522 千克/吨。

本项目网箱养殖预计年产量为 841.5 吨，选取总氮、总磷和 COD 为本项目的养殖特征污染物，养殖特征污染物的排放源强如下：

$COD = (13.468 \times 841.5) / (365 \times 24 \times 3600) = 0.36 \text{g/s}$

$总氮 = (2.689 \times 841.5) / (365 \times 24 \times 3600) = 0.07 \text{g/s}$

$总磷 = (0.522 \times 841.5) / (365 \times 24 \times 3600) = 0.01 \text{g/s}$

此外，数值计算预测时采用的是总氮浓度，而海水水质标准中采用的是无机氮，需将预测后的总氮浓度转化为无机氮浓度，无机氮占总氮的比例为 60%，即无机氮=0.6*总氮；根据文献《南黄海海水中各种形态磷的分布变化特征》中南黄海各种形态磷的监测结果，总磷与活性磷酸盐的转换关系为 1: 1，即活性磷酸

盐=总磷。因此，本项目数值计算的各污染物源强值：无机氮 0.04g/s、活性磷酸盐为 0.01g/s、COD 为 0.36g/s。

由于残饵和排泄物一般会被海流冲出网箱外，经过海流扩散稀释、溶化分解，氮、磷等污染物排放到海水中，网箱周边局部水域污染物浓度增加，对海水水质造成一定的影响。在采取生态养殖措施、控制网箱养殖规模的情况下，残饵和排泄物排放对海水水质的影响是有限的，不会造成水质明显恶化变质。另外，残饵和排泄物也可以被网箱外的其他鱼类和浮游生物所利用，会降低对海域环境的污染程度。

2) 筏式养殖污染物

本项目筏式养殖过程中无需投喂任何人工饵料和药物，养殖产品完全依靠所在海域天然环境生长，是一种原生态的养殖生产模式，养殖污染主要为贝类生长过程中产生的分泌排泄物。

海上贝类养殖对水环境的主要污染负荷为氮、磷、COD 等，本项目筏式养殖品种为三倍体牡蛎、扇贝等，由于《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》无相关参数，因此本次计算参考《第一次全国污染源普查 水产养殖业污染源产排污系数手册》，广东省牡蛎、扇贝主要污染物浓度分别为 COD 7.982 千克/吨，总氮-9.268 千克/吨、总磷-0.685 千克/吨、铜-0.0004 千克/吨以及锌-0.0046 千克/吨。

本项目筏式延绳养殖以及筏式棚架养殖预计年产量为 33896 吨，选取总氮、总磷和 COD 为本项目的养殖特征污染物，养殖特征污染物的排放源强如下：

$$\text{COD} = (7.982 \times 33896) / (365 \times 24 \times 3600) = 8.58 \text{g/s}$$

$$\text{总氮} = (-9.268 \times 33896) / (365 \times 24 \times 3600) = -9.96 \text{g/s}$$

$$\text{总磷} = (-0.685 \times 33896) / (365 \times 24 \times 3600) = -0.74 \text{g/s}$$

$$\text{铜} = (-0.0004 \times 33896) / (365 \times 24 \times 3600) = -0.0004 \text{g/s}$$

$$\text{锌} = (-0.0046 \times 33896) / (365 \times 24 \times 3600) = -0.005 \text{g/s}$$

此外，数值计算预测时采用的是总氮浓度，而海水水质标准中采用的是无机氮，需将预测后的总氮浓度转化为无机氮浓度，无机氮占总氮的比例为 60%，即无机氮=0.6*总氮；根据文献《南黄海海水中各种形态磷的分布变化特征》中南黄海各种形态磷的监测结果，总磷与活性磷酸盐的转换关系为 1: 1，即活性磷酸

盐=总磷。因此,本项目数值计算的各污染物源强值:COD8.58g/s,无机氮-5.98g/s,活性磷酸盐-0.74g/s,铜-0.0004g/s,锌-0.005g/s。

表 3.2.2-2 项目养殖污染物排放量统计表

养殖类型	单位	COD	无机氮	活性磷酸盐	铜	锌
网箱养殖	kg/年	11333.32	1357.68	439.263	/	/
	g/s	0.36	0.04	0.01	/	/
筏式养殖	kg/年	270557.87	-188488.88	-23218.76	-13.56	-155.92
	g/s	8.58	-5.98	-0.74	-0.0004	-0.005
合计	kg/年	281891.19	-187131.2	-22779.497	-13.56	-155.92
	g/s	8.94	-5.94	-0.73	-0.0004	-0.005

综上,本项目建设完成后,项目养殖作业造成各污染物源强值为:COD8.94g/s,无机氮-5.94g/s,活性磷酸盐-0.73g/s,铜-0.0004g/s,锌-0.005g/s。

(4) 投饵悬浮物

项目运营期,需要投饵给养殖的鱼类进行投饵;而在投饵网箱养殖的过程中,由于饵料不可能完全被养殖鱼类摄食,一部分必然会由于重力的作用沉积于网箱底部,另外一部分可能随海水动力带动扩散至周边海域;另外,养殖鱼类产生的排泄物,导致水体中悬浮物浓度增加,也可能对周边海水的水质造成影响。

同时,在病害流行季节,需投放鱼药,投放也有可能对海水水质、沉积物及海洋生物造成影响,与鱼饵影响相近;且由于鱼药一般伴着鱼饵料进行投放,鱼药也不可能完全被养殖鱼类摄食,一部分必然会由于重力的作用沉积于网箱底部,另外一部分可能随海水动力带动扩散至周边海域,可能对周边海水的水质造成影响。

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。据相关资料,在所投喂的 100%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。

网箱养鱼输出的众多废物中对水环境产生富营养化的影响主要来自于未食饲料、粪便和排泄物中含有的营养物质:氮、磷、有机物。而且鱼类放养密度越大,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。

网箱养殖分为初期（幼鱼）、中期和末期（成鱼）共三期，3个养殖期的残余饵料和鱼类排泄物是不同的。

在养殖过程中，产生悬浮物污染的主要来源有残余饵料和鱼粪。根据业主介绍不同养殖期网箱养殖的污染物源强是不同的。1个网箱初期（幼鱼）饵料投放总量为0.1~0.2吨/月，中期饵料投放总量约为1~2吨/月，末期（成鱼）饵料投放总量约为7~8吨/月。由此可计算出，养殖的悬浮污染物源强（饵料散失量+进入水体的鱼粪量）为：养殖初期（幼鱼）为0.0013吨/天，每天投放摄食时长为2小时，即每个网箱的源强为0.000175kg/s；养殖中期为0.0162吨/天，每天投放摄食时长为2小时，即每个网箱的源强为0.002252kg/s；养殖末期为0.0625吨/天，每天投放摄食时长为2小时，即每个网箱的源强为0.008681kg/s。

（5）网箱清洗废水

鱼类养殖网箱在海水中浸泡时间长了，会不断附着贝类，藻类等生物，堵塞网目，影响水流。本项目通过机械物理清洗方式实现定期对网衣的清洁，解决水下鱼网附着海生物的问题。在日常管理工作中，主要根据网箱上附着生物量及鱼类养殖情况进行换网和清洗。一般3个月~6个月清洗换网一次，清洗换网时必须防止养殖鱼卷入网角内造成擦伤和死亡，操作要细致。

本项目采用高压水枪喷洗网箱，主要采用海水进行清洗，网箱上的附着物被冲洗入海，冲洗水直接排海。根据建设单位提供的资料，一天能清洗重力式深水网箱的数量大约4个，每个网箱清洗需要水量约1.5m³，桁架类深水网箱清洗需要水量约3m³，则本项目每次清洗网箱共需水量为1.5m³×16+6=30m³，清洗期间废水产生量约为6m³/d，每年清洗次数最大为4次，每次清洗天数约为5天，清洗废水主要是冲洗网箱上的附着物，它们来自海洋，冲洗回海里，且项目冲洗废水的量很小，对海洋环境的影响较小。

3.2.2.2 废气

本项目运营船舶主要以柴油为燃料，施工过程中产生一定量的燃油废气，包括CO、NO_x、SO₂等。运营过程中本项目投入船舶数量为5艘，运营时间每日约3~4小时，运营时间较短，且项目养殖海域较为宽阔，机械尾气容易扩散，因此，结合工程施工、运营船舶数量不多，其大气污染物产生量较小，产生污染的

时间较短，施工与运营结束后大气污染物即随之消失，不会对周围环境产生明显影响。

本项目应急柴油发电机主要为应急使用，在起网、饲养用电不足时作为备用能源使用，柴油发电机油耗量约 25 公斤/小时，年耗油量不超过 50t。燃料以含硫率<0.1%的轻质柴油为燃料。 SO_2 产生系数约为 0.002kg/kg， NO_x 产生系数约为 0.01kg/kg。 SO_2 、 NO_x 产生量分别为 0.1t/a、0.5t/a。由于柴油发电机为间歇排放，且使用时间很短，对环境空气的影响很小。

3.2.2.3 噪声

运营期噪声源主要为工作船舶产生的噪声，噪声源强为 80~90dB。

3.2.2.4 固体废物

运营期固体废物主要为工作人员生活垃圾及换网和网箱维护产生的管铁绳线边角料、废弃网衣及网衣附着物等，按工作人员 20 名计，根据《水运工程环境保护设计规范》（JTSL49-2018），船舶生活垃圾产生量按 1.5kg/d·人计算，运营期生活垃圾产生量为 30kg/d，生活垃圾统一收集上岸后，运输至纪家镇垃圾处理站集中处理；换网、网箱维护产生的废弃管铁绳线边角料、废弃网衣经收集后上岸运输至纪家镇垃圾处理站集中处理。

在养殖过程中，网箱网衣将附着有藤壶、藻类、贝类等生物，本项目采用高压水枪喷洗网箱网衣进行清洁，采用海水进行清洗附着生物，由于附着生物品种均来源于本海区，冲洗水也为本海区海水，因此，冲洗的附着物等固废将直接排入海区，经冲洗后藻类碎屑、藤壶和贝类等残屑均可被本海区鲷鱼、鲷鱼等摄食，可为海区鱼类提供食物。

项目运营过程中产生的残油、废油经收集后，委托具有接收处理能力的环保服务公司接收处理。

项目深水网箱年产量为 841.5 吨，养殖饲料系数为 1.8，则年投喂饵料为 1514.7 吨，干饲料包装按 25kg/袋，则约需要 60588 袋干饲料，每个包装袋大约 45-60g（按 60g/个计），则饲料袋重量为 3.64t，统一收集上岸后运输至纪家镇垃圾处理站集中处理。

综上，根据《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）的要求，本养

殖活动产生的废弃饵料、饵料包装袋、废弃网具等固废，以及生活垃圾均放入收集箱中，集中装箱运回陆地，严禁随意丢弃入海，上岸后运输至纪家镇垃圾处理站集中处理。而养殖过程中网衣附着物如藤壶、藻类、贝类等，则在网衣冲洗过程中排入海区作为野生鲷鱼、鲷鱼等鱼类摄食，作为海区野生鱼类食物。

此外，深水网箱养殖不可能完全杜绝不发生死鱼现象，网箱内一旦出现死鱼，要立刻查找原因，及时打捞死鱼，严禁死鱼外溢网箱，对环境造成污染。养殖过程死亡的养殖鱼类在网箱框架上进行晒干，晒干后使用收集桶收集，后转交管护船舶将收集桶的死鱼转运至渔港，并通过市政卫生处理设施无害化处理。严禁海抛、食用、做养鱼饲料。

3.2.2.5 小结

本项目运营期污染物产排情况汇总情况如下表 3.2.2-3。

表 3.2.2-3 运营期主要污染物排放情况一览表

种类	污染源	源强	主要污染物	排放方式
废水	养殖污染物	9.33g/s、 -6.21g/s、 -0.74g/s、 -0.0005g/s、 -0.0051g/s	COD、总氮、总磷、 铜、锌	养殖海域扩散
	网箱清洗废水	6m³/d	网箱附着物，每年 约排放 20d	养殖海域排放
	船舶含油污水	0.7m³/d	含油污水	由具有接收处理能力的船舶污 染物接收单位接收处理，严禁 排放入海
	工作人员生 活污水	0.5m³/d	COD、BOD ₅ 、SS、 氨氮和磷	上岸后交由纪家镇污水处理站 处理，严禁排放入海
固体废物	生活垃圾	30kg/d	生活垃圾	由环保公司接收处理，严禁排 放入海
	换网和平 台、网箱维 护产生的管 铁绳线边角 料、废弃网 衣	-	管铁绳线边角料、 废弃网衣	由具有相应接收处理能力的环 保服务公司接收处理，严禁排 放入海
	网衣更换产 生的曝晒清 除附着物	-	藤壶、藻类、贝类 等	在网衣冲洗过程中排入海区作 为野生鲷鱼、鲷鱼等鱼类摄食， 作为海区野生鱼类食物
	死鱼	-	死鱼	在养殖平台、网箱框架上进行

				晒干,晒干后使用收集桶收集,后转交管护船舶将收集桶的死鱼转运至渔港,并通过市政卫生处理设施无害化处理
	饲料袋	3.64t	投喂饲料后的饲料包装袋	统一收集上岸后委托具有接收处理能力的环保服务公司接收处理
废气	船舶废气	/	CO、NO _x 、SO ₂ 等	自然排放
噪声	船舶噪声	80~90dB(A)	等效声级	自然排放

3.3 工程各阶段非污染环节与环境影响分析

根据工程的规模、工艺流程等特征,工程各阶段存在非污染环境的影响如下:

(1) 网箱以及筏式养殖设施投放后,将引起项目局部海域流场的变化,鉴于养殖设施为透空式结构,对水动力环境影响较小。

(2) 施工期网箱以及筏式养殖设施安装将对水体产生扰动,锚碇投放将破坏水生有机体的栖息地,使生物群落的组成发生轻微变化。

(3) 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。

3.4 环境影响要素和评价因子的分析与识别

3.4.1 环境影响要素识别

通过对本项目污染物排放状况的分析,本工程海洋环境影响要素的识别判定见表 3.4.1-1。

表 3.4.1-1 环境影响要素和评价因子分析一览表

评价时段	环境影响要素	评价因子	工程内容及其表征	影响程度与分析评价深度
施工期	海洋水文动力	潮流	改变海域水文动力条件	++
	地形地貌与冲淤环境	地貌演变及冲淤环境变化	水动力改变引起地形地貌和冲淤环境变化	+
	海水水质、沉积物	悬浮物	施工过程	+
		生活污水	来自施工人员	+
		船舶舱底含油污水	来自施工船舶	+
		固体废物	来自施工人员生活垃圾等	+
	海洋生态	底栖生物	锚碇占用底栖生物环境	+

		游泳生物	施工产生的悬浮物损害海洋生物生存环境	+
		鱼卵仔鱼		+
	通航环境	通航环境	施工船舶通行产生影响	++
	大气环境	CO、NO _x 、SO ₂ 等	施工船舶废气	+
	声环境	噪声	施工船舶噪声	+
运营期	海洋水文动力	潮流	改变海域水文动力条件	++
	地形地貌与冲淤环境	地貌演变及冲淤环境变化	水动力改变引起地形地貌和冲淤环境变化	+
	海水水质、沉积物	养殖废水	养殖废水引起水质变化	++
		生活污水	来自工作人员	+
		船舶舱底含油污水	来自工作船舶	+
		固体废物	来自工作人员生活垃圾、养殖废弃物等	+
	海洋生态	底栖生物	养殖造成底栖生物环境变化	++
		游泳生物	养殖造成海洋环境变化	++
		鱼卵仔鱼	养殖造成海洋环境变化	++
	通航环境	通航环境	船舶通行产生影响	++
	大气环境	CO、NO _x 、SO ₂ 等	船舶废气	+
	声环境	噪声	船舶噪声	+

注 1: +表示环境影响要素和评价因子所受到的影响程度为较小或轻微,需要进行简要的分析与影响预测; ++表示环境影响要素和评价因子所受到的影响程度为中等,需要进行常规影响分析与影响预测; +++环境影响要素和评价因子所受到的影响程度为较大或敏感,需要进行重点的影响分析与影响预测。

3.4.2 评价因子筛选

污染类环境影响因子: 悬浮物、含油废水、生活污水、生活垃圾等对海洋水质、沉积物和海洋生态的影响。

非污染类环境影响因子: 海洋水动力环境、地形地貌与冲淤环境、海洋生态的影响、环境事故风险等。

根据本工程的环境影响要素识别、工程施工建设和运营的特点, 对评价因子进行筛选。筛选的结果见下表。

表 3.4.2-1 评价因子筛选结果

受影响对象	评价因子	工程内容及影响方式	影响性质及影响时段
-------	------	-----------	-----------

水质环境	pH、水温、盐度、悬浮物、溶解氧、生化需氧量、化学需氧量、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、氨氮、活性磷酸盐、石油类、总汞、铜、铅、锌、镉、硫化物	施工期投放锚碇悬浮泥沙直接影响；运营期所养殖的水生生物投饵、排泄污染物直接影响	施工其为短期影响；运营期为长期、累积生态影响，在服务期满后影响可逆
沉积物环境	石油类、有机碳、硫化物、铜、汞、铅、锌、镉、铬、砷	施工期投放锚碇悬浮泥沙直接影响；运营期所养殖的水生生物投饵、排泄污染物直接影响	施工其为短期影响；运营期为长期、累积生态影响，在服务期满后影响可逆
水动力环境	潮流、波浪	运营期网箱、筏式养殖设施以及锚碇直接影响	施工其为短期影响；运营期为长期、累积生态影响，在服务期满后影响可逆
初级生产力	叶绿素 a	施工期投放锚碇悬浮泥沙直接影响；运营期所养殖的水生生物投饵、排泄污染物直接影响	施工其为短期影响；运营期为长期、累积生态影响，在服务期满后影响可逆
浮游植物、浮游动物、潮间带生物、底栖生物、游泳动物（含鱼卵仔稚鱼）	种类组成、生物量、密度（丰度）、种群结构、群落特征、分布范围、物种多样性等	施工期投放锚碇悬浮泥沙直接影响；运营期所养殖的水生生物投饵、排泄污染物直接影响	施工其为短期影响；运营期为长期、累积生态影响，在服务期满后影响可逆
重要水生生物“三场一通道”、水产种质资源保护区	分布范围、水质、海洋生态环境	施工期投放锚碇悬浮泥沙直接影响；运营期所养殖的水生生物投饵、排泄污染物直接影响	施工其为短期影响；运营期为长期、累积生态影响，在服务期满后影响可逆
生态保护红线	分布范围、水质、海洋生态环境	施工期投放锚碇悬浮泥沙直接影响；运营期所养殖的水生生物投饵、排泄污染物直接影响	施工其为短期影响；运营期为长期、累积生态影响，在服务期满后影响可逆
-----	-----	-----	-----
注 1：影响方式可分为直接、间接、累积生态影响；			
注 2：影响性质包括长期和短期、可逆和不可逆；			
注 3：影响时段包括施工期、生产运行期和服务期满后。			

4 区域自然和社会环境现状

4.1 区域自然环境现状

4.1.1 气候特征

项目所处海域属热带季风气候，日光充足，气候温暖，冬季干燥少雨，夏季湿润多雨。根据湛江气象站（国家基本站）2002-2021年近20年的统计数据，以及《湛江市气候公报（2022年）》进行分析，湛江气象站坐标为（110.399044855°，21.208489783°）。

（1）气温

2002-2021年所处区域气温累年平均值为23.5℃，历史最高气温为38.4℃出现在2015年5月30日，历史最低气温为2.7℃出现在2016年1月25日。6、7、8月份为盛夏季节，平均气温为28℃以上，冬季一般为12月、1月、2月，平均气温在16℃以上。

2022年年平均气温为23.5℃，平均高温日数12.8天，较常年偏少2.1天。

（2）相对湿度

本项目区域累年均相对湿度为83%，各年都在80~85%之间，各月平均相对湿度都在80%以上，季节差异不明显。

（3）降水、日照

2022年湛江市年平均降雨量1929.1mm，较常年偏多19.1%，降雨时空分布不均，北多南少；全市平均暴雨日数9.8天，较常年（7.6天）偏多2.2天，项目所在雷州市累年降雨量均值1608.2mm。

汛期（4月至10月）累年平均降水量1153.7毫米，主要降水出现在8至10月，其降雨量占全年51.2%，各地出现了不同程度的气象干旱。年内有5个热带气旋影响，8月热带气旋“木兰”于徐闻沿海登录；强对流天气活动频繁，局地出现了强降水、强雷电、雷雨大风、冰雹等强对流天气；大雾天数较常年偏多；冬季冷空气活动较频繁，低温阴雨持续时间长。

（4）日照

2022年平均日照时数1875.0小时，较常年偏少71.5小时。湛江市近二十年

累年平均日照时数 1881.9h，项目所在雷州市累年日照时数 2020.3h。

(5) 雾

项目所在海域以平流雾为主，也有锋面雾，雾日较多，主要出现在冬、春季（12月至翌年4月），夏季和秋季极少有雾。平均雾日数为 25.2d，雾日主要出现在 11月至翌年4月。历年最多雾日数为 43d，历年最少雾日数 14d。

(6) 风

项目区域地处热带季风区，冬季盛行东北风，其风向大都在 NNE~ENE 之间；强冷空气南下时，沿海风力可达 7-8 级，平均风力也在 5 级以上。湛江气象站 2002-2021（共 20 年）长年测风资料的统计分析结果表明，常向风向为 E 和 ESE 向，见图 5.1-1，强风向则为 NSE 向，记录最大风速 36.2m/s。多年平均风速 3.2m/s。近 5 年新观测环境下，风向与长年的风向基本一致，平均风速 2.88m/s 较常年均值略有降低。

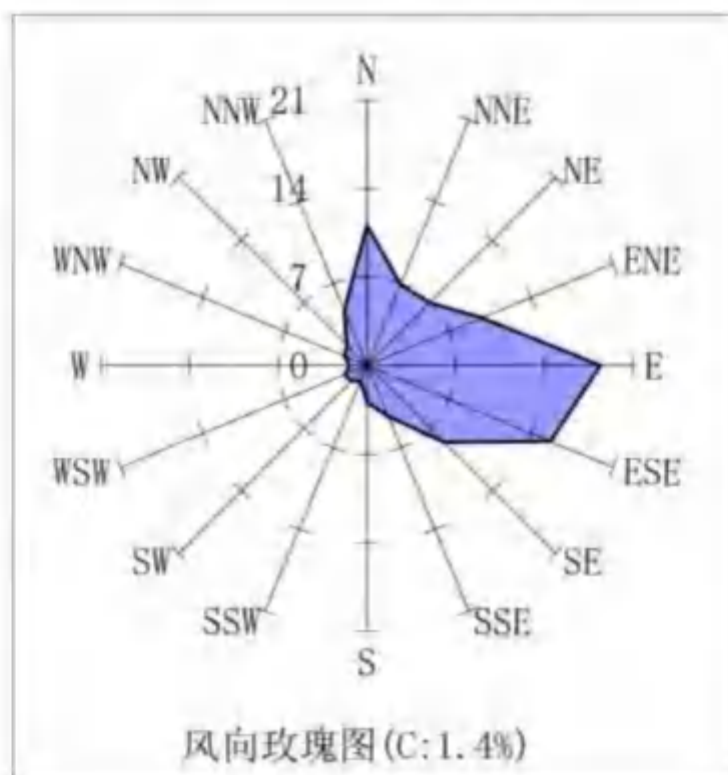


图 4.1.1-1 湛江气象站风向玫瑰图（2002-2021 年）

4.1.2 地形地貌

4.1.2.1 水深

本项目海域水深在 8.6~12.4m，重力式深水网箱和桁架类网箱区水深 9.6~12.4m，筏式养殖栅架区水深 8.6~11.2m，筏式延绳筏区水深 10~11.2m。



图 4.1.2-1 项目所在海域水深图（海图级）

4.1.2.2 海底地形地貌

雷州半岛西部近岸地貌多属于侵蚀-堆积岸坡，是水下堆积岸坡与侵蚀岸坡之间的过渡型岸坡。其西部海域的地形地貌受到地质构造和海洋动力作用的影响，形成了独特的地理特征。西部海域主要的地形地貌包括：海成阶地：这些阶地是由海水侵蚀或堆积形成的，分布在西部海域的沿岸地区。台地溺谷湾海岸：这是一种特殊的海岸类型，形成原因是陆地下沉或海面上升，导致海水淹没海滨的河谷或山谷，形成了漏斗状的入海口，通常伴有狭长海湾。这些地形地貌的形成与雷州半岛的地质历史、海洋动力作用以及气候变化等因素密切相关。雷州半岛的地质构造活动，加上海洋的侵蚀和堆积作用，共同塑造了其西部海域独特的地形地貌。此外，雷州半岛的气候属于热带季风气候与亚热带季风气候的过渡带，这种气候条件也对西部海域的地形地貌产生了一定的影响。除部分源于大河补给外，

主要来自近岸中、小河流和沿岸侵蚀物质。岸坡堆积作用和侵蚀作用之强弱，与沉积物供给状况和波浪作用强度相关。一般在沿岸流途经范围堆积作用发育，其余则大多以侵蚀作用为主，坡面底质相应出现细（泥质粉砂）和粗（砂、泥质砂）的变化。雷州半岛及海南岛周边的水下侵蚀—堆积岸坡主要分布在环海南岛近岸海域，以及琼州海峡沿岸海域、雷州半岛西部近岸海域。水下岸坡相对较陡，呈斜坡状，受波浪和近岸水流影响较大，海洋动力的改造作用较强，海底面常见中小型波痕存在。

受雷州半岛陆域掩护，由 NNE、E、SE、S 向等风向和台风作用引起的波浪甚弱，沿岸输沙活动不剧烈，湾口海积地貌不甚发育。各海湾间有岬角存在，潮间带有巨砾堆积，对岸线起了保护作用，使得岸线没有大规模的蚀退现象而处于相对稳定状况。因此该段海岸具有台地溺谷型海岸地貌的特征，属于台地溺谷型海岸地貌，岸段陆域均由玄武岩构成。

内陆架平原属于现代海底沉积地貌单元，其范围为水下岸坡下界到 50m 等深线范围，其宽度在 10.0km~120.0km 之间，比降 2.35%~0.3%。大多数内陆平原比较平坦，个别地段稍陡。由于内陆架平原陆源物质比较丰富，因此，现代沉积作用比较强盛，主要沉积物类型为粘土质粉砂和细砂，有砂砾沉积。由于海面变化和动力影响，在该地貌单元内形成了繁多的地貌形态。包括海底沙波、潮流沙脊、水下三角洲等。

4.1.2.3 海底底质特征

北部湾的沉积物主要是陆源碎屑物质，陆源碎屑主要由广西沿岸、雷州半岛西岸和海南岛北岸的入海河流贡献。沿华南大陆的粤西沿岸流携珠江流域物质终年自 NE 流向 WS，一部分进入北部湾，与红河流域的泥沙一起加入到全年逆时针流动的北部湾环流，影响到北部湾海域的物质沉积；此外，沿海南岛西岸向北的南海水团以及北部湾的沿岸水系也会对该区域的物质沉积产生一定作用。

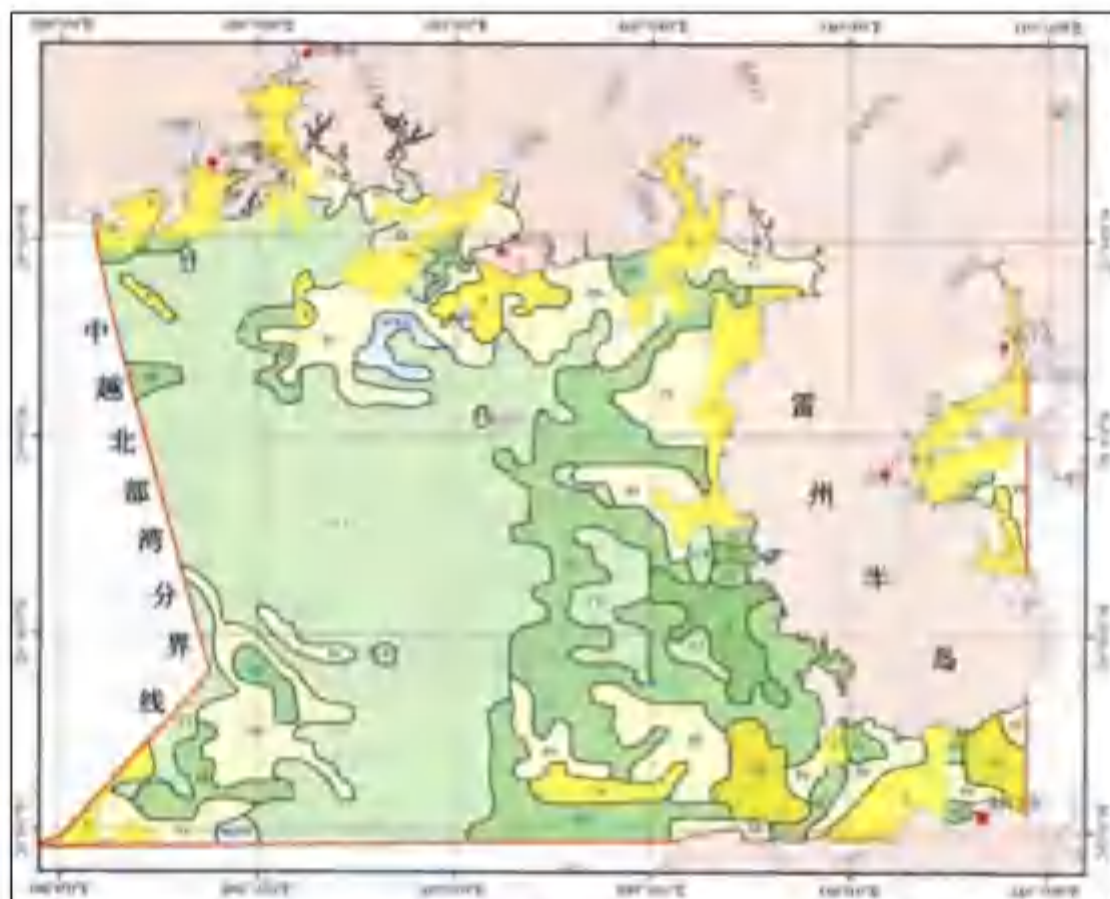


图 4.1.2-2 北部湾海底地质分布图

结合海底地形和沉积物平均粒径的分布来看,沉积物类型从粒径最大的砾石到粒径最小的粘土质软泥均有分布,但以粉砂为主,大范围的砂质沉积物,粗砂、中沙、粉砂和细砂均有分布,具有岸边粒度较细,中央海域粒度较粗的特征。在湾内的不同海区,表层沉积物也存在很大差异。北部湾中部为古滨岸浅滩沉积,主要是细砂分布区,是一个底部平坦的-40m~-50m 的水下阶地,这片砂质沉积物分布区在陆架折处消失,并在出口处形成小型陆架扇;在环绕雷州半岛西侧为在波浪作用形成的水下岸坡砂砾质沉积带,在该带外侧为粘土质粉砂沉积的狭窄泥质沉积带。

4.1.2.4 地质构造

雷州半岛南部主要由喜马拉雅期晚、中更新世玄武岩、玄武质火山碎屑岩组成,近海边处多由第四系地层覆盖,第四系地层中常夹有火山喷发堆积的玄武岩。雷州半岛北部多为第四系覆盖层,根据区域地质资料,其第四系地层厚达数百米。

根据区域地质构造资料，距离场地较近的区域断裂主要有：湖仔断裂、和家——前山断裂、琼州海峡断裂、石崀岭断裂。

①湖仔断裂：从场地东北面约 11.0 公里处通过。走向 335 度，据第四系底板等高线研究，它切断了湖仔短轴背斜，在湖仔附近，断裂南西盘与北东盘地层发生错动，南西盘明显下降，断距达 100m 左右，向南断距逐渐减小为 15m。有向南断距越来越小的趋势，推测该断裂经徐闻而延入琼州海峡。沿断裂有茅膏、加山岭等火山锥分布，结合深部重力等资料推测断面可能倾向南西，属于正断层。

②和家——前山断裂：从场地东南约 13.5 公里处通过。呈东西走向，规模较小，该断裂带现今活动还很强烈，表现为温泉沿断裂带分布；地层中有大面积的层状中~高温承压水存在，地热温率高达 10.50℃/100m，水量较丰富，水温在 35℃ 上。

③琼州海峡断裂：从场地南面约 30.0km 处通过，该断裂带的主体位于雷州半岛与海南岛之间的琼州海峡，呈东西方向展布的海槽将海南岛与广东大陆分开。断裂带的北界是遂西大断裂，南界是王五——文教大断裂，中间还有一系列东西向展布的断裂，共同控制雷琼断陷盆地的基性——超基性火山喷溢和沉积。从渐新世开始雷琼断陷的玄武岩具多期次多中心喷溢的特点，其中以更新世活动的规模最大。第三纪火山活动中心，早期在雷南，晚期迁移至琼北。第四系活动规模稍次。

④石崀岭断裂：该断裂呈东西方向弧形展布，起于徐闻县城内村，经石崀岭至流沙港，直指本项目场地，在场地东侧约 1.3km 处隐没，推测该断裂没入流沙湾，断裂沿线有两处火山锥分布。该断裂对本项目具直接影响。

根据本次勘察结果，场地范围本次勘察深度内虽未发现有活动性断裂带。

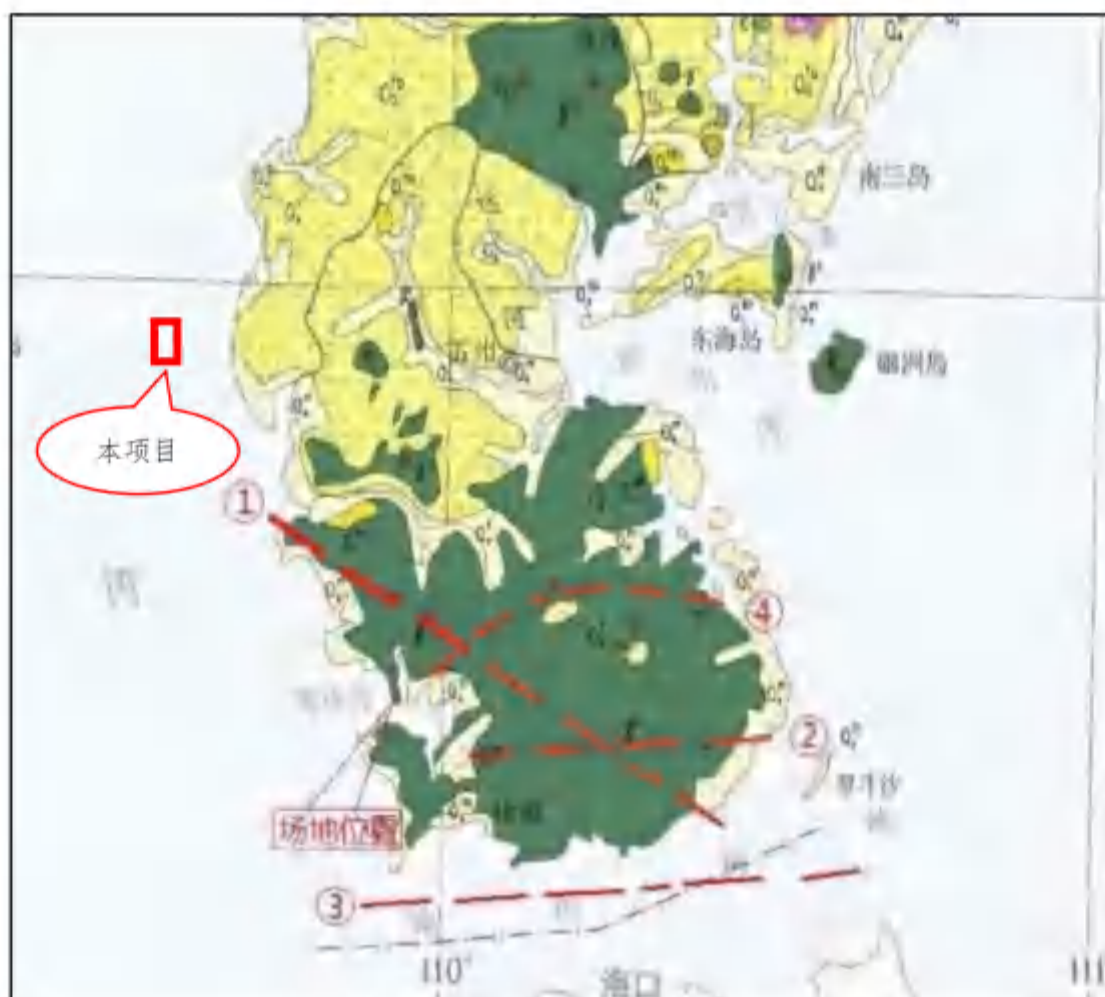


图 4.1.2-3 项目区域地质构造图

4.1.2.5 地震

雷州半岛属于雷琼地震带，是东南沿海地震带西端一个多震地区，徐闻至流沙港沿岸近年时有小震及有感地震发生。据相关资料，近五十年来发生的主要地震有：徐闻曲界地震（1975年12月21日，3.0级）；流沙湾地震（1982年7月31日2.6级）；雷州湾近海地震（2008年1月31日，3.0级）；徐闻新寮岛地震（2007年7月13日，3.2级）；雷州企水地震（2009年7月9日，1.8级）；湛江雷州（北纬 $20^{\circ}43'$ ，东经 $109^{\circ}52'$ ）于2009年9月12日发生1.9级地震；湛江雷州（北纬 $20^{\circ}50'$ ，东经 $109^{\circ}45'$ ）于2009年10月6日发生2.4级地震；徐闻（北纬 20.5° ，东经 110.2° ）于2010年4月22日发生2.1级地震；湛江雷州（北纬 20.6° ，东经 110.2° ）于2010年11月23日发生1.8级地震。

4.1.3 主要海洋灾害

4.1.3.1 热带气旋

由于雷州市地处北纬 $20^{\circ}26'$ ~ $21^{\circ}11'$ ，东经 $109^{\circ}44'$ ~ $110^{\circ}23'$ ，所以经常受到产生于菲律宾附近的西太平洋台风和产生于西沙、中沙群岛附近的南海台风的袭击。一般始于5月，11月份结束。7、8、9月台风最多，风力也最大。湛江市是受热带气旋影响最多和最严重的地区之一，年均有3.7个热带气旋登陆或影响湛江市。

根据中国气象局编气象出版社出版的台风年鉴1949~2012年的资料统计，平均每年有1.9个热带气旋影响湛江地区；年最多为5个（1965、1973和1974年）；没有热带气旋影响的有7年。热带气旋8月出现最多，占27%，其次是9月，占24%，且特别严重危害湛江的台风多数也发生在7~9月份。每年的5~11月均有热带气旋影响湛江地区，1949~2012年间，热带气旋达到超强台风的有16个，强台风21个，台风35个。据中国天气台风网统计，2013至2017年5年间共有7个台风造成粤西海域或陆地10级以上风力，见表4.1-1，其中影响最为严重的是2014年湛江沿海登陆的台风“威马逊”，造成16级大风；以及2015年湛江沿海登陆的台风“彩虹”，造成15级大风。

2018年8月15日，今年第16号台风“贝碧嘉”的中心在广东省雷州市沿海附近登陆，登陆时中心风力达9级（23米/秒），登陆时由强热带风暴级减弱为热带风暴级，中心最低气压985百帕。“韦帕”于2019年8月1日17时40分许在广东省湛江市坡头区沿海再次登陆，登陆时中心附近最大风力仍有9级（23m/s）。

2020年共有“鹦鹉”、“森拉克”、“海高斯”、“红霞”、“浪卡”等5个台风先后影响湛江市；2021年8月，热带低压在距离湛江市区偏东40公里的海面上生成，2021第22号台风“雷伊”是历史上12月进入南海最强台风，也是最晚影响湛江的台风。2022年，共有5个台风严重影响湛江市，较历史平均偏多1.5个。2023年，第4号台风“泰利”已于7月17日22时20分前后在湛江市南三岛沿海登陆，成为今年登陆我国的首个台风。

4.1.3.2 风暴潮

雷州西海岸台风风暴潮增水比较严重,1982年9月15日,17号强台风在徐闻登陆,影响雷州的风力11级;乌石港北面约21km的企水堵海风暴潮水位3.79m。在湛江附近登陆的台风,引起的台风增水超过警戒水位,解放后台风风暴潮增水超过警戒水位的也发生过多,如5413、6508、7013、7421号台风等。2010年3号台风“灿都”、2012年13号台风“启德”、2014年第15号台风“海鸥”均在湛江引发了风暴潮。

2018年9月13日,受今年第23号台风“百里嘉”(强热带风暴级)的影响,广东阳江到雷州半岛东岸沿海将出现60到140厘米的风暴增水,海南岛北部和西部沿海将出现30到60厘米的风暴增水,广西和雷州半岛西岸沿海将出现30到50厘米的风暴增水。风暴潮预警级别为蓝色。

根据《2020年广东省海洋灾害公报》,2020年,广东省海洋灾害以风暴潮灾害为主,海浪灾害、赤潮灾害、海平面变化、海岸侵蚀和咸潮入侵等均有不同程度发生。各类海洋灾害给广东省沿海经济社会发展和海洋生态带来一定影响,共造成直接经济损失0.49亿元,未出现人员伤亡情况。其中,风暴潮灾害造成直接经济损失0.49亿元。2020年,广东省沿海共发生风暴潮过程5次,其中2次风暴潮过程致灾,预警级别为黄色,分别为2007号“海高斯”台风风暴潮和2017号“沙德尔”台风风暴潮;1次过程达到蓝色预警级别,为2016号“浪卡”台风风暴潮。其余风暴潮过程均为蓝色预警级别以下。2020年8月19日6时前后,台风“海高斯”在广东省珠海市金湾区沿海登陆,登陆时中心附近最大风力12级(35米/秒),中心最低气压为970百帕。粤西沿岸各海洋站观测到30-45厘米的最大风暴增水,各站最高潮位均在当地蓝色警戒潮位以下,受“海高斯”台风风暴潮影响,广东省直接经济损失0.49亿元。

根据《2021年广东省海洋灾害公报》,2021年,广东省沿海共发生风暴潮过程6次,2次造成灾害,分别为2107号“查帕卡”台风风暴潮和2118号“圆规”台风风暴潮,共造成直接经济损失0.28亿元,未造成人员死亡失踪。2107号“查帕卡”台风风暴潮造成直接经济损失最为严重,为0.18亿元,占风暴潮灾害全年直接经济损失总额的64%。据统计,2021年风暴潮灾害造成全省15人受灾,紧急转移安置5075人,倒塌房屋9间,水产养殖受灾面积185.72公顷,损失水产养殖数量224吨,养殖设备、设施损失2个,毁坏渔船数量2艘,损坏

渔船数量10艘，损坏码头数量7座，损坏码头长度0.02千米，损毁海堤、护岸数量7座，损毁海堤、护岸长度0.27千米，淹没农田面积116.67公顷。

湛江海域风暴潮发生次数多、强度大、连续性明显，影响范围广，突发性强，灾害损失大。工程水域的风暴增水年均约3.9次（其中台风增水约2次），风暴增水多出现于4~12月，8月份和9月份是发生次数最多的月份。台风在湛江港及其西南方向登陆时，主要造成正的风暴增水；台风在湛江港东面登陆时，造成的正增水比较小，通常情况下，台风登陆后，湛江港出现负增水。2021年汛期强对流频发，共有64次强对流天气过程影响湛江市，年内全市共发布暴雨红色预警信号17次。

4.2 海洋资源概况

4.2.1 港口资源

北部湾是广东雷州半岛、海南岛和广西壮族自治区及越南之间的海湾。其面积接近13万 km^2 ，平均水深42m，最深达100m。北部湾是我国大西南地区出海口最近的通路，是中国大陆通往东南亚、非洲、欧洲和大洋洲航程最短的港口，是中国大西南和华南地区货物的出海主通道，现已与世界100多个国家和地区通航。

本工程附近水域的港口主要有企水港、乌石港、海康港、流沙港以及江洪港等。

企水渔港位于广东省雷州市企水镇，地理位置为东经 $109^{\circ}46'$ ，北纬 $20^{\circ}49'$ 。渔港北距江洪港32km，南距乌石港26km，距雷城54km。工程主要建设内容与规模为：渔业码头500m、护岸240m、渔港管理中心、临时预制场、水电、消防、通讯导航等设施。

广东省雷州市乌石国家级中心渔港一期工程位于雷州半岛西海岸，渔港面向南海北部湾海域，与二级公路及207国道相连，离雷州市仅70km。地理坐标东经 $109^{\circ}50'34''$ 、北纬 $22^{\circ}33'45''$ 。主体工程项目为拦沙堤1300m，大功率渔业码头300m，小功率渔业码头100m，休闲渔业码头100m，护岸720m；配套工程项目为执法办证中心一幢，指挥中心一座，灯塔三座，以及环保、给排水及消防设施。

4.2.2 岸线资源

根据 2022 年广东省政府公布的海岸线修测成果，湛江市大陆岸线总长 1195.26km，岸线总长占广东的 29.26%，居全国地级市第二位，共有砂质岸线、粉砂淤泥质岸线、基岩岸线、生物岸线、人工岸线和河口岸线 6 种岸线类型，根据《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》，其岸线长度和岸线利用率见表 4.2.2-1。

表 4.2.2-1 湛江市海岸类型组成表（单位：km）

岸线类型	岸线长度	比例（%）	分布
砂质岸线	233.60	18.79	湛江市吴川县、雷州半岛东南、西北部
粉砂淤泥质岸线	20.62	1.66	零散
基岩岸线	21.40	1.72	零散
生物岸线	160.73	12.93	雷州半岛东北部通明岛附近海域红树林生态系统区域
人工岸线	804.26	64.65	湛江湾内、雷州半岛东北部、南部和西部
河口岸线	3.09	0.25	湛江湾内

4.2.3 旅游资源

湛江市作为中国大陆最南端的海港城市，历来以环境优美而著称，1959 年就获得了花园城市的称号。湛江市是全国光、热、水、绿最丰富的海岸带。有 104 个岛屿、暗沙。沿海防护林带长达 1300 公里，面积 32 万亩，享有“绿色长城”之称；拥有全国最大的红树林保护区。海岸线绵长曲折，水清浪静，大海与沙滩、岩石、林带构成美丽的南亚热带海滨风光，具有成为全国最优良的滨海旅游度假基地的发展潜质。

湛江市海岸线漫长，有 13 段优质沙滩（王村港、吉兆湾、吴阳、南三岛、东海岛、硃洲岛东岸、笏斗沙岛、海安白沙湾、乌石北拳半岛、企水赤豆寮岛、纪家盘龙湾、江洪仙群岛、草潭角头沙）可供旅游开发，总长达 150 多公里。其中，王村港—吉兆湾，南三岛东岸和东海岛东岸均是长度超过 20 公里的特大型沙滩，最长的东海岛东岸沙滩达 28 公里。这些海滩介乎北纬 20° 15′ 至 21° 25′ 之间，有着适于长年开展滨海度假活动的南亚热带海洋气候和优美独特的绿色生态景观。

湛江市珍珠、对虾、鲍鱼、珍贵鱼类等连片养殖基地具有旅游开发价值。广

东海洋大学标本室有水生物标本 3000 多种，是全国品类最齐全的水生生物博物馆。湛江市雷州古城是国家级历史文化名城之一；湖光岩风景区更是全国著名的火山口湖泊，还是全国唯一在海平面以下的特殊的火山口湖泊，地质学上称为“玛珥湖”。这些景观大大丰富了湛江滨海旅游的内涵，凸现滨海和南亚热带特色。

4.2.4 湿地资源

湛江沿海泥质滩涂是中国红树林的主要分布区之一。湛江市分布有广东湛江红树林国家级自然保护区，是我国北回归线以南热带红树林生态分布带中面积最大的红树林保护区，区内红树林种类较多，浮游生物丰富，栖息着大量鸟类及鱼、虾、蟹、贝类，构成了湛江红树林分布区独特的自然景观和丰富的动植物资源。据调查，区内红树植物有 15 科 25 种、鸟类 194 种、贝类 3 纲 41 科 76 属 130 种、鱼类 15 目 60 科 100 属 127 种（其中有重要经济价值的种类中贝类有 28 种、鱼类有 32 种）、昆虫类 133 种。在保护区分布的鸟类中，属于国家一级保护有 1 种，属于国家二级保护有 32 种（王燕等，2008 年）。

4.2.5 海岛资源

雷州半岛，三面环海，拥有丰富的海岛资源。湛江市共有 134 个岛屿，其中有居民海岛 12 个，面积 518 平方千米，海岛不仅构成了湛江港的天然屏障，而且拥有独特的自然景观和人文历史，是湛江市重要的旅游资源。湛江市的海岛资源不仅在旅游方面具有重要价值，还在港口建设、渔业养殖、海洋能源开发等方面具有重要的战略意义。湛江市的海岛以其清澈的海水、洁白的沙滩、绿树成荫的环境而闻名。例如，东海岛被誉为“中国第一长滩”，南三岛则以其优美的海滩和自然风光而被评为广东“十大美丽海岛”之一。湛江市地处热带和亚热带过渡区域，沿海生物种类繁多，包括经济鱼类、贝类、虾类等，同时拥有保存完好的红树林、珊瑚礁和海底草场等海洋生态系统。部分岛屿如硇洲岛，不仅自然风光秀丽，还拥有丰富的历史文化遗迹，如宋皇城遗址、硇洲灯塔等，具有较高的文化价值。海岛周边海域渔业资源丰富，是广东省重要的渔业基地之一。海养珍珠产量和对虾养殖产量在全国占有重要地位。湛江市的海岛资源具有很大的旅游开发潜力，目前已经有一些岛屿如特呈岛、南三岛等被开发为旅游度假区，吸引

了大量游客。湛江市沿海的潮汐能与海风能开发前景广阔，是可再生能源的重要来源。

4.2.6 红树林自然保护区

根据湛江红树林自然保护区内红树林资源及其它保护对象的分布状况，结合区内道路、沟渠、居民点及其生产生活需要等情况，根据国务院批复，保护区总面积 202.7881km²，划分为核心区、缓冲区和实验区，其中核心区面积 66.13km²，缓冲区面积 17.1195km²，实验区面积 119.5386km²，分别占保护区面积的 32.61%，8.44%，58.95%。

湛江红树林国家级自然保护区的保护对象：①热带红树林湿地生态系统及其生物多样性，包括红树林资源、邻近滩涂、水面和栖息于此的野生动物。②海岸和红树林的典型自然景观。

保护区呈带状散式分布在广东省西南的雷州半岛沿海滩涂上，跨湛江市的徐闻、雷州、遂溪、廉江四县市及麻章、坡头、东海、霞山四区，地理坐标为 109°40′ -110°35′ E、20°14′ -21°35′ N，1990 年经广东省人民政府批准建立，1997 年晋升为国家级自然保护区，主要保护对象为红树林生态系统。

保护区分为 72 个保护小区，保护区西北以高桥片（高桥红树林）为主，地理坐标为 109°49′9″-109°56′10″E、21°9′19″-21°34′15″N；东北以官渡片为主，地理坐标为 110°21′51″-110°38′19″E、21°6′29″-21°27′27″N；最东以湖光片为主，地理坐标为 110°6′35″-110°30′19″E、20°48′5″-21°7′53″N；东南以和安片为主，地理坐标为 110°17′49″-110°27′40″E、20°34′11″-20°43′48″N；西南片以角尾片为主，地理坐标为 109°41′20″-110°12′15″E、20°14′6″-20°52′19″N。

保护区有红树林 15 科 25 种，是中国大陆海岸红树林种类最多的地区，主要的伴生植物 14 科 21 种，其中分布最广数量最多的为白骨壤、红海榄、秋茄和木榄；鸟类有 194 种，列入国家重点保护名录的 7 种，广东省重点保护名录的 34 种，国家“三有”保护名录的 149 种，中日候鸟条约广东湛江红树林国家级自然保护区的 80 种，濒危野生动植物国际贸易公约附录 I 的 1 种，附录 III 的 7 种，列入国际自然和自然资源保护联盟红色名录易危鸟类的 4 种；贝类有 3 纲 41 科 76 属 130 种，以帘蛤科种类最多，达 20 种，发现我国大陆沿海为首次记录的有

皱纹文蛤、绿螂、帽无序织纹螺、鼬耳螺4种；有鱼类15目60科100属，以鲈形目占绝对优势，有27科49属65种。

本项目评价范围内不涉及红树林湿地及红树林自然保护区。

4.2.7 水鸟资源

项目位于中国大陆最南端的雷州半岛，是亚洲东北部与东南亚、南洋群岛和澳大利亚之间候鸟迁徙的必经之地和重要驿站，与项目紧邻的湛江红树林国家级自然保护区尤其会有大量的水鸟栖息和越冬，保护区的红树林为它们提供了大量的食物和良好的自然环境。

2002年1月，保护区被列入“拉姆萨尔公约”国际重要湿地名录，成为我国生物多样性保护的关键性地区和国际湿地生态系统就地保护的重要基地。2005年保护区被确定为国家级野生动物（鸟类）疫源疫病监测点、国家级沿海防护林监测点。

2002-2003年，保护区与广东省濒危动物研究所合作，进行了首次湛江红树林地区的鸟类本底资源清查，直至2012年，保护区每年于候鸟迁徙至湛江的时间（一月份）进行专项水鸟监测调查，结果表明高桥、西湾、北潭、附城、南山五个监测站位调查种类数量趋于稳定，变化幅度不大。

保护区内除了众多的鸥形目、雀形目等留鸟外，每年秋冬季，有大量的（包括鹤类、鸮类、鹭类、猛禽类等）从日本、西伯利亚或中国的北方地区飞往澳大利亚的途中在保护区停留的候鸟，使保护区成为中日、中澳国际候鸟的通道。根据广东省湛江红树林国家自然保护区管理局的调查，2010年至2014年的5年冬季，共记录到水鸟61种，48297只，隶属于8目11科35属。红嘴鸥（*Larus ridibundus*）、小白鹭（*Egretta garzetta*）、黑腹滨鹬（*Calidris alpina*）为优势种。在记录的鸟类中，有1种被列入IUCN红色名录，且是易危种，即黑嘴鸥（*Larus saundersi*），7种鸟类被列入Cites保护名录（其中3种为附录II、4种为附录III），31种鸟类被列入中日候鸟保护协定名录，23种鸟类被列入中澳候鸟保护协定名录，19种鸟类被列入国家三有名录，20种属于IUCN红色名录中的无危种。

4.2.8 “三场一通道”分布

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），南海区渔业水域及项目所在海域“三场一通”情况如下。

（1）南海鱼类产卵场

南海鱼类产卵场分布见图 4.2.8-1 和图 4.2.8-2。

本工程不位于南海中上层鱼类产卵场内，工程也不位于南海底层、近底层鱼类产卵场内。

（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位于南海北部及北部湾沿岸 40m 等深线水域（图 3.1-3），保护期为 1-12 月。管理要求为禁止在保护区内进行底拖网作业。

本项目位于南海北部幼鱼繁育场保护区内。

（3）幼鱼幼虾保护区

根据《南海区水产资源保护示意图》（1985 年 8 月）确定、2002 年农业部发布 189 号文公布的幼鱼幼虾保护区范围，北部湾海域主要为二长棘鲷幼鱼保护区，保护区时间为每年的 1 月 15 日至 3 月 1 日。在禁渔期间，禁止底拖网渔船、拖虾渔船进入上述海域内生产。

本项目位于二长棘鲷幼鱼保护区内。

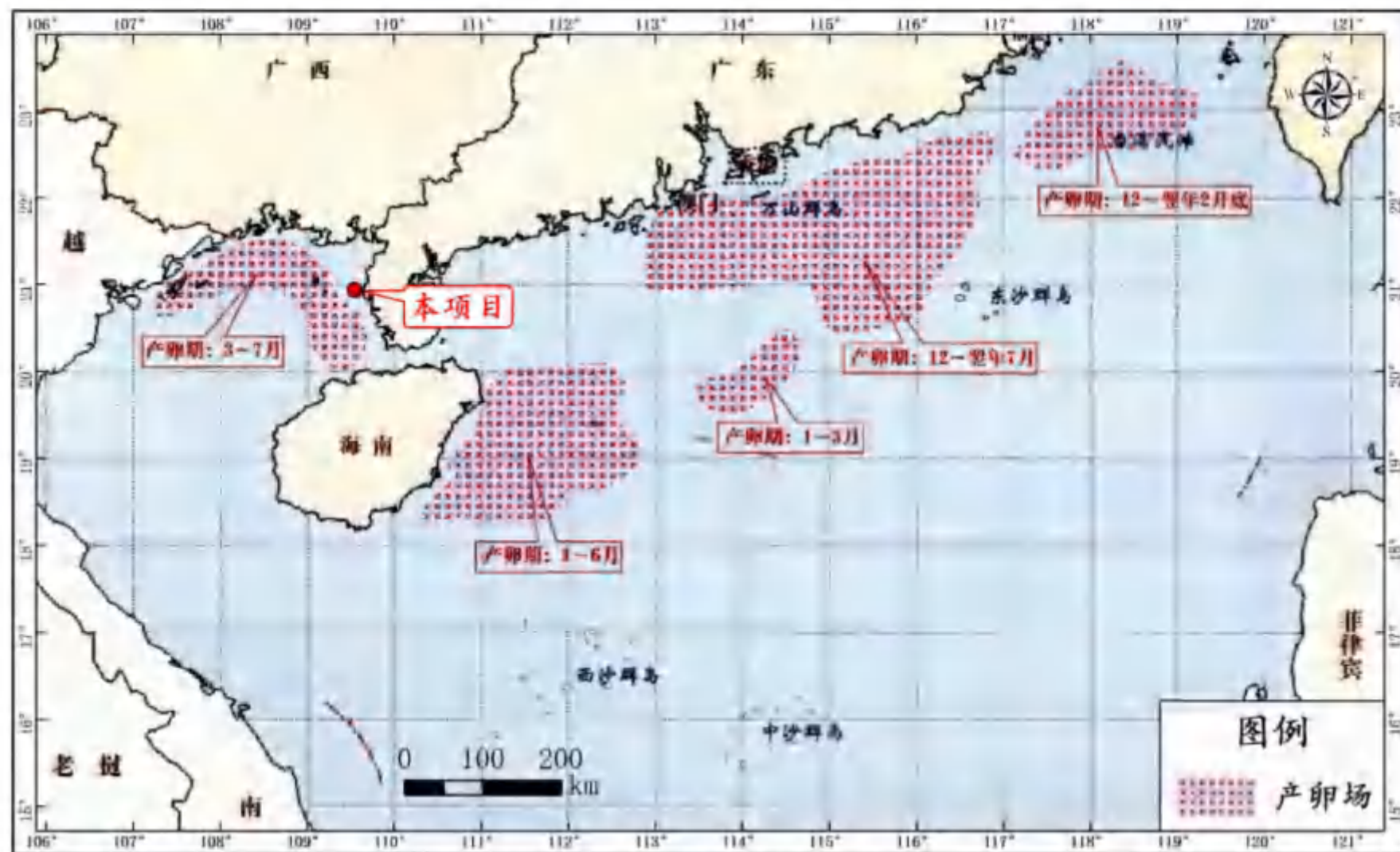


图 4.2.8-1 南海中上层鱼类产卵场示意图

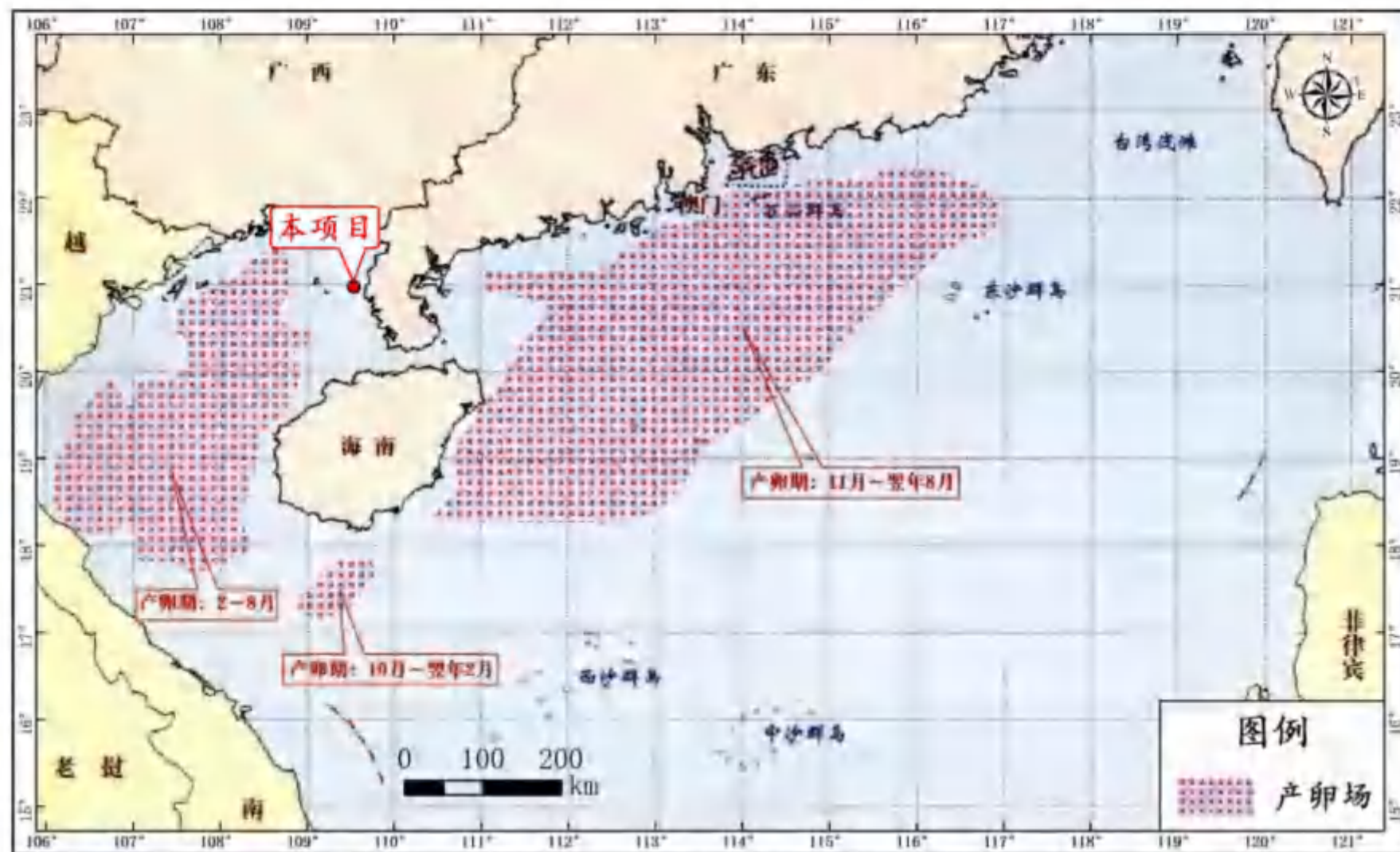


图 4.2.8-2 南海底层、近底层鱼类产卵场示意图

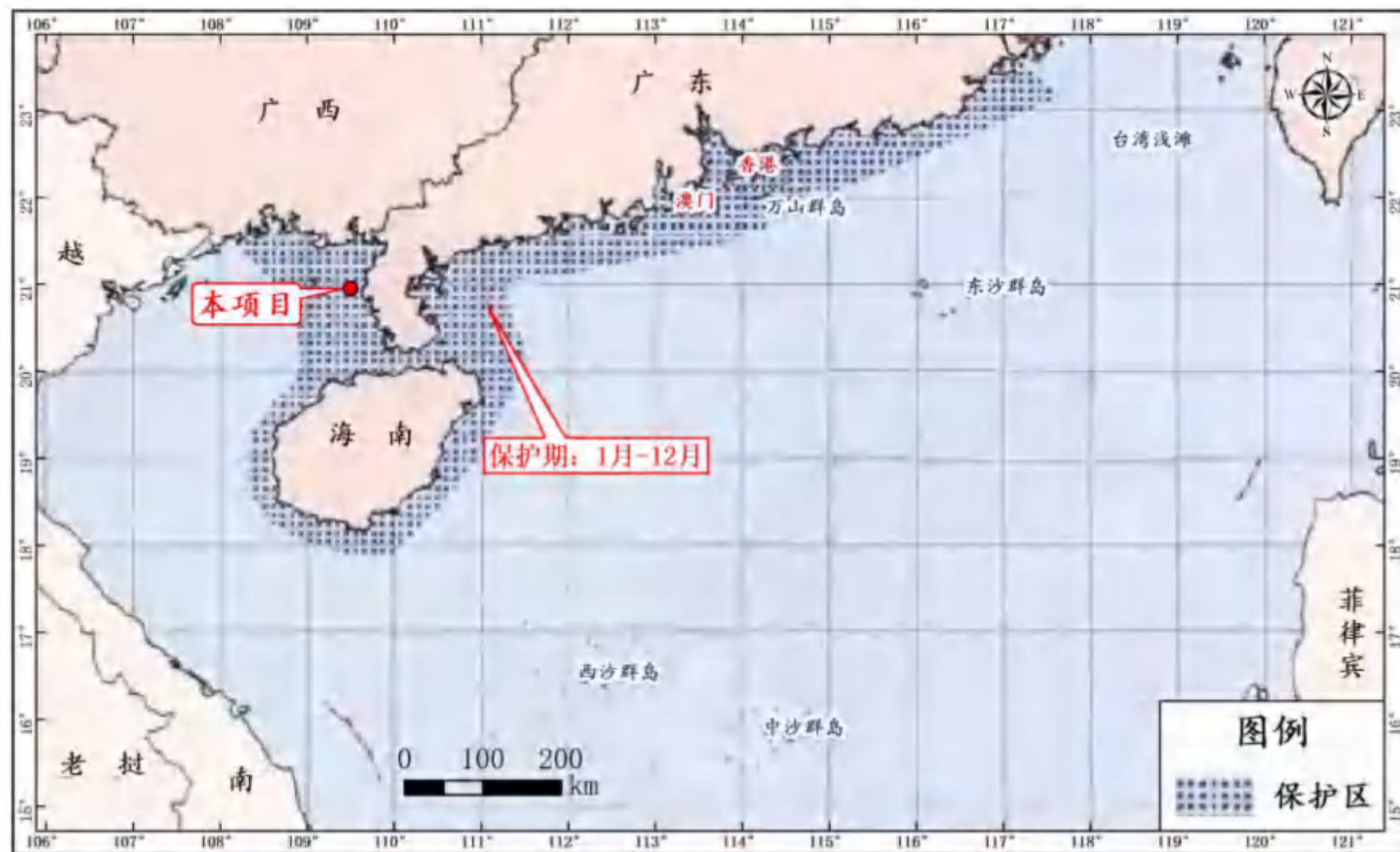


图 4.2.8-3 南海北部幼鱼繁育场保护区范围示意图

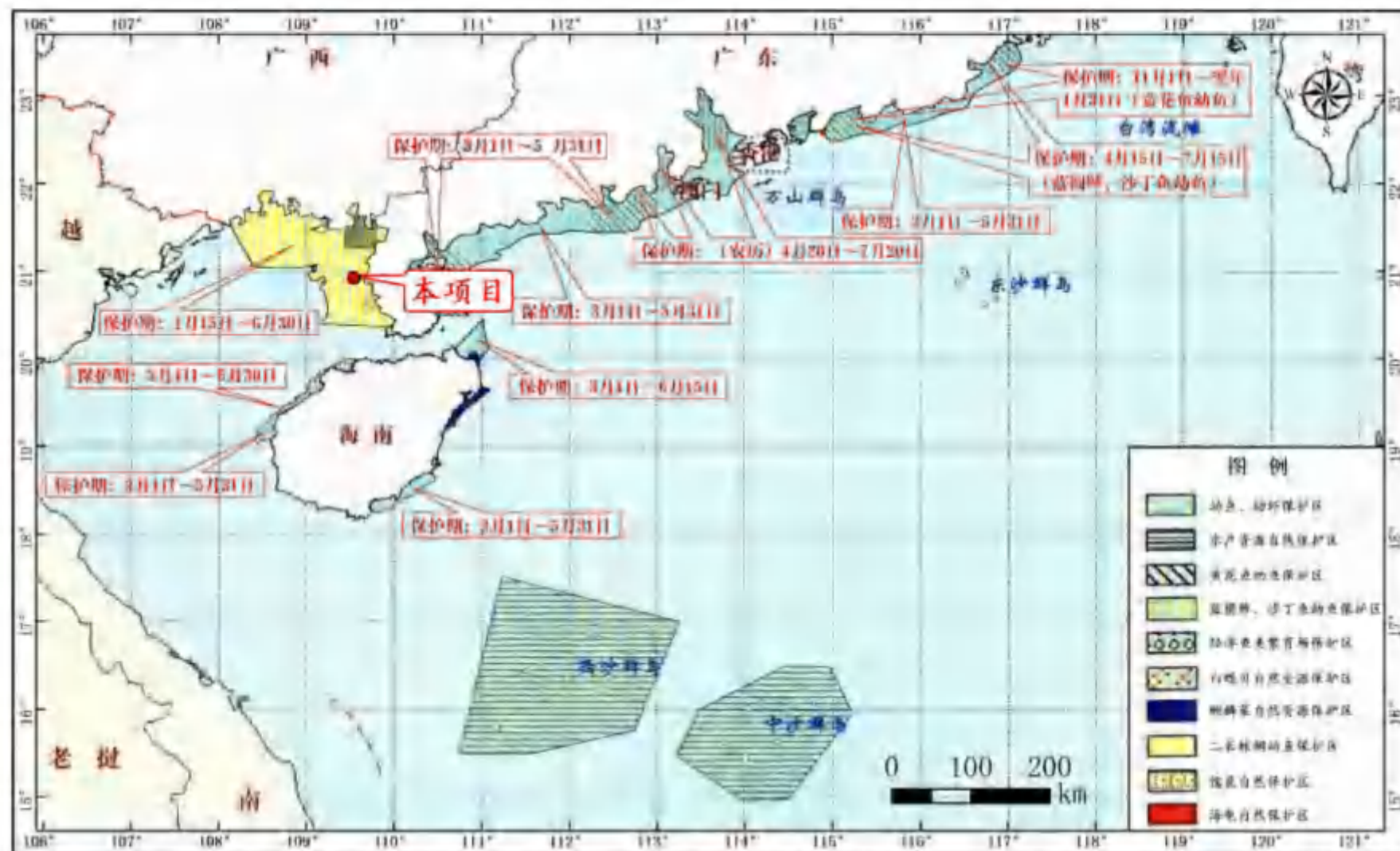


图 4.2.8-4 幼鱼幼虾保护区范围示意图

4.2.9 矿产资源

湛江市矿产资源比较丰富，其中滨海稀有稀土砂矿、玻璃用砂、银矿、水晶、高岭土、硅藻土、泥炭土、玄武岩、矿泉水、地下热水、南海石油及天然气等资源储量较丰富，开发利用程度高，质量较好。发现的矿种，按工业用途分类叙述如下：

能源矿产：地下热水、煤、油页岩、地下热水，主要分布于雷州半岛，另北部廉江市石角镇有一温泉出露（水温 48~57℃）。湛江地热田是省内最大的地热田，经详查评价的范围达 4245km³，北到岭北一麻章，南到东海岛，可采水量达到 106 万立方米/日，水温 40.5~57℃，平均 42.76℃，可采热能 3.1 万千瓦，共有三个热储层，埋深 120~460m，600m 以下未作地质评价，远景还可扩大。有煤矿产地 8 处，主要分布在遂溪界炮、大塘一带，多为第三、第四系褐煤，储量规模均为小型，总资源量 3240 万吨，煤质差，煤层薄，开采价值不大，遂溪大塘煤矿储量为 1837 万吨，含油率 8.48%，可用以提炼石油。油页岩有矿产地 1 处，油页岩产于遂溪县大塘煤矿顶部，厚约 7.56m，分布面积约 2km³，焦油率 4.2~7.2%。因该区产于第四系松散岩层复盖之下，水文地质和工程地质条件十分复杂，开采困难。

金属矿产：有铁矿、金矿、银矿及稀有稀土滨海砂矿等。铁矿主要分布在廉江、遂溪一带，有矿产地 24 处，规模均为小型，多为坡积或残积褐铁矿，一般含铁品位较低，工业利用价值不大。金银矿是优势矿产，有矿产地 10 处，其中银矿产地 1 处，金矿产地 9 处。廉江庞西银金矿，银储量可达中型，含银品位较高，开采后经济效益显著。现深部尚有 75 吨（金属量），金矿均为小型，个别含金品位较高，开采技术条件简单，适于地方小型开采。钛铁矿、独居石、磷钇矿和锆英石主要以海滨冲积砂矿形式产出，分布在吴川市吴阳至雷州半岛东海岸一带，沿海岸带呈带状断续延伸 130 千米，储量丰富，总储量 572 万吨，规模可达到大型，有用矿物含量高，可选性能良好，开采技术条件简单，适于组建大型矿山开采。

非金属矿产：高岭土、玻璃用砂、泥炭、硅藻土、水泥用灰岩和海砂等。高岭土经地质评价的矿产地 14 处，资源总量达到 1.3 亿吨，远景储量可超过 2.5 亿吨。如遂溪燕子窝、遂溪中间岭高岭土矿床、湛江市山岱高岭土及龙头、岭头

高岭土矿床。玻璃用砂产地2处，储量接近4623万吨，其中雷州市企水玻璃用砂储量规模达大型，储量3151万吨，为滨海沉积石英砂矿，原矿二氧化硅含量一般在96%以上，最高可达98.6%，达到平板玻璃原料I级品标准。湛江市乾塘玻璃砂矿储量1472万吨，原矿质量较好。泥炭有矿产地38处，主要分布在遂溪、廉江及湛江市郊等地，总资源储量8883万吨，储量达大、中型规模的矿产地15处，如湛江市郊屋山一调整泥炭、遂溪下录一协和泥炭储量均超过1000万吨，质量较好，腐植酸含量大于11%，发热量2100~6700千焦耳/千克，其用途广泛，可用作饮料添加剂、燃料和提取化学工业原料胡敏酸。硅藻土已评价的地质储量接近7000万吨，主要分布在雷州半岛一带，经地质评价的矿产地4处，其中雷州市九斗洋硅藻土和徐闻县田洋硅藻土储量规模达大型，矿层厚度20~80米，呈层状，单个矿床分布面积0.2~3平方千米，埋深15~30米，赋存在火山口第四系内陆湖相沉积层中，上部为近代冲洪积粘土和耕植土覆盖。水泥用灰岩矿产地5处，主要分布在廉江市石城至新民一带，总储量约12000万吨，矿石质量较好，氧化钙含量在48~52%之间，矿层厚度大，多数埋藏在当地侵蚀基准面以下，开采条件较差。海砂也是本区重要的矿产资源，但资源量不明。

水气矿产：矿泉水、地下水。有全省规模最大的矿泉水田，由东往西自吴川市的中山镇，经遂溪县城到廉江市安铺镇一线以南包括湛江市区及整个雷州半岛均属矿泉水田范围，面积达6000平方千米。雷州市地下水天然资源量75.7亿立方料/年；可开采资源量49亿立方料/年，超过全省地下水可采资源总量的10%。

4.3 区域社会环境现状

4.3.1 社会经济概况

(1) 湛江市发展概况

根据《2023年湛江市国民经济和社会发展统计公报》，经广东省统计局统一核算，2023年湛江实现地区生产总值（初步核算数）3793.59亿元，比上年增长3.0%。其中，第一产业增加值706.91亿元，增长3.8%，对地区生产总值增长的贡献率为25.5%；第二产业增加值1454.62亿元，增长0.5%，对地区生产总值增长的贡献率为6.1%；第三产业增加值1632.06亿元，增长4.5%，对地区生产

总值增长的贡献率为 68.4%。三次产业结构比重为 18.6: 38.3: 43.1。人均地区生产总值 53757 元（按年平均汇率折算为 7629 美元），增长 2.6%。

全年水产品产量 128.49 万吨，比上年增长 5.1%。其中，海水产品 109.96 万吨，增长 5.9%；淡水产品 18.54 万吨，增长 0.8%。

全年全部工业增加值比上年下降 0.6%。规模以上工业增加值下降 0.7%。其中，股份制企业增长 1.0%，国有及国有控股企业下降 1.3%，外商及港澳台投资企业下降 1.3%。分轻重工业看，轻工业下降 0.2%，重工业下降 0.8%。分企业规模看，大型企业下降 0.7%，中型企业增长 0.9%，小型企业下降 1.1%，微型企业下降 4.5%。

先进制造业增加值比上年下降 2.1%，占规模以上工业增加值的比重 51.6%。其中，高端电子信息制造业增长 44.4%，生物医药及高性能医疗器械业下降 1.3%，先进轻纺制造业下降 1.8%，石油化工业下降 2.0%，新材料制造业下降 2.6%，先进装备制造业下降 5.3%。高技术制造业增加值比上年下降 1.3%，占规模以上工业增加值比重 1.2%。其中，电子及通信设备制造业增长 0.3%，医疗设备及仪器仪表制造业下降 0.4%，医药制造业下降 1.4%。

全年规模以上工业企业全员劳动生产率 92.6 万元/人年，比上年末下降 3.6%；资本保值增值率 106.0%，增长 1.4 个百分点；资产负债率 64.8%，下降 1.2 个百分点；流动资产周转率 2.4%，下降 0.2 个百分点；成本费用利润率 4.6%，下降 0.9 个百分点；产品销售率 100.5%，下降 0.1 个百分点。全年规模以上工业实现利润总额 138.57 亿元，比上年下降 20.4%。亏损企业亏损总额 46.72 亿元，增长 9.5%；亏损企业亏损面为 28.8%。全年规模以上工业企业每百元营业收入中的成本为 84.6 元，增加 0.24 元。

4.3.2 海域开发利用现状

根据现场踏勘和湛江自然资源管理部门查询，本项目评价范围内分布有广东省遂溪江洪海域国家级海洋牧场示范区、李灿辉贝类养殖项目、陈征林贝类养殖项目、陈征林贝类养殖项目、林顺林贝类养殖项目、袁文杰贝类养殖项目、江洪人工鱼礁、湛江市粤耀水产养殖有限公司贝类底播养殖项目等海域开发利用项目。

广东省遂溪江洪海域国家级海洋牧场示范区建造投放礁体 3.8049 万空立方米，申请用海总面积约 150 公顷，其中，透水构筑物用海 19.6 公顷，开放式养

殖用海 130.4 公顷，建设 5 个礁群及 1 套自动监控系统其中三个为鱼礁群，1 个为藻礁，1 个为多功能饵料礁。

其他养殖项目均为贝类底播养殖，主要养殖琉璃蛤、花甲螺、东风螺等当地常见品种。

根据现场踏勘情况，项目评价范围主要为底播贝类养殖活动，不涉及投饵等运营行为，参考《第一次全国污染源普查 水产养殖业污染源产排污系数手册》，牡蛎、扇贝主要污染物浓度分别为 COD 7.982 千克/吨，总氮-9.268 千克/吨、总磷-0.685 千克/吨、铜-0.0004 千克/吨以及锌-0.0046 千克/吨，其对环境总氮、总磷等具有削减作用，而根据项目用海范围内环境调查站位调查情况，其符合第一类海水水质标准，说明其贝类底播养殖所排放的污染物含量较低，环境容量较高。

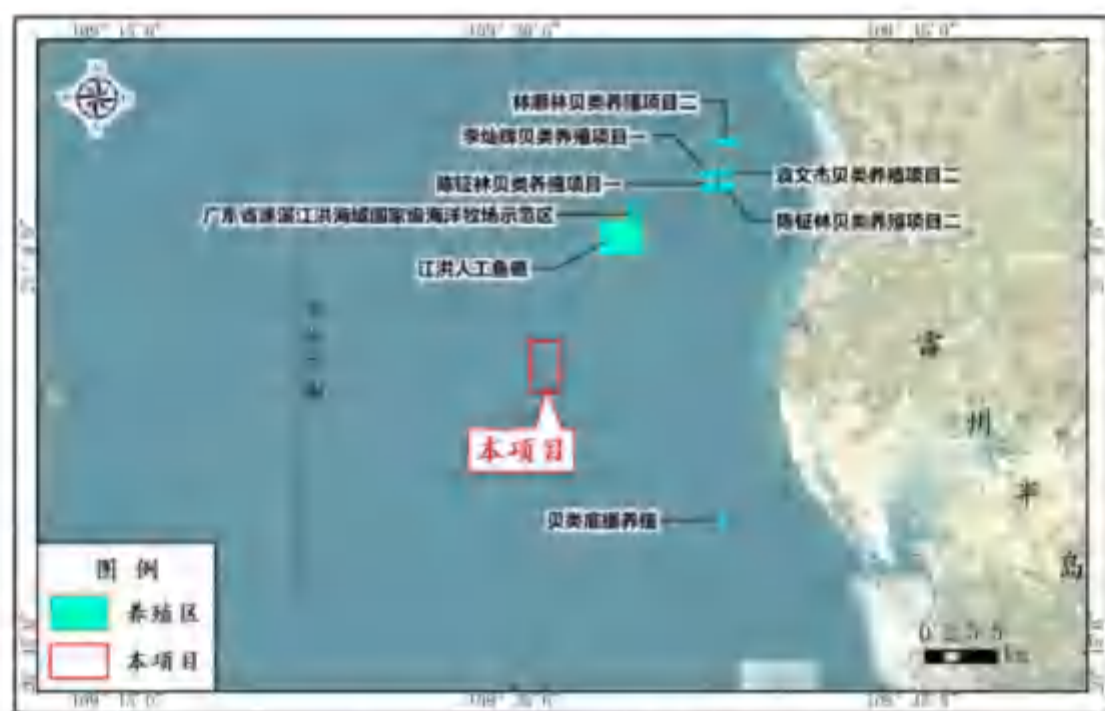


图 4.3.2-1 评价范围内开发利用现状图

4.3.3 海域权属现状

根据收集到的资料，根据现场踏勘和湛江自然资源管理部门查询，本项目评价范围内分布有广东省遂溪江洪海域国家级海洋牧场示范区、李灿辉贝类养殖项目、陈钰林贝类养殖项目、陈钰林贝类养殖项目、林顺林贝类养殖项目、袁文杰贝类养殖项目、江洪人工鱼礁、湛江市粤耀水产养殖有限公司贝类底播养殖项目等海域开发利用项目均已取得海域使用权属。

表 4.3.3-1 项目周围海域使用权属现状

项目名称	面积 (公顷)	证书编号	用海类型	批复时间	用海结束时间
湛江市粤耀水产养殖有限公司贝类底播养殖	39	2022D44088200220	开放式养殖用海	2022/1/21	2025/1/21
江洪人工鱼礁	666.903	2320050093	人工鱼礁用海	2005/8/26	2045/8/26
袁文杰贝类养殖项目	83.382	2020D44082305006	开放式养殖用海	2020/11/4	2026/11/3
林顺林贝类养殖项目	98.358	2020D44082305054	开放式养殖用海	2020/11/4	2026/11/3
陈钺林贝类养殖项目一	84.66	2020D44082305083	开放式养殖用海	2020/11/4	2026/11/3
陈钺林贝类养殖项目二	83.489	2020D44082305209	开放式养殖用海	2020/11/4	2026/11/3
李灿辉贝类养殖项目	84.552	2020D44082305340	开放式养殖用海	2020/11/4	2026/11/3
广东省遂溪江洪海域国家级海洋牧场示范区	150	2024C44082301752	人工鱼礁用海、 开放式养殖用海	2022/12/23	2062/12/22

5 环境现状调查与评价

5.1 水文动力环境现状调查与评价

5.1.1 水文特征

(1) 基准面关系

本项目潮位和地形基准面均为 1985 国家基准面，各基准面关系如图 5.1.1-1。

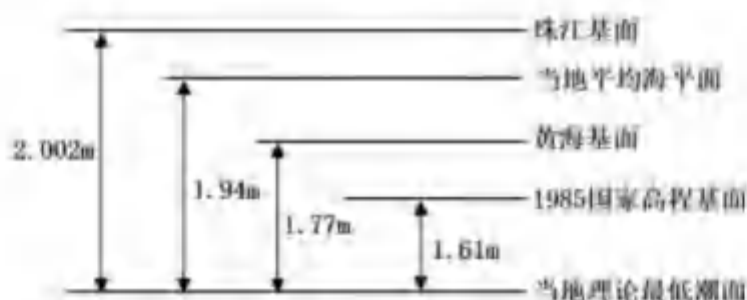


图 5.1.1-1 基准面关系示意图

(2) 潮汐特征

北部湾地区是我国典型的全日潮海区，本项目所在海域潮汐为正规全日潮，平均高潮位 2.38m、最高潮位 5.33m、最低潮位-0.05m。本海区潮波系太平洋潮波由南海传入北部湾后，受北部湾潮波的干涉及地理条件的影响而形成，为非正规全日潮，一月内全日潮约 19~25 天，其余为半日潮。本地潮位特征值如下：历年最高潮位 5.83m；历年最低潮位-0.69m；多年平均高潮位 3.66m 多年平均低潮位 1.15m 多年平均潮位 2.40m；最大潮差 5.52m（1982 年）；平均潮差 2.51m。

5.1.2 2023 年 12 月水文现状调查

1、调查资料与评价等级的符合性分析

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018），本项目评价等级为二级；根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025），项目的海洋生态环境影响评价等级为三级，《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018）规定：“受纳水体为入海河口和近岸海域时，评价范围按照 GB/T 19485 执行”，“受纳水体为入海河口和近岸海域时，调查范围按照 GB/T

19485 执行”，由于《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485）已修订为《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025），因此本项目调查范围、评价范围等以《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）为准。

三级海洋生态环境影响评价可选择任何一季开展评价，二级海洋生态环境影响评价位于近岸海域（除沿岸海域外）的同样为可选择任何一季开展评价。海洋水文动力环境现状数据以优先收集为主，2 级评价项目一般应不少于 2 条，每条断面应布设 2~3 个站位，3 级评价项目则未作明确要求。本报告评价范围内收集了 4 个海洋水文动力环境现状调查站位，可满足 2 级评价要求。

2、调查内容

2023 年 12 月 5 日 12 时至 8 日 20 时，中国水产科学研究院南海水产研究所在湛江市包金沙附近海域进行了海流现场观测，在 S1、S6、S7（引用草塘项目数据）、S9、S15 和 S17 六个测站使用声学多普勒 Flowquest 海流剖面仪连续进行了 25 小时海流观测，海流测量在锚泊的渔船上进行，由笔记本电脑、固定支架和 Flowquest 海流剖面仪组成测量系统，按照《海洋调查规范—海洋水文观测》（GB 12763.2—2007）执行，分表、中、底三层观测，表层深度为水面下 1m，中层深度为现场测量水深的 0.6 倍，底层为离海底 1m，仪器每 30 秒观测一次并记录数据。站位具体位置见表 5.1.2-1 所示。

表 5.1.2-1 水文动力调查站位表

站号	经纬度坐标	
	东经	北纬
S1		
S6		
S7		
S9		
S15		
S17		

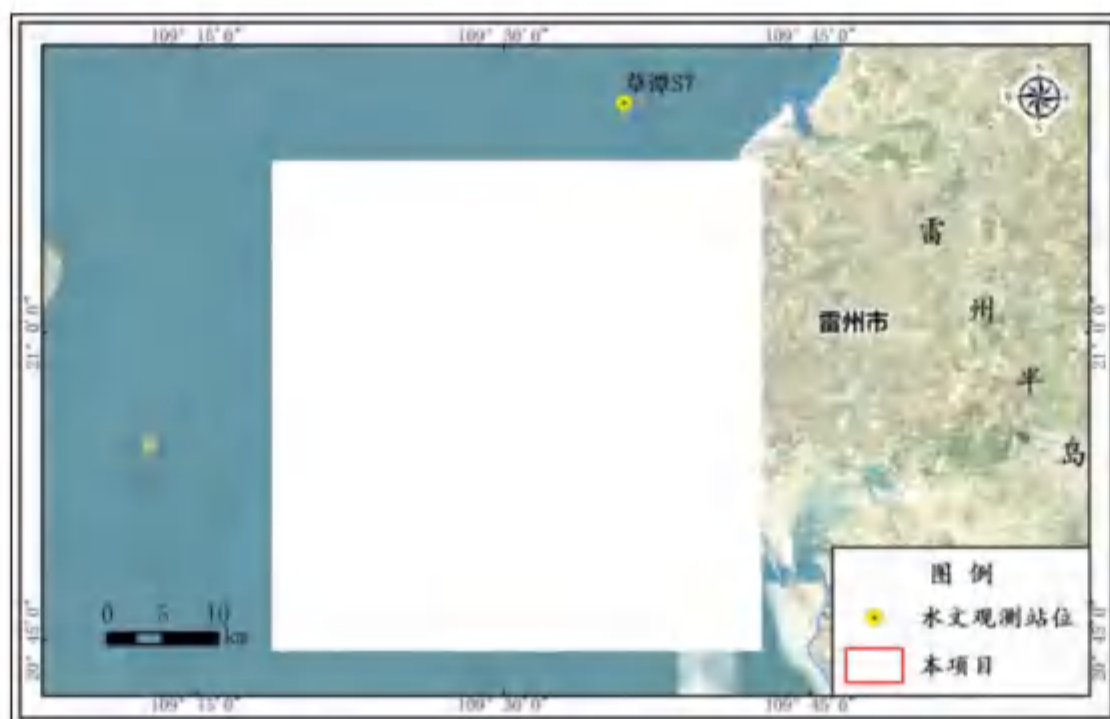


图 5.1.2-1 项目位置与水文观测站位叠加图

(1) 潮汐特征

本节收集位于海堤上雷州海洋站（乌石港）15 天潮汐资料，进行分析潮汐特征分析，15 天潮汐过程曲线见下图。

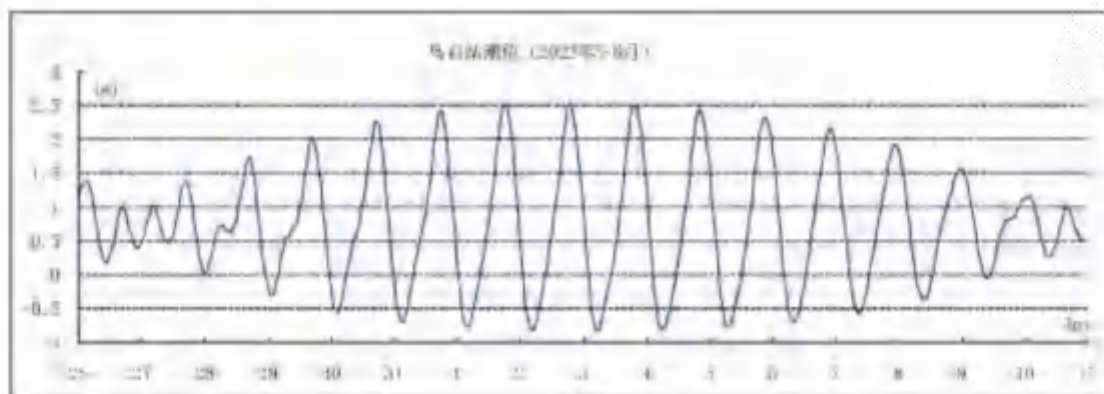


图 5.1.2-2 15 天潮汐曲线图（85 基面）

1) 潮汐性质

对短期潮汐资料进行调和分析，乌石港潮汐性质的特征值 $F=(WO1+WK1)/WM2$ 为 5.45，属规则日潮，日潮不等现象显著，潮位潮期均不相等。大潮一个日周潮内发生一次高潮、低潮，小潮一个日周潮内发生两次高潮、低潮。

2) 潮位统计特征

统计 15 天验潮站潮位，各特征潮位见表 5.1.2-2。

表 5.1.2-2 乌石港特征潮位统计表

项目	潮位(m, 85 基面)
最高潮位	2.51
最低潮位	-0.83
平均高潮位	1.83
平均低潮位	-0.30
平均潮位	0.76
平均潮差	2.13
最大潮差	3.34

(2) 潮流

1) 实测流分析

海流观测于 2023 年 12 月 5 日 12 时~2023 年 12 月 8 日 20 时期间进行。图 5.1.2-3~图 5.1.2-14 是 6 个测站在观测期间的实测海流过程线。S9 测站距离岸边较近，S15 离岸最远。从流速上来看，S17 测站流速最大，且各层流速相当；S15 次之，表层流速大于底层流速；S1 测站流速最小，且表层流速大于底层流速，这个主要是受到水深和地形的影响。从流向上来看，各测站均能看出明显的往复流全日潮的特征，但受地形和风的影响，有些测站特征不是特别明显。观测海域是全日潮流海域，但受到季风和地形等因素的影响，部分区域潮流特征被破坏。

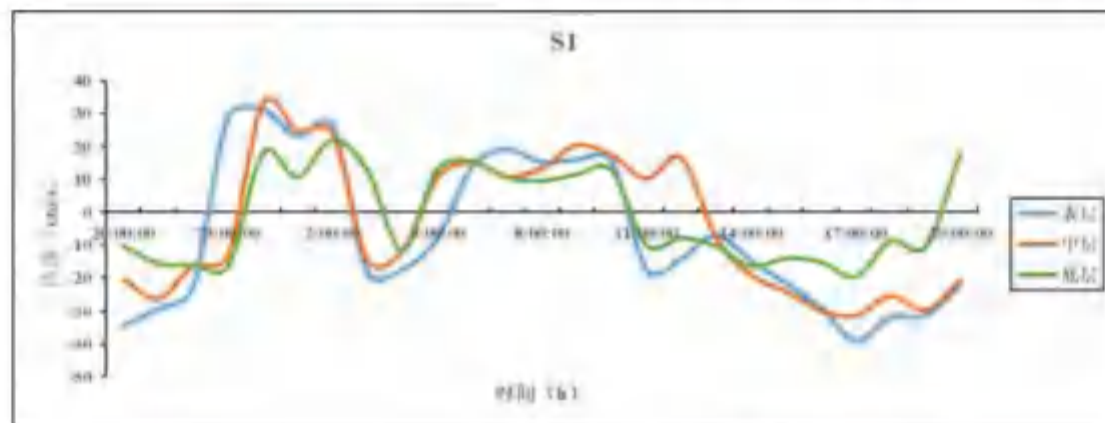


图 5.1.2-3 S1 测站实测海流流速过程图

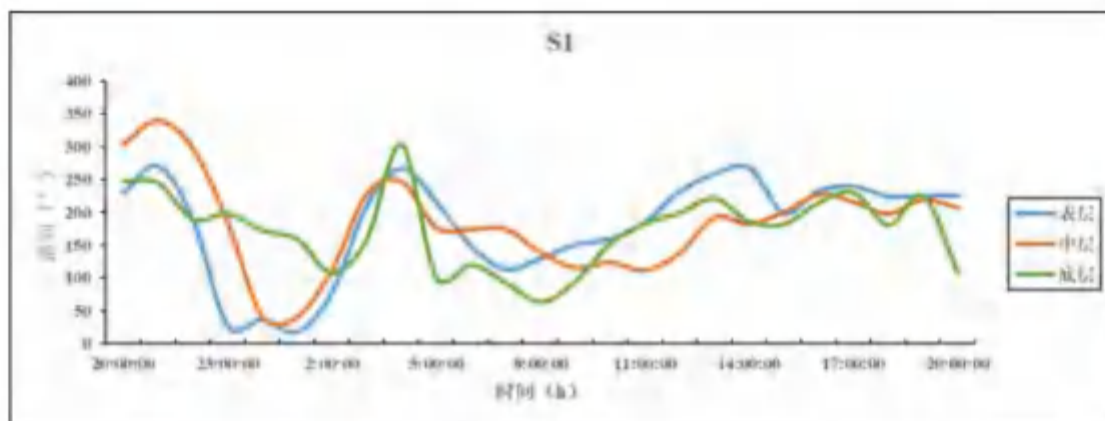


图 5.1.2-4 S1 测站实测海流流向过程图

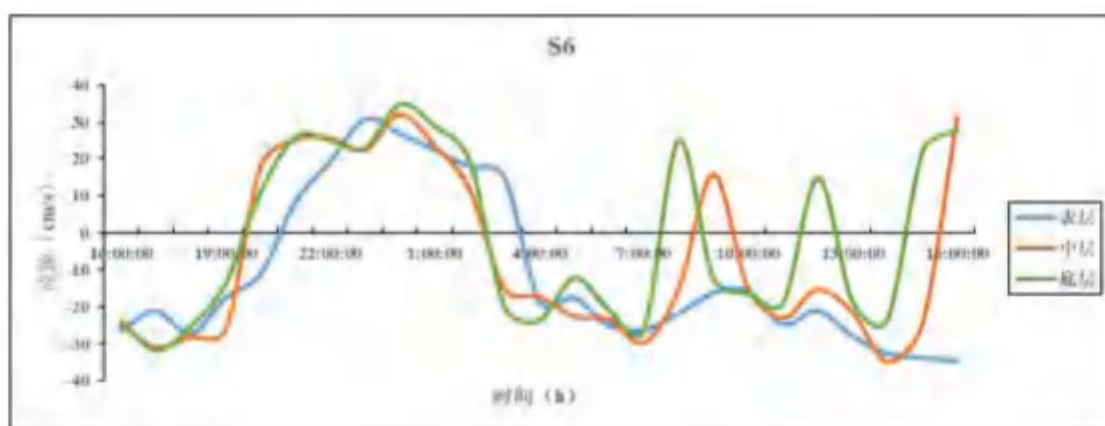


图 5.1.2-5 S6 测站实测海流流速过程图

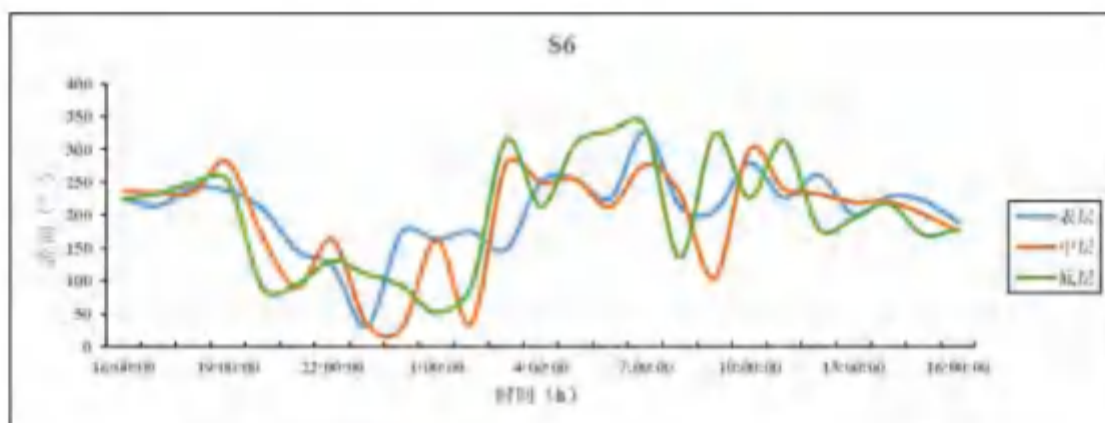


图 5.1.2-6 S6 测站实测海流流向过程图

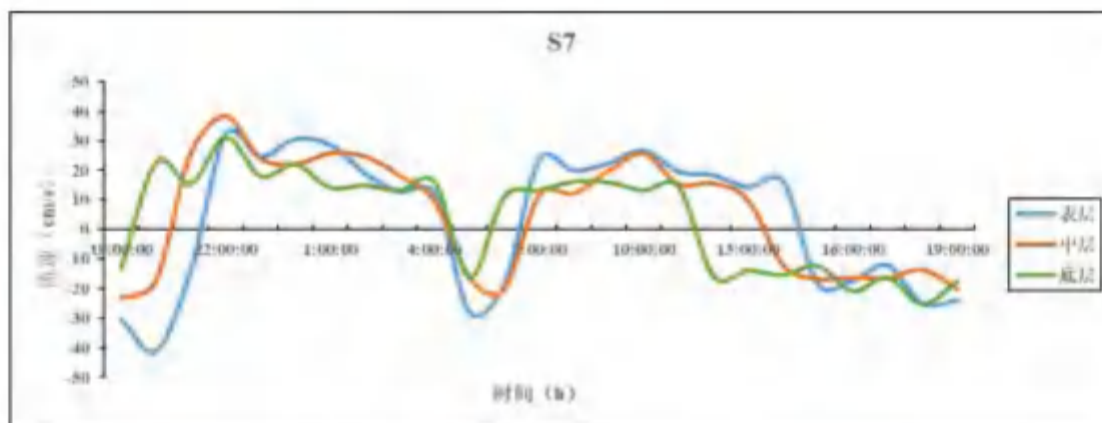


图 5.1.2-7 S7 测站实测海流流速过程图

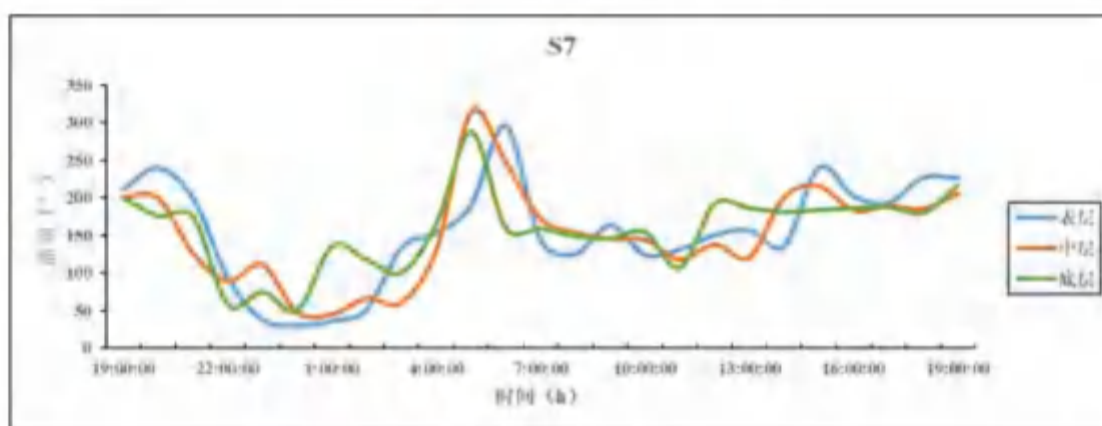


图 5.1.2-8 S7 测站实测海流流向过程图

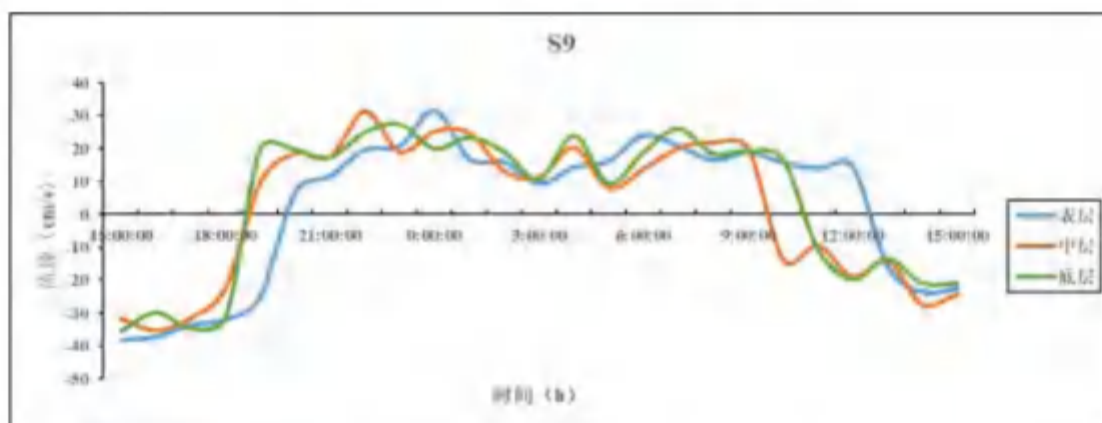


图 5.1.2-9 S9 测站实测海流流速过程图

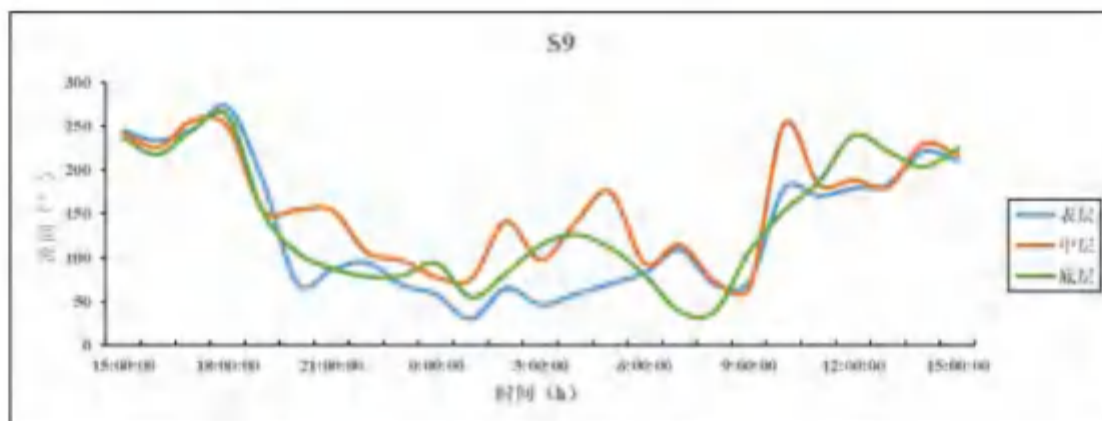


图 5.1.2-10 S9 测站实测海流流向过程图

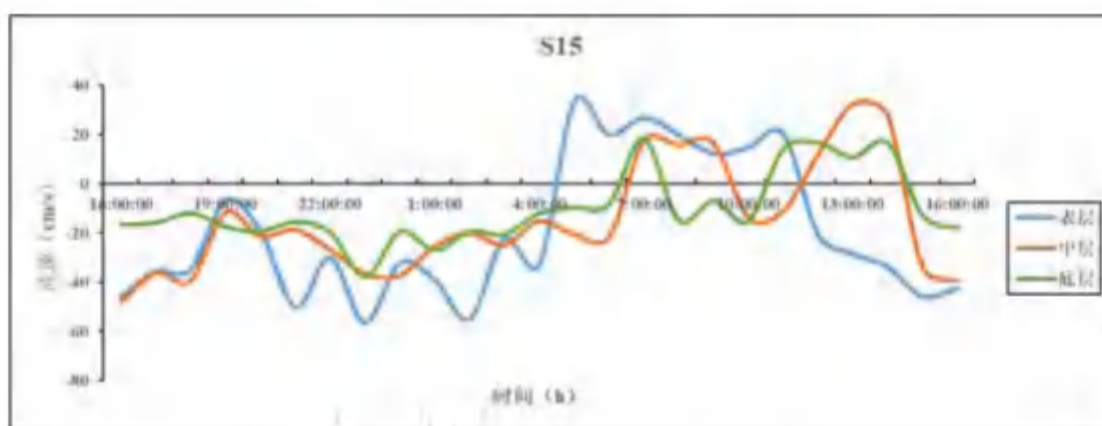


图 5.1.2-11 S15 测站实测海流流速过程图

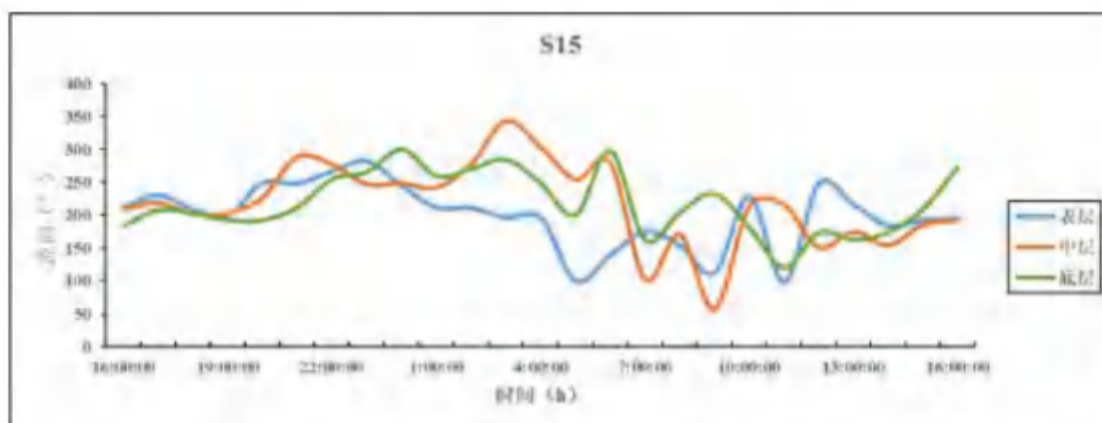


图 5.1.2-12 S15 测站实测海流流向过程图

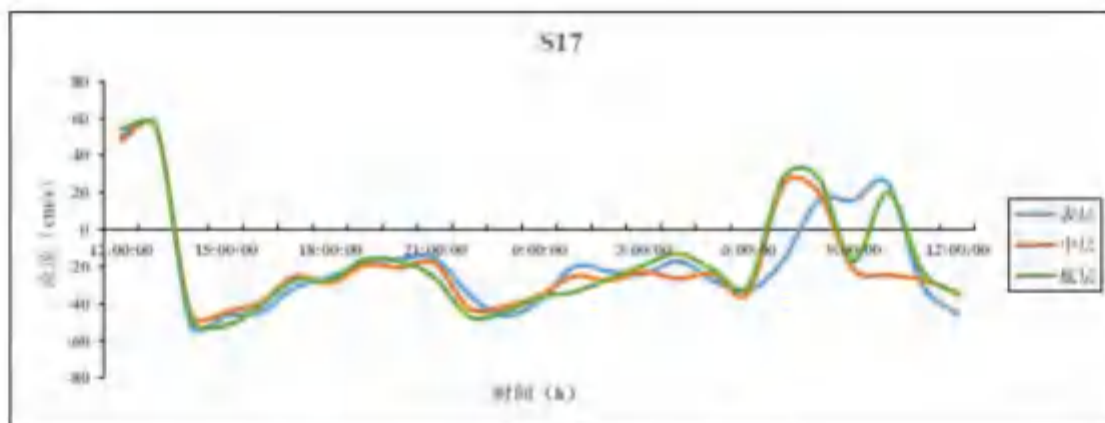


图 5.1.2-13 S17 测站实测海流流速过程图

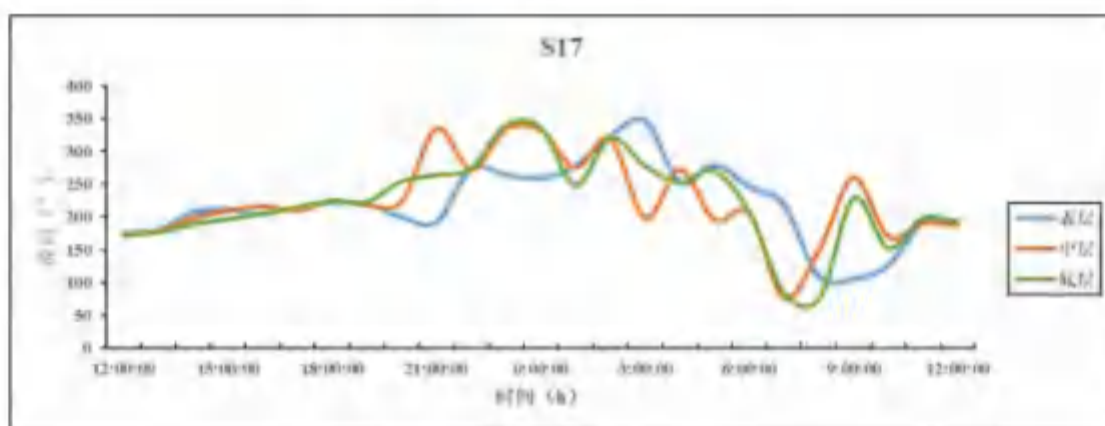


图 5.1.2-14 S17 测站实测海流流向过程图

2) 流速

图 5.1.2-15~图 5.1.2-17 为两测站各层实测海流玫瑰图，结果显示该地区的表层主要受到风、地形及南海环流的影响，底层主要受地形及南海环流的影响。各层最大流速均出现在 S11 测站，流速、流向分别为：95.22 cm/s，82.3°；86.7 cm/s，79.8°；94.75 cm/s，73.3°。S15 测站靠外，水深较深，所以流速不是特别大，S9 和 S12 测站相比于前两个测站水深变浅了，潮汐作用相对就变强了，所以各层流速都出现了增强，S1 和 S3 测站靠岸太近，潮汐特征完全被破坏了，潮汐作用力也在摩擦中减弱，所以流速最小最乱。

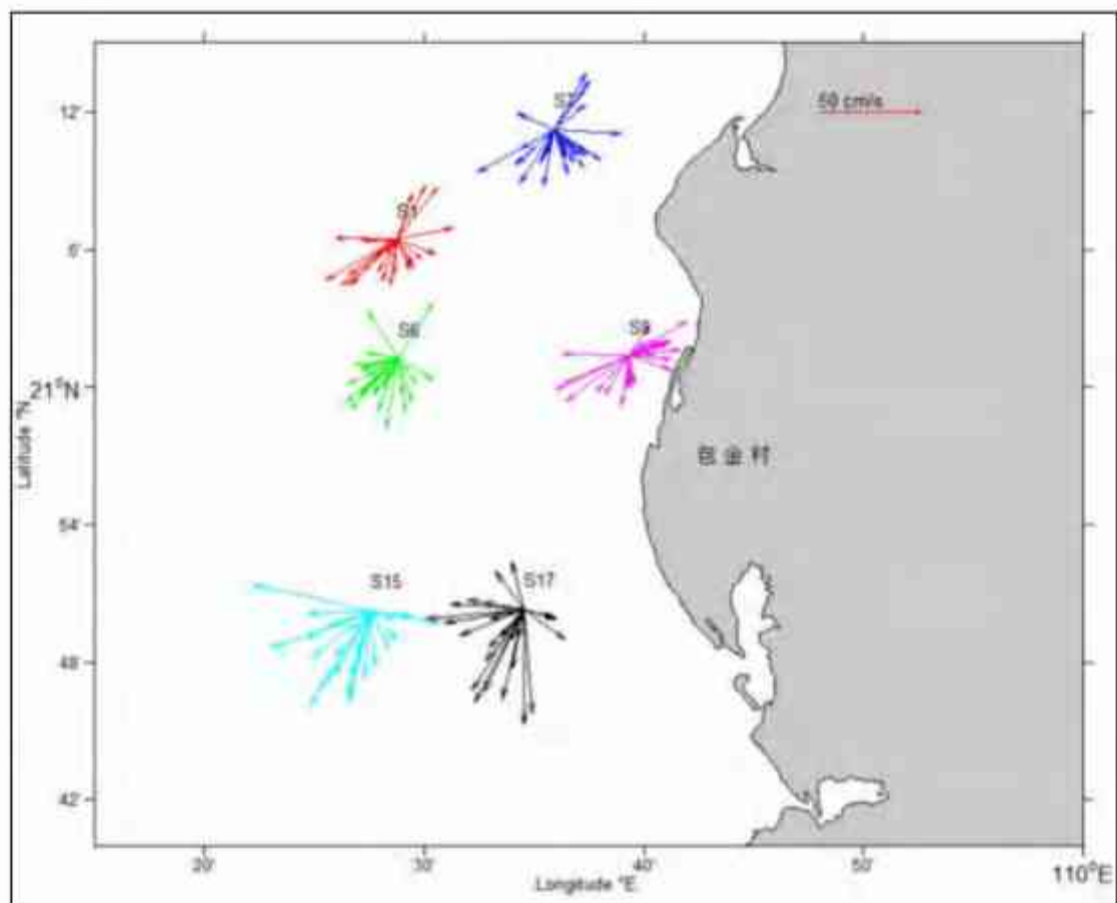


图 5.1.2-15 6 测站表层实测海流玫瑰图

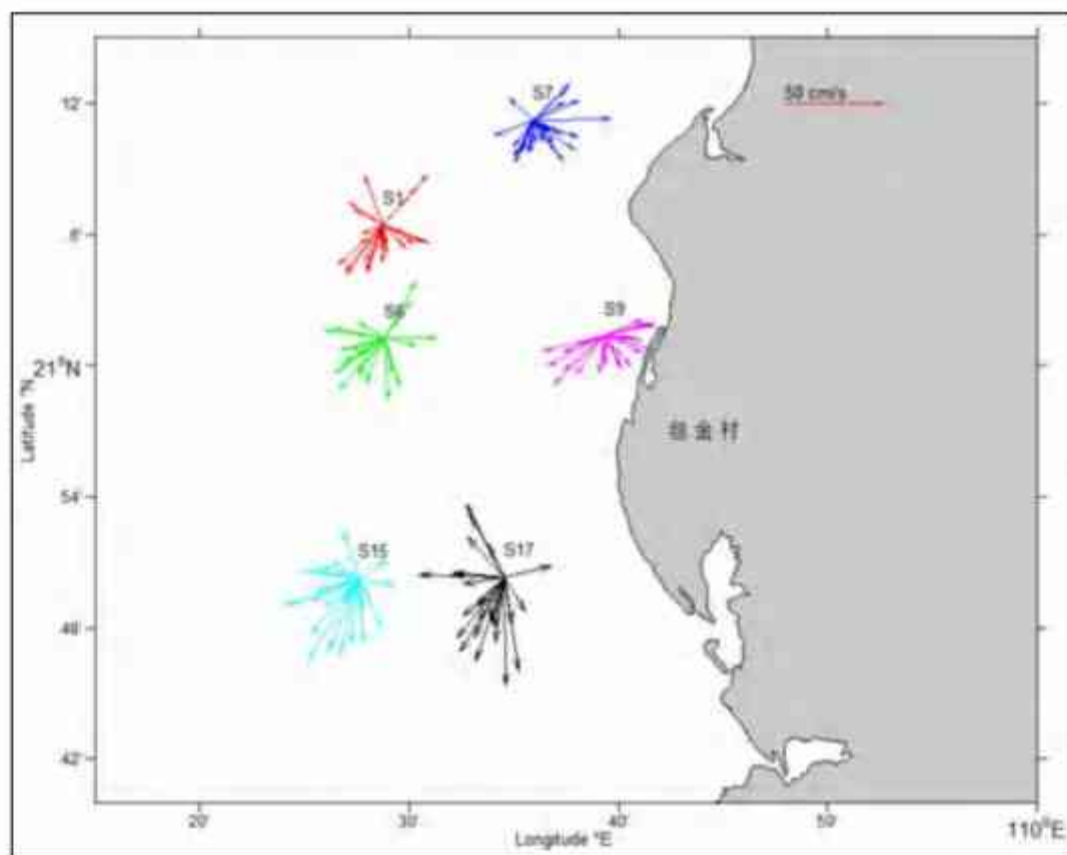


图 5.1.2-16 6 测站中层实测海流玫瑰图

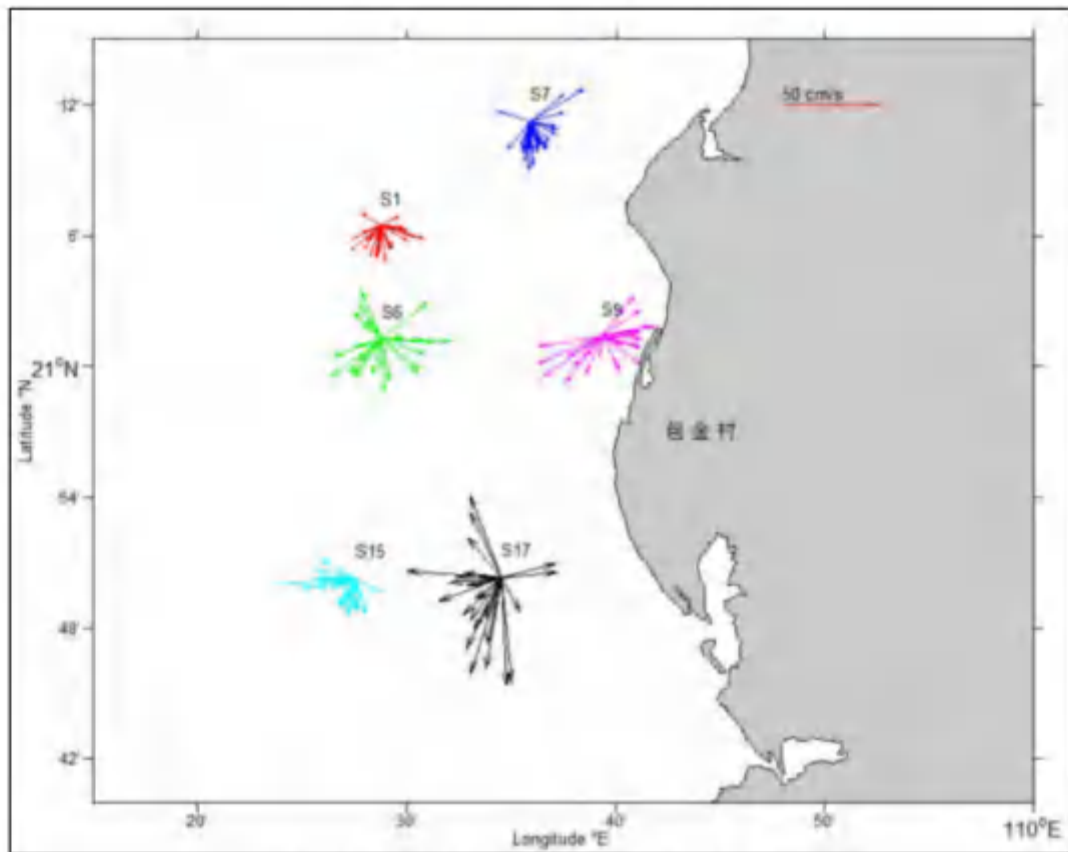


图 5.1.2-17 6 测站底层实测海流玫瑰图

表 5.1.2-3 各站实测流速表

测站	层次	最大流速 (cm/s)	流向(°)	平均流速 (cm/s)	平均流向(°)
S1	表层	39.10	239.82	21.91	181.53
	中层	32.99	40.62	19.43	183.62
	底层	22.07	108.34	13.45	174.01
S6	表层	34.51	189.50	22.35	206.87
	中层	34.94	220.66	22.95	194.82
	底层	34.83	92.46	21.85	202.31
S7	表层	41.30	239.72	22.04	155.43
	中层	38.26	89.14	18.79	152.47
	底层	31.05	58.58	16.66	157.55
S9	表层	38.12	245.00	20.66	132.84
	中层	35.27	225.62	20.10	157.73
	底层	35.41	235.24	21.27	141.18
S15	表层	50.14	248.40	31.12	200.32
	中层	47.67	210.48	24.87	218.16
	底层	37.70	265.44	16.52	218.84
S17	表层	56.20	179.98	30.49	219.81

	中层	55.60	178.96	30.82	224.90
	底层	55.09	176.96	31.30	223.31

(3) 余流

图 5.1.2-18~图 5.1.2-20 是广东省湛江市包金沙 1 号海域现代化海洋牧场建设项目 6 个测站各层的余流分布。从流速上来看 S15 测站表层余流最大, S17 测站次之, 其余测站余流均较小, 并且各测站都是表层余流最大, 主要是收到海面风的影响; 受到海底地形影响, 个别测站出现底层余流大于中层的现象。从流向上来看, 各个测站的余流大致都是偏南方向的, 这主要是受到地形、潮汐、风等因素的影响造成的。

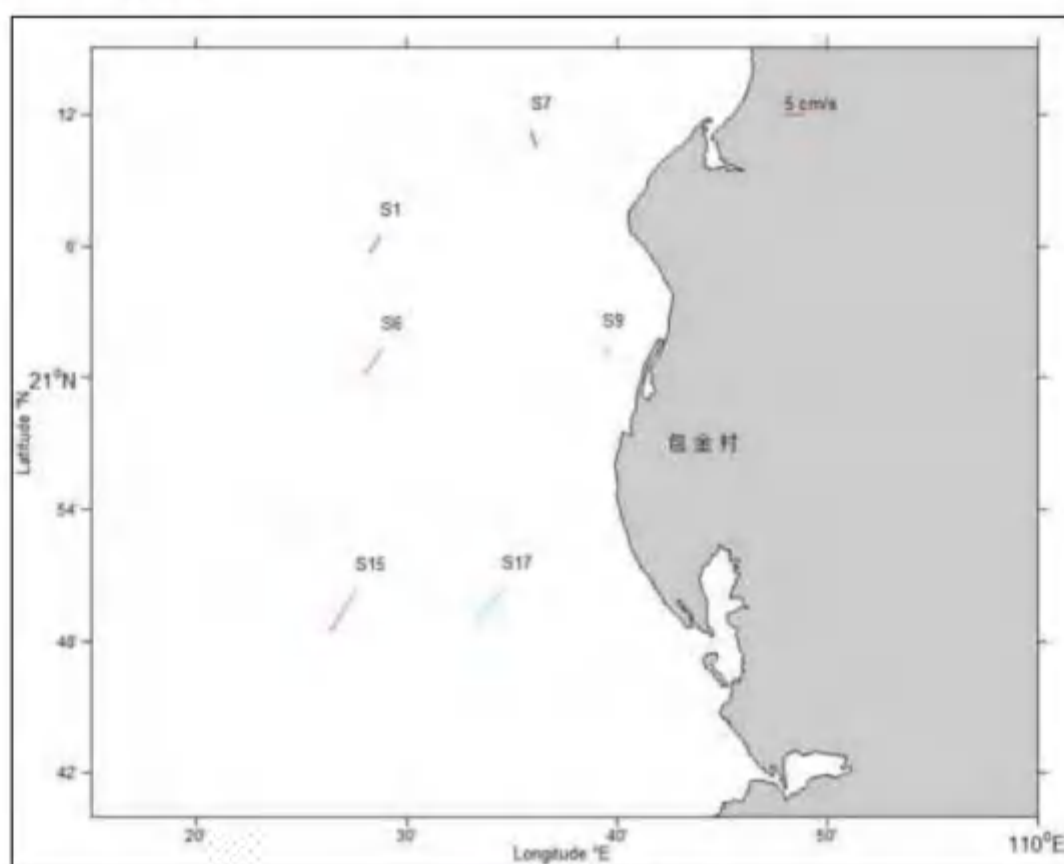


图 5.1.2-18 6 测站表层余流

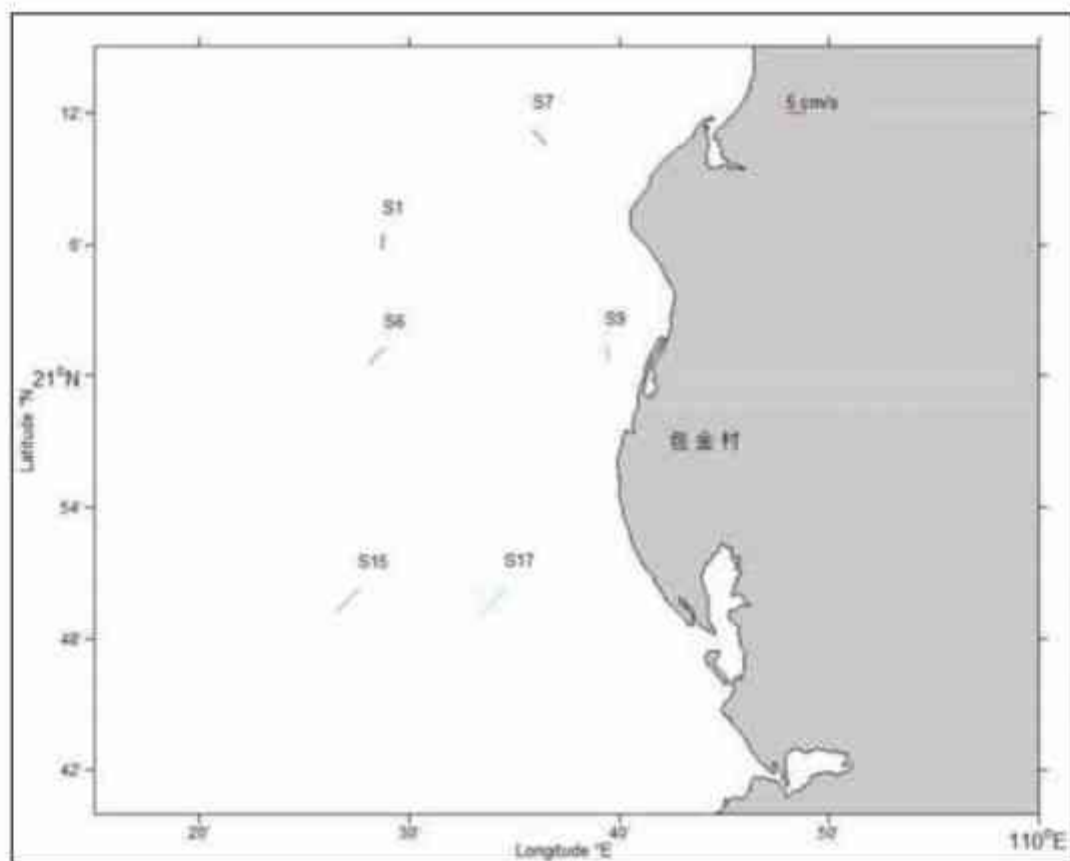


图 5.1.2-19 6 测站中层余流

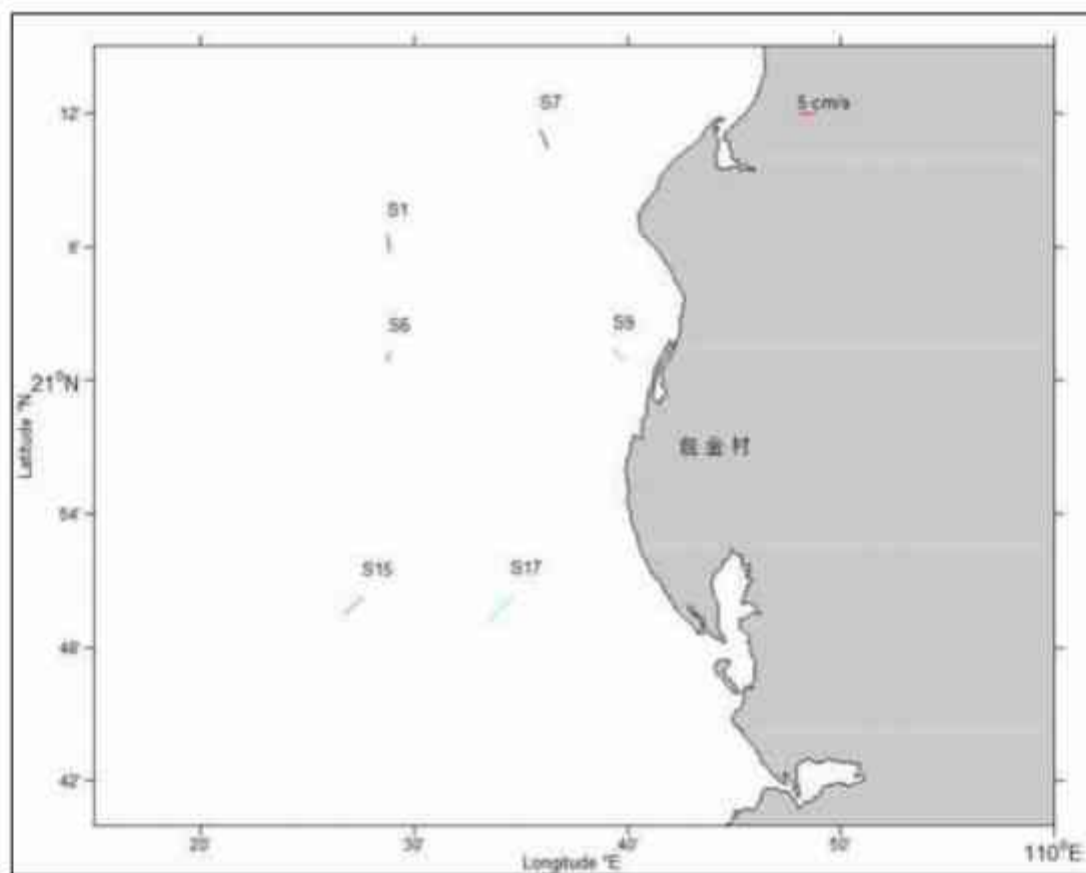


图 5.1.2-20 6 测站底层余流

5.2 海洋环境现状调查时间及站位布设

1、海洋环境现状调查资料的符合性分析

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018），本项目评价等级为二级；根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025），项目的海洋生态环境影响评价等级为三级，《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018）规定：“受纳水体为入海河口和近岸海域时，评价范围按照 GB/T 19485 执行”，“受纳水体为入海河口和近岸海域时，调查范围按照 GB/T 19485 执行”，由于《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485）已修订为《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025），因此本项目调查范围、评价范围等以《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）为准。

三级海洋生态环境影响评价可选择任何一季开展评价，二级海洋生态环境影响评价位于近岸海域（除沿岸海域外）的同样为可选择任何一季开展评价。本项目位于除沿岸海域外的近岸海域（离岸约 14km），海水水质 2 级评价现状调查站位数量为 ≥ 8 个，3 级评价现状调查站位数量则为 ≥ 2 个，沉积物 2 级评价现状调查站位数量按水质站位 50%，沉积物 3 级评价则不作要求，海洋生态 2 级评价现状调查站位数量按水质站位 60%，海洋生态 3 级评价则不作要求。

本报告所采用的水质站位共 20 个，沉积物站位 12 个、游泳生物调查站位 12 个、环境生物（浮游动物、浮游植物、底栖生物）站位 12 个、潮间带生物 3 个断面，可满足且高于海洋生态环境影响评价等级三级要求，同时也可满足《环境影响评价技术导则 地表水环境》的要求。

2、调查内容

中国水产科学研究院南海水产研究所于 2024 年 4 月 17 日~18 日开展了本项目所在海域的生态环境调查，调查内容有叶绿素 a 和初级生产力、水质、沉积物、浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物、鱼卵仔鱼、游泳生物、生物体质量等。

（1）调查时间

海洋环境质量现状和环境生物调查时间为 2024 年 4 月 17 日~18 日。

（2）调查站位布设

调查共布设水质站位 20 个，沉积物站位 12 个、游泳生物调查站位 12 个、环境生物（浮游动物、浮游植物、底栖生物）站位 12 个、潮间带生物 3 个断面。

表 5.2-1 调查站位经纬度表

站位	东经	北纬	调查内容
S1			海水水质
S2			海水水质
S3			海水水质、沉积物
S4			海水水质
S5			海水水质
S6			海水水质
S7			海水水质、沉积物、生态环境、渔业资源
S8			海水水质、沉积物、生态环境、渔业资源
S9			海水水质、沉积物、生态环境、渔业资源
S10			海水水质、沉积物、生态环境、渔业资源
S11			海水水质
S12			海水水质、沉积物、生态环境、渔业资源
S13			海水水质、沉积物、生态环境、渔业资源
S14			海水水质
S15			海水水质、生态环境、渔业资源
S16			海水水质、沉积物、生态环境、渔业资源
S17			海水水质、沉积物、生态环境、渔业资源
S18			海水水质、沉积物、生态环境、渔业资源
S19			海水水质、沉积物、生态环境、渔业资源
S20			海水水质、生态环境、渔业资源
C1			潮间带
C2			潮间带
C3			潮间带



图 5.2-1 水质、沉积物、环境生物调查站位布设图

5.3 海水水质现状调查与评价

海水水质现状调查时间及站位布设情况详见 5.2 节。

5.3.1 海水水质现状调查内容及评价分析方法

(1) 水质调查分析项目

本次调查海水水质：水深、水温、透明度、盐度、pH、溶解氧、化学需氧量、活性磷酸盐、无机氮（硝态氮、亚硝氮、氨氮）、重金属（铜、铅、锌、镉、汞）、悬浮物、石油类。调查站位 20 个站位。

(2) 海水水质采样、分析方法

现场调查采样和分析均按《海洋监测规范》（GB17378—2007）和《海洋调查规范-海洋生物调查》（GB12763.6—2007）中规定的方法进行。

用容积为 5L 的有机玻璃采水器采集海水样品进行测定。

1) 水质现状以单因子指数法进行评价，计算方法如下：

$$I_i = C_i / S_i$$

式中： I_i —— i 项评价因子的标准指数；

C_i —— i 项评价因子的实测浓度；

S_i —— i 项评价因子评价标准。

2) 海水中溶解氧, 用下式计算:

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

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

式中: $S_{DO,j}$ ——溶解氧的标准指数;

DO_j ——溶解氧在 j 点的实测统计代表值, mg/L;

DO_s ——溶解氧的水质评价标准限值, mg/L;

DO_f ——饱和溶解氧浓度, mg/L。

3) 海水中 pH, 用下式计算:

$$P_i = \frac{pH_i - 7}{pH_{su} - 7} \quad (pH > 7)$$

式中: pH_i ——pH 实测值;

pH_{su} ——评价标准中 pH 上限。

表 5.3.1-1 海水水质测定项目分析方法一览表

序号	调查项目	样品采集、预处理及保存方法	样品测定方法
1	水深	现场测定	重锤或测深仪
2	水温	现场测定	表层温度计法
3	透明度	现场测定	透明度盘
4	盐度	现场测定	盐度计法
5	pH	现场测定	pH 计法
6	溶解氧(DO)	加 1 mL $MnCl_2$ 和 1 mL $KI-NaOH$ 溶液固定, 现场测定	碘量滴定法
7	化学需氧量(COD _{Mn})	现场测定	重氮-偶氮法
8	营养盐	现场用 0.45 μm , $\phi 60mm$ 微孔滤膜过滤, 现场测定或过滤后 -20 $^{\circ}C$ 冷冻保存	苯乙二胺分光光度法
9			锌镉还原法
10			次溴酸钠氧化法
11			磷钼蓝法
12	悬浮物(SS)	0.45 μm , $\phi 60mm$ 微孔滤膜现场过滤	重量法
13	石油类(TPHs)	正己烷萃取	紫外分光光度法
14	铜 (Cu)	用 0.45 μm , $\phi 60mm$ 微孔滤膜过滤加 H_2SO_4 至 pH<2 低温冷藏	无火焰原子吸收分光光度法
15	铅 (Pb)	用 0.45 μm , $\phi 60mm$ 微孔滤膜	无火焰原子吸收分光光度法

序号	调查项目	样品采集、预处理及保存方法	样品测定方法
		过滤加 H_2SO_4 至 $\text{pH}<2$ 低温冷藏	度法
16	锌 (Zn)	用 $0.45\mu\text{m}$, $\phi 60\text{mm}$ 微孔滤膜过滤加 H_2SO_4 至 $\text{pH}<2$ 低温冷藏	火焰原子吸收分光光度法
17	镉 (Cd)	用 $0.45\mu\text{m}$, $\phi 60\text{mm}$ 微孔滤膜过滤加 HNO_3 至 $\text{pH}<2$ 低温冷藏	无火焰原子吸收分光光度法
18	汞 (Hg)	加 HNO_3 至 $\text{pH}<2$	原子荧光法

(3) 海水水质评价方法

水质评价标准采用国家海水水质标准 (GB3097-2007)。

表 5.3.1-2 海水水质标准(GB 3097-1997) 单位: mg/L (pH 除外)

序号	项目	第一类	第二类	第三类	第四类
1	pH	7.8~8.5		6.8~8.8	
2	溶解氧 (DO) $>$	6	5	4	3
3	化学需氧量 (COD) $\leq$	2	3	4	5
4	无机氮 $\leq$ (以 N 计)	0.20	0.30	0.40	0.50
5	活性磷酸盐 $\leq$ (以 P 计)	0.015	0.030		0.045
6	石油类 $\leq$	0.05		0.30	0.50
7	汞 (Hg) $\leq$	0.00005	0.0002		0.0005
8	镉 (Cd) $\leq$	0.001	0.005	0.010	
9	铜 (Cu) $\leq$	0.005	0.010	0.050	
10	锌 (Zn) $\leq$	0.020	0.050	0.10	0.50
11	铅 (Pb) $\leq$	0.001	0.005	0.010	0.050

5.3.2 2024 年 4 月海水水质调查结果与评价

(1) 海水水质调查结果

调查海域站位水深变化范围为 6.8~16.5m, 平均水深为 11.88 m, 其中最大水深为 S10 号站, 最小水深为 S2 号站。

调查海域站位透明度变化范围为 1~2.8m, 平均透明度为 1.89 m, 其中最大透明度站为 S10 号站, 最小透明度为 S18 号站。

调查海域海水温度变化范围为 25.9~28.3℃, 平均水温为 26.83 ℃, 其中表层最高值为 S15 号站, 最低值为 S12 号站, 底层最高值为 S10 号站, 最低值为

S12、S19、S20 号站。

调查海域海水盐度变化范围为 32.57~33.54，平均盐度为 33.38，其中表层最高盐度为 S8 号站，最低盐度为 S15 号站，底层最高盐度为 S19 号站，最低盐度为 S6、S7、S11 号站。

调查海域海水 pH 值变化范围为 8.03~8.21，平均值为 8.16，其中表层最大值为 S10、S17、S20 号站，最小值为 S9 号站，底层最大值为 S11、S15、S20 号站，最小值为 S6 号站。

调查海域海水 DO 变化范围为 6.21~7.45 mg/L，平均值为 6.79 mg/L，表层最大值为 S10 号站，最小值为 S9 号站，底层最大值为 S5 号站，最小值为 S19 号站。

调查海域海水 COD 变化范围为 0.43~1.34 mg/L，平均值为 0.83 mg/L，其中表层最大值为 S12 号站，最小值为 S14 号站，底层最大值为 S19 号站，最小值为 S5 号站。

调查海域海水无机氮含量的变化范围为 0.047~0.2571 mg/L，平均值为 0.1303 mg/L，表层最大值为 S6 号站，最小值为 S11 号站，底层最大值为 S7 号站，最小值为 S19 号站。

调查海域海水磷酸盐含量的变化范围为 0.0065~0.0251 mg/L，平均值为 0.0165 mg/L，其中表层最大值为 S1 号站，最小值为 S11 号站，底层最大值为 S5 号站，最小值为 S19 号站。

调查海域海水石油类含量变化范围为 0.0051~0.0289 mg/L，平均值为 0.0183 mg/L，最大值为 S16 号站，最小值为 S13 号站。S1~S6、S18、S20 号站海水石油类含量未检出。

调查海域海水表层悬浮物含量变化范围为 8.5~9.9 mg/L，平均值为 9.26 mg/L，表层最大值为 S10 号站，最小值为 S3、S9、S12、S13 号站，底层最大值为 S11、S12、S19 号站，最小值为 S6 号站。

调查海域海水重金属铜含量的变化范围为 0.00048~0.0033 mg/L，平均值为 0.00113 mg/L，表层最大值为 S2 号站，最小值为 S14 号站，底层最大值为 S11 号站，最小值为 S19、S20 号站。

调查海域海水重金属铅含量的变化范围为 0.00027~0.0036 mg/L，平均值为

0.00086 mg/L, 表层最大值为 S20 号站, 最小值为 S16 号站, 底层最大值为 S16 号站, 最小值为 S6 号站。

调查海域海水重金属锌含量的变化范围为 0.0034~0.01 mg/L, 平均值为 0.00616 mg/L, 表层最大值为 S9 号站, 最小值为 S16 号站, 底层最大值为 S1 号站, 最小值为 S12 号站。表层 S14 号站及底层 S10、S15 号站重金属锌含量未检出。

调查海域海水重金属镉含量的变化范围为 0.000011~0.000094 mg/L, 平均值为 0.000022 mg/L, 表层最大值为 S9 号站, 最小值为 S7 号站, 底层最大值为 S16 号站, 最小值为 S10、S19 号站。表层 S1、S14、S16 号站及底层 S12、S13 号站重金属镉未检出。

调查海域海水重金属汞含量的变化范围为 0.0000082~0.000046 mg/L, 平均值为 0.000022 mg/L, 表层最大值为 S11 号站, 最小值为 S10 号站, 底层最大值为 S13 号站, 最小值为 S7 号站。表层 S8、S9、S15、S16、S17、S19 号站及底层 S15、S16、S19、S20 号站重金属汞未检出。

(2) 海水水质评价结果

根据调查采样样品的测定结果, 利用《海水水质标准》(GB3097-1997) 对调查海域海水水质进行质量评价, 采用标准指数法计算出本次调查海水的质量指数。使用第一类海水水质标准进行评价, 各标准下评价结果见下表。

调查海域各站 pH、溶解氧(DO)、化学需氧量(COD)、石油类、重金属铜、锌、镉、汞均符合第一类海水水质标准。

无机氮含量在表层 S16、S15 号站及底层 S7、S20 号站超出第一类海水水质标准, 表层超标率为 10%, 底层超标率为 10%; 活性磷酸盐含量在表层 S1~S7、S15、S18~S20 号站及底层 S1、S5、S6、S10~S13、S15 号站超出第一类海水水质标准, 表层超标率为 55%, 底层超标率为 40%; 重金属铅含量在表层 S1、S3、S11、S20 号站及底层 S5、S16 号站超出第一类海水水质标准, 表层超标率为 20%, 底层超标率为 10%。

海水水质调查中无机氮、活性磷酸盐超标可能与雷州市沿岸高位养殖水体排放, 扩散至调查区域导致, 而部分站位铅含量超标, 可能与调查过程中有船舶通过调查区域, 通航船舶排放了铅含量较高的废水导致。此外, 根据 5.3.3 节, 项

目周边近岸海域国控站位基本满足第一类海水水质标准要求，说明项目区域水质优良，本次调查部分因子超标与调查时间沿岸区域污水排放、船舶航行等相关。

表 5.3.2-1 2024 年 4 月调查海水水质结果

调查 站位	水深	透明度	水温	盐度	ph	DO	COD	无机氮(mg/L)			PO ₄ -P	石油类	悬浮 物	铜	铅	镉	铬	汞
	(m)	(m)	(°C)	(‰)		(mg/L)	(mg/L)	亚硝酸盐	硝酸盐	铵盐	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
S1B	13.9	2.4	26.6	33.43	8.17	6.53	0.86	0.012	0.0137	0.0473	0.0251	—	9.5	0.00074	0.0017	0.0041	—	0.000012
S2B	6.8	1.8	27.1	33.32	8.18	6.7	1.27	0.0126	0.0456	0.1295	0.0189	—	9.7	0.0033	0.00045	0.0063	0.000016	0.000023
S3B	8.5	1.5	27.8	33.38	8.13	7.05	0.92	0.0127	0.0542	0.0585	0.0211	—	8.7	0.0022	0.0022	0.008	0.000014	0.000028
S4B	9	1.3	28.1	33.45	8.13	6.8	0.55	0.0127	0.0591	0.0959	0.0198	—	9	0.0013	0.00041	0.0091	0.000014	0.000027
S5B	15.4	2.1	27.1	33.13	8.14	7.42	0.64	0.0148	0.0354	0.0658	0.0242	—	9.5	0.00097	0.00086	0.0091	0.000024	0.00002
S6B	14.3	2.1	26.5	33.43	8.07	7.18	0.96	0.0155	0.0372	0.2044	0.0152	—	9.2	0.0012	0.00049	0.006	0.000023	0.000018
S7B	12.5	2	26.6	33.46	8.18	7.08	1.26	0.0148	0.0084	0.1694	0.0167	0.026	9.5	0.00085	0.00035	0.004	0.000011	0.000023
S8B	9.6	1.4	26.8	33.48	8.13	6.77	0.79	0.012	0.0074	0.1351	0.0136	0.025	9.1	0.0013	0.00066	0.0067	0.00002	—
S9B	7.5	1.5	27.5	33.46	8.06	6.5	1.14	0.0155	0.0069	0.054	0.0096	0.0209	8.7	0.0017	0.00076	0.01	0.000037	—
S10B	16.5	2.8	28	33.36	8.21	7.45	1.24	0.0134	0.0101	0.048	0.013	0.014	9.9	0.0016	0.00086	0.0058	0.000026	0.0000082
S11B	14.5	2.6	28.2	33.4	8.2	7.38	1.2	0.0132	0.0104	0.0269	0.0065	0.0227	9.8	0.0012	0.0011	0.0088	0.000026	0.000034
S12B	13.8	2.4	26	33.33	8.16	6.93	1.34	0.0141	0.0085	0.1372	0.013	0.0219	8.7	0.0018	0.00055	0.0082	0.00002	0.000025
S13B	10	2.3	26.4	33.27	8.13	6.85	1.23	0.0141	0.0081	0.1211	0.0096	0.0051	8.7	0.00093	0.00043	0.0048	0.000028	0.000019
S14B	8.5	1.8	26.5	33.4	8.16	6.73	0.46	0.0148	0.0074	0.091	0.014	0.0158	9.3	0.00048	0.00071	—	—	0.000011
S15B	14.5	2.2	28.3	32.57	8.18	6.63	1.31	0.0134	0.0073	0.1946	0.0152	0.0124	9.5	0.00096	0.00051	0.0038	0.000019	—
S16B	13.6	1.8	26.9	33.3	8.2	6.97	0.86	0.0115	0.0066	0.1001	0.0115	0.0289	8.9	0.00066	0.00027	0.0034	—	—
S17B	9.5	1.6	26.8	33.4	8.21	6.77	0.7	0.0134	0.009	0.1022	0.013	0.0219	9.4	0.00069	0.0006	0.0055	0.000012	—
S18B	7.8	1	27	33.11	8.19	6.71	0.6	0.0134	0.0083	0.126	0.0195	—	8.8	0.00092	0.00048	0.0043	0.000014	0.0000091
S19B	16.4	1.6	27.5	33.22	8.2	6.75	0.7	0.0169	0.0066	0.0594	0.0205	0.0053	8.8	0.0018	0.00097	0.008	0.000023	—
S20B	14.9	1.5	27.6	33.15	8.21	6.88	0.62	0.0175	0.0059	0.0592	0.0177	—	9	0.0019	0.0036	0.0087	0.000028	0.0000083
S1D	/	/	26.4	33.52	8.18	6.41	0.45	0.0127	0.022	0.0637	0.0223	/	8.8	0.00093	0.0006	0.0079	0.000017	0.000016
S2D	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
S3D	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

湛江市包金沙1号海域现代化海洋牧场建设项目环境影响报告书

S4D	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
S5D	/	/	26.5	33.53	8.14	7.12	0.43	0.0115	0.0287	0.068	0.0245	/	9.5	0.0008	0.0013	0.0072	0.000016	0.000034
S6D	/	/	26.4	33.45	8.03	6.74	0.77	0.012	0.0389	0.1155	0.0236	/	8.5	0.00076	0.00033	0.0039	0.000014	0.000028
S7D	/	/	26.5	33.45	8.12	6.58	0.66	0.0127	0.0421	0.154	0.0143	/	8.9	0.00085	0.00055	0.0062	0.000014	0.0000099
S8D	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
S9D	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
S10D	/	/	26.7	33.49	8.19	7.05	0.62	0.012	0.0325	0.1369	0.0217	/	9.2	0.00081	0.00042	—	0.000012	0.000035
S11D	/	/	26.5	33.45	8.2	6.55	0.58	0.0108	0.0186	0.0349	0.0152	/	9.9	0.00112	0.001	0.0065	0.000023	0.000011
S12D	/	/	25.9	33.49	8.17	6.38	0.83	0.012	0.0237	0.0952	0.0205	/	9.9	0.00069	0.0004	0.0038	—	0.000044
S13D	/	/	26.3	33.51	8.12	6.35	0.74	0.0127	0.0203	0.0407	0.0167	/	9.3	0.00084	0.00084	0.0046	—	0.000046
S14D	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
S15D	/	/	26.1	33.53	8.2	6.83	0.61	0.0134	0.0221	0.0714	0.0198	/	9.2	0.00086	0.001	—	0.000029	—
S16D	/	/	26.2	33.5	8.19	6.54	0.6	0.0127	0.0102	0.0973	0.013	/	9.7	0.0007	0.0017	0.0054	0.000094	—
S17D	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
S18D	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
S19D	/	/	25.9	33.54	8.19	6.21	0.98	0.0099	0.009	0.0281	0.0078	/	9.9	0.00066	0.00051	0.0043	0.000012	—
S20D	/	/	25.9	33.51	8.2	6.37	0.58	0.0155	0.0405	0.1484	0.0096	/	9.7	0.00066	0.00077	0.0043	0.000019	—
平均值	11.88	1.89	26.83	33.38	8.16	6.79	0.83	0.0133	0.0208	0.0962	0.0165	0.0183	9.26	0.00113	0.00086	0.00616	0.000022	0.000022
范围	6.8~ 16.5	1~ 2.8	25.9~ 28.3	32.57~ 33.54	8.03~ 8.21	6.21~ 7.45	0.43~ 1.34	0.0099~ 0.0175	0.0059~ 0.0591	0.0269~ 0.2044	0.0065~ 0.0251	0.0051~ 0.0289	8.5~ 9.9	0.00048~ 0.0033	0.00027~ 0.0036	0.0034 ~0.01	0.000011~ 0.000094	0.0000082~ 0.000046

表 5.3.2-2 2024 年 4 月海水水质评价结果

站位	pH	DO	COD	无机氮	PO ₄ -P	石油类	铜	铅	锌	镉	汞
S1B	0.78	0.1	0.43	0.37	1.67	—	0.15	1.7	0.21	—	0.24
S2B	0.79	0.03	0.64	0.94	1.26	—	0.66	0.45	0.32	0.02	0.46
S3B	0.75	0.31	0.46	0.63	1.41	—	0.44	2.2	0.4	0.01	0.56
S4B	0.75	0.18	0.28	0.84	1.32	—	0.26	0.41	0.46	0.01	0.54
S5B	0.76	0.46	0.32	0.58	1.61	—	0.19	0.86	0.46	0.02	0.4
S6B	0.71	0.28	0.48	1.29	1.01	—	0.24	0.49	0.3	0.02	0.36
S7B	0.79	0.23	0.63	0.96	1.11	0.52	0.17	0.35	0.2	0.01	0.46
S8B	0.75	0.06	0.4	0.77	0.91	0.5	0.26	0.66	0.34	0.02	—
S9B	0.71	0.06	0.57	0.38	0.64	0.42	0.34	0.76	0.5	0.04	—
S10B	0.81	0.58	0.62	0.36	0.87	0.28	0.32	0.86	0.29	0.03	0.16
S11B	0.8	0.56	0.6	0.25	0.43	0.45	0.24	1.1	0.44	0.03	0.68
S12B	0.77	0.09	0.67	0.8	0.87	0.44	0.36	0.55	0.41	0.02	0.5
S13B	0.75	0.07	0.62	0.72	0.64	0.1	0.19	0.43	0.24	0.03	0.38
S14B	0.77	0.01	0.23	0.57	0.93	0.32	0.1	0.71	—	—	0.22
S15B	0.79	0.05	0.66	1.08	1.01	0.25	0.19	0.51	0.19	0.02	—
S16B	0.8	0.18	0.43	0.59	0.77	0.58	0.13	0.27	0.17	—	—
S17B	0.81	0.06	0.35	0.62	0.87	0.44	0.14	0.6	0.28	0.01	—
S18B	0.79	0.03	0.3	0.74	1.3	—	0.18	0.48	0.22	0.01	0.18
S19B	0.8	0.09	0.35	0.41	1.37	0.11	0.36	0.97	0.4	0.02	—
S20B	0.81	0.18	0.31	0.41	1.18	—	0.38	3.6	0.44	0.03	0.17
S1D	0.79	0.18	0.23	0.49	1.49	/	0.19	0.6	0.4	0.02	0.32
S2D	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
S3D	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
S4D	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

湛江市包金沙 1 号海域现代化海洋牧场建设项目环境影响报告书

S5D	0.76	0.25	0.22	0.54	1.63	/	0.16	1.3	0.36	0.02	0.68
S6D	0.69	0.01	0.39	0.83	1.57	/	0.15	0.33	0.2	0.01	0.56
S7D	0.75	0.07	0.33	1.04	0.95	/	0.17	0.55	0.31	0.01	0.2
S8D	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
S9D	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
S10D	0.79	0.22	0.31	0.91	1.45	/	0.16	0.42	—	0.01	0.7
S11D	0.8	0.09	0.29	0.32	1.01	/	0.22	1	0.33	0.02	0.22
S12D	0.78	0.22	0.42	0.65	1.37	/	0.14	0.4	0.19	—	0.88
S13D	0.75	0.22	0.37	0.37	1.11	/	0.17	0.84	0.23	—	0.92
S14D	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
S15D	0.8	0.05	0.31	0.53	1.32	/	0.17	1	—	0.03	—
S16D	0.79	0.11	0.3	0.6	0.87	/	0.14	1.7	0.27	0.09	—
S17D	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
S18D	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
S19D	0.79	0.32	0.49	0.24	0.52	/	0.13	0.51	0.22	0.01	—
S20D	0.8	0.23	0.29	1.02	0.64	/	0.13	0.77	0.22	0.02	—
是否超标	未超标	未超标	未超标	部分超标	部分超标	未超标	未超标	部分超标	未超标	未超标	未超标

5.3.3 广东省近岸海域国控站位监测情况

本项目评价范围内分布有 GDN07026（与本项目相距 6.1km）、GDN07019（与本项目相距 13.8km）、GDN07013（与本项目相距 20.5km）三个近岸海域水质监测站位。根据广东省近岸海域水质监测信息（2022 年、2023 年），各站位水质情况如下：

GDN07026、GDN07019、GDN07013 等三个近岸海域水质监测站位 2022 年、2023 年的海水水质均符合第一类海水水质标准。

各站位水质情况见下表。

表 5.3.3-1 本项目评价范围内广东省近岸海域水质监测站位信息 1 (节选)

站位	经纬度	监测时间	pH	无机氮 (mg/L)	活性磷酸 盐 (mg/L)	石油类 (mg/L)	溶解氧 (mg/L)	化学需氧量 (mg/L)	水质 类别
GDN07013		2022/5/5	8.07	0.022	0.002	0.00175	6.85	0.35	一类
GDN07019		2022/5/5	8.09	0.03	0.002	0.005	6.64	0.36	一类
GDN07026		2022/5/5	8.08	0.056	0.004	0.00175	6.4	0.35	一类
GDN07013		2022/10/15	8.12	0.006	0.002	0.00175	6.99	0.4	一类
GDN07019		2022/10/15	8.16	0.005	0.002	0.00175	6.48	0.47	一类
GDN07026		2022/10/15	8.1	0.067	0.009	0.00175	6.67	0.64	一类
GDN07013		2023/4/14	8.15	0.037	0.002	0.019	6.84	0.52	一类
GDN07019		2023/4/14	8.14	0.056	0.004	0.002	6.86	0.28	一类
GDN07026		2023/4/14	8.15	0.092	0.011	0.0005	6.56	0.54	一类
GDN07013		2023/10/27	8.11	0.103	0.009	0.01	7.04	0.56	一类
GDN07019		2023/10/27	8.1	0.09	0.009	0.003	6.76	0.65	一类
GDN07026		2023/10/27	8.17	0.133	0.012	0.0005	6.35	0.73	一类

表 5.3.4-2 本项目评价范围内广东省近岸海域水质监测站位信息 2 (节选)

站位编 码	监测时 间	监测指标												水 质 类 别
		pH	无机氮 (mg/L)	活性磷 酸盐 (mg/L)	石油类 (mg/L)	溶解氧 (mg/L)	化学需 氧量 (mg/L)	铜 (mg/L)	汞 (mg/L)	镉 (mg/L)	铅 (mg/L)	总氮 (mg/L)	总磷 (mg/L)	
GDN07013	2023/7/24	8.16	0.012	0.001	0.024	7.43	1.82	0.00047	0.000004	0.000024	0.00002	0.178	0.015	一类
GDN07013	2022/7/27	8.14	0.005	0.001	0.016	6.55	0.35	0.00035	0.000004	0.000021	0.00002	0.126	0.01	一类

GDN070 19	2022/7/ 27	8.1 1	0.007	0.002	0.028	6.14	0.35	0.00036	0.00000 4	0.00001 7	0.00002	0.128	0.012	一类
GDN070 26	2022/7/ 27	8.1 1	0.008	0.002	0.031	6.29	0.17	0.00032	0.00000 4	0.00001 6	0.00003	0.077	0.01	一类
GDN070 19	2023/7/ 24	8.2	0.007	0.001	0.001	8.2	2.26	0.00044	0.00000 4	0.00002	0.00002	0.158	0.018	二类
GDN070 26	2023/7/ 24	7.9 7	0.066	0.01	0.001	6.51	1.49	0.0004	0.00000 4	0.00002 3	0.00002	0.308	0.024	一类

5.4 海洋沉积物质量调查与现状评价

5.4.1 海洋沉积物质量调查内容与评价分析方法

(1) 海底表层沉积物调查分析项目

本次调查海底表层沉积物：pH、铜、铅、锌、镉、汞、油类、有机碳、粒度；不分大、小潮期和涨、落潮段。

(2) 海底表层沉积物采样、分析和评价方法

现场调查采样和分析均按《海洋监测规范》（GB17378—2007）和《海洋调查规范-海洋生物调查》（GB12763.6—2007）中规定的方法进行。

1) 海底表层沉积物采样和分析方法

用大洋 50 型采泥器采集调查海域共计 12 个调查站（S3、S7、S8、S9、S10、S12、S13、S16、S17、S18、S19、S20 站）的海底表层沉积物，仅取表层样（0~10cm），取样后现场分装编号，用于常规测定分析。

表 5.4.1-1 海底表层沉积物分析方法一览表

序号	调查项目	样品采集、预处理及保存方法	样品测定方法
1	油类	采集表层样品放置阴暗处低温冷藏	紫外分光光度法
2	有机碳	采集表层样品放置阴暗处低温冷藏	重铬酸钾氧化-还原容量法
3	铜（Cu）	采集表层样品放置阴暗处低温冷藏	火焰原子吸收分光光度法
4	铅（Pb）	采集表层样品放置阴暗处低温冷藏	火焰原子吸收分光光度法
5	锌（Zn）	采集表层样品放置阴暗处低温冷藏	火焰原子吸收分光光度法
6	镉（Cd）	采集表层样品放置阴暗处低温冷藏	无火焰原子吸收分光光度法
7	汞（Hg）	采集表层样品放置阴暗处低温冷藏	原子荧光法
8	pH	采集表层样品放置阴暗处低温冷藏	pH 值测定（电位法）
9	粒度	采集表层样品放置阴暗处低温冷藏	沉积物粒度分析筛析法

2) 海底表层沉积物评价方法

根据本项目特点，采用《海洋沉积物质量标准》（GB 18668-2002）中相应的沉积物标准进行评价。

沉积物现状以单因子指数法进行评价，计算方法如下：

$$I_i = C_i / S_i$$

式中： I_i —— i 项评价因子的标准指数；

C_i —— i 项评价因子的实测浓度；

S_i —— i 项评价因子评价标准。

表 5.4.1-2 沉积物质量标准

序号	项目	第一类	第二类	第三类
1	油类 $\leq$	500.0	1000.0	1500.0
2	有机碳 $\leq$	2.0	3.0	4.0
3	镉($\times 10^{-6}$) $\leq$	0.50	1.50	5.00
4	铅($\times 10^{-6}$) $\leq$	60.0	130.0	250.0
5	锌($\times 10^{-6}$) $\leq$	150.0	350.0	600.0
6	铜($\times 10^{-6}$) $\leq$	35.0	100.0	200.0
7	汞($\times 10^{-6}$) $\leq$	0.2	0.5	1.0

注：均以干重计

5.4.2 2024 年 4 月海洋沉积物调查结果与评价

(1) 调查结果

调查结果显示海底表层沉积物 pH 的变化范围为 8.04~8.32, 平均值为 8.20, S17 站最高, S20 站最低。

调查结果显示海底表层沉积物油类含量的变化范围为 15~30.1, 平均值为 21.13, S20 站最高, S19 站最低。

调查结果显示海底表层沉积物有机碳含量的变化范围为 0.11~0.42, 平均值为 0.25, 其中 S20 站最高, S16 站最低。

调查结果显示海底表层沉积物铜含量的变化范围为 1.1~5.5, 平均值为 2.58, 其中 S7 站最高, S10 站最低。

调查结果显示海底表层沉积物铅含量的变化范围为 2.4~23, 平均值为 7.98, 其中 S16 站最高, S12 站最低。

调查结果显示海底表层沉积物锌含量的变化范围为 6.9~53, 平均值为 26.49, 其中 S9 站最高, S10 站最低。

调查结果显示海底表层沉积物镉含量未检出。

调查结果显示海底表层沉积物汞含量的变化范围为 0.0024~0.015, 平均值为 0.0084, 其中 S7 站最高, S13 站最低。S12、S18 站沉积物汞含量未检出。

此外, 调查单位于 2023 年 11 月进行了沉积物粒度的调查, 调查结果显示海底表层沉积物主要为砂质粉砂(8 站)、粉砂质粘土 4 站), 其中砂质粉砂中 0.004~0.063mm 的沙粒所占比重最高, 粉砂质粘土中 0.000~0.004mm 的粘土占比最高。

表 5.4.2-1 2024 年 4 月沉积物调查结果

站位	pH	油类	有机碳	铜	铅	锌	镉	汞
S3	8.24	20.8	0.21	2.5	6.5	24.0	—	0.0048
S7	8.17	16.2	0.30	5.5	15.0	51.0	—	0.0150
S8	8.29	23.9	0.23	1.8	6.2	20.0	—	0.0130
S9	8.06	18.0	0.32	5.2	11.0	53.0	—	0.0150
S10	8.27	17.4	0.24	1.1	2.7	6.9	—	0.0061
S12	8.24	25.9	0.16	1.3	2.4	8.0	—	—
S13	8.19	26.2	0.20	1.9	5.4	19.0	—	0.0024
S16	8.23	19.3	0.11	3.4	23.0	32.0	—	0.0069
S17	8.32	24.9	0.22	1.6	5.5	24.0	—	0.0024
S18	8.30	15.8	0.17	1.3	5.1	16.0	—	—
S19	8.05	15.0	0.40	2.2	5.5	25.0	—	0.0093
S20	8.04	30.1	0.42	3.2	7.5	39.0	—	0.0094
变化范围	8.04~ 8.32	15~ 30.1	0.11~ 0.42	1.1~ 5.5	2.4~23	6.9~53	—	0.0024 ~0.015
平均	8.20	21.13	0.25	2.58	7.98	26.49	—	0.0084

表 5.4.2-2 2023 年 11 月沉积物粒度 单位：%

调查站位		粒度结果			
站位	现场记录站位	0.000~0.004 mm (%)	0.004~0.063mm (%)	0.063~2.000mm %	分类
S3	13	18.39	56.19	25.42	砂质粉砂
S7	17	52.86	30.62	16.52	粉砂质粘土
S8	18	56.87	28.29	14.84	粉砂质粘土
S9	19	55.57	31.84	12.59	粉砂质粘土
S10	20	18.32	54.56	27.12	砂质粉砂
S12	22	18.65	55.43	25.92	砂质粉砂
S13	23	18.65	55.50	25.85	砂质粉砂
S16	26	18.71	53.59	27.70	砂质粉砂
S17	27	17.92	55.10	26.98	砂质粉砂
S18	28	18.33	53.46	28.21	砂质粉砂
S19	29	56.09	28.43	15.48	粉砂质粘土
S20	30	54.60	30.32	15.08	砂质粉砂

(2) 评价结果

评价结果显示，调查海域海底表层沉积物各项评价指标中，油类、有机碳、铜、铅、锌、镉、汞的评价指标均达到第一类海洋沉积物质量标准，未发现超标现象。

表 5.4.2-3 海底表层沉积物质量指数

依据第一类海洋沉积物质量标准评价的海底表层沉积物质量指数

调查站位	油类	有机碳	铜	铅	锌	镉	汞
S3	0.04	0.11	0.07	0.11	0.16	—	0.02
S7	0.03	0.15	0.16	0.25	0.34	—	0.08
S8	0.05	0.12	0.05	0.10	0.13	—	0.07
S9	0.04	0.16	0.15	0.18	0.35	—	0.08
S10	0.03	0.12	0.03	0.05	0.05	—	0.03
S12	0.05	0.08	0.04	0.04	0.05	—	—
S13	0.05	0.10	0.05	0.09	0.13	—	0.01
S16	0.04	0.06	0.10	0.38	0.21	—	0.03
S17	0.05	0.11	0.05	0.09	0.16	—	0.01
S18	0.03	0.09	0.04	0.09	0.11	—	—
S19	0.03	0.20	0.06	0.09	0.17	—	0.05
S20	0.06	0.21	0.09	0.13	0.26	—	0.05
质量评价	不超标	不超标	不超标	不超标	不超标	不超标	不超标

5.5 海洋生态及渔业资源现状调查

5.5.1 调查内容和分析方法

海洋生态现状调查站位分布情况详见 5.2 节。

(1) 海洋生物调查方法

1) 叶绿素 a

用容积为 5L 的有机玻璃采水器，在各相应调查站位分表层（0.5m）、和底层（离底 1m）2 层采集样品，用 WatmanGF/C 25mm 滤膜现场过滤并冷冻保存。

2) 初级生产力

在各相应调查站位进行水深和透明度调查，基于叶绿素 a 含量分析。

3) 浮游植物

采用浅水 III 型浮游生物网，在各相应调查站位自底至表垂直拖网取样，自海底 0.5m 向上拖取到水表层。根据水流速度和风浪大小，使用重量为 10~40kg 的铅制沉锤，落网速度为 0.5 m/s，起网速度为 0.5~0.8 m/s，样品用 5%福尔马林固定。

4) 浮游动物

采用浅水 I 型浮游生物网，在各相应调查站位自底至表垂直拖网取样，自海

底 0.5m 向上拖取到水表层。根据水流速度和风浪大小,使用重量为 10~40kg 的铅制沉锤,落网速度为 0.5 m/s,起网速度为 0.5~0.8 m/s,样品用 5%福尔马林固定。

5) 鱼卵仔鱼

利用浅水 I 型浮游生物网,在各相应调查站位进行水平拖网方式采样调查,水平拖网时网具于海水表层(0~3m)水平拖曳取样,拖网采样船速 1~2kn,拖网时长 10~15min。样品用 5%福尔马林固定。

6) 底栖生物

用大洋 50 型采泥器,在各相应调查站位采取泥样,每站采 3 个平行样。泥样用底栖动物漩涡分选装置和三层套筛进行生物分选,上层网目为 2.0mm,中层网目为 1.0mm,下层网目为 0.5mm。样品用 5%福尔马林固定。

8) 渔业资源

采用拖网和刺网,在各相应调查站位进行现场调查。

用拖网调查时,拖网时长 30 min,同时记录船号、放网时间、起网时间、网口长度、网口宽度、网具长度、网眼大小。

用刺网调查时,各站放网长度不少于 200m,同时记录船号、放网时间、起网时间、网具规格(每张网的网目尺寸、长度和高度)、放网张数、放网位置等参数。

每网样品按种分类,各站的渔获样品均在现场进行初步分析和测定;渔获样品较少(<20kg)时,将全部样品进行分析测定;渔获物较多时,先挑选个体较大和稀有种类的样品,其余小杂鱼样品随机取样,再进行分析测定;当不能进行现场分析和测定时,将样品按类别装于聚乙烯袋中,冷冻保存带回实验室分析和测定。

(2) 海洋生物分析方法

表 5.5.1-1 海洋生物调查分析方法

序号	监测项目	样品预处理及保存方法	样品测定方法
1	叶绿素 a	0.45 μ m 微孔滤膜过滤,滤膜对折,冷冻避光保存	分光光度法
2	初级生产力	—	根据叶绿素 a 同化系数换算
3	浮游植物	加入占样品体积 5%的甲醛溶液固定	显微镜鉴定;浓缩计数法计数

4	浮游动物	加入占样品体积 5% 的甲醛溶液固定	计数框计数；体视显微镜鉴定；湿重法测定生物量
5	鱼卵仔稚鱼	加入占样品体积 5% 的甲醛溶液固定	计数框计数；体视显微镜鉴定；计算丰度
6	底栖生物	加入占样品体积 5% 的甲醛溶液固定	人工鉴定种类、计数、测定生物量和栖息密度
7	渔业资源	现场分析和测定或者装入聚乙烯袋中冷冻保存	人工鉴定种类、计数、测定生物量

(3) 海洋生物评价方法

1) 初级生产力：测量水体透明度，根据该处水体叶绿素 a 的含量计算初级生产力。初级生产力以叶绿素 a 含量按 Cadée 公式进行估算：

$$P = C_a Q L t / 2$$

式中：P——初级生产力 (mg·C/m²·d)；

C_a——叶绿素 a 含量 (mg/m³)；

Q——同化系数 (mg·C/(mgChl-a·h))；

L——真光层的深度 (m)；

t——白昼时间 (h)。

2) 浮游植物、浮游动物、底栖生物的优势度计算采用如下公式：

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

式中：Y——优势度；

n_i——第 i 种的个体数；

N——总个体数；

f_i——该种在各采样站中出现的频率。

3) 浮游植物、浮游动物、底栖生物的多样性指数采用 Shannon-Weaner 指数分析，其计算公式为：

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

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。

4) 采用 Pielou 均匀度分析浮游植物、浮游动物、底栖生物的均匀度，其计

算公式为：

$$J = H' / \log_2 S$$

式中：J——均匀度；

H' ——种类多样性指数；

S——样品中的种类总数。

5) 渔业资源生物拖网渔业资源密度采用扫海面积法估算，公式为：

$$D = \frac{C}{qa}$$

式中：D——渔业资源密度，单位为尾每平方千米（尾/km²）或千克每平方千米（kg/km²）；

C——平均每小时拖网渔获量，单位为尾每网每小时（尾/网·h）或千克/小时（kg/网·h）；

A——每小时网具取样面积，单位为平方千米每网每小时（km²/网·h）；

q——网具捕获率（通常取 0~1）。

6) 渔业资源生物刺网渔获率采用单位时间刺网面积渔获量法估算，公式为：

$$D = \frac{C}{LHt}$$

式中：D——刺网渔获率，单位为尾每公顷小时（尾/hm²h）或千克每公顷小时（kg/hm²h）；

C——刺网总渔获量，单位为尾（尾）或千克（kg）；

L——刺网长度，单位为千米（km）；

H——刺网高度，单位为千米（km）；

t——刺网放网时长，单位为小时（h）。

5.5.2 2024 年 4 月海洋生态调查结果

5.5.2.1 叶绿素 a 和初级生产力

（1）叶绿素 a

本次调查海域，表层叶绿素 a 含量的变化范围为 0.58~1.65 mg/m³，平均值为 0.95 mg/m³，表层叶绿素 a 含量最高出现于 S17 号站（1.65 mg/m³），其次为

S18号站 (1.39 mg/m^3)，最低出现于S7号站 (0.58 mg/m^3)。底层叶绿素a含量的变化范围为 $0.7 \sim 1.28 \text{ mg/m}^3$ ，平均值为 0.90 mg/m^3 ，底层叶绿素a含量最高出现于S20号站 (1.28 mg/m^3)，其次为S19号站 (1.07 mg/m^3)，最低出现于S7号站 (0.70 mg/m^3)。

调查海域叶绿素a含量的平面分布有一定的差异，水平分布总体表现为无规则的变化状态，表层叶绿素最高值约为最低值的2.84倍，底层叶绿素最高值约为最低值的1.83倍。

(2) 初级生产力

本次调查海域，初级生产力水平的变化范围为 $75.34 \sim 171.46 \text{ mg} \cdot \text{C/m}^2 \cdot \text{d}$ ，平均值为 $107.59 \text{ mg} \cdot \text{C/m}^2 \cdot \text{d}$ ，其中S17号站初级生产力水平最高 ($171.46 \text{ mg} \cdot \text{C/m}^2 \cdot \text{d}$)，其次为S12号站 ($151.19 \text{ mg} \cdot \text{C/m}^2 \cdot \text{d}$)，S7号站初级生产力水平最低 ($75.34 \text{ mg} \cdot \text{C/m}^2 \cdot \text{d}$)。初级生产力分布状况与叶绿素a的平面分布情况相似又有所差异，初级生产力最高值约为最低值的2.28倍。

比较12个调查站位表底层的叶绿素a含量与初级生产力水平发现，叶绿素a与初级生产力分布的最低站位及最高站位及整体变化趋势来说，两者的分布状况具有一定相似性，但同时存在一定差异，两者的水平变化均呈现无规则的分布状况。综合分析显示，调查海域的叶绿素a含量及初级生产力水平偏低。

表 5.5.2-1 叶绿素a (mg/m^3) 调查结果和初级生产力 ($\text{mg} \cdot \text{C/m}^2 \cdot \text{d}$) 分析结果

调查站位	叶绿素a		初级生产力
	表层	底层	
S7	0.58	0.70	75.34
S8	0.87	/	79.10
S9	0.90	/	87.68
S10	0.59	0.79	107.29
S12	0.97	0.71	151.19
S13	0.67	0.74	100.08
S15	0.76	0.97	108.59
S16	0.81	0.91	94.69
S17	1.65	/	171.46
S18	1.39	/	90.27
S19	1.10	1.07	114.30
S20	1.14	1.28	111.06
范围	0.58~1.65	0.7~1.28	75.34~171.46

平均	0.95	0.90	107.59
----	------	------	--------

(3) 小结与评价

比较 12 个调查站位表底层的叶绿素 a 含量与初级生产力水平发现, 叶绿素 a 与初级生产力分布的最低站位及最高站位及整体变化趋势来说, 两者的分布状况具有一定相似性, 但同时存在一定差异, 两者的水平变化均呈现无规则的分布状况。综合分析显示, 调查海域的叶绿素 a 含量及初级生产力水平偏低。

5.5.2.2 浮游植物

(1) 浮游植物密度和分布

调查监测结果显示, 平均密度为 $205.99 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$, 其数量以硅藻类占优势, 其密度为 $182.07 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$, 占总密度的 88.38%; 其次为甲藻类, 其密度为 $18.11 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$, 占总密度的 8.79%; 其它为蓝藻和黄藻, 其密度为 $5.82 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$, 占总密度的 2.82%。

水平分布方面, 各站位密度差异不大, 最高密度出现在 S9 号站, 其密度为 $267.20 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$; 其次为 S19 号站, 其密度为 $237.82 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$; 最低则出现在 S15 号站, 其密度为 $162.95 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$, 最高密度是最低密度的 1.6 倍。其余调查监测站位的密度分布范围在 $175.47 \times 10^4 \text{ cells/m}^3 \sim 219.31 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ 之间 (表 1)。

表 5.5.2-2 浮游植物密度、分布及组成 单位: $\times 10^4 \text{ cells/m}^3$

站位	小计	其 中		
		硅藻	甲藻	其它
S7	198.48	172.19	20.19	6.10
S8	217.95	202.05	11.79	4.10
S9	267.20	235.20	24.00	8.00
S10	192.67	166.33	20.00	6.33
S12	219.31	199.31	13.10	6.90
S13	208.73	186.91	16.00	5.82
S15	162.95	130.82	23.28	8.85
S16	211.09	192.27	13.78	5.04
S17	194.67	175.24	16.76	2.67
S18	185.60	153.60	24.00	8.00
S19	237.82	216.73	16.00	5.09
S20	175.47	154.16	18.39	2.92
平均	205.99	182.07	18.11	5.82

(2) 浮游植物的种类组成

1) 出现种类情况

本次浮游植物调查经初步鉴定有硅藻、甲藻、蓝藻和黄藻共4大门类16科85种，其中硅藻门的种类最多，有9科64种，占总种类数的75.29%；其次是甲藻门，有5科16种，占总种类数的18.82%；蓝藻类有1科3种，占3.53%；黄藻类有1科2种，占总种类数的2.35%。最多主要是硅藻类的角毛藻属 *Chaetoceros*，出现13种，其次是甲藻类的角藻属 *Ceratium*，出现8种，而硅藻类的根管藻属 *Rhizosolenia*，出现7种(详见附录)。

表 5.5.2-3 浮游植物种类分类统计

门类	科数	种类数	属或种类所占比例
硅藻	9	64	75.29
甲藻	5	16	18.82
蓝藻	1	3	3.53
黄藻	1	2	2.35
合计	16	85	100.00

2) 硅藻类

硅藻类出现的主要代表种有中肋骨条藻 *Skeletonema costatum*、美丽漂流藻 *Planktoniella formosa*、尖刺菱形藻 *Nitzschia pungens*、旋链角毛藻 *Chaetoceros curvisetus*、菱形海线藻 *Thalassionema nitzschioides*、伏氏海毛藻 *Thalassiothrix frauenfeldii*、爱氏角毛藻 *Chaetoceros eigenii*、日本星杆藻 *Asterionella japonica*、中肋骨条藻 *Skeletonema costatum*、窄隙角毛藻 *Chaetoceros affinis*、变异辐杆藻 *Bacteriastrum varians*、蛇目圆筛藻 *Coscinodiscus argus*、布氏双尾藻 *Ditylum brightwelli*、洛氏角毛藻 *Chaetoceros lorenzianus*、拟弯角毛藻 *Chaetoceros pseudocurvisetus*、笔尖形根管藻 *Rhizosolenia styliformis*、柔弱菱形藻 *Nitzschia delicatissima* 和菱软几内亚藻 *Guinardia flaccida* 等，这些种类在本海域分布广泛，有一定数量，是构成本海域浮游植物群落的主要组成部分。

3) 甲藻类

本海区本次调查甲藻类的种类也较多，主要的代表种有夜光藻 *Noctiluca scintillans*、三叉角藻 *Ceratium trichoceros*、短角角藻 *Ceratium breve*、海洋多甲藻 *Peridinium oceanicum*、具尾鳍藻 *Dinophysis caudata*、短角角藻 *Ceratium breve*、

扁平多甲藻 *Peridinium depressum*、叉角藻 *Ceratium furca*、纺锤角藻 *Ceratium fusus* 和大角角藻 *Ceratium macroceros* 等，出现频率较高，有一定密度。

4) 其他藻类

出现的蓝藻类为颤藻 *Oscillatoria* sp.、螺旋藻 *Spirulina* sp. 和红海束毛藻 *Trichodesmium erythraeum*，而黄藻类则出现了小型黄丝藻 *Tribonema minus* 和黄丝藻 *Tribonema* sp.，数量较低。

(3) 生物多样性及均匀度

本次调查海域站位样方内浮游植物平均出现种类数为 25 种，种类多样性指数分布范围在 3.35~3.92 之间，平均为 3.58；多样性指数的分布方面，最高出现在 S19 号站，其次为 S15 号站，最低则出现在 S13 号站；种类均匀度方面，其分布范围在 0.71~0.85 之间，平均为 0.77，且分布趋势与多样性指数相似。

表 5.5.2-4 浮游植物的多样性指数及均匀度

站位	总种数	采样水柱内藻类细胞数 (cells)	多样性指数 (H')	均匀度 (J)
S7	28	521	3.40	0.71
S8	25	425	3.49	0.75
S9	18	167	3.48	0.84
S10	29	578	3.71	0.76
S12	21	318	3.41	0.78
S13	22	287	3.35	0.75
S15	29	497	3.80	0.78
S16	28	628	3.53	0.74
S17	27	511	3.68	0.77
S18	25	348	3.38	0.73
S19	24	327	3.92	0.85
S20	29	601	3.75	0.77
平均	25	434	3.58	0.77

(4) 优势种

以优势度(Y)大于 0.02 为判断标准，本调查水域在调查期间浮游动物的优势种是洛氏角毛藻、窄隙角毛藻、旋链角毛藻和中肋骨条藻所组成，其优势度指数在 0.03~0.10 之间。本调查海区浮游植物的最大优势种是中肋骨条藻，主要分布在 S7、S8、S9、S12、S17、S18、S19 和 S20 采样站，旋链角毛藻主要分布在

S9、S13、S15、S16、S19 和 S20 采样站，窄隙角毛藻主要分布在 S7、S10、S12、S13 和 S16 采样站，洛氏角毛藻主要分布在 S8、S15、S16 和 S17 采样站。

表 5.5.2-5 浮游植物各站位主要优势种及优势度指数

优势种中文名称	拉丁文	优势度
洛氏角毛藻	<i>Chaetoceros lorenzianus</i> Grunow	0.03
窄隙角毛藻	<i>Chaetoceros affinis</i> Lauder	0.06
旋链角毛藻	<i>Chaetoceros curvisetus</i> Cleve	0.08
中肋骨条藻	<i>Skeletonema costatum</i> (Grev) Cleve	0.10

(5) 小结及评价

1) 浮游植物共出现了有硅藻、甲藻、蓝藻和黄藻共 4 大门类 16 科 85 种，其中以硅藻门的种类最多，其次是甲藻门。

2) 本海域浮游植物密度分布范围在 $162.95 \times 10^4 \text{ cells/m}^3 \sim 267.20 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ 之间，平均为 $205.99 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ ，最高密度出现在 S9 号站，其次为 S19 号站，最低则出现在 S15 号站。

3) 浮游植物密度以硅藻类居首位，其次为甲藻类。

4) 浮游植物 Shannon-Weaner 多样性指数分布范围 3.35~3.92 之间，平均为 3.58，均匀度的分布范围在 0.71~0.85 之间，平均为 0.77。

5) 本调查海区浮游植物最大优势种是中肋骨条藻，其他为旋链角毛藻、窄隙角毛藻和洛氏角毛藻。

5.5.2.3 浮游动物

(1) 种类组成

本次调查的浮游动物经鉴定有 12 个生物类群，共 70 种（附录），其中原生动物 2 种，水母类 12 种，翼足类 2 种，枝角类 3 种，桡足类 30 种，糠虾类 1 种，磷虾类 1 种，樱虾类 2 种，毛颚类 4 种，有尾类 2 种，海樽类 1 种，浮游幼虫类 10 种。本调查区位于包金沙 1 号海域，浮游动物以热带、暖温带种类占多数，如桡足类的小拟哲水蚤、亚强次真哲水蚤、驼背隆哲水蚤、微驼背隆哲水蚤、微刺哲水蚤、叉胸刺水蚤、瘦尾胸刺水蚤、丹氏纺缢水蚤、小纺缢水蚤、樱虾类的日本毛虾、翼足类的尖笔帽螺和毛颚类的肥胖箭虫、强壮箭虫等。

(2) 浮游动物生物量、密度及分布

本次调查结果显示，本水域各采样站浮游动物生物量变化幅度为 175.00~

332.00mg/m³, 平均生物量为 269.00mg/m³。在密度分布方面, 变化幅度为 299.25~631.25ind/m³, 平均密度为 450.59ind/m³。在整个调查区中, 生物量最高为 332.00mg/m³, 出现在 S10 号采样站, 其次为 310.40mg/m³, 出现在 S20 号采样站, 最低为 175.00mg/m³, 出现在 S12 号采样站, 最高生物量是最低生物量的 1.90 倍; 而最高密度为 631.25ind/m³, 出现在 S12 号采样站, 其次为 576.67ind/m³, 出现在 S9 号采样站, 最低密度为 299.25ind/m³, 出现在 S15 号采样站, 最高密度是最低密度的 2.11 倍。

表 5.5.2-6 浮游动物生物量和密度

站位	生物量 mg/m ³	密度 ind/m ³
S7	276.50	397.69
S8	280.20	551.37
S9	293.00	576.67
S10	332.00	374.44
S12	175.00	631.25
S13	195.00	473.85
S15	256.50	299.25
S16	285.00	336.18
S17	289.00	395.71
S18	277.40	462.50
S19	258.00	538.18
S20	310.40	370.00
平均值	269.00	450.59

(3) 浮游动物主要类群分布

桡足类 桡足类平均密度为 344.66ind/m³, 占浮游动物总个体数的 77.10%, 是本海域浮游动物的主要组成部分, 成为主导本海域浮游动物数量的主要类群。其中主要分布于 S12 号采样站, 密度为 505.21ind/m³, 其次是 S19 号采样站, 密度为 432.73ind/m³, 其余 10 个采样站的密度在 227.24~389.04ind/m³ 的范围之间变化。

浮游幼虫类 浮游幼虫类平均密度为 49.84ind/m³, 占浮游动物总个体数的 10.72%。其中最为密集分布于 S9 号采样站, 密度为 84.67ind/m³, 其次是 S19 号采样站, 密度为 79.09ind/m³, 其余 10 个采样站的密度在 17.41~72.38ind/m³ 的范围之间变化。

其他种类如水母类、翼足类、枝角类、磷虾类、樱虾类、毛颚类等，它们大部分属南海区系的普通种，虽然出现的数量不多，但在调查的海域内分布也较为广泛。

(4) 生物多样性指数及均匀度

本次调查水域站位的浮游动物平均出现种类为 32 种，各站平均出现个体数量为 816 个，种类多样性指数分布范围为 3.87~4.58 之间，平均为 4.20，最高出现在 S7 号采样站，其次为 S9 号采样站，最低则出现在 S10 号采样站；种类均匀度的分布趋势与多样性指数相似，其分布范围在 0.76~0.93 之间，平均为 0.85，最高出现在 S19 号采样站，其次为 S9 号采样站，最低出现在 S10 号采样站。

表 5.5.2-7 浮游动物多样性指数和均匀度

站位	总种数	总个体数	多样性指数 H'	均匀度 J
S7	35	859	4.58	0.89
S8	32	839	4.35	0.87
S9	31	865	4.45	0.90
S10	34	1011	3.87	0.76
S12	33	653	3.94	0.78
S13	27	716	3.91	0.82
S15	33	802	4.41	0.87
S16	36	827	4.17	0.81
S17	33	831	4.07	0.81
S18	28	703	4.17	0.87
S19	23	618	4.21	0.93
S20	33	1073	4.30	0.85
平均值	32	816	4.20	0.85

(5) 优势种及其分布

以优势度 ≥ 0.02 为判断标准，本调查水域在调查期间浮游动物的优势种是由桡足类的瘦尾胸刺水蚤、小哲水蚤、驼背隆哲水蚤、亚强次真哲水蚤、浮游幼虫类的桡足类幼虫、丹氏纺锤水蚤组成，其优势度指数在 0.04~0.15 之间。本调查海域的最大的优势种是桡足类的瘦尾胸刺水蚤，主要分布在 S17、S10、S8、S20 号采样站，小哲水蚤主要分布在 S10、S16、S13、S12 号采样站，驼背隆哲水蚤主要分布在 S10、S12、S18、S20 号采样站，亚强次真哲水蚤主要分布在 S17、

S15、S7号采样站，桡足类幼虫主要分布在S9、S17号采样站，丹氏纺锤水蚤主要分布在S20、S9号采样站。

表 5.5.2-8 浮游动物优势种和优势度

优势种中文名称	拉丁文	优势度
瘦尾胸刺水蚤	<i>Centropages tenuiremis</i> Thompson & Scott	0.15
小哲水蚤	<i>Nannocalanus minor</i> Claus	0.09
驼背隆哲水蚤	<i>Acrocalanus gibber</i> Giesbrecht	0.07
亚强次真哲水蚤	<i>Subeucalanus subcrassus</i> (Giesbrecht)	0.06
桡足类幼虫	Copepoda larva	0.05
丹氏纺锤水蚤	<i>Acartia danae</i> Giesbrecht	0.04

(6) 小结及评价

1) 本海域浮游动物经初步鉴定有 12 个生物类群，共 70 种。其中以桡足类的种类最多，其次是水母类。

2) 本海域浮游动物平均密度为 450.59 ind/m³，最高密度出现在 S12 号采样站，其次为 S9 号采样站，最低则出现在 S15 号采样站。

3) Shannon-Weaner 多样性指数 H' 范围为 3.87~4.58 之间，平均为 4.20；均匀度 J 范围为 0.76~0.93 之间，平均为 0.85。

4) 最大优势种是桡足类的瘦尾胸刺水蚤，优势地位突出，其次是小哲水蚤，优势特征也比较明显。

5.5.2.4 底栖生物

(1) 种类组成和生态特征

本次底栖生物的定量调查，出现包括环节动物、软体动物、节肢动物、棘皮动物、半索动物和脊索动物共 6 门 20 科 22 种。其中环节动物 8 科 10 种，占总种类数的 45.45%；软体动物 6 科 6 种占总种类数的 27.27%；节肢动物和棘皮动物各 2 科 2 种，各占总种类数的 9.09%；半索动物和脊索动物各 1 科 1 种，各占总种类数的 4.55%。

(2) 优势种和优势度

本次调查，出现的 22 种生物中，优势度在 0.02 以上的优势种 1 种，为棒锥螺，其出现站位数和出现数量分别为 8 站和 100 个，优势度为 0.4141；其他 21 种生物出现站位数和数量范围分别为 1~4 站和 1~8 个，优势度均小于 0.02。

(3) 生物量及栖息密度

1) 平均生物量及栖息密度

本次调查,底栖生物的平均生物量为 151.59g/m^2 , 平均栖息密度为 134.17 个/ m^2 。生物量的组成以软体动物最高,生物量为 146.48g/m^2 , 占总生物量的 96.62%; 其他 5 类生物的生物量较低,均未超过总生物量的 2.00%。栖息密度方面,以软体动物较高,栖息密度为 91.67g/m^2 , 占总栖息密度的 68.32%; 其次为环节动物, 占总栖息密度的 20.50%; 其他 4 类生物的栖息密度相对较低,均未超过总栖息密度的 5.00%。

表 5.5.2-9 底栖生物的平均生物量及栖息密度

项目	棘皮动物	环节动物	脊索动物	软体动物	节肢动物	半索动物	总计
生物量 (g/m^2)	1.00	2.11	0.60	146.48	0.88	0.53	151.59
生物量比例 (%)	0.66	1.39	0.40	96.62	0.58	0.35	100.00
栖息密度 (个/ m^2)	3.33	27.50	6.67	91.67	4.17	0.83	134.17
栖息密度比例 (%)	2.48	20.50	4.97	68.32	3.11	0.62	100.00

2) 生物量及栖息密度的水平分布

本次调查,各站位底栖生物的生物量差异较大,最高生物量出现在 S20 号站,其生物量为 944.60g/m^2 ; 最低的是 S15 号站,为 5.00g/m^2 ; 最高生物量是最低生物量的 188.92 倍。栖息密度方面,最高出现在 S7 号站,为 430.00 个/ m^2 ; 最低栖息密度出现在 S16 和 S19 号站,均为 30.00 个/ m^2 ; 最高栖息密度是最低栖息密度的 14.33 倍。

表 5.5.2-10 底栖生物的生物量及栖息密度分布

站位	项目	棘皮动物	环节动物	脊索动物	软体动物	节肢动物	半索动物	总计
S7	生物量 (g/m^2)	2.10	1.20	0.00	257.10	1.20	0.00	261.60
	栖息密度 (个/ m^2)	10.00	30.00	0.00	380.00	10.00	0.00	430.00
S8	生物量 (g/m^2)	0.00	1.40	0.00	45.90	0.40	0.00	47.70
	栖息密度 (个/ m^2)	0.00	50.00	0.00	150.00	10.00	0.00	210.00
S9	生物量 (g/m^2)	0.00	3.80	0.00	147.90	0.50	0.00	152.20
	栖息密度 (个/ m^2)	0.00	100.00	0.00	20.00	10.00	0.00	130.00

站位	项目	棘皮动物	环节动物	脊索动物	软体动物	节肢动物	半索动物	总计
S10	生物量 (g/m^2)	7.80	0.00	1.50	2.10	0.00	6.40	17.80
	栖息密度 (个/ m^2)	20.00	0.00	30.00	20.00	0.00	10.00	80.00
S12	生物量 (g/m^2)	0.00	0.00	0.40	15.20	4.90	0.00	20.50
	栖息密度 (个/ m^2)	0.00	0.00	10.00	20.00	10.00	0.00	40.00
S13	生物量 (g/m^2)	0.00	2.30	3.90	28.50	0.00	0.00	34.70
	栖息密度 (个/ m^2)	0.00	10.00	30.00	40.00	0.00	0.00	80.00
S15	生物量 (g/m^2)	0.00	1.10	1.40	2.50	0.00	0.00	5.00
	栖息密度 (个/ m^2)	0.00	20.00	10.00	10.00	0.00	0.00	40.00
S16	生物量 (g/m^2)	0.00	12.70	0.00	0.00	3.50	0.00	16.20
	栖息密度 (个/ m^2)	0.00	20.00	0.00	0.00	10.00	0.00	30.00
S17	生物量 (g/m^2)	0.00	1.30	0.00	214.80	0.00	0.00	216.10
	栖息密度 (个/ m^2)	0.00	50.00	0.00	50.00	0.00	0.00	100.00
S18	生物量 (g/m^2)	2.10	0.60	0.00	93.20	0.00	0.00	95.90
	栖息密度 (个/ m^2)	10.00	30.00	0.00	250.00	0.00	0.00	290.00
S19	生物量 (g/m^2)	0.00	0.90	0.00	5.90	0.00	0.00	6.80
	栖息密度 (个/ m^2)	0.00	20.00	0.00	10.00	0.00	0.00	30.00
S20	生物量 (g/m^2)	0.00	0.00	0.00	944.60	0.00	0.00	944.60
	栖息密度 (个/ m^2)	0.00	0.00	0.00	150.00	0.00	0.00	150.00

(4) 生物多样性指数及均匀度指数

本次调查, 采泥底栖生物多样性指数变化范围在 0.3534~2.4056, 平均为 1.5181; 均匀度分布范围在 0.3196~1.0000, 平均为 0.7644。

表 5.5.2-11 底栖生物多样性指数及均匀度

站位	种类数 (种)	个体数 (个)	多样性指数(H')	均匀度指数(J')
S7	5	43	0.7420	0.3196
S8	5	21	1.4112	0.6078
S9	5	13	2.0382	0.8778
S10	6	8	2.4056	0.9306
S12	4	4	2.0000	1.0000
S13	5	8	2.1556	0.9284
S15	3	4	1.5000	0.9464
S16	3	3	1.5850	1.0000
S17	6	10	2.3219	0.8982
S18	4	29	0.7857	0.3928
S19	2	3	0.9183	0.9183
S20	2	15	0.3534	0.3534
平均	4.17	13.42	1.5181	0.7644

(5) 小结

本次底栖生物的定量调查,出现包括环节动物、软体动物、节肢动物、棘皮动物、半索动物和脊索动物共6门20科22种。其中环节动物8科10种,占总种类数的45.45%;软体动物6科6种占总种类数的27.27%;节肢动物和棘皮动物各2科2种,各占总种类数的9.09%;半索动物和脊索动物各1科1种,各占总种类数的4.55%。

本次调查,出现的22种生物中,优势度在0.02以上的优势种1种,为棒锥螺,其出现站位数和出现数量分别为8站和100个,优势度为0.4141;其他21种生物出现站位数和数量范围分别为1~4站和1~8个,优势度均小于0.02。

本次调查,底栖生物的平均生物量为 $151.59\text{g}/\text{m}^2$,平均栖息密度为 134.17 个/ m^2 。生物量的组成以软体动物最高,生物量为 $146.48\text{g}/\text{m}^2$,占总生物量的96.62%;其他5类生物的生物量较低,均未超过总生物量的2.00%。栖息密度方面,以软体动物较高,栖息密度为 $91.67\text{g}/\text{m}^2$,占总栖息密度的68.32%;其次为环节动物,占总栖息密度的20.50%;其他4类生物的栖息密度相对较低,均未超过总栖息密度的5.00%。

本次调查,各站位底栖生物的生物量差异较大,最高生物量出现在S20号站,其生物量为 $944.60\text{g}/\text{m}^2$;最低的是S15号站,为 $5.00\text{g}/\text{m}^2$;最高生物量是最低生物量的188.92倍。栖息密度方面,最高出现在S7号站,为 430.00 个/ m^2 ;最低栖息密度出现在S16和S19号站,均为 30.00 个/ m^2 ;最高栖息密度是最低栖息密度的14.33倍。

本次调查,采泥底栖生物多样性指数变化范围在 $0.3534\sim 2.4056$,平均为1.5181;均匀度分布范围在 $0.3196\sim 1.0000$,平均为0.7644。

5.5.2.5 潮间带生物

(1) 种类组成和生态特征

本次12个站位的潮间带生物的定性定量调查,出现包括纽形动物、环节动物、软体动物、节肢动物和脊索动物共5门22科30种。其中软体动物7科12种,占总种类数的40.00%;节肢动物8科9种,占总种类数的30.00%;环节动物5科7种,占总种类数的23.33%;纽形动物和脊索动物各1科1种,各占总种类数的3.33%。

(2) 优势种和优势度

本次9个站位的定量调查,共出现20种生物,优势度在0.02以上的优势种有7种,分别为长腕和尚蟹、中华内卷齿蚕、短角双眼钩虾、长吻沙蚕、宽腿巴豆蟹、博氏双眼钩虾和等边浅蛤,这7种生物出现站位数和出现数量范围分别为3~4站和10~53个,优势度范围为0.0215~0.1138;其他13种生物出现站位数和数量范围分别为1~2站和1~7个,优势度均小于0.02。

(3) 生物量及栖息密度

1) 平均生物量及栖息密度

本次调查,潮间带生物的平均生物量为65.63g/m²,平均栖息密度为92.00个/m²。生物量的组成以软体动物较高,生物量为39.53g/m²,占总生物量的60.23%;其次为节肢动物,其生物量为21.76g/m²,占总生物量的33.15%;其它3类动物的生物量较低,均未超过占总生物量的7.00%。栖息密度方面,以节肢动物较高,栖息密度为53.33个/m²,占总栖息密度的57.97%;其次为环节动物和软体动物,分别占总栖息密度的27.54%和11.11%;其它2类动物的栖息密度相对较低,均为超过总栖息密度的2.00%。

表 5.5.2-12 潮间带生物的平均生物量及栖息密度

项目	节肢动物	软体动物	环节动物	纽形动物	脊索动物	总计
生物量(g/m ²)	21.76	39.53	3.96	0.31	0.08	65.63
生物量比例(%)	33.15	60.23	6.03	0.47	0.12	100.00
栖息密度(个/m ²)	53.33	10.22	25.33	1.33	1.78	92.00
栖息密度比例(%)	57.97	11.11	27.54	1.45	1.93	100.00

2) 生物量及栖息密度的水平分布

本次调查,各站位潮间带生物的生物量差异较大,最高生物量出现在C3断面的中潮区,其生物量为133.76g/m²,最低的是C1断面的低潮区,为15.20g/m²,最高生物量是最低生物量的8.80倍。栖息密度方面,最高出现在C3断面的低潮区,为176.00个/m²;最低栖息密度出现在C2断面的高潮区,为4.00个/m²,最高栖息密度是最低栖息密度的44.00倍。

表 5.5.2-13 潮间带生物的生物量及栖息密度分布

站位	项目	节肢动物	软体动物	环节动物	纽形动物	脊索动物	总计
C1 高潮区	生物量(g/m ²)	100.64	0.00	0.00	0.00	0.00	100.64
	栖息密度(个/m ²)	136.00	0.00	0.00	0.00	0.00	136.00
C1 中潮区	生物量(g/m ²)	13.76	17.84	2.20	2.44	0.00	36.24

站位	项目	节肢动物	软体动物	环节动物	纽形动物	脊索动物	总计
	栖息密度 (个/m ²)	52.00	24.00	24.00	8.00	0.00	108.00
C1 低潮区	生物量 (g/m ²)	12.48	0.00	2.04	0.00	0.68	15.20
	栖息密度 (个/m ²)	24.00	0.00	24.00	0.00	16.00	64.00
C2 高潮区	生物量 (g/m ²)	23.32	0.00	0.00	0.00	0.00	23.32
	栖息密度 (个/m ²)	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00
C2 中潮区	生物量 (g/m ²)	4.52	60.84	0.00	0.00	0.00	65.36
	栖息密度 (个/m ²)	28.00	16.00	0.00	0.00	0.00	44.00
C2 低潮区	生物量 (g/m ²)	11.12	6.08	1.00	0.00	0.00	18.20
	栖息密度 (个/m ²)	68.00	4.00	24.00	0.00	0.00	96.00
C3 高潮区	生物量 (g/m ²)	18.36	81.40	0.00	0.00	0.00	99.76
	栖息密度 (个/m ²)	64.00	16.00	0.00	0.00	0.00	80.00
C3 中潮区	生物量 (g/m ²)	4.08	119.60	9.76	0.32	0.00	133.76
	栖息密度 (个/m ²)	52.00	20.00	44.00	4.00	0.00	120.00
C3 低潮区	生物量 (g/m ²)	7.52	70.00	20.64	0.00	0.00	98.16
	栖息密度 (个/m ²)	52.00	12.00	112.00	0.00	0.00	176.00

3) 调查断面和垂直分布比较

在调查断面中,生物量高低排序为 C3 断面>C1 断面>C2 断面,栖息密度高低排序为 C3 断面>C1 断面>C2 断面。在垂直分布上,生物量高低排序为中潮区>高潮区>低潮区,栖息密度高低排序为低潮区>中潮区>高潮区。

表 5.5.2-14 潮间带生物各断面和垂直分布

项目	C1 断面	C2 号断面	C3 断面	高潮区	中潮区	低潮区
生物量 (g/m ²)	50.69	35.63	110.56	74.57	78.45	43.85
栖息密度 (个/m ²)	102.67	48.00	125.33	73.33	90.67	112.00

(4) 生物多样性指数及均匀度

本次调查,潮间带生物多样性指数变化范围在 0.7219~2.9362,平均为 2.0960;均匀度分布范围在 0.7219~0.9432,平均为 0.8731。

表 5.5.2-15 潮间带生物的生物多样性指数及均匀度

站位	种类数 (种)	个体数 (个)	多样性指数(H')	均匀度指数(J)
C1 高潮区	1	34	/	/
C1 中潮区	9	27	2.9221	0.9218
C1 低潮区	6	16	2.3994	0.9282
C2 高潮区	1	1	/	/
C2 中潮区	3	11	1.4949	0.9432
C2 低潮区	5	24	2.0366	0.8771
C3 高潮区	2	20	0.7219	0.7219
C3 中潮区	10	30	2.9362	0.8839

站位	种类数(种)	个体数(个)	多样性指数(H')	均匀度指数(J')
C3 低潮区	6	44	2.1606	0.8358
平均	4.78	23.00	2.0960	0.8731

(5) 小结

12 个站位的定性定量调查, 出现包括纽形动物、环节动物、软体动物、节肢动物和脊索动物共 5 门 22 科 30 种。其中软体动物 7 科 12 种, 占总种类数的 40.00%; 节肢动物 8 科 9 种, 占总种类数的 30.00%; 环节动物 5 科 7 种, 占总种类数的 23.33%; 纽形动物和脊索动物各 1 科 1 种, 各占总种类数的 3.33%。

9 个站位的定量调查, 共出现 20 种生物, 优势度在 0.02 以上的优势种有 7 种, 分别为长腕和尚蟹、中华内卷齿蚕、短角双眼钩虾、长吻沙蚕、宽腿巴豆蟹、博氏双眼钩虾和等边浅蛤, 这 7 种生物出现站位数和出现数量范围分别为 3~4 站和 10~53 个, 优势度范围为 0.0215~0.1138; 其他 13 种生物出现站位数和数量范围分别为 1~2 站和 1~7 个, 优势度均小于 0.02。

9 个站位的定量调查, 潮间带生物的平均生物量为 65.63g/m^2 , 平均栖息密度为 92.00 个/ m^2 。生物量的组成以软体动物较高, 生物量为 39.53g/m^2 , 占总生物量的 60.23%; 其次为节肢动物, 其生物量为 21.76g/m^2 , 占总生物量的 33.15%; 其它 3 类动物的生物量较低, 均未超过占总生物量的 7.00%。栖息密度方面, 以节肢动物较高, 栖息密度为 53.33 个/ m^2 , 占总栖息密度的 57.97%; 其次为环节动物和软体动物, 分别占总栖息密度的 27.54%和 11.11%; 其它 2 类动物的栖息密度相对较低, 均为超过总栖息密度的 2.00%。

9 个站位的定量调查, 各站位潮间带生物的生物量差异较大, 最高生物量出现在 C3 断面的中潮区, 其生物量为 133.76g/m^2 , 最低的是 C1 断面的低潮区, 为 15.20g/m^2 , 最高生物量是最低生物量的 8.80 倍。栖息密度方面, 最高出现在 C3 断面的低潮区, 为 176.00 个/ m^2 ; 最低栖息密度出现在 C2 断面的高潮区, 为 4.00 个/ m^2 , 最高栖息密度是最低栖息密度的 44.00 倍。

在调查断面中, 生物量高低排序为 C3 断面>C1 断面>C2 断面, 栖息密度高低排序为 C3 断面>C1 断面>C2 断面。在垂直分布上, 生物量高低排序为中潮区>高潮区>低潮区, 栖息密度高低排序为低潮区>中潮区>高潮区。

9 个站位的定量调查, 潮间带生物多样性指数变化范围在 0.7219~2.9362, 平均为 2.0960; 均匀度分布范围在 0.7219~0.9432, 平均为 0.8731。

5.5.3 2024 年 4 月渔业资源调查

5.5.3.1 鱼卵仔鱼垂直拖网调查

(1) 鱼卵和仔鱼的种类组成及数量分布

本次垂直拖网调查,共捕获鱼卵 61 ind、仔稚鱼 18 ind;经鉴定隶属于 1 门 8 科 13 种。捕获的鱼卵和仔稚鱼基本上属于沿岸浅海性鱼类,主要是鲹科、鲱科、鲳科、鳗鲡科、鲈科、鳊科、鲷科、石首鱼科。(种类名录见附录)。

本次垂直拖网调查,捕获鱼卵 61 ind,分属 7 科 10 种,分别为鲹科鲹科(未定种)25ind 和竹荚鱼 3ind、鲱科鲱属(未定种)1 ind 和鳊属(未定种)7ind 和小沙丁鱼属(未定种)4ind、鲳科鲳属(未定种)8ind、鳗鲡科鳗鲡 5ind、鲈科鲈科(未定种)4ind、鳊科小公鱼属(未定种)3ind、鲷科真鲷 1ind。

本次垂直拖网调查,捕获仔稚鱼 18ind,分属 3 科 4 种,分别为鲹科丽叶鲹 13ind 和竹荚鱼 2ind、鲱科鳊 4ind、石首鱼科截尾白姑鱼 1ind。

(2) 密度分布

1) 鱼卵的密度分布

本次垂直拖网调查,鱼卵捕获数量范围为 0~12 ind/net,平均为 5.08 ind/net;密度变化范围为 $0 \times 10^{-3} \sim 4500 \times 10^{-3}$ ind/ m^3 ,平均为 2173×10^{-3} ind/ m^3 ,最高出现在 S13 站位。

表 5.5.3-1 垂直拖网调查各采样站鱼卵的密度分布

站号	数量(ind/net)	滤水量 (m^3)	密度($\times 10^{-3}$ ind/ m^3)
S7	5	2.50	2000
S8	3	1.92	1563
S9	0	1.50	0
S10	12	3.30	3636
S12	10	2.76	3623
S13	9	2.00	4500
S15	2	2.90	690
S16	4	2.72	1471
S17	6	1.90	3158
S18	7	1.56	4487
S19	2	3.28	610
S20	1	2.98	336
平均	5.08	2.44	2173

2) 仔稚鱼的密度分布

本次垂直拖网调查,仔稚鱼捕获数量范围为0~6 ind/net,平均为1.50 ind/net;密度变化范围为 $0 \times 10^{-3} \sim 2564 \times 10^{-3}$ ind/ m^3 ,平均为 663×10^{-3} ind/ m^3 。

表 5.5.3-2 垂直拖网调查各采样站仔稚鱼的密度分布

站号	数量(ind/net)	滤水量 (m^3)	密度($\times 10^{-3}$ ind/ m^3)
S7	2	2.50	800
S8	0	1.92	0
S9	0	1.50	0
S10	6	3.30	1818
S12	0	2.76	0
S13	1	2.00	500
S15	2	2.90	690
S16	0	2.72	0
S17	3	1.90	1579
S18	4	1.56	2564
S19	0	3.28	0
S20	0	2.98	0
平均	1.50	2.44	663

3) 鱼卵仔稚鱼的总密度分布

本次垂直拖网调查,鱼卵仔稚鱼捕获数量范围为0~18 ind/net,平均为6.58ind/net;密度变化范围为 $0 \times 10^{-3} \sim 7051 \times 10^{-3}$ ind/ m^3 ,平均为 2835×10^{-3} ind/ m^3 ,最高出现在S18号站位。

表 5.5.3-3 垂直拖网调查各采样站鱼卵仔稚鱼总密度分布

站号	数量(ind/net)	滤水量 (m^3)	密度[$\times 10^{-3}$ ind/ m^3]
S7	7	2.50	2800
S8	3	1.92	1563
S9	0	1.50	0
S10	18	3.30	5455
S12	10	2.76	3623
S13	10	2.00	5000
S15	4	2.90	1379
S16	4	2.72	1471
S17	9	1.90	4737
S18	11	1.56	7051
S19	2	3.28	610
S20	1	2.98	336
平均	6.58	2.44	2835

(3) 调查小结

本次垂直拖网调查,共捕获鱼卵 61 ind、仔稚鱼 18 ind;经鉴定隶属于 1 门 8 科 13 种。捕获的鱼卵和仔稚鱼基本上属于沿岸浅海性鱼类,主要是鲱科、鲱科、鲱科、鳀科、鲱科、鲱科、鲱科、石首鱼科。

本次垂直拖网调查,鱼卵捕获数量范围为 0~12 ind/net,平均为 5.08 ind/net;密度变化范围为 $0 \times 10^{-3} \sim 4500 \times 10^{-3}$ ind/ m^3 ,平均为 2173×10^{-3} ind/ m^3 ,最高出现在 S13 站位。

仔稚鱼捕获数量范围为 0~6 ind/net,平均为 1.50 ind/net;密度变化范围为 $0 \times 10^{-3} \sim 2564 \times 10^{-3}$ ind/ m^3 ,平均为 663×10^{-3} ind/ m^3 。

整个调查海区,鱼卵仔稚鱼捕获数量范围为 0~18 ind/net,平均为 6.58 ind/net;密度变化范围为 $0 \times 10^{-3} \sim 7051 \times 10^{-3}$ ind/ m^3 ,平均为 2835×10^{-3} ind/ m^3 ,最高出现在 S18 号站位。

5.5.3.2 鱼卵仔鱼水平拖网调查

(1) 鱼卵和仔鱼的种类组成及数量分布

本次水平拖网调查,共捕获鱼卵 3938 ind、仔稚鱼 59 ind;经鉴定隶属于 1 门 14 科 22 种。捕获的鱼卵和仔稚鱼基本上属于沿岸浅海性鱼类,主要是鲱科、鲱科、鲱科、鲱科、鲱科、鲱科、海鳗科、狗母鱼科、石首鱼科、鳀科、舌鳎科、金线鱼科、鲱科、长鲳科(种类名录见附录)。

本次水平拖网调查,捕获鱼卵 3938 ind,分属 14 科 19 种,分别为鲱科鳀属(未定种) 97 ind 和鳀属(未定种) 245 ind 和小沙丁鱼属(未定种) 485 ind、鲱科鲱科(未定种) 672 ind 和竹荚鱼 110 ind、鲱科鳀属(未定种) 628 ind、鲱科鳀科(未定种) 375 ind 和真鳀 66 ind、鳀科棱鳀属(未定种) 219 ind 和小公鱼属(未定种) 54 ind、鲱科鲱科(未定种) 221 ind、海鳗科海鳗科(未定种) 188 ind、狗母鱼科蛇鲭属(未定种) 165 ind、石首鱼科白姑鱼属(未定种) 126 ind、鳀科鳀科 108 ind、舌鳎科舌鳎属(未定种) 74 ind、金线鱼科金线鱼属(未定种) 43 ind、鲱科鲱科(未定种) 36 ind、长鲳科刺鲳 26 ind。

本次水平拖网调查,捕获仔稚鱼 59 ind,分属 3 科 4 种,分别为鲱科丽叶鳀 42 ind 和竹荚鱼 6 ind、鲱科鳀 7 ind、石首鱼科截尾白姑鱼 4 ind。

(2) 密度分布

1) 鱼卵的密度分布

本次水平拖网调查，整个调查海区鱼卵捕获数量范围为 58~498 ind/net，平均为 328.17 ind/net。

表 5.5.3-4 水平拖网调查各采样站鱼卵的密度分布

站号	数量(ind/net)
S7	498
S8	318
S9	58
S10	396
S12	318
S13	465
S15	292
S16	417
S17	421
S18	474
S19	172
S20	109
平均	328.17

2) 仔稚鱼的密度分布

本次水平拖网调查，整个调查海区仔稚鱼捕获数量范围为 0~21 ind/net，平均为 4.92 ind/net。

表 5.5.3-5 水平拖网调查各采样站仔稚鱼的密度分布

站号	数量(ind/net)
S7	4
S8	3
S9	1
S10	21
S12	2
S13	3
S15	5
S16	1
S17	10
S18	8
S19	1

S20	0
平均	4.92

3) 鱼卵仔稚鱼的总密度分布

本次水平拖网调查，整个调查海区鱼卵、仔稚鱼总捕获数量范围为 59~502ind/net，平均为 333.08 ind/net，最高出现在 S7 站位。

表 5.5.3-6 水平拖网调查各采样站鱼卵仔稚鱼总密度分布

站号	数量(ind/net)
S7	502
S8	321
S9	59
S10	417
S12	320
S13	468
S15	297
S16	418
S17	431
S18	482
S19	173
S20	109
平均	333.08

(3) 调查小结

本次水平拖网调查，共捕获鱼卵 3938ind、仔稚鱼 59ind；经鉴定隶属于 1 门 14 科 22 种。捕获的鱼卵和仔稚鱼基本上属于沿岸浅海性鱼类，主要是鲱科、鲹科、鲳科、鲷科、鳀科、鲈科、海鳗科、狗母鱼科、石首鱼科、鳗鲡科、舌鳎科、金线鱼科、鲷科、长鲳科。

本次水平拖网调查，整个调查海区鱼卵捕获数量范围为 58~498 ind/net，平均为 328.17 ind/net。

整个调查海区仔稚鱼捕获数量范围为 0~21 ind/net，平均为 4.92 ind/net。

本次水平拖网调查，整个调查海区鱼卵、仔稚鱼总捕获数量范围为 59~502ind/net，平均为 333.08 ind/net，最高出现在 S7 站位。

5.5.3.3 渔业资源调查

1、渔业资源种类组成

(1) 种类组成和分布

游泳生物拖网采样，调查 12 站位，有效站位 12 次，共捕获渔业资源游泳生物种类 12 目 36 科 52 属 71 种（种类名录见附录），其中鱼类 41 种、占总种数的 57.75%，虾类 6 种、占总种数的 8.45%，蟹类 15 种、占总种数的 21.13%，虾蛄类 3 种、占总种数的 4.23%，头足类 6 种，占总种数的 8.45%。

表 5.5.3-7 游泳生物调查渔获种类数

游泳生物类群	种	属	科	目
鱼类	41	33	22	9
虾类	6	5	2	1
蟹类	15	9	8	
虾蛄类	3	2	1	1
头足类	6	3	3	1
合计	71	52	36	12

表 5.5.3-8 各站位各类游泳生物渔获种数分布

站位	总渔获(种)	鱼类(种)	虾类(种)	蟹类(种)	虾蛄类(种)	头足类(种)
S7	15	7	2	4	1	1
S8	12	7	1	2	1	1
S9	18	8	1	6	1	2
S10	24	12	2	7	1	2
S12	17	10	2	2	1	2
S13	20	9	1	6	2	2
S15	21	13	1	5	1	1
S16	20	11	1	5	1	2
S17	16	9	1	4	1	1
S18	22	12	2	4	1	3
S19	14	7	2	4	0	1
S20	23	12	2	7	0	2
合计	71	41	6	15	3	6

调查各站位总渔获种数范围为 12~24 种，平均每站位渔获 19 种，最低渔获种数出现在 S8 号站位，最高渔获种数出现在 S10 号站位。鱼类出现 12 个站位，出现站位渔获种数范围为 7~13 种，各站位平均渔获 10 种，最低渔获种数出现在 S7、S8、S19 号站位，最高渔获种数出现在 S15 号站位。虾类出现 12 个站位，出现站位渔获种数范围为 1~2 种，各站位平均渔获 2 种，最低渔获种数出现在

S8、S9、S13-S17 号站位，最高渔获种数出现在 S7、S10、S12、S18-S20 号站位。蟹类出现 12 个站位，出现站位渔获种数范围为 2~7 种，各站位平均渔获 5 种，最低渔获种数出现在是 S8 号站位，最高渔获种数出现在 S10 号站位。虾蛄类出现 10 个站位，出现站位渔获种数范围为 1~2 种，各站位平均渔获 1 种，除 S13 号站出现 2 种外，其余各站均出现 1 种。头足类出现 12 个站位，出现站位渔获种数范围为 1~3 种，各站位平均渔获 2 种，最低渔获种数出现在是 S7、S8、S15、S17、S19 号站位，最高渔获种数出现在 S18 号站位。

(2) 多样性指数和均匀度

游泳生物的多样性指数分布范围在 1.011~3.504 之间，平均为 2.130，多样性指数最低值出现在 S16 号站位，最高出现在是 S10 号站位；均匀度分布范围在 0.234~0.764 之间，平均为 0.506，均匀度最低出现在 S16 号站位，最高值出现在 S10 号站位。

表 5.5.3-9 游泳生物的多样性指数和均匀度

站位	总种数	多样性指数(H')	均匀度(J')
S7	15	1.594	0.408
S8	12	1.735	0.484
S9	18	1.418	0.340
S10	24	3.504	0.764
S12	17	2.165	0.530
S13	20	1.774	0.411
S15	21	2.590	0.590
S16	20	1.011	0.234
S17	16	1.209	0.302
S18	22	3.292	0.738
S19	14	2.611	0.686
S20	23	2.653	0.586
平均	19	2.130	0.506

(3) 优势种类和主要经济种类

按渔获率大小顺序，鱼类的优势种为短吻鲷、丽叶鲷、鹿斑鲷、菊黄东方鲀、青鳞小沙丁鱼、鳙、细纹鲷、鳗鲡等，虾类的优势种为吐露赤虾、长毛对虾、贪食鼓虾等，蟹类优势种为日本蟳、锐齿蟳、远海梭子蟹、银光梭子蟹、红线黎明蟹、强壮菱蟹等，虾蛄类优势种为口虾蛄等，头足类优势种为中国枪乌贼、剑尖枪乌贼、火枪乌贼、杜氏枪乌贼等。

综合考虑各品种出现站位数、优势度、12个站位平均渔获率大小、12个站位平均尾数渔获率大小、经济价值高低和生物类型代表性，的主要经济种类为短吻鲷、丽叶鲂、鹿斑鲷、中国枪乌贼、剑尖枪乌贼、菊黄东方鲀、青鳞小沙丁鱼、鳎、火枪乌贼、细纹鲷、鳗鲡、曼氏无针乌贼、杜氏枪乌贼、口虾蛄、海鲇、远海梭子蟹、银光梭子蟹、海鳗等。

表 5.5.3-10 渔获样品优势种类和主要经济种类组成

序号	种名	出现次数	优势度	平均渔获率		平均尾数渔获率		体重 g/尾
				kg/h	%	ind/h	%	
1	日本鳎	8	0.31526	22.559	40.891	1781.7	31.734	12.7
2	短吻鲷	11	0.22380	10.704	19.402	907.3	16.161	11.8
3	吐露赤虾	11	0.50392	7.231	13.108	2082.0	37.084	3.5
4	丽叶鲂	12	0.05026	2.367	4.290	184.3	3.283	12.8
5	鹿斑鲷	11	0.04808	1.637	2.967	192.0	3.420	8.6
6	中国枪乌贼	2	0.00132	1.352	2.451	30.0	0.534	45.1
7	剑尖枪乌贼	4	0.00355	1.165	2.112	40.3	0.718	28.9
8	菊黄东方鲀	3	0.00029	0.945	1.714	4.3	0.077	218.2
9	青鳞小沙丁鱼	1	0.00070	0.923	1.672	32.0	0.570	28.8
10	鳎	6	0.00370	0.702	1.273	28.0	0.499	25.1
11	火枪乌贼	4	0.00449	0.598	1.083	51.0	0.908	11.7
12	细纹鲷	9	0.01089	0.563	1.021	51.7	0.920	11.0
13	锐齿鳎	2	0.00120	0.486	0.880	27.3	0.487	17.8
14	鳗鲡	2	0.00009	0.414	0.751	2.0	0.036	207.2
15	曼氏无针乌贼	5	0.00033	0.395	0.715	3.0	0.053	131.5
16	杜氏枪乌贼	4	0.00270	0.338	0.612	23.0	0.410	14.0
17	口虾蛄	9	0.00396	0.273	0.494	17.7	0.315	16.5
18	海鲇	3	0.00011	0.242	0.438	1.7	0.030	145.0
19	远海梭子蟹	7	0.00062	0.227	0.412	3.7	0.065	60.7
20	银光梭子蟹	11	0.01194	0.190	0.344	45.3	0.807	4.2
21	海鳗	4	0.00015	0.139	0.253	1.7	0.030	83.6
22	红线黎明蟹	2	0.00029	0.139	0.253	6.7	0.119	20.9
23	白腹小沙丁鱼	4	0.00032	0.136	0.246	3.7	0.065	37.0
24	强壮菱蟹	6	0.00123	0.109	0.197	8.7	0.154	12.5
25	金色小沙丁鱼	2	0.00013	0.097	0.175	3.0	0.053	32.2
26	黑鲷	1	0.00003	0.090	0.164	0.7	0.012	135.5
27	断脊口虾蛄	1	0.00009	0.085	0.155	4.0	0.071	21.3
28	纤手梭子蟹	4	0.00091	0.081	0.147	9.0	0.160	8.9
29	及达叶鲂	2	0.00003	0.072	0.131	0.7	0.012	108.5

30	蓝圆鲹	2	0.00097	0.068	0.123	22.0	0.392	3.1
----	-----	---	---------	-------	-------	------	-------	-----

2、渔获率分布

游泳生物调查 12 个站位，总渔获量共 336.808kg、34086 尾，总平均渔获率为 55.169kg/h，总平均尾数渔获率为 5614ind/h。各类游泳生物的平均渔获率由高到低依次为蟹类、鱼类、虾类、头足类、虾蛄类。各类型游泳生物的平均尾数渔获率由高到低依次为虾类、蟹类、鱼类、头足类、虾蛄类。

表 5.5.3-11 游泳生物调查各站位渔获率 (kg/h)

调查站位	总渔获	鱼类	虾类	蟹类	虾蛄类	头足类
S7	44.804	36.988	6.024	0.388	0.260	1.144
S8	87.732	44.120	25.856	15.788	0.864	1.104
S9	306.629	23.941	15.872	255.248	0.592	10.976
S10	11.592	6.671	0.440	2.644	0.684	1.152
S12	15.372	10.952	2.816	0.524	0.224	0.856
S13	50.208	35.304	9.344	0.856	1.760	2.944
S15	42.406	25.253	8.320	6.553	0.272	2.008
S16	27.307	10.810	11.776	0.760	0.140	3.820
S17	13.456	7.316	4.096	0.584	0.152	1.308
S18	31.187	24.929	0.616	0.890	0.084	4.668
S19	10.077	3.627	0.786	0.976	0.000	4.688
S20	21.254	5.808	1.776	2.123	0.000	11.548
平均	55.169	19.643	7.310	23.945	0.419	3.851

表 5.5.3-12 游泳生物调查各站位尾数渔获率 (ind/h)

调查站位	总渔获	鱼类	虾类	蟹类	虾蛄类	头足类
S7	4844	2908	1804	48	20	64
S8	12016	4860	6400	652	60	44
S9	29104	2240	5632	20816	48	368
S10	800	460	20	196	28	96
S12	1160	536	484	44	16	80
S13	4064	1512	2304	56	64	128
S15	3936	1812	1536	476	16	96
S16	4700	764	3840	56	16	24
S17	2592	472	2048	24	4	44
S18	1832	1072	136	156	4	464
S19	772	356	196	52	0	168
S20	1552	588	652	116	0	196

调查站位	总渔获	鱼类	虾类	蟹类	虾蛄类	头足类
平均	5614	1465	2088	1891	23	148

单种平均渔获率最高为日本蟳的 22.559kg/h，占总平均渔获率的 40.891%，最低为鳞斑蟹的 0.002kg/h，占总平均渔获率的 0.004%；单种平均尾数渔获率最高为吐露赤虾的 2082.0ind/h，占总平均尾数渔获率的 37.084%，最低为黑尾前肛鳗、晶莹蟳、日本银鲈、鲷、黄鲫、绿斑细棘鲷虎鱼、沟鲈、柏氏四盘耳乌贼、鲷、阿氏强蟹、赤鼻棱鳀、单指虎鲷、小牙鲷等的 0.3ind/h，占总平均尾数渔获率的 0.006%。

表 5.5.3-13 游泳生物调查渔获样品组成

序号	种名	出现次数	优势度	平均渔获率		平均尾数渔获率		体重
				kg/h	%	ind/h	%	
1	日本蟳	8	0.31526	22.559	40.891	1781.7	31.734	12.7
2	短吻鳐	11	0.22380	10.704	19.402	907.3	16.161	11.8
3	吐露赤虾	11	0.50392	7.231	13.108	2082.0	37.084	3.5
4	丽叶鲷	12	0.05026	2.367	4.290	184.3	3.283	12.8
5	鹿斑鳐	11	0.04808	1.637	2.967	192.0	3.420	8.6
6	中国枪乌贼	2	0.00132	1.352	2.451	30.0	0.534	45.1
7	剑尖枪乌贼	4	0.00355	1.165	2.112	40.3	0.718	28.9
8	菊黄东方鲀	3	0.00029	0.945	1.714	4.3	0.077	218.2
9	青鳞小沙丁鱼	1	0.00070	0.923	1.672	32.0	0.570	28.8
10	鳎	6	0.00370	0.702	1.273	28.0	0.499	25.1
11	火枪乌贼	4	0.00449	0.598	1.083	51.0	0.908	11.7
12	细纹鳐	9	0.01089	0.563	1.021	51.7	0.920	11.0
13	锐齿蟳	2	0.00120	0.486	0.880	27.3	0.487	17.8
14	鳎	2	0.00009	0.414	0.751	2.0	0.036	207.2
15	曼氏无针乌贼	5	0.00033	0.395	0.715	3.0	0.053	131.5
16	杜氏枪乌贼	4	0.00270	0.338	0.612	23.0	0.410	14.0
17	口虾蛄	9	0.00396	0.273	0.494	17.7	0.315	16.5
18	海鲗	3	0.00011	0.242	0.438	1.7	0.030	145.0
19	远海梭子蟹	7	0.00062	0.227	0.412	3.7	0.065	60.7
20	银光梭子蟹	11	0.01194	0.190	0.344	45.3	0.807	4.2
21	海鳗	4	0.00015	0.139	0.253	1.7	0.030	83.6
22	红线黎明蟹	2	0.00029	0.139	0.253	6.7	0.119	20.9
23	白腹小沙丁鱼	4	0.00032	0.136	0.246	3.7	0.065	37.0
24	强壮菱蟹	6	0.00123	0.109	0.197	8.7	0.154	12.5
25	金色小沙丁鱼	2	0.00013	0.097	0.175	3.0	0.053	32.2

序号	种名	出现 次数	优势度	平均渔获率		平均尾数渔获率		体重
				kg/h	%	ind/h	%	g/尾
26	黑鲷	1	0.00003	0.090	0.164	0.7	0.012	135.5
27	断脊口虾蛄	1	0.00009	0.085	0.155	4.0	0.071	21.3
28	纤手梭子蟹	4	0.00091	0.081	0.147	9.0	0.160	8.9
29	及达叶鲔	2	0.00003	0.072	0.131	0.7	0.012	108.5
30	蓝圆鲹	2	0.00097	0.068	0.123	22.0	0.392	3.1
31	多带拟鲈	7	0.00087	0.067	0.121	5.3	0.095	13.3
32	猛虾蛄	1	0.00003	0.061	0.111	1.3	0.024	46.0
33	竹筴鱼	3	0.00033	0.054	0.097	3.3	0.059	14.7
34	斑鲷	1	0.00003	0.052	0.095	1.3	0.024	39.3
35	真鲷	2	0.00021	0.048	0.087	4.7	0.083	10.3
36	疣面关公蟹	4	0.00029	0.046	0.084	3.0	0.053	14.6
37	长蛇鲻	2	0.00003	0.046	0.083	0.7	0.012	69.0
38	截尾白姑鱼	1	0.00003	0.044	0.080	0.7	0.012	66.0
39	羊毛绒球蟹	2	0.00004	0.032	0.057	1.0	0.018	31.7
40	三长棘鲷	5	0.00029	0.029	0.053	2.7	0.047	10.9
41	月腹刺鲀	1	0.00001	0.027	0.050	0.7	0.012	41.0
42	锈斑蟳	3	0.00009	0.024	0.043	1.0	0.018	31.7
43	隆线强蟹	2	0.00003	0.023	0.042	0.7	0.012	34.5
44	多鳞鲱	2	0.00006	0.022	0.040	1.0	0.018	24.5
45	裘氏小沙丁鱼	1	0.00003	0.022	0.039	0.7	0.012	32.5
46	长毛对虾	1	0.00001	0.021	0.038	0.3	0.006	63.0
47	贪食鼓虾	2	0.00013	0.021	0.038	1.7	0.030	12.2
48	黑尾前肛鲻	1	0.00001	0.018	0.033	0.3	0.006	54.0
49	大鳞鲷	1	0.00003	0.017	0.031	1.3	0.024	13.0
50	鹰爪虾	2	0.00007	0.016	0.029	1.7	0.030	9.7
51	长颌棱鲷	1	0.00001	0.015	0.027	0.7	0.012	22.5
52	中华小沙丁鱼	1	0.00001	0.013	0.024	0.7	0.012	20.0
53	晶莹蟳	1	0.00001	0.014	0.025	0.3	0.006	41.0
54	鲜明鼓虾	1	0.00002	0.011	0.021	1.0	0.018	11.3
55	日本银鲈	1	0.00001	0.010	0.018	0.3	0.006	30.0
56	鲷	1	0.00001	0.010	0.018	0.3	0.006	30.0
57	哈氏仿对虾	1	0.00002	0.009	0.017	1.0	0.018	9.3
58	大扁蛛蟹	2	0.00007	0.009	0.017	1.7	0.030	5.5
59	黄鲷	1	0.00001	0.007	0.013	0.3	0.006	21.0
60	绿斑细棘鲷虎鱼	1	0.00001	0.007	0.013	0.3	0.006	21.0
61	半滑舌鲷	2	0.00006	0.007	0.013	1.0	0.018	7.7
62	沟鲹	1	0.00001	0.006	0.011	0.3	0.006	19.0

序号	种名	出现 次数	优势度	平均渔获率		平均尾数渔获率		体重
				kg/h	%	ind/h	%	g/尾
63	纤羊舌鲆	2	0.00006	0.006	0.011	1.3	0.024	4.4
64	柏氏四盘耳乌贼	1	0.00001	0.004	0.008	0.3	0.006	13.0
65	刺鲳	2	0.00003	0.004	0.008	0.7	0.012	6.5
66	鲳	1	0.00001	0.004	0.007	0.3	0.006	12.0
67	阿氏强蟹	1	0.00001	0.003	0.006	0.3	0.006	10.0
68	赤鼻棱鲉	1	0.00001	0.003	0.006	0.3	0.006	10.0
69	单指虎鲂	1	0.00001	0.003	0.005	0.3	0.006	8.3
70	小牙鲷	1	0.00001	0.003	0.005	0.3	0.006	7.7
71	鳞斑蟹	1	0.00001	0.002	0.004	0.7	0.012	3.6

3、渔业资源密度分布

游泳生物调查总平均资源密度为 2235.315kg/km²，总平均资源尾数密度为 227707.7ind/km²。各类游泳生物的平均资源密度由高到低依次为蟹类、鱼类、虾类、头足类、虾蛄类；各类游泳生物的平均资源尾数密度由高到低依次为虾类、蟹类、鱼类、头足类、虾蛄类。

表 5.5.3-14 各站位游泳生物资源密度 (kg/km²)

调查站位	总渔获	鱼类	虾类	蟹类	虾蛄类	头足类
S7	1818.964	1501.648	244.564	15.752	10.556	46.444
S8	3561.766	1791.195	1049.709	640.965	35.077	44.820
S9	12448.594	971.955	644.376	10362.624	24.034	445.606
S10	470.599	270.839	17.863	107.358	27.769	46.769
S12	624.076	444.632	114.325	21.273	9.094	34.752
S13	2038.357	1433.281	379.350	34.752	71.453	119.521
S15	1662.259	989.883	326.130	256.874	10.662	78.710
S16	1108.608	438.883	478.085	30.871	5.684	155.085
S17	566.523	308.017	172.449	24.588	6.399	55.069
S18	1266.146	1012.066	25.009	36.149	3.410	189.513
S19	394.994	142.180	30.810	38.242	0.000	183.762
S20	862.892	235.795	72.103	86.182	0.000	468.812
平均	2235.315	795.031	296.231	971.302	17.012	155.739

表 5.5.3-15 各站位游泳生物资源尾数密度 (ind/km²)

调查站位	总渔获	鱼类	虾类	蟹类	虾蛄类	头足类
S7	196658.0	118059.7	73239.3	1948.7	812.0	2598.3
S8	487828.6	197307.5	259828.8	26470.1	2435.9	1786.3

调查站位	总渔获	鱼类	虾类	蟹类	虾蛄类	头足类
S9	1181571.6	90940.1	228649.4	845093.3	1948.7	14940.2
S10	32478.6	18675.2	812.0	7957.3	1136.8	3897.4
S12	47094.0	21760.7	19649.6	1786.3	649.6	3247.9
S13	164991.3	61384.6	93538.4	2273.5	2598.3	5196.6
S15	154284.6	71027.3	60208.6	18658.4	627.2	3763.0
S16	190811.8	31017.1	155897.3	2273.5	649.6	974.4
S17	109128.1	19872.1	86224.7	1010.4	168.4	1852.5
S18	74376.0	43521.3	5521.4	6333.3	162.4	18837.6
S19	30261.1	13954.6	7682.9	2038.3	0.0	6585.3
S20	63008.5	23871.8	26470.1	4709.4	0.0	7957.3
平均	227707.7	59282.7	84810.2	76712.7	932.4	5969.7

游泳生物调查, 单种平均资源密度最高为日本蟳的 $915.869\text{kg}/\text{km}^2$, 占总平均资源密度的 40.973%, 最低为鳞斑蟹的 $0.096\text{kg}/\text{km}^2$, 占总平均渔获资源密度的 0.004%; 单种平均资源尾数密度最高为吐露赤虾的 $84580.6\text{ind}/\text{km}^2$, 占总平均资源尾数密度的 37.144%, 最低为晶莹蟳、赤鼻梭鲈等的 $13.1\text{ind}/\text{km}^2$, 占总平均资源尾数密度的 0.006%。

表 5.5.3-16 游泳生物调查各品种资源密度

序号	种名	出现次数	优势度	平均资源密度		平均尾数密度		体重
				kg/km^2	%	ind/km^2	%	
1	日本蟳	8	0.31526	915.869	40.973	72333.1	31.766	12.7
2	短吻鲷	11	0.22380	433.454	19.391	36756.8	16.142	11.8
3	吐露赤虾	11	0.50392	293.033	13.109	84580.6	37.144	3.5
4	丽叶鲷	12	0.05026	95.589	4.276	7455.2	3.274	12.8
5	鹿斑鲷	11	0.04808	66.236	2.963	7770.7	3.413	8.6
6	中国枪乌贼	2	0.00132	54.342	2.431	1198.3	0.526	45.1
7	剑尖枪乌贼	4	0.00355	47.461	2.123	1643.0	0.722	28.9
8	菊黄东方鲀	3	0.00029	38.231	1.710	175.5	0.077	218.2
9	青鳞小沙丁鱼	1	0.00070	37.459	1.676	1299.1	0.571	28.8
10	鲷	6	0.00370	28.591	1.279	1139.5	0.500	25.1
11	火枪乌贼	4	0.00449	24.030	1.075	2059.3	0.904	11.7
12	细纹鲷	9	0.01089	22.446	1.004	2058.4	0.904	11.0
13	锐齿蟳	2	0.00120	19.075	0.853	1072.4	0.471	17.8
14	鳗鲡	2	0.00009	16.821	0.753	81.2	0.036	207.2
15	曼氏无针乌贼	5	0.00033	16.021	0.717	121.8	0.053	131.5
16	杜氏枪乌贼	4	0.00270	13.709	0.613	933.8	0.410	14.0

序号	种名	出现 次数	优势度	平均资源密度		平均尾数密度		体重 g/尾
				kg/km ²	%	ind/km ²	%	
17	口虾蛄	9	0.00396	11.057	0.495	715.9	0.314	16.5
18	海站	3	0.00011	9.747	0.436	67.2	0.030	145.0
19	远海梭子蟹	7	0.00062	9.216	0.412	148.9	0.065	60.7
20	银光梭子蟹	11	0.01194	7.649	0.342	1824.2	0.801	4.2
21	海鳗	4	0.00015	5.657	0.253	67.7	0.030	83.6
22	红线黎明蟹	2	0.00029	5.576	0.249	266.5	0.117	20.9
23	白腹小沙丁鱼	4	0.00032	5.508	0.246	148.9	0.065	37.0
24	强壮菱蟹	6	0.00123	4.413	0.197	351.4	0.154	12.5
25	金色小沙丁鱼	2	0.00013	3.908	0.175	121.5	0.053	32.2
26	黑鲷	1	0.00003	3.667	0.164	27.1	0.012	135.5
27	断脊口虾蛄	1	0.00009	3.464	0.155	162.4	0.071	21.3
28	纤手梭子蟹	4	0.00091	3.288	0.147	365.4	0.160	8.9
29	及达叶鲗	2	0.00003	2.982	0.133	27.6	0.012	108.5
30	蓝圆鲗	2	0.00097	2.693	0.120	872.6	0.383	3.1
31	多带拟鲈	7	0.00087	2.683	0.120	215.1	0.094	13.3
32	猛虾蛄	1	0.00003	2.490	0.111	54.1	0.024	46.0
33	竹筴鱼	3	0.00033	2.188	0.098	135.8	0.060	14.7
34	斑鲷	1	0.00003	2.125	0.095	54.1	0.024	39.3
35	真鲷	2	0.00021	1.949	0.087	189.5	0.083	10.3
36	疣面关公蟹	4	0.00029	1.882	0.084	121.8	0.053	14.6
37	长蛇鲻	2	0.00003	1.834	0.082	26.6	0.012	69.0
38	截尾白姑鱼	1	0.00003	1.786	0.080	27.1	0.012	66.0
39	羊毛绒球蟹	2	0.00004	1.323	0.059	41.1	0.018	31.7
40	二长棘鲷	5	0.00029	1.158	0.052	106.4	0.047	10.9
41	月腹刺鲀	1	0.00001	1.110	0.050	27.1	0.012	41.0
42	锈斑蟳	3	0.00009	0.970	0.043	40.6	0.018	31.7
43	隆线强蟹	2	0.00003	0.907	0.041	26.6	0.012	34.5
44	多鳞鳐	2	0.00006	0.893	0.040	40.6	0.018	24.5
45	裘氏小沙丁鱼	1	0.00003	0.880	0.039	27.1	0.012	32.5
46	长毛对虾	1	0.00001	0.853	0.038	13.5	0.006	63.0
47	贪食鼓虾	2	0.00013	0.853	0.038	67.7	0.030	12.2
48	黑尾前肛鳗	1	0.00001	0.731	0.033	13.5	0.006	54.0
49	大鳞鳞鲷	1	0.00003	0.704	0.031	54.1	0.024	13.0
50	鹰爪虾	2	0.00007	0.654	0.029	67.2	0.030	9.7
51	长颌棱鲷	1	0.00001	0.609	0.027	27.1	0.012	22.5
52	中华小沙丁鱼	1	0.00001	0.541	0.024	27.1	0.012	20.0
53	晶莹蟳	1	0.00001	0.536	0.024	13.1	0.006	41.0

序号	种名	出现次数	优势度	平均资源密度		平均尾数密度		体重 g/尾
				kg/km ²	%	ind/km ²	%	
54	鲜明鼓虾	1	0.00002	0.460	0.021	40.6	0.018	11.3
55	日本银鲈	1	0.00001	0.406	0.018	13.5	0.006	30.0
56	鲮	1	0.00001	0.406	0.018	13.5	0.006	30.0
57	哈氏仿对虾	1	0.00002	0.379	0.017	40.6	0.018	9.3
58	大扁蛛蟹	2	0.00007	0.366	0.016	67.2	0.030	5.5
59	黄鲫	1	0.00001	0.295	0.013	14.0	0.006	21.0
60	绿斑细棘鲈虎鱼	1	0.00001	0.284	0.013	13.5	0.006	21.0
61	半滑舌鲷	2	0.00006	0.284	0.013	40.6	0.018	7.7
62	沟鲈	1	0.00001	0.257	0.012	13.5	0.006	19.0
63	纤羊舌鲆	2	0.00006	0.235	0.011	53.7	0.024	4.4
64	柏氏四盘耳乌贼	1	0.00001	0.176	0.008	13.5	0.006	13.0
65	刺鲳	2	0.00003	0.170	0.008	26.1	0.011	6.5
66	鲷	1	0.00001	0.168	0.008	14.0	0.006	12.0
67	阿氏强蟹	1	0.00001	0.135	0.006	13.5	0.006	10.0
68	赤鼻棱鲉	1	0.00001	0.131	0.006	13.1	0.006	10.0
69	单指虎鲂	1	0.00001	0.112	0.005	13.5	0.006	8.3
70	小牙鲷	1	0.00001	0.104	0.005	13.5	0.006	7.7
71	鳞斑蟹	1	0.00001	0.096	0.004	27.1	0.012	3.6

5.6 海洋生物质量现状调查与评价

2023年11月海洋生物质量调查共布设生物体质量调查站位9个，其调查站位为5.2节中的S1、S3、S7、S9、S10、S13、S15、S17、S19号站位，现场调查采集鱼类、甲壳类和软体类，分析生物体内的铜（Cu）、铅（Pb）、锌（Zn）、镉（Cd）、汞（Hg）、砷（As）和石油烃（TPHs）等。

2024年4月海洋生物质量调查共布设生物体质量调查站位9个，其调查站位为5.2节中的S1、S3、S7、S9、S10、S13、S15、S17、S19号站位，现场调查采集鱼类、甲壳类和软体类，分析生物体内的铜（Cu）、铅（Pb）、锌（Zn）、镉（Cd）、汞（Hg）、砷（As）和石油烃（TPHs）等。

5.6.1 采样方法与评价方法

（1）采样方法

① 贝类样品的采集

用清洁刮刀从其附着物上采集贝类样品，选取足够数量的完好贝类存于高密

度塑料袋中，压出袋内空气，将袋口打结或热封，将此袋和样品标签一起放入聚乙烯袋中并封口，存于冷冻箱中。

② 虾与中小型鱼样采集

按要求选取足够数量的完好生物样，放入干净的聚乙烯袋中，应防止袋子被刺破。挤出袋内空气，将袋口打结或热封，将此袋和样品标签一起放入另一聚乙烯袋中，封口，于低温冰箱中贮存。若保存时间不太长（热天不超过 48h），可用冰箱或冷冻箱贮放样品。

③ 大型鱼类采集

测量并记下鱼样的体长、体重和性别。用清洁的金属刀切下至少 100g 肌肉组织，厚度至少 5cm，样品处理时，切除玷污或内脏部分。存于清洁的聚乙烯袋中，挤出空气并封口，将此袋和样品标签一起放入另一聚乙烯袋中，封口，于低温冰箱中贮存。若保存时间不太长（热天不超过 48h），可用冰箱或冷冻箱贮放样品。

(2) 分析方法

样品的预处理和分析方法遵照《海洋监测规范》（GB 17378.6-2007）、《海洋监测技术规程 第 3 部分：生物体》（HY/T 147.3-2013）进行，各项目的分析方法如表 5.6.1-1。

表 5.6.1-1 生物体质量检测方法

检测项目	检测方法	单位	检出限
石油烃	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》GB 17378.6-2007	10 ⁻⁶	0.2
镉	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》GB 17378.6-2007	10 ⁻⁶	0.003
铅	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》GB 17378.6-2007	10 ⁻⁴	0.04
铜	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》GB 17378.6-2007	10 ⁻⁶	0.4
汞	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》GB 17378.6-2007	10 ⁻⁶	0.005
锌	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》GB 17378.6-2007	10 ⁻⁶	0.4
铬	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》GB 17378.6-2007	10 ⁻⁶	0.04
砷	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》GB 17378.6-2007	10 ⁻⁶	0.2

(3) 评价方法与标准

1) 评价内容

海洋生物质量现状评价应给出调查站位平面分布图，给出监测要素的实测值和标准指数值，综合阐述海洋生物质量的现状与特征，主要包括：

- ① 简要评价调查海域海洋沉积物质量的基本特征；针对特殊测值和现象给出致因分析；
- ② 根据调查站位所在功能区对海洋生物质量的要求，评价各监测要素达标及超标情况。

2) 评价方法

海洋生物质量现状评价采用标准指数法。

3) 评价标准

海洋生物中贝类质量标准参照《海洋生物质量》（GB18421-2001），见表5.6.1-2。其他鱼类、甲壳类、软体类等海洋生物质量评价标准采用《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的铜、铅、锌、镉、总汞的评价标准，海岸带生物调查标准中无石油烃限量规定，参考采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准，鱼类、甲壳类、软体类等海洋生物无铬、砷评价标准，因此不对铬、砷作评价。

表 5.6.1-2 海洋贝类生物质量标准值（鲜重） mg/kg

序号	项目	第一类	第二类	第三类
1	总汞≤	0.05	0.10	0.30
2	镉≤	0.2	2.0	5.0
3	铅≤	0.1	2.0	6.0
4	锌≤	20	50	100（牡蛎 500）
5	铜≤	10	25	50（牡蛎 100）
6	铬≤	0.5	2.0	6.0
7	砷≤	1.0	5.0	8.0
8	石油烃≤	15	50	80

表 5.6.1-3 海洋生物质量标准值（鲜重） mg/kg

依据来源	生物类别	总汞	镉	锌	铅	铜	砷	石油烃*
《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）附录 C	鱼 类	0.3	0.6	40	2	20	1	20
	甲壳类	0.2	2	150	2	100	1	20
	软体类	0.3	5.5	250	10	100	1	20

5.6.2 2024 年 4 月生物质量调查结果与评价

(1) 调查结果

2024 年 4 月调查监测结果看，S1、S3、S7、S9、S10、S13、S15、S17、S19 号站位共计 9 个站位所采集的 18 份海洋生物体中，鱼类铜、锌、镉、汞、砷和石油烃检出率为 100%，铅检出率为 55.6%。甲壳类铜、铅、锌、镉、汞、砷和石油烃检出率为 100%。

监测结果见表 5.6.2-1。

表 5.6.2-1 生物体监测数据表（鲜重）

站位	生物类别	检测项目（鲜重，mg/kg）						
		总汞	镉	铅	锌	铜	砷	石油烃
S1	杜氏赤虾	0.011	0.016	0.055	10.443	3.186	0.230	8.390
S3	杜氏赤虾	0.010	0.017	0.048	10.260	2.052	0.188	4.514
S7	杜氏赤虾	0.010	0.013	0.027	9.955	2.353	0.150	5.249
S9	杜氏赤虾	0.012	0.013	0.056	11.704	2.926	0.293	5.476
S10	宽突赤虾	0.013	0.011	0.029	10.725	2.925	0.183	8.541
S13	杜氏赤虾	0.013	0.011	0.038	9.540	3.060	0.144	11.574
S15	杜氏赤虾	0.013	0.011	0.049	9.282	3.276	0.175	6.443
S17	杜氏赤虾	0.012	0.010	0.050	11.385	5.175	0.228	6.831
S19	杜氏赤虾	0.014	0.010	0.038	12.390	4.830	0.197	5.586
S1	截尾白姑鱼	0.087	0.007	0.014	7.453	7.196	0.136	6.168
S3	丽叶鲷	0.030	0.021	0.013	25.839	0.950	0.297	3.980
S7	丽叶鲷	0.035	0.027	-	20.803	0.967	0.293	3.956
S9	丽叶鲷	0.021	0.025	0.020	21.280	1.232	0.336	2.310
S10	黑鲷	0.136	0.005	-	8.778	0.485	0.109	6.907
S13	鳎鲆	0.038	0.012	0.038	10.560	2.880	0.161	5.357
S15	丽叶鲷	0.030	0.062	-	23.403	1.264	0.323	7.371
S17	丽叶鲷	0.026	0.021	0.013	19.028	1.045	0.295	3.832
S19	丽叶鲷	0.034	0.024	-	24.969	0.890	0.247	1.883

(2) 评价结果

生物体调查结果表明：

①鱼类

调查海域所有站位鱼类生物体内的重金属(铜、铅、镉、锌、总汞、砷)和石油烃含量均满足《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）附录 C 要求。

②甲壳类

调查海域所有站位甲壳类生物体内的重金属(铜、铅、镉、锌、总汞、砷)

和石油烃含量均满足《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）附录C要求。

表 5.6.2-2 鱼类、甲壳类生物体评价结果表

站位	生物类别	评价标准指数						
		总汞	镉	铅	锌	铜	砷	石油烃
S1	杜氏赤虾	0.055	0.008	0.028	0.070	0.032	0.230	0.420
S3	杜氏赤虾	0.050	0.009	0.024	0.068	0.021	0.188	0.226
S7	杜氏赤虾	0.050	0.007	0.014	0.066	0.024	0.150	0.262
S9	杜氏赤虾	0.060	0.007	0.028	0.078	0.029	0.293	0.274
S10	宽突赤虾	0.065	0.006	0.015	0.072	0.029	0.183	0.427
S13	宽突赤虾	0.065	0.006	0.019	0.064	0.031	0.144	0.579
S15	宽突赤虾	0.065	0.006	0.025	0.062	0.033	0.175	0.322
S17	宽突赤虾	0.060	0.005	0.025	0.076	0.052	0.228	0.342
S19	宽突赤虾	0.070	0.005	0.019	0.083	0.048	0.197	0.279
S1	金钱鱼	0.290	0.012	0.007	0.186	0.360	0.136	0.308
S3	金钱鱼	0.100	0.035	0.007	0.646	0.048	0.297	0.199
S7	鳗鲡	0.117	0.045	-	0.520	0.048	0.293	0.198
S9	鳗鲡	0.070	0.042	0.010	0.532	0.062	0.336	0.116
S10	二长棘鲷	0.453	0.008	-	0.219	0.024	0.109	0.345
S13	丽叶鲷	0.127	0.020	0.019	0.264	0.144	0.161	0.268
S15	二长棘鲷	0.100	0.103	-	0.585	0.063	0.323	0.369
S17	鲷	0.087	0.035	0.007	0.476	0.052	0.295	0.192
S19	鳗鲡	0.113	0.040	-	0.624	0.045	0.247	0.094

5.7 环境空气质量现状

项目所在区域不属于大气环境功能区划划定范围，只对项目所在湛江市环境空气质量达标情况进行判定。

本报告引用《2022 年度湛江环境质量年报简报》（湛江环境保护监测站）的数据或结论对项目是否为达标区进行判断。2022 年湛江市 SO_2 、 NO_2 、 PM_{10} 、 CO 、 O_3 的年平均浓度，24 小时平均或日最大 8h 平均浓度和相应百分位数均低于《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中二级标准限值。降尘年均浓度值为 2.4 吨/平方千米·月，低于广东省 8 吨/平方千米·月的标准限值。

因此，湛江市属于大气环境质量达标区。

5.8 声环境质量现状

按《湛江市城市声环境功能区划分》（2020 年修订），文件中没有对项目

所在海域声环境进行功能区划分，且本项目评价范围内无声环境保护目标，只对项目所在湛江市声环境质量达标情况进行判定。

根据《2022年湛江市生态环境状况公报》（来源：湛江市生态环境局官网，链接：https://www.zhanjiang.gov.cn/sthj/gkmlpt/content/1/1738/mpost_1738862.html#294），区域声环境质量现状如下：

（1）声环境功能区达标情况

2022年，全市15个功能区声环境监测达标率分别为：1类区昼间50%，夜间66.7%；2类区昼间81.3%，夜间87.5%；3类区昼间100%，夜间91.7%；4类区昼间100%，夜间50.0%。

2022年，全市城市功能区声环境质量昼间监测达标率为85.0%，夜间监测达标率为80.0%，城市功能区声环境质量保持稳定。

（2）区域环境噪声

湛江市共有198个区域环境噪声监测点位。2022年，市区昼间区域环境噪声等效声级为55.7dB(A)，符合《环境噪声监测技术规范城市声环境常规监测》(HJ640-2012)中城市区域环境噪声总体水平等级划分中昼间三级标准，声环境质量处于“一般”级别。

与上年相比，昼间等效声级上升了0.7dB(A)，区域声环境质量状况变化不大。

（3）道路交通噪声

湛江市共有82个道路环境噪声监测点位。2022年，市区昼间道路环境噪声等效声级为68.7dB(A)，符合《环境噪声监测技术规范城市声环境常规监测》(HJ640-2012)中道路交通噪声强度等级划分中昼间二级标准，声环境质量处于“较好”级别。与上年相比，昼间等效声级上升了0.5dB(A)，昼间道路环境噪声质量状况变化不大。

6 环境影响预测与评价

6.1 水文动力环境影响预测与评价

潮流数值计算是研究评价海域现状潮流场及预测潮流场分布的一个重要手段，是海洋环境影响评价工作的基础。在此基础上可以预测评价海域因工程实施而引起的海水水质及水动力条件的变化，进而预测工程对海洋环境产生的影响。

6.1.1 水动力模型简介

The Unstructured Grid Finite Volume Community Ocean Model-FVCOM 是美国麻省大学陈长胜及其团队开发的近岸海洋数值模式，FVCOM 采用无结构三角网格，可以很好的拟合复杂岸线，引入潮流动边界处理，在河口及潮滩区域更为适用，在垂直方向上使用 σ 坐标变化可以更好的表示不规则变化的海底地形，模型还包含干湿网格处理模块、质点跟踪模块、染色剂模块以及泥沙输运模块等，并且能够在大型服务器上进行并行计算，极大的提升了计算效率，缩短了调试与计算时间，目前已经被越来越多的学者用于近岸海洋数值模拟研究。

(1) 基本方程

控制方程包括下列动量方程、连续方程、温度方程、盐度方程和密度方程：

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} - f v = -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_m \frac{\partial u}{\partial z} \right) + F_u$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} + f u = -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial P}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_m \frac{\partial v}{\partial z} \right) + F_v$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0$$

$$\frac{\partial P}{\partial z} = -\rho g$$

$$\frac{\partial T}{\partial t} + u \frac{\partial T}{\partial x} + v \frac{\partial T}{\partial y} + w \frac{\partial T}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial z} \left(K_h \frac{\partial T}{\partial z} \right) + F_T$$

$$\frac{\partial S}{\partial t} + u \frac{\partial S}{\partial x} + v \frac{\partial S}{\partial y} + w \frac{\partial S}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial z} \left(K_h \frac{\partial S}{\partial z} \right) + F_S$$

$$\rho = \rho(T, S)$$

其中， x 、 y 、 z 分别表示东西向，南北向和垂直方向坐标轴； u 、 v 、 w 分别为 x 、 y 、 z 方向的速度分量， T 为温度； S 为盐度； ρ 为密度； P 为压强； f 为科氏参量； g 为重力加速度； K_m 为垂直涡粘系数； K_h 为垂直热量涡度扩散系数，二者

均采用 Mellor Yamada-2.5 端封闭模式计算； F_u 、 F_v 、 F_T 和 F_S 分别代表水平动量，热量和盐度的扩散项，采用 Smagorinsky 的涡度参数化方案进行计算。

(2) σ 坐标下的控制方程

在垂直方向上使用 σ 坐标变化可以更好的表示不规则变化的海底地形。 σ 坐标变换定义如下：

$$\sigma = \frac{z - \zeta}{H + \zeta} = \frac{z - \zeta}{D}$$

其中 σ 从-1 到 0 之间取值，-1 表示海底，0 表示海面； D 为整体水柱深度，即 $D = H + \zeta$ ； H 为海底深度（相对于平均海面 $\zeta = 0$ ）。 σ 坐标下的控制方程为：

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial Du}{\partial x} + \frac{\partial Dv}{\partial y} + \frac{\partial \omega}{\partial \sigma} = 0$$

$$\frac{\partial uD}{\partial t} + \frac{\partial u^2 D}{\partial x} + \frac{\partial uvD}{\partial y} + \frac{\partial u\omega}{\partial \sigma} - fvD$$

$$= -gD \frac{\partial \zeta}{\partial x} - \frac{gD}{\rho_0} \left[\frac{\partial}{\partial x} \left(D \int_{\sigma}^0 \rho d\sigma' \right) + \sigma \rho \frac{\partial D}{\partial x} \right] + \frac{1}{D} \frac{\partial}{\partial \sigma} \left(K_m \frac{\partial u}{\partial \sigma} \right) + DF_x$$

$$\frac{\partial vD}{\partial t} + \frac{\partial uvD}{\partial x} + \frac{\partial v^2 D}{\partial y} + \frac{\partial v\omega}{\partial \sigma} + fuD$$

$$= -gD \frac{\partial \zeta}{\partial y} - \frac{gD}{\rho_0} \left[\frac{\partial}{\partial y} \left(D \int_{\sigma}^0 \rho d\sigma' \right) + \sigma \rho \frac{\partial D}{\partial y} \right] + \frac{1}{D} \frac{\partial}{\partial \sigma} \left(K_m \frac{\partial v}{\partial \sigma} \right) + DF_y$$

$$\frac{\partial TD}{\partial t} + \frac{\partial TuD}{\partial x} + \frac{\partial TvD}{\partial y} + \frac{\partial T\omega}{\partial \sigma} = \frac{1}{D} \frac{\partial}{\partial \sigma} \left(K_h \frac{\partial T}{\partial \sigma} \right) + D\hat{H} + DF_T$$

$$\frac{\partial SD}{\partial t} + \frac{\partial SuD}{\partial x} + \frac{\partial SvD}{\partial y} + \frac{\partial S\omega}{\partial \sigma} = \frac{1}{D} \frac{\partial}{\partial \sigma} \left(K_h \frac{\partial S}{\partial \sigma} \right) + DF_S$$

$$\rho = \rho(T, S)$$

在 σ 坐标系下，水平扩散项定义如下：

$$DF_x \approx \frac{\partial}{\partial x} \left[2A_m H \frac{\partial u}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[A_m H \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right) \right]$$

$$DF_y \approx \frac{\partial}{\partial x} \left[A_m H \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right) \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[2A_m H \frac{\partial v}{\partial y} \right]$$

$$D(F_T, F_S, F_{q^2}, F_{q^2l}) \approx \left[\frac{\partial}{\partial x} \left(A_h H \frac{\partial}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(A_h H \frac{\partial}{\partial y} \right) \right] (T, S, q^2, q^2l)$$

其中 A_m 和 A_h 分别为水平涡动及温度扩散系数。Mellor 和 Blumberg 认为水平扩散项的简化有助于保证 σ 坐标转换中局地一维底边界层模拟的有效性。在物理意义上，这种简化等同于假设水平扩散仅发生在平行于 σ 层的方向。然而这种简

化会使得斜坡区域出现附加的垂向混合，因此在垂直方向上会出现模式-预报温跃层的扩散。

边界条件如下：

在表面 $\sigma = 0$ 处：

$$\left(\frac{\partial u}{\partial \sigma}, \frac{\partial v}{\partial \sigma}\right) = \frac{D}{\rho_0 K_m} (\tau_{sx}, \tau_{sy})$$

$$\omega = \frac{\hat{E} - \hat{P}}{\rho}$$

$$\frac{\partial T}{\partial \sigma} = \frac{D}{\rho c_p K_h} [Q_n(x, y, t) - SW(x, y, 0, t)]$$

$$\frac{\partial S}{\partial \sigma} = \frac{S(\hat{P} - \hat{E})D}{K_h \rho}$$

在底部 $\sigma = -1$ 处

$$\left(\frac{\partial u}{\partial \sigma}, \frac{\partial v}{\partial \sigma}\right) = \frac{D}{\rho_0 K_m} (\tau_{bx}, \tau_{by})$$

$$\omega = \frac{Q_b}{\Omega}$$

$$\frac{\partial T}{\partial \sigma} = \frac{A_H D \tan \alpha}{K_h - A_H \tan^2 \alpha} \frac{\partial T}{\partial n}$$

$$\frac{\partial S}{\partial \sigma} = \frac{A_H D \tan \alpha}{K_h - A_H \tan^2 \alpha} \frac{\partial S}{\partial n}$$

其中， τ_{sx} 、 τ_{sy} 为海表面风应力在 x、y 方向的分量； τ_{bx} 、 τ_{by} 为底部摩擦力在 x、y 方向的分量； $\hat{E}$ 和 $\hat{P}$ 分别为蒸发速率和降水速率； Q_b 为地下水体积通量。 Ω 为水源面积； n 为水平方向坐标，考虑到河口底形变化较大，底部盐度、温度梯度不再简化为 0，而是与河底坡度 σ 和相应的水平梯度有关。

3) 垂向积分二维方程

垂向积分的二维动量方程和连续方程如下：

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial(\bar{u}D)}{\partial x} + \frac{\partial(\bar{v}D)}{\partial y} + \frac{\hat{E} - \hat{P}}{\rho} + \frac{Q_b}{\Omega} = 0$$

$$\begin{aligned}
& \frac{\partial \bar{u}D}{\partial t} + \frac{\partial \bar{u}^2 D}{\partial x} + \frac{\partial \bar{u}\bar{v}D}{\partial y} - f\bar{v}D \\
& = -gD \frac{\partial \zeta}{\partial x} - \frac{gD}{\rho_0} \left\{ \int_{-1}^0 \frac{\partial}{\partial x} \left(D \int_{\sigma}^0 \rho d\sigma' \right) d\sigma + \frac{\partial D}{\partial x} \int_{-1}^0 \sigma \rho d\sigma \right\} + \frac{\tau_{sx} - \tau_{bx}}{\rho_0} \\
& \quad + D\widetilde{F}_x + G_x \\
& \frac{\partial \bar{v}D}{\partial t} + \frac{\partial \bar{u}\bar{v}D}{\partial x} + \frac{\partial \bar{v}^2 D}{\partial y} + f\bar{u}D \\
& = -gD \frac{\partial \zeta}{\partial y} - \frac{gD}{\rho_0} \left\{ \int_{-1}^0 \frac{\partial}{\partial y} \left(D \int_{\sigma}^0 \rho d\sigma' \right) d\sigma + \frac{\partial D}{\partial y} \int_{-1}^0 \sigma \rho d\sigma \right\} + \frac{\tau_{sy} - \tau_{by}}{\rho_0} \\
& \quad + D\widetilde{F}_y + G_y
\end{aligned}$$

其中 G_x 和 G_y 定义为:

$$\begin{aligned}
G_x &= \frac{\partial \bar{u}^2 D}{\partial x} + \frac{\partial \bar{u}\bar{v}D}{\partial y} - D\widetilde{F}_x - \left[\frac{\partial \bar{u}^2 D}{\partial x} + \frac{\partial \bar{u}\bar{v}D}{\partial y} - D\overline{F}_x \right] \\
G_y &= \frac{\partial \bar{u}\bar{v}D}{\partial x} + \frac{\partial \bar{v}^2 D}{\partial y} - D\widetilde{F}_y - \left[\frac{\partial \bar{u}\bar{v}D}{\partial x} + \frac{\partial \bar{v}^2 D}{\partial y} - D\overline{F}_y \right]
\end{aligned}$$

水平扩散项近似如下:

$$\begin{aligned}
D\widetilde{F}_x &\approx \frac{\partial}{\partial x} \left[2\overline{A_m H} \frac{\partial \bar{u}}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[\overline{A_m H} \left(\frac{\partial \bar{u}}{\partial y} + \frac{\partial \bar{v}}{\partial x} \right) \right] \\
D\widetilde{F}_y &\approx \frac{\partial}{\partial x} \left[\overline{A_m H} \left(\frac{\partial \bar{u}}{\partial y} + \frac{\partial \bar{v}}{\partial x} \right) \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[2\overline{A_m H} \frac{\partial \bar{v}}{\partial y} \right] \\
D\overline{F}_x &\approx \frac{\partial}{\partial x} \overline{2A_m H \frac{\partial \bar{u}}{\partial x}} + \frac{\partial}{\partial y} \overline{A_m H \left(\frac{\partial \bar{u}}{\partial y} + \frac{\partial \bar{v}}{\partial x} \right)} \\
D\overline{F}_y &\approx \frac{\partial}{\partial x} \overline{A_m H \left(\frac{\partial \bar{u}}{\partial y} + \frac{\partial \bar{v}}{\partial x} \right)} + \frac{\partial}{\partial y} \overline{2A_m H \frac{\partial \bar{v}}{\partial y}}
\end{aligned}$$

上标“—”表示垂直积分。例如, 对于变量 Ψ

$$\overline{\Psi} = \int_{-1}^0 \Psi d\sigma$$

上述方程组中的 K_m 、 K_h 、 A_m 、 A_h 等粘滞扩散系数未知, 为了使控制方程组封闭, 需要引入湍流闭合模式提供粘滞扩散系数。FVCOM 中的水平混合扩散系数通过 Smagorinsky 公式计算, 而垂向粘滞、混合系数则是通过 Mellor and Yamad

的 2.5 阶湍流闭合模式(MY-2.5)或者 General Ocean Turbulent Model (GOTM)湍流闭合模式进行求解。

4) 水平扩散系数

除非模式中水平动量、垂直动量、温度和盐度给定,不然原始方程不是数学闭合的。在 FVCOM 中,可选择水平扩散率为常量或者使用 Smagorinsky 旋转参数数学模式公式。动量的 Smagorinsky 水平扩散如下: 其中 C 为恒定参数, Ω^u 为单独动量控制元的面积。显然, A_h 的值随模式分辨率和水平速度梯度变化: 随网格尺度水平速度梯度的减小而减小。相似的公式同样可用于标量, 与单独示踪控制元以及示踪浓度的水平梯度成正比。例如, 水温 (T) 由下式给出: 其中 Ω^c 为单独示踪控制元的面积; P_r 为普朗特数。

$$A_m = 0.5C\Omega^u \sqrt{\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 + 0.5\left(\frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial y}\right)^2}$$

$$A_h = \frac{0.5C\Omega^c}{P_r} \sqrt{\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 + 0.5\left(\frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial y}\right)^2}$$

6.1.2 模型的建立

为了保证工程海域流场计算的准确性,对养殖区域及附近海域进行了现场观测,并对实测资料进行了整理,现场观测结果为本次数值模拟提供了准确的开边界以及对比验证数据。模型对湛江市包金沙1号海域现代化海洋牧场建设项目养殖区域网格进行了局部加密,以较高的精度对养殖区域及附近的环境影响因子进行了模拟预测,以获得准确的预测结果。

模型计算区域包含了流沙湾、江洪港、铁山港及周边海域,工程区域位于图中红框位置。模型计算网格最高分辨率达到 5m,对湛江市包金沙1号海域现代化海洋牧场建设项目区域的网格则进行局部加密,外海边界处网格分辨率为 3000m,整个计算区域共有网格节点 191473 个,三角形单元 370800 个,垂向采用 σ 坐标,并分为 11 层,可以更好的模拟近岸和浅海区域。模型计算时间步长为 1s,总共模拟时间为 1 个月,模拟结果输出的时间间隔为 1 小时。模型所用岸线和水深均来自于海图数据。开边界水位使用 TMD 预报(基于 9 个分潮的调和常数: M2、S2、N2、K2、K1、O1、P1、Q1、M4)并用实测资料进行修正,风场数据来自于现场观测结果。

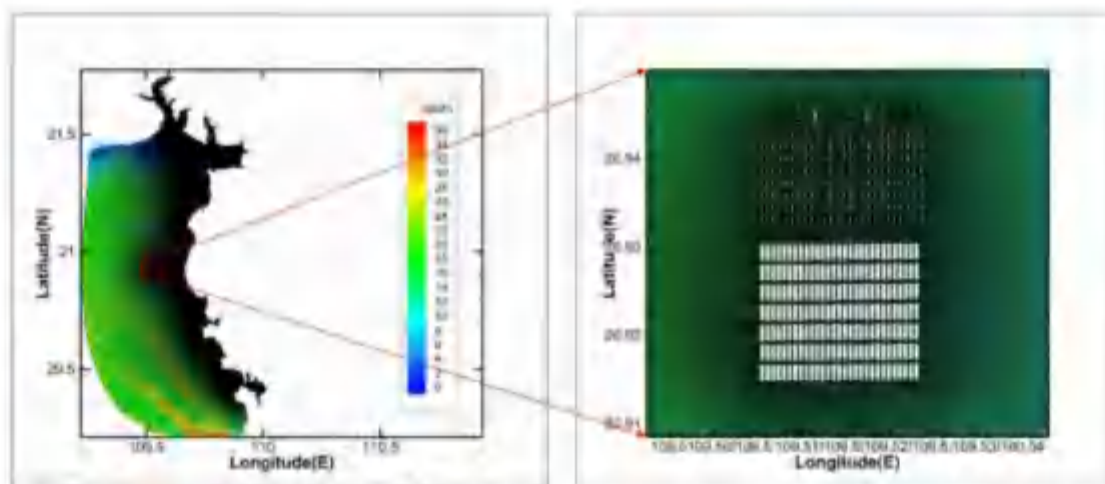


图 6.1.2-1 计算区域网格水深和养殖区局部细节网格水深

6.1.3 模型结果的验证

为了验证模型的准确性和可靠性，我们在项目区域及附近布设了六个潮流观测站和两个临时潮位站，每个测站进行了 25 小时的连续观测，观测时间为 2023 年 12 月 5 日 12 时-12 月 8 日 19 时，潮位观测时间与潮流观测时间保持一致。我们用实测资料对模型进行了验证好率定。图 6.1.3-1 和图 6.1.3-2 是两个临时潮位站实测值与模拟值的对比图，从对比图可以发现模拟潮位值和实测值吻合良好，模型能够准确的模拟项目区及附近海域测潮位情况；图 6.1.3-3 至图 6.1.3-8 是六个潮流测站实测表底层流速流向与模拟值的对比图，模拟流速流向与实测值总体上吻合良好，说明本模型能较好的反应实际情况、较为准确的预测养殖区及附近海域的水动力特征。

(1) 潮位验证

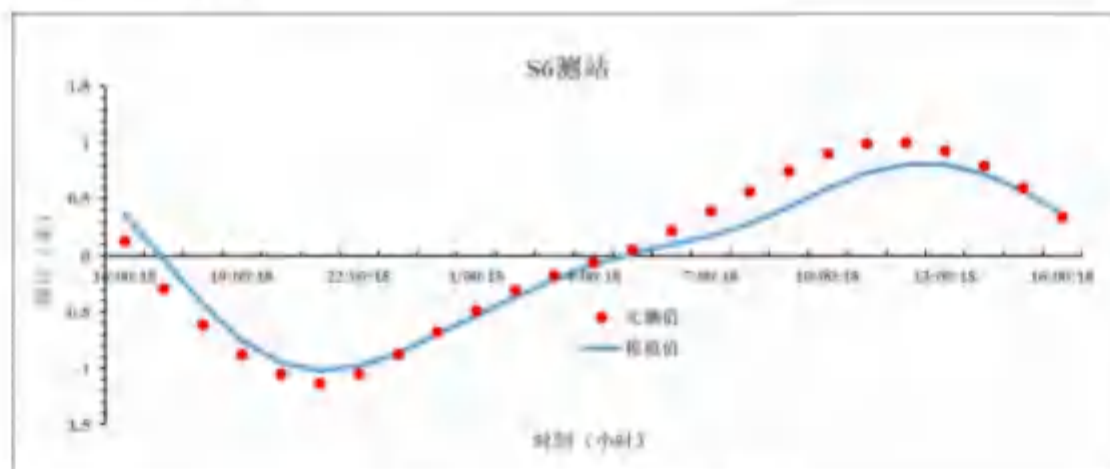


图 6.1.3-1 S6 测站实测潮位值与模拟值对比图

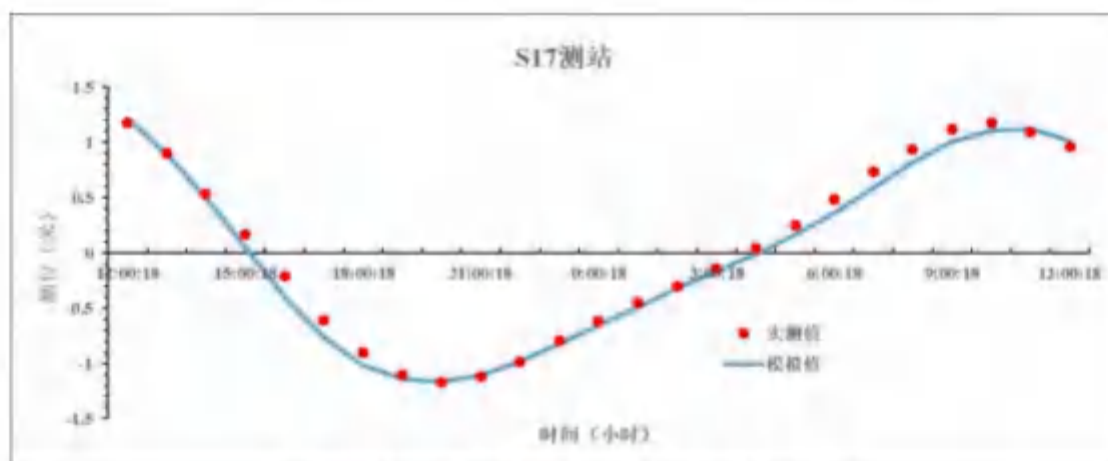


图 6.1.3-2 S17 测站实测潮位值与模拟值对比图

(2) 流速验证

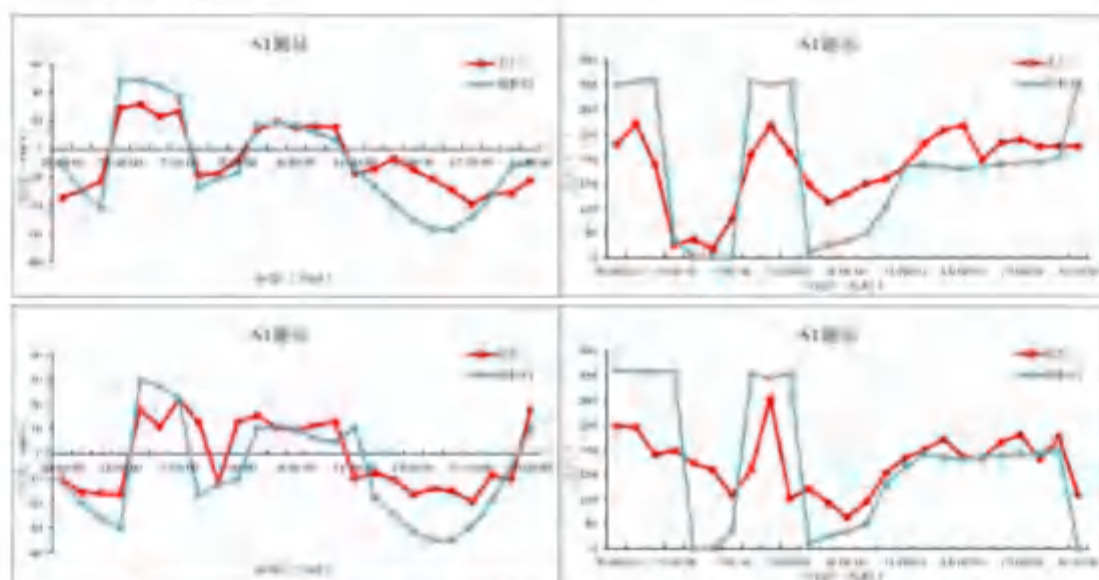


图 6.1.3-3 S1 测站表底层实测与模拟流速流向对比图

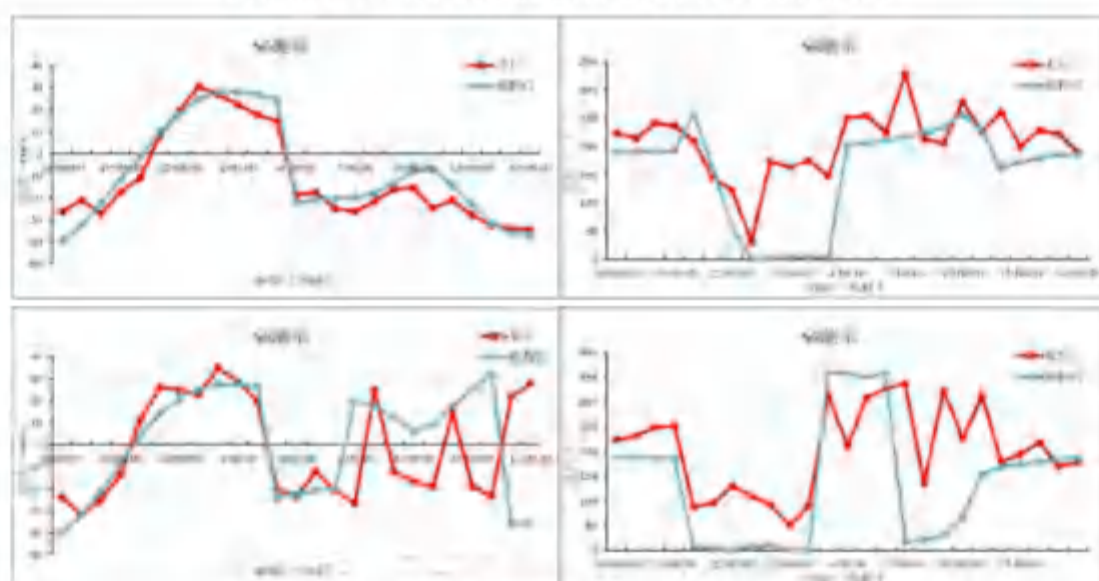


图 6.1.3-4 S6 测站表底层实测与模拟流速流向对比图

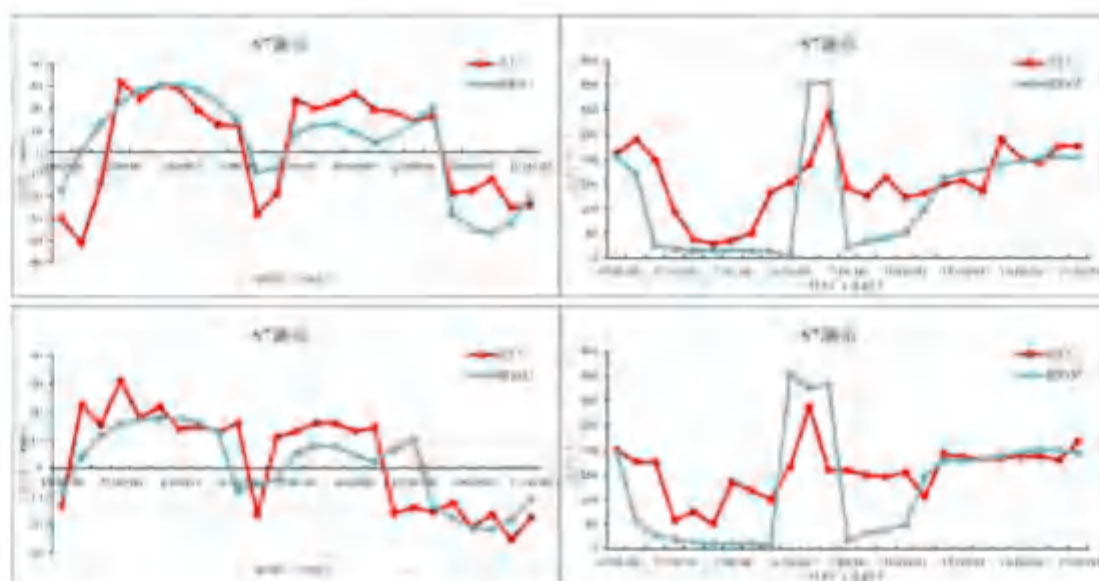


图 6.1.3-5 S7 测站表底层实测与模拟流速流向对比图

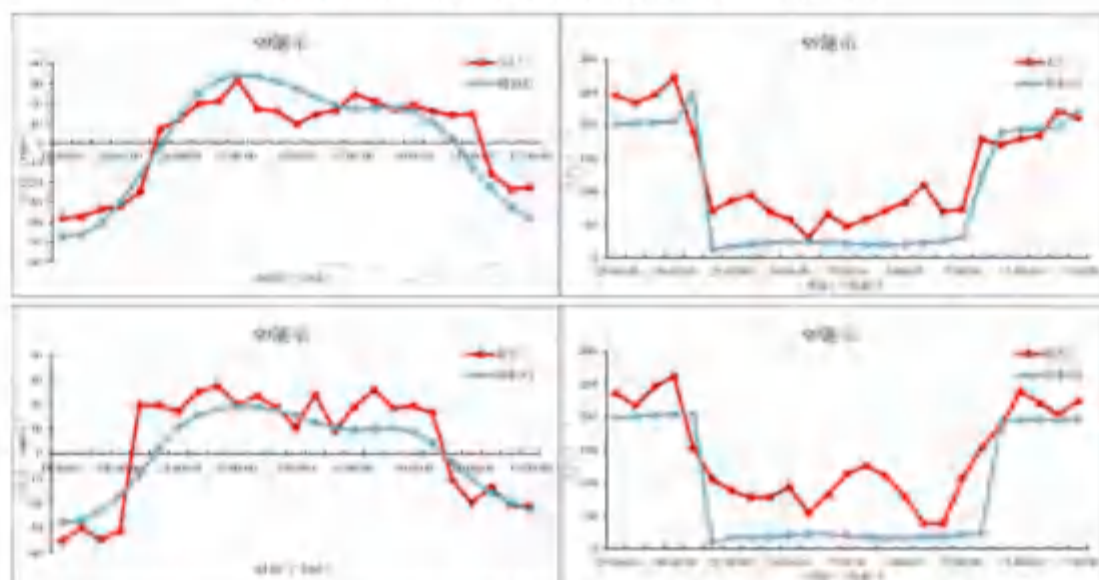


图 6.1.3-6 S9 测站表底层实测与模拟流速流向对比图

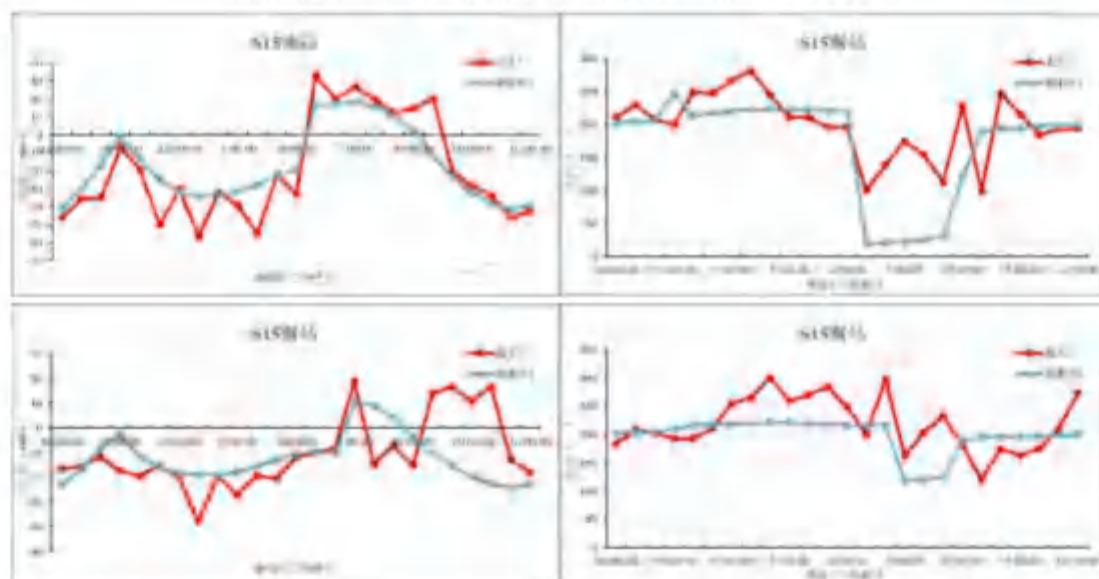


图 6.1.3-7 S15 测站表底层实测与模拟流速流向对比图

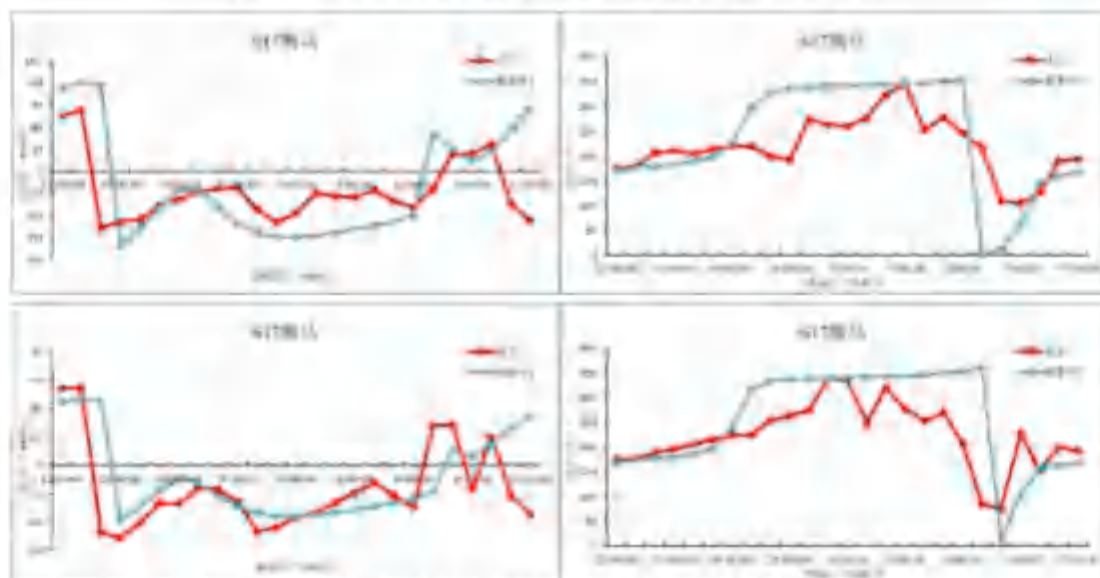


图 6.1.3-8 S17 测站表底层实测与模拟流速流向对比图

6.1.4 网箱对流速、流向的影响分析

从网箱和筏架投放前后项目及附近海域涨落急时刻表底层流场变化图（图 6.1.4-1~图 6.1.4-4）对比分析可知：涨急时刻，网箱投放后受到网箱和筏架的阻挡，改变了项目区域及周边海域的流速流向，其中表层流场的改变尤其明显，整体流速变小，流向相比投放前也变乱了，而底层受到的影响要小很多，底层流速流向略有改变；落急时刻，流速流向变化与涨急时刻类似，受到网箱和筏架的阻挡，改变了养殖区的流速流向，表层流场的改变尤其明显，整体流速变小，流向相比投放前也变乱了，底层受到的影响要小很多，底层流速流向略有改变。从对比图中可以发现，网箱和筏架对表层流场的改变有着直接的作用，养殖区及附近附近局部流场改变明显，表层整体流速变慢。但网箱和筏架投放后，只对附近海域表层的局部流场产生一定的影响，对其他区域没有影响。因此，本次现代化海洋牧场建设不会改变周边原有的水动力环境，不会影响周边海域的使用功能。

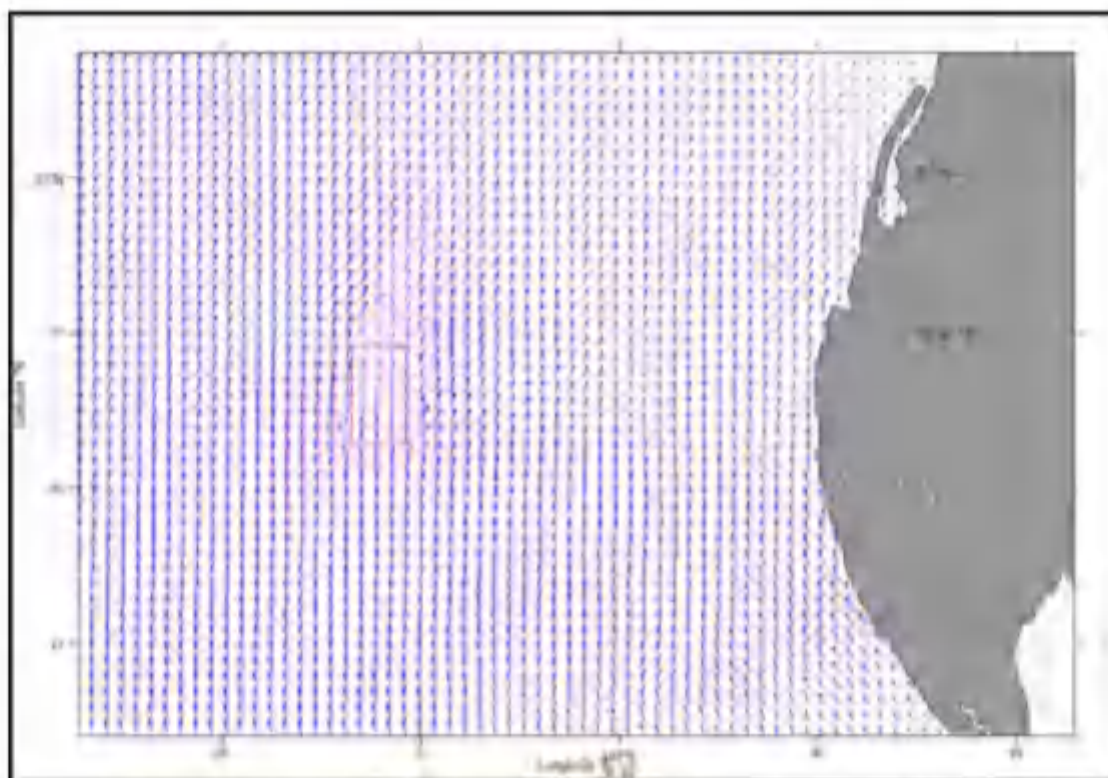


图 6.1.4-1 建设前后表层涨急流场变化（红色框为项目所在区，蓝色为建成后流场）

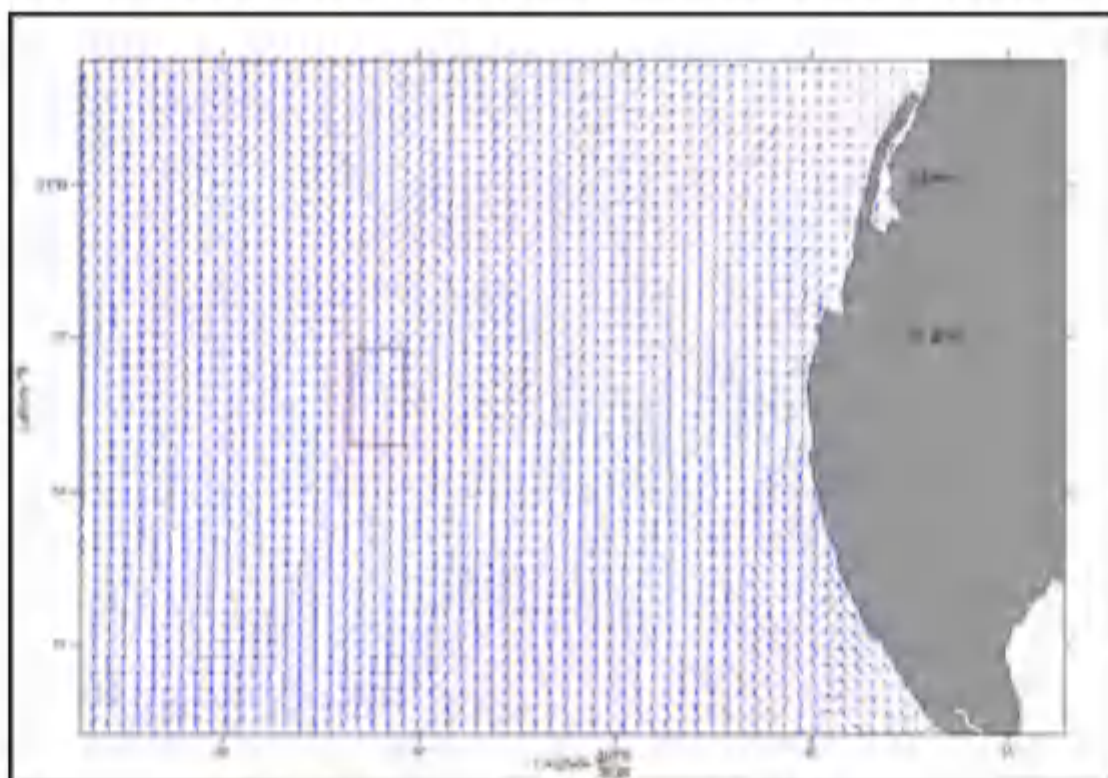


图 6.1.4-2 养殖区建设前后底层涨急流场变化

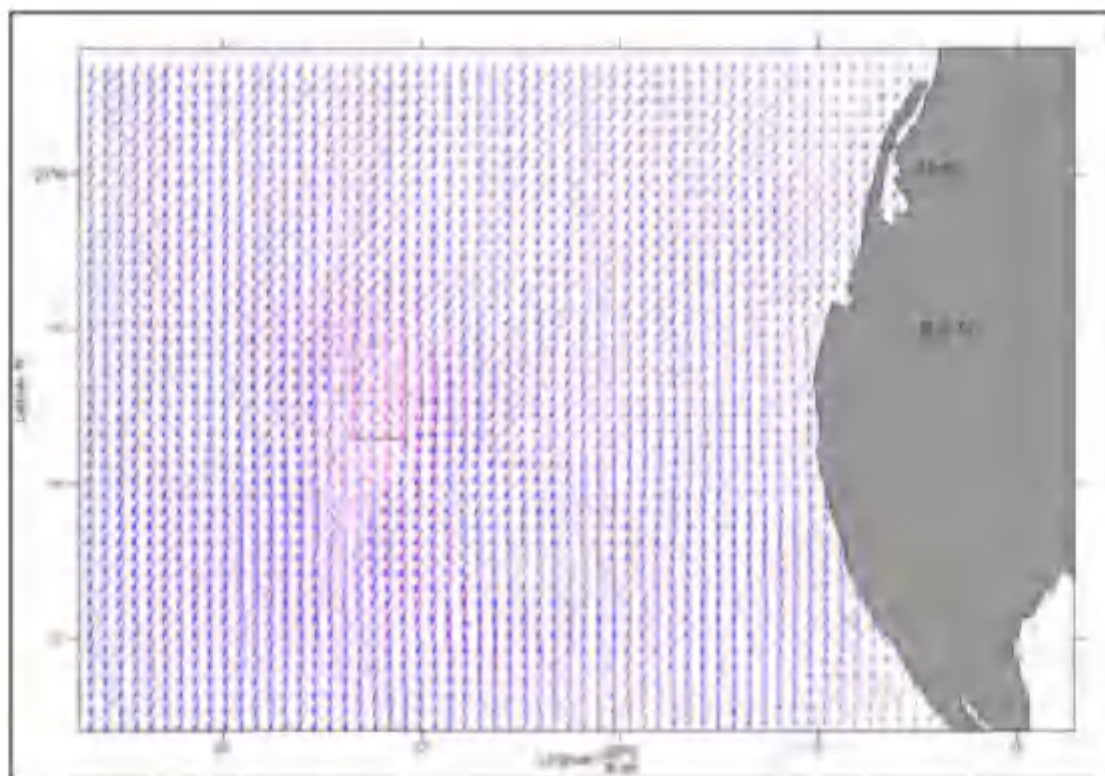


图 6.1.4-3 养殖区建设前后表层落急流场变化

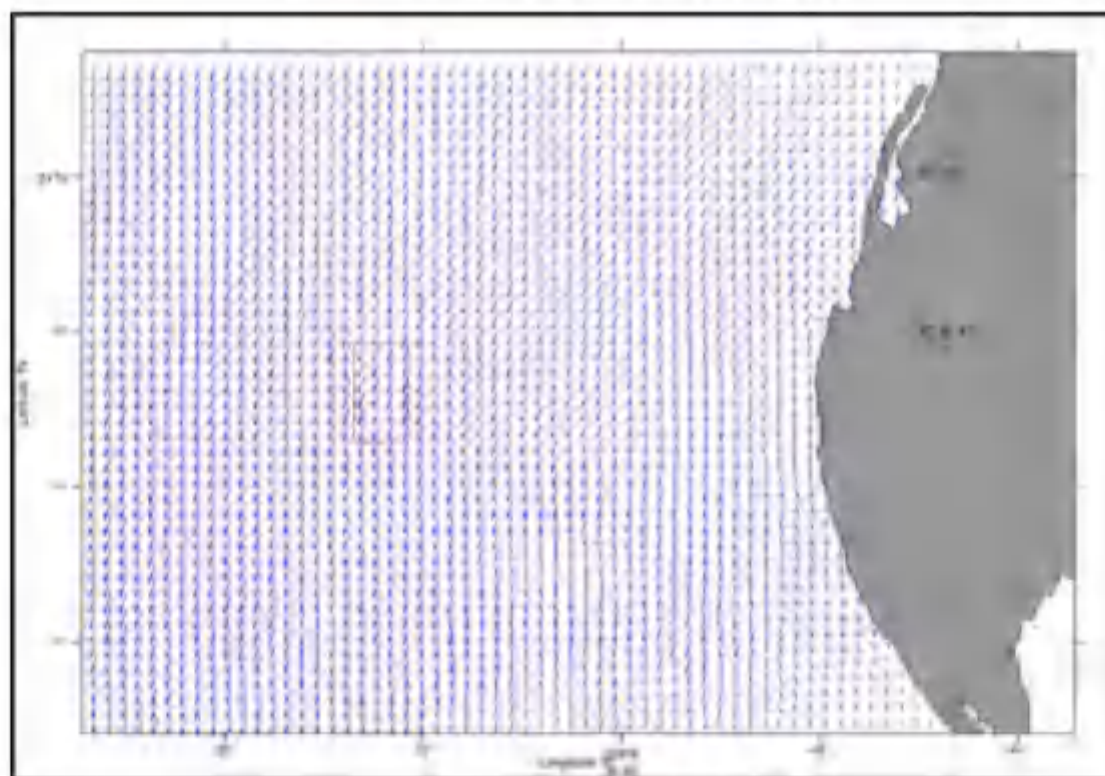


图 6.1.4-4 养殖区建设前后底层落急流场变化

6.2 地形地貌与冲淤环境影响预测与评价

本项目所在海域无直接注入河流，泥沙来源主要是间接收河流入海泥沙影响。

但由于这些河流多为小河流，集水面积小，加之工程海域离岸较远，因此场区内接受河流输沙的量较少。工程海域的泥沙处于相对稳定的状态。

本项目主要投入网箱养殖以及筏式设施进行养殖活动，网箱、筏式设施采用锚锭固定，且锚锭间距较大，锚锭的投放对项目海区水动力环境影响很小，但大面积的网箱和筏式养殖对项目区水动力环境将产生一定的影响，根据潮流数值模拟计算结果，网箱和筏架对表层流场的改变有着直接的作用，养殖区及附近附近局部流场改变明显，表层整体流速变慢，但网箱和筏架投放后，只对附近海域表层的局部流场产生一定的影响，对其他区域没有影响，影响范围主要集中于用海范围区域，且变化很小，因此本项目建设整体上对周边潮流场影响不大。项目建成后由于潮流变化导致的海底地形和岸滩演变也相对较小。

6.3 海水水质环境影响预测与评价

6.3.1 施工期对水质环境的影响分析

养殖项目施工过程不涉及土石方作业，无外来沉积物混入，网箱和筏架建设施工过程中锚链等的投放会使海底泥沙发生悬浮，但是海底扰动时间短，搅动海底沉积物在较短时间内沉积海底。网箱养殖对水质影响主要考虑网箱固定锚施工产生的悬浮物。网箱养殖在进行水泥锚抛沉施工时，悬浮物将对周围海水产生一定的影响，因此，在进行水泥锚施工时，应按照施工管理，减少悬浮物的扬起和对周围海水水质的影响。水泥锚施工悬浮物影响范围主要集中在养殖用海区，对周边的海区、养殖区水质影响较小。加之项目施工时间短，水泥锚施工产生的悬浮泥沙扩散范围非常有限，随着施工的结束，悬浮泥沙扩散产生的影响随之消失。

6.3.1.1 悬浮泥沙运动模型简介

根据悬浮泥沙守恒条件和连续性原理，基于 Fick 扩散第二定律，则非平衡条件下进行 Reynolds 平均后的三维悬浮泥沙运动的控制方程可表示为：

$$\frac{\partial c}{\partial t} + \frac{\partial uc}{\partial x} + \frac{\partial vc}{\partial y} + \frac{\partial wc}{\partial z} = \frac{\partial \omega_s}{\partial z} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\varepsilon_{sx} \frac{\partial c}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\varepsilon_{sy} \frac{\partial c}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\varepsilon_{sz} \frac{\partial c}{\partial z} \right)$$

式中， c 为悬浮泥沙的浓度(kg/m^3)， u 、 v 和 w 分别是 x 、 y 和 z 方向的流速(m/s)；

$\varepsilon_{x,x}$ 、 $\varepsilon_{x,y}$ 和 $\varepsilon_{x,z}$ 为潮流作用下的 x 、 y 和 z 方向的泥沙扩散系数 (m^2/s)。由悬浮泥沙运动控制方程组成形式可知,水流中悬浮泥沙浓度随时间变化由三种变化组成,即泥沙颗粒随水流对流引起的空间变化;泥沙颗粒由于紊动扩散作用而产生的空间变化;泥沙颗粒受重力作用而产生的空间变化。

悬浮泥沙导致的底床变形方程:

$$\gamma_0(1-P_b)\frac{\partial \eta_i}{\partial t} = E_i - D_i$$

式中, η_i 为底床的冲淤厚度, γ_0 为底床泥沙干容重, P_b 为底床孔隙比, E_i 为泥沙侵蚀通量, D_i 为泥沙淤积通量。其中,泥沙侵蚀通量函数采用下式表示:

$$E_i = \Delta Q_i(1-P_b)F_{bi}\left(\frac{\tau_b}{\tau_{ic}}-1\right)$$

式中, Q_i 为混合泥沙中第 i 中泥沙侵蚀速率, F_{bi} 为第 i 中泥沙所占泥沙总量的比例, τ_b 为底床切应力, τ_{ic} 为临界侵蚀切应力。泥沙淤积通量 D_i 采用泥沙沉降速度与近底悬浮泥沙浓度的乘积表示。

6.3.1.2 悬浮泥沙强度

本工程产生悬浮泥沙的施工环节主要是深水网箱安装时锚碇与底质接触产生的悬浮泥沙。由于工程所处海域水深较大,抛锚时锚碇主要与底质表层接触,故施工过程中对泥沙扰动较小,悬浮泥沙主要在底部扩散,因此产生的悬浮泥沙浓度小。目前几乎无抛锚固定作业带来的悬沙扩散源强的相关文献资料研究,根据其作业方式与抛石施工接近,因此借鉴抛石过程的源强进行悬浮泥沙扩散的预测。水泥墩锚块投放产生的水体悬浮物包括两部分,一部分为水泥墩锚块自身携带的泥土进入水体形成的悬浮物,一部分为投放锚块时扰动底床产生的悬浮物。项目水泥墩锚块携带的的泥土含量很低,可忽略不计;工程区底质为粉砂质砂、砂等,锚块触底后脱钩投放,投放过程中搅动产生的悬浮泥沙量很小,按投放量的0.5%计,锚块按照最大规格 $4.2\text{m}^3/\text{个}$ 计算,每个锚块投放过程中搅动产生的悬浮泥沙量为 0.021m^3 。每个锚块投放时间约3min,悬浮泥沙干容重取 $1380\text{kg}/\text{m}^3$,则单个水泥墩锚块投放工序产生的悬浮泥沙瞬时源强为

($4.2\text{m}^3 \times 0.5\% \times 1380\text{kg}/\text{m}^3 / 3\text{min} = 0.16\text{kg}/\text{s}$)。本项目报告模型中悬浮泥沙扩散的计算时间为15天，即包含一个完整的大、中、小潮全潮汐过程。此外，由于仅考虑施工过程中产生的悬浮泥沙增量的影响，因此，潮流对底床作用产生的泥沙将不计算。

6.3.1.3 悬浮物分布的计算结果及分析

由于涨、落潮流的作用，施工引起的悬浮泥沙将伴随潮流进行对流扩散、往复运送，悬浮泥沙输移方向与潮流方向基本一致。网箱投入运行后，养殖产生的污染物除部分发生落淤之外，另一部分在潮流作用下，在网箱附近水域作输移扩散，且随着时间变化，污染物的浓度将逐渐趋于0，海域水体也将逐渐恢复到之前的自然状态。

表 6.3.1-1 网箱施工悬浮物增量影响最大面积

悬浮物浓度增量	$\geq 0.1\text{ mg/L}$	$\geq 0.5\text{ mg/L}$	$\geq 1.0\text{ mg/L}$	$\geq 5.0\text{ mg/L}$
面积 (km^2)	43.63	1.39	0.61	0

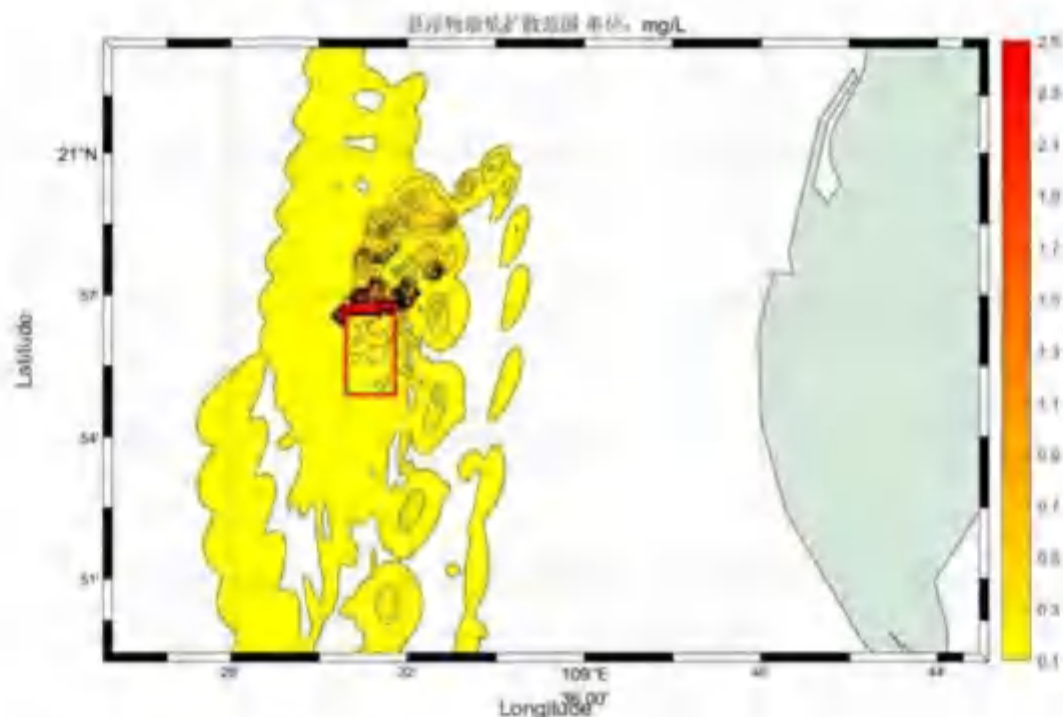


图 6.3.1-1 网箱施工期间 24 小时后悬浮物浓度增量影响最大范围，单位：mg/L

6.3.2 运营期对水质环境的影响分析

6.3.2.1 网箱运营期间污水对水质环境的影响分析

(1) 运营期含油污水、生活污水对水质的影响分析

项目运营后计划养殖区域投入5艘工作船,供养殖过程巡逻、运输饵料、换网等使用,船舶吨位较小,分别在20~100t之间,参考《水运工程环境保护设计规范》(JTS149-1-2018),工作船舶舱底油污水产生量均按 $0.14\text{t/d}\cdot\text{艘}$ 计,则运营期每天产生含油污水量约为 0.7t/d ,主要污染物为石油类,浓度取 5000mg/L ,石油类产生量约为 3.5kg/d 。

船舶舱底含油污水严格按《船舶水污染物排放控制标准》以及《中华人民共和国船舶及其有关作业活动污染海洋环境防治管理规定》执行,严禁在海域范围排放,施工船舶需自行委托具有接收处理能力的船舶污染物接收单位进行本项目船舶含油污染物接收作业,且船舶经营人应当在作业前明确指定所委托的船舶含油污染物接收单位,在接收作业时,也需明确要求船舶含油污染物接收单位作业前将作业时间、作业地点、作业单位、作业船舶、污染物种类和数量以及拟处置的方式及去向等情况向海事管理机构报告。含油污水不排放入海,不会对海洋环境产生影响。

养殖区的建设、养殖作业时间并不统一,各养殖区基本不同时施工,项目运营期拟投入工作船5艘,每艘工作船配备4名工作人员,工作人员人数共20人,工作船舶主要用于巡逻及喂养,每天出海作业约3~4个小时,根据《用水定额 第3部分:生活》,工作人员生活用水量按城镇居民用水定额进行计算,使用其中用水定额最高值 $180\text{L}/\text{人}\cdot\text{d}$ 作为本评价施工人员用水量,污水发生量按85%计,则人均污水产生量约 25L/d ,运营期工作人员生活污水产生量为 $0.5\text{m}^3/\text{d}$ 。

工作人员生活污水拟经生活污水收集装置收集后上岸交由纪家镇污水处理站处理,严禁排放入海,生活污水不排放入海,不会对海洋环境产生影响。

(2) 饵料及鱼类排泄物等对水质的影响分析

深水网箱养殖除利用自然海水进行养殖外,还依靠饲料喂养,根据养殖方案,项目喂养饲料主要成份为鱼粉、鱼油、豆粕、面粉、磷酸二氢钙、硫酸锌、硫酸亚铁、维生素A、维生素C、维生素D3、维生素E、叶酸等。投料时均匀从水面投放,所投喂的饲料大部份为箱体内养殖的鱼类采食,少部份饲料在网外沉降

过程中也会被网箱以外的鱼类采食,剩余的饲料将会在网箱附近海底沉积。饲料被鱼摄食后,不能完全被消化吸收的成分被排泄到水体中,将使区域水体中的COD、总氮、总磷等含量增加,本次对网箱养殖产生的残饵料、鱼类排泄物扩散采用三维悬浮泥沙运动的控制方程进行模拟预测。

1) 源强

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。据相关资料,在所投喂的100%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。

网箱养鱼输出的众多废物中对水环境产生富营养化的影响主要来自于未食饲料、粪便和排泄物中含有的营养物质:氮、磷、有机物。而且鱼类放养密度越大,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。

网箱养殖分为初期(幼鱼)、中期和末期(成鱼)共三期,3个养殖期的残余饵料和鱼类排泄物是不同的。

网箱养殖期约6个月,在养殖过程中,产生悬浮物污染的主要来源有残余饵料和鱼粪。根据业主介绍不同养殖期网箱养殖的污染物源强是不同的。1个网箱初期(幼鱼)饵料投放总量为0.1~0.2吨/月,中期饵料投放总量约为1~2吨/月,末期(成鱼)饵料投放总量约为7~8吨/月。由此可计算出,养殖污染物源强(饵料散失量+进入水体的鱼粪量)为:养殖初期(幼鱼)为0.0013吨/天,每天投放摄食时长为2小时,即每个网箱的源强为0.000175kg/s;养殖中期为0.0162吨/天,每天投放摄食时长为2小时,即每个网箱的源强为0.002252kg/s;养殖末期为0.0625吨/天,每天投放摄食时长为2小时,即每个网箱的源强为0.008681kg/s。

在严格控制网箱养殖密度、合理控制养殖结构的前提下,严格控制投喂饵料、养殖密度,减少有机质的输入,探索立体生态养殖,充分利用饵料,提高养殖产量,减小因投饵对水质造成的影响。

表 6.3.2-1 深水网箱养殖污染物源强(1个网箱)

养殖周期	初期(幼鱼)	中期	末期(成鱼)
------	--------	----	--------

饵料月投放总量(吨)	0.15	2	8
饵料直接散失率(%)	15	14	13
鱼类摄食率(%)	85	86	87
鱼类量入水率(%)	12	12	12
饵料日散失量(吨/d)	0.0008	0.0093	0.0347
进入水体的鱼类量(吨/d)	0.0005	0.0069	0.0278
源强合计(吨/d)	0.0013	0.0162	0.0625
每天摄食时长(h)	2	2	2
源强(kg/s)	0.000175	0.002252	0.008681

养殖平台与网箱养殖的污染源强根据《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》(环境部公告2021年第24号)中的《农业污染源产排污系数手册》,广东省海水养殖业主要污染物浓度分别为COD13.468kg/t,氨氮0.462 kg/t,总氮2.689 kg/t以及总磷0.522 kg/t。

本项目网箱养殖预计年产量为841.5吨,选取总氮、总磷和COD为本项目的养殖特征污染物,养殖特征污染物的排放源强如下:

$$\text{COD} = (13.468 \times 841.5) / (365 \times 24 \times 3600) = 0.36\text{g/s}$$

$$\text{总氮} = (2.689 \times 841.5) / (365 \times 24 \times 3600) = 0.07\text{g/s}$$

$$\text{总磷} = (0.522 \times 841.5) / (365 \times 24 \times 3600) = 0.01\text{g/s}$$

此外,数值计算预测时采用的是总氮浓度,而海水水质标准中采用的是无机氮,需将预测后的总氮浓度转化为无机氮浓度,无机氮占总氮的比例为60%,即无机氮=0.6*总氮;根据文献《南黄海海水中各种形态磷的分布变化特征》中南黄海各种形态磷的监测结果,总磷与活性磷酸盐的转换关系为1:1,即活性磷酸盐=总磷。因此,本项目数值计算的各污染物源强值:无机氮0.04g/s、活性磷酸盐为0.01g/s、COD为0.36g/s。

本项目每天投放饵料一次,本报告主要对项目每次投饵周期内污染物扩散浓度、范围作定量分析,即预测投放饵料后24小时后污染物的最大影响范围,以确定项目养殖对海水水质的影响程度。

2) 无机氮浓度增量分布

图6.3.2-1网箱养殖期间污染源24小时后无机氮增量最大影响范围,表层流场受到网箱影响较大,同时也影响了养殖区污染物的扩散速度,相比网箱投放前,网箱投放后污染物的扩散速度明显减慢了(减慢的主要是养殖区,出了养殖区之后还是会迅速扩散并降低浓度),但是养殖期间产生的污染物(无机氮)浓度增

量本身就很小，初始投放时小于 0.07 mg/L，24 小时后增量最大浓度低于 0.01 mg/L，而第一类海水水质标准无机氮含量标准为 0.2mg/L，说明本项目饵料投放后在一个投放周期内即基本稀释完全（污染物（无机氮）浓度增量的影响范围如表 6.3.2-2 所示），最大污染物增量浓度很小且影响范围也很小，对养殖区及周围海域几乎没有影响。

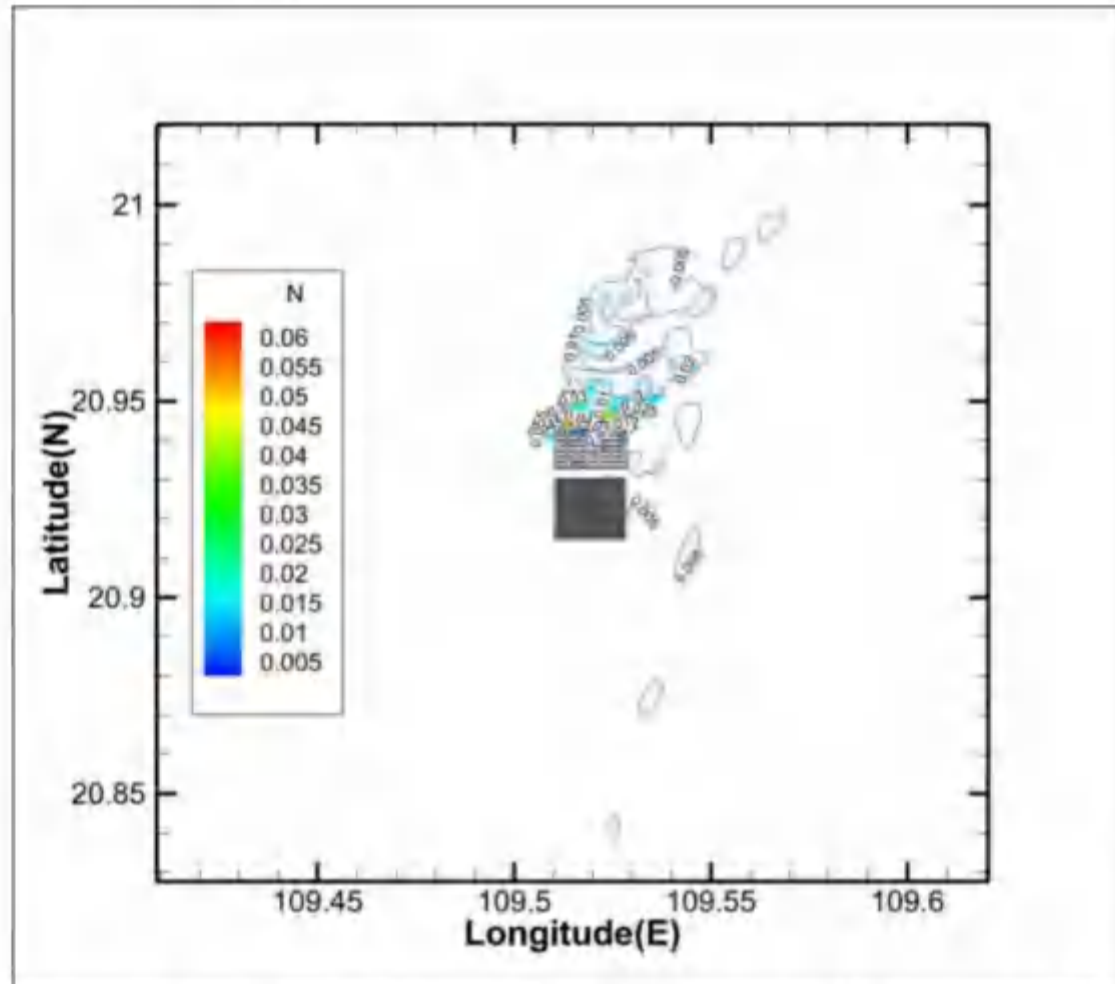


图 6.3.2-1 网箱养殖期间污染源投放 24 小时后无机氮增量最大影响范围，单位：mg/L

表 6.3.2-2 网箱养殖无机氮增量最大影响面积

无机氮浓度增量	≥ 0.005 mg/L	≥ 0.02 mg/L	≥ 0.1 mg/L	≥ 0.2 mg/L
面积 (km ²)	9.17	0.85	0	0

3) 活性磷酸盐浓度增量分布

图 6.3.2-2 是网箱养殖期间污染源 24 小时后活性磷酸盐增量最大影响范围，表层流场受到网箱影响较大，同时也影响了养殖区污染物的扩散速度，相比网箱投放前，网箱投放后污染物的扩散速度明显减慢了（减慢的主要是养殖区，出了养殖区之后还是会迅速扩散并降低浓度），但是养殖期间产生的污染物（活性磷

酸盐) 浓度增量本身就很小, 小于 0.015 mg/L, 24 小时后增量最大浓度低于 0.002mg/L, 而第一类海水水质标准活性磷酸盐含量标准为 0.015mg/L, 项目饵料投放后一个周期内对活性磷酸盐的增加量很小, 几近稀释完全, 污染物(活性磷酸盐) 浓度增量的影响范围如表 6.3.2-3 所示, 最大污染物增量浓度很小且影响范围也很小, 对养殖区及周围海域几乎没有影响。综上所述, 本项目养殖期间产生的污染物增量较低, 仅在网箱附近有较大增量, 且扩散方向与潮流方向基本一致, 并且很快就恢复到之前水平, 对养殖区及周围海域几乎没有影响。

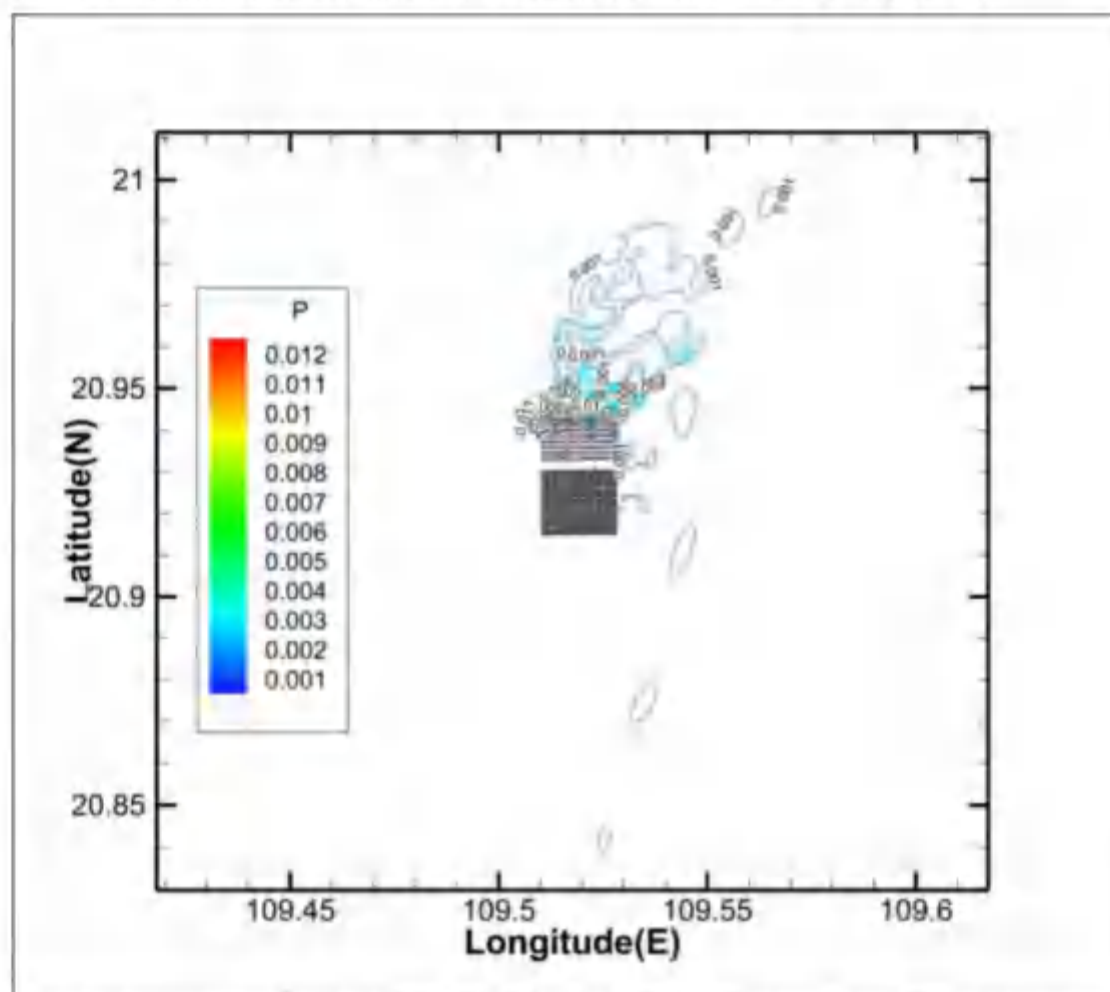


图 6.3.2-2 网箱养殖期间污染源投放 24 小时后活性磷酸盐增量最大影响范围, 单位: mg/L

表 6.3.2-3 网箱养殖活性磷酸盐增量最大影响面积

活性磷酸盐浓度增量	≥ 0.001 mg/L	≥ 0.002 mg/L	≥ 0.005 mg/L	≥ 0.015 mg/L
面积 (km ²)	7.39	2.01	0.61	0

4) COD 浓度增量分布

根据网箱的数量和布局, 在养殖区设置了源强区域, 通过对模拟结果分析得到如下结果: 图 6.3.2-3 是网箱养殖期间污染源 24 小时后 COD 增量最大影响范

围，表层流场受到网箱影响较大，同时也影响了养殖区污染物的扩散速度，相比网箱投放前，网箱投放后污染物的扩散速度明显减慢了（减慢的主要是养殖区，出了养殖区之后还是会迅速扩散并降低浓度），但是养殖期间产生的污染物（COD）浓度增量本身就很很小，小于 0.35 mg/L，24 小时后增量最大浓度低于 0.055mg/L，而第一类海水水质标准 COD 含量标准为 2mg/L，说明本项目饵料投放后在一个投放周期内即基本稀释完全，污染物（COD）浓度增量的影响范围如表 6.3.2-4 所示，最大污染物增量浓度很小且影响范围也很小，对养殖区及周围海域几乎没有影响。

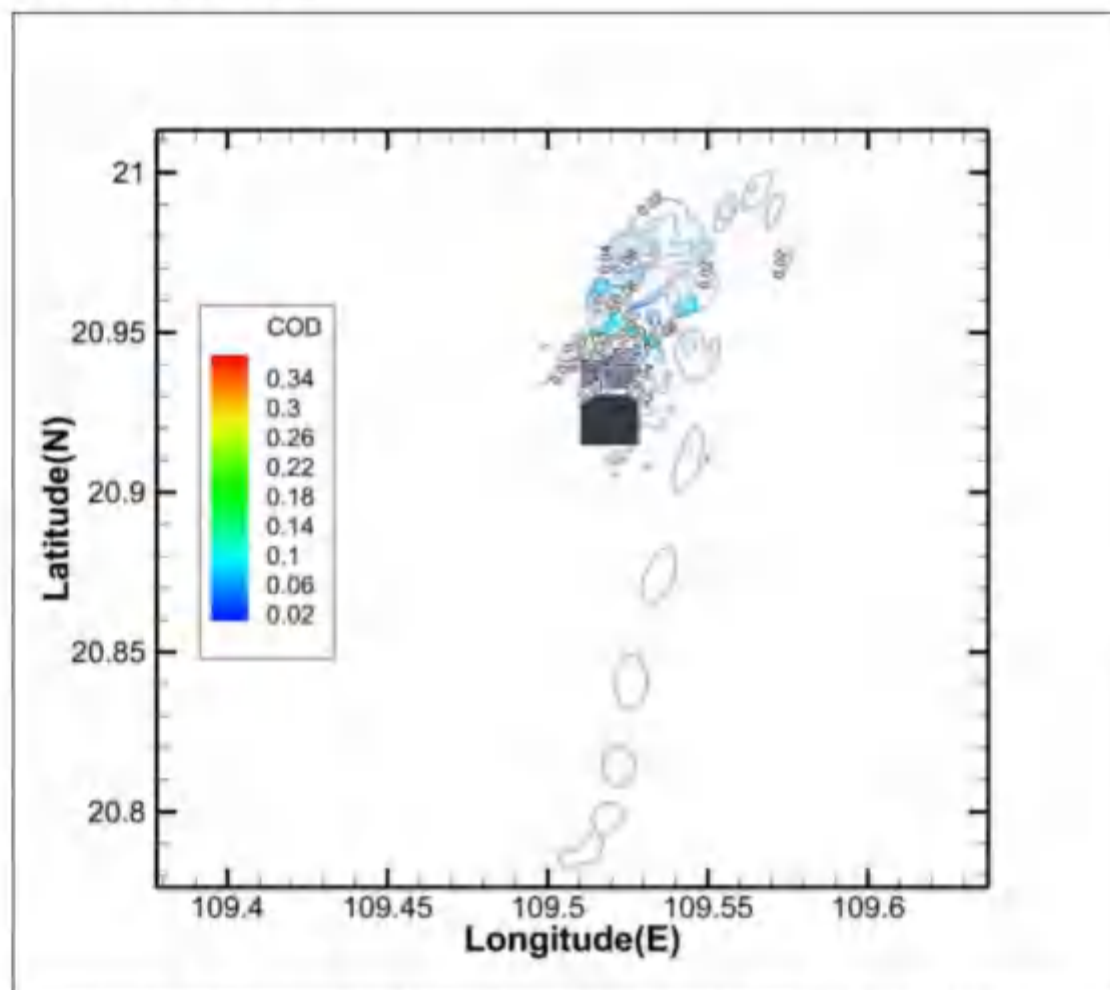


图 6.3.2-3 网箱养殖期间污染源投放 24 小时后 COD 增量最大影响范围，单位：mg/L

表 6.3.2-4 网箱养殖 COD 增量最大影响面积

COD 浓度增量	≥0.05 mg/L	≥0.1 mg/L	≥0.2 mg/L	≥1 mg/L
面积 (km ²)	2.25	0.81	0.41	0

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。

根据文献《海水网箱养殖污染的环境经济学分析与治理对策》，海水网箱养殖只有在养殖密度过大，水体交换不佳和饵料投入量过大的情况下，产生的养殖污水量（主要是残饵、渔药和鱼类排泄物）超过天然水体自净能力的极限才会对环境造成污染。本项目海域海水交换比较活跃；同时在运营期间，建议业主单位控制养殖密度、选择合适的饵料，正确进行投喂，并在专业技术人员指导下正确使用鱼药等措施，可避免对周围水体环境造成污染。

综上，本项目海水养殖过程中，对海水养殖产生影响的主要为网箱养殖，但本项目网箱养殖规模较小，为16个重力式网箱和2个桁架式网箱，所产生的污染物对海水水质环境的影响很小，污染物在一个饵料投放周期内基本可利用海水稀释完全，区域海水水质超标因子主要为无机氮、活性磷酸盐，但该两类因子均非《渔业水质标准》中限制渔业养殖的指标，且本项目进行了较大规模的贝类筏式吊养养殖工作，根据《第一次全国污染源普查 水产养殖业污染源产排污系数手册》（《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》（环境部公告2021年第24号）无贝藻类养殖排污核算内容），贝类筏式养殖对无机氮、活性磷酸盐具有良好的削减作用，项目建成后对无机氮削减量为187131.2kg/年，活性磷酸盐削减量为22779.497kg/年，项目建设对于区域无机氮、活性磷酸盐超第一类海水水质标准的情况可进行有效的抑制，项目建设对区域水质环境的影响是可接受的。

6.3.2.2 网箱清洗废水环境影响分析

鱼类养殖网箱在海水中浸泡时间长了，会不断附着贝类，藻类等生物，堵塞网目，影响水流。本项目通过机械物理清洗方式实现定期对网衣的清洁，解决水下鱼网附着海生物的问题。在日常管理工作中，主要根据网箱上附着生物量及鱼类养殖情况进行换网和清洗。一般3个月~6个月清洗换网一次，清洗换网时必须防止养殖鱼卷入网角内造成擦伤和死亡，操作要细致。

本项目采用高压水枪喷洗网箱，主要采用海水进行清洗，网箱上的附着物被冲洗入海，冲洗水直接排海。根据建设单位提供的资料，一天能清洗重力式深水

网箱的数量大约4个，每个网箱清洗需要水量约 1.5m^3 ，桁架类深水网箱清洗需要水量约 3m^3 ，则本项目每次清洗网箱共需水量为 $1.5\text{m}^3 \times 16 + 6 = 30\text{m}^3$ ，清洗期间废水产生量约为 $6\text{m}^3/\text{d}$ ，每年清洗次数最大为4次，每次清洗天数约为5天，清洗废水主要是冲洗网箱上的附着物，它们来自海洋，冲洗回海里，且项目冲洗废水的量很小，对海洋环境的影响较小。

6.4 海洋沉积物环境影响预测与评价

6.4.1 施工入海泥沙对沉积物环境的影响

泥沙的扩散除了自身的沉降外，主要受到潮流的输运作用影响。本工程产生悬浮泥沙的施工环节主要是深水网箱、筏式养殖设施安装时锚碇与底质接触产生的悬浮泥沙，会引起锚碇块附近的悬浮物增加。由于每个锚碇块的投放需要定位后由绳子连接吊投，该过程比较缓慢，锚碇块主要与底质表层接触，由于工程所处海域水深较大，故投放过程中对泥沙扰动较小，悬浮泥沙主要在底部扩散，而且锚碇块是一个投放完毕再投放下一个，因此产生的悬浮泥沙浓度小。此外，锚碇块投放对沉积物的影响时间是短暂的，一旦施工完毕，这种影响在较短的时间内也就结束。因此，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。

6.4.2 运营期对沉积物环境的影响分析

深水网箱养殖产生的残饵、粪便等有机物质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的迅速增长，导致沉积层中的耗氧大大增加，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，养鱼网箱附近富含碳、氮、磷的沉积物中存在着缺氧、无氧状态区。网箱区域的沉积物微生物的活动加强造成沉积物层的缺氧。而沉积层的无氧或缺氧又促进了微生物的脱氮和硫酸还原反应，沉积物中硫酸盐还原菌作用使沉积物发黑、发臭鸡蛋味，并具有毒性。有些养殖区沉积物中硫化物含量比自然海区中的含量要高10倍多，表层沉积物中硫化物含量高是渔场老化的主要表现。在网箱养殖区沉积物中的磷随着沉积物的积累而浓度逐渐升高，这可作为网箱养殖中沉积物积累的最好的指标，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，两

者相差两个数量级。瑞典的网箱养殖海区的调查也发现，每 1000m^2 的网箱下面沉积物中平均净积累 1300kg 磷，相当于总输入磷的 $51\%\sim 57\%$ ，由于养殖活动造成水体富营养化而导致沉积物无氧状况，微生物的活动可加速无机盐从底质向上覆水的释放，加快了水体营养盐的循环速度，颗粒瞬重新悬浮的比例还要高一些，尤其在污染严重的养殖区。

氮也会在沉积物中积累，但仅有运输入氮的 $12\%\sim 20\%$ 底泥中积累；氮在沉积物中的污染也具有区域性，在离网箱 200m 处氮的沉积率仅为网箱下方的 $1/10$ ；微生物的活动导致氨氮在沉积物中积累，而且是底质溶液中无机氮的主要存在形态。对间隙水的氨氮浓度分析表明，网箱下面大大高于其它区域。沉积物还积聚约 $18\%\sim 23\%$ 的总输入的碳。在沉积物表层 3cm 内含有有机碳 $21\%\sim 30\%$ ，随着深度的增加略有增加。有研究发现，饲料中 23% 的碳沉积在底泥中。与氮、磷相似，碳的污染也存在着区域性，沉积物中的碳含量从 3m 处的 9.35% 减少到 15m 处的 3.99% 。此外，经微生物的活动，沉积物中微量元素如铁、锰等将进一步释放到水域。这些微量金属元素含量的增加是导致养殖海区形成赤潮的重要原因。

项目运营期，在投饵网箱养殖中，本项目网箱养殖将投喂天然饵料和人工饵料，其中，天然饵料以海洋捕捞的低值渔获物为主；人工饲料有硬颗粒饲料、软颗粒饲料和膨化饲料，饵料一般不会被养殖鱼类完全摄食。由于饵料不可能完全被养殖鱼类摄食，相当一部分必然会由于重力的作用沉积于网箱底部；另外，养殖鱼类的排泄物除了一部分溶于水，相当一部分被水流带走外，其余的也会在底泥里富积。有研究表明，水产养殖过程中，输入水体的总 N、总 P 和颗粒物分别有 24% 、 84% 和 93% 沉积在底泥里，而富集在底泥里的这些污染物，在一定条件下又会重新释放出来，污染水体，成为水体污染的最重要的内源。残饵和排泄物在底质堆积，形成污染物堆积体，促使了微生物活动的加强，也加速了营养盐的再生。在底层海流的作用下，沉积物会向四周迁移扩散，范围不断扩大，形成以养殖网箱为中心的底层沉积物扩散区。悬浮颗粒物一般都沉积在离网箱不远处，故受影响的水质和沉积物较为有限。养殖过程应优化饵料营养组成及投喂方式，饲料中加入易消化的碳水化合物可提高蛋白质利用率，通过选择饲料中所含的能量值与蛋白质含量的最佳比可以减少饲料中氮的排泄。对于投喂来讲，确定适宜的投饵量，减少残饵和散饵的数量，减少饲料损失，仔细地监控食物摄入是非常

重要的。使用能在水中暂时不沉并保持一定时间悬浮状态的颗粒饵料，使投喂的饵料大部分都能被鱼吃掉，不致于浪费和沉到水底淤积。通过采取以上措施后，可有效的减轻项目实施对区域沉积物的影响。

6.5 海洋生态环境影响预测与评价

6.5.1 施工期对海域生态的影响分析

本项目施工期间对海洋生物将产生直接和间接的影响，一是使用锚碇锚定养殖平台与网箱，锚碇会占用部分海域，直接损毁底栖生物资源；二是安放锚碇块时产生的悬浮泥沙对海洋生物及其生境造成的影响。

6.5.1.1 锚碇占用海域对海域生态的影响分析

本项目建设深水网箱16个，桁架类网箱2个，每个网箱采用12个锚碇，锚碇按照最大规格 $4.2\text{m}^3/\text{个}$ 计算，单个锚碇占海面积为 2.1m^2 ，则锚碇占海总面积为 $2.1\text{m}^2 \times 12 \times 18 = 453.6\text{m}^2$ ，由此可知，当项目用海区域规划的网箱全部养满的情况下，网箱锚碇块将直接占用海底面积约为 453.6m^2 （筏架养殖锚钩占用海底面积很小，可忽略不计），该区域内的底栖生物将受到影响。该影响是直接的、长期的。网箱锚碇块投放海中后，形成新的生态环境，其周围流速变化，产生“冲淤”现象，即锚碇块根部流速较快区域的海底地质变粗，流速减弱处细沙堆积引起局部海底形态的改变，由于许多底栖生物的分布对泥沙粒径有选择性，所以底泥粒径的变化对底栖生物，特别是环节动物的分布产生了影响。

6.5.1.2 施工对浮游生物的影响分析

本项目深水网箱布设、筏架建设期产生的悬浮泥沙会引起项目海区及周边海域的局部水域水质混浊，透明度降低，使海水的光线透射率下降，溶解氧降低，对浮游动物和浮游植物产生不同程度的影响。

项目施工对浮游植物最主要的影响是水体中增加的悬浮物质影响了水体的透光性，进而影响了浮游植物的光合作用。已有很多国内外学者对光照强度与浮游植物的光合作用之间的关系进行了研究，并且证明光强对浮游植物的光合作用有很强的促进作用。建设过程中造成悬浮物浓度增加，水体透光性减弱，光强减少，将对浮游植物的光合作用起阻碍作用。对浮游动物最主要的影响是水体中增

加的悬浮物质增加了水体的浑浊度。悬浮物对浮游动物的影响与悬浮物的粒径、浓度等有关。具体影响反映在浮游动物的生长率、存活率、摄食率、丰度、生产量及群落结构等方面。浮游动物受影响程度和范围与浮游植物相似。

一般而言,悬浮物的浓度增加在10mg/L以下时,水体中的浮游植物不会受到影响,而当悬浮物浓度增加50mg/L以上时,浮游植物会受到较大的影响,特别是中心区域,悬浮物含量极高,海水透光性极差,浮游植物基本上无法生存。当悬浮物的浓度增加量在10~50mg/L时,浮游植物将会受到轻微的影响。

总体来说,尽管海水中悬浮物的增加对浮游生物产生了不利影响,但本项目施工期引起悬浮物量很小,基本可以忽略,且这种小量的悬浮物扩散是暂时的、局部的,海洋的自净能力强,基本不会增加水体浑浊现象,对水质基本无影响。本项目深水网箱布设、筏架建设期较短,施工结束后影响可在短时间内消失,因此对该海域浮游生物的影响很小。

6.5.1.3 施工对底栖生物的影响分析

本项目用于固定深水网箱的锚块和固定筏架的铁锚将占用一定的海底,会占用底栖生物生存空间。用于固定深水网箱的锚块和筏架的铁锚面积较小,占用底栖面积小,对底栖生物的影响有限。施工期产生的悬浮物少,不会产生悬浮物掩埋底栖生物的情况;总体上,本项目施工对底栖生物的影响较小。

6.5.1.4 施工对渔业资源的影响分析

本项目施工期内局部悬浮物增加量较小,不会增加水体的浑浊度,不会对水体透明度产生影响,对浮游植物的光合作用基本无影响,对浮游动物和鱼卵仔鱼影响较小,对适应力较强的成体游泳生物影响则相对更小。

由于本工程施工期间悬浮泥沙影响范围较小和时限较短,工程所在海域鱼类的规避空间大,因此工程施工对游泳生物影响较小;而虾蟹类因其本身的生活习性,大多对悬浮泥沙有较强的适应性,因此施工悬浮泥沙对该海域游泳生物的影响较小。

6.5.2 运营期对海洋生态的影响分析

项目用海对海洋生态环境的影响主要是平台与网箱养殖饵料投放所致。残饵

和网箱内鱼类排泄物的漂移、沉降、分解、降解过程必然会引起水体和海底沉积物环境中有机物质和营养物质含量的升高，这对项目所在海域底栖生物、浮游生物及其生态群落与结构等将会产生一定的影响。

6.5.2.1 对浮游生物的影响

项目实施对浮游植物的影响有两个方面：一是平台与网箱养殖产生的残饵和养殖生物的排泄物，导致水体的悬浮物增加，影响浮游生物的生长环境；二是养殖残饵和养殖生物的排泄物，主要含有 N、P 元素，带入的外源营养物质增加了水体的营养物质输入，导致浮游植物的大量生长。

网箱养殖过程产生的残饵，随着水流等扩散，导致悬浮物浓度增加，进而影响了浮游植物的光合作用，一般而言，悬浮物的浓度增加在 10mg/L 以下时，水体中的浮游植物不会受到影响；当悬浮物的浓度增加量在 10~50mg/L 时，浮游植物将会受到轻微的影响；而当悬浮物浓度增加 50mg/L 以上时，浮游植物会受到较大的影响。由于项目用海区离岸较远，水深较大，悬浮物扩散能力强，深水网箱养殖悬浮物浓度增量普遍小于 10mg/L，且投饵是间歇作业，不会对周边海域中浮游生物产生明显影响。

由于局部大量投饵，带入的外源营养物质增加了水体的营养物质输入，导致浮游植物开始大量繁殖，研究表明，浮游植物数量与总氮、总磷、氮磷比都呈显著相关，水中的总磷每增加 0.01mg/L，浮游植物数量就要增加 3.53×10^5 个/L。随着营养物质富集，光照下降，浮游植物数量逐渐减少；另一方面由于被平台与网箱内鱼摄食所致。所以，不同的养殖时间养殖区对水体中浮游植物的影响是不一样的。

平台与网箱养殖对浮游动物的影响，也有两个方面：一是浮游动物数量与总氮呈显著相关，水中总氮每增加 0.01mg/L，浮游动物数量也要增加 1.06×10^3 个/L；一般认为网箱区周围的浮游动物数量显著减少，原因是浮游动物穿过网箱时被箱内的鱼摄食，以及网箱阴影对藻类的生长影响而造成浮游动物食物的贫乏。

悬浮物对浮游动物的影响与悬浮物的粒径、浓度等有关，具体影响反映在浮游动物的生长率、存活率、摄食率、丰度、生产量及群落结构等方面，浮游动物受影响程度和范围与浮游植物相似。由于项目用海区离岸较远，水深较大，悬浮物扩散能力强，深水网箱悬浮物浓度增量小于 10mg/L，且投饵是间歇作业，不

会对周边海域中浮游生物产生明显影响。

总体来说,尽管海水中悬浮物的增加对浮游生物产生了一定程度的影响,但这种影响是局部的。根据资料表明,浮游生物的重新建立所需时间较短,一般只需几周时间,因此对浮游生物的影响是可以在短时间内消失的。因此本项目对周边海域浮游生物的影响不大。

根据《后水湾深水网箱养殖区浮游植物群落季节变化及其与环境因子的关系》(陈丹丹等,海洋环境科学,2021,40(01)),基于2018年4月至2019年1月在后水湾深水网箱养殖区及其邻近海域调查的浮游植物和环境因子数据,分析了该海域浮游植物群落的四季变化与环境因子的关系以及深水网箱养殖对环境的影响。结果表明,养殖区和对照点间无显著差异。根据RDA分析结果,温度、盐度和营养盐是影响浮游植物群落结构的主要因子,各种浮游植物对环境因子的响应有所不同。调查期间,后水湾海域水质较好,各季节养殖区与对照点的浮游植物群落组成及环境因子无显著差异,深水网箱养殖未对后水湾的水质及浮游植物产生明显影响。可见养殖区对浮游生物的影响跟诸多因素相关,未必对浮游生物产生明显影响。

6.5.2.2 对底栖生物的影响

本项目网箱养殖对下面大型底栖生物群落结构将产生影响,在网箱周围几十米内耐有机污染种类占优势,随着距离向外扩散,底栖生物种类逐渐恢复。

一般的网箱养殖过程中,底栖生物群落随着沉积物中有机物质和营养盐含量的变化而发生变化。初期,底栖群落的丰度和生物量有所增加,随后多样性也可能改变。本项目平台与网箱养殖尤其会对大型底栖生物群落结构产生影响,在平台与网箱下方,几乎没有大型底栖生物。

养殖区对底栖群落的改变是局部的,根据养殖操作的不同,在平台与网箱周围15m的范围内这种变化比较明显。在一个连续使用的养殖场中,网箱附近(<3m)的底栖群落的多样性减少,优势生物都是一些耐有机污染种类;3m~15m的过渡区为生物的生长提供了丰富的食物和良好的生境,一般来说,离网箱15m的地方生物多样性最高,生物量和丰度也最大,在网箱周围30m的范围内,耐有机污染种类占优势;随着距离的向外扩散,底栖生物的种类组成会逐渐恢复到正常水域的状况,离网箱25m~150m地方的生物群落与无养殖区域的海域没有什么不

同，因此网箱养殖对底栖生物的影响范围不大。

根据《澄迈马袅湾网箱养殖区及周边海域大型底栖生物调查》（黄蓉，海洋科学，2021，45（01）），黄蓉等于2019年7月（夏季）和12月（冬季）对澄迈马袅湾网箱养殖区及周边海域的大型底栖生物进行调查。结果表明夏季养殖区、邻近区和对照区大型底栖生物多样性指数（H'）分别为1.40、2.06和1.46；冬季分别为2.16、1.59和0.94。综合分析，网箱养殖产生的残饵和鱼类粪便，对养殖区及邻近海域底栖生物分布产生一定影响，且其群落结构与区域和季节存在较强相关性。

筏架养殖主要是吊养牡蛎，不需要投饵，对底栖生物无影响。

6.5.2.3 对渔业资源的影响

深水网箱养殖对养殖区自然鱼群的影响存在着正反两个方面。由于有丰富的食物，网箱附近有大量的捕食性和非捕食性的鱼类存在，海区野生鱼类的种群结构及生物量也会发生相应的改变。首先是提高了鱼类的补充率，其次野生鱼类的生长速度与养殖鱼类相差不大，养殖场附近的鱼类的平均大小也比其它沿海区的鱼类要大。另外，大量的营养物质输入引起低营养级生物的生物量变化，改变了种群的生物多样性。深水网箱养殖可能造成养殖区及邻近海域水体富营养化，致病微生物大量繁殖，加上网箱养殖的高密度放养，致使养殖鱼病大幅度增加，甚至可能感染野生种群，造成这些种类数量的减少。

筏架养殖可能会对游泳生物的自然行为产生一定的干扰，筏架设施的存在可能会改变水流的自然模式，影响鱼卵和仔鱼的漂流和分布。此外，筏架养殖区域的密集度较高时，可能会限制游泳生物的活动空间，影响它们的生长和发育。筏架养殖对游泳生物的另一潜在影响是可能增加疾病和寄生虫的传播风险。养殖过程中使用的饲料和鱼类排泄物可能会成为病原体和寄生虫的滋生地，如果管理不当，这些病原体和寄生虫可能会通过水流传播到自然水域，影响野生游泳生物的健康。因此，筏架养殖需要采取有效的生物安全管理措施，以减少对游泳生物的负面影响。

6.5.3 项目建设对海洋生物生存环境、种类数量的影响分析

深水网箱养殖过程会进行人工投饵，由于饵料不能完全被养殖鱼类摄食，一

部分必然会由于重力的作用沉积于网箱底部和海水中，在潮流的作用下会把投喂过程中产生的剩余饲料冲出网箱外，吸引其它鱼类前来摄食，而鱼类产生的排泄物及过剩饲料的腐烂势必会引发浮游生物的群集。此外，潮流还将网箱中养殖鱼类排泄的粪便冲出箱外并顺潮流扩散，被其它浮游生物和小型鱼、虾所利用，浮游生物和小型鱼、虾又被大型鱼类捕食。

筏架养殖的施工过程较为简单，延绳养殖和棚架养殖筏架在铁锚固后连接锚绳组装即可，因此对渔业资源的影响主要集中在施工期间投锚产生的悬浮物对渔业资源的影响。但由于项目施工期短，施工过程所用的锚钩规格很小，施工过程搅动的海底泥沙量较小，基本可以忽略；且游泳生物会在施工期间由于施工影响范围内的SS增加而游离施工海域，施工作业完成后在很短的时间内，SS的影响将消失，鱼类等水生生物又可游回。这种影响一般不会对该海域的水生生物资源造成长期、累积的不良影响，因此对渔业资源的影响较小。筏架吊养的牡蛎在养殖过程中不需要投喂饵料，是通过贝类的滤食功能进行摄食，以自然海水中的有机碎屑和藻类为食，因此，筏架吊养牡蛎有利于降低海水中总氮、总磷含量，养殖期间对区域海洋生态的影响较小。

6.5.4 渔业资源损耗分析

项目锚碇投放施工破坏或改变了生物原有的栖息环境，对底栖生物产生较大的影响。参照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》，底栖生物的资源损失按以下公式进行计算：

$$Wi = Di \times Si$$

式中：

Wi 为第*i*种生物资源受损量；

Di 为评估区域内第*i*种生物资源密度；

Si 为第*i*种生物占用的渔业资源水域面积。

本项目建设深水网箱16个，桁架类网箱2个，每个网箱采用12个锚碇，锚碇按照最大规格4.2m³/个计算，单个锚碇占海面积为2.1m²，则锚碇占海总面积为2.1m²*12*18=453.6 m²，由此可知，当项目用海区域规划的网箱全部养满的情况下，网箱锚碇块将直接占用海底面积约为453.6m²（筏架养殖锚钩占用海底面积很小，可忽略不计），2024年春季底栖生物的平均生物量为151.59g/m²，则

本项目锚碇投放占用海域造成的底栖生物资源损失为：

$$453.6 \text{ m}^2 \times 151.59 \text{ g/m}^2 = 68.76 \text{ kg}$$

按照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007），生物资源补偿费用计算公式如下：

$$M = W \times E$$

式中：M——潮间带、底栖生物经济损失金额，单位为元；

W——生物资源损失量，单位为kg；

E——生物资源的价格，按主要经济种类当地当年的市场平均价计算，单位为元/kg。

本项目锚碇一次性占用海域造成底栖生物损失量为68.76kg，按每公斤15元计算（根据《广东省涉渔工程渔业资源损失生物价格核算技术指南》，底栖生物价格为15元/kg），永久性占用按影响年限20年补偿，底栖生物补偿费用为68.76kg×20年×15元/kg=2.0628万元

此外，由于本项目施工造成的悬浮泥沙对生物影响较小，网箱施工后24小时后其 $\geq 1.0 \text{ mg/L}$ 的悬浮泥沙增量浓度范围为 0.61 km^2 ，而 $\geq 5.0 \text{ mg/L}$ 的悬浮泥沙增量浓度范围为0，而根据《海水水质标准》，悬浮物质第一类海水水质标准为人为增加的量 $\leq 10 \text{ mg/L}$ ，即本项目施工后24小时内即可恢复悬浮物质第一类海水水质标准要求，可见项目建设造成的损失率很小，因此认为悬浮泥沙对海洋生物不产生影响，对悬浮泥沙造成的生物损失不作计算。

6.6 主要环境敏感区和海洋功能区环境影响分析

6.6.1 对海洋功能区的影响分析

由于本项目施工时间短，且仅释放锚固系统可能扰动海洋环境，施工强度低，本项目施工期对海洋功能区的水质、沉积物质量和海洋生态环境等方面均没有明显影响，不会对海洋功能区主导功能的发挥产生不利影响。运营期，本项目管理人员和运输船只污水和固体垃圾不排海，不会影响功能区的环境质量；根据潮流数值模拟计算结果，工程区域涨潮流大于落潮流，工程前后养殖区及周边局部海域的流态无明显变化，项目对附近海域的潮流流速影响不大，项目运营期间网箱

养殖排放的污染物（COD、无机氮和活性磷酸盐）对项目区附近海域水质环境的影响较小，其水质状况与现状相差不大，仍能保持现状水平，由于本项目所处海域水较深，稀释扩散能力较好，本项目不会影响该功能区海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量维持现状的管控要求。

综上，本项目不会明显改变项目所在海域和周边海域的自然属性。因此，本项目建设运营对所在及周边海洋功能区影响较小。

6.6.2 对农业部划定渔业资源保护区的影响分析

本项目所处海域属于南海北部幼鱼繁育场保护区（管理要求为禁止在保护区内进行底拖网作业）以及二长棘鲷幼鱼保护区。幼鱼繁育场保护区、的保护目标为海域生态环境以及幼鱼、幼虾。

本项目不涉及底拖网作业等捕捞活动，施工期悬浮物增值超过10mg/L的范围很小，施工作业时间很短，施工期产生的影响是暂时的。营运期产生的悬浮物影响范围有限。项目建设对所处海域的影响主要为网箱占海以及产生悬浮物、N、P等污染物的影响，项目运营期间平台与网箱养殖排放的污染物（COD、无机氮和活性磷酸盐）对项目区附近海域水质环境的影响较小，其水质状况与现状相差不大，仍能保持现状水平。因此项目施工和运营产生的悬浮物、养殖排放污染物等对幼鱼繁育场保护区的保护目标为海域生态环境以及幼鱼、幼虾数量等影响很小。

此外，项目网箱占海导致此范围的海域海洋生物生存和繁育功能有所改变，幼鱼幼虾的生存空间减少，但由于本项目邻近海域生境与项目所在海域具有极大的相似性，海区主要经济种类生物具有一定的活动能力，且部分对不利环境具有趋避能力；本项目施工期和运营期产生的影响范围有限，本项目建设对海区幼鱼的产卵繁殖索饵产生的影响处于可接受的水平。

6.6.3 对现状养殖区的影响分析

本项目与周边的人工鱼礁、养殖项目等距离较远，周边现状养殖区的环境保护目标为养殖区生态环境。

网箱、筏式养殖设施的固定施工产生的悬浮物较少，项目所在海域较开阔，水交换能力强，悬浮物扩散一定距离后浓度降低，对周边养殖区的水质环境影响

不大，对其正常养殖活动影响较小。

营运期投放饲料及鱼类的排泄物使水体悬浮物含量增加。根据《广东尚源深水网箱养殖产业园（调整）项目海洋环境影响报告书》（报批稿），营运期投放饲料及鱼类的排泄物产生的悬浮物主要影响网箱周围小于100m的范围内；有关文献研究认为这种影响主要在100m~200m左右（徐永健和钱鲁闽）。本项目养殖造成的悬浮物浓度变化最大的区域位于养殖区中部，最大增量达到10mg/L；12小时后，养殖区最大悬浮物浓度增量下降到2mg/L；24小时后，养殖区最大悬浮物浓度增量下降到1mg/L。之后在潮流、南海环流以及季风的作用下，养殖引起的悬浮物浓度增量基本消失，恢复到之前的浓度。从整体上说，本项目养殖产生的悬浮物增量较低，仅在项目中心区域有较大增量，且扩散方向与潮流方向基本一致，并且很快就恢复到之前水平。可见，悬浮物含量影响是局部的，影响较小。营运期养殖过程中，可能会引起邻近海域水质、底质污染，会影响养殖生物正常生长。根据悬浮物类比影响结果可知，养殖对水体水质和底质的影响主要在网箱周边200m范围内，对其他养殖区的水质环境影响较小。

此外，根据《湛江市现代化海洋牧场建设规划（2023—2035年）》，本项目所处区域规划建设有多个海洋牧场，其中湛江市江洪1号海域现代化海洋牧场建设项目已在办理相关用海、环评手续，其距离本项目7.84km，湛江市江洪1号海域现代化海洋牧场主要建设浮式养殖区、浮球养殖区、底播养殖区等，根据《湛江市江洪1号海域现代化海洋牧场建设项目环境影响报告书》内容，该项目运营期，底播养殖和浮球/筏架式养殖排污量为：总氮-2.1593 t/a、总磷-0.1356 t/a、COD-86.5119 t/a，起到净化水质的作用，运营期不会对水质环境产生负面影响。而本项目主要对养殖区用海范围的海水水质氮、磷含量有增大影响，但活性磷酸盐24小时后增量最大浓度低于0.002 mg/L，COD 24小时后增量最大浓度低于0.055mg/L，最大污染物增量浓度很小且影响范围也很小，与7.84km外的湛江市江洪1号海域现代化海洋牧场基本不涉及水质叠加的影响，两者海洋牧场间基本无相互影响。

6.6.4 对“三区三线”的影响分析

根据《自然资源部办公厅关于依据“三区三线”划定成果报批建设项目用地用海有关事宜的函》中划定的“三区三线”成果，本项目不涉及占用生态保护红线，项目评价范围内生态保护红线分布有湛江遂溪江洪海洋生态地方级自然保护区（为重要滩涂及浅海水域）、赤豆寮沙源流失极脆弱区（为沙源流失极脆弱区），距离分别为550m、11.2km，保护目标为海洋生态环境以及冲淤环境。

本项目不涉及海洋倾倒和开挖海砂等行为，也不涉及建设海中永久性构筑物的行为，项目为开放式用海，养殖平台、深水网箱、锚链等结构将对海流造成一定程度的阻碍，使流速有所降低，因项目所处海域较为开阔，平台与网箱布置密度合理，不会对区域的水域形成阻断，整体上，本项目建设对该海域的水动力环境影响较小，可维持并保护海域自然属性；项目建设主要的污染物是施工期间船舶的生活污水及固体废弃物，以及营运期间鱼类网箱养殖投放的饵料、鱼类排放的粪便、死亡的贝类及鱼类等物质，主要的污染因子为COD、氨氮和活性磷酸盐等，项目运营期间平台与网箱养殖排放的污染物（COD、无机氮和活性磷酸盐）对项目区附近海域水质环境的影响较小，其水质状况与现状相差不大，仍能保持现状水平。施工期船舶的生活污水及固体废弃物送至陆上处理，不会对区域海水水质造成恶化，而营运期间投放的饵料大部分被养殖鱼吸收，残饵、鱼类粪便及未吸收的氮、磷一般会被海流冲出网箱外，经过海流扩散稀释，被平台与网箱外的其他鱼类和浮游生物所利用，会降低对海域环境的污染程度，且影响扩散范围较小，不会对湛江遂溪江洪海洋生态地方级自然保护区生态保护红线的海洋生态环境造成明显影响。

6.7 对通航环境影响分析

本项目不占用现状航道和沿海航道，符合航道保护管理相关规定。包金沙1号海域避让交通运输航道，与北部湾沿海干线航道安全距离大于1030m，与江洪航道安全距离大于3864m，选址不与航道相冲突。

施工期，本项目施工船舶通行附近航道客观上会增加航道的通航密度，使可航宽度变窄，增加了过往船舶的航行与避让难度，将过往船舶通航安全产生一定临时性影响；项目建设产生的悬浮泥沙增量较低，一般不会对附近航道产生影响。

以上影响仅局限于施工期，待施工结束，影响将随之消失。

营运期，本项目海域没有航道分布，没有大型船只航行，偶尔有渔船等小型船只通过，本项目海域水深在 8.6~12.4m 之间，能够满足中小型船舶通行需求。工程施工期吃水量最大的船舶为施工运输船及拖船：最大吃水深度大约 3~4m，除非遇上较大风浪，否则不会发生碰撞事故；因此本工程应避免在大风浪天气条件下施工。工程运营期的工作船只最大吃水深度不超过 3m，在项目预留的航道通行。从船舶通航环境和通航安全方面考虑，本项目建设对航道、航运影响较小。

对此，本报告建议建设单位与航道管理部门进行沟通协调，同时建议施工单位加强对施工船只的管理，做到以下几点：（1）施工期间严格按照《船舶海上安全航行规则》等的要求航行，正确使用灯号、声号，谨慎行驶，文明行船；（2）划定施工海域，在施工海域设置相应的警示标志，以防渔船误入施工区，同时建议施工船舶不随意进出施工范围；（3）配合相关部门做好施工地点及施工时间的通告；（4）项目建成后，设立海上警示浮标，及时将项目位置报送有关部门，以便更新海图。只要建设单位配合相关部门落实相应的对策措施，是可以将影响降到最低的。



图 6.7-1 本项目与航道分布示意图

6.8 对声环境影响预测与评价

6.8.1 施工期对声环境的影响分析

本项目施工期的主要噪声源为施工船舶产生的噪声。其噪声值一般在80~90dB(A)。噪声影响随距离增加而逐渐衰减，噪声衰减公式如下：

$$L_A = L_0 - 20 \lg(r_A/r_0)$$

式中：L—接收点处的声级，dB；

L_A —距施工点声源为 r_A 处的声级，dB；

L_0 —距施工点声源为 r_0 处的声级，dB。

通过上述噪声衰减公式并根据施工场界噪声限值标准的要求，计算施工机械噪声对环境的影响范围。预测结果如下。

表 6.8.1-1 主要施工机械噪声影响范围单位：dB(A)

声级 设备	声源	测点与声源距离 (m)							限值标准	
		10m	20m	40m	60m	80m	100m	150m	昼间	夜间
施工船舶	90	85	79	73	69	67	65	61	70	55
吊机	85	65	59	53	49	47	45	41		

项目在施工阶段各种机械噪声昼间达标排放所需的衰减距离为6~56m，夜间达标距离为31~316m。施工期噪声昼间影响距离在56m以内，夜间禁止施工，项目正常施工下对周边声环境影响很小，项目周边200m范围均无声环境敏感目标，项目施工产生的噪声对海域声环境质量影响很小。

6.8.2 运营期对声环境的影响分析

运营期噪声主要来自管理船舶机械噪声，船舶机械噪声值在80dB~90dB之间。通过采取减振、隔声等综合治理措施，可以将影响降到最低。运营期船舶主要用于海上生产作业，船舶作业区域为养殖用海范围，距离陆域很远，周边并无声环境敏感目标，因此，运营期所产生的噪声不会对周边环境产生明显影响。

6.9 对大气环境影响分析

本项目施工及运营船舶主要以柴油为燃料，施工过程中产生一定量的燃油废气，包括CO、NO_x、SO₂等。项目养殖海域较为宽阔，机械尾气容易扩散，因此，结合工程施工、运营船舶数量不多，其大气污染物产生量较小，产生污染的时间较短，施工与运营结束后大气污染物即随之消失，不会对周围环境产生明显影响。

本项目应急柴油发电机主要为应急使用，在起网、饲养用电不足时作为备用能源使用，柴油发电机油耗量约25kg/小时，年耗油量不超过50t。燃料以含硫率<0.1%的轻质柴油为燃料。SO₂产生系数约为0.002kg/kg，NO_x产生系数约为0.01kg/kg。SO₂、NO_x产生量分别为0.1t/a、0.5t/a。由于柴油发电机为间歇排放，且使用时间很短，对环境空气的影响很小。

6.10 固体废物影响分析

(1) 施工期固体废物影响分析

施工期的固体废物主要有生活垃圾和施工机械设备产生的残油、废油等。根据《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018），船舶施工人员生活垃圾产生量按1.5kg/d·人估算，则施工期船舶生活垃圾排放量为45kg/d。施工期生活垃圾，施工船舶、机械设备作业产生的残油、废油等危险废物，经收集后交由具有接收处理能力的船舶污染物接收单位处理，不会对海洋环境造成影响。

(2) 运营期固体废物影响分析

运营期固体废物主要为工作人员生活垃圾及换网和网箱维护产生的管铁绳线边角料、废弃网衣及网衣附着物等，按工作人员20名计，根据《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018），船舶生活垃圾产生量按1.5kg/d·人计算，运营期生活垃圾产生量为30kg/d，生活垃圾统一收集上岸后，运输至纪家镇垃圾处理站集中处理；换网、网箱维护产生的废弃管铁绳线边角料、废弃网衣经收集后上岸运输至纪家镇垃圾处理站集中处理。

在养殖过程中，网箱网衣将附着有藤壶、藻类、贝类等生物，本项目采用高压水枪喷洗网箱网衣进行清洁，采用海水进行清洗附着生物，由于附着生物品种

均来源于本海区，冲洗水也为本海区海水，因此，冲洗的附着物等固废将直接排入海区，经冲洗后藻类碎屑、藤壶和贝类等残屑均可被本海区鲷鱼、鲷鱼等摄食，可为海区鱼类提供食物。

项目运营过程中产生的残油、废油经收集后，委托具有接收处理能力的环保服务公司接收处理。

项目深水网箱年产量为 841.5 吨，养殖饲料系数为 1.8，则年投喂饵料为 1514.7 吨，干饲料包装按 25kg/袋，则约需要 60588 袋干饲料，每个包装袋大约 45-60g（按 60g/个计），则饲料袋重量为 3.64t，统一收集上岸后运输至纪家镇垃圾处理站集中处理。

综上，根据《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）的要求，本养殖活动产生的废弃饵料、饵料包装袋、废弃网具等固废，以及生活垃圾均放入收集箱中，集中装箱运回陆地，严禁随意丢弃入海，上岸后运输至纪家镇垃圾处理站集中处理。而养殖过程中网衣附着物如藤壶、藻类、贝类等，则在网衣冲洗过程中排入海区作为野生鲷鱼、鲷鱼等鱼类摄食，作为海区野生鱼类食物。

此外，深水网箱养殖不可能完全杜绝不发生死鱼现象，网箱内一旦出现死鱼，要立刻查找原因，及时打捞死鱼，严禁死鱼外溢出网箱，对环境造成污染。养殖过程死亡的养殖鱼类在网箱框架上进行晒干，晒干后使用收集桶收集，后转交管护船舶将收集桶的死鱼转运至渔港，并通过市政卫生处理设施无害化处理。严禁海抛、食用、做养鱼饲料。

综上，本项目运营期所产生的固体废物均收集后上岸处理，严禁排放入海，对海洋环境影响很小。

7 环境风险分析与评价

7.1 环境风险评价工作等级

根据 1.6.5 节内容，本项目环境风险评价工作等级为 2 级。

7.2 事故风险分析

7.2.1 自然灾害风险

(1) 热带气旋

自然环境对项目用海带来的风险主要为热带气旋、风暴潮、暴雨和地震等自然灾害所产生。

根据历史资料统计，登陆粤西沿海地区的热带气旋平均每年 1.6 个，登陆吴川至徐闻的热带气旋约占粤西的 60%，平均每年 0.96 个。造成湛江市 ≥ 6 级大风或暴雨天气的热带气旋，占总数的 68%。经统计自 1951~2019 年，经过湛江湾方圆 200km 的台风，共 157 个，其中台风从湛江以北过境的居多，近 10 年来，经过湛江湾附近的台风次数基本不超过 3 次，除了 2018 年经过湛江湾附近的台风有 5 次。1951 年以来，经过湛江湾的台风最多次数亦为 5 次，分别为 1965 年和 1974 年。

一旦热带气旋来袭，常常会带来大风大雨的天气，大气能见度差，同时海面掀起大浪，特别是与天文大潮重叠时将伴有风暴潮。灾害性波浪和风暴潮来袭带来的强大动能将有可能冲毁各施工器具，掉进海里，施工器具里的润滑油、柴油等可能会对海洋环境造成一定的污染。若提前建好并维护好保护设施，则该类风险的危害可以避免。另外，本项目施工期使用的船舶如在恶劣天气和海况下未能及时归港，则易于引起翻船、碰撞、触底等海上交通事故，造成的船舶油舱燃料油泄漏事故将对周围海域的环境敏感保护目标造成损害。

项目网箱及筏式养殖设施采用锚泊固定，无法转移或下沉，虽具有一定的抗风浪能力，但一旦遇到台风等恶劣天气，仍可能造成网箱损坏、养殖鱼流失或死亡，将损失惨重。查找文献《海况条件对海水养殖网箱性能的影响》，网箱在海中受风浪及潮流的作用而产生阻力，锚链须具备充足的抗张力才能承受网箱的阻

力，否则可能发生脱锚风险。网衣因受潮流冲击容易向下流方向产生倾斜变形，随着流速增大，网箱壁变形越大，箱体内的水体相应减少，可能造成鱼体表皮被网片擦伤。因此，为使网箱在潮流中维持正常的网形，须在网衣力纲下端结敷沉石，沉石的重量因流速的不同而增减。一般情况下，沉石重量应通过力纲将力均匀分布在网片上，每个网目的负荷很小，如果遇到海况恶劣，出现应力集中，则可能出现网衣破损现象。因此在保障网箱架体安全的前提下，不同网目的网衣必须采用适宜的网线材料和规格，保障网衣不致破损。因此，项目建设应考虑海洋自然条件的特点，严格按有关规范进行设计、施工，确保网箱的抗风抗浪要求。

另外，如果养殖工作人员未能在台风到来前及时撤离，将会对生命安全造成威胁。同时应制定热带气旋应急预案，及时了解天气预报信息，警惕台风、风暴潮等自然灾害的突然袭击，在热带气旋来临之前做好应急防范措施，避免因强风巨浪造成的损失。

（2）其他强对流天气

项目运营期可能遭受的其他强对流天气主要有龙卷风、大风等，可能会对平台及网箱造成破坏，导致养殖鱼流失，有可能危及运输船只和养殖作业人员的安全。据初步分析，夏季盛期的龙卷风以台风影响为主，其他季节以低压槽和冷空气活动影响为多。建议在养殖期间注意关注相关预报，做好龙卷风天气的防范措施，及时撤退工作人员

7.2.2 施工安全风险

项目施工过程中养殖网箱安装需有大型船舶通过吊机布放，由于网箱体积和质量均比较大，布放过程中若施工人员麻痹疏忽、违反操作等，容易引发人员伤害安全事故，因此，应采取相应安全措施保证施工安全。

7.2.3 溢油风险分析

7.2.3.1 溢油事故发生概率分析

（1）国际船舶污染事故统计分析

根据 ITOPF (International Tanker Owners Pollution Federation Ltd) 1974~2015 年统计资料，42 年间发生油品船舶泄漏事故 9697 次，其中泄漏量大于 700t 的

事故次数为459次,7~700t的事故次数1364次,小于7吨的事故次数7874次。从统计资料可知,绝大多数事故泄漏量小于7t,所占比例约81.2%。事故原因统计结果显示,除不明原因事故外,以设备故障导致的事故数量最多,占19.8%;其次是船体破损,占7.6%;大于700吨的事故中,以搁浅和碰撞导致的居多。

表 7.2.3-1 1974~2015 年全球海轮溢油事故统计

事故原因	<7t	7-700t	>700t	合计
装卸作业	3170	393	42	3605
加装燃料	574	32	1	607
抛锚	0	0	25	25
在航	0	0	310	310
其他操作	1286	178	81	1545
不明原因	2844	761		3605
合计	7874	1364	459	9697

表 7.2.3-2 1974~2015 年全球海轮溢油事故原因统计

事故原因	发生次数	所在百分比(%)
碰撞	685	7.1
搁浅	660	6.8
船体破损	738	7.6
设备故障	1917	19.8
火灾、爆炸	273	2.8
其他	2020	20.8
不明原因	3404	35.1
合计	9697	100

表 7.2.3-3 小于 7t 溢油事故原因统计

	操作				
	装货/卸货	加油	其他操作	未知	合计
	3170	574	1286	2844	7874
泄露的原因					
碰撞	3	2	15	168	188
搁浅	2	0	15	223	240
船体受损	325	10	47	195	577
设备故障	1130	108	251	203	1692
火灾/操作	50	5	36	83	174
其他	842	291	518	164	1815
未知	818	158	404	1808	3188
合计	3170	574	1286	2844	7874

表 7.2.3-4 7~700t 溢油事故原因统计

	操作				
	装货/卸货	加油	其他操作	未知	合计
	393	32	178	761	1364
泄露的原因					
碰撞	5	0	57	299	361
搁浅	0	0	26	244	270
船体受损	37	4	15	45	101
设备故障	145	6	17	39	207
火灾/操作	9	0	13	25	47
其他	98	13	36	28	175
未知	99	9	14	81	203
合计	393	32	178	761	1364

表 7.2.3-5 大于 700t 溢油事故原因统计

	操作							
	抛锚（内陆/限制区域）	抛锚（开放水域）	在航（内陆/限制区域）	在航（开放水域）	装货/卸货	加油	其他（其他操作/未知）	合计
	16	9	81	229	42	1	81	459
泄露的原因								
碰撞	6	5	34	66	2	0	23	136
搁浅	5	1	46	68	2	0	28	150
船体受损	2	1	0	49	0	0	8	60
设备故障	0	0	0	6	11	0	1	18
火灾/操作	2	2	1	25	13	1	8	52
其他	1	0	0	14	8	0	7	30
未知	0	0	0	1	6	0	6	13
合计	16	9	81	229	42	1	81	459

(2) 广东省船舶污染事故统计与分析

收集广东省海事局 2007~2011 年度近 5 年的溢油资料作类比分析，见表 7.2.3-6。

表 7.2.3-6 广东辖区 2007~2011 年船舶水上污染事故分析表

统计年份 事故次数		2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	合计
事故 类型	操作性事故	12	4	2	5	1	24
	海损性事故	6	4	5	4		19
	其他/未知		1				1
	小计	18	9	7	9	1	44
事故	港内	13	6	4	5		28

地点	航道						0
	锚地	2			1		3
	近海	3	2	2	2	1	10
	其他/未知		1	1	1		3
	小计	18	9	7	9	1	44
溢油量	小于 10 吨	17	8	4	6	1	36
	10~49 吨		1	1	1		3
	50~99 吨	1		1	1		3
	100~499 吨						0
	500~999 吨			1			1
	1000~9999 吨				1		1
	10000 吨以上						0
	未知						0
	小计	18	9	7	9	1	44
海损性事故类型	碰撞	1		1	3		5
	搁浅			1			1
	触礁	1	1				2
	触损	1			1		2
	沉没	1	3	2			6
	火灾/操作	1					1
	船体破损	1		1			2
	其他/未知						0
	小计	6	4	5	4	0	19

统计结果显示,这五年,广东省共发生船舶污染事故 44 起,其中操作性事故 24 起(包括加油事故、装卸事故和误排机舱水事故),海损性事故 19 起,其他事故 1 起。

事故发生在港内的居多,占 63.6%;其次为近海,占 22.7%;发生在锚地和其他区域的各 3 起。

溢油量以小于 10 吨的居多,共 36 起,占 81.8%;10~50 吨、100~500 吨的各 3 起,各占 6.8%;500~1000 吨、1000~10000 吨的各 1 起,各占 2.3%。

其中海损性事故(共 19 起)中,沉没 6 起,占 31.6%;碰撞 5 起,占 26.3%;触礁、触损和船体破损各 2 起,各占 10.5%;搁浅、火灾爆炸各 1 起,各占 5.3%。操作性事故中(24 起),由装卸作业导致的共 15 起,加油作业导致的 2 起,其他作业导致的 7 起,分别占 62.5%、8.3%、29.2%。

已知溢油量的海损性事故，溢油量为0.003~1755t（包括化学品泄漏事故），平均溢油量142.5t。操作性事故溢油量为0.006~3t（包括化学品泄漏事故），平均0.5t。

统计结果显示，广东省溢油污染事故发生概率为8.8次/年，其中10吨以下的事故发生概率为7.2次/年，10~50吨、100~500吨、500~1000吨、1000~10000吨事故发生概率分别为0.6次/年（约1年一遇）、0.6次/年（约1年一遇）、0.2次/年（5年一遇）、0.2（5年一遇）次/年。

7.2.3.2 溢油风险环境影响分析

溢油污染分为事故性污染和操作性污染两大类，事故性污染是指船舶碰撞、搁浅、触礁等突发性事故造成的污染；操作性污染是指加油作业以及船舶事故性排放机舱油污水、洗舱水、废油等造成的污染。造成溢油事故，除一些不可抗拒的自然因素外，绝大部分是由于操作不当或违章作业等人为原因引起的。

项目施工期投入突发溢油风险主要为：施工船舶作业期间作业船舶和运营期间生产船舶往返航道与其他船舶可能发生碰撞造成船体损坏，和在恶劣天气情况下与进出航道船舶可能发生的碰撞事故造成船体损坏，燃油及船舱内油污水泄漏造成的溢油，尤其是与航行在海域的大型油轮碰撞。一旦发生漏油事故，其进入海洋的原油会对当地的海洋环境、海洋生物和养殖资源造成严重危害，而且还会散发多种对人体有害的物质。大规模的漏油事故对旅游业和水产业影响更为明显，而且这种危害所造成的影响，其周期往往很长。燃油一旦泄漏，对海域环境质量、对海域生态环境和养殖业造成严重的影响，使渔业生产受到损失。施工期主要使用施工船舶作业，最可能发生的风险事故是船舶碰撞溢油事故；施工船舶在工程位置作业或行进时，由于管理疏忽、操作违反规程或失误等原因引起石油类跑、冒、滴、漏事故，也会对水域造成污染。项目位于规划的深海养殖区范围，不位于习惯航道，因此过往的船舶较少。

项目施工期、运营期投入的船舶数量极少，除应急快艇外，其余船舶行驶全部控制航速，基本不会与周边航行的船舶发生碰撞事故。

施工期投入1艘100t起重船、4艘锚碇块投放船、6艘网箱安装船、6艘辅助小艇、2艘拖船、1艘机动艇、1艘潜水工作船进行施工作业，投入船舶数量不多且航速均保持在10节左右，与周边航行的船舶发生碰撞事故的可能性极小。

运营期,项目投入工作船5艘用于应急、运输材料及投放鱼饵、鱼药等。可见,运营期投入的工作船数量较少,对项目所在海域通航密度增加不大,且工作船的航速控制在10节左右,与周边航行的船舶发生碰撞事故的可能性极小。养殖辅助船艇油仓极小,主要用于往返于陆域及深海网箱之间运送饲料、投放鱼苗;一般仅在项目区域附近航行,基本不会与周边航线的船舶发生碰撞。

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》的要求,现对项目发生通航事故时油类物质的飘逸扩散过程进行预测分析。

1、预测模型简介

(1) GNOME 模型

GNOME(General NOAA Operational Modeling Environment)溢油模型是由美国国家海洋与大气局(NOAA)反应和恢复办公室(OR&R)紧急反应部(ERD)开发的一款全面免费的交互式环境溢油轨迹模拟软件,它采用C++语言编写,设计用于模拟在水域环境中的溢油轨迹。同时GNOME模型还具有操作界面简洁、安装简单、模拟运行速度快等优点。它属于目前主流的油粒子溢油模型,采用二维欧拉-拉格朗日粒子追踪法进行轨迹模拟。GNOME溢油数值模型可以模拟由风、流和其他影响因素所造成的溢油扩散和转移,同时也可以模拟洋流和风观测预报中出现的 uncertainty 造成的溢油扩散轨迹的分布,并估计其分布的90%置信区间,从而估计潜在的威胁。

GNOME模型模拟油粒子的漂移轨迹采用欧拉拉格朗日粒子追踪法。具体表达式为:

$$M = M_0 + \int_{t_0}^{t_0+\Delta t} v t(x(t_0), y(t_0), t_0) dt$$

其中, M 是经过漂移 Δt 时间后的新位置; M_0 为 t_0 时刻的初始位置; v_t 为 t_0 时刻的初始漂移速度,表现为时间与空间的函数;由于油膜的随机分布,因此其初始位置不一定位于模型的网格节点上,所以在获取其速度时,是通过和周围的网格节点速度线性插值获得。

在 GNOME 模型中任何一个网格节点在某一具体的时刻其速度为:

$$V = V_t + \alpha V_w$$

其中, V_t 表示在 t 时刻时模型网格节点上的速度, V_w 表示在 t 时刻时模型网

格节点上的风场速度， α 为风因子。

(2) 溢油扩散

溢油事故发生后，油品泄漏到水体表面上时，将会受到其自身表面的张力、惯性力、重力和粘性力的共同作用，从而向四周进行扩散。Fay 以平静的海面为前提得出油膜在扩展过程不同阶段的模型表达式：

惯性扩展阶段：

$$D = 2K_1(g\beta Vt^2)^{\frac{1}{4}}$$

粘性扩散阶段：

$$D = 2K_2\left(\frac{g\beta V^2}{\sqrt{\nu_w}}\right)^{\frac{1}{6}} * t^{\frac{1}{4}}$$

表面张力阶段：

$$D = 2K_3\left(\frac{\delta}{\rho_w\sqrt{\nu_w}}\right)^{\frac{1}{2}} * t^{\frac{3}{4}}$$

式中：D 为油膜的直径；g 为地球重力加速度；V 为油膜的初始体积；t 为时间； ρ_w 为海水的密度； ν_w 为水的粘滞系数； ρ_0 为油品的密度； $\beta = 1 - \frac{\rho_0}{\rho_w}$ ； σ 为净表面张力系数，即空气-水表面间、油-空气间、油-水间； K_1 、 K_2 、 K_3 为每个阶段的经验系数。

(3) 蒸发

在溢油蒸发方面，使用的最多且最广泛的是由 Stiver 和 Mackey 所提出的经验公式：

$$F = \frac{\ln\left(1 + \theta \frac{VP_a}{RT^2} * BT_g * \exp\left(B\left(1 - \frac{T_0}{T}\right)\right)\right) * T}{BT_g}$$

式中，T 为溢出油品的温度； P_a 为大气压强；R 为大气常数；B 为常数（取值 10.3）；V 为溢油油品的体积； θ 为挥发系数，一般情况下由 $\theta = 2.5 \times 10^{-3} U_w^{0.78}$ 计算所得出，其中 U_w 为风速； T_g 为挥发曲线的梯度； T_0 为挥发油品的初始温度。

(4) 乳化

乳化，即在溢油油品进入水体后，在包括风、流等外力的共同下，使其形成一种油水混合物的一个过程。目前，在国内外溢油模型中使用最多的是由 Mackay 所提出的利用油品中的含水率来表示油品的乳化程度。

$$F = C \{ 1 - \exp [\frac{-2 \times 10^{-6}}{C} (1 + U_{10})^2 T] \}$$

式中，F 为油品中的含水率（%）；C 为乳化粘度常数，一般情况下，原油和重油取 0.7； U_{10} 为海面上 10m 的风速（m/s）；T 为乳化时间（s）。

（5）溶解

在溢油模型中，油品的蒸发和溶解是同时进行的，只是相对于蒸发而言，溶解所产生的影响要远小于蒸发所产生的。

根据 Cohen Y 和 Huang J C 所提出的计算公式，溢油成分的溶解计算公式为：

$$S_1 = KAS_2$$

$$S_3 = S_4 e^{-\alpha t}$$

式中， S_1 为原油溶解速率（g/h）； S_2 为原油在水中的溶解度（mg/L）； S_3 为溢油的总溶解速率（mg/h）； S_4 为溢油发生前的溶解度（mg/h）；A 为油膜的面积（ m^2 ）；K 为传质系数（m/h）； α 为溶解衰减常数（ s^{-1} ）；t 为时间（s）。

（6）扩散系数

GNOME 模型采用了以下两个经典扩散公式：

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D \nabla^2 C$$

式中，C 是溢出物质的浓度；D 为扩散系数。

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D_x * \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + D_y * \frac{\partial^2 C}{\partial y^2}$$

式中， D_x 、 D_y 为 x 和 y 方向上的标量扩散系数。

在本文中，扩散系数采用系统默认参数，即 $10000 cm^2/sec$ 。

2、海洋环境风险预测方案确定

溢油位置：本项目风险事故主要为施工期间拖船事故溢油风险，泄露物质为燃料油，溢油点选取在项目施工区。

溢油量：本项目最大施工船舶为 5000 吨拖船，最大燃油储存量为 1200 吨，则施工期本项目船舶最大可信水上溢油事故溢油量为 1200 吨。

预测风况：溢油风险预测工况见表 3.2.1，预测溢油发生后 12、24、48 以及 72 小时油膜漂移扩散情况。

表 7.2.3-7 溢油风险预测工况组合

工况	风向、风速	溢油时点	说明
----	-------	------	----

1	N, 5 m/s	涨潮	冬季主导风
2	SW, 4 m/s		夏季主导风
3	N, 13.8 m/s		冬季、夏季主导风允许作业最大风速
4	SW, 13.8 m/s		
5	N, 5 m/s	落潮	冬季主导风
6	SW, 4 m/s		常年、夏季主导风
7	N, 13.8 m/s		冬季、夏季主导风允许作业最大风速
8	SW, 13.8 m/s		

3、溢油事故预测结果和分析

本项目位于湛江市包金沙1号海域，水动力条件复杂，根据以上预测条件，施工船舶发生燃料油泄露事故时，各工况下油膜扫海面积统计见表7.2.3-8，油膜扩散范围见图7.2.3-1~32。结果显示，发生泄漏事故时油膜的扩散轨迹受海流和风的影响。

预测结果表明，由于周边地形的影响，不同风向对溢油影响的差别较大。工况1，油膜2个小时到达北侧湛江遂溪江洪海洋生态地方级自然保护区，70小时到达南侧广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区；工况2，油膜2个小时到达北侧湛江遂溪江洪海洋生态地方级自然保护区，64小时到达草潭镇岸边；工况3，油膜2个小时到达北侧湛江遂溪江洪海洋生态地方级自然保护区，20小时到达南侧广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区；工况4，油膜1个小时到达北侧湛江遂溪江洪海洋生态地方级自然保护区，24小时到达草潭镇岸边；工况5，油膜8小时到达南侧广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区，17个小时到达北侧湛江遂溪江洪海洋生态地方级自然保护区，57小时到达江洪镇岸边；工况6，油膜6小时到达南侧广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区；工况7，油膜5小时到达南侧广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区；工况8，油膜15个小时到达北侧湛江遂溪江洪海洋生态地方级自然保护区，20小时到达乐民岸边。工况2、4、5、8的油膜有到达岸边的风险，夏季主导风大部分时候为油膜靠岸的不利风向；冬季主导风向则是容易导致油膜的最终扩散范围比较大。

表 7.2.3-8 油膜扫海面积统计表

工况	风况		溢油时点	扫海面积 (km ²)			
	风向	风速		12h	24h	48h	72h
1	N	5 m/s	涨潮	81.53	238.02	394.70	574.60

2	SW	4 m/s		109.11	201.81	373.96	526.07
3	N	13.8 m/s		61.13	305.82	726.85	1253.46
4	SW	13.8 m/s		130.20	191.44	305.59	320.59
5	N	5 m/s	落潮	97.83	268.91	461.73	647.20
6	SW	4 m/s		82.04	281.88	537.65	738.35
7	N	13.8 m/s		122.43	215.19	632.92	1169.37
8	SW	13.8 m/s		95.66	314.59	352.86	352.86

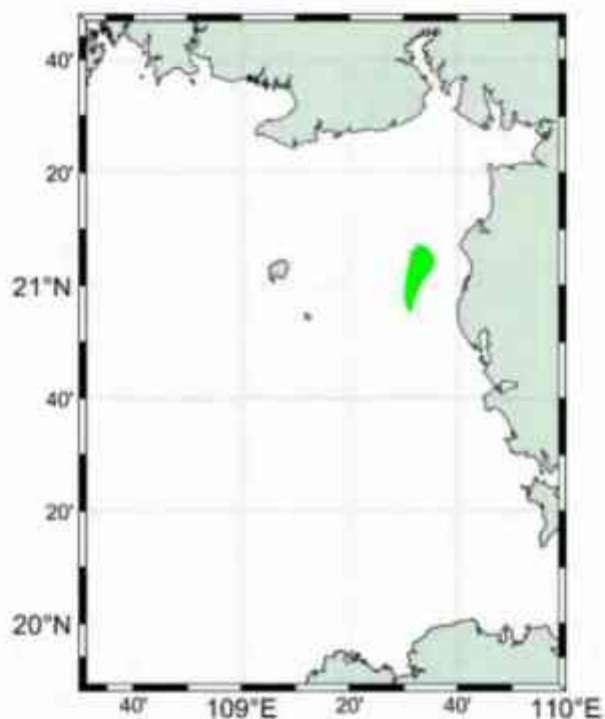


图 7.2.3-1 工况 1 泄露燃油的油膜漂移扩散范围 (12h)

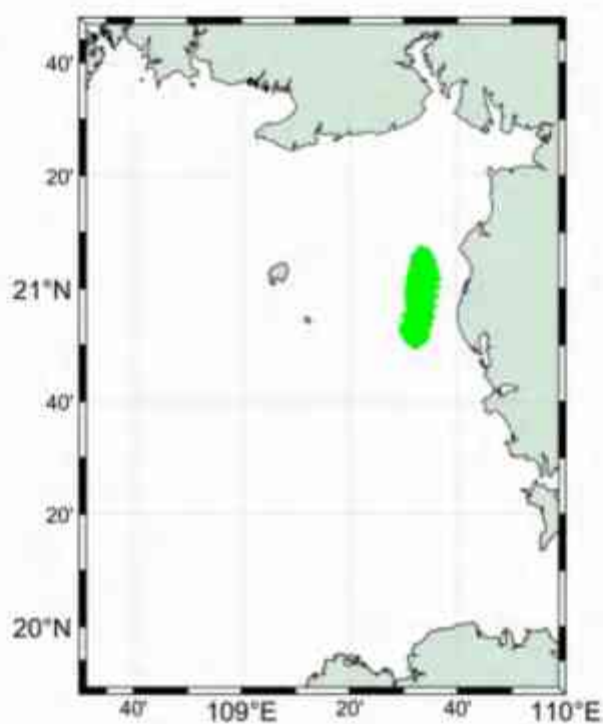


图 7.2.3-2 工况 1 泄露燃油的油膜漂移扩散范围 (24h)

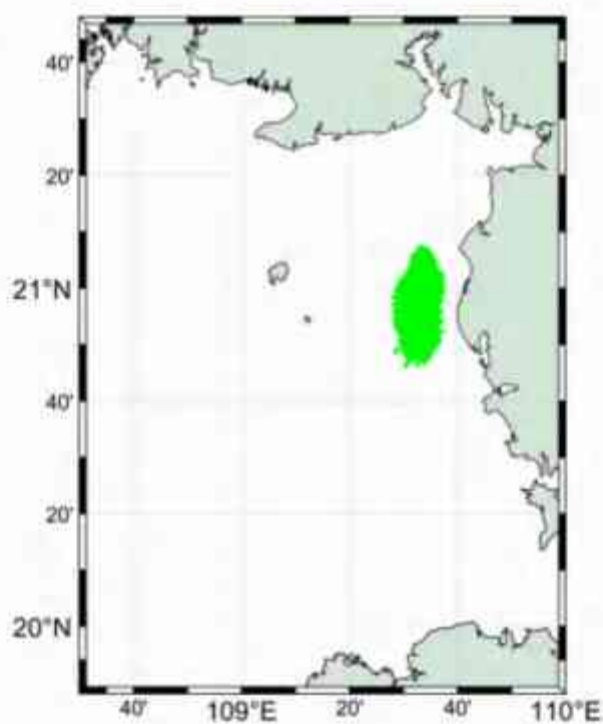


图 7.2.3-3 工况 1 泄露燃油的油膜漂移扩散范围 (48h)

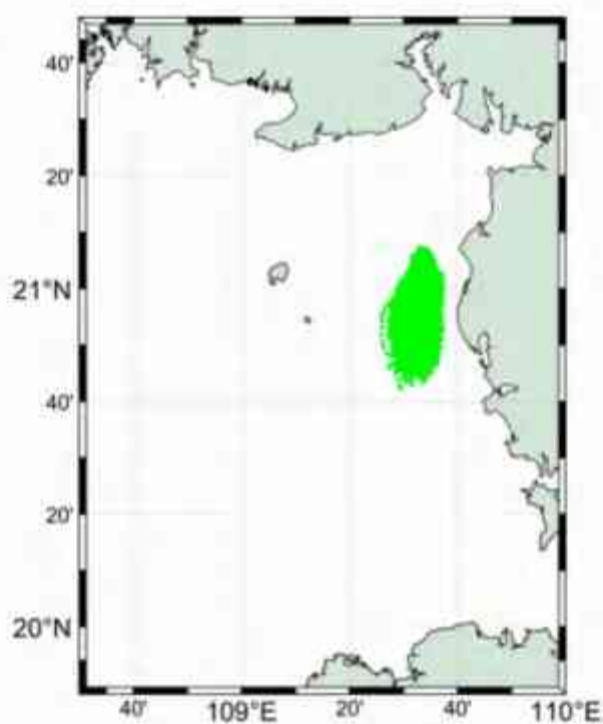


图 7.2.3-4 工况 1 泄露燃油的油膜漂移扩散范围 (72h)

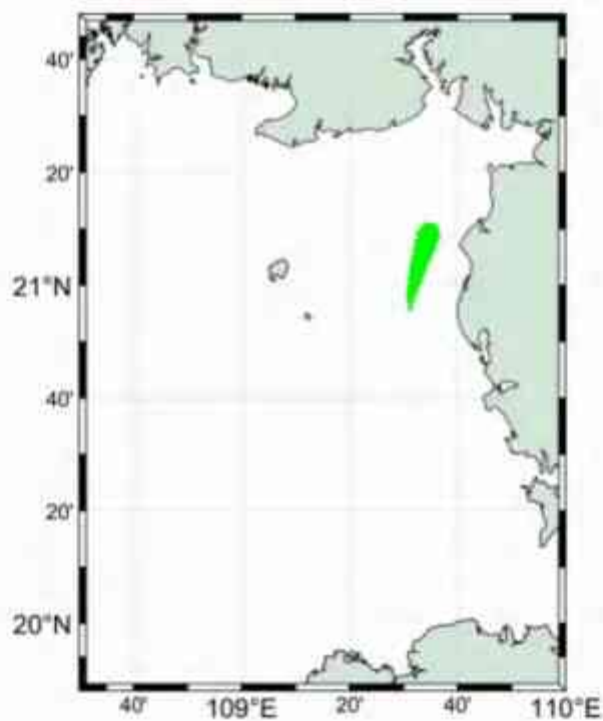


图 7.2.3-5 工况 2 泄露燃油的油膜漂移扩散范围 (12h)

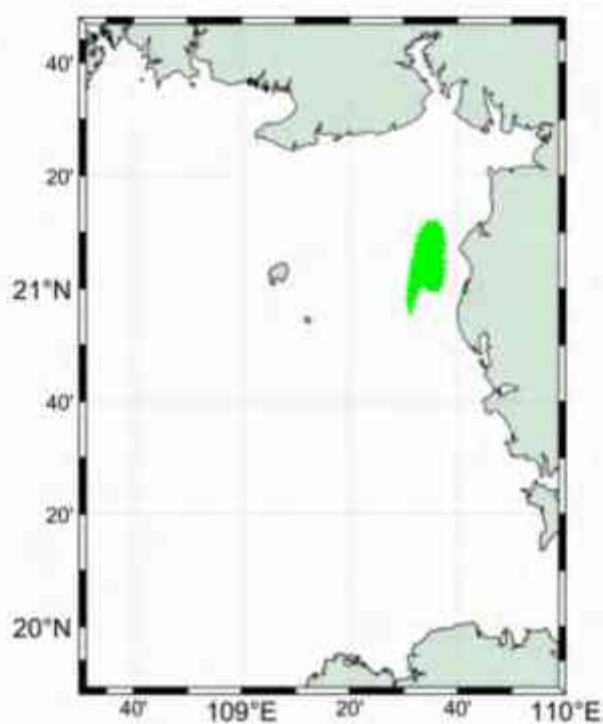


图 7.2.3-6 工况 2 泄露燃油的油膜漂移扩散范围 (24h)

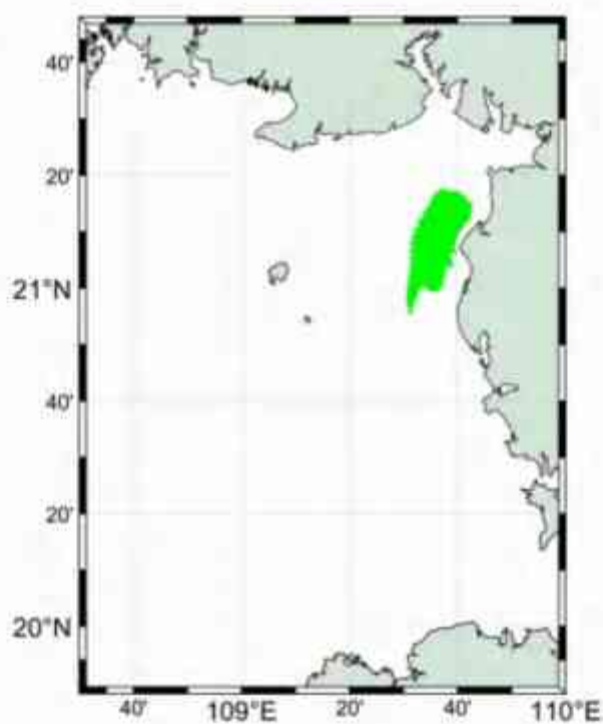


图 7.2.3-7 工况 2 泄露燃油的油膜漂移扩散范围 (48h)

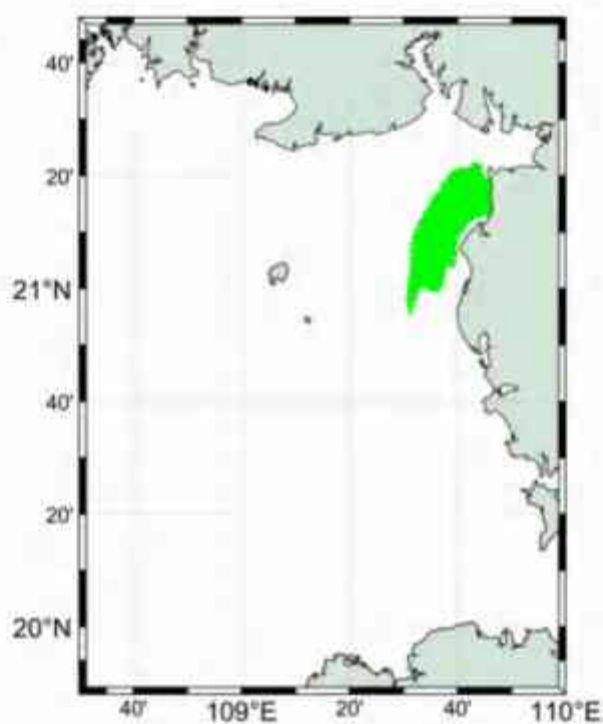


图 7.2.3-8 工况 2 泄露燃油的油膜漂移扩散范围 (72h)

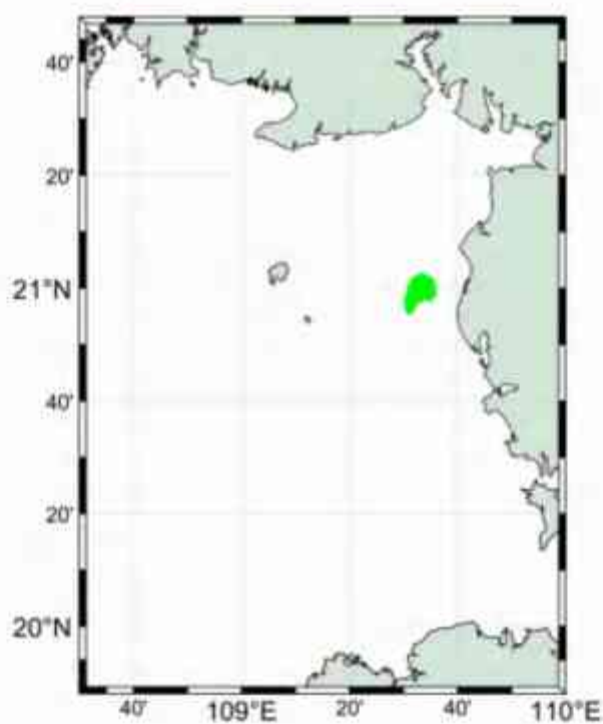


图 7.2.3-9 工况 3 泄露燃油的油膜漂移扩散范围 (12h)

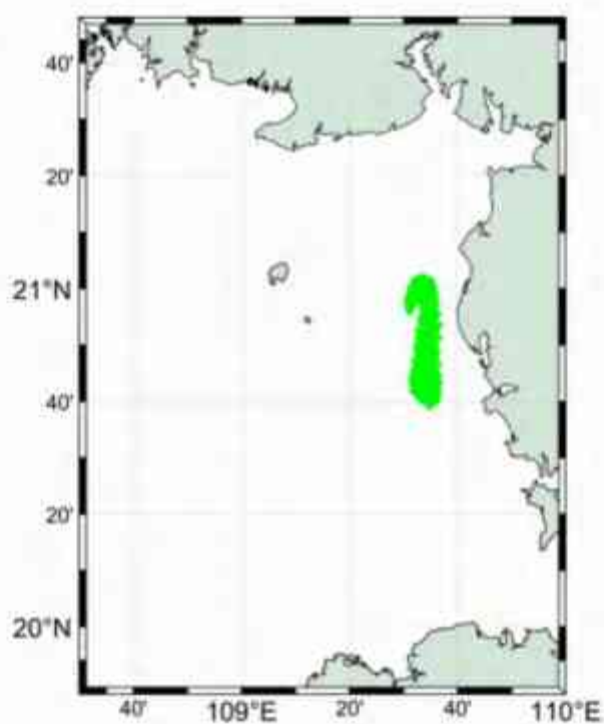


图 7.2.3-10 工况 3 泄露燃油的油膜漂移扩散范围 (24h)

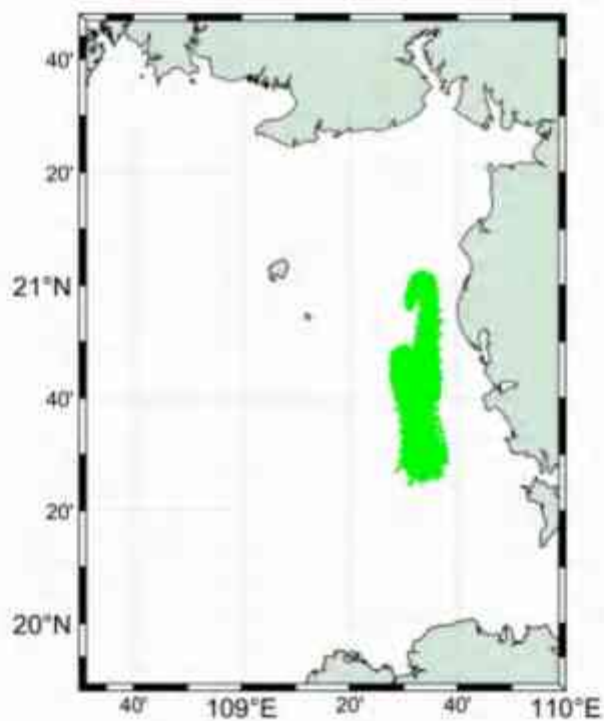


图 7.2.3-11 工况 3 泄露燃油的油膜漂移扩散范围 (48h)

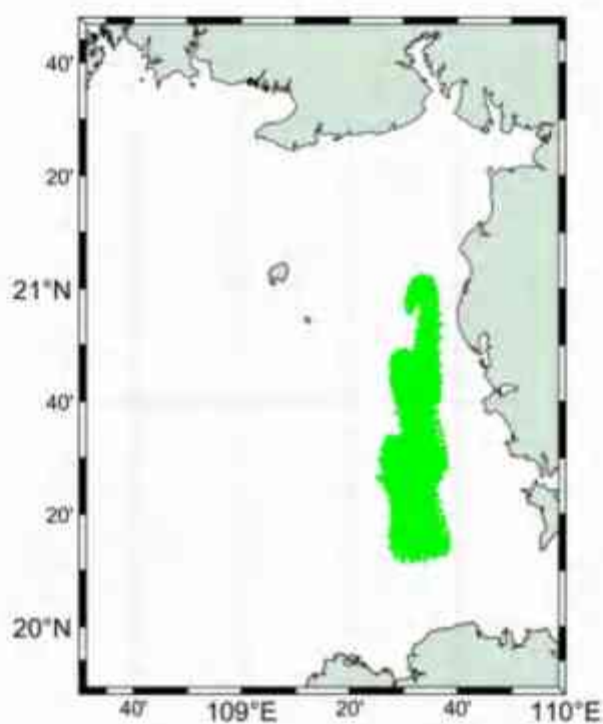


图 7.2.3-12 工况 3 泄露燃油的油膜漂移扩散范围 (72h)

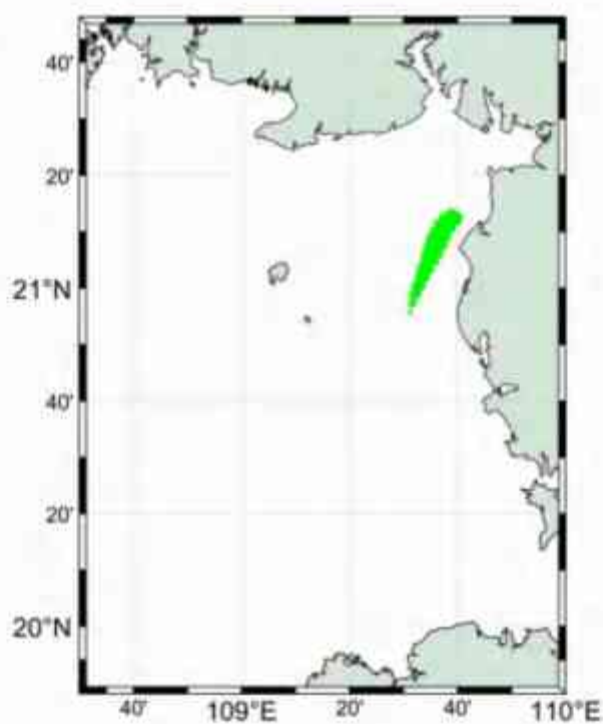


图 7.2.3-13 工况 4 泄露燃油的油膜漂移扩散范围 (12h)

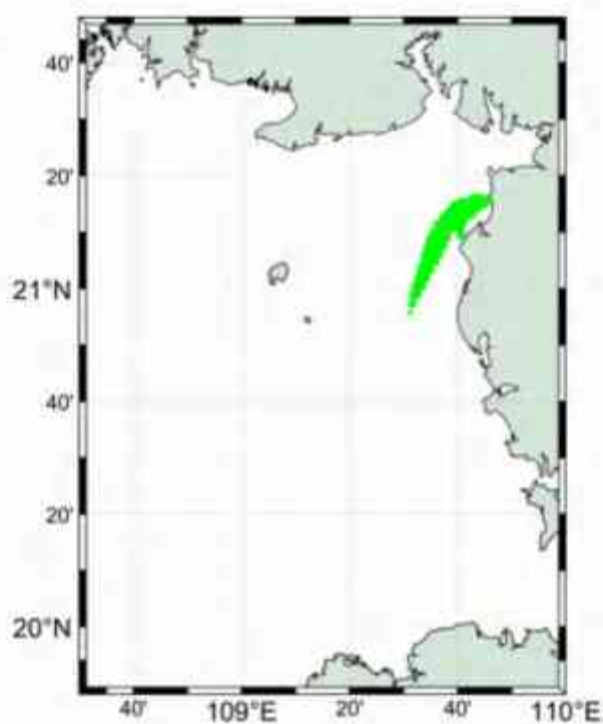


图 7.2.3-14 工况 4 泄露燃油的油膜漂移扩散范围 (24h)

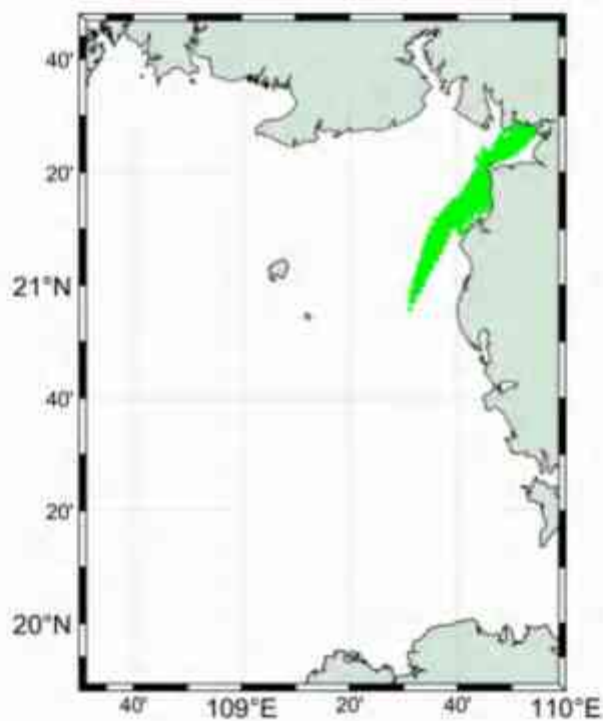


图 7.2.3-15 工况 4 泄露燃油的油膜漂移扩散范围 (48h)

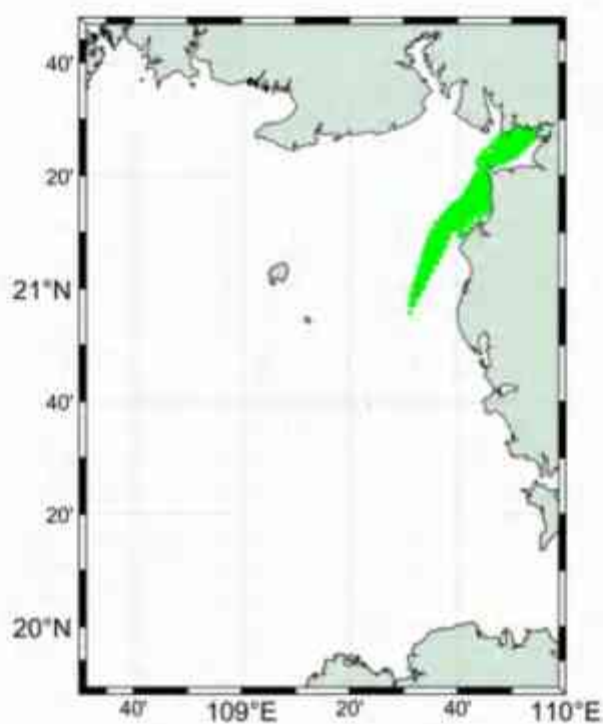


图 7.2.3-16 工况 4 泄露燃油的油膜漂移扩散范围（72h）

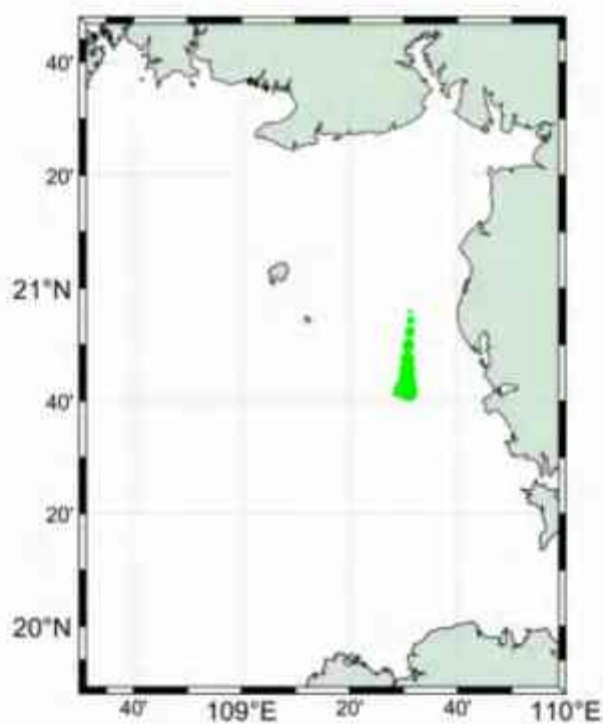


图 7.2.3-17 工况 5 泄露燃油的油膜漂移扩散范围（12h）

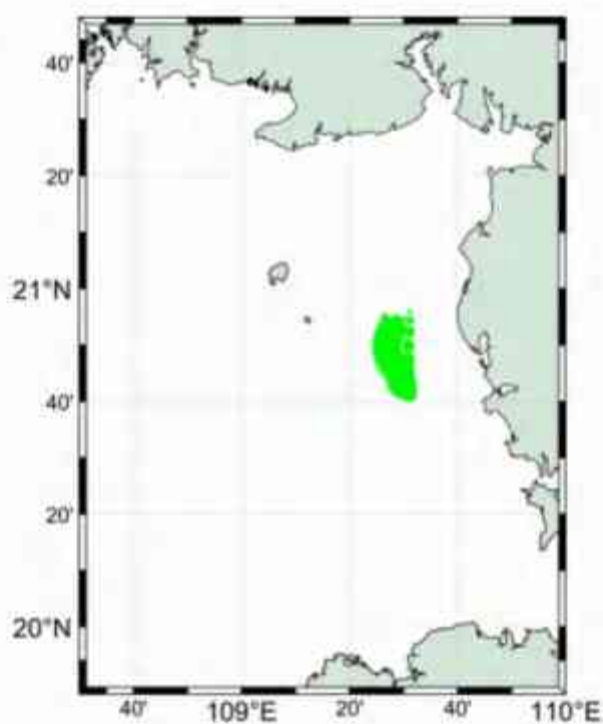


图 7.2.3-18 工况 5 泄露燃油的油膜漂移扩散范围 (24h)

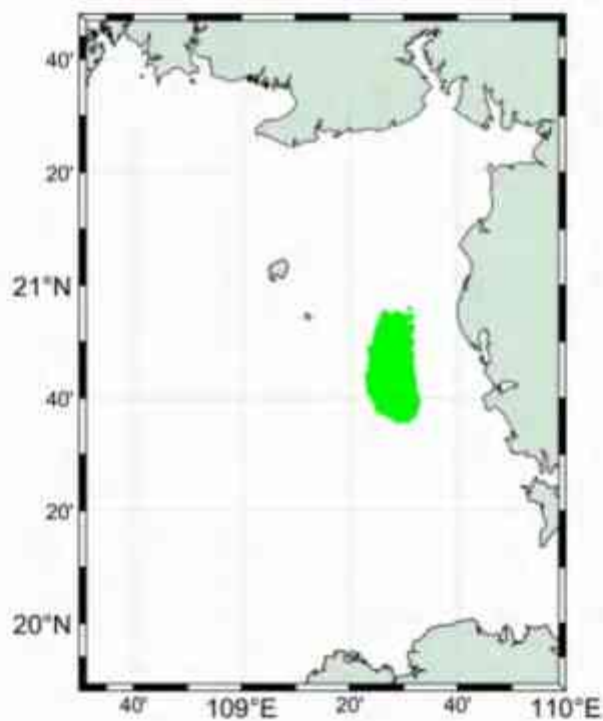


图 7.2.3-19 工况 5 泄露燃油的油膜漂移扩散范围 (48h)

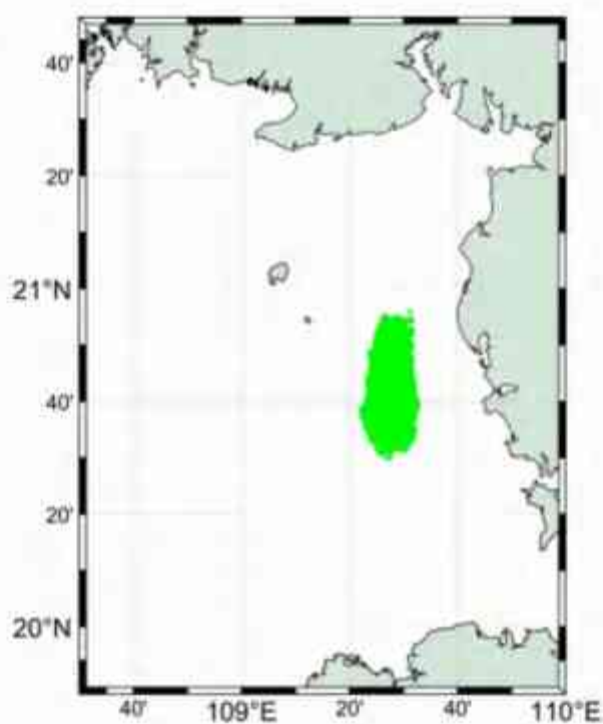


图 7.2.3-20 工况 5 泄露燃油的油膜漂移扩散范围 (72h)

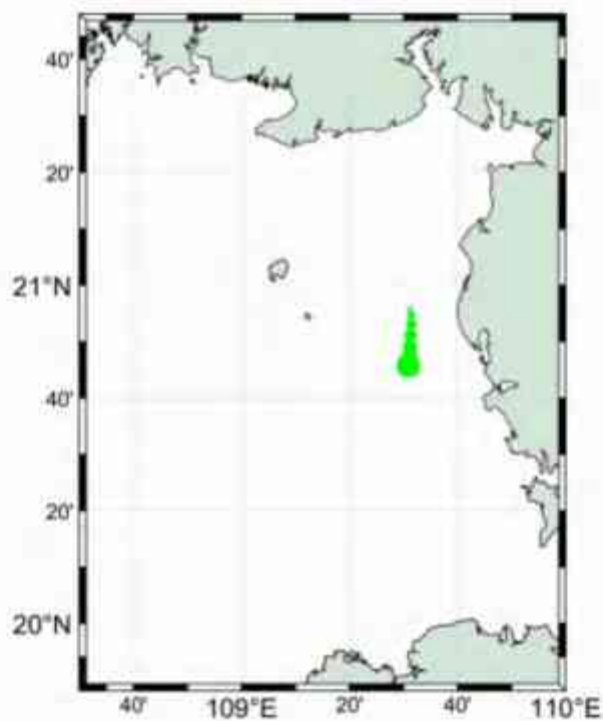


图 7.2.3-21 工况 6 泄露燃油的油膜漂移扩散范围 (12h)

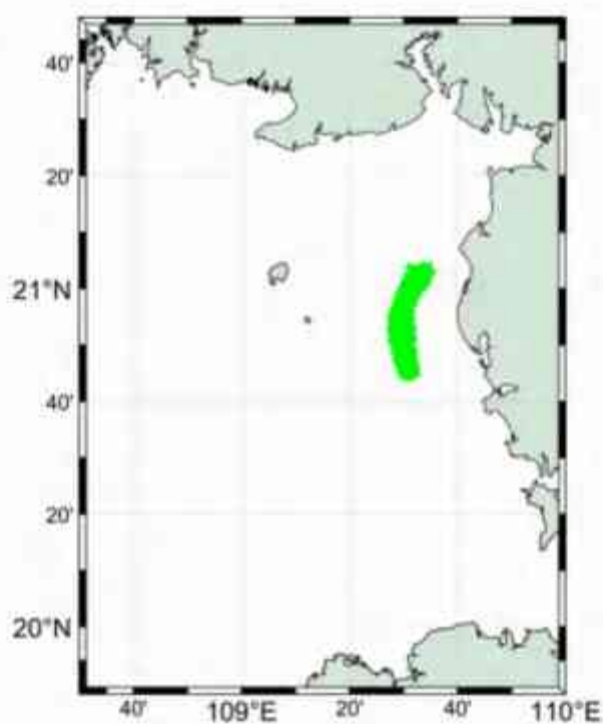


图 7.2.3-22 工况 6 泄露燃油的油膜漂移扩散范围 (24h)

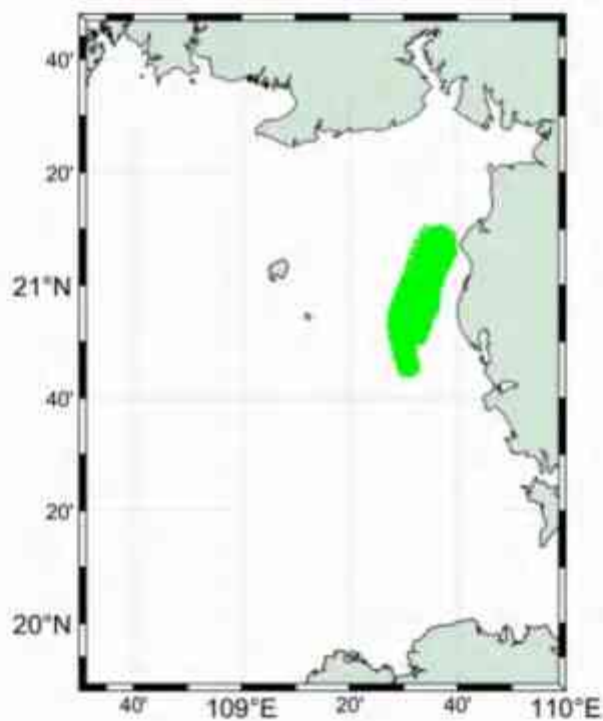


图 7.2.3-23 工况 6 泄露燃油的油膜漂移扩散范围 (48h)

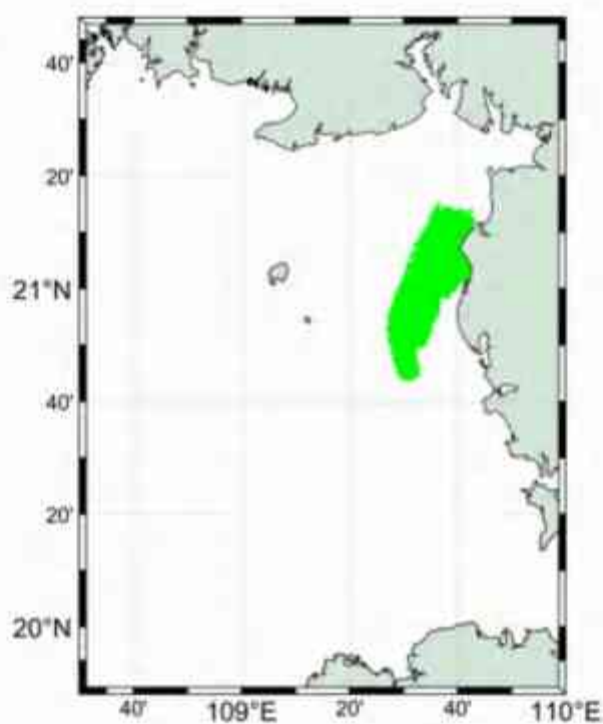


图 7.2.3-24 工况 6 泄露燃油的油膜漂移扩散范围（72h）

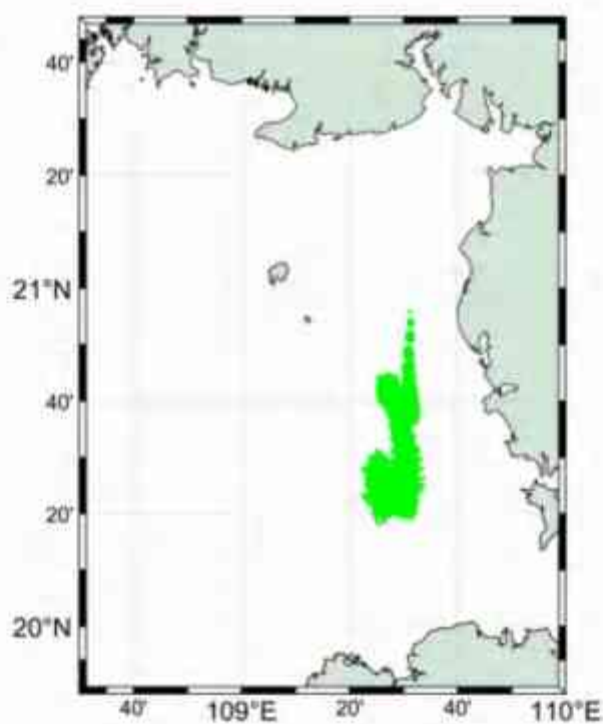


图 7.2.3-25 工况 7 泄露燃油的油膜漂移扩散范围（12h）

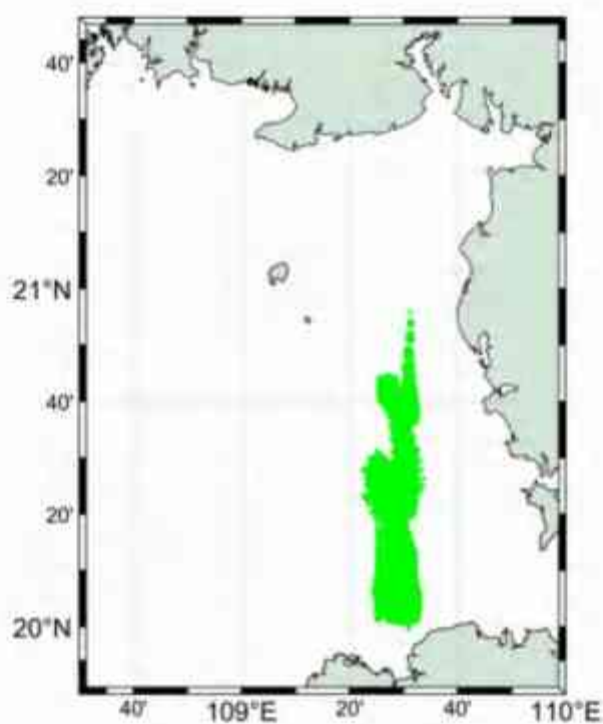


图 7.2.3-26 工况 7 泄露燃油的油膜漂移扩散范围 (24h)

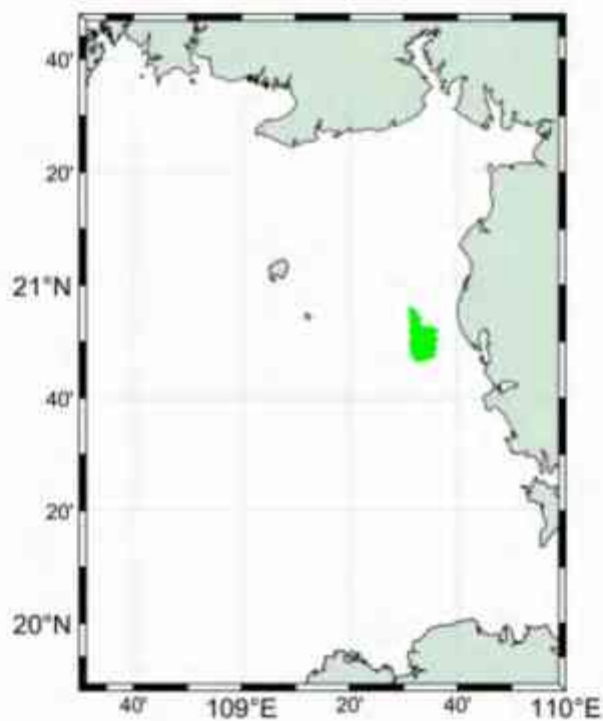


图 7.2.3-27 工况 7 泄露燃油的油膜漂移扩散范围 (48h)

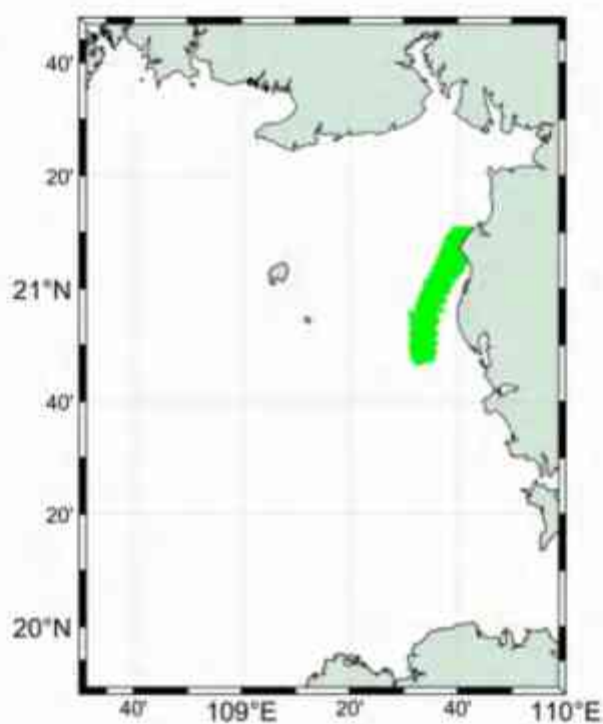


图 7.2.3-28 工况 7 泄露燃油的油膜漂移扩散范围（72h）

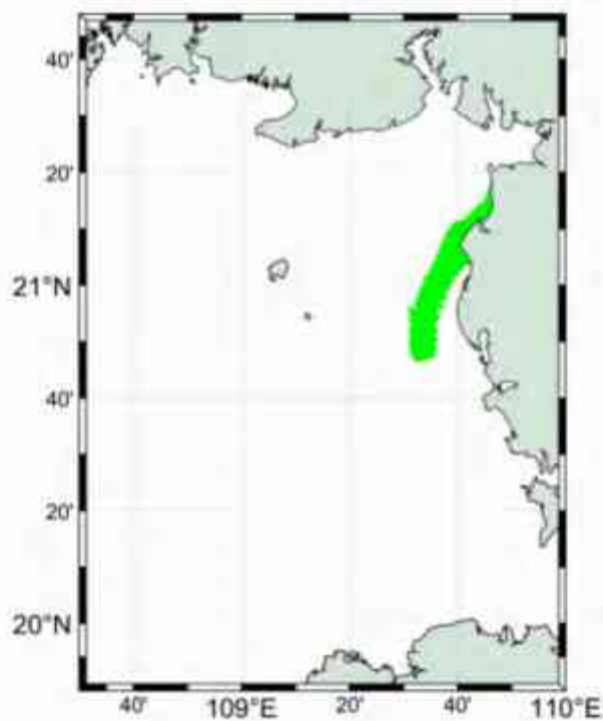


图 7.2.3-29 工况 8 泄露燃油的油膜漂移扩散范围（12h）

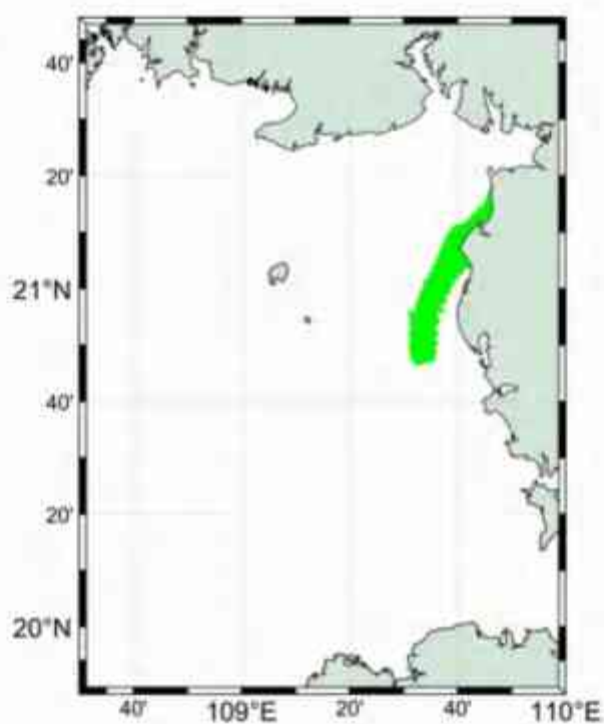


图 7.2.3-30 工况 8 泄露燃油的油膜漂移扩散范围（24h）

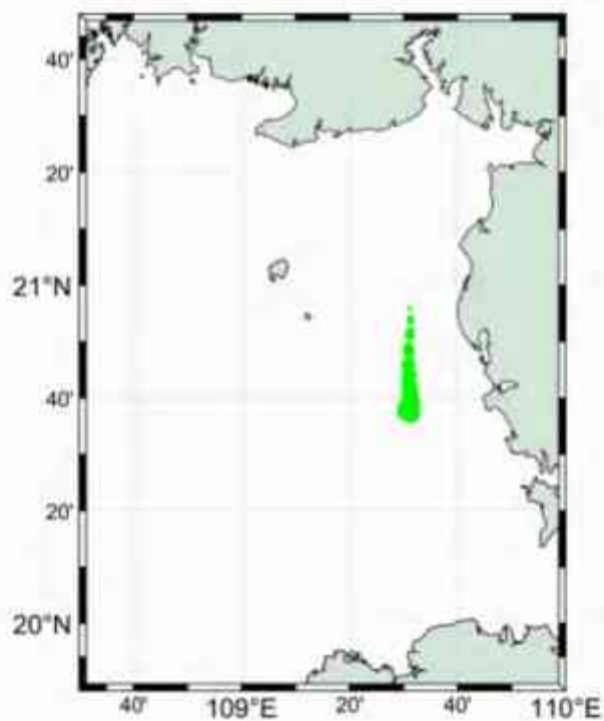


图 7.2.3-31 工况 8 泄露燃油的油膜漂移扩散范围（48h）

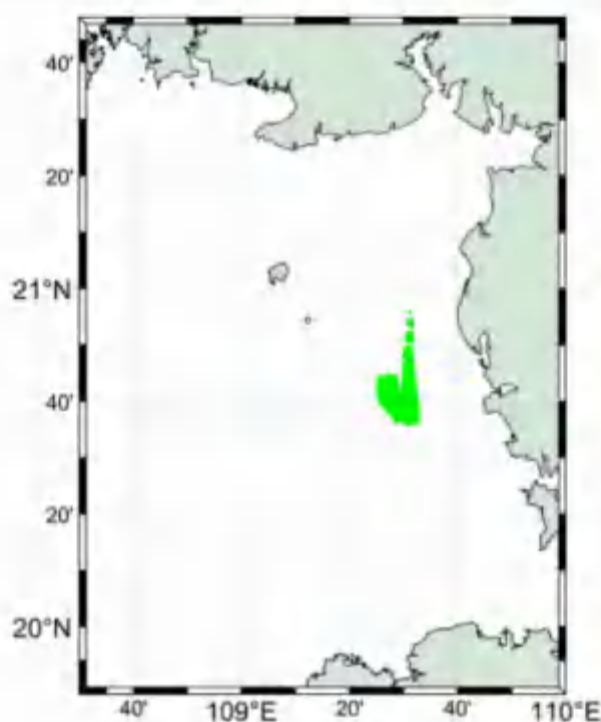


图 7.2.3-32 工况 8 泄露燃油的油膜漂移扩散范围 (72h)

7.2.3.3 溢油事故对海洋生态的影响分析

(1) 事故溢油发生对环境的影响

溢油在海面形成油膜以后，受到破碎波的作用，使一部分以油滴形式进入水形成分散油，另外，由于机械动力，如涡旋、破碎浪花、湍流等因素，使油和水激烈混合，形成油包水乳物和水包油乳物化。这两种作用都将增加水质的油类浓度，特别是上层水中的浓度将明显增加。

据有关资料及室内的模拟实验表明，油膜由分散作用和乳化作用而引起的海水上层海水中油类浓度增加值可超过 0.10mg/l 的第二类海水水质标准。在近岸水域，由于粘附在岩石沙滩上油在波浪的往复作用，水质中油类浓度将大大增加，将超过 0.50mg/l 的第三类海水水质标准。

同时，溢油后，油的重组分可自行沉积，或粘附在海区悬浮物颗粒中，沉积在沉积物表面，从而对底质造成影响。

(2) 事故溢油对水生生态的影响

国内外许多的研究表明高浓度的石油会使鱼卵、仔幼鱼短时间内中毒死亡，低浓度的长期亚急性毒性可干扰鱼类摄食和繁殖，其毒性随石油组分的不同而有

差异。

1) 对鱼类的急性毒性测试

根据近年来对几种不同的鱼类仔鱼的毒性试验结果表明,石油类对鲤鱼仔鱼96hLC50 值为0.5~3.0mg/L,因此污染带瞬时高浓度排放(即事故性排放)可导致急性中毒死鱼事故。

2) 石油类在鱼体内的蓄积残留分析

污染因子石油类在鱼体中的积累和残留可引起鱼类慢性中毒而带来长效应的污染影响,这种影响不仅可引起鱼类资源的变动,甚至会引起鱼类种质的变异。鱼类一旦与油分子接触就会在短时间内发生油臭,从而影响其食用价值。以20号燃料油为例,当石油类浓度为0.01mg/L时,7天之内就能对大部分的鱼、虾产生油味,30天内会使绝大多数鱼类产生异味。

3) 对浮游植物的影响

实验证明石油会破坏浮游植物细胞,损坏叶绿素及干扰气体交换,从而妨碍它们的光合作用。这种破坏作用程度取决于石油的类型、浓度及浮游植物的种类。根据国内外许多毒性实验结果表明,作为鱼、虾类饵料基础的浮游植物,对各类油类的耐受能力都很低。一般浮游植物石油急性中毒致死浓度为0.1~10.0mg/L,一般为1.0~3.6mg/L,对于更敏感的种类,油浓度低于0.1mg/L时,也会妨碍细胞的分裂和生长的速率。

4) 对浮游动物的影响

浮游动物石油急性中毒致死浓度范围一般为0.1~15mg/L,而且通过不同浓度的石油类环境对桡足类幼体的影响实验表明,永久性浮游动物幼体的敏感性大于阶段性的底栖生物幼体,而它们各自的幼体的敏感性又大于成体。

根据所述,石油类对水生生物产生中毒影响的浓度阈值普遍较低,因此项目运营期一旦发生溢油污染,将会造成污染水域内鱼类急性中毒和鱼的致突变性等,对浮游植物和动物也会产生一定的中毒影响,严重的影响将会造成部分鱼类、水生动植物中毒死亡事故。

(3) 溢油对渔业资源的影响分析

油污染海洋水环境给渔业带来的损害是多方面的。首先污染能引起当时水域的鱼虾回避或引起鱼类死亡,使渔场破坏,造成捕捞渔获量的直接减产,其次表

现为产值损失,即由于商业水产品的品质下降及市场供求关系的改变,导致了市场价格下降。另外,溢油发生的时间和位置不同,渔业损失相当悬殊。如果油污染发生在产卵盛期和污染区正处于产卵中心,因鱼类早期生命发育阶段的胚胎和仔鱼是整个生命周期中对各种污染物最为敏感的阶段,油污染使产卵成活率低、孵化仔鱼的畸形率和死亡率高,所以能影响种群资源延续,造成资源补充量明显下降。

(4) 溢油对海岸生态的影响分析

油膜抵达陆域沙质或岩礁质海岸时,油膜将较长时间粘附在海岸线上,对其生态系统将造成长期严重破坏,其恢复期可长达几年。

7.2.4 饲料及喂养造成的环境风险分析

网箱养殖除利用自然海水进行养殖外,还依靠饲料喂养,所投喂的饲料大部分为箱体内养殖的鱼类采食,少部分饲料在网外沉降过程中也会被网箱以外的鱼类采食,剩余的饲料将会在网箱附近海底沉积,影响海域水质、生态环境。

根据海洋环境现状调查,虽然项目所处海域的环境质量较好,但如果在养殖过程中不严格控制养殖密度和养殖方式,一旦发生水体恶化将对海域水产养殖造成严重的损害,直接影响养殖区产值,并对海域的生态环境造成严重的破坏。而本项目主要养殖方式为网箱养殖、筏式养殖,筏式养殖不需投放饵料,仅网箱养殖需要定期投入饵料,因此所产生的残饵、养殖粪便量相对不大,但如果养殖单位长期未严格执行环保措施,养殖时间长后,该海域水质不达标事故发生风险也相应加大。尤其是热带气旋及风暴潮等恶劣天气条件下,底层养殖沉积物受到扰动,也会加剧养殖区水环境污染。因此,建议养殖单位或个人选用优质饵料,控制养殖密度,合理投饵,科学喂养,避免过多残饵沉入海底长期积累进而影响海洋环境。

7.2.5 赤潮灾害风险分析

(1) 赤潮概述

赤潮(red tide, red water, dis-colored water)又称红潮,是海洋生态系统中的一种异常现象,是由赤潮藻在特定环境条件下爆发性增殖造成的,现已成为海洋六大灾害之一。赤潮是一个历史沿用名,并不一定都是红色。根据引发赤潮的

生物种类和数量的不同，海水有时也呈现黄、绿、褐色等不同颜色。

赤潮的长消过程，大致可分为起始、发展、维持和消亡四个阶段。

表 7.2.5-1 赤潮在不同阶段的控制因素

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

（2）赤潮发生的成因

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。

①与赤潮生物的存在及特性密切相关

赤潮生物的存在是赤潮发生最基本的条件。只有当赤潮生物大量繁殖的时候才会显著改变水体的溶解氧、水色等条件，从而导致水体质量显著下降。赤潮生物特性各异，形成赤潮的原因不尽相同。研究表明：鞭毛藻属利用其较强的游泳能力形成赤潮；而硅藻属则通过它们的高速生长率，且在水的垂直扩散及上升流运动下形成赤潮。

②海水富营养化

海水富营养化是赤潮发生的物质基础和首要条件。海水养殖剩余饵料的污染，使海水中原本限制生物生长的 N、P、Si 等元素的营养盐含量激增，进而显著增加了赤潮的发生频率和次数。研究表明，N/P 的变化与非硅藻类浮游植物的旺长密切相关，大部分赤潮生物生长最适 N/P 为 6-15。另外，赤潮生物形成赤潮除了与水域中营养盐含量有关外，还与某些特殊有机物质如维生素 B1、B12、动物组织和酪朊的消化分解物、核糖核酸、嘌呤、嘧啶、植物激素及铁、锰等微量元素的急剧增加有密切的关系。这些物质对藻类的生长有辅助作用，它们能促

进藻类细胞的生长繁殖，还能增强藻类细胞对环境的适应能力。

海水中有有机物质及海产动、植物残体被微生物分解而产生的维生素、有机物质（氨基酸、嘌呤、嘧啶等）这类辅助生长物质以及微量元素锰、铁等的增加，可刺激赤潮生物的生长繁殖，促进赤潮暴发。

③气象条件变化

赤潮发生与气候变化有密切联系。近年来全球变暖，加之厄尔尼诺现象，导致出现雨水少、气温高、光照足的气候，使浮游生物过量繁殖，在沿岸海域形成赤潮。

④水动力状况变化

水动力状况对赤潮生物生长、消退有重要影响，由于水动力既能促使赤潮生物生长、聚集，导致赤潮形成；同时，又可促使水体交换加强，破坏稳定的海面环境，使赤潮生物生长速度降低、分散，促使赤潮减退和消失。

⑤其它原因

如不同盐度的海水形成的锋面等可促使赤潮形成。另外，一些海域反复发生同一类赤潮，原因是赤潮发生过后，赤潮生物产生胞囊，进入水底层，当底层水温合适，就又会发生同一赤潮。

综上所述，赤潮发生的原因是很复杂的，但首要的因素是水质富营养化，并在其它诸多条件满足及综合作用下发生赤潮，但还是存在许多不确定因素。

⑥养殖区赤潮多发的原因

A.富营养化程度高

养殖区长期从事养殖活动，海域富营养化程度普遍较高。由于人工投饵和增肥，人们在养殖区投下了大量营养物质，使得养殖区与周围相比富营养化程度更高，这为赤潮的发生提供了物质基础。

B.海水流动性差

养殖区多选择在避风的海湾，这些地方水动力较弱，海水流动性差，为赤潮生物繁殖和集聚提供了稳定的外部环境。

（3）赤潮对海水养殖的危害

赤潮对海水养殖的危害有：物理性危害、饵料性危害、缺氧性危害、毒性危害等。

①物理性危害

有些赤潮生物具有硬质的角毛或能够分泌粘液状物质,这些生物引起的赤潮能够破坏或堵塞鱼类的腮,造成养殖生物的死亡。

②饵料性危害

赤潮发生时,赤潮生物会爆发性增殖,并迅速成为海域的优势种,抑制其他饵料类生物的生长,减少了海域浮游生物的多样性。

③缺氧性危害

缺氧性危害是赤潮灾害中最普遍的现象。一方面,由于赤潮生物夜间消耗掉水体中大量的溶解氧,特别在凌晨至日出前,赤潮海域溶解氧含量十分低,常常会造成养殖生物因缺氧而死亡。另一方面,当赤潮消退时,大批的赤潮生物死亡,死亡的赤潮生物被细菌分解又需要消耗大量的溶解氧,使水体缺氧状况加重,导致养殖生物的死亡,甚至绝产。

④毒性危害

有些赤潮生物本身含有毒素,或能够释放毒素,这些毒素主要包括腹泻性毒素、麻痹性毒素和溶血性毒素。养殖生物吞食这些有毒素的赤潮生物后,就会引起中毒或死亡。即使没有死亡,当这些沉积了大量毒素的海产品被人们食用后,也会危及人体的健康。

(4) 赤潮生物及发生情况

赤潮生物以甲藻居多,其次为硅藻、蓝藻等。

7.2.6 养殖病害风险分析

残饵沉积易使海区内各种病原体大量繁殖,一到高温季节,即导致鱼病蔓延。鱼类的病害防治要坚持“以防为主,防治结合”的原则。此外,要坚持巡视,特别留意观察鱼群的游动、摄食情况,一旦发现病、死鱼应及时隔离治疗或进行无害化处理,切勿随意将其丢弃在海中,使病害传播蔓延,造成更大的危害。

同时网箱养殖易造成水体的富营养化,增加水体中有机质的含量,降低透明度和溶氧量,从而影响鱼类生长和食用品质,易导致鱼传染病。

深水网箱常见鱼病如下:

(1) 肠炎病 发病季节:5~11 月份。症状: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,鳍基部出血等。

(2) 溃疡病 发病季节：4~11 月份。症状：病鱼体表皮肤褪色，鳃盖出血，鳍腐烂等。

(3) 弧菌病 发病季节：常年。

(4) 病毒性疾病 发病季节：6~12 月份。

(5) 寄生虫、真菌等引起的疾病 发病季节：3~11 月份。

防治疾病要从苗种选择、消毒入手，分级饲养，调节放养密度，投喂优质海水鱼系列膨化饲料，加强养成期管理，注意网箱的清洗，保证网箱水流畅通等，同时对一些常见疾病要以预防为主，早发现，早用药，降低病害暴发的危害，提高防病意识，以获得较好的收益。

7.2.7 养殖逃逸风险分析

养殖逃逸是指养殖对象（在自然灾害（如台风）或人为因素（如投料）的影响下，逃离出水域，进入更广阔的自然水域。这种现象可能会对野生水产生生物产生影响，也可能会影响到水域的生态平衡。其诱因包括：①自然灾害：自然灾害如洪水、飓风等可能导致养殖水产品逃逸。这些自然灾害往往不可预测，无法进行有效控制，一旦发生，可能会对养殖业造成重大损失；②人为因素：人为因素如投料不当、水域管理不善等也可能导致水产养殖逃逸。例如，在投料时，如果饲料投放过多，可能会导致部分饲料被未吃完的残留在水域中，这可能会吸引野生水生动物前来觅食，从而增加养殖水产品逃逸的风险；③养殖密度过大：如果养殖密度过大，可能会导致养殖水产品的生存空间受限，从而增加逃逸的风险；④生态平衡失调：如果水域的生态平衡被破坏，可能会导致野生水生动物的数量增加，从而增加养殖对象逃逸的风险。

一旦发生养殖逃逸将对生态环境造成很大的影响：①生物入侵：养殖逃逸可能导致生物入侵，特别是当逃逸的动物是外来物种时。外来物种可能抢占原有鱼群在生态环境中的位置，挤占原土著鱼群在生态环境中的位置，甚至取而代之。②疾病传播：养殖逃逸可能导致养殖对象携带的疾病传播到野生鱼类中，从而影响野生鱼类的健康和生存能力。③基因污染：养殖逃逸的鱼类可能与野生鱼类杂交，导致基因污染。这种基因污染可能改变生态系统中鱼类的遗传特征，影响其适应性以及生存和繁殖能力。④竞争压力：逃逸的养殖鱼类可能会与野生鱼类竞争食物、氧气和生存空间等资源。这可能会增加野生鱼类的生存压力，导致其数

量减少或消失。⑤破坏生态平衡：养殖逃逸的鱼类可能会改变生态系统中鱼类的数量和种类，从而破坏生态平衡。这可能会影响整个生态系统的结构和功能，影响其他生物的生存和发展。⑥经济影响：养殖逃逸可能会对渔业经济造成影响。逃逸的鱼类可能会导致渔业产量下降，从而影响渔民的生计。

7.3 风险防范措施

7.3.1 自然灾害风险防范措施

项目海域有遭受热带气旋、风暴潮等海洋自然灾害的潜在风险。建议项目建设单位加强关注湛江市海洋监测预警信息，根据海洋和气象部门发布的预警信息做出相应的对策。

施工期应进行定期检查和验收，确保工程质量达标。施工期间还应尽量选择避开台风季节，在台风季节施工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。

运营期，应及时掌握和了解当地热带气旋、风暴潮监测预报信息，成立防潮应急指挥部门，依据预报部门的警报实施恰当的防潮指挥。根据预报信息，强度不大的风暴潮可继续养殖，但项目建设单位应加强值班，及时跟踪有关情况。风暴潮过后，应立即组织力量修复受损设施和设备，及时恢复生产。

建议建设单位在风浪较大天气禁止作业船活动，避免造成人员生命财产损失，但应采取措施避免因平台及网箱碰撞造成的损失，因此建议采取以下防范措施：

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

②在热带气旋高发的5~11月份，养殖单位应注意关注天气预报情况，根据预报结果判断台风移动方向及强度，也可关注中国台风网（网址为：<http://112.124.12.97:8080/Typhoon/public/index.html>）的台风信息及预报信息，提前做出判断，做好养殖平台与深水网箱转移或加盖固定的决定。

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

④制定台风预警方案，应随时收听天气预报，在收到热带气旋生成警报后，密切关注其发展动态，并根据其发展情况做好作业船只、养殖设施、人员安全等避风防台工作，同时加强值班，密切监视海上设施的安全，直到警报解除。

⑤养殖单位应制定台风应急预案，做好台风来临的准备及应对工作。应急预案应包括指挥中心、台风应急等级、应急措施、与其他部门的协调措施以及应急响应措施等。

⑥建议养殖单位跟湛江市气象局、湛江市自然资源局等部门建立联动机制，在出现热带气旋时积极与上述单位联系，获取热带气旋及海洋潮汐的第一手资料，在有关部门的指导下开展网箱加固防台的工作。

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

⑧及时做好灾后处理和灾后复产工作，灾后死鱼病鱼要立即捞出，防止腐烂污染水体，并采用相应措施对鱼体消毒，可有效地防止鱼体因擦伤所引起的体表溃疡、烂皮烂尾等继发性疾病。

⑨积极联系相关技术单位，寻求新技术、新方法的应用。在平台及网箱固定方面寻求更好的解决方案。同时养殖单位应定期检查锚碇固定系统，更换受损部件，避免受龙卷风等突发气象灾害造成网箱受损。建议用海单位在风浪较大天气禁止作业船活动，避免造成人员生命财产损失。

7.3.2 通航安全风险防范措施

针对项目施工期和运营期对通航环境的影响，施工单位和业主单位应做到：

1、施工期：

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

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

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

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

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

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

2、运营期:

项目运营期养殖工作船饵料运输和投放以及鱼类收获季节皆有一定数量船只进出;项目运营期依托湛江市周边沿岸的码头停靠工作船,由于湛江市沿岸海域通航船舶数量较多,易发生碰撞事故,尤其是大雾天气期间,船只相撞事故几率增高,应该做好防范和采取应急措施。

建议业主单位采取如下防范措施:

(1) 业主单位必须根据周边公布的通航船舶动态,合理安排养殖工作船舶数量、船舶进出时间和进出频次。

(2) 本项目养殖平台与网箱之间预留有合理的公共水道,可满足养殖工作船航行和作业。

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

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

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

7.3.3 溢油事故风险防范措施

(1) 施工前需向海事部门申请水上作业施工许可证,并向社会发布航行安

全通告。施工船舶一般限定在批准的水域内进行作业，施工结束后要向海上交通安全管理部门通报施工船舶的航行情况，与施工及船运单位保持联系，切实加强施工船舶进出施工水域航行的指导。

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

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

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

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

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

7.3.4 饵料及喂养造成的环境风险防范措施

本项目养殖方式除利用自然海水进行养殖外，还依靠饲料喂养。市场上有多种养殖饲料，建议采取以下措施：

(1) 按照《无公害食品 渔用配合饲料安全限量》(NY5073-2006)的规定，选择以全价配合饲料为主。不使用鱼糜和杂鱼作为养殖饲料。

(2) 按照有关技术规范 and 标准，根据鱼类不同的成长时期和水温，合理控制饵料投放量，尽量减少饵料的损失。

(3) 投放饵料时应尽量降低投放饵料高度，避免饵料洒落网箱外。

7.3.5 赤潮风险防范措施

针对项目用海特性及赤潮特点，建议建设单位采取如下措施：

(1) 业主单位、养殖单位或个体与当地监测部门合作，并定期监测，关注海水水质变化情况，一旦发现有赤潮发生的可能性立即采取措施，分析赤潮品种

如为无毒赤潮，且小规模爆发，应想办法确保养殖鱼类的安全和正常生长。如出现大规模赤潮影响养殖区域和有毒赤潮时，可能会导致养殖的鱼类死亡。在这种情况下建议对养殖鱼类采取抢救性捕捞，并将鱼类样品送到有资质的单位检测，如无毒，可在市场销售。

如有毒，采取有效措施将这批鱼类销毁，禁止流向市场。

(2) 加强监测，积极开展赤潮防治

加强对养殖区水质和赤潮生物的监测工作，及时有效地开展养殖区赤潮灾害预防、控制和治理。监测部门要深入开展养殖区赤潮灾害监测，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区现场工作人员，做好赤潮防范，减少损失。

(3) 采取措施，减少赤潮危害

当海域发生面积较小的赤潮时，将养殖网箱与平台拖曳至赤潮区域以外，或把网箱下沉，待赤潮消退以后再移至原来位置。

(4) 产品检测，保障食品安全

对赤潮发生区养殖的水产品，产品上市以前必须进行安全检测，检测合格后方能上市销售，以确保食品安全。

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

(6) 鱼种放养时间基本为4月份，放苗前应做好提前的水质、生态等要素的监测工作，避免在赤潮期间放养。

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

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

7.3.6 养殖病害风险防范措施

运营期建设单位应采取如下措施防范养殖病害风险：

(1) 在养殖过程中，必须保持养殖海区的良好环境。如使用防污网衣、洗

网换网,以减少网衣附着生物的危害,保持网箱内的水流畅通和良好的水质环境;适度投饵,及时捞出病鱼和死鱼,养殖废弃物必须上陆清洁处理等,以减少环境污染,防止细菌、寄生虫等病原体的大量繁殖和传播。

(2) 根据养殖的鱼种、密度、鱼类的生长情况、季节水温以及网箱的规格等因素,在饲料选择上,尽量选用粉料较少、保水时间长的饲料或膨化颗粒饲料,提高饵料利用率,尽量避免饵料过剩和流失;在投饵技术上,一方面改进投饵设备,避免过量投喂。禁止投喂腐败变质和添加抗腐剂的饲料,投饵量要根据鱼的生长阶段和季节气候变化进行调整,做到定质、定量、定时。

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

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

(5) 严格按相关规范要求正确使用鱼药

由于网箱养殖的高密度、集约化方式,在生产中病害也十分严重,鱼苗消毒、治疗严格执行《NY5071-2002 无公害食品 渔用药物使用准则》,严禁使用未取得生产许可证、批准文号和没有生产执行标准的渔药;在病害发生时对症用药,防止滥用渔药与盲目增大用药量或增加用药次数、延长用药时间;食用鱼上市前,应有相应的休药期,确保上市水产品的药物残留限量符合《NY5070 水产品中鱼药残留限量标准》的要求。

(6) 加强风控管理,对死鱼进行及时无害化处置

养殖平台与网箱养殖不可能完全杜绝不发生死鱼现象。网箱内一旦出现死鱼,要立刻查找原因,及时打捞死鱼,严禁死鱼外溢出网箱,对环境造成污染。打捞出的死鱼要尽快装船运往陆域,委托有接受处理能力的单位进行无害化处置,严禁海抛、食用、做养鱼饲料。如发生大面积死鱼,要及时上报环保部门,进行环境监测和鱼情分析,及时对死鱼进行无害化处理;采取打捞、围网等措施,防治死鱼对海洋生态环境的影响。

(7) 加强日常巡视,对网箱下残余堆积体要及时清运

要加强日常巡视，注意观察网箱内鱼群活动状况和网箱可能触底的情况，如发现异常，要立即检查原因，对网箱下影响养殖的残余堆积体要及时打捞、清运。

7.3.7 养殖逃逸风险防范措施

为了减少养殖逃逸对生态环境的影响，需要采取综合性的防范措施：

①加强养殖设施的密封性和安全性，定期检查网箱、养殖平台设施和维护，确保其完好无损，可以有效地防止养殖水产品逃逸。

②加强对外来物种的监测和管理，防止其逃逸和入侵。加强养殖水域的管理，定期检查养殖水产品的生长情况，及时调整养殖密度，合理投放饲料，避免因管理不善导致逃逸。

③合理安排养殖密度：根据养殖水产品的生长特性和环境条件，合理安排养殖密度，避免因密度过大导致逃逸。

④建立健全应急机制：建立健全渔业应急机制，及时处理养殖逃逸等突发事件。通过制定应急预案和加强应急队伍建设，提高应对突发事件的能力和水平，减少对生态环境的损害和影响。

⑤引入现代科技：积极引入现代科技，如智能监控系统、无人机巡逻等，提高对养殖水域的监控能力，及时发现逃逸现象并采取相应措施。

⑥加强与渔业管理部门的沟通与合作，及时报告水产养殖逃逸情况，争取政府部门的支持和帮助，共同应对逃逸问题。

⑦做好记录与分析：对水产养殖逃逸事件进行详细记录和分析，找出逃逸的主要原因和应对方法，不断完善和优化防逃措施。

⑧加强法律法规宣传：加强对水产养殖业相关法律法规的宣传和教育，提高工作人员的法律意识和生态环保意识，减少因违规操作导致逃逸事件的发生。

⑨开展科学研究：积极开展科学研究，探索水产养殖逃逸的根本原因和有效的解决方法，为减少逃逸提供科学依据和技术支持。

7.3.8 有毒有害生物风险预防措施

(1) 严禁向天然开放水域放流外来物种、人工杂交或转基因种，防范外来物种入侵。

(2) 养殖苗种投放前，严格检查、控制养殖品种。

7.4 环境风险事故应急程序

7.4.1 台风应急措施

1、防台工作的组织

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

(1) 掌握台风信息，注意台风动态，及时通报台风动向，发布防风防台状态命令；

(2) 台风来临前，事先与海事主管部门联系，做好防台的组织工作，做到：

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

②挂绿色风球时，尽快组织施工船舶前往指定位置避风。

③挂黄色风球时，施工船舶应已在避风位置就位。

④船舶在疏散过程中要服从海事部门的统一指挥，在就位后，应立即向海事部门报告就位时间和位置，无特殊情况，不得随意移泊。

⑤项目运营后，台风来临前各养殖单位应做好养殖平台与养殖网箱的合理安置，拖移上岸或移至安全区域，工作船前往避风锚地避风。

(3) 进行防阵风防台风的部署；

(4) 负责与相关部门的沟通与协调；

(5) 监督、检查工程各基础设施防风防台措施的落实；

(6) 为基础设施配备和设置防阵风和防台风装置；

(7) 台风季节来临前，组织进行一次应急演练，并检验有关应用工具；

(8) 对有关防台的设备和属具应于台风季节来临前一个月组织一次系统的检查；

(9) 对每年的防风防台工作进行总结。

2、台风过后的工作

(1) 台风袭击过后，应立即检查遭受损失情况，特别注意检查养殖网箱有否在风浪中遭受潜在的损伤。

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

7.4.2 碰撞应急措施

(1) 尽量减轻碰撞损失

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

(2) 应立即采取损害管制措施

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

(3) 尽力援救受损的他船

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

(4) 严重相撞情况下的措施

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

7.4.3 溢油应急预案

1、应急预案纲要

溢油将对海域环境发生严重的污染损害, 事故发生后, 能否迅速而有效的做出事故应急反应, 对于控制污染、减少污染对生态环境造成的损失以及消除污染等都起着关键性的作用。

本工程应参照相关规定建立相关应急反应部门的应急通讯联络机制, 制订本单位对突发污染事故的应急反应对策。本项目突发事故应急预案纲要见表 7.6.3-3, 供制订预案参考。

应急预案应与主管海事和环保部门的应急预案进行衔接,列入海事和环保部门联系方式。当污染事故发生时,各单位有关人员应迅速将准确的事故信息上报至海事局和环保部门,并根据海事和环保部门的指示,按照制定好的应急预案开展应急清污行动。当本公司的应急力量不足时,应请求海事和环保部门统一调配周边应急力量,共同完成事故风险控制工作。

表 7.4.3-3 应急预案纲要

序号	项目	内容及要求
1	总则	
2	应急计划区	作业区
3	应急组织	建立本项目的应急反应组织机构,包括建立单位内的应急反应领导小组,落实各级上级主管部门
4	预案分级响应条件	将污染事故分成一般、较大、重大、特大污染事故 一般污染事故自行处理,较大、重大、特大污染事故启动上级 预案,接受上级应急反应部门的领导
5	报警、通讯联络方式	规定应急状态下的报警通讯方式、通知方式
6	应急救援保障	主要依靠项目配备的应急设施和区域应急设备
7	紧急处置措施	制订应对各种突发情况的一般处置措施与程序
8	事故应急救援关闭程序与恢复措施	规定应急状态终止程序 规定事故现场善后处理、恢复措施 规定邻近区域解除事故警戒及善后恢复措施
9	应急培训计划	制订培训与演练计划
10	公众教育和信息	对邻近地区开展公众教育、培训和发布有关信息
11	附件	应急联络方式,包括本单位应急反应人员、专业应急救援队伍、 敏感目标管理单位、上级应急主管部门等的有效联系方式 预案编制与更新等

2、应急指挥、救援机构职责和分工

成立污染事故应急救援“指挥领导小组”,小组由总指挥、副总指挥、现场指挥、副指挥组成;下设应急救援队伍。当现场发生重大事故时,以指挥领导小组为领导核心,应急救援队伍为救援骨干,全面负责污染救援的组织指挥和救援控制。

应急救援队伍由现场值班主管、主办、领班、现场人员、安环处人员、工程处人员、管理部值班警卫组成。

(1) 指挥领导小组的职责:

- ①负责本单位“预案”的制订、修改；
- ②组建应急救援专业队伍，并组织实施和演练；
- ③检查督促做好重大事故的预防措施和应急救援的各项准备工作。

(2) 指挥部的职责：

①发生事故时和事故处理完毕后，分别由指挥部发布和解除应急救援命令、信号；

②组织指挥救援队伍实施救援行动；

③向上级汇报和邻近单位通报事故情况，必要时向有关部门单位发出救援请求；

④组织事故调查，总结应急救援工作经验教训。

(3) 应急救援队伍的职责：

①各处室全体职工都负有事故应急救援的责任；

②应急救援队伍是防泄漏污染应急救援的骨干力量，其任务主要是担负污染事故的现场救援以及尽最大努力防止污染扩散，将污染危害程度在最短时间里控制在最小范围内。

3、应急救援保障

本工程的应急设备应纳入海区的溢油应急防治系统内，作为需要调动区域应急力量的较大、重大、特大污染事故的应急救援保障的组成部分。此外，施工期船舶溢油事故发生后可依托区域现有应急力量和设施实施救援。

4、建立事故应急反应计划和应急反应措施

考虑到溢油对海域环境的严重污染损害，建立快速科学有效的海上污染防治和应急反应体系是非常必要的。事故发生后，能否迅速而有效地做出事故应急反应，对于控制污染、减少污染对生态环境造成的损失以及消除污染等都起着关键性的作用。为了将事故造成的损害降低到最低限度，制订和实施应急计划是唯一的选择。

(1) 应急计划主要内容

- ①明确组织指挥机构；
- ②绘制该地区环境资源敏感图，确定重点优先保护区域；
- ③加强溢出物污染跟踪监测，建立科学的污染预报分析等应急决策支持系统，

能够进行事故危害范围和程度的计算机动态模拟、评估与显示；

④了解区域清污设备器材储备，建立清污设备器材储备；

⑤加强清污人员训练；

⑥建立通畅有效的指挥通讯网络。

（2）事故应急反应措施

本项目事故应急反应措施应在以下几个方面做好工作：

①建立健全的应急反应的组织指挥系统

②应急反应设施、设备的配备：了解区域应急反应设施、设备配备情况，建立畅通的联络通道。

③应急防治队伍及演习

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

④应急通讯联络

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

⑤应急监视监测

事故的应急监视系统是通过监视手段，及时发现船舶溢油事故，迅速确定船舶事故发生的位置、性质、规模等，为应急反应对策措施及方案的选定提供依据。船舶监视和岸边、堆场监视费用相对较低。

此外针对工程特点，施工期和运营期除了海事局进行日常监视，还要充分依靠群众举报，及时发现事故险情。

当发生事故时，需启动应急监测方案，具体见表 7.4.3-4。

表 7.4.3-4 应急监测计划

环境要素	监测项目	监测站位	监测频次
------	------	------	------

水质	pH 值、COD 和 DO、石油类 或事故排放的其他物质	根据风向和周边环境保护目标等情况在事故发生点周围设 6 个站位	每 4 小时采样一次直至达标
海洋生态	浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼卵仔鱼、游泳生物	根据风向和周边环境保护目标等情况在事故发生点周围设 6 个站位	事故清除后

(3) 污染事故控制现场操作预案

污染事故控制现场围控操作预案见图 7.4.3-1。



图 7.4.3-1 污染事故控制现场围控操作预案

(4) 事故后的污染清除、生态风险控制及恢复措施

① 污染评估

在进行溢油泄漏应急事故的生态风险防控与污染清除工作之前，首先对事故作出以下评估：

可能受到威胁的岛礁、海滩、岸线和渔业资源等环境敏感区和易受损资源以及需要保护的优先次序；

本地区应急反应的人力、设备、器材是否能满足应急反应的需要。

② 应急反应行动

根据对应急事故的评估，应急指挥部应立即作出事故防控的应急对策。指挥机构在接到报警后，根据初步情况，对外通报、联系支援；

采取措施防止可能引发的火灾、爆炸事故，如果船舶发生了溢油事故，根据溢出位置和原因，采取堵漏、拖浅等措施控制泄漏；派遣船艇对溢出物周围海域实行警戒或交通管制，监视溢出物的扩散。

对可能受到污染威胁的高生态风险的环境敏感区和易受损资源采取优先保护措施，如在事故点周围、下风、下流向铺设围油栏，阻止溢出物扩散和向敏感

点转移；如事故点控制无效，应在到达敏感目标前，在保护区的外围，再设第二套防护的围油栏，防止第一套围油栏未围住的泄漏物进入保护区。

对溢油事故水域和周围水域、沿岸进行监测，对危险品泄漏区域进行监测；

根据溢出物的性质和规模，迅速调动应急防治队伍、应急防治设备、器材等以及必要的后勤支援；

组织协调海事、救捞、环保、海洋、水产、军队、公安、消防、气象、医疗等部门投入应急活动；

根据溢出物的类型、规模、溢出物的种类、溢出物扩散的方向、周围海域、大气的环境，指定具体的应急清除作业方案。

③污染清除及恢复措施

溢油事故清除作业是应急反应的直接现场作业，在现场指挥部的统一指挥下，组织调动人力物力，投入清除作业。清除作业包括溢出物的围控、回收、分散、固化、沉降、焚烧和生物降解等处理方法。清除设备器材主要有围油栏、围油栏铺设船、浮油回收船、撇油器、油拖网、吸油材料、溢油分散剂及其喷洒装置、固化剂、浮动油囊、油驳、铲车高压冲洗机等。

对于海上污染，通常采用机械围栏和回收、喷洒化学分散剂和现场焚烧为主要清除技术，吸附及其他处理技术为辅助清除技术。

对于岸线污染，主要采用人工清除、吸附回收和机械清除等物理清除方法，可采取收刮、高压水清洗，岸域沙土中污染渗入严重时应采用换土换沙等方法，以恢复岸边滩涂的清洁和自然生态的美观。

(5) 制定区域溢油应急联动机制

因故发生较大规模泄漏事故时，或无法布设围油栏或布设无效时，必须启动区域溢油应急计划，依靠区域协调和外部社会援助才有可能减小损失。需及时通知可能受污染地区政府，根据区域应急计划向这些地区调集防范物资和装备。同时要充分调动水面和空中手段对浮油进行化学分散处理。

无法用一道围油栏实施溢油围控或围油栏失效时，宜布设两道或多道围油栏，逐渐减小围油栏失效影响。同时配合吸油拖缆和各种吸附材料，尽力回收浮油。此时必须有足够外援船舶和专用物资支持才可能控制事故。

如因天气、海况等因素，当无法布设设施或现场布设无效时，船舶和人员海

上作业难度也非常巨大，此时海洋对溢油的扩散方向和形式很难预测，可能需要空中手段协助监视扩散状况。此时应把防护和救助重点放在按保护优先次序的敏感部位，尽力减小污染带来的损失。同时配合分散剂、聚油剂或凝油剂，使溢油分散、聚集或凝结，便于进一步处理，防止事态失控。

事故应急程序见图 7.4.3-2，事故应急反应工作流程见图 7.4.3-3。

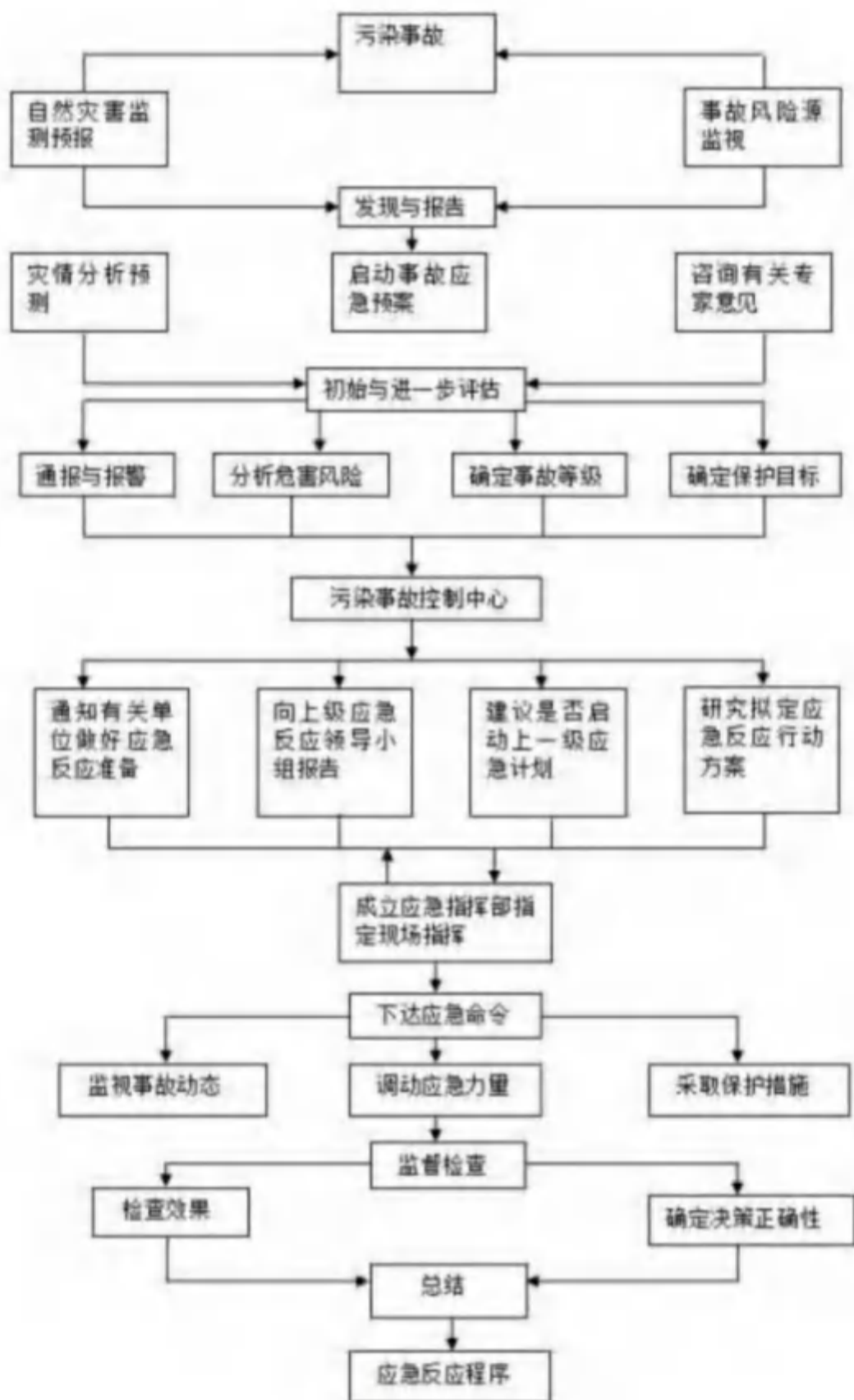


图 7.4.3-2 事故应急程序图



图 7.4.3-3 应急响应工作流程图

7.5 小结

根据项目现场调查及工程特性分析，项目不属于高风险行业，不涉及高风险工艺和物品，不构成重大风险源，根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018），风险评价工作等级为简单分析。

本项目用海的风险主要来自两个方面。一方面是由于自然灾害对海域使用项目造成的危害，发生于运营期居多。另一方面是用海项目自身引起的突发或缓发

事件导致对海域资源、环境造成的危害，发生于施工期和运营期。为了有效防控环境风险，将风险影响程度降至最低，建设单位应严格采取各项风险防范措施，并制定突发环境事件应急预案。

8 环境保护对策措施及其可行性

8.1 建设项目各阶段的污染环境保护对策措施

8.1.1 施工期污染防治措施

8.1.1.1 悬浮泥沙污染防治措施

①合理制定施工计划，本项目主要为锚碇施工对海洋生物资源产生影响，但锚碇施工时间较短，且工程量很小，对海洋生物资源影响有限，因此，锚碇施工应尽量选择海浪平稳、水动力平缓时期，以便于锚碇施工快速完成，减少对海洋生态环境的影响时间。

②用先进的工艺和设备，合理安排锚固顺序和进度，选择海况好的时间，文明施工，以减小底泥扰动的影响范围。

③提高防患意识，密切关注天气预报，在恶劣天气条件下应提前做好施工安全防护工作或停止施工作业。

表 9.1.1-1 悬浮泥沙防治措施一览表

产污环节	环保措施	实施地点及投入使用时间	责任主体及运行机制
锚碇养殖平台与养殖设施	制定合理的施工计划安排，选择海浪平稳、水动力平缓时期，以便于锚碇施工快速完成，减少对海洋生态环境的影响时间。	施工期	施工单位
	用先进的工艺和设备	施工期	施工单位
	提高防患意识，密切关注天气预报，在恶劣天气条件下应提前做好施工安全防护工作或停止施工作业	施工期	建设单位

8.1.1.2 水污染防治措施

施工过程中生活污水以有机类为主，内含营养盐、有机质等，施工期间严禁生活污水直排入海，施工船舶应将船员生活污水收集集中后，拟上岸后交由纪家镇污水处理站处理，严禁排放入海。

纪家镇污水处理厂建设单位为雷州发展投资控股集团有限公司，排污许可证编号为 91440882668156451N006Q，位于雷州市纪家镇纪家村委会“应仔坡”附近，纪家镇污水处理厂占地 8746.67 平方米，设计日处理量为 4500m³，而本项

目生活污水产生量较少，不会造成纪家镇污水处理厂的负担，本项目生活污水收集上岸后处理具有可依托性。

严格管理施工期船舶的操作，严禁故障船舶带“病”作业，严格遵守操作守则，避免施工期间油料泄漏，严禁机舱水直排入海，船舶应设置装灌油污水的舱柜或容器等，集中收集和贮存。机械设备发生作业操作性或事故性的残油、洗涤油应及时盛接，再交由具有接收处理能力的船舶污染物接收单位接收处理，严禁排放入海。

表 9.1.1-2 水污染环保设施和对策措施一览表

阶段	污染物	污染物排放	环保设备	规模及数量	预期效果	实施地点及投入使用时间	运行机制
施工期	含油污水	施工船舶作业期间产生的含油污水	油污水舱柜/容器	油污水舱柜/容器 1 个/艘，容量 1m ³ 。	交由具有接收处理能力的船舶污染物接收单位接收处理	施工船舶	施工单位设兼职环境管理人员负责，或委托专业机构进行
	生活污水	船舶施工队伍施工产生的生活污水	污水舱柜/容器	污水舱柜/容器 1 个/艘，容量 1m ³ 。	生活污水上岸后拟交由纪家镇污水处理厂接收处理	施工船舶	

8.1.1.3 固体废物污染防治措施

船舶上设置固体废物收集箱，施工人员和工作人员生活垃圾放入收集箱中，集中装箱运回陆地，严禁随意丢弃入海，集中收集所有船只产生的固体废物，然后由当地环卫部门统一清运集中处理。减少一次性餐具和塑料袋的使用。废弃塑料、渔网、包装材料等经分类收集，实现综合利用。

表 9.1.1-3 固体废物污染环保设施和对策措施一览表

阶段	污染物	污染物排放	环保设备	规模及数量	预期效果	实施地点及投入使用时间	运行机制
施工期	生活垃圾	施工船舶作业期间产生的生活垃圾	垃圾桶	1 个/艘，	收集交由具有相应接收处理能力的单位接收处理	施工船舶	施工单位设兼职环境管理人员负责，或委托专业机构进行
	生产	船舶施工队伍施工	残油、废油收集	1 个/艘	统一交由具有接收处理能力的船	施工船舶	

	垃圾	产生的残油等	罐		船舶污染物接收单位接收处理		
--	----	--------	---	--	---------------	--	--

8.1.1.4 大气污染防治措施

施工船舶燃油产生的废气，污染物主要为CO、NO_x、SO₂等，可以选用耗油低，污染排放少的发动机等方面加强控制。选用高效低耗的优质燃料，尽量减少废气排放量。

表 9.1.1-4 大气污染防治对策措施一览表

阶段	污染物	污染物排放	环保措施	预期效果
施工期	尾气	施工船舶、机械等废气	施工机械及船舶采用符合标准的清洁型燃料，在施工机械设备排气口加装废气过滤器，同时保持有关设备化油器、空气滤清器等部位的清洁。	减少尾气排放

8.1.1.5 施工期噪声污染防治措施

- (1) 尽量采用低噪声设备；
- (2) 动力机械设备应进行定期的维修、养护，以保证其在正常工况下工作；
- (3) 合理制定施工计划，一定要严格控制和管理产生噪声的设备的使用时间；
- (4) 施工期间应严格执行《建筑施工噪声管理办法》。施工期噪声具有临时性、阶段性和不固定性等特点，随着施工的结束，项目施工期噪声对周围声环境的影响就会停止。

8.1.2 营运期污染防治措施

8.1.2.1 水污染防治措施

营运期间，本项目的管护工作人员生活污水均经生活污水收集装置收集后上岸交由纪家镇污水处理厂处理，严禁排放入海。

管护船舶定期维修检查，防止可能出现的跑、冒、滴、漏对生态环境的破坏。管护船、机械设备设施含油污水收集后由具有接收处理能力的船舶污染物接收单位接收处理。

表 8.1.2-1 水污染环保设施和对策措施一览表

阶段	污染物	污染物排放	环保设备	规模及数量	预期效果	实施地点及投入使用时间	运行机制
营运期	含油污水	船舶机舱含油污水	污水收集罐	污水收集罐 1 个/艘, 0.5m ³	收集上岸, 由具有接收处理能力的船舶污染物接收单位接收处理	运营期工作船舶	建设单位可委托专业机构负责建设和管理

8.1.2.2 固体废物污染防治措施

本项目的管护人员生活垃圾集中收集后, 装箱运回陆地, 然后交由纪家镇垃圾处理站接收处理, 严禁随意丢弃入海。

废饲料包装袋、网箱更换的网衣材料、旧料和其它杂物不得在海上随意抛弃, 均收集后运至陆域交由大万山岛垃圾处理站接收处理。

若发现网箱出现死鱼, 及时捞出, 在养殖平台、网箱框架上进行晒干, 晒干后使用收集桶收集, 后转交管护船舶将收集桶的死鱼转运至渔港, 并通过市政卫生处理设施无害化处理。

表 8.1.2-2 固体废物污染环保设施和对策措施一览表

阶段	污染物	污染物排放	环保设备	规模及数量	预期效果	实施地点及投入使用时间	运行机制
营运期	生活垃圾	工作人员生活垃圾	收集桶	每船配 1 个	收集后上岸交由纪家镇垃圾处理站接收处理	工作船舶	建设单位可委托专业机构负责建设和管理
	养殖固废	死鱼	收集桶	网箱养殖区每块配 4 个, 养殖平台每块配 20 个	晒干后使用收集桶收集, 后转交管护船舶将收集桶的死鱼转运至渔港, 并通过市政卫生处理设施无害化处理	网箱养殖区	
	鱼饲料	饲料包装袋	收集桶		交由纪家镇垃圾处理站接收处理	网箱养殖区	
	网箱维	管铁绳线边角	收集桶			网箱养殖区	

	护	料					
--	---	---	--	--	--	--	--

8.1.2.3 大气污染防治措施

本项目运营船舶等以柴油为燃料，施工过程中产生一定量的燃油废气，包括CO、NO_x、SO₂等。运营过程中本项目投入船舶数量为5艘，运营时间每日约3~4小时，运营时间较短，且项目养殖海域较为宽阔，机械尾气容易扩散，因此，结合工程运营船舶数量不多，其大气污染物产生量较小，产生污染的时间较短，运营结束后大气污染物即随之消失，不会对周围环境产生明显影响。

为了减少管护船舶、柴油发电机等燃油废气对环境空气的影响，项目应加强管理，选用环保清洁燃油；在运营过程中定期对管护船舶等尾气进行检测，一旦发现超标情况，应立即停止使用，查出尾气超标原因并采取相应的处理措施，确保管护船舶等尾气达标排放。

表 8.1.2-3 大气污染防治对策措施一览表

阶段	污染物	污染物排放	环保措施	预期效果
营运期	工作船尾气	管护船舶废气	采用符合标准的工作船，工作船采用清洁型燃料	减少尾气排放
	柴油发电机废气	发电机废气	定期对柴油发电机进行保养和检查，保障其正常工作，同时使用含硫量小于等于0.2%的柴油作燃料。	减少尾气排放

8.1.2.4 营运期噪声污染防治措施

(1) 尽量满足机器特性参数的情况下选用低噪声设备；加强管护船舶等设备的日常维修，防止设备运行不正常导致噪声异常增高。

(2) 项目采用的船舶产生的噪声将对项目区声环境造成一定的影响，采取加强船只的管理、定期检修保养、确保正常运行。

8.2 建设项目各阶段的海洋生态保护对策措施

8.2.1 海洋生态保护对策措施

(1) 控制养殖规模，严格控制养殖规模，若海水水质监测发现水质相较养殖前有变差现象（不满足《渔业水质标准》要求），则需停止养殖，待水质恢复

后方可继续养殖；

(2) 对养殖海域和控制边界进行海洋水质、沉积物质量等实时跟踪监测监视和评估提出生态环境监管要求；

(3) 合理布设网箱，考虑海域底质类型、潮位变化、水文动力等方面的因素，保证箱底始终不接触底泥；

(4) 合理利用鱼类之间互利搭配的混养方式，提高养殖水域空间利用效率，提高渔业生产力；

(5) 海水养殖用药应当符合国家和地方有关农药、渔药安全使用的规定和标准，不得使用国家或者地方明令禁止使用的农药、渔药、防止对海洋环境造成污染。确定合理的药剂和用量，正确使用鱼药，减少鱼类药物残留。每个网箱区连续养殖两年后，应开展沉积物调查，调查指标包括氮、磷、硫化物，综合判断养殖过程对沉积物的影响，当发现养殖网箱底部的氮、磷、硫化物指标显著高于周边沉积物环境时，应采取休养措施；

(6) 开展新型现代海洋牧场养殖平台设计和风能、光伏等清洁能源使用，全面提升现代海洋牧场养殖平台“减碳”“绿色”“可持续”发展理念。融合海洋渔场修复、海洋环境改善、休闲渔业发展等方面的技术和装备创新水平。

(7) 建立养殖海域主要环境生态因子跟踪监测监视体系和环境风险，生态风险（外来物种入侵）监测预警和应急方案。加强渔政管理,维护养殖海域的生态平衡。

(8) 优化饵料营养组成及投喂方式。由于大多数水产养殖废物来自饲料，要降低由此而产生的废物应注意饲料营养成分和投喂方式。1) 针对养殖对象，精选优质饲料，如饲料系数低的饲料。2) 采用膨化浮性饵料，能在水中暂时不沉并保持一定时间悬浮状态，使投喂的饵料大部分都能被鱼吃掉，不致于浪费和沉到水底淤积。3) 精细化投喂，利用管护船舶上的自动投喂机对重力式网箱养殖对象进行少量多次投喂，每次投喂量依据摄食量确定，确保每次投喂完成后，确保水面无漂浮的残饵；

(9) 优化养殖环境。在养殖过程中，必须保持养殖水域的良好环境。如使用防污网衣，勤洗网、换网，以减少网衣附着生物的危害。保持网箱内水流畅通良好的环境。禁止各种生活垃圾直接排入养殖水域，及时收集、清运生活垃圾。

8.2.2 养殖污染防治措施

海水养殖对海洋环境的影响主要是导致水体各种理化因子的改变和底质环境污染的恶化。其原因主要是：放养密度不合理，养殖生物的排泄物、残饵长期积累超过环境的承受力；长期喂养过程将使得局部水域海水中氮、磷元素增加，透明度下降，水体富营养化加重。为减轻项目养殖对附近海域水质、沉积物等环境的影响，本报告提出如下防范措施：

（1）科学配方、合理投饵

从优化饵料营养结构及投喂方式来看，由于大多数水产养殖废物来自饵料，要降低由此产生的废物应注意饲料营养成分和喂养方式。1）针对养殖对象，精选优质饲料，如饲料系数低的饲料。2）采用膨化浮性饵料，能在水中暂时不沉并保持一定时间悬浮状态，使投喂的饵料大部分都能被鱼吃掉，不致于浪费和沉到水底淤积。3）精细化投喂，利用管护船舶上的自动投喂机对重力式网箱养殖对象进行少量多次投喂，每次投喂量依据摄食量确定，确保每次投喂完成后，确保水面无漂浮的残饵。

（2）改善饵料质量

由于网箱养殖产生的废物大多数来自饵料，所以要降低由此产生的废物，首先应改善饵料的质量和投饵技术。人工配合饲料的研制和开发已成为当今水产养殖的重要问题，改进投饲技术可减少饲料的浪费，如根据养殖品种，在生长过程中，按水温、溶氧、季节变化、鱼体重随时调整投饵率和投饵量，以及投饵次数和时间；另外，采用膨化浮性颗粒饵料，投喂适口饵料等也可增加饵料的利用率；对饵料过筛可防止粉末饵料在水中流失造成污染。

（3）饵料应按照《无公害食品渔用配合饲料安全限量》（NY5073-2006）的规定，选择以全价配合饲料为主。饲料适宜选择主要营养成分比例为蛋白质 35%~45%、脂肪 7%~11%、碳水化合物 24%，不使用鱼糜和杂鱼作为养殖饲料；

（4）按照有关技术规范 and 标准，根据鱼类不同的成长时期和水温，合理控制饵料投放量，尽量减少饵料的损失。投喂时间宜选择在白天涨潮平潮期，前期以“少量多投”为原则，7d~10d 后按正常要求投饵，投饲量与投饲率视具体情况而定；在水温 25℃~30℃ 范围内 1d 投喂 1 次~2 次，日投饲量为鱼体重 3%~6%，在高温与低温季节或阴雨刮风天气 2d~3d 投喂一次，日投饲量为鱼体

重 1%~4%;

(5) 管护船舶进行饵料自动投喂时, 可根据投喂时的风速、风向调整管护船舶投喂点, 保证饵料全部落在网箱内。如风太大, 可暂停投喂, 待风速减少后进行投喂。

(6) 大力加强宣传教育

大力加强宣传教育, 提高养殖工作人员的环境保护意识, 使之自觉降低网箱养鱼的固废和生活垃圾污染, 主动配合渔业管理有关部门的要求控制网箱规模; 强化环境管理和流域的综合治理, 完善渔业管理工作, 对违反水体保护规定的行为进行处罚, 争取把末端治理转为源头防治, 从根源上避免对水环境的不利影响, 实现可持续发展。

8.2.3 生态补偿

本项目锚碇占用海域会对附近海域的底栖生物资源等造成一定的损失。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/T9110-2007) 的有关规定, 应对项目附近水域的生物资源恢复做出经济补偿。具体的补偿措施和方案与当地的相关部门协商确定。建设单位应积极配合主管部门采取可行的生态补偿措施, 对本工程造成的海洋生态损失进行合理补偿。生态补偿对于恢复由工程建设带来的生态环境和资源破坏、实现渔业可持续发展、促进人与自然和谐发展和维护生物多样性方面具有重大意义。

本项目造成的生态资源损失主要包括底栖生物的损失, 造成的生态损失总赔偿额约为 2.0628 万元, 纳入本项目的环保投资。对于项目建设对海洋生物资源造成的损失, 项目建设单位应与渔业主管部门协商, 且由于本项目建设造成的底栖生物资源损失较小, 建议建设单位缴纳相应的渔业资源补偿金(以本项目损失额为准, 2.0628 万元)。

9 环境影响经济损益分析

9.1 环境保护设施和对策措施的费用估算

本报告拟采取的清洁生产和污染防治措施主要针对会对海洋环境造成影响的水污染和固体废物污染，并提出了生态保护措施，比较清楚、具体，可以有效执行，能够达到环境保护的要求。

根据工程环境影响特点及环境保护要求，结合工程建设内容、规模、环保措施及对策的相关内容，本项目涉海部分的环境保护投资构成包括：

- (1) 固体废物处置费；
- (2) 施工期废水处理费用；
- (3) 施工期环境监测费用；
- (4) 运营期跟踪监测费用；
- (5) 生态补偿金；

(6) 运营期对养殖设施、工作人员等污水、固体废物等产量进行核算，并建立台账明确污染物产生量、储存、上岸处置机制等情况。

本项目总投资 1.95 亿元，环保投资约为 162.0628 万元，占总投资 0.83%。详见表 9.1-1。

表 9.1-1 环保投资估算表

污染源	环保措施名称	环保投资 (万元)
废水	施工、运营期生活污水及含油污水委托有接收处理能力的单位接收处理 (含存储设施)	20
	网衣清洗设施	30
固废	收集、贮存设施以及固废处置费用	10
监测	施工期环境监测费	30
	运营期跟踪监测费	50
生态补偿金	锚碇占用海域造成底栖生物损失补偿	2.0628
台账	运营期污染物产生量及处置台账	20
合计		162.0628

9.2 环境保护的经济损益分析

9.2.1 社会效益分析

本项目的社会效益主要表现在以下几个方面：

(1) 生产空间方面

本项目的建设有利于控制近海养殖密度，拓展海洋离岸养殖和集约化养殖，提高养殖设施装备机械化水平和智能化程度。同时也推动了湛江市渔业养殖由近海养殖向深海养殖发展，为未来的渔业发展创造良好空间。

(2) 产业发展方面

项目建成投产后，在一定程度上推动了湛江市渔业产业结构调整，以深海养殖装备为支撑，带动产业链上下游的水产品精深加工、渔业装备制造、休闲旅游等多个产业发展，开拓了集养殖、观光、旅游、休闲、垂钓、餐饮为一体的新型渔业产业模式，提高渔业经济发展质量，形成渔区新的经济增长点。

(3) 社会就业方面

有利于渔业产业结构的调整，鼓励促进渔民转产转业。本项目布局深水网箱、筏式养殖，整合周边渔业资源，对传统渔业养殖及捕捞方式改造升级，积极带动周边渔民转型发展，改变传统渔业生产方式，转变渔民观念，促进渔民增产创收。同时，本项目建设期间，可吸纳一定的劳务人员，投产后，也需要一定的运营管理人员，项目带动的相关行业的发展，直接或间接创造多个就业岗位，增加渔民转型就业的机会，带动当地居民的收入增长及就业增长，为促进就业、构建和谐社会做出积极贡献。

(4) 粮食与生态安全方面

水产品是优质蛋白质，随着世界人口的迅速增长和经济水平的发展，生活水平的提高，人类对水产品的需求量将不断增加。据 FAO 预测，世界水产品消费量在未来 30 年内年均增长率大约维持在 1.0%~2.9%。水产养殖业作为全球水产品供给量的主要生产方式，以其巨大的发展潜力迎合了人们对水产品不断增长的需求。深远海海域水交换率高，污染物含量低，因此在深远海海域进行水产健康养殖，可降低水产品中污染物含量，提高我国养殖水产品质量，养殖的成品鱼体色更接近天然，色泽度好，肉质更鲜美，达到保障养殖产品食品安全的目的，满

足人们日益增长的物质文明需要。

9.2.2 经济效益分析

海水养殖业是雷州市的传统产业，已成为海洋渔业增产的主要途径，总体上呈现科学有序的发展势态。深远海智能化养殖水体大，且身处深海，可以充分利用水质好、含氧量高、水体交换好、饵料资源丰富的优势，污染物相对也降低不少，这些优势有利于提升产品质量，保护当地环境，解决湛江近海区域养殖趋于饱和、水产品质量和渔民收益下降的问题。

深远海养殖装备在提升水产养殖业机械化、智能化的基础上，还将带动上游的育苗育种企业，下游的装备制造、冷链物流、预制加工以及水产品销售等产业的发展，由此带来的经济效益将是巨大的。

因此，深水网箱养殖工程经济效益显著，能够带动地区经济发展。

9.2.3 环境损益分析

本工程的建设将产生明显的社会效益和经济效益，但也将对周围海域环境造成一定的影响。

（1）项目建设对环境造成的不利影响和损失

项目锚碇投放将直接破坏工程区底栖生物生存环境；施工期间造成海水中悬浮物增加，将驱逐游泳动物，影响浮游植物生长；工程施工和运营过程中存在船舶碰撞和溢油等安全隐患；生活污水、固体废物若处理不当也会降低海洋水质、生态环境；运营期养殖过程中养殖污染物排放对项目区水质、生态环境也将产生一定的不利影响。

（2）环保投资估算

根据当前的市场经济价格估算，项目环境保护工程的投资约为 162.0628 万元，占总投资 0.83%。

（3）环保投资的效益评估

项目施工期和运营期各项环保工作措施，包括直接投资的环保设施和属于管理范围的工程措施，其环境经济效益主要体现在：通过各项环保措施的落实，可减小施工期悬浮物质的产生量，防止施工期和运营期各类污水和固体废物的随意散排污染海域，使项目区附近海域水环境和生态环境得到有效保护。通过制定和

落实事故风险防范和应急保护措施，降低对生态环境潜在的环境风险影响。

通过各项环保工程设施的投入使用和落实执行各项严格、有效的规章制度，可以使拟建项目施工期和营运期可能对海洋产生的不利影响降到最低，从而确实有效地保护海洋生态环境，实现经济建设和海洋资源保护的协调统一。

9.3 环境保护的技术经济合理性

本项目的施工与运营也会给项目所在海域环境带来一定的影响，并由此还会带来一定的经济损失；在采取相应的治理措施后，这种对环境的影响是可以接受的。同时，项目施工建设与运营的过程中，建设单位也将采取一定的环境保护措施，将环境影响控制在最小范围和最低程度，并且这些污染防治办法与环境保护措施在经济上是合理的、可行的。

10 海洋工程的环境可行性

10.1 与产业政策符合性

(1) 与国家产业政策的符合性

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属于海洋牧场项目，属于“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”中的海水渔业资源增殖项目，为鼓励类建设项目，不属于淘汰类和限制类。因此，项目实施符合国家产业政策。

(2) 与《市场准入负面清单》（2022 年版）的符合性

本项目不属于《市场准入负面清单》（2022 年版）中的禁止准入类。综上，本项目符合国家及地方产业政策要求。

10.2 项目与“三线一单”生态环境分区管控要求符合性分析

本项目位于湛江市“三线一单”生态环境分区管控方案中的海域一般管控单元。一般管控单元的区域布局管控为开发利用海洋资源，应当根据海洋功能区划合理布局，不得造成海洋生态环境破坏。能源资源利用为保护自然岸线、亲水岸线和天然沙滩资源。污染物排放管控为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。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。环境风险防控为引进海洋动植物物种，应当进行科学论证，避免对海洋生态系统造成破坏。

本项目用海不位于海域生态保护红线划定方案内，项目为筏式延绳养殖、筏式棚架养殖和深水网箱养殖，对海域水流不会形成阻断，不会对海域的自然属性进行改变，不会破坏海洋生态环境，不占用自然岸线等资源；筏架养殖的贝类为

自然生长，不需要投喂任何人工饵料和药物，贝类进行滤食，严格控制养殖规模和养殖密度，本项目的养殖方式对环境影响不大。养殖品种均为所在海域常见品种，不存在引入新物种。项目施工期船舶污染物和运营期工作船污染物均运回陆域处理，不排海；项目建成后定期进行跟踪监测和制定应急体系保障项目运行的期间不会影响到项目所在海域的环境。

因此，本项目符合三线一单生态环境分区管控的要求。

10.3 与“三区三线”符合性分析

10.3.1 生态保护红线相关政策要求

(1) 《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》

2019年10月，中共中央办公厅、国务院办公厅印发《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》（以下简称《意见》），《意见》以“底线思维，保护优先；多规合一，协调落实；统筹推进，分类管控”为基本原则，统筹划定落实生态保护红线、永久基本农田、城镇开发边界三条控制线，其中，生态保护红线是指在生态空间范围内具有特殊重要生态功能、必须强制性严格保护的区域。对生态保护红线提出具体要求。

《意见》中规定：“生态保护红线内，自然保护地核心保护区原则上禁止人为活动，其他区域严格禁止开发性、生产性建设活动，在符合现行法律法规前提下，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动，主要包括：零星的原住民在不扩大现有建设用地和耕地规模前提下，修缮生产生活设施，保留生活必需的少量种植、放牧、捕捞、养殖；因国家重大能源资源安全需要开展的战略性能源资源勘查，公益性自然资源调查和地质勘查；自然资源、生态环境监测和执法包括水文水资源监测及涉水违法事件的查处等，灾害防治和应急抢险活动；经依法批准进行的非破坏性科学研究观测、标本采集；经依法批准的考古调查发掘和文物保护活动；不破坏生态功能的适度参观旅游和相关的必要公共设施建设；必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施建设、防洪和供水设施建设与运行维护；重要生态修复工程。”

(2) 《关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》

2022年8月，自然资源部、生态环境部和国家林草局联合印发了《关于加

强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142号）提出规范管控对生态功能不造成破坏的有限人为活动，在符合法律法规的前提下，仅允许以下对生态功能不造成破坏的有限人为活动。生态保护红线内自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区等区域，依照法律法规执行。

1) 管护巡护、保护执法、科学研究、调查监测、测绘导航、防灾减灾救灾、军事国防、疫情防控等活动及相关的必要设施修筑。

2) 原住居民和其他合法权益主体，允许在不扩大现有建设用地、用海用岛、耕地、水产养殖规模和放牧强度（符合草畜平衡管理规定）的前提下，开展种植、放牧、捕捞、养殖（不包括投礁型海洋牧场、围海养殖）等活动，修筑生产生活设施。

3) 经依法批准的考古调查发掘、古生物化石调查发掘、标本采集和文物保护活动。

4) 按规定对人工商品林进行抚育采伐，或以提升森林质量、优化栖息地、建设生物防火隔离带等为目的的树种更新，依法开展的竹林采伐经营。

5) 不破坏生态功能的适度参观旅游、科普宣教及符合相关规划的配套性服务设施和相关的必要公共设施建设及维护。

6) 必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施、通讯和防洪、供水设施建设和船舶航行、航道疏浚清淤等活动；已有的合法水利、交通运输等设施运行维护改造。

7) 地质调查与矿产资源勘查开采。

8) 依据县级以上国土空间规划和生态保护修复专项规划开展的生态修复。

9) 根据我国相关法律法规和与邻国签署的国界管理制度协定（条约）开展的边界边境通视道清理以及界务工程的修建、维护和拆除工作。

10) 法律法规规定允许的其他人为活动。

10.3.2 项目用海对周边生态保护红线的影响分析

本项目建设内容为重力式深水网箱养殖、筏架棚架筏养殖、筏式延绳养殖，项目的建设不涉及海域生态保护红线占用；不涉及围填海、截断洄游通道、水下爆破施工及其他可能会影响渔业资源育幼、索饵、产卵的开发活动。

根据《湛江市国土空间总体规划（2021-2035年）》的生态保护红线数据，

本项目周边距离最近的海洋生态红线区为湛江遂溪江洪海洋生态地方级自然保护区，距离约为550米；水环境悬浮泥沙来源是项目施工时深水网箱固定锚块投放海床的过程，对周边的海域的影响较小；同时施工时间短，施工产生的悬浮泥沙可以扩散的范围十分有限。施工结束时，悬浮泥沙扩散产生的影响也会随之消失。

养殖过程中，无有毒、有害物质的排放，网箱布设是按照《深水网箱养殖技术规范》有关要求，本项目用海规划设置的网箱养殖数量在可养网箱数之内，确保持续养殖水域保持相对可自净能力，海域水质和沉积物环境可以满足海区水环境控制要求。其规划规模、密度及结构是合理的。筏架吊养的牡蛎在养殖过程中不需要投喂饵料，是通过贝类的滤食功能进行摄食，以自然海水中的有机碎屑和藻类为食，因此，筏架吊养牡蛎有利于降低海水中总氮、总磷含量，养殖期间对区域海洋生态的影响较小。项目所在区域位于宽阔海域，远离居民区，周边通风条件良好，所涉及的养殖工程一般采取先进的施工工艺与设备，养殖项目使用船舶以小型渔船为主，不产生高分贝噪声，排放的废气污染物（主要污染物为施工船舶及作业船舶产生的废气）和噪声对外界环境基本无影响；基本不产生有害有毒的污水、油类、热污染物等物质，产生的污染物均得到妥善处理，不向所在海域直接排放；本项目的实施可能会对项目所在海域的水质造成一定的影响，随着施工活动的结束，影响即消失。本项目位于近海的开阔水域，水体交换条件好、水流流速平稳，深水网箱养殖过程中不涉及药物的投喂，科学适量的投喂量对水质不会产生明显不良的作用。项目贝类养殖密度适中。贝类养殖对海洋水质环境的影响很小，仅为贝类在生长过程中分泌排泄的少量COD的污染，在科学合理的养殖情况下对水域水质的影响也大大降低。通过数值模拟结果可见，COD、悬浮物、磷酸盐、无机氮扩散涉及到生态红线区，在红线区内COD增量范围为0.02~0.08mg/L、悬浮物增量范围为0.2~0.4mg/L、磷酸盐增量范围为0.001~0.002mg/L、无机氮增量范围为0.005~0.02mg/L；COD、悬浮物、磷酸盐、无机氮在红线区的扩散导致的增量较小，对海域水质、沉积物等影响较小。养殖工艺较为成熟，合理确定养殖密度，对周边海域的环境质量影响不大，运营工作船含油污水均交由有资质单位进行处理。项目实施后对上述生态红线区周边潮流场、水动力条件等基本无影响，不会导致淤积，不会破坏生物洄游区和索饵场的完整性，不会对

上述生态红线区有明显的影响。

因此,项目的建设对周边海洋生态红线没有影响,不占用大陆保有自然岸线,因此对大陆保有自然岸线无影响。与《湛江市国土空间总体规划(2021-2035 年)》的生态保护红线及相关的管控要求相符。

综上所述,与“三区三线”的相关要求相符合。

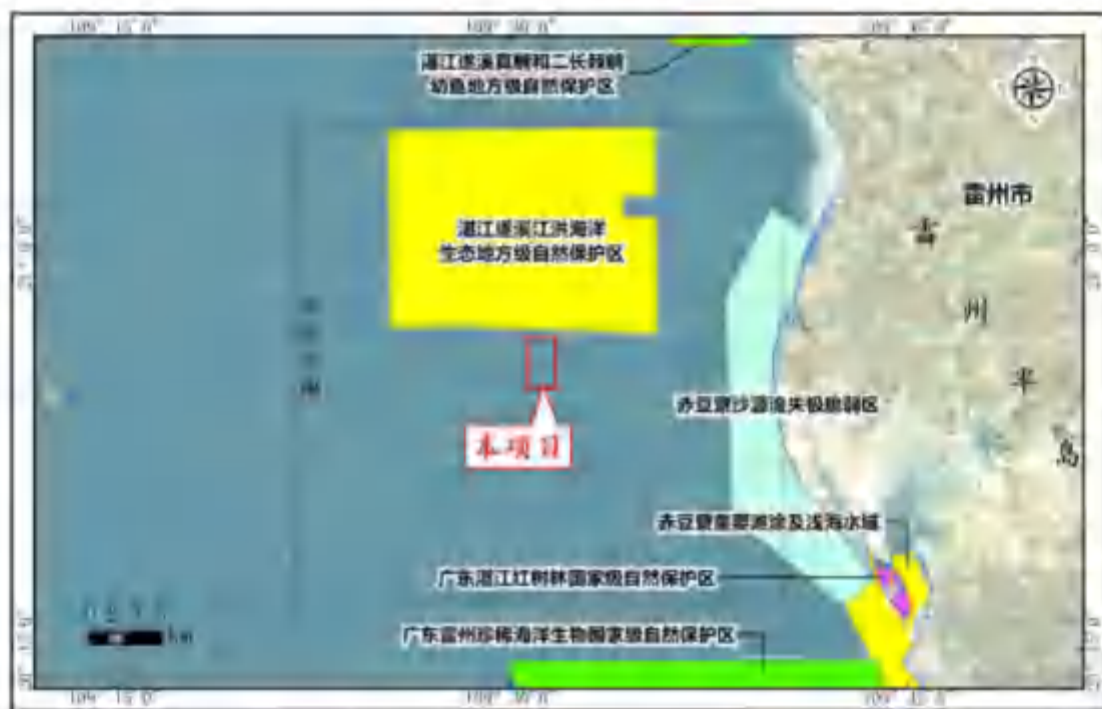


图 10.3.2-1 三区三线中“生态保护红线”分布图

10.4 项目用海与产业结构的符合性分析

根据《产业结构调整指导目录(2024)》,本项目属于其中的第一类农林牧渔业的 14. 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。项目建设符合《产业结构调整指导目录(2024)》产业要求。

10.5 项目建设与国土空间规划的符合性分析

10.5.1 《广东省国土空间规划(2021-2035 年)》

根据《广东省国土空间规划(2021-2035 年)》,本项目用海选址位于省级国土空间规划分区的渔业用海区,未涉及其他海域功能分区。本项目用海类型属

于渔业用海，项目用海方式为开放式养殖，不会改变海域自然属性，符合《广东省国土空间规划（2021-2035年）》规划分区。本项目建设内容为重力式深水网箱养殖、筏架棚架筏养殖、筏式延绳养殖，属于湛江现代化海洋牧场建设内容。本项目用海选址不涉及生态红线区，距离最近生态红线区 574m。本项目所在海域水动力条件和污染扩散自净能力强，环境容量大，养殖污染影响较小。综合分析，本项目的建设符合《广东省国土空间规划（2021-2035年）》的要求。



图 10.5.1-1 所处《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》海洋空间功能布局位置

10.5.2 《湛江市国土空间总体规划（2021-2035 年）》

根据《湛江市国土空间总体规划（2021-2035 年）》，本项目用海选址位于市域国土空间规划分区的“渔业用海区”，未涉及其他海域功能分区。本项目用海类型为渔业用海，符合《湛江市国土空间总体规划（2021-2035 年）》功能区类型。渔业用海区是以渔业基础设施建设、养殖和捕捞生产等渔业利用为主要功能导向的海域。

本项目周边海域的市域国土空间规划分区为“生态保护区”，位于本项目北侧 574 米的海域。生态保护区管控要求：按照国家和省的相关规定执行。实行最严格的准入制度，严禁任何不符合主体功能定位的开发活动，任何单位和个人不

得擅自占用或改变国土用途；原有的村庄、工矿等，应严格控制建设行为，并根据实际发展需要逐步引导退出。

表 10.5.2-1 本项目所在海域及周围海域国土空间规划分区分布状况

序号	国土空间规划分区名称	与本项目位置关系及距离	功能区类型
1	渔业用海区	本项目所在	农渔业区
2	生态保护区	北侧 550m	海洋保护区

湛江市国土空间总体规划（2021-2035年）

32 海洋功能分区图

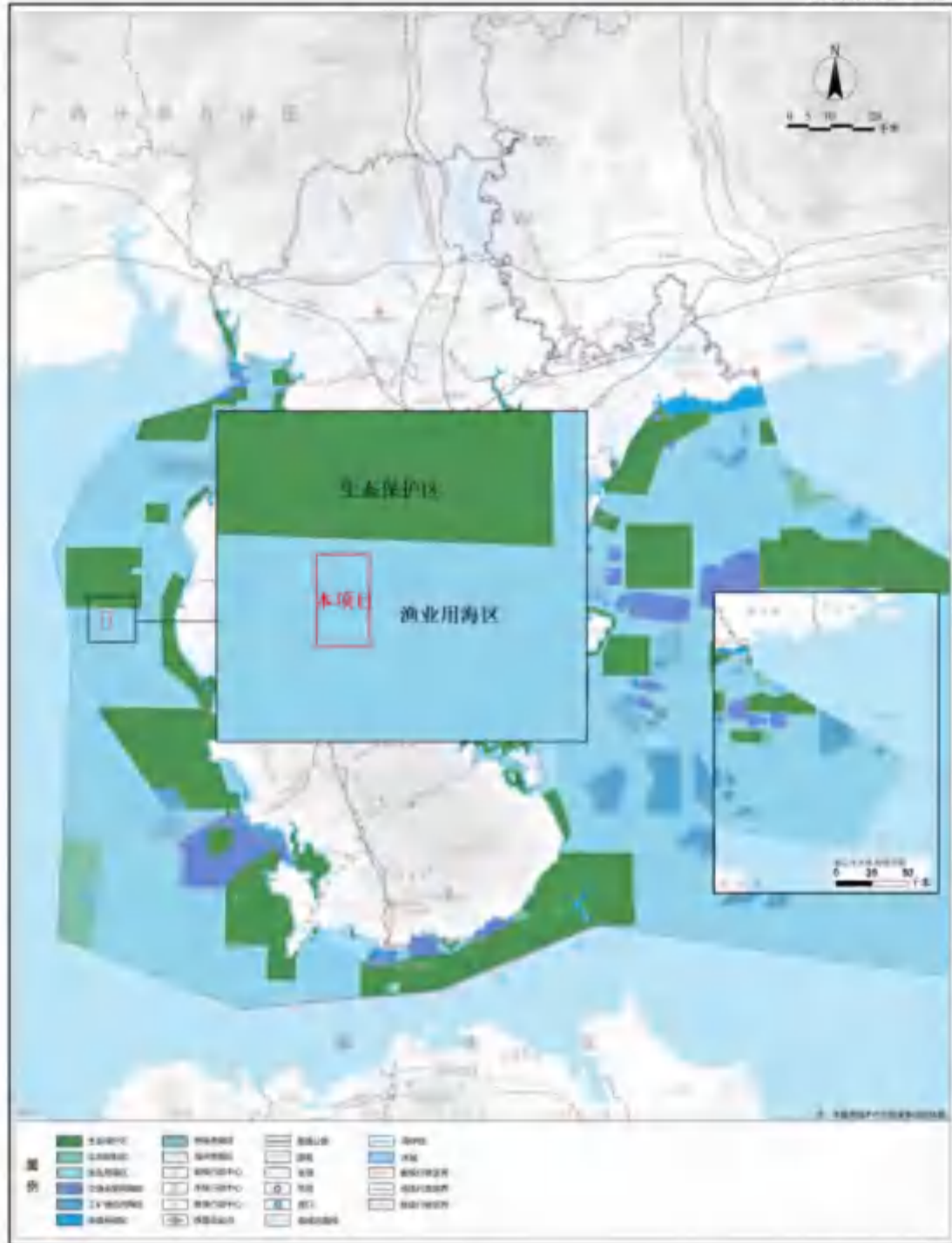


图 10.5.2-1 所处《湛江市国土空间总体规划（2021-2035 年）》海洋功能分区位置

根据《湛江市国土空间总体规划（2021-2035 年）》，本项目用海选址位于市域国土空间规划分区的渔业用海区，未涉及其他海域功能分区。本项目用海类型属于渔业用海，项目用海方式为开放式养殖，不会改变海域自然属性，符合《湛

江市国土空间总体规划（2021-2035年）》规划分区。本项目建设内容为重力式深水网箱养殖、筏架棚架筏养殖、筏式延绳养殖，属于湛江现代化海洋牧场建设内容。本项目用海选址不涉及红树林、碇洲岛人工鱼礁、吴川重要渔业资源产卵场、东海岛海岸防护极重要区等。本项目运营期养殖鱼类为本地经济种，投喂饵料为经过检验合格的产品，并制定科学合理的投喂量；筏架养殖的贝类自然生长，主要包括牡蛎及其他贝类品种，不会引起外来物种入侵；项目所在海域水动力条件和污染扩散自净能力强，环境容量大，养殖污染影响较小。项目施工期船舶污染物和运营期工作船污染物均运回陆域处理，不排海；项目建成后定期进行跟踪监测和制定应急体系保障项目运行的期间不会影响到项目所在海域的环境。项目养殖区距离周边的航道和生态保护区有一定的距离，未侵占航道，符合所在海域的用途管制要求。

综合分析，本项目的建设符合《湛江市国土空间总体规划（2021-2035年）》的要求。

10.5.3 与《雷州市国土空间总体规划（2021-2035年）》符合性分析

根据《雷州市国土空间总体规划（2021-2035年）》，本项目用海选址位于海洋功能分区图中的“渔业用海区”，未涉及其他海域功能分区。本项目用海类型为渔业用海，符合《雷州市国土空间总体规划（2021-2035年）》功能区类型。

根据《雷州市国土空间总体规划（2021-2035年）》，渔业用海区：主要是“双评价”中生态保护极重要区域外，适宜增养殖、捕捞和渔业基础设施建设等渔业生产的海域。区内应确保传统养殖用海稳定，鼓励推广发展生态养殖模式，科学控制海湾养殖规模和密度；持续维护养殖海域水质环境，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；支持集约化、多层立体化海水养殖和现代化海洋牧场发展；积极保护和修复港湾、河口、避风塘等防洪纳潮功能，保持航道畅通；优化渔港、海洋牧场和远洋基地建设空间布局，促进节约集约利用岸线和海域空间；严格控制近海捕捞强度，加强水生生物产卵场、索饵场、越冬场及洄游通道保护。除渔业基础设施外，严格限制改变海域自然属性。经严格论证后，可适当保障交通运输、旅游、海洋能、矿产、倾废、海底管线、科学实验等用海需求。

本项目为增养殖海洋牧场项目，项目属于集约化的现代化海洋牧场发展建设工程，项目建设不涉及占用航道、港湾、河口等海域，且项目主要采用深水网箱、筏式养殖等设施进行增养殖作业，不涉及永久性构筑物的建设，对海域自然属性影响很小，项目建成后有利于区域海洋渔业经济发展，促进当地渔民就业，对控制近海捕捞强度、保护水生生物三场一通道等具有一定的作用。

因此，本项目与《雷州市国土空间总体规划（2021-2035年）》中的渔业用海区管控要求相符合，项目建设符合《雷州市国土空间总体规划（2021-2035年）》。

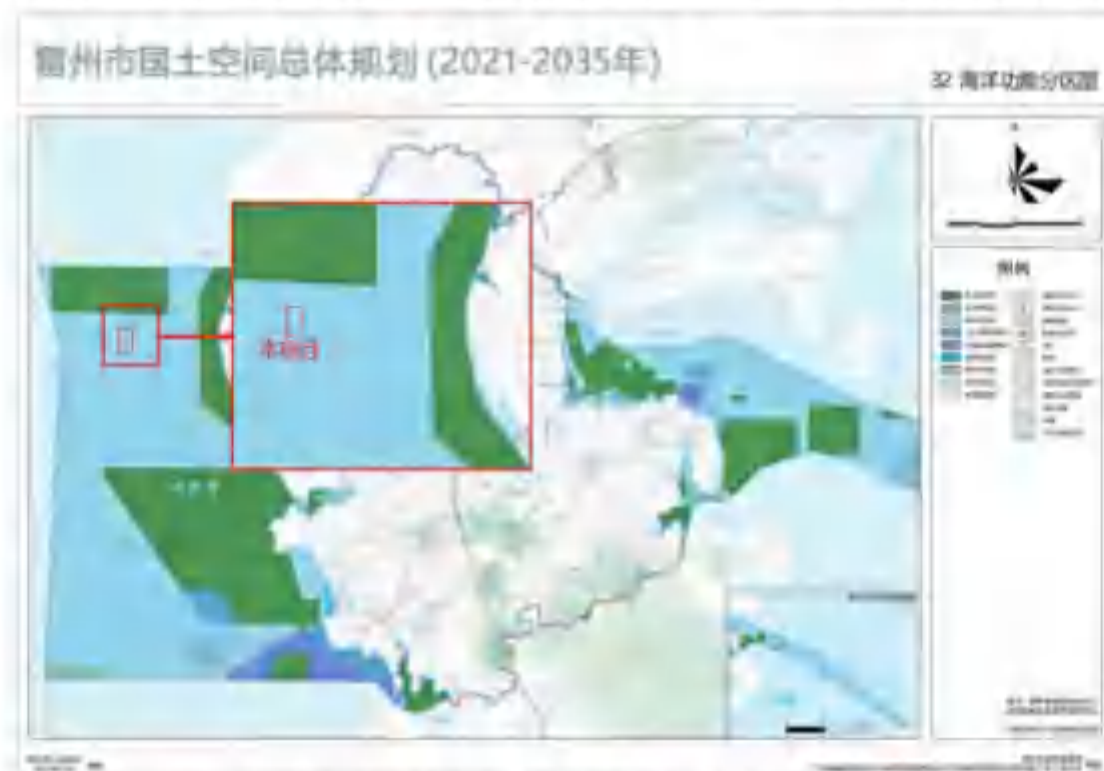


图 10.5.3-1 项目所处《雷州市国土空间总体规划（2021-2035 年）》位置关系图

10.5.4 与《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》的符合性分析

10.5.4.1 项目所在功能分区情况

根据《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》，本项目位于湛江西侧渔业用海区范围内。湛江西侧渔业用海区的相关管控要求如下：

空间准入：

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、海底电缆管道、航运、海洋保护修复及海岸防护工

程等用海：

3. 优先保障军事用海及军事设施安全：保障乌石油田群项目的用海需求。

利用方式：

1. 允许适度改变海域自然属性：

2. 渔业基础设施用海要优化渔港平面布局，鼓励建设透水式构筑物；增养殖活动应避开航道，不得妨碍海上交通及海底电缆管道的安全；捕捞海域禁止炸岛等破坏性活动；

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；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；

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. 保护红树林、砂质海岸、淤泥质岸滩及其生境。

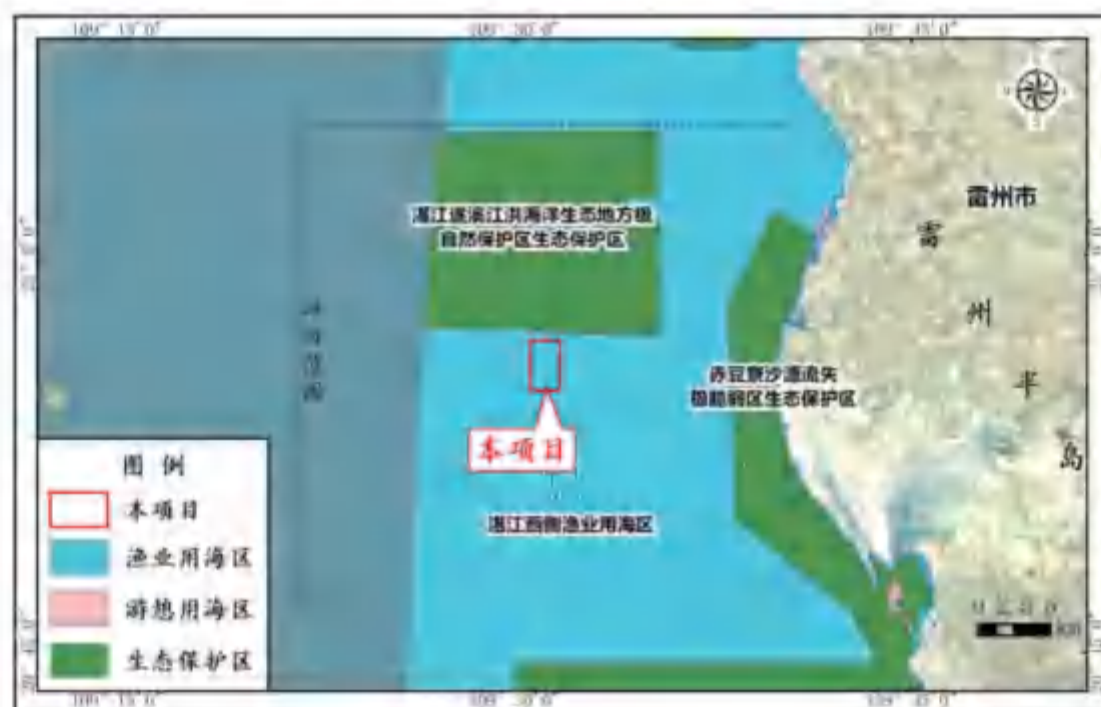


图 10.5.3-1 项目所处《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》功能分区情况

10.5.4.2 项目用海与海洋功能分区的符合性分析

本项目建设与湛江西侧渔业用海区的符合性分析详细如下：

表 10.5.3-1 项目与湛江西侧渔业用海区的符合性分析一览表

管控要求	管控要求详细内容	符合性分析	是否符合
空间准入	1.允许渔业基础设施、增养殖、捕捞等用海；	本项目为渔业增养殖用海	符合
	2.可兼容固体矿产用海、海底电缆管道、航运、海洋保护修复及海岸防护工程等用海；	本项目不涉及所兼容的相关用海类型	符合
	3.优先保障军事用海及军事设施安全；保障乌石油田群项目的用海需求。	本项目对军事用海、乌石油田群项目等无影响	符合
利用方式	1.允许适度改变海域自然属性；	本项目对海域自然属性影响很小	符合
	2.渔业基础设施用海要优化渔港平面布局，鼓励建设透水式构筑物；增养殖活动应避开航道，不得妨碍海上交通及海底电缆管道的安全；捕捞海域禁止炸岛等破坏性活动；	本项目不涉及渔港、炸岛等建设内容	符合
	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；严格控制河口海域的围海养殖，维护河口防洪纳潮功能。	本项目养殖活动不涉及占用河道，不位于河口海域，对河口防洪纳潮无影响	符合
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；	项目养殖规模适中，养殖密度、结构科学，对海洋环境影响较小，不会对渔业资源产生影响	符合
	2.切实保护严格保护岸线；	项目离岸 14km，对岸线无影响	符合
	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	项目离岸 14km，对潮间带无影响	符合

	能不降低：		
	4.保护和合理利用无居民海岛资源；	项目不涉及使用海岛	符合
	5.保护红树林、砂质海岸、淤泥质岸滩及其生境。	项目不涉及占用和影响红树林、海岸线等敏感目标	符合

综上，本项目建设符合《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》中的湛江西侧渔业用海区的管控要求。

10.6 项目用海与海洋功能区划符合性分析

海洋功能区划制度是《中华人民共和国海域使用管理法》和《中华人民共和国海洋环境保护法》规定的一项基本制度，具有法律效力，是海域使用管理、海洋环境保护和海洋资源管理工作的基础依据。《中华人民共和国海域使用管理法》第四条规定：“国家实行海洋功能区划制度。海域使用必须符合海洋功能区划。”第十五条规定：“养殖、盐业、交通、旅游等行业规划及海域使用的，应当符合海洋功能区划。沿海土地利用总体规划、城市规划、港口规划涉及海域使用的，应当与海洋功能区划相衔接。”因此，需要对本项目与海洋功能区划的关系进行分析。

10.6.1 项目所在海域及周边海域海洋功能区划

根据《自然资源部关于积极做好用地用海要素保障的通知》（自然资发〔2022〕129 号），明确建设项目用地用海审查的规划依据。“在国土空间规划批复前，经依法批准海洋功能区划继续执行，作为建设项目用地用海审查的规划依据”。由于《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》暂未批复，以《广东省海洋功能区划（2011—2020 年）》（粤府〔2013〕9 号）对本项目进行符合性分析。

根据《广东省海洋功能区划（2011—2020 年）》，本项目所在海洋功能区为湛江-珠海近海农渔业区，周边海洋功能区为“英罗港-海康港农渔业区”、“江洪港西海洋保护区”。本项目建设仅在湛江-珠海近海农渔业区内开展，不涉及周边邻近海洋功能区，不影响江洪港西海洋保护区。

根据近海基本功能区登记表，湛江-珠海近海农渔业区的管理要求为：（1）相适宜的海域使用类型为渔业用海；（2）禁止炸岛等破坏性活动；（3）40 米

等深线向岸一侧实行凭证捕捞制度，维持渔业生产秩序；（4）经过严格论证，保障交通运输、旅游、核电、海洋能、矿产、倾废、海底管线、保护区等用海需求；（5）优先保障军事用海需求。海洋环境保护管理要求为：（1）保护重要渔业品种的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道；（2）执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。本项目现代化海洋牧场的建设内容为筏式延绳养殖、筏式棚架养殖和深水网箱养殖，属于渔业用海，因此，本项目的选址与建设符合海洋功能区划。

表 11.6.1-1 项目周边海域海洋功能区划分布情况表（广东省）

序号	海洋功能区	与本项目相对位置及最近距离	功能区
1	湛江-珠海近海农渔业区	本项目所在	农渔业区
2	江洪港西海洋保护区	东北侧 6.69km	海洋保护区
3	英罗港-海康港农渔业区	东侧 4.98km	农渔业区

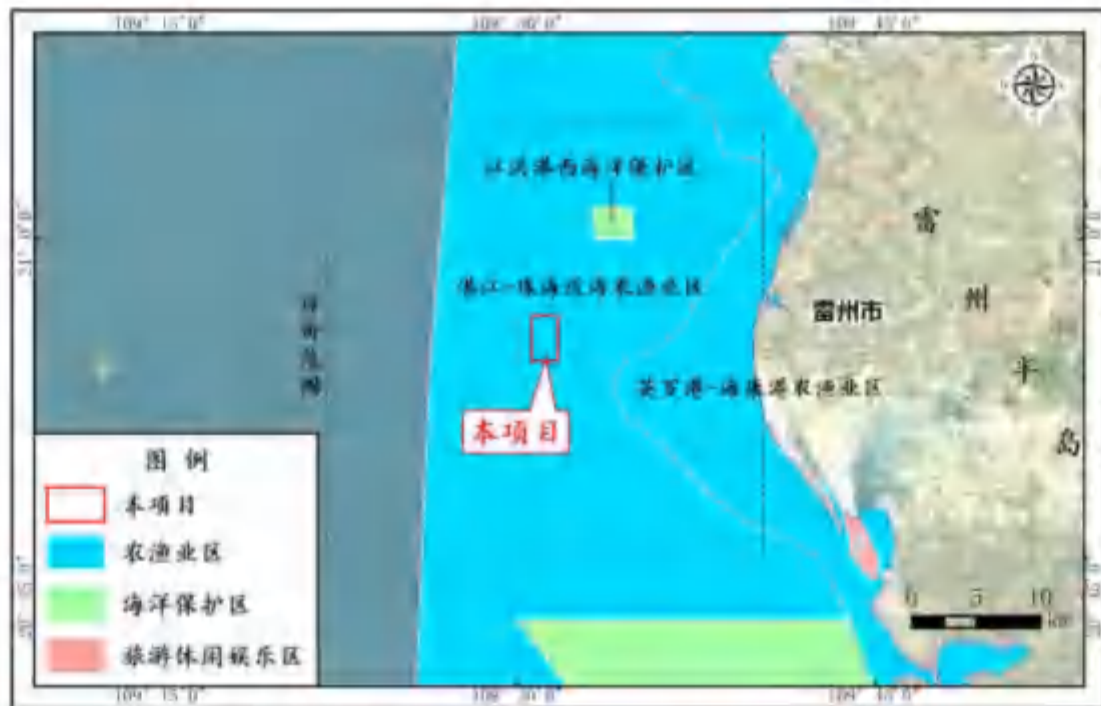


图 11.6.1-1 项目与《广东省海洋功能区划》位置关系示意图

表 11.6.1-2 项目所在海域及附近海域的海洋功能区划登记表 (广东省)

代码	功能区名称	地区	地理范围 (东经、北纬)	面积 (公顷)	管理要求	
					海域使用管理	海洋环境保护
B1-1	湛江-珠海近海农渔业区	湛江市、茂名市、阳江市、江门市、珠海市	东至:113°30'50" 西至:109°24'40" 南至:20°07'01" 北至:22°03'37"	3053896	1.相适宜的海域使用类型为渔业用海; 2.禁止炸岛等破坏性活动; 3.40 米等深线向岸一侧实行凭证捕捞制度,维持渔业生产秩序; 4.经过严格论证,保障交通运输、旅游、核电、海洋能、矿产、倾废、海底管线、保护区等用海需求; 5.优先保障军事用海需求。	1.保护重要渔业品种的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道; 2.执行海水水质一类标准,海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。
B6-1	江洪港西海洋保护区	湛江市	东至:109°34'50" 西至:109°33'11" 南至:20°59'58" 北至:21°01'20"	690	1.相适宜的海域使用类型为特殊用海; 2.按照国家关于海洋环境保护以及自然保护区管理的法律、法规和标准进行管理。	1.严格保护海洋生态系统; 2.加强保护区海洋生态环境监测; 3.执行海水水质一类标准,海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。
A1-1	英罗港-海康港农渔业区	湛江市	东至:109°50'13" 西至:109°48'10" 南至:20°29'42" 北至:20°32'49"	58018	1.相适宜的海域使用类型为渔业用海; 2.保障龙头沙渔港、港门渔港、草潭渔港、乐民避风塘、江洪渔港、企水渔港、海康渔港的用海需求,保留龙头沙沿岸围内养殖用海; 3.保障与广西交界海域的港口航运和旅游休闲娱乐用海需求; 4.适当保障江洪渔港西侧及角头沙旅游娱乐用海需求; 5.保护角头沙-赤豆寮砂质海岸及安铺港、企水湾内生物海岸; 6.严格限制在河口海域围填海,维护防洪纳潮功能,维持航道畅通; 7.合理控制养殖规模和密度。	1.保护企水湾、海康港沿岸红树林,保护安铺港河口海域生态环境; 2.保护沙虫、巴非蛤、珍珠贝等重要渔业品种; 3.严格控制沿岸滩涂养殖自身污染和水体富营养化,防止外来物种入侵; 4.加强渔港环境污染治理,生产废水、生活污水须达标排海; 5.执行海水水质二类标准,海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。

10.6.2 项目用海对海洋功能区的影响分析

(1) 对湛江-珠海近海农渔业区的影响分析

本项目用海位于湛江-珠海近海农渔业区。该海域的管理要求：1) 相适宜的海域使用类型为渔业用海；2) 禁止炸岛等破坏性活动；3) 40 米等深线向岸一侧实行凭证捕捞制度，维持渔业生产秩序；4) 经过严格论证，保障交通运输、旅游、核电、海洋能、矿产、倾废、海底管线、保护区等用海需求；5) 优先保障军事用海需求。该海域的环境保护要求：1) 保护重要渔业品种的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道；2) 执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。

本项目海洋牧场的建设内容为重力式深水网箱、筏架养殖，重力式深水网箱和筏架养殖是推进湛江开展现代化海洋牧场建设，打造“粤海粮仓”的重要举措。本项目用海类型属于渔业用海，本项目用海方式为开放式养殖，没有改变周围海域的自然属性，项目建设不涉及围填海，建设内容符合该海域的管理要求。在项目施工过程中，会产生少量悬浮物对周围海水水质影响较小，悬浮物扩散范围主要集中在项目用海范围内，与其它规划分区和功能区分区距离较远，基本上不会对周围生态环境造成不利影响。营运期间，项目作为绿色生态养殖，通过控制养殖密度和养殖规模，采用科学的养殖方法，制定合适的饵料投喂量，深水网箱养殖不会对周围海域生态环境和资源产生不利营造。筏架吊养的牡蛎在养殖过程中不需要投喂饵料，是通过贝类的滤食功能进行摄食，以自然海水中的有机碎屑和藻类为食，因此，筏架吊养牡蛎有利于降低海水中总氮、总磷含量，养殖期间对区域海洋生态的影响较小。此外项目所在海域开阔，水质扩散和净化能力强，因此，项目的建设不会对周边海域国土空间规划分区以及相邻功能区产生负面影响。本项目建设无该功能区禁止的内容，项目建设对与海域地形地貌、冲淤环境影响较小，对水质、沉积环境影响较小，符合湛江-珠海近海农渔业区的海域使用管理要求，不会对该海域产生明显的不利影响。

本项目在施工和营运的过程中不会对周围的海域国土空间规划分区产生大的影响。项目建设和营运需高度重视通航安全问题，防止溢油等风险事故发生，以保护相邻海域国土空间规划分区的环境安全。各功能区必须按照《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》和《湛江市国土空间总体规划（2021-2035 年）》

等有关的要求，加强管理，维护海域国土空间规划分区的正常运行。

（2）对江洪港西海洋保护区的影响分析

本项目位于江洪港西海洋保护区东北侧 6.69km 处海域，该区的 management 要求：1）相适宜的海域使用类型为特殊用海；2）按照国家关于海洋环境保护以及自然保护区管理的法律、法规和标准进行管理。

该海域的环境保护要求：1）严格保护海洋生态系统；2）加强保护区海洋生态环境监测；3）执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。

本项目海洋牧场的建设内容为重力式深水网箱、筏架养殖，重力式深水网箱和筏架养殖是推进湛江开展现代化海洋牧场建设，打造“粤海粮仓”的重要举措。本项目用海类型属于渔业用海，本项目用海方式为开放式养殖，没有改变周围海域的自然属性，项目建设不涉及围填海，建设内容符合该海域的管理要求。在项目施工过程中，会产生少量悬浮物对周围海水水质影响较小，悬浮物扩散范围主要集中在项目用海范围内，与其它规划分区和功能区分区距离较远，基本上不会对周围生态环境造成不利影响。营运期间，项目作为绿色生态养殖，通过控制养殖密度和养殖规模，采用科学的养殖方法，制定合适的饵料投喂量，深水网箱养殖不会对周围海域生态环境和资源产生不利营造。筏架吊养的牡蛎在养殖过程中不需要投喂饵料，是通过贝类的滤食功能进行摄食，以自然海水中的有机碎屑和藻类为食，因此，筏架吊养牡蛎有利于降低海水中总氮、总磷含量，养殖期间对区域海洋生态的影响较小。此外项目所在海域开阔，水质扩散和净化能力强，因此，项目的建设不会对周边海域国土空间规划分区以及相邻功能区产生负面影响。本项目建设无该功能区禁止的内容，项目建设对与海域地形地貌、冲淤环境影响较小，对水质、沉积环境影响较小，符合湛江-珠海近海农渔业区的海域使用管理要求，不会对该海域产生明显的不利影响。

本项目在施工和营运的过程中不会对周围的海域国土空间规划分区产生大的影响。项目建设和营运需高度重视通航安全问题，防止溢油等风险事故发生，以保护相邻海域国土空间规划分区的环境安全。各功能区必须按照《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》和《湛江市国土空间总体规划（2021-2035 年）》等有关的要求，加强管理，维护海域国土空间规划分区的正常运行。

(3) 对英罗港-海康港农渔业区的影响分析

本项目用海位于英罗港-海康港农渔业区东侧4.98km处。该海域的管理要求：1) 相适宜的海域使用类型为渔业用海；2) 保障龙头沙渔港、港门渔港、草潭渔港、乐民避风塘、江洪渔港、企水渔港、海康渔港的用海需求，保留龙头沙沿岸围内养殖用海；3) 保障与广西交界海域的港口航运和旅游休闲娱乐用海需求；4) 适当保障江洪渔港西侧及角头沙旅游娱乐用海需求；5) 保护角头沙-赤豆寮砂质海岸及安铺港、企水湾内生物海岸；6) 严格限制在河口海域围填海，维护防洪纳潮功能，维持航道畅通；7) 合理控制养殖规模和密度。该海域的环境保护要求：1) 保护企水湾、海康港沿岸红树林，保护安铺港河口海域生态环境；2) 保护沙虫、巴菲蛤、珍珠贝等重要渔业品种；3) 严格控制沿岸滩涂养殖自身污染和水体富营养化，防止外来物种入侵；4) 加强渔港环境污染治理，生产废水、生活污水须达标排海；5) 执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。

本项目海洋牧场的建设内容为重力式深水网箱、筏架养殖，重力式深水网箱和筏架养殖是推进湛江开展现代化海洋牧场建设，打造“粤海粮仓”的重要举措。本项目用海类型属于渔业用海，本项目用海方式为开放式养殖，没有改变周围海域的自然属性，项目建设不涉及围填海，建设内容符合该海域的管理要求。在项目施工过程中，会产生少量悬浮物对周围海水水质影响较小，悬浮物扩散范围主要集中在项目用海范围内，与其它规划分区和功能区分区距离较远，基本上不会对周围生态环境造成不利影响。营运期间，项目作为绿色生态养殖，通过控制养殖密度和养殖规模，采用科学的养殖方法，制定合适的饵料投喂量，深水网箱养殖不会对周围海域生态环境和资源产生不利营造。筏架吊养的牡蛎在养殖过程中不需要投喂饵料，是通过贝类的滤食功能进行摄食，以自然海水中的有机碎屑和藻类为食，因此，筏架吊养牡蛎有利于降低海水中总氮、总磷含量，养殖期间对区域海洋生态的影响较小。此外项目所在海域开阔，水质扩散和净化能力强，因此，项目的建设不会对周边海域国土空间规划分区以及相邻功能区产生负面影响。本项目建设无该功能区禁止的内容，项目建设对与海域地形地貌、冲淤环境影响较小，对水质、沉积环境影响较小，符合湛江-珠海近海农渔业区的海域使用管理要求，不会对该海域产生明显的不利影响。

本项目在施工和营运的过程中不会对周围的海域国土空间规划分区产生大的影响。项目建设和营运需高度重视通航安全问题，防止溢油等风险事故发生，以保护相邻海域国土空间规划分区的环境安全。各功能区必须按照《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》和《湛江市国土空间总体规划（2021-2035年）》等有关的要求，加强管理，维护海域国土空间规划分区的正常运行。

10.6.3 项目用海与海洋功能区划的符合性分析

对照《广东省海洋功能区划(2011-2020年)》，本项目海洋牧场的建设海域位于“湛江-珠海近海农渔业区”，本项目用海类型为渔业用海，符合《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》功能区类型。本项目用海方式为开放式，不会改变海域自然属性。

本项目作为重力式深水网箱养殖、筏架棚架筏养殖、筏式延绳养殖，属于重点保障的海洋牧场建设。用海类型和建设内容符合海域管理为渔业用海的要求；项目不进行炸岛等破坏性活动，不开展网具捕鱼等作业，项目建设基本不改变海域属性，且项目位置附近无重要航道及其他开发利用活动，不会对军事用海需求产生影响，所在海域水动力条件好强，环境容量较大，养殖污染影响较小。项目施工期船舶污染物和运营期工作船污染物均运回陆域处理，不排海；项目建成后定期进行跟踪监测和制定应急体系保障项目运行的期间不会影响到项目所在海域的环境。因此，项目符合环境保护要求，保障渔业资源可持续发展。

综合分析，本项目的建设符合《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》的要求。

表 11.6.3-1 本项目与广东省海洋功能区划符合性分析

类型	序号	要求	符合性分析	符合性
海域管理要求	1	相适宜的海域使用类型为渔业用海	本项目用海类型属于渔业用海，具体开展重力式深水网箱养殖、筏架棚架筏养殖、筏式延绳养殖，属于湛江现代化海洋牧场建设内容，与海域管理要求1相符	符合
	2	禁止炸岛等破坏性活动	本项目开展重力式深水网箱养殖、筏架棚架筏养殖、筏式延绳养殖，不进行炸岛等破坏性活动，与海域管理要求2相符	符合
	3	40米等深线向岸一侧实行凭证捕捞制度，维持	本项目建设内容为重力式深水网箱养殖、筏架棚架筏养殖、筏式	符合

		渔业生产秩序	延绳养殖，不进行渔业捕捞的生产活动，与海域管理要求3相符。	
	4	经过严格论证，保障交通运输、旅游、核电、海洋能、矿产、倾废、海底管线、保护区等用海需求	本项目建设基本不改变海域属性，且项目位置附近无重要航道及其他开发利用活动，与海域管理要求4相符	符合
	5	优先保障军事用海需求	本项目用海范围内没有国防设施和军事活动区，没有涉及到军事用海，项目用海对国防安全和军事活动不会产生影响，与海域管理要求5相符。	符合
海洋环境保护管理要求	1	保护重要渔业品种的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道；	本项目建设内容为重力式深水网箱养殖、筏架棚架筏养殖、筏式延绳养殖，不改变海域属性，且项目建设有利于海洋生态环境的修复，与海洋环境保护要求1相符	符合
	2	执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准	项目施工期船舶污染物和运营期工作船污染物均运回陆域处理，不排海；项目建成后定期进行跟踪监测和制定应急体系保障项目运行的期间不会影响到项目所在海域的环境。项目执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准，与海洋环境保护要求2相符	符合

10.7 项目用海与相关规划符合性分析

10.7.1 与《全国海洋主体功能区划》的符合性分析

《全国海洋主体功能规划》，是推进形成海洋主体功能区布局的基本依据，是海洋空间开发的基础性和约束性规划。规划范围为我国内水和领海、专属经济区和大陆架及其他管辖海域（不包括港澳台地区）。

《全国海洋主体功能规划》海洋主体功能区按开发内容可分为产业与城镇建设、农渔业生产、生态环境服务三种功能。依据主体功能，将海洋空间划分为以下四类区域：优化开发区域，是指现有开发利用强度较高，资源环境约束较强，产业结构亟需调整和优化的海域，重点开发区域，是指在沿海经济社会发展中具有重要地位，发展潜力较大，资源环境承载能力较强，可以进行高强度集中开发

的海域。限制开发区域，是指以提供海洋水产品为主要功能的海域，包括用于保护海洋渔业资源和海洋生态功能的海域。禁止开发区域，是指对维护海洋生物多样性，保护典型海洋生态系统具有重要作用的海域，包括海洋自然保护区、领海基点所在岛屿等。

规划明确，优化开发区域，包括渤海湾、长江口及其两翼、珠江口及其两翼、北部湾、海峡西部以及辽东半岛、山东半岛、苏北、海南岛附近海域。本项目位于优化开发区域中的珠江口及其两翼。珠江口及其两翼海域，包括广东省汕头市、潮州市、揭阳市、汕尾市、广州市、深圳市、珠海市、惠州市、东莞市、中山市、江门市、阳江市、茂名市、湛江市（涠尾角以东）毗邻海域。构建布局合理、优势互补、协调发展的珠三角现代化港口群。发展高端旅游产业，加强粤港澳邮轮航线合作。加快发展深水网箱养殖，加强渔业资源养护及生态环境修复。严格控制入海污染物排放，实施区域污染联防机制。加强海洋生物多样性保护，完善伏季休渔和禁渔期、禁渔区制度。健全海洋环境污染事故应急响应机制。

本项目建设内容为重力式深水网箱养殖、筏架棚架筏养殖、筏式延绳养殖，用海方式为开放式养殖，无筑堤围割海域，只在开敞条件下进行养殖生产，能充分利用了附近海域的渔业资源，筏架养殖具有降低海水中总氮、总磷含量的功能。本项目的建设可带动周边渔业养殖发展和经济效益提升，促进当地渔业经济的发展，推进海洋经济强市建设，符合市场发展需求。项目突出保护优先，绿色发展，改革创新的理念，符合《全国海洋主体功能区规划》要求。

10.7.2 与《广东省海洋主体功能区划》的符合性分析

根据广东省人民政府2017年12月颁布的《广东省海洋主体功能区规划》，在规划期间，我省坚持陆海统筹，突出保护优先，绿色发展，改革创新，合理确定不同海域主体功能，调整开发内容，创新开发方式，规范开发秩序，提高开发效率，构建陆海统筹，可持续发展的海洋国土空间格局。海洋主体功能区按开发内容可分为产业与城镇建设、农渔业生产、生态环境服务三种功能。依据主体功能，将海洋空间划分为优化开发、重点开发、限制开发和禁止开发区域。

本项目所在区域属于限制开发区，限制开发区提出加强沿海海洋自然保护区、滨海湿地、红树林、珊瑚礁、海草床等海洋生态系统保护，维护海洋生物多样性，保护海洋生态系统完整性，增强海洋生态系统调节能力，加快岸线修复和整治工程推进，加快人工鱼礁工程建设进度，实施海洋生物资源养护增殖行动，建设海洋生物增殖放流基地，推动海洋牧场建设。本项目位流沙湾西北侧海域的农渔业区，建设内容为重力式深水网箱养殖、筏架棚架筏养殖、筏式延绳养殖，用海方式为开放式养殖，无筑堤围割海域，只在开敞条件下进行养殖生产，能充分利用了附近海域的渔业资源，筏架养殖具有降低海水中总氮、总磷含量的功能，同时可带动周边渔业养殖发展和经济效益提升，促进当地渔业经济的发展，推进海洋经济强市建设，符合市场发展需求。

项目突出保护优先，绿色发展，改革创新的理念，与《广东省海洋主体功能区规划》关于推进海水增养殖发展要求相符合。

10.7.3 与《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》的符合性分析

为深入贯彻习近平总书记对广东系列重要讲话和重要指示批示精神，2021年1月26日省十三届人大四次会议审议批准《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》（以下简称《十四五规划》），重点明确“十四五”时期（2021-2025年）广东经济社会发展的指导思想、基本原则、发展目标，发展要求，谋划重大战略，部署重大任务，并对2035年远景目标进行展望，是战略性、宏观性、政策性规划，是政府履行经济调节、市场监管、社会管理、公共服务和生态环境保护职能的重要依据，是未来五年我省经济社会发展的宏伟蓝图和全省人民共同的行动纲领。

《十四五规划》提出，坚持陆海统筹、综合开发，优化海洋空间功能布局，提升海洋资源开发利用水平，积极拓展蓝色经济发展空间。优化“六湾区一半岛”的海洋空间功能布局，推动集中集约用海，促进海岛分类保护利用，引导海洋产业集聚发展。聚焦近海向陆区域，合理开展能源开发和资源利用，重点发展现代海洋渔业、滨海旅游、海洋油气、海洋交通运输等产业，加大海洋矿产和珠江口盆地油气资源勘探和开采力度。实施海洋渔业基础能力提升工程，建设一批现代渔港经济区，优化海水养殖结构和布局，高标准建设智能渔场、海洋牧场、深水

网箱养殖基地；扶持远洋渔业发展，支持建设海外渔业基地，提高海产品加工能力，积极打造“粤海粮仓”。

广东是我国海洋大省之一，海域面积42万平方公里，海岸线长达4114公里，居全国首位，丰富的海洋渔业资源培育了海洋渔业经济持续快速发展。湛江处于粤西地区中心地带，扼粤西要冲，是广东省海洋大市，拥有丰富的海洋资源。水产养殖业的发展可以有效带动徐闻县的水产品加工行业、渔药行业 and 商品流通行业的发展，形成完整的产业链，促进徐闻县社会经济的发展，推动新农村建设、增加农民收入、改善居民食品结构，提高人民的生活水平。徐闻县养殖行业的发展因地制宜，助力农民脱贫致富，符合国家精准扶贫产业发展，有助于消除贫困、改善民生、逐步实现共同富裕。

本项目位于湛江市流沙湾西北侧海域，建设内容为重力式深水网箱养殖、筏架棚架筏养殖、筏式延绳养殖，用海方式为开放式养殖，各用海区域在开敞条件下进行养殖生产，充分利用了附近海域的渔业资源，可促进湛江市蛋场港西南侧海域的局部环境，保护海洋生态、修复海洋渔业资源环境，同时可带动周边渔业养殖发展和经济效益提升。本项目的建设对当地的深水网箱养殖起到推进作用，促进当地渔业经济的发展，符合市场发展需求。

因此，项目符合《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》优化海水养殖结构和布局的规划目标。

10.7.4 与《广东省自然资源保护与开发“十四五”规划》符合性分析

2021年11月3日，广东省人民政府印发《广东省自然资源保护与开发“十四五”规划》。该规划是指导“十四五”时期全省土地、海洋、森林、矿产、湿地等自然资源保护与开发工作的指导性、纲领性文件。规划提出了9项重大工程，系统推进自然资源高水平保护高效率利用，全力支撑全省高质量发展。

规划要求科学划定生态保护红线。按照依据科学、实事求是、应划尽划、不预设比例的原则划定生态保护红线，形成陆海生态保护红线“一张图”，确保陆域和海域生态保护红线面积不低于5万平方千米。优化海域资源配置方式，严格用海控制指标，推进海域混合分层利用，盘活闲置低效用海，不断提高海域资源节约集约利用水平。

规划要求，提质增效海洋传统产业。加快技术研发和产品升级，延伸拓展产业链条，增强产业规模与能级，提升海洋传统产业的附加值、高技术含量和核心竞争力。高质量建设“粤海粮仓”高标准建设智能渔场、海洋牧场和深水网箱养殖基地，打造现代海洋渔业产业集群。

本项目建设区域周边具有一定规模的养殖产业基础，产业配套较成熟，养殖面积成规模，养殖产业发展潜力巨大，可以带动纪家镇甚至雷州市的海水养殖产业。本工程利用雷州市纪家镇沿海的资源条件，发展海水养殖，带动水产养殖产业各环节发展，增加就业岗位，为实行转产转业的渔民提供就业机会，提高渔民经济收入，有利于乡村振兴，同时可以充分利用海域资源，有效提高养殖效益，有利于海洋生态环境保护。本项目利用各用海区域进行开放式养殖，没有大规模、高强度的工业和城镇建设，项目用海对周边海域的水动力环境、地形地貌与冲淤环境和生态环境影响很小，不会对所在海域产生严重影响，不存在潜在的、重大的安全和环境风险，能确保生态功能不降低。符合生态保护红线管控要求。

因此，本项目建设与《广东省自然资源保护与开发“十四五”规划》的要求相符合。

10.7.5 与《广东省海洋经济发展“十四五”规划》符合性分析

《广东省海洋经济发展“十四五”规划》提出：构建具有国际竞争力的现代海洋产业体系，推动传统海洋产业提质增效打造现代海洋渔业产业集群。高质量建设“粤海粮仓”，布局珠三角沿海和粤东粤西两翼深水网箱产业集聚区、海洋牧场示范区建设，加快形成产值超千亿元的海洋渔业产业集群。聚焦种业“卡脖子”关键问题，实施“粤种强芯”工程，实现建设水产种业强省目标。持续推进深水网箱养殖，以抗风浪网箱养殖为纽带形成深水网箱制造、安置、苗种繁育、大规格鱼种培育、成鱼养殖、饲料营养，设施配套等环节的产业链条，实现规模化、集约化、产业化经营。支持建设一批深水网箱养殖基地、现代化海洋牧场、水产特色养殖示范基地、休闲渔业示范基地等，重点建设海洋牧场14个。加快饶平、徐闻等17个渔港经济区建设，完善渔港配套设施。规范有序发展远洋渔业，统筹远洋捕捞作业。

本项目建设内容符合广东省海洋经济发展，是构建具有国际竞争力现代海洋

产业体系，推动传统海洋产业提质增效打造现代海洋渔业产业集群，以及全力推进现代化海洋牧场建设的重要组成部分。建设湛江市包金沙1号海域现代化海洋牧场，是向海图强，打造现代化海洋牧场先行示范市，闯出一条具有湛江特色的现代化海洋牧场发展之路的必然选择。因此，项目建设符合《广东省海洋经济发展“十四五”规划》。

10.7.6 与《广东省养殖水域滩涂规划（2021-2030年）》符合性分析

本项目海域位于《广东省养殖水域滩涂规划（2021-2030年）》中的海域适养区，不涉及海域禁养区和限养区，符合《广东省养殖水域滩涂规划（2021-2030年）》有关开展养殖的要求。

《广东省养殖水域滩涂规划》提出，坚持生态优先，充分对接广东省水域滩涂承载能力和未来人民生活需求，优化养殖水域滩涂布局，科学协调养殖与生产建设空间，加快养殖品种优化和生产方式变革，提高养殖科技创新能力，提升水产品质量和经济效益，调整养殖产业结构，促进渔业一二三产业融合发展，大力推进水产品供给侧改革，构建广东省现代养殖产业体系，努力在构建推动经济高质量发展体制机制、建设现代化经济体系、形成全面开放新格局、营造共建共治共享社会治理格局上走在全国前列。

《广东省养殖水域滩涂规划》将全省水域滩涂划分禁止养殖区、限制养殖区、养殖区等三类一级区。本项目位于养殖区内。规划提出，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。养殖区中的粤西深蓝渔业区，包括湛江、茂名、阳江等3个地市。要求提升养殖效益，促进养殖高质量发展，重点建设海陵湾增养殖基地、博贺增养殖基地、雷州半岛东增养殖基地、雷州半岛西增养殖基地建设，大力发展对虾、湛江南珠、阳江蝇、罗非鱼生产，热带特色贝类养殖等。促进养殖与捕捞协调发展，发展水产品精深加工和综合利用，发展休闲渔业，建立现代渔业产业体系。规划要求，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、排污许可证等手续，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。

本项目充分利用湛江市沿海水质资源优势，转变渔业发展方式，推动深水网箱养殖、筏架养殖产业的发展。项目没有位于饮用水源二级保护区、自然保护区实验区和外围保护地带、国家级水产种质资源保护区实验区、风景名胜区等区域，能结合区域环境容量等环保要求，限定水产养殖规模和密度，养殖用水符合《国家渔业用水标准》（GB 11607-1989）要求。项目营运后，可促进当地养殖效益增长，培育本地区渔业经济新的增长点，对增加本地区渔（农）民收入，壮大渔业经济产生积极作用。

因此，项目与《广东省养殖水域滩涂规划》限制养殖区的要求相符合。

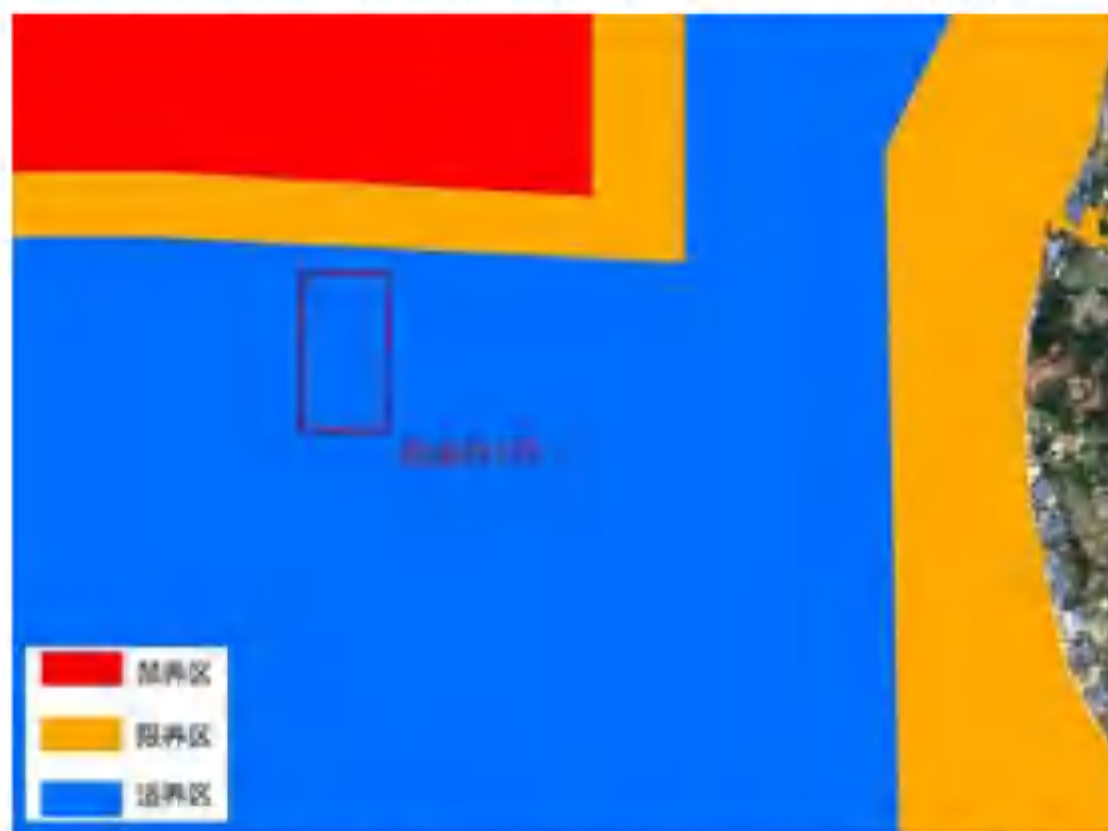


图 10.7.6-1 本项目与《广东省养殖水域滩涂规划（2021-2030 年）》叠加示意图

10.7.7 与《广东省现代化海洋牧场发展总体规划（2024—2035 年）》相符性分析

根据《广东省现代化海洋牧场发展总体规划（2024—2035 年）》，湛江市现代化海洋牧场发展方向为建成具有典型示范和辐射带动作用的全国现代化海洋牧场先行示范市，强化水产种业科技创新和深远海养殖设施装备研发制造，推

进国家级沿海渔港经济区建设，着力构建现代化海洋牧场全链发展示范区，打造“粤海粮仓”主基地。其空间布局为构建“一核四圈”总体格局，湛江湾—雷州湾发展区打造集科研创新、商贸交易、装备研发制造、渔旅融合为特色的高质量发展核心。流沙湾发展区重点发展“1+N”深远海养殖模式，示范带动苗种繁育、冷链物流、海洋食品精深加工等产业发展。北部湾（遂溪—廉江）发展区重点发展特色海产品养殖、海洋康养休闲体验、特色海洋食品精深加工等产业。外罗湾发展区强化与海南在亲本保育、苗种繁育、渔获暂养等方面合作。博茂港湾发展区培育空港冷链物流、海洋食品精深加工、文旅观光等产业。

根据《广东省现代化海洋牧场发展总体规划（2024—2035年）》的养殖规划分布情况，本项目位于其中的深远海养殖规划区，鱼类适养品种为金鲳鱼、海鲈鱼、石斑鱼、军曹鱼、大黄鱼、鲷鱼等，贝类适养品种为生蚝、扇贝、贻贝、蛤、蚶、珍珠贝等，周边可重点联动渔港为江洪渔港，根据第二章内容，本项目所养殖、依托渔港均与《广东省现代化海洋牧场发展总体规划（2024—2035年）》相符，因此本项目建设与《广东省现代化海洋牧场发展总体规划（2024—2035年）》的要求相符。

10.7.8 与《湛江市养殖水域滩涂规划（2018-2030年）》相符性分析

对照《湛江市养殖水域滩涂规划（2018-2030年）》（湛府办函〔2019〕32号），本项目海洋牧场选址位于养殖区。养殖区的管理要求如下：1）完善养殖审批管理。规范水域滩涂养殖发证登记工作。完善全民所有养殖水域、滩涂使用审批，健全使用权的招、拍、挂等交易制度；推进集体所有养殖水域、滩涂承包经营权的确权工作。2）强化养殖生产管理。养殖区内符合规划的养殖项目，应当完成环保审批、验收等手续，科学确定养殖密度、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，依法规范、限制抗生素、激素类化学药品的使用。3）加强渔政执法查处无证养殖，对非法侵占养殖水域滩涂行为进行处理，规范养殖水域滩涂开发利用秩序，强化社会监督。4）加强水产品质量安全管理以“最严谨的标准、最严格的监管、最严厉的处罚、最严肃的问责”作为水产品质量安全体系建设的总体思路，建立健全层级负责的水产品质量安全管理体系，完善市、

县（市、区）、镇二级水产品质量安全官方检测和企业自检的监测体系，建立健全水产品质量安全信息监管平台，强化执法监督。

本项目开展海洋牧场筏式延绳养殖、筏式棚架养殖和深水网箱养殖，用海方式为开放式养殖，营运期间科学投喂人工饵料，能科学确定养殖密度，防止造成水域的环境污染，对所在海域的海水水质、沉积物及生物质量影响较小，与《规划》中对养殖区的要求相一致。

符合《湛江市养殖水域滩涂规划（2018-2030年）》养殖区管控要求。

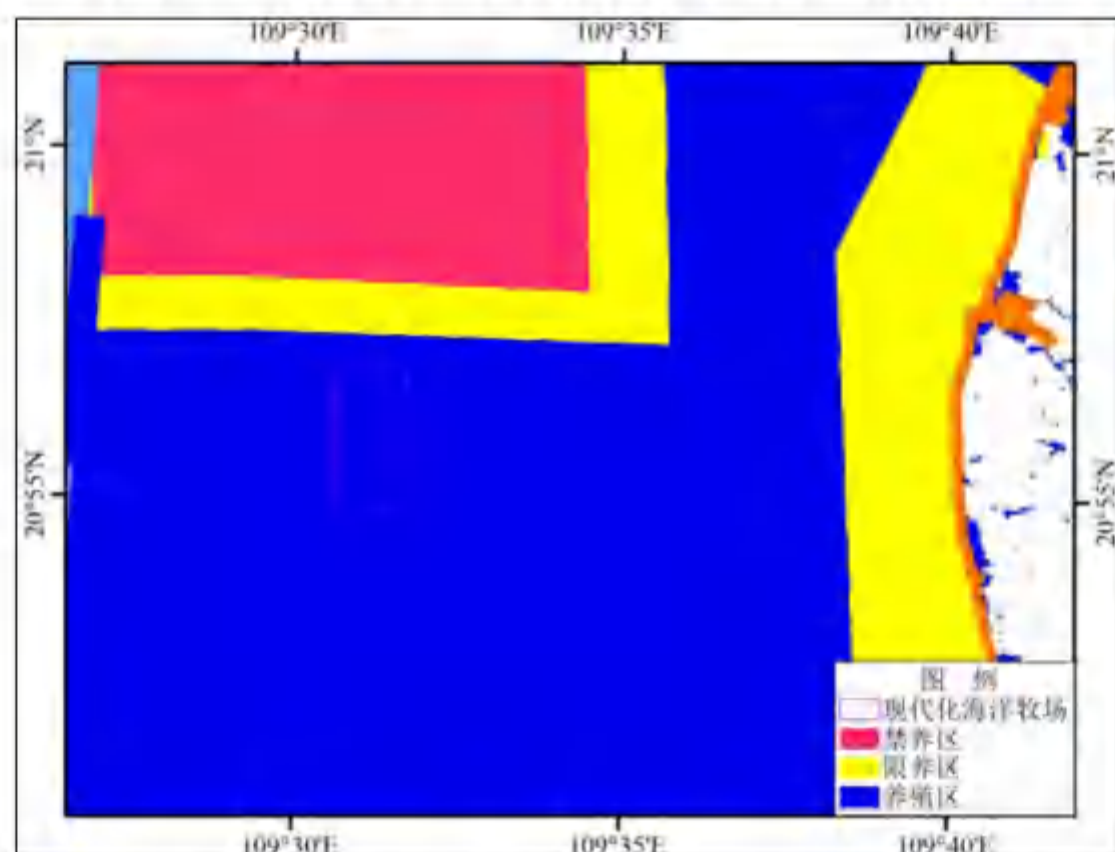


图 10.7.8-1 本项目位置与《湛江市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》叠加示意图

10.7.9 与《关于优化养殖用海管理的通知》符合性分析

为促进现代化海洋牧场发展，2023 年 12 月，农业农村部会同自然资源部印发了《关于优化养殖用海管理的通知》（自然资办发〔2023〕55 号），明确积极支持现代化海洋牧场用海，提出“加快重力式网箱、桁架类网箱、养殖工船等深远海养殖渔场建造应用，提高养殖设施和装备的现代化水平”、“推动近海养殖提档升级，鼓励发展多层次综合养殖，充分利用海水立体空间，积极推进生态环保网箱、浮球应用替代，减少海洋塑料垃圾污染。加快重力式网箱、桁架类网

箱、养殖工船等深远海养殖渔场建造应用，提高养殖设施和装备的现代化水平。”等政策措施。

本项目建设内容为重力式深水网箱、桁架类网箱、筏式延绳筏、筏式栅架，其中深水网箱、筏式栅架采用了环保的HDPE材料制做，筏式延绳筏采用桁架类网箱采用聚乙烯缆绳，桁架类网箱材料主要钢质桁架、铝质桁架和HDPE网箱，采用的材料具有环保、抗腐蚀、抗压和抗腐蚀等特性，符合《关于优化养殖用海管理的通知》中加快重力式网箱、桁架类网箱、推进生态养殖的要求。本项目用海位置距离海岸线约14km、水深在8.6~12.4m之间，其中重力式深水网箱和桁架类网箱区水深9.6~12.4m，筏式养殖栅架区水深8.6~11.2m，筏式延绳筏区水深10~11.2m。总体符合《广东省自然资源厅关于加强海洋资源要素保障 促进现代化海洋牧场高质量发展的通知》（粤自然资规字〔2023〕3号）关于水深和离岸距离的要求。

10.7.10 与《广东省航道发展规划（2020-2035年）》符合性分析

2020年12月，广东省交通运输厅印发了《广东省航道发展规划（2020-2035年）》，规划明确广东省未来一段时间内航道发展目标和重点。根据规范方案，全省航道总体布局为构建“八通、两横、一网、三连、四线”主骨架，形成内外联通、干支衔接的全省航道“一张网”，规划珠江口进港主通道（含广州港出海航道、深圳港西部港区进港航道、矾石水道等）、深圳港盐田港区进港航道、珠海港高栏港区进港航道、湛江港进港主航道、汕头港广澳港区进港航道、惠州港石化基地进港航道、茂名港石化基地进港航道、揭阳港大南海石化基地进港航道，支撑全省五大沿海主要港口和三大石化基地发展，对接国家综合运输通道，成为广东省对外物质交流主通道。通过提升江门港航道、阳江港航道、汕尾港航道、潮州港航道等沿海港口重要港区的进港航道，促进全省沿海港口均衡发展，促进沿海产业发展和转型升级，支撑沿海经济带发展。本项目位于雷州半岛西侧北部湾内的湛江市雷州市纪家镇西侧、流沙湾西北侧海域，地理坐标为20°54′18.335″N，109°30′36.744″，通过与广东省航道发展规划布局叠加图可以看出，本项目所在海域没有规划航道，与《广东省航道发展规划（2020-2035年）》不冲突。



图 10.7.10-1 本项目用海位置与广东省航道规划总体布局叠加示意图

10.7.11 与《广东省海洋产业园（海洋牧场类）用海选址及控制标准》符合性分析

为贯彻落实习近平总书记视察广东重要讲话、重要指示精神，深入实施“百县千镇万村”高质量发展工程，规范推进海洋产业园（海洋牧场类）建设，促进现代化海洋牧场高质量发展，2024年7月1日，广东省自然资源厅印发了《广东省海洋产业园（海洋牧场类）用海选址及控制标准（试行）》（以下简称《标准》），该标准规定了广东省海洋产业园（海洋牧场类）内不同类型的海洋牧场用海选址布局的要求和控制标准，适用于广东省管辖海域范围内的海洋产业园（海洋牧场类）内重力式深水网箱型、桁架类网箱及养殖平台型等装备型现代化海洋牧场和投礁型海洋牧场，以及以上类型的组合型海洋牧场的用海选址和控制。

《标准》“5.2.1 离岸距离和水深”中要求，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；桁架类网箱及养殖平台型现代化海洋牧场原则上布设在20米等深线以深或离岸（大陆海岸线）10公里以上的海域。本项目与岸线距离约14km，水深8.6~12.4m，因此本项目用海位置与《标准》5.2.1的要求相符。《标准》“5.2.2 已开发利用海域”要求，海洋产业园（海洋牧场类）选址应不位于已开发利用海域内（养殖

用海除外），本项目海域选址位于市域国土空间规划分区的“渔业用海区”、位于《湛江市养殖水域滩涂规划（2018-2030年）》的养殖区，用海范围内无已开发利用项目，因此本项目用海位置与《标准》5.2.2的要求相符。《标准》“5.2.3规划符合性”要求，海洋产业园（海洋牧场类）选址应符合国土空间规划分区的用途管制和生态保护红线管控要求、应符合海岸带规划分区的管控要求、址应符合养殖水域滩涂功能分区的管控要求，不位于禁止养殖区海域内；本项目选址不涉及海域生态保护红线占用、位于养殖区、不占用海岸线，因此本项目用海位置与《标准》5.2.3的要求相符。

10.7.12 与《湛江市现代化海洋牧场建设规划（2023—2035年）》符合性分析

2025年6月14日，湛江市海洋与渔业局印发《湛江市现代化海洋牧场建设规划（2023—2035年）》。《规划》提出：“深度拓展深远海养殖空间。综合考虑水深、水质、海底沉积物、溶解氧、海流、温盐等条件，结合台风、海浪、赤潮等海洋灾害风险开展科学评估和选址。在北部湾乐民海域、包金沙海域、企水海域、流沙湾、外罗海域、雷州湾、硇洲岛海域、吉兆湾等海域规划布局20片深远海养殖园区，面积约390平方千米。在10米等深线5以深或离岸（大陆及有居民海岛岸线）3千米6以上的适养海域内的深远海养殖园区发展以重力式网箱、桁架类网箱及养殖平台和新型养殖装备等为主的装备养殖模式，兼容三倍体生蚝等适宜深远海养殖品种的增养殖”。

根据《规划》中的“海港陆”联动发展圈建设指引表，本项目属于流沙湾联动圈中的深远海养殖园区，其中包金沙1号涉及海域面积为13.75km²。此外，流沙湾联动圈中的近海养殖园区、深远海养殖园区于陆域配套建设有陆上配套园区，陆上配套园区有种业产业园、加工产业园、综合产业园，其中种业产业园为海威集团鱼虾种质创制与优良品种选育基地、流沙湾海陆综合种业聚集区、流沙湾金鲳鱼省级产业园，加工产业园为雷州市水产预制菜合作项目，综合产业园为尊鼎珍珠文化产业园。

综上，本项目选址位于《湛江市现代化海洋牧场建设规划（2023—2035年）》中规划包金沙1号海域范围内，项目建设重力式网箱、筏式养殖等设施等开展增养殖活动，符合其中“深远海养殖园区发展以重力式网箱、桁架类网箱及养殖平

台和新型养殖装备等为主的装备养殖模式，兼容三倍体生蚝等适宜深远海养殖品种的增养殖”的要求。

湛江市现代化海洋牧场建设规划（2023—2035年）

06 海上养殖园区选址规划布局图

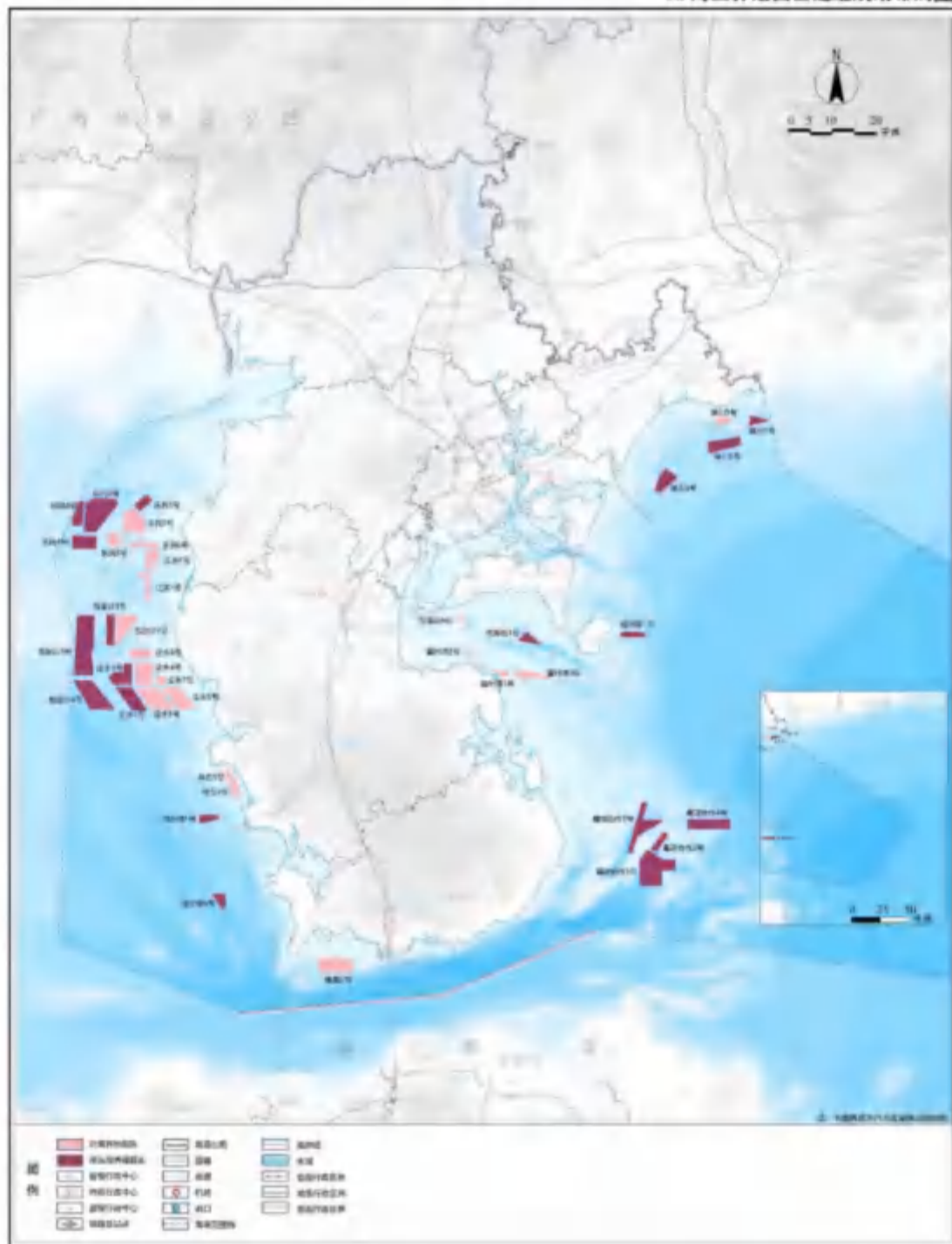


图 10.7.12-1 项目所属湛江市现代化海洋牧场建设规划布局图

10.8 工程选址和布置的合理性

10.8.1 用海选址合理性分析

10.8.2 区位和社会条件适宜

湛江三面环海，海岸线长，地处热带和亚热带，阳光充足，海洋生物多样性高于中高纬度地区，渔业资源类别丰富。项目位置位于蛋场港西南侧海域，属亚热带季风气候，海洋性气候明显，冬季受东北季风影响，盛行偏北风，夏季受东南季风影响，盛行偏南风。光、热、水资源丰富。根据《湛江市养殖水域滩涂规划（2018-2030年）》，通过发展深水抗风浪网箱，有序向深海转移，减少对沿海近岸生态环境的影响，推广健康、生态、高效的水产养殖模式，加快实施离岸型智能化网箱养殖、生态立体化养殖等项目，打造深水网箱养殖示范基地。项目所在海域生物多样性丰富，可用于增养殖种类多，加上气候温暖，水温适宜，利于多种海洋生物的繁衍生长，水域资源与环境条件十分有利于海洋渔业的发展。

湛江全市水产总产量和总产值连续20年居全省首位，水产养殖总面积120万亩。目前，湛江已投产重力式深水网箱3500多个、半潜式桁架智能养殖平台1个，约占全省总数的70%。湛江市已创建3个国家级海洋牧场示范区：湛江硇洲岛海域国家级海洋牧场示范区、湛江遂溪江洪海域国家级海洋牧场示范区、吴川博茂海域国家级海洋牧场示范区。湛江市的海洋牧场装备制造能力突出，网箱网具销售量约占全国的60%。湛江市具有建设现代化海洋牧场的良好基础，当前，湛江也正以竞标争先立潮头之势，大力发展现代化海洋牧场。

本项目区位于《广东省海洋功能区划（2018-2020年）》划定的农渔业用海区，项目进行筏式延绳养殖、筏式棚架养殖和深水网箱养殖符合该区域的用途管制要求、用海方式要求和环境保护要求，不会对生态保护重点目标造成不利影响。本项目所在海域水深范围为8.6~12.4m。无炸礁等破坏海岛的活动，不会对海岛生态系统造成破坏。根据项目所在海域的水资源、水文气候条件、水生生物资源和水域环境状况综合分析，项目所在海域养殖处于可载状态，用于开展开放式养

殖的区位条件适宜。

养殖区可以依托蛋场港、江洪港等陆域配套场所和设备满足苗种运输、饵料运输与投放、网箱设施检查与维护、商品鱼的运输和营销等。项目用海区附近道路通畅。目前渔港和陆域有配套的冷库、加工区等配套设施，便于渔获物的冷藏、加工和运输。因此，养殖区附近有渔港可作为陆域配套渔港，交通较为便利，可作为渔业养殖的陆域支持和配套设施，但相关鱼获处理的配套设施需完善。

湛江市政府及其职能部门应认真贯彻和实施农业农村部、生态环境部、自然资源部、国家发展和改革委员会等10部委《关于加快推进水产养殖业绿色发展的若干意见》（农渔发〔2019〕1号）精神，激励和支持深水网箱养殖产业的主体积极拓展养殖空间，大力发展深远海绿色养殖，建设深远海大型智能化养殖渔场，从近海走向远海。根据《广东农村统计年鉴2018-2022》，湛江市近5年深水网箱养殖产量和养殖水体呈现逐年增加的趋势。

因此，从海洋牧场建设经验、深水网箱养殖经验、规模和效益来看，项目建设地近岸水深条件适宜、地质条件好，周围交通较为便捷，供水、供电、通信方便等诸多有利因素，所以项目选址具备建设生产的良好条件，具有天然的地理条件、产业条件、市场优势、技术优势，区位优势明显。目前，项目拟用海区范围内与其他用海活动可协调共存。

综上，项目的区位和社会条件是适宜的。

10.8.2.1 自然资源及生态环境适宜

根据所在海域资源生态特征和海域使用类型，从满足项目自身建设营运对海洋生态、资源条件的需求以及对资源生态的影响程度等方面，分析用海选址适宜性。

（1）水流条件适宜分析

水流条件是影响深水网箱养殖的最大环境因素之一。流速对鱼类的生长有着极其重要的作用，畅通的水流不仅能给鱼带来新鲜的氧气，同时也带走了鱼的残饵和排泄物，因此，深水网箱拟养海区需要一定的流速，以利减少自身污染、改善水质、提高养殖种类的品质；但流速不能过大，以免损害养殖设施、减少有效养殖水体、损伤养殖种类、影响养殖生产。拟养海区最大流速的上限主要取决于养殖网箱的类型。根据《深水网箱养殖技术规范》（DB 44/T 742-2010），深水

网箱养殖海域流速小于1.0m/s,流向平直而平稳,采用挡流、分流等措施后网箱内流速小于0.8m/s;牡蛎适宜生长流速在30~50cm/s。本项目现场观测结果表明,表层最大平均流速为31.12cm/s,中层最大平均流速为30.82cm/s,底层最大平均流速为31.3m/s。因此,拟选海域的水流条件适宜开展深水网箱养殖、筏架养殖。

(2) 水深条件适宜分析

海区水深也是影响深水网箱最大的环境因素之一。近些年来,由于海工装备与网箱养殖技术相结合,深水网箱有向超大型、深远海方向发展的趋势。最低潮位时网箱底部离海底的实际距离原则上不得小于5m,这既可保证网箱箱体网衣在恶劣海况下不至于触底而损坏,又有利于网箱内残饵和排泄物顺利排出箱外,以减少网箱养殖对环境的影响。海洋生物的生长和繁殖与光照和温度的影响有关,而光照和温度与水深有关,水深较深的区域相对的含氧量较低,会对生物生长发育存在不利的影响。参考周边吊养养殖的情况,本项目用海范围内水深范围为8.6~12.4m,其中,重力式深水网箱和桁架类网箱区水深9.6~12.4m,筏式养殖栅架区水深8.6~11.2m,筏式延绳筏区水深10~11.2m;网箱网衣深度6m,网箱底部与海底之间尚有3.6m~6.4m的距离,网箱网衣底部距离海底一般不能小于3~5米,总体可满足深水网箱水深需求;筏式养殖在高温期及海洋生物大量附着季节,应将养殖蚝串调至1.5m~4m深水层,每条蚝串长度约2~2.5m。因此,拟选海域的水深条件总体上适宜开展深水网箱养殖、筏架养殖。

(3) 水文水质条件适宜分析

根据实际采用的深水养殖设备决定,HDPE浮式圆形网箱一般抗风浪能力相对较弱,近些年来通过采用加厚加强管材,增加缓冲构件和提高锚碇能力,使其抗风浪能力得到一定提升,但作业水域抗风浪能力一般为6~7m;本项目采用的筏架具有抗风浪能力。本项目拟选海域位于流沙湾西北部海域,该海域属于北部湾,雷州半岛对于东南方向来的风浪有较好的阻挡作用。因此,拟选海域的风浪条件总体上适宜开展深水网箱养殖。

本项目所在地区地质海床平缓,底质为泥沙底,水质对生物的生长和繁殖有重要影响。养殖海域的水质要求符合渔业水质标准,并在养殖期内水质不易受到污染。参照《无公害食品标准 海水养殖水质》(NY5052-2001)中海水养殖水质要求,海水温度22.4~24.2℃,平均水温为23.27℃;盐度平均盐度为30.72,

pH 值平均值为 7.86, DO 变化范围为 6.7~7.6 mg/L, 平均值为 7.14 mg/L; COD 变化范围为 0.25~1.49 mg/L, 平均值为 0.78 mg/L; 石油类含量平均值为 0.0486 mg/L。根据报告 5.3.1 节分析内容, 本项目建设范围区域站位为 S12 站位, S12 站位的全部调查因子 (pH、DO、COD、无机氮、活性磷酸盐、石油类、铜、铅、锌、镉、汞) 全部符合第一类海水水质标准, 项目所选区海水温度变化范围可以满足牡蛎的光照和温度条件, 适合贝类的生长、繁殖需要。本项目所在海域本底调查海域监测因子符合海水养殖要求。根据《海水水质标准》(GB3097-1997) 一类海水水质标准, 其水质可以达到《无公害食品标准海水养殖水质》(NY5052-2001) 中海水养殖水质要求。在养殖使用期间, 只要不发生诸如船舶溢油事故等突发性污染事故, 该区域水质能够在长时期满足养殖需要。

因此, 本项目选址的水文、水质条件和项目建设项目相适宜的。

(4) 地质条件适宜分析

根据现有区域地质资料, 拟建场地及附近在全系统地质时期以来无活动断裂分布, 地质环境基本稳定; 经钻探查明拟建场地土层无明显不良的工程性质; 地貌类型单一, 地形平缓, 地基土综合类型为中软土, 故拟建场地稳定性较好, 适宜本工程建设。

拟建场地各岩土层工程性质综合评价如下: ①层细砂分布欠稳定, 厚度小; ②层黏性土分布稳定, 厚度一般, 力学强度中等, 可作为基础持力层; ③层黏土分布稳定, 揭露厚度较大, 力学强度中等, 可作为基础持力层。

本项目拟建场地工程地质总体条件评价为: ①拟建场地稳定性较好, 适宜本工程建设。②场地土综合类型为中软土, 拟建场地类别为 III 类。③拟建场地位于抗震设防烈度 7 度区内, 设计地震分组为第一组, 地震动峰值加速度为 0.125g, 反应谱特征周期为 0.45s。

(5) 海洋生态适宜性分析

本项目涉及用海类型为“开放式养殖用海”, 用海方式为“开放式养殖”, 项目内容为重力式深水网箱养殖、筏架栅架筏养殖、筏式延绳养殖, 根据养殖区悬浮物扩散数值模拟结果, 养殖会改变局部区域的悬浮物浓度分布, 改变最大的时刻出现在大潮涨急时刻。网箱布设前后大潮表底层涨落急时刻的流场分布图对比分析可知: 涨急时刻, 网箱投放后受到网箱的阻挡, 改变了养殖区的流速流向,

其中表层流场的改变尤其明显，整体流速变小，流向相比投放前也变乱了，而底层受到的影响要小很多，底层流速略有增大，流向则没有受到影响；落急时刻，流速流向变化与涨急时刻类似，不过落急时刻左侧养殖区流速减小，右侧养殖区流速略有增大，所以网箱对两边流场整体的影响也是有所区别，尤其是对悬浮物扩散的影响，网箱投放后受到网箱的阻挡，改变了养殖区的流速流向，表层流场的改变尤其明显，整体流速变小，流向相比投放前也变乱了，底层受到的影响要小很多，底层流速略有增大，流向则没有受到影响。从对比图中可以发现，网箱对表层流场的改变有着直接的作用，网箱附近局部流场改变明显，表层整体流速变慢。但网箱投放后，只对网箱附近的局部流场产生一定的影响，对其他区域没有影响。本项目筏架养殖对象为贝类，无需对养殖的贝类投喂任何人工饵料和药物，饵料为水生微生物和鱼类排泄物，可以对海区的自然环境起到净化水质的作用。本项目位于开阔的近海水域，水体交换条件好、水流流速平稳，项目贝类养殖密度适中。贝类养殖对海洋水质环境的影响很小，仅为贝类在生长过程中分泌排泄的少量 COD 的污染，在科学合理的养殖情况下，对水质和沉积物质量影响很小。

从现状调查结果可知，项目所处海域浮游植物群落相对稳定，浮游植物生物量较丰富，养殖产生的影响相对于整个海区影响不大。项目苗种投放、收获过程中产生的悬浮泥沙对浮游生物将产生影响，但由于悬沙源强小，影响范围也仅在项目所在海域附近，且悬沙影响只是暂时的，作业结束后将逐渐恢复，对浮游植物的影响较小。尽管海水中悬浮物的增加对浮游生物产生了一定程度的影响，但这种影响程度较小，通过海洋的自净能力，水体浑浊现象将逐渐消失，水质将逐渐恢复，因此本项目对该海域浮游生物的影响不大。

本项目网箱中饲料的投喂，会吸引周围鱼类过来进食，而鱼类产生的排泄物及过剩饲料的腐烂势必会引发浮游生物的群集。由于网箱设置区域潮流较大，潮流会把投喂过程中产生的剩余饲料冲出网箱外，吸引其它鱼类前来摄食；此外，潮流还将网箱中养殖鱼类排泄的粪便冲出箱外并顺潮流扩散，被其它浮游生物和小型鱼、虾所利用，浮游生物和小型鱼、虾又被大型鱼类捕食。因此，在合理设置网箱密度和投放鱼苗密度的前提下，项目对海区生物的生存与生长是有利的。

因此，本项目用海与资源生态相适宜。

(5) 安全适宜性分析

本项目建设风险主要有自然灾害风险、养殖环境污染等。建设单位一方面要制定完善的事故防范计划和应急预案；另一方面根据实际情况采取合理科学安全的施工方法和养殖方法，并设计使用相关的防护措施，保证项目用海的安全性。在养殖过程中应该与环境监测部门和科研院所保持联系，对区域水质情况进行动态监测，并根据监测结果合理控制养殖规模。业主单位也应积极与养殖专家和科研院所联系，或者由管理部门定期组织专家就养殖中的各种风险和病害进行解答和指导，并建立科学的养殖方法和规范，避免因养殖过程中的问题而影响到当地的生态环境和养殖效益。在做好科学养殖工作的基础上，项目用海不存在潜在的、重大的安全风险。养殖海域一旦发生溢油事故，将威胁到该水域的水质底质环境、水生生物和岸线资源等，对溢油事故必须严加防范杜绝发生，避免造成经济损失和环境污染。因此，在项目建设和运营中严格遵守安全守则，做好各种防范措施，在确保安全施工和正常运营的前提下，本工程对周边海域环境的影响较小，不会对区域生态环境产生大的影响。

建议主管部门采取分区域、轮休、分时段、逐步批准区域内养殖用海，合理控制实际养殖网箱数量及密度，以减轻对环境容量的压力，避免因养殖过程中产生的污染物引发赤潮。

项目主体工程为重力式深水网箱养殖、筏架棚架筏养殖、筏式延绳养殖，项目施工期及运营期对周边海洋影响较小。通过对建设地点的自然条件、水文、地质情况和外部建设条件的调查研究，选址区域具有优良的工程地质条件、水动力条件、海底地形地貌及其动态变化的适宜性，项目的建设选址区域的自然资源、环境条件是相适应的。

10.8.2.2 与周边其他海洋活动无功能冲突

项目用海位于湛江市雷州市纪家镇西部海域，位于渔业用海区，周边海域渔业用海、保护区用海为主。本项目用海方式为开放式，对海域水动力环境、地形地貌与冲淤环境、生态环境和海洋资源影响较小。本项目与其他用海活动具有较高的适宜性，不存在功能冲突，无用海矛盾。不会对其用海活动产生影响。建设期和运营期对周边其他用海活动影响的利益关系可得到协调。根据第4章分析，项目建设与周边其他用海活动之间不存在功能冲突，无用海矛盾。建设期和运营

期对周边其他用海活动影响不大，无利益冲突。

10.8.2.3 选址方案合理性

本项目选址方案和建设内容符合国家产业政策，符合《广东省国土空间规划（2021-2035年）》《湛江市国土空间总体规划（2021-2035年）》《湛江市现代化海洋牧场建设规划》《湛江市养殖水域滩涂规划（2018-2030年）》和省、市三线一单的管控要求。与《全国海洋主体功能区划》《广东省海洋主体功能区划》《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》《广东省自然资源保护与开发“十四五”规划》《广东省海洋经济发展“十四五”规划》《广东省养殖水域滩涂规划》《湛江市养殖水域滩涂规划（2018~2030年）》等省、市相关规划文件的要求相符。

本项目选址在渔业用海区，项目周边开发利用活动主要有船舶航行、渔业作业等。本项目为开放式养殖用海，本项目位于开阔海域，水动力交换能力较强，养殖鱼类的排泄物能随海水扩散，对周边海域沉积物影响较小。项目实施基本不会引起波浪和潮流等水动力明显改变，不会明显改变区域水深地形，不会对海底底质类型造成明显改变，因此，本项目用海对周边海域开发利用现状基本无影响。本项目建设所在海域及附近海域无国防、军事设施和场地，其项目建设、生产经营不会对国防产生不利影响，不涉及领海基点和国家秘密，对国家海洋权益无碍。本项目的建设及周边其它用海活动不存在功能冲突，因此，本项目用海与周边其他用海活动是相适宜的。

综上所述，本项目所在海域的自然区位条件、社会条件、资源及生态环境、与海洋功能区划和相关规划的符合性以及和周边用海活动适宜。因此，本项目用海选址合理。

10.8.3 平面布置的合理性

10.8.3.1 平面布置是否体现集约、节约用海原则

本项目总平面布置充分考虑到工程区域海流、潮汐、波浪、水深条件等因素，与海洋牧场工程建设的适宜性以及深水网箱养殖对环境的影响。根据水域滩涂养殖现状、水域滩涂承载力状况和水产养殖产业发展需求，形成养殖水域滩涂开发

利用和保护的总体思路，科学布局水产养殖用海和养殖生产活动。平面布置符合《湛江市国土空间总体规划（2021-2035年）》和省、市三线一单等相关要求。

本项目位于湛江市雷州市纪家镇西部、蛋场港西南侧海域，主要建设内容为筏式延绳养殖、筏式栅架养殖和深水网箱养殖等养殖装备。按照《湛江市现代化海洋牧场规划（2023-2035年）》中包金沙1号海洋牧场示范区规划用海为长方形，为体现集约用海和高效用海，本次用海形状为长方形，宽度与规划用海的一致。在此基础上按照《抗风浪深水网箱养殖技术规程》《深水网箱养殖技术规范》《无公害食品太平洋牡蛎养殖技术规程》等技术规程确定各养殖区养殖设施的布置。在筏式延绳养殖区建设筏式养殖延绳筏2030条，在筏式栅架养殖区建设筏式养殖栅架筏208台，在深水网箱养殖区建设重力式深水网箱16个，桁架类深水网箱2个。拟申请海域使用总面积为672.6345公顷，其中筏式延绳养殖区335.0336公顷、筏式栅架养殖区227.5269公顷和深水网箱养殖区71.7943公顷。为了保持水道畅通，进一步降低养殖区，总体密度和满足养殖作业船只通行需要，可以保障用海安全，有利于保护规划区内养殖用海安全，减少船只碰撞网箱事故发生的几率。

本项目筏式养殖平面布局参考《无公害食品太平洋牡蛎养殖技术规程》（DB37/T458-2010），筏式养殖应将养殖海区划分成养殖区，区间距30~50m，留出航道；筏架设置要求筏向应顺流，每台筏架长60~80m，筏距 ≥ 8 m，绳间距1m。根据筏式养殖区所在海域水深、海流流向，筏式养殖延绳筏南北方向布设，整个养殖区项目用海范围为矩形，筏式养殖延绳筏南北方向布设，整个养殖区共设浮子延绳筏203组，形成7排29列：东西走向每行29组、南北走向每列7组；每排之间间隔20m，每列之间间隔50m。每组南北走向长200m，东西走向宽45m，每组含浮子延绳10条，按南北走向平行排列，绳与绳之间的间距5m。筏式养殖栅架筏南北方向布设，整个养殖区共设新型HDPE（高密度聚乙烯）抗风浪栅架筏208组，形成8排26列：东西走向每行26组、南北走向每列8组；每组筏架间距横向间距59m，纵向间距60m，筏架距离东西向边界线24.5m、距离南北向边界30m。为充分确保养殖区管理和收获船只的航行通道，筏式养殖延绳筏和筏式养殖栅架筏两个养殖区域之间预留宽度为200m的养殖工作船只的通行航道。

深水网箱布置参照《抗风浪深水网箱养殖技术规程》《深水网箱养殖技术规范》等有关要求,采用单网箱锚定方式布设,C90型重力式浮式圆形深水网箱12个,相邻2个重力式深水网箱框架边缘之间间隔130米,可满足《深水网箱养殖技术规范》中“间隔100m以上宽度”要求;采用单网箱锚定方式布设,每个网箱占海域尺寸为150m×150m,每个网箱的采用12个锚锚定,锚绳长度约为100m,网箱受力均具有相对的独立性,不易产生群体性破坏。桁架类网箱尺寸约为86m×34m,采用复合式锚泊系统,锚链长度约为100m,每个网箱的采用4个阔鳍式德尔泰大抓力锚锚定,锚绳长度约为100m。考虑到网箱在恶劣天气等情况下的安全性,桁架类深水网箱锚定边界与重力式深水网箱锚定边界相距70m。在保障安全的前提下,本项目采用的锚定方式极大地节约用海空间,科学的锚定方式既保证了网箱的安全稳定,在有效利用水域面积的同时又增大了网箱养殖的安全性。

本项目运营期工作船主要用于巡察管护、换网、分鱼、收鱼等工作,分别拟采用快艇用于巡察管护,换网、分鱼和收鱼等工作拟采用4艘长25m、宽6m的渔船作为工作船只,参照《海港总平面设计规范》(JTJ211-99),码头前沿停泊水域宽度可取2倍设计船长,4艘工作船同时工作时需要最大的回旋水域宽度为200米,区域内预留宽度为200m的航行通道。

通过分析区域水深和养殖容量,项目用海平面布置根据水深和水动力环境要求,科学、合理地划定了网箱的用海区块。用海范围为《湛江市养殖水域滩涂规划(2018~2030年)》中的养殖用海区域。项目总平面布置是在满足生产工艺要求的前提下,按照有利于生产、方便管理,同时做到尽量减少对海洋生态环境的污染的原则进行。筏架之间预留养殖管理船通行的航道和收获船只通行的航道。筏架和深水网箱布局总体按照南北走向以与所在海域流向一致,充分发挥海水自净能力和牡蛎等摄食。项目的布设经过严格讨论,用海单位经过与多个涉海部门沟通确定,有效利用所在海域等资源,实现海洋功能的合理利用,未盲目扩大规模多占用海域,符合集约、节约的用海原则。

10.8.3.2 能否最大程度地减少对水文动力环境、冲淤环境的影响

本项目的开放式养殖不改变海域自然属性,不会改变海域的基本功能。项目网箱和筏架结构为海面上方为圆形网架或长方形钢架,下方为养殖网衣,为透水

结构，对水文动力环境和冲淤环境的影响较小。在平面设计上，为保持海域水流畅通，各网箱边缘之间距离160m。根据水文动力环境影响数值模拟分析，海流影响主要发生在网箱养殖和筏架表层海域，由于深水网箱网衣和筏架吊养等都是透水性，布设后对水文潮流的影响较小，海域流速、流向基本不变。开放式养殖建设对冲淤环境的影响来源于施工导致的增量悬浮泥沙的扩散。本项目施工期水环境悬浮泥沙来源是网箱安装施工过程中产生的悬浮泥沙。项目锚块所占底质面积很小，且网箱安装施工产生的悬浮物，对该海域水质造成的影响很小。此外，项目海域水体交换能力较好，悬浮泥沙的浓度会在短时间内降低，施工结束后可以很快恢复至本底值。因此，平面布置对冲淤环境基本没有影响。

从以上分析来看，本项目的用海平面布置均考虑了尽可能减少对水文动力环境、冲淤环境的影响。

10.8.3.3 是否有利于生态和环境保护

项目在规划时，深水网箱布设参考《深水网箱养殖技术规范》规定的养殖容量标准，筏式养殖布设参考《无公害食品太平洋牡蛎养殖技术规程》，本项目深水网箱养殖、筏架养殖的数量和密度控制在海区的环境容量承载力范围内，同时评估经济效益，确保投入产出比合理，养殖活动对生态和环境的影响可控。本项目规划在筏式养殖棚架和筏架养殖延绳筏养殖区之间预留宽200m的养殖管理船只和收获船只的航行通道，有利于养殖管理和收获物的运输安全。根据数模结果及项目用海区本底值，采用本项目平面布置后，项目运营期污染物增量对水质环境影响相对较小，对海域水质环境影响可控。

本项目为开放式养殖用海项目，平面布置对生态和环境的保护主要体现于外轮廓上，项目所用深水网箱、筏架吊养均为透水性，可保持海域水体的流通性，以尽量减少或避免对水域生态环境造成的影响。项目在平面布置中已考虑尽量避开航运区、锚地、排污管线、保护区核心和缓冲区，并采用对海洋环境破坏最小的透水方式，利于海洋生态系统保护。本项目对生态环境最主要的影响就是工程施工深水网箱的锚固块占用海域内海洋底栖生物原有的栖息环境。另外，施工和采收引起的悬浮泥沙对工程区附近海域的渔业资源种类组成及数量分布也有一定的影响。

网箱水泥锚占用海底将会造成底栖生物的损失。根据3.2.7节计算内容，计

算得本项目施工过程造成的底栖生物量损失为 140.90kg。相对而言，本工程对底栖生物资源造成的损失很小。为减少工程施工过程中对海域生物和渔业资源造成的损失，建设单位应参照有关规定，按照等量生态补偿原则进行海洋生态资源补偿，损失多少补偿多少。海洋生态资源补偿措施包括：清理海洋（海岸）垃圾；清理海域污染物、改善海域水质；海底清淤与底质改造；海岸带生境（沙滩、红树林、盐沼）修复；渔业资源增殖放流；海洋生态保护区、海洋特别保护区保护等。考虑到项目造成损失较小，且筏架养殖具有净化水质的生态功效，深水网箱养殖等可促进当地现代化海洋牧场建设并促进渔民转产专业的社会效益，因此，本项目生态补偿费用较小，建议业主采取清理海洋（海岸）垃圾、清理海域污染物的生态补偿措施进行补偿。

10.8.3.4 是否与周边其他用海活动相适应

海上养殖区要统筹规划，合理布局，防止过密养殖，留出足够的间距。本项目养殖用海平面布置于湛江市雷州市纪家镇西侧、蛋场港西南侧海域，本项目论证范围内无权属登记和开发利用项目，附近海域人为活动主要有船只航行、渔业作业等。本项目与湛江海事部门和渔业主管部门可协调。

10.9 环境影响可接受性分析

本项目的建设符合海洋功能区划、海洋生态保护红线、海洋环境保护规划和相关区域及行业规划和当地政策环境要求，符合产业发展方向，选址科学，平面布局合理，施工产生的悬浮泥沙扩散范围局限在项目附近，且这种影响是暂时的，随着施工的结束而结束。营运期养殖污染可控制在一定范围内，在严格落实施工期及营运期提出的各项污染防治措施的前提下，不会对海洋环境、生态和资源产生大的影响。

因此本项目对环境的影响是可以接受的。

11 环境管理与监测计划

11.1 环境管理

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国海洋环境保护法》和《企业法》的精神，企、事业单位在生产和经营中防止污染、保护生态环境应是其重要的职责之一。环境管理是控制污染、保护环境的重要措施，应根据《建设项目环境保护管理条例》等法规的要求，组织环保管理机构，制定环境保护管理计划。

为及时了解和掌握项目的污染源和环境质量发展变化，对该地区实施有效的环境管理，本评价提出项目环境监测机构的组成框架和基本职能，并结合环境质量现状调查和环境影响预测的结果，提出项目建设过程中及建成后环境质量目标及主要污染源的监测计划（监测点位、监测项目、监测频次等）。

11.1.1 施工单位环境管理机构

施工单位应设立内部环境保护管理机构，主要由施工单位主要负责人及专业技术人员组成，建议在工程指挥部设2~3名环境管理人员，专人负责环境保护工作，实行定岗定员，岗位责任制，负责各个施工工序的环境管理工作，保证施工期环保设施的正常进行，各项环境保护措施的落实。

施工单位的管理内容主要为：

（1）负责制定、监督、落实有关环境保护管理规章制度，负责实施环境保护控制措施、管理污染治理设施，并进行详细的记录，以备检查。

（2）及时向环境保护主管机构或向单位负责人汇报与项目施工有关的污染因素、存在的问题、采取的污染控制对策、实施情况等，提出改进建议。

（3）按本报告提出的各项环境保护措施，编制详细施工期环境保护措施落实计划，明确各施工工序的施工场地位置、环境影响、环境保护措施、落实责任机构（人）等，并将该环境计划以书面形式发放给相关人员，以便于各项措施的有效落实。

11.1.2 建设单位环境管理机构

为了有效保护项目海域所在区域环境质量, 切实保证本报告提出各项施工期环境保护措施的落实, 除了施工单位应设置环境保护管理机构外, 针对项目的建设施工, 项目建设单位还应成立专门小组, 定员为 4~5 人(包括施工期和营运期), 负责环境管理和环境监测计划制定和实施。负责监督施工单位对各项环境保护措施的落实情况, 并在选择施工单位前, 将主要环境保护措施列入招标文件中, 将各施工单位落实主要环境保护措施的能力作为项目施工单位中标考虑因素, 将需落实的环保措施列入与施工中标单位签署的合同中, 并且配合环境保护主管部门对项目施工实施监督、管理和指导。具体措施如下:

(1) 对工程辖区范围内的环境保护实行统一管理, 贯彻执行国家和地方的有关环境保护法规;

(2) 领导和组织工程辖区范围内的环境监测工作, 建立监控档案;

(3) 做好环境教育和宣传工作, 提高各级管理人员和操作人员的环境保护意识, 加强员工对环境污染防治的责任心;

(4) 加强建设项目的环境管理, 严格执行本报告提出的污染防治措施和对策;

(5) 定期对环境保护设施进行维护和保养, 确保环境保护设施的正常运行, 防止污染事故的发生;

(6) 加强与环境保护管理部门的沟通和联系, 主动接受主管部门的管理、监督和指导。

11.1.3 环境保护设施“三同时”原则

根据《建设项目环境保护管理条例》要求, 建设项目需配套建设的环保设施, 必须与主体工程同时设计, 同时施工, 同时投产使用。

建设项目竣工后, 建设单位应当向审批该建设项目环境影响报告书的环境保护行政主管部门, 申请该建设项目需要配套建设的环境保护设施竣工验收。环境保护设施竣工验收, 应当与主体工程竣工验收同时进行。

11.2 环境监测计划

环境监测作为环境监督管理的主要实施手段, 可以通过其及时掌握施工期和

营运期周围海域的环境变化情况,从而反馈给工程决策部门,为本工程的环境管理提供科学依据。根据本工程特点,本次评价环境监测包括施工期和营运期环境监测。根据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》制订本次评价的环境监测计划。

11.2.1 施工期海洋环境监测计划

1.水质环境监测

(1) 监测站位:养殖区内及周边共布设 9 个调查站位,详细坐标见表 12.2-1 和图 12.2-1。

(2) 监测项目: COD_{Mn} 、 BOD_5 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、SS、石油类、悬浮泥沙、总氮、总磷、铜、锌。

(3) 监测频率:施工期进行一次监测。

2.沉积物监测

(1) 监测站位:选取水质监测站位中的 1、3、5、6、7、9 号站位,共 6 个调查站位。

(2) 监测项目:石油类、铜(Cu)、铅(Pb)、镉(Cd)、铬(Cr)、锌(Zn)。

(3) 监测频率:施工期进行一次监测。

3.生态监测

(1) 监测站位:选取水质监测站位中的 1、3、5、6、7、9 号站位,共 6 个调查站位。

(2) 监测项目:浮游动物、浮游植物、底栖生物、鱼卵仔鱼、游泳动物(生态体质量中的石油类铅、镉、锌)。

(3) 监测频率:施工期进行一次监测。

4.完成单位

委托有资质的环境监测单位具体执行,由当地生态环境部门进行监督指导。施工期间,建设单位应于监测月的次月 20 日之前将监测数据和监测报告报生态环境部门。

表 12.2-1 监测站位一览表

站位	与现状调查站位对应	经度	纬度
----	-----------	----	----

1	S6	109° 28' 49.62"	21° 01' 17.40"
2	S7	109° 32' 21.44"	21° 01' 19.26"
3	S8	109° 35' 58.89"	21° 01' 21.09"
4	S11	109° 27' 29.62"	20° 55' 40.51"
5	S12	109° 31' 04.47"	20° 55' 42.41"
6	S13	109° 34' 37.41"	20° 55' 44.23"
7	S15	109° 27' 32.93"	20° 50' 16.50"
8	S16	109° 31' 07.64"	20° 50' 18.40"
9	S17	109° 34' 31.50"	20° 50' 20.13"

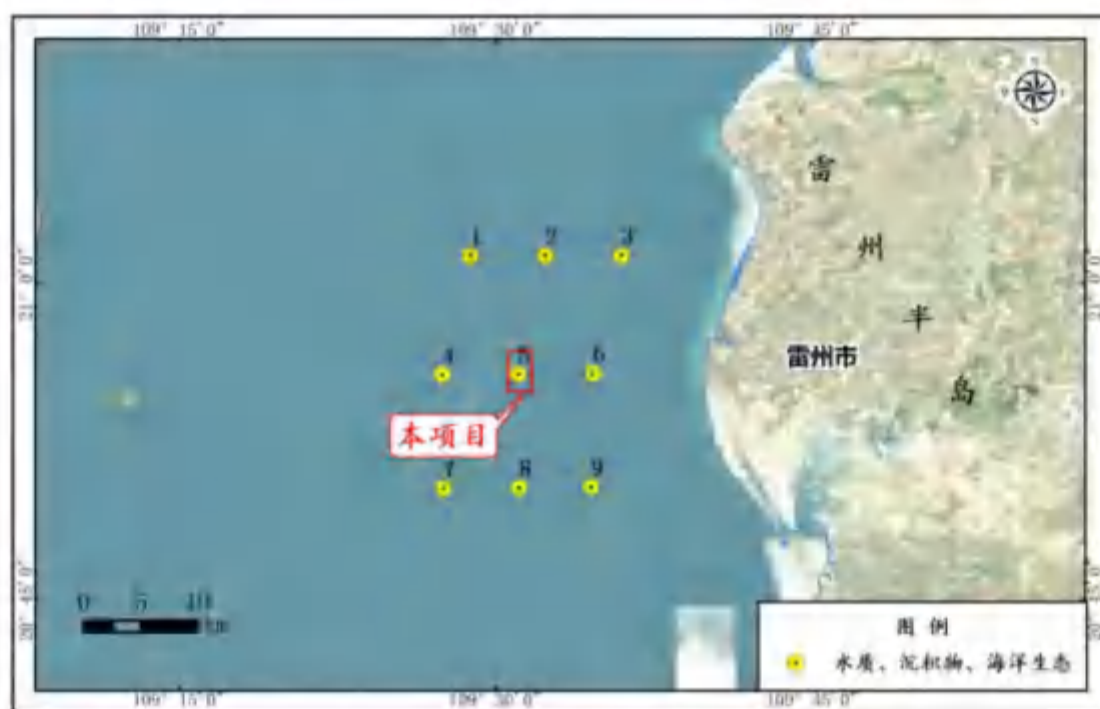


图 12.2-1 监测站位图

11.2.2 营运期海洋环境监测计划

1. 水质环境监测

(1) 监测站位：养殖区内及周边共布设 9 个调查站位，详细坐标见表 12.3-1 和图 12.3-1。

(2) 监测项目：COD_{Mn}、BOD₅、NH₃-N、SS、石油类、悬浮泥沙、总氮、总磷、铜、锌。

(3) 监测频率：每年进行丰枯水期各 1 次监测，即每年 2 次监测，如遇赤潮、污染事件等加密监测。

2. 沉积物监测

(1) 调查站位：选取水质监测站位中的1、3、5、6、7、9号站位，共6个调查站位。

(2) 监测项目：石油类、铜(Cu)、铅(Pb)、镉(Cd)、铬(Cr)、锌(Zn)。

(3) 监测频率：与水质监测同步。

①监测站位：选取水质监测站位中的1、3、5、6、7、9号站位，共6个调查站位。

②监测项目：浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼卵仔鱼、游泳动物(生态体质量中的石油类铅、镉、锌)。

③监测频率：与水质监测同步。

3. 执行单位和监督单位

通过实施运营期的环境监测计划，全面及时地掌握工程运行中的环境状况，若发现对本工程或周围其它用海不利的环境变化，应加密监测频次，并根据实际情况，制定必要的工程补救措施或环保措施。运营期监测可委托有资质的监测单位具体执行，并由当地环境保护行政主管部门进行监督指导。运营期间，建设单位应于每年年底之前，将监测报告报生态环境部门。

11.3 竣工环境保护验收

项目建设及运营过程中，建设单位应保证海洋工程建设项目环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用，并按要求开展海洋工程建设项目环境保护设施竣工验收。建设项目竣工后，建设单位应当按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。

建设单位在环境保护设施验收过程中，应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况；对各项环保工程措施“三同时”的落实情况、效果以及工程建设对环境的影响进行调查。本项目环保验收内容见表12.3-1。

表 11.3-1 项目“三同时”环保验收内容一览表

时段	环境要素	污染源	主要污染物	主要污染防治措施及验收内容	预期效果
施工期	水环境	船舶机舱含油污水、机修油污水	石油类	签署协议，委托接收处置	施工船舶运输上岸，交由纪家镇污水处理厂处理
		船舶生活污水	COD、SS、氨氮	船舶收集	
	声环境	施工噪声	Leq	加强管理，禁止夜间施工。做好施工机械、船舶的调度和交通疏导工作，减少船舶鸣笛，降低施工噪声	达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）
	固体废物	生活垃圾	-	船舶上设置垃圾桶收集	船舶收集运输上岸，交由纪家镇垃圾处理站接收处理
		施工机械、船舶残油、废油等	-	残油、废油收集罐收集	施工船舶运输上岸，交由具有接收处理能力的船舶污染物接收单位接收处理
	大气	施工船舶尾气	SO ₂ 、CO、NO _x 、颗粒物	采用符合标准的清洁型燃料，在施工机械设备排气口加装废气过滤器	《船舶发动机排气污染物排放限值及测量方法中国第一、二阶段》（GB15097-2016）和《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）
	生态环境	环境监测	-	施工期海洋水质、沉积物、生态环境监测	对施工过程进行跟踪监测，及时发现并解决环境问题
运营期	水环境	溢油风险	石油类	应急预案	增强施工期船舶溢油风险应急能力
		生活污水	COD、SS、氨氮	船舶收集	接收上岸拟外运交由纪家镇污水处理厂处理
	固体废物	含油废水	石油类	签署协议，委托接收处理	船舶运输上岸，交由具有接收处理能力的船舶污染物接收单位接收处理
		生活垃圾、养殖垃圾等	-	工作船收集	运输至陆域，交由纪家镇垃圾处理站接收处理
		养殖固废	死鱼	每个养殖网箱配备一个死鱼收集桶	在网箱框架上进行晒干，晒干后使用收集桶收集，后

				转交管护船舶将收集桶的死鱼转运至渔港，并通过市政卫生处理设施无害化处理。
声环境	工作船	Leq	采用符合标准的工作船，发动机采取隔声、减震措施	减少工作船噪声对海洋生物活动的影响
大气	养殖工作船舶	SO ₂ 、CO、NO _x 、颗粒物	采用符合标准的清洁型燃料，在施工机械设备排气口加装废气过滤器	《船舶发动机排气污染物排放限值及测量方法中国第一、二阶段》（GB15097-2016）和《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）
生态环境	养殖污染	总氮、总氮 COD	控制养殖密度和养殖规模，合理布局，优化饵料营养结构及投喂方式	减少养殖污染造成的环境影响
	跟踪监测	-	海洋水质、沉积物、生态环境监测	对养殖过程中环境污染进行监督管理，及时发现并解决环境问题
风险	溢油风险	石油类	应急预案	增强运营期工作船舶溢油风险应急能力

12 环境影响评价结论与建议

12.1 项目概况及工程分析

12.1.1 工程建设概况

本项目海洋牧场位于湛江市雷州市纪家镇西侧、流沙湾西北侧海域，地理坐标为 $20^{\circ} 54' 18.335''$ N, $109^{\circ} 30' 36.744''$ ，所在海域及周边海域无军事区分布，同时没有重要的军事设施。

项目建设筏式养殖延绳筏 2030 条，筏式养殖栅架筏 208 台，重力式深水网箱 16 个，桁架类深水网箱 2 个。配置移动式养殖管理平台（为多功能补给船，用于投苗、分苗、投喂、采收、清洗等养殖管理）3 个、养殖配套装备（投苗、分苗、投喂、采收、清洗等）6 套、智慧渔业监控管理系统 1 套。

拟申请海域使用总面积为 672.6345 公顷，其中筏式延绳养殖 335.0336 公顷、筏式栅架养殖 227.5269 公顷和深水网箱养殖区 71.7943 公顷。分三期建设，第一期用海面积为 350.1695 公顷，（筏式延绳养殖用海 335.0336 公顷、作业船只通道用海 15.1359 公顷）；第二期用海面积为 227.5269 公顷（筏式栅架养殖用海 227.5269 公顷）；第三期用海面积为 86.9366 公顷（深水网箱养殖用海 71.7943 公顷、作业船只通道用海 23.1438 公顷）。

工程建设估算资金约 1.95 亿元，项目建设年限分为三年：2025 年、2026 年、2027 年。

12.1.2 工程分析

①施工期

施工船舶含油污水产生量为 $5.66\text{m}^3/\text{d}$ ，主要污染物为石油类，处理前油污水含油浓度约，按 5000mg/L 计算，则船舶含油污水中石油类产生量为 28.3kg/d 。施工期施工人员生活污水产生量约为 $4.59\text{m}^3/\text{d}$ 。施工期船舶生活垃圾产生量为 45kg/d ，施工期噪声包括网箱及筏式养殖设施锚固系统投放、网箱及筏式养殖设施安装等过程中施工机械产生的噪声，主要噪声源强在 $80\sim 90\text{dB}$ 之间；施工期大气污染源主要为船舶尾气，废气产生量较小，对环境的影响较小。

②运营期

本项目运营期主要为养殖工作船产生的含油废水、养殖作业人员生活污水、养殖废水等，其中，运营期每天产生含油污水量约为 $0.7\text{m}^3/\text{d}$ ，主要污染物为石油类，浓度取 5000mg/L ，石油类产生量约为 3.5kg/d ；

运营期船舶工作人员生活污水产生量为 $0.5\text{m}^3/\text{d}$ ，运营期生活垃圾产生量为 30kg/d ；饲料袋重量为 3.64t 。

运营期工作船废气产生量较小；工作船舶噪声源强为 $80\sim 90\text{dB}(\text{A})$ 。项目应急柴油发电机主要为应急使用，在起网、饲养用电不足时作为备用能源使用，由于柴油发电机为间歇排放，且使用时间很短，对环境空气的影响很小。

(2) 非污染环境影响

施工期网箱及筏式养殖设施安装将对水体产生扰动，锚固设施投放将破坏水生有机体的栖息地，使生物群落的组成发生轻微变化；网箱及筏式养殖设施全部投放后，占用 453.6m^2 海底空间，将引起项目局部海域流场的变化，但鉴于网箱、筏式养殖设施为透空式结构，对水动力环境影响较小；运营期项目大量饵料的投喂及鱼类排泄物构成水中有机物的主体，使得水中氮磷渐增，透明度逐步下降，对海水水质、生态环境造成不利影响；项目用海存在潜在的环境事故风险，对附近海域通航安全有一定的影响。

12.2 项目所在海域环境现状

12.2.1 海洋水动力环境现状

2023 年 12 月水文观测显示，从流向上来看，项目所处海区能看出明显的往复流全日潮的特征，海水表层主要受到风、地形及南海环流的影响，底层主要受地形及南海环流的影响，表、中、底层最大流速、流向分别为： 95.22 cm/s ， 82.3° ； 86.7 cm/s ， 79.8° ； 94.75 cm/s ， 73.3° 。

12.2.2 海水水质现状

2024 年春季水质现状调查分析结果中，调查海域各站 pH、溶解氧（DO）、化学需氧量（COD）、石油类、重金属铜、锌、镉、汞均符合第一类海水水质标准。无机氮含量在表层 S16、S15 号站及底层 S7、S20 号站超出第一类海水水

质标准，表层超标率为 10%，底层超标率为 10%；磷酸盐含量在表层 S1~S7、S15、S18~S20 号站及底层 S1、S5、S6、S10~S13、S15 号站超出第一类海水水质标准，表层超标率为 55%，底层超标率为 40%；重金属铅含量在表层 S1、S3、S11、S20 号站及底层 S5、S16 号站超出第一类海水水质标准，表层超标率为 20%，底层超标率为 10%。

12.2.3 海洋沉积物质量现状

2024 年春季调查海域海底表层沉积物各项评价指标中，调查海域海底表层沉积物各项评价指标中，油类、有机碳、铜、铅、锌、镉、汞的评价指标均达到第一类海洋沉积物质量标准，未发现超标现象，调查海域海洋沉积物质量较好。

12.2.4 海洋生物现状

2024 年 4 月海洋生态及渔业资源调查结果显示，表层叶绿素 a 平均值为 0.95 mg/m³，底层叶绿素 a 平均值为 0.90 mg/m³，初级生产力平均值为 107.59 mg·C/m²·d；浮游植物密度平均为 205.99×10⁴ cells/m³，浮游植物密度以硅藻类居首位，其次为甲藻类，多样性指数平均为 3.58，均匀度平均为 0.77；浮游动物平均密度为 450.59 ind/m³，多样性指数 H' 平均为 4.20，均匀度 J 平均为 0.85；底栖生物的平均生物量为 151.59g/m²，平均栖息密度为 134.17 个/m²；潮间带生物的平均生物量为 65.63g/m²，平均栖息密度为 92.00 个/m²。生物量的组成以软体动物较高，潮间带生物多样性指数平均为 2.0960；均匀度平均为 0.8731；垂直拖网调查，鱼卵捕获数量平均为 5.08 ind/net；密度平均为 2173×10⁻³ ind/m³，仔稚鱼捕获数量平均为 1.50 ind/net；密度平均为 663×10⁻³ ind/m³；水平拖网调查，鱼卵捕获数量平均为 328.17 ind/net，仔稚鱼捕获数量平均为 4.92 ind/net；游泳生物调查总平均资源密度为 2235.315kg/km²，总平均资源尾数密度为 227707.7 ind/km²。各类游泳生物的平均资源密度由高到低依次为蟹类、鱼类、虾类、头足类、虾蛄类；各类游泳生物的平均资源尾数密度由高到低依次为虾类、蟹类、鱼类、头足类、虾蛄类。

12.3 环境影响预测分析与评价结论

12.3.1 工程前后水动力变化

涨急时刻，网箱投放后受到网箱和筏架的阻挡，改变了项目区域及周边海域的流速流向，其中表层流场的改变尤其明显，整体流速变小，流向相比投放前也变乱了，而底层受到的影响要小很多，底层流速流向略有改变；落急时刻，流速流向变化与涨急时刻类似，受到网箱和筏架的阻挡，改变了养殖区的流速流向，表层流场的改变尤其明显，整体流速变小，流向相比投放前也变乱了，底层受到的影响要小很多，底层流速流向略有改变。从对比图中可以发现，网箱和筏架对表层流场的改变有着直接的作用，养殖区及附近附近局部流场改变明显，表层整体流速变慢。但网箱和筏架投放后，只对附近海域表层的局部流场产生一定的影响，对其他区域没有影响。

12.3.2 地形地貌与冲淤环境的影响

本项目主要投入网箱养殖以及筏式设施进行养殖活动，网箱、筏式设施采用锚锭固定，且锚锭间距较大，锚锭的投放对项目海区水动力环境影响很小，但大面积的网箱和筏式养殖对项目区水动力环境将产生一定的影响，根据潮流数值模拟计算结果，网箱和筏架对表层流场的改变有着直接的作用，养殖区及附近附近局部流场改变明显，表层整体流速变慢，但网箱和筏架投放后，只对附近海域表层的局部流场产生一定的影响，对其他区域没有影响，影响范围主要集中于用海范围区域，且变化很小，因此本项目建设整体上对周边潮流场影响不大。项目建成后由于潮流变化导致的海底地形和岸滩演变也相对较小。

12.3.3 对海水水质的影响

(1) 施工期

涨、落潮流的作用，施工引起的悬浮泥沙将伴随潮流进行对流扩散、往复运送，悬浮泥沙输移方向与潮流方向基本一致。网箱投入运行后，养殖产生的污染物除部分发生落淤之外，另一部分在潮流作用下，在网箱附近水域作输移扩散，且随着时间变化，污染物的浓度将逐渐趋于0，海域水体也将逐渐恢复到之前的自然状态。

(2) 营运期

网箱养鱼输出的众多废物中对水环境产生富营养化的影响主要来自于未食饲料、粪便和排泄物中含有的营养物质：氮、磷、有机物。而且鱼类放养密度越大，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。本项目养殖期间产生的污染物浓度增量本身就很很小，其中无机氮小于 0.07 mg/L，24 小时后增量最大浓度低于 0.01 mg/L，活性磷酸盐小于 0.015 mg/L，24 小时后增量最大浓度低于 0.002 mg/L，COD 小于 0.35 mg/L，24 小时后增量最大浓度低于 0.055mg/L，最大污染物增量浓度很小且影响范围也很小，对养殖区及周围海域几乎没有影响。

12.3.4 对海洋沉积物的影响

(1) 施工期

施工期生活污水、含油污水等污染物均收集后集中处置，不直接在工程区域排放，因此不会对工程海域的沉积物环境产生影响。

(2) 运营期

项目运营期间，网箱养殖排放的污染物（COD、无机氮和活性磷酸盐）对项目区附近海域水质环境的影响较小，在养殖过程优化饵料营养组成及投喂方式，饲料中加入易消化的碳水化合物可提高蛋白质利用率，通过选择饲料中所含的能量值与蛋白质含量的最佳比，可以减少饲料中氮的排泄。对于投喂来讲，确定适宜的投饵量，减少残饵和散饵的数量，减少饲料损失，仔细地监控食物摄入是非常重要的。购买能在水中暂时不沉并保持一定时间悬浮状态的颗粒饵料，使投喂的饵料大部分都能被鱼吃掉，不致于浪费和沉到水底淤积。通过采取以上措施后，可有效的减轻项目实施对区域沉积物的影响。

12.3.5 对海洋生态的影响

(1) 施工期

本项目网箱、筏式养殖设施需要设置锚固定，施工时对海底沉积物扰动很小，悬浮物产生量很小，对水环境的影响也很小；此外，施工期产生的船舶废水、船舶固废均定期接收后，委托专业船舶污染物接收单位统一收集处理，不在工程海域排放。因此工程施工期对海洋生态环境影响很小。

(2) 营运期

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

在通过对项目养殖过程对网箱养殖环境中的营养负荷、耗氧进行量化的研究,加强养殖区附近海域的水环境监测,在养殖过程中,保持养殖水域的良好环境的措施下,项目实施对生态环境影响较小。

12.3.6 对通航环境的影响

本项目不占用现状航道和沿海航道,符合航道保护管理相关规定。包金沙1号海域避让交通运输航道,与北部湾沿海干线航道安全距离大于1030m,与江洪航道安全距离大于3864m,选址不与航道相冲突。施工期,本项目施工船舶通行附近航道客观上会增加航道的通航密度,使可航宽度变窄,增加了过往船舶的航行与避让难度,将过往船舶通航安全产生一定临时性影响;营运期,本项目海域没有航道分布,没有大型船只航行,偶尔有渔船等小型船只通过,本项目海域水深在8.6~12.4m之间,能够满足中小型船舶通行需求。工程施工期吃水量最大的船舶为施工运输船及拖船:最大吃水深度大约3~4m,除非遇上较大风浪,否则不会发生碰撞事故。

12.4 环境风险评价与评价结论

本项目的环境风险包括:由热带气旋及其引发的巨浪、风暴潮对工程自身的潜在风险;项目施工期、运营期船舶碰撞、溢油事故;养殖水质污染事故;有毒有害生物(赤潮、绿潮、病原体、外来物种入侵等)风险;养殖鱼流行病风险。

项目施工期和运营期及时掌握和了解当地热带气旋、风暴潮监测预报信息,风浪较大天气禁止作业船活动,避免造成人员生命财产损失;在热带气旋来临前,及时做好网箱、筏式养殖设施等的固定工作,并组织人员撤离。养殖过程中合理控制养殖密度和养殖规模,科学投喂饵料,避免因过度喂养造成浪费,且不能完全消化后沉积,造成环境污染;预防赤潮风险事故发生。施工期和运营期采取船舶碰撞和溢油风险防范措施,加强船舶的管理,并制定溢油应急计划,借助附近

码头和港区配备的溢油应急物资和应急设备，有效防止事故发生及减轻其危害，本项目的风险影响处于可接受范围内。

12.5 总量控制结论

本项目大气污染物主要为船舶尾气和柴油发电机尾气，主要污染因子为SO₂、NO_x、烟尘，产生量较少且不连续，因此，不设置大气总量控制指标。工程运营期船舶含油污水由有能力处理的单位接收处理，工作人员生活污水总量指标纳入污水处理厂的总量指标，不再申请总量控制指标。项目建成后养殖过程产生COD 排放总量约294.156t/a，无机氮排放总量约195.675t/a，活性磷酸盐排放总量约23.167t/a。根据有关规定，国家对已做出总量控制规定的海域需实施总量控制。本项目拟建海域目前还不是总量控制海域，因此经本报告分析，项目不做污染物排放总量控制。。

12.6 环境保护对策措施的合理性、可行性结论

(1) 施工期污染防治对策措施

①在施工过程中需加强管理，文明施工，定期对设备进行维修保养，确保设备长期处于正常状态，发生故障后应及时予以修复，控制施工进度，合理安排施工计划。

②施工环境监理中应加强对施工作业的监督，避免施工单位的不规范操作

③施工期各种生产、生活污水、施工固废等确保得到有效处理。

(2) 运营期污染防治对策措施

①工作船舶含油废水集中收集后运至陆域，交由专业船舶污染物接收单位收集处理。

②船舶生活污水集中收集后运至陆域集中处置，不排海。

③船舶垃圾委托专业船舶污染物接收单位收运处理。

④研制适合养殖生物体的浮性配合饵料，并制定科学合理的投饵时间、投饵数量，尽可能减少残饵量。

(3) 海洋生态影响防治对策

①本项目施工作业应尽量降低各工程施工强度，合理安排施工时间。

②优化施工方案、加强管理，尽量缩短作业工期。

③通过施工期和运营期环境监测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。

④施工期和运营期设置监测断面进行跟踪监测，加强对红线控制区的监视监测，确保生态红线区功能不降低、性质不改变。

12.7 区划规划和政策符合性分析结论

本项目选址方案和建设内容符合国家产业政策，符合《广东省国土空间规划（2021-2035年）》《湛江市国土空间总体规划（2021-2035年）》《湛江市现代化海洋牧场建设规划》《湛江市养殖水域滩涂规划（2018-2030年）》和省、市三线一单的管控要求。与《全国海洋主体功能区划》《广东省海洋主体功能区划》《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》《广东省自然资源保护与开发“十四五”规划》《广东省海洋经济发展“十四五”规划》《广东省养殖水域滩涂规划》《湛江市养殖水域滩涂规划（2018~2030年）》等省、市相关规划文件的要求相符。项目建设不占用海洋生态红线区，对海洋生态红线无影响，与周边的主导海洋功能也不产生排它性冲突。

12.8 公众参与过程结论

评价单位于2024年6月接受委托任务书，环评单位成立项目组，严格按照相关技术导则与标准规定的程序开展工作，组织有关技术人员到现场及其周围进行了实地勘查与调研，收集了本项目及区域社会环境等相关技术资料，进行初步的工程分析，开展了区域环境现状调查、环境影响预测与评价等工作，2024年12月13日进行湛江市包金沙1号海域现代化海洋牧场项目环境影响评价公众参与第一次公示，2025年1月15日进行了征求意见稿的公示，公示的方式有网络平台公示、现场张贴公示、报纸媒体。

征求意见期间，未收到公众关于本项目的反馈意见，无公众意见不采纳情况。

12.9 建设项目环境可行性结论

湛江市包金沙1号海域现代化海洋牧场符合国家、广东省的产业政策，工程选址符合海洋功能区划及相关规划的要求，根据对本项目所在海域环境现状的调

查分析以及对海洋环境影响的模拟预测和分析,本评价在充分考虑项目建设运营可能对海洋环境造成的影响的条件下,提出了一系列有针对性的环境保护措施。在建设单位严格执行“三同时”管理规定,切实落实各项环境保护、生态保护、环境风险防范和应急措施的前提条件下,项目建设对海洋环境的影响程度和对海洋生态环境造成的损失可以控制在允许范围内,从海洋环境保护角度考虑,湛江市包金沙1号海域现代化海洋牧场项目建设具备环境可行性。

12.10 其他意见和建议

1) 建议业主委托相关的环境监理机构进行施工期环境监理工作,及时发现问题,分析原因,积极采取有效措施控制污染源,同时上报生态环境行政主管部门。

2) 污染防治设施必须与主体工程同时设计、同时投产使用,必须经环境保护主管部分验收合格后,主体工程方能投入运行。并严格接受环保主管部门对其环境保护工作的日常监督。

3) 项目建成后应按照环保要求加强对养殖区环境的管理,设立专门的环境管理机构,配备专职的环境管理人员,并对环境管理人员加强环保培训,专门负责污水、生活垃圾的收集和处理并定期采集水样送有资质的单位就行检测。

4) 采取优质饲料,降低饵料系数,提高饲料利用率。

5) 积极探索“生态养殖”方法,实现生态型养殖模式。

6) 加强环境监测。