

湛江市流沙湾1号海域现代化海洋牧场 建设项目环境影响报告书

(批前公示稿)

建设单位：湛江市农业发展集团有限公司

环评单位：广东智环创新环境科技有限公司

二〇二四年五月

目录

| | |
|-----------------------|------------|
| 1 概述 | 1 |
| 1.1 建设项目背景 | 1 |
| 1.2 建设项目特点 | 5 |
| 1.3 环境影响评价工作过程 | 5 |
| 1.4 分析判定相关情况 | 6 |
| 1.5 关注的主要环境问题及环境影响 | 7 |
| 1.6 综合评价结论 | 9 |
| 2 总论 | 10 |
| 2.1 编制依据 | 10 |
| 2.2 项目所属区域环境功能区划及执行标准 | 15 |
| 2.3 评价工作等级 | 27 |
| 2.4 评价因子 | 34 |
| 2.5 评价范围与主要环境保护目标 | 34 |
| 2.6 评价工作重点 | 55 |
| 3 项目工程概况 | 56 |
| 3.1 项目工程概况 | 56 |
| 3.2 平面布置 | 59 |
| 3.3 项目产品方案及养殖参数 | 68 |
| 3.4 项目主要设备情况 | 68 |
| 3.5 项目施工方案 | 81 |
| 3.6 养殖工艺和方法 | 90 |
| 3.7 项目用海必要性 | 96 |
| 3.8 项目占用岸线情况 | 99 |
| 3.9 项目用海期限 | 99 |
| 4 建设项目工程分析 | 103 |
| 4.1 生产工艺与过程分析 | 103 |
| 4.2 工程各阶段污染环节与环境影响分析 | 104 |
| 4.3 施工期污染物排放状况 | 105 |
| 4.4 营运期污染物排放状况 | 109 |
| 4.5 工程各阶段非污染环节分析 | 113 |
| 4.6 清洁生产与总量控制 | 117 |
| 5 区域环境质量现状 | 119 |
| 5.1 自然环境概况 | 119 |
| 5.2 海域开发利用现状 | 145 |
| 5.3 水文动力环境现状调查与评价 | 149 |
| 5.4 海水水质现状调查与评价 | 176 |
| 5.5 沉积物环境质量现状调查与评价 | 207 |
| 5.6 海洋生物质量现状调查与评价 | 211 |
| 5.7 海洋生态与渔业资源现状调查与评价 | 219 |
| 5.8 大气环境质量现状调查与评价 | 272 |

| | |
|--------------------------------|------------|
| 5.9 声环境质量现状调查与评价 | 273 |
| 6 环境影响预测与评价..... | 274 |
| 6.1 水文动力环境影响分析 | 274 |
| 6.2 地形地貌与冲淤环境影响分析..... | 292 |
| 6.3 海水水质环境影响分析 | 293 |
| 6.4 海洋沉积物环境影响分析..... | 303 |
| 6.5 海洋生态环境影响分析 | 304 |
| 6.6 对渔业资源、周边岛屿、航道等影响分析 | 308 |
| 6.7 声环境影响分析..... | 314 |
| 6.8 固体废物影响分析 | 315 |
| 6.9 大气环境影响分析 | 316 |
| 7 污染防治措施及可行性分析 | 318 |
| 7.1 海洋生态环境保护措施、生态补偿及可行性分析..... | 318 |
| 7.2 水污染防治环境保护措施及可行性分析..... | 321 |
| 7.3 噪声污染防治措施及可行性分析 | 323 |
| 7.4 固体废物污染防治措施及可行性分析 | 324 |
| 7.5 大气污染防治措施及可行性分析 | 325 |
| 7.6 环境保护对策措施一览表..... | 325 |
| 8 环境风险评价 | 329 |
| 8.1 风险识别 | 329 |
| 8.2 事故溢油概率分析 | 330 |
| 8.3 环境风险影响分析 | 331 |
| 8.4 环境风险防范措施 | 344 |
| 8.5 环境风险应急预案 | 347 |
| 8.6 环境风险评价自查表..... | 355 |
| 9 项目建设的合理合法性分析 | 357 |
| 9.1 产业政策相符性分析..... | 357 |
| 9.2 与海域相关规划相符性分析 | 357 |
| 9.3 与相关规划、环保法规政策的相符性分析 | 362 |
| 9.4 与“三线一单”相符性分析 | 368 |
| 9.5 与国土空间规划的相符性分析..... | 371 |
| 9.6 与“三区三线”的相符性分析 | 373 |
| 10 环境影响经济损益分析 | 374 |
| 10.1 环境保护设施和对策措施的费用估算..... | 374 |
| 10.2 环境保护的经济损益分析 | 374 |
| 10.3 环境保护的技术经济合理性..... | 375 |
| 11 环境管理与监测计划 | 377 |
| 11.1 环境管理..... | 377 |
| 11.2 环境监理..... | 379 |
| 11.3 环境监测计划..... | 380 |
| 11.4 污染物排放清单 | 384 |

| | |
|--|------------|
| 11.5 小结..... | 387 |
| 12 结论与建议 | 388 |
| 12.1 工程概况..... | 388 |
| 12.2 用(利用)海岸线、滩涂和 海域状况..... | 388 |
| 12.3 区域规划和政策符合性结论..... | 389 |
| 12.4 环境现状调查结果与评价结论 | 389 |
| 12.5 环境影响预测分析与评价结论 | 391 |
| 12.6 环境风险分析与评价结论 | 394 |
| 12.7 清洁生产和总量控制结论 | 395 |
| 12.8 环境保护对策措施的合理性、可行性结论..... | 395 |
| 12.9 公众参与调查结论..... | 395 |
| 12.10 建设项目环境可行性结论 | 396 |
| 12.11 建议 | 396 |
| 13 附录 | 397 |
| 附录 I 2022 年 5 月流沙湾海域春季浮游植物名录..... | 397 |
| 附录 II 2022 年 5 月流沙湾海域春季浮游动物名录..... | 403 |
| 附录 III 2022 年 5 月流沙湾海域春季大型底栖生物名录..... | 408 |
| 附录 IV 2022 年 5 月流沙湾海域春季潮间带名录 | 410 |
| 附录 V 2022 年 5 月流沙湾海域春季游泳动物名录 | 413 |
| 附录 VI 2022 年 10 月流沙湾海域秋季浮游植物名录 | 416 |
| 附录 VII 2022 年 10 月流沙湾海域秋季浮游动物名录 | 422 |
| 附录 VIII 2022 年 10 月流沙湾海域秋季大型底栖生物名录 | 426 |
| 附录 IX 2022 年 10 月流沙湾海域秋季潮间带名录..... | 427 |
| 附录 X 2022 年 10 月流沙湾海域秋季游泳动物名录 | 430 |

1 概述

1.1 建设项目背景

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，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。湛江将进一步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。

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。

为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，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，推进广东省高标准现代化海洋牧场建设，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。湛江市农业发展集团有限公司拟在湛江市雷州市覃斗镇西侧、流沙湾西北侧海域

(中心地理坐标为 20°31'49.411111N, 109°41'42.111111E, 项目位置见图 1.1-1 和图 1.1-2) 实施《湛江市流沙湾 1 号海域现代化海洋牧场建设项目》(简称“本项目”)。项目总投资 7.74 亿元,其中环保投资 173.31 万元, 占总投资的 0.22%。

本项目拟建成集重力式深水网箱、桁架类深水网箱、座底式桁架养殖试验平台、筏式养殖和人工鱼礁为一体的现代化海洋牧场。项目共布置深水网箱养殖组团 5 个(包括布置桁架式深水网箱 5 个、重力式深水网箱 195 个)、座底式桁架养殖试验平台 1 个、建设高密度聚乙烯抗风浪筏式养殖筏架 450 台,建设人工鱼礁 3.9 万空方。项目建成后,深水网箱养殖水体总容量为 98 万 m³,年产鱼类 6247.50t/a;筏式养殖牡蛎面积 51.77 公顷,年产牡蛎 1941.51t/a。

本项目不占用岸线,拟申请海域使用总面积为 694.7995 公顷,其中深水网箱养殖 605.3402 公顷、筏式养殖 51.7736 公顷,人工鱼礁用海 37.6857 公顷。项目分三期建设,其中第一期用海面积为 200.1755 公顷,主要建设深水网箱养殖组团 1 个、重力式深水网箱 38 个、座底式桁架养殖试验平台 1 个,建设高密度聚乙烯(高分子材料 HDPE)抗风浪筏式养殖筏架 450 台。建设人工鱼礁 3.9 万空方;第二期用海面积为 241.4693 公顷,主要建设深水网箱养殖组团 2 个;第三期用海面积为 253.1547 公顷,主要建设桁架类深水网箱 2 个、重力式深水网箱 84 个。

本项目为海水养殖和人工鱼礁项目,由于项目施工和运营将引起海域水文动力的变化,并对周边海域的冲淤环境产生一定的影响;同时,施工过程和建成后产生的污染物不可避免的对海洋生态环境产生一定影响。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》、《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021年版),本项目类别为“三、渔业 4 海水养殖”中“用海面积 1000 亩及以上的海水养殖(不含底播、藻类养殖);围海养殖”,本项目应编制环境影响评价报告书。

受湛江市农业发展集团有限公司委托(附件 1),广东智环创新环境科技有限公司(以下简称“公司”)承担湛江市流沙湾 1 号海域现代化海洋牧场建设项目环境影响评价工作。公司在接受了环境影响评价工作的委托后,立即组织项目参评人员到项目拟建地点进行现场踏勘,详细了解本工程内容,并收集了大量相关信息资料,按照相关法律法规和《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T19485-2014)等的要求,结合项目的特点,编制完成了《湛江市流沙湾 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)》。

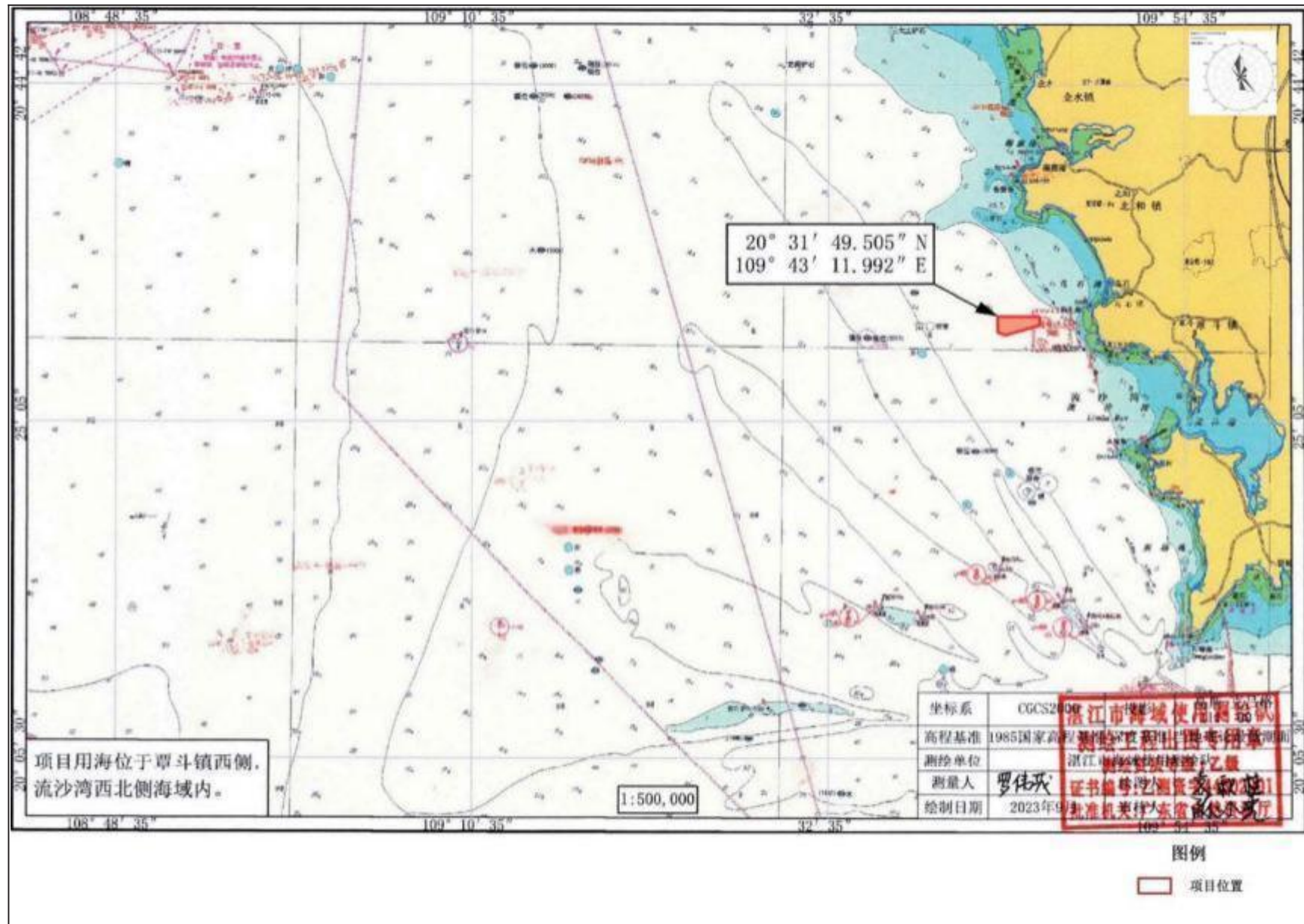
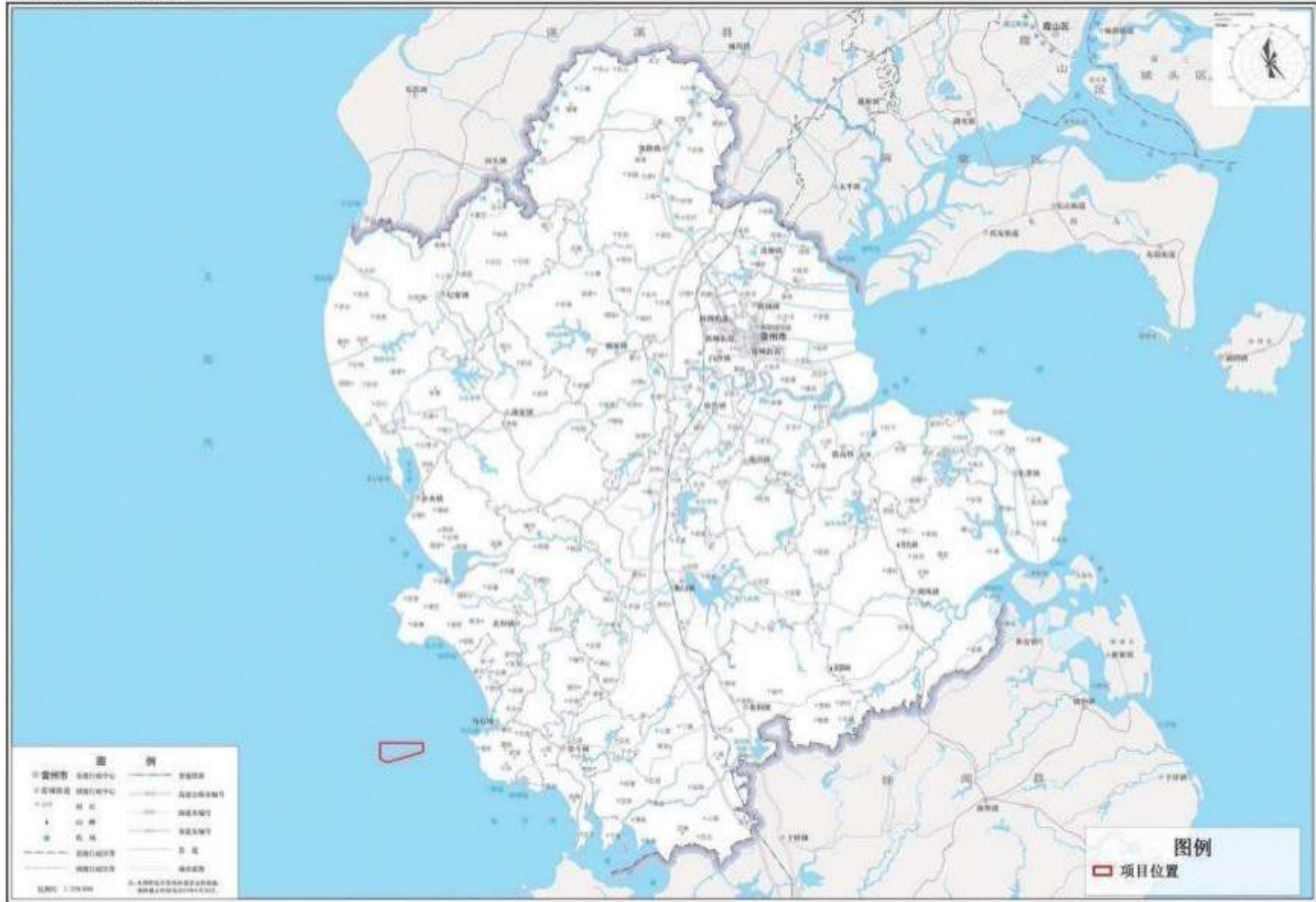


图 1.1-1 拟建项目建设位置示意图

雷州市地图



图例号：粤S(2018)005号

广东省国土资源厅 监制

图 1.1-2 项目用海地理位置图

1.2 建设项目特点

(1) 本项目主要建设投礁型海洋牧场，是兼具海洋资源养护、增殖功能的生态友好型项目，项目建成后可修复和改善海洋生态环境、增殖和优化渔业资源、提高海区的生物多样性和生物资源的生产力，促进海区生态结构完善和生态功能发挥，逐渐形成良性循环的海洋生态环境。

(2) 项目拟投放的人工鱼礁全部采用购买成品的方式获得，**不进行石料开采、构件预制等工作**，本次环境影响评价不包括石料开采、鱼礁制作及陆上运输过程，仅对鱼礁海上运输和投放的施工过程以及运营期工作进行评价。

(3) 本项目带来的环境影响主要表现在施工期投礁产生的悬浮泥沙对所在区域环境的影响，运营期人工鱼礁投放后对海洋水文动力影响、对地形地貌和冲淤环境影响以及网箱养殖对海水水质、海洋生态和生物资源影响，以及施工期和运营期使用船舶上产生的生活污水、含油废水和船舶垃圾可能会对海域环境造成不良影响等方面。本环评针对项目施工期和运营期的影响进行分析、预测和评价，并提出相应的环保措施。

1.3 环境影响评价工作过程

建设单位在了解有关环保法规的基础上，于 2024 年 4 月 10 日委托广东智环创新环境科技有限公司承担湛江市流沙湾 1 号海域现代化海洋牧场建设项目的环境影响评价工作。广东智环创新环境科技有限公司接受委托后，立即成立项目环评课题组，组织有关技术人员进行现场踏勘，收集了本项目及区域社会环境等相关技术资料，开展了项目区域环境现状调查、环境质量现状监测和环境影响预测与评价等工作，编制完成了《湛江市流沙湾 1 号海域现代化海洋牧场建设项目环境影响报告书》。

本项目环境影响评价具体工作程序如下图所示：

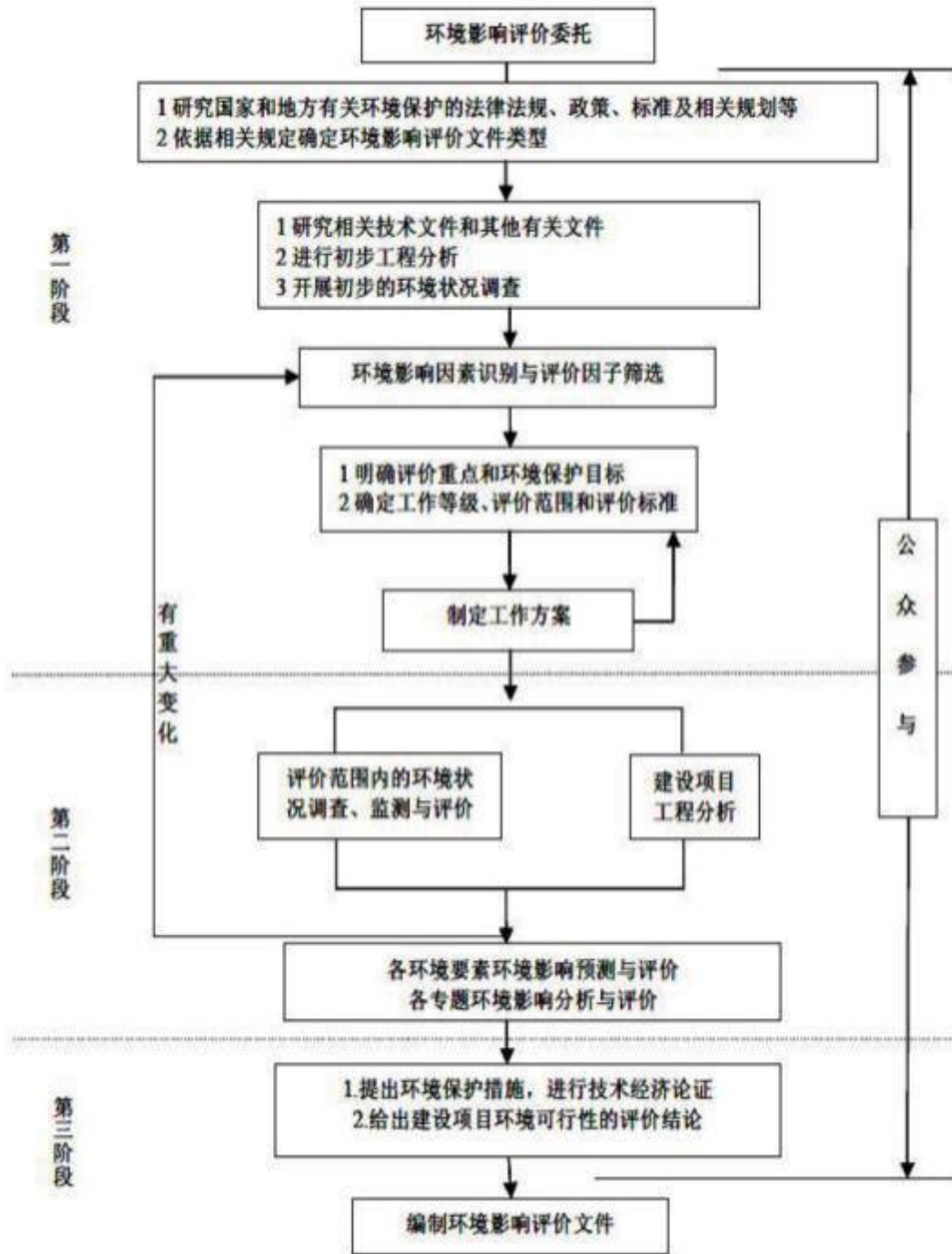


图 1.3-1 项目环境影响评价工作程序

1.4 分析判定相关情况

1.4.1 产业政策相符性分析

拟建项目为开放式养殖用海项目，属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中第一类鼓励类中的“一、农林牧渔业—14、现代畜牧业及水产生态健康养殖：海洋牧场”，符合国家产业政策。

根据《市场准入负面清单（2022 年版）》（发改体改规〔2022〕397 号），本项目不属于

市场禁止准入行业,符合准入要求。

1.4.2 海域相关规划相符性分析

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》，本项目养殖用海所位于乌石-西连农渔业区，属于农渔业区，根据《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办〔1999〕68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），项目所在近岸海域环境功能区划为“G99 湛江近岸海域环境保护留用区”，为一类功能区，主导功能为航道、增殖、度假旅游、海洋和海岸自然生态保护、预留、保留，海水水质执行第一类标准。项目建设内容符合所在功能区的基本功能定位，用海方式与海域功能相协调，施工及营运期间切实落实环境保护管理可以满足海域管理和海洋环境保护的要求。

本项目不占用海洋生态保护红线，项目以绿色生态养殖为理念，合理平面布局，通过开展立体化养殖、互补式养殖，创新现代海洋牧场运营模式，为构建湛江市流沙湾海域海洋牧场作出积极贡献。项目建设符合《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》、《广东省海洋主体功能区规划》、《广东省近岸海域环境功能区划》、《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）的要求。详细分析见第9.2小节。

1.4.3 相关规划、环保法规符合性分析

本项目建设与《广东省海洋主体功能区规划》《广东海洋经济综合试验区发展规划》《广东省海洋经济发展“十四五”规划》《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030年）》《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》《广东省近岸海域环境功能区划》《湛江市生态环境保护“十四五”规划》《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》《湛江市养殖水域滩涂规划（2018-2030年）》等相关环保法规、政策的要求，详细分析见第9.3小节。

1.4.4 “三线一单”、“三区三线”符合性分析

根据《广东省国土空间规划（2020~2035）》（2022年）“三区三线”中生态保护红线，本项目不占用生态保护红线。本项目也不属于《市场准入负面清单（2022年本）》中所列负面清单项目，综合分析，本项目的建设符合《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》和《湛江市“三线一单”生态环境分区管控方案》、《湛江市2022年“三线一单”生态环境分区管控成果更新调整成果》的要求。

1.5 关注的主要环境问题及环境影响

本项目存在的环境问题包括施工期废气、废水、噪声、固废对环境的影响以及运营期

废气、废水、噪声、固废对环境的影响以及环境风险。根据分析，项目实施期间主要以施工期和运营期水污染影响以及环境风险事故产生的环境影响为主。

1.5.1 施工期废水

施工期，水污染主要来自施工船舶施工人员产生的生活污水，施工船舶排放的舱底含油污水，人工鱼礁投放、网箱、吊养锚固定沉桩产生的悬浮物。在人工鱼礁投放施工作业过程中，由设备的扰动使水体中的泥沙再悬浮，造成水体混浊水质下降，并使得周边海区底栖生物生存环境遭到破坏，对浮游生物也产生影响，主要污染物为 SS。计算结果显示，人工鱼礁施工作业过程产生的悬浮泥沙将给周边水域带来一定的污染。从整体分布趋势看，对海域污染的范围主要是在工程周边很小的范围内。人工鱼礁施工未产生悬沙增量大于 50mg/L 高浓度区，悬砂浓度增量最大为 45mg/L，出现在底层小范围内，大于 20mg/L 高浓度区包络线面积约为 0.069km²，大于 10mg/L 高浓度区包络线面积约为 0.22km²，随着施工作业的结束，悬浮泥沙将慢慢沉降，工程海区的水质会逐渐恢复原有的水平；施工人员生活污水由船舶自备的临时污水储存柜收集上岸后，经市政污水运输车运输至乌石镇镇区生活污水处理厂处理。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资质单位进一步进行处理。

1.5.2 运营期废水

运营期，本项目产生的污染物包括网箱养殖污染物，主要来自养殖残留的饵料、养殖生物体的粪便、排泄物等；海域的环境容纳量、资源承载力；污废水主要为海上工作平台工作人员生活污水、工作船舱底含油污水、网箱清洗废水等。项目实施后工程海域产生的养殖污染物非常小，经预测，基本不会对项目海域周边水质产生大的影响。海上工作平台产生的生活污水应配备专门的容器集中收集后，上岸后经市政污水运输车运输至乌石镇镇区生活污水处理厂处理，工作船舶污水由有资质的单位接收处理。

1.5.3 环境风险事故污染

本项目的环境风险主要为自然灾害对本项目造成的危害风险、船舶溢油事故环境风险，其中以溢油环境风险为主，发生溢油事故后，油膜可到达周边敏感目标，将对敏感目标及岸线等造成一定的影响，且溢油事故的应急处置工作难度较大。因此，项目应严格加强施工的安全管理，采取风险防范措施，制定环境风险应急预案，则本项目环境风险可控。

1.5.4 非污染环节及环境影响

工程建成后将在一定程度上导致海洋水文动力条件、地形地貌和冲淤环境的变化，另

外,运营期溢油风险事故亦可对周围海域海洋生态环境造成影响。

1.6 综合评价结论

本项目建设符合国家产业政策,选址符合相关规划要求。项目产生的废水等经采取相应的污染治理措施后排放,对周围环境可能产生的影响较小;产生的固体废物能得到妥善处理处置;本项目可能对海洋环境的水质、海洋沉积物和海洋生态环境产生影响,经采取一定的污染防治措施和生态保护措施后,可降至最低。经预测,项目运营不会降低评价区域原有环境质量级别;公众参与调查期间,均未收到公众意见。

评价认为:在认真落实各项环保措施的前提下,本项目的建设 and 运营对外环境的影响处于可接受范围;在加强环境风险防范、完备环境应急预案的情况下,本项目运营期的环境风险可得到有效控制。从环境保护角度考虑,本项目的建设是可行的。

2 总论

2.1 编制依据

2.1.1 国家法律法规依据

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014 年 4 月 24 日修订）；
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日修订）；
- (3) 《中华人民共和国海岛保护法》（2010 年 3 月 1 日起施行）；
- (4) 《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）；
- (5) 《中华人民共和国噪声污染防治法》（2021 年 12 月 24 日修改）；
- (6) 《中华人民共和国大气污染防治法》（2018 年 10 月修订并实施）；
- (7) 《中华人民共和国水污染防治法》（2017 年 6 月 27 日修订）；
- (8) 《中华人民共和国海洋环境保护法》（2023 年 10 月 24 日修正）；
- (9) 《中华人民共和国渔业法》（2013 年 12 月 28 日修正）；
- (10) 《中华人民共和国海上交通安全法》（2021 年 4 月 29 日修订）；
- (11) 《中华人民共和国野生动物保护法》（2018 年 10 月 26 日修改）；
- (12) 《中华人民共和国海域使用管理法》（2002 年 1 月 1 日起施行）；
- (13) 《中华人民共和国航道管理条例》（2008 年 12 月 27 日修订）；
- (14) 《中华人民共和国自然保护区条例》（2017 年 10 月 7 日第二次修订）；
- (15) 《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》（2013 年 12 月 7 日修订）；
- (16) 《国内水路运输管理条例》（2017 年 3 月 1 日修订）；
- (17) 《防治船舶污染海洋环境管理条例》（2018 年 3 月 19 日第六次修订）；
- (18) 《近岸海域环境功能区管理办法》（中华人民共和国环境保护部令第 16 号，2010 年 12 月 22 日修改）；
- (19) 《海岸线保护与利用管理办法》（国家海洋局，2017 年 3 月 31 日）；
- (20) 《中华人民共和国水上水下活动通航安全管理规定》（中华人民共和国交通运输部令 2019 年第 2 号，2019 年 1 月 28 日）；
- (21) 《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）；
- (22) 《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）；

- (23) 《环境影响评价公众参与办法》 (2018 年,生态环境部令第 4 号) ;
- (24) 《海洋工程环境影响评价管理规定》 (国家海洋局, 2017 年 6 月修订) ;
- (25) 《突发环境事件应急管理办法》 (中华人民共和国环境保护部令 第 34 号) ;
- (26) 《关于印发< 企业事业单位突发环境事件应急预案备案管理办法(试行) > 的通知》 (环发〔2015〕4 号) ;
- (27) 《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) ;
- (28) 《关于进一步加强环境保护信息公开工作的通知》 (环办〔2012〕134 号) ;
- (29) 《关于印发水污染防治行动计划的通知》 (国发〔2015〕17 号) ;
- (30) 《产业结构调整指导目录 (2024 年本)》, 自2024 年 2 月 1 日起施行 ;
- (31) 《建设项目环境保护管理条例》, (2017 年 6 月修改, 自2017 年 10 月 1 日起施行) ;
- (32) 《关于加强海水养殖生态环境监管的意见》, (环海洋〔2022〕3 号) ;
- (33) 《“十四五”全国渔业发展规划》 (农业农村部, 农渔发〔2021〕28 号, 2021 年 12 月) ;
- (34) 《“十四五”海洋经济发展规划》 (国函〔2021〕131 号) ;
- (35) 《国务院 关于印发“十四五”推进农业农村现代化规划的通知》, (国发〔2021〕25 号) ;
- (36) 《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 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) ;
- (37) 《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) ;
- (38) 《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》 (2018 年修正, 2018 年 3 月 19 日起施行) ;
- (39) 《全国海洋功能区划 (2011-2020 年)》, (国函〔2012〕13 号) ;
- (40) 《全国海洋主体功能区规划》, (国发〔2015〕42 号) ;
- (41) 《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) ;
- (42) 《国家级海洋牧场示范区建设规划 (2017-2025 年)》 (农渔发〔2017〕39 号) ;
- (43) 《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) ;

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

(45) 《自然资源部生态环境部国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知(试行)》 (自然资发〔2022〕142号)。

2.1.2 地方性法规文件

- (1) 《广东省环境保护条例》 (2022年11月30日第三次修正) ;
- (2) 《广东省大气污染防治条例》 (2022年11月30日修正) ;
- (3) 《广东省水污染防治条例》 (2021年1月1日起施行) ;
- (4) 《广东省港口管理条例》 (2017年7月27日修正) ;
- (5) 《广东省海域使用管理条例》 (2021年9月29日修正) ;
- (6) 《广东省节约能源条例》 (2010年3月31日广东省第十一届人民代表大会常务委员会第十八次会议第一次修订) ;
- (7) 《广东省固体废物污染环境防治条例》 (2022年11月30日修正) ;
- (8) 《广东省渔业管理条例》 (2015年12月30日修正) ;
- (9) 《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》 (粤府〔2021〕28号) ;
- (10) 《广东省生态环境保护“十四五”规划》,粤环〔2021〕10号,2021年11月9日;
- (11) 《广东省生态文明建设“十四五”规划》 ;
- (12) 《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》 (粤环〔2022〕7号) ;
- (13) 《广东省水生态环境保护“十四五”规划》 (粤环函〔2021〕652号) ;
- (14) 《广东省主体功能区规划》 (粤府〔2012〕120号) ;
- (15) 《广东省海洋功能区划(2011-2020年)》 (粤府〔2013〕9号) ;
- (16) 《广东省人民政府关于修改<广东省海洋功能区划(2011-2020年)> 的通知》 (粤府函〔2016〕328号) ;
- (17) 《广东省海洋主体功能区规划》 (粤府函〔2017〕359号) ;
- (18) 《广东省地表水环境功能区划》 (粤府函〔2011〕29号) ;
- (19) 《广东省水生生物资源养护行动实施方案》 (广东省海洋渔业局,2010) ;
- (20) 《广东省水污染防治行动计划实施方案》 (粤府〔2015〕131号) ;
- (21) 《广东省实施<中华人民共和国水法> 办法》 (广东省第十二届人民代表大会常

务委员会第 25 号公告，2015 年 1 月 1 日起施行)；

- (22) 《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办〔1999〕68 号）；
- (23) 《广东省海洋经济综合试验区发展规划》（国函〔2011〕81 号）；
- (24) 《广东省沿海经济带综合发展规划(2017-2030 年)》（粤府〔2017〕119 号）；
- (25) 《广东省港口布局规划(2020-2035 年)》（广东省交通运输厅，2021 年 7 月）；
- (26) 《广东省航道发展规划(2020-2035 年)》（粤交规〔2020〕786 号）；
- (27) 《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》（粤府〔2021〕28 号）；
- (28) 《广东省人民政府国家海洋局关于印发<广东省海岸带综合保护与利用总体规划>的通知》（粤府〔2017〕120 号）；
- (29) 《广东省人民政府关于广东省海洋生态红线的批复》（粤府函〔2017〕275 号）；
- (30) 《广东省人民政府关于印发广东省严格保护岸段名录的通知》（粤府函〔2018〕28 号）；
- (31) 《关于印发广东省污染源排污口规范化设置导则的通知》（粤环〔2008〕42 号）；
- (32) 《广东省环境保护厅转发环境保护部办公厅关于进一步加强近岸海域环境保护的指导意的通知》（粤环函〔2012〕1138 号）；
- (33) 《广东省加强滨海湿地保护严格管控围填海实施方案》（粤府〔2019〕33 号）；
- (34) 《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）；
- (35) 《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）；
- (36) 《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）；
- (37) 《广东省财政厅 广东省自然资源厅关于印发《广东省海域使用金征收标准(2022 年修订)》的通知(有效期至 2027 年 6 月 30 日)》，（粤财规〔2022〕4 号，2022 年修订）；
- (38) 《广东省海洋经济发展“十四五”规划》，（粤府办〔2021〕33 号）；
- (39) 《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》，（粤府〔2020〕71 号）；
- (40) 《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）；
- (41) 《湛江市生态环境保护“十四五”规划》；

(42) 《湛江市海洋生态环境保护“十四五”规划》；

(43) 《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)；

(44) 《湛江市生态环境局关于印发湛江市 2022 年“三线一单”生态环境分区管控成果更新调整成果的通知》(湛环函〔2023〕7号)；

(45) 《湛江市养殖水域滩涂规划(2018-2030年)》；

(46) 《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)；

(47) 《湛江港总体规划》(交规划发〔2013〕258号)。

2.1.3 行业标准和技术规范

(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016)；

(2) 《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018)；

(3) 《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018)；

(4) 《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2021)；

(5) 《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2022)；

(6) 《环境影响评价技术导则地 下水环境》(HJ610-2016)；

(7) 《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》(HJ964-2018)；

(8) 《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)；

(9) 《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T19485-2014)；

(10) 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SCT9110-2007)；

(11) 《水上溢油环境风险评估技术导则》(JT/T1143-2017)；

(12) 《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018)；

(13) 《水运工程建设项目环境影响评价指南》(JTS/T105-2021)；

(14) 《近岸海域海洋生物多样性评价技术指南》(HY/T215-2017)；

(15) 《港口码头水上污染事故应急防备能力要求》(JT/T451-2017)；

(16) 《突发环境事件应急监测技术规范》(HJ589-2021)；

(17) 《人工鱼礁建设技术规范》(SC/T9416-2014)；

(18) 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T 9110-2007)；

(19) 《溢油应急处置船应急装备物资配备要求》(JT/T 1144-2017)；

(20) 《船舶污染海洋环境风险评价技术规范(试行)》(海船舶〔2011〕588号)；

- (21) 《海水水质标准》 (GB3097-1997) ；
- (22) 《海洋沉积物质量》 (GB18668-2002) ；
- (23) 《船舶溢油应急能力评估导则》 (JT/T877-2013) ；
- (24) 《固体废物分类与代码目录》 (2024 年) ；
- (25) 《危险废物收集 贮存 运输技术规范》 (HJ 2025-2012) ；
- (26) 《危险废物贮存污染控制标准》 (GB18597-2023)。

2.1.4 其它有关依据

- (1) 《项目环评委托书》 ；
- (2) 《湛江市流沙湾 1 号海域现代化海洋牧场建设项目可行性研究报告》 (海洋与渔港规划咨询 (广州)有限公司, 2023 年 8 月) ；
- (3) 《湛江市流沙湾 1 号海域现代化海洋牧场建设项目海域使用论证报告书》 (报批稿) (中国水产科学研究院南海水产研究所, 2023 年 9 月) ；
- (4) 建设单位提供的与项目相关其他资料。

2.2 项目所属区域环境功能区划及执行标准

2.2.1 海洋环境

2.2.1.1 海洋功能区划

根据《广东省海洋功能区划 (2011-2020 年)》 (国函〔2013〕9 号)及广东省人民政府关于修改《广东省海洋功能区划 (2011-2020 年)》的通知(粤府函〔2016〕328 号),本项目所在的海洋功能区为乌石-西连农渔业区,属于农渔业区。项目海洋功能区及周边海洋功能区分布情况详见图 2.2-1 和表 2.2-1,各海洋功能区要求见表 2.2-2。

表 2.2-1 项目所在海域及周边海域海洋功能区表

| 序号 | 海洋功能区名称 | 功能区类型 | 与本项 目位置关系 |
|----|-------------|--------|--------------|
| 1 | 乌石-西连农渔业区 | 农渔业区 | 项 目所在位置 |
| 2 | 企水-乌石海洋保护区 | 海洋保护区 | 北侧, 0.32km |
| 3 | 乌石工业与城镇用海区 | 工业与城镇用 | 东侧, 4.2km |
| 4 | 流沙湾口海洋保护区 | 海洋保护区 | 东南侧, 4.4km |
| 5 | 湛江-珠海近海农渔业区 | 农渔业区 | 西侧, 5.1km |
| 6 | 乌石旅游休闲娱乐区 | 旅游休闲娱乐 | 东北侧, 6.4km |
| 7 | 徐闻西部海洋保护区 | 海洋保护区 | 东南侧, 12.6km |
| 8 | 流沙湾港口航运区 | 港口航运区 | 东南侧, 15.6km |
| 9 | 英罗港-海康港农渔业区 | 农渔业区 | 东北侧, 16.4 km |
| 10 | 流沙港农渔业区 | 农渔业区 | 东南侧, 17.1 km |

表 2.2-2 《广东省海洋功能区划 (2011~2020 年)》 (国函(2012) 182 号) 部分摘录

| 代码 | 功能区名称 | 功能区类型 | 面积(公顷) | 管理要求 | |
|------|------------|-------|--------|---|--|
| | | | | 海域使用管理 | 海洋环境保护 |
| A1-2 | 乌石-西连农渔业区 | 农渔业区 | 29898 | 1. 相适宜的海域使用类型为渔业用海 ; 2. 保障乌石渔港及深水网箱养殖用海需求 ; 3. 适度保障工业与城镇用海需求 ; 4. 维护乌石港、流沙湾 防洪纳潮 功能, 维持流沙湾航道 畅通 ; 5. 优化渔港平面布局, 节约集约利用海域资源 ; 6. 加强渔港用海的动态监测, 避免对雷州 白蝶 贝国家级 自然保护区造成影响 ; 7. 合理控制养殖规模和密度 ; 8. 优先保障军事用海需求, 严禁设置 有碍军事安全的渔网、渔栅等。 | 1. 保护珍珠贝等重要渔业品种, 保护海湾生态环境 ; 2. 加强渔港环境污染治理, 生产废水、生活污水须达标排海 ; 3. 乌石渔港 内执行海水水质三类标准、海洋沉积物质量二类标准和海洋生物质量二类标准, 其它海域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。 |
| A6-3 | 企水-乌石海洋保护区 | 海洋保护区 | 43684 | 1. 相适宜的海域使用类型为特殊用海 ; 2. 保障雷州白蝶贝国家级 自然保护区管理设施建设的用海需求, 保障防灾减灾体系建设的用海需求 ; 3. 保留非核心区 内徐黄角-盐庭角围海养殖及乌石湾浅海养殖等渔业用海 ; 4. 严格按照国家关于海 | 1. 严格保护白蝶贝及其生境, 保护乌石人工鱼礁礁体及其生态系统 ; 2. 加强保护区海洋生态环境监测 ; 3. 执行海水水质一类 |

| 代码 | 功能区名称 | 功能区类型 | 面积(公顷) | 管理要求 | |
|------|-------------|--------|---------|--|--|
| | | | | 海域使用管理 | 海洋环境保护 |
| | | | | 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。 | 标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。 |
| A3-2 | 乌石工业与城镇用海区 | 工业与城镇用 | 1179 | 1. 相适宜的海域使用类型为造地工程用海,工业用海 ; 2. 保障港口用海需求 ; 3. 围填海须严格论证,优化围填海平面布局,节约集约利用海域资源 ; 4. 工程建设及营运期间采取有效措施降低悬浮物、温排水等对雷州白蝶贝国家级自然保护区、雷州海草县级自然保护区及覃斗珍珠养殖的影响 ; 5. 加强对围填海、温排水的动态监测和监管。 | 1. 加强工业区环境治理及动态监测,生产废水、生活污水须达标排海 ; 2. 执行海水水质三类标准、海洋沉积物质量二类标准和海洋生物质量二类标准。 |
| B6-3 | 流沙湾口海洋保护区 | 海洋保护区 | 3469 | 1. 相适宜的海域使用类型为特殊用海 ; 2. 严格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 ; 3. 优先保障军事用海需求。 | 1. 严格保护海草床及海湾生态系统 ; 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。 |
| B1-1 | 湛江-珠海近海农渔业区 | 农渔业区 | 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。 |
| A5-2 | 乌石旅游休闲娱乐区 | 旅游休闲娱乐 | 267 | 1. 相适宜的海域使用类型为旅游娱乐用海 ; 2. 保障休闲渔业用海需求 ; 3. 保护乌石湾砂质海岸,禁止在沙滩建设永久性构筑物 ; 4. 依据生态环境的承载力,合理控制旅游开发强度。 | 1. 保护白蝶贝及其生境 ; 2. 生产废水、生活污水须达标排海 ; 3. 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。 |
| A6-4 | 徐闻西部海洋保护区 | 海洋保护区 | 24103 | 1. 相适宜的海域使用类型为特殊用海 ; 2. 保障角尾灯楼角旅游、徐闻珊瑚礁国家级自然保护区管理设施建设的用海需求,保障防灾减灾体系建设用海需求 ; 3. 保留流沙湾口非核心区内的浅海养殖及水尾渔港等渔业用海 ; 4. 保护北栋湾、迈谷-放坡砂质海岸、基岩海岸 ; 5. 严格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 ; 6. 优先保障军事用海需求。 | 1. 保护珊瑚礁生态系统 ; 2. 加强珊瑚礁生态环境监测 ; 3. 控制污染物入海总量 ; 4. 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。 |

| 代码 | 功能区名称 | 功能区类型 | 面积(公顷) | 管理要求 | |
|------|-------------|-------|-----------------|---|--|
| | | | | 海域使用管理 | 海洋环境保护 |
| A2-1 | 流沙湾港口航运区 | 港口航运区 | 1245 | 1、相适宜的海域使用类型为交通运输用海；2、在西寮-和合海域基本功能未利用前,保留浅海养殖等渔业用海；3、围填海须严格论证,优化围填海平面布局,节约集约利用海域资源；4、改善水动力条件和泥沙冲淤环境,维持流沙湾口潮汐通道畅通,维护海上交通安全；5、加强港口、航道建设与运行期的管理,减少对流沙湾海草床的影响；6、优先保障军事用海需求。 | 1、加强港区环境治理及动态监测,生产废水、生活污水须达标排海,减少对覃斗、流沙港内珍珠养殖的影响；2、执行海水水质三类标准、海洋沉积物质量二类标准和海洋生物二类标准。 |
| A1-1 | 英罗港-海康港农渔业区 | 农渔业区 | 58018 170671 | 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。 |
| A1-3 | 流沙港农渔业区 | 农渔业区 | 5557 80400 | 1.相适宜的海域使用类型为渔业用海；2.保障流沙渔港及珍珠养殖用海需求；3.保护大兰-英良、北街-龙腋生物海岸；4.严格控制围填海,维护海湾防洪纳潮功能；5.合理控制养殖规模和密度；6.优先保障军事用海需求,严禁设置渔棚等。 | 1.保护大兰-英良、北街-龙腋沿岸红树林、海草床及其生态系统；2.严格控制养殖自身污染和水体富营养化,防止外来物种入侵；3.加强渔港环境污染治理,生产废水、生活污水须达标排海；4.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。 |

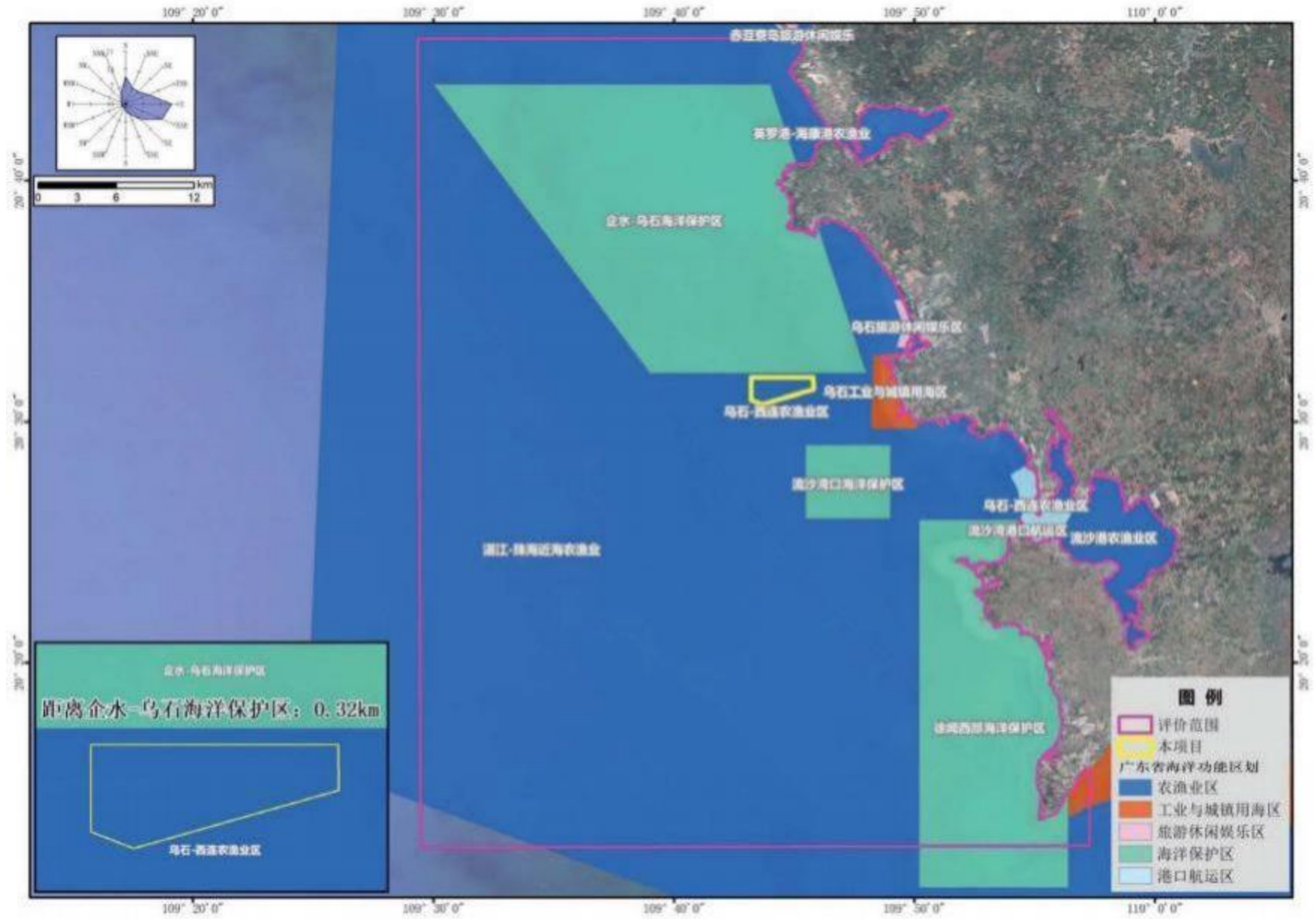


图 2.2-1 项目所在海域及周边海域海洋功能区示意图

2.2.1.2 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）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），项目所在近岸海域环境功能区划为“G99 湛江近岸海域环境保护留用区”（图 2.2-2），为一类功能区，主导功能为航道、增殖、度假旅游、海洋和海岸自然生态保护、预留、保留，海水水质执行第一类标准。

图 2.2-2 项目所在近岸海域环境功能区划示意图

2.2.1.3 环境质量标准

评价范围内的海域海水水质、海洋沉积物、海洋生物体质量评价采用同时满足近岸海域环境功能区划、海洋生态红线和海洋功能区划要求(即选用较严者), 各海洋环境质量执行标准详见表 2.2-3~表 2.2-5。

本项目所在的海洋功能区为乌石-西连农渔业区, 近岸海域环境功能区划为“G99 湛江近岸海域环境保护留用区”, 不涉及海洋生态红线, 其中乌石-西连农渔业区要求“除乌石渔港内的海域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”, G99 湛江近岸海域环境保护留用区执行海水水质第一类标准, 综合考虑海洋功能区及近岸海域环境功能区划要求, 本项目海域的海水水质执行《海水水质标准》(GB3097-1997) 第一类标准、海洋沉积物质量执行《海洋沉积物质量》(GB18668-2002) 第一类标准, 见表 2.2-3 ; 海洋生物体质量中贝类质量评价执行《海洋生物质量》(GB18421-2001) 中的标准第一类标准, 见表 2.2-4 ; 鱼类、甲壳类和软体类生物体内污染物质(石油烃除外) 含量评价采用《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的标准, 石油烃采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》(第二分册) 中的标准要求, 见表 2.2-5。

表 2.2-3 《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 |
|-----------------|---------------------------------------|--------|--|-------------|
| SS | 人为增加的量≤ 10 | | 人为增加的量≤ 100 | 人为增加的量≤ 150 |
| PH | 7. 8~ 8 .5 , 同时不超出该海域正常变动范围的 0.2PH 单位 | | 6. 8~ 8 . 8 , 同时不超出该海域正常变动范围的 0.5PH 单位 | |
| DO> | 6 | 5 | 4 | 3 |
| COD≤ | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 无机氮 (以 N 计) ≤ | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 |
| 活性磷酸盐 (以 P 计) ≤ | 0.015 | 0.03 | 0.03 | 0.045 |
| Hg≤ | 0.00005 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0005 |
| Cd≤ | 0.001 | 0.005 | 0.01 | 0.01 |
| Pb≤ | 0.001 | 0.005 | 0.01 | 0.05 |
| Cu≤ | 0.005 | 0.01 | 0.05 | 0.05 |
| zn≤ | 0.02 | 0.05 | 0. 1 | 0.5 |
| 石油类≤ | 0.05 | 0.05 | 0.3 | 0.5 |

表 2.2-4 《海洋沉积物质量》 (GB18668-2002) 单位 : mg/kg (×10⁻⁶, 有机碳为×10⁻²)

| 污染因子 | 石油类 | 铅 | 锌 | 铜 | 镉 | 汞 | 砷 | 铬 | 有机碳 | 硫化物 |
|-------|------|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|
| 一类标准≤ | 500 | 60 | 150 | 35 | 0.5 | 0.2 | 20 | 80 | 2 | 300 |
| 二类标准≤ | 1000 | 130 | 350 | 100 | 1.5 | 0.5 | 65 | 150 | 3 | 500 |
| 三类标准≤ | 1500 | 250 | 600 | 200 | 5 | 1 | 93 | 270 | 4 | 600 |

表 2.2-5 海洋生物质量标准 单位 : mg/kg

| 生物类别 | 总汞 | 镉 | 铅 | 铬 | 砷 | 铜 | 锌 | 石油烃 |
|------|-----|------|-----|-----|-----|-----|----------------|---------------------|
| 贝类 | 第一类 | 0.05 | 0.2 | 0.1 | 0.5 | 1.0 | 10 | 15 |
| | 第二类 | 0.1 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 5.0 | 25 | 50 |
| | 第三类 | 0.3 | 5.0 | 6.0 | 6.0 | 8.0 | 50 (牡蛎 100) | 100 (牡 蛎 500) |
| 甲壳类 | 0.2 | 2.0 | 2.0 | / | / | 100 | 150 | / |
| 鱼类 | 0.3 | 0.6 | 2.0 | / | / | 20 | 40 | 20 |
| 软体类 | 0.3 | 5.5 | 10 | / | / | 100 | 250 | 20 |

2.2.1.4 污染物排放标准

1、本项目产生的船舶舱底油污水、船舶垃圾排放执行《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018)中的标准及相关控制要求。

(1)船舶含油污水的排放控制要求

船舶含油污水的排放控制要求按表 2.2-6 规定执行。

表 2.2-6 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 | 内河 | 2021年1月1日之前建造的船舶 | 自2018年7月1日起,按GB3552-2018中4.2执行或收集并排入接收设施。 |
| | | 2021年1月1日及以后建造的船舶 | 收集并排入接收设施。 |
| | 沿海 | 400总吨及以上船舶 | 自2018年7月1日起,按GB3552-2018中4.2执行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GB3552-2018中执行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GB3552-2018中4.2执行;②自2021年1月1日起,按GB3552-2018中4.2执行或收集并排入接收设施。 |
| 含货油残余物 | 内河 | 全部油船 | 自2018年7月1日起,收集并排入接收设施。 |
| | 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 |

| 污水类别 | 水域类别 | 船舶类别 | 排放控制要求 |
|------|------|------------|---|
| 的油污水 | | | 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。 |

(2) 机器处所油污水污染物排放控制要求

机器处所油污水污染物排放控制按表 2.2-7 规定执行，排放应在船舶航行中进行。

表 2.2-7 船舶机器处所油污水污染物排放限值

| 污染物项目 | 限值 | 污染物排放监控位置 |
|------------|----|-------------|
| 石油类 (mg/L) | 15 | 油污水处理装置 出水口 |

(3) 船舶垃圾排放要求

①内河禁止倾倒船舶垃圾。在允许排放垃圾的海域，根据船舶垃圾类别和海域性质，分别执行相应的排放控制要求。

a. 在任何海域，应将塑料废弃物、废弃食用油、生活废弃物、焚烧炉灰渣、废弃渔具和电子垃圾收集并排入接收设施。

b 对于食品废弃物，在距最近陆地 3 海里以内(含) 的海域，应收集并排入接收设施；在距最近陆地 3 海里至 12 海里(含)的海域，粉碎或磨碎至直径不大于 25 毫米后方可排放；在距最近陆地 12 海里以外的海域可以排放。

c.对于货物残留物，在距最近陆地 12 海里以内(含) 的海域，应收集并排入接收设施；在距最近陆地 12 海里以外的海域，不含危害海洋环境物质的货物残留物方可排放。

d. 对于动物尸体，在距最近陆地 12 海里以内 (含)的海域，应收集并排入接收设施；在距最近陆地 12 海里以外的海域可以排放。

e. 在任何海域，对于货舱、甲板和外表面清洗水，其含有的清洁剂或添加剂不属于危害海洋环境物质的方可排放；其他操作废弃物应收集并排入接收设施。

②在任何海域，对于不同类别船舶垃圾的混合垃圾的排放控制，应同时满足所含每一类船舶垃圾的排放控制要求。

2、本项目产生的生活污水均统一收集后运输至雷州市乌石镇镇区生活污水处理厂处理，污水处理厂废水排放执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002) 及其修改单中一级标准的 A 类标准、广东省地方标准《水污染物排放限值》(DB44/26-2001) 第二时段一级标准的较严值，见表 2.2-8。

表 2.2-8 雷州市乌石镇镇区生活污水处理厂废水排放执行标准

| 项目 | COD _{Cr} | BOD ₅ | SS | NH ₃ -N | TN | TP |
|---|-------------------|------------------|----|--------------------|----|-----|
| 《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)及其修改单中一级标准的 A 类标准 | 50 | 10 | 10 | 5 (8) | 15 | 0.5 |
| 《水污染物排放限值》(DB44/26-2001)第二段一级标准 | 40 | 20 | 20 | 10 | —— | —— |
| 废水排放标准 | 40 | 10 | 10 | 5 (8) | 15 | 0.5 |

备注：括号外数值为水温>12℃时的控制指标，括号内数值为水温≤12℃时的控制指标。

2.2.2 环境空气

2.2.2.1 环境功能区划及执行标准

本项目不涉及陆域，所在海域未进行环境空气功能区划划分，距离本项目最近的陆地地点位于项目西北侧 5.2km，湛江市环境空气质量现状执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)及其 2018 年修改单相关标准，详见下表。

表 2.2-9 环境空气质量现状评价标准摘录 单位：μg/m³

| 项目 | 取值时间 | 一级浓度限值 | 二级浓度限值 | 选用标准 |
|-------------------|----------------|--------|--------|--|
| SO ₂ | 1 小时平均 | 150 | 500 | 《环境空气质量标准》 (GB3095-2012)及其 2018 年修改单 |
| | 24 小时平均 | 50 | 150 | |
| | 年平均 | 20 | 60 | |
| NO ₂ | 1 小时平均 | 200 | 200 | |
| | 24 小时平均 | 80 | 80 | |
| | 年平均 | 40 | 40 | |
| NO _x | 1 小时平均 | 250 | 250 | |
| | 24 小时平均 | 100 | 100 | |
| | 年平均 | 50 | 50 | |
| PM ₁₀ | 24 小时平均 | 50 | 150 | |
| | 年平均 | 40 | 70 | |
| PM _{2.5} | 24 小时平均 | 35 | 75 | |
| | 年平均 | 15 | 35 | |
| TSP | 24 小时平均 | 120 | 300 | |
| | 年平均 | 80 | 200 | |
| O ₃ | 1 小时平均 | 160 | 200 | |
| | 日最大 8 小时 平均 | 100 | 160 | |

2.2.2.2 污染物排放标准

本项目施工期施工船舶产生的尾气，营运期运输、工作船舶将产生少量船舶尾气，主要污染物为 SO₂、NO_x 和烟尘。

根据《船舶大气污染物排放控制区实施方案》(交海发〔2018〕168 号)，本项目位于沿

海控制区范围内,船舶尾气二氧化硫、颗粒物、氮氧化物应满足《船舶大气污染物排放控制区实施方案》中硫氧化物和颗粒物排放控制要求与氮氧化物排放控制要求。

(1) 硫氧化物和颗粒物排放控制要求

①2019年1月1日起,海船进入排放控制区,应使用硫含量不大于0.5% m/m 的船用燃油,大型内河船和江海直达船舶应使用符合新修订的船用燃料油国家标准要求的燃油;其他内河船应使用符合国家标准的柴油。2020年1月1日起,海船进入内河控制区,应使用硫含量不大于0.1% m/m 的船用燃油。

②2020年3月1日起,未使用硫氧化物和颗粒物污染控制装置等替代措施的船舶进入排放控制区只能装载和使用按照本方案规定应当使用的船用燃油。

③2022年1月1日起,海船进入沿海控制区海南水域,应使用硫含量不大于0.1% m/m 的船用燃油。

④适时评估船舶使用硫含量不大于0.1% m/m 的船用燃油的可行性,确定是否要求自2025年1月1日起,海船进入沿海控制区使用硫含量不大于0.1% m/m 的船用燃油。

(2) 氮氧化物排放控制要求。

①2000年1月1日及以后建造(以铺设龙骨日期为准,下同)或进行船用柴油发动机重大改装的国际航行船舶,所使用的单台船用柴油发动机输出功率超过130千瓦的,应满足《国际防止船舶造成污染公约》第一阶段氮氧化物排放限值要求。

②2011年1月1日及以后建造或进行船用柴油发动机重大改装的国际航行船舶,所使用的单台船用柴油发动机输出功率超过130千瓦的,应满足《国际防止船舶造成污染公约》第二阶段氮氧化物排放限值要求。

③2015年3月1日及以后建造或进行船用柴油发动机重大改装的中国籍国内航行船舶,所使用的单台船用柴油发动机输出功率超过130千瓦的,应满足《国际防止船舶造成污染公约》第二阶段氮氧化物排放限值要求。

④2022年1月1日及以后建造或进行船用柴油发动机重大改装的、进入沿海控制区海南水域和内河控制区的中国籍国内航行船舶,所使用的单缸排量大于或等于30升的船用柴油发动机应满足《国际防止船舶造成污染公约》第三阶段氮氧化物排放限值要求。

⑤适时评估船舶执行《国际防止船舶造成污染公约》第三阶段氮氧化物排放限值要求的可行性,确定是否要求2025年1月1日及以后建造或进行船用柴油发动机重大改装的中国籍国内航行船舶,所使用的单缸排量大于或等于30升的船用柴油发动机满足《国际防止船舶造成污染公约》第三阶段氮氧化物排放限值要求。

2.2.3 声环境

2.2.3.1 环境功能区划及执行标准

本项目不涉及陆域,所在海域未进行声环境功能区划划分,距离本项目最近的陆地点位于项目西北侧 5.2km。

2.2.3.2 污染物排放标准

本项目施工期场地噪声排放执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)中的环境噪声排放限值,见表 2.2-10。

表 2.2-10 建筑施工场界环境噪声排放限值单位 : dB (A)

| 昼间 | 夜间 |
|----|----|
| 70 | 55 |

2.2.4 固体废物排放标准

一般固体废物贮存、处理/处置执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020)、《一般固体废物分类与代码》(GB/T39198-2020);危险废物分类执行《国家危险废物名录》(2021年版)及其相关鉴别标准;危险废物贮存执行《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)相关要求。

2.3 评价工作等级

2.3.1 水文动力环境、水质环境、沉积物环境、生态和生物资源环境评价等级

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T19485-2014),海洋生态环境敏感区主要包括自然保护区,珍稀濒危海洋生物的天然集中分布区,海湾、河口海域等,本项目所在海域北侧约 320 m 为广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区,因此,本项目生态环境类型按照生态敏感区划分。根据《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T19485-2014),结合本项目的具体类型及其对海洋环境可能产生的影响,本海洋建设工程项目的环境评价内容主要包括水动力环境、水质环境、沉积物环境、生态和生物资源环境、地形地貌与冲淤环境及环境事故风险等。

本项目总用海面积 690.698 公顷(即 $690.698 \times 10^4 \text{m}^2$),其中开放式养殖用海面积 657.1138 公顷(即 $657.1138 \times 10^4 \text{m}^2$),根据《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T19485-2014)中表 2,确定项目的水文动力环境、水质环境、沉积物环境、生态和生物资源环境的评价等级分别为 1 级、1 级、1 级、1 级;人工鱼礁用海面积 37.6857 公顷($37.6857 \times 10^4 \text{m}^2$),预制运输投放人工鱼礁礁体形成固体物质投放量 $3.9 \times 10^4 \text{m}^3$ 。根据《海洋工程环境影响评

价技术导则》(GB/T19485-2014)中表 2, 确定项目的水文动力环境、水质环境、沉积物环境、生态和生物资源环境的评价等级分别为 1 级、1 级、1 级、1 级。因此, 项目的水文动力环境、水质环境、沉积物环境、生态和生物资源环境的评价等级分别为 1 级、1 级、1 级、1 级。等级判断依据见下表所示。

表 2.3-1 海洋水文动力、水质、沉积物和生态环境影响评价等级判据一览表

| 海洋工程分类 | 工程类型和工程内容 | 工程规模 | 工程所在海域特征和生态环境类型 | 单项海洋环境影响评价等级 | | | |
|-----------|---|---|-----------------|--------------|------|-------|-----------|
| | | | | 水文动力环境 | 水质环境 | 沉积物环境 | 生态和生物资源环境 |
| 大型海水养殖场 | 大型网箱、深水网箱养殖；大型海水养殖；高位池(提水)养殖；苔筏养殖等；围海养殖、底播养殖等 | 用海面积大于 $200 \times 10^4 \text{m}^2$ | 生态环境敏感区 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | | | 其他海域 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | | 用海面积大于 $200 \times 10^4 \text{m}^2 \sim 100 \times 10^4 \text{m}^2$ | 生态环境敏感区 | 1 | 1 | 2 | 1 |
| | | | 其他海域 | 2 | 2 | 3 | 2 |
| | | 用海面积大于 $100 \times 10^4 \text{m}^2 \sim 20 \times 10^4 \text{m}^2$ | 生态环境敏感区 | 2 | 1 | 2 | 2 |
| | | | 其他海域 | 3 | 3 | 3 | 2 |
| 人工鱼礁类工程 | 各类人工鱼礁工程 | 固体物质投放大于 3 万立方米及以上 | 生态环境敏感区 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | | | 其他海域 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | | 固体物质投放 $3 \times 10^4 \text{m}^3 \sim 1 \times 10^4 \text{m}^3$ | 生态环境敏感区 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| | | | 其他海域 | 3 | 3 | 3 | 2 |
| | | 固体物质投放 $1 \times 10^4 \text{m}^3 \sim 0.5 \times 10^4 \text{m}^3$ | 生态环境敏感区 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | | | 其他海域 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 确定的项目评级等级 | | | | 1 | 1 | 1 | 1 |

2.3.2 地形地貌和冲淤环境评价等级

本项目人工鱼礁被投放到海底后, 会改变海底地形地貌, 产生局部隆起, 属于其它类型海洋工程中较严重改变岸线、滩涂、海床自然性状和产生冲刷、淤积的工程项 目, 施工过程中会扰动局部水域, 局部改变海底地形地貌, 对海底泥沙淤积造成一定的影响, 但由于施工期短, 对地形地貌与冲淤环境影响程度有限。

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T19485-2014) 评价等级判定, 确定本工程海洋环评的地形地貌与冲淤环境的评价等级为 2 级。

表 2.3-2 海洋地形地貌与冲淤环境影响评价等级判据一览表

| 评价等级 | 工程类型和工程内容 |
|------|---|
| 1 | 面积 $50 \times 10^4 \text{m}^2$ 以上的围海、填海、海湾改造工程，围海筑坝、防波堤、导流堤（长度等于和大于 2 km）等工程；连片和单项海砂开采工程；其它类型海洋工程中不可逆改变或严重改变海岸线、滩涂、海床自然性状和产生较严重冲刷、淤积的工程项 目。 |
| 2 | 面积 $(50 \sim 30) \times 10^4 \text{m}^2$ 的围海、填海、海湾改造工程，围海筑坝、防波堤、导流堤（长度 $2 \text{km} \sim 1 \text{km}$ ）等工程；其它类型海洋工程中较严重改变岸线、滩涂、海床自然性状和产生冲刷、淤积的工程项 目。 |
| 3 | 面积 $(30 \sim 20) \times 10^4 \text{m}^2$ 的围海、填海、海湾改造工程，围海筑坝、防波堤、导流堤（长度 $1 \text{km} \sim 0.5 \text{km}$ ）等工程；其它类型海洋工程中改变海岸线、滩涂、海床自然性状和产生较轻微冲刷、淤积的工程项 目。 |
| 4 | 其它类型海洋工程的工程规模可按照表 2 中工程规模的分档确定。 |

2.3.3 环境风险评价等级

本项目为湛江市流沙湾 1 号海域现代化海洋牧场建设项目，不涉及危险化学品的储运，项目主要环境风险为船舶漏油、溢油对水体的影响，溢油量按照设计代表船型的船用燃料油全部泄露的数量确定。

2.3.3.1 P 值的确定

(1) 危险物质数量与临界量比值 (Q)

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 C，“计算所涉及的每种危险物质在厂界内的最大存在总量与其在附录 B 中对应临界量的比值 Q。在不同厂区的同一种物质，按其在厂界内的最大存在总量计算。”“当存在多种危险物质时”，物质总量与其临界量比值 (Q) 计算公式如下：

$$Q = q_1/Q_1 + q_2/Q_2 + \dots + q_n/Q_n$$

式中： q_1 、 q_2 、 \dots 、 q_n ——为每种危险物质的最大存在总量，t。

Q_1 、 Q_2 、 \dots 、 Q_n ——为每种危险物质的临界量，t。

当 $Q < 1$ 时，该项目环境风险潜势为 I；

当 $Q \geq 1$ 时，将 Q 值划分为：(1) $1 \leq Q < 10$ ；(2) $10 \leq Q < 100$ ；(3) $Q \geq 100$ 。

本项目风险物质来源于项目船舶燃料油，由前文项目施工、运营主要设备情况可得，项目施工期最大施工船舶为 5000t，运营期最多同时运行 5 艘 500t 养殖辅助船，即 2500t。根据《船舶污染海洋环境风险评价技术规范（试行）》，非油轮船舶燃油最大携带量可以用船舶总吨位推算，根据船型不同，一般取总吨位的 8~12%。考虑最不利影响状况，本报告按照船型总吨位的 12%，选取施工期最大施工船舶 5000t 进行计算，则 5000 吨级船舶满载油量约为 600t，且油类物质的临界量为 2500t，计算可得 $Q = 0.24$ 。

表 2.3-3 本项目危险物质数量与临界量比值识别情况一览表

| 危险物质名称 | CAS 号 | 最大存储量 q n/t | 临界量 Q n/t | q/Q |
|--------|-------|-------------|-----------|------|
| 燃料油 | / | 600 | 2500 | 0.24 |

(2) 行业及生产工艺 (M)

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018), 分析项目所属行业及生产工艺特点, 按照附录 C 表 C.1 (见表 2.3-4) 评估生产工艺情况。具有多套工艺单元的项目, 对每套生产工艺分别评分并求和。将 M 划分为① $M>20$; ② $10<M\leq 20$; ③ $5<M\leq 10$; ④ $M=5$, 分别以 M1、M2、M3 和 M4 表示。

表 2.3-4 行业及生产工艺 (M) (摘录)

| 行业 | 评估依据 | 分值 |
|----|----------------|----|
| 其他 | 涉及危险物质使用、贮存的项目 | 5 |

由上表可知, 本项目行业及生产工艺 (M) 分值为 5, 以 M4 表示。

(3) 危险物质及工艺系统危险性 (P) 分级

根据危险物质数量与临界量比值 (Q) 和行业及生产工艺 (M), 按照附录 C 表 C.2 确定危险物质及工艺系统危险性等级 (P), 分别以 P1、P2、P3、P4 表示。经与表 2.3-5 对照, 本项目危险物质及工艺系统危险性等级为 P4。

表 2.3-5 本项目危险物质及工艺系统危险性等级判断一览表

| 危险物质数量与临界量 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 |

2.3.3.2 E 值的确定

环境敏感程度分为大气环境、地表水环境、地下水环境的敏感程度。

(1) 大气环境

本项目建设不涉及陆域, 仅在流沙湾海域开展现代化海洋牧场建设, 项目周边 5km 范围内无人口居住, 因此不开展大气环境敏感程度的判定。

(2) 地表水环境

依据事故情况下危险物质泄漏到水体的排放点接纳地表水体功能敏感性 (F), 与下游环境敏感目标 (S) 情况, 共分为三种类型, E1 为环境高度敏感区, E2 为环境中度敏感区, E3 为环境低度敏感区, 分级原则见表 2.3-6。

本项目评价范围内海水水质类别为第一类, 且发生事故时, 燃料油在一个潮周期水质

点可能达到的最大水平距离的两倍范围内有广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区,根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)附录 D 表 D.3~表 D.4 的规定,判别出本项目地表水功能敏感性为 F1,环境敏感目标分级为 S1。经对照表 2.3-6,本项目地表水环境敏感程度判定为 E1。

表 2.3-6 地表水环境敏感程度分级

| 环境敏感目标 | 地表水功能敏感性 | | |
|--------|----------|----|----|
| | F1 | F2 | F3 |
| S1 | E1 | E1 | E2 |
| S2 | E1 | E2 | E3 |
| S3 | E1 | E2 | E3 |

表 2.3-7 地表水功能敏感性分区

| 敏感性 | 地表水环境敏感特征 |
|--------|--|
| 敏感 F1 | 排放点进入地表水水域环境功能为Ⅱ类及以上,或海水水质分类第一类; 或以发生事故时,危险物质泄漏到水体的排放点算起,排放进入受纳河流最大流速时,24h 流经范围内涉跨国界的 |
| 较敏感 F2 | 排放点进入地表水水域环境功能为Ⅲ类,或海水水质分类第二类; 或以发生事故时,危险物质泄漏到水体的排放点算起,排放进入受纳河流最大流速时,24h 流经范围内涉跨省界的 |
| 低敏感 F3 | 上述地区之外的其他地区 |

表 2.3-8 环境敏感目标分级

| 分级 | 环境敏感目标 |
|----|---|
| S1 | 发生事故时,危险物质泄漏到内陆水体的排放点下游(顺水流向)10 km 范围内、近岸海域一个潮周期水质点可能达到的最大水平距离的两倍范围内,有如下一类或多类环境风险受体:集中式地表水饮用水水源保护区(包括一级保护区、二级保护区及准保护区);农村及分散式饮用水水源保护区;自然保护区;重要湿地;珍稀濒危野生动植物天然集中分布区;重要水生生物的自然产卵场及索饵场、越冬场和洄游通道;世界文化和自然遗产地;红树林、珊瑚礁等滨海湿地生态系统;珍稀、濒危海洋生物的天然集中分布区;海洋特别保护区;海上自然保护区;盐场保护区;海水浴场;海洋自然历史遗迹;风景名胜区;或其他特殊重要保护区域 |
| S2 | 发生事故时,危险物质泄漏到内陆水体的排放点下游(顺水流向)10 km 范围内、近岸海域一个潮周期水质点可能达到的最大水平距离的两倍范围内,有如下一类或多类环境风险受体的:水产养殖区;天然渔场;森林公园;地质公园;海滨风景游览区;具有重要经济价值的海洋生物生存区域 |
| S3 | 排放点下游(顺水流向)10 km 范围、近岸海域一个潮周期水质点可能达到的最大水平距离的两倍范围内无上述类型1和类型2包括的敏感保护目标 |

(3) 地下水环境

本项目建设不涉及陆域,仅在流沙湾海域开展现代化海洋牧场建设,项目建设不涉及

地下水环境，因此不开展地下水环境敏感程度的判定。

2.3.3.3 环境风险潜势

建设项目环境风险潜势划分为I、II、III、IV、V、V+级。根据建设项目涉及的物质和工艺系统的危险性及其所在地的环境敏感程度，结合事故情形下环境影响途径，对建设项目潜在环境危害程度进行概化分析确定环境风险潜势。

根据上述分析，本项目危险物质及工艺系统危险性为P4，地表水环境敏感程度为E1，经对照表2.3-9判断本项目环境风险潜势，得出本项目的环境风险潜势综合等级为III级。

表 2.3-9 建设项目环境风险潜势划分

| 环境敏感程度 (E) | 危险物质及工艺系统危险性 (P) | | | |
|--------------|------------------|-----------|-----------|-----------|
| | 极高危害 (P1) | 高度危害 (P2) | 中度危害 (P3) | 轻度危害 (P4) |
| 环境高度敏感区 (E1) | 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。

2.3.3.4 环境风险等级判断

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，再根据表2.3-10确定环境风险评价等级。风险潜势为IV级以上，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、II，可开展简单分析（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定性的说明，见附录A）。

表 2.3-10 环境风险评价工作等级划分

| | | | | |
|--------|---------|-----|----|--------|
| 环境风险潜势 | IV、V、V+ | III | II | I |
| 评价工作等级 | 一 | 二 | 三 | 简单分析 a |

a 简单分析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定性的说明

按照《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)，本项目的环境风险潜势综合等级为III级，经对照表2.3-10可确定本次环境风险评价工作级别为二级。

2.3.4 地表水评价等级

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018)的规定，本项目营运期不涉及排放废水，本项目涉及的地表水为海水，水文要素影响评价等级依据海洋水文动力环境影响评价等级。因此，本项目不进行地表水环境评价等级判定。

2.3.5 噪声评价等级

依据《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敏感目标噪声级增高量在 3dB（A）以下[不含 3dB（A）]，且受影响人口数量变化不大时，按三级评价。并按《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，按照导则，声环境影响评价工作等级为三级。

2.3.6 大气评价等级

依据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018），本项目大气环境影响因素主要来自施工船燃料燃烧废气，排放量较小，大气环境评价等级确定为三级。

2.3.7 地下水评价等级

依据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016），海洋牧场项目属于IV类建设项目，可不开展地下水环境影响评价。

2.3.8 土壤评价等级

依据《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》（HJ964-2018），海洋牧场建设项目属于附录 A 中行业类别中渔业的IV类项目类别，可不开展土壤环境影响评价。

2.3.9 评价工作等级汇总

根据本项目工程的特点，《环境影响评价技术导则》以及工程环境影响识别，本项目各单项的环境影响评价等级确定见表 2.3-11。

表 2.3-11 评价等级划分依据

| 环境因素 | | 依据 | 等级 |
|------|---------------|----------------------------------|-----|
| 海洋环境 | 水文动力 | 《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014） | 1 级 |
| | 水质环境 | | 1 级 |
| | 沉积物环境 | | 1 级 |
| | 生态和生物资源环境 | | 1 级 |
| | 地形地貌和冲淤环境评价等级 | 《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014） | 2 级 |
| 地表水 | | 《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018） | 不开展 |
| 声环境 | | 《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021） | 三级 |
| 环境空气 | | 《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018） | 三级 |
| 环境风险 | | 《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018） | 二级 |
| 地下水 | | 《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016） | 不开展 |

| | | |
|------|-------------------------------------|-----|
| 环境因素 | 依据 | 等级 |
| 土壤环境 | 《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964 - 2018） | 不开展 |

2.4 评价因子

本项目主要评价因子及预测因子见下表 2.4-1 所示。

表 2.4-1 环境评价因子

| 类别 | 现状评价（调查）因子 | 影响预测（分析）因子 |
|---------|--|-----------------|
| 环境空气 | SO ₂ 、NO ₂ 、PM ₁₀ 、PM _{2.5} 、CO、O ₃ | 定性分析 |
| 声环境 | LAeq | LAeq |
| 水文动力 | 潮流、悬砂、盐度、风 | 流速、流向 |
| 地形地貌与冲淤 | 地形地貌现状与变化、泥沙观测 | 定性分析 |
| 海水水质 | PH、水温、盐度、溶解氧、悬浮物、化学需氧量、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、氨氮、活性磷酸盐、油类、总铬、铅、镉、锌、铜、汞、砷，共 18 项 | SS、COD、氨氮、总氮、总磷 |
| 海洋沉积物 | 含水率、有机碳、硫化物、石油类、铜、铅、镉、锌、铬、总汞、砷 11 项 | 定性分析 |
| 海洋生物体环境 | 铜、铅、锌、镉、铬、总汞、砷、石油烃共 8 项 | 定性分析 |
| 海洋生态环境 | 叶绿素 a 与初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物、渔业资源 | 生物量损失 |
| 固体废物 | / | 定性分析 |
| 环境风险 | / | 油膜 |
| 地表水 | / | 不开展评价 |
| 地下水 | / | 不开展评价 |
| 土壤 | / | 不开展评价 |

2.5 评价范围与主要环境保护目标

2.5.1 评价范围

2.5.1.1 水文动力环境、水质环境、沉积物环境、生态和生物资源、地形地貌和冲淤环境影响评价范围

根据前述评价等级划分结果，本项目水文动力环境、水质环境、生态和生物资源环境影响评价等级为 1 级，地形地貌和冲淤环境影响评价等级为 2 级。根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485 2014）的规定，1 级评价等级建设项目的水文动力环境影响评价范围应垂向（垂直于工程所在海域中心的潮流主流向）距离一般不小于 5 km，纵向（潮流主流向）距离不小于一个潮周期内水质点可能达到的最大水平距离的两倍；海洋地形地貌与冲淤环境影响评价范围一般应不小于水文动力环境影响评价范围，同时应满足建设项目地貌与冲

淤环境特征的要求；海洋水质环境评价范围应能覆盖建设项目的环境影响所及区域，并能充分满足水质环境影响评价与预测的要求；海洋沉积物环境影响评价范围一般情况下应与海洋水质、海洋生态和生物资源的评价范围保持一致；海洋生态环境 1 级评价项目以主要评价因子受影响方向的扩展距离确定评价范围，扩展距离一般不能小于 8km~ 30 km。

考虑本项目所在海域北侧约 320m 为广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区，并根据项目用海情况、所在海域特征及周边海域开发利用现状，经实地调查，结合各项评价因子评价范围的要求，本项目的论证范围为建设地及可能受其建设影响的周边区域，确定本项目评价范围为以项目工程边缘线为起点整体向外扩展 34km 的海域范围，其中，向北扩展 26km，向西扩展 24km（包含整个广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区），向南扩展 34km（满足水质环境影响评价与预测的要求），评价海域面积约 2447.52km²，评价范围控制点坐标详见表 2.5-1，评价范围详见图 2.5-1。

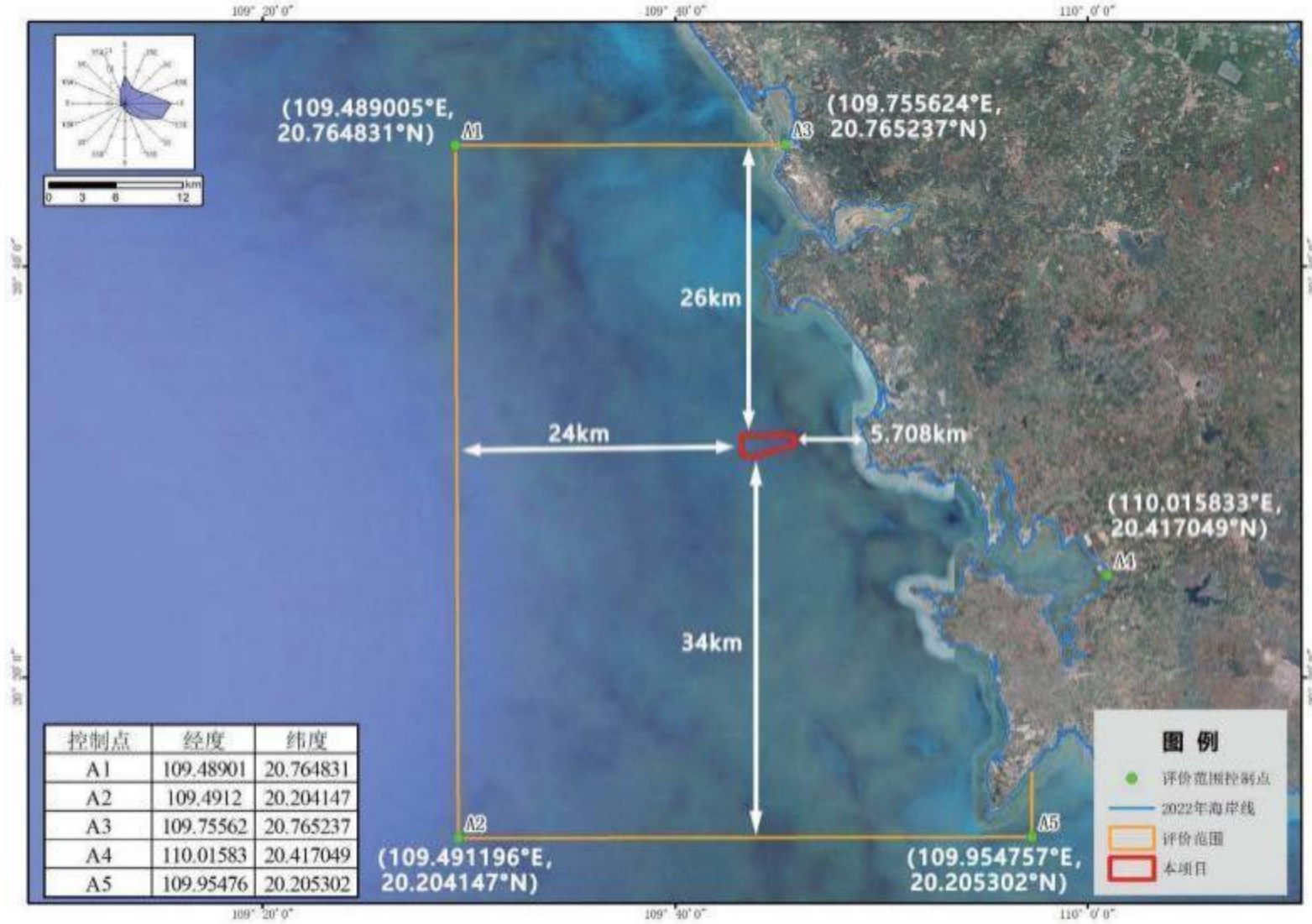


图 2.5-1 项目评价范围图

表 2.5-1 项目评价范围控制点坐标

| 序号 | 折点 | 经度 | 纬度 |
|----|----|------------|-----------|
| 1 | A1 | 109.489005 | 20.764831 |
| 2 | A2 | 109.491196 | 20.204147 |
| 3 | A3 | 109.755624 | 20.765237 |
| 4 | A4 | 110.015833 | 20.417049 |
| 5 | A5 | 109.954757 | 20.205302 |

2.5.1.2 声环境影响评价范围

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021），本项目的声环境影响评价工作等级确定为三级，声环境影响评价范围为工程边界外扩 200m 包络线范围。

2.5.1.3 大气环境影响评价范围

本项目大气环境评价等级为三级，根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）关于评价范围的规定，三级评价项目不需设置大气环境影响评价范围，见图 2.5-2。



图 2.5-2 项目声环境影响评价范围图

2.5.1.4 地表水环境影响评价范围

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018），本项目不开展地表水环境影响评价，不设置地表水环境影响评价范围。

2.5.1.5 地下水环境评价范围

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016），本项目不开展地下水环境影响评价，不设置地下水环境评价范围。

2.5.1.6 土壤环境评价范围

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境》（HJ964-2018），本项目不开展土壤环境影响评价，不设置土壤环境评价范围。

2.5.1.7 环境风险评价范围

由于本项目涉及的环境风险物质仅包括燃料油，其发生泄漏事故时，仅对海洋环境产生影响，不会对大气环境和地下水环境产生影响，因此，本项目环境风险影响评价范围为溢油 72h 影响的海域范围。

2.5.1.8 生态环境评价范围

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19 2022）生态影响评价范围的确定原则，本项目属于涉海工程，其评价范围参照《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485 2014）确定。本项目海洋生态环境影响评价等级为一级，评价范围与海洋环境影响评价范围一致。

2.5.1.9 评价范围小结

本项目各要素评价等级和评价范围见下表 2.5-2。

表 2.5-2 项目评价等级和评价范围一览表

| 序号 | 环境要素 | 评价等级 | 评价范围 |
|----|-------------|--------------|---|
| 1 | 水文动力环境 | 1 级 | 以项目工程边缘线为起点整体向外扩展 34 km 的海域范围,其中,向北扩展 2.6 km,向西扩展 24 km (包含整个广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区),向南扩展 34 km (满足水质环境影响评价与预测的要求),评价海域面积约 2447.52km ² 。 |
| 2 | 海洋水质环境 | 1 级 | |
| 3 | 海洋沉积物环境 | 1 级 | |
| 4 | 海洋生态和生物资源环境 | 1 级 | |
| 5 | 地形地貌与冲淤环境 | 2 级 | |
| 6 | 地表水环境 | / | / |
| 7 | 环境空气 | 三级 | 不需设置环境空气影响评价范围 |
| 8 | 声环境 | 三级 | 项目海域工边界外 200m 范围以内的区域 |
| 9 | 地下水环境 | 不开展地下水环境影响评价 | 不设置地下水环境评价范围 |
| 10 | 土壤环境 | 不开展土壤环境影响评价 | 不设置土壤环境评价范围 |
| 11 | 环境风险 | 二级 | 溢油 72h 影响的海域范围 |
| 12 | 生态环境 | 一级 | 与海洋环境影响评价范围一致 |

2.5.2 主要保护目标

通过对项目附近海域进行现场勘查和分析,根据本项目用海所在海域的环境特征、布

局特点, 以及《广东省海洋功能区划 (2011-2020 年)》和“三区三线”、“三场一通道”、周边养殖区和航道等, 项目环境影响评价范围内具体敏感保护目标见表 2.5-3 和图 2.5-3~ 图 2.5-7。

表 2.5-3 本项目主要环境保护目标

| 保护类型 | 序号 | 名称 | 方位/距离 | 保护目标 | 依据 | 管控要求 |
|------------|----|--------------------|---------------------------------------|---|---|---|
| 自然保护区 | 1 | 广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区 | 北侧 实验区：0.32km 核心区、缓冲区：2.17km | 海水水质、生态环境、珍稀海洋生物（主要保护对象：中华白海豚、绿海龟、白蝶贝、布氏鲸等国家I、II级重点保护动物，以及珊瑚礁、海藻场与红树林等典型海洋生态系统） | 《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》 | 根据《自然资源部生态环境部国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142号），生态保护红线内自然保护区核心区保护区外，禁止开发性、生产性建设活动，在符合法律法规的前提下，仅允许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。 |
| | 2 | 湛江雷州海草地方级自然保护区 | 东南侧 实验区：3.91km 核心区、缓冲区：2.85km | 海水水质、生态环境、海洋生物（海草床） | | |
| | 3 | 徐闻珊瑚礁国家级自然保护区 | 东南侧 实验区：13.65km 核心区、缓冲区：18.72km | 海水水质、生态环境、海洋生物（珊瑚礁） | | |
| | 4 | 湛江红树林国家级自然保护区 | 东侧 实验区：18.58km 核心区、缓冲区：21.68km | 海水水质、生态环境、红树林等海洋生物 | | |
| 海洋生态环境保护红线 | 1 | 乌石人工鱼礁重要渔业资源产卵场 | 东侧 2.10km | 海水水质、生态环境、渔业产卵场（3-5月） | | |
| | 2 | 流沙湾海草床 | 东南侧 17.9km | 海水水质、生态环境、海草床 | | |
| | 3 | 赤豆寮重要滩涂及浅海水域 | 北侧 16.3km | 重要滩涂及浅海水域 | | |
| | 4 | 徐闻南部重要渔业资源产卵场 | 南侧 13.3km | 海水水质、生态环境、渔业产卵场（3-5月） | | |
| “三场一通道” | 1 | 南海北部幼鱼繁育场保护区 | 占用 | 海水水质、生态环境、海洋生物（幼鱼保护时期：1-12月） | 农业部公告第189号《中国海洋渔业水域图》（第一批）南海 | 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 |

湛江市流沙湾 1 号海域现代化海洋牧场建设项目环境影响报告书

| 保护类型 | 序号 | 名称 | 方位/距离 | 保护目标 | 依据 | 管控要求 |
|--------------|----|----------------------------------|-------------|---|---|---|
| | 2 | 二长棘鲷幼鱼保护区 | 占用 | 海水水质、生态环境、海洋生物 (幼鱼保护时期: 1月15日-6月30日) | 区渔业水域图 (第一批) | 二长棘鲷幼鱼保护区内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 |
| 人工鱼礁 | 1 | 雷州乌石人工鱼礁区 | 占用 | (幼鱼保护时期: 1月15日-6月30日) | / | / |
| 大陆自然岸线 | 1 | 汕尾市海丰县岸线 (岸线序 44088200635) | 东北侧 6.92km | 大陆自然岸线 | 广东省政府2022年批复岸线 | / |
| 近岸海域国控 站位 | 1 | GDN07009 | 北侧 17.0km | 水质 | | |
| | 2 | GDN07011 | 西南侧 26.13km | | / | / |
| | 3 | GDN07014 | 东南侧 15.66km | | / | / |
| | 4 | GDN07024 | 南侧 30.17km | | / | / |
| | 5 | GDN07025 | 南侧 12.76km | | / | / |
| 近岸海域环境功能区 | 1 | 流沙二类区 (标识码 : 1440) | 东南侧 3.92km | 养殖 ; 航道 ; 海洋和海岸自然生态保护 | 《关于对湛江市近岸海域环境功能区划意见的函》 (粤环函 (2007) 551 号) | 功能区划为二类,水质目标为II类,主导功能为 : 养殖 ; 航道 ; 海洋和海岸自然生态保护 |
| | 2 | 雷州 (西) (标识码 : 1442) | 东南侧 2.03 km | 增殖 | | 功能区划为二类,水质目标为II类,主导功能为 : 增殖 |

湛江市流沙湾 1 号海域现代化海洋牧场建设项目环境影响报告书

| 保护类型 | 序号 | 名称 | 方位/距离 | 保护目标 | 依据 | 管控要求 |
|--------|----|---------------------|-------------|-------------------------------|---|--|
| | 3 | 雷州 (西) (标识码 : 1443) | 东侧 1.67km | 人工鱼礁; 渔港和渔业设施基地建设; 风景旅游; 度假旅游 | | 功能区划为二类, 水质 目标为 II 类, 主导功能为 : 人工鱼礁; 渔港和渔业设施基地建设; 风景旅游; 度假旅游 |
| | 4 | 雷州 (西) (标识码 : 1444) | 北侧 0.32km | 生物物种 自然保护; 保留 | | 功能区划为一类, 水质 目标为 I 类, 主导功能为 : 生物物种自然保护; 保留 |
| 海洋功能区划 | 1 | 乌石-西连农渔业区 | 占用 | 珍珠贝等重要渔业品种, 海湾生态环境 ; | 《广东省海洋功能区划 (2011—2020 年)》 (粤府 (2013) 9 号) | 1. 加强渔港环境污染治理, 生产废水、生活污水须达标排海 ; 2. 乌石渔港内执行海水水质三类标准、海洋沉积物质量二类标准和海洋生物质量二类标准, 其它海域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。 |
| | 2 | 湛江-珠海近海农渔业区 | 西侧 5.0km | 保护重要渔业品种的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道 | | 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 ; |
| | 3 | 流沙湾农渔业区 | 东南侧 17.11km | 大兰-英良、北街-龙液沿岸红树林、海草床及其生态系统 ; | | 1. 严格控制养殖自身污染和水体富营养化, 防止外来物种入侵 ; 2. 加强渔港环境污染治理, 生产废水、生活污水须达标排海 ; 3. 执行海水水质二类标准、海 |

湛江市流沙湾 1 号海域现代化海洋牧场建设项目环境影响报告书

| 保护类型 | 序号 | 名称 | 方位/距离 | 保护目标 | 依据 | 管控要求 |
|------|----|-------------|-------------|--|----|---|
| | | | | | | 洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。 |
| | 4 | 企水-乌石海洋保护区 | 北侧 0.32km | 海水水质、生态环境、珍稀海洋生物（主要保护对象：中华白海豚、绿海龟、白蝶贝、布氏鲸等国家I、II级重点保护动物，以及珊瑚礁、海藻场与红树林等典型海洋生态系统） | | <ol style="list-style-type: none"> 1. 加强保护区海洋生态环境监测； 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。 |
| | 5 | 英罗港-海康港农渔业区 | 北侧 16.43 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 保护企水湾、海康港沿岸红树林，保护交铺港口海域生态环境； 2. 保护沙虫、巴菲蛤、珍珠贝等重要渔业品种； | | <ol style="list-style-type: none"> 1. 严格控制沿岸滩涂养殖自身污染和水体高营养化，防止外来物种 2. 加强渔港环境污染治理，生产废水、生活污水须达标排海； 3. 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。 |
| | 6 | 流沙湾口海洋保护区 | 东南侧 3.91km | 海水水质、生态环境、海洋生物（海草床） | | <ol style="list-style-type: none"> 1. 加强保护区海洋生态环境监测； 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。 |
| | 7 | 徐闻西部海洋保护区 | 东南侧 12.53km | 海水水质、生态环境、海洋生物（珊瑚礁） | | <ol style="list-style-type: none"> 1. 加强珊瑚礁生态环境监测 2. 控制污染物入海总量； 4. 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。 |
| 养殖区 | 1 | 莫展个人养殖用海 | 东南侧 6.28km | 养殖水产品 | / | / |

湛江市流沙湾 1 号海域现代化海洋牧场建设项目环境影响报告书

| 保护类型 | 序号 | 名称 | 方位/距离 | 保护目标 | 依据 | 管控要求 |
|------|----|--------------|------------|------|----|------|
| | 2 | 莫林智个人养殖用海 | 东南侧 6.21km | | / | / |
| | 3 | 莫光、邓康进个人养殖用海 | 东南侧 6.11km | | / | / |
| | 4 | 潭朗村委会养殖用海项目 | 东北侧 5.23km | | / | / |
| | 5 | 陈福、陈众个人养殖用海 | 东南侧 8.28km | | / | / |
| | 6 | 潭朗村委会养殖用海项目 | 东北侧 5.39km | | / | / |
| | 7 | 潭朗村委会养殖用海项目 | 东北侧 5.31km | | / | / |
| | 8 | 潭朗村委会养殖用海项目 | 东北侧 5.31km | | / | / |
| | 9 | 陈慧个人养殖用海 | 东北侧 5.59km | | / | / |
| | 10 | 何降个人养殖用海 | 东北侧 5.63km | | / | / |
| | 11 | 莫玲个人养殖用海 | 东北侧 5.56km | | / | / |
| | 12 | 潭朗村委会养殖用海项目 | 东北侧 5.42km | | / | / |
| | 13 | 潭朗村委会养殖用海项目 | 东北侧 5.26km | | / | / |
| | 14 | 潭朗村委会养殖用海项目 | 东北侧 5.22km | | / | / |
| | 15 | 潭朗村委会养殖用海项目 | 东北侧 5.32km | | / | / |
| | 16 | 莫展个人养殖用海 | 东南侧 6.20km | | / | / |

湛江市流沙湾 1 号海域现代化海洋牧场建设项目环境影响报告书

| 保护类型 | 序号 | 名称 | 方位/距离 | 保护目标 | 依据 | 管控要求 |
|------|----|-----------------------------|------------|------|----|------|
| | 17 | 李成柏个人养殖用海 | 东南侧 6.10km | | / | / |
| | 18 | 那毛村养殖用海项目 | 东南侧 6.46km | | / | / |
| | 19 | 湛江市靖海养殖有限公司养殖用海 | 东南侧 10.8km | | / | / |
| | 20 | 流沙村委会养殖用海项目养殖用海 | 东南侧 6.18km | | / | / |
| | 21 | 湛江市互信水产有限公司养殖用海 | 东南侧 7.92km | | / | / |
| | 22 | 广东海威水产养殖有限公司养殖用海 | 东南侧 8.49km | | / | / |
| | 23 | 广东画景食品有限公司养殖用海 | 东南侧 8.98km | | / | / |
| | 24 | 雷州市新峻诚水产养殖有限公司养殖用海 | 东南侧 6.48km | | / | / |
| | 25 | 雷州市和美水产养殖有限公司养殖用海 | 东南侧 6.76km | | / | / |
| | 26 | 广东威希德科技有限公司、广东威希德科技有限公司养殖用海 | 东南侧 7.21km | | / | / |
| | 27 | 湛江千护宝生物有限公司养殖用海 | 东南侧 7.62km | | / | / |
| | 28 | 广东海威食品有限公司养殖用海 | 东南侧 8.50km | | / | / |

湛江市流沙湾 1 号海域现代化海洋牧场建设项目环境影响报告书

| 保护类型 | 序号 | 名称 | 方位/距离 | 保护目标 | 依据 | 管控要求 |
|------|----|---------------------|------------|------|----|------|
| | 29 | 湛江市毅特水产养殖有限公司养殖用海 | 东南侧 7.80km | | / | / |
| | 30 | 湛江市毅特水产养殖有限公司养殖用海 | 东南侧 7.40km | | / | / |
| | 31 | 湛江市濡然水产养殖有限公司养殖用海 | 东南侧 6.96km | | / | / |
| | 32 | 雷州市中锦水产养殖有限公司养殖用海 | 东南侧 6.46km | | / | / |
| | 33 | 流沙村委会养殖用海项目 | 东南侧 7.41km | | / | / |
| | 34 | 广东尊鼎珍珠有限公司养殖用海 | 东南侧 7.04km | | / | / |
| | 35 | 广东三合绿源水产养殖有限公司养殖用海 | 东南侧 6.15km | | / | / |
| | 36 | 雷州市源博源深海养殖专业合作社养殖用海 | 东南侧 6.47km | | / | / |
| | 37 | 雷州市美瑞水产养殖有限公司养殖用海 | 东南侧 6.65km | | / | / |
| | 38 | 广东潭泓渔业科技有限公司养殖用海 | 东侧 2.58km | | / | / |

湛江市流沙湾 1 号海域现代化海洋牧场建设项目环境影响报告书

| 保护类型 | 序号 | 名称 | 方位/距离 | 保护目标 | 依据 | 管控要求 |
|------|----|-----------------------------|-------------|------|----|------|
| | 39 | 广东海威农业集团有限公司养殖用海 | 东南侧 5.15km | | / | / |
| | 40 | 镇海社区养殖用海项目 | 东北侧 7.43km | | / | / |
| | 41 | 镇海社区、镇江社区养殖用海项目 | 东北侧 7.78km | | / | / |
| | 42 | 广东宏悦水产有限公司养殖用海 | 东南侧 8.04km | | / | / |
| | 43 | 流沙村委会养殖用海项目 | 东侧 0.98km | | / | / |
| | 44 | 潭朗村委会养殖用海项目 | 东北侧 4.78 km | | / | / |
| | 45 | 英楠村委会、伴侣村委会、那灵村委会 | 东北侧 5.67km | | / | / |
| | 46 | 镇海社区、镇江社区 | 东北侧 7.08km | | / | / |
| | 47 | 镇西渔业村、镇海社区、镇江社区 | 东北侧 7.51km | | / | / |
| | 48 | 镇南渔业村、镇西渔业村、镇海社区、镇江社区养殖用海项目 | 东北侧 7.72km | | / | / |
| | 49 | 镇南渔业村、镇西渔业村、镇海社区、镇江社区养殖用海项目 | 东北侧 7.88km | | / | / |

湛江市流沙湾 1 号海域现代化海洋牧场建设项目环境影响报告书

| 保护类型 | 序号 | 名称 | 方位/距离 | 保护目标 | 依据 | 管控要求 |
|--------|----|--------------------------------|-----------------|----------|----|------|
| | 50 | 流沙村委会养殖用海项目 | 东南侧 9.43km | | / | / |
| | 51 | 雷州市源博源深海养殖专业合作社养殖用海 | 东南侧 9.80km | | / | / |
| | 52 | 流沙村委会养殖用海项目 | 东南侧 10.7km | | / | / |
| | 53 | 徐闻县广泰海洋渔业有限公司养殖用海 | 东南侧 11.9km | | / | / |
| 海域开发现状 | 1 | 广西北部湾沿海船舶航路 | 西侧 12km (安全距离) | 航道安全 | / | / |
| | 2 | 湛江湾乌石港区进出港航道和海上锚地 | 南侧 2.5km (安全距离) | 航道安全 | / | / |
| | 3 | 广东大唐国际雷州电厂 2 × 1000MW “上大压小”工程 | 东南侧 2.51km | 航道安全 | / | / |
| | 4 | 海底电缆 | 南侧 12km (安全距离) | 海底电缆 | / | / |
| | 5 | 海上油气开采平台 | 东南侧 5km (安全距离) | 海上油气开采平台 | / | / |

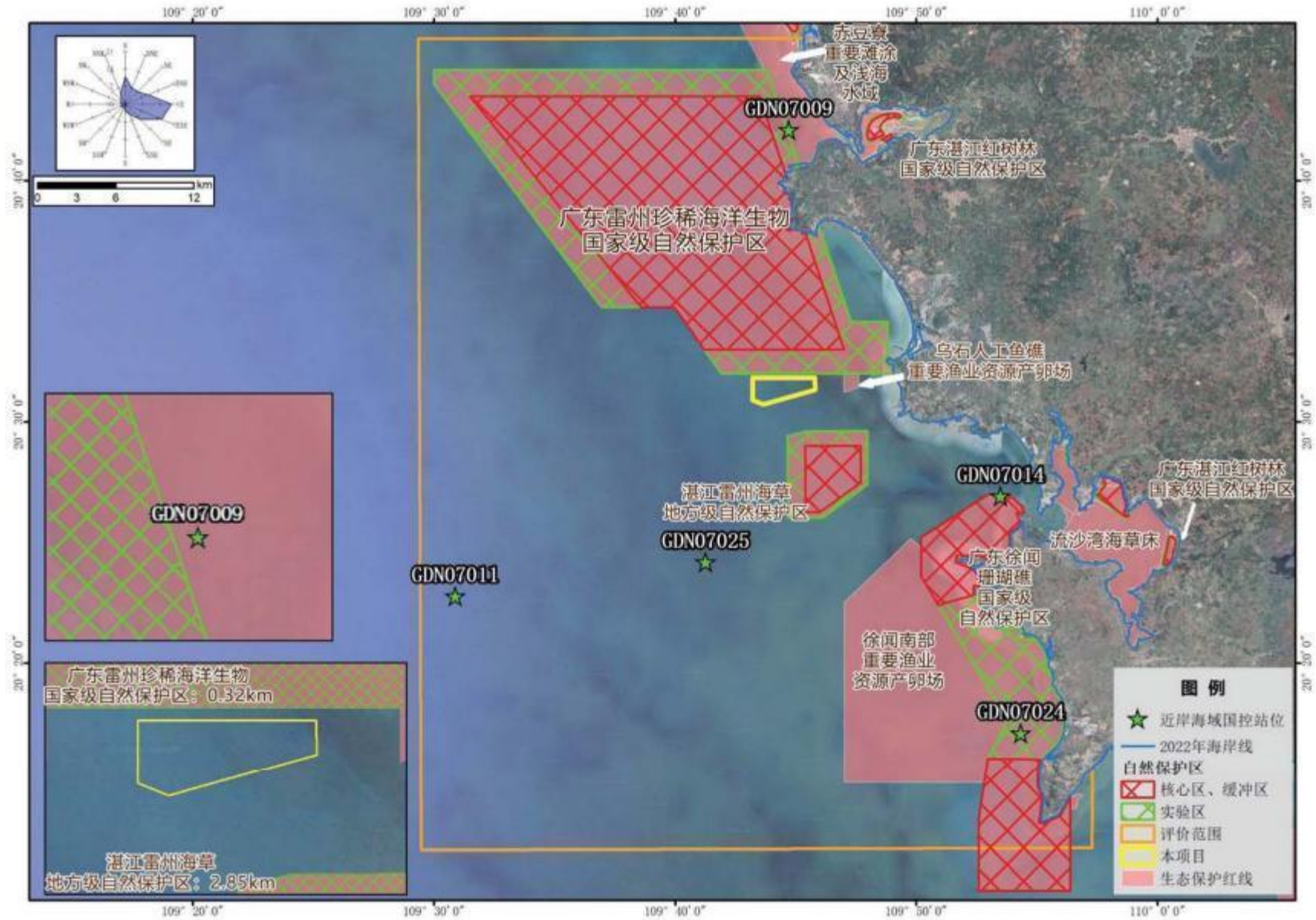


图 2.5-3 项目周边自然保护区、生态保护红线、海岸线以及国控站位分布示意图

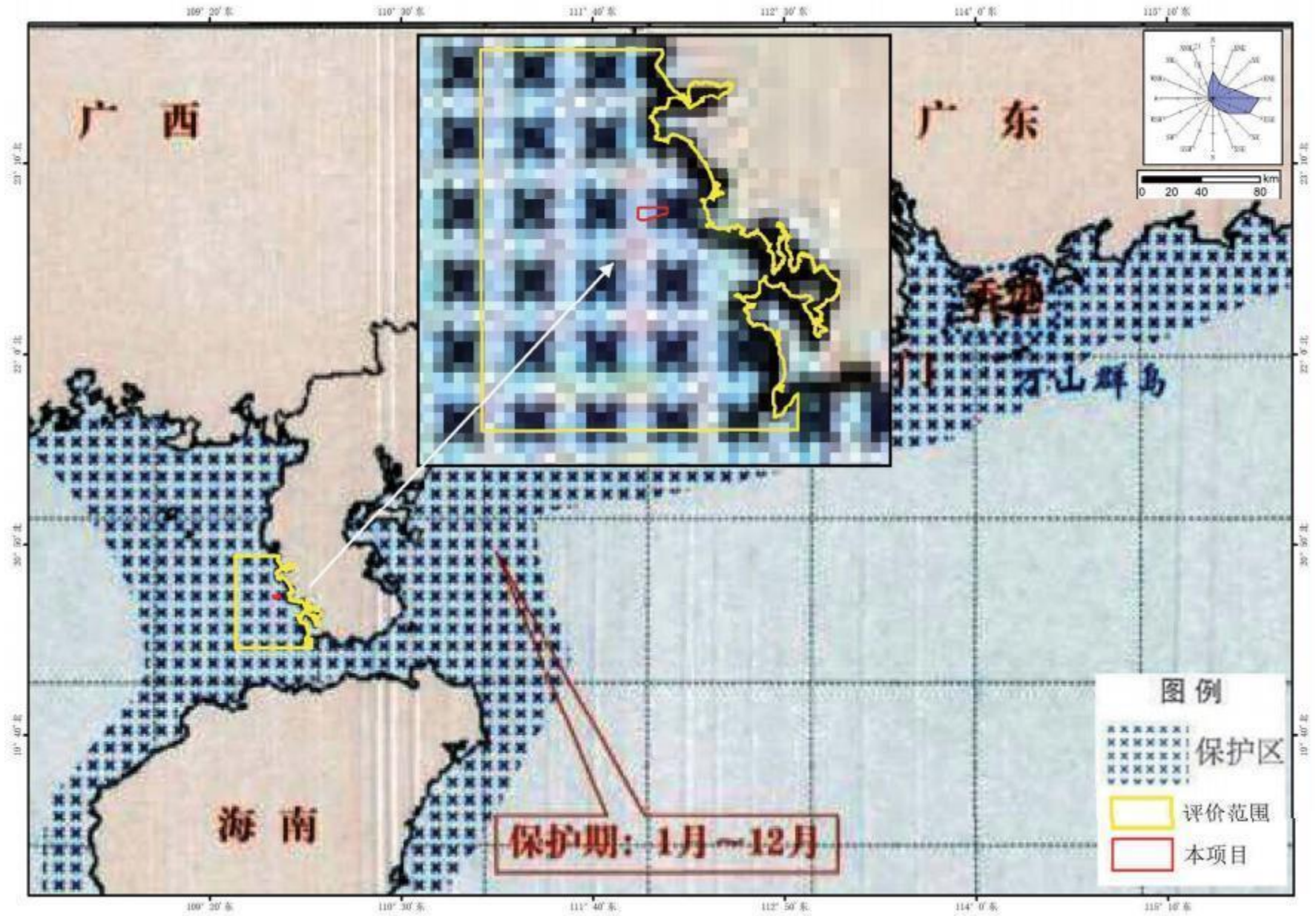


图 2.5-4 南海北部幼鱼繁育场保护区示意图

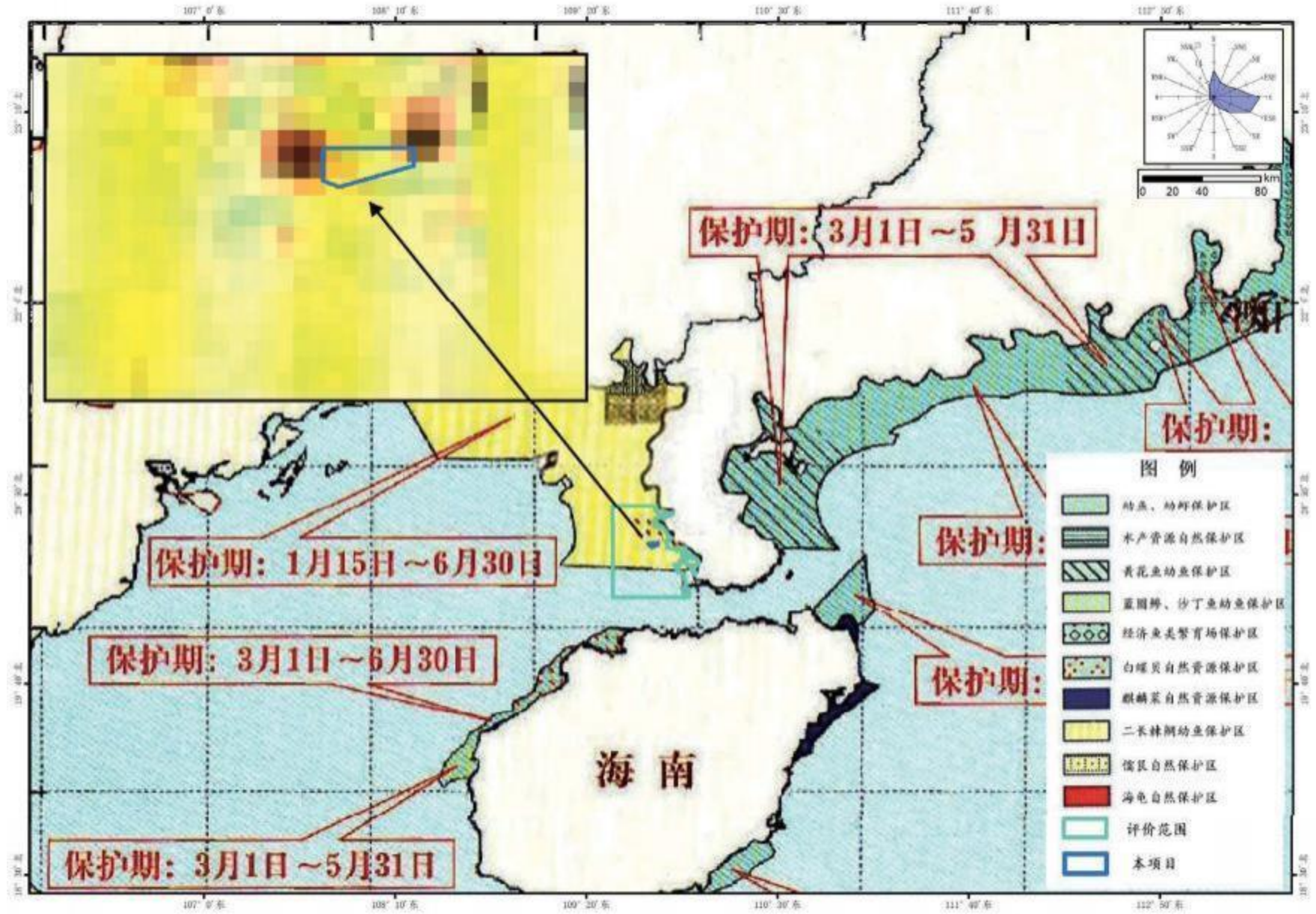


图 2.5-5 二长棘鲷幼鱼保护区示意图



图 2.5-6 项目所在海域周边养殖区、人工鱼礁分布图

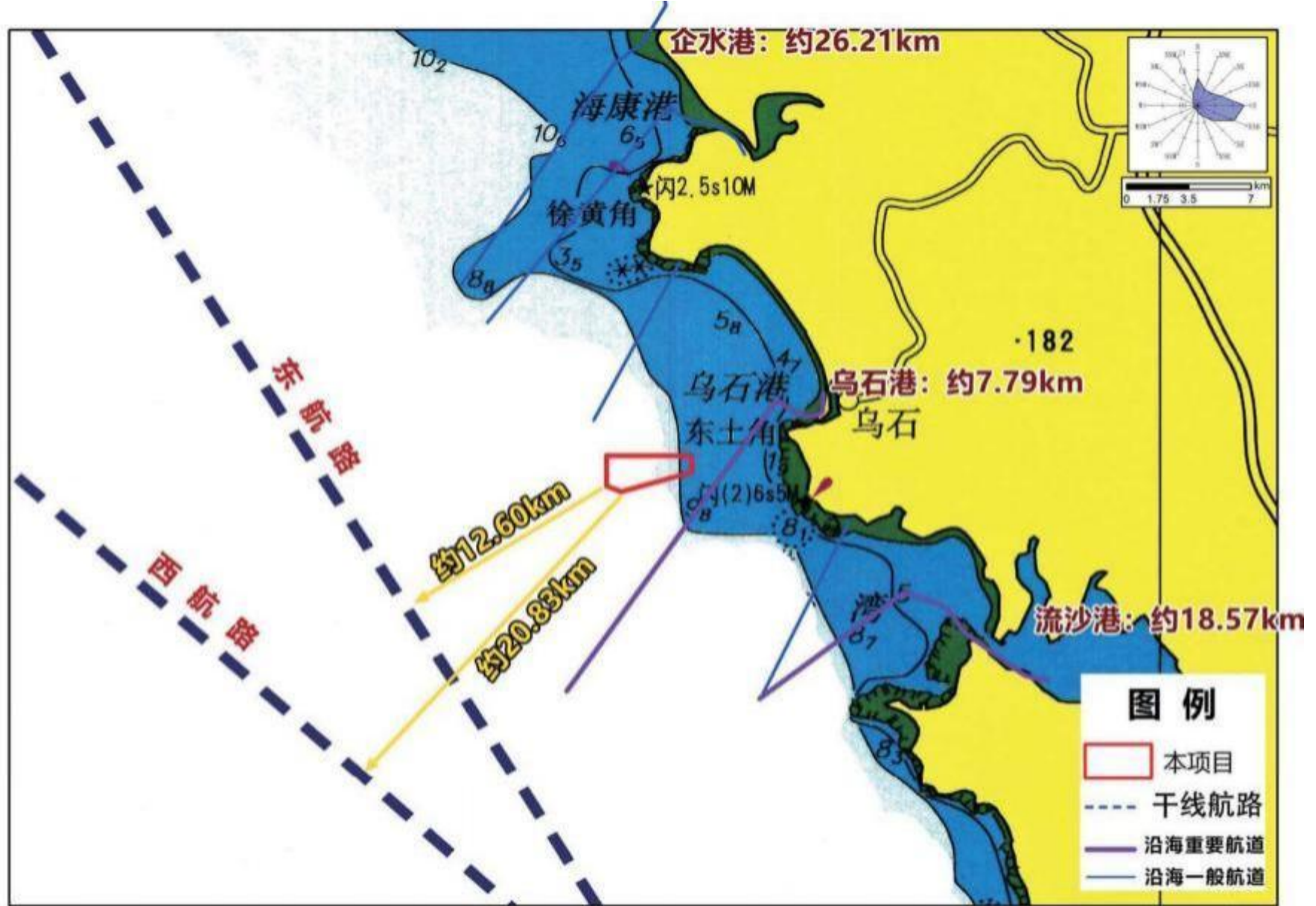


图 2.5-7 项目所在海域交通航线分布图

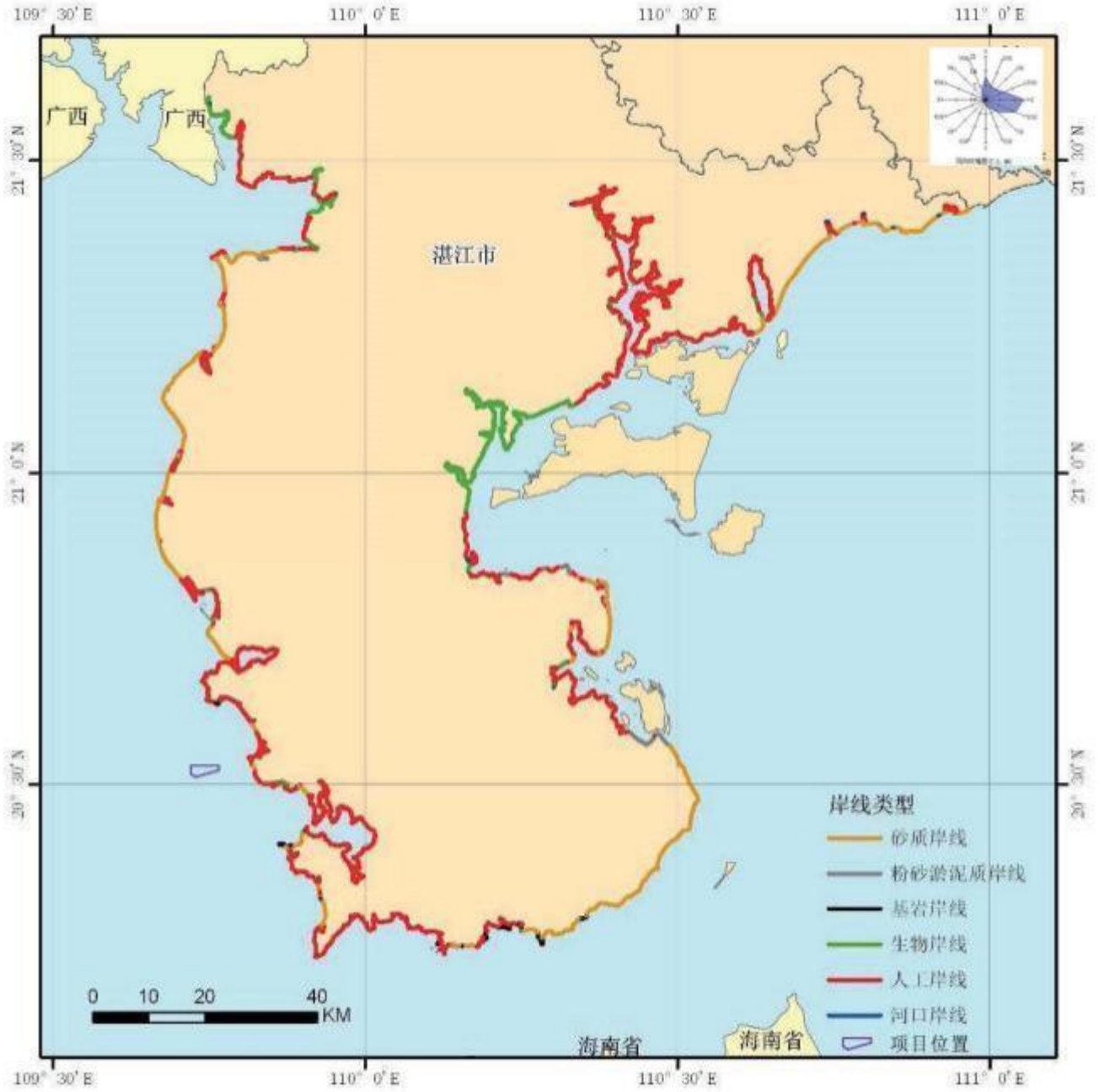


图 2.5-8 项目所在海域岸线分布图

2.6 评价工作重点

本项目环境影响评价重点为：

- (1) 拟建项目施工期对海域水质、沉积物和海洋生态环境的影响评价；
- (2) 运营期产生的生活污水、生活垃圾、养殖污染物等对海域水质的影响；
- (3) 工程建成后对工程周围水动力、地形地貌及通航环境的影响评价；
- (4) 项目施工期和运营期对项目区附近生态环境的影响分析；
- (5) 工程各阶段污染和非污染环境保护对策措施，生态保护、补偿和恢复对策措施分析；
- (6) 环境事故风险分析与评价。

3 项目工程概况

3.1 项目工程概况

3.1.1 建设项目基本情况

- (1) 项目名称 :湛江市流沙湾 1 号海域现代化海洋牧场建设项目。
- (2) 建设单位 :湛江市农业发展集团有限公司。
- (3) 建设性质 :新建。
- (4) 劳动定员 :运营期 日常管理定员20 人,设置工作船 5 艘。
- (5) 项目投资:项目总投资 7.74 亿元,其中环保投资 173.31 万元, 占总投资的 0.22%。
- (6) 建设地址 :

项目地址位于湛江市雷州市覃斗镇西侧、流沙湾西北侧海域。中心坐标为 : 20 。 31149.41111N , 109 。 41142. 11111E 。项目用海范围拐点坐标如下表所示:

表 3.1-1 项目用海范围选址界至位置

| 序号 | 经度 | 纬度 |
|----|------------------|-----------------|
| 1 | 109043112.11311E | 20030153.94611N |
| 2 | 109043138.93011E | 20030143.63811N |
| 3 | 109045147.64211E | 20031119.60411N |
| 4 | 109045147.09011E | 20031149.61311N |
| 5 | 109043111.99211E | 20031149.50511N |

(7) 用海面积 : 拟申请海域使用总面积为 694.7995 公顷,其中深水网箱养殖 605.3402 公顷、筏式养殖 51.7736 公顷,人工鱼礁用海 37.6857 公顷。申请用海期限为 15 年,人工鱼礁礁体设计年限为 50 年。

(8) 建设年限 :

项目建设年限为 3 年,其中一期建设时间为 2024 年,二期建设时间为 2025 年,三期建设时间为 2026 年。

3.1.2 工程建设内容及建设规模

3.1.2.1 项目总体建设情况

项目主要建设内容包括深水网箱、筏式养殖和人工鱼礁,其中深水网箱养殖组团建设 5 个(包括桁架类深水网箱 5 个、重力式深水网箱 195 个),养殖水体容量约为 98 万 m³,

主要养殖品种为金鲳鱼、石斑鱼、军曹鱼等,年产鱼类 6247.5t/a ;座底式桁架养殖试验平台 1 个 ;建设高密度聚乙烯(高分子材料 HDPE)抗风浪筏式养殖筏架 450 台 ;建设人工鱼礁 3.9 万空方,另外还包括监测系统、管理平台等辅助设施。

本项目用海建设组成内容见下表 :

表 3.1-2 建设项目总体建设情况一览表

| 组成 | 名称 | 主要内容 |
|------|--------------|---|
| 主体 | 深水网箱 | 计划建设深水网箱养殖组团 5 个, 包括桁架类深水网箱 5 个重力式深水网箱 195 个,年产鱼类 6247.5t/a |
| | 抗风浪筏式养殖筏架 | 计划建设高密度聚乙烯(高分子材料 HDPE) 抗风浪筏式养殖筏架 450 台。筏式养殖牡蛎面积 51.7736 公顷,年产牡蛎 1941.51t/a。 |
| | 人工鱼礁 | 计划建设人工鱼礁 3.9 万空方 |
| | 座底式桁架养殖试验平台 | 项目设置座底式桁架养殖试验平台 1 个,试验平台长 90 米, 宽58 米,深度 12 米,养殖平台由 3 个单元 6 个网箱组合而成 |
| 辅助工程 | 监测观测平台 | 设置集成水下视频、光控和生活管控等功能的智能深海网箱监控系统 1 套。 水环境监测监控系统 2 套。 |
| | 养殖管理平台 | 配备养殖管理平台 5 个。 |
| | 养殖辅助船 | 配套专业化生产物资与活鱼产品养殖辅助船 5 艘。 |
| | 其它配套设施装备 | 配备吸鱼泵、回捕设备、基本生活设施、出鱼设施等其它配套设施装备等共 98 套。 |
| 依托 | 渔港、码头 | 项目依托湛江流沙湾及邻近渔港、陆域配套场所和设备满足苗种运输、饵料运输与投放、网箱设施检查与维护、商品鱼的运输和营销。 |
| | 人工鱼礁等预制作 | 依托专业生产厂家生产制作, 不纳入本次评价。 |
| 环保 | 船舶生活污水收集设施 | 海上工作平台配备专门的容器集中收集后,上岸后经市政污水运输车运输至污水处理厂处理。 |
| | 船舶油污水收集、处置设施 | 含油污水收集后交有资质单位进一步进行处理。 |
| | 固废 | 生活垃圾集中收集,生活垃圾待船舶靠岸后交由环卫部门接收处理。废弃养殖材料集中收集,待船舶靠岸后外售给废品收购站。 |

3.1.2.2 项目建设时序

本项目建设内容分三期建设,建设时序分别为 2024 年、2025 年及 2026 年。

表 3.1-3 本项目用海统计

| 序号 | 分期 | 用海编号 | 建设用海面积(公顷) | 航道用海面积(公顷) | 小计(公顷) | 合计(公顷) |
|----|--------------|--------|------------|------------|----------|----------|
| 1 | 第一期 (2024 年) | LSW1-1 | 186.0521 | 14.1234 | 200.1755 | 200.1755 |
| 2 | 第二期 (2025 年) | LSW1-2 | 89.3014 | 28.7640 | 118.0654 | 241.4693 |
| 3 | | LSW1-3 | 93.9547 | 29.4492 | 123.4039 | |
| 4 | 第三期 (2026 年) | LSW1-4 | 117.5363 | 22.6225 | 140.1588 | 253.1547 |
| 5 | | LSW1-5 | 92.2221 | 20.7738 | 112.9959 | |
| | 合计 | | 579.0666 | 115.7329 | 694.7995 | 694.7995 |

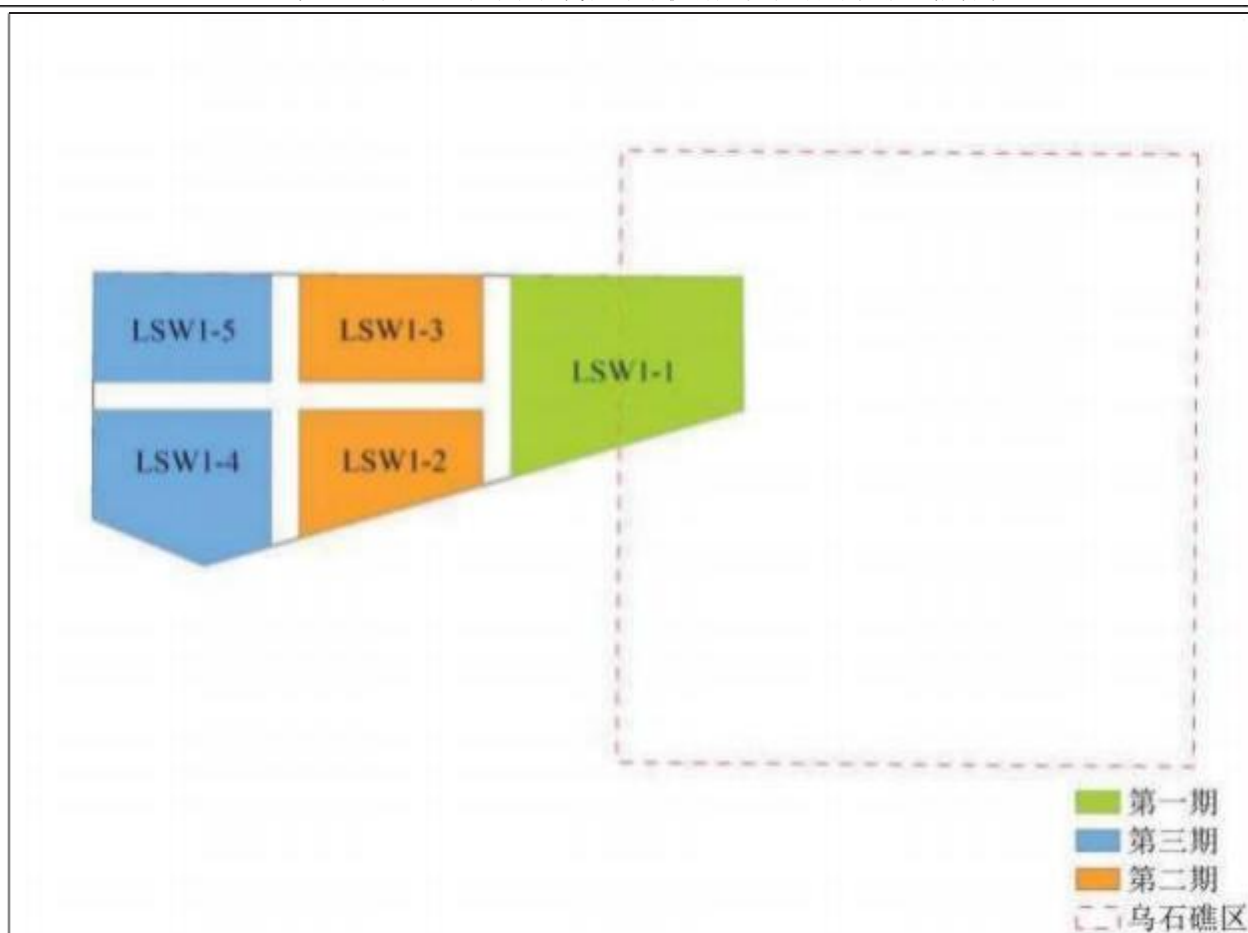


图 3.1-1 项目建设分期示意图

(1)第一期：

建设时间为 2024 年,用海面积约为 200.1755 公顷,其中深水网箱建设用海 134.2785 公顷、筏式养殖用海 51.7736 公顷(其中有 37.6857 公顷的筏架养殖用海的底层建设人工鱼礁)、航道用海 14.1234 公顷。计划建设深水网箱养殖组团 1 个(包括重力式深水网箱 38 个、桁架类深水网箱 1 个)、座底式桁架养殖试验平台 1 个,高密度聚乙烯(高分子材料 HDPE)抗风浪筏式养殖筏架 450 台、人工鱼礁 3.9 万空方。配备养殖管理平台 1 个、养殖辅助船 1 艘、智能深海网箱监控系统 1 套、在线监控系统 2 套、其它配套设施装备 19 套。

(2)第二期：

建设时间为 2025 年,用海面积约为 241.4693 公顷,其中深水网箱建设用海 183.2561 公顷、航道用海 58.2132 公顷。计划建设深水网箱养殖组团 2 个(包括重力式深水网箱 73 个、桁架类深水网箱 2 个)。配备养殖管理平台 2 个、养殖辅助船 2 艘、其它配套设施装备 37 套。

(3)第三期：

建设时间为 2026 年,用海面积约为 253.1547 公顷,深水网箱建设用海 209.7584 公顷、

航道用海 43.3963 公顷。计划建设深水网箱养殖组团 2 个(包括重力式深水网箱 84 个、桁架类深水网箱 2 个)。配备养殖管理平台 2 个、养殖辅助船 2 艘、其它配套设施装备 42 套。

本项目分期建设内容详见下表：

表 3.1-4 本项目分期建设内容统计

| 分期 | | 第一期 | 第二期 | | | 第三期 | | | 合计 |
|---------------|----------------|--------|--------|--------|----|--------|--------|----|-----|
| 用海编号 | | LSW1-1 | LSW1-2 | LSW1-3 | 小计 | LSW1-4 | LSW1-5 | 小计 | / |
| 重力式深水网箱 (个) | | 38 | 37 | 36 | 73 | 48 | 36 | 84 | 195 |
| 桁架类深水网箱 (个) | | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 5 |
| 抗风浪筏式养殖筏架 (台) | | 450 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 450 |
| 人工鱼礁 (万空方) | | 3.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3.9 |
| 座底式桁架养殖试验平台 | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 配套设施 | 养殖管理平台 (个) | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 5 |
| | 养殖辅助船 (艘) | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 5 |
| | 智能深海网箱监控系统 (套) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | 在线监控系统 (套) | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| | 其它配套设施装备 (套) | 19 | 18 | 19 | 37 | 24 | 18 | 42 | 98 |

3.2 平面布置

3.2.1 项目总平面布置

本项目计划在湛江市雷州市覃斗镇西侧、流沙湾西北侧海域,项目共布置深水网箱养殖组团 5 个(包括布置桁架式深水网箱 5 个、重力式深水网箱 195 个)、座底式桁架养殖试验平台 1 个、建设高密度聚乙烯抗风浪筏式养殖筏架 450 台,建设人工鱼礁 3.9 万空方。

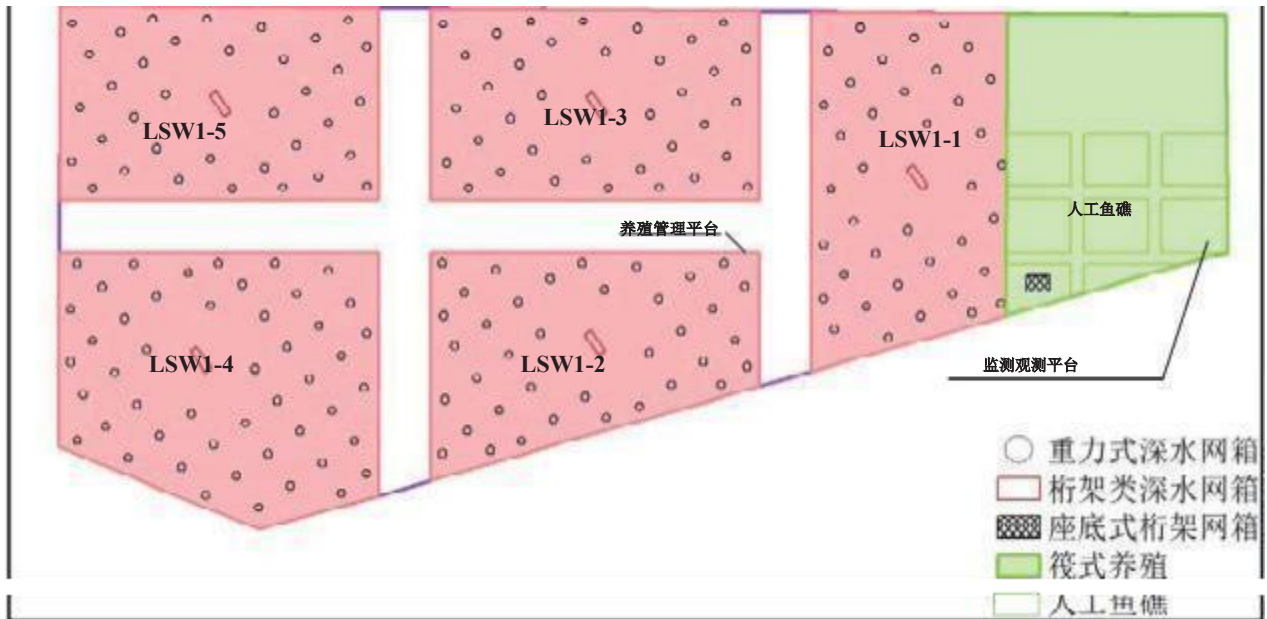


图 3.2-1 项目规划总平面布局示意图

3.2.2 重力式深水网箱和桁架类网箱平面布局

项目共布置重力式深水网箱养殖组团 5 个,每个重力式深水网箱边缘之间间隔105 米。布置 C100 型重力式浮式圆形深水网箱,单个网箱周长 100m,深 10m,养殖容量约 8000 立方水体。采用单网箱锚定方式布设,每个网箱占海域尺寸为 90m × 90m,每个网箱采用 12 个锚定,主缆长度约为 100m;桁架类网箱尺寸约为 100m × 30m × 10m,养殖容量约 3 万立方水体;采用复合式单点锚泊系统,锚链长 100m;座底式桁架养殖试验平台长 90m,宽 58m,深度 12m,养殖平台由三个单元 6 个网箱组合而成,整体由三个“日”字形网箱构成,单个“日”字形网箱尺寸为:58m × 30m × 12m,总共三个,可分为 6 个网箱。区域内预留宽度为 200m 的航行通道。

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。

表 3.2-1 单重力式深水网箱泊系统材料

| 序号 | 材料名称 | 规格、材料 | 单位 | 数量 | 备注 |
|----|------|----------------------------|----|------|--------------|
| 1 | 水泥锚 | 10t、4.2m ³ ，方台型 | 个 | 12 | 不少于 12 个 |
| 2 | 锚绳 | ψ 42 mm, 高密度聚乙烯三股绳 | m | 1200 | 100m/根, 12 根 |
| 3 | 水泥块 | ψ 400mm, 高 350mm | 个 | 12 | 每个锚绳 1 个 |

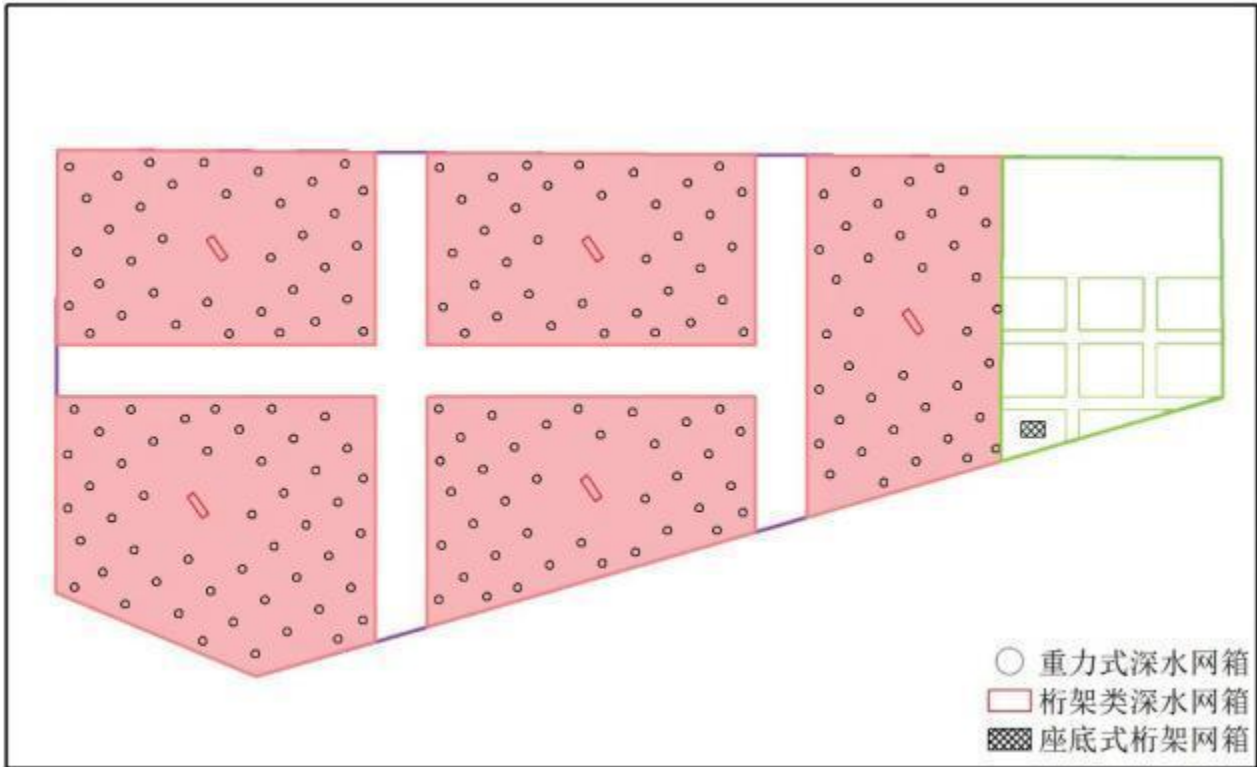


图 3.2-2 重力式深水网箱和桁架类网箱平面布置示意图

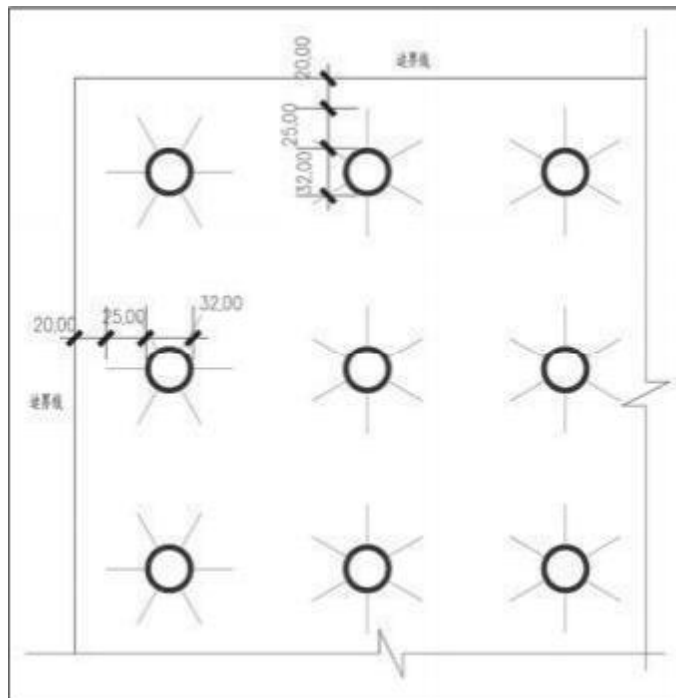


图 3.2-3 重力式深水网箱投放控制边线示意图



图 3.2-4 重力式深水网箱养殖海域照片

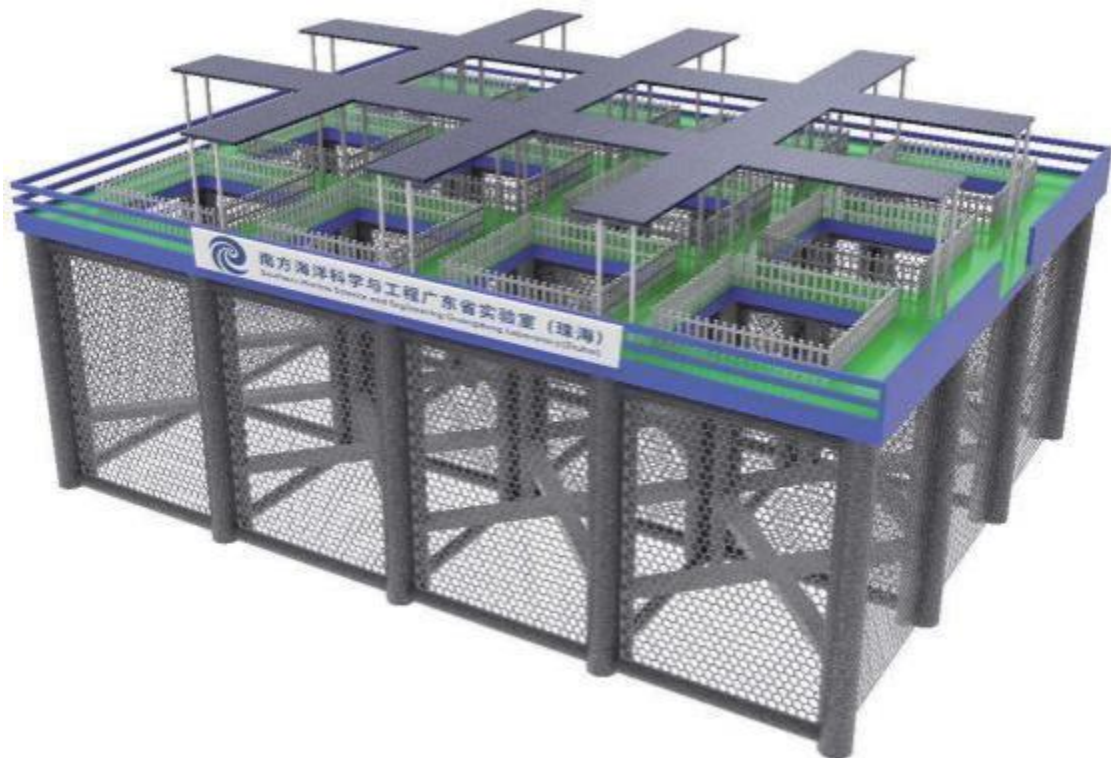


图 3.2-5 座底式桁架养殖试验平台效果图

图片来源于网络南方海洋科学与工程广东实验室(珠海)

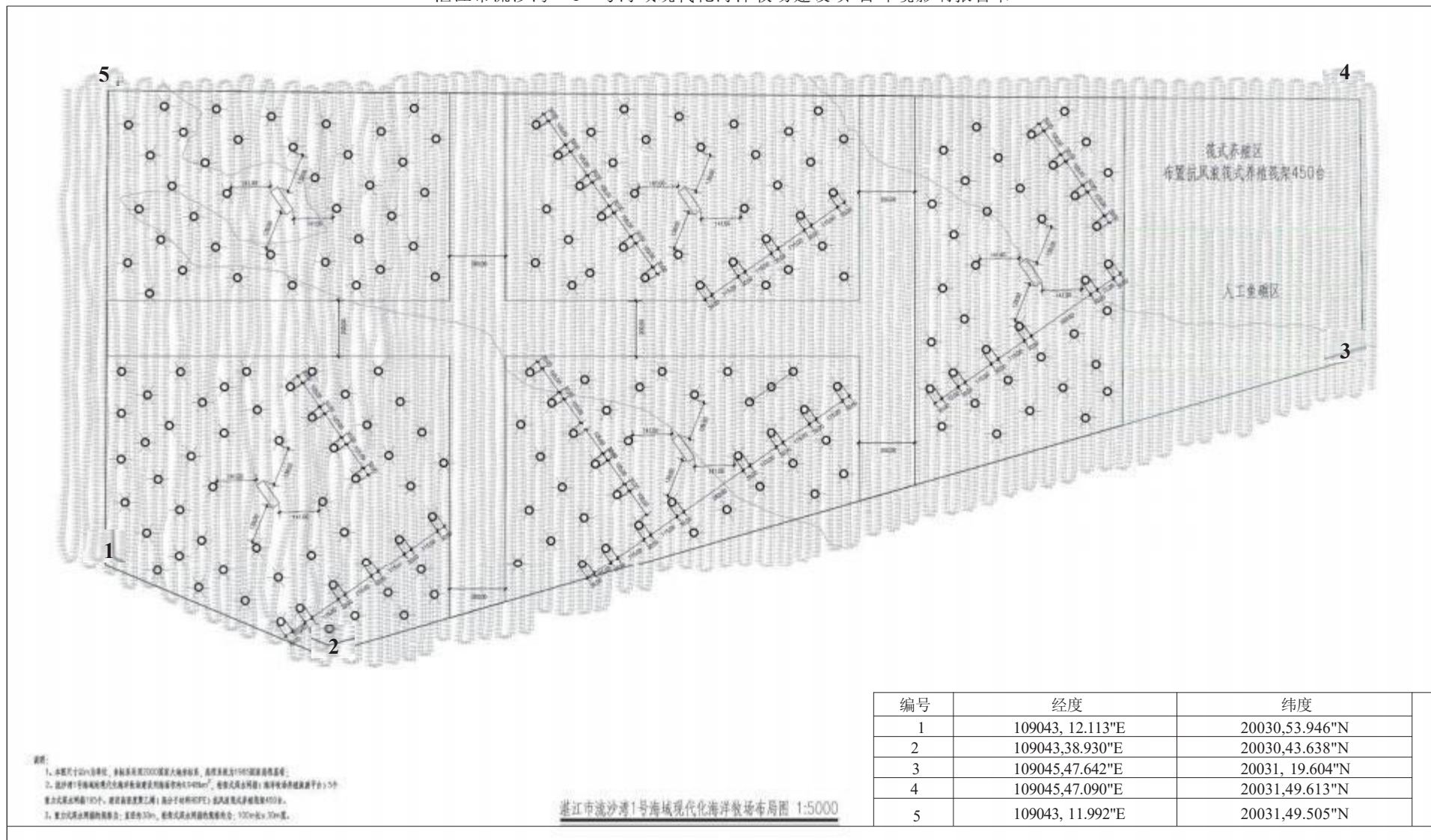


图 3.2-6 重力式深水网箱和桁架类网箱平面布置示意图

3.2.3 抗风浪筏式养殖架平面布局

本项目抗风浪筏式养殖筏架布置在项目用海范围的东北角,浮子延绳筏式养殖区平面布局呈长方形,浮子延绳筏设置按照每组东北-西南走向长 200m、西北-东南走向宽 44m,每组含浮子延绳 10 条,按东北-西北走向平行排列,绳与绳之间的间距 4.4m 的方式布局。每组区块之间长向间隔 50m,宽向间隔 20m。

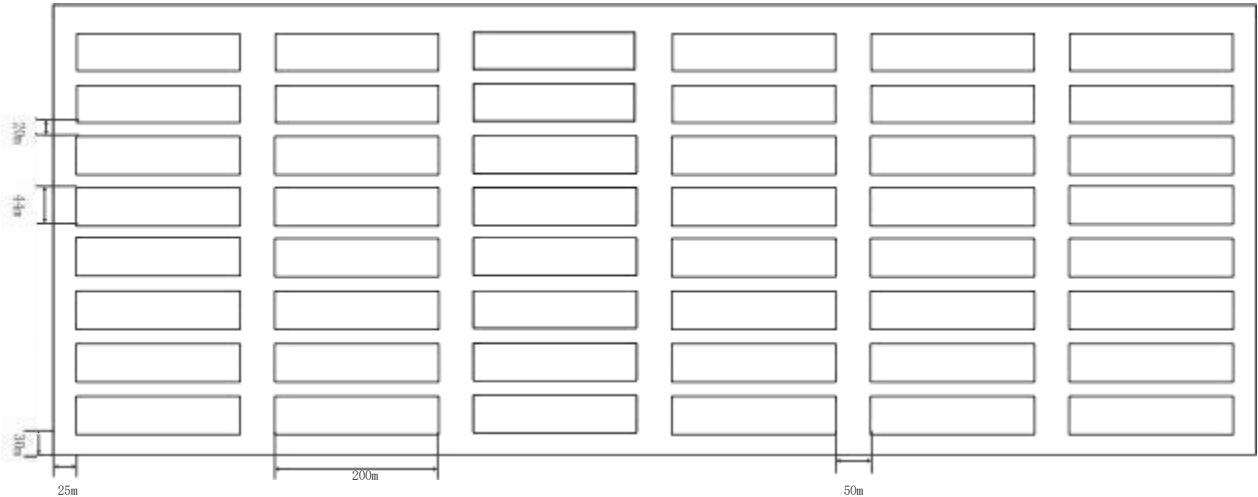


图 3.2-7 筏式养殖区平面布局示意图

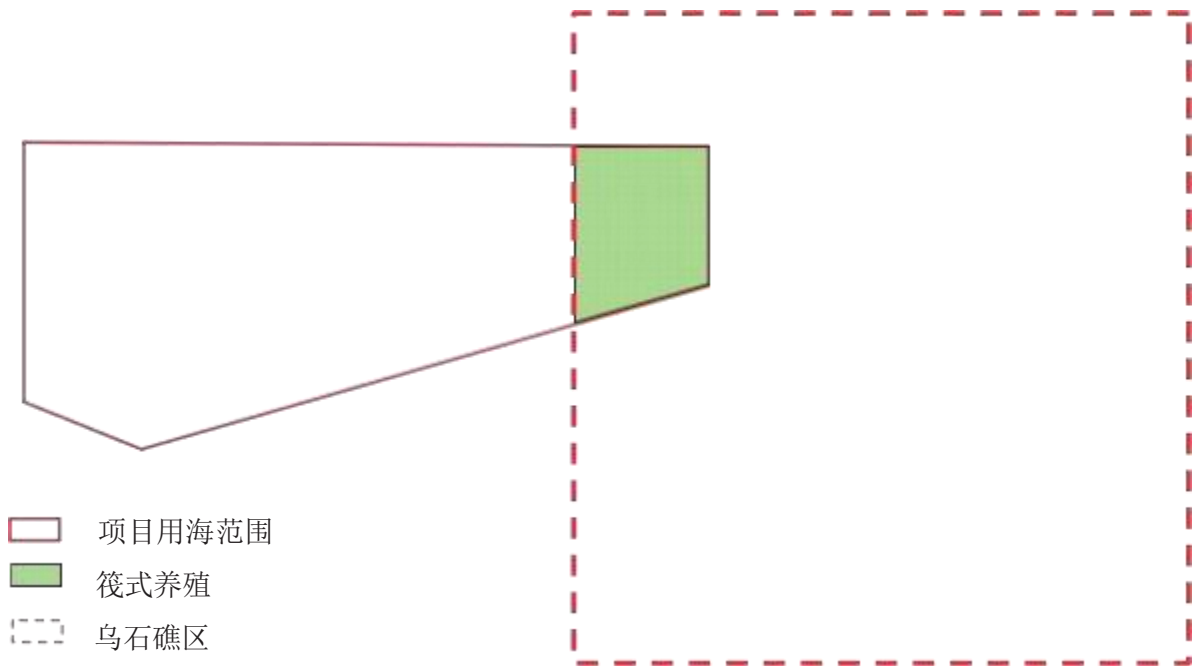


图 3.2-8 抗风浪式筏式养殖筏架平面布局图

3.2.4 人工鱼礁平面布局

项目人工鱼礁区的布局设计,采用疏密结合的方式投放,礁体在水下的方位应以迎流面的面积大为宜,以产生较大的涡流效应。投放时每 20~30 个单体礁为一个单位礁,单位礁内单体礁间距应控制在 1~1.5 倍礁宽之间,呈“品”字形布置。单位礁的排列方向与水

流方向垂直，单位礁之间距离 4~5 倍礁宽，呈“品”字形布置，即单位礁间的横向(与水流方向垂直)距离 6~10 倍礁宽、纵向(与水流方向平行)距离 15~35 倍礁宽，以便于游钓、延绳钓作业。

多个单位礁形成一个礁群,礁群间距离 50~100 倍礁宽,呈“品”字形布置。多个鱼礁群形成一个或一期人工鱼礁区。(可根据实际人工鱼礁建设项目的资金数量,估算可建设人工鱼礁礁体数量,将人工鱼礁区划分成小区域,按人工鱼礁建设项目进行其鱼礁群的调整布置)。

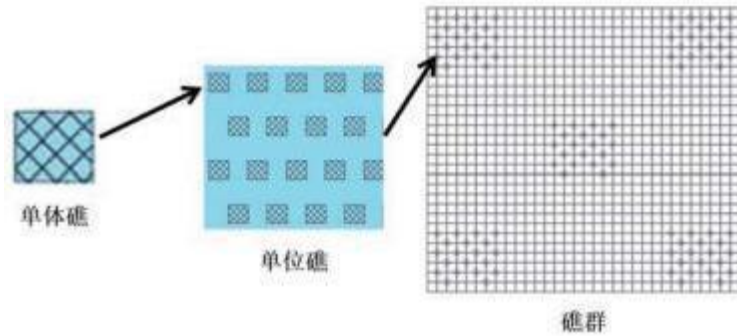


图 3.2-9 人工鱼礁区的礁群布局结构图

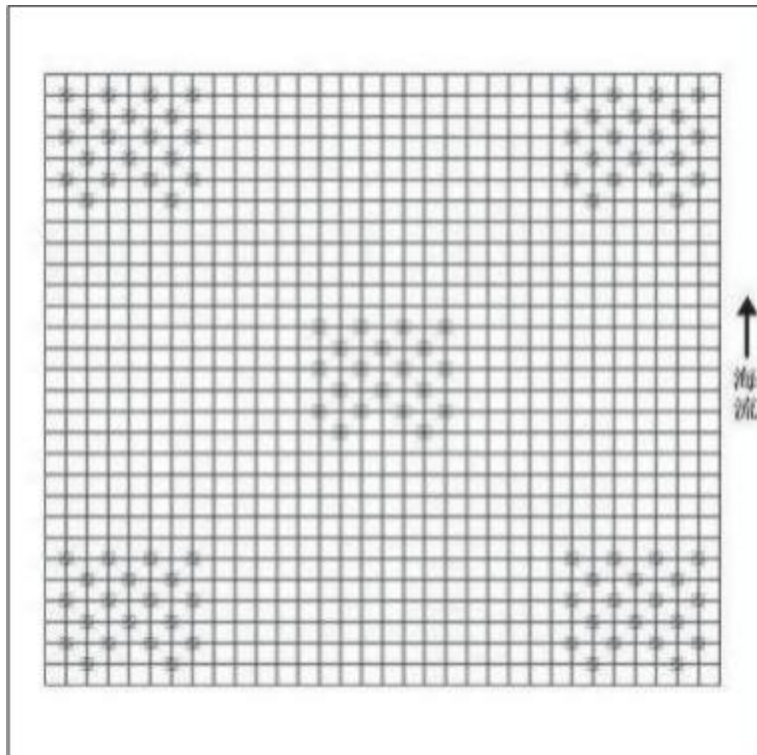


图 3.2-10 人工鱼礁区的单体礁和单位礁布局设计示意图

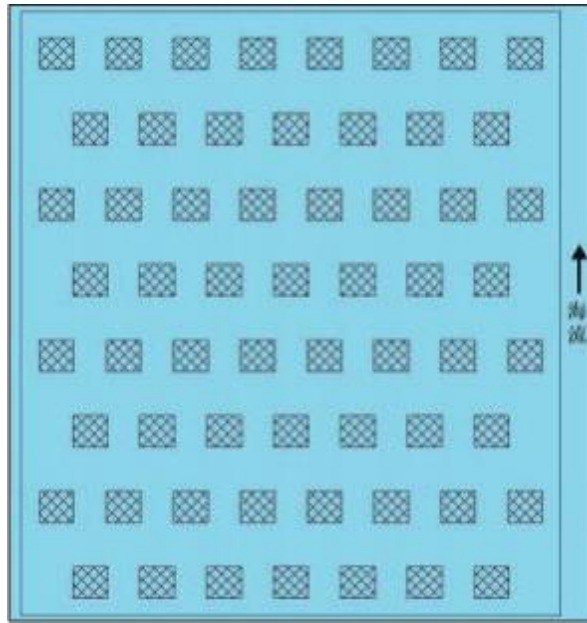


图 3.2-11 人工鱼礁区的鱼礁群布局设计示意图

本项目用海东侧部分海域与雷州乌石人工鱼礁区重叠,雷州乌石人工鱼礁区礁体投放在重叠区域的北部,在该区域本项目进行筏架养殖,使用海域空间为海表面及海水上层,与雷州乌石人工鱼礁礁体用海空间不冲突。本项目筏架养殖主要用于吊养牡蛎,在养殖过程中不需要投喂饵料,且牡蛎的虑食作用具有净化水质的功能,本项目人工鱼礁建设与乌石人工鱼礁区投礁位置不重叠,且具有生态互补效应,即各礁群资源养护和增殖的效应起到叠加的作用,共同作用下,资源增殖范围会增大。

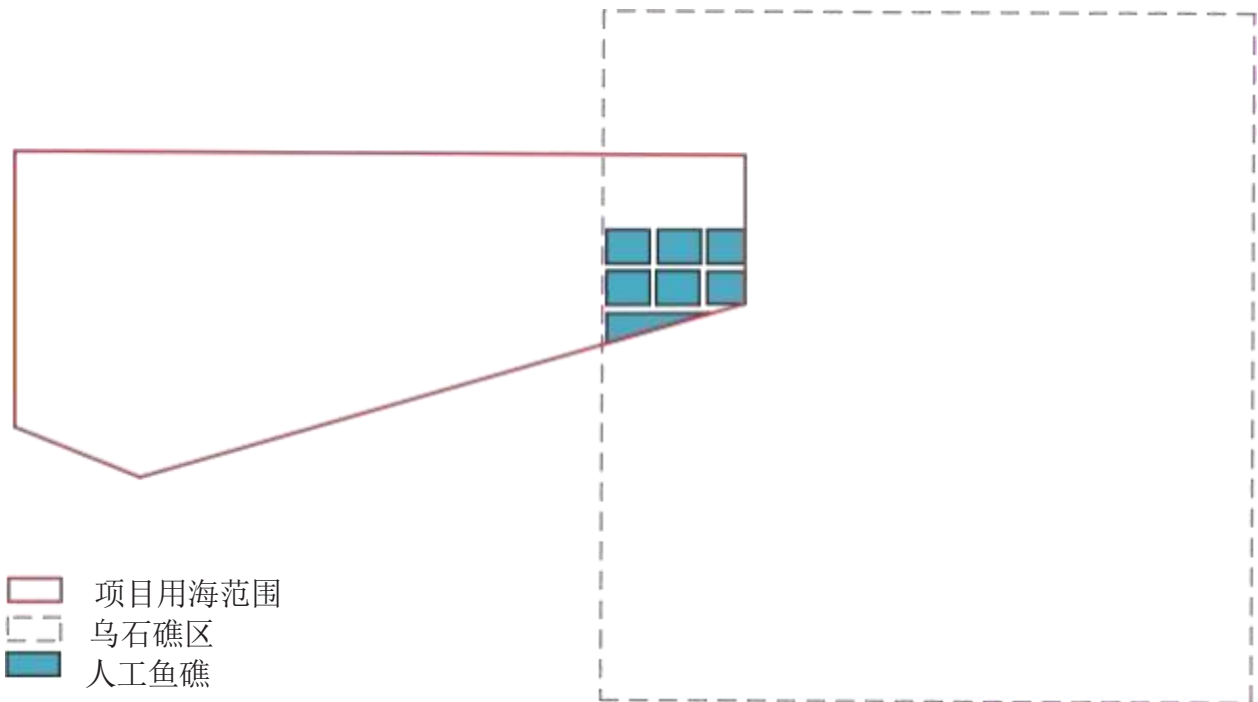


图 3.2-12 项目人工鱼礁分布图

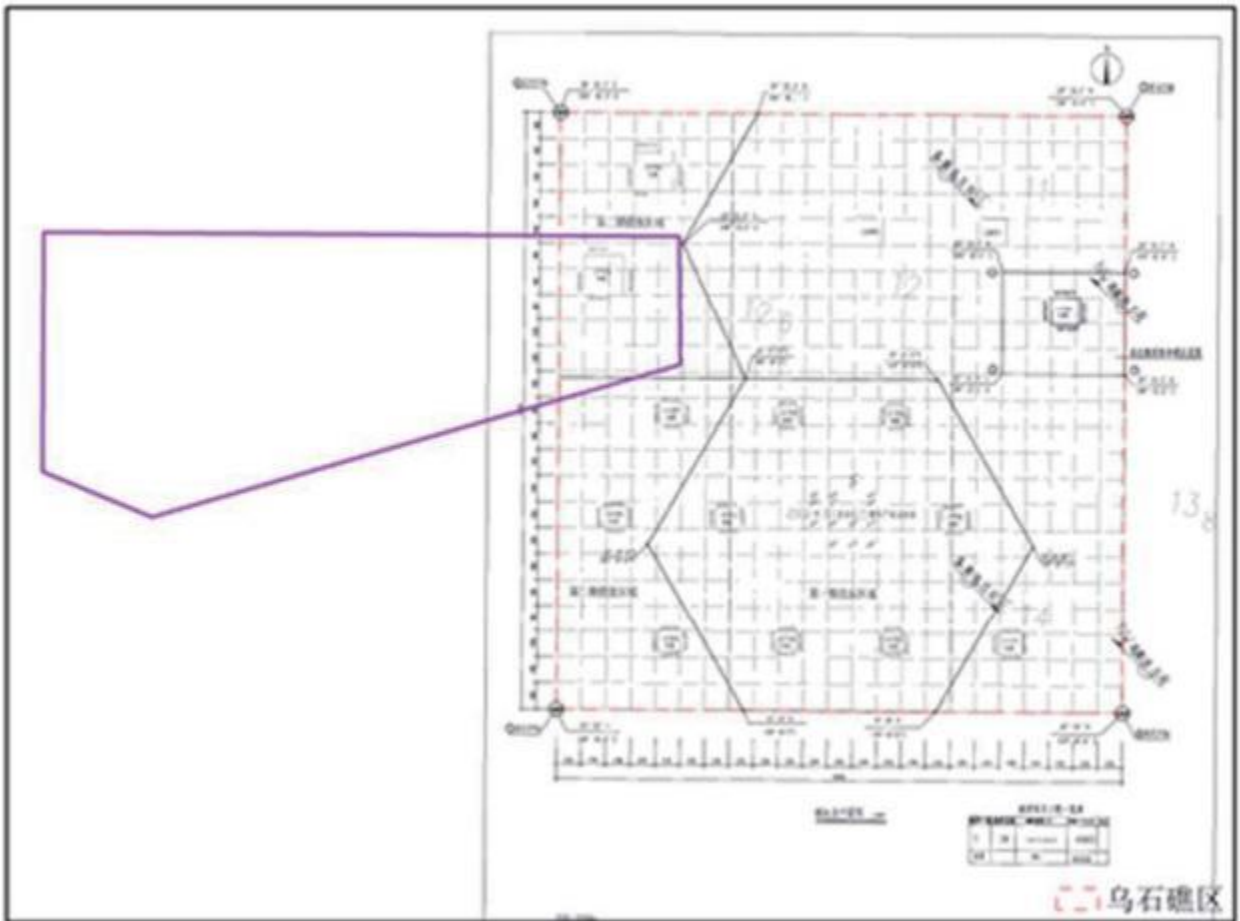


图 3.2-13 本人工鱼礁群布局与乌石人工鱼礁区位置关系

3.2.5 监测观测平台

本项目拟在人工鱼礁区二区范围内布放监测观测平台，海底观测平台长宽高为 $1.7\text{m} \times 1.7\text{m} \times 0.7\text{m}$ ，用海面积与人工鱼礁区用海面积重合，不重新占用海域。

监测观测平台设置 2 套水环境监测系统和 1 套智能深海网箱监控系统，通过水环境监测系统实现海洋牧场海底温度、盐度、深度、溶解氧、叶绿素、PH 值、浊度等参数实时在线监测，通过智能深海网箱监控系统实现水下视频、生活管控和光控等监控，同时对观测数据和视频进行网络同步展示发布、备份存储及统计分析，实现对海洋牧场生态环境的可视、可测、可控、可报。

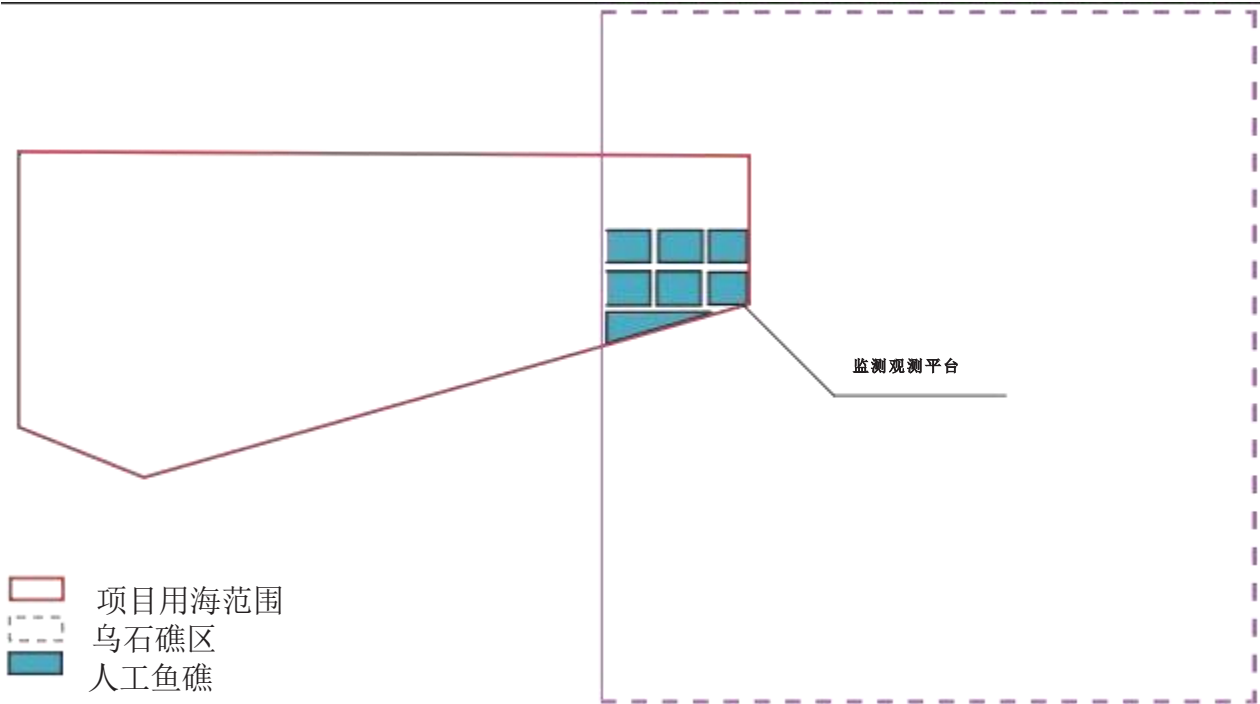


图 3.2-14 水下实时监测系统位置意图

3.3 项目产品方案及养殖参数

本项目建成正常运营后,深水网箱养殖水体总容量为 98 万 m^3 , 年产鱼类(金鲳鱼、石斑鱼、军曹鱼等) 6247.50t/a; 筏式养殖牡蛎面积 51.77 公顷, 年产牡蛎 1941.51t/a。

表 3.3-1 项目产品方案及养殖参数一览表

| 养殖品种 | 鱼类 | | | 牡蛎 |
|---------------|----------------|------------|--------------|---------------|
| | 重力式深水网箱 | 桁架类深水网箱 | 小计 | 抗风浪筏式养殖架 |
| 养殖设施名称 | 重力式深水网箱 | 桁架类深水网箱 | 小计 | 抗风浪筏式养殖架 |
| 单位 | 个 | 个 | / | 排 |
| 数量 | 195 | 5 | 200 | 450 |
| 单体养殖水体容量 | 0.4 万 m^3 | 11 万 m^3 | 11.4 万 m^3 | 0.12 万 m^2 |
| 养殖水体容量小计 | 78 万 m^3 | 20 万 m^3 | 98 万 m^3 | 51.77 万 m^2 |
| 养殖产量小计(t/a) | 4972.5 | 1275 | 6247.5 | 1941.51 |
| 单个设施养殖产量(t/a) | 25.5 | 701.25 | 726.75 | 4.31 |
| 养殖密度 | 10~20 尾/ m^3 | | / | 2350kg/公顷 |

3.4 项目主要设备情况

3.4.1 施工设备情况

本工程施工拟投入的主要的施工船舶和机械如下表。

表 3.4-1 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 | 艘 | 500t | 4 | 锚碇块施工 |
| 2 | 网箱安装船 (带有吊臂) | 艘 | 100t | 6 | / |
| 3 | 辅助小艇 | 艘 | 载重 400kg | 6 | / |
| 4 | 拖船 | 艘 | 5000t | 2 | 网箱拖航、拖驳船 |
| 5 | 机动艇 | 艘 | 载重 400kg | 2 | 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 | 施工运输船 | 艘 | 长 79.8m, 宽 19m, 3000t | 1 | 运输礁体等 |
| 11 | 驳船 | 艘 | 平板型, 1000t | 1 | 非机动船, 靠泊, 接驳 |
| 12 | 潜水工作船 | 艘 | 100t | 1 | 搭运潜水人员、设备 |
| 13 | GPS | 台 | 定位仪 | 1 | 施工定位导航 |
| 14 | 浮标 | 个 | / | 48 | 边界定位、警示 |

3.4.2 项目运营期拟选设备情况

项目运营期主要设备包括深水网箱、养殖管理平台、智能深海网箱监控系统等, 详见下表:

表 3.4-2 运营期拟选设备

| 序号 | 规划建设项 目 | 型号 | 数量 |
|----|--|--------------------|-----|
| 1 | 重力式深水网箱 (个) | C100 | 195 |
| 2 | 桁架类深水网箱 (个) | 93.1m × 30m × 6.5m | 5 |
| 3 | 座底式桁架养殖试验平台 (个) | 90m × 58m × 12m | 1 |
| 4 | 抗风浪筏式养殖筏架 (台) | HDPE | 450 |
| 5 | 人工鱼礁 (万空方) | GDC013、JT-002a、B 型 | 3.9 |
| 6 | 养殖管理平台 (个) | / | 5 |
| 7 | 吸鱼泵、回捕设备、基本生活设施、出鱼设施等其它配套设施装备等配套设施装备 (套) | / | 98 |
| 8 | 养殖辅助船 (艘) | DWT 500t | 5 |
| 9 | 智能深海网箱监控系统 (套) | / | 1 |
| 10 | 水环境监测系统 (套) | / | 2 |

3.4.2.1 重力式深水网箱

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 C100 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。重力式深水网箱结构及主要尺度如下。

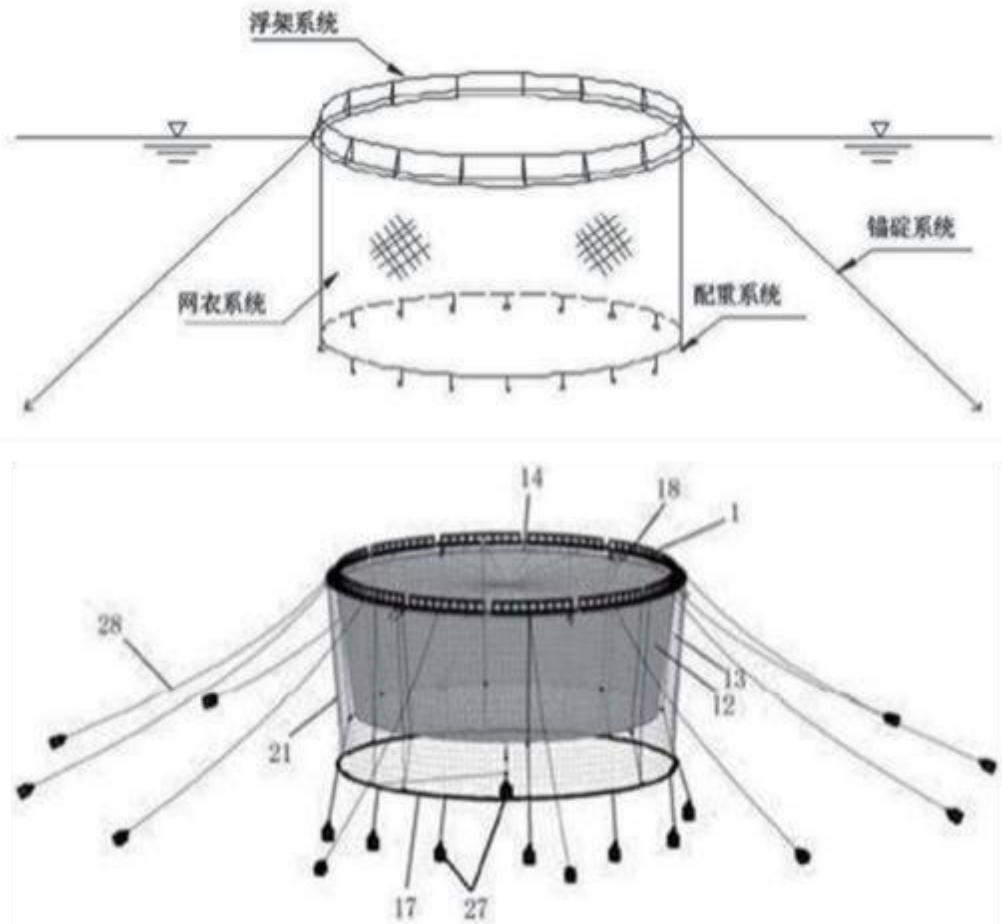


图 3.4-1 重力式深水网箱结构示意图



图 3.4-2 单 口HDPE 浮式圆形重力式深水网箱立体结构示意图

表 3.4-3 HDPE 浮式圆形重力式深水网箱主要尺寸和性能

| 网箱指标 \ 网箱型号 | HDPEC6 0 | HDPEC80-C 100 |
|--------------------------|------------|---------------|
| 网箱浮管径 (mm) | ≥315 | ≥400 |
| 网箱周长 (m) | 60 | 80 ~ 100 |
| 网箱直径 (m) | 19 | 25.5-30 |
| 双浮管中心距 (cm) | 52/66 | 66 |
| HDP 注塑工字架 | 是 | 是 |
| 支架标距 (m) | 2 ~ 2.5 | 2 ~ 2.5 |
| 工字架立柱管径 (mm) | 125 | 125 |
| 扶手管径 (mm) | 110 | 110 |
| 网衣挂钩 | 选配 | 选配 |
| 浮管泡沫填充 | 可选, 内管 | 可选, 内管 |
| 加强链 | 可选, 两浮管间 | 可选, 两浮管间 |
| HDPE 强度 | 800 ~ 100 | 800 ~ 100 |
| 浮管数量 | 2 | 2 |
| 踏步 | 标配, 可选 | 标配, 可选 |
| 抗风力等级 | 5m | 6-7m |
| 正常使用年限 | > 15 年 | > 15 年 |
| 网衣深度 | 6 ~ 10m | 6 ~ 15m |
| 养殖包围水体 (m ³) | 600 ~ 2000 | 4500 ~ 8000 |

(1) 框架系统

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



图 3.4-3 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 2cm×2cm 到 8cm×8cm 不等，网墙高出水面 0.8m，网墙顶层斜向内伸出 0.2m 防逃。



图 3.4-4 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。根据网箱总阻力对锚绳力的基本要求,分别推导出铁锚、水泥墩锚和桩锚三种固定系统 12 级台风时的安全规格参数表。

表 3.4-4 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 800 kg | 体积 1.5m ³ , 重量 3.75 吨 | 桩长 4.5m, 桩直接 40 cm, 垂直楔入 |

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

根据本项目设计,C100 型浮式圆形网箱采用单网箱锚定方式,每个网箱采用 12 个水泥墩(方台型)作为锚碇,每个水泥墩重约 3.2 吨,体积为 1.35m³,规格为 0.75m (上顶)

× 1.5m (下底) × 1.2m (高)。

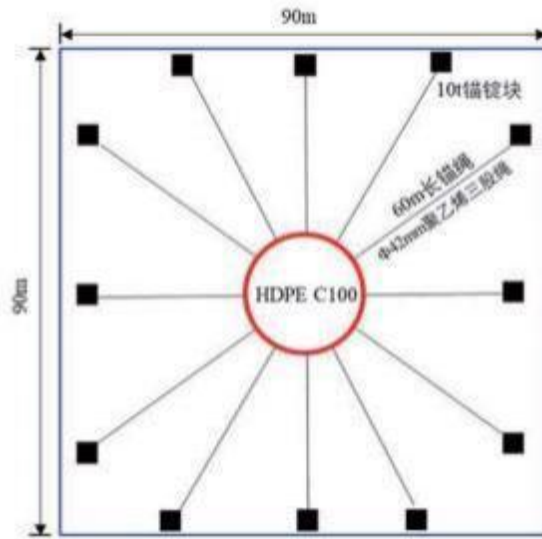


图 3.4-5 深水网箱锚固方式示意图

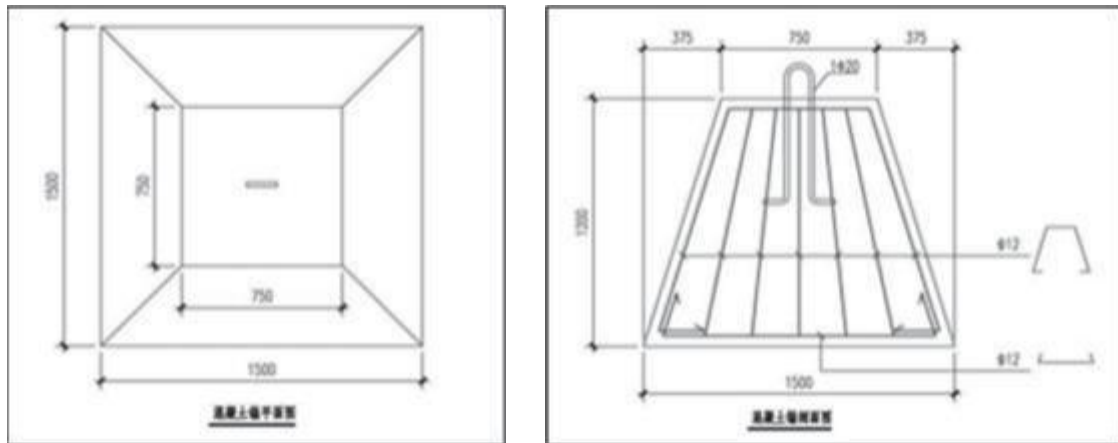


图 3.4-6 水泥锚规格示意图

(4) 配套系统

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

3.4.2.2 桁架类网箱

本项目拟布置的桁架类网箱结构参照“德海 1 号”设计,“德海 1 号”的设计综合考量了我国海水养殖经济基础与海洋人文基础,采用了适应极端海洋环境条件的渔场结构安全与系泊技术、渔场多功能模块化构建与升降控制技术、基于渔场养殖各要素的一体化智能

管控技术等关键技术,并使用了世界首创的网衣独立悬挂技术,可单独或整体换网,操作简便。设有养殖区、生活区、储藏区、控制区、新能源区等多个功能区,配备了智能化投喂养殖专家系统、自动投饵机、监控监测系统、风光互补能源系统、海水制淡系统、起网机、水下洗网机和高弹性锚泊系统,适应 20 ~ 100 米水深海域区间养殖,可实现一体化管理及无人驻守养殖。整体刚性结构免维护高达 7 年,使用时间为 20 年。是目前全球大型深远海养殖网箱中唯一一个用 3 年多一点时间收回投资成本的项目。“德海 1 号”采用末端养殖模式,每年进行 2 个批次以上的养殖。

主要技术参数见下表。

表 3.4-5 桁架类网箱（德海 1 号）主要技术参数

| 序号 | 内容 | 数量 |
|----|--------|---------------------|
| 1 | 养殖空间 | 12500m ³ |
| 2 | 型长 | 93.1m |
| 3 | 型宽 | 30m |
| 4 | 型深 | 6.5m |
| 5 | 网深 | 6 ~ 12m |
| 6 | 单位养殖密度 | 10kg（以卵形鲳鲹为例） |
| 7 | 适用海域 | 20 - 100m 水深的开放水域 |
| 8 | 抗风等级 | 17 级 |
| 9 | 使用年限 | 25 年 |



图 3.4-7 桁架类网箱（德海 1 号）实景图

(1) 网衣结构

桁架类网箱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

该养殖平台采用复合式单点锚泊系统,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 10 t,采用 AM3 锚链,链径为 52 mm,锚链长为 82.5m,锚链破断负载为 2110KN,同时锚链末端处增加 1 个 5t 的球铁进行固定,项目锚链系统可以确保恶劣海况下,渔场不移位。

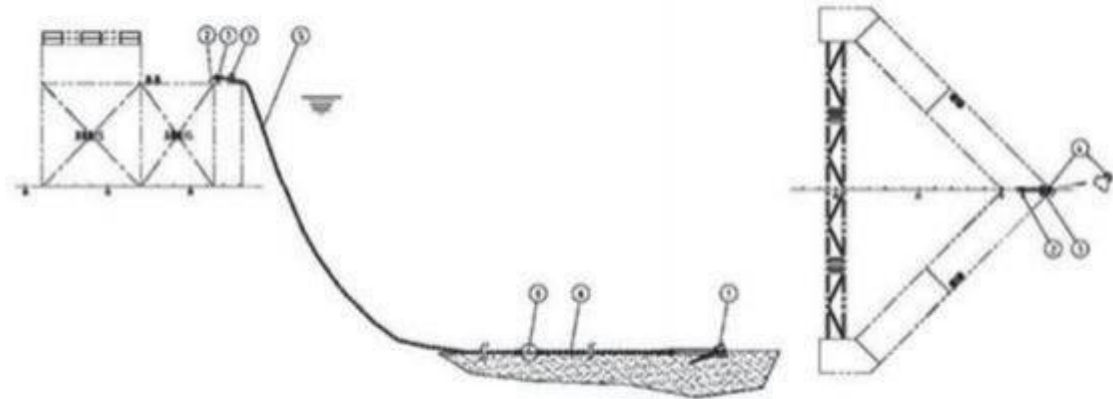


图 3.4-8 锚链结构图

(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艙箱体的上部甲板室内,其中艏部设有员工休息室、控制室、卫生间及蓄电池等舱室,艙部设有发电机室、投饵舱。具体设计如下:

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,它包括储料舱、上料系统、输送系统、喂料系统、控制系统、分配器和抛投机构。

③ 网衣清洗系统

网箱设有一套便捷移动式的高压射流式水下洗网机。网衣清洁率最大为 93.7% (平均值 85.2%),最大射流压力 5.5Mpa,转盘转速为 2229r/min,射流速度达 64.53m/s。整套洗

网装备体积小，重量轻，操作简单方便，整个网衣清洗作业仅需 1~2 名工人就可实现。网箱设有多台网衣起网装备。该网衣起网系统利用多个起网机同步匀速提升网衣，特有设计的偏心轮脱网机构能实现便捷的网衣脱离，将网衣平均提升网速率在 0.73m/min，为工人留有足够的时间为顺利起网完成辅助性工作。

④监控系统

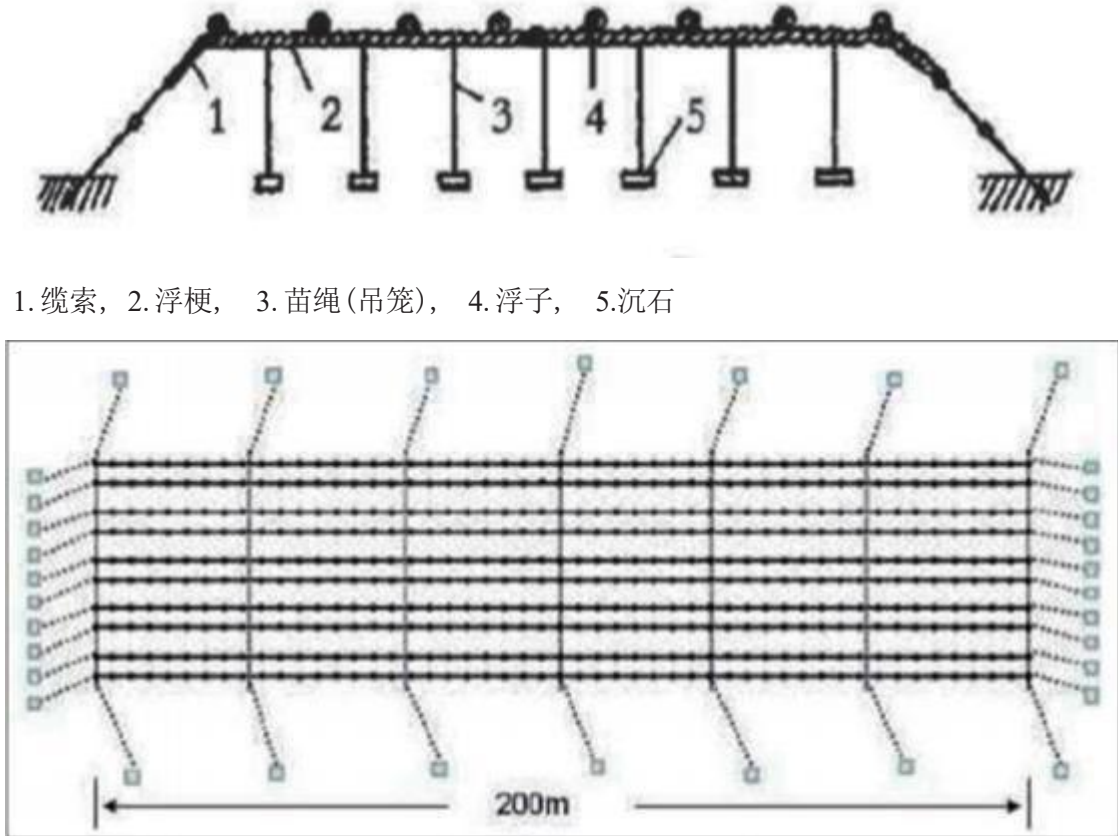
网箱设有一套监控系统，提供水面及水下视频监控，水质监测，海区风速等参数的实时显示。采集数据经处理后，集中显示在监控画面上。显示装置安装于控制室，为渔场的安防及养殖维护提供了便利条件。另外，该系统还配置了远程查看功能，通过手机客户端可以实时查看渔场的状态。



图 3.4-9 桁架类网箱养殖示意图

3.4.2.3 抗风浪筏式养殖架

筏架主要由桩缆(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。每条延绳筏中间吊 7 个沉子，每个沉子重 50kg，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东北-西北走向平行排列，绳与绳之间的间距 4.4m 的方式布局，每组区块之间长向间隔 50m，宽向间隔 20m。



1. 缆索, 2. 浮梗, 3. 苗绳(吊笼), 4. 浮子, 5. 沉石

图 3.4-10 筏架结构示意图



图 3.4-11 牡蛎吊养筏架结构示意图

3.4.2.4 人工鱼礁

本项目拟采用 GDC013 长方体三孔钢混繁育礁礁体和长方体框架钢混多功能饵料礁。人工鱼礁确保产卵鱼类正常产卵生殖, 增加鱼卵附着场所, 提高仔鱼的成活率, 达到增加资源的目 的, 同时中空的框架结构也为成年鱼提供了相对安全的庇护场所, 为成年鱼的繁殖营造了良好的环境。

1) GDC013 长方体三孔钢混繁育礁单体

GDC013 长方体三孔钢混繁育礁礁体是饵料型鱼礁单体, 兼顾繁育型。该礁体主框架为 $3\text{m} \times 3\text{m} \times 3\text{m}$ 钢筋混凝土框架结构, 底面加设了混凝土翼板的基础上扩展底板为整块混凝土板, 空方量为 27m^3 。在礁体中部扁梁上放置 8 个陶罐, 其独特的内槽成为一些物种

(例如龙虾和鲍鱼等)优选的繁育场所。

GDC013 礁体重量 27.570 吨,该型礁体形成的实体底面积为 3.84m^2 ,空立方米量为 27.0m^3 。



图 3.4-12 GDC013 型人工鱼礁单体示意图

2) 长方体框架钢混多功能饵料礁

礁体整体为钢筋混凝土结构,尺寸 $3\text{m} \times 3\text{m} \times 3\text{m}$, 鱼礁占据空方量 27m^3 。礁体预留出一定的沉降高度,同时混凝土底座采用防沉降设计,以保证实现良好的应用效果。采用饵料培养体结构的框架钢混多功能饵料礁礁体结构复杂,可为藻类、贝类、鱼类等提供生长、繁殖、索饵和避敌的良好栖息场所。饵料培养体礁体上固着天然贝壳,贝壳的天然性也具有有良好的集鱼效应和亲物性,完全环保无污染。礁体透水性好,易形成复杂涡流,有利于水体及营养物质交换。礁体重心较低,具有良好的稳定性,可以有效抵抗海流冲击,不易发生滑移、倾覆现象。

长方体框架钢混多功能饵料礁体形成的实体底面积为 3.84m^2 ,空立方米量为 27.0m^3 。



图 3.4-13 长方体框架钢混多功能饵料礁示意图

表 3.4-6 人工鱼礁单体结构经济指标

| 项目 | 型号 | GDC013 长方体三孔钢混繁育礁 | 长方体框架钢混多功能饵料礁 |
|-----------------------|------------------------|-------------------|---------------|
| | 混凝土量 (m ³) | | 11.487 |
| 钢筋量 (t) | | 1.736 | 1.676 |
| 空方量 (m ³) | | 27 | 27 |
| 礁体结构稳定性 | | 稳定性高 | 稳定性高 |
| 内部结构 | | 内部结构复杂 | 内部结构复杂 |
| 功能作用 | | 阴影效应好, 庇护效果好 | 阴影效应好, 庇护效果好 |
| 方案选定 | | √ | √ |

3.4.2.5 辅助设施

(1) 海上警示浮标设计

在项 目人工鱼礁区的边界位置建设海上警示浮标, 方便对示范区进行管理, 同时对过往船只起到警示作用。本项目海上警示浮标采用直径 1.5m、高 1.0m 的浮鼓, 水平高 1.62m 的塔身, 塔顶配太阳能警示灯。浮标身根据航标规定为黄色。海上警示浮标按设计图纸的要求成套购买并安装, 浮鼓配备相应锚链和锚块。

本项 目计划在人工鱼礁区的 4 个界点, 建设海上警示浮标 4 个。

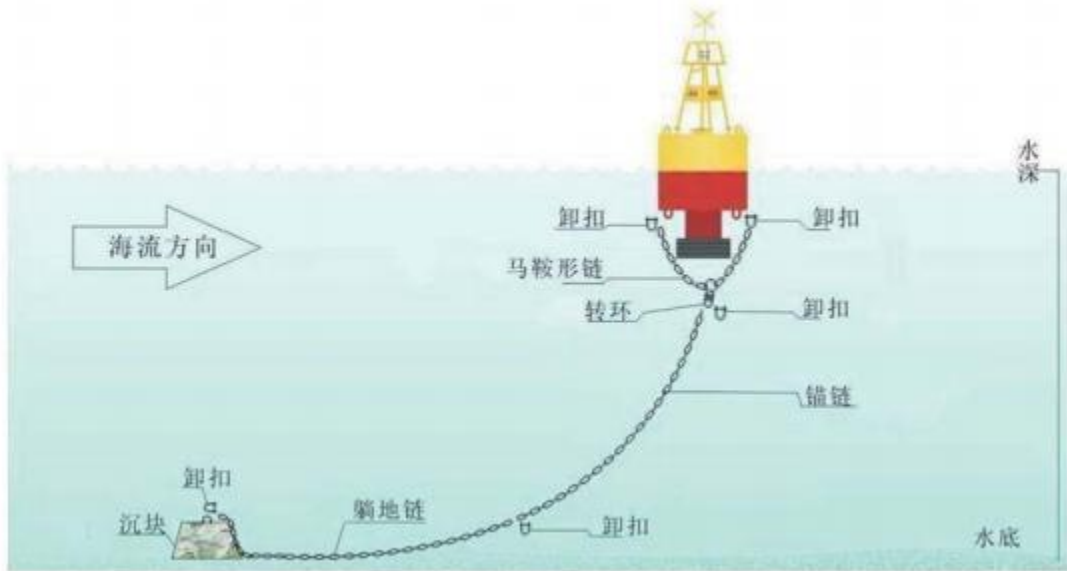


图 3.4-14 浮标效果图

(2) 陆上标示牌和石碑设计

国家级海洋牧场示范区标示牌和石碑,制作竖立于海洋牧场所在海域附近陆地显著位置,宣示示范区位置、人工鱼礁建设情况等情况,以加强礁区保护和社会宣传,也利于保障通航的安全。参照《关于公布国家级海洋牧场示范区标示牌和石碑式样的函》(农渔资环便〔2017〕280号)的国家级海洋牧场示范区标示牌式样、国家级海洋牧场示范区石碑式样,进行海洋牧场标示牌和石碑建设。标示牌采用白底上下带蓝色海浪的设计模式,长0.9m、宽0.7m,标明海洋牧场人工鱼礁区名称、范围、建设内容、建设时间、建设单位等。石碑拟采用底座加碑体的设计模式,底座高0.85m、宽1.75m、中间厚1cm,上下端厚35cm,雕刻海浪图案;碑体高1m、宽1.5m、厚15cm,正面标明海洋牧场人工鱼礁区名称、范围、建设内容、建设时间、建设单位等,反面对海洋牧场相关情况进行简单介绍,包括海洋牧场是什么、有哪些作用、海洋牧场建设情况以及覆盖海域面积、经纬度四至范围、投礁建设、养护对象、增殖品种和管理维护单位等信息。

根据实际情况,在海洋牧场附近陆地上选址设置标示牌1个和石碑1个。

3.5 项目施工方案

本项目不设置临时施工平台,项目的深水网箱、桁架类网箱、人工鱼礁均由厂商在陆地工厂制造好后,整体拖运到项目海域锚定。

3.5.1 基础设施施工工艺和方法

(1) 施工条件

本工程位于湛江市雷州市覃斗镇西侧、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，项目区附近码头有乌石渔港、流沙湾渔港等港口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，拟采用项目区沿岸的乌石渔港、流沙湾渔港等作为出运码头。重力式深水网箱的网箱、网衣、固定锚块、锚绳等根据需要当天运至码头，当天安装。桁架类网箱在陆上制做完成后，整体拖运到项目海域。



图 3.5-1 运输路线示意图

3.5.1.1 重力式深水网箱施工工艺

(1) 主要材料

表 3.5-1 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 | HDPE100/Φ400 、SDR13 .6 、纯黑 | 29 .4mm | m | 204.33 |
| 2 | 扶手管 | HDPE100/ Φ125 、SDR11 、橙色 | 11.4mm | m | 100 |
| 3 | 三通竖管 | HDPE100/ Φ140 、SDR11 、纯黑 | 12.7mm | m | 29 |
| 4 | 圆头三通 | HDPEΦ125 注塑 | 13mm | 个 | 46 |
| 5 | 平头三通 | HDPEΦ125 注塑 | 13mm | 个 | 4 |
| 6 | 工字架 | HDPEΦ400 中心距 69cm 注塑 | 22 mm | 个 | 50 |
| 7 | 套管 | HDPEΦ450 、SDR21 、50 cm | 21 mm | 个 | 24 |
| 8 | 限位块 | HDPE100 / 12 0 mm× 55 mm× 35mm | / | 块 | 196 |
| 9 | 销钉 | HDPE100/ Φ 16 mm 注塑 | / | 支 | 166 |
| 10 | 踏板 | PE66 0 ×47 5×45 0 mm | / | 个 | 16 |
| 11 | 穿踏板管材 | HDPEΦ50 mm×9 .2m | / | 支 | 2 |
| 12 | 泡沫 | 334m ×800m20kg/m3 | / | 条 | 125 |
| 13 | 太阳能警示灯 | Φ12 太阳能自动发光 | / | 盏 | 2 |

(2) 主要施工机械

主要采用的施工机械有：GPS 定位仪、工作船、运输平台、运输船、安装船。

表 3.5-2 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紧程度适中为止。至此即整个锚泊系统安装调试完毕，下一步是将网箱系于锚泊系统上。

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。

3.5.1.2 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 3.5-3 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 400 kg | 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) 网箱抛锚作业

①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。

②锚泊系统预连接

锚泊系统的各部位连接应在工作船上预先完成,并检查无误后,方按顺序逐个投放。

③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。

④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。

3.5.1.3 座底式桁架养殖试验平台施工工艺

(1) 养殖平台尺寸及适应水深

网箱全包围尺寸 : 58 米×30 米 × 12 米×3;共计 62640 立方米 ;

桩腿高度 : 47 米 (入泥 9 米,水深 18 米,抬离水面 18 米,预留 1 米) ;

适应水深 : 18 米 ;

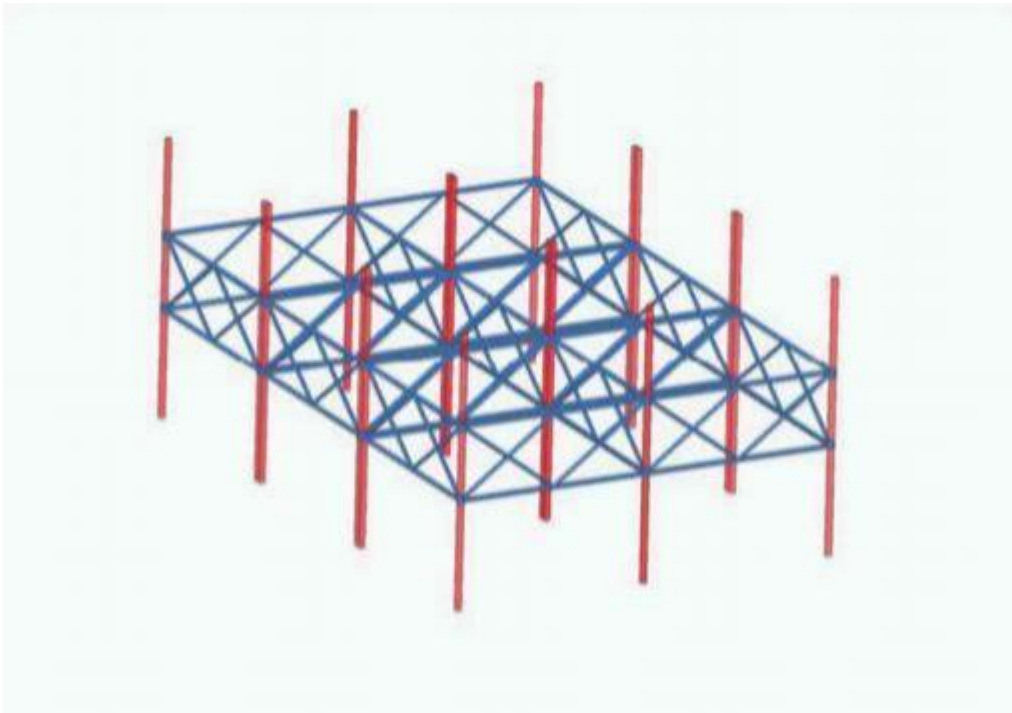


图 3.5-2 整体示意图

整体由三个“日”字形网箱构成,单个“日”字形网箱尺寸为 : 58 米×30 米×12 米, 总共三个,可分为 6 个网箱。

(2) 幼鱼投放和成鱼捕捞设备 (吸鱼泵)

活鱼输送设备由服务支持船提供。在平台左舷和右舷的六个立柱区域,距基线约 21500mm 的合适位置,舷侧各设置一个可供 DN400 的活鱼输送软管穿过的通道。服务支持

船的活鱼输送软管可穿过这个通道到达网箱内。利用服务支持船上的活鱼输送设施,将幼鱼投放至平台网箱,或将平台网箱内的成鱼输送至服务支持船上的舱内。通道内与软管可能接触的钢结构不能有尖锐角,焊缝无毛刺,所有锐边需打磨光滑,避免对活鱼输送软管造成损伤。

网箱内设置合适的设施,如导向滑轮,导向缆绳等,可利用活动赶渔网,将平台内的活鱼驱赶聚集于软管接口附近。

应用解决方案:采用 GX-150 型管道吸鱼泵完成鱼苗投料使用,养殖阶段也可配置卡口式分鱼机用于鱼苗回收大小分选使用。

采用 GX-250 型管道吸鱼泵用于成品鱼及上市商品鱼捕捞,输送至渔运活水船。流量 600m³,吸鱼效率 25T/H。

(3) 渔网清洗设备

平台上配置一台电动高压泵站,用于提供渔网清洗、甲板冲洗用的工作水。泵站最大工作压力约 200 bar,流量约 260 L/min。泵站水源来自外部海水,海水进口需配置适当的过滤器。

在平台主甲板露天区域上设置 6 个渔网清洗工作站,左、右舷各 3 个。每个工作站设有高压快速接头、阀件和电缆接头,可用于连接水下洗网机的脐带,远程遥控操作渔网机进行水下清洗作业。

在各养殖单元的顶网上设置合适的活口通道,便于吊运洗网设备进入网箱内部,用于清洗内部的养殖网。

在平台主甲板合适位置设置一个半围蔽区域用于存放、清洗和维护水下洗网机。

清洗工作站与高压清洗泵站之间连接管路材料为 316L,最大工作压力 200 bar。

3.5.1.4 浮筏养殖施工工艺

(1) 浮筏制备工艺

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。

(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。

3.5.1.5 人工鱼礁施工工艺

本项目人工鱼礁礁体在陆域场地制作，制作完成后运送至礁区海域进行投放。运输码头拟定在周边码头，海上运输采用 1 条工程驳船，将礁体运抵投礁区，海上施工采用工程船，由专业人员进行礁体投放。

(1) 人工鱼礁施工方案

礁体采购 → 礁体陆运至码头 → 船舶选用及吊装 → 海上运输至指定海域 → 抛投至指定海域 → 警示浮标安装 → 场地清理 → 竣工验收。

本项目所用人工鱼礁均由专业厂家在陆域制作，故其制作过程不作为本报告评价内容。

(2) 礁体陆运至码头

本项目不设专用码头，拟使用乌石港作为施工船只的停靠点，礁体制作厂商配备运输车将礁体送至乌石港，由运输船运至本项目人工鱼礁投放海域。

(3) 船舶选用及吊装

工程船选择为海上大型工程船，使用起重船吊装。

(4) 海上运输与投放

鱼礁的运输与投放，应有 2 艘或 2 艘以上的船舶协同完成。其中 1 艘为投放船，配备载重大于 50 吨的船用吊车，配备较为精确的 GPS 定位系统，在鱼礁投放高峰期，可长期锚泊于鱼礁投放区。另外 1 艘或多艘为运输船，负责鱼礁体的运输，要求机动灵活，甲板开阔平坦，便于鱼礁的摆放。

鱼礁投放的步骤为：船舶定位抛锚 → 安设解钩装置 → 礁体定位 → 安放鱼礁 → 检查调整
船舶定位抛锚：船舶到达现场后在施工范围内先进行锚泊，使用 GPS 卫星定位仪，小艇配合，再定点投放锚，系上浮标，基本圈定投放范围。在每一投点，按施工图标示的坐标投放，投放时再由施工人员利用手动 GPS 定位仪定位，投放误差不大于 5m，礁体下落到水底接触海底表面才能脱钩。

安设解钩装置：为加快投放速度，在陆地装驳时，可以安装自动解钩装置，提高投放速度；

礁体定位：按图纸设计要求，逐个定位投放，起锚时先起锚头，避免锚缆扫到已安放好的人工鱼礁；

安放鱼礁：注意安全措施，慢起轻放，严防人工鱼礁碰撞，六级以上风力停止作业，严

格按照拖轮作业技术要求,确保航行安全 ;

检查调整 :礁体投放后,潜水检查,发现倾斜 、 倒置 、 移位等情况要及时调整处理。

为了保证鱼礁投放位置的准确度,应尽量选择小潮期的憩流时段以及风浪小的天气,可利用适宜的天气、潮流等,按单位鱼礁特点分批投放。

以下投放的具体步骤 :

步骤 1 : 利用投礁船 GPS 定位仪和辅助渔船手持 GPS 协助,找到单位鱼礁位置,用临时浮标标记。

步骤 2 :将投礁船驶至临时浮标处,以船所在位置为圆心,在圆心处投放鱼礁。

步骤 3 :操作完成后,投放浮标标识。

步骤 4 : 按照同样的方法,以就近的原则,找到其他单位鱼礁位置进行铺设,依次用临时浮标进行标识。

步骤 5 :所有单位鱼礁铺设完后,收回临时浮标,换以正规浮标。

3.5.1.6 水下实施监测系统施工工艺

针对海洋牧场快速 、 机动 、 灵活的水下视频采集或调查需要,方案设计了 自容式水下视频采集设备及系统。

自容式水下视频采集采用电池供电,全 自主工作,设备投放在指定海域后,按照设定的时段录像,存储在大容量固态硬盘上。

针对不同的水下应用场景,系统设计了用于浅海的视频采集设备和用于深海的视频采集设备。

浅海环境下,为防止渔网拖拽造成设备被破坏,采用坐底式布设方式,设备整体采用圆锥体结构,外观光滑无突起,设备底部固定在配重水泥底座上,投放后下沉坐在海底工作,有效避免被渔网剐蹭损坏。本设备,特别适宜于 15m 以内浅水区应用。

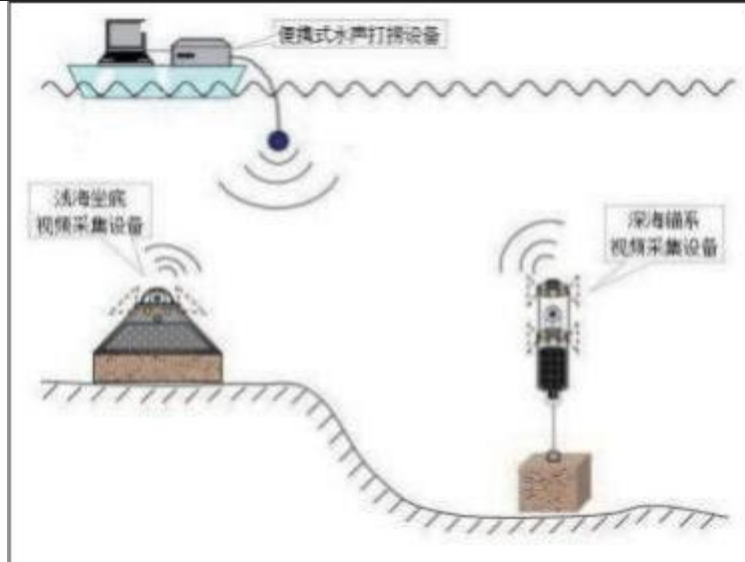


图 3.5-3 系统组成即工作模式示意图

(1) 设备布放

在海洋牧场建设单位配合下，派遣当地有经验的、对周围水下地形环境熟悉的潜水员，前往人工鱼礁区进行现场选址勘察；组织专业施工队，完成海洋牧场在线监测系统现场组装调试。由小型渔船等船只运输至投放点，进行投放。

(2) 录像存储与读取

设备采用视频高压缩算法，1080P 高清录像一天只需 8G 内存空间，采用 2T 以上大容量固态硬盘，可连续存储 100 天录像，存储满后可选择循环覆盖或停止保护。

摄像机支持灵活的录像时间设置，支持在 1 周时间内（7 天），每天设置最多 24 个不同的录像时段。可以选择主动捕捉拍摄模式，在设定时间内，先开启搭载的探鱼声呐设备探测周围是否有海洋生物活动，待捕捉到附近的海洋生物目标后再开启摄像机和 LED 灯进行抓拍、录像，由此可最大限度的延长水下监测时间，并获取有效的海洋生物视频。每段录像或抓拍自动按时间生成日志，便于搜索查看，数据存储在大容量固态硬盘内。设备打捞回收后，可以遥控打开设备 W,F，热点，无线读取磁盘录像或抓拍日志，系统专门设计了设备同步软件，可以方便的获取录像日志，搜索并选择下载内容。

(3) 回收方案

①设备上配备示位信标，周期性发送水声定位信号或在设定时间后开始发送信号，由水声打捞设备搜索定位水下设备大致区域（定位 10 米），再使用专门配套的水下机器人带绳钩勾住设备，从船上捞起设备。

②设备上配备水声信号接收器，监听特定的水声激活信号，收到激活信号后在开始检测约定编码，检测通过后启动释放器脱离水泥配重，之后依靠自身浮力浮出水面。水声遥

控半径 1km 左右。设备回收后，连接 USB 接口，用配备的视频同步软件获取录像日志，选择并下载需要的视频数据。设备采用高能蓄电池供电，可充电后重复使用。

3.5.1.7 辅助设施建设

警示浮标示人工鱼礁区的边界位置，方便海洋渔业部门对示范区行使管理职能，同时对过往船只起到警示作用。按渔业行业相关标准，在人工鱼礁区边界角点设置海上警示浮标 4 个。

标示牌和石碑标明海洋牧场人工鱼礁区名称、范围、建设内容、建设时间、建设单位等，竖立于海洋牧场附近陆上。

3.5.2 土石方平衡

本项目的养殖平台和网箱、人工鱼礁均有厂家生产，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。

3.5.3 施工进度计划

项目建设年限为 3 年，其中一期工程建设时间为 2024 年、二期工程建设时间为 2025 年、三期工程建设时间为 2026 年。具体进度计划见下表。

表 3.5-4 项目实施进度计划表

| 工作内容 | 2024 年 | | 2025 年 | | 2025 年 | |
|-------------|--------|------|--------|------|--------|------|
| | 5-6 | 7-12 | 1-6 | 7-12 | 1-6 | 7-12 |
| 人工鱼礁投放 | | | | | | |
| 贝类养殖筏架 | | | | | | |
| 座底式桁架养殖试验平台 | | | | | | |
| 智能深水网箱监控系统 | | | | | | |
| 重力式深水网箱 | | | | | | |
| 桁架类深水网箱 | | | | | | |
| 海上养殖工作平台 | | | | | | |
| 其它配套设施装备 | | | | | | |
| 项目验收 | | | | | | |

注：3 月至 6 月为底栖生物的繁殖期、鱼类的产卵期及鱼卵、仔鱼、幼鱼的高密度季节等敏感期，企业应合理规划安排施工计划，应尽量缩短工期，尽量避开在底栖生物的繁殖期、鱼类的产卵期及鱼卵、仔鱼、幼鱼的高密度季节等敏感期（3 月至 6 月）进行施工。

3.6 养殖工艺和方法

3.6.1 网箱养殖工艺

(1) 养殖鱼种

项目网箱养殖的鱼种主要为**金鲳鱼、石斑鱼、军曹鱼等**。

表 3.6-1 本项目养殖鱼类介绍

| 序号 | 深远海养殖鱼类 |
|----|--|
| 1 | <p>金鲳鱼，学名卵形鲳雙 (Trachinotus ovatus)，在中国分布于南海、东海和黄海海域，广东、广西、海南、福建沿岸均有一定的资源量。金鲳鱼具有生长速度快、养殖周期短的特点，养殖 5 个月即可上市，目前是我省深远海养殖量最大的品种，占了我省深远海养殖产量的 70%，其适宜水温范围为 14~36℃，在广东海域均适合养殖，最适合的生长水温为 22~28℃，目前在广东海域均有养殖，主产区是湛江和阳江，其中湛江誉为“中国金鲳鱼之都”。</p> |
| 2 | <p>石斑鱼，是石斑鱼亚科鱼类的总称，主要分布于东海、台湾海峡和南海海域。其中常见种类有青斑、红斑、老虎斑、龙趸、东星斑、老鼠斑、芝麻斑等。石斑鱼适宜水温范围为 15~35℃，在广东全省海域均适合养殖，最适合的生长水温为 24~30℃，目前在广东全省海域都有养殖，主产区是湛江、茂名、阳江等地。</p> |
| 3 | <p>军曹鱼 (Rachycentron canadum) 俗名海鳐，是一种热带鱼类，中国以南海和东海较常见到，个体大、生长快、在适宜的环境条件下，半年可以长至 3.5kg，1 周年可达 6~8kg，具有不停游泳的习性，可以充分利用网箱大空间，但不耐低温，海水温度为 19℃ 时停止摄食，水温低于 16℃ 时，就会冻死，其最适生长温度为 23~30℃，主要适合在粤西海域养殖，目前主产区是湛江、茂名、阳江等地。</p> |
| 4 | <p>鳞鱼，主要指双棘原黄姑鱼 (protonibea diacanthus)，俗称金鳞、赤嘴鳞，中国沿海均有分布，具有鱼体大、生长快、食性广等诸多优点，是生产高档花胶的主要种类，但其不耐高温，当水温高于 28℃ 时摄食量明显减少，最适合的生长温度为 20~25℃，主要适合在粤东和珠三角海域养殖。鉴于鳞鱼养殖周期较长，一般养殖 3 年达 10kg 以上才适合取花胶，可建立粤西和粤东接力养殖模式，秋冬季可在粤西养殖，夏季在粤东养殖，充分利用其最适生长温度，目前主产区是潮州 (深远海开阔海域水温会比沿岸低，湛江等外海海域夏季养殖效果值得去试验评估)。</p> |
| 5 | <p>晒洲族大黄鱼，与岱衢族大黄鱼、闽-粤东族大黄鱼共同组成大黄鱼三大种群，晒洲族自然分布在广东惠州到湛江海域，同岱衢族和闽-粤东族大黄鱼相比，晒洲族大黄鱼的显著特点是能耐高温，适宜生长水温为 10~32℃，最适宜生长水温为 18~28℃，主要适合在珠三角和粤西海域养殖。</p> |
| 6 | <p>章红鱼，学名高体鳐 (seriola dumerili)，是一种典型的洄游性鱼类，冬季 12 月份左右在南海三沙海域产卵孵幼，随后一路向北索饵洄游到日本海域。章红鱼不耐高温，当水温高于 28℃ 时，摄食量明显减少，最适合在粤东海域养殖，目前主产区是潮州饶平。章红鱼养殖周期一般在 2~3 年，可发展粤东-粤西接力养殖模式，秋冬季在粤西养殖，夏季在粤东养殖，充分利用其最适生长温度 (深远海开阔海域水温会比沿岸低，江 门等 外海海域夏季养殖效果值得去试验评估)。</p> |
| 7 | <p>花鲈 (Lateolabrax maculatus)，属于广温、广盐性鱼类，适温范围为 3℃~31℃，最适宜水温为 16℃~27℃，适合于广东全省海域养殖，目前主要养殖模式是咸淡水池塘养殖，主产区在珠海。</p> |
| 8 | <p>金头鲷 (sparus aurata)，是从欧洲引进的种类，属于广温、广盐性鱼类，可生活在微咸水、半咸水和海水中，深海网箱、潮间带池塘和陆基工厂化均可养殖。适温范围为 8℃~30℃，最适生长水温为 18℃~25℃，适合于广东全省海域养殖，目前主产区在阳江、潮州等地。</p> |
| 9 | <p>笛鲷类，是紫红笛鲷 (Lutianus argentimaculatus)、红鳍笛鲷 (Lutjanus erythropterus)、千年笛鲷 (Lutjanus sebae)、星点笛鲷 (Lutjanus stellatus) 等的统称，属广温、广盐性鱼类，</p> |

| 序号 | 深远海养殖鱼类 |
|----|--|
| | 适宜水温为 12 ~ 30 oc, 最适生长水温为 20 ~ 28 oc, 适合广东全省海域养殖, 目前主产区在湛江、阳江等地。 |

(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 $2.0 \times 10^4 \text{ ind/m}^3$; 充气运输船的运输密度宜为 650 ind/m^3 。大规格鱼苗宜采用活水船运输, 运输密度为 500 ind/m^3 。

(3) 投苗放养

本项目网箱主要养殖品种为湛江海域常见的主要经济种, 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, 鱼类放养密度为 $10 \sim 20$ 尾/ m^3 。

(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/T16-2022), 根据鱼体大小确定饲料粒径, 鱼体重 18 g ~ 100g, 选用饲料粒径为 1.5 mm, 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) 深水网箱回收、维护工艺

深水网箱回收工艺与投放工艺基本相反,但稍有不同。

①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 3.6-1 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。

(8) 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。

(9) 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。

(10) 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。

3.6.2 吊养养殖工艺

(1) 养殖品种

项目吊养品种主要为牡蛎。

牡蛎 (*ostreagastnunb*) 俗称海蛎子、蚝等,隶属软体动物门,双壳纲,珍珠贝目,是世界上第一大养殖贝类,是人类可利用的重要海洋生物资源之一,为全球性分布种类。牡蛎不仅肉鲜味美、营养丰富,而且具有独特的保健功能和药用价值,是一种营养价值很高的海产珍品。牡蛎的含锌量居人类食物之首。古今中外均认为牡蛎有治虚弱、解丹毒、降血压、滋阴壮阳的功能。

牡蛎作为一种优质的海产养殖贝类,不仅具有肉味鲜美的食用价值,而且其肉与壳均可入药,具有较高的药用价值。

壳在断面上可以分为三层;最外层为薄而透明的角质层,中层最厚是由碳酸钙组成的柱状结构称棱柱层,内层为碳酸钙的片状结构,称珍珠层。壳是由下面的外套膜分泌形成,外套膜由壳顶处向腹缘延伸,它是两层上皮细胞,中间夹有结缔组织所形成的膜,膜内有

肌纤维使它附着在壳内面,外套膜的边缘加厚形成三个褶皱,内褶上有放射肌及环肌使边缘紧贴壳上。中褶上有大量的感觉细胞或感觉器,具有触觉、视觉等功能。外褶有很强的分泌功能。

两壳不等,左壳或称下壳较大而凹,以左壳固着在岩石或海底木桩上。一般是在面盘幼虫变态的后期,由足丝分泌粘液,将外套膜缘固着在基质上,然后由外套膜分泌的贝壳则直接粘着在塞质上了。足完全消失、前闭壳肌也退化消失、后闭壳肌移到身体的中部,已完全失去了运动的能力。闭壳肌与韧带具有拮抗作用。由于永久的固着生活,外套膜缘出现了发达的小触手或感官,外套膜从不出现愈合点或形成水管,因为它们生活在硬质表面,那里很少有大量沉积物的存在,因潮汐运动已起到了清除作用。

(2) 养殖环境要求

① 海域选址

养殖海区为避风条件良好的内湾或受台风影响较小的近海,海面风浪较小;低潮线至水深约 7 米水域;温度范围为 $10 \sim 33^{\circ}\text{C}$,生物饵料丰富。海区地质为砂质、泥沙或砾石,附着生物少,以及敌害生物少的海区。

② 水质要求

养殖海区水温 $15^{\circ}\text{C} \sim 30^{\circ}\text{C}$,盐度 $25 \sim 35$, $\text{PH} 8.0 \sim 8.4$,溶解氧 5mg/L 以上。水质符合 GB11607 和 NY5052 的规定。

(3) 养殖生产及管理

项目选择养殖海域离岸远,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网笼,考虑项目运营期间主要养殖品种为牡蛎,养殖关键工艺要点如下:

① 放养规格

放养规格为 4 周内贝苗。

② 放养密度

贝类增殖的苗种放养密度以 5000 株/公顷,最终养殖密度 2350kg/公顷较为适宜。

③ 饵料投喂

贝类增殖不需要投放饲料,贝类以水生微生物和鱼类排泄物为饵料,可以对海区的自然环境起到净化水质的作用。牡蛎的养殖周期一般 10 个月。

④ 敌害及附着物清除

捕捉清除肉食性的蟹类,洗刷清除污损生物。

⑤ 日常管理

水下检查:

贝类养殖需配置潜水员,潜水员定期进行必要的养殖系统检查,特别是台风或热带风暴发出预报信息时的检查,包括养殖网笼有无破损、盖网、固定装置、通道等,确保养殖在任何情况下是安全可靠的。

养殖日记:

每日做好环境因子与生产操作记录,主要包括:数量、患病及死亡情况、天气情况、水温、盐度、透明度、溶氧、养殖笼安全状况和工作情况等,以及定期测量记录贝类体重或体长数据,供制订下一步养殖计划提供科学依据。一般每隔 15~20 天随机抽取 25~35 头测量 1 次。

3.7 项目用海必要性

3.7.1 建设必要性

(1)是建设“蓝色粮仓”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”。2017~2023 年中央一号文件都提到建设和发展现代化海洋牧场。

农业农村部积极引导和扶持养殖经营主体将海水养殖向深水远岸布局,稳步发展深远海养殖。从 2016 年开始,中央财政每年安排专项资金,重点支持在国家级海洋牧场示范区开展人工鱼礁和海藻场、海草床等建设。今后,相关政策支持力度将进一步加大。《意见》要求,加强深远海养殖用海等制度保障,重点在设施装备建造、水产种业振兴、重大疫病防控、饲料兽药研发和全产业链培育等方面增加投入,并在信贷、保险等方面给予政策支持。

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。建设湛江市流沙湾 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

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。建设湛江市流沙湾 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。

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”。建设湛江市流沙湾 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。

(4)是优化海洋养殖产业结构和生产布局的需要

当前，现代渔业发展亦面临前所未有的挑战。一是随着经济社会的快速发展，港口、码头、航道、城市发展等建设大量占用湿地滩涂、近岸海域等资源，养殖空间与建设空间冲突日益加剧，养殖空间不断压缩；二是部分工业、城市生活污水排放等导致局部水域环境恶化，适宜养殖空间不断减少；三是供给侧结构性改革需进一步深化，养殖品种和养殖模式亟需转型升级，水产品无法满足人民群众对丰富、优质水产品的强烈需求；四是渔业管理和公共服务水平有待进一步加强，渔业科技创新和推广服务体系尚需完善。

2019 年《关于加快推进水产养殖业绿色发展的若干意见》明确未来我国将积极支持发展深远海绿色养殖，鼓励深远海大型智能化养殖渔场建设，以满足人民群众对优质水产品

和海洋生态环境保护的需求。2022 年《关于加强海水养殖生态环境监管的意见》提出规范部分近岸海域的海水养殖活动，进一步优化海水养殖空间布局，推进海水养殖业绿色发展。因此，推动海水养殖从近海向深远海拓展是当前缓解近海养殖压力、改善近海生态环境、优化海水养殖空间布局和促进海水养殖业转型升级的必然选择。为“深蓝渔业”的重要组成部分，发展深远海养殖对于保障国家食品安全、实现海洋渔业经济可持续发展、推进“蓝碳计划”和建设海洋生态文明具有重要的战略意义。

3.7.2 用海必要性

本项目计划在湛江市雷州市覃斗镇西侧、流沙湾西北侧海域，统筹湛江市流沙湾 1 号海域现代化海洋牧场建设。项目共布置深水网箱养殖组团 5 个（包括布置桁架式深水网箱 5 个、重力式深水网箱 195 个）、座底式桁架养殖试验平台 1 个、建设高密度聚乙烯抗风浪筏式养殖筏架 450 台，建设人工鱼礁 3.9 万空方。

(1) 项目用海是建设项目自身性质的需要

本项目人工鱼礁、重力式网箱、桁架类网箱、养殖筏架位于海上，因此本项目用海是必然的。

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 C100 行口径尺寸 HDPE 重力式深水网箱 195 个，1 个座底式桁架养殖试验平台，5 个桁架类网箱，抗风浪筏式养殖筏架 450 台，建设人工鱼礁 3.9 万空方，人工鱼礁礁体的投放需要占用部分海域；鱼礁群由多个单位鱼礁组成，单位鱼礁横向间距 20~50m，单位鱼礁由 15~30 个鱼礁单体组成，间隔错落布置，有利于形成鱼礁群聚集鱼类的效果。鱼礁礁体交错分布，既有利于形成多样性的涡流，又能达到庇护中部繁育型鱼礁的效果。鱼礁群布置顺应海流通过障碍物时的流态规律，使海流进入鱼礁群后马上形成上升流，同时在礁群范围内产生多种形态的涡流，激起沉淀海床的养料，吸引鱼类的群聚。多功能饵料鱼礁采用品字形方阵排列。

人工鱼礁、重力式网箱、桁架式网箱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，工程用海是非常必要的。

(2) 人工鱼礁区和养殖用海是充分利用海洋资源的需要

通过人工鱼礁和网箱的设置，使近海规划海区局部水域生态系统得到修复，海洋捕捞作业方式明显优化，捕捞产量与资源再生量相协调，水域生态退化状况得到明显改善，水生生物多样性得到有效保护，渔业资源利用步向良性循环。项目所在海域水深在 14.7~17.1m，有利于礁体的投放和管理；根据室内试验、原位测试等，确定项目区各层岩土的承

承载力大于 55kpa，场地稳定性一般，是放置人工鱼礁较好的地基持力层，满足人工鱼礁建设的需求；水体交换通畅，有利于保持水质的清洁和环境的稳定性；流速较小，有利于礁体的置放。因此，项目用海能够充分利用海洋资源。

(3) 项目用海是形成人工渔场建设的需要

项目人工鱼礁区投放的构造物，是游泳生物躲避觅食之地，可为海洋生物营造良好的繁殖、栖息环境，为鱼类、甲壳类、头足类等经济种类提供产卵、索饵和育肥场所，有利于鱼类的栖息和繁衍，增殖并保护渔业资源。

人工鱼礁有利于贝、藻类养殖生物的附着，大型海藻生长期间直接吸收海区大量的营养盐，能显著减少水体营养盐浓度，对改善内湾、近岸渔业水域的生态环境有积极的作用。海洋牧场能使原本生产力较低、生物种类较少的泥沙或沙泥底质类型的生态环境，变成生产力较高、生物种类较多、种类质量较高的岩礁类型的生态环境，提高渔业生产力。

由于近岸渔具渔法的不断进步，过度的捕捞导致海洋资源出现小型化。如果不采取休养生息的措施，将导致渔获品种整体质量的继续下降。人工鱼礁为生物提供了新的生境，礁体是海洋养殖生物的良好附着基，附着、聚集许多附着生物和浮游生物，形成饵料场。人工鱼礁可有效地增加海区岩礁性鱼类的种类数量及群聚资源数量，优化海区渔业资源的品种和数量结构，并使其稳定地保持在较佳的水平。为经济种类的繁殖和生长创造良好的生态环境，加快渔业资源的恢复。

综上所述，本项目建设用海是十分必要的。

3.8 项目占用岸线情况

项目用海不占用大陆岸线和海岛岸线。

3.9 项目用海期限

本项目网箱养殖、筏架吊养属于开放式养殖，人工鱼礁建设属于公益性，根据《湛江市流沙湾 1 号海域现代化海洋牧场建设项目海域使用论证报告书》及其批复，本项目网箱养殖和筏架吊养申请用海年限为 15 年，人工鱼礁礁体设计为 50 年。

项目主体工程宗海位置见图 3.9-1 和图 3.9-2，界址点坐标表见下表。

表 3.9-1 项目用海界址点坐标 (CGCS2000)

| 界址点编号 | 北纬 | 东经 | 界址点编号 | 北纬 | 东经 |
|-------|-----------------|-------------------|-------|-----------------|-------------------|
| 1 | 20°30'53.946"II | 109°43'12.113"II | 17 | 20°31'19.541"II | 109°45'38.795"II |
| 2 | 20°30'43.638"II | 109°43'38.930"II | 18 | 20°31'26.292"II | 109°45'147.519"II |
| 3 | 20°31'19.604"II | 109°45'147.642"II | 19 | 20°31'26.230"II | 109°45'38.741"II |

湛江市流沙湾 1 号海域现代化海洋牧场建设项目环境影响报告书

| 界址点编号 | 北纬 | 东经 | 界址点编号 | 北纬 | 东经 |
|-------|-------------------|--------------------|-------|-------------------|--------------------|
| 4 | 20° 31 49.613II | 109° 45 47.090II | 20 | 20° 31 27.707II | 109° 45 18.000II |
| 5 | 20° 31 49.505II | 109° 43 11.992II | 21 | 20° 31 27.769II | 109° 45 26.706II |
| 6 | 20° 31 11.324II | 109° 45 18.000II | 22 | 20° 31 34.387II | 109° 45 26.652II |
| 7 | 20° 31 17.936II | 109° 45 41.669II | 23 | 20° 31 34.325II | 109° 45 18.000II |
| 8 | 20° 31 17.767II | 109° 45 18.000II | 24 | 20° 31 27.782II | 109° 45 28.431II |
| 9 | 20° 31 19.392II | 109° 45 18.000II | 25 | 20° 31 27.843II | 109° 45 37.054II |
| 10 | 20° 31 19.455II | 109° 45 26.721II | 26 | 20° 31 34.462II | 109° 45 37.001II |
| 11 | 20。31 26.143II | 109° 45 26.623II | 27 | 20° 31 34.400II | 109° 45 28.378II |
| 12 | 20° 31 26.081II | 109° 45 18.000II | 28 | 20° 31 27.856II | 109° 45 38.78II |
| 13 | 20° 31 19.467II | 109° 45 28.447II | 29 | 20° 31 27.918II | 109° 45 47.489II |
| 14 | 20° 31 19.529II | 109° 45 37.069II | 30 | 20° 31 34.536II | 109° 45 47.367II |
| 15 | 20° 31 26.217II | 109° 45 37.016II | 31 | 20° 31 34.474II | 109° 45 38.726II |
| 16 | 20。31 26.156II | 109° 45 28.393II | 32 | 20° 31 49.595II | 109° 45 18.000II |

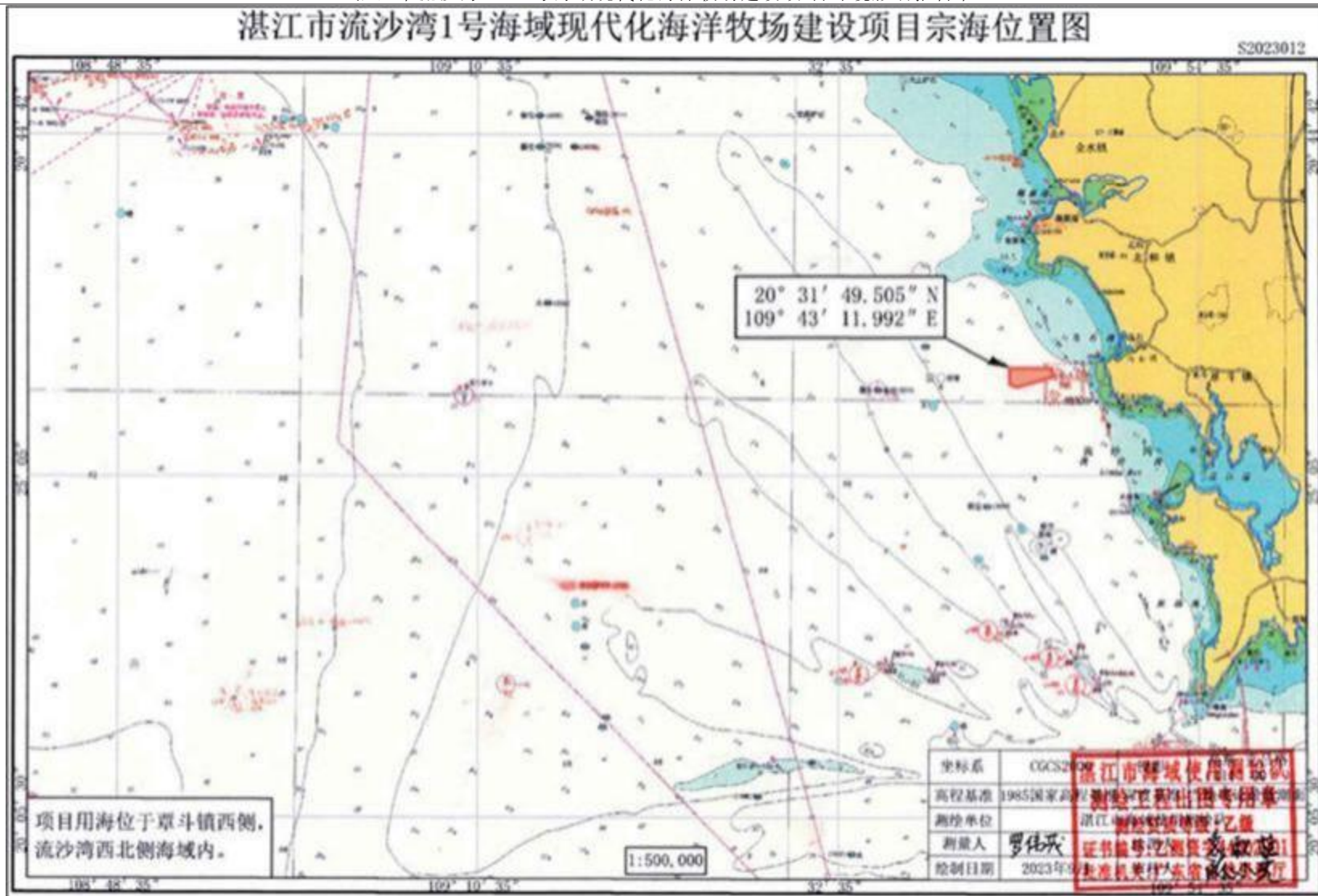


图 3.9-1 宗海位置图

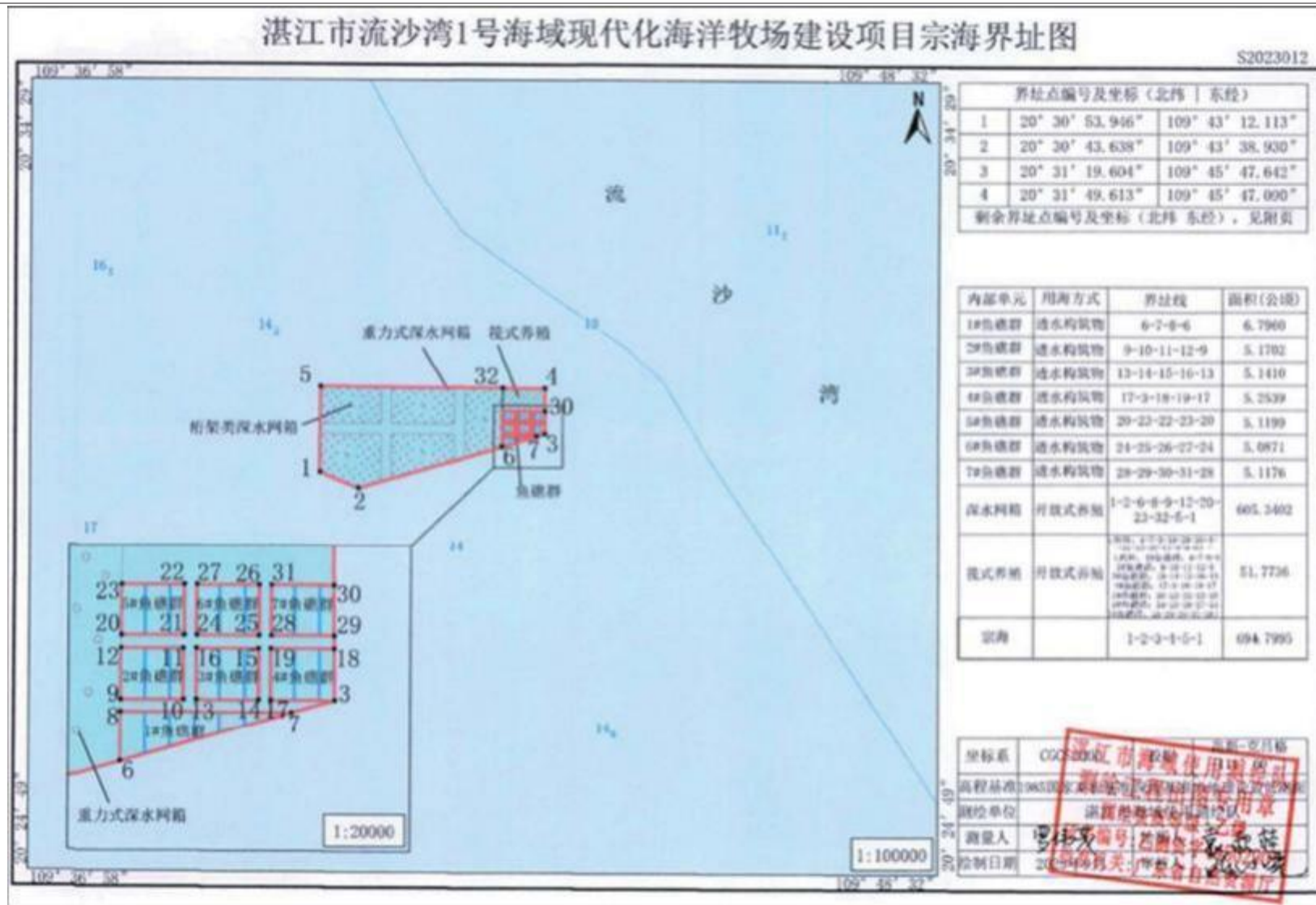


图 3.9-2 宗海界址图

4 建设项目工程分析

4.1 生产工艺与过程分析

4.1.1 施工期工艺过程及产污环节

4.1.1.1 施工期工艺过程

本项目为湛江市流沙湾 I 号海域现代化海洋牧场建设项目,施工总体可分为 4 大块 : 网箱安装施工、吊养养殖施工、人工鱼礁施工。根据施工进度计划,各大块总体的施工流程可按如下顺序开展 :

网箱安装施工 : 安放准备工作 → 抗风浪深水网箱运输 → 深水网箱投放 → 管理平台设施安装 → 竣工验收

吊养养殖施工 : 安放准备工作 → 吊养养殖材料运输 → 养殖设施安装 → 竣工验收

人工鱼礁施工 : 项目人工鱼礁礁体在正规、合法经营的预制场进行制作,制作完成后在预制场存放,因此,礁体出运前不在本次评价范围内。人工鱼礁主要施工工艺流程 : 施工准备 → 礁体预制 → 鱼礁运输 → 鱼礁投放 → 竣工验收。

4.1.1.2 产污环节

项目施工期工艺流程及产污环节见下图。

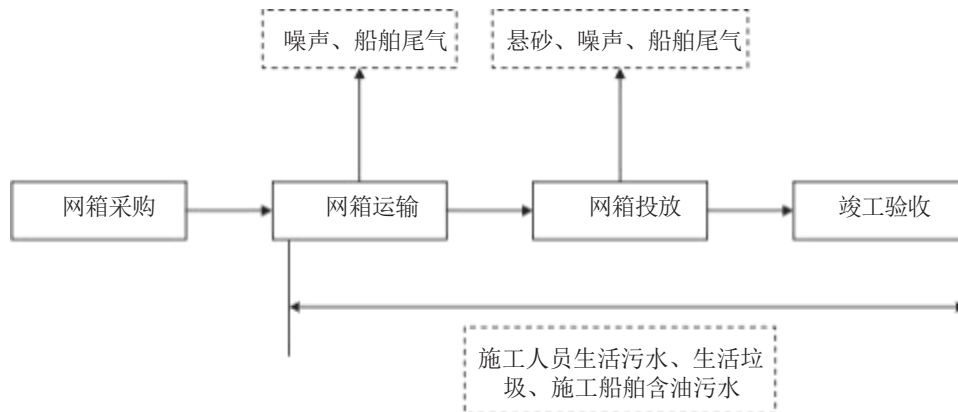


图 4.1-1 网箱安装施工图

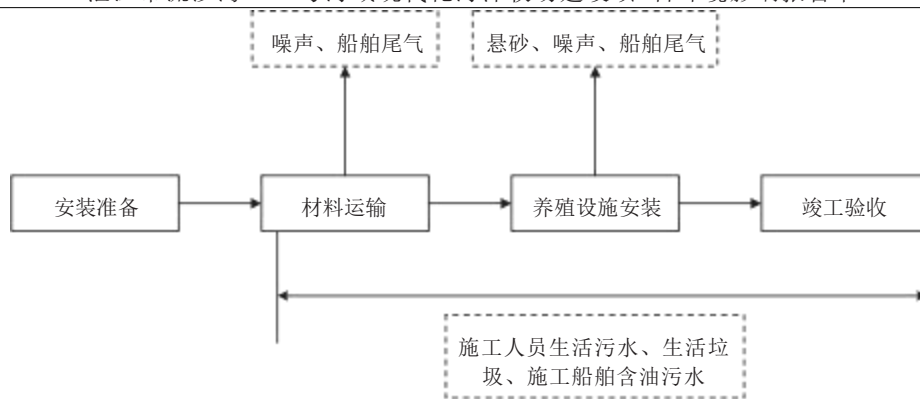


图 4.1-2 吊养养殖施工图

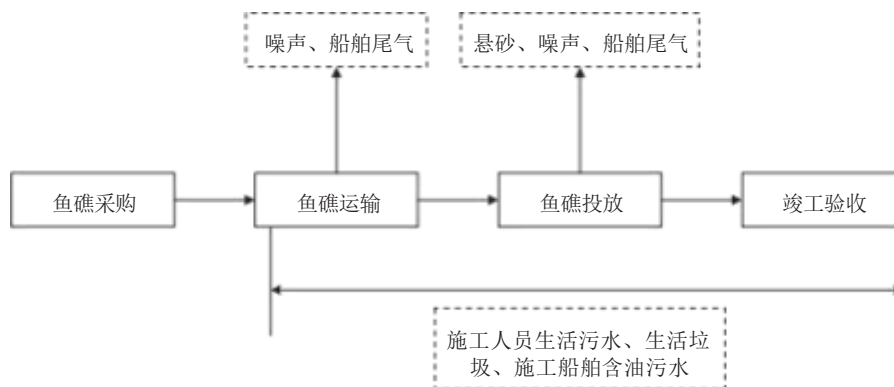


图 4.1-3 人工鱼礁施工图

4.1.2 运营期工艺过程及产污环节

4.1.2.1 运营期工艺过程

本项目运营期主要养殖前准备工作，鱼苗、贝苗运输，网箱投放饲料，养殖设施维护，收成运输等过程。

4.1.2.2 产污环节

项目运营期工艺流程及产污环节见下图：

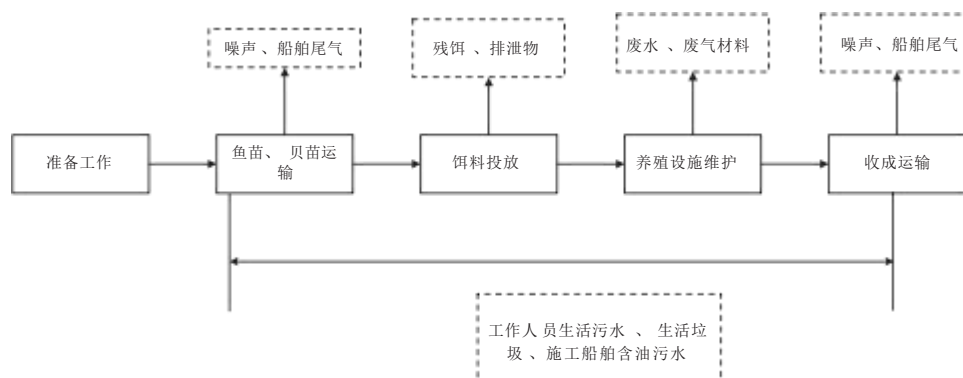


图 4.1-4 项目养殖过程主要产污环节示意图

4.2 工程各阶段污染环节与环境影响分析

4.2.1 施工期

本项目施工期主要是网箱安装施工、吊养养殖施工、人工鱼礁施工，施工期间环境污

染因素主要有：

(1) 废气

施工船舶产生的尾气, 主要污染物为 SO_2 、 NO_x 和烟尘；

(2) 悬浮物

鱼礁投放、网箱安装投放和吊养养殖设施安装过程中产生的悬浮泥沙；

(3) 废水

施工人员产生的生活污水和施工船舶含油废水；

(4) 噪声

施工船舶、施工设备产生的噪声；

(5) 固体废物

海上工作平台上部结构施工产生的少量建筑垃圾、施工人员产生的生活垃圾。

4.2.2 运营期

项目运营期对环境的影响主要为网箱养殖投放的多余饵料、网箱清洗废水以及鱼类排泄物对海洋环境和生态的影响。以及养殖运输船舶和海上工作平台工作人员的日常管理活动和养殖活动产生的少量废气、废水、噪声、废弃养殖材料, 环境污染因素主要有：

(1) 废气: 运输船舶、工作船舶产生的少量船舶尾气；

(2) 网箱养殖残留饵料、养殖生物代谢排泄物；影响因子主要是有机物 (COD、氮、磷等)；

(3) 废水：主要有运输船舶、工作船舶产生的含油污水、网箱清洗废水以及海上工作平台工作人员产生的生活污水；

(4) 噪声: 运输船舶、工作船舶行驶过程产生的船舶噪声；

(5) 固体废物: 工作人员生活垃圾和废弃养殖材料。

4.3 施工期污染物排放状况

4.3.1 废气

本项目施工船舶使用会产生尾气对环境空气有一定的污染。施工船舶和施工机械均以柴油作为动力燃料, 会产生一定量的废气, 主要污染物为 SO_2 、 NO_x 和烟尘。

4.3.2 施工悬浮泥沙

(1) 人工鱼礁投放产生的悬浮物

人工鱼礁投放会过程会产生悬浮物。礁体投放产生的悬浮物包括两部分, 一部分为礁体自身携带的泥土进入水体形成的悬浮物, 另一部分为礁体投放时扰动海底产生的悬浮物。

①礁体带入水中的悬浮物

礁体投放作业悬浮泥沙的产生量按照下式计算（仅考虑石料中所含泥土）：

$$Q = E \times C \times \alpha \times \rho$$

式中， Q 为礁体投放作业悬浮物产生量（kg/h）， E 为作业效率（ m^3/h ）， c 为礁体中泥土含量（%）， α 为泥土进海水后悬浮泥沙产生系数， ρ 为泥土密度（ kg/m^3 ），本项目取 $2650kg/m^3$ 。

本项目礁体中的泥土含量 c 很低（含泥、砂 < 5%），以礁体体积的 1% 计，该部分泥沙进入海水后形成悬浮泥沙的比率 α 以 20% 计，本项目人工鱼礁投放量为 3.9 万空方，人工鱼礁投放工期为 90 天，每天施工时间 8 小时，效率 E 约为 $54.167m^3/h$ ，则礁体投放产生的悬浮物约为 $287.08kg/h$ ，即约 $0.08kg/s$ 。

②礁体投放激起的悬浮物

人工鱼礁投放会扰动海底泥沙，因此，投礁过程中，搅动泥沙产生悬浮物。

礁体投放激起的海底沉积物产生的悬浮物源强按下式计算：

$$S = (1 - \theta) \cdot \rho \cdot \alpha \cdot P$$

式中：

S ——抛石挤淤形成的悬浮物源强（kg/s）；

θ ——沉积物天然含水率（%），取 57.64%；

ρ ——沉积物中颗粒物湿密度（ kg/m^3 ），取 $1620kg/m^3$ ；

α ——沉积物中悬浮物颗粒所占百分率（%），取 5%；

P ——平均挤淤强度，根据本工程施工方案， P 取 $0.009m^3/s$ 。

根据计算，礁体投放激起的海底沉积物产生的悬浮物源强约为 $0.31kg/s$ 。因此，礁体投放产生的悬浮物源强 = $0.008 + 0.310 = 0.39kg/s$ 。

(2)网箱养殖、吊养养殖桩基固定产生的悬浮泥沙

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 4.2m³/个计算, 每个锚块投放过程中搅动产生的悬浮泥沙量为 0.021m³。每个锚块投放时间约 3min, 悬浮泥沙干容重取 1380kg/m³, 则单个水泥墩锚块投放工序产生的悬浮泥沙瞬时源强为 0.16kg/s。

4.3.3 施工废水

本工程施工期间的废水主要有生活污水、船舶含油废水。

(1) 生活污水

生活污水主要来源于船舶施工人员产生的生活污水。

本工程施工高峰期时, 水上施工人员高峰期可达 30 人, 根据《用水定额第 3 部分: 生活》(DB44/T691461.3-2021) 的农村居民 II 区, 施工人员用水量按每人每天 130L 计, 排污系数按 90% 计, 则施工人员生活污水产生量约 3.51m³/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, 污水中主要污染因子特征浓度: COD: 250mg/L, BOD₅: 150mg/L, SS: 220mg/L, 氨氮 40mg/L, 动植物油 30mg/L。则 COD 的发生量约为 0.878kg/d, BOD 为 0.527kg/d, SS 为 0.772kg/d, 氨氮 0.140kg/d, 动植物油为 0.105kg/d。

施工人员生活污水由船舶自备的临时污水储存柜收集上岸后, 经市政污水运输车运输至乌石镇镇区生活污水处理厂处理。由于施工时间短, 源强小, 只要加强生活污水控制并收集处理后排放, 对附近海域水环境的影响不大。

(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》(JTS 149-2018), 载重 500 吨以下的船舶舱底油污水产生量按 0.14m³/d·艘计, 载重 500~1000 吨之间的船舶舱底油污水产生量按 0.27m³/d·艘计。本项目工作船、指挥船、打桩船、吊船、运输船、起重船、拖轮、供水船、机动艇和辅助船各船只总载重均低于等于 500t, 驳船总载重介于 1000~3000 吨之间; 拖船总载重 5000 吨。本项目含油污水每天产生量为 6.88m³/d, 计算过程见表 4.3-1, 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 34.4kg/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资质单位进一步进行处理。船舶舱底油污水水量详见下表。

表 4.3-1 船舶舱底油污水水量表

| 船舶载重吨 (t) | 舱底油污水产生量 (m ³ /d·艘) | 船舶载重吨 (t) | 舱底油污水产生量 (m ³ /d·艘) |
|-----------|--------------------------------|-------------|--------------------------------|
| 500 | 0.14 | 3000-7000 | 0.81-1.96 |
| 500-1000 | 0.14-0.27 | 7000-15000 | 1.96-4.20 |
| 1000-3000 | 0.27-0.81 | 15000-25000 | 4.20-7.00 |

表 4.3-2 项目船舶含油废水计算表

| 序号 | 船舶类型 | 船舶载重吨 (t) | 数量 (艘) | 计算系数 (m ³ /d 艘) | 舱底油污水产生量 (m ³ /d 艘) |
|----|--------------|--------------|-----------|-------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | 锚碇块投放船 | 500 | 4 | 0.14 | 0.56 |
| 2 | 网箱安装船 (带有吊臂) | 100 | 6 | 0.14 | 0.84 |
| 3 | 辅助小艇 | 0.4 | 6 | 0.14 | 0.84 |
| 4 | 拖船 | 5000 | 2 | 1.5 | 3 |
| 5 | 机动艇 | 0.4 | 2 | 0.14 | 0.28 |
| 6 | 起重船 | 100 | 1 | 0.14 | 0.14 |
| 7 | 施工运输船 | 3000 | 1 | 0.81 | 0.81 |
| 8 | 驳船 | 1000 | 1 | 0.27 | 0.27 |
| 9 | 潜水工作船 | 100 | 1 | 0.14 | 0.14 |
| 合计 | | | | | 6.88 |

因此,项目含油废水经上述措施处理后对海洋环境影响较小。但应加强施工船舶、设备保养与维护,杜绝跑、冒、滴、漏。

4.3.4 施工噪声

施工期噪声主要来自各类施工船舶、施工机械产生的噪声,噪声最大可达 90dB(A)。不同的施工船舶、施工机械产生的噪声声压级见下表。

表 4.3-3 施工机械 5m 处声级值

| 施工设备 | 距离 (m) | 噪声级 dB(A) |
|--------------|--------|-----------|
| 锚碇块投放船 | 5 | 80 |
| 网箱安装船 (带有吊臂) | 5 | 85 |
| 施工运输船 | 5 | 85 |
| 起重船 | 5 | 90 |
| 驳船 | 5 | 85 |
| 拖船 | 5 | 85 |
| 辅助小艇 | 5 | 80 |
| 机动艇 | 5 | 80 |
| 潜水工作船 | 5 | 80 |

4.3.5 固体废物

项目施工过程中产生的固体废物主要为生活垃圾和建筑垃圾。

(1) 生活垃圾

参照《水运工程环境保护设计规范》(JTS149-2018),施工船舶生活垃圾以人均 1.5kg/d

产生量计算，本工程船舶施工人员最多为 30 人计算，则施工船舶工作人员每天产生约 45kg 的生活垃圾。

本工程施工期生活垃圾产生量共 45kg/d。船舶生活垃圾待船舶靠岸后，集中收集上岸，交由环卫部门接收处理。

(2) 建筑垃圾

项目结构施工过程中会产生少量建筑垃圾，如断残钢筋头、包装袋、废旧设备等，均可以回收综合利用。

4.3.6 施工期主要污染物汇总

项目施工期主要环境污染物的产生及排放情况见下表。

表 4.3-4 项目施工期主要污染物排放情况

| 种类 | 污染源 | 产生量 | 主要污染物 | 环保措施及排污去向 |
|-----|---------------|-----------------------|---|------------------------------------|
| 废气 | 施工船舶 | 少量 | SO ₂ 、NO _x 和烟尘 | 自然排放 |
| 悬浮物 | 鱼礁投放 | 0.39kg/s | SS | 加强施工管理，间断自然排海 |
| | 网箱安装固定、吊养养殖固定 | 0.16kg/s | SS | 加强施工管理，间断自然排海 |
| 废水 | 生活污水 | 3.51m ³ /d | COD(0.878kg/d) BOD(0.527kg/d) SS(0.772kg/d) 氨氮(0.140kg/d) 动植物油(0.105kg/d) | 污水储存柜（船舶）收集上岸后，经市政污水运输车运输至污水处理厂处理。 |
| | 船舶舱底油污水 | 6.88t/d | 石油类：34.4kg/d | 船舶收集后，交有资质单位处理，不得向海域排放。 |
| 噪声 | 施工船舶、施工机械 | 75~90dB(A) | 等效连续 A 声级 | 加强施工作业管理，杜绝夜间施工 |
| 固废 | 生活垃圾 | 45kg/d | 生活垃圾 | 交环卫部门接收处理 |
| | 建筑垃圾 | 少量 | 建筑垃圾 | 运至政府部门指定的位置处置或综合利用 |

4.4 营运期污染物排放状况

4.4.1 养殖污染物

(1) 网箱养殖污染物

网箱养殖污染源主要来自养殖残留的饵料、养殖生物体的粪便、排泄物等。饵料投入网箱喂食鱼类，多余的饲料将沉淀于网箱底部，在水流作用下，不断自网箱析出，造成水体污染。

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,从而使生态系统受到损害和破坏,一旦发生“水华”,水质腐败发臭,病原微生物大量出现,造成鱼类大量死亡,而且网箱内水体的恶化往往会波及到附近水域的水质。

网箱养殖对水环境的主要污染负荷为氮、磷、COD等,参考《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》中“农业污染源产排污系数手册”,本项目养殖排污系数参考其“表6 水产养殖业排污系数-广东省”系数,如下表。

表 4.4-1 广东省排水产养殖业排污系数表

| 使用区域 | 排污系数 (kg/t) | | | |
|------|-------------|-------|--------|-------|
| | 总氮 | 总磷 | COD | 氨氮 |
| 广东 | 2.689 | 0.522 | 13.468 | 0.462 |

水产养殖业水污染物(化学需氧量、氨氮、总氮、总磷)排放量采用产排污系数法核算,等于人工水产养殖的水产品产量与排放系数相乘,人工水产养殖的水产品产量等于人工养殖海水产品产量与人工养殖淡水产品产量之和。某项污染物排放量计算公式如下:

$$Q_j = q \times e_j \times 10^{-3}$$

其中:

Q_j ——指某省水产养殖第j项污染物排放量(单位:吨);

q ——指某省水产养殖的水产品产量(单位:吨);

e_j ——指某省水产养殖第j项污染物排放系数(单位:千克/吨)。

项目年产鱼类6247.50t/a,则本项目网箱养殖排污情况如下表。

表 4.4-2 项目网箱养殖污染物排放量 (吨/年)

| 污染物 | 总氮 | 总磷 | COD | 氨氮 |
|-----|--------|-------|--------|-------|
| 排放量 | 16.800 | 3.261 | 84.141 | 2.886 |

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) 吊养养殖污染物

本项目牡蛎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,养殖污染主要为牡蛎生长过程中产生的分泌排泄物。

海上牡蛎养殖对水环境的主要污染负荷为氮、磷、COD等,《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》，牡蛎养殖业排污系数如下表。

表 4.4-3 牡蛎海水筏式养殖业排污系数表

| 品种代码 | 养殖品种 | 使用区域 | 排污系数 (g/kg) | | |
|------|------|------|-------------|--------|-------|
| | | | 总氮 | 总磷 | COD |
| S53 | 牡蛎 | 广东 | -9.268 | -0.685 | 7.982 |

牡蛎主要以依靠海洋中的微型海藻和有机碎屑为食，无需投放人工饵料，养殖过程中对氮、磷有一定的吸附作用，因此总氮、总磷成负增长状态。

表 4.4-4 项目牡蛎养殖污染物排放量 (吨/年)

| 污染物 | 总氮 | 总磷 | COD |
|-----|--------|--------|-------|
| 排放量 | -6.024 | -0.445 | 5.188 |

4.4.2 废水

(1) 网箱清洗废水

在网箱养殖中，网箱的清洗和更换是非常重要的工作。在海水中浸泡了一定时间的网箱系统，会或多或少地附着藤壶、牡蛎等贝类和各种藻类，这在一定程度上阻碍了水流的畅通和水体的交换，从而影响了养殖鱼类的生长和加重了网箱系统的下沉力。因此，在日常管理工作中，要根据网箱上附着生物量及养殖鱼类情况进行换网和清洗。一般 3 个月~6 个月换一次网，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。借助工作船上的吊机，边起吊网箱边冲洗。工作时，先用吊机将网箱的一侧提出水面，用高压水枪冲洗，然后用同样的方法顺序清洗网箱的其他部位。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，一天能清洗网箱的数量大约 6 个，每个网箱清洗需要水量约 1.5m^3 ，则本项目清洗废水的产生量约为 $9.0\text{m}^3/\text{d}$ ，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。

(2) 生活污水

本工程运营期间约有 20 名工作人员在海上工作平台进行日常管理，根据《用水定额第 3 部分：生活》(DB44/T691461.3-2021)，工作人员用水量按每人每天 130L 计，排污系数按 90% 计，则工作人员生活污水产生量约 $2.34\text{m}^3/\text{d}$ 。海上工作平台配备专门的容器集中收集后，上岸后经市政污水运输车运输至污水处理厂处理。

(3) 船舶含油污水

运营期船舶污水主要为船舶舱底含油污水。本项目运营期共配备有 5 艘 500 吨的养殖辅助船，按每天最大船舶使用量 5 艘考虑，根据《水运工程环境保护设计规范》(JTS149 -

2018), 船舶舱底油污水发生量为 0.14t/d。艘, 项目营运期含油污水产生量为 0.7m³/d, 处理前油污水含油浓度约, 按 5000 mg/L 计算, 则船舶含油污水中石油类产生量为 3.5kg/d。

本项目营运期工作船舶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资质单位进一步进行处理。

4.4.3 废气

营运期主要为工作船运输过程排放的少量船舶尾气, 船舶所排放的主要污染物为 NO_x、SO₂ 和烟尘等。

4.4.4 噪声

项目运营过程中, 噪声污染源主要来源于投饵船、工作船行驶产生的噪声, 噪声源值范围约 85dB(A)。运营期主要噪声源见下表。

表 4.4-5 运营期主要噪声源

| 序号 | 噪声源 | 距离 (m) | 噪声级, dB (A) |
|----|-----|--------|-------------|
| 1 | 工作船 | 5 | 85 |

4.4.5 固体废物

本项目营运期间产生的固体废物主要有生活垃圾和废弃养殖材料等。

(1) 生活垃圾

本项目日常管理工作人员为20人, 参照《水运工程环境保护设计规范》(JTS149-2018), 船舶生活垃圾以人均 1.5kg/d 产生量计算, 生活垃圾产生量约为 30kg/d, 生活垃圾待船舶靠岸后, 集中收集上岸, 交由环卫部门接收处理。

(2) 废弃养殖材料

网箱养殖和吊养养殖过程中, 网箱和吊养设施常年浸泡在海水中, 受海水腐蚀、海浪冲击, 长期养殖过程会产生废弃的养殖材料, 主要为废旧网衣、废旧塑料管、聚乙烯绳索、废旧浮球、废旧浮筏和养殖笼等。根据建设单位预估, 产生量约 5.0t/a, 拆除更换后运回陆地, 外售给废品收购站, 不在海域丢弃, 基本不会对海洋环境产生影响。

4.4.6 营运期污染物汇总

项目营运期主要环境污染物的产生及排放情况见下表。

表 4.4-6 营运期污染物发生及处置状况

| 种类 | 产污环节 | 发生量 | 主要污染物 | | 治理措施及排放方式 |
|-------|------|-----|----------|--------|--------------------|
| | | | 名称 | 产生量 | |
| 养殖污染物 | 网箱养殖 | - | 总氮 (t/a) | 16.800 | 控制养殖密度, 科学投喂, 自然排海 |
| | | | 总磷 (t/a) | 3.261 | |

| 种类 | 产污环节 | 发生量 | 主要污染物 | | 治理措施及排放方式 |
|------|--------|-----------------------|-------------------------|--------------|-----------------------------|
| | | | 名称 | 产生量 | |
| | | | COD (t/a) | 84.141 | |
| 吊养养殖 | -- | 氨氮 (t/a) | 2.886 | 控制养殖密度, 自然排海 | |
| | | 总氮 (t/a) | -6.024 | | |
| | | 总磷 (t/a) | -0.445 | | |
| | | COD (t/a) | 5.188 | | |
| 废水 | 网箱清洗废水 | 9.0m ³ /d | 海洋生物等附着物 | | 海中取水,海上冲洗, 自然排海 |
| | 生活污水 | 2.34m ³ /d | COD 等 | | 集中收集后,上岸后经市政污水运输车运输至污水处理厂处理 |
| | 含油污水 | 0.7m ³ /d | 石油类 | 3.5kg/d | 船舶靠岸后,交有资质单位进一步进行处理 |
| 废气 | 船舶行驶 | 少量 | SO ₂ 、NO 和烟尘 | | 自然排放 |
| 固废 | 生活垃圾 | 30kg/d | 生活垃圾 | | 集中收集上岸,交由环卫部门处理 |
| | 废弃养殖材料 | 5.0t/a | 废旧网衣、废旧塑料管等 | | 外售给废品收购站 |
| 噪声 | 船舶行驶 | 85dB(A) | 等效连续 A 声级 | | 海上自然排放 |

4.5 工程各阶段非污染环节分析

4.5.1 对海洋水动力环境、冲淤环境分析

本项目人工鱼礁区运输投放人工鱼礁礁体 3.9 万空方, 人工鱼礁被投放到海底后, 会显著改变海底地形地貌, 产生局部隆起。这些人造的局部隆起能够改变海水流向, 在其迎流面产生上升流, 从而带动海水内的营养物质产生由下而上的循环, 提高了表层海水的营养物质丰度, 为主要生活在表层海水的浮游生物提供了更多的养分。由于工程规模相对较小, 仅对项目附近的地形地貌产生影响, 但影响不大。

网箱养殖和吊养养殖的布置和日常的养殖活动, 将会对海流造成一定程度的阻碍, 引起养殖区内海域水动力条件的改变, 对工程附近海域水动力环境、地形地貌与冲淤环境可能产生一定的影响。由于网箱养殖和吊养养殖设施均为透空式结构, 水流可以自由通过, 固定铁锚及锚泊系统根部直径都较小, 因此对水动力和地形地貌环境的影响很小。

项目海上工作平台为高桩梁板结构, 管桩采用预应力 PHC 管桩。项目水工建筑物桩柱导致水流绕流, 在背流面产生多涡旋的紊乱复杂局部流场, 根据相关研究结果, 圆柱桩群对泥沙冲淤的影响与桩直径、间距、迎水角度、水深、流速、涨落潮动力强弱差别等因素均有关。一般而言, 桩群迎流面易出现冲刷而背流面易出现淤积。由于本项目海上工作平台的桩基数量有限, 且占用海床底土面积较小, 对附近海域水动力环境和冲淤环境影响不大。项目建设前后水下地形变化见下图:

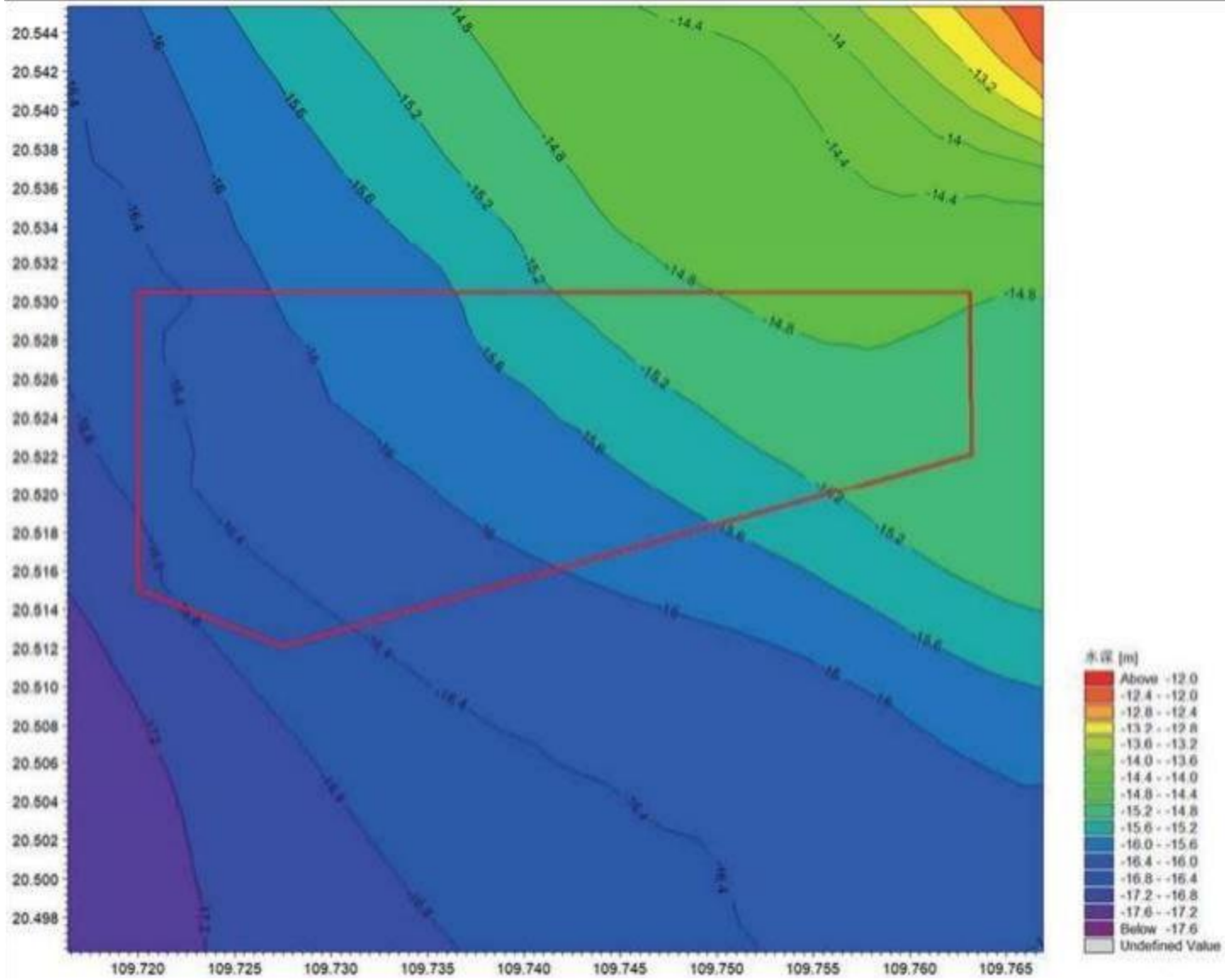


图 4.5-1 项目建设前水下地形图

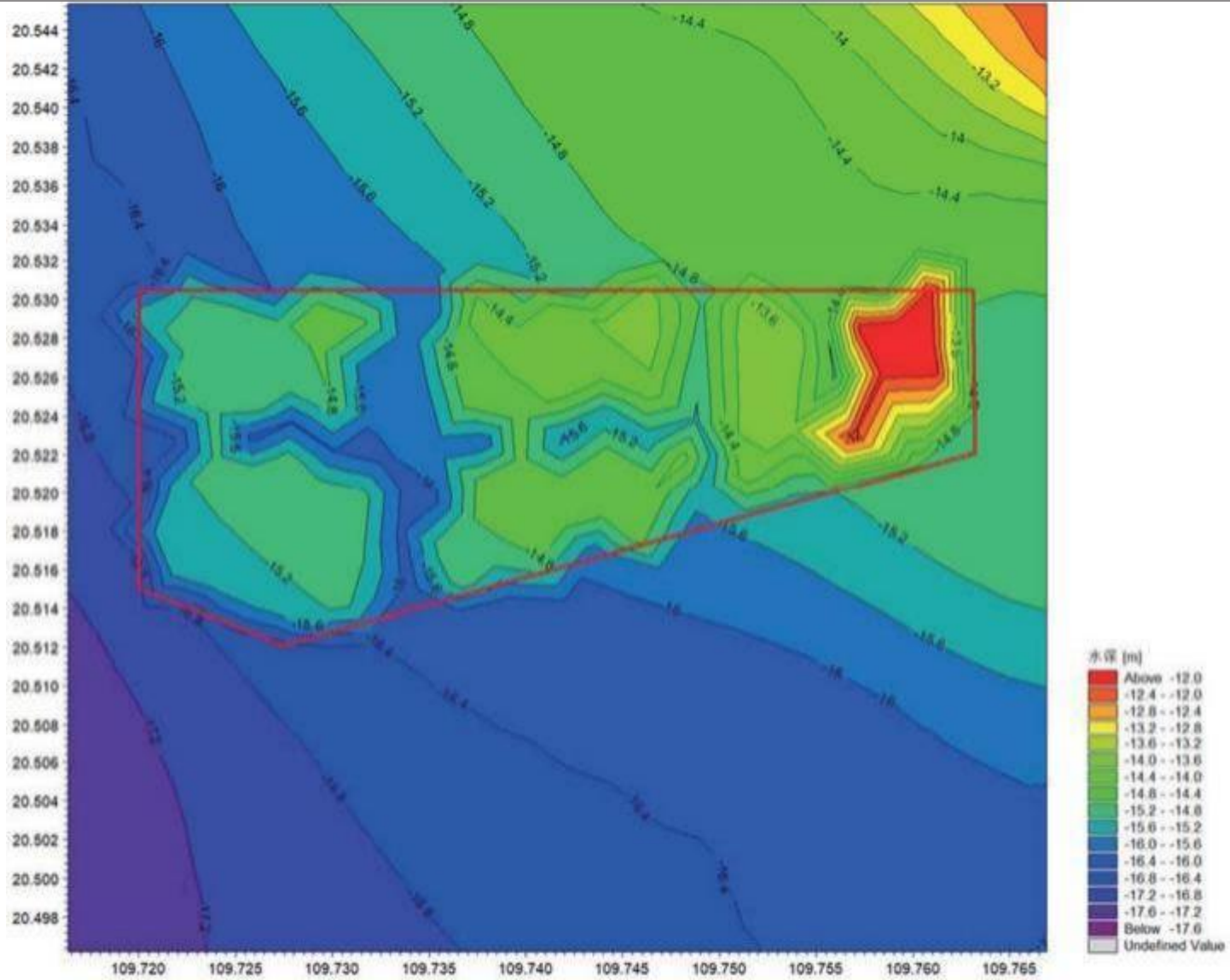


图 4.5.2 项目建设后水下地形图

4.5.2 项目建设对通航环境影响

根据《广东省粤西航道事务中心关于湛江市现代化海洋牧场近期建设海城选址方案(征求意见稿三稿)意见的复函》(粤西航道函〔2023〕187号),本项目不占用现状航道和沿海船舶公共航道,符合航道保护管理相关规定。流沙湾 1 号海域避让交通运输航道,与广西北部湾沿海船舶航路安全距离大于 12 公里,与现状航道安全距离大于 1800 米,选址不与航道相冲突。

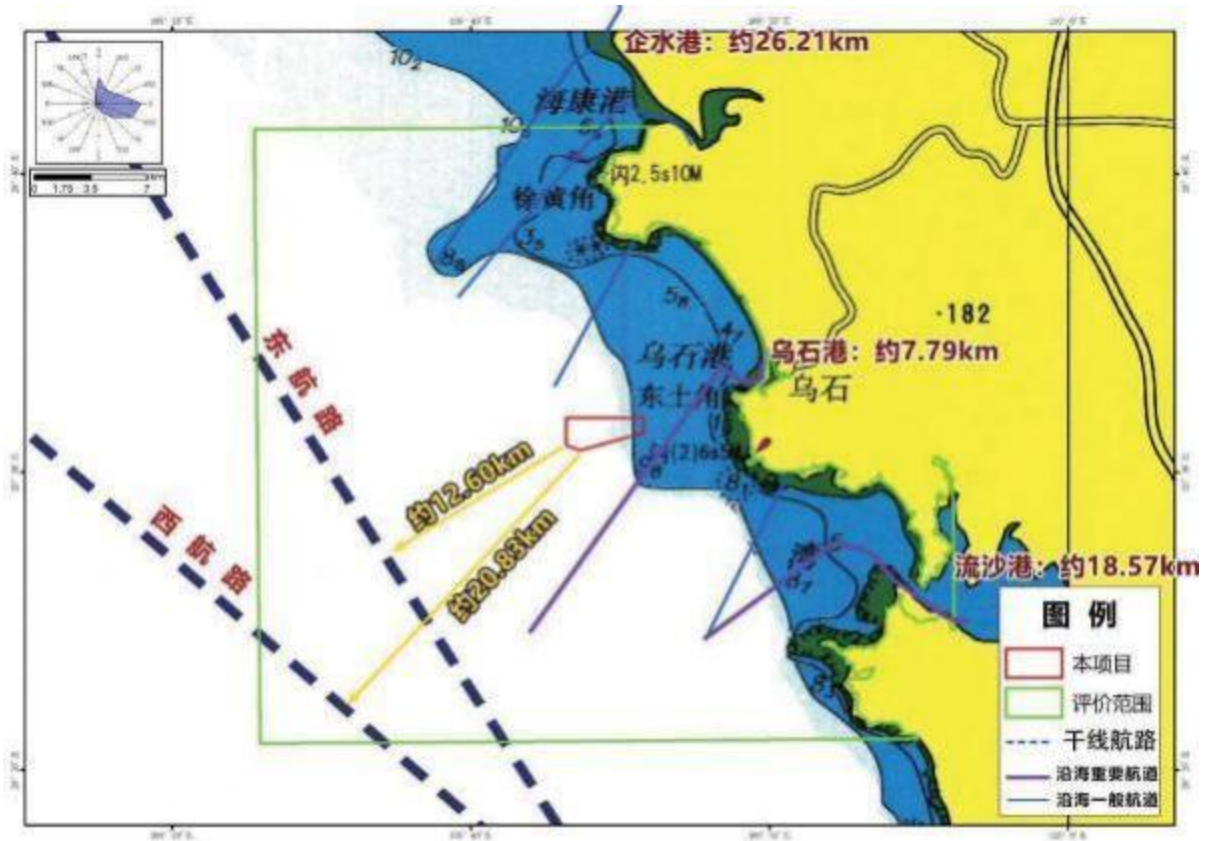


图 4.5-3 流沙湾 1 号海域与航道叠置图

4.5.3 项目建设对海上设施的影响

项目建设海域避让海上设施,与湛江湾乌石港区进出港航道和海上锚地安全距离大于 2500 米,选址不与海上设施相冲突。避让海底电缆管道,与海底输油管道安全距离大于 1200 米,与海底电缆安全距离大于 8000 米,与海上油气开采平台安全距离大于 5000 米,选址不与海底电缆管道相冲突。与规划用海需求中排污选址直线距离大于 3900 米,与全国海洋倾倒区规划中的倾倒区直线距离大于 28 公里。



图 4.5-4 项目用海与海上设施叠置图



图 4.5-5 项目用海与海底电缆管道叠置图

4.6 清洁生产与总量控制

为全面贯彻落实国家、自治区、市生态环境保护工作会议的精神和国务院《关于加强环境保护若干问题的决定》，湛江市“十四五”期间的生态环境保护目标，实施可持续发展的战略，需认真履行环境影响评价和“三同时”审批制度，大力倡导和推行清洁生产，对污染物排放量要从浓度控制转向总量控制，将污染物的排放总量控制作为建设项目防止污染、施工竣工验收和核发污染物排放许可证的依据。

本项目大气污染物主要为船舶尾气，主要污染因子为 SO_2 、 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。

本工程营运期船舶含油污水由有资质的单位接收处理，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。

根据工程分析，养殖过程产生 COD 排放总量约 84.141t/a，氨氮排放总量约 2.886t/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。

5 区域环境质量现状

5.1 自然环境概况

5.1.1 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 36.2 m/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 2.88 m/s 较常年均值略有降低。

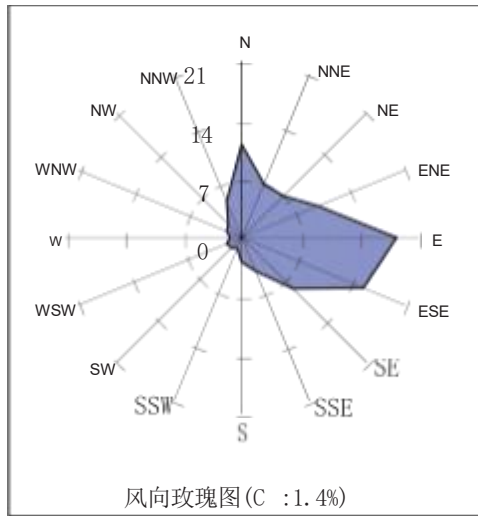


图 5.1-1 湛江气象站风向玫瑰图 (2002-2021 年)

5.1.2 地形地貌

5.1.2.1 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。沉积物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。

5.1.2.2 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。

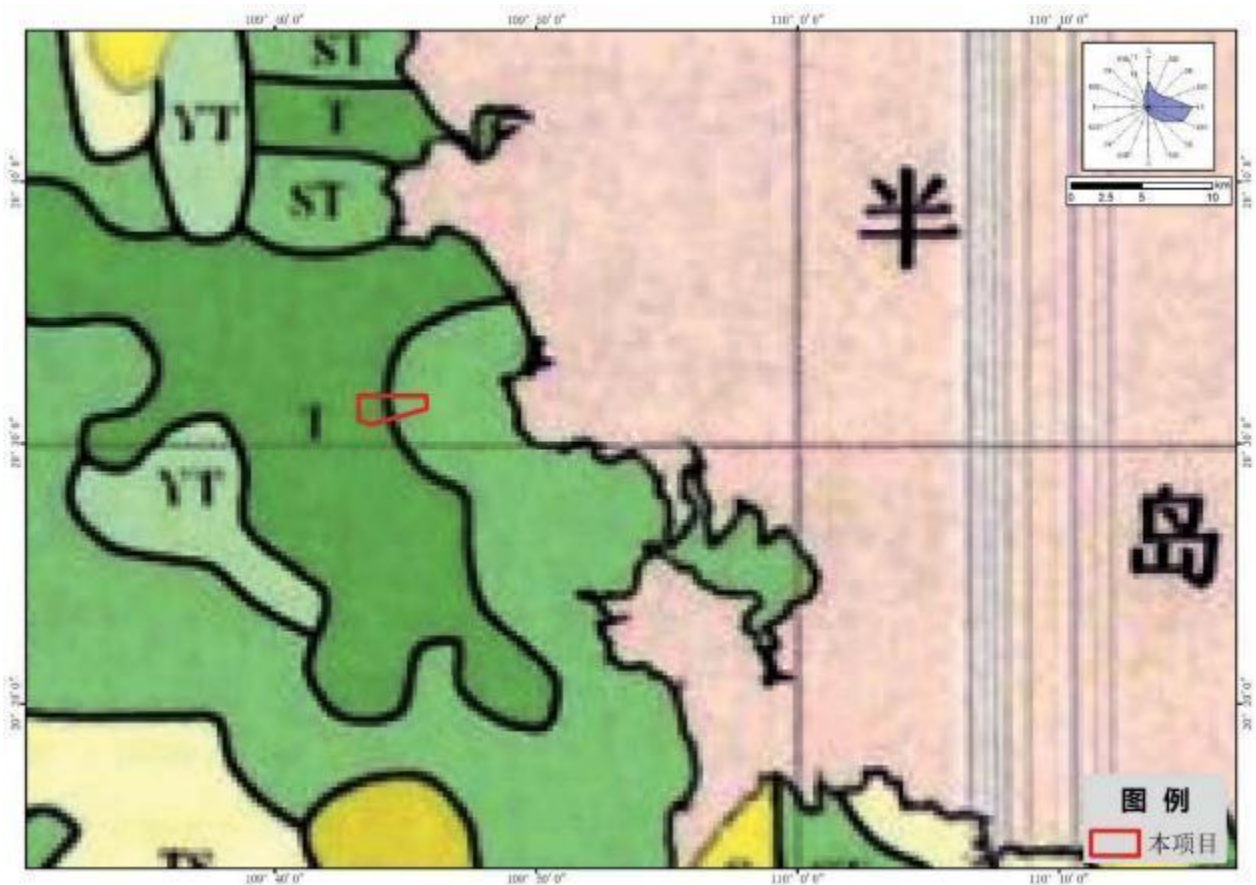


图 5.1-2 北部湾海底地质分布图

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。

5.1.3 地质、地震

5.1.3.1 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、石崙岭断裂。

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 °C/100m，水量较丰富，水温在 35 °C 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石崙岭断裂：该断裂呈东西方向弧形展布，起于徐闻县城内村，经石崙岭至流沙港，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。

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。

5.1.3.2 工程地质

本节工程地质资料主要引用自《2011 年中央海洋牧场雷州乌石示范区人工鱼礁工程初步设计》（广州正见建筑工程设计有限公司，2011 年）。勘察结果如下：

(1) 勘察区海域场地地形平缓，地层简单，据揭露均为第四纪全新统海相冲洪积层，

主要以淤泥质土及细砂和风化残积层的粉质粘土组成。未发现断裂构造及其他不良的工程地质现象,场地地层相对稳定。

(2) 细砂和风化残积粉质粘土,其厚度大及稳定,而且遍布整个场地,可作为人工鱼礁的持力层。

(3) 根据广东省地震烈度区划图,场地属于地震烈度Ⅶ度区。粉质粘土层上部是淤泥质砂层,且整个礁区范围内均现该层,层厚 0.6~2.4 米。因此,拟建人工鱼礁采用天然地基,以粉质粘土层作为地基持力层。

其中 ZK3 孔礁区淤泥最浅处 (0.6 米),而且钻孔附近海域相对较深,因此鱼礁投放时选择靠近 ZK3 孔海域区投放。

5.1.3.3 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20.43I,东经109.52I)于2009年9月12日发生1.9级地震;湛江雷州(北纬20.50I,东经109.45I)

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。

5.1.4 水下地形测量

2023年7月5日~7日,中通大地空间信息技术股份有限公司针对本项目用海海域利用单波束进行了水深地形的测量工作。

本次测量结果见下图,海域水深范围为14.3~15.6m。水深自东向西逐渐增大。

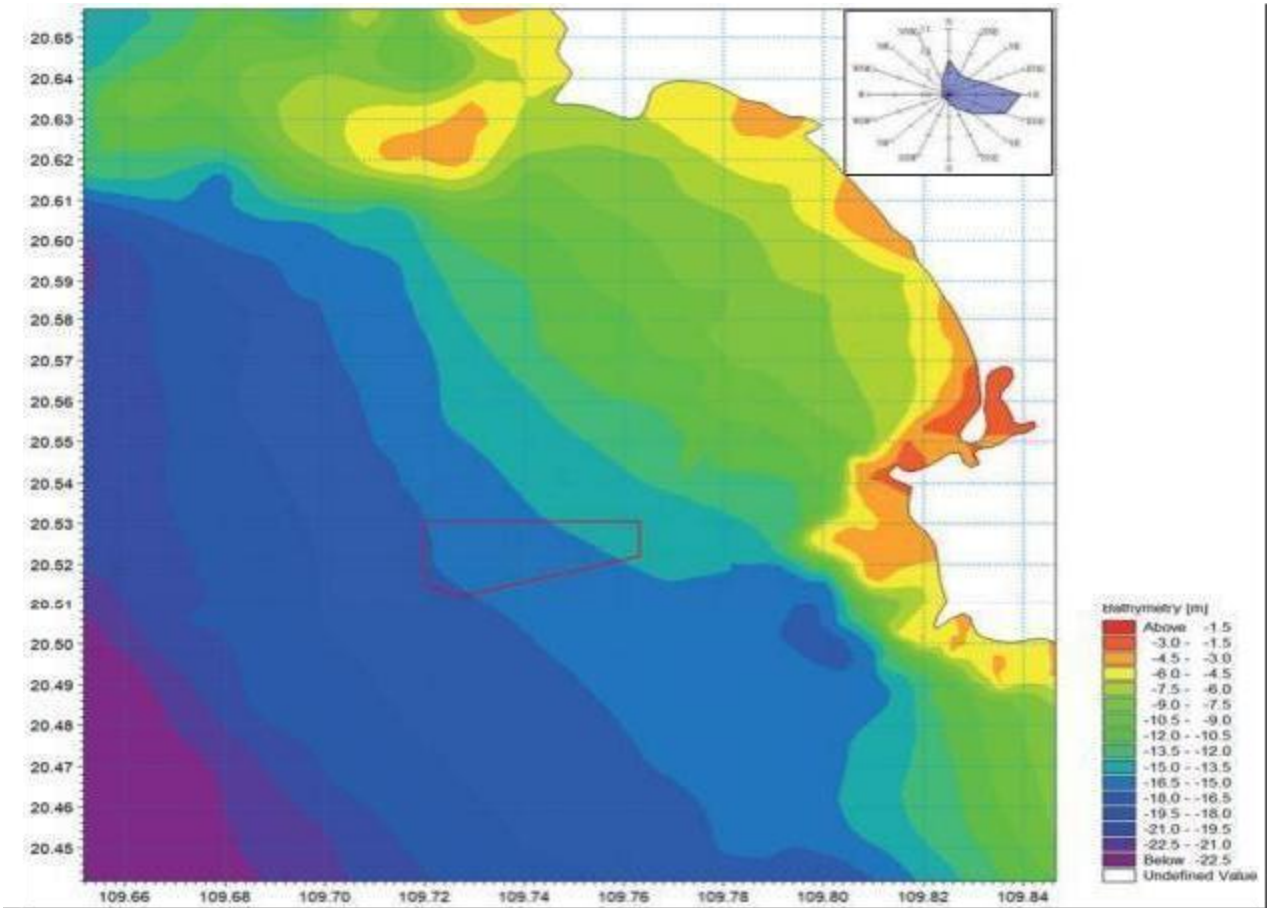


图 5.1-3 项目所在海域水深地形图



图 5.1-4 项目海域使用范围内水下地形图

5.1.5 主要海洋灾害

(1) 热带气旋

由于雷州市地处北纬 20.26, ~21.11, 东经 109.44, ~110.23, 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 3.5 个热带气旋登陆或影响湛江市。

根据中国气象局台风资料统计, 平均每年有 3.5 个热带气旋影响湛江地区; 年最多为 5 个 (1965、1973、1974 年、2021 年和 2023 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, 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。

2023 年内共有 5 个台风 (“暹芭”、“木兰”、“马鞍”、“奥鹿”、“纳沙”) 严重影响湛江, 较历史平均 (3.5 个) 偏多 1.5 个。

(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。

根据《2022 年广东省海洋灾害公报》, 2022 年, 广东省沿海共发生风暴潮过程 5 次, 其中 2 次造成灾害, 分别为“暹芭”台风风暴潮和“马鞍”台风风暴潮, 共造成直接经济损失 7.65 亿元, 未造成人员死亡失踪。“暹芭”台风风暴潮造成直接经济损失最严重, 为 7.43 亿元, 占全年风暴潮灾害直接经济损失的 97%。两个风暴潮在湛江南渡潮位站测得最大风暴增水皆在 150cm 以上。

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。

(3) 赤潮

赤潮又名红潮, 是一种水华现象。它是海洋灾害的一种, 是指在特定的环境条件下, 海水中某些浮游植物、原生动物或细菌爆发性增殖或高度聚集而引起水体变色的一种有害生

态现象。赤潮是一个历史沿用名,它并不一直都是红色,而是许多赤潮的统称;发生赤潮时,通常根据引发赤潮的生物的数量、种类而使得海洋水体呈红、黄、绿和褐色等。2022年,广东省沿海共发现赤潮 14 次,累计面积 252.00km², 低于近十年平均值 (362.50km²); 发现有毒赤潮 1 次、有害赤潮 2 次。9 月20~27 日期间湛江市东海岛附近海域的赤潮过程,发现少量野生鱼类和螃蟹死亡。

从区域分布来看,湛江市海域发现赤潮次数最多、累计面积最大,为 6 次和 132.00km², 分别占全省全年赤潮发现次数、累计面积的 43% 和 52%。从时间分布来看, 3~4 月发现赤潮次数最多,为 9 次; 6~8 月发现赤潮累计面积最大,为 201.70km²。

2020 年 10 月,湛江徐闻等海域爆发了赤潮,受此影响,徐闻石马港和流沙湾内网箱养殖鱼类陆续出现死亡,每个网箱投苗卵形鲳鲹鱼苗约 10 万尾,在此处赤潮中均死亡。总的来说,近几年赤潮预警事件时有发生,应予以重视。

5.1.6 海域资源概况

5.1.6.1 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 km², 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。

本工程附近水域的重要港口主要有企水港、乌石港、流沙港等,工程距上述三个港口的距离分别约为 26.21km、7.79km、18.57km。其位置关系如图 5.1-5 所示。

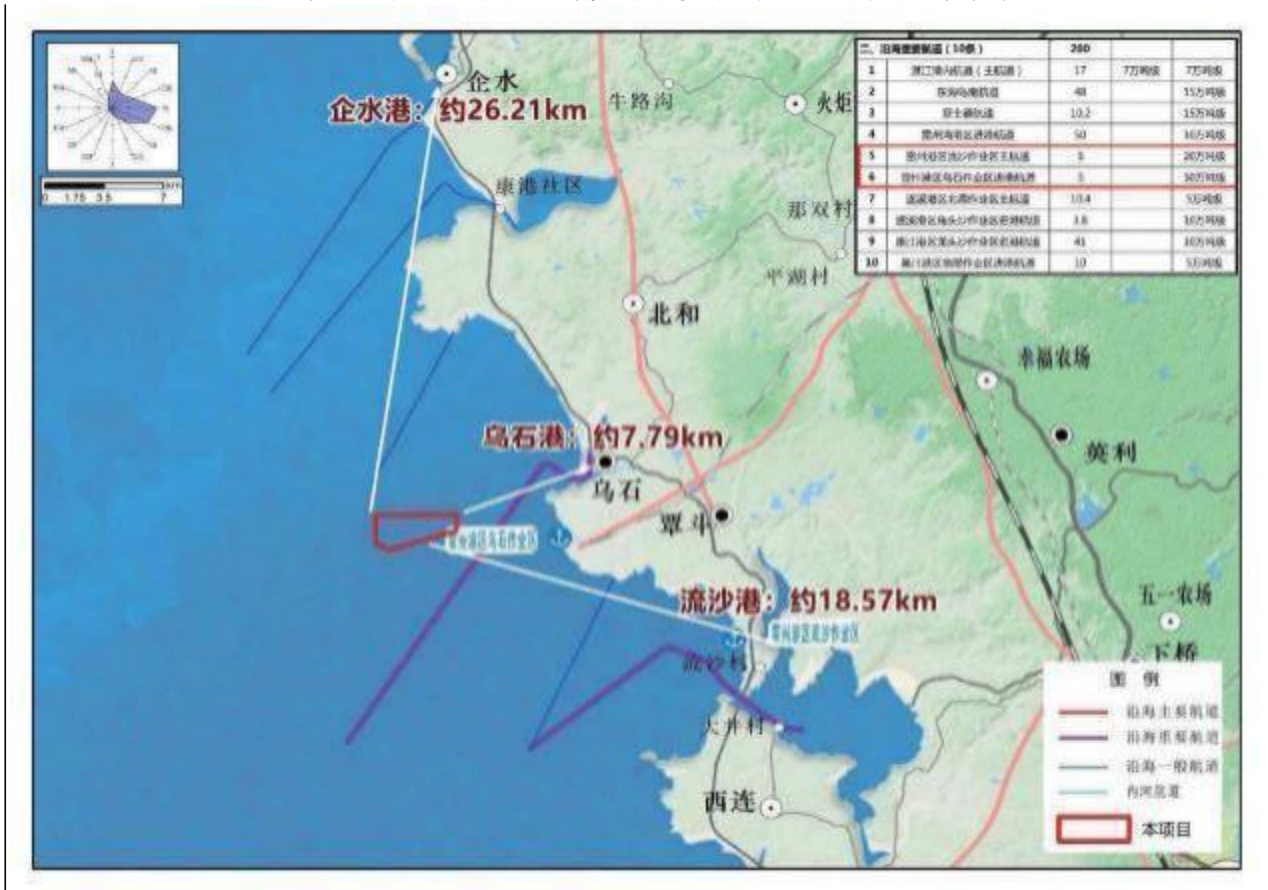


图 5.1-5 海洋牧场与附近港口位置关系图

渔港

流沙、乌石、企水三大渔港是广东的重点渔港之一,见图 5.1-6、图 5.1-7。

流沙港位于雷州半岛西南部的中国珍珠第一村——流沙镇流沙湾内, 水域宽广, 避风条件好, 港池航道自然水深达 7m 以上。建设一座 5000 吨级水产品码头和水产品加工冷藏库。

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°50'34"、北纬 22°33'45"。主体工程项目为新建拦沙堤 1300m, 新建大功率渔业码头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。

企水渔港位于广东省雷州市企水镇, 地理位置为东经 109°46', 北纬20°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: 新建渔业码头 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。



图 5.1-6 流沙渔港和鱼排



图 5.1-7 乌石渔港

5.1.6.2 海岛资源

湛江地处雷州半岛，位于中国大陆最南端、广东省西南部，地处粤桂琼三省(区)交汇处。三面临海，湛江市海域总面积约 2 万多平方公里，沿海分布有大小岛屿 134 个(含沙洲、礁石)，岛线长 779.9 公里，其中有居民海岛 12 个，面积 518 平方公里，岸线 401 公里，最大的是东海岛，是全国第五大岛，无居民海岛 122 个，岛礁资源丰富。

本项目评价范围内无居民海岛，湛江市主要的居民海岛分布于东南部海面。

东海岛:在湛江市区南部海中, 北濒湛江港, 西邻通明海, 南临雷州湾, 东临南海。面积 286 平方公里, 最长约 32 公里, 最宽约 11 公里, 是横亘在湛江港前的大岛, 成为防风防浪的天然屏障。现发展钢铁产业、石化产业、大型港口与临港工业基地、海岛海洋旅游和现代海洋渔业。

南三岛:位于湛江市区东部海面, 与东海岛隔海相望互为特角隶属湛江市坡头区岛东西长 18 公里, 面积 123.4 平方公里, 最高处海拔 30.3 米。原为分散的 10 个小岛即媳蟆地岛、南溶岛、五里岛、巴东岛、调东岛、地聚岛、凤辈岛、光明岛、田头岛、黄村岛。现已将东岸海滩辟为浴场, 接待中外游客

确洲岛:在湛江市区东南方海面, 为湛江港外最南海岛。最长约 10.7 公里, 最宽约 7.1 公里。全岛面积 53 平方公里, 是湛江市重要的渔港之一。

新寮岛:位于徐闻县城东北 45 公里海面上, 东临南海, 南濒外罗港, 西与徐闻锦和好相望, 北邻北莉岛。与陆地最近距离为 0.4 公里, 属徐闻新镇。长约 9.75 公里宽 4 公里, 面积 39 平方公里, 海拔高 17.1 米。是徐闻县内最大岛屿。

东头山岛:在湛江市雷山区东南海面上, 南傍东海岛, 北距雷山区 10 公里。长 3.4 公里, 最宽 1.2 公里, 面积 4.08 平方公里。东面为湛江港船只必经航道, 东侧多礁石北面设灯桩与特呈岛、石头村灯桩隔海相对, 成三角形灯标。海岸曲折。港湾宽阔, 银沙平展, 千帆鼓浪, “鹿清莲洲”古为遂溪八景之一。

特呈岛:在湛江市霞山区东南 5 公里的港湾上, 北邻南三岛, 南与东头山岛相望西与湛江港第四作业区相对。近似椭圆形, 原与大陆相连, 因地壳变动分离而成。宋代以前为荒岛。南北宽 1400 米, 东西长 2700 米, 面积 3.6 平方公里, 海拔 8.4 米。现已开辟为旅游胜地。

调顺岛:位于湛江市区赤坎东北 8 公里处, 面积 3.5 平方公里。名取风调雨顺之意。

5.1.6.3 航道及锚地

本工程所在水域附近航道包括大唐国际雷州电厂配套码头工程进港航道、湛江湾乌石港区进出港航道、广西北部湾沿海船舶航路

项目距离大唐国际雷州电厂配套码头工程进港航道大于 5km, 该航道能够满足 7 万吨级散货船通航, 航道方位角 73°35', 611°~253°35', 611°, 航道宽度 192m, 进港航道转向角为 40°, 航道转弯段长度为 1371.6m, 转弯半径为 1250m, 航道直线段长度为 4158.4m, 航道总长 5530m。大唐电厂码头到港船型以 3.5~5 万吨级为主。



图 5.1-8 港口进出港航道和锚地分布图

根据《湛江市综合交通运输体系发展“十四五”规划》，项目与湛江湾乌石港区进出港航道和海上锚地安全距离大于 2500 米，选址不与海上设施相冲突。根据《湛江市综合交通运输体系中长期发展规划》，雷州港区乌石作业区进港航道为，航道里程 5 公里，现状 15 万吨级，远期发展规划技术等级为 30 万吨级的沿海重要航道。

项目距离西侧广西北部湾沿海船舶航路安全距离大于 12km，广西北部湾沿海船舶航路是广西“五干线十六支线”航路总格局中“五干线”的组成部分，是广西连接全国航路、连通东南亚各国的主要通道。其中，海洋牧场选址距离涠洲岛东航路约 12.6km，距离涠洲岛西航路约 20.83km。

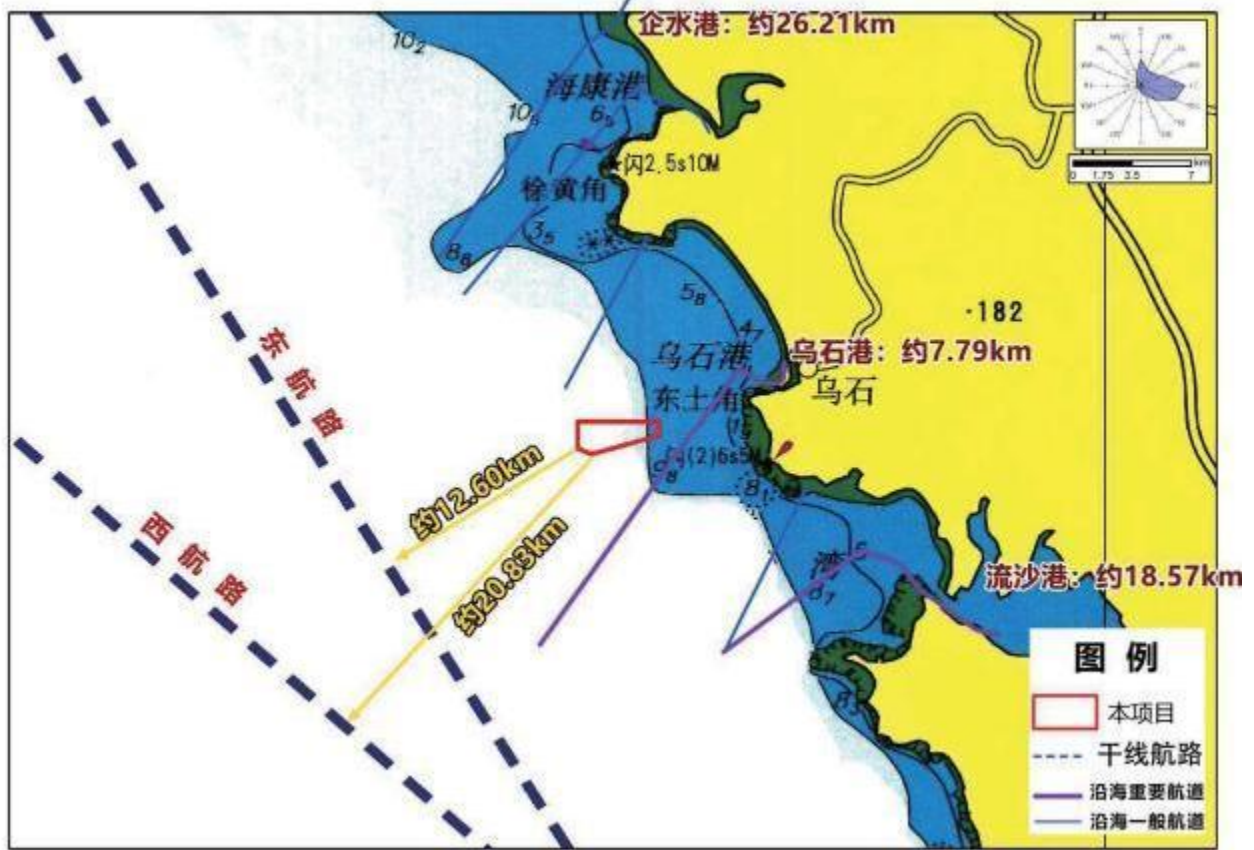


图 5.1-9 项目周边航道分布图

本工程位置附近有乌石、流沙、湛江和海口等港口锚地。乌石港港内无良好锚地；流沙港能为中、小型船舶提供良好避风锚地,助航设备较完善；海口港和湛江港的锚地较为完善。

5.1.6.4 岸线资源

根据《广东省海岸保护与利用规划报告》，湛江市大陆岸线总长 1243.9km，岸线总长占广东省总岸线的 30.2%，居广东省 14 个沿海市海岸线长度第一位，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(图 5.1-10、表 5.1-1)。

项目所在地雷州市覃斗镇海岸开发利用强度较大，以人工岸线为主,分布于中南部，北部为沙质岸线,南部为生物岸线。

表 5.1-1 湛江市海岸类型组成表

| 岸线类型 | 岸线长度 (km) | 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 |
| 总计 | 1243.7 | 100 | |

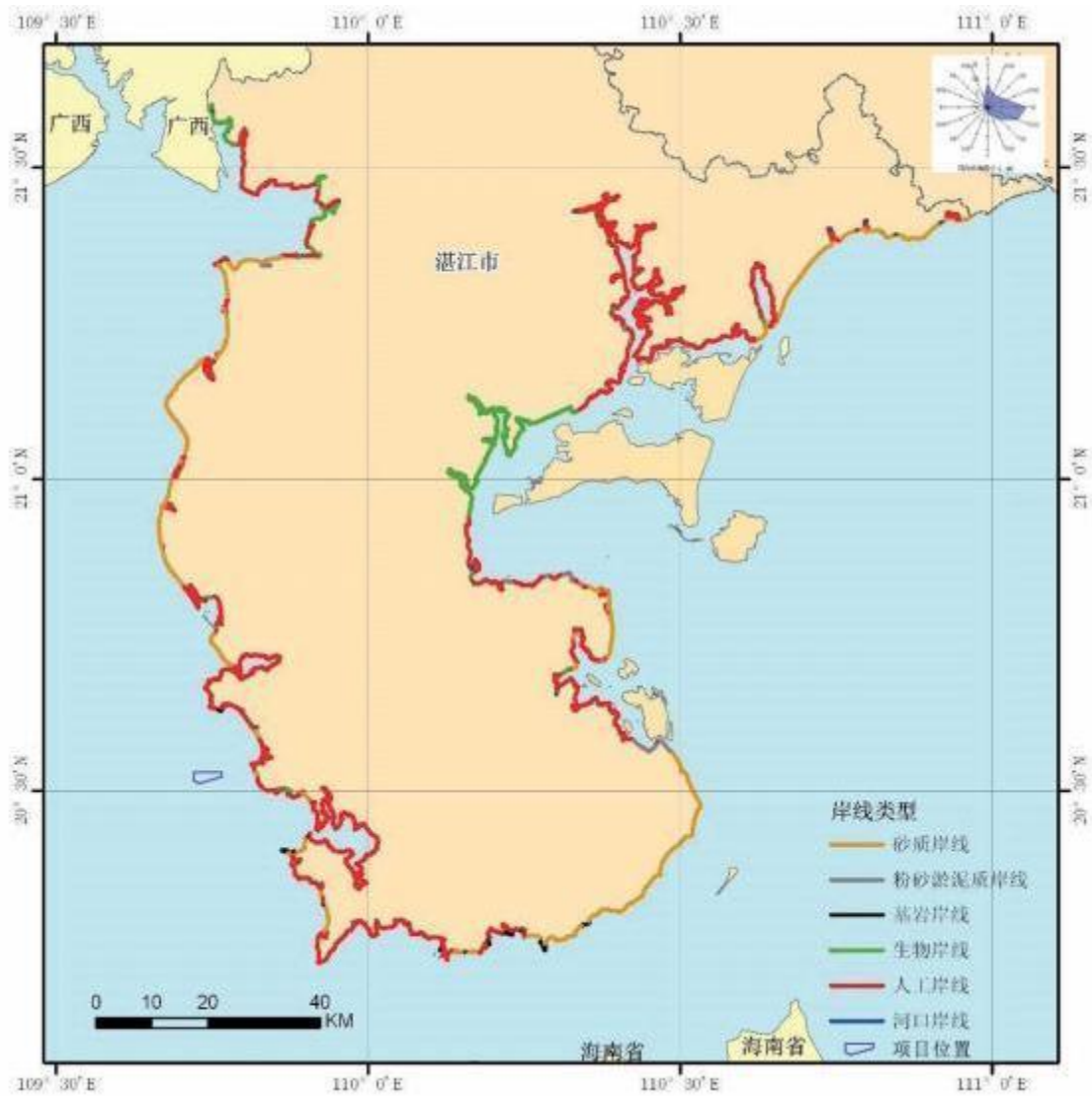


图 5.1-10 湛江市岸线类型分布图

5.1.6.5 旅游资源

北部湾, 位于南海的西北部, 是一个半封闭的海湾。东临中国的雷州半岛和海南

岛,北临广西壮族自治区,西临越南,与琼州海峡和南海相连,为中越两国陆地与中国海南岛所环抱,由于地理位置的重要性,临岸的广西壮族自治区玉林、崇左、钦州、防城港、南宁、北海被称为北部湾经济特区。

北部湾经济区滨海风光旖旎,旅游资源丰富。拥有享有中国“绿城”的美誉的广西壮族自治区首府南宁、赢得“中国第一滩”美誉的北海银滩,还有钦州三娘湾、防城港江山半岛旅游度假区、京岛风景名胜区、上思十万大山国家森林公园等。经济区各市都把旅游业作为重点产业加快发展。已开通北海-越南下龙湾跨国旅游线路,实施北海银滩改造工程。规划建设北海邮轮码头,引进战略投资者,策划开发涠洲岛,建设北部湾经济区迪斯尼等主题公园;构建泛北部湾海上国际旅游、滨海休闲度假游、东南半岛民族风情体验游等专题旅游线路;整合北部湾经济区旅游资源,打造新的旅游业发展平台。

5.1.6.6 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)。

5.1.6.7 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。

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、鸕

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,UCN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,,、4种为附录,,,),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UCN红色名录中的无危种。

5.1.6.8 渔业资源

湛江海洋生物资源丰富,有经济价值的鱼类资源,鱼类隶属21目120科371属520种。虾类有7属28种,蟹类主要有锯缘青蟹、梭子蟹等,贝类有5纲107科275属547种,另外还有棘皮类、环节类、腔肠类、海兽类。淡水鱼类包括引进品种约60多种,隶属18科。

湛江市水产品产量连续多年居广东省之首,根据《湛江市养殖水域滩涂规划(2018-2030年)》,2017年雷州市渔业养殖面积共14427公顷,其中滩涂养殖面积最大,6419公顷,海上养殖面积5869公顷。雷州市2017年海水养殖产量共15293t,其中鱼类31517t,主要以养殖石斑鱼、鲷类、鲈、美国红鱼为主;虾类28073t,南美白对虾年产25089t,占近90%的养殖比重;蟹类共产1683t;贝类91662t,扇贝、牡蛎为主要品种。

项目周边海域内主要经济鱼类有短吻蝠、鳙、弯棘鲈;主要经济虾类有须赤虾、鹰爪虾、墨吉明对虾;主要经济蟹类有远海梭子蟹、矛形梭子蟹、锈斑蟬;主要经济头足类有小管枪乌贼、火枪乌贼,详见本项目春秋两季的渔业资源调查。

5.1.6.9 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,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48~57C)。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-麻章,南到东海岛,可采水量达到106万立方米/日,水温40.5~57C,平均42.76C,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，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——调塾泥炭、遂溪下录——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 千焦年/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 亿立方米/年；可开采资源量 49 亿立方米/年，超过全省地下水可采资源总量的 10%。

5.1.7 自然保护区

5.1.7.1 湛江红树林国家级自然保护区

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 66.13 km²，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%。

本项目位于湛江红树林国家级自然保护区西北侧，距离核心区、缓冲区 21.68km，距离实验区 18.58km，见图 5.1-11。

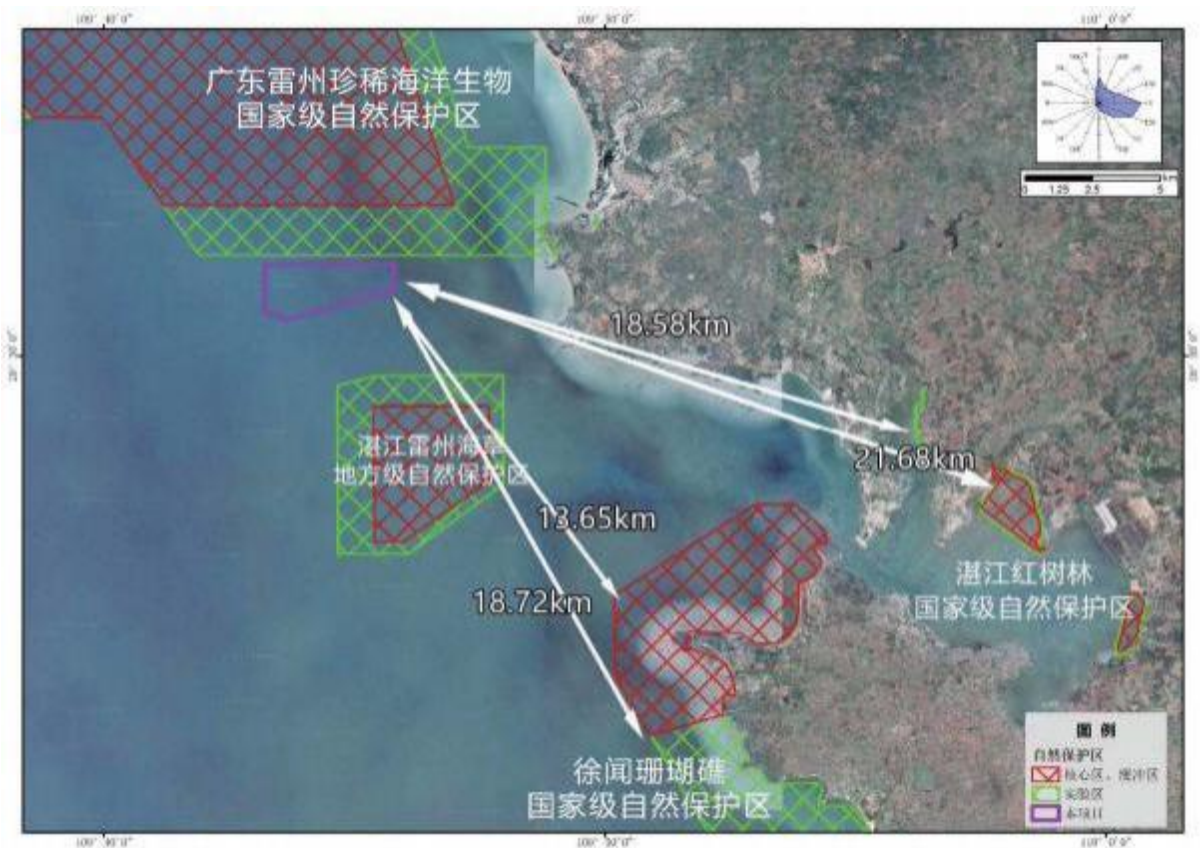


图 5.1-11 项目位置与湛江红树林国家级自然保护区

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 $109^{\circ}40'11''\text{E}$ 、 $20^{\circ}14'21''\text{N}$ ，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 $109^{\circ}49'9''\text{E}$ 、 $21^{\circ}9'19''\text{N}$ ；东北以官渡片为主，地理坐标为 $110^{\circ}21'51''\text{E}$ 、 $21^{\circ}6'29''\text{N}$ ；最东以湖光片为主，地理坐标为 $110^{\circ}6'35''\text{E}$ 、 $20^{\circ}48'5''\text{N}$ ；东南以和安片为主，地理坐标为 $110^{\circ}17'49''\text{E}$ 、 $20^{\circ}34'11''\text{N}$ ；西南片以角尾片为主，地理坐标为 $109^{\circ}41'20''\text{E}$ 、 $20^{\circ}14'6''\text{N}$ 。

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。

5.1.7.2 徐闻珊瑚礁国家级自然保护区

徐闻珊瑚礁国家级自然保护区位于广东省雷州半岛的西南部，分布在角尾、迈陈、西连的西部海区， $20^{\circ}10'36''\text{N}$ ~ $20^{\circ}27'00''\text{N}$ ， $109^{\circ}50'12''\text{E}$ ~ $109^{\circ}56'24''\text{E}$ 之间。保护区总面积 14378.5 公顷。

本项目位于徐闻珊瑚礁国家级自然保护区西北侧，距离保护区核心区、缓冲区 18.72km，距离实验区 13.65km，见图 5.1-12。

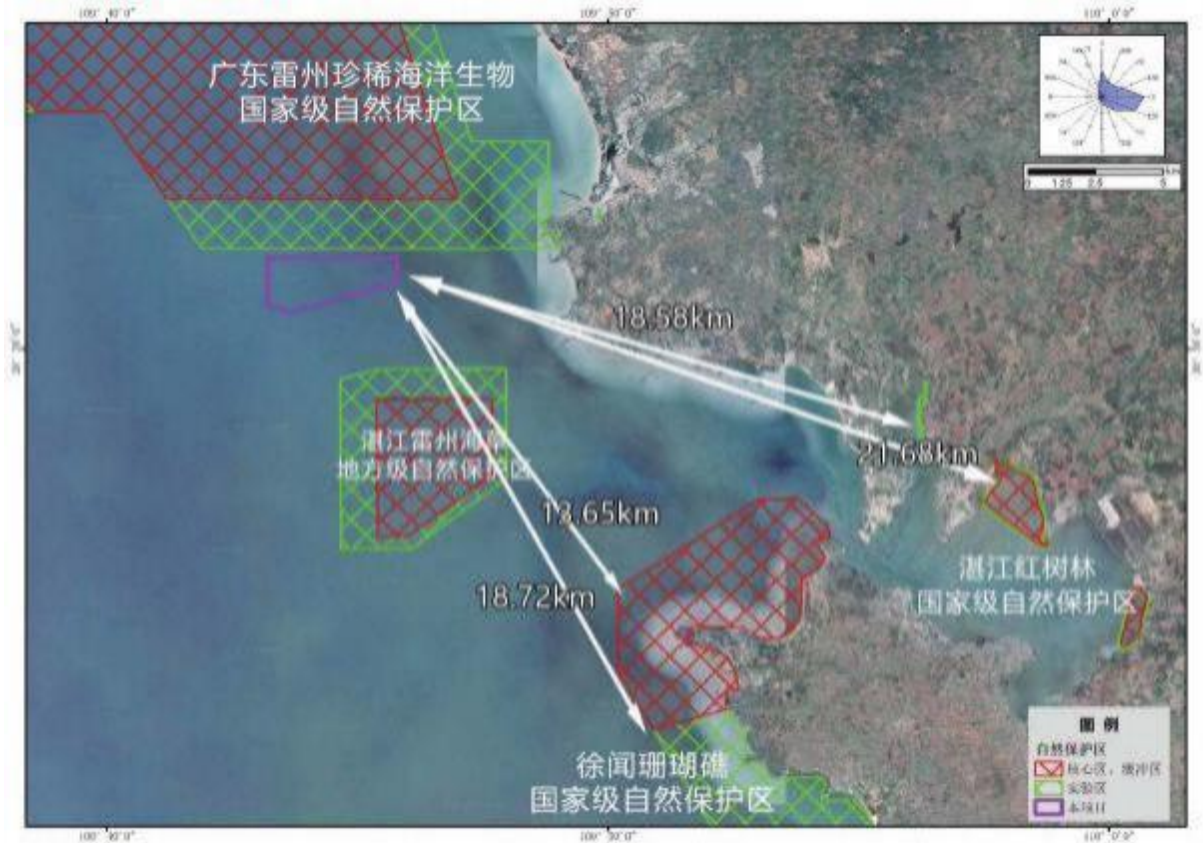


图 5.1-12 项目位置与徐闻珊瑚礁国家级自然保护区

该保护区最早由徐闻县人民政府于 1999 年 8 月批准建立，2002 年 7 月，由湛江市人民政府批准升级为市级珊瑚礁保护区，2003 年 6 月由广东省人民政府升级为省级保护区，2007 年 4 月由国务院升级为国家级自然保护区。

保护区内已经发现腔肠动物门珊瑚虫纲共 3 目 19 科 82 种，其中，软珊瑚目 7 科 27 种，群体海葵 1 科 1 属 1 种，石珊瑚木 11 科 54 种，这 54 种石珊瑚全部为国家 II 级重点保护动物，并列入世界《濒危野生动植物种国际贸易公约》(CITES) 公约。

保护区的渔业资源种类包括经济鱼类、头足类、甲壳类、贝类等共 43 科 84 种，其中青石斑鱼、方纹石斑鱼、赤点石斑鱼、长吻若鲹、五带笛鲷、弓纹盖鱼、黄斑篮子鱼、花斑裸胸鲷、康氏小公鱼、美蝴蝶鱼、朴蝴蝶鱼等是在珊瑚礁中观察识别的鱼类。紫红笛鲷、高体若鲹等其他鱼类是刺网或者其他渔具捕到的鱼类；所有贝类都是在珊瑚礁中采集到的种类；头足类和甲壳类均是刺网、拖网或其他渔具捕到的种类。在保护区海域还先后发现了白蝶贝、儒艮、海龟、海豚等珍稀濒危海洋动物。

5.1.7.3 广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区

广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区位于广东湛江雷州市西部海域，即国家一级渔港企水港和国家级中心渔港乌石港之间，地理坐标介于东经 109°31'1" ~ 109°48'1"，北纬

20°32′, ~20°44′, 之间, 总面积 46864.67 公顷。

本项目位于广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区南侧, 距离保护区实验区 0.32km, 距离核心区、缓冲区 2.17km, 详见图 5.1-13。

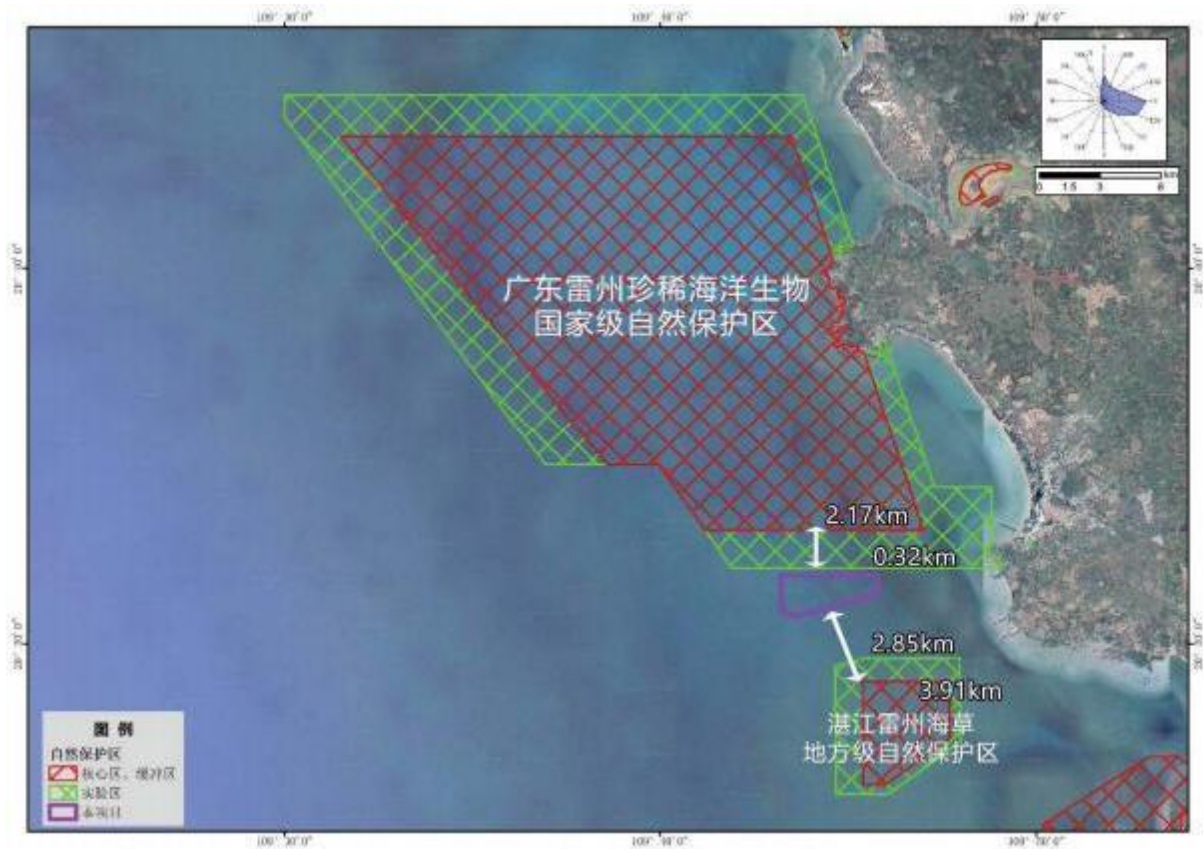


图 5.1-13 项目位置与广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区

1983 年, 广东省人民政府批准建立雷州白蝶贝省级自然保护区 (即保护区前身)。

2002 年 4 月, 由广东省机构编制委员会批准成立雷州白蝶贝省级自然保护区管理处。

2003 年 1 月, 保护区正式成立了雷州白蝶贝省级自然保护区管理处 (为广东省海洋与渔业局直属事业单位)。

2007 年, 保护区成为“广东海洋大学海洋生物教习基地”, 并于 2010 年正式挂牌。

2008 年, 经国务院办公厅批准, 升格为国家级保护区, 并更名为“雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区”, 原保护区管理处晋升为管理局, 并加入了“中国生物圈保护区网络 (CAB)”。

2009 年, 保护区成立“广东省渔政总队雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区支队”和“中国海监广东省总队雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区支队”, 与保护区管理局形成了三位一体的管理格局。并加入“全国水生野生动物保护分会”和“广东省水生野生动物救护网络”, 成为“广东省水生野生动物救护基地”。

2012 年，经广东省机构编制委员会批准，保护区更名为广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区，同时，管护机构更名为“广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区管理局”。

广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区的主要保护对象为珍稀海洋生物及其栖息地，以及珊瑚礁、海藻场与红树林等典型海洋生态系统。自然保护区记录的各类水生动物物种总数为 601 种，分别列入 7 门、18 纲、57 目、209 科，其中，鱼类 247 种，软体动物 206 种，节肢动物 79 种。包括儒艮、中华白海豚、大珠母贝（白蝶贝）、文昌鱼、绿海龟、棱皮龟、玳瑁、江豚、宽吻海豚、热带点斑原海豚、真海豚、灰海豚、斑海豹、布氏鲸等国家 I、II 级重点保护动物。在区内记录的物种中，有 6 种被列入 C, TES 公约附录 I，20 种被列入 C, TES 公约附录 II；有近 40 种被列入中国濒危物种红皮书和 UCN 红皮书中的极危、濒危、易危物种名录。保护区海域的珍珠贝类有 8 种，其中，大珠母贝（白蝶贝）、珠母贝（黑蝶贝）、马氏珠母贝、长耳珠母贝、企鵝珍珠贝是重要的珠母贝资源，特别是白蝶贝所产的白珍珠和黑蝶贝所产的黑珍珠是国际珠宝市场上最名贵的珍珠。

广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区砂砾海底与成片的珊瑚礁、海藻场等，为许多鱼类提供了栖息环境，是鱼类的重要繁殖、生活场所。鱼类超过 200 种，初步评价出可列为主要种质资源的有 20 种左右，主要为石斑鱼类、鲷鱼类等名贵鱼类或经济类。

5.1.7.4 二长棘鲷幼鱼保护区

根据 2002 年农业部发布 189 号文公布的南海国家级及省级保护区分布示意图 5.1-14。本次项目所在海域位于二长棘鲷幼鱼保护区范围。

二长棘鲷幼鱼保护区位于北部湾涠洲岛北端的北纬 21°05' I 线以北海域、连接涠洲岛南至海康县流沙港以西 20 米水深以内海域，保护区期为每年的 1 月 15 日至 6 月 30 日。

二长棘鲷为暖温性近底层鱼类。喜结群生活，产卵鱼群和幼鱼时期的群体尤为密集。二长棘鲷分布广泛，从水深 3~4 米的浅海、海湾至水深 188 米的大陆架外缘都有出现，但分布水深一般不超过 120 米。成鱼较多地分布在水深 60~90 米的近海区，幼鱼多出现在近岸浅水区。广食性，以摄食底栖生物为主，兼食浮游生物和游泳动物，食物类群复杂，幼鱼和成鱼的食性相似，产卵前生殖洄游习性。其产卵期为 12~次年 3 月。产卵场大多分布在水深 50 米以浅的沿岸浅海区，生殖季节时大量集群游向近岸浅水区产卵。

北部湾种群产卵场位于东北部的沿岸浅海区。11 月末二长棘鲷从越冬场向产卵场作产卵前期索饵和产卵洄游；冬季，二长棘鲷的产卵群体在北部湾东北部集结而形成鱼群密集区；春季，产卵后的鱼群逐渐分散至湾内各处，当年生的幼鱼则在东北部的沿岸浅海育肥

成长；夏季，当年出生的幼鱼群体进一步向西南方向扩散，并广泛分布在湾内水域。

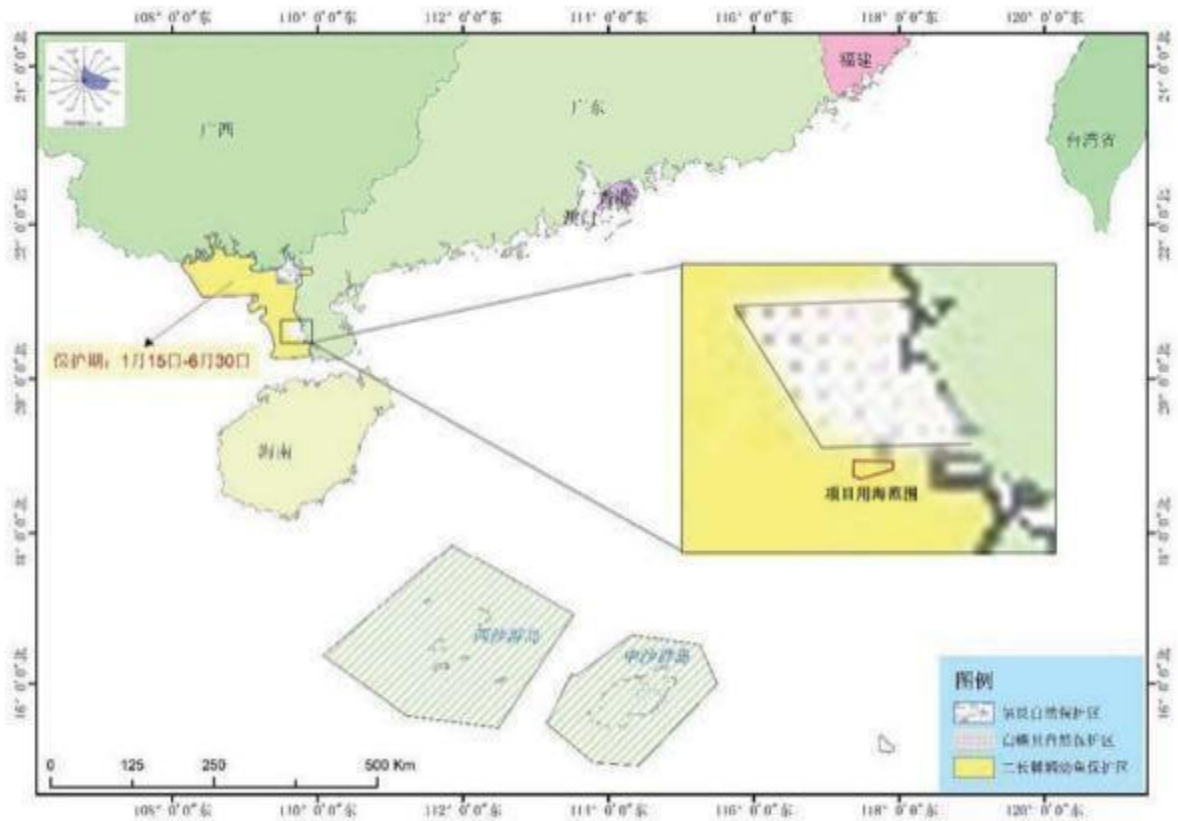


图 5.1-14 项目与二长棘鲷幼鱼保护区位置关系示意图

5.1.7.5 湛江雷州海草地方级自然保护区

2003 年 8 月，雷州市政府以《关于设立雷州海草自然保护区的批复》（雷府函〔2003〕69 号）批准在在流沙海域建立雷州海草自然保护区。该保护区位于雷州半岛的西部滨海地区流沙镇流沙海域，为县级自然保护区，主要保护海草资源及其生态环境。保护区面积为 3633ha，其中，核心区面积约 865ha，占保护区总面积的 23.81%；缓冲区面积约 692ha，占保护区总面积的 19.05%；实验区面积约 2076ha，占保护区总面积的 57.14%。

本项目位于湛江雷州海草地方级自然保护区西北侧，距离保护区实验区 13.65km，距离核心区、缓冲区 2.85km，详见图 5.1-15。

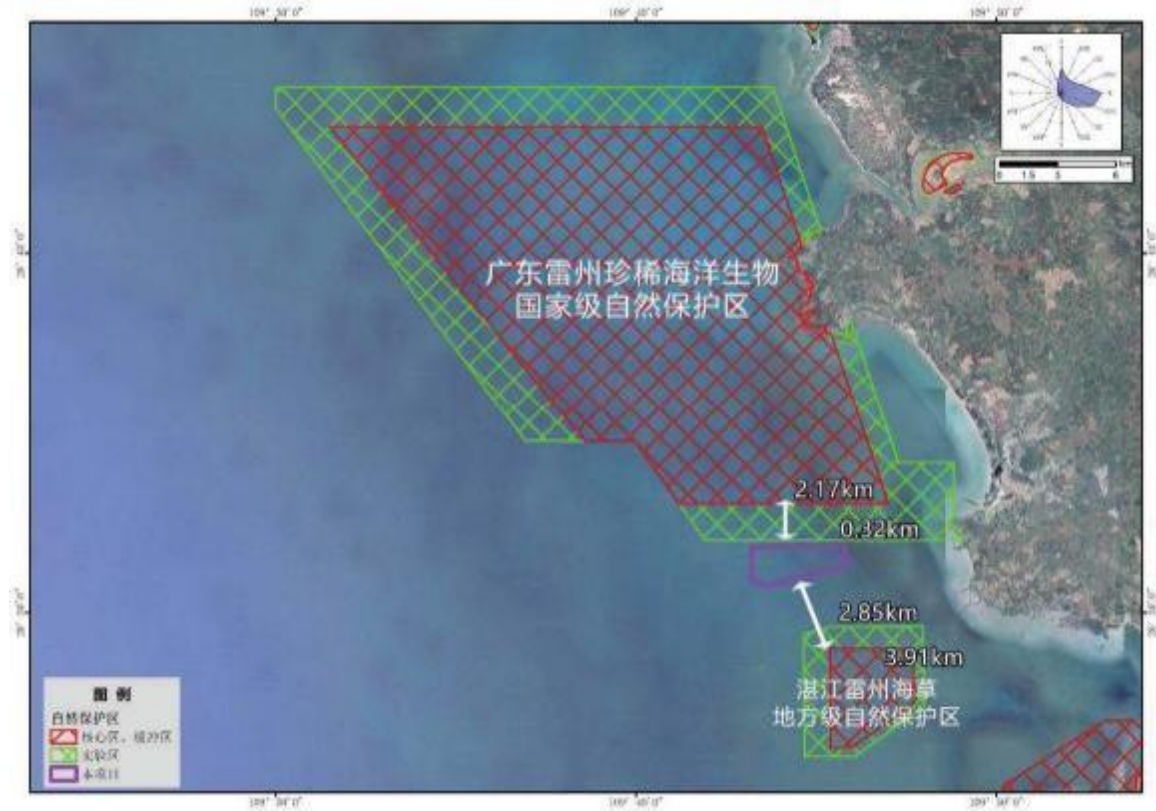


图 5.1-15 本项目与湛江雷州海草地方级自然保护区

海草生长在海岸泥沙上,是惟一淹没在浅海水下的被子植物,其花在水下结果,然后发芽。全世界的海草包括 12 个属,约 50 多种。南中国海分布有 20 多种海草。海草广泛分布于温带和热带的海岸带水域,它们偏爱的生境主要是水流速度较小的沿海潟湖、河口和海湾。在热带和亚热带地区,海草床、红树林和珊瑚礁是三大典型海洋生态系统。海草床是生物圈中最具生产力的水生生态系统之一。一方面,海草可为不同类型的生物提供庇护及觅食场所,如海葵、细小的贝类、藻类,都喜欢生长在海草的叶面上,它们更是鱼、虾及蟹的养鱼场。另一方面,海草能为不同的海洋生物提供食物。直接食用海草的生物包括海鱼、海胆、儒艮、马蹄蟹、绿海龟、海马等。海草上的浮游动物,更是它们的主要食粮。至于海草的枯叶,可能漂浮至数千米外,给各类生物提供食物。海草亦能改变水流,并留住漂流的生物、养分及食物。

保护区内整个海草床基本上呈连续分布;主要种类为喜盐草和二药藻,优势种为喜盐草,分布面积占 98%以上。在海草床中生存有海星、海参、海胆、虾和鱼、螺等多种生物。

5.1.8 “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

本工程不位于南海中上层鱼类产卵场和南海底层、近底层鱼类产卵场内。南海鱼类产卵场分布见图 5.1-16、图 5.1-17。

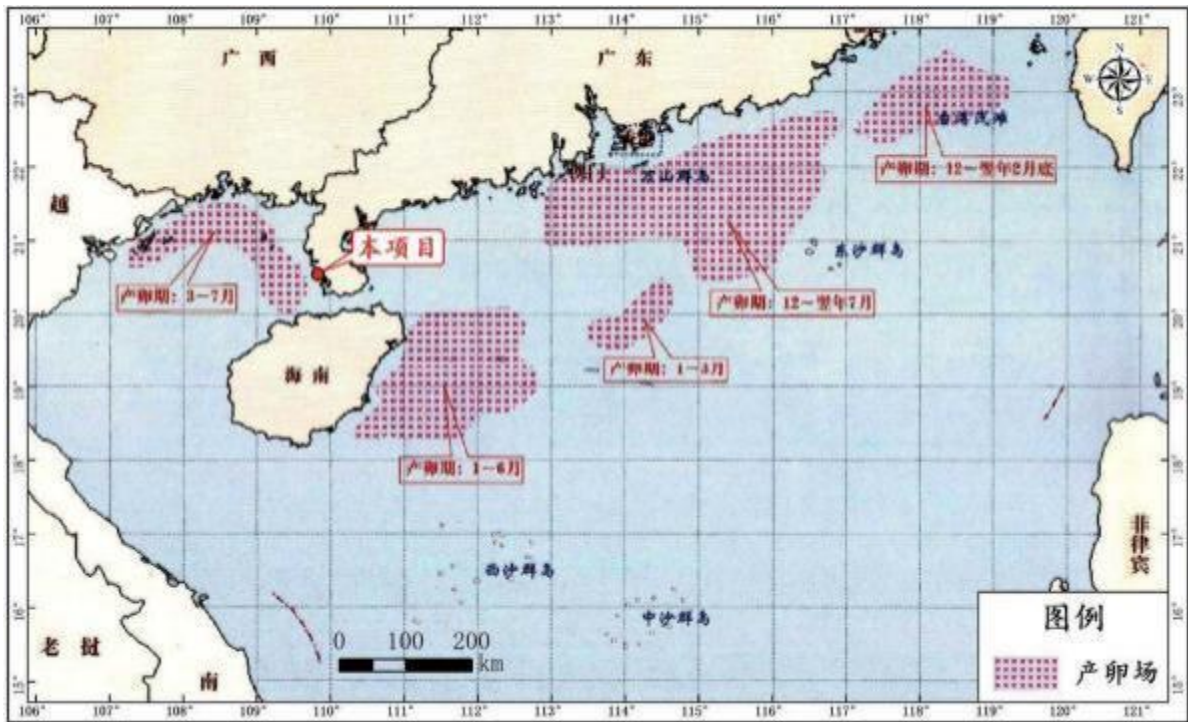


图 5.1-16 南海中上层鱼类产卵场示意图

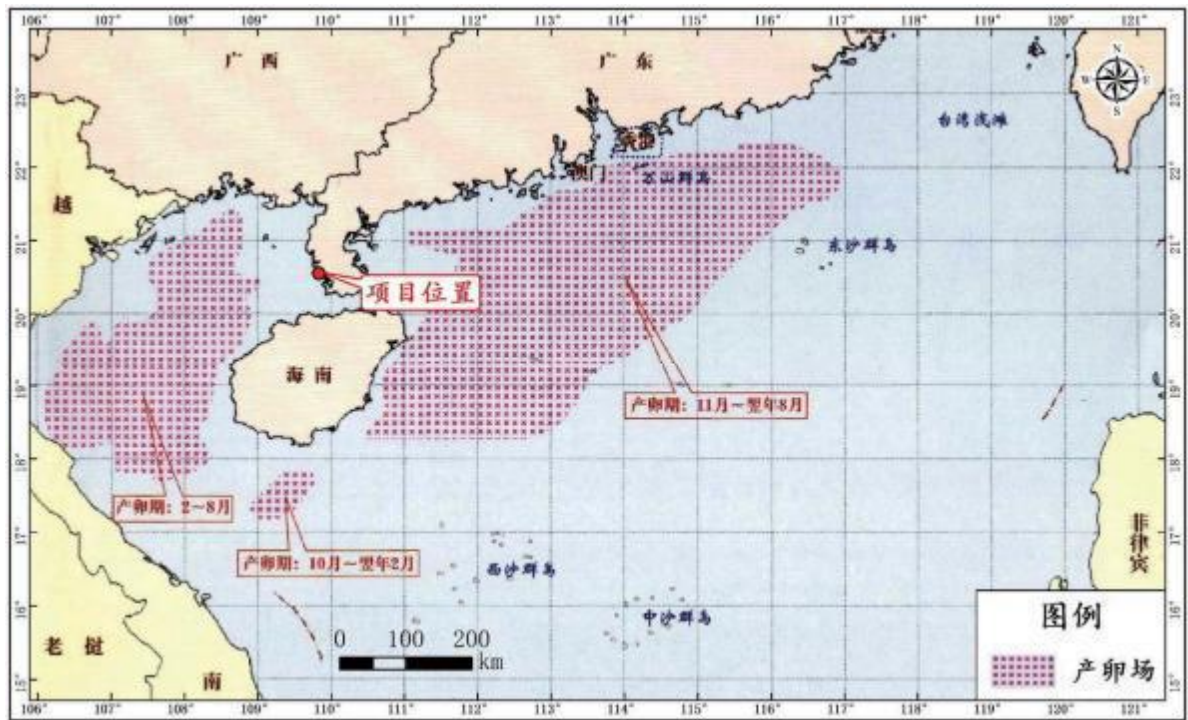


图 5.1-17 南海底层、近底层鱼类产卵场示意图

(2) 南海北部幼鱼繁育场保护区

南海北部幼鱼繁育场保护区位于南海北部及北部湾沿岸 40m 等深线水域(图 5.1-18),

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。

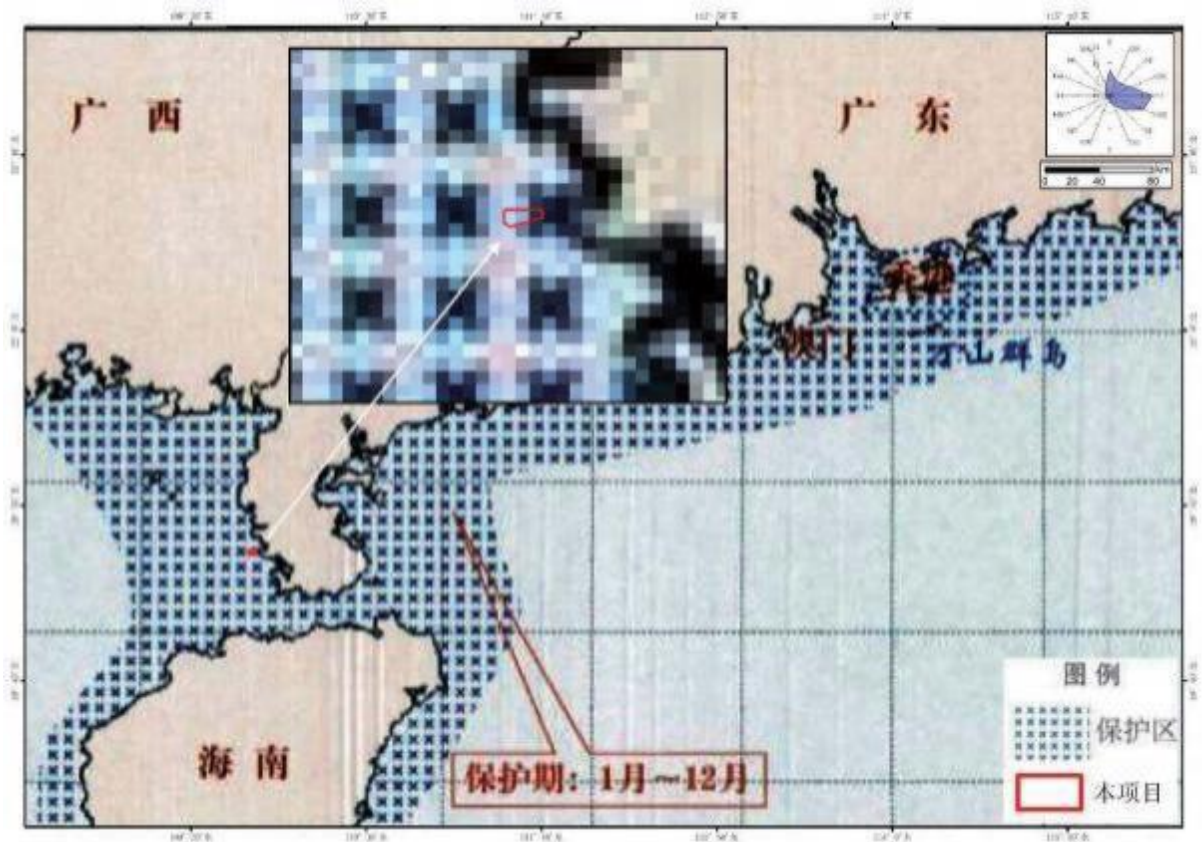


图 5.1-18 南海北部幼鱼繁育场保护区范围示意图

(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，本项目位于二长棘鲷幼鱼保护区内(图 5.1-19)，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 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。

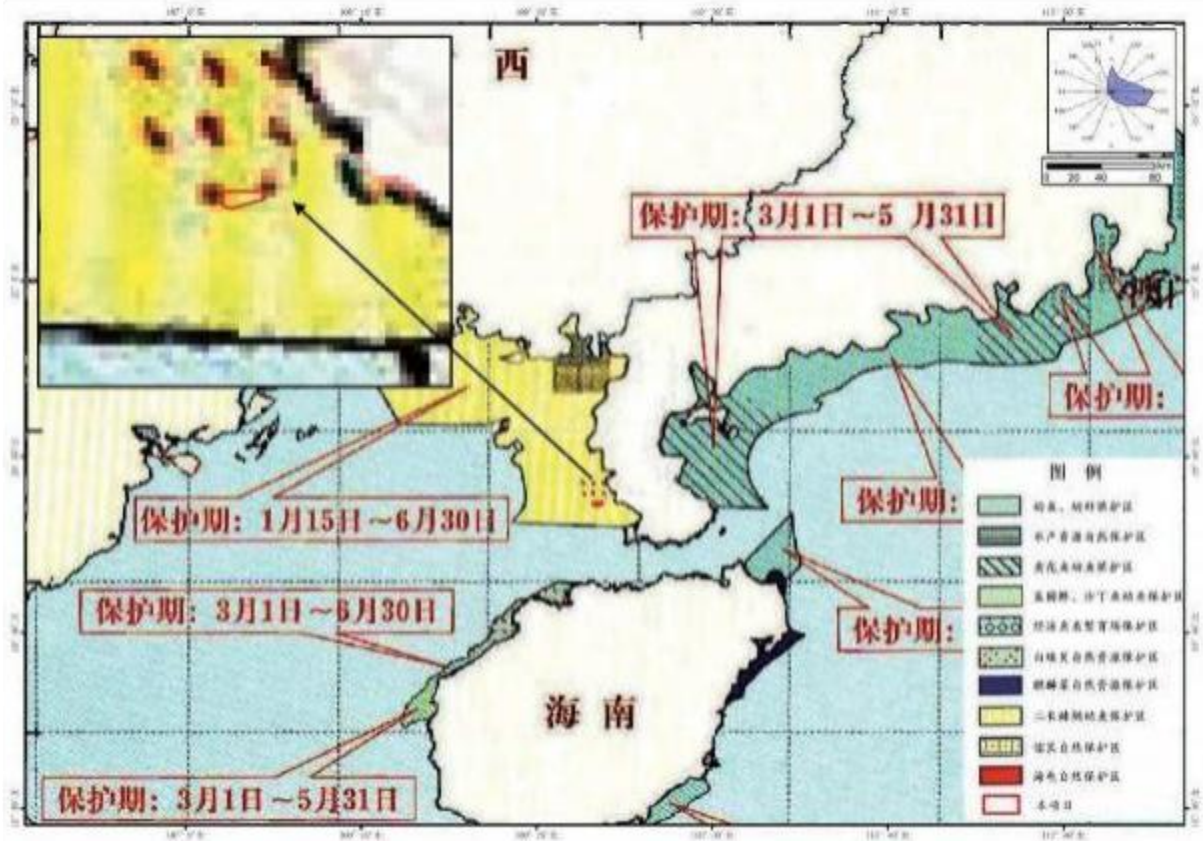


图 5.1-19 幼鱼幼虾保护区范围示意图

5.2 海域开发利用现状

5.2.1 海域开发利用现状

根据搜集的历史资料、遥感影像资料和现场勘察资料成果,本项目周边海洋开发利用活动主要为养殖、现状渔船航线、锚地、海底管线、乌石人工鱼礁区、海上油气开采平台等。本项目所在海域开发利用活动现状见表 5.2-1。

本项目周边共分布现有养殖 35 宗,主要分布在本项目东侧沿岸海域,主要用海为鱼类深水网箱养殖。35 宗养殖用海中有 3 宗办理了海域使用确权证,有 18 宗具有养殖许可证。

表 5.2-1 项目评价范围内养殖现状分布表

| 序号 | 用海现状 | 用海面积 (公顷) | 测量方法 | 用海方式 | 许可类 |
|----|-----------------------|--------------|------|-------|------|
| 1 | 英楠村委会、伴侣村委会、那灵村委会 | 364.7314 | 卫星遥感 | 开放式养殖 | 无许可 |
| 2 | 镇南渔业村、镇西渔业村、镇海社区、镇江社区 | 19.5145 | 卫星遥感 | 开放式养殖 | 无许可 |
| 3 | 镇海社区、镇江社区 | 4.2015 | 卫星遥感 | 开放式养殖 | 无许可 |
| 4 | 镇西渔业村、镇海社区、镇江社区 | 2.36309 | 卫星遥感 | 开放式养殖 | 无许可 |
| 5 | 潭朗村委会 | 63.3773 | 卫星遥感 | 开放式养殖 | 无许可 |
| 6 | 莫玲 | 1.1274 | 卫星遥感 | 围海养殖 | 无许可 |
| 7 | 何降 | 1.2509 | 卫星遥感 | 围海养殖 | 无许可 |
| 8 | 陈慧 | 1.7273 | 卫星遥感 | 围海养殖 | 无许可 |
| 9 | 流沙村委会 | 1376.2757 | 卫星遥感 | 开放式养殖 | 无许可 |
| 10 | 广东潭泓渔业科技有限公司 | 46.513 | 卫星遥感 | 开放式养殖 | 养殖许可 |
| 11 | 莫光、邓康进 | 1.778 | 卫星遥感 | 围海养殖 | 无许可 |
| 12 | 莫林智 | 0.5754 | 卫星遥感 | 围海养殖 | 无许可 |
| 13 | 李成柏 | 0.7765 | 卫星遥感 | 围海养殖 | 无许可 |
| 14 | 莫展 | 2.8118 | 卫星遥感 | 围海养殖 | 无许可 |
| 15 | 那毛村 | 0.8032 | 卫星遥感 | 围海养殖 | 无许可 |
| 16 | 陈福、陈众 | 0.3987 | 卫星遥感 | 围海养殖 | 无许可 |
| 17 | 广东海威农业集团有限公司 | 40.1265 | 卫星遥感 | 开放式养殖 | 养殖许可 |
| 18 | 雷州市源博源深海养殖专业合作社 | 93.376 | 卫星遥感 | 开放式养殖 | 养殖许可 |
| 19 | 广东三合绿源水产养殖有限公司 | 43.151 | 卫星遥感 | 开放式养殖 | 养殖许可 |
| 20 | 雷州市美瑞水产养殖有限公司 | 35.2248 | 卫星遥感 | 开放式养殖 | 养殖许可 |
| 21 | 广东尊鼎珍珠有限公司 | 32.0858 | 卫星遥感 | 开放式养殖 | 养殖许可 |
| 22 | 雷州市中锦水产养殖有限公司 | 28.0515 | 卫星遥感 | 开放式养殖 | 养殖许可 |
| 23 | 湛江市濡然水产养殖有限公司 | 24.142 | 卫星遥感 | 开放式养殖 | 养殖许可 |
| 24 | 湛江市毅特水产养殖有限公司 | 45.3413 | 卫星遥感 | 开放式养殖 | 养殖许可 |
| 25 | 雷州市新峻诚水产养殖有限公司 | 42.3495 | 卫星遥感 | 开放式养殖 | 养殖许可 |
| 26 | 雷州市和美水产养殖有限公司 | 60.9745 | 卫星遥感 | 开放式养殖 | 养殖许可 |
| 27 | 广东威希德科技有限公司 | 52.8217 | 卫星遥感 | 开放式养殖 | 养殖许可 |
| 28 | 湛江千护宝生物有限公司 | 53.8993 | 卫星遥感 | 开放式养殖 | 养殖许可 |
| 29 | 广东宏悦水产有限公司 | 56.4652 | 卫星遥感 | 开放式养殖 | 养殖许可 |
| 30 | 广东海威食品有限公司 | 49.2183 | 卫星遥感 | 开放式养殖 | 养殖许可 |
| 31 | 湛江市互信水产有限公司 | 109.2865 | 卫星遥感 | 开放式养殖 | 养殖许可 |
| 32 | 广东海威水产养殖有限公司 | 90.8989 | 卫星遥感 | 开放式养殖 | 养殖许可 |
| 33 | 广东画景食品有限公司 | 91.8694 | 卫星遥感 | 开放式养殖 | 养殖许可 |
| 34 | 湛江市靖海养殖有限公司 | 48.360936 | 卫星遥感 | 开放式养殖 | 无许可 |
| 35 | 徐闻县广泰海洋渔业有限公司 | 548.098391 | 卫星遥感 | 开放式养殖 | 无许可 |

5.2.2 海域使用权属现状

根据现场踏勘和走访调研相关自然资源管理部门了解到,本项目评价范围内已确权的项目有 8 宗,其中工业用海 6 宗、渔业用海 2 宗,详情见表 5.2-2。

表 5.2-2 本项目评价范围内权属信息表

| 序号 | 项目名称 | 用海类型 | 用海方式 | 用海面积 (hm ²) | 用海期限 | 海域使用权证 | 与项目位置 和最近距离 | 申请单位 |
|----|---------------------------------------|-------------|-----------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------|-------------------|--------------------------|
| 1 | 广东大唐国际雷州电厂 2 × 1000 MW“上大压小” 工程 | 电力工业用 海 | 取、排水口 | 76.3896 | 2016/1 1/27-2045/1 1/26 | 2016B44088201339 | 东南侧， 5.38km 处 | 广东大唐国际 雷州发电有限 责任公司 |
| 2 | 广东大唐国际雷州电厂 2 × 1000 MW“上大压小” 工程 | 电力工业用 海 | 取、排水口 | 76.3896 | 2016/1 1/27-2065/1 1/26 | 2016B44088201320 | 东南侧， 5.68km 处 | 广东大唐国际 雷州发电有限 责任公司 |
| 3 | 广东大唐国际雷州电厂 2 × 1000 MW“上大压小” 工程 | 电力工业用 海 | 非透水构筑 物 | 297.8166 | 2015/1 1/27-2065/1 1/26 | 2015B44088201773 | 东南侧， 5.97km 处 | 广东大唐国际 雷州发电有限 责任公司 |
| 4 | 广东大唐国际雷州电厂 2 × 1000 MW“上大压小” 工程 | 电力工业用 海 | 专用航道、 锚地及其它 开放式 | 297.8166 | 2015/1 1/27-2016/1 1/26 | 2015B44088201792 | 东南侧， 2.84km 处 | 广东大唐国际 雷州发电有限 责任公司 |
| 5 | 广东大唐国际雷州电厂 2 × 1000 MW“上大压小” 工程 | 电力工业用 海 | 港池、蓄水 等 | 76.3896 | 2016/1 1/27-2065/1 1/26 | 2016B440882013 18 | 东南侧， 5.53km 处 | 广东大唐国际 雷州发电有限 责任公司 |
| 6 | 广东大唐国际雷州电厂 2 × 1000 MW“上大压小” 工程 | 电力工业用 海 | 非透水构筑 物 | 297.8166 | 2015/1 1/27-2065/1 1/26 | 2015B44088201773 | 东南侧， 6.60km 处 | 广东大唐国际 雷州发电有限 责任公司 |
| 7 | 网箱养殖 | 开放式养殖 用海 | 开放式养殖 | 13 | 2020/6/23-2023/6/23 | 2020D44088203586 | 东南侧， 7.17km 处 | 雷州市源博源 深海养殖专业 合作社 |
| 8 | 深水网箱养殖 | 开放式养殖 用海 | 开放式养殖 | 48.3771 | 2022/10/23-2027/10/22 | 2022D44082502926 | 东南侧， 11.80km 处 | 湛江市靖海养 殖有限公司 |

5.3 水文动力环境现状调查与评价

5.3.1 基面关系

本项目潮位和地形基面均为 1985 国家基准面,各基准面关系如图 5.3-1。

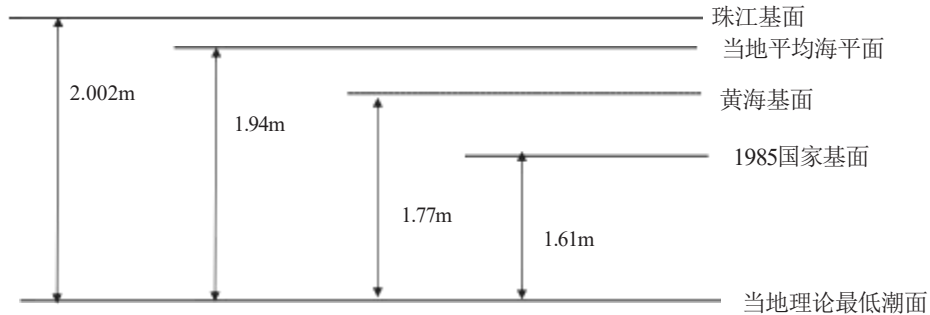


图 5.3-1 基面关系示意图

5.3.2 水文动力环境现状调查与评价

本节引用《琼州海峡北岸防台应急锚地工程海洋水文测验报告》（浙江华东测绘与工程安全技术有限公司，2022 年 12 月），由浙江华东测绘与工程安全技术有限公司于 2022 年 7 月（夏季）和 2022 年 10 月（秋季）在项目附近海域进行的水文动力观测数据。

夏、秋两次调查均布设 9 个水文站位,包括 7 个定点潮流测站（H1~H7 站位）和 2 个临时潮位观测站位（L1~L2 站位），夏季观测时间为 2022 年 7 月上、中旬,秋季观测时间为 2022 年 10 月中上旬,水文观测站位坐标以及观测内容见表 5.3-1,位置分布如图 5.3-2 所示。

表 5.3-1 水文观测站位坐标表

| 站号 | WGS-84 坐标 | | 调查内容 | 调查时间 |
|----|-----------------|------------------|------------|--|
| | 纬度 | 经度 | 项目 | |
| S1 | 20. 26 I 53 " N | 109. 51 I 09 " E | 潮流、盐度、悬沙 | 夏季:大潮 (2022.7.14 16:00 — 7.15 20:00)小潮 (2022.7.7 12:00 — 7.8 15:00) 秋季:大潮 (2022.10.5 10:00 — 10.6 14:00)小潮 (2022.10.11 11:00 — 10.12 15:00) |
| S2 | 20. 25 I 51 " N | 109. 55 I 15 " E | 潮流、盐度、悬沙、风 | |
| S3 | 20. 25 I 55 " N | 109. 41 I 10 " E | 潮流、盐度、悬沙 | |
| S4 | 20. 38 I 06 " N | 109. 41 I 19 " E | 潮流、盐度、悬沙 | |
| S5 | 20. 12 I 53 " N | 109. 44 I 35 " E | 潮流、盐度、悬沙 | |
| S6 | 20. 12 I 55 " N | 109. 51 I 45 " E | 潮流、盐度、悬沙 | |
| S7 | 20. 38 I 03 " N | 109. 35 I 48 " E | 潮流、盐度、悬沙、风 | |
| L1 | 20. 26 I 03 " N | 109. 55 I 39 " E | 潮位 | 夏季: (2022.7.7 0:00 - 2022.7.15 23:00) |
| L2 | 20. 14 I 18 " N | 109. 56 I 15 " E | 潮位 | 秋季: (2022.10.5 0:00 - 2022.10.12 23:00) |

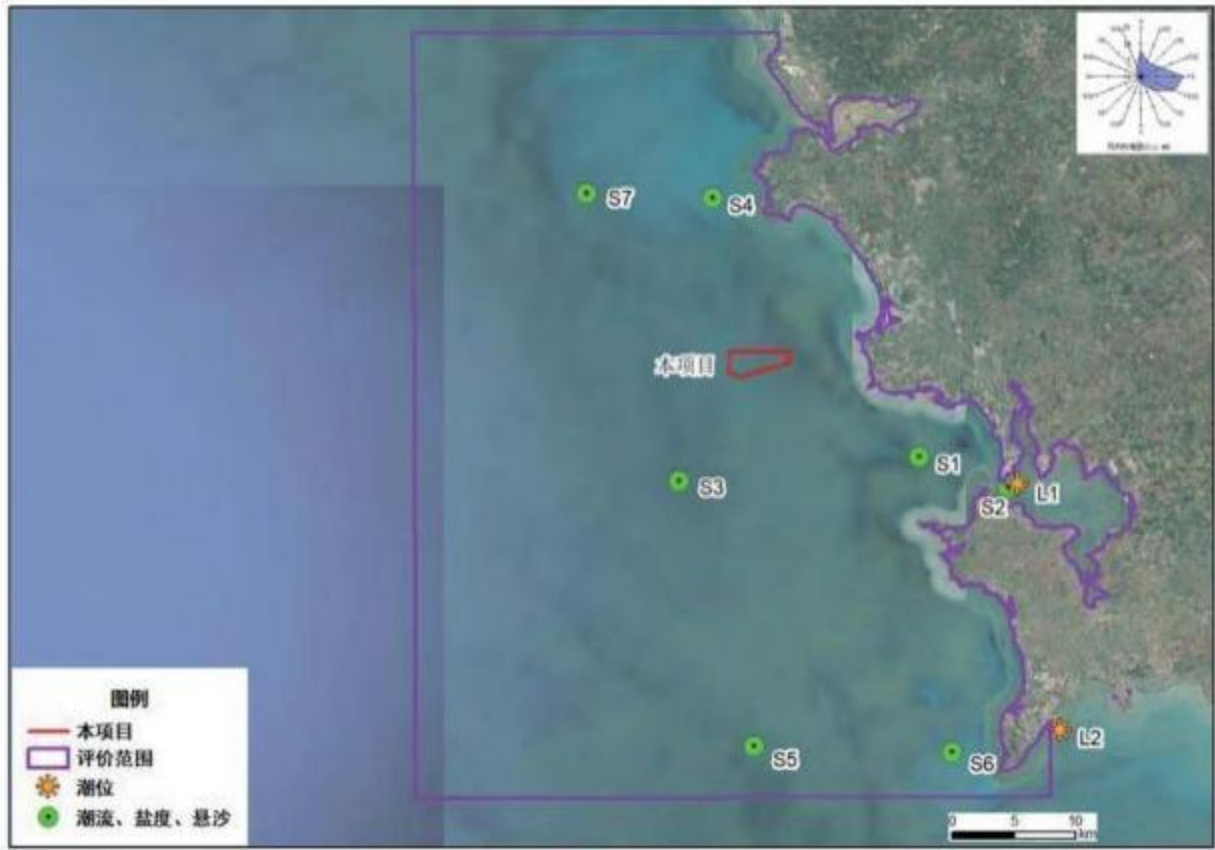


图 5.3-2 水文观测站点分布示意图

5.3.2.1 气象

夏季水文测验于 2022 年 7 月中、上旬进行,最大风力为 5~6 级,风向主要分布在 ENE~SSE 范围内。大、小潮最大风速分别为 7.9 m/s 、7.5 m/s 、6.8 m/s。

秋季水文测验于 2022 年 10 月上、中旬进行,最大风力为 4~5 级,风向主要分布在 ENE~SSE 范围内。

各观测日的平均风速、最大风速和主导风向频率等,详见表 5.3-2~表 5.3-5。

表 5.3-2 夏季水文测验期间平均风速与最大风速 (风向)

| 潮汛 | 大潮 (7月 14~15 日) | | 小潮 (7月 7~8 日) | |
|----|-----------------|------------|---------------|-------------|
| | 平均风速 | 最大风速 风向 | 平均风速 | 最大风速 风向 |
| S2 | 5.6 m/s | 9.5 m/s E | 4.4 m/s | 8.6 m/s ESE |
| S7 | 3.4 m/s | 7.7 m/s SE | 3.6 m/s | 8.0 m/s ESE |

表 5.3-3 秋季水文测验期间平均风速与最大风速 (风向)

| 潮汛 | 大潮 (10月 5~6 日) | | 小潮 (10月 11~12 日) | |
|----|----------------|------------|------------------|-----------|
| | 平均风速 | 最大风速 风向 | 平均风速 | 最大风速 风向 |
| S2 | 4.6m/s | 5.9m/s SE | 3.3m/s | 5.0m/s E |
| S7 | 4.5m/s | 5.8m/s NNE | 4.6m/s | 6.3m/s NE |

表 5.3-4 夏季水文测验期间的主导风向及其频率

| 潮汛 | 大潮 (7 月 14~15 日) | | 小潮 (7 月 7~8 日) | |
|----|------------------|-------|----------------|-------|
| 站名 | 主导风向 | 风频 | 主导风向 | 风频 |
| S2 | E ~ SSE | 86.2% | ENE ~ SSE | 85.7% |
| S7 | ENE ~ S | 72.4% | NE ~ SSE | 89.3% |

表 5.3-5 秋季水文测验期间的主导风向及其频率

| 潮汛 | 大潮 (10 月 5~6 日) | | 小潮 (10 月 11~12 日) | |
|----|-----------------|-------|-------------------|-------|
| 站名 | 主导风向 | 风频 | 主导风向 | 风频 |
| S2 | ENE ~ ESE | 86.2% | N ~ SSE | 89.6% |
| S7 | N NW ~ NE | 82.7% | NW ~ NNE | 93.1% |

5.3.2.2 潮汐

(1) 潮汐特征

北部湾地处我国南海的西北部,是三面靠陆、一面接海的浅海封闭性海湾,琼州海峡与南部的湾口是北部湾同外部进行水交换的主要通道。潮汐类型通常是以全日分潮 K1、O1 的振幅之和与主要半日分潮 M2 振幅之比,即潮汐类型指标值 $(H_{K1}+H_{O1})/H_{M2}$ 进行判断:

$$\text{即当 } \frac{H_{K1}+H_{O1}}{H_{M2}} < 0.5 \text{ 者,属于正规半日潮 ;}$$

$$0.5 < \frac{H_{K1}+H_{O1}}{H_{M2}} < 2.0 \text{ 者,属于不正规半日潮 ;}$$

$$2.0 < \frac{H_{K1}+H_{O1}}{H_{M2}} < 4.0 \text{ 者,属于不正规日潮 ;}$$

$$\frac{H_{K1}+H_{O1}}{H_{M2}} > 4.0 \text{ 者,属于正规日潮。}$$

对临时潮位站 L1、L2 的潮位资料进行准调和分析,得到主要分潮之比见表 5.3-6 所示。由表可见,夏季 L1、L2 站潮汐类型指标值均大于 4.0,为规则全日潮;另外,分析结果显示 L1、L2 潮位站浅海影响系数 H_{M4}/H_{M2} 分别为 0.04、0.07,主要浅海分潮振幅 $(H_{M4}+H_{M5}+H_{M6})$ 之和分别为 0.06、0.11m,因此场区周边水域浅海效应明显。

秋季测次潮位观测时间较短,因此准调和结果只代表短期观测的特征,L1、L2 站潮汐类型指标值均小于 4.0,大于 2.0,为不规则全日潮;L1、L2 潮位站浅海影响系数

H_{M4}/H_{M2} 分别为 0.08 、 0.10 , 主要浅海分潮振幅($H_{M4}+H_{M5}+H_{M6}$)之和分别为 0.12 、 0.23m , 因此场区周边水域浅海效应明显。

表 5.3-6 各潮位站的潮汐特性一览表

| 季节 | 类型判据 | | 潮汐类型 $\frac{H_{k1}+H_{o1}}{H_{M2}}$ | 主要浅海与主要半日分潮振幅比 $\frac{H_{M4}}{H_{M2}}$ | 主要浅海分潮振幅和 $H_{M4}+H_{M5}+H_{M6}$ (m) |
|----|------|-------|--|---|--|
| | 站名 | | | | |
| 夏季 | L1 | 临时潮位站 | 5.68 | 0.04 | 0.06 |
| | L2 | 临时潮位站 | 5.42 | 0.07 | 0.11 |
| 秋季 | L1 | 临时潮位站 | 3.76 | 0.08 | 0.12 |
| | L2 | 临时潮位站 | 3.85 | 0.10 | 0.23 |

(2) 潮汐特征

观测水域潮汐变化较为规律，即潮位在一太阴日中有规则地出现一次高潮和一次低潮，并具有明显的潮汐不等现象。

夏季水文测验期间，L1 临时潮位站、L2 临时潮位站平均潮差分别为 2.14m 、 1.65m ，最大潮差分别为 3.97m 、 2.75m 。L1 临时潮位站、L2 临时潮位站平均高潮位分别为 1.63m 、 1.21m ，平均低潮位分别为-0.54m 、 -0.45m 。L1 临时潮位站和 L2 临时潮位站平均涨潮历时分别为 11h33min 、 12h29min，平均落潮历时分别为 8h46min 、 8h45min，平均涨落潮历时差分别为 2h47min 和 3h44min。

秋季水文测验期间，L1 临时潮位站、L2 临时潮位站平均潮差分别为 1.51m 、 1.20m ，最大潮差分别为 3.22m 、 2.25m 。L1 临时潮位站、L2 临时潮位站平均高潮位分别为 1.09m 、 0.87m ，平均低潮位分别为-0.45m 、 -0.22m 。L1 临时潮位站和 L2 临时潮位站平均涨潮历时分别为 7h30min 、 7h24min，平均落潮历时分别为 7h21min 、 8h32min，平均涨落潮历时差分别为 9min 和-1h8min。

各站特征潮位值如表 5.3-7 所示，2 个潮位站同步观测期间的潮位过程曲线详见图 5.3-3 和图 5.3-4。

表 5.3-7 潮位站潮汐特征值统计 (1985 国家高程基准, 单位 : m)

| 项目 | 垂线 | L1 临时潮位站 | | L2 临时潮位站 | |
|----|-------|----------|-------|----------|-------|
| | | 夏季 | 秋季 | 夏季 | 秋季 |
| 潮位 | 最高潮位 | 2.68 | 2.09 | 1.62 | 1.52 |
| | 最低潮位 | -1.30 | -1.17 | -1.13 | -0.74 |
| | 平均高潮位 | 1.63 | 1.09 | 1.21 | 0.87 |
| | 平均低潮位 | -0.54 | -0.45 | -0.45 | -0.22 |

| | | | | | |
|-------|--------|-------------|----------|-------------|---------|
| | 平均海面 | 0.50 | 0.46 | 0.47 | 0.43 |
| 潮 差 | 最大潮差 | 3.97 | 3.22 | 2.75 | 2.25 |
| | 最小潮差 | 0.14 | 0.08 | 0.37 | 0.04 |
| | 平均潮差 | 2.14 | 1.51 | 1.65 | 1.2 |
| 涨落潮历时 | 平均涨潮历时 | 11 h 33 min | 7h30min | 12 h 29 min | 7h24min |
| | 平均落潮历时 | 8 h 46 min | 7h21 min | 8 h 45 min | 8h32min |

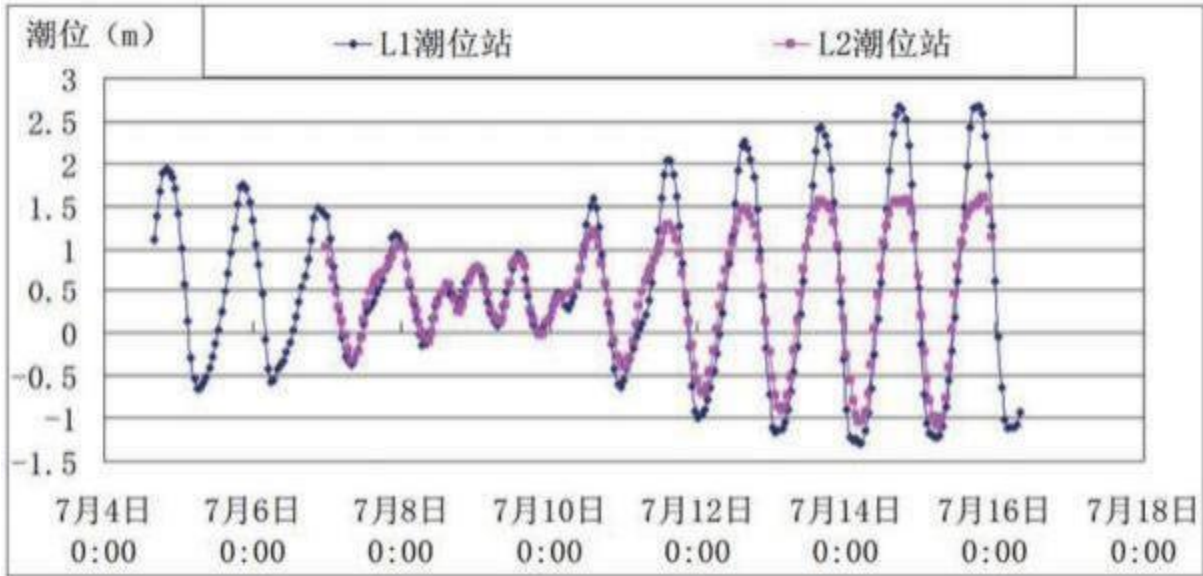


图 5.3-3 夏季各临时潮位站潮位过程线图 (1985 国家高程基准)

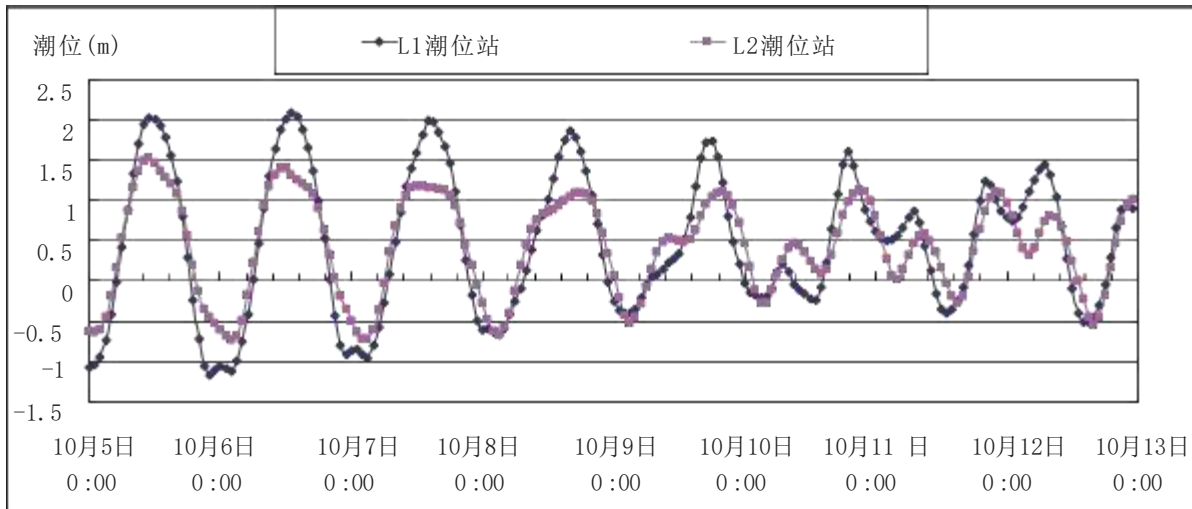


图 5.3-4 秋季各临时潮位站潮位过程线图 (1985 国家高程基准)

5.3.2.3 潮流

(1) 实测流场数据

夏季各测站,落潮最大流速 明显大于涨潮流速 ;秋季各测站,大潮期 间,落潮最大流速 略大于涨潮流速,小潮期 间,涨潮流速 略大于落潮流速 ;总体上,大潮汛流速大于小潮汛,各测站垂线表层流速大于中、底层流速。

①夏季 (2022 年 7 月)

夏季水文测验期间,位于琼州海峡西出口的 S5、S6 测站实测最大涨潮流速为 1.60m/s (326。), 出现于 S6 测站的面层、0.2H 层, 最大落潮流速为 2.05m/s(161。), 出现于 S6 测站的面层、0.2H 层; 位于流沙湾内的 S1、S2 测站, 实测最大涨潮流速为 0.98m/s (134。), 出现于 S2 测站的面层、0.2H 层, 最大落潮流速为 1.15m/s(323。), 出现于 S2 测站的面层、0.2H 层; S3、S4、S7 测站, 实测最大涨潮流速为 0.87m/s (328。、342。), 出现于 S3 测站的面层、0.2H 层, 最大落潮流速为 1.12m/s(147。), 出现于 S3 测站的面层、0.2H 层。

流沙湾内的 S1、S2 测站实测最大涨潮流速分别为 0.46m/s、0.98m/s, 实测最大落潮流速分别为 0.60m/s、1.15m/s。北部湾内的 S3、S4、S7 测站实测最大涨潮流速分别为 0.87m/s、0.69m/s 和 0.75m/s, 实测最大落潮流速分别为 1.12m/s、0.92m/s 和 0.93m/s; 琼州海峡西出口的 S5、S6 测站实测最大涨潮流速分别为 1.33m/s、1.60m/s, 实测最大落潮流速分别为 1.58m/s、2.05m/s。

琼州海峡西出口的 S5 测站大、小潮最大流速分别为 1.58m/s, 0.84m/s, 琼州海峡西出口的 S6 测站大、小潮最大流速分别为 2.05m/s, 1.00m/s, 流沙湾内的 S1 测站大、小潮最大流速分别为 0.60m/s, 0.35m/s, 流沙湾内的 S2 测站大、小潮最大流速分别为 1.15m/s, 0.44m/s, S3 测站大、小潮最大流速分别为 1.12m/s, 0.54m/s, S4 测站大、小潮最大流速分别为 0.92m/s, 0.70m/s, S7 测站大、小潮最大流速分别为 0.93m/s, 0.76m/s。详见图 5.3-5。

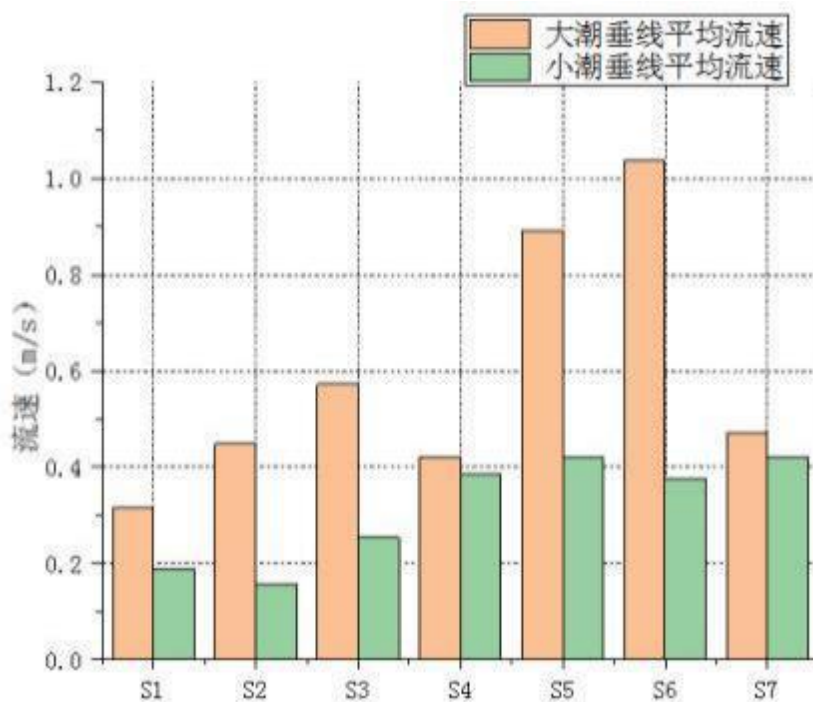


图 5.3-5 夏季水文测验期间各测站垂线平均流速对比情况

夏季大潮期间,近岸的 S1 测站涨、落潮流主流向大致为 40° - 234° , S2 测站涨、落潮流主流向大致为 148° - 324° , S3 测站涨、落潮流主流向大致为 337° - 149° 。 S4 测站涨、落潮流主流向大致为 339° - 162° , S5 测站涨、落潮流主流向大致为 306° - 130° , S6 测站涨、落潮流主流向大致为 328° - 158° , S7 测站涨、落潮流主流向大致为 343° - 164° 。

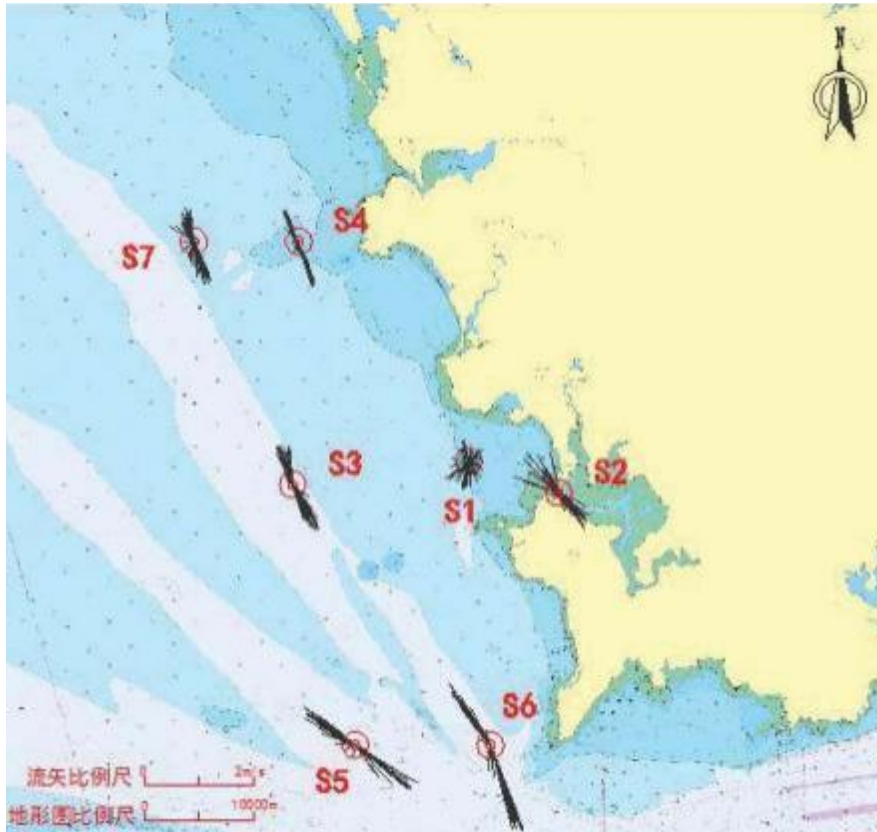


图 5.3-6 夏季大潮测验期间流矢图 (垂线平均)

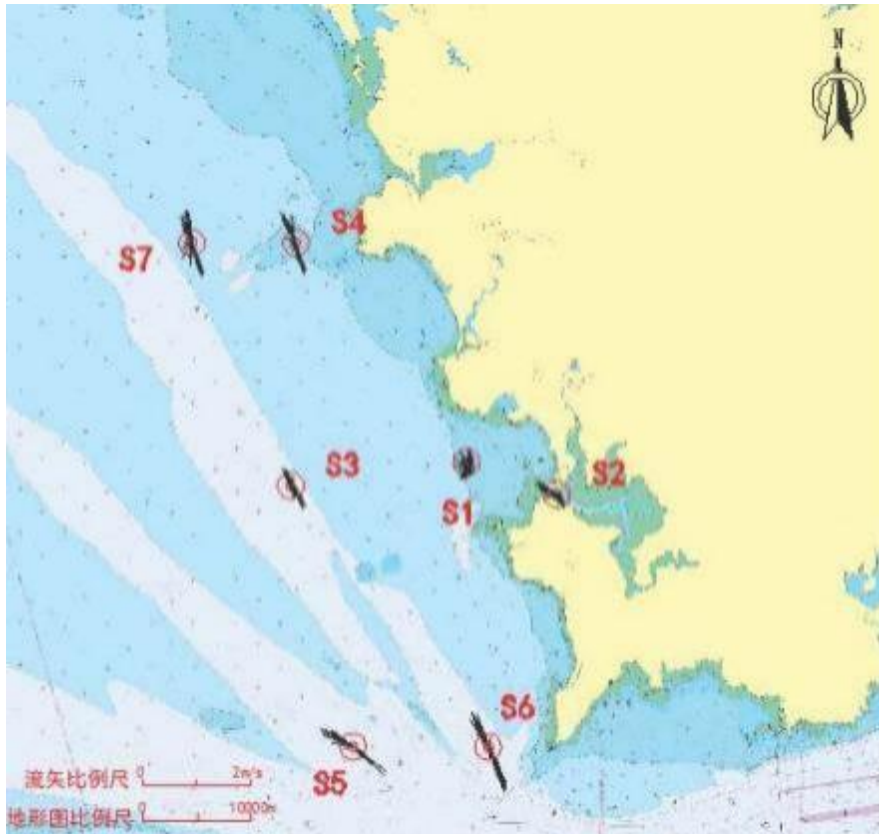


图 5.3-7 夏季小潮测验期间流矢图 (垂线平均)

②秋季 (2022 年 10 月)

秋季水文测验期间,位于琼州海峡西出口的 S5、S6 测站实测最大涨潮流速为 1.72m/s (332。), 出现于 S6 测站的面层,最大落潮流速为 1.71m/s(159。), 出现于 S6 测站的面层 ; 位于流沙湾内的 S1、S2 测站, 实测最大涨潮流速为 1.00m/s (133。), 出现于 S2 测站的面层, 最大落潮流速为 1.04m/s(314。), 出现于 S2 测站的面层 ; S3、S4、S7 测站, 实测最大涨潮流速为 1.00m/s (342。), 出现于 S4 测站的 0.4H 层, 最大落潮流速为 1.13m/s(177。), 出现于 S4 测站的面层、0.2H 层。

秋季测次期间,流沙湾内的 S1、S2 测站实测最大涨潮流速分别为 0.50m/s、1.00m/s, 实测最大落潮流速分别为 0.50m/s、1.04m/s。北部湾内的 S3、S4、S7 测站实测最大涨潮流速分别为 0.81m/s、1.00m/s 和 0.90m/s, 实测最大落潮流速分别为 0.91m/s、1.13m/s 和 1.12m/s ; 琼州海峡西出口的 S5、S6 测站实测最大涨潮流速分别为 1.10m/s、1.72m/s, 实测最大落潮流速分别为 1.18m/s、1.71m/s。

琼州海峡西出口的 S5 测站大、小潮最大流速分别为 1.18m/s, 1.12m/s, 琼州海峡西出口的 S6 测站大、小潮最大流速分别为 1.72m/s, 1.51m/s, 流沙湾内的 S1 测站大、小潮最大流速分别为 0.50m/s, 0.40m/s, 流沙湾内的 S2 测站大、小潮最大流速分别为 1.04m/s, 0.73m/s,

S3 测站大、小潮最大流速分别为0.91m/s ,0.82m/s ,S4 测站大、小潮最大流速分别为 1.13m/s , 0.88m/s , S7 测站大、小潮最大流速分别为 1.12m/s , 0.90m/s。

秋季大潮期间, 近岸的 S1 测站涨、落潮流主流向大致为 57°—233° , S2 测站涨、落潮流主流向大致为 135°—344° , S3 测站涨、落潮流主流向大致为 314°—150° 。S4 测站涨、落潮流主流向大致为 342°—169° , S5 测站涨、落潮流主流向大致为 310°—127° , S6 测站涨、落潮流主流向大致为 337°—156° , S7 测站涨、落潮流主流向大致为 345°—164° 。

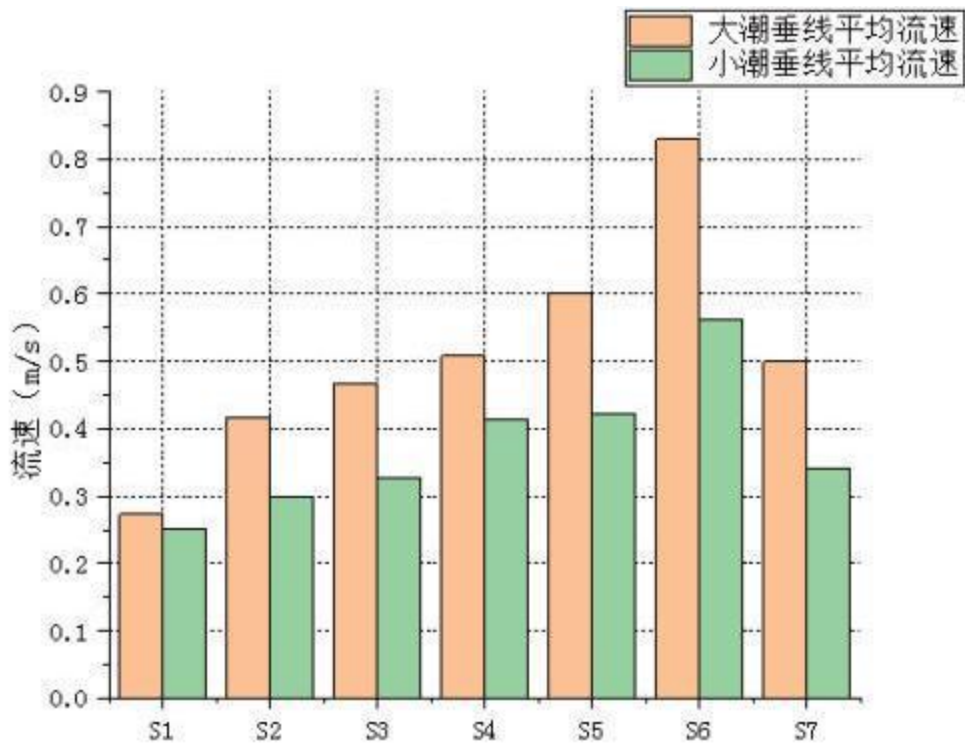


图 5.3-8 秋季水文测验期间各测站垂线平均流速对比情况

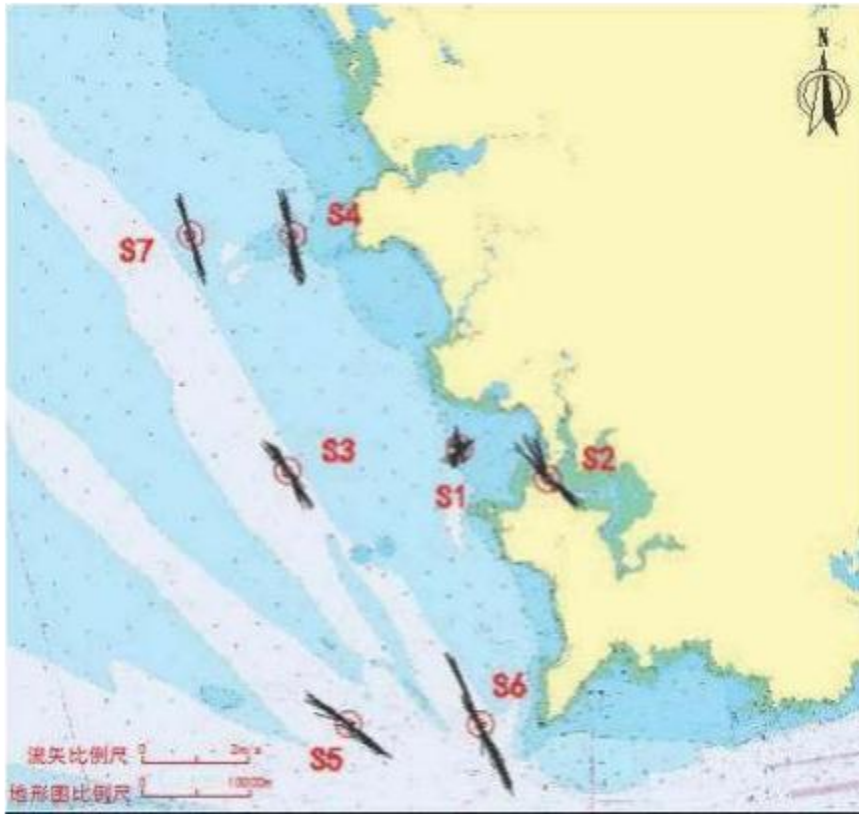


图 5.3-9 秋季大潮测验期间流矢图 (垂线平均)

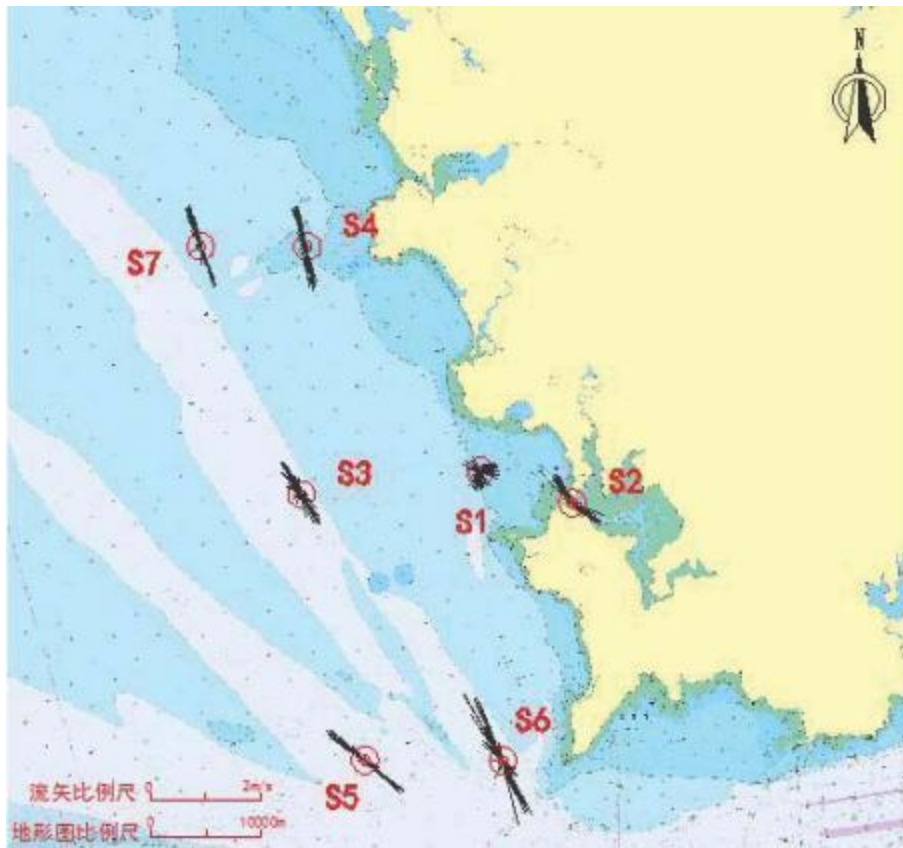


图 5.3-10 秋季小潮测验期间流矢图 (垂线平均)

(2) 潮流分析

潮流性质可以由 K_1 、 O_1 分潮流的椭圆长半轴与 M_2 分潮流的椭圆长半轴之比(潮流性质系数)即 $F = (W_{K_1} + W_{O_1}) / W_{M_2}$ 来判别。当 $F \leq 0.5$ 时为规则半日潮流, 当 $0.5 < F \leq 2.0$ 时为不规则半日潮。潮流运动形式可从实测流矢图及 M_2 分潮流的椭圆率 K 来判定。如 $|K|$ 值小, 则潮流运动的往复流形式显著; 反之, 则旋转流特征强烈。按规定, 当 K 值为正时, 潮流呈逆时针向旋转; K 为负时, 呈顺时针向旋转。

根据潮流实测资料进行调和分析, 夏季水文测验期间各垂线 $(W_{K_1} + W_{O_1}) / W_{M_2}$ 比值均小于 $2.85 \sim 6.66$, 秋季测验期间各测站各层 $(W_{K_1} + W_{O_1}) / W_{M_2}$ 比值介于 $1.60 \sim 3.00$, 夏秋两季各站表征浅水效应强弱的垂线平均 W_{M_4} / W_{M_2} 在 $0.05 \sim 0.80$ 和 $0.04 \sim 0.23$ 之间, 总体来看, 工程区潮流类型为非正规全日浅海潮流。

夏季、秋季工程场区及其附近水域各垂线潮流以往复流为主, 各垂线 M_2 分潮流的垂线平均 $|K|$ 在 $0.00 \sim 0.57$ 之间。

(3) 潮流可能最大流速

根据潮流调和分析结果, 夏季场区内的 S_1 、 S_2 测站潮流最大可能流速分别为 0.67m/s 和 1.19m/s , 琼州海峡西出口的 S_5 、 S_6 测站潮流最大可能流速分别为 1.92m/s 和 2.31m/s , 其余 S_3 、 S_4 、 S_7 测站潮流最大可能流速分别为 1.14m/s 、 1.28m/s 、 1.36m/s , 详见表 5.3-8。

表 5.3-8 夏季潮流可能最大流速 (m/s) 及流向 (°) 统计

| 站号 | 表层 | | 0.6 H | | 底层 | | 垂线平均 | |
|----|------|-----|-------|-----|------|-----|------|-----|
| | 流速 | 流向 | 流速 | 流向 | 流速 | 流向 | 流速 | 流向 |
| S1 | 0.67 | 26 | 0.64 | 20 | 0.55 | 10 | 0.63 | 20 |
| S2 | 1.19 | 155 | 1.07 | 140 | 0.78 | 127 | 1.03 | 140 |
| S3 | 1.14 | 331 | 1.10 | 334 | 0.87 | 331 | 1.09 | 333 |
| S4 | 1.28 | 344 | 1.16 | 339 | 0.97 | 341 | 1.17 | 340 |
| S5 | 1.92 | 306 | 1.73 | 308 | 1.35 | 301 | 1.73 | 306 |
| S6 | 2.31 | 338 | 2.17 | 335 | 1.07 | 336 | 2.07 | 336 |
| S7 | 1.36 | 341 | 1.23 | 349 | 1.13 | 346 | 1.26 | 347 |

秋季流沙湾内的 S_1 、 S_2 测站潮流最大可能流速分别为 0.59m/s 和 1.25m/s , 琼州海峡西出口的 S_5 、 S_6 测站潮流最大可能流速分别为 1.76m/s 和 2.41m/s , 其余 S_3 、 S_4 、 S_7 测站潮流最大可能流速分别为 1.29m/s 、 1.51m/s 、 1.43m/s , 详见表 5.3-9。

表 5.3-9 秋季潮流可能最大流速 (m/s) 及流向 (°) 统计

| 站位 | 表层 | | 0.6H | | 底层 | | 垂向平均 | |
|----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|
| | 流速 | 流向 | 流速 | 流向 | 流速 | 流向 | 流速 | 流向 |
| S1 | 0.59 | 30 | 0.59 | 28 | 0.47 | 23 | 0.59 | 27 |
| S2 | 1.25 | 136 | 1.19 | 139 | 0.91 | 140 | 1.14 | 138 |
| S3 | 1.29 | 327 | 1.21 | 329 | 0.90 | 329 | 1.19 | 328 |
| S4 | 1.51 | 349 | 1.39 | 349 | 1.13 | 347 | 1.40 | 348 |
| S5 | 1.76 | 312 | 1.55 | 308 | 1.13 | 308 | 1.57 | 309 |
| S6 | 2.41 | 335 | 2.15 | 334 | 1.49 | 334 | 2.13 | 335 |
| S7 | 1.43 | 343 | 1.21 | 342 | 1.04 | 341 | 1.26 | 342 |

5.3.2.4 余流

(1) 夏季 (2022 年 7 月)

夏季测次期间,各测站余流指向多为涨、落潮方向,尤其表层余流,基本指向涨潮方向。流沙湾内 S1、S2 测站,大潮期间余流介于 0.01~0.10m/s,小潮期间余流介于 0.02~0.07m/s;琼州海峡西出口的 S5、S6 测站,大潮期间余流介于 0.04~0.19m/s,小潮期间余流介于 0.01~0.12m/s;其余 S3、S4、S7 测站,大潮期间余流介于 0.03~0.17m/s,小潮期间余流介于 0.03~0.17m/s,总体大潮余流大于小潮余流。

表 5.3-10 夏季余流值 (m/s) 及方向 (°) 统计

| 站号 | 潮次 | 表层 | | 0.6 H | | 底层 | | 垂线平均 | |
|----|----|------|-----|-------|-----|------|-----|------|-----|
| | | 流速 | 流向 | 流速 | 流向 | 流速 | 流向 | 流速 | 流向 |
| S1 | 大潮 | 0.03 | 345 | 0.03 | 96 | 0.01 | 58 | 0.02 | 54 |
| | 小潮 | 0.07 | 154 | 0.04 | 144 | 0.04 | 137 | 0.04 | 149 |
| S2 | 大潮 | 0.08 | 162 | 0.10 | 151 | 0.09 | 169 | 0.08 | 141 |
| | 小潮 | 0.02 | 332 | 0.07 | 170 | 0.02 | 174 | 0.03 | 174 |
| S3 | 大潮 | 0.17 | 346 | 0.09 | 13 | 0.14 | 1 | 0.09 | 4 |
| | 小潮 | 0.10 | 354 | 0.03 | 39 | 0.03 | 102 | 0.04 | 16 |
| S4 | 大潮 | 0.08 | 310 | 0.07 | 325 | 0.05 | 336 | 0.07 | 317 |
| | 小潮 | 0.15 | 330 | 0.11 | 316 | 0.08 | 319 | 0.12 | 319 |
| S5 | 大潮 | 0.08 | 254 | 0.07 | 215 | 0.11 | 274 | 0.06 | 223 |
| | 小潮 | 0.05 | 269 | 0.08 | 201 | 0.10 | 182 | 0.06 | 205 |
| S6 | 大潮 | 0.19 | 264 | 0.14 | 279 | 0.04 | 233 | 0.16 | 270 |
| | 小潮 | 0.12 | 289 | 0.04 | 353 | 0.01 | 5 | 0.05 | 322 |
| S7 | 大潮 | 0.10 | 271 | 0.04 | 308 | 0.03 | 307 | 0.06 | 308 |
| | 小潮 | 0.17 | 335 | 0.13 | 335 | 0.10 | 341 | 0.14 | 336 |

(2) 秋季 (2022 年 10 月)

秋季测次期间,各测站余流基本指向多为涨潮流方向。流沙湾内 S1、S2 测站,大潮期

间余流介于 0.03 ~0.10m/s,小潮期间余流介于 0.01 ~0.07m/s;琼州海峡西出口的 S5、S6 测站,大潮期间余流介于 0.05 ~0.14m/s,小潮期间余流介于 0.04 ~0.11m/s;其余 S3、S4、S7 测站,大潮期间余流介于 0.02 ~0.10m/s,小潮期间余流介于 0.01 ~0.10m/s,总体大潮余流大于小潮余流。

表 5.3-11 秋季余流值(m/s)及方向(°)统计

| 站号 | 潮次 | 表层 | | 0.6 H | | 底层 | | 垂向平均 | |
|----|----|------|-----|-------|-----|------|-----|------|-----|
| | | 流速 | 流向 | 流速 | 流向 | 流速 | 流向 | 流速 | 流向 |
| S1 | 大潮 | 0.10 | 144 | 0.04 | 137 | 0.06 | 134 | 0.08 | 139 |
| | 小潮 | 0.04 | 301 | 0.01 | 144 | 0.02 | 107 | 0.01 | 150 |
| S2 | 大潮 | 0.03 | 167 | 0.10 | 80 | 0.07 | 62 | 0.08 | 72 |
| | 小潮 | 0.05 | 140 | 0.06 | 93 | 0.07 | 67 | 0.06 | 87 |
| S3 | 大潮 | 0.07 | 292 | 0.05 | 295 | 0.02 | 223 | 0.04 | 292 |
| | 小潮 | 0.10 | 319 | 0.07 | 340 | 0.04 | 322 | 0.08 | 331 |
| S4 | 大潮 | 0.10 | 300 | 0.08 | 293 | 0.07 | 302 | 0.08 | 301 |
| | 小潮 | 0.06 | 310 | 0.06 | 284 | 0.06 | 279 | 0.05 | 292 |
| S5 | 大潮 | 0.14 | 276 | 0.12 | 285 | 0.07 | 319 | 0.12 | 282 |
| | 小潮 | 0.07 | 309 | 0.05 | 306 | 0.04 | 281 | 0.05 | 298 |
| S6 | 大潮 | 0.12 | 269 | 0.11 | 329 | 0.05 | 317 | 0.09 | 310 |
| | 小潮 | 0.11 | 314 | 0.08 | 337 | 0.06 | 316 | 0.08 | 328 |
| S7 | 大潮 | 0.10 | 300 | 0.08 | 330 | 0.07 | 355 | 0.08 | 327 |
| | 小潮 | 0.04 | 322 | 0.02 | 330 | 0.01 | 13 | 0.03 | 324 |

5.3.2.5 盐度

观测海域盐度年变化较小,主要受南海来水的影响,其次是上游径流影响。是测验期各测站的平均盐度与潮位同步变化过程曲线。由图 5.3-11 和 5.3-12 可见,观测期间盐度变化较为规律,盐度随涨、落潮变化显著,大潮汛随涨潮盐度增加,落潮盐度变低,小潮汛期间盐度变化较小,且滞后于潮汛的变化。

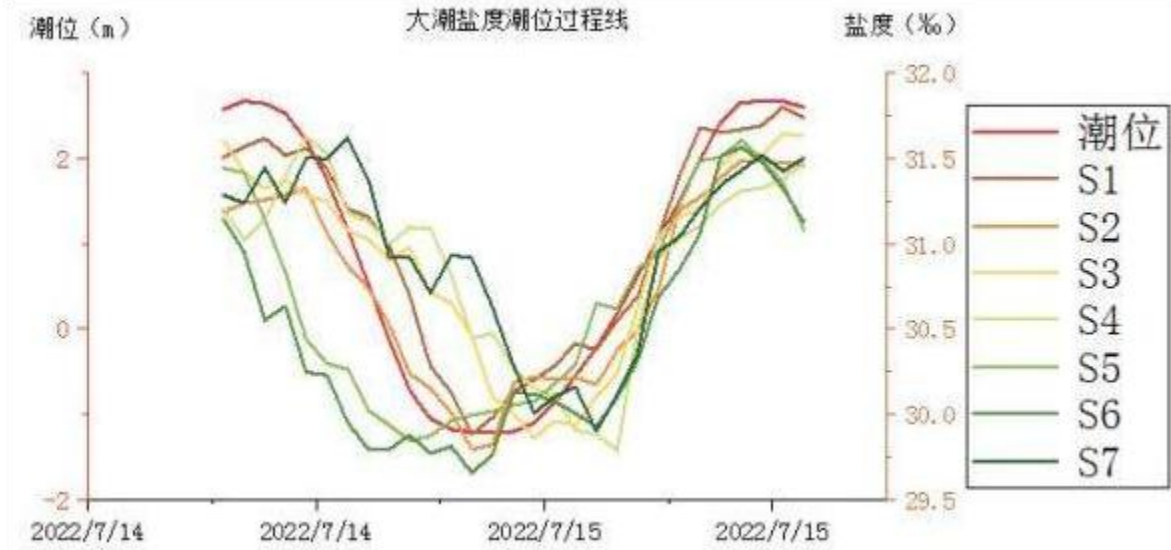


图 5.3-11 夏季大潮各测站平均盐度与潮位过程线

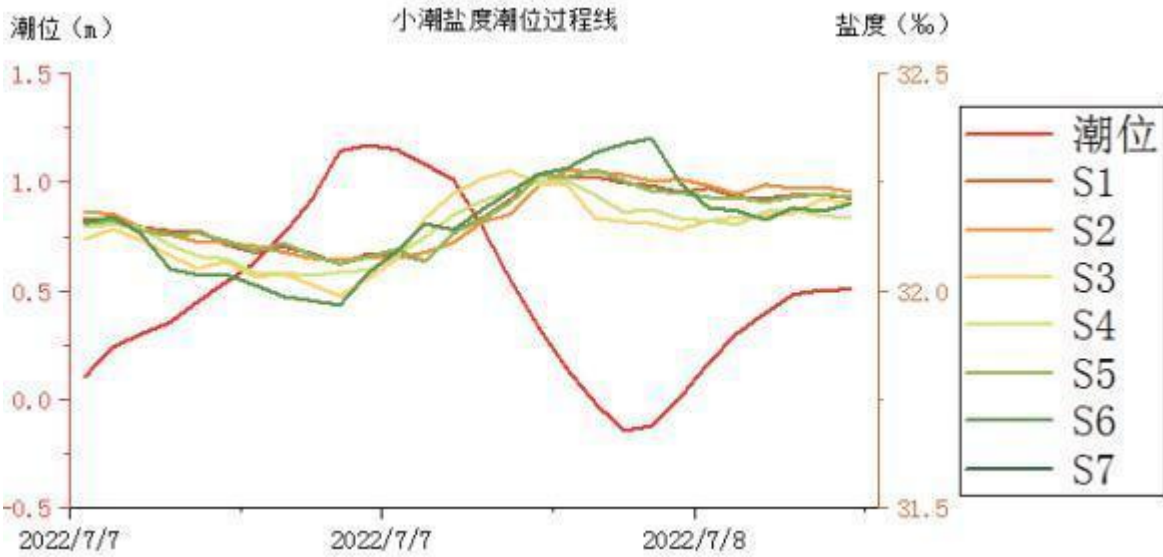


图 5.3-12 夏季小潮各测站平均盐度与潮位过程线

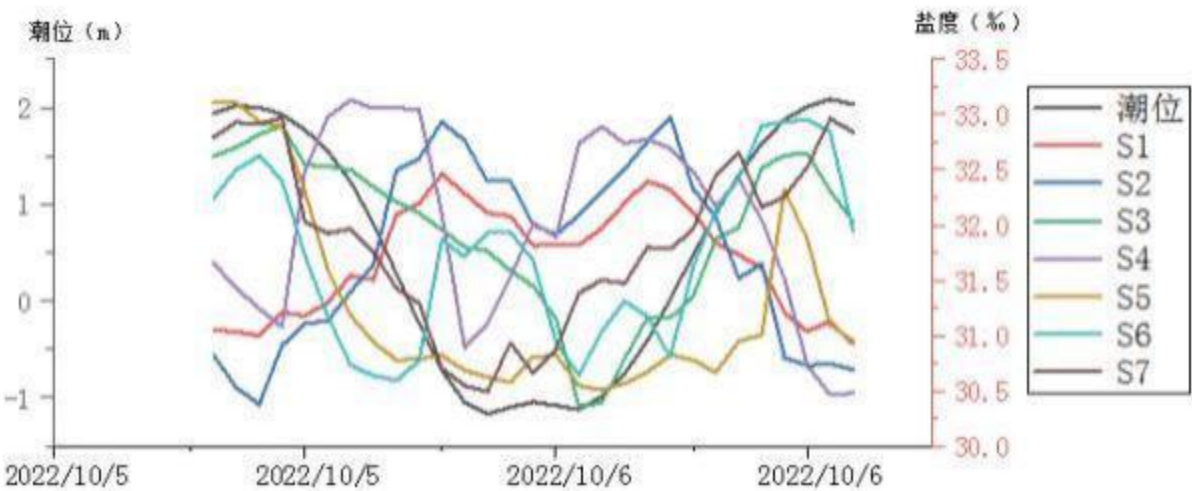


图 5.3-13 秋季大潮各测站平均盐度与潮位过程线

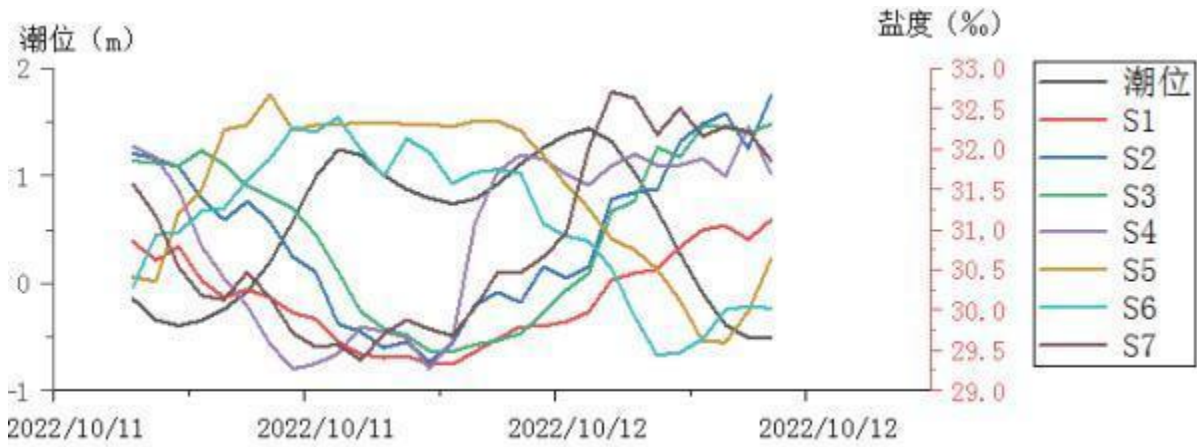


图 5.3-14 秋季小潮各测站平均盐度与潮位过程线

(1) 夏季 (2022 年 7 月)

夏季水文测验期间,流沙湾内的 S1、S2 测站盐度最小,位于琼州海峡西出口的 S5、S6 测站盐度最大,其余各站相差不大,大潮期间,各测站平均盐度分别为 31.995%、32.006%、32.902%、32.899%、32.915%、33.062%、32.911%,小潮期间,各测站平均盐度分别为 31.670%、31.674%、32.139%、32.143%、32.169%、32.022%、32.150%。

各测站盐度总体表现出随水深增加盐度变大的趋势,各测站,大潮期间,表底层差值介于 0.014~0.179%,小潮期间表底层差值介于 0.056~0.121%。

表 5.3-12 夏季大潮盐度特征值统计(%)

| 测站 | 特征 | 表层 | 中层 | 底层 | 垂线平均 |
|----|----|--------|--------|--------|--------|
| S1 | 最大 | 32.678 | 32.835 | 32.908 | 32.801 |
| | 最小 | 30.842 | 30.925 | 30.892 | 30.886 |
| | 平均 | 31.939 | 32.003 | 32.044 | 31.995 |
| S2 | 最大 | 32.820 | 32.880 | 33.000 | 32.887 |
| | 最小 | 30.636 | 30.860 | 31.040 | 30.854 |
| | 平均 | 31.912 | 32.014 | 32.091 | 32.006 |
| S3 | 最大 | 33.024 | 33.039 | 33.050 | 33.036 |
| | 最小 | 32.688 | 32.724 | 32.728 | 32.715 |
| | 平均 | 32.873 | 32.911 | 32.922 | 32.902 |
| S4 | 最大 | 33.014 | 33.027 | 33.057 | 33.033 |
| | 最小 | 32.680 | 32.713 | 32.713 | 32.702 |
| | 平均 | 32.875 | 32.905 | 32.916 | 32.899 |
| S5 | 最大 | 33.226 | 33.280 | 33.284 | 33.258 |
| | 最小 | 32.610 | 32.624 | 32.632 | 32.625 |
| | 平均 | 32.875 | 32.930 | 32.940 | 32.915 |

| 测站 | 特征 | 表层 | 中层 | 底层 | 垂线平均 |
|----|----|--------|--------|--------|--------|
| S6 | 最大 | 33.190 | 33.198 | 33.205 | 33.198 |
| | 最小 | 32.967 | 32.967 | 32.972 | 32.969 |
| | 平均 | 33.054 | 33.063 | 33.068 | 33.062 |
| S7 | 最大 | 33.000 | 33.042 | 33.057 | 33.032 |
| | 最小 | 32.705 | 32.726 | 32.736 | 32.722 |
| | 平均 | 32.875 | 32.924 | 32.934 | 32.911 |

表 5.3-13 夏季小潮盐度特征值统计(%)

| 测站 | 特征 | 表层 | 中层 | 底层 | 垂线平均 |
|----|----|--------|--------|--------|--------|
| S1 | 最大 | 31.756 | 31.771 | 31.81 | 31.765 |
| | 最小 | 31.446 | 31.593 | 31.627 | 31.561 |
| | 平均 | 31.604 | 31.686 | 31.721 | 31.67 |
| S2 | 最大 | 31.764 | 31.781 | 31.817 | 31.777 |
| | 最小 | 31.483 | 31.6 | 31.616 | 31.571 |
| | 平均 | 31.61 | 31.691 | 31.721 | 31.674 |
| S3 | 最大 | 32.227 | 32.297 | 32.318 | 32.277 |
| | 最小 | 31.946 | 32.013 | 32.006 | 31.988 |
| | 平均 | 32.103 | 32.154 | 32.159 | 32.139 |
| S4 | 最大 | 32.224 | 32.28 | 32.29 | 32.253 |
| | 最小 | 31.964 | 32.045 | 32.068 | 32.035 |
| | 平均 | 32.104 | 32.156 | 32.17 | 32.143 |
| S5 | 最大 | 32.254 | 32.284 | 32.31 | 32.28 |
| | 最小 | 31.947 | 32.095 | 32.13 | 32.061 |
| | 平均 | 32.102 | 32.181 | 32.223 | 32.169 |
| S6 | 最大 | 32.108 | 32.189 | 32.267 | 32.181 |
| | 最小 | 31.75 | 31.926 | 31.926 | 31.874 |
| | 平均 | 31.983 | 32.031 | 32.054 | 32.022 |
| S7 | 最大 | 32.23 | 32.268 | 32.272 | 32.257 |
| | 最小 | 31.98 | 32.033 | 32.04 | 32.021 |
| | 平均 | 32.117 | 32.16 | 32.173 | 32.15 |

表 5.3-14 夏季各测站分层盐度特征值统计(%)

| 测站 | 特征 | 表层 | 中层 | 底层 | 表底层差值 |
|----|----|--------|--------|--------|-------|
| S1 | 大潮 | 31.939 | 32.003 | 32.044 | 0.105 |
| | 小潮 | 31.604 | 31.686 | 31.721 | 0.117 |
| S2 | 大潮 | 31.912 | 32.014 | 32.091 | 0.179 |
| | 小潮 | 31.610 | 31.691 | 31.721 | 0.111 |
| S3 | 大潮 | 32.873 | 32.911 | 32.922 | 0.049 |
| | 小潮 | 32.103 | 32.154 | 32.159 | 0.056 |
| | 大潮 | 32.875 | 32.905 | 32.916 | 0.041 |

| 测站 | 特征 | 表层 | 中层 | 底层 | 表底层差值 |
|----|----|--------|--------|--------|-------|
| S4 | 小潮 | 32.104 | 32.156 | 32.170 | 0.066 |
| S5 | 大潮 | 32.875 | 32.930 | 32.940 | 0.065 |
| | 小潮 | 32.102 | 32.181 | 32.223 | 0.121 |
| S6 | 大潮 | 33.054 | 33.063 | 33.068 | 0.014 |
| | 小潮 | 31.983 | 32.031 | 32.054 | 0.071 |
| S7 | 大潮 | 32.875 | 32.924 | 32.934 | 0.059 |
| | 小潮 | 32.117 | 32.160 | 32.173 | 0.056 |

(2) 秋季 (2022 年 10 月)

秋季观测期间,流沙湾内的 S1、S2 测站盐度最小,北部湾较里面的 S4、S7 测站盐度最大,其余各站相差不大,大潮期间,各测站平均盐度分别为 31.689%、31.621%、32.761%、33.140%、32.665%、32.562%、33.066%,小潮期间,各测站平均盐度分别为 30.147%、30.086%、32.223%、32.143%、32.380%、32.260%、32.031%。

盐度随水深变化不大,总体表现出随水深增加盐度变大的趋势,各测站,大潮期间,表底层差值介于 0.004~0.086%,小潮期间表底层差值介于 0.000~0.049%。

表 5.3-15 秋季大潮盐度特征值统计(%)

| 测站 | 特征 | 表层 | 中层 | 底层 | 垂线平均 |
|----|----|--------|--------|--------|--------|
| S1 | 最大 | 32.482 | 32.444 | 32.503 | 32.463 |
| | 最小 | 31.033 | 30.897 | 30.855 | 30.928 |
| | 平均 | 31.742 | 31.670 | 31.656 | 31.689 |
| S2 | 最大 | 32.489 | 32.221 | 32.540 | 32.415 |
| | 最小 | 30.808 | 30.734 | 30.658 | 30.743 |
| | 平均 | 31.676 | 31.566 | 31.621 | 31.621 |
| S3 | 最大 | 32.813 | 32.817 | 32.817 | 32.816 |
| | 最小 | 32.660 | 32.640 | 32.700 | 32.671 |
| | 平均 | 32.759 | 32.758 | 32.765 | 32.761 |
| S4 | 最大 | 33.286 | 33.301 | 33.305 | 33.297 |
| | 最小 | 32.912 | 32.915 | 32.921 | 32.916 |
| | 平均 | 33.138 | 33.139 | 33.142 | 33.140 |
| S5 | 最大 | 32.802 | 32.800 | 32.807 | 32.797 |
| | 最小 | 32.599 | 32.617 | 32.616 | 32.611 |
| | 平均 | 32.660 | 32.667 | 32.670 | 32.665 |
| S6 | 最大 | 32.630 | 32.620 | 32.624 | 32.623 |
| | 最小 | 32.479 | 32.501 | 32.504 | 32.505 |
| | 平均 | 32.557 | 32.560 | 32.567 | 32.562 |
| S7 | 最大 | 33.230 | 33.224 | 33.258 | 33.224 |
| | 最小 | 32.874 | 32.828 | 32.860 | 32.870 |
| | 平均 | 33.061 | 33.066 | 33.071 | 33.066 |

表 5.3-16 秋季小潮盐度特征值统计(%)

| 测站 | 特征 | 表层 | 中层 | 底层 | 垂线平均 |
|----|----|--------|--------|--------|--------|
| S1 | 最大 | 31.114 | 31.191 | 31.197 | 31.120 |
| | 最小 | 29.319 | 29.211 | 29.271 | 29.322 |
| | 平均 | 30.150 | 30.134 | 30.156 | 30.147 |
| S2 | 最大 | 31.105 | 31.199 | 31.080 | 31.061 |
| | 最小 | 29.230 | 29.124 | 29.250 | 29.201 |
| | 平均 | 30.075 | 30.060 | 30.124 | 30.086 |
| S3 | 最大 | 32.361 | 32.341 | 32.333 | 32.340 |
| | 最小 | 32.080 | 32.094 | 32.083 | 32.092 |
| | 平均 | 32.222 | 32.228 | 32.220 | 32.223 |
| S4 | 最大 | 32.292 | 32.251 | 32.291 | 32.277 |
| | 最小 | 31.962 | 31.981 | 31.967 | 31.977 |
| | 平均 | 32.136 | 32.141 | 32.152 | 32.143 |
| S5 | 最大 | 32.462 | 32.458 | 32.444 | 32.455 |
| | 最小 | 32.232 | 32.273 | 32.275 | 32.262 |
| | 平均 | 32.373 | 32.384 | 32.382 | 32.380 |
| S6 | 最大 | 32.522 | 32.525 | 32.525 | 32.524 |
| | 最小 | 32.146 | 32.140 | 32.136 | 32.154 |
| | 平均 | 32.363 | 32.355 | 32.363 | 32.360 |
| S7 | 最大 | 32.260 | 32.291 | 32.279 | 32.264 |
| | 最小 | 31.854 | 31.794 | 31.880 | 31.847 |
| | 平均 | 32.024 | 32.025 | 32.043 | 32.031 |

表 5.3-17 秋季各测站分层盐度特征值统计(%)

| 测站 | 特征 | 表层 | 中层 | 底层 | 表底层差值 |
|----|----|--------|--------|--------|-------|
| S1 | 大潮 | 31.742 | 31.670 | 31.656 | 0.086 |
| | 小潮 | 30.150 | 30.134 | 30.156 | 0.006 |
| S2 | 大潮 | 31.676 | 31.566 | 31.621 | 0.055 |
| | 小潮 | 30.075 | 30.060 | 30.124 | 0.049 |
| S3 | 大潮 | 32.759 | 32.758 | 32.765 | 0.006 |
| | 小潮 | 32.222 | 32.228 | 32.220 | 0.002 |
| S4 | 大潮 | 33.138 | 33.139 | 33.142 | 0.004 |
| | 小潮 | 32.136 | 32.141 | 32.152 | 0.016 |
| S5 | 大潮 | 32.660 | 32.667 | 32.670 | 0.010 |
| | 小潮 | 32.373 | 32.384 | 32.382 | 0.009 |
| S6 | 大潮 | 32.557 | 32.560 | 32.567 | 0.010 |
| | 小潮 | 32.363 | 32.355 | 32.363 | 0.000 |
| S7 | 大潮 | 33.061 | 33.066 | 33.071 | 0.010 |
| | 小潮 | 32.024 | 32.025 | 32.043 | 0.019 |

5.3.2.6 悬浮泥沙

(1) 夏季 (2022 年 7 月)

① 含沙量

夏季观测期间，全水域平均含沙量为 $0.120\text{kg}/\text{m}^3$ ，大潮期，流沙湾内 S1、S2 测站平均含沙量分别为 $0.177\text{kg}/\text{m}^3$ 、 $0.177\text{kg}/\text{m}^3$ ，琼州海峡西出口 S5、S6 测站平均含沙量分别为 $0.123\text{kg}/\text{m}^3$ 、 $0.127\text{kg}/\text{m}^3$ ，其余 S3、S4、S7 测站平均含沙量分别为 $0.131\text{kg}/\text{m}^3$ 、 $0.137\text{kg}/\text{m}^3$ 和 $0.109\text{kg}/\text{m}^3$ ；小潮期，流沙湾内 S1、S2 测站平均含沙量分别为 $0.092\text{kg}/\text{m}^3$ 、 $0.102\text{kg}/\text{m}^3$ ，琼州海峡西出口 S5、S6 测站平均含沙量分别为 $0.069\text{kg}/\text{m}^3$ 、 $0.111\text{kg}/\text{m}^3$ ，其余 S3、S4、S7 测站平均含沙量分别为 $0.113\text{kg}/\text{m}^3$ 、 $0.117\text{kg}/\text{m}^3$ 和 $0.087\text{kg}/\text{m}^3$ 。

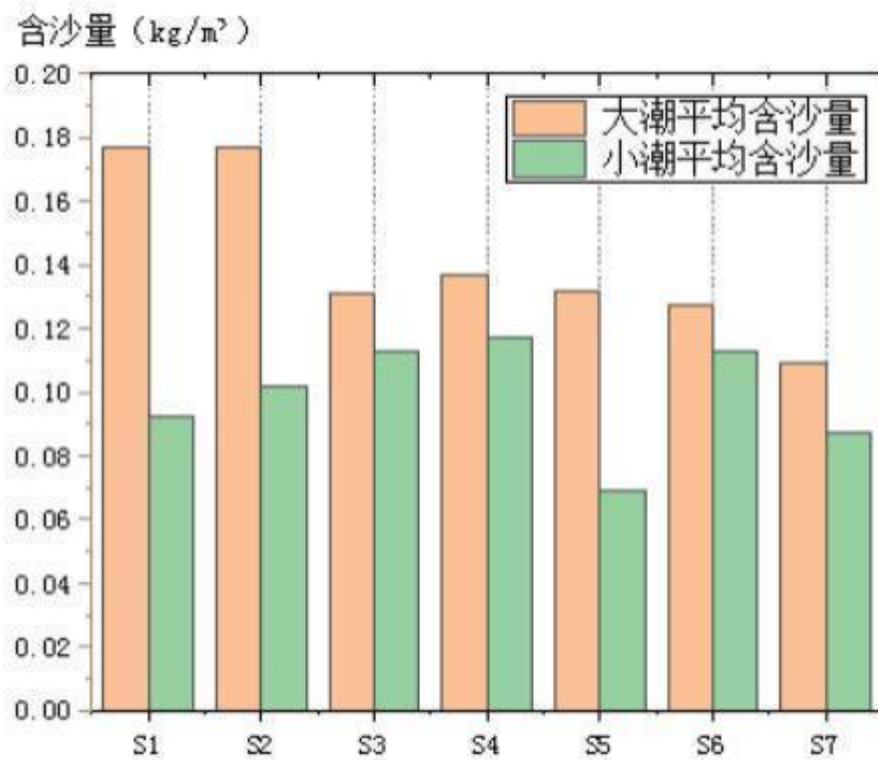


图 5.3-15 夏季水文测验期间各测站平均含沙量对比图

② 空间变化

夏季流沙湾内的 S1、S2 测站含沙量较大，琼州海峡西出口 S5、S6 的测站受潮汛影响，大潮汛期间含沙量明显较大，其余各站均相差不大。流沙湾内平均含沙量为 $0.137\text{kg}/\text{m}^3$ ，琼州海峡西出口的平均含沙量为 $0.137\text{kg}/\text{m}^3$ ，其余各站的平均含沙量为 $0.116\text{kg}/\text{m}^3$ 。

夏季大潮期间表、中、底层平均含沙量分别 $0.125\text{kg}/\text{m}^3$ 、 $0.143\text{kg}/\text{m}^3$ 、 $0.162\text{kg}/\text{m}^3$ ，其中流沙湾内的 S1、S2 测站表、中、底层平均含沙量分别 $0.157\text{kg}/\text{m}^3$ 、 $0.177\text{kg}/\text{m}^3$ 、 $0.202\text{kg}/\text{m}^3$ 。

夏季小潮期间表、中、底层平均含沙量分别 $0.080\text{kg}/\text{m}^3$ 、 $0.100\text{kg}/\text{m}^3$ 、 $0.120\text{kg}/\text{m}^3$ ，其中流沙湾内的 S1、S2 测站表、中、底层平均含沙量分别 $0.061\text{kg}/\text{m}^3$ 、 $0.095\text{kg}/\text{m}^3$ 、 $0.129\text{kg}/\text{m}^3$ 。

全水域表、中、底层平均含沙量之比约为 1.0 : 1.2 : 1.4。

表 5.3-18 夏季各垂线含沙量特征值的分层统计 (kg/m³)

| 潮次 | 站号 | 表层 | 0.6H | 底层 | 涨潮 | 落潮 | 涨/落 | 垂线平均 |
|----|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 大潮 | S1 | 0.157 | 0.177 | 0.200 | 0.177 | 0.184 | 0.962 | 0.177 |
| | S2 | 0.157 | 0.177 | 0.204 | 0.179 | 0.178 | 1.006 | 0.177 |
| | S3 | 0.114 | 0.131 | 0.153 | 0.124 | 0.149 | 0.832 | 0.131 |
| | S4 | 0.115 | 0.139 | 0.160 | 0.134 | 0.146 | 0.918 | 0.137 |
| | S5 | 0.113 | 0.124 | 0.133 | 0.123 | 0.121 | 1.017 | 0.122 |
| | S6 | 0.103 | 0.138 | 0.162 | 0.129 | 0.116 | 1.112 | 0.127 |
| | S7 | 0.096 | 0.110 | 0.123 | 0.108 | 0.109 | 0.991 | 0.109 |
| | 平均 | 0.122 | 0.142 | 0.162 | 0.139 | 0.143 | 0.977 | 0.140 |
| 小潮 | S1 | 0.061 | 0.093 | 0.130 | 0.079 | 0.104 | 0.760 | 0.092 |
| | S2 | 0.062 | 0.097 | 0.129 | 0.083 | 0.111 | 0.748 | 0.102 |
| | S3 | 0.100 | 0.119 | 0.132 | 0.129 | 0.118 | 1.093 | 0.113 |
| | S4 | 0.106 | 0.119 | 0.131 | 0.113 | 0.118 | 0.958 | 0.117 |
| | S5 | 0.053 | 0.071 | 0.091 | 0.054 | 0.084 | 0.643 | 0.069 |
| | S6 | 0.098 | 0.111 | 0.123 | 0.104 | 0.112 | 0.929 | 0.108 |
| | S7 | 0.076 | 0.089 | 0.102 | 0.082 | 0.087 | 0.943 | 0.087 |
| | 平均 | 0.079 | 0.100 | 0.120 | 0.092 | 0.105 | 0.868 | 0.098 |

表 5.3-19 夏季大潮期间各垂线含沙量 (kg/m³) 特征值

| 站号 | 层次 | 涨潮 | | | 落潮 | | | 周日 | | |
|----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 最大值 | 最小值 | 平均 | 最大值 | 最小值 | 平均 | 最大值 | 最小值 | 平均 |
| S1 | 表层 | 0.202 | 0.109 | 0.156 | 0.195 | 0.137 | 0.166 | 0.202 | 0.109 | 0.157 |
| | 0.6H | 0.224 | 0.130 | 0.177 | 0.206 | 0.169 | 0.185 | 0.224 | 0.130 | 0.177 |
| | 底层 | 0.248 | 0.147 | 0.202 | 0.224 | 0.193 | 0.206 | 0.248 | 0.147 | 0.200 |
| | 垂线平均 | 0.224 | 0.126 | 0.177 | 0.205 | 0.163 | 0.184 | 0.224 | 0.126 | 0.177 |
| S2 | 表层 | 0.192 | 0.130 | 0.161 | 0.195 | 0.137 | 0.156 | 0.195 | 0.130 | 0.157 |
| | 0.6H | 0.207 | 0.148 | 0.178 | 0.211 | 0.147 | 0.179 | 0.211 | 0.147 | 0.177 |
| | 底层 | 0.229 | 0.180 | 0.207 | 0.225 | 0.191 | 0.204 | 0.229 | 0.176 | 0.204 |
| | 垂线平均 | 0.206 | 0.157 | 0.179 | 0.208 | 0.157 | 0.178 | 0.208 | 0.157 | 0.177 |
| S3 | 表层 | 0.145 | 0.070 | 0.107 | 0.168 | 0.083 | 0.136 | 0.168 | 0.070 | 0.114 |
| | 0.6H | 0.155 | 0.087 | 0.124 | 0.176 | 0.113 | 0.150 | 0.176 | 0.087 | 0.131 |
| | 底层 | 0.177 | 0.124 | 0.150 | 0.181 | 0.125 | 0.164 | 0.181 | 0.123 | 0.153 |
| | 垂线平均 | 0.154 | 0.091 | 0.124 | 0.173 | 0.109 | 0.149 | 0.173 | 0.091 | 0.131 |
| S4 | 表层 | 0.133 | 0.088 | 0.112 | 0.140 | 0.115 | 0.128 | 0.140 | 0.080 | 0.115 |
| | 0.6H | 0.147 | 0.120 | 0.137 | 0.156 | 0.135 | 0.145 | 0.166 | 0.107 | 0.139 |
| | 底层 | 0.182 | 0.146 | 0.158 | 0.183 | 0.155 | 0.168 | 0.189 | 0.134 | 0.160 |

| 站号 | 层次 | 涨潮 | | | 落潮 | | | 周日 | | |
|----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 最大值 | 最小值 | 平均 | 最大值 | 最小值 | 平均 | 最大值 | 最小值 | 平均 |
| | 垂线平均 | 0.145 | 0.118 | 0.134 | 0.158 | 0.133 | 0.146 | 0.158 | 0.106 | 0.137 |
| S5 | 表层 | 0.123 | 0.098 | 0.110 | 0.129 | 0.099 | 0.113 | 0.133 | 0.098 | 0.113 |
| | 0.6H | 0.135 | 0.104 | 0.119 | 0.141 | 0.107 | 0.127 | 0.141 | 0.104 | 0.124 |
| | 底层 | 0.145 | 0.111 | 0.130 | 0.148 | 0.114 | 0.134 | 0.149 | 0.111 | 0.133 |
| | 垂线平均 | 0.131 | 0.104 | 0.118 | 0.134 | 0.105 | 0.124 | 0.140 | 0.104 | 0.122 |
| S6 | 表层 | 0.154 | 0.078 | 0.107 | 0.125 | 0.069 | 0.091 | 0.154 | 0.069 | 0.103 |
| | 0.6H | 0.177 | 0.096 | 0.139 | 0.168 | 0.093 | 0.128 | 0.177 | 0.093 | 0.138 |
| | 底层 | 0.191 | 0.113 | 0.161 | 0.193 | 0.134 | 0.162 | 0.193 | 0.113 | 0.162 |
| | 垂线平均 | 0.169 | 0.093 | 0.129 | 0.151 | 0.090 | 0.116 | 0.169 | 0.090 | 0.127 |
| S7 | 表层 | 0.116 | 0.060 | 0.095 | 0.105 | 0.082 | 0.094 | 0.117 | 0.060 | 0.096 |
| | 0.6H | 0.127 | 0.071 | 0.108 | 0.121 | 0.096 | 0.110 | 0.127 | 0.071 | 0.110 |
| | 底层 | 0.141 | 0.097 | 0.122 | 0.134 | 0.116 | 0.122 | 0.141 | 0.097 | 0.123 |
| | 垂线平均 | 0.125 | 0.075 | 0.108 | 0.120 | 0.099 | 0.109 | 0.128 | 0.075 | 0.109 |

表 5.3-20 夏季小潮期间各垂线含沙量 (kg/m³) 特征值

| 站号 | 层次 | 涨潮 | | | 落潮 | | | 周日 | | |
|----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 最大值 | 最小值 | 平均 | 最大值 | 最小值 | 平均 | 最大值 | 最小值 | 平均 |
| S1 | 表层 | 0.083 | 0.051 | 0.066 | 0.108 | 0.041 | 0.073 | 0.108 | 0.033 | 0.061 |
| | 0.6H | 0.093 | 0.071 | 0.084 | 0.140 | 0.059 | 0.103 | 0.140 | 0.048 | 0.093 |
| | 底层 | 0.117 | 0.078 | 0.099 | 0.164 | 0.123 | 0.147 | 0.173 | 0.067 | 0.130 |
| | 垂线平均 | 0.096 | 0.056 | 0.079 | 0.131 | 0.078 | 0.104 | 0.131 | 0.049 | 0.092 |
| S2 | 表层 | 0.080 | 0.040 | 0.060 | 0.108 | 0.041 | 0.070 | 0.108 | 0.033 | 0.062 |
| | 0.6H | 0.093 | 0.060 | 0.081 | 0.165 | 0.066 | 0.107 | 0.165 | 0.053 | 0.097 |
| | 底层 | 0.127 | 0.073 | 0.100 | 0.176 | 0.107 | 0.138 | 0.176 | 0.067 | 0.129 |
| | 垂线平均 | 0.099 | 0.063 | 0.083 | 0.143 | 0.082 | 0.111 | 0.143 | 0.049 | 0.102 |
| S3 | 表层 | 0.142 | 0.080 | 0.119 | 0.144 | 0.072 | 0.101 | 0.144 | 0.062 | 0.100 |
| | 0.6H | 0.152 | 0.092 | 0.134 | 0.147 | 0.094 | 0.123 | 0.152 | 0.077 | 0.119 |
| | 底层 | 0.155 | 0.112 | 0.144 | 0.149 | 0.114 | 0.136 | 0.155 | 0.094 | 0.132 |
| | 垂线平均 | 0.148 | 0.089 | 0.129 | 0.146 | 0.092 | 0.118 | 0.148 | 0.074 | 0.113 |
| S4 | 表层 | 0.108 | 0.097 | 0.104 | 0.113 | 0.098 | 0.106 | 0.120 | 0.097 | 0.106 |
| | 0.6H | 0.120 | 0.106 | 0.115 | 0.129 | 0.110 | 0.119 | 0.130 | 0.106 | 0.119 |
| | 底层 | 0.138 | 0.115 | 0.126 | 0.144 | 0.119 | 0.133 | 0.146 | 0.115 | 0.131 |
| | 垂线平均 | 0.121 | 0.107 | 0.113 | 0.127 | 0.112 | 0.118 | 0.128 | 0.107 | 0.117 |
| S5 | 表层 | 0.053 | 0.029 | 0.037 | 0.090 | 0.043 | 0.067 | 0.090 | 0.023 | 0.053 |
| | 0.6H | 0.074 | 0.031 | 0.056 | 0.115 | 0.046 | 0.084 | 0.115 | 0.031 | 0.071 |
| | 底层 | 0.092 | 0.052 | 0.077 | 0.133 | 0.067 | 0.107 | 0.133 | 0.052 | 0.091 |
| | 垂线平均 | 0.070 | 0.040 | 0.054 | 0.107 | 0.052 | 0.084 | 0.107 | 0.038 | 0.069 |
| S6 | 表层 | 0.109 | 0.073 | 0.092 | 0.112 | 0.075 | 0.099 | 0.112 | 0.073 | 0.098 |
| | 0.6H | 0.121 | 0.076 | 0.105 | 0.124 | 0.089 | 0.111 | 0.125 | 0.076 | 0.111 |
| | 底层 | 0.134 | 0.096 | 0.116 | 0.138 | 0.101 | 0.124 | 0.138 | 0.096 | 0.123 |
| | 垂线平均 | 0.119 | 0.076 | 0.102 | 0.123 | 0.085 | 0.109 | 0.123 | 0.076 | 0.108 |

| 站号 | 层次 | 涨潮 | | | 落潮 | | | 周日 | | |
|----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 最大值 | 最小值 | 平均 | 最大值 | 最小值 | 平均 | 最大值 | 最小值 | 平均 |
| S7 | 表层 | 0.075 | 0.065 | 0.071 | 0.079 | 0.065 | 0.074 | 0.091 | 0.065 | 0.076 |
| | 0.6H | 0.089 | 0.072 | 0.083 | 0.100 | 0.079 | 0.089 | 0.101 | 0.072 | 0.089 |
| | 底层 | 0.105 | 0.085 | 0.096 | 0.111 | 0.090 | 0.102 | 0.122 | 0.085 | 0.102 |
| | 垂线平均 | 0.087 | 0.075 | 0.082 | 0.097 | 0.076 | 0.087 | 0.101 | 0.075 | 0.087 |

③输沙量

夏季大潮期间,流沙湾内 S1、S2 单宽净输沙量分别为 11.2t/m.d (255o)、30.6t/m.d (300o), 琼州海峡西出口的 S5、S6 测站单宽净输沙量分别为 41.6t/m.d (233o)、72.6t/m.d (190o), 其余 S3、S4、S7 测站单宽净输沙量分别为 20.8t/m.d (116o)、11.9t/m.d (215o)、6.9t/m.d (177o)。

夏季小潮期间,流沙湾内 S1、S2 单宽净输沙量分别为 3.5t/m.d (164o)、7.7t/m.d (151o), 琼州海峡西出口的 S5、S6 测站单宽净输沙量分别为 21.5t/m.d (242o)、27.6t/m.d (344o), 其余 S3、S4、S7 测站单宽净输沙量分别为 8.5t/m.d (1o)、8.8t/m.d (3o)、5.8t/m.d (354o)。

表 5.3-21 夏季各站周日单宽输沙量 (t/m.d) 与方向 (o)

| 潮汛 | 测站 | 涨潮 | | 落潮 | | 净输沙 | |
|----|----|-------|-----|-------|-----|------|-----|
| | | 输沙量 | 方向 | 输沙量 | 方向 | 输沙量 | 方向 |
| 大潮 | S1 | 17.2 | 44 | 26.7 | 230 | 11.2 | 255 |
| | S2 | 64.7 | 149 | 92.5 | 320 | 30.6 | 300 |
| | S3 | 79.5 | 331 | 97.4 | 144 | 20.8 | 116 |
| | S4 | 61.5 | 333 | 67.8 | 162 | 11.9 | 215 |
| | S5 | 172.8 | 300 | 183.1 | 133 | 41.6 | 233 |
| | S6 | 221.8 | 328 | 280.0 | 158 | 72.6 | 190 |
| | S7 | 46.3 | 342 | 53.0 | 164 | 6.9 | 177 |
| 小潮 | S1 | 4.9 | 56 | 6.1 | 203 | 3.5 | 164 |
| | S2 | 20.6 | 139 | 13.1 | 312 | 7.7 | 151 |
| | S3 | 33.1 | 349 | 24.8 | 165 | 8.5 | 1 |
| | S4 | 17.9 | 349 | 9.6 | 156 | 8.8 | 3 |
| | S5 | 56.0 | 290 | 44.6 | 131 | 21.5 | 242 |
| | S6 | 113.8 | 341 | 86.2 | 160 | 27.6 | 344 |
| | S7 | 26.5 | 350 | 20.8 | 165 | 5.8 | 354 |

④ 悬沙粒度

各站悬沙从组成成分类别来看,粉砂是悬沙主体,其次是粘土,砂只占极少部分。悬沙中值粒径变化范围在 5.94~12.17 μm之间,平均值为 8.88 μm。悬沙分选系数变化范围为

1.50~13.73 φ，平均值为 8.08 φ。悬沙偏态系数变化范围为 0.04~0.64，平均值为 0.41。悬沙峰态系数的变化范围为 0.94~1.78，平均值为 1.08。

(2) 秋季 (2022 年 10 月)

① 含沙量

秋季全水域平均含沙量为 0.093 kg/m³，大潮期，流沙湾内 S1、S2 测站平均含沙量分别为 0.164 kg/m³、0.106 kg/m³，琼州海峡西出口 S5、S6 测站平均含沙量分别为 0.068 kg/m³、0.091 kg/m³，其余 S3、S4、S7 测站平均含沙量分别为 0.114 kg/m³、0.084 kg/m³ 和 0.079 kg/m³。

小潮期，流沙湾内 S1、S2 测站平均含沙量分别为 0.139 kg/m³、0.094 kg/m³，琼州海峡西出口 S5、S6 测站平均含沙量分别为 0.062 kg/m³、0.078 kg/m³，其余 S3、S4、S7 测站平均含沙量分别为 0.069 kg/m³、0.077 kg/m³ 和 0.077 kg/m³。

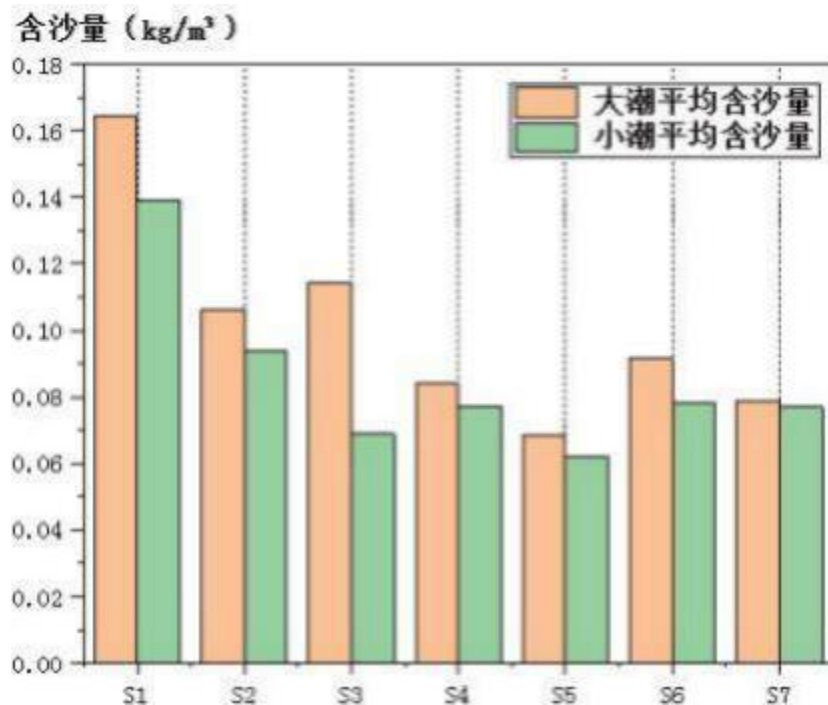


图 5.3-16 秋季水文测验期间各测站平均含沙量对比图

② 空间变化

秋季总体含沙量较小，流沙湾内的 S1、S2 测站含沙量略大于其余各站，其余各站含沙量均相差不大。流沙湾内平均含沙量为 0.126 kg/m³，琼州海峡西出口的平均含沙量为 0.075 kg/m³，其余各站的平均含沙量为 0.083 kg/m³。

秋季水域含沙量垂向分布表现为自上而下渐增的特征。

大潮期间表、中、底层平均含沙量分别 0.065 kg/m³、0.099 kg/m³、0.140 kg/m³，其中流

沙湾内的 S1 、S2 测站表、中、底层平均含沙量分别 $0.092\text{kg}/\text{m}^3$ 、 $0.136\text{kg}/\text{m}^3$ 、 $0.178\text{kg}/\text{m}^3$, 琼州海峡西出口的 S5 、S6 测站表、中、底层平均含沙量分别 $0.050\text{kg}/\text{m}^3$ 、 $0.077\text{kg}/\text{m}^3$ 、 $0.113\text{kg}/\text{m}^3$, 其余各测站表、中、底层平均含沙量分别 $0.056\text{kg}/\text{m}^3$ 、 $0.088\text{kg}/\text{m}^3$ 、 $0.133\text{kg}/\text{m}^3$ 。

小潮期间表、中、底层平均含沙量分别 $0.056\text{kg}/\text{m}^3$ 、 $0.083\text{kg}/\text{m}^3$ 、 $0.116\text{kg}/\text{m}^3$, 其中流沙湾内的 S1 、S2 测站表、中、底层平均含沙量分别 $0.080\text{kg}/\text{m}^3$ 、 $0.118\text{kg}/\text{m}^3$ 、 $0.152\text{kg}/\text{m}^3$, 琼州海峡西出口的 S5 、S6 测站表、中、底层平均含沙量分别 $0.047\text{kg}/\text{m}^3$ 、 $0.067\text{kg}/\text{m}^3$ 、 $0.097\text{kg}/\text{m}^3$, 其余各测站表、中、底层平均含沙量分别 $0.047\text{kg}/\text{m}^3$ 、 $0.070\text{kg}/\text{m}^3$ 、 $0.106\text{kg}/\text{m}^3$ 。全水域表、中、底层平均含沙量之比约为 1.0 : 1.5 : 2.1。

表 5.3-22 秋季各垂线含沙量特征值的分层统计 (kg/m³)

| 潮次 | 站号 | 表层 | 0.6H | 底层 | 涨潮 | 落潮 | 涨/落 | 垂线平均 |
|----|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 大潮 | S1 | 0.125 | 0.165 | 0.202 | 0.152 | 0.172 | 0.162 | 0.125 |
| | S2 | 0.059 | 0.107 | 0.153 | 0.115 | 0.085 | 0.099 | 0.059 |
| | S3 | 0.066 | 0.114 | 0.163 | 0.086 | 0.137 | 0.107 | 0.066 |
| | S4 | 0.049 | 0.078 | 0.125 | 0.078 | 0.08 | 0.08 | 0.049 |
| | S5 | 0.043 | 0.063 | 0.099 | 0.062 | 0.07 | 0.063 | 0.043 |
| | S6 | 0.057 | 0.091 | 0.126 | 0.129 | 0.116 | 0.086 | 0.057 |
| | S7 | 0.053 | 0.072 | 0.112 | 0.136 | 0.133 | 0.075 | 0.053 |
| | 平均 | 0.065 | 0.099 | 0.140 | 0.108 | 0.113 | 0.096 | 0.065 |
| 小潮 | S1 | 0.107 | 0.138 | 0.172 | 0.079 | 0.104 | 0.136 | 0.107 |
| | S2 | 0.055 | 0.106 | 0.14 | 0.09 | 0.083 | 0.094 | 0.055 |
| | S3 | 0.039 | 0.066 | 0.102 | 0.076 | 0.058 | 0.065 | 0.039 |
| | S4 | 0.051 | 0.073 | 0.106 | 0.077 | 0.072 | 0.074 | 0.051 |
| | S5 | 0.04 | 0.059 | 0.086 | 0.061 | 0.06 | 0.059 | 0.04 |
| | S6 | 0.053 | 0.075 | 0.107 | 0.071 | 0.075 | 0.074 | 0.053 |
| | S7 | 0.052 | 0.07 | 0.109 | 0.069 | 0.077 | 0.074 | 0.052 |
| | 平均 | 0.057 | 0.084 | 0.117 | 0.075 | 0.076 | 0.082 | 0.057 |

表 5.3-23 秋季大潮期间各垂线含沙量 (kg/m³) 特征值

| 站号 | 层次 | 涨 潮 | | | 落 潮 | | | 周 日 | | |
|----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 最大值 | 最小值 | 平均 | 最大值 | 最小值 | 平均 | 最大值 | 最小值 | 平均 |
| S1 | 表层 | 0.170 | 0.069 | 0.115 | 0.189 | 0.065 | 0.140 | 0.189 | 0.065 | 0.125 |
| | 0.6H | 0.205 | 0.100 | 0.153 | 0.216 | 0.092 | 0.178 | 0.216 | 0.092 | 0.165 |
| | 底层 | 0.237 | 0.126 | 0.192 | 0.242 | 0.129 | 0.208 | 0.246 | 0.126 | 0.202 |
| | 垂线平均 | 0.200 | 0.106 | 0.152 | 0.210 | 0.089 | 0.172 | 0.21 | 0.089 | 0.162 |
| S2 | 表层 | 0.114 | 0.012 | 0.049 | 0.136 | 0.014 | 0.067 | 0.136 | 0.012 | 0.059 |
| | 0.6H | 0.158 | 0.040 | 0.085 | 0.174 | 0.070 | 0.127 | 0.174 | 0.04 | 0.107 |
| | 底层 | 0.195 | 0.066 | 0.136 | 0.209 | 0.099 | 0.171 | 0.209 | 0.066 | 0.153 |
| | 垂线平均 | 0.152 | 0.043 | 0.085 | 0.169 | 0.065 | 0.115 | 0.169 | 0.043 | 0.099 |
| S3 | 表层 | 0.165 | 0.008 | 0.052 | 0.177 | 0.031 | 0.090 | 0.177 | 0.008 | 0.066 |
| | 0.6H | 0.178 | 0.038 | 0.092 | 0.205 | 0.079 | 0.145 | 0.205 | 0.038 | 0.114 |
| | 底层 | 0.214 | 0.066 | 0.144 | 0.232 | 0.104 | 0.188 | 0.232 | 0.066 | 0.163 |
| | 垂线平均 | 0.174 | 0.036 | 0.086 | 0.203 | 0.066 | 0.137 | 0.203 | 0.036 | 0.107 |
| S4 | 表层 | 0.137 | 0.024 | 0.048 | 0.121 | 0.015 | 0.048 | 0.137 | 0.015 | 0.049 |
| | 0.6H | 0.168 | 0.047 | 0.079 | 0.128 | 0.035 | 0.073 | 0.168 | 0.035 | 0.078 |
| | 底层 | 0.209 | 0.082 | 0.126 | 0.199 | 0.076 | 0.123 | 0.209 | 0.076 | 0.125 |
| | 垂线平均 | 0.165 | 0.046 | 0.080 | 0.138 | 0.043 | 0.078 | 0.165 | 0.043 | 0.08 |

| 站号 | 层次 | 涨 潮 | | | 落 潮 | | | 周 日 | | |
|----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 最大值 | 最小值 | 平均 | 最大值 | 最小值 | 平均 | 最大值 | 最小值 | 平均 |
| S5 | 表层 | 0.073 | 0.024 | 0.042 | 0.115 | 0.025 | 0.049 | 0.115 | 0.024 | 0.043 |
| | 0.6H | 0.101 | 0.033 | 0.061 | 0.134 | 0.035 | 0.070 | 0.134 | 0.033 | 0.063 |
| | 底层 | 0.171 | 0.059 | 0.101 | 0.149 | 0.061 | 0.104 | 0.171 | 0.052 | 0.099 |
| | 垂线平均 | 0.100 | 0.039 | 0.062 | 0.125 | 0.041 | 0.070 | 0.125 | 0.039 | 0.063 |
| S6 | 表层 | 0.121 | 0.022 | 0.049 | 0.098 | 0.047 | 0.071 | 0.121 | 0.022 | 0.057 |
| | 0.6H | 0.157 | 0.044 | 0.082 | 0.157 | 0.078 | 0.109 | 0.157 | 0.044 | 0.091 |
| | 底层 | 0.187 | 0.062 | 0.112 | 0.198 | 0.108 | 0.146 | 0.198 | 0.062 | 0.126 |
| | 垂线平均 | 0.153 | 0.043 | 0.076 | 0.142 | 0.077 | 0.102 | 0.153 | 0.043 | 0.086 |
| S7 | 表层 | 0.095 | 0.022 | 0.052 | 0.103 | 0.035 | 0.059 | 0.103 | 0.022 | 0.053 |
| | 0.6H | 0.129 | 0.043 | 0.072 | 0.128 | 0.051 | 0.077 | 0.129 | 0.043 | 0.072 |
| | 底层 | 0.170 | 0.060 | 0.115 | 0.199 | 0.073 | 0.115 | 0.199 | 0.060 | 0.112 |
| | 垂线平均 | 0.126 | 0.043 | 0.076 | 0.132 | 0.055 | 0.078 | 0.132 | 0.043 | 0.075 |

表 5.3-24 秋季小潮期间各垂线含沙量 (kg/m³) 特征值

| 站号 | 层次 | 涨 潮 | | | 落 潮 | | | 周 日 | | |
|----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 最大值 | 最小值 | 平均 | 最大值 | 最小值 | 平均 | 最大值 | 最小值 | 平均 |
| S1 | 表层 | 0.140 | 0.073 | 0.109 | 0.138 | 0.064 | 0.103 | 0.149 | 0.064 | 0.107 |
| | 0.6H | 0.171 | 0.087 | 0.137 | 0.190 | 0.097 | 0.134 | 0.190 | 0.087 | 0.138 |
| | 底层 | 0.215 | 0.129 | 0.169 | 0.205 | 0.136 | 0.174 | 0.215 | 0.129 | 0.172 |
| | 垂线平均 | 0.162 | 0.095 | 0.136 | 0.167 | 0.099 | 0.133 | 0.170 | 0.095 | 0.136 |
| S2 | 表层 | 0.080 | 0.024 | 0.050 | 0.089 | 0.039 | 0.061 | 0.090 | 0.024 | 0.053 |
| | 0.6H | 0.151 | 0.050 | 0.101 | 0.143 | 0.075 | 0.111 | 0.151 | 0.050 | 0.097 |
| | 底层 | 0.190 | 0.080 | 0.135 | 0.191 | 0.107 | 0.141 | 0.183 | 0.080 | 0.131 |
| | 垂线平均 | 0.139 | 0.045 | 0.090 | 0.122 | 0.072 | 0.096 | 0.136 | 0.045 | 0.088 |
| S3 | 表层 | 0.111 | 0.010 | 0.052 | 0.068 | 0.008 | 0.030 | 0.111 | 0.007 | 0.039 |
| | 0.6H | 0.125 | 0.028 | 0.081 | 0.118 | 0.022 | 0.056 | 0.125 | 0.022 | 0.066 |
| | 底层 | 0.148 | 0.059 | 0.114 | 0.141 | 0.044 | 0.094 | 0.148 | 0.044 | 0.102 |
| | 垂线平均 | 0.123 | 0.030 | 0.076 | 0.110 | 0.023 | 0.058 | 0.123 | 0.023 | 0.065 |
| S4 | 表层 | 0.152 | 0.022 | 0.055 | 0.100 | 0.029 | 0.050 | 0.152 | 0.022 | 0.051 |
| | 0.6H | 0.160 | 0.046 | 0.079 | 0.139 | 0.040 | 0.070 | 0.160 | 0.040 | 0.073 |
| | 底层 | 0.178 | 0.058 | 0.115 | 0.153 | 0.066 | 0.103 | 0.178 | 0.058 | 0.106 |
| | 垂线平均 | 0.163 | 0.044 | 0.079 | 0.130 | 0.044 | 0.072 | 0.163 | 0.044 | 0.074 |
| S5 | 表层 | 0.071 | 0.026 | 0.043 | 0.091 | 0.015 | 0.042 | 0.091 | 0.015 | 0.040 |
| | 0.6H | 0.091 | 0.044 | 0.063 | 0.109 | 0.029 | 0.059 | 0.109 | 0.027 | 0.059 |
| | 底层 | 0.128 | 0.061 | 0.089 | 0.136 | 0.040 | 0.088 | 0.136 | 0.040 | 0.086 |
| | 垂线平均 | 0.090 | 0.043 | 0.061 | 0.107 | 0.028 | 0.060 | 0.107 | 0.028 | 0.059 |
| S6 | 表层 | 0.082 | 0.024 | 0.051 | 0.121 | 0.029 | 0.055 | 0.121 | 0.024 | 0.053 |
| | 0.6H | 0.119 | 0.038 | 0.075 | 0.128 | 0.038 | 0.075 | 0.128 | 0.038 | 0.075 |
| | 底层 | 0.155 | 0.062 | 0.104 | 0.164 | 0.065 | 0.108 | 0.164 | 0.062 | 0.107 |
| | 垂线平均 | 0.111 | 0.037 | 0.071 | 0.131 | 0.045 | 0.075 | 0.131 | 0.037 | 0.074 |

| 站号 | 层次 | 涨 潮 | | | 落 潮 | | | 周 日 | | |
|----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 最大值 | 最小值 | 平均 | 最大值 | 最小值 | 平均 | 最大值 | 最小值 | 平均 |
| S7 | 表层 | 0.064 | 0.039 | 0.053 | 0.064 | 0.036 | 0.052 | 0.064 | 0.036 | 0.052 |
| | 0.6H | 0.078 | 0.050 | 0.063 | 0.114 | 0.042 | 0.075 | 0.114 | 0.042 | 0.070 |
| | 底层 | 0.135 | 0.062 | 0.102 | 0.179 | 0.080 | 0.116 | 0.179 | 0.062 | 0.109 |
| | 垂线平均 | 0.088 | 0.048 | 0.069 | 0.103 | 0.055 | 0.077 | 0.103 | 0.048 | 0.074 |

③ 输沙量

秋季大潮期间，流沙湾内 S1、S2 单宽净输沙量分别为 10.3t/m.d (208o)、47.3t/m.d (1o)，琼州海峡西出口的 S5、S6 测站单宽净输沙量分别为 21.7t/m.d (253o)、37.0t/m.d (259o)，其余 S3、S4、S7 测站单宽净输沙量分别为 19.3t/m.d (189o)、28.0t/m.d (254o)、22.1t/m.d (208o)。

秋季小潮期间，流沙湾内 S1、S2 单宽净输沙量分别为 5.7t/m.d (119o)、7.3t/m.d (70o)，琼州海峡西出口的 S5、S6 测站单宽净输沙量分别为 10.9t/m.d (305o)、56.6t/m.d (226o)，其余 S3、S4、S7 测站单宽净输沙量分别为 3.6t/m.d (81o)、8.5t/m.d (266o)、20.5t/m.d (254o)。

表 5.3-25 秋季各站周日单宽输沙量 (t/m.d) 与方向 (o)

| 潮汛 | 测站 | 涨 潮 | | 落 潮 | | 净输沙 | |
|----|----|-------|-----|-------|-----|------|-----|
| | | 输沙量 | 方向 | 输沙量 | 方向 | 输沙量 | 方向 |
| 大潮 | S1 | 14.5 | 28 | 24.8 | 208 | 10.3 | 208 |
| | S2 | 61.4 | 121 | 94.6 | 327 | 47.3 | 1 |
| | S3 | 80.9 | 319 | 94.5 | 148 | 19.3 | 189 |
| | S4 | 85.1 | 334 | 84.7 | 173 | 28 | 254 |
| | S5 | 135.1 | 305 | 123.0 | 133 | 21.7 | 253 |
| | S6 | 208.4 | 327 | 197.4 | 157 | 37 | 259 |
| | S7 | 48.1 | 326 | 62.5 | 165 | 22.1 | 208 |
| 小潮 | S1 | 9.3 | 35 | 10.4 | 182 | 5.7 | 119 |
| | S2 | 21.7 | 126 | 18.6 | 325 | 7.3 | 70 |
| | S3 | 25.9 | 329 | 27.5 | 142 | 3.6 | 81 |
| | S4 | 16.9 | 343 | 17.1 | 192 | 8.5 | 266 |
| | S5 | 63.8 | 310 | 53.0 | 131 | 10.9 | 305 |
| | S6 | 105.0 | 337 | 135.7 | 180 | 56.6 | 226 |
| | S7 | 45.1 | 340 | 48.3 | 185 | 20.5 | 254 |

④ 悬沙粒度

秋季水文测验期间，悬沙中值粒径变化范围在 6.72~14.46 μm 之间，平均值为 9.06 μm 。悬沙分选系数变化范围为 2.02~15.70 ϕ ，平均值为 8.62 ϕ 。悬沙偏态系数变化范围为 0.39~

0.75 ,平均值为 0.55 。悬沙峰态系数的变化范围为 1.09 ~1.85 ,平均值为 1.39。

5.4 海水水质现状调查与评价

5.4.1 近岸海域国控站位海水水质调查与评价

5.4.1.1 近岸海域国控站位概况

根据广东省生态环境厅公布的近三年（2019-2022 年）近岸海域水质检测信息，可得出本项目评价范围内的国控点位有 5 个，国控站位监测信息见表 5.4-1，国控站位分布图见图 5.4-1。

表 5.4-1 近岸海域国控站位监测信息

| 序号 | 点位 | 经度 | 纬度 |
|----|----------|----------|---------|
| 1 | GDN07009 | 109.7453 | 20.702 |
| 2 | GDN07011 | 109.5149 | 20.3796 |
| 3 | GDN07014 | 109.8915 | 20.4487 |
| 4 | GDN07024 | 109.9055 | 20.2849 |
| 5 | GDN07025 | 109.6876 | 20.4032 |



图 5.4-1 国控站位分布图

5.4.1.2 评价标准

按照《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》，近岸海域国控站位执行的水质标准见表 5.4-2、图 5.4-2。

表 5.4-2 近岸海域国控站位所处广东省海洋功能区划水质执行标准

| 功能区名称 | 监测站位 | 海水水质标准 |
|-------------|----------|-------------|
| 英罗港-海康港农渔业区 | GDN07009 | 执行海水水质第二类标准 |
| 湛江-珠海近海农渔业区 | GDN07011 | 执行海水水质第一类标准 |
| 乌石-西连农渔业区 | GDN07014 | 执行海水水质第二类标准 |
| 徐闻西部海洋保护区 | GDN07024 | 执行海水水质第一类标准 |
| 湛江-珠海近海农渔业区 | GDN07025 | 执行海水水质第一类标准 |

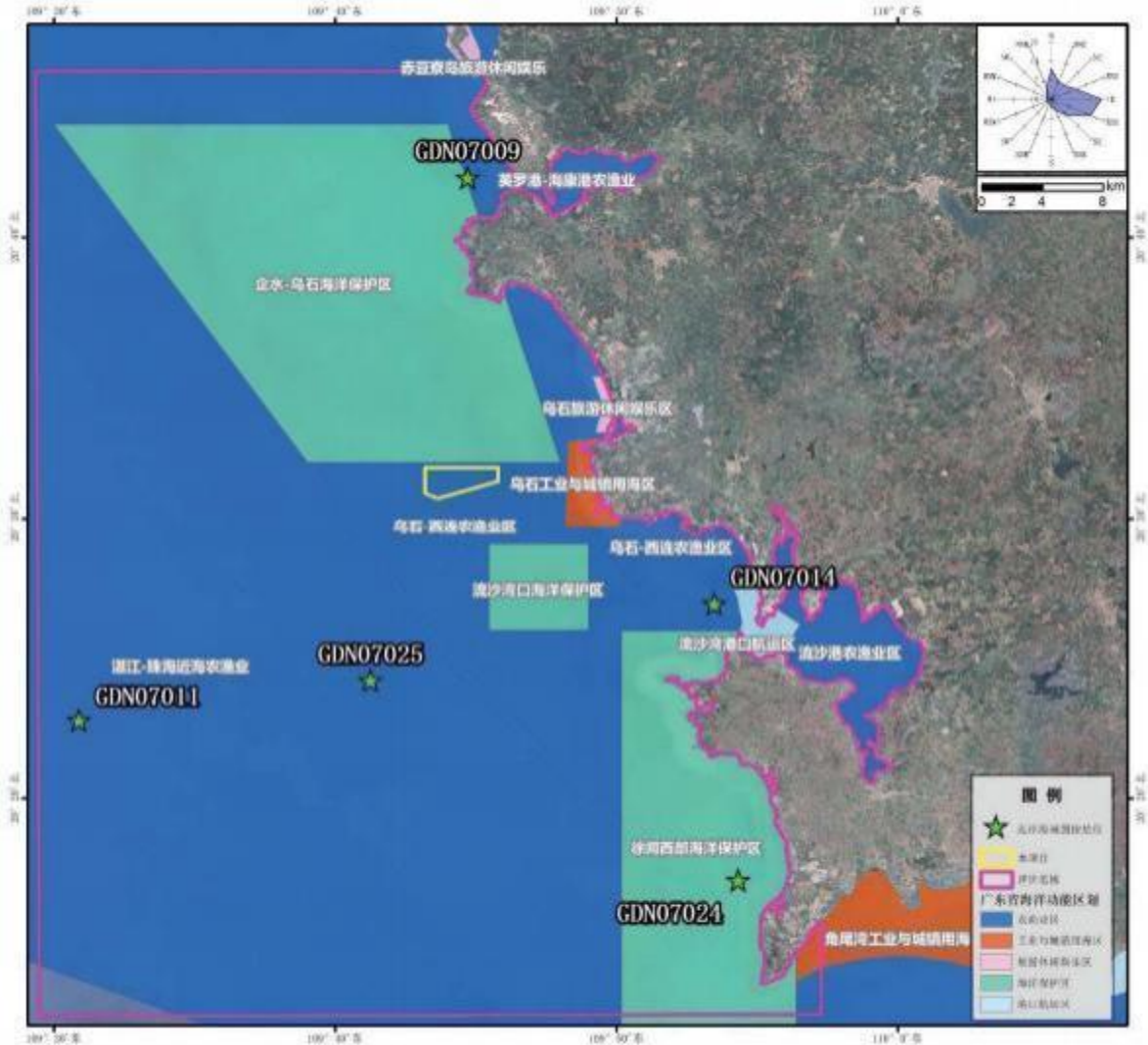


图 5.4-2 项目评价范围内近岸海域国控站位所在广东省海洋功能区划示意图

根据《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办〔1999〕68 号）、《关于对湛江市近岸海域环境功能区划意见的函》（粤环函〔2007〕551 号），近岸海域国控站位执行的标准见表5.4-3、图 5.4-3。

表 5.4-3 近岸海域国控站位所处近岸海域水质执行标准

| 监测站位 | 海水水质标准 |
|------------------|-------------|
| GDN7024 | 执行海水水质第一类标准 |
| GDN7009 、GDN7014 | 执行海水水质第二类标准 |
| GDN7011 、GDN7025 | 无水质标准限制 |

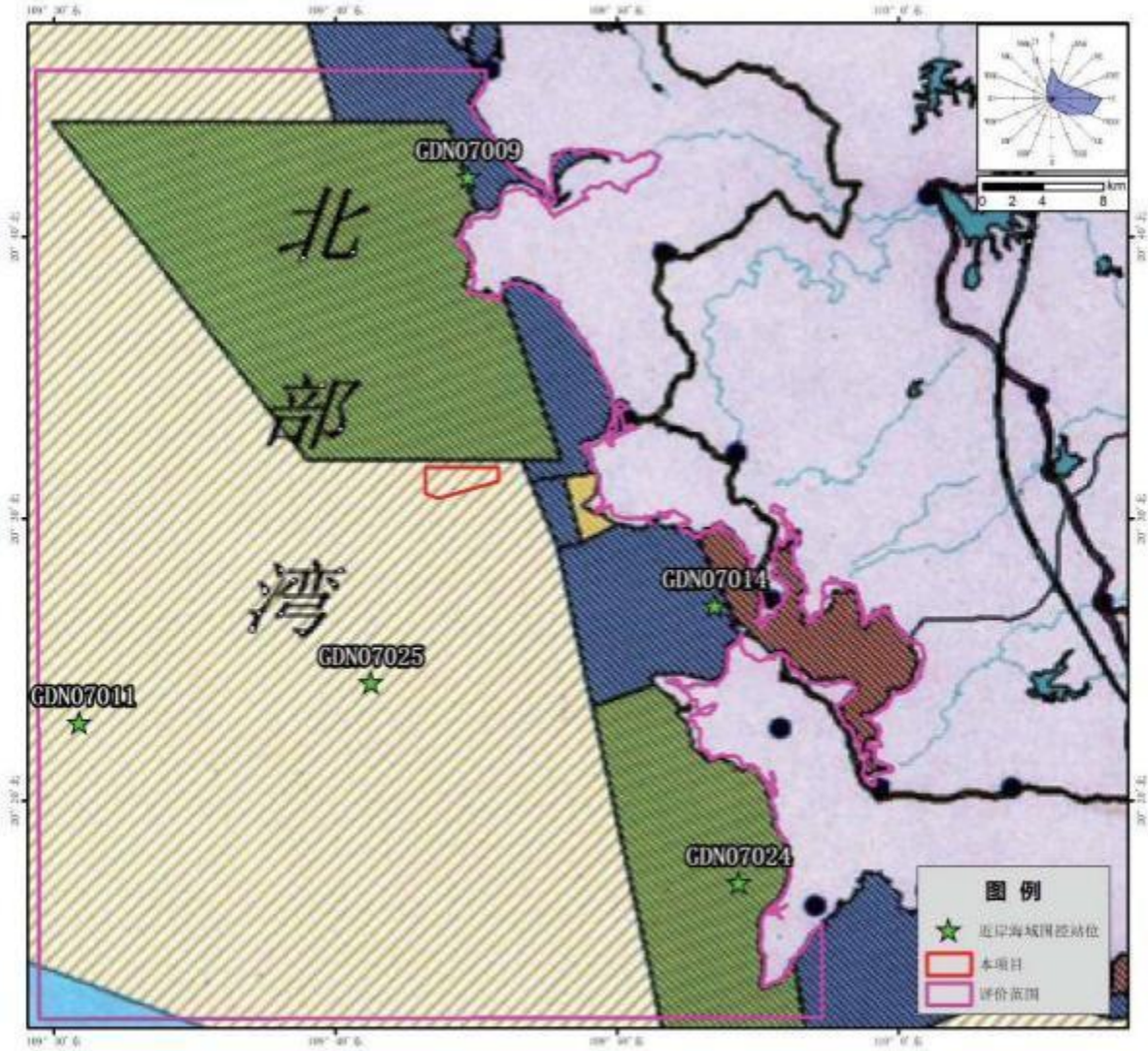


图 5.4-3 项目评价范围内近岸海域国控站位所在近岸海域海洋功能区划示意图

综上所述，项目评价范围内近岸海域国控站位按照《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》、《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办〔1999〕68号）、《关于对湛江市近岸海域环境功能区划意见的函》（粤环函〔2007〕551号）管理规定，以海水水质较严者执行，执行标准详见表 5.4-4。

表 5.4-4 近岸海域国控站位执行水质标准一览表

| 监测站位 | 海水水质标准 |
|---------------------------|-------------|
| GDN7009 、GDN7014 | 执行海水水质第二类标准 |
| GDN7011 、GDN7024 、GDN7025 | 执行海水水质第一类标准 |

5.4.1.3 调查结果与评价

(1) 调查结果

项目评价范围 5 个近岸海域国控站 2020 年至 2022 年的监测和统计结果见表 5.4-5。

(2) 评价结果

项目评价范围 5 个近岸海域国控站 2020 年至 2022 年的评价因子的标准指数结果见表 5.4-6。

① 执行海水水质第一类标准

调查海域执行海水水质第一类标准要求的站位有 GDN07011、GDN07024、GDN07025，由监测结果及标准指数表可知：主要超标监测因子为溶解含量，超标率为 11.5%。

2020 年 8 月 GDN07011、GDN07024、GDN07025 三个站位的溶解氧含量超过海水水质第一类标准要求，但均符合海水水质第二类标准要求；2020 年至 2022 年其余监测因子均符合海水水质第一类标准要求。

② 执行海水水质第二类标准

调查海域执行海水水质第二类标准要求的站位有 GDN07009、GDN07014，由监测结果及标准指数表可知：2020 年至 2022 年上述两个站位所有监测因子均符合海水水质第二类标准要求。

表 5.4-5 2020 年-2022 年项目评价范围内近岸海域国控站位监测数据 (单位 : PH 无量纲, 其余为 mg/L)

| 评价标准 | 时段 | 监测点 | PH | 无机氮 | 活性磷酸盐 | 石油类 | 溶解氧 | 化学需氧量 | 铜 | 汞 | 镉 | 铅 | 总氮 | 总磷 |
|------------|------------|----------|--------|---------|---------|---------|--------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|---------|
| 海水水质第一类标准 | 2020-04-29 | GDN07011 | 8.13 | 0.1795 | 0.01225 | 0.0165 | 6.87 | 0.645 | 0.000675 | 0.0000175 | 0.000015 | 0.00123 | 0.1965 | 0.04065 |
| | 2020-08-21 | GDN07011 | 8.24 | 0.0094 | 0.0021 | 0.01905 | 5.96 | 0.665 | 0.000625 | 0.000007 | 0.000015 | 0.000505 | 0.1465 | 0.0207 |
| | 2020-11-24 | GDN07011 | 8.14 | 0.069 | 0.0094 | 0.02 | 7.04 | 0.075 | 0.000605 | 0.0000035 | 0.000015 | 0.00031 | 0.3535 | 0.01445 |
| | 2021-04-07 | GDN07011 | / | 0.02 | 0.002 | 0.009 | 7.26 | 0.36 | / | / | / | / | / | / |
| | 2021-07-03 | GDN07011 | / | 0.009 | 0.0025 | 0.0078 | 7.02 | 0.29 | 0.000365 | 0.0000035 | 0.0000115 | 0.0000325 | 0.1265 | 0.0145 |
| | 2021-11-02 | GDN07011 | / | 0.08 | 0.01 | 0.0094 | 6.92 | 0.275 | / | / | / | / | / | / |
| | 2022-05-04 | GDN07011 | / | 0.081 | 0.005 | 0.004 | 6.88 | 0.34 | / | / | / | / | / | / |
| | 2022-07-26 | GDN07011 | / | 0.005 | 0.002 | 0.021 | 6.225 | 0.365 | 0.00023 | 0.0000035 | 0.0000105 | 0.000015 | 0.0985 | 0.01 |
| | 2022-10-14 | GDN07011 | / | 0.061 | 0.007 | 0.00175 | 6.55 | 0.48 | / | / | / | / | / | / |
| | 2020-04-29 | GDN07024 | 8.095 | 0.1815 | 0.013 | 0.028 | 6.8025 | 0.87 | / | / | / | / | / | / |
| | 2020-08-21 | GDN07024 | 8.165 | 0.04285 | 0.0081 | 0.0242 | 5.6 | 0.68 | 0.00061 | 0.000008 | 0.0000425 | 0.000845 | 0.194 | 0.0298 |
| | 2020-11-23 | GDN07024 | 8.135 | 0.0745 | 0.01035 | 0.0198 | 6.785 | 0.075 | / | / | / | / | / | / |
| | 2021-04-07 | GDN07024 | / | 0.076 | 0.007 | 0.023 | 6.6 | 0.36 | / | / | / | / | / | / |
| | 2021-07-03 | GDN07024 | / | 0.033 | 0.008 | 0.0052 | 6.3 | 0.37 | 0.00061 | 0.0000035 | 0.000014 | 0.0000155 | 0.14 | 0.037 |
| | 2021-11-02 | GDN07024 | / | 0.1025 | 0.0115 | 0.00175 | 6.66 | 0.905 | / | / | / | / | / | / |
| | 2022-05-04 | GDN07024 | / | 0.095 | 0.006 | 0.008 | 6.49 | 0.33 | / | / | / | / | / | / |
| | 2022-07-26 | GDN07024 | / | 0.026 | 0.00125 | 0.0261 | 6.86 | 0.385 | 0.00029 | 0.0000035 | 0.000013 | 0.000015 | 0.1315 | 0.014 |
| | 2022-10-14 | GDN07024 | / | 0.088 | 0.01 | 0.00175 | 6.09 | 0.7 | / | / | / | / | / | / |
| | 2020-04-29 | GDN07025 | 8.135 | 0.1795 | 0.01305 | 0.028 | 6.95 | 0.82 | / | / | / | / | / | / |
| | 2020-08-21 | GDN07025 | 8.2 | 0.03575 | 0.0079 | 0.01125 | 5.71 | 0.735 | 0.00061 | 0.000008 | 0.000015 | 0.000245 | 0.165 | 0.0227 |
| | 2020-11-24 | GDN07025 | 8.165 | 0.077 | 0.0125 | 0.019 | 6.85 | 0.075 | / | / | / | / | / | / |
| | 2021-04-07 | GDN07025 | 8.16 | 0.064 | 0.005 | 0.008 | 6.91 | 0.22 | / | / | / | / | / | / |
| 2021-07-03 | GDN07025 | 8.19 | 0.0085 | 0.0035 | 0.0119 | 7.015 | 0.245 | 0.00033 | 0.0000035 | 0.0000135 | 0.0000155 | 0.1 | 0.0175 | |
| 2021-11-02 | GDN07025 | 8.125 | 0.1025 | 0.011 | 0.0062 | 6.755 | 0.35 | / | / | / | / | / | / | |
| 2022-07-26 | GDN07025 | 8.125 | 0.009 | 0.001 | 0.0263 | 6.33 | 0.29 | 0.00026 | 0.0000035 | 0.0000115 | 0.000015 | 0.088 | 0.011 | |
| 2022-10-14 | GDN07025 | 8.16 | 0.076 | 0.009 | 0.00175 | 6.27 | 0.33 | / | / | / | / | / | / | |
| 海水水质第二类标准 | 2020-04-29 | GDN07009 | 8.21 | 0.06 | 0.0071 | 0.0215 | 7.8 | 0.92 | 0.00071 | 0.000016 | 0.000015 | 0.00056 | 0.123 | 0.0369 |
| | 2020-08-21 | GDN07009 | 8.24 | 0.0178 | 0.0018 | 0.019 | 6.4 | 0.72 | 0.00075 | 0.0000035 | 0.000015 | 0.00015 | 0.199 | 0.0291 |
| | 2020-11-25 | GDN07009 | 8.12 | 0.088 | 0.0112 | 0.0362 | 7.08 | 0.075 | 0.00068 | 0.000008 | 0.000015 | 0.00083 | 0.327 | 0.019 |
| | 2021-04-08 | GDN07009 | / | 0.014 | 0.002 | 0.019 | 7.32 | 0.5 | / | / | / | / | / | / |
| | 2021-07-04 | GDN07009 | / | 0.011 | 0.007 | 0.0055 | 6.72 | 0.46 | 0.00049 | 0.0000035 | 0.000019 | 0.0000155 | 0.18 | 0.049 |
| | 2021-11-03 | GDN07009 | / | 0.067 | 0.002 | 0.0051 | 7.61 | 0.52 | / | / | / | / | / | / |
| | 2022-05-04 | GDN07009 | / | 0.07 | 0.005 | 0.00175 | 7.05 | 0.34 | / | / | / | / | / | / |
| | 2022-07-26 | GDN07009 | / | 0.004 | 0.0005 | 0.0313 | 7.27 | 0.67 | 0.00037 | 0.0000035 | 0.000016 | 0.000015 | 0.156 | 0.016 |
| | 2022-10-15 | GDN07009 | / | 0.042 | 0.003 | 0.00175 | 7 | 0.32 | / | / | / | / | / | / |
| | 2020-04-29 | GDN07014 | 8.09 | 0.15 | 0.0152 | 0.018 | 6.54 | 1.11 | / | / | / | / | / | / |
| | 2020-08-21 | GDN07014 | 8.16 | 0.0872 | 0.0122 | 0.0133 | 5.38 | 0.63 | 0.00073 | 0.000008 | 0.000015 | 0.00013 | 0.206 | 0.0126 |
| | 2020-11-24 | GDN07014 | 8.11 | 0.117 | 0.0138 | 0.0318 | 6.74 | 0.075 | / | / | / | / | / | / |
| | 2021-04-07 | GDN07014 | 8.12 | 0.068 | 0.011 | 0.037 | 6.31 | 0.4 | / | / | / | / | / | / |
| 2021-07-03 | GDN07014 | 8.12 | 0.059 | 0.011 | 0.0136 | 6.79 | 0.5 | 0.00047 | 0.0000035 | 0.000014 | 0.0000155 | 0.076 | 0.031 | |

湛江市流沙湾 1 号海域现代化海洋牧场建设项目环境影响报告书

| 评价标准 | 时段 | 监测点 | PH | 无机氮 | 活性磷酸盐 | 石油类 | 溶解氧 | 化学需氧量 | 铜 | 汞 | 镉 | 铅 | 总氮 | 总磷 |
|------|-------------|-----------|------|-------|--------|---------|------|-------|---------|-----------|----------|----------|-------|-------|
| | 2021-1 1-02 | GDN070 14 | 8.11 | 0.19 | 0.014 | 0.0054 | 7.21 | 0.41 | / | / | / | / | / | / |
| | 2022-07-26 | GDN070 14 | 8.17 | 0.007 | 0.0005 | 0.0293 | 7.55 | 0.55 | 0.00031 | 0.0000035 | 0.000013 | 0.000015 | 0.155 | 0.014 |
| | 2022-10-14 | GDN070 14 | 8.05 | 0.242 | 0.024 | 0.00175 | 6.16 | 0.24 | / | / | / | / | / | / |

表 5.4-6 评价范围内近岸海域国控站位监测数据的标准指数统计结果

| 评价标准 | 时段 | 监测点 | PH | 无机氮 | 活性磷酸盐 | 石油类 | 溶解氧 | 化学需氧量 | 铜 | 汞 | 镉 | 铅 | 总氮 | 总磷 | 水质类别 |
|-------------|-------------|------------|------|------|-------|-------|------|-------|-------|-------|--------|-------|----|-----|------|
| 海水水质第一类标准 | 2020-04-29 | GDN070 1 1 | 0.75 | 0.90 | 0.82 | 0.330 | 0.87 | 0.32 | 0.135 | 0.035 | 0.015 | 0.615 | / | / | 第二类 |
| | 2020-08-21 | GDN070 1 1 | 0.83 | 0.05 | 0.14 | 0.381 | 1.01 | 0.33 | 0.125 | 0.014 | 0.015 | 0.253 | / | / | 第一类 |
| | 2020-1 1-24 | GDN070 1 1 | 0.76 | 0.35 | 0.63 | 0.400 | 0.85 | 0.04 | 0.121 | 0.007 | 0.015 | 0.155 | / | / | 第一类 |
| | 2021-04-07 | GDN070 1 1 | / | 0.10 | 0.13 | 0.180 | 0.83 | 0.18 | / | / | / | / | / | / | 第一类 |
| | 2021-07-03 | GDN070 1 1 | / | 0.05 | 0.17 | 0.156 | 0.85 | 0.15 | 0.073 | 0.007 | 0.012 | 0.016 | / | / | 第一类 |
| | 2021-1 1-02 | GDN070 1 1 | / | 0.40 | 0.67 | 0.188 | 0.87 | 0.14 | / | / | / | / | / | / | 第一类 |
| | 2022-05-04 | GDN070 1 1 | / | 0.41 | 0.33 | 0.080 | 0.87 | 0.17 | / | / | / | / | / | / | 第一类 |
| | 2022-07-26 | GDN070 1 1 | / | 0.03 | 0.13 | 0.420 | 0.96 | 0.18 | 0.046 | 0.007 | 0.01 1 | 0.008 | / | / | 第一类 |
| | 2022-10-14 | GDN070 1 1 | / | 0.31 | 0.47 | 0.035 | 0.92 | 0.24 | / | / | / | / | / | / | 第一类 |
| | 2020-04-29 | GDN070 2 4 | 0.73 | 0.91 | 0.87 | 0.560 | 0.88 | 0.44 | / | / | / | / | / | / | 第一类 |
| | 2020-08-21 | GDN070 2 4 | 0.78 | 0.21 | 0.54 | 0.484 | 1.07 | 0.34 | 0.122 | 0.016 | 0.043 | 0.423 | / | / | 第一类 |
| | 2020-1 1-23 | GDN070 2 4 | 0.76 | 0.37 | 0.69 | 0.396 | 0.88 | 0.04 | / | / | / | / | / | / | 第一类 |
| | 2021-04-07 | GDN070 2 4 | / | 0.38 | 0.47 | 0.460 | 0.91 | 0.18 | / | / | / | / | / | / | 第一类 |
| | 2021-07-03 | GDN070 2 4 | / | 0.17 | 0.53 | 0.104 | 0.95 | 0.19 | 0.122 | 0.007 | 0.014 | 0.008 | / | / | 第一类 |
| | 2021-1 1-02 | GDN070 2 4 | / | 0.51 | 0.77 | 0.035 | 0.90 | 0.45 | / | / | / | / | / | / | 第一类 |
| | 2022-05-04 | GDN070 2 4 | / | 0.48 | 0.40 | 0.160 | 0.92 | 0.17 | / | / | / | / | / | / | 第一类 |
| | 2022-07-26 | GDN070 2 4 | / | 0.13 | 0.08 | 0.522 | 0.87 | 0.19 | 0.058 | 0.007 | 0.013 | 0.008 | / | / | 第一类 |
| | 2022-10-14 | GDN070 2 4 | / | 0.44 | 0.67 | 0.035 | 0.99 | 0.35 | / | / | / | / | / | / | 第一类 |
| | 2020-04-29 | GDN070 2 5 | 0.76 | 0.90 | 0.87 | 0.560 | 0.86 | 0.41 | / | / | / | / | / | / | 第一类 |
| | 2020-08-21 | GDN070 2 5 | 0.80 | 0.18 | 0.53 | 0.225 | 1.05 | 0.37 | 0.122 | 0.016 | 0.015 | 0.123 | / | / | 第二类 |
| 2020-1 1-24 | GDN070 2 5 | 0.78 | 0.39 | 0.83 | 0.380 | 0.88 | 0.04 | / | / | / | / | / | / | 第一类 | |
| 2021-04-07 | GDN070 2 5 | 0.77 | 0.32 | 0.33 | 0.160 | 0.87 | 0.11 | / | / | / | / | / | / | 第一类 | |
| 2021-07-03 | GDN070 2 5 | 0.79 | 0.04 | 0.23 | 0.238 | 0.86 | 0.12 | 0.066 | 0.007 | 0.014 | 0.008 | / | / | 第一类 | |
| 2021-1 1-02 | GDN070 2 5 | 0.75 | 0.51 | 0.73 | 0.124 | 0.89 | 0.18 | / | / | / | / | / | / | 第一类 | |
| 2022-07-26 | GDN070 2 5 | 0.75 | 0.05 | 0.07 | 0.526 | 0.95 | 0.15 | 0.052 | 0.007 | 0.012 | 0.008 | / | / | 第一类 | |
| 2022-10-14 | GDN070 2 5 | 0.77 | 0.38 | 0.60 | 0.035 | 0.96 | 0.17 | / | / | / | / | / | / | 第一类 | |
| 海水水质第二类标准 | 2020-04-29 | GDN070 0 9 | 0.81 | 0.20 | 0.24 | 0.430 | 0.64 | 0.31 | 0.071 | 0.080 | 0.003 | 0.112 | / | / | 第一类 |
| | 2020-08-21 | GDN070 0 9 | 0.83 | 0.06 | 0.06 | 0.380 | 0.78 | 0.24 | 0.075 | 0.018 | 0.003 | 0.030 | / | / | 第二类 |
| | 2020-1 1-25 | GDN070 0 9 | 0.75 | 0.29 | 0.37 | 0.724 | 0.71 | 0.03 | 0.068 | 0.040 | 0.003 | 0.166 | / | / | 第二类 |
| | 2021-04-08 | GDN070 0 9 | / | 0.05 | 0.07 | 0.380 | 0.68 | 0.17 | / | / | / | / | / | / | 第一类 |
| | 2021-07-04 | GDN070 0 9 | / | 0.04 | 0.23 | 0.110 | 0.74 | 0.15 | 0.049 | 0.018 | 0.004 | 0.003 | / | / | 第一类 |
| | 2021-1 1-03 | GDN070 0 9 | / | 0.22 | 0.07 | 0.102 | 0.66 | 0.17 | / | / | / | / | / | / | 第一类 |
| | 2022-05-04 | GDN070 0 9 | / | 0.23 | 0.17 | 0.035 | 0.71 | 0.11 | / | / | / | / | / | / | 第二类 |
| | 2022-07-26 | GDN070 0 9 | / | 0.01 | 0.02 | 0.626 | 0.69 | 0.22 | 0.037 | 0.018 | 0.003 | 0.003 | / | / | 第二类 |
| | 2022-10-15 | GDN070 0 9 | / | 0.14 | 0.10 | 0.035 | 0.71 | 0.11 | / | / | / | / | / | / | 第二类 |

湛江市流沙湾 1 号海域现代化海洋牧场建设项目环境影响报告书

| 评价标准 | 时段 | 监测点 | PH | 无机氮 | 活性磷酸盐 | 石油类 | 溶解氧 | 化学需氧量 | 铜 | 汞 | 镉 | 铅 | 总氮 | 总磷 | 水质类别 |
|------|------------|----------|------|------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|----|----|------|
| | 2020-04-29 | GDN07014 | 0.73 | 0.50 | 0.51 | 0.360 | 0.76 | 0.37 | / | / | / | / | / | / | 第二类 |
| | 2020-08-21 | GDN07014 | 0.77 | 0.29 | 0.41 | 0.266 | 0.93 | 0.21 | 0.073 | 0.040 | 0.003 | 0.026 | / | / | 第二类 |
| | 2020-11-24 | GDN07014 | 0.74 | 0.39 | 0.46 | 0.636 | 0.74 | 0.03 | / | / | / | / | / | / | 第一类 |
| | 2021-04-07 | GDN07014 | 0.75 | 0.23 | 0.37 | 0.740 | 0.79 | 0.13 | / | / | / | / | / | / | 第一类 |
| | 2021-07-03 | GDN07014 | 0.75 | 0.20 | 0.37 | 0.272 | 0.74 | 0.17 | 0.047 | 0.018 | 0.003 | 0.003 | / | / | 第一类 |
| | 2021-11-02 | GDN07014 | 0.74 | 0.63 | 0.47 | 0.108 | 0.69 | 0.14 | / | / | / | / | / | / | 第一类 |
| | 2022-07-26 | GDN07014 | 0.78 | 0.02 | 0.02 | 0.586 | 0.66 | 0.18 | 0.031 | 0.018 | 0.003 | 0.003 | / | / | 第一类 |
| | 2022-10-14 | GDN07014 | 0.70 | 0.81 | 0.80 | 0.035 | 0.81 | 0.08 | / | / | / | / | / | / | 第二类 |

5.4.2 常规监测点位海水水质调查与评价

本节引用《GZHLTDC20220625001琼州海峡北岸防台应急锚地工程海域海洋环境现状调查检测报告（春季）》、《GZHLTDC20221024001琼州海峡北岸防台应急锚地工程海域海洋环境现状调查(秋季)》，由广州海兰图检测技术有限公司于 2022 年 5 月和 2022 年 10 月在湛江流沙湾海域进行的海洋环境质量现状调查数据。

5.4.2.1 监测点位及调查内容

(1) 春季调查

春季调查共设水质调查站位 24 个，沉积物调查站位 12 个，海洋生物生态 16 个、渔业资源调查站位 15 个，潮间带生物调查断面 3 个，具体调查站位详见表 5.4-7 和图 5.4-4。

表 5.4-7 春季水质现状调查站位

| 序号 | 站位 | 经度 E | 纬度 N | 调查项目 |
|----|------|------------------|-----------------|----------------------|
| 1 | XW01 | 109039 , 15.60 ” | 20038 ,21. 19” | 水质、沉积物、生物生态、 渔业资源 |
| 2 | XW02 | 109043 ,59.49 ” | 20038 ,25.86 ” | 水质、生物生态、渔业资源 |
| 3 | XW03 | 109039 ,21.08 ” | 20032 ,24.43 ” | 水质、沉积物、生物生态、 渔业资源 |
| 4 | XW04 | 109044 ,03.65 ” | 20032 ,22.81 ” | 水质 |
| 5 | XW05 | 109047 ,26.28 ” | 20032 ,26.66 ” | 水质、沉积物、生物生态、 渔业资源 |
| 6 | XW06 | 109039 ,06.58 ” | 20025 ,39.80 ” | 水质、沉积物、生物生态、 渔业资源 |
| 7 | XW07 | 109044 ,46.90 ” | 20026 ,00.39 ” | 水质、沉积物、生物生态、 渔业资源 |
| 8 | XW08 | 109049 ,01.94 ” | 20026 ,05.31 ” | 水质、沉积物、生物生态、 渔业资源 |
| 9 | XW09 | 109039 ,37.47 ” | 20018 ,39.52 ” | 水质 |
| 10 | XW10 | 109044 ,31.74 ” | 20018 ,34.33 ” | 水质、沉积物、生物生态、 渔业资源 |
| 11 | XW11 | 109049 ,08.68 ” | 20018 ,25. 10” | 水质 |
| 12 | XW12 | 109054 ,05.61 ” | 20018 ,22.57 ” | 水质、生物生态 |
| 13 | XW13 | 109039 ,43.62 ” | 20012 ,53.68 ” | 水质、生物生态、渔业资源 |
| 14 | XW14 | 109044 ,45.47 ” | 20012 ,56.92 ” | 水质 |
| 15 | XW15 | 109049 ,27.46 ” | 20013 ,03.38 ” | 水质、沉积物、生物生态、 渔业资源 |
| 16 | XW16 | 109053 ,55.48 ” | 20013 , 14. 16” | 水质 |
| 17 | XW17 | 109051 , 17.98” | 20028 ,21.62 ” | 水质、生物生态、渔业资源 |

| 序号 | 站位 | 经度 E | 纬度 N | 调查项目 |
|----|------|-----------------|-----------------|------------------|
| 18 | XW18 | 109057 ,24.37 ” | 20024 ,58.40 ” | 水质、沉积物、生物生态、渔业资源 |
| 19 | XW19 | 109050 ,57. 11” | 20026 ,38.91 ” | 水质、沉积物、生物生态、渔业资源 |
| 20 | XW20 | 109046 ,29.48 ” | 20027 ,56.72 ” | 水质 |
| 21 | XW21 | 109052 ,51.01 ” | 20025 ,30.52 ” | 水质 |
| 22 | XW22 | 109049 ,21.74 ” | 20024 , 14.07 ” | 水质、沉积物、生物生态、渔业资源 |
| 23 | XW23 | 109051 ,02. 10” | 20024 ,25.42 ” | 水质 |
| 24 | XW24 | 109048 ,59.37 ” | 20021 ,23. 15” | 水质、沉积物、生物生态、渔业资源 |
| 25 | T1 | 109053 ,46.79 ” | 20024 ,07. 18” | 潮间带 |
| 26 | T2 | 109055 ,02.43 ” | 20027 ,56.94 ” | 潮间带 |
| 27 | T3 | 109050 ,58.83 ” | 20029 ,38. 18” | 潮间带 |

注：潮间带垂直于岸线, 布设高、中、低潮区采样断面

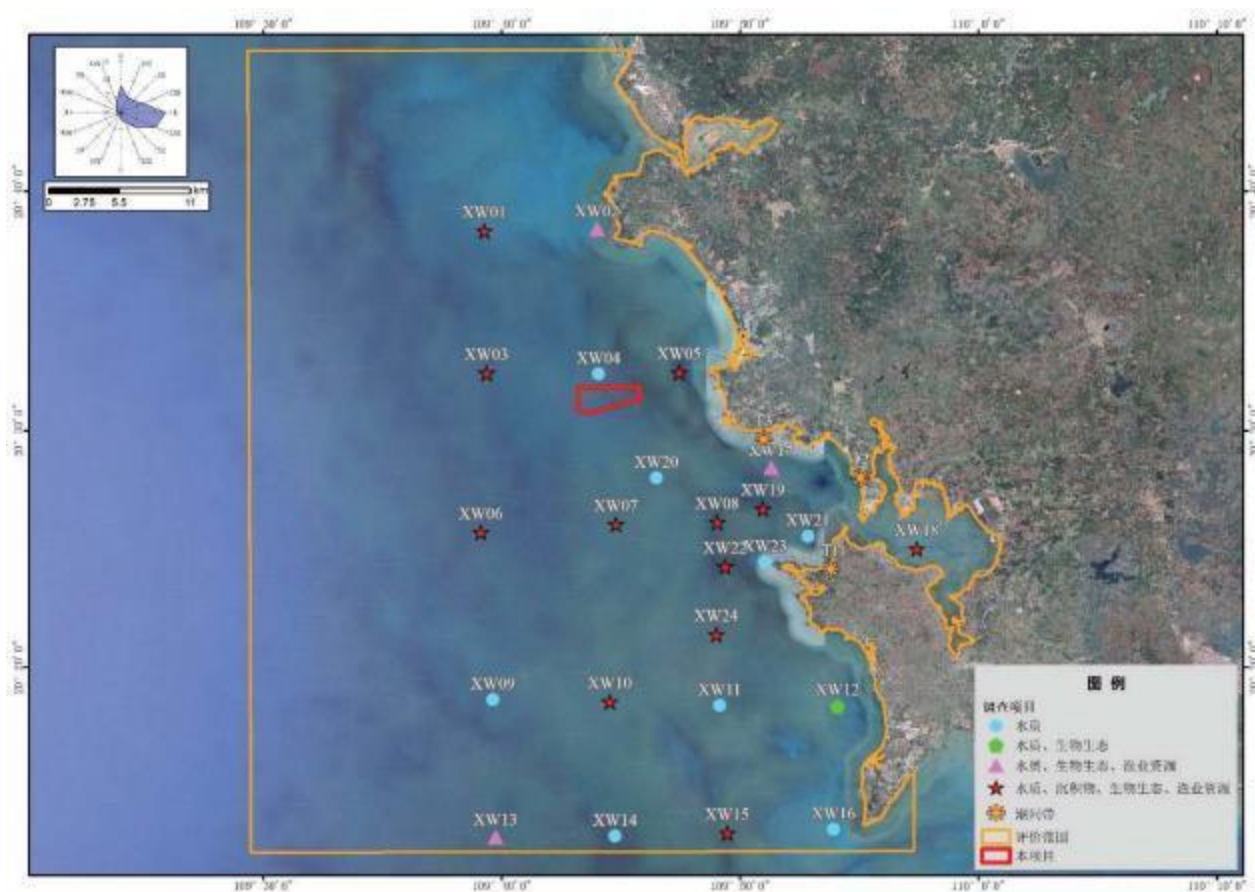


图 5.4-4 春季水质现状调查站位分布图

(2) 秋季调查

秋季调查共设水质调查站位 24 个, 海洋生物生态 16 个、渔业资源调查站位 15 个, 潮间带生物调查断面 3 个, 具体调查站位详见表 5.4-8 和图 5.4-5。

表 5.4-8 秋季水质现状调查站位

| 序号 | 站位 | 经度 E | 纬度 N | 调查项目 |
|----|------|------------------|-----------------|------------------|
| 1 | XW01 | 109039 , 15.31 ” | 20038 ,21 .79 ” | 水质 、 生物生态 、 渔业资源 |
| 2 | XW02 | 109043 ,59. 12” | 20038 ,26 .22 ” | 水质 、 生物生态 、 渔业资源 |
| 3 | XW03 | 109039 ,21.44 ” | 20032 ,24 .68 ” | 水质 、 生物生态 、 渔业资源 |
| 4 | XW04 | 109044 ,03.23 ” | 20032 ,23. 15” | 水质 |
| 5 | XW05 | 109047 ,26.57 ” | 20032 ,26 .21 ” | 水质 、 生物生态 、 渔业资源 |
| 6 | XW06 | 109039 ,07. 13” | 20025 ,39 .27 ” | 水质 、 生物生态 、 渔业资源 |
| 7 | XW07 | 109044 ,46.48 ” | 20026 ,01 .07 ” | 水质 、 生物生态 、 渔业资源 |
| 8 | XW08 | 109049 ,02.24 ” | 20026 ,05 .72 ” | 水质 、 生物生态 、 渔业资源 |
| 9 | XW09 | 109039 ,37.69 ” | 20018 ,39 .27 ” | 水质 |
| 10 | XW10 | 109044 ,31.21 ” | 20018 ,34 .64 ” | 水质 、 生物生态 、 渔业资源 |
| 11 | XW11 | 109049 ,09.03 ” | 20018 ,25 .41 ” | 水质 |
| 12 | XW12 | 109054 ,05.33 ” | 20018 ,22 .29 ” | 水质 、 生物生态 |
| 13 | XW13 | 109039 ,43.34 ” | 20012 ,53 .25 ” | 水质 、 生物生态 、 渔业资源 |
| 14 | XW14 | 109044 ,46.05 ” | 20012 ,56 .63 ” | 水质 |
| 15 | XW15 | 109049 ,27.73 ” | 20013 ,02 .46 ” | 水质 、 生物生态 、 渔业资源 |
| 16 | XW16 | 109053 ,55.22 ” | 20013 , 14.56” | 水质 |
| 17 | XW17 | 109051 , 18. 13” | 20028 ,21. 17” | 水质 、 生物生态 、 渔业资源 |
| 18 | XW18 | 109057 ,24.52 ” | 20024 ,57 .79 ” | 水质 、 生物生态 、 渔业资源 |
| 19 | XW19 | 109050 ,57.48 ” | 20026 ,39 .21 ” | 水质 、 生物生态 、 渔业资源 |
| 20 | XW20 | 109046 ,29.73 ” | 20027 ,57. 11” | 水质 |
| 21 | XW21 | 109052 ,51.76 ” | 20025 ,30. 14” | 水质 |
| 22 | XW22 | 109049 ,21.24 ” | 20024 , 14.52” | 水质 、 生物生态 、 渔业资源 |
| 23 | XW23 | 109051 ,02.43 ” | 20024 ,25. 17” | 水质 |
| 24 | XW24 | 109048 ,59. 12” | 20021 ,23 .48 ” | 水质 、 生物生态 、 渔业资源 |
| 25 | T1 | 109053 ,47.79 ” | 20024 ,04 .36 ” | 潮间带 |
| 26 | T2 | 109055 ,03.22 ” | 20027 ,56 .47 ” | 潮间带 |
| 27 | T3 | 109051 ,00.26 ” | 20029 ,50 .79 ” | 潮间带 |

注：潮间带垂直于岸线，布设高、中、低潮区采样断面

表 5.4-9 采样层次表

| 水深范围/m | 标准层次 | 底层与相邻标准层最小距离/m |
|--------|-------------------------|----------------|
| 小于 10 | 表层 | / |
| 10~25 | 表层、底层 | / |
| 25~50 | 表层、10m、底层 | / |
| 50~100 | 表层、10m、50m、底层 | 5 |
| 100 以上 | 表层、10m、50m、以下水层的酌情加层、底层 | 10 |

注 1 :表层系指海面以下0.1m~1m ;
注 2 :底层, 对河口及港湾海域最好取离海底 2m 的水层, 深海或大风浪时可酌情增大离底层的距离。

③采用向风逆流采样, 严格控制来自船体自身的污染, 采样时严禁船舶排污, 采样位置远离船舶排污口, 并严格按照相关规定程序 and 操作要求进行样品的分装、预处理、编号记录、贮存和运输 ;

④对无法现场分析的样品, 按《海洋监测规范》(GB17378-2007) 加固定剂后带回实验室分析 ;

⑤水文气象观测执行《海洋调查规范》(GB/T12763-2007)和《海洋观测规范第 2 部分 : 海滨观测》(GB/T14914.2-2019)。

(2) 特殊指标水样采集方法

①溶解氧样品的采集 : 将乳胶管的一端接上玻璃管, 另一端套在采水器的出水口, 放出少量水样, 洗水样瓶两次。将玻璃管插到水样瓶底部慢慢注入水样, 待水样装满并溢出约为瓶子体积的 50%时, 将玻璃管慢慢抽出盖上瓶盖, 再取下瓶盖, 立即用自动加液器(管尖靠近液面)依次注入 1.00ml 氯化锰溶液和 1.00ml 碱性碘化钾溶液。塞紧瓶塞并用手抓住瓶塞和瓶底, 将瓶缓慢地上下颠倒 20 次, 使样品与固定液充分混匀。待样品瓶内沉积物降至瓶体 60%以下时方可进行分析。如样品瓶浸泡在水中, 允许存放 24h, 避免阳光直射和温度剧烈变化, 如温差较大, 应在 12h 内测定。

②PH 样品的采集 : 样品瓶洗净后, 用海水浸泡 1d。采样时需用采样点的海水洗涤两次, 再装入水样瓶固定, 盖好瓶盖混合均匀, 待测, 允许保存 48h。

③重金属样品的采集 : 水样采集后, 要有防止现场大气降尘带来的污染措施, 并尽快从采样器中放出样品 ; 防止采样器内样品中所含污染物随悬浮物的下沉而降低含量, 灌装样品时必须边摇动采水器边灌装, 立即用 0.45 μ m 滤膜过滤处理, 过滤水样用 HNO₃ 酸化至 PH 值小于 2, 塞上塞子, 存放在洁净环境中。

④油类样品的采集 : 测定水中油含量应用单层采水器固定样品瓶在水体中直接灌装,

采样后立即提出水面,在现场用石油醚(或正己烷)萃取或者在现场采集油类样品后,加 0.1mol/L 硫酸溶液固定,带回实验室萃取;测定油类样品的容器禁止预先用海水冲洗。

5.4.2.4 分析方法

水质样品的分析按照《海洋调查规范》(GB/T12763-2007)和《海洋监测规范》(GB17378-2007)进行,各项目的分析方法如表 5.4-10。

表 5.4-10 海水调查项目及分析方法

| 序号 | 检测指标 | 检测依据 | 分析方法 | 检出限 |
|----|-------|---|--------------|------------|
| 1 | 水温 | 《海洋调查规范第 2 部分:海洋水文观测》GB/T12763.2-2007/5.2.1 | CTD 法 | / |
| 2 | PH | 《海洋监测规范第 4 部分:海水分析》GB17378.4-2007/26 | PH 计法 | / |
| 3 | 盐度 | 《海洋监测规范第 4 部分:海水分析》GB17378.4-2007/29.1 | 盐度计法 | 2‰ |
| 4 | 溶解氧 | 《海洋监测规范第 4 部分:海水分析》GB17378.4-2007/31 | 碘量法 | 0.11mg/L |
| 5 | 悬浮物 | 《海洋监测规范第 4 部分:海水分析》GB17378.4-2007/27 | 重量法 | / |
| 6 | 化学需氧量 | 《海洋监测规范第 4 部分:海水分析》GB17378.4-2007/32 | 碱性高锰酸钾法 | 0.15mg/L |
| 7 | 硝酸盐氮 | 《海洋监测规范第 4 部分:海水分析》GB17378.4-2007/38.1 | 镉柱还原法 | 0.0001mg/L |
| 8 | 亚硝酸盐氮 | 《海洋监测规范第 4 部分:海水分析》GB17378.4-2007/37 | 萘乙二胺分光光度法 | 0.0002mg/L |
| 9 | 氨氮 | 《海洋监测规范第 4 部分:海水分析》GB17378.4-2007/36.1 | 靛酚蓝分光光度法 | 0.0004mg/L |
| 10 | 活性磷酸盐 | 《海洋监测规范第 4 部分:海水分析》GB17378.4-2007/39.1 | 磷钼蓝分光光度法 | 0.0006mg/L |
| 11 | 油类 | 《海洋监测规范第 4 部分:海水分析》GB17378.4-2007/13.2 | 紫外分光光度法 | 0.0035mg/L |
| 12 | 汞 | 《海洋监测规范第 4 部分:海水分析》GB17378.4-2007/5.1 | 原子荧光法 | 0.007μg/L |
| 13 | 砷 | 《海洋监测规范第 4 部分:海水分析》GB17378.4-2007/11.1 | 原子荧光法 | 0.5μg/L |
| 14 | 铜 | 《海洋监测规范第 4 部分:海水分析》GB17378.4-2007/6.1 | 无火焰原子吸收分光光度法 | 0.2μg/L |
| 15 | 铅 | 《海洋监测规范第 4 部分:海水分析》GB17378.4-2007/7.1 | 无火焰原子吸收分光光度法 | 0.03μg/L |
| 16 | 镉 | 《海洋监测规范第 4 部分:海水分析》GB17378.4-2007/8.1 | 无火焰原子吸收分光光度法 | 0.01μg/L |

| 序号 | 检测指标 | 检测依据 | 分析方法 | 检出限 |
|----|------|--|------------------|------------|
| 17 | 锌 | 《海洋监测规范第 4 部分:海水分析》 GB17378.4-2007/9.1 | 火焰原子吸收分 光光度法 | 0.0031mg/L |
| 18 | 总铬 | 《海洋监测规范第 4 部分:海水分析》 GB17378.4-2007/10.1 | 无火焰原子吸收 分光光度法 | 0.4μg/L |

5.4.2.5 海水水质评价内容

水质环境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, 综合阐述海水环境的现状与特征, 主要包括:

- (1) 简要评价调查海域海水环境质量的基本特征, 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水水质的要求, 评价各监测要素达标及超标情况。

5.4.2.6 海水水质评价标准

海域水质现状评价依据标准《海水水质标准》(GB3097-1997), 见表 5.4-11。

表 5.4-11 海水水质标准单位: mg/L (PH 除外)

| 污染物名称 | 第一类 | 第二类 | 第三类 | 第四类 |
|----------------|------------------------------------|--------|------------------------------------|-------------|
| SS | 人为增加的量≤ 10 | | 人为增加的量≤ 100 | 人为增加的量≤ 150 |
| PH | 7.8~ 8.5, 同时不超出该海域正常变动范围的 0.2PH 单位 | | 6.8~ 8.8, 同时不超出该海域正常变动范围的 0.5PH 单位 | |
| DO> | 6 | 5 | 4 | 3 |
| COD≤ | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 无机氮 (以 N 计)≤ | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 |
| 活性磷酸盐 (以 P 计)≤ | 0.015 | 0.03 | 0.03 | 0.045 |
| Hg≤ | 0.00005 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0005 |
| Cd≤ | 0.001 | 0.005 | 0.01 | 0.01 |
| Pb≤ | 0.001 | 0.005 | 0.01 | 0.05 |
| Cu≤ | 0.005 | 0.01 | 0.05 | 0.05 |
| zn≤ | 0.02 | 0.05 | 0.1 | 0.5 |
| 石油类≤ | 0.05 | 0.05 | 0.3 | 0.5 |

根据各站位与《广东省海洋功能区划 (2011-2020 年)》的叠图 (图 5.4-6), 判断各站位海水水质执行标准为表 5.4-12; 同时根据各站位位于《广东省近岸海域环境功能区划》(粤府办〔1999〕68 号)、《关于对湛江市近岸海域环境功能区划意见的函》(粤环函〔2007〕551 号)的叠图 (图 5.4-7), 判断各站位海水水质执行标准为表 5.4-13。

由于春秋两季监测站位的监测开展次序完全相同, 采样坐标位置高度重合, 因此春秋

两季监测站位执行的水质标准完全一致, 详见表 5.4-14。

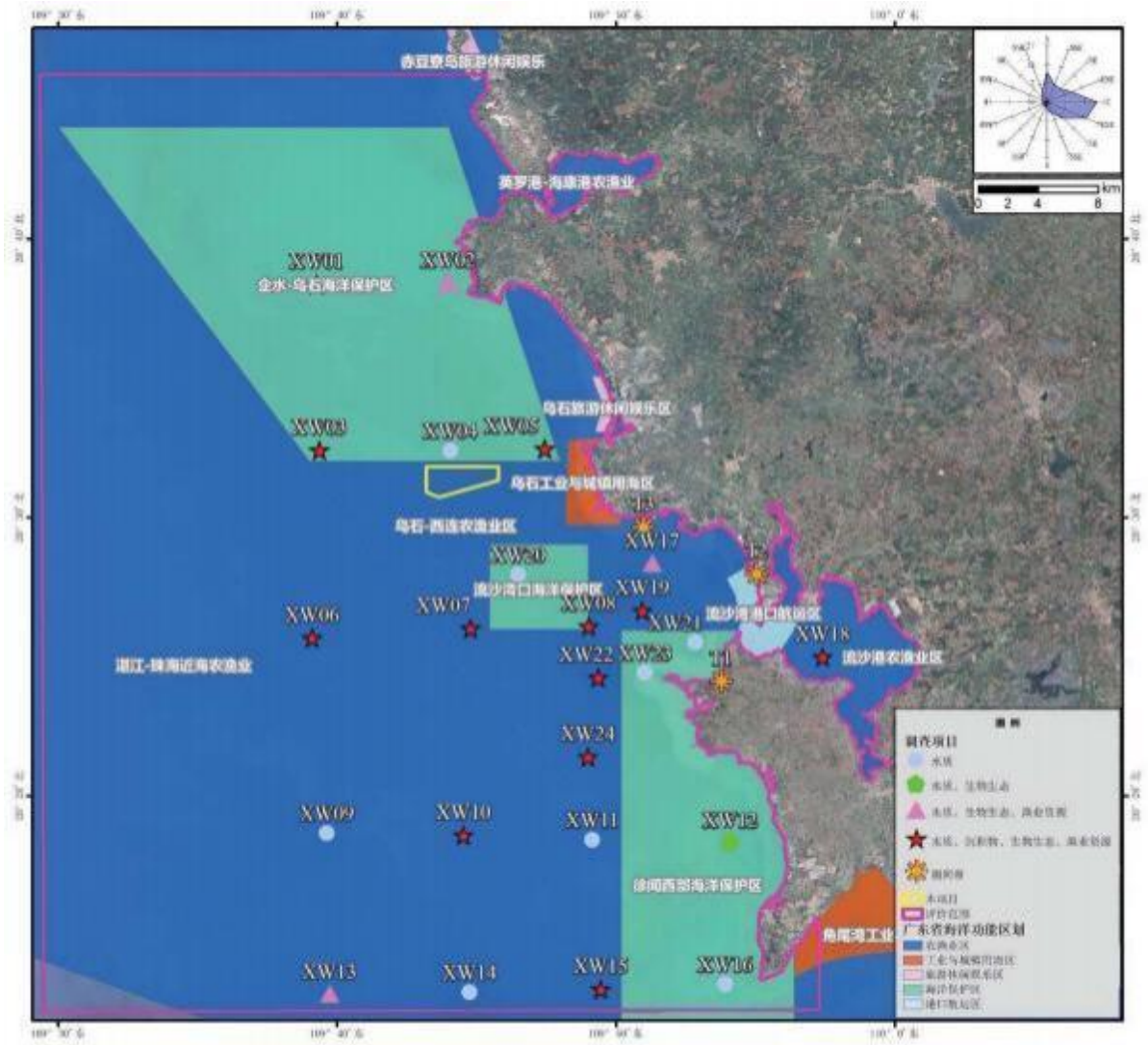


图 5.4-6 各站位与海洋功能区划位置关系

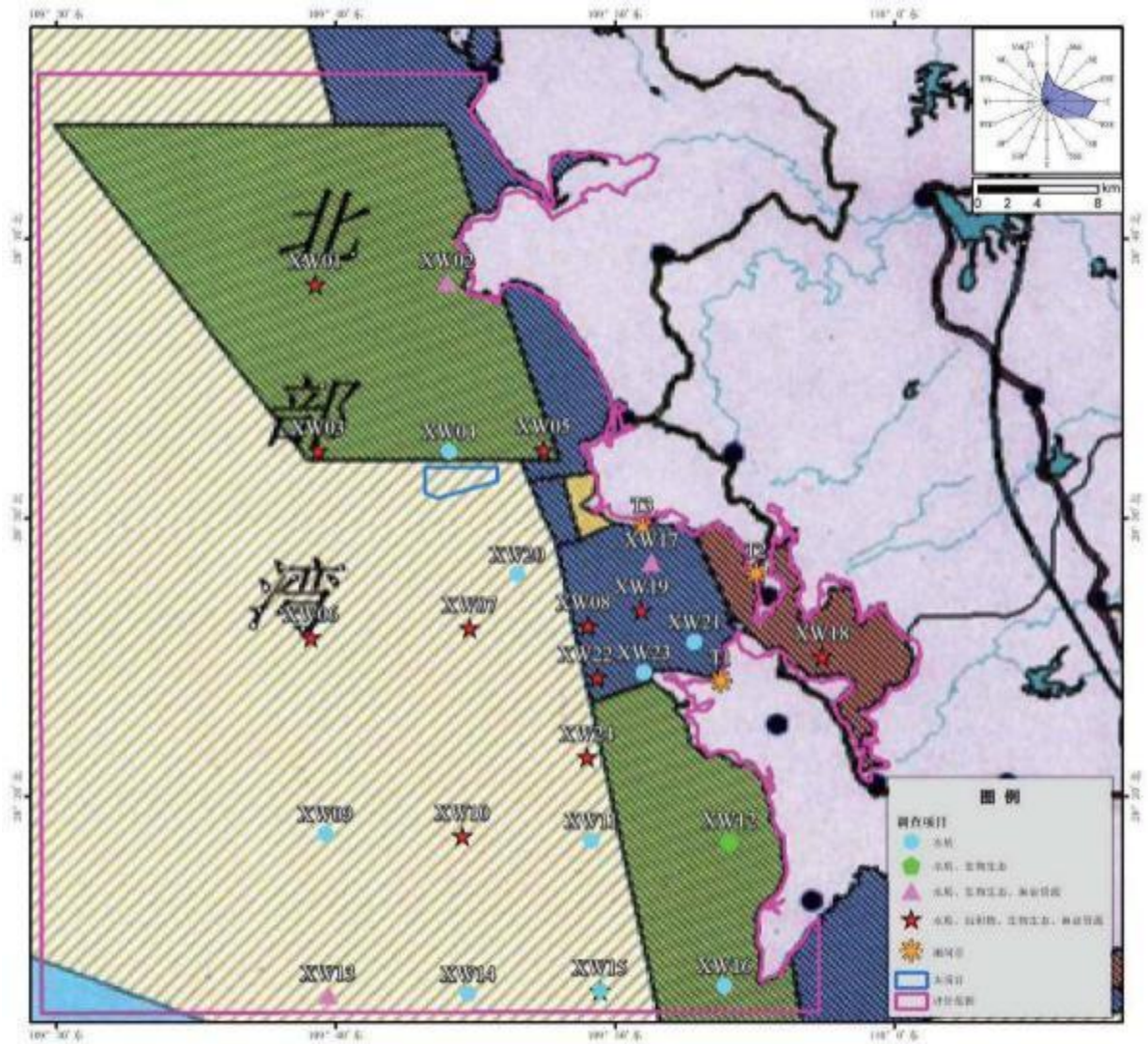


图 5.4-7 各站位与近岸海域功能区划位置关系

表 5.4-12 各站位所在海洋功能区划执行的水质标准要求一览表

| 功能区 | 功能区名称 | 调查站位 | 标准要求 |
|-------|-------------|--|-----------------|
| 海洋保护区 | 流沙湾口海洋保护区 | XW20 | 执行海水水质 第一类标准 |
| | 企水-乌石海洋保护区 | XW01、XW02、XW03、XW04、 XW05 | |
| | 徐闻西部海洋保护区 | XW12、XW16、XW21、XW23 | |
| 农渔业区 | 湛江-珠海近海农渔业区 | XW06、XW09、XW10、XW11、 XW13、XW14、XW15 | 执行海水水质 第二类标准 |
| | 流沙港农渔业区 | XW18 | |
| | 乌石-西连农渔业区 | XW07、XW08、XW17、XW19、 XW22、XW24 | |

表 5.4-13 各站位所处湛江市近岸海域水质执行标准

| 调查站位 | 标准要求 |
|---|-------------|
| XW01 、XW02 、XW03 、XW04 、XW05 、XW12 、XW16 | 执行海水水质第一类标准 |
| XW08 、XW17 、XW019 、XW21 、XW22 、XW23 | 执行海水水质第二类标准 |
| XW18 | 执行海水水质第四类标准 |
| XW06 、XW07 、XW09 、XW10 、XW11 、XW13 、XW14、 XW15 、XW20 、XW24 | / |

表 5.4-14 各站位执行的水质标准要求一览表

| 站位 | 执行的水质标准 |
|--|-------------|
| XW01 、XW02 、XW03 、XW04 、XW05 、XW06 、XW09 、XW10、 XW11 、XW12 、XW13 、XW14 、XW15 、XW16 、XW20 、XW21、 XW23 | 执行海水水质第一类标准 |
| XW07 、XW08 、XW17 、XW18 、XW19 、XW22 、XW24 | 执行海水水质第二类标准 |

5.4.2.7 海水水质评价方法

采用单项参数标准指数法计算质量指数 (S_j), 水质评价因子 i 在第 j 站位的标准指数计算公式为 :

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

式中： S_{ij} ——评价因子 i 的标准指数；

C_{ij} ——评价因子 i 在 j 站位的实测统计代表值；

C_{si} ——评价因子 i 的水质评价标准限值。

溶解氧 (Do) 的标准指数计算公式为：

$$S_{Do, j} = Do_s / Do_j \quad Do_j \leq Do_r$$

$$S_{Do, j} = |Do_r - Do_j| / (Do_r - Do_s) \quad Do_j > Do_r$$

式中：

$S_{Do, j}$ ——溶解氧的标准指数；

Do_j ——溶解氧在 j 站位的实测统计代表值, mg/L；

Do_s ——溶解氧的水质评价标准限值, mg/L。

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

S ——实用盐度符号, 量纲为 1；

T ——水温, °C。

PH 的标准指数计算公式为：

$$S_{PH, j} = (7.0 - PH_j) / (7.0 - PH_{sd}) \quad PH_j \leq 7.0$$

$$S_{PH, j} = (PH_j - 7.0) / (PH_{su} - 7.0) \quad PH_j > 7.0$$

式中：

$S_{PH, j}$ ——PH 值的标准指数；

PH_j ——PH 值在 j 站位的实测统计代表值；

PH_{sd} ——水质评价标准规定的 PH 下限值；

PH_{su} ——水质评价标准规定的 PH 上限值。

水质评价因子的标准指数 > 1 ，则表明该项水质已超过了规定的水质标准。

富营养化状况：

水质富营养化状况按富营养化指数评价，富营养化指数按以下公式计算，其中 $E \geq 1$ 为富营养化， $1 \leq E \leq 3$ 为轻度富营养化， $3 < E \leq 9$ 为中度富营养化， $E > 9$ 为重度富营养化。当大于等于 1 时进行富营养化评价。

$$\text{富营养化指数 } E = (\text{化学需氧量} \times \text{无机氮} \times \text{活性磷酸盐}) \times 10^6 / 4500$$

式中：化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐浓度单位为 mg/L。

5.4.2.8 海水水质监测结果

(1) 春季调查结果

2022 年 5 月，春季调查海域中 24 个站位的水质监测结果分别见表 5.4-15。

海水的盐度值变化范围为 31.653%~32.597%，平均为 32.294%，其中 XW02 站位海水的盐度值最高，XW18B 站位海水的盐度值最低。

海水的 PH 变化范围为 7.91~8.36，平均为 8.17，其中 XW08D 和 XW20D 站位海水的 PH 值最高，XW21 站位海水的 PH 值最低。

海水的悬浮物含量变化范围为 5.9mg/L~22.8mg/L，平均为 11.1mg/L，其中 XW09D 站位海水的悬浮物含量值最高，XW21 站位海水的悬浮物含量值最低。

海水的溶解氧含量变化范围为 6.53mg/L~7.56mg/L，平均为 6.99mg/L，其中 XW14B 站位海水的溶解氧含量值最高，XW03D 站位海水的溶解氧含量值最低。

海水的化学需氧量含量变化范围为 0.35mg/L~1.95mg/L，平均为 1.09mg/L，其中 XW18D 站位海水的化学需氧量含量值最高，XW10B 和 XW10D 等站位海水的化学需氧量含量值最低。

海水的无机氮含量变化范围为 0.0430 mg/L~0.231 mg/L，平均为 0.0850 mg/L，其中 XW18B 站位海水的无机氮含量值最高，XW14D 站位海水的无机氮含量值最低。

海水的活性磷酸盐含量变化范围为 0.0040 mg/L~0.0241 mg/L，平均为 0.0094 mg/L，其中 XW18B 站位海水的活性磷酸盐含量值最高，XW14D 站位海水的活性磷酸盐含量值最低。

海水的油类含量变化范围为 0.0035 mg/L~0.0401 mg/L，平均为 0.0126 mg/L，其中 XW21 站位海水的油类含量值最高。

海水的锌含量变化范围为 0.0071 mg/L~0.0199 mg/L，平均为 0.0127 mg/L，其中 XW06B 站位海水的锌含量值最高，XW18D 站位海水的锌含量值最低。

海水的铜含量变化范围为 0.2 μg/L~4.3 μg/L，平均为 1.6 μg/L，其中 XW15B 站位海水的铜含量值最高。

海水的铅含量变化范围为 0.15 μg/L~0.95 μg/L，平均为 0.59 μg/L，其中 XW09D 站位海水的铅含量值最高，XW15D 站位海水的铅含量值最低。

海水的镉含量变化范围为 0.18 μg/L~0.90 μg/L，平均为 0.51 μg/L，其中 XW03B 和 XW20D 站位海水的镉含量值最高，XW13D 站位海水的镉含量值最低。

海水的总铬含量变化范围为 0.4 μg/L~9.4 μg/L，平均为 1.7 μg/L，其中 XW07B 站位海水的总铬含量值最高。

海水的汞含量变化范围为 0.007 μg/L~0.034 μg/L，平均为 0.014 μg/L，其中 XW16D 站位海水的汞含量值最高。

海水的砷含量变化范围为 0.7 μg/L~5.2 μg/L，平均为 1.6 μg/L，其中 XW12B 站位海水的砷含量值最高，XW19 站位海水的砷含量值最低。

表 5.4-15 春季海水水质监测结果

| 站位 | 水深 | 水温 | 盐度 | PH | 悬浮物 | 溶解氧 | 化学需氧量 | 氨氮 | 亚硝酸盐氮 | 硝酸盐氮 | 无机氮 | 活性磷酸盐 | 油类 | 锌 | 铜 | 铅 | 镉 | 总铬 | 汞 | 砷 |
|-----------|------|------|--------|------|------|------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|------|------|------|------|--------|-----|
| | m | °C | ‰ | / | mg/L | | | | | | | | | | µg/L | | | | | |
| XW01 B | 13.5 | 26.3 | 32.523 | 8.10 | 9.3 | 7.25 | 1.48 | 0.0095 | 0.0039 | 0.0432 | 0.0566 | 0.0093 | 0.0096 | 0.0186 | 2.0 | 0.74 | 0.56 | 1.4 | 0.012 | 3.7 |
| XW01 D | / | 25.9 | 32.567 | 8.18 | 8.1 | 6.66 | 1.40 | 0.0081 | 0.0032 | 0.0503 | 0.0616 | 0.0078 | / | 0.0121 | 0.2L | 0.63 | 0.23 | 0.9 | 0.007L | 2.0 |
| XW02 | 6.2 | 27.5 | 32.597 | 8.30 | 8.6 | 7.21 | 1.83 | 0.0399 | 0.0119 | 0.0846 | 0.136 | 0.0134 | 0.0120 | 0.0186 | 0.8 | 0.33 | 0.80 | 2.5 | 0.008 | 3.3 |
| XW03 B | 18.3 | 25.7 | 32.413 | 8.25 | 6.5 | 7.14 | 1.52 | 0.0100 | 0.0042 | 0.0452 | 0.0594 | 0.0063 | 0.0065 | 0.0126 | 1.4 | 0.58 | 0.90 | 6.7 | 0.007L | 0.9 |
| XW03 D | / | 25.3 | 32.508 | 8.33 | 8.3 | 6.53 | 1.37 | 0.0117 | 0.0052 | 0.0414 | 0.0583 | 0.0048 | / | 0.0130 | 2.0 | 0.47 | 0.76 | 1.9 | 0.007L | 0.9 |
| XW04 B | 14.1 | 26.8 | 32.137 | 8.24 | 7.4 | 6.88 | 1.60 | 0.0117 | 0.0081 | 0.0566 | 0.0764 | 0.0135 | 0.0049 | 0.0121 | 2.0 | 0.86 | 0.29 | 1.4 | 0.011 | 4.8 |
| XW04 D | / | 25.7 | 32.274 | 8.30 | 9.8 | 6.93 | 0.90 | 0.0099 | 0.0070 | 0.0513 | 0.0682 | 0.0116 | / | 0.0112 | 0.3 | 0.33 | 0.42 | 0.4L | 0.009 | 1.1 |
| XW05 B | 12.3 | 26.3 | 32.126 | 7.99 | 6.6 | 7.14 | 1.68 | 0.0115 | 0.0088 | 0.0696 | 0.0899 | 0.0127 | 0.0054 | 0.0117 | 1.5 | 0.52 | 0.41 | 0.6 | 0.011 | 1.0 |
| XW05 D | / | 26.0 | 32.231 | 8.24 | 9.9 | 6.91 | 1.52 | 0.0100 | 0.0083 | 0.0617 | 0.0800 | 0.0126 | / | 0.0153 | 1.3 | 0.63 | 0.60 | 1.5 | 0.014 | 0.9 |
| XW06 B | 24.2 | 25.0 | 32.273 | 8.11 | 7.3 | 6.97 | 1.44 | 0.0106 | 0.0072 | 0.0436 | 0.0614 | 0.0073 | 0.0035L | 0.0199 | 1.3 | 0.48 | 0.33 | 2.9 | 0.007L | 0.8 |
| XW06 D | / | 24.8 | 32.489 | 8.26 | 14.8 | 6.86 | 1.44 | 0.0092 | 0.0067 | 0.0406 | 0.0565 | 0.0060 | / | 0.0181 | 0.5 | 0.92 | 0.36 | 2.0 | 0.012 | 1.0 |
| XW07 B | 17.1 | 25.2 | 32.234 | 8.06 | 11.4 | 7.48 | 0.98 | 0.0118 | 0.0077 | 0.0526 | 0.0721 | 0.0090 | 0.0056 | 0.0149 | 1.2 | 0.19 | 0.40 | 9.4 | 0.011 | 1.1 |
| XW07 D | / | 25.0 | 32.310 | 8.17 | 13.5 | 6.82 | 1.76 | 0.0113 | 0.0066 | 0.0521 | 0.0700 | 0.0080 | / | 0.0140 | 0.8 | 0.37 | 0.57 | 2.2 | 0.007L | 1.2 |
| XW08 B | 17.8 | 25.3 | 32.220 | 8.28 | 7.2 | 6.80 | 1.08 | 0.0115 | 0.0055 | 0.0852 | 0.102 | 0.0121 | 0.0081 | 0.0130 | 3.1 | 0.89 | 0.28 | 0.4L | 0.024 | 1.1 |
| XW08 D | / | 25.0 | 32.247 | 8.36 | 13.3 | 6.72 | 0.66 | 0.0086 | 0.0051 | 0.0835 | 0.0972 | 0.0083 | / | 0.0140 | 0.4 | 0.65 | 0.24 | 3.5 | 0.008 | 1.4 |
| XW09 B | 21.7 | 25.1 | 32.026 | 7.92 | 18.2 | 7.17 | 0.81 | 0.0090 | 0.0022 | 0.0383 | 0.0495 | 0.0074 | 0.0086 | 0.0167 | 1.9 | 0.44 | 0.33 | 0.6 | 0.015 | 0.8 |
| XW09 D | / | 24.8 | 32.321 | 8.18 | 22.8 | 6.78 | 0.50 | 0.0083 | 0.0018 | 0.0363 | 0.0464 | 0.0071 | / | 0.0144 | 0.7 | 0.95 | 0.57 | 0.6 | 0.017 | 4.5 |
| XW10 B | 24.9 | 24.9 | 32.283 | 8.15 | 8.3 | 6.60 | 0.35 | 0.0114 | 0.0018 | 0.0399 | 0.0531 | 0.0073 | 0.0161 | 0.0130 | 2.1 | 0.84 | 0.49 | 0.9 | 0.019 | 1.0 |
| XW10 D | / | 24.8 | 32.344 | 8.22 | 16.9 | 6.82 | 0.35 | 0.0126 | 0.0017 | 0.0368 | 0.0511 | 0.0074 | / | 0.0094 | 2.8 | 0.21 | 0.54 | 1.5 | 0.020 | 0.9 |
| XW11 B | 20.7 | 25.1 | 32.413 | 8.20 | 8.5 | 6.69 | 0.62 | 0.0145 | 0.0028 | 0.0452 | 0.0625 | 0.0089 | 0.0036 | 0.0130 | 0.4 | 0.63 | 0.47 | 1.7 | 0.019 | 1.2 |
| XW11 D | / | 24.9 | 32.471 | 8.27 | 15.4 | 7.03 | 0.70 | 0.0157 | 0.0028 | 0.0425 | 0.0610 | 0.0083 | / | 0.0075 | 1.0 | 0.40 | 0.64 | 0.5 | 0.033 | 2.0 |
| XW12 B | 14.6 | 25.7 | 32.308 | 8.23 | 8.4 | 7.38 | 0.89 | 0.0166 | 0.0024 | 0.0654 | 0.0844 | 0.0075 | 0.0382 | 0.0190 | 2.8 | 0.53 | 0.75 | 1.0 | 0.010 | 5.2 |
| XW12 D | / | 25.4 | 32.338 | 8.35 | 9.4 | 7.44 | 0.35 | 0.0159 | 0.0019 | 0.0620 | 0.0798 | 0.0062 | / | 0.0176 | 0.9 | 0.32 | 0.28 | 0.4L | 0.011 | 1.0 |
| XW13 B | 16.3 | 25.1 | 32.251 | 8.01 | 10.4 | 6.76 | 0.93 | 0.0093 | 0.0017 | 0.0367 | 0.0477 | 0.0065 | 0.0035L | 0.0098 | 1.0 | 0.82 | 0.44 | 1.0 | 0.013 | 0.9 |
| XW13 D | / | 24.9 | 32.298 | 8.10 | 14.8 | 6.88 | 1.04 | 0.0070 | 0.0019 | 0.0353 | 0.0442 | 0.0052 | / | 0.0126 | 1.3 | 0.68 | 0.18 | 0.4L | 0.026 | 0.9 |
| XW14 B | 35.3 | 25.4 | 32.334 | 8.08 | 7.3 | 7.56 | 0.70 | 0.0083 | 0.0016 | 0.0399 | 0.0498 | 0.0061 | 0.0051 | 0.0098 | 1.8 | 0.84 | 0.65 | 1.2 | 0.010 | 0.8 |
| XW14(10m) | / | 25.1 | 32.384 | 8.13 | 10.2 | 7.31 | 0.46 | 0.0071 | 0.0014 | 0.0365 | 0.0450 | 0.0059 | / | 0.0117 | 0.9 | 0.82 | 0.27 | 1.2 | 0.013 | 3.0 |
| XW14 D | / | 24.9 | 32.359 | 8.26 | 16.4 | 7.44 | 0.85 | 0.0056 | 0.0014 | 0.0360 | 0.0430 | 0.0040 | / | 0.0135 | 2.4 | 0.53 | 0.22 | 1.9 | 0.014 | 1.1 |
| XW15 B | 24.8 | 25.2 | 32.389 | 8.07 | 17.0 | 7.21 | 0.85 | 0.0082 | 0.0022 | 0.0574 | 0.0678 | 0.0097 | 0.0220 | 0.0085 | 4.3 | 0.93 | 0.53 | 1.6 | 0.013 | 4.3 |
| XW15 D | / | 25.0 | 32.394 | 8.20 | 20.1 | 7.38 | 0.89 | 0.0073 | 0.0017 | 0.0547 | 0.0637 | 0.0083 | / | 0.0080 | 1.0 | 0.15 | 0.57 | 2.3 | 0.013 | 1.1 |
| XW16 B | 16.5 | 25.6 | 32.317 | 8.00 | 8.0 | 6.87 | 0.35 | 0.0090 | 0.0075 | 0.0772 | 0.0937 | 0.0113 | 0.0289 | 0.0140 | 2.7 | 0.65 | 0.31 | 0.8 | 0.008 | 0.8 |
| XW16 D | / | 25.2 | 32.522 | 8.12 | 11.9 | 6.92 | 0.46 | 0.0068 | 0.0069 | 0.0713 | 0.0850 | 0.0106 | / | 0.0135 | 1.1 | 0.63 | 0.43 | 0.5 | 0.034 | 4.3 |
| XW17 | 8.0 | 26.1 | 32.147 | 8.26 | 6.8 | 7.28 | 1.68 | 0.0127 | 0.0141 | 0.138 | 0.165 | 0.0144 | 0.0113 | 0.0089 | 1.3 | 0.26 | 0.51 | 1.2 | 0.012 | 1.1 |
| XW18 B | 14.2 | 26.7 | 31.653 | 7.94 | 6.3 | 6.89 | 1.83 | 0.0137 | 0.0184 | 0.199 | 0.231 | 0.0241 | 0.0065 | 0.0075 | 1.9 | 0.39 | 0.72 | 0.4L | 0.019 | 0.9 |
| XW18 D | / | 26.1 | 32.024 | 8.18 | 7.4 | 6.97 | 1.95 | 0.0124 | 0.0168 | 0.182 | 0.211 | 0.0218 | / | 0.0071 | 3.4 | 0.45 | 0.42 | 1.0 | 0.016 | 1.4 |
| XW19 | 9.3 | 25.7 | 32.178 | 8.12 | 15.7 | 6.67 | 1.44 | 0.0129 | 0.0082 | 0.0901 | 0.111 | 0.0112 | 0.0099 | 0.0117 | 0.4 | 0.69 | 0.66 | 4.7 | 0.015 | 0.7 |
| XW20 B | 17.0 | 27.2 | 32.233 | 8.29 | 8.6 | 6.86 | 1.83 | 0.0118 | 0.0055 | 0.0631 | 0.0804 | 0.0061 | 0.0075 | 0.0108 | 1.8 | 0.71 | 0.72 | 1.7 | 0.009 | 1.0 |

湛江市流沙湾 1 号海域现代化海洋牧场建设项目环境影响报告书

| 站位 | 水深 | 水温 | 盐度 | PH | 悬浮物 | 溶解氧 | 化学需氧量 | 氨氮 | 亚硝酸盐氮 | 硝酸盐氮 | 无机氮 | 活性磷酸盐 | 油类 | 锌 | 铜 | 铅 | 镉 | 总铬 | 汞 | 砷 |
|--------|------|------|--------|------|------|------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|------|------|------|------|--------|-----|
| | m | °C | ‰ | / | mg/L | | | | | | | | | | µg/L | | | | | |
| XW20 D | / | 25.8 | 32.304 | 8.36 | 7.4 | 6.63 | 1.91 | 0.0112 | 0.0048 | 0.0624 | 0.0784 | 0.0041 | / | 0.0121 | 2.2 | 0.73 | 0.90 | 0.4L | 0.010 | 0.9 |
| XW21 | 6.0 | 26.4 | 32.290 | 7.91 | 5.9 | 6.87 | 0.35 | 0.0297 | 0.0065 | 0.105 | 0.141 | 0.0111 | 0.0401 | 0.0103 | 2.3 | 0.70 | 0.62 | 1.1 | 0.007L | 1.0 |
| XW22 B | 22.3 | 25.3 | 32.189 | 8.08 | 8.5 | 6.93 | 1.08 | 0.0139 | 0.0083 | 0.0826 | 0.105 | 0.0091 | 0.0078 | 0.0103 | 3.9 | 0.61 | 0.59 | 1.5 | 0.026 | 0.9 |
| XW22 D | / | 25.0 | 32.178 | 8.27 | 13.6 | 7.28 | 1.35 | 0.0112 | 0.0077 | 0.0811 | 0.100 | 0.0083 | / | 0.0112 | 1.3 | 0.28 | 0.53 | 1.1 | 0.026 | 0.9 |
| XW23 | 9.6 | 25.5 | 32.241 | 8.32 | 7.7 | 6.93 | 0.89 | 0.0220 | 0.0079 | 0.125 | 0.155 | 0.0119 | 0.0322 | 0.0098 | 3.0 | 0.70 | 0.65 | 1.7 | 0.008 | 0.8 |
| XW24 B | 18.0 | 25.0 | 32.263 | 7.95 | 15.3 | 6.81 | 1.04 | 0.0204 | 0.0074 | 0.0691 | 0.0969 | 0.0123 | 0.0101 | 0.0117 | 2.2 | 0.74 | 0.82 | 2.2 | 0.025 | 1.4 |
| XW24 D | / | 24.9 | 32.346 | 8.27 | 17.5 | 6.98 | 0.77 | 0.0196 | 0.0073 | 0.0669 | 0.0938 | 0.0104 | / | 0.0153 | 0.9 | 0.82 | 0.42 | 1.3 | 0.025 | 1.1 |
| 最小值 | 6.0 | 24.8 | 31.653 | 7.91 | 5.9 | 6.53 | 0.35 | 0.0056 | 0.0014 | 0.0353 | 0.0430 | 0.0040 | 0.0035L | 0.0071 | 0.2L | 0.15 | 0.18 | 0.4L | 0.007L | 0.7 |
| 最大值 | 35.3 | 27.5 | 32.597 | 8.36 | 22.8 | 7.56 | 1.95 | 0.0399 | 0.0184 | 0.0199 | 0.231 | 0.0241 | 0.0401 | 0.0199 | 4.3 | 0.95 | 0.90 | 9.4 | 0.034 | 5.2 |
| 平均值 | 16.8 | 25.5 | 32.294 | 8.17 | 11.1 | 6.99 | 1.09 | 0.0125 | 0.0058 | 0.0668 | 0.0850 | 0.0094 | 0.0126 | 0.0127 | 1.6 | 0.59 | 0.51 | 1.7 | 0.014 | 1.6 |

注：①包含“L”的检测结果表明其检测结果低于方法检出限，其中数值为方法检出限值，参与计算平均值和标准指数时，若未检出率少于等于 1/2，取 1/2 检出限值参与计算，若未检出率大于 1/2，取 1/4 检出限值参与计算。②无机氮为氨氮、亚硝酸盐氮和硝酸盐氮的总和。③油类指标只采集表层样品，水深指标只测量站位即时深度，“/”不参与计算。

(2) 秋季调查结果

2022 年 10 月, 秋季调查海域中 24 个站位的水质监测结果分别见表 5.4-16。

海水的盐度值变化范围为 29.574%~32.232%, 平均为 31.246%, 其中 XW16B 站位海水的盐度值最高, XW18B 站位海水的盐度值最低。

海水的 PH 变化范围为 7.63~8.21, 平均为 8.01, 其中 XW04D 站位海水的 PH 值最高, XW18B 站位海水的 PH 值最低。

海水的悬浮物含量变化范围为 8.2mg/L~21.0mg/L, 平均为 13.9mg/L, 其中 XW09B 站位海水的悬浮物含量值最高, XW14B 站位海水的悬浮物含量值最低。

海水的溶解氧含量变化范围为 6.06mg/L~7.28mg/L, 平均为 6.73mg/L, 其中 XW05B 站位海水的溶解氧含量值最高, XW07D 站位海水的溶解氧含量值最低。

海水的化学需氧量含量变化范围为 0.31mg/L~1.55mg/L, 平均为 0.76mg/L, 其中 XW19 站位海水的化学需氧量含量值最高, XW04D 站位海水的化学需氧量含量值最低。

海水的无机氮含量变化范围为 0.0514mg/L~0.242mg/L, 平均为 0.103mg/L, 其中 XW18B 站位海水的无机氮含量值最高, XW13D 站位海水的无机氮含量值最低。

海水的活性磷酸盐含量变化范围为 0.0033mg/L~0.0252mg/L, 平均为 0.0071mg/L, 其中 XW18B 站位海水的活性磷酸盐含量值最高, XW11D 站位海水的活性磷酸盐含量值最低。

海水的油类含量变化范围为 0.0035Lmg/L~0.0153mg/L, 平均为 0.0042mg/L, 其中 XW21 站位海水的油类含量值最高。

海水的锌含量变化范围为 0.0040mg/L~0.0193mg/L, 平均为 0.0105mg/L, 其中 XW22D 站位海水的锌含量值最高, XW01B 站位海水的锌含量值最低。

海水的铜含量变化范围为 0.7μg/L~4.7μg/L, 平均为 2.3μg/L, 其中 XW05D 站位海水的铜含量值最高, XW14B 站位海水的铜含量值最低。

海水的铅含量变化范围为 0.03Lμg/L~0.83μg/L, 平均为 0.30μg/L, 其中 XW04D 站位海水的铅含量值最高。

海水的镉含量变化范围为 0.17μg/L~0.85μg/L, 平均为 0.49μg/L, 其中 XW09D 站位海水的镉含量值最高, XW14(10m)站位海水的镉含量值最低。

海水的总铬含量变化范围为 0.6μg/L~10.9μg/L, 平均为 3.3μg/L, 其中 XW11B 站位海水的总铬含量值最高, XW18B 站位海水的总铬含量值最低。

海水的汞含量变化范围为 0.007Lμg/L~0.022μg/L, 平均为 0.011μg/L, 其中 XW06B 和

XW07B 站位海水的汞含量值最高。

海水的砷含量变化范围为 $1.0\mu\text{g/L}\sim 2.1\mu\text{g/L}$ ，平均为 $1.2\mu\text{g/L}$ ，其中XW04B 站位海水的砷含量值最高，XW09B 和 XW10B 等站位海水的砷含量值最低。

表 5.4-16 秋季海水水质监测结果

| 站位 | 水深 | 水温 | 盐度 | PH | 悬浮物 | 溶解氧 | 化学需氧量 | 氨氮 | 亚硝酸盐氮 | 硝酸盐氮 | 无机氮 | 活性磷酸盐 | 油类 | 锌 | 铜 | 铅 | 镉 | 总铬 | 汞 | 砷 |
|-----------|------|------|--------|------|------|------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|------|-------|------|------|--------|-----|
| | m | °C | % | / | mg/L | | | | | | | | | | µg/L | | | | | |
| XW01 B | 14.6 | 30.1 | 31.062 | 8.07 | 13.8 | 7.05 | 0.60 | 0.0100 | 0.0205 | 0.0577 | 0.0882 | 0.0065 | 0.0035L | 0.0040 | 2.3 | 0.41 | 0.42 | 0.7 | 0.019 | 1.3 |
| XW01 D | / | 30.0 | 31.244 | 8.12 | 12.9 | 6.33 | 0.64 | 0.0089 | 0.0201 | 0.0552 | 0.0842 | 0.0057 | / | 0.0121 | 4.6 | 0.07 | 0.72 | 3.6 | 0.020 | 1.3 |
| XW02 | 7.1 | 30.1 | 31.122 | 7.87 | 12.7 | 7.18 | 0.66 | 0.0204 | 0.0119 | 0.0745 | 0.107 | 0.0084 | 0.0035L | 0.0054 | 2.4 | 0.33 | 0.22 | 1.0 | 0.012 | 1.3 |
| XW03 B | 19.8 | 30.4 | 31.275 | 8.09 | 10.1 | 6.44 | 0.70 | 0.0129 | 0.0178 | 0.0496 | 0.0803 | 0.0049 | 0.0035L | 0.0135 | 3.9 | 0.45 | 0.33 | 2.0 | 0.016 | 1.3 |
| XW03 D | / | 30.1 | 31.374 | 8.16 | 10.1 | 6.73 | 0.53 | 0.0122 | 0.0168 | 0.0499 | 0.0789 | 0.0043 | / | 0.0069 | 2.1 | 0.40 | 0.39 | 1.0 | 0.016 | 1.3 |
| XW04 B | 13.8 | 30.1 | 31.084 | 8.14 | 10.4 | 6.71 | 0.43 | 0.0122 | 0.0152 | 0.0541 | 0.0815 | 0.0088 | 0.0035L | 0.0045 | 2.1 | 0.40 | 0.27 | 1.4 | 0.012 | 2.1 |
| XW04 D | / | 30.0 | 31.154 | 8.21 | 8.4 | 6.09 | 0.31 | 0.0112 | 0.0142 | 0.0512 | 0.0766 | 0.0076 | / | 0.0064 | 1.7 | 0.83 | 0.36 | 2.2 | 0.011 | 1.2 |
| XW05 B | 13.7 | 30.1 | 31.216 | 7.81 | 14.0 | 7.28 | 1.28 | 0.0190 | 0.0154 | 0.0978 | 0.132 | 0.0081 | 0.0035 | 0.0049 | 1.5 | 0.62 | 0.55 | 1.3 | 0.008 | 1.4 |
| XW05 D | / | 30.0 | 31.229 | 7.88 | 12.1 | 6.82 | 0.54 | 0.0119 | 0.0154 | 0.0945 | 0.122 | 0.0077 | / | 0.0073 | 4.7 | 0.35 | 0.50 | 3.1 | 0.009 | 1.4 |
| XW06 B | 24.6 | 30.2 | 31.386 | 8.17 | 10.3 | 7.19 | 0.66 | 0.0128 | 0.0198 | 0.0486 | 0.0812 | 0.0054 | 0.0035L | 0.0183 | 3.3 | 0.34 | 0.39 | 6.5 | 0.022 | 1.2 |
| XW06 D | / | 30.0 | 31.432 | 8.18 | 15.1 | 6.44 | 1.00 | 0.0117 | 0.0186 | 0.0420 | 0.0723 | 0.0047 | / | 0.0131 | 3.0 | 0.54 | 0.52 | 5.0 | 0.016 | 1.3 |
| XW07 B | 18.4 | 30.0 | 31.710 | 8.03 | 12.1 | 6.90 | 0.74 | 0.0124 | 0.0172 | 0.0699 | 0.0995 | 0.0059 | 0.0035L | 0.0126 | 3.7 | 0.57 | 0.62 | 3.9 | 0.022 | 1.4 |
| XW07 D | / | 29.9 | 31.393 | 8.04 | 15.5 | 6.06 | 0.66 | 0.0110 | 0.0165 | 0.0625 | 0.0900 | 0.0056 | / | 0.0107 | 3.1 | 0.64 | 0.67 | 1.4 | 0.017 | 1.3 |
| XW08 B | 16.8 | 30.0 | 31.312 | 7.98 | 20.0 | 6.88 | 0.66 | 0.0259 | 0.0200 | 0.112 | 0.158 | 0.0122 | 0.0035L | 0.0102 | 3.0 | 0.59 | 0.52 | 3.0 | 0.012 | 1.2 |
| XW08 D | / | 30.0 | 31.381 | 8.06 | 18.5 | 6.61 | 0.58 | 0.0235 | 0.0196 | 0.107 | 0.150 | 0.0098 | / | 0.0112 | 2.0 | 0.26 | 0.41 | 3.8 | 0.016 | 1.2 |
| XW09 B | 24.1 | 30.1 | 31.392 | 8.08 | 21.0 | 6.78 | 0.98 | 0.0155 | 0.0046 | 0.0473 | 0.0674 | 0.0041 | 0.0054 | 0.0135 | 1.1 | 0.18 | 0.39 | 2.6 | 0.016 | 1.0 |
| XW09 D | / | 30.0 | 31.406 | 8.17 | 14.0 | 6.96 | 0.65 | 0.0144 | 0.0038 | 0.0436 | 0.0618 | 0.0038 | / | 0.0097 | 1.2 | 0.09 | 0.85 | 2.4 | 0.011 | 1.1 |
| XW10 B | 24.3 | 30.1 | 31.442 | 8.03 | 13.3 | 6.80 | 0.69 | 0.0148 | 0.0050 | 0.0454 | 0.0652 | 0.0048 | 0.0042 | 0.0116 | 3.0 | 0.06 | 0.78 | 1.4 | 0.012 | 1.0 |
| XW10 D | / | 30.1 | 31.437 | 8.09 | 12.1 | 7.11 | 0.69 | 0.0133 | 0.0045 | 0.0378 | 0.0556 | 0.0040 | / | 0.0097 | 0.9 | 0.52 | 0.52 | 2.5 | 0.016 | 1.1 |
| XW11 B | 20.7 | 30.1 | 31.356 | 8.01 | 17.9 | 6.38 | 0.69 | 0.0134 | 0.0105 | 0.0738 | 0.0977 | 0.0047 | 0.0035L | 0.0135 | 1.6 | 0.04 | 0.60 | 10.9 | 0.020 | 1.1 |
| XW11 D | / | 30.0 | 31.389 | 8.11 | 19.7 | 6.51 | 0.94 | 0.0116 | 0.0076 | 0.0503 | 0.0695 | 0.0033 | / | 0.0145 | 0.9 | 0.12 | 0.54 | 4.8 | 0.009 | 1.4 |
| XW12 B | 14.3 | 29.8 | 31.260 | 7.86 | 10.2 | 6.46 | 0.86 | 0.0252 | 0.0080 | 0.105 | 0.138 | 0.0070 | 0.0138 | 0.0083 | 2.2 | 0.11 | 0.51 | 2.6 | 0.015 | 1.1 |
| XW12 D | / | 29.7 | 31.267 | 7.99 | 16.7 | 6.72 | 0.61 | 0.0233 | 0.0073 | 0.0851 | 0.116 | 0.0064 | / | 0.0102 | 1.2 | 0.40 | 0.63 | 2.8 | 0.013 | 1.0 |
| XW13 B | 14.8 | 29.9 | 31.394 | 7.89 | 12.9 | 7.14 | 0.49 | 0.0113 | 0.0042 | 0.0499 | 0.0654 | 0.0047 | 0.0135 | 0.0097 | 0.9 | 0.03L | 0.34 | 2.1 | 0.009 | 1.1 |
| XW13 D | / | 29.8 | 31.257 | 7.98 | 19.2 | 6.84 | 0.78 | 0.0091 | 0.0032 | 0.0391 | 0.0514 | 0.0038 | / | 0.0073 | 1.6 | 0.12 | 0.37 | 3.5 | 0.013 | 1.1 |
| XW14 B | 29.3 | 29.3 | 31.054 | 7.98 | 8.2 | 6.45 | 0.58 | 0.0125 | 0.0064 | 0.0576 | 0.0765 | 0.0047 | 0.0066 | 0.0097 | 0.7 | 0.19 | 0.37 | 8.4 | 0.008 | 1.1 |
| XW14(10m) | / | 29.4 | 31.102 | 8.01 | 13.1 | 6.32 | 0.90 | 0.0110 | 0.0058 | 0.0572 | 0.0740 | 0.0039 | / | 0.0164 | 1.5 | 0.61 | 0.17 | 5.6 | 0.010 | 1.1 |
| XW14 D | / | 29.2 | 31.389 | 7.99 | 13.7 | 6.78 | 1.06 | 0.0098 | 0.0050 | 0.0556 | 0.0704 | 0.0035 | / | 0.0126 | 0.9 | 0.03L | 0.29 | 4.1 | 0.012 | 1.0 |
| XW15 B | 27.8 | 29.5 | 31.152 | 8.07 | 9.3 | 6.68 | 0.67 | 0.0071 | 0.0061 | 0.0604 | 0.0736 | 0.0056 | 0.0079 | 0.0102 | 0.9 | 0.12 | 0.58 | 2.7 | 0.013 | 1.0 |
| XW15(10m) | / | 29.5 | 31.144 | 8.12 | 13.4 | 7.11 | 0.90 | 0.0067 | 0.0052 | 0.0602 | 0.0721 | 0.0047 | / | 0.0097 | 1.4 | 0.14 | 0.48 | 1.6 | 0.007L | 1.1 |
| XW15 D | / | 29.0 | 31.427 | 8.13 | 13.0 | 6.38 | 0.56 | 0.0034 | 0.0045 | 0.0471 | 0.0550 | 0.0048 | / | 0.0069 | 1.0 | 0.16 | 0.29 | 1.4 | 0.007L | 1.0 |
| XW16 B | 19.2 | 29.9 | 32.232 | 8.06 | 16.8 | 6.37 | 1.10 | 0.0190 | 0.0065 | 0.0715 | 0.0970 | 0.0070 | 0.0057 | 0.0054 | 4.6 | 0.06 | 0.56 | 3.1 | 0.013 | 1.1 |
| XW16 D | / | 29.8 | 31.168 | 8.08 | 17.9 | 6.74 | 1.02 | 0.0116 | 0.0062 | 0.0678 | 0.0856 | 0.0067 | / | 0.0102 | 3.3 | 0.04 | 0.52 | 3.4 | 0.010 | 1.1 |
| XW17 | 8.2 | 29.9 | 31.306 | 7.87 | 17.2 | 6.61 | 0.89 | 0.0229 | 0.0196 | 0.117 | 0.160 | 0.0098 | 0.0035L | 0.0150 | 2.5 | 0.10 | 0.55 | 5.2 | 0.008 | 1.4 |
| XW18 B | 16.1 | 30.6 | 29.574 | 7.63 | 10.7 | 7.04 | 1.05 | 0.0231 | 0.0216 | 0.197 | 0.242 | 0.0252 | 0.0048 | 0.0097 | 2.3 | 0.42 | 0.61 | 0.6 | 0.015 | 1.2 |
| XW18 D | / | 30.5 | 29.974 | 7.77 | 10.2 | 6.81 | 0.82 | 0.0224 | 0.0214 | 0.183 | 0.227 | 0.0245 | / | 0.0083 | 2.2 | 0.27 | 0.55 | 1.6 | 0.009 | 1.2 |
| XW19 | 8.7 | 29.9 | 31.292 | 7.89 | 17.1 | 6.99 | 1.55 | 0.0261 | 0.0208 | 0.110 | 0.157 | 0.0095 | 0.0035L | 0.0169 | 2.9 | 0.12 | 0.50 | 3.0 | 0.007L | 1.5 |

湛江市流沙湾 1 号海域现代化海洋牧场建设项目环境影响报告书

| 站位 | 水深 | 水温 | 盐度 | PH | 悬浮物 | 溶解氧 | 化学需氧量 | 氨氮 | 亚硝酸盐氮 | 硝酸盐氮 | 无机氮 | 活性磷酸盐 | 油类 | 锌 | 铜 | 铅 | 镉 | 总铬 | 汞 | 砷 |
|--------|------|------|--------|------|------|------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|------|-------|------|------|--------|-----|
| | m | °C | ‰ | / | mg/L | | | | | | | | | | µg/L | | | | | |
| XW20 B | 16.8 | 29.8 | 31.267 | 8.11 | 16.2 | 7.26 | 0.85 | 0.0138 | 0.0163 | 0.0694 | 0.0995 | 0.0067 | 0.0035L | 0.0045 | 3.6 | 0.11 | 0.33 | 3.2 | 0.007L | 1.3 |
| XW20 D | / | 29.8 | 31.354 | 8.15 | 19.1 | 6.66 | 0.97 | 0.0123 | 0.0158 | 0.0637 | 0.0918 | 0.0058 | / | 0.0069 | 4.5 | 0.62 | 0.31 | 2.9 | 0.007L | 1.3 |
| XW21 | 6.1 | 30.3 | 31.331 | 7.88 | 12.1 | 6.49 | 0.61 | 0.0323 | 0.0095 | 0.113 | 0.155 | 0.0093 | 0.0153 | 0.0097 | 1.0 | 0.04 | 0.30 | 5.3 | 0.007L | 1.0 |
| XW22 B | 20.1 | 30.0 | 31.062 | 7.89 | 13.5 | 7.27 | 0.94 | 0.0222 | 0.0153 | 0.0934 | 0.131 | 0.0074 | 0.0035L | 0.0188 | 3.2 | 0.59 | 0.45 | 2.1 | 0.007L | 1.2 |
| XW22 D | / | 30.1 | 31.134 | 7.95 | 13.1 | 6.19 | 0.49 | 0.0274 | 0.0163 | 0.0916 | 0.135 | 0.0072 | / | 0.0193 | 2.8 | 0.33 | 0.78 | 2.6 | 0.007L | 1.2 |
| XW23 | 9.0 | 30.5 | 31.433 | 7.99 | 11.1 | 6.35 | 0.49 | 0.0336 | 0.0093 | 0.119 | 0.162 | 0.0094 | 0.0094 | 0.0135 | 2.2 | 0.80 | 0.76 | 3.3 | 0.007L | 1.0 |
| XW24 B | 16.8 | 30.1 | 31.330 | 7.83 | 12.2 | 6.91 | 0.65 | 0.0115 | 0.0116 | 0.0629 | 0.0860 | 0.0052 | 0.0035L | 0.0088 | 3.4 | 0.03L | 0.57 | 5.2 | 0.007L | 1.2 |
| XW24 D | / | 30.0 | 31.372 | 7.85 | 14.4 | 6.87 | 0.65 | 0.0128 | 0.0109 | 0.0572 | 0.0809 | 0.0043 | / | 0.0121 | 2.6 | 0.28 | 0.74 | 7.4 | 0.007L | 1.6 |
| 最小值 | 6.1 | 29.0 | 29.574 | 7.63 | 8.2 | 6.06 | 0.31 | 0.0034 | 0.0032 | 0.0378 | 0.0514 | 0.0033 | 0.0035L | 0.0040 | 0.7 | 0.03L | 0.17 | 0.6 | 0.007L | 1.0 |
| 最大值 | 29.3 | 30.6 | 32.232 | 8.21 | 21.0 | 7.28 | 1.55 | 0.0336 | 0.0216 | 0.197 | 0.242 | 0.0252 | 0.0153 | 0.0193 | 4.7 | 0.83 | 0.85 | 10.9 | 0.022 | 2.1 |
| 平均值 | 16.9 | 29.9 | 31.246 | 8.01 | 13.9 | 6.73 | 0.76 | 0.0158 | 0.0123 | 0.0746 | 0.103 | 0.0071 | 0.0042 | 0.0105 | 2.3 | 0.30 | 0.49 | 3.3 | 0.011 | 1.2 |

注：①包含“L”的检测结果表明其检测结果低于方法检出限，其中数值为方法检出限值，参与计算平均值和标准指数时，若未检出率少于等于 1/2，取 1/2 检出限值参与计算，若未检出率大于 1/2，取 1/4 检出限值参与计算。②无机氮为氨氮、亚硝酸盐氮和硝酸盐氮的总和。③油类指标只采集表层样品，水深指标只测量站位即时深度，“/”不参与计算。

5.4.2.9 海水水质质量评价

(1) 春季水质现状评价

采用上述单项指数法,对现状监测结果进行标准指数计算,各监测点春季水质评价因子的标准指数见表 5.4-17 和表 5.4-18。

根据各站位与《广东省海洋功能区划 (2011-2020 年)》、《广东省近岸海域环境功能区划》(粤府办〔1999〕68 号)、《关于对湛江市近岸海域环境功能区划意见的函》(粤环函〔2007〕551 号)的位置关系,判断各站位海水水质执行标准为表 5.4-13。

调查海域执行海水水质第一类标准要求的海区有流沙湾口海洋保护区、企水-乌石海洋保护区、徐闻西部海洋保护区和湛江-珠海近海农渔业区。流沙湾口海洋保护区有 1 个调查站位: XW20;企水-乌石海洋保护区有 5 个调查站位: XW01、XW02、XW03、XW04、XW05;徐闻西部海洋保护区有 4 个调查站位: XW12、XW16、XW21、XW23;湛江-珠海近海农渔业区有 7 个调查站位: XW06、XW09、XW10、XW11、XW13、XW14、XW15。由监测结果及标准指数表结果可知:所有调查站位的监测因子均符合海水水质第一类标准要求。

调查海域执行海水水质第二类标准要求的海区有流沙港农渔业区和乌石-西连农渔业区。流沙港农渔业区有 1 个调查站位: XW18;乌石-西连农渔业区有 6 个调查站位: XW07、XW08、XW17、XW19、XW22、XW24。由监测结果及标准指数表结果可知:所有调查站位的监测因子均符合海水水质第二类标准要求。

表 5.4-17 春季海水水质监测站位 (执行第一类海水水质标准) 各要素的标准指数

| 站位 | PH | 溶解氧 | 化学需氧量 | 无机氮 | 活性磷酸盐 | 油类 | 锌 | 铜 | 铅 | 镉 | 总铬 | 汞 | 砷 |
|-----------|------|------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| XW01 B | 0.73 | 0.62 | 0.74 | 0.28 | 0.62 | 0.19 | 0.93 | 0.40 | 0.74 | 0.56 | 0.03 | 0.24 | 0.19 |
| XW01 D | 0.79 | 0.90 | 0.70 | 0.31 | 0.52 | / | 0.61 | 0.02 | 0.63 | 0.23 | 0.02 | 0.07 | 0.10 |
| XW02 | 0.87 | 0.91 | 0.92 | 0.68 | 0.89 | 0.24 | 0.93 | 0.16 | 0.33 | 0.80 | 0.05 | 0.16 | 0.17 |
| XW03 B | 0.83 | 0.35 | 0.76 | 0.30 | 0.42 | 0.13 | 0.63 | 0.28 | 0.58 | 0.90 | 0.13 | 0.07 | 0.05 |
| XW03 D | 0.89 | 0.92 | 0.69 | 0.29 | 0.32 | / | 0.65 | 0.40 | 0.47 | 0.76 | 0.04 | 0.07 | 0.05 |
| XW04 B | 0.83 | 0.20 | 0.80 | 0.38 | 0.90 | 0.10 | 0.61 | 0.40 | 0.86 | 0.29 | 0.03 | 0.22 | 0.24 |
| XW04 D | 0.87 | 0.10 | 0.45 | 0.34 | 0.77 | / | 0.56 | 0.06 | 0.33 | 0.42 | 0.01 | 0.18 | 0.06 |
| XW05 B | 0.66 | 0.45 | 0.84 | 0.45 | 0.85 | 0.11 | 0.59 | 0.30 | 0.52 | 0.41 | 0.01 | 0.22 | 0.05 |
| XW05 D | 0.83 | 0.11 | 0.76 | 0.40 | 0.84 | / | 0.77 | 0.26 | 0.63 | 0.60 | 0.03 | 0.28 | 0.05 |
| XW06 B | 0.74 | 0.04 | 0.72 | 0.31 | 0.49 | 0.04 | 1.00 | 0.26 | 0.48 | 0.33 | 0.06 | 0.07 | 0.04 |
| XW06 D | 0.84 | 0.87 | 0.72 | 0.28 | 0.40 | / | 0.91 | 0.10 | 0.92 | 0.36 | 0.04 | 0.24 | 0.05 |
| XW09 B | 0.61 | 0.26 | 0.41 | 0.25 | 0.49 | 0.17 | 0.84 | 0.38 | 0.44 | 0.33 | 0.01 | 0.30 | 0.04 |
| XW09 D | 0.79 | 0.88 | 0.25 | 0.23 | 0.47 | / | 0.72 | 0.14 | 0.95 | 0.57 | 0.01 | 0.34 | 0.23 |
| XW10 B | 0.77 | 0.91 | 0.18 | 0.27 | 0.49 | 0.32 | 0.65 | 0.42 | 0.84 | 0.49 | 0.02 | 0.38 | 0.05 |
| XW10 D | 0.81 | 0.88 | 0.18 | 0.26 | 0.49 | / | 0.47 | 0.56 | 0.21 | 0.54 | 0.03 | 0.40 | 0.05 |
| XW11 B | 0.80 | 0.90 | 0.31 | 0.31 | 0.59 | 0.07 | 0.65 | 0.08 | 0.63 | 0.47 | 0.03 | 0.38 | 0.06 |
| XW11 D | 0.85 | 0.10 | 0.35 | 0.31 | 0.55 | / | 0.38 | 0.20 | 0.40 | 0.64 | 0.01 | 0.66 | 0.10 |
| XW12 B | 0.82 | 0.63 | 0.45 | 0.42 | 0.50 | 0.76 | 0.95 | 0.56 | 0.53 | 0.75 | 0.02 | 0.20 | 0.26 |
| XW12 D | 0.90 | 0.63 | 0.18 | 0.40 | 0.41 | / | 0.88 | 0.18 | 0.32 | 0.28 | 0.01 | 0.22 | 0.05 |
| XW13 B | 0.67 | 0.89 | 0.47 | 0.24 | 0.43 | 0.04 | 0.49 | 0.20 | 0.82 | 0.44 | 0.02 | 0.26 | 0.05 |
| XW13 D | 0.73 | 0.87 | 0.52 | 0.22 | 0.35 | / | 0.63 | 0.26 | 0.68 | 0.18 | 0.01 | 0.52 | 0.05 |
| XW14 B | 0.72 | 0.77 | 0.35 | 0.25 | 0.41 | 0.10 | 0.49 | 0.36 | 0.84 | 0.65 | 0.02 | 0.20 | 0.04 |
| XW14(10m) | 0.75 | 0.43 | 0.23 | 0.23 | 0.39 | / | 0.59 | 0.18 | 0.82 | 0.27 | 0.02 | 0.26 | 0.15 |
| XW14 D | 0.84 | 0.53 | 0.43 | 0.22 | 0.27 | / | 0.68 | 0.48 | 0.53 | 0.22 | 0.04 | 0.28 | 0.06 |
| XW15 B | 0.71 | 0.34 | 0.43 | 0.34 | 0.65 | 0.44 | 0.43 | 0.86 | 0.93 | 0.53 | 0.03 | 0.26 | 0.22 |
| XW15 D | 0.80 | 0.49 | 0.45 | 0.32 | 0.55 | / | 0.40 | 0.20 | 0.15 | 0.57 | 0.05 | 0.26 | 0.06 |
| XW16 B | 0.67 | 0.01 | 0.18 | 0.47 | 0.75 | 0.58 | 0.70 | 0.54 | 0.65 | 0.31 | 0.02 | 0.16 | 0.04 |
| XW16 D | 0.75 | 0.03 | 0.23 | 0.43 | 0.71 | / | 0.68 | 0.22 | 0.63 | 0.43 | 0.01 | 0.68 | 0.22 |
| XW20 B | 0.86 | 0.26 | 0.92 | 0.40 | 0.41 | 0.15 | 0.54 | 0.36 | 0.71 | 0.72 | 0.03 | 0.18 | 0.05 |
| XW20 D | 0.91 | 0.90 | 0.96 | 0.39 | 0.27 | / | 0.61 | 0.44 | 0.73 | 0.90 | 0.01 | 0.20 | 0.05 |
| XW21 | 0.61 | 0.13 | 0.18 | 0.71 | 0.74 | 0.80 | 0.52 | 0.46 | 0.70 | 0.62 | 0.02 | 0.07 | 0.05 |

| 站位 | PH | 溶解氧 | 化学需氧量 | 无机氮 | 活性磷酸盐 | 油类 | 锌 | 铜 | 铅 | 镉 | 总铬 | 汞 | 砷 |
|------|------|------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| XW23 | 0.88 | 0.06 | 0.45 | 0.78 | 0.79 | 0.64 | 0.49 | 0.60 | 0.70 | 0.65 | 0.03 | 0.16 | 0.04 |
| 超标率% | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

注：①“/”表示未检指标的标准指数。

表 5.4-18 春季海水水质监测站位（执行第二类海水水质标准）各要素的标准指数

| 站位 | PH | 溶解氧 | 化学需氧量 | 无机氮 | 活性磷酸盐 | 油类 | 锌 | 铜 | 铅 | 镉 | 总铬 | 汞 | 砷 |
|--------|------|------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| XW07 B | 0.71 | 0.30 | 0.33 | 0.24 | 0.30 | 0.11 | 0.30 | 0.12 | 0.04 | 0.08 | 0.09 | 0.06 | 0.04 |
| XW07 D | 0.78 | 0.73 | 0.59 | 0.23 | 0.27 | / | 0.28 | 0.08 | 0.07 | 0.11 | 0.02 | 0.02 | 0.04 |
| XW08 B | 0.85 | 0.74 | 0.36 | 0.34 | 0.40 | 0.16 | 0.26 | 0.31 | 0.18 | 0.06 | 0.01 | 0.12 | 0.04 |
| XW08 D | 0.91 | 0.74 | 0.22 | 0.32 | 0.28 | / | 0.28 | 0.04 | 0.13 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.05 |
| XW17 | 0.84 | 0.26 | 0.56 | 0.55 | 0.48 | 0.23 | 0.18 | 0.13 | 0.05 | 0.10 | 0.01 | 0.06 | 0.04 |
| XW18 B | 0.63 | 0.07 | 0.61 | 0.77 | 0.80 | 0.13 | 0.15 | 0.19 | 0.08 | 0.14 | 0.01 | 0.10 | 0.03 |
| XW18 D | 0.79 | 0.09 | 0.65 | 0.70 | 0.73 | / | 0.14 | 0.34 | 0.09 | 0.08 | 0.01 | 0.08 | 0.05 |
| XW19 | 0.75 | 0.75 | 0.48 | 0.37 | 0.37 | 0.20 | 0.23 | 0.04 | 0.14 | 0.13 | 0.05 | 0.08 | 0.02 |
| XW22 B | 0.72 | 0.02 | 0.36 | 0.35 | 0.30 | 0.16 | 0.21 | 0.39 | 0.12 | 0.12 | 0.02 | 0.13 | 0.03 |
| XW22 D | 0.85 | 0.18 | 0.45 | 0.33 | 0.28 | / | 0.22 | 0.13 | 0.06 | 0.11 | 0.01 | 0.13 | 0.03 |
| XW24 B | 0.63 | 0.73 | 0.35 | 0.32 | 0.41 | 0.20 | 0.23 | 0.22 | 0.15 | 0.16 | 0.02 | 0.13 | 0.05 |
| XW24 D | 0.85 | 0.02 | 0.26 | 0.31 | 0.35 | / | 0.31 | 0.09 | 0.16 | 0.08 | 0.01 | 0.13 | 0.04 |
| 超标率% | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

注：①“/”表示未检指标的标准指数。