

项目编号：0p67p8

建设项目环境影响报告表

(生态影响类)

项目名称： 湛江腾飞实业有限公司南美白对虾工
业化循环水养殖建设项目

建设单位（盖章）： 湛江腾飞实业有限公司

编制日期： 2023 年 12 月

中华人民共和国生态环境部制

目 录

一、建设项目基本情况	1
二、建设内容	13
三、生态环境现状、保护目标及评价标准	24
四、生态环境影响分析	31
五、主要生态环境保护措施	48
六、生态环境保护措施监督检查清单	59
七、结论	61

专项 1：生态海洋影响专项评价

专项 2：入海排污口设置论证报告

附图

附件

一、建设项目基本情况

建设项目名称	湛江腾飞实业有限公司南美白对虾工业化循环水养殖建设项目		
项目代码	2107-440800-04-05-206229		
建设单位联系人		联系方式	
建设地点	<u>广东</u> 省（自治区） <u>湛江</u> 市 <u>经济技术开发区</u> 县（区） <u>东简街道</u> 乡 （街道） <u>下寮村</u> （具体地址）		
地理坐标	（ <u>110</u> 度 <u>29</u> 分 <u>47.97</u> 秒， <u>20</u> 度 <u>57</u> 分 <u>57.89</u> 秒）		
建设项目行业类别	三、渔业，4 海水养殖 0411-用海面积 1000 亩以下 100 亩及以上的水产养殖基地、工厂化养殖、高位池（提水）养殖	用地面积（m ² ）/长度（km）	413540.0m ²
建设性质	☒ 新建（迁建） ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 技术改造	建设项目申报情形	☒ 首次申报项目 ☐ 不予批准后再次申报项目 ☐ 超五年重新审核项目 ☐ 重大变动重新报批项目
项目审批（核准/备案）部门（选填）	/	项目审批（核准/备案）文号（选填）	/
总投资（万元）	1384.0	环保投资（万元）	27
环保投资占比（%）	2.0	施工工期	12 个月
是否开工建设	☐ 否 ☒ 是：项目于 2015 年投入运营，现进行项目环评手续补办工作		
专项评价设置情况	设置生态海洋影响专项评价		
规划情况	无		
规划环境影响评价情况	无		
规划及规划环境影响评价符合性分析	无		

其他符合性分析	1、选址合理性分析 项目选址于东海岛东简镇下僚村，已与当地村委签订承包合同，项目已取得水域滩涂养殖使用证，证书编号：粤湛江市府（海）养证[2015]第00001号，选址合理。 2、与产业政策相符性分析 本项目属于海水养殖行业，根据《产业结构调整指导目录（2019年本）》（修订）国家发展和改革委员会 2013 年第 21 号令，本项目属于鼓励类项目（一、“农林业”中 44、淡水与海水健康养殖及产品深加工），符合国家产业政策。 3、与《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（粤府〔2020〕71 号）的符合性分析 （1）生态保护红线及一般生态空间 全省陆域生态保护红线面积 36194.35 平方公里，占全省陆域国土面积的 20.13%；一般生态空间面积 27741.66 平方公里，占全省陆域国土面积的 15.44%。全省海洋生态保护红线面积 16490.59 平方公里，占全省管辖海域面积的 25.49%。 生态保护红线内，自然保护区核心保护区原则上禁止人为活动，其他区域严格禁止开发性、生产性建设活动，在符合现行法律法规前提下，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动。一般生态空间内，可开展生态保护红线内允许的活动；在不影响主导生态功能的前提下，还可开展国家和省规定不纳入环评管理的项目建设，以及生态旅游、畜禽养殖、基础设施建设、村庄建设等人为活动。 项目位于湛江市东海岛经济技术开发区内境内，位于广东省环境管控单元中重点管控单元，本工程为湛江腾飞实业有限公司南美白对虾工业化循环水养殖建设项目，本项目选址地不属于方案中划定的生态保护红线范围，不在其保护区范围内从事禁止行为，所以本项目建设与通知的相关要求相符。 （2）环境质量底线
---------	--

	全省水环境质量持续改善，国考、省考断面优良水质比例稳步提升，全面消除劣Ⅴ类水体。大气环境质量继续领跑先行，PM_{2.5}年均浓度率先达到世界卫生组织过渡期二阶段目标值（25微克/立方米），臭氧污染得到有效遏制。土壤环境质量稳中向好，土壤环境风险得到管控。近岸海域水体质量稳步提升。 根据项目所在地现状监测报告，项目所在地的环境质量良好。该项目运营过程中会产生一定的污染物，如生活污水、废气、噪声、固体废物等，采取相应的污染防治措施后，各类污染物的排放不会对周围环境产生明显影响，不会降低当地环境质量。 （3）资源利用上线 强化节约集约利用，持续提升资源能源利用效率，水资源、土地资源、岸线资源、能源消耗等达到或优于国家下达的总量和强度控制目标。 本项目用电来自市政电网，生产用水从海水取水补给，生活用水来自现有管网，本项目建成运营后通过内部管理、设备选择、原辅材料的选用和管理、污染治理等多方面采取合理可行的防治措施，以“节能、降耗、减污、增效”为目标，有效的控制污染。项目的水、电、原材料等资源利用不会突破区域的资源利用上线。 （4）生态环境分区管控 从区域布局管控、能源资源利用、污染物排放管控和环境风险防控等方面明确准入要求，建立“1+3+N”三级生态环境准入清单体系。“1”为全省总体管控要求，“3”为“一核一带一区”区域管控要求，“N”为1912个陆域环境管控单元和471个海域环境管控单元的管控要求。 本项目为湛江腾飞实业有限公司南美白对虾工业化循环水养殖建设项目，根据国家《产业结构调整指导目录》（2019年本），项目产品不属于目录所列的鼓励类、限制类和淘汰类项目，且项目符合国家有关法律、法规和政策的有关规定，为允许类；根据《国家发展改革委、商务部关于印发〈市场准入负面清单（2022年版）〉的通知》（发改体改规〔2022〕397号），项目不属于准入负面清单中的禁止准入类，符合产业政策要求。
--	---

	综上，项目建设符合广东省“三线一单”文件精神。
--	-------------------------

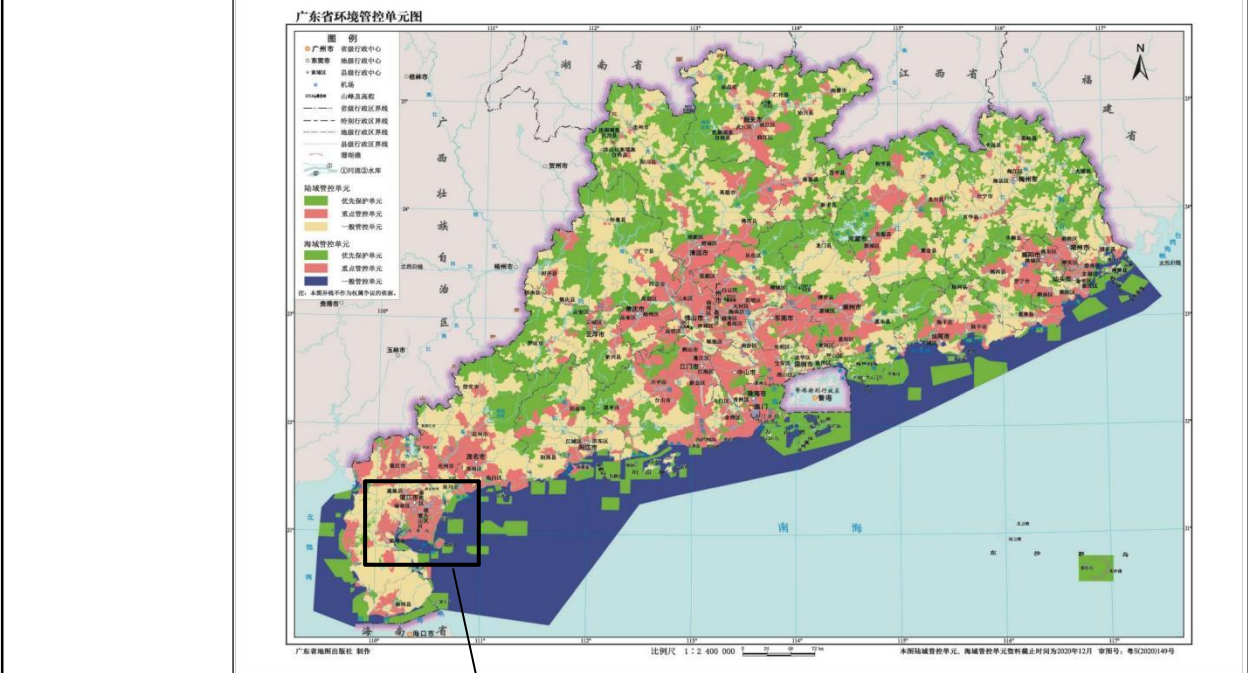


图 1-1 广东省环境管控单元图

4、与《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）相符性分析

表 1-1 与湛江市“三线一单”生态环境分区管控方案的相符性分析

类别	要求		本项目情况
全市生	1.区域布局管	优先保护生态空间，生态保护红线、一般生态空间严格按照国家、省有关要求	本项目位于湛江市经济技术开发区

	态准入 要求	控要求	进行管理。一般生态空间内人工商品林，允许依法进行抚育采伐、择伐和树种更新等经营活动。筑牢廉江北部丘陵山地和雷州半岛中部林地生态屏障，加快推进以鉴江、鹤地水库-九洲江、南渡河、遂溪河等为骨干的绿色生态水网体系建设，严格保护红树林、珊瑚礁、海草床和中华白海豚、鲎类等各级各类自然保护地，严格保护重要水生生物产卵场、孵育场，大力保护生物多样性。全面推进森林、湿地、海洋、农田及城乡等生态系统的保护与修复，提升生态系统稳定性和生态服务功能。 全力推进以临港产业、滨海旅游、特色优势农业、军民融合发展为重点的湛江特色现代产业体系建设，加快推动湛江临港大型工业园等重大平台高质量发展。积极推进智能家电、农副食（海、水）产品加工、家具建材、羽绒制鞋等四大优势传统产业转型升级，推动新能源汽车、装备制造、现代医药、电子信息等战略性新兴产业规模化、集约化发展。延伸完善循环产业链条，提升绿色钢铁、绿色石化、高端造纸、绿色能源等战略性新兴产业绿色发展水平，打造高端绿色临港重化基地。加强“两高”行业建设项目生态环境源头防控。推动工业项目入园集聚发展。推进既有园区（集聚地）循环化改造，开展环境质量评估，推动公共设施共建共享、能源梯级利用、资源循环利用和污染物集中安全处置。科学制定畜禽养殖发展规划，优化雷州半岛畜禽养殖布局。	东海岛东简镇下僚村，为海水养殖行业，符合区域布局管控相关要求。
		2.能源 资源利用要求	推进廉江新能源项目安全高效发展，因地制宜有序发展陆上风电，规模化开发海上风电，合理布局光伏发电。严格控制并逐步减少煤炭使用量。县级及以上城市建成区和天然气管网覆盖范围内，禁止新建每小时 35 蒸吨以下燃煤锅炉。在集中供热管网覆盖范围内，禁止新建、扩建燃用煤炭、重油、渣油、生物质等分散供热锅炉。逐步扩大高污染燃料禁燃区范围。推进湛江港、徐闻港等港口船舶能源清洁化改造，逐步提高岸电使用和港作机械“非油”比例。推进“两高”行业减污降碳协同控制，新建、扩建“两高”项目采用先进适用的工艺技术和装备，单位产品物耗、能耗、水耗等达到	本项目为海水养殖行业，不属于“两高”行业，本项目生产过程中的电均由市政电网供应；本项目不属于禁采区范围内。因此，本项目建设符合能源资源利用管控要求。

			清洁生产先进水平。 实行最严格水资源管理制度，贯彻落实“节水优先”方针，发展节水型工业、农业、林业和服务业。提高水资源利用效率，压减赤坎区、霞山区等地下水超采区的采水量，维持采补平衡。严格落实鉴江、九洲江、遂溪河、南渡河、袂花江等流域重要控制断面生态流量保障目标，加快推进鹤地水库恢复正常蓄水位。严格落实自然岸线保有率管控目标，除国家重大项目外，全面禁止围填海。强化用地指标精细化管理，充分挖掘建设用地潜力，大幅提升土地节约集约利用效率。推动绿色矿山建设，提高矿产资源产出率。	
		3.污染物排放管控要求	实施重点污染物总量控制，新建项目原则上实施氮氧化物和挥发性有机物等量替代或减量替代；超过重点污染物排放总量控制指标或未完成环境质量改善目标的区域，新建、改建和扩建项目实施重点污染物减量替代。新建、改建和扩建石化、煤化工、燃煤发电（含热电）、钢铁、有色金属冶炼、制浆造纸等行业项目应满足区域、流域控制单元环境质量改善目标管理要求。 实施重点行业清洁化改造，火电及钢铁行业企业大气污染物达到可核查、可监管的超低排放标准，石化、化工及有色金属冶炼等行业企业严格执行大气污染物特别排放限值。实施工业炉窑降碳减污综合治理，推动工业炉窑燃料清洁低碳化替代、废气治理设施升级改造、全过程无组织排放管控。逐步开展35蒸吨及以上燃气锅炉低氮燃烧改造，新建燃气锅炉配套有效脱硝措施，减少氮氧化物排放。严格实施涉VOCs排放行业企业分级和清单化管控。加强石化、化工、包装印刷、制鞋、表面涂装、家具等重点行业VOCs深度治理，推动源头、过程和末端的VOCs全过程控制。涉VOCs重点行业新建、改建和扩建项目不推荐使用光氧化、光催化、低温等离子等低效治理设施，已建项目逐步淘汰光氧化、光催化、低温等离子等治理措施。鼓励东海岛石化产业园等石化园区建设VOCs自动监测和组分分析站点。 地表水Ⅰ、Ⅱ类水域，以及Ⅲ类水域中的保护区、游泳区，禁止新建排污口，已	本项目为海水养殖行业，不属于石化、化工、包装印刷、制鞋、表面涂装、家具等VOCs重点排放行业，因此本项目符合污染物排放管控要求。

			建成的排污口应当实行污染物总量控制且不得增加污染物排放量；饮用水水源保护区内已建的排污口应当依法拆除。 严格执行小东江流域水污染物排放标准。东海岛石化产业园、湛江钢铁基地、森工产业园等专业园区或基地应不断提升工艺水平，提高中水回用率，逐步削减水污染物排放总量。实施城镇生活污水处理提质增效，加快补齐生活污水收集和处理设施短板，稳步提升城市生活污水集中收集率和污水处理厂进水生化需氧量（BOD）浓度。因地制宜推进农村生活污水治理。持续推进化肥、农药减量增效，深入推进测土配方施肥和农作物病虫害统防统治与绿色防控。严格畜禽养殖禁养区管理，加强畜禽养殖废弃物资源化利用，到 2025 年，全市畜禽粪污综合利用率达到 80%以上，规模化养殖场粪污处理设施装备配套基本实现全覆盖。 统筹陆海污染治理，加强湛江港、雷州湾、博茂港湾等重点海湾陆源污染控制和环境综合整治。新建、改建、扩建的入海排污口纳入备案管理。严格控制近海养殖密度，科学划定高位池禁养区，开展高位池养殖排查和分类整治，推动养殖尾水达标排放或资源化利用。	
		4.环境 风险防 控要求	深化粤桂鹤地水库-九洲江流域，湛茂小东江、袂花江等跨界流域水环境污染联防联控机制，共同打击跨区域、跨流域环境违法行为。加强南渡河、雷州青年运河等供水通道干流沿岸以及饮用水水源地、备用水源环境风险防控，提高地下水饮用水水源地规范化整治水平，建立完善突发环境事件应急管理体系。 加强湛江临港大型工业园、霞山临港产业转移工业园等涉危险化学品和有毒有害气体的工业园区的环境风险防控，开展有毒有害气体监测，落实环境风险应急预案。加强环境风险分级分类管理，强化化工企业、涉重金属行业和尾矿库等重点环境风险源的环境风险防控。鼓励东海岛石化产业园、湛江钢铁基地、森工产业园等专业园区或基地结合实际配套建设危险废物集中贮存、预处理和处置设施。 实施农用地分类管理，依法划定特定农产品禁止生产区域，加快受污染耕地的	本项目不属于化工企业、涉重金属行业和尾矿库等企业。项目将按规定开展突发环境事件风险评估，完善突发环境事件风险防控措施，制定突发环境事件应急预案并备案、演练，加强环境应急能力建设，因此，本项目符合环境风险防控要求。

			安全利用与严格管控,加强农产品检测,严格控制重金属超标风险。加强土壤污染重点监管单位规范化管理,严格落实污染隐患排查、自行监测、拆除活动污染防治、排污许可制度等。规范受污染地块准入管理。		
	环境管控单元准入清单	见附图6	管控维度	管控要求	本项目位于ZH44081120004 建成区-东海岛-硃洲岛重点管控单元
			区域布局管控	1-1.【产业/鼓励引导类】单元内重点发展商贸金融、信息及餐饮娱乐业、旅游等现代服务业。 1-2.【产业/限制类】从严控制“两高一资”产业在沿海地区布局。 1-3.【生态/禁止类】生态保护红线内,自然保护地的核心保护区原则上禁止人为活动,其他区域严格禁止开发性、生产性建设活动,在符合现行法律法规前提下,除国家重大战略项目外,仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动。 1-4.【生态/限制类】一般生态空间内,可开展生态保护红线内允许的活动;在不影响主导生态功能的前提下,还可开展国家和省规定不纳入环评管理的项目建设,以及生态旅游、畜禽养殖、基础设施建设、村庄建设等人为活动。 1-5.【大气/限制类】建成区片区属大气环境受体敏感重点管控区,严格限制新建储油库、产生和排放有毒有害大气污染物的建设项目以及使用溶剂型油墨、涂料、清洗剂、胶黏剂等高挥发性有机物原辅材料项目,鼓励现有该类项目逐步搬迁退出。 1-6.【大气/鼓励引导类】大气环境高排放重点管控区,引导工业项目集聚发展。 1-7.【土壤/禁止类】未达到土壤污染风险评估报告确定的风险管控、修复目标的建设用地地块,禁止开工建设任何与风险管控、修复无关的项目。	本项目为海水养殖行业;本项目不属于《产业结构调整指导目录》(2019 年本)(国发改 2019 年第 29 号令)中禁止类及限制类项目,因此本项目符合区域布局管控相关要求。
			能源	2-1.【能源/禁止类】高污染燃料	项目建设过程主要

			资源利用	禁燃区范围内，禁止销售、燃用高污染燃料，禁止新建、扩建燃用高污染燃料的设施；已建成的，应逐步或依法限期改用天然气、电或者其它清洁能源。 2-2.【水资源/限制类】严格控制地下水开采，保持地下水水位不低於海平面或者咸水区域的地下水水位；逐步压减硃洲岛地下水采水量，维持采补平衡。 2-3.【水资源/综合类】贯彻落实“节水优先”方针，发展节水型工业、农业、林业和服务业	利用资源为水资源。项目生产过程中主要是利用海水资源进行养殖。项目的淡水资源用量较小，主要是生产用水及职工生活用水，水资源利用不会突破区域的资源利用上线。
			污染物排放管控	3-1.【大气/综合类】加强对涉VOCs 行业企业的排查和清单化管控，推动源头替代、过程控制和末端治理。 3-2.【水/综合类】实施城镇生活污水处理提质增效，加快补齐生活污水收集和处理设施短板，基本消除城中村、老旧城区和城乡结合部生活污水收集处理设施空白区，按期完成市下达城市生活污水集中收集率、污水处理厂进水生化需氧量（BOD）浓度的增加值目标。 3-3.【水/限制类】平乐再生水厂、东简污水处理厂出水执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918）一级 A 标准及广东省地方标准《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）的较严值；城镇污水处理设施出水执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级 A 标准及广东省地方标准《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）的较严值。	本项目为海水养殖行业，项目尾水经处理后达标排放，不会对原有生态环境造成破坏。项目不涉及 VOCs 重点行业项目；项目不新增大气污染物排放，不会对周围大气环境造成影响
			环境风险防控	4-1.【风险/综合类】企业事业单位和其他生产经营者要落实环境安全主体责任，定期排查环境安全隐患，开展环境风险评估，健全风险防控措施，按规定加强突发环境事件应急预案管理。 4-2.【土壤/综合类】重点监管单位建设涉及有毒有害物质的生产装置、储罐和管道，或者建设污水处理池、应急池等存在土壤	本项目将按规定开展突发环境事件风险评估，完善突发环境事件风险防控措施，制定突发环境事件应急预案并备案、演练，加强环境应急能力建设，因此，本项目符合环境风险防控要求。

污染风险的设施，应当依法依规设计、建设、安装有关防腐蚀、防泄漏设施和泄漏监测装置，防止有毒有害物质污染土壤和地下水。

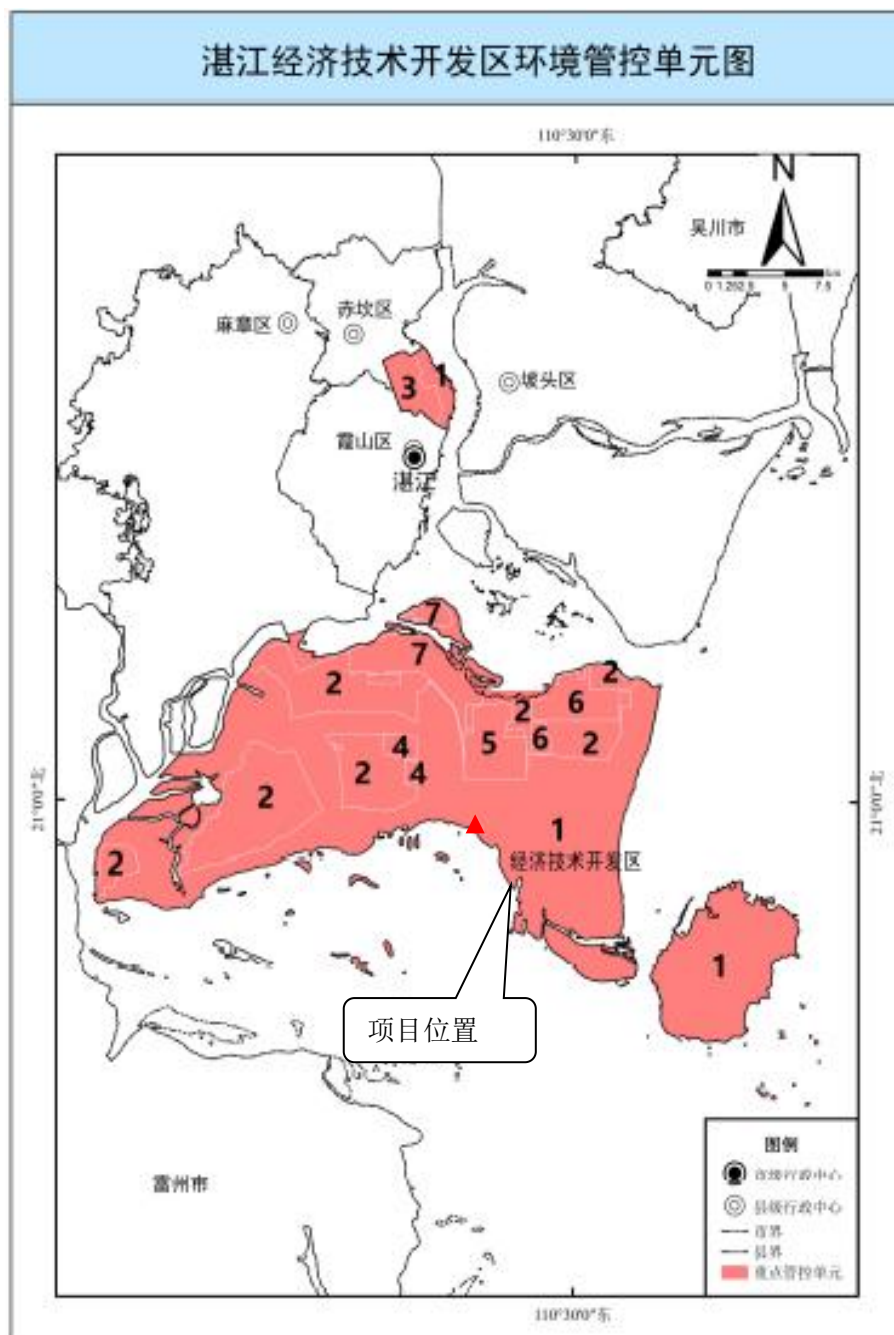


图 1-2 湛江经济技术开发区环境管控单元图

综上所述，本项目建设内容符合国家及地方产业政策；符合所在地块土地利用规划；符合相关法律法规的要求，与周边环境功能区划相适应；

	因此，本项目的选址具有规划合理性和环境可行性。 5、《广东省打赢蓝天保卫战实施方案（2018-2020 年）》（粤府函〔2018〕28 号）符合性分析 本项目属于海水养殖行业，不属于其排查整治的“散乱污”工业企业（场所），不属于钢铁、有色、水泥、玻璃、陶瓷、化工、造纸、印染、石材加工等高污染高排放行业，不属于涂料、胶粘剂、油墨等行业，不生产和使用高 VOCs 含量溶剂型涂料、油墨、胶粘剂、清洗剂等。本项目不新增大气污染物排放，不会对周围大气环境造成影响。因此本项目与《广东省打赢蓝天保卫战实施方案（2018-2020 年）》（粤府函〔2018〕128 号）的要求相符。 6、与《湛江市生态环境保护“十四五”规划》相符性分析 根据《湛江市生态环境保护“十四五”规划》要求：8.加快培育绿色发展新动能。鼓励绿色低碳技术研发，加强与高等院校、研究机构的合作，健全大众创业、万众创新平台，建设科技企业孵化器、众创空间等各类孵化载体，完善绿色发展科技孵化育成体系。以国家海洋经济示范区创建为契机，依托湛江港、广东湛江临港大型产业集聚区等港区和产业集聚区（园区），创新临港产业循环经济发展模式，做优做强海洋能源、海洋生物和海工装备等战略性新兴产业，培育绿色低碳发展新增长点。 本项目为南美白对虾工业化循环水养殖项目，将建立可控、稳定、高效的工业化循环水南美白对虾养殖系统，实施验证相关技术，推动南美白对虾生产进入安全、稳定、高效的工业化循环水生产，符合《湛江市生态环境保护“十四五”规划》要求。 6、与《生态环境部 农业农村部关于加强海水养殖生态环境监管的意见》及《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》相符性分析 根据《生态环境部 农业农村部关于加强海水养殖生态环境监管的意见》（环海洋〔2022〕3 号）要求：强化环评管理。沿海各级生态环境部门严格落实“三线一单”（生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线
--	--

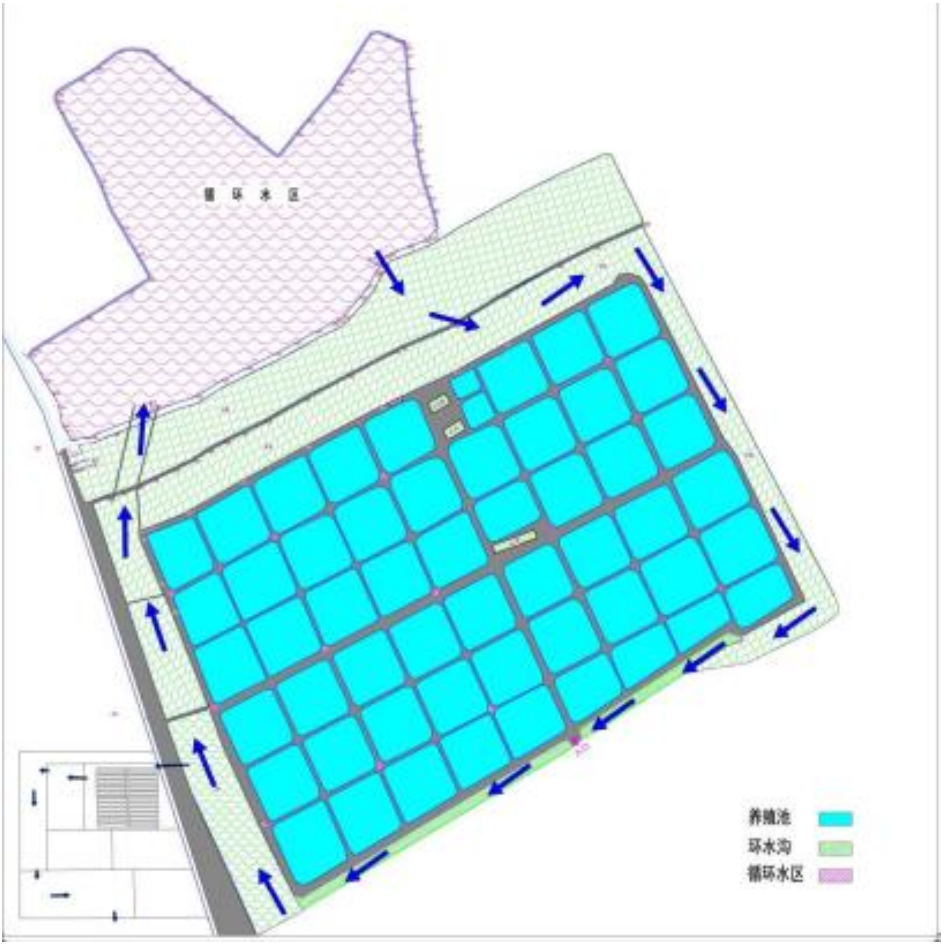
	和生态环境准入清单)生态环境分区管控要求,依法依规做好海水养殖相关规划的环境影响评价审查,以及新建、改建、扩建海水养殖建设项目的环境影响评价审批或备案管理。沿海各级农业农村(渔业)部门会同相关部门,切实落实本级养殖水域滩涂规划,按照规划“三区”(禁止养殖区、限制养殖区和养殖区)划定方案,严格养殖水域、滩涂用途管制,进一步优化海水养殖空间布局,依法禁止在禁养区开展海水养殖活动,加强养殖区和限制养殖区污染防治,加强重点养殖基地和重要养殖海域保护。 根据《广东省人民政府办公厅关于加快推进现代渔业高质量发展的意见》(粤府办〔2022〕15号)要求:1.稳产保供,安全可控。坚持底线思维,稳定水产养殖面积,立足以养为主确保供给,打造安全可靠、自主可控的产业链、供应链。2.绿色发展,创新驱动。加强渔业资源保护,推动水产养殖向环境可持续转型,构建生态和谐发展空间。以企业为主体、市场为导向,产学研深度融合,创新要素高效转化。3.产业为本,标准引领。优化产业结构和布局,提高产业组织化水平,发展产业集群,增强规模化优势。构建全产业链标准体系,引导市场主体标准化生产、规范化经营、精细化管理。4.治理有效,提质增收。更好发挥政府作用,推进渔业治理体系和治理能力现代化。适应市场消费需求,扩大优质水产品供给,增加渔民收入。 本项目为南美白对虾工业化循环水养殖项目,本项目旨在通过引进先进的养殖技术,优化南美白对虾养殖过程,减少养殖污染的产生与排放。通过本项目实施,将有助于改善南美白对虾养殖业的生态环境状况,提高产品质量和竞争力,同时也有利于推动地方产业结构的调整与优化,实现经济与环境的协调发展。现进行项目环评手续补办工作,符合《生态环境部 农业农村部关于加强海水养殖生态环境监管的意见》(环海洋〔2022〕3号)及《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)要求。
--	---

二、建设内容

地理位置	湛江腾飞实业有限公司南美白对虾工业化循环水养殖建设项目位于广东省湛江市经济技术开发区东简街道下寮村,项目坐标为东经 110 度 29 分 47.97 秒,北纬 20 度 57 分 57.89 秒。排污口设置地点位于项目南侧海域(坐标为 110 度 29 分 31.67341 秒,北纬 20 度 57 分 40.77487 秒)。																												
项目组成及规模	1、项目建设概况 项目名称:南美白对虾工业化循环水养殖项目 建设单位:湛江腾飞实业有限公司 建设地点:广东省湛江市经济技术开发区东简街道下寮村,具体位置及周边情况见附图。 项目性质:新建 建设内容及规模:本项目养殖面积约 413540.0 平方米,建立标准工业化循环水南美白对虾养殖系统,研究相关技术并生产南美白对虾。项目全部建成投产后年产南美白对虾 803-980 吨。 投资总额:总投资额1384.0万元。 2、项目建设内容 本项目建设工程组成一览表见下表。 表 1-1 建设项目组成一览表 <table> <tr> <th>类别</th><th>单项工程名称</th><th>建设内容及规模</th></tr> <tr> <td rowspan="2">主体工程</td><td>虾塘区养殖场</td><td></td></tr> <tr> <td>泥丁区养殖场</td><td></td></tr> <tr> <td rowspan="2">工程</td><td>办公宿舍用房</td><td>办公用房建筑面积 2820.0 平方米</td></tr> <tr> <td>化验室</td><td>建筑面积 35.2 平方米</td></tr> <tr> <td rowspan="2">公用工程</td><td>供水</td><td>引入海水量为 3375m³/a</td></tr> <tr> <td>供电</td><td>用电量 100 万度,由市政电网供电,设置 1 台 300KW 的备用发电机</td></tr> <tr> <td rowspan="4">环保工程</td><td>废气处理</td><td>备用发电机尾气通过楼顶排放,厨房油烟油烟净化器处理后,高空排放</td></tr> <tr> <td>废水处理</td><td>本项目养殖废水经净化处理后,85%循环使用,15%达标排放入海。产生的少量生活污水,经三级化粪池收集后用于厂区绿化,不外排</td></tr> <tr> <td>噪声处理</td><td>选用低噪声设备</td></tr> <tr> <td>固废处理</td><td>废编织袋经收集后定期外售给物资回收公司;污泥交由有处理能力的单位处理;员工生活垃圾存储于指定</td></tr> </table>		类别	单项工程名称	建设内容及规模	主体工程	虾塘区养殖场		泥丁区养殖场		工程	办公宿舍用房	办公用房建筑面积 2820.0 平方米	化验室	建筑面积 35.2 平方米	公用工程	供水	引入海水量为 3375m ³ /a	供电	用电量 100 万度,由市政电网供电,设置 1 台 300KW 的备用发电机	环保工程	废气处理	备用发电机尾气通过楼顶排放,厨房油烟油烟净化器处理后,高空排放	废水处理	本项目养殖废水经净化处理后,85%循环使用,15%达标排放入海。产生的少量生活污水,经三级化粪池收集后用于厂区绿化,不外排	噪声处理	选用低噪声设备	固废处理	废编织袋经收集后定期外售给物资回收公司;污泥交由有处理能力的单位处理;员工生活垃圾存储于指定
类别	单项工程名称	建设内容及规模																											
主体工程	虾塘区养殖场																												
	泥丁区养殖场																												
工程	办公宿舍用房	办公用房建筑面积 2820.0 平方米																											
	化验室	建筑面积 35.2 平方米																											
公用工程	供水	引入海水量为 3375m ³ /a																											
	供电	用电量 100 万度,由市政电网供电,设置 1 台 300KW 的备用发电机																											
环保工程	废气处理	备用发电机尾气通过楼顶排放,厨房油烟油烟净化器处理后,高空排放																											
	废水处理	本项目养殖废水经净化处理后,85%循环使用,15%达标排放入海。产生的少量生活污水,经三级化粪池收集后用于厂区绿化,不外排																											
	噪声处理	选用低噪声设备																											
	固废处理	废编织袋经收集后定期外售给物资回收公司;污泥交由有处理能力的单位处理;员工生活垃圾存储于指定																											

		的垃圾桶内，由环卫部门定期清运处理		
3、产品方案、生产规模及产品规格				
本项目产品主要具体见下表。				
表 1-2 项目产品方案一览表				
产品名称	数量	单位	养殖批次	养殖时间
南美白对虾		吨/年	2	4-5 个月
泥丁		吨/年	2	4-5 个月
4、主要设备				
本项目主要生产设备见表 1-3。				
表 1-3 项目设备一览表				
序号	设备名称	规格型号		台数
1	水车式增氧机	/		170
2	射流式增氧机	/		160
4	发电机	300KW		1
5	水泵	/		4
5、原辅材料消耗				
本项目原辅材料消耗情况见下表：				
表 1-3 项目主要原辅材料消耗情况一览表				
序号	物料	形态	用量	备注
1	虾苗	/	600 万尾	
2	泥丁	/	1000 万条	
3	对虾饲料	固态	103 吨	
4	漂白粉	固态	10 吨	
南美白对虾配合饲料：适用于南美白对虾养殖全程。主要原料为鱼粉、鱼油、面粉、豆粕、磷酸二氢钙、维生素 A、维生素 D3、天然维生素 E、维生素 K3、维生素 B1 、维生素 B2 、维生素 B6、维生素 B12、L-抗坏血酸-2-磷酸酯、D-泛酸钙、叶酸、肌醇、氯化胆碱、硫酸铜、硫酸亚铁、硫酸锌、硫酸锰、亚硒酸钠、烟酰胺、碘酸钙、氯化钴。南美白对虾配合饲料虾倍长成分为粗蛋白质≥45.0%、粗脂肪≥7.0%、粗纤维≤6.0%、粗灰分≤16.0%、氯化钠 0.3-3.0%、总磷≥1.2%、钙 1.0-4.0%、赖氨酸≥2.6%、粗蛋白质≥45.0%、粗蛋白质≥45.0%，判定合格界限按照 GB/T18823《饲料检测结果判定的允许误差》中有关规定执行。				
漂白粉：项目所用漂白粉为次氯酸钙、氯化钠和氢氧化钠混合物，有强				

	烈气味，化学性质不稳定，遇水遇热可分解。溶于水，为强氧化剂。产品为白色粉末，微带小颗粒，主要用于环境消毒和鱼虾蟹等生物细菌疾病防治和水质改良。 6、公用工程 (1) 给水 生活用水：根据《广东省用水定额第 3 部分：生活》(DB44/T1461.3-2021)，员工在项目就餐、住宿。按国行政机构有食堂 和浴室先进值 ($15\text{m}^3/\text{人}\cdot\text{年}$) 核算，项目总用水量为 180t/a，生活污水产生量按用水量的 90%计，则生活污水产生量约为 162t/a。 养殖用水：项目养殖池水量约为 22500m^3。项目养殖过程中养殖尾水经排水沟至进入沉淀池，经过 24h 沉淀的养殖尾水,沉淀物抽到泥丁养殖池，作为泥丁饵料处理后进入到入海口处入海；上层水进入微生物处理池。微生物处理池中，铺设水处理毛刷型填料和生物球，培养有益微生物、浮游动物等，形成生物膜，进一步清除和分解有机废物，微生物处理池上层水进入藻类净化池,去除氮、磷等无机盐，之后可以进入储水池备用，进行循环利用。则年微生物处理池排水量为 $3375\text{m}^3/\text{a}$，微生物处理池回用水量为 $19125\text{m}^3/\text{a}$，生物滤池循环过程中水损耗以 3%计，则项目需引入海水量为 $3375\text{m}^3/\text{a}$。 (2) 排水 项目养殖尾水经净化处理后，尾水排放量为 $3375\text{m}^3/\text{a}$。产生的少量生活污水，经三级化粪池收集后用于厂区绿化，不外排。 (3) 供电 项目用电量 100 万度，由市政电网供电，设置 1 台 300KW 的备用发电机。 7、工作制度及劳动定员 本项目职工总计 12 人，全部在厂内食宿，年工作时间为 270 天。
--	--

总平面及现场布置	本项目为已建成项目，因此无施工布置情况，仅考虑建设项目布局。  养殖池 环水沟 循环水区
施工方案	项目已建设完成，不涉及施工期。
其他	项目已建成运营，不设置比选方案。

三、生态环境现状、保护目标及评价标准

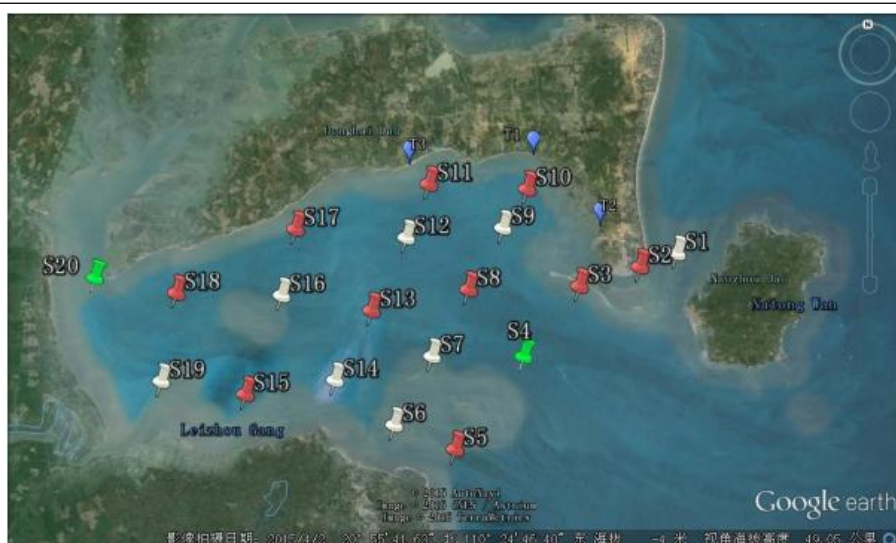
生态环境现状	一、环境空气质量 项目位于湛江市东海岛，根据《湛江市城市总体规划（2011-2020）》，项目所在区划为二类环境空气质量功能区。环境空气质量执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单中的二级标准要求。 基本污染物环境现状 根据《关于印发湛江市环境空气质量功能区划的通知》（湛环〔2011〕457号），本项目环境空气评价范围内均属于环境空气质量二类功能区，执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准。 根据《湛江市生态环境质量年报简报（2022年）》，网址：https://www.zhanjiang.gov.cn/zjsfw/bmdh/sthj/zwgk/hbdt/content/post_1738863.html。2022年湛江市空气质量为优的天数有219天，良的天数133天，轻度污染天数12天，中度污染天数1天，优良率96.4%。二氧化硫、二氧化氮年浓度值分别为$9\mu\text{g}/\text{m}^3$、$12\mu\text{g}/\text{m}^3$，PM₁₀年浓度值为$32\mu\text{g}/\text{m}^3$，一氧化碳（24小时平均）全年第95百分位数浓度值为$0.8\text{mg}/\text{m}^3$，均低于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中一级标准限值；PM_{2.5}年浓度值为$21\mu\text{g}/\text{m}^3$，臭氧（日最大8小时平均）全年第90百分位数为$138\mu\text{g}/\text{m}^3$，均低于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准限值。降尘年均浓度值为2.4吨/平方千米·月，低于广东省8吨/平方千米·月的标准限值。因此，湛江市区范围内SO₂、NO₂、PM₁₀、PM_{2.5}、CO和O₃污染物均符合《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单（生态环境部2018年第29号）的二级标准，属于达标区。 二、水（海洋）环境现状评价 项目附近地表水属于东海岛南部海域，为了解东海岛南部海域的海水质量现状，本报告引用《东海岛南部海域海洋环境调查报告（2021年春季）》相关数据进行评价，该报告的调查单位是广东林阳海洋科技有限公司。 1.调查时间、范围及站位设置 东海岛南部海域海洋环境调查共设置20个水质站位，12个生物生态站位、3个潮间带断面。采样时间为2021年3月1-2日（春季）。具体站位见图3-1及
--------	---

表 3.1-1。

表 3.1 调查海域环境质量现状调查站位表

站位	经度 (E)	纬度 (N)	调查项目
S1	110°32'39.35"	20°55'33.84"	水质
S2	110°31'16.66"	20°55'15.42"	水质、生态
S3	110°29'1.44"	20°54'42.61"	水质、生态
S4	110°26'47.67"	20°52'29.16"	水质、生态
S5	110°24'3.4"	20°49'31.28"	水质、生态
S6	110°21'54.73"	20°50'30.31"	水质
S7	110°23'28.60"	20°52'43.88"	水质
S8	110°24'59.27"	20°54'53.43"	水质、生态
S9	110°26'24.36"	20°56'53.34"	水质
S10	110°27'24.24"	20°58'8.34"	水质、生态
S11	110°23'50.69"	20°58'33.67"	水质、生态
S12	110°22'52.22"	20°56'48.83"	水质
S13	110°21'24.56"	20°54'26.07"	水质、生态
S14	110°19'53.10"	20°52'10.5"	水质
S15	110°16'35.89"	20°51'55.61"	水质、生态
S16	110°18'11.01"	20°55'11.01"	水质
S17	110°18'52.67"	20°57'23.20"	水质、生态
S18	110°14'21.94"	20°55'32.03"	水质、生态
S19	110°13'34.29"	20°52'35.39"	水质
S20	110°11'26.37"	20°56'16.11"	水质、生态
T1	110°27'55.47"	20°59'44.89"	潮间带
T2	110°30'8.68"	20°57'10.24"	潮间带
T3	110°23'23.66"	20°59'44.89"	潮间带

渔业资源调查调查站位：S3、S5、S8、S13、S18。



注：S1-S20 为采为水质采样点，其中带红色和绿色为生态采样点；T1-T3 为潮间带采样点

图 3-1 海洋环境质量调查站位图

2.海水水质质量调查

(1) 调查项目和方法

海水环境质量现状调查的项目包括：水温、水深、透明度、pH、盐度、溶解氧（DO）、悬浮物（SS）、化学需氧量（COD_{Mn}）、无机磷、硝酸氮、亚硝酸氮、氨氮、硅酸盐、挥发酚、硫化物、氟化物、石油类、铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷、镍、可吸附有机卤素（AOX）等 26 项。

(2) 调查站位、采样层次和频次

根据海洋环境影响评价和海域使用论证等相关专项报告一级编制的技术要求，海水环境质量现状调查布设了 20 个监测站位，各监测站位在海域中的相对位置见图 3-1 所示，各监测站位具体的经纬度见表 3.1-1 所示。

海水水质现状调查水样的采集层次安排如下：水深≤10m，采表层（0.5m）；10m≤ 水深≤25m，采表层（0.5m）、底层；水深≥25m，采表（0.5m）、中（1/2 水深层）、底层水样。石油类项目只采表层样。

(3) 调查结果

调查结果见表3-1。

(4) 海水水质现状调查结论

水体中 pH 值、溶解氧、铜、锌、镉、砷、铅、铬、镍、石油类、硫化物、挥发酚以及无机氮含量均符合第一类海水水质标准；90%站位的表层水质汞含量、全部站位的化学需氧量、85%站位的表层以及全部站位的底层无机磷含量均符合第二类海水水质标准。根据《广东省海洋功能区划》的要求，调查海域水体中 pH 值、溶解氧、铜、锌、镉、砷、铅、铬、镍、石油类、硫化物、挥发酚、无机氮以及化学需氧量等均满足规划的要求：仅 15%站位表层的无机磷含量、10%站位表层以及 1 个站位的底层水质汞含量略超出第二类海水水质标准。因此，上述指标均基本满足规划要求。

表 3-1 评价海域大面站海水水质调查结果表

站 位	层 次	水深 m	透明度 m	温度 ℃	盐度	pH	DO mg/L	COD mg/L	悬浮物 mg/L	石油类 mg/L	无机磷 mg/L	硅酸盐 mg/L	氟化物 mg/L	硫化物 μg/L	挥发酚 μg/L
S1	表	0.8	0.5	23.3	34.0	8.05	7.59	1.19	12.4	0.01	0.011	1.08	0.71	ND	ND
S2	表	2.0	1.0	24.1	33.9	8.09	8.23	1.32	26.2	0.01	0.016	1.77	0.69	ND	ND
S3	表	6.0	1.5	22.3	33.7	7.97	7.34	0.85	9.6	0.01	0.019	1.48	0.65	ND	ND
S4	表	14.5	1.5	22.6	33.6	7.81	7.07	1.55	24.0	0.01	0.013	1.33	0.61	ND	ND
	底	-	-	22.5	31.6	7.86	6.73	1.74	28.0		0.011	1.05	0.60	ND	ND
S5	表	7.0	1.1	23.6	33.7	8.04	7.39	1.72	18.5	0.02	0.026	1.13	0.67	ND	ND
S6	表	2.0	1.0	24.1	33.9	8.09	7.47	1.50	26.4	0.03	0.020	0.938	0.70	ND	ND
S7	表	5.0	1.3	21.8	33.8	7.96	7.29	1.17	16.0	0.01	0.018	1.05	0.72	ND	ND
S8	表	9.5	1.7	22.4	33.6	8.02	7.91	1.58	20.4	0.01	0.045	1.48	0.68	ND	ND
S9	表	4.5	1.3	21.6	34.2	8.00	6.71	1.41	19.4	0.01	0.022	0.932	0.67	ND	ND
S10	表	1.1	0.8	22.4	33.6	7.96	7.27	1.52	14.2	0.01	0.023	1.30	0.69	ND	ND
S11	表	1.8	1.2	22.8	33.4	7.96	7.76	1.48	11.8	0.01	0.021	1.36	0.66	ND	ND
S12	表	5.5	1.8	20.9	34.5	7.95	6.78	1.64	19.0	0.01	0.021	1.56	0.73	ND	ND
S13	表	11.0	2.0	21.9	33.5	7.99	7.53	1.71	13.9	0.01	0.021	1.27	0.66	ND	ND
	底	-	-	22.4	33.1	7.98	7.09	1.76	38.8	-	0.029	1.32	0.69	ND	ND
S14	表	3.8	1.0	24.5	32.1	8.01	7.29	1.54	8.6	ND	0.025	1.10	0.70	ND	ND
S15	表	2.8	1.3	23.4	32.5	7.96	7.31	1.87	27.0	0.01	0.029	1.57	0.69	ND	ND
S16	表	9.5	2.0	21.5	33.0	7.98	7.11	1.60	13.5	0.01	0.039	1.16	0.60	ND	ND
S17	表	3.6	1.0	23.4	32.8	7.95	6.94	1.61	21.6	0.01	0.025	1.33	0.68	ND	ND
S18	表	10.0	1.8	24.1	30.9	7.96	7.59	1.45	17.2	0.01	0.027	1.14	0.67	ND	ND
	底	-	-	23.8	30.9	7.98	7.47	1.72	25.6	-	0.018	1.68	0.64	ND	ND
S19	表	4.0	1.1	23.9	30.9	7.95	8.14	1.87	29.2	0.01	0.022	1.14	0.60	ND	ND
S20	表	6.5	1.0	24.5	29.3	7.89	7.43	2.39	78.4	0.01	0.035	1.45	0.60	ND	ND
最小值		0.8	0.5	20.9	29.3	7.81	6.71	0.85	8.6	ND	0.011	0.932	0.60	ND	ND
最大值		14.5	2.0	24.5	34.5	8.09	8.23	2.39	78.4	0.03	0.045	1.77	0.73	ND	ND
平均值		5.5	1.3	23.0	33.0	7.98	7.41	1.55	21.4	0.01	0.024	1.28	0.67	ND	ND
最小值		-	-	22.4	30.9	7.86	6.73	1.72	25.6	-	0.011	1.05	0.60	ND	ND
最大值		-	-	23.8	33.1	7.98	7.47	1.76	38.8	-	0.029	1.68	0.69	ND	ND
平均值		-	-	22.9	31.9	7.94	7.10	1.74	30.8	-	0.020	1.35	0.64	ND	ND

注：“ND”表示未检出或低于检出限，“-”表示未监测该指标。

续表 3-1 评价海域大面站海水水质调查结果表

站 位	层 次	亚硝酸盐 mg/L	硝酸盐 mg/L	氨氮 mg/L	无机氮 mg/L	铜 μg/L	锌 μg/L	镉 μg/L	铅 μg/L	铬 μg/L	镍 μg/L	砷 μg/L	汞 μg/L	可吸附有 机卤素 mg/L
S1	表	0.004	0.004	0.048	0.056	0.66	1.50	0.05	ND	0.47	0.92	0.913	0.073	0.631
S2	表	0.004	0.017	0.035	0.056	0.76	4.63	0.06	0.20	0.53	1.05	1.86	ND	0.588
S3	表	0.002	0.009	0.036	0.046	0.84	4.71	0.07	0.08	0.51	1.26	0.760	0.022	0.845
S4	表	0.002	ND	0.011	0.013	0.81	5.70	0.05	ND	0.43	1.16	1.04	ND	0.927
	底	ND	ND	0.011	0.011	1.24	1.63	0.04	0.22	0.52	1.04	0.635	0.105	0.614
S5	表	ND	ND	0.035	0.035	0.58	1.66	0.05	ND	0.51	0.89	0.678	0.098	0.847
S6	表	ND	ND	0.023	0.023	1.63	2.62	0.04	0.20	0.53	0.91	0.689	0.008	1.86
S7	表	0.001	ND	0.022	0.023	0.66	1.48	0.03	0.14	0.50	1.06	0.586	0.020	0.524
S8	表	0.002	ND	0.017	0.019	0.68	1.74	0.04	ND	0.49	1.03	0.696	0.157	0.513
S9	表	0.001	ND	0.038	0.039	0.68	2.27	0.04	ND	0.48	1.14	0.718	0.025	0.589
S10	表	0.002	ND	0.025	0.027	0.77	2.46	0.04	0.08	0.50	1.04	1.43	0.045	1.37
S11	表	0.003	ND	0.033	0.036	0.68	1.28	0.04	ND	0.52	1.19	0.854	0.150	1.36
S12	表	ND	ND	0.019	0.019	0.66	1.43	0.04	ND	0.51	1.03	0.518	0.135	1.07
S13	表	0.001	ND	0.039	0.039	0.78	1.36	0.04	ND	0.43	0.96	0.672	0.119	0.910
	底	ND	ND	0.019	0.019	1.05	4.10	0.05	ND	0.53	1.28	0.651	0.203	1.23
S14	表	ND	ND	0.022	0.022	2.33	4.08	0.07	0.15	0.59	1.40	0.600	ND	1.03
S15	表	0.001	ND	0.017	0.018	0.73	1.30	0.06	ND	0.53	1.23	0.691	ND	1.18
S16	表	0.001	ND	0.005	0.006	0.71	1.38	0.06	ND	0.50	1.22	0.641	0.194	0.860
S17	表	0.002	ND	0.010	0.012	1.06	3.91	0.08	0.43	0.56	1.25	1.16	0.026	1.10
S18	表	0.002	ND	0.042	0.044	1.15	6.05	0.06	ND	0.48	1.25	1.00	0.051	1.34
	底	ND	ND	0.011	0.011	1.20	4.34	0.06	ND	0.50	1.45	1.10	0.038	2.02
S19	表	ND	ND	0.048	0.048	1.38	12.4	0.09	0.10	0.54	1.33	0.999	0.362	5.85
S20	表	0.008	0.059	0.038	0.105	1.14	8.37	0.09	0.13	0.54	1.61	1.35	0.395	1.73
最小值		ND	ND	0.005	0.006	0.58	1.28	0.03	ND	0.43	0.89	0.518	ND	0.513
最大值		0.008	0.059	0.048	0.105	2.33	12.4	0.09	0.43	0.59	1.61	1.86	0.395	5.85
平均值		0.002	0.022	0.028	0.034	0.93	3.52	0.05	0.17	0.51	1.15	0.893	0.118	1.26
最小值		ND	ND	0.011	0.011	1.05	1.63	0.04	ND	0.50	1.04	0.635	0.038	0.614
最大值		ND	ND	0.019	0.019	1.24	4.34	0.06	0.22	0.53	1.45	1.10	0.203	2.02
平均值		ND	ND	0.014	0.014	1.16	3.36	0.05	0.22	0.52	1.26	0.794	0.115	1.29

注：“ND”表示未检出或低于检出限，“-”表示未监测该指标。

三、声环境现状评价

本项目位于广东省湛江市经济技术开发区东简街道下寮村，现状周边主要乡村

及海域滩涂，项目所在区域声环境质量执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）1类标准。本项目为新建项目，厂界外周边 50 米范围内不存在声环境保护目标，故无需对项目周边环境进行声环境质量现状监测。

四、生态环境

1、海洋功能区划

根据《广东省海洋功能区划（2011—2020 年）》（2012 年），本项目所在区域的海洋功能区划为东海岛南部工业与城镇用海区，周边海域的功能区还有：湛江-珠海近海农渔业区、雷州湾农渔业区、东里海洋保护区、硇洲岛南海洋保护区、东海岛旅游休闲娱乐区等。

东海岛南部工业与城镇用海区的海域使用管理要求为：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. 在基本功能未利用前，保留养殖等渔业用海；4. 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；5. 工程建设期间采取有效措施降低对湛江硇洲岛海洋资源自然保护区的影响；6. 加强对围填海的动态监测和监管；7. 优先保障军事用海需求，围填海等开发活动需保障军事设施安全。

东海岛南部工业与城镇用海区的海洋环境保护要求为：1. 保护民安-山北红树林及其生境；2. 基本功能未利用前，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；3. 工程建设期间及建设完成后，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。

本项目排污口所处区域目前尚未被工业与城镇用海活动开发利用，因此，按东海岛南部工业与城镇用海区的海洋环境保护要求，排污口处海域环境质量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、近岸海域环境功能区划

根据《广东省近岸海域环境功能区划（粤府办〔1999〕68 号）》、《湛江市近岸海域环境功能区划（粤环函〔2007〕551 号）》和《关于调整湛江市近岸海域环境功能区划有关问题的复函（粤办函〔2007〕344 号）》，本项目排污口所处海域为东海岛南岸二类区，其主导功能为增殖，执行海水水质二类标准。

综上，以各规划中较严者为标准执行，本项目所处海域属于东海岛南部工业与城镇用海区，项目所处海域的水质环境质量执行《海水水质标准》（GB 3097-1997）

中的第二类标准；沉积物环境质量执行《沉积物质量标准》（GB 18668-2002）中的第一类标准；海洋生物质量，贝类执行《海洋生物质量》（GB 18421-2001）中的第一类标准，甲壳动物、鱼类和软体类执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》的“海洋生物质量标准”（石油烃含量除外），石油烃含量执行《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准。

在东海岛南部工业与城镇用海区外的，根据《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》对海洋环境现状调查站位所在海域的海洋环境保护管理要求，确定各单项评价内容相应的评价标准。

表 3-2 海水水质标准（GB3097-1997） 单位：mg/L（pH 除外）

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

注：第一类 适用于海洋渔业海域，海上自然保护区和珍稀濒危海洋生物保护区。

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

第三类 适用于一般工业用水区，滨海风景旅游区。

第四类 适用于海洋港口海域，海洋开发作业区。

表 3-3 海洋沉积物质量（GB18668-2002）（单位：除有机碳为 $\times 10^{-2}$ ，其余为 $\times 10^{-6}$ ）

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

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

第二类 适用于一般工业用水区，滨海风景旅游区。

第三类 适用于海洋港口海域，特殊用途的海洋开发作业区。

表 3-4 海洋生物质量（GB18421—2001）（鲜重， $\times 10^{-6}$ ）

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

注：1 以贝类去壳部分的鲜重计；

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

第二类：适用于一般工业用水区、滨海风景旅游区。

第三类：适用于港口海域和海洋开发作业区。

表 3-5 海洋生物质量评价标准（ $\times 10^{-6}$ ）

标准名称	生物类别	铜	铅	镉	锌	总汞	石油烃*
《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的“海洋生物质量评价标准”	鱼 类	20	2.0	0.6	40	0.3	20
	甲壳类	100	2.0	2.0	150	0.2	20
	軟體类	100	10.0	5.5	250	0.3	20

注：石油烃含量执行《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准。

为了解附近海域生态环境现状，本评价引用《东海岛南部海域海洋环境调查报告（2021年春季）》开展的调查结果。详细调查见生态海洋专项评价。

五、地下水环境

本项目属于《环境影响评价技术导则—地下水环境》（HJ610-2016）中“B 农林牧渔海洋 15 海水养殖工程”类，因此本项目为IV类项目，不开展地下水环境影响评价。

与项目有关的原有环境污染和生态破坏问题	本项目为高位水池海水养殖项目，项目在养殖尾水先排放进入沉淀池，经过24h沉淀的养殖尾水,下层水包括沉淀物抽到泥丁养殖池，作为泥丁饵料，利用养虾尾水中的有机物来养殖，有效降低有机物含量，，从而达到“净水”目的；上层水进入微生物处理池。微生物处理池中，铺设水处理毛刷型填料和生物球，培养有益微生物、浮游动物等，形成生物膜，进一步清除和分解有机废物，微生物处理池上层水进入藻类净化池,去除氮、磷等无机盐，之后可以进入储水池备用，进行循环利用。目前，养殖尾水处理系统运行正常，经过专项监测，本项目的养殖尾水所有污染物指标均能满足《海水养殖水排放要求》（SC/T9103-2007）二类标准。
生态环境保护目标	据现场勘察和相关单位的走访调查，评价范围内无重点文物、古迹等敏感目标，无珍稀濒危动、植物的栖息地和集中分布区，尚未发现古树名木分布。项目紧邻红树林保护区等敏感目标，主要的环境保护目标均为海洋生态类。 （1）红树林湿地生态系统 湛江红树林省级自然保护区于1990年建立，1997年批准为国家级自然保护区，保护区总面积20278.8公顷，其中红树林面积7256公顷，约占全国红树林总面积33%，广东省红树林总面积79%,是我国大陆沿海红树林面积最大、种类最多、分布最集中的自然保护区。保护区自然资源十分丰富，有真红树和半红树植物15科25种，主要的伴生植物14科21种，是我国大陆海岸红树林种类最多的地区。其中分布最广、数量最多的为白骨壤、桐花树、红海榄、秋茄和木榄，主要森林植被群落有白骨壤、桐花树、秋茄、红海榄纯林群落和白骨壤+桐花树、桐花树+秋茄、桐花树+红海榄等群落，林分郁闭度在0.8以上。记录有鸟类达194种，是广东省重要鸟区之一，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，中日候鸟条约的80种，中澳候鸟条约的34种，中美候鸟条约的50种，濒危野生动植物国际贸易公约附录I的1种，附录II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。因此，保护区既是留鸟的栖息、繁殖地，又是候鸟的加油站、停留地，是国际候鸟主要通道之一。此外，贝类有3纲41

	科 76 属 130 种，鱼类有 15 目 60 科 100 属 139 种。贝类以帘蛤科种类最多，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。鱼类以鲈形目居绝对优势，27 科 49 属 65 种。有重要经济价值的贝类 28 种、鱼类 32 种。 根据实地考察，项目周边环境敏感目标主要为排污口沿岸的野生红树林群落，项目排污口周边红树林并非湛江红树林保护区划定区域，其为野生红树林群落，根据广东省“三区三线”数据，排污口西侧沿岸红树林群落属于生态保护红线，最近的红树林群落面积为 3004.56 m²。 （2）大气环境保护目标 根据《建设项目环境影响报告表编制技术指南（生态影响类）》。根据调查本项目周边 500m 范围内没有居民区，没有大气敏感点。 （3）声环境保护目标 本项目周边 200m 内没有声环境保护目标。
--	---

表 3-8 海水水质标准（节选） 单位：mg/L（pH 除外）

序号	污染因子	单位	一类标准	二类标准	三类标准
1	pH	无量纲	7.8~8.5		6.8~8.8
2	悬浮物质	mg/L	人为增加量≤10		人为增加量≤100
3	水温		人为造成的海水温升夏季不超过当时当地 1℃，其他不超过 2℃		人为造成的海水温升夏季不超过当时当地 4℃
4	溶解氧	mg/L	>6	>5	>4
5	化学需氧量（COD）	mg/L	≤2	≤3	≤4
6	生化需氧量（BOD ₅ ）	mg/L	≤1	≤3	≤4
7	硫化物	mg/L	≤0.02	≤0.05	≤0.10
8	无机氮（以 N 计）	mg/L	≤0.2	≤0.3	≤0.4
9	非离子氨（以 N 计）	mg/L	≤0.020	≤0.020	≤0.020
10	石油类	mg/L	≤0.05	≤0.05	≤0.30
11	活性磷酸盐	mg/L	≤0.015	≤0.030	
12	氰化物	mg/L	≤0.005	≤0.005	≤0.10
13	挥发酚	mg/L	≤0.005	≤0.005	≤0.010
14	六价铬	mg/L	≤0.005	≤0.010	≤0.020
15	汞	mg/L	0.00005	0.0002	0.0002
16	铜	mg/L	0.005	0.010	0.050
17	铅	mg/L	0.001	0.005	0.010
18	砷	mg/L	0.020	0.030	0.050
19	镉	mg/L	0.001	0.005	0.010
20	锌	mg/L	0.020	0.050	0.10
21	镍	mg/L	0.005	0.010	0.020

表 3-9 海洋沉积物质量（GB18668-2002）

污染因子	石油类（ $\times 10^{-6}$ ）	Pb（ $\times 10^{-6}$ ）	Zn（ $\times 10^{-6}$ ）	Cu（ $\times 10^{-6}$ ）	Cd（ $\times 10^{-6}$ ）	Hg（ $\times 10^{-6}$ ）	As（ $\times 10^{-6}$ ）	Cr（ $\times 10^{-6}$ ）	有机碳（ $\times 10^{-2}$ ）	硫化物（ $\times 10^{-6}$ ）
第一类≤	500	60	150	35	0.5	0.2	20.0	80.0	2.0	300
第二类≤	1000	130	350	100	1.5	0.5	65.0	150.0	3.0	500
第三类≤	1500	250	600	200	5.0	1.0	93.0	270.0	4.0	600

表 3-10 海洋生物（贝类）质量（GB18421-2001） 单位：mg/kg

项目	第一类	第二类	第三类
总汞≤	0.05	0.10	0.30
镉≤	0.2	2.0	5.0
铅≤	0.1	2.0	6.0
铜≤	10	25	50（牡蛎 100）
锌≤	20	50	100（牡蛎 500）
石油烃≤	15	50	80

注：以贝类去壳部分的鲜重计；

表 3-10 海生物体内污染物评价标准（鲜重：×10⁻⁶）

生物类别	石油类	Pb	Zn	Cu	Cd	Hg	引用标准
鱼类≤	20	2.0	40	20	0.6	0.3	《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》和《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》中的生物质量评价标准
甲壳类≤	20	2.0	150	100	2.0	0.2	
软体类≤	20	10.0	250	100	5.5	0.3	

3、声环境质量标准

根据《湛江市城市声环境功能区划分（2020 年修订）》及《声环境质量标准》（3096-2008），项目周边为农田、鱼塘，属于 2 类声环境功能区。因此，项目执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准。

表 3-11 声环境质量标准（摘录）单位：dB（A）

功能区限值标准	标准值	
	昼间 dB（A）	昼间 dB（A）
2 类	60	50

二、污染物排放标准

1、废气排放标准

备用发电机的燃油废气由内置烟井引至天面排放，对NO_x和SO₂的去除效率忽略不计；柴油发电机排气参照广东省地方标准《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二时段二级标准执行；参照原环保部的官方回复，现阶段对于固定式柴油发电机的排放速率与排放高度不做要求，排放浓度参照国家和地方相关排放标准实行。

员工餐厅厨房油烟执行《饮食业油烟排放标准（试行）》（GB18483-2001）小型餐饮业要求（最高允许排放浓度为 2.0mg/m³）

表 3-13 声环境质量标准部分限值 单位：dB(A)

污染物	废气污染物		
	二氧化硫	氮氧化物	烟尘
最高允许排放浓度（mg/m ³ ）	500	120	120
执行标准	广东省地方标准《大气污染物排放限值》（DB44/27—2001）第二时段 二级标准		

2、水污染排放标准

本项目养殖尾水执行《海水养殖水排放要求》（SC/T 9103-2007）二类标准及《湛江市水产养殖尾水排放要求（试行）》（湛农通〔2021〕127号）一级标准较严值。详细标准限值见下表：

污染物	一级标准	二类标准
pH	7.5-8.5	6.5-9

		COD _{Mn}	≤10	≤20					
		无机氮	≤1.00	≤1.00					
		活性磷酸盐	≤0.05	≤0.10					
	3、噪声排放标准								
	运行期间执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）的表1中2类标准，2类标准为昼间60dB（A），夜间50dB（A）。								
	表 3-13 声环境质量标准部分限值 单位：dB(A)								
	<table><tr><td>标准</td><td>昼间</td><td>夜间</td></tr><tr><td>2 类标准</td><td>60</td><td>50</td></tr></table>				标准	昼间	夜间	2 类标准	60
标准	昼间	夜间							
2 类标准	60	50							
	4、固废								
	一般工业固体废物执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB 18599-2020）。《一般工业固体废物管理台账指定指南（试行）》中相关要求。生活垃圾排放及管理执行中华人民共和国建设部令第 157 号《城市生活垃圾管理规定》。								
其他	根据本项目的特点，本项目为生态影响类项目，不属于污染影响类项目，故不设置总量控制指标。								

四、生态环境影响分析

施工 期生 态环 境影 响分 析	本项目属于补办环评，施工期已结束，本项目不涉及施工期。
运营 期生 态环 境影 响分 析	1、大气环境影响分析 (1) 备用柴油发电机尾气 本项目拟设置1台备用柴油发电机，功率为300Kw，以轻质柴油为燃料。该地区日常供电稳定，发电机使用频次较低，因此本项目备用柴油发电机按年工作48h计，耗油功率为0.228kg/Kw·h，则全年耗油量为300Kw×48h/a×0.228kg/Kw·h=3283.2kg/a=3.283t/a。 根据《大气污染工程师手册》，当空气过剩系数为1时，1kg柴油产生的烟气量约为11Nm³。一般柴油发电机空气过剩系数为1.8，则发电机每燃烧1kg柴油产生的烟气量为11×1.8=19.8Nm³，则每年产生的烟气量为65007.36Nm³，柴油燃烧产生的污染物计算公式如下： $Q_{SO_2}=2 \times B \times S$ $Q_{NOx}=1.63 \times B \times (N \times \eta + 0.000938)$ $Q_{\text{烟尘}}=B \times A$ 式中：Q——污染物排放量，kg； B——耗油量，kg； S——含硫率，%，含硫率取0.001%； N——含氮率，%，柴油含氮率取0.02%； η——燃烧时氮的转化率，%，燃烧时氮的转化率取40%； A——灰分含量，%，灰分含量取0.01%。 各污染物计算如下： ①SO₂计算

$$Q_{SO_2}=2 \times B \times S=2 \times 3283.2 \text{kg/a} \times 0.001\%=0.066 \text{kg/a}。$$

②NO_x计算

$$Q_{NO_x}=1.63 \times B \times (N \times \eta + 0.000938) = 1.63 \times 3283.2 \text{kg/a} \times (0.02\% \times 40\% + 0.000938) = 5.448 \text{kg/a}。$$

③烟尘计算

$$Q_{\text{烟尘}}=B \times A=3283.2 \text{kg/a} \times 0.01\%=0.328 \text{kg/a}。$$

(2) 食堂油烟

本项目设有员工食堂，就餐人数约 2012 人，日用餐数按 3 次/天，人均食用动植物油量按 20g/次计，动植物油挥发量为 2.83%，则厨房油烟的产生量为 20.38g/d（5.50kg/a）。

2、噪声环境影响分析

(1) 噪声源强

项目的主要高噪声污染源强为 330 台增氧机和 4 台水泵，单台增氧机的源强在 65dB(A)~70dB(A)。单台水泵的源强在 60dB(A)~70dB(A)。

(2) 噪声影响分析

本项目位置较为偏僻，远离周边声环境敏感点。按照编制指南的要求，对于此种情况，只需定性说明即可。项目运营时对于周边的居民区声环境影响轻微。

3、水污染源

本项目主要的水环境影响即为养殖尾水排海造成的水环境影响及水生态环境影响，根据《建设项目环境影响报告表编制技术指南（生态影响类）》（试行）对于生态环境影响分析部分的编制要求，设计污染影响的，参照《建设项目环境影响报告表编制技术指南（污染影响类）》（试行）分析。

(1) 废水产生及排放源强

生活用水：根据《广东省用水定额第 3 部分：生活》（DB44/T1461.3-2021），员工在项目就餐、住宿。按国行政机构有食堂和浴室先进值（15m³/人•年）核算，项目总用水量为 180t/a，生活污水产生量按用水量的 90%计，则生活污水产生量约为 162t/a。

养殖用水：项目养殖池水量约为 22500m³。项目养殖过程中养殖尾水经排水

	沟至进入沉淀池，经过 24h 沉淀的养殖尾水,沉淀物抽到泥丁养殖池，作为泥丁饵料处理后进入到入海口处入海；上层水进入微生物处理池。微生物处理池中，铺设水处理毛刷型填料和生物球，培养有益微生物、浮游动物等，形成生物膜，进一步清除和分解有机废物，微生物处理池上层水进入藻类净化池,去除氮、磷等无机盐，之后可以进入储水池备用，进行循环利用。则年微生物处理池排水量为 3375m³/a，微生物处理池回用水量为 19125m³/a，生物滤池循环过程中水损耗以 3%计，则项目需引入海水量为 3375m³/a。 项目养殖尾水经净化处理后，尾水排放量为 3375m³/a。产生的少量生活污水，经三级化粪池收集后用于厂区绿化，不外排。 本项目回用水按照《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020），用于冲厕、车辆冲洗、城市绿化、道路清扫、消防、建筑施工等非饮用的再生水属于城市杂用水，执行城市杂用水回收水质标准。 本项目养殖水污染源主要是残饵和生物粪便等排泄物进入水体，对水体产生污染，主要污染物是总氮、总磷、COD。产排污情况根据《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》中的方法进行核算，具体核算公式见如下： 污染物产生量的计算方法为： 污染物产生量=产污系数×养殖增产量 污染物排放量的计算方法为： 污染物排放量=排污系数×养殖增产量 项目排放养殖尾水污染源强依据《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》（环境部公告 2021 年 第 24 号）中的《农业污染源产排污系数手册》确定，广东省海水养殖业主要污染物浓度分别为 COD 13.468 千克/吨，氨氮 0.462 千克/吨，总氮 2.689 千克/吨以及总磷 0.522 千克/吨。 本项目主要养殖南美白对虾和泥丁，南美白对虾年 2 茬生产规格 60-90 尾/公斤南美白对虾 80-90 吨。泥丁年投入量 1000 万条，年产量 10 吨。项目总年产值约为 190 吨。项目年运营天数为 270 天。项目养殖池水量约为 22500m³，项目养殖过程中养殖尾水经排水沟至进入沉淀池，经过 24h 沉淀的养殖尾水,沉淀物抽到泥丁养殖池，作为泥丁饵料处理后进入到入海口处入海，项目养殖尾水年排水量约为 3375m³/a，根据实际养殖情况，本项目污水为间歇排放，集中于每年 3、
--	---

4、5、9、10 与 11 月的潮落期各排放一次，一次排放时间约 24h，即排放流量约为 $562.5\text{m}^3/\text{d}$ 、 6.51L/s 。

选取总氮、总磷和 COD 为本项目的养殖特征污染物，按养殖面积全部养满的情况下估算，养殖特征污染物的排放源强：

表 4-1 养殖尾水污染物产生情况

养殖品种	生产量 (t/a)	指标	总氮	总磷	COD
南美白 对虾	180	产污系数(g/kg)	2.689	0.522	13.468
		污染物产生量 (kg/a)	484.02	93.96	2424.24
泥丁	10	产污系数(g/kg)	2.689	0.522	13.468
		污染物产生量 (kg/a)	26.89	5.22	134.68
污染物产生总量 (kg/a)			510.91	99.18	2558.92
排放总量(按 90%*90%去除率, kg/a)			5.11	0.99	25.59
排放源强(项目年排放海水 3375m³, kg/m³)			0.0015	0.00029	0.0076

年排放海水 3375m^3 ，污染物浓度的产生量总氮为 $0.151\text{kg}/\text{m}^3$ ，总磷为 $0.029\text{kg}/\text{m}^3$ ，COD $0.758\text{kg}/\text{m}^3$ 。

综上，本项目年排放海水 3375m^3 ，项目尾水通过藻类处理以及微生物处理池处理后排放，两种方法去除效率各按 90%计算，污染物排放源强分别为：总氮 $0.0015\text{kg}/\text{m}^3$ ，总磷 $0.00029\text{kg}/\text{m}^3$ ，COD $0.0076\text{kg}/\text{m}^3$ 。

海水水质标准中采用的是无机氮，需将预测后的总氮浓度转化为无机氮浓度，无机氮占总氮的比例为 60%，即无机氮=0.6*总氮：根据文献《南黄海海水中各种形态磷的分布变化特征》中黄海各种形态磷的监测结果，总磷与活性磷酸盐的转换关系为 1: 1，即活性磷酸盐=总磷。则本项目排污口排放水污染物浓度为：无机氮为 $0.0009\text{kg}/\text{m}^3$ ，总磷为 $0.00029\text{kg}/\text{m}^3$ ，COD $0.0076\text{kg}/\text{m}^3$ 。

2、实测排放源强

根据湛江腾飞实业有限公司养殖场监督性检测情况（2023 年 5 月 6 日监测，见下图 2.3-2），本项目污水经处理后排放的实测值分别为：无机氮 $0.051\text{mg}/\text{L}$ ，

活性磷酸盐（总磷）0.270mg/L，COD9.72mg/L。

综上，本项目根据《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》核算排污口排放水污染物浓度为：无机氮 0.9 mg/L，总磷 0.29 mg/L，COD 7.6 mg/L；而实测值分别为无机氮 0.051mg/L，活性磷酸盐（总磷）0.270mg/L，COD9.72mg/L。

本报告中关于数值模型预测采用源强取上述两者平均值，即无机氮 0.46mg/L，总磷 0.294mg/L，COD9.65mg/L。

表 4-2 养殖尾水污染物排放源强一览表

类别	无机氮 mg/L	活性磷酸盐 mg/L	COD mg/L
预测源强	0.9	0.29	7.6
2023 年 5 月 6 日实测排污口水质	0.051	0.27	9.72
本报告采用数值模型预测源强	0.476	0.28	8.66

湛江开发区环境监测（测）字（2023）第 2-003 号		第 2 页 共 2 页	
3、废水检测内容及结果			
天气状况		晴	
样品状态		完好	
采样方式及依据		瞬时采样 HJ 91.1-2019	
采样地点		排放口	
采样时间		2023.5.4 11:13	
分析时间		2023.5.4-2023.5.5	
感官描述		浅黄色，无气味，无浮油	
样品编号		230504FS05	
检测内容及结果：			
pH（无量纲）		8.26	
透明度（cm）		≥26	
盐度（‰）		28.3	
溶解氧（mg/L）		11.55	
悬浮物（mg/L）		55	
化学需氧量（mg/L）		9.72	
无机磷（mg/L）		0.270	
无机氮 （mg/L）	亚硝酸盐氮 （mg/L）	0.002	
	硝酸盐氮 （mg/L）	0.003	
	氨 （mg/L）	0.046	
	合计	0.051	
备注：1、分包情况：无。 2、非标准方法使用情况：无。 3、230504FS05 水温为 30.7℃。			
采样人员：林创发 麦燕霞 分析人员：何娜 谢燕 李虹莉 朱光贤 报告编制： 签发： 茅丽秋 审 核： 签发日期：2023年 5 月 6 日 *****报告结束*****			
湛江经济技术开发区环境保护监测站			

图 4-1 养殖尾水监测报表示意图

(3) 水环境影响预测

本报告的预测中，排放口的海洋环境影响主要考虑本项目附近水域的水质变化情况。

排放口位置：位于湛江市东海岛南侧，排放口坐标为北纬 20°57.7'，东经 110°29.6'E。

排放方式：岸边连续排放。

预测因子：水环境影响预测因子为废水中的 COD、无机氮、活性磷酸盐。

预测源强：污染物排放情况见表 4-3。

表 4-3 污染物排放源强

工况	排放状况	排水量(m³/s)	预测因子	浓度（kg/m³）
----	------	-----------	------	-----------

图 4-1 养殖尾水监测报表示意图

（3）水环境影响预测

本报告的预测中，排放口的海洋环境影响主要考虑本项目附近水域的水质变化情况。

排放口位置：位于湛江市东海岛南侧，排放口坐标为北纬 20°57.7'，东经 110°29.6'E。

排放方式：岸边连续排放。

预测因子：水环境影响预测因子为废水中的 COD、无机氮、活性磷酸盐。

预测源强：污染物排放情况见表 4-3。

表 4-3 污染物排放源强

工况	排放状况	排水量(m³/s)	预测因子	浓度（kg/m³）
----	------	-----------	------	-----------

1	正常排放	0.00651	COD	8.66
2			无机氮	0.28
3			活性磷酸盐	0.476

预测工况：正常排放计算时间为 1 天，排放后稀释按 8 天计算，包含完整的大中小全潮过程。

工况 1：COD 排放，流量 0.00651m3/s，污染物浓度 8.66mg/L；
 工况 2：无机氮排放，流量 0.00651m3/s，污染物浓度 0.28mg/L；
 工况 3：活性磷酸盐排放，流量 0.00651m3/s，污染物浓度 0.476mg/L。

1.1.1 正常排放 COD 的扩散（工况 1）

COD 正常排放污染物包络范围图如图 4.2-1 所示。

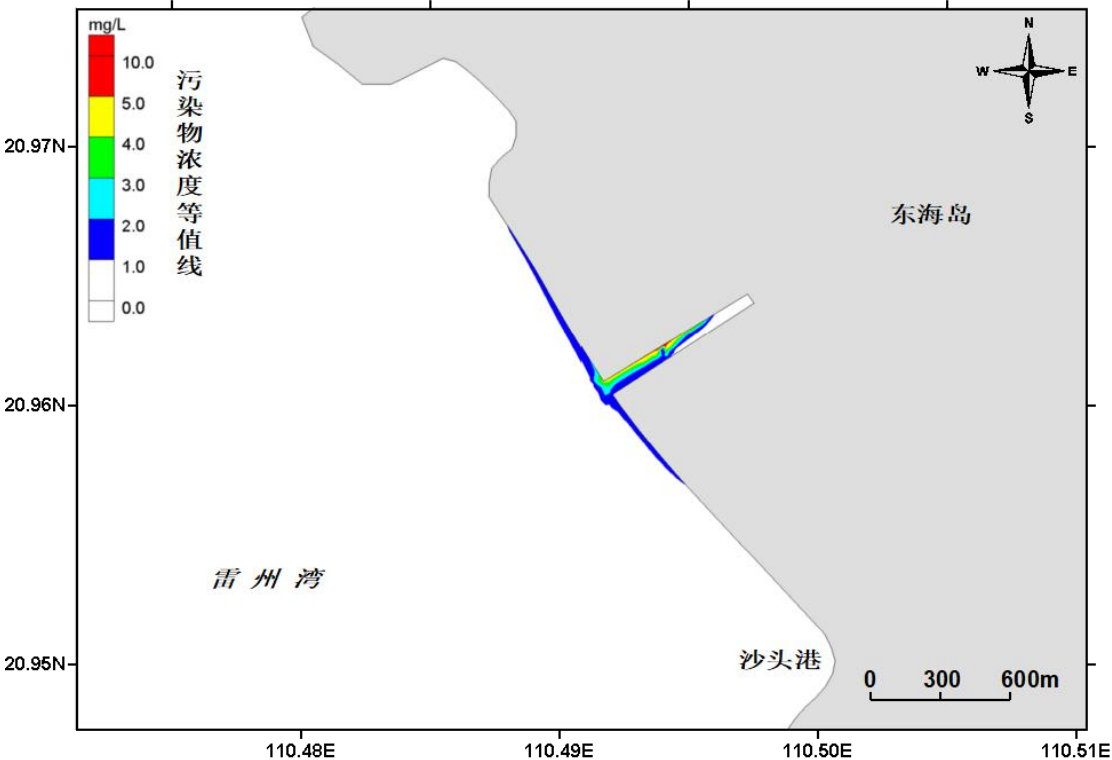


图 4-2 大中小全潮期，COD 正常排放浓度包络线分布图

正常排放情况下，排水口 COD 浓度为 0.0076kg/m³，废水排放流量为 0.00651m³/s。

由图 4-2 可知，污染物自排放口向外扩散后主要在近岸区顺岸扩散，向外海扩散的范围很小，即主要在排放沟入海口的东南和西北近岸区扩散。大中小全潮期，水体污染物浓度大于 1.0mg/L 的扩散范围主要集中在排水口附近水域，水体污染物浓度大于 1.0mg/L 的范围向西北扩散的最远距离（离排水口）为 0.67km

左右，向东南方向扩散的最远距离（离排水沟入海口）为 0.45km 左右，浓度大于 2.0mg/L 的水体出现在排水口附近的 0.12km 范围内。

表 4-2 为 COD 污染物扩散的包络面积，由表 4.2-2 可知，污染物浓度大于 2.0mg/L、3.0mg/L、4.0mg/L、5.0mg/L 的包络面积分别为 **0.018km²**、**0.008km²**、**0.005km²**、**0.001km²**。

表 4-4 COD 污染物浓度包络面积（km²）

浓度	>2.0mg/L	>3.0mg/L	>4.0mg/L	>5.0mg/L
工况 1	0.018	0.008	0.005	0.001

1.1.2 正常排放无机氮的扩散（工况 2）

正常排放无机氮污染物包络线图如图 4-3 所示。

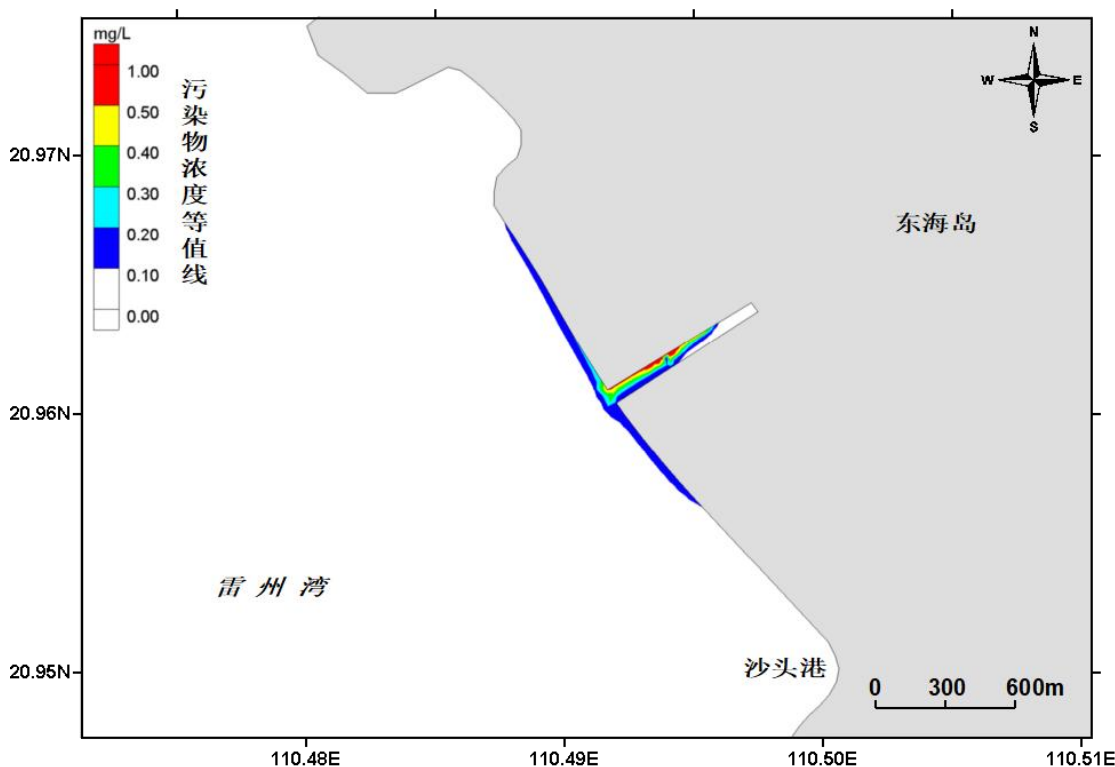


图 4-3 大中小全潮期，正常排放无机氮浓度包络线分布图

正常排放情况下，排水口无机氮的浓度为 0.0009kg/m³，废水排放流量为 0.00651m³/s。

由图 4-3 可知，大中小全潮期，水体污染物浓度大于 0.05mg/L 的扩散范围主要集中在排水沟入海口东南-西北方向的顺岸水域，水体污染物浓度大于 0.05mg/L 的范围向西北扩散的最远距离（离排水沟入海口）为 0.86km 左右，向

东南扩散的最远距离（离排水沟入海口）为 0.72km 左右，浓度大于 0.1mg/L 的水体出现在排水口附近的 0.13km 范围内。

表 4-5 为无机氮污染物浓度扩散的包络面积，由表 4.2-3 可知，无机氮污染物浓度大于 0.2mg/L、0.3mg/L、0.4mg/L、0.5mg/L 的包络面积分别为 **0.011km²**、**0.006km²**、**0.001km²**、**0.000km²**。

表 4-5 无机氮污染物浓度的包络面积（km²）

浓度	>0.2mg/L	>0.3mg/L	>0.4mg/L	>0.5mg/L
工况 2	0.011	0.006	0.001	0.000

1.1.3 正常排放活性磷酸盐的扩散（工况 3）

正常排放活性磷酸盐污染物包络范围图如图 4-4 所示。

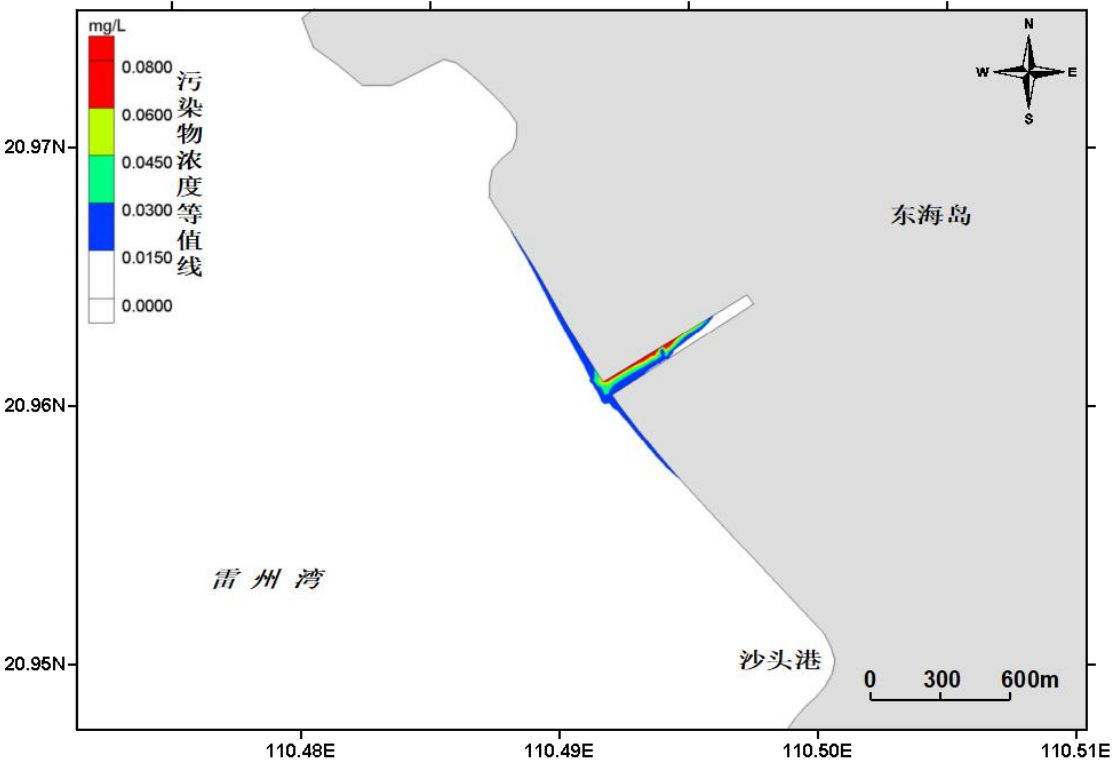


图 4-4 大中小全潮期，正常排放活性磷酸盐浓度包络线分布图

正常排放情况下，排水口活性磷酸盐浓度为 0.00029kg/m³，废水排放流量为 0.00651m³/s。

由图 4-4 可知，大中小全潮期，水体污染物浓度大于 0.015mg/L 的扩散范围主要集中在排水沟入海口东南-西北方向的顺岸水域，水体污染物浓度大于 0.015mg/L 的范围向西北方向扩散的最远距离（离排水沟入海口）为 0.58km 左右，向东南方向扩散的最远距离（离排水口）为 0.55km 左右，浓度大于 0.030mg/L

的水体出现在排水口附近的 0.12km 范围内。

表 4-6 为活性磷酸盐污染物浓度扩散的包络面积，由表 4.2-4 可知，活性磷酸盐污染物浓度大于 0.015mg/L、0.030mg/L、0.045mg/L 的包络面积分别为 **0.043km²、0.016km²、0.007km²**。

表 4-6 活性磷酸盐污染物浓度包络面积 (km²)

浓度	>0.015mg/L	>0.030mg/L	>0.045mg/L
工况 3	0.043	0.016	0.007

(4) 总结

正常排放情况下，本项目 COD 污染物浓度大于 2.0mg/L 的扩散包络面积为 0.018 km²，大于 5.0mg/L 的扩散包络面为 0.001km²，COD 扩散范围主要集中于排水口附近的 0.12km 范围内；无机氮污染物浓度大于 0.2mg/L 的扩散包络面积为 0.011 km²，无大于 0.5mg/L 的包络面，污染物主要出现在排水口附近的 0.13km 范围内；活性磷酸盐污染物浓度大于 0.015mg/L 的扩散包络面积为 0.043 km²，大于 0.045mg/L 的扩散包络面为 0.007km²，污染物主要出现在排水口附近的 0.12km 范围内。

综上所述，本项目造成的污染物（COD、无机氮、活性磷酸盐）扩散范围主要于排水口附近的 0.13km 范围内，扩散范围较小。

根据《海水养殖水排放要求》（SC/T 9103-2007）二类标准，COD、无机氮、活性磷酸盐标准分别为低于等于 20mg/L、1.00mg/L、0.1mg/L，由预测结果可见，本项目养殖尾水排放后污染物扩散的 0.13km 范围内水质 COD、无机氮、活性磷酸盐浓度最大为 5.0mg/L、0.4mg/L、0.045mg/L，排污口最近的调查站位为 S10 站位，其 COD、无机氮、活性磷酸盐浓度为 1.52mg/L、0.027mg/L、0.023mg/L，叠加后浓度为 6.52mg/L、0.427mg/L、0.068mg/L，其满足《海水养殖水排放要求》（SC/T 9103-2007）二类标准。

本项目排污口所处区域目前尚未被工业与城镇用海活动开发利用，因此，按东海岛南部工业与城镇用海区的海洋环境保护要求，排污口处海域环境质量执行海水水质二类标准，根据《湛江市水产养殖尾水排放要求（试行）》（湛农通〔2021〕127 号），排放水域为第一类水质的海域，排入该水域的养殖尾水需达到 COD ≤10mg/L、活性磷酸盐 ≤0.05mg/L、无机氮 ≤1mg/L 的要求，本项目养殖尾水排

	放后污染物扩散的 0.13km 范围内水质 COD、无机氮、活性磷酸盐浓度最大为 5.0mg/L、0.4mg/L、0.045mg/L，养殖尾水稀释后低于其标准要求，但排污口最近的调查站位为 S10 站位，其 COD、无机氮、活性磷酸盐浓度为 1.52mg/L、0.027mg/L、0.023mg/L，叠加后浓度为 6.52mg/L、0.427mg/L、0.068mg/L，其中活性磷酸盐浓度超出《湛江市水产养殖尾水排放要求（试行）》的要求，本项目应进一步加强对排放尾水的监测，并采取大潮期排放或拓展新的养殖尾水处理方式降低排放的养殖尾水活性磷酸盐含量。 4、固体废物污染源 项目运营期产生的固体废物主要是生活垃圾、废包装袋，属于一般性固体废物。 （1）生活垃圾 本项目职工总计 12 人，年工作时间为 270 天，员工生活垃圾产生系数按 0.5kg/人·日计，则员工生活垃圾产生量为 1.62t/a，收集后由环卫部门统一清运。 （2）废包装袋 本项目原材料使用塑料袋袋装，生产活动过程中，会产生废包装袋，产生量约为 0.1t/a，经收集后定期外售给物资回收公司。 5、排放尾水对于海洋生物环境影响分析 （1）对海洋生物生态毒性分析 化学物质进入水环境后，对水生生物造成的影响是多方面的，全面地评价一种化学物质的环境效应需要进行各种试验和收集各项有关的资料，从而获得化学物质对水环境生态毒理学影响的较为完整的评价。水生生物急性毒理试验最重要的方法之一，该方法不仅可以用来测定和评价单一化学物质对水生生物的影响，而且还能用来直接测定工业废水的毒性和几种化学物质混合后的联合毒性。急性毒性试验的目的是探明环境污染物与机体作短间接触后所引起的损伤作用，找出污染物的作用途径、剂量与效应的关系。 总氮、总磷对海洋生物的影响 a 水体富营养化对海洋生物的影响 氮、磷含量是造成水体富营养化的两大主要因素，而富营养化对沿岸海洋生态系统的直接影响是提高了浮游植物生产力和生物量，间接影响就是改变了浮游
--	---

生物群落和底栖生物的群落结构和季节循环，改变了传统食物链(浮游植物→浮游动物)和微生物环的能量负荷，引起了高营养级生物资源(鱼、虾、贝)变化。富营养化提高了浮游植物生产量，增加了底栖生物的食物和真光层的氧气供应，混浊度增加，减少光的穿透，限制了下层褐藻和底栖红藻的生长。由于食物供应增加，底栖动物生长加快会增加氧气消耗，增加的有机物质促进了细菌大量繁殖分解有机物耗氧。沉积物表层的硫细菌产生 H_2S ， H_2S 扩散到海水上层还会消耗氧气，这样就形成了缺氧环境。若是水交换缓慢，缺氧程度加剧，缺氧现象通过分子和湍流扩散扩展到上层水体，也会通过水平运动扩展到周围水域，大型底栖和浮游生物就会大量死亡。于占国研究发现对虾暴发性流行病的产生与水体的富营养化密切相关。富营养化生态系统有 2 个明显的特征：①浮游植物水华发生频率增加，水华之后底栖生物量呈现增加趋势；②由于缺氧，底栖生物死亡率有大量增加的趋势。

b 富营养化引起的赤潮对海洋生物的影响

氮、磷作为营养来源，其含量直接影响着浮游植物、大型水生植物等的生长和繁殖，根据中国近岸海域的富营养化普遍受营养盐限制的特征，氮、磷是产生富营养化的主要因素，而氮、磷对其它海洋生物的影响则主要表现为水体富营养化所产生的影响。

水体富营养化(eutrophication)是指在人类活动的影响下，氮、磷等营养物质大量进入湖泊、河口、海湾等缓流水体，引起藻类及其它浮游生物迅速繁殖，水体溶解氧含量下降，水质恶化，鱼类及其它生物大量死亡的现象。这种现象在海洋中出现称为“赤潮”。自然水体发生富营养化是近年来水体污染的一个重要方面，而营养物质向水体的输入是促使富营养化发生的一个关键因子。

富营养化会破坏水域的生态平衡，使原有生态系统的结构发生改变、生态功能退化。海水富营养化不仅产生直接环境生态效应，而且产生间接环境生态效应、长期环境生态效应等一系列不良后果。

就单因子的化学参数来看，目前公认的海洋富营养化的标准是：DIN 为 $0.20\sim0.30\text{mg/L}$ ，DIP 为 0.02mg/L 。还有学者提出了根据氮磷比值法对富营养化进行评价。氮磷比值法是以海洋浮游植物对氮、磷营养盐吸收的 Redfield 比值为理论基础，根据国家海水水质标准，确定贫营养型、中营养型和富营养型海水

	中 DIN 和 PO₄-P 浓度的上限或下限阈值。然后，根据 DIN/PO₄-P 比值分析目标海域潜在性海水富营养化状况。该方法将 N/P>30 划为磷限制海区，N/P<8 划为氮限制海区，将海水分为 9 类海水富营养化状况，根据该方法对富营养化的划分，可以确定评价为富营养化的 DIN 和 PO₄-P 的最低浓度，即当 DIN 含量 <0.030mg/L、PO₄-P<0.045mg/L 时，水体不属于富营养化（该氮、磷的最低含量不考虑其与海洋功能区划的符合性），而 8<N/P<30 是较有利于浮游植物生长的氮磷比范围。 综上，可确定 DIN<0.30mg/L，DIP<0.02mg/L 为不导致富营养化的氮、磷安全浓度，8<N/P<30 是较有利于浮游植物生长的氮磷比范围。 （2）达标尾水排放对海洋生物的影响 依据污染物排放预测分析，尾水特征污染物排放达到造成渔业资源安全限度浓度范围的影响范围不大，其最大贡献浓度增量达不到海洋生物安全浓度的阈值，因此水体中的特征污染物累积性影响较小。 依据东海环境监测中心的研究结果，贝类生物体的污染物含量与水体中的污染物含量呈明显正相关关系；但沉积物中的相关关系不明显，由此可以认为影响贝类体内污染物含量的主要因素是水体中的污染物含量，主要是因为贝类基本上是滤食性动物，水体中以离子状态存在或吸附在有机体和有机颗粒表面的污染物因子在贝类滤食过程中摄入，形成了污染物在贝类体内的富集。 由于贝类为特征污染物富集提供了基础条件。工程排放口附近海域的贝类还是存在生态风险。对游泳动物而言，一旦到达特征污染物含量较低的清洁水体，经过 15 天左右，所富集的大部分特征污染物可以释放。因此特征污染物累积效应的影响对象主要是贝类等生物。污染物扩散几乎很少波及渔业水域，项目对渔业水域贝类影响，造成特征污染物累积性程度较小，因此持久性污染物难以通过贝类，通过食物链将特征污染物传导到鱼虾类。工程水域主要经济鱼类的饵料中没有贝类，因此，本项目尾水排放污染物对生态造成影响的可能性不大。 （3）达标尾水排放对鱼类产卵场、索饵场、越冬场及洄游通道的影响，本项目排放口距离“三场一通道”比较远，因此，达标尾水排放对鱼类产卵场、苗种场、索饵场及洄游通道没有影响。 综上所述，项目在采用达标尾水排海工程措施和工程布置方案的前提下，工
--	--

程正常运营的达标尾水排放所产生的生物生态和渔业资源影响，是可以接受的，不易造成海洋生物的爆发影响。但仍需要开展排海口附近海域底栖生物的定期跟踪监测，以监控特征污染物的生物累积影响效应。项目存在达标尾水事故排放的风险影响，存在不达标尾水排放或排放管道破裂深海排放达标尾水泄露泄漏的环境风险产生的生态损害，需要采取严格的环保措施、风险管控措施和应急预案。

6、环境风险分析

(1) 风险物质识别：

根据国家生态环境部 2018 年 10 月 14 日发布的《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)要求，对于涉及有毒有害和易燃易爆物质的生产、使用、贮运等新建、改建和技术改造项目进行环境风险评价。本次环境风险评价的目的在于分析、识别本项目生产运行过程中的风险因素及可能诱发的环境问题，并针对潜在的环境风险，提出相应的预防措施，将潜在的风险危害程度降至最低。本项目涉及到的风险物质为柴油，另外，未经处理的养殖尾水也属于对于环境影响较大的物质。

(2) 风险物质临界量计算及环境风险潜势

危险物质数量与临界量比值(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 ... q_n ---每种危险物质最大存在总量，t；

Q_1 、 Q_2 ... Q_n ---每种危险物质相的临界量，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) $Q \geq 100$ 。

表 4-18 主要化学品年用量及储存量一览表

名称	最大存储量 (t)	临界量 (t)	危险物质数量与临界量比值 (Q)
柴油	1	2500t	0.0004
合计			0.0004

因此，本项目风险物质均未超过其临界量， $Q = 0.0004 < 1$ 。

故本项目环境风险潜势为 I。在采取加强管理等措施情况下环境风险影响可接受。

本项目风险潜势为 I，根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)，确定本项目风险评价可开展简单分析，本报告在描述危险物质、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。评价等级划分见下表： <table><tr><th colspan="5">表 4-19 评价工作等级划分</th></tr><tr><th>环境风险潜势</th><th>Ⅳ、Ⅳ⁺</th><th>Ⅲ</th><th>Ⅱ</th><th>Ⅰ</th></tr><tr><th>评价工作等级</th><td>一</td><td>二</td><td>三</td><td>简单分析^a</td></tr></table> ^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。 （3）风险物质影响途径 ①柴油储罐破裂，导致柴油泄露污染附近养殖水体和土壤 ②养殖尾水处理装置发生故障，导致未经达标处理的养殖尾水进入排洪沟进而污染附近海域。 （4）风险事故应急防范措施 ①在生产过程中做好对设备的维护、检修，切实杜绝“跑、冒、滴、漏”现象发生，同时，应加强关键部位的安全防护、报警措施，以便及时发现事故隐患，采取有效的应对措施以防事故的发生，确保安全生产。 ②对于养殖尾水排放设备和措施进行定期检查，对尾水水质进行定期检测，确保达标排放。	表 4-19 评价工作等级划分					环境风险潜势	Ⅳ、Ⅳ ⁺	Ⅲ	Ⅱ	Ⅰ	评价工作等级	一	二	三	简单分析 ^a
表 4-19 评价工作等级划分																
环境风险潜势	Ⅳ、Ⅳ ⁺	Ⅲ	Ⅱ	Ⅰ												
评价工作等级	一	二	三	简单分析 ^a												
选址 选线 环境 合理 性分 析	本项目工程选址不涉及生态保护红线，不涉及自然保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区，无环境制约因素。因此，本项目的建设具有环境合理性。															

五、主要生态环境保护措施

施工 期生 态环 境保 护措 施	项目施工工期早已结束，不存在施工期影响。
运营 期生 态环 境保 护措 施	1、大气环境保护措施 项目没有正常排放的大气污染源，柴油发电机通过采用符合国标的柴油燃料后，其排放可以满足国家和地方的排放标准，项目的小型厨房通过安装油烟净化器可以大大降低油烟排放浓度。 2、水环境保护措施 项目已经完成了养殖污水的处理净化，目前采用的工艺为沉淀池+微生物池+泥丁养殖（净化）池。 <pre> graph TD A[对虾养殖池] --> B[集污环沟] B --> C[沉淀过滤] C --> D[微生物处理池 (曝气、生物膜分解有机物)] D --> E[藻类处理 (氮、磷等的去除)] E --> F[储水池] F -- 循环利用 --> A C --> G[收集沉淀物] G --> H[泥丁养殖池] H --> I[尾水排放] </pre> 图 5-1 项目现场所列的养殖尾水处理流程图 有关处理措施详细说明如下： 项目养殖过程中养殖尾水经排水沟进入沉淀池，经过 24h 沉淀的养殖尾水，上层水进入微生物处理池，微生物处理池中，铺设水处理毛刷型填料和生物球，培养有益微生物、浮游动物等，形成生物膜，进一步清除和分解有机废物，微

生物处理池上层水进入藻类净化池,去除氮、磷等无机盐,之后可以进入储水池备用,进行循环利用。下层沉淀物抽到泥丁养殖池,作为泥丁饵料完成尾水的净化功能后进入到入海口处入海。

技术原理:

人工水草仿照水生植物的外形特点,利用耐污染的纤维材料设计而成,在流经受污染水体时,能够在比表面积巨大的载体表面形成一层生物膜。该层生物膜是由菌类、藻类、原生动物以及后生动物组成的立体微生物生态系统,可以有效提高水体透明度以及吸附降解水中的氨、磷、有机物、重金属等污染物。

微孔曝气系统通过增加水中的溶解氧,加快了污染物的反应分解速度、加深了污染物的反应变化程度、扩大了污染物参与反应的范围,提高了水体净化的效率,增强了水体活性和自净能力,促进了水生态的恢复。

①微孔曝气系统能够更高效提升水体中溶解氧,快速提升水体生物活性,显著增强水体的自净能力。

②微孔曝气系统能使污染物在强氧化作用下发生氧化、氨化及硝化反应,有效消减有机底泥,消除水体异臭,降低 COD、总氮、总磷等指标。

③微孔曝气系统能够分解、抑制水体中的有机悬浮物及藻类,提高水体透明度,促进水体的良性循环。

水体中污染物的自然衰减取决于微生物的自然降解过程,由于受到环境中营养物浓度、pH、氧化还原电位、温度等因子的限制,自然降解进程缓慢。通过向水体中投加功能微生物,可以缩短自然降解进程,达到快速去除污染物的目的。微生物菌剂中的功能微生物具有种类多样性及降解不同污染物的特点,微生物相互间协同作用形成一个组成复杂、结构稳定的共生群落,通过分泌各种胞外酶或胞内酶的作用降解污染物,将复杂有机物分解为简单无机物,将有毒物质转化为无毒或低毒物质,微生物不断氧化分解污染物,使水体中的污染物得以去除。

南美白对虾养殖尾水中含有大量的食物残渣、粪便等。而这些东西在水中分解,就会使水体"富养化",水体富养化后就会产生大量的浮游生物。那么通过泥丁的进食,来控制水体中浮游生物的数量,就能起到了净化水质的作用。泥丁净化技术,不仅可以净化提升水质,同时也实现了尾水的资源化利用并能产

	生一定的经济效益。 污水处理设施管理方面： 对出水水质要定期监测，避免废水超标排放。防止风险事故的发生，从设计、管理等方面入手，提出可行的事故防范对策和措施，建立事故应急反应系统。 3、声环境保护措施 项目正常生产期间最重要的噪声即为增氧机运作的噪声，对于固定式吊机底座安装减震基座从源头上降低噪声源，大大降低了虾塘运营时对外界的噪声影响。 4、固废环境保护措施 营运后的固体废物主要为饲料废包装材料、沉淀池泥、生活垃圾等。拟采取的治理措施和建议如下： （1）生活垃圾做到日产日清，生活垃圾经分类后由环卫部门收集后统一运至城市垃圾处理场，由环卫部门统一处置。 （2）建设单位将严格按照《一般固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020)等规定的要求，对固体废物进行分类收集贮存，包装容器、固体废物贮存场所建设能够达到国家相关标准规定要求。只要加强管理，采取切实可行的措施，本工程营运后的固体废物不会给环境带来危害。采取防水、防火、防渗漏、防扬散、防流失等环保措施。
其他	风险事故应急防范措施 （1）柴油风险防范措施 现场勘查时，柴油储罐下方未设置围堰，一旦发生储罐锈蚀导致泄露的情况，柴油将不可避免的泄露至下方土壤甚至有可能影响到地下水，因此，应在现有支架基础上，进行围堰化改造，同时注意底部防渗。 （2）养殖尾水达标排放措施 对经过净化池处理后的尾水加强监测，确保排入排污沟的尾水满足排放标准，同时对于排污沟通往外界的闸门水质定期取样，确保外排水质达标。

环保 投资	该项目本次养殖尾水环保总投资为 27 万元，具体投资项目见下表：			
	表 5-1 建设项目环保投资一览表			
	序号	名称	环保项目名称	投资（万元）
	1	废气治理	油烟净化器	1
	2	噪声治理	安装减震基座	4
	3	养殖尾水处理		22
合计				27

六、生态环境保护措施监督检查清单

内容 要素	施工期		运营期	
	环境保护措施	验收要求	环境保护措施	验收要求
陆生生态	/	/	/	/
水生生态	/	/	/	/
地表水环境	/	/	沉淀池+微生物池+泥丁养殖（净化）池	各项指标完全满足相应的《海水养殖水排放要求》（SC/T9103-2007）二类标准
地下水及土壤环境	/	/	/	/
声环境	/	/	/	《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348—2008）的表 1 中 2 类标准
振动	/	/	/	/

大气环境	/	/	厨房采用油烟净化器净化油烟，柴油发电机采用满足国标的柴油	柴油发电机排气参照广东省地方标准《大气污染物排放 限值》（DB44/27-2001）第二时段二级标准执行；排放速率与排放高度不做要求，厨房油烟执行《饮食业油烟排放标准（试行）》（GB18483-2001）小型餐饮业要求（最高允许排放浓度为2.0mg/m3）
固体废物	/	/	生活垃圾收集后由环卫部门统一清运。废包装袋经收集后定期外售给物资回收公司。污泥拉去养殖场所属农场堆肥	一般工业固体废物执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB 18599-2020），危险废物处置执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）。
电磁环境	/	/	/	/
环境风险	/	/	柴油风险防范措施：在现有支架基础上，进行围堰化改造，同时注意底部防渗。养殖尾水达标排放措施对经过净化池处 理后的尾水加强监测，确保排入排污沟的尾水满足排放标准，同时对于排污沟通往外界的闸门水质定期取样，确保外排水质达标。	满足环境风险管理要求
环境监测	/	/	/	/
其他	/	/	/	/

七、结论

本评价项目符合国家、省及湛江市的产业政策，符合地方用地及产业规划，在对污染源在采取各项治理措施后，产生的废气、污水、噪声和固体污染物可达到排放标准，对周围环境污染影响小。因此，本评价认为，从环境保护的角度看，本项目的建设是可行的。

专项 1

湛江腾飞实业有限公司南美白对虾
工业化循环水养殖建设项目
海洋环境影响专项评价

建设单位：湛江腾飞实业有限公司

评价单位：湛江市环泽环保科技有限公司

编制日期：二〇二三年十二月

目录

1	总则	3
1.1	评价任务由来	3
1.2	论证目的	3
1.3	论证依据	4
1.3.1	全国性法律法规	4
1.3.2	地方性法规及规范性文件	5
1.3.3	技术导则依据	6
1.4	评价等级及范围	7
1.4.1	评价等级	7
1.4.2	评价范围	7
1.5	海洋环境功能区划与评价标准	9
1.6	海洋环境保护目标	12
2	工程概况	13
2.1	项目建设概况	13
2.2	项目建设内容	13
2.2.1	工程组成	13
2.2.2	项目产品方案、生产规模及产品规格	16
2.2.3	项目主要设备	17
2.2.4	原辅材料消耗	17
2.2.5	公用工程	17
2.2.6	工作制度及劳动定员	18
2.3	主要污染物产生情况	18
3	项目所在海域概况	23
3.1	海洋资源概况	23
3.1.1	港口航道资源	23
3.1.2	海岛资源	25
3.1.3	旅游资源	25
3.1.4	珍稀濒危生物资源	26
3.1.5	红树林资源	28
3.1.6	海洋渔业资源	29
3.1.7	岸线资源	30
3.1.8	滩涂资源	30
3.1.9	矿产资源	31
3.2	海洋环境质量现状调查与评价	32
3.2.1	气候气象	32
3.2.2	海洋水文	35
3.2.3	主要海洋灾害	42
3.2.4	海水水质现状调查与评价	45
3.2.5	沉积物现状调查与评价	58
3.2.6	海洋生态	61
4	海洋生态环境影响评价	70

4.1	水文动力环境与冲淤环境影响分析	70
4.2	水环境影响预测	80
4.2.1	正常排放 COD 的扩散 (工况 1)	80
4.2.2	正常排放无机氮的扩散 (工况 2)	81
4.2.3	正常排放活性磷酸盐的扩散 (工况 3)	82
4.2.4	总结	84
4.3	对海洋生态环境和生物资源影响分析	85
4.4	对海洋沉积物环境的影响分析	85
4.5	对红树林生态环境的影响分析	85
5	海洋生态环境保护措施	86
5.1	海洋生态保护措施	86
5.2	项目用海风险及应急措施	88
5.2.1	污水排放事故风险识别	88
5.2.2	废水事故预防措施	88
6	环境管理与环境监测	89
6.1	环境管理计划	89
6.2	环境监测	89
7	海洋生态环境影响评价结论	92

1 总则

1.1 评价任务由来

湛江腾飞实业有限公司南美白对虾工业化循环水养殖项目养殖面积约 413540.0 平方米，建立标准工业化循环水南美白对虾养殖系统，研究相关技术并生产南美白对虾。项目全部建成投产后年产南美白对虾 803-980 吨。项目位于广东省湛江市经济技术开发区东简街道下寮村，项目坐标为东经 110 度 29 分 47.97 秒，北纬 20 度 57 分 57.89 秒。本项目养殖池水量约为 22500m³，项目养殖过程中养殖尾水经排水沟至进入沉淀池，经过 24h 沉淀的养殖尾水，沉淀物抽到泥丁养殖池，作为泥丁饵料处理后进入到入海口处入海，项目养殖尾水年排水量约为 3375m³/a，项目排污口设置地点位于养殖场南侧海域（坐标为 110 度 29 分 31.67341 秒，北纬 20 度 57 分 40.77487 秒）。

依据《建设项目环境影响报告表编制技术指南（生态影响类）》本项目为生态专项，根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19—2022）中提到：涉海工程评价等级、生态影响评价范围、生态现状调查要求、海洋生态现状评价、海洋生态影响评价等内容参照《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485-2014）要求，因此本报告总体整合了两个导则的相关要求进行编制。故开展生态海洋专项评价。因此，湛江腾飞实业有限公司委托湛江市环泽环保科技有限公司承担湛江腾飞实业有限公司南美白对虾工业化循环水养殖项目海洋环境影响专项工作，评价单位接受委托后，经现场调研和收集资料、数值模拟等工作，根据《环境影响评价技术导则》以及相关技术导则、规范的要求，编制了《湛江腾飞实业有限公司南美白对虾工业化循环水养殖项目生态海洋环境影响专项评价》。

1.2 论证目的

海洋环境影响专项评价的目的是在海洋环境现状调查和监测的基础上，摸清项目所在区域海洋环境质量现状，确定项目主要环境保护目标；通过对该项目的工程分析，核实项目排污环节、排污种类和数量；针对本工程污染物的排放特点，预测和分析建设项目完成后各类污染物对周围海洋环境影响程度及影响范围，结

合国家有关标准和总量控制指标，提出控制污染的措施和建议，为环境管理部门的决策提供科学依据。

1.3 论证依据

1.3.1 全国性法律法规

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（1989 年 12 月 26 日全国人大常委会通过，2014 年 4 月 2 日全国人大常委会修订）；
- (2) 《中华人民共和国海洋环境保护法》（1982 年 8 月 23 日全国人大常委会通过，2013 年 12 月 28 日全国人大常委会第二次修订；2016 年 11 月修改；
- (3) 《中华人民共和国防洪法》，2016 年 7 月 2 日修订；
- (4) 《中华人民共和国水污染防治法》（2008.6），2017 年 6 月修订；
- (5) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2005.4），2016 年修正；
- (6) 《中华人民共和国渔业法》（2004.8），2013 年 12 月修订；
- (7) 《中华人民共和国海域使用管理法》（2002.1）；
- (8) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2003.9），2016 年 7 月修订；2018 年 12 月 29 日再次修订；
- (9) 《防治船舶污染海洋环境管理条例》2009 年 9 月 9 日颁布，2010 年 3 月 1 日起实施；
- (10) 《近岸海域环境功能区管理办法》（国家环保总局第 8 号令，1999.12）；
- (11) 《环境影响评价公众参与办法》（2019.7）；
- (12) 《中华人民共和国海岛保护法》，（2010.3.1）；
- (13) 《建设项目环境保护管理条例》（2017.7）；
- (14) 《全国生态环境保护纲要》（国家环境保护总局，2000.11）；
- (15) 《海洋工程环境影响评价管理规定》国家海洋局，国海规范〔2017〕7 号；
- (16) 《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；

- (17) 《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》（2018年3月第三次修订）；
- (18) 《全国海洋主体功能区规划》，国发〔2015〕42号；
- (19) 《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》（修订），（2018.3）；
- (20) 《中华人民共和国自然保护区条例》（2017.10）；
- (21) 《国家发展改革委关于修改〈产业结构调整指导目录（2019年本）〉的决定》，2021.12；
- (22) 《国务院办公厅关于加强入河入海排污口监督管理工作的实施意见》（国办函〔2022〕17号）。

1.3.2 地方性法规及规范性文件

- (1) 《广东省环境保护条例》（根据2022年11月30日广东省第十三届人民代表大会常务委员会第四十七次会议《关于修改〈广东省机动车排气污染防治条例〉等六项地方性法规的决定》第三次修正）；
- (2) 《广东省海洋环境保护条例》（2005.1）；
- (3) 《广东省近岸海域环境功能区划》（广东省环保局，1999.7）；
- (4) 《广东省固体废物污染环境防治条例》（2018年11月29日修订）；
- (5) 《广东省海域开发利用与保护总体规划纲要》（2001）；
- (6) 《关于加强建设项目环境保护管理的通知》（粤府办〔1999〕27号）；
- (7) 《关于进一步加强环境保护工作的决定》（粤府〔2002〕71号）；
- (8) 《广东省海域使用管理条例》（2021年9月29日修正）；
- (9) 《广东省水污染防治条例》（2021年1月1日实施）；
- (10) 《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》，2012年11月公布实施；
- (11) 《广东省海洋主体功能区规划》，粤府函〔2017〕359号；
- (12) 《广东省实施〈中华人民共和国海洋环境保护法〉办法》（2018年11月29日第二次修正）；
- (13) 《广东省人民政府办公厅关于印发广东省海洋经济发展“十四五”规划的通知（粤府办〔2021〕33号）》，2021年9月30；

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

(15) 《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》，自然资源部，2022年10月；

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

(17) 《广东省海洋工程建设项目环境保护监督管理办法（试行）》；

(18) 《广东省生态环境厅关于印发《广东省生态环境保护“十四五”规划》的通知》，2022年3月31日；

(19) 《广东省生态环境厅关于印发广东省海洋生态环境保护“十四五”规划的通知》，粤环〔2022〕7号；

(20) 《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》，粤府〔2020〕71号；

1.3.3 技术导则依据

(1) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》；

(2) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》，HJ 2.1-2016；

(3) 《海洋工程环境影响评价技术导则》，GB/T 19485-2014；

(4) 《环境影响评价技术导则生态影响》，HJ 19-2022；

(5) 《建设项目环境风险评价技术导则》，HJ 169-2018；

(6) 《环境影响评价技术导则 大气环境》，HJ 2.2-2018；

(7) 《环境影响评价技术导则 声环境》，HJ 2.4-2021；

(8) 《环境影响评价技术导则 地表水环境》，HJ2.3-2018；

(9) 《海洋监测规范》，GB 17378-2007；

(10) 《海洋调查规范》，GB/T 12763-2007；

(11) 《海籍调查规范》，HY/T 124-2009；

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

(13) 《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》（国家海洋局，2002年）。

1.4 评价等级及范围

本项目养殖尾水年排水量约为 $3375\text{m}^3/\text{a}$ ，根据实际养殖情况，本项目污水为间歇排放，集中于每年 3、4、5、9、10 与 11 月的潮落期各排放一次，一次排放时间约 24h（不连续），即间歇性排放最高流量约为 $562.5\text{m}^3/\text{d}$ 。

1.4.1 评价等级

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485-2014），污水海洋处置等工程污水排放量在 $5000\text{m}^3/\text{d}$ 以下的，项目水文动力环境、水质环境、沉积物环境、生态和生物资源环境评价等级均低于 3 级，因此本项目按《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485-2014）中的最低等级类比进行评价，即水文动力环境评价等级为 3 级、水质环境评价等级为 3 级、沉积物环境评价等级为 3 级、生态和生物资源环境评价等级为 3 级，判断情况详见下表 1.4-1。

表 1.4-1 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	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
海底管道、海底电缆类工程	海洋排污管道工程、城市排污管道工程、污水海洋处置等工程	污 水 排 放 量 大 于 3000m³/d	生态环境敏感区	1	1	1	1
			其他海域	2	1	2	1
		污 水 排 放 量 30000m³/d~10000m³/d	生态环境敏感区	2	1	1	1
			其他海域	3	2	2	2
		污 水 排 放 量 大 于 10000m³/d~5000m³/d	生态环境敏感区	2	1	2	1
			其他海域	3	2	3	2
本项目污水排放量：562.5m³/d，每年 3、4、5、9、10 与 11 月的潮落期各排放一次，小于导则评价等级判定中的最低标准				3	3	3	3

1.4.2 评价范围

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485-2014），结合项目特点、污染物类型特性、可能影响到的范围，确定项目评价范围确定依据如下表 1.4-2，三级评价项目按论证范围 5m 为界。项目评价范围为：以项目排水点为中

心，分别向周边海域扩展 5km 的范围。论证范围如图 1.4-1 所示，共约 46.88km² 海域面积。

(一). 表1.4-3 评价范围确定依据一览表

项目	评价等级	评价范围
水文动力	3	垂向（垂直于工程所在海域中心点潮流主流向）距离：一般不小于 2km
		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
水质环境	3	覆盖建设项目的环境影响所及区域
沉积物环境	3	将建设项目可能影响海洋沉积物的区域包括在内，与海洋水质、海洋生态和生物资源的现状调查与评价范围一致
生态和生物资源环境	3	以主要评价因子受影响方向的扩展距离确定范围，扩展距离不小于 3km-5km。
地形地貌与冲淤环境	3	包括工程可能的影响范围，一般应不小于水文动力环境影响评价范围，并应满足地貌与冲淤环境特征要求
环境风险评价	简单分析	与海洋环境评价范围相同

表 1.4-4 评价范围边界坐标

序号	东经（E）	北纬（N）
1	110° 26' 37.050" E	20° 55' 0.220" N
2	110° 31' 14.050" E	20° 55' 0.220" N
3	110° 31' 14.050" E	20° 55' 27.966" N
4	110° 26' 37.050" E	20° 59' 50.265" N

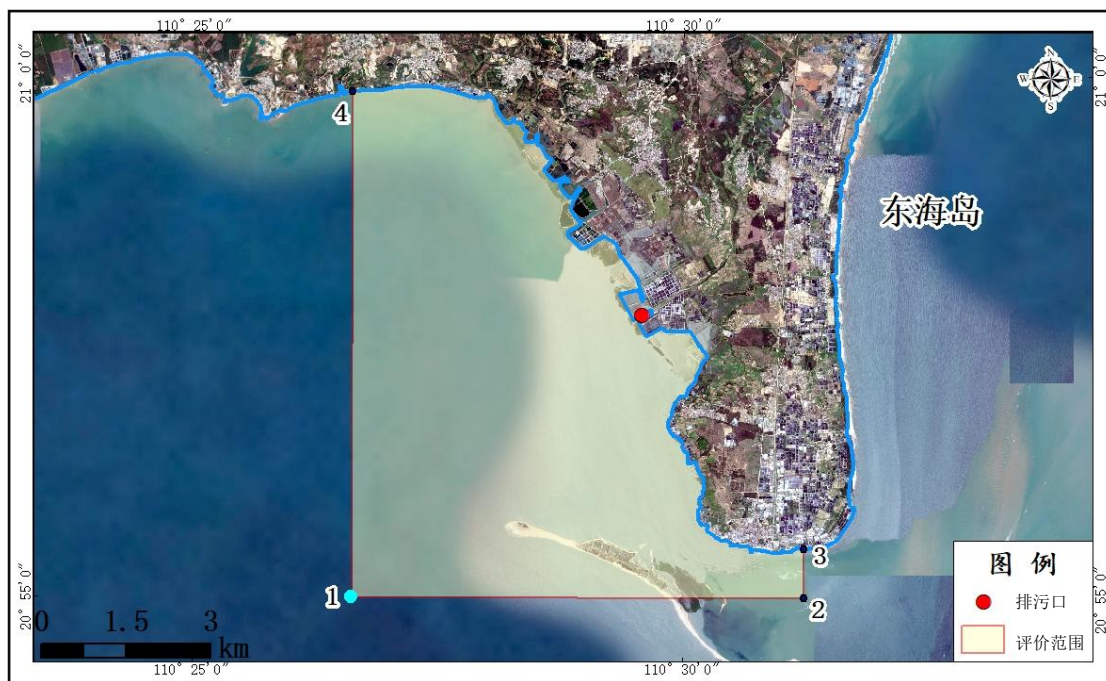


图 1.4-1 项目评价范围图

1.5 海洋环境功能区划与评价标准

1、海洋功能区划

根据《广东省海洋功能区划（2011—2020 年）》（2012 年），本项目所在区域的海洋功能区划为东海岛南部工业与城镇用海区，周边海域的功能区还有：湛江-珠海近海农渔业区、雷州湾农渔业区、东里海洋保护区、硇洲岛南海洋保护区、东海岛旅游休闲娱乐区等。

东海岛南部工业与城镇用海区的海域使用管理要求为：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. 在基本功能未利用前，保留养殖等渔业用海；4. 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；5. 工程建设期间采取有效措施降低对湛江硇洲岛海洋资源自然保护区的影响；6. 加强对围填海的动态监测和监管；7. 优先保障军事用海需求，围填海等开发活动需保障军事设施安全。

东海岛南部工业与城镇用海区的海洋环境保护要求为：1. 保护民安-山北红树林及其生境；2. 基本功能未利用前，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；3. 工程建设期间及建设完成后，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。

本项目排污口所处区域目前尚未被工业与城镇用海活动开发利用，因此，按东海岛南部工业与城镇用海区的海洋环境保护要求，排污口处海域环境质量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、近岸海域环境功能区划

根据《广东省近岸海域环境功能区划（粤府办〔1999〕68号）》、《湛江市近岸海域环境功能区划（粤环函〔2007〕551号）》和《关于调整湛江市近岸海域环境功能区划有关问题的复函（粤办函〔2007〕344号）》，本项目排污口所处海域为东海岛南岸二类区，其主导功能为增殖，执行海水水质二类标准。

综上，以各规划中较严者为标准执行，本项目所处海域属于东海岛南部工业与城镇用海区，项目所处海域的水质环境质量执行《海水水质标准》（GB 3097-1997）中的第二类标准；沉积物环境质量执行《沉积物质量标准》（GB 18668-2002）中的第一类标准；海洋生物质量，贝类执行《海洋生物质量》（GB 18421-2001）中的第一类标准，甲壳动物、鱼类和软体类执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》的“海洋生物质量标准”（石油烃含量除外），石油烃含量执行《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准。

在东海岛南部工业与城镇用海区外的，根据《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》对海洋环境现状调查站位所在海域的海洋环境保护管理要求，确定各单项评价内容相应的评价标准。

表 1.5-1 海水水质标准（GB3097-1997） 单位：mg/L（pH 除外）

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

Hg ≤	0.00005	0.0002	0.0002	0.0005
Zn ≤	0.020	0.050	0.10	0.50
石油类 ≤	0.05	0.05	0.30	0.50
Cd ≤	0.001	0.005	0.010	

注：第一类 适用于海洋渔业海域，海上自然保护区和珍稀濒危海洋生物保护区。

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

第三类 适用于一般工业用水区，滨海风景旅游区。

第四类 适用于海洋港口海域，海洋开发作业区。

表 1.5-2 海洋沉积物质量（GB18668-2002）（单位：除有机碳为 $\times 10^{-2}$ ，其余为 $\times 10^{-6}$ ）

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

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

第二类 适用于一般工业用水区，滨海风景旅游区。

第三类 适用于海洋港口海域，特殊用途的海洋开发作业区。

表 1.5-3 海洋生物质量（GB18421-2001）（鲜重， $\times 10^{-6}$ ）

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

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

第二类：适用于一般工业用水区、滨海风景旅游区。

第三类：适用于港口海域和海洋开发作业区。

表 1.5-4 海洋生物质量评价标准 ($\times 10^{-6}$)

标准名称	生物类别	铜	铅	镉	锌	总汞	石油烃*
《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的“海洋生物质量评价”	鱼类	20	2.0	0.6	40	0.3	20
	甲壳类	100	2.0	2.0	150	0.2	20
	软体类	100	10.0	5.5	250	0.3	20

注：石油烃含量执行《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准。

1.6 海洋环境保护目标

本项目海洋环境保护为：（1）海洋环境保护目标：保护本项目周边海洋水质、沉积物等环境，使其不因本工程的实施而影响环境功能。（2）生态保护目标：保护项目所在海域及周边的海洋生态环境，不因本项目的实施而使生态环境产生不可逆转的影响。

本项目论证范围为周边 5km 内的海域范围，根据实地勘察，项目周边环境敏感目标主要为排污口沿岸的野生红树林群落，项目排污口周边红树林并非湛江红树林保护区划定区域，其为野生红树林群落，根据广东省“三区三线”数据，排污口西侧沿岸红树林群落属于生态保护红线，最近的红树林群落面积为 3004.56 m²。



图 1.6-1 项目沿岸红树林群落分布示意图

2 工程分析

2.1 项目建设概况

项目名称：南美白对虾工业化循环水养殖项目

建设单位：湛江腾飞实业有限公司

建设地点：广东省湛江市经济技术开发区东简街道下寮村，具体位置及周边情况见附图。

项目性质：新建

建设内容及规模：本项目养殖面积约 413540.0 平方米，建立标准工业化循环水南美白对虾养殖系统，研究相关技术并生产南美白对虾。项目全部建成投产后年产南美白对虾 803-980 吨。

投资总额：总投资额 1384.0 万元。

2.2 项目建设内容

2.2.1 工程组成

本项目陆域高位养殖场主体工程分别为虾塘区养殖场以及泥丁区养殖场，其中虾塘区养殖场占地面积为 180009.0 平方米，主要养殖品种为南美白对虾，泥丁养殖场占地面积为 100050.0 平方米。

除养殖区外，项目另设有办公宿舍用房以及相应的环保工程等，其中员工宿舍共有 5 座，均为一层建筑，均长 30m、宽 15m，项目养殖环保设施主要为尾水处理设施，项目养殖废水经净化处理后，85%循环使用，约 15%排放入海。产生的少量生活污水，经三级化粪池收集后用于厂区绿化，不外排。

本项目南美白对虾为每年两批次生产，规格均为 60-90 尾/公斤，每年产量为 80-90 吨，每批次养殖周期 3-4 个月，泥丁养殖年投入量 1000 万条，年产量 10 吨。

项目总年产值约为 190 吨，年运营天数为 270 天。项目养殖池水量约为 22500m³，项目养殖过程中养殖尾水经排水沟至进入沉淀池，经过 24h 沉淀的养殖尾水，沉淀物抽到泥丁养殖池，作为泥丁饵料处理后进入到入海口处入海，项目养殖尾水年排水量约为 3375m³/a，根据实际养殖情况，本项目污水为间歇排

放，集中于每年 3、4、5、9、10 与 11 月的潮落期各排放一次，一次排放时间约 24h，即排放流量约为 562.5m³/d。

本项目建设工程组成一览表见下表。

表 2.2-1 建设项目组成一览表

类别	单项工程名称	建设内容及规模
主体工程	虾塘区养殖场	占地面积 180009.0 平方米，建设南美白对虾养殖区
	泥丁区养殖场	占地面积 100050.0 平方米，建设泥丁养殖区
辅助工程	办公宿舍用房	办公用房建筑面积 2820.0 平方米
	化验室	建筑面积 35.2 平方米
环保工程	废气处理	备用发电机尾气通过楼顶排气筒排放，厨房油烟油烟净化器处理后，高空排放
	废水处理	本项目养殖废水经净化处理后，85%循环使用，15%排放入海。产生的少量生活污水，经三级化粪池收集后用于厂区绿化，不外排
	噪声处理	选用低噪声设备
	固废处理	废编织袋经收集后定期外售给物资回收公司；污泥交由有处理能力的单位处理；员工生活垃圾存储于指定的垃圾桶内，由环卫部门定期清运处理



图 2.2-2 排污口位置示意图

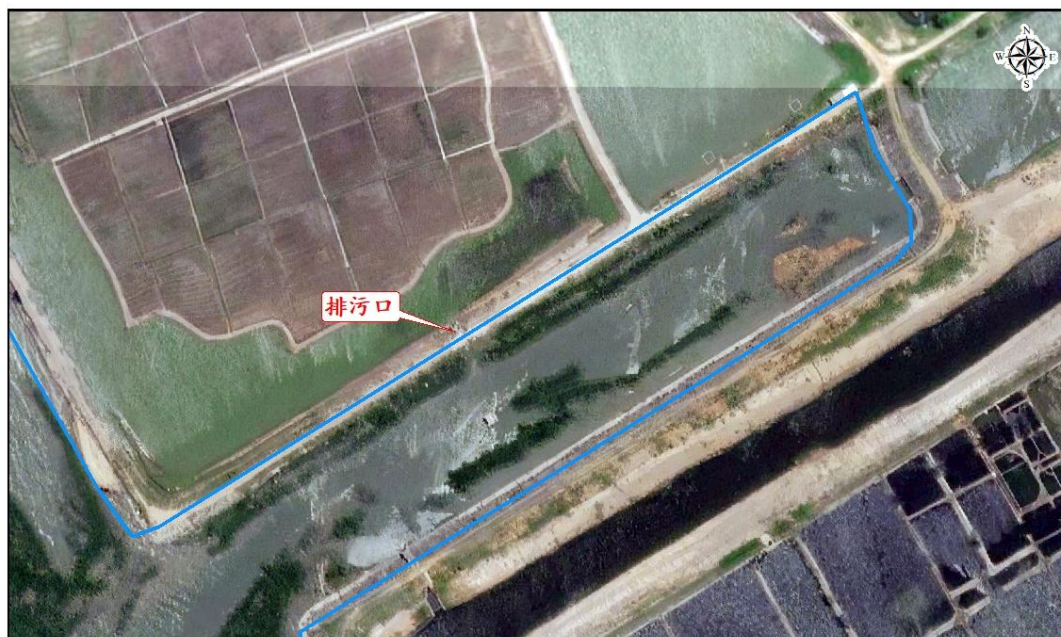


图 2.2-3 排污口位置示意图（放大）

2.2.2 项目产品方案、生产规模及产品规格

本项目产品主要具体见下表。

表 2.2-2 项目产品方案一览表

产品名称	数量	单位
南美白对虾	980	吨/年
沙虫	10	吨/年

2.2.3 项目主要设备

本项目主要生产设备见下表。

表 2.2-3 项目设备一览表

序号	设备名称	规格型号	台数
1	水车式增氧机	/	170
2	射流式增氧机	/	160
4	发电机	300KW	1
5	水泵	/	4

2.2.4 原辅材料消耗

本项目原辅材料消耗情况见下表：

表 2.2-4 项目主要原辅材料消耗情况一览表

序号	物料	形态	用量	备注
1	虾苗	/	600 万尾	
2	泥丁	/	1000 万条	
3	对虾饲料	固态	103 吨	
4	漂白粉	固态	10 吨	

南美白对虾配合饲料：适用于南美白对虾养殖全程。主要原料为鱼粉、鱼油、面粉、豆粕、磷酸二氢钙、维生素 A、维生素 D3、天然维生素 E、维生素 K3、维生素 B1 、维生素 B2 、维生素 B6、维生素 B12、L-抗坏血酸-2-磷酸酯、D-泛酸钙、叶酸、肌醇、氯化胆碱、硫酸铜、硫酸亚铁、硫酸锌、硫酸锰、亚硒酸钠、烟酰胺、碘酸钙、氯化钴。南美白对虾配合饲料虾倍长成分为粗蛋白质 $\geq 45.0\%$ 、粗脂肪 $\geq 7.0\%$ 、粗纤维 $\leq 6.0\%$ 、粗灰分 $\leq 16.0\%$ 、氯化钠 0.3-3.0%、总磷 $\geq 1.2\%$ 、钙 1.0-4.0%、赖氨酸 $\geq 2.6\%$ 、粗蛋白质 $\geq 45.0\%$ 、粗蛋白质 $\geq 45.0\%$ ，判定合格界限按照 GB/T18823《饲料检测结果判定的允许误差》中有关规定执行。

漂白粉：项目所用漂白粉为次氯酸钙、氯化钠和氢氧化钠混合物，有强烈气味，化学性质不稳定，遇水遇热可分解。溶于水，为强氧化剂。产品为白色粉末，微带小颗粒，主要用于环境消毒和鱼虾蟹等生物细菌疾病防治和水质改良。

2.2.5 公用工程

(1) 给水

生活用水：根据《广东省用水定额第3部分：生活》（DB44/T1461.3-2021），员工在项目就餐、住宿。按国行政机构有食堂和浴室先进值（ $15\text{m}^3/\text{人}\cdot\text{年}$ ）核算，项目总用水量为 180t/a ，生活污水产生量按用水量的 90% 计，则生活污水产生量约为 162t/a 。

养殖用水：项目养殖池水量约为 22500m^3 。项目养殖过程中养殖尾水经排水沟至进入沉淀池，经过 24h 沉淀的养殖尾水，沉淀物抽到泥丁养殖池，作为泥丁饵料处理后进入到入海口处入海；上层水进入微生物处理池。微生物处理池中，铺设水处理毛刷型填料和生物球，培养有益微生物、浮游动物等，形成生物膜，进一步清除和分解有机废物，微生物处理池上层水进入藻类净化池，去除氮、磷等无机盐，之后可以进入储水池备用，进行循环利用。则年微生物处理池排水量为 $3375\text{m}^3/\text{a}$ ，微生物处理池回用水量为 $19125\text{m}^3/\text{a}$ ，生物滤池循环过程中水损耗以 3% 计，则项目需引入海水量为 $3375\text{m}^3/\text{a}$ 。

（2）排水

项目养殖尾水经净化处理后，尾水排放量为 $3375\text{m}^3/\text{a}$ 。产生的少量生活污水，经三级化粪池收集后用于厂区绿化，不外排。

本项目回用水按照《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020），用于冲厕、车辆冲洗、城市绿化、道路清扫、消防、建筑施工等非饮用的再生水属于城市杂用水，执行城市杂用水回收水质标准。

（3）供电

项目用电量 100 万度，由市政电网供电，设置 1 台 300KW 的备用发电机。

2.2.6 工作制度及劳动定员

本项目职工总计 12 人，全部在厂内食宿，年工作时间为 270 天。

2.3 主要污染物产生情况

本项目养殖过程产生的尾水先排放进入沉淀池，经过 24h 沉淀的养殖尾水，沉淀物抽到泥丁养殖池，作为泥丁饵料；上层水进入微生物处理池。微生物处理池中，铺设水处理毛刷型填料和生物球，培养有益微生物、浮游动物等，形成生物膜，进一步清除和分解有机废物，微生物处理池上层水进入藻类净化池，去除氮、磷等无机盐，之后可以进入储水池备用，进行循环利用。

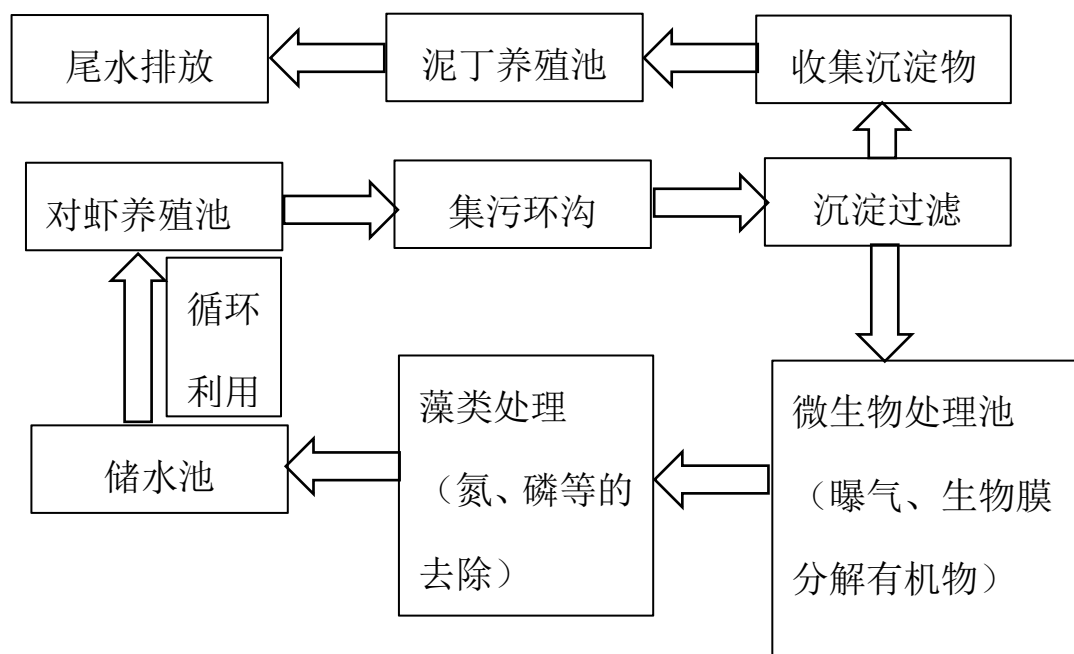


图 2.3-1 养殖尾水处理技术图

1、《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》核算源强

本项目养殖水污染源主要是残饵和生物粪便等排泄物进入水体，对水体产生污染，主要污染物是总氮、总磷、COD。产排污情况根据《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》中的方法进行核算，具体核算公式见如下：

污染物产生量的计算方法为：

污染物产生量=产物系数×养殖增产量

污染物排放量的计算方法为：

污染物排放量=排污系数×养殖增产量

项目排放养殖尾水污染源强依据《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》（环境部公告 2021 年 第 24 号）中的《农业污染源产排污系数手册》确定，广东省海水养殖业主要污染物浓度分别为 COD 13.468 千克/吨，氨氮 0.462 千克/吨，总氮 2.689 千克/吨以及总磷 0.522 千克/吨。

本项目主要养殖南美白对虾和泥丁，南美白对虾年 2 茬生产规格 60-90 尾/公斤南美白对虾 80-90 吨。泥丁年投入量 1000 万条，年产量 10 吨。项目总年产值约为 190 吨。项目年运营天数为 270 天。项目养殖池水量约为 22500m³，项目养殖过程中养殖尾水经排水沟至进入沉淀池，经过 24h 沉淀的养殖尾水，沉淀物抽到泥丁养殖池，作为泥丁饵料处理后进入到入海口处入海，项目养殖尾水年排

水量约为 3375m³/a，根据实际养殖情况，本项目污水为间歇排放，集中于每年 3、4、5、9、10 与 11 月的潮落期各排放一次，一次排放时间约 24h，即排放流量约为 562.5m³/d、6.51L/s。

选取总氮、总磷和 COD 为本项目的养殖特征污染物，按养殖面积全部养满的情况下估算，养殖特征污染物的排放源强：

表 2.3-1 养殖尾水污染物产生情况

养殖品种	生产量 (t/a)	指标	总氮	总磷	COD
南美白对虾	180	产污系数(g/kg)	2.689	0.522	13.468
		污染物产生量 (kg/a)	484.02	93.96	2424.24
泥丁	10	产污系数(g/kg)	2.689	0.522	13.468
		污染物产生量 (kg/a)	26.89	5.22	134.68
污 染 物 产 生 总 量(kg/a)			510.91	99.18	2558.92
排 放 总 量(按 90%*90%去 除 率 , kg/a)			5.11	0.99	25.59
排放源强(项目年排放海水 3375m³, kg/m³)			0.0015	0.00029	0.0076

年排放海水 3375m³，污染物浓度的产生量总氮为 0.151kg/m³，总磷为 0.029kg/m³，COD0.758kg/m³。

综上，本项目年排放海水 3375m³，项目尾水通过藻类处理以及微生物处理池处理后排放，两种方法去除效率各按 90%计算，污染物排放源强分别为：总氮 0.0015kg/m³，总磷 0.00029kg/m³，COD0.0076kg/m³。

海水水质标准中采用的是无机氮，需将预测后的总氮浓度转化为无机氮浓度，无机氮占总氮的比例为 60%，即无机氮=0.6*总氮：根据文献《南黄海海水中各种形态磷的分布变化特征》中黄海各种形态磷的监测结果，总磷与活性磷酸盐的转换关系为 1：1，即活性磷酸盐=总磷。则本项目排污口排放水污染物浓度为：无机氮为 0.0009kg/m³，总磷为 0.00029kg/m³，COD0.0076kg/m³。

2、实测排放源强

根据湛江腾飞实业有限公司奄里养殖场监督性检测情况（2023 年 5 月 6 日

监测，见下图 2.3-2），本项目污水经处理后排放的实测值分别为：无机氮 0.051mg/L，活性磷酸盐（总磷）0.270mg/L，COD9.72mg/L。

综上，本项目根据《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》核算排污口排放水污染物浓度为：无机氮 0.9 mg/L，总磷 0.29 mg/L，COD 7.6 mg/L；而实测值分别为无机氮 0.051mg/L，活性磷酸盐（总磷）0.270mg/L，COD9.72mg/L。

本报告中关于数值模型预测采用源强取上述两者平均值，即无机氮 0.46mg/L，总磷 0.294mg/L，COD9.65mg/L。

表 2.3-2 养殖尾水污染物排放源强一览表

类别	无机氮 mg/L	活性磷酸盐 mg/L	COD mg/L
预测源强	0.9	0.29	7.6
2023 年 5 月 6 日实测排污口水质	0.051	0.27	9.72
本报告采用数值模型预测源强	0.476	0.28	8.66

3、废水检测内容及结果

天气状况	晴	
样品状态	完好	
采样方式及依据	瞬时采样 HJ 91.1-2019	
采样地点	排放口	
采样时间	2023.5.4 11:13	
分析时间	2023.5.4-2023.5.5	
感官描述	浅黄色，无气味，无浮油	
样品编号	230504FS05	
检测内容及结果:		
pH（无量纲）	8.26	
透明度（cm）	≥26	
盐度（‰）	28.3	
溶解氧（mg/L）	11.55	
悬浮物（mg/L）	55	
化学需氧量（mg/L）	9.72	
无机磷（mg/L）	0.270	
无机氮（mg/L）	亚硝酸盐氮（mg/L）	0.002
	硝酸盐氮（mg/L）	0.003
	氨（mg/L）	0.046
	合计	0.051
备注：1、分包情况：无。		
2、非标准方法使用情况：无。		
3、230504FS05 水温为 30.7℃。		

采样人员: 林创发 麦燕霞

分析人员: 何娜 谢燕 李虹莉 朱光贤

报告编制: 何娜

签发: 李虹莉

审核: 谢燕

签发日期: 2023年5月6日

*****报告结束*****

湛江经济技术开发区环境保护监测站

图 2.3-2 养殖尾水监测报表示意图

3 项目所在海域概况

3.1 海洋资源概况

3.1.1 港口航道资源

湛江港自开港以来，发展迅速，已成为中国沿海 25 个主要港口之一、“一带一路”战略支点港口、西南沿海港口群的主体港、中西部地区货物进出口的主通道和中国南方能源、原材料等大宗散货的主要流通中心。

湛江港的自然条件十分优越，可利用岸线长，东起鉴江口、西至雷州市界，包括湛江市区、郊区、沿海地区，岸线长度 359.3km，占全市岸线的 31.1%，湾内水深、港阔、风浪小，泥沙回淤少，主航道水深 10.5m 以上。

截至 2020 年底，湛江港拥有调顺岛、霞海、霞山、宝满、东海岛、坡头、廉江、遂溪、徐闻等 11 个港区，形成生产性泊位岸线总长 15.9km、泊位 147 个，其中万吨级以上深水泊位 42 个，综合年通过能力 3.45 亿 t，其中集装箱 80 万 TEU（折合 960 万 t），滚装汽车 628 万辆（折合 12450 万 t），旅客通过能力 3178 万人次。

（1）进港主航道

1) 30 万吨级主航道

从东向西沿线分为龙腾航道（外段）、龙腾航道（内段）、南三岛西航道、石头角航道、东头山航道等 5 段，长度 54.9km，设计底宽 310 m，底标高外航道-21.6 m，内航道-21.9m。

为推动“一带一路”建设，适应国际海上运输船舶专业化和大型化的发展趋势，提升航道设施保障能力，提高湛江港国际竞争力，国家发展改革委批准对湛江港 30 万吨级航道工程进行改扩建。改扩建后，航道总长度 64.1km，设计底宽 340m，底标高外航道-23.6m，内航道-23.0m。为增加航道通过能力，主航道转弯 C 点前后设置会船区，会船区按 30 万吨级船舶满载与 15 万吨级船舶满载会船标准设计，宽度 510m，会船区外段 5556m，内段 1852m，过渡段各为 926m。

2) 7 万吨级内航道

自东头山航道北端至调顺岛港区，全长 16.96km，是底标高-13m 的天然航道，沿线包括麻斜航道、麻斜西航道、莫烟楼航道、莫烟楼西航道、调顺航道、

霞海航道、调顺岛港区航道等 7 段。2008 年由湛江港（集团）有限公司对原有航道组织实施，按 7 万吨级散货船满载、乘潮、单向通航，航道宽度 200m，设计底标高-13.6m 进行扩能升级，改造成为 7 万吨级航道。

（2）斗龙村航道（5 万吨级乘潮航道）

从斗龙村东航道经龙水岭航道、斗龙村北航道至南三岛南航道，全长约 23.3km，底标高-9.8m。

亚士德航道（待建）：亚士德航道自湛江港主航道石头角航道接出，至东海岛大桥处，航道全长 10.16km，航道底宽 185m，设计底高程按近期满足 5 万吨级集装箱船舶全天候通航-14.8m，远期 10 万吨级集装箱船乘潮通航-16.4m。

东海岛航道（正在开展前期工作）：东海岛支航道自亚士德航道引出，全长 4.56km，以红星水库出海口为界分为内外两段，外段 2.76km，近期 5 万吨级双向、远期 15 万吨级单向；内端长 1.8km，近期 5 万吨级乘潮，远期全潮双向。

南三岛蓝田航道（待建）：南三岛蓝田航道自湛江港主航道引出，至南三岛蓝田作业区，航道全长 3.5km，设计宽度为 165m，底高程按 5 万吨级散货船全天候通航-14.8m。

（3）锚地

湛江港湾内有万 t 级以上常用锚地 18 处，小型船舶锚泊区 8 处，湾外另设万 t 级以上锚地 3 处，均设在雷州湾之外：

1) 第一引航锚地（万 t 级），以 20°58'03"N，110°37'18"E 为圆心，以 740m 为半径的圆形水域内，水深 12.8m，泥底，可供 3 艘 5 万 t 级船舶锚泊。

2) 10 万 t 级引航锚地，位于龙腾航道入口处东南约 16.8km 处，以 20°57'00"N，111°00'00"E 为中心，半径 1.5 海里的水域范围，面积为 24.24km²，水深约 20m，底质为淤泥，可供 33 艘 10 万 t 级船舶锚泊。

3) 30 万 t 级过驳锚地（航道建成后改为引航锚地），位于进港航道入口处东南约 30km，以 20°57'00"N，111°10'00"E 为中心，半径 3 海里的水域范围，面积为 96.98km²，锚地水深 30~33m，底质为沙泥，可供 9 艘 30 万 t 级船舶候潮锚泊。

硇洲岛国家级中心渔港位于广东省湛江市雷州半岛东部的硇洲岛南面，2000 年被列为国家一级群众渔港。该渔港水陆域宽阔，避风、补给条件良好，是广东省重要的区域渔船避风塘。除来港渔船外，还常有本省其他市县及广西、海南和

港、澳、台渔船进港停泊、卸鱼、补给及避风等。硇洲渔港辐射力强，已具备建设为中心渔港的条件。

国家级硇洲中心渔港位于硇洲岛西南面，面临南海的优良渔场，背靠硇洲镇，水路距霞山区 21 海里，距东海岛东南码头 2.5 海里；陆路距湛江市区 60km；海上是珠三角、港、澳至海南、北海必经之路。硇洲国家级中心渔港建成后，将形成 100 万 m² 的避风水域，集渔船避风、水产品加工、科研、渔业后方补给以及渔区城镇化等功能为一体，成为具有区域性、开放性和示范性的现代渔港综合经济区。

丰富的港口资源，可为建设海洋牧场提供良好的港口的条件。

3.1.2 海岛资源

(1) 蜑沙

蜑沙岛位于本项目南侧，距离本项目约 1.3km，以岛屿岸线为界，规划面积 3.81km²，现状为无人岛。发展定位是以海景风光为特色，集商务会议、康体娱乐、高端休闲为一体的度假区，发展成为环北部湾以及粤西高端滨海休闲度假旅游目的地。

(2) 硇洲岛

为火山爆发后形成的海岛，是广东省唯一的火山岛，岛中央高出海面 83m。陆上是红色亚粘土，并参有大量的玄武岩。从地质构造看，泥土自上而下为现代滨海沉积和第四纪广组滨海沉积物，整体呈盾状熔岩台地。其东北至西南向长 10.47km，宽 4.14 至 6.94km，岸线长 43.99km，面积 49.89km²。表层为已发育为红色风化壳，在较平缓的熔岩台地上发育了一些浅洼地，有些已筑成水库，如潭派水库、那笠水库等。该岛东岸、北岸及南岸处于迎浪面，为侵蚀海岸，岸外还残留着海胆礁、波河仔石、波河东石等排石。海崖发育，只有在局部港湾岸边才发育狭窄的砂砾滩。该岛西岸处于低能区，以堆积为主，原有的岬湾已淤积为较宽的海滩，在西南岸还发育了沙坝。

3.1.3 旅游资源

湛江市于 1959 年获得花园城市的称号。全市有 104 个岛屿、暗沙。拥有全国最大的红树林保护区。海岸线绵长曲折，水清浪静，大海与沙滩、岩石、林带

构成美丽的南亚热带海滨风光，具有成为全国最优良的滨海旅游度假基地的发展潜质。

湛江海岸线砂质岸线绵长，有 13 段优质沙滩（王村港、吉兆湾、吴阳、南三岛、东海岛、硇洲岛东岸、笏斗沙岛、海安白沙湾、乌石北拳半岛、企水赤豆寮岛、纪家盘龙湾、江洪仙群岛、草潭角头沙）可供旅游开发，总长达 150 多 km。

湛江市拥有迷人的海滩、岛屿和南亚热带风光，已开辟的滨海旅游区有东海岛龙海天、吴川吉兆、南三岛、徐闻白沙湾，其中东海岛龙海天和吴川吉兆是省级旅游区。

南三岛 2014 年被评为广东“十大美丽海岛”，岛内人文资源丰富，有广州湾靖海宫、越王祠、南三灯塔、龙女庙、洗吴庙、红坎岭法军南营旧址等古迹。目前南三岛正全力推进高端旅游项目的开发，未来南三岛将成为以滨海度假、冬休养老、邮轮母港为特色，集高端居住、商务会议、休闲度假、养生康体、主题游乐于一体的多元化亚热带滨海休闲海岛。

硇洲岛：硇洲岛是国家级试点镇中唯一的海岛镇，全岛陆地面积 56km²，海岸线长 43.98km，是湛江港的天然屏障。硇洲岛是湛江市的岛外之岛，风景秀丽，一年四季气候宜人。这里人杰地灵，物产丰富，盛产闻名世界的硇洲鲍鱼、龙虾等名贵水产。

硇洲岛上有一座百年古灯塔——硇洲灯塔。此灯塔是世界目前仅有的二座水晶磨镜灯塔之一（与英国伦敦灯塔齐名），也是世界目前的三大灯塔之一。硇洲灯塔是国家级航海标志，现为全国重点文物保护单位。此外，其人文历史景观及自然景观还有宋王井、窦振彪墓、那晏海石滩、东海头海底世界、津前天后宫等。

3.1.4 珍稀濒危生物资源

本海域的珍稀濒危水生生物主要论述中华白海豚。

中华白海豚身体修长呈纺锤型，喙突出狭长，刚出生的白海豚约 1m 长，性成熟个体体长 2.0~2.5m，最长达 2.7m，体重 200~250kg；背鳍突出，位于近中央处，呈后倾三角形；胸鳍较圆浑，基部较宽，运动极为灵活；尾鳍呈水平状，健壮有力，以中央缺刻分成左右对称的两叶，有利于其快速游泳。眼睛乌黑发亮，上、下颌的每侧都有 20~37 枚圆锥形的同型齿（上颌齿数 30~36 枚；下颌齿数

24~37)，齿列稀疏。吻部狭、尖而长，长度不到体长的十分之一。喙与额部之间被一道“V”形沟明显地隔开。脊椎骨相对较少，椎体较长。

鳍肢上具有 5 指。全身都呈象牙色或乳白色，背部散布有许多细小的灰黑色斑点，有的腹部略带粉红色，短小的背鳍、细而圆的胸鳍和匀称的三角形尾鳍都是近似淡红色的棕灰色。

中华白海豚不集成大群，常 3~5 只在一起，或者单独活动。除了母亲及幼豚，白海豚组群不会有固定的成员。它们的群居结构非常的有弹性，而组群的成员也时常更换。根据记录，组群最多可有 23 条白海豚，而平均为 4 条。性情活泼，在风和日丽的天气，常在水面跳跃嬉戏，有时甚至将全身跃出水面近 1m 高。游泳的速度很快，有时可达每小时 12 海里以上。在各种渔船中，白海豚特别喜欢在双拖船后觅食，而在双拖船后的海豚组群也比其他的大很多。中华白海豚与陆生哺乳动物一样肺部发达，用肺呼吸，呼吸的时间间隔很不规律，有时为 3~5 秒钟，有时为 10~20 秒，也有时长达 1~2 分钟以上。外呼吸孔呈半月形开放于头额顶端，呼吸时头部与背部露出水面，直接呼吸空气中的氧气，并发出“Chi-Chi-”的喷气声。

湛江港湾至雷州湾海域是中国沿岸中华白海豚的一个十分重要的栖息地。

据估算，该海域现有中华白海豚约 500 头，是目前国内第五处中华白海豚最健康种群区。根据 2005 年和 2006 年的调查，湛江东部海域中华白海豚可以分为 3 个小群体：雷州湾湾底群、雷州湾西部群和湛江湾群（Zhou et al. 2007b, 2008）。

2007 年，湛江市政府批准建立雷州湾中华白海豚市级自然保护区（湛府函[2007]169 号），总面积 20598 公顷，其中：核心区面积 686 公顷、占保护区总面积的 33.3%；缓冲区面积 1372 公顷、占保护区总面积的 66.6%。雷州湾白海豚保护区地理坐标为（1）E110°26′、N20°46′；（2）E110°29′、N20°46′；（3）E110°29′、N20°44′；（4）E110°26′、N20°44′，主要保护品种：中华白海豚、文昌鱼、中国鲎、大黄鱼和其它海洋哺乳动物及海洋生态环境。

湛江东部海域中华白海豚活动范围覆盖了南到外罗镇，北到鉴江口的大部分水域。而且海豚发现位置多在近岸或是有小沙洲处，推测这些海域可能是中华白海豚比较喜欢的觅食及进行其他活动的场所。湛江东部海域中华白海豚季节分布有一定差异。春季中华白海豚分布范围最广，在近鉴江口和外罗镇外面水域均有

分布，但在硃洲岛和东海岛一侧有密集活动现象；夏季在雷州湾内分布范围要比其他季节分布范围大，但在东海岛对面东里镇附近水域有密集分布现象；秋季分布比较平均，但是在外罗和鉴江口附近没有发现中华白海豚；冬季则在东海岛一侧分布密集。在湛江湾内中华白海豚初步发现位置集中在南三岛一侧，没有明显季节性变化。这可能与湛江湾东海岛一侧为航道，大型船只出入频繁，致使中华白海豚不能在此长时间逗留有关。

3.1.5 红树林资源

湛江沿海泥质滩涂是中国红树林的主要分布区之一。有真红树和半红树植物 15 科 25 种，主要的伴生植物 14 科 21 种，是我国大陆海岸红树林种类最多的地区。其中分布最广、数量最多的为白骨壤、桐花树、红海榄、秋茄和木榄，主要森林植被群落有白骨壤、桐花树、秋茄、红海榄纯林群落和白骨壤+桐花树、桐花树+秋茄、桐花树+红海榄等群落，林分郁闭度在 0.8 以上。

1990 年 1 月，广东省人民政府以粤办函[1990]13 号文批准成立湛江红树林省级自然保护区，主要保护对象为沿海滩涂红树林及鸟类。1992 年经广东省林业厅批准，在廉江市高桥镇设立保护区管理站，以管理廉江市的高桥、车板两镇的红树林为主，管辖面积 2000 公顷。1995 年，由湛江市人民政府申请扩大保护区管理范围和面积，由省级升为国家级。1997 年 12 月 8 日，国务院国函[1997]109 号文批准建立广东湛江红树林国家级自然保护区。2002 年 1 月 1 日，湛江红树林湿地又被正式批准列入国际湿地名录。广东湛江红树林国家级自然保护区位于中国大陆最南端，广东省雷州半岛沿海滩涂，跨徐闻、雷州、遂溪、廉江、吴川五县（市）以及麻章、坡头、东海、霞山四区，呈分散状带状分布。东至坡头区乾塘镇的大沙墩，西至雷州市企水镇的企水港，南至徐闻县五里乡仕尾村鱼尾海湾，北至廉江市高桥镇高桥河河口咸淡水交界处。地理坐标为 109°40′~110°35′E，20°14′~21°35′N 的沿海地带，总面积 20278.8hm²。保护区管理机构名称为“广东湛江红树林国家级自然保护区管理局”。

本项目排污口周边即分布有野生红树林，项目排污口周边红树林并非湛江红树林保护区划定区域，其为野生红树林群落，根据广东省“三区三线”数据，排污口西侧红树林群落面积约为 3004.56 m²。

表 3.1.5-1 湛江市各县（市、区）红树林保护区划界确权面积（hm²）

项目	划界面积	合计	有林地	未成林地	天然更 新林地	宜红树 林地	非林用 滩涂
全市合计	20278.8	17465.6	7242	25.6	509.4	9688.6	2813.2
廉江市	3902	3615.6	1361.6	0.6	186	2067.4	286.4
雷州市	2441	1606.9	1029	1.7	106.8	469.4	834.1
吴川市	816.3	716.3	75.6			640.7	100
遂溪县	1900	1615.9	349.4	12	12.3	1242.2	284.1
徐闻县	3918	3759	724.7	8.9	185.2	2840.2	159
霞山区	800	786.4	30.1		3.3	753	13.6
麻章区	2887.5	2247.5	1980.8			266.7	640
坡头区	416	316	215		3.4	97.6	100
东海岛	3198	2802	1475.8	2.4	12.4	1311.4	396

3.1.6 海洋渔业资源

湛江市地处热带、亚热带的过渡区域，终年水温较高，光线充足、水质肥沃，海洋环境多种多样，生物种类也非常丰富，曾经记录到的生物种类达到了 2000 多种，其中鱼类 520 种，贝类 547 种，虾类 28 种。

湛江是渔业大市，渔业资源丰富。全市有渔业乡镇 15 个，渔业村 225 个渔业人口 46.03 万人，渔民人均收入 25584 元。其中以捕捞为主的渔业村 217 个，捕捞渔业人口 25.26 万人，海洋捕捞渔船 1.57 万艘、功率 33.64 万 kw。

湛江的对虾引领世界行情，湛江拥有“中国对虾之都”、“中国海鲜美食之都”、“国家级出口水产品质量安全示范区”、“国家级水海产品外贸示范基地”和“国家级海洋生态文明建设示范区”等多张水产业国家级名片。湛江市拥有水产种苗场 600 多家，深水网箱养殖基地 3 个，水产品加工企业 187 家，涉海高新技术企业 12 家，海洋科研机构 30 多家。海洋渔业已成为湛江体系最完善、功能最配套、从业人员最集中的集群产业之一，已经形成水产种苗培育和养殖、捕捞、加工、流通、研发及水产饲料等协作配套的较为完整的产业链。

湛江全市水产总产量和总产值连续 20 年居全省首位，水产养殖总面积 120 万亩。目前，湛江已投产重力式深水网箱 3500 多个、半潜式桁架智能养殖平台 1 个，

约占全省总数的70%，已创建3个国家级海洋牧场示范区（湛江市东海岛1号海域现代化海洋牧场周边有硇洲岛国家级海洋牧场示范区和吴川博茂国家级海洋牧场示范区），海洋牧场装备制造能力突出，网箱网具销售量约占全国的60%。湛江市具有建设现代化海洋牧场的良好基础，当前，湛江也正以竞标争先立潮头之势，大力发展现代化海洋牧场。

3.1.7 岸线资源

湛江所辖五县四区均面向海洋，海岸线总长 2023.6 公里，其中大陆海岸线 1243.7 公里、岛岸线 779.9 公里，海岸线系数（海岸线长度与国土面积之比）为 0.16，即每平方公里国土的海岸线长 162 米。

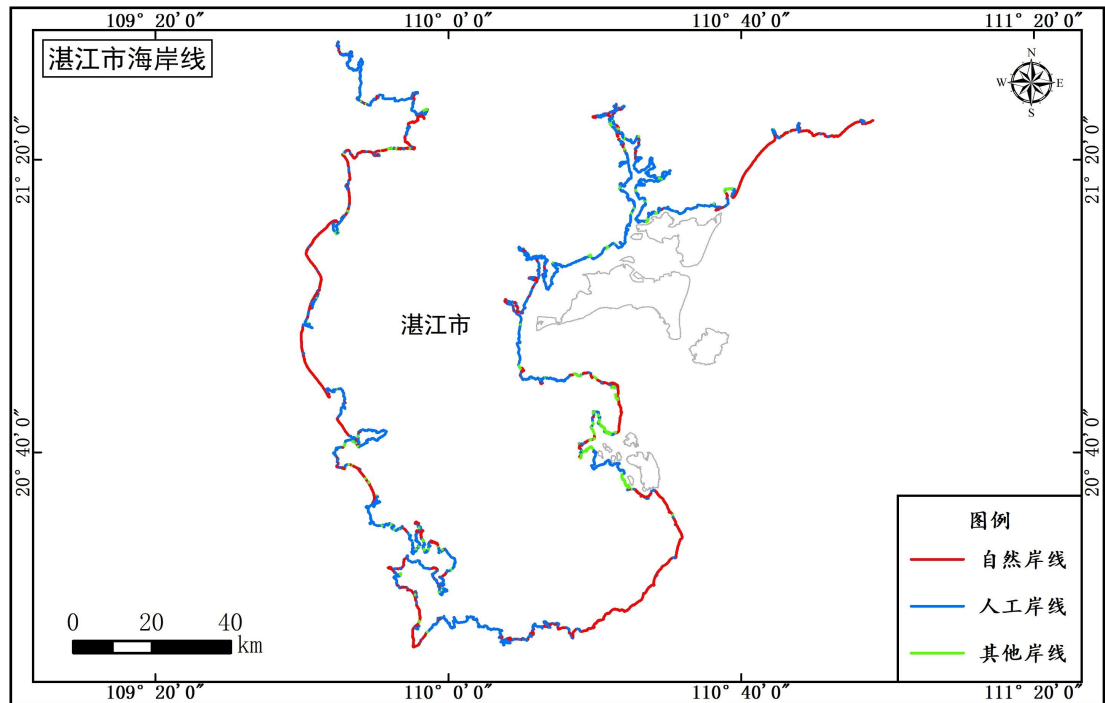


图 3.1.7-1 湛江市大陆海岸线情况示意图

3.1.8 滩涂资源

湛江市全市水域滩涂总面积 1626332.8 公顷，其中全市管辖领海海域面积 15067.44 平方千米，大陆海岸线东起吴川市王村港后塘村，西至廉江市英罗港洗米河口止，岸线长 1243.7 千米，占全省海岸线长度的 30.2%；有港湾 101 处；海岛 96 个，海岛岸线长 674.45 千米，海岛陆地总面积 489 平方千米；10 米等深线以内的浅海滩涂面积 5155.54 平方千米，其中浅海面积 4153.64 平方千米，滩涂面积 1001.90 平方千米。

表 3.1.8-1 湛江市海域资源状况

项目	领海海域 (km ²)	大陆岸线 (km)	滩涂面积 (km ²)	0~10m 浅海面积 (km ²)	海岛岸线 (km)
湛江市	15067.44	1243.70	1001.90	4153.64	674.45
市区	3590.16	143.91	429.13	803.62	324.00
吴川市	1536.19	84.19	18.52	279.05	12.55
遂溪县	1140.96	150.20	105.01	689.32	5.91
廉江市	113.20	108.00	68.10	45.10	0.71
雷州市	3979.64	432.90	198.67	1348.55	99.24
徐闻县	4707.29	324.50	182.47	988.00	232.04

3.1.9 矿产资源

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

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

金属矿产：有铁矿、金矿、银矿及稀有稀土滨海砂矿等。铁矿主要分布在廉江、遂溪一带，有矿产地24处，规模均为小型，多为坡积或残积褐铁矿，一般含铁品位较低，工业利用价值不大。金银矿是优势矿产，有矿产地10处，其中银矿产地1处，金矿产地9处。廉江庞西银金矿，银储量可达中型，含银品位较高，开采后经济效益显著。现深部尚有75吨（金属量），金矿均为小型，个别含金品位较高，开采技术条件简单，适于地方小型开采。钛铁矿、独居石、磷钇矿和锆英

石主要以海滨冲积砂矿形式产出，分布在吴川市吴阳至雷州半岛东海岸一带，沿海岸带呈带状断续延伸130千米，储量丰富，总储量572万吨，规模可达到大型，有用矿物含量高，可选性能良好，开采技术条件简单，适于组建大型矿山开采。

非金属矿产：高岭土、玻璃用砂、泥炭、硅藻土、水泥用灰岩和海砂等。高岭土经地质评价的矿产地14处，资源总量达到1.3亿吨，远景储量可超过2.5亿吨。如遂溪燕子窝、遂溪中间岭高岭土矿床、湛江市山岱高岭土及龙头、岭头高岭土矿床。玻璃用砂产地2处，储量接近4623万吨，其中雷州市企水玻璃用砂储量规模达大型，储量3151万吨，为滨海沉积石英砂矿，原矿二氧化硅含量一般在96%以上，最高可达98.6%，达到平板玻璃原料I级品标准。湛江市乾塘玻璃砂矿储量1472万吨，原矿质量较好。泥炭有矿产地38处，主要分布在遂溪、廉江及湛江市郊等地，总资源储量8883万吨，储量达大、中型规模的矿产地15处，如湛江市郊屋山一调塾泥炭、遂溪下录一协和泥炭储量均超过1000万吨，质量较好，腐植酸含量大于11%，发热量2100-6700千焦年/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区及整个雷州半岛均属矿泉水田范围，面积达6000平方千米。；雷州市地下水天然资源量75.7亿立方料/年；可开采资源量49亿立方料/年，超过全省地下水可采资源总量的10%。

3.2 海洋环境质量现状调查与评价

3.2.1 气候气象

本节主要引用硃洲岛海洋站 1990 年 1 月~2019 年 12 月实测资料分析结果，代表项目区域的气候与气象特征。项目地处祖国大陆南部，属南亚热带季风气候

区，海洋性气候明显，光、热、水资源丰富。其主要气候特点是：气候温暖，雨量充沛，雨热同季，光照充足；冬不寒冷，夏不酷热，夏长冬短，春早秋迟；秋冬春旱，常有发生，夏涝风灾，危害较重。

（1）气温

本区域全年气温较高，多年年平均气温为 24.2°C ，平均气温年变幅不大。最热的月份出现在 6-9 月份，多年月平均气温为 29.3°C 以上；5 月次之，多年月平均气温为 27.6°C ；最冷的月份出现在 1 月，多年月平均气温为 16.7°C ；2 月次之，多年月平均气温为 18.1°C 。平均最高气温出现在 6、7 月份为 29.3°C ，平均最低气温出现在 1 月份为 16.7°C 。历年最高气温为 37.5°C ，出现在 2015 年 7 月 1 日；历年最低气温为 4.5°C ，出现在 2016 年 1 月 25 日。

日最高气温 $\geq 35.0^{\circ}\text{C}$ 的天气主要出现在 5~9 月份，累年平均出现日数为 5.7 天。日最高气温 $\geq 30.0^{\circ}\text{C}$ 的天气主要出现在 2~11 月份，以 7 月份最多为 26.3 天，累年平均出现日数为 131.7 天。日最低气温 $\leq 10.0^{\circ}\text{C}$ 的天气主要出现在 11 月至翌年 3 月份，以 12 月至翌年 2 月最多，累年平均出现日数为 6.4 天；日最低气温 $\leq 5.0^{\circ}\text{C}$ 的天气出现过 0.1 天。

（2）降水量

1) 平均降水量、降水日数、降水的季节分配

硃洲海洋站年降水量充沛，累年平均降水量为 1312.9mm，年际变化较大，最多年降水量为 1822.8mm（2012 年），最少年降水量为 735.5mm（2004 年）。季节变化也非常明显，有雨季和旱季之分。每年的 4~9 月份为雨季，累年月平均降水量均在 99.8mm 以上，受季风和热带气旋影响，6~9 月份降水最多，累年月平均降水量为 163.1mm 以上，整个雨季平均降水量共 995.8mm，占全年降水量的 76%。10 月至翌年 3 月为旱季，平均降水量总共为 317.1mm，只占全年降水量的 24%。

硃洲海洋站日降水量不少于 0.1mm 的降水日数年平均 116.2 天。降水日数年际变化和季节变化较大，年降水日数最多为 155 天（2016 年），年降水日数最少为 78 天（1991 年）；降水日数的季节变化与降水量的季节变化基本一致，雨季降水日数最多，5~9 月的月平均降水日数都在 11 天以上，其中 8 月最多，月平均降水日数达 13.9 天，降水日数的月际变化与降水量变化基本一致；旱季

的 11 月至翌年 1 月降水日数最少，月平均只有 5~7 天，夏季降水日数较多，冬季较少。

历年日最大降水量为 320.9mm，出现在 2015 年 10 月 4 日，暴雨及大暴雨也主要出现在雨季的 5~9 月份。

2) 各级降水量日数

硃洲海洋站区域降水日数与降水强度密切相关，($R \geq 10.0$ 毫米)的年平均降水日数 32.9 天，其中雨季的 5~9 月份的降水日数都在 4 天以上，而 8~9 月份的降水日数最多，累年月平均都在 5 天以上；暴雨及大暴雨多出现在夏季。

3) 累年各月最长连续降水日数及其降水量

硃洲海洋站累年各月连续降水时间最长和连续降水量最大出现于夏季，其中月份连续降水时间最长出现在 2003 年 08 月 12 日至 26 日，为 15 日，降水量达 280.0 毫米，连续降水量最大值出现在 2015 年 10 月 03 日至 12 日，降水量达 507.1 毫米。

4) 累年各月最长连续无降水日数

硃洲海洋站累年各月最长连续无降水日数统计发现，其中月份连续时间最长无降水日数出现于 10 月至翌年 3 月，其中历年最长连续无降水日数为 53 天，出现在 2009 年 10 月 23 日至 12 月 24 日。

(3) 相对湿度

硃洲海洋站海域相对湿度较高，多年平均值为 84%，1~9 月平均相对湿度较大，多年月平均都在 82%及以上，3~4 月相对湿度最大，多年月平均为 90%，10 月至 12 月平均相对湿度较小，多年月平均相对湿度在 79%及以下，11~12 月平均相对湿度最小，多年月平均相对湿度为 78%，本站观测到极端最小相对湿度为 16%，出现在 2013 年 12 月 30 日。

(4) 风况

硃洲海洋站地处季风区，累年平均风速 3.5m/s，年主导风向为东向和东北东向，出现频率均为 13.7%和 12.8%，风向和风速随季节变化明显。秋、冬季盛行东北东向风，春季仍以东南东和偏东风居多，夏季盛行偏南向风，偏南风频率较大达 18.9%。常年平均风速变化不大，其平均值在 3.1m/s-3.7m/s 之间。其中 8

月份的平均风速最小，多年平均值为 3.1m/s。历年最大风速为 47.0m/s，风向偏西，出现在 2015 年 10 月 4 日。

硃洲海洋站强风向为西向，最大风速为 47.0m/s；次强风向为南南东向，其最大风速为 30.0m/s。常风向为东向，累年出现频率为 13.4%，其对应风向的平均风速为 3.1m/s，最大风速为 23.0m/s。常年最少风向是西南西、西北西、西北，其出现频率为 1.4%。其余各风向常年出现频率分布在 1.7%~12.5%之间。

硃洲海洋站大风（≥8 级）在一年四季除了 1~2、12 月份外均可出现大风，其中 5、12 月份最少，大风日数仅 1 天，8~9 月最多，大风日数达 5 天，大风日数年平均为 3.6 天。

（5）海雾

硃洲海洋站海域雾日较多，多年雾日平均值为 30 天，各月平均雾日数，1~4 月份平均雾日较多，多年月平均雾日都在 4.4 天以上，3 月份雾日最多，多年月平均为 10.0 天，6~10 月份平均雾日较少，多年月平均不到一天，其中 6、8~10 月份没有雾日。

（6）雷暴

湛江是一个雷暴多发的区域，全年各月均有雷暴发生，年际和季节变化明显，雷暴日数主要集中在 4~9 月。区域年平均雷暴日数为 94.6 天，雷暴天气集中出现在雨季（4~9 月），其中 7 月最多为 17.3 天，8 月其次为 16.0 天。雷暴的最长持续时间达到了 524min，最短只有 5min。

3.2.2 海洋水文

本章节内容引自《湛江东硃航道整治工程预可行性研究水文观测报告》，广东正方圆工程咨询有限公司，2019 年 11 月。

3.2.2.1 调查概况

本项目进行一次水文观测，观测大潮过程，观测时长为 27h（测 28 次）。平面采用为 2000 国家大地坐标系 3 度带高斯正形投影，中央子午线为东经 111 度，带号 37。高程采用 1985 国家高程基准。

本次观测时间：2019 年 9 月 28 日（农历九月初一）9:00 至 2019 年 9 月 29 日（农历九月初二）12:00。根据潮汐表，测验期为天文大潮期。

1、水位观测

在东海岛东、碣洲岛北水域布置 2 把临时水尺，每个测次水尺水位应同步进行观测，水位观测时间拟定为 27h（测 28 次），观测频率每小时观测一次，水位观测值误差精确到 10mm，并应测量各临时水尺平面位置坐标。

2、观测垂线（流速、流向、悬移质及海底底床质取样）

在两个航道路线方案浅段各布置 2 条垂线、在东海岛与碣洲岛之间海域布置 1 条垂线，共布置流速垂线 5 条，分别为 V1 原航道线北、V2 原航道线中、V3 碣洲水道主槽、V4 比选航道线北、V5 比选航道线南。测流垂线宜垂直于主流流向，测量时间宜与水位观测同期进行，观测时间为 27h（测 28 次），每小时观测一流速流向测点根据水深确定，水深 $>5\text{m}$ 时为 6 点法（即表层、0.2h、0.4h、0.6h、0.8h、底层）；水深 $\leq 5\text{m}$ 时用 3 点法（即 0.2h、0.6h、0.8h）；水深 $\leq 2\text{m}$ 时用 2 点法（即 0.2h、0.8h）；水深 $\leq 1.5\text{m}$ 时用 1 点法（即 0.6h）；h 为当时实测水深。各垂线在测流期间每 1 小时取一次悬移质含沙量水样，分表层、0.4h、0.8h 三层采样，水样容积为 1000ml，采样的点位与流速流向位置相同，采样时间与测速同步。

各垂线在每一个潮的涨憩、落急、落憩、涨急均取悬移质颗分水样，取水体中层水样，水样容积为 5L，采样的点位与流速流向测验位置相同，时间与流速测验同步。测验开始前，采集各垂线所在位置底质样品一个，进行室内粒度分析。

3.2.2.2 调查结果

（1）潮位

工程所处海域潮性系数在 0.88~1.04 之间，属于不规则半日潮，其特征是一太阴日有两次高潮和两次低潮。

对各潮位站观测的潮位进行统计，2 个临时水位站水位变化成正弦曲线分布，在观测时段内闭合，水位平滑连续。Z1、Z2 测站最高潮位为 2.26m、2.22m，两测站最高潮位相差 0.04m；最低潮位为-0.9m、-1.02m，两测站最低潮位相差 0.12m；平均潮差为 2.53m、2.71m。

Z1、Z2 测站平均涨潮历时均为 6h；平均落潮历时分别为 6.5h，6h。

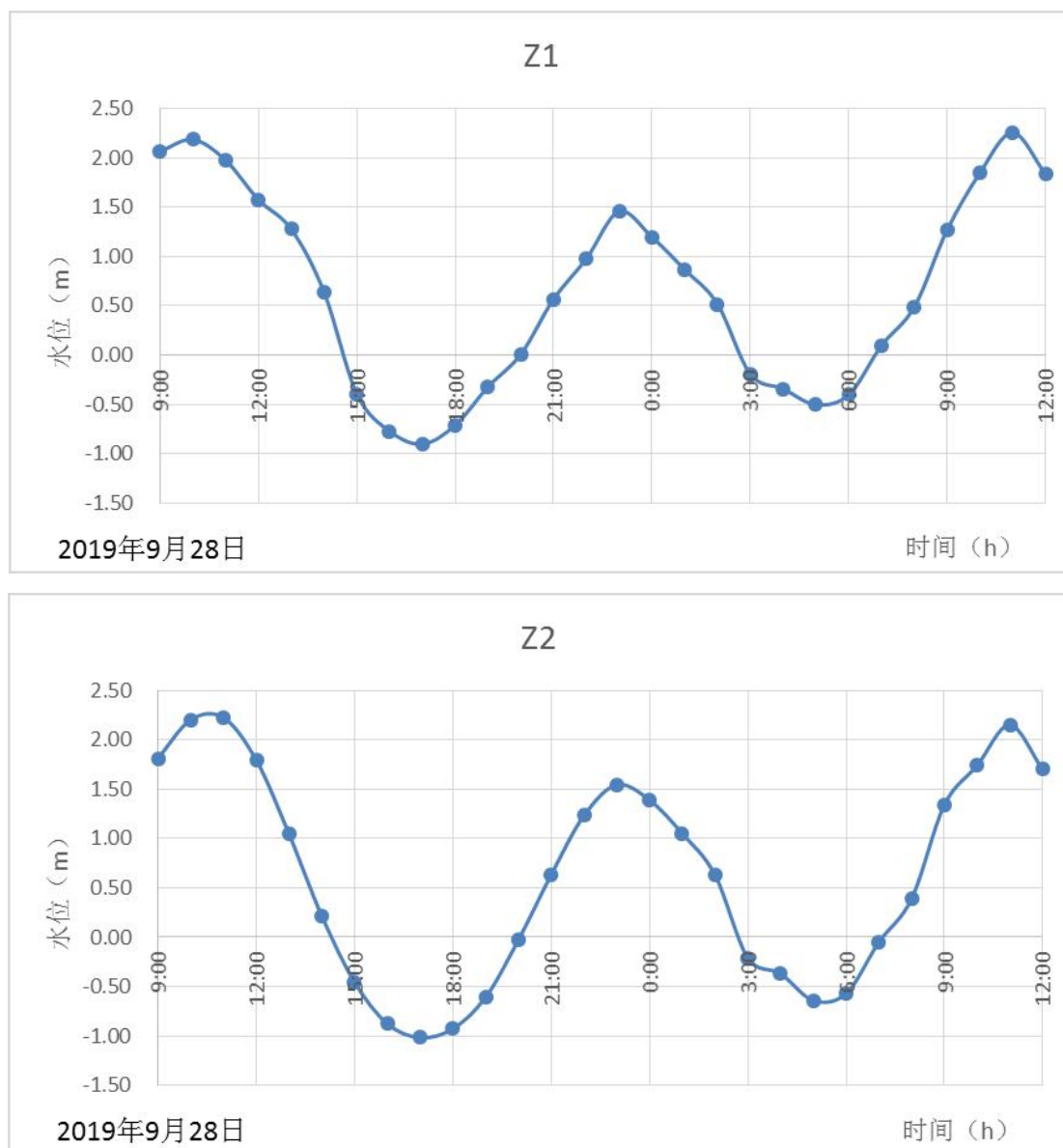


图 3.2.2.2-1 临时潮位站潮位过程线（20190928~29）

表 3.2.2.2-2 潮汐特征值统计结果 单位：m

项目	Z1	Z2
最高潮位	2.26	2.22
平均高潮位	1.82	1.88
平均低潮位	-0.7	-0.83
最低潮位	-0.9	-1.02
平均海平面	0.66	0.62
最大涨潮潮差	2.76	2.79
平均涨潮潮差	2.56	2.68
最大落潮潮差	3.09	3.24
平均落潮潮差	2.53	2.71
平均涨潮历时	6	6
平均落潮历时	6.5	6
国家 85 基准		

(2) 流速流向

2019年9月28日~9月29日在工程海域布置了5条定点垂线进行流速流向观测，对观测的资料进行整理、分析并统计各垂线的流速流向特征值，绘制各垂线垂线平均流速水深过程线，图3.2.2.2-2a是V1垂线流速、流向水深过程线，图3.2.2.2-2b是V1垂线流速垂线分布图。

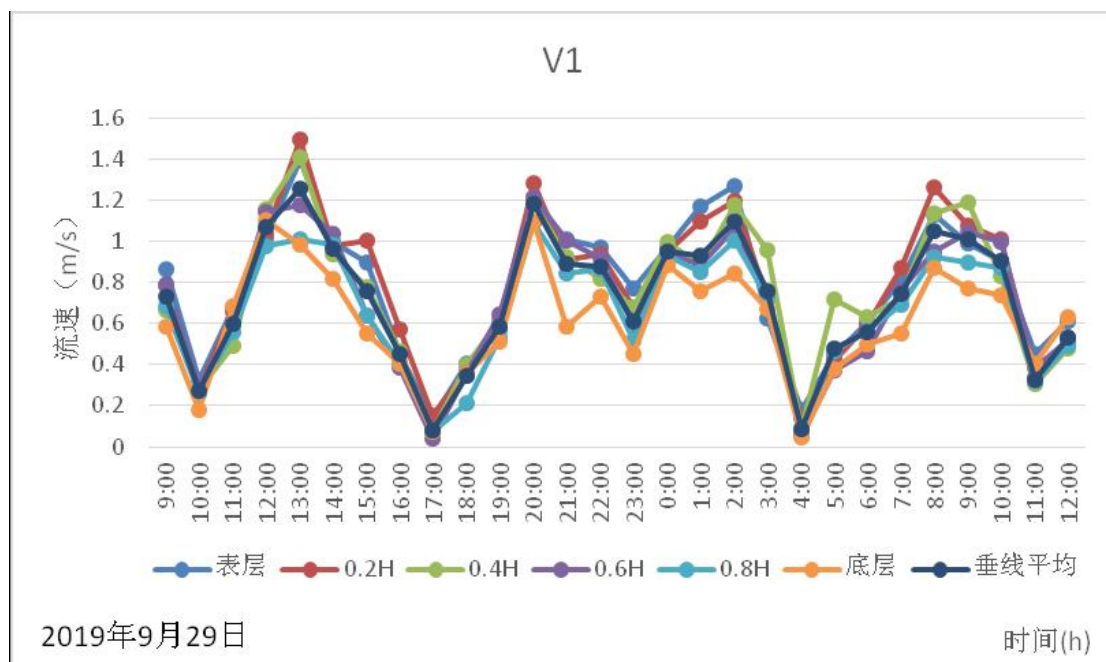


图 3.2.2.2-2 a V1 垂线流速过程线

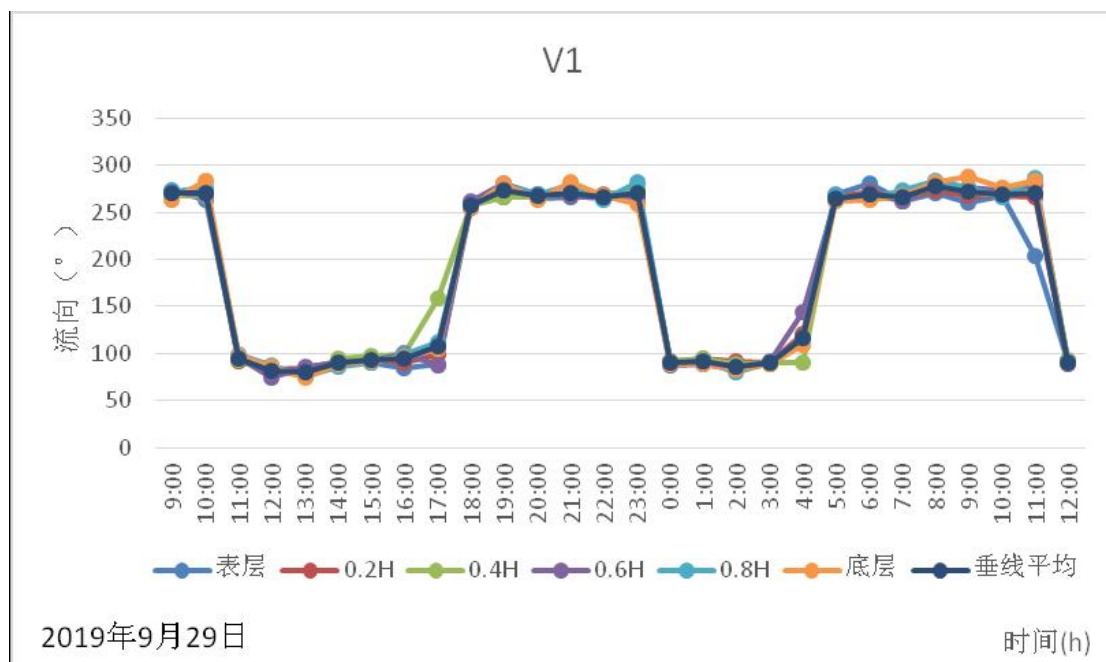


图 3.2.2.2-2b V1 垂线流向过程线

V1 站位于东海岛和南屏岛之间，其往复流流向为东西向；V2、V3 站位于东

海岛与硃洲岛之间，其往复流流向为偏东北西南向；V4 站位于东海岛东侧硃洲岛北侧，其往复流流向为偏南北向；V5 站两个深槽的交界处，因而流向受地形影响，南北向的流向发生一些偏转。从垂向上来看，调查水域基本表现为表层流速大于中层流速大于底层流速。

(3) 潮流

实测的潮流包括由天体引力所产生的潮流以及主要由水文、气象条件所造成的非潮流（也称余流）两部分。潮流是海水受日、月等天体引潮力作用后产生的周期性水平运动。潮流分析的目的在于根据海流周日观测资料，分离潮流和非潮流，同时算得潮流调和常数，进而计算其潮流特征值，并判别测区的潮流性质。

潮流按其性质可分为规则的半日潮流和不规则的半日潮流、规则的全日潮流和不规则的全日潮流，根据《海港水文规范》，海区的潮流性质按下式计算结果来判别：

$$F = (WO1 + WK1) / WM2$$

当 $F \leq 0.5$ 时为规则半日潮流；

当 $0.5 < F \leq 2.0$ 时为不规则半日潮流；

当 $2.0 < F \leq 4.0$ 时不规则全日潮流；

当 $4.0 < F$ 时为规则全日潮流。

式中的 $WO1$ 、 $WK1$ 、 $WM2$ 分别为主太阴日分潮流、太阴太阳赤纬日分潮流、主太阴半日分潮流的椭圆长半轴长度（cm/s）。

V1、V2 站 F 值在 <0.5 ，表明此两站的潮流类型属规则半日潮流性质。V3、V4、V5 站 F 值在 $0.5 \sim 2.0$ 之间，即满足 $0.5 < F \leq 2.0$ ，表明潮流类型属不规则半日潮流性质。

(4) 余流

实测的水流，包括周期性潮流和余流两部分，其流速矢端的迹线远较单纯的周期性旋转潮流和往复潮流复杂。通过对流进行调和分析，可将周期性的全日周潮流、半日周潮流，从海流总矢量中分离出来，余下的部分即为余流。全日周潮流和半日周潮流的矢端迹线为椭圆形状，余流则指向一定的方向。它一般包括漂流（风海流）、密度流、径流等，余流的流向常是泥沙运动和污染物质扩散运移的方向。从 V1～V5 垂线计算结果来看，各垂线余流变幅为 $0.0042\text{m/s} \sim 0.29\text{m/s}$ 。

表 3.2.2.2-2 余流流速及流向垂线分布统计结果

测站	表层	0.2H	0.4H	0.6H	0.8H	底层	垂线平均
流向	148.66	119.95	191.56	332.89	5.54	66.98	34.04
流速	0.59	1.53	0.42	1.32	2.94	3	0.88
流向	195.45	195.22	196.86	198.01	195.16	198.03	196.02
流速	28.47	28.31	28.92	25.48	24.81	24.19	26.78
流向	252.7	244.23	248.3	226.39	264.02	239.92	247.05
流速	15.51	14.08	13.24	12.87	19.77	14.29	14.64
流向	277.82	271.6	280.16	252.13	101.51	194.59	251.37
流速	6.14	4.33	2.73	1.37	3.57	4.34	1.67
流向	252.78	287.23	318.7	277.12	278.35	267.78	286.5
流速	14.98	10	15.54	8.08	11.44	7.21	10.53

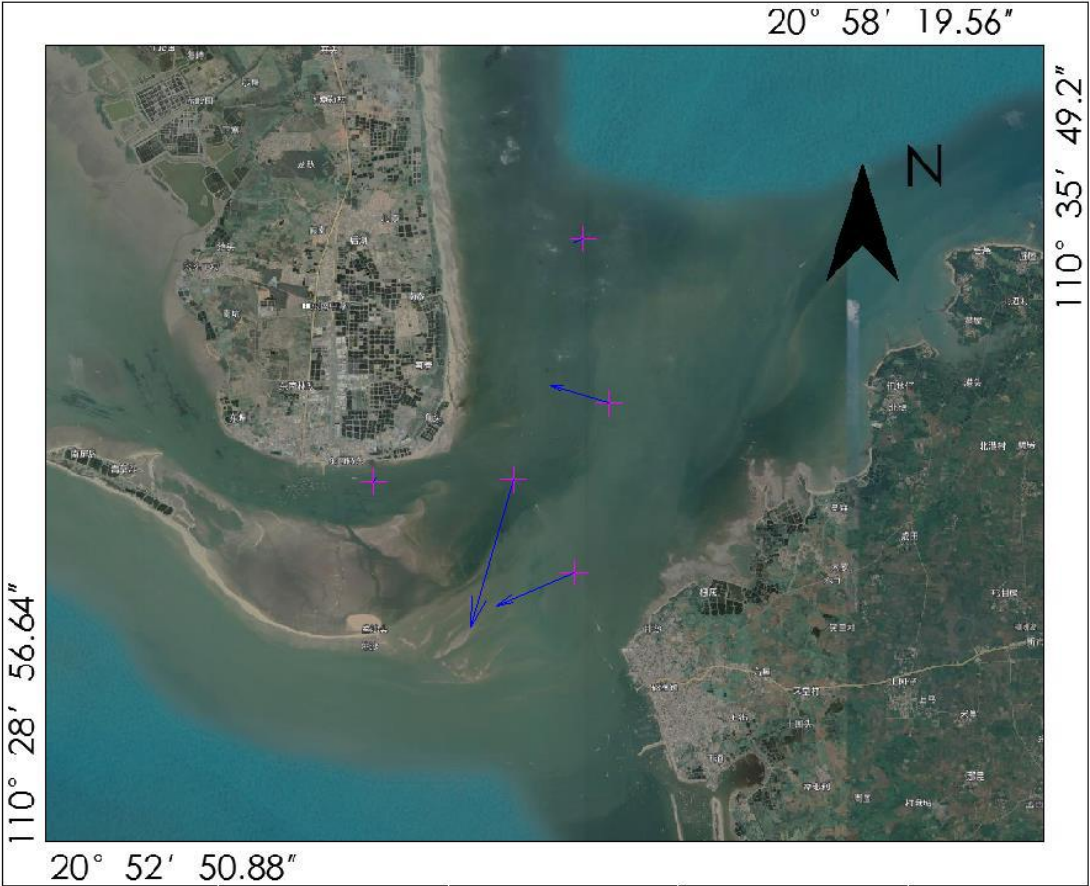


图 3.2.2.2-3 垂向平均余流矢量图

(5) 含沙量

各垂线的含沙量特征值见表 3.2.2.2-3。从统计的表可看出：5 条定点垂线中，V5 垂线平均含沙量最大，为 0.1728kg/m³，其次是 V3 站；最小为 V4 站，为 0.0021kg/m³。

图 3.2.2.2-3 各垂线的含沙量特征值

垂线	潮型	特征值	相对水深含沙量(kg/m3)	垂线平均(kg/m3)
----	----	-----	----------------	-------------

			表层	中层	底层	
V1	大潮	最大值	0.031	0.0378	0.0642	0.0401
		最小值	0.0022	0.0044	0.002	0.0043
V2		最大值	0.0384	0.0416	0.0462	0.0359
		最小值	0.0032	0.0026	0.004	0.0073
V3		最大值	0.0608	0.0746	0.1036	0.0767
		最小值	0.0004	0.002	0.003	0.0059
V4		最大值	0.0446	0.068	0.1238	0.0551
		最小值	0.0026	0.0022	0.0014	0.0021
V5		最大值	0.0562	0.0616	0.4147	0.1728
		最小值	0.0036	0.0064	0.0104	0.0113

1、含沙量测验成果显示：总体上看，测验期间测区 5 个定点垂线含沙量的垂线分布，一般呈现“表层低、底层高”的总体分布规律。5 条定点垂线中，V5 垂线平均含沙量最大，为 0.1728kg/m^3 ，其次是 V3 站；最小为 V4 站，为 0.0021kg/m^3 。除 V2 站外，涨潮垂线平均含沙量、垂线平均最大含沙量均表现为，落潮大于涨潮。观测区含沙量基本小于 0.15kg/m^3 。V1~V5，平均含沙量逐渐增加，分别为 0.019kg/m^3 、 0.019kg/m^3 、 0.024kg/m^3 、 0.027kg/m^3 、 0.043kg/m^3 。含沙量的垂线分布，大致均呈现“表层低、底层高”的总体分布规律，底层含沙量为表层的 0.19~29.18 倍，平均为 2.37 倍。

2、悬移质颗粒级配成果显示：悬沙组成以砂质粉砂为主，占 47%；其次为粉砂质砂和粉砂，占 20%、18%；最少为砂，占 15%。悬沙中值粒径 $Md(\text{mm})$ 为 $0.016\sim 0.03\text{mm}$ ，平均为 0.052mm 。

3、底质沉积物的中值粒径范围在 $0.054\sim 1.41\text{mm}$ ，平均值为 0.52mm 。调查区表层沉积物泥沙颗粒粗。从空间分布上看：此次调查区域位于东海岛和硃洲岛之间，海流流速大，因而泥沙颗粒较粗。底质样品组成砂为主，占 88%，其次为粉砂质砂，占 9%；少量为砂质粉砂，占 3%。

二、泥沙来源分析

1、沿岸输沙

东海岛东海岸为平直砂质海岸，在东北风作用下，可出现自北向南沿岸输沙运动，并在硃洲水道往复潮流作用下，在东海岛南端排沙附近会出现局部堆积。但由于排沙南侧靠近雷州湾深槽，往复潮流作用较强，会限制沿岸输沙向南输移，加之沙源不足，即使工程后出现淤积，也是局部的，其量也十分有限，不会对工程海域造成明显的淤积影响。

2、潮流输沙和外海泥沙

工程附近海域涨、落潮平均含沙量约介于 $0.007\text{kg/m}^3 \sim 0.134\text{kg/m}^3$ 之间。涨、落潮最大含沙量也仅介于 $0.009\text{kg/m}^3 \sim 0.175\text{kg/m}^3$ 之间，因此在潮流作用下的输沙量是不大的。

工程附近海床沉积多为砂质或粉砂质，在波浪和潮流共同作用下会产生运动，这些泥沙可为海域淤积提供一定的沙源，但由于这些泥沙多为原地运动，输移距离短，输沙量也不会太多，对工程海域的淤积不会构成严重的威胁。另外，工程西侧雷州湾地形无明显堆积并呈略有冲刷的实际结果，也可证明工程海域沙源少、淤积轻的特点是十分明显的。

3.2.3 主要海洋灾害

影响本海域的主要海洋自然灾害有热带气旋、风暴潮和地震等。

1. 风暴潮

风暴潮是热带风暴或台风与天文大潮重合而引起增水所致，而本场区热带风暴频繁。据历史资料记载，1951~1992 年间登录湛江市的热带风暴（指中心最大风力 8 级或以上）共有 32 次，引发风暴潮 4 次。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。

2010 年第 3 号台风“灿都”于 7 月 22 日 13 时 45 分在吴川市吴阳镇沿海地区登陆，登陆时中心附近最大风力 12 级，阵风 14 级，中心气压 970 百帕，最大风速 35m/s ，7 级风半径 150km 。受台风“灿都”影响，湛江市普降大暴雨，局部地区大暴雨，全市平均降雨量 174.1mm ，最大降雨量是石角镇丰满站 398.5mm 。粤西一带沿海出现了 $30 \sim 200\text{cm}$ 的风暴潮增水。由于正值天文高潮期，受台风影响，7 月 22 日上午 8 时左右湛江出现了略超警戒潮位的情况。

2012 年第 13 号台风“启德”于 8 月 17 日 12 时 30 分前后在广东省湛江市麻章区湖光镇沿海登陆，登陆时中心附近最大风力有 13 级（ 38m/s ），中心最低气压为 968 百帕。台风“启德”登陆湛江时，恰逢天文大潮期，湛江验潮站出现了 242cm 的最大风暴潮增水，超警戒潮位 99cm 。8 月 17 日 0 时至 12 时，湛江站于 17 日 11 时 45 分出现 390cm 实测最高潮位，超警戒 125cm ，重现期为超三十年一遇，过程最大增水 238cm 。

2014年9月16日0时至17时，受台风“海鸥”的影响，深圳至雷州半岛东岸一带沿海出现0.94~5.15m的风暴增水，珠江口至雷州半岛东部沿海部分潮位站出现超警戒0.03~1.75m的高潮位。其中南渡站于16日12时10分出现4.75m实测最高潮位，超警戒1.75m，重现期为超30年一遇，过程最大增水5.15m（历史实测排位第二）；湛江港16日11时55分出现3.86m实测最高潮位，超警戒1.21m，重现期为30年一遇，过程最大增水4.32m（历史实测排位第二）。

项目所在区域气象水文条件较差，处于热带气旋及雷雨多发区，暴雨集中，工程建设时应做好防台风、雷暴雨及风暴潮工作。

2.热带气旋

硇洲岛海域全年各风向分布受季风制约，呈单峰型。风向以“北~东~南”较多，各月最多风向的变化受季节风环流的控制，有明显的季节性，5~8月盛行东南风，10月~翌年3月盛行东北风，4月、9月盛行东风。强风向为ENE、E、ESE风向，其频率分别为12%、17%、12%。风力6级以上平均每年22天，风力8级以上平均每年7天，1980年达18天。

0103号（榴莲）、201409号（威马逊）、201415号（海鸥）、201522（彩虹）。登陆时中心附近最大风力分别达到57m/s、36m/s、60m/s、40m/s、50m/s。其中彩虹为1973年以来华南最大台风。

雷州市气象站近十年有记录的台风见表3.1.5-1。

表 3.2.3-1 雷州市气象站近十年台风数据统计表

年份	台风名称	登陆时间	登陆地点	中心最大风速（m/s）	大风持续时间（h）
1999	无台风影响				
2000	16号台风“悟空”	9月9日14时	海南省陵水市	35	3
2001	3号台风“榴莲”	7月2日4时40分	广东省湛江市	33	8
2002	14号热带风暴“黄蜂”	8月19日20时40分	广东省吴川市	25	7
2003	07号台风“伊布都”	7月24日10时00分	广东电白至阳江交界处	33	11
2003	08号强热带风暴“天鹅”	7月21日18时00分	海南省万宁县	30	14
2003	12号台风“科洛”	8月25日6时15分	广东省徐闻县	38	15

	旺”	分			
2004	无台风影响				
2005	08 号强热带风暴 “天鹰”	7 月 30 日 5 时 55 分	海南省琼海市	25	14
2005	16 号热带风暴 “韦森特”	9 月 18 日 18 时	越南北部沿海地 区	23	24
2005	18 号台风“达维”	9 月 26 日 4 时	海南省万宁县	55	27
2006	02 号热带风暴 “杰拉华”	6 月 29 日 7 时 40 分	广东省湛江市坡 头区	20	1
2006	06 号台风“派比 安”	8 月 3 日 7 时 20 分	广东阳西至电白 交界处	33	43
2007	15 号台风“利奇 马”	10 月 2 日 23 时 00 分	海南省三亚市	33	4
2008	09 号强热带台风 “北冕”	8 月 7 日 23 时 00 分	广东省阳江市	28	4
2008	14 号强台风“黑 格比”	9 月 24 日 6 时 45 分	广东省电白县	50	10
2010	3 号台风“灿都”	7 月 22 日 13 时 45 分	广东省吴川市	35	5
2011	17 号强台风“纳 沙”	9 月 29 日 21 时 15 分	湛江市徐闻县	35	8
2012	13 号台风“启德”	8 月 17 日 12 时 30 分	湛江市麻章区	38	5
2013	6 号强热带风暴 “温比亚”	7 月 2 日 5 时 30 分	湛江市麻章区	28	4
2014	9 号台风“威尔 逊”	7 月 18 日 19 时 30 分	湛江市徐闻县	60	12
2014	15 号台风“海鸥”	9 月 16 日 9 点 40 分	海南省文昌市	40	
2015	22 号台风“彩虹”	10 月 4 日 14 时	湛江市坡头区	50	5

3.地震

近场区 25km 范围内的地震活动性相对较弱，历史上没有破坏性地震记录。自 1970 年以来，仪器记录的小型地震不多，最大地震震级为 ML3.6 级地震。《中国地震烈度区划（1999）》将雷州半岛的地震基本烈度定为 VI、VII 度，项目区处于地震基本烈度 VI 度区内。根据《中国地震动参数区图（1:400 万）》

（GB18306-2001），项目及其附近的地震动峰值加速度为 0.10g，地震反应谱特征周期为 0.35s。雷州半岛主要地震情况见表 3.2.3-2。

表 3.2.3-2 雷州半岛主要地震一览表

历史有感地震（ $M_s \geq 4^{\frac{1}{2}}$ ）			现代有感地震（ML）		
时间 (年、月、日)	地 点	震级(Ms)	时间 (年、月、日)	地点	震级(ML)
1470.9.27	湛江市官渡	$4^{\frac{3}{4}}$	1975.12.21	新寮岛东近海	3.6
1509.9.21	吴川、化州交界	5	1975.8.4	廉江安铺附近	4
1510.1.29	吴川、化州交界	5	1976.11.19	廉江廉城— 吉水间	3.4
1599.1.25	吴川近海	$5^{\frac{1}{4}}$	1980.7.30	湛江市麻章附近	3.1
1600.7	廉江	$4^{\frac{3}{4}}$	1982.7.31	徐闻流沙湾	3.3
1653.8.12	廉江	$4^{\frac{3}{4}}$	1985.3.20	徐闻东南近海	3.8
1673.10.22	廉江	5	1990.11.7	东海岛	3.1
1778.10.28	吴川近海	$5^{\frac{1}{4}}$	1991.3.9	南三岛以东海域	2.9
1871.6.26	琼州海峡	$5^{\frac{1}{2}}$	1994.10.24	东海岛南临雷州湾	3.2
1890.8.29	陆川、廉江交界	$5^{\frac{3}{4}}$	1997.3.25	徐闻县下桥镇	3.3
1902	廉江	$4^{\frac{1}{2}}$	1997.5.16	廉江市雅塘	2.8
1921	湛江	$4^{\frac{1}{2}}$	1998.11.17	廉江长青水库	2.8
1933	廉江	$4^{\frac{1}{2}}$	1999.6.6	遂溪河头	3.2
1940	廉江	$4^{\frac{1}{2}}$	1999.7.6	雷州英利	3.6

3.2.4 海水水质现状调查与评价

本报告海水水质、沉积物、生物质量以及海洋生态调查与评价内容均引用《东海岛南部海域海洋环境调查报告（2021 年春季）》（广东林阳海洋科技有限公司，2021 年 4 月）的调查结果。

3.2.4.1 调查概况

东海岛南部海域海洋环境调查共设置 20 个水质站位、12 个生物生态站位、3 个潮间带断面。采样时间为 2021 年 03 月 1-2 日(春季)，其中沉积物调查时间为 2020 年 11 月 17-18 日（秋季）。

表 3.2.4-1 调查站位一览表

站位	经度 (E)	纬度 (N)	调查项目
S1	110° 32' 39.35"	20° 55' 33.84"	水质
S2	110° 31' 16.66"	20° 55' 15.42"	水质、沉积物、生态
S3	110° 29' 1.44"	20° 54' 42.61"	水质、沉积物、生态
S4	110° 26' 47.67"	20° 52' 29.16"	水质、生态
S5	110° 24' 3.4"	20° 49' 31.28"	水质、沉积物、生态
S6	110° 21' 54.73"	20° 50' 30.31"	水质
S7	110° 23' 28.60"	20° 52' 43.88"	水质
S8	110° 24' 59.27"	20° 54' 53.43"	水质、沉积物、生态
S9	110° 26' 24.36"	20° 56' 53.34"	水质
S10	110° 27' 24.24"	20° 58' 8.34"	水质、沉积物、生态
S11	110° 23' 50.69"	20° 58' 33.67"	水质、沉积物、生态
S12	110° 22' 52.22"	20° 56' 48.83"	水质
S13	110° 21' 24.56"	20° 54' 26.07"	水质、沉积物、生态
S14	110° 19' 53.10"	20° 52' 10.5"	水质
S15	110° 16' 35.89"	20° 51' 55.61"	水质、沉积物、生态
S16	110° 18' 11.01"	20° 55' 11.01"	水质
S17	110° 18' 52.67"	20° 57' 23.20"	水质、沉积物、生态
S18	110° 14' 21.94"	20° 55' 32.03"	水质、沉积物、生态
S19	110° 13' 34.29"	20° 52' 35.39"	水质
S20	110° 11' 26.37"	20° 56' 16.11"	水质、生态
T1	110° 27' 55.47"	20° 59' 44.89"	潮间带
T2	110° 30' 8.68"	20° 57' 10.24"	潮间带
T3	110° 23' 23.66"	20° 59' 44.89"	潮间带
渔业资源调查调查站位：S3、S5、S8、S13、S18			



注：S1-S20 为水质采样点，其中带红色和绿色为生态采样点；T1-T3 为潮间带采样点

图 3.2.4-1 海洋环境质量调查站位图

3.2.4.2 调查内容与方法

(1) 调查项目

按照《海域使用论证技术导则》和《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）对水环境质量调查项目的相关要求，本项目海水环境现状调查如下：

调查内容：水温、水深、透明度、pH、盐度、溶解氧(DO)、悬浮物(SS)、化学需氧量(CODMn)、无机磷、硝酸氮、亚硝酸氮、氨氮、硅酸盐、挥发酚、硫化物、氟化物、石油类、铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷、镍、可吸附有机卤素等 26 项。

(2) 采样方法

所用调查船只进入预定站位，使用 GPS 进行定位，测量水深。根据实测水深，进行透明度等现场观测，并按照《海洋监测规范》（GB17378.3-2007）的要求采集水样，水深<10m 时，采表层一层水样；水深 10m≤水深<25m 时，采表、底两层水样；其中表层为距表面 0.1-1m，底层为离底 2 m。采样时严禁船舶排污，采样位置应远离船舶排污口，并严格按照相关规定程序和操作要求进行样品的分装、

预处理、编号记录、贮存和运输。

(3) 分析方法

样品的分析按照《海洋监测规范》（GB17378-2007）、《水质 溶解氧的测定 电化学探头法》（HJ 506-2009）、《海洋调查规范 第4部分：海水化学要素调查》（GB/T 12763-2007）、《水质 硫化物的测定 亚甲基蓝分光光度法》（HJ 1226-2021）进行，各项目的分析方法如下表。

表 3.2.4-2 海水检测分析方法

检测项目	检测方法	单位	检出限
pH 值	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007（26）	无量纲	/
溶解氧	《水质 溶解氧的测定 电化学探头法》HJ 506-2009	mg/L	/
水温	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007（25）	℃	/
透明度	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007（22）	m	/
盐度	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007（29.1）	‰	/
悬浮物	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007（27）	mg/L	4
油类	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007（13.2）	mg/L	0.0035
叶绿素 a	《海洋监测规范 第7部分：近海污染生态调查和生物监测》 GB 17378.7-2007（8.2）	μg/L	0.0808
铜	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007（6.1）	μg/L	0.2
镉	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007（8.1）	μg/L	0.01
铅	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007（7.1）	μg/L	0.03
锌	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007（9.1）	μg/L	3.1
铬	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007（10.1）	μg/L	0.4
汞	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007（5.1）	μg/L	0.007
砷	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007（11.1）	μg/L	0.5
硝酸盐	《海洋调查规范 第4部分：海水化学要素调查》 GB/T 12763.4-2007（11）	μmol/ L	0.05
亚硝酸盐	《海洋调查规范 第4部分：海水化学要素调查》 GB/T 12763.4-2007（10）	μmol/ L	0.02
铵盐	《海洋调查规范 第4部分：海水化学要素调查》 GB/T 12763.4-2007（12）	μmol/ L	0.03
无机氮	《海水水质标准》GB 3097-1997	mg/L	0.0007

检测项目	检测方法	单位	检出限
活性磷酸盐	《海洋调查规范 第4部分：海水化学要素调查》 GB/T 12763.4-2007（9）	$\mu\text{mol}/\text{dm}^3$	0.02
*化学需氧量	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007（32）	mg/L	/
*生化需氧量	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007（33.1）	mg/L	/

3.2.4.3 评价方法

采用标准指数法。单项水质评价因子（参数） i 在第 j 点的标准指数：

$$Q_{i,j} = C_{i,j} / C_{i,o}$$

式中， $C_{i,j}$ 为单项水质在 j 点的实测浓度， $C_{i,o}$ 为该项水质的标准值。

溶解氧的标准指数为：

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

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

$$DO_f = (491 - 2.65S) / (33.5 + T)$$

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

DO_s —溶解氧的地表水质标准限值，mg/L；

DO_j —溶解氧在 j 点的实测统计代表值，mg/L；

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

S ——实用盐度符号；

T ——水温，℃。

pH 的标准指数为：

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

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

其中：

式中： $S_{pH,j}$ — pH 的指数；

pH_j — pH 值实测统计代表值；

pH_{su} — pH 评价标准的上限值；

pH_{sd} — pH 评价标准的下限值；

水质参数的标准指数 >1 ，表明该水质参数超过了规定的水质标准。

3.2.4.4 调查与评价结果

水质调查结果见表 3.2.4-3，按照《广东省海洋功能区划》的要求，采用《海水水质标准》(GB3097-1997)分级评价标准对水质环境质量进行评价，全部站位执行不低于第二类海水水质标准，以此上述标准对相应站位进行评价指数统计见 3.2.4-4。

● 水深：测值在 0.8m~14.5m 之间。

● 透明度：测值在 0.5m~2.0m 之间。

● 水温：表层测值在 20.9℃~24.5℃之间，底层测值在 22.4℃~23.8℃之间。

● 盐度：表层测值在 29.3~34.5 之间，底层测值在 30.9~33.1 之间。

● pH 值：表层测值在 7.81~8.09 之间，底层测值在 7.86~7.98 之间。全部站位表、底层的 pH 值均符合第一类海水水质标准。各站位基本满足《广东省海洋功能区划》的要求。

● 溶解氧：表层测值在 6.71mg/L~8.23mg/L 之间，底层测值在 6.73mg/L~7.47mg/L 之间。全部站位表、底层的溶解氧含量均符合第一类海水水质标准，各站位均满足《广东省海洋功能区划》的要求。

● 化学需氧量：表层测值在 0.85mg/L~2.39mg/L 之间，底层测值在 1.72mg/L~1.76mg/L 之间。全部站位表、底层的化学需氧量均符合第二类海水水质标准，各站位均满足《广东省海洋功能区划》的要求。

● 无机氮：表层测值在 0.006mg/L~0.105mg/L 之间，底层测值在 0.011mg/L~0.019mg/L 之间。全部站位表、底层的无机氮含量均符合第一类海水水质标准。各站位基本满足《广东省海洋功能区划》的要求。

● 无机磷：表层测值在 0.011mg/L~0.045mg/L 之间，底层测值在 0.011mg/L~0.029mg/L 之间。85%站位的表层以及全部站位的底层无机磷含量均符合第二类海水水质标准。各站位基本满足《广东省海洋功能区划》的要求。

● 硅酸盐：表层测值在 0.932mg/L~1.77mg/L 之间，底层测值在 1.05mg/L~1.68mg/L 之间。

● 悬浮物：表层测值在 8.5mg/L~78.4mg/L 之间，底层测值在 25.6mg/L~38.8mg/L 之间。

● 铜：表层测值在 0.58 μ g/L~2.33 μ g/L 之间，底层测值在 1.05 μ g/L~1.24 μ g/L 之间，全部站位表、底层铜含量均符合第一类海水水质标准。各站位均满足《广东省海洋功能区划》的要求。

● 锌：表层测值在 1.28 μ g/L~12.4 μ g/L 之间，底层测值在 1.63 μ g/L~4.34 μ g/L 之间，全部站位表、底层锌含量均符合第一类海水水质标准。各站位均满足《广东省海洋功能区划》的要求。

● 铅：表层测值在 ND~0.43 μ g/L 之间，底层测值在 ND~0.22 μ g/L 之间，全部站位表、底层铅含量均符合第一类海水水质标准。各站位均满足《广东省海洋功能区划》的要求。

● 镉：表层测值在 0.03 μ g/L~0.09 μ g/L 之间，底层测值在 0.04 μ g/L~0.06 μ g/L 之间，全部站位表、底层镉含量均符合第一类海水水质标准。各站位均满足《广东省海洋功能区划》的要求。

● 铬：表层测值在 0.43 μ g/L~0.59 μ g/L 之间，底层测值在 0.50 μ g/L~0.53 μ g/L 之间，全部站位表、底层铬含量均符合第一类海水水质标准。各站位均满足《广东省海洋功能区划》的要求。

● 镍：表层测值在 0.89 μ g/L~1.61 μ g/L 之间，底层测值在 1.04 μ g/L~1.45 μ g/L 之间，全部站位表、底层镍含量均符合第一类海水水质标准。各站位均满足《广东省海洋功能区划》的要求。

● 汞：表层测值在 ND~0.395 μ g/L 之间，底层测值在 0.038 μ g/L~0.203 μ g/L 之

间，仅 2 个站位的表层以及 1 个站位的底层汞含量略超第二类海水水质标准。各站位基本满足《广东省海洋功能区划》的要求。

● 砷：表层测值在 0.518 μ g/L~1.86 μ g/L 之间，底层测值在 0.635 μ g/L~1.10 μ g/L 之间，全部站位表、底层砷含量均符合第一类海水水质标准。各站位均满足《广东省海洋功能区划》的要求。

●石油类：测值在 ND~0.03mg/L 之间，全部站位石油类含量均符合第一类海水水质标准。各站位均满足《广东省海洋功能区划》的要求。

●硫化物：测值均为 N.D，均符合第一类海水水质标准。各站位均满足《广东省海洋功能区划》的要求。

●挥发酚：测值均为 N.D，均符合第一类海水水质标准。各站位均满足《广东省海洋功能区划》的要求。

●氟化物：表层测值在 0.60mg/L~0.73mg/L 之间，底层测值在 0.60mg/L~0.69mg/L 之间；

●可吸附有机卤素(AOX)：表层测值在 0.513mg/L~5.85mg/L 之间，底层测值在 0.614mg/L~2.02mg/L 之间。

评价结果显示，水体中 pH 值、溶解氧、铜、锌、镉、砷、铅、铬、镍、石油类、硫化物、挥发酚以及无机氮含量均符合第一类海水水质标准；90%站位的表层水质汞含量、全部站位的化学需氧量、85%站位的表层以及全部站位的底层无机磷含量均符合第二类海水水质标准。

根据《广东省海洋功能区划》的要求，调查海域水体中 pH 值、溶解氧、铜、锌、镉、砷、铅、铬、镍、石油类、硫化物、挥发酚、无机氮以及化学需氧量等均满足规划的要求；仅 15%站位表层的无机磷含量、10%站位表层以及 1 个站位的底层水质汞含量略超出第二类海水水质标准。因此，上述指标均基本满足《广东省海洋功能区划》要求。

表 3.2.4-3 海水水质调查结果表

站 位	层 次	水深	透明度	温度	盐度	pH	DO	COD	悬浮物	石油类	无机磷	硅酸盐	氟化物	硫化物	挥发酚
		m	m	℃			mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	μg/L
S1	表	0.8	0.5	23.3	34.0	8.05	7.59	1.19	12.4	0.01	0.011	1.08	0.71	ND	ND
S2	表	2.0	1.0	24.1	33.9	8.09	8.23	1.32	26.2	0.01	0.016	1.77	0.69	ND	ND
S3	表	6.0	1.5	22.3	33.7	7.97	7.34	0.85	9.6	0.01	0.019	1.48	0.65	ND	ND
S4	表 底	14.5	1.5	22.6	33.6	7.81	7.07	1.55	24.0	0.01	0.013	1.33	0.61	ND	ND
				22.5	31.6	7.86	6.73	1.74	28.0		0.011	1.05	0.60	ND	ND
S5	表	7.0	1.1	23.6	33.7	8.04	7.39	1.72	18.5	0.02	0.026	1.13	0.67	ND	ND
S6	表	2.0	1.0	24.1	33.9	8.09	7.47	1.50	26.4	0.03	0.020	0.938	0.70	ND	ND
S7	表	5.0	1.3	21.8	33.8	7.96	7.29	1.17	16.0	0.01	0.018	1.05	0.72	ND	ND
S8	表	9.5	1.7	22.4	33.6	8.02	7.91	1.58	20.4	0.01	0.045	1.48	0.68	ND	ND
S9	表	4.5	1.3	21.6	34.2	8.00	6.71	1.41	19.4	0.01	0.022	0.932	0.67	ND	ND
S10	表	1.1	0.8	22.4	33.6	7.96	7.27	1.52	14.2	0.01	0.023	1.30	0.69	ND	ND
S11	表	1.8	1.2	22.8	33.4	7.96	7.76	1.48	11.8	0.01	0.021	1.36	0.66	ND	ND
S12	表	5.5	1.8	20.9	34.5	7.95	6.78	1.64	19.0	0.01	0.021	1.56	0.73	ND	ND
S13	表 底	11.0	2.0	21.9	33.5	7.99	7.53	1.71	13.9	0.01	0.021	1.27	0.66	ND	ND
				22.4	33.1	7.98	7.09	1.76	38.8		0.029	1.32	0.69	ND	ND
S14	表	3.8	1.0	24.5	32.1	8.01	7.29	1.54	8.6	ND	0.025	1.10	0.70	ND	ND
S15	表	2.8	1.3	23.4	32.5	7.96	7.31	1.87	27.0	0.01	0.029	1.57	0.69	ND	ND
S16	表	9.5	2.0	21.5	33.0	7.98	7.11	1.60	13.5	0.01	0.039	1.16	0.60	ND	ND
S17	表	3.6	1.0	23.4	32.8	7.95	6.94	1.61	21.6	0.01	0.025	1.33	0.68	ND	ND

S18	表底	10.0	1.8	24.1	30.9	7.96	7.59	1.45	17.2	0.01	0.027	1.14	0.67	ND	ND
				23.8	30.9	7.98	7.47	1.72	25.6		0.018	1.68	0.64	ND	ND
S19	表	4.0	1.1	23.9	30.9	7.95	8.14	1.87	29.2	0.01	0.022	1.14	0.60	ND	ND
S20	表	6.5	1.0	24.5	29.3	7.89	7.43	2.39	78.4	0.01	0.035	1.45	0.60	ND	ND
最小值		0.8	0.5	20.9	29.3	7.81	6.71	0.85	8.6	ND	0.011	0.932	0.60	ND	ND
最大值	表	14.5	2.0	24.5	34.5	8.09	8.23	2.39	78.4	0.03	0.045	1.77	0.73	ND	ND
平均值		5.5	1.3	23.0	33.0	7.98	7.41	1.55	21.4	0.01	0.024	1.28	0.67	ND	ND
最小值				22.4	30.9	7.86	6.73	1.72	25.6		0.011	1.05	0.60	ND	ND
最大值	底	-	-	23.8	33.1	7.98	7.47	1.76	38.8	-	0.029	1.68	0.69	ND	ND
平均值				22.9	31.9	7.94	7.10	1.74	30.8		0.020	1.35	0.64	ND	ND

注：“ND”表示未检出或低于检出限，“-”表示未监测该指标。

表 3.2.4-4 海水水质调查结果续表

站位	层次	亚硝酸盐	硝酸盐	氨氮	无机氮	铜	锌	镉	铅	铬	镍	砷	汞	可吸附有机卤素
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	mg/L
S1	表	0.004	0.004	0.048	0.056	0.66	1.50	0.05	ND	0.47	0.92	0.913	0.073	0.631
S2	表	0.004	0.017	0.035	0.056	0.76	4.63	0.06	0.20	0.53	1.05	1.86	ND	0.588
S3	表	0.002	0.009	0.036	0.046	0.84	4.71	0.07	0.08	0.51	1.26	0.760	0.022	0.845
S4	表底	0.002	ND	0.011	0.013	0.81	5.70	0.05	ND	0.43	1.16	1.04	ND	0.927
		ND	ND	0.011	0.011	1.24	1.63	0.04	0.22	0.52	1.04	0.635	0.105	0.614
S5	表	ND	ND	0.035	0.035	0.58	1.66	0.05	ND	0.51	0.89	0.678	0.098	0.847
S6	表	ND	ND	0.023	0.023	1.63	2.62	0.04	0.20	0.53	0.91	0.689	0.008	1.86

S7	表	0.001	ND	0.022	0.023	0.66	1.48	0.03	0.14	0.50	1.06	0.586	0.020	0.524
S8	表	0.002	ND	0.017	0.019	0.68	1.74	0.04	ND	0.49	1.03	0.696	0.157	0.513
S9	表	0.001	ND	0.038	0.039	0.68	2.27	0.04	ND	0.48	1.14	0.718	0.025	0.589
S10	表	0.002	ND	0.025	0.027	0.77	2.46	0.04	0.08	0.50	1.04	1.43	0.045	1.37
S11	表	0.003	ND	0.033	0.036	0.68	1.28	0.04	ND	0.52	1.19	0.854	0.150	1.36
S12	表	ND	ND	0.019	0.019	0.66	1.43	0.04	ND	0.51	1.03	0.518	0.135	1.07
S13	表底	0.001	ND	0.039	0.039	0.78	1.36	0.04	ND	0.43	0.96	0.672	0.119	0.910
		ND	ND	0.019	0.019	1.05	4.10	0.05	ND	0.53	1.28	0.651	0.203	1.23
S14	表	ND	ND	0.022	0.022	2.33	4.08	0.07	0.15	0.59	1.40	0.600	ND	1.03
S15	表	0.001	ND	0.017	0.018	0.73	1.30	0.06	ND	0.53	1.23	0.691	ND	1.18
S16	表	0.001	ND	0.005	0.006	0.71	1.38	0.06	ND	0.50	1.22	0.641	0.194	0.860
S17	表	0.002	ND	0.010	0.012	1.06	3.91	0.08	0.43	0.56	1.25	1.16	0.026	1.10
S18	表底	0.002	ND	0.042	0.044	1.15	6.05	0.06	ND	0.48	1.25	1.00	0.051	1.34
		ND	ND	0.011	0.011	1.20	4.34	0.06	ND	0.50	1.45	1.10	0.038	2.02
S19	表	ND	ND	0.048	0.048	1.38	12.4	0.09	0.10	0.54	1.33	0.999	0.362	5.85
S20	表	0.008	0.059	0.038	0.105	1.14	8.37	0.09	0.13	0.54	1.61	1.35	0.395	1.73
最小值		ND	ND	0.005	0.006	0.58	1.28	0.03	ND	0.43	0.89	0.518	ND	0.513
最大值	表	0.008	0.059	0.048	0.105	2.33	12.4	0.09	0.43	0.59	1.61	1.86	0.395	5.85
平均值		0.002	0.022	0.028	0.034	0.93	3.52	0.05	0.17	0.51	1.15	0.893	0.118	1.26
最小值		ND	ND	0.011	0.011	1.05	1.63	0.04	ND	0.50	1.04	0.635	0.038	0.614
最大值	底	ND	ND	0.019	0.019	1.24	4.34	0.06	0.22	0.53	1.45	1.10	0.203	2.02
平均值		ND	ND	0.014	0.014	1.16	3.36	0.05	0.22	0.52	1.26	0.794	0.115	1.29

注：“ND”表示未检出或低于检出限，“-”表示未监测该指标。

表 3.2.4-5 评价指数统计表

站位	层次	全部站位执行第二类海水水质标准															
		pH	DO	COD	无机氮	无机磷	石油类	硫化物	挥发酚	铜	锌	镉	铅	铬	镍	砷	汞
S1	表	0.286	0.233	0.397	0.187	0.378	0.200	ND	ND	0.066	0.030	0.011	ND	0.005	0.092	0.030	0.365
S2	表	0.171	0.538	0.440	0.187	0.529	0.200	ND	ND	0.076	0.093	0.012	0.039	0.005	0.105	0.062	ND
S3	表	0.514	0.114	0.283	0.155	0.629	0.200	ND	ND	0.084	0.094	0.015	0.016	0.005	0.126	0.025	0.110
S4	表底	0.971	0.014	0.517	0.042	0.445	0.200	ND	ND	0.081	0.114	0.011	ND	0.004	0.116	0.035	ND
		0.829	0.176	0.580	0.038	0.378	0.000	ND	ND	0.124	0.033	0.007	0.044	0.005	0.104	0.021	0.525
S5	表	0.314	0.138	0.573	0.117	0.867	0.400	ND	ND	0.058	0.033	0.009	ND	0.005	0.089	0.023	0.490
S6	表	0.171	0.176	0.500	0.077	0.662	0.600	ND	ND	0.163	0.052	0.008	0.041	0.005	0.091	0.023	0.040
S7	表	0.543	0.090	0.390	0.076	0.612	0.200	ND	ND	0.066	0.030	0.007	0.028	0.005	0.106	0.020	0.100
S8	表	0.371	0.386	0.527	0.063	1.499	0.200	ND	ND	0.068	0.035	0.007	ND	0.005	0.103	0.023	0.785
S9	表	0.429	0.186	0.470	0.131	0.729	0.200	ND	ND	0.068	0.045	0.009	ND	0.005	0.114	0.024	0.125
S10	表	0.543	0.081	0.507	0.091	0.767	0.200	ND	ND	0.077	0.049	0.008	0.016	0.005	0.104	0.048	0.225
S11	表	0.543	0.314	0.493	0.121	0.700	0.200	ND	ND	0.068	0.026	0.007	ND	0.005	0.119	0.028	0.750
S12	表	0.571	0.152	0.547	0.064	0.712	0.200	ND	ND	0.066	0.029	0.007	ND	0.005	0.103	0.017	0.675
S13	表底	0.457	0.205	0.570	0.131	0.696	0.200	ND	ND	0.078	0.027	0.007	ND	0.004	0.096	0.022	0.595
		0.486	0.005	0.587	0.063	0.980	0.000	ND	ND	0.105	0.082	0.010	ND	0.005	0.128	0.022	1.015
S14	表	0.400	0.090	0.513	0.075	0.830	ND	ND	ND	0.233	0.082	0.015	0.029	0.006	0.140	0.020	ND
S15	表	0.543	0.100	0.623	0.059	0.963	0.200	ND	ND	0.073	0.026	0.011	ND	0.005	0.123	0.023	ND
S16	表	0.486	0.005	0.533	0.019	1.298	0.200	ND	ND	0.071	0.028	0.012	ND	0.005	0.122	0.021	0.970
S17	表	0.571	0.076	0.537	0.039	0.830	0.200	ND	ND	0.106	0.078	0.016	0.086	0.006	0.125	0.039	0.130

S18	表底	0.543	0.233	0.483	0.146	0.896	0.200	ND	ND	0.115	0.121	0.012	ND	0.005	0.125	0.033	0.255
		0.486	0.176	0.573	0.035	0.612	0.000	ND	ND	0.120	0.087	0.012	ND	0.005	0.145	0.037	0.190
S19	表	0.571	0.495	0.623	0.159	0.733	0.200	ND	ND	0.138	0.248	0.018	0.019	0.005	0.133	0.033	1.810
S20	表	0.743	0.157	0.797	0.349	1.181	0.200	ND	ND	0.114	0.167	0.018	0.026	0.005	0.161	0.045	1.975
超标率	表底	0	0	0	0	15%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33.3%
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10%

3.2.5 沉积物现状调查与评价

3.2.5.1 调查概况

(1) 调查项目

调查内容：汞、砷、铜、铅、镉、锌、铬、镍、石油类、硫化物、有机碳等共 11 项。

(2) 采样方法

根据《海洋监测规范》（GB 17378.3-2007）中的要求，进行沉积物样品的采集、保存与运输。到达指定站位后，将绞车的钢丝绳与 0.1m² 和 0.05m² 抓斗式采泥器连接，同时测量站位水深，开动绞车将采泥器下放至离海底 3m~5m 时，全速开动绞车使其降至海底。然后将采泥器提至接样板上，打开采泥器上部耳盖，轻轻倾斜使上部积水缓慢流出后，用塑料到或勺从采泥器耳盖中仔细取上部 0cm~1cm 的沉积物。如遇砂砾层，可在 0cm~3cm 层内混合取样。现场记录底质类型，并分装与处理、保存。

(3) 分析方法

样品的分析按照《海洋监测规范》（GB 17378.5-2007）、《海洋监测技术规程 第 2 部分：沉积物》（HY/T 147.2-2013）进行，各项的分析方法如下表。

表 3.2.5-1 海洋沉积物检测方法

检测项目	检测方法	单位	检出限
硫化物	《海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007 (17.1)	10 ⁻⁶	0.3
有机碳	《海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007 (18.1)	%	/
油类	《海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007 (13.1)	10 ⁻⁶	1.0
镉	《海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007	10 ⁻⁶	0.04
铅	《海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007	10 ⁻⁶	1.0
铜	《海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007	10 ⁻⁶	0.5
铬	《海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007	10 ⁻⁶	2.0
锌	《海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007	10 ⁻⁶	2.0
砷	《海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007	10 ⁻⁶	0.06

汞	《海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007	10^{-6}	0.002
---	--	-----------	-------

3.2.5.2 评价方法

(1) 评价内容

海洋沉积物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，综合阐述海洋沉积物的现状与特征，主要包括：

①简要评价调查海域海洋沉积物质量的基本特征；针对特殊测值和现象给出致因分析；

②根据调查站位所在功能区对海洋沉积物的要求，评价各监测要素达标及超标情况。

(2) 评价方法

评价采用单因子标准指数法进行，公式如下：

$$I_i = C_i / S_i$$

式中： I_i — i 项评价因子的标准指数； C_i — i 项评价因子的实测值； S_i — i 项评价因子的评价标准值。

评价因子的标准指数 >1 ，则表明该项沉积物质量已超过了规定的标准。

(3) 评价标准

评价标准应采用 GB18668 中的相应指标，见表 3.2.5-2。

表 3.2.5-2 海洋沉积物质量标准 单位： $\times 10^{-6}$

序号	项目	第一类	第二类	第三类
1	汞 $\leq$	0.20	0.50	1.00
2	镉 $\leq$	0.50	1.50	5.00
3	铅 $\leq$	60.0	130.0	250.0
4	锌 $\leq$	150.0	350.0	600.0
5	铜 $\leq$	35.0	100.0	200.0
6	铬 $\leq$	80.0	150.0	270.0
7	砷 $\leq$	20.0	65.0	93.0
8	有机碳 $\leq$	2.0	3.0	4.0
9	石油类 $\leq$	500.0	1000.0	1500.0
10	硫化物 $\leq$	300.0	500.0	600.0

3.2.5.3 沉积物质量调查结果与评价

于调查海域采集了 12 个站位沉积物样品，其质量评价标准采用《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）中分级标准进行，评价采用单因子标准指数法。按照《广东省海洋功能区划》的要求，全部站位执行不低于第一类的海洋沉积物质量标准。

结果表明，全部站位的铜、锌、铅、镉、汞、砷、石油类、硫化物和总有机碳等含量以及 60%站位的铬含量均符合第一类海洋沉积物质量标准，40%站位的铬含量略超出其第一类海洋沉积物质量标准。综上，本次沉积物调查的各个指标达标率分别为：铜（100%）、锌（100%）、铅（100%）、镉（100%）、汞（100%）、砷（100%）、铬（60%）、石油类（100%）、硫化物（100%）和总有机碳（100%），基本均满足《广东省海洋功能区划》的要求。

- 铜：测值在 $5.92 \times 10^{-6} \sim 16.6 \times 10^{-6}$ 之间，平均值为 11.3×10^{-6} 。
- 锌：测值在 $43.7 \times 10^{-6} \sim 85.4 \times 10^{-6}$ 之间，平均值为 63.5×10^{-6} 。
- 铅：测值在 $17.3 \times 10^{-6} \sim 37.8 \times 10^{-6}$ 之间，平均值为 29.6×10^{-6} 。
- 镉：测值在 $0.069 \times 10^{-6} \sim 0.151 \times 10^{-6}$ 之间，平均值为 0.107×10^{-6} 。
- 铬：测值在 $40.6 \times 10^{-6} \sim 89.3 \times 10^{-6}$ 之间，平均值为 66.5×10^{-6} 。
- 镍：测值在 $12.5 \times 10^{-6} \sim 28.4 \times 10^{-6}$ 之间，平均值为 20.0×10^{-6} 。
- 汞：测值在 $0.001 \times 10^{-6} \sim 0.033 \times 10^{-6}$ 之间，平均值为 0.015×10^{-6} 。
- 砷：测值在 $6.49 \times 10^{-6} \sim 12.9 \times 10^{-6}$ 之间，平均值为 27.2×10^{-6} 。
- 石油烃：测值在 $15.0 \times 10^{-6} \sim 26.5 \times 10^{-6}$ 之间，平均值为 17.7×10^{-6} 。
- 硫化物：测值在 $0.62 \times 10^{-6} \sim 76.4 \times 10^{-6}$ 之间，平均值为 14.4×10^{-6} 。
- 有机碳：测值在 $0.08 \times 10^{-2} \sim 0.97 \times 10^{-2}$ 之间，平均值为 0.29×10^{-2} 。

表 3.2.5-3 沉积物质量调查结果

站位	含水率	Cu	Zn	Pb	Cd	Hg	As	Cr	Ni	石油烃	硫化物	总有机碳
	%	$(\times 10^{-6})$										$(\times 10^{-2})$
S2	16.6	8.22	50.3	31.3	0.078	0.010	8.24	62.4	12.5	22.4	0.89	0.12
S3	20.4	7.73	48.5	37.8	0.069	0.012	12.9	49.0	14.1	16.3	76.4	0.08
S5	19.0	9.25	57.6	21.4	0.088	0.015	7.6	52.2	16.6	17.7	6.49	0.09
S8	23.2	15.8	85.4	36.7	0.131	0.016	9.6	81.4	27.8	15.6	1.48	0.12

S10	48.4	15.5	77.5	32.6	0.134	0.033	10.1	80.3	25.4	26.5	4.00	0.72
S11	26.5	9.63	60.5	24.4	0.082	0.019	6.49	63.7	16.5	15.8	24.7	0.28
S13	44.6	14.7	74.4	32.1	0.145	0.029	12.4	89.3	28.4	15.9	0.62	0.97
S15	27.0	5.92	43.7	17.3	0.073	0.014	8.45	40.6	13.4	15.3	2.14	0.11
S17	20.4	9.60	61.5	27.3	0.118	0.003	6.77	58.2	16.9	16.9	24.3	0.13
S18	25.6	16.6	75.7	35.3	0.151	0.001	11.2	87.8	28.3	15.0	3.46	0.27
最小值	16.6	5.92	43.7	17.3	0.069	0.001	6.49	40.6	12.5	15.0	0.62	0.08
最大值	48.4	16.6	85.4	37.8	0.151	0.033	12.9	89.3	28.4	26.5	76.4	0.97
平均值	27.2	11.3	63.5	29.6	0.107	0.015	9.38	66.5	20.0	17.7	14.4	0.29

表 3.2.5-4 沉积物质量评价指数

站位	全部站位执行第一类沉积物质量标准									
	Cu	Zn	Pb	Cd	Hg	As	Cr	石油 烃	硫化物	总有机 碳
S2	0.235	0.335	0.521	0.155	0.050	0.412	0.780	0.045	0.003	0.062
S3	0.221	0.323	0.630	0.139	0.060	0.645	0.612	0.033	0.255	0.041
S5	0.264	0.384	0.357	0.176	0.075	0.380	0.653	0.035	0.022	0.047
S8	0.453	0.569	0.612	0.263	0.080	0.480	1.018	0.031	0.005	0.062
S10	0.442	0.517	0.544	0.268	0.165	0.505	1.004	0.053	0.013	0.360
S11	0.275	0.404	0.407	0.164	0.095	0.325	0.796	0.032	0.082	0.142
S13	0.421	0.496	0.535	0.291	0.145	0.620	1.116	0.032	0.002	0.485
S15	0.169	0.291	0.288	0.146	0.070	0.423	0.507	0.031	0.007	0.056
S17	0.274	0.410	0.454	0.236	0.015	0.339	0.728	0.034	0.081	0.064
S18	0.473	0.505	0.588	0.302	0.005	0.560	1.097	0.030	0.012	0.135
超标率	0	0	0	0	0	0	40%	0	0	0

3.2.6 海洋生态

3.2.6.1 调查概况

(1) 调查项目

包括叶绿素 *a* 和初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物、鱼卵和仔稚鱼、游泳动物（鱼类、甲壳类、头足类）调查。

(2) 调查方法

① **叶绿素 *a* 和初级生产力**：与水质采样相同，根据水深，用采水器采集表、底两层或者表层水样，采样后量取一定体积（2L）水样，经 GF/F 玻璃纤维滤膜过滤（过滤时抽气负压小于 50 kPa）后，将滤膜对折，用铝箔包好冷冻保存，带回实验室用分光光度计法测定，分析其水体叶绿素 *a* 含量的平面分布及季节变化，计算初级生产力。

② **浮游植物**：浮游植物定量分析样品用浅水Ⅲ型浮游生物网自底至表层作垂直

拖网进行采集。拖网时，落网速度为 0.5m/s，起网为 0.5m/s~0.8m/s。样品用缓冲甲醛溶液固定，加入量为样品体积的 5%。样品带回实验室经浓缩后镜检、观察、鉴定和计数。分析其种类组成、数量分布、主要优势种及其多样性分析。

③ **浮游动物**：浮游动物样品用浅水 I 型与浅水 II 型浮游生物网分别从底层至表层垂直拖曳采集大型及中小型浮游动物。采得的样品在现场用中性甲醛溶液固定，加入量为样品的 5%。在室内挑去杂物后以湿重法称取浮游动物的生物量，然后在体视显微镜下对标本进行鉴定和计数。分析其种类组成、数量分布、主要优势种及其多样性分析，并提供其种类名录。

④ **底栖生物**：定量样品采用 0.05m² 采泥器，在每站位连续采集平行样品 4 次，0.1m² 采泥器，在每站位连续采集平行样 2 次，经孔径为 0.50mm 的筛网筛洗干净后，剩余物用体积分数为 5%~7% 的中性甲醛溶液暂时性保存。样品在实验室内进行计数、称重及种类鉴定，分析其种类组成、数量分布、主要优势种及其多样性分析，并提供其种类名录。

⑤ **潮间带生物**：在项目附近以及相关敏感目标附近设立不同底质类型（泥滩、沙滩和岩滩）的 6 条潮间带生物调查断面，在各断面潮间带的高（2 个站）、中（3 个站）、低潮区（1 个站）分别采集定性样品和定量样品。定性样品在各断面周围随机采取；定量样品则用大小为 25cm×25cm（或 50cm×50cm）的取样框随机抛投，样框内所获底栖生物样品用 5% 左右的中性福尔马林溶液固定保存，带回实验室分析、鉴定、计数和称重。

⑥ **鱼卵与仔稚鱼**：调查选择适于在调查海区作业且设备条件良好的渔船承担，按照 GB/T 12763.6-2007 的相关规定进行样品的采集、保存和运输。定量样品网具使用浅水 I 型浮游生物网垂直采样，并配置网口流量计，角弧形量角器、沉锤等设备，由海底至海面垂直拖网。落网速度为 0.5 m/s，起网速度为 0.5 m/s~0.8 m/s；定性样品采用大型浮游生物网，已 2kn 速度水平拖拽 10min。

⑦ 游泳动物

游泳生物调查按照 GB/T 12763.6-2007 的相关规定进行样品的采集、保存和运输。

A 调查船舶要求：游泳生物调查船应由专业调查船承担，或选择适于在调查海区作业且设备条件良好的渔船承担，调查船舶应具备能在调查海区中定位的卫星定位仪、能在调查海区与陆地基地联络的通讯设备，性能良好的探鱼仪和雷达，能随时观察曳

网情况的网位仪，与调查水深和调查网具相匹配的起网机和起吊设备，具备渔获物样品冷藏库或冷冻库。

B 调查工作流程：采用单船有翼单囊拖网进行作业。调查时间选择在白天进行，综合拖速、拖向、流向、流速、风向和风速等多种因素，在距离站位位置 2n mile~4n mile 处放网，拖速控制在 3kn~4kn 左右，经 1 小时后正好到达站位位置或附近。临放网前准确测定船位，放网时间以停止曳纲投放，曳纲着底开始受力时为准。拖网中尽量保持拖网方向朝向拖网站位，注意周围船只动态和调查船的拖网是否正常等，若出现不正常拖网时，视其情况改变拖向或立即起网。临起网前准确记录船位，起网时间以起网机开始卷收曳纲时间为准。如遇严重破网等导致渔获量大量减少时，应重新拖网。

C 样品处理：将囊网里全部渔获物收集，记录估计的网次总质量（kg）。渔获物总质量在 40kg 以下时，全部取样分析；渔获物大于 40kg 时，从中挑出大型的和稀有的标本后，从渔获物中随机取出渔获物分析样品 20kg 左右，然后把余下的渔获物按品种和不同规格装箱，记录该站位准确渔获物总质量（kg）。

（3）分析方法

样品的分析采用《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）进行，各项的分析方法如下表 3.2.6-1。

表 3.2.6-1 海洋生态检测方法

检测项目	检测方法/依据	分析仪器	检出限
叶绿素 a	《海洋监测规范 第 7 部分：近海污染生态调查和生物监测》GB 17378.7-2007 分光光度法 8.2	UV-8000 紫外可见分光光度计	0.2 μg/L
浮游生物生态调查(浮游植物、浮游动物)	《海洋监测规范 第 7 部分：近海污染生态调查和生物监测》GB17378.7-2007 浮游生物生态调查 5	SZM-7045TR 体视显微镜 N-10E 生物显微镜 AUY220 电子天平	/
大型底栖生物调查	《海洋监测规范 第 7 部分：近海污染生态调查和生物监测》GB17378.7-2007 大型底栖生物生态调查 6	SZM-7045TR 体视显微镜 AUY220 电子天平	/
鱼类浮游生物	《海洋调查规范 第 6 部分：海洋生物调查 鱼类浮游生物调查》GB/T 12763.6—2007（9）	SZM-7045TR 体视显微镜	/
游泳动物	《海洋调查规范 第 6 部分：海洋生物调查 游泳动物调查》GB/T 12763.6—2007（14）	AUY220 电子天平 YP20002 电子天平	/
潮间带生物生态调查	《海洋监测规范 第 7 部分：近海污染生态调查和生物监测》GB17378.7-2007 潮间带生物生态调查 7	AUY220 电子天平	/

3.2.6.2 评价方法

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

1) 初级生产力

采用叶绿素 *a* 法, 按照 Cadee 和 Hegeman(1974)提出的简化公式估算:

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

式中: *P*: 初级生产力 ($\text{mg} \cdot \text{C}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$);

C_a: 表层叶绿素 *a* 含量 (mg/m^3);

Q: 同化系数 ($\text{mg} \cdot \text{C}/(\text{mgChl-a} \cdot \text{h})$), 根据南海海洋研究所以往调查结果, 这里取 3.70;

L: 真光层的深度 (m);

t: 白昼时间 (h), 11h。

2) 优势度

优势度 (*Y*) 应用以下公式计算: $Y = \frac{n_i}{N} f_i$, 式中: *n_i* 为第 *i* 种的个体数; *f_i* 是该种在各站中出现的频率; *N* 为所有站每个种出现的总个体数。

3) 多样性指数

Shannon-Wiener 指数计算公式为: $H' = -\sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i$, 式中: *H'* 一种类多样性指数, *S*—样品中的种类总数, *P_i*—第 *i* 种的个体数与总个体数的比值。

4) 均匀度

Pielou 均匀度公式为: $J = H'/\log_2 S$, 式中: *J*—均匀度, *H'* 一种类多样性指数, *S*—样品中的种类总数。

5) 鱼卵仔鱼

鱼卵仔鱼的密度计算方法根据面积、拖网距离和鉴定的鱼卵仔鱼数量, 按以下公式计算单位体积内鱼卵仔鱼的分布密度:

$$V = N / (S \times L)$$

式中: *V*——鱼卵仔鱼的分布密度, 单位为个/ m^3 、尾/ m^3

N——每网鱼卵仔鱼数量, 单位为(个, 尾)

S——网口面积, 单位为 m^2

L——拖网距离，单位为 m

6) 游泳生物评估资源密度和确定优势种的方法

评估资源密度的方法：资源数量的评估根据底拖网扫海面积法（密度指数法），来估算评价区的资源重量密度和生物个体密度，求算公式为 $S = (y) / a(1-E)$

其中：S—重量密度 (kg/ km²) 或个体密度 (ind/ km²)

a—底拖网每小时的扫海面积（每小时的扫海面积为 0.02556 km²）

y—平均渔获率 (kg/h) 或平均生物个体密度 (ind/h)

E—逃逸率（取 0.5）

确定优势种的方法：根据渔获物中个体大小悬殊的特点，选用 Pinkas 等提出的相对重要性指数 IRI，来分析渔获物在群体数量组成中其生态的地位，依此确定优势种。IRI 计算公式为 $IRI = (N+W) F$ 。

式中：N—某一种类的尾数占渔获总尾数的百分比

W—某一种类的重量占渔获总重量的百分比

F—某一种类的出现的断面数占调查总断面数的百分比

3.2.6.3 叶绿素 a 和初级生产力

叶绿素浓度范围为 2.05~6.49mg/m³，平均浓度为 3.88mg/m³，见表 3-3。初级生产力均值为 280.06mgC/m² · d(179.20mgC/m² · d~378.20mgC/m² · d)。

3.2.6.4 浮游植物

共鉴定出浮游植物 3 门 23 属 36 种(见表 3-4)。硅藻门种类最多，共 17 属 30 种，占总种类数的 83.3%；甲藻门出现 5 属 5 种，占总种类数的 13.9%；绿藻门出现 1 属 1 种，占总种类数的 2.78%。出现种类较多的属为硅藻门中的菱形藻属(5 种)与角毛藻属(5 种)。

浮游植物细胞丰度均值为 2.45×10^4 cells/L(0.64×10^4 cells/L~ 8.89×10^4 cells/L)。最高值出现在 S2 站，最小值出现在 S13 站。构成细胞丰度的主要种为柔弱菱形藻，占总丰度的 17.15%。

调查海域共出现浮游植物优势种 4 种，分别为柔弱菱形藻、新月菱形藻、尖布纹藻以及中肋骨条藻。

浮游植物水采样品的单纯度指数(C)均值为 0.24(0.13~0.37)，多样性指数(H')均值为 2.42(1.66~3.16)，均匀度指数(J')均值为 0.83(0.67~0.95)，丰富度指数(d)均值为 16.70(3.66~47.16)。

3.2.6.5 浮游动物

共鉴定出浮游动物 55 种(类)，隶属于 8 门 34 属，以节肢动物门的(种)最多，为 37 种(类)，占总种数的 67.27%。其次为刺胞动物(6 种)，占总种类数的 10.53%。

调查海域浮游动物丰度均值为 53.58ind/m³(3.54~210.08ind/m³)，S5 站最高为 210.08ind/m³，S13 站最低为 3.54ind/m³。浮游动物生物量平均值为 39.15mg/m³(9.02~172.68mg/m³)，S5 站生物量最高为 172.68mg/m³，S17 站生物量最低为 9.02mg/m³。

浮游动物优势种类有 6 种，分别为：太平洋纺锤水蚤、夜光虫、瘦尾胸刺水蚤、鱼卵、长尾类幼虫以及短尾类溞状幼体。太平洋纺锤水蚤是最主要优势种，优势度和平均丰度分别为 0.415 和 291.26ind./m³，占总丰度的 45.30%。其次为夜光虫，优势度和平均丰度分别为 0.140 和 98.52ind./m³，占总丰度的 15.32%。

浮游动物单纯度指数(C)均值为 0.27(0.10~0.61)；多样性指数(H')均值为 2.71(1.54~3.50)，均匀度指数(J')均值为 0.64(0.38~0.95)，丰富度指数(d)均值为 6.05(3.55~10.39)(表 3-8)。其中，S17 站多样性指数 H' 、均匀度指数 J' 以及丰富度指数(d)最高，而单纯度指数(C)则较低；S10 站的单纯度指数 C 最高，生物多样性 H' 指数、均匀度指数 J' 最低，而丰富度指数(d)最低则出现在 S5 站。

3.2.6.6 鱼卵仔鱼

本次调查的鱼卵共检出 10 科，仔稚鱼共检出 12 科。

调查海域的鱼卵密度均值为 7.34 个/m³(0.26~34.08 个/m³)，S4 站最高(34.08 个/m³)，S17 站最低(0.26 个/m³)。仔稚鱼密度均值为 0.89 尾/m³(0.10~1.63 尾/m³)，S20 的仔稚鱼密度最高，达 1.63 尾/m³，S17 站最低(0.26 尾/m³)。

3.2.6.7 底栖生物

共鉴定大型底栖生物 7 门 17 种。其中, 节肢动物种类最多(为 6 种), 各占总种类数的 35.29%; 环节动物 5 种, 占总种类数的 29.41%; 棘皮动物 2 种, 占总种类数的 11.76%; 脊索动物、腔肠动物、软体动物与星虫各 1 种, 各占总种类数的 5.88%

底栖生物总栖息密度和总生物量为 1240ind./m² 与 225.48g/m², 其中栖息密度范围为 20~220ind./m², 平均值为 103.33ind./m²; 生物量范围为 0.96~45.46g/m², 平均值为 18.79g/m²。其中, S3 站生物种类最多(达 5 种); S3 与 S5 站底栖生物栖息密度最大(均达 220ind./m²), S3 站的主要贡献者为大角玻璃钩虾, S5 站的主要贡献者为白氏文昌鱼; S2 站生物量最高(达 45.46g/m²), 主要贡献者为白氏文昌鱼。

优势种有 3 种: 白氏文昌鱼、豆形短眼蟹以及大角玻璃钩虾。其中, 白氏文昌鱼的优势度最高, 达到 0.188, 其栖息密度和生物量均值分比为 47.00ind./m² 和 8.49g/m², 分别占总栖息密度和总生物量均值的 45.16%和 45.12%; 豆形短眼蟹的优势度则为 0.043, 栖息密度和生物量均值分比为 13.00ind./m² 和 5.22g/m², 分别占总栖息密度和总生物量均值的 12.90%和 27.80%; 大角玻璃钩虾的优势度则为 0.024, 栖息密度和生物量均值分比为 15.00ind./m² 和 0.03g/m², 分别占总栖息密度和总生物量均值的 14.52%

和0.17%。

白氏文昌鱼(*Branchiostomabelcheri*), 脊索动物门文昌鱼纲文昌鱼目文昌鱼科动物。本次调查该种出现频率为 41.67%; 在 S5 站栖息密度最高(达 200.00ind/m²); S5 站位的生物量最大, 达 37.4g/m², 而且是该站位底栖生物栖息密度与生物量的主要贡献者。

豆形短眼蟹(*XenophthalmusPinotheroides*), 节肢动物门甲壳纲豆蟹科动物。本次调查该种出现频率为 33.33%; 在 S4 站栖息密度与生物量均为最高(80.00ind/m² 与 25.9g/m²), 占该站总栖息密度与总生物量分别为 66.67%与 81.78%, 是调查区域底栖生物栖息密度与生物量的最主要的贡献者。

大角玻璃钩虾(*Hyalegrandicornis*), 节肢动物门甲壳纲玻璃钩虾科动物。本次调查该种出现频率为 16.67%; 在 S3 站栖息密度与生物量均为最高(140.00ind/m² 与 0.24g/m²), 占该站总栖息密度与总生物量分别为 63.64%与 16.67%, 是调查区域底栖生物栖息密度与生物量的最主要的贡献者。

底栖生物多样性指数(H')均值为 0.76(0.00-2.00)、单纯度指数(C)均值为 0.70(0.25-1.00)、均匀度指数(J')均值为 0.81(0.44-1.00)、丰富度指数(d)均值为 0.26(0.00-0.74)。

3.2.6.8 潮间带底栖生物

潮间带采集样品共鉴定大型底栖 10 门 41 种。其中, 软体动物门与节肢动物门占优势, 分别为 16 种与 11 种, 占总种类数的 39.02%与 26.83%; 腔肠动物门 4 种, 占总种类数的 9.76%; 环节动物门 3 种, 占总种类数的 7.32%; 星虫动物门 2 种, 占总种类数的 4.88%; 棘皮动物门、脊索动物门、绿藻门、纽形动物门以及腕足动物门等各 1 种, 占总种类数的 2.44%。

所调查的潮间带断面平均栖息密度和平均生物量分别为 128.00ind./m²(98.67ind./m²-165.33ind./m²)和 315.75g/m²(277.05g/m²-343.63g/m²)。其中, 整个调查区域软体动物与节肢动物的栖息密度和生物量均较高。栖息密度的主要贡献者为革囊星虫, 生物量的主要贡献者为棒锥螺。

优势种为粗腿厚纹蟹、棒锥螺以及革囊星虫, 其中革囊星虫优势度最高(均达 0.031)。

3.2.6.9 渔业资源

调查海域内共捕获游泳生物 97 种, 其中鱼类 55 种, 甲壳类 43 种, 头足类 8 种。

各站位渔业资源的平均质量渔获率和平均尾数渔获率分别为 10.10kg/h 和 725ind./h。其中: 鱼类的平均质量渔获率和平均尾数渔获率分别为 4.63kg/h 和 340ind./h; 甲壳类的平均质量渔获率和平均尾数渔获率分别为 3.57kg/h 和 292ind./h; 头足类的平均质量渔获率和平均尾数渔获率分别为 1.90kg/h 和 93ind./h。

各站位渔业资源的平均质量资源密度和平均尾数资源密度分别为 228.02kg/km² 和 16234ind./km²。其中: 鱼类的平均质量资源密度和平均尾数资源密度分别为 111.18kg/km² 和 8168ind./km²; 甲壳类的平均质量资源密度和平均尾数资源密度分别为 82.85kg/km² 和 5841ind./km²; 头足类的平均质量资源密度和平均尾数资源密度分别为 45.48kg/km² 和 2225ind./km²。

(1) 鱼类资源状况

调查共捕获鱼类 48 种。调查海域鱼类资源的平均质量资源密度和平均尾数资源密度分别为 $111.18\text{kg}/\text{km}^2$ 和 $8168\text{ind.}/\text{km}^2$ 。本次调查的优势种仅有颈斑鲷 1 种，其质量渔获率之和为 $12.55\text{kg}/\text{h}$ ，占鱼类质量渔获率 54.2%；尾数渔获率为 $562\text{ind.}/\text{h}$ ，占鱼类总尾数渔获率的 33.0%。

主要经济鱼类为颈斑鲷 *Nuchequulanuchalis*，颈斑鲷隶属于鲈形目、鲷科、项鲷属。分布于西北太平洋，我国南海、台湾海峡。颈斑鲷生活在近海和河口的泥底质的水域，喜集群，通常在水上层活动，食道周围具发光腺。

（2）甲壳类资源状况

共捕获甲壳类 33 种，隶属于 2 目 14 科 26 属，其中以对虾科最多(16 种)，其次为梭子蟹科(8 种)。调查海域内平均质量资源密度为 $71.35\text{kg}/\text{km}^2$ ，平均尾数资源密度为 $5841\text{ind.}/\text{km}^2$ 。调查优势种有 3 种，分别为亚洲小口虾蛄、伍氏平虾蛄和口虾蛄。该三种甲壳类质量渔获率之和为 $6.82\text{kg}/\text{h}$ ，占甲壳类总质量渔获率的 38.2%；该三种甲壳类尾数渔获率为 $632\text{ind.}/\text{h}$ ，占甲壳类总尾数渔获率的 43.3%。

（3）头足类资源状况

调查捕获头足类 6 种，隶属于 3 目 3 科 5 属。头足类资源密度评估结果见表 3-26。调查海域内平均质量资源密度为 $45.48\text{kg}/\text{km}^2$ ，平均尾数资源密度为 $2225\text{ind.}/\text{km}^2$ 。雷州湾附近海域头足类 IRI 指数见表 2-12。调查优势种有 2 种，分别为杜氏枪乌贼和中国枪乌贼。该二种头足类质量渔获率之和为 $4.39\text{kg}/\text{h}$ ，占头足类总质量渔获率的 46.3%；其尾数渔获率之和为 $428\text{ind.}/\text{h}$ ，占头足类总尾数渔获率的 92.4%。

4 海洋生态环境影响评价

4.1 水文动力环境与冲淤环境影响分析

研究中对该海域采用有限体积方法进行二维水质模拟。通过在无结构网格上建立有限体积性能格式族的统一框架，通过引入跨单元界面法向数值通量的逆风分解，从而将一维 Osher 格式、TVD 两种通量分裂格式自然的推广至二维浅水方程组。采用该有限体积模型，模拟本项目排放口主要污染物扩散或降解在邻近海域的浓度变化情况。

本次研究所采用的有限体积模型具有如下特性：（1）无结构网格可以任意的拟合复杂的岸线地形；（2）精确的数值离散方法保证质量、动量和温盐的平衡；（3）适当的垂向和平面混合的近似处理；（4）可以使用大量的例如实时大气和海洋监测的数据。

和其他的海洋模型相比较，本次研究采用的有限体积模型采用了修改过的 Mellor Yamada 2.5 阶和 Smagorinsky 湍流混合模型作为垂向和水平方向的混合近似。垂向采用 Sigma 坐标使得水深变化剧烈的地方得到计算精度的保证。不同于有限差分 and 有限体积模型，本研究采用的有限体积模型是通过求解不规则三角形控制单元的通量形式来求解控制方程的，具有二阶精度的离散解。这种数值离散方法能保证质量、动量和温盐的守恒。有限体积方法的这种能保证守恒的求解方法已经在计算流体动力学具有间断解的非线性平流模拟得到广泛应用。

4.1.1 模型构建

本研究所采用的有限体积模式具有如下选择功能：（1）可选择笛卡尔坐标系或者球坐标系；（2）基于质量守恒的干湿点模拟；（3）GOTM（General Ocean Turbulent Model）提供不同的垂向湍流混合模式；（4）水质模块可以模拟氨氮、氯离子和其他的环境污染物；（5）生态模块可模拟营养盐、自养作用、异养作用、碎屑等。

此程序采用 Fortran90 编写，并具有 MPI（Message Passing Interface）并行计算功能，可以在个人电脑和大型工作站运行。模拟所用的网格是用网格生成程序和岸线水深文件一起生成的。所选用的网格生成程序采用 SMS（Surface-water Modeling System）。这个软件允许根据不同区域需要定义不同的网格分辨率，可以很容易的对局部或者全域网格进行加密。

4.1.1.1 控制方程

方程由描述流速场、水位场及温、盐场的环流模式组成，应用的前提基于两个假设：流体静力学假定和 Boussinesq 近似。假定直角笛卡尔坐标系统为 x 正方向向东， y 正方向向北， z 正方向向上。自由水表面在 $z = 0(x, y, t)$ ，床底在 $z = -H(x, y)$ 。用一组 6 个基于 Boussinesq 近似的流体静力学方程组求解自由面高度、3D 速度、盐度和温度，代表物质守恒、动量守恒、盐、热守恒。

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

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \int_{H_R-h}^{H_R+\eta} u dz + \frac{\partial}{\partial y} \int_{H_R-h}^{H_R+\eta} v dz = 0$$

$$\frac{Du}{Dt} = fv - \frac{\partial}{\partial x} \left\{ g(\eta - \alpha\psi) + \frac{P_a}{\rho_0} \right\} - \frac{g}{\rho_0} \int_z^{H_R+\eta} \frac{\partial \rho}{\partial x} dz + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_{mv} \frac{\partial u}{\partial z} \right) + F_{mx} = 0$$

$$\frac{Dv}{Dt} = -fu - \frac{\partial}{\partial y} \left\{ g(\eta - \alpha\psi) + \frac{P_a}{\rho_0} \right\} - \frac{g}{\rho_0} \int_z^{H_R+\eta} \frac{\partial \rho}{\partial y} dz + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_{mv} \frac{\partial v}{\partial z} \right) + F_{my} = 0$$

$$\frac{DS}{Dt} = \frac{\partial}{\partial z} \left(K_{sv} \frac{\partial S}{\partial z} \right) + F_s = 0$$

$$\frac{DT}{Dt} = \frac{\partial}{\partial z} \left(K_{hv} \frac{\partial T}{\partial z} \right) + \frac{Q}{\rho_0 C_p} + F_h = 0$$

其中，采用 sigma 垂向坐标和曲线坐标系下的方程如下：

$$z = (z^* + h)/(\zeta + \eta)$$

$$\begin{aligned} & \partial_t(mHu) + \partial_x(m_y Huu) + \partial_y(m_x hvu) + \partial_z(mwu) - (mf + v\partial_x m_y - u\partial_y m_x)Hv \\ & = -m_y H \partial_x (g\zeta + p) - m_y (\partial_x h - z\partial_x H) \partial_z p + \partial_z (mH^{-1} A_v \partial_z u) + Q_u \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \partial_t(mHv) + \partial_x(m_y Huv) + \partial_y(m_x hvv) + \partial_z(mwv) - (mf + v\partial_x m_y - u\partial_y m_x)Hu \\ & = -m_x H \partial_y (g\zeta + p) - m_x (\partial_y h - z\partial_y H) \partial_z p + \partial_z (mH^{-1} A_v \partial_z v) + Q_v \end{aligned}$$

$$\partial_z p = -gH(\rho - \rho_0)\rho_0^{-1} = -gHb$$

$$\partial_t(m\xi) + \partial_x(m_y Hu) + \partial_y(m_x Hv) + \partial_z(mw) = 0$$

$$\partial_t(m\xi) + \partial_x(m_y H \int_0^1 u dz) + \partial_y(m_x H \int_0^1 v dz) = 0$$

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

$$\partial_t(mHS) + \partial_x(m_y HuS) + \partial_y(m_x HvS) + \partial_z(mwS) = \partial_z (mH^{-1} A_b \partial_z S) + Q_S$$

$$\partial_t(mHT) + \partial_x(m_y HuT) + \partial_y(m_x HvT) + \partial_z(mwT) = \partial_z(mH^{-1}A_b \partial_z T) + Q_T$$

上式中： H_R 平均海面附近的 z 坐标； $\eta(x,y,t)$ 自由水面高程（m）； $h(x,y)$ 水深（m）； $u(x,y,z)$ 水流速度； f 科氏力因子（ s^{-1} ）； g 重力加速度（ $m.s^{-2}$ ）； ψ 潮流势能（m）； α 地球弹性因子（ ~ 0.69 ）； $\rho(x,y)$ 水流密度，默认值为 1025Kg/m^3 ； $P_a(x,y,t)$ 自由面的大气压； S, T 水的盐度、温度； K_{mv} 垂向涡动粘性系数（ $\text{m}^2.s^{-1}$ ）； K_{sv}, K_{hv} 盐度、温度的垂向扩散系数（ $\text{m}^2.s^{-1}$ ）； F_{mx}, F_{my}, F_s, F_h 动量方程、输运方程的水平扩散系数； $Q(\phi, \lambda, z, t)$ 太阳辐射吸收率，（ Wm^{-2} ）； (ϕ, λ) 纬度、经度； C_P 水的比热（ $\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$ ）。

简单污染物平流扩散方程如下：

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial UC}{\partial x} + \frac{\partial VC}{\partial y} + \frac{\partial (W - W_s)C}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left(A_H \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(A_H \frac{\partial C}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(A_H \frac{\partial C}{\partial z} \right)$$

其中 C 为污染物浓度， A_H 为污染物扩散系数。

4.1.1.2 状态方程

海水的密度被定义为盐、温度、静水压力的函数。采用 Millero and Poisson (1981) 的标准描述：

$$\rho(S, T, p) = \frac{\rho(S, T, 0)}{[1 - 10^{-5} p / K(S, T, p)]}$$

其中： $\rho(S, T, 0)$ 是 1 标准大气压下的密度； $K(S, T, p)$ 是切线体积系数。

本报告中，计算水压力，一致于静水力学近似

$$p = 10^{-5} g \int_z^{H_R + \eta} \rho(S, T, p) dz$$

4.1.1.3 原始方程垂直边界层

在表层，雷诺应力和应用剪切力之间平衡：

$$\rho_0 K_{mv} \left(\frac{\partial u}{\partial z}, \frac{\partial v}{\partial z} \right) = (\tau_{wx}, \tau_{wy})$$

$$z = H_R + \eta$$

当缺少大气稳定性详细资料，表面切应力可以由下式估计：

$$(\tau_{wx}, \tau_{wy}) = \rho_a C_{Ds} |W| (W_x, W_y)$$

其中 ρ_a 是空气密度 ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$)， C_{Ds} 是空气拖曳系数， $\widetilde{W}(x,y,t)$ 是海面上 10m 高度的风速。

$$C_{Ds} = 10^{-3} \left(A_{W1} + A_{W2} \left| \widetilde{W} \right| \right) \quad \text{if} \quad W_{low} \leq \left| \widetilde{W} \right| \leq W_{high}$$

在风速范围以外， C_{Ds} 取为常数。

4.1.1.4 底边界

计算时，假定雷诺应力和底部摩擦应力平衡

$$\rho_0 K_{mv} \left(\frac{\partial u}{\partial z}, \frac{\partial v}{\partial z} \right)_b = (\tau_{wx}, \tau_{wy})$$

$$z = H_R - h$$

其中底部切应力定义为：

$$(\tau_{bx}, \tau_{by}) = \rho_0 C_{Db} \sqrt{u_b^2 + v_b^2} (u_b, v_b)$$

$$C_{Db} = \max \left\{ \left(\frac{1}{k} \ln \frac{\delta_b}{z_0} \right), C_{Db \min} \right\}$$

其中 k 是卡门常数， z_0 是当地糙率， δ_b 底床计算网格厚度的一半。参数 z_0 取决于当地糙率，典型量级为 1cm。

一个较粗的底层离散会大大过高估计 δ_b （相对于真实的边界层厚度而言），不调整 $C_{Db \min}$ 会使估计的 C_D 过于粗糙。 $C_{Db \min}$ 一般取大陆架为 0.0075 和深海为 0.0025。相对的有效的 δ_b 在 1~30m。最终这些取值在空间上是变化的。

4.1.1.5 粘性系数和扩散系数

紊动粘性和扩散系数采用 Mellor 和 Yamada (1982) 模型，模型的相关参数由下式确定：

$$A_v = \phi_v q l = 0.4(1 + 36R_q)^{-1} + (1 + 6R_q)^{-1}(1 + 8R_q) q l$$

$$A_b = \phi_b q l = 0.5(1 + 36R_q)^{-1} q l$$

$$R_q = \frac{g H \partial_z b l^2}{q^2 H^2}$$

以上各式中： q 为湍流强度， l 为湍流混合长度， R_q 为 Richardson 数， ϕ_v 和 ϕ_b 是稳定函数。湍流强度和湍流混合长度由下列方程确定：

$$\begin{aligned} & \partial_t(mHq^2) + \partial_x(m_yHuq^2) + \partial_y(m_xHvq^2) + \partial_z(mwq^2) = \partial_z(mH^{-1}A_q\partial_zq^2) \\ & + Q_q + 2mH^{-1}A_v((\partial_zu)^2 + (\partial_zv)^2) + 2mgA_b\partial_zb - 2mH(B_1L)^{-1}q^3 \\ & \partial_t(mHq^2l) + \partial_x(m_yHuq^2l) + \partial_y(m_xHvq^2l) + \partial_z(mwq^2l) = \\ & \partial_z(mH^{-1}A_q\partial_zq^2l) + Q_l + 2mH^{-1}E_1LA_v((\partial_zu)^2 + (\partial_zv)^2) + \\ & mgE_1E_3LA_b\partial_zb - 2mHB_1^{-1}q^3(1 + E_2(\kappa L)^{-2}l^2) \\ & L^{-1} = H^{-1}(z^{-1} + (1-z)^{-1}) \end{aligned}$$

其中： B_1, E_1, E_2 和 E_3 均为经验常数； Q_q 和 Q_l 为附加的源汇项。

4.1.2 模式设置

采用有限体积法离散上述方程组。有限体积法结合了有限元法采用三角形网格的几何形状机动性和有限差分法的高计算效率优点。数值计算采用方程积分形式和更好的格式。积分形式的方程是在一个任意大小的三角形网格上用有限差分法通过通量计算数值求解，使动量、能量和质量具有更好的守恒性。用干湿判断法处理潮滩移动边界。应用 Mellor 和 Yamada 的 2.5 阶湍流闭合子模型使模式在物理和数学上闭合。垂向采用 σ 变换来体现不规则的底部边界。外模和内模分裂以节省计算时间。

有限体积法的基本原理是在被离散化了的计算区域上，计算出通过每个控制体边界沿法向输入或输出的流量和动量通量后，对每个控制体分别进行水量和动量平衡计算，最终得到计算时段末各控制体的平均水深和流速（假设水力要素在各控制体内均匀分布）。

考虑浅水方程的向量形式：

$$\frac{\partial q}{\partial t} + \frac{\partial F}{\partial x} + \frac{\partial G}{\partial y} = b$$

在控制体上进行积分，得到：

$$\iint_{\Omega} \frac{\partial q}{\partial t} d\Omega + \iint_{\Omega} \left(\frac{\partial f(q)}{\partial x} + \frac{\partial g(q)}{\partial y} \right) d\Omega = \iint_{\Omega} b(q) d\Omega$$

利用散度定理，对左边的第二项化为沿控制体边界的积分：

$$\int_S [f(q)n_x + g(q)n_y] dS$$

S 为控制体的边界, n 为边界外法线方向的单位向量。对于有 m 个边的凸多边形而言, $\int_S [f(q)n_x + g(q)n_y]dS$ 等于被积函数在控制体各边上的法向值与该边长度的乘积, 因此又可以写为:

$$\sum_{j=1}^m [f_n^j(q) + g_n^j(q)]L^j$$

其中, $f_n^j(q) + g_n^j(q)$ 为每条边的数值通量

$$f_n^j(q) = f(q) \cos \varphi$$

$$g_n^j(q) = g(q) \cos \varphi$$

令 $F_n(q) = f(q) \cos \varphi + g(q) \sin \varphi$ 原始的矢量形式的方程化为

$$A \frac{dq}{dt} = - \sum_{j=1}^m F_n(q) L^j + Ab(q) \text{ 至此, 问题归结到如何求解 } F_n(q)。$$

4.1.3 模型计算

4.1.3.1 计算区域与网格设计

本次模拟模型的计算区域选择由 $19^{\circ} 36.6' N \sim 21^{\circ} 30.7' N$, $109^{\circ} 25.5' E \sim 111^{\circ} 45.3' E$ 为外海开边界构成的区域, 东西长大约 289.1km, 南北宽大约 213.7km。模型采用三角形网格剖分计算区域, 工程前三角形网格节点数为 15091 个, 三角形网格数为 28697 个。计算网格在项目所在区域进行了局部加密, 本项目排放口附近的网格分辨率为 10m。大范围的计算网格剖分见图 4.1.3-1, 项目区域小范围的计算网格剖分见图 4.1.3-2。

计算区域水深由以下测图基面统一到平均海平面后确定 (见图 4.1.3-3): 2019 年 1:60000 琼州海峡西半部 (图号 15819); 2019 年 1:60000 琼州海峡东半部 (图号 15799); 2018 年 1:20000 海口湾 (图号 15831); 2016 年 1:150000 琼州海峡 (图号 15770); 2018 年 1:120000 大放鸡至硃洲岛 (图号 15710); 2019 年 1:40000 湛江港 (图号 15731); 2019 年 1:40000 湛江港外口 (图号 15741); 2019 年 1:10000 淡水港外口 (图号 15752); 2019 年 1:30000 淡水港外口 (图号 15761); 2019 年 1:40000 外罗水道 (图号 15771)。所有海图水深都经过绘图水深和平均海平面的转化。可见计算网格能高度的拟合岸线, 准确的对河道进行概化。

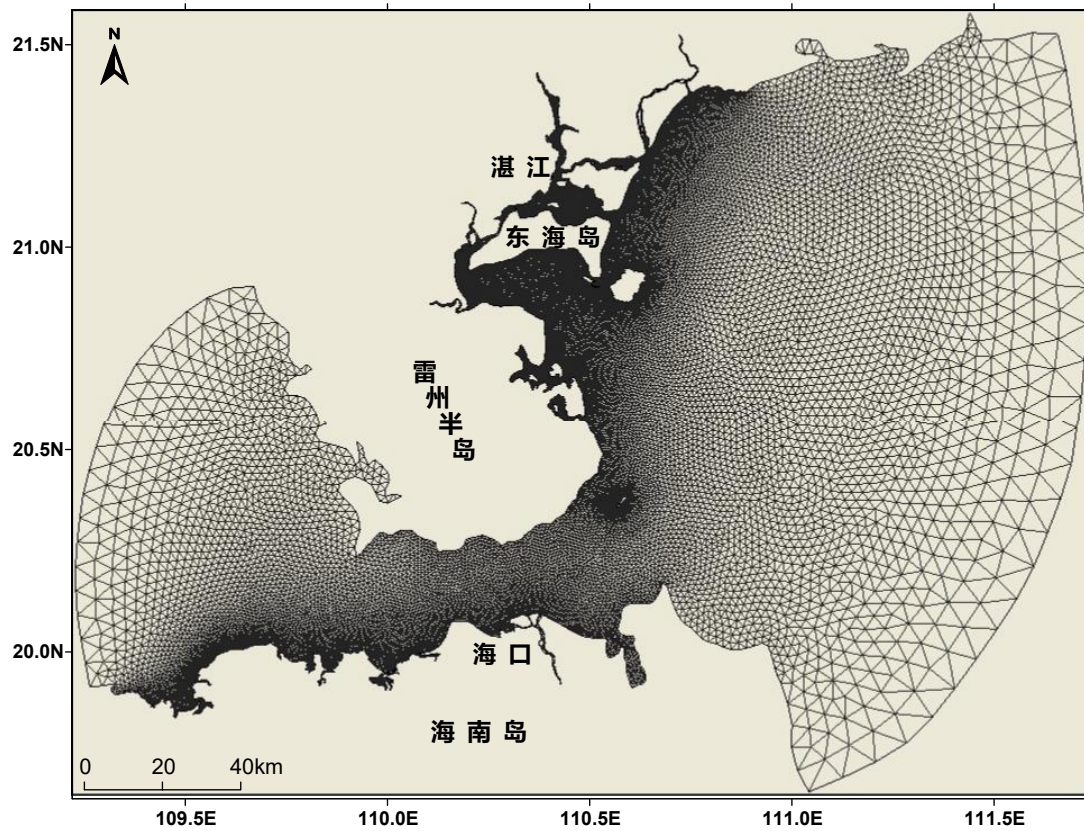


图 4.1.3-1 大范围计算网格区域图

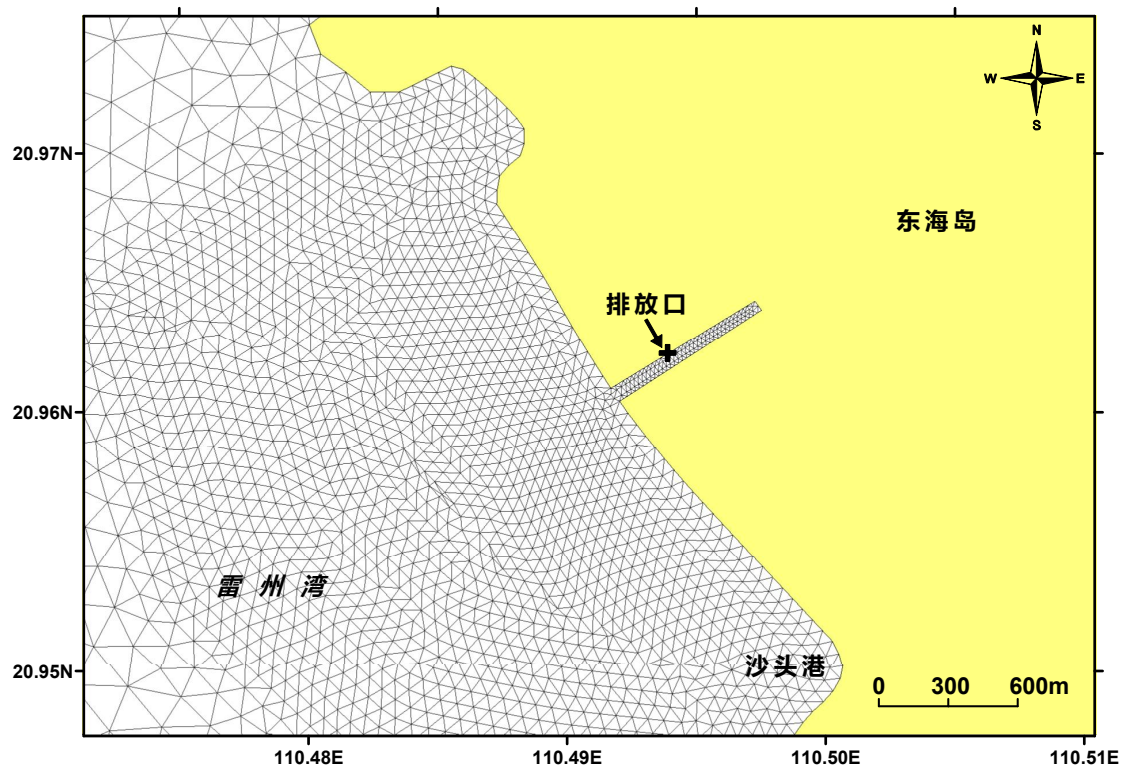


图 4.1.3-2 小范围计算网格区域图（局部放大）

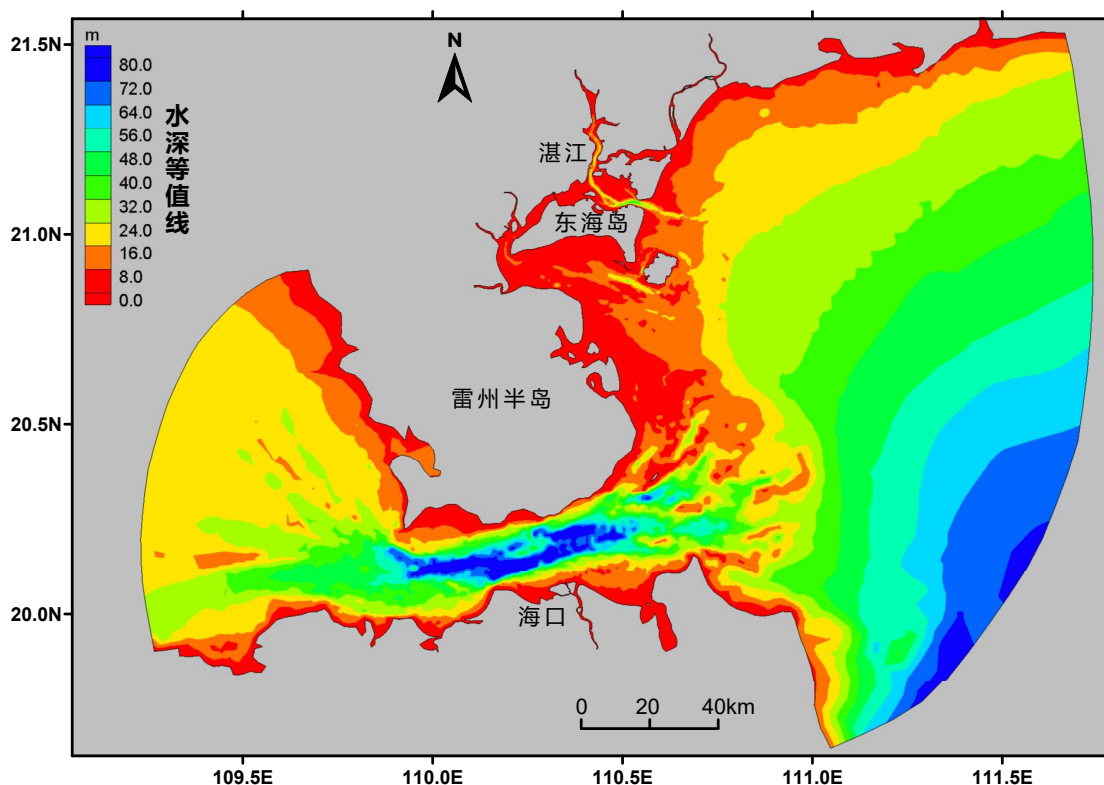


图 4.1.3-3 计算区域水下地形图

4.1.3.2 模型边界条件和初始条件

求解水动力和水质方程组需要初始和边界条件。边界条件为模拟区域边界处给出的水文条件，可以为水位或者流量等。初始条件为模拟区域开始模拟时刻的水体状况例如水位、流速。模型模拟是从给定的初始情况开始模拟，初始条件应该反应真实的水体，至少是真实水体可接受范围的简化。不同的边界条件会导致不同的模拟结果，所以模拟区域边界处的边界条件一定要准确。边界和初始条件的数量和种类因模拟水体和所采用的模型不同而不同。

模型边界条件分为垂向边界和水平边界。垂向边界条件包括表面边界和底边界；水平边界分为固边界和开边界条件。初始条件有水位、流速和污染物浓度等。

(1) 边界条件

潮汐现象可视作为许多不同周期振动的叠加，分潮振幅(H)和迟角(g)只与地点有关，称为潮汐调和常数。从理论上讲，分潮的数目是很多的，但大部分影响不大，一般以 M_2 、 S_2 、 N_2 、 K_2 、 K_1 、 O_1 、 P_1 、 Q_1 分潮最大，因此计算域的外海开边界选取这 8 个主要分潮进行叠加，其值根据历史调查资料计算的调和常数和有关文献提供，在模型计算和调试过程中根据部分水文观测站的实测潮位结果进行实时调整，以尽可能拟合潮

位过程线。

(2) 初始条件

河流、河口和海洋等对动力的响应是一个快过程，随着计算的迭代进行，初始条件对计算结果的影响减弱，甚至可以忽略，故初始水位、流速一般给为 0。而本次技术报告是论证排放口排污的影响，不考虑河流的泥沙沉积影响，在水文条件不变的前提下，采用固定的污染物降解系数，计算污染物浓度增值。

(3) 其它条件

曼宁系数 n 取值范围为 0.015~0.02 之间。污染物 COD 和无机氮的降解系数参考《广州、佛山跨市水污染综合整治方案》和“七五”科技攻关项目“珠江广州段水质数学模型研究”，定为 0.1/d 和 0.2/d。计算时间步长为 20 秒。

4.1.4 水动力分析

为能反映项目工程附近海域流态特征，本报告给出潮汐动力较强的大潮情况，落急与涨急流场分布见图 5.1.4-1 与图 5.1.4-2。流场的数值计算结果表明：

图 5.1.4-1 是项目工程附近水域涨急时刻潮流场，本项目位于东南岛东南角南屏岛以北的近岸海域。大潮期涨急时刻，涨潮流自东南向西北上溯，绕过南屏岛后涨急流基本呈垂直于岸线流动，礮洲岛与南屏岛之间以及南屏岛西南侧海域的最大涨潮流速可达到 80cm/s，本项目所在的近岸浅滩海域最大流速只有 12cm/s 左右，属于弱潮流海区。

图 5.1.4-2 是项目工程附近水域落急时刻潮流场，落急时刻的流速大小与涨潮流基本一致，但流向相反，礮洲岛与南屏岛之间以及南屏岛西南侧海域的最大流速也在 80cm/s 左右；排放口所在的近岸浅滩海域落急最大流速在 15cm/s 左右，比涨急流速略大，但仍然属于弱潮流海区。

由以上潮流水动力场的分析可知，通常情况下，本项目所在的近岸海域涨落潮流水动力较弱，最大流速不超过 15cm/s，不利于污染物的扩散和混合降解，落潮流比涨潮流略大，污染物主要在近岸海域扩散。由于排污口所处海域主要为滩涂水域，且周边分布有红树林群落，其水深与水流流速均较小，在项目排放尾水流量较小的情况下，项目排污口对区域流速影响很小。而项目周边的红树林群落主要为泥质滩涂地质，其

受本项目小流量尾水冲刷的可能性较小，且项目年排放尾水量较小，污染物含量不高，对红树林群落的土壤成分影响相对较小。

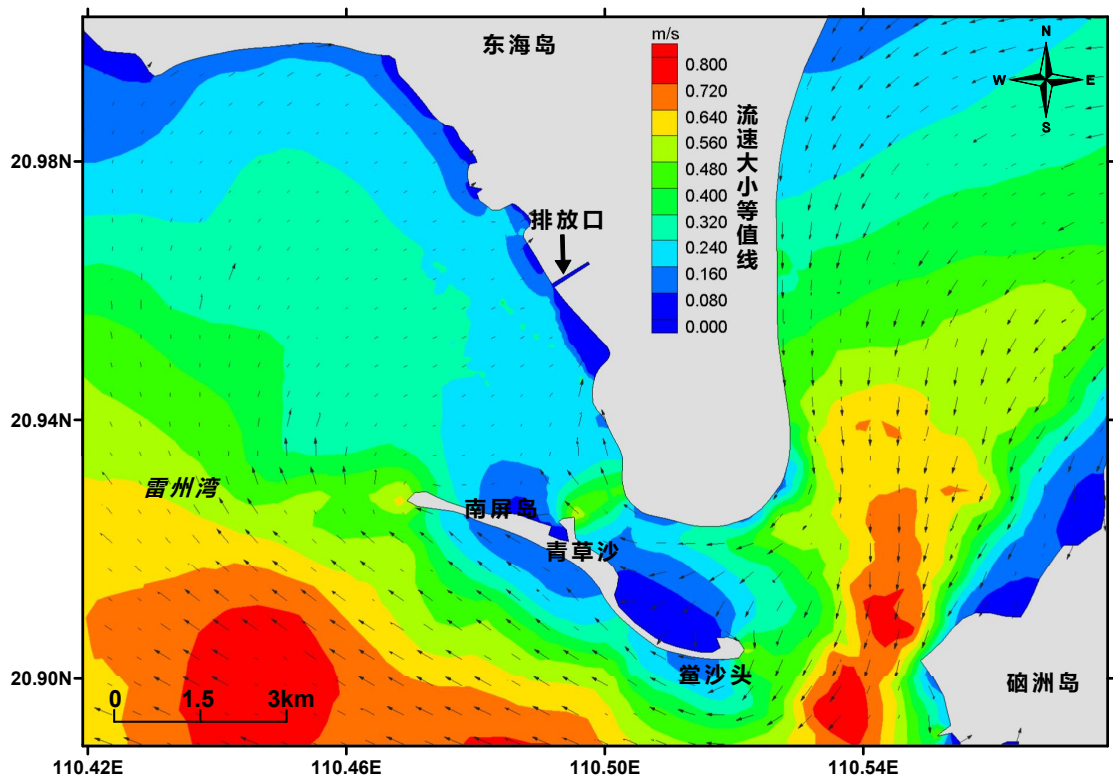


图 5.1.4-1 大潮期，项目区附近水域涨急流场图

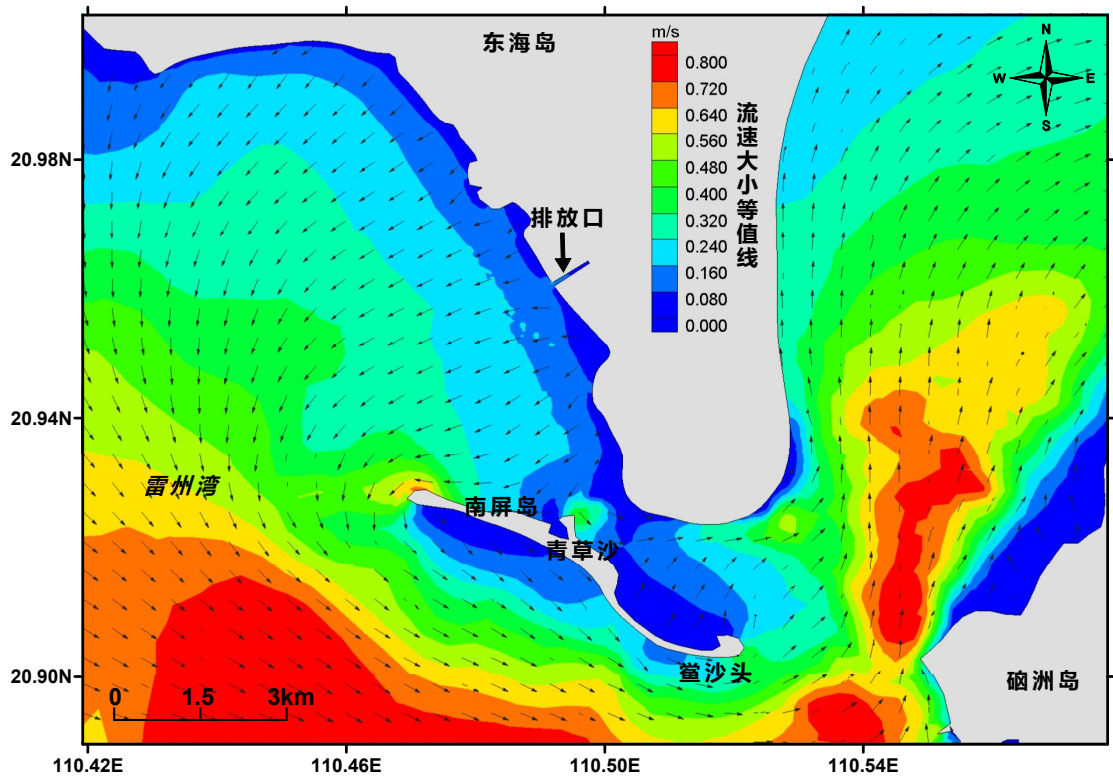


图 5.1.4-2 大潮期，项目区附近水域落急流场图

4.2 水环境影响预测

本报告的预测中，排放口的海洋环境影响主要考虑本项目附近水域的水质变化情况。

排放口位置：位于湛江市东海岛南侧，排放口坐标为 110 度 29 分 31.67341 秒，北纬 20 度 57 分 40.77487 秒。

排放方式：岸边连续排放。

预测因子：水环境影响预测因子为废水中的 COD、无机氮、活性磷酸盐。

预测源强：污染物排放情况见表 7-1。

表 4.2-1 污染物排放源强

工况	排放状况	排水量(m ³ /s)	预测因子	浓度 (mg/L)
1	正常排放	0.00651	COD	8.66
2			无机氮	0.28
3			活性磷酸盐	0.476

预测工况：正常排放计算时间为 1 天，排放后稀释按 8 天计算，包含完整的大中小全潮过程。

工况 1：COD 排放，流量 0.00651m³/s，污染物浓度 8.66mg/L；

工况 2：无机氮排放，流量 0.00651m³/s，污染物浓度 0.28mg/L；

工况 3：活性磷酸盐排放，流量 0.00651m³/s，污染物浓度 0.476mg/L。

4.2.1 正常排放 COD 的扩散（工况 1）

COD 正常排放污染物包络范围图如图 4.2-1 所示。

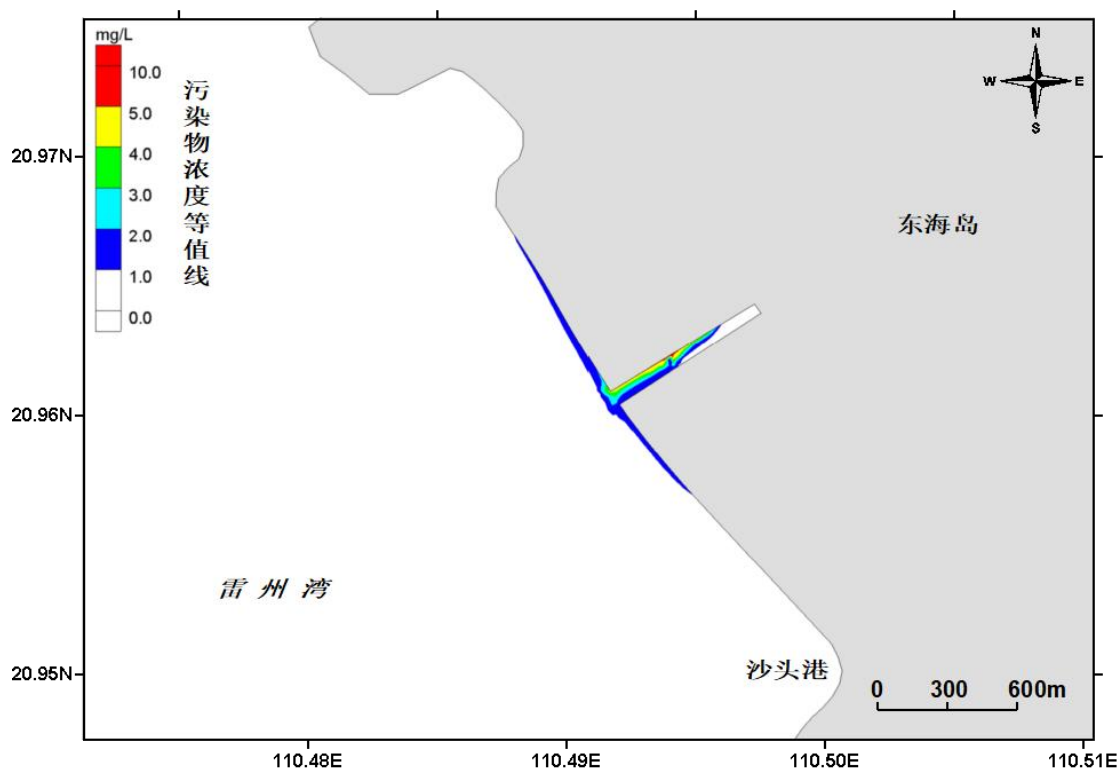


图 4.2-1 大中小全潮期，COD 正常排放浓度包络线分布图

正常排放情况下，排水口 COD 浓度为 $0.0076\text{kg}/\text{m}^3$ ，废水排放流量为 $0.00651\text{m}^3/\text{s}$ 。

由图 4.2-1 可知，污染物自排放口向外扩散后主要在近岸区顺岸扩散，向外海扩散的范围很小，即主要在排放沟入海口的东南和西北近岸区扩散。大中小全潮期，水体污染物浓度大于 $1.0\text{mg}/\text{L}$ 的扩散范围主要集中在排水口附近水域，水体污染物浓度大于 $1.0\text{mg}/\text{L}$ 的范围向西北扩散的最远距离（离排水口）为 0.67km 左右，向东南方向扩散的最远距离（离排水沟入海口）为 0.45km 左右，浓度大于 $2.0\text{mg}/\text{L}$ 的水体出现在排水口附近的 0.12km 范围内。

表 4.2-2 为 COD 污染物扩散的包络面积，由表 4.2-2 可知，污染物浓度大于 $2.0\text{mg}/\text{L}$ 、 $3.0\text{mg}/\text{L}$ 、 $4.0\text{mg}/\text{L}$ 、 $5.0\text{mg}/\text{L}$ 的包络面积分别为 0.018km^2 、 0.008km^2 、 0.005km^2 、 0.001km^2 。

表 4.2-2 COD 污染物浓度包络面积 (km^2)

浓度	$>2.0\text{mg}/\text{L}$	$>3.0\text{mg}/\text{L}$	$>4.0\text{mg}/\text{L}$	$>5.0\text{mg}/\text{L}$
工况 1	0.018	0.008	0.005	0.001

4.2.2 正常排放无机氮的扩散（工况 2）

正常排放无机氮污染物包络线图如图 4.2-2 所示。

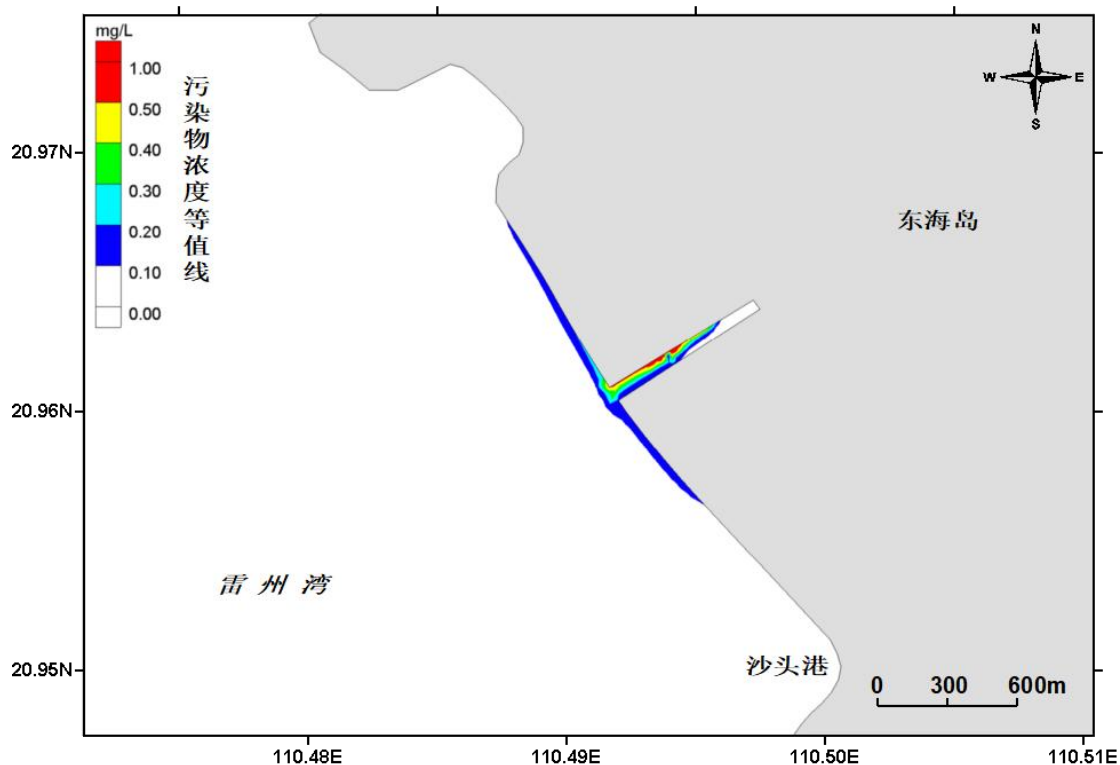


图 4.2-2 大中小全潮期，正常排放无机氮浓度包络线分布图

正常排放情况下，排水口无机氮的浓度为 $0.0009\text{kg}/\text{m}^3$ ，废水排放流量为 $0.00651\text{m}^3/\text{s}$ 。

由图 4.2-2 可知，大中小全潮期，水体污染物浓度大于 $0.05\text{mg}/\text{L}$ 的扩散范围主要集中在排水沟入海口东南-西北方向的顺岸水域，水体污染物浓度大于 $0.05\text{mg}/\text{L}$ 的范围向西北扩散的最远距离（离排水沟入海口）为 0.86km 左右，向东南扩散的最远距离（离排水沟入海口）为 0.72km 左右，浓度大于 $0.1\text{mg}/\text{L}$ 的水体出现在排水口附近的 0.13km 范围内。

表 4.2-3 为无机氮污染物浓度扩散的包络面积，由表 4.2-3 可知，无机氮污染物浓度大于 $0.2\text{mg}/\text{L}$ 、 $0.3\text{mg}/\text{L}$ 、 $0.4\text{mg}/\text{L}$ 、 $0.5\text{mg}/\text{L}$ 的包络面积分别为 0.011km^2 、 0.006km^2 、 0.001km^2 、 0.000km^2 。

表 4.2-3 无机氮污染物浓度的包络面积 (km^2)

浓度	$>0.2\text{mg}/\text{L}$	$>0.3\text{mg}/\text{L}$	$>0.4\text{mg}/\text{L}$	$>0.5\text{mg}/\text{L}$
工况 2	0.011	0.006	0.001	0.000

4.2.3 正常排放活性磷酸盐的扩散（工况 3）

正常排放活性磷酸盐污染物包络范围图如图 4.2-3 所示。

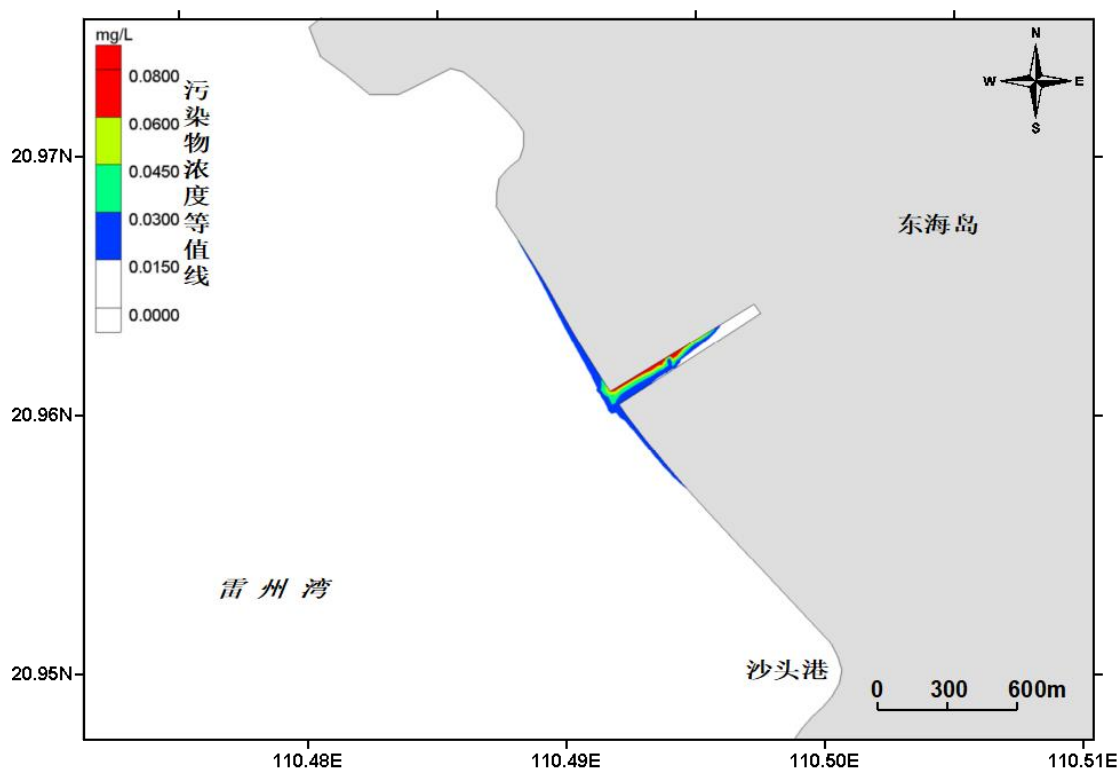


图 4.2-3 大中小全潮期，正常排放活性磷酸盐浓度包络线分布图

正常排放情况下，排水口活性磷酸盐浓度为 0.00029kg/m^3 ，废水排放流量为 $0.00651\text{m}^3/\text{s}$ 。

由图 4.2-3 可知，大中小全潮期，水体污染物浓度大于 0.015mg/L 的扩散范围主要集中在排水沟入海口东南-西北方向的顺岸水域，水体污染物浓度大于 0.015mg/L 的范围向西北方向扩散的最远距离（离排水沟入海口）为 0.58km 左右，向东南方向扩散的最远距离（离排水口）为 0.55km 左右，浓度大于 0.030mg/L 的水体出现在排水口附近的 0.12km 范围内。

表 4.2-4 为活性磷酸盐污染物浓度扩散的包络面积，由表 4.2-4 可知，活性磷酸盐污染物浓度大于 0.015mg/L 、 0.030mg/L 、 0.045mg/L 的包络面积分别为 0.043km^2 、 0.016km^2 、 0.007km^2 。

表 4.2-4 活性磷酸盐污染物浓度包络面积 (km^2)

浓度	$>0.015\text{mg/L}$	$>0.030\text{mg/L}$	$>0.045\text{mg/L}$
工况 3	0.043	0.016	0.007

4.2.4 总结

正常排放情况下，本项目 COD 污染物浓度大于 2.0mg/L 的扩散包络面积为 0.018 km²，大于 5.0mg/L 的扩散包络面为 0.001km²，COD 扩散范围主要集中于排水口附近的 0.12km 范围内；无机氮污染物浓度大于 0.2mg/L 的扩散包络面积为 0.011 km²，无大于 0.5mg/L 的包络面，污染物主要出现在排水口附近的 0.13km 范围内；活性磷酸盐污染物浓度大于 0.015mg/L 的扩散包络面积为 0.043 km²，大于 0.045mg/L 的扩散包络面为 0.007km²，污染物主要出现在排水口附近的 0.12km 范围内。

综上所述，本项目造成的污染物（COD、无机氮、活性磷酸盐）扩散范围主要于排水口附近的 0.13km 范围内，扩散范围较小。

根据《海水养殖水排放要求》（SC/T 9103-2007）二类标准，COD、无机氮、活性磷酸盐标准分别为低于等于 20mg/L、1.00mg/L、0.1mg/L，由预测结果可见，本项目养殖尾水排放后污染物扩散的 0.13km 范围内水质 COD、无机氮、活性磷酸盐浓度最大为 5.0mg/L、0.4mg/L、0.045mg/L，排污口最近的调查站位为 S10 站位，其 COD、无机氮、活性磷酸盐浓度为 1.52mg/L、0.027mg/L、0.023mg/L，叠加后浓度为 6.52mg/L、0.427mg/L、0.068mg/L，其满足《海水养殖水排放要求》（SC/T 9103-2007）二类标准。

本项目排污口所处区域目前尚未被工业与城镇用海活动开发利用，因此，按东海岛南部工业与城镇用海区的海洋环境保护要求，排污口处海域环境质量执行海水水质二类标准，根据《湛江市水产养殖尾水排放要求（试行）》（湛农通〔2021〕127 号），排放水域为第一类水质的海域，排入该水域的养殖尾水需达到 COD≤10mg/L、活性磷酸盐≤0.05mg/L、无机氮≤1mg/L 的要求，本项目养殖尾水排放后污染物扩散的 0.13km 范围内水质 COD、无机氮、活性磷酸盐浓度最大为 5.0mg/L、0.4mg/L、0.045mg/L，养殖尾水稀释后低于其标准要求，但排污口最近的调查站位为 S10 站位，其 COD、无机氮、活性磷酸盐浓度为 1.52mg/L、0.027mg/L、0.023mg/L，叠加后浓度为 6.52mg/L、0.427mg/L、0.068mg/L，其中活性磷酸盐浓度超出《湛江市水产养殖尾水排放要求（试行）》的要求，本项目应进一步加强对排放尾水的监测，并采取大潮期排放或拓展新的养殖尾水处理方式降低排放的养殖尾水活性磷酸盐含量。

4.3 对海洋生态环境和生物资源影响分析

项目排放废水主要污染物为 COD、无机氮和活性磷酸盐等，属耗氧有机物。水中含有充足浓度的 DO，是所有水生生物生存与繁衍的关键条件。根据废水污染物毒理学分析，废水中的 COD 指标主要消耗水域中的溶解氧，可能会降低纳污水域的 DO 浓度，造成水体缺氧导致水生生物生长发育的不良效应，影响鱼类与无脊椎动物的呼吸，并可能引起活动的水生生物（例如鱼类）回避低 DO 含量区域，严重时可能造成非交换水体中（尤其是围塘养殖水体）鱼虾类等名贵经济生物的窒息死亡。

4.3.1 本项目正常排放情况下，项目排放的 COD、无机氮和活性磷酸盐对纳污水体水质浓度贡献不大，因此项目正常排放的耗氧有机物对海域的溶解氧浓度造成影响较轻，对该海域生物群落结构和生物量没有产生明显影响，不会破坏纳污水域生态系统的稳定，对海洋水生生物影响不大；但项目事故排污可能会导致排污口附近局部水域水生生物种群结构发生一定变化，主要是耐污物种增加，并逐渐成为优势种。但在风险事故情况下，纳污海域的 COD、无机氮和活性磷酸盐等将在短时间内急剧增长，将可能导致水体溶解氧浓度的急剧减少，对影响范围内水域的水生生态产生不良影响。如在此范围内活动性差、耐受力差的浮游动物、植物可能受到伤害。因此，应采取措施杜绝事故性非正常排放情况发生。由于东海岛南部海域的鱼类主要为四大家鱼，根据现状资料调查分析，本项目运行，评价水域水生生物群落结构和类型基本不会发生重要的变化，不会对该区渔业资源产生明显的影响。

4.4 对海洋沉积物环境的影响分析

项目排放的污染物均为可溶性污染物，排海后与水体输运扩散，对沉积物影响不大。

4.5 对红树林生态环境的影响分析

根据模拟预测结果知，正常情况下，排污口 0.13km 内海域的 COD、无机氮、活性磷酸盐浓度均较小，其扩散水域污染物浓度均符合《海水养殖水排放要求》（SC/T 9103-2007）二类标准，该部分污染物对红树林生长系统影响较小，且项目排水量较小，不会造成红树林群落长期的海水淹没或冲刷，不会引起红树林群落地质环境的变化，因此，本项目尾水排放对红树林生态系统影响较小。

5 海洋生态环境保护措施

5.1 海洋生态保护措施

目前项目已经完成了养殖污水的处理净化，采用的工艺为沉淀池+微生物池+泥丁养殖（净化）池。

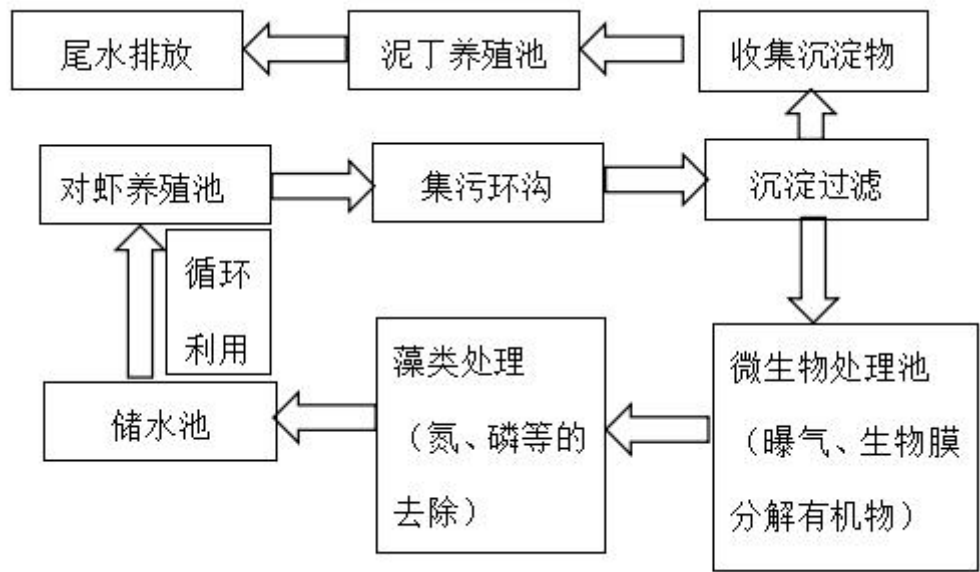


图 5.1-1 项目现场所列的养殖尾水处理流程图

有关处理措施详细说明如下：

项目养殖过程中养殖尾水经排水沟至进入沉淀池，经过 24h 沉淀的养殖尾水，上层水进入微生物处理池，微生物处理池中，铺设水处理毛刷型填料和生物球，培养有益微生物、浮游动物等，形成生物膜，进一步清除和分解有机废物，微生物处理池上层水进入藻类净化池，去除氮、磷等无机盐，之后可以进入储水池备用，进行循环利用。下层沉淀物抽到泥丁养殖池，作为泥丁饵料完成尾水的净化功能后进入到入海口处入海。

技术原理：

人工水草仿照水生植物的外形特点，利用耐污染的纤维材料设计而成，在流经受污染水体时，能够在比表面积巨大的载体表面形成一层生物膜。该层生物膜是由菌类、藻类、原生动物以及后生动物组成的立体微生物生态系统，可以有效提高水体透明度以及吸附降解水中的氨、磷、有机物、重金属等污染物。

微孔曝气系统通过增加水中的溶解氧，加快了污染物的反应分解速度、加深了污染物的反应变化程度、扩大了污染物参与反应的范围，提高了水体净化的效率，增强了水体活性和自净能力，促进了水生态的恢复。

①微孔曝气系统能够更高效提升水体中溶解氧，快速提升水体生物活性，显著增强水体的自净能力。

②微孔曝气系统能使污染物在强氧化作用下发生氧化、氨化及硝化反应，有效消减有机底泥，消除水体异臭，降低 COD、总氮、总磷等指标。

③微孔曝气系统能够分解、抑制水体中的有机悬浮物及藻类，提高水体透明度，促进水体的良性循环。

水体中污染物的自然衰减取决于微生物的自然降解过程，由于受到环境中营养物浓度、pH、氧化还原电位、温度等因子的限制，自然降解进程缓慢。通过向水体中投加功能微生物，可以缩短自然降解进程，达到快速去除污染物的目的。微生物菌剂中的功能微生物具有种类多样性及降解不同污染物的特点，微生物相互间协同作用形成一个组成复杂、结构稳定的共生群落，通过分泌各种胞外酶或胞内酶的作用降解污染物，将复杂有机物分解为简单无机物，将有毒物质转化为无毒或低毒物质，微生物不断氧化分解污染物，使水体中的污染物得以去除。

南美白对虾养殖尾水中含有大量的食物残渣、粪便等。而这些东西在水中分解，就会使水体"富营养化"，水体富营养化后就会产生大量的浮游生物。那么通过泥丁的进食，来控制水体中浮游生物的数量，就能起到了净化水质的作用。泥丁净化技术，不仅可以净化提升水质，同时也实现了尾水的资源化利用并能产生一定的经济效益。

污水处理设施管理方面：

对出水水质要定期监测，避免废水超标排放。防止风险事故的发生，从设计、管理等方面入手，提出可行的事故防范对策和措施，建立事故应急反应系统。

通过以上处理措施，本项目正常排放情况下，养殖尾水排放后污染物扩散的 0.13km 范围内水质 COD、无机氮、活性磷酸盐浓度最大为 5.0mg/L、0.4mg/L、0.045mg/L，排污口最近的调查站位为 S10 站位，其 COD、无机氮、活性磷酸盐浓度为 1.52mg/L、0.027mg/L、0.023mg/L，叠加后浓度为 6.52mg/L、0.427mg/L、0.068mg/L，其满足《海水养殖水排放要求》（SC/T 9103-2007）二类标准。可见项目养殖尾水处理情况良好，符合排放要求标准。

5.2 项目用海风险及应急措施

5.2.1 污水排放事故风险识别

本项目废水事故排放主要原因：一是尾水处理设施发生故障，废水未经处理而全部外排；二是排污管道由于破裂和接头处的破损，导致未经处理的废水泄漏。

未经处理的废水，废水中 COD、总磷、总氮等排放浓度远远超标。如果废水外排时间过长，形成的地表径流有可能污染到项目附近水体环境使水中固体悬浮物（SS）、有机物和微生物含量升高，改变水体的物理、化学和生物群落组成，使水质变坏。此外，废水中有机物生物降解和水生生物的繁殖大量消耗水体溶解氧，使水体变黑发臭，水生生物死亡，发生水体“富营养化”，这种水体将不可能再得到恢复。因此，必须采取应急措施，防止废水未经处理直接排入项目附近水体环境的事故发生。

5.2.2 废水事故预防措施

为了防止废水处理设施发生故障，废水未经处理而全部外排；污水管道由于破裂和接头处的破损，导致未经处理的废水泄漏等废水泄漏事故的发生。本评价要求建设单位应采取如下措施：

①在暴雨时段，应对污水处理系统加强检查力度，养殖场周围设置雨水截流沟，避免雨水汇入污水处理系统，集污池加盖封闭处理，避免暴雨导致集污池溢流等事故的发生；

②对循环水系统应定期巡检、调节、保养、维修，及时发现可能引起事故异常的苗头，消除事故隐患。

6 环境管理与环境监测

6.1 环境管理计划

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国海洋环境保护法》的精神，企、事业单位在生产和经营中防止污染、保护环境应是其重要的职责之一。环境管理是控制污染、保护环境的重要措施，应根据《建设项目环境保护设计规定》等法规的要求，确定环保管理机构，制定管理程序。

根据本项目工程建设的实际情况，工程指挥部应设人员负责环境保护事宜，加强对生活污水、清洗废水、养殖尾水排放等管理，尽量减少工程实施对周边海洋生态环境的影响。

6.2 环境监测

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）、《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》要求，为了及时了解和掌握建设项目对海洋水质、沉积物和生物的影响，以便对可能产生明显环境影响的关键环节事先制度性监测，使可能造成环境影响的因素得以及时发现，需要对建设项目对海洋环境产生的影响进行跟踪监测。根据项目特征，本项目已完成施工，主要对运营期进行跟踪监测。

1、废水监测

根据《排污单位自行监测技术指南 总则》（HJ819-2017），废水监测计划见表6.2-1。

(二). 表6.2-1 废水监测计划

排污口编号	监测位置	监测实施	手工监测批次	监测
W1	排污口处	手工	每季度	悬浮物、pH 值、COD、氨氮、总氮、总磷等

2、水环境监测

①监测站位：在项目排水附近影响区域及不受影响的对照区共设置 3 个站位（监

测过程中可视情况做适当调整，见图 6.2-1）开展海水水质站位监测。

- ②监测项目：悬浮物、pH 值、COD、氨氮、总氮、总磷等。
- ③监测频率：运营后 3 年内监测一次。
- ④执行标准：执行所在海洋功能区标准。

3、海洋生态监测

- ①监测站位：在项目排水附近影响区域及不受影响的对照区共设置 3 个站位开展海洋生态监测。
- ②监测项目：叶绿素 a、底栖生物、浮游动物、浮游植物、鱼卵仔鱼、游泳生物。
- ③监测频率：运营后 3 年内监测一次。

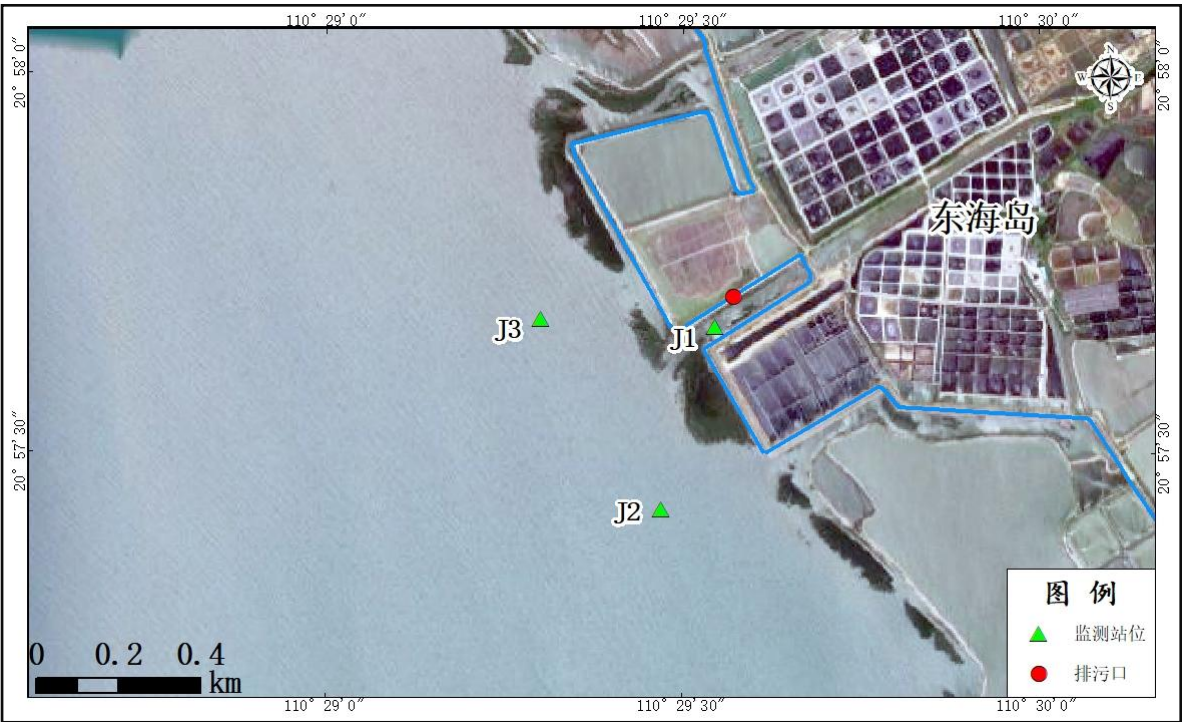


图 6.2-1 项目水环境、沉积物环境、海洋生态监测布点图

表 6.2-2 项目监测布点信息表

监测站位	监测项目	东经	北纬
1	水质、海洋生态	110° 29' 32.838" E	20° 57' 39.898" N
2	水质、海洋生态	110° 29' 18.149" E	20° 57' 40.460" N
3	水质、海洋生态	110° 29' 28.368" E	20° 57' 25.481" N

通过实施运营期的环境监测计划，全面及时地掌握工程运行中的环境状况，若发现本工程或周围其他工程运营不利的环境变化，应加密监测频率次，并根据实际情况，

制定必要的工程补救措施或环保措施；若没有发现由项目建设引起的大的变化，则可逐渐降低监测频率。运营期监测可委托有资质的监测单位具体执行，并由当地海洋环境保护行政主管部门进行监督指导。监测单位应编制监测报告报送项目环境管理办公室及当地海洋环境保护行政主管部门。

7 海洋生态环境影响评价结论

湛江腾飞实业有限公司南美白对虾工业化循环水养殖项目养殖面积约 413540.0 平方米，建立标准工业化循环水南美白对虾养殖系统，研究相关技术并生产南美白对虾。项目全部建成投产后年产南美白对虾 803-980 吨。项目位于广东省湛江市经济技术开发区东简街道下寮村，项目坐标为东经 110 度 29 分 47.97 秒，北纬 20 度 57 分 57.89 秒。本项目养殖池水量约为 22500m³，项目养殖过程中养殖尾水经排水沟至进入沉淀池，经过 24h 沉淀的养殖尾水，沉淀物抽到泥丁养殖池，作为泥丁饵料处理后进入到入海口处入海，项目养殖尾水年排水量约为 3375m³/a，项目排污口设置地点位于养殖场南侧海域（坐标为 110 度 29 分 31.67341 秒，北纬 20 度 57 分 40.77487 秒）。

本项目年排放海水 3375 吨，污染物浓度的产生量总氮为 0.151kg/m³，总磷为 0.029kg/m³，COD0.758kg/m³。项目尾水通过藻类处理以及微生物处理池处理后排放，两种方法去除效率各按 90%计算，无机氮 0.46mg/L，总磷 0.294mg/L，COD9.65mg/L。

项目目前已完成施工，其施工期环境影响已消散。根据项目排污口水质预测模型结果，项目养殖尾水排放后污染物扩散的 0.13km 范围内水质 COD、无机氮、活性磷酸盐浓度最大为 5.0mg/L、0.4mg/L、0.045mg/L，排污口最近的调查站位为 S10 站位，其 COD、无机氮、活性磷酸盐浓度为 1.52mg/L、0.027mg/L、0.023mg/L，叠加后浓度为 6.52mg/L、0.427mg/L、0.068mg/L，其满足《海水养殖水排放要求》（SC/T 9103-2007）二类标准。

项目养殖尾水经处理达标后排放，工程建成后正常排污情况下对水质影响较小，根据现状调查结果，项目周边海域水质类别没有发生明显变化，不会破坏纳污水域生态系统的稳定，对海洋生物影响不大。但项目排污可能会引起排污口附近局部水域水生生物种群结构发生一定变化，主要是耐污物种耐污物种增加，逐渐成为优势种。

综上，本项目对海域生态环境的影响处于可接受的程度，项目在养殖过程中需严格执行环境保护措施，加强跟踪监测工作。

湛江腾飞实业有限公司南美白对虾工业
化循环水养殖建设项目
入海排污口设置论证报告

建设单位：湛江腾飞实业有限公司

评价单位：湛江市环泽环保科技有限公司

编制日期：二〇二三年十二月

目录

1	总则	1
1.1	评价任务由来	1
1.2	论证目的	1
1.3	论证依据	2
1.3.1	全国性法律法规	2
1.3.2	地方性法规及规范性文件	3
1.3.3	技术导则依据	4
1.4	环境论证执行标准	4
1.5	海洋环境保护目标	9
1.6	论证工作等级	10
1.7	论证范围	12
1.8	论证工作流程	14
2	项目概况	17
2.1	项目建设概况	17
2.2	项目建设内容	17
2.2.1	工程组成	17
2.2.2	项目产品方案、生产规模及产品规格	21
2.2.3	项目主要设备	21
2.2.4	原辅材料消耗	22
2.2.5	公用工程	22
2.2.6	工作制度及劳动定员	23
2.3	排污口排水情况	23
3	项目所在海域概况	28
3.1	排污口所在海域自然环境概况	28
3.1.1	气候气象	28
3.1.2	港口航道资源	30
3.1.3	海岛资源	33
3.1.4	旅游资源	33
3.1.5	珍稀濒危生物资源	34
3.1.6	红树林资源	36
3.1.7	海洋渔业资源	38
3.1.8	岸线资源	38
3.1.9	滩涂资源	39
3.1.10	矿产资源	40
3.2	排污口所在区域陆地自然环境概况	41
3.2.1	环境空气质量	41
3.2.2	声环境现状	42
3.3	区域社会经济状况	42
3.3.1	湛江市社会经济概况	42
3.3.2	湛江市经济开发区社会经济概况	43
4	海域环境与资源现状	44

4.1	海洋水文	44
4.1.1	调查概况	44
4.1.2	调查结果	45
4.2	主要海洋灾害	51
4.3	海水水质现在调查与评价	54
4.4	沉积物现在调查与评价	66
4.5	海洋生态	69
5	污水排放的环境影响预测与评估	78
5.1	水文动力环境与冲淤环境影响分析	78
5.2	水环境影响预测	88
5.2.1	正常排放 COD 的扩散 (工况 1)	89
5.2.2	正常排放无机氮的扩散 (工况 2)	90
5.2.3	正常排放无活性磷酸盐的扩散 (工况 3)	91
5.2.4	总结	92
5.3	对海洋生态环境和生物园资源影响分析	93
5.4	对海洋沉积物环境的影响分析	93
5.5	对红树林环境的影响分析	94
6	排污混合区设置与污染物允许排放量控制	95
6.1	排污混合区论证	95
6.2	主要污染物的最大允许排放量	95
6.3	主要污染物排放总量控制建议	96
7	入海排污口设置合理性分析	97
7.1	与海洋功能区管控要求符合性分析	97
7.2	与“三线一单”符合性分析	97
7.3	与“三线三区”符合性分析	103
7.4	尾水污染种类以及排放浓度、总量	105
7.5	纳污水体环境容量可行性分析	106
8	水环境保护措施	107
8.1	水生态保护措施	107
8.2	项目排位风险及应急措施	109
9	排污口位置及规范化管理	110
9.1	环境管理计划	110
9.2	环境监测	111
10	结论与建议	113
10.1	入海排污口基本情况	113
10.2	对海水水质和生态的影响	113
10.3	入海排污口设置合理性结论	114
10.4	建议	114
	现状调查生态物种名录	115

1 总论

1.1 评价任务由来

湛江腾飞实业有限公司南美白对虾工业化循环水养殖项目养殖面积约 413540.0 平方米，建立标准工业化循环水南美白对虾养殖系统，研究相关技术并生产南美白对虾。项目全部建成投产后年产南美白对虾 803-980 吨。项目位于广东省湛江市经济技术开发区东简街道下寮村，项目坐标为东经 110 度 29 分 47.97 秒，北纬 20 度 57 分 57.89 秒。本项目养殖池水量约为 22500m³，项目养殖过程中养殖尾水经排水沟至进入沉淀池，经过 24h 沉淀的养殖尾水，沉淀物抽到泥丁养殖池，作为泥丁饵料处理后进入到入海口处入海，项目养殖尾水年排水量约为 3375m³/a，项目排污口设置地点位于养殖场南侧海域（坐标为 110 度 29 分 31.67341 秒，北纬 20 度 57 分 40.77487 秒）。

根据《中华人民共和国海洋环境保护法》（2017 年 11 月修正版）第三十条，入海排污口位置的选择，应当根据海洋功能区划、海水动力条件和有关规定，经科学论证后，报环境保护主管部门备案。湛江腾飞实业有限公司南美白对虾工业化循环水养殖项目已经建成运营多年，但未开展入海排污口设置论证，结合排污口的建设及运行情况，现湛江腾飞实业有限公司（建设单位）拟对该入海排污口补做设置论证。受建设单位委托，湛江市环泽环保科技有限公司（以下简称论证单位）承担湛江腾飞实业有限公司南美白对虾工业化循环水养殖项目入海排污口设置论证工作。论证单位组织技术人员开展现场踏勘和调查，收集有关资料，进行数值模拟等相关工作，编写了《湛江腾飞实业有限公司南美白对虾工业化循环水养殖项目入海排污口设置论证报告》（送审稿）。

1.2 论证目的

按照《中华人民共和国海洋环境保护法》（2017 年 11 月修正版）和《中华人民共和国防治海岸工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》（2017 年 3 月修订版）等法律法规的要求，结合湛江腾飞实业有限公司南美白对虾工业化循环水养殖项目入海排污口的设置方案，在满足海洋功能区环境保护要求的前提下，论证该入海排污口的设置对海洋水文动力环境、水质环境、沉积环境、海洋生态及生物资源的影响；根据海洋生态环境保护等要求，对排污口设置的合理性进行

分析论证，提出海洋生态环境保护措施，为各级生态环境保护行政主管部门审批入海排污口以及建设单位优化整改入海排污口提供科学参考，以保障所在海洋生态环境安全。

1.3 报告编制依据

1.3.1 全国性法律法规

(1) 《中华人民共和国环境保护法》（1989 年 12 月 26 日全国人大常委会通过，2014 年 4 月 2 日全国人大常委会修订）；

(2) 《中华人民共和国海洋环境保护法》（1982 年 8 月 23 日全国人大常委会通过，2013 年 12 月 28 日全国人大常委会第二次修订；2016 年 11 月修改；

(3) 《中华人民共和国防洪法》，2016 年 7 月 2 日修订；

(4) 《中华人民共和国水污染防治法》（2008.6），2017 年 6 月修订；

(5) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2005.4），2016 年修正；

(6) 《中华人民共和国渔业法》（2004.8），2013 年 12 月修订；

(7) 《中华人民共和国海域使用管理法》（2002.1）；

(8) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2003.9），2016 年 7 月修订；2018 年 12 月 29 日再次修订；

(9) 《防治船舶污染海洋环境管理条例》2009 年 9 月 9 日颁布，2010 年 3 月 1 日起实施；

(10) 《近岸海域环境功能区管理办法》（国家环保总局第 8 号令，1999.12）；

(11) 《环境影响评价公众参与办法》（2019.7）；

(12) 《中华人民共和国海岛保护法》，（2010.3.1）；

(13) 《建设项目环境保护管理条例》（2017.7）；

(14) 《全国生态环境保护纲要》（国家环境保护总局，2000.11）；

(15) 《海洋工程环境影响评价管理规定》国家海洋局，国海规范（2017）7 号；

(16) 《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；

- (17) 《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》（2018 年 3 月第三次修订）；
- (18) 《全国海洋主体功能区规划》，国发〔2015〕42 号；
- (19) 《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》（修订），（2018.3）；
- (20) 《中华人民共和国自然保护区条例》（2017.10）；
- (21) 《国家发展改革委关于修改〈产业结构调整指导目录（2019 年本）〉的决定》，2021.12；
- (22) 《国务院办公厅关于加强入河入海排污口监督管理工作的实施意见》（国办函〔2022〕17 号）。

1.3.2 地方性法规及规范性文件

- (1) 《广东省环境保护条例》（根据 2022 年 11 月 30 日广东省第十三届人民代表大会常务委员会第四十七次会议《关于修改〈广东省机动车排气污染防治条例〉等六项地方性法规的决定》第三次修正）；
- (2) 《广东省海洋环境保护条例》（2005.1）；
- (3) 《广东省近岸海域环境功能区划》（广东省环保局，1999.7）；
- (4) 《广东省固体废物污染环境防治条例》（2018 年 11 月 29 日修订）；
- (5) 《广东省海域开发利用与保护总体规划纲要》（2001）；
- (6) 《关于加强建设项目环境保护管理的通知》（粤府办〔1999〕27 号）；
- (7) 《关于进一步加强环境保护工作的决定》（粤府〔2002〕71 号）；
- (8) 《广东省海域使用管理条例》（2021 年 9 月 29 日修正）；
- (9) 《广东省水污染防治条例》（2021 年 1 月 1 日实施）；
- (10) 《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》，2012 年 11 月公布实施；
- (11) 《广东省海洋主体功能区规划》，粤府函〔2017〕359 号；
- (12) 《广东省实施〈中华人民共和国海洋环境保护法〉办法》（2018 年 11 月 29 日第二次修正）；
- (13) 《广东省人民政府办公厅关于印发广东省海洋经济发展“十四五”规划的通知（粤府办〔2021〕33 号）》，2021 年 9 月 30；

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

(15) 《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》，自然资源部，2022年10月；

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

(17) 《广东省海洋工程建设项目环境保护监督管理办法(试行)》；

(18) 《广东省生态环境厅关于印发《广东省生态环境保护“十四五”规划》的通知》，2022年3月31日；

(19) 《广东省生态环境厅关于印发广东省海洋生态环境保护“十四五”规划的通知》，粤环〔2022〕7号；

(20) 《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》，粤府〔2020〕71号。

1.3.3 技术导则依据

(1) 《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021年版)》；

(2) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》，HJ 2.1-2016；

(3) 《海洋工程环境影响评价技术导则》，GB/T 19485-2014；

(4) 《环境影响评价技术导则生态影响》，HJ 19-2022；

(5) 《建设项目环境风险评价技术导则》，HJ 169-2018；

(6) 《环境影响评价技术导则 大气环境》，HJ 2.2-2018；

(7) 《环境影响评价技术导则 声环境》，HJ 2.4-2021；

(8) 《环境影响评价技术导则 地表水环境》，HJ2.3-2018；

(9) 《海洋监测规范》，GB 17378-2007；

(10) 《海洋调查规范》，GB/T 12763-2007；

(11) 《海籍调查规范》，HY/T 124-2009；

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

(13) 《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》(国家海洋局，2002年)。

1.4 环境论证执行标准

1、海洋功能区划

根据《广东省海洋功能区划（2011—2020年）》（2012年），本项目所在区域的海洋功能区划为东海岛南部工业与城镇用海区，周边海域的功能区还有：湛江-珠海近海农渔业区、雷州湾农渔业区、东里海洋保护区、硇洲岛南海洋保护区、东海岛旅游休闲娱乐区等。

东海岛南部工业与城镇用海区的海域使用管理要求为：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. 在基本功能未利用前，保留养殖等渔业用海；4. 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；5. 工程建设期间采取有效措施降低对湛江硇洲岛海洋资源自然保护区的影响；6. 加强对围填海的动态监测和监管；7. 优先保障军事用海需求，围填海等开发活动需保障军事设施安全。

东海岛南部工业与城镇用海区的海洋环境保护要求为：1. 保护民安-山北红树林及其生境；2. 基本功能未利用前，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；3. 工程建设期间及建设完成后，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。

本项目排污口所处区域目前尚未被工业与城镇用海活动开发利用，因此，按东海岛南部工业与城镇用海区的海洋环境保护要求，排污口处海域环境质量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、近岸海域环境功能区划

根据《广东省近岸海域环境功能区划（粤府办〔1999〕68号）》、《湛江市近岸海域环境功能区划（粤环函〔2007〕551号）》和《关于调整湛江市近岸海域环境功能区划有关问题的复函（粤办函〔2007〕344号）》，本项目排污口所处海域为东海岛南岸二类区，其主导功能为增殖，执行海水水质二类标准。

综上，以各规划中较严者为标准执行，本项目所处海域属于东海岛南部工业与城镇用海区，项目所处海域的水质环境质量执行《海水水质标准》（GB 3097-1997）中的第二类标准；沉积物环境质量执行《沉积物质量标准》（GB 18668-2002）中的第一类标准；海洋生物质量，贝类执行《海洋生物质量》（GB 18421-2001）中的第一类标准，甲壳动物、鱼类和软体类执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》的“海洋生物质量标准”（石油烃含量除外），石油烃

含量执行《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准。

在东海岛南部工业与城镇用海区外的，根据《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》对海洋环境现状调查站位所在海域的海洋环境保护管理要求，确定各单项评价内容相应的评价标准。

表 1.4-1 海水水质标准（GB3097-1997） 单位：mg/L（pH 除外）

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

注：第一类 适用于海洋渔业海域，海上自然保护区和珍稀濒危海洋生物保护区。

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

第三类 适用于一般工业用水区，滨海风景旅游区。

第四类 适用于海洋港口海域，海洋开发作业区。

表 1.4-2 海洋沉积物质量（GB18668-2002）（单位：除有机碳为 $\times 10^{-2}$ ，其余为 $\times 10^{-6}$ ）

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

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

第二类 适用于一般工业用水区，滨海风景旅游区。

第三类 适用于海洋港口海域，特殊用途的海洋开发作业区。

表 1.4-3 海洋生物质量（GB18421—2001）（鲜重， $\times 10^{-6}$ ）

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

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

第二类：适用于一般工业用水区、滨海风景旅游区。

第三类：适用于港口海域和海洋开发作业区。

表 1.4-4 海洋生物质量评价标准（ $\times 10^{-6}$ ）

标准名称	生物类别	铜	铅	镉	锌	总汞	石油烃*
《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的“海洋生物质量评	鱼 类	20	2.0	0.6	40	0.3	20
	甲壳类	100	2.0	2.0	150	0.2	20
	软体类	100	10.0	5.5	250	0.3	20

注：石油烃含量执行《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准。

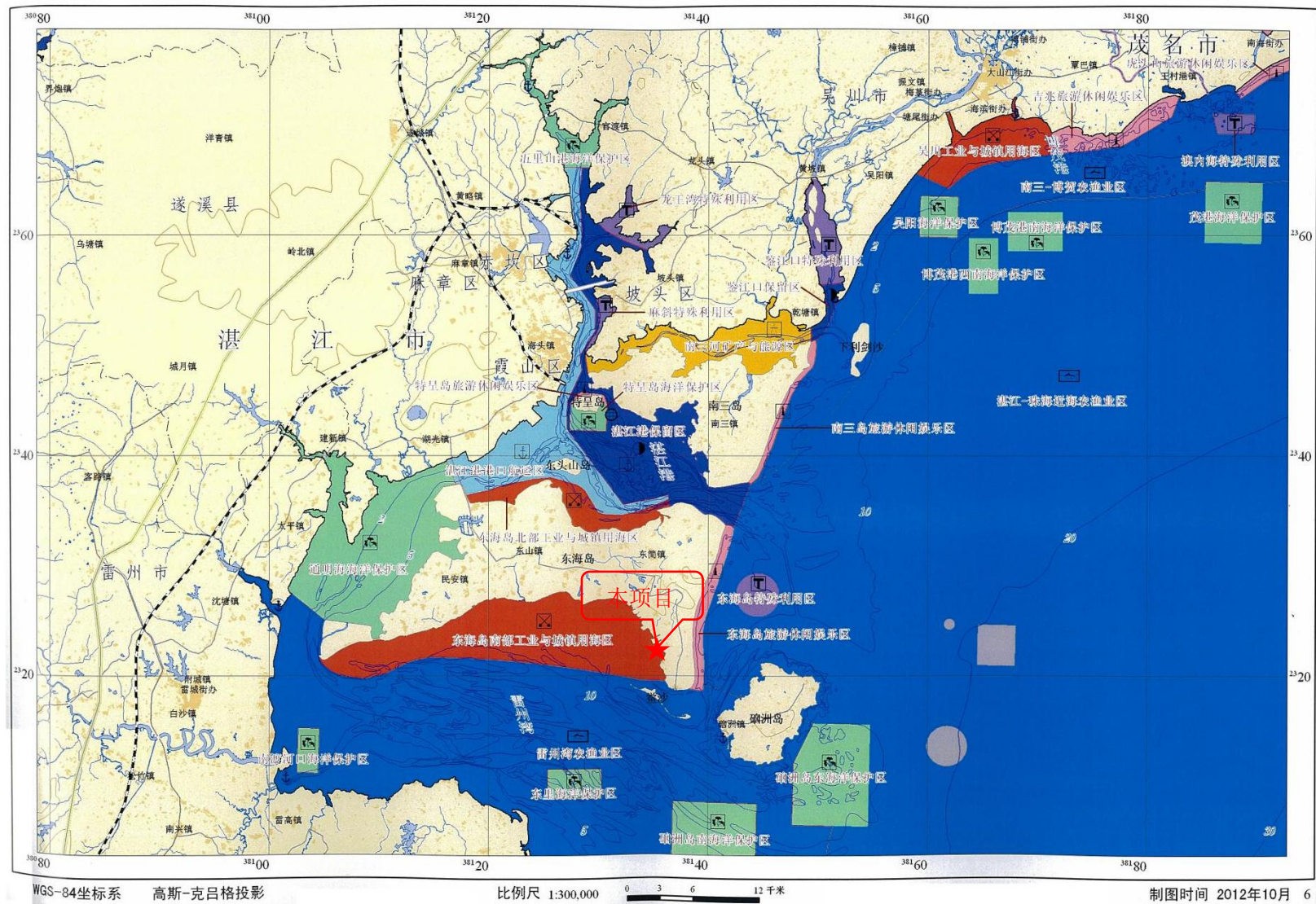


图1.4-1 项目所处海洋功能区划示意图



图1.4-2 项目所处近岸海域功能区划示意图

1.5 海洋环境保护目标

本项目海洋环境保护为：（1）海洋环境保护目标：保护本项目周边海洋水质、沉积物等环境，使其不因本工程的实施而影响环境功能。（2）生态保护目

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

本项目论证范围为周边 5km 内的海域范围，根据实地勘察，项目周边环境敏感目标主要为排污口沿岸的野生红树林群落，项目排污口周边红树林并非湛江红树林保护区划定区域，其为野生红树林群落，根据广东省“三区三线”数据，排污口西侧沿岸红树林群落属于生态保护红线，最近的红树林群落面积为 3004.56 m²。

此外，本项目位于东海岛南侧沿岸，湛江港湾至雷州湾海域是中国沿岸中华白海豚的一个十分重要的栖息地，中华白海豚也为本项目环境保护目标。



图1.5-1 项目沿岸红树林群落分布示意图

1.6 论证工作等级

根据《入河排污口管理技术导则》（SL 532-2011）的要求，论证范围原则上以受入河排污口影响的主要水域和其影响范围内的第三方取、用水户为论证范围。论证工作的基础单元为水功能区，未划分水功能区的水域，入河排污口排污影响范围内的水域都为论证范围。

本项目养殖尾水年排水量约为 3375m³/a，根据实际养殖情况，本项目污水为间歇排放，集中于每年 3、4、5、9、10 与 11 月的潮落期各排放一次，一次排放时间约 24h（不连续），即间歇性排放最高流量约为 562.5m³/d。

1、《海洋工程环境影响评价技术导则》中工作等级判定

由于目前《入河入海排污口监督管理技术指南 入海排污口设置技术导则》（征求意见稿）为征求意见稿阶段，因此本报告还参照了《海洋工程环境影响评价技术导则》中的工作等级判定，根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485-2014），污水海洋处置等工程污水排放量在 5000m³/d 以下的，项目水文动力环境、水质环境、沉积物环境、生态和生物资源环境评价等级均低于 3 级，因此本项目按《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485-2014）中的最低等级类比进行评价，即水文动力环境评价等级为 3 级、水质环境评价等级为 3 级、沉积物环境评价等级为 3 级、生态和生物资源环境评价等级为 3 级，判断情况详见下表 1.6-1。

2、《入河入海排污口监督管理技术指南 入海排污口设置技术导则》工作等级判定

根据《入河入海排污口监督管理技术指南 入海排污口设置技术导则》（征求意见稿），本项目排污属于 B 类污水，依据《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》（环境部公告 2021 年 第 24 号）中的《农业污染源产排污系数手册》，海水养殖业主要污染物为 COD、氨氮、总氮、总磷，B 类污水的入海排污口设置论证工作等级中，污水排放量在 20m³/h 以上，40m³/h 以下的，其水质环境工程等级、沉积物环境工作等级、生态环境工作等级均为 3 级，本项目一次排放时间约 24h（不连续），即间歇性排放最高流量约为 562.5m³/d，即 23.44m³/h，污水排放量在 20m³/h 以上，40m³/h 以下，因此根据《入河入海排污口监督管理技术指南 入海排污口设置技术导则》，本项目论证等级为 3 级（判定等级分级表详见下表 1.6-2），3 级论证报告进行简单分析。

综上，本项目排污口设置论证均按 3 级进行论证分析，为简单分析。

表 1.6-1 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	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

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	海洋环境影响评价等级			
							源环境
海底管道、海底电缆类工程	海洋排污管道工程、城市排污管道工程、污水海洋处置等工程	污水排放量大于3000m³/d	生态环境敏感区	1	1	1	1
			其他海域	2	1	2	1
		污水排放量30000m³/d~10000m³/d	生态环境敏感区	2	1	1	1
			其他海域	3	2	2	2
		污水排放量大于10000m³/d~5000m³/d	生态环境敏感区	2	1	2	1
			其他海域	3	2	3	2
本项目污水排放量：562.5m³/d，每年3、4、5、9、10与11月的潮落期各排放一次，小于导则评价等级判定中的最低标准				3	3	3	3

表1.4-2 排放B类污水的入海排污口设置论证工作等级分级

是否邻近海洋生态环境敏感区	海域特征	污水量等级		水质环境工作等级	沉积物环境工作等级	生态环境工作等级
		划分等级	排污规模 a (23.44m ³ /h)			
是	封闭或半封闭海域	III	1000>a≥200	1	1	1
	其他海域			2	2	2
	各类海域	II	200>a≥40	3	3	3
	各类海域	I	40>a≥20	3	3	3
本项目邻近红树林生态敏感目标，排污量为23.44m ³ /h		I	40>a≥20	3	3	3

1.7 论证范围

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485-2014），结合项目特点、污染物类型特性、可能影响到的范围，确定项目评价范围确定依据如下表1.7-1，三级评价项目按论证范围5km为界。

根据《入河入海排污口监督管理技术指南 入海排污口设置技术导则》（征求意见稿），3级论证项目的论证范围为相应流向大潮最大落潮（涨潮）期间水质点可能达到的最大落潮（涨潮）水平距离的0.5倍~1.5倍或主要预测因子受影响方向扩展不小于2.5km的距离。

综上，本项目水质环境工程等级、沉积物环境工作等级、生态环境工作等级均为3级，由于《入河入海排污口监督管理技术指南 入海排污口设置技术导则》尚未颁布正式批复稿，因此本项目结合《海洋工程环境影响评价技术导则》的要求，项目评价范围为：以项目排水点为中心，分别向周边海域扩展5km的范围。论证范围如图1.7-1所示，共约46.88km²海域面积。

表 1.7-1 评价范围确定依据一览表

项目	评价等级	评价范围
水文动力	3	垂向（垂直于工程所在海域中心点潮流主流向）距离：一般不小于2km
		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
水质环境	3	覆盖建设项目的环境影响所及区域
沉积物环境	3	将建设项目可能影响海洋沉积物的区域包括在内，与海洋水质、海洋生态和生物资源的现状调查与评价范围一致
生态和生物资源环境	3	以主要评价因子受影响方向的扩展距离确定范围，扩展距离不小于3km-5km。
地形地貌与冲淤环境	3	包括工程可能的影响范围，一般应不小于水文动力环境影响评价范围，并应满足地貌与冲淤环境特征要求
环境风险评价	简单分析	与海洋环境评价范围相同

表1.7-2 论证范围边界坐标

序号	东经（E）	北纬（N）
1	110° 26' 37.050" E	20° 55' 0.220" N
2	110° 31' 14.050" E	20° 55' 0.220" N
3	110° 31' 14.050" E	20° 55' 27.966" N
4	110° 26' 37.050" E	20° 59' 50.265" N

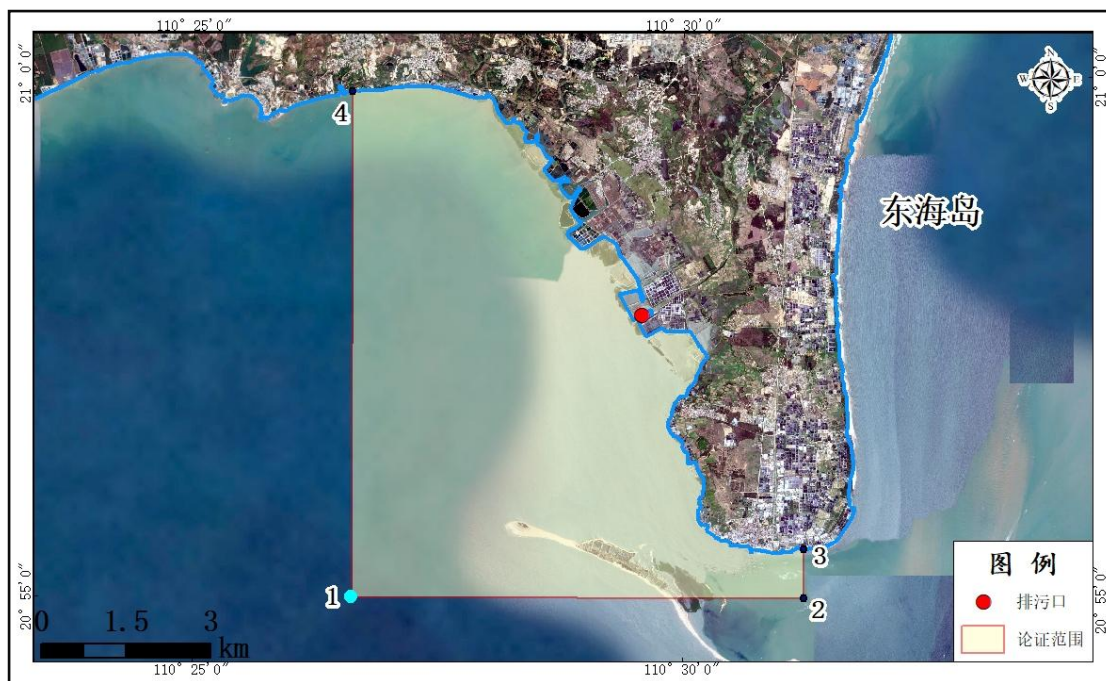


图1.7-1 项目论证范围图

1.8 论证工作程序

(1) 现场查勘与资料的收集

根据入海排污口的实际建设方案，进行现场查勘、调查和收集湛江腾飞实业有限公司南美白对虾工业化循环水养殖项目废水产生及排放情况及相关区域、海域基本资料，组织技术人员对现场进行查勘，调查和收集工程所在区域、海域自然环境和社会环境资料，并对资料进行初步分析。

(2) 资料的整理与分析

对所收集的资料进行分析整理，明确本工程基本布局、工艺流程、入海排污口的设置、主要污染的排放量、排放时间、污染物的基本特征等基本情况；分析排污口所在河段的海洋环境保护要求、海洋水质环境现状和海洋生态现状、海洋功能区的划分情况以及其它对海洋环境保护区及敏感区的分布情况等。

(3) 建立数学模型

根据本工程所在海域的水文特征、排污状况确地计算边界，选择合适的数学模型进行分析计算。

(4) 污染影响预测

运用所选择的数学模型，分析预测不同排污情况下（和可能出现的极端排污情况下）污染物的沿程变化规律及其影响范围，以此评定不同排污情况下对海洋功能区、海洋生态环境的影响程度以及对海洋环境保护区及敏感区的影响。

（5）排污口设置的合理性分析

根据影响分析论证的结果，综合考虑海洋功能区水质和生态保护要求、海洋环境保护区及敏感区等因素，分析入海排污口位置、排放浓度和总量是否符合有关要求，论证排污口设置的合理性。

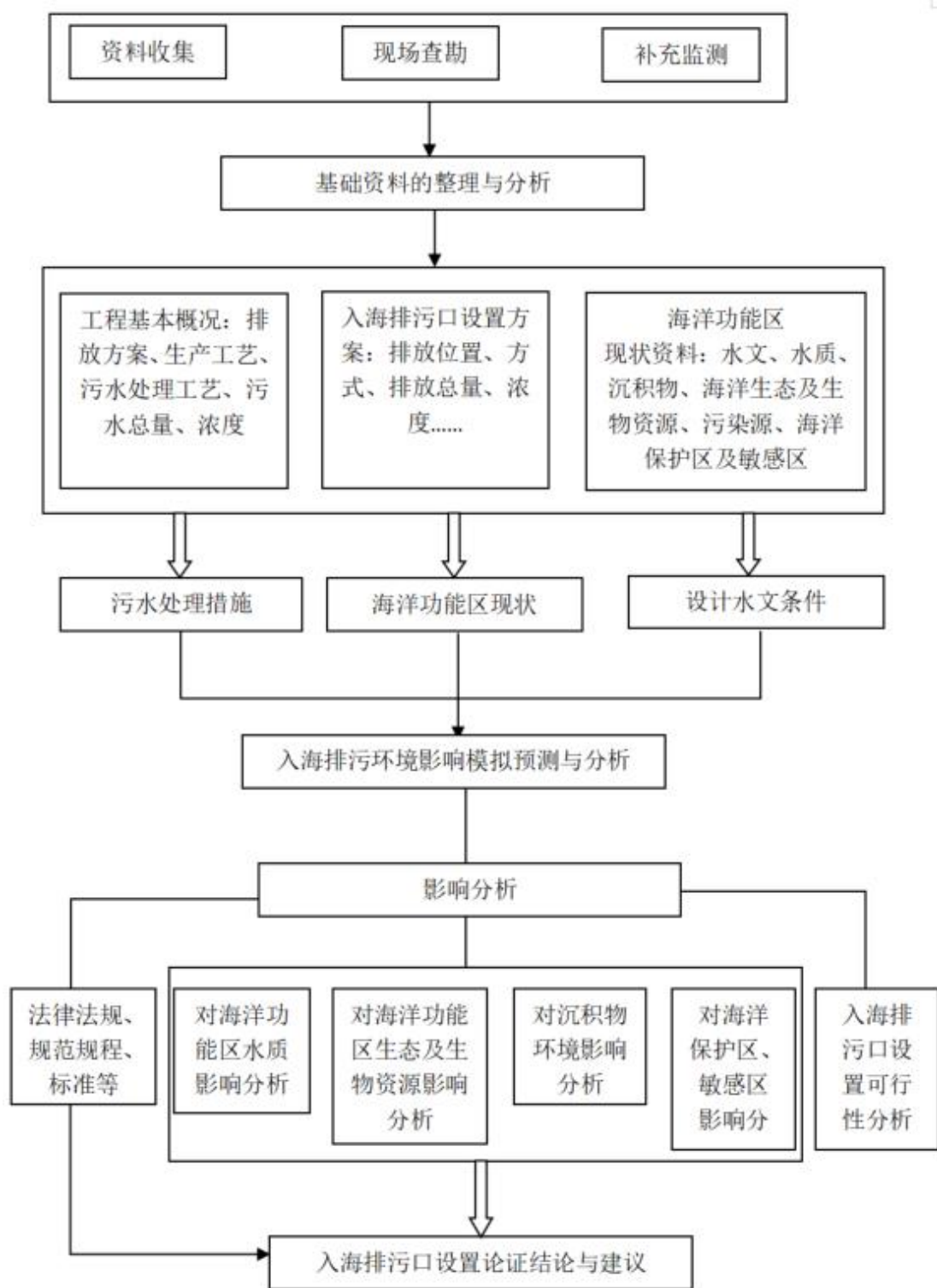


图1.8-1 论证程序图

2 项目概况

2.1 项目建设概况

项目名称：南美白对虾工业化循环水养殖项目

建设单位：湛江腾飞实业有限公司

建设地点：广东省湛江市经济技术开发区东简街道下寮村，经纬度：
20.964385。N，110.497192。E。

项目性质：新建

建设内容及规模：本项目养殖面积约 413540.0 平方米，建立标准工业化循环水南美白对虾养殖系统，研究相关技术并生产南美白对虾。项目全部建成投产后年产南美白对虾 803-980 吨。

投资总额：总投资额 1384.0 万元。

2.2 项目建设内容

2.2.1 工程组成

本项目陆域高位养殖场主体工程分别为虾塘区养殖场以及泥丁区养殖场，其中虾塘区养殖场占地面积为 180009.0 平方米，主要养殖品种为南美白对虾，泥丁养殖场占地面积为 100050.0 平方米。

除养殖区外，项目另设有办公宿舍用房以及相应的环保工程等，其中员工宿舍共有 5 座，均为一层建筑，均长 30m、宽 15m，项目养殖环保设施主要为尾水处理设施，项目养殖废水经净化处理后，85%循环使用，约 15%排放入海。产生的少量生活污水，经三级化粪池收集后用于厂区绿化，不外排。

本项目南美白对虾为每年两批次生产，规格均为 60-90 尾/公斤，每年产量为 80-90 吨，每批次养殖周期 3-4 个月，泥丁养殖年投入量 1000 万条，年产量 10 吨。

项目总年产值约为 190 吨，年运营天数为 270 天。项目养殖池水量约为 22500m³，项目养殖过程中养殖尾水经排水沟至进入沉淀池，经过 24h 沉淀的养殖尾水，沉淀物抽到泥丁养殖池，作为泥丁饵料处理后进入到入海口处入海，项目养殖尾水年排水量约为 3375m³/a，根据实际养殖情况，本项目污水为间歇排

放，集中于每年 3、4、5、9、10 与 11 月的潮落期各排放一次，一次排放时间约 24h，即排放流量约为 562.5m³/d。

养殖过程产生的尾水先排放进入沉淀区，在沉淀区放置 3 台潜水抽泥泵（功率：5.5Kw）；经过 24h 沉淀后，一次可抽底泥 300 平方到泥丁养殖区，作为泥丁饵料。上层水通过排水管进入微生物处理池，池内每隔 50cm 辅一到毛刷（长度：1 米），总共辅 1300 支左右毛刷，培养有益微生物、浮游动物等，形成生物膜，进一步清除和分解有机废物。一次可以处理 1800 立方养殖尾水水体。经过微生物处理池上层水通过排水管进入藻类净化池，放置两台水车式增氧机，通过水车式增氧机搅动水，增加水中氧，利于藻类的繁殖，达到去除水中富余的氮、磷等无机盐。一次可以处理 2300 立方养殖尾水水体。藻类净化池上层的水通过两台潜水养殖浸油泵（功率：4.5Kw）抽到蓄水池备用。

本项目建设工程组成一览表见下表。

表2.2-1 建设项目组成一览表

类别	单项工程名称	建设内容及规模
主体工程	虾塘区养殖场	占地面积 180009.0 平方米，建设南美白对虾养殖区
	泥丁区养殖场	占地面积 100050.0 平方米，建设泥丁养殖区
辅助工程	办公宿舍用房	办公用房建筑面积 2820.0 平方米
	化验室	建筑面积 35.2 平方米
环保工程	废气处理	备用发电机尾气通过楼顶排气筒排放，厨房油烟油烟净化器处理后，高空排放
	废水处理	本项目养殖废水经净化处理后，85%循环使用，15%排放入海。产生的少量生活污水，经三级化粪池收集后用于厂区绿化，不外排
	噪声处理	选用低噪声设备
	固废处理	废编织袋经收集后定期外售给物资回收公司；污泥交由有处理能力的单位处理；员工生活垃圾存储于指定的垃圾桶内，由环卫部门定期清运处理



图2.2-2 排污口位置示意图



图2.2-3 排污口位置示意图（放大）

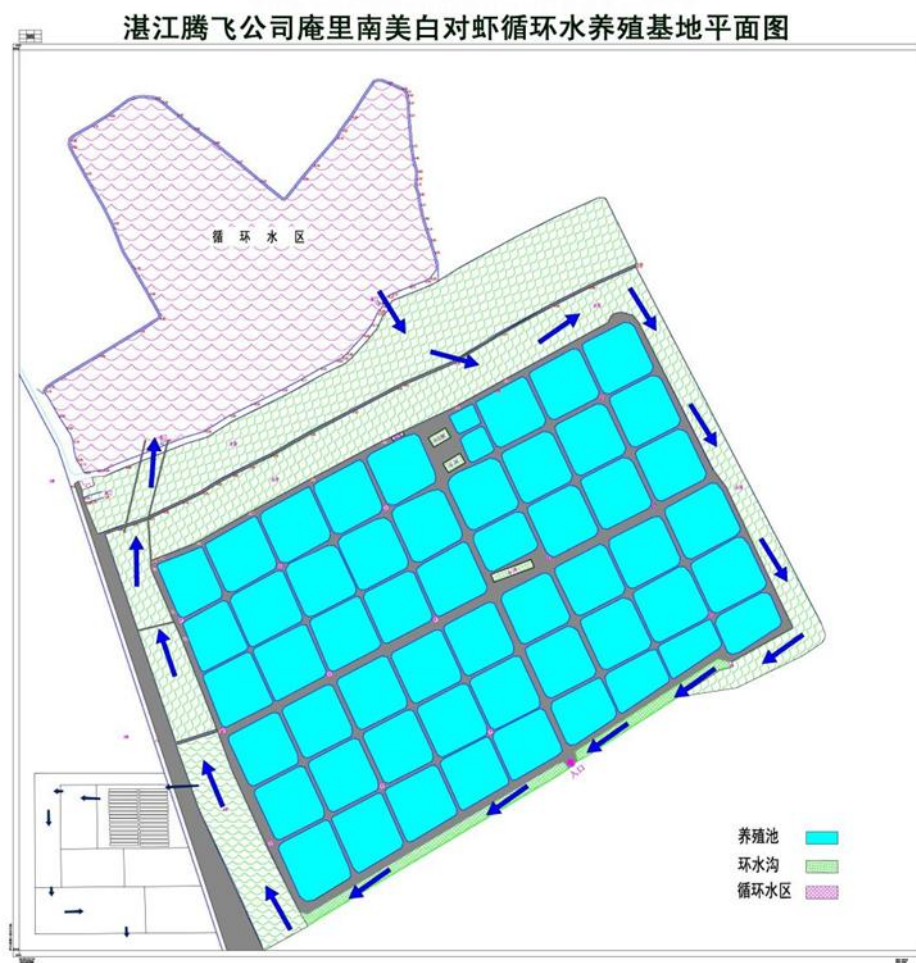


图2.2-4 循环水平面图

2.2.2 项目产品方案、生产规模及产品规格

本项目产品主要具体见下表。

表2.2-2 项目产品方案一览表

产品名称	数量	单位
南美白对虾	980	吨/年
沙虫	10	吨/年

2.2.3 项目主要设备

本项目主要生产设备见下表。

表2.2-3 项目设备一览表

序号	设备名称	规格型号	台数
----	------	------	----

1	水车式增氧机	/	170
2	射流式增氧机	/	160
4	发电机	300KW	1
5	水泵	/	4

2.2.4 原辅材料消耗

本项目原辅材料消耗情况见下表：

表2.2-4 项目主要原辅材料消耗情况一览表

序号	物料	形态	用量	备注
1	虾苗	/	600 万尾	
2	泥丁	/	1000 万条	
3	对虾饲料	固态	103 吨	
4	漂白粉	固态	10 吨	

南美白对虾配合饲料：适用于南美白对虾养殖全程。主要原料为鱼粉、鱼油、面粉、豆粕、磷酸二氢钙、维生素 A、维生素 D3、天然维生素 E、维生素 K3、维生素 B1 、维生素 B2 、维生素 B6、维生素 B12、L-抗坏血酸-2-磷酸酯、D-泛酸钙、叶酸、肌醇、氯化胆碱、硫酸铜、硫酸亚铁、硫酸锌、硫酸锰、亚硒酸钠、烟酰胺、碘酸钙、氯化钴。南美白对虾配合饲料虾倍长成分为粗蛋白质 $\geq 45.0\%$ 、粗脂肪 $\geq 7.0\%$ 、粗纤维 $\leq 6.0\%$ 、粗灰分 $\leq 16.0\%$ 、氯化钠 0.3-3.0%、总磷 $\geq 1.2\%$ 、钙 1.0-4.0%、赖氨酸 $\geq 2.6\%$ 、粗蛋白质 $\geq 45.0\%$ 、粗蛋白质 $\geq 45.0\%$ ，判定合格界限按照 GB/T18823《饲料检测结果判定的允许误差》中有关规定执行。

漂白粉：项目所用漂白粉为次氯酸钙、氯化钠和氢氧化钠混合物，有强烈气味，化学性质不稳定，遇水遇热可分解。溶于水，为强氧化剂。产品为白色粉末，微带小颗粒，主要用于环境消毒和鱼虾蟹等生物细菌疾病防治和水质改良。

2.2.5 公用工程

(1) 给水

生活用水：根据《广东省用水定额第 3 部分：生活》（DB44/T1461.3-2021），员工在项目就餐、住宿。按国行政机构有食堂 和浴室先进值（ $15\text{m}^3/\text{人}\cdot\text{年}$ ）核算，项目总用水量为 180t/a ，生活污水产生量按用水量的 90%计，则生活污水产

生量约为 162t/a。

养殖用水：项目养殖池水量约为 22500m³。项目养殖过程中养殖尾水经排水沟至进入沉淀池，经过 24h 沉淀的养殖尾水，沉淀物抽到泥丁养殖池，作为泥丁饵料处理后进入到入海口处入海；上层水进入微生物处理池。微生物处理池中，铺设水处理毛刷型填料和生物球，培养有益微生物、浮游动物等，形成生物膜，进一步清除和分解有机废物，微生物处理池上层水进入藻类净化池，去除氮、磷等无机盐，之后可以进入储水池备用，进行循环利用。则年微生物处理池排水量为 3375m³/a，微生物处理池回用水量为 19125m³/a，生物滤池循环过程中水损耗以 3%计，则项目需引入海水量为 3375m³/a。

（2）排水

项目养殖尾水经净化处理后，尾水排放量为 3375m³/a。产生的少量生活污水，经三级化粪池收集后用于厂区绿化，不外排。

本项目回用水按照《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020），用于冲厕、车辆冲洗、城市绿化、道路清扫、消防、建筑施工等非饮用的再生水属于城市杂用水，执行城市杂用水回收水质标准。

（3）供电

项目用电量 100 万度，由市政电网供电，设置 1 台 300KW 的备用发电机。

2.2.6 工作制度及劳动定员

本项目职工总计 12 人，全部在厂内食宿，年工作时间为 270 天。

2.3 排污口排水情况及污染物排放概况

本项目养殖过程产生的尾水先排放进入沉淀池，经过 24h 沉淀的养殖尾水，沉淀物抽到泥丁养殖池，作为泥丁饵料；上层水进入微生物处理池。微生物处理池中，铺设水处理毛刷型填料和生物球，培养有益微生物、浮游动物等，形成生物膜，进一步清除和分解有机废物，微生物处理池上层水进入藻类净化池，去除氮、磷等无机盐，之后可以进入储水池备用，进行循环利用。

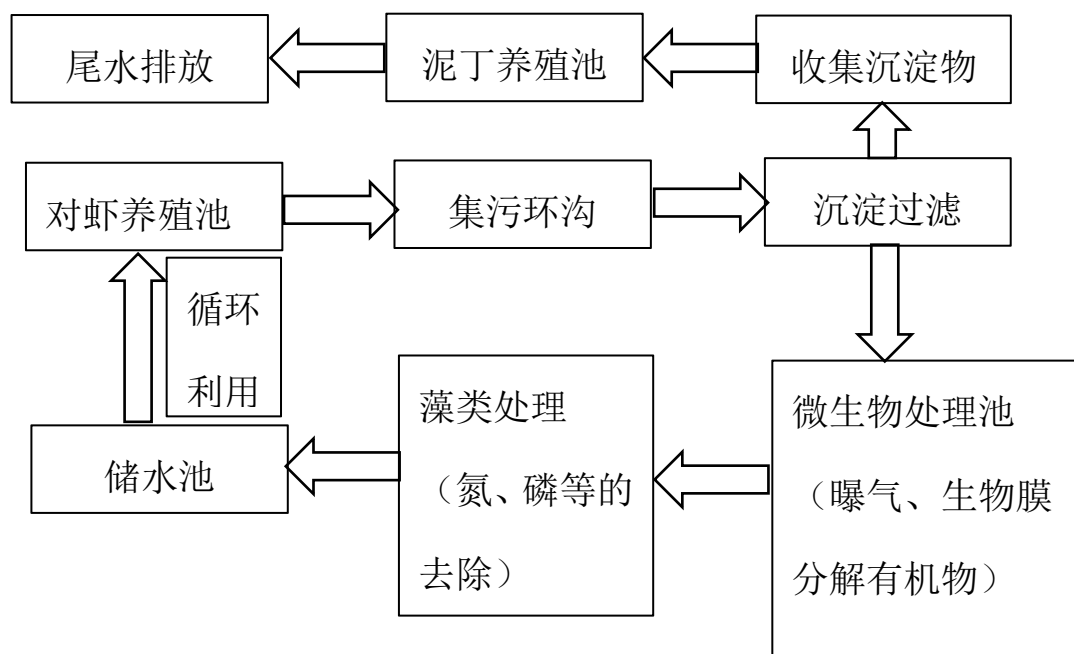


图2.3-1 养殖尾水处理技术图

1、《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》核算源强

本项目养殖水污染源主要是残饵和生物粪便等排泄物进入水体，对水体产生污染，主要污染物是总氮、总磷、COD。产排污情况根据《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》中的方法进行核算，具体核算公式见如下：

污染物产生量的计算方法为：

污染物产生量=产物系数×养殖增产量

污染物排放量的计算方法为：

污染物排放量=排污系数×养殖增产量

项目排放养殖尾水污染源强依据《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》（环境部公告 2021 年 第 24 号）中的《农业污染源产排污系数手册》确定，广东省海水养殖业主要污染物浓度分别为 COD 13.468 千克/吨，氨氮 0.462 千克/吨，总氮 2.689 千克/吨以及总磷 0.522 千克/吨。

本项目主要养殖南美白对虾和泥丁，南美白对虾年 2 茬生产规格 60-90 尾/公斤南美白对虾 80-90 吨。泥丁年投入量 1000 万条，年产量 10 吨。项目总年产值约为 190 吨。项目年运营天数为 270 天。项目养殖池水量约为 22500m³，项目养殖过程中养殖尾水经排水沟至进入沉淀池，经过 24h 沉淀的养殖尾水，沉淀物

抽到泥丁养殖池，作为泥丁饵料处理后进入到入海口处入海，项目养殖尾水年排水量约为 $3375\text{m}^3/\text{a}$ ，根据实际养殖情况，本项目污水为间歇排放，集中于每年 3、4、5、9、10 与 11 月的潮落期各排放一次，一次排放时间约 24h，即排放流量约为 $562.5\text{m}^3/\text{d}$ 、 $6.51\text{L}/\text{s}$ 。

选取总氮、总磷和 COD 为本项目的养殖特征污染物，按养殖面积全部养满的情况下估算，养殖特征污染物的排放源强：

表2.3-1 养殖尾水污染物产生情况

养殖品种	生产量 (t/a)	指标	总氮	总磷	COD
南美白 对虾	180	产污系数(g/kg)	2.689	0.522	13.468
		污染物产生量 (kg/a)	484.02	93.96	2424.24
泥丁	10	产污系数(g/kg)	2.689	0.522	13.468
		污染物产生量 (kg/a)	26.89	5.22	134.68
污染物产生总量(kg/a)			510.91	99.18	2558.92
排放总量（按 90%*90%去除率， kg/a）			5.11	0.99	25.59
排放源强（项目年排放海水 3375m³， kg/m³）			0.0015	0.00029	0.0076

年排放海水 3375m^3 ，污染物浓度的产生量总氮为 $0.151\text{kg}/\text{m}^3$ ，总磷为 $0.029\text{kg}/\text{m}^3$ ，COD $0.758\text{kg}/\text{m}^3$ 。

综上，本项目年排放海水 3375m^3 ，项目尾水通过藻类处理以及微生物处理池处理后排放，两种方法去除效率各按 90% 计算，污染物排放源强分别为：总氮 $0.0015\text{kg}/\text{m}^3$ ，总磷 $0.00029\text{kg}/\text{m}^3$ ，COD $0.0076\text{kg}/\text{m}^3$ 。

海水水质标准中采用的是无机氮，需将预测后的总氮浓度转化为无机氮浓度，无机氮占总氮的比例为 60%，即无机氮=0.6*总氮：根据文献《南黄海海水中各种形态磷的分布变化特征》中黄海各种形态磷的监测结果，总磷与活性磷酸盐的转换关系为 1：1，即活性磷酸盐=总磷。则本项目排污口排放水污染物浓度为：

无机氮为 0.0009kg/m³，总磷为 0.00029kg/m³，COD0.0076kg/m³。

2、实测排放源强

根据湛江腾飞实业有限公司奄里养殖场监督性检测情况（2023 年 5 月 6 日监测，见下图 2.3-2），本项目污水经处理后排放的实测值分别为：无机氮 0.051mg/L，活性磷酸盐（总磷）0.270mg/L，COD9.72mg/L。

综上，本项目根据《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》核算排污口排放水污染物浓度为：无机氮 0.9 mg/L，总磷 0.29 mg/L，COD 7.6 mg/L；而实测值分别为无机氮 0.051mg/L，活性磷酸盐（总磷）0.270mg/L，COD9.72mg/L。

本报告中关于数值模型预测采用源强取上述两者平均值，即无机氮 0.46mg/L，总磷 0.294mg/L，COD9.65mg/L。

表2.3-2 养殖尾水污染物排放源强一览表

类别	无机氮 mg/L	活性磷酸盐 mg/L	COD mg/L
预测源强	0.9	0.29	7.6
2023 年 5 月 6 日实测排污口水质	0.051	0.27	9.72
本报告采用数值模型预测源强	0.476	0.28	8.66

3、废水检测内容及结果

天气状况	晴	
样品状态	完好	
采样方式及依据	瞬时采样 HJ 91.1-2019	
采样地点	排放口	
采样时间	2023.5.4 11:13	
分析时间	2023.5.4-2023.5.5	
感官描述	浅黄色，无气味，无浮油	
样品编号	230504FS05	
检测内容及结果:		
pH（无量纲）	8.26	
透明度（cm）	≥26	
盐度（‰）	28.3	
溶解氧（mg/L）	11.55	
悬浮物（mg/L）	55	
化学需氧量（mg/L）	9.72	
无机磷（mg/L）	0.270	
无机氮（mg/L）	亚硝酸盐氮（mg/L）	0.002
	硝酸盐氮（mg/L）	0.003
	氨（mg/L）	0.046
	合计	0.051
备注：1、分包情况：无。		
2、非标准方法使用情况：无。		
3、230504FS05 水温为 30.7℃。		

采样人员: 林创发 麦燕霞

分析人员: 何娜 谢燕 李虹莉 朱光贤

报告编制: 何娜 签发: 李虹莉

审核: 谢燕 签发日期: 2023年5月6日

*****报告结束*****

湛江经济技术开发区环境保护监测站

图2.3-2 养殖尾水监测报表示意图

3 排污口设置海域及其集水区环境概况

3.1 排污口所在海域自然环境概况

3.1.1 气候气象

本节主要引用硃洲岛海洋站 1990 年 1 月~2019 年 12 月实测资料分析结果，代表项目区域的气候与气象特征。项目地处祖国大陆南部，属南亚热带季风气候区，海洋性气候明显，光、热、水资源丰富。其主要气候特点是：气候温暖，雨量充沛，雨热同季，光照充足；冬不寒冷，夏不酷热，夏长冬短，春早秋迟；秋冬春旱，常有发生，夏涝风灾，危害较重。

(1) 气温

本区域全年气温较高，多年年平均气温为 24.2℃，平均气温年变幅不大。最热的月份出现在 6-9 月份，多年月平均气温为 29.3℃以上；5 月次之，多年月平均气温为 27.6℃；最冷的月份出现在 1 月，多年月平均气温为 16.7℃；2 月次之，多年月平均气温为 18.1℃。平均最高气温出现在 6、7 月份为 29.3℃，平均最低气温出现在 1 月份为 16.7℃。历年最高气温为 37.5℃，出现在 2015 年 7 月 1 日；历年最低气温为 4.5℃，出现在 2016 年 1 月 25 日。

日最高气温 $\geq 35.0^{\circ}\text{C}$ 的天气主要出现在 5~9 月份，累年平均出现日数为 5.7 天。日最高气温 $\geq 30.0^{\circ}\text{C}$ 的天气主要出现在 2~11 月份，以 7 月份最多为 26.3 天，累年平均出现日数为 131.7 天。日最低气温 $\leq 10.0^{\circ}\text{C}$ 的天气主要出现在 11 月至翌年 3 月份，以 12 月至翌年 2 月最多，累年平均出现日数为 6.4 天；日最低气温 $\leq 5.0^{\circ}\text{C}$ 的天气出现过 0.1 天。

(2) 降水量

1) 平均降水量、降水日数、降水的季节分配

硃洲海洋站年降水量充沛，累年平均降水量为 1312.9mm，年际变化较大，最多年降水量为 1822.8mm（2012 年），最少年降水量为 735.5mm（2004 年）。季节变化也非常明显，有雨季和旱季之分。每年的 4~9 月份为雨季，累年月平均降水量均在 99.8mm 以上，受季风和热带气旋影响，6~9 月份降水最多，累年月平均降水量为 163.1mm 以上，整个雨季平均降水量共 995.8mm，占全年降水量

的 76%。10 月至翌年 3 月为旱季，平均降水量总共为 317.1mm，只占全年降水量的 24%。

硃洲海洋站日降水量不少于 0.1mm 的降水日数年平均 116.2 天。降水日数年际变化和季节变化较大，年降水日数最多为 155 天（2016 年），年降水日数最少为 78 天（1991 年）；降水日数的季节变化与降水量的季节变化基本一致，雨季降水日数最多，5~9 月的月平均降水日数都在 11 天以上，其中 8 月最多，月平均降水日数达 13.9 天，降水日数的月际变化与降水量变化基本一致；旱季的 11 月至翌年 1 月降水日数最少，月平均只有 5~7 天，夏季降水日数较多，冬季较少。

历年日最大降水量为 320.9mm，出现在 2015 年 10 月 4 日，暴雨及大暴雨也主要出现在雨季的 5~9 月份。

2) 各级降水量日数

硃洲海洋站区域降水日数与降水强度密切相关，（ $R \geq 10.0$ 毫米）的年平均降水日数 32.9 天，其中雨季的 5~9 月份的降水日数都在 4 天以上，而 8~9 月份的降水日数最多，累年月平均都在 5 天以上；暴雨及大暴雨多出现在夏季。

3) 累年各月最长连续降水日数及其降水量

硃洲海洋站累年各月连续降水时间最长和连续降水量最大出现于夏季，其中月份连续降水时间最长出现在 2003 年 08 月 12 日至 26 日，为 15 日，降水量达 280.0 毫米，连续降水量最大值出现在 2015 年 10 月 03 日至 12 日，降水量达 507.1 毫米。

4) 累年各月最长连续无降水日数

硃洲海洋站累年各月最长连续无降水日数统计发现，其中月份连续时间最长无降水日数出现于 10 月至翌年 3 月，其中历年最长连续无降水日数为 53 天，出现在 2009 年 10 月 23 日至 12 月 24 日。

(3) 相对湿度

硃洲海洋站海域相对湿度较高，多年平均值为 84%，1~9 月平均相对湿度较大，多年月平均都在 82%及以上，3~4 月相对湿度最大，多年月平均为 90%，10 月至 12 月平均相对湿度较小，多年月平均相对湿度在 79%及以下，11~12 月

平均相对湿度最小，多年月平均相对湿度为 78%，本站观测到极端最小相对湿度为 16%，出现在 2013 年 12 月 30 日。

（4）风况

硃洲海洋站地处季风区，累年平均风速 3.5m/s，年主导风向为东向和东北东向，出现频率均为 13.7%和 12.8%，风向和风速随季节变化明显。秋、冬季盛行东北东向风，春季仍以东南东和偏东风居多，夏季盛行偏南向风，偏南风频率较大达 18.9%。常年平均风速变化不大，其平均值在 3.1m/s-3.7m/s 之间。其中 8 月份的平均风速最小，多年平均值为 3.1m/s。历年最大风速为 47.0m/s，风向偏西，出现在 2015 年 10 月 4 日。

硃洲海洋站强风向为西向，最大风速为 47.0m/s；次强风向为南南东向，其最大风速为 30.0m/s。常风向为东向，累年出现频率为 13.4%，其对应风向的平均风速为 3.1m/s，最大风速为 23.0m/s。常年最少风向是西南西、西北西、西北，其出现频率为 1.4%。其余各风向常年出现频率分布在 1.7%~12.5%之间。

硃洲海洋站大风（≥8 级）在一年四季除了 1~2、12 月份外均可出现大风，其中 5、12 月份最少，大风日数仅 1 天，8~9 月最多，大风日数达 5 天，大风日数年平均为 3.6 天。

（5）海雾

硃洲海洋站海域雾日较多，多年雾日平均值为 30 天，各月平均雾日数，1~4 月份平均雾日较多，多年月平均雾日都在 4.4 天以上，3 月份雾日最多，多年月平均为 10.0 天，6~10 月份平均雾日较少，多年月平均不到一天，其中 6、8~10 月份没有雾日。

（6）雷暴

湛江是一个雷暴多发的区域，全年各月均有雷暴发生，年际和季节变化明显，雷暴日数主要集中在 4~9 月。区域年平均雷暴日数为 94.6 天，雷暴天气集中出现在雨季（4~9 月），其中 7 月最多为 17.3 天，8 月其次为 16.0 天。雷暴的最长持续时间达到了 524min，最短只有 5min。

3.1.2 港口航道资源

湛江港自开港以来，发展迅速，已成为中国沿海 25 个主要港口之一、“一带一路”战略支点港口、西南沿海港口群的主体港、中西部地区货物进出口的主通

道和中国南方能源、原材料等大宗散货的主要流通中心。

湛江港的自然条件十分优越，可利用岸线长，东起鉴江口、西至雷州市界，包括湛江市区、郊区、沿海地区，岸线长度 359.3km，占全市岸线的 31.1%，湾内水深、港阔、风浪小，泥沙回淤少，主航道水深 10.5m 以上。

截至 2020 年底，湛江港拥有调顺岛、霞海、霞山、宝满、东海岛、坡头、廉江、遂溪、徐闻等 11 个港区，形成生产性泊位岸线总长 15.9km、泊位 147 个，其中万吨级以上深水泊位 42 个，综合年通过能力 3.45 亿 t，其中集装箱 80 万 TEU（折合 960 万 t），滚装汽车 628 万辆（折合 12450 万 t），旅客通过能力 3178 万人次。

（1）进港主航道

1）30 万吨级主航道

从东向西沿线分为龙腾航道（外段）、龙腾航道（内段）、南三岛西航道、石头角航道、东头山航道等 5 段，长度 54.9km，设计底宽 310 m，底标高外航道-21.6 m，内航道-21.9m。

为推动“一带一路”建设，适应国际海上运输船舶专业化和大型化的发展趋势，提升航道设施保障能力，提高湛江港国际竞争力，国家发展改革委批准对湛江港 30 万吨级航道工程进行改扩建。改扩建后，航道总长度 64.1km，设计底宽 340m，底标高外航道-23.6m，内航道-23.0m。为增加航道通过能力，主航道转弯 C 点前后设置会船区，会船区按 30 万吨级船舶满载与 15 万吨级船舶满载会船标准设计，宽度 510m，会船区外段 5556m，内段 1852m，过渡段各为 926m。

2）7 万吨级内航道

自东头山航道北端至调顺岛港区，全长 16.96km，是底标高-13m 的天然航道，沿线包括麻斜航道、麻斜西航道、莫烟楼航道、莫烟楼西航道、调顺航道、霞海航道、调顺岛港区航道等 7 段。2008 年由湛江港（集团）有限公司对原有航道组织实施，按 7 万吨级散货船满载、乘潮、单向通航，航道宽度 200m，设计底标高-13.6m 进行扩能升级，改造成为 7 万吨级航道。

（2）斗龙村航道（5 万吨级乘潮航道）

从斗龙村东航道经龙水岭航道、斗龙村北航道至南三岛南航道，全长约 23.3km，底标高-9.8m。

亚士德航道（待建）：亚士德航道自湛江港主航道石头角航道接出，至东海岛大桥处，航道全长 10.16km，航道底宽 185m，设计底高程按近期满足 5 万吨级集装箱船舶全天候通航-14.8m，远期 10 万吨级集装箱船乘潮通航-16.4m。

东海岛航道（正在开展前期工作）：东海岛支航道自亚士德航道引出，全长 4.56km，以红星水库出海口为界分为内外两段，外段 2.76km，近期 5 万吨级双向、远期 15 万吨级单向；内端长 1.8km，近期 5 万吨级乘潮，远期全潮双向。

南三岛蓝田航道（待建）：南三岛蓝田航道自湛江港主航道引出，至南三岛蓝田作业区，航道全长 3.5km，设计宽度为 165m，底高程按 5 万吨级散货船全天候通航-14.8m。

（3）锚地

湛江港湾内有万 t 级以上常用锚地 18 处，小型船舶锚泊区 8 处，湾外另设万 t 级以上锚地 3 处，均设在雷州湾之外：

1) 第一引航锚地（万 t 级），以 20°58'03"N，110°37'18"E 为圆心，以 740m 为半径的圆形水域内，水深 12.8m，泥底，可供 3 艘 5 万 t 级船舶锚泊。

2) 10 万 t 级引航锚地，位于龙腾航道入口处东南约 16.8km 处，以 20°57'00"N，111°00'00"E 为中心，半径 1.5 海里的水域范围，面积为 24.24km²，水深约 20m，底质为淤泥，可供 33 艘 10 万 t 级船舶锚泊。

3) 30 万 t 级过驳锚地（航道建成后改为引航锚地），位于进港航道入口处东南约 30km，以 20°57'00"N，111°10'00"E 为中心，半径 3 海里的水域范围，面积为 96.98km²，锚地水深 30~33m，底质为沙泥，可供 9 艘 30 万 t 级船舶候潮锚泊。

硇洲岛国家级中心渔港位于广东省湛江市雷州半岛东部的硇洲岛南面，2000 年被列为国家一级群众渔港。该渔港水陆域宽阔，避风、补给条件良好，是广东省重要的区域渔船避风塘。除来港渔船外，还常有本省其他市县及广西、海南和港、澳、台渔船进港停泊、卸鱼、补给及避风等。硇洲渔港辐射力强，已具备建设为中心渔港的条件。

国家级硇洲中心渔港位于硇洲岛西南面，面临南海的优良渔场，背靠硇洲镇，水路距霞山区 21 海里，距东海岛东南码头 2.5 海里；陆路距湛江市区 60km；海上是珠三角、港、澳至海南、北海必经之路。硇洲国家级中心渔港建成后，将形成 100 万 m² 的避风水域，集渔船避风、水产品加工、科研、渔业后方补给以及

渔区城镇化等功能为一体，成为具有区域性、开放性和示范性的现代渔港综合经济区。

丰富的港口资源，可为建设海洋牧场提供良好的港口的条件。

3.1.3 海岛资源

(1) 蜑沙

蜑沙岛位于本项目南侧，距离本项目约1.3km，以岛屿岸线为界，规划面积3.81km²，现状为无人岛。发展定位是以海景风光为特色，集商务会议、康体娱乐、高端休闲为一体的度假区，发展成为环北部湾以及粤西高端滨海休闲度假旅游目的地。

(2) 硃洲岛

为火山爆发后形成的海岛，是广东省唯一的火山岛，岛中央高出海面 83m。陆上是红色亚粘土，并参有大量的玄武岩。从地质构造看，泥土自上而下为现代滨海沉积和第四纪广组滨海沉积物，整体呈盾状熔岩台地。其东北至西南向长 10.47km，宽 4.14 至 6.94km，岸线长 43.99km，面积 49.89km²。表层为已发育为红色风化壳，在较平缓的熔岩台地上发育了一些浅洼地，有些已筑成水库，如潭派水库、那笠水库等。该岛东岸、北岸及南岸处于迎浪面，为侵蚀海岸，岸外还残留着海胆礁、波河仔石、波河东石等排石。海崖发育，只有在局部港湾岸边才发育狭窄的砂砾滩。该岛西岸处于低能区，以堆积为主，原有的岬湾已淤积为较宽的海滩，在西南岸还发育了沙坝。

3.1.4 旅游资源

湛江市于 1959 年获得花园城市的称号。全市有 104 个岛屿、暗沙。拥有全国最大的红树林保护区。海岸线绵长曲折，水清浪静，大海与沙滩、岩石、林带构成美丽的南亚热带海滨风光，具有成为全国最优良的滨海旅游度假基地的发展潜质。

湛江海岸线砂质岸线绵长，有 13 段优质沙滩（王村港、吉兆湾、吴阳、南三岛、东海岛、硃洲岛东岸、笏斗沙岛、海安白沙湾、乌石北拳半岛、企水赤豆寮岛、纪家盘龙湾、江洪仙群岛、草潭角头沙）可供旅游开发，总长达 150 多 km。

湛江市拥有迷人的海滩、岛屿和南亚热带风光，已开辟的滨海旅游区有东海岛龙海天、吴川吉兆、南三岛、徐闻白沙湾，其中东海岛龙海天和吴川吉兆是省级旅游区。

南三岛 2014 年被评为广东“十大美丽海岛”，岛内人文资源丰富，有广州湾靖海宫、越王祠、南三灯塔、龙女庙、洗吴庙、红坎岭法军南营旧址等古迹。目前南三岛正全力推进高端旅游项目的开发，未来南三岛将成为以滨海度假、冬休养老、邮轮母港为特色，集高端居住、商务会议、休闲度假、养生康体、主题游乐于一体的多元化亚热带滨海休闲海岛。

硇洲岛：硇洲岛是国家级试点镇中唯一的海岛镇，全岛陆地面积 56km²，海岸线长 43.98km，是湛江港的天然屏障。硇洲岛是湛江市的岛外之岛，风景秀丽，一年四季气候宜人。这里人杰地灵，物产丰富，盛产闻名世界的硇洲鲍鱼、龙虾等名贵水产。

硇洲岛上有一座百年古灯塔——硇洲灯塔。此灯塔是世界目前仅有的二座水晶磨镜灯塔之一（与英国伦敦灯塔齐名），也是世界目前的三大灯塔之一。硇洲灯塔是国家级航海标志，现为全国重点文物保护单位。此外，其人文历史景观及自然景观还有宋王井、窦振彪墓、那晏海石滩、东海头海底世界、津前天后宫等。

3.1.5 珍稀濒危生物资源

本海域的珍稀濒危水生生物主要论述中华白海豚。

中华白海豚身体修长呈纺锤型，喙突出狭长，刚出生的白海豚约 1m 长，性成熟个体体长 2.0~2.5m，最长达 2.7m，体重 200~250kg；背鳍突出，位于近中央处，呈后倾三角形；胸鳍较圆浑，基部较宽，运动极为灵活；尾鳍呈水平状，健壮有力，以中央缺刻分成左右对称的两叶，有利于其快速游泳。眼睛乌黑发亮，上、下颌的每侧都有 20~37 枚圆锥形的同型齿（上颌齿数 30~36 枚；下颌齿数 24~37），齿列稀疏。吻部狭、尖而长，长度不到体长的十分之一。喙与额部之间被一道“V”形沟明显地隔开。脊椎骨相对较少，椎体较长。

鳍肢上具有 5 指。全身都呈象牙色或乳白色，背部散布有许多细小的灰黑色斑点，有的腹部略带粉红色，短小的背鳍、细而圆的胸鳍和匀称的三角形尾鳍都是近似淡红色的棕灰色。

中华白海豚不集成大群，常 3~5 只在一起，或者单独活动。除了母亲及幼

豚，白海豚组群不会有固定的成员。它们的群居结构非常的有弹性，而组群的成员也时常更换。根据记录，组群最多可有 23 条白海豚，而平均为 4 条。性情活泼，在风和日丽的天气，常在水面跳跃嬉戏，有时甚至将全身跃出水面近 1m 高。游泳的速度很快，有时可达每小时 12 海里以上。在各种渔船中，白海豚特别喜欢在双拖船后觅食，而在双拖船后的海豚组群也比其他的大很多。中华白海豚与陆生哺乳动物一样肺部发达，用肺呼吸，呼吸的时间间隔很不规律，有时为 3~5 秒钟，有时为 10~20 秒，也有时长达 1~2 分钟以上。外呼吸孔呈半月形开放于头额顶端，呼吸时头部与背部露出水面，直接呼吸空气中的氧气，并发出“Chi-Chi-”的喷气声。

湛江港湾至雷州湾海域是中国沿岸中华白海豚的一个十分重要的栖息地。

据估算，该海域现有中华白海豚约 500 头，是目前国内第五处中华白海豚最健康种群区。根据 2005 年和 2006 年的调查，湛江东部海域中华白海豚可以分为 3 个小群体：雷州湾湾底群、雷州湾西部群和湛江湾群（Zhou et al. 2007b, 2008）。

2007 年，湛江市政府批准建立雷州湾中华白海豚市级自然保护区（湛府函[2007]169 号），总面积 20598 公顷，其中：核心区面积 686 公顷、占保护区总面积的 33.3%；缓冲区面积 1372 公顷、占保护区总面积的 66.6%。雷州湾白海豚保护区地理坐标为（1）E110°26′、N20°46′；（2）E110°29′、N20°46′；（3）E110°29′、N20°44′；（4）E110°26′、N20°44′，主要保护品种：中华白海豚、文昌鱼、中国鲎、大黄鱼和其它海洋哺乳动物及海洋生态环境。

湛江东部海域中华白海豚活动范围覆盖了南到外罗镇，北到鉴江口的大部分水域。而且海豚发现位置多在近岸或是有小沙洲处，推测这些海域可能是中华白海豚比较喜欢的觅食及进行其他活动的场所。湛江东部海域中华白海豚季节分布有一定差异。春季中华白海豚分布范围最广，在近鉴江口和外罗镇外面水域均有分布，但在硃洲岛和东海岛一侧有密集活动现象；夏季在雷州湾内分布范围要比其他季节分布范围大，但在东海岛对面东里镇附近水域有密集分布现象；秋季分布比较平均，但是在外罗和鉴江口附近没有发现中华白海豚；冬季则在东海岛一侧分布密集。在湛江湾内中华白海豚初步发现位置集中在南三岛一侧，没有明显季节性变化。这可能与湛江湾东海岛一侧为航道，大型船只出入频繁，致使中华白海豚不能在此长时间逗留有关。

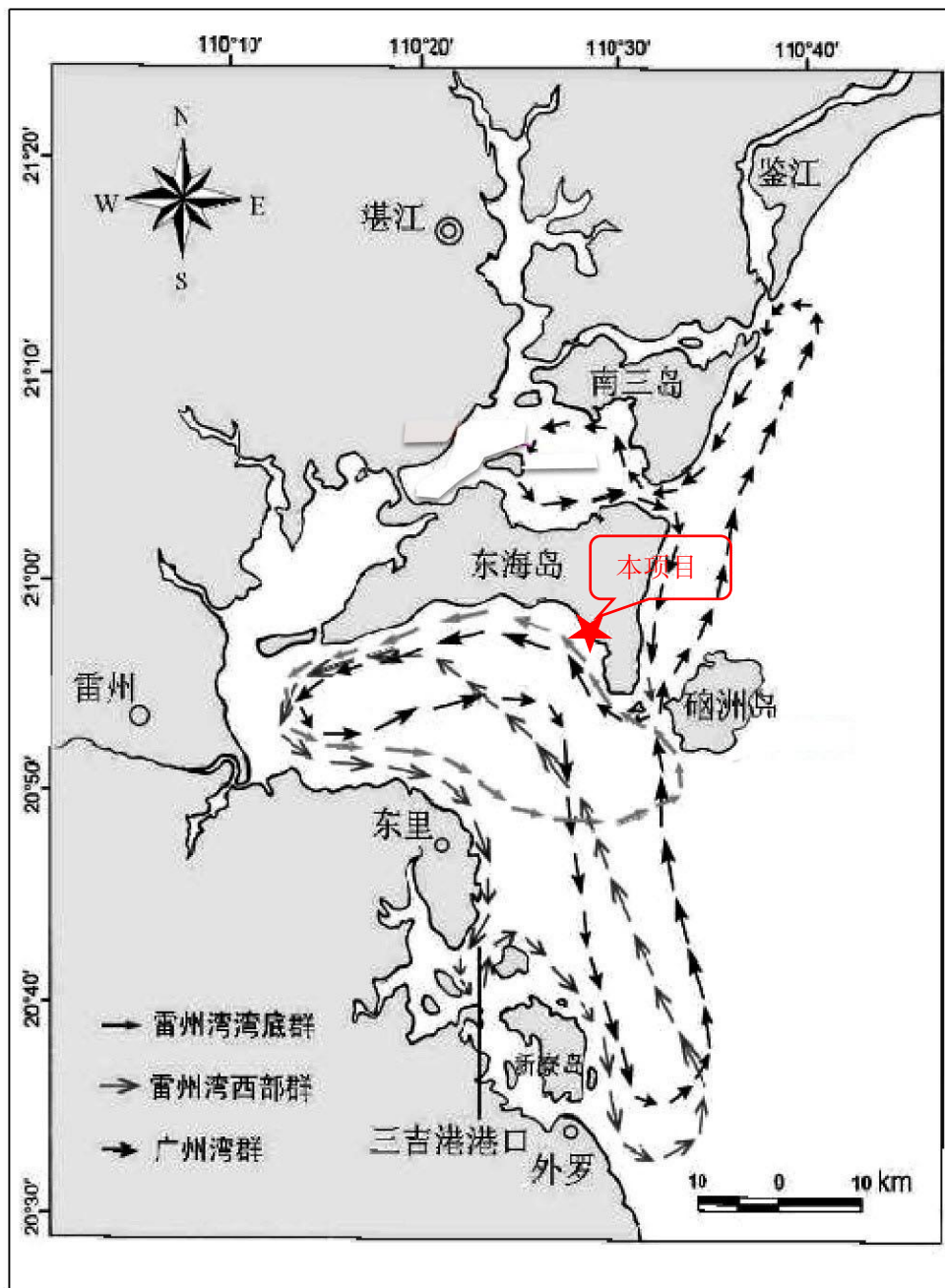


图3.1.6-1中华白海豚活动位置

3.1.6 红树林资源

湛江沿海泥质滩涂是中国红树林的主要分布区之一。有真红树和半红树植物 15 科 25 种，主要的伴生植物 14 科 21 种，是我国大陆海岸红树林种类最多的地区。其中分布最广、数量最多的为白骨壤、桐花树、红海榄、秋茄和木榄，主要森林植被群落有白骨壤、桐花树、秋茄、红海榄纯林群落和白骨壤+桐花树、桐

花树+秋茄、桐花树+红海榄等群落，林分郁闭度在 0.8 以上。

1990 年 1 月，广东省人民政府以粤办函[1990]13 号文批准成立湛江红树林省级自然保护区，主要保护对象为沿海滩涂红树林及鸟类。1992 年经广东省林业厅批准，在廉江市高桥镇设立保护区管理站，以管理廉江市的高桥、车板两镇的红树林为主，管辖面积 2000 公顷。1995 年，由湛江市人民政府申请扩大保护区管理范围和面积，由省级升为国家级。1997 年 12 月 8 日，国务院国函[1997]109 号文批准建立广东湛江红树林国家级自然保护区。2002 年 1 月 1 日，湛江红树林湿地又被正式批准列入国际湿地名录。广东湛江红树林国家级自然保护区位于中国大陆最南端，广东省雷州半岛沿海滩涂，跨徐闻、雷州、遂溪、廉江、吴川五县（市）以及麻章、坡头、东海、霞山四区，呈分散状带状分布。东至坡头区乾塘镇的大沙墩，西至雷州市企水镇的企水港，南至徐闻县五里乡仕尾村鱼尾海湾，北至廉江市高桥镇高桥河河口咸淡水交界处。地理坐标为 109°40′~110°35′E，20°14′~21°35′N 的沿海地带，总面积 20278.8hm²。保护区管理机构名称为“广东湛江红树林国家级自然保护区管理局”。

本项目排污口周边即分布有野生红树林，项目排污口周边红树林并非湛江红树林保护区划定区域，其为野生红树林群落，根据广东省“三区三线”数据，排污口西侧红树林群落面积约为 3004.56 m²。

表3.1.6-1 湛江市各县（市、区）红树林保护区划界确权面积（hm²）

项目	划界面积	合计	有林地	未成林地	天然更新林地	宜红树林地	非林用滩涂
全市合计	20278.8	17465.6	7242	25.6	509.4	9688.6	2813.2
廉江市	3902	3615.6	1361.6	0.6	186	2067.4	286.4
雷州市	2441	1606.9	1029	1.7	106.8	469.4	834.1
吴川市	816.3	716.3	75.6			640.7	100
遂溪县	1900	1615.9	349.4	12	12.3	1242.2	284.1
徐闻县	3918	3759	724.7	8.9	185.2	2840.2	159
霞山区	800	786.4	30.1		3.3	753	13.6
麻章区	2887.5	2247.5	1980.8			266.7	640
坡头区	416	316	215		3.4	97.6	100

东海岛	3198	2802	1475.8	2.4	12.4	1311.4	396
-----	------	------	--------	-----	------	--------	-----

3.1.7 海洋渔业资源

湛江市地处热带、亚热带的过渡区域，终年水温较高，光线充足、水质肥沃，海洋环境多种多样，生物种类也非常丰富，曾经记录到的生物种类达到了 2000 多种，其中鱼类 520 种，贝类 547 种，虾类 28 种。

湛江是渔业大市，渔业资源丰富。全市有渔业乡镇 15 个，渔业村 225 个渔业人口 46.03 万人，渔民人均收入 25584 元。其中以捕捞为主的渔业村 217 个，捕捞渔业人口 25.26 万人，海洋捕捞渔船 1.57 万艘、功率 33.64 万 kw。

湛江的对虾引领世界行情，湛江拥有“中国对虾之都”、“中国海鲜美食之都”、“国家级出口水产品质量安全示范区”、“国家级水海产品外贸示范基地”和“国家级海洋生态文明建设示范区”等多张水产业国家级名片。湛江市拥有水产种苗场600多家，深水网箱养殖基地3个，水产品加工企业187家，涉海高新技术企业12家，海洋科研机构30多家。海洋渔业已成为湛江体系最完善、功能最配套、从业人员最集中的集群产业之一，已经形成水产种苗培育和养殖、捕捞、加工、流通、研发及水产饲料等协作配套的较为完整的产业链。

湛江全市水产总产量和总产值连续20年居全省首位，水产养殖总面积120万亩。目前，湛江已投产重力式深水网箱3500多个、半潜式桁架智能养殖平台1个，约占全省总数的70%，已创建3个国家级海洋牧场示范区（湛江市东海岛1号海域现代化海洋牧场周边有硇洲岛国家级海洋牧场示范区和吴川博茂国家级海洋牧场示范区），海洋牧场装备制造能力突出，网箱网具销售量约占全国的60%。湛江市具有建设现代化海洋牧场的良好基础，当前，湛江也正以竞标争先立潮头之势，大力发展现代化海洋牧场。

3.1.8 岸线资源

湛江所辖五县四区均面向海洋，海岸线总长 2023.6 公里，其中大陆海岸线 1243.7 公里、岛岸线 779.9 公里，海岸线系数（海岸线长度与国土面积之比）为 0.16，即每平方公里国土的海岸线长 162 米。

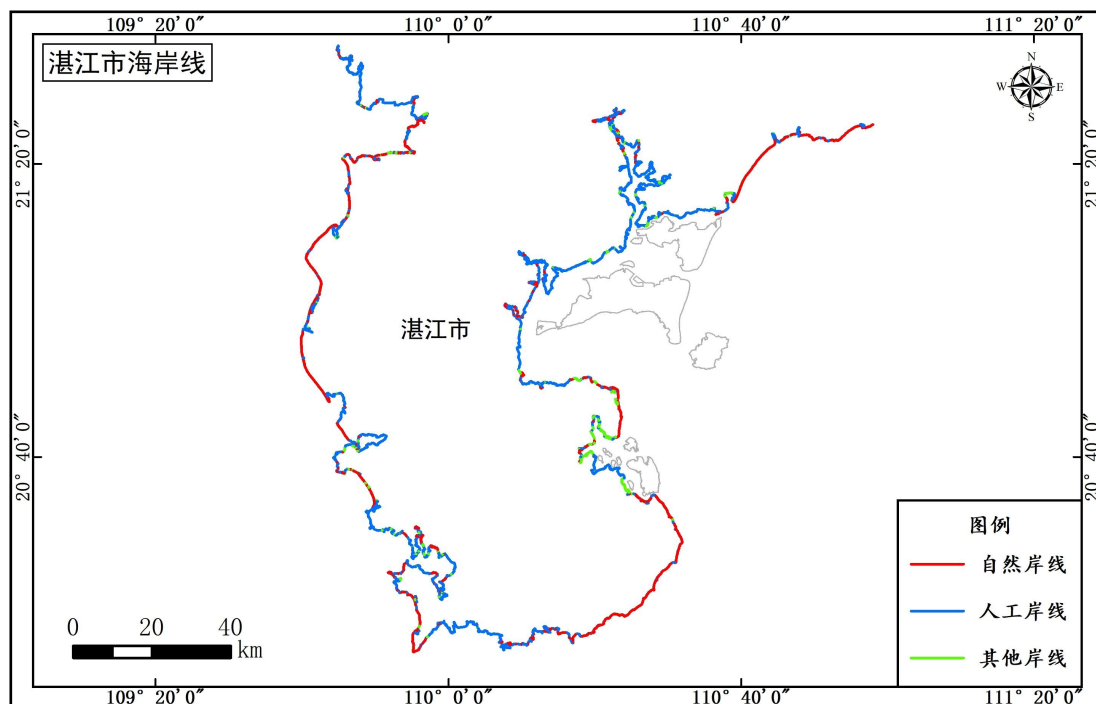


图 3.1.8-1 湛江市大陆海岸线情况示意图

3.1.9 滩涂资源

湛江市全市水域滩涂总面积 1626332.8 公顷，其中全市管辖领海海域面积 15067.44 平方千米，大陆海岸线东起吴川市王村港后塘村，西至廉江市英罗港洗米河口止，岸线长 1243.7 千米，占全省海岸线长度的 30.2%；有港湾 101 处；海岛 96 个，海岛岸线长 674.45 千米，海岛陆地总面积 489 平方千米；10 米等深线以内的浅海滩涂面积 5155.54 平方千米，其中浅海面积 4153.64 平方千米，滩涂面积 1001.90 平方千米。

表 3.1.9-1 湛江市海域资源状况

项目	领海海域 (km ²)	大陆岸线 (km)	滩涂面积 (km ²)	0~10m 浅海面积 (km ²)	海岛岸线 (km)
湛江市	15067.44	1243.70	1001.90	4153.64	674.45
市区	3590.16	143.91	429.13	803.62	324.00
吴川市	1536.19	84.19	18.52	279.05	12.55
遂溪县	1140.96	150.20	105.01	689.32	5.91
廉江市	113.20	108.00	68.10	45.10	0.71
雷州市	3979.64	432.90	198.67	1348.55	99.24
徐闻县	4707.29	324.50	182.47	988.00	232.04

3.1.10 矿产资源

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

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

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

非金属矿产：高岭土、玻璃用砂、泥炭、硅藻土、水泥用灰岩和海砂等。高岭土经地质评价的矿产地14处，资源总量达到1.3亿吨，远景储量可超过2.5亿吨。如遂溪燕子窝、遂溪中间岭高岭土矿床、湛江市山岱高岭土及龙头、岭头高岭土矿床。玻璃用砂产地2处，储量接近4623万吨，其中雷州市企水玻璃用砂储量规模达大型，储量3151万吨，为滨海沉积石英砂矿，原矿二氧化硅含量一般在96%

以上，最高可达98.6%，达到平板玻璃原料I级品标准。湛江市乾塘玻璃砂矿储量1472万吨，原矿质量较好。泥炭有矿产地38处，主要分布在遂溪、廉江及湛江市郊等地，总资源储量8883万吨，储量达大、中型规模的矿产地15处，如湛江市郊屋山一调塾泥炭、遂溪下录一协和泥炭储量均超过1000万吨，质量较好，腐植酸含量大于11%，发热量2100-6700千焦年/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区及整个雷州半岛均属矿泉水田范围，面积达6000平方千米。；雷州市地下水天然资源量75.7亿立方料/年；可开采资源量49亿立方料/年，超过全省地下水可采资源总量的10%。

3.2 排污口所在区域陆地自然环境概况

3.2.1 环境空气质量

项目位于湛江市东海岛，根据《湛江市城市总体规划（2011-2020）》，项目所在区划为二类环境空气质量功能区。环境空气质量执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单中的二级标准要求。

根据《关于印发湛江市环境空气质量功能区划的通知》（湛环〔2011〕457号），本项目环境空气评价范围内均属于环境空气质量二类功能区，执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准。

根据《湛江市生态环境质量年报简报（2022年）》，网址：https://www.zhanjiang.gov.cn/zjsfw/bmdh/sthj/zgwk/hbdt/content/post_1738863.html。2022年湛江市空气质量为优的天数有219天，良的天数133天，轻度污染天

数12天，中度污染天数1天，优良率96.4%。二氧化硫、二氧化氮年浓度值分别为 $9\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $12\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，PM₁₀年浓度值为 $32\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，一氧化碳（24小时平均）全年第95百分位数浓度值为 $0.8\text{mg}/\text{m}^3$ ，均低于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中一级标准限值；PM_{2.5}年浓度值为 $21\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，臭氧（日最大8小时平均）全年第90百分位数为 $138\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，均低于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准限值。降尘年均浓度值为2.4吨/平方千米·月，低于广东省8吨/平方千米·月的标准限值。因此，湛江市区范围内SO₂、NO₂、PM₁₀、PM_{2.5}、CO和O₃污染物均符合《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单（生态环境部2018年第29号）的二级标准，属于达标区。

3.2.2 声环境现状

本项目位于广东省湛江市经济技术开发区东海岛东简镇下僚村，现状周边主要乡村及海域滩涂，项目所在区域声环境质量执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）1类标准。本项目为新建项目，厂界外周边50米范围内不存在声环境保护目标。

3.3 区域社会经济状况

3.3.1 湛江市社会经济概况

湛江市位于中国大陆最南端，广东省西南部，西临北部湾，东临南海，与海南岛隔琼州海峡相望，总面积13263km²。湛江市下辖4个市辖区、3个县级市、2各县，拥有国家级湛江经济技术开发区（国家高新技术产业开发区），以及奋勇高新区、南三岛滨海旅游示范区、海东新区3个功能区，市政府驻赤坎区。

根据《2022年湛江市国民经济和社会发展统计公报》（湛江市统计局，国家统计局湛江调查队，2023年3月），2022年湛江实现地区生产总值（初步核算数）3712.56亿元，比上年增长1.2%。其中，第一产业增加值682.78亿元，增长4.5%，对地区生产总值增长的贡献率为75.2%；第二产业增加值1457.77亿元，下降0.9%，对地区生产总值增长的贡献率为-28.0%；第三产业增加值1572.00亿元，增长1.4%，对地区生产总值增长的贡献率为52.8%。三次产业结构比重为18.4：39.3：42.3。人均地区生产总值52787元增长0.8%。

全年全市地方一般公共预算收入**146.89**亿元，剔除留抵退税因素后同口径下降（以下简称同口径）**2.2%**，自然口径下降**8.4%**；其中，税收收入**83.24** 亿元，同口径下降**4.7%**，自然口径下降**15.0%**。全年一般公共预算支出**521.84** 亿元，下降**3.4%**。其中，教育支出**127.06**亿元，增长**4.4%**；社会保障和就业支出**114.81**亿元，增长**4.9%**；卫生健康支出**71.67**亿元，下降**4.2%**；一般公共服务支出**49.60**亿元，增长**2.6%**；农林水事务支出**46.81**亿元，下降**27.5%**；住房保障支出**19.93**亿元，增长**18.1%**；交通运输支出**17.96**亿元，下降 **18.7%**；城乡社区事务支出**11.52**亿元，下降 **28.2%**；节能环保支出**5.11**亿元，下降 **17.3%**。民生类支出**425.31**亿元,下降**5.2%**，占一般公共预算支出比重**81.5%**。

3.3.2 湛江市经济开发区社会经济概况

湛江经济技术开发区是**1984**年**11**月经国务院批准设立的首批国家级经济技术开发区，规划控制面积**9.2**平方公里。**2009**年**12**月，经广东省人民政府批准，与省级东海岛经济开发试验区整合。整合后总面积**356km²**，由建成区及海岛、硇洲岛、东头山岛和南屏岛等区域组成，下辖**1**个镇、**5**个街道，总人口约**40**万。

根据湛江经济技术开发区官网发布的经济发展的主要经济数据，**2022**年，全区地区生产总值为**791.98**亿元，同比增长**1.7%**。其中，第一产业增加值为**21.44**亿元，同比增长**1.4%**；第二产业增加值为**598.39**亿元，同比增长**1.4%**；第三产业增加值为**172.16**亿元，同比增长**2.7%**。规模以上工业总产值**2008.22**亿元，同比增长**8.4%**；规模以上工业增加值**587.90**亿元，同比增长**2.4%**；社会消费品零售总额**113.83**亿元，同比增长**5.9%**；实际利用外资**39.76**亿元，同比增长**51.7%**；外贸进出口总额**301.36**亿元，同比增长**17.3%**；固定资产投资总额**223.25**亿元；地方公共预算**15.55**亿元。

2023年一季度全区固定资产投资预计完成约**43**亿元（未含市分配项目**3**月新增数），同比增长**65.5%**。

4 海域环境与资源现状

4.1 海洋水文

本章节内容引自《湛江东硇航道整治工程预可行性研究水文观测报告》，广东正方圆工程咨询有限公司，2019 年 11 月。

4.1.1 调查概况

本项目进行一次水文观测，观测大潮过程，观测时长为 27h（测 28 次）。平面采用为 2000 国家大地坐标系 3 度带高斯正形投影，中央子午线为东经 111 度，带号 37。高程采用 1985 国家高程基准。

本次观测时间：2019 年 9 月 28 日（农历九月初一）9:00 至 2019 年 9 月 29 日（农历九月初二）12:00。根据潮汐表，测验期为天文大潮期。

1、水位观测

在东海岛东、硇洲岛北水域布置 2 把临时水尺，每个测次水尺水位应同步进行观测，水位观测时间拟定为 27h（测 28 次），观测频率每小时观测一次，水位观测值误差精确到 10mm，并应测量各临时水尺平面位置坐标。

2、观测垂线（流速、流向、悬移质及海底底床质取样）

在两个航道路线方案浅段各布置 2 条垂线、在东海岛与硇洲岛之间海域布置 1 条垂线，共布置流速垂线 5 条，分别为 V1 原航道线北、V2 原航道线中、V3 硇洲水道主槽、V4 比选航道线北、V5 比选航道线南。测流垂线宜垂直于主流流向，测量时间宜与水位观测同期进行，观测时间为 27h（测 28 次），每小时观测一流速流向测点根据水深确定，水深 $>5\text{m}$ 时为 6 点法（即表层、0.2h、0.4h、0.6h、0.8h、底层）；水深 $\leq 5\text{m}$ 时用 3 点法（即 0.2h、0.6h、0.8h）；水深 $\leq 2\text{m}$ 时用 2 点法（即 0.2h、0.8h）；水深 $\leq 1.5\text{m}$ 时用 1 点法（即 0.6h）；h 为当时实测水深。各垂线在测流期间每 1 小时取一次悬移质含沙量水样，分表层、0.4h、0.8h 三层采样，水样容积为 1000ml，采样的点位与流速流向位置相同，采样时间与测速同步。

各垂线在每一个潮的涨憩、落急、落憩、涨急均取悬移质颗分水样，取水体中层水样，水样容积为 5L，采样的点位与流速流向测验位置相同，时间与流速测验同步。测验开始前，采集各垂线所在位置底质样品一个，进行室内粒度分

析。

4.1.2 调查结果

(1) 潮位

工程所处海域潮性系数在 0.88~1.04 之间，属于不规则半日潮，其特征是一太阴日有两次高潮和两次低潮。

对各潮位站观测的潮位进行统计，2 个临时水位站水位变化成正弦曲线分布，在观测时段内闭合，水位平滑连续。Z1、Z2 测站最高潮位为 2.26m、2.22m，两测站最高潮位相差 0.04m；最低潮位为-0.9m、-1.02m，两测站最低潮位相差 0.12m；平均潮差为 2.53m、2.71m。

Z1、Z2 测站平均涨潮历时均为 6h；平均落潮历时分别为 6.5h，6h。

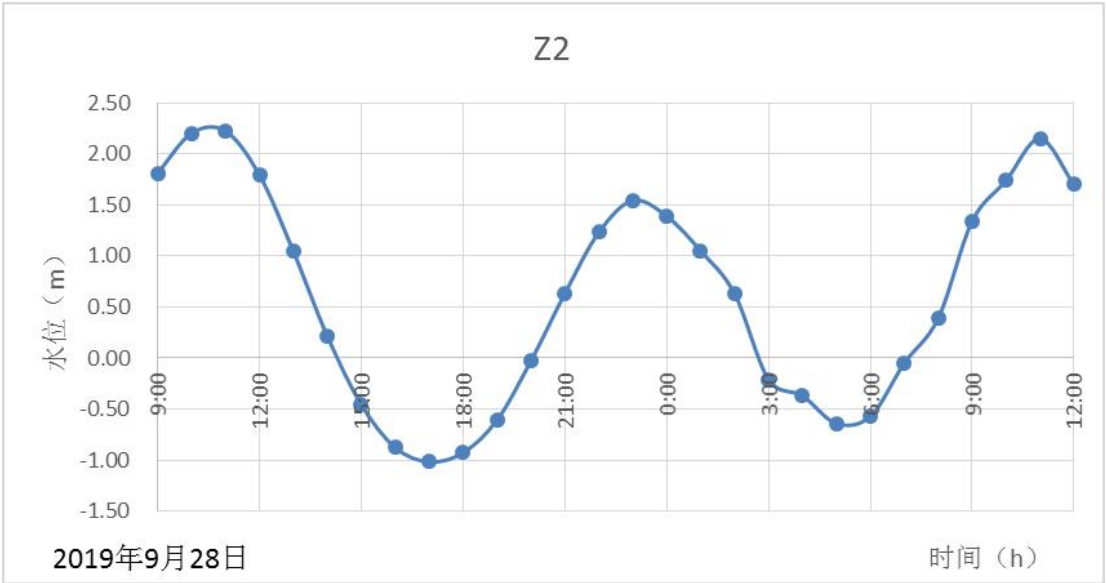
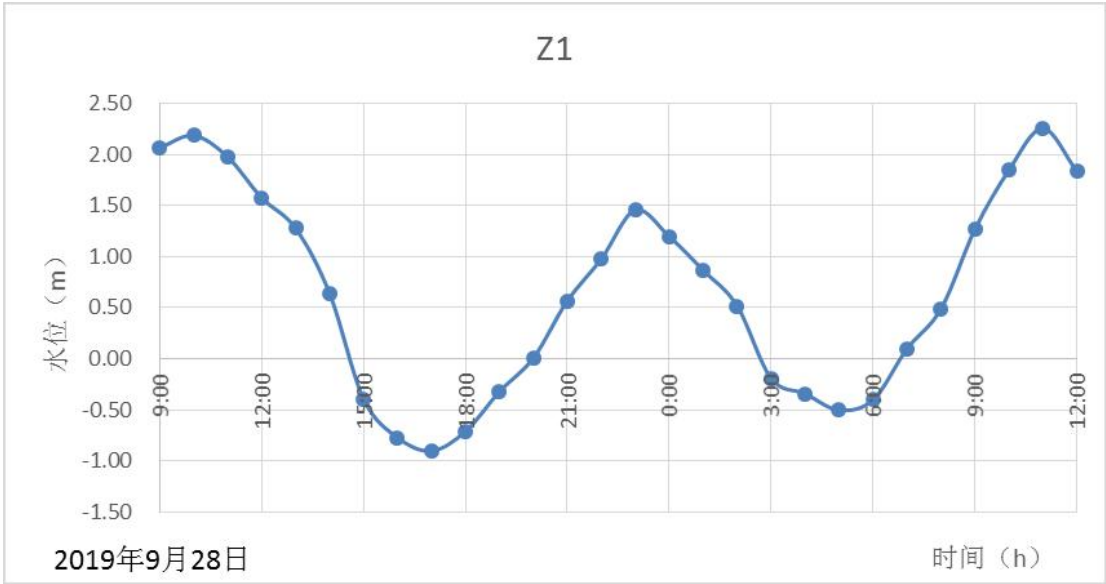


图 4.2.2.2-1 临时潮位站潮位过程线（20190928~29）

表 4.2.2.2-2 潮汐特征值统计结果 单位：m

项目	Z1	Z2
最高潮位	2.26	2.22
平均高潮位	1.82	1.88
平均低潮位	-0.7	-0.83
最低潮位	-0.9	-1.02
平均海平面	0.66	0.62
最大涨潮潮差	2.76	2.79
平均涨潮潮差	2.56	2.68
最大落潮潮差	3.09	3.24
平均落潮潮差	2.53	2.71
平均涨潮历时	6	6
平均落潮历时	6.5	6
国家 85 基面		

（2）流速流向

2019 年 9 月 28 日~9 月 29 日在工程海域布置了 5 条定点垂线进行流速流向观测，对观测的资料进行整理、分析并统计各垂线的流速流向特征值，绘制各垂线垂线平均流速水深过程线，图 4.2.2.2-2a 是 V1 垂线流速、流向水深过程线，图 4.2.2.2-2b 是 V1 垂线流速垂线分布图。

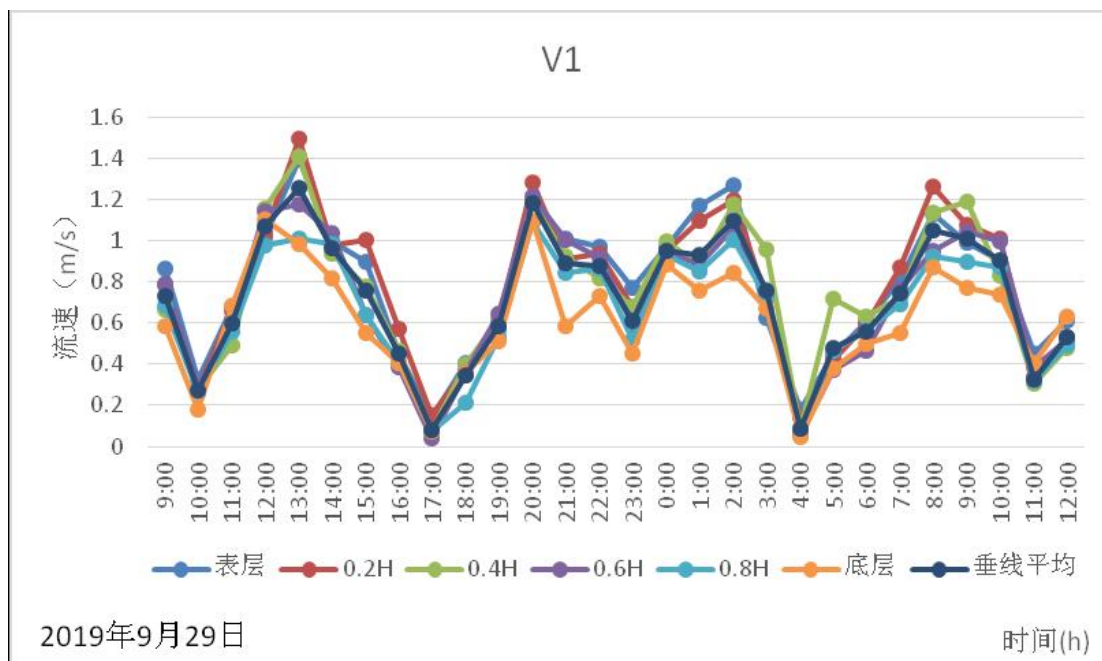


图 4.2.2.2-2 a V1 垂线流速过程线

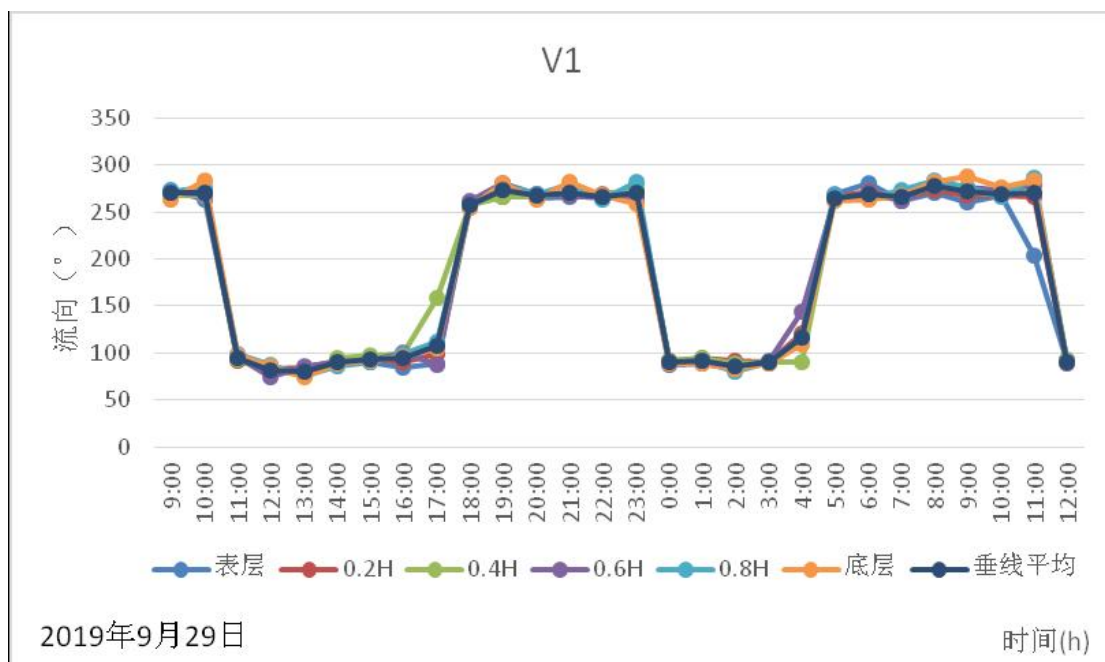


图 4.2.2.2-2b V1 垂线流向过程线

V1 站位于东海岛和南屏岛之间，其往复流流向为东西向；V2、V3 站位于东海岛与硇洲岛之间，其往复流流向为偏东北西南向；V4 站位于东海岛东侧硇洲岛北侧，其往复流流向为偏南北向；V5 站两个深槽的交界处，因而流向受地形影响，南北向的流向发生一些偏转。从垂向上来看，调查水域基本表现为表层流速大于中层流速大于底层流速。

(3) 潮流

实测的潮流包括由天体引力所产生的潮流以及主要由水文、气象条件所造成的非潮流（也称余流）两部分。潮流是海水受日、月等天体引潮力作用后产生的周期性水平运动。潮流分析的目的是根据海流周日观测资料，分离潮流和非潮流，同时算得潮流调和常数，进而计算其潮流特征值，并判别测区的潮流性质。

潮流按其性质可分为规则的半日潮流和不规则的半日潮流、规则的全日潮流和不规则的全日潮流，根据《海港水文规范》，海区的潮流性质按下式计算结果来判别：

$$F = (WO1 + WK1) / WM2$$

当 $F \leq 0.5$ 时为规则半日潮流；

当 $0.5 < F \leq 2.0$ 时为不规则半日潮流；

当 $2.0 < F \leq 4.0$ 时不规则全日潮流；

当 $4.0 < F$ 时为规则全日潮流。

式中的 $WO1$ 、 $WK1$ 、 $WM2$ 分别为主太阴日分潮流、太阴太阳赤纬日分潮流、主太阴半日分潮流的椭圆长半轴长度（cm/s）。

V1、V2 站 F 值在 <0.5 ，表明此两站的潮流类型属规则半日潮流性质。V3、V4、V5 站 F 值在 $0.5 \sim 2.0$ 之间，即满足 $0.5 < F \leq 2.0$ ，表明潮流类型属不规则半日潮流性质。

（4）余流

实测的水流，包括周期性潮流和余流两部分，其流速矢端的迹线远较单纯的周期性旋转潮流和往复潮流复杂。通过对流进行调和分析，可将周期性的全日周潮流、半日周潮流，从海流总矢量中分离出来，余下的部分即为余流。全日周潮流和半日周潮流的矢端迹线为椭圆形状，余流则指向一定的方向。它一般包括漂流（风海流）、密度流、径流等，余流的流向常是泥沙运动和污染物质扩散运移的方向。从 V1~V5 垂线计算结果来看，各垂线余流变幅为 $0.0042\text{m/s} \sim 0.29\text{m/s}$ 。

表 4.2.2.2-2 余流流速及流向垂线分布统计结果

测站	表层	0.2H	0.4H	0.6H	0.8H	底层	垂线平均
流向	148.66	119.95	191.56	332.89	5.54	66.98	34.04
流速	0.59	1.53	0.42	1.32	2.94	3	0.88
流向	195.45	195.22	196.86	198.01	195.16	198.03	196.02
流速	28.47	28.31	28.92	25.48	24.81	24.19	26.78
流向	252.7	244.23	248.3	226.39	264.02	239.92	247.05
流速	15.51	14.08	13.24	12.87	19.77	14.29	14.64
流向	277.82	271.6	280.16	252.13	101.51	194.59	251.37
流速	6.14	4.33	2.73	1.37	3.57	4.34	1.67
流向	252.78	287.23	318.7	277.12	278.35	267.78	286.5
流速	14.98	10	15.54	8.08	11.44	7.21	10.53

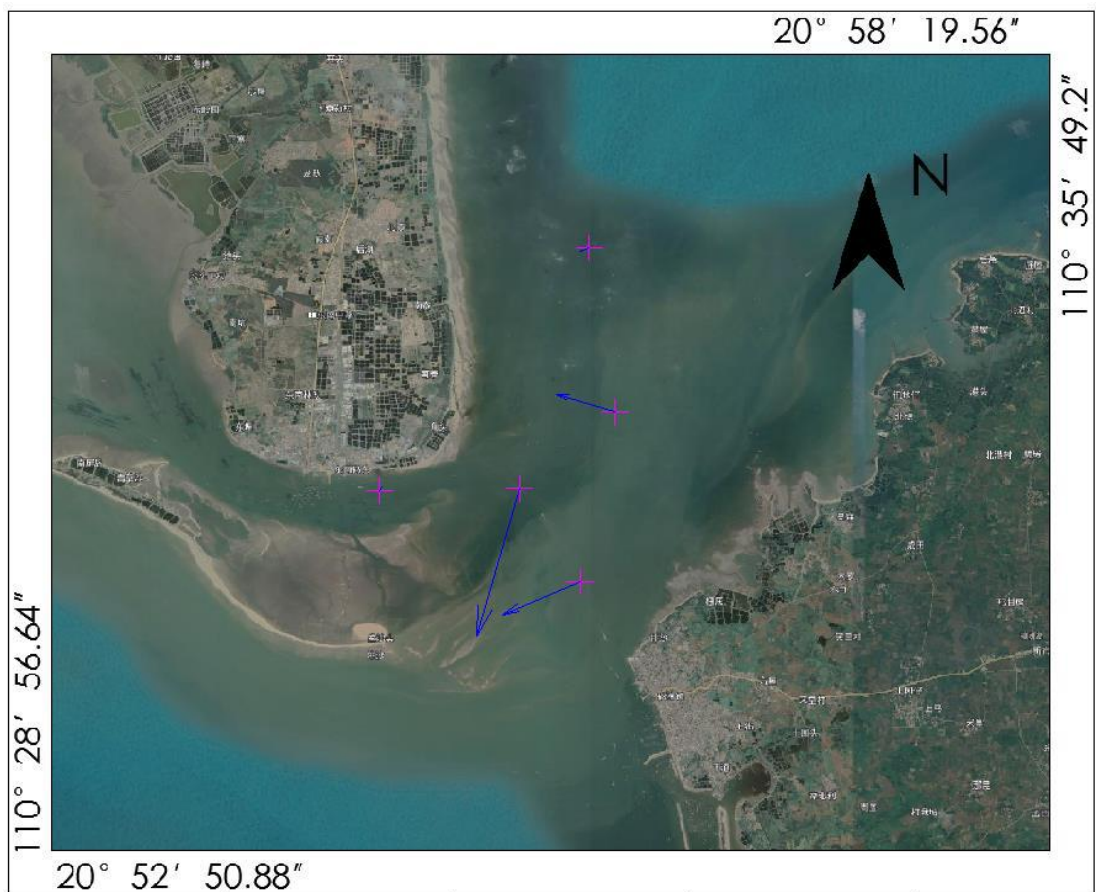


图 4.2.2.2-3 垂向平均余流矢量图

(5) 含沙量

各垂线的含沙量特征值见表 4.2.2.2-3。从统计的表可看出：5 条定点垂线中，V5 垂线平均含沙量最大，为 0.1728kg/m^3 ，其次是 V3 站；最小为 V4 站，为 0.0021kg/m^3 。

图 4.2.2.2-3 各垂线的含沙量特征值

垂线	潮型	特征值	相对水深含沙量(kg/m3)			垂线平均 (kg/m3)
			表层	中层	底层	
V1	大潮	最大值	0.031	0.0378	0.0642	0.0401
		最小值	0.0022	0.0044	0.002	0.0043
V2		最大值	0.0384	0.0416	0.0462	0.0359
		最小值	0.0032	0.0026	0.004	0.0073
V3		最大值	0.0608	0.0746	0.1036	0.0767
		最小值	0.0004	0.002	0.003	0.0059
V4		最大值	0.0446	0.068	0.1238	0.0551
		最小值	0.0026	0.0022	0.0014	0.0021
V5		最大值	0.0562	0.0616	0.4147	0.1728
		最小值	0.0036	0.0064	0.0104	0.0113

1、含沙量测验成果显示：总体上看，测验期间测区 5 个定点垂线含沙量的垂线分布，一般呈现“表层低、底层高”的总体分布规律。5 条定点垂线中，V5 垂线平均含沙量最大，为 0.1728kg/m^3 ，其次是 V3 站；最小为 V4 站，为 0.0021kg/m^3 。除 V2 站外，涨潮垂线平均含沙量、垂线平均最大含沙量均表现为，落潮大于涨潮。观测区含沙量基本小于 0.15kg/m^3 。V1~V5，平均含沙量逐渐增加，分别为 0.019kg/m^3 、 0.019kg/m^3 、 0.024kg/m^3 、 0.027kg/m^3 、 0.043kg/m^3 。含沙量的垂线分布，大致均呈现“表层低、底层高”的总体分布规律，底层含沙量为表层的 0.19~29.18 倍，平均为 2.37 倍。

2、悬移质颗粒级配成果显示：悬沙组成以砂质粉砂为主，占 47%；其次为粉砂质砂和粉砂，占 20%、18%；最少为砂，占 15%。悬沙中值粒径 $Md(\text{mm})$ 为 $0.016\sim 0.03\text{mm}$ ，平均为 0.052mm 。

3、底质沉积物的中值粒径范围在 $0.054\sim 1.41\text{mm}$ ，平均值为 0.52mm 。调查区表层沉积物泥沙颗粒粗。从空间分布上看：此次调查区域位于东海岛和硇洲岛之间，海流流速大，因而泥沙颗粒较粗。底质样品组成砂为主，占 88%，其次为粉砂质砂，占 9%；少量为砂质粉砂，占 3%。

二、泥沙来源分析

1、沿岸输沙

东海岛东海岸为平直砂质海岸，在东北风作用下，可出现自北向南沿岸输沙运动，并在硇洲水道往复潮流作用下，在东海岛南端排沙附近会出现局部堆积。但由于排沙南侧靠近雷州湾深槽，往复潮流作用较强，会限制沿岸输沙向南输移，加之沙源不足，即使工程后出现淤积，也是局部的，其量也十分有限，不会对工程海域造成明显的淤积影响。

2、潮流输沙和外海泥沙

工程附近海域涨、落潮平均含沙量约介于 $0.007\text{kg/m}^3\sim 0.134\text{kg/m}^3$ 之间。涨、落潮最大含沙量也仅介于 $0.009\text{kg/m}^3\sim 0.175\text{kg/m}^3$ 之间，因此在潮流作用下的输沙量是不大的。

工程附近海床沉积多为砂质或粉砂质，在波浪和潮流共同作用下会产生运动，这些泥沙可为海域淤积提供一定的沙源，但由于这些泥沙多为原地运动，输移距离短，输沙量也不会太多，对工程海域的淤积不会构成严重的威胁。另外，工程

西侧雷州湾地形无明显堆积并呈略有冲刷的实际结果，也可证明工程海域沙源少、淤积轻的特点是十分明显的。

4.2 主要海洋灾害

影响本海域的主要海洋自然灾害有热带气旋、风暴潮和地震等。

1. 风暴潮

风暴潮是热带风暴或台风与天文大潮重合而引起增水所致，而本场区热带风暴频繁。据历史资料记载，1951～1992 年间登录湛江市的热带风暴（指中心最大风力 8 级或以上）共有 32 次，引发风暴潮 4 次。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。

2010 年第 3 号台风“灿都”于 7 月 22 日 13 时 45 分在吴川市吴阳镇沿海地区登陆，登陆时中心附近最大风力 12 级，阵风 14 级，中心气压 970 百帕，最大风速 35m/s，7 级风半径 150km。受台风“灿都”影响，湛江市普降大暴雨，局部地区大暴雨，全市平均降雨量 174.1mm，最大降雨量是石角镇丰满站 398.5mm。粤西一带沿海出现了 30～200cm 的风暴潮增水。由于正值天文高潮期，受台风影响，7 月 22 日上午 8 时左右湛江出现了略超警戒潮位的情况。

2012 年第 13 号台风“启德”于 8 月 17 日 12 时 30 分前后在广东省湛江市麻章区湖光镇沿海登陆，登陆时中心附近最大风力有 13 级（38m/s），中心最低气压为 968 百帕。台风“启德”登陆湛江时，恰逢天文大潮期，湛江验潮站出现了 242cm 的最大风暴潮增水，超警戒潮位 99cm。8 月 17 日 0 时至 12 时，湛江站于 17 日 11 时 45 分出现 390cm 实测最高潮位，超警戒 125cm，重现期为超三十年一遇，过程最大增水 238cm。

2014 年 9 月 16 日 0 时至 17 时，受台风“海鸥”的影响，深圳至雷州半岛东岸一带沿海出现 0.94～5.15m 的风暴增水，珠江口至雷州半岛东部沿海部分潮位站出现超警戒 0.03～1.75m 的高潮位。其中南渡站于 16 日 12 时 10 分出现 4.75m 实测最高潮位，超警戒 1.75m，重现期为超 30 年一遇，过程最大增水 5.15m（历史实测排位第二）；湛江港 16 日 11 时 55 分出现 3.86m 实测最高潮位，超警戒 1.21m，重现期为 30 年一遇，过程最大增水 4.32m（历史实测排位第二）。

项目所在区域气象水文条件较差，处于热带气旋及雷雨多发区，暴雨集中，

工程建设时应做好防台风、雷暴雨及风暴潮工作。

2.热带气旋

硃洲岛海域全年各风向分布受季风制约，呈单峰型。风向以“北～东～南”较多，各月最多风向的变化受季节风环流的控制，有明显的季节性，5～8月盛行东南风，10月～翌年3月盛行东北风，4月、9月盛行东风。强风向为ENE、E、ESE风向，其频率分别为12%、17%、12%。风力6级以上平均每年22天，风力8级以上平均每年7天，1980年达18天。

0103号（榴莲）、201409号（威马逊）、201415号（海鸥）、201522（彩虹）。登陆时中心附近最大风力分别达到57m/s、36m/s、60m/s、40m/s、50m/s。其中彩虹为1973年以来华南最大台风。

雷州市气象站近十年有记录的台风见表4.1.5-1。

表 4.2.3-1 雷州市气象站近十年台风数据统计表

年份	台风名称	登陆时间	登陆地点	中心最大风速（m/s）	大风持续时间（h）
1999	无台风影响				
2000	16号台风“悟空”	9月9日14时	海南省陵水市	35	3
2001	3号台风“榴莲”	7月2日4时40分	广东省湛江市	33	8
2002	14号热带风暴“黄蜂”	8月19日20时40分	广东省吴川市	25	7
2003	07号台风“伊布都”	7月24日10时00分	广东电白至阳江交界处	33	11
2003	08号强热带风暴“天鹅”	7月21日18时00分	海南省万宁县	30	14
2003	12号台风“科洛旺”	8月25日6时15分	广东省徐闻县	38	15
2004	无台风影响				
2005	08号强热带风暴“天鹰”	7月30日5时55分	海南省琼海市	25	14
2005	16号热带风暴“韦森特”	9月18日18时	越南北部沿海地区	23	24
2005	18号台风“达维”	9月26日4时	海南省万宁县	55	27
2006	02号热带风暴	6月29日7时40分	广东省湛江市坡	20	1

	“杰拉华”	分	头区		
2006	06 号台风“派比安”	8 月 3 日 7 时 20 分	广东阳西至电白交界处	33	43
2007	15 号台风“利奇马”	10 月 2 日 23 时 00 分	海南省三亚市	33	4
2008	09 号强热带台风“北冕”	8 月 7 日 23 时 00 分	广东省阳江市	28	4
2008	14 号强台风“黑格比”	9 月 24 日 6 时 45 分	广东省电白县	50	10
2010	3 号台风“灿都”	7 月 22 日 13 时 45 分	广东省吴川市	35	5
2011	17 号强台风“纳沙”	9 月 29 日 21 时 15 分	湛江市徐闻县	35	8
2012	13 号台风“启德”	8 月 17 日 12 时 30 分	湛江市麻章区	38	5
2013	6 号强热带风暴“温比亚”	7 月 2 日 5 时 30 分	湛江市麻章区	28	4
2014	9 号台风“威尔逊”	7 月 18 日 19 时 30 分	湛江市徐闻县	60	12
2014	15 号台风“海鸥”	9 月 16 日 9 点 40 分	海南省文昌市	40	
2015	22 号台风“彩虹”	10 月 4 日 14 时	湛江市坡头区	50	5

3.地震

近场区 25km 范围内的地震活动性相对较弱，历史上没有破坏性地震记录。自 1970 年以来，仪器记录的小型地震不多，最大地震震级为 ML3.6 级地震。《中国地震烈度区划（1999）》将雷州半岛的地震基本烈度定为 VI、VII 度，项目区处于地震基本烈度 VI 度区内。根据《中国地震动参数区图（1:400 万）》（GB18306-2001），项目及其附近的地震动峰值加速度为 0.10g，地震反应谱特征周期为 0.35s。

4.赤潮灾害

2022 年，广东省沿海共发现赤潮 14 次，累计面积 252.00 平方千米，低于近十年平均值（362.50 平方千米）；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。

2022 年，湛江市发生赤潮地点分别为湛江湾海域、硇洲岛南部、东里镇东

部、新寮岛东北部海域、湛江湾渔港公园至海湾大桥一带海域、湛江东海岛东南码头至硇洲岛一带海域、湛江东海岛滨海旅游区东侧海域，2022 年共发现赤潮次数 6 次，面积 132 平方千米。

4.3 海水水质现状调查与评价

本报告海水水质、沉积物、生物质量以及海洋生态调查与评价内容均引用《东海岛南部海域海洋环境调查报告（2021 年春季）》（广东林阳海洋科技有限公司，2021 年 4 月）的调查结果。

4.3.1 调查概况

东海岛南部海域海洋环境调查共设置 20 个水质站位、12 个生物生态站位、3 个潮间带断面。采样时间为 2021 年 03 月 1-2 日(春季)，其中沉积物调查时间为 2020 年 11 月 17-18 日（秋季）。

表4.2.4-1 调查站位一览表

站位	经度 (E)	纬度 (N)	调查项目
S1	110° 32' 39.35"	20° 55' 33.84"	水质
S2	110° 31' 16.66"	20° 55' 15.42"	水质、沉积物、生态
S3	110° 29' 1.44"	20° 54' 42.61"	水质、沉积物、生态
S4	110° 26' 47.67"	20° 52' 29.16"	水质、生态
S5	110° 24' 3.4"	20° 49' 31.28"	水质、沉积物、生态
S6	110° 21' 54.73"	20° 50' 30.31"	水质
S7	110° 23' 28.60"	20° 52' 43.88"	水质
S8	110° 24' 59.27"	20° 54' 53.43"	水质、沉积物、生态
S9	110° 26' 24.36"	20° 56' 53.34"	水质
S10	110° 27' 24.24"	20° 58' 8.34"	水质、沉积物、生态
S11	110° 23' 50.69"	20° 58' 33.67"	水质、沉积物、生态
S12	110° 22' 52.22"	20° 56' 48.83"	水质
S13	110° 21' 24.56"	20° 54' 26.07"	水质、沉积物、生态
S14	110° 19' 53.10"	20° 52' 10.5"	水质
S15	110° 16' 35.89"	20° 51' 55.61"	水质、沉积物、生态
S16	110° 18' 11.01"	20° 55' 11.01"	水质
S17	110° 18' 52.67"	20° 57' 23.20"	水质、沉积物、生态
S18	110° 14' 21.94"	20° 55' 32.03"	水质、沉积物、生态

S19	110° 13' 34.29"	20° 52' 35.39"	水质
S20	110° 11' 26.37"	20° 56' 16.11"	水质、生态
T1	110° 27' 55.47"	20° 59' 44.89"	潮间带
T2	110° 30' 8.68"	20° 57' 10.24"	潮间带
T3	110° 23' 23.66"	20° 59' 44.89"	潮间带
渔业资源调查调查站位：S3、S5、S8、S13、S18			



注：S1-S20 为水质采样点，其中带红色和绿色为生态采样点；T1-T3 为潮间带采样点

图4.2.4-1 海洋环境质量调查站位图

4.3.2 调查内容与方法

(1) 调查项目

按照《海域使用论证技术导则》和《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）对水环境质量调查项目的相关要求，本项目海水环境现状调查如下：

调查内容：水温、水深、透明度、pH、盐度、溶解氧(DO)、悬浮物(SS)、化学需氧量(CODMn)、无机磷、硝酸氮、亚硝酸氮、氨氮、硅酸盐、挥发酚、硫化物、氟化物、石油类、铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷、镍、可吸附有机卤素等26项。

(2) 采样方法

所用调查船只进入预定站位,使用 GPS 进行定位,测量水深。根据实测水深,进行透明度等现场观测,并按照《海洋监测规范》(GB17378.3-2007)的要求采集水样,水深<10m 时,采表层一层水样;水深 10m≤水深<25m 时,采表、底两层水样;其中表层为距表面 0.1-1m,底层为离底 2 m。采样时严禁船舶排污,采样位置应远离船舶排污口,并严格按照相关规定程序和操作要求进行样品的分装、预处理、编号记录、贮存和运输。

(3) 分析方法

样品的分析按照《海洋监测规范》(GB17378-2007)、《水质 溶解氧的测定 电化学探头法》(HJ 506-2009)、《海洋调查规范 第 4 部分:海水化学要素调查》(GB/T 12763-2007)、《水质 硫化物的测定 亚甲基蓝分光光度法》(HJ 1226-2021)进行,各项目的分析方法如下表。

表 4.2.4-2 海水检测分析方法

检测项目	检测方法	单位	检出限
pH 值	《海洋监测规范 第 4 部分:海水分析》GB 17378.4-2007 (26)	无量纲	/
溶解氧	《水质 溶解氧的测定 电化学探头法》HJ 506-2009	mg/L	/
水温	《海洋监测规范 第 4 部分:海水分析》GB 17378.4-2007 (25)	℃	/
透明度	《海洋监测规范 第 4 部分:海水分析》GB 17378.4-2007 (22)	m	/
盐度	《海洋监测规范 第 4 部分:海水分析》GB 17378.4-2007 (29.1)	‰	/
悬浮物	《海洋监测规范 第 4 部分:海水分析》GB 17378.4-2007 (27)	mg/L	4
油类	《海洋监测规范 第 4 部分:海水分析》GB 17378.4-2007 (13.2)	mg/L	0.0035
叶绿素 a	《海洋监测规范 第 7 部分:近海污染生态调查和生物监测》 GB 17378.7-2007 (8.2)	μg/L	0.0808
铜	《海洋监测规范 第 4 部分:海水分析》GB 17378.4-2007 (6.1)	μg/L	0.2
镉	《海洋监测规范 第 4 部分:海水分析》GB 17378.4-2007 (8.1)	μg/L	0.01
铅	《海洋监测规范 第 4 部分:海水分析》GB 17378.4-2007 (7.1)	μg/L	0.03
锌	《海洋监测规范 第 4 部分:海水分析》GB 17378.4-2007 (9.1)	μg/L	3.1
铬	《海洋监测规范 第 4 部分:海水分析》GB 17378.4-2007 (10.1)	μg/L	0.4
汞	《海洋监测规范 第 4 部分:海水分析》GB 17378.4-2007 (5.1)	μg/L	0.007
砷	《海洋监测规范 第 4 部分:海水分析》GB 17378.4-2007 (11.1)	μg/L	0.5

检测项目	检测方法	单位	检出限
硝酸盐	《海洋调查规范 第4部分：海水化学要素调查》 GB/T 12763.4-2007（11）	μmol/L	0.05
亚硝酸盐	《海洋调查规范 第4部分：海水化学要素调查》 GB/T 12763.4-2007（10）	μmol/L	0.02
铵盐	《海洋调查规范 第4部分：海水化学要素调查》 GB/T 12763.4-2007（12）	μmol/L	0.03
无机氮	《海水水质标准》GB 3097-1997	mg/L	0.0007
活性磷酸盐	《海洋调查规范 第4部分：海水化学要素调查》 GB/T 12763.4-2007（9）	μmol/dm ³	0.02
*化学需氧量	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007（32）	mg/L	/
*生化需氧量	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007（33.1）	mg/L	/

4.3.3 评价方法

采用标准指数法。单项水质评价因子（参数） i 在第 j 点的标准指数：

$$Q_{i,j} = C_{i,j} / C_{i,o}$$

式中， $C_{i,j}$ 为单项水质在 j 点的实测浓度， $C_{i,o}$ 为该项水质的标准值。

溶解氧的标准指数为：

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

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

$$DO_f = (491 - 2.65S) / (33.5 + T)$$

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

DO_s —溶解氧的地表水质标准限值，mg/L；

DO_j —溶解氧在 j 点的实测统计代表值，mg/L；

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

S ——实用盐度符号；

T ——水温，℃。

pH 的标准指数为:

$$S_{\text{pH}_j} = \frac{7.0 - \text{pH}_j}{7.0 - \text{pH}_{\text{sd}}} \quad \text{pH}_j \leq 7.0$$

$$S_{\text{pH}_j} = \frac{\text{pH}_j - 7.0}{\text{pH}_{\text{su}} - 7.0} \quad \text{pH}_j > 7.0$$

其中:

式中: S_{pH_j} — pH 的指数;

pH_j — pH 值实测统计代表值;

pH_{su} — pH 评价标准的上限值;

pH_{sd} — pH 评价标准的下限值;

水质参数的标准指数 >1 , 表明该水质参数超过了规定的水质标准。

4.3.4 调查与评价结果

水质调查结果见表 4.2.4-3, 按照《广东省海洋功能区划》的要求, 采用《海水水质标准》(GB3097-1997)分级评价标准对水质环境质量进行评价, 全部站位执行不低于第二类海水水质标准, 以此上述标准对相应站位进行评价指数统计见 4.2.4-4。

● 水深: 测值在 0.8m~14.5m 之间。

● 透明度: 测值在 0.5m~2.0m 之间。

● 水温: 表层测值在 20.9℃~24.5℃之间, 底层测值在 22.4℃~23.8℃之间。

● 盐度: 表层测值在 29.3~34.5 之间, 底层测值在 30.9~33.1 之间。

● pH 值: 表层测值在 7.81~8.09 之间, 底层测值在 7.86~7.98 之间。全部站位表、底层的 pH 值均符合第一类海水水质标准。各站位基本满足《广东省海洋功能区划》的要求。

● 溶解氧: 表层测值在 6.71mg/L~8.23mg/L 之间, 底层测值在 6.73mg/L~7.47mg/L 之间。全部站位表、底层的溶解氧含量均符合第一类海水水质标准, 各站位均满足《广东省海洋功能区划》的要求。

● 化学需氧量: 表层测值在 0.85mg/L~2.39mg/L 之间, 底层测值在 1.72mg/L~1.76mg/L 之间。全部站位表、底层的化学需氧量均符合第二类海水水质标准, 各站位均满足《广东省海洋功能区划》的要求。

● 无机氮：表层测值在 0.006mg/L~0.105mg/L 之间，底层测值在 0.011mg/L~0.019mg/L 之间。全部站位表、底层的无机氮含量均符合第一类海水水质标准。各站位基本满足《广东省海洋功能区划》的要求。

● 无机磷：表层测值在 0.011mg/L~0.045mg/L 之间，底层测值在 0.011mg/L~0.029mg/L 之间。85%站位的表层以及全部站位的底层无机磷含量均符合第二类海水水质标准。各站位基本满足《广东省海洋功能区划》的要求。

● 硅酸盐：表层测值在 0.932mg/L~1.77mg/L 之间，底层测值在 1.05mg/L~1.68mg/L 之间。

● 悬浮物：表层测值在 8.5mg/L~78.4mg/L 之间，底层测值在 25.6mg/L~38.8mg/L 之间。

● 铜：表层测值在 $0.58\ \mu\text{g/L}$ ~ $2.33\ \mu\text{g/L}$ 之间，底层测值在 $1.05\ \mu\text{g/L}$ ~ $1.24\ \mu\text{g/L}$ 之间，全部站位表、底层铜含量均符合第一类海水水质标准。各站位均满足《广东省海洋功能区划》的要求。

● 锌：表层测值在 $1.28\ \mu\text{g/L}$ ~ $12.4\ \mu\text{g/L}$ 之间，底层测值在 $1.63\ \mu\text{g/L}$ ~ $4.34\ \mu\text{g/L}$ 之间，全部站位表、底层锌含量均符合第一类海水水质标准。各站位均满足《广东省海洋功能区划》的要求。

● 铅：表层测值在 ND~ $0.43\ \mu\text{g/L}$ 之间，底层测值在 ND~ $0.22\ \mu\text{g/L}$ 之间，全部站位表、底层铅含量均符合第一类海水水质标准。各站位均满足《广东省海洋功能区划》的要求。

● 镉：表层测值在 $0.03\ \mu\text{g/L}$ ~ $0.09\ \mu\text{g/L}$ 之间，底层测值在 $0.04\ \mu\text{g/L}$ ~ $0.06\ \mu\text{g/L}$ 之间，全部站位表、底层镉含量均符合第一类海水水质标准。各站位均满足《广东省海洋功能区划》的要求。

● 铬：表层测值在 $0.43\ \mu\text{g/L}$ ~ $0.59\ \mu\text{g/L}$ 之间，底层测值在 $0.50\ \mu\text{g/L}$ ~ $0.53\ \mu\text{g/L}$ 之间，全部站位表、底层铬含量均符合第一类海水水质标准。各站位均满足《广东省海洋功能区划》的要求。

● 镍：表层测值在 $0.89\ \mu\text{g/L}$ ~ $1.61\ \mu\text{g/L}$ 之间，底层测值在 $1.04\ \mu\text{g/L}$ ~ $1.45\ \mu\text{g/L}$ 之间，全部站位表、底层镍含量均符合第一类海水水质标准。各站位均满足《广东省海洋功能区划》的要求。

●汞：表层测值在 ND~0.395 $\mu\text{g/L}$ 之间，底层测值在 0.038 $\mu\text{g/L}$ ~0.203 $\mu\text{g/L}$ 之

间，仅 2 个站位的表层以及 1 个站位的底层汞含量略超第二类海水水质标准。各站位基本满足《广东省海洋功能区划》的要求。

●砷：表层测值在 0.518 $\mu\text{g/L}$ ~1.86 $\mu\text{g/L}$ 之间，底层测值在 0.635 $\mu\text{g/L}$ ~1.10 $\mu\text{g/L}$ 之间，全部站位表、底层砷含量均符合第一类海水水质标准。各站位均满足《广东省海洋功能区划》的要求。

●石油类：测值在 ND~0.03mg/L 之间，全部站位石油类含量均符合第一类海水水质标准。各站位均满足《广东省海洋功能区划》的要求。

●硫化物：测值均为 N.D，均符合第一类海水水质标准。各站位均满足《广东省海洋功能区划》的要求。

●挥发酚：测值均为 N.D，均符合第一类海水水质标准。各站位均满足《广东省海洋功能区划》的要求。

●氟化物：表层测值在 0.60mg/L~0.73mg/L 之间，底层测值在 0.60mg/L~0.69mg/L 之间；

●可吸附有机卤素(AOX)：表层测值在 0.513mg/L~5.85mg/L 之间，底层测值在 0.614mg/L~2.02mg/L 之间。

评价结果显示，水体中 pH 值、溶解氧、铜、锌、镉、砷、铅、铬、镍、石油类、硫化物、挥发酚以及无机氮含量均符合第一类海水水质标准；90%站位的表层水质汞含量、全部站位的化学需氧量、85%站位的表层以及全部站位的底层无机磷含量均符合第二类海水水质标准。

根据《广东省海洋功能区划》的要求，调查海域水体中 pH 值、溶解氧、铜、锌、镉、砷、铅、铬、镍、石油类、硫化物、挥发酚、无机氮以及化学需氧量等均满足规划的要求；仅 15%站位表层的无机磷含量、10%站位表层以及 1 个站位的底层水质汞含量略超出第二类海水水质标准。因此，上述指标均基本满足《广东省海洋功能区划》要求。

表4.2.4-3 海水水质调查结果表

站 位	层 次	水深	透明度	温度	盐度	pH	DO	COD	悬浮物	石油类	无机磷	硅酸盐	氟化物	硫化物	挥发酚
		m	m	℃			mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	μg/L
S1	表	0.8	0.5	23.3	34.0	8.05	7.59	1.19	12.4	0.01	0.011	1.08	0.71	ND	ND
S2	表	2.0	1.0	24.1	33.9	8.09	8.23	1.32	26.2	0.01	0.016	1.77	0.69	ND	ND
S3	表	6.0	1.5	22.3	33.7	7.97	7.34	0.85	9.6	0.01	0.019	1.48	0.65	ND	ND
S4	表 底	14.5	1.5	22.6	33.6	7.81	7.07	1.55	24.0	0.01	0.013	1.33	0.61	ND	ND
				22.5	31.6	7.86	6.73	1.74	28.0		0.011	1.05	0.60	ND	ND
S5	表	7.0	1.1	23.6	33.7	8.04	7.39	1.72	18.5	0.02	0.026	1.13	0.67	ND	ND
S6	表	2.0	1.0	24.1	33.9	8.09	7.47	1.50	26.4	0.03	0.020	0.938	0.70	ND	ND
S7	表	5.0	1.3	21.8	33.8	7.96	7.29	1.17	16.0	0.01	0.018	1.05	0.72	ND	ND
S8	表	9.5	1.7	22.4	33.6	8.02	7.91	1.58	20.4	0.01	0.045	1.48	0.68	ND	ND
S9	表	4.5	1.3	21.6	34.2	8.00	6.71	1.41	19.4	0.01	0.022	0.932	0.67	ND	ND
S10	表	1.1	0.8	22.4	33.6	7.96	7.27	1.52	14.2	0.01	0.023	1.30	0.69	ND	ND
S11	表	1.8	1.2	22.8	33.4	7.96	7.76	1.48	11.8	0.01	0.021	1.36	0.66	ND	ND
S12	表	5.5	1.8	20.9	34.5	7.95	6.78	1.64	19.0	0.01	0.021	1.56	0.73	ND	ND
S13	表 底	11.0	2.0	21.9	33.5	7.99	7.53	1.71	13.9	0.01	0.021	1.27	0.66	ND	ND
				22.4	33.1	7.98	7.09	1.76	38.8		0.029	1.32	0.69	ND	ND
S14	表	3.8	1.0	24.5	32.1	8.01	7.29	1.54	8.6	ND	0.025	1.10	0.70	ND	ND
S15	表	2.8	1.3	23.4	32.5	7.96	7.31	1.87	27.0	0.01	0.029	1.57	0.69	ND	ND
S16	表	9.5	2.0	21.5	33.0	7.98	7.11	1.60	13.5	0.01	0.039	1.16	0.60	ND	ND

S17	表	3.6	1.0	23.4	32.8	7.95	6.94	1.61	21.6	0.01	0.025	1.33	0.68	ND	ND
S18	表底	10.0	1.8	24.1	30.9	7.96	7.59	1.45	17.2	0.01	0.027	1.14	0.67	ND	ND
				23.8	30.9	7.98	7.47	1.72	25.6		0.018	1.68	0.64	ND	ND
S19	表	4.0	1.1	23.9	30.9	7.95	8.14	1.87	29.2	0.01	0.022	1.14	0.60	ND	ND
S20	表	6.5	1.0	24.5	29.3	7.89	7.43	2.39	78.4	0.01	0.035	1.45	0.60	ND	ND
最小值		0.8	0.5	20.9	29.3	7.81	6.71	0.85	8.6	ND	0.011	0.932	0.60	ND	ND
最大值	表	14.5	2.0	24.5	34.5	8.09	8.23	2.39	78.4	0.03	0.045	1.77	0.73	ND	ND
平均值		5.5	1.3	23.0	33.0	7.98	7.41	1.55	21.4	0.01	0.024	1.28	0.67	ND	ND
最小值				22.4	30.9	7.86	6.73	1.72	25.6		0.011	1.05	0.60	ND	ND
最大值	底	-	-	23.8	33.1	7.98	7.47	1.76	38.8	-	0.029	1.68	0.69	ND	ND
平均值				22.9	31.9	7.94	7.10	1.74	30.8		0.020	1.35	0.64	ND	ND

注：“ND”表示未检出或低于检出限，“-”表示未监测该指标。

表4.2.4-4 海水水质调查结果续表

站 位	层 次	亚硝酸盐	硝酸盐	氨氮	无机氮	铜	锌	镉	铅	铬	镍	砷	汞	可吸附有 机卤素
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	mg/L
S1	表	0.004	0.004	0.048	0.056	0.66	1.50	0.05	ND	0.47	0.92	0.913	0.073	0.631
S2	表	0.004	0.017	0.035	0.056	0.76	4.63	0.06	0.20	0.53	1.05	1.86	ND	0.588
S3	表	0.002	0.009	0.036	0.046	0.84	4.71	0.07	0.08	0.51	1.26	0.760	0.022	0.845
S4	表底	0.002	ND	0.011	0.013	0.81	5.70	0.05	ND	0.43	1.16	1.04	ND	0.927
		ND	ND	0.011	0.011	1.24	1.63	0.04	0.22	0.52	1.04	0.635	0.105	0.614
S5	表	ND	ND	0.035	0.035	0.58	1.66	0.05	ND	0.51	0.89	0.678	0.098	0.847

S6	表	ND	ND	0.023	0.023	1.63	2.62	0.04	0.20	0.53	0.91	0.689	0.008	1.86
S7	表	0.001	ND	0.022	0.023	0.66	1.48	0.03	0.14	0.50	1.06	0.586	0.020	0.524
S8	表	0.002	ND	0.017	0.019	0.68	1.74	0.04	ND	0.49	1.03	0.696	0.157	0.513
S9	表	0.001	ND	0.038	0.039	0.68	2.27	0.04	ND	0.48	1.14	0.718	0.025	0.589
S10	表	0.002	ND	0.025	0.027	0.77	2.46	0.04	0.08	0.50	1.04	1.43	0.045	1.37
S11	表	0.003	ND	0.033	0.036	0.68	1.28	0.04	ND	0.52	1.19	0.854	0.150	1.36
S12	表	ND	ND	0.019	0.019	0.66	1.43	0.04	ND	0.51	1.03	0.518	0.135	1.07
S13	表底	0.001	ND	0.039	0.039	0.78	1.36	0.04	ND	0.43	0.96	0.672	0.119	0.910
		ND	ND	0.019	0.019	1.05	4.10	0.05	ND	0.53	1.28	0.651	0.203	1.23
S14	表	ND	ND	0.022	0.022	2.33	4.08	0.07	0.15	0.59	1.40	0.600	ND	1.03
S15	表	0.001	ND	0.017	0.018	0.73	1.30	0.06	ND	0.53	1.23	0.691	ND	1.18
S16	表	0.001	ND	0.005	0.006	0.71	1.38	0.06	ND	0.50	1.22	0.641	0.194	0.860
S17	表	0.002	ND	0.010	0.012	1.06	3.91	0.08	0.43	0.56	1.25	1.16	0.026	1.10
S18	表底	0.002	ND	0.042	0.044	1.15	6.05	0.06	ND	0.48	1.25	1.00	0.051	1.34
		ND	ND	0.011	0.011	1.20	4.34	0.06	ND	0.50	1.45	1.10	0.038	2.02
S19	表	ND	ND	0.048	0.048	1.38	12.4	0.09	0.10	0.54	1.33	0.999	0.362	5.85
S20	表	0.008	0.059	0.038	0.105	1.14	8.37	0.09	0.13	0.54	1.61	1.35	0.395	1.73
最小值		ND	ND	0.005	0.006	0.58	1.28	0.03	ND	0.43	0.89	0.518	ND	0.513
最大值	表	0.008	0.059	0.048	0.105	2.33	12.4	0.09	0.43	0.59	1.61	1.86	0.395	5.85
平均值		0.002	0.022	0.028	0.034	0.93	3.52	0.05	0.17	0.51	1.15	0.893	0.118	1.26
最小值		ND	ND	0.011	0.011	1.05	1.63	0.04	ND	0.50	1.04	0.635	0.038	0.614
最大值	底	ND	ND	0.019	0.019	1.24	4.34	0.06	0.22	0.53	1.45	1.10	0.203	2.02
平均值		ND	ND	0.014	0.014	1.16	3.36	0.05	0.22	0.52	1.26	0.794	0.115	1.29

注：“ND”表示未检出或低于检出限，“-”表示未监测该指标。

表4.2.4-5 评价指数统计表

站位	层次	全部站位执行第二类海水水质标准															
		pH	DO	COD	无机氮	无机磷	石油类	硫化物	挥发酚	铜	锌	镉	铅	铬	镍	砷	汞
S1	表	0.286	0.233	0.397	0.187	0.378	0.200	ND	ND	0.066	0.030	0.011	ND	0.005	0.092	0.030	0.365
S2	表	0.171	0.538	0.440	0.187	0.529	0.200	ND	ND	0.076	0.093	0.012	0.039	0.005	0.105	0.062	ND
S3	表	0.514	0.114	0.283	0.155	0.629	0.200	ND	ND	0.084	0.094	0.015	0.016	0.005	0.126	0.025	0.110
S4	表底	0.971	0.014	0.517	0.042	0.445	0.200	ND	ND	0.081	0.114	0.011	ND	0.004	0.116	0.035	ND
		0.829	0.176	0.580	0.038	0.378	0.000	ND	ND	0.124	0.033	0.007	0.044	0.005	0.104	0.021	0.525
S5	表	0.314	0.138	0.573	0.117	0.867	0.400	ND	ND	0.058	0.033	0.009	ND	0.005	0.089	0.023	0.490
S6	表	0.171	0.176	0.500	0.077	0.662	0.600	ND	ND	0.163	0.052	0.008	0.041	0.005	0.091	0.023	0.040
S7	表	0.543	0.090	0.390	0.076	0.612	0.200	ND	ND	0.066	0.030	0.007	0.028	0.005	0.106	0.020	0.100
S8	表	0.371	0.386	0.527	0.063	1.499	0.200	ND	ND	0.068	0.035	0.007	ND	0.005	0.103	0.023	0.785
S9	表	0.429	0.186	0.470	0.131	0.729	0.200	ND	ND	0.068	0.045	0.009	ND	0.005	0.114	0.024	0.125
S10	表	0.543	0.081	0.507	0.091	0.767	0.200	ND	ND	0.077	0.049	0.008	0.016	0.005	0.104	0.048	0.225
S11	表	0.543	0.314	0.493	0.121	0.700	0.200	ND	ND	0.068	0.026	0.007	ND	0.005	0.119	0.028	0.750
S12	表	0.571	0.152	0.547	0.064	0.712	0.200	ND	ND	0.066	0.029	0.007	ND	0.005	0.103	0.017	0.675
S13	表底	0.457	0.205	0.570	0.131	0.696	0.200	ND	ND	0.078	0.027	0.007	ND	0.004	0.096	0.022	0.595
		0.486	0.005	0.587	0.063	0.980	0.000	ND	ND	0.105	0.082	0.010	ND	0.005	0.128	0.022	1.015
S14	表	0.400	0.090	0.513	0.075	0.830	ND	ND	ND	0.233	0.082	0.015	0.029	0.006	0.140	0.020	ND
S15	表	0.543	0.100	0.623	0.059	0.963	0.200	ND	ND	0.073	0.026	0.011	ND	0.005	0.123	0.023	ND
S16	表	0.486	0.005	0.533	0.019	1.298	0.200	ND	ND	0.071	0.028	0.012	ND	0.005	0.122	0.021	0.970

S17	表	0.571	0.076	0.537	0.039	0.830	0.200	ND	ND	0.106	0.078	0.016	0.086	0.006	0.125	0.039	0.130
S18	表底	0.543	0.233	0.483	0.146	0.896	0.200	ND	ND	0.115	0.121	0.012	ND	0.005	0.125	0.033	0.255
		0.486	0.176	0.573	0.035	0.612	0.000	ND	ND	0.120	0.087	0.012	ND	0.005	0.145	0.037	0.190
S19	表	0.571	0.495	0.623	0.159	0.733	0.200	ND	ND	0.138	0.248	0.018	0.019	0.005	0.133	0.033	1.810
S20	表	0.743	0.157	0.797	0.349	1.181	0.200	ND	ND	0.114	0.167	0.018	0.026	0.005	0.161	0.045	1.975
超标率	表底	0	0	0	0	15%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33.3%
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10%

4.4 沉积物现状调查与评价

4.4.1 调查概况

(1) 调查项目

调查内容：汞、砷、铜、铅、镉、锌、铬、镍、石油类、硫化物、有机碳等共 11 项。

(2) 采样方法

根据《海洋监测规范》（GB 17378.3-2007）中的要求，进行沉积物样品的采集、保存与运输。到达指定站位后，将绞车的钢丝绳与 0.1m² 和 0.05m² 抓斗式采泥器连接，同时测量站位水深，开动绞车将采泥器下放至离海底 3m~5m 时，全速开动绞车使其降至海底。然后将采泥器提至接样板上，打开采泥器上部耳盖，轻轻倾斜使上部积水缓慢流出后，用塑料到或勺从采泥器耳盖中仔细取上部 0cm~1cm 的沉积物。如遇砂砾层，可在 0cm~3cm 层内混合取样。现场记录底质类型，并分装与处理、保存。

(3) 分析方法

样品的分析按照《海洋监测规范》（GB 17378.5-2007）、《海洋监测技术规程 第 2 部分：沉积物》（HY/T 147.2-2013）进行，各项的分析方法如下表。

表 4.2.5-1 海洋沉积物检测方法

检测项目	检测方法	单位	检出限
硫化物	《海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007 (17.1)	10 ⁻⁶	0.3
有机碳	《海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007 (18.1)	%	/
油类	《海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007 (13.1)	10 ⁻⁶	1.0
镉	《海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007	10 ⁻⁶	0.04
铅	《海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007	10 ⁻⁶	1.0
铜	《海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007	10 ⁻⁶	0.5
铬	《海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007	10 ⁻⁶	2.0
锌	《海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007	10 ⁻⁶	2.0
砷	《海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007	10 ⁻⁶	0.06

汞	《海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007	10^{-6}	0.002
---	--	-----------	-------

4.4.2 评价方法

(1) 评价内容

海洋沉积物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，综合阐述海洋沉积物的现状与特征，主要包括：

①简要评价调查海域海洋沉积物质量的基本特征；针对特殊测值和现象给出致因分析；

②根据调查站位所在功能区对海洋沉积物的要求，评价各监测要素达标及超标情况。

(2) 评价方法

评价采用单因子标准指数法进行，公式如下：

$$I_i = C_i / S_i$$

式中： I_i — i 项评价因子的标准指数； C_i — i 项评价因子的实测值； S_i — i 项评价因子的评价标准值。

评价因子的标准指数 >1 ，则表明该项沉积物质量已超过了规定的标准。

(3) 评价标准

评价标准应采用 GB18668 中的相应指标，见表 4.2.5-2。

表 4.2.5-2 海洋沉积物质量标准 单位： $\times 10^{-6}$

序号	项目	第一类	第二类	第三类
1	汞 $\leq$	0.20	0.50	1.00
2	镉 $\leq$	0.50	1.50	5.00
3	铅 $\leq$	60.0	130.0	250.0
4	锌 $\leq$	150.0	350.0	600.0
5	铜 $\leq$	35.0	100.0	200.0
6	铬 $\leq$	80.0	150.0	270.0
7	砷 $\leq$	20.0	65.0	93.0
8	有机碳 $\leq$	2.0	3.0	4.0
9	石油类 $\leq$	500.0	1000.0	1500.0
10	硫化物 $\leq$	300.0	500.0	600.0

4.4.3 沉积物质量调查结果与评价

于调查海域采集了 12 个站位沉积物样品，其质量评价标准采用《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）中分级标准进行，评价采用单因子标准指数法。按照《广东省海洋功能区划》的要求，全部站位执行不低于第一类的海洋沉积物质量标准。

结果表明，全部站位的铜、锌、铅、镉、汞、砷、石油类、硫化物和总有机碳等含量以及 60%站位的铬含量均符合第一类海洋沉积物质量标准，40%站位的铬含量略超出其第一类海洋沉积物质量标准。综上，本次沉积物调查的各个指标达标率分别为：铜（100%）、锌（100%）、铅（100%）、镉（100%）、汞（100%）、砷（100%）、铬（60%）、石油类（100%）、硫化物（100%）和总有机碳（100%），基本均满足《广东省海洋功能区划》的要求。

- 铜：测值在 $5.92 \times 10^{-6} \sim 16.6 \times 10^{-6}$ 之间，平均值为 11.3×10^{-6} 。
- 锌：测值在 $43.7 \times 10^{-6} \sim 85.4 \times 10^{-6}$ 之间，平均值为 63.5×10^{-6} 。
- 铅：测值在 $17.3 \times 10^{-6} \sim 37.8 \times 10^{-6}$ 之间，平均值为 29.6×10^{-6} 。
- 镉：测值在 $0.069 \times 10^{-6} \sim 0.151 \times 10^{-6}$ 之间，平均值为 0.107×10^{-6} 。
- 铬：测值在 $40.6 \times 10^{-6} \sim 89.3 \times 10^{-6}$ 之间，平均值为 66.5×10^{-6} 。
- 镍：测值在 $12.5 \times 10^{-6} \sim 28.4 \times 10^{-6}$ 之间，平均值为 20.0×10^{-6} 。
- 汞：测值在 $0.001 \times 10^{-6} \sim 0.033 \times 10^{-6}$ 之间，平均值为 0.015×10^{-6} 。
- 砷：测值在 $6.49 \times 10^{-6} \sim 12.9 \times 10^{-6}$ 之间，平均值为 27.2×10^{-6} 。
- 石油烃：测值在 $15.0 \times 10^{-6} \sim 26.5 \times 10^{-6}$ 之间，平均值为 17.7×10^{-6} 。
- 硫化物：测值在 $0.62 \times 10^{-6} \sim 76.4 \times 10^{-6}$ 之间，平均值为 14.4×10^{-6} 。
- 有机碳：测值在 $0.08 \times 10^{-2} \sim 0.97 \times 10^{-2}$ 之间，平均值为 0.29×10^{-2} 。

表4.2.5-3 沉积物质量调查结果

站位	含水率 %	Cu	Zn	Pb	Cd	Hg	As	Cr	Ni	石油 烃	硫化 物	总有机碳 ($\times 10^{-2}$)
S2	16.6	8.22	50.3	31.3	0.078	0.010	8.24	62.4	12.5	22.4	0.89	0.12
S3	20.4	7.73	48.5	37.8	0.069	0.012	12.9	49.0	14.1	16.3	76.4	0.08
S5	19.0	9.25	57.6	21.4	0.088	0.015	7.6	52.2	16.6	17.7	6.49	0.09
S8	23.2	15.8	85.4	36.7	0.131	0.016	9.6	81.4	27.8	15.6	1.48	0.12

S10	48.4	15.5	77.5	32.6	0.134	0.033	10.1	80.3	25.4	26.5	4.00	0.72
S11	26.5	9.63	60.5	24.4	0.082	0.019	6.49	63.7	16.5	15.8	24.7	0.28
S13	44.6	14.7	74.4	32.1	0.145	0.029	12.4	89.3	28.4	15.9	0.62	0.97
S15	27.0	5.92	43.7	17.3	0.073	0.014	8.45	40.6	13.4	15.3	2.14	0.11
S17	20.4	9.60	61.5	27.3	0.118	0.003	6.77	58.2	16.9	16.9	24.3	0.13
S18	25.6	16.6	75.7	35.3	0.151	0.001	11.2	87.8	28.3	15.0	3.46	0.27
最小值	16.6	5.92	43.7	17.3	0.069	0.001	6.49	40.6	12.5	15.0	0.62	0.08
最大值	48.4	16.6	85.4	37.8	0.151	0.033	12.9	89.3	28.4	26.5	76.4	0.97
平均值	27.2	11.3	63.5	29.6	0.107	0.015	9.38	66.5	20.0	17.7	14.4	0.29

表4.2.5-4 沉积物质量评价指数

站位	全部站位执行第一类沉积物质量标准									
	Cu	Zn	Pb	Cd	Hg	As	Cr	石油 烃	硫化物	总有机 碳
S2	0.235	0.335	0.521	0.155	0.050	0.412	0.780	0.045	0.003	0.062
S3	0.221	0.323	0.630	0.139	0.060	0.645	0.612	0.033	0.255	0.041
S5	0.264	0.384	0.357	0.176	0.075	0.380	0.653	0.035	0.022	0.047
S8	0.453	0.569	0.612	0.263	0.080	0.480	1.018	0.031	0.005	0.062
S10	0.442	0.517	0.544	0.268	0.165	0.505	1.004	0.053	0.013	0.360
S11	0.275	0.404	0.407	0.164	0.095	0.325	0.796	0.032	0.082	0.142
S13	0.421	0.496	0.535	0.291	0.145	0.620	1.116	0.032	0.002	0.485
S15	0.169	0.291	0.288	0.146	0.070	0.423	0.507	0.031	0.007	0.056
S17	0.274	0.410	0.454	0.236	0.015	0.339	0.728	0.034	0.081	0.064
S18	0.473	0.505	0.588	0.302	0.005	0.560	1.097	0.030	0.012	0.135
超标率	0	0	0	0	0	0	40%	0	0	0

4.5 海洋生态

4.5.1 调查概况

(1) 调查项目

包括叶绿素 *a* 和初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物、鱼卵和仔稚鱼、游泳动物（鱼类、甲壳类、头足类）调查。

(2) 调查方法

① 叶绿素 *a* 和初级生产力：与水质采样相同，根据水深，用采水器采集表、底两层或者表层水样，采样后量取一定体积（2L）水样，经 GF/F 玻璃纤维滤膜过滤（过滤时抽气负压小于 50 kPa）后，将滤膜对折，用铝箔包好冷冻保存，带回实验室用分光光度计法测定，分析其水体叶绿素 *a* 含量的平面分布及季节变化，计算初级生产力。

② **浮游植物**：浮游植物定量分析样品用浅水Ⅲ型浮游生物网自底至表层作垂直拖网进行采集。拖网时，落网速度为 0.5m/s，起网为 0.5m/s~0.8m/s。样品用缓冲甲醛溶液固定，加入量为样品体积的 5%。样品带回实验室经浓缩后镜检、观察、鉴定和计数。分析其种类组成、数量分布、主要优势种及其多样性分析。

③ **浮游动物**：浮游动物样品用浅水Ⅰ型与浅水Ⅱ型浮游生物网分别从底层至表层垂直拖曳采集大型及中小型浮游动物。采得的样品在现场用中性甲醛溶液固定，加入量为样品的 5%。在室内挑去杂物后以湿重法称取浮游动物的生物量，然后在体视显微镜下对标本进行鉴定和计数。分析其种类组成、数量分布、主要优势种及其多样性分析，并提供其种类名录。

④ **底栖生物**：定量样品采用 0.05m² 采泥器，在每站位连续采集平行样品 4 次，0.1m² 采泥器，在每站位连续采集平行样 2 次，经孔径为 0.50mm 的筛网筛洗干净后，剩余物用体积分数为 5%~7% 的中性甲醛溶液暂时性保存。样品在实验室内进行计数、称重及种类鉴定，分析其种类组成、数量分布、主要优势种及其多样性分析，并提供其种类名录。

⑤ **潮间带生物**：在项目附近以及相关敏感目标附近设立不同底质类型（泥滩、沙滩和岩滩）的 6 条潮间带生物调查断面，在各断面潮间带的高（2 个站）、中（3 个站）、低潮区（1 个站）分别采集定性样品和定量样品。定性样品在各断面周围随机采取；定量样品则用大小为 25cm×25cm（或 50cm×50cm）的取样框随机抛投，样框内所获底栖生物样品用 5% 左右的中性福尔马林溶液固定保存，带回实验室分析、鉴定、计数和称重。

⑥ **鱼卵与仔稚鱼**：调查选择适于在调查海区作业且设备条件良好的渔船承担，按照 GB/T 12763.6-2007 的相关规定进行样品的采集、保存和运输。定量样品网具使用浅水Ⅰ型浮游生物网垂直采样，并配置网口流量计，角弧形量角器、沉锤等设备，由海底至海面垂直拖网。落网速度为 0.5 m/s，起网速度为 0.5 m/s~0.8 m/s；定性样品采用大型浮游生物网，已 2kn 速度水平拖拽 10min。

⑦ 游泳动物

游泳生物调查按照 GB/T 12763.6-2007 的相关规定进行样品的采集、保存和运输。

A 调查船舶要求：游泳生物调查船应由专业调查船承担，或选择适于在调查海区作业且设备条件良好的渔船承担，调查船舶应具备能在调查海区中定位的卫星定位仪、

能在调查海区与陆地基地联络的通讯设备，性能良好的探鱼仪和雷达，能随时观察曳网情况的网位仪，与调查水深和调查网具相匹配的起网机和起吊设备，具备渔获物样品冷藏库或冷冻库。

B 调查工作流程：采用单船有翼单囊拖网进行作业。调查时间选择在白天进行，综合拖速、拖向、流向、流速、风向和风速等多种因素，在距离站位位置 2n mile~4n mile 处放网，拖速控制在 3kn~4kn 左右，经 1 小时后正好到达站位位置或附近。临放网前准确测定船位，放网时间以停止曳网投放，曳网着底开始受力时为准。拖网中尽量保持拖网方向朝向拖网站位，注意周围船只动态和调查船的拖网是否正常等，若出现不正常拖网时，视其情况改变拖向或立即起网。临起网前准确记录船位，起网时间以起网机开始卷收曳网时间为准。如遇严重破网等导致渔获量大量减少时，应重新拖网。

C 样品处理：将囊网里全部渔获物收集，记录估计的网次总质量（kg）。渔获物总质量在 40kg 以下时，全部取样分析；渔获物大于 40kg 时，从中挑出大型的和稀有的标本后，从渔获物中随机取出渔获物分析样品 20kg 左右，然后把余下的渔获物按品种和不同规格装箱，记录该站位准确渔获物总质量（kg）。

（3）分析方法

样品的分析采用《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）进行，各项的分析方法如下表 4.2.6-1。

表 4.2.6-1 海洋生态检测方法

检测项目	检测方法/依据	分析仪器	检出限
叶绿素 a	《海洋监测规范 第 7 部分：近海污染生态调查和生物监测》GB 17378.7-2007 分光光度法 8.2	UV-8000 紫外可见分光光度计	0.2 μg/L
浮游生物生态调查(浮游植物、浮游动物)	《海洋监测规范 第 7 部分：近海污染生态调查和生物监测》GB17378.7-2007 浮游生物生态调查 5	SZM-7045TR 体视显微镜 N-10E 生物显微镜 AUY220 电子天平	/
大型底栖生物调查	《海洋监测规范 第 7 部分：近海污染生态调查和生物监测》GB17378.7-2007 大型底栖生物生态调查 6	SZM-7045TR 体视显微镜 AUY220 电子天平	/
鱼类浮游生物	《海洋调查规范 第 6 部分：海洋生物调查 鱼类浮游生物调查》GB/T 12763.6—2007（9）	SZM-7045TR 体视显微镜	/
游泳动物	《海洋调查规范 第 6 部分：海洋生物调查 游泳动物调查》GB/T 12763.6—2007（14）	AUY220 电子天平 YP20002 电子天平	/

检测项目	检测方法/依据	分析仪器	检出限
潮间带生物生态调查	《海洋监测规范 第7部分：近海污染生态调查和生物监测》GB17378.7-2007 潮间带生物生态调查 7	AUY220 电子天平	/

4.5.2 评价方法

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

1) 初级生产力

采用叶绿素 *a* 法，按照 Cadee 和 Hegeman(1974)提出的简化公式估算：

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

式中：P：初级生产力 (mg · C/m² · d) ；

C_a：表层叶绿素 *a* 含量 (mg/m³) ；

Q：同化系数 (mg · C/(mgChl-*a* · h))，根据南海海洋研究所以往调查结果，这里取 3.70；

L：真光层的深度 (m) ；

t：白昼时间 (h)，11h。

2) 优势度

优势度 (Y) 应用以下公式计算： $Y = \frac{n_i}{N} f_i$ ，式中：n_i 为第 *i* 种的个体数；f_i 是该种在各站中出现的频率；N 为所有站每个种出现的总个体数。

3) 多样性指数

Shannon-Wiener 指数计算公式为： $H' = -\sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i$ ，式中：H' 一种类多样性指数，S—样品中的种类总数，P_i—第 *i* 种的个体数与总个体数的比值。

4) 均匀度

Pielou 均匀度公式为： $J = H' / \log_2 S$ ，式中：J—均匀度，H' 一种类多样性指数，S—样品中的种类总数。

5) 鱼卵仔鱼

鱼卵仔鱼的密度计算方法根据面积、拖网距离和鉴定的鱼卵仔鱼数量，按以下公式计算单位体积内鱼卵仔鱼的分布密度：

$$V = N / (S \times L)$$

式中：V——鱼卵仔鱼的分布密度，单位为个/m³、尾/m³

N——每网鱼卵仔鱼数量，单位为(个，尾)

S——网口面积，单位为 m²

L——拖网距离，单位为 m

6) 游泳生物评估资源密度和确定优势种的方法

评估资源密度的方法：资源数量的评估根据底拖网扫海面积法（密度指数法），来估算评价区的资源重量密度和生物个体密度，求算公式为 $S = (y) / a(1-E)$

其中：S—重量密度 (kg/ km²) 或个体密度 (ind/ km²)

a—底拖网每小时的扫海面积（每小时的扫海面积为 0.02556 km²）

y—平均渔获率 (kg/h) 或平均生物个体密度 (ind/h)

E—逃逸率（取 0.5）

确定优势种的方法：根据渔获物中个体大小悬殊的特点，选用 Pinkas 等提出的相对重要性指数 IRI，来分析渔获物在群体数量组成中其生态的地位，依此确定优势种。IRI 计算公式为 $IRI = (N+W) F$ 。

式中：N—某一种类的尾数占渔获总尾数的百分比

W—某一种类的重量占渔获总重量的百分比

F—某一种类的出现的断面数占调查总断面数的百分比

4.5.3 叶绿素 a 和初级生产力

叶绿素浓度范围为 2.05~6.49mg/m³，平均浓度为 3.88mg/m³，见表 3-3。初级生产力均值为 280.06mgC/m² · d(179.20mgC/m² · d~378.20mgC/m² · d)。

4.5.4 浮游植物

共鉴定出浮游植物 3 门 23 属 36 种(见表 3-4)。硅藻门种类最多，共 17 属 30 种，占总种类数的 83.3%；甲藻门出现 5 属 5 种，占总种类数的 13.9%；绿藻门出现 1 属 1 种，占总种类数的 2.78%。出现种类较多的属为硅藻门中的菱形藻属(5 种)与角毛藻属(5 种)。

浮游植物细胞丰度均值为 2.45×10^4 cells/L(0.64×10^4 cells/L~ 8.89×10^4 cells/L)。最高值出现在 S2 站，最小值出现在 S13 站。构成细胞丰度的主要种为柔弱菱形藻，占总丰度的 17.15%。

调查海域共出现浮游植物优势种 4 种, 分别为柔弱菱形藻、新月菱形藻、尖布纹藻以及中肋骨条藻。

浮游植物水样品的单纯度指数(C)均值为 0.24(0.13~0.37), 多样性指数(H')均值为 2.42(1.66~3.16), 均匀度指数(J')均值为 0.83(0.67~0.95), 丰富度指数(d)均值为 16.70(3.66~47.16)。

4.5.5 浮游动物

共鉴定出浮游植物 3 门 23 属 36 种(见表 3-4)。硅藻门种类最多, 共 17 属 30 种, 占总种类数的 83.3%; 甲藻门出现 5 属 5 种, 占总种类数的 13.9%; 绿藻门出现 1 属 1 种, 占总种类数的 2.78%。出现种类较多的属为硅藻门中的菱形藻属(5 种)与角毛藻属(5 种)。

浮游植物细胞丰度均值为 2.45×10^4 cells/L(0.64×10^4 cells/L~ 8.89×10^4 cells/L)。最高值出现在 S2 站, 最小值出现在 S13 站。构成细胞丰度的主要种为柔弱菱形藻, 占总丰度的 17.15%。

调查海域共出现浮游植物优势种 4 种, 分别为柔弱菱形藻、新月菱形藻、尖布纹藻以及中肋骨条藻。

浮游植物水样品的单纯度指数(C)均值为 0.24(0.13~0.37), 多样性指数(H')均值为 2.42(1.66~3.16), 均匀度指数(J')均值为 0.83(0.67~0.95), 丰富度指数(d)均值为 16.70(3.66~47.16)。

4.5.6 鱼卵仔鱼

本次调查的鱼卵共检出 10 科, 仔稚鱼共检出 12 科。

调查海域的鱼卵密度均值为 7.34 个/ m^3 (0.26~34.08 个/ m^3), S4 站最高(34.08 个/ m^3), S17 站最低(0.26 个/ m^3)。仔稚鱼密度均值为 0.89 尾/ m^3 (0.10~1.63 尾/ m^3), S20 的仔稚鱼密度最高, 达 1.63 尾/ m^3 , S17 站最低(0.26 尾/ m^3)。

4.5.7 底栖生物

共鉴定大型底栖生物 7 门 17 种。其中, 节肢动物种类最多(为 6 种), 各占总种类数的 35.29%; 环节动物 5 种, 占总种类数的 29.41%; 棘皮动物 2 种, 占总种类数的 11.76%; 脊索动物、腔肠动物、软体动物与星虫各 1 种, 各占总种类数的 5.88%

底栖生物总栖息密度和总生物量为 1240ind./m²与 225.48g/m²，其中栖息密度范围为 20~220ind./m²，平均值为 103.33ind./m²；生物量范围为 0.96~45.46g/m²，平均值为 18.79g/m²。其中，S3 站生物种类最多(达 5 种)；S3 与 S5 站底栖生物栖息密度最大(均达 220ind./m²)，S3 站的主要贡献者为大角玻璃钩虾，S5 站的主要贡献者为白氏文昌鱼；S2 站生物量最高(达 45.46g/m²)，主要贡献者为白氏文昌鱼。

优势种有 3 种：白氏文昌鱼、豆形短眼蟹以及大角玻璃钩虾。其中，白氏文昌鱼的优势度最高，达到 0.188，其栖息密度和生物量均值分比为 47.00ind./m²和 8.49g/m²，分别占总栖息密度和总生物量均值的 45.16%和 45.12%；豆形短眼蟹的优势度则为 0.043，栖息密度和生物量均值分比为 13.00ind./m²和 5.22g/m²，分别占总栖息密度和总生物量均值的 12.90%和 27.80%；大角玻璃钩虾的优势度则为 0.024，栖息密度和生物量均值分比为 15.00ind./m²和 0.03g/m²，分别占总栖息密度和总生物量均值的 14.52%和 0.17%。

白氏文昌鱼(*Branchiostomabelcheri*)，脊索动物门文昌鱼纲文昌鱼目文昌鱼科动物。本次调查该种出现频率为 41.67%；在 S5 站栖息密度最高(达 200.00ind/m²)；S5 站位的生物量最大，达 37.4g/m²，而且是该站位底栖生物栖息密度与生物量的主要贡献者。

豆形短眼蟹(*XenophthalmusPinotheroides*)，节肢动物门甲壳纲豆蟹科动物。本次调查该种出现频率为 33.33%；在 S4 站栖息密度与生物量均为最高(80.00ind/m²与 25.9g/m²)，占该站总栖息密度与总生物量分别为 66.67%与 81.78%，是调查区域底栖生物栖息密度与生物量的最主要的贡献者。

大角玻璃钩虾(*Hyalegrandicornis*)，节肢动物门甲壳纲玻璃钩虾科动物。本次调查该种出现频率为 16.67%；在 S3 站栖息密度与生物量均为最高(140.00ind/m²与 0.24g/m²)，占该站总栖息密度与总生物量分别为 63.64%与 16.67%，是调查区域底栖生物栖息密度与生物量的最主要的贡献者。

底栖生物多样性指数(H')均值为 0.76(0.00-2.00)、单纯度指数(C)均值为 0.70(0.25-1.00)、均匀度指数(J')均值为 0.81(0.44-1.00)、丰富度指数(d)均值为 0.26(0.00-0.74)。

4.5.8 潮间带底栖生物

潮间带采集样品共鉴定大型底栖 10 门 41 种。其中，软体动物门与节肢动物门占优势，分别为 16 种与 11 种，占总种类数的 39.02%与 26.83%；腔肠动物门 4 种，占总种类数的 9.76%；环节动物门 3 种，占总种类数的 7.32%；星虫动物门 2 种，占总种类数的 4.88%；棘皮动物门、脊索动物门、绿藻门、纽形动物门以及腕足动物门等各 1 种，占总种类数的 2.44%。

所调查的潮间带断面平均栖息密度和平均生物量分别为 128.00ind./m²(98.67ind./m²-165.33ind./m²)和 315.75g/m²(277.05g/m²-343.63g/m²)。其中，整个调查区域软体动物与节肢动物的栖息密度和生物量均较高。栖息密度的主要贡献者为革囊星虫，生物量的主要贡献者为棒锥螺。

优势种为粗腿厚纹蟹、棒锥螺以及革囊星虫，其中革囊星虫优势度最高(均达 0.031)。

4.5.9 渔业资源

调查海域内共捕获游泳生物 97 种，其中鱼类 55 种，甲壳类 43 种，头足类 8 种。

各站位渔业资源的平均质量渔获率和平均尾数渔获率分别为 10.10kg/h 和 725ind./h。其中：鱼类的平均质量渔获率和平均尾数渔获率分别为 4.63kg/h 和 340ind./h；甲壳类的平均质量渔获率和平均尾数渔获率分别为 3.57kg/h 和 292ind./h；头足类的平均质量渔获率和平均尾数渔获率分别为 1.90kg/h 和 93ind./h。

各站位渔业资源的平均质量资源密度和平均尾数资源密度分别为 228.02kg/km² 和 16234ind./km²。其中：鱼类的平均质量资源密度和平均尾数资源密度分别为 111.18kg/km² 和 8168ind./km²；甲壳类的平均质量资源密度和平均尾数资源密度分别为 82.85kg/km² 和 5841ind./km²；头足类的平均质量资源密度和平均尾数资源密度分别为 45.48kg/km² 和 2225ind./km²。

(1) 鱼类资源状况

调查共捕获鱼类 48 种。调查海域鱼类资源的平均质量资源密度和平均尾数资源密度分别为 111.18kg/km² 和 8168ind./km²。本次调查的优势种仅有颈斑鲷 1 种，其

质量渔获率之和为 12.55kg/h，占鱼类质量渔获率 54.2%；尾数渔获率为 562ind./h，占鱼类总尾数渔获率的 33.0%。

主要经济鱼类为颈斑鲷 *Nuchequlanuchalis*，颈斑鲷隶属于鲈形目、鲷科、项鲷属。分布于西北太平洋，我国南海、台湾海峡。颈斑鲷生活在近海和河口的泥底质的水域，喜集群，通常在水上层活动，食道周围具发光腺。

（2）甲壳类资源状况

共捕获甲壳类 33 种，隶属于 2 目 14 科 26 属，其中以对虾科最多(16 种)，其次为梭子蟹科(8 种)。调查海域内平均质量资源密度为 71.35kg/km²，平均尾数资源密度为 5841ind./km²。调查优势种有 3 种，分别为亚洲小口虾蛄、伍氏平虾蛄和口虾蛄。该三种甲壳类质量渔获率之和为 6.82kg/h，占甲壳类总质量渔获率的 38.2%；该三种甲壳类尾数渔获率为 632ind./h，占甲壳类总尾数渔获率的 43.3%。

（3）头足类资源状况

调查捕获头足类 6 种，隶属于 3 目 3 科 5 属。头足类资源密度评估结果见表 3-26。调查海域内平均质量资源密度为 45.48kg/km²，平均尾数资源密度为 2225ind./km²。雷州湾附近海域头足类 IRI 指数见表 2-12。调查优势种有 2 种，分别为杜氏枪乌贼和中国枪乌贼。该二种头足类质量渔获率之和为 4.39kg/h，占头足类总质量渔获率的 46.3%；其尾数渔获率之和为 428ind./h，占头足类总尾数渔获率的 92.4%。

5 污水排放的环境影响预测与评估

5.1 水文动力环境与冲淤环境影响分析

研究中对该海域采用有限体积方法进行二维水质模拟。通过在无结构网格上建立有限体积性能格式族的统一框架，通过引入跨单元界面法向数值通量的逆风分解，从而将一维 Osher 格式、TVD 两种通量分裂格式自然的推广至二维浅水方程组。采用该有限体积模型，模拟本项目排放口主要污染物扩散或降解在邻近海域的浓度变化情况。

本次研究所采用的有限体积模型具有如下特性：（1）无结构网格可以任意的拟合复杂的岸线地形；（2）精确的数值离散方法保证质量、动量和温盐的平衡；（3）适当的垂向和平面混合的近似处理；（4）可以使用大量的例如实时大气和海洋监测的数据。

和其他的海洋模型相比较，本次研究采用的有限体积模型采用了修改过的 Mellor Yamada 2.5 阶和 Smagorinsky 湍流混合模型作为垂向和水平方向的混合近似。垂向采用 Sigma 坐标使得水深变化剧烈的地方得到计算精度的保证。不同于有限差分 and 有限体积模型，本研究采用的有限体积模型是通过求解不规则三角形控制单元的通量形式来求解控制方程的，具有二阶精度的离散解。这种数值离散方法能保证质量、动量和温盐的守恒。有限体积方法的这种能保证守恒的求解方法已经在计算流体动力学具有间断解的非线性平流模拟得到广泛应用。

5.1.1 模型构建

本研究所采用的有限体积模式具有如下选择功能：（1）可选择笛卡尔坐标系或者球坐标系；（2）基于质量守恒的干湿点模拟；（3）GOTM（General Ocean Turbulent Model）提供不同的垂向湍流混合模式；（4）水质模块可以模拟氨氮、氯离子和其他的环境污染物；（5）生态模块可模拟营养盐、自养作用、异养作用、碎屑等。

此程序采用 Fortran90 编写，并具有 MPI（Message Passing Interface）并行计算功能，可以在个人电脑和大型工作站运行。模拟所用的网格是用网格生成程序和岸线水深文件一起生成的。所选用的网格生成程序采用 SMS（Surface-water Modeling System）。这个软件允许根据不同区域需要定义不同的网格分辨率，可以很容易的对局部或者全域网格进行加密。

5.1.1.1 控制方程

方程由描述流速场、水位场及温、盐场的环流模式组成，应用的前提基于两个假设：流体静力学假定和 Boussinesq 近似。假定直角笛卡尔坐标系统为 x 正方向向东， y 正方向向北， z 正方向向上。自由水表面在 $z = 0(x, y, t)$ ，床底在 $z = -H(x, y)$ 。用一组 6 个基于 Boussinesq 近似的流体静力学方程组求解自由面高度、3D 速度、盐度和温度，代表物质守恒、动量守恒、盐、热守恒。

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

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \int_{H_R-h}^{H_R+\eta} u dz + \frac{\partial}{\partial y} \int_{H_R-h}^{H_R+\eta} v dz = 0$$

$$\frac{Du}{Dt} = fv - \frac{\partial}{\partial x} \left\{ g(\eta - \alpha\psi) + \frac{P_a}{\rho_0} \right\} - \frac{g}{\rho_0} \int_z^{H_R+\eta} \frac{\partial \rho}{\partial x} dz + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_{mv} \frac{\partial u}{\partial z} \right) + F_{mx} = 0$$

$$\frac{Dv}{Dt} = -fu - \frac{\partial}{\partial y} \left\{ g(\eta - \alpha\psi) + \frac{P_a}{\rho_0} \right\} - \frac{g}{\rho_0} \int_z^{H_R+\eta} \frac{\partial \rho}{\partial y} dz + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_{mv} \frac{\partial v}{\partial z} \right) + F_{my} = 0$$

$$\frac{DS}{Dt} = \frac{\partial}{\partial z} \left(K_{sv} \frac{\partial S}{\partial z} \right) + F_s = 0$$

$$\frac{DT}{Dt} = \frac{\partial}{\partial z} \left(K_{hv} \frac{\partial T}{\partial z} \right) + \frac{Q}{\rho_0 C_p} + F_h = 0$$

其中，采用 sigma 垂向坐标和曲线坐标系下的方程如下：

$$z = (z^* + h) / (\zeta + \eta)$$

$$\begin{aligned} & \partial_t(mHu) + \partial_x(m_y Huu) + \partial_y(m_x hvu) + \partial_z(mwu) - (mf + v\partial_x m_y - u\partial_y m_x)Hv \\ & = -m_y H \partial_x (g\zeta + p) - m_y (\partial_x h - z\partial_x H) \partial_z p + \partial_z (mH^{-1} A_v \partial_z u) + Q_u \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \partial_t(mHv) + \partial_x(m_y Huv) + \partial_y(m_x hvv) + \partial_z(mwv) - (mf + v\partial_x m_y - u\partial_y m_x)Hu \\ & = -m_x H \partial_y (g\zeta + p) - m_x (\partial_y h - z\partial_y H) \partial_z p + \partial_z (mH^{-1} A_v \partial_z v) + Q_v \end{aligned}$$

$$\partial_z p = -gH(\rho - \rho_o)\rho_o^{-1} = -gHb$$

$$\partial_t(m\xi) + \partial_x(m_y Hu) + \partial_y(m_x Hv) + \partial_z(mw) = 0$$

$$\partial_t(m\xi) + \partial_x(m_y H \int_0^1 u dz) + \partial_y(m_x H \int_0^1 v dz) = 0$$

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

$$\partial_t(mHS) + \partial_x(m_y HuS) + \partial_y(m_x HvS) + \partial_z(mwS) = \partial_z(mH^{-1}A_b \partial_z S) + Q_S$$

$$\partial_t(mHT) + \partial_x(m_y HuT) + \partial_y(m_x HvT) + \partial_z(mwT) = \partial_z(mH^{-1}A_b \partial_z T) + Q_T$$

上式中： H_R 平均海面附近的 z 坐标； $\eta(x,y,t)$ 自由水面高程（m）； $h(x,y)$ 水深（m）； $u(x,y,z)$ 水流速度； f 科氏力因子（ s^{-1} ）； g 重力加速度（ $m.s^{-2}$ ）； ψ 潮流势能（m）； α 地球弹性因子（ ~ 0.69 ）； $\rho(x,y)$ 水流密度，默认值为 $1025Kg/m^3$ ； $P_a(x,y,t)$ 自由面的大气压； S, T 水的盐度、温度； K_{mv} 垂向涡动粘性系数（ $m^2.s^{-1}$ ）； K_{sv}, K_{hv} 盐度、温度的垂向扩散系数（ $m^2.s^{-1}$ ）； F_{mx}, F_{my}, F_s, F_h 动量方程、输运方程的水平扩散系数； $Q(\phi, \lambda, z, t)$ 太阳辐射吸收率，（ Wm^{-2} ）； (ϕ, λ) 纬度、经度； C_P 水的比热（ $Jkg^{-1}K^{-1}$ ）。

简单污染物平流扩散方程如下：

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial UC}{\partial x} + \frac{\partial VC}{\partial y} + \frac{\partial (W - W_s)C}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left(A_H \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(A_H \frac{\partial C}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(A_H \frac{\partial C}{\partial z} \right)$$

其中 C 为污染物浓度， A_H 为污染物扩散系数。

5.1.1.2 状态方程

海水的密度被定义为盐、温度、静水压力的函数。采用 Millero and Poisson (1981) 的标准描述：

$$\rho(S, T, p) = \frac{\rho(S, T, 0)}{[1 - 10^{-5} p / K(S, T, p)]}$$

其中： $\rho(S, T, 0)$ 是 1 标准大气压下的密度； $K(S, T, p)$ 是切线体积系数。

本报告中，计算水压力，一致于静水力学近似

$$p = 10^{-5} g \int_z^{H_R + \eta} \rho(S, T, p) dz$$

5.1.1.3 原始方程垂直边界层

在表层，雷诺应力和应用剪切力之间平衡：

$$\rho_0 K_{mv} \left(\frac{\partial u}{\partial z}, \frac{\partial v}{\partial z} \right) = (\tau_{wx}, \tau_{wy})$$

$$z = H_R + \eta$$

当缺少大气稳定性详细资料，表面切应力可以由下式估计：

$$(\tau_{W_x}, \tau_{W_y}) = \rho_a C_{Ds} |\vec{W}| (\vec{W}_x, \vec{W}_y)$$

其中 ρ_a 是空气密度 ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$)， C_{Ds} 是空气拖曳系数， $\vec{W}(x, y, t)$ 是海面上 10m 高度的风速。

$$C_{Ds} = 10^{-3} (A_{W1} + A_{W2} |\vec{W}|)$$

$$\text{if } W_{low} \leq |\vec{W}| \leq W_{high}$$

在风速范围以外， C_{Ds} 取为常数。

5.1.1.4 底边界

计算时，假定雷诺应力和底部摩擦应力平衡

$$\rho_0 K_{mv} \left(\frac{\partial u}{\partial z}, \frac{\partial v}{\partial z} \right)_b = (\tau_{W_x}, \tau_{W_y})$$

$$z = H_R - h$$

其中底部切应力定义为：

$$(\tau_{bx}, \tau_{by}) = \rho_0 C_{Db} \sqrt{u_b^2 + v_b^2} (u_b, v_b)$$

$$C_{Db} = \max \left\{ \left(\frac{1}{k} \ln \frac{\delta_b}{z_0} \right), C_{Db \min} \right\}$$

其中 k 是卡门常数， z_0 是当地糙率， δ_b 底床计算网格厚度的一半。参数 z_0 取决于当地糙率，典型量级为 1cm。

一个较粗的底层离散会大大过高估计 δ_b （相对于真实的边界层厚度而言），不调整 $C_{Db \min}$ 会使估计的 C_D 过于粗糙。 $C_{Db \min}$ 一般取大陆架为 0.0075 和深海为 0.0025。相对的有效的 δ_b 在 1~30m。最终这些取值在空间上是变化的。

5.1.1.5 粘性系数和扩散系数

紊动粘性和扩散系数采用 Mellor 和 Yamada (1982) 模型，模型的相关参数由下式确定：

$$A_v = \phi_v ql = 0.4(1 + 36R_q)^{-1} + (1 + 6R_q)^{-1} (1 + 8R_q) ql$$

$$A_b = \phi_b ql = 0.5(1 + 36R_q)^{-1} ql$$

$$R_q = \frac{gH\partial_z b l^2}{q^2 H^2}$$

以上各式中：\$q\$ 为湍流强度，\$l\$ 为湍流混合长度，\$R_q\$ 为 Richardson 数，\$\phi_v\$ 和 \$\phi_b\$ 是稳定函数。湍流强度和湍流混合长度由下列方程确定：

$$\begin{aligned} \partial_t(mHq^2) + \partial_x(m_y H u q^2) + \partial_y(m_x H v q^2) + \partial_z(mwq^2) = \partial_z(mH^{-1} A_q \partial_z q^2) \\ + Q_q + 2mH^{-1} A_v ((\partial_z u)^2 + (\partial_z v)^2) + 2mgA_b \partial_z b - 2mH(B_1 L)^{-1} q^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \partial_t(mHq^2 l) + \partial_x(m_y H u q^2 l) + \partial_y(m_x H v q^2 l) + \partial_z(mwq^2 l) = \\ \partial_z(mH^{-1} A_q \partial_z q^2 l) + Q_l + 2mH^{-1} E_1 l A_v ((\partial_z u)^2 + (\partial_z v)^2) + \\ mgE_1 E_3 l A_b \partial_z b - 2mH B_1^{-1} q^3 (1 + E_2 (\kappa L)^{-2} l^2) \end{aligned}$$

$$L^{-1} = H^{-1} (z^{-1} + (1-z)^{-1})$$

其中：\$B_1, E_1, E_2\$ 和 \$E_3\$ 均为经验常数；\$Q_q\$ 和 \$Q_l\$ 为附加的源汇项。

5.1.2 模式设置

采用有限体积法离散上述方程组。有限体积法结合了有限元法采用三角形网络的几何形状机动性和有限差分法的高计算效率优点。数值计算采用方程积分形式和更好的格式。积分形式的方程是在一个任意大小的三角形网格上用有限差分法通过通量计算数值求解，使动量、能量和质量具有更好的守恒性。用干湿判断法处理潮滩移动边界。应用 Mellor 和 Yamada 的 2.5 阶湍流闭合子模型使模式在物理和数学上闭合。垂向采用 \$\sigma\$ 变换来体现不规则的底部边界。外模和内模分裂以节省计算时间。

有限体积法的基本原理是在被离散化了的计算区域上，计算出通过每个控制体边界沿法向输入或输出的流量和动量通量后，对每个控制体分别进行水量和动量平衡计算，最终得到计算时段末各控制体的平均水深和流速（假设水力要素在各控制体内均匀分布）。

考虑浅水方程的向量形式：

$$\frac{\partial q}{\partial t} + \frac{\partial F}{\partial x} + \frac{\partial G}{\partial y} = b$$

在控制体上进行积分，得到：

$$\iint_{\Omega} \frac{\partial q}{\partial t} d\Omega + \iint_{\Omega} \left(\frac{\partial f(q)}{\partial x} + \frac{\partial g(q)}{\partial y} \right) d\Omega = \iint_{\Omega} b(q) d\Omega$$

利用散度定理，对左边的第二项化为沿控制体边界的积分：

$$\int_S [f(q)n_x + g(q)n_y] dS$$

S 为控制体的边界, n 为边界外法线方向的单位向量。对于有 m 个边的凸多边形而言, $\int_S [f(q)n_x + g(q)n_y] dS$ 等于被积函数在控制体各边上的法向值与该边长度的乘积, 因此又可以写为:

$$\sum_{j=1}^m [f_n^j(q) + g_n^j(q)] L^j$$

其中, $f_n^j(q) + g_n^j(q)$ 为每条边的数值通量

$$f_n^j(q) = f(q) \cos \varphi$$

$$g_n^j(q) = g(q) \cos \varphi$$

令 $F_n(q) = f(q) \cos \varphi + g(q) \sin \varphi$ 原始的矢量形式的方程化为

$$A \frac{dq}{dt} = - \sum_{j=1}^m F_n(q) L^j + Ab(q)$$
 至此, 问题归结到如何求解 $F_n(q)$ 。

5.1.3 模型计算

5.1.3.1 计算区域与网格设计

本次模拟模型的计算区域选择由 $19^{\circ} 36.6' N \sim 21^{\circ} 30.7' N$, $109^{\circ} 25.5' E \sim 111^{\circ} 45.3' E$ 为外海开边界构成的区域, 东西长大约 289.1km, 南北宽大约 213.7km。模型采用三角形网格剖分计算区域, 工程前三角形网格节点数为 15091 个, 三角形网格数为 28697 个。计算网格在项目所在区域进行了局部加密, 本项目排放口附近的网格分辨率为 10m。大范围的计算网格剖分见图 5.1.3-1, 项目区域小范围的计算网格剖分见图 5.1.3-2。

计算区域水深由以下测图基面统一到平均海平面后确定 (见图 5.1.3-3): 2019 年 1:60000 琼州海峡西半部 (图号 15819); 2019 年 1:60000 琼州海峡东半部 (图号 15799); 2018 年 1:20000 海口湾 (图号 15831); 2016 年 1:150000 琼州海峡 (图号 15770); 2018 年 1:120000 大放鸡至硃洲岛 (图号 15710); 2019 年 1:40000 湛江港 (图号 15731); 2019 年 1:40000 湛江港外口 (图号 15741); 2019 年 1:10000 淡水港外口 (图号 15752); 2019 年 1:30000 淡水港外口 (图号 15761); 2019 年 1:40000 外罗水道 (图号 15771)。所有海图水深都经过绘图水深和平均海平面的转化。可见计算网格能高度

的拟合岸线，准确的对河道进行概化。

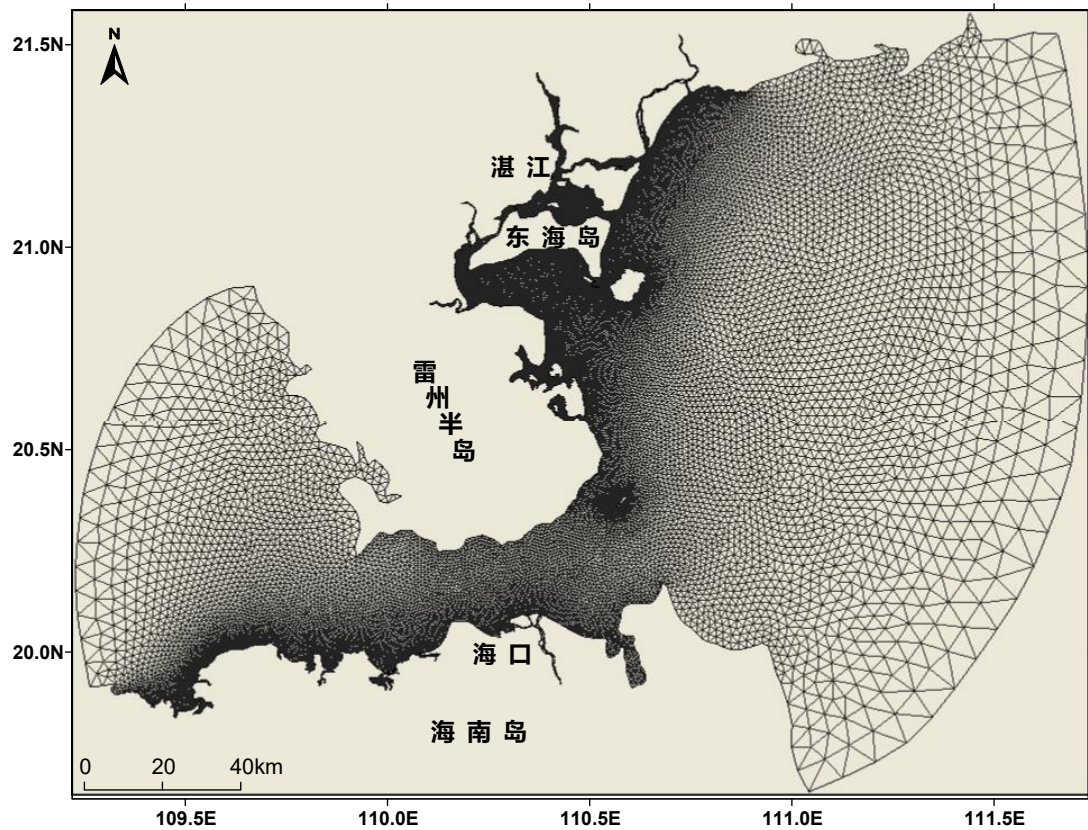


图5.1.3-1 大范围计算网格区域图

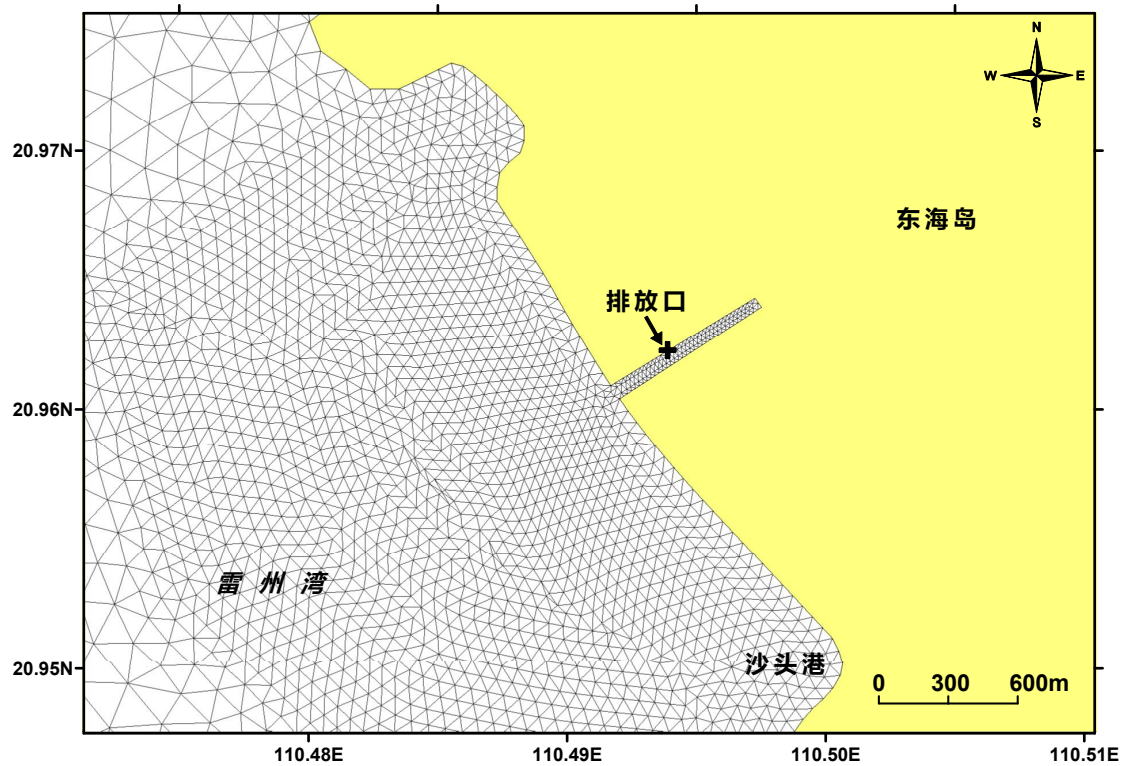


图5.1.3-2小范围计算网格区域图（局部放大）

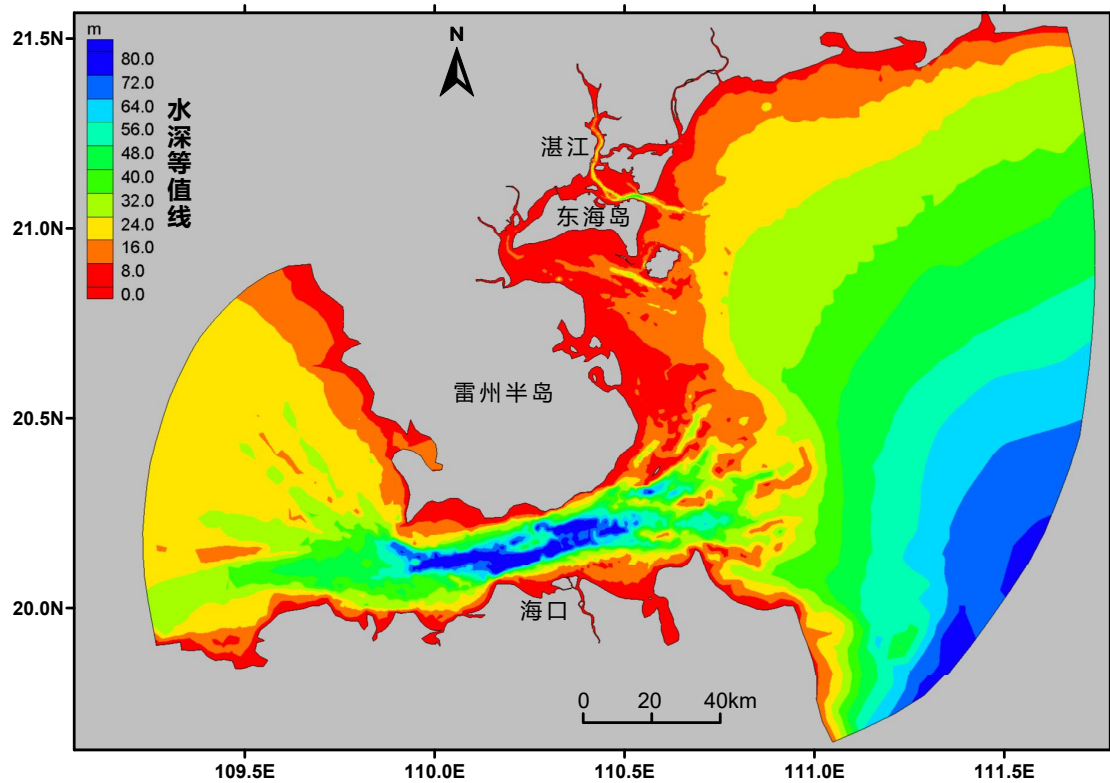


图5.1.3-3计算区域水下地形图

5.1.3.2 模型边界条件和初始条件

求解水动力和水质方程组需要初始和边界条件。边界条件为模拟区域边界处给出的水文条件，可以为水位或者流量等。初始条件为模拟区域开始模拟时刻的水体状况例如水位、流速。模型模拟是从给定的初始情况开始模拟，初始条件应该反应真实的水体，至少是真实水体可接受范围的简化。不同的边界条件会导致不同的模拟结果，所以模拟区域边界处的边界条件一定要准确。边界和初始条件的数量和种类因模拟水体和所采用的模型不同而不同。

模型边界条件分为垂向边界和水平边界。垂向边界条件包括表面边界和底边界；水平边界分为固边界和开边界条件。初始条件有水位、流速和污染物浓度等。

(1) 边界条件

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

要分潮进行叠加，其值根据历史调查资料计算的调和常数和有关文献提供，在模型计算和调试过程中根据部分水文观测站的实测潮位结果进行实时调整，以尽可能拟合潮位过程线。

(2) 初始条件

河流、河口和海洋等对动力的响应是一个快过程，随着计算的迭代进行，初始条件对计算结果的影响减弱，甚至可以忽略，故初始水位、流速一般给为 0。而本次技术报告是论证排放口排污的影响，不考虑河流的泥沙沉积影响，在水文条件不变的前提下，采用固定的污染物降解系数，计算污染物浓度增值。

(3) 其它条件

曼宁系数 n 取值范围为 0.015~0.02 之间。污染物 COD 和无机氮的降解系数参考《广州、佛山跨市水污染综合整治方案》和“七五”科技攻关项目“珠江广州段水质数学模型研究”，定为 0.1/d 和 0.2/d。计算时间步长为 20 秒。

5.1.4 水动力分析

为能反映项目工程附近海域流态特征，本报告给出潮汐动力较强的大潮情况，落急与涨急流场分布见图 5.1.4-1 与图 5.1.4-2。流场的数值计算结果表明：

图 5.1.4-1 是项目工程附近水域涨急时刻潮流场，本项目位于东南岛东南角南屏岛以北的近岸海域。大潮期涨急时刻，涨潮流自东南向西北上溯，绕过南屏岛后涨急流基本呈垂直于岸线流动，礐洲岛与南屏岛之间以及南屏岛西南侧海域的最大涨潮流速可达到 80cm/s，本项目所在的近岸浅滩海域最大流速只有 12cm/s 左右，属于弱潮流海区。

图 5.1.4-2 是项目工程附近水域落急时刻潮流场，落急时刻的流速大小与涨潮流基本一致，但流向相反，礐洲岛与南屏岛之间以及南屏岛西南侧海域的最大流速也在 80cm/s 左右；排放口所在的近岸浅滩海域落急最大流速在 15cm/s 左右，比涨急流速略大，但仍然属于弱潮流海区。

由以上潮流水动力场的分析可知，通常情况下，本项目所在的近岸海域涨落潮流水动力较弱，最大流速不超过 15cm/s，不利于污染物的扩散和混合降解，落潮流比涨潮流略大，污染物主要在近岸海域扩散。由于排污口所处海域主要为滩涂水域，且周边分布有红树林群落，其水深与水流流速均较小，在项目排放尾水流量较小的情况下，

项目排污口对区域流速影响很小。而项目周边的红树林群落主要为泥质滩涂地质，其受本项目小流量尾水冲刷的可能性较小，且项目年排放尾水量较小，污染物含量不高，对红树林群落的土壤成分影响相对较小。

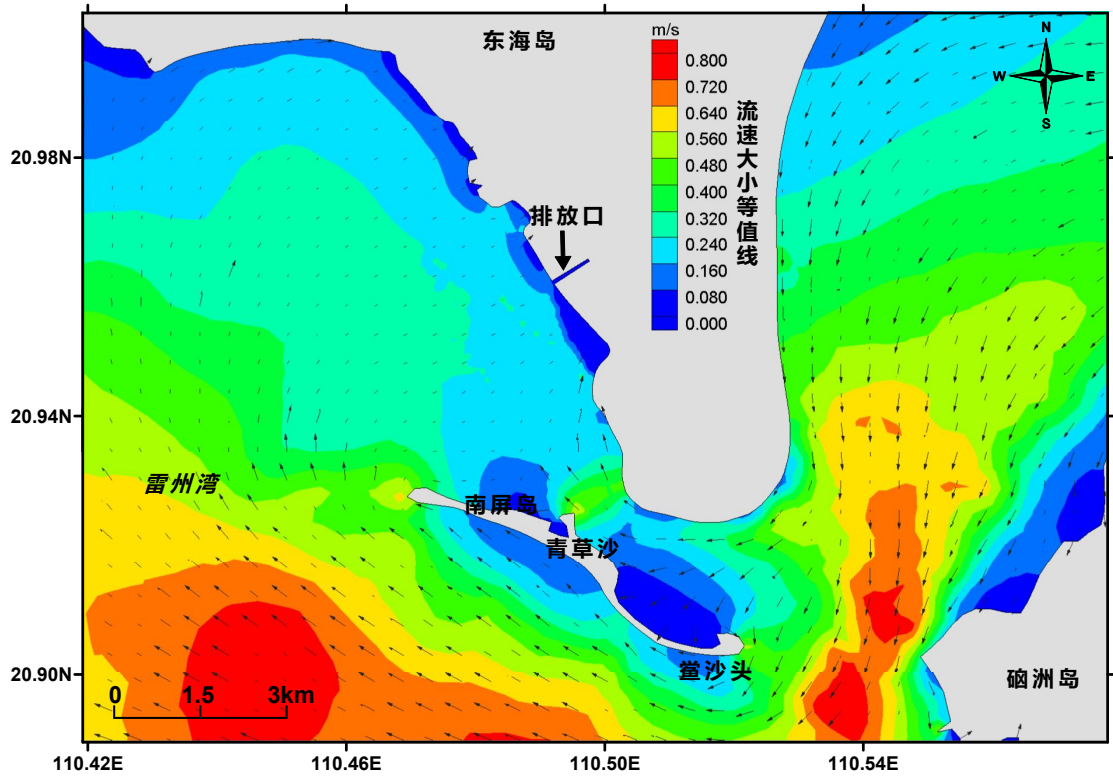


图5.1.4-1 大潮期，项目区附近水域涨急流场图

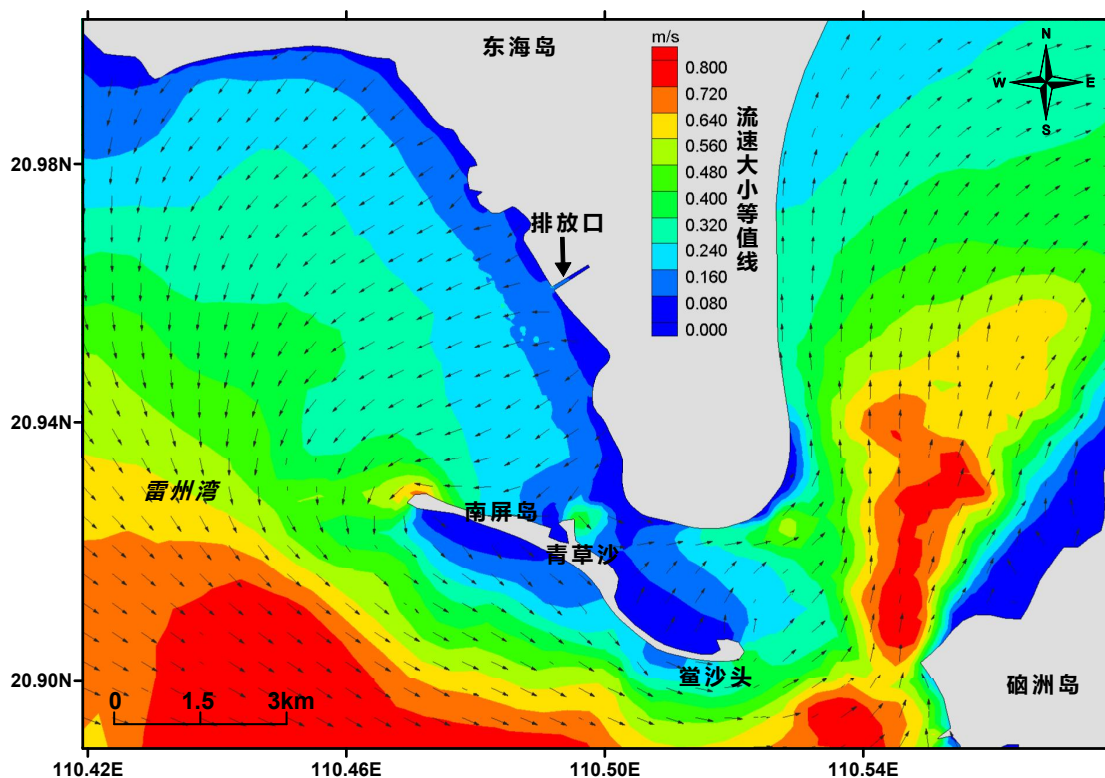


图5.1.4-2 大潮期，项目区附近水域落急流场图

5.2 水环境影响预测

本报告的预测中，排放口的海洋环境影响主要考虑本项目附近水域的水质变化情况。

排放口位置：位于广东省湛江市经济技术开发区东简街道下寮村，排放口坐标为北纬 $20^{\circ} 57.7'$ ，东经 $110^{\circ} 29.6'$ E。

排放方式：岸边连续排放。

预测因子：水环境影响预测因子为废水中的 COD、无机氮、活性磷酸盐。

预测源强：污染物排放情况见表 5.2-1。

表5.2-1 污染物排放源强

工况	排放状况	排水量 (m^3/s)	预测因子	浓度 (mg/L)
1	正常排放	0.00651	COD	8.66
2			无机氮	0.28
3			活性磷酸盐	0.476

预测工况：正常排放计算时间为 1 天，排放后稀释按 8 天计算，包含完整的大中小全潮过程。

工况 1：COD 排放，流量 $0.00651\text{m}^3/\text{s}$ ，污染物浓度 8.66mg/L ；
工况 2：无机氮排放，流量 $0.00651\text{m}^3/\text{s}$ ，污染物浓度 0.28mg/L ；
工况 3：活性磷酸盐排放，流量 $0.00651\text{m}^3/\text{s}$ ，污染物浓度 0.476mg/L 。

5.2.1 正常排放 COD 的扩散（工况 1）

COD 正常排放污染物包络范围图如图 5.2-1 所示。

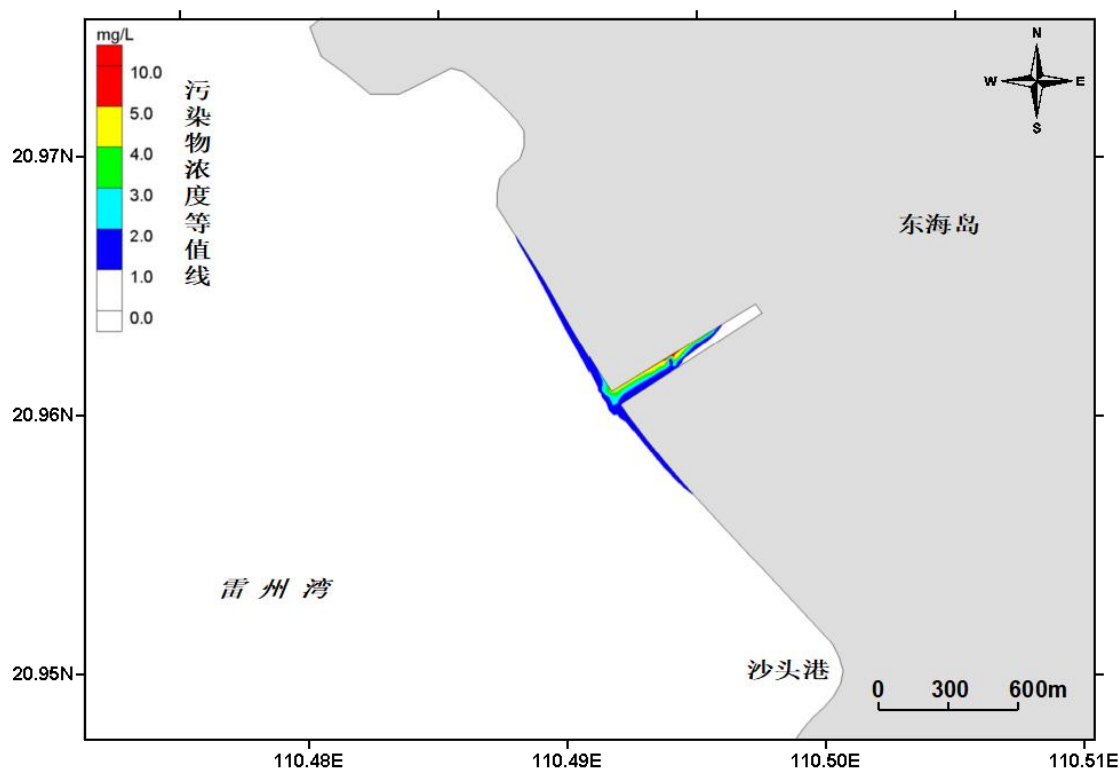


图4.2-1 大中小全潮期，COD正常排放浓度包络线分布图

正常排放情况下，排水口 COD 浓度为 $0.0076\text{kg}/\text{m}^3$ ，废水排放流量为 $0.00651\text{m}^3/\text{s}$ 。

由图 4.2-1 可知，污染物自排放口向外扩散后主要在近岸区顺岸扩散，向外海扩散的范围很小，即主要在排放沟入海口的东南和西北近岸区扩散。大中小全潮期，水体污染物浓度大于 1.0mg/L 的扩散范围主要集中在排水口附近水域，水体污染物浓度大于 1.0mg/L 的范围向西北扩散的最远距离（离排水口）为 0.67km 左右，向东南方向扩散的最远距离（离排水沟入海口）为 0.45km 左右，浓度大于 2.0mg/L 的水体出现在排水口附近的 0.12km 范围内。

表 4.2-2 为 COD 污染物扩散的包络面积，由表 4.2-2 可知，污染物浓度大于 2.0mg/L 、 3.0mg/L 、 4.0mg/L 、 5.0mg/L 的包络面积分别为 0.018km^2 、 0.008km^2 、 0.005km^2 、 0.001km^2 。

表4.2-2 COD污染物浓度包络面积 (km²)

浓度	>2.0mg/L	>3.0mg/L	>4.0mg/L	>5.0mg/L
工况 1	0.018	0.008	0.005	0.001

5.2.2 正常排放无机氮的扩散（工况 2）

正常排放无机氮污染物包络线图如图 4.2-2 所示。

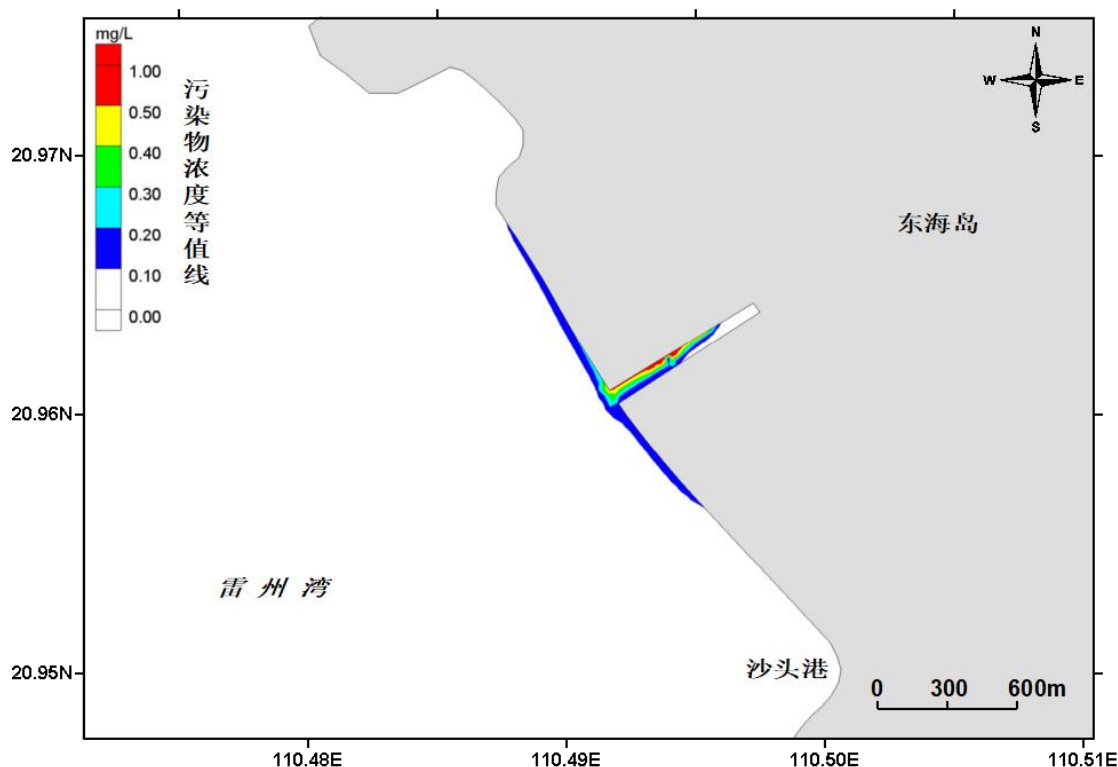


图4.2-2 大中小全潮期，正常排放无机氮浓度包络线分布图

正常排放情况下，排水口无机氮的浓度为 $0.0009\text{kg}/\text{m}^3$ ，废水排放流量为 $0.00651\text{m}^3/\text{s}$ 。

由图 4.2-2 可知，大中小全潮期，水体污染物浓度大于 $0.05\text{mg}/\text{L}$ 的扩散范围主要集中在排水沟入海口东南-西北方向的顺岸水域，水体污染物浓度大于 $0.05\text{mg}/\text{L}$ 的范围向西北扩散的最远距离（离排水沟入海口）为 0.86km 左右，向东南扩散的最远距离（离排水沟入海口）为 0.72km 左右，浓度大于 $0.1\text{mg}/\text{L}$ 的水体出现在排水口附近的 0.13km 范围内。

表 4.2-3 为无机氮污染物浓度扩散的包络面积，由表 4.2-3 可知，无机氮污染物浓度大于 0.2mg/L、0.3mg/L、0.4mg/L、0.5mg/L 的包络面积分别为 **0.011km²**、**0.006km²**、**0.001km²**、**0.000km²**。

表4.2-3 无机氮污染物浓度的包络面积（km²）

浓度	>0. 2mg/L	>0. 3mg/L	>0. 4mg/L	>0. 5mg/L
工况 2	0.011	0.006	0.001	0.000

5.2.3 正常排放活性磷酸盐的扩散（工况 3）

正常排放活性磷酸盐污染物包络范围图如图 4.2-3 所示。

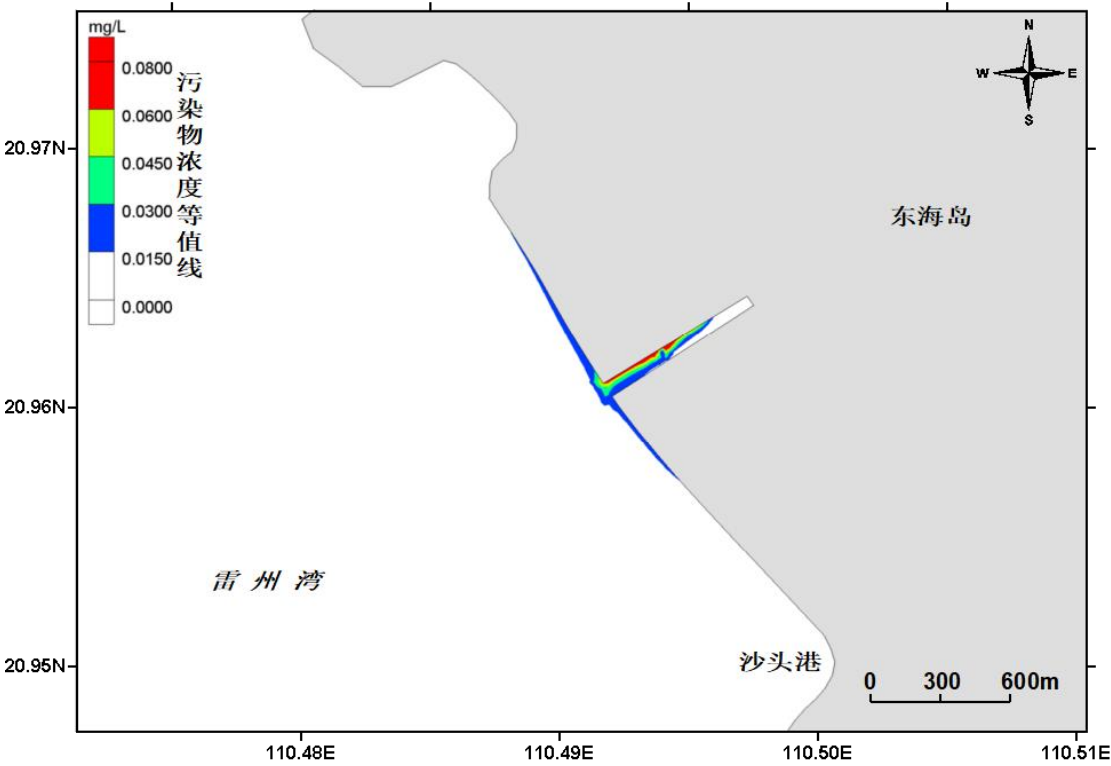


图4.2-3 大中小全潮期，正常排放活性磷酸盐浓度包络线分布图

正常排放情况下，排水口活性磷酸盐浓度为 0.00029kg/m³，废水排放流量为 0.00651m³/s。

由图 4.2-3 可知，大中小全潮期，水体污染物浓度大于 0.015mg/L 的扩散范围主要集中在排水沟入海口东南-西北方向的顺岸水域，水体污染物浓度大于 0.015mg/L 的范围向西北方向扩散的最远距离（离排水沟入海口）为 0.58km 左右，向东南方向扩散的最远距离（离排水口）为 0.55km 左右，浓度大于 0.030mg/L 的水体出现在排

水口附近的 0.12km 范围内。

表 4.2-4 为活性磷酸盐污染物浓度扩散的包络面积，由表 4.2-4 可知，活性磷酸盐污染物浓度大于 0.015mg/L、0.030mg/L、0.045mg/L 的包络面积分别为 0.043km²、0.016km²、0.007km²。

表4.2-4 活性磷酸盐污染物浓度包络面积（km²）

浓度	>0.015mg/L	>0.030mg/L	>0.045mg/L
工况 3	0.043	0.016	0.007

5.2.4 总结

正常排放情况下，本项目 COD 污染物浓度大于 2.0mg/L 的扩散包络面积为 0.018 km²，大于 5.0mg/L 的扩散包络面为 0.001km²，COD 扩散范围主要集中于排水口附近的 0.12km 范围内；无机氮污染物浓度大于 0.2mg/L 的扩散包络面积为 0.011 km²，无大于 0.5mg/L 的包络面，污染物主要出现在排水口附近的 0.13km 范围内；活性磷酸盐污染物浓度大于 0.015mg/L 的扩散包络面积为 0.043 km²，大于 0.045mg/L 的扩散包络面为 0.007km²，污染物主要出现在排水口附近的 0.12km 范围内。

综上所述，本项目造成的污染物（COD、无机氮、活性磷酸盐）扩散范围主要于排水口附近的 0.13km 范围内，扩散范围较小。

根据《海水养殖水排放要求》（SC/T 9103-2007）二类标准，COD、无机氮、活性磷酸盐标准分别为低于等于 20mg/L、1.00mg/L、0.1mg/L，由预测结果可见，本项目养殖尾水排放后污染物扩散的 0.13km 范围内水质 COD、无机氮、活性磷酸盐浓度最大为 5.0mg/L、0.4mg/L、0.045mg/L，排污口最近的调查站位为 S10 站位，其 COD、无机氮、活性磷酸盐浓度为 1.52mg/L、0.027mg/L、0.023mg/L，叠加后浓度为 6.52mg/L、0.427mg/L、0.068mg/L，其满足《海水养殖水排放要求》（SC/T 9103-2007）二类标准。

本项目排污口所处区域目前尚未被工业与城镇用海活动开发利用，因此，按东海岛南部工业与城镇用海区的海洋环境保护要求，排污口处海域环境质量执行海水水质二类标准，根据《湛江市水产养殖尾水排放要求（试行）》（湛农通〔2021〕127 号），排放水域为第一类水质的海域，排入该水域的养殖尾水需达到 COD≤10mg/L、活性磷酸盐≤0.05mg/L、无机氮≤1mg/L 的要求，本项目养殖尾水排放后污染物扩散的 0.13km 范围内水质 COD、无机氮、活性磷酸盐浓度最大为 5.0mg/L、0.4mg/L、0.045mg/L，

养殖尾水稀释后低于其标准要求，但排污口最近的调查站位为 S10 站位，其 COD、无机氮、活性磷酸盐浓度为 1.52mg/L、0.027mg/L、0.023mg/L，叠加后浓度为 6.52mg/L、0.427mg/L、0.068mg/L，其中活性磷酸盐浓度超出《湛江市水产养殖尾水排放要求（试行）》的要求，本项目应进一步加强对排放尾水的监测，并采取大潮期排放或拓展新的养殖尾水处理方式降低排放的养殖尾水活性磷酸盐含量。

5.3 对海洋生态环境和生物资源影响分析

项目排放废水主要污染物为 COD、无机氮和活性磷酸盐等，属耗氧有机物。水中含有充足浓度的 DO，是所有水生生物生存与繁衍的关键条件。根据废水污染物毒理学分析，废水中的 COD 指标主要消耗水域中的溶解氧，可能会降低纳污水域的 DO 浓度，造成水体缺氧导致水生生物生长发育的不良效应，影响鱼类与无脊椎动物的呼吸，并可能引起活动的水生生物（例如鱼类）回避低 DO 含量区域，严重时可能造成非交换水体中（尤其是围塘养殖水体）鱼虾类等名贵经济生物的窒息死亡。

本项目正常排放情况下，项目排放的 COD、无机氮和活性磷酸盐对纳污水体水质浓度贡献不大，因此项目正常排放的耗氧有机物对海域的溶解氧浓度造成影响较轻，对该海域生物群落结构和生物量没有产生明显影响，不会破坏纳污水域生态系统的稳定，对海洋水生生物影响不大；但项目事故排污可能会导致排污口附近局部水域水生生物种群结构发生一定变化，主要是耐污物种增加，并逐渐成为优势种。但在风险事故情况下，纳污海域的 COD、无机氮和活性磷酸盐等将在短时间内急剧增长，将可能导致水体溶解氧浓度的急剧减少，对影响范围内水域的水生生态产生不良影响。如在此范围内活动性差、耐受力差的浮游动、植物可能受到伤害。因此，应采取措施杜绝事故性非正常排放情况发生。由于东海岛南部海域的鱼类主要为四大家鱼，根据现状资料调查分析，本项目运行，评价水域水生生物群落结构和类型基本不会发生重要的变化，不会对该区渔业资源产生明显的影响。

5.4 对海洋沉积物环境的影响分析

项目排放的污染物均为可溶性污染物，排海后与水体输运扩散，对沉积物影响不大。

5.5 对红树林生态环境的影响分析

根据模拟预测结果知，正常情况下，排污口 0.13km 内海域的 COD、无机氮、活性磷酸盐浓度均较小，其扩散水域污染物浓度均符合《海水养殖水排放要求》（SC/T 9103-2007）二类标准，该部分污染物对红树林生长系统影响较小，且项目排水量较小，不会造成红树林群落长期的海水淹没或冲刷，不会引起红树林群落地质环境的变化，因此，本项目尾水排放对红树林生态系统影响较小。

6 排污混合区设置与污染物允许排放量控制

6.1 排污混合区论证

根据《入河入海排污口监督管理技术指南 入海排污口设置技术导则》（征求意见稿），3级论证项目可采用经验公式计算排污混合区，其公式为：

$$M < 9.78Q^{1/3}$$

M：离排放点任何方向排污混合区不应超过的半径，m；

Q：污水排放量，m³/d。

本项目排放流量约为 562.5m³/d，即 M<80.73m，项目排污混合区不应超过 80.73m，该区域边缘的水质要求为二类水水质标准要求，即 COD≤3mg/L，无机氮≤0.3mg/L，活性磷酸盐≤0.03mg/L。

6.2 主要污染物的最大允许排放量

本项目年排放海水 3375 吨，污染物浓度的产生量总氮为 510.91kg/a，总磷为 99.18kg/a，COD 为 2558.92kg/a。项目尾水通过藻类处理以及微生物处理池处理后排放，两种方法去除效率各按 90%计算，去除后排放总氮为 5.11kg/a，总磷为 0.99kg/a，COD 为 25.59kg/a。

基于上述排放量，正常排放情况下，本项目 COD 污染物浓度大于 2.0mg/L 的扩散包络面积为 0.018 km²，大于 5.0mg/L 的扩散包络面为 0.001km²，COD 扩散范围主要集中于排水口附近的 0.12km 范围内；无机氮污染物浓度大于 0.2mg/L 的扩散包络面积为 0.011 km²，无大于 0.5mg/L 的包络面，污染物主要出现在排水口附近的 0.13km 范围内；活性磷酸盐污染物浓度大于 0.015mg/L 的扩散包络面积为 0.043 km²，大于 0.045mg/L 的扩散包络面为 0.007km²，污染物主要出现在排水口附近的 0.12km 范围内。

根据《海水养殖水排放要求》（SC/T 9103-2007）二类标准，COD、无机氮、活性磷酸盐标准分别为低于等于 20mg/L、1.00mg/L、0.1mg/L，由预测结果可见，本项目养殖尾水排放后污染物扩散的 0.13km 范围内水质 COD、无机氮、活性磷酸盐浓度最大为 5.0mg/L、0.4mg/L、0.045mg/L，排污口最近的调查站位为 S10 站位，其 COD、

无机氮、活性磷酸盐浓度为 1.52mg/L、0.027mg/L、0.023mg/L，叠加后浓度为 6.52mg/L、0.427mg/L、0.068mg/L，其满足《海水养殖水排放要求》（SC/T 9103-2007）二类标准。

6.3 主要污染物排放总量控制建议

本项目主要污染物为 COD、总氮、总磷，主要污染物排放总量分别为：总氮为 5.11kg/a，总磷为 0.99kg/a，COD 为 25.59kg/a，本项目年排放量为年排水量约为 3375m³/a，根据实际养殖情况，本项目污水为间歇排放，集中于每年 3、4、5、9、10 与 11 月的潮落期各排放一次，一次排放时间约 24h（不连续），即间歇性排放最高流量约为 562.5m³/d，上述排放总量可满足本项目排放污水所需的排放量要求。

7 入海排污口设置合理性分析

7.1 与海洋功能区管控要求符合性分析

根据《广东省海洋功能区划（2011—2020 年）》（2012 年），本项目所在区域的海洋功能区划为东海岛南部工业与城镇用海区（详见图 1.4-1），周边海域的功能区还有：湛江-珠海近海农渔业区、雷州湾农渔业区、东里海洋保护区、硇洲岛南海洋保护区、东海岛旅游休闲娱乐区等。

东海岛南部工业与城镇用海区的海域使用管理要求为：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. 在基本功能未利用前，保留养殖等渔业用海；4. 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；5. 工程建设期间采取有效措施降低对湛江硇洲岛海洋资源自然保护区的影响；6. 加强对围填海的动态监测和监管；7. 优先保障军事用海需求，围填海等开发活动需保障军事设施安全。

本项目不属于造地工程用海以及工业用海，根据现场踏勘情况，项目所在东海岛南部工业与城镇用海区基本功能未利用，项目排污口工程属于养殖渔业用海范畴，项目建设不涉及围填海，也不涉及建设海中构筑物等行为，项目仅利用沿岸海域作为污水排放受纳水体，项目排放后周边水域水质满足相应标准要求。因此，本项目排污符合《广东省海洋功能区划（2011—2020 年）》中的东海岛南部工业与城镇用海区的管控要求，项目选址可行。

7.2 与“三线一单”符合性分析

（1）与《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》符合性分析

为全面贯彻《中共中央国务院关于全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战的意见》，落实生态保护红线，环境质量底线、资源利用上线，广东省人民政府于 2020 年发布了《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（粤府〔2020〕71 号），确定了生态环境准入清单（以下简称“三线一单”）。

“三线一单”主要目标为到 2025 年，建立较为完善的“三线一单”生态环境分区管控体系，全省生态安全屏障更加牢固，生态环境质量持续改善，能源资源利用效率稳步提高，绿色发展水平明显提升，生态环境治理能力显著增强。其中：

生态保护红线及一般生态空间①。全省陆域生态保护红线面积 36194.35 平方公里，占全省陆域国土面积的 20.13%；一般生态空间面积 27741.66 平方公里，占全省陆域国土面积的 15.44%。全省海洋生态保护红线面积 16490.59 平方公里，占全省管辖海域面积的 25.49%。

环境质量底线。全省水环境质量持续改善，国考、省考断面优良水质比例稳步提升，全面消除劣 V 类水体。大气环境质量继续领跑先行，PM2.5 年均浓度率先达到世界卫生组织过渡期二阶段目标值（25 微克/立方米），臭氧污染得到有效遏制。土壤环境质量稳中向好，土壤环境风险得到管控。近岸海域水体质量稳步提升。

资源利用上线。强化节约集约利用，持续提升资源能源利用效率，水资源、土地资源、岸线资源、能源消耗等达到或优于国家下达的总量和强度控制目标。

到 2035 年，生态环境分区管控体系巩固完善，生态安全格局稳定，环境质量实现根本好转，资源利用效率显著提升，节约资源和保护生态环境的空间格局、产业结构、能源结构、生产生活方式总体形成，基本建成美丽广东。

根据“广东省三线一单应用平台”，本项目位于东海岛南部工业与城镇用海区，属于重点管控单元，其管控措施主要为：

区域管控措施：1-1.从严控制“两高一资”产业在沿海地区布局。1-2.依法淘汰沿海地区污染物排放不达标或超过总量控制要求的产能。1-3.立足海洋特色资源和海洋开发需求，积极培育发展海洋新兴产业和先进制造业。1-4.严格限制在半封闭海湾、河口海域兴建海岸工程、海洋工程建设项目；因防灾减灾等公共安全需要确需建设的，不得对水体交换、潮汐通道、行洪和通航安全造成严重影响，并在工程建设的同时采取严格的海洋环境保护和生态修复措施。

污染物排放管控：2-1.完善沿海城镇污水集中处理设施，实行污水集中处理，达标排放。2-2.临海宾馆、饭店、旅游场所的污水未实行集中处理的，应当建造污水处理设施处理，达到排放标准后方可排放。2-3.临海工业园区应当根据防治污染的需要，建设污水集中处理设施，实行污水集中处理，达标离岸排放。2-4.加强入海河流综合整治，因地制宜采取控源截污、面源治理等措施，着力减少总氮等污染物入海量。2-5.严格落实排污许可管理要求，加强排污许可证实施监管，督促企业采取有效措施控制污染物排放，达到排污许可证规定的许可排放量要求。2-6.以近岸海域劣四类水质分

布区为重点，建立健全“近岸水体-入海排污口-排污管线-污染源”全链条治理体系，系统开展入海排污口综合整治。

环境风险防控：**3-1.**制定和完善陆域环境风险、海上溢油及危险化学品泄露、海洋环境灾害等对近岸海域影响的应急预案，健全应急响应机制。**3-2.**装卸油类的港口、码头、装卸站和船舶必须编制溢油污染应急计划，并配备相应的溢油污染应急设备和器材。**3-3.**沿海大中型港口应当建立船舶废弃物集中处置设施，实行船舶废弃物集中处理。**3-4.**来自有疫情港口的船舶，其垃圾、生活污水、压载水等污染物应当按规定向检验检疫部门申请处理。**3-5.**船舶及海上生产作业不得违反规定向海洋排放含油废水、压载水、废弃物、船舶垃圾及其他有害物质。

能源资源利用：**4-1.**节约集约用海，合理控制规模，优化空间布局，提高海域空间资源的整体使用效能。**4-2.**推进港口船舶能源清洁化改造，逐步提高岸电使用和港作机械“非油”比例。

本项目涉海内容主要为排污口排放养殖尾水入海，项目建设与所在东海岛南部工业与城镇用海区符合性分析详细如下表 7.2-1。

(2) 与《湛江市“三线一单”生态环境分区管控方案》符合性分析

根据《湛江市“三线一单”生态环境分区管控方案》，本项目所处海域同属于东海岛南部工业与城镇用海区，属于重点管控单元，其各项管控措施与《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》一致，因此项目与《湛江市“三线一单”生态环境分区管控方案》中的东海岛南部工业与城镇用海区符合性分析详见表 7.2-1。

表7.2-1 项目与东海岛南部工业与城镇用海区符合性分析一览表

类别	内容	符合性分析情况	是否 符合
区域布局 管控	1-1.从严控制“两高一资”产业在沿海地区布局。	项目属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中的鼓励类；根据《市场准入负面清单（2022 年版）》，本项目不属于其中禁止类，不属于“两高一资”产业。	符合
	1-2.依法淘汰沿海地区污染物排放不达标或超过总量控制要求的产能。	本项目尾水排放符合所处海域要求	符合
	1-3.立足海洋特色资源和海洋开发需	本项目属于现有养殖产业，符	符合

	求,积极培育发展海洋新兴产业和先进制造业。	合产业政策。	
	1-4.严格限制在半封闭海湾、河口海域兴建海岸工程、海洋工程建设项目;因防灾减灾等公共安全需要确需建设的,不得对水体交换、潮汐通道、行洪和通航安全造成严重影响,并在工程建设的同时采取严格的海洋环境保护和生态修复措施。	本项目不涉及构建大型构筑物,不会对水体交换和潮汐通道等造成不利影响,项目不涉及占用航道区域。	符合
污染物排放管控	2-1.完善沿海城镇污水集中处理设施,实行污水集中处理,达标排放。	根据现状监测情况,本项目污水已达标排放。	符合
	2-2.临海宾馆、饭店、旅游场所的污水未实行集中处理的,应当建造污水处理设施处理,达到排放标准后方可排放	本项目不涉及宾馆、饭店、旅游场所等建设和污水排放。	符合
	2-3.临海工业园区应当根据防治污染的需要,建设污水集中处理设施,实行污水集中处理,达标离岸排放。	本项目不涉及工业园区建设。	符合
	2-4.加强入海河流综合整治,因地制宜采取控源截污、面源治理等措施,着力减少总氮等污染物入海量。	本项目已采取相应保护措施,养殖尾水可达标排放。	符合
	2-5.严格落实排污许可管理要求,加强排污许可证实施监管,督促企业采取有效措施控制污染物排放,达到排污许可证规定的许可排放量要求。	本项目已采取相应水处理措施,可满足排污许可证相应排放要求。	符合
	2-6.以近岸海域劣四类水质分布区为重点,建立健全“近岸水体-入海排污口-排污管线-污染源”全链条治理体系,系统开展入海排污口综合整治。	本项目所处海域水质良好,养殖尾水可做到达标排放,若涉及排污口整治工作的,建设单位可配合完成。	符合
能源资源利用	4-1.节约集约用海,合理控制规模,优化空间布局,提高海域空间资源的整体使用效能。	本项目不涉及在海域范围构建实体构筑物,工程规模较小。	符合
	4-2.推进港口船舶能源清洁化改造,逐步提高岸电使用和港作机械“非油”比例	项目不涉及港口设施建设。	符合
环境风险防控	3-1.制定和完善陆域环境风险、海上溢油及危险化学品泄露、海洋环境灾害等对近岸海域影响的应急预案,健全应急响应机制。	项目不涉及溢油、危险化学品等环境风险事故。	符合
	3-2.装卸油类的港口、码头、装卸站	项目不涉及港口、码头等的建	符合

	和船舶必须编制溢油污染应急计划，并配备相应的溢油污染应急设备和器材。	设，无溢油风险事故。	
	3-3.沿海大中型港口应当建立船舶废弃物集中处置设施，实行船舶废弃物集中处理。	项目不涉及港口、码头等的建设。	符合
	3-4.来自有疫情港口的船舶，其垃圾、生活污水、压载水等污染物应当按规定向检验检疫部门申请处理。	项目不涉及港口、码头等的建设。	符合
	3-5.船舶及海上生产作业不得违反规定向海洋排放含油废水、压载水、废弃物、船舶垃圾及其他有害物质。	本项目不涉及海上生产活动。	符合

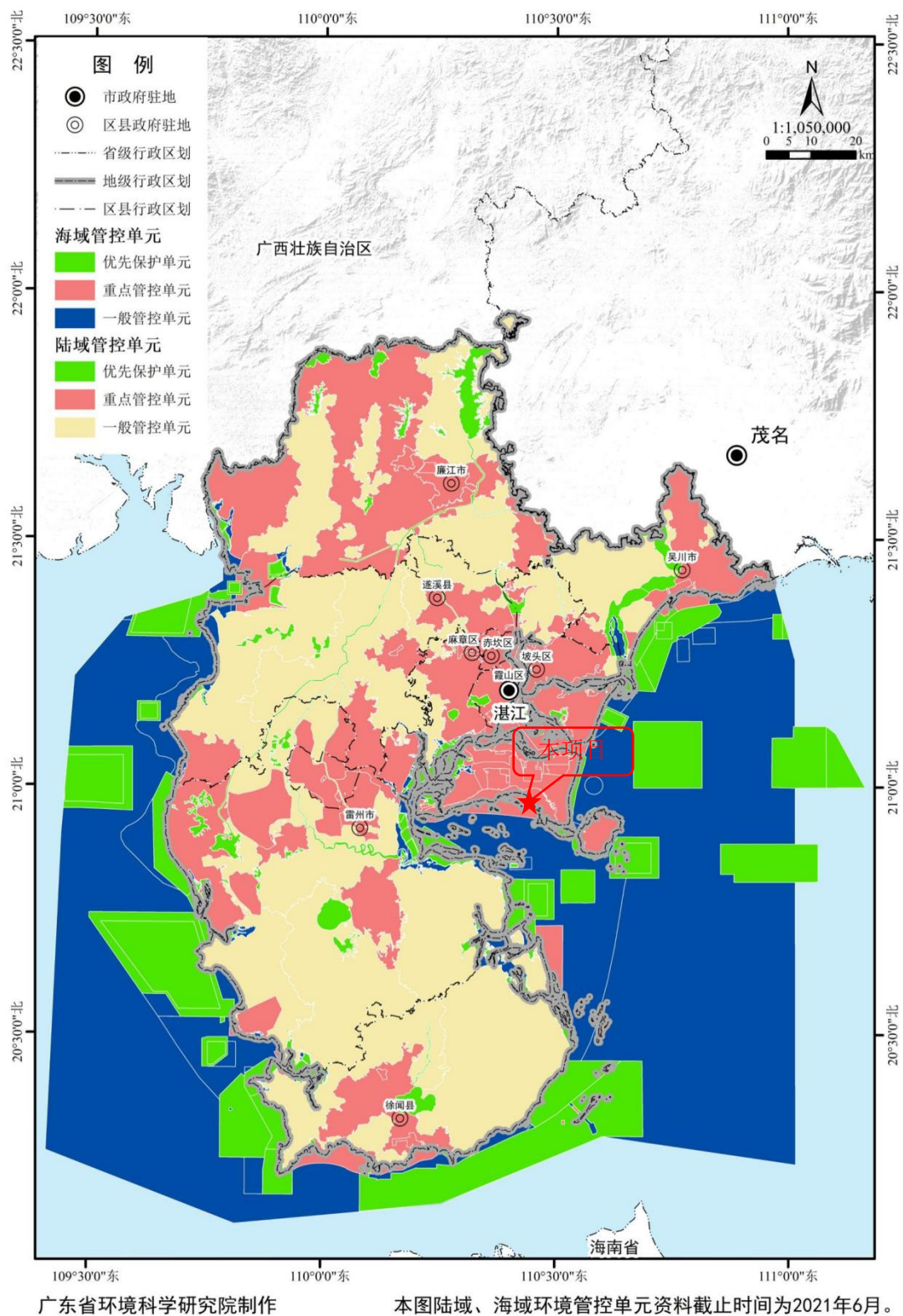


图7.2-1 项目所处“三线一单”位置示意图

7.3 与“三区三线”符合性分析

根据《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》《自然资源部办公厅关于依据“三区三线”划定成果报批建设项目用地用海有关事宜的函》等文件，广东省已经完成“三区三线”划定工作，正式启用，作为建设项目用地用海组卷报批的依据。

“三区”是指城镇空间、农业空间、生态空间三种类型的国土空间。“三线”分别对应城镇空间、农业空间、生态空间划定的城镇开发边界、永久基本农田、生态保护红线三条控制线。

本项目位于东海岛南侧海域，排污口外侧沿岸分布有湛江市麻章区红树林生态保护红线。

《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）》提出“规范管控对生态功能不造成破坏的有限人为活动。生态保护红线是国土空间规划中的重要管控边界，生态保护红线内自然保护地核心保护区外，禁止开发性、生产性建设活动，在符合法律法规的前提下，仅允许以下对生态功能不造成破坏的有限人为活动。生态保护红线内自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区等区域，依照法律法规执行”。

1.管护巡护、保护执法、科学研究、调查监测、测绘导航、防灾减灾救灾、军事国防、疫情防控等活动及相关的必要设施修筑。

2.原住居民和其他合法权益主体，允许在不扩大现有建设用地、用海用岛、耕地、水产养殖规模和放牧强度（符合草畜平衡管理规定）的前提下，开展种植、放牧、捕捞、养殖（不包括投礁型海洋牧场、围海养殖）等活动，修筑生产生活设施。

3.经依法批准的考古调查发掘、古生物化石调查发掘、标本采集和文物保护活动。

4.按规定对人工商品林进行抚育采伐，或以提升森林质量、优化栖息地、建设生物防火隔离带等为目的的树种更新，依法开展的竹林采伐经营。

5.不破坏生态功能的适度参观旅游、科普宣教及符合相关规划的配套性服务设施和相关的必要公共设施建设及维护。

6.必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施、通讯和防洪、供水设施建设和船舶航行、航道疏浚清淤等活动；已有的合法水利、交通运输等设施运行维护改造。

7.地质调查与矿产资源勘查开采。包括：基础地质调查和战略性矿产资源远景调查等公益性工作；铀矿勘查开采活动，可办理矿业权登记；已依法设立的油气探矿权继续勘查活动，可办理探矿权延续、变更（不含扩大勘查区块范围）、保留、注销，当发现可供开采油气资源并探明储量时，可将开采拟占用的地表或海域范围依照国家相关规定调出生态保护红线；已依法设立的油气采矿权不扩大用地用海范围，继续开采，可办理采矿权延续、变更（不含扩大矿区范围）、注销；已依法设立的矿泉水和地热采矿权，在不超出已经核定的生产规模、不新增生产设施的前提下继续开采，可办理采矿权延续、变更（不含扩大矿区范围）、注销；已依法设立和新立铬、铜、镍、锂、钴、锆、钾盐、（中）重稀土矿等战略性矿产探矿权开展勘查活动，可办理探矿权登记，因国家战略需要开展开采活动的，可办理采矿权登记。上述勘查开采活动，应落实减缓生态环境影响措施，严格执行绿色勘查、开采及矿山环境生态修复相关要求。

8.依据县级以上国土空间规划和生态保护修复专项规划开展的生态修复。

9.根据我国相关法律法规和与邻国签署的国界管理制度协定（条约）开展的边界边境通视道清理以及界务工程的修建、维护和拆除工作。

10.法律法规规定允许的其他人为活动。

本项目排污口为已建工程，且排污口本身不涉及占用红树林生态保护红线，根据模拟预测结果知，正常情况下，排污口 0.13km 内海域的 COD、无机氮、活性磷酸盐浓度均较小，其扩散水域污染物浓度均符合《海水养殖水排放要求》（SC/T 9103-2007）二类标准，该部分污染物对红树林生长系统影响较小，且项目排水量较小，不会造成红树林群落长期的海水淹没或冲刷，不会引起红树林群落地质环境的变化，因此，项目排污口排放养殖尾水也不会导致红树林群落退化、衰败，项目建设符合生态保护红线的管理要求。



图7.3-1 项目周边生态保护红线分布示意图

7.4 尾水污染种类以及排放浓度、总量

本项目年排放海水 3375 吨，项目尾水通过藻类处理以及微生物处理池处理后排放，两种方法去除效率各按 90% 计算，则排污口排放水污染物浓度为：无机氮为 0.476mg/L，总磷为 0.28mg/L，COD 8.66mg/L。正常排放情况下，本项目 COD 污染物浓度大于 2.0mg/L 的扩散包络面积为 0.018 km²，大于 5.0mg/L 的扩散包络面为 0.001km²，COD 扩散范围主要集中于排水口附近的 0.12km 范围内；无机氮污染物浓度大于 0.2mg/L 的扩散包络面积为 0.011 km²，无大于 0.5mg/L 的包络面，污染物主要出现在排水口附近的 0.13km 范围内；活性磷酸盐污染物浓度大于 0.015mg/L 的扩散包络面积为 0.043 km²，大于 0.045mg/L 的扩散包络面为 0.007km²，污染物主要出现在排水口附近的 0.12km 范围内。

根据《海水养殖水排放要求》（SC/T 9103-2007）二类标准，COD、无机氮、活性磷酸盐标准分别为低于等于 20mg/L、1.00mg/L、0.1mg/L，由预测结果可见，本项目养殖尾水排放后污染物扩散的 0.13km 范围内水质 COD、无机氮、活性磷酸盐浓度最大为 5.0mg/L、0.4mg/L、0.045mg/L，排污口最近的调查站位为 S10 站位，其 COD、无机氮、活性磷酸盐浓度为 1.52mg/L、0.027mg/L、0.023mg/L，叠加后浓度为 6.52mg/L、0.427mg/L、0.068mg/L，其满足《海水养殖水排放要求》（SC/T 9103-2007）二类标准。

7.5 纳污水体环境容量可行性分析

根据现场踏勘情况，本项目排污口周边无其他在建、已建的排污口，本项目排污口排放的养殖尾水汇入东海岛南侧海域，由于东海岛南侧海域较为开阔，其水体环境容量相较河流等较大，根据海洋环境现状调查结果，本项目排污口最近的调查站位为 S10 站位，其 COD、无机氮、活性磷酸盐浓度为 1.52mg/L、0.027mg/L、0.023mg/L，根据《广东省近岸海域环境功能区划（粤府办〔1999〕68 号）》、《湛江市近岸海域环境功能区划（粤环函〔2007〕551 号）》和《关于调整湛江市近岸海域环境功能区划有关问题的复函（粤办函〔2007〕344 号）》，本项目排污口所处海域为东海岛南岸二类区，其主导功能为增殖，执行海水水质二类标准，项目周边站位的水质监测结果均符合相应水质标准，可见本项目运营期以来未对周边海域水质指标造成负荷，项目污染物主要为 COD、总氮、总磷等，均为海水水质中的常见成分，纳污水体可充分接纳本项目排放的养殖尾水。

8 水环境保护措施

8.1 水生态保护措施

目前项目已经完成了养殖污水的处理净化，采用的工艺为沉淀池+微生物池+泥丁养殖（净化）池。

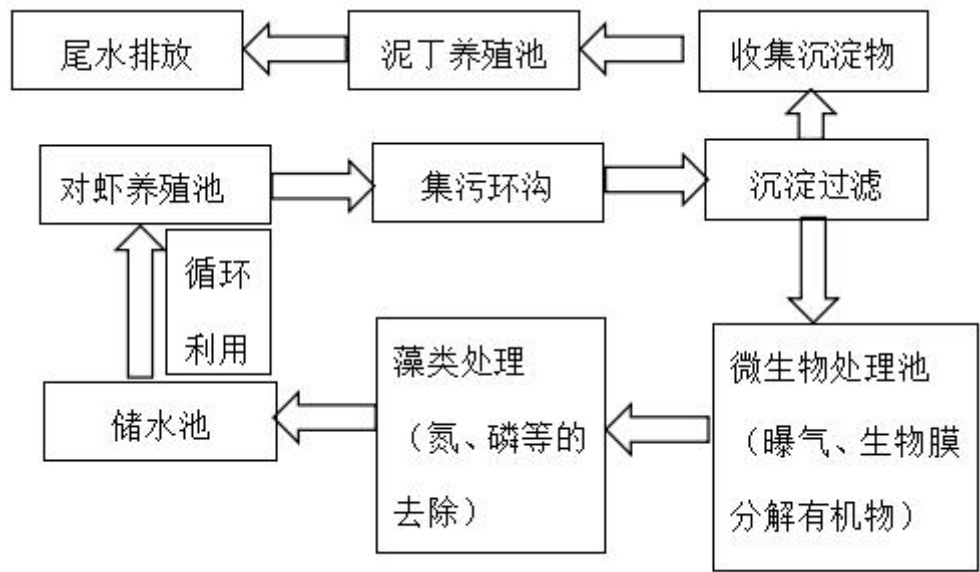


图5.1-1 项目现场所列的养殖尾水处理流程图

有关处理措施详细说明如下：

项目养殖过程中养殖尾水经排水沟至进入沉淀池，经过 24h 沉淀的养殖尾水，上层水进入微生物处理池，微生物处理池中，铺设水处理毛刷型填料和生物球，培养有益微生物、浮游动物等，形成生物膜，进一步清除和分解有机废物，微生物处理池上层水进入藻类净化池，去除氮、磷等无机盐，之后可以进入储水池备用，进行循环利用。下层沉淀物抽到泥丁养殖池，作为泥丁饵料完成尾水的净化功能后进入到入海口处入海。

技术原理：

人工水草仿照水生植物的外形特点，利用耐污染的纤维材料设计而成，在流经受污染水体时，能够在比表面积巨大的载体表面形成一层生物膜。该层生物膜是由菌类、藻类、原生动物以及后生动物组成的立体微生物生态系统，可以有效提高水体透明度以及吸附降解水中的氨、磷、有机物、重金属等污染物。

微孔曝气系统通过增加水中的溶解氧，加快了污染物的反应分解速度、加深了污染物的反应变化程度、扩大了污染物参与反应的范围，提高了水体净化的效率，增强了水体活性和自净能力，促进了水生态的恢复。

①微孔曝气系统能够更高效提升水体中溶解氧，快速提升水体生物活性，显著增强水体的自净能力。

②微孔曝气系统能使污染物在强氧化作用下发生氧化、氨化及硝化反应，有效消减有机底泥，消除水体异臭，降低 COD、总氮、总磷等指标。

③微孔曝气系统能够分解、抑制水体中的有机悬浮物及藻类，提高水体透明度，促进水体的良性循环。

水体中污染物的自然衰减取决于微生物的自然降解过程，由于受到环境中营养物浓度、pH、氧化还原电位、温度等因子的限制，自然降解进程缓慢。通过向水体中投加功能微生物，可以缩短自然降解进程，达到快速去除污染物的目的。微生物菌剂中的功能微生物具有种类多样性及降解不同污染物的特点，微生物相互间协同作用形成一个组成复杂、结构稳定的共生群落，通过分泌各种胞外酶或胞内酶的作用降解污染物，将复杂有机物分解为简单无机物，将有毒物质转化为无毒或低毒物质，微生物不断氧化分解污染物，使水体中的污染物得以去除。

南美白对虾养殖尾水中含有大量的食物残渣、粪便等。而这些东西在水中分解，就会使水体"富营养化"，水体富营养化后就会产生大量的浮游生物。那么通过泥丁的进食，来控制水体中浮游生物的数量，就能起到了净化水质的作用。泥丁净化技术，不仅可以净化提升水质，同时也实现了尾水的资源化利用并能产生一定的经济效益。

污水处理设施管理方面：

对出水水质要定期监测，避免废水超标排放。防止风险事故的发生，从设计、管理等方面入手，提出可行的事故防范对策和措施，建立事故应急反应系统。

通过以上处理措施，本项目正常排放情况下，养殖尾水排放后污染物扩散的 0.13km 范围内水质 COD、无机氮、活性磷酸盐浓度最大为 5.0mg/L、0.4mg/L、0.045mg/L，排污口最近的调查站位为 S10 站位，其 COD、无机氮、活性磷酸盐浓度为 1.52mg/L、0.027mg/L、0.023mg/L，叠加后浓度为 6.52mg/L、0.427mg/L、0.068mg/L，其满足《海水养殖水排放要求》（SC/T 9103-2007）二类标准。可见项目养殖尾水处理情况良好，符合排放要求标准。

8.2 项目排污风险及应急措施

8.2.1 污水排放事故风险识别

本项目废水事故排放主要原因：一是尾水处理设施发生故障，废水未经处理而全部外排；二是排污管道由于破裂和接头处的破损，导致未经处理的废水泄漏。

未经处理的废水，废水中 COD、总磷、总氮等排放浓度远远超标。如果废水外排时间过长，形成的地表径流有可能污染到项目附近水体环境使水中固体悬浮物（SS）、有机物和微生物含量升高，改变水体的物理、化学和生物群落组成，使水质变坏。此外，废水中有机物生物降解和水生生物的繁殖大量消耗水体溶解氧，使水体变黑发臭，水生生物死亡，发生水体“富营养化”，这种水体将不可能再得到恢复。因此，必须采取应急措施，防止废水未经处理直接排入项目附近水体环境的事故发生。

8.2.2 废水事故预防措施

为了防止废水处理设施发生故障，废水未经处理而全部外排；污水管道由于破裂和接头处的破损，导致未经处理的废水泄漏等废水泄漏事故的发生。本评价要求建设单位应采取如下措施：

①在暴雨时段，应对污水处理系统加强检查力度，养殖场周围设置雨水截流沟，避免雨水汇入污水处理系统，集污池加盖封闭处理，避免暴雨导致集污池溢流等事故的发生；

②对循环水系统应定期巡检、调节、保养、维修，及时发现可能引起事故异常的苗头，消除事故隐患。

9 排污口位置及规范化管理

根据国家标准《环境保护图形标志一排污口（源）》、国家环保部《排污口规范整治技术要求(试行)》和《广东省污染源排污口规范化设置导则》的技术要求，排污口的规范化要符合环境监理的有关要求，本项目排污口规范化设置要求如下：

（1）废水排放口规范化设置

本项目废水排放口设1个，排污口应具备方便采样和流量测定条件，在项目边界内设置。排污口大小根据项目废水流量而设置，并且安装流量计。此外，采用暗渠排污的，需设置满足采样需求的采样井或采样渠，若排污管有压力，则应安装采样阀门，并设置排污口标志牌。

（2）废气排放口规范化设置

本项目不设置废气排气筒。

（3）固定噪声排放源

按规定对固定噪声源进行治理，并在边界噪声敏感点、对外界影响最大处设置标志牌。

（4）固体废物储存场

生活垃圾和其他固体废物分开存放，并设置标志牌。固体废物储存场做好消毒、除臭、清洁工作。

（5）设置标志牌要求

排放口必须按照国家标准《环境保护图形标志》的规定，设置相应的环境保护图形标志牌，排放有毒有害等污染物的排污口必须设置警告式标志牌。标志牌设置位置在排污口附近，周边无物体遮挡，高度为标志牌上缘离地面2米。排污口附近1米范围内有建筑物的，设平面式标志牌，无建筑物的设立式标志牌。规范化排污口的有关设置(如图形标志牌、计量装置、监控装置等)属环保设施，排污单位必须负责日常的维护保养，任何单位和个人不得擅自拆除，如需变更的须报环境监察部门同意并办理变更手续。

9.1 环境管理计划

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国海洋环境保护法》的精

神，企、事业单位在生产和经营中防止污染、保护环境应是其重要的职责之一。环境管理是控制污染、保护环境的重要措施，应根据《建设项目环境保护设计规定》等法规的要求，确定环保管理机构，制定管理程序。

根据本项目工程建设的实际情况，工程指挥部应设人员负责环境保护事宜，加强对生活污水、清洗废水、养殖尾水排放等管理，尽量减少工程实施对周边海洋生态环境的影响。

9.2 环境监测

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）、《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》要求，为了及时了解和掌握建设项目对海洋水质、沉积物和生物的影响，以便对可能产生明显环境影响的关键环节事先制度性监测，使可能造成环境影响的因素得以及时发现，需要对建设项目对海洋环境产生的影响进行跟踪监测。根据项目特征，本项目已完成施工，主要对运营期进行跟踪监测。

1、排污口监测

根据《排污单位自行监测技术指南 总则》（HJ819-2017），养殖尾水排污口监测计划见表 9.2-1。

表 9.2-1 废水监测计划

排污口编号	监测位置	监测实施	手工监测批次	监测
W1	排污口处	手工	每季度	悬浮物、pH 值、COD、氨氮、总氮、总磷等

2、水环境监测

①监测站位：在项目排水附近影响区域及不受影响的对照区共设置 3 个站位（监测过程中可视情况做适当调整，见图 7.2-1）开展海水水质站位监测。

②监测项目：悬浮物、pH 值、COD、氨氮、总氮、总磷等。

③监测频率：运营后 3 年内监测一次。

④执行标准：执行所在海洋功能区标准。

3、海洋生态监测

①监测站位：在项目排水附近影响区域及不受影响的对照区共设置 3 个站位开展

海洋生态监测。

②监测项目：叶绿素 a、底栖生物、浮游动物、浮游植物、鱼卵仔鱼、游泳生物。

③监测频率：运营后 3 年内监测一次。

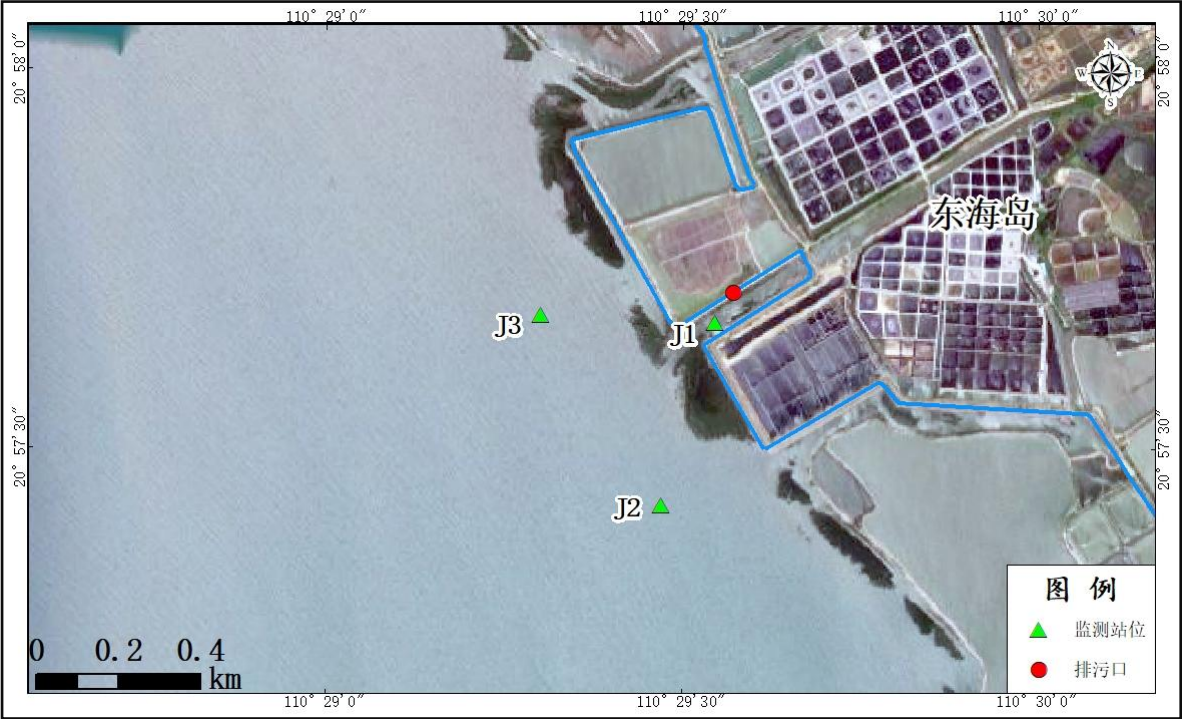


图9.2-1 项目水环境、沉积物环境、海洋生态监测布点图

表9.2-2 项目监测布点信息表

监测站位	监测项目	东经	北纬
1	水质、海洋生态	110° 29' 32.838" E	20° 57' 39.898" N
2	水质、海洋生态	110° 29' 18.149" E	20° 57' 40.460" N
3	水质、海洋生态	110° 29' 28.368" E	20° 57' 25.481" N

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

10 结论与建议

10.1 入海排污口基本情况

湛江腾飞实业有限公司南美白对虾工业化循环水养殖项目养殖面积约 413540.0 平方米，建立标准工业化循环水南美白对虾养殖系统，研究相关技术并生产南美白对虾。项目全部建成投产后年产南美白对虾 803-980 吨。项目位于广东省湛江市经济技术开发区东简街道下寮村，项目坐标为东经 110 度 29 分 47.97 秒，北纬 20 度 57 分 57.89 秒。本项目养殖池水量约为 22500m³，项目养殖过程中养殖尾水经排水沟至进入沉淀池，经过 24h 沉淀的养殖尾水，沉淀物抽到泥丁养殖池，作为泥丁饵料处理后进入到入海口处入海，项目养殖尾水年排水量约为 3375m³/a，项目排污口设置地点位于养殖场南侧海域（坐标为 110 度 29 分 31.67341 秒，北纬 20 度 57 分 40.77487 秒）。

本项目年排放海水 3375 吨，污染物浓度的产生量总氮为 0.151kg/m³，总磷为 0.029kg/m³，COD0.758kg/m³。项目尾水通过藻类处理以及微生物处理池处理后排放，两种方法去除效率各按 90%计算，无机氮 0.46mg/L，总磷 0.294mg/L，COD9.65mg/L。

10.2 对海水水质和生态的影响

（1）对水质的影响

本项目年排放海水 3375 吨，污染物浓度的产生量总氮为 0.151kg/m³，总磷为 0.029kg/m³，COD0.758kg/m³。项目尾水通过藻类处理以及微生物处理池处理后排放，两种方法去除效率各按 90%计算，排污口排放水污染物浓度为：无机氮 0.46mg/L，总磷 0.294mg/L，COD9.65mg/L。正常排放情况下，本项目 COD 污染物浓度大于 2.0mg/L 的扩散包络面积为 0.018 km²，COD 扩散范围主要集中于排水口附近的 0.12km 范围内；无机氮污染物浓度大于 0.2mg/L 的扩散包络面积为 0.011 km²，污染物主要出现在排水口附近的 0.13km 范围内；活性磷酸盐污染物浓度大于 0.015mg/L 的扩散包络面积为 0.043 km²，污染物主要出现在排水口附近的 0.12km 范围内。

由预测结果可见，本项目养殖尾水排放后污染物扩散的 0.13km 范围内水质 COD、无机氮、活性磷酸盐浓度最大为 5.0mg/L、0.4mg/L、0.045mg/L，排污口最近的调查站位为 S10 站位，其 COD、无机氮、活性磷酸盐浓度为 1.52mg/L、0.027mg/L、0.023mg/L，叠加后浓度为 6.52mg/L、0.427mg/L、0.068mg/L，其满足《海水养殖水排放要求》（SC/T 9103-2007）二类标准。

（2）对水生生态的影响

项目排放废水主要污染物有 COD、无机氮和活性磷酸盐等，对水生生物不会产生生物毒性危害。

经处理达标后排放，工程建成后正常排污情况下对水质影响较小，根据现状调查结果，项目周边海域水质类别没有发生明显变化，不会破坏纳污水域生态系统的稳定，对海洋生物影响不大。但项目排污可能会引起排污口附近局部水域水生生物种群结构发生一定变化，主要是耐污物种耐污物种增加，逐渐成为优势种。

10.3 入海排污口设置合理性结论

根据《广东省海洋功能区划（2011—2020 年）》（2012 年），本项目所在区域的海洋功能区划为东海岛南部工业与城镇用海区，项目排污口设置符合所在东海岛南部工业与城镇用海区的管控要求。

由于历史原因，本项目排污口已建成，排污口选址于养殖场沿岸海域，排污口的设置属于近岸排放，项目现状水质监测结果均符合所在海洋功能区的水质标准要求，因此，认为本项目入海排污口选址可行。

10.4 建议

本次排污口论证是在养殖场处理尾水达标排放基础上进行的合理性分析，为保证外排废水不对纳污水体功能造成不利影响，现提出以下建议：

（1）为确保排污口污水处理达标排放，应严格执行污水处理厂进水的排放标准。建议企业对养殖场内各项污水处理设施进行定期维护，加强巡查，确保尾水达标排放。

（2）建议企业按照要求安装自动在线监测系统，做好日常水质监测工作，按照排污单位自行检测技术指南的要求，做好例行监测工作，并定期上报生态环境主管部门。

（3）做好环境事故应急预案，防止环境风险事故发生，一旦发生事故，立即启动应急预案，减轻风险事故影响。

（5）入河排污口规范化建设应包括统一规范入河排污口设置、竖立明显的建筑物标示碑、实行排污口的立标管理、标明水污染物限制排放总量及浓度情况、明确责任主体及监督单位等内容。

现状调查生态物种名录

附录 I 海域浮游植物种名录

序号	拉丁名	种名
1	<i>Fragilaria oceanica</i>	大洋脆杆藻
2	<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>	伏氏海毛藻
3	<i>Thalassionema nitzschioides</i>	菱形海线藻
4	<i>Nitzschia lorenziana</i>	洛伦菱形藻
5	<i>Nitzschia paradoxa</i>	奇异菱形藻
6	<i>Nitzschia delicatissima</i>	柔弱菱形藻
7	<i>Nitzschia closterium</i>	新月菱形藻
8	<i>Nitzschia longissima</i>	长菱形藻
9	<i>Amphora lavis</i>	平滑双眉藻
10	<i>Navicula directa</i>	直舟形藻
11	<i>Gyrosigma acuminatum</i>	尖布纹藻
12	<i>Pleurosigma affine</i>	近缘斜纹藻
13	<i>Pleurosigma formosum</i>	美丽斜纹藻
14	<i>Rhizosolenia setigera</i>	刚毛根管藻
15	<i>Rhizosolenia stolterfothii</i>	斯氏根管藻
16	<i>Ditylum brightwelli</i>	布氏双尾藻
17	<i>Chaetoceros decipiens</i> f. <i>singularis</i>	并基角毛藻单胞变型
18	<i>Chaetoceros danicus</i>	丹麦角毛藻
19	<i>Chaetoceros densus</i>	密连角毛藻
20	<i>Chaetoceros pseudocurvisetus</i>	拟弯角毛藻
21	<i>Chaetoceros nipponica</i>	日本角毛藻
22	<i>Skeletonema costatum</i>	中肋骨条藻
23	<i>Thalassiosira subtilis</i>	细弱海链藻
24	<i>Thalassiosira rotula</i>	圆海链藻
25	<i>Lauderia borealis</i>	北方劳德藻
26	<i>Schroederella delicatula</i>	优美施罗藻
27	<i>Corethron hystrix</i>	小环毛藻
28	<i>Coscinodiscus jonesianus</i>	琼氏圆筛藻
29	<i>Coscinodiscus wailesii</i>	威氏圆筛藻
30	<i>Coscinodiscus bipartitus</i>	有翼圆筛藻
31	<i>Scenedesmus dimorphus</i>	二形栅藻
32	<i>Gymnodinium sanguineum</i>	红色裸甲藻
33	<i>Ceratium furca</i>	叉角藻
34	<i>Alexandrium tamarense</i>	塔玛亚历山大藻
35	<i>Noctiluca scintillans</i>	夜光藻
36	<i>Prorocentrum micans</i>	海洋原甲藻
合计		36 种

附录 II 海域浮动物种名录

序号	拉丁名	种名
1	<i>Lensia subtiloides</i>	拟细浅室水母
2	<i>Muggiaea atlantica</i>	大西洋五角水母
3	<i>Obelia</i> spp.	藪枝螅水母
4	<i>Eirene varidula</i>	变型和平水母
5	<i>Eirene</i> larva	和平水母幼体
6	<i>Phialella</i> larva	似杯水母幼体
7	<i>Polychaeta</i> larva	多毛类幼体
8	<i>Oithona brevicornis</i>	短角长腹剑水蚤
9	<i>benthic harpacticoida</i>	底栖猛水蚤
10	<i>Corycaeus affinis</i>	近缘大眼水蚤
11	<i>Balanus nauplius</i>	藤壶无节幼体
12	<i>Acartia pacifica</i>	太平洋纺锤水蚤
13	<i>Labidocera acuta</i>	尖刺唇角水蚤
14	<i>Labidocera pavo</i>	孔雀唇角水蚤
15	<i>Labidocera rotunda</i>	圆唇角水蚤
16	<i>Pontellopsis yamadae</i>	钝筒角水蚤
17	<i>Pontellopsis</i> larva	筒角水蚤幼体
18	<i>Pontella chierchiae</i>	叉刺角水蚤
19	<i>Pontella</i> larva	角水蚤幼体
20	<i>Temora turbinata</i>	锥形宽水蚤
21	<i>Acrocalanus gibber</i>	驼背隆哲水蚤
22	<i>Paracalanus crassirostris</i>	强额拟哲水蚤
23	<i>Paracalanus parvus</i>	小拟哲水蚤
24	<i>Tortanus forcipatus</i>	钳形歪水蚤
25	<i>Pseudodiaptomus trihamatus</i>	三钩伪镖水蚤
26	<i>Pseudodiaptomus sheni</i>	沈氏伪镖水蚤
27	<i>Centropages tenuiremis</i>	瘦尾胸刺水蚤
28	<i>Canthocalanus pauper</i>	微刺哲水蚤
29	<i>Calanus sinicus</i>	中华哲水蚤
30	<i>Euchaeta concinna</i>	精致真刺水蚤
31	<i>Gammaridae</i>	钩虾科
32	<i>Caprellidea</i>	麦杆虫科
33	<i>Iphinoe tenera</i>	细长涟虫
34	<i>Diastylis tricineta</i>	三叶针尾涟虫
35	<i>Pseudeuphausia</i> larva	假磷虾幼体
36	<i>Macrura</i> larva	长尾类幼虫
37	<i>Megalopa</i> larva	短尾大眼幼虫
38	<i>Brachyura zoea</i>	短尾类溞状幼体
39	<i>Porcellana zoea</i>	磁蟹溞状幼虫
40	<i>Lucifer hansenii</i>	亨氏莹虾
41	<i>Lucifer</i> larva	莹虾幼体
42	<i>Penilia avirostris</i>	鸟喙尖头蚤
43	<i>Evadne tergestina</i>	肥胖三角蚤
44	<i>Podon schmackeri</i>	史氏圆囊溞
45	<i>Sagitta bedoti</i>	百陶箭虫
46	<i>Sagitta enflata</i>	肥胖箭虫
47	<i>Sagitta</i> larvae	箭虫幼体
48	<i>Gastropoda</i> larva	腹足类幼体
49	<i>Noctiluca scientillans</i>	夜光虫

序号	拉丁名	种名
50	<i>Doliolum denticulatum</i>	小齿海樽
51	<i>Oikopleura dioica</i>	异体住囊虫
52	<i>Oikopleura longicauda</i>	长尾住囊虫
53	<i>Pleurobrachia globosa</i>	球型侧腕水母
54	Fish eggs	鱼卵
55	Fish larva	仔鱼
合计		55 种

附录 III 鱼卵仔稚鱼物种名录

类群	拉丁文	科(种)名
鱼卵	<i>Sillago</i> sp.	鳀
	<i>Sparidae</i> sp.	鲷科
	<i>Cynoglossidae</i> sp.	舌鳎科
	<i>Soleidae</i> sp.	鲷科
	<i>Sciaenidae</i> sp.	石首鱼科
	<i>Callionymus</i> sp.	鱼衔
	<i>Stolephorus</i> sp.	小公鱼
	<i>Thryssa</i> sp.	梭鲷
	<i>Sardinella</i> sp.	小沙丁鱼
	<i>Mugilidae</i> sp.	鲻科
仔稚鱼	<i>Gobiidae</i> sp.	鰕虎鱼科
	<i>Sparidae</i> sp.	鲷科
	<i>Sardinella</i> sp.	小沙丁鱼
	<i>Mugilidae</i> sp.	鲻科
	<i>Sillago</i> sp.	鳀
	<i>Atherinidae</i> sp.	银汉鱼科
	<i>Cynoglossidae</i> sp.	舌鳎科
	<i>Soleidae</i> sp.	鲷科
	<i>Sciaenidae</i> sp.	石首鱼科
	<i>Omobranchus</i> sp.	肩鳃鲷
	<i>Nemipteridae</i> sp.	金线鱼科
	<i>Tetraodontidae</i> sp.	鲀科
鱼卵——合计		10 科
仔稚鱼——合计		12 科

附录 IV 海域底栖生物种名录

类群	拉丁文	种名
软体动物	<i>Angulus emarginatus</i>	缘角蛤
节肢动物	<i>Hyale grandicornis</i>	大角玻璃钩虾
	<i>Upogebia major</i>	大螯蛄虾
	<i>Nihonotrypaea harmandi</i>	哈氏和美虾
	<i>Carcinoplax vestita</i>	泥脚隆背蟹
	<i>Xenophthalmus Pinnotheroides</i>	豆形短眼蟹
	<i>Hemigrapsus</i> sp.	近方蟹
环节动物	<i>Isocirrus watsoni</i>	漏斗节须虫
	<i>Notomastus aberans</i>	背毛背蚓虫

类群	拉丁文	种名
	<i>Lepidasthenia</i> sp.	脆鳞虫
	<i>Owenia fusiformis</i>	欧文虫
	<i>Scoloplos rubra</i>	红刺尖锥虫
脊索动物	<i>Branchiostoma belcheri</i>	白氏文昌鱼
腔肠动物	<i>Pennatula fimbriata</i>	海鳃
星虫动物	<i>Phascolosoma</i> sp.	革囊星虫
棘皮动物	<i>Amphioplus ancistrotus</i>	钩倍棘蛇尾
	<i>Amphioplus sinicus</i>	中华倍棘蛇尾
合计		17 种

附录 V 潮间带大型底栖生物种名录

类群	拉丁文	种名
腔肠动物	<i>Anthopleura</i>	侧花海葵
	<i>Haliplanella luciae</i>	纵条矾海葵
	<i>Virgularia gustaviana</i>	白沙箸
	<i>Subergorgiidae</i> sp.	柳珊瑚
环节动物	<i>Lumbrineris</i> sp.	索沙蚕
	<i>Praxillella cf. affinis</i>	相似节虫
	<i>Perinereis rhombodonta</i>	菱齿围沙蚕
棘皮动物	<i>Holothuria</i> sp.	海参
脊索动物	<i>Periophthalmus cantonensis</i>	弹涂鱼
节肢动物	<i>Sphaeroma</i> sp.	团水虱
	<i>Maera</i> sp.	细身钩虾
	<i>Pachygrapsus crassipes</i>	粗腿厚纹蟹
	<i>Gaetice depressus</i>	平背蜞
	<i>Clibanarius infraspinus</i>	下齿细螯寄居蟹
	<i>Dotilla wichmanni</i>	韦氏毛带蟹
	<i>Macrophthalmus japoicus</i>	日本大眼蟹
	<i>Sphaerozium nitidus</i>	光辉圆扇蟹
	<i>Megabalanus rosa</i>	红巨藤壶
	<i>Amphibalanus amphitrite</i>	纹藤壶
绿藻	<i>Uca arcuata</i>	弧边招潮
	<i>Enteromorpha tubulosa</i>	管浒苔
纽形动物	<i>Cerebratulina</i> sp.	脑纽虫
软体动物	<i>Glauconome chinensis</i>	中国绿螂
	<i>Perna viridis</i>	翡翠贻贝
	<i>Bullacta exarata</i>	泥螺
	<i>Mitrella bella</i>	丽小笔螺
	<i>Babylonia areolata</i>	方斑东风螺
	<i>Thais javanica</i>	爪哇荔枝螺
	<i>Batillaria sordida</i>	疣滩栖螺
	<i>Batillaria zonalis</i>	纵带滩栖螺
	<i>Natica onca</i>	方斑玉螺
	<i>Turritella bacillum</i>	棒锥螺
	<i>Mactra veneriformis</i> Reeve	四角蛤蜊
	<i>Anomalodiscus squamosus</i>	鳞杓拿蛤
	<i>Ruditapes philippinarum</i>	菲律宾蛤仔

类群	拉丁文	种名
	<i>Cyclina sinensis</i>	青蛤
	<i>Meretrix lyrata</i>	琴文蛤
	<i>Meretrix meretrix</i>	文蛤
腕足动物	<i>Lingula anattina</i>	鸭嘴海豆芽
星虫动物	<i>Sipunculus nudus</i>	裸体方格星虫
	<i>Phascolosoma</i> sp.	革囊星虫
合计		41 种

附录VI 游泳动物名录

脊索动物门 CHORDATA

软骨鱼纲 CHONDRICTHYES

电鳐形目 TORPEDINIFORMES

双鳍电鳐科 NARCINIDAE

双鳍电鳐属 *Narcine*

丁氏双鳍电鳐 *Narcine timlei*

辐鳍鱼纲 ACTINOPTERYGII

鲱形目 CLUPEIFORMES

鲱科 CLUPEIDAE

海鲐属 *Nematalosa*

圆吻海鲐 *Nematalosa nasus*

小沙丁鱼属 *Sardinella*

白小沙丁鱼 *Sardinella albella*

锯腹鲷科 PRISTIGASTERIDAE

鲷属 *Ilisha*

黑口鲷 *Ilisha melastoma*

鳀科 ENGRAULIDAE

鲚属 *Coilia*

凤鲚 *Coilia mystus*

梭鲈属 *Thryssa*

杜氏梭鲈 *Thryssa dussumieri*

海龙目 SYNGNATHIFORMES

海龙科 SYNGNATHIDAE

海龙属 *Syngnathus*

尖海龙 *Syngnathus acus*

鲈形目 PERCIFORMES

鲻科 LEIognathidae

项鲻属 *Nuchequula*

颈斑鲻 *Nuchequula nuchalis*

仰口鲻属 *Secutor*

鹿斑鲻 *Secutor ruconius*

大眼鲷科 PRIACANTHIDAE

大眼鲷属 *Priacanthus*

短尾大眼鲷 *Priacanthus macracanthus*

带鱼科 TRICHIURIDAE

小带鱼属 *Eupleurogrammus*

小带鱼 *Eupleurogrammus muticus*

鲷科 SPARIDAE

二长棘鲷属 *Parargyrops*

二长棘鲷 *Parargyrops edita*

金钱鱼科 SCATOPHAGIDAE
 金钱鱼属 *Scatophagus*
 金钱鱼 *Scatophagus argus*
 鲷科 TERAPONTIDAE
 鲷属 *Terapon*
 细鳞鲷 *Terapon jarbua*
 篮子鱼科 SIGANIDAE
 篮子鱼属 *Siganus*
 褐篮子鱼 *Siganus fuscescens*
 鲹科 CARANGIDAE
 圆鲹属 *Decapterus*
 蓝圆鲹 *Decapterus maruadsi*
 石鲈科 HAEMULIDAE
 石鲈属 *Pomadasys*
 银石鲈 *Pomadasys argenteus*
 石首鱼科 SCIAENIDAE
 叫姑鱼属 *Johnius*
 皮氏叫姑鱼 *Johnius belangerii*
 梅童鱼属 *Collichthys*
 棘头梅童鱼 *Collichthys lucidus*
 牙鲆属 *Otolithes*
 红牙鲆 *Otolithes ruber*
 枝鲷石首鱼属 *Dendrophysa*
 勒氏枝鲷石首鱼 *Dendrophysa russelii*
 鲷科 SILLAGINIDAE
 鲷属 *Sillago*
 多鳞鲷 *Sillago sihama*
 虾虎鱼科 GOBIIDAE
 缟虾虎属 *Tridentiger*
 暗缟虾虎鱼 *Tridentiger obscurus*
 拟矛尾虾虎鱼属 *Parachaeturichthys*
 拟矛尾虾虎鱼 *Parachaeturichthys polynema*
 鲷科 CALLIONYMIDAE
 鲷属 *Callionymus*
 斑鳍鲷 *Callionymus enneactis*
 弯棘鲷 *Callionymus curvispinis*
 斜棘鲷属 *Repomucenus*
 香鲷 *Repomucenus olidus*
 羊鱼科 MULLIDAE
 绯鲤属 *Upeneus*
 日本绯鲤 *Upeneus japonicus*
 银鲈科 GERREIDAE
 银鲈属 *Gerres*
 红尾银鲈 *Gerres erythroureus*
 长鲳科 CENTROLOPHIDAE
 刺鲳属 *Psenopsis*
 刺鲳 *Psenopsis anomala*
 鳗鲡目 ANGUILLIFORMES
 海鳗科 MURAENESOCIDAE
 海鳗属 *Muraenesox*
 海鳗 *Muraenesox cinereus*

蛇鳎科 OPHICHTHIDAE
 豆齿蛇鳎属 *Pisodonophis*
 杂食豆齿鳎 *Pisodonophis boro*
 鲎形目 SILURIFORMES
 海鲎科 ARIIDAE
 海鲎属 *Arius*
 中华海鲎 *Arius sinensis*
 鳎鲎科 PLOTOSIDAE
 鳎鲎属 *Plotosus*
 线纹鳎鲎 *Plotosus lineatus*
 鲉形目 TETRAODONTIFORMES
 单角鲉科 MONACANTHIDAE
 副单棘鲉属 *Paramonacanthus*
 日本副单角鲉 *Paramonacanthus japonicus*
 鲉科 TETRAODONTIDAE
 东方鲉属 *Takifugu*
 斑点东方鲉 *Takifugu poecilonotus*
 兔头鲉属 *Lagocephalus*
 棕斑兔头鲉 *Lagocephalus spadiceus*
 仙女鱼目 AULOPIIFORMES
 狗母鱼科 SYNODONTIDAE
 大头狗母鱼属 *Trachinocephalus*
 大头狗母鱼 *Trachinocephalus myops*
 蛇鲻属 *Saurida*
 多齿蛇鲻 *Saurida tumbil*
 鲉形目 SCORPAENIFORMES
 毒鲉科 SYNANCEIIDAE
 粗头鲉属 *Trachicephalus*
 膳头鲉 *Trachicephalus uranoscopus*
 魴鲆科 TRIGLIDAE
 红娘鱼属 *Lepidotrigla*
 翼红娘鱼 *Lepidotrigla alata*
 绿鳍鱼属 *Chelidonichthys*
 绿鳍鱼 *Chelidonichthys kumu*
 鲷科 PLATYCEPHALIDAE
 瞳鲷属 *Inegocia*
 日本瞳鲷 *Inegocia japonica*
 鲷科 SCORPAENIDAE
 拟鳞鲷属 *Paracentropogon*
 印度赤鲷 *Paracentropogon rubripinnis*
 鲷形目 MUGILIFORMES
 鲷科 MUGILIDAE
 骨鲷属 *Osteomugil*
 前鳞骨鲷 *Osteomugil ophuyseni*
 鲷形目 PLEURONECTIFORMES
 鲷科 BOTHIDAE
 缨鲷属 *Crossorhombus*
 青缨鲷 *Crossorhombus azureus*
 舌鲷科 CYNOGLOSSIDAE
 舌鲷属 *Cynoglossus*
 斑头舌鲷 *Cynoglossus puncticeps*

印度舌鳎 *Cynoglossus arel*
 鳎科 SOLEIDAE
 钩嘴鳎属 *Heteromycteris*
 日本钩嘴鳎 *Heteromycteris japonicus*
 牙鲆科 PARALICHTHYIDAE
 斑鲆属 *Pseudorhombus*
 圆鳞斑鲆 *Pseudorhombus levisquamis*
 节肢动物门 ARTHROPODA
 软甲纲 MALACOSTRACA
 口足目 STOMATOPODA
 虾蛄科 SQUILLIDAE
 口虾蛄属 *Oratosquilla*
 口虾蛄 *Oratosquilla oratoria*
 猛虾蛄属 *Harpisquilla*
 猛虾蛄 *Harpisquilla harpax*
 平虾蛄属 *Erugosquilla*
 伍氏平虾蛄 *Erugosquilla woodmasoni*
 三宅虾蛄属 *Miyakella*
 长叉三宅虾蛄 *Miyakella nepa*
 小口虾蛄属 *Oratosquillina*
 断脊小口虾蛄 *Oratosquillina interrupta*
 亚洲小口虾蛄 *Oratosquillina asiatica*
 十足目 DECAPODA
 对虾科 PENAEIDAE
 Alcockpenaeopsis 属 *Alcockpenaeopsis*
 亨氏仿对虾 *Alcockpenaeopsis hungerfordii*
 Kishinouyepenaeopsis 属 *Kishinouyepenaeopsis*
 角突仿对虾 *Kishinouyepenaeopsis cornuta*
 中华仿对虾 *Kishinouyepenaeopsis amicus*
 Mierspenaeopsis 属 *Mierspenaeopsis*
 刀额仿对虾 *Mierspenaeopsis cultrirostris*
 哈氏仿对虾 *Mierspenaeopsis hardwickii*
 赤虾属 *Metapenaeopsis*
 宽突赤虾 *Metapenaeopsis palmensis*
 须赤虾 *Metapenaeopsis barbata*
 对虾属 *Penaeus*
 日本囊对虾 *Penaeus japonicus*
 印度对虾 *Penaeus indicus*
 新对虾属 *Metapenaeus*
 刀额新对虾 *Metapenaeus ensis*
 近缘新对虾 *Metapenaeus affinis*
 沙栖新对虾 *Metapenaeus moyebi*
 中型新对虾 *Metapenaeus intermedius*
 周氏新对虾 *Metapenaeus joyneri*
 鹰爪蟹属 *Trachysalambria*
 鹰爪虾 *Trachysalambria curvirostris*
 鼓虾科 ALPHEIDAE
 鼓虾属 *Alpheus*
 短脊鼓虾 *Alpheus brevicristatus*
 日本鼓虾 *Alpheus japonicus*
 鲜明鼓虾 *Alpheus digitalis*

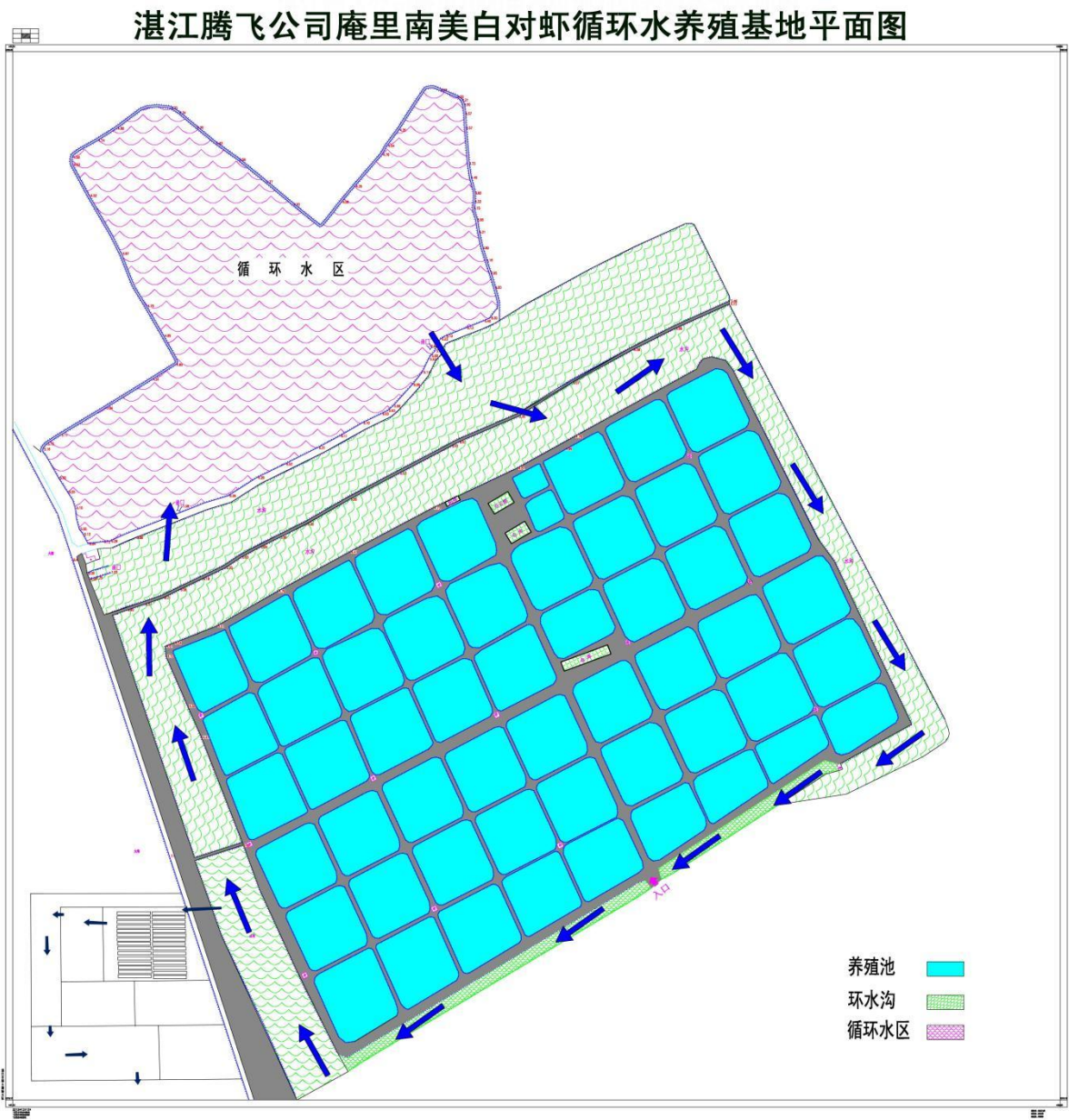
关公蟹科 DORIPPIDAE
 Dorippoides 属 *Dorippoides*
 伪装关公蟹 *Dorippoides facchino*
 关公蟹属 *Dorippe*
 疣面关公蟹 *Dorippe frasccone*
 拟平家蟹属 *Heikeopsis*
 日本关公蟹 *Heikeopsis japonica*
 海螯虾科 NEPHROPIDAE
 后海螯虾属 *Metanephrops*
 中华后海螯虾 *Metanephrops sinensis*
 静蟹科 GALENIDAE
 暴蟹属 *Halimede*
 五角暴蟹 *Halimede ochtodes*
 静蟹属 *Galene*
 双刺静蟹 *Galene bispinosa*
 长脚蟹科 GONEPLACIDAE
 强蟹属 *Eucrate*
 阿氏强蟹 *Eucrate alcocki*
 隆线强蟹 *Eucrate crenata*
 太阳强蟹 *Eucrate solaris*
 黎明蟹科 MATUTIDAE
 黎明蟹属 *Matuta*
 红线黎明蟹 *Matuta planipes*
 菱蟹科 PARTHENOPIDAE
 菱蟹属 *Parapanope*
 强壮菱蟹 *Parapanope validus*
 梭子蟹科 PORTUNIDAE
 Lupocycloporus 属 *Lupocycloporus*
 纤手梭子蟹 *Lupocycloporus gracilimanus*
 梭子蟹属 *Portunus*
 红星梭子蟹 *Portunus sanguinolentus*
 远海梭子蟹 *Portunus pelagicus*
 螯属 *Charybdis*
 变态螯 *Charybdis (Charybdis) variegata*
 钝齿螯 *Charybdis (Charybdis) hellerii*
 近亲螯 *Charybdis (Charybdis) affinis*
 日本螯 *Charybdis (Charybdis) japonica*
 锈斑螯 *Charybdis (Charybdis) feriata*
 玉蟹科 LEUCOSIIDAE
 玉蟹属 *Leucosia*
 鸭额玉蟹 *Leucosia anatum*
 长额虾科 PANDALIDAE
 绿虾属 *Chorotocus*
 厚角绿虾 *Chorotocus crassicornis*
 蜘蛛蟹科 MAJIDAE
 互敬蟹属 *Hyastenus*
 双角互敬蟹 *Hyastenus diacanthus*
 绒球蟹属 *Doclea*
 四翼绒球蟹 *Doclea armata*
 长踦蟹属 *Phalangipus*
 锐刺长踦蟹 *Phalangipus hystrix*

软体动物门 MOLLUSCA
 头足纲 CEPHALOPODA
 八腕目 OCTOPODA
 蛸科 OCTOPODIDAE
 蛸属 *Octopus*
 广东蛸 *Octopus guangdongensis*
 双章鱼属 *Amphioctopus*
 卵蛸 *Amphioctopus ovulum*
 闭眼目 MYOPSIDA
 枪乌贼科 LOLIGINIDAE
 尾枪乌贼属 *Uroteuthis*
 杜氏枪乌贼 *Uroteuthis (Photololigo) duvaucelii*
 中国枪乌贼 *Uroteuthis (Photololigo) chinensis*
 乌贼目 SEPIIDA
 乌贼科 SEPIIDAE
 乌贼属 *Sepia*
 虎斑乌贼 *Sepia pharaonis*
 无针乌贼属 *Sepiella*
 曼氏无针乌贼 *Sepiella inermis*

附图 1 项目地理位置图



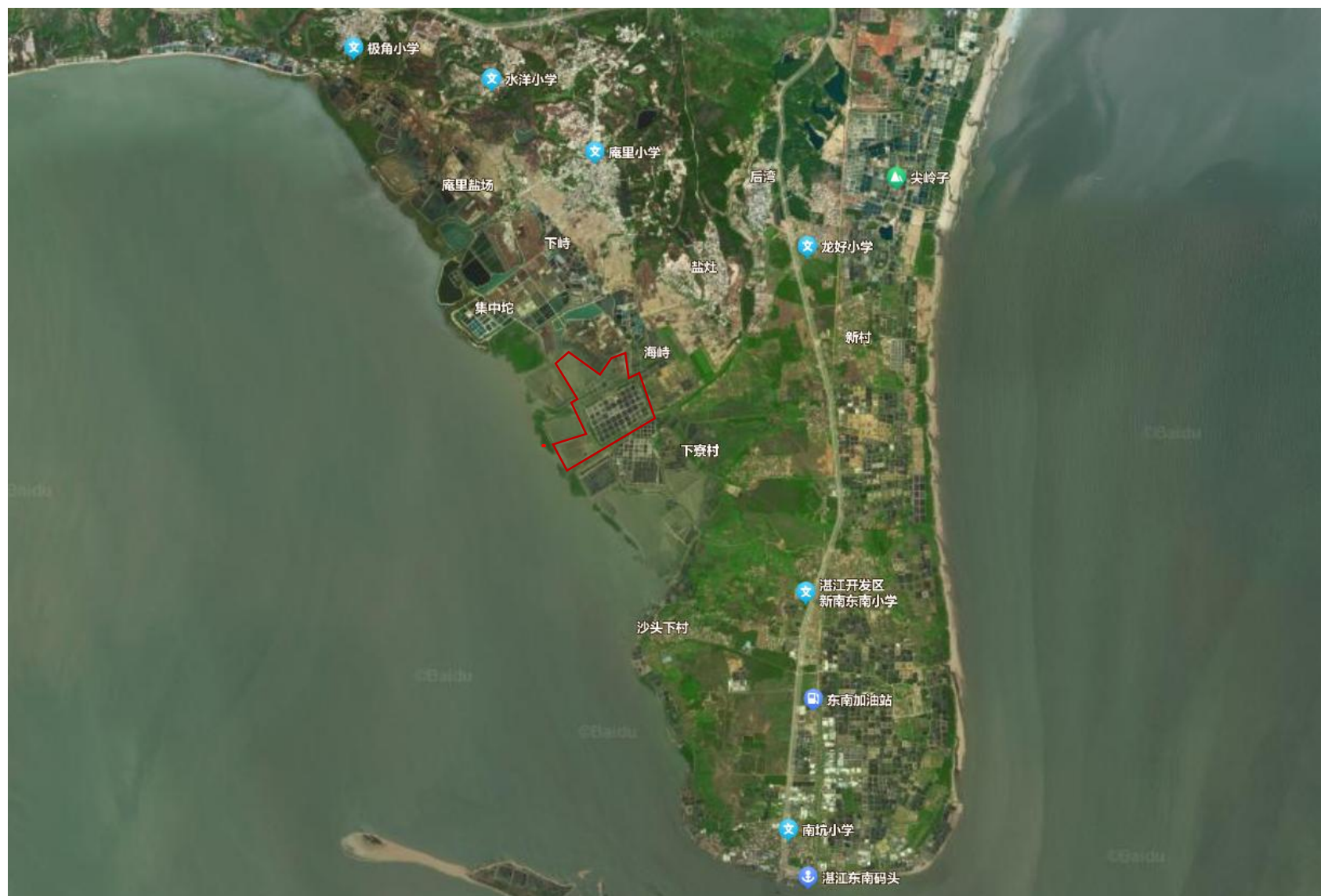
附图 2 项目平面布置图



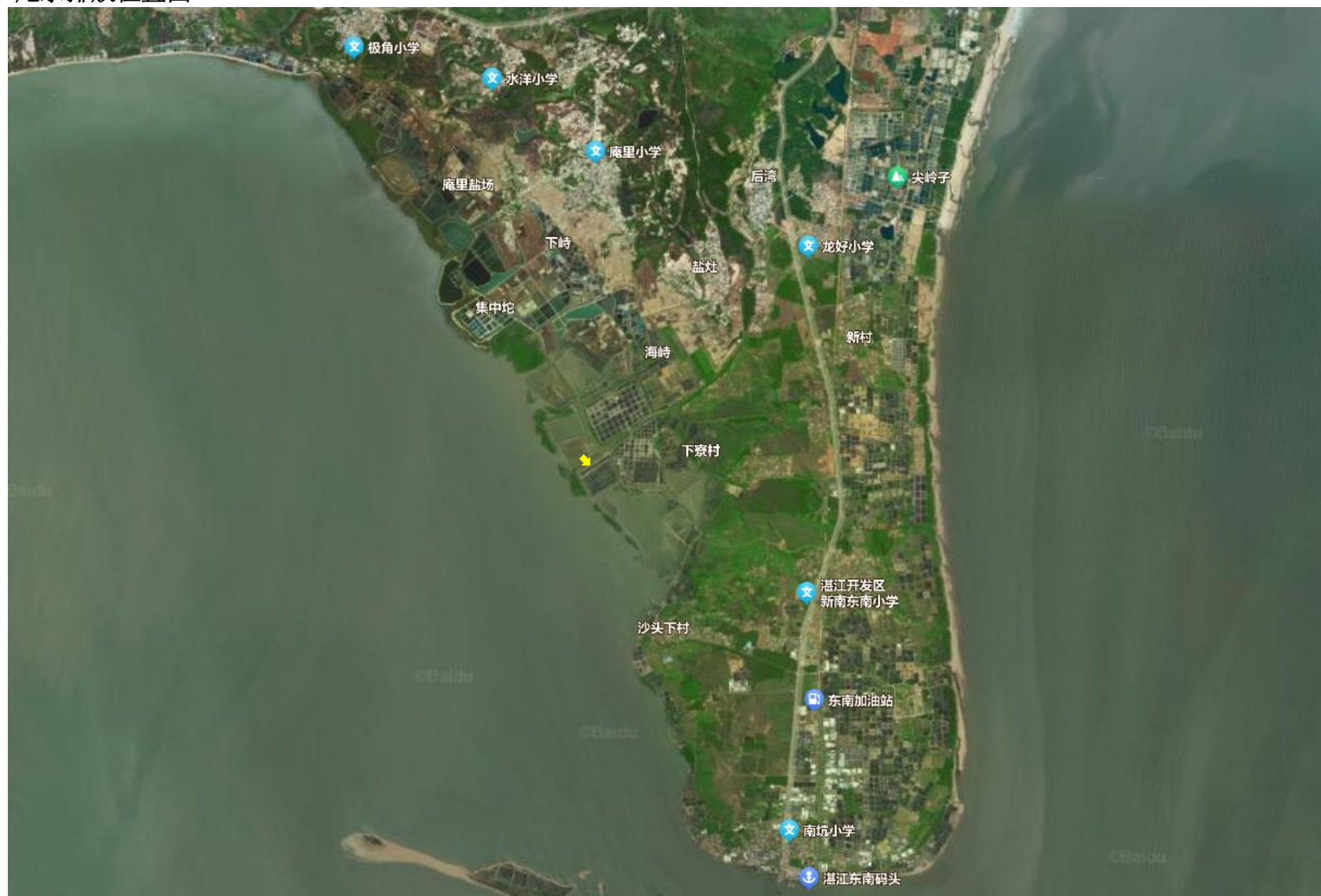
附图 3 项目给排水总平面图



附图 4 项目现场及四至图



附图 5 尾水排放位置图



湛江腾飞实业有限公司南美白对虾工业化循环水养殖建设项目 附件目录

附件1 委托书

附件 2 营业执照

附件 3 法人身份证

附件 4 项目备案证

附件 5 养殖证

附件 6 《湛江腾飞实业有限公司奄里养殖场检测报告》(湛江开发区环境监测(测)字[2023]
第 2-003 号)

附件 7 湛江腾飞实业有限公司南白白对虾工业化循环水养殖项目环境影响报告表（含入
海排污口设置论证报告）专家评审意见

附件 8 会议签到表

以上附件已核与原件相符。

建设单位（盖章）：湛江腾飞实业有限公司

委 托 书

根据国家及广东省《建设项目环境保护管理条例》，以及《中华人民共和国环境影响评价法》等有关环保法规的规定，为切实做好建设项目的环境保护工作，确保拟建工程的顺利进行，现正式委托湛江市环泽环保科技有限公司承担湛江腾飞实业有限公司南美白对虾工业化循环水养殖建设项目的环境影响评价工作。

委托单位（盖章）：湛江腾飞实业有限公司

年 月

附件2 营业执照



营业执照

(副本) (副本号:2-1)

统一社会信用代码914408006863833087

名称	湛江腾飞实业有限公司
类型	有限责任公司(自然人独资)
住所	湛江经济技术开发区东简街道东南码头
法定代表人	陈子腾
注册资本	人民币伍佰万元
成立日期	2009年03月19日
营业期限	长期
经营范围	繁育、销售:对虾种苗、海水鱼类种苗、贝类种苗;海水养殖(不含全民所有的水域和海滩涂养殖);销售:水产配合饲料,水产养殖用品、器械;技术进出口、货物进出口(法律、行政法规禁止的项目不得经营;法律、行政法规限制的项目须取得许可后方可经营);国内商品贸易(属前置审批及专控商品项目的凭许可证经营);农作物的种植。(依法须经批准的项目,经相关部门批准后方可开展经营活动。)

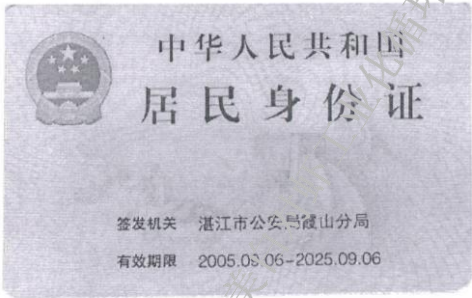


登记机关



2010 年9 月13 日

附件3 法人身份证



仅用于“湛江腾飞实业有限公司南海循环经济水养殖建设项目环境影响报告表”

附件4 项目备案证

项目代码:2107-440800-04-05-206229

广东省企业投资项目备案证



申报企业名称:湛江腾飞实业有限公司

经济类型:私营

项目名称:湛江腾飞实业有限公司南美白对
虾工业化循环水养殖项目

建设地点:湛江市开发区东海岛庵里

建设类别: ☐基建 ☐技改 ☒其他

建设性质: ☐新建 ☐扩建 ☒改建 ☐迁建 ☐其他

建设规模及内容:

主要建设413540平方米规模化养殖系统,包括水处理环沟环道水处理池系统改造、蓄水池,水处理技术革新,达到95%养殖用水在系统内部循环,配套98049平方米虾池增氧设施及其电线电器设备改造。主要设备有增氧机、自动投饵机和氨氮及亚硝酸盐监测系统。项目达产后,年产南美白对虾803-980吨。

项目总投资: 1384.00 万元(折合 万美元) 项目资本金: 276.80 万元

其中:土建投资: 520.00 万元

设备及技术投资: 864.00 万元; 进口设备用汇: 0.00 万美元

计划开工时间:2021年07月

计划竣工时间:2021年12月

备案机关:湛江经开区发展改革和招商局

备案日期:2021年07月13日



备注:

提示:备案证有效期为两年。项目两年内未开工建设且未办理延期的,备案证自动失效。项目在备案证有效期内开工建设的,备案证长期有效。

查询网址: <http://www.gdtz.gov.cn/query.action>

广东省发展和改革委员会监制



注 意 事 项

- 一、本证是确认中华人民共和国境内水域滩涂养殖权的法律凭证，内容与水域滩涂养殖权登记簿登记内容一致。经发证机关盖章生效。
- 二、本证所登记的水域滩涂养殖权受国家法律保护，任何组织和个人不得侵犯。
- 三、水域滩涂养殖权人、利害关系人可到登记机关依法查询水域滩涂养殖权登记簿。本证记载的事项与水域滩涂养殖权登记簿不一致的，除有证据证明水域滩涂养殖权登记簿确有错误外，以水域滩涂养殖权登记簿为准。
- 四、本证不得涂改、转借。应妥善保管，凡有遗失、损坏的，可申请补发。
- 五、本证期限与水域滩涂养殖权期限一致。期满60天前应向原登记机关办理期限延展手续。
- 六、水域滩涂养殖权人名称或姓名、地址或住址等事项发生变化的，须按规定向原登记机关申请办理变更登记手续。
- 七、各级人民政府、渔业行政主管部门检查、了解养殖有关情况时，持证人应配合出示此证。

水域滩涂 养殖证编号	粤湛江市府(海)养证[2015]第00001号
变更登记	
变更内容	审核人： 发证机关(章)
变更内容	审核人： 发证机关(章)
变更内容	审核人： 发证机关(章)
变更内容	审核人： 发证机关(章)

根据《中华人民共和国物权法》、《中华人民共和国渔业法》、《中华人民共和国农村土地承包法》等法律法规，为保护水域滩涂养殖权人的合法权益，由水域滩涂使用者申请，经渔业行政主管部门审核，人民政府批准，准予登记，颁发此证。

湛江市人民政府
发证机关(章)
二〇一五年九月八日



水域滩涂 养殖证编号	粤湛江市府(海)养证[2015]第00001号				
水域滩涂 养殖权人	湛江腾飞实业有限公司				
单位地址 或个人住址	湛江市东海岛东南码头				
水域、滩涂 所有制性质	集体所有				
水域、滩涂类型	海水水域、滩涂				
核准水域、滩涂 面积	25.6公顷				
核准养殖方式	1	池塘	2	3	
核准水域滩涂 养殖权期限	2015年09月08日至2018年09月08日				
水域、滩涂 地理坐标及 四至范围	东至	N20° 57.957' " E110° 29.922' "			
	西至	N20° 57.983' " E110° 29.554' "			
	南至	N20° 57.801' " E110° 29.643' "			
	北至	N20° 58.121' " E110° 29.832' "			
备注					



水域滩涂 养殖证编号		粤湛江市府(海)养证[2015]第00001号		
延展期限		发证机关(章)	审核人	
开始	2020年02月18日	 2020年03月06日	王熙	
结束	2025年02月18日			
开始	年 月 日	年 月 日		
结束	年 月 日			
开始	年 月 日	年 月 日		
结束	年 月 日			
开始	年 月 日	年 月 日		
结束	年 月 日			
开始	年 月 日	年 月 日		
结束	年 月 日			
开始	年 月 日	年 月 日		
结束	年 月 日			

水域、滩涂位置坐落	广东省湛江市东海区 东简乡(镇)下僚村	 测绘机构出具水域、滩涂界至图粘贴处(加盖骑缝章)
-----------	------------------------	---

附件6 《湛江腾飞实业有限公司奄里养殖场检测报告》(湛江开发区环境监测(测)字[2023]第2-003号)



湛江经济技术开发区环境保护监测站

检 测 报 告

湛江开发区环境监测(测)字(2023)第2-003号

项目名称: 湛江腾飞实业有限公司奄里养殖场

单位地址: 东简镇奄里管区奄里村

检测类别: 监督性监测

报告日期: 2023年5月6日



湛江经济技术开发区环境保护监测站



报告编写说明

- 1、本报告只适用于本次检测目的范围。
- 2、本机构保证检测的科学性、公正性和准确性，对检测数据负检测技术责任，并对委托单位所提供的样品和技术资料保密。
- 3、本机构的采样和检测程序按照有关环境检测技术规范和本机构的程序文件和作业指导书执行。
- 4、本报告只对来样或自采样负检测技术责任。对本报告若有疑问，请向本机构综合室查询，来函来电请注明报告编号。
- 5、本报告涂改无效，无报告校核、签发人签字无效。
- 6、本报告无本站盖章、骑缝章、章无效。
- 7、未经本站书面批准，不得部分复制本报告。

本机构通讯资料：

联系地址： 湛江市东海岛东山镇湛林路 30 号

邮政编码： 524076

联系电话： 0759-2966016 传真： 0759-2966016

湛江经济技术开发区环境保护监测站

1、基本信息

被测企业名称	湛江腾飞实业有限公司奄里养殖场
被测企业地址	东简镇奄里管区奄里村
废水治理设施情况	运行
企业设计产量	280 亩高位池
企业实际产量	180 亩高位池
企业工况	64%
检测类别	监督性监测

2、检测因子、方法、检出限及设备信息

检测因子	检测方法及编号	检出限	单位	设备型号及编号
pH	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》 GB 17378.4-2007 pH 计法 26	——	无量纲	HQ11d
透明度	《水和废水监测分析方法》（第四版增补版） 国家环境保护总局 2002 年 塞氏盘法（B） 3.1.5（2）	——	cm	KHJ-YW-069
盐度	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》 GB 17378.4-2007 盐度计法 29.1	——	‰	HQ14d
溶解氧	《水质 溶解氧的测定 电化学探头法》 HJ 506-2009	——	mg/L	HQ30d
化学需氧量	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》 GB 17378.4-2007 碱性高锰酸钾法 32	0.15	mg/L	HBD05
悬浮物	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》 GB 17378.4-2007 重量法 27	2	mg/L	BPG9070A MS205DU
亚硝酸盐氮	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》 GB 17378.4-2007 萘乙二胺分光光度法 37	0.001	mg/L	DR5000
硝酸盐氮	《海洋调查规范 第 4 部分：海水化学要素调查》 GB/T 12763.4-2007 铈钼还原法 11	0.002	mg/L	DR5000
氨	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》 GB 17378.4-2007 靛酚蓝分光光度法 36.1	0.005	mg/L	DR5000
无机磷	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》 GB 17378.4-2007 磷钼蓝分光光度法 39.1	0.001	mg/L	752N

湛江经济技术开发区环境保护监测站

3、废水检测内容及结果

天气状况	晴	
样品状态	完好	
采样方式及依据	瞬时采样 HJ 91.1-2019	
采样地点	排放口	
采样时间	2023.5.4 11:13	
分析时间	2023.5.4-2023.5.5	
感官描述	浅黄色，无气味，无浮油	
样品编号	230504FS05	
检测内容及结果：		
pH（无量纲）	8.26	
透明度（cm）	≥26	
盐度（‰）	28.3	
溶解氧（mg/L）	11.55	
悬浮物（mg/L）	55	
化学需氧量（mg/L）	9.72	
无机磷（mg/L）	0.270	
无机氮 （mg/L）	亚硝酸盐氮 （mg/L）	0.002
	硝酸盐氮 （mg/L）	0.003
	氨 （mg/L）	0.046
	合计	0.051
备注：1、分包情况：无。 2、非标准方法使用情况：无。 3、230504FS05 水温为 30.7℃。		

采样人员: 林创发 麦燕霞

分析人员: 何娜 谢燕 李虹莉 朱光贤

报告编制:

签

发:

审核:

签发日期:

2023年5月6日

*****报告结束*****

湛江经济技术开发区环境保护监测站

附件 7 湛江腾飞实业有限公司南美白对虾工业化循环水养殖项目环境影响报告表（含入海排污口设置论证报告）专家评审意见

湛江腾飞实业有限公司南美白对虾工业化循环水养殖项目
环境影响报告表（含入海排污口设置论证报告）专家评审意见

2023 年 11 月 29 日，湛江腾飞实业有限公司在湛江组织召开《湛江腾飞实业有限公司南美白对虾工业化循环水养殖项目环境影响报告表（含入海排污口设置论证报告）》（简称“报告”）评审会，会议邀请三位专家（名单附后），参会人员有湛江经开区国土资源局、湛江经开区农业事务管理局和湛江市环泽环保科技有限公司（编制单位）等单位代表，会议首先听取报告编制单位的汇报，经过讨论和质询，形成如下评审意见。

一、项目概况

湛江腾飞实业有限公司南美白对虾工业化循环水养殖项目养殖面积约 413540.0 平方米，建立标准工业化循环水南美白对虾养殖系统，研究相关技术并生产南美白对虾。项目全部建成投产后年产南美白对虾 803-980 吨。本项目养殖池水量约为 22500m³，项目养殖过程中养殖尾水经排水沟至进入沉淀池，经过 24h 沉淀的养殖尾水，沉淀物抽到泥丁养殖池，作为泥丁饵料处理后进入到入海口处入海，养殖尾水年排水量约为 3375m³/a，项目尾水通过藻类处理以及微生物处理池处理后排放，集中于每年 3、4、5、9、10 与 11 月的潮落期各排放一次，一次排放时间约 24h，排放流量约为 562.5m³/d，排污口设置地点位于养殖场南侧海域。

二、报告编制质量

报告编制技术路线基本合理，编制依据较充分，报告内容基本完整，论证结论基本可信。报告经修改完善后，可作为生态环境主管部门审批的技术依据。

三、修改、补充及完善的意见

1.补充本项目养殖现状，核实循环水养殖基地平面图，进一步完善养殖废水处理规模、工艺、平面布置、设备一览表等相关内容。

2.根据《建设项目环境影响报告表编制技术指南（生态影响类）》本项目为生态专项，应该按《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19—2022）编写；建议参考《入河入海排污口监督管理技术指南 入海排污口设置技术导则》（征求意见稿）附录 A 编写。

3.补充完善相关附图附表、赤潮相关信息和保护目标的分析。

4.按专家和代表的个人意见进行修改完善。

专家组： 钟秉云、陈春亮、张

2023 年 11 月 29 日

附件 8 会议签到表

湛江腾飞实业有限公司南美白对虾工业化循环水养殖项目
环境影响专家咨询会签到表

[illegible]

湛江腾飞实业有限公司南美白对虾工业化循环水养殖项目
环境影响专家咨询会
专家签名表

项目名称：湛江腾飞实业有限公司南美白对虾工业化循环水养殖项目

会议时间：2023 年 11 月 29 日

姓名	单位	职称	签名
钟来元	广东海洋大学	教授	钟来元
陈春亮	广东海洋大学	教授	陈春亮
黎迎	广业环保投资有限公司	高工	黎迎